



Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands

Ágrip erinda

Haldin í Öskju,
Náttúrufræðahúsi Háskóla Íslands
8. mars 2019



Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands

Ágrip erinda

Haldin í Öskju,
Náttúrufræðahúsi Háskóla Íslands
8. mars 2019

Umsjón:

Þorsteinn Sæmundsson, Sigurlaug María Hreinsdóttir, Lúðvík E. Gústafsson,
Ásta Rut Hjartardóttir, Þóra Björg Andrésdóttir, Erla María Hauksdóttir og
Ásdís Benediktsdóttir

Dagskrá Vorráðstefnu JFÍ, 8. mars 2019

08:20 – 08:50 Skráning

Fundarstjóri **Ásta Rut Hjartardóttir**

08:50 – 09:00 Setning

Þorsteinn Sæmundsson

09:00 – 09:20 Temporal evolution of magma reservoirs beneath the Bárðarbunga-Veiðivötn volcanic system: a melt inclusion approach

Alberto Caracciolo

09:20 – 09:40 Náttúruvá og loftslagsbreytingar í jarðsögulegu ljósi

Lúðvík E. Gústafsson

09:40 – 10:00 Breytilegt landris á Íslandi 1993-2019

Halldór Geirsson

10:00 – 10:20 Aldursgreiningar á vatni með stöðugum samsætum, Tritium og geislakoli

Árný Erla Sveinbjörnsdóttir

10:20 – 10:40 Skorpubráð og jarðhitakerfi Kröflu

Olgeir Sigmarsson

10:40 – 11:00 Kaffi

11:00 – 11:20 Chlorine isotope systematics in silicic rocks: Lessons from Iceland

Eemu Ranta

11:20 – 11:40 Seismic relocations and stress evolution in Ölfus

Revathy M. Parameswaran

11:40 – 12:00 Mantle heterogeneity in a tilted Icelandic plume - what we can learn from trace elements in olivine

M. B. Rasmussen

12:00 – 13:00 Matur – Veggspjaldasýning

Fundarstjóri **Lúðvík E. Gústafsson**

13:00 – 13:20 Multisource Bathymetric Elevation Model of Lake Þórisvatn

Andri Gunnarsson

13:20 – 13:40 Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá

Davíð Egilson

13:40 – 14:00 Hvað sýna þéttar íssjarmælingar yfir sigkötlum?

Eyjólfur Magnússon

14:00 – 14:20 New historical lava flow map for Hekla volcano, South Iceland

G.B.M. Pedersen

14:20 – 14:40 Volume, morphology and petrology of the 1766-68 and 1845-46 eruptions of the Hekla volcano, Iceland

Rikke Vestergaard

14:40 – 15:20 Kaffi - Veggspjaldasýning

15:20 – 15:40 Hvað geta forn fjörumörk sagt okkur til um stærð og legu jökla á Íslandi í lok síðasta jökulskeiðs? Dæmi úr Arnarfirði á Vestfjörðum

Hreggviður Norðdahl

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
8. mars 2019

- 15:40 – 16:00 Spatially distributed mass balance of selected Icelandic glaciers, 1945–2015.
Trends and relationship with climate
Joaquín M.C. Belart
- 16:00 – 16:20 Country-wide observations of plate spreading and glacial isostatic
adjustment in Iceland inferred by Sentinel-1 radar interferometry, 2015-
2018
Vincent Drouin
- 16:20 – 16:40 Er hættu á að stórt berghlaup geti fallið úr Svínafellsheiði fyrir ofan
Svínafellsjökul í Öræfum?
Þorsteinn Sæmundsson
- 16:40 – 17:00 Sitthvað um segulmælingar á erlendu og íslensku bergi
Leó Kristjánsson
- 17:00 – Móttaka**

Veggspjöld

Kortlagning Kóningsfells- og Hvalhnúksmísgengjanna nærri Bláfjöllum

Ásta Rut Hjartardóttir, Páll Einarsson, og nemendur í áfanganum „Tektóník“ haustið 2018:

The 2017-2018 uplift episode in the Hengill triple junction, SW Iceland, from satellite data

Cécile Ducrocq, Halldór Geirsson, Thóra Árnadóttir, Daniel Juncu, Vincent Drouin, Bjarni Reykr Kristjánsson & Gunnar Gunnarsson

Re-evaluating the sulfur isotope characteristics of the Iceland hotspot

J. Gunnarsson-Robin, S.A. Halldórsson, A. Stefánsson, S. Ono, M.J. Whitehouse, D.R. Hilton, E.H. Hauri

Boron to Chlorinity Ratios in the Arctic: A View from Downstream

Jón Ólafsson, Kitack Lee, Sólveig R. Ólafsdóttir & Alice Benoit Cattin

Using sedimentary features and microfossils to analyse the Pleistocene palaeoenvironment of the Nihewan Basin, Northern China

Catherine Langford, Zhao H., Zhang C. & Mischke S.

Hlutafrögðun Holuhrauns?

Olgeir Sigmarsson, Séverine Moune & Pierre-Jean Gauthier

Mapping of fractures within the southernmost part of the Krísuvík fissure swarm, SW-Iceland

Páll Einarsson, Ásta Rut Hjartardóttir and students of the courses Tectonics & Current Crustal Movements in the Faculty of Earth Sciences, University of Iceland 2018

Skönnuð skjálftarit 1910-2010 á vefsíðu

Páll Einarsson og Sigurður Jakobsson

Efnisyfirlit

Dagskrá Vorráðstefnu JFÍ, 8. mars 2019.....	i
Efnisyfirlit	iv
Ágrip	1
Multisource Bathymetric Elevation Model of Lake Þórisvatn.	3
Andri Gunnarsson & Magnús F. Sigurkarlsson	
Aldursgreiningar á vatni með stöðugum samsætum, Tritium og geislakoli	4
Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Andri Stefánsson, Jan Heinemeier & Stefán Arnórsson	
Kortlagning Kóngsfells- og Hvalhnúksmismengjanna nærri Bláfjöllum	6
Ásta Rut Hjartardóttir, Páll Einarsson og nemendur í áfanganum „Tektónik“ haustið 2018:	
Spatially distributed mass balance of selected Icelandic glaciers, 1945–2015. Trends and relationship with climate.....	7
Joaquín M.C. Belart, Eyjólfur Magnússon, Etienne Berthier, Ágúst Þ. Gunnlaugsson, Finnur Pálsson, Guðfinna Aðalgeirsdóttir, Helgi Björnsson & Tómas Jóhannesson	
Temporal evolution of magma reservoirs beneath the Bárðarbunga-Veiðivötn volcanic system: a melt inclusion approach.....	8
Alberto Caracciolo, Enikő Bali, Guðmundur H. Guðfinnsson, Maren Kahl & Sæmundur A. Halldórsson	
Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá.....	10
Davíð Egilson, Matthew J. Roberts, Emmanuel Pagneux, Esther Hlíðar Jensen, Magnús Tumi Guðmundsson, Tómas Jóhannesson, Matthías Ásgeir Jónsson, Snorri Zóphóniasson, Bogi B. Björnsson, Tinna Þórarinsdóttir & Sigrún Karlsdóttir	
Country-wide observations of plate spreading and glacial isostatic adjustment in Iceland inferred by Sentinel-1 radar interferometry, 2015-2018.....	13
Vincent Drouin & Freysteinn Sigmundsson	
The 2017-2018 uplift episode in the Hengill triple junction, SW Iceland, from satellite data.	14
Cécile Ducrocq, Halldór Geirsson, Thóra Árnadóttir, Daniel Juncu, Vincent Drouin, Bjarni Reykr Kristjánsson & Gunnar Gunnarsson	
Hvað sýna þessar íssjarmælingar yfir sigkötlum?	15
Eyjólfur Magnússon, Hrafnhildur Hannesdóttir, Finnur Pálsson & Joaquín M.C. Belart	
Re-evaluating the sulfur isotope characteristics of the Iceland hotspot	16
J. Gunnarsson-Robin, S.A. Halldórsson, A. Stefánsson, S. Ono, M.J. Whitehouse, D.R. Hilton & E.H. Hauri	
Breytilegt landris á Íslandi 1993-2019.....	17
Halldór Geirsson, Finnur Pálsson, Benedikt G. Ófeigsson, Erik Sturkell, Freysteinn Sigmundsson, Þóra Árnadóttir, Hildur María Friðriksdóttir, Guðmundur Valsson, Sigrún Hreinsdóttir, Páll Einarsson, Vincent Drouin, Þorsteinn Þorsteinsson, Eyjólfur Magnússon, Guðfinna Aðalgeirsdóttir, Helgi Björnsson, Sóley Reynisdóttir, Peter LaFemina, Björn Lund & Peter Schmidt	
Hvað geta forn fjöllumörk sagt okkur til um stærð og legu jökla á Íslandi í lok síðasta jökulskeiðs? Dæmi úr Arnarfirði á Vestfjörðum.....	19
Hreggviður Norðdahl & Halldór G. Pétursson	
Boron to Chlorinity Ratios in the Arctic: A View from Downstream	20
Jón Ólafsson, Kitack Lee, Sólveig R. Ólafsdóttir & Alice Benoit Cattin	
Using sedimentary features and microfossils to analyse the Pleistocene palaeoenvironment of the Nihewan Basin, Northern China	21
Catherine Langford, Hailong Zhao, Chengjun Zhang & Steffen Mischke	

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
8. mars 2019

Sitthvað um segulmælingar á erlendu og íslensku bergi	22
Leó Kristjánsson	
Náttúruvá og loftslagsbreytingar í jarðsögulegu ljósi	23
Lúðvík E. Gústafsson	
Skorpubráð og jarðhitakerfi Kröflu	25
Olgeir Sigmarsson	
Hlutafgösun Holuhrauns?	26
Olgeir Sigmarsson, Séverine Moune & Pierre-Jean Gauthier	
Seismic relocations and stress evolution in Ölfus	27
Revathy M. Parameswaran, Ingi Th. Bjarnason & Bergþóra S. Þorbjarnardóttir	
Mapping of fractures within the southernmost part of the Krísuvík fissure swarm, SW-Iceland	28
Páll Einarsson, Ásta Rut Hjartardóttir and students of the courses Tectonics and Current Crustal Movements in the Faculty of Earth Sciences, University of Iceland 2018	
Skönnuð skjálftarit 1910-2010 á vefsíðu	29
Páll Einarsson & Sigurður Jakobsson	
New historical lava flow map for Hekla volcano, South Iceland	30
G.B.M. Pedersen, Jorge Montalvo, Páll Einarsson, O. K. Vilmundardóttir, F. S. Sigurmundsson, J. M. C. Belart, Ásta Rut Hjartardóttir, F. Kizel, Rose Rustowicz, N. Falco, G. Gísladóttir & J.A. Benediktsson	
Chlorine isotope systematics in silicic rocks: Lessons from Iceland	32
Emu Ranta, Sæmundur A. Halldórsson, Jaime D. Barnes & Kristján Jónasson	
Mantle heterogeneity in a tilted Icelandic plume - what we can learn from trace elements in olivine	33
M. B. Rasmussen, S. A. Halldórsson, S. A. Gibson & G. H. Guðfinnsson	
Volume, morphology and petrology of the 1766-68 and 1845-46 eruptions of the Hekla volcano, Iceland	35
Rikke Vestergaard, Gro Birkefeldt Møller Pedersen & Christian Tegner	
Er hættu á að stórt berghlaup geti fallið úr Svínafellsheiði fyrir ofan Svínafellsjökul í Örafum?	36
Þorsteinn Sæmundsson, Jón Kristinn Helgason, Daniel Ben-Yehoshua, Bergur H. Bergsson, Benedikt Ófeigsson, Eyjólfur Magnússon, Ásta Rut Hjartardóttir, Vincent Drouin, Joaquin Munoz Cobo Belart, Harpa Grímsdóttir, Gro Birkefeldt Møller Pedersen, Finnur Pálsson, Snævarr Guðmundsson & Halldór Geirsson	

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
8. mars 2019

Ágrip

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
8. mars 2019

Multisource Bathymetric Elevation Model of Lake Þórisvatn.

Andri Gunnarsson^{1,2} & Magnús F. Sigurkarlsson¹

¹ Landsvirkjun, Department of Research and Development, Reykjavík, IS-107, Iceland

² University of Iceland, Civil and Environmental Engineering, Hjardarhagi 2-6, IS-107 Reykjavik, Iceland

Monitoring reservoir storage and the availability of regularly updated information on reservoir level and capacity is of paramount importance for the effective management of water resources. One of the main problems related to storage changes is sedimentation of reservoirs which includes loss of storage capacity, damage to turbines and concordant loss of energy production as well as downstream impacts due to the intervention of the natural sediment transport processes.

Landsvirkjun operates a system of reservoirs and diversions that store melt water during melt seasons which generally consists of a seasonal snow melt period (April - June), a glacier melt period (June - September) and precipitation in the fall (August - October). Lake Þórisvatn is one of the main storage reservoirs in the Iceland hydro power energy system that stores water from parts of Þjórsá river, Kaldakvísl and from an extensive groundwater aquifer system.

In this project a combination of survey methods is applied to create and update the bathymetric elevation model for Lake Þórisvatns. The original lake bathymetry originates from the Hydrological Survey of The State Electricity Authority in 1957 but has had various small updates since. Satellite and airborne stereo photogrammetry data are acquired during low reservoir elevations exposing the shallowest parts of the reservoir while deeper areas are surveyed during a full or near full reservoir elevation (578-579 m a.s.l.) with a Multibeam Echo Sounder System (MBES). After post processing of each individual data source iterative closes point techniques are used to align the point clouds to a single data elevation model.

The final bathymetric elevation model reveals landscape of the Þórisvatn basin in a detail never achieved before including deep basins on the western side of Þórisvatn which are interpreted as former glacial lagoon basins, various ridges 5 - 15 m high, 200 m wide and up to 4 km long appear in the northern section of the lake among other glacial and erosive features. Er kvikuframleiðni Kötlu jöfn síðustu 3500 ár?

Aldursgreiningar á vatni með stöðugum samsætum, Tritium og geislakoli

Árný Erla Sveinbjörnsdóttir¹, Andri Stefánsson¹, Jan Heinemeier² &
Stefán Arnórsson¹

¹ Jarðvísindastofnun Háskólans, Verkfræði- og Náttúruvísindasviði Háskóla Íslands,
Sturlugötu 7, 101 Reykjavík

² Aarhus AMS Centre, University of Aarhus, Aarhus, 8000 KD, Denmark

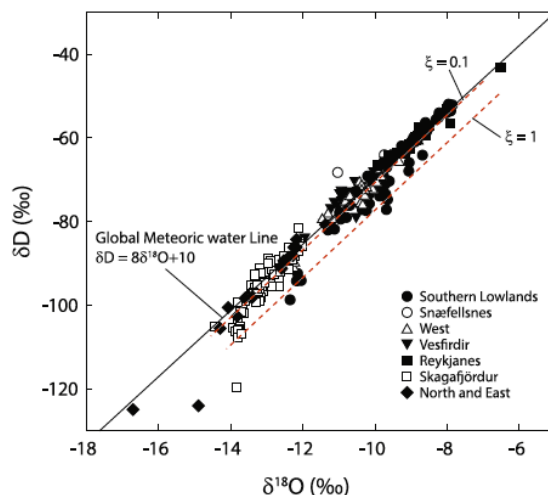
Á Íslandi hafa stöðugar samsætur í vatni verið mældar síðan um 1960 til að rekja uppruna grunnvatns og kortleggja grunnvatnsrennsli. Í mörgum tilvikum liggja einnig ýtarlegar upplýsingar um efnainnihald vatnsins fyrir og Tritium mælingar eru til fyrir nokkurn fjölda sýna. Þar að auki hafa kolefnissamsætur verið mældar í mörgum þessara sýna til að meta uppruna og efnahvörf kolefnis svo og aldur grunnvatns.

