



Vorráðstefna

Ágrip erinda og veggspjalda

Haldin í Öskju,  
náttúrufræðahúsi Háskóla Íslands

9. apríl 2005

(Samantekt Ármann Höskuldsson)

Tilvitnun í ritið:

Ármann Höskuldsson og Einar Kjartansson 2005: Gosbergshryggir á hafsbotni og sambærilegar myndanir á landi, Dyngjufjöll Ytri. Vorráðstefna 2005. Ágrip erinda og veggspjalda. Jarðfræðafélag Íslands, bls. 11.

Hoskuldsson A., and Kjartansson E., 2005: Axial volcanic ridges and comparable formations on land, Dyngjufjöll Ytri (in Icelandic). Geoscience Society of Iceland, Spring meeting 2005. p. 11.

## Dagskrá Vorfundar JFÍ 9. apríl 2005

8:30- 9:00 Skráning

### SALUR 1

#### *Fundarstjóri Börge J Wigum*

- 9:00 Setning og tilkynningar  
9:10 Grímsvatnagosið í nóvember 2004: þverfagleg vöktun á Veðurstofu Íslands  
Steinn Jakobsdóttir og vöktunarhópur á Veðurstofu Íslands  
9:40 Kárahnjúkavirkjun -- Berggrunnur Fljótsdals og Efri-Jökuldals  
Ágúst Guðmundsson  
10:10 Kynning veggspjalda (1-1,5 mínúta hver, með einni glæru)

10:45 **KAFFI**

#### *Fundarstjóri Andri Stefánsson*

- 11:00 Epidót í Vonarskarði  
Guðmundur Ómar Friðleifsson og Haukur Jóhannesson  
11:15 Háhitavæðið við Hágöngur í Köldukvíslarbotnum  
Sigurður Sveinn Jónsson, Ásgrímur Guðmundsson og Bjarni Pálsson  
11:30 Fljótsbotn "Grunnvatnshitinn varar við Vatnajökulsgosum"  
Freysteinn Sigurðsson og og Snorri P. Snorrason  
11:45 Staða djúpbörunarverkefnisins  
Guðmundur Ómar Friðleifsson

12:15-13:00 **ADALFUNDUR JFÍ**

13:00-13:30 **MATUR**

#### *Fundarstjóri Sigurður Sveinn Jónsson*

- 13:45 Síðjökultími á Norðurgosbeltinu, eldvirkni og útbreiðsla jökla  
Hreggviður Norðdahl og Halldór G. Pétursson  
14:00 Gosbergshryggir á hafsbótini og sambærilegar myndanir á landi, Dyngjufjöll Ytri  
Ármann Höskuldsson  
14:15 Dreifing þykkra urðarbingja á fjalllendi Íslands  
Ágúst Guðmundsson  
14:30-15:30 Veggspjöld (höfundar við veggspjöld sín)

15:30 **KAFFI**

#### *Fundarstjóri Rikke Pedersen*

- 15:45 Why are magnitude measurements of the largest earthquakes often too low and how can seismologists do better  
William Menke  
16:00 Jarðskjálftavirkni á Íslandi árið 2004  
Halldór Geirsson, Sigurlaug Hjaltadóttir og Þórunn Skaftadóttir  
16:15 Sprungustefnur og færslur á Hengilssvæðinu í kjölfar kvikuinnskots í Grændalseldstöðina á árunum 1994-1998  
Kristín S. Vogfjörð, Sigurlaug Hjaltadóttir og Ragnar Slunga  
16:30 Mapping Holocene fractures in the Grímsnes fissure swarm, South Iceland  
Páll Einarsson, Maryam Khodayar, Ásta Rut Hjartadóttir, Benedikt Ófeigsson and students of the courses Tectonics and Current Crustal Movements in the Faculty of Science of University of Iceland in 2004.

- 16:45 Tectonic significance of geothermal manifestations in Árnassýsla and Borgarfjörður, south and West Iceland  
Maryam Khodayar, Sveinborg H. Gunnarsdóttir, Héðinn Björnsson, Páll Einarsson, Sveinbjörn Björnsson og Hjalti Franzson

17:00 **VEITINGAR** og veggspjöld

## **SALUR 2**

### ***Fundarstjóri Tómas Jóhannesson***

- 11:00 Niðurstöður samsætumælinga NGRIP-kjarnans á Grænlandi  
Árný Erla Sveinsbjörnsdóttir og Sigfús Johnsen
- 11:15 Reiknaður aldur íss á völdum stöðum í þíðjökklum á Íslandi  
Þorsteinn Þorsteinsson og Bergur Einarsson
- 11:30 Upplýsingar um stefnuhneigð á þunnsneiðargögnum  
Þröstur Þorsteinsson, L. Wilen og E. D. Waddington
- 11:45 Nýjar hugmyndir um virkni og mynstur jöklunar á norðvesturstönd Svalbarða á síðasta jökulskeiði  
Ólafur Ingólfsson

12:15-13:00 **ADALFUNDUR JFÍ**

13:00-13:30 **MATUR**

### ***Fundarstjóri Matthew Roberts***

- 13:45 Present crustal movements in Iceland, determined from 6 years of continuous GPS measurements  
Halldór Geirsson, Þóra Árnadóttir, Christof Völksen, Weiping Jiang, Erik Sturkell, Thierry Willemin, Páll Einarsson, Freysteinn Sigmundsson and Ragnar Stefánsson
- 14:00 Geodetic constraints on plate boundary models and dynamics in Iceland  
Freysteinn Sigmundsson, Halldór Geirsson, Erik Sturkell, Páll Einarsson, Peter La Femina, Tim Dixon, Christof Völksen, Þóra Árnadóttir, Carolina Pagli and Rikke Pedersen
- 14:15 Deep-seated recharging of the Krafla volcanic system  
Rikke Pedersen, Elske de Zeeuw-van Dalftsen, Freysteinn Sigmundsson and Carolina Pagli
- 14:30-15:30 Veggspjöld (höfundar við veggspjöld sín)

15:30 **KAFFI**

### ***Fundarstjóri Þráinn Friðriksson***

- 15:45 Snjóflóðahrina á Vestfjörðum 1.-6. janúar 2005.  
Esther Jensen
- 16:00 Minnkandi losun brennisteinstvíoxíðs vegna bruna lífrænna orkugjafa og stóriðju í Norður Ameríku og Evrópu og áhrif þess á efnasamsetningu íslenskra straumvatna  
Sigurður Reynir Gíslason og Peter Torssander
- 16:15 Kolefnisbúskapur í votlendisjarðvegi á Vesturlandi  
Bergur Sigfússon, Graeme I. Paton og Sigurður R. Gíslason
- 16:30 Glerinnlyksur í ólivíni og Cr-spínli úr vestra gosbeltinu  
Sigurður Steinþórsson og Ingvar A. Sigurðsson
- 16:45

17:00 **VEITINGAR** og veggspjöld

## Efnisyfirlit:

Skýrsla stjórnar Jarðfræðafélags Íslands fyrir starfsárið 2004.....	8
Dreifing þykkra urðarbingja í fjallendi á Íslandi .....	10
Ágúst Guðmundsson	
Kárahnjúkavirkjun - Berggrunnur Fljótsdals og Efri-Jökuldals .....	12
Ágúst Guðmundsson	
Variations in structural style on the Reykjanes Peninsula .....	14
Amy E. Clifton, Simon A. Kattenhorn and Leslie Fernandes	
Gosbergshryggir á hafsbotni og sambærilegar myndanir á landi, Dyngjufjöll Ytri.....	15
Ármann Höskuldsson og Einar Kjartansson	
Niðurstöður samsætumælinga NGRIP-kjarnans á Grænlandi.....	17
Árný Erla Sveinbjörnsdóttir og Sigfús J. Johnsen	
Kolefnisbúskapur í votlendisjarðvegi á Vesturlandi .....	19
Bergur Sigfússon <sup>1,2</sup> , Graeme I. Paton <sup>1</sup> og Sigurður R. Gíslason <sup>2</sup>	
Why are magnitude measurements of the largest earthquakes often too low and how can seismologists do better? .....	21
William Menke	
Hafsbotninn og jarðskjálftar í Tjörnesbrotabeltinu .....	22
Bryndís Brandsdóttir(1), Gunnar Guðmundsson(2), Einar Kjartansson(3), Guðrún Helgadóttir(3), Bjarni Richter(4), Robert Detrick(5), Ragnar Slunga(6) og Carsten Riedel(7)	
Fatal Volcanic Eruptions in Iceland.....	24
Erik Sturkell (1) and Matthew J. Roberts (2)	
Snjóflóðahrina á Vestfjörðum 1.–6. janúar 2005.....	25
Esther Jensen	
Geodetic constraints on plate boundary models and dynamics in Iceland .....	28
Freysteinn Sigmundsson (1), Halldór Geirsson (2), Erik Sturkell (1), Páll Einarsson (3), Pete La Femina (4), Tim Dixon (4), Christof Völksen (5), Þóra Árnadóttir (1), Carolina Pagli (1), Rikke Pedersen (1)	
Fljótsbotn “Grunnvatns hitinn varar við Vatnajökulsgosum”.....	30
Freysteinn Sigurðsson Snorri P Snorrason	
Kynlega stór aldin í íslenskum setlögum frá síðertíer .....	32
Friðgeir Grímsson <sup>1</sup> , Leifur A. Símonarson <sup>1</sup> og Walter L. Friedrich <sup>2</sup>	
Staða djúpbórnarverkefnisins .....	33
Guðmundur Ómar Friðleifsson	
Epídót í Vonarskarði .....	35
Guðmundur Ómar Friðleifsson og Haukur Jóhannesson	
Er Saksunarvatnsgjóskulagið myndað í þremur aðskildum Grímsvatnagösum? .....	37
Guðrún Eva Jóhannsdóttir, Þorvaldur Þórðarson, Áslaug Geirsdóttir	
Jarðskjálftavirkni á Íslandi árið 2004 .....	38
Halldór Geirsson, Sigurlaug Hjaltadóttir og Þórunn Skaftadóttir	

Present crustal movements in Iceland, determined from 6 years of continuous GPS measurements .....	39
Halldór Geirsson(1), Þóra Árnadóttir(2), Christof Völksen(3), Weiping Jiang(2), Erik Sturkell(2), Thierry Villemin(4), Páll Einarsson(5), Freysteinn Sigmundsson(2) and Ragnar Stefánsson(1)	
Heimasíða Surtseyjarfélagsins – www.surtsey.is .....	40
Hallgrímur Daði Indriðason	
Háhitakerfið á Reykjanesi. Jarðfræði- og jarðhitalíkan .....	41
Hjalti Franzson	
Síðjökultími á Norðurgosbeltinu, eldvirkni og útbreiðsla jökla .....	42
Hreggviður Norðdahl og Halldór G. Pétursson	
Efnasamsetning pikrít bergmyndunar í Skeljafelli, Þjórsárdal .....	44
Ingvar Atli Sigurðsson <sup>1</sup> og Sigurður Steinþórsson <sup>2</sup>	
Sprungustefnur og -færslur á Hengilssvæðinu í kjölfar kvikuinnskots í Grændalseldstöðina á tímabilinu 1994-1998. ....	46
Kristín S. Vogfjörð <sup>1</sup> , Sigurlaug Hjaltadóttir <sup>1</sup> og Ragnar Slunga <sup>2</sup>	
Hrúthálsar, megineldstöð í Ódáðahrauni .....	47
Kristján Sæmundsson, Haukur Jóhannesson og Karl Grönvold	
Tectonic significance of geothermal manifestations in Árnessýsla and Borgarfjörður, South and West Iceland .....	49
Maryam Khodayar <sup>1</sup> , Sveinborg, H. Gunnarsdóttir <sup>2</sup> , Héðinn Björnsson <sup>2</sup> , Páll Einarsson <sup>2</sup> , Sveinbjörn Björnsson <sup>3</sup> Hjalti Franzson <sup>1</sup>	
Nýar hugmyndir um virkni og mynstur jöklunar á norðvesturströnd Svalbarða á síðasta jökulskeiði .....	50
Ólafur Ingólfsson	
Skeljaflakk um miðbik ísaldar .....	51
Ólöf E. Leifsdóttir og Leifur A. Símonarson	
Mapping of Holocene fractures in the Grímsnes fissure swarm, South Iceland .....	52
Páll Einarsson <sup>1,2</sup> , Maryam Khodayar <sup>3</sup> , Ásta Rut Hjartadóttir <sup>1,2</sup> , Benedikt Ófeiggsson <sup>2</sup> , and students of the courses Tectonics and Current Crustal	
Severnaya Zemlya, arctic Russia: a Middle to Late Quaternary Kara Sea ice sheet(s) nucleation area .....	53
Per Möller <sup>1</sup> , Ólafur Ingólfsson <sup>2</sup> , David Lubinski <sup>3</sup> & Steven L. Forman <sup>4</sup>	
Áhrif súrs regns á útskolun jóna og veðrunarhraða jarðvegs .....	54
Rannveig Guicharnaud og Graeme Paton	
Deep-seated recharging of the Krafla volcanic system .....	55
Rikke Pedersen <sup>1</sup> , Elske de Zeeuw-van Dalftsen <sup>2</sup> , Freysteinn Sigmundsson <sup>1</sup> and Carolina Pagli <sup>1</sup>	
Minnkandi losun brennisteinstvíoxíðs vegna bruna lífrænna orkugjafa og stóriðu í Norður Ameríku og Evrópu og áhrif þess á efnasamsetningu íslenskra straumvatna .....	57
<sup>1</sup> Sigurður Reynir Gíslason (sigrg@raunvis.hi.is) og <sup>2</sup> Peter Torssander	
Glerinnlyksur í ólivíni og Cr-spínli úr vestra gosbeltinu .....	58
Sigurður Steinþórsson <sup>1</sup> og Ingvar A. Sigurðsson <sup>2</sup>	
Háhitasvæðið við Hágöngur í Köldukvíslarbotnum .....	59
Sigurður Sveinn Jónsson <sup>1</sup> , Ásgrímur Guðmundsson <sup>1</sup> Bjarni Pálsson <sup>2</sup>	

Grímsvatnagosið í nóvember 2004: þverfagleg vöktun á Veðurstofu Íslands. ....	60
Steinunn S. Jakobsdóttir og vöktunarhópur á Veðurstofu Íslands	
Reiknaður aldur íss á völdum stöðum á þíðjökklum á Íslandi.....	61
Þorsteinn Þorsteinsson og Bergur Einarsson	
Endogenous growth: It's role in construction of mafic flow fields....	63
Þorvaldur Þórðarson	
Mælingar á eldingum í Grímsvatnagosi 2004 .....	64
Þórður Arason	
FULLPAT æfingar – Tilraunir með nýja aðferð til magnbundinna fasagreininga með XRD.....	65
Þráinn Friðriksson	
Náttúrulegt koltvísýringsútsreymi um jarðveg, gufuaugu og gufuhitaða leirpytti á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi.....	67
Þráinn Friðriksson <sup>1</sup> , Bjarni Reykr Kristjánsson <sup>1</sup> , Halldór Ármannsson <sup>1</sup> , Eygerður Margrétardóttir <sup>1</sup> , Snjólaug Ólafsdóttir <sup>1</sup> og Giovanni Chiodini <sup>2</sup>	
Upplýsingar um stefnuhneigð frá þunnsneiðargögnum .....	69
Þröstur Þorsteinsson <sup>1,2</sup> , L Wilen <sup>3</sup> og E D Waddington <sup>2</sup>	
Nýr bræðslubor til rannsókna á stöðuvötnum undir Vatnajökli.....	71
Þorsteinn Þorsteinsson <sup>1</sup> , Sverrir Elefsen <sup>1</sup> , Eric Gaidos <sup>2</sup> og Brian Lanoil <sup>3</sup>	
Origin of Earth's Oceans.....	73
Karen J. Meech <sup>1,4</sup> , Þorsteinn Þorsteinsson <sup>2</sup> , Scott Anderson <sup>3</sup> , Lysa Chizmadia <sup>4</sup> , Guðmundur Ó. Friðleifsson <sup>5</sup> , Nader Haghighipour <sup>1,4</sup> , Julia Hammer <sup>6</sup> , Gary Huss <sup>6</sup> , Klaus Keil <sup>3</sup> , Sasha Krot <sup>3</sup> , Viggó Þór Marteinsson <sup>7</sup> , Michael Mottl <sup>6</sup> , Niels Óskarsson <sup>8</sup> , Tobias Owen <sup>1,4</sup> , Árni Snorrason <sup>2</sup> , Árný Sveinbjörnsdóttir <sup>9</sup> , Donald Thomas <sup>6</sup> , Ásta Þorleifsdóttir <sup>10</sup> , Þorvaldur Þórðarson <sup>3,8</sup> og Edward Young <sup>11</sup>	
Periodic changes in basaltic Katla (Iceland) magma revealed by 8400 year record of tephra layers.....	74
B. A. Óladóttir <sup>1</sup> , G. Larsen <sup>2</sup> , T. Thordarson <sup>2,3</sup> and O. Sigmarsson <sup>1,2</sup>	
Nýtt XRD-tæki á ÍSOR.....	75
Sigurður Sveinn Jónsson (ssjo@isor.is)	
Veggspjaldakynningar: .....	76



## Skýrsla stjórnar Jarðfræðafélags Íslands fyrir starfsárið 2004.

Fyrri hluta ársins störfuðu í stjórn félagsins Ármann Höskuldsson (formaður), Haraldur Auðunsson (varaform.) Hjörleifur Sveinbjörnsson (gjaldkeri) Sigurður Sveinn Jónsson (ritari) Vigdís Harðardóttir, Jórunn Harðardóttir og Þorsteinn Þorsteinsson. Á aðalfundi í maí fóru úr stjórn Haraldur Auðunsson, Hjörleifur Sveinbjörnsson, Sigurður Sveinn Jónsson, Jórunn Harðardóttir og Þorsteinn Þorsteinsson. Stjórn varð því að kjósa alla að nýju, þar sem 2 ára kjörtímabili Vigdísar og Ármanns var lokið. Ármann var endurkosinn sem formaður og Vigdís til stjórnarsetu til 2 ára. Aðrir sem kosnir voru í stjórn til 2 ára voru þau Andri Stefánsson (ritari), Bjarni Richter (gjaldkeri) Borge Wigum (varform.), Kristín Vogfjörð og Rikke Pedersen (vefsíðustjóri). Ein lagabreyting var gerð á aðalfundi en hún fólst í því að nú er heimilt að halda aðalfund í öðrum mánuðum en maí. Breytingin var lögð til þar sem að mæting á aðalfundi félagsins hefur verið með afbrigðum dræm, eða á bilinu 5 til 10 manns. Með því að víkka tímasvigrúmið er nú hægt að halda aðalfund samfara vorfundi. Slíkt ætti að tryggja þátttöku fleiri félagsmanna í aðalfundarstörfum.

Alls eru nú 253 félagar skráðir í félagið.

Störf félagsins voru með hefðbundnum hætti á árinu. Vorfundur og aðalfundur félagsins voru haldnir 14. maí og haustfundur 24. nóvember. Haustferð félagsins var farin 30. október, verður komið nánar að þessu síðar. Tveir fyrirlestrar voru á vegum félagsins. Sá fyrri var haldinn í húskynnum Orkustofnunar þann 29. mars, en þar talaði dr. Gregg Corbett frá Ástralíu um "Epithermal Gold for Explorationists". Síðari fyrirlesturinn var haldinn 9. desember, en þar talaði dr. Árni Hjartarsson hjá ÍSOR um mislægið

mikla í Skagafirði og jarðsögu þess. Báðir fyrirlestrar voru vel sóttir. Fyrirlestrarhald félagsins hefur minkað stórum, einkum vegna mikils framboðs fyrirlestra á vegum stofnanna. Er það vísbending um mikla grósku í faginu og verður að teljast ánægjulega þróun.

Vorfundur félagsins fór fram 14. maí. Hann var haldinn í nýjum húsakynnum líf- og jarðvísinda í Háskóla Íslands, Öskju. Fundinn sóttu um 89 félagar. Alls voru kynntar niðurstöður um 43 verkefna með fyrirlestrum og veggspjöldum. Fundurinn fór fram í 2 sölum og tókst í alla staði vel. Ekki er ólíklegt að framhald verði á því að hafa fundin í tveimur setum.

Haustfundur félagsins var haldinn 24. nóvember og var helgaður hafsbotnsrannsóknunum á landgrunni Íslands. Fundurinn fór fram í Öskju, náttúruvísindahúsi Háskóla Íslands. Um var að ræða hálf dagsfund að venju. Á fundinn mættu 90 manns. Alls voru flutt 10 erindi á fundinum, sem fjölluðu um allt frá jarðfræði og hafstraumum til dýraríkisins. Eftirfarandi erindi voru flutt: Kortlagning hafsbotns með fjölgeisladyptarmæli, Guðrún Helgadóttir, Hafrannsóknastofnunin. Rof við landgrunnsbrún suður af Mýrdal og Mýrdalssandi, Einar Kjartansson, Hafrannsóknastofnunin. Strýturnar í Eyjafirði. Jarðfræði, jarðhiti og örveruflóra. Hrefna Kristmannsdóttir, Háskólanum á Akureyri og Viggó Þór Marteinsson, Prokaria. Arnarnesstrýtur. Virkar neðansjárstrýtur út af Arnarnesi í Eyjafirði og möguleg tengsl þeirra við jarðhitakerfið á Arnarnesi.

Bjarni Gautason, Íslenskar orkurannsóknir/HA, Hreiðar Þór Valtýsson, Hafrannsóknastofnunin/HA, Ásgrímur Ásgrímsson, Landhelgisgæslunni o.fl.

Hafsbotnsrannsóknir: Landkönnun 21. aldarinnar. Bryndís Brandsdóttir, Jarðvísindastofnun Háskólans og Bjarni Richter, Íslenskum orkurannsóknunum.

Setlagamyndanir og fornhafræði á Tjörneshvítabeltinu á síðjökultíma og nútíma. Ester Guðmundsdóttir og Jón Eiríksson, Raunvísindastofnun Háskóla Íslands.



Framrás og hörfun jökuls á norðvestanverðu landgrunni Íslands. Áslaug Geirsdóttir, Sædís Ólafsdóttir, Raunvísindastofnun Háskóla Íslands og Guðrún Helgadóttir, Hafrannsóknastofnunin.

Yngra Dryas tímabilið lesið úr sjávarsetsgögnum frá norðvestanverðu landgrunni Íslands. Sædís Ólafsdóttir, Áslaug Geirsdóttir, Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, Guðrún Helgadóttir, Hafrannsóknastofnunin.

Er botninn kominn úr Borgarfirðinum? Staða rannsókna á lífríki botnsins við Ísland. Jörundur Svavarsson, Líffræðistofnun Háskólans.

Rekbeltin suður af Íslandi, myndun þeirra og þroski frá skjálftum til yfirborðs. Ármann Höskuldsson, Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, Kristín S. Vogfjörð, Veðurstofu Íslands, Gunnar B. Guðmundsson, Veðurstofu Íslands og Einar Kjartansson, Hafrannsóknastofnunin.

Haustferð félagsins var farin laugardaginn 30. október og var ferðinni heitið í Borgarfjörð, að Húsafellseldstöðinni. Leiðsögumenn voru þeir Kristján Sæmundsson, ÍSOR og Ólafur Ingólfsson, prófessor við Háskóla Íslands. Í ferðina komu um 37 manns og tókst hún í alla staði mjög vel. Vinsældir haustferða fara stöðugt vaxandi og er það ánægjuefni, enda upplagt til að miðla þekkingu úr mörkinni til félagsmanna.

Sigurðarmedalía var veitt á fundi IAVCEI í Chile í nóvember. Medalíu hafinn í ár var dr. Wes Hildreth hjá USGS í bandaríkjunum norður Ameríku. Hann hlaut útnefningu fyrir störf sín í bergfræði megineldstöðva. En hann hefur einkum unnið við hin stóru eldfjöll í bandaríkjunum, eins og Walles og Yellowstone. Wes er sjötti jarðfræðingurinn sem hlýtur þessa viðurkenningu sem var stofnuð til minningar um Sigurð Þórarinsson prófessor. Von er á Wes Hildreth til Íslands haustið 2005 til að halda fyrirlestra á vegum Sigurðarsjóðs.

Erla María Hauksdóttir starfaði fyrir félagið á árinu við að koma skjölum félagsins fyrir

hjá Þjóðskjalasafni Íslands. Eru þá öll skjöl félagsins fram til ársins 2002 komin í örugga vörslu.

Tveir félagar kvöddu á árinu. Guðmundur Pálmason og Guðmundur E. Sigvaldason. Félagsmenn þakka þeim samveruna og óeigingjarnt framlag í þágu jarðvísinda.

Eftirfarandi félagar voru teknir inn á aðalfundi: Atli Karl Ingimarsson

Björn Gunnarsson

Eiríkur Einarsson

Herdís H. Schopka

Jakob Gunnarsson

Kristjana G Eypórsdóttir

Lilja Rún Bjarnadóttir

Rikke Pedersen

Þráinn Friðriksson

Eftirfarandi nefndir og félagar störfuðu á vegum félagsins árið 2004.

#### **Ritnefnd Jökuls**

Fulltrúar félagsins í ritnefnd Jökuls eru

Áslaug Geirsdóttirb(ritstjóri)

Haukur Jóhannesson

Kristján Sæmundsson

#### **Samráðsnefnd Jarðvísindastofnanna**

Ármann Höskuldsson

#### **Sigurðarsjóður**

Ármann Höskuldsson (form.)

Freysteinn Sigmundsson

Kristín Vogfjörð

#### **Sigurðarmedalía**

Freysteinn Sigmundsson (form.)

Ármann Höskuldsson

Olgeir Sigmarsson

#### **Orðanefnd**

Haukur Jóhannesson (form.)

Freysteinn Sigurðsson

Sigurður Sveinn Jónsson

#### **Siðanefnd**

Vigdís Harðardóttir (form.)

Helgi Torfason

Kristján Ágústsson

Þorvaldur Þórðarson

#### **EFG**

Helgi Torfason

Páll Halldórsson

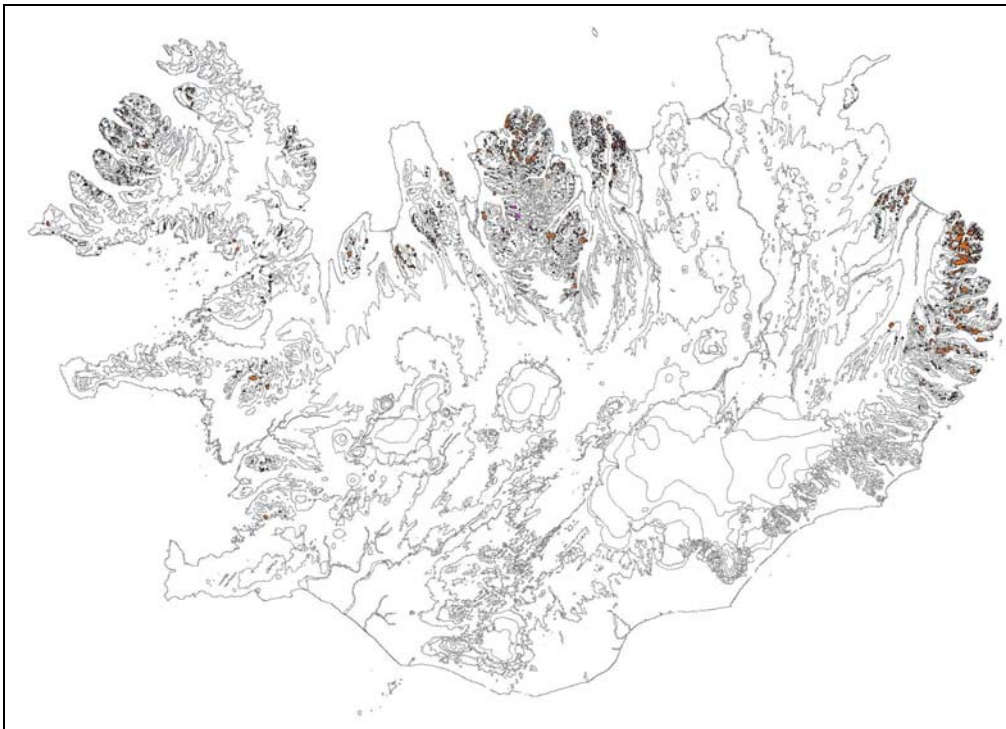
**IUGS** (nefnd skipuð af umhverfisráðherra)

Helgi Torfason (tilnefndur af JFÍ)

## Dreifing þykkra urðarbingja í fjallendi á Íslandi

Ágúst Guðmundsson,  
Jarðfræðistofan, Rauðagerði 31, 108 Reykjavík

Á eldri basaltsvæðum Íslands, Vestur-, Norður- og Austurlandi er land víða fjöllótt og með rismiklu landslagi. Algengt er að neðri hliðar og dalir beri sterk einkenni jökulrofs en hærra hverfa víða slík ummerki þar sem við taka einkenni frostveðrunar og margþátta jarðskriðs í hliðum. Mest áberandi þættir jarðskriðsins birtast í þykkum urðarbingjum sem hafa gjarnan skarpt afmarkaðar hliðar og frambrúnir. Ólafur Jónsson hefur lýst fjölmörgum slíkum bingjum í bókum sínum um Skriðuföll og Snjóflóð og bókinni Berghlaup og þar er nokkuð fjallað um útbreiðslu þessara fyrirbæra. Á síðustu tveimur áratugum hefur höfundur kortlagt frekar útbreiðslu og innri gerð slíkra urðarbingja með loftljósmyndum og vettvangsathugunum. Eins og sést á meðfylgjandi korti er útbreiðslan þéttust á hálendu skögunum beggja vegna Eyjafjarðar og er mikil dreif þaðan vestur um Húnavatnssýslur. Þá er þétt útbreiðsla urðarbingja á norðanverðum Austfjörðum, beggja vegna Héraðsflóa suður til Seyðisfjarðar en þeir grisjast og fækkar suður um Breiðdal og Berufjörð. Þaðan má segja að slíkir urðarbingir séu næsta fágætir vestur um Suðurland allt þar til kemur vestur í Esju og Skarðsheiði. Dreif er í fjöllum milli Borgarfjarðar og Hvammsfjarðar og norður til Gilsfjarðar. Þar kemur að dreifðu kögri urðarbingja er umlykur mestan part Vestfjarða. Eftirtektarvert er hversu misdreift urðarbingirnir liggja um landið, óháð bratta fjalla og dalahlíða. Til dæmis eru urðarbingir fágætir í fjöllum eins og á móbergsstöpum inn til landsins og á ákveðnum svæðum svo sem í Þingeyjarsýslum og öllu sunnanverðu landinu. Fer þar saman landslag sem ber sterk einkenni jökulrofs á fjöllum (kúptar fjallabrúnir, jökulruðningur og hvalbök) og áberandi vöntun á títtnefndum urðarbingjum þótt bratti hliða sé til staðar.



Útbreiðsla urðarbingja í fjallahlíðum á Íslandi.

Þegar borin er saman útbreiðsla urðarbingjanna við jarðfræðilegar aðstæður í berggrunni á hverju svæði, er sitt hvað sem tengja má saman en annað ekki. Mest hef ég skoðað þessi atriði á Tröllaskaga vestan Eyjafjarðar en einnig annarsstaðar. Helstu niðurstöður eru að lítil vensl eru milli halla jarðlaga og stefnu urðarbingja frá rofsári. Þetta er samhljóða því sem Ólafur Jónsson ályktaði. Þegar skoðuð er svæðisbundin berggerð og dreifing urðarbingja, er tíðni og stærð þeirra jafnan meiri í nánd fornra megineldstöðva en annarsstaðar. Eru urðarbingirnir þá jafnan mest áberandi í jaðarmyndunum í efri hluta eldstöðvanna (megineldstöðvapóleiði og ísúru bergi) en minna áberandi í mikið ummynduðu bergi og setbergi.

Algengt er að rofsár að baki urðarbingjanna liggi niður á grunnvatnsflöt í fjallahlíðum. Grunnvatnsflöturinn stendur oft í samhengi við breytta berggerð í jarðlagastafla með þéttingu um skyndilega auknar útfellingasteindir eða tregleiðandi setbergslög. Brotalínur í berggrunni virðast stundum hafa áhrif á staðsetningu urðarbingja og sýnist þar vera samhengi milli staðbundinna jarðvatnsskila og efnislosunar fyrir urðarbinginn. Mjög sjaldgæft er að bakveggur rofsárs fylgi brotalínu.

Á Tröllaskaga greinast stefnur rofsára urðarbingja ásamt skriðstefnu þeirra í ákveðnar stefnur. Þeir sem hæst liggja stefna flestir til norðurs en þeir sem lægra liggja stefna gjarnan ýmist austur eða vestur. Þá er framhalli urðarbingja í nokkuð þröngum skorðum, þeim er hæst liggja hallar flestum á bilinu 16-22° en þeim sem lægra liggja hallar tíðum á bilinu 10-18°. Landfræðileg dreifing urðarbingja innan Tröllaskaga er er með þeim hætti að þeir eru algengastir í utanverðum dölum og fjörðum en þeim fækkar yfirleitt ásamt því að staða rofsárs þeirra hækkar er kemur inn í djúpa dali. Sjaldgæft að sjá þar urðarbingi í dalbotnum en algengt að þeir finnist á hjöllum hátt í hlíðum. Sama á almennt við um aðstæður á Austfjörðum og á Vestfjörðum. Þar er algengt að sjá þykka urðarbingi við fjarða- og dalkjafta og svo á hjöllum hátt í hlíðum inn til dala en fáir og strjálir niðri í dalbotnum. Urðarbingir í dalbotnum eru oft hólóttir og með sterk einkenni dauðislandslags.

Algengt er að skýr merki um jarðskrið sjáist á urðarbingjunum, þótt löngum hafi reynst erfitt að sanna hreyfingar þeirra. Þó eru til sagnir um allmarga bingi sem hafa hreyfst á undangengnum áratugum þar sem fram hafa komið skemmdir á yfirbyggjandi mannvirkjum svo sem vegum, raflínum, ýmsum leiðslum og girðingum.

Nú síðustu ár hafa hreyfingar nokkurra urðarbingja verið mældar með samanburði loftljósmynda frá mismunandi tímum. Algengt er að hreyfingin hafi að meðaltali mælt nálægt 0,3 m á ári en meðaltalstölur allt frá kyrrstöðu upp í yfir 1 m /ári hafa sést. Til samanurðar hefur skriðhraði urðarjökla í háfjöllum Tröllaskaga einnig verið mældur. Athyglisvert er að skriðhraði virkra urðarjökla og urðarbingja í fjallahlíðum er í sumum tilfellum mjög hliðstæður. Stór skriðuföll úr frambrún urðarbingja er yfirleitt afleiðing af langtíma hægfara skriði.

