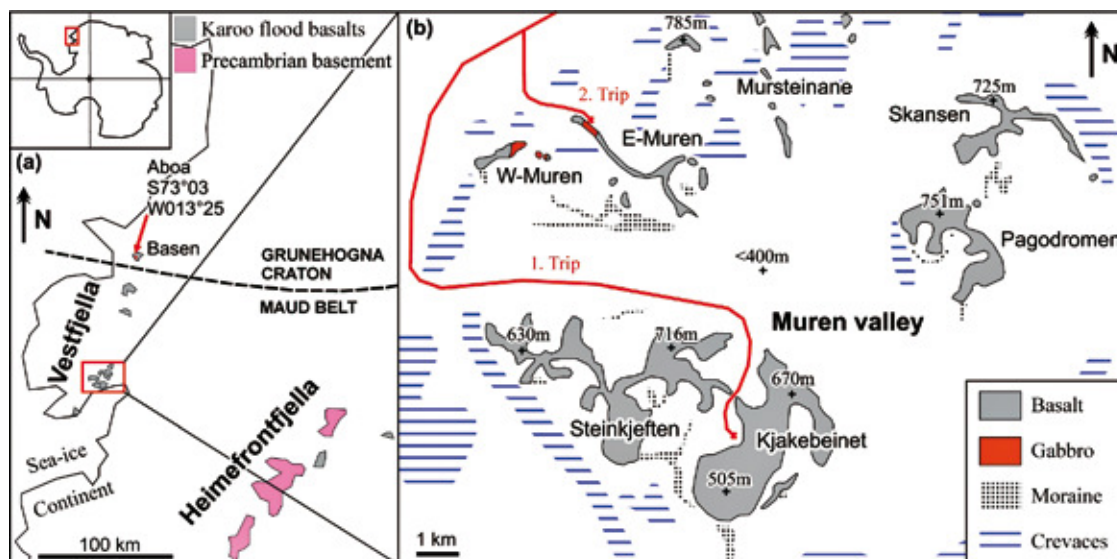


# Juonikivitutkimukset Vestfjellan vuoristossa Etelämantereella

## Suomen geologisen etelämannertutkimuksen taustoja ja historiaa

Suomen Etelämanner-tutkimusasema Aboa (73°03' S, 013°25' W) sijaitsee Vestfjellan vuorijonon pohjoisimmalla mannerjäätiköstä esiin pilkistävällä nunnatakilla, Basenilla, läntisellä Kuningatar Maudin maalla, n. 130 km itään Weddellin meren rannasta (kuva 1a). Aseman rakentamisen aloitti FINNARP (Finnish Antarctic Research Program) 1988 -retkikunta; päärakennus valmistui vuoden 1989 puolella. Aboa ja muutaman sadan metrin päässä sijaitseva Ruotsin Wasa-asema muodostavat yhdessä Nordenskiöld Base -kompleksin. Aboa on ollut perustamisestaan lähtien käytössä miltei vuosittain. Sitä on huollettu säännöllisesti ja vuonna 2002 tehtiin merkittäviä laajennuksia. Nykyisellään, erilliset asuinkontit mukaan lukien, se soveltuu hyvin 12 henkilölle, mutta tarvittaessa sinne pystytään majoittamaan 18 henkilöä eteläisen kesän aikana. Aboa toimii tukikohtana useille kansainvälisesti merkittävälle projekteille, joiden tutkimuskohteita ovat mm. Antarktinen meteorologia, sininen jää, aerosolit, painovoima sekä kallioperä.

Geologinen projekti käynnistyi vuonna 1989 Helsingin yliopiston professori Jaakko Siivolan johdolla; tutkimuksen pääpaino on ollut Gondwana-mantereen hajoamiseen johtaneessa laaja-alaisessa ja voimakkaassa mafisessa magmatismissa, jota edustavat mm. jurakautiset Karoo-provinssin laakiobasaltit (Luttinen 2000), gabrot (Vuori 2004), diabaasit ja basalttijuonet. Jo vuosien ajan tutkimuksen *primus motor* on ollut akatemiaturkija, dosentti Arto Luttinen. Hiljattain käynnistynyt prekambriksen pohjan tutkimus etenee professori Tapani Rämön johdolla, ja Matti Kurhila toimii ryhmässämme U-Pb-ajoituksen asiantuntijana. FINNARP 2007 -retkikunnan geologit, Jussi Heinen ja Ilona Romu, tutkivat väitöskirjoissaan Kuningatar Maudin maan anorogeenista magmatismia, Vestfjellan litosfäärin rakennetta ja suurten magmaprovinssien (LIP) lähteitä, joista laavoja leikkaavat magmakivet, ferropikriitit ja lamproiitit, sekä lamproiittien sisältämät kivisulkeumat kertovat.



Kuva 1. Läntisen Kuningatar Maudin maan (a) ja Murenin laakson (b) geologiaa. Kauden 2007–2008 geologiset kenttäretket merkitty punaisella karttaan (b).

Figure 1. Geology of western Dronning Maud Land, Antarctica (a) and the Muren valley (b). The routes of the two geological field trips 2007–2008 are marked in red in (b).

## Vestfjellan geologiasta

Vestfjellan vuorijono sijaitsee passiivisella mannerreunuksella, joka vielä 200 miljoonaa vuotta sitten oli kiinni nykyisessä Afrikassa ja muodosti osan Gondwana-supermannerta. Noin 180 miljoonaa vuotta sitten jurakaudella Gondwana alkoi repeytyä ja vaipasta purkautui maan pinnalle ja kuoren sisään valtavat määrät mafista magmaa. Nämä muodostumat tunnetaan nykyisin yli 10 000 km:n pituisena vyöhykkeenä, joka koostuu Paraná-Etendekan, Karoon ja Ferrarin magmaprovinseista ja jotka levittäytyvät neljälle mantereelle Etelä-Amerikasta Oseaniaan.

