

Jarðfræðafélag Íslands

VORRÁÐSTEFNA 2003

Ágrip erinda og veggspjalda

Haldin á Hótel Loftleiðum

23. apríl 2003

Jarðfræðafélag Íslands

VORRÁÐSTEFNA 2003

Ágrip erinda og veggspjalda

Umsjón:
Sigurður Sveinn Jónsson
ssjo@os.is

Haldin á Hótel Loftleiðum
23.apríl 2003

Efnisyfirlit

Flikruberger eða móberg? Gjóskulagið við Lindur á fyrirhuguðu lónstæði Háslóns.....	7
Ármann Höskuldsson ¹ & Jóhann Örn Friðsteinsson ¹	7
1Náttúrufræðistofnun Íslands, Hlemmur 3-5, 105 Reykjavík 2Almenna Verkfræðistofan hf, Fellsmúli 26, 108 Reykjavík	7
Efnismikil hraun og eldvirkni í 14.000 ár	10
Árni Hjartarson.....	10
¹⁴C aldursgreiningar á landnámi Íslands	12
Árný E. Sveinbjörnsdóttir.....	12
Jarðskjálftavirkni á Íslandi 2002.....	15
Bergþóra S. Þorbjarnardóttir, Gunnar B. Guðmundsson og Páll Halldórsson	15
Notendavænn gagnvirkur myndagagnagrunnur í jarðvísindum http://www.mh.is/imdat/.....	19
Georg R Douglas og Auður Ingimarsdóttir	19
Setmyndun og gjóskulagátímatál síðastliðin 2000 ár í Skjálvandadjúpi, Tjörnesbrotabelti, Norður Ísland.	21
Esther R. Guðmundsdóttir ¹ , Jón Eiríksson ¹ , Guðrún Larsen ¹ & Karen Luise Knudsen ²	21
Efnafræði vatnsfalla á Norðausturlandi. Áhrif rennslis á framburð aðal- og snefilefna til sjávar.....	22
Eydís S. Eiríksdóttir ¹ , Sigurður R. Gíslason ¹ , Sverrir Ó. Elefsen ² and Árni Snorrason ²	22
Stöguleiki Vatnajökuls kannaður með flæðislíkani	23
Guðfinna Aðalgeirsdóttir.....	23
IDDP – Djúpborun. Forhönnun lokið (http://www.os.is/iddp/).....	24
Guðmundur Ómar Friðleifsson,	24
Útbreiðsla hrauna og eldvirkni á norðvesturhorni Melrakkaslétta á síðasta jökulskeiði.....	28
Halldór G. Pétursson ¹ , Hreggviður Norðdahl ² og Margrét Hallsdóttir ¹	28
Digital remote sensing analysis of lithofacies near Vífilfell, SW-Iceland, using SPOT 5 imagery.....	30
Christopher Ward Hamilton ¹ Jóhann Helgason ²	30
Skilyrði þess að úrkoma falli sem snjór	31
Haraldur Ólafsson og Svanbjörg H. Haraldsdóttir	31

Snjósöfnun við 97 stikur á Hveravöllum.....	32
Haraldur Ólafsson ¹ , Marcel de Vries ² og Svanbjörg Helga Haraldsdóttir ¹	32
Reiknilíkan til að meta vindrof	32
Hjalti Sigurjónsson	32
High-frequency earthquakes at the Torfajökull volcano in the summer 2002 – first results ..	35
Aldur bergmyndana við Kárahnjúka og síðustu eldgos þar	36
Jóhann Helgason ^{1,2} , Robert A. Duncan ³ , Ágúst Guðmundsson ⁴	36
Náttúrulegar umhverfisbreytingar og loftslag við Norðurland á síðasta jökulskeiði og við ísaldarlok	38
Jón Eiríksson ¹ , Karen Luise Knudsen ² , Leifur A. Símonarson ¹ , Louise Pallisgaard ² , Mette B. Søndergaard ² og Kjartan Örn Haraldsson ¹	38
Jökultodda í íslenskum jarðlögum	40
Leifur A. Símonarson og Ólöf E. Leifsdóttir	40
Leir í íslenskum jarðvegi	44
Ólafur Arnalds ¹ , Arngrímur Thorlacius ² og Elín Ásgeirsdóttir ¹	44
Flokkun jarðvegs á Íslandi	46
Ólafur Arnalds	46
Jarðvegskort af Íslandi	48
Ólafur Arnalds, Einar Grétarsson og Hlynur Óskarsson	48
Áhrif snefilefna á frumframleiðni í íslenskum vötnum	51
¹ Sigurður Reynir Gíslason (sigr@raunvis.hi.is), ¹ Eydís Salome Eiríksdóttir og ² Ingunn María Thorbergsdóttir	51
Snjóflóðagagnasafn	52
Starfsmenn snjóflóðavarna Veðurstofu Íslands	52
Kerfi til að spá snjóflóðahættu í vindasömu loftslagi	54
Svanbjörg H. Haraldsdóttir ¹ , Haraldur Ólafsson ¹ , Yves Durand ² , Gérald Giraud ² og Laurent Mérindol ²	54
Jarðskorpuhreyfingar og spennubreytingar á Suðurlandi í kjölfar jarðskjálftanna í júní 2000	58
Þóra Árnadóttir	58

Flikruberger eða móberg? Gjóskulagið við Lindur á fyrirhuguðu lónstæði Háslóns

Árman Höskuldsson¹ & Jóhann Örn Friðsteinsson²

¹Náttúrufræðistofnun Íslands, Hlemmur 3-5, 105 Reykjavík ²Almenna Verkfræðistofan hf, Fellsmúli 26, 108 Reykjavík

Haustið 2001 var farið í leiðangur til gljúfra Jökulsár á Brú til að kanna flikrubergerlag í ár-kvarter jarðlagastaflanum. Flikruberger þetta er að finna í gljúfrinu á móts við Lindur. Með athugun á laginu verður hægt að greina uppruna þess og aldur. Mikilvægt er að afla allra gagna um lagið áður en það fer til varðveislu í Háslóni. Einnig var gjóskulagið við Laugavelli skoðað.

Niðurstaða verksins er að gjóskulagið við Lindur og á Laugavöllum getur ekki talist til flikruberger. Hins vegar er hér um að ræða gjóskufall með fallettum öskubaunum í tilvikinu með efri hlutann í Lindum. Gjóskulag þetta hefur myndast í eldgosum þar sem að vatn hefur haft greiðan aðgang að gosrásinni. Við það verður tæting kvikunnar umfangsmikil og mikið af mjög fínni gjósku myndast. Neðsti hluti lagsins er aftur á móti gerður úr hlaupaseti, líklegast er að hér sé um að ræða jökulhlaupaset. Því er líklegt að á gostíma hafi eldstöðin verið hulinn jökli eða vatni. Öll gosefni sem í þessari rannsókn voru skoðuð eru af basískum uppruna. Þrátt fyrir að efnið sé mikið ummyndað reyndist unnt að ákvarða efnasamsetningu plagíóklas kristalla í takýlít glerkornum. Út frá henni má leiða líkur að því að hér hafi verið um að ræða basalt af gerðinni kvarts-þóleítt sem er ein algengasta bergerð á Íslandi.

Rauði liturinn sem á lögnum er á ættir sínar að rekja til seinni tíma innskotavirkni og oxunar járnsmáa vegna afgösunar innskotanna.

Aldur lagsins er ekki alveg ljós en út frá kortlagningu Ágústar Guðmundssonar 1978, Elsu G. Vilmundardóttur 1997 og Árna Hjartarssonar og Elsu G Vilmundardóttur 1998 má ætla að aldurinn sé einhversstaðar á bilinu 0,8 til 1,0 miljón ár. Ekki tókst að aldursgreina lagið sökum þess hve ummyndað það er.

Loka niðurstaða þessarar rannsóknar er að hér er um að ræða MÓBERG af algengri gerð sem finnst mjög víða í kvarter jarðlagastaflanum á Íslandi.

Stór, lítill eða bara meðalstór? – hugleiðingar um stærð jökuls á Vestfjörðum á seinni hluta kvarter

Áslaug Geirsdóttir og Sædís Ólafsdóttir

Raunvísindastofnun og Jarð- og landfræðiskor Háskóla Íslands

Almennt er talið að Ísland og landgrunnið umhverfis, hafi verið hulið jökli á hámarki síðasta jökulskeiðs, þó íslaus svæði kunni að hafa verið til staðar á fjöllóttum strandsvæðum. Þrátt fyrir takmarkaðar upplýsingar um tímasetningar og umfang ísaldarjökulsins, er talið að ísstraumar og skriðjökklar hafi runnið frá ísaskilum um miðbik Suðurlands, og náði út á landgrunnsbrún. Vestfjörðum kann að hafa verið annað jökulhvel, þar sem skriðjökklar hafa gengið út frá ísaskilum sem hugsanlega lágu um miðbik Vestfjarðakjálkans. Skiptar skoðanir eru um stærð slíks jökuls og hafa komið fram hugmyndir um stóran jökul sem náði út að landgrunnsbrún, meðalstóran jökul sem náði út í Djúpál og lítinn jökul sem náði rétt um 10 km út fyrir núverandi strandlínu. Ef um sérstakt jökulhvel hefur verið að ræða yfir Vestfjörðum, hafa ísaskilin sennilega myndað u-laga form eftir hásléttunni og beint megin ísflæðinu um Ísafjarðardjúp. Vegna lítills ákomusvæðis er ólíklegt að slíkur jökull hafi gengið langt út á landgrunn, enda hefur hann verið þunnur yfir meginhluta Vestfjarða og hugsanlega botnfrosinn. Forn fjörumörk styðja slíka mynd af jöklinum.

Nýlegar rannsóknir á sjávarsetskjörnum úr Ísafjarðardjúpi og Djúpáli, benda þó til þess að megin skriðjökull hafi gengið út Ísafjarðardjúp, út í Djúpál og hugsanlega út á landgrunnsbrún á síðari hluta kvarters. Samkvæmt endurvarpsmælingum er setþykktin í Djúpálnum meiri en 40 metrar. Setkjarninn MD99-2264 var tekinn á 250 m dýpi úr álum og hefur að geyma 38 metra af setþykktinni. Neðst í setkjarnanum er tvistur sem sennilega hefur myndast við eða undir jökulís. Þetta meinta jökulberg hefur að geyma endurfluttar skeljar sem hafa verið aldurgreindar og sýna aldurinn > 30 þúsund ár. Ásýnd setsins, auk aldursgreininganna benda til þess að setið hafi myndast þegar jökull gekk yfir jökulsjávarset, sennilega á hámarki síðasta jökulskeiðs fyrir um 22 þúsund árum (leiðréttur aldur). Ofan á jökulberginu er um það bil 5 metra þykkt eðjustraumaset. Engar skeljar fundust í því, en skeljar við efri lagmót þess, úr ofanálíggjandi jökulsjávarseti, sýna aldurinn 15 þúsund ár. Þessi setupphleðsla bendir til þess, að jökull hafi náð út yfir Djúpál á seinni hluta kvarter, en brotnað upp og tekið að hörfa allhratt til lands fyrir um 15 þúsund árum (sbr. eðjustraumasetið). Til að skýra þessa jökulútbreiðslu, verður að gera ráð fyrir tiltölulegu hraðskreiðum skriðjökli með lítinn yfirborðshalla, sem streymt hefur fram Ísafjarðardjúpið á mjúku undirlagi. Hraðskreiðir skriðjökklar hafa á sama tíma legið sín hvoru megin við Vestfirðina, út Húnaflóa og Breiðafjörð. Gert er ráð fyrir að jökullinn sem haldi Vestfirði hafi að öðru leyti verið fremur þunnur og hugsanlega botnfrosinn yfir hæsta hluta Vestfjarðakjálkans á hámarki jöklunar, en sennilegt að bæði ísaskil og eðli jökuls hafi breyst eftir að jökull tók að hörfa hratt til lands á síðjökultíma. Fjallað verður um þrjár hugmyndir um stærð jökulsins á Vestfjörðum á síðari hluta kvarters með hliðsjón af nýjum gögnum frá sjó og landi, og tengsl hans við meginjökulinn.

Nútíminn á Vestfjörðum

Áslaug Geirsdóttir¹, Þorvaldur Þórðarson¹, Gifford H. Miller², Yarrow Axford²

¹Raunvísindastofnun & Jarð- og landfræðiskor Háskóla Íslands, ²INSTAAR & Department of Geological Sciences, University of Colorado, Boulder

Ísland liggur í lægðabraut á mörkum Irminger straumsins (salts hlýsjávar), sem ber með sér raka í Norðurhöfin, og Austur-Grænlandsstraumsins (kaldari, tiltölulega fersks íshafssjávar), sem ber með sér hafs til Norður-Atlantshafsins. Breytingar á hlutfallslegum styrk þessarra strauma geta haft óbein áhrif á veðurfar á Íslandi, t.d. vegna seltubreytinga og áhrifa á hafismyndun á svæðinu. Hafs getur takmarkað orkuskipti milli hafs og andrúmslofts og vegna hárrar endurskinshæfni, haft áhrif á staðbundið loftslag og loftþrýstingsstigul milli heimskauta- og miðbaugs, auk þess sem hann hefur áhrif á hitaskil í sjávarmössum. Vegna legu Íslands á þessum mörkum er við því að búast að breytingar á sjávarstraumunum á nútíma hafi komið betur fram á Íslandi og þá einkum Vestfjörðum, en á öðrum landsvæðum í kringum Norður Atlantshafið. Þau brotakenndu gögn sem fyrir liggja, benda til þess að meðalhiti sumars hafi sveiflast um 4°C á nútíma á Íslandi, en það er um helmingur af þeirri hitastigsbreytingu sem varð frá síðasta jökulskeiði og fram á nútíma á flestum stöðum jarðar. Við teljum að með rannsóknum og tengingu gagna úr sjávar- og landseti á Vestfjörðum sé hægt að draga fram helstu breytingarnar sem orðið hafa á veðurfari á síðustu 10 þúsund árum.

Veturinn 2002 voru teknir setkjarnar úr þrem stöðuvötnum á Vestfjörðum og verður hér gerð grein fyrir fyrstu niðurstöðum rannsókna á þeim, auk þess sem samanburður er gerður við setkjarna sem tekinn var úr Jökulfjörðum árið 1999. Nákvæmar aldurgreiningar eru nauðsynlegar ef rekja á umhverfis- og loftslagsbreytingar fyrri tíma. Gjóskulög eru jafntímalínur með mikla útbreiðslu og því ákjósanleg leiðarlög fyrir rannsóknir á íslenskum setlagasýrpum. Auk gjóskulaganna gera AMS 14C aldurgreiningar á vatnasetinu og skeljum úr sjávarsetinu, það kleift að bera saman í tíma vitnisburð umhverfisbreytinga á landi og í sjó. Við höfum greint nokkur gjóskulög í báðum setmyndunarumhverfum. Saksunarvatnsgjóskan (10180 ár BP) ásamt gjósku af millibasalt-samsetningu (~9500 ár BP) og andesítísku gjóskulagi með dæmigerða Heklu samsetningu (~6000 ár BP), hafa fundist í öllum setkjörnunum og gera það kleift að byggja upp gjóskutímatal fyrir fyrri hluta nútíma á rannsóknasvæðinu. Auk þess hefur Vedde gjóskulagið (11980 ár BP) greint í sjávarsetskjarnanum úr Jökulfjörðum. Við höfum líka greint nokkur gjóskulög frá síðari hluta nútíma, meðal annars rhyolit gjóskulag með samsetningu sem bendir til uppruna í Torfajökli. Þetta gjóskulag er að öllum líkindum súri hluti Landnámslagsins frá ~870 AD.

