



**Vorráðstefna
Jarðfræðafélags Íslands**

Ágrip erinda

Haldin í Öskju,
Náttúrufræðahúsi Háskóla Íslands
10. mars 2017



Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands

Ágrip erinda

Haldin í Öskju,
Náttúrufræðahúsi Háskóla Íslands
10. mars 2017

Umsjón:

Þorsteinn Sæmundsson, Sigurlaug María Hreinsdóttir, Lúðvík E. Gústafsson,
Esther Ruth Guðmundssdóttir, Björn S. Harðarson, Sylvía Rakel Guðjónsdóttir
og Erla María Hauksdóttir

Dagskrá Vorráðstefnu JFÍ, 10. mars 2017

08:20 – 08:50 Skráning

Fundarstjóri **Björn S. Harðarson**

08:50 – 09:00 Setning

Esther Ruth Guðmundsdóttir

09:00 – 09:15 Eðli kvíkukerfis Grímsvatna og stærð gosa
Olgeir Sigmarsson

09:15 – 09:30 Hve gamall er Hornafjörður? Tilraun til aldursgreiningar á strandrifum og strandlónum Suðausturlands
Páll Imsland

09:30 – 09:45 A Bayesian reanalysis of fifty years of precision levelling in the Askja caldera:
1967-1972 inflation of the central shallow magma chamber followed by continuous deflation from 1983 to the present
Talfan Barnie

09:45 – 10:00 Lava field evolution and emplacement dynamics of the 2014-2015 basaltic fissure eruption at Holuhraun, Iceland
G.B.M. Pedersen

10:00 – 10:15 A New Insight for Detecting and Deriving Thermal Properties of Active Lava Using Infrared Satellite during 2014-2015 Holuhraun Eruption, Iceland
M. Aufaristama

10:15 – 10:30 Inflations events and quiescent periods at Þeistareykir central volcano since 1993
Vincent Drouin

10:30 – 10:50 Kaffi

10:50 – 11:05 Mapping ground deformation with Sentinel-1 InSAR Interferometry in Iceland: Initial results and future prospects
Siqi Li

11:05 – 11:20 Öskjusig í Bárðarbungu, Holuhraunsgosið 2014-15 og stórgos á Íslandi
Magnús T. Gudmundsson

11:20 – 11:35 Jarðskjálftavirkni á Reykjanesi 2013-2016
Egill Árni Guðnason

11:35 – 11:50 Um notagildi hugmyndalíkana á jarðhitasvæðum. Dæmi frá Kröflu og Pico Alto á Azoreyjum
Unnur Þorsteinsdóttir

11:50 – 12:05 Rúmmálsbreytingar á Mýrdalsjökli: 1960-2010
Águst Þór Gunnlaugsson

12:10 – 12:50 Matur

Fundarstjóri **Esther Ruth Guðmundsdóttir**

12:50 – 13:05 A relatively deep mantle source signature in olivine macrocrysts from Eyjafjöll
Paavo Nikkola

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

- 13:05 – 13:20 Hvað er að fréttu af Kötlu köldu?
Eyjólfur Magnússon
- 13:20 – 13:35 Monitoring of a potentially hazardous slope on Svínafellsheiði, SE Iceland
Daniel Ben-Yehoshua
- 13:35 – 13:50 The Móafellshyrna debris slide in northern Iceland: Was it triggered by intense precipitation, earthquake activity or thawing of mountain permafrost?
Þorsteinn Sæmundsson
- 13:50 – 14:05 A branched magma feeder system during the 1669 eruption of Mt. Etna: evidence from a time-integrated study of zoned olivine phenocryst populations
Maren Kahl
- 14:05 – 14:20 Sprungusveimar Vesturgosbeltisins
Ásta Rut Hjartardóttir
- 14:20 – 14:35 The magma discharge and the volume of lava erupted during the 2014-15 eruption on Dyngjusandur, North Iceland as determined by ground-based and satellite-derived measurements
T. Thordarson
- 14:35 – 14:50 Eldgosin í Heklu 1991 og 1845, heildarkornastærðardreifing og blöðrustærðardreifing gjóskunnar frá upphafsfasanum.
Jónas Guðnason
- 14:50 – 15:05 Reappraisal of the tectono-volcanic structure of eastern Iceland: implications for crustal accretion and evolution of Iceland since the middle Neogene
Birgir V. Óskarsson
- 15:05 – 15:30 Kaffi**
- 15:30 – 15:45 The nature of explosive activity during the 10th century Eldgjá fissure eruption, southern Iceland.
William Moreland
- 15:45 – 16:00 Eldfjallafræði og náttúruvá: VeTOOLS grunnur og greiningar í landupplýsingakerfum
Póra Björg Andrésdóttir
- 16:00 – 16:15 Þróunarsamvinna og jarðhiti í Austur-Afríku.
Gylfi Páll Hersir
- 16:15 – 16:30 Bathymetry and Changes on Seafloor topography of the southern Reykjanes Ridge
Renata de M. F. Rocha
- 16:30 – 16:45 Eruption source parameters of historical subplinian-Plinian eruptions of Hekla volcano
Maria H. Janebo
- 16:45 – 17:00 A validation of empirically derived SO₂ emissions from the 2014-2015 eruption on Dyngjusandur, North Iceland
S. Grotzke
- 17:00 – 17:15 Hraun úr Bárðarbungukerfi. Nöfn, aldur, flatarmál, rúmmál
Árni Hjartarson
- 17:15 - Móttaka**

Veggspjöld

Heildarkornastærð Öskju goss 1875, C-lag

Alma Gytha Huntingdon-Williams, Ármann Höskuldsson og Maria Janebo

High resolution study of clinopyroxene zonation and its relationship to magma storage conditions from the Hamragarðaheiði Ankaramite mine, S- Iceland

Bryndís Ýr Gísladóttir and Enikő Bali

The crustal xenoliths of the Hamragarðaheiði ankaramite mine, S- Iceland

Bryndís Ýr Gísladóttir, Viktor Þór Georgsson and Enikő Bali

Jarðfræði og jarðfræðigarðar í Kína

Brynhildur Magnúsdóttir

Stöðugleiki fjallshlíða við innanverðan Reyðarfjörð. Rannsókn á þröskuldsgildi og öðrum áhrifaþáttum.

Guðbjörn Margeirsson, Þorsteinn Sæmundsson og Hreggviður Norðdahl

The landscape evolution at Hekla volcano, Iceland: Integrating remote sensing data from the past 70yr

G.B.M. Pedersen, J.M.-C. Belart, O. K. Vilmundardóttir, N. Falco, F. Kizel, F. S. Sigumundsson, G. Gísladóttir and J.A. Benediktsson

Magma storage conditions in the Southern part of the Veiðivötn fissure swarm

Haraldur Gunnarsson, Enikő Bali og Þorvaldur Þórðarson

Hverjar eru myndunaraðstæður kviku undir Heklu? Efnagreiningar á steindum og gleri í gjósku frá árinu 1158

Ingibjörg Andrea Bergþórsdóttir og Olgeir Sigmarsson

Kornalögun og samband yfirborðsvatns og kviku

Katrín Steinþórsdóttir og Ármann Höskuldsson

Radiative geothermal heat flux anomalies in Theistareykj geothermal field using Landsat 8 satellite images

Lucia Magali og Ramirez Gonzalez

Mapping of fracture systems at the Hengill triple junction, SW-Iceland

Páll Einarsson, Ásta Rut Hjartardóttir, Louis Steigerwald and students of the courses Tectonics and Current Crustal Movements in the Faculty of Earth Sciences, University of Iceland 2016

Clast density comparison between the rooted cone tephra and the Grámelur rootless cone tephra of the Nesjahraun lava flow, Þingvellir, SW Iceland

Sarah Tapscott and Þorvaldur Þórðarson

Efnisyfirlit

Dagskrá Vorráðstefnu JFÍ, 10. mars 2017	i
Efnisyfirlit	iv
Ágrip	1
Heildarkornastærð Öskju goss 1875, C-lag	3
Alma Gytha Huntingdon-Williams, Árman Höskuldsson og Maria Janebo	
A New Insight for Detecting and Deriving Thermal Properties of Active Lava Using Infrared Satellite during 2014-2015 Holuhraun Eruption, Iceland	4
M. Auðaristama, A. Höskuldsson, I. Jónsdóttir and T. Thordarson	
Rúmmálsbreytingar á Mýrdalsjökli: 1960-2010.....	5
Águst Þór Gunnlaugsson, Eyjólfur Magnússon, Finnur Pálsson, Joaquin M. C. Belart og Þóra Árnadóttir	
Hraun úr Bárðarbungukerfi. Nöfn, aldur, flatarmál	6
Árni Hjartarson	
Sprungusveimar Vesturgosbeltisins	9
Ásta Rut Hjartardóttir, Páll Einarsson, Sigurlaug Hjaltadóttir, Sigríður Björgvinsdóttir, Kristín Vogfjörd, og Joaquín Muñoz-Cobo Belart	
A Bayesian reanalysis of fifty years of precision levelling in the Askja caldera: 1967-1972 inflation of the central shallow magma chamber followed by continuous deflation from 1983 to the present.....	10
Talfan Barnie, Freysteinn Sigmundsson and Erik Sturkell	
Monitoring of a potentially hazardous slope on Svínafellshleiði, SE Iceland	11
Daniel Ben-Yehoshua, Þorsteinn Sæmundsson and Victor Pajuelo Madrigal	
Reappraisal of the tectono-volcanic structure of eastern Iceland: implications for crustal accretion and evolution of Iceland since the middle Neogene	12
Birgir V. Óskarsson and Morten S. Riishuus	
The magma discharge and the volume of lava erupted during the 2014-15 eruption on Dyngjusandur, North Iceland as determined by ground-based and satellite-derived measurements.....	14
E. Bonny, T. Thordarson, R. Wright, A. Höskuldsson and I. Jónsdóttir	
High resolution study of clinopyroxene zonation and its relationship to magma storage conditions from the Hamragarðaheiði Ankaramite mine, S- Iceland	16
Bryndís Ýr Gísladóttir and Enikő Bali	
The crustal xenoliths of the Hamragarðaheiði ankaramite mine, S- Iceland	18
Bryndís Ýr Gísladóttir, Viktor Þór Georgsson and Enikő Bali	
Jarðfræði og jarðfræðigarðar í Kína	20
Brynhildur Magnúsdóttir	
Inflations events and quiescent periods at Þeistareykir central volcano since 1993 ..	22
Vincent Drouin, Freysteinn Sigmundsson and Sigrún Hreinsdóttir	
Jarðskjálftavirkni á Reykjanesi 2013-2016.....	23
Egill Árni Guðnason og Kristján Ágústsson	

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

Hvað er að fréttta af Köllu köldu?	24
Eyjólfur Magnússon, Finnur Pálsson, Magnús Tumi Guðmundsson, Joaquín M. C. Belart, Etienne Berthier, Águst Þ. Gunnlaugsson, Þórdís Högnadóttir, Guðfinna Aðalgeirs dóttir, Alexander Jarosch og Bergur Einarsson	
Stöðugleiki fjallshlíða við innanverðan Reyðarfjörð. Rannsókn á þröskuldsgildi og öðrum áhrifapáttum.	25
Guðbjörn Margeirsson, Þorsteinn Sæmundsson og Hreggyiður Norðahl	
A validation of empirically derived SO ₂ emissions from the 2014-2015 eruption on Dyngjusandur, North Iceland	26
S. Grocke, T. Thordarson, E. Bonny, R. Wright, A. Höskuldsson and I. Jónsdóttir	
Þróunarsamvinna og jarðhiti í Austur-Afríku.	28
Gylfi Páll Hersir, Daði Þorbjörnsson og Davíð Bjarnason	
Magma storage conditions in the Southern part of the Veiðivötn fissure swarm.....	30
Haraldur Gunnarsson, Enikö Bali and Þorvaldur Þórðarson	
Hverjar eru myndunaraðstæður kviku undir Heklu? Efnagreiningar á steindum og gleri í gjósku frá árinu 1158	32
Ingibjörg Andrea Bergþórsdóttir og Olgeir Sigmarsson	
Eruption source parameters of historical subplinian-Plinian eruptions of Hekla volcano	34
Maria H. Janebo, Thorvaldur Thordarson, Bruce F. Houghton, Costanza Bonadonna, Gudrun Larsen and Rebecca J. Carey	
Eldgosin í Heklu 1991 og 1845, heildarkornastærðardreifing og blöðrustærðardreifing gjóskunnar frá upphafsfasanum.	35
Jónas Guðnason, Þorvaldur Þórðarson, Guðrún Larsen og Bruce Houghton	
A branched magma feeder system during the 1669 eruption of Mt. Etna: evidence from a time-integrated study of zoned olivine phenocryst populations	37
Maren Kahl, Marco Viccaro, Teresa Ubide, Daniel J. Morgan, and Donald B. Dingwell	
Kornalögun og samband yfirborðsvatns og kviku	38
Katrín Steinþórsdóttir og Ármann Höskuldsson	
Mapping ground deformation with Sentinel-1 InSAR Interferometry in Iceland: Initial results and future prospects	39
Siqi Li, Vincent Drouin and Freysteinn Sigmundsson	
Radiative geothermal heat flux anomalies in Theistareykir geothermal field using Landsat 8 satellite images	40
Lucia Magali and Ramirez Gonzalez	
Öskjusig í Bárðarbungu, Holuhraunsgosið 2014-15 og stórgos á Íslandi	42
Magnús T. Guðmundsson, Freysteinn Sigmundsson, Olgeir Sigmarsson, Sæmundur Ari Halldórsson, Kristín Jónsdóttir, Kristín S. Vogfjörd, Páll Einarsson, Andrew Hooper, Eoghan P. Holohan, Benedikt G. Ófeigsson, Martin Hensch, Gunnar B. Guðmundsson, Stephanie Dumont, Michelle M. Parks, Þórdís Högnadóttir, Kristján Jónasson, Sigrún Hreinsdóttir, Marco Bagnardi, Simone Cesca, Thomas Walter, Torsten Dahm, Vala Hjörleifsdóttir og Tobias Dürig	
The nature of explosive activity during the 10 th century Eldgá fissure eruption, southern Iceland.	44
William M. Moreland, Thorvaldur Thordarson, Bruce F. Houghton and Gudrun Larsen	
A relatively deep mantle source signature in olivine macrocrysts from Eyjafjöll	45
Paavo Nikkola, Guðmundur H. Guðfinnsson and Enikö Bali	
Eðli kvíkukerfis Grímsvatna og stærð gosa.....	46
Olgeir Sigmarsson, Baptiste Haddadi og Guðrún Larsen	

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

Hve gamall er Hornafjörður? Tilraun til aldursgreiningar á strandrifum og strandlónum Suðausturlands.....	48
Páll Imsland og Árný Erla Sveinbjörnsdóttir	
Lava field evolution and emplacement dynamics of the 2014-2015 basaltic fissure eruption at Holuhraun, Iceland.....	50
G.B.M. Pedersen, A. Höskuldsson, T. Dürig, T. Thordarson, I. Jónsdóttir, M.S. Riishuus, B.V. Óskarsson, S. Dumont, E. Magnusson, M.T. Gudmundsson, F. Sigmundsson, V.J.P.B. Drouin, C. Gallagher, R. Askew, J. Guðnason, W.M. Moreland, P. Nikkola, H. I. Reynolds, J. Schmith and the IES eruption team	
The landscape evolution at Hekla volcano, Iceland: Integrating remote sensing data from the past 70yr.....	51
G.B.M. Pedersen, J.M.-C. Belart, O. K. Vilmundardóttir, N. Falco, F. Kizel, F. S. Sigumundsson, G. Gísladóttir and J.A. Benediktsson	
Mapping of fracture systems at the Hengill triple junction, SW-Iceland	52
Páll Einarsson, Ásta Rut Hjartardóttir, Louis Steigerwald, and students of the courses Tectonics and Current Crustal Movements in the Faculty of Earth Sciences, University of Iceland 2016	
Bathymetry and Changes on Seafloor topography of the southern Reykjanes Ridge	53
Renata de M. F. Rocha, Ármann Höskuldsson, Ingibjörg Jónsdóttir and Rannveig Ólsfdóttir	
Clast density comparison between the rooted cone tephra and the Grámelur rootless cone tephra of the Nesjahraun lava flow, Þingvellir, SW Iceland.....	54
Sarah Tapscott and Þorvaldur Þórðarson	
Um notagildi hugmyndalíkana á jarðhitasvæðum. Dæmi frá Kröflu og Pico Alto á Azoreyjum.....	56
Unnar Þorsteinsdóttir, Gylfi Páll Hersir, Anett Bliske og Helga M. Helgadóttir	
The Móafellshyrna debris slide in northern Iceland: Was it triggered by intense precipitation, earthquake activity or thawing of mountain permafrost?	57
Þorsteinn Sæmundsson, Costanza Morino, Jón Kristinn Helgason, Susan J. Conway and Halldór G. Pétursson	
Eldfjallafræði og náttúruvá: VeTOOLS grunnur og greiningar í landupplýsingakerfum	58
Þóra Björg Andrésdóttir, Ármann Höskuldsson, Ingibjörg Jónsdóttir og Þorvaldur Þórðarson	

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

Ágrip

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

Heildarkornastærð Öskju goss 1875, C-lag

Alma Gytha Huntingdon-Williams, Ármann Höskuldsson og Maria Janebo

Jarðvísindadeild, Jarðvísindastofnun og Nordvulk, Háskóla Íslands, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík (agh32@hi.is)

Eldgosið í Öskju árið 1875 er eitt af fáum eldgosum sem einkennast bæði af phreatoplínískum og plínískum fösum (Self og Sparks, 1978). Aðdragandi gossins og gosið sjálft var vel skráð af sjónarvottum og ásamt því var þykkt gjóskufalls skráð á nærliggjandi svæðum þar sem gjósku var að finna en mikið gjóskufall átti sér stað á norðausturlandi. Þessi gögn gera okkur kleift að rannsaka virkni stróksins og plínísk og phreatoplínísk gos. Gosið í Öskju árið 1875 einkennist af nokkrum breytingum eða tilfærslum. Það finnast 6 fasar, fasar A til E, en af þeim eru 3 aðal fasar, lag B (lágplínískt), lag C (phreatoplínískt) og lag D (plínískt) (Carey, Houghton og Thordarson, 2009).

Sumarið 2016 var farið í þrjár felt ferðir til hálandis Íslands og til norðaustur lands. Í fyrstu ferðinni var farið á hálandi Íslands (í kringum eldstöðvarkerfi Öskju) og í seinni tveimur var farið til norðausturlands. Í þessum ferðum var gjósku sýnum frá C-lagi Öskjugoss (1875) safnað. Gjósku sýnin voru tekin til þess að vinna heildarkornastærð gossins, út frá C-lagi. Eftir söfnun sýnanna var unnið úr þeim með sigtun þar sem sigtað var fyrir kornastærðir -6Φ til $<4\Phi$. Fínustu kornastærðirnar eru greindar í sedigraph, en flest sýnin voru klofin við 3Φ og a.m.k. 3 g sýnis látin til hliðar til þess að greina í sedigraph. Hluti allra sýnanna var einnig sendur til Genf í Sviss til þess að vera enn fremur greindur í CILAS 1180 (laser particle analyzer). Kornastærðar dreifingin leiddi í ljós að gjóskan varð fínni því austar frá Öskju.

Í verkefninu er verið að setja fram ný gögn fyrir kornastærðardreifingu C-lags frá Öskju gosi (1875). Heildarkornastærðin er tekin til þess að áætla líklegar hamfarir eða dreifingu gjóskunnar ef það skyldi eiga sér stað gos sem svipar til gossins í Öskju árið 1875. Heildarkornastærðin er unnin með Voronoi tessellation aðferðinni sem felst í staðbundni greiningu þar sem fjarlægð milli punkta er ákveðið með flötum. Verkefnið er unnið í gegnum Jarðvísindastofnun fyrir Alþjóðaflugmálastofnun (ICAO) en ásamt rannsóknum á Öskju er verið að vinna gögn frá Eyjafjallajökli, Köllu og Öræfajökli.

Heimildir:

Carey R. J., Houghton B. F. og Thordarsson T (2009) Tephra dispersal and eruption dynamics of wet and dry phases of the 1875 eruption of Askja Volcano, Iceland. Bull Volcano, Springer-Verlag 2009.

Self S, Sparks RSJ (1978) Characteristics of widespread pyroclastic deposits formed by the interaction of silicic magma and water. Bull Volcanol 41:196–212

A New Insight for Detecting and Deriving Thermal Properties of Active Lava Using Infrared Satellite during 2014-2015 Holuhraun Eruption, Iceland

M. Aufaristama, A. Höskuldsson, I. Jónsdóttir and T. Thordarson

Volcanology and Natural Hazard Group, Institute of Earth Sciences, University of Iceland,
Sturlugata 7, 101 Reykjavík, Iceland, Email: mua2@hi.is

Holuhraun is a lava field in the Icelandic Highlands, north of Vatnajökull which is the largest effusive eruption in Iceland since the last 200 years, with an estimated lava volume of ~1.2 km³ covering an area of ~84 km². Satellites based remote sensing commonly used as preliminary assessment of the large scale eruption since it is relatively efficient to collect and process the data. Landsat 8 infrared datasets (SWIR and TIR bands) were used in this study to determine thermal structure of the eruption within Holuhraun. We develop a new spectral index called Normalized Eruption Index (NEI) based on SWIR and TIR bands to set up temperature threshold for active lava (vent, channel, and pond), hot crust, breakout and cold area. NEI shows that active lava has value > 0.44 meanwhile hot crusts have value range from 0.10-0.43. This threshold then applied in the dualband method to extract hot component temperature from the lava. The preliminary result show hot crust has the temperature between 300°C – 599°C and > 600°C for active lava. NEI also give insight that the lava breakout has range of value 0.15-0.40 and temperature could reach > 800°C. According to this temperature we create assumption of flow interior temperature to estimate M_{rad} and M_{conv} , then we solve for Δh (crust thickness of lava flow). This study will give new insight for thermal monitoring of large areas eruption and the topic still remains open for further study to derive multicomponent thermal structure in order to get better analyses of lava flow emplacement mode and morphology.

Rúmmálsbreytingar á Mýrdalsjökli: 1960-2010

Águst Þór Gunnlaugsson, Eyjólfur Magnússon, Finnur Pálsson, Joaquin M. C. Belart og Þóra Árnadóttir.

Jarðvísindastofnun Háskólangs

Í þessum fyrirlestri verður lýst þeim breytingum sem urðu á lögum og rúmmáli Mýrdalsjökuls á hálfri öld, seinni helmingi 20 aldar og fyrsta ártug þeirrar 21. Með því að útbúa hæðarlíkan eftir loftmyndum sem teknar voru sumarið 1960 og bera það saman við hæðarlíkan sumarsins 2010 var hægt að meta breytingar á lögum og rúmmáli jökulsins á þessu 50 ára tímabili. Hæðarlíkan sumarsins 2010 er gert eftir leysihæðarmælingum úr flugvél (Lidar). Við gerð hæðarlíkans ársins 1960 var Lidar hæðarlíkanið haft til hliðsjónar til að nákvæmni niðurstaðna væru sem mestar.