Karoon jurakautiset laakiobasaltit, niihin liittyvät intrusiivikivet sekä permikautiset sedimenttikivet muodostavat Vestfjellan vuorijonon näkyvissä olevat osat. Kauempana kaakossa, mm. Heimefrontfjellan vuorilla näkyvissä olevaa prekambrista pohjakompleksia ei ole paljastuneena Vestfjellan alueella (kuva 1a). Etelä-Vestfjellalla sijaitsevat gabrointruusiot ovat mahdollistaneet muuten hankalasti iätettävien laakiobasalttien ajoittamisen 180–182 Ma ikäisiksi (Vuori 2004). Zirkonin U-Pb-ikä määritykset on tehty yhteistyössä Geologian tutkimuskeskuksen kanssa, jolla on jo pitkään ollut merkittävä osuus alueen kivien mineraali- ja isotooppitutkimuksissa. Aeromagneettisten mittausten perusteella uskotaan, että Grenvilläläisen (1100 miljoonaa vuotta sitten) orogeenian synnyttämä sutuuri sijaitsee Vestfjellan pohjoisosissa (Corner 1994). Se yhdistää arkeaisen Kalaraharin kratonin osan, jota kutsutaan Grunehognan kratoniksi, proterotsooiseen Maudin orogeeniseen vyöhykkeeseen. Nykytietämyksen valossa (Romu ja Luttinen 2007) Etelä-Vestfjellan laavat ovat kerrostuneet granuliittifasieksessa metamorfoituneiden n. 1000 miljoonaa vuotta vanhojen Maudin vyöhykkeen kivien päälle.

## Geologisen projektin väitöskirjantekijät vuonna 2007

Jussi Heinonen sai kuulla mahdollisuudesta osallistua Etelämannen-tutkimusprojektiin viimeistellessään pro gradu -tutkielmaansa Helsingin yliopistossa syksyllä 2005. Geologian opinnot hän oli aloittanut vuonna 2001, ja vaikka hänen haaveammattinsa oli lapsesta asti ollut paleontologi, niin kallioperäpuolen ja etenkin petrologian opinnot veivät opintojen edistyessä hänet mukanaan. Jussin lopputyön aiheena olivat Tampereen liuskealueella sijaitsevat Takamaan metavulkaniitit ja niiden geokemia, joten opintojen jatkaminen Etelämantereen juonikivien geokemian parissa tun-

tui luontevalta ja kiinnostavalta vaihtoehdolta, ei pelkästään eksoottisen tutkimusalueensa puolesta. Vaikka oma tutkimusretki olikin edessä vasta vajaan parin vuoden kuluttua projektin aloittamisesta, olivat aikaisemmat geologiryhmät keränneet jo sen verran aineistoa, että tutkimukset voitiin aloittaa heti keväällä 2006.

Väitöskirjaprojektin päämääränä on perehtyä kattavasti Vestfjellan ferropikriittijuonien petrografiaan, mineralogiaan ja geokemiaan ja verrata näitä juonia muihin tunnettuihin ferropikriittiesiintymiin. Kenttätöissä oli tarkoitus kartoittaa ferropikriittijuonien levinneisyyttä, kerätä näytteitä sekä ajoitusta että geokemiallisia analyysejä varten ja täydentää havaintoja jo tunnetuista juonista. Ferropikriitit ( $MgO = 12-18$  p. %,  $FeO_T > 14$  p. %) ovat harvinaisia primitiivisiä magmakiviä, jotka usein liittyvät suurten magmaprovinssien varhaisiin vaiheisiin (vrt. Hanski 1992, Gibson *et al.* 2000). Varsinaisten ferropikriittien lisäksi Vestfjellalla tavataan meimechiittisiä ( $MgO > 18$  p. %) ja basalttisia ( $MgO < 12$  p. %) juonia, jotka edustavat ferropikriittisten kantamagmojen fraktioitumistuotteita. Vestfjellan ferropikriittien lähes primääri geokemiallinen sormenjälki ja indikaattorit pluumilähteestä antavat hyvän pohjan vaipan heterogeenisyyden tutkimiselle Karoo-provinssin syntyvaiheissa. Tuloksilla on myös globaalia merkitystä vaipan pluumien tutkimuksissa. Tähän mennessä tehdyt tutkimukset viittaavat siihen, että ferropikriittien korkea rautapitoisuus olisi peräisin takaisin vaippaan kierrätetyistä merellisistä Fe-Ti-gabroista, jotka ovat osittain sulaneet ja reagoineet vaipan peridotiitin kanssa ylös kohoavassa vaipan pluumissa (Heinonen ja Luttinen 2006).

Iiona Romun vuoden 2006 lopulla alkanut väitöskirjaprojekti on jatkoa pro gradu -tutkielmalle, jossa hän tutki Etelä-Vestfjellan 159 miljoonaa vuotta vanhoissa lamproiittijuonissa esiintyviä sivukivenkappaleita, ksenoliitteja. Kuluneella kenttäkaudella oli tarkoitus aloittaa lamproiittijuonien levinneisyyden kartoittaminen ja täydentää näytemateriaalia aiemmin tunnetuista esiintymistä. Lamproiittisulat ovat ultramafisia ja sisältävät runsaasti kaliumia, titaania sekä sopeutumattomia hivenalkuaineita, ja niiden lähdealueen uskotaan sijaitsevan n. 150 km:n syvyydessä mantereisessa ylävaipassa. Lamproiittien geokemiaan vaikuttaa lähteen lisäksi se, millaisen kuoren nämä nopeasti ja usein väkivaltaisestikin purkautuneet, runsaasti fluideja ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ) sisältävät magmat ovat lävistäneet (Mitchell ja Bergman 1991). FINNARP 1998 ja 2001 -retkikuntien hankkimien lohkar- ja juonikivinäytteiden kokokivi- (Luttinen *et al.* 2002) ja

mineraalikemian valossa on syytä uskoa, että Etelä-Vestfjellan ultramafiset kiillerikkaat juonet ovat koostumukseltaan jotakin Etelä-Afrikan ryhmän II kimberliittien ja Wyomingin Leucite Hillsin lampiroiittien väliltä. Tuoreen tutkimusmateriaalin saapumista laivarahdissa odotetaan malttamattomina.