Mismunandi aðferðum hefur verið beitt til að kanna aldur grunnvatns. Stöðugar samsætur hafa verið notaðar til að meta afstæðan aldur vatnsins, sérstaklega til að kanna hvort vatn frá síðasta jökulskeiði sé til staðar. Mælingar hafa leitt í ljós að í íslenska berggrunninum er vatn sem er léttara en úrkoma sem hefur fallið á landið á Nútíma. Þetta hefur verið túlkað á þá leið að grunnvatnið sé blandað úrkomu frá síðasta jökulskeiði þegar veðurfar var kaldara en nú og úrkoma því léttari (mynd 1). Breytingar í s.k. tvíventisauka ($d = dD - d^{18}O$) í lághitavatni hafa einnig verið túlkaðar sem aldursháður, annað hvort sem endurspeglun á samskiptum milli bergs og vatns yfir lengri tíma eða sem breytingar á uppruna úrkomunnar vegna breytts veðurfars.

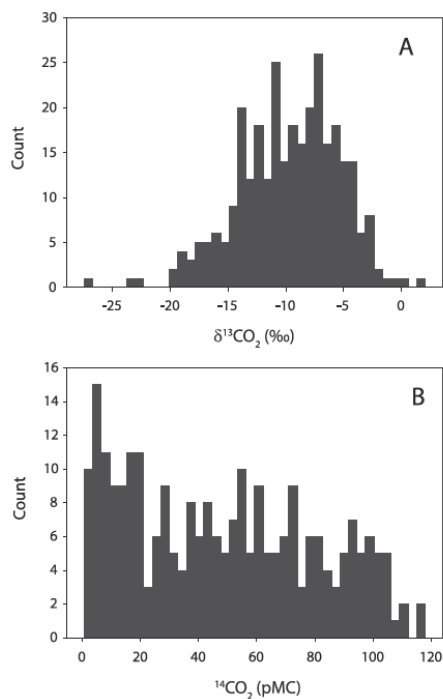
Mælingar á kolefnissamsætum í íslensku grunnvatni sýna mikla breidd (Mynd 2), en þær hafa verið notaðar til að meta aldur samskvæmt geislakolsaldursaðferðinni. Styrkur Borons (B), sem er óhvarfgjarnt efni, hefur verið notaður til að leiðrétta fyrir “dauðu” bergættuðu kolefni úr íslenska berggrunninum (Sveinbjörnsdóttir et al., 2001). Þessi leiðrétting hefur gefist vel á vel afmörkuðum vatnasvæðum, en ekki á svæðum þar sem sjávarset er til staðar og hluti af berggrunninum (Sveinbjörnsdóttir et al., 2004). Jarðefnafræðilegum líkanreikningum hefur einnig verið beitt til að leiðrétta ¹⁴C tækjaaldur (apparent age) með því að meta hlutföll uppleysts kolefnis í vatninu af mismunandi uppruna. Ferns komar uppruni hefur verið staðfestur í íslensku grunnvatni, 1) bergættað kolefni vegna efnahvarfa milli bergs og grunnvatns, 2) djúpættað kolefni frá neðri skorpu eða möttli, 3) kolefni ættað úr andrúmslofti og 4) kolefni ættað úr gróðri (Stefánsson et al., 2016, 2017).

Í fyrirlestrinum verður sýnt hvernig vatns – og kolefnissamsætur hafa verið notaðar til að meta aldur grunnvatns. Einnig verður fjallað um aðferðir til að leiðrétta ¹⁴C tækjaaldur til að komast nærri raunaldri vatnsins.

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
8. mars 2019



Mynd 1. Súrefnis- og vetnissamsætur sýna að grunnvatn er regnvatn að uppruna. Það hefur hvarfast mismikið við berg og sumt er léttara en úrkoma sem fallið hefur á landið á Nútíma.



Mynd 2. Mikil breidd mælist bæði í $\delta^{13}\text{C}$ (A) og ^{14}C (B) í íslensku grunnvatni. pMC stendur fyrir “procent Modern Carbon”.

Heimildir

- Stefánsson et al., 2016. Mantle CO_2 degassing through the Icelandic crust: Evidence from carbon isotopes in groundwater. *Geochim. Cosmochim Acta* 191: 300-319.
- Stefánsson et al., 2017. Isotope systematics of Icelandic thermal fluids. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 337: 146-164.
- Sveinbjörnsdotir et al., 2001. Isotopic and chemical characteristics of old “ice age” groundwater, North Iceland. In *Water-Rock Interaction*, Rosa Cidu (ed). 205-208.
- Sveinbjörnsdotir et al., 2004. Isotopic characteristics of natural waters in the Southern Lowlands of Iceland. In *Water-Rock Interaction*, Wanty & Seal II (eds). 1401-1405.

Kortlagning Kóngsfells- og Hvalhnúksmisgengjanna nærri Bláfjöllum

Ásta Rut Hjartardóttir, Páll Einarsson og nemendur í áfanganum „Tektóník“ haustið 2018:

Clemens Schwegler, Daníel Orri Brynjarsson, Eva Guðbjörg Líndal, Guðrún Lára Pálmadóttir, Hörður Sævar Óskarsson, Lena Björg Ríkharðsdóttir, Matthías Guðmundsson, Sigurbjörg J. Guðmundsdóttir, Steinunn Helgadóttir

Jarðvísindadeild Háskóla Íslands, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík

Á hverju ári eru farið í feltferð í áfanganum „Tektóník“ í Jarðvísindadeild Háskóla Ísland. Tilgangur ferðanna er að þjálfa nemendur í feltvinnu og kynna þeim ummerki um jarðskorpuhreyfingar, svo sem sprungum, sprunguhólum, niðurföllum og misgengjum. Árið 2018 voru sniðgengi á austanverðum Reykjanesskaga könnuð. Tveir hópar unnu sín verkefni á svæðinu, annar hópurinn skoðaði og kortlagði syðri hluta Hvalhnúksmisgengisins, hinn hópurinn syðri hluta Kóngsfellsmisgengisins. Til kortlagningar voru notuð Trimble GPS tæki. Þessi sniðgengi eru hluti af kerfi sniðgengja sem hvert stefna í norður-suður, en í heild sinni liggur kerfið í austur-vestur eftir flekaskilunum (Einarsson o.fl. 2018). Suðurlandsskjálftabeltið er framhald þessa kerfis, sem nær allt austur til Heklu.

Kóngsfells- og Hvalhnúksmisgengin liggja á milli sprungusveima Hengils og Brennisteinsfjalla. Á þessum misgengjum geta orðið nokkuð öflugir jarðskjálftar. Til að mynda er líklegt að tveir jarðskjálftar, um 6 – 6,5 stig að stærð, hafi átt upptök sín á þessum misgengjum, eða öðrum sniðgengjum þar nærri, árin 1929 og 1968. Um tveimur vikum áður en hópurinn fór í feltferðina urðu tveir jarðskjálftar á syðri hluta Kóngsfellsmisgengisins, uppá 4,0 og 4,1 stig. Á Hvalhnúks- og Kóngsfellsmisgengjunum finnast skýr ummerki um sniðgengishreyfingar, til að mynda stórir sprunguhólar og skástíg sprungukerfi. Misgengin tvö skera hraun Heiðarinnar há, og því er ljóst að misgengin tvö hafa verið töluvert virk á nútíma.

Tilvitnun:

Einarsson, P., Á. R. Hjartardóttir, P. Imsland, S. Hreinsdóttir. 2018. The structure of seismogenic strike-slip faults in the eastern part of the Reykjanes Peninsula oblique rift, SW Iceland. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, doi:10.1016/j.jvolgeores.2018.04.029.

Spatially distributed mass balance of selected Icelandic glaciers, 1945–2015. Trends and relationship with climate

Joaquín M.C. Belart^{1,2}, Eyjólfur Magnússon¹, Etienne Berthier², Ágúst Þ. Gunnlaugsson³, Finnur Pálsson¹, Guðfinna Aðalgeirsdóttir¹, Helgi Björnsson¹ & Tómas Jóhannesson³

¹ Institute of Earth Sciences, University of Iceland (IES), Askja, Reykjavík, Iceland

² Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales (LEGOS), Université de Toulouse, CNES, CNRS, IRD, UPS, F-31400 Toulouse, France

³ Icelandic Meteorological Office (IMO), Reykjavík, Iceland

Limited mass balance observations are available from the smaller Icelandic glaciers over the last century, that is other glaciers than the three largest ones, Vatnajökull, Hofsjökull and Langjökull. In this study, a region-wide mass balance study is presented over six time periods between 1945–2015, for 14 glaciers (total area >1000 km²) subject to different climatic forcing in Iceland. The estimates are derived from historical aerial photographs, declassified spy satellite images, modern satellite stereo imagery and airborne lidar. The mean and standard deviation (\pm SD) of the mass balance of the target glaciers were -0.44 ± 0.16 m w.e. a⁻¹ in 1945–1960, 0.00 ± 0.21 m w.e. a⁻¹ in 1960–1980, 0.11 ± 0.25 m w.e. a⁻¹ in 1980–1994, -1.01 ± 0.50 m w.e. a⁻¹ in 1994–2004, -1.27 ± 0.56 m w.e. a⁻¹ in 2004–2010 and -0.14 ± 0.51 m w.e. a⁻¹ in 2010–2015. High decadal mass-balance variability is found on glaciers located at the south and west coasts, in contrast to glaciers located inland, and in north and northwest Iceland. The mass balance is linearly correlated with precipitation and air temperature. During periods of glacier advances, it is occasionally observed a lowering in the accumulation area, most likely related to changes in the ice flux towards the ablation area, possibly linked to periods of low or high precipitation. This study provides the first region-wide study of mass balance in Iceland, and unique data for studies of the coupling of mass balance to ice dynamics, especially aiming at reproducing an increased ice flux forced by precipitation changes.

Temporal evolution of magma reservoirs beneath the Bárðarbunga-Veiðivötn volcanic system: a melt inclusion approach

Alberto Caracciolo¹, Enikő Bali^{1,2}, Guðmundur H. Guðfinnsson¹, Maren Kahl¹ & Sæmundur A. Halldórsson¹

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

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

We have investigated four well-characterized formations within the Bárðarbunga-Veiðivötn magmatic system in central Iceland in order to resolve possible temporal evolution of magma storage conditions within one of Iceland's most productive volcanic systems. Studied formations are: Ljósufjöll (pillow lava, subglacial), Brandur, Fontur and Saxi (tephra cones, ~8 ka), Þjórsárdalshraun and Drekahraun (lava sample and scoria, respectively, 3-4 ka) and Veiðivötn eruption (fresh scoria, ~1477 AD). The age of the studied formations spans the time from a glacial stage to present time and all samples show evidence of disaggregated crystal mushes, preserved as macrocrysts, polymineralic clots and crystalline nodules.

Several thermobarometers have been applied to constrain magma storage conditions. A clinopyroxene-melt barometer reveals a steady crystallization pressure interval with age, at 2.2 ± 0.7 kbar (7.8 ± 2.5 km), consistent with the crystallization pressure estimated for the Holuhraun eruption (Halldórsson et al., 2018) and in agreement with olivine-plagioclase-augite-melt (OPAM) barometry. In fact, OPAM barometry shows that the carrier melts last equilibrated at a mean pressure of 1.9 ± 0.8 kbar (6.8 ± 3.2 km). The groundmass glass registers the highest temperature in Ljósufjöll formation (1193 ± 4 °C), whilst all other localities show comparable temperature values (mean of 1166 ± 6 °C). Melt inclusions (MIs) return temperatures with a narrowly focused peak at 1214 ± 10 °C (1σ), regardless of age.

In contrast, and on the basis of OPAM barometry, melt inclusions record different pressures depending on age and host mineral composition. MI from all studied formations depict a shallow reservoir between 7-11 km. In addition to that, MIs hosted in primitive crystals (Fo/An >86) from Ljósufjöll and tephra cones samples reveal the occurrence of a deeper reservoir, located at around 16 ± 4 km depth in the lower crust. The deep reservoir is exclusively recorded by subglacial and early postglacial samples.

A maximum in magma production in the rift zones in Iceland coincides with the end of the last ice age (~11 ka) (e.g., Sigvaldason et al., 1992; Sinton et al. 2005) that has been connected to an increase in the decompression melting rate in the upper mantle, following pressure release associated with glacial unloading (Jull and McKenzie, 1996; Le Breton et al., 2016). The deep reservoir signature in older formations of the Bárðarbunga-Veiðivötn volcanic system could be linked to a burst in eruption rates concurrent with the post-glacial rebound that caused rapid uplift and bending of the crust. Most likely, this burst in volcanic activity allowed some magma from the deep reservoir to escape and find its way up to the surface before being homogenized in the shallow reservoir. In contrast, the diminishing deep reservoir signature in the Drekahraun, Þjórsárdalshraun and Veiðivötn formations could be coupled with lower magma production rates, which is likely to be the long-term steady-state conditions, so that the material from the deep reservoir(s) is well mixed and equilibrated at relatively shallow levels before eruptions.

References

- Halldórsson S.A. et al. (2018). *Contrib to Mineral Petrol.* 173
- Jull, M. and McKenzie, D. (1996). *J. Geophys. Res.* 101, 21.815-21.828.
- Le Breton, E. et al. (2016). *J. Geol. Soc. London* 167, 417–432
- Sigvaldason, G.E. et al. (1992). *Bull. Volcanol.* 54, 385–392
- Sinton et al. (2005). *Geoch. Geoph. Geosys.* 6, 1-34

Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá

Davíð Egilson¹, Matthew J. Roberts¹, Emmanuel Pagneux¹, Esther Hlíðar Jensen¹, Magnús Tumi Guðmundsson², Tómas Jóhannesson¹, Matthías Ásgeir Jónsson¹, Snorri Zóphóniasson¹, Bogi B. Björnsson¹, Tinna Þórarinsdóttir¹ & Sigrún Karlsdóttir¹

¹ Veðurstofa Íslands, ² Háskóli Íslands

Dagana 1 – 10 október 2015 varð mikið hlaup í Skaftá. Í kjölfar flóðsins fól umhverfis og auðlindaráðuneytið Veðurstofunni að meta hættu vegna Skaftárhlaupa. Verkefnið er hluti af heildarhættumati vegna eldgosa á Íslandi og hefur hlotið yfirheitið GOSVÁ. Veðurstofan stýrir verkefninu í samvinnu við Jarðvísindastofnun Háskólans, Almanna- og Varnardeild Ríkislögreglustjóra, Landgræðsluna og Vegagerðina.