Sjávarsetskjarnar frá landgrunninu úti fyrir Vestfjörðum geyma sögu jökulhörfunar frá mestu útbreiðslu þeirra og fram á nútímann. Hröð jökulhörfun hófst fyrir um 15000 árum (leiðréttur aldur), en fjarðarsetkjarnar benda til að þar hafi orðið hlé á fyrir um ~14000, 12000 og 11000 árum. Setmyndun í stöðuvatnadældum hefst fyrir um 11000 árum, og vart verður aukinnar lífrænnar virkni og herra magns kolefnis fyrir um það bil 10500 árum. Hvort tveggja fjarðar- og stöðuvatnaset sýnir tiltölulega stöðugt ástand frá 9500 til 5500 árum, þó að stutt tímabil minni lífrænnar virkni og herra segulviðtaks mælist í báðum umhverfum í kringum 8200 ár. Óstöðugleiki á þessum þáttum kemur fram fyrir um 5500 árum og gæti hugsanlega tengst stækkun jökla á síðari hluta nútíma. Frekara lágmark í lífvirkni í báðum setmyndunarumhverfum átti sér stað fyrir um 3500 árum, sem tengja má enn frekari framrás jökla á svæðinu. Aukið fallsteinamagn í Jökulfjarðarsetkjarnanum á tíma Litlu ísaldarinnar bendir til þess að Drangajökull hafi þá kelt út í fjörðinn.

Efnismikil hraun og eldvirkni í 14.000 ár

Árni Hjartarson

Rannsóknasviði Orkustofnunar, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík (ah@os.is)

Talið er að frá því að ísa síðasta jökulskeiðs leysti hafi komið upp milli 400 og 500 km³ af gosefnum í íslenskum eldstöðvum ef magnið er umreiknað í fast berg. Meirihluti þessa magns hefur skilað sér í tiltölulega fáum stórum hraungosum. Þegar litið er á aldur og umfang þessara stóru hrauna (≥ 1 km³) kemur í ljós að gosvirknin var afkastamest snemma á nútíma, eða fyrir 8 – 10 þúsund árum (almanaksárum). Einnig sést að á sögulegum tíma hefur komið upp óvenju mikið magn. Þessi tvö hámerk helgast aðeins af þremur hraunum, í fyrsta lagi af Þjórsárhrauninu mikla (25 km³) og í öðru lagi af Eldjár- og Skaftáreldahraunum (19.6 km³ og 14,7 km³ hvort).

Tafla 1: *Stærstu hraun á Íslandi.*

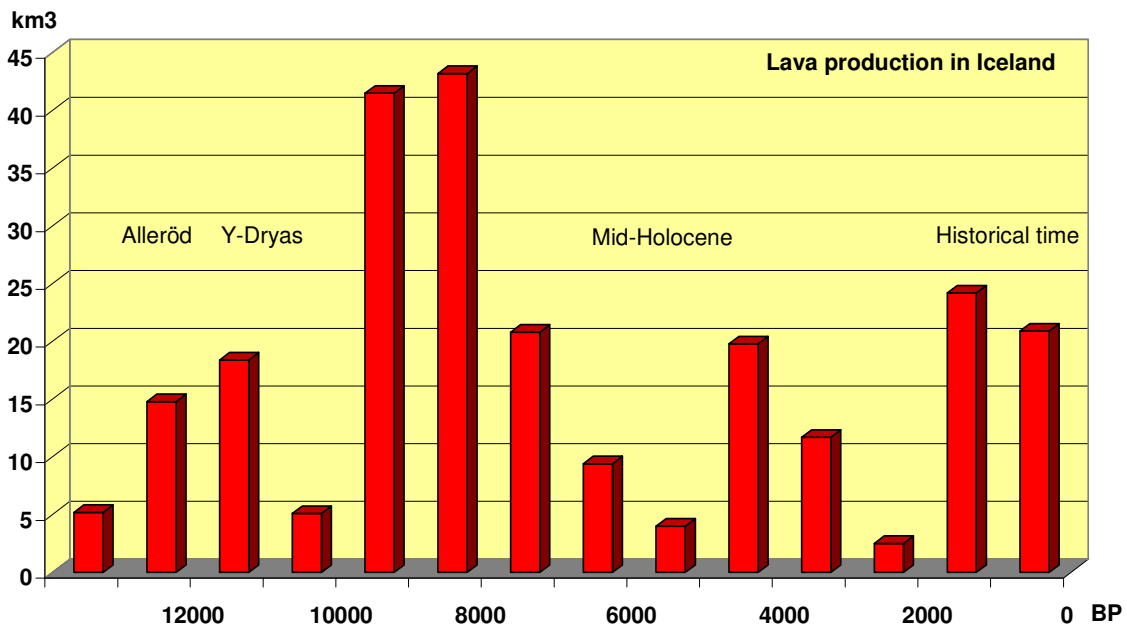
<i>Nafn</i>	<i>Aldur</i> ¹⁾	<i>Leiðr.</i> <i>aldur</i>	<i>Flötur</i> <i>km²</i>	<i>Rúmmál</i> <i>km³</i>
Þjórsárhraun TH-b	7800 ¹⁴ C	8600	967	25
Eldgjá	AD 934 H, I	1070	780	19,6
Stóravítishraun	11500 T	11500	460	18,4
Skjaldbreiður	9600 S	9600	200	17
Trölladyngja	> 7000 S	9800		15
Laki	AD 1783 H	220		14,7
Kollóttadyngja	> 4500 S	8000	69.1	14,5
Lambahraun	3700 ¹⁴ C	4100	200	10
Skildingahraun	>11980T	12200	250	10
Bárðardalshraun	> 7000 T	9100	400	8
Heiðin há	7500 S	7500	150	6
Búrfellshraun TH-i	3200 T	3200		6
Kerlingardýngja	> 4000 ?	6000		6
Kjalhraun	7800 T	7800	150	6
Þráinsskjöldur	~12500 S	13000	130	5,2
Hólmsárhraun	6800 ¹⁴ C	7600		5
Sandfellshæð	~12500 S	12500	120	4,8
Þingvallahraun	9130 ¹⁴ C	10200	200	4
Ketildýngja – Laxárh. e.	4300 T	4300	300	4
Tungnárhraun TH-d	6000-7000 S	7000	270	3,8
Sigölduhraun TH-f	4000 S	3900	200	3,4
Hallmundarhraun	1100 T, ¹⁴ C	1100	225	3,4
Hrútagjárdýngja	4000-5000 T	4500	80	3,2
Leitahraun	4560 ¹⁴ C	5200	100	3

1) Aldursákvörðun: ¹⁴C = geislakolsaðferð, T = gjóskulagagreining S = jarðlagagreining I = ískjarni, H = ritaðat heimildir. Leiðrétting aldurs miðar við ár fyrir AD 2000

Ef hraungosunum er skipt upp í þrungugos og dyngjugos kemur fram athyglisverður munur á goshegðuninni. Nánast öll hin stærri dyngjugos urðu strax á síðjökultíma í kjölsogi jökulleysingarinnar og framleiðni þeirra var í hámarki fyrir meira en 11.000 árum. Síðan dvínaði hún og á síðustu 4000 árum hafa einungis orðið þrjú dyngjugos. Dyngjutímabilið hófst fyrir um 14000 árum spannaði því 10.000 ár. Engin stór sprungugos eru þekkt frá síðjökultíma hins vegar komu upp mikil hraun snemma á nútíma og þá náði framleiðni gossprungnanna hámarki. Á tímabili um miðbik nútímans, frá því fyrir 6000 árum og þar til fyrir 4000 árum, urðu engin stór sprungugos en síðan fór eldvirkni og hraunaframleiðsla vaxandi og náði nýju hámarki á sögulegum tíma. Svipað mynstur sést í tíðni súrra, plíniskra gjóskugosa. Á fyrstu árþúsundunum eftir að ísa leysti er vitað um fjögur slík gos. Um miðbik nútímans varð lengsta goshléið en síðan jókst gosvirknin hefur verið mikil á sögulegum tíma.

Farglétting og flotvægishreyfingar í ísaldarlok virðast ekki hafa haft einhlýt eða afgerandi áhrif á gosvirknina í heild. Þó er ljóst að mikið kvað að dyngjum fyrst eftir að jöklar hörfuðu af landinu. Það gæti verið tilviljun að dyngjugosin urðu mest þá og á fyrri hluta nútímans en þó benda athuganir til að dyngjuhraun séu algengari í kvarterum en tertíerum jarðlögum á Íslandi. Það er aftur vísbending um að farglétting og landlyfting hafi örfandi áhrif á þessa tegund eldvirkni. Stór sprungugos og gjóskugos í megineldstöðvum sýna hins vegar ekki tengsl við þessa þætti.

Hraunaframleiðsla í stórgosum á Íslandi síðan jöklar síðasta ísaldarskeiðs hörfuðu af landinu



¹⁴C aldursgreiningar á landnámi Íslands

Árný E. Sveinbjörnsdóttir

Raunvísindastofnun Háskólans, 107 Reykjavík

Fyrir nokkrum árum var töluverð umræða hér á landi um nákvæma tímasetningu á landnámi Íslands. Á grundvelli ¹⁴C aldursákvarðana frá Reykjavík og frá Herjólfsdal í Vestmannaeyjum, töldu sumir að landnám hefði hafist á 7. eða 8. öld, þ.e. 100-200 árum fyrr en hið hefðbundna landnám Íslands er talið hafa átt sér stað, samkvæmt Íslendingabók Ara fróða.

Landnámslagið

Ekkert gjóskulag hefur verið aldursgreint jafn vandlega og Landnámslagið svokallaða, sem fannst fyrst við uppgröft í Þjórsárdal (Sigurður Þórarinnsson, 1944), en upptök þess eru á rúmlega 60 km langri en slitróttri gossprungu þar sem helstu gosstöðvar eru gjóskuröðin Vatnaöldur og gígaröð í Hrafninnuhrauni (Guðrún Larsen, 1996). Þessu gjóskulagi var gefið ofangreint nafn vegna þess að fyrstu merki um búsetu á Íslandi hafa fundist í jarðvegi í námunda við það (Þorleifur Einarsson, 1962, Margrét Hallsdóttir, 1987). Nú þarf ekki lengur að velkjast í vafa um raunaldur Landnámslagsins. Í GRIP ískjarnanum frá Grænlandi fundust öskukorn, sem Karl Grönvold og fl. (1996) sýndu fram á að hefðu sömu efnasamsetningu og Landnámslagið. Með talningu árlaga í ísnum hefur verið sýnt fram á að lagið myndaðist árið 871 ± 2 ár.

Nokkrar ¹⁴C aldursgreiningar eru til af Landnámsgjóskunni og ber þeim ágætlega vel saman. Þær gefa raunaldur á bilinu 835 til 860 með nákvæmni upp á 30–50 ár (Sigurður Þórarinnsson, 1977, Hreinn Haraldsson, 1981, Margrét Hallsdóttir, 1987). Þessar niðurstöður liggja ótrúlega þétt upp við hinn rétta aldur lagsins sem fenginn er út frá GRIP ískjarnanum, sérstaklega þegar haft er í huga hversu flatur kvörðunarferillinn, sem notaðar er til að umreikna tækjaaldur yfir í raunaldur, er á árabilinu milli 770-880. Sýnin sem notuð voru til aldursgreininga eru litlar plöntuleifar í jarðveginum.

¹⁴C aldursgreiningar landnámsins

Aldur Landnámslagsins er eitt og raunaldur landnáms á Íslandi annað. Í Vestmannaeyjum eru elstu mannvistarlög rétt neðan við Landnámslagið og í Reykjavík eru fyrstu merki um mannvist einnig talin eldri en það (Margrét Hermanns-Auðardóttir, 1989, Nordahl, 1988).

Else Nordahl stjórnaði fornleifarannsóknunum í Reykjavík á áttunda ártug síðustu aldar og lét framkvæma um eða yfir 30 ¹⁴C aldursgreiningar (Nordahl, 1988). Henni hefur verið legið á hálsi að gera lítið með þessar greiningar, sem sumir hafa viljað túlka sem vitnisburð um eldra landnám. Af þeim 33 mælingum sem til eru frá Reykjavík sýna 14 þeirra meiri ¹⁴C aldur en landnámsgjóskan, að meðaltali er munurinn um 100-130 ár. Flest sýnanna er kolað birki. Eitt er af evrópsku lerki og eitt af byggi og öðru korni. Íslenskt birki er talið geta orðið um 100 ára gamalt. Evrópskt lerki er talið fullvaxið á 40-60 árum en getur orðið allt að 200 ára gamalt. Korn hefur hins vegar engan eigin aldur og þess vegna hlýtur það sýni (U-4014) að veга þungt í túlkun raunaldurs mannvistarleifanna. Raunaldur kornsins reyndist liggja á bilinu 898-1018 BP.

Niðurstöður ¹⁴C aldursgreininga úr Herjólfsdal í Vestmannaeyjum frá Margréti Hermanns-Auðardóttur (1989) sýna mjög svipaða mynd og sýnin frá Reykjavík. Af 10 greiningum sýna sex þeirra aldursdreifingu sem er eldri en landnámsgjóskan og munurinn nemur að meðaltali um 100-150 árum. Öll sýnin eru af viði, flest þeirra eru af birki, eitt af lerki og tvo eru ekki greind til tegunda. Margrét er djarfari í túlkun sinni á geislakolsaldursgreiningunum en Elsa

og á grundvelli þeirra taldi Margrét að landnám Íslands hafa átt sér stað á 8. eða jafnvel 7. öld (Margrét Hermanns-Auðardóttur, 1989).

Mannvistarleifar í Víðgelmi í Hallmundarhrauni

Árið 1993 fundu félagar í Hellarannsóknafélagi Íslands mannvistarleifar í hellinum Víðgelmi í Hallmundarhrauni. Hraunið liggur ofan á Landnámslaginu og þess vegna hljóta mannvistarleifar í því að vera yngri en það. Guðmundur Ólafsson, fornleifafræðingur, rannsakaði fundinn og fékk mig ásamt samstarfsmönnum mínum í Árósum til að gera ^{14}C aldursgreiningar á koluðum viði (birki) úr eldstæðinu og kýrbeini, en flest beinanna sem fundust við eldstæðið reyndust af kú og virtust vera matarleifar. Niðurstöður ^{14}C aldursgreininganna sýna að kýrbeinið virðist með geislakolsaldursgreiningar-aðferðinni um 130 árum yngri en kolaða birkið, þó ljóst sé að eldstæðið og beinin í kringum það hafa sama raunaldur (Guðmundur Ólafsson, 1998).

Nýjar greiningar frá Reykjavík

Í samvinnu við Fornleifastofnun Íslands, gerði ég ásamt samstarfsmönnum mínum í Árósum 16 ^{14}C aldursákvarðanir úr fornaldarbænum í Aðalstræti, sem var grafinn upp árið 2001. Tekin voru þöruð sýni, annars vegar frá eða korn og hins vegar viðarsýni, þ.e. kolað birki. Niðurstöðurnar eru einkar athyglisverðar. Fræin sem ekki hafa neinn eiginaldur reyndust um 100 árum yngri en birkið. Þessar niðurstöður undirstrika að birki og allur trjáviður getur haft töluverðan eiginaldur og þess vegna ekki ákjósanleg sýnagerð fyrir nákvæmar ^{14}C aldursákvarðanir.