## FINNARP 2007

FINNARP 2007 -retkikuntaan kuului geologikak-sikon lisäksi aerosolitutkija, meteorologi, lääkäri, kokki, dokumentaristi, konemestari sekä retkikunnan johtaja Mika Kalakoski, jolle retki oli seitsemäs ja joka on työskennellyt myös Huippuvuorilla ja Grönlannissa. Asemalla vierainamme olivat myös meteorologi ja hänen teknikkonsa avaruusfysiikan tutkimuslaitoksesta Kiirunasta, sillä naapurimme Wasa-tutkimusasema oli pääosan ajasta tyhjänä ruotsalaisten lumi- ja jäätutkijoiden keskittyessä tutkimuksiinsa kaukana jäälakeuksilla (lisätietoja: <http://www.polar.se>).

Retkikuntamme valmistautuminen alkoi jo keväällä 2006 Aboa-aseman uusien moottorikelkkojen siirtoajon merkeissä Itä-Suomessa. Syksyllä 2006 lähes koko retkikunta osallistui rannikkolaurin radiotutkintokurssille Merentutkimuslaitoksella Helsingissä; tämä viikon mittainen koulutus antoi meille tarvittavat valmiudet kommunikointiin radioaalloilla. Vuoden 2007 puolella tahti vain kiihtyi: kesäkuista kalliolaskeutumisharjoitusta seurasivat jäätikköturvallisuuskurssi Narvikin lähellä Storstensbrenin jäätiköllä Norjassa, retkikuntaleiri Nuuksiossa sekä tutustuminen telakuorma-auto Sisu-NA:n (nasun) sielunelämään Patrian tehtailla Hämeenlinnassa. Ensiaputaitoja hankittiin ja verestettiin SPR:n kurseilla ja kenttäkauden toimintaa suunniteltiin erinäisissä palaverissa FINNARP-henkilöstön ja Etelämanner-projektin veteraanien kanssa vuoden mittaan. Hankkimamme kenttätyövälineet ja kivilaatikot toimitimme rahtikonttiin lokakuun alussa, ja polaarivaatetuksen hankinnasta vastasi FINNARP.

## Kohti suurta tuntematonta

Maanantaina 26.11.2007 yhdeksänhenkinen suomalaisryhmämme hengitti ensikertaa Kapkaupungin sakeaa yöilmaa. Lennot Etelämantereelle ovat pitkälti riippuvaisia sääoloista, joten muutaman vuorokauden muutokset aikatauluissa ovat aina mahdollisia. Lähtölentomme siirtyikin torstaille 29.11. ennakkotiedoista hivenen poiketen. Ennätimme kuitenkin tehdä päiväretken mm. Kapkaupungin kuuluisalle Pöytävuorelle; sen huippu

koostuu fluviaaliympäristössä syntyneestä kvartsiareniitista, joka alkoi kerrostua nk. Malmesburyn liuskeiden päälle n. 520 miljoonaa vuotta sitten. Nykyisin hiekkakiven kummalliset ja monesti huvittavatkin rapautumismuodot (kuva 2) viihdyttävät vuorelle köysirataa pitkin kuljetettavia turisteja. Megakiteisiä graniitteja (kuva 3) näimme useissa tieleikkauksissa. Kapin S-tyyppin graniitit, joita luonnehtivat korkea kaliumpitoisuus, peralumiininen koostumus ja senttimetrien mittaiset pyöreähköt kalimaasälpäkiteet, tunkeutuivat Malmesburyn liuskeisiin 550–540 miljoonaa vuotta sitten (Scheepers ja Armstrong 2002, Stevens *et al.* 2004).

Matka jään valtakuntaan alkoi keskyyöllä 29.11., kun Iljushin IL-79 TD rahtikone lähti kohti Novo Airbasea, joka on venäläisten koordinoima kansainvälinen lentokenttä Etelämantereella, yli 4000 km etelään Kapkaupungista. Saavuimme Novolle Suomen aikaa puoli kuuden aikaan aamulla huonosti nukutun ja jännityksen täyttämän yön jälkeen. Kun ensikosketus maailman suurimpaan mannerjäätikköön oli saatu, nautimme Novon messiteltassa lämmintä juotavaa ja hiukan aamupalaa, jonka jälkeen oli edessä lastin purku rahtikoneesta (kuva 4). Retkikuntalaisten pääjoukko jatkoi pian matkaa kanadalaisen miehistön ohjaamalla kahdeksanpaikkaisella Basler BT-67 -pienkoneella länteen Novolta. Puolimatka oli pysähdys eteläafrikkalaisella Sanae IV -asemalla lentokoneen tankkaamista varten. Sanaen tunnelmia varjosti tutkimuskauden alkupuolella sattunut onnettomuus, jossa vasta muutamia päiviä asemalla viettänyt nuori tutkija oli menehtynyt moottorikelkkaonnettomuudessa. Jäisen maailman vaarat mielessä ”aboaoriginaalien” etujoukon matka jatkui kuitenkin turvallisesti. Puolenpäivän aikaan 30.11. ensimmäiset retkikunnan jäsenet kopistelivatkin jo kenkensä lumesta Aboa terassilla, ja aseman käynnistäminen aloitettiin siltä seisomalta. Kolme päivää kestäneen Kapkaupungissa odotetun jälkeen retkikunnassa riitti virtaa, ja kolmen työntäyteisen päivän jälkeen asemalla oli jo sähköt ja lämmintä vettä!

