



## Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

Tileinkuð minningu Leós Kristjánssonar  
Berggrunnur Íslands og jarðsaga

Ágrip erinda

Haldin í Öskju  
Náttúrufræðahúsi Háskóla Íslands  
19. janúar 2024





## Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

Tileinkuð minningu Leós Kristjánssonar  
Berggrunnur Íslands og jarðsaga

### Ágrip erinda

Haldin í Öskju  
Náttúrufræðahúsi Háskóla Íslands

19. janúar 2024

Umsjón:

Þorsteinn Sæmundsson, Halldór Geirsson, Hafdís Eygló Jónsdóttir & Bjarni Gautason



## Dagskrá Haustráðstefnu JFÍ, 19. janúar 2024

09:00 – 10:00 Skráning

**Fundarstjóri Porsteinn Sæmundsson**

10:00 – 10:10 Setning

*Porsteinn Sæmundsson*

10:10 – 10:40 Framlag Leós Kristjánssonar til jarðvísinda á Íslandi - staflinn, sviðið og margt fleira

*Haraldur Auðunsson*

10:40 – 10:55 The Hafnarfjall-Skarðsheiði central volcano in West Iceland

*Hjalti Franzson*

10:55 – 11:10 Borkjarnasafn Náttúrufræðistofnunar Íslands: Ríkuleg heimild um berggrunn Íslands

*María Helga Guðmundsdóttir*

11:10 – 11:25 Groundwater hydrological mapping and water residence time within the young, basaltic Icelandic crust

*Árný Erla Sveinbjörnsdóttir*

11:25 – 11:40 Vestfirðir - Berggrunnur milli Arnarfjarðar og Djúps.

*Águst Guðmundsson*

11:40 – 11:55 The destabilizing effect of glacial unloading, Svínafellsjökull, SE Iceland

*Daniel Ben-Yehoshua*

**12:00 – 13:00 Matarhlé**

**Fundarstjóri Daniel Ben-Yehoshua**

13:00 – 13:30 In the footsteps of Leó Kristjánsson – The current paleomagnetic and geomagnetic research in Iceland

*Elisa J. Piispa*

13:30 – 13:45 Fracture zones and rift systems of eastern Iceland: Tectonic and geodynamic links to extinct rifts on the Iceland-Faroe Ridge and Iceland Plateau

*Anett Blischke*

13:45 – 14:00 Can the “Stacked Sill” mode explain the Deep Conductive Layer (DCL) in the Icelandic crust? Is the Pálmasón model basically wrong?

*Knútur Árnason*

# Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

19. janúar 2024

14:00 – 14:15 Hvers vegna á að segulmæla berglög á Íslandi?

*Jóhann Helgason*

14:15 – 14:30 The scale of effusive volcanism in the Neogene of Iceland - was it the same as today?

*Birgir V. Óskarsson*

14:30 – 14:45 Peculiar Earth's magnetic field behavior during the Middle Miocene Kleifakot reversal/instability event

*Jowita Magdalena Kumek*

## 14:45 – 15:15 Kaffi

### Fundarstjóri Bjarni Gautason

15:15 – 15:30 Af hverju erum við enn að rannsaka Grímsvötn?

*Eyjólfur Magnússon*

15:30 – 15:45 Tvær sögur úr lífi mínu þar sem Léo kemur við sögu

*Páll Imsland*

15:45 – 16:00 Widespread fracture movements during a volcano-tectonic unrest: the Reykjanes Peninsula, Iceland, from 2019–2021 TerraSAR-X interferometry

*Halldór Geirsson*

16:00 – 16:15 Segulmælingar með kjarnaspunamæli við Þurá í Ölfusi

*Katrín Ásta Karlssdóttir*

16:15 – 16:30 Þróun seguleiginleika kólndandi hrauns - frumniðurstöður endurtekinna segulmælinga með dróna yfir kólndandi hrauni við Fagradalsfjall

*Jóhanna Malen Skúladóttir*

16:30 – 17:00 „Merkasta framlag Íslands til vestrænnar menningar“ – rannsóknir Leós Kristjánssonar á íslensku silfurbergi

*Kristján Leósson*

16:45 – 17:00 Lokaorð

## 17:00 – Hressing

Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

19. janúar 2024

## Efnisyfirlit

Dagskrá Haustráðstefnu JFÍ, 19. janúar 2024 .....	i
Efnisyfirlit .....	iv
Ágrip .....	0
Fracture zones and rift systems of eastern Iceland: Tectonic and geodynamic links to extinct rifts on the Iceland-Faroe Ridge and Iceland Plateau .....	1
Anett Blischke, Bryndís Brandsdóttir, Jeffrey A. Karson, Birgir V. Óskarsson, Ögmundur Erlendsson & Árni Hjartarson	
Vestfirðir - Berggrunnur milli Arnarfjarðar og Djúps. ....	3
Águst Guðmundsson	
Groundwater hydrological mapping and water residence time with the young basaltic Icelandic crust.....	5
Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Andri Stefánsson & Stefán Arnórsson	
The scale of effusive volcanism in the Neogene of Iceland - was it the same as today? .....	6
Birgir V. Óskarsson	
The destabilizing effect of glacioal unloading Svínafellsjökull, SE Iceland .....	7
Daniel Ben-Yehoshua, Sigurður Erlingsson, Þorsteinn Sæmundsson, Reginald Hermanns & Eyjólfur Magnússon	
Widespread fracture movements during a volcano-tectonic unrest: the Reykjanes Peninsula, Iceland, from 2019–2021 TerraSAR-X interferometry.....	8
Cécile Ducrocq, Thóra Árnadóttir, Páll Einarsson, Sigurjón Jónsson, Vincent Drouin, Halldór Geirsson & Ásta Rut Hjartardóttir	
Af hverju erum við enn að rannsaka Grímsvötn?.....	9
Eyjólfur Magnússon, Finnur Pálsson, Joaquín M. C. Belart, Krista Hannesdóttir, Vincent Drouin, Gunnar Sigurðsson, Jan Wuite & Etienne Berthier	
In the footsteps of Leó Kristjánsson – The current paleomagnetic and geomagnetic research in Iceland .....	10
Elisa J. Piispa	
Í fótspor Leós Kristjánssonar – Núverandi fornsegul- og jarðsegulrannsóknir á Íslandi .....	11
Elisa J. Piispa	
Framlag Leós Kristjánssonar til jarðvísinda á Íslandi staflinn, sviðið og margt fleira	12
Haraldur Auðunsson	
The Hafnarfjall-Skarðsheiði central volcano in West Iceland .....	14
Hjalti Franzson	
Peculiar Earth's magnetic field behavior during the Middle Miocene Kleifakot reversal/instability event .....	16
Jowita Magdalena Kumek & Elisa Johanna Piispa	
Hvers vegna á að segulmæla berglög á Íslandi?.....	18
Jóhann Helgason	

# Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

19. janúar 2024

Þróun seguleiginleika kólndandi hrauns - frumniðurstöður endurtekinna segulmælinga með dróna yfir kólndandi hrauni við Fagradalsfjall..... 19

Jóhanna Malen Skúladóttir, Elisa Piispa & Halldór Geirsson

Segulmælingar með kjarnaspunamæli við Þurá í Ölfusi ..... 20

Katrín Ásta Karlssdóttir, Halldór Gerisson, Elisa Johanna Piispa & Dario Ingi Di Rienzo

Can the “Stacked Sill” mode explain the Deep Conductive Layer (DCL) in the Icelandic crust? Is the Pálmasón model basically wrong? ..... 22

Knútur Árnason & Arnar Már Viilhjálmsson

„Merkasta framlag Íslands til vestrænnar menningar“ rannsóknir Leós Kristjánssonar á íslensku silfurbergi ..... 24

Kristján Leósson

Borkjarnasafn Náttúrufræðistofnunar Íslands: Ríkuleg heimild um berggrunn Íslands ..... 25

Maria Helga Guðmundsdóttir, Hrafnkell Hannesson, Kristján Jónasson & Birgir V. Óskarsson

Tvær sögur úr lífi mínu þar sem Léo kemur við sögu ..... 27

Páll Imsland

Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

19. janúar 2024

# Ágrip

Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

19. janúar 2024

## Fracture zones and rift systems of eastern Iceland: Tectonic and geodynamic links to extinct rifts on the Iceland-Faroe Ridge and Iceland Plateau

Anett Blischke<sup>1,2</sup>, Bryndís Brandsdóttir<sup>2</sup>, Jeffrey A. Karson<sup>3</sup>, Birgir V. Óskarsson<sup>4</sup>, Ögmundur Erlendsson<sup>5</sup> & Árni Hjartarson<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Iceland GeoSurvey, Branch at Akureyri, Rangárvöllum, 603 Akureyri, Iceland.

<sup>2</sup> Institute of Earth Sciences, Science Institute, University of Iceland, Askja, Sturlugata 7, 101 Reykjavík, Iceland.

<sup>3</sup> Department of Earth Sciences, Syracuse University, Syracuse, NY 13244, USA.