Aðrir skekkjuvaldar

Það er ekki bara eiginaldur sýna sem getur haft áhrif á ^{14}C aldursgreiningu og valdið því að sýnið mælist eldra en sá atburður sem því er ætlað að aldursgreina. Aldur sjávar er einnig skekkjuvaldur vegna þess að sjór er ekki í jafnvægi við andrúmsloft og dýr og plöntur í jafnvægi við sjó eða hafa nærst á sjávarfangi mælast eldri en þau í raun eru. Til að undirstrika mikilvægi þessarar leiðréttingar er tekið dæmi frá Brimnesi við Dalvík, en aldursgreiningarnar eiga allar að endurspeglja sama tíma (tafla 1.)

Tafla 1. Niðurstöður ^{14}C aldursgreininga frá Brimnesi við Dalvík.

	Tækjaaldur	sýnagerð	$\delta^{13}\text{C}$	leiðréttur tækjaaldur
AAR-5860	1150±35 BP	maður	-18,59‰	1037±35
AAR-5905	1080±30 BP	hestur	-21,81‰	1080±30
AAR-5906	1292±48 BP	hundur	-15,86‰	1050±48

Samkvæmt ofangreindum niðurstöðum er munur á tækjaaldri hests og hunds 212 ár. Hundurinn mælist 142 árum eldri en eigandinn og hesturinn 70 árum yngri. Ef reiknað er með að hesturinn hafi einungis neytt landættaðrar fæðu er hægt að nota stöðugar samsætum kolefnis, þ.e. $\delta^{13}\text{C}$ hlutfallið til að leiðrétta fyrir sjávarættaðri fæðu hjá mannum og hundinum. Þegar það hefur verið gert verður tækjaaldur mannsins 1037±35 og tækjaaldur hundsins 1050±48, eins og sýnt er í töflu 1. Eftir leiðréttinguna sýna öll sýnin sama raunaldur, sem liggur á bilinu 900-1000 BP.

Niðurstöður

- Birki og allur trjáviður getur haft töluverðan eiginaldur og þess vegna ekki ákjósanleg sýnagerð fyrir nákvæmar ^{14}C aldursákvarðanir.
- Ljóst er að velja verður sýni vandlega til ^{14}C aldursákvarðana sem lýsa best þeim atburði sem á að aldursgreina. Best er að mæla mismunandi sýnagerðir sem taldar eru endurspegla aldur sama atburðar.
- Túlkanir á niðurstöðum ^{14}C aldursgreininganna sem hér hefur verið fjallað um kalla ekki á neinar séríslenskar aðstæður s.s. eyjahrif eða hrif vegna eldfjalla og jarðhita.

Heimildir

- Grønvold K, Niéls Óskarsson, Sigfús J. Johnsen, Henrik Clausen, Claus U. Hammer, Gerard Bond and Edouard Bard, 1996. Ash layer from Iceland in the Greenlandic GRIP ice core correlated with oceanic and land sediments. *Earth and Planetary Science Letters*, 135, 149-155.
- Guðmundur Ólafsson, 1998. Fylgsnið í Víðgelmi. *Árbók Hins íslenska Fornleifafélags*. 125-142.
- Guðrún Larsen, 1996. Gjóskulagatímatal og gjóskulög. Um landnám á Íslandi. *Vísindafélag Íslendinga. Ráðstefnurit V*. 81-106.
- Hreinn Haraldsson, 1981. The Markarfljót sandur area, southern Iceland: Sedimentological petrographical and stratigraphical studies. *Striae* 15, 1-65.
- Margrét Halldóttir, 1987. Pollen analytical studies of human influence on vegetation in relation to the landnám tephra layer in southwest Iceland. *Lundqua thesis, Lund University*.
- Margrét Hermanns-Auðardóttir, 1989. Islands tidiga bosättning. 184 bls. *Studia Archaeologica Universitatis Umensis* 1, Umeå.
- Nordahl, E., 1988. Reykjavík from the archaeological point of view. 150 bls. *Aun* 12, Societas Archaeologica Upsalensis, Uppsala.
- Sigurður Þórarinnsson, 1944. Tefrokronologiska studier på Island. Þjórsárdalur och dess förödelse. *Geografiska annaler*, 26, 1-217.
- Sigurður Þórarinnsson, 1977. Jarðvísindi og landnáma. Í sjötíu ritgerðir, helgaðar Jakobi Benediktssyni. 665-676.
- Þorleifur Einarsson, 1962. Vitnisburður fjórgreininga um gróður, veðurfar og landnám á Íslandi. *Saga* 3, 442-469.

Jarðskjálftavirkni á Íslandi 2002

Bergþóra S. Þorbjarnardóttir, Gunnar B. Guðmundsson og Páll Halldórsson

Jarðeðlissviði Veðurstofu Íslands

Tæplega 14.000 jarðskjálftar mældust árið 2002 með SIL jarðskjálftamælinetinu, sem í voru 42 stöðvar.

Helsti atburður ársins var jarðskjálftahrina norðarlega í Tjörnesbrotabeltinu. Hrinan hófst 16. september með jarðskjálfta sem mældist 5,5 stig. Hann fannst víða um Norðurland. Upptökin voru rúmlega 50 km NNV af Grímsey. Eftirskjálftar dreifðust á um 15 km langt NNV-SSA skjálftabelti. Samhliða og í framhaldi af þessari hrinu urðu skjálftahrinur um 15 km NNV af Grímsey og um 5 km austur af eyinni. Þetta er mesta skjálftahrinan á þessu svæði síðan SIL jarðskjálftamælistöðvar voru settar upp á Norðurlandi í desember 1993.

Af annarri virkni má nefna mikinn fjölda skjálfta undir Mýrdalsjökli, en virkni var mest undir vestanverðum jöklinum. Að jafnaði er skjálftavirkni á svæðinu frá miðju ári og fram í desember, oftast mest í október. Í lok árs 2001 hélt þó virknin áfram og var viðvarandi allt árið 2002. Mesti skjálftinn sem hefur mælst undir jöklinum síðustu árin, 4,3 stig, átti upptök í norðaustanverðri Mýrdalsjökulsöskju í apríl 2002.

Mikil virkni var einnig undir Vatnajökli. Skeiðarárhlaup varð í apríl og tvö litil í mars og maí¹. Það hljóp úr vestri Skaftárkatlinum í júlí og úr eystri katlinum í september. Fjórum sinnum hljóp úr Grænalóni í Súlu¹. Jarðskjálftar og órói fylgdu þessum atburðum. Hrina jarðskjálfta var við Esjufjöll í október og mældust nærri 100 skjálftar. Samhliða virkninni þar mældust skjálftar undir Örafajökli. Skjálfti, sem var 4,3 stig, átti upptök norðan í Bárðarbungu 19. nóvember og nálægt 20 eftirskjálftar mældust.

Smáhrinur mældust hér og þar allt árið, aðallega norðan við land. Mest var hrina um 10 km ANA við Grímsey í maí, þegar hátt á þriðja hundrað skjálftar mældust. Enn er nokkur smáskjálftavirkni á Hestvatns- og Holtasprungum, en fer minnkandi.

¹upplýsingar frá Matthew Roberts, jarðeðlissviði V.Í.

Hafsbotnsrannsóknir: Til hvers?

Bryndís Brandsdóttir(1), Guðrún Helgadóttir(2), Einar Kjartansson(2), Bjarni Richter(3), Steinar Þór Guðlaugsson(3), Robert Detrick(4).

(1) Raunvísindastofnun Háskólans, Haga, Hofsvallagötu 53, 107 Reykjavík, (2) Hafrannsóknastofnunin, Skúlagötu 4, 101 Reykjavík, (3) Orkustofnun, Grensásvegur 9, 108 Reykjavík, (4) Woods Hole Oceanographic Institution, Woods Hole, MA 02543.

Íslenska efnahagslögsagan er sjö sinnum stærri en landið sjálft. Tilkoma nýja hafrannsóknaskipsins Árna Friðrikssonar, sem búið er fjölgeislamæli (Multibeam Echo Sounder) hefur opnað nýja möguleika í hafsbotnsrannsóknum, sem lítið hefur verið sinnt hérlendis. Fjölgeislamælingar veita nýjar upplýsingar um lögun og gerð hafsbotnsins. Með þeim fást nákvæm dýptarlínu- og þrívíddarkort, ásamt botngerðarkortum.

Í fyrra sameinuðust fjórar stofnanir með mismunandi rannsóknáherslur, Hafrannsóknastofnun, Orkustofnun, Raunvísindastofnun og Woods Hole Oceanographic Institution um kortlagningu hluta Tjörneshafsbeltisins. Upphaflega var ætlunin að kortleggja hafsbotninn í Eyjafjarðarál, að suðurhluta Kolbeinseyjarhryggjar ásamt Skjálfaflóa og hluta Skjálfadadjúps og fylgja þannig eftir endurkastmælingum sem gerðar voru á þessu svæði sumarið 2001. Mælingarnar gengu betur en björtustu áætlanir gerðu ráð fyrir og engar frátafir urðu vegna veðurs. Náðist því einnig að mæla allt Skjálfadadjúpið (Grímseyjarbeltið) og suðurhluta Kolbeinseyjarhryggjar, skammt norður fyrir Kolbeinsey.

Fjölgeislamælingarnar sýna að landslagi Kolbeinseyjarhryggjar og Grímseyjarbeltisins svipar mjög til nyrðra gosbeltisins og Reykjanesskaga. Upphleðslumiðjur (megineldstöðvar) með móbergshöllum, sprungusveimum (sigdölum) og gígaröðum liggja skástígt eftir plötuskilunum. Greina má þrjú kerfi frá Grímsey að hryggnum. Upphleðsla hefur verið mest á svokölluðu Stóragrunni, á þrískilum Eyjafjarðaráls, Kolbeinseyjarhryggjar og Grímseyjarbeltisins. Stórkostleg siggengi, allt að 20 m há, liggja eftir hlíðum Eyjafjarðaráls. Siggengin eru enn virk. Plötuskilin eru þannig margskipt á þessu svæði. Eldvirknin fylgir Grímseyjarbeltinu, á milli Kolbeinseyjarhryggjar og nyrðra gosbeltisins en gliðnun án eldvirkni á sér stað í Eyjafjarðarál. Gliðnun án eldvirkni er einnig til staðar í Skjálfadadjúpi, austan Grímseyjar. Húsavíkur-Flateyjar sniðgengið skiptist í nokkrar einingar sem rekja má yfir Skjálfaflóa, meðfram Flateyjarskaganum og eftir sunnanverðum Eyjafjarðarál. Lóðrétt færsla er breytileg á milli eininga, ýmist til suðvesturs eða norðausturs. Einnig má greina nokkur minni sniðgengi með sömu stefnu í Skjálfaflóa. Víða á svæðinu má sjá holur á hafsbotni. Í flestum tilfellum virðast holurnar fylgja misgengjum. Holurnar eru mest áberandi á botni Skjálfaflóa en sjást einnig syðst í Eyjafjarðarál. Í sumar er ætlunin að rannsaka þessar holur sérstaklega með neðansjávarmyndavél og taka sýni úr þeim.

Tjörneshafsbeltisverkefnið samtvinnar grunnrannsóknir og þróunarstarf á sviði hafsbotnsrannsóknna, þar sem við höfum verið eftirbátar annarra þjóða. Frekari rannsóknir á hafsbotninum umhverfis landið munu auka skilning okkar á uppbyggingu brotabela og tengslum þeirra við úthafshryggina, eðli brotahreyfinga, útbreiðslu ísaldarjökulsins, flotjafnvægi, rofi og setmyndun á landgrunninu, og varpa ljósi á tilvist hugsanlegra gasuppstreymissvæða.

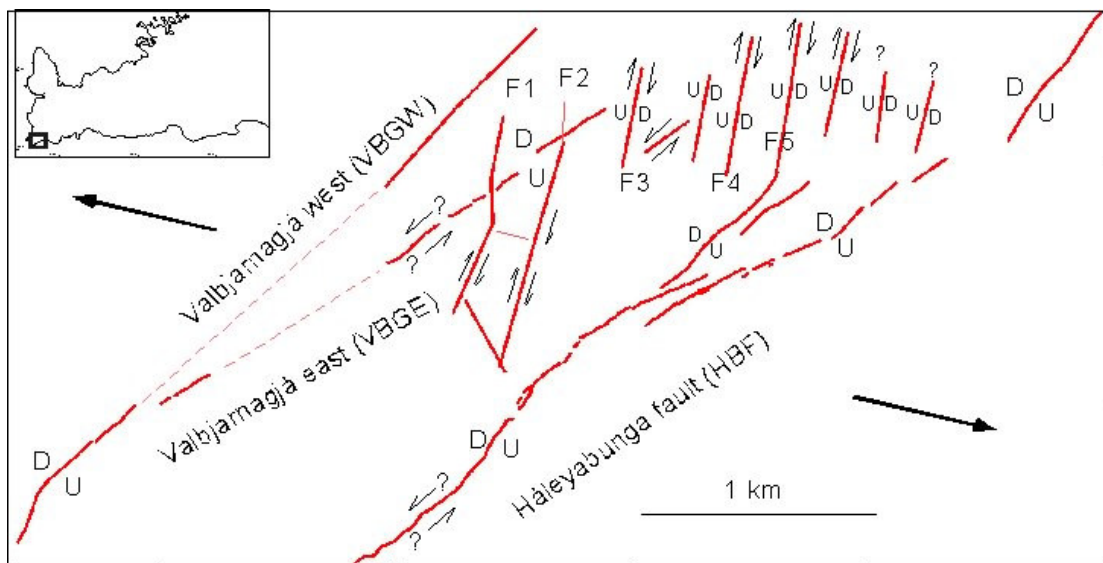
Flókin víxlverkun misgengja á Reykjanesi: Áhrif breyttrar stefnu plötuskila frá Reykjaneshrygg að Reykjaneskaga

Amy Clifton og Freysteinn Sigmundsson

Norræna eldfjallastöðin, amy@hi.is

Eldgosabeltið á Reykjaneskaga eru nokkuð frábrugðið öðrum hluta gliðnunarbelta á Íslandi að því leyti að þar viku stefna plötuskilanna hvað minnst frá stefnu landreksins. Stefna landreksins er $N103^\circ A$ en stefna plötuskilanna á Reykjaneskaga er um $N79^\circ A$. Skáhornið er um 24° . Hins vegar er stefna Reykjaneshryggsins ($N36^\circ A$) mun nær því að vera þvert á rekstefnuna (skáhorn 64°). Tilraunir og aflfræðileg líkön (Withjack and Jamison, 1986; Clifton et al., 2000) sýna að áhrif togspennu (extensional stress) og skúfspennu (shear stress) á brotamunstur í brotabeltum breytist eftir stefnu plötuskila miðað við stefnu plötuhreyfinga. Þess vegna má búast við öðru brotamunstri á Reykjaneskaganum heldur en á Reykjaneshrygg.

Landmælingar á Reykjaneskaga hafa sýnt að þar á sér að mestu leyti stað vinstri skúfhreyfing. Wood (1982) greindi frá vinstri hliðrun yst á Reykjanesi, á svæði bæði með vinstri hliðrun og hægri hliðrun á sniðgengjum. Auk þess mældi hann skúfhreyfingu í stefnu $N74^\circ A$ og 129 mm tilfærslu á tímabilinu 1972 til 1979. Þessar niðurstöður eru í samræmi við mælingar í seinni tíð með GPS (Sturkell et al, 1994; Hreinsdóttir et al., 2001) og InSAR (Vadon and Sigmundsson, 1997). Vinstri skúfhreyfing yfir Reykjaneskagan veldur aflögun um $-0.2 \mu\text{strain/yr}$.