Í heildina má segja að athuganir á urðarbingjum síðustu áratugi bendi fremur til að uppruna og tilurð þeirra sé að leita í niðurbroti bergs í kaldara loftslagi en nú ríkir á Íslandi og að tilflutningur urðarbingjanna hafi að mestu orðið vegna sils á frosnum efnismassa (urðarjökla). Dreifing þeirra á Íslandi standi fremur í samhengi við fornloftslag og útbreiðslu jökla á seinni hluta síðasta jökulskeiðs, fremur en staðbundinna veikleika í berggrunni er leiddi til berghlaupa. Í tengslum við þær hugleiðingar hefur höfundur reiknað öryggisstuðul ("Factor of safety") fjölmargra urðarbingja og benda þeir útreikningar ekki til að bingirnir hafi myndast við berghlaup.

## Kárahnjúkavirkjun - Berggrunnur Fljótsdals og Efri-Jökuldals

Ágúst Guðmundsson,  
Jarðfræðistofan, Rauðagerði 31, 108 Reykjavík

Berggrunnurinn við innanverðan Fljótsdal, um Fljótsdalsheiði að Kárahnjúkum er liðlega 2,7 km þykkur staflí. Að meðaltali hafa liðið um 25-30 þúsund ár milli hraunlaga (miðað við snið á einum stað gegnum staflann). Við kortlagninguna hefur staflanum verið skipt upp í belti eða syrpur sem haldast ekki óbreyttar og jafn þykkar yfir langar vegalengdir, heldur bætast í þær ný lög og önnur hverfa. Hlutfall basaltlaga og andesíts við Kárahnjúkavirkjun er um 45-50%, kargaberg 5-10%, andesít undir 5%, setbergslög eru 25-30% og móbergsmýndanir nálægt 20%.

Neðsti hluti jarðlaganna neðan við Hengifoss er um 6,5 milljón ára gamall. Þar eru þykk setlög milli basaltlaga sem í eru plöntuleifar og önnur ummerki frá hlýju yfir í hægt kólnandi loftslag. Berglöggin eru tiltölulega regluleg, hallandi um 8° til vesturs í dalbotninum en um 3-4° uppi í brúnum. Í setlögum í ofanverðu Valþjófsstaðarfjalli eru einhver elstu ummerki víðáttumikilla jökla á Íslandi, liðlega 5 milljón ára gömul.

Á innanverðum Hraunum og Múla skammt austan Vatnajökuls er talsvert útbreitt súrt berg og ljósar bergtegundir sem stinga í stúf við dökkt basaltið. Þetta eru ummerki megineldstöðvar sem mun hafa verið virk fyrir um 2,5 milljónum ára. Hluti hennar liggur undir austanverðum Vatnajökli. Jarðlöggin yngjast eftir því sem vestar dregur í átt að Jökuldal. Í grennd við Eyvindarfjöll á Fljótsdalsheiði hefur einnig fundist ísúrt berg í um 1,6 milljón ára gömlu bergi. Þegar kemur vestur að Jökulsá á Brú við Kárahnjúka er komið upp í um milljón ára gamlan berggrunn með vaxandi óreglu í uppbyggingu. Yngsta bergið þar er í Kárahnjúkum, móbergshrygg sem varð til við gos undir jökli fyrir um 200 þúsund árum.

Snæfell rís um 1100 m upp úr basalhellunni skammt austan Vatnajökuls. Um tveggja milljón ára hlé virðist hafa orðið frá því basalhellan við Eyjabakka hlóðst upp, þar til eldvirkni hófst í Snæfelli fyrir um 400 þúsund árum. Efri hluti Snæfells hefur lárétt þunn basaltlög sem myndast hafa við gos sem hlóð upp gosefni í þykkum jökli jökulskeiðs. Leiða má líkur að því að efri hluti fjallsins sé vart miklu yngri en 140 þúsund ára gamall.

Aðalstefnur brotahreyfinga við Fljótsdal og Jökuldal eru samsíða stríkstefnu jarðlaga (N-S). Berggangar eru tiltölulega strjálir (undir 1% af berginu í dalbotnum í Fljótsdal). Flestir gangar eru 2-4 m þykkir en stakir gangar ná 10 m þykkt. Misgengi eru algeng í berggrunni Fljótsdals (um 100 hafa fundist innan við Hengifossá) og er lóðrétt færsla berglaganna um flest þeirra 5-20 m. Berggrunnurinn er tiltölulega vatnspéttur svo að á heiðum situr vatn gjarnan í dældum og myndar tjarnir og mýrar. Lekt bergs vex nærri Kárahnjúkum.

### Mannvirkjajarðfræði Kárahnjúkavirkjunar

Kárahnjúkavirkjun er eins og margar aðrar virkjanir byggð upp af þremur megin einingum, miðlunarlóni með tilheyrandi stíflum, aðrennslisgöngum og loks fallgöngum, stöðvarhúsi og frárennslisgöngum. Að auki eru veitur og veitugöng sem að miklu leyti lenda jarðfræðilega inn á sama bergumhverfi og aðrennslisgöng.

Stíflur. Þrjár stíflur munu halda að Háslóni. Sauðárdalsstífla er minnst stíflanna um 1 km að lengd og liðlega 30 m há. Hún er jarðvegsstífla, að mestu leyti byggð fljótandi á mýri og fínsandi. Kárahnjúkastífla er um 800 m löng og nærri 190 m há (þar sem dýpst

er niður í gljúfrin) og stendur hún á nokkrum mismunandi jarðfræðilegum einingum. Í botni gljúfranna hvílir stíflan á dyngjubasalti sem nefnt er Dimmugljúfradyngja en í efri hluta gljúfurveggjanna og nokkuð upp í brekkurnar hvílir stíflan á móbergslagi. Móbergið er mjög breytilegt að gerð þar sem fléttast saman bólstraberg og túffbreksía. Austurendi Kárahnjúkastíflu liggur upp að Fremri-Kárahnjúk og leggst þar að Kárahnjúkamóbergi sem þar er aðallega bólstraberg. Desjarástífla er liðlega 60 m há, um 900 m löng og leggst hún á nokkrar mismunandi bergeiningar. Vesturendi hennar leggst á móbergið í Fremri-Kárahnjúk en undir miðhluta stíflunnar og í austurbrekkunni skiptir yfir í lagskiptan basaltlagastafla með millilög úr setbergi.

Jarðgöng. Kárahnjúkavirkjun byggist á jarðgangakerfi þar sem aðrennslisgöngin eru lengst en einnig verða löng veitugöng Jökulsár í Fljótsdal og Hraunaveitu auk nokkurra aðganga sem notuð eru við gröft vatnsganga virkjunarinnar.

Aðrennslis, eða þrýstingöng virkjunarinnar verða um 40 km löng frá inntaki við Fremri-Kárahnjúk, að fallgöngum í Teigsbjargi. Þau liggja gegnum nærri 2 km þykkar jarðlagastafla í tæplega 500 m hæð y.s. og þannig 150-200 m undir yfirborði Fljótsdalsheiðar og Vesturöræfa.

Næst miðlunarlóni liggja göngin um jarðlagasyrpur Kárahnjúkamóbergs, Urðarteigsbasalts, Hrafnkeldsdalmóbergs og Hrafnkeldsalssets. Aðstæður til jarðgangagerðar eru tiltölulega breytilegastar á þessari leið, hátt hlutfall móbergs og setlaga í bland við hörð basaltlög. Aðgöng opnast þarna út í botn Hrafnkeldsals. Milli Hrafnkeldsals og Fljótsdals, liggja göngin first um þykk basaltlög en austar um setberg, móberg, andesít og basalt. Almennt eru þar fremur þykk basaltlög og vel samlímd millilög úr völuþergi og sandsteini.

Á brúnum innanverðs Fljótsdals við Axará opnast aðgöng út í hlíðina. Þar liggja göngin á um 5 km löngum kafla gegnum Sníkilsársyrpu sem er byggð upp af basaltlögum og víða óvenju þykkum setbergslögum úr sandsteini og völuþergi. Talsverðrar óreglu gætir í jarðlagaskipan vegna gamals roflandslags og mikilla staðbundinna setfyllinga. Loks taka við um 7 km leiðarinnar frá Eyrarselsá út undir fallgöng í Teigsbjargi, þar sem göngin liggja gegnum syrpu úr tiltölulega þykkum basaltlögum og setbergslögum af breytilegri þykkt þar sem rauður sandsteinn verður áberandi í þunnum setlögum er austar dregur. Lítil lekt er í berginu á eystri hluta virkjunarsvæðisins.

Hraunaveita mun leiða vatn austan af Hraunum til Jökulsár í Fljótsdal. Veitugöngin frá Jökulsá í Fljótsdal liggja um tiltölulega takmarkaðan jarðlagastafla vegna þess hve nálægt strikstefnu jarðlaganna þau stefna. Nokkrar lágur stíflur eru áformaðar í ánum austan Kelduár og munu allar standa í grunnnum sundum milli klapparása. Vatnið verður að mestu leitt um jarðgöng vestur til Kelduár og Jökulsár í Fljótsdal.

Fallgöng virkjunarinnar liggja lóðrétt úr 430 m hæð y.s. niður í stöðvarhús í um 20 m hæð y.s. en þaðan liggja um 1 km löng frárennslisgöng út í farveg Jökulsár í Fljótsdal, utan við lækinn Melgræf. Þau liggja gegnum Teigsbjargssyrpu sem er byggð upp úr þykkum dílabasaltlögum með tiltölulega þunnum lögum úr rauðum sandsteini. Stöðvarhús, aðkomugöng og frárennslisgöng eru í Marklækjarsyrpu sem er blanda af basaltlögum af mismunandi gerð og nokkrum þykkum setbergslögum, aðallega úr sandsteini og völuþergi.

Frárennslisskurður liggur frá gangamunna utan við Melgræf eftir eyrum Jökulsár í Fljótsdal. Hann er um 2 km langur, grafinn í mól og sand.

Vorið 2005 er bygging stífla við miðlunarlón vel á veg komin, og gröftur aðrennslisganga að nálgast þriðjung lengdar. Lokið er við gröft á fallgöngum, og öllum göngum er tengjast stöðvarhúsi og frárennslisli. Hafinn er gröftur veituganga frá Jökulsá í Fljótsdal en ekki byrjuð önnur vinna við Hraunaveitu.

## Variations in structural style on the Reykjanes Peninsula

Amy E. Clifton, Simon A. Kattenhorn and Leslie Fernandes

Norræna eldfjallasetrið, Jarðvísindastofnun Háskólans  
University of Idaho, Moscow, Idaho USA.

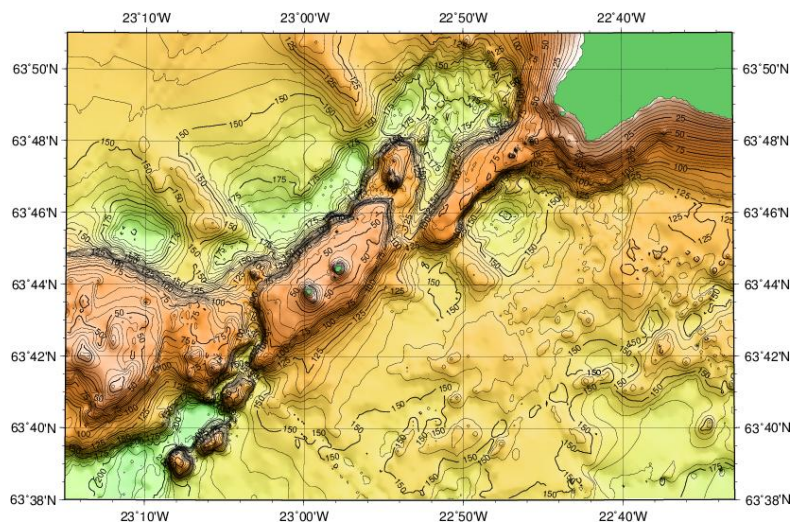
Differences in structural style consistent with seismic and GPS data indicate that the Reykjanes Peninsula does not behave as a uniform tectonic domain. We find that the distribution of fractures is systematically related to the geometry and location of the plate boundary axis and the zone of maximum volcanic production. While there is considerable overlap, the following general statements are valid. 1) fractures striking between  $000^\circ$  and  $020^\circ$  are restricted to the plate boundary axis zone 2) fractures striking between  $020^\circ$  and  $040^\circ$  tend to cluster around eruptive fissures and parallel their trend. 3) fractures striking between  $040^\circ$  and  $060^\circ$  tend to cluster at the ends of eruptive fissures and outboard of the zone of eruptive activity. 4) fractures striking between  $060^\circ$  and  $080^\circ$  are found almost exclusively at the margins of the rift zone and are more predominant north of the plate boundary. Complex interactions between strike-slip and dip-slip faults occur at the inside corner of bends at both ends of this oblique plate boundary segment. Two distinct sets of normal and/or oblique-slip faults interact along the rift margin. Within the axial zone strike-slip faults commonly intersect eruptive fissures and exhibit a spacing similar to that for strike-slip faults in the South Iceland seismic zone. Our data indicate that there has been both spatial and temporal variability in the stress field due to the combined influence of three factors: 1) the geometry of the plate boundary with respect to the spreading direction; 2) spatially variable magma pressures in the zone of active volcanism, and 3) local stress perturbations caused by slipping faults and eruption of magma.

## Gosbergshryggir á hafsbotni og sambærilegar myndanir á landi, Dyngjufjöll Ytri.

Árman Höskuldsson og Einar Kjartansson

Jarðvísindastofnun Háskólans og Hafrannsóknastofnunin.

Í rannsóknargreinum um úthafshryggjarannsóknir á Reykjaneshrygg bregður gjarnan fyrir nafninu “Axial Volcanic Ridges” eða AVR þegar talað er um gosbergsmýndanir á hafsbotni. Myndunum þessum er gjarnan líst sem hryggjum er liggja skáhalt eftir flekamótunum. Hryggirnir eru skástígir þ.e. skarast við hryggi sem liggja að þeim til sitt hvorrar hliðar. Lengd þeirra getur skipt tugum km á meðan að breidd þeirra er sjaldnast meiri en 5 km. Hæð þeirra yfir sjávarbotni er gjarnan á bilinu 100 til 300 m. Hliðar hryggjanna eru skarpar og brattar, á meðan að kollur þeirra er gjarnan flatur með einstaka gígmyndun eða gígaröðum. Rúmmál slíkra hryggja er frá því að vera  $< 1 \text{ km}^3$  í það að vera nokkrir tugir  $\text{km}^3$ . Hryggirnir sem byggjast þannig upp eftir miðju rekbelti Reykjaneshryggjarins, deyja út um leið og þeir reka út fyrir rekmiðju. Tilurð þeirra hefur því verið skýrð með mikilli gosvirkni á rekmiðju, sem veldur upphleðslu. Hinsvegar hefur eyðing þeirra verið skýrð með því að um leið og þeir reka út frá miðju, jafni höggun sigdalanna þá við jörðu (Murton og Parson 1993).

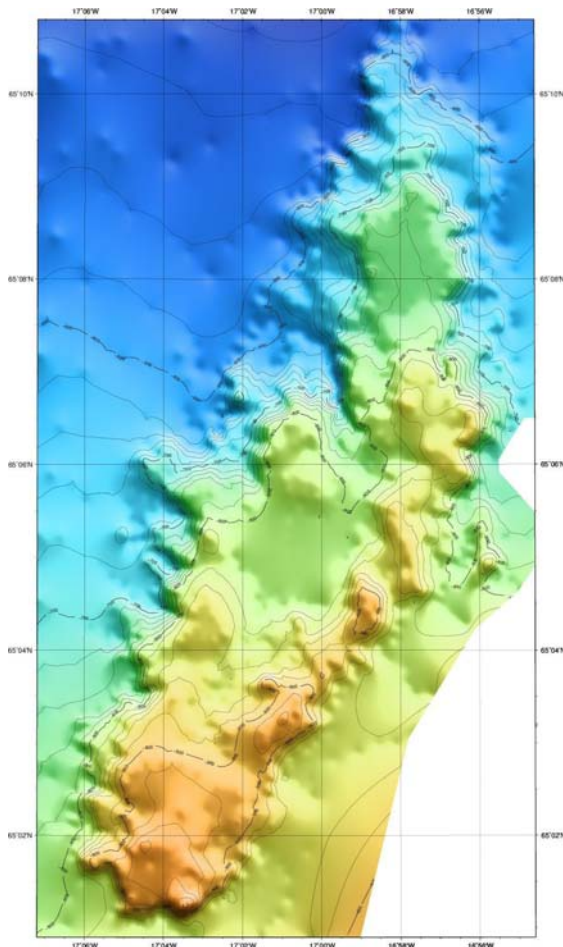


Myndin sýnir landslag á hafsbotni í Húllinu suður af Reykjanesi (grænt). Næst er mjór hryggur sem að teygir sig til suðurs frá landi. Hann skarast svo við Eldeyjarhrygginn sem sjálfur skarast við Fuglasker. Hryggirnir sem eru brattir með flata kolla, hverfa alveg þegar í sigdalinn er komið og sjást ekki merki þeirra utan hans.

Undan farin ár höfum við verið að skoða flekamótin á Reykjaneshrygg, sem liggja frá Reykjanesi og suður undir  $62^\circ\text{N}$ . Hryggir á þessu svæði eru örlítið frábrugðnir þeim hryggjum er lýst hefur verið á sömu flekamótum frá  $62^\circ\text{N}$  og suður undir Bight-þverengið. Helsti mismunur kemur fram í því að hryggirnir eru smærri (bæði að flatarmáli og rúmmáli) og toppur þeirra flatari. Ennfremur eru ummerki gíga og gígaröða í kalli þeirra óljósari. Líklega má rekja þennan mismunur helst til þess að hryggirnir á þessu svæði eru í mun grynri sjó en þeir sem að finnast fyrir sunnan. Hryggir norður af  $62^\circ\text{N}$  eru að meðaltali í um 350 m djúpum sjó á meðan að þeir sem finnast sunnar, eru á hafdjúpi sem er allt að 1200 m. Því mun sprengivirkni, með tilheyrandi gjóskumyndun, vera mun meira ráðandi við myndun þeirra en hinna er



finnast suður af 62°N. Illa greinileg ummerki eldstöðva á kalli hryggjanna má ennfremur rekja til rofs vegna haföldunnar, þar sem að kollarnir eru á 50 til 100 m dýpi. Samlíking við móbergshryggi myndaða undir jökli á landi, hefur oft verið nefnd í sambandi við þessa skástígu hryggi á úthafshryggjunum. En er slík samliking raunhæf við hryggina á landi? Rannsóknir okkar á 6 hryggjum suður af Reykjanesi sýna að aðeins einn þeirra gæti talist líkjast hinum almennu móbergshryggjum eins og Kálfstindum eða Jarlhettum. Ósamræmið í myndun þessara hryggja og þeirra á landi kemur einkum til vegna þess að hefðbundnir íslenskir móbergshryggir virðast vera byggðir upp í einu eldgosi og þeir molast ekki niður þegar þá rekur út úr gliðunarbeltinu.



Kortið sýnir Dyngjufjöll ytri, vestan Dyngjufjalla í Ódáðahrauni. Dyngjufjöll ytri mynda hrygg úr móbergi sem að hefur hlaðist upp í fleiri en einu eldgosi. Jaðrar hryggjarins eru mjög skarpir beggja vegna hans og bera merki þess að hliðarnar austan og vestan hans hafi molnað niður fyrir tilstuðlan höggunarhreyfinga.

Aðeins einn hryggur á landi kemur heim og saman við þær lýsingar sem til eru á hinum flattoppa gosbergshryggjum. Þetta eru Dyngjufjöll Ytri. Dyngjufjöllum Ytri hefur verið lýst af Bemmelen og Rutten (1955) og svo síðar af Guðmundi E. Sigvaldasoni (1992). Í lýsingum þeirra kemur fram að hryggurinn sem að myndar Dyngjufjöll Ytri er settur saman úr tveimur óskildum berggerðum, díla basalti og ódílóttu þóleíti. Ennfremur kemur fram að lagskipting hryggjarins er margbreytileg með ummerkjum um goshlé á milli gosmyndanna. Í báðum tilvikum komust rannsakendur að þeirri niðurstöðu að hryggurinn væri “Horst”.

Við setjum fram þá kenningu hér að Dyngjufjöll Ytri séu að uppistöðu eina fyrirbærið á landi sem sé sambærilegt við flattoppa hryggi er finnst á úthafshryggjum. Þau hlóðust upp undir jökli í nokkrum eldgosum, í miðju sigdals. Fjöllin eiga form sitt og skarpar útlínur því að þakka að virkar gliðunarsprungur hafa legið að þeim bæði að austan og vestan. Síðasta gos í þessu kerfi myndaði Fjallsendahraun.

Tilvitnanir:

- Guðmundur E. Sigvaldason, 1992, Recent hydrothermal explosion craters in an old hyaloclastite flow, central Iceland. *JVGR*, 54:53-63
- Murton, J.B. og Parson, L.M., 1992, Segmentation, volcanism and deformation of oblique spreading centres: a quantitative study of the Reykjanes Ridge. *Tectonophysics*, 222:237-257.
- Van Bemmelen, R.W. og Rutten, M.G., 1955. Table mountains of northern Iceland (and related geological notes). Leiden, 218 pp.



## Niðurstöður samsætumælinga NGRIP-kjarnans á Grænlandi.

Árný Erla Sveinbjörnsdóttir og Sigfús J. Johnsen,  
Jarðvísindastofnun Háskólans.

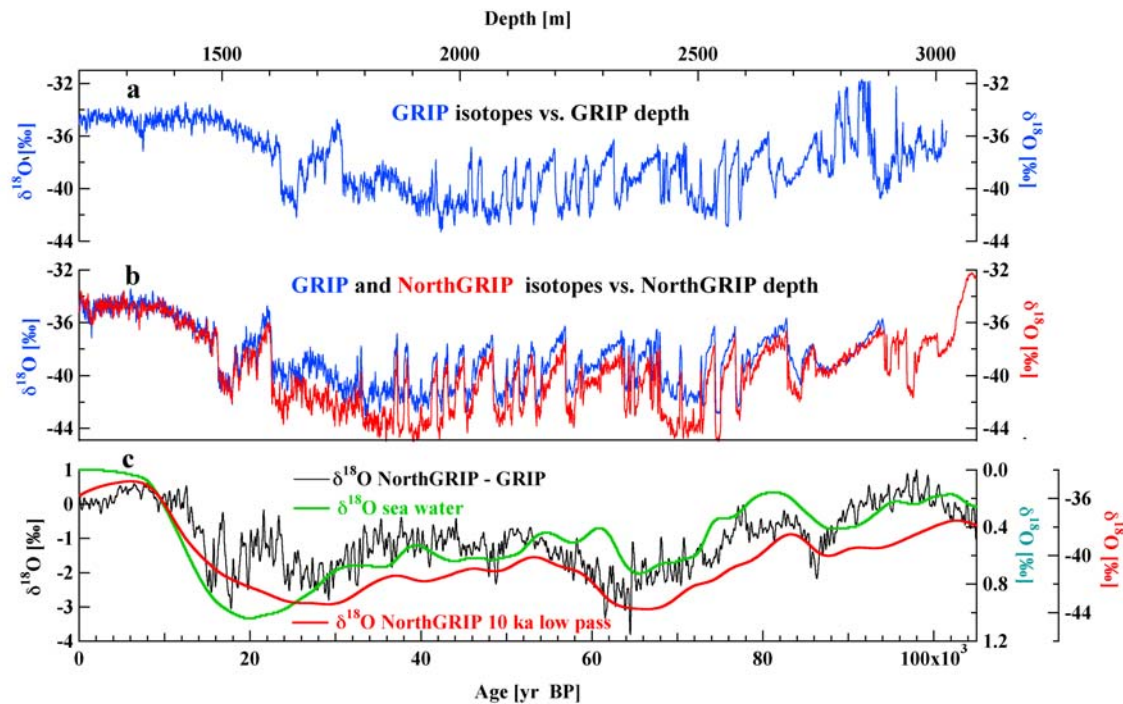
Samsætuferlar Summit kjarnanna tveggja, GRIP og GISP2, sem voru boraðir upp úr 1990 endurspeglar vel veðurfarssögu Norður Atlantshafssvæðisins aftur undir lok síðasta jökulskeiðs. Því miður reyndist lagskipting í botnís beggja kjarnanna röskuð. Því var ráðist í borun NGRIP kjarnans (1996-2003), sem staðsettur er 325 km NNV af GRIP. Nú hafa niðurstöður samsætumælinga sýnt að kjarninn geymir óraskaða veðurfarssögu Norður Atlantshafssvæðisins síðustu 123.000 árin. Þetta þýðir að NGRIP kjarninn er fyrsti ískjarni á Norðurhveli sem endurspeglar nákvæmlega óraskaða veðurfarssögu seinni hluta Eem tímabilsins og nákvæmar breytingar frá hlýskeiði yfir í jökulskeið. Lagskipting í botnís kjarnans er ekki einungis óröskuð heldur er hvert árlag þar óvenju þykkt (um 1 cm) vegna bráðnunar, sem á sér stað við botninn sökum óvenju mikils jarðhitastreymis á Norður Grænlandi.

Samsætuferlar GRIP og NGRIP kjarnanna eru sýndar á mynd 1. Við fyrstu sýn virðast ferlarnir eins, og báðir sýna þeir vel hinar miklu og snöggu veðurfarssveiflur (Dansgaard/Oeschger (D/O) eventa) síðasta jökulskeiðs. Hinir 24 snöggu hlýindakaflar (D/O eða Greenland interstadials (GIS)) sem fyrst voru skráðir í GRIP kjarnanum koma allir mjög vel fram í NGRIP kjarnanum, sem og köldu tímabilin (Greenland stadials (GS)) sem koma í kjölfar þeirra. Hæstu samsætugildin,  $-32\%$ , sem fundust í Eem hluta NGRIP kjarnans eru ennfremur þau hæstu sem fundust í Summit kjörnunum GRIP og GISP2. Þótt lagskiptingin í Summit kjörnunum sé trufluð í ís eldri en 105.000 ára BP, innihalda þeir ís frá Eemtímabilinu og hæstu gildin eru þar talin vera frá hlýjasta hluta þess tímabils. Samsætugildið er  $3\%$  hærra en gildin í dag og ef reiknað er með að það endurspegli eingöngu hitastig hefur hitinn á Eem verið um 5 gráðum meiri en í dag. Það er athyglisvert að  $3\%$  munurinn á Nútíma gildum og Eem gildum sem finnast á NGRIP, GRIP og GISP2 finnst einnig í Camp Century kjarnanum á NV Grænlandi og í Renlands kjarnanum á austur Grænlandi. Út frá þessu er álitid að munur í þykkt (hæð) jökulsins hafi ekki verið mikill milli okkar tíma og Eemtímans, sérstaklega þar sem Renlandskjarninn er einungis 325 m langur og hæðarbreyting þar getur ekki verið meiri en 100m. Hins vegar er munurinn á samsvarandi samsætugildum Dye-3 kjarnans á suður Grænlandi um  $5\%$ . Það þýðir að jökullinn þar hafi verið um 500 m þynnri á Eem tímanum.

Hin háa upplausn NGRIP kjarnans gefur ómetanlega möguleika á að rannsaka hvernig Eem hlýskeiðinu lauk og síðasta jökulskeið hófst. Niðurstöður mælinga sem þegar hafa verið gerðar komu á óvart. Lok síðasta hlýskeiðs virðist ekki hafa markast af snöggri kólnun heldur einkennst af langri hægfara kólnun á um 7000 árum (frá 122.000 árum BP til 115.000 ára BP). Áður en fullum jökulskeiðsgildum er náð sýnir súrefnissamsætuferillinn samt sem áður snögga kólnun sem byrjar fyrir um 119.000 árum og henni fylgir síðan tiltölulega stöðug lækkun á  $\delta^{18}\text{O}$  gildum, sem nefnd hefur verið GS 26. Þessu kalda tímabili lýkur með áður óþekktri snöggri hlýnun (D/O eða GIS 25). NGRIP kjarninn er sá fyrsti sem sýnir þessar snöggu og miklu veðurfarssveiflur strax í upphafi jökulskeiðs og reyndar áður en fullum jökulskeiðsgildum er náð. Það er mjög athyglisvert að slík snögg veðurfarssveifla geti gerst í upphafi jökulskeiðs þegar jökulskildirnir voru væntanlega að byrja að myndast. Við fyrstu sýn virðist því erfitt að

skýra hana með miklu ferskvatns innstreymi í N-Atlantshafssvæðið, en með því hafa menn skýrt snöggu veðurfarssveiflurnar á síðasta jökulskeiði. Hinsvegar er erfitt að skilja hina snöggu og miklu kólnun frá GS 25 í GS 25 nema ferskvatn frá jöklum hafi streymt skyndilega út í Atlantshafið. Er það í samræmi við mælingar á  $\delta^{18}\text{O}_{\text{atm}}$  sem benda á fulla jöklun þegar á GS 26 kuldaskiðinu (Landais et al., 2005).

Þegar rýnt er í mynd 1 og súrefnissamsætuferlar NGRIP og GRIP kjarnanna bornir saman kemur í ljós marktækur svæðisbundinn munur í veðurfari á Grænlandi. Á síðasta jökulskeiði eru NGRIP gildin 1-2‰ lægri en GRIP gildin, sem þýðir að hitastig hafi verið um 3 - 4 gráðum kaldara á NGRIP en GRIP. Ferlarnir eru hins vegar nánast eins á Nútíma. Mestur er munurinn milli ferlanna fyrir 15-20.000 árum BP, 25-30.000 árum BP og 60-70.000 árum BP. Mynd 1 sýnir að munurinn virðist fylgja veðurfarssögu Norður Atlantshafsins eins og hún endurspeglast í súrefnissamsætuferli NGRIP kjarnans, þannig að eftir því sem kaldara er því meiri er munur á ferlum kjarnanna. Munur ferlanna fylgir einnig nokkuð vel alheims sjávarstöðuferlinum (mynd 1), sem gæti þýtt að stærð jökla hefðu áhrif á mismun samsætuferla NGRIP og GRIP. Sú skýring sem þykir líklegust á mismun ferlanna á jökulskeiðinu er að loftmassar annars vegar á GRIP og hins vegar á NGRIP hafi haft mismunandi uppruna. Þá hafi stærð Laurentide jökulsins, hafis og íshella Norður Atlantshafsins leitt til þess að NGRIP hafi fjarlægst sjó og þar af leiðandi fengið úrkomu úr loftmössum sem höfðu ferðast yfir norðurhluta Laurentide jökulsins og orðið kaldari og samsætulega léttari en loftmassar sem komu yfir GRIP svæðið. Þessar niðurstöður benda til þess að vatnshringrásin á jökulskeiðum yfir Grænlandi sé frábrugðin því sem hún nú er.



Mynd 1: a,b: Samanburður á súrefnissamsætuferlum NGRIP og GRIP kjarnanna. c: mismunur samsætugilda NGRIP og GRIP kjarnanna borinn saman við NGRIP samsætuferilinn og alheims-sjávarstöðuferil (NGRIP members, 2004).

**Heimildir:**

Landais et al., 2005. The glacial inception recorded in the NorthGRIP Greenland ice core: information from air isotopic measurements. *Climate Dynamics* (accepted).  
North Greenland Ice Core Project members, 2004. High-resolution record of Northern Hemisphere climate extending into the last interglacial period. *Nature*, 431, 147-151.

## Kolefnisbúskapur í votlendisjarðvegi á Vesturlandi

Bergur Sigfússon<sup>1,2</sup>, Graeme I. Paton<sup>1</sup> og Sigurður R. Gíslason<sup>2</sup>

1)University of Aberdeen, School of Biological Sciences

2)Jarðvísindastofnun Háskólans

Þróun íslensks jarðvegs er að mestu stjórnað af áfoki eldfjallagjóska og afrennsli jarðvegsvatns (Arnalds, 2004). Kolefnisinnihald jarðvegs eykst vanalega því fjær sem dregur frá gosbeltunum og þar sem afrennsli er lítið. Móðurefni íslensk jarðvegs er að mestu basísk eldfjallagjóska (Jónsson, 1995) sem veðrast hratt miðað við fullkristallaðar steindir af sömu efnasamsetningu (Wolff-Boenish o.fl. 2005). Við veðrun gjóskunnar bindast  $H^+$  jónir og katjónir losna í staðinn út í lausn. Þannig er gjóskan öflugur stuðpúði til að halda pH jarðvegsins stöðugu. Katjónirnar skolast síðan ýmist úr jarðveginum niður í grunnvatn, eru teknar upp af plöntum eða falla út í nýjum veðrunarfösum. Ál getur losnað í miklu magni út úr gjóskunni og fellur oftast ýmist út í málm-húmus knippum eða myndlausum steindum eins og allófani (einkennissteind eldfjallajarðar) eða ímógólíti (Nanzyo o.fl. 1993). Sýrustig jarðvegsvatns ræður mestu um hvort ál fellur út í húmus knippum eða steindum og eru þessi mörk við pH 4,9 (t.d. Arnalds, 2004). Þegar pH er yfir 4,9 fellur álið út í steindum og er því ekki til staðar til að mynda lífræn húmus knippi. Uppleyst lífrænt kolefni sem hefur losnað úr plöntum og plöntuleyfum nálægt yfirborði jarðvegsins getur ekki fallið út sem húmus-knippi og skolast því út úr jarðveginum eða oxast í koldíoxíð (Sigfusson o.fl. 2005). Jarðvegi var safnað í nágrenni Grundartanga þar sem áfok er um tífalt minna ( $\sim 0,2 \text{ mm } \text{ár}^{-1}$ ) en þar sem mest er á Íslandi. Tafla 1 sýnir kolefnis-og allófaninnihald jarðvegsins. Landnámslagið er á 50 cm dýpi en uppsöfnun kolefnis frá landnámi til  $\sim 1500$  (35 cm dýpi) þegar land í nágrenninu varð örfoka var  $20 \text{ g C m}^{-2} \text{ ár}^{-1}$ . Kolefnisbinding frá  $\sim 1500$  til dagsins í dag er  $47 \text{ g C m}^{-2} \text{ ár}^{-1}$ . Breytilega samsetningu jarðvegs með dýpi má skýra með mismunandi áfokshraða. Eftir landnám var mikið áfok og því viðhélst hátt pH í jarðveginum vegna veðrunar gjósku og allófan féll út. Ennfremur er hátt pH gildi hagstætt örveruflórurni í jarðveginum sem brýtur kolefnið niður. Þegar land í nágrenninu varð örfoka minnkaði áfok og pH féll niður. Málm- húmus knippi mynduðust þá í stað allófans og örveruvirkni minnkaði að sama skapi sem leiddi til aukinnar uppsöfnunar kolefnis.