<sup>4</sup> Iceland Institute of Natural History, Urriðaholtsstræti 6-8, 210 Garðabær, Iceland

<sup>5</sup> Iceland GeoSurvey, Urðarhvarfi 8, 203 Kópavogur, Iceland

Large localized aeromagnetic anomalies along the Greenland-Iceland-Faroe Ridge were first interpreted by Kristjánsson *et al.* (1976, 1977) to represent Tertiary central volcanoes, similar to active central volcanoes within the Neovolcanic Zones of Iceland (Fig. 1). Aeromagnetic anomalies across these volcanic centres tend to be associated with caldera structures and are not significantly elongated along the fissure swarms (Jónsson *et al.*, 1991). In the wake of the NAGTEC project (Hopper *et al.*, 2014) and the mapping of the Jan Mayen microcontinent and Iceland Plateau region (Blischke *et al.*, 2019, 2022), a comprehensive study of re-processed and new geological and geophysical data is needed to establish a detailed kinematic model of the NE-Atlantic region. Such a model would link the tectonic evolution of Iceland to the offshore Iceland Plateau Rifts, the Iceland-Faroe Ridge, and the Iceland-Faroe Fracture Zone regions. Acquisition of new tectonic and structural data from extinct rift zones on land is required to further our understanding of offshore rifts. Kinematic models indicate that Northeast Iceland and its insular shelf formed by asymmetric spreading similar to the Iceland Plateau Rifts. These processes created multiple volcanic rift zones, fracture zones, and strike-slip shear zones that accommodated the breakup and formation of crustal domains north of Iceland, such as the Iceland-Faroe Fracture Zone (IFFZ), and along the Iceland-Faroe Ridge. Structural mapping within the Tröllaskagi-Flateyjarskagi region and the Tjörnes Fracture Zone have revealed structures associated obliquely opening rift zones, indicating changes in Mid-Miocene dyke strike directions adjacent to the Dalvík lineament and Húsavík-Flatey Fault system (Young *et al.*, 1985, 2020; Blischke *et al.*, 2023). Here, a N-S to NNE-SSW striking left-lateral strike-slip fault system lies alongside a block-fault system within the Tjörnes Fracture Zone tied to the Northern Volcanic Zone within an overall right-lateral, obliquely opening rift system (Magnúsdóttir *et al.*, 2015; Karson *et al.*, 2018). To map out structural evidence and geometries for old and abandoned propagating rift systems onshore NE Iceland, we conducted last summer, preliminary fieldwork in the Vopnafjörður region. We aim to continue this work throughout the next years. Our goals are to delineate abandoned rift segments within NE Iceland and unravel the evolution of individual rift systems with time, to determine if younger rifts cut through or have discordant trends with respect to older rift structures. Assessing, how onshore Miocene rift systems (~15-6 Ma) align with older Miocene systems offshore. Furthermore, we plan to determine the nature of the IFFZ: is it a pseudo-fault that developed gradually during rift propagation or is this prominent feature along the NE insular margin of Iceland, a segmented

# Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

19. janúar 2024

Tertiary transform zone. This multidisciplinary approach will help to unravel more detailed dynamics of rift zone development and transfer in proximity to the Iceland mantle plume from Mid-Miocene.

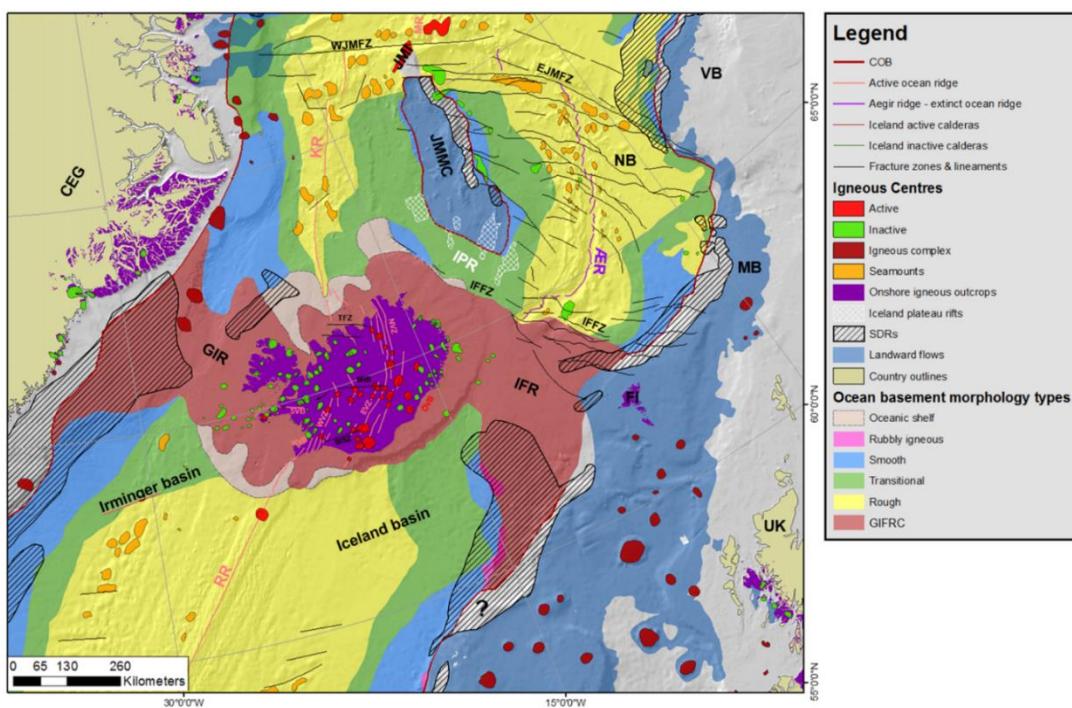


Figure 1. The Greenland-Iceland-Faroe Ridge Complex and adjacent igneous provinces (Hopper et al., 2014; Hjartarson et al., 2017). Abbreviations: CEG, central East Greenland; GIR, Greenland-Iceland Ridge; IFR, Iceland-Faroe Ridge; FI, Faroe Islands; VB and MB, Vøring and Møre Basins; KR, ÆR, RR, and MR Kolbeinsey, Ægir, Reykjanes and Mohn's Ridges; JMMC, Jan Mayen microcontinent; JMI, Jan Mayen Island; EJMFZ and WJMFZ, Eastern and Western Jan Mayen Fracture Zones; IFFZ and TFZ, Iceland-Faroe and Tjörnes Fracture Zones; SVB, MIB, and OVB, Snæfellsnes, Mid-Iceland and Öræfajökull-Snæfell volcanic flank zones; RVB, Reykjanes oblique rift zone, SISZ, South Iceland Seismic Zone; WVZ, EVZ, NVZ, Western, Eastern and Northern Volcanic Zones.

## References

- Blischke, A., Vilhjálmsdóttir, S., Gudnason, E.A., Tryggvasson, H., Þorsteinsdóttir, U., Þorbergsson, A., Ágústsdóttir, P., Einarsson, G.M., Óskarsson, F., Flóvenz, Ó.G., and Bjarni Gautason (2023). Structural and geothermal field assessment at Ytri-Vík, North Iceland. Proceedings World Geothermal Congress 2023, 909, Beijing, China. <https://www.lovegeothermal.org/pdf/IGAstandard/WGC/2023/909.pdf>
- Blischke, A., Brandsdóttir, B., Stoker, M.S., Gaina, C., Erlendsson, Ö., Tegner, C., et al. (2022). Seismic volcanostratigraphy: The key to resolving the Jan Mayen microcontinent and Iceland Plateau Rift evolution. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, 23, e2021GC009948. <https://doi.org/10.1029/2021GC009948>
- Blischke, A., Stoker, M.S., Brandsdóttir, B., Hopper, J.R., Peron-Pinvidic, G., Ólavsdóttir, J., and Japsen, P., 2019. The Jan Mayen microcontinent's Cenozoic stratigraphic succession and structural evolution within the NE-Atlantic. *Mar. Petrol. Geology*, 103, 702-737. <https://doi.org/10.1016/j.marpgeo.2019.02.008>
- Hopper, J.R., Funk, T., Stoker, M., Árting, U., Peron-Pinvidic, G., Doornenbal, H. & Gaina, C. (eds) . 2014. *Tectonostratigraphic Atlas of the North- East Atlantic Region*. Geological Survey of Denmark and Greenland (GEUS), Copenhagen, Denmark.
- Jónsson, G., Kristjánsson, L. & Sverrisson, M. (1991). Magnetic surveys of Iceland. *Tectonophysics* 189, 229-247. [https://doi.org/10.1016/0040-1951\(91\)90499-I](https://doi.org/10.1016/0040-1951(91)90499-I)
- Karson, J.A. (2017). The Iceland plate boundary zone: Propagating rifts, migrating transforms, and rift-parallel strike-slip faults. *Geochemistry. Geophysics, Geosystems*, 18, 4043-4054. <https://doi.org/10.1002/2017GC007045>
- Kristjánsson, L., Thors, K. & Karlsson, H. (1976). Í leit að megineldstöðvum á landgrunni. *Náttúrufræðingurinn* 46 (4), 209–216.
- Kristjánsson, L., Thors, K. & Karlsson, H. (1977). Confirmation of central volcanoes off the Icelandic coast. *Nature* 268, 325–326. <https://doi.org/10.1038/268325a0>
- Magnúsdóttir, S., Brandsdóttir, B., Driscoll, N., & Detrick, R. (2015). Postglacial tectonic activity within the Skjálfandadjúp Basin, Tjörnes Fracture Zone, offshore Northern Iceland, based on high resolution seismic stratigraphy. *Marine Geology*, 367, 159-170. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2015.06.004>
- Young, K., Jancin, M., Voight, B., & Orkan, N. (1985). Transform deformation of Tertiary rocks along the Tjörnes fracture zone, north central Iceland. *J. Geophysical Research*, 90(B12), 9986–10010. <https://doi.org/10.1029/JB090iB12p09986>
- Young, K., Orkan, N., Jancin, M., Sæmundsson, K., & Voight, B. (2020). Major tectonic rotation along an oceanic transform zone, northern Iceland: Evidence from field and paleomagnetic investigations. *J. Volcanology and Geothermal Research*, 391, 106499, p. 25. <https://doi.org/10.1016/j.jvolgeores.2018.11.020>

## Vestfirðir - Berggrunnur milli Arnarfjarðar og Djúps.

**Ágúst Guðmundsson**

Jarðfræðistofan ehf

Berggrunnur Vestfjarða hlóðst að mestu upp úr basaltlögum á tímabilinu fyrir 16 til 11 milljón árum (talið frá okkar tíma). Basaltlagastaflinn er samtals um 8 km þykkur og og algeng þykkt berglaga 8-10m, þannig að fjöldi laga í samfeldum (samsettum) jarðlagasniðum er yfir 800. Berghellunni hallar í stórum dráttum til suð-austurs, minnstur er hallinn (við sjávarmál) í útnesjum norðan Djúps 1-2° en heldur meiri eða 2-3° í útnesjunum „hinna eiginlegu Vestfjarða“ vestan Djúps. Berglaga hallinn fer vaxandi inn til landsins og er víða 5-6° Barðaströnd og á meginhluta Stranda. Í basalthellunni eru grafnar fimm megineldstöðva auk þriggja til viðbótar ef með eru taldar eldstöðvar í norðanverðum Breiðafirði og sunnan Steingrímsfjarðar. Í erindinu er aðallega fjallað um land og berg milli Arnarfjarðar og Djúps, í stafla sem hlóðst upp fyrir 12-16 milljónum ára.