Mynd 1. Misgengi yst á Reykjaneskaganum. Kortlagning eftir loftmyndum og DGPS. Örvir sýna stefnu plötuhreyfinga. D=niður, U=uppi

Við höfðum notað stafrænar loftmyndir og kortlagningu með DGPS til þess að endurmeta flókna víxlverkun misgengja yst á Reykjaneskaganum. Misgengin sem hér eru sýnd (mynd 1) hreyfast líklega samtímis. Strik misgengja VBGE og HBF er austnordáustur, og þess vegna geta þau tekið upp vinstri sniðhreyfingu. Reyndar eru þau að mestu leyti siggengi sem hallar til vesturs. Lítil misgengi sem liggja á milli VBG og HBF virðast hafa um 15 m heildar lóðréttu færslu frá austri til vesturs, en samt hafa sum þeirra eiginleika sniðgengja (t.d.

sprunguhóla og gliðnunarprungur). Þau skera hrauntröðina Mel með hægri-hliðrun. Niðurstaðan er sú að litlu misgengin eru afleiðing innri aflögunar skorpublokkarinnar sem liggur á milli VBG og HBF, svokölluð bókahilluhöggun.

Við notum LUK (Landfræðilegt Upplýsingakerfi) til þess að skoða Reykjanesskaga á nýjan hátt. Með hugbúnaðinum höfum við skoðað loftmyndir (Ísgraf ehf., 1999), GPS vektora (Hreinsdóttir et al, 2001), þrívítt kort af jarðskorpuhreyfingum (Guðmundsson et al., 2002), og sjókort með 10-m dýptarlínum (Sjómælingar Íslands) í sömu vörpun. Ljóst er að eldstöðvakerfið á Reykjanesi er ólíkt öðrum eldstöðvakerfum á Reykjanesskaga, t.d. hvað varðar sprungustefnu, skörun sprungna, o.fl. Formgerð þess svipar meira til kerfa á hafsbótlinum suðvestan við skagann. Ennfremur virðist stefna jarðskorpuhreyfinga breytast við Reykjanes eldstöðvakerfið. Kort af jarðskorpuhreyfingum sýnir landsig á svæðinu í kringum Svartsengi sem er að sumu leyti afleiðing af nýtingu jarðhita. En plötuskilin halda áfram að beygja til suðvesturs á rannsóknarsvæðinu okkar, og svo áfram til Eldeyar og Geirfuglaskers. Þannig er Reykjanes eldstöðvakerfið á sama svæði og Eldey og Geirfuglasker, þar sem plötuskilin eru að snúist til stefnu Reykjaneshryggjar. Á því svæði víkur stefna plötuskilanna frá átt plötuhreyfinga með skáhorni um 45°. Þess vegna er áhrif togspennu meiri á Reykjanesi en í öðrum eldstöðvakerfum á Reykjanesskaga.

Heimildir:

- Clifton, A. E., Schlische, R.W., Withjack, M. O. and Ackermann, R.V., Influence of rift obliquity on fault-population systematics: results of experimental clay models, *J.Struct. Geol.* (22), 1491-1509, 2000.
- Guðmundsson, S., Sigmundsson, F. and Carstensen, J. M. Three-dimensional surface motion maps estimated from combined InSAR and GPS data, *J. Geophys. Res.*, 107, doi: 10.1029/2001JB000283, 2002. (234)
- Hreinsdóttir, S., Einarsson, P., and Sigmundsson, F., Crustal deformation at the oblique spreading Reykjanes Peninsula, SW-Iceland: GPS measurements from 1993 to 1998, *J.Geophys. Res.* (106), 13,803-13,816, 2001.
- Sjómælingar Íslands, 2002, Fuglasker, coastal chart, WGS-84, 1:100,000. Reykjavík, Iceland
- Sturkell, E., Sigmundsson, F., Einarsson, P., and Bilham, R., 1994, Strain accumulation 1986-1992 across the Reykjanes Peninsula plate boundary, Iceland, determined from GPS measurements: *Geophysical Research Letters* 21, 125-128.
- Withjack, M.O., and Jamison, W.R., 1986, Deformation produced by oblique rifting: *Tectonophysics* 126, 99-124.
- Wood, P.R., 1982, Geodetic measurements and recent crustal movements, Western Reykjanes, Iceland. Thesis for diploma membership, Imperial College of Science and Technology, London.

Notendavænn gagnvirkur myndagagnagrunnur í jarðvísindum <http://www.mh.is/imdat/>

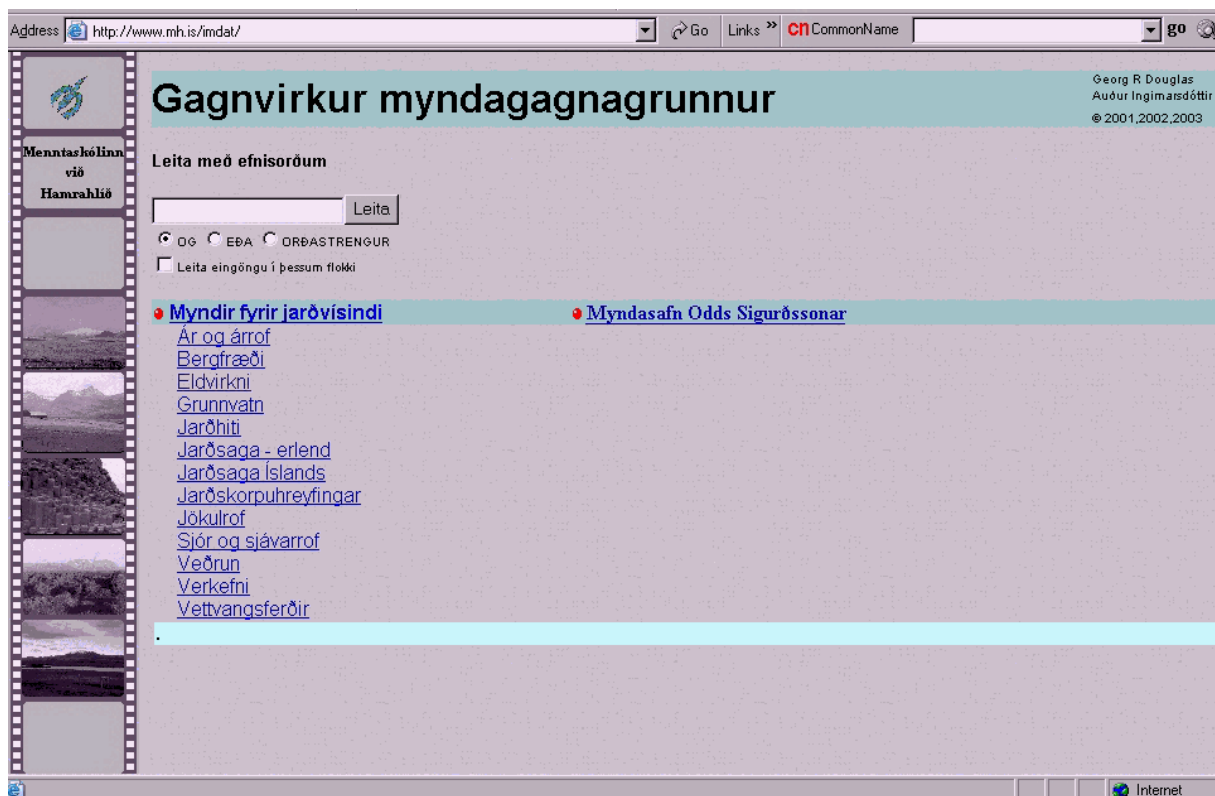
Georg R Douglas og Auður Ingimarsdóttir

Menntaskólanum við Hamrahlíð, Reykjavík

Veggspjaldið lýsir myndagagnagrunni í jarðvísindum á Veraldarvefnum. Gagnagrunnurinn er ætlaður framhaldsskólanemendum, kennurum og öðrum sem kunna að hafa gagn og gaman af. Gagnagrunnurinn hýsir nýlegar og eldri (skannaðar) myndir í eigu höfunda, auk mynda frá öðrum aðilum. Hluti af gagnagrunninum verður sérmyndasafn **Odds Sigurðssonar** jarðfræðings á Orkustofnun sem hefur getið sér gott orð fyrir hágæðamyndir, sérstaklega í jöklafræði.

Í dag eru 192 myndir í gagnagrunninum, sumar fullunnar en aðrar ekki.

Myndirnar eru flokkaðar, oft með skýringartexta og í sumum tilfellum er vísað í frekari heimildir og gagnvirkar æfingar. Hægt er að bæta við flokkum og undirflokkum eftir hentugleikum. Öflug leitarvél auðveldar leit að myndum eftir efnisorðum eða orðastrengjum. Flestir efnisflokkarnir eru öllum opnir til skoðunar.



Mynd 1. Opnunar síða gagnagrunnsins. Aðalflokkarnir byggja að nokkru leyti á kennslubók sem notuð er í Menntaskólanum við Hamrahlíð, en hver flokkur skiptist niður í undirflokk. Öflug leit byggir á efnisorðum sem tilheyra hverri mynd í gagnagrunninum.

Ísetning mynda, efnisflokka, skýringartexta og æfinga fer einnig fram í gegnum Veraldarvefinn. Til þess þarf sérstök aðgangsréttindi. Engrar sérstakrar tölvukunnáttu er krafist við ísetningu myndanna.

Þá býður kerfið upp á ýmsa aðra möguleika svo sem að búa til myndaraðir úr völdum myndum eða lokaða flokka með aðgangi gegn lykilorði. Fleiri möguleikar eru í þróun.

Notkunargildi myndefnis í jarðfræðikennslu er augljóst og nýtingarmöguleikar gagnagrunnsins á framhaldsskólastigi eru fjölbreyttir. Myndirnar eru þegar notaðar í fyrirlesturum, kennsluverkefnum og af nemendum í leit að myndefni í eigin verkefni. Gagnagrunnurinn er í mótun og í framtíðinni mun áhersla verða lögð á að aukna gagnvirkni hans.

Address <http://www.mh.is/indat/> Go Links » **CommonName** go

Gagnvirkur myndagagnagrunnur Georg R. Douglas, Auður Ingimarsdóttir © 2001

• **Myndir fyrir jarðvísindi > Jarðskorpuhreyfingar**

Titill: Sigdalur, Nesjavellir **Eigandi:** Georg Douglas/Auður Ingimarsdóttir

Staðsetning: **Lat:** **Long:**

skoða í fullri stærð næsta mynd í þessum flokki

Stutt lýsing
 Jarðvarmavirkjunin á Nesjavöllum situr í sigdal innan Hengilskerfisins. Jaðrar sigdalsins austan megin einkennast af siggengisstöllum sem stafa af sikhreyfingum á mörgum samsíða brotalinum. Sigdalurinn hefur myndast vegna gliðunarhreyfinga á vestra gosbeltinu. Hraunbreiðan við vatnið er Nesjahraun. Handan vatnsins sjást móbergshöllin Hrafnbjörg (vestast), Kálfstindar, Laugarvatnsfjöll og hraundyngjan Lyngdalsheiði (austast). Lengst til hægri á myndinni er móbergshryggurinn Sandfell sem tilheyrir Hengilskerfinu.

Internet

Mynd 2. Dæmigerð myndasíða. Myndin birtist í stærð 400 px X 300 px, með tilheyrandi skýringartexta. Tákn fyrir ofan myndina leyfa notandanum að skoða myndina í fullri stærð, eða skoða næstu mynd í sama flokki. Önnur tákn veita aðgang að krækjum í skylt efni, heimildir og æfingar sem eru í sumum tilfellum gagnvirkar.

Setmyndun og gjóskulagatímatál síðastliðin 2000 ár í Skjálfandadjúpi, Tjörnesbrotabelti, Norður Ísland.

Esther R. Guðmundsdóttir¹, Jón Eiríksson¹, Guðrún Larsen¹ & Karen Luise Knudsen².

¹Raunvísindastofnun Háskóla Íslands, Dunhaga 3, 107 Reykjavík, Ísland. ²Geologisk Institut, Aarhus Universitet, DK- 8000 Aarhus C, Denmark.

Tjörnes brotabeltið liggur yfir norðurhluta íslenska landgrunnins. Virk eldstöðvakerfi, skorpuhreyfingar og roföfl hafa myndað lægðir út eftir landgrunninu sem mynda gildrur fyrir set sem flyst eftir landgrunninu. Við Ísland eru skörp skil milli hafstrauma og loftmassa. Norðurhluti íslenska landgrunnins er nálægt skilunum milli Austur Íslands straumsins sem er kaldur með tiltölulega lágt seltuinnihald og Irminger straumsins sem er hlýrri með tiltölulega hátt seltuinnihald og streymir réttisælis kringum Ísland. Við tiltekin skilyrði berst árs-tíðabundinn hafís inn á íslenska landgrunnið frá Grænlandi og Norðuríshafinu. Sögulegar heimildir og setlagagögn frá Íslandi sýna að breytingar á stöðu þessa skila hafa orðið á síðustu 2000 árum.

Efni úr 37 m löngum sjávarsetkjarna sem tekinn var á 450 m dýpi í alþjóðlegum rannsóknarleiðangri á franska rannsóknarskipinu Marion Dufresne árið 1999 er notað til þess að rannsaka upphleðslu setlaga í Skjálfandadjúpi. Há tímaupplausn í landgrunnsetinu (allt að 2,5 mm á ári), tilvist gjóskulaga sem aldursgreind hafa verið á landi og geislakolsaldursgreiningar á samlokum í kjarnaefninu gefa tímaupplausn sem nemur um 5 árum á hverja 1 cm þykka sneið af kjarnaefni. Margþættar rannsóknir á gögnum frá seinni hluta nútíma í leirkenndu setinu í Skjálfandadjúpi sýna að það hafa átt sér stað áberandi breytingar í dreifingu hafstrauma á svæðinu síðustu 2000 ár. Auk skammtíma sveiflna sem nema nokkrum árum eða áratugum má greina lengri tíma sveiflur t.d. við upphaf litlu ísaldar. Þá átti sér stað kólnun í hafinu sem stóð fram yfir síðustu aldamót. Skammtíma breytileiki endurspeglar í kornastærðareiginleikum og samsetningu berggerða í sand hluta setsins.

Efnafræði vatnsfalla á Norðausturlandi. Áhrif rennslis á framburð aðal- og snefilefna til sjávar.

Eydís S. Eiríksdóttir¹, Sigurður R. Gíslason¹, Sverrir Ó. Elefsen² and Árni Snorrason².

¹ Raunvísindastofnun, Dunhaga 3, 107 Reykjavík, ²Orkustofnun, Grensásvegur 9, 108 Reykjavík

Megin tilgangur þessarar rannsóknar er að skilgreina þau ferli sem stjórna framburði aðal- og snefilefna vatnsfalla. Hvatinn að henni er hár veðrunarhraði basalts og þá sérstaklega þegar ferskt berg berst fram með jökulám sem fínkornóttur aurburður. Rannsóknin beinist að efna- og aurburði á átta vatnasviðum á NA-landi. Þau voru valin því þau 1) renna af berggrunni sem er nánast eingöngu basalt, 2) lítið er af líffræðilegum ferlum á vatnasviðunum, 3) renna af landsvæðum með mismikilli jökulhulu, 4) eru ómengaðar og 5) Vatnamælingar hafa mælt rennsli og aurburð flestra ána í 3-4 áratugi.

Styrkur 40-50 uppleystra ólífræna efna, styrkur ólífræns og lífræns aurburðar, kornastærðardreifing ólífræna hlutans og C/N hlutfall lífræna hlutans voru mæld tíu sinnum á árin 1999 og 2000, níu sinnum árið 2001 og átta sinnum árið 2002 við mismunandi veðurfar og rennsli. Athuganir á steindasamsetningu ólífræna aurburðarins sýna að aurburður Jökulsár á Fjöllum er um 80% ferskt basaltgler og hlutfallið fer minnkandi til austurs eftir því sem berggrunnurinn eldist. Austast, í Jökulsá í Fljótsdal, er ummyndað gler stærstur hluti af aurburðinum, 30-60 %, ferskt basaltgler er 20-40% og afgangurinn er kísilríkt gler, kristallar, bergbrot og ummyndunarsteindir.