Rennslishættir Skaftár einkennast af tíðum jökulhlaupum sem eiga upptök í Skaftáarkötlum í Vatnajökli. Heimildir eru um hlaup í Skaftá fyrir Skaftárelda og er Landbrotshraunið sem liggur undir Eldhrauni mjög sandorpið. Jarðhitavirkni undir Skaftáarkötlum bræðir þar ís og myndar lægðir í yfirborð jökulsins en undir þeim safnast vatn í lón við jökulbotninn. Í hlaupum leitar vatnið oftast einungis til Skaftár.

Skaftárhlaupin hafa komið með til þess að gera reglulegu millibili undanfarin 50 ár. Á árabílinu 1955–2018 komu 28 hlaup úr eystri katlinum en hlaup úr þeim vestari eru tíðari. Úr honum komu 30 hlaup á tímabilinu 1972–2018. Undanfarin 50 ár lætur því nærri að það hlaupi úr kötlunum einu sinni á ári að meðaltali. Veruleg breyting varð á eðli hlaupanna á áratugnum 1950–1960. Á fyrri hluta 20. aldar benda heimildir til þess að hlaup hafi orðið u.þ.b. árlega og verið mun minni en nú. Eystri Skaftárketill var á árunum fyrir 1950 miklu minni en síðar varð og Vestari-Skaftárketill myndaðist á árunum 1945–1960. Hlaupin fyrir 1960 hafa því komið úr eystri katlinum. Samanlagt varmaafli jarðhitasvæðanna undir kötlunum hefur á sjötíu ára tímabili vaxið úr fáeinum hundruðum megawatta í 1500 MW að lágmarki (MTG og fl., 2018). Vísbendingar eru um að hegðun hlaupanna nú sé að breytast frá því sem var á árabílinu 1955–2010, væntanlega vegna breytinga á jarðhitavirkninni undir Skaftáarkötlum sem leiðir til breytinga á lögun og útmörkum katlana (MTG og fl., 2018). Hlaup úr Eystri-Skaftáarkatli kunna að verða sjaldnar og þeim mun stærri. Fylgni er á milli hámarksrennslis og tímans frá síðasta hlaupi. Í kjölfar lengsta hlés milli hlaupa 2010–2015 úr eystri katlinum kom mesta Skaftárhlaup sem vitað er um í október 2015 með rennsli um 3000 m³/s (DE og fl., 2018; EPP og fl., 2018a).

Rofmáttur hlaupanna og framburðargeta þeirra ræðst mikið til af hámarksrennsli en heildar-rúmtak hlaupanna ræður miklu hve langt framburðurinn nær fram á hraunin (EHJ og fl. 2018a, b). Á meðan flæðið út á hraunin er umfram það sem nær að streyma í gegnum þau safnast vatnið upp og teygir sig lengra og lengra. Hlaupin geta valdið tjóni á mannvirkjum og grónu landi, einkanlega í Skaftárdal (EPP og fl., 2018b). Árlegur framburður í dagsmeðalrennsli Skaftár við Sveinstind síðustu 30 ár er um 5,5 milljónir tonna. Framburður einstakra hlaupa sem standa nokkra daga er oft um 2,5 milljónir tonna en getur orðið mun meiri, var til dæmis 6,6 milljónir tonna árið 1995. Framburður hlaupsins árið 2015 er sá langmesti sem mælst hefur til þessa, á bílinu 8,6–14,1 milljónir tonna, sem samsvarar að efnismagni 1 m háum og 10 m breiðum vegi sem lægi frá Kirkjubæjarklaustri norður fyrir land að Borðeyri eða Akureyri eftir því hvor talan er tekin.

Líkanreikningar benda til þess að hlaupið í október 2015 hafi náð um 3000 m³/s rennsli í hámarki við jaðar Skaftárjökuls, sem er langt umfram fyrri hlaup (MÁJ og fl. 2018). Hins vegar

var rúmtak hlaupsins ekki það mesta sem mælt hefur við Sveinstind eða um 425 Gl að meðtölu grunnrennsli árinna meðan á hlaupinu stóð. Sviðsmyndir sem gera ráð fyrir hámarksrennsli upp á 4500 m³/s og 6000 m³/s við jökuljaðar hafa verið hermdar (EPP og fl. 2018b). Markmiðið var að fá hugmynd um útbreiðslu, vatnshraða og vatnsdýpt slíkra hlaupa. Sviðmyndirnar byggja á ákveðnum forsendum um rennsli og upptök hlaupsins við jökuljaðar, nákvæmni landlíkans og grunnvatnsstöðu í Eldhraun í upphafi hlaups. Samkvæmt sviðsmyndunum má búast við meiri vatnshæð og auknum áhrifum með vaxandi rennsli. Áhrif ofan Skaftárdals verða til þess að gera lítil nema á afmörkuðum stöðum, svo sem við Hólaskjól og hluta vega á Fjallabaksleið. Neðan Skaftárdals eru líkur á að flæði yfir varnargarðinn við Ásakvíslar og að áin brjóti sér leið niður eftir eldri farvegi og renni yfir þjóðveginn þar. Byggðir munu einangrast við Botna, Höfðakvísl og Eldvatn og að óbreyttu eru líkur á að vatn flæði yfir þjóðveg 1 við Dyngjur. Grunnvatnsstaða ásamt setfyllingu hrauns þegar hlaup verður ræður því hversu langt flóðvatnið berst út á Eldhraun.

Nýtt hlaup kom í Skaftá þann 3. ágúst 2018. Samanlagt rúmmál hlaupsins og grunnrennslis árinna meðan á hlaupinu stóð hefur verið metið um 500 Gl. Útbreiðsla hlaupsins var í góðu samræmi við hermunina sem gerð var í tengslum við hættumatið. Hugsanleg breyting á eðli hlaupanna vegna áframhaldandi breytinga á jarðhitasvæðum undir kötlunum getur breytt forsendum hættumats. Ekki er unnt að segja fyrir um slíkar breytingar og þurfa menn því að vera viðbúnir breyttum flóðaháttum frá því sem verið hefur.

Gífurlegur framburður situr eftir á landi þar sem flætt hefur. Aurkeilur hafa myndast við Fögrufjöll og Flögulón í gegnum árin. Þá hafa orðið óafturkræfar breytingar á Eldhrauni þar sem setgeirar við Brest og Skálarál lengjast með hverju hlaupi. Þessi þróun hefur áhrif á grunnvatnsrennsli í Landbroti vegna þess að aurinn fyllir Eldhraunið smám saman.

Ein mikilvægasta mótvægisáðgerð vegna náttúruvár er að taka tillit til hættumats við skipulag og ákvarðanir um landnotkun. Það getur dregið verulega úr tjóni vegna jökulhlaupa eins og eru í Skaftá. Góðar og framsýnar ákvarðanir um vegakerfi, varnargarða, landnýtingu og ferðamannastaði geta skipt sköpum um afleiðingar flóða.

Heimildir

Vinna þessi byggir á samantekt á sex áfangaskýrslum

Davíð Egilson, Matthew J. Roberts, Emmanuel Pagneux, Esther Hlíðar Jensen, Magnús Tumi Guðmundsson, Tómas Jóhannesson, Matthías Ásgeir Jónsson, Snorri Zóphóníasson, Bogi B. Björnsson, Tinna Þórarinsdóttir og Sigrún Karlsdóttir (2018). *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá. Samantekt*. Skýrsla VÍ 2018-016. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson & Davíð Egilson (2018a). *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá:*

Útbreiðsla og flóðhæð Skaftárhlaupsins haustið 2015. Skýrsla VÍ 2018-004. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

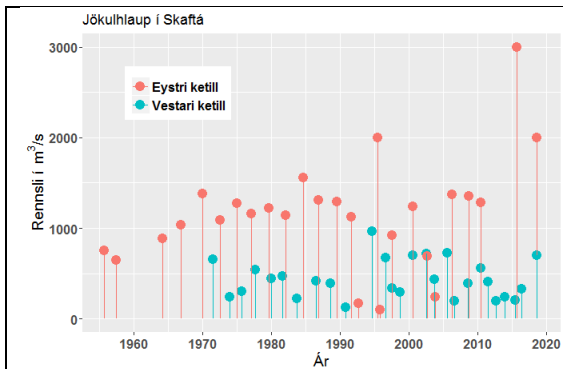
Emmanuel Pagneux, Matthías Á. Jónsson, Tinna Þórarinsdóttir, Bogi B. Björnsson, Davíð Egilson & Matthew J. Roberts (2018b). *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Hermun flóðasviðsmynda*. Skýrsla VÍ 2018-008. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Esther Hlíðar Jensen, Davíð Egilson, Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson, Snorri Zóphóníasson, Snorri Páll Snorrason, Ingibjörg Jónsdóttir, Ragnar H. Þrastarson, Oddur Sigurðsson & Matthew J. Roberts (2018a). *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Mat á setflutningi með sögulegu yfirliti*. Skýrsla VÍ 2018-005. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

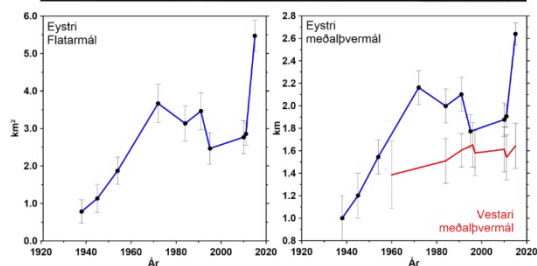
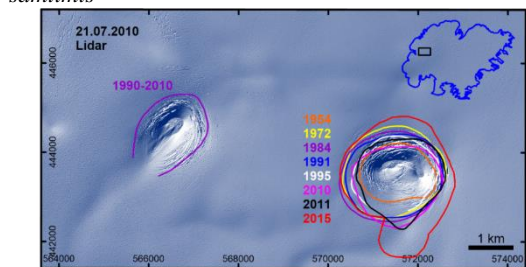
Esther Hlíðar Jensen, Davíð Egilson, Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson, Snorri Zóphóníasson, Ingibjörg Jónsdóttir, Matthías Á. Jónsson, Ragnar H. Þrastarson og Matthew J. Roberts (2018b). *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Set í hlaupi haustið 2015*. Skýrsla VÍ 2018-006. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.

Magnús Tumi Guðmundsson, Eyjólfur Magnússon, Þórdís Högnadóttir & Finnur Pálsson (2018). *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Skaftárvatlar – saga og þróun 1938–2018*. Jarðvísindastofnun Háskólans og Veðurstofa Íslands, handrit.

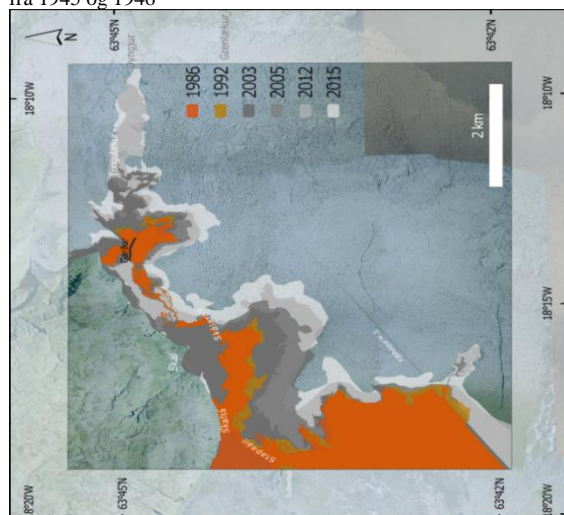
Matthías Ásgeir Jónsson, Tinna Þórarinsdóttir, Emmanuel Pagneux, Bogi B. Björnsson, Davíð Egilson, Tómas Jóhannesson & Matthew J. Roberts (2018). *Hættumat vegna jökulhlaupa í Skaftá: Kvörðun straumfræðilíkans*. Skýrsla VÍ 2018-007. Reykjavík: Veðurstofa Íslands.



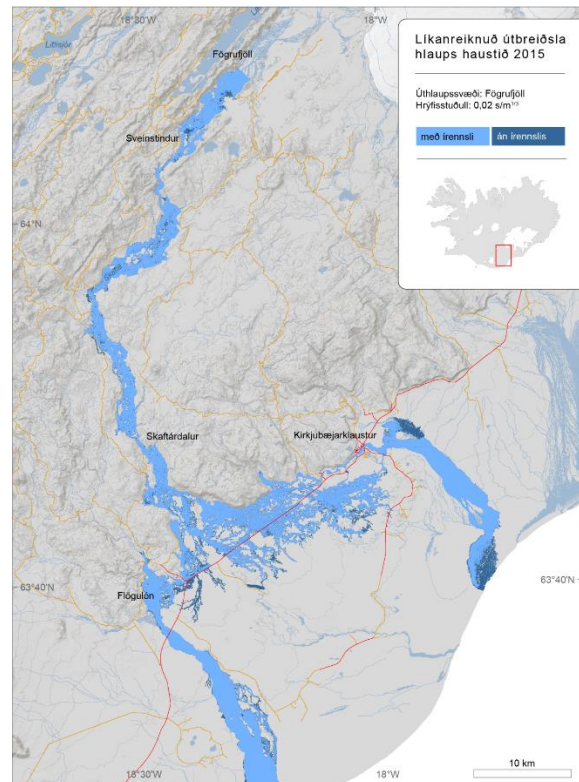
Hlaup úr Skaftárkötlum á tímabilinu 1955–2018. Í flóðinu 2018 kom vatn úr báðum kötlum en hámarkið var ekki samtímis



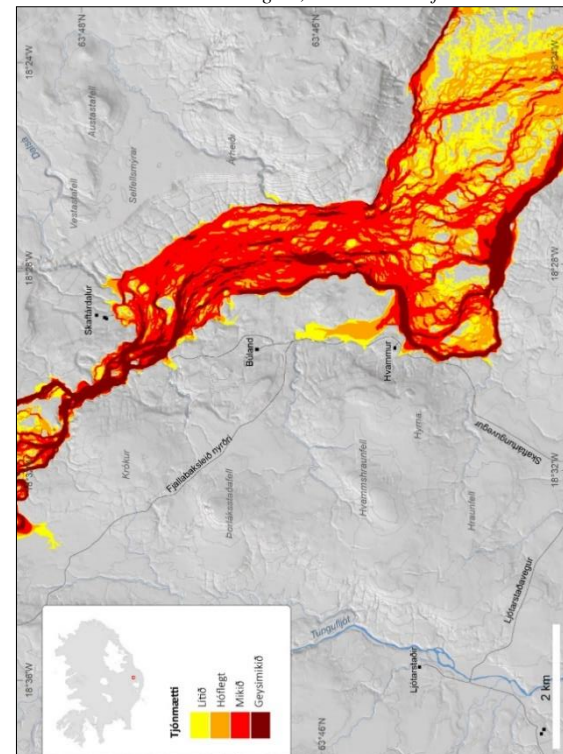
Þróun stærðar Skaftárkatla frá 1938. Efri myndin sýnir útmörk sigsprungna í eystri katlinum frá og með 1954. Gröfin sýna þróun í stærð sigsvæðisins í eystri katlinum (vinstra grafið) og meðalþvermál beggja katlanna frá 1938 (hægra grafið). Vestari ketillinn kemur fyrst fram 1960 en sést t.d. alls ekki á loftmyndum frá 1945 og 1946



Framrás sets á yfirborði Eldhrauns við Skálarál. Myndin sýnir hvernig setgeirarnir stækka með tímanum við endurtekni flóð



Útbreiðsla jökulhlaups haustið 2015 samkvæmt reiknilíkani. Vatnið stöðvaðist víða við veginn, en kom síðan fram neðan hans.