Iiona laskeutui Aboalle valmiiseen pöytään 2.12. aerosolitutkija Akin ja 2200-kiloisen rahdin saattelmana. Novon lentotukikohdassa viettämiensä lähes kolmen päivän aikana heillä oli ollut runsaasti aikaa nukkua univelat pois, lukea, syödä ja valitetavasti, viihtyä ”kylpyhuoneessa” eriasteisissa vatsaudin oireissa. Uteliaalle tohtorikoulutettavalle oli tarjoutunut myös pikainen tilaisuus tutustua Novolazarevskajan tieteelliseen asemaan 18 km ajomatkan päässä kiitotiealueelta. Novolazarevskaja sijaitsee manner- ja shelfijään väliin jäävällä kallio-





Kuva 2. Kvartsiareniitin rapautumismuotoja Pöytävuorella Kapkaupungissa. Kuva: Jussi Heinonen.

*Figure 2. Weathering forms of quartz arenite on the top of Table Mountain, Cape Town, South Africa. Photo: Jussi Heinonen.*



Kuva 3. Megakiteistä maasälpää graniitiissa, Kapkaupunki. Kameralaukun pitkä sivu on 10 cm.

Kuva: Jussi Heinonen.

*Figure 3. Feldspar megacrysts in Cape Granite, Cape Town, South Africa. The longest side of the camera cover is 10 cm. Photo: Jussi Heinonen.*



Kuva 4. Rahtia puretaan Iljushin IL-79 TD -koneesta Novo Airbasella. Kuva: Jussi Heinonen.

*Figure 4. FINNARP cargo is being unloaded from Iljushin IL-79 TD at Novo Airbase. Photo: Jussi Heinonen.*

ja moreeniharjanteella, jonka toisessa päässä on intialainen asema Maitri. Ystävällisten kyydintarjoajien työskennellessä toisaalla Ilona oli tutkiskellut paikallisia nähtävyyksiä ja lopulta löytänyt tiensä aseman hiukkastutkijan kahvipöytään. Seuraavana aamuna rahdin siirto Iljushinin vierestä kiitoradalta Basleriin oli sujunut ripeästi venäläisen kiitotiehenkilöstön ja moottorikelkkojen avustuksella.

Ensimmäistä kertaa kenttätöiden makuun pääsimme 4.12. Basenin eteläkärjessä, kun otimme suunnatun referenssinäytteen plagioklaasi-porfyyrisestä laavapatjasta Helsingin yliopiston Geofysiikan osaston kanssa yhteistyössä tehtäviä paleomagneettisia tutkimuksia varten. Seuraavina päivinä kävimme täydentämässä havaintoja Basenin kolmesta tunnetusta ferropikriittijuonesta (kuva 5) ja siinä sivussa ihailimme köysilaavarakenteita sekä kauniiden kvartsin, kalsiitin, epidootin ja prehniitin muodostamien kidesykeröiden täyttämiä kaasurakkuloita.

### Ensimmäinen kenttäretki: Kjakebeinet ja Länsi-Muren (15.12.–23.12.)

Aseman rutiinin käytyä tutuksi alkoi geologiryhmämme valmistautuminen ensimmäiseen kenttämataan kohti Murenin laaksossa sijaitsevaa Kjakebeinet -vuorta, reilut sata kilometriä lounaaseen



Kuva 5. Ilona Romu paikalleen rapautuneen ferropikriittijuonon vierellä Basenilla. Kuva: Jussi Heinonen.

*Figure 5. Ilona Romu next to an in-situ-weathered ferropicrite dike on Basen. Photo: Jussi Heinonen.*



Kuva 6. Näkymä Kjakebeinetilta kohti Steinkjefteniä – kenttäleiri vasemmalla. Kuva: Ilona Romu.

Figure 6. A view from Kjakebeinet towards Steinkjeften with the field camp on the left. Photo: Ilona Romu.

Aboasta (kuva 1). Matka tehtiin moottorikelkoin ja tarvittava välineistö pakattiin kelkan perässä vedettäviin rekiin. Kenttäryhmään kuuluivat lisäksemme retkikunnan johtaja Mika Kalakoski, vastuunaan retken logistiikka, ja dokumentaristi Juha ”Norppa” Taskinen, joka kuvasi työskentelyämme ja Etelämantereen luontoa elokuvaansa ”Matka Valtavaan”. Keittiö-, polttoaine- ja majoitustarvikkeita kootessa ja huoltaessa aika kului nopeasti, ja 15.12. pääsimme matkaan.

Noin kuuden tunnin GPS-opasteisen ajon päätteenä edessämme kohosi Kjakebeinetin leukaluun muotoinen nunatakki. Viimeiset kilometrit sujuivat rauhalliseen tahtiin: Murenin laaksossa ylitimme sinisen jään railokentän ja etenimme muutoinkin tarkkaavaisesti, sillä vuorten topografia johtaa usein jäätikön railottumiseen. Jäätikköjään ja stabiiliin, kallion päällä lepäävän jään väliin kehittyvän nk. ”bergschrund” -railon syvyys saattaa olla satoja metrejä. Leiri pystytettiin jäälle nunatakin satulan lähistölle (kuvat 1 ja 6).