Styrkur flestra uppleystu aðalefnanna og sum af snefilefnunum sem árnar bera fram eru í beinum tengslum við rennsli á meðan önnur eru það ekki. Vensl rennslis við styrk uppleystra efna og aurburð hafa verið skilgreind og er þeim lýst með annarar gráðu veldisfalli. Þessi tengsl gera okkur kleift að reikna reikna framburð uppleystra efna og aurs út úr vatnasviðunum fyrir hvern dag ársins síðustu 3-4 áratugina. Niðurstöður úr reikningunum sýna t.d. að veðurfar hefur haft fimm sinnum meiri áhrif á aurburð Jökulsár á Dal en framburð hennar á uppleystum efnum síðustu 4 áratugina.

Stöguleiki Vatnajökuls kannaður með flæðislíkani

Guðfinna Aðalgeirsdóttir

Raunvísindastofnun Háskólans, Dunhaga 3, 107 Reykjavík

Niðurstöður líkanreikninga fyrir Vatnajökul eru kynntar. Grunnur fyrir þessa líkanreikninga eru gögn af yfirborði og botni Vatnajökuls, ásamt yfirborðshraða- og afkomumælingum sem aflað hefur verið á Raunvísindastofnun Háskólans undanfarin ár.

Samfellujafna er notuð til að reikna þróun yfirborðsins og er hún leyst með aðferð endanlegs mismunar. Afkoma Vatnajökuls er nálguð með ólínulegu aðhvarfslíkani og mælingar frá tímabilinu 1992 - 2000 eru notaðar til að ákvarða stuðla líkansins. Líkanið lýsir vel mældri afkomu Vatnajökuls fyrir þetta tímabil. Einnig er sýnt, með samanburði við mælingar, að hægt er að líkja eftir mældum breytingum í heildar-afkomu milli ára með því að breyta hæð jafnvægislínunnar.

Niðurstöður reikninga með samtengdu afkomu- og flæðislíkani sýna að ekki er hægt að líkja eftir núverandi Vatnajökli með þessu líkani. Líkanjökullinn annað hvort stækkar og þekur miklu stærra landsvæði en núverandi jökull, eða minnkar og finnur stöðugt ástand sem er talsvert minna. Með því að breyta hæð jafnvægislínunnar innan þeirra marka sem mæld hafa verið á tímabilinu 1992 - 2000 getur jökullinn stækkað upp í ísaldarjökulsstærð, eða minnkað í nokkra smájökla sem þekja aðeins hæstu fjöll innan núverandi jökuls.

Náttúrulegar sveiflur í loftslagi og breytingar í botnskriðshraða sem verða, t.d. við framhlaup, eru tímaháðir þættir sem ekki hafa verið teknir með í ofangreinda líkanreikninga. Tilraunir með að bæta þeim í líkanið sýna að hægt er að hægja á, og jafnvel stöðva vöxt jökulsins. Sýnt er fram á að þessir tímaháðu þættir gætu viðhaldið núverandi stærð og lögun Vatnajökuls.

Þessir líkanreikningar sýna að almennt geti jöklar, sem hafa náð ákveðinni stærð, verið mjög viðkvæmir fyrir breytingum í loftslagi. Jöklar af þessari stærð geta brugðist við litlum breytingum í loftslagi með því að breyta stærð sinni mikið. Þessar niðurstöður styðja hugmyndir um upphaf ísalda. Þegar jöklar hafa náð ákveðinni stærð þarf aðeins smáar breytingar í loftslagi til að þeir vaxi upp í ísaldarjökulsíshvel sem þekja stór landsvæði. Hins vegar eru smærri jöklar ekki eins viðkvæmir fyrir breytingum í loftslagi. Vatnajökull er í dag nálægt þessari óstöðugu stærð og getur brugðist við litlum breytingum með miklum breytingum í stærð og lögun.

IDDP – Djúpbörnun. Forhönnun lokið (<http://www.os.is/iddp/>)

Guðmundur Ómar Friðleifsson,

Orkustofnun, Rannsóknasvið, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík.

Undanfarin tvö ár hafa þrjár stærstu orkuveitur landsins, Hitaveita Suðurnesja, Landsvirkjun og Orkuveita Reykjavíkur, staðið að forathugun á því hvort orkuöflun úr háþrýstum 5 km djúpum borholum, 400-600°C heitum, geti verið álitlegur virkjanakostur. Djúpbörunarverkefnið kallast Iceland Deep Drilling Project (IDDP) á ensku, og er þegar orðið að fjölþjóðlegu verkefni. Forathugunin hefur tekið til jarðvísindalegra og verkfræðilegra þátta. Ein grundvallarspurningin hefur snúist um það hvort yfirleitt sé hægt að bora holu sem þolir svo háann hita og þrýsting. Önnur spurning hefur snúist um það hvernig skynsamlegast gæti verið að meðhöndla borholuvökvann meðan á prófunum stendur. Þriðja spurningin hefur svo snúist um það að velja bestu borholustæðin fyrir fyrstu djúpu holurnar. Vegna mikils kostnaðar við djúpar borholur þarf að kappkosta að fyrstu borholurnar heppnist vel og svari því hvort háhitavökvi í yfirkrítísku ástandi sé hagkvæmur og hugsanlega betri virkjunarkostur en sá hefðbundni. Þar skiptir höfuðmáli að virkjun yfirkrítísku vökva standist samkeppni við aðra virkjunarkosti. Forhönnunarskýrslu var skilað inn til athugasemda til orkuveitnanna í byrjun febrúar 2003, og verður skýrslan (1, 2, 3) gefin út í næsta mánuði. Hún er rituð á ensku.

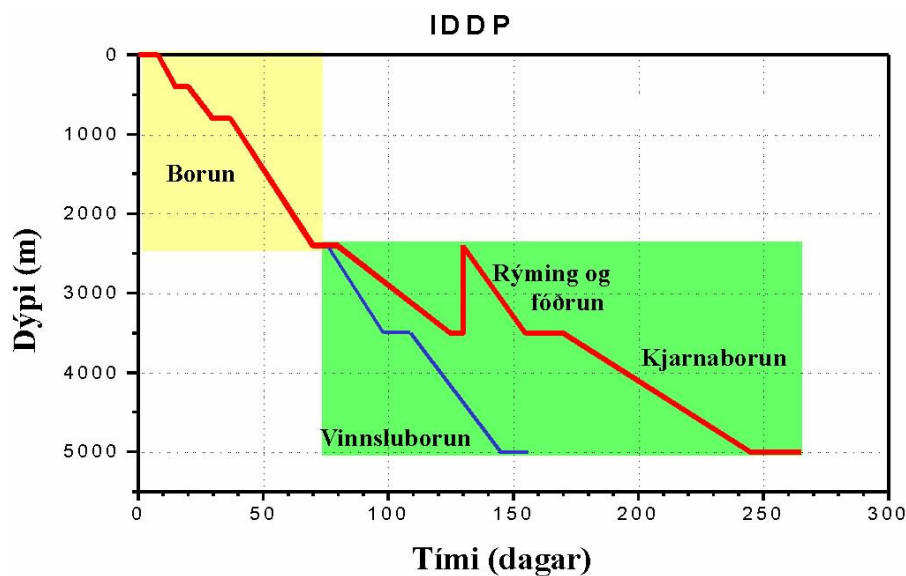
IDDP verkefnið var kynnt á Vorráðstefnu JFÍ 2001 (4). Þar kom m.a. fram að forathugun á verkefninu var nýhafin. Nú, tveimur árum síðar, er forathuguninni lokið, en að henni hafa starfað sérfræðingar frá orkuveitufyrirtækjunum, Rannsóknasviði Orkustofnunar, verkfræðistofunni V GK hf., Raunvísindastofnun Háskólans og Jarðborunum hf. Um mitt ár 2001 var jafnframt komið á fót ráðgjafahóp íslenskra og erlendra sérfræðinga (svokallaður SAGA-hópur), eftir að styrkur hafði fengist frá International Continental Scientific Drilling Program (ICDP). Ísland gerðist aðili að ICDP sama ár og kostar Rannsóknarráð Íslands aðildina. Með tilstyrk ICDP hafa þrír fjölþjóðlegir vinnufundir verið haldnir hér á landi, með alls um 160 þátttakendum. Fyrsti fundurinn var haldinn í júní 2001 og markaði sá fundur upphaf alþjóðlegs samstarfs um IDDP. Haldinn var sérstakur bortæknifundur á Nesjavöllum í mars 2002, og jarðvísindafundur um hálfu ári síðar eftir að viðbótarstyrkur hafði fengist frá ICDP. Samtals nema styrkir frá ICDP um 10 m.kr. Á þeim fundi kynntu fjölmargir erlendir sérfræðingar rannsóknartillögur og lýstu áhuga sínum til rannsóknarþátttöku í djúpbörunarverkefninu.

Framtíðarsýn

Orkufyrirtækin hafa enn ekki tekið ákvörðun um hvort af IDDP djúpbörnunum verður, en ákvarðana er að vænta næsta haust ef svo fer fram sem horfir. Ef áhugi reynist nægur og fyrirtækin, ásamt öðrum samstarfsaðilum, eru tilbúin að fjármagna tilraunina, þá gæti IDDP djúpbörnun hafist innan tveggja ára, 2005-2006. Reikna má með að 1-2 ár taki að afla fjármagns og samstarfsaðila áður en til borunar kemur. Einn til tveir áratugir gætu hins vegar liðið áður en endanlegt svar fæst við því hvort hagkvæmt sé að nýta háhitann í yfirkrítísku ástandi. Reyndist svarið jákvætt er ljóst að nýtanlegur orkufordi þjóðarinnar myndi stóraukast og ávinningur fyrir þjóðarbúið gæti orðið umtalsverður. Áleitin spurning er hvort margfalda megi nýtingu úr vinnslusvæðunum, t.d. 3-5 sinnum? Í dag er verið að vinna um 100 MWe úr hverju svæði. Ekki er vitað hvað háhitasvæðin geta staðið undir mikilli vinnslu og því verður ekki svarað nema með djúpbörnunum. Djúpbörunarverkefnið er í eðli sínu umhverfisvænt þar sem leitað er leiða til umtalsvert betri nýtingar á vinnslusvæðum háhitakerfanna.

Bortækni og kostnaður

Ósk um að tekin verði samfelldur borkjarni frá 2,4 til 5 km í IDDP borholunni, í tveimur áföngum, hefur komið fram á öllum alþjóðlegu fundunum í tengslum við IDDP. Mestar líkur er á að sami kjarnatökubúnaður og notaður er í Hawaii djúpboruninni verði notaður hér, en kjarnatökubúnaðurinn er frá bandaríska rannsóknarborfyrirtækinu DOSECC Ltd. Með borkjörnum er unnt að afla ganga sem varpa skýru ljósi á það hvernig varmaskipti milli hitagjafa og jarðhitavatns eiga sér stað í náttúrunni, og tengja þær vinnslutæknirannsóknnum á jarðhitavökvanum. Borkjarnataka hleypir hins vegar upp borkostnaði umfram venjulega hjóla-krónuborun. Í ljós hefur komið að kostnaður með venjulegri boraðferð í 5 km dýpi er um 3 sinnum hærri en borun venjulegrar 2 km háhitaholu. Þá tvo kosti þarf að bera saman við ávinning af djúpum holum. Kjarnataka hleypir hins vegar kostnaði upp eins og fyrr segir, og því er ekki óeðlilegt að margir hagsmunaaðilar sameinist um tilraun af þessu tagi. Þekkingar- aukinn verður allra en holan gagnast þeim best er svæðið virkjar. Borun holu með kjarnatöku frá 2,4 km í 3,5 km og síðan áfram, eftir rýmingu og fóðringu, frá 3,5 km niður í 5 km dýpi tekur um 8 mánuði. Borun venjulegrar háhitaholu niður í 5 km dýpi myndi hins vegar taka um 5 mánuði. Borun venjulegrar holu niður í 2-2,5 km tekur um 2 mánuði. Áætlaður kostnaður við holu með tvöfaldri kjarnatöku er 13-14 milljónir dollara, en venjulegrar vinnsluholu í 5 km um 8-9 milljón dollara. Kostnaður við venjulega háhitaholu í 2,5 km dýpi er um 3 milljónir dollara.



Ávinningur

Í forhönnunarskýrslunni er lagt mat á hugsanlegan ávinning orkuvinnslu úr yfirkrítískum vökva, og er þar reiknað með að nota þurfi varmaskipta. Niðurstaðan bendir til að ávinningur geti orðið allt að tífaldur við hagstæð skilyrði. Raforkuframleiðsla úr háhitaholum á Íslandi er að meðaltali um 4-5 MWe á holu. Ein djúp hola gæti þannig jafnast á við allt að 10 meðalholum, svo dæmi sé tekið. Slíkan ávinning þarf að bera saman við þrefaldan borkostnað.

Óvissa ríkir um áhrif efnasamsetningar á vinnslueiginleika vökvans. Vitað er að uppleysanleiki steinefna eykst með hækkandi hita og þrýstingi og því er hugsanlegt að yfirkrítískur vökvi geti reynst efnaríkur og erfiður í vinnslu? Flestir eru þó sammála um það að íslensku ferskvatnskerfin séu líklegri til að hafa hagstæðri vinnslueiginleika en önnur háhita-

kerfi, sem flest eru sölt og sum hver margfalt saltari en sjór. Skilyrði á Íslandi til að kanna vinnslueiginleika náttúrlegs jarðhita í yfirkrítísku ástandi eru því óvenju hagstæð. Þökk sé mikilli úrkomu og vel lekum jarðhitakerfum í rekbeltunum. Að auki finnast hér bæði ísölt og sölt háhitakerfi á Reykjaneskaga, sem kjörin eru til djúpborana og ýmiskonar vinnslutilrauna.

IDDP-verkefnið hefur í för með sér margvíslegan óbeinan ávinning. Stærsti óbeini ávinningurinn felst í því að komast að hvort dýptarabilið milli 2 og 4 km dýpis sé vinnsluhæft til hefðbundinnar orkuframleiðslu. Hingað til hafa háhitasvæðin einungis verið nýtt niður á um 2 km dýpi og ekki er vitað hversu mikill orkuforði er í berginu á næstu 2 km þar fyrir neðan. Líklegt er að svæðin séu nýtanleg með hefðbundnum hætti niður á 3–4 km dýpi. IDDP borholur verða fóðraðar af niður á 3,5–4 km dýpi. Ef vitað væri um góða vatnsæð utan við steypu fóðringuna, þá er bortaknilega auðvelt að skáboru út úr fóðringunni og einfaldlega sækja vatnsæðina. Loks mætti nota IDDP holu til niðurdælingatilauna. Tiltölulega köldu vatni yrði þá dælt niður í heitt berg neðan 4 km dýpis í þeim tilgangi að brjóta það upp og auka við lekt og vatnsforða í viðkomandi svæði. Varminn yrði síðan nýttur í grynri háhitaholum þar ofan við.