Tjónnætti hlaupa við Skaftárdal. Kvarðinn afmarkast við mat á vatnsdýpi og vatnshraða. Upplýsingar byggja á niðurstöðum sviðsmyndar við 6000 m³/s rennslí.

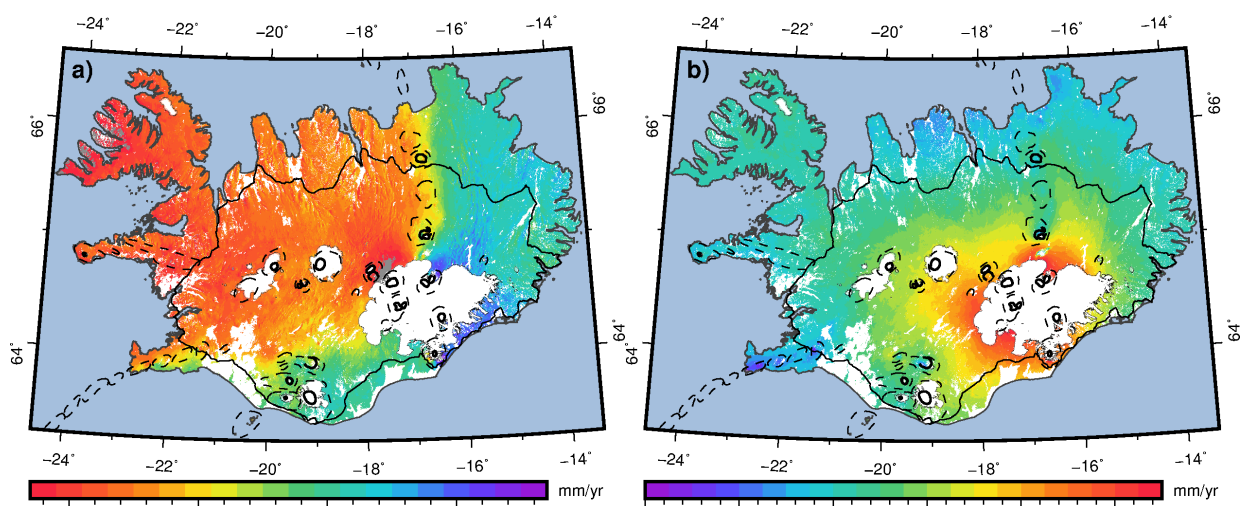
Country-wide observations of plate spreading and glacial isostatic adjustment in Iceland inferred by Sentinel-1 radar interferometry, 2015-2018

Vincent Drouin^{1,2} & Freysteinn Sigmundsson¹

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

² National Land Survey of Iceland, Akranes, Iceland

Using Sentinel-1 interferometry we achieved a 81% coverage of Iceland in both east-west and vertical velocities for 2015-2018. These results were obtained by analyzing Sentinel-1 images of six different tracks: three ascending and three descending. These tracks were selected so that every part of Iceland is at least covered by one ascending track and one descending track. We estimated the average LOS velocity fields for 2015-2018 for each track by using a simple approach: single master interferometry time-series together with an estimate of linear component for each coherent pixel. There is a good agreement between the deformation measured by the continuous GPS network of Iceland and the deformation shown by these LOS velocity fields. The LOS velocity fields are combined and their signal is decomposed to extract near-East and near-Up velocities. Only pixel coherent enough in each LOS velocity fields are kept, providing a 81% coverage of Iceland. The 19% of missing coverage are areas that experience too much surface changes between summers. In Iceland, these areas are mostly glaciers, agricultural land, and unconsolidated sand deserts. We then compared the near-East velocity field to plate spreading models and the near-Up velocity field to GIA models. We find a good agreement between the data and the models. However, residuals suggest imperfections in the models, potentially because of the use of a uniform rheology instead of a rheology allowing for lateral variations. Numerous other small-scale deformation signals are also visible in the velocity fields: post-rifting viscous relaxation, volcano uplift, volcano subsidence, slope instabilities, and geothermal fluid extraction.



(Left) Near-East and (Right) near-Up velocity fields derived from the decomposition of LOS velocities from six InSAR tracks.

The 2017-2018 uplift episode in the Hengill triple junction, SW Iceland, from satellite data.

Cécile Ducrocq¹, Halldór Geirsson¹, Thóra Árnadóttir¹, Daniel Juncu², Vincent Drouin^{1,3}, Bjarni Reykr Kristjánsson⁴ & Gunnar Gunnarsson⁴

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

² COMET, School of Earth and Environment, University of Leeds, Leeds, UK

³ National Land Survey of Iceland, Iceland

⁴ OR - Reykjavík Energy, Reykjavík, Iceland

Consecutive episodes of uplift and subsidence is a behaviour observed in many volcanic systems and high-temperature geothermal systems around the world, e.g. Etna, Campi Flegrei, and Yellowstone. The nature of the source (hydrothermal and/or magmatic) of those sporadic episodes is an ongoing debate in the scientific community. The Hengill volcanic system, in SW Iceland, is located at a triple junction between the Eurasian, North-American and Hreppar plates. Using geodetic data sets (GPS and InSAR), we can study, and separate, the different tectonic, magmatic and anthropogenic processes interacting in the area. For instance, the extraction of fluids for production of electricity and thermal energy from the Nesjavellir and Hellisheiði geothermal power plants, located North and South-west of the volcanic system, results in localized subsidence in the geothermal production fields. The subsidence at Hellisheiði reaches an amplitude of ~25 mm/yr, and ~18 mm/yr at Nesjavellir. Interestingly, between the end of 2017 and spring 2018, geodetic measurements show an uplift in the Eastern part of the Hengill area, under Ölkelduháls, interjecting a persisting and widespread subsiding signal in this area since ~2006 (Juncu et al., 2017). Using satellite data sets and simple elastic half-space models, the location of the source of this recent uplift episode can be estimated. The results show similar locations between the source of the subsidence as estimated by Juncu et al. (2017) and the source of this uplift episode. The estimated location seems to be between two adjacent volcanic systems: Hengill and Hrómundartindur. Intriguingly, between 1994 and 1998, a broad-scaled uplift episode occurred in the Hrómundartindur volcanic system, only ~3-4 kilometres SE of the estimated source of the 2017-2018 episode. These 3 sources all have inferred depths estimated to be near the brittle-ductile transition zone in this area (around 5 to 7 kilometres depth). Using geodetic data sets, we focus on spatially and temporally defining the 2017-2018 uplift episode in the Hengill area and discuss the possible explanations for the 2017-2018 uplift episode, such as magmatic intrusion or processes linked to deep hydrothermal fluids.

Reference:

Juncu, D., T. Árnadóttir, A. Hooper, and G. Gunnarsson (2017), Anthropogenic and natural ground deformation in the Hengill geothermal area, Iceland, *J. Geophys. Res. Solid Earth*, 122, 692–709, doi:[10.1002/2016JB013626](https://doi.org/10.1002/2016JB013626).

Hvað sýna þéttar íssjármælingar yfir sigkötlum?

Eyjólfur Magnússon¹, Hrafnhildur Hannesdóttir^{1,2}, Finnur Pálsson¹ & Joaquín M.C. Belart¹

¹Jarðvísindastofnun Háskólans.

²Veðurstofa Íslands

Það er plagsiður sigkatla í jöklum að senda frá sér jökulhlaup óforvandið og koma þannig bæði vísindamönnum og öðrum í opna skjöldu. Það er hins vegar ekki hlaupið að því að sjá þessa atburði fyrir. Eftir hlaup í Jökulsá á Sólheimasandi sumarið 1999 sem olli nokkru tjóni og tók næstum af brúna yfir ána var farið að mæla reglulega dýpi katlanna í Mýrdalsjökli, oftast með hæðarratsjá úr flugvél. Eftir jökulhlaupið sem tók af brúna yfir Múlakvísl í júlí 2011 var sjónum beint að undirlagi katlanna og farið að mæla endurtekið íssjárnið yfir þá með það að markmiði að greina hvort vatn safnist fyrir undir þeim milli mælinga. Þó íssjárnið sýni skýrar breytingar frá einum tíma til annars sem tengja má við breytingar í stærðum vatnsgeyma undir kötlum er mjög erfitt að fá magnbundna mælingu á þeim breytingum út frá einu eða fáeinum endurteknum íssjárniðum. Þess vegna var byrjað að mæla endurtekið mjög þétt safn samsíða íssjárniða (20 m milli sniða) yfir katla sem af einhverjum sökum teljast áhugaverðir á hverjum tíma. Út frá þessum mælingum fæst með ákveðnum úrvinnsluáferðum svo til samfellt hæðarlíkan af jökulbotni (neðra borði íssins) undir kötlunum en sá botn getur bæði legið yfir föstu landi og vatni. Gera má ráð fyrir að breytingar á botnhæð milli mælinga orsakist af vatni þar undir í annað eða bæði skiptin. Í erindinu verður sagt frá niðurstöðum mælinga á tveimur svæðum. Annars vegar yfir nýja katlinum í miðri öskju Örafajökuls, hins vegar yfir kötlum nærri Kötluholli í austanverðum Mýrdalsjökli á vatnasviði Múlakvíslar sem jafnan eru kallaðir Ketill 10 og Ketill 11. Þétt safn íssjárniða voru mæld yfir Örafajökulskatlinum í mars og júní 2018. Hvorug mælingin gaf vísbendingar um að vatn væri þar undir en þær sýna hins vegar að botnlandslag þar er talsvert flóknara en eldri og gisnari íssjármælingar á svæðinu gáfu til kynna. Katlar 10 og 11 í Mýrdalsjökli hafa fjórum sinnum verið mældir með þessum hætti, í maí 2017 og í mars, maí og nóvember 2018. Þessar mælingar sýna greinileg merki um vatn við botn og meta má rúmmál þess á hverjum tíma. Sýndur verður samanburður á dreifingu og rúmtaki vatnsgeyma við botn í maí 2017 og hæðarbreytingar hlaupi undan kötlunum í júlí 2017. Hæðarbreytingar sem urðu veturinn 2017-18 benda til lítils hlaups undan Katli 11 með sigmiðju um 300 m sunnar en vanalega. Síðasta sumar hljóp hins vegar ekki undan kötlunum sem var óvanalegt miðað við undanfarin ár. Íssjármælingarnar sýna hins vegar að vatn hefur verið að safnast fyrir undir þeim og dreifing þess undir Katli 11 vorið 2018 var að mestu bundin við sigsvæðið frá vetrinum áður. Í nóvember 2018 var mælt vatnsmagn undir kötlunum nærri 5 Gl samanborið við um 3,5 Gl sem kom undan kötlunum í hlaupinu 2017 skv. hæðarbreytingum á yfirborði þeirra. Búast má við að þetta vatn, og meira til, skili sér undan kötlunum næsta sumar og eru líkur til þess að það hlaup verði það stærsta í Múlakvísl frá 2011 þó enn sé vatnsmagnið mun minna en í hlaupinu þá. Stefnt er að því að endurtaka þéttar íssjármælingar yfir Kötlum 10 og 11 næsta vor.

Re-evaluating the sulfur isotope characteristics of the Iceland hotspot

J. Gunnarsson-Robin¹, S.A. Halldórsson¹, A. Stefánsson¹, S. Ono², M.J. Whitehouse³, D.R. Hilton^{4*} & E.H. Hauri^{5*}

¹ Nordvulk, Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Sturlugata 7, 101 Reykjavík, Iceland (email=jog13@hi.is)

² Department of Earth, Atmospheric and Planetary Sciences, MIT, Cambridge, MA 02139, USA

³ Department of Geosciences, Swedish Museum of Natural History, SE-10405, Stockholm, Sweden

⁴ Fluids and Volatiles Laboratory, GRD, Scripps Institute of Oceanography, UCSD, La Jolla, CA 92093-0244, USA

⁵ Department of Terrestrial Magnetism, CIW, 5241 Broad Branch Road, NW Washington, DC 20015-1305, USA

* Deceased

A considerable range in $\delta^{34}\text{S}$ values has been reported for Icelandic lavas, of -2.0 to +4.2‰ [1]. No simple relationship was, however, evident between chemical characteristics, sulfur content and isotopic composition of the studied lavas, although the highest $\delta^{34}\text{S}$ values were confined to intermediate and rhyolitic rocks. Additionally, due to a potential flaw in older sulfur extraction methods (i.e., KIBA), the reliability of this dataset is questionable [2].

We have undertaken a systematic study, aimed at verifying the suitability of the KIBA method versus a newly proposed method using HF [2], to evaluate the sulfur isotope characteristics of a suite of well-characterized Icelandic subglacial basalts (n=51), with highly variable sulfur contents (50 to 1905 ppm). Replicate measurements (n=3-7 per/sample) of three selected samples, reveal a positive shift of 0.2 to 0.6‰ using the KIBA method, relative to values obtained from HF-extraction. Following homogeneity tests using HF-extractions only, the same suite was measured for $\delta^{34}\text{S}$ values by SIMS, using the most homogeneous sample as standard. Our preliminary data, indicated that the $\delta^{34}\text{S}$ values for the basaltic glass suite are in the range of -2.2 to -0.3‰ (n=46) and -2.5 to -0.1‰ (n=13) for SIMS and IRMS, respectively.

Therefore, these preliminary results suggest that the KIBA method yields positively shifted isotope values, most likely due to incomplete digestion as evidenced by poor recovery during KIBA-extractions (generally ~50%). In comparison, recovery during HF-extraction, was typically 90-100%. The HF method was, however, also shown to be sensitive to incomplete recovery. Extractions with HF are therefore favored over KIBA-extractions.

[1] Torssander, P. (1989), *CMP* 102(1), 18–23.

[2] Labidi, J., et al. (2012). *CG*, 334, 189–198.

Breytilegt landris á Íslandi 1993-2019

Halldór Geirsson¹, Finnur Pálsson¹, Benedikt G. Ófeigsson², Erik Sturkell³, Freysteinn Sigmundsson¹, Þóra Árnadóttir¹, Hildur María Friðriksdóttir², Guðmundur Valsson⁴, Sigrún Hreinsdóttir⁵, Páll Einarsson¹, Vincent Drouin^{1,4}, Þorsteinn Þorsteinsson², Eyjólfur Magnússon¹, Guðfinna Aðalgeirsdóttir¹, Helgi Björnsson¹, Sóley Reynisdóttir¹, Peter LaFemina⁶, Björn Lund⁷ & Peter Schmidt⁷

¹Jarðvísindastofnun, Háskóli Íslands; ²Veðurstofa Íslands; ³Háskólinn í Gautaborg, Svíþjóð; ⁴Landmælingar Íslands; ⁵GNS Science, Nýja Sjáland; ⁶Penn State, USA; ⁷Háskólinn í Uppsölum, Svíþjóð

Með hlýnandi loftslagi rýrna jökla og land rís vegna seigfjaðrandi svörunar jarðskorpu og möttuls við minna fargi. Þetta ferli er vel þekkt, bæði úr jarðsögunni og með beinum mælingum. Til að mynda sýna forn fjörumörk á Íslandi sjávarstöðu þess tíma og hægt er að rekja hop ísaldarjökla með kortlagningu og aldursgreiningu á fjörumörkum.