Þekking á berggrunni Vestfjarða tók stórstígum framförum með fjölpjóðlegum bergsegulrannsóknum 1975-1976 og voru niðurstöður birtar í tímaritsgreininni: Magnetostratigraphy and Geochronology of Northwest Iceland. Höfundar greinarinnar voru Ian McDougall, Leó Kristjánsson og Kristján Sæmundsson. Bróðurpart jarðlagasniðanna sem greinin byggir á á miðhluta Vestfjarða lýstu „fótgönguliðarnir“ Jóhann Helgason og Ágúst Guðmundsson.



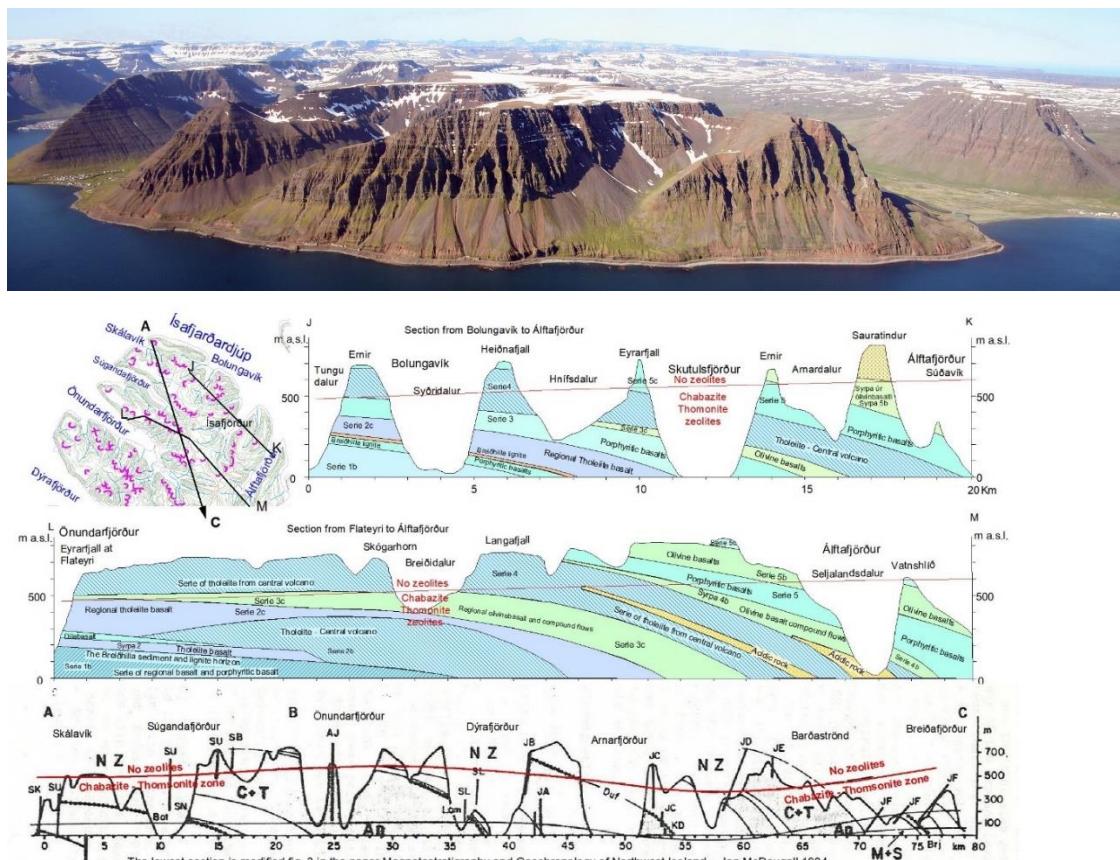
Starfsmenn við útvinnu fyrir „Magnetostratigraphy of Northwest Iceland. Tv. eru Norman D Watkins og Leó Kristjánsson að bora og „stöðumæla“ bergsegulkjarna. Í miðið eru teikn. af samtengdum jarðlagssniðum frá Skálavík og suður á Barðaströnd. Til hægri eru efst: Norman D Watkins, Leó Kristjánsson og Bruce Ellwood. Í miðröð eru Ágúst Guðmundsson, Jóhann Helgason, Kristján Sæmundsson og Ágúst. Neðst th. eru Ian McDougall og Leó Kristjánsson.

# Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

19. janúar 2024

Jarðlagastaflinn í útnesjum Vestfjarða geymir two til þrjá útbreidda „setlagafleti“ sem rekja má langar leiðir. Neðsta setlagaflötinn má rekja samfellt frá Kögurhlíðum á Hornströndum vestur á Kópanes vestan Arnarfjarðar. Þarna er keðja af setlögum sem mynduðust á hálfi til einni milljón ára fyrir um 15 milljón árum. Á þeim tíma hefur verið strjál hraunaupphleðsla en ákafari eldvirkni var bæði neðan og ofan setsyrpunnar. Surtarbrandur er útbreiddur í neðri hluta setlaganna en mikið gjall og efnaveðrun eru áberandi víða ofantil í setsyrpunni.

Áframhald varð á vinnu í berglagastaflanum milli Arnarfjarðar og Djúps þegar farið var að undirbúa jarðgöng á norðanverðum Vestfjörðum og síðar á milli Dýrafjarðar og Arnarfjarðar. Staflanum hefur verið skipt upp í bergsyrpur og má tekja sumar þeirra langar leiðir. Dæmi um slíkt má sjá á meðfylgjandi teikn. Þótt ekki verði farið nánar í það hér.



Ljósmynd af fjöllum milli Ísafjarðarbæjar og Bolungavíkur. Neðar eru bergsyrpur á norðanverðum Vestfjörðum og staða ummyndunarsteinda í berginu. (Neðsta sniðið er úr greininni „Magnetostratigraphy of NW Iceland en önnur snið eru frá höfundi).

Pær tvær megineldstöðvar sem liggja í staflanum milli Arnarfjarðar og Djúps eru af hliðstæðum alðri (13-14 milljón ára) en setja mjög ólík ummerki á umhverfi sín. Vestari eldstöðin liggur í fjallgarðinum milli Arnarfjarðar og Dýrafjarðar og nefnd Tjaldaness-eldstöðin þar sem kjarni hennar birtist í súrum þykum berggöngum og keilugöngum inni á Tjaldanesdal. Berg eldstöðvarinnar hefur veðrast niður í hvassbrýnd fjallahorn sem ganga almennt undir nafninu Vestfirsku-Alparnir. Eystri eldstöðin liggur vandlega falin í hálsinum milli botns Álfafjarðar í Djúpi og Lambadals í Dýrafirði en lög frá henni ganga gegnum fjallgarðinn norður í botnsdali Önundarfjarðar. (Hefur höfundur kosið að nefna hana Lambadals-eldstöðina (því aðrar megineldstöðvar eru í Álfafirði eystra). Bergþekja frá yngri sprungugosum hafa svo lagst yfir báðar eldstöðvarnar en samt myndað hædir í hraunasléttunni yfir fornu eldfjöllunum.

## **Groundwater hydrological mapping and water residence time with the young basaltic Icelandic crust**

**Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, Andri Stefánsson & Stefán Arnórsson**

Institute of Earth Sciences, Science Institute, University of Iceland. Sturlugata 7, 101 Reykjavík, Iceland E-mail address: arny@hi.is

For 60 years water isotope tracers have been used in Iceland with focus on groundwater hydrology, the atmospheric water cycle and general climate research. In the early days groundwater residence time within the young, basaltic Icelandic crust was considered short or in the range from months to < 8000 years. Later studies on isotopes ( $\delta\text{D}$ ,  $\delta^{18}\text{O}$ ,  $^3\text{H}$ ,  $\delta^{13}\text{C}$ ,  $\delta^{14}\text{C}$ ) and chemical composition (B, Cl) have however revealed longer residence time.

Groundwater systems in Iceland are most often a mixture of waters from various sources and of different ages (from modern to pre-Holocene ages). Such hydrology calls for a combined interdisciplinary approach in order to define and characterize a groundwater system.

In the presentation it is demonstrated that by using chemical and isotope components of water samples the mixing processes can be quantified. Also how water and carbon isotopes can be used to trace groundwater flow and evaluate groundwater residence time.

## The scale of effusive volcanism in the Neogene of Iceland - was it the same as today?

Birgir V. Óskarsson

Contact: [birgir@ni.is](mailto:birgir@ni.is), Icelandic Institute of Natural History

Effusive volcanism in the Miocene of Iceland is often assumed to have been similar to current volcanism. Current volcanism defined as eruptions with effusion rates between 1 to 1000 m<sup>3</sup>/s forming lava fields similar in size to those in Fagradalsfjall and Krafla, to larger fields as Laki, Eldgjá and Þjórsá. The morphology of lava fields formed with these effusion rates is characterized by numerous lobes of variable dimensions, forming what is called a compound lava field. The stacking of numerous compound lava fields would result in a stratigraphy that is lobate and enormously complex. Nevertheless, detailed mapping of the Miocene stratigraphy, both ground-based mapping and from aerial photography, has shown that over 70% of the lava flows in Miocene territory comprise stacks of widespread and extensive sheets, sometimes named simple flows or tabular flows, lava fields with flat-lying, plane-parallel contacts (Fig. 1). Individual sheets can be traced for tens of kilometers levelling the topography and implying effusive events on scales not witnessed in modern times. One study conducted by the author yielded effusion rates in the order of 100,000 m<sup>3</sup>/s to account for the extensive and coherent sheets as documented (Óskarsson and Riishuus, 2014). Simple flows are found in the stratigraphy of the oldest parts of Iceland up to the Pliocene. Of the three main types of lava, tholeiitic, porphyritic and olivine basalt, tholeiitic groups include most simple flows, while porphyritic includes mixtures of simple and compound and olivine basalt groups are predominantly compound. Repeated events on these scales must imply tectonic-magmatic conditions different from today. The effects of this volcanism must have been enormous in terms of volcanic emissions, effects on the colonization of life in Iceland, tectonic activity, magma influx into the crust, spreading rates, factors that have not been explored before. A new examination of Iceland's past is encouraged accounting for the story told by the simple flows.

Óskarsson, B. V. & Riishuus, M. S., 2014, The mode of emplacement of Neogene flood basalts in eastern Iceland: Facies architecture and structure of simple aphyric basalt groups, *J. Volcanol. Geotherm. Res.*, 289, 170-192.