Heildarrúmmálstap á tímabilinu er $-18,9 \pm 1,6 \text{ km}^3$ sem jafngildir $-0,54 \pm 0,05 \text{ m}$ af vatnsgildi á yfirborði jökulsins hvert ár tímabilsins að jafnaði. Inni á sléttunni yfir öskju Mýrdalsjökuls er yfirborðslækkunin að meðaltali um 20 m en lækkunin er mest um 150 m á þeim skriðjöklum sem skríða til austurs, s.s. á Sandfellsjökli og Öldufellsjökli. Hop sporða skriðjöklra sem teygja sig frá Mýrdalsjökli er mest um 1,5 km á Sléttjökli, Sandfellsjökli og Öldufellsjökli. Á þessum 50 árum minnkaði flatarmál Mýrdalsjökuls um 75 km^2 eða um 12%.

Hraun úr Bárðarbungukerfi. Nöfn, aldur, flatarmál, rúmmál

Árni Hjartarson

Íslenskar orkurannsóknir

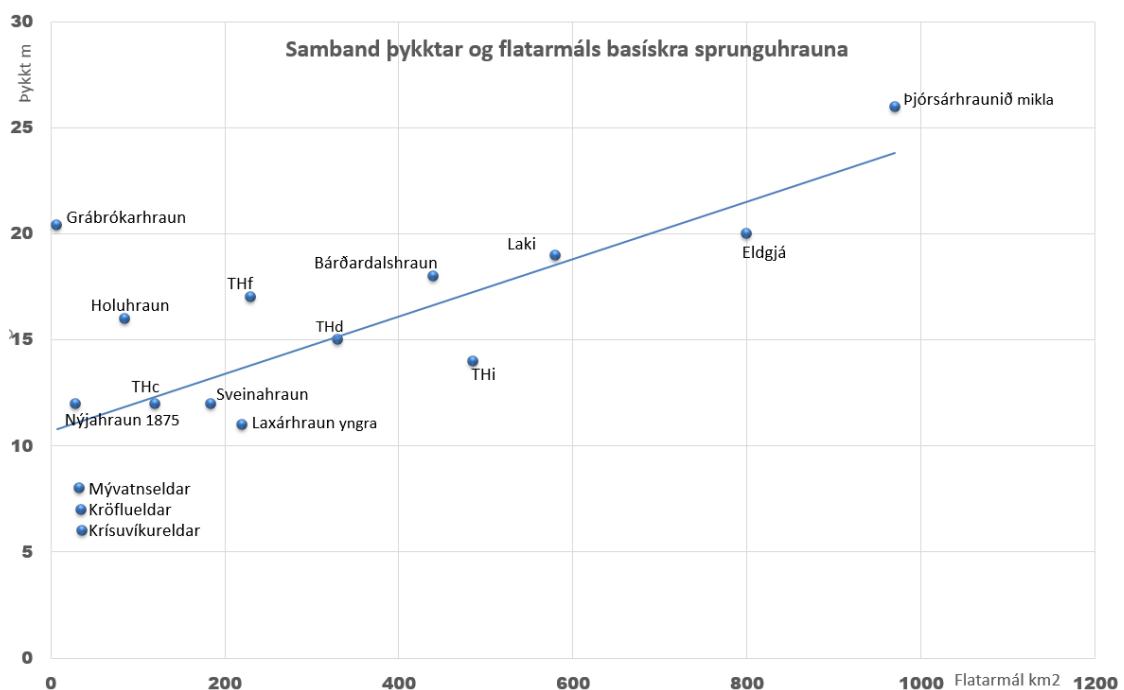
Bárðarbungukerfið, þ.e. megineldstöðin Bárðarbunga og sprungu- og eldstöðvareinarnar út frá henni, teygir sig til suðvesturs um Veiðivötn að Torfajökulssvæðinu og til norðnorðausturs um Dyngjuháls og norður fyrir Dyngjufjöll ytri. Lengd þess er a.m.k. 210 km. Miðja þess er á mörkum Austurgosbeltis og Norðurgosbeltis og frá því hafa runnið hraun til beggja átta nánast stranda á milli. Á suðurströndinni er Þjórsárhraunið og fyrir norðan teygir Kinnarhraun sig út Bárðardal allt út undir Skjálfandaflóa.

Hraun í Bárðarbungukerfi, röðun eftir flatarmáli

Nafn	Aldur BP	þykkt m	Flatarm km	Rúmm km ³	Ref
Pjórsárhraun THa	8700	26	967	25	Árni Hjartarson 2011
Búrfellshraun THi	3200	14	485	7	Elsa G. Vilmundardóttir 1977, ÁH 2011
Bárðardalshraun	~10000	18	444	8	Árni Hjartarson 2011
Flatahraun THd+e	7900	14	330	5	Elsa G. Vilmundardóttir 1977, ÁH 2011
Kinnarhraun	~10500	16	300	5	Árni Hjartarson 2011
Krepputunguhraun mörg	6-9000	16	250	4	Guttormur Sigbjarnarson 1988
Sigölduhraun THf	6200	17	230	4	Elsa G. Vilmundardóttir 1977
Dyngjuhláshraun, allmörg		14	200	2,8	Guttormur Sigbjarnarson 1988
Frambruni ~1300	700	14	191	2,7	Magnús Á. Sigurgeirsson o.fl. 2015
THc	8250	12	120	1,4	Elsa G. Vilmundardóttir 1977, ÁH 2008
Hágönguhraun	>7000	15	100	1,5	Elsa G. Vilmundardóttir o.fl. 1999b
Holuhraun 2014-15	2	16	85	2,36	Jarðvíssindastofnun, feb. 2015
Bryðjuhraun	~4000	12	60	0,7	Elsa G. Vilmundard. 1999 a&b
Flagðahraun	>7000	12	60	0,7	Elsa G. Vilmundard. o.fl 1999a Magnús Á. Sigurgeirsson o.fl. 2015
Sprunguhraun í Útbruna	2900-4500	10	50	0,5	
Tröllahraun 1862	150	10	50	0,5	Elsa G. Vilmundard.o.fl. 1999 a&b
Askahraun	>7000	12	42	0,5	Elsa G. Vilmundard.o.fl 1999a
Sylgjuhraun	>7000	11	35	0,4	Elsa G. Vilmundard.o.fl 1999a
Jökulheimahraun	>7000	10	30	0,3	Elsa G. Vilmundard. o.fl 1999a
Rauðhóll	>7000	10	25	0,2	Elsa G. Vilmundard.o.fl 1999a Magnús Á. Sigurgeirsson o.fl. 2015.
Holuhraun 1797	220	10	23	0,2	
Háahraun-Botnahraun	8000		>20	>0,2	Elsa G. Vilmundard.o.fl. 1990
Skessuhraun	>7000	10	10	0,1	Elsa G. Vilmundard.o.fl 1999a
Köldukvíslarhraun c	5100				Elsa G. Vilmundard.o.fl. 1999b
Köldukvíslarhraun b	5000				Elsa G. Vilmundard.o.fl. 1999b

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

Köldukvíslarhraun a	4900		Elsa G. Vilmundard.o.fl. 1999b
Veiðivötn 1477	530		Guðrún Larsen o.fl. 2013
Vatnaöldur 870	1140	2,2	Guðrún Larsen 1984
Eldstöðvar í			Magnús Á. Sigurgeirsson o.fl.
Dyngjufjalladal	>4500		2015
Grindahraun	>7000		Elsa G. Vilmundard.o.fl 1999a
Gráhraun	>7000		Elsa G. Vilmundard.o.fl 1999a
Máðahraun			Elsa G. Vilmundard.o.fl. 1990
		75	
		km ³	



Myndin sýnir samband flatarmáls og þykktar 16 sprunguhrauna. Þetta eru þau hraun sem hafa verið þykktarmetin eða mæld af viðhlítandi nákvæmni.

Hvað hraunaframleiðslu varðar er þetta öflugasta goskerfi Íslands. Jarðfræðingar á ÍSOR og áður Orkustofnun hafa unnið að rannsóknum og kortlagningu á þessum hraunum um áratuga skeið. Eitt aðaleinkenni þeirra er stórir og áberandi plágóklasdílar, oftast eru milli 5 og 15% af rúmtaki. Frá þessu eru þó undantekningar. Allmög jarðfræðikort í stórum mælikvarða hafa verið gefin út sem samtals þekja mikinn hluta gosreinarinnar. Fyrsta kortið af þessum toga var Tungnárhraunakort Elsu G. Vilmundardóttur (1977) og nýjasta kortið er kort Magnúsar Á. Sigurgeirssonar o.fl. (2015) af Ódáðahrauni. Það sem hér er sagt um hraun Bárðarbungukerfis er að mestu grundvallað á þessum kortum. Vitað er um a.m.k. 32 hraun sem talin eru komin upp í eldstöðvakerfinu (sbr. töflu). Meðal þeirra eru stærstu hraun landsins. Fimm þeirra verma topp 10 listann yfir víðáttumestu hraun Íslands (Árni Hjartarson 2011). Það eru Þjórsárhraunið mikla, Búrfellshraun í Landsveit (THi), Bárðardalshraun, Flatahraun (THd) og Kinnarhraun í Bárðardal. Ekki er alltaf gott að ráða í stærðir hraunanna því sum hinna eldri eru að miklu leyti grafin undir yngri hraun og gosmyndanir. Þykkt einstakra hrauna er í flestum tilvikum áætluð

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

stærð og allvíðum skekkjumörkum háð. Til að undirbyggja þetta mat hefur verið gert viðmiðunarlínurit sem sýnir samband þykktar og flatarmáls á íslenskum sprunguhraunum. Línuritið byggir á upplýsingum frá 16 hraunum þar sem þykkt og flatarmál eru sæmilega þekkt (mynd 1). Nöfn hraunanna suðvestan Vatnajökuls eru langflest runnin frá Elsa G. Vilmundardóttur. Hraunanöfn norðan jökulsins eru af fjölbreyttari uppruna.

Heimildir:

- Árni Hjartarson 2008. Vatnsvernd og grunnvatnsstraumar í Landsveit. ÍSOR-2008/061
Árni Hjartarson 2011. Víðáttumestu hraun Íslands. Náttúrufræðingurinn 81, 37-49.
Elsa G. Vilmundardóttir 1977. Tungnárhraun. OS ROD 7702, Orkustofnun, 156 bls. + kort
Elsa G Vilmundardóttir ofl 1999a. Tungnárjökull 1913 I-B 1:50.000. Orkustofnun
Elsa G Vilmundardóttir ofl 1999b. Nyrðri-Háganga 1914 II-B 1:50.000. Orkustofnun
Guðrún Larsen, Magnús Tumi, Páll Einarsson og Þorvaldur Þórðarson 2013. Bárðarbunga, Vábókin, 253-261.
Guðrún Larsen 1984. Recent Volcanic History of the Veiðivötn Fissure swarm JVGR 22, 33-58.
Guttormur Sigbjarnarson 1988. Krepputunga og Brúardalir. OS-88038/VOD-06
Magnús Á. Sigurgeirsson ofl 2015. Jarðfræðikort af Norðurgosbelti. Syðri hluti – Ódáðahraun, 1:100.000. ÍSOR

Sprungusveimar Vesturgosbeltisins

Ásta Rut Hjartardóttir¹, Páll Einarsson¹, Sigurlaug Hjaltadóttir^{1,2}, Sigríður Björgvinsdóttir¹, Kristín Vogfjörd² og Joaquín Muñoz-Cobo Belart¹

¹ Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands

² Veðurstofa Íslands

Vesturgosbeltið er um 120 km langt og um 40 km á breidd. Rekhraði þar er mun lægri en á ymsum öðrum gosbeltum Íslands, eins og til dæmis í Norðurgosbeltinu. Því gefst þar tækifæri til að kanna áhrif rekhraða á sprungumyndun á nútíma. Sprungur Vesturgosbeltisins voru kortlagðar með mikilli nákvæmni eftir loftmyndum og hæðarlíkönnum, og lóðréttar færslur á misgengjum mældar í hæðarlíkönum. Þar sem tölverð jarðskjálftavirkni er einnig í Vesturgosbeltinu voru jarðskjálftar nærrí Prestahnúk endurstaðsettir með víxlýfignaðferð (afstæðar staðsetningar). Þannig komu í ljós virkar sprungur á því svæði sem skjálftavirkni hefur mælst á frá árinu 1991 til miðs ársins 2014.

Á Vesturgosbeltinu eru nokkur sprungukerfi. Í suður- og miðhluta þess má finna sprungusveima Hengilsins, Hrómundartinds og Prestahnúks, en einnig sprungusveim Grímsness sem er styrt og óljósari en hinir sprungusveimarnir. Skilin á milli þessara sprungusveima eru þó misskýr. Í norðurhlutanum er sprungusveimur Hveravalla og sprungusveimurinn á Kili, en hann hefur skorið Kjalhraun og hefur því augljóslega verið virkur eftir að það hraun rann snemma á nútíma. Á Arnarvatnsheiði má finna sérstaett sprungukerfi með austur-vestur stefnu sem hefur verið virkt á nútíma. Það liggar í beinni stefnu við skjálftasvæðið sem varð virkt í Borgarfjarðarskjálftunum árið 1974 og því má leiða að því líkum að það kerfi tengist því kerfi sem olli þeirri jarðskjálftahrinu. Sprungusveimur Hengilsins endar snögglega í Skjaldbreið. Það virðist vera algengt á Íslandi að sprungusveimar endi í dyngjum. Landslagshæð gæti hafa haft þau áhrif að gangainnskot hafi stöðvast eða farið á meira dýpi og því valdið minni sprungumyndun. Slíkt virðist hafa gerst í gangainnskotinu frá Bárðarbungu árið 2014.

Niðurstöður sprungukortlagningaráinnar með endurstaðsettu jarðskjálftunum voru bornar saman við niðurstöður yfirborðskortlagningaráinnar og ber staðsetningum sprungnanna og sprungustefnum vel saman. Margir jarðskjálftanna sem voru endurstaðsettir áttu þó upptök sín undir jöklum þar sem ekki var hægt að sjá yfirborðssprungur. Sprungustefnur þeirra voru svipaðar stefnum þeirra sprungna sem sáust með yfirborðskortlagningu.

Þéttleiki sprungna í sprungusveimum í norðurhluta Vesturgosbeltisins er jafnan minni en í suðurhlutanum, þar sem sprunguþéttleiki er víðast mikill. Hugsanlega stafar þessi munur af minni rekhraða norðan megin heldur en sunnan megin í gosbeltinu. Sprungur á Vesturgosbeltinu stefna oftast í norð-norðaustur. Þó má finna sprungur með öðrum stefnum, aðallega norðan til í gosbeltinu. Þar virðist því vera óreglulegra spennusvið heldur en í syðri hluta þess. Ef rekhraði er lægri norðan til í beltinu heldur en sunnan til má ætla að spennubreytingar vegna breytinga á fargi Langjökuls hafi hlutfallslega meiri áhrif á spennusvið jarðskorpunnar. Þetta gæti hugsanlega valdið óreglulegri sprungustefnum norðan megin í gosbeltinu. Áhrif flekahreyfinga væru því meiri sunnan megin og myndu þannig valda reglulegri sprungustefnum þar.

A Bayesian reanalysis of fifty years of precision levelling in the Askja caldera: 1967-1972 inflation of the central shallow magma chamber followed by continuous deflation from 1983 to the present

Talfan Barnie^{1,2}, Freysteinn Sigmundsson¹ and Erik Sturkell³

¹ Nordic Volcanological Center, Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Iceland

² Icelandic Meteorological Office, Reykjavík, Iceland

³ Department of Earth Sciences, University of Gothenburg, Sweden

A precision levelling line was installed on the eastern side of the Askja caldera in 1966, five years after the emplacement of the basaltic Vikrahraun in 1961, to monitor post eruptive deflation and look for any indication of magma recharge. The line was installed on the stable surface provided by the new lavas, and was progressively expanded from an initial 12 benchmarks in 1966 to 35 in 1989. With the exception of a brief hiatus between 1973 and 1982, the line has been resurveyed every year. After an initial complex period of inflations and deflations, the caldera settled into a pattern of slowly waning subsidence starting no later than 1983, which is unique globally in its duration and magnitude, and notable for being unperturbed by numerous nearby magmatic events. This pattern of subsidence is spatially stable, and GPS and InSAR data available from the 1990s revealed 80% could be attributed 3 - 3.5 km depth source under the north east shore of Öskjuvatn, with the remainder accounted for by a deeper source under the caldera center and deflation sources along the fissure swarms. However, the earlier 1966-1983 period of inflations and deflations remains enigmatic. The pattern of vertical deformation indicates the presence of multiple sources, however the limited extent of the early levelling line and the common statistical techniques in use at the time prevented any strong conclusions being drawn. Here we reanalyse this dataset as a whole using a modern Bayesian Monte Carlo Markov Chain approach and integrate constraints from modern geodetic techniques to better resolve magmatic activity after the Vikrahraun eruption. We modelled the deformation using a Mogi point source, and by grouping periods with similar deformation patterns together we are able to ascribe the inflationary periods to the shallow central source. Assuming this source has not moved, we can then add priors on the source location from modern geodetic studies and retrieve the history of deformation from this source extending back to 1967. This reveals an initial period of uplift of 0.5 ± 0.1 m directly above the source between 1967 and 1972, which is consistent with continued shallow intrusion of magma post 1961, but which failed to erupt. Post 1983, the source deflates, reaching a net subsidence of 2.6 ± 0.4 m by 2016.

Monitoring of a potentially hazardous slope on Svínafellshetiði, SE Iceland

Daniel Ben-Yehoshua^{1,3}, Þorsteinn Sæmundsson² and Victor Pajuelo
Madrigal³

¹ University of Iceland, Faculty of Earth Sciences, Reykjavík, Iceland,

² University of Iceland, Department of Geography and Tourism, Reykjavík, Iceland,

³ Svarmi ehf.

In the summer of 2014 a 110 m long fracture was reported from a cliff on Svínafellshetiði, SE Iceland. Aerial imagery from 2003 shows no signs of the fracture. In reaction to these observations this project was initiated to assess whether the fracture indicates potential rock fall hazard onto the touristically active Svínafellsjökull below in combination with the evaluation of a new method of applying an UAV for slope monitoring. During the course of the project conduction a high-resolution 3D-Mesh and orthophoto-mosaic were generated from the UAV data. This enabled a close observation and the identification of multiple large fractures in the previously unknown vertical and partly overhanging cliff. Field observations and drone data show that a highly fractured basalt layer of a thickness of 30-80 m lies on top of thick Móberg/Hyaloclastite successions. Furthermore, an absolute minimum volume of approximately 200.000 m³ was calculated. In combination with newly installed ground measuring points this dataset will serve as important baseline data for further drone monitoring of the target area in coming years.

Reappraisal of the tectono-volcanic structure of eastern Iceland: implications for crustal accretion and evolution of Iceland since the middle Neogene

Birgir V. Óskarsson^{1,*} and Morten S. Riishuus^{2,*}

¹ Náttúrufræðistofnun Íslands – Icelandic Institute of Natural History

² Jarðfengi – Faroese Geological Survey

* Formerly at the Nordic Volcanological Center, University of Iceland.

The completion of a unified geological map in 1:100,000 of the areas from Berufjörður to Loðmundarfjörður and volcanological studies of six lava groups (Óskarsson and Riishuus, 2013; 2014; Óskarsson et al., 2017), resulted in new conjectures about crustal accretion dynamics in eastern Iceland during the middle to late Neogene.

The geological map shows three exhumed volcanic systems that each includes a dike swarm and a central volcano, and partially exposed systems offshore. Isopach maps show interdigitation of the lava groups and tuffs between the Reyðarfjörður volcanic system and the Breiðdalur-Thingmuli volcanic systems, indicating contemporaneous volcanic activity in these systems. Temporal reconstruction of the volcanic systems from the isopach maps show that each system began with a flood basalt phase of regional tholeiitic lava flows, and terminated with a central volcano phase producing localized tholeiitic and evolved lavas along with a phase of regional olivine basalt groups. During sporadic rifting events magma mobilized crystal mushes stored in the crust, resulting in groups of porphyritic lava. Geochemical profiles through these systems depict a gradual enrichment in total alkali and incompatible elements towards the central volcano phase. The most enriched flows have a transitional affinity; a characteristic shared with the neovolcanic flank volcanic belt and propagating rift. The flood basalt phase generated extensive fields with simple (tabular) flows with plane-parallel stratification, indicative of effusive events of large magnitude, many exceeding known large-scale Holocene eruptions as Laki fires. Effusive volcanism in the Reyðarfjörður system and in the volcanic centers north of Loðmundarfjörður mostly ceased after the eruptions of the Hólmar and Grjótá olivine basalt groups at ~10.9 Ma, and gradually volcanism migrated towards south (Álftafjörður volcanic system) and west (Breiðdalur-Thingmuli volcanic systems). This changed burial dynamics creating an asymmetry in crustal buildup, and an abrupt transition in the regional dip from 2-4° W-SW north of Seyðisfjörður to 5-8° SW south of Seyðisfjörður toward Berufjörður. The lava pile north of Seyðisfjörður that escaped extensive burial are mostly devoid of zeolites, while areas to the south display regional zeolite alteration reaching the mesolite-laumontite zone.

We argue that the tectono-volcanic structure exposed in the middle Neogene lava piles of eastern Iceland is a ~50 km wide volcanic belt that erupted flood basalts and ignimbrites in a flank setting located east of the main paleo-rift zone. The regional Snæfellsnes-Húnaflói synclinal structure in western Iceland is interpreted as a main rift zone at 15-7 Ma. This, however, leaves a wide gap (the central highlands) toward the paleo-flank volcanic belt in eastern Iceland. Some workers have envisaged this land to represent a captured oceanic crust (e.g. Martin et al. 2011), however we suggest this area to be the location of the main ridge from the depleted geochemical signature west of Thingmuli, likely the Kolbeinsey ridge and a proto-NVZ.

The southwestward migration of volcanism and burial with length-shortening of the volcanic belts west of the Reyðarfjörður system, we interpret as the emanation of a change in the

underlying thermal regime of the mantle with a transfer in the locus of volcanism to the southwest. A transform fault (proto Tjörnes Fracture zone) was suggested in the Loðmundarfjörður area to account for the unconformity in age in northeast Iceland (Martin et al., 2011), but the fault cannot be located by field mapping.

For these reasons, we introduce a geodynamic scenario with a (chemo)-thermal mantle anomaly that was more pronounced in the Neogene, explaining flood basalts in a wider belt of flank volcanism (Fig. 1). In this model, the gradual enrichment of the flank systems reflect a declining mantle anomaly working in conjunction with rifting accompanied by crustal thickening and by the shutdown of the peripheral volcanic systems. The asymmetric buildup and quasi-concentric isochrons in Iceland fit well into a model of a declining mantle anomaly to its current location under Vatnajökull and the multiple dilatation sources in a wider volcanic belt can explain the problem of excess spreading as well as the large number of exhumed volcanic centers in Neogene terranes.