Tvö víðfeðmustu merki jarðskorpuhreyfinga á Íslandi eru vegna flekahreyfinga (um 1.9 cm/ári lárétt) og vegna rýrnunar jökla (allt að 4.5 cm/ári lóðrétt). Það er því brýnt að þekkja þessi merki vel þegar verið er að rannsaka staðbundar jarðskorpuhreyfingar t.d. vegna kvikuhreyfinga í eldfjöllum og jarðskjálfta. GPS mælingar á jarðskorpuhreyfingum hófust á Íslandi árið 1986 og eru ár hvert endurmældar staðsetningar tuga til hundruða mælipunkta. ÍSNET mælingarnar 1993, 2004 og 2016 eru sérstakar að því leyti að þær spanna allt landið. Árið 1995 hófust síritandi GPS mælingar meðfram fyrri netmælingum og eru nú yfir 100 síritandi stöðvar á landinu. Síritandi GPS stöðvar gera meðal annars kleift að mæla árstíðabundnar sveiflur í landhæð sem nema hér allt að nokkrum sentimetrum vegna snjósöfnunar og bráðnunar. Tíðar mælingar nýtast einnig vel til að mæla breytingar í rishraða milli ára og bera saman við mælingar á afkomu jökla. Einnig hefur verið beitt bylgjuvíxlumælingum úr gervihnöttum (InSAR) til að mæla landris hérlendis. Mestu breytingar í lóðréttum hröðum verða þar sem fargbreytingar eru mestar, en fátt er um hentuga mælistaði á jarðskorpuhreyfingum inni á miðjum jöklum. Skipulegar mælingar á örfáum jökulskerjum á Vatnajökli hófust um 2008.

Hér verður gerð grein fyrir breytilegu landrisi á Íslandi á árabílinu 1993-2019. Ýmsar staðbundnar jarðskorpuhreyfingar mælast vegna kvikuhreyfinga í einstökum eldstöðvum, jarðskjálfta eða jarðhitavinnslu, en hér er áhersla lögð á að draga fram jarðskorpuhreyfingar á landsvísi. Í stórum dráttum er þróunin sú að landris var tiltölulega hægt milli 1993 og 2004 (mestur mældur rishraði tæplega 2 cm/ári), en frá 2004 herti nokkuð á risinu þannig að á milli 2004 og 2010 var meðalrishraði að jafnaði um 1.7 sinnum hraðari en á tímabilinu 1993-2004. Aska frá Eyjafjallajökulsgosinu 2010 lagðist yfir jökla landsins og olli aukinni rýrnun þeirra sem kemur skýrt fram í auknum rishraða veturinn 2011-2012 og rishraði hélst í hærra lagi til 2014. Árið 2014 dró aftur töluvert úr landrisi á landinu. Rýrnun jökla og fargbreytingar valda einnig láréttum jarðskorpuhreyfingum sem numið geta nokkrum millimetrum á ári og sjást tilsvareandi breytingar í láréttum hröðum, þótt erfitt geti verið að mæla þær breytingar.

Í stórum dráttum haldast breytingar í landrisi í hönd við breytingar í veðurfari og þar með afkomu jökla. Fyrri hluti tíundi áratugar var kaldur og jökla stóðu í stað eða bættu heldur við sig, en þegar kom fram yfir árið 1995 hlýnaði og jökla rýrnuðu verulega hvert ár. Frá 2011 hefur rýrnun jökla verið minni, 2015 bættu þeir á sig og síðustu tvö ár var afkoman nærri núlli. Hraði landriss ræðst einnig af seigfjaðrandi viðbragði jarðar og þarf því að nota fargsögu jökla

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
8. mars 2019

síðustu 100 árin hið minnsta til að skýra núverandi jarðskorpuhreyfingar. Með því að herma með reiknilíkönum jarðskorpuhreyfingar út frá afkomusögu jökla má skorða frekar eðliseiginleika jarðskorpunnar, s.s. seigju, fjaðurstuðla og lagskiptingu undir Íslandi og kannna, til dæmis, hvort hluti hreyfinganna geti stafað af kvikuhreyfingum.

Hvað geta forn fjörumörk sagt okkur til um stærð og legu jökla á Íslandi í lok síðasta jökulskeiðs? Dæmi úr Arnarfirði á Vestfjörðum

Hreggviður Norðahl¹ & Halldór G. Pétursson²

¹Jarðvísindastofnun Háskólans

²Náttúrufræðistofnun Íslands

Lýst er sambandi álags vegna fargs jökla á jarðskorpuna, flotjafnvægi hennar og afstöðu láðs og lagar í tíma og rúmi á Íslandi á síðjökultíma. Áberandi og útbreidd fjörumörk ofan núverandi sjávarmáls mynduðust þegar jafnvægi var á milli landriss og legu hafsyfirborðs í kjölfar stækkunar og framrásar jökla. Á Suðvesturlandi eru þekkt þrenn slík fjörumörk; í allt að 150 m h.y.s. (14,7 cal. ka BP), í um 60 m h.y.s. (12,0 cal. ka BP) og í 40 m h.y.s. (11,2 cal. ka BP) en þessi fjörumörk tengjast ákveðnum stigum eða áföngum í hörfun íslenska meginjökulsins í lok síðasta jökulskeiðs.

Mæld hæð fornra fjörumarka á Vestfjörðum er frá nokkrum metrum upp í meira en 100 m h.y.s. Við nánari skoðun á hæð fjörumarkanna kemur í ljós að þau falla flest á ákveðin hæðarbil, en hæð þeirra er breytileg frá einum hluta svæðisins til annars. Einnig hefur skoðun þessara gagna leitt í ljós að landris á Vestfjörðum stjórnaðist af hörfun jökulskjalda og síðar stakra jökla í þessum landshluta. Við Arnarfjörð eru forn fjörumörk aðallega á þremur hæðarbilum; efstu og jafnframt þau elstu eru yst í firðinum í 64 til 89 m h.y.s., í miðið eru fjörumörk í 40 til 59 m h.y.s. og fara þau eilítið hækkandi inn eftir firðinum. Neðstu og jafnframt yngstu fjörumörkin eru í 9 til 25 m h.y.s., en þau eru í sem næst sömu hæð í öllum firðinum. Með samanburði við skipan og aldur fornra fjörumarka á Suðvesturlandi og við innanverðan Breiðafjörð, má ætla að fjörumörk við Arnarfjörð hafi myndast á Bølling-, Yngra- Dryas- og Preborealtíma.

Legu þessara þriggja fornu fjörumarka er með þeim hætti að þau efstu og elstu (í 64-89 m h.y.s.) eru bara yst í firðinum. Líklega hefur jökull, sem á þeim tíma náði út undir mynni fjarðarins, komið í veg fyrir að svona há fjörumörk mynduðust innar í honum. Fjörumörk í 40-59 m h.y.s., sem eru varðveitt undir fjallshlíðum á milli þverdala Arnarfjarðar, mynduðust á Yngri-Dryastíma, þegar jöklar náðu út úr þessum dölum. Á sama tíma var jökull í innanverðum Borgarfirði og úti í mynni Suðurfjarða. Fjörumörk í 9-25 m h.y.s. eru varðveitt um allan Arnarfjörð og m.a. í mynni þverdalanna, sem þýðir að á Preborealtíma höfðu jöklar hörfað upp í þverdalina og inn fyrir þáverandi sjávarmál. Samanburður við fjölgeisladyptarmælingar Hafrannsóknarstofnunar í Arnarfirði styður þessar ályktanir.

Boron to Chlorinity Ratios in the Arctic: A View from Downstream

Jón Ólafsson¹, Kitack Lee², Sólveig R. Ólafsdóttir³ & Alice Benoit Cattin³

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

² School of Environmental Science and Engineering, Pohang University of Science and Technology, Pohang, Republic of Korea,

³ Marine and Freshwater Research Institute, Reykjavík, Iceland.

The element boron, B, is a major constituent of the sea water with a concentration of 0.11 mmol kg⁻¹. The residence time in the ocean is 10 million years and boron is considered conservative; its open ocean concentration changes are only related to salinity variations. This has been verified recently (Lee et al., 2010) where it was also shown that the the new ratio, B/Cl=0.2414, was significantly different from a previously accepted ratio. The difference is significant in carbonate system calculations.

The dissolved boron species in sea water are anions of boric acid which contribute the sea water alkalinity, about 3.4%. Surface sea water alkalinity is generally closely linked to salinity and temperature (Lee et al., 2006). The Arctic Ocean is an exception. There the linear salinity - alkalinity relationship does not hold for the low salinity Polar Water which is in the the southward flowing East Greenland Current (Anderson, Jutterström, Kaltin, Jones, & Björk, 2004).

Ocean currents in the vicinity of Iceland carry Atlantic Water northwards into the Iceland Sea but from the north flows Arctic Intermediate water and the low salinity East Greenland Current. The outflowing waters from the Arctic bear evidence of its origins and biogeochemical processes which may have modified them. The goal of this work is to determine the B/Cl ratio in the different waters that flow into and out off the Arctic. In particular to examine any deviations from the observed B/Cl constancy in other ocean basins.

We will present new results on the B/Cl ratio from 174 samples covering the salinity range S=30.7 to S=35.2 and the depth range surface to 1850 m. The samples were taken in and north of the Denmark Strait (Greenland Strait) and analysed by the improved curcumin method.

Using sedimentary features and microfossils to analyse the Pleistocene palaeoenvironment of the Nihewan Basin, Northern China

Catherine Langford¹, Hailong Zhao², Chengjun Zhang³ & Steffen Mischke¹

¹ Faculty of Earth Sciences, University of Iceland

² Institute of Nihewan Archaeology, Hebei Normal University, China

³ School of Earth Sciences and Key Laboratory of Mineral Resources in Western China, Lanzhou University, China

Important archaeological sites regarding the spread of early humans are situated in the fluvio-lacustrine Pleistocene stratigraphy of the Nihewan Basin. The Nihewan Basin is one of the most intensively studied areas of human occupation in higher latitude areas due to the concentration of early Pleistocene sites. However, for sites without an established geochronology correlation proves difficult, as the nature of the sediments impedes accurate correlation. Using the previously correlated site of Majuangou (MJG) it is hoped that this research will help correlate the newly investigated site Shigou (SG) without the use of prioritising magnetostratigraphy. Nonetheless, previous magnetostratigraphy dating of Majuangou (MJG) suggests a basal age of 1.66 Ma, whilst biostratigraphy suggests a slightly earlier age between 2-1.8 Ma.

The micropalaeontological analysis revealed 13 different ostracod species that occur within both MJG and SG. The ostracod *Ilyocypris* dominates the MJG section, whilst SG is dominated by *Leucocythere/Limnocythere*. However, taxa including *Heterocypris*, *Eucypris*, *Fabaformiscandona*, *Pseudocandona* and *Cytherissa lacustris*, occur within both sections, suggesting that there is an environmental relationship between the two sites. Microfossil and macrofossil data have also allowed for a more accurate palaeoenvironmental reconstruction. Results suggest that the palaeoenvironment was changeable. The ostracod analysis and results confirm that the studied sites were part of a semi-stable aqueous environment.

Detailed sedimentary analyses include systematic lithological descriptions of both sites. Asymmetrical ripple marks and cross bedding in both certain sections of MJG and SG provide evidence of unidirectional flow. In contrast, symmetrical ripple marks (in both MJG and SG) and one section of wavy concordant layers in MJG provide evidence of wave action. Both MJG and SG show evidence of drying and flooding events, including carbonate concretions, erosional surfaces, and thick sand bands including gravels. The sedimentological evidence suggests that MJG was relatively stable, with one period of almost total desiccation, whilst SG had several cyclical periods of drying and flooding throughout the section history. Preliminary results show that there is the possibility of correlating MJG and SG using their sedimentary features. However, further research will be required to determine the validity of this hypothesis.

Sitthvað um segulmælingar á erlendu og íslensku bergi

Leó Kristjánsson

Jarðvísindastofnun Háskólans, Öskju, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík

Blágrýtis-hraunlagasyrpur Íslands hafa sérstöðu við rannsóknir á forn-jarðsegulsviðinu (paleo-geomagnetism). Annarsvegur eru tiltölulega fersk blágrýtishraun mjög góður efniviður til slíkra rannsókna. Þau gefa niðurstöður sem eru samkvæmar innbyrðis og endurspegla sviðið þegar þau runnu, án þess að dýran tækjabúnað og seinlegar mælingar þurfi til. Hinsvegur hafa þessar syrpur myndast nokkuð samfelt í um sextán milljón ár. Svipaðar syrpur sem einkum finnast á öðrum úthafseyjum, ná hver um sig yfir mun skemmri tíma. Hér verða útskýrð nokkur atriði þar sem rannsóknir á segulmagni erlendra jarðlaga hafa gefið annarskonar niðurstöður en fengust á Íslandi, eða þar verið tortryggilegar að öðru leyti.

- *Self-reversals*. Á 6. áratug fyrri aldar var orðið ljóst, að berg var víða segulmagnað í nokkurnveginn öfuga átt við núverandi jarðsegulsvið. Sumir töldu þetta stafa af "öfugri" segulmögnun jarnsteindanna. Það reyndist þó sjaldgæft og kom ekki saman við gögn héðan.

- *Geomagnetic polarity time scale*. J.R. Heirzler o.fl. birtu 1968 skema um það hvenær jarðsegulsviðið átti að hafa snúist við síðustu tugi ármilljóna. Þetta var háð mörgum ágizkunum um byggingu úthafshryggja. Kortlagning íslenskra hrauna sýndi um sama leyti, að fyrnefnt skema væri ófullnægjandi. Ýmsir litu þó lengi á það sem nákvæman sannleik og gerðu m.a. allslags útreikninga á því. Síðan hefur skemað verið endurbætt, en ekki nægilega.

- *Size of surveys*. Víða í heiminum eru ekki aðstæður til að safna sýnum úr meira en svo sem 10-20 berg-einingum á sama svæði. Sammælt var um að sá fjöldi dygði til útreikninga á marktækri meðal-segulstefnu þar, sem mætti svo byggja líkön af sviðinu á. Til að þessi meðalstefna virtist nákvæmari en ella, var gögnum úr lögum, sem gáfu jarðsegulskaut á lágum breiddargráðum, sleppt í útreikningum. Nú er byrjað að viðurkenna það sjónarmið sem samræmist íslenskum niðurstöðum, að bæði meðalgildi segulstefnunnar og flökt hennar þurfi að reikna úr a.m.k. 200 lögum. Þá séu tekin með þau lög sem traustlega sýna fráviks-stefnur, en reynt að sigta burt augljósar endurtekningar sem stafa af hraðri upphleðslu hraunanna.