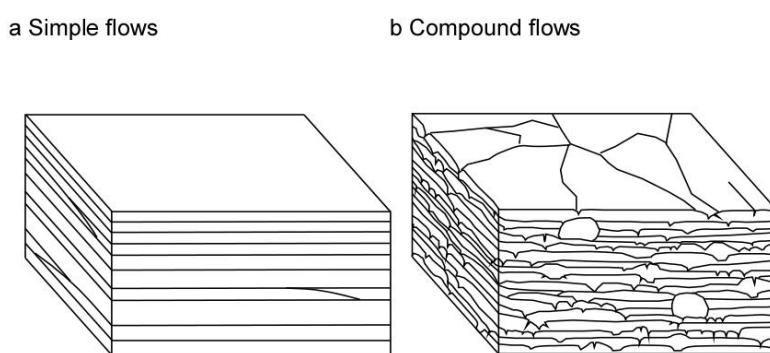


Figure 2 Types of architecture of lava fields in flood basalt provinces.

## The destabilizing effect of glacioal unloading **Svínafellsjökull, SE Iceland**

Daniel Ben-Yehoshua, Sigurður Erlingsson, Þorsteinn Sæmundsson, Reginald Hermanns & Eyjólfur Magnússon

Since the end of the Little Ice Age (LIA) around 1890 glacial thinning has been exposing mountain slopes around Iceland's outlet glaciers. Around 50% of the ice mass that disappeared since the LIA was lost between 1995 and 2010. In the early 2000s a cluster of slope instabilities appeared around Svínafellsjökull outlet glacier. In 2013 a debris avalanche covered 1.7km<sup>2</sup> of the glacier insulating it from surface ablation. The largest of the instabilities in the valley has been named Svarthamrar slope instability and is defined by a more than 2 km long fracture system that separates the northernmost part of the mountain south of Svínafellsjökull. In this study we present a geological and structural assessment of the slope and quantify the effect of glacial unloading on its stability. The complex volcanic and glacial stratigraphy of the mountain side is characterized by an inherent structurally controlled tendency to fail along east-west fractures – the same direction as the observed main fracture. We find that the relative loss of stability due to glacial unloading is largely independent from the physical properties of the rock. Based on the modelling results and the deformation history of the Svarthamrar instability we suggest that a renewed onset of glacial thinning will likely reduce the slope stability further, resulting in deformation and potentially failure. Extrapolating our modelling results we assume that all deglaciated/deglaciating slopes that have gone or are going through a similar trend of destabilization which increases the likelihood of slope deformation and makes them generally more vulnerable to external triggers.

**Widespread fracture movements during a volcano-tectonic unrest: the Reykjanes Peninsula, Iceland, from 2019–2021 TerraSAR-X interferometry**

Cécile Ducrocq<sup>1,2</sup>, Thóra Árnadóttir<sup>1</sup>, Páll Einarsson<sup>1</sup>, Sigurjón Jónsson<sup>3</sup>, Vincent Drouin<sup>4</sup>, Halldór Geirsson<sup>1</sup> & Ásta Rut Hjartardóttir<sup>1</sup>

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

2: GNS Science, Lower Hutt, New Zealand

3: King Abdullah University of Science and Technology, Thuwal, Saudi Arabia

4: Icelandic Meteorological Office, Reykjavík, Iceland

Tectonic controls on dyke emplacements, eruption dynamics and locations have been observed in multiple volcanic areas worldwide. Mapping of active structures is therefore key for assessing potential tectonic and volcanic hazards in active regions. We used wrapped interferograms from the TerraSAR-X satellite to map fractures that show a measurable amount of movements over a 2-year period of a volcano-tectonic unrest at the Reykjanes Peninsula plate boundary in SW Iceland. As of January 2024, the unrest has included at least 14 inflation events and 7 dyke injections, resulting in three eruptions at Fagradalsfjall and two at Svartsengi. In addition to the deformation associated with the 2019–2021 inflation events and intrusions, the interferograms reveal fracture movements over a wide area surrounding the active plate boundary segment. This first-order mapping of active fractures complements previously mapped structures, as InSAR allows for the detection of subtle ground movements, even in areas where young lava flows cover older structures. Our fracture data therefore fill in some of the apparent voids in previous fracture and fault maps of SW Iceland. Furthermore, our investigation reveals aseismic movement on previously unknown fractures directly beneath the town of Grindavík, as well as a N45 E striking fracture co-located with the longest lasting volcanic vent of the subsequent 2021 eruption. The mapping method we present in this study is relevant for active volcano-tectonic regions where InSAR can be applied to detect small-scale fracture movements to advance understanding of ongoing unrest and volcano-tectonic hazards.

## Af hverju erum við enn að rannsaka Grímsvötn?

Eyjólfur Magnússon<sup>1</sup>, Finnur Pálsson<sup>1</sup>, Joaquín M. C. Belart<sup>1,2</sup>, Krista Hannesdóttir<sup>1</sup>, Vincent Drouin<sup>3</sup>, Gunnar Sigurðsson<sup>3</sup>, Jan Wuite<sup>4</sup> & Etienne Berthier<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Jarðvísindastofnun Háskólags

<sup>2</sup>Landmælingar Íslands

<sup>3</sup>Veðurstofa Íslands

<sup>4</sup>ENVEO GmbH, Innsbruck, Austurríki

<sup>5</sup>LEGOS, Université de Toulouse, Frakklandi

Grímsvötn eru megineldstöð undir Vatnajökli miðjum. Í eldstöðvaröskjunni safnast braðsluvatn vegna jarðhita og eldgosa fyrir undir jöklinum auk yfirborðsbráðar. Vatnið skilar sér í jökulhlaupum, um 50 km leið undir Skeiðarárjökul. Pessi hlaup hafa í gegnum tíðina haft veruleg áhrif á mannvirki Vegagerðarinnar á Skeiðarársandi. Grímsvötn hafa verið rannsóknar-efni ví sindamanna svo til allar götur frá því þau fundust árið 1919. Þar hafa margir lagt hönd á plög og má þar nefna að öðrum ólöstuðum, Sigurð Þórarinsson, Sigurjón Rist, Helga Björnsson, John Nye og Magnús Tuma Guðmundsson. Það er því eðlilegt að spyrja: Eftir næstum 100 ár af rannsóknum, af hverju erum við enn að rannsaka Grímsvötn? Svarið er í raun tvíþætt. Í fyrsta lagi þá eru Grímsvötn alltaf að breytast. Sú vitneskja sem var í gildi fyrir 30 árum er ekki endilega í gildi lengur. Í öðru lagi þá eru mælitæki og mæliaðferðir alltaf að batna. Við getum nú mælt fleira og svarað spurningum sem ekki var hægt áður. Í erindinu verða rakin dæmi sem eru lýsandi fyrir þetta tvennt og sýna einnig að við erum alltaf að læra eitthvað nýtt um Grímsvötn og jökulhlaupin þaðan.

## In the footsteps of Leó Kristjánsson – The current paleomagnetic and geomagnetic research in Iceland

Elisa J. Piispa

Institute of Earth Sciences, University of Iceland

The location of Iceland at both a mid-ocean ridge and on top of a mantle plume has resulted in rich research in paleomagnetism and geomagnetism. Iceland has one of the best archives of past Earth's magnetic field observations spanning the past 16 million years due to the well preserved and nearly continuously erupted lavas. Many pioneering studies were conducted in Iceland in the early days of paleomagnetism in the 1950s and the research has continued with numerous works ever since.

The single most significant contributor to Icelandic paleomagnetism since 1960s has been Leó Kristjánsson, who would have been 80 years old this year. He left behind him a great legacy with numerous papers both international and national, extremely well documented research with detailed notes, and thousands of meticulously labeled samples in storage. During his time the three main branches of paleomagnetic and geomagnetic research in Iceland were 1) magnetostratigraphy as a tool for geological mapping and dating, 2) understanding the Earth's magnetic field behavior and dynamics within the past 15 million years, 3) aeromagnetic and magnetic surveys for both large scale and regional studies. Leó was active in all of these and beyond. The current research trends continue broadly within these lines, albeit with some novel applications.

In this talk, I will go through the recent advancements in paleomagnetic and geomagnetic research in Iceland, both in the footsteps of Leó and looking into the future, where the path is currently taking us and which directions we should investigate.

## Í fótspor Leós Kristjánssonar – Núverandi fornsegul- og jarðsegulrannsóknir á Íslandi

Elisa J. Piispa

Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands

Staðsetning Íslands bæði við miðhafshrygg og ofan á möttulstrók hefur skilað af sér ríkum rannsóknum á forn bergsegulfræði og jarðsegulfræði. Ísland á eitt besta skjalasafn fyrri segulsviðsathugana jarðar sem spannar síðustu 16 milljónir ára vegna vel varðveisitra hraunanna og næstum stöðugt gosið. Margar brautryðjendarannsóknir voru gerðar á Íslandi í árdaga bergsegulfræðinnar á fimmta áratugnum og hefur rannsóknin haldið áfram með fjölda verka síðan.

Einn mikilvægasti þátttakandi í íslenskri forsegulfræði síðan á sjöunda áratugnum hefur verið Leó Kristjánsson, sem hefði orðið átræður á þessu ári. Hann skildi eftir sig mikla arfleifð með fjölmögum erindum bæði alþjóðlegum og innlendum, einstaklega vel skjalfestum rannsóknum með ítarlegum athugasemdum og þúsundum vandlega merktra sýnishornu í geymslu. Á sínum tíma voru þrjár megingreinar forsegul- og jarðsegulrannsókna á Íslandi 1) segulmæling sem tæki til jarðfræðilegrar kortlagningar og tímasetningar, 2) skilning á segulsviðshegðun og gangverki jarðar á undanförnum 15 milljónum ára, 3) loftsegulfræði og segulmælingar fyrir bæði stórar og svæðisbundnar rannsóknir. Leó var virkur í þessu öllu og víðar. Núverandi rannsóknaþróun heldur áfram í stórum dráttum innan þessara lína, að vísu nokkrar nýjar umsóknir.

Í þessu erindi mun ég fara í gegnum nýlegar framfarir í fornsegul- og jarðsegulrannsóknum á Íslandi, bæði í fótspor Leó og horfa inn í framtíðina, hvert leiðin liggar um þessar mundir og í hvaða áttir við ættum að horfa.