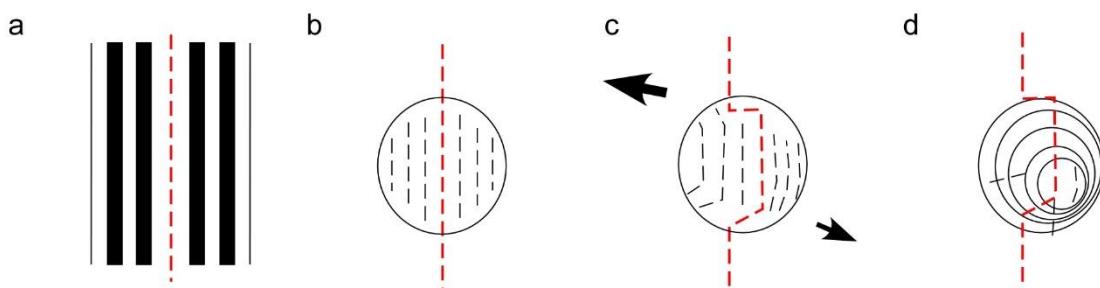


Figure 1 General concept of the tectono-volcanic relationship between the mantle anomaly and the spreading ridge. A) Crustal accretion at a spreading ridge (red stipple line) with symmetric magnetic anomalies. B) Crustal accretion at the spreading ridge with a mantle anomaly (circle). Additional flank volcanic zones form in the anomaly to accommodate higher magma production rates (black stipple lines). C) Possible deformation pattern of volcanic zones within the anomaly and spreading ridge induced by differential movement of the anomaly and the spreading ridge and a westward lithospheric drift (big arrow). D) The configuration of the mantle anomaly and extinction of the flank volcanic zones following decline and contraction of the mantle anomaly (circles) with a superimposed westward drift of the overlying lithosphere.

References:

- Martin, E.; Paquette, J.; Bosse, V.; Ruffet, G.; Tiepolo, M. & Sigmarsdóttir, O., 2011, Geodynamics of rift-plume interaction in Iceland as constrained by new $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and *in situ* U-Pb zircon ages, *Earth Planet. Sci. Lett.*, 311, 28-38.
- Oskarsson, B. V. & Riishuus, M. S., 2013, The mode of emplacement of Neogene flood basalts in Eastern Iceland: Facies architecture and structure of the Hólmar and Grjótá olivine basalt groups, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 267, 92-118.
- Oskarsson, B. V. & Riishuus, M. S., 2014, The mode of emplacement of Neogene flood basalts in eastern Iceland: Facies architecture and structure of simple aphyric basalt groups, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 289, 170-192.
- Oskarsson, B. V.; Andersen, C. B.; Riishuus, M. S.; Sørensen, E. V. & Tegner, C., 2017, The mode of emplacement of Neogene flood basalts in Eastern Iceland: The plagioclase ultraphyric basalts in the Grænavatn group, *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 332, 26-50.

The magma discharge and the volume of lava erupted during the 2014-15 eruption on Dyngjusandur, North Iceland as determined by ground-based and satellite-derived measurements

E. Bonny^{1,2}, T. Thordarson^{3*}, R. Wright¹, A. Höskuldsson³ and I. Jónsdóttir³

¹ Hawai'i Institute of Geophysics and Planetology, University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu, HI

² Department of Geology and Geophysics, University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu, HI

³ Faculty and Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Reykjavik, Iceland

* Presenter underlined

The August 31st 2014 to February 27th 2015 lava-producing eruption on Dyngjusandur produced a lava flow-field with an area of 84 km² and a bulk volume of 1.45 km³ as determined from post eruption approximately 1-m-resolution digital elevation model (DEM). This volume is equivalent to 1.2 km³ when calculated as dense rock. This volume makes the eruption at Dyngjusandur the largest eruption in Iceland since the Laki flood lava eruption in 1783-4 (volume, 15 km³; area, 600 km²; Thordarson and Self, 1993). As such, this event provided the volcanological community with an excellent opportunity to observe and study the formation of moderate-size basaltic lava flow-field that was emplaced on effectively flat ground (<0.1° slope). One of the fundamental eruption source parameters is the lava effusion rate. Accurate constraint of lava effusion rate is important for calculations of volumetric growth of the lava flow field. It is also important for understanding the link between magma discharge and styles of eruption, including lava emplacement processes (Wadge 1981, Harris et al., 2000). It is also a critical input parameter for lava flow models (Wright et al., 2008) and thus underpins evaluations of hazards and risks. Here, we compare and combine data from the MODerate Resolution Imaging Spectroradiometer (MODIS) using the method of Harris et al. (1997) with in-situ ground-based measurements on the growth of the lava flow field to establish the time-averaged discharge rate (TADR) for the duration of the eruption. The reconstructed discharge shows an unexpected trend with a pulsating increase in discharge peaking on day 20 of the eruption (320 m³/s) and a second more gradual and broader increase and decrease in effusion between mid-October and early December, peaking at 150 m³/s in mid-November (Fig. 1). The combined ground-based and satellite-based data set yields a total erupted magma volume of about 1.2 km³, a value that is in good agreement with the above given DRE volume derived from DEM of the lava flow field.

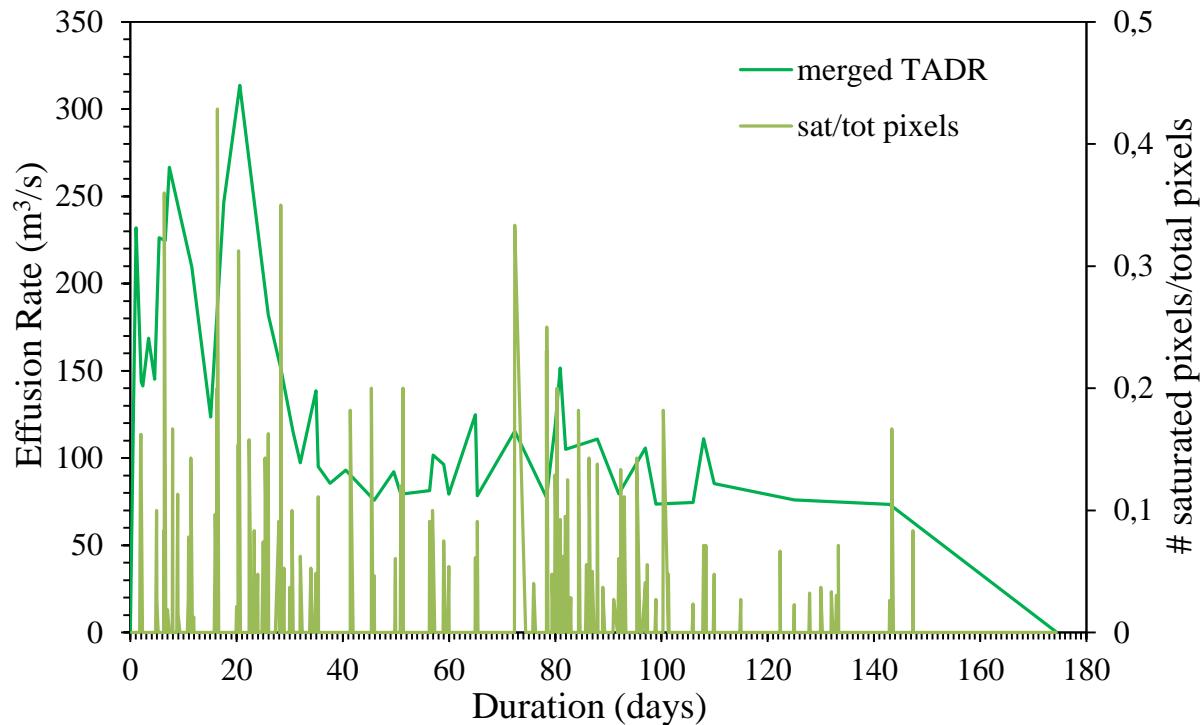


Figure 12: TADR for the 2014-15 eruption at Dyngjusandur constructed by merging the data sets from space- and ground-based measurements (green line). The moss-green bars show the ratio of saturated pixels in Band 31 over the total amount of anomalous pixels detected by MODIS.

References

- Harris A.J.L., S. Blake, D.A. Rothery, N.F. Stevens (1997). A chronology of the 1991 to 1993 Etna eruption using advanced very high resolution radiometer data: implications for real-time thermal volcano monitoring, *J. Geophys. Res.* 102, 7985-8003.
- Harris, A.J.L., J.B Murray, S.E. Aries, M.A. Davies, L.P. Flynn, M.J. Wooster, R. Wright, D.A Rothery (2000), Effusion rate trends at Etna and Krafla and their implications for eruptive mechanisms, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 102, 237–270.
- Thordarson, T., & Self, S. (1993). The Laki (Skaftár Fires) and Grímsvötn eruptions in 1783–1785. *Bulletin of Volcanology*, 55(4), 233-263.
- Wadge G. (1981). The variation of magma discharge during basaltic eruption, *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 11 139-168.
- Wright, R., H. Garbeil, and A. J. L. Harris (2008), Using infrared satellite data to drive a thermo-rheological/stochastic lava flow emplacement model: A method for near-real-time volcanic hazard assessment, *Geophys. Res. Lett.*, 35, L19307, doi:10.1029/2008GL035228.

High resolution study of clinopyroxene zonation and its relationship to magma storage conditions from the Hamragarðaheiði Ankaramite mine, S- Iceland

Bryndís Ýr Gísladóttir and Enikő Bali

Faculty and Institute of Earth Sciences, University of Iceland

Pyroxene phenocrysts in alkali basalts are important source of information in magmatic systems. They record e.g. pressure and temperature of crystallization and magma mixing processes predating volcanic eruptions.

In this contribution we present the first results of a high resolution study on clinopyroxene zonation patterns and related processes from the Hamragarðaheiði quarry in Eyjafjöll. We also attempt to estimate the pressure and temperature of these processes and present an alternative way to use clinopyroxene-melt thermobarometer in the absence of glassy groundmass or melt inclusions.

Clinopyroxenes in this rock are augites with variable Mg# (57-82), Al₂O₃ (0.027-22.01); TiO₂ (0-10.62), and Cr₂O₃ (0-4.17) contents. Zonation is common in all phenocrysts, where the Mg#, Al-, Ti- and Cr-contents vary significantly from core to rim. Furthermore, sector zoning is common both in the cores and the rims of phenocrysts. In several pyroxenes multiple zones have also been observed, where zonation is reverse form core to the first rim, and normal between rims (Fig.1). This observation is interpreted as the result of magma mixing where a new magma entered the magma chamber was richer in MgO and Cr₂O₃ than the one from which the pyroxenes cores started crystallizing.

In order to estimate the depth of crystallization and magma mixing we used the newly developed clinopyroxene-melt thermobarometer of Neave and Putirka (2017). This thermobarometer needs both clinopyroxene and a liquid composition as input parameters. The groundmass of the ankaramite however can only be in textural and chemical equilibrium with the outermost rims of these pyroxenes. Therefore, we modeled reverse fractional crystallization of the average groundmass composition by the Petrolog 3.1 program package of Danyushevsky and Pletchov (2011). We calculated melt compositions along a crystallization path in 1 kbar intervals and matched the “model melt” compositions to the clinopyroxene compositions following the equilibrium criteria described by Neave and Putirka (2017).

Our preliminary results suggest that in single minerals the cores and inner rims (which represent the reverse zoning) form in similar (high) pressure and temperature environment. In contrast the outermost rims represent lower crystallization pressure environment forming probably during the eruption. The cores and inner rims of individual minerals cover a relative large pressure range, in the most representative crystals this corresponds to 9 to 12 km depth.

Future work: As few of the studied pyroxenes contain melt inclusions our next step will be to verify this pressure and temperature calculation method. We shall compare pressure and temperature estimates derived from melt inclusion-pyroxene and “model melt”-pyroxene pairs.

Acknowledgements: Guðmundur H. Guðfinnsson for his assistance during microprobe analyses and Atli Hjartarsson for the preparation of thin sections.

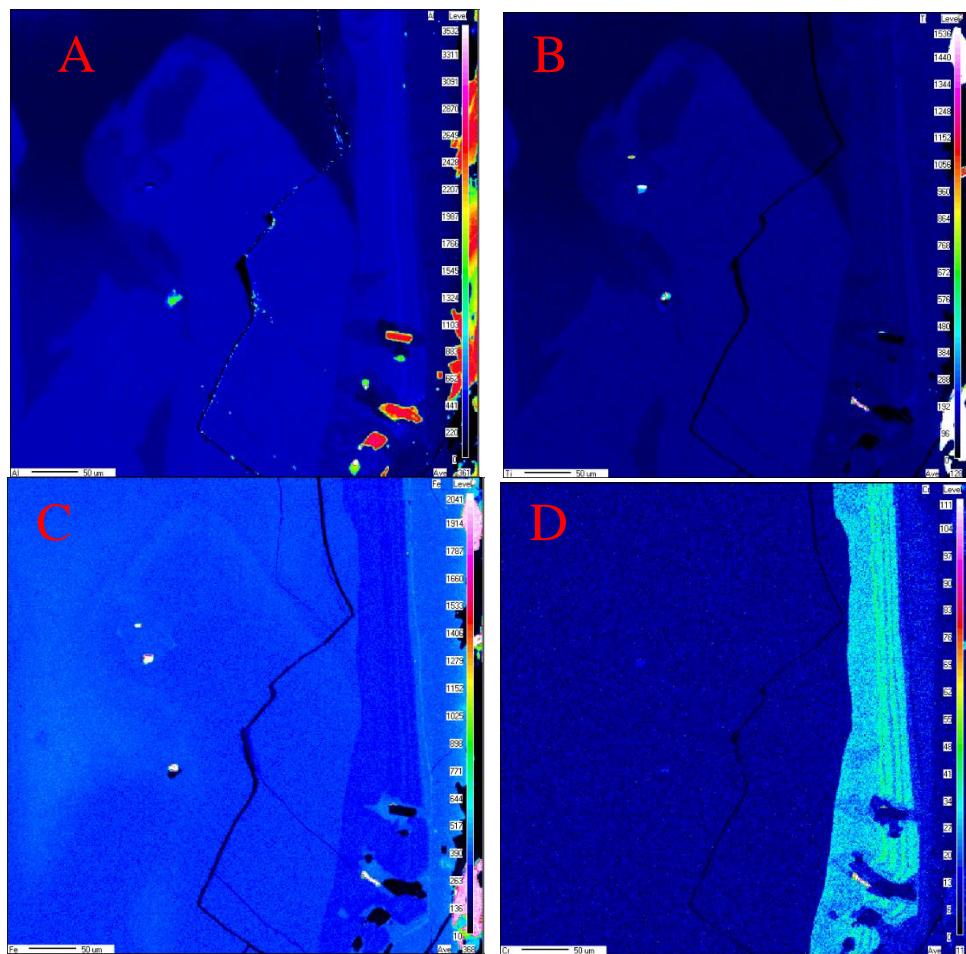


Figure 1: A chemical map of a Pyroxene grain taken by the electron microprobe at the Institute of Earth Sciences, HI. Collection of X-rays of a particular wavelength generates a chemical map by scanning across the sample. The color represents the element observed. Bright colors mean high concentrations of the given element, dark colors mean low concentrations. A: Aluminum. B: Titanium. C: Iron. D: Chromium.

References:

- Danyushevsky L.V., Pletchov P. (2011): Petrolog3: Integrated software for modeling crystallization processes. G3, 12/7, Q07021 DOI: 10.1029/2011GC003516
- Neave D.A, Putirka, K.D. (2017): A New Clinopyroxene-liquid Barometer, and Implications for Magma Storage Pressures under Icelandic Rift Zones. In press.

The crustal xenoliths of the Hamragarðaheiði ankaramite mine, S- Iceland

Bryndís Ýr Gísladóttir, Viktor Þór Georgsson and Enikő Bali

Faculty and Institute of Earth Sciences, University of Iceland

Xenoliths derived from the upper mantle or deep crust are common in alkaline mafic magmas all over the World. They provide us with direct information on the composition, structure, stratigraphy as well as the physical properties of mantle and crust below the given area.

Xenoliths representing the deeper part of the Icelandic crust have been rarely reported so far. The only locality where these xenoliths were studied in details are from the Hengill Volcanic System in the Western Volcanic Zone (Gurenko and Sobolev, 2006, and references therein). The crustal xenoliths of Hengill have been classified as gabbros and composed of plagioclase+clinopyroxene±minor olivine and/or spinel. They are regarded to be the crystallisation products of mafic melts at ~350 MPa pressure corresponding to approximately 10 km depth (Gurenko and Sobolev, 2006).

Here we report the first results on a set of xenoliths collected from the Hamragarðaheiði ankaramite mine of Eyjafjöll. This ankaramite mine is remarkably rich in various xenoliths which all represent the crust below Eyjafjöll.

Based on textural features we distinguished three major rock types. These are the following:

1) Olivine-free gabbros: they are mostly composed of a cluster of euhedral to subhedral plagioclase and pyroxene crystals showing subhedral equigranular to subophitic texture. In these samples the grains of both clinopyroxene and plagioclase are large, with sizes ranging from 0.5 – 13 mm in length, with the most common grain size between 2-4 mm. The relative proportion of minerals varies between samples. However, on an average the plagioclase is about 65 Vol% of the samples while the clinopyroxene takes 35 Vol%.

2) Olivine gabbros: they are composed of subhedral to anhedral grains of olivine, pyroxene and plagioclase. The grains in this gabbro are smaller than in the olivine-free gabbros with the most common size between 1-3 mm in length. In these samples the clinopyroxenes cluster into thin veins crosscutting the xenoliths. These clinopyroxenes commonly surround the other mineral phases in the xenolith forming a poikilitic texture. The relative proportion of the minerals is: plagioclase 70 Vol%; clinopyroxene 22 Vol% and the olivine 8 Vol%.

3) Troctolites: they contain euhedral and subhedral plagioclase and olivine crystals with small amount of clinopyroxene. The first two minerals are at average ~1-2 mm in length with no preferred orientation or layering. They show cumulate and poikilitic textures while the pyroxene is an intercumulus phase. Melt inclusions are fairly common in the plagioclase and olivine crystals.

Chemical composition of mineral constituents are shown in Table 1. There is a significant overlap in mineral composition among the different rock types. All minerals in the troctolite and olivine gabbros have remarkably similar compositions, whereas the olivine-free gabbros have slightly lower Mg#, Al₂O₃ and Cr₂O₃ contents compared to those in the other rock types.

Rock type	Clinopyroxene			Olivine	Plagioclase	Spinel
	Mg#	Al ₂ O ₃	Cr ₂ O ₃	Forsterite	Anorthite	Cr ₂ O ₃
Ol-free gabbro	74.2 (2.5)	3.64 (1.0)	0.14 (0.17)	-	73.6 (8.6)	-
Ol gabbro	77.4 (2.0)	4.6 (1.0)	0.35 (0.2)	76.7 (1.4)	76.6 (8.1)	n.a.
Troctolite	76.4 (2.9)	3.97 (1.4)	0.25 (0.3)	77 (1.6)	78.7 (4.1)	20.2 (11)

Table 1: Average composition of the cores of various mineral phases in the xenolith types of Hamragarðaheiði. Numbers in parenthesis are 1sigma standard deviation. Ol-olivine, n.a.- not analysed.

We have carried out preliminary thermobarometric calculations using the methodology described by Gísladóttir and Bali (this volume). For these calculations, we used the most representative pyroxene compositions of the xenoliths. These preliminary results show that olivine-free gabbros formed between 130 and 440 (± 150) MPa and, $1140 \pm 45^\circ\text{C}$. The olivine gabbros crystallised from a somewhat more primitive magma (Mg#~50) at 440 (± 150) MPa and, $1170 \pm 45^\circ\text{C}$ based on three xenoliths. The troctolite formed at 440 (± 150) MPa and, $1150 \pm 45^\circ\text{C}$.

These preliminary results show that the troctolite and the olivine gabbros are derived from the same depth of 12-13 km. We conclude olivine gabbros might be the products of multiple melt injection. In the second step the originally troctolitic material was enriched in pyroxenes along cracks. Olivine-free gabbros are common in the entire crust from close to the surface down to at least 13 km, where partially they might be interlayered with troctolites.

Acknowledgements: Guðmundur H. Guðfinnsson for his assistance during microprobe analyses and Atli Hjartarsson for the preparation of thin sections.

References:

- Gurenko, A.A., Sobolev, A.V. (2006): Crust-primitive magma interaction beneath neovolcanic rift zone of Iceland recorded in gabbro xenoliths from Midfell, SW Iceland. Contrib Mineral Petrol, 151: 495.
doi:10.1007/s00410-006-0079-2
- Gísladóttir B.Ý., Bali, E (this volume): High resolution study of clinopyroxene zonation and its relationship to magma storage conditions from the Hamragarðaheiði Ankaramite mine, S- Iceland.

Jarðfræði og jarðfræðigarðar í Kína

Brynhildur Magnúsdóttir

Landbúnaðarháskólinn á Hvanneyri

Kína er stórt land með jarðsögu sem spannar nánast alla jarðsöguna. Vegna pólítískrar lokunar Kína til skamms tíma og vegna þess að kínverskir vísindamenn eru gjarnir á að birta niðurstöður sínar eingöngu á kínversku, er jarðfræði og hin fjölmörgu jarðfræðifyrirbæri landsins illa þekkt á vesturlöndum. Það sem finnst á veraldarvefnum um jarðfræði Kína er sömuleiðis brotakennt og miðast helst við ferðamenn.

Meðan ég var við skiptinám í Ningbo háskóla veturn 2015 - 2016 heimsótti ég tvo jarðfræðigarða og við það kvíknaði hjá mér áhugi á að reyna að koma saman einhverju heildstæðu yfirliti yfir jarðfræði landsins og skoða betur þessa skemmtilega uppsettu jarðfræðigarða þeirra og því varð til ritgerðin um jarðfræði og jarðfræðigarða í Kína og eru helstu atriði úr þeirri ritgerð kynnt til sögunnar á þessu veggspjaldi.

Berggrunnur Kína er að mestu úr setbergi af ýmsum gerðum og spannar allt frá því að vera myndaður á seinni hluta fornlífsaldar til þess að vera myndaður á nútíma. Vegna flekahreyfinga hefur þessi gamli berggrunnur orðið fyrir ýmsum hremmingum í gegnum tíðina, og er hann því margbögglaður og uppbrotin, með fjallgörðum og hásléttum, og með fjölda setlægða sem margar hverjar innihalda hráolíu og í sumum tilfellum jarðhita.

Jarðskjálftar eru tíðir á hinum fjölmörgu brotflötum í landinu og mannskæðasti jarðskjálfti sögunnar varð árið 1556 í Shaanxi héraði, en í honum léust 830.000 manns, en talið er að skjálftinn hafi verið um M 8,25. Langflestir jarðskjálftana eiga sér stað í tengslum við upplyftingu Himalayafjallana og á flekamótunum við Taivaneyju.

Eldvirkni þekkist í Kína, þó ekki sé hún fyrirferðarmikil. Nú um stundir eru 10 - 15 virk eldfjöll í landinu. Langmesta eldvirkni er að finna í norðausturhluta landsins. Þar á landamærum Kína og Norður-Kóreu er að finna eldfjallið Changbaishan en þar varð mjög stórt eldgos á árunum 1014 - 1019 og er það talið eitt stærsta eldgos á jörðinni á nútíma. Eldvirkni er einnig að finna í og við útjaðra Himalayafjallanna, en þar varð yngsta eldgos í Kína, en það varð í Ashi Shan eldfjallinu í Kunlun fjöllunum árið 1951. Taivan eyja er einnig þekkt fyrir mikla eldvirkni, enda liggur eyjan á flekamótum kyrrahafslekans og asíuflekans. Annað eldvirkrt svæði í Kína er einnig að finna syðst í Guangdong héraði, eða á Leizhou tanganum, og teygir virknin sig yfir á nyrsta hluta Hainan eyju.