Vinnslutækni

Í því skyni að forðast vandamál vegna hugsanlegra útfellinga eða tæringarhættu meðan á IDDP vinnslutilraunum stendur, hefur verið hönnuð sérstök pípulögn eða tilraunarör niður í holuna, um 3,5 km langt. Rörið á að vera hægt að taka upp úr holunni eftir þörfum og í því eiga að vera hita og þrýstiskynjarar og útfellingaplötur af ýmsu tagi, sem skoða má nákvæmlega meðan á tilraununum stendur. Eftir upptekt má setja rörið niður aftur, eða nýtt í stað þess gamla og þannig koll af kolli þar til tilraunum lýkur. Að tilraunum loknum á fóðraði hluti borholunnar að vera jafngóður og í upphafi og tilbúinn til vinnslu. Að líkindum myndum menn kjósa að rýma vinnsluhluta holunar út áður en holan færi í vinnslu, en vinnslunni yrði síðan hagað í samræmi við niðurstöðu tilraunarinnar. Vökvinn sem til stendur að vinna er einfaldlega yfirhituð háþrýst gufa sem ætti að vera skraufþurr, ef gufan blandast ekki við kaldara vatnskerfi ofar í holunni, eða kólnar ekki of mikið á leiðinni upp á yfirborð. Holan er fóðruð mjög djúpt til að koma í veg fyrir slíka blöndun. Áætlað er að vinnslutilraun taki nokkra mánuði kosti um 5–6 milljón dollara. Reiknað er með að jarðbor sé bundinn á borstað mikinn hluta þess tíma.

Staðsetning borholna

Fjögur til fimm álitleg svæði fyrir borteiga hafa verið valin á virkjanasvæðunum á Nesjavöllum, í Kröflu og á Reykjanesi. Þeim var forgangsraðað í sömu röð. Mikilvægt er að fyrsta holan sé boruð þar líklegast er að holan skili tilætluðum árangri og þar sem auðveldast er talið að fást við jarðhitavökvann. Uppstreymissvæðin rétt austan við Kýrdalssprunguna á Nesjavöllum, í Hveragili í Kröflu, og í miðju Reykjaneskerfinu, eru öll álitin vænleg til árangurs. Orkuveiturnar þurfa að heimila borun á eigin svæðum áður en lengra er haldið. Yfirstandandi virkjunaráform orkufyrirtækjanna kunna að hafa áhrif á þá ákvörðun, svo og umhverfimál og fleira. Vonandi verður þess þó ekki langt að bíða að ákvörðun um djúpborun á Íslandi verði að veruleika.

Hár borkostnaður varð til þess að nýr valkostur um djúpboranir var talsvert ræddur á ráðstefnunni í október og skoðaður nánar í framhaldi af því. Hann var um borun einskona æfingaholu (pilot hole), þar sem einhver gömul hola yrði einfaldlega dýpkuð með kjarnabor. Hola KJ-18 í Kröflu var m.a. nefnd til sögunnar, en hún er ófóðruð niður í 2,2 km dýpi. Byrjað yrði á því að fóðra holuna niður í botn og kjarnabora síðan niður í allt að 4 km dýpi. Áætlaður kostnaður við slíka aðgerð er um 6 milljónir dollara. Borun æfingaholu hefur marga góða kosti í för með sér og veitir mjög mikilvægar upplýsingar, en kemur þó ekki í staðinn fyrir “fullvaxna” djúpborunarholu. Í öðrum tilvikum, eins og t.d. á Reykjanesi mætti hugsa sér

að dýpka holu RN-12 með kjarnabor, en holan er í fullri IDDP-vídd og ófóðruð niður í 2,5 km dýpi. Í því tilviki yrði æfingahola (pilot hole) einungis fyrrihlutaborun fullvaxinnar IDDP holu, sem mætti svo halda áfram með og dýpka ef ástæða væri til. Virkjunaraðilar standa því fram fyrir nokkrum álitlegum valkostum um djúpboranir í næstu framtíð. Alþjóðlegir samstarfsaðilar bíða eftir ákvörðun Íslendinga.

Heimildir

- (1) Albert Albertson, Jón Örn Bjarnason, Teitur Gunnarsson, Claus Ballzus, og Kristinn Ingason, 2003. Part III : Fluid Handling and Evaluation, 33 p. In: Iceland Deep Drilling Project, Feasibility Report, ed. G.Ó.Fridleifsson. Orkustofnun, OS-2003-007. Prepared for Hitaveita Sudurnesja Ltd., Landsvirkjun and Orkuveita Reykjavíkur.
- (2) Guðmundur Ómar Fridleifsson, Halldór Ármannsson, Knútur Árnason, Ingi Þ. Bjarnason, og Gestur Gíslason, 2003. Part I : Geosciences and Site Selection, 104 p & appendices. In: Iceland Deep Drilling Project, Feasibility Report, ed. G.Ó.Fridleifsson. Orkustofnun, OS-2003-007. Prepared for Hitaveita Sudurnesja Ltd., Landsvirkjun and Orkuveita Reykjavíkur.
- (3) Sverrir Þórhallsson, Matthías Matthíasson, Þór Gíslason, Kristinn Ingason, Bjarni Pálsson, og Guðmundur Ó. Fridleifsson, 2003. *Part II : Drilling Technology, 75 p. & appendix (45 p).* In: *Iceland Deep Drilling Project, Feasibility Report, ed. G.Ó.Fridleifsson. Orkustofnun, OS-2003-007. Prepared for Hitaveita Sudurnesja Ltd., Landsvirkjun and Orkuveita Reykjavíkur.*
- (4) Guðmundur Ómar Fridleifsson, 2001. Fyrðirhuguð Djúpborun á Íslandi. Vorráðstefna. Ágrip erinda og veggspjalda. Jarðfræðifélags Íslands, s. 20-22.

Útbreiðsla hrauna og eldvirkni á norðvesturhorni Melrakkaslétu á síðasta jökulskeiði

Halldór G. Pétursson¹, Hreggviður Norðdahl² og Margrét Hallsdóttir¹

¹Náttúrufræðistofnun Íslands, ²Raunvísindastofnun Háskólans

Norðvesturhorn Melrakkaslétu er þakið unglegum hraunum sem rekja má til tveggja lágra fella á svæðinu, annars vegar Rauðanúps og hins vegar Hvammafjalla. Þrátt fyrir að jöklar hafi gengið yfir þessar myndanir, eins og greinilega má sjá af jökulrákum sem markast hafa í yfirborð hraunanna, eru yfirborðsmynstur eins og hraunreipi og gjallkargi enn þá varðveitt. Einstakir hrauntaumar eru vel greinanlegir og rekja má suma þeirra að gígum sem þeir runnu frá og auk þess eru einstakir gígar, eins og t.d. Rauðinúpur, mjög vel varðveittir. Landslag á svæðinu einkennist annars af fjölda misgengja og sprungna sem stefna norður-suður og tengjast sprungukerfi sem liggur eftir endilangri vesturströnd Melrakkaslétu og þaðan suður í óbyggðir. Talsvert sig hefur víða orðið á sprungukerfinu og á svæðinu hefur Kötluvatn myndast í einni siglautinni. Á svæðinu finnast einnig móbergsmýndanir, eins og Þverfell á vesturbakka Kötluvatns en móbergið þar virðist bæði gamalt og rofið og Jörfi sem er langur og lágur hryggur en er í rauninni nyrsti hluti móbergsmýndunarinnar Leirhafnarfjalla. Á bakka Kötluvatns, rétt norðan við Jörfa, er efnisgryfja en úr henni hefur verið tekið ofanburðarefni í veginn út í Núpskötlum sem er einn af fáum bæjum sem enn eru í byggð nyrst á Melrakkaslétu. Þarna hefur Vegagerðin grafið sig í gegnum gosmöl eða gjallkennda sambreskju og niður í jökulruðning. Á mörkum jökulruðningsins og gjallsins finnst þunnt jarðvegslag.

Jarðsaga þessa svæðis er í stuttu máli eftirfarandi. Einhvern tíma á miðju síðasta jökulskeiði (Mið-Weischel) gaus á norðvestanveðri Melrakkaslétu sem þá var íslaus og sennilega tiltölulega stutt síðan að jöklar hopuðu af svæðinu. Gosmöl og gjall frá Rauðanúpi og gíg eða gígum norðan við hann dreifðist yfir norðvesturhorn Sléttunnar. Nyrstu gígarnir eru nú rofnir í burtu en ummerki þeirra eru bergdrangar og sker norðan við Rauðanúp. Seinna í gosinu rann hraun frá gígum yfir gjallið sem sumstaðar er áberandi rauðlitað og dregur Rauðinúpur nafn sitt af því. Gosmölin og hraunið frá Rauðanúpsgosinu lagðist annars vegar yfir eldri berggrunn, móberg hugsanlega frá fyrri hluta síðasta jökulskeiðs (Ár-Weischel) sem sjá má í Þverfelli á vesturbakka Kötluvatns og hraunlag frá síðasta hlýskeiði (Eem) en í það glittir í skerjum við sjóinn austan við Núpkötlum. Hins vegar lagðist gosmölin yfir jökulruðning, en í honum sjást sumstaðar merki um uppleyst skeljabrot, og þunnan jarðveg. Samkvæmt frjógreiningu á jarðveginum uxu þá á svæðinu jafnar, tungljurt, burknar, grös, möðrur, krækilyng og líklega fjalldrapi. Seinna gaus aftur á svæðinu og mynduðust þá Hvammafjöll, en hrauntaumar frá þeim þekja mikinn hluta norðvesturhorns Melrakkaslétu, og rann þá m.a. hraun yfir hluta Rauðanúpsmýndunarinnar. Ekki er ólíklegt að á þessum tíma hafi einnig gosið sunnar á vesturströnd Melrakkaslétu, því að í Hábyggð sem er um 5 km fyrir norðan Kópasker finnst hraunlag inn á milli setlaga í jarðlagasyrpu sem talin er frá miðju síðasta jökulskeiði (Mið-Weischel).

Eftir þetta gengu jöklar yfir Melrakkaslétu og hafa eflaust hulið hana algerlega og gengið langt út á landgrunnið því jökulrákir finnast þar allstaðar við sjávarsíðuna. Af einhverjum ástæðum fóru þessir jöklar mjúkum höndum um Rauðanúpsvæðið því eins og áður segir er þar yfirborðsmynstur varðveitt á hraunum og eins er gígurinn í Rauðanúp einnig mjög vel varðveittur. Stefna jökulráka á svæðinu er annars vegar úr austri til vesturs og hins vegar úr suðaustri til norðvesturs. Er vart öðru til að dreifa en að hér hafi verið á ferðinni jöklar frá því um hámark síðasta jökulskeiðs. Þegar jökulskjöldurinn lá yfir Melrakkaslétu gaus á sprungukerfinu á vesturströnd hennar og þá myndaðist móbergshryggurinn Leirhafnarfjöll

sem rekja má um 25 km leið sunnan úr Núpasveit og norður að Kötluvatni. Í vatnsbakkanum þar sést vel hvernig gosefnin hafa brotið sér leið í gegnum jarðlögin frá Rauðanúpi og Hvammafjöllum. Jökull sá er Leirhafnarfjöll mynduðust í virðist ekki hafa verið mjög þykkur því fjöllin eru ekki mjög há, rétt rúmlega 230 m þar sem hæst er. Gígar eru varðveittir í móberginu og norðan við Leirhöfn verður ekki betur séð en hraun hafi runnið út á fjallstoppinn frá stórum túffgíg sem nefndur er Gefla. Ekki er ólíklegt að Leirhafnarfjöll séu tiltölulega ung og þau hafi myndast þegar jöklar á síðjökultíma voru teknir að bráðna og hopa frá hámarksútbreiðslu. Það rennir stöðum undir þessa hugmynd að bergbrot eða steina úr Leirhafnarfjöllum, en bergið í þeim er sérstakt og auðþekkt vegna mikils dílainnihalds, finnst ekki í sumum jökulruðningslögum á vesturströnd Melrakkaslétta en er aftur á móti að finna í miklum mæli í yngri setlagasyrþum frá síðjökultíma.

Síðan Leirhafnarfjöll mynduðust hefur ekki gosið á norðvesturhorni Melrakkaslétta þótt þar hafi greinilega orðið mikil umbrot vegna jarðskorpuhreyfinga. Þarna hefur land brotnað og sigið síðan ísa leysti og má rekja greinilegan sigdal suður eftir allri vesturströndinni. Brotalínur sigdalsins hreyfðust síðast í janúar 1976 við svonefndan Kópaskersskjálfta. Einhver umbrot urðu þarna líka í byrjun 19. aldar en þá varð smágos eða sprenging á brotalínu sunnan við Leirhöfn.

Auk gosmyndana finnast á svæðinu laus jarðlög og setlagasyrþur frá lokum ísaldar. Þetta eru myndanir af aldrinum 13-10.000 ár B.P. sem tengjast hárrí sjávarstöðu á Bölling tíð, lækkandi sjávarmáli á Alleröd og eldri Dryas tíð og síðan jökulframrás og herra sjávarmáli á yngri Dryas tíð. Samskonar myndanir er að finna um alla vesturströnd Melrakkaslétta og er eini munurinn sá að jökulframrásin náði aldrei að ganga yfir Rauðanúpsvæðið. Setlagasyrþu af þessum aldri er að finna við sunnanverðan Rauðanúp og gaf aldursgreining á skel neðst úr henni aldur um 12.500 ár B.P. Í Núpnum norðanverðum er að finna forn fjörumörk í 15 m og 25 m hæð og eru hærri mörkin talin af Bölling aldri en þau yngri frá lokum yngri Dryas. Af nútímamyndunum á svæðinu er helst að nefna stóra og áberandi fjörukamba. Eru sumir þeirra greinilega tvöfaldir sem bendir til þess að einhvern tíma á nútíma hafi orðið áflæði á svæðinu.

Eins og áður sagði eru gosmyndanirnar Hvammafjöll og Rauðinúpur auk jökulruðnings og jarðvegs undir gosmölinni frá Rauðanúp talin vera mynduð á miðju síðasta jökulskeiði (Mið-Weischel). Það er vel þekkt úr jarðsögunni að þá var hlýindakafli á jökulskeiði og jöklar um tíma mun minni en síðar varð. Hefur þessi hlýindakafli verið kenndur við Álesund í Noregi og nefndur Álesund-Interstadial. Jarðlög frá þessum tíma hafa fundist á suðvesturhorni landsins, í Rauðamel og á Njarðvíkurheiði á Reykjanesskaga og við Suðurnes á Seltjarnarnesi. Hafa þau verið aldursgreind á tímabilinu 35.000-20.000 ár B.P. Þegar gaus í Rauðanúpi var jökulfarg á landinu það lítið að sjór hafði hopað af norðanverðri Melrakkaslétta og fremur fáskrúðugur gróður tekinn að breiðast út. Jöklar á landinu hljóta þá að hafa verið tiltölulega litlir. Hvammafjöll eru nokkru yngri en Rauðinúpur en frekari aldursgreiningar á þessum myndunum verða að bíða betri tíma.

Digital remote sensing analysis of lithofacies near Vífilfell, SW-Iceland, using SPOT 5 imagery

Christopher Ward Hamilton¹, Jóhann Helgason²

¹Dalhousie University, Halifax, Nova Scotia, Canada, ²Landmælingar Íslands, Stíllholti 12-16, 300 Akranes, Iceland

High-resolution satellite imagery enables rapid and efficient mapping of numerous land-cover types, including volcanic landforms. The purpose of this study is to identify the distinguishable lithofacies in the Vífilfell area using SPOT 5 imagery and to determine the physical characteristics of geological materials contributing to the observed spectral signatures. Our approach has three phases: 1) the application of preliminary unsupervised classifications (cluster analysis) to identify the number of significant spectral classes that exist within the data set and to determine their spatial distribution; 2) ground truthing and sampling of representative regions for each spectral class; 3) definition of training sites based on fieldwork and the application of supervised classifications (maximum likelihood and fuzzy set) to the SPOT 5 scene. We report the results of the first phase.