19. janúar 2024

## Framlag Leós Kristjánssonar til jarðvísinda á Íslandi staflinn, sviðið og margt fleira

Haraldur Auðunsson

Háskólinn í Reykjavík

Í erindinu verður fjallað stuttlega um rannsóknir Leós Kristjánssonar í jarðvísindum.

Ferill Leós í jarðeðlisfræði hófst sumarið 1964, sem aðstoðarmaður í feltinu í bresk-íslenskum leiðangri undir forystu bretanna George Walker og Norman Watkins. Þá voru þeir að hefja stórt verkefni í bergsegulmælingum á Íslandi. Þarna kvíknaði áhugi Leós og sótti hann sérnám í jarðeðlisfræði með áherslu á bergsegulfræði, sem lauk með doktorsprófi 1973 frá Memorial University í Kanada. Leó hóf störf á Raunvísindastofnun Háskólags 1971 og var við stofnunina til starfsloka 2013.

Hraunlagastaflinn á Íslandi er einstaklega heppilegur til bergsegulmælinga, samfelld löng snið, gott aðgengi, ummyndun er lítil og bergið geymir upprunalegu segulmögnumunina vel. Leó beitti bergsegulmælingum í samvinnu við jarðfræðinga við að byggja upp jarðlagasnið víða um landið og lagði hann áherslu á staflann, en létt yngsta bergið að jafnaði eiga sig. Þetta voru gjarnan stór verkefni sem tóku nokkur ár hvert. Framlag Leós við kortlagningu staflans hér á landi var einstakt og afar mikilvægt, og ekki síður rannsóknir hans á segulsviði jarðar á alþjóðlegum vettvangi.

Með því að nýta sér sögu pólskipta segulsviðsins í sniðunum var hægt að tengja saman snið milli fjallshlíða, dala og fjarða, og yfir stærri svæði á landinu. Þannig var hægt að byggja upp sögu sviðsins sem spannaði tímabilið 1 – 16 milljón ár, eða eins langt aftur og hægt er á Íslandi. Í seinni tíma kortlagningu er gjarnan reynt að tengja ný snið við þessi eldri og aldursgreindu segulsnið. Segultímatalið nýtist þannig beint við kortlagningu staflans á Íslandi og einnig sem lýsing á sögu og hegðun segulsviðs jarðar. Annað mikilvægt framlag Leós var nákvæmari saga segulsviðsins og að pólskipti reyndust mun örari en talið var í fyrstu samkvæmt mælingum á segulrænum á hafsbotninum, eða um átta pólskipti á milljón árum. Pólskiptin sjálf taka um fjögur þúsund ár. Enn annað framlag Leós voru áreiðanlegar mælingar á flökti segulsviðs jarðar og hvernig flöktið hefur minnkað síðustu 16 milljón árin. Þessar rannsóknir á Íslandi á sögu segulsviðsins eru einstakar, því það er sjaldgæft erlendis að ná sniðum sem spanna jafn langan tíma og hér er hægt.

Það var Leó mikilvægt að vinna með jarðfræðingum sem kortlögðu svæðin og lögðu til tengingar milli sniða, og er sú saga skráð í útgáfu fjölda fræðigreina. Það var einnig eftir því tekið hvað hann var ötull við að fá nemendur í jarðvísindum með sér í feltvinnu og mælingar. Líklega hefur Leó tekið þátt í að kortleggja og safna bergsýnum úr yfir fimm þúsund haunlögum. Meðal annarra rannsókna á segulsviði jarðar má nefna fjölda ferða hans út á Reykjanesskaga þar sem hann leitaði uppi og rakti hraunbleðla með sérstæða segulstefnu, einstakt frávik sem í alþjóðlega segultímatalinu er kallað Skála-Mælifell-atburðurinn.

Flugsegulmælingar voru einnig stór þáttur í rannsóknum Leós, sem og segulmælingar á sjó. Hann lagði áherslu á að þéッta mælinet fyrri mælinga sem Þorbjörn Sigurgeirsson hafði lagt grunninn að. Í þessum mælingum kom í ljós m.a. tilvist eldstöðva undir sjó og jöklum, þ.á.m.

## Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

19. janúar 2024

útlínur megineldstöðvarinnar við Reykjavík, eðli landgrunnsins og vísbendingar um aldur svæða á landinu.

Leó var natinn við að skrá sögu jarðvísinda á Íslandi og ásamt Kristjáni syni sínum gaf hann út bók um sögu rannsókna á silfurberginu héðan frá Íslandi. Eftir Leó liggja fjölmargar vísindagreinar og bera þær allar vitni um vandvirkni og innsæi, sem var einkenni hans í rannsóknum.

Allir sem nutu samvinnu með Leó í feltinu eru sammála um að þar fór afskaplega röskur maður og eljusamur; brennandi áhugi og forvitni. Feltvinnan var ekki beint leikur einn, burður með bor og kælivatn á tanki, oft upp ótrúlega brattar fjallshlíðar - en samt var Leó alltaf á stígvéum, síkáttur, sama á hverju gekk.



Í Hafnardal sunnan í Dýrafirði sumarið 2000.

## The Hafnarfjall-Skarðsheiði central volcano in West Iceland

Hjalti Franzson

This summary describes a study of a thick central volcanic succession which accumulated during the opening stages of the precursor of the Reykjanes-Langjökull axial rift zone in W-Iceland, between 6-4 m.y. (Figures 1 and 2). Following the initial accumulation of olivine tholeiite lavas within the new rift zone, which lie unconformably on an older crustal basement 10-13 m.y., a central volcano developed in the Hafnarfjall-Skarðsheiði area. It was active for some 1.5 m.y. and consists of four volcanic phases: *I. The Brekkufjall phase* is characterised

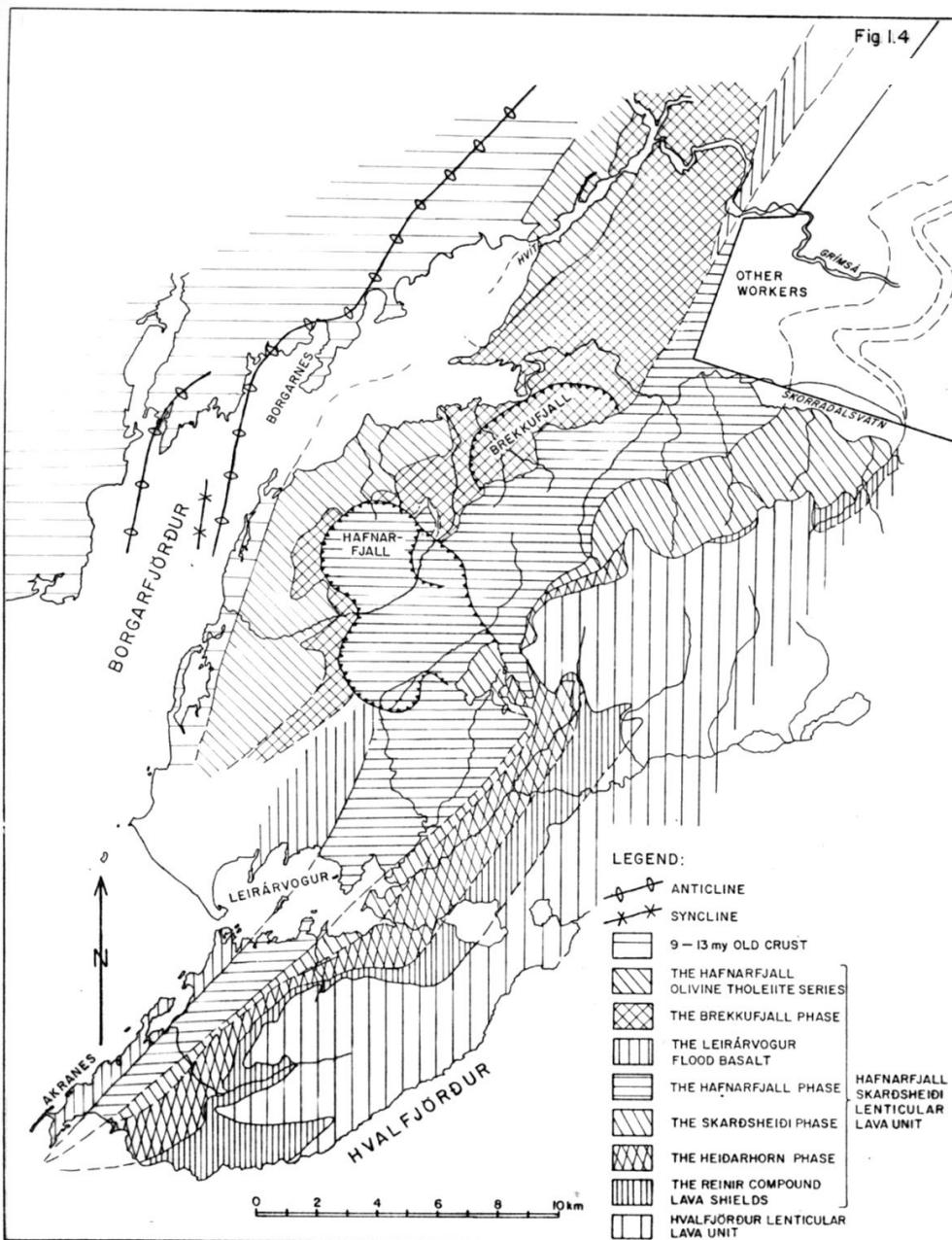


Figure 1. Evolutionary episodes of the central volcano and overlying basalt successions.

19. janúar 2024

by basaltic volcanism followed by voluminous and copious extrusions of differentiated rocks culminating in a sudden caldera collapse (c.5 km wide) in Brekkufjall. II. During the *Hafnarfjall phase* a thick extrusive sequence of basaltic to rhyolitic compositions accumulated, mainly fed by ENE fissures. During the gradual subsidence of the Hafnarfjall caldera (7 by 5 km) a marked decrease occurred in lava accumulation rate outside the caldera. Epicentres of three cone sheet swarms coincide in time and space with three basinal structures of this caldera. III. The *Skarðsheiði phase* is characterised by N-S fissuring and a marked bimodal basalt-rhyolite lava accumulation. IV. Remnants of the *Heiðarhorn phase* include compositions ranging from basalts to rhyolites. The western boundary of the axial rift zone is marked by large intrusives, basalt flexuring, a sheet swarm and the disappearance of dyke swarms. The lenticular unit was later buried by lavas of the Hvalfjörður fissure swarm, which is not dealt with here. Rocks of the central volcano follow the Þingmúli trend, but relative abundance shows discontinuity within the basaltic andesite range.