Í ljósi aldurs landsins kemur ekki á óvart að gríðarlegur fjöldi steingervinga frá nánast öllum skeiðum lífs á jörðinni finnast víða í Kína. Elstu steingervingar forfeðra mannkyns sem fundist hafa í Kína eru 1,7 milljón ára og fundust í Yuanmao sýslu í Yunnan héraði, en auk þess hafa fjölmargar aðrar leifar mannapa og steináhöld þeim tengd fundist víða í Kína og annars staðar í Asíu og benda rannsóknir á þeim til að hugmyndir um þróunarsögu mannkyns og hvar vöggu þess sé að finna sé töluvert flóknari en áður hefur verið talið. Elstu dýrasteingervingar sem fundist hafa í Kína eru leifar af frumstæðu svampdýri sem fannst í Guizhou héraði og eru þessar leifar taldar um 600 milljón ára gamlar. Helsta fjársjóðskista steingervingafræðinga um þessar mundir í landinu eru steingervingarnir í Liaoning héraði í NA-Kína. Þessir steingervingar eru allir frá miðlífsöld og þar finnast ótrúlega vel varðveittar leifar af risaeðlum af öllum stærðum og gerðum, ásamt ýmsum öðrum leifum dýra og plantna sem lifðu á svæðinu.

Verndun jarðminja og stofnsetning jarðfræðigarða í Kína hófst að einhverju gagni uppúr 1980 og er afrakstur þeirrar vinnu sá að nú eru 193 svæði innan Kína skilgreind sem jarðfræðigarðar

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

og er unnið að því að bæta öðrum 45 inn á þann lista. Þessir garðar eru mjög fjölbreyttir og áhugaverðir og endurspeglar fjölbreytileika landsins í bergi, lífríki og umhverfisaðstæðum. Á veggspjaldinu er fjallað stuttlega um sjö þeirra.

1. Danxiashan jarðfræðigarðurinn í Guangdong héraði.

Berggrunnurinn á svæðinu er úr rósrauðum kvarssandsteini sem setist til í grunnsævi á krítartímabilinu. Berggrunnurinn hefur síðan rofist niður niður í svokallað Danxia landslag sem einkennist af klettastrýtum sem þykja minna á karstlandslag, en eru ekki úr kalksteini og finnast meira en 600 formfagrarr klettastrýtur á svæðinu, ásamt fjölda steingervinga og 6000 ára gömlum mannvistarleifum.

2. Zhangye Danxia jarðfræðigarðurinn í Gansu, eða “Regnbogafjöllin í Kína”

Berggrunnurinn samanstendur af missamlímdum lögum og mjög litfögrum lögum af sandsteini, sitltsteini, leirsteini, sandi og völubergi. Litinn fengu setlögin þegar grunnvatn lék um jarðlögin eftir að þau risu úr sæ.

3. Zhangjiajie jarðfræðigarðurinn í Hunan héraði.

Stórfenglegar kletta og steidrangamyndanir í kvarssandsteini og völubergi frá seinni hluta fornlífsaldar. ofan á kvarssandinum og völuberginu liggar síðan kalksteinn frá perm og tríastímabilunum. Kvíkmyndin Avatar var að hluta til tekin upp innan garðsins.

4. Shilin Jarðfræðigarðurinn í Yunnan héraði.

Stórfenglegt karstlandslag sem einkennist af háum og mjóum steinsúlum og öðru því sem tilheyrir karstlandslagi. Shilin þýðir bókstaflega steinskógor.

5. Leiqiong jarðfræðigarðurinn syðst í Guangdong héraði og á Hainan eyju.

Besti eldfjallajarðfræðigarður Kína með fjölmörgum menjum um nútima eldvirkni.

6. Yandangshan jarðfræðigarðurinn í Zhejiang héraði.

Menjar um eldvirkni frá krítartímabilinu, með góðri innsýn inn í þrívít lítkana af eldfjalli sem þróaðist yfir í öskju, og aðrar menjar sem tengjast súrri eldvirkni.

7. Funiushan jarðfræðigarðurinn í Henan héraði.

Tekur yfir stóran part af Qinling fellingsfjallgarðinum sem myndaðist á miðlifsöld. Þar má finna myndbreytt berg, reisulega granítfjöll og leifar af fornri skorpu frá archean tímabilinu. Þarna finnst einnig besta jaðið í Kína ásamt ýmsum öðrum sjaldgæfum steindum.

Inflations events and quiescent periods at Þeistareykir central volcano since 1993

Vincent Drouin¹, Freysteinn Sigmundsson¹ and Sigrún Hreinsdóttir²

¹ Nordic Volcanological Center, Institute of Earth Sciences, University of Iceland

² GNS Science, New-Zealand

The Þeistareykir volcanic system is the northernmost of the five main volcanic systems in the Northern Volcanic Zone of Iceland (NVZ). It is located near the junction between the divergent plate boundary in the NVZ and the Husavík-Flatey Fault. Eruptive activity of the central volcano is low, the last eruption taking place about 2500 years ago. Other lava flows are older than 10.000 years. Rifting events without eruptions may have occurred in the area in 1618 and 1885 but it is uncertain if it was originating from Þeistareykir central volcano or from a nearby off-shore volcano.

We investigated ground deformation measurements acquired over the area since 1993. This includes campaign GPS surveys, continuous GPS monitoring, and several InSAR time-series from different satellites. It appears that the central volcano is located at the western boundary of the present extension zone across the NVZ. Observations also show two possible inflation periods in the central volcano, the first one during 1995-1996 and the second one during 2006-2008. For the latter inflation period, an uplift of about 60-80 mm is inferred from InSAR and GPS observations. Since 2008, subsidence of a few mm/yr is observed in the Þeistareykir area.

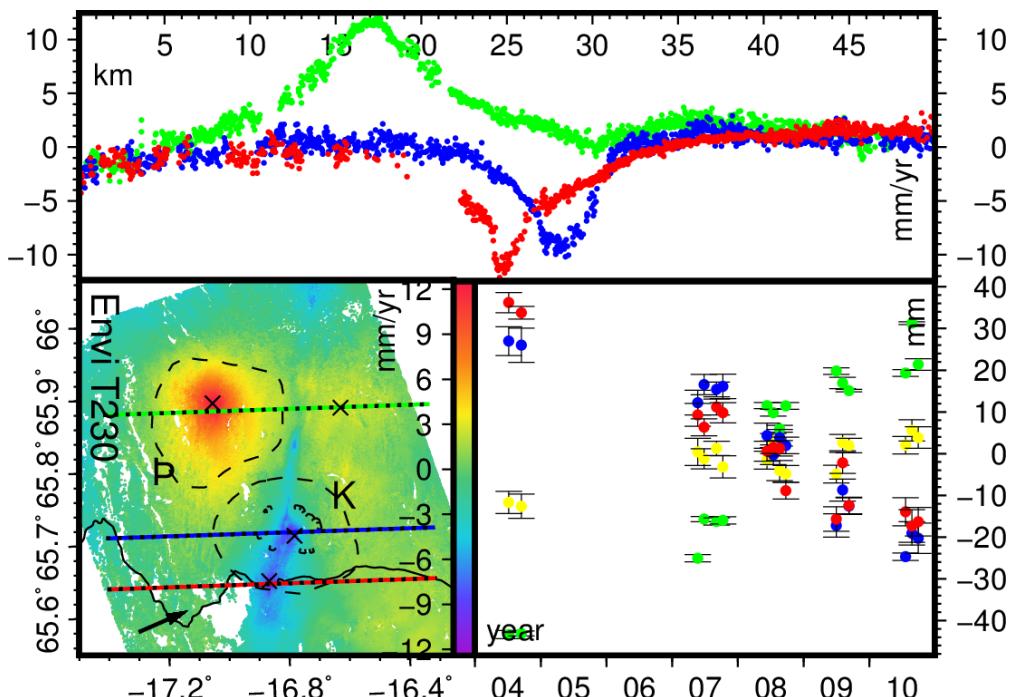


Figure 3: Ground deformation measurements derived from Envisat T230 InSAR time series over Þeistareykir and Krafla during 2004-2010. **Left:** Average velocities along the line-of-sight from ground to satellite. Profiles (colored dotted lines), sampling area for time series (black crosses), and satellite look direction (arrow) are indicated. Background shows Krafla (K) and Þeistareykir (P) central volcanoes (dashed line), caldera rim (comb line), and road 1 (black line). **Up:** profiles across the Þeistareykir central volcano (green), Krafla geothermal area (blue), and the Bjarnarflag area (red). **Right:** time series of average LOS displacement at Þeistareykir (green), Krafla (blue), Bjarnarflag (red), and Gjástykki (yellow) sampling areas.

Jarðskjálftavirkni á Reykjanesi 2013-2016

Egill Árni Guðnason og Kristján Ágústsson

Íslenskar orkurannsóknir ÍSOR, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Frá janúar 2013 hefur ÍSOR rekið þétt net jarðskjálftamæla á Reykjanesi fyrir HS Orku vegna orkuvinnslu á Reykjanesi. Skjálftamælanetið samanstendur af 7 skjálftamælum ÍSOR ásamt aðgengi að 4 skjálftamælum í landsneti Veðurstofu Íslands. Tilgangur rekstursins er að afla upplýsinga um innviði jarðhitakerfisins á Reykjanesi og áhrifum vinnslunnar á það, einkum með tilliti til örvaðra jarðskjálfta.

Í þessu erindi verður greint frá niðurstöðum úrvinnslu úr staðbundna jarðskjálftamælanetinu fyrir tímabilið frá janúar 2013 til og með nóvember 2016. Samtals hafa verið staðsettir um 4850 jarðskjálftar á Reykjanesi og í nágrenni, en þar af tilheyrðu 880 jarðskjálftar skjálftahrinu sem varð suðaustan Reykjaness um miðjan október 2013. Skjálftavirkni á Reykjanesi á þessu tímabili einkennist af dreifðri virkni lítilla jarðskjálfta ($M_L \leq 2$) innan jarðhitasvæðisins og stöku hrinum í bland við dreifða virkni utan þess. Á vinnslusvæðinu mælast jarðskjálftar á því dýptarbili þar sem vinnslan fer fram, þ.e. í efstu tveimur kílómetrum jarðskorunnar. Dýpi jarðskjálfta frá janúar 2013 til nóvember 2016 benda til marka brotgjarnrar og deigrar jarðskorpu undir jarðhitasvæðinu á Reykjanesi á 5,5-6 km dýpi, þar sem vænta má hitastigs á bilinu 550-700°C.

Niðurdæling á allt að 200 kg/s í holu RN-20b á Reykjanesi á þessu tímabili virðist ekki örva skjálftavirkni á svæðinu að neinu marki. Örvuð skjálftavirkni hefur hins vegar mælst i) suður af Sýrfelli af völdum niðurdælingar í holu RN-33, ii) norður af Sýrfelli af völdum örvunar og niðurdælingar ferskvatns í holu RN-34 og iii) af völdum djúpbörunar holu IDDP-2.

Brotlausnir jarðskjálfta sem urðu í skjálftahrinu suðaustan Reykjaness í október 2013 sýna að austan línu um Valbjargargjá í Sýrfell eru sniðgengi ráðandi. Á vinnslusvæðinu og í nágrenni þess eru brotlausnir breytilegar og samgengi koma fyrir. Almennt benda brotlausnir á Reykjanesi til þess að svæðið sé mjög brotið, spennusvið breytilegt og að sprungur sem skjálftar verða á hafi mismunandi stefnur og færslur. Sambærileg mynstur hafa sést á fleiri jarðhitasvæðum á Íslandi.

Hvað er að fréttu af Kötlu köldu?

Eyjólfur Magnússon¹, Finnur Pálsson¹, Magnús Tumi Guðmundsson¹, Joaquín M. C. Belart¹, Etienne Berthier², Águst Þ. Gunnlaugsson¹, Þórdís Högnadóttir¹, Guðfinna Aðalgeirs dóttir¹, Alexander Jarosch¹ og Bergur Einarsson³.

¹ Jarðvísindastofnun Háskólangs

² Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales, Centre National de la

³ Recherche Scientifique (LEGOS – CNRS), Université de Toulouse

⁴ Veðurstofa Íslands

Katla kalda er þriggja ára rannsóknarverkefni sem styrkt er af Rannís og hófst vorið 2016. Rannsóknarsvæði verkefnissins er háhvel Mýrdalsjökuls sem þekur Kötluöskjuna. Annað af meginmarkmiðum verkefnisins er að auka skilning okkar á sigköltnum í yfirborði jöklusins sem dreifa sér að mestu nærri brúnum öskjunnar. Reynt verður að svara spuringinum eins og: Hvaða umhverfisþættir valda því að vatn getur safnast fyrir undir sumum kötlunum meðan undan öðrum er jafnvel sírennsli? Hver er þáttur skafrénnings í afkomu katlanna? Hitt meginmarkmið verkefnisins er að bæta vöktun katlanna. Gætum við með bættri vöktun séð t.d. fyrir atburði eins og í júlí 2011 þegar jökulhlaup undan sigkölum í austanverðum jöklinum tók af brúna yfir Múlakvísl? Til að vinna að ofangreindum markmiðum verður aflað umfangsmikilla ganga á verkefnistímanum, bæði í felti og með fjarkönnun. Feltmælingarnar samanstanda m.a. af íssjármælingum, snjóþykktarmælingar (snjóradarsnið og afkomukjarnar), GPS-mælingum (yfirborðssnið, stikumælingar og samfelldar mælingar úr stöðvum sem komið er fyrir í sigköltnum) og mælingar á veðurþáttum með sjálfvirkum veðurstöðvum. Til fjarkönnunarganga sem notuð eru í verkefninu er helst að telja ljósmyndir teknar eru úr gervitungum og flugvélum. Þær eru nýttar til gerðar hæðarlíkana sem gefa hæðarbreytingar á yfirborði jöklusins bæði til langs (áratugi) og skamms tíma (vikur). Að auki verða gögn um skammtíma yfirborðsbreytingar í sigköltnum samtúlkaðar með mælingum á vatnsrennsli og leiðni jökuláa sem renna frá Mýrdalsjökli sem vatnamælingar Veðurstofunnar afla. Í þessu verkefni verður greint fá þeim mælingum sem aflað hefur verið á því tæpa ári sem liðið er af verkefninu og frumniðurstöðum þeirra.

Stöðugleiki fjallshlíða við innanverðan Reyðarfjörð. Rannsókn á þróskuldsgildi og öðrum áhrifaþáttum.

Guðbjörn Margeirsson¹, Þorsteinn Sæmundsson² og Hreggviður Norðdahl³

¹ Jarðvísindadeild Háskóla Íslands, ² Líf og umhverfisvíðasvið Háskóla Íslands,

³ Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands

Mikilvægasti áhrifapáttur orsaka aurflóða er úrkoma, en magn úrkому, ákafi og tímalengd, sem þarf til að koma aurflóði af stað er mjög breytilegt á milli einstakra svæða. Það eru ýmsir þættir sem þar skipta máli, svo sem halli og afstaða hlíða gagnvart úrkомуátt, gerð og magn lausra jarðefna, gróðurfar og dreifing árfarvega. Fleiri þættir hafa einnig áhrif t.d. vindstyrkur og vindátt en einnig hitastig lofts og jarðvegs. Þessi rannsókn miðar að því að skoða tengsl þessara þáttu við skriðuföll við innanverðan Reyðarfjörð og ákvarða staðbundin þróskuldsgildi, ásamt því að skoða gerð og þykkt efnis á tveimur svæðum, í Fosshal og Nónbotnum.

Rannsóknasvæðin tvö eru í suðurhlíðum Reyðarfjarðar, við innanverðum fjörðinn. Annars vegar er um að ræða skálarlaga dal – Fosshal, sem snýr á móti norðri og hallar öllum hlíðum hans jafnt þar til að hann endar í 100 metra háu bergstáli. Í hlíðum dalsins er 30-100 sentímetra þykkt lag af jarðvegi og bergmulning sem þykknar eftir því sem neðar dregur í dalnum og er það nokkurra metra þykkt meðfram árfarveginum á botni dalsins. Þann 4 júlí árið 2005 fóllu þar samtímis nokkrar skriður í skammvinnu en áköfu rigningarveðri. Upptök flestra skriðanna voru í 500-600 metra hæð og runnu þær ofan í árfarveginn á botni dalsins, þaðan út úr honum og til sjávar.

Hitt svæðið er tveimur kílómetrum innar í firðinum og þar félล skriða úr lausu efni framan við stóran stall í fjalllinu Skessu, en stallurinn kallast Nónbotnar. Hér snýr hlíðin á móti norðvestri og eru upptök skriðunnar í um 280 metra hæð og rann hún niður í um 100 hæð áður en meginmassi hennar stöðvast. Lítill hluti skriðunnar hélt áfram niður dalinn, út í Stuðlaá og eftir farvegi hennar til sjávar. Skriðusárið var um 140 metra breitt, rúmlega 200 metrar á lengd og um 25 metra djúpt þar sem það var dýpst. Rúmmál skriðunnar er því lauslega áætlað um 400.000 m³. Þrátt fyrir að dýpi skriðusársins sé allt að 25 metrar sást hvergi í berggrunn í skriðusárinu og því má ætla að þykkt setsins þarna sé meiri en 25 metrar. Þessi skriða félล í kjölfar langvinnrar úrkoma og mældist úrkoma á Kollaleiru 971,5 mm, en Kollaleira er aðeins 4 kílómetrum norðaustan við Nónbotna.

Bergrunnurinn við innanverðan Reyðarfjörð er úr 2ja-30 m þykkum hraunlögum af tertíeraldri, en saman mynda þau tvær þekktar hraunlagasyrpur. Á milli þeirra eru ýmiskonar setlög. Þykkari syrpan kallast Hjálmadalssyrpa og er hún að mestu gerð úr þóleítískum hraunum. Hin kallast Grænavatnssyrpa og er dílabasaltsyrpa, sem er víða þekkt á Austurlandi og er þykkt hennar í Reyðarfirði um 100 m (Walker, 1958). Á þessum slóðum eru tvö þykk lög úr harðnaðri gosósku á milli hraunlaganna (Riishus og Óskarsson, 2014). Annað lagið, það sem ofar er, kallast „Skessatuff“ og er það neðan við Hjálmadalssyrpuna í rúmlega 400 m hæð í Nónbotnum. Um 100 m neðar er nafnlaust lag, sem er um 12 m þykkt og hefur litla útbreiðslu á þessum slóðum (Walker, 1958).

Heimildir:

Walker, G.P.L. (1958). GEOLOGY OF THE REYDARFJORDUR AREA, EASTERN ICELAND. *Quarterly Journal of the Geological Society*, 114, 367-391.

Óskarsson, B.V. og Riishus, M.S. (2014). The mode of Neogene flood basalts in eastern Iceland: Facies architecture and structure of simple aphyric basalts groups. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 289, 170-192.

A validation of empirically derived SO₂ emissions from the 2014-2015 eruption on Dyngjusandur, North Iceland

S. Grocke¹, T. Thordarson¹, E. Bonny^{2,3}, R. Wright², A. Höskuldsson¹ and I. Jónsdóttir¹

¹Faculty and Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Reykjavik, Iceland

²Hawai'i Institute of Geophysics and Planetology, University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu, HI

³Department of Geology and Geophysics, University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu, HI

The 2014-2015 basaltic fissure eruption on Dyngjusandur, North Iceland was an archetypical Icelandic eruption and the largest by volume in the country for more than 200 years. With the magma discharge as well as the melt composition now constrained, the eruption at Dyngjusandur is an ideal place at which to test whether pre-eruptive sulfur (S) contents calculated using the empirical method agree with those measured directly in glasses. Using the empirical method, as developed by Thordarson et al. (2003), we estimate the percent of SO₂ degassing at the vent for the duration of the eruption using the TiO₂/FeO value in melt inclusions (0.156). The empirical method yields an initial S concentration in the melt of 1422 ppm, which is in excellent agreement with the S concentration measured directly in melt inclusions (1400 ppm). Similarly, the empirical method yields a S concentration in the residual glass of 436 ppm, which is in excellent agreement with the S concentration measured directly in matrix glasses (425 ppm). This agreement demonstrates the effectiveness of the empirical method for establishing pre- and post-eruptive S contents as well as for reconstructing the SO₂ emissions of a basaltic fissure eruption. The difference between the initial and the degassed values, calculated and measured, implies approximately 70% degassing of the sulphur upon venting. The total volume of lava produced by the eruption is 1.2 km³ calculated as dense rock equivalent (DRE), as determined from 1-m-resolution post-eruption digital elevation model of the lava flow field (Jónsdóttir et al., 2016). These values give a mass flux of 5.3 Mt of SO₂ per km³ of magma erupted. Applying this mass flux to the high-resolution magma discharge reported in Bonny et al., (in prep), we reconstructed the SO₂ emissions for the duration of the eruption from August 31, 2014 to February 21, 2015 (Fig. 1). This reconstruction indicates SO₂ emission rates up to ~140 kilotons per day (kt/d) and an average emission rate for September of 88 ± 27 kt/d. These values are in good agreement with the average daily mass burdens of 99 ± 41 and 61 ± 18 kt/d of SO₂ calculated for September using the Ozone Monitoring Instrument (OMI) and the Infrared Atmospheric Sounding Interferometer (IASI), respectively (Schmidt et al., 2015). We estimate an average SO₂ emission rate for the entire 6-month eruption of 58 ± 29 kt/d and the total emission as 7.3 Mt (= teragrams) of SO₂. Observations suggest that vigorous lava fountaining, while prevalent during September and into October, then diminished steadily during the course of the eruption leading to activity best characterized as variably gentle boiling. Hence, it is possible that the efficiency of vent degassing decreased in par with diminishing eruption vigor and for this reason we consider our estimates to be maximum values.

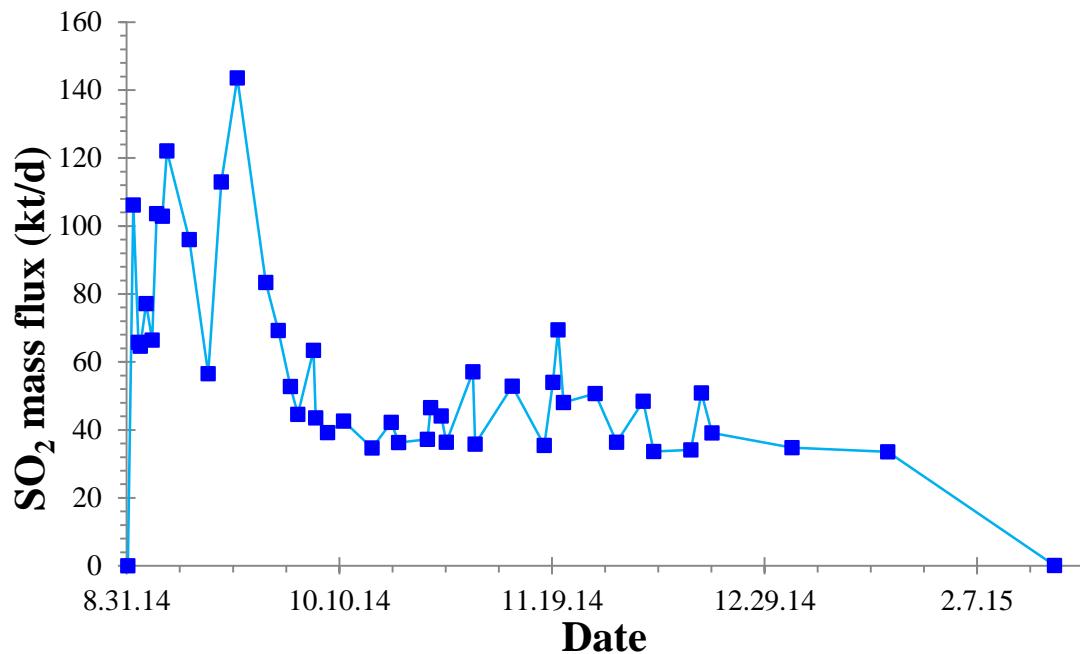


Figure 1. Reconstructed SO₂ emission rates for the duration of the eruption on Dyngjusandur, North Iceland from August 31, 2014 to February 21, 2015

References

- Bonny, E., Thordarson, T., Wright, R., Höskuldsson, A., Jónsdóttir, I., in prep. The volume of lava erupted during the 2014 to 2015 eruption at Holuhraun, Iceland: a comparison between satellite- and ground-based measurements.
- Jónsdóttir, I., Höskuldsson, Á., Thordarson, T., Bartolini, S., Becerril, L., Marti Molist, J., Þorvaldsson, S., Björnsson, D. and Höskuldsson, F., 2016, April. The eruption in Holuhraun, NE Iceland 2014-2015: Real-time monitoring and influence of landscape on lava flow. In *EGU General Assembly Conference Abstracts* (Vol. 18, p. 11031).
- Schmidt, A., Leadbetter, S., Theys, N., Carboni, E., Witham, C.S., Stevenson, J.A., Birch, C.E., Thordarson, T., Turnock, S., Barsotti, S. and Delaney, L., 2015. Satellite detection, long-range transport, and air quality impacts of volcanic sulfur dioxide from the 2014–2015 flood lava eruption at Bárðarbunga (Iceland). *Journal of Geophysical Research: Atmospheres*, 120(18), pp.9739-9757.
- Thordarson, T., Self, S., Miller, D.J., Larsen, G. and Vilmundardóttir, E.G., 2003. Sulphur release from flood lava eruptions in the Veidivötn, Grímsvötn and Katla volcanic systems, Iceland. *Geological Society, London, Special Publications*, 213(1), pp.103-121.