- *Preferred paths*. Um 1991 var staðhæft, að jarðsegulskautið kysi að ferðast milli heimskautanna eftir vissum lengdarbaugum frekar en öðrum. Þetta vakti mikla athygli og umræðu um tengsl fyrirbrigðisins við ýmsa eiginleika jarðar. Ekki varð vart við slíka tilhneigingu í gögnum úr íslenskum hraunlögum, og hún stafaði líklega af lélegum efniviði.

- *Ultra-rapid reversals*. Árið 1985 var því slegið fram, að stefna jarðsegulsviðsins hafi breytst um marga tugi gráða á meðan tiltekið þunnt hraunlag í syrpu frá Míósen á fjalli í Oregon hafi verið að kólna. Það þótti merk uppgötvun, og birtust nokkrar ítarlegar greinar henni til staðfestingar. Aldrei hefur fundist neitt sambærilegt í íslensku bergi. Uppgötvunin var svo loks dregin til baka 2010, og ummyndun í hraunlaginu kennt um.

- *Paleo-intensity*. Ástandi mála við túlkun upphitunar-tilrauna á gosbergi til að meta styrk fornsegulsviðsins var lýst í erindi á vor-ráðstefnu JFÍ 2013. Það ástand er enn svipað.

Náttúruvá og loftslagsbreytingar í jarðsögulegu ljósi

Lúðvík E. Gústafsson

Otrateigur 18, 105 Reykjavík

Í gegnum jarðsöguna hafa loftslagsbreytingar valdið lífríkinu stórkostlegum skaða, sérstaklega eftir að sprenging varð í fjölfrumulífi fyrir um 550 til 600 milljónum ára. Áður hafði aukning súrefnis í hafi og svo í gufuhvolfi valdið því að margir einfrumungar dóu út eða neyddust til að halda sig framvegis í súrefnislitlum eða -lausum afkimum yfirborðs jarðar. Náttúruvá er því þekkt fyrirbæri úr sögu lífsins á Jörðinni.

Steingervingar lífvera hafa fyrst varðveist í jarðlögum í einhverju magni eftir að fjölfrumungum fór að fjölga á tiltölulega stuttum tíma eftir ofangreinda “lífssprengingu”. Jarðsögunni var því hægt að skipta eftir tegundum og tilvist steingervinga í lífaldir og tímabil. Fornlífsöldin hófst með Kambríumtímabilinu fyrir um 542 milljónum ára. Stundum urðu umskiptin í lífríkinu svo áberandi í jarðlögum að ákveðið var að láta nýja líföld hefjast. Það gerðist tvisvar, first fyrir um 250 milljónum ára, þegar nær allar þekktar tegundir lífverur hurfu, og svo aftur fyrir um 66 milljónum ára þegar t.d. langflestar risaeðlutegundir hurfu (nema fuglarnir) svo og allir ammónítar. Lengi var talið að breytingar á sjávarstöðu eða myndun fellingafjalla væri orsök fyrir útdauða tegunda, atburðir sem taka milljónir ára. Það var ekki fyrr en með sífellt nákvæmari aldursákvörðunum á síðustu 40 árum að ljóst varð á hve stuttum tíma steingervingar hurfu úr jarðlögum. Þessar aldursákvörðanir og efnagreiningar í sömu jarðlögum bentu til annarra orsaka fyrir hvarf lífvera. Það mældust snöggar loftslagsbreytingar, efni í gufuhvolfi og í sjónum jukust eða minnkuðu skyndilega og hitastig hækkaði eða lækkaði samtímis.

Tvær afdrifaríkustu breytingar í lífríkinu urðu á mörkum fornlífs- og miðlífsaldar annars vegar, milli Perm og Trías tímabila fyrir um 252 milljónum ára, og hins vegar á mörkum miðlífs- og nýlífsaldar fyrir um 66 milljónum ára, á milli Krítar og Paleogentímabila. Meginorsökin í fyrra tilfelli er í dag rakin til mikilla jarðelda, basaltkvikugosa í Síberíu. Auk hrauna sem streymdu á yfirborð jarðar losnaði gríðarlegt magn af koldíoxíði (CO₂) í gufuhvolfið, með tilheyrandi hækkun hitastigs (5-10°C) í gufuhvolfi og stuttu seinna í hafi. Til viðbótar kom til súrnunar og súrefnisleysis í sjónum sem margar lífverur þoldu ekki. Hugsanlega hefur fall loftsteins eða halastjörnu á sama tíma magnað áhrifin.

Svo gerðist það fyrir um 66 milljónum ára að svipuð basaltgos og forðum í Síberíu voru í gangi á Indlandssvæðinu. Á sama tíma rakst einn stærsti loftsteinn síðustu 1000 milljóna ára á jörðina, 10 til 15 km í þvermáli, nánar tiltekið á Yukatanskaga í Mexíkó (Chicxulub). Báðir atburðir, eldgosin og loftsteinninn, eru taldir hafa valdið áður óþekktri náttúruvá með útdauða margra tegunda lífvera. Aftur er koldíoxíð eitt af höfuðefnum sem kemur útdauðahrinu af stað með mikilli hækkun hita í gufuhvolfinu og höfunum þar sem pH stig lækkaði mikið og súrefnisleysi gerði vart við sig, til viðbótar við allt umrótíð sem fall loftsteinsins skapaði.

Á síðustu tvö hundruð árum hefur koldíoxíð í andrúmslofti aukist meira en á síðustu 800.000 árum. Nú er meginorsökin rakin til losunar efnisins úr bruna jarðefnaeldsneytis, kola, olíu og jarðgass, síðan iðnbyltingin hófst. Það stefnir að óbreyttu að ástandi sem þekkist úr jarðsögunni og er ekki hægt að lýsa nema sem náttúruvá, eða eins og vísindablaðamaðurinn Peter Brannen hefur orðað það: „*But our current experiment – quickly injecting huge amounts of carbon dioxide into the atmosphere – has in fact been run many times before in the geological past and it never ends well.*“

Vorráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
8. mars 2019

Heimildir:

- Brannen, P. 2017: *The Ends of the Earth: Volcanic Apocalypses, Lethal Oceans, and Our Quest to Understand Earth's Past Mass Extinctions*. Harper Collins, 336 bls.
- Yadong Sun et al. 2012: Lethally Hot Temperatures During the Early Triassic Greenhouse. *Science* **338**, 366. DOI: 10.1126/science.1224126.
- Joachimski, Michael M., et al. 2015: Climate warming in the latest Permian and the Permian–Triassic mass extinction. *Geology*. DOI: 10.1130/G32707.1
- Richards, Mark A., et al. 2015: Triggering of the largest Deccan eruptions by the Chicxulub impact. *Geological Society of America Bulletin*. doi:10.1130/B31167.1.
- Schulte, Peter, et al. 2010: The Chicxulub Asteroid Impact and Mass Extinction at the Cretaceous-Paleogene Boundary. *Science* **327**, doi:10.1126/science.1177265.

Skorpubráð og jarðhitakerfi Kröflu

Olgeir Sigmarsson

Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands, 101 Reykjavík
Laboratoire Magmas et Volcans, Université Clermont Auvergne, France

Ekki er langt síðan borað var í kísilríka kviku, rhyólít, í megineldstöð Kröflu (IDDP-1). Hugmyndir eru uppi um að endurtaka leikinn meðal annars til að kanna umhverfi kvikunnar og eðli jarðhitans. Lítið sem ekkert er vitað um tilvist og dreifingu rhyólíts í skorpunni en borholugögn sýna allnokkuð af storknuðum granófýrinnskotum af óþekktum aldri. Í Kröflueldum kom ekkert af kísilríkri kviku upp til yfirborðs og aðeins mjög lítið í Vítissprengingunni í upphafi Mývatnselda. Þar á undan, eða fyrir 52 þúsundum ára (K-Ar með Cassignol aðferðinni; Magonthier et al., 1992), myndaðist rhyólítið í Hrafninnuhrygg, hugsanlega á sprungum tengdum öskjumynduninni, og jafnvel enn fyrr, kísilríkar dómur við jaðar öskjunnar (Hlíðarfjall, Krafla o.s.frv.). Háhitinn a.m.k. í Hveragili kann að vera tengdur staðsetningu og myndun rhyólíts í skorpunni. Skorpubráð sem rís og myndar innskot kann að færa hita að neðan og inn í jarðhitakerfið.

Aðalefnasamsetning rhyólíts frá Kröflu er mjög einsleit og fellur nálægt lágmarks hitastigi kvars-feldspats jafnvægis við lágan þrýsing á fasamynd Qz-Ab-Or („Petrogeny's Residua System“) sem er einkennandi fyrir alla skorpubráð. Lág samsætuhlutföll súrefnis (O) og þóríums (Th) benda til uppbræðslu á myndbreyttri basaltskorpu. Hrafninnan úr IDDP-1 holunni hefur aftur á móti gjörólíkt $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ (0.97 ± 0.007 ; 2s) því sem mælist í gleri Hrafninnuhryggs (1.019 ± 0.010 ; 2s; gosgildi fyrir 52 þ.ára: 1.09) en hið sama $^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$ og mælist í ljósum vikurmolum Vítis (0.955 ± 0.007 ; 2s). Því má ætla að IDDP-1 kvikan sé hluti af rhyólítinu sem gaus í Víti enda borholan ekki langt frá sprengigígnum. Athyglisvert er að hvorug kvikan komst upp af sjálfsdádum, sú eldri þurfti basaltinnskot en sú síðari borun og skolunarvatn. Útbreiðsla rhyólítsins virðist því takmörkuð; alltént er Hrafninnuhryggur myndaður við gos á ólíkri skorpubráð (með mismunandi Th samsætuhlutföll) fyrir um 52 þ. ára.

Skorpubráðin sem reis upp í gegnum jarðhitakerfið og gaus undir jökli og myndaði Hrafninnuhrygg hefur líklega haft áhrif á jarðhitakerfið. Geislavirkt ójafnvægi hefur verið kannað í borholusvarfi úr holum í nánd við Hveragil. Ójafnvægi mælist á milli flestra efna í ^{238}U keðjunni ($^{238}\text{U} \neq ^{234}\text{U} \neq ^{230}\text{Th} \neq ^{226}\text{Ra}$). Jarðalkalímálmurinn Ra leysist út úr berginu neðan 2000 m en sest til í ummyndunarsteindum ofan 1000 m. Eldri sögu má lesa úr hlutföllum ($^{234}\text{U}/^{230}\text{Th}$) þar sem oxað úraníum leysist auðveldlega upp í jarðhitavökva ólíkt þóríum. Borholusvarfið myndar jafnaldurslínu á grafi ($^{230}\text{Th}/^{232}\text{Th}$) sem fall af ($^{234}\text{U}/^{232}\text{Th}$) og reiknaður aldur er 75 ± 25 þ. ár sem samsvarar aldri Hrafninnuhryggs. Ef rétt reynist þá kann helsti orkugjafi jarðhitakerfisins að vera tilfærsla á hita með skorpubráð að neðan. Hugmynd þessa mætti sannreyna með frekari mælingum á jarðhitaummynduðu bergi Kröflu og ekki síst aldursákvörðunum á granófýrinnskotunum.

Hlutfögösun Holuhrauns?

Olgeir Sigmarsson^{1,2}, Séverine Moune² & Pierre-Jean Gauthier²

¹ Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands, 101 Reykjavík, Iceland

² Laboratoire Magmas et Volcans, Université Clermont Auvergne, CNRS, Campus Universitaire des Cézeaux, 63178 Aubière, France

Leysanleiki rokkgjarnra efna í kviku ræðst af samsetningu hennar, þrýstingi og hitastigi og stjórnar hann afgösun þeirra í virkum eldfjöllum. Almennt eykst hlutfallslegur leysanleiki helstu efnasambanda í eldfjallagasi í basalti frá CO₂, H₂O, S, Cl til F. Fyrstu þrjú samböndin mynda gasfasa bæði fyrir og í gosum en síðustu tvö aðeins í og eftir gos. Gassýnum var safnað í byrjun október 2014 þegar gasmökkurinn féll niður með jörðu og úr aðalgígnum í byrjun mars 2015, örfáum dögum eftir að gosi lauk. Samanburður beggja sýnanna staðfestir afgösunarröð helstu rokgjörnu efnanna. Gosið í Holuhrauni einkenndist af mikilli kvikuframleiðni og umtalsverðu eldfjallagasi eða allt að 10 Tg af SO₂. Aðalkvikuafgösunin einkenndist af háu S/Cl, óendanlega háu S/F vegna lágs styrks flúors í gasmekkinum og umtalsverðri afgösun á snefilefnamálmum og -málmleysingjum (Gauthier et al., 2016; Gíslason et al., 2015), sem hafði umtalsverð umhverfisáhrif (Ilyinskaya et al., 2017; Stefánsson et al., 2017). Engu að síður mældist allnokkuð magn flúors í snjó sem féll umhverfis hraunið, og það þrátt fyrir lágan styrk þess í aðalgasfasanum.

Gas sem steig upp um sprungur í aðalgígnum skömmu eftir goslok einkennist af eftirfarandi styrk helstu gastegundanna SO₂, HCl og HF: 98-327(mg/m³), 55-107 (mg/m³) og 28-49 (mg/m³). Einkennandi eru mun lægri hlutföll S/Cl (1.4 ± 0.4), Cl/F (2.0 ± 0.2) og því hátt hlutfall F/S (0.4 ± 0.1) miðað við aðalgasfasann í október 2014 (eða 46 ± 8, 11 ± 5 og ~0). Lágt þungahlutfall S/Cl (0.9-1.6) skýrist af fjórfaldri minnkun á brennisteinsafgösun og sjöfaldri aukningu afgösun á klóri miðað við aðalgasfasann. Hátt hlutfall F/Cl bendir til að 50 sinnum meira flúor hafi leysts úr læðingi eftir að gosi lauk. Storknun og afgösun hraunsins skýrir því hið háa gildi F í snjó og ám sem runnu ofan af hálendinu. Hraunsamsetning reyndist hin sama allt gosið en afgösun tengd storknun þess kann að tengjast innri kvikuþróun þegar þurrar steindir kristallast og afgangsvökvinn mettast m.t.t. síðustu rokgjörnu efnanna. Við það myndast lokagasfasinn sem rekur afgangsbíð upp að hraunskorpunni og myndar s.k. aðskilnaðaræðar („segregation veins“) um leið og síðustu rokgjörnu efnin mynda móðu á yfirborði hraunsins. Myndun síðasta gasfasans kann því að tengjast breyttri kvikusamsetningu innan hraunsins við storknun síðasta vökvans og þar með breytilegum uppleysanleika t.d. Cl og F í lokabráðinni. Annar möguleiki er að afgösun Holuhrauns sé dæmi um hlutfögösun („fractional degassing“) sem skýra má með Rayleigh eimingarferli þar sem uppleysanlegustu rokgjörnu efnin afgangast aðeins síðast í eldgosinu.