Viitisen kilometriä läpimitaltaan olevan vuoren kartoittaminen oli antoisaa, mutta työlästä, vaikka keskityimme vain laavoja leikkaaviin juoniin. Sään jatkuvasti suosissa kartoituspäivän pituus ylitti usein kymmenen tuntia, ja vuoristomaiset

olosuhteet jyrkkine louhikkorinteineen kirvoittivat jonkin voimasanankin. Vauhtia piti yllä tietoisuus siitä, että pääsy alueelle saattaisi olla myöhemmin kaudella mahdotonta johtuen sulavesien ohjautumisesta nunatakkien väliseen laaksoon. Kjakebeinet oli kuitenkin armollinen ja paljasti sylistään niin FINNARP 1998 ja 2001 -retkikuntien löytämät lamproiittilohkareet ja juonet kuin myös kahdeksan ennestään tuntematonta lamprofyyrisen asun omaavaa juonta (kuva 7). Erityisen iloinen Ilona oli löytäessään parimetrinen, kuoren ksenoliitteja runsaasti sisältäneen juonen, jonka avulla aiemmin kerätyn lohkaraineiston tulkinta tullee helpommaksi. Töitä riitti molemmille geologeille; Ilonan kuhkiessa lamproiittien detaljien parissa Jussi kartoitti muita juonia ja löysi luultavasti myös muutamia ferropikriittisarjaan kuuluvia juonia – lopullinen varmuus tästä vaatii kuitenkin vielä geokemialliset analyysit. Länsi-Murenilla n. 10 km:n päässä Kjakebeinetista kartoitettiin kaksi päivää; saldoksi kertyi kymmeniä basalttijuonia, yksi todennäköinen lamproiitti, viisimetrinen, kuoren felsisistä ksenoliiteista rikas diabaasi sekä pieni, mutta kiukkuinen kivivöry. Joulun alla 21.12. lääkäri-konemestari-tiimi hurautti Aboa-asemalta keräilemään kenttäryhmän jäännöksiä ja tutkailemaan Etelä-Vestfjellan maisemia: he





Kuva 7. Hiertynyt pohjois-eteläsuuntainen lamproiitti-juoni Kjaakebeinetilla. Viivaimen pituus 40 cm.

Kuva: Ilona Romu.

Figure 7. Sheared, N-S trending lamproiite dyke on Kjaakebeinet. Length of the ruler 40 cm. Photo Ilona Romu.

löysivät neljän väsyneen, mutta onnellisen tutkimusmatkailijan lisäksi seitsemän laatikollista kivinäytteitä. Aatonaattona purimme leirin, pakkasimme reet ja iltasella saavuimme Aboalle joulun viettoon.

### Toinen kenttäretki: Itä-Muren (5.1.–14.1.)

Joulun ja uudenvuoden juhlien jälkeen alkoi heti seuraavan kenttämatkan valmistelu. Valmistelut sujuivat nyt nopeaa tahtia, sillä vain muona- ja polttoainevarat tarvitsi täydentää. Matkaan päästiin jälleen Mika Kalakosken johdolla 5.1., kun joulun ajan myllännyt myrsky tyyntyi ja taivas selkiintyi. Ajoreittiä Itä-Murenille oli kiikaroitu jo ensimmäisen kenttäretken paluumatkalla: kartan mukaan loppureitillä oli railokenttiä, ja Mika arveli, että vuoden 1986 ilmakuviissa näkymättömiä raitoja olisi paljastunut lumen peitosta vielä lisää kenttäkauden 2001 jälkeen. Poistuessamme reitiltä – muutamia kilometrejä ennen suunniteltua leiripaikkaa – kiinnitimme kelkat köysistöksi ja laitoimme jääraudat jalkaan. Aluksi reitti näytti turvalliselta, mutta juuri

ennen kuin saavutimme Murenin harjanteen reunan, jouduimme ylittämään ryhmän lumipeitteisiä raitoja, joista suurin oli jo kelkan levyinen. Mika kuitenkin löysi kovia ja kestäviä lumisiltoja, ja onnistuneen ylityksen jälkeen pystyimme leirin pylväsmäisesti rapautuneen Itä-Murenin gabrointruusion pohjoispuolelle (kuva 1b). Kartoittamaan pääsimme heti seuraavana aamuna, ja ensimmäisenä kohteena oli Itä-Murenin ainoa etukäteen tiedossa oleva ferropikriittisarjaan kuuluva, kahdeksan metriä paksu juoni. Siitä oli tarkoitus kerätä tuoretta plagioklaasia sisältäviä näytteitä Ar-Ar-ajoitusta varten sekä felsisemmistä, mahdollisesti zirkonia sisältävistä osista näytteitä U-Pb-ajoitusta varten. Tämän tehtävän tärkeys korostui saatuaamme leiriin Suomesta tiedon, että juuri Ar-Ar-ajoituksessa olleet ferropikriittisarjan näytteet olivat sisältäneet ylimääräistä argonia, mikä tulisi vaikeuttamaan ikätulosten tulkintaa.