Þróunarsamvinna og jarðhiti í Austur-Afríku.

Gylfi Páll Hersir¹, Daði Þorbjörnsson¹ og Davíð Bjarnason²

¹Íslenskar Orkurrannsóknir (ÍSOR), ²Utanríkisráðuneytið

Jarðhita er víða að finna í ýmsum löndum Austur-Afríku einkum í sigdalnum mikla. Orkan er nýtt til raforkuframleiðslu í tveimur þeirra, Kenía í umtalsverðu magni (650 MWe) og Eþíópíu í talsvert minna mæli (7,3 MWe). Meðal annarra landa í Austur-Afríku þar sem er jarðhita er að finna má nefna Eritre, Djibútí, Tansaníu, Malaví, Rúanda, Búrundi og Úganda, en í sumum þeirra er lághita einungis að finna. Töluvert hefur skort upp á þekkingu heimafólks hvað varðar rannsóknir og nýtingu jarðhitans. Afköst vatnsaflsvirkjana í Austur-Afríku hin seinni ár hafa farið minnkandi samfara miklum þurrkum og er nýting annarra orkugjafa því enn meira aðkallandi. Raforka er lykillinn að framförum, menntun og bættum lífsgæðum í heiminum. Jarðhiti er vannýtt orkuauðlind og þarna felast mikilvæg tækifæri til aukinna lífsgæða til handa alþýðu manna og kvenna í þessum heimshluta. Þekking og kunnáttu heimafólks er sérlega mikilvæg í framþróun jarðhitanytingarinnar.

Jarðhitaverkefni þróunarsamvinnuskrifstofu utanríkisráðuneytisins (ICEIDA) og Norræna þróunarsjóðsins (NDF) hófst árið 2013 og lýkur á þessu ári. Einn af hornsteinum þessa verkefnis miðar að því að aðstoða lönd í sigdalnum í Austur-Afríku við rannsóknir og mannaúðsuppbyggingu á sviði jarðhitanytingar með það að markmiði að auka möguleika þessara landa til nýtingar sjálfbærrar og hreinnar orku. Auk nýtingar til raforkuframleiðslu eru tækifæri til beinnar nýtingar svo sem við þurrkun matvæla. Íslensk jarðhitapekking gegnir lykilhlutverki í því að skilgreina allar rannsóknir og tryggja gæði þeirra svo og við þjálfunarverkefni.

Jarðhiti er að mörgu leyti tæknilega snúið viðfangsefni, og margir óvissuhættir sem fléttast inn í áætlanir landa. Verkefni ICEIDA og NDF, hefur miðað að því að aðstoða lönd við að klára fyrstu skref jarðhitarannsókna, og fá úr því skorið hvort að líklegt sé að nýtanlega jarðhita megi finna í viðkomandi löndum. Á þessu stigi er fólgin talsverð áhætta og allt eins líklegt að niðurstöður leiði í ljós að ekki sé til staðar nægjanlegur jarðhiti til frekari þróunar. Í þeim tilfellum sem jákvæðar niðurstöður fást, taka svo við tilraunaboranir þar sem verkefni Alþjóðabankans og Afríkusambandsins og fleiri aðila, taka við keflinu og aðstoða lönd við að taka á og lágmarka þá áhættu sem felst í tilraunaborunum.

Yfirborðsrannsóknum með tilstyrk ICEIDA/NDF er nú ýmist lokið eða eru í fullum gangi á nokkrum svæðum í Eþíópíu, Keníu, Eritre, Djibútí og Tansaníu. Auk þess hefur ICEIDA/NDF veitt margháttu aðstoð í ýmsum stigum við þróun jarðhitarannsókna, m.a. í Rúanda, Búrundi, Úganda og Malaví. Þá hafa verið haldin margs konar námskeið í þessum löndum á sviði rannsókna, borana og nýtingar jarðhita í því skyni að auka þekkingu heimafólks á þessu svið.

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017



Magma storage conditions in the Southern part of the Veiðivötn fissure swarm

Haraldur Gunnarsson, Enikö Bali and Þorvaldur Þórðarson

Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Reykjavík, Iceland

We studied the chemical composition of groundmass glass, minerals, including macrocrysts and the melt inclusions they contain, in three plagioclase-olivine-clinopyroxene phryic tephra from the approximately 8 ka Brandur, Fontur and Saxi tuff cones. These tuff cones are situated in the Southern segment of the fissure swarm of the Bárðarbunga-Veiðivötn volcanic system in the Eastern Volcanic Zone of Iceland. The objective of the study was to estimate the storage conditions of the magma and compare these conditions to those observed for the 2014-2015 eruption at Holuhraun, which has a geochemical fingerprint identical to the magma erupted from the northern fissure swarm of the Bárðarbunga-Veiðivötn system despite its location within the southern segment of the fissure swarm of the Askja volcanic system.

Pressures were calculated using the new implementation of the olivine-plagioclase-augite-melt (OPAM) barometer (Hartley et al., submitted) as well as the clinopyroxene-melt barometer of Putirka and Neave (2017). We observe that there is an excellent agreement between the results of OPAM barometry and clinopyroxene-melt barometry in samples where both barometers are applicable (Fig. 1). The presence of spinel inclusions in olivine macrocrysts allowed us to determine the oxygen fugacity conditions at the time of crystallisation using the calibration of Nikolaev et al (2016).

OPAM and clinopyroxene-melt thermobarometry suggest that microphenocrysts have crystallised at an average pressure of 140 ± 150 MPa pressure and $\sim 1180^\circ\text{C}$ temperature (Figure 1). This indicates that olivine, clinopyroxene and plagioclase last equilibrated with the groundmass glass at an average depth of approximately 4 km probably during the transport towards the surface.

Pressures and temperatures calculated from melt inclusions are higher, on an average 270 ± 130 MPa and $\sim 1230^\circ\text{C}$ corresponding to an average entrapment depth of 7.7 km. The highest recorded inclusion entrapment pressure was 480 ± 130 MPa, suggesting magma storage conditions as deep as 15 km (Fig. 1). The oxygen fugacity at the time of crystallisation was between -0.01 to -0.63 logarithmic units relative to the FMQ buffer. These values are somewhat higher than values generally assumed for Icelandic primitive melts.

Compared to the 2014-2015 eruption at Holuhraun the temperature of the magma carried the macrocrysts to the surface during the eruption of Brandur, Fontur and Saxi was essentially the same. The last equilibration of the magma prior to the eruption happened probably somewhat shallower than in the eruption at Holuhraun, however this difference is close to the uncertainty of the geobarometers. The majority of crystallisation and melt inclusion entrapment during the 2014-2015 eruption at Holuhraun on the other hand coincides with the melt inclusion entrapment conditions determined in this study (Fig. 1).

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

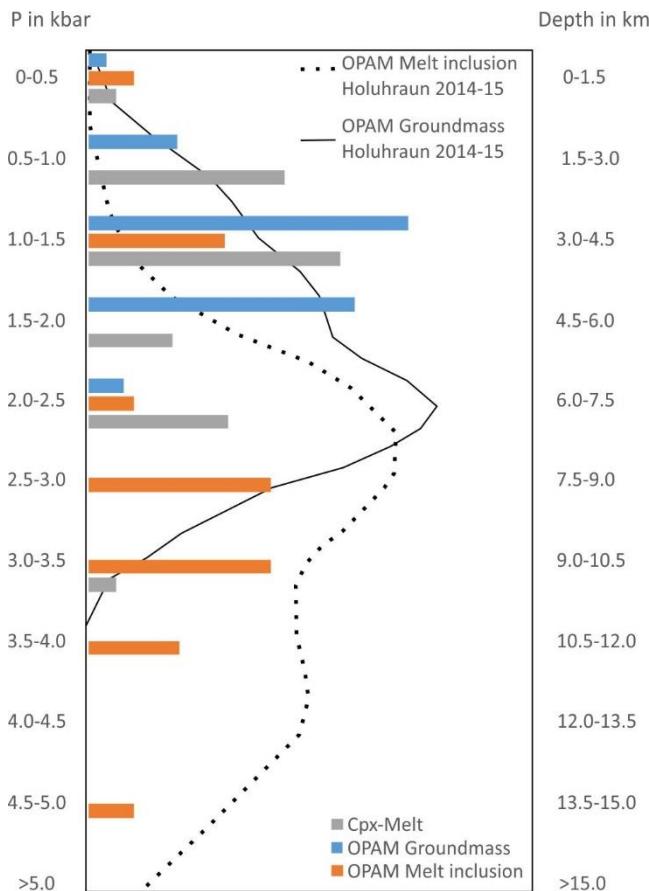


Figure 1: Comparison of groundmass crystallisation and melt inclusion entrapment pressures between the products of Brandur, Fontur, Saxy tuff cones (bars) and the 2014-2015 eruption at Holuhraun (solid and statippled lines). Data from Hartley et al. (submitted).

References:

- Nikolaev G.S., Ariskin A.A., Barmina, G.S., Nazarov, M.A., Almeev, R.R. (2016): Test of the Ballhaus–Berry–Green Ol–Opx–Sp oxybarometer and calibration of a new equation for estimating the redox state of melts saturated with olivine and spinel. *Geochemistry International*, 54/4, 301-320.
- Neave D.A., Putirka, K.D. (2017): A New Clinopyroxene-liquid Barometer, and Implications for Magma Storage Pressures under Icelandic Rift Zones. In press.
- Hartley M.E., Bali E., Halldórson S.A., MacLennan J., Neave D.A.: Petrology and geochemistry of the 2014-2015 eruption at Holuhraun, North Iceland: Melt inclusion constraints on petrogenesis. Submitted to Contributions to Mineralogy and Petrology

Hverjar eru myndunaraðstæður kviku undir Heklu? Efnagreiningar á steindum og gleri í gjósku frá árinu 1158

Ingibjörg Andrea Bergþórsdóttir¹ og Olgeir Sigmarsson^{1,2}

¹ Jarðvísindadeild og -stofnun Háskóla Íslands, Öskju, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík.

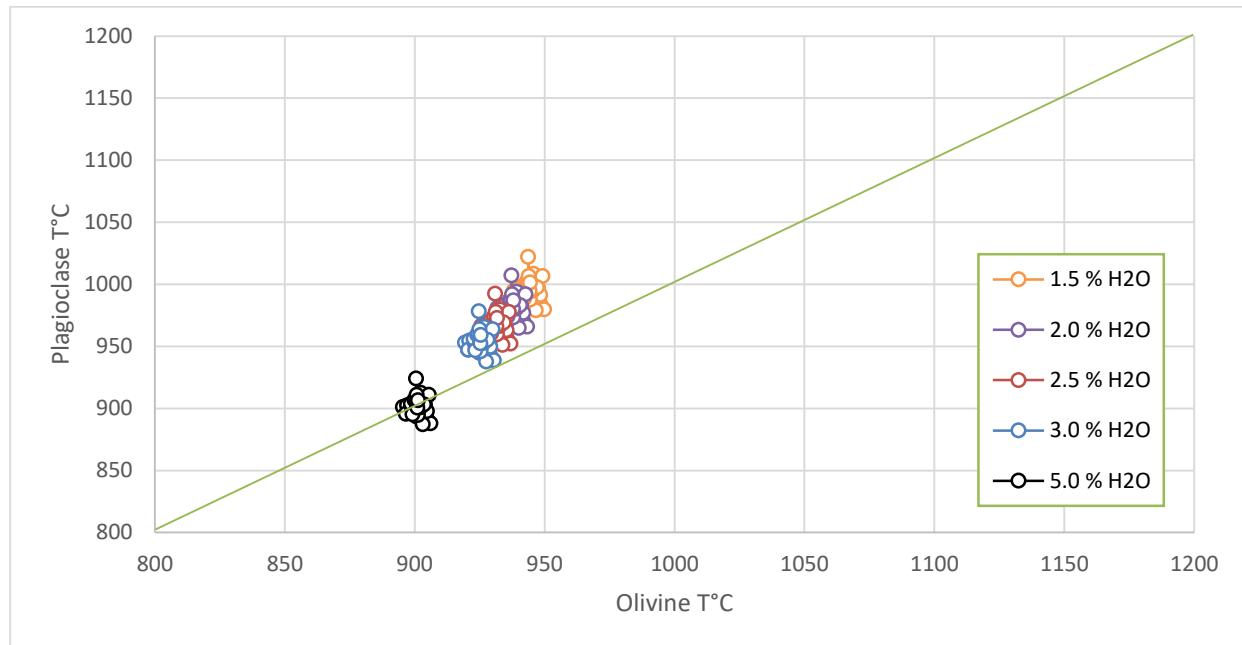
² Laboratoire Magmas et Volcans, CNRS-Université Blaise Pascal, Clermont-Fd., France

Kíslík kvika á Íslandi er talin myndast á tvennan máta. Annars vegar er það með hlutkristöllun á basaltkviku þar sem kristallar skiljast frá bráðinni og hún verður því ríkari af þeim eftum sem ganga verr inn í kristalla eins og kísill (Si), natrúum (Na) og sér í lagi kalíum (K). Hins vegar við hlutbræðslu á vatnaðri skorpu og þá leysast fyrst út þau efni sem síðast gengu inn í kristalla. Sá varmi sem bræðir skorpuna kemur frá basalt kviku sem rís upp frá móttli. Þar sem lítið magn af basalti kemur inn í skorpuna, er hitastigull hennar lágur og því bráðnar hún ekki en kælir basaltið sem með hlutkristöllun getur þróast yfir í kíslíkari kviku. Á hinn bóginn, bráðnar skorpan auðveldlega, að hluta til, þar sem innstreymi basalts er mikið og hitastigull því hár (Martin and Sigmarsson, 2007).

Hekla er ein af virkustu eldstöðvum landsins og helsti framleiðandi súrrar kviku á nútíma. Á forsögulegum tíma hafa orðið nokkur stór plínísk eldgos, þar má nefna þau stærstu H3 og H4. Á sögulegum tíma hafa einnig orðið um 18 lágplínísk til plínísk eldgos (Larsen og Thorarinsson, 1977). Aðeins tvö söguleg eldgos hafa framleitt kviku með kíslíkrustyrk hærri en 66 þunga% en það eru gosið 1104, eða H1, sem er stærsta gosið á sögulegum tíma og næsta gos þar á eftir (Larsen et al., 1999). Gosið 1158 er minna þekkt en áætlað rúmmál gjósku sem upp kom var 0.33 km³. Í þessu gosi rann líklega fyrsta sögulega hraunið úr Heklu, Háahraun, en það er um 0.1 km³ að stærð og hefur sömu efnasamsetningu og 1158 gjóskan (Sigmarsson et al., 1992). Gjóskan hefur tiltölulega þróáða efnasamsetningu miðað við stutt goshlé, en aðeins 54 ár liðu frá 1104 gosinu. Það fellur því ekki að sambandi kíslíkurstyrks (%SiO₂) og lengd goshlés, sem Sigurður heitinn Þórarinsson (1967) fann með ljósbrotsmælingum á gleri fyrstu gjósku gosa frá og með 16. öld. Hvernig og hvar dasít kvikan sem gaus 1158 myndaðist og tengsl hennar við fyrri og seinni gos Heklu eru rannsóknarsþurningar þessa verkefnis. Samsætumælingar og bræðslutilraunir á amfibólíti (vatnaðri basaltskorpu undir þrýstingi) benda eindregið til þess að 10-20% hlutbræðsla skorpu undir Heklu gefi af sér dasítkviku (Sigmarsson et al. 1992).

Vikurmolum 1 sm og stærri var safnað úr gjóskulaginu H1158 í Skjólkvíum við Heklurætur. Gjóskan, eins og Háahraun, er óvenju auðug af kristöllum, af Heklugjósku að ræða, eða nálægt 10 rúmmálsprósentum. Þær steindir sem helst finnast í gjóskunni eru í eftirfarandi magnröð: plagióklas (plag), ólivín (ol), klínópýroxen (kpx), járn-titan oxíð, apatít og sulfíð. Efnagreiningar á gjóskunni sýna að samsetning glersins er að meðaltali 67.3 % SiO₂ (+/- 0.65 staðalfrávik (SF); n=107) eða sambærilegt við áður birtar niðurstöður (Larsen et al. 1999). Gler gjóskunnar er því mjög einsleitt og hið sama gildir um samsetningu ol (X=Fe₂₄ +/- 0.3 SF; n=54). Ólíkt gildir um plag og kpx sem hafa breytilega samsetningu eða frá An₃₅Ab₆₃ til An₅₄Ab₄₅ og #Mg (móhlutfallið MgO/(MgO+FeO) í prósentum) frá 40 til 45. Efnasamsetningar voru gerðar á rima ol, plag og kpx kristalla með örgreini sem og í því gleri sem var utan um þessa kristalla. Beinir og hreinir kristalfletir ol og plag eru í efnafræðilegu jafnvægi við glerið en rúnnaðar útlínur kpx kristalla gefa of lágan jafnvægisstuðul (K_d) fyrir Fe og Mg víxlun á milli kristals og bráðar eða 0.09 - 0.19. Hita- og þrýstingsmælar sem kvarðaðir hafa verið með tilraunum (sjá Putirka, 2008) má beita á þá fasa sem eru í jafnvægi. Olivín kristallaðist við um 900°C sem og plagióklas ef vatnsstyrkur kvikunnar var 5 % (mynd 1). Þessi styrkur H₂O er hinn sami og mældur hefur verið í glerinnlyksum af dasít samsetningu í ol dílum (Lucic et al., 2016;

Portnyagin et al., 2012) sem er í samræmi við 900 °C kristöllunarhitastig ol og plag. Endurspegli gjóskan frá 1158 skorpubráð þá bráðnaði skorpan nálagt 900 °C og gaf af sér dasítbráð með 5% H₂O. Hin vatnaða skorpa hefur þá ekki innihaldið nema 0.5-1% H₂O. Kíslirkasta kvika Heklu hefur aftur á móti allt að 6.2 % vatnsstyrk (Portnyagin et al., 2012) sem til verður eftir 20% hlutkristöllun á dasískri skorpubráð og gýs aðeins í stærstu gosum Heklu.



Mynd 1: Ólivín og plagióklas kristöllunar hitastig. Mismunandi niðurstöður eftir H₂O styrk bráðar eru sýndir. Besta samræmi fæst fyrir H₂O = 5 %.

Heimildir:

- Larsen, G. og Thorarinsson, S. (1977) H4 and other acid Hekla tephra layers. *Jokull* 27:28–46
- Larsen, G. Dugmore A. Og Newton, A. (1999) Geochemistry of historical-age silicic tephras in Iceland. *The Holocene* 9:463–471
- Lucic, G., Berg, A-S. og Stix, J. (2012). Water-rich and volatile-undersaturated magmas at Hekla Volcano, Iceland. *Geochem. Geophys. Geosyst.*, 17.
- Martin, E. og Sigmarsson, O. (2007) Crustal thermal state and origin of silicic magma in Iceland: The case of Torfajökull, Ljósufjöll and Snæfellsjökull volcanoes. *Contrib. Min. Petr.* 153, 593–605.
- Portnyagin, M., Hoernle, K., Storm, S., Mironov, N., van den Bogaard, C. og Botcharnikov, R. (2012). H₂O-rich melt inclusions in fayalitic olivine from Hekla volcano: Implications for phase relationships in silicic systems and driving forces of explosive volcanism on Iceland. *Earth and Planetary Science Letters* 357–358, 337–346.
- Putirka, K. D. (2008). Thermometers and Barometers for Volcanic Systems. *Reviews in Mineralogy & Geochemistry*, 69, 61–120.
- Sigmarsson O, Condomines, M. og Fourcade, S. (1992) A detailed Th, Sr and O isotope study of Hekla: differentiation processes in an Icelandic volcano. *Contrib Mineral Petr* 112:20–34
- Thorarinsson, S. (1967) The eruptions of Hekla in historical times: a tephrochronological study. In: Einarsson, T., Kjartansson, G. og Thorarinsson, S. (eds) *The eruption of Hekla 1947–1948. Societas Scientiarum Islandica I*, Leifur, Reykjavík, pp. 1–177

Eruption source parameters of historical subplinian-Plinian eruptions of Hekla volcano

Maria H. Janebo^{1,2}, Thorvaldur Thordarson³, Bruce F. Houghton¹,
Costanza Bonadonna⁴, Gudrun Larsen⁵ and Rebecca J. Carey⁶

¹ Department of Geology and Geophysics, SOEST, University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu, USA

² Nordic Volcanological Center, Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Reykjavik, Iceland

³ Faculty of Earth Sciences, University of Iceland, Reykjavik, Iceland

⁴ Section of Earth and Environmental Sciences, University of Geneva, Geneva, Switzerland

⁵ Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Reykjavik, Iceland

⁶ School of Earth Science, University of Tasmania, Hobart, Australia

Hekla is one of the most active volcanic systems in Iceland, with more than 50 Holocene eruptions and 18 subplinian-Plinian eruptions since AD 1104. In the period 1970 to 2000, the frequency of such eruptions increased to once every decade. Hekla is currently inflated to above the levels observed prior to the most recent eruptions in 1991 and 2000. In general, the silica content of the initial magma, and the intensity of the opening phase, increases with increasing repose period. Explosive eruptions of Hekla, independent of magma composition, typically start with a subplinian or Plinian phase that produces a sustained ash plume. A future eruption of Hekla is therefore likely to pose a hazard to air traffic between North America and Europe.