Seismic relocations and stress evolution in Ölfus

Revathy M. Parameswaran¹, Ingi Th. Bjarnason¹ & Bergþóra S. Þorbjarnardóttir¹

¹Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Reykjavik

The South Iceland Seismic Zone (SISZ) is a part of the Hengill triple junction in southwest Iceland. The SISZ is an E-W transform zone, between the diverging plate boundary of the Mid-Atlantic Ridge (MAR) and the currently most active on-land segment, the Eastern Volcanic Zone (EVZ). However, a spreading segment parallel to the EVZ, the Western Volcanic Zone (WVZ), seems to have been rather inactive over centuries and more. The ~80-km-long E-W feature displays a cumulative left-lateral motion while the numerous N-S faults that cut across the belt show right-lateral faulting. Earthquake swarms in the Hengill area have shown an interactive pattern with the Ölfus region, the western part of the SISZ, which lies south of Hengill central volcano, the southern part of the WVZ. One of the most recent and well-instrumented instances of this interaction was following the ~M5 earthquake in Hengill in June 1998, when a ~15-km-long N-S swarm of earthquakes extended south towards the E-W Ölfus zone. The seismicity in Ölfus displays an ~E-W trend coherent with the trend of the SISZ. However, seismic data suggests the existence of smaller N-S striking faults that stitch across the main E-W trending transform. This setting is ideal for the study of tectonic and geodynamic interaction of an active volcano with its neighbouring regions. This is facilitated by a wealth of seismic data recorded by the South Iceland Lowlands (SIL) network, managed and operated by the Icelandic Meteorological Office (IMO). The first leg of this study uses SIL data from 1991-1999 to constrain earthquake locations within the Ölfus belt. The study applies the double-difference (DD) relative location method formulated by Waldhauser and Ellsworth (2000). The relocated earthquakes are employed to identify temporal and spatial trends that mirror or follow the seismic activity in the Hengill region and to understand a transform zone in a nascent state of development. The second part this study is to examine stress changes in Ölfus between 1991-1999, and compare these changes to the stress state of Hengill within the same time-window. The Ölfus dataset is divided into multiple temporal windows based on the growth of swarm activity. The events within each time zone are relatively relocated with the DD method. These spatially constrained earthquakes are then used to divide the area into grids depending on spatial trends in seismicity. The focal mechanisms of these events are further used to compute the principal stresses prevalent over each time window. A corresponding stress inversion is carried out for events (raw data) in Hengill from 1991-1999, within identical time-windows. The stress inversions are computed following the routines formulated by Martínez-Garzón et al. (2014) and references therein. The results indicate that Ölfus transformed from a partly normal/oblique faulting regime to a purely strike-slip faulting region leading up to the 1998 Hengill earthquake. This corresponds to visible changes in stress in the Hengill volcanic zone, while the area immediately east of Hengill continually exhibits strike-slip faulting.

Mapping of fractures within the southernmost part of the Krísuvík fissure swarm, SW-Iceland

Páll Einarsson, Ásta Rut Hjartardóttir and students of the courses Tectonics and Current Crustal Movements in the Faculty of Earth Sciences, University of Iceland 2018*

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 exercise in Current Crustal Movements in 2018 was conducted within the southernmost ~ 5 km of the Krísuvík fissure swarm, one of the active swarms of the Reykjanes Peninsula Oblique Rift, a part of the boundary between the North America Plate and the Eurasia Plate.

The objectives are twofold: 1) To gather information for a surface fracture map and give an overview of the different styles of faulting within the fissure swarm, 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 mapped fractures and faults were located in formations of different ages, both hyaloclastites and postglacial lava flows. The southernmost part of the Krísuvík fissure swarm is located in the ~2000 years old Katlahraun lava (Sæmundsson et al., 2010), which is significantly fractured, despite its young age. There, the vertical offset of the faults is generally less than 0.5 m. The fracture offsets increase northwards, at least partly due to their locations in older formations. As an example, an ~3 km long westwards-dipping fault in Stóri-Hamradalur has a vertical offset ranging from ~10 m in the southern part of the fault, to up to 20-25 m in the northern part. Other mapped faults in the northern part of the study area had offsets ranging between ~0.5 m and ~13 m. In the southernmost part, all the faults have a downward throw towards the west, and appear to delineate the eastern boundary of a ~1 km wide graben, formed during the same dike intrusion that formed the lava, and older dike intrusions.

*Andrea Bergþórsdóttir, Cathy Gonggrijp, Daniël Sonneveld, Diego Alberto Badilla Elizondo, Elin Johanna Eriksson, Elliot Bruce Patterson, Emilie Lemaire, Felix Kießlinger, Gabriel Galant Rodriguez, Genevieve Nadeau Bonin, Hakan Keith Hazzard, Ingibjörg Þórðardóttir, Jakub Jablonski, Janne Marie Scheffler, Julia Oosterwijk, Léna Rozanne Monnereau, Linus Hüne, Magdalena Baranowska, Maxime Bastien Perrin, Niclas Einert, Nicolas Levillayer, Tania Beate Thomsen, Teresa Martinez Perez

Reference:

Sæmundsson, K., Jóhannesson, H., Hjartarson, Á., Kristinsson, S.G. and Sigurgeirsson, M.Á., 2010. Geological Map of Southwest Iceland. Iceland Geosurvey.

Skönnuð skjálftarit 1910-2010 á vefsíðu

Páll Einarsson & Sigurður Jakobsson

Jarðvísindastofnun Háskólans, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík

Opnuð hefur verið ný vefsíða, <https://seismis.hi.is>, þar sem finna má skjálftarit frá skjálftamælum á Íslandi á tímabilinu 1910-2010 og önnur gögn um jarðskjálfta frá sama tíma. Fyrsti jarðskjálftamælir var settur upp á Íslandi 1910 á vegum alþjóðlegra samtaka skjálftafræðinga. Þegar Veðurstofan tók til starfa voru skjálftamælingar eitt af verkefnum hennar. Mælar voru fáir og fjölgaði hægt fyrstu áratugina, en á áttunda og níunda áratug síðustu aldar fjölgaði þeim ört og fleiri stofnanir komu að mælingunum. Gögnin voru skráð á pappír og safnaðist mikið af slíkum skjálftaritum, þar til tölvur tóku við sem skráningartæki upp úr 1990. Síðan 2010 hafa allar skjálftamælingar verið tölvuskráðar. Gamla skjálftaritasafnið er að mestu til í söfnum en er illa aðgengilegt til rannsókna. Lauslega áætlað telur það um 300 000 pappírslit. Þar eru frumgögn um skjálftavirkni á Íslandi í heila öld. Hrint hefur verið af stað viðamiklu, fjögurra ára verkefni að skanna skjálftaritin og gera safnið aðgengilegt á vefnum. Tilgangur verkefnisins er tvíþættur: að varðveita gögnin og að gera þau aðgengileg til rannsókna á hræringum jarðskorpunnar á Íslandi. Þegar er búið að skanna um 80 000 lit. Þó verkinu sé hvergi nærri lokið, miðar því vel og því er tímabært að opna aðgang að afrakstrinum fram til þessa. Að verkefninu standa helstu stofnanir sem komið hafa að söfnun gagnanna í gegnum tíðina, Háskóli Íslands, Raunvísindastofnun Háskólans, Veðurstofa Íslands, Landsvirkjun, Orkuveita Reykjavíkur, Viðlagatrygging og Þjóðskjalasafn Íslands. Innviðasjóður Rannís styrkir verkefnið.

New historical lava flow map for Hekla volcano, South Iceland

G.B.M. Pedersen^{1,2}, Jorge Montalvo¹, Páll Einarsson¹, O. K. Vilmundar-dóttir³, F. S. Sigurmundsson³, J. M. C. Belart^{1,4}, Ásta Rut Hjartardóttir¹, F. Kizel^{5,6}, Rose Rustowicz^{1,7}, N. Falco⁸, G. Gísladóttir^{1,2,3} & J.A. Benediktsson⁵

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

² Nordic Volcanological Center, University of Iceland, Reykjavík, Iceland

³ Institute of Life and Environmental Sciences, University of Iceland, Reykjavík, Iceland

⁴ Laboratoire d'Etudes en Géophysique et Océanographie Spatiales, Centre National de la Recherche Scientifique (LEGOS–CNRS), Université de Toulouse, Toulouse, France

⁵ Faculty of Electrical and Computer Engineering, University of Iceland, Reykjavík, Iceland

⁶ Department of Mapping and Geo-Information Engineering, Technion-Israel Institute of Technology, Haifa, Israel

⁷ Department of Electrical Engineering, Stanford University, California, USA

⁸ Lawrence Berkeley National Laboratory, California, USA

Hekla volcano is known to have erupted at least 23 times in historical time (last 1100 years); often producing mixed eruptions of tephra and lava. The lava flow volumes from the 20th century have amounted 80% to almost 100% of the entire erupted volume (Pedersen et al., 2018a). Therefore, evaluating the extent and volume of individual lava flows is very important when assessing the historical productivity of Hekla volcano.

Here we present new maps of the historical lava flow fields at Hekla (Fig. 1) in a digital format which can be accessed from <https://emmirs.svarmi.is/map> (Pedersen et al. 2018b). The maps were produced at a scale of 1:2000–10000 using a catalogue of orthophotos since 1945, acquired before and after each of the last five eruptions, combined with field observation of stratigraphy, soil profiles, tephra layers and vegetation cover. The new lava flow maps significantly improve the historical eruptive history of Hekla, prior to the 1947 eruption. The historical lava flow fields from Hekla cover 233 km² and the lavas reach up to 16 km from Hekla volcano. Flow lengths up to 20 km are known, though lava flows only travelled up to 8–9 km from Hekla in the last 250 years. Identified historical vents are distributed between 0 and 16 km from Hekla volcano and vents are known to have migrated up to 5 km away from Hekla during eruptions. Repeated eruptions outside of Hekla are mostly confined to two areas. One area lies 4–8 km SSW of Hekla and another area is 2–5 km NNE of Hekla.

We have remapped the lava flow fields around Hekla and assigned the identified flow fields to 16 eruptions. In addition, ca. 60 unidentified lava units, which may be of historical age, have been mapped. It is expected that some of these units are from known historical Hekla eruptions such as the 1222, 1341, 1510, 1597, 1636 and potentially even from the previously excluded eruptions such as 1436/1439.

Pedersen et al. (2018a) Hekla volcano, Iceland, in the 20th century: Lava volumes, magma supply and effusion rates, GRL, doi: 10.1002/2017GL076887.

Pedersen et al. (2018b) Historical lava flow fields at Hekla volcano, South Iceland. Jökull.

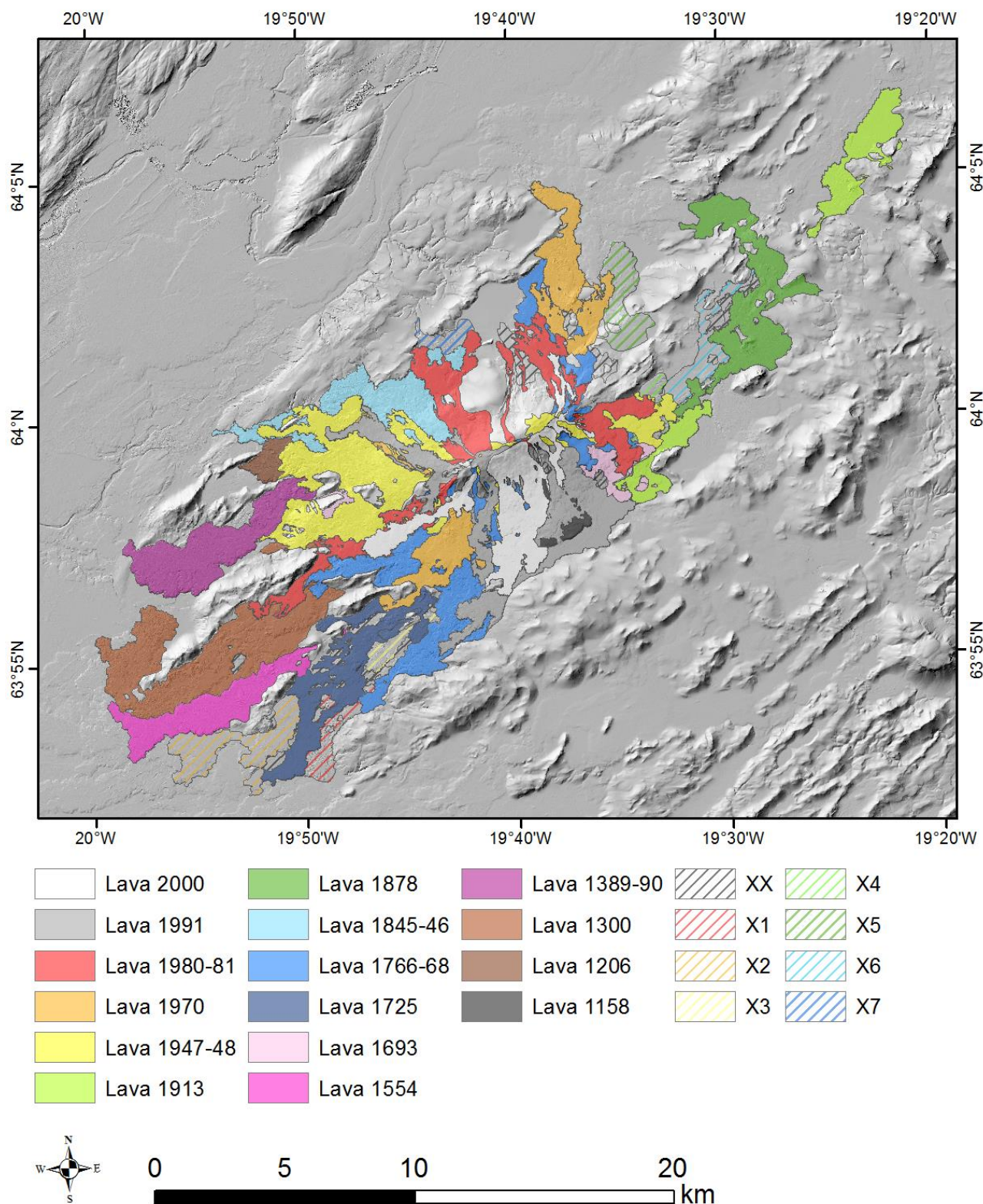


Figure 1. Map of historical lava flow fields as they are exposed after the 2000 eruption. Historical lava fields of unknown age are marked with X. Background shows hillshade from smoothed lidar DEM, with gaps filled with TDX DEM.

Chlorine isotope systematics in silicic rocks: Lessons from Iceland

Eemu Ranta¹, Sæmundur A. Halldórsson¹, Jaime D. Barnes² & Kristján Jónasson³

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

²Department of Geological Sciences, University of Texas, Austin, USA

³Icelandic Institute of Natural History

Stable chlorine isotope ratios (reported as $\delta^{37}\text{Cl}$) can be used as a tracer of volatile sources in basalts. In a recent study, Halldórsson et al. (2016) showed that the $\delta^{37}\text{Cl}$ variability in primitive Icelandic basalts is controlled by mantle heterogeneity introduced by a component of recycled oceanic crust in the Iceland mantle plume. However, the $\delta^{37}\text{Cl}$ values of three rhyolitic samples included in that study range from -1.6 to +0.9 ‰, superseding the range of $\delta^{37}\text{Cl}$ values found in the basalts. This puzzling discovery highlights the limited $\delta^{37}\text{Cl}$ data available for silicic rocks in general, which are often assumed to inherit the $\delta^{37}\text{Cl}$ signatures of their parental melts. The aim of this on-going study is to explore the chlorine isotope systematics in silicic volcanic rocks. We present new $\delta^{37}\text{Cl}$ and $\delta^{18}\text{O}$ data in a sample set that spans rhyolites and corresponding intermediate rocks and basalts from rift, flank and off-rift settings in Iceland.