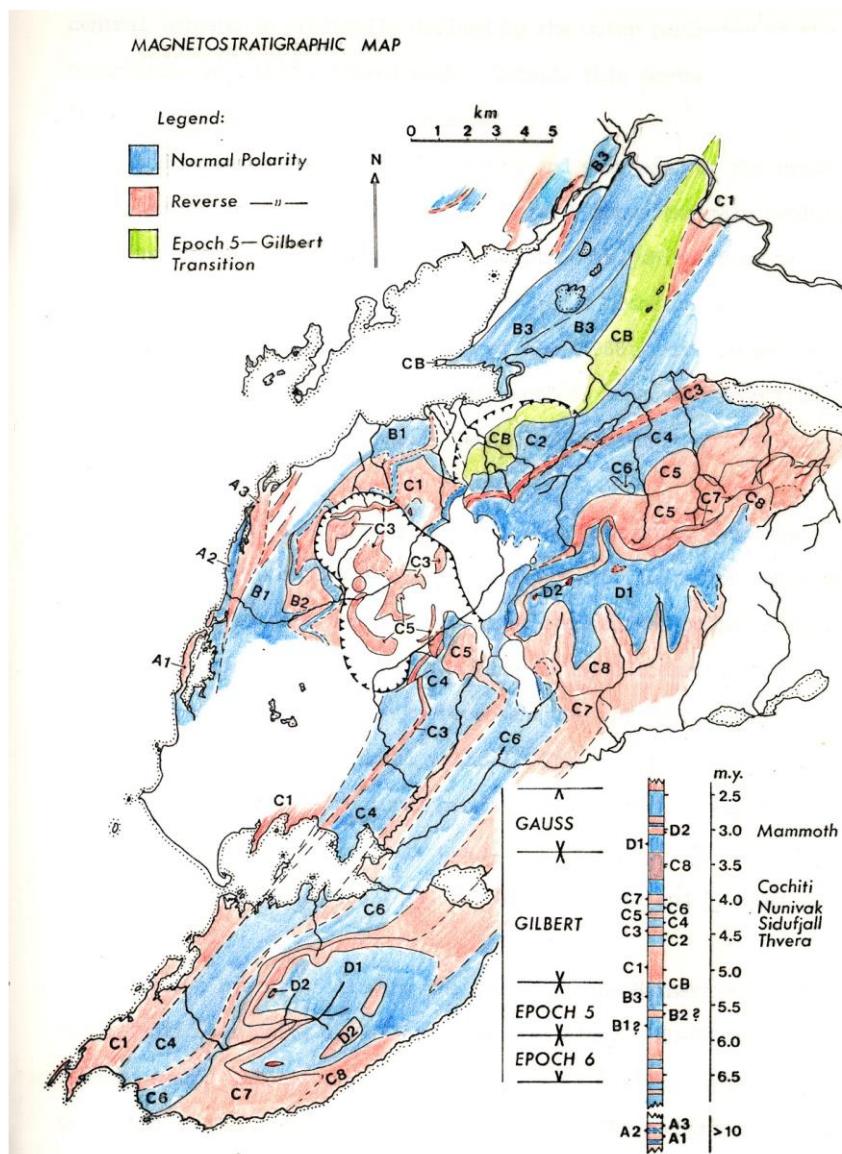


Figure 2. Magnetostratigraphic map of the field area

## Peculiar Earth's magnetic field behavior during the Middle Miocene Kleifakot reversal/instability event

Jowita Magdalena Kumek & Elisa Johanna Piispa

Institute of Earth Sciences, University of Iceland

The behavior of the Earth's magnetic field is still not fully understood, especially during extreme events such as reversals or other field instabilities. We have not lived through a reversal nor excursion during the written history of humankind. Nevertheless, reversals are an exciting topic considering the current decrease of the Earth's magnetic field strength (e.g., Poletti et al., 2018) and the fast movement of the North magnetic pole (e.g. Livermore et al., 2020), which has led to a hot debate whether the Earth's magnetic field is reversing or experiencing an excursion or neither (e.g., Laj and Kissel, 2015; Pavon-Carrasco and Santis, 2016; Brown et al., 2018). Nearly continuously emplaced and rapidly cooled basaltic lavas in Iceland provide an excellent natural laboratory to study such phenomena.

This research focuses on Earth's magnetic field's reversal/instability event originally documented by McDougall et al. (1984) and Kristjansson (2015), who reported a complex excursion event at ~13 Ma recorded within the lava flows south of the Ísafjarðardjúp fjord in the Westfjords. In 2022, following Leó Kristjánsson's footsteps I started to study the geomagnetic field behavior recorded by these Westfjords lavas. From the previously sampled profiles we picked the four most promising profiles: DU (25 lava flows), DT, DX, JO, which we sampled in more detail. The first three profiles were shown to record the Kleifakot event (Kristjansson 2015), but JO profile had not been studied in detail, for this reason, I will concentrate on it in this presentation. Moreover, we collected fresh unaltered pieces of rocks from both bottoms and tops of each profile so that we can constrain the length of the excursion event using Ar-Ar dating. This is because currently the length of the instability event is based on dated samples far from our profiles and cumulation of lava.

All the lavas can be characterized as tholeiites to olivine-tholeiites. The lavas within Ísafjarðardjúp have experienced chabazite-thomsite zeolite alteration. However, JO profile is located above the hydrothermal alteration zone. Thermomagnetic analysis indicates two main magnetic mineralogy types: high Ti-titanomagnetite and low Ti-titanomagnetite. The variation of Natural Remanent Magnetization and magnetic susceptibility between JO and DU profiles matches in the bottom part. Stepwise alternating field demagnetization was used to obtain the paleomagnetic directions of each lava unit, which records the Earth's magnetic field at the time of cooling of each lava layer. For example, JO profile shows changes of the ancient position of geomagnetic pole, a paleomagnetic pole, with a complex sequence of normal polarity - transitional - normal - transitional - reversed polarity - transitional - reversed - transitional (N-T-N-T-R-T-R-T). This is comparable to Leo Kristjansson's results, which indicates that Kleifakot instability event is also recorded in the profile JO. However, according to Leó Kristjánsson's results, the top of the section should record normal polarity. The coming summer, we will sample few more lavas on top of JO profile to fully catch the end of the Kleifakot instability event there.

These data give more information on the fluctuation of the magnetic field since we sampled more thoroughly, but they also provide evidence that the instability event is recorded at the JO

## Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

19. janúar 2024

profile, which is 30 km SW of the others. Future work will be focused on the process of how the strength of geomagnetic field was changing during the mentioned reversal event. A multimethod approach is a key for success in this, and we will combine use of three different techniques: the “IZZI-Thellier”, “Tsunakawa-Shaw” and “Microwave” methods.

Unfortunately, I did not have an opportunity to meet Leó Kristjánsson in person, but I have got to know his work since I started my PhD and it is an honor for me to do my PhD research on a topic that he initiated.

## Hvers vegna á að segulmæla berglög á Íslandi?

Jóhann Helgason

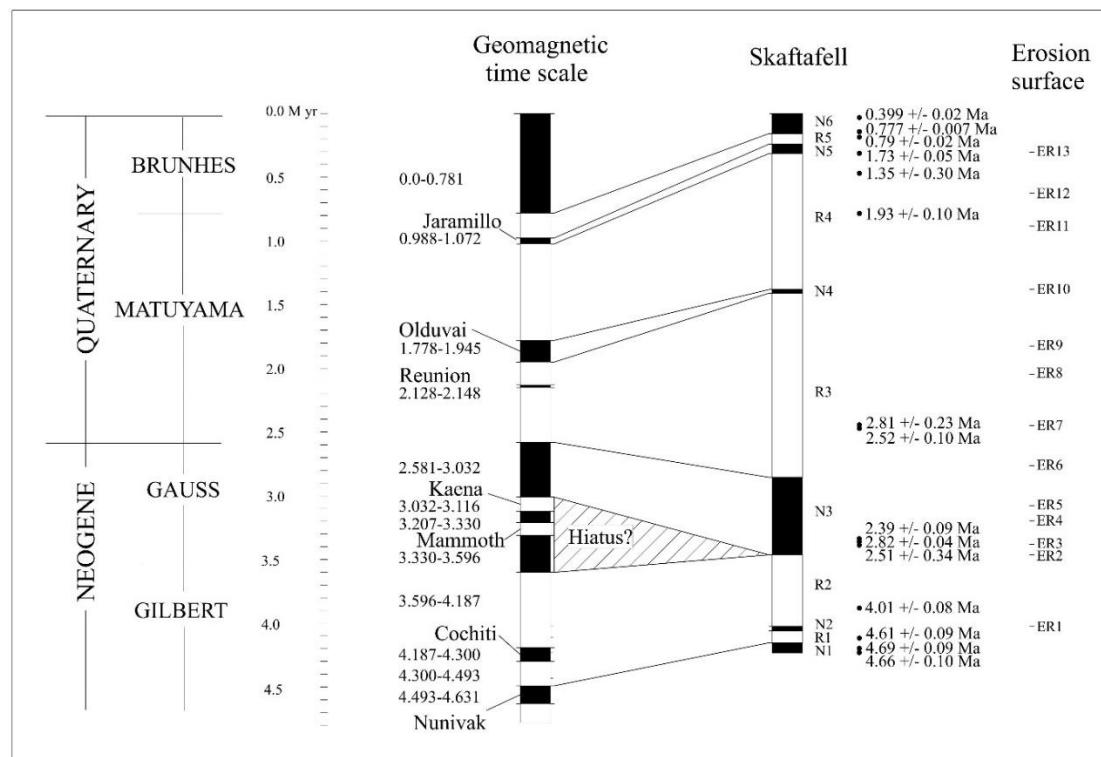
Baughúsum 43, 112 Reykjavík

Stærstur hluti jarðлага á Íslandi er utan gosbeltanna og er aldur þeirra gróft talið 1 til 18 M ár. Líklega er ekkert land jafnvel fallið til að rannsaka bergsegulstefnu og byggja upp segultímatal fyrir síðustu 17-18 milljón ár en Ísland. Þetta sáu jarðfræðingar skömmu eftir 1960 þegar segulræmur á Reykjaneshrygnum urðu ljósar. Fljótlega var hafist handa við frumstæð skilyrði að segulmæla hraunlög á Íslandi og þannig hófst kortlagning segulræma á landi. Ýmsir komu að því verki en framlag Leós Kristjánssonar mun þó drygst til þessa.