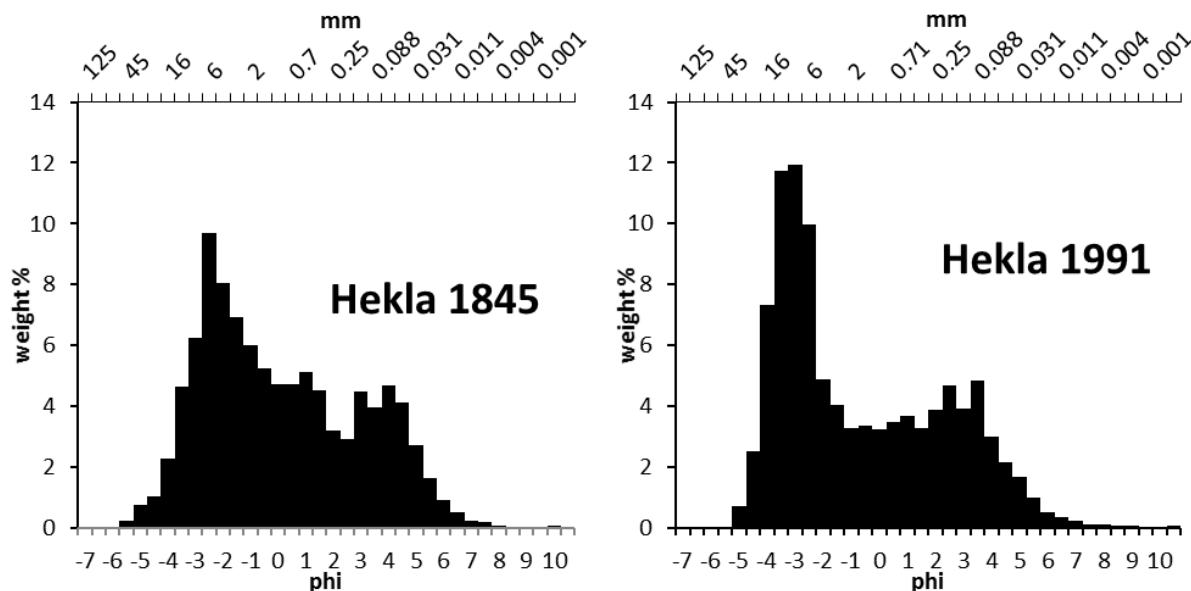
We present an overview of four of the largest historical Hekla eruptions, taking place in 1104, 1300, 1693, and 1766. These eruptions cover a compositional range of rhyolite to andesite, previously estimated Volcanic Explosivity Index (VEI) values of 4 to 5 and with contrasting wind dispersal (dispersal axes NW to NNE). New isopach maps show both greater deposit thicknesses in the proximal region and wider dispersal than previously inferred, resulting in revised volume estimates (minimal values ranging between 0.18 and 0.91 km³). New isopleth maps were compiled and yield inferred plume heights of about 13 to 25 km, with corresponding mass eruption rates of 9.2×10^6 to 1.2×10^8 kg s⁻¹. Various methods of estimating eruptive volume, plume height, and mass eruption rate were used in order to assess the uncertainty in the derived eruption source parameters.

Eldgosin í Heklu 1991 og 1845, heildarkornastærðardreifing og blöðrustærðardreifing gjóskunnar frá upphafsfasanum.

Jónas Guðnason^{1,2}, Þorvaldur Þórðarson¹, Guðrún Larsen² og Bruce Houghton³

¹ Háskóli Íslands, Jarðvísindadeild, ²Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands, ³Hawaii Háskóli, Jarðvísindadeild.

Upphafsfasi Heklu gosa er gríðarlega öflugur sprengifasi og myndar háan gosmøkk á stuttum tíma með verulegu gjóskufalli (t.d. Karl Grönvold o.fl., 1983; Ágúst Guðmundsson o.fl., 1992; Guðrún Larsen o.fl., 1992; Níels Óskarsson, 1980; Sigurður Þórarinsson og Guðmundur Sigvaldason, 1972). Til að rannsaka sprengivirknina í Heklugosunum 1991 og 1845 hefur útbreiðsla gjóskufallsins verið kortlöögð, heildarkornastærðardreifing gjóskunnar endurbyggð og blöðruinnihald gjóskunnar mælt. Heildarkornastærðardreifing gjóskulaganna beggja er tvítoppa með ráðandi gosmalar topp og veikari öskutopp. Gjóskulag Heklu 1845 er með miðgildið um $-2.5 \varphi / 6 \text{ mm}$ fyrir gosmalar toppinn og miðgildi ösku topssins er $4 \varphi / 0.063 \text{ mm}$, en í gjóskunni frá Hekla 1991 er með miðgildi gosmalar topssins $-3.5 \varphi / 11 \text{ mm}$ og miðgildi ösku topssins er $3.5 \varphi / 0.09 \text{ mm}$ (1. mynd). Til samanburðar hefur blöðurstærðardreifing gjóskunnar verið athuguð þar sem tíðasta gildið er frá 0.14–0.72 mm í gjóskunni frá Heklu 1991 og 0.16–0.29 mm í gjóskunni frá Heklu 1845.



1. mynd : Heildarkornastærðardreifing gjóskufallsins frá upphafsfasa Heklugosanna 1991 og 1845. Báðar dreifingarnar eru tvítoppa, með ráðandi gosmalar topp og hlutfalslega minni ösku topp.

Niðurstöður benda til breytileiki milli gosanna í framgangi og sundrunarferlum. Upphafsfasinn árið 1991 var með tveimur púlsum, sem benda til afgösunar samfara opnunar á gosrás og meiri ákefðar undir lok upphafsfasans. Gögning úr gjóskunni frá upphafsfasa gossins árið 1845 benda til viðvarandi virkni með mestri ákefð í upphafi gossins sem svo dvínaði jafnt og þétt með tíma samfara dvínandi nýmyndun blaðra.

Áður hefur verið bent á að líklega sé ákefð Heklugosa mest í gosbyrjun (t.d. Hekla 1947; Sigurður Þórarinsson, 1949). Niðurstöður okkar sýna að upphafsfasi Heklu 1845 var öflugastur í byrjun og sannreina þá kenningu að ákefðinn fer dvínandi með tíma. Á hinn bóginn benda gögnin frá Heklu 1991 að afl gossins hafi aukist með tíma í upphafs sprengifasanum, sem bendir til breytileika sem ekki hefur verið lýst áður í Heklugosum.

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

Heimildaskrá:

- Grönvold, K., Larsen, G., Einarsson, P., Thorarinsson, S., Saemundsson, K., 1983. The Hekla Eruption 1980-1981. Bull. Volcanol.
- Gudmundsson, A., Oskarsson, N., Grönvold, K., Saemundsson, K., Sigurdsson, O., Stefansson, R., Gislason, S.R., Einarsson, P., Brandsdottir, B., Larsen, G., Johannesson, H., Thordarson, T., 1992. The 1991 eruption of Hekla, Iceland. Bull. Volcanol. 54, 238–246.
- Guðnason, J., Þórðarson, Þ., Houghton, B., 2014. Hekla og elgosið 1845: Gjóskufallið og sundrun kvíkunnar í upphafi gossins. Ágrip, Jarðfræðafélag Íslands, Haustfundur.
- Höskuldsson, Á., Óskarsson, N., Pedersen, R., Grönvold, K., Vogfjörð, K., Ólafsdóttir, R., 2007. The millennium eruption of Hekla in February 2000. Bull. Volcanol. 70, 169–182.
- Larsen, G., Vilmundardóttir, E.G., Thorkelsson, B., 1992. Heklugosið 1991 : Gjóskufallið og gjóskulagið frá fyrsta degi gossins. Náttúrufræðingurinn 61, 159–176.
- Óskarsson, N., 1980. The interaction between volcanic gases and tephra: fluorine adhering to tephra of the 1970 hekla eruption. J. Volcanol. Geotherm. Res. 8, 251–266.
- Thorarinsson, S., 1968. Heklueldar. Rangæingafélagið, Reykjavík.
- Thorarinsson, S., 1949. The eruption of Hekla, 1947-1948, II 3: The tephra-fall from Hekla on March 29, 1947. Soc. Sci. Islandica 68.
- Thorarinsson, S., Sigvaldason, G.E., 1972. The Hekla Eruption of 1970. Bull. Volcanol. 36, 269–288.

A branched magma feeder system during the 1669 eruption of Mt. Etna: evidence from a time-integrated study of zoned olivine phenocryst populations

Maren Kahl^{1, 2, 3*}, Marco Viccaro^{4, 5}, Teresa Ubide^{6, 7}, Daniel J. Morgan³, and Donald B. Dingwell²

¹IES, University of Iceland, Sturlugata 7, IS-101 Reykjavík, Iceland

²DoEES, LMU Munich, Theresienstrasse 41, 80333 München, Germany

³SEE, University of Leeds, LS2 9JT Leeds, United Kingdom

⁴Università di Catania, Corso Italia 57, I-95129, Catania, Italy

⁵INGV-Sezione di Catania, Piazza Roma 2, I-95125 Catania, Italy

⁶Department of Geology, Trinity College Dublin, Dublin 2, Ireland

⁷SEES, The University of Queensland, Brisbane, QLD 4072, Australia

The 1669 eruption of Mt Etna was one of the most voluminous and devastating of its flank eruptions in historical times. Despite a large body of relevant research, knowledge of the timing and duration of magma transfer and magma recharge through the internal plumbing system preceding and during the eruption is still limited. To address that lack of knowledge, we apply a three-way integrated method, linking Systems Analysis of crystals, a time-integrated study of zoned olivine populations, and a forward-modelling approach using thermodynamic calculations. Analysis of 202 olivine crystals erupted during the initial (pre-March 20, i.e. *SET1*) and the final (post-March 20; i.e. *SET2* and *MtRs*) stages of the eruption reveals the existence of three different Magmatic Environments (MEs) in which the majority of the olivine cores [M_1 (=Fo₇₅₋₇₈)] and rims [i.e. M_5 (=Fo₅₁₋₅₉) and M_3 (=Fo₆₅₋₆₉)] formed.

Application of the *rhyolite-MELTS* software enabled us to constrain the key intensive variables associated with these MEs. We find that temperature, water content and oxidation state vary between these MEs. Application of diffusion modelling to the zoned olivine crystals enabled us to reconstruct the timing and chronology of melt and crystal transfer prior to and during the 1669 flank eruption. We find, that following the formation of the olivine cores [M_1 (=Fo₇₅₋₇₈)], the reservoir M_1 was intruded by batches of more evolved, degassed and possibly aphyric M_5 -type magma, commencing 1.5 years prior to eruptive activity. This is the origin of the *SET1* olivine rims (i.e. Fo₅₁₋₅₉). In the months prior to eruption, timescale data show that recharge activity along the newly established pathway M_1 - M_5 increased notably. Starting in November 1668, only a few weeks after the first intrusive episode into the M_1 reservoir, a second pulse of magma injections (M_3 -type magma) occurred and a new pathway M_1 - M_3 opened; this is how the *SET2* olivine rims (i.e. Fo₆₅₋₆₉) formed. For several weeks a bifurcated transport system with two dominant magma pathways developed along M_1 - M_5 and M_1 - M_3 dyke injections. Accompanied by vigorous seismicity, in the immediate days prior to eruption the local magma transfer dynamics changed and the M_1 - M_5 recharge activity slowed down, as shown by a relative lack of crystals recording shorter timescales. M_1 - M_3 recharge, however, remained high and persisted following the eruption onset on March 11, during which the *SET1* lavas were drained. We believe that the change of the local magma transfer dynamics might be linked to changes in the local stress field brought on during eruption. This may potentially have been due to repeated dyke injections into Etna's shallow plumbing system disrupting the early M_1 - M_5 pathway and at the same time stabilizing the M_1 - M_3 route as a dominant feeder. This transfer of system feeding would reproduce the observed syn-eruptive recharge and mixing in the weeks following eruption onset, culminating in the eruption of the later *SET2* lavas.

Kornalögun og samband yfirborðsvatns og kviku

Katrín Steinþórsdóttir og Ármann Höskuldsson

Háskóli Ísland, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík (kas68@hi.is)

Gosið í Grímsvötnum 2011 var stærsta gosið í megineldstöðinni síðan árið 1873. Gosið stóð yfir í sjö daga frá 21. til 28. maí. Í heild kom $0,2\text{--}0,3 \text{ km}^3$ magn af efni upp á þessum tíma, miðað við $0,02 \text{ km}^3$ í gosinu þar á undan árið 2004. Mest af efninu kemur upp á fyrstu tveim dögum gossins. Gosmökkurinn stígur upp í $15\text{--}20 \text{ km}$ hæð og gjóskað dreifist um stórt svæði til Skandinavíu, Bretlands og norður til Jan Mayen. Þetta hefur áhrif á íbúa landsins og á flug umferð.

Þar sem Grímsvötn eru staðsett undir ís er búist við að gosin séu að mestu leyti freaótómagmatísk, þar sem vatn á yfirborði veldur því að kvikan tætist í sundur. Þetta hefur aðal áhrif á kornalögun gjóskunar og er gjóskað í þessum gosum oft fínkornóttari. Magmatísk gos eru hinsvegar þar sem gösin í kvikunni valda tætingu kvikunnar. Vegna stærð gossins 2011 er rýnt í kornalögun á fimm sýnum til þess að skilja gosið betur.

Sýni voru tekin 28. júlí 2011, um tveimum mánuðum eftir byrjun gossins. Þau voru tekin í Háubungu í Vatnajökli sem er staðsett 7 km suður af eldstöðinni úr sniði 25/05/11-S3. Þau voru tekin úr fimm fösum yfir fyrstu 36 klukkustundirnar af gosinu. Sýni 1 er úr byrjun gossins og síðan fylgja hin með reglubundnum hætti eftri framgangi gossins. Eftir að sýnin voru þurrkuð voru þau hand sigtuð og sett í Seismograph til að fá rétta kornastærðardreifingu. Það er áberandi munur á sýnum 1,3 og 5 miðað við sýnin 2 og 4. Sýni 2 og 4 eru grófkornóttari og því jafnvel með minni áhrif frá yfirborðsvatni.

Til að skoða kornalögun sýnanna voru stærðirnar 3ϕ og 4ϕ skoðuð og mynduð í SEM og borin saman. Ef kvikan hefur verið tætt upp vegna yfirborðsvatns á leið upp á yfirborðið þá eru gjóskukornin þéttari í sér, kassalaga með köntuðum hliðum. Mörg af kornunum í þessum sýnum voru með þessari lögum en einnig voru mörg korn blöðrótt. Sum kornin voru aðeins með litlum blöðrum en önnur með litlum og stórum blöðrum og enn önnur með ílöngum blöðrum. Hlutfall þéttu, kassalegu kornanna var fundið fyrir stærð 3ϕ . Hlutföllin voru milli 19% til 27% nema í sýni 3 þar sem hlutfallið var aðeins 4%. Til að skoða þetta betur verða þessi hlutföll líka skoðuð fyrir stærð 4ϕ . Aukalega var skoðað lengd blaðranna í hverju sýni og reiknað meðaltað þeirra eða um $18\text{--}28 \mu\text{m}$. Einig verða sýnin sett í tækið Particle InsightTM til að fá betri heildar kornalögun. Með því tæki er hægt að finna hversu mikil áhrif yfirborðsvatnið hafði á kvikunni gegnum fasana í gosinu.

Mapping ground deformation with Sentinel-1 InSAR Interferometry in Iceland: Initial results and future prospects

Siqi Li, Vincent Drouin and Freysteinn Sigmundsson

Nordic Volcanological Center, Institute of Earth Sciences, University of Iceland

Sentinel, a new satellite fleet launched by European Space Agency, opens a new chapter for radar technique applications in geodesy. When fully operational the Sentinel satellite constellation will carry six different missions, with two satellites in each mission to fulfil revisit and coverage requirements. Sentinel-1A and Sentinel-1B were launched on April 2014 and April 2016, which orbiting 180° apart. Sentinel-1A and 1B together provide C-band synthetic imaginary radar image up to every 6 days, regardless of the weather and time. Sentinel-1 has already been applied in research such as land-surface monitoring for motion risk, earthquake displacement monitoring in Italian earthquake, and studies of magma movements associated with eruptions.

Previous synthetic aperture radar image acquisitions over Iceland used to map ground deformation, such as Radarsat-2, TerraSAR-X, Cosmo-SkyMed, have provided much poorer temporal resolution on routine basis. For example, TerraSAR-X and Radarsat-2 provides 66 images in Krafla area from 2009-2017. On the other hand, since Sentinel 1 began operation in November 2014, it has provided a total of 200 images up to now over the same area, and is keep producing new images.

The temporarily dense imaging enables a large number of multiple interferograms to be formed over the same area, allowing stacking of interferograms and averaging to reduce the effects of noise such as due to troposphere and ionosphere. Assuming each interferogram has random noise with variance σ^2 , then average of N interferograms will have a variance of σ^2/N . Stacking of multiple interferograms from Sentinel-1 can thus reduce noise level significantly.

We present examples of the monitoring of ground deformation in volcanic areas in Iceland, including Krafla, Theistareykj and central Iceland. For the interferometric analysis, we have formed interferograms with the ISCE (InSAR Scientific Computing Environment) software. Stacking of four 1-year interferograms from Krafla area spanning summer 2015 to 2016 reveals signals consistent with deformation rates of 1-2 cm/yr, including a localized deflation signal over the Krafla geothermal field. In central Iceland, we observe clearly post-emplacement contraction of the 2014-2015 Holuhraun lava field. Similar analysis procedures, over longer time intervals, are expected to provide new constraints on deformation in many areas in Iceland.

Radiative geothermal heat flux anomalies in Theistareykir geothermal field using Landsat 8 satellite images

Lucia Magali and Ramirez Gonzalez

University of Iceland

Calculating and mapping radiant geothermal flux anomalies in Theistareykir geothermal field forms part of a project which aims to use satellite images to measure, map, and monitor geothermal activity over geothermal areas in Iceland.

Radiation is the most straightforward way to calculate heat flux density (M_{rad}), and since heat loss from fumaroles and hot springs is mostly radiative (Harris, 2013), radiative heat flux was obtained from the thermal anomalies temperature (T_0) and ambient temperature (T_a), using the next equation, where ε is emissivity and σ the Stefan Boltzmann constant.

$$M_{rad} = \varepsilon\sigma(T_0^4 - T_a^4)$$

Thermal anomalies and ambient temperatures were calculated using a Landsat 8 data set acquired on October 4th, 2016. The scene was acquired during the day, but because of the daylight in Iceland during October, is still suitable for thermal calculations.

According to Planck's function and Wein's displacement law, at a given wavelength, spectral radiant exitance will increase with temperature of a blackbody, and as temperature increases, the wavelength of peak spectral radiant exitance moves to shorter wavelengths. Thermal anomalies were observed in the Near-infrared, and are consistent with geothermal manifestations mapped by Saemundsson (2007) and Kristinsson (2013a). Calculated temperatures using Planck Function are in the range of 33 to 36°C. Ambient temperature was calculated with Thermal-infrared, using the Split-window algorithm for land surface temperature (Sobrino et al., 2014), giving an average of 10°C surrounding the thermal anomalies.

Obtained heat flux densities of thermal anomalies are in the range of 128-153 Wm⁻² (figure 1), values that agree with heat flux densities of other geothermal areas around the world, for example radiant emittance anomalies calculated in Yellowstone using Aster data are around 80-210 Wm⁻² (Vaughan et al., 2012).

This is an ongoing project and more detailed analysis will be done, including to solve the thermally mixed pixel problem due to the spatial resolution of the images, as well as more methods for heat flux calculation which atmospheric parameters and heat transfer coefficient need to be carefully controlled. Direct measurements for validation will be also part of the project.

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

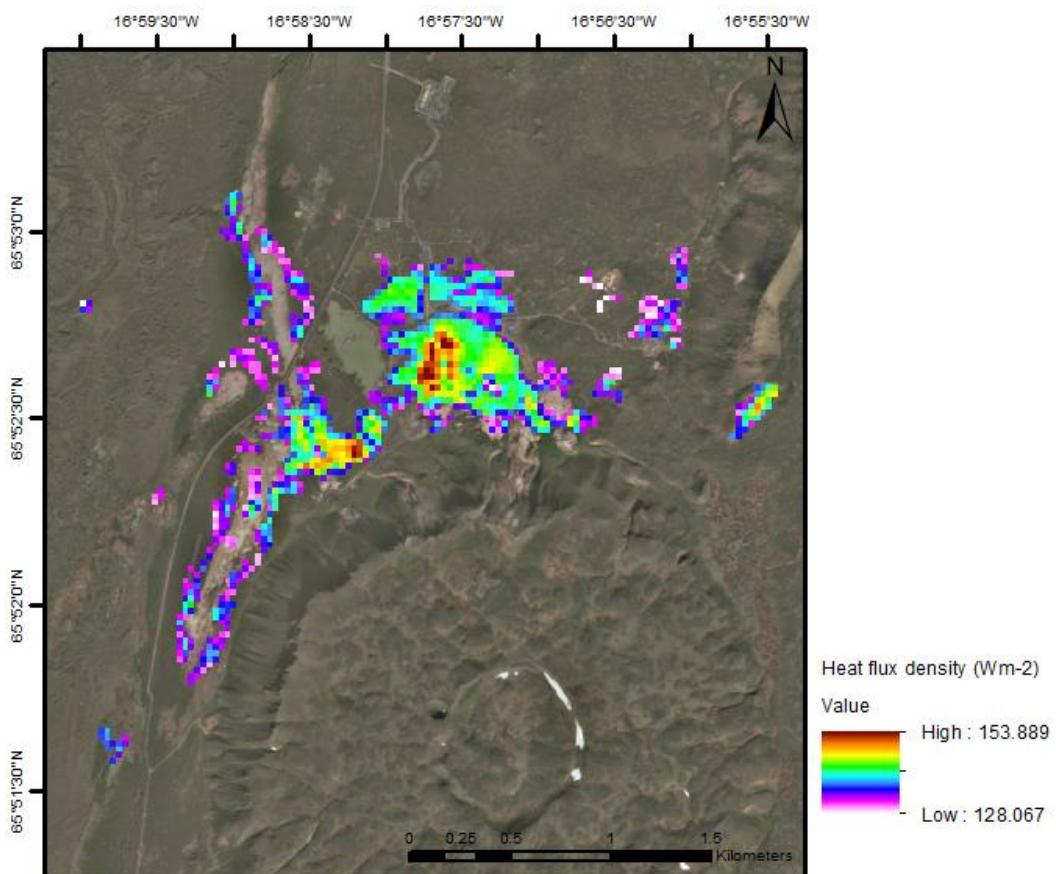


Figure 1. Radiative geothermal heat flux anomalies in Theistareykir geothermal field.

References

- Harris A. (2013). *Thermal remote sensing of active volcanoes: A user's manual*. Cambridge University Press.
- Kristinsson, S.G., Friðriksson, Th., Ólafsson, M., Gunnarsdóttir, S.H., and Níelsson, S., (2013)a. *The Theistareykir, Krafla and Námafjall high-temperature geothermal areas. Monitoring of surface activity and groundwater*. Iceland GeoSurvey, report ÍSOR-2013/037, 152 pp.
- Saemundsson, K. (2007). *Jarðfræðin á Þeistareykjum. Report*, ISOR-07270.23 s.
- Sobrino, J.A., Jimenez-Muñoz, J.C., Skokovic, D., Mattar, C., and Cristóbal, J. (2014). *Land Surface Temperature Retrieval Methods from Landsat-8 Thermal Infrared Sensor Data*. IEEE Geoscience and remote sensing letters, Vol.11, No. 10.
- Vaughan, G.C., Lowenstern, J.B., Keszthelyi, L.P., Jaworowski, C., and Heasler H. (2012). *Mapping temperature and radiant geothermal heat flux in Yellowstone geothermal system using ASTER Thermal Infrared data*. GRC Transactions, Vol. 36.