The SPOT 5 imagery, captured during the fall of 2002, consists of three multispectral bands with 10 m resolution (B1: 0.50 - 0.59 μm ; B2: 0.61 - 0.68 μm ; B3: 0.78 - 0.89 μm) and one short-wave infrared band with 20 m resolution (B4: 1.58 - 1.75 μm), which are combined with panchromatic data (P: 0.48 - 0.71 μm) to produce four enhanced bands, each with a resolution of 2.5 m. The image contains partial cloud cover with associated shadows in the SW quadrant.

In this study, we use Idrisi32 version 2 for all image processing. Principle Component Analysis (PCA) of the SPOT 5 imagery reveals that Bands 1, 3, and 4 have the largest variance and, therefore, contain the most unique information, and that Components 1, 2, and 3 contain 99.85% of the total variance. To determine the meaningful spectral classes (clusters) in the Vífilfell region we use two forms of cluster analysis. Both classifications use a fine generalization level and omit the least significant clusters (<1% of total area). The first classification employs an 8-bit composite image generated from Blue (B): B1, Green (G): B3, and Red (R): B4. The second cluster analysis uses an 8-bit composite image that combines B: Component-1, G: Component-2, and R: Component-3. The first classification yields 13 clusters, of which we deem 10 significant (cumulative proportion 98.33%). The second cluster analysis identifies 22 clusters, of which we consider 15 meaningful (cumulative proportion 94.67%). We define tentative land-cover classifications for each of the significant clusters. These land-cover classes include several lava flow units, hyaloclastite, talus, pillow lava and pillow breccia, several vegetation classes, and clouds.

Skilyrði þess að úrkoma falli sem snjór

Haraldur Ólafsson og Svanbjörg H. Haraldsdóttir

Veðurstofu Íslands og Háskóli Íslands, Reykjavík

Inngangur

Gerð er stutt grein fyrir samanburði á úrkomutegund og hitastigi í veðurathugunum árána 1970-1999 á um 50 veðurstöðvum á Íslandi. Skilgreint er þröskuldsgildi hita, þar sem að jafnaði greinir milli frosinnar og ófrosinnar úrkomu og er skoðað hvernig þröskuldshitinn er háður tíma sólarhrings, árstíma og síðast en ekki síst landshluta. Leitast er við að skýra breytileika í þröskuldsgildi hita með tilvísun í stöðugleika loftmassa þegar úrkoma fellur. Þá eru sýndar niðurstöður reikinga með snjólíkönunum Safran og Crocus sem benda til að litlar breytingar á þröskuldsgildi hita geti leitt af sér verulegar breytingar í snjóþekju.

Gerð og flokkun úrkomu

Ætla má að massi og eðlismassi úrkomuagna sem og lofthiti og tími sem þær dvelja í lofti yfir frostmarki skömmu áður en agnirnar ná jörðu ráði að mestu um hvort úrkoma fellur sem snjór eða regn. Dvalartími í hinu hlýja loftlagi sem næst er yfirborði jarðar ræðst svo af þykkt lagsins og fallhraða úrkomunnar, sem aftur er fall af eðlismassa úrkomuagnanna. Í óstöðugu lofti lækkar hiti hratt með hæð og þótt hiti sé yfir frostmarki í 2 metra hæð má reikna með að stutt sé upp í frost. Í mjög stöðugu lofti er þessu á annan veg farið; hiti lækkar minna með hæð og getur jafnvel hækkað upp á við. Í óstöðugu lofti má ætla að snjókorn séu að jafnaði eðlisþyngri en í stöðugu lofti og leggst þá allt á eitt við að tefja fyrir bráðnuninni; hlýja loftlagið niðri við jörð er þunnt, eðlisþungu snjókornin falla hratt og bráðna þar að auki eðlis síns vegna hægt. Í stuttu máli má því ætla að til að úrkoma falli sem regn þurfi hiti í 2 metra hæð að vera að jafnaði hærri í óstöðugum loftmassa en sé loftmassinn stöðugri.

Frekari lesning um verkefnið

Haraldur Ólafsson og Svanbjörg Helga Haraldsdóttir 2000. Hitamörk rigningar og snjókomu. Rannsóknastofa í Veðurfræði, Veðurstofu Íslands.

Ólafsson, H. and S. H. Haraldsdóttir. 2002. Two metre temperature distinguishing between solid and liquid precipitation. Proceedings of the Intern. Conf. On Alpine Meteorol. (ICAM 2003), Brig, CH. (Í vinnslu).

Svanbjörg H. Haraldsdóttir o. fl. 1000. SAFRAN-Crocus snjólíkan - íslenskar aðstæður. JFÍ 2000.

Haraldsdóttir, S. H., H. Ólafsson, Y. Durand, G. Guyomarc'h and G. Mérindol 2001. SAFRAN-Crocus snow simulations in an unstable and windy climate. Ann. Glaciol., 32, 339-344.

Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, Haraldur Ólafsson, Y. Durand, L. Mérindol og G. Giraud 2002. SAFRAN-Crocus-MEPRA snjó- og snjóflóðahættulíkon við íslenskar aðstæður. Í: Ari Ólafsson (ritstj.), Eðlisfræði á Íslandi X. Ráðstefna Eðlisfræðifélags Íslands, Reykjavík 17.-18. nóvember 2001. Eðlisfræðifélag Íslands, 29-39.

Svanbjörg H. Haraldsdóttir og Haraldur Ólafsson 2002. Safran-Crocus-Meptra í daglegri keyrslu 2001-2002. Veðurstofa Íslands – Greinargerð 02038, VÍ-ÚR26.

Haraldsdóttir, S. H., H. Ólafsson, Y. Durand, G. Guyomarc'h and G. Mérindol 2004. A system for prediction of avalanche hazard in the windy climate of Iceland. Ann. Glaciol., 38. (Í vinnslu).

Snjósöfnun við 97 stikur á Hveravöllum

Haraldur Ólafsson¹, Marcel de Vries² og Svanbjörg Helga Haraldsdóttir¹

¹Veðurstofa Íslands og Háskóli Íslands, ²Veðurstofa Íslands og Háskólinn í Wageningen, Hollandi

Snjódýptarmælingar hafa verið gerðar frá 1998 á 97 snjóstikum á veðurstöðinni á Hveravöllum (640 m y.s.). Stikurnar mynda rétthyrndan reit 105 x 105 m² á ósléttu landi. Jafnframt snjódýptarmælingunum voru snjóalögin skráð. Tilgangur mælinganna var tvíþættur, annars vegar að nýta þær með skafrenningslíkönum þar sem er oft mjög hvasst, hins vegar að tengja snjósöfnun við veðurfar svæðisins.

Gögnin sýna að snjósöfnunin er langmest í miklu hvassviðri og snjórinn safnast og sest í grunnan og breiðan dal á svæðinu þar til hann fyllist alveg. Það varð með öðrum orðum ljóst að enginn krítiskur halli yfirborðsins ákvarðaði stöðvun snjósöfnunar. Þegar dalverpið hafði fyllst jókst snjósöfnunarhraðinn neðar þar sem vindurinn blés áfram yfir svæðið.

Dæmi um snjó- og veðurgögn eru sýnd og einkenni snjósöfnunarinnar dregin fram.

Reiknilíkan til að meta vindrof

Hjalti Sigurjónsson

Verkfræðistofan Vatnaskil

Reiknilíkan til að spá fyrir um vindrof við náttúrulegar aðstæður hefur verið þróað við Háskólann í New South Wales í Sydney í Ástralíu. Líkanið tekur inn veðurgögn, (vindhraða, lofthita og úrkomu) og gögn um jarðveg (kornastærðardreifingu, hryfi og hlutfall óreyfanlegra agna á yfirborði).

Líkanið spár fyrir um lárétt flæði sandkorna sem skoppa eftir yfirborði jarðar (saltation) og lóðrétt flæði ryks sem fer á svif og fokið getur langar leiðir (suspension).

Í verkefni til meistaraþrófs í jarðeðlisfræði við Háskóla Íslands, bar höfundur niðurstöður líkansins saman við mælingar á rofi gerðar í Big Springs, Texas, og mælingar sem RALA hefur gert hér á landi. Mælingarnar ná þó aðeins til lárétts flæðis. Líkanið gefur mjög góða raun í því tilliti. Þá var reiknilíkanið notað til að meta uppfok á Mývatnsöræfum í júlímánuði árið 2000, út frá mælingum á sjálfvirkri veðurstöð Vegagerðarinnar á þeim slóðum. Spár um rof voru bornar saman við skyggni á veðurstöðinni á Grímsstöðum. Samræmi þar á milli reyndist gott – skyggni var iðulega verulega takmarkað af rykmistri þegar líkanið spáði rofi.

Nú er verið að nota líkanið til að áætla uppfok af væntanlegu stæði Háslóns við Kárahnjúka. Verkið er tvíþætt. Annars vegar eru notaðar tímaráðir vinds, hita og úkomu úr sjálfvirkri veðurstöð Landsvirkjunar við Kárahnjúka sumurin 1999-2002 til að meta heildartap jarðvegs af flatareiningu lands til lengri tíma, og lárétt flæði skoppandi sands. Hins vegar er reiknað uppfok í tveimur víddum á öllu lónstæðinu út frá veðurfarsgögnum úr lofthjúpslíkani. Niðurstöðurnar má nota í dreifingarlíkan til að meta styrk ryks í lofti og hvernig það sest til.

Myndun Helgafells ofan Hafnarfjarðar. Samspil íss og elds í sprungugosi undir jökli og áhrif lögunar jökuls á dreifingu gosefna

Herdís Helga Schopka¹, Magnús Tumi Guðmundsson¹ og Sveinn Jakobsson²

¹Raunvísindastofnun Háskólans, Hofsvallagötu 53, 107 Reykjavík, ²Náttúrufræðistofnun Íslands, Hlemmi 3, 105 Reykjavík

Helgafell er fremur smár (<0.1 km³, 0.8 x 2 km) basalt-móbergshryggur ofan Hafnarfjarðar, sem myndast í einu gosi undir jökli, líklega á sama tíma og Húsfell sem liggur NA þess. Helgafell býður upp á kjöraðstæður til rannsókna á móbergi: Opnur ná frá rótum fjallsins upp á tind þess (200 m+) og móbergið er lítið ummyndað (8-28%) og illa samlímt. Ekki hafa fundist merki um bólstraberg í sökkli fjallsins og gosið náði ekki að mynda hraunhettu á kalli þess. Tvístrun kviku og storknun hennar sem gler var því ríkjandi háttur í gosinu. Nokkrir gangar og óregluleg lítil innskot finnast þó á nokkrum stöðum í fjallinu. Flest bendir til þess að Helgafell sé fremur lítið rofið; þó að upp undir 50 m hafi líklega rofist af tind þess virðist sem rof á hlíðum fjallsins hafi ekki verið sambærilegt. Lögun Helgafells nú er því ekki um margt frábrugðin þeirri lögun sem fjallið hafði strax að loknu gosi. Jökulruðning er hvorki að finna í hlíðum Helgafells né ofan á því. Þó engar beinar aldursmælingar á berginu í Helgafelli séu til verður því að telja líklegt að fjallið sé mjög ungt, þ.e. að það hafi myndast í gosi sem varð undir lok síðasta jökulskeiðs.

Gjóska sem Helgafell er að mestu gert úr er mjög köntuð og blöðruinnihald liggur á bilinu 0-50%. Fylgni virðist vera milli blöðruinnihalds og stærðar gjóskukornanna, þar sem stærstu kornin hafa tilhneigingu til að innihalda hæst hlutfall blaðra. Þetta háa blöðruhlutfall sýnir að kvikan var mikið til afgösuð þegar hún storknaði og kæling var mjög hröð. Nánast ekkert takkylít sást í þunnsneiðum af móberginu, það bendir enn frekar til mjög hraðrar kælingar. Samdráttarsprungur vegna snöggkælingar glersins (quenching cracks) fundust mjög víða í gjóskukornum, tilraunir hafa sýnt að slíkar sprungur myndast eingöngu þar sem umframmagn vatns er til staðar í kerfinu, þ.e.a.s. þar sem aðeins hluti vatnsins nýtist í sprengingar (Büttner o. fl. 1999).

Skoðun á byggingareinkennum setlaga í Helgafelli hefur leitt í ljós að mikill munur var á ríkjandi setmyndunarferlum á mismunandi stöðum í fjallinu meðan á gosi stóð. Á SA-hlíð fjallsins, allt frá rótum og upp á tind þess er gjóska afar illa sorteruð, lítið lagskipt og skortir flest innri byggingareinkenni. Í NV-hlíðum fjallsins er þessu öfugt farið. Neðst í NV-hlíðunum gefur að líta nokkuð vel sorteruð setlög sem sýna ýmis einkenni háeðlisþyngdarstraumasetts, t.d. (mestmegnis rétta) lóðgreiningu. Þessi setlög mynda lítið og lágt nes sem ber öll einkenni þess að hafa myndast sem setfylla inn í bræðsluvatnsgöngum. Nesið er að hluta grafið í nútímahraun sem runnið hafa að fjallinu eftir að ísa leysti. Ofan við þessi lög minnkar lóðgreining og hverfur loks um miðbik opnunnar en lagskipting heldur áfram allt upp á topp fjallsins. Þetta sýnir að flutningur og sortering efna hefur verið mun afkastameiri NV-megin í fjallinu. Einnig má benda á annað lágt nes sem gengur vestan úr syðsta hluta hryggjarins, neðan til í því nesi eru lögin vel lagskipt og sorteruð og gætu á sínum tíma einnig hafa fyllt inn í bræðsluvatnsgöng.

Munur á flutningi og sorteringu gosefna SA- og NV-megin í fjallinu bendir til þess að ísinn hafi haldið betur við gosefnin SA-megin og þannig komið í veg fyrir flutning gosefna frá gosrásinni og meðfylgjandi sorteringu og lagskiptingu. Þennan mismun má skýra með samspili jökulsins og eldfjallsins. Jökull sem skriður frá SA til NV (ráðandi stefna jökulráka á svæðinu) legðist með meiri þunga á fjallið SA megin og hefði þar tilhneigingu til að halda vel að gosefnunum meðan þau væru að hlaðast upp. Slíkur jökull myndi hafa yfirborðshalla frá SA niður til NV. Því má gera ráð fyrir að bræðsluvatn leitaði sér framrásar með botni

undan hallanum, þ.e. til norðvesturs. Við þessar aðstæður legðust hægara ísflæði og meiri bráðnun vegna rennslis volgs bræðsluvatns á eitt við að skapa gosefnum meira rými NV-megin í eldfjalli sem væri að hlaðast upp í gosi undir jökli. Þar myndu því skapast skilyrði fyrir flutning gosefnanna eins og sést á byggingareinkennum setsins NV-megin í Helgafelli.

Hæð Helgafells gefur nokkra hugmynd um þykkt jökulsins þegar gosið varð. Ljóst er að vatnsborð meðan á gosinu stóð hefur ekki staðið lægra en tindur fjallsins eða u.þ.b. 250 m yfir jökulbotninum umhverfis. Í Gjálpargosinu var slíkt vatnsborð 150-200 m undir upprunalegu yfirborði jökulsins. Sé gert ráð fyrir að svipaðar aðstæður hafi ríkt þegar Helgafell varð til, fæst að lágmarksþykkt jökulsins hafi verið 400-450 m. Þar sem óljóst er hvort gosið sem myndaði Helgafell hafi náð gegnum jökulinn er mögulegt að þykktin hafi verið töluvert meiri.

Heimildir:

Büttner R., Dellino P. and Zimanowski B. 1999: Identifying magma-water interaction from the surface features of ash particles. *Nature* 401, 688-690.