Hugtakið “magnetostratigraphy” mætti þýða sem seguljarðlagrafraði en sú fræðigrein er nátengd vinnu við segultímatal (e. geomagnetic time scale). Við þá vinnu þarf þrennt að fara saman: 1) kortlagning jarðлага, 2) mæling bergsegulstefnu og 3) raunaldursgreining jarðлага. Þótt mjög mikið hafi verið gert á þessu sviði hér á landi er samt afar mikið eftir.

Stærstur hluti jarðsögu Íslands varðar bergið utan gosbeltanna. Jarðsagan hér á landi tekur til breytinga svo sem gosbeltaflutninga, loftslagssögu, aldurs steingervinga, tímasetningu jökul- og hlýskeiða, aldurs setлага og rofsögu svo eitthvað sé nefnt. Það er ýmsum takmörkunum háð að tímasetja þessa jarðsögulegu þætti en það mun reynast mun auðveldara þegar segultímakort liggur fyrir af landinu öllu. Til þessa hefur kortlagning berggrunnsins verið stærsti flöskuhálsinn við gerð segultímakorts af Íslandi.

Í þessu erindi munu verða sýnd dæmi um afrakstur vinnu við seguljarðlagrafraði og hvers konar spurningum sú fræðigrein getur svarað.



19. janúar 2024

**Þróun seguleiginleika kólنandi hrauns - frumniðurstöður endurtekenna segulmælinga með dróna yfir kólнandi hrauni við Fagradalsfjall**

Jóhanna Malen Skúladóttir, Elisa Piispa & Halldór Geirsson

Háskóli Íslands

Eftir að eldgosi lýkur tekur við langt tímabil á meðan hraunið storknar og kólnar þar til það nær sama hitastigi og umhverfið. Þetta ferli getur tekið fleiri tugi ára og á meðan því stendur lækkar yfirborð hraunsins vegna kólununar þess. Samhliða kóluninni þróar hraunið með sér seguleiginleika þegar hitastig þess fer niður fyrir Curie-punkt hraunsins. Hægt er að fylgjast með þróun þessara seguleiginleika og kóluninni með mælingum á segulsviði hraunsins.

Segulmælingar með dróna voru gerðar á hraununum frá 2021 og 2022 við Fagradalsfjall í nóvember 2022, apríl 2023 og í júní 2023. Niðurstöður þessara mælinga sýna skýra breytingu á segulsviði hraunsins milli mælinga, vegna lækkandi hita hraunsins. Stór neikvæð segulfrávik eru skýr á mælingunum, og gefa til kynna að stór hluti hraunsins hefur ekki enn náð að kólna niður fyrir Curie-punkt hraunsins. Segulmælingar yfir þykkari svæðum hraunsins frá 2021 gefa innsýn inn í flutningskerfi hraunsins, flæðiæðar hraunsins koma skýrt fram sem neikvæð frávik og gefa mynd af innra landslagi þess. Jákvæð segulfrávik sýna staðsetningu veggja hrauntjarna innan 2021 hraunsins og endurspeglar einnig fyrrum staðsetningu hraunjaðarsins. Nánari líkangerð og aflögunargögn munu varpa skýrara ljósi á kólunarfelli hraunsins ásamt því að bæta túlkun á þeim gögnum sem safnast hafa við segulmælingar.

## Segulmælingar með kjarnaspunamæli við Þurá í Ölfusi

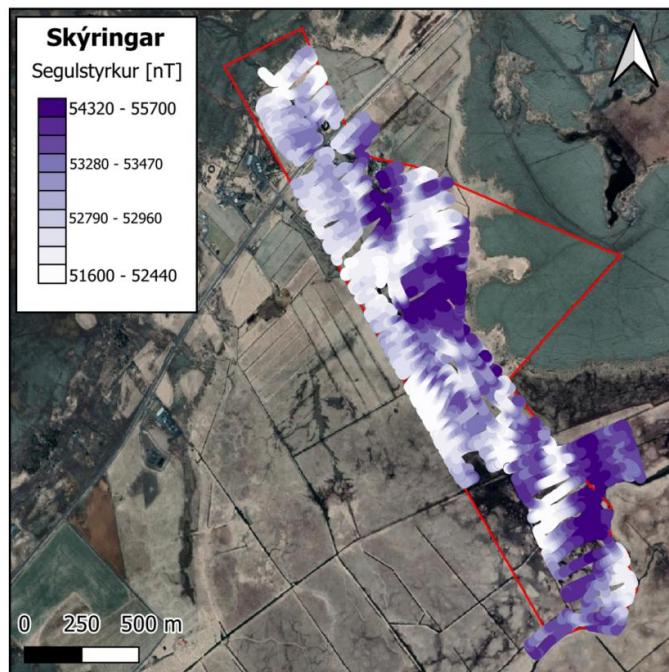
Katrín Ásta Karlsdóttir, Halldór Gerisson, Elisa Johanna Piispa & Dario Ingi Di Rienzo.

Jarðvísindadeild, Háskóli Íslands

Vorið 2023 vann ég BS verkefnið mitt með segulmælingum við Þurá í Ölfusi. Verkefnið ber titilinn „Segulmælingar við Þurá í Ölfusi: Framlag til jarðhitarannsóknar“ og líkt og titillinn gefur til kynna var markmiðið verkefnisins að nota segulmælingar til þess að finna mögulegt jarðhitasvæði til viðbótar við eldri jarðeðlisfræðilegar rannsóknir á svæðinu. Jarðhiti er mikilvæg auðlind sem nýtist á fjölmargan hátt, svo sem til húshitunar, raforkuframleiðslu og til iðnaðar og vegna þessa hefur eftirspurn eftir jarðhita aukist með árunum. Heimildir geta þess að í nágrenni við Þurá, t.d eins og á Bakka sé jarðhitavinnsla og því rökrétt að rannsaka svæðið betur. Með segulmælingum á jörðu reyndi ég að finna samband á milli segulfrávika og jarðhita í von um að staðsetja hvar hann sé að finna í landi Þurár. Gagnasöfnunin tók fjóra daga þar sem gengið var yfir allt mælingarsvæðið sem spannaði um tæpa 90 hektara og um 30 m bil var á milli línnanna. Úrvinnsla gagnanna fór aðallega fram í Excel og með QGIS forritinu sem er hugbúnaður fyrir landfræðileg upplýsingakerfi. Suðvestur af landi Þurár eru Þóroddstaðalaugar og þar hafa eldri mælingar sýnt fram á að þar sé gangur. Nýju segulmælingarnar sýndu hugsanlegan berggang sem gæti einnig verið sami gangurinn og sá sem fannst við Þóroddstaðalaugar. Einnig bentu segulmælingarnar til þess, ásamt eldri viðnámsmælingum að merki um jarðhita sé að finna á suðvestanverðu svæði Þurár. Því voru settar fram tvær tillögur um svæði sem vert er að rannsaka betur. Til að fullyrða hvort jarðhita sé að finna við Þurá þyrfti þó fleiri jarðeðlisfræðilegar mælingar sem líta til annara eiginleika jarðhitasvæða til þess að staðfesta það. Dæmi um slíkar mælingar eru viðnámsmælingar og þyngdarfráviksmælingar sem í sameiningu geta gefið nákvæmari upplýsingar um rannsóknarsvæðið.

# Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

19. janúar 2024



Mynd 1: Hrá gögn af segulmælingum við Þurá með dilkaflokkuðum litskala. Mælingarnar voru framkvæmdar með kjarnaspunamæli frá GEM systems. Raðu línurnar afmarka landsvæði Þurár.

## Can the “Stacked Sill” mode explain the Deep Conductive Layer (DCL) in the Icelandic crust? Is the Pálmasón model basically wrong?

Knútur Árnason & Arnar Már Viilhjálmsdóttir

ÍSOR

MT resistivity soundings in the late 1970's and early 1980's reviled a Deep Conductive Layer (DCL) under most of Iceland. When first observed, the DCL was interpreted as partial melt below a thin and hot crust. In contrast, seismic and gravity studies convincingly indicate a thick, dense and relatively cold crust, with the DCL as an intra-crustal layer, in the upper part of the lower crust, below the brittle/ductile transition. The DCL domes up beneath central volcanos with high temperature geothermal systems and the only low temperature area in Iceland studied by MT to date. Similar highly conductive intra-crustal layers, outside Iceland, seem to be related to mantle plumes.

Recent findings indicate that the DCL is (at least in some places) electrically and seismically anisotropic, suggesting ductile flow in the lower crust. The DCL has not been accounted for in the thick crustal model. The fundamental question is: What is the DCL and what can it tell us about the origin and nature of the Icelandic crust? A clue may be found in a borehole drilled into exposed gabbro on the SW Indian Ridge, finding highly conductive layer rich in oxides (magnetite). The abundant oxides have been explained as being an end-product of repeated fractional crystallisation of ultra mafic magma ascending through a stack of sill in the crust, ending up too heavy to be buoyant. Such a process is thought to have formed the major Fe and Ti (oxide) ore bodies, like in the Emeishan (SE China) and Bushveld (South Africa) large igneous provinces.

Recent seismicity north of Vatnajökull has been interpreted to reflect upwards migration of magma between sills in the lower crust. This idea has been taken further to conclude that only a fraction of the magma from the mantle plume makes it to the surface; most of it stalling as sills (gabbro) in the lower crust, making it exceptionally thick and heavy. This model has been called a “Stacked Sill” model. This model could explain the presence of the DCL in the upper part of the lower crust as consisting of oxide rich and conductive ductile rocks from highly fractionated residual magma. The crustal flow, inferred from anisotropy of conductivity and S-wave velocity, would enhance connectivity of conductive phases. This also indicates that the so-called “homogeneous gabbro” of oceanic crust is not present in the Icelandic crust.