Öskjusig í Bárðarbungu, Holuhraunsgosið 2014-15 og stórgos á Íslandi

Magnús T. Guðmundsson¹, Freysteinn Sigmundsson¹, Olgeir Sigmarsson¹, Sæmundur Ari Halldórsson¹, Kristín Jónsdóttir², Kristín S. Vogfjörd², Páll Einarsson¹, Andrew Hooper³, Eoghan P. Holohan⁴, Benedikt G. Ófeigsson², Martin Hensch², Gunnar B. Guðmundsson², Stephanie Dumont¹, Michelle M. Parks¹, Thórdís Högnadóttir¹, Kristján Jónasson⁵, Sigrún Hreinsdóttir⁶, Marco Bagnardi³, Simone Cesca⁴, Thomas Walter⁴, Torsten Dahm⁴, Vala Hjörleifsdóttir⁷ and Tobias Dürig¹

¹ Nordvulk, Jarðvísindastofnun Háskólags.

² Veðurstofa Íslands.

³ Centre for the Observation and Modelling of Earthquakes and Tectonics (COMET), School of Earth and Environment, University of Leeds.

⁴ GFZ Potsdam, Sect Phys Earthquakes & Volcanoes.

⁵ Faculty of Industrial and Mechanical Engineering and Computer Science, University of Iceland.

⁶ GNS Science.

⁷ Univ Nacl Autonoma Mexico, Dept Sismol, Inst Geofis.

Á nokkurra alda fresti verða stórgos á Íslandi, yfirleitt flæðigos sem mynda stórar hraunabreiður. Dæmi frá því eftir landnám eru Skaftáreldahraun (1783-84) Eldgjárhraun (934-38) og Fjallsendahraun (Frambruni, 13. öld) í Ódáðahrauni. Á áttunda áratug síðustu aldar vorpuðu Kröflueldar ljósi á hvernig hreyfingar á flekaskilunum verða í gliðnunarhrinum á eldstöðvakerfum samfara mikilli inniskotavirkni og eldgosum. Sett var fram sú kenning að kvíku-hreyfingarnar væru einkum láréttar, þar sem kvika flæddi út frá miðlægu kvíkuhólfi í rótum megineldstövar. Voru þessar hugmyndir einkum studdar jarðskjálfta- og mælingum á gliðnuninni. Um sama leyti voru settar fram hugmyndir um að stórgos tengdust láréttu kvíkuflæði og öskjusigi í megineldstöð. Ekki voru allir á eitt sáttir um þessar skyringar. Fram komu ábendingar um að einfaldara væri að skýra atburðarás í Kröflu, Skaftárelendum og fleiri gosum með samhliða virkni í megineldstöð og á sprungusveim þar sem kvikan kæmi lóðrétt upp, en ekki úr miðlægu kvíkuhólfi.

Haustið 2014 hófust mikil umbrot í Bárðarbungu og norðausturhluta eldstöðvakerfis hennar. Sameignleg túlkun jarðskjálfta- og aflögunarmælinga benti eindregið til þess að kvika bryti sér leið til norðausturs frá Bárðarbungu. Eftir 15 daga umbrot hófst eldgos í Holuhrauni, um 45 km norðaustan Bárðarbungu. Þetta gos varð áður en yfir lauk það staersta hér á landi frá Skaftárelendum. Upp komu um 1,5 km³ af hrauni. Rúmmál gangs milli Bárðarbungu og Holuhrauns er talið hafa verið um 0,5 km³ þ.a. heildarrúmmál kviku í þessum umbrotum er nálægt 2 km³. Samhliða gangainniskotinu og gosinu varð 65 metra öskjusig í Bárðarbungu. Sigið var skálarlaga og án skarpra jaðra á yfirborði. Það varð meira en 1 metri á 100 km² svæði. Heildarrúmmál sigsins er tæplega 2 km³. Dýpi niður á kvíkuhólfið undir Bárðarbungu er metið um eða yfir 10 km, bæði samkvæmt bergfraðilegum þrýstimælum og líkönum af aflögum. Túlkun safns margskonar gagna og líkana sem spenna jöklamælingar, aflögum, jarðskjálftafræði og bergfræði bendir eindregið til þess að atburðarásin hafi hafist með því að kvíkuhólf undir Bárðarbungu hafi brostið og kvikan leitað fyrst til suðausturs og síðan til norðausturs. Á 5. degi umbrotanna fór miðja eldstöðvarinnar að síga um hrинглага misgengi. Öskjusig var hafið. Sigið var hraðast fyrstu tvær vikurnar, um einn metri á dag, en síðan dró úr því hægt og bítandi. Öskjusiginu fylgdi mikil jarðskjálftavirkni og tengsl sáust milli stórra skjálfta í öskjunni og

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

smáskjálfta á leið kvíkunnar til Holuhrauns. Þegar gosinu lauk í lok febrúar 2015 hætti öskjusigið. Á þessu sex mánaða tímabili fylgdi bæði öskjusigið og kvikuflæði í Holuhrauni sama veldisfallinu. Á fyrstu dögum umbrotanna olli hratt flæði kvíkunnar út úr hólfinu þrýstilækkun. Þrýstilækkunin varð til þess hreyfing fór af stað á hinu sporöskjulaga misgengi sem markar Bárðarbunguöskjuna. Við það lagðist þakið ofan á hólfíð og hélt eftir það uppi þrýstingi í því. Þrýstimunurinn milli Bárðarbungu og Holuhrauns keyrði kvikuflæðið út úr hólfinu. Lykilatriði hér er hæð megineldstöðvarinnar yfir gosstað. Þrýstimunur ræðst þá að mestu leyti af meiri þunga bergsúlunnar inni í Bárðarbungu en á gosstaðnum í Holuhrauni. Hliðstæð atburðarás kann að hafa átt sér stað í Grímsvötnum samfara Skaftárelendum og í Kötlu samfara Eldgjárgosinu, eins og Haraldur Sigurðsson og Steve Sparks bentu á 1978. Kvíkumagnið í þeim gosum var stærðargráðu meira en í Holuhrauni. Ástæður þess að gosin 1783-84 og 934-38 voru miklu stærri en í Holuhrauni gætu verið að gliðnun hafi verið meiri í fyrrnefndu hrinunum þ.a. gangurinn og þar með flæðileið kvíkunnar hafi verið víðari. Þá gætu hólfin hafa verið þykkari og í þeim meiri kvika. Einnig kann að vera að dýpi niður á kvíkuhólf eigi hlut að máli.

The nature of explosive activity during the 10th century Eldgjá fissure eruption, southern Iceland.

William M. Moreland^{1, 2}, Thorvaldur Thordarson², Bruce F. Houghton³
and Gudrun Larsen¹

¹ Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Askja, Sturlugata 7, 101 Reykjavík,
Iceland

² Faculty of Earth Sciences, University of Iceland, Askja, Sturlugata 7, 101 Reykjavík, Iceland

³ Department of Geology and Geophysics, SOEST, University of Hawai'i at Mānoa, Honolulu,
HI 96822, USA

The 10th century Eldgjá flood lava event is the largest eruption in Iceland in historical time (i.e. the last 1140 years) and erupted 21 km³ of magma, 19.7 km³ as lava and about 1.3 km³ as tephra (all volumes are given as dense rock equivalent). Activity began in the southwest beneath the Mýrdalsjökull glacier and progressed to the northeast with time to form a 70 km long vent system. The tephra was formed in at least 13 separate explosive episodes originating initially from subglacial and later subaerial fissure segments along the vent system, producing a sequence of phreatomagmatic and magmatic tephra deposits more than 2.5 m thick at distance of 10 km from the vents. Unit 7 (magmatic) and unit 8 (phreatomagmatic) were studied in detail. Both units were dispersed to the east-southeast from 13 to 17 km high eruption columns. Unit 7 deposit has a volume of 0.02 km³ and has a positively-skewed unimodal total deposit grain-size distribution with a mode at -2.5 φ and a median grain-size of -2.2 φ. Unit 8 has a volume of 0.03 km³ and a bimodal total deposit grain-size distribution with broad peaks at 0.0 φ and 5.0 φ. Hence, the total deposit grain size distribution for the magmatic versus the phreatomagmatic units are distinct and record different fragmentation histories. However, the high clast vesicularity (61-80%) along with identical vesicle-size distributions for both units show that the magma erupted in the phreatomagmatic phase featured identical vesiculation (i.e. nucleation and growth of bubbles) as the magma erupted in the magmatic phase. Hence, in the case of the phreatomagmatic phase the external water came into contact with the magma after it was fully vesiculated or in other words at the time of venting. We take this to indicate that the contribution of the external water to magma interaction was confined to enhancing fragmentation an already formed lapilli-size foam of the magma upon venting via quenched granulation and its contribution to enhancing the intensity of the explosive phases was minimal.

A relatively deep mantle source signature in olivine macrocysts from Eyjafjöll

Paavo Nikkola^{1*}, Guðmundur H. Guðfinnsson¹ and Enikő Bali^{1,2}

¹ Nordic Volcanological Center, Institute of Earth Sciences, Sturlugata 7, 101 Reykjavík, ICELAND (*correspondence: paavo@hi.is)

² Faculty of Earth Sciences, University of Iceland, Sturlugata 7, 101 Reykjavík, ICELAND

Olivine is usually the first mineral to crystallize from primitive mantle-derived magmas. Consequently, the composition of first-formed high forsterite (Fo) olivine macrocysts can be used to constrain the composition of near-primary melts and the nature of mantle melting.

Unlike in many other hot spots (e.g. Hawaii), where garnet-pyroxenite is inferred to be the dominant melt-generating lithology in the mantle, the trace element contents of olivine macrocysts in Iceland are consistent with lherzolite as the source for basaltic magmas (Herzberg 2016). However, this conclusion is based on measurements of samples from a limited number of volcanic systems. We have conducted new high-precision microprobe analyses of olivine in basalts from different volcano-tectonic environments in Iceland. Locations so far included are Mosfellsheiði and Háleyjabunga in southwestern Iceland; Berserkjahraun on Snæfellsnes Peninsula; Hvammsmúli and Brattaskjól in Eyjafjöll, Southern Iceland; and Kistufell in the central highlands. For most locations, our new data support normal mantle lherzolite as the primary mantle source. However, Hvammsmúli and Brattaskjól ankaramites in Eyjafjöll are anomalous, with a large proportion of the olivine grains richer in Ni and poorer in Mn than earlier reported from Iceland. Analyzed Fo₈₇₋₉₀ olivine macrocysts from Hvammsmúli ($n=54$) have an average Ni content of 2812 ± 272 ppm (1σ STD), and 22% of them have Ni >3000 ppm, which is higher than expected for olivine that crystallized from common lherzolite-derived melts.

Because of the strong temperature dependency of Ni partitioning between olivine and liquid, the parental melt of the analyzed Eyjafjöll olivine macrocysts could be deep (high temperature and pressure) melt of lherzolite. Alternatively, the parental melt could be partially sourced by Ni-rich melts of garnet-pyroxenite. In both scenarios, at least a portion of the melt most likely originates from relatively deep mantle regions. This is because garnet-pyroxenite has lower solidus and starts to melt at higher pressure compared to normal mantle lherzolite. It is rather curious that we find this deep melting signature from olivine trace element data in South Iceland but not in samples from the Snæfellsnes volcanic system. In fact, olivine compositions from Snæfellsnes are contradictory to our new results from Eyjafjöll, as they are in very good accordance with crystallization from melts of normal mantle lherzolite. This is somewhat surprising, as one would expect similar processes acting in alkalic and transitional alkalic off-rift volcanic systems. To refine our interpretations, and to further constrain the range of mantle signatures in Icelandic olivine, further analyses are being conducted.

Acknowledgement: Atli Hjartarson skillfully prepared the samples.

References

- Herzberg, C., Vidito, C., and Starkey, N.A. (2016) Nickel-cobalt content of olivine record origins of mantle peridotite and related rocks. American mineralogist, 101, 1952–1966.

Eðli kvíkukerfis Grímsvatna og stærð gosa

Olgeir Sigmarsson^{1,2}, Baptiste Haddadi² og Guðrún Larsen¹

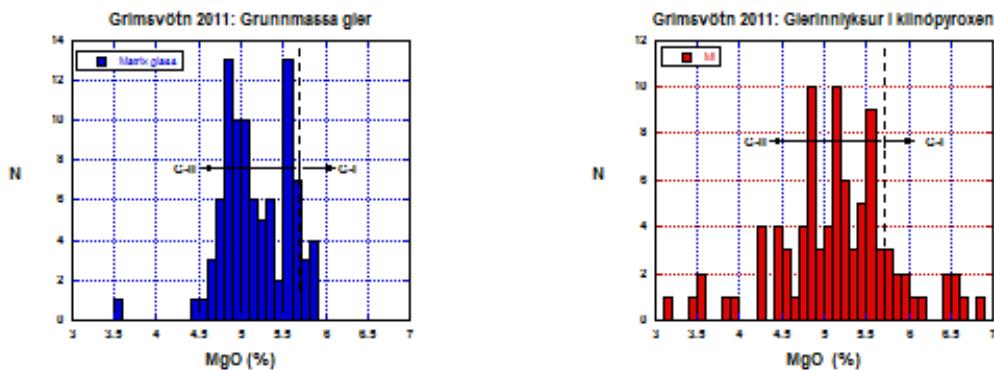
¹ Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands, 101 Reykjavík

² Laboratoire Magmas et Volcans, Université Clermont Auvergne, France

Hvað veldur misstórum gosum í virkum eldfjöllum er trúlega flókið samband innri kvíkuþrýstings og styrkleika umliggjandi grannbergs. Fá eldfjöll sýna jafn reglulega hegðun og Hekla þar sem stærð sögulegra gosa virðist vera bein afleiðing lengdar undangengis gosshléss. Öðru máli gegnir um Grímsvötn sem gjósa litlu kvíkumagni eða miklu (t.d. 2004 og 2011 gosin) óháð því hversu langur tími líður á milli gosa. Það virðast því vera ólík ferli að verki undir þessum virkustu eldstöðvum landsins sem valda misstórum gosum. Innflæði basaltkviku að neðan og inn undir Eyjafjallajökul og meðfylgjandi þrýstiléttir leiddi til myndunar kvíkugasfasa sem safnaðist saman undir og/eða í kíslírkri afgangskviku í u.p.b. 300 daga (Sigmarsson o.fl., 2015). Við myndun gasfasa úr kviku losnar varmi úr læðingi sem hitar gasið og þenst það því út sem valdið getur nægum þrýstingi til að gasrík kvika brjóti sér leið til yfirborðs. Kann slíkt hið sama, þ.e. samsöfnun á kvíkugasi ættuðu úr djúpstæðri kviku, að eiga við um Grímsvötn?

Efnagreiningar á Grímsvatnagjósku leiða í ljós að tvær basaltkvíkur (nefnar G-I og G-II) hafa gosið á svipuðum tímabilum drjúgan hluta hlýskeiðsins (Óladóttir 2009). Nákvæmar snefilefnagreiningar á gjósku sem fíll á Vatnjökull frá því um árið 1200 afhjúpa reglulega stígandi í þróun basaltkvíkunnar (Sigmarsson o.fl. 2017). Þessi stígandi er rofin með stærri gosum af eilítið frumstæðari samsetningu á u.p.b. 150 ára fresti, sem kann að vera afleiðing af innspýtingu djúpættaðrar og gasríkrar kviku. Hin sveiflukennda virkni virðist haldast í hendur við lotur í gostiðni eldfjallsins (Larsen o.fl., 1998) og að einhverju leyti við stórra skjálfta á Suðurlandsbrotabeltinu (Stefánsson og Halldórsson, 1988). Síðasta gos Grímsvatna framleiddi 0,25-0,3 km³ af kviku (Hreinsdóttir et al., 2014) og var af annari stærðargráðu en t.d. litlu 20. aldar gosin. Samsetning gjóskunnar er mun frumstæðari (t.d. hærri styrkur Cr og Ni og mun lægra Th) en í gjósku undangenginna gosa. Örgreiningar á gjóskuglerinu leiða í ljós óvenju dreifða samsentingu ($MgO = 4.4 - 5.9\%$) eða gler af bæði frumstæðari basaltsamsetningunni G-I og þeirri þróaðri og algengari G-II (mynd 1). Enn dreifðari samsetningu er að finna í glerinnlyksum ($MgO = 3.1 - 6.8\%$) sem innilokuðust við kristöllun snemma í kvíkublöndunarferlinu. Breytileg samsetning steindanna plagióklas og klínópyroxen (kpx) endurspeglar sama fyrirbæri, eða blöndun á nýrri kviku að neðan, G-I, við þá sem fyrir var í kerfinu, G-II. Innspýting að neðan og kvíkublöndunin virðast hafa átt sér stað stuttu fyrir gos því grunnmassaglerið náði ekki fullri blöndun og einsleitri samsetningu. Það gler sem einangraðist sem kvíkudropar í kristöllum blandaðist eðlilega minna og varðveitir því betur hina frumstæðari G-I basaltsamsetningu.

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017



Mynd 1. Efnagreiningar á gleri í gjósku Grímsvatnagoss 2011. Breidd stöpla samsvarar 2 □ skekkjumörkum. Tvítoppa dreifing á styrk MgO í grunnmassagleri bendir til ófullkominnar blöndunar á tveimur basaltvikum. Enn minni blöndun var lokið fyrir myndun glerinnlyksa.

Hvar þessi blöndun átti sér stað má meta með efnavarmafræðilegum hita- og þrýstimælum kviku. Jafnvægissamsetningar kpx og bráðar hafa verið kvarðaðar við breytilegt hitastig og þrýsting sem reikna má út frá efnagreiningum á gleri (í grunnmassa og innlyksum) og þeim kristalflötum sem eru í jafnvægi við það. Samsetning glers og kpx úr tveimur stórum gosum Grímsvatna (1873 og 2011) og tveimur litlum (1823 og 2004) var greind. Samkvæmt kvörðun Putirka (2008) kristallast kpx um alla skorpuna en þó að mestu nálægt 400 MPa (410 MPa ± 20 ; 2SD) og við breytilegt hitastig (1060-1160°C). Enginn munur er á kristöllunardýpi kpx úr stórum eða litlum gosum og það dýpi skýrir því ekki mun á stórum og litlum Grímsvatnagosum. Þessi þrýstingur jafngildir u.p.b. 15 km dýpi í skorpunni og kvíkulöndunin á sér því stað í neðri hluta skorpunnar.

Glerinnlyksur í kpx stærri gosanna hafa ívið hærri styrk rokgjarnra efna (S og Cl) sem bendir til innspýtingar gasríkrar kviku af meira dýpi. Hvort gasþrýstingur (CO₂?) í frumkviku Grímsvatna nálægt mörkum skorpu og möttuls valdi innspýtingum inn í kvíukerfið á u.p.b. 150 ára fresti eða breyting á spennusviði skorpunnar um svipað leyti og stórir skjálftar verða á Suðurlandsgosbeltinu er erfitt um að dæma og allt eins líklegt að samsplil beggja þátta valdi óvenjustórum Grímsvatnagosum með einnar og hálfarar aldar bili. Gasfasinn safnast aftur á móti saman efst í kvíukerfinu og færa má rök fyrir að þrýstingsbreytingar vegna samsöfnunar gass á grunnu dýpi valdi mælanlegri aflögun á yfirborði.

Hve gamall er Hornafjörður? Tilraun til aldursgreiningar á strandrifum og strandlónum Suðausturlands

Páll Imsland¹ og Árný Erla Sveinbjörnsdóttir²

¹ Heimavinnandi jarðfræðingur, ² Raunvísindastofnun Háskólans

Árið 2005 var haldin önnur alþjóðlega strandráðstefnan á Höfn í Hornafirði á vegum Sveitarfélagsins Hornafjarðar, Siglingastofnunar, Háskóla Íslands og Samgönguráðuneytisins.

Á rástefnu þessari flutti fyrri höfundur þessa erindi þar sem hann velti vöngum yfir aldri Hornafjarðar, aldri strandlónanna og strandrifanna sem girða þau af frá úthafinu (Páll Imsland 2005). Þetta erindi var töluvert spekúlatíft en niðurstaða þess var að Hornafjörður væri um 4.000 ára gamall. Erindi þetta var á ensku og hefur ekki spurst mikið út. En umfjöllunarefnið er fremur óvenjulegt og alveg þess virði að eyða á það smástund. Þess vegna er efni þessa erindis nú endurflutt eftir endurskoðun með tilliti til breyttrar þekkingar. Eftir þessa endurskoðun er meginniðurstaðan nokkurn vegin hin sama og fyrr.

Niðurstaða erindisins er ekki bara lausn á aldursspursmálinu varðandi strandrif og strandlón á Suðausturlandi, heldur varpa gögnin og umfjöllunin líka ljósi á jökulhörfunarsögu Suðausturlands.

Nú stendur til að spilla Hornafirði stórlega með vegaframkvæmdum þvert yfir leirur hans og fer þá forgörðum stórmerkileg náttúra, frábært landslag og einstakt jarðfræðilegt fyrirbæri á heimsvísu og vistkerfi sem ekki er annars staðar að finna.

Jarðlagagerð Hornafjarðar

Jarðlagagerð Hornafjarðar er illa þekkt í smáatriðum en í almennri einföldun má lýsa henni svona: Neðst er berggrunnur frá lokum tertíers, á honum er rofflötur (gamall strandflötur) þakinn grunnsjávarsetum sem sitja mislægt. Ofan á þeim er síðan kerfi af setrifum og lónasetum.

Hörfunarsaga ísaldarjökulsins á svæðinu

Hörfunarsaga ísaldarjökulsins á Íslandi hefur verið rakin af ýmsum. Hér er einkum stuðst við nýlega samantekt eftir Hreggvið Norðahl o.fl. frá 2012. Höfun ísaldarjökulsins á Hornafjarðarsvæðinu er þó ekki samstiga við restina af landinu. Ísaldarjökullinn hefur legið út fyrir strönd Suðausturlands mun lengur en annars staðar á landinu. Opið haf hefur teygt sig inn undir núverandi jökuljaðar Hoffellsjökuls, eða jafnvel lengra, þangað til fyrir minna en 6.000-7.000 árum. Þetta sést af rostungstönum sem fundist hafa í Hoffellssandi og farvegi Hoffellsfljóta og voru aldursgreindar af Árnýju Erlu Sveinbjörnsdóttur árið 2004 og af sjávarkarakter smásærra þörunga (díatóma) í Hoffellssandi, sem Jón Jónsson gerði grein fyrir 1989.

Af þessu tvennu er ljóst að rifin og lónin eru yngri en 6.000-7.000 ára og opið haf á svæðinu inn á Hoffellsdal.

Sjávarstaðan

Fyrir 6.000-7.000 árum var sjávarstaða um 40 m hærri á svæðinu en hún er nú. Strandrifin hafa því ekki getað verið til þá og lónin þá ekki heldur. Það er ekki fyrr en fyrir um 3.500-5.500 árum sem afstaða lands og sjávar skapar möguleikann á myndun strandrifanna. Rifin eru í jafnvægi við núverandi sjávarstöðu og hafa ekki myndast fyrr en tiltölulega hröðu landrisi

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017

vegna hörunar ísaldarjökulsins var lokið á svæðinu og sjávarborð risið langleiðina upp undir núverandi stöðu. Berggrunnur á svæðinu gæti hafa verið komin í nokkurn veginn núverandi stöðu fyrir um 5.000-5.500 árum, en sjárvborðið var enn mun lægra en nú er, eða um 6-7 metrum, samkvæmt sjávarborðsferlinum frá Barbados eyjum (Fairbanks 1989). Þetta er að öllum líkindum hámarksaldur strandrifanna. Fyrir um 3.000-3.500 árum síðan var sjávaborðið um 4-5 metrum lægra en nú er og hefur risið mjög hægt síðan. Við þá stöðu er ekki ólíklegt að rifin hafi getað byrjað að myndast, miðað við hæð þeirra og umfang og síðan verið í jafnvægi við hin hafrænu ferli.