High-frequency earthquakes at the Torfajökull volcano in the summer 2002 – first results

Alison Hibbs¹, Andy Malone¹, Heidi Soosalu², Robert White¹, Páll Einarsson³

¹Bullard Laboratories, Cambridge University, U.K., ²Norræna eldfjallastöðin, ³Raunvísindastofnun háskólans

The rhyolitic Torfajökull central volcano in south Iceland has a 12-km-diameter caldera and an extensive high-temperature geothermal field. The latest eruption in Torfajökull occurred at the end of the 15th century. Torfajökull is known to be a source of continuous small-scale seismicity, and the events fall into two distinct populations. High-frequency tectonic earthquakes occur in the western part of the caldera and have been interpreted to be generated by thermal cracking around a cooling magma chamber. Low-frequency volcanic earthquakes, possibly related to active magma, cluster in the southern part of the caldera.

A network of 18 intermediate band (30 sec – 50 Hz), 3-component Guralp 6TD seismometers was deployed in the Torfajökull area in the summer of 2002, and it gathered a good dataset of Torfajökull earthquakes of both types.

Over 400 high-frequency earthquakes in Torfajökull in the period from early May to early October 2002 have been located so far. About 230 of these events could be located well, i.e. their root mean square time error is ≤ 0.2 s, horizontal location error ≤ 1.0 km, vertical error ≤ 2.0 km, largest gap between two observing stations $\leq 180^\circ$. Most of the events were small, mainly smaller than of local magnitude 0.7. Most of the activity was shallow, above 3.5 km depth, though events down to 7.0 km were seen.

The high-frequency events cluster entirely in the west part of the caldera, no activity of this sort was observed in the eastern half. Preliminary analysis of the low-frequency events at Torfajökull in the summer 2002 shows that they are located in the south part of the caldera. The two types of events do not spatially overlap at all.

This close study demonstrates that the small high-frequency earthquakes are a constant feature at Torfajökull on a time scale of decades. Our network observed them on a daily basis. It also appears that the high-frequency events occur principally in swarms of rather similar-sized events, lasting typically a few minutes and having the largest events in the middle.

The earlier hypothesis of the high-frequency earthquakes being expressions of thermal cracking around a cooling magma chamber will be tested and further developed using this dataset. These events will also be used for a tomographic study on the crust of the Torfajökull area (Lipptsch et al., in prep.).

Aldur bergmyndana við Kárahnjúka og síðustu eldgos þar

Jóhann Helgason^{1,2}, Robert A. Duncan³, Ágúst Guðmundsson⁴

¹Jarðfræðistofan Ekra, Melabraut 31, 170 Seltjarnarnes, ²Landmælingar Íslands, Stillholti 14-16, 300 Akranes,

³College of Oceanic and Atmospheric Sciences, Oregon State University, Corvallis, Oregon 97331, USA,

⁴Jarðfræðistofan ehf, Rauðagerði 31, 108 Reykjavík

Á undanföllum árum hefur farið fram ítarleg kortlagning berggrunns á Kárahnjúkasvæðinu ásamt kjarnaborunum við meginstíflustæðið og víðar. Saga eldgosa við Kárahnjúka hefur mikla þýðingu fyrir þá virkjun sem þar mun rísa. Þótt fyrir liggi afstæður aldur bergmyndana hefur frekar lítið verið vitað um rás atburða með tilliti til eldvirkni í árum talið. Þó hefur verið ljóst að síðustu eldgos á svæðinu eru ekki yngri en frá síðasta jökulskeiði. Yfirgnæfandi líkur voru taldar á að Kárahnjúkar gætu ekki hafa myndast fyrir minna en tugþúsundum ára síðan og var sú forsenda talin ásættanleg við hönnun mannvirkja. Þá var talið ljóst að síðustu eldsumbrot á svæðinu hefðu leitt til afgerandi sprungumyndana þannig að frá sama tíma hefði hafist þétting yngstu sprungna en hvenær þetta gerðist var nokkuð óljóst. Því ákvað Landsvirkjun að láta rannsaka, eins og frekast var unnt, hver hinn raunverulegi aldur Kárahnjúka væri og fá þannig betri mynd af eldgosasögu svæðisins.

Fyrir sýnatöku til aldursgreininga lá fyrir kortlagning berggrunnsmyndana og þar með talin skipting í hlýskeiðs- og jökulskeiðsmyndanir. Sömuleiðis var kunnugt um hvaðan helstu hraunamyndanir höfðu runnið inná svæðið. Þannig var ljóst að fyrir um 1 milljón árum hafði hraundyngja runnið niður Jökuldal til NNA. Á Bruhnes-segultíma, fyrir tíma Fjallgarðanna, runnu hraunlög hins vegar til austurs inná svæðið. Seinast runnu hraunlög á ný inná svæðið frá S eða SSV. Þessar breyttu renslistefnur eru taldar endurspeglar færslu gosvirkinnar í megindráttum vestur á bóginn. Til beinnar aldursákvörðunar var unnt að nota tilvist Jaramillo-segulmundar (rétt segulmögnun fyrir um 910 þúsund árum) sem greinst hafði í staflanum og sömuleiðis Bruhnes-Matuyama segulskiptin fyrir um 790 þúsund árum. Að öðru leyti var notast við landmótun og rofsögu.

Bergsýnum var safnað úr Kárahnjúkum og aðliggjandi bergmyndunum sem síðan voru aldursgreind (Ar-Ar) við Oregon háskóla í Bandaríkjunum. Þar sem mikilvægt var talið að þekkja aldur þeirra myndana sem næst koma í aldri og rekja þannig sögu eldgosa var bergsýnum safnað úr hrauna- og jökulgosbergsmýndunum í Jökuldal og á svæðinu vestan Jöklu, vestur í Fjallgarðana. Svo vill til að magn kalíums í blágrýti Kárahnjúkamýndunar er hátt eða um 0.5-0.75% og þess vegna hefur reynst unnt að greina aldur Kárahnjúka þótt ungrir séu.

Hvað varðar aldur yngstu bergmyndana var ljóst að hér er aðallega um að ræða samsíða móbergshryggi sem ekki skárust þannig að aldurröð þeirra var óljós en gat þó vel verið frá síðasta jökulskeiði, þ.e. spannað tímabilið ca. 11.500-114.000 ár.

Niðurstöður aldursgreininga hafa verið að berast á síðustu mánuðum og eru þær í mjög góðu samræmi við þá stratigrafísku aldursröðun sem komist hafði verið að berggrunnskortlagningu. Auk þess að veita beinar upplýsingar um aldur yngstu gosbergsmýndana við Kárahnjúka veita aldursgreiningarnar mikilvægar upplýsingar um upphleðslu Fjallgarðagosbeltisins og hvernig eldgos Kárahnjúka tengjast því.

Á grundvelli fyrirbyggjandi aldursgreininga er ljóst að við Kárahnjúka urðu síðast eldgos fyrir um 200 þúsund árum (4 aldursgreiningar, 204 ± 37 Kár). Kárahnjúkar hafa myndast undir jökli á síðasta eða næstsíðasta jökulskeiði. Umtalsverð eldgos með tilheyrandi jarðskjálftum hafa þá herjað á Kárahnjúkasvæðið því þá mynduðust einnig Hvannstóðsfjöll, um 4 km vestan við Kárahnjúka, og síðast en ekki síst er Efri-Fjallgarðamyndunin, um 10 km norðvestan við

Kárahnjúka. Meðalaldur Hvannstöðsfjalla og Efri-Fjallgarðamyndunar er 184 ± 18 Kár. Sé reiknaður meðalaldur fyrir eldvirkni í Kárahnjúkum, Hvannstöðsfjöllum og Efri-Fjallgördunum verður niðurstaðan 188 ± 16 Kár.

Dílótt hraunlög ná frá brún Jökuldals á Skógarhálsi vestur og innundir Fjallgarðana Þessi hraunamyndun hefur aldur 697 ± 83 Kár sem sýnir að myndun móbergshryggja Fjallgarðanna hafði enn ekki hafist er hér var komið sögu.

Dreifdílótt hraunlög er mynda undirstöðu Hvannstöðsfjalla voru aldursgreind og er aldur þeirra 558 ± 85 Kár (Lambafellstögl). Sömuleiðis reyndist Báruvantsmyndun, mjög dílótt móbergsmýndun á milli Efri- og Neðri-Fjallgarðamyndunar, er 453 ± 152 Kár. Nota má þessar niðurstöður til að þrengja aldur eða upphaf Fjallgarðagosbeltisins við jökulskeið á tímabilinu ca. 558 til 697 Kár.

Auk þeirra greininga sem þegar er getið var aldur hraunlaga undir Kárahnjúkum aldursgreint og reyndist aldur þess 1.34 Már ± 140 Kár. Þegar framangreindar aldursgreiningar eru skoðaðar með hliðsjón af útbreiðslu og stratigrafískum aldri berggrunnsmýndana sést að með einni undantekningu er ekki ósamræmi á milli niðurstaðna aldursgreininga og hins stratigrafíska aldurs.

Hvað varðar mat á tíðni eldgosa og líkum á þeim fyrir Kárahnjúkavirkjun liggur fyrir að svæðið hefur verið án eldvirkni í um 200 þúsund ár. Hraunlög hafa ekki runnið inná svæðið í rúma hálfu milljón ára. Niðurstaða aldursgreininga er að Kárahnjúkasvæðið getur ekki talist virkt með tilliti til eldvirkni og hættulegra jarðskjálfta. Þessi niðurstaða er í samræmi við könnun bergsprungna sem teljast þéttar.

Náttúrulegar umhverfisbreytingar og loftslag við Norðurland á síðasta jökulskeiði og við Ísaldarlok

Jón Eiríksson¹, Karen Luise Knudsen², Leifur A. Símonarson¹, Louise Pallisgaard², Mette B. Søndergaard² og Kjartan Örn Haraldsson¹

¹ Raunvísindastofnun Háskólans, Dunhaga 3, 107 Reykjavík, ² Department of Earth Sciences, University of Aarhus, Denmark

Breytingar á ásýnd setlaga og umhverfisþáttum í hafinu fyrir norðan Ísland hafa verið rannsakaðar í borkjörnum frá Tjörnesbrotabeltinu. Hér er greint frá fyrstu niðurstöðum, frá þessum slóðum, sem ná aftur á síðasta jökulskeið Ísaldar og fram til þess að nútími gekk í garð fyrir rúmlega tíu þúsund árum. Skilin milli kaldsjávar og hlýsjávar liggja um norðlenska landgrunnið á okkar dögum, þar sem Irmingerstraumurinn og Austur-Íslandsstraumurinn mætast. Þessi skil eru afar breytileg, og færast suður á bóginn í köldu árferði. Gögn frá setlagakjörnum á Tjörnesbrotabeltinu ná aftur fyrir hámark síðasta jökulskeiðs. Ásýnd elsta hluta setlaganna endurspeglar setmyndun við bráðnandi jökulís frá Íslandi, og í kjarna MD992272, sem liggur utarlega á landgrunninu austan við Kolbeinseyjarhrygg, hefur jökullinn flotið í sjó fram og bráðnað þar. Eftir hámark síðasta jökulskeiðs fyrir um 19-23000 árum eru merki um innstreymi selturíks og tiltölulega hlýs sjávar inn á landgrunnið áður en Bølling tíð gekk í garð. Bæði svifgötungar, botngötungar, og súrefnissamsætur í hvoru tveggja benda eindregið til þess að sjór hafi verið lagskiptur, og að yfirborðssjórinn hafi verið kaldur og seltulítill á þessum tíma. Engar vísbendingar eru um að jöklar hafi skriðið út yfir borstaðinn eftir þessa hlýnun í sjónum fyrir um 16000 kvörðuðum árum. Borin eru saman gögn um breytileika í umhverfisþáttum, svo sem hafstraumum og útbreiðslu jökla annars vegar, og gögn frá GRIP ískjarnanum frá Grænlandi. Aldur setlaganna er ákvarðaður með gjóskulagatímatali og kolefnisgreiningum á samlokum. Á síðjökultíma og við upphaf nútíma sveiflast hitabreytingar í botnsjó á norðlenska landgrunni öfugt við það sem gerðist í austanverðu Norður-Atlantshafi, en þar jókst innstreymi Norður-Atlantshafsstraumsins við upphaf Bølling tíðar um leið og súrefnissamsætur í GRIP ískjarnanum bera vott um hlýnun. Bæði við upphaf Bølling og við upphaf Preboreal verður snögg kólnun á norðlenska landgrunninu. Fyrir Bølling náði Norður-Atlantshafsstraumurinn aðeins lítillega inn í Norðurhöf austan Íslands, vegna mikils ferskvatnsstreymis frá bráðnandi jöklum, en Norður-Atlantshafsstraumurinn kann þá að hafa leitað meira til vesturs með Irmingerstraumi þess tíma. Sá straumur virðist svo hafa slaknað tímabundið um leið og kraftmikið innstreymi til austanverðra Norðurhafa hófst, bæði við upphaf Bølling og Preboreal. Á síðustu 10000 árum hefur hinsvegar verið meira samræmi í straumakerfinu þvert yfir Norður-Atlantshaf.

Skjálftavirkni í kjölfar 17. júní skjálftans árið 2000. Fyrstu fimm mínúturnar

Kristín S. Vogfjörð

Jarðeðlissviði Veðurstofu Íslands

Í kjölfar 17. júní skjálftans, sem varð í Suðurlandsbrotabeltinu austanverðu, árið 2000 varð skyndileg aukning í skjálftavirkni um allt Suðvesturland. Á fyrstu fimm mínútunum eftir aðalskjálftann urðu 22 skjálftar í brotabeltinu og út eftir Reykjanesi. Af þessum 22 skjálftum voru fjórir af stærðinni $M \sim 5$, og fyrstu þrjár voru beinlínis settir af stað af sjálfum S bylgjunum frá aðalskjálftanum, er þær breiddust út í gegnum jarðskorpuna. Í erindinu verður gerð grein fyrir virkninni þessarar fyrstu fimm mínútur.

Vegna stærðar aðalskjálftans mettuðust flestir mælar í námunda við upptökin af S-bylgjunum. Ennfremur, vegna stærðar fyrstu "triggeruðu" skjálftanna mettuðu S-bylgjur þeirra einnig nálægustu mæla. Þess vegna reyndist í fyrstu erfitt að finna suma skjálftana og staðsetja, og ennþá er unnið að því að ákvarða stærð og brotlausnir fyrstu þriggja eftirskjálftanna.

Fyrsti eftirskjálftinn varð norðan við Oddgeirshóla, 25 km vestan við upptök aðalskjálftans og var stærð hans um $M \sim 3$. Upphafstími hans fellur á ferðatímaferil S-bylgjunnar frá aðalskjálftanum og telst hann því "triggeraður" af S-bylgjunni, þar sem hún rann vestur eftir Suðurlandsbrotabeltinu. Dýpi skjálftans var um 9 km.

Næsti eftirskjálfti varð um 15 km norðan við Vogsósa, á kortlögðu NS misgengi við Hvalhnúk. Þessi skjálfti var líka á um 9 km dýpi. Upphafstími hans er 26 sekúndum eftir upphafstíma aðalskjálftans og fjarlægðin er 65 km. Stærð þessa skjálfta er um $M \sim 5$ og brotlausn fellur nokkuð vel að strikstefnu misgengisins.

Þriðji eftirskjálftinn varð undir austurströnd Kleifarvatns, í 77 km fjarlægð, 30 sekúndum eftir upphafstíma fyrsta skjálftans. Dýpi hans var grynna en hinna tveggja, eða um 4 km. Upphafstími þessara tveggja skjálfta á Reykjanesi er seinna í S bylgjulestinni og samsvarar útbreiðsluhraða upp á 2.5 km/s. Þeir eru því líklