




Aikani tulivuorivahtina – Työskentely Holuhraunin purkausalueella 30.8.–12.9.2014



TEKSTI JA KUVAT: PAAVO NIKKOLA
KIRJOITETTU 20.10.2014

Seismografit rekisteröivät magman liikkeeseen viittaavia maanjäristyksiä Bárðarbunga-tulivuoren eteläpuolella Islannissa 16. elokuuta 2014. Voimakkuudeltaan maanjäristykset olivat vaatimattomia (< 3 MW), mutta niitä esiintyi suunnattoman tiheään. Puoleen päivään mennessä alueelta oli mitattu noin 200 maanjäristystä ja 48 tunnin sisällä niitä oli kertynyt jo 1300. Maanjäristykset tulkittiin Bárðarbunga keskustulivuoresta koilliseen kasvavan juonen aiheuttamiksi (Gudmundsson et al. 2014). Oli selvää, että Vatnajökull-jäätikön alla muhi mahdollisuus tulivuoren purkaukseen.

Ilmakuva Holurhaunin purkauksen keskuskraaterista 4.10.2014.

Aerial image of the main crater of the Holurhaun eruption taken 4th Oct. 2014.

Kaksitoista päivää ensimmäisten maanjäristysten jälkeen, kaksi minuuttia yli puolen yön 29.8., maa antoi periksi 600 metrin matkalta Holuhraunin laavakentällä 5 kilometriä Vatnajökull-jäätikön pohjoisreunasta. Ryhmä Cambridgen yliopiston geologeja oli onnekaasti majoittuneena vain 20 kilometriä purkausalueesta, ja he olivat ensimmäisinä todistamassa tätä syrjäisen alueen tapahtumaa. Purkaus oli ohi neljässä tunnissa, mutta tästä huolimatta Reykjavíkista päätettiin lähettää yhdeksän henkilön tiimi välittömästi purkausalueelle. Tutkimusryhmä koostui enemmän tai vähemmän kokeneista brittiläisistä, tanskalaisista ja islantilaisista vulkanologeista, sekä kirjoittajasta: vastavalmistuneesta suomalaisesta geologista.

Purkautunut laava oli Bárðarbungan vulkaaniselle systeemille tyypillistä plagioklaasiporfyyristä basalttia. Morfologialtaan kivettynyt laavakenttä oli suurimmalta osaltaan ns. ”slabby pahoehoe” -basalttia, ja paisuneen kiven raoista näki edelleen kuumaan oranssina hohtavaan sisukseen. Ensimmäisen päivä purkausalueella kului näytteenotossa ja laavakentän ympärysmittaa kartoittaessa. ”Täältä se tuli, ja tuonne se meni”, oli voimakkaimmin pääkoppaa kutkuttava ajatus. Kaikki luettu ja opiskeltu saa kummasti enemmän painoarvoa, kun itse näkee, kuinka kivi syntyy. Tiimimme yöpyi seuraavan yön Cambridgen geologien kanssa Drekin vuoristomajoissa Askja-kalderan rinteillä.

”Purkaus, purkaus!” on huutona yksinkertainen, mutta tehokas tapa herättää mökillinen geologeja. Purkauskanava, jonka päällä vielä eilen huolettomasti kävelimme, aktivoitui uudelleen neljältä aamuyöstä 31. elokuuta. Puheita ei pidetty, vaan koko porukka oli autoissa ja matkalla kohti purkausaluetta viidessä minuutissa. Näky oli häikäisevä. Kilometrin levyinen tuliverho peitti horisontin,

jonka edustalla basalttinen laava ryömi nelimetrisenä seinämänä. Ensimmäisenä päivänä kaasusensoreita ja -naamareita ei vielä ollut, joten pysyttelimme noin kilometrin päässä purkauskanavasta. Tuolloin tuulen suunta oli meistä poispäin, mutta rikkidioksidin pystyi silti satunnaisesti haistamaan. Huolen aiheena oli myös häikä, jonka pitoisuus todettiin myöhemmin vähäiseksi.