Tafla 1:

Dýpi (cm)	C (%)	Allófan (%)	Útskolun kolefnis ( $\text{g C m}^{-2} \text{ ár}^{-1}$ )	
			Gróðurlaust	Gróður
0-15	22,5	3,8	2,7	31
15-35	24,5	1,7	5,9	41
35-50	11,0	23	3,6	26
50-80	22,0	8,9	5,0	35
80-115	25,2	3,8	6,9	29

Gróðurhula skiptir sköpum varðandi hringrás kolefnis í jarðveginum. Árlega skoluðust  $6,9 \text{ g C m}^{-2}$  úr jarðvegstilraunum á rannsóknarstofu, sem framkvæmdar voru án gróðurhulu á 115 cm dýpi (Tafla 1). Þetta jafngildir því að 13 % af árlega bundnu kolefni skolaðist út á þessu dýpi. Um  $28,6 \text{ g C m}^{-2} \text{ ár}^{-1}$  skolaðist út á 115 cm dýpi í tilraunum með gróðurhulu sem jafngildir um 38 % af því sem var bundið í upphafi á yfirborði. Aukið magn kolefnis sem skolaðist út var ættað úr óstöðugu rotnandi kolefni sem bindst í jarðveginum vegna tillífunar plantna á yfirborði. Undirstrika ber að þessar tölur eiga aðeins við um útskolun en losun kolefnis á formi gastegunda út í

andrúmsloftið er mun meiri heldur en útskolun í grunnvatn (Guðmundsson og Óskarsson, óbirt gögn).

Lokaniðurstaða er sú að jarðvegur á Íslandi verður frjósamari vegna áfoks eldfjallaösku og gróður þrífst betur vegna mikils styrks næringarefna í jarðvegsvatni. Kolefni bindst þó síður þegar áfok er mikið vegna hækkaðs pH gildis sem stuðlar að aukinni örveruvirkni sem brýtur niður kolefnið. Við lágt pH er leysnihraði basaltglersins mikill og pH fellur því ekki um of, kolefni fellur út með áli sem ál-húmusknippi og kísill ásamt katjónum skolast út í grunnvatn. Við hátt pH er leysnihraði basaltglers minni því ekki þarf að viðhalda pH gildi, allófan verður stöðugt og málm-húmusknippi myndast ekki. Kolefni frá rotnandi jurtaleyfum skolast því út í stað kísils.

Heimildir:

Arnalds, O., 2004. Volcanic soils of Iceland. *Catena* 56, 3-20

Jónsson, J., 1995. Sandur-Sandar, nokkrar athuganir Rannsóknastöðin Neðri Ás Skýrsla 53. Hveragerði, Ísland

Nanzyo M, Dahlgren R, Shoji S., 1993. Chemical characteristics of volcanic ash soils. Í: Shoji S, Nanzyo M, Dahlgren R, (ritstj.). *Volcanic Ash Soils: genesis, properties and utilization*. Elsevier, Amsterdam, bls. 323-353.

Sigfusson, B., Paton, G.I. and Gislason, S.R., 2005. The impact of sampling techniques on soil pore water carbon measurements of an Icelandic Histic Andosol, (lagt inn til birtingar).

Wolff-Boenisch, D., Gislason, S.R., Oelkers, E.H. 2005. The effect of crystallinity on dissolution rates and CO<sub>2</sub> consumption capacity of silicates. *Geochimica et Cosmochimica Acta* (lagt inn til birtingar).

## **Why are magnitude measurements of the largest earthquakes often too low and how can seismologists do better?**

William Menke

Lamont\_Doherty Earth Observatory of Columbia University, New York,  
USA.

(currently visiting the Institute of Earth Sciences, University of Iceland)

Low-ball estimates of the magnitudes of large earthquakes are all too common. The December 26, 2004 Bay of Bengal earthquake is an example. Its magnitude was originally reported by the US Geological Survey as 8.2, too small to cause a damaging teletsunami (ocean crossing tsunami). But actually, its size was ten times bigger - magnitude 9.3 - and its teletsunami killed more than a hundred thousand people. The magnitude 6.5 South Iceland earthquake of June 17, 2005 is another example. Its magnitude was initially reported as 5.5. This tendency to underestimate magnitudes of just the earthquakes that are most socially relevant and newsworthy ought to be viewed with extreme embarrassment by seismologists worldwide. I discuss why it happens and propose techniques that can be used to produce rapid, accurate magnitude estimates.

## Hafsbotninn og jarðskjálftar í Tjörnesbrotabeltinu

Bryndís Brandsdóttir(1), Gunnar Guðmundsson(2), Einar Kjartansson(3),  
Guðrún Helgadóttir(3), Bjarni Richter(4), Robert Detrick(5), Ragnar Slunga(6)  
og Carsten Riedel(7).

- (1) Jarðvísindastofnun Háskólans, Öskju, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík,
- (2) Veðurstofa Íslands, Bústaðavegi 9, 150 Reykjavík,
- (3) Hafrannsóknastofnunin, Skúlagötu 4, 101 Reykjavík,
- (4) Íslenskar orkurannsóknir, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík,
- (5) Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, USA.
- (6) Uppsalaháskóli, Svíþjóð
- (7) Hamborgarháskóla, Þýskalandi.

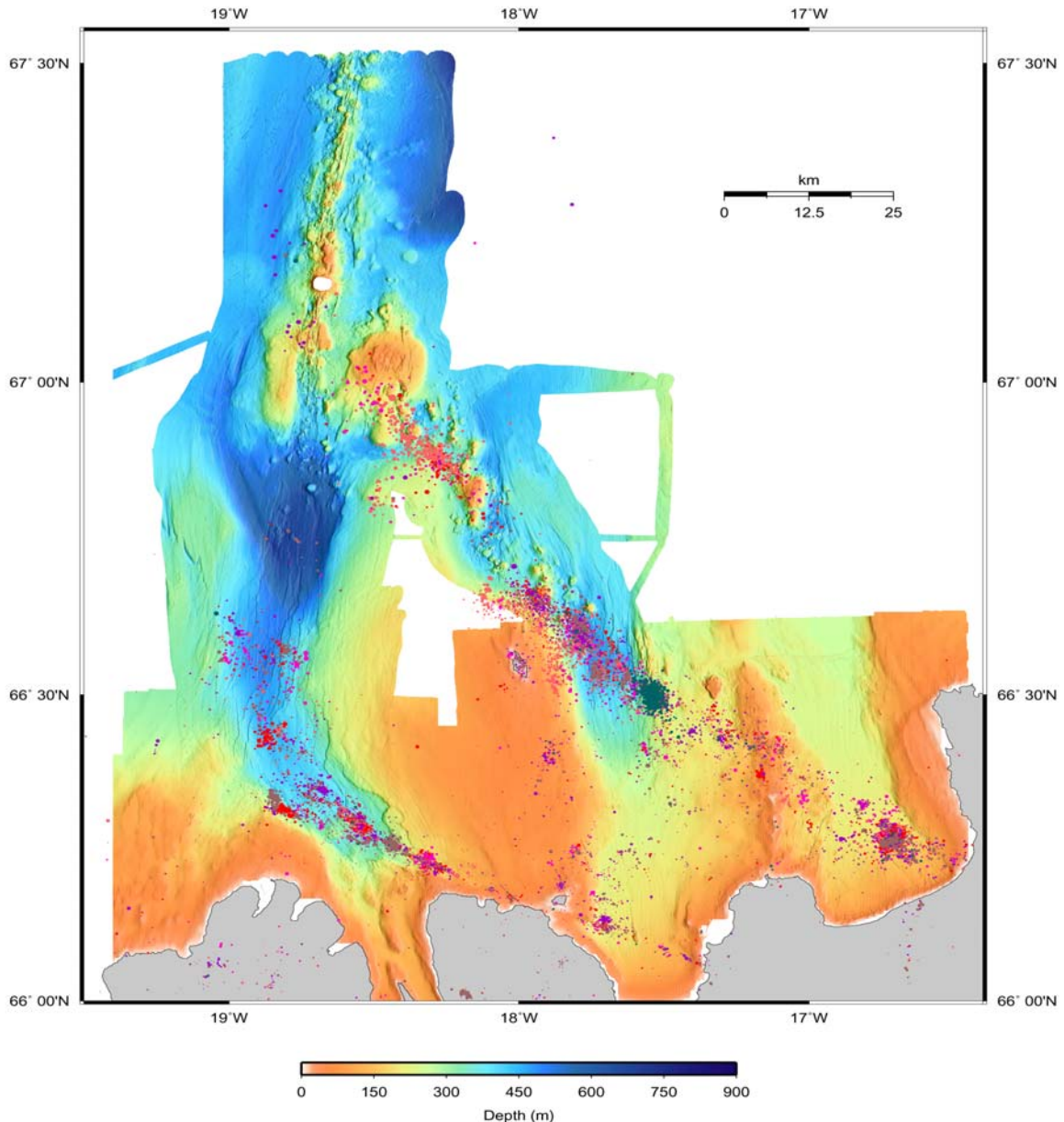
Kortlagning hafsbotnsins er eðlilegt framhald jarðfræðarannsókna á landi. Kortlagning hafsbotnsins í Tjörnesbrotabeltinu, þ.e. í Eyjafjarðarál, á Kolbeinseyjarhrygg, Skjálfandadjúpi, Skjálfandaflóa og Öxarfirði síðastliðin fjögur sumur hefur m.a. leitt í ljós tvískiptingu plötuskilanna á milli nyrðra gosbeltisins og Kolbeinseyjarhryggjar. Hrikalegur sigdalur Eyjafjarðaráls og Húsavíkur-Flateyjarmisgengið marka vestur- og suðurjaðar Tjörnesbrotabeltisins en Grímseyjarbeldið norður- og austurjaðar þess. Grímseyjarbeldið er í raun framhald nyrðra gosbeltisins og einkennist landslag þar af upphleðslumiðjum (megineldstöðvum) með sprungusveimum (sigdölum) og gígaröðum sem liggja skástígt eftir plötuskilunum. Það sama gildir um sunnanverðan Kolbeinseyjarhrygg. Mest upphleðsla hefur átt sér stað á þrískiljum Kolbeinseyjarhryggs, Eyjafjarðaráls og Grímseyjar-beltisins. Sigdalir í Eyjafjarðarál, Skjálfandadjúpi og Öxarfirði hafa allir gliðnað á nútíma þrátt fyrir að gosvirknin hafi sennilega verið bundin við Grímseyjarbeldið síðustu 2 milljónir ára. Landslag á hafsbotni endurspeglar einnig útbreiðslu ísaldarjökla og greina má landmótunarform af ýmsu tagi, þ.m.t. uppstreymisholur (pockmarks). Uppstreymisholur í Skjálfandaflóa virðast tengjast misgengjum. Hjóðendurvarpsmælingar gefa til kynna tilvist gass á sömu svæðum. Ekki er enn fullljóst hvers konar gas er um að ræða, en líklegast þykir að það hafi myndast við hitaummyndun lífrænna efna í tengslum við jarðhita, jarðhník og sprungur innan brotabeltisins.

Segja má að Skagafjarðarskjálftinn 28. mars 1963 hafi staðfest tilvist Tjörnesbrotabeltisins en upptakahreyfingar þess skjálfta gáfu til kynna vinstri-handar sniðgengi með NNA-læga stefnu úti fyrir mynni Skagafjarðar (Ragnar Stefánsson 1966) eða hægri-handar sniðgengi með VNVlæga stefnu (Lynn Sykes 1967). Upptakasvæði skjálftans hefur ekki verið kortlagt með fjölgeisla-mælingum en á því korti sem nú liggur fyrir og nær m.a. yfir upptakasvæði landskjálftanna í Öxarfirði 1910 og 1976 (sjá mynd) er heldur ekki að sjá nein stór misgengi með norðvestlæga stefnu önnur en Húsavíkur-Flateyjarmisgengið.

Þrálát jarðskjálftavirkni hefur verið úti fyrir Norðurlandi frá upphafi fastra mælinga héraendis. Staðsetningar með analog kerfi Raunvísindastofnunar á árunum 1974-1988 og síðan SIL-kerfi veðurstofunnar sýna að meginvirknin er bundin við tvö norðvestlæg beltí, Grímseyjarbeldið og Húsavíkur-Flateyjar misgengið. Hrinur virðast tengjast misgengjum með vestlægar sem og norðlægar stefnur. Nýlegasta dæmið er hrinan sem varð í janúar s.l. í vesturjaðri Skjálfandadjúps. Afstæðar staðsetningar sýna að flestir eftirskjálftar stærsta skjálftans 5. janúar 2005 ( $M > 4.5$ ) raða sér á línu frá NV til SA. Brotaplan þeirra er næstum lóðrétt (hallar 87 gráður til suðvesturs) með strik 141 gráður í austur frá norðri. Misgengið er tæplega 1 km að lengd og á 14-15 km dýpi. Töluverð

dreif er af skjálftum sunnan við þessa meginbrotalínu og gæti þar verið annað misgengi með svipaða stefnu. Hljóðendurvarpsmælingar Þjóðverja í Skjálfandjúpi sína enn fremur misgengi með báðar þessar stefnur þrátt fyrir að á yfirborði séu sprungusveimar og norðlægir sigdalir tengdir eldstöðvakerfunum mest áberandi.

Tjörneshvambrotabeltisverkefnið samtvinnar grunnrannsóknir og þróunarstarf á sviði hafsbots-rannsókna. Frekari rannsóknir á hafsbotninum umhverfis landið munu auka skilning okkar á uppbyggingu brotabelta og tengslum þeirra við úthafshryggina, eðli brotahreyfinga, útbreiðslu ísaldarjökulsins, flotjafnvægi, rofi og setmyndun á landgrunninu og leiða í ljós áður óþekktar auðlindir.



Kort af Tjörneshvambrotabeltinu og suðurhluta Kolbeinseyjarhryggjar sem unnið er úr eingeislamælingum Landhelgis-gæslunnar og fjölgeislamælingum með Sjósmælingabátnum Baldri og Rs. Árna Friðrikssyni 2002-2004. Á kortið eru teiknaðir jarðskjálftar staðsettir á svæðinu á árunum 2000-2004 samkvæmt mælingum Veðurstofu Íslands. Hvert ár hefur mismunandi lit. Skjálftavirknin er aðallega bundið við Grímseyjarbeltið - framhald nyrðra gosbeltisins, Húsavíkur-Flateyjarmisgengið og Eyjafjarðarál.

## Fatal Volcanic Eruptions in Iceland

Erik Sturkell (1) and Matthew J. Roberts (2)

(1) Nordic Volcanological Centre, Institute of Earth Sciences, University of  
Iceland

sturkell@hi.is

(2) Physics Department, Icelandic Meteorological Office, 150 Reykjavík  
matthew@vedur.is

This study identifies and explains the fatal risks posed by volcanic eruptions in Iceland; it then applies this insight to a discussion of public vulnerability during a postulated eruption of Katla volcano, Iceland. Data on fatalities attributed directly to volcanic hazards were gathered and verified from published literature. Against an historic record of 230 volcanic eruptions over a millennium, at least 84 victims have resulted from the direct effects of 10 lethal eruptions. Collectively, fall, dispersal, and electrical processes are the cause of 6% of the fatality record, whereas volcanogenic jökulhlaups account entirely for the remaining 94% of the record. Infrequent eruptions beneath ice caps can trigger flood hazards capable of devastating lowland regions and inflicting high mortality among citizens living within the flood tract. Regardless of the timing of the next hazardous eruption in Iceland, it is a reasonable assumption that the level of public vulnerability will be considerably higher than levels experienced previously.



## **Snjóflóðahrina á Vestfjörðum 1.–6. janúar 2005**

Esther Jensen  
Veðurstofa Íslands

Mörg snjóflóð féllu á norðanverðum Vestfjörðum í snjóflóðahrinu sem gekk yfir norðanverða Vestfirði 1.–6. janúar 2005. Þetta er versta snjóflóðahrina sem gengið hefur þar yfir síðan mannskaðaflóðin féllu á Súðavík og Flateyri í janúar og október 1995. Stór snjóflóð féllu úr nokkrum þekktum snjóflóðafarvegum við Ísafjarðardjúp. Einnig skapaðist snjóflóðahætta á sunnanverðum fjörðunum, í innanverðum Húnavatnssýslum og snjóflóð féllu jafnframt á nokkrum öðrum stöðum á Norðurlandi.

### Veðurlýsing

Síðustu daga ársins 2004 og fyrstu daga nýársins rak hverja lögðina á eftir annarri norðaustur yfir landið með úrkomu, aðallega snjókomu. Samanlögð úrkoma í Bolungarvík frá 27. desember til 6. janúar mældist um 80 mm. Þann 30. desember mældist snjódýpt 40 cm og þann 6. janúar var hún komin í 56 cm.

Þann 2. janúar var hreinviðri á Vestfjörðum, nokkurt frost og hægur vindur. Efsti hluti snjóþekjunnar var léttur, þurr snjór sem fallið hafði undanfarna daga hafði ekki náð að fjúka til að ráði. Þessi snjór myndaði 50 cm þykkt lag jafnt á fjöllum sem á láglandi. Ört vaxandi lægð nálgæðist úr suðvestri. Um miðnætti 3. janúar hvessti af ANA og undir morgun fór að snjóa á Vestfjörðum. Jafnframt gerði mikinn skafrenning til fjalla. Má ætla að snjókoman hafi numið allt að 2–3 mm/klst lengst af dagsins en mældist þó illa vegna hvassviðris. Vindur var 15–20 m/s. Um kl. 18 fóru veðraskilin yfir og lægði heldur í kjölfarið og dró úr úrkomuákefðinni. Hins vegar snjóaði nokkuð samfellt fram á nóttina og var vindur 10–14 m/s.

Mikil snjókoma og skafrenningur var einnig á sunnanverðum Vestfjörðum. Vindhraði á Patreksfirði mældist 20 m/s frá miðnætti til kl. 16 en 25–30 m/s hluta dagsins. Úrkoma mældist yfir 70 mm frá miðnætti til kl. 18 og má ætla að eitthvað af því hafi verið skafrenningur. Um morgunin þann 4. janúar var ný lægð komin skammt undan Norðurlandi og við það ágerðist úrkoman að nýju og hvessti af N en snérist í SV er leið á morgunin og dró þá úr veðurhæðinni. Ofankoman nam 1–2 mm/klst á norðanverðum Vestfjörðum um morgunin en stytta að mestu upp skömmu eftir hádegi. Vindáttin varð aftur NA-læg, um eða undir 10 m/s. Dálítið muggaði næsta dag þ.e. þann 5., en sú úrkoma var óverluleg samanborið við ofankomu dagna þar á undan.

### Stutt samantekt á hrinunni

- Nýársdagur
  - mikil ofankoma í logni
  - jafnfallinn snjór víða 0.5 m
  - nokkur snjóflóð falla niður í brekkurætur, þ.m.t. allstórt flóð við Orkubú Vestfjarða í Syðridal
  - viðbúnaðarstig á norðanverðum Vestfjörðum frá hádegi
- 2. janúar
  - afleit veðurspá fyrir næsta dag
  - mikill lausasnjór til fjalla, um miðnætti hvesir af austri

- ákveðið að rýma í Bolungarvík, Hnífsdal og undir Seljalandshlíð á Ísafirði
- viðbúnaðarstig á S-Vestfjörðum sett um kvöldið
- síðla kvölds var rýmt undir Urðum á Patreksfirði eftir að vart varð við snjóflóðsspýjur ofan byggðarinnar, einnig féllu flóð í Óshlíð, Ólafsfjarðarmúla, og víðar á vegi
- 3. janúar
  - austan hvassviðri, mikill skafrenningur og ofankoma
  - nokkur snjóflóð féllu í Seljalandshlíð m.a. í sjó fram úr Karlsárgili og á nýja varnargarðinn, á varnargarðinn við Funa, úr Traðargili og Búðargili í Hnífsdal, í Eyrarhlíð, í Kirkjubólshlíð m.a. í sjó fram milli flugstöðvarinnar og Kirkjubæjar, við Fremstuhús í Dýrafirði, á Tálknafirði og víðar, m.a. í Ólafsfjarðarmúla og Vatnsdal
  - um hádegi var aukið við rýminguna á Patreksfirði og um kvöldið var rýmt á Tálknafirði
- 4. janúar
  - áframhaldandi austan hvassviðri með ofankomu
  - snjóflóð féllu á Arnarnesi, í Eyrarhlíð, mjög stórt flóð úr Hraunsgili í Hnífsdal, milli Ósbæjanna, við hesthús og víðar í Syðridal, í Önundarfirði, flóð féllu einnig í innanverðri Húnavatnssýslu og aftur í Ólafsfjarðarmúla og nú einnig úr Ósbrekkufjalli
  - um þetta leyti mun hafa fallið flóð ofan gömlu byggðarinnar í Súðavík, niður undir girðingar
  - um hádegi var aukið við rýmingu í Bolungarvík
- 5. janúar
  - tíðindalítið
- 6. janúar
  - stórt flóð skammt utan við Geirastaði í Syðridal
  - viðbúnaðarstigi aflétt á sunnanverðum Vestfjörðum
- 7. og 8. janúar
  - tíðindalítið
- 9. janúar
  - viðbúnaðarstigi aflétt á norðanverðum Vestfjörðum
- ...
- 14. janúar
  - Allstórt snjóflóð fellur við Urðir á Patreksfirði og hús eru þar rýmd næst fjallinu

Tafla 1 Rýmingar á tímabilinu 1.–6. janúar 2005.

Staður	Hús	Íbúar
Ísafjörður	1	2
Hnífsdalur	10	27
Bolungarvík	28	98
Patreksfjörður	23	74

Tálknafjörður	10	16
Ísafjörður dreifbýli	3	8

### Áhugaverð flóð

Mjög stórt snjóflóð féll úr Hraunsgili í Hnífsdal kl. 09:20 þann 4. janúar. Flóðið skall á gamla bænum að Hrauni og bar húspakið niður hliðina. Einnig tók það spennistöð við Árvelli, þannig að rafmagn fór af hluta byggðarinnar í Hnífsdal, og rann meðfram fjölbýlishúsinu við Árvelli, braut þar glugga og dyr og fyllti mörg herbergi af snjó. Talsvert tjón varð, en engin slys á fólki. Þetta er lengsta flóð í a.m.k. 300 ár og stærsta þekkt flóð úr Búðarhyrnu.

- Skriðlengd – 1600 metrar
- Úthlaupshorn – 22°
- Flatarmál tungu – 23 ha
- Rúmmál – 200-300 þús. rúmmetrar
- Rennslisstig – 16.5
- Endurkomutími (u.þ.b.) – 500 ár

Snjóflóð féll úr svokölluðu Funagili í Kirkjubólshlíð í Skutulsfirði ofan sorpbrennslunnar Funa síðdegis þann 3. janúar. Flóðið rann upp á garðinn og nokkur snjór kastaðist yfir hann, maður á lyftara lenti í flóðjaðrinum, engin slys urðu á fólki og flóðið er mun minna 1995.

- Skriðlengd – 1250 metrar
- Úthlaupshorn – 25.5°
- Flatarmál tungu – 4 ha
- Rúmmál – u.þ.b. 50 þús. rúmmetrar
- Rennslisstig – 14-15

Snjóflóð féll á nýjan varnargarð í Seljalandshlíð. Við fyrstu mælingar leit ekki út fyrir að flóðið hefði fallið að garðinum, sem er leiðigarður, en þegar snjór þiðnaði mátti sjá að flóðið hafði náð rétt inn á garðinn.

### Lokaorð

Í þessari hrinu kom nýlegt hættumat sem unnið hafði verið fyrir Hnífsdal að góðum notum. Í framhaldi af vinnu við hættumat er nú unnið að endurskoðun rýmingarkorta og hefur nú þegar verið lögð talsverð vinna í þau. Sú vinna skilaði sér einnig við rýmingar húsa á hættusvæðum.

Heimild: Veðurstofa Íslands 2005. Snjóflóðahrina á Vestfjörðum 1.—6. janúar 2005. Starfsmenn snjóflóðavarna Veðurstofu Íslands. Greinargerð í handriti.

## Geodetic constraints on plate boundary models and dynamics in Iceland

Freysteinn Sigmundsson (1), Halldór Geirsson (2), Erik Sturkell (1), Páll Einarsson (3), Pete La Femina (4), Tim Dixon (4), Christof Völkse (5), Þóra Árnadóttir (1), Carolina Pagli (1), Rikke Pedersen (1)

- (1) Nordic Volcanological Centre, Institute of Earth Sciences, University of Iceland
- (2) Icelandic Meteorological Office, Reykjavík, Iceland
- (3) Institute of Earth Sciences, University of Iceland
- (4) Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Sci., Univ. of Miami, Miami, USA
- (5) Bavarian Academy of Sciences and Humanities, Munich, Germany

Global plate motion models give the relative motion of Earth's lithospheric plates as a set of Euler poles of rotation for plate pairs, and associated angular velocities. In these models plate divergence in Iceland is described by the Euler pole of rotation between the Eurasian and North-American plates. The most comprehensive global plate motion model to date is the NUVEL-1A model (DeMets *et al.*, 1994) that has a pole of rotation at 62.4°N, 135.8°E, and an angular velocity of 0.21 deg/Myr. It is based on geologic data from the last few million years and earthquake slip vectors. In central Iceland (64.5°N, 18°W) the full spreading velocity is 18.3 mm/yr in direction N105°E according to this model. Extensive space geodetic work (mostly GPS) has allowed the calculation of global plate motion model, REVEL, based purely on geodetic data (Sella *et al.*, 2002). In the REVEL model, the pole of rotation is at 68.05°N, 136.42°E, and the angular velocity is 0.245 deg/Myr. This model gives a full spreading rate in central Iceland of 19.7 mm/yr in direction N103°E. The NUVEL-1A and REVEL models agree well in Iceland. The REVEL estimates of angular velocities are based only on stations within stable interior of plates. Continuous GPS stations at and near plate boundary deformation zones, like in Iceland, are excluded.

An alternative geodetic measure of spreading rates across Iceland is provided by local geodetic measurements. The continuous GPS network in Iceland has some stations outside the main plate boundary deformation zones, with stations in Reykjavík and Höfn having the longest observational period. The measured velocity of Höfn relative to Reykjavík (Geirsson *et al.*, submitted) is similar to the REVEL estimates, showing essentially all the plate separation is accommodated in a plate boundary deformation zone in Iceland.

Geodetic measurements with observation points inside the plate boundary deformation zones show how strain accumulates within these zones. GPS network measurements have revealed the behavior of these zones, as well as earlier terrestrial geodetic measurements, in particular in association with the Krafla rifting episode 1975-1984 in Iceland. Available geodetic measurements of plate divergence confirm to three stages of a deformation cycle along the extensional plate boundary in Iceland: (i) inter-rifting extension, with strain accumulation in over 50 km wide zones. Displacements relative to a central axis of the plate boundary increase steadily away from the rift axis. Within the deformation zone, only a fraction of the full plate velocities are observed. (ii) co-rifting episodic deformation, associated with diking events along the plate boundary. Finite length of the dikes limits the horizontal extension of their associated deformation fields. Horizontal movements on the scale of meters occur within the plate boundary zones, decreasing away from eruptive fissures and dikes. (iii) post-rifting

deformation where stresses associated with rifting drive horizontal displacements away from the plate boundary at rates in excess of what is observed during most of the inter-rifting period. Long-term average of plate movements at each location equals the plate velocities, but with widely different temporal behavior. At the rift axis, movements are fully episodic, within the plate boundary deformation zone the movements are partly episodic (associated with diking) and partly continuous, and outside the plate boundary zone the movements are even in time.

The best observation of inter-rifting deformation fields comes from repeated network GPS measurements spanning the Eastern and Western Volcanic Zones in South Iceland. These show that summed extension rates across the two zones are approximately constant at 18-20 mm/yr, equal to the total plate divergence rate. Inferred spreading rates in the EVZ are  $19.0 \pm 2.0$  mm/yr in the area SW of Vatnajökull, and decrease to  $11.0 \pm 2.0$  north of Torfajökull. Spreading rates in WVZ decrease towards north, with  $7.0 \pm 0.4$  mm/yr at Þingvellir, and  $2.8 \pm 2.0$  further north (La Femina *et al.*, submitted). Majority of strain accumulation takes place in about 50 km wide zones.

The best observation of co-rifting deformation in Iceland still comes from the Krafla rifting episode. Cumulative widening over a 80 km long segment of the Krafla fissure swarm was to 4-9 m. Each diking events affected a limited part of the plate boundary, with displacements decreasing away from the plate boundary.

Post-rifting deformation after the Krafla rifting episode was captured by repeated GPS network measurements that revealed excessive spreading rates next to the plate boundary in the years following the rifting, attributed to the post-rifting adjustment. The excessive rates gradually declined, and a comparison of 1993-1995 data from North Iceland suggest extension of 2.1 cm/yr in direction N115°E, with most of strain occurring within about 50-100 km wide plate boundary deformation zone (Völksen, 2000).

Geodetic data on plate spreading in Iceland is accumulating, and the country-wide ISNET measurements conducted in 2004 will provide important constraints when compared to initial survey of the ISNET network in 1993. The currently available geodetic results from Iceland all suggest spreading rates of 18-21 mm/yr, in good agreement with both the far-field NUVEL-1A and REVEL estimates of plate divergence between the North-American and Eurasian plates.

## References

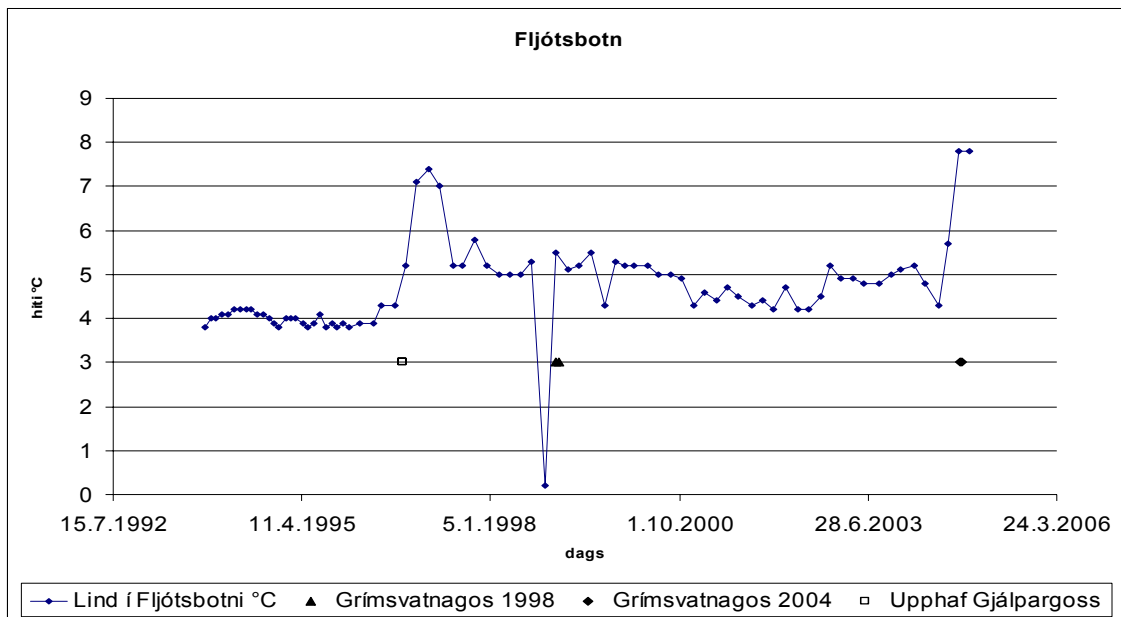
- DeMets, C., Gordon, R. G., Argus, D. F. and Stein, S. (1994) Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions, *Geophys. Res. Lett.*, 21, 2191-2194.
- Sella, G. F., Dixon, T., Mao, A. (2002), REVEL: A model for recent plate velocities from space geodesy, *J. Geophys. Res.*, 107, doi: 10.1029/2000JB00033.
- Geirsson, H., Arnadóttir, Th., Völksen, C., Jiang, W., Sturkell, E., Villemin, T., Einarsson, P., Sigmundsson, F. and Stefánsson, R., Current plate movements across the Mid-Atlantic ridge determined from 5 years of continuous GPS measurements in Iceland, submitted to *J. Geophys. Res.*
- La Femina, P. C., Dixon, T. H., Malservisi, R., Arnadóttir, Th., Sturkell, E., Sigmundsson, F., and Einarsson, P. (in preparation) Strain partitioning and accumulation in a propagating ridge system: Geodetic GPS measurements in South Iceland, submitted to *J. Geophys. Res.*
- Völksen, C. (2000) Die Nutzung von GPS für die Deformationsanalyse in regionalen netzen am beispiel Island, Ph. D. thesis, Wissenschaftliche Arbeiten der Fachrichtung Vermessungswesen der Universität Hannover, Nr. 237, Univ. Hannover, 2000.

## Fljótsbotn “Grunnvatns hitinn varar við Vatnajökulsgosum”

Freysteinn Sigurðsson Snorri P Snorrason  
Orkustofnun, Almennu verkfræðistofunni

Dálítið stöðuvatn er í hraunaflákanum í Meðallandi, um 3 km sunnan við Þjóðveginn. Það heitir Fljótsbotn. Lindir eru við norðvesturenda vatnsins. Landsvirkjun hefur látið fylgjast með þessum lindum undanfarin ár. Sú rannsókn er hluti grunnvatnsrannsókna í Eldhrauni og víðar og er gerð vegna hugmynda um Skaftárveitu. Þungur straumur grunnvatns rennur fram hin hraunum fylltu fornu Skaftárgljúfur. Í grunnvatnslíkani Landsvirkjunar er hann talinn um og yfir  $20\text{m}^3/\text{s}$ . Þessi grunnvatnsstraumur kemur fram undan hraununum í Meðallandi og Landbroti, ekki síst í grennd við Fljótsbotn, en þar eru efstu lindir úr honum. Hiti þess er um  $4\text{-}5^\circ\text{C}$ .

Fylgst hefur verið með hita linda í Fljótsbotni frá haustdögum 1993. Hiti var mældur mánaðarlega í fyrstu en frá áramótum 1995-96 á tveggja mánaða fresti. Hitamælingar fara fram með nákvæmum gler- hitamæli. Hitastig lindanna var nokkuð jafnt framan af, eða  $3,8\text{-}4,2^\circ\text{C}$  fram í apríl 1996, en tók þá að hækka, lítið í fyrstu en 9. okt 1996, rúmri viku eftir að gos hófst í Gjalp, hafði vatnshitinn hækkað upp fyrir  $7^\circ\text{C}$ . Hést svo fram í apríl 1997, en þá tók hitinn að lækka og í júní það ár hafði hann lækkað aftur í niður  $5,2^\circ\text{C}$ . Hiti í lindinni hefur verið nokkuð óstöðugur síðan en þó nær alltaf hærri en fyrir Gjalpargoss (sjá mynd). Ógreinilegan hitatopp má greina síðla árs 1998 á sama tíma og gos varð í austanverðum Grímsvötnum. Nú á haustmánuðum 2004 varð enn hitabreyting í lind í Fljótsbotni. Lengst af árin 2002 og 2003 hafði hiti sveiflast í kringum  $5^\circ\text{C}$  en í ágúst 2004 mældust þar  $5,7^\circ\text{C}$  og 19. október mældust  $7,8^\circ\text{C}$ , og aftur í desember.



Hiti hefur síðan farið hægt lækkanði. Gos hófst í Grímsvötnum vestanverðum 1. nóvember 2004 og stóð í viku. Ekki verður betur séð en að tengsl séu milli gosa í Vatnajökli hin síðari ár og hitatoppa í grunnvatnshita í Fljótsbotni.

Nokkrar borholur eru í Eldhrauni frá síðustu árum og eru síritandi hitamælur í nokkrum þeirra. Greinilegrar hitaaukningar varð vart á liðnu hausti í helming holanna en ekki í öðrum, einkum hefur hiti aukist í hrauninu meðfram Síðufjöllum, en síður í vesturhluta hraunsins á láglandi.

Fljótsbotn er á mjög köldu svæði á Íslandi, ef litið er til jarðhita, og byggðafjöllin á Síðunni eru mjög þétt og steypa af sér úrkomu. Virkar sprungur og vatnsgæfar eru fáar og vatn frá þeim hlyti að leita að miklu leyti í Skaftá. Langsótt er því að hugsa sér aðrunnið jarðhitavatn í því magni, að það hafi áhrif á grunnvatnshita í stórum hluta Eldhrauns, nema það komi einhversstaðar fram um hin fornu Skaftárgljúfur. Hér er hallast að þeirri skýringu, þó hitaaukningar verði þar ekki vart í efri lögum, enda margt annað, sem rennir stoðum undir hana.

Tengsl gosa í Vatnajökli og grunnvatns í Fljótsbotni benda til áhrifa jarðhita eða eldvirkni á grunnvatnsrennsli undan Vatnajökli, langt utan vatnasviða Skaftár og Hverfisfljóts á jökli eins og þau hafa verið skilgreind.

Grunnvatnslíkan Landsvirkjunar af vatnasviðum Skaftár og Hverfisfljóts hefur orðið að gera ráð fyrir miklu grunnvatnsrennsli af óþekktum uppruna undan Vatnajökli (~20m<sup>3</sup>/s) til að ná vatnsjöfnuði. Tengsl eldgosa í Vatnajökli og grunnvatnshita í Fljótsbotni varpa nú í fyrsta sinn ljósi á líklegt upprunasvæði þess. Mikið grunnvatn kemur víðar fram undan vestanverðum Vatnajökli, sem ástæða gæti verið til að gefa meiri gaum í þessu sambandi.

### **Valdar heimildir:**

Freysteinn Sigurðsson 1991: Groundwater from glacial areas. Jökull, 40: 119 – 146.

Freysteinn Sigurðsson 1995: Vatnið í lindunum. Í: Eyjar í eldhafi. Gott mál, Reykjavík. 53 – 66.

Freysteinn Sigurðsson 1997: Lindir í Landbroti og Meðallandi. Uppruni lindavatnsins. Orkustofnun OS-970021. Unnið fyrir Vegagferðina, Landgræðslu ríkisins og Skaftárhrepp. 126 bls.

Snorri P. Snorrason og Freysteinn Sigurðsson 2002: Skaftárveita. Grunnvatnsrannsóknir fram til 2001. Landsvirkjun LV-2002/056. 87 bls.

Sigurður Lárus Hólm 2005: Skaftá og Hverfisfljót, Rennislíkan. Verkfræðistofan Vatnaskil, í prentun. Unnið fyrir Landsvirkjun.

## Kynlega stór aldin í íslenskum setlögum frá síðertertíer

Friðgeir Grímsson<sup>1</sup>, Leifur A. Símonarson<sup>1</sup> og Walter L. Friedrich<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jarðvísindastofnun Háskólans, Öskju, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík, <sup>2</sup>Geologisk Institut, Aarhus Universitet, Universitetsparken, 8000 Aarhus C.

Hjá þremur mismunandi ættkvíslum trjáa, álmi (*Ulmus*), hlyn (*Acer*) og vænghnotu (*Pterocarya*), hafa fundist óvenju stór vængjuð aldin í íslenskum setlögum frá síðertertíer á Vestfjörðum og Vesturlandi. Elsta setlagasyrpan með þessi stóru aldin er Tröllatungu-Gautshamars syrpan, sem er talin um 10 milljón ára, en þau hafa einnig fundist í setlagasyrpu sem nær um Skarðsströnd og Mókollsdal og hlóðst upp fyrir 9-8 milljón árum. Loks hafa þau fundist í syrpu sem kennd er við Hreðavatn og Stafholt, en hún er talin mynduð fyrir 7-6 milljón árum. Þessi stóru vængjuðu aldin hafa því ekki fundist í elstu setlagasyrpunum hér á landi og eru t.d. óþekkt úr setlögum í Surtarbrandsgili hjá Brjánslæk og við Seljá í Vaðalsdal, en þau eru talin um 12 milljón ára gömul. Aldinin eiga það sameiginlegt að vera vængjuð og miklu stærri en aldin nánast allra núlifandi og útdauðra tegunda. Á þetta við um bæði fræ og væng. Þannig má benda á að vængjað álmaldin frá Mókollsdal er um það bil 40 mm langt, en stærstu aldin núlifandi álmtegunda eru 15-25 mm löng.

Það virðist ljóst að hér á landi hafa þróast sérstakar tegundir trjáplantna á tertíertímabili og hjá álmi, hlyn og vænghnotu hafa myndast hér á landi sérstakar tegundir á síðertertíer, tegundir sem ekki lifðu annars staðar. Aðeins einni þeirra, vænghlyn (*Acer askelssonii*), hefur verið lýst áður. Einangrun landsins frá því um miðbik tertíers hefur vafalítið átt mikinn þátt í því að hér þróuðust sérstakar tegundir við aðrar umhverfisaðstæður en í nágrannalöndunum.

Þar sem aldin og fræ urðu svo stór sem raun ber vitni hjá lítt skyldum ættkvíslum lauftrjáa eins og álmi, hlyn og vænghnotu má gera ráð fyrir því að samkeppni hafi verið mikil og baráttan um að koma næsta ættlið á legg hafi verið frekar erfið. Sjá má fyrir sér þykka laufskógarfláka á afmörkuðum svæðum þar sem skuggi eða lítil birta var ríkjandi neðan trjákróna og ungar plöntur áttu erfitt með að hefja vöxt og ljóstillífun. Við slíkar aðstæður hafa plöntur með lítil fræ og forðanæringu handa kímplöntunni orðið undir í baráttunni og fræin og fræhúsin tóku því að stækka. Ólíklegt er að vængaldinin hafi stækkað og þá einnig vængurinn til þess eins að bera fræin lengri vegalengd milli svæða yfir hrjóstrug hraunsvæði jafnvel nýrunnin hraun. Ef sú væri raunin væri eðlilegast fyrir plönturnar að þróa með sér stærri væng en ekki eyða orkunni í að stækka fræin og þá jafnframt auka þyngd þeirra. Sú staðreynd að fræin og fræhúsin eru einnig áberandi stór bendir eindregið til þess að um sé að ræða þróun sem var knúin áfram af umhverfisaðstæðum og því viðbrögð plantnanna við áreiti og samkeppni um að koma upp næsta ættlið.



## Staða djúpbörunarverkefnisins

Guðmundur Ómar Friðleifsson,  
ÍSOR, Grensásvegi 9 108 Reykjavík  
gof@isor.is

### Yfirlit

Að mati fræðimanna er möguleiki á því að vinna megi 3-5 sinnum meiri jarðhitaorku úr háhitasvæðum landsins en hingað til hefur verið talið kleift. Væntingarnar eru um að nýta megi háhita til raforkuframleiðslu í svokölluðu yfirmarksástandi, þ.e.a.s með 400-600°C heitri og háþrýstri þurrufu. Bora þarf 4-5 km djúpar holur til að finna slíkan ofurhita. Fræðilega gætu slíkar borholur gefið allt að 10-falt afl núverandi borhola.

*Djúpbörunarverkefnið (IDDP, Iceland Deep Drilling Project)* lýtur að slíkri tilraunaborun eftir auknum háhita en því var hrint úr vör árið 2000 af Hitaveitu Suðurnesja (HS), Landsvirkjun (LV), Orkuveitu Reykjavíkur (OR) og Orkustofnun (OS). Undirbúningur að verkefninu var í fyrstu fjármagnaður af orkufyrirtækjunum þremur þar til að Orkustofnun bættist í hópinn fyrir ári.

Forathugun á djúpbörunarverkefninu hófst árið 2001 og lauk með ítarlegri skýrslu vorið 2003 ([www.iddp.is](http://www.iddp.is)). Í framhaldi af því ákváðu orkuveiturnar og Orkustofnun að halda verkefninu áfram og láta kanna hvort finna mætti erlent fjármagn til verkefnisins, einkum hins vísindalega þáttar þess. Þessum undirbúningsáfangi er ætlað að ljúka á þessu ári.

Haustið 2004 bauð HS fram borholu á Reykjanesi, sem síðan mætti að dýpka. Verðmæti þessa framlags HS er um 300 m.kr. Borun þeirrar holu og tilraunakjarnataka á botni hennar er nefndur 1. áfangi verksins. Hugmyndir eru um að LV, OR og OS sameinist um að kosta dýpkun þessarar holu í 4 km síðla árs 2006, en kostnaður við það er áætlaður um 300 m.kr. og telst það 2. áfangi verksins. Í 3. áfangi er áætlað að dýpka holuna úr 4 km í 5 km. Gert er ráð fyrir að bæði ICDP (International Continental Scientific Drilling Program) og ameríski vísindasjóðurinn, NSF, komi þar að, og voru jákvæðar fréttir að berast frá báðum þessum rannsóknarsjóðum er ágrip þetta er ritað.

Skipta má kostnaði við verkefnið í tvo meginþætti sem nefndir eru “hefðbundin borun” og “kjarnaborun” í eftirfarandi töflu. Seinni þátturinn, “kjarnaborunin” er hinn vísindalegi þáttur og eru væntingar um að hann fái að mestu fjármagnaður úr erlendum rannsóknarsjóðum. En fyrri þátturinn, hin “hefðbundna” borun verður að fjármagna með innlendu fé.

### Áætlaður kostnaður og fjármögnun

	1. áfangi	2. áfangi	3. áfangi
Dýptarbil (km)	0-3	3-4	4-5
Hefðbundin borun	300 m.kr.	300 m.kr.	
Kjarnaborun	10 m.kr.	60 m.kr.	300-450 m.kr.
Samtals	310 m.kr.	360 m.kr.	300-450 m.kr.
Fjármagnað af:	HS, ICDP	OS, OR, LV, ICDP, NSF	ICDP, NSF, o.fl.

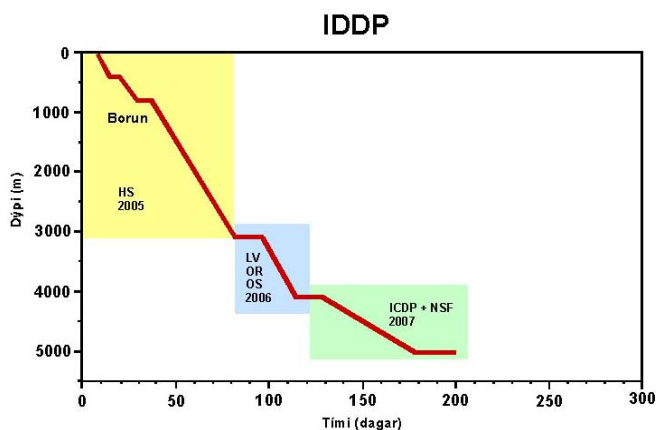
### Fjölþjóðleg þátttaka og rannsóknakostnaður

Djúpbörunarverkefnið var fyrst kynnt á alþjóðlegri jarðhitaráðstefnu í Japan árið 2000 og alþjóða samfélaginu boðið að taka þátt í því. Haldnir hafa verið 3 fjölþjóðlegir fundir, að hluta til kostaðir erlendum rannsóknarsjóði, ICDP. Kynningu þess hefur verið

haldið áfram innanlands sem utan æ síðan. Viðbrögð hafa verið mjög góð og nú liggja fyrir tillögur um 50-60 rannsóknarverkefni sem 100-150 vísindamenn um allan heim standa að. Þar af er um þriðjungur verkefnanna íslenskur. Þess er vænst að meginhluti erlendu rannsókna verði kostaður með erlendu fjármagni. Nú liggja fyrir umsóknir frá IDDP hjá tveimur erlendum rannsóknarsjóðum, ICDP og NSF um þátttöku í kostnaði við borun kjarna, samtals að upphæð 4.2 M USD, sem að 3/4 hluta yrði nýtt í neðsta hluta borholu 2007-2008, en 1/4 við kjarnatöku 2006. Jákvæðar niðurstöður umsókna liggja nú fyrir og verða staðfestar með vorinu. Auk þess eru erlendir vísindamenn farnir að senda inn umsóknir til erlendra rannsóknasjóða til að kosta eigin þátttöku í rannsóknunum sjálfum. Nokkurt áhyggjuefni er hvernig muni ganga að fjármagna íslenskar grunnrannsóknir í jarðvísindum og verkfræði tengdar IDDP verkefninu. Síðastliðið haust gerðum við heiðarlega tilraun til að fá skilgreinda 5 ára markáætlun í tengslum við verkefnið, og stóðu að þeirri tilraun Ólafur Flóvenz, Stefán Arnórsson og höfundur þessa ágríps. Við vorum sagðir mjög nærri því að fá okkar tillögu samþykkt, en þó jafn færri markinu og allar aðrar tillögur (nema tvær) þegar upp var staðið. Verkefnið fékk þó góða kynningu. Íslenskir jarðvísindamenn sem verkefninu tengjast þurfa hins vegar að fara að huga nánar að fjármögnun eigin rannsókna því borverkið er þegar hafið.

Ljóst er nú þegar að mjög erfitt verður að afla fjár erlendis til sjálfrar borunarinnar nema til kjarnaborunar, og er nú talið að fjármunir til hefðbundinnar borunar þurfi að koma frá íslenskum aðilum. Kjarnaborun er nú áformuð á völdum stöðum milli 3-4 km, en samfelld þar fyrir neðan. Yfirlit um fyrirhugaða kostnaðarþátttöku HS, LV, OR, OS og erlendra sjóða (ICDP og NSF) vegna borframkvæmda er sýnt á myndinni hér að neðan. Þar er gefið til kynna að HS sjái að mestu um áfanga 1, þ.e. borun niður í 3 km dýpi. LV, OR og OS er í sameiningu ætlað að standa straum af áfanga 2, þ.e. fódrun og steyping holunnar niður í 3 km dýpi og síðan borun í 4 km dýpi, en jafnframt hefur verið sótt um 1 M USD til NSF og ICDP til kjarnatöku í þessum áfanga. Rannsóknasjóðum hefur verið ætlað að standa straum af kostnaði við samfellda kjarnaborun áfanga 3, niður í 5 km dýpi. Þegar hefur verið sótt um 3/5 af þeirri upphæð til erlendra rannsóknarsjóða.

Á meðfylgjandi mynd er áætlaður borhraði áfanga 1, 2 og 3 sýndur með heildreginni rauðri línu. Í þriðja áfanga er hins vegar enn gert ráð fyrir að kjarnataka verði samfelld í botni holunar. Endurskoða þarf 3. áfanga ef ekki tekst að afla nægjanlegs fjármagns til samfelldrar kjarnaborunar með bandarískum borbúnaði, sem yrði komið fyrir í bormastri Jötuns, bors Jarðborana hf. Hvorki Jötunn, né Geysir, nýi bor Jarðborana hf., ráða við að bora venjulega holu niður í 5 km dýpi, og þyrfti því að flytja inn stærri bor. Enn kappkostum við því að reyna að samnýta Jötunn og léttan rannsóknarborbúnað í lokaáfanga IDDP borverksins niður í 5 km dýpi.



## Epídót í Vonarskarði

Guðmundur Ómar Friðleifsson og Haukur Jóhannesson  
ÍSOR, Grensásvegur 9, 108 Reykjavík, Iceland

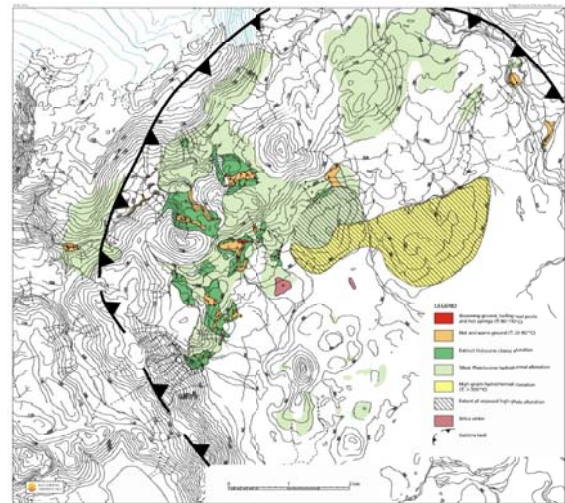
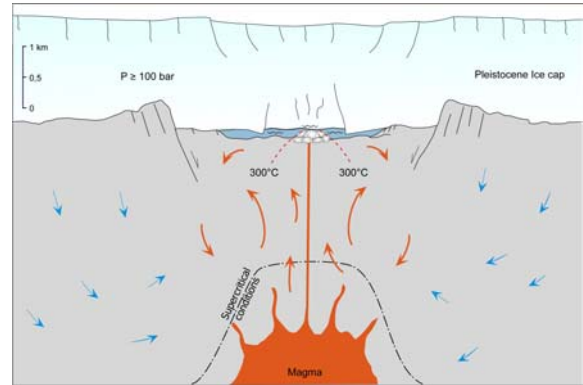
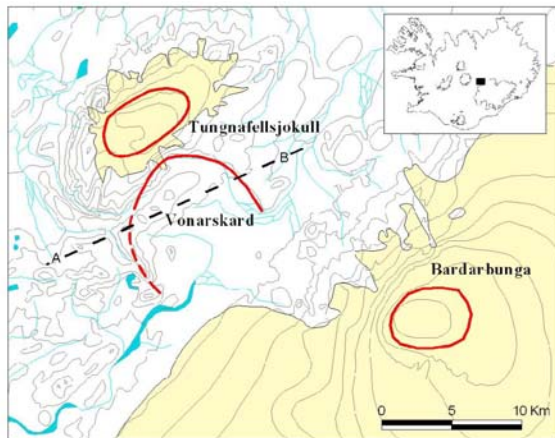
[gof@isor.is](mailto:gof@isor.is) og [hjo@isor.is](mailto:hjo@isor.is)

### Ágrip

Jarðhitasvæðið í Köldukvíslarbotnum var skoðað nokkuð ítarlega í vinnu fyrir Landsvirkjun 1995, í tengslum við fyrirhugaða byggingu Hágöngulóns (Guðmundur Ó. Friðleifsson o.fl. 1996). Þá gafst tækifæri á dagparti til að skoða háhitasvæðið í Vonarskarði. Nokkrum árum síðar, 2001, lét Landsvirkjun gera nákvæmara jarðfræðikort af umhverfi Hágöngulóns, og samþykkti þá m.a. að höfundar þessa ágríps verðu nokkrum dögum í jarðhita og jarðfræðikortlagningu í Vonarskarðseldstöðinni. Tilgangurinn var m.a. að kanna hvort háhitasvæðið í Köldukvíslarbotnum væri með einhverjum hætti tengt háhitasvæðinu í Vonarskarði, t.d. svipað og Námafjallssvæðið er tengt Kröflueldstöðinni. Niðurstaðan er sú að háhitasvæðin í Köldukvíslarbotnum og Vonarskarði eru ótengd, og tilheyra sitt hvorri megineldstöðinni, Hágöngum og Vonarskarði. Gögn um þessar niðurstöður hafa ekki verið birt fyrir en í þessum mánuði að grein mun birtast á World Geothermal Congress 2005 í Tyrklandi (Guðmundur Ómar Friðleifsson og Haukur Jóhannesson, 2005).

Tilgangur þessa ágríps er að vekja athygli á umræddri grein og þá fyrst og fremt innhaldi hennar, því þar er lýst stórmerkilegu fyrirbæri í Vonarskarði. Þar í miðri öskju á blásnum bólstrabergsmel finnst ei “melgrasskúfurinn harði”, svo vitnað sé í kvæði Jóns Helgasonar, “runninn upp þar sem Kaldakvísl, kemur úr Vonarskarði” heldur grjótharðir stönglar úr epídóti og aktinólíti, myndaðir við 300-350°C hita. Vart þætti þó stórtíðindum sæta að finna epídót í megineldstöð ef ekki væri fyrir þá sök að epídótið í Vonarskarði er nánast myndað á yfirborði, í vatni undir jökli á síðasta jökulskeiði. Grunnar skálar eftir nýlega hveravirkni sjást þar víða um melinn, sem ber því vitni að rof hafi verið óverulegt eftir myndun þeirra, og rof á umræddri móbergsmýndun í mesta lagi í einhverjum metrum talið.

Í kjölfar eldgoss undir jökli, sem myndaði ávala bólstra- og móbergsbreiðu, 2,5 km<sup>2</sup> að stærð, varð til öflugt og útbreitt jarðhitakerfi, þó trúlega hafi það verið fremur skammlíft. Epídót og aktinólít, sem finnast vítt og breitt í umræddri móbergsbreiðu, myndast í háhitakerfum þar sem hiti er hærri en u.þ.b. 300°C. Til að ná svo háum hita þarf vatnsþrýstingur að hafa vera talsvert hár, því jarðhitavatn er bundið í viðjar suðuferils vatns þar sem hámarkshiti á hverju dýpi ræðst af þrýstingi. Vatn sýður við ~100°C á yfirborði við sjávarmál, við ~300°C hita á 1 km dýpi, og við ~350°C hita á 2,5 km dýpi. Lágmarksþykkt jökuls á myndunartíma háhitaummyndunarinnar í Vonarskarði verður því að hafa verið um og yfir 1 km. Miðað við útbreiðslu og lögun bólstrabergsbungunnar, er líklegra að gosið hafi í öskjuvatni undir ís, fremur en að gosið hafi brætt geil í jökulísinn. Vonarskarðsaskjan er í um 900 m hæð yfir sjó. Í næsta nágrenni gnæfir Tungnafellsjökull yfir öskjunni í yfir 1800 m hæð, og Bárðarbunga austan við í yfir 2000 m hæð. Því er ekki óeðlilegt að ætla að jökulþykktin gæti hafa numið 1-2 km um einhvern tíma á síðustu ísöld. Hins vegar er öllu merkilegra að engin skuli hafa rekið augun í háhitafyrirbærið áður, þó Vonarskarð sé afskekkt, og velta má fyrir sér hvort háhitaummyndun af svipuðum toga finnist víðar á yfirborði í virkum íslenskum öskjum en menn hafa almennt talið til þessa. Grímsvatnaaskjan er nærtækust, en síðan Askja sjálf og þá Krafla.



Myndirnar að ofan sýna einfalt kort af Vonarskarðsvæðinu ásamt sniðlínu, ljósmynd af epídótöldunni. Sniðmyndin er einföld skýringamynd sem gefur jökulþykkt og hitaástand til kynna, og jarðhitakortið sýnir útbreiðslu epídótumyndunarinnar (skástríkað svæði).

**Þakkir:** Sigmundi Freysteinssyni og Landsvirkjun er þakkað fyrir gefa höfundum tækifæri til að skoða Vonarskarðseldstöðina og háhitasvæðið þar og heimild til að birta gögn þar um.

**Heimildir:**

Guðmundur Ómar Friðleifsson, Magnús Ólafsson og Jón Örn Bjarnason. Jarðhitasvæðið í Köldukvislarbotnum. Orkustofnun, OS-96014/JHD-04, 38 bls.

Guðmundur Ómar Friðleifsson and Haukur Jóhannesson, 2005. Exceptionally High-Grade Surface Alteration in the Vonarskard Active Central Volcano, Mid Iceland. Proceedings, World Geothermal Congress 2005, Antalya, Turkey, April 24-29 (in press).

## Er Saksunarvatnsgjósulagið myndað í þremur aðskildum Grímsvatnagosum?

Guðrún Eva Jóhannsdóttir, Þorvaldur Þórðarson, Áslaug Geirsdóttir.  
Jarð- og landfræðiskor & Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, 101 Reykjavík

Saksunarvatnsgjóskan myndar afar útbreitt lag á öllu Norður-Atlantshafssvæðinu og er einstakur jafntímaflötur í rannsóknum sem beinast að jökulhörfun. Samkvæmt aldursgreiningum er lagið um 10200 ára gamalt ( $\sim 9000$   $^{14}\text{C}$  yr), það fellur því í lok síðasta jökulskeiðs og tengir saman lokastig jökulhörfunar í mismunandi setumhverfum og á milli landsvæða. Gjósulaginu var fyrst lýst í stöðuvatnaseti í Færeyjum en hefur síðar fundist á Íslandi, í Noregi og Þýskalandi auk þess sem það myndar sýnilegt lag í ískjörnum frá Grænlandi. Einnig finnst lagið í sjávarseti frá landgrunni Íslands og í djúpsjávarkjörnum frá hafsvæðunum milli Grænlands og Noregs.

Samkvæmt útbreiðslukorti er lágmarks flatarmál Saksunarvatnsgjósulagsins um 1500000 km<sup>2</sup> og utan Íslands er þykkt þess á bilinu 0,1-3,0 cm. Ef við göngum út frá því að meðalþykkt gjósulagsins sé um 1 cm þá er rúmmál þess að minnsta kosti 15 km<sup>3</sup>. Gjóska á uppruna í Grímsvötnum, efnasamsetning sýna af landi og úr sjávarseti er þóleítísk (SiO<sub>2</sub>, 49,5 wt.%; TiO<sub>2</sub>, 3,1 wt.%; MgO, 5,6 wt.%; K<sub>2</sub>O, 0,45 wt.%) og fellur vel að efnasamsetningu kviku sem komið hefur upp í Grímsvatnagosum á nútíma.

Við erum að rannsaka átta stöðuvatnasetskjarna frá Norður og Vesturlandi auk Vestfjarða. Í öllum kjörnunum finnum við gjósku sem hefur svipaða efnasamsetningu og Saksunarvatnsgjóskan og er á sama aldri en sums staðar er greinilega um að ræða fleiri en eitt lag. Í Torfadalsvatni og Hvítárvatni finnum við gjóskuna sem þykkar syrpur byggðar upp af þremur gjóskulögum og í Hestvatni og Efstadalsvatni finnum við tvö lög. Auk þess benda fyrri rannsóknir til þess að tvö gjóskulög með sömu efnasamsetningu og Saksunarvatnsgjóskan sé að finna í Sogamýrinni í Reykjavík (SIGURGEIRSSON og LEOSON, 1993) Öll lögin eru aðskilin af nokkurra sentimetra þykkum setlögum. Í Torfadalsvatni er neðsta gjóskulagið einungis 0,3 cm þykkt, miðlagið 12,8 cm og það efsta 9,2 cm. Í Hvítárvatni myndar neðsta gjóskulagið botn kjarnans og er að minnsta kosti 23 cm þykkt, miðlagið er 69,4 cm og það efsta 11,9 cm. Í Hestvatni er neðra lagið 8,6 cm og það efra er 7,3 cm. Öll gjóskulögin eru þóleítísk og efnasamsetning þeirra bendir til uppruna í Grímsvötnum, Samsetning laganna er svo lík að ekki er unnt að greina á milli þeirra einungis með efnagreiningu aðalefna. Kornagerð gjóskunnar bendir til phreatómagmatisks uppruna, fin til meðalgróf aska gerð úr fremur kubbslaga kornum sem eru lítið til nokkuð blöðrótt. Lítil munur er á kornagerð á milli laganna en þó bendir kornalögunin til þess að í miðlaginu og enn frekar í efsta laginu hafi minna vatn komist að kvikunni en þegar að neðsta lagið myndaðist. Þegar reiknað er með jöfnum setupphleðsluhraða í Hvítárvatni benda aldursgreiningar á setinu ofan við lögin, til þess að á milli neðsta lagsins og miðlagsins séu um 80-100 ár en einungis um 30 ár milli miðlagsins og efsta lagsins.

Fyrstu niðurstöður benda til þess að hér sé um að ræða þrjú aðskilin gjóskulög frá Grímsvötnum. Útbreiðsluás neðsta lagsins hefur sennilega verið vestlægur þar sem það finnst þykkt bæði í Hestvatni og Hvítárvatni en einungis afar þunnt í Torfadalsvatni. Miðlagið finnst í öllum kjörnunum og hefur útbreiðsluás þess sennilega lagið yfir Hvítárvatn því þar er það gríðarlega þykkt eða tæpir 70 cm. Efsta lagið hefur sennilega haft norð eða norðvestlæga útbreiðslu því það er þykkt bæði í Hvítárvatni og Haukadalsvatni en finnst ekki í Hestvatni. Á þessu stigi rannsóknarinnar er ekki er unnt að segja hvort öll þrjú lögin eða einungis eitt þeirra samsvari Saksunarvatnsgjósulaginu.

Sigurgeirsson M. Á. and Leosson M. A. (1993) Gjóskulög í Sogamýri: Tvö gjóskulög frá upphafi nútíma. *Náttúrufræðingurinn* **62**(3-4), 129-137.

## Jarðskjálftavirkni á Íslandi árið 2004

Halldór Geirsson, Sigurlaug Hjaltadóttir og Þórunn Skaftadóttir,  
Veðurstofu Íslands

Á árinu 2004 voru staðsettir ríflega 12000 jarðskjálftar með SIL kerfi Veðurstofu Íslands. Þó svo að virknin teljist varla í meðallagi, hvort sem litið er til fjölda skjálfta eða heildarorkuútlausnar, þá áttu sér stað áhugaverðar og óvenjulegar hrinur og atburðir.

Síðla árs bættust 3 nýjar stöðvar við SIL kerfið í nágrenni við Kárahnjúka og voru alls 44 stöðvar í kerfinu í árslok. Nýju stöðvarnar auka næmni kerfisins í norðanverðum Vatnajökli og á Austurhálandinu, s.s. í Öskju, Kverkfjöllum og Bárðabungu.

Stærsti skjálfti ársins,  $m_b=4,5$  að stærð, varð þann 25. september kl. 20:27 úti á Reykjaneshrygg um 80 km frá landi og markaði upphaf snarprar hrinu. Skjálftinn var það fjarri landi að hann fannst ekki. Alls fundust 11 atburðir á árinu og voru þeir stærstu  $M_{Iw}=4,2$  að stærð um 3 km NNV af Hveragerði þann 7. janúar og  $M_{Iw}=4,0$  við Austmannsbungu í Mýrdalsjökli.

Nokkrar hrinur urðu á Reykjaneshrygg á árinu, sú stærsta varð um 600 km frá landi, en einnig urðu hrinur við Eldeyjarboða og Geirfugladrang. Í júlí mældust um 1500 skjálftar við Fagradalsfjall í hrinu sem byrjaði vestan til í fjallinu og færðist austur eftir því á nokkrum dögum. Alls stóð hrinan yfir í um 2 vikur, með hléum, en stærsti skjálftinn var 3,4 að stærð. Virkni hélt áfram á sprungunum síðan í Suðurlandsskjálftunum 2000 og nokkuð var um smáskjálfta í Ölfusi og á Hengilssvæðinu. Í mars hófst hrina um 20 km norður af Hveravöllum, við Guðlaugstungur, og önnur hrina varð litlu vestar í september. Alls mældust þar yfir 130 skjálftar, þeir tveir stærstu voru 3,9 að stærð. Sjaldgæft er að skjálftar mælist á þessum slóðum.

Skjálftavirkni í vestanverðum Mýrdalsjökli hélt áfram líkt og síðan 2001, en nokkuð dró úr virkninni í lok ársins. Um mánaðarmótin júní - júlí varð hrina í Mýrdalsjökulsöskjunni norðanverðri. Þar voru staðsettir um 40 skjálftar og fannst stærsti skjálftinn,  $M_{Iw}=4,1$ , í Þórsmörk. Skjálftavirkni jókst í Grímsvötnum eftir mitt ár 2003. Virknin jókst enn upp úr miðjum október 2004 og náði hámarki með eldgosi í Grímsvötnum sem hófst að kvöldi 1. nóvember og stóð til 6. nóvember. Samfara hlaupi úr Grímsvötnum, sem hófst fjórum dögum á undan gosinu, mældust allmargir ísskjálftar í Skeiðarárjökli, líkt og nokkrum sinnum á árinu í tengslum við smáhlaup eða úrhellisrigningar. Nokkrar litlar hrinur urðu á austurhálandinu, við Herðubreið, Herðubreiðartögl og við Öskju í Dyngjufjöllum. Í Öskju mældist stærsti skjálftinn á svæðinu, 3,7 að stærð. Úti fyrir Norðurlandi urðu víða litlar hrinur á árinu. Sú stærsta varð úti fyrir mynni Eyjafjarðar síðla í júní og mældust í henni yfir 600 skjálftar. Hrinur á þessu svæði eru algengar. Einnig urðu litlar hrinur í ágúst um 25 km norður af Siglufirði og 15 km austur af Grímsey. Athygli vakti smáskjálftavirkni í Kaldbaki, skammt norður af Grenivík, en þar voru staðsettir 64 skjálftar í nóvember og desember.

## **Present crustal movements in Iceland, determined from 6 years of continuous GPS measurements**

Halldór Geirsson(1), Þóra Árnadóttir(2), Christof Völksen(3), Weiping Jiang(2), Erik Sturkell(2), Thierry Villemin(4), Páll Einarsson(5), Freysteinn Sigmundsson(2) and Ragnar Stefánsson(1)

(1) Icelandic Meteorological Office, Reykjavík, Iceland

(2) Nordic Volcanological Centre, Institute of Earth Sciences, University of Iceland

(3) Bavarian Academy of Sciences and Humanities, Munich, Germany

(4) LGCA, Université de Savoie, Le Bourget du Lac Cedex, France.

(5) Institute of Earth Sciences, University of Iceland

We analyze data spanning up to six years from 19 continuous GPS stations in Iceland, computing daily positions of the stations with three different high-level geodetic processing software packages. We observe large-scale crustal deformation due to plate spreading across Iceland. The observed plate divergence between the North-American and the Eurasian plates is in general agreement with existing models of plate motion. Spreading is taken up within a narrow plate boundary that runs through the island. Of the 2 parallel branches of the plate boundary in south Iceland, the Eastern volcanic zone is currently taking up a majority of the spreading and little is left for the Western volcanic zone. The plate boundary deformation has been locally and temporarily affected in south Iceland by two magnitude 6.5 earthquakes in June 2000, inflation at Katla volcano during 2000 to 2005, and an eruption of Hekla volcano in February 2000. All stations with significant vertical velocities are moving upwards relative to the reference station REYK, with the highest velocity exceeding 2 cm/yr in the center of the island.



## Heimasíða Surtseyjarfélagsins – [www.surtsey.is](http://www.surtsey.is)

Hallgrímur Daði Indriðason,  
Surtseyjarfélaginu ([surtsey@ni.is](mailto:surtsey@ni.is))

Surtseyjargosið sem hófst í nóvember 1963 vakti strax gríðarlega athygli héraðs sem og erlendis. Eldgos á sjávarbotni og myndun eyjarinnar var einstakur atburður sem jarðvísindamenn fylgdust með og varpaði ljósi á myndun Vestmannaeyja og móbergshálsanna á Íslandi. Gosið stóð með hléum til ársins 1967 og þá var Surtsey 2,7 ferkilómetrar að flatarmáli og 170 m há.