We find that the $\delta^{37}\text{Cl}$ values of Icelandic rhyolites span a large range of -2.0 to +1.0 ‰ and are generally shifted towards more negative values by up to -2.8 ‰ compared to basalts from the same magma suites. Similar negative shifts are seen for both obsidians and tephras and in volcanic systems from all crustal regimes. We show that the negative $\delta^{37}\text{Cl}$ shifts can not be explained by simple equilibrium degassing or fractional crystallization models, which lead to a maximum $\delta^{37}\text{Cl}$ shift of -0.5 ‰. Furthermore, a lack of general correlation of $\delta^{37}\text{Cl}$ with either $\delta^{18}\text{O}$ or chlorine concentrations indicates that crustal assimilation is not the cause of these negative shifts. At present, the reason for the observed large isotopic fractionations in silicic rocks remains enigmatic.

Our initial results caution against the use of $\delta^{37}\text{Cl}$ in silicic rocks as a source proxy. Instead, the results emphasize that negative $\delta^{37}\text{Cl}$ shifts seem to be an inherent part of rhyolite genesis and appear to be independent of eruption type (effusive or explosive), crustal regime (rift, flank, off-rift), degassing or fractional crystallization.

Reference:

Halldórsson SA, Barnes JD, Stefánsson A, Hilton DR, Hauri EH, Marshall EW (2016) Subducted lithosphere controls halogen enrichments in the Iceland mantle plume source. *Geology* 44:8

Mantle heterogeneity in a tilted Icelandic plume - what we can learn from trace elements in olivine

M. B. Rasmussen^{*1}, S. A. Halldórsson¹, S. A. Gibson² & G. H. Guðfinnsson¹

¹ Nordic Volcanological Center, University of Iceland, Reykjavik, Iceland (*maja@hi.is)

² University of Cambridge, Cambridge, UK

Basalts found in individual rift and off-rift systems in Iceland have unique isotopic and geochemical characteristics, which appear to reflect geographically distinct source regions beneath the island. This effect is possibly related to a zoned mantle plume with a change in the dominant melting source lithology between rift and off-rift volcanism (e.g., Kokfelt et al., 2006). High-Fo# (high Mg to Fe ratio) olivine is usually the first mineral to precipitate out of a mantle-derived melt, which makes it an ideal proxy for primary melt and source composition. Because of this, many studies have turned to primitive magmatic olivine when addressing the issue of mantle geochemistry in the source of oceanic basalts (e.g., Sobolev et al., 2007; Herzberg et al., 2016; Thirlwall et al., 2006). These studies, however, suffer from a lack of extensive regional coverage in Iceland, so the spatial and temporal resolution is very restricted.

Previous experiments (e.g., Yaxley and Green 1998) have shown that silicate-rich melts derived from melting of a subducted oceanic slab could react with peridotite at depth, generating a pyroxenitic lithology. As this lithology is more fusible than normal MORB-like peridotite, it would melt deeper in the mantle. Based on these results and olivine data from Hawaii, Sobolev et al. (2005; 2007) recommended the use of minor element concentrations in olivine to trace the recycling of subducted slabs in the source of ocean island basalts (OIB). They suggested that olivine precipitated out of pyroxenite-derived melts would have lower Mn and higher Ni concentrations than what would be the case for dominantly peridotitic-derived melts, and that these melts were best sampled at OIB locations with a thick lithosphere such as Hawaii.

We will investigate the source heterogeneity in the Icelandic mantle by studying 52 sets of olivine crystals found in basalts covering the neo-volcanic rift and flank zones as well as older Tertiary crust, in which we couple major and trace elements using high-precision *in-situ* methods. Most samples have previously been analysed for ³He/⁴He which ranges from 6.7 to 47.8 RA, the largest span reported for any oceanic island (Harðardóttir et al., 2018).

Our analysed olivine grains range in Fo# between 79.9 to 91.8 with limited intra-grain variability and they appear to cluster according to regional or spatial constraints. Trace element ratios measured in these olivine crystals (e.g., **Fig. 1**) suggest a mainly peridotitic, or MORB-like mantle source dominating the melt generation in the rift-related volcanic regions (WRZ, ERZ and NRZ), Örfajökull (ÖVZ) and Snæfellsness (SNS), while a greater pyroxenitic signal, or Hawaiian-like chemical trait, is captured in olivine crystals from South Iceland (SIVZ), which represents a propagating rift zone. The Tertiary sample collection appears to represent a link between the two groups.

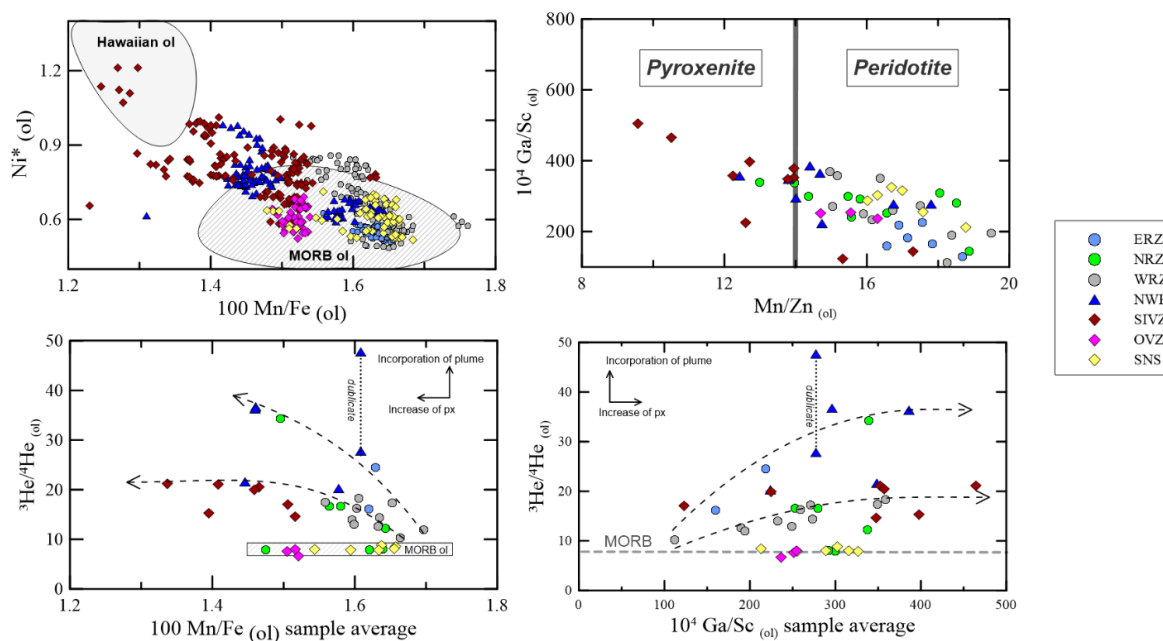


Fig. 2 Trace element ratio and $^3\text{He}/^4\text{He}$ variations in Icelandic olivine. $^3\text{He}/^4\text{He}$ data is from Harðardóttir et al., 2018. Figure from Rasmussen *et al.* (in prep.)

By combining these chemical tracers capable of tracing the presence of recycled crust in the Icelandic plume with previously published $^3\text{He}/^4\text{He}$ ratios, we see that greater dominance of pyroxenitic-derived melts, as seen in olivine from SIVZ (low Mn/Zn, high Ga/Sc), is linked to an incorporation of a high $^3\text{He}/^4\text{He}$ component (**Fig. 1**). However, this component is also visible to various degrees in regions with dominantly peridotitic-derived melts, such as ERZ, suggesting a lithological bimodal plume source. These results are best explained by the Icelandic plume being tilted towards the North with central Iceland sampling the plume head, generating high degrees of melting and overprinting any deeper derived pyroxenitic signature, and SIVZ sampling deeper derived pyroxenitic melts, possibly along the stem of the plume. A model like this is also supported by geophysical data, as was previously suggested by Shen *et al.* (2002) based on tomography studies.

Based on the combined trace elemental chemistry and $^3\text{He}/^4\text{He}$ ratios presented in **Fig. 1**, we can therefore propose the presence of at least four chemically distinct mantle components in the Icelandic mantle. These components are sampled to various degrees across the neo-volcanic zones and can be categorised as follows: 1) A lithological bimodal plume component with high $^3\text{He}/^4\text{He}$ ratios sampled mostly in ERZ and SIVZ; 2) a DMM type peridotite with MORB-like $^3\text{He}/^4\text{He}$ ratios sampled in NRZ; 3) an enriched peridotitic component with MORB-like $^3\text{He}/^4\text{He}$ ratios sampled in SNS and partially in WRZ; and 4) a peridotitic component with $^3\text{He}/^4\text{He}$ slightly below MORB sampled at ÖVZ.

Volume, morphology and petrology of the 1766-68 and 1845-46 eruptions of the Hekla volcano, Iceland

Rikke Vestergaard¹, Gro Birkefeldt Møller Pedersen² & Christian Tegner¹

¹ Department of Geoscience, Aarhus University

² Nordic Volcanological Center, Institute of Earth Sciences, University of Iceland, Sturlugata 7, 101 Reykjavík, Iceland

The Hekla volcano is one of the most active volcanic systems in Iceland and its historical eruptions have mainly been studied with tephra chronological studies, while very few studies have investigated the effusive phase of these eruptions. We aim to extend the understanding of the eruptive record at Hekla by studying some of the largest lava eruptions; the 1766-68 and 1845-46 eruptions, with the means of remote sensing (digital elevation models (DEM) and orthophotos) and petrology. The 1947-48 eruption is also included in the study as a benchmark, as this eruption already is extensively recorded and studied. The M.Sc. entails lava flow mapping, estimation of average thicknesses and volumes combined with historical records to unravel the emplacement history. Preliminary volume results from applying the planimetric method to estimate lava thicknesses, give a volume of 0,451 km³ for the 1845-46 lava flow field and 0,641 km³ for the 1766-68 lava flow field. Both have an uncertainty of 50%, which is due to the method being limited to only measure lava thicknesses at lava flow boundaries. Disregarding the uncertainty that comes with applying the method, it is the only method available that can give an indication of the lava thicknesses and thus lava volumes. In addition, this will be combined with a petrological aspect, which includes viscosity estimates, an analysis of the geochemical evolution of the lava flows during the eruption, in order to constrain the flow dynamics, magma composition and variability. Preliminary results show a variability of the SiO₂ content within the same eruption, respectively a SiO₂ wt% range of 54,9-57,8 wt% and 54,0-57,2 wt% for 1766-68 and 1845-46. Thus, a final outtake from this project will give an understanding of the effusive eruption behaviour and possible predicaments for future eruptions from Hekla and/or other volcanoes of similar behavioural patterns and petrology.

Er hættu á að stórt berghlaup geti fallið úr Svínafellsheiði fyrir ofan Svínafellsjökul í Öræfum?

Þorsteinn Sæmundsson^{1,4}, Jón Kristinn Helgason², Daniel Ben-Yehoshua³, Bergur H. Bergsson², Benedikt Ófeigsson², Eyjólfur Magnússon⁴, Ásta Rut Hjartardóttir⁴, Vincent Drouin^{4,5}, Joaquin Munoz Cobo Belart^{4,5}, Harpa Grímsdóttir², Gro Birkefeldt Møller Pedersen⁴, Finnur Pálsson⁴, Snævarr Guðmundsson⁶ & Halldór Geirsson⁴

¹ Land- og ferðamálafræði, Líf- og umhverfisvísindadeild Háskóla Íslands, Sturlugata 7, Reykjavík, (steinis@hi.is)

² Veðursatofa Íslands Bústaðarvegur 9, Reykjavík.

³ Svarmi, Árleyni 22, Reykjavík.

⁴ Jarðvísindastofnun, Háskóla Íslands, Askja, Reykjavík.

⁵ Landmælingar Íslands, Stílliholt 16-18, Akranes.

⁶ Náttúrustofa Suðausturlands, Litlubrú 2, Höfn, Hornafjörður.

Ein af augljósustu umhverfisbreytingum sem rekja má til hlýnunar loftlags á Íslandi á 20. og 21. öldinni eru hröð hörfun og þynning á skriðjökulum landsins. Afleiðingar þessara hröðu breytinga eru meðal annars óstöðugar hlíðar fyrir ofan skriðjökla og einnig myndun jökullóna framan við þá. Ef þessi þróun mun halda áfram eru líkur á því að stór skriðuföll geti fallið á skriðjökla og hugsanlega út í lón þeirra og orsakað skyndiflóð út lónunum (Glacial Lake Outburst Floods – GLOF).

Árið 2014 gengu smalamenn fram á um 115 m langa sprungu á Svínafellsheiði, ofan við Svínafellsjökul, vestan til í Öræfajökli. Sprungan er staðsett í um 850 m hæð, um 500 m ofan við yfirborð jökulsins. Árið 2016 fór rannsóknahópur á vegum Háskóla Íslands og kortlögðu og mældu sprunguna og settu niður fastpunkta sitt hvoru megin á sprungubarminn. Sprungan var ljósmynduð með flygildi árið 2016 og 2017 og landlíkan gert.

Um vorið 2018 uppgötvaðist mun lengri sprunga á nýjum loftmyndum frá árinu 2017 (Loftmyndir). Sprungan liggur skáhallt upp hlíðina nokkru neðan við efri sprunguna. Við nánari kortlagningu sumarið 2018 sést að hægt er að rekja þessar tvær sprungur saman og er því um að ræða eina sprungu með heildarlengd upp á um 1,7 km og má rekja hana frá yfirborði jökulsins í um 300 m hæð og upp í 850 m hæð. Lægri hluti sprungunnar er staðsettur um 1,5 til 3 km frá núverandi jökuljaðri og jökullóni. Gert er ráð fyrri að um 1 km² hlíðarinnar í Svínafellsheiði sé á hreyfingu og ef allt það svæði fellur í einum atburði þá má gera ráð fyrir að lágmarki 60 milljónir m³ af bergi geti hrunið niður.

Árið 2018 unni HÍ og Veðurstofan að því að koma fyrir mælitækjum svo sem gliðnunarmælum, GPS stöðvum og skjálftamælum umhverfis sprunguna og er svæðið nú vaktað 24/7 á náttúruvávakt Veðurstofunnar.

Í dag eru til 2 ára mælingar á gliðnun sprungunnar og sýna þær mælingar færslu upp á tæpa 3 cm á þessu tímabili. Gervihnattargögn (InSAR) sýna einnig fram á að greina má formbreytingu í hlíðinni.

Aldur sprungunnar er ekki þekktur en gera má ráð fyrir að hún hafi myndast einhver tíman á síðastliðnum 10-15 árum, en sprungan er ekki greinanleg á loftmyndum frá árinu 2003.

Ljóst er að ef allt efnið sem er á hreyfingu í hlíðinni fellur í einum atburði þá mun það vera eitt af stærstu berghlaupum sem fallið hafa á síðustu árbúsundum á Íslandi.