The estimated temperature/depth profile of the crust also lends support to this “Stacked Sill” model. The temperature is assumed to increase nearly linearly (heat conduction) from surface (~0 °C) to about 700 °C at the ductile/prattle boundary (d/b-b) at the depth of about 7 km. The temperature at the base of the crust, at 30-40 km depth, has been estimated to be about 950 °C. This small temperature increase from the d/b-b to the base of the crust indicates that heat transport in the lower crust is strongly advective, not just conductive.

The so-called “Pálmasón model” has often been taken as a valid model for the Icelandic crust. This model assumes that the crust is mainly formed by extrusive volcanism, with only minor contribution of intrusions and dikes. As extrusive rocks are added at the surface in volcanic

## Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

19. janúar 2024

zones, the crust subsides and moves away by the crustal spreading. The Pálmasón model does not offer any mechanism for producing a DCL in the upper part of the lower crust. The DCL can, on the other hand be consistent with the “Stacked Sill” model.

19. janúar 2024

**„Merkasta framlag Íslands til vestrænnar menningar“  
rannsóknir Leós Kristjánssonar á íslensku silfurbergi**

**Kristján Leósson**

Síðustu 25 árum ævi sinnar varði Leó Kristjánsson í að rannsaka afdrif íslensks silfurbergs, aðallega úr Helgustaðanámu við Reyðarfjörð, og áhrif þess á þróun vínsinda og tækni í Evrópu og víðar, frá ofanverðri sautjándu öld og fram á þá tuttugustu. Rannsóknir sínar tók hann saman í skýrslu sem hann endurbætti allt fram á síðustu daga og taldi hún þá rúmar 500 síður með vísun í hátt í 4000 skráðar heimildir. Pessi samantekt er einstök á heimsvisu, enda hafði enginn áður gert sér grein fyrir hinu gríðarmikla umfangi rannsókna á og með íslensku silfurbergi. Í grein um ævi franska verkfræðingsins Étienne-Louis Malus, sem einmitt lék lykilhlutverk í sögu silfurbergsins, komust höfundar þannig að orði: „We know a great deal about the Iceland spar industry from its singular historian, Kristjansson“ [1].

Í sögulegu samhengi taldi Leó Helgustaðanámu vera merkasta stað á Íslandi og silfurbergið merkasta framlag landsins til vestrænnar menningar. Í erindinu verður fjallað um áhrif silfurbergsins á fræðigreinar á borði við eðlisfræði, jarðfræði, efnafræði og læknisfræði, og um sögu námuvinnslunnar sem hefur að geyma kunnugleg stef um togstreitu milli stjórnsmála og einkarekstrar, græðgi, spillingu, og ásókn erlendra aðila í náttúruauðlindir landsins.



Mynd 1. Silfurbergsmolar úr Helgustaðanámu sem búrir voru til útflutnings á Eskifirði árið 1923 en fundust í geymslu í Tækkniskólanum í Reykjavík árið 2021.

[1] Kahr, B., & Claborn, K. (2008). The Lives of Malus and His Bicentennial Law. *ChemPhysChem*, 9(1), 43-58. doi:10.1002/cphc.200700173

## Borkjarnasafn Náttúrufræðistofnunar Íslands: Ríkuleg heimild um berggrunn Íslands

María Helga Guðmundsdóttir<sup>1,2</sup>, Hrafnkell Hannesson<sup>1</sup>, Kristján Jónasson<sup>3</sup>  
& Birgir V. Óskarsson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Náttúrufræðistofnun Íslands, Sæbergi 3, 760 Breiðdalsvík; <sup>2</sup>Rannsóknasetur Háskóla Íslands á Breiðdalsvík, 760 Breiðdalsvík; <sup>3</sup>Náttúrufræðistofnun Íslands, Urriðaholtsstræti 6-8, 210 Garðabæ.

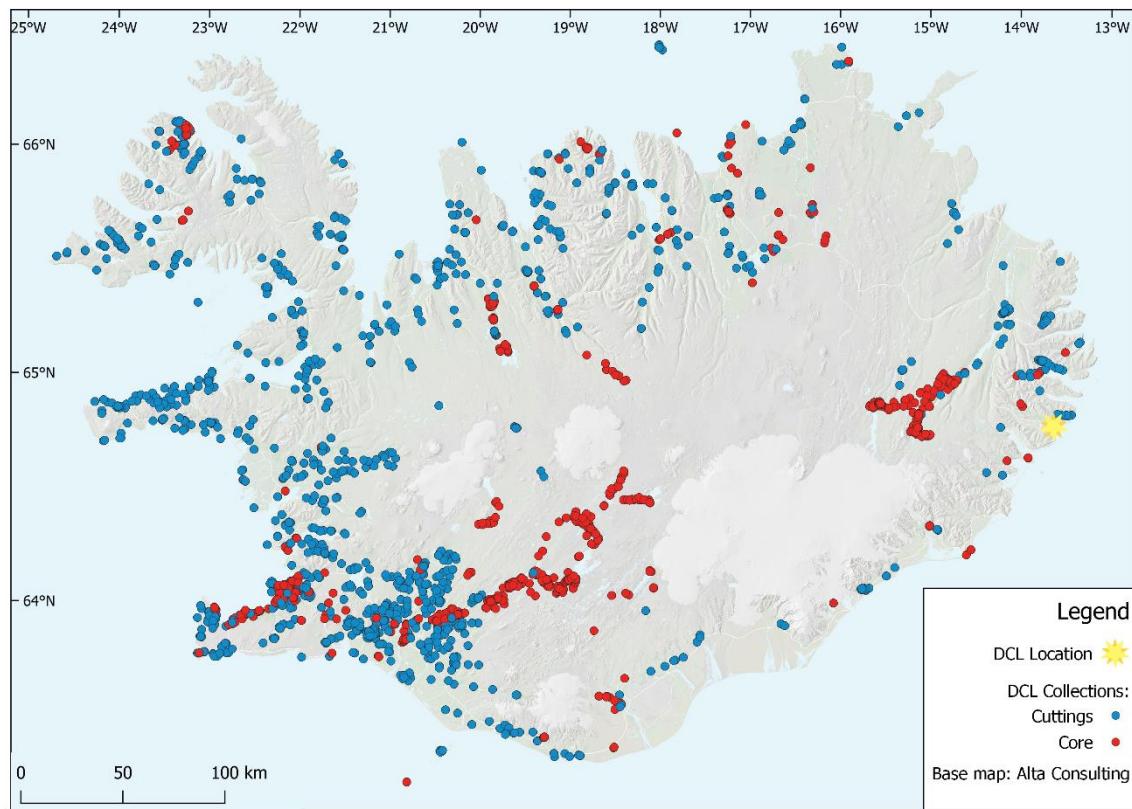
Náttúrufræðistofnun Íslands (NÍ) starfrækir borkjarnasafn sitt á Breiðdalsvík á Austurlandi. Borkjarnasafnið tekur við og varðveitir afurðir jarðborana á Íslandi – borkjarna og borsvarf – og gerir afurðirnar og þá þekkingu sem af þeim er leidd aðgengilega vísindasamfélagini og almenningi. Í safninu er að finna efni úr yfir 3700 borholum, þar af 70 km af borkjarna úr um 1800 holum og borsvarf úr yfir 1900 borholum með um 400 km heildarlengd. Safnið varðveitir einnig niðurstöður mælinga og greininga á safnkostinum. Er þar meðal annars að finna kjarna úr mikilvægum rannsóknarverkefnum, svo sem borkjarna úr Surtsey frá 1979 og 2017 og hinn 1919 metra langa Reyðarfjarðarborkjarna sem boraður var 1978 af Iceland Research Drilling Project. Borkjarnarnir og svarfið veita fjölbreytta innsýn í berggrunn Íslands og spanna allt frá elstu jarðlögum landsins, yst á Vestfjarðakálka, til nýrunnins hrauns í Heimaey 1973.

Safnkostur borkjarnasafns NÍ er aðgengilegur sem efniviður í fræðilegar og hagnýtar rannsóknir og er hægt að óska eftir aðgangi að honum bæði til mælinga og sýnatöku. Starfsfólk borkjarnasafnsins er rannsakendum innan handar við að bera kennsl á efnivið í rannsóknir og taka sýni úr kjörnum. Uppbygging innviða við safnið á undanförnum árum, þar á meðal vinnslustofa fyrir sýnatöku úr og ljósmyndun á borkjörnum og venslaður gagnagrunnur í PostgreSQL, hafa gert safnkostinn mun aðgengilegri og stuðlað að aukinni nýtingu bæði innlends og erlends fræðafólks. Upplýsingar um borkjarna í safnkostinum er hægt að nálgast í jarðfræðikortasjá NÍ (<http://jardfraedikort.ni.is>). Á árinu 2024 stendur til að bæta borsvarfi í kortasjána og að ljúka vinnu við að gera gögn um borkjarnana aðgengileg í samevrópskri gagnagátt EPOS (European Plate Observing System).

Borkjarnasafnið er starfrækt í nánu samstarfi við Rannsóknasetur Háskóla Íslands á Breiðdalsvík og býðst rannsakendum aðstaða á rannsóknasetrinu meðan á sýnatöku og mælingum stendur. Á árinu 2023 hófst samstarf við jarðfræðideild Háskóla Íslands um nýtingu borkjarnasafnsins í kennslu grunnnema, og kennsla og þjálfun komandi kynslóða er mikilvægur liður í framtíðarsýn borkjarnasafnsins.

# Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands 2023

19. janúar 2024



Mynd 1: Kort af uppruna safnkosts borkjarnasafns NÍ. Blátt: svarfholur, rauft: kjarnaholur. Gul stjarna: Staðsetning borkjarnasafnsins á Breiðdalsvík. Grunnkort: Alta ráðgjöf.

## Tvær sögur úr lífi mínu þar sem Leó kemur við sögu

Páll Imsland

Afdankaður jarðfræðingur og eftirlaunabegi

Vinnur heima hjá sér, ef hann gerir eithvað

Í þessu erindi er engin niðurstaða, enda er erindið ekki rannsóknarskýrsla, heldur minningar og saga.

Umfjöllunin er minningar og frásagnir af samskiptum okkar Leós Kristjánssonar.

Slík umfjöllun lýtur ekki reglum vísindalegrar aðferðar heldur duttlungum hugarfarsins. Enginn veit því fyrirfram hvert slík umfjöllun leitar eða hvar hún endar.

Uppistaðan í erindinu eru tvær stuttar sögur úr lífi mínu, þar sem Leó kemur við sögu.