Seuraavaan päivään mennessä tutkimusryhmämme oli päivitetty uusilla varusteilla, ja kaasunaamarein uskaltauduimme lähemmäs purkauskanavaa. Pääasiallisiksi tutkimusprioriteeteiksi seuraavan kahden viikon ajaksi muodostuivat kasvavan laavakentän reunojen kartoitus (Kuva 1), näytteenotto, vulkaanisen pluumin, magmaroiskeiden ja laavakentän korkeuden mittaus (Kuva 2), sekä FLIR- ja HFR-videokuvaus. Tämän lisäksi kiviaineksen liikettä kuvattiin ajastetulla kuvauksella (eng. time-lapse photography), jotta hitaasti tapahtuva laavakentän kasvu saatiin visualisoitua. Myöhemmin alueelle tuotiin myös laserkeilausvälineistö, jonka avulla voitiin tuottaa tarkkaa 3D-tietoa laavakentän muodosta.

Laavakentän reunojen kartoitus toteutettiin aamuin illoin kahdella autolla, joista toinen ajoi laavakentän reunassa GPS-jälkeä tuottaen ja toinen samalla tasolla 50 metriä kauempana laidasta. Molempiin autoihin asennettiin GoPro-laajakulmavideokamerat, jotka tallensivat kartoitettavan laavakentän reunan morfologian. Laavakentän reunassa ajava auto pystyttiin käyttämään mittakaavana, kun tulkittiin laavakentästä kauempana ajaneen auton videomateriaalia, ja lähempänä ajava auto tuotti tarkempaa videokuvaa laavareunan detalleista. Näytteenottoa tehtiin ennen kaikkea kulloinkin aktiivisista (kasvavista) laavakentän osista, ja näytteitä otettiin jo kivettyneestä materiaalista ja sulasta laavasta. Laavänäytteet otettiin yksinkertaisesti lapiolla, ja jäähdytettiin vedellä metallikattilassa. Laavan



Kuva 1. Laavakentän reunojen kartoitus tehtiin kahdesti päivässä. Kuva on nopeasti kasvavavasta "rubbly pahoehoe" -laavamarginaalista, 4.9.2014. Etenevä laava peitti auton jäljet noin 10 minuuttia kuvan ottamisen jälkeen.

Fig. 1. Mapping the lava field edges was done twice a day. This picture shows a particularly active rubbly pahoehoe lava flow front from 4th Sept. 2014. Within 10 minutes, the tire tracks were completely covered by advancing lava.

maksimilämpötila oli jopa 1100 °C. Kuumuus ei kuitenkaan tuottanut ongelmia, kunhan peitti ihonsa kankaalla ja käytti paloturvallisia käsineitä ja akryylista naamasuojusta. Korkeusmittaukset toteutettiin ensin käsivaralla ope-roitavalla klinometrillä ja myöhemmin kolmi-jalkaan asennetulla teodoliitillä tai takymetrillä. Etäisyys mitattavaan kohteeseen kolmio-mitattiin tai arvioitiin suoraan GPS-paikanti-mella.

Vulkaaniset kaasut (pääasiassa SO₂), vaihtelevat sääolosuhteet ja Jökulhlaup-tulvat olivat työskentelyn suurimmat riskitekijät. Holuhraunin alue kuuluu Islannin yläköön, joka on suurimmalta osaltaan vulkaanista aavikkoa. Alue on hyvin tuulinen, joten hiekkamyrskyt

ovat yleisiä ja vallitsevat olosuhteet voivat muuttua hyvin nopeasti (ks. Einarsson 1984). Useimpina päivinä hiekkaa oli ilmassa niin runsaasti, että suojalasit olivat välttämätön li-sävaruste. Parhaimmillaan olo oli kuin suu-ressa hiekkapuhaltimessa; kunnollinen hiek-kamyrsky kun tuhoaa autoista maalipinnan ja naarmuttaa tuulilasin käyttökelvottomaksi. Jökulhlaup-tulvien riski johtuu alueen epäon-nisesta sijainnista Vatnajökull-jäätikön valu-ma-alueella. Jos rakopurkaus tulisi pintaan uudesta kohtaa jäätikön alla, kuuma magma tuottaisi suuria määriä sulamisvettä, mikä joh-taisi nopeaan ja mahdollisesti tuhoisaan tul-vaan tutkimusalueella. Ensimmäisen viikon aikana jouduimme evakuoimaan kerran

Jökulhlaupin pelossa, ja seuraavina viikkoina alue evakuoitiin useaan otteeseen korkeiden rikkidioksidipitoisuuksien vuoksi. Alueella työskentelevien tutkijoiden ja median edustajien turvallisuus taattiin jatkuvalla radioyhteydellä Islannin pelastuspalveluun (Almannavarnadeild – Department of civil protection), joka huolehti alueen sulkemisesta ja oli ylin alueen turvallisuudesta vastaava elin.

Tulivuorenpurkauksen tutkiminen on tiedeyhteisölle valtava ponnistus. Holuhraunin alueella työskenteli syyskuun aikana lähes sata tutkijaa, sekä saman verran turvallisuudesta vastaavia viranomaisia ja pelastuslaitoksen henkilökuntaa. Mittavimman työpanoksen ovat antaneet Islannin yliopisto ja Islannin meteorologinen yhdistys (IMO), joiden henkilökun-

nasta suuri osa on jättänyt kokonaan muut työtehtävänsä ja panostaa täysipäiväisesti purkauksen monitorointiin. Tämän lisäksi isossa roolissa on ollut Euroopan unionin rahoittama FUTUREVOLC-projekti, jonka kautta alueelle on saatu parhaita eurooppalaisia asiantuntijoita. Minä itse edustan pohjoismaalaisista geotieteilijöistä koostuvaa Nordvulk-tutkimusryhmää, josta jokainen työskentelee ainakin osa-aikaisesti Holuhrauniin liittyvissä projekteissa, ja jota rahoittaa Pohjoismaiden ministerineuvosto.

Kenttätyöni purkausalueella kesti kaksi viikkoa, minkä jälkeen olen ollut mukana tuotetun datan käsittelyssä Reykjavikista käsin. Kirjoitushetkellä purkaus on edelleen käynnissä ja siitä muodostunut laavakenttä peittää jo



Kuva 2. Uuden takymetrin testausta 12.9.2014. Monenlaiset korkeus- ja paksuusmittaukset veivät suuren osan ajasta kentällä.

Fig. 2. Testing a new tachymeter on 12th Sept. 2014. Height and thickness measurements took a lot of time and effort during the field days.

yli 60 km²:n alueen. Nopeasti laajenevalle laavakentälle on ehdotettu nimeä Nornahraun ("Noidan laava"). Nimi on osuva, sillä purkaus on tuottanut poikkeuksellisen paljon lamkamaisia kvartsisäikeitä, ns. Pelen hiuksia, joita Islannissa kutsutaan "noidan hiuksiksi" (Nornahár).

Valtavan laavapatjan keskimääräisen paksuuden arviointi on osoittautunut yllättävän vaikeaksi, ja näin ollen tieteellisen tarkastelun kestävä lukuarvo laavan tilavuudelle ei vielä ole. Tästä huolimatta Nornahraunin purkaus on ehditty tiedotusvälineissä (jo moneen kertaan) julistaa purkaustuotteiden määrässä mitavimmaksi tulivuorenpurkaukseksi sitten Lakin rakopurkauksen vuosina 1783–1784. Lakin muodostaman laavakentän mittoihin onkin vielä pitkä matka, sillä Laki-laava peittää 599 km²:n alueen (Hamilton ja Thordarson 2010) ja on tilavuudeltaan 14,7 ± 1 km³ (Thordarson ja Self 2003). Lakiakin suurempi laavakenttä syntyi Eldgján purkauksessa vuonna 934, jonka aikana maanpinnalle valui 18,3 km³ basalttista laavaa (Thordarson *et al.* 2001). Nornahrauniin verrattuna nämä laavakentät muodostuivat huomattavasti intensiivisempien purkausten yhteydessä.

Vaikka Nornarhaun tuskin saavuttaa Eldjá- ja Laki-laavojen hirviömäisiä mittoja, kyseessä on silti laajuudessaan historiallinen tapahtuma, ei mikään jokapäiväinen tussahdus. Tulevaisuus on tuntematon, mutta purkauksen on arvioitu jatkuvan kuukausia tai jopa vuosia. Osasin odottaa tulivuorenpurkausta tapahtuvaksi Islannissa oloni aikana, mutta ihan tätä en tajunnut toivoa.

Summary

My time in volcano watch – Field work at the Holuhraun eruption site

Preceded by an intense earthquake swarm, a fissure eruption started at Holuhraun lava field

located at Iceland's highlands on 29th of August 2014. An international team of geoscientists from the University of Iceland was sent to investigate the eruption. The main scientific activities during the first two weeks of the eruption included tracking of the lava field edges, height measurements, sampling, and recording of the events by various methods (e.g. FLIR, HFR and time-lapse photography). Volcanic gasses, rapidly changing weather, and the possibility of Jökulhlaup floods posed natural hazards at the eruption site.

Main participants in monitoring and studying the Holuhraun eruption are the University of Iceland, The Icelandic Meteorological Office (IMO) and Iceland's department of civil protection. Besides this, many scientific organizations and groups have had a great influence, e.g. Nordic Volcanological Center and FUTUREVOLC project.

At the time of writing, the eruption is still ongoing, and it might stay active for months or even years to come. The lava field, preliminary named Nornahraun (witches lava), already covers an area of over 60 km². Although Nornahraun is still small in comparison to other historical fissure eruptions (e.g. Laki and Elgjá), the eruption must be recognized as a historically notable lava forming event.

Lähteet

- Einarsson, M. Á. 1984. Climate of Iceland. Teoksessa: H. van Loon (toim.). World Survey of Climatology, Climates of the Oceans. Elsevier, Amsterdam, 1984, 673–697.
- Gudmundsson, A., Lecoeur, N., Mohajeri, N. ja Thordarson, T. 2014. Dike emplacement at Bardarbunga, Iceland, induces unusual stress changes, caldera deformation, and earthquakes. *Bulletin of Volcanology*, 78:869.
- Hamilton, C.W. ja Thordarson T. 2010. Explosive lava-water interactions I: architecture and emplacement chronology of volcanic rootless cone groups in the 1783–1784 Laki lava flow, Iceland. *Bulletin of Volcanology*, 74:449–467.

Thordarson, T., Miller, D.J., Larsen, G., Self, S. ja Sigurdsson, H. 2001. New estimates of sulfur degassing and atmospheric mass-loading by the 934 AD Eldgjá eruption, Iceland. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 108:33–54.

Thordarson, T. ja Self, S. 2003. Atmospheric and environmental effects of the Laki 1783–1784 eruption: A review and reassessment. *Journal of Geophysical Research*, 108(D1):4011.

PAAVO NIKKOLA, FM

paavo@hi.is

Nordic Volcanological Center (NordVulk)

Institute of Earth Sciences

University of Iceland



NordVulk

Nordic Volcanological Center (NordVulk) on vulkanologiaan ja sitä sivuaviin tieteenaloihin erikoistunut tutkimuskeskus. Se sijaitsee Islannin yliopiston tiloissa, Reykjavíkin keskustassa, ja sen rahoituksesta vastaa Pohjoismainen ministerineuvosto sekä Islannin valtio.

NordVulk hakee joka vuosi nuoria pohjoismaalaisia tutkijoita töihin Islantiin Nordvulk fellowship -ohjelman kautta. Vuoden 2015 NordVulk fellowship -haku päättyy 1. helmikuuta.

Lisätietoja: <http://nordvulk.hi.is/>

Suomen Mineraloginen Seura r.y.

hakee

**Sihteeri/
Rahastonhoitajaa**

vuoden 2015 alusta alkaen.

*Pätevyysvaatimus ylempi
korkeakoulututkinto geo-
logiassa ja mineralogiassa.*

TIEDUSTELUT:

FT Kari Kojonen

s-posti: kari.kojonen@gtk.fi

puh. 040-7532021