Seuraavina kolmena kartoituspäivänä Etelämanner näytti meille parhaat puolensa auringon paistaessa siniseltä taivaalta ja ilman ollessa tyyni. Muren oli Kjaakebeinetia paljon helppokulkuisempi, sillä harjanne laski paikoin aivan jäätikön tasalle ja terävät muodot olivat paljon voimakkaammin rapautuneet (kuva 8). Vestfjellan alueen jurakautinen ekstensio on ollut erityisen voimakasta Itä-Murenin alueella, ja sekä basalteja että gabrointruusioita leikkaavia juonia esiintyi todella tiheään. Suurimmat juonet olivat jopa 30 metriä leveitä, ja useasti juonet muodostivat vaikeasti tulkittavia, lähes täysin lohkarikoiksi rikkoutuneita komplekseja, joista mahdollisuuksien mukaan havainnoitiin leikkaussuhteita sekä kerättiin suunnattuja näytteitä sekä ikä- ja geokemianäytteitä. Mahdollisia ferropikriittisarjaan kuuluvia juonia löytyi useita, ja eräs ohut juoni sisälsi jopa 1x2 cm:n kokoisia oliviinikiteitä, joiden Jussi arveli olevan ksenokiteitä vaipasta. Aivan nunatakin itäkärjestä löytyi myös yksi lamproiitti-juoni, jonka tutkimista edelsi huikean, koko Murenin laakson kattavan panoraaman ihailu.

Itä-Murenin juonikartoitus vei yhteensä kuusi päivää, joista kahtena viimeisenä sää alkoi selvästi huonontua ja kylmä tuuli yltyä. Viimeisen kartoituspäivän iltana aloimme varautua mahdolliseen myrskyyn, jota viikon aikana seurattut säätiedotteet olivat enteilleet. Perjantai-iltana 11.1. myrsky alkoi ja koillistuuli täristi teltaa niin voimakkaasti, että korvatulpat oli laitettava yöksi korviin. Seuraavana aamuna myrsky oli voimakkaimmillaan ja pyrkiesämme aamupalalle messiteltaan huomasimme yli 20 m/s etenevän lumituiskun luhistaneen sen maan tasalle. Seuraavaksi olikin edessä keittiötarvikkeiden ja ruokien pelastusoperaatio: evakuoimme kaisen, minkä teltan sisään ryömittyämme irti saim-



Kuva 8. Mika Kalakoski ja Ilona Romu Itä-Murenilla.  
Kuva: Jussi Heinonen.

Figure 8. Mika Kalakoski and Ilona Romu on East Muren. Photo: Jussi Heinonen.

me, ja siirsimme tavarat Mikan telttaan. Kahden vuorokauden odotuksen jälkeen myrsky viimein päättyi, ja maanantaiaamuna 14.1. purimme leirin ja lähdimme kohti Basenia armollisen auringon saattelemana. Jälleen oli yksi onnistunut kenttäretki takanapäin.

### Heimefrontfjella, Scharffenbergbotnen (24.–26.1.08)

Aivan kauden lopussa pieni ryhmä (kaksi logistikkoa, dokumentaristi ja geologi) matkasi moottorikelkoin 200 km itään Aboasta, Heimefrontfjellan (kuva 1b) vuoristossa sijaitsevaan Scharffenbergbotnenin laaksoon ottamaan jää- ja kiviläynteitä (kuva 9). Heimefrontfjella kuuluu Maudin n. 1100 miljoonaa vuotta vanhaan vyöhykkeeseen, joka syntyi Grenvilleläisessä poimutuksessa. Ilona lähti ryhmän mukaan kerätäkseen prekambrisista basalttijuonista ikänäynteitä sekä suunnattuja näytteitä tulevia paleomagneettisia tutkimuksia varten. Ilonalle



Kuva 9. Prekambriset basalttijuonet leikkaavat pohjakompleksia Scharffenbergbotnenin laaksossa, Heimefrontfjellalla. Kuva: Ilona Romu.

Figure 9. Precambrian basalt dykes cross-cutting the basement on the Valley of Scharffenbergbotnen, Heimefrontfjella. Photo: Ilona Romu.

matka oli muutoinkin hyödyllinen, sillä hän valmis- telee artikkelia Etelä-Vestfjellan lamproiittijuonissa esiintyvistä, pääosin magmaattista alkuperää olevista kuoren ksenoliiteista, joista määritetyt zirkonin U-Pb-iat ovat mesoproterotsooisia. Tällä retkellä hänelle tarjoutui mahdollisesti ainutkertainen tilaisuus nähdä Kuningatar Maudin maan prekambrista kallioperää. Ryhmä yöpyi ruotsalaisella Svea-kenttäasemalla, jossa on makuupaikat neljälle ja keittiö; ryhmä oli kiitollinen tästä mahdollisuudesta, sillä paikoin navakka tuuli oli jo lähes yhdeksän tunnin kelkkamatkalla ehtinyt luihin ja ytimiin. Tukikohta sijaitsee laakson suulla, n. 1200 m:n korkeudella. Matka osoittautui vaivan arvoiseksi; laakson pohjalla jäätiköllä oli runsaasti suuria lohkaraita, joista oli helppo päällisinpuolin perehtyä vuorten kivilajikoostumukseen muun ryhmän sahatessa jäänäytteitä ajopäivän päätteeksi. Perjantai 25.1. vierähti juonipaljastumille kiivetessä ja näytteitä ottaessa.

### Kotimatka odottaa...

Tutkimusmatkan aikana varsinaisia geologisia kenttäpäiviä kertyi parisenkymmentä per geologi. Kauden sääolosuhteet olivat keskimääräistä epävakaisemmat ja kylmemmät, mutta tästä huolimatta kenttämatkat Kjakebeinetille, Länsi- ja Itä-Murenille sekä Heimefrontfjella-vuoriston Scharffenbergbotneniin saatiin toteutettua ja näytteenotto onnistui hyvin. Kenttäretkien tuloksena Aboan pihassa olevissa puulaatikoissa kuljetusta Suomeen odotti noin 600 kg kiviäytteitä (kuva 10). Juonia oli kartoitettu yhteensä 183, joista Jussin ja Ilonan iloksi 16 oli lamproiitteja ja vähintään 13 todennäköisiä ferropikriittejä. Juonien geokemian, paleomagnetismin ja ikäsuhteiden sekä Murenin laakson rakenneanalyysin teossa olisi työtä useammallekin tutkijalle. Kokonaisuutena geologiryhmän kenttäkausi 2007–2008 oli siis varsin onnistunut.