Surtsey er útvörður Íslands í suðri og er berskjölduð fyrir úthafsöldunni sem sífellt brýtur á henni. Sjávarrofið hefur molað Surtsey hratt niður. En það var ekki aðeins jarðfræðin sem heillaði vísindamenn í Surtsey. Þar gafst einnig einstakt tækifæri til að fylgjast með landnámi lífvera og framvindu lífríkis á nýju, ósnortnu landi.

Í tilefni af 40 ára afmælis Surtseyjar í nóvember 2003 setti Surtseyjarfélagið á laggirnar heimasíðu undir slóðinni [www.surtsey.is](http://www.surtsey.is)

Vefsíðunni er ætlað að veita almenningi og áhugafólki um Surtsey innsýn í afrakstur þess vísindastarfs sem fram hefur farið í eyjunni og á hafsbotninum umhverfis hana. Þar leggja ýmsir vísindamenn, sem sinnt hafa rannsóknum hver á sínu sviði, fram fróðleik um jarðfræði eyjarinnar og líf- og vistfræði á sjó og landi. Meðal annars er atburðarás Surtseyjarelda rakin og markverðustu atburðir gossins tíundaðir. Framvegis verður efni síðunnar uppfært og yfirfarið reglulega. Lögð er áhersla á að á síðunni verði hægt að leita uppi grunnupplýsingar um sögu eyjarinnar, náttúrufar og þróun hennar.

Greint er frá tilurð Surtseyjarfélagsins og starfi þess gerð skil í máli og myndum. Þar er að finna yfirlit yfir útgáfu Surtseyjarfélagsins frá upphafi og efnisyfirlit rita félagsins aðgengileg á síðunni. Upplýsingar er að finna um friðunar eyjarinnar og reglur varðandi umferð um friðlandið. Á síðunni er meðal annars aðgengilegt jarðfræðikort og loftmynd af Surtsey, og kort af nágrenni eyjarinnar. Mikið hefur verið ritað um Surtsey í gegnum tíðina og á síðunni er getið nokkurra helstu rita um Surtsey í ýmsum greinum náttúrufraeðinnar.

Mögulegt er að skoða yfir hundrað ljósmyndir teknar í Surtsey af fjölmörgum ljósmyndurum en myndirnar eru flokkaðar eftir umfjöllunarefnum. Allt efni síðunnar er aðgengilegt á íslensku og ensku og hefur síðan vakið þó nokkra og verðskuldaða athygli héraðs sem og erlendis.

Eins að ofan er getið hafa fjölmargir komið að gerð vefsíðunnar en umsjónarmaður hennar er Hallgrímur D. Indriðason, jarðfræðingur.



**SURTSEY**  
-heimasiða Surtseyjarfélagsins

Upphafssíða  
Almennt  
Jarðfræði  
Líf í sjó og fjöru  
Líf á landi  
Myndir og kort  
Rit og heimildir  
Áhugaverðir tenglar

In english

**Velkomin á heimasíðu Surtseyjarfélagsins.**

Surtseyjarfélagið hefur verið starfandi síðan 1965, tveimur árum eftir upphaf goss í Surtsey. Frekari umfjöllun um félagið er að finna hér.



Síðunni er ætlað að vera almenningi og áhugafólki um brunur fróðleiks um eyjuna og þróun hennar. Hér er að finna helstu upplýsingar um uppruna Surtseyjar og þróun hennar bæði hvað jarðfræði snertir og líffræði.

Vísindamenn og fræðimenn, hver á sínu sviði, hafa lagt til þann texta sem hér er að finna og verður hann uppfærður og yfirfærinn reglulega. Sjálfsgætt er að vinnu í textann og ber þá að geta heimilda.

Surtseyjarfélagið - The Surtsey Research Society - P.O. Box 352 - 121 Reykjavík - Ísland - [surtsey@ni.is](mailto:surtsey@ni.is)



## Háhitakerfið á Reykjanesi. Jarðfræði- og jarðhitalíkan

Hjalti Franzson  
Íslenzkar Orkurannsóknir

Hitaveita Suðurnesja er að reisa 100 MWe gufuafsvirkjun við háhitakerfið á Reykjanesi. Í þeim tilgangi hafa að undanförmu farið fram boranir eftir gufu til virkjunar. Rannsóknir á jarðfræði jarðhitakerfisins hafa farið fram samhliða og í kjölfar borananna, og greinir þetta ágríp nokkrar af þeim jarðfræðilegu niðurstöðum úr þeim rannsóknum sem ÍSOR hefur annast fyrir Hitaveitu Suðurnesja.

Þær niðurstöður sem settar eru hér fram eru byggðar á gögnum sem unnin hafa verið allt frá því að boranir hófust fyrir rúmum 30 árum síðan. Megináhersla verkefnisins var að skilgreina lögun jarðhitakerfisins á grundvelli þeirra 16 hola sem þegar hafa verið boraðar og ná fram heildarmynd af jarðfræði þess.

Líklegt er að tvær aðskildar sprungureinar séu á Reykjanestá, og að háhitakerfið sé tengt þeirri eystri en ná ekki yfir í þá sem vestar liggur, þ.e. Stampareinina.

Jarðlagastaflinn er talinn gerður að mestu leyti af bólstrabergsmyndunum neðan um 1200 m dýpis í holunum. Þar ofan við verður breyting í túffrikari myndanir og vísbendingar um sjávarsetlög með skeljaleifum inn á milli móbergmyndana. Hraunlög runnin ofan sjávarborðs sjást fyrst með vissu á um 100 m dýpi. Jarðlagastaflinn hefur yfirbragð upphleðslu bólstrabergs sem hefst á tiltölulega miklu dýpi, en er gosvirknin færast nær sjávarborði breytist hegðun gosa í túffrikari myndanir (Surtseyjargerð), og fer þá að bera á setlagamyndun sem tengist sjávarrofi nærliggjandi strandlínu og grynninga. Land kemst líklegast yfir sjávarborð á Reykjanestánni við upphaf nútíma.

Innskot eru eingöngu af basaltkyni, og eru ráðandi gangar, þeir eru yfirleitt finkorna í efstu 1500 m dýpi en virðast verða grófkristallaðri neðan um 2000 m dýpis. Hlutfall innskota í jarðlagastaflanum virðist heldur hærri um miðbik jarðhitasvæðisins og er það talið merki um að þar sé miðja gangasvarms þess sem gosrein háhitakerfisins tilheyrir. Er sú forsenda gefin að stefna ganganna sé NA-SV.

Gögn um vatnsæðar, sem tekin hafa verið saman úr holum RN-9 til RN-13, sýna að æðar tengjast jöðrum innskota og að hluta jarðlagaskilum milli goseininga.

Dýptarkort af hitaháðum ummyndunarsteindum sýnir skarpar útlínur jarðhitakerfisins til norðurs og vesturs. Kerfið er aflangt í NA-SV stefnu og nær frá holu RN-8 í norðri og til holu RN-6 sem staðsett er við Reykjanesvitann. Við norðvesturmörk svæðisins þar sem flestar holur hafa verið boraðar, kemur fram áberandi N-S jarðhitastrúktúr. Megin jarðhitasvæðið á yfirborði fellur saman við líklegan krossskurð NA-SV og áður nefnds N-S strúktúrs, og er þar að finna eina af meginuppstreymisrásum jarðhitakerfisins. Grynnt er á háhitaummyndun í holu RN-6 og er mögulegt að þar í grennd sé önnur uppstreymisrás jarðhitakerfisins. Þriðju uppstreymisrás vær mögulega að finna í grennd við gosstöðvar Skálafells, því jarðhitagufur ná til yfirborðs allt upp undir gígasvæði þess. Austurmörk jarðhitakerfisins eru enn sem komið er fremur óljós.

Athugun á tímavenzlum útfellinga bendir til að háhitakerfi Reykjanes sé tiltölulega ungt og eru engin umtalsverð merki um að kælingu í kerfinu. Vökvabólurannsóknir sýna gott jafnvægi ummyndunar og berghita og einnig afar breytilega seltu, frá jafngildi ferskvatnskerfis yfir í seltu svipað og finna má í sjó.

Jaðrar háhitakerfisins taka mið af þrýstingi grunnvatnskerfisins í kring. Þannig myndar grunnt afrennsli frá jarðhitakerfinu útfellingaríka kápu sem virkar sem þakberg jarðhitakerfisins. Neðar mynda þétt setlög jaðar milli grunnvatns- og jarðhitakerfis, og á því svæði er grunnvatnskerfið auðsjáanlega með hærri þrýsting en jarðhitakerfið. Víða má greina anhýdrít útfellingar í sprungum sem vísbendingu um innstreymi inn í jarðhitakerfið, oft við innskotajaðra, en talið er að slíkar útfellingar séu í minna mæli í jarðhitakerfinu sjálfu. Hærri þrýstingur grunnvatnskerfis gerir að verkum að jarðhitakerfið nær ekki að þenja umalsvert sig út, og hefst því við í tiltölulega þröngum rásum.

## Síðjökultími á Norðurgosbeltinu, eldvirkni og útbreiðsla jökla

Hreggviður Norðdahl og Halldór G. Pétursson

Jarðvísindastofnun Háskólans  
Náttúrufræðistofnun Íslands

Í byrjun nútíma hörfaði jaðar íslenska meginjökulsins frá Búðaröðinni á Suðurlandi og var líklega að mestu horfinn af miðhálandi landsins á um 2000 <sup>14</sup>C árum. Í kjölfar þessarar öru rýrnunar jökulsins varð landris mikið og hratt. Almennt er talið að eldvirkni hafi aukist og að margar af stærstu dyngjum landsins og hraunum hafi myndast á þessu 2000 ára tímabili. Áður, nánar tiltekið á Bölling-Alleröd tíma fyrir 11-13.000 <sup>14</sup>C árum BP, hafði jökullinn minnkað á svipaðan hátt og hann gerði í upphafi nútíma. Vitnisburður um þessa öru og miklu leysingu eru mjög há fjörumörk sem mynduðust all víða á landinu á fyrri hluta Bölling tíma. Hröð lækking afstæðs sjávarborðs og líkanreikingar á hörfun íslenska meginjökulsins á Bölling tíma benda eindregið til þess að fyrir um 12.000 <sup>14</sup>C árum BP hafi hafi brún jökulsins verið vel innan við núverandi strendur landsins og að á Norðurlandi hafi land verið orðið íslaut suður undir Herðubreið. Við aukina eldvirkni á þessum tíma mynduðust útbreidd hraun sem staðið hafa af sér rofmátt jökla sem gengu yfir þau þegar jöklar stækkuðu á ný á yngri Dryas tíma í lok síðasta jökulskeiðs. Tilvist slíkra hrauna og eldvarpa þeim tengdum eru til vitnis um „lágmarks stærð“ íslenska meginjökulsins á Bölling-Alleröd tíma.

Á Norðurgosbeltinu, nánar tiltekið á heiðunum ofan Kelduhverfis og í Reykjahverfi sunnan Húsavíkur gægjast „*gömul*“ hraun út undan yngri jarðlögum. Ofan við bæinn Heiðarbót í Reykjahverfi er áberandi kletthajalli sem nefndur er Stöplar. Hann er brún dyngjuhrauns sem rekja má upp á Reykjaheiði um Geldingadal, þröngan dal í Höfuðreiðum. Þrátt fyrir að á yfirborði Stöpla séu varðveitt hraunreipi er vafalaust að jökull hefur gengið yfir þá, því á hrauninu finnast jökulruðningur, grettistösk og jökullónaset. Lónasetið myndaðist í jaðarlóni jökuls í Reykjahverfi. Milli bæjanna Sulta og Víkingavatns í Kelduhverfi er hraun sem skagar út undan dyngjuhrauni frá nútíma. Talið er að brött frambrún hraunsins þar séu fornir sjávarklettur sem sjór hafi brotið í það þegar sjávarborð var 15-20 metrum hærra en það er nú. Á hrauninu ofan við Sultir eru farvegir sem enda í all miklum básum (sultum) sem helst minna á fossbyrgi og líkjast mjög smækkaðri útgáfu af Ásbyrgi. Sá mikli hraunskjöldur Þeistareykjabunga á Reykjaheiði er samsettur úr tveimur minni hraundyngjum sem kenndar eru við Stóravíti og Langavíti. Stóravítisdýngjan er mun stærri og eldri, mynduð á síðjökultíma. Talið er að hraun frá henni þeki stóran hluta Kelduhverfisheiða á milli Jökulsár, Ásbyrgis og Tjörness. Við Jökulsárgljúfur virðist Stóravítishraunið hafa á myndunartíma sínum runnið upp að jökli sem kom úr fjallendinu milli Öxarfjarðarheiðar og Hólsfjalla. Seinna gekk jökull yfir Kelduhverfi og á yfirborði Stóravítishraunsins skildi hann eftir þunnan jökulruðning og jökulrákir, allt frá Ásbyrgi og Jökulsárgljúfri, yfir Gjástykki og upp í a.m.k. 400 metra hæð utan í austanverðri Þeistareykjabungu. Á sjálfu Þeistareykjasvæðinu og nyrst í Lambafjöllum er að finna gosmyndanir sem taldar eru frá síðjökultíma. Þá eru á Kröflusvæðinu gosmyndanir sem taldar eru vera frá síðjökultíma. Ofan á þeim er ýmist klínungur af jökulruðningi eða setlög sem tengjast leysingu og hörfun jökuls í lok ísaldar eða í upphafi nútíma.

Þessar gosmyndanir eiga það allar sameiginlegt að á þeim eru skýr ummerki þess að jöklar hafa gengið út á eða yfir þær. Á Stöplum er þunnur jökulruðningur, dreifarsteinar og jökullónaset sem í er Skógagjóska, sem er um 10.300 <sup>14</sup>C ára gömul. Áberandi vatnsfarvegir eru í hrauninu í Sultum en vatn hefur líklega fallið þar um samtímis því að jökultunga gekk fram og myndaði jökulgarð í Yxnhólum rétt austan við bæinn Fjöll. Austan við Þríhyrning á Reykjaheiði eru þrír miklir vatnsfarvegir eða gljúfur sem eru grafin milli hliða móbergsfjalla og síðjökultímahrauna. Vatn hefur varla getað fallið þarna um nema sem leysingavatn sem jökull veitti þangað. Yngri hraun frá nútíma gosum í Þeistareykjabungu þekja að mestu yfirborð í nágrenni þessara farvega og hafa einnig runnið niður í þá. Við Höskuldsvatn í nágrenni Húsavíkur finnast ummerki jökullóns en í það hefur fallið leysingarvatn sem jöklar veittu vestur Reykjaheiði. Í þetta lón safnaðist nokkurt magn af Skógagjósku. Á hraununum í nágrenni Ásbyrgis og vestan Jökulsárgljúfra hafa nýlega fundist jökulruðningur og jökulrákir á klöppum í meintu hlaupfari hamfarahlaups á nútíma. Rákir á Eyjunni í Ásbyrgi eru hluti af rákakerfi sem rekja má um allar Kelduhverfisheiðar og eru eftir jökul sem gekk norður yfir hraunið. Hlaupvatn undir þeim jökli gæti hafa lagst í sprungur í hrauninu og á þann hátt stuðlað að myndun Ásbyrgis. Í kjölfar hörfunar þessa jökuls myndaði sjórinn greinileg fjörumörk í 30-35 metra hæð í Eyjunni og beggja vegna Ásbyrgis. Þetta bendir allt óneitanlega til þess að Ásbyrgi og jafnvel Jökulsárgljúfur suður undir Dettifoss gætu verið síðjökultímamyndun.

Helstu niðurstöður okkar er þær, að ör leysing jökla og hröð landlyfting á Bölling tíma (12-13.000 BP) hélst í hendur við mikla eldvirkni. Á þeim tíma varð stór hluti Norðurgosbeltisins íslaus, a.m.k. suður fyrir Kröflu og jafnvel enn þá sunnar, Þá runnu hraun til eða langleiðina til sjávar við innanverðan Skjálfandaflóa og í Öxarfirði. Á yngri Dryas tíma stækkaði íslenski meginjökullinn, gekk yfir þessar gosmyndanir á Norðurgosbeltinu og náði út undir og sumstaðar út yfir núverandi strendur landsins fyrir um 10.300 árum BP. Í Kelduhverfi eru þessi hraun og jökulgarður frá þessum tíma umlukin yngri hraunum sem sum hver runnu í upphafi nútíma þegar eldvirkni örvaðist á ný í kjölfar jökulhörfunar og mikils landris.

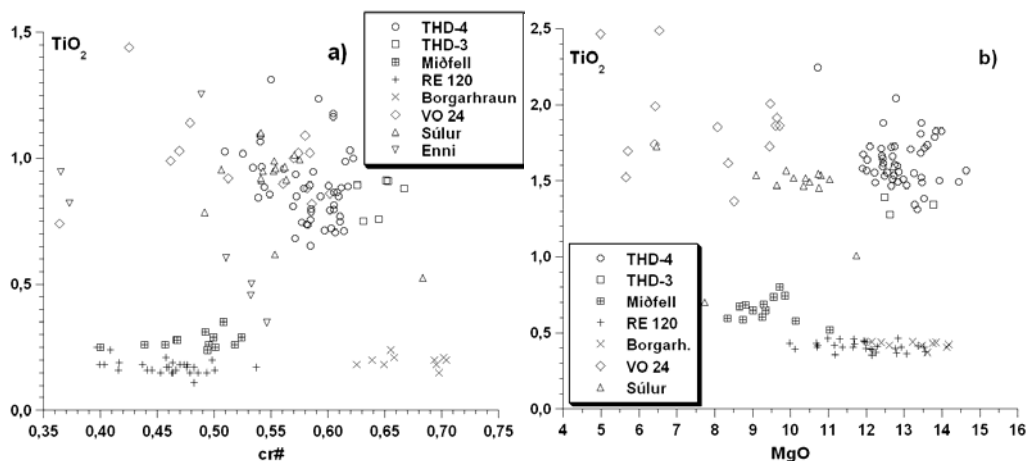
## Efnasamsetning pikrít bergmyndunar í Skeljafelli, Þjorsárdal.

Ingvar Atli Sigurðsson<sup>1</sup> og Sigurður Steinþórsson<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Náttúrustofa Suðurlands, <sup>2</sup>Jarðvísindastofnun Háskólans

Í Þjorsárdal eru nokkrar pikrítmyndanir í Skriðufelli (þrjú hraunlög) og Skeljafelli (bólstraberg) en vegna ummyndunar og kristalsamsöfnunar gefa heildarefnagreiningar á berginu ekki rétta mynd af upphaflegri samsetningu kvikunnar. Tekist hefur að greina ferskt gler úr bólstrabergi í Skeljafelli og inniheldur það 7.5% MgO og er í jafnvægi við ólivín af samsetningu  $Fe_{0.81.5}$ . Ólivín kristallar í þessum myndunum hafa hins vegar samsetningu sem er um og yfir  $Fe_{0.90}$  og því ljóst að móðurkvikan hefur verið mun frumstæðari.

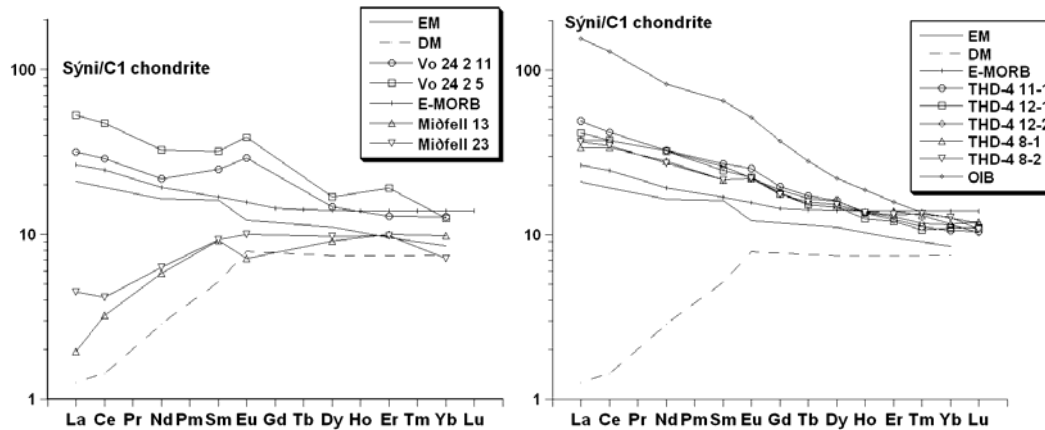
Cr-spíníl kristallar í þessum 3ja m.á. gömlu myndunum (1. mynd a) hafa nokkuð aðra samsetningu en Cr-spíníl kristallar úr pikrítum frá nútíma (t.d. Búrfell (RE 120), Miðfell og Borgarhraun) og líkjast meira Cr-spíníl kristöllum í ólivín-þóleiíti frá Reykjanesskaga (t.d. Súlur) og í tertíeru pikríti úr Vopnafirði (VO 24). Cr-spíníl kristallar úr alkalíbasalti frá Snæfellsnesi (Ólafsvíkurenni) falla á milli þessara hópa. Valdir Cr-spíníl kristallar úr öllum þessum sýnum, að undanskildu Ólafsvíkurenni, voru sýrupvegirnir og síðan hitaðir upp í 1260-1360 °C áður en þeir voru frystir. Þessi meðferð á að tryggja að allt það gler sem kemur í ljós þegar kristallarnir eru slípaðir hafi lokast fullkomlega inni við myndun kristalsins og hafi því eftir hitun sömu samsetningu og bráðin sem hann myndaðist í. Aðalefni allra innlyksa voru greind með örgreini á Norrænu Eldfjallastöðinni, REE í VO 24, Miðfelli og Borgarhrauni voru greind með jónagreini í Woods Hole Oceanographic Institution (Karl Grönvold) og REE og önnur snefilefni í THD-4 voru greind með LA-ICP-MS í RSES í ANU í Canberra (Greg Yaxley).



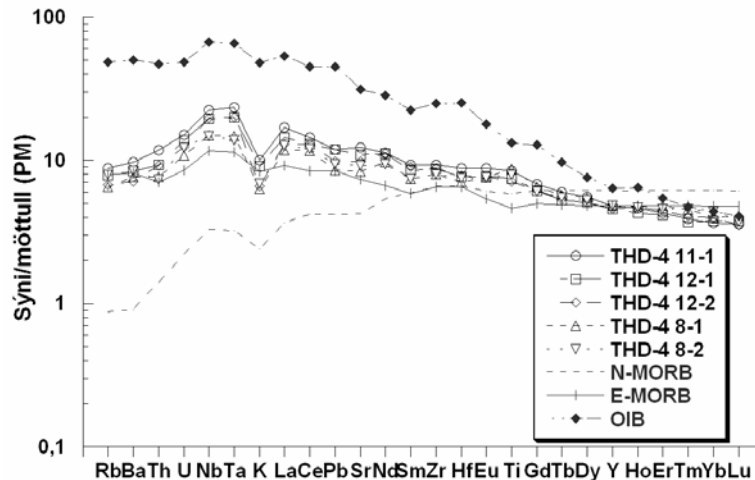
Mynd 1. Samsetning Cr-spínils a) og glerinnlyksa í Cr-spínílum b).

Verulegur munur kemur fram á innlyksunum eftir samsetningu Cr-spíníl hýsilsins og skipa innlyksurnar sér í hópa eftir samsetningu hýsilsins (1. mynd a, b). Á 2. mynd má svo sjá REE í nokkrum sýnum. Innlyksur í Cr-spínílum úr nútíma pikrítum falla öll innan þess sviðs sem er markað af snefilefnaauðguðum (EM) og snefilefnasneyddum (DM) innlyksum í ólivíni frá Gurenko og Chaussidon (1995).

Innlyksurnar í pikrítunum frá Þjórsárdal (THD-4) og Vopnafirði (VO 24) eru hins vegar mun ríkari í öllum REE og falla fyrir ofan EM og einnig E-MORB samsetningu Sun og McDonough (1989). Athygli er vakin á því að Þjórsárdals-innlyksurnar eru með 11-15% MgO sem er sambærilegt við MgO í pikríti frá nútíma en Vopnafjarðarinnlyksurnar eru með 5-10% MgO. Snefilefnainnihald Þjórsárdals innlyksanna er sýnt á 3. mynd borið saman við N-MORB, E-MORB og OIB. Eins og sjá má fellur samsetning Þjórsárdals innlyksanna á milli E-MORB og OIB og eru Þjórsárdalspikrítin því verulega frábrugðin nútíma pikrítum og öllum þeim innlyksum sem í þeim hafa verið skoðaðar.



2. mynd. REE innihald glerinnlyksa úr Þjórsárdal, Miðfelli og Vopnafirði.



3. mynd. Snefilefnainnihald fimm innlyksa í Cr-spínli úr Skeljafelli í Þjórsárdal.

Tilvísanir:

Gurenko A.A. and Chaussidon M. 1995. Enriched and depleted primitive melts included in olivine from Icelandic tholeiites: Origin by continuous melting of a single mantle column, *Geochim. Cosmochim. Acta*, 59, 2905-2917.

Sun S.-S. And McDonough W.F. 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle composition and processes. Í: *Magmatism in the Ocean Basins*. Geological Society Special Publication 42, 313-345.

## **Sprungustefnur og -færslur á Hengilssvæðinu í kjölfar kvikuinnskots í Grændalseldstöðina á tímabilinu 1994-1998.**

Kristín S. Vogfjörð<sup>1</sup>, Sigurlaug Hjaltadóttir<sup>1</sup> og Ragnar Slunga<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Veðurstofa Íslands, Reykjavík <sup>2</sup> Uppsala University, Uppsala, Svíþjóð.

Skjálftavirkni á Hengilssvæðinu á árunum 1994 til 1998 skráði yfir 80 þúsund skjálfta í gagnagrunn Veðurstofunnar. Skjálftarnir voru afleiðing líklegs kvikuinnskots í Grændalseldstöðina, norðan Hveragerðis, en það lýsti sér í landrasi upp á u.þ.b. 2 cm/ári yfir rismiðjunni. Skjálftavirknin átti sér oftast stað í nokkurra daga hrinum, þar sem fjöldi skjálfta fór upp í nokkur hundruð á dag. Virknin náði hámarki í tveim hrinum 1997 og öðrum tveim 1998, en þá fór fjöldi skjálfta upp í 1-2 þúsund á dag. Stærstu skjálftarnir urðu í þrem seinustu hrinunum; einn M~4.5 í ágúst 1997, tveir M~4.5 og einn M~5 í júní 1998, og sinn hvor M~4.5 og M~5 skjálftinn í nóvember 1998. Upp úr því dró jafnt og þétt úr skjálftavirkni á svæðinu. Suðurlandskjálftarnir í júní 2000 hristu dálítið af skjálftum út úr norðurhluta svæðisins, en sú virkni dó fljótt út og síðan hefur Hengilssvæðisö verið tiltölulega rólegt. Fyrstu árin eftir 1994 var skjálftavirkin mest í námunda við rismiðjuna, í norðurjaðri og norður af Grændalseldstöðinni, sem jafnframt er við norðurjaðar Suðurlandsbrotabeltisins, en nær engin virkni var í brotabeltinu sjálfu. Í júníhrinunni 1998 brast loks haftið í Suðurlandsbrotabeltinu í fyrri M~5 skjálftanum og virknin barst til suðurs, að suðurjaðri brotabeltisins við Hjallahverfi í Ölfusi. Í lokahrinunni í nóvember sama ár var virknin síðan að mestu bundin við suðurjaðar brotabeltisins.

Til að kortleggja virkar sprungur á Hengilssvæðinu, er afstæðum staðsetningaraðferðum beitt á jarðskjálftagögn frá fyrrgreindu tímabili, en þá fæst staðsetningarnákvæmni upp á tugi metra. Með samtúlkun við brotlausnir einstakra skjálfta er enn fremur hægt að skilgreina færslustefnur á þessum sprungum. Sýndar verða niðurstöður kortlagningar virkra sprungna frá árunum 1997 til 1999.

Algengustu sprungustefnur og færslur á svæðinu norðan Suðurlandsbrotabeltisins eru sambland af normal og vinstrihandar sniðgengishreyfingum á ANA- og A-lægum, nær lóðréttum sprungum. Þegar kemur inn í brotabeltið, verða sprungustefnur norðlægari og NNA- og N-lægar sprungustefnur með hægrihandar sniðgengishreyfingum í bland við normalhreyfingar ríkjandi. Við suðurjaðar brotabeltisins verða sprungustefnur aftur ANA-lægar, í bland við N-lægar stefnur. Stærstu skjálftarnir í júní 1998 voru allir á NA- til N-lægum sprungum. M~4.5 skjálftinn í nóvember sama ár var einnig á N-lægri sprungu, en líklegast er að M~5 skjálftinn þá hafi verið vinstrihandar sniðgengishreyfing á ANA-lægum, lóðréttum sprungufleti. Því, þrátt fyrir að N-lægar sprungur skeri þennan flöt, þá er yfirgnæfandi hluti eftirskjálftanna á honum, og þekja hann allan niður að 7 km dýpi.

## Hrúthálsar, megineldstöð í Ódáðahrauni

Kristján Sæmundsson, Haukur Jóhannesson og Karl Grönvold

Íslenskar orkurannsóknir og Jarðvísindastofnun Háskólans

Allangt er síðan grunur vaknaði um megineldstöð í fjöllum milli Eggerts og Gjálfjalla. Til hennar benti líparít austan í Eggerti, einnig háhitaummyndun norðan í honum og í Hrúthálsum og fjallabálgurinn sjálfur. Háhitasvæðið sem nú er næstum óvirkt hefur jafnan verið kennt við Hrúthálsa og má það nafn einnig gilda um megineldstöðina sem hér verður kynnt. Eggerts-nafnið er frá Þorvaldi Thoroddsen. Hrúthálsar eru norðan við Eggert og Hrútsrandir heita sunnan við hann. Eldra nafn mun hafa verið Hrútur, enda standa tvö horn upp úr fjallinu austan og vestan megin, það eystra úr móbergi, hæst á misgengiskambi, en það vestra er feiknastór gjallgígur.

Sumarið 2004 dvöldu höfundar í vikutíma við rannsóknir inn við Hrúthálsa. Áður höfðu bæði hálsarnir og Gjálfjöll verið skoðuð nokkuð sem og sprungusveimurinn norðaustur frá þeim. Engin örnefni eru kunn á þessu svæði önnur en þau sem að ofan voru nefnd. Herðubreiðarfjöll er haft um fjallabálginn í heild.

Ísaldarmyndanir. Elsta bergmyndun fjallanna er beltótt grágrýti neðst og vestast í Hrúthálsum. Smáflipi af því sést einnig austan megin í hálsunum. Í Eggert er líparít elst. Það hefur komi upp í jökli. Ofan á því, norðan í Eggerti, er >100 m þykkur stabbi af lagskiptu túffi eða seti. Á þessum myndunum hvíla önnur berglög í fjöllum. Eggert er úr bólstrabergi syðst og austast. Ofan á því er móberg og efst á fjallinu er feiknamikill túffgígur af hverfjallsgerð. Hrúthálsar samanstanda af mörgum samsíða bólstrabergshryggjum, oft með gangbríkum skagandi út úr, en breiður af lagskiptu móbergstúffi ofan á og einnig ranar úr því, líkast til fyllingar hlauprásu. Vestan í Hrúthálsum er allstór bunga úr pikríti, og sumt af bólstraberginu er ólivínríkt. Gjálfjöll eru eins byggð og Hrúthálsar, nema þar liggur lagskipt túffbreiða þykk yfir stóru svæði um miðbik fjallanna. Upptakagígar túfflaganna eru nokkrir þekktir.

Gígar og hraun. Austan við Hrúthálsa og Eggert er dyngjuhraun, runnið snemma á nútíma. Gígurinn er grunn skál með hraundrílum umhverfis. Dyngjunafngjöfum fyrri tíðar hefur sést yfir þessa dyngju, þótt teljast megi með hinum stærri í Ódáðahrauni. Önnur hraun eru úr yngri gígaröðum. Þau hafa öll runnið fyrir landnám og reyndar fyrir H3-öskulagið. Flest eru þau töluvert dílótt af feldspati. Gígaraðirnar eru á mjórri spildu austan í Hrúthálsum og Eggerti og ná suður á Kollóttudyngju. Framhald þeirra til norðurs er í Gjálfjöllum og Veggjastykki. Meðal hraunanna eru þróuð eða ísúr hraun. Upptök þeirra eru í gígum uppi á vesturöxl Eggerts. Aðalgígurinn er sá stóri sem myndar hornið þeim megin á fjallinu. Þaðan hafa þau runnið niður á jafnsléttu í hraunsundinu milli Eggerts og suðurenda Hrúthálsa. Angar af þessum þróuðu hraunum ná norður fyrir Eggert. Úr fjarska gljáir á þau, og þegar nær kemur er yfirborð þeirra blokkir fremur en kargi.

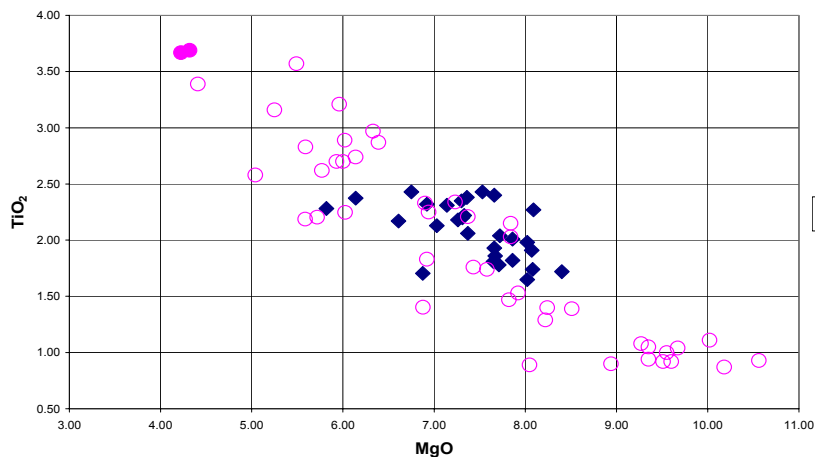
Jarðhitaskellur. Engir hverir eru í Hrúthálsum, en kulnaðar hveraskellur eru á tveim stöðum. Stærsta skellan er í krikanum milli Eggerts og Hrúthálsa og blasir við ljós að lit frá Öskjuveginum. Samfelld, leirug ummyndun nær yfir um 8 hektara, en umhverfis er breiður kragi með vægri ummyndun. Hinn staðurinn er austan í Hrúthálsum, reyndar tvær skellur, báðar við misgengi og stutt á milli. Í þeim eru hverabollar sýnilegir. Ummyndunin nær til hrauna í öllum tilvikum. Gilskora hefur grafist niður í skelluna norðan undir Eggerti. Bakkarnir eru úr hvítleitum kaólinleir. Lítið eitt er af gifsflögum, en brennisteinn og hverasölt hvergi. Þegar gengið er þarna um í logni vottar fyrir H2S-stybbu. Smálækur í gilskorunni er mórâuður og beiskur. Sýrustig vatns í honum reyndist

vera 1,8. Eftir er að finna út hvenær á nútíma hveravirkni hætti, en útlit hverabollanna í nyrstu skellunni bendir til að hún sé yngst.

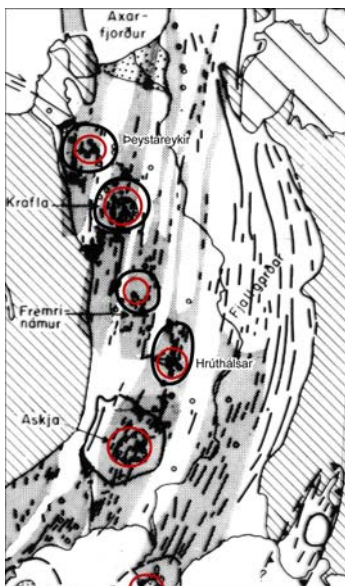
**Brotasvæðið.** Feiknamikill sprungusveimur, 6-7 km breiður, liggur í stefnu N20°A langs eftir fjallabálkinum. Hann nær suður á Kollóttudyngju, en gætir lítt í yngri hraunum sunnan hennar. Hæstu sigstallar í móberginu eru rúmir 50 m, en lægri þar sem þau ganga yfir yngri myndanir, móbergshryggi og hraun. Stærðarmunur er meira en tífoldur í misgömlu móbergi, meiri milli móbergs og hrauna. Til suðurs upp eftir Kollóttudyngju deyta misgengin út, en neðan til í henni norðan megin eru eru gjárnar oftast klasi af sprungum sem ná yfir nokkurra tuga metra breitt bil.

**Bergfræði.** Efnagreiningar hafa verið gerðar á gleri úr um 30 móbergseiningum í Hrútháls- og Gjáfjöllum. Mynd 1 sýnir hlutfall  $TiO_2$  og MgO í móbergsmyndunum í Norður-gosbeltinu. Þar lenda Hrúthálsa-greiningarnar á milli þróaðs basalts (Öskju-svæðið) og frumstæðs basalts (stapar). Bergið er þó heldur í frumstæðari kantinum miðað við meðalsamsetningu basalts í Norður-gosbeltinu. Enn eru ógreind sýni frá Eggerti og hraunum, þ.á.m. þeim úfnu hraunum austur og norður af honum.

**Legg í rekbeltinu á Norðurlandi.** Hrúthálsar eru syðstir fjögra megineldstöðva sem raða sér í stefnu N20°V. Sú væri þá stefna flekaskilanna frá Þeistareykjum suður í Hrúthálsa (mynd 2). Sprungusveimar þeirra stefna N10-20°A, þ.e. mynda 30-40° horn við stefnu flekaskilanna. Þeir ná út í eldri bergmyndanir til endanna. Þar eru í þeim jarðhitasvæði af lághitagerð, fyrst og fremst í þeim nyrstu, þ.e. í Þeistareykja- og Kröflusveimunum. Með Dyngjufjöllum byrjar nýtt munstur, þ.e. þreföld röð eldstöðvakerfa sem nær yfir vestanverðan Vatnajökul og fjallendið næst vestan hans. Þar er nánasta áhrifasvæði möttulstróksins.



**Mynd 1.** Efnagreiningar á móbergseiningum í Hrútháls- og Gjáfjöllum (fylltir tíglar). Greiningarnar voru gerðar á gleri, þ.e. vökvahluta kvikunnar við gos (dilar þá undanskildir). Til samanburðar eru glergreiningar frá ýmsum móbergsmyndunum í norður-gosbeltinu (opnu hringirnir). Tveir fylltir hringir eru Öskjusýni.



**Mynd 2.** Megineldstöðvar í Ódáðahrauni.



## **Tectonic significance of geothermal manifestations in Árnessýsla and Borgarfjörður, South and West Iceland**

Maryam Khodayar<sup>1</sup>, Sveinborg, H. Gunnarsdóttir<sup>2</sup>, Héðinn Björnsson<sup>2</sup>, Páll Einarsson<sup>2</sup>, Sveinbjörn Björnsson<sup>3</sup>, Hjalti Franzson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Iceland Geosurvey (ISOR), Grensásvegur 9, 108 Reykjavík, ([mak@isor.is](mailto:mak@isor.is)), <sup>2</sup>University of Iceland, Faculty of Sciences, Askja, 107 Reykjavík, <sup>3</sup>Orkustofnun, Grensásvegur 9, 108 Reykjavík

In the autumn of 2004, we undertook GPS-mapping of geothermal manifestations in the Hreppar rift-jump block and the South Iceland Seismic Zone (SISZ), as well as in the Borgarfjörður rift-jump block in West Iceland. Below is an overview of the outcome of the first two campaigns that concentrated on Árnessýsla (South Iceland), and on Reykholtisdalur-Hvítá (West Iceland).

In Hreppar, about 142 geothermal features were mapped in Reykjanes, Þorlákshver, and Laugarás in Árnessýsla, and one feature west of the Hvítá river. In Borgarfjörður, 196 manifestations were mapped in Kleppjárnsreykir, Kársnes, Deildartunga, and Hurðarbak south of Hvítá river. Measured temperatures indicate that Laugarás and Deildartunga are the hottest areas of the two studied areas. In both South and West Iceland, the alignments of the springs show preferential directions at various scales. They form a general NNE trend in Reykjanes, and a N-S trend in Laugarás, but no obvious general trend in Þorlákshver. In Borgarfjörður, geothermal manifestations seem to be aligned on two to three parallel NNW structures containing the springs from Kleppjárnsreykir to Kársnes South. The manifestations in each of the systems Kársnes North, Deildartunga, and Hurðarbak form a general NNE trend.

At a local scale, geothermal manifestations are aligned along six tectonic directions in each block: N-S and ENE (i.e. parallel to the common set of conjugate dextral and sinistral fractures in the SISZ), NNE (i.e. parallel to extensional fractures in the adjacent rift zones), WNW, E-W, and to a lesser degree NNW. These are the same six fracture families as we observe in the underlying tectonic settings of the Hreppar and the Borgarfjörður rift-jump blocks. The location and the organisation of the springs suggest that recent tectonic activity may have influenced geothermal activity in these two areas. The manifestations studied in South Iceland are located close to the source areas of recent earthquakes of the SISZ and follow similar fracture trends. In Borgarfjörður, the prominent general NNE trend of geothermal manifestations at Deildartunga, Kársnes and Hurðarbak is similar to the main shock of the 1974 Borgarfjörður earthquakes, but the local directions in all mapped systems are similar to those observed during the aftershocks of these earthquakes. Although the SISZ and the intra-plate earthquakes in Borgarfjörður may have played a role, the local openings leading to the geothermal manifestations at the surface occur along six inherited fracture families that are reactivated from the underlying crusts of Hreppar and Borgarfjörður rift-jump blocks.

## Nýar hugmyndir um virkni og mynstur jöklunar á norðvesturströnd Svalbarða á síðasta jökulskeiði

Ólafur Ingólfsson,  
Jarð- og Landfræðiskor Háskóla Íslands

Undanfarin ár hefur verið unnið að því að finna skýringu á því hvers vegna jarfræðileg gögn af hafsbotni og af landi virðast gefa mismunandi myndir af virkni og mynstri jöklunar við norðvesturströnd Svalbarða á síðasta jökulskeiði: Landmótunargögn, jarðlagaskipan og setlög hafsbotsins sýna mjög umfangsmikla jöklun, þar sem ísinn á hámarki síðasta jökulskeiðs virðist hafa náð til marka landgrunnsins á 200-400 m vatnsdýpi, allt að 100 km utan við núverandi strönd, og að íslaus svæði hafi verið bundin við einstaka jökulsker hárra strandfjalla (Landvik o.fl. 1998; Mangerud o.fl. 1998). Jarðfræðileg gögn af landi, á hinn bóginn, hafa verið túlkuð þannig að þau sýndu takmarkaða jöklun sem einkum var bundin við jökulvirkni í hvilftum, dölum og fjörðum, en að töluvert víðáttumikil svæði með ströndinni hafi verið íslaus (Houmark-Nielsen og Funder 1998; Andersson o.fl. 1999).

Í nýrri rannsókn var aflað gagna af hafsbotni á þversniði út Kongsfjorden, á vesturströnd Svalbarða, og leitast við að skoða og bera saman ummerki um virkni og mynstur jöklunar bæði í firðinum og á landi (Landvik o.fl. 2005). Niðurstöðurnar sýna að við hámark síðasta jökulskeiðs var fjörðurinn farvegur mikils ísstraums sem leysti jökulhvel yfir miðhluta Spitsbergen og gekk fram til landgrunnsbrúnarinnar. Við jökulhörfunina á síðjökultíma skildi ísstraumurinn eftir sig greinileg ummerki í formi jökulgarða og setmyndanna á botni fjarðarins. Láglandi meðfram firðinum var við hámark síðasta jökulskeiðs þakið þunnum gaddjökli, sem við hörfun ekki skildi eftir sig merkjanleg ummerki önnur en einstaka grettistak, en eldri landform og setform varðveittust undir ísnum. Flest strandfjöll á norðvesturströnd Svalbarða voru jökulsker við hámark síðasta jökulskeiðs.

Niðurstöður rannsóknarinnar sýna að virkni og mynstri jöklunar á norðvesturhluta Svalbarða við hámark síðasta jökulskeiðs var að verulegu leiti stjórnað af landslagi, undirlagi jökla og hitastigi við jökulsóla: Í fjörðum, þar sem skriðjökklar voru þiðnir við sóla og gengu yfir blaut setlög, mynduðust mjög virkir ísstraumar sem gengu út til landgrunnsbrúnar. Á landi, þar sem jökklar voru freðnir við sóla og hvíldu á þurrum berggrunni, var virkni og þykkt jöklanna mun minni. Gömul landform og setform, svo sem strandlínur, gátu því varðveist þrátt fyrir að vera hulin jökli.

### Heimildir:

- Andersson, T. A., Forman, S. L., Ingólfsson, Ó. & Manley, W. F. 1999: Late Quaternary environmental history of central Prins Karls Forland, Western Svalbard. *Boreas* 28, 292–307.
- Houmark-Nielsen, M. & Funder, S. 1999. Pleistocene stratigraphy of Kongsfjordhallet, Spitsbergen, Svalbard. *Polar Research* 18, 39-49
- Landvik, J.Y., Bondevik, S., Elverhøi, A., Fjeldskaar, W., Mangerud, J., Salvigsen, O., Siegert, M.J., Svendsen, J.I., Vorren, T.O., 1998. The last glacial maximum of Svalbard and the Barents Sea Area: ice sheet extent and configuration. *Quaternary Science Reviews* 17, 43–75.
- Landvik, J., Ingólfsson, Ó. Mienert, J., Lehman, S.J., Solheim, A., Elverhøi, A. & Ottesen, D. 2005: Rethinking Late Weichselian ice-sheet dynamics in coastal NW Svalbard. *Boreas* 34, 7-24.
- Mangerud, J., Dokken, T., Hebbeln, D., Heggen, B., Ingólfsson, Ó., Landvik, J.Y., Mejdahl, V., Svendsen, J.I., Vorren, T.O., 1998. Fluctuations of the Svalbard-Barents Sea Ice Sheet during the last 150 000 years. *Quaternary Science Reviews* 17, 11–22.

## Skeljaflakk um miðbik ísaldar

Ólöf E. Leifsdóttir og Leifur A. Símonarson

Jarðvísindastofnun Háskólans, Öskju, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík

Fjórar tegundir sælindýra náðu til Íslands þegar sjávarsetlög mynduðust á norðanverðu Snæfellsnesi fyrir um það bil 1,1 milljón árum. Tegundir þessar lifa ekki við landið í dag og aðeins ein þeirra, jökultodda (*Portlandia arctica*), hefur fundist í eldri og yngri setlögum hér á landi. Turnrósi (*Tachyrhyncus erosus*), jökultodda og legskel (*Tridonta placenta*) náðu hingað til lands í lok jökulskeiðs og fjórða tegundin, fjörudoppa (*Littorina littorea*), í byrjun hlýskeiðs sem tók við af jökulskeiðinu. Turnrósi, jökultodda og legskel eru kaldsjávartegundir sem lifa nær alfarið í pólsjó og komu hingað úr vestri eða norðvestri, líklegast frá Austur-Grænlandi. Hins vegar er fjörudoppa frekar hlýsjávartegund sem kom til landsins úr suðri eða suðaustri. Dreifing þessara tegunda í jarðlögunum á norðanverðu Snæfellsnesi, einkum í Búlandshöfða og Stöð, bendir til þess að í lok jökulskeiðs fyrir um 1,1 milljón árum hafi Austur-Grænlandsstraumurinn sveigst upp að Vesturlandi því að Irmingerstraumurinn var ekki nógu sterkur til þess að halda honum frá vesturströndinni. Þetta hefur væntanlega verið afleiðing af veikum Norður-Atlantshafsstraumi vegna mikillar bræðslu jökla og íss í Grænlands- og Noregshafi og á Skandínavíu og þar af leiðandi mikillar íblöndunar ferskvatns norðaustan við Ísland. Þar sem áður nefndar kaldsjávartegundir náðu ekki til Tjörnness á þessum tíma má gera ráð fyrir því að Austur-Íslandsstraumurinn hafi einnig verið frekar veikur um þetta leyti.

Þegar fjörudoppa náði til landsins úr suðri eða suðaustri hefur Irmingerstraumurinn hins vegar verið orðinn að minnsta kosti jafnstærkur og hann er í dag og hlýr sjór leikið um vesturströndina. Það bendir til verulegrar styrkingar Norður-Atlantshafsstraumsins á fyrri hluta hlýskeiðsins sem tók við af jökulskeiðinu fyrir um það bil 1,1 milljón árum.

## Mapping of Holocene fractures in the Grímsnes fissure swarm, South Iceland

Páll Einarsson<sup>1,2</sup>, Maryam Khodayar<sup>3</sup>, Ásta Rut Hjartardóttir<sup>1,2</sup>, Benedikt Ófeigsson<sup>2</sup>, and students of the courses Tectonics and Current Crustal Movements in the Faculty of Science of University of Iceland in 2004

<sup>1</sup> Science Institute, University of Iceland, <sup>2</sup> Faculty of Science, University of Iceland, <sup>3</sup> Íslenskar orkurannsóknir (Ísor), Reykjavík, Iceland

The Grímsnes volcanic system is located within the Hreppar Block, about 20 km east of the axis of the Western Volcanic Zone and immediately to the north of the transform zone of South Iceland. It consists of a cluster of about 10 short eruptive fissures active during the Holocene, apparently in the period 6000-8000 years BP. The relatively small lava fields sit unconformably on top of older crust. The volcanic system contains a rather indistinct fissure swarm of north-easterly trend. The swarm is about 6 km wide, and extends more than 20 km into the Hreppar Block.

A systematic effort has been made to map structures associated with movements of the Grímsnes fissure swarm during the Holocene. GPS-instruments were applied in the field, allowing mapping with a resolution of the order of 1 m. The most commonly observed structures in the swarm are sinkholes and depressions produced by open fissures beneath a thin sediment cover or Holocene soil. These structures are typically arranged along lines, marking the fissures in the bedrock below. The fissures can be traced for hundreds of meters, but usually not longer than 1 km. The fissures are scattered rather evenly throughout the swarm. The width of individual fissures is of the order of a few meters. The fractures are mostly dilatational, a normal faulting component is only rarely seen. Similarly, structures typical for strike-slip faults in the South Iceland Seismic Zone to the south are not found here. Thus, push-up structures have not been observed and an echelon arrangement of fractures and fissures is not prominent.

Since the mapping of the fissure swarm is not yet completed only limited interpretation is warranted at this time. The following conclusions can be drawn:

1. The Grímsnes fissure swarm is associated with crustal dilation that is fairly evenly distributed across the swarm.
2. The direction of maximum dilation is 130°, and the total dilation across the swarm is of the order of a few tens of meters, at most.
3. The fissures are most likely associated with diking at depth and the eruptive activity of the Grímsnes volcanic system in the Holocene.

## Severnaya Zemlya, arctic Russia: a Middle to Late Quaternary Kara Sea ice sheet(s) nucleation area

Per Möller<sup>1</sup>, Ólafur Ingólfsson<sup>2</sup>, David Lubinski<sup>3</sup> & Steven L. Forman<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Geology/Quaternary Geology, Lund university, Sölvegatan 13, SE-22362 Lund, Sweden; <sup>2</sup>Department of Geology and Geography, University of Island, IS-101 Reykjavík, Iceland; <sup>3</sup>Institute of Arctic and Alpine Research (INSTAAR), Campus Box 450, University of Colorado, Boulder, Colorado 80309-0450, U.S.A; <sup>4</sup>Dept. of Earth & Environmental Sciences, Luminescence Dating Research Laboratory, University of Illinois at Chicago, 845 W. Taylor Street, Chicago, IL 60607-7059, USA.

With a position on the north-eastern flank of any Kara Sea-based ice sheet, stratigraphic data from the Severnaya Zemlya islands (SZ) is crucial for any ice-sheet reconstruction. This areas was, however, excluded during the recently terminated QUEEN project, covering the glacial history of the last glacial cycle from the Kola Peninsula in the west to the Taymyr Peninsula in the east. In order to resolve this we launched a research programme with two field seasons (2002 and 2003) on SZ, with key locations on October Revolution Island.

Our main effort was put into the stratigraphy along the Ozernaya River. Here we mapped four marine sequences, divided by glacial tills. The lowermost marine sequence is shallow-marine deltaic sand (*M-1*), containing numerous *in situ* fossil mollusc shells, as well as driftwood and whalebones. It is underlain by the lowermost till unit (*T-1*) and tectonized by a glacier which advanced southwards from inland SZ towards the Kara Sea, depositing the second till (*T-2*). Clayey, deeper-water marine sediments (*M-2*) in turn overlie this till, containing numerous *in situ* fossil mollusc shells. Clast fabrics from the above-lying till (*T-3*) show that also this glacier advance was southwards into the Kara Sea. The next marine unit (*M-3*) shows a transition from marine clay to sandy sublittoral deposit and beach gravels, containing numerous *in situ* fossil mollusc shells. The beach gravels, in turn, are covered by a thin glacial till (*T-4*), showing incorporation of the underlying beach gravels and a clast fabric indicating glacier advance southwards into the Kara Sea. Our youngest marine sequence (*M-4*), not present in our key locality, reveal a transition from marine clay into well-developed beach ridges, which could be mapped over long distances on altitudes not higher than c. 40 m a.s.l.

The data indicate at least four Late Quaternary major glaciations on October Revolution Island, spanning – according to our extensive but not yet completed dating programme – Marine Isotope Stages (MIS) 8 to MIS 4. During stadial conditions local ice caps grew and expanded and probably coalesced with ice from Taymyr and Novaya Zemlya to form Kara Sea-based ice sheets. The significant isostatic depression, causing subsequent deposition of marine sediments and formation of raised beaches at altitudes up to 100-130 m a.s.l. suggests that these glaciations were on regional scales, not only expansions of local glaciers, and that SZ was an ice-sheet nucleation area.

## Áhrif súrs regns á útskolun jóna og veðrunarhraða jarðvegs

Rannveig Guicharnaud og Graeme Paton

*Aberdeen University, School of Biological Sciences, Plant & Soil Science Department*

Áhrif súrs regns á útskolun jóna og veðrunarhraða var athugað á 2 jarðvegsgerðum, eldfjallajörð (Andosol) frá Íslandi annars vegar og Cambisol frá Skotlandi hins vegar. Báðar jarðvegsgerðir voru myndaðar úr basísku móðurefni, eldfjalljörðin úr basískri eldfjallaösku (gléri) en Camsol úr gabbrói. Sýrðu vatni (pH 3 með  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) var dælt á tilbúna jarðvegskjarna og einnig afjónuðu vatni á viðmiðunarkjarna og líkti tilraunin eftir 34 ára ársúrkomu. Jarðvegslausnum var safnað vikulega til efnagreininga. Mældar jónir voru Si, Ca, Mg, Na, K, Fe, Mn, Al,  $\text{SO}_4^{2-}$ , Cl, F og  $\text{NO}_3^-$ . Losunarhraði katjóna var reiknaður út frá styrk þeirra í lok tilrauna eftir að jafnvægi hafði komist á.

Súrt regn hafði áhrif til aukningar útskolunar an- og katjóna og leiddi til lækkunar pH gilda í báðum jarðvegsgerðum. Eldfjallajörðin hafði hærri veðrunarhraða og katjónir skoluðust yfirleitt hraðar út úr tilraunum en á Cambisol. Stuðpúðaeiginleiki eldfjallajarðarinnar var meiri en í Cambisol sem sést best á að sýrustig jarðvegslausnar eldfjallajarðar féll ekki að ráði fyrir en undir lok tilraunar en sýrustig lækkaði strax í Cambisol. Helstu ástæður fyrir þessum mun voru eftirfarandi:

- a) **Veðrunarhraði móðurefnis:** Móðurefni jarðvegsins höfðu mjög mismunandi leysnihraða. Basaltgler hefur um það bil 10x hraðari leysnihraða en kristallað berg af sömu efnasamsetningu (Wolff-Boenisch o.fl. 2005). Einnig var kornastærð öskunnar mun minni en í gabbróinu en leysnihraði minnkar með aukinni kornastærð.
- b) **Jónrýmd ummyndunarfasa:** Ummyndunarfasar eldfjallajarðvegsins voru ál-húmus knippi, allófan með mikla katjónrýmd (allófan einnig með háa anjónrýmd) ásamt ferrihýdríti en vermiculít (mikil katjón- en lítil anjónrýmd) og ferrihýdrít eru helstu ummyndunarfasar í Cambisol.

Eins og áður hefur verið minnst á, féll sýrustig jarðvegslausnar eldfjallajarðarinnar ekki fyrir en undir lok sýrumeðferðar. Við lág pH gildi greindist hærri súlfatstyrkur í jarðvegslausnum en í gerviregni. Þetta var vegna nálægðar eldfjallajarðarinnar við iðjuverin á Grundartanga sem leiddi til stöðugar innkomu á sulfati frá Járblendinu til viðbótar við sulfat í sjávarúða. Við ákafa innkomu sulfats í tilraunum mettaðist jarðvegurinn, stuðpúðaeiginleiki datt niður, anjón- og katjónrýmd minnkaði og sulfat skolaðist út í miklum mæli af yfirborði jarðvegsins.

Eldfjallajörð hefur einstaka hæfileika til að taka við mengun vegna mikils veðrunarhraða og hárrar jónrýmdar. Komu þessir eiginleikar eldfjallajarðar berlega í ljós þar sem sýrustig Cambisol féll strax í upphafi tilrauna en hélst nokkuð stöðugt lengi í eldfjallajörðinni. Þrátt fyrir þetta getur komið að því að jónrýmdarstaðir eru að fullu nýttir eftir mikla innkomu t.d. súrs regns og stuðpúðaeiginleiki jarðvegsins hverfur. Nýtt jafnvægi kemst á og uppleystar jónir í regni skolast í gegn um jarðveginn án mikillar tafar í jarðvegssniðinu sem getur leitt til sýringar á affallsvatni jarðvegsins.

## Deep-seated recharging of the Krafla volcanic system

Rikke Pedersen<sup>1</sup>, Elske de Zeeuw-van Dalssen<sup>2</sup>, Freysteinn Sigmundsson<sup>1</sup> and  
Carolina Pagli<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Nordic Volcanological Center, Institute of Earth Sciences, Háskóla Íslands, Iceland; <sup>2</sup>Department of Earth Sciences, The Open University, United Kingdom.

Surface deformation at the Krafla volcanic system has been imaged by interferometric combination of synthetic aperture radar satellite images (InSAR). Under favorable circumstances, the technique allows for detailed records of centimeter scale deformation, covering large areas, with each scene being 100×100 km. Based on an extensive set of 26 InSAR images spanning the years 1993-2002, three distinct deformation sources have been identified.

1: A local subsidence signal about 3 km across is observed coinciding with the location of the shallow Krafla magma chamber, as inferred from prior studies [*Tryggvason, 1994; Sigmundsson et al., 1997; Árnadóttir et al., 1998*].

2. A linear fringe pattern striking N010°E aligned along the rift axis is observed in the images, extending for more than 20 km. The signal is interpreted to originate from the combined effect of plate-spreading and post-rifting relaxation, following the Krafla fires, 1975-1984.

3. Widespread concentric fringes in an area about 50 km in diameter are a significant feature in most images. The signal amounts to about 9 cm of uplift accumulated over a period of 9 years. The center of uplift is located about 15 km north of Krafla.

Deformation sources 1 and 2 have been described and modeled previously, but the wide-spread uplift signal north of Krafla was unknown. Four images spanning the period 1993-1999 have been modeled [de Zeeuw-van Dalssen et al., 2004]. A best fit model (Figure 1) includes an opening dike and two point sources of reverse sign (one contracting and one expanding), corresponding in turn to plate spreading and post-rifting deformation, cooling, contraction and possibly magma drainage of a shallow chamber (2.4 km) and finally accumulation of magma at the crust-mantle boundary (21 km). The average rate of accumulation is estimated to be  $25.9 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ . This is about two orders of magnitude larger than the average volume contraction of the deflating source, estimated at  $-0.31 \times 10^6 \text{ m}^3/\text{yr}$ .

Processing of recently purchased images extend the time span of the InSAR coverage up to the summer of 2002. The images display deformation consistent with that previously described, though the rate of deformation at the shallow Krafla chamber is clearly declining. The deep seated accumulation appears to be continuing at a steady rate.



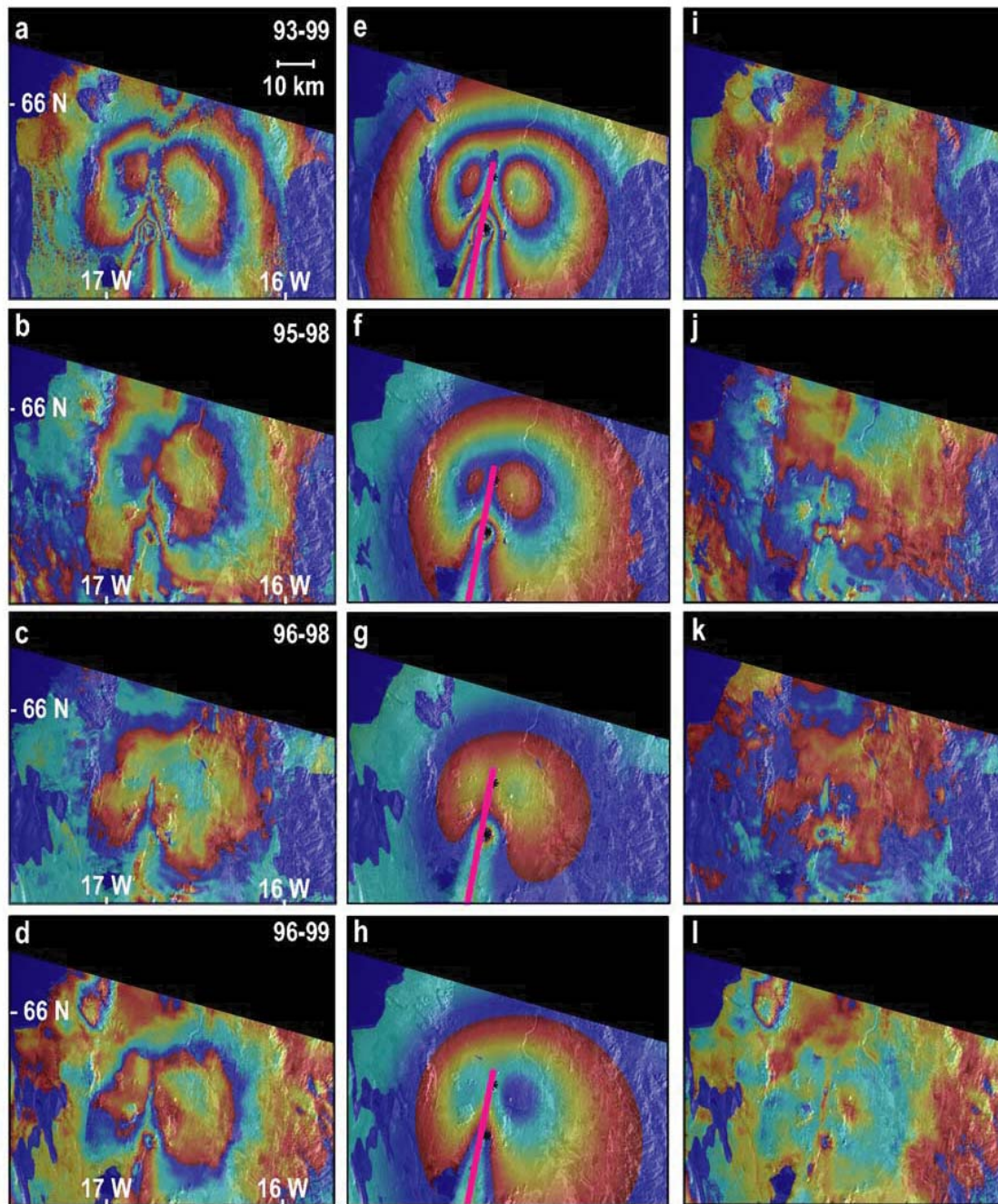


Figure 1: Interferograms, models and residuals draped on amplitude image for reference. The best-fit models including location of the tensile dislocation (pink line) and the two point sources (black stars) are displayed in panels e to h. Panels i to l show the residuals after model subtraction.

Árnadóttir, T., F. Sigmundsson, and P.T. Delaney, Sources of crustal deformation associated with the Krafla, Iceland, eruption of September 1984, *Geophysical Research Letters*, 25 (7), 1043-1046, 1998.

de Zeeuw-van Dalfsen, E., R. Pedersen, F. Sigmundsson, and C. Pagli, Satellite radar interferometry 1993-1999 suggests deep accumulation of magma near the crust-mantle boundary at the Krafla volcanic system, Iceland, *Geophysical Research Letters*, 31 (L13611), doi:10.1029/2004GL020059, 2004.

Sigmundsson, F., H. Vadon, and D. Massonnet, Readjustment of the Krafla spreading segment to crustal rifting measured by Satellite Radar Interferometry, *Geophysical Research Letters*, 24 (15), 1843-1846, 1997.

Tryggvason, E., Surface deformation at the Krafla volcano, north Iceland, 1982-1992, *Bulletin of Volcanology*, 56, 98-107, 1994.



## Minnkandi losun brennisteinstvíoxíðs vegna bruna lífrænna orkugjafa og stóriðju í Norður Ameríku og Evrópu og áhrif þess á efnasamsetningu íslenskra straumvatna

<sup>1</sup>Sigurdur Reynir Gíslason ([sigrq@raunvis.hi.is](mailto:sigrq@raunvis.hi.is)) og <sup>2</sup>Peter Torssander

<sup>1</sup>Jarðvísindastofnun Háskólans, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík <sup>2</sup> Department of Geology and Geochemistry, Stockholm University, S-106 91 Stockholm, Sweden

Tilgangur rannsóknarinnar var að skilgreina styrk brennisteins og samsætna hans í upplausn í íslenskum straumvötnum frá fyrri hluta sjöunda áratugarins, þegar losun brennisteinstvíoxíðs (SO<sub>2</sub>) var í hámarki í Norður Ameríku og Evrópu, til ársins 2004. Enn fremur að skilgreina uppruna brennisteinsins og viðbrögð straumvatna á Íslandi við minnkandi hnattrænni losun SO<sub>2</sub> til Norður-Atlantshafsins. Á þessu tímabili hefur losunin sífellt verið að minnka í Norður-Ameríku og Evrópu. Á sama tíma hefur SO<sub>2</sub> losun frá Íslendingum aukist stöðugt..

Styrkur klórs í straumvötnum á Suðurlandi hefur ekki breyst mikið frá 1972. Breytingin var að meðaltali um 3% og ýmist jókst eða minnkaði meðalstyrkur klórs í einstökum straumvötnum. Meira en 99% af brennisteini í upplausn í straumvötnunum á Suðurlandi er á formi súlfats (SO<sub>4</sub>). Heildarstyrkur súlfats í upplausn,  $_{td}SO_4$ , og styrkur súlfats sem ekki er upprunninn úr sjávarsöltum,  $_{nss}SO_4$ , minnkaði í öllum straumvötnum frá 1972-1973 til 1996-2003. Meðaltalsminnkunin fyrir einstök straumvötn var frá 13% til 65%. Minnkunin er minnst þar sem stór hluti brennisteinsins er upprunninn úr bergi. Meðaltalsminnkunin var 39% fyrir  $_{td}SO_4$  og 46% fyrir  $_{nss}SO_4$ . Hluti brennisteins í straumvötnunum sem upprunninn er frá bruna lífrænna orkugjafa og stóriðju í Evrópu og Norður Ameríku hefur minnkað. Þetta endurspeglast breytingum á samsætu hlutföllum súlfatsins síðastliðin 5 ár;  $\delta^{34}S$  verður þyngra þar sem hluti sjávarættaðs brennisteins vex í straumvötnunum.

Minnkandi styrkur brennisteins og þynging brennisteinssamsætna í straumvötnunum á sama tíma og losun SO<sub>2</sub> til andrúmslofts af völdum Íslendinga hefur aukist, sýnir hve hnattræn áhrif losunar SO<sub>2</sub> í Evrópu og Norður-Ameríku eru mikil, þúsundir km frá upprunastað mengunarinnar.

## Glerinnlyksur í ólivíni og Cr-spínli úr vestra gosbeltinu

Sigurður Steinþórsson<sup>1</sup> og Ingvar A. Sigurðsson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Jarðvísindastofnun Háskólans, Reykjavík, <sup>2</sup>Náttúrustofa Suðurlands, Vestmannaeyjum

Glerinnlyksur í ólivín- og Cr-spínildílum úr pikríti Háleyjarbungu á Reykjanesi, Búrfells í Ölfusi og Miðfells við Þingvallavatn sýna mikinn breytileika í samsetningu, þar sem MgO í innlyksum ólivíns spannar 6,5-10,5% MgO en Cr-spínils 10-14,5% MgO. Innlyksur í Cr-spínli eru frumbráðir, myndaðar við samfellda hlutbráðnun í rísandi möttulstrók frá 80 km dýpi. Ólivínið kristallaðist hins vegar á minna en 40 km dýpi þar sem bráðin að neðan safnaðist saman á mótum skorpu og möttuls, og á leið hennar til yfirborðsins. Ólivín sem myndast neðan við 40 km dýpi nær ekki til yfirborðsins og kristallast sennilega á vegg flutningsleiða þar sem það myndar dúnít-æðar eins og t.d. má sjá í ófíólítum. Þróun hinnar rísandi bráðar neðan við ~40 km dýpi stjórnast af útfellingu ólivíns þar til bráðin staðnæmist undir skorpunni, en þá falla einnig út Cr-díopsít og plagíóklas. Cr-spínill hvarfast að einhverju leyti við bráðina (peritectic) og pýroxen tekur upp krómið. Á lokasprettinum til yfirborðsins leysist Cr-díopsít og plagíóklas upp aftur að hluta til vegna þess að stöðugleikasvið ólivíns þenst út með lækkandi þrýstingi. Innlyksur í Cr-spínli eru „sneyddar“ (K, Ti, lanþanoíð) en í ólivíni bæði „sneyddar“ og „auðgaðar.“ Þetta þykir benda til þess að í rótum eldstöðvanna — í efri hluta kvikusúlunnar — sé til staðar tvenns konar bráð sem ólivínið nær að fanga, en sem kunnugt er tengjast pikrítmyndanirnar með einhverju móti stórum ólivín-þóleiðtyngjum.

## Háhitasvæðið við Hágöngur í Köldukvíslarbotnum

Sigurður Sveinn Jónsson<sup>1</sup>, Ásgrímur Guðmundsson<sup>1</sup> Bjarni Pálsson<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Íslenskar orkurannsóknir, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík.

<sup>2</sup> Landsvirkjun, Háaleitisbraut 68, 105 Reykjavík

Háhitasvæðið við Hágöngur í Köldukvíslarbotnum er talið vera eitt af stærri jarðhitasvæðum á Íslandi. Landsvirkjun hefur á síðustu árum unnið að frumathugunum á svæðinu. Athugun á jarðfræði svæðisins og kortlagning jarðhita á yfirborði hófst árið 1995 og fylgdi í kjölfar rannsókna sem gerðar voru á svæðinu vegna fyrirhugaðs miðlunarlóns en mest allur jarðhiti á yfirborði er í sjálfu lónstæðinu. Súrar jarðmyndanir á yfirborði gáfu tilefni til að ætla að Hágöngusvæðið væri sérstök megineldstöð og lega súru jarðmyndananna í hálfhring gaf hugmyndum um undirliggjandi grafna öskju byr undir báða vængi. Viðnámsmælingar með TEM –aðferð sýndu að útbreiðsla jarðhitasvæðisins væri að stærðargráðunni 20-40 km<sup>2</sup>, þar sem líkur væru á háhitakerfi. Útreiknaður efnahiti sýna af gasi og gufu reyndist vera um 290°C. Rannsóknaborholu var valinn staður sem næst miðju háviðnámskjarnans. Boranir hófust síðla sumars árið 2003. Holan var hönnuð með 9 5/8” vinnslufóðringu niður á um 800 metra dýpi. Lokadýpi holunnar varð 2360 metrar og var vinnsluhlutinn fóðraður með raufuðum leiðara. Greining á jarðlögum leiðir í ljós að í efstu 700 metrum holunnar er ráðandi fremur grófkorna basískt gosberg auk þykkra súrra myndanna en þar neðan við er móberg mest áberandi niður undir 1900 metra dýpi. Þar neðan við og niður undir 2250 metra er flókinn basískur innskotakomplex og neðstu 100 metrar holunnar eru í súrum innskotum. Ummyndun vex hratt með dýpi, úr smektít-zeólíta belti nærri yfirborði og er komið í 230°C hita í jarðhitakerfinu á um 580 metra dýpi í klórít-epidót belti. Ummyndun vex síðan frekar með dýpi og er amfiból ráðandi ummynduarsteind við botn og bendir til um eða yfir 300°C hita í jarðhitakerfinu. Í samræmi við áætlanir Landsvirkjuar verður boruð önnur rannsóknarhola á svæðinu á næstu árum. Undirbúningur borunar holu HG-01 við Hágöngur ásamt söfnun og úrvinnsla gagna var unnin af Orkustofnun og síðan Íslenskum orkurannsóknum auk frumrannsókna á jarðfræði svæðisins, jarðfræðikortlagningar og söfnunar og greiningar gas- og gufusýna.

## Grímsvatnagosið í nóvember 2004: Þverfagleg vöktun á Veðurstofu Íslands.

Steinunn S. Jakobsdóttir og vöktunarhópur á Veðurstofu Íslands.

Í upphafi árs 2004 var ljóst að líkur á gosi í Vatnajökli fóru ört vaxandi. Skjálftavirknin í norðvestanverðum jöklinum hafði aukist upp úr miðju ári 2003, ekki síst undir Grímsvötnum. GPS punktmælingar á Saltaranum á Grímsfjalli sýndu að land hafði risið á ný eftir gosið 1998 og var nú komið í svipaða hæð og fyrir það gos. Í ágúst tók að bera á 20-30 mínútna löngum óróahrinum og í byrjun september fóru að sjást, með vaxandi styrk, reglubundnir óróapúlsar á jarðskjálftastöð Veðurstofunnar á Grímsfjalli. Vatn í Grímsvötnum stóð á þessum tíma hærra en það hafði gert síðan eftir Gjálpargosið 1996. Þann 18. október jókst skjálftavirknin enn undir Grímsvötnum og var það túlkað sem merki um að annað hvort væri hlaupvatn eða kvika komin á kreik. Þann 28. október fóru að sjást óróahviður á jarðskjálftamælinum á Kálfafelli, vestan Skeiðarárjökuls, sem bentu til þess að Skeiðarárhlaup væri í uppsiglingu. Hlaupið kom fram á mælum Vatnamælinga daginn eftir, þ. 29. október og fór vaxandi næstu daga.

Þar sem Sigurður Þórarinsson hafði sett fram þá kenningu árið 1953, að jökulhlaup gæti hleypt af stað gosi var fylgst grannt með skjálftavirkni í Grímsvötnum og þar fóru skjálftar stækkandi. Að morgni mánudagsins 1. nóvember varð smá hrina undir Vötnunum og mældist stærsti skjálftinn ML ~3. Klukkan 19:30 hófst svo ný hrina með skjálfta uppá ML ~2,5 og uppúr kl. 20 fór að sjást gosórói á nærliggjandi mælum. Mikil skjálftavirkni fylgdi óróanum fram til kl. 21:50. Þá dró verulega úr skjálftum, en gosóróinn magnaðist. Á þeirri stundu þótti öruggt að gos væri hafði. Veður var slæmt og ekkert skyggni þannig að ekkert sást til gossins fyrstu klukkutímanna. Þess í stað var veðurradar Veðurstofunnar notaður til að fylgjast með gosstöðvunum. Fyrstu greinilegu merkin um gosmökk sjást á radarmynd sem tekin var kl. 22:50 og var mökkurinn þá kominn í 6-7 km hæð. Fyrsta tilkynning sjónarvotts kom frá Kárahnjúkasvæðinu um kl. 3 um nóttina og síðan fylgdu fleiri tilkynningar af norðausturhorninu. Það sem best sást voru eldingarnar og við athugun næsta morgun kom í ljós að fjölda mældra eldinga um nóttina, sem fall af tíma, bar vel saman við umfang gosmakkarins eins og hann sást á veðurradar og gosóróinn sýndi svipaða mynd. Næstu daga voru jarðskjálftamælar, veðurradarinn og eldingamælingar notaðar til að fylgjast með krafti og þróun gossins. Strax eftir 1 1/2 sólarhring hafði dregið svo úr gosinu að mökkurinn hvarf af veðurradar og eldingar hættu að mælast. Smám saman dró úr óróanum og að morgni dags þ. 6. nóvember, þ. e. um 4 1/2 sólarhring eftir að gos hófst, var ekki lengur að sjá merki um sprengingar. Óróinn bar nú merki jökulhlaups í stað goss. Goslok voru staðfest næsta dag þegar flogið var yfir gosstöðvarnar.

Vöktun eldgosa á Veðurstofu Íslands er unnin í náinni samvinnu jarðskjálftafræðinga og veðurfræðinga auk þess sem rauntímaaðgangur, sem Vatnamælingar veita að mælingum á vatnshæð, rennsli og leiðni í jökulám, er nýttur við eftirlit með eldstöðvum. Ein af skyldum Veðurstofunnar er að skilgreina hættusvæði fyrir flugumferð. Í þeim tilgangi reikna veðurfræðingar út, með ferla- og dreifingarlíkani, væntanlega útbreiðslu gosmakkar út frá veðurspám og upplýsingum um hæð gosmakkar. Einnig aðstoða veðurathugunarmenn við að kortleggja útbreiðslu öskufalls.

Vöktunin á Grímsvatnagosinu núna staðfesti enn og aftur styrkinn sem felst í þessu sambylí veðurfars- og jarðvöktunar. Verkfæri beggja hópa eru notuð og hefðbundin sólarhringsvakt veðurfræðinga nýtist við eftirlitið.

## Reiknaður aldur íss á völdum stöðum á þíðjökklum á Íslandi

Þorsteinn Þorsteinsson og Bergur Einarsson

Vatnamælingum Orkustofnunar, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík. Netfang: thor@os.is

Með ískjarnaborunum má kanna sögu jökulafkomu, hitabreytinga og gjóskufalls, auk kristalgerðar og lagskiptingar jökulíss. Slíkar rannsóknir eru nú stundaðar á jökulbreiðum heimskautanna og á minni hveljökklum víða um jörð. Tilraunir til kjarnaborana á jökklum Íslands hófust um 1970 [1] og sumarið 1972 tókst að bora 415 m langan ískjarna í suðaustanverðri Bárðarbungu [2]. Undanfarin ár hafa nokkrir styttri kjarnar verið boraðir á Langjökli, Hofsjökli og Vatnajökli [3,4,5] og um þessar mundir er verið að ljúka hérlandis smíði nýs bors til notkunar á þíðjökklum.

Við undirbúning kjarnaborana er nauðsynlegt að meta fyrirfram aldur íss á mismunandi dýpi á borstaðnum. Einfalt fræðilegt líkan til slíkra reikninga, Nye-líkanið, var sett fram skömmu eftir 1960 [6] og þróaðra líkan, Dansgaard-Johnsen líkanið, kom fram í tengslum við fyrstu djúpkjarnaborun niður á botn Grænlandsjökuls [7]. Hérlandis hafa gögn um ákomu og ísþykkt verið notuð til að meta gróflega líklegan hámarksaldur íss í jökklunum og hefur þá einnig verið höfð hliðsjón af aldri gjóskulaga, sem fundist hafa á jökulsporðum. Talið hefur verið líklegt að elsti ís í jökklum landsins sé nálægt 1000 ára gamall; þ.e. að í þeim geymist upplýsingar um veðurfars- og eldgosasögu frá sögulegum tíma.

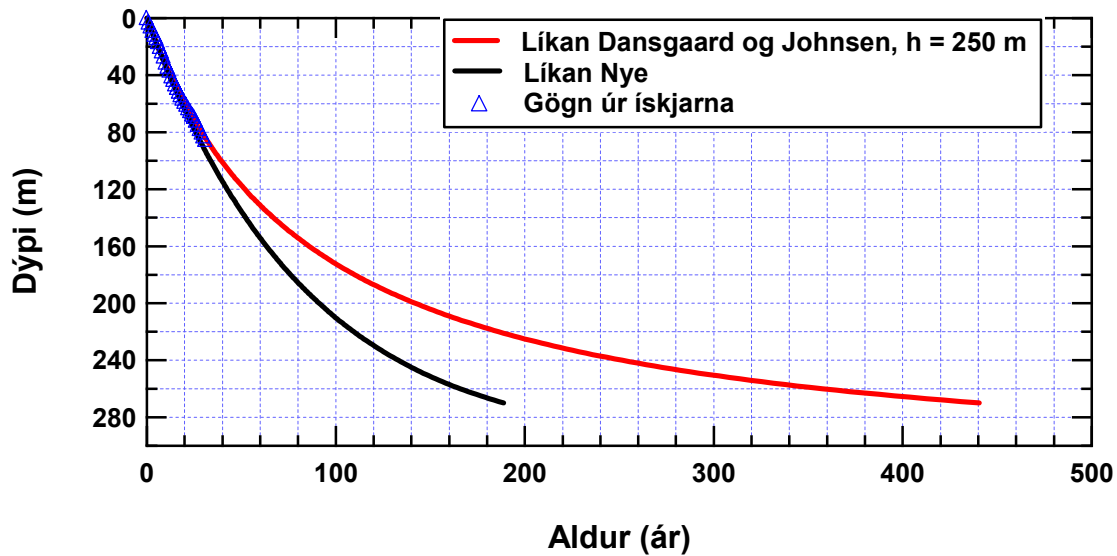
Hér verða kynntir aldursferlar, sem reiknaðir hafa verið með ofangreindum líkönum [8]. Kynnt er ný útleiðsla Dansgaard-Johnsen líkansins, sem gerir ráð fyrir bráðnun við jökulbotn. Þetta líkan gerir ráð fyrir að þjöppunarhraði árlaga (e: vertical strain rate) sé fasti niður á tiltekið dýpi í jöklinum, en minnki þaðan línulega niður í 0 við botn. Reiknaðir eru aldursferlar og árlagaþykktir á fimm stöðum á jökklum landsins, að gefnum tölum um ársafkomu og ísþykkt. Líkanið er stillt á þrem stöðum, þar sem tekist hefur að aldursgreina 70-415 m langa borkjarna auk þess sem reiknaðir eru aldurs- og lagþykktarferlar í ísfylltum öskjum á Hofsjökli og Bárðarbungu. Niðurstöður Dansgaard-Johnsen (D-J) líkans eru nær aldursgreiningum borkjarna á ísaskilum, en lítill munur er á niðurstöðum Nye og D-J líkana á Bárðarbunguborstaðnum 1972, þar sem gera má ráð fyrir að ísinn hnígi ört í neðstu lögum. Niðurstöður líkana, sem ekki gera ráð fyrir bráðnun við botn, gefa óeðlilega háan aldur í neðri hlutum jökuls.

Reikningarnir gefa til kynna að ná megi nálægt 500 árlögum með 300 m borun á hábungu Hofsjökuls og að hugsanlega megi ná samfelldri röð mælanlegra árlaga frá sögulegum tíma á Íslandi (> 1100 árum) með djúpbörum í Bárðarbunguöskjunum.

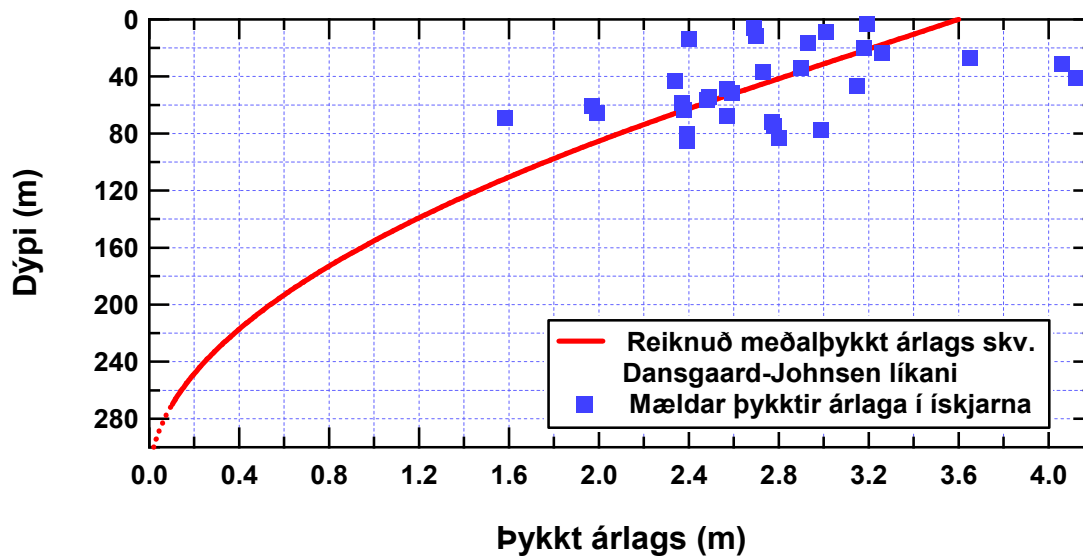
Um þessar mundir er unnið að undirbúningi alþjóðlegs heimskautaárs 2007-2008 (International Polar Year - sjá [www.ipy.org](http://www.ipy.org)) og er miðað við að þá verði ráðist í margvíslegar rannsóknir, sem tengjast náttúru heimskautasvæðanna. Ískjarnaboranir á þíðjökklum landsins hafa þegar verið kynntar sem eitt af mögulegum framlögum Íslands til þessa samstarfs.

### Tilvitnanir

[1] Páll Theodórsson (1972). Djúpbörum í Bárðarbungu. Skýrsla RH-P-72-B1. Raunvísindastofnun Háskólans. [2] Bragi Arnason, Páll Theodórsson og Helgi Björnsson (1974). Mechanical drill for deep coring in temperate ice. *Journal of Glaciology*, 13, 133-139. [3] Þorsteinn Þorsteinsson (1997). Borkjarni úr Langjökli. Lagskipting, aldursgreining og afkomusaga. Skýrsla RH-28-97, Raunvísindastofnun Háskólans. 64 bls. [4] Thorsteinsson, Th., O. Sigurðsson, T. Jóhannesson, G. Larsen & F. Wilhelms (2002). Ice core drilling on the Hofsjökull ice cap. *Jökull*, 51, 25-41. [5] Thorsteinsson, Th., T. Jóhannesson, G. Larsen, O. Sigurðsson, K.G. Schmidt & M. Forwick (2003). Dust flux into the Grímsvötn subglacial lake, Iceland, estimated from ice core data. Abstract. *Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Mars Polar Science and Exploration*. LPI Contribution No. 1184, Lunar and Planetary Institute. [6] Nye, J.F. (1963). Correction factor for accumulation measured by the thickness of the annual layers in an ice sheet. *Journal of Glaciology*, 4, 785-788. [7] Dansgaard, W. & S.J. Johnsen (1969). A flow model and a timescale for the ice core from Camp Century, Greenland. *Journal of Glaciology*, 8 (53), 215-223. [8] Bergur Einarsson og Þorsteinn Þorsteinsson (2004). Aldur íss með dýpi og þynning árlaga í þíðjökklum á Íslandi. *Skýrsla OS204/022*. Vatnamælingar Orkustofnunar. 36 bls.



**1. mynd** – Aldur íss sem fall af dýpi á hábungu Hofsjökuls (1790 m.y.s), reiknaður með tveimur líkönum og borinn saman við gögn úr aldursgreindum 100 m ískjarna. Bæði líkön gera ráð fyrir að 2 cm þykkt íslag bráðni við jökulbotn á ári hverju. Þær forsendur Nye líkansins að þjöppunarhraðinn sé fasti frá yfirborði niður á botn bregðast í neðri hluta jökulsins og eru niðurstöður Dansgaard-Johnsen líkansins því mun raunhæfari. Jökulþykktin er um 300 m á þessum stað.  $h$  er stuðull í D-J líkani, sem stilla þarf með hliðsjón af flæðimynstri á hverjum stað, hér er hann valinn  $h = 250$  m.



**2. mynd** – Þynning árlaga með dýpi á hábungu Hofsjökuls, reiknuð með Dansgaard-Johnsen líkaninu. Skv. þessum niðurstöðum minnkar meðalþykkt árlags úr 3.6 m íss við yfirborð í um 10 cm á 270 m dýpi. 10 cm þykk árlög eru greinanleg með rykmælingu ískjarna.

## **Endogenous growth: It's role in construction of mafic flow fields**

Þorvaldur Þórðarson

Department of Geology and Geophysics, University of Hawaii and Iceland Earth Science Institute, University of Iceland ([moinui@soest.hawaii.edu](mailto:moinui@soest.hawaii.edu); [torvth@hi.is](mailto:torvth@hi.is) )

Endogenous growth is the most important process underpinning the emplacement of mafic pahoehoe lava flow fields. Such flow fields consist of numerous lobes characterized by flow features which are indicative of thermally insulating lava transport and lobe inflation (i.e. lava tubes, tumuli, lava-rise plateaus, etc.). The key constituents of these flow fields are pahoehoe sheet lobes, which exhibit a three-part structural division, viz a vesicular basal crust, a crystalline lava core, and a vesicular upper crust. These structural subdivisions have been shown by studies of the currently active Pu'u O'o-Kupaianaha pahoehoe flow field in Hawaii, to correspond to the bottom crust, the molten core, and the upper surface crust of an actively inflating sheet lobe. Moreover, field evidence demonstrates that upper crusts of considerable thickness (20-50% of final lobe thickness) are formed during lobe emplacement and inflation.

In pahoehoe flows, lava is transported via internal pathways beneath a coherent stationary crust, whose insulating properties reduce cooling rates to  $<1^{\circ}\text{C}/\text{km}$ . Observations show that lava tubes and tumuli are the products of the localization of lava flow along preferred internal pathways during lobe inflation. Initially, sheet lobes are emplaced as thin inflating flat-topped sheets onto an undulating substrate. Lava flux in the sheet lobe interiors is variable and highest above substrate depressions. Continued inflation and radial cooling of the lobes result in the locus of flow being progressively concentrated in these regions of high flux. Eventually, the flow of lava is restricted to a few preferred pathways that feed lava to the steadily advancing flow front. As the lava breaks out of the pathways at the flow fronts new lobes are formed and immediately sealed by insulating crust, and then grow in thickness and length by the process of inflation. Ultimately, a new extension of the lava pathway is developed and the process described above is repeated. This process of lobe-by-lobe advance, inflation, and pathway formation is responsible for the emplacement of the largest pahoehoe flow fields on Earth, and it is accomplished without significant heat loss from the lava, and does not require high lava flux rates and cataclysmic eruptive dynamics.

## Mælingar á eldingum í Grímsvatnagosi 2004

Pórður Arason  
Veðurstofu Íslands

Eldgos hófst í Grímsvötnum að kvöldi 1. nóvember 2004. Fyrstu merki um gosmökk sjást á mynd úr úrkomuratsjá Veðurstofunnar á Miðnesheiði um kl. 23, en mökkurinn þarf að ná 6-8 km hæð til að sjást í þessari fjarlægð. Um nóttina sáu sjónarvottar mökkinn lýsast upp af eldingum í miklum ljósagangi. Álitid er að átök vatns og kviku valdi bæði mikilli öskumyndun og rafhleðsluaðskilnaði, þannig að askan verði neikvætt hlaðin og vatnsgufan jákvætt hlaðin. Þrjú mælikerfi sem Veðurstofan hefur aðgang að mældu eldingar í gosinu. Það auðveldar úrvinnslu gagnanna að ekki var neitt veðurtengt þrumuveður í gangi nálægt landinu á meðan á gosinu stóð. Ein stöð, á Syðri-Neslöndum við Mývatn, hluti af íslenska LLP eldingastaðsetningakerfinu náði að mæla og skrá styrk 149 eldinga sem slóu niður til jarðar frá kl. 01:37 þann 2. til kl. 08:40 þann 3. Út frá þessum mælingum má reikna straumstyrk eldinga sem slóu niður úr mekkinum til jarðar. Yfirgnæfandi hluti eldinganna, og allar þær sterkustu, sýna að þær koma úr neikvætt hlöðnum hluta gosmakkarins. Annað mælikerfi "ATD sferics" er í eigu bresku veðurstofunnar, en ein mælistöðva þeirra er á Keflavíkurlflugvelli í umsjá Veðurstofu Íslands. ATD kerfið staðsetti 251 eldingu í Grímsvötnum á svipuðum tíma og íslenska LLP kerfið. ATD kerfið skráir bæði eldingar sem slá til jarðar og eldingar innan skýs (gosmakkarins). Þá er tímasetning ATD eldinganna ekki skráð nægjanlega nákvæmt til að hægt sé að bera þær saman við LLP eldingarnar með óyggjandi hætti. Veðurstofan rekur einnig EFMS skráingarstöð í Reykjavík sem skráir samfellt bylgjuform á lóðréttu rafsviði frá eldingum. Skráð er gildi á 0,2  $\mu$ s fresti þegar atburður nær yfir tiltekið þröskuldsgildi. Í gosinu voru skráð bylgjuform 152 eldinga, en um helmingur þeirra sýna form ský-eldinga og hinn helmingurinn sýnir form eldinga til jarðar úr neikvætt hlöðnu skýi. Tímasetning LLP og EFMS mælinganna er nægjanlega nákvæm til að hægt sé að tengja upplýsingarnar saman og er innra samræmi mjög gott, þó þröskuldsgildi EFMS sé nokkru herra en í LLP tækjunum. Það vekur nokkra athygli að eldingar sem slá úr gosmekkinum til jarðar eru nær eingöngu úr neikvætt hlöðnum hluta makkarins. Hægt var að meta hæð gosmakkar út frá mælingum úr úrkomuratsjá Veðurstofunnar, sem mældi ástandið á 5 mín fresti í gosinu. Samanburður á hæð gosmakkar og eldingavirkninni sýnir mjög gott samræmi og að mest eldingavirknin var þegar mökkurinn var hæstur og því mestur kraftur í gosinu. Eftir kl. 9 að morgni 3. nóvember náði gosmökkurinn aldrei nægjanlegri hæð til að mælask með úrkomuratsjóni og engar eldingar voru skráðar eftir það.



## FULLPAT æfingar – Tilraunir með nýja aðferð til magnbundinna fasagreininga með XRD

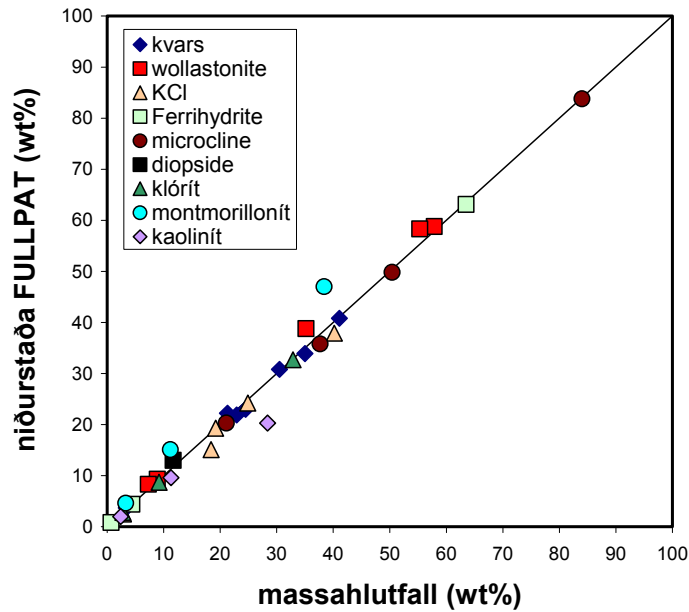
Þráinn Friðriksson

Íslenskar orkurannsóknir

FULLPAT er nýleg aðferð til magnbundinna fasagreininga með XRD. Aðferðin, sem þróuð var af Steve Chipera og Dave Bish (Chipera and Bish, 2002) við Los Alamos, sameinar kosti þess að nota allt XRD mynstrið og hefðbundin toppahlutföll (RIR – relative intensity ratio). Notuð eru staðalsýni af þeim fösum sem greina á og er innri staðli (kórund) blandað í staðalsýni og óþekkt sýni. Notkun innri staðals veldur því að bæði matrixuáhrif sýnisins og áhrif röntgentækisins (instrumental effects) stytast út. Þar sem FULLPAT notast við allt XRD-mynstrið er hægt að greina myndlausa og illa kristallaða fasa s.s. gler, ferrihýdrít og myndlausan kísil með sömu nákvæmni og kristallaða fasa. Notkun alls XRD-mynstursins kemur einnig í veg fyrir hvítleið vandamál við magnbundna greiningu á leirsteindum og öðrum blaðlaga steindum (preferential orientation). Úrvinnsla FULLPAT greininga fer fram í EXCEL og er mjög einföld í notkun. Þessi aðferð hefur verið notuð með góðum árangri til að greina massahlutföll glers, frumsteinda og ummyndunarsteinda í súru túffi frá Yucca Mountain í Nevada (Vaniman og fl., 2001).

Notkun FULLPAT fer þannig fram að útbúnir eru staðlar með því að vigta saman 80% af hreinum staðli og 20% kórund. Staðalarnir eru keyrðir á XRD og mynstrin límd inn í EXCEL töflu og kórund toppar í stöðlum eru normaliseraðir við hreint kórund mynstur. Óþekkt sýni með 20% kórund er keyrt í XRD og ákvarðað hvaða fasar koma fyrir í því. Kórundtoppar óþekktta sýnisins eru normaliseraðir við kórundtoppa þess staðalfasa sem algengastur er í óþekktta sýninu. Fasagreiningin er gerð með því að lágmarka mismun XRD-mynsturs óþekktta sýnisins og summu staðalmynstra.

Tilraunir hafa verið gerðar með notkun FULLPAT á Íslenskum orkurannsóknum. Útbúnir voru FULLPAT staðlar fyrir kvars, wollastónít, sylvít, ferrihýdrít, míkroklín, díopsíð, klórít, montmorillonít og kaólinít. Tíu “óþekkt” sýni voru útbúin með því að vigta saman þrjú til fimm staðla. Árangurinn af greiningunum sést á meðfylgjandi mynd sem sýnir vegið massahlutfall staðla í “óþekktum” sýnum á móti niðurstöðu FULLPAT. Heildregna línan sýnir 1:1 hlutfall á milli vegins massahlutfalls og niðurstöðu FULLPAT greininga. Eins og sést er árangurinn ágætur nema helst fyrir montmorillonít og kaolinít í þeim sýnum þar sem þessir fasar koma fyrir í miklu magni. Árangurinn fyrir ferrihýdrít er hinsvegar mjög góður, einkum í ljósi þess að það er ókristallað efni.



## Heimildir

Chipera S.J. and Bish D.L., 2002, FULLPAT: a full-pattern quantitative analysis program for X-ray powder diffraction using measured and calculated patterns. *Journal of Applied Crystallography*, 35, 744-749.

Vaniman D.T., Chipera S.J., Bish D.L., Carey J.W. og Levy S.S., 2001, Quantification of unsaturated-zone alteration and cation exchange in zeolitized tuffs at Yucca Mountain, Nevada, USA. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 65, 3409-3433.

## Náttúrulegt koltvísýringsútsreymi um jarðveg, gufuaugu og gufuhitaða leirpytti á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi

Þráinn Friðriksson<sup>1</sup>, Bjarni Reykr Kristjánsson<sup>1</sup>, Halldór Ármannsson<sup>1</sup>, Eygerður Margrétardóttir<sup>1</sup>, Snjólaug Ólafsdóttir<sup>1</sup> og Giovanni Chiodini<sup>2</sup>

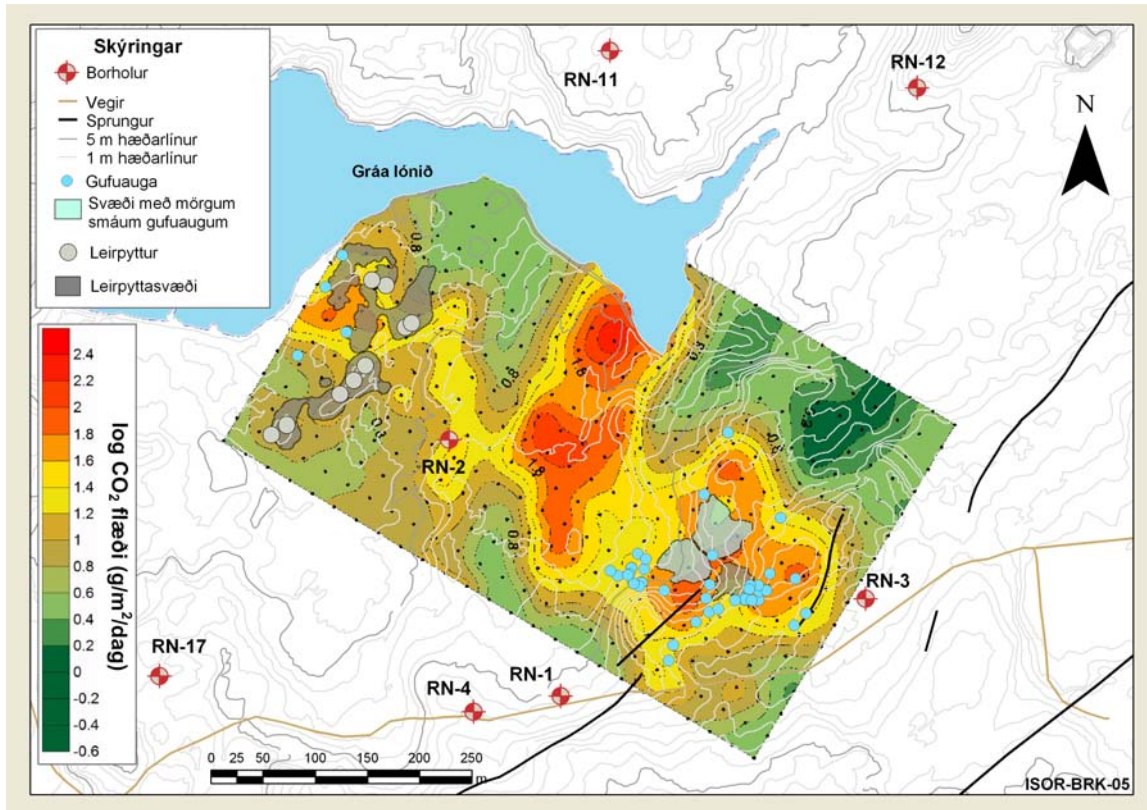
<sup>1</sup> Íslenskar orkurannsóknir, Reykjavík.

<sup>2</sup> Osservatorio Vesuviano, Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Napoli.

Náttúruleg losun koltvísýrings um jarðveg, gufuaugu og gufuhitaða leirpytti var ákvörðuð á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi. Markmið verkefnisins var að ákvarða náttúrulega losun á þessari gastegund áður en fyrirhuguð 120 MWe virkjun verður tekin í gagnið sumarið 2006. Nú takmarkast virkjun svæðisins við eina holu (RN-12) og tímabundnar blástursprófanir á nýjum holum. Mælingar á náttúrulegri koltvísýrings losun við núverandi vinnsluálag á svæðinu gefa tilefni til þess að (1) ákvarða hugsanlegar breytingar á náttúrulegri losun af völdum aukinnar nýtingar vegna virkjunarinnar og (2) að meta hlutfallsleg umhverfisáhrif virkjunarinnar með því að bera saman náttúrulega losun frá svæðinu og koltvísýringslosun frá henni. Mælingar á koltvísýringslosun frá jarðhitasvæðinu gefa einnig tilefni til að meta varmatap jarðhitakerfisins. Þá munu niðurstöður verkefnisins auka skilning á koltvísýringsbúskap háhitasvæða og megineldstöðva almennt og bæta þannig mat á náttúrulegu koltvísýringsútsreymi frá Íslandi.