Niðurstaðan

Niðurstaðan er spekúlatíf og alls ekki traust sönnun á aldri Hornafjarðar, en hún bendir til að aldur strandrifanna og þar með strandlónanna sé aðeins um 4.000-5.000 ár. Aldur þeirra er heldur ekki bundinn við augnablik, því bæði rifin og lónin eru verk dýnamískra ferla, sem hættu ekki að virka þó nokkurn veginn núverandi mynd kæmist á þetta landslag. Ferlin eru enn að verki og landslagið í sífelldri aðlögun. Fátt bendir til annars en að önnur strandrif og strandlón í nágrenni Hornafjarðar séu af sama aldri.

Tilvitnanir

Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, 2004. ¹⁴C-dating of a whalrus tooth from Hoffellssandur, SE-Iceland. Aldursgreining birt í: Páll Imsland 2004. Landsig og landris í Hornafirði – áhrif litlu-ísaldar á náttúrufar og mannlíf. Bls. 95-124 í: Helgi Björnsson og fleiri (ritstj.) Jöklaveröld – náttúra og mannlíf. Útg. Skrudda Reykjavík. 2004, 408 bls. alls.

Hreggvíður Norðdahl, Ólafur Ingólfsson og Halldór G. Pétursson, 2012. Ísaldarlok á Íslandi. Náttúrufræðingurinn, 82. árg. bls. 73-86.

Jón Jónsson, 1989. Hoffellssandur IV: A Glacial Outwash Plain Revisited. Geografiska Annaler. Series A. Physical Geography. Vol. 71, no 3/4. Bls 199-209.

Páll Imsland, 2005. How old is Hornafjörður? On the age of the longshore bars and coastal lagoons of Sourtheast Iceland. A preliminary consideration. Bls. 89-90 í: Second International Coastal Symposium in Iceland, Höfn, the town of Hornafjörður. Book of Abstracts. 5-8 June 2005. Ritstj. G. Viggesson.

Lava field evolution and emplacement dynamics of the 2014-2015 basaltic fissure eruption at Holuhraun, Iceland

G.B.M. Pedersen¹, A. Höskuldsson¹, T. Dürig¹, T. Thordarson², I. Jónsdóttir¹, M.S. Riishuus¹, B.V. Óskarsson¹, S. Dumont¹, E. Magnusson¹, M.T. Gudmundsson¹, F. Sigmundsson¹, V.J.P.B. Drouin¹, C. Gallagher^{1, 3}, R. Askew¹, J. Guðnason¹, W.M. Moreland¹, P. Nikkola¹, H. I. Reynolds¹, J. Schmith^{1,4} and the IES eruption team

¹ Nordic Volcanological Center, Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Sturlugata 7, 101 Reykjavík, Iceland

² Faculty of Earth Sciences, University of Iceland, Sturlugata 7, 101 Reykjavík, Iceland

³ Department of Earth Sciences, Science Labs, Durham University, Elvet Hill, Durham DH1 3LE, United Kingdom

⁴ Department of Geosciences and Natural Resource Management, University of Copenhagen, Rolighedsvej 23, 1958 Frederiksberg C, Denmark

The 6-month long eruption at Holuhraun 2014-2015 was the largest effusive eruption in Iceland in 230 years with an estimated bulk lava volume of ~1.44 km³. The eruption has been divided into three phases based on the lava field evolution. The first phase was dominated by open lava channels and emplacement of lava flows no. 1-4. The lava flows were predominantly cooling limited and the longest is lava flow no. 1, which reached the length of 17 km. Lava emplacement during the second phase was influenced by the formation of a 1 km² lava pond about 1 km downstream of the vent. This pond became the main distribution point for the lava during phase 2, controlling the emplacement of lava flows no. 5-8. Towards the end of phase 2 vertical stacking of lava lobes became more predominant and lava tubes developed within the channel system of lava flow no. 1, resulting in formation of inflation plateaus. In the third and final phase, transport of lava through tubes continued and inflation plateaus grew in extent, both in lava flows no. 1-2, raising the original channel surface by 5-10 m above the surrounding lava. More than 19 km² of the lava field was resurfaced during this period, and lavas were emplaced in the distal end of the lava flow field. We suggest that the topography (both of the surroundings and of the lava field itself) made it possible to build up the open channel system so its minimum was 5-10 m higher than the fluid lava in flow no. 1-2. This damming increased the lavastatic pressure in the lava, which was sufficient to lift the roof of the lava channels creating the inflation plateaus, allowing new lava to be transported to the distal ends of the lava field.

A suite of lava morphologies (shelly pāhoehoe, slabby pāhoehoe, rubbly pāhoehoe, spiny pāhoehoe and ‘a‘ā) was observed within the first week of the eruption. During phase 1 and 2 ‘a‘ā was the dominant flow morphology of lava flows no. 1-8 and in phase 3 spiny pāhoehoe was the typifying lava morphology. These changes in surface morphology makes the 2014-2015 Holuhraun lava a paired flow field and the development of lava tubes along existing channels within the ‘a‘ā flow may explain why paired lava flows often have similar length.

The landscape evolution at Hekla volcano, Iceland: Integrating remote sensing data from the past 70yr

G.B.M. Pedersen¹, J.M.-C. Belart¹ O. K. Vilmundardóttir², N. Falco³, F. Kizel³, F. S. Sigumundsson², G. Gísladóttir² and J.A. Benediktsson³

¹NORDVULK, Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Sturlugata 7, 101 Reykjavík, Iceland (gro@hi.is), ²Life and Environmental sciences, University of Iceland, ³Electrical Engineering Faculty, University of Iceland.

Hekla volcano is one of the most active volcanic systems in Iceland and has erupted ~23 times since the settlement of Iceland in AD 874. Hekla is known for its mixed eruptions producing both explosive tephra deposits and effusive lava flows leaving a volcanically diverse landscape behind. The volcanic activity of Hekla has had a huge impact on the surrounding landscape and has changed the vegetation patterns and the depositional/erosional environments in different ways. Furthermore it has affected the human settlement since the occupation of Þjórsárdalur and in the past farms have been abandoned, destroyed or affected by tephra fall or by lava flows from Hekla, e.g., in AD 1104, 1389, 1436, 1693, 1725, and 1845.

To understand the linkage between volcanic units, topography, vegetation patterns, erosional and depositional changes and in the end abandonments a cross-disciplinary study monitoring the temporal and spatial changes on a big scale, along with spatial modelling is necessary.

In the project “Environmental Mapping and Monitoring of Iceland by Remote Sensing (EMMIRS)”, the Hekla area is one of the two remote sensing supersites that are investigated. A benchmark repository is created, which consists of high spatial and spectral resolution data sets (LIDAR, hyperspectral and aerial photos), which were collected through an aerial survey in the summer 2015 by the Natural Environment Research Council (NERC) UK. This repository is used for both high-resolution ecological and geological mapping including classification of lava flows, their surface morphology as well as distribution of tephra deposits.

Furthermore, a temporal remote sensing archive is created stretching back to 1945. This archive allows decadal reconstruction of the landscape by construction of digital elevation models, DEMs (ca. 5m/pixel), and ortho-photos (0.5-1m/pixel) using historical aerial stereo photos. These historical DEMs serve as pre and post-eruption DEMs for the five mixed Hekla eruptions (1947-48; 1970, 1980-81, 1991, 2000) and allow unprecedented estimation of lava flow thickness and lava flow volume.

Mapping of fracture systems at the Hengill triple junction, SW-Iceland

Páll Einarsson, Ásta Rut Hjartardóttir, Louis Steigerwald, and students of the courses Tectonics and Current Crustal Movements in the Faculty of Earth Sciences, University of Iceland 2016

Institute of Earth Sciences, Sturlugata 7, 101 Reykjavík

Field exercises are conducted every year in the courses Tectonics and Current Crustal Movements at the University of Iceland. The purpose is to train students in field work, expand their experience with fault structures and evidence of crustal movements under field conditions. The field exercises in 2016 were conducted in the area of the Hengill triple junction in SW-Iceland, where three branches of the Mid-Atlantic plate boundary meet, i.e. the Reykjanes Peninsula Oblique Rift (RPOR), the Western Volcanic Zone (WVZ), and the South Iceland Seismic Zone (SISZ). The three plates involved are the North America Plate, the Hreppar Microplate, and the Eurasia Plate, respectively.

The objectives are twofold: 1) To produce a surface fracture map and give an overview of the different styles of faulting in this rather complicated plate boundary region, and 2) to gather data on fault throw on as many faults as possible in this area. Numerous transects across faults were measured by carrying a GPS-receiver across the faults.

The Reykjanes Peninsula Oblique Rift has an over-all trend of 70°. The plate boundary, as defined by a zone of seismicity, is highly oblique with respect to the spreading direction, which is 104° in this region. The fissure swarms of individual volcanic systems have a NE-trend, oblique to the plate boundary. Overprinting this pattern of fissure swarms is a system of many parallel strike-slip or oblique-slip faults with a N-S strike, so called bookshelf faults, that appear to be the source faults of the largest earthquakes in the vicinity of Reykjavík. Bookshelf faulting is the main source of large earthquakes in the SISZ that extends to the east from the triple junction. The southernmost active volcanic systems of the WVZ are the Hengill and Hrómundartindur volcanic systems. Their central volcanoes are located adjacent to the triple junction, and their southern fissure swarms extend into the triple junction area. Based on the type of deformation in the three branches of the plate boundary, the fault structures expected in the area are normal faults and fissures associated with the fissure swarms of the RPOR and WVZ, and right-lateral strike-slip faults, typical for the RPOR and SISZ.

The field studies in 2016 were focused on the following issues:

1. Determine fault throw of the normal faults. Throws in the range 0-70 m were measured. Many fractures were primarily fissures, i.e. with very little vertical offset.
2. Map the fracture pattern associated with strike-slip faults. Several locations of en-echelon pattern and push-ups were identified, symptomatic of strike-slip faulting.

Bathymetry and Changes on Seafloor topography of the southern Reykjanes Ridge

Renata de M. F. Rocha, Árman Höskuldsson, Ingibjörg Jónsdóttir and Rannveig Ólsfdóttir

School of Engineering and Natural Sciences, Faculty of Life and Environmental Sciences

The Reykjanes Ridge, extending from Iceland to approximately 55N, is the northernmost part of the Mid-ocean ridge that separates the north american and eurasian tectonic plates, and therefore has typically very high volcanic activity. On this work, we present a bathymetric map of a selected area in the southernmost part of the ridge, between 57.5 and 58.5N. The data used for the bathymetric maps result from multibeam echosounder surveys that happened in 1990 (R.V. Maurice Ewing), 1998 (R.V. Charles Darwin) and 2013 (R.V. Marcus Langseth), providing a time-span of 23 years in total. Change detection analysis was performed in order to attempt the identification of topographic changes that would have been caused by volcanic eruptions. The depth points generated by the multibeam were interpolated to represent a topographic surface and the raster images were then subtracted from one another, pixel by pixel. The resulting image shows the intensity and value of change, where the negative values represent an increase in depth, and positive values represent a decrease in depth, or in other words, a decrease or increase in seafloor topographic elevation.

Clast density comparison between the rooted cone tephra and the Grámelur rootless cone tephra of the Nesjahraun lava flow, Þingvellir, SW Iceland

Sarah Tapscott and Þorvaldur Þórðarson

Faculty and Institute of Earth Sciences, University of Iceland

Comparison between the tephra that make up rootless cones versus the associated primary rooted cones is required to identify the physical properties that allow for robust distinction between these geometrically similar volcanic formations. Such identification will assist in developing a straightforward classification of rootless cone tephra in comparison to rooted or primary tephra. This contribution focusses on the comparison of clast densities of the primary versus rootless cone tephra from the Holocene Nesjahraun fissure eruption and its potential for underpinning an identification and classification scheme for rootless cone deposits.

The Nesjahraun lava flow is located on the southern shore of Þingvallavatn, South-West Iceland. It is a basaltic lava flow that erupted 1880 ± 65 before present from a 5-km-long vent system trending 030° , made up of a row of spatter and scoria cones (Stevenson *et al* 2012). The lava flow extended approximately 1.5km into Þingvallavatn and lava-water interactions on the shoreline initiated explosive water to lava interactions, generating the rootless cones Grámelur and Eldborg (Stevenson *et al* 2012).

Samples, with focus on the northern, onshore portion of the eruption, were taken from a spatter cone vent (sample prefix NV-) and the rootless cone Grámelur (sample prefix NC-). Clast densities were obtained using the methods outlined in Houghton and Wilson (1989) and Shea *et al* 2010, and 100 clasts were collected from each sample location for the measurements. The air-weight for each clast was measured, then clasts were wrapped in Parafilm Wrap PM996 with a known density and subsequently weighed in water, allowing for reliable and accurate density measurements.

The results show that vent tephra is typified by low clast densities, where the average density for sample NV141016-01a is $280 \pm 69 \text{ kg/m}^3$ (1-sigma standard deviation) and $500 \pm 103 \text{ kg/m}^3$ for sample NV141016-01b (Fig. 1), reflecting high (80 - 90%) vesicularity and thus efficient magma degassing during venting of the magma.

In contrast, the Grámelur rootless tephra clasts are typified by normal distributions and significantly higher average clast densities of $1660 \pm 150 \text{ kg/m}^3$ for sample NC141016-01, $1700 \pm 200 \text{ kg/m}^3$ for NC141016-02a and $1860 \pm 190 \text{ kg/m}^3$ for NC141016-02b, and the sample sets. These results signifying lower clast vesicularity for the rootless tephra or in the range 30 - 40% (Fig. 1). This result is not unexpected as the lava involved in the rootless eruptions is largely degassed at the time of the explosive lava to water interactions, but also provides a platform for distinguishing between primary versus rootless tephra.

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
10. mars 2017



Figure 4 Graph layout comparing the density distributions of samples from a spatter cone vent (orange) and the Grámelur rootless cone (blue), from the same eruptive event of Nesjahraun, SW Iceland. Densities were calculated using the method derived by Shea et al 2010.

References:

- Houghton. BF, Wilson. CJN (1989) A vesicularity index for pyroclastic deposits. Bulletin of Volcanology 51:451-462
- Shea. T, Houghton. BF, Gurioli. L, Cashman. KV, Hammer. JE, Hobden. BJ (2010). Textural studies of vesicles in volcanic rocks: An integrated methodology. Journal of Volcanology and Geothermal Research 190:271-289. doi: 10.1016/j.jvolgeores.2009.12.003
- Stevenson. JA, Mitchell. NC, Cassidy. M, Pinkerton. H (2012) Widespread inflation and drainage of a pahoehoe flow field: the Nesjahraun, Þinvellir, Iceland. Bulletin of Volcanology 74:15-31. doi:10.1007/s00445-011-0482-z

Um notagildi hugmyndalíkana á jarðhitasvæðum. Dæmi frá Kröflu og Pico Alto á Azoreyjum

Unnur Þorsteinsdóttir, Gylfi Páll Hersir, Anett Blischke og Helga M. Helgadóttir

Hugmyndalíkön eru notuð til þess að draga fram heildarmynd af niðurstöðum rannsóknna á jarðhitakerfum. Þar er þverfaglegum niðurstöðum og hugmyndum um kerfið safnað saman, svo sem um legu jarðlaga, staðsetningu hitagjafa, uppstreymi jarðhitavökva og rennslisleiðir hans. Mikilvægt er að skoða mismunandi gögn í samhengi og nýta öll tiltæk gögn til að fá sem bestar upplýsingar um gerð þess og eðli. Þessum gögnum er annars vegar aflað með yfirborðsrannsóknum og hins vegar við eða eftir borun holna.

- Yfirborðsgögn:
 - Yfirborðskortlagning: Lega jarðmyndana, misgengi, sprungur, yfirborðsummerki jarðhita og greiningar á efnasamsetningu jarðhitavökva.
 - Yfirborðsmælingar sem endurspeglar legu þess sem undir er: Dreifingu jarðskjálfta, viðnám-, þyngdar- og segulkort.
- Borholugögn:
 - Svarfgreiningar úr borholum sem gefa upplýsingar um berggerð og mmyndun.
 - Borholumælingar: Hiti, þrýstingur, viðnám, nifteindir, gammageislun og víddarmælingar.

Fyrstu holur á vinnslusvæðinu í Kröflu voru boraðar árið 1974 og er nú búið að bora þar 41 holu. Mikið af gögnum og upplýsingum liggja því fyrir og hafa fjögur heildstæð hugmyndalíkön verið sett fram. Þessi gögn tilheyra hinum ýmsu þáttum sem snerta jarðhitakerfið bæði á yfirborði og undir því. Í seinni tíð hefur framsetning gagna færst af tvívíðu formi yfir á þrívít og hafa síðustu tvö hugmyndalíkön verið sett fram að hluta til á þrívíðu formi. Hugmyndir um jarðhitasvæði taka stöðugum breytingum og er mikilvægt að uppfæra hugmyndalíkön samhliða nýjum upplýsingum.

Nú er unnið að uppfærslu þrívíðs hugmyndalíkans í Kröflu. Þar verða settar fram nýlegar túkanir á jarðeðlisfræðilegum gögnum, sem og nýjar upplýsingar um berggerð og ummyndanir úr borholum. Þar verður lagt mat á mikilvægi niðurstaðna einstakra rannsókna, hvernig þær styðja hverja aðra og auka við trúverðugleika líkansins.

Vinnuferlið sem hefur þróast við uppfærslu þrívíða hugmyndalíkansins af jarðhitasvæðinu í Kröflu er notað til þess að skoða minna rannsakað jarðhitasvæði sem er á eyjunni Terceira á Azoreyjum. Jarðhiti er við eldfjallið Pico Alto og hafa 8 vinnslu- og hitastigulsholur verið boraðar. Fyrir liggur að bora enn fleiri vinnsluholur. Til að lágmarka kostnað og áhættu og auka afkastagetu verður staðsetning þeirra byggð á þeim rannsóknargögnum sem til eru. Vinna við þessa hugmyndalíkana vinnu, í Kröflu og á Pico Alto er hluti af IMAGE verkefninu, fjögurra ára rannsóknarverkefni styrktu af 7. Rammaáætlun Evrópusambandsins sem lýkur í haust á þessu ári.

Heimildir:

- José Martins Carvalho, João Carlos Nunes and Maria do Rosário Carvalho (TARH) and Sæmundsson, K., Egilson, P., Richter, B., Hersir, G.P. and Halldórsdóttir, S. (ÍSOR) (2016). *Conceptual Model of the Pico Alto Geothermal Field, Terceira Island, Azores. EDA RENOVÁVEIS*.
Weisenberger, T. B., Axelsson, G., Arnaldsson, A., Blischke, A., Óskarsson, F., Ármannsson, H., Guðmundsdóttir, V. (2015). *Revision of the Conceptual Model of the Krafla Geothermal System*. Reykjavík: Landsvirkjun.

The Móafellshyrna debris slide in northern Iceland: Was it triggered by intense precipitation, earthquake activity or thawing of mountain permafrost?

Þorsteinn Sæmundsson¹, Costanza Morino², Jón Kristinn Helgason³, Susan J. Conway⁴ and Halldór G. Pétursson⁵

¹ University of Iceland, Faculty of Life and Environmental Sciences, Department of Geography and Tourism, Reykjavík, Iceland (steinis@hi.is)

² School of Environment, Earth & Ecosystems, The Open University, Milton Keynes MK7 6AA, UK

³ Icelandic Meteorological Office, Avalanche Centre, Suðurgata 12, Ísafjörður, Iceland

⁴ Laboratoire de Planétologie et Géodynamique de Nantes UMR-CNRS 6112, 2, rue de la Houssinière, BP 92208, 44322 NANTES Cedex 3, France

⁵ Icelandic Institute of Natural History. Borgum við Norðurslóð, 602 Akureyri, Iceland

On the 20th of September in 2012, a large debris slide occurred in the Móafellshyrna Mountain in the Tröllaskagi peninsula, central north Iceland. Three factors are likely to have contributed to the failure of the slope: intense precipitation, earthquake activity and thawing of ground ice. The weather conditions prior the slide were somewhat unusual, with a warm and dry summer. From the 20th of August to the 20th of September, about 440 mm of precipitation fell in the area, where the mean annual precipitation at the nearest station is around 670 mm. The slide initiated after this thirty day period of intense precipitation, followed by a seismic sequence in the Eyjafjarðaráll graben, located about 60 km NNE of Móafellshyrna Mountain, a sequence that started on the 19th of September. The slide originated at elevation of 870 m a.s.l. on the NW-slope of the mountain. The total volume of the debris slide is estimated around 500,000 m³ and that its primary cause was intense precipitation. We cannot exclude the influence of the seismic sequence as a secondary contributing factor. The presence of ice-cemented blocks of talus immediately after the debris slide shows that thawing of ground ice could also have played an important role as a triggering factor. Ice-cemented blocks of talus have been observed in the deposits of two other recent landslides in northern Iceland, in the Torfufell Mountain and the Árnesfjall Mountain. The source areas for both the Móafellshyrna and the Torfufell slides are within the lower elevation limit of mountain permafrost in northern Iceland but the source area of the Árnesfjall slide is at much lower elevation, around 350 m a.s.l. The fact that there are now three documented landslides which are linked to ground ice-melting suggests that discontinuous permafrost is degrading in Iceland, consistent with the decadal trend of increasing atmospheric temperature in Iceland due to climate change. This study highlights that ground ice thaw could represent a new source of hazard in Iceland. The knowledge of the detailed distribution of mountain permafrost on the island is poorly constrained, making it hard to predict where the next hazardous slide could occur in the future – therefore a making this a priority for future research.

Eldfjallafræði og náttúruvá: VeTOOLS grunnur og greiningar í landupplýsingakerfum

Þóra Björg Andréasdóttir¹, Árman Höskuldsson^{1,2}, Ingibjörg Jónsdóttir¹
og Þorvaldur Þórðarson¹

¹ Eldfjallafræði og náttúruvárhópur, Jarðvísindastofnun, Háskóli Íslands

² The Nordic Volcanological Centre

VeTools er rannsóknaverkefni innan Evrópusambandsins undir stjórn Íslands, Spánar og Portúgal, en þar er lögð sérstök áhersla á hættu- og áhættumat á eldfjallaeyjum, sem sagt Íslandi, Kanaríeyjum og Azoreyjum. Ástæða þess er að eyjur eða tiltekin svæði á þeim geta einangrast í stórum eldgosum og því geta öll viðbrögð orðið flóknari. Það er ekki bara nauðsynlegt að þekkja hættu -og áhættu mat á byggðum svæðum, það er jafnframt þörf fyrir að geta aðlagað matið að framgangi eldgosa á meðan á gosi stendur. Markmið verkefnisins er að þróa forrit sem auðveldar og bætir áhættumatsgerð og hægt er að nota í langtíma og bráðavá. Forritið mun því auðvelda ákvarðanatöku á óvissutímum. Auk forritsins mun jarðfræðilegur gagnagrunnur vera unninn sem forritið byggir á.

Kynntar verða fyrstu niðurstöður úr íslenska hluta verkefnisins, þar sem unnið hefur verið með Vestmannaeyjar og Grindavík.