Maanantaina 4.2. teimme lähtöä Aboalta. Lentokoneen saapumista odoteltiin hieman epäätietoisina, sillä kontrasti eli pinnanmuotojen erottuvuus Basenin ja Plogenin välissä sijaitsevalla jäätiköllä oli huono; tämä tieto oli aamulla välitetty Neumayerin aseman meteorologille rutiinisäätiedotuksen yhteydessä. Kiitorata eli ”skiway” oli merkitty täytetyin jätösäkein ja merkisavut asetettu paikoilleen. Huolemme oli kuitenkin turha; kone saapui ja useiden kunniakierrosten jälkeen laskeutui varsin vakaasti ja pääsimme siirtymään koneen luokse lastaamaan. Tutkijat hyvästelivät Nordenskiöld-tukikohtaan seuraavaa kuljetusta odottamaan jäävät logistikot, jotka myös ajaisivat aseman alas talven ajaksi. Ensimmäinen siirtolento sujui ongelmitta; välilasku tehtiin Norjan Troll-aseman lentokentälle, joka oli ”iljushinkelpoisena” varsin vakuuttava näky terä-



Kuva 10. Jussi Heinonen punnitsee kivilaatikoita.

Kuva: Ilona Romu.

Figure 10. Jussi Heinonen weighing rock sample crates.

Photo: Ilona Romu.

vähuippuisten vuorten välisessä laaksossa. Paluumatka sujui täysin aikataulussa, mikä ei kuuleman mukaan ole aivan tavallista. Vietimme yhden yön Novo Airbasella majoitusteltassa. Lähtöpäivänä kiitotiealueen messiteltassa oli tunnelmaa: suomalaiset, ruotsalaiset, saksalaiset, japanilaiset ja britit (sisältäen kaksi etelänapahiihtäjää) kaikki sulassa sekasorrossa. Tilanteen viimeistelivät kymmenet Intian asemalta 14 kk kestäneen asepalveluksen päätteeksi kotiutuvat sotilaat purkautuessaan hilpeinä mutta järjestyksessä helikoptereistansa. Eikä aikaakaan, kun lennon Novolazarevskaja-Kapkaupunki valtasi unelias hiljaisuus. Suomeen läheistemme ja ystäviemme luokse saavuimme 9.2. väsyneinä, mutta sitäkin tyytyväisempinä upeasti onnistuneeseen tutkimusretkeen.

### Kiitokset

Sydämelliset kiitokset koko FINNARP 2007 -retkikunnalle, mukaan lukien SWEDARP:n Sheila Kirkwood ja Ingemar Wolf! Erityiset kiitokset kuuluvat Mika Kalakoskelle kenttätöiden logistiikan onnistuneesta toteutuksesta sekä kotijoukoille,



etenkin Elinalle ja Jannelle, kärsivällisyydestä ja kannustuksesta. Arvostamme paljon myös tukea ja vinkkejä, joita saimme Etelämanner-veteraaneilta – erityisesti ohjaajaltamme Arto Luttiselältä sekä myös Saku Vuorelta ja Mika Räisäseltä.

**Lisätietoa ja kuluneen kauden kotikirjeet luettavissa osoitteessa:**  
<http://www.fimr.fi/fi/etelamanner.html>

### **English summary: Dyke rock studies at Vestfjella, Antarctica**

*Jussi Heinonen and Ilona Romu, PhD students of the Department of Geology, University of Helsinki, worked for two exciting months (30.11.2007–5.2.2008) at Vestfjella mountain range, western Dronning Maud Land, Antarctica. We carried out field studies related to our PhD projects that deal with Jurassic mafic dykes that cross-cut continental flood basalts related to the Karoo large igneous province, which was formed during the break-up process of Gondwana supercontinent ~180 Ma.*

*Jussi Heinonen's studies focus on ferropicritic dykes that represent Mg-rich, mantle plume-derived magmas typified by unusually high Fe-content. They are characterized by near-primary geochemical trace element signatures and thus provide important information on the nature of mantle plumes and their heterogeneities. Results of geochemical modelling indicate that the mantle sources of these rocks probably included recycled oceanic Fe-Ti gabbros.*

*Ilona Romu studies lamproite dykes, which represent alkaline magmas highly enriched in K, Ti, and incompatible trace elements. The 159 Ma Kjaakebeinet lamproites record depleted mantle model age of 1100 Ma, which may correspond to the age of the lithospheric mantle source of these rocks. This age is contemporaneous with the Grenvillian Maud orogeny, which produced the basement complex of western Dronning Maud Land (fig. 1). Crustal xenoliths transported by lamproite magmas provide direct evidence of the structure, composition, and evolution of the unexposed Precambrian lithosphere.*

*The Finnish Antarctic research station Aboa (73°03'S, 13°25'W) is located on nunatak Basen, in northernmost Vestfjella, western Dronning*

*Maud Land. Geological studies have been carried out in the area since 1989, when they were started under the command of Jaakko Siivola, University of Helsinki. The crew of FINNARP 2007 expedition included scientists (4), logistic personnel (4), and a documentarist.*

*After numerous hours of training, preparation, and packing, the expedition finally started on 26.11. with a flight from Helsinki via Amsterdam to Cape Town. Three days later Iljushin IL-79 TD cargo plane blasted off from Cape Town and conveyed us to the icy continent and Novo Airbase, located ~1000 km east of Aboa. We travelled the final leg to Aboa on board Basler BT-67 light aircraft.*