Á jarðhitasvæðum losnar koltvísýringur í andrúmsloft einkum með þrennum hætti, með gaslosun um jarðveg, með gufu úr gufuaugum og sprungum og með loftbólum í gufuhituðum pollum eða leirpyttum. Í þessu verkefni var magn koltvísýrings sem losnar eftir þessum leiðum ákvarðað. Mismunandi aðferðum er beitt við mælingar eftir eðli flæðisins. Losun um jarðveg er mæld með koltvísýringsflæðimæli sem lagður er á jörðina en losun um gufuaugu er ákvörðuð með því að mæla gufustreymi frá augum gashraðamæli í mæliröri og greina styrk koltvísýrings í gufunni. Losun um gufuhitaða leirpytti er ákvörðuð með því að mæla varmatap frá viðkomandi pytti, en það er mælikvarði á magn gufu sem kemur inn í pollinn, og þekktur koltvísýringsstyrkur í gufu á svæðinu er svo notaður til að reikna hve mikill koltvísýringur hefur fylgt gufunni sem hitar pollinn.

Niðurstöður frá jarðhitasvæðinu á Reykjanesi (sunnan Gráa lónsins) benda til þess að losun um jarðveg yfirgnæfi losun um gufuaugu og gufuhitaða leirpytti. Heildarlosun koltvísýrings er um 5.100 tonn á ári og þar af losna 96,6% um jarðveg, 2,2% um gufuaugu og 1,2% um gufuhitaða polla. Koltvísýringslosun á svæðinu stjórnast greinilega af tektóník þannig að svæði sem einkennast af miklu koltvísýringsflæði eru ílöng og stefna N-S til NNA-SSV. Lögum afgösunarsvæðanna bendir til þess að losun koltvísýrings stýrist af sprungum í berggrunni (sjá mynd).



Náttúruleg koltvísýringslosun frá jarðhitasvæðinu á Reykjanesi er frekar lítil miðað við losun frá jarðhitavirkjuninni á Nesjavöllum (63 MWe) en þar voru 13.200 tonn losuð árið 2000. Náttúruleg losun frá Reykjanesi bliknar í samanburði við losunina frá Svartsengi (45 MWe) og Kröflu (60 MWe) en hvor virkjun losaði um 75.000 tonn árið 2000. Ætla má að fyrirhuguð 120 MWe virkjun á Reykjanesi muni losa um 50.000 tonn á ári eða um tífalt magn þess koltvísýrings sem nú losnar með náttúrulegum leiðum.

Eins og fyrr segir eru mælingar á koltvísýringslosun um gufuaugu og gufuhitaða polla byggðar á mælingum á gufustreymi og því er einnig hægt að nota þær mælingar til að leggja mat á varma sem tapast eftir þessum leiðum. Þannig fæst að gufustreymið frá gufuaugum á Reykjanesi samsvarar 2,2 MW og um pollana tapast um 1,2 MW. Sé gert ráð fyrir því að sá koltvísýringur sem berst til yfirborðs um jarðveg hafi borist þangað með gufu með sama koltvísýringsstyrk og gufan í gufuaugunum þá samsvarar það gufumagn 96.6 MW af varmaorku. Mælingar á varmaflæði til yfirborðs um jarðveg sem byggja á hitamælingum í jarðvegi benda hinsvegar til þess að varmaflæði um yfirborð sé aðeins um 17 MW. Nærtækasta skýringin á þessum mismun er að meira en 80% þess varma sem berst með gufu neðan úr jarðhitakerfinu í átt til yfirborðs tapist við að hita upp kalt grunnvatn nærri yfirborði en aðeins um 20% varmans skili sér alla leið til yfirborðs.

## Upplýsingar um stefnuhneigð frá þunnsneiðargögnum

Þröstur Þorsteinsson<sup>1,2</sup>, L Wilen<sup>3</sup> og E D Waddington<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>*Science Institute, University of Iceland, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík,* <sup>2</sup>*University of Washington, WA, USA,* <sup>3</sup>*Ohio University, OH, USA*

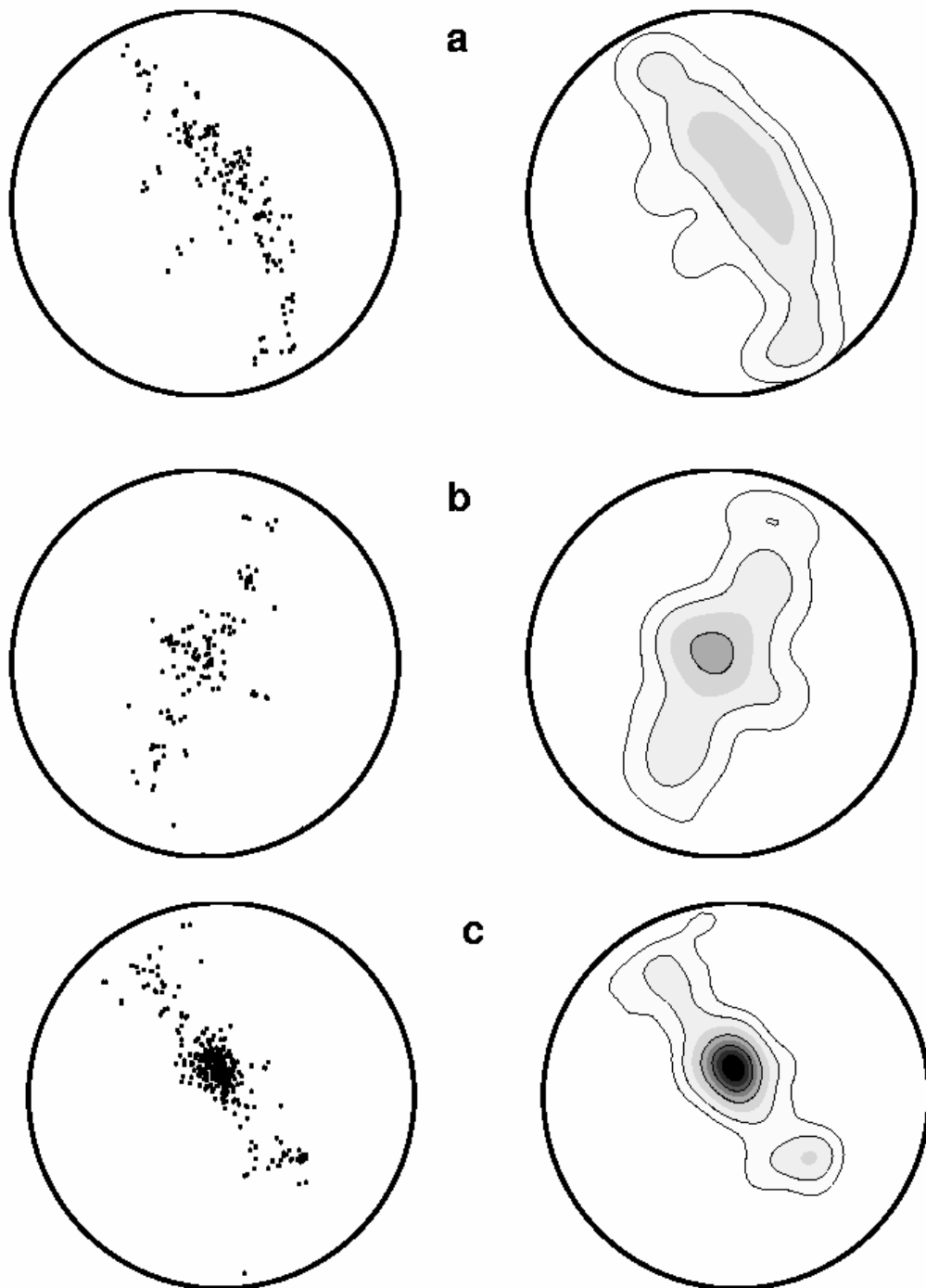
Tilgangurinn með mælingum á stefnu kristalla í þunnsneiðum er oftast sá að veita upplýsingar um stefnu kristalla í stærra rúmmáli. Þannig er þunnsneiðin oftast sýni af stærra safni kristalla. Það er oft erfitt að vita hversu vel hver einstök þunnsneið lýsir sínu nánasta umhverfi, sér í lagi ef fáar stefnur eru mældar. Punkta-gröf (equal area plots, Schmidt-plots) er algengasta aðferðin við framsetningu gagna um stefnur kristalla. Með þessari aðferð eru birt mæligögn, án nokkurrar túlkunar.

Túlkun punkta-grafa er hinsvegar erfið. Ef fáar stefnur eru mældar er auðvelt fyrir augað að sjá margskonar þyrpingar og aðrar formgerðir. Ef fleiri stefnur eru mældar er sama vandamál fyrir hendi, auk þess sem viss svæði geta nánast mettast af svörtum dílum og þá er erfitt að meta styrk einnar þyrpingar miðað við aðra.

Til að auðvelda túlkun þunnsneiða-gagna notum við gögn um stefnu stakra kristalla til að búa til líkindaþéttleika-dreifingu fyrir stefnur kristallanna. Með þessari aðferð ættu aðeins þær þyrpingar og breytileiki sem gögnin krefjast að vera sýnileg, skalinn sem ákvarðar hversu flöt dreifingin er, þ.e. hversu mikil smáatriði eru raunveruleg, er háður bæði mælióvissu og takmarkaðri stærð sýna.

Í þessari aðferð er stefna sérhvers kristals túlkuð sem sýni úr stærra safni kristalla. Sérhver stefna hefur því ákveðna dreifingu (óvissu) sem gefin er með normal-dreifingu, Gauss-falli, sem er samhverft um stefnu kristalsins. Breidd Gauss-fallsins er háð hvorutveggja, mælióvissu og stærð (fjölda kristalla) sýnisins. Líkindadreifing allra kristalla er síðan lögð saman og þannig fæst samfelld líkindaþéttleika-dreifing sem auðvelt er að sýna. Raunverulegar þyrpingar í dreifingu stefnanna verða augljósar og styrkur þyrpinganna einnig. Aðrar þyrpingar, sem virðist vera til staðar á punkta-grafi, hverfa ef þær eru eingöngu vegna fárra mælipunkta.

Með þessari aðferð er auðvelt að bera saman upplýsingar um stefnuhneigð af mismunandi dýpi og staðsetningu, jafnvel þótt fjöldi mældra stefna sé verulega mismunandi. Mynd 1 sýnir dæmi frá Siple Dome kjarnanum frá Suðurheimskautinu.



Mynd 1. Punkta-gröf (vinstri dálkur) og líkindadreifingar-gröf (hægri dálkur) fyrir c-ása stefnur ískristalla frá Siple Dome, kjarna A, Suðurheimskautinu. Stefnurnar sem sýndar eru koma frá: a) 481 m dýpi (175 c-ásar mældir), b) 685 m dýpi (131 c-ás), og c) 790 m dýpi (336 stefnur mældar). Gráskalin er frá 0 til 30, og jafnlíkindalínurnar eru 0.5, 2, 10, 20, 30. Stefnusnauður ís hefur gildi nálægt 1 (á bilinu 0.5 - 2) allsstaðar.

## Nýr bræðslubor til rannsókna á stöðuvötnum undir Vatnajökli

Þorsteinn Þorsteinsson<sup>1</sup>, Sverrir Elefsen<sup>1</sup>, Eric Gaidos<sup>2</sup> og Brian Lanoil<sup>3</sup>

1. Vatnamælingum Orkustofnunar, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík. Netföng: [thor@os.is](mailto:thor@os.is), [se@os.is](mailto:se@os.is)
2. Department of Geology and Geophysics, University of Hawaii, Honolulu, Hawaii, USA
3. Department of Environmental Sciences, University of California, Riverside, CA, USA

Áhugi vísindamanna á að rannsaka stöðuvötn undir jöklum hefur aukist til muna hin síðari ár. Kunnasta stöðuvatn af því tagi er Vostok-vatnið undir Suðurskautsjöklinum [1] og áætlanir um bræðsluboranir og sýnasöfnun úr vatninu til líffræðikönnunar hafa verið í mótun á alþjóðavettvangi á undanförunum árum. Undir Suðurskautsjöklinum eru nú þekkt um 70 stöðuvötn, en utan hans eru þekktust stöðuvötnin undir Vatnajökli, einkum Grímsvötn [2].

Bræðsluborun gegnum íshellu Grímsvatna heppnaðist fyrst sumarið 1987, með bor sem smíðaður var héraðs á vegum Raunvísindastofnunar Háskólans. Sumarið 1991 var borað á tveimur stöðum og ítarleg jarðefnafræðileg rannsókn gerð á sýnum úr Vötnunum [3]. Eftir Gjálpargosið 1996 og stórhlaupið úr Grímsvötnum í kjölfar þess [4] hefur verið borað niður á Gjálpartind til sýnatöku og einnig niður á hlaupþröskuldinn í suðausturjaðri Grímsvatna-lægðarinnar.

Dagana 16.-22. júní 2002 var ráðist í bræðsluborun gegnum íshelluna í þeim tilgangi að rannsaka hvort örverur þrífist í vatninu undir hellunni. Skammt var liðið frá Grímsvatnahlaupinu í apríl 2002 og var vatnsdýpi undir hellunni aðeins 20 m á borstaðnum (64° 25.01' n.b., 17° 18.84' v.l., 1350 m.y.s. að afloknu hlaupi). Hellan reyndist 280 m þykk á borstaðnum og tók borunin 6 daga [5]. Samtímis fór fram ískjarnaborun niður á 115 m dýpi og var ískjarninn rykmældur samfelt á staðnum [6].

Í Töflu 1 eru sýndar niðurstöður efnagreininga á sýnum úr vatninu undir hellunni, úr ískjarnanum, úr yfirborðssnjó og úr lóni því við jaðar Grímsfjalls, sem myndaðist eftir eldgosinu 1998 [7]. Til samanburðar eru sýndar niðurstöður efnagreininga á sýnum úr vötnunum 1991. Hitastig vatnsins mældist við bræðslumark (-0.2 °C) og pH gildi þriggja sýna úr vatninu mældust á bilinu 4.87-5.13. Leiðni mældist að meðaltali 388  $\mu\text{Scm}^{-1}$  og heildarstyrkur uppleystra efna (TDS) reiknast 260 mg/L. Þau sýni, sem náðust undan hellunni eru því tiltölulega hrein og lítt blönduð efnum úr jarðhitakerfinu; m.ö.o vatnið var nánast eingöngu jökulbráð að uppruna.

SÝNI	TDS	F	Cl	Br	Na	K	Mg	Ca	S[SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> ]	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>
Vatn undan íshellu	260	0.075	9.95	0.035	5.47	0.40	0.81	0.65	0.80	0.54	--
Ískjarni, 80 m dýpi	14	0.023	0.23	--	0.40	0.18	0.02	0.09	0.010	0.012	0.049
Yfirborðssnjór	--	0.021	0.92	--	0.82	0.24	0.07	0.30	0.064	0.071	0.091
Lón við Grímsfjall	--	0.614	46.6	0.078	160	15.5	23.0	70.0	48.7	--	--
Borun 1991 - hola 1	237	0.70	6.89	--	25	3.05	5.75	25.0	25.2	--	--
Borun 1991 - hola 2	205	0.04	1.77	--	5.57	1.27	2.66	6.22	1.13	--	--

**TAFLA 1** – Styrkur uppleystra efna í sýnum úr Grímsvötnum (öll gildi í mgL<sup>-1</sup>) [7]. Til samanburðar við sýnatöku 2002 eru gefnar niðurstöður á sýnum undan íshellunni 1991 [3]. (TDS = total dissolved solids) Örverur reyndust til staðar í öllum ofangreindum sýnum (sjá Töflu 2). Sérstaka

athygli vakti mikill örverugróður í sýnum sem náðust af seti úr botni vatnanna [7]. DNA greining gaf niðurstöður sem virðast dæmigerðar fyrir kuldakærar örverur, en talsverður munur reyndist á örverum sem þrífast undir íshellunni og þeim, sem fundust í yfirborðssnjó.

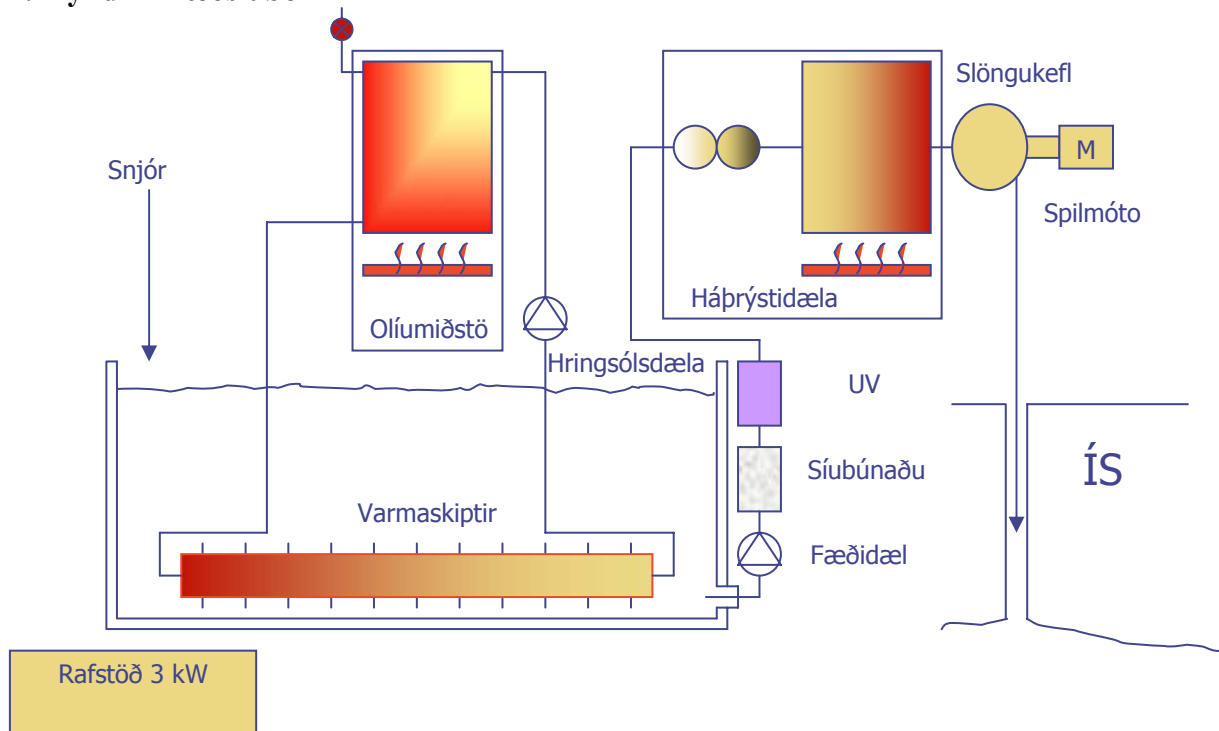
Sýni	Örverutala ( $10^3 \text{ ml}^{-1}$ )
Vatn undan íshellu	$21 \pm 5.7$
Ískjarni, 80 m dýpi	$4.1 \pm 1.8$
Yfirborðssnjór	$32 \pm 10$
Borhola – fyrir	$38 \pm 13$
Borhola – eftir	$18 \pm 8.6$
Lón við Grímsfjall	$340 \pm 95$
Gjóskuset á botni ( $\text{g}^{-1}$ )	$38,000 \pm 7,600$

TAFLA 2

Fjöldi örvera (e: DAPI cell counts) í hverjum millilítra sýnis (hverju mg fyrir gjósku).

Þessar jákvæðu niðurstöður hafa leitt til áætlana um frekari könnun á örverulífi í Grímsvötnum, auk þess sem stefnt er að sams konar rannsókn á Skaftárkötlum. Á vegum Vatnamælinga Orkustofnunar er nú lokið smíði nýs bræðslubors, sem er sérstaklega miðaður við verkefni af þessu tagi (1. mynd). Nýmæli er að bræðsluvatninu er dælt gegnum síu, sem hreinsar grófasta rykið úr vatninu. Einnig er bræðsluvatnið geislað með útfjólubláu ljósi, sem ætlað er að sundra sameindum örvera í vatninu. Þá er bræðsluvatnið hitað upp að suðumarki áður en því er dælt í borholuna og hætta á sýnamengun ætti því að teljast hverfandi. Hægt verður að taka sýni á nokkrum stöðum á rennislísi bræðsluvatnsins gegnum kerfið, til að kanna hversu vel tekst til með gerilsneyðingu vatnsins.

### 1. mynd – Bræðslubor



**Tilvitnanir:** [1] Kapitsa et al. (1996). *Nature*, 381, 684-686. [2] Helgi Björnsson (2002). *Global and Planetary Change*, 35, 255-271. [3] Ágústsdóttir & Brantley (1994). *J. Geophys. Res.*, 99, 9505-9522. [4] Hreinn Haraldsson o.fl. (1997). *Vatnajökull: Gos og hlaup 1996*. Vegagerðin. [5] Fréttabréf JÖRFÍ Nr. 92. [6] Thorsteinsson et al. (2003). *LPI Publication 1184*, 3<sup>rd</sup> Mars Polar Conference. [7] Gaidos et al. (2004). *Astrobiology*, 4 (3), 327-344.



## Origin of Earth's Oceans

Karen J. Meech<sup>1,4</sup>, Þorsteinn Þorsteinsson<sup>2</sup>, Scott Anderson<sup>3</sup>, Lysa Chizmadia<sup>4</sup>, Guðmundur Ó. Friðleifsson<sup>5</sup>, Nader Haghighipour<sup>1,4</sup>, Julia Hammer<sup>6</sup>, Gary Huss<sup>6</sup>, Klaus Keil<sup>3</sup>, Sasha Krot<sup>3</sup>, Viggó Þór Marteinsson<sup>7</sup>, Michael Mottl<sup>6</sup>, Niels Óskarsson<sup>8</sup>, Tobias Owen<sup>1,4</sup>, Árni Snorrason<sup>2</sup>, Árný Sveinbjörnsdóttir<sup>9</sup>, Donald Thomas<sup>6</sup>, Ásta Þorleifsdóttir<sup>10</sup>, Þorvaldur Þórðarson<sup>3,8</sup> og Edward Young<sup>11</sup>.

1. Institute for Astronomy, University of Hawaii ([meech@ifa.hawaii.edu](mailto:meech@ifa.hawaii.edu)). 2. Vatnamælingum Orkustofnunar, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík ([thor@os.is](mailto:thor@os.is)). 3. Hawaii Institute of Geophysics and Planetology, University of Hawaii. 4. NASA Astrobiology Institute, University of Hawaii. 5. Íslenskum Orkurannsóknnum, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík. 6. School of Ocean and Earth Science and Technology, University of Hawaii. 7. Prokaria, Gylfaflöt 5, 112 Reykjavík. 8. Jarðvísindastofnun Háskólans, Öskju, Sturlugötu 7, Reykjavík. 9. Raunvísindastofnun Háskólans, Dunhaga 3, 107 Reykjavík. 10. Vættaborgum 35, 112 Reykjavík. 11. Department of Earth and Space Sciences, University of California, Los Angeles.

Hópur vísindamanna við rannsóknastofnanir á Hawaii og á Íslandi hefur að undanfögnu unnið að forkönnun á möguleikum þess að afla nýrra gagna varðandi uppruna vatnsins á jörðinni. Sérstök áhersla er á samanburð tvívetnisstyrks í geimþokum, halastjörnum, loftsteinum, höfum jarðar, jöklum, grunnvatni og jarðhitavatni, auk þess sem könnuð hafa verið fyrirbyggjandi gögn um nývatn (juvenile water). Talið er hugsanlegt að nývatn geti leynst í innlyksum hnyðlinga, sem berast með möttulstrókum úr iðrum jarðar.

Þetta samstarf verður kynnt með veggspjöldum á ráðstefnu NASA Astrobiology Institute í Boulder 10.-14. apríl 2005 (<http://nai.nasa.gov/nai2005/>) og á Vorráðstefnu Jarðfræðafélags Íslands 9. apríl 2005.

### Ágrip

An important debate in the understanding of the early Solar System concerns the origin of the Earth's oceans. The D/H ratio for Earth oceans is enriched by a factor of 6.4 over the protosolar value of  $2.5 \times 10^{-5}$ , and it has been believed that delivery of water by comets, which have a  $D/H \sim 30 \times 10^{-5}$  (three measurements) may have contributed to this enrichment. Dynamical models of terrestrial planets formation suggest that Mars-sized planetary embryos might deliver sufficient water to the Earth from the asteroid belt, and that the fractional cometary contribution might be small. However, this is not consistent with Earth noble gas abundances. D/H measurements have been made for comets likely originating in the same part of the solar nebula. It is expected that there might be a different D/H ratio for comets formed at different distances within the solar nebula. In addition, the standard against which the cometary D/H is measured, ocean water, may have changed over time because of various fractionation processes and would not represent Earth's primordial water. We present a proposal to obtain new comet D/H measurements and to better understand the isotopic composition of primordial Earth water through a program to look at the D/H ratios in deep mantle xenoliths recovered from Iceland and Hawaii. Mantle plume bases reach to the core mantle/boundary, at depths that have not had an opportunity to degas. We will use  $^3\text{He}/^4\text{He}$  as a tracer for primitive material, and look at D/H measurements versus depth in deep boreholes. Measurements of D/H ratios in samples from glacial ice, subglacial lakes and geothermal systems in Iceland will form a baseline against which the results from the deeper hydrosphere and xenolith inclusions will be compared.

## Periodic changes in basaltic Katla (Iceland) magma revealed by 8400 year record of tephra layers

B. A. Oladottir<sup>1</sup>, G. Larsen<sup>2</sup>, T. Thordarson<sup>2,3</sup> and O. Sigmarrsson<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Laboratoire Magmas et Volcans, Université Blaise Pascal, 5, rue Kessler, 63038 Clermont-Ferrand, France

<sup>2</sup>Science Institute, University of Iceland, IS101 Reykjavik, Iceland

<sup>3</sup>Department of Geology and Geophysics, University of Hawaii at Manoa, Honolulu, HI 96822

The Katla volcano of the Eastern Volcanic Zone (EVZ), the third most active volcano in Iceland, is characterized by subglacial explosive eruptions of Fe-Ti-basalt composition. To assess the Holocene eruption history and magma evolution at Katla the tephra stratigraphy in a composite soil section located 18-25 km east of the volcano was measured and sampled. The section contains 174 basaltic and 17 felsic tephra layers recording ~8400 years of explosive activity from Katla and other EVZ volcanoes. About 90% of the layers originated at Katla. We analyzed 125 tephra layers for major elements and 96 of those are pure basaltic Katla tephtras and nine include felsic grains as well. Abrupt shifts in major element compositions divide the ~8400-year record into eight intervals of ~700 to ~1800 year duration. Three intervals, ~800-100 AD, ~30 AD-1700 BC, ~4400-6900 BC, are characterized by systematic rise in K<sub>2</sub>O, Na<sub>2</sub>O, SiO<sub>2</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> and decrease in MgO and CaO. For example, from ~1700 BC to ~30 AD the K<sub>2</sub>O content of the magma rose systematically from 0.63 to 0.95 wt.% then dropped abruptly to 0.7 wt.%. In three intervals, 1200-1918 AD, ~4200-2400 BC and 6400-5800 BC, the magma composition was relatively constant. Two intervals show different behaviour in the major elements, ~1900-2500 BC and 5000-5800 BC. These time intervals show magmatic evolution with fractional crystallisation and magma mixing. Eruption frequency was high (16 eruptions/1000 years) in intervals of gradually changing magma composition, whereas it was low (10 eruptions/1000 years) during intervals of uniform magma composition (eruption frequency from the two longest time intervals). These results indicate that compositional variations at Katla during the Holocene correlate with shifts in the eruption frequency and suggest changes in magma chamber dynamics on timescales of 1000-2000 years, where periods of closed-system crystal fractionation interrupted steady-state conditions. The volatiles S and Cl show phreatomagmatic values throughout all the data series, which indicates that for the last 8400 years the Katla volcano has been covered with a glacier.

## Nýtt XRD-tæki á ÍSOR

Sigurður Sveinn Jónsson ([ssjo@isor.is](mailto:ssjo@isor.is))

Íslenskar orkurannsóknir, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Eftir því sem umfang jarðhitarannsókna hér á landi óx á síðari hluta sjöunda áratugar síðustu aldar var jókst að sama skapi þörf fyrir ýmis konar rannsóknatæki. Eitt þeirra tækja sem gegna lykilhlutverki í rannsóknum á leir og ummyndunarsteindum í jarðhitakerfum er röntgen geislabrotsmælir, sem er tilraun til þýðingar á X-ray diffractometer. Jarðhitadeild Orkustofnunar keypti slíkt tæki og kom það til landsins um mánarðarmótin maí-júní 1972. Keyptur var spennugjafi ásamt röntgenlampa og þrjár Debye Scherrer myndavélar. Tækið var sett upp í Keldnaholti. Geislabrotsmynstri hvers sýnis var safnað á ljósmyndafilmu og var meðal lýsingartími hvers filmu um sex klukkustundir. Búnaður með hornamæli fyrir “powder diffraction” var keyptur 1974 og settur við tækið og voru niðurstöður skrifaðar út á pappírslengju. Sá búnaður var mun afkastameiri og tók mæling hvers sýnis að meðaltali um 20-30 mínútur.

Tækjabúnaðurinn var fluttur á Grensásveg árið 1980 og var tækið rekið óbreytt fram ársins 1997 en þá var tækið uppfært og tölvuvætt.

Um miðbik ársins 2004 ákváðu Íslenskar orkurannsóknir að kaupa nýtt tæki til að tryggja rekstraröryggi og auka afköst enda hafði þá umfang mælinganna aukist talsvert. Nýi tækjabúnaðurinn kom til landsins í byrjun október 2004 og var settur upp í húsnæði ÍSOR að Grensásvegi. Tækið var keypt með stuðningi Rannís. ÍSOR á 75% í tækinu en aðrir eigendur eru Iðntæknistofnun, Raunvísindastofnun Háskólans, Rannsóknastofnun byggingariðnaðarins, Náttúrufræðistofnun Íslands og Norræna eldfjallasetrið. Sérstakur samningur var gerður við meðeigendur um rekstur og afnot af tækinu.

Ákveðið var að kaupa tæki frá Bruker AXS sem áður var Siemens en fyrir eru þrjú tæki líkrar gerðar í landinu. Nýja tækið er af gerðinni D8 Focus með Cu-lampa, opnum geislagangi og búr úr geislaheldu gleri umlykur geislaganginn. Sjálfvirkur sýnaskiptari var keyptur með tækinu og tekur hann níu sýni. Sýnahaldarar eru úr acryl-plasti, kringlóttir og unnt að láta sýnið snúast í geislanum. Geislunarnemi er sindurteljari (scintillation counter) með NaI kristal. Tækinu er algerlega stjórnað af hugbúnaði sem fylgir – sýnaskráning og söfnun gagna fer fram á einum stað en eftirlitshugbúnaður er sítengdur tækinu og fylgist með starfsemi þess og varar við bilunum. Tækið er stillt með NIST1976 kórund-staðli en hornamælirinn (goniometer) stillir sig sjálfur í upphafi hvers mælingalotu og les inn viðmiðunargildi.

Úrvinnsla gagna er skilvirk og á ÍSOR eintak af gagnagrunni um XRD-mynstur tæplega 50.000 fastra efna sem gefinn er út reglulega af *International Centre for Diffraction Data*. Þar til gerður hugbúnaður frá Bruker AXS ber mynstur óþekkts sýnis við skilgreinda hluta gagnagrunnsins og flokkar viðmiðunarmynstur og gefur gæðatölu (figure of merit).

Frá árinu 1997 hafa verið greind um 8000 sýni á ÍSOR. Flest sýni vegna rannsókna á leir í háhitakerfum en einnig hafa sannkennslisgreiningar og þróun á magnbundnum greiningum fyrir lyfjaiðnaðinn farið mjög vaxandi síðustu ár. Greiningar á ummyndunarsteindum í svarfi skipa ávallt stóran sess auk ýmissa greiningar vegna jarðhitanytingar, útfellinga í lögnum og vegna annarra rekstrarvandamála tengdum jarðhita.

ÍSOR kappkostar að veita greiðan aðgang að XRD-tækjum sínum og hefur á undanförunum árum þjálfað nema í Jarðhitaskóla Sameinuðu þjóðanna í notkun þeirra og nema við Háskóla Íslands.

## Veggspjaldakynningar:

### *Fundarstjóri Börge J Wigum*

10:10-10:25

Þórður Arason

*Mælingar á eldingum í Grímsvatnagosi 2004*

Guðrún Eva Jóhannsdóttir, Þorvaldur Þórðarson og Áslaug Geirsdóttir

*Er Saksunarvatnsgjóskulagið myndað í þremur aðskildum*

*Grímsvatnagosum*

Erik Sturkell og Matthew J. Roberts

*Fatal volcanic eruption in Iceland*

Hallgrímur Daði Indriðason

*Heimsíða Surtseyjarfélagsins - www.surtsey.is*

Bryndís Brandsdóttir, Gunnar Guðmundsson, Einar Kjartansson, Guðrún

Helgadóttir, Bjarni Richter, Robert Detrick, Ragnar slunga og Carsten Riedel

*Hafsbotninn og jarðskjálftar í Tjörneshöfðabeltinu*

Amy E. Clifton, Simon Katternhorn og Leslie Fernandes

*Variations in structural style on the Reykjanes Peninsula*

Hjalti Franzson

*Háhitakerfið á Reykjanesi. Jarðfræði- og jarðhitalíkan*

Þráinn Friðriksson, Bjarni Reykr Kristjánsson, Halldór Ármannsson, Eygerður

Margrétardóttir, Snjólaug Ólagsdóttir og Giovanni Chiodini

*Náttúrulegt koltvísýringsútspreymi um jarðveg, gufuaugu og gufuhitaða*

*leirpytti á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi*

Þorvaldur Þórðarson

*Endogenous growth: It's role in construction of mafic flow fields*

10:25-10:40

Kristján Sæmundsson, Haukur Jóhannesson og Karl Grönvold

*Hríthálsar, megineldstöð í Ódáðahrauni*

Ingvar Atli Sigurðsson og Sigurður Steinþórsson

*Efnasamsetning pítrít bergmyndunar í Skeljafelli, Þjórsárdal*

Þráinn Friðriksson

*FULLPAT æfingar - Tilraunir með nýja aðferð til magnbundinna  
faasagreininga með XDR*

Rannveig Guicharnaud og Graeme Paton

*Ahrif súrs regns á útskolun jóna og veðrunarhraða jarðvegs*

Per Möller, Ólafur Ingólfsson, David Lubinski og Steven L. Forman

*Severnaya Zemlya, arctic Russia: a Middle to Late Quarternary Kara  
Sea ice sheet(s) nucleation area*

Ólöf E. Leifsdóttir og Leifur A. Simonarson

*Skeljaflakk um miðbik ísaldar*

Friðgeir Grímsson, Leifur A. Simonarson og Walter L. Friedrich

*Kynleg stór aldin í íslenskum setlögum frá síðertertíer*

Þorsteinn Þorsteinsson, Sverrir Elefsen, Eric Gaidos og Brian Lanoil

*Nýr bræðslubor til rannsókna á stöðuvötnum undir Vatnajökli*

Karen J. Meech, Þorsteinn Þorsteinsson, et al.

*Origin of Earth's Oceans*