*The first days on Aboa went by putting the station into operation, but soon we got the first touch of fieldwork in Antarctica when we sampled material on previously discovered ferropicrite dikes, dolerite dikes, and wall-rock lavas on Basen. Our main study area, the Muren valley, is located ~100 km southwest from Aboa, however (fig. 1). Using snowmobiles for transportation, we completed two field trips to south Vestfjella during the period 15.12.–14.1. Each trip lasted for some 10 days, during which we stayed in field camps adjacent to Kjaakebeinet and East-Muren nunataks, respectively (figs. 6 and 9). The field trips to south Vestfjella were successful; we were able to collect ~600 kg of rock samples and make observations on more than 180 dikes, including 16 lamproites and at least 13 ferropicrites. Additionally, Ilona visited Scharffenbergbotnen in the northern part of Heimefrontfjella mountain range, where she got a glimpse of the Precambrian basement that is unexposed in the Vestfjella area and sampled Precambrian mafic dykes for paleomagnetic studies. We left Aboa on 4.2. and arrived in Helsinki five days later tired but happy after a very productive field season.*

### **Kirjallisuus**

- Corner, B. 1994. Geological evolution of western Dronning Maud Land within a Gondwana framework: Geophysics subprogramme. Final project report to SACAR. Department of Geophysics, Whitwaterstrand University, South Africa, 21 p.
- Gibson, S.A., Thompson, R.N. and Dickin, A.P. 2000. Ferropicrites: geochemical evidence for Fe-rich streaks in upwelling mantle plumes. *Earth and Planetary Science Letters* 174(3–4):355–374.
- Hanski, E.J. 1992. Petrology of the Pechenga ferropicrites and cogenetic Ni-bearing gabbro-wehrlite intrusions, Kola Peninsula, Russia. *Bulletin of the Geological Survey of Finland* 367, 192 p.

- Heinonen, J.S. and Luttinen, A.V. 2006. Ferropicritic dikes of Vestfjella, western Dronning Maud Land: Fe-enriched mantle source for late-stage Karoo magmas. Teoksessa: Cooper A. and Raymond C. and the ISAES Editorial Team, 2007. Antarctica; A keystone in a changing world – online proceedings for the tenth international symposium on Antarctic earth sciences: U.S. Geological Survey Open-File Report 2007-1047 (DVD-ROM) [http://pubs.usgs.gov/of/2007/1047/].
- Luttinen, A.V. 2000. Origin of Jurassic Vestfjella flood basalts, Dronning Maud Land, Antarctica. PhD thesis, University of Helsinki, 85 p.
- Luttinen, A.V., Zhang, X. and Foland, K.A. 2002. 159 Ma K-jakebeinet lamproites (Dronning Maud Land, Antarctica) and their implications for Gondwana breakup processes. Geological Magazine 139:525–539.
- Mitchell, R.H. and Bergman, S.C. 1991. Petrology of lamproites, Plenum Press, New York, 441 p.
- Romu, I. and Luttinen, A.V. 2006. Lamproite-hosted xenoliths of Vestfjella: Implications for lithospheric architecture in western Dronning Maud Land, Antarctica. Teoksessa: Cooper A. and Raymond C. and the ISAES Editorial Team, 2007. Antarctica; A keystone in a changing world—online proceedings for the tenth international symposium on Antarctic earth sciences: U.S. Geological Survey Open-File Report 2007-1047 (DVD-ROM) [http://pubs.usgs.gov/of/2007/1047/].
- Scheepers, R. and Armstrong, R.A. 2002. New U/Pb SHRIMP zircon ages of the Cape Granite Suite; implications for the magmatic evolution of the Saldania Belt. South African Journal of Geology 105(3):241–256.
- Stevens, G., Scheepers R. and Moyen, J. 2004. The Petrogenesis of the S-Type Cape Granite Suite, South Africa: Enlightenment From Xenocrysts and Initial Melt Compositions. AGU Spring Meeting Abstracts, A5.
- Vuori, S. 2004. Petrogenesis of the Jurassic gabbroic intrusions of Vestfjella, Dronning Maud Land, Antarctica. PhD thesis, University of Helsinki, 19 p. ♦

**Jussi Heinonen**

tutkimusryhmän johtaja, tohtorikoulutettava  
Geologian laitos, PL 64, Helsingin yliopisto  
+358 9 191 50805  
*jussi.s.heinonen@helsinki.fi*

**Ilona Romu**

tohtorikoulutettava  
Geologian laitos, PL 64, Helsingin yliopisto  
+358 9 191 50841  
*ilona.romu@helsinki.fi*

## MERKKIPÄIVIÄ

28.8.	Kaarlo Neuvonen	90 v.	5.6.	Kalle Taipale	60 v.
10.6.	Maija Huhma	85 v.	15.6.	Jukka Leino	60 v.
17.6.	Juhani Virkkunen	75 v.	29.6.	Pekka Anttila	60 v.
16.5.	Markku Rautavuoma	70 v.	5.7.	Heikki Haila	60 v.
25.5.	Fredrik Björnberg	70 v.	14.8.	Heikki Pankka	60 v.
5.6.	Juhani Ylikunnari	70 v.	18.8.	Jani Hurstinen	60 v.
8.6.	Liisa Simola	70 v.	30.8.	Tuomo Manninen	60 v.
3.8.	Esko Saari	70 v.	6.5.	Kimmo Kosonen	50 v.
13.5.	Timo Heino	60 v.	10.8.	Riitta Teerilahti	50 v.
20.5.	Veikko Keinänen	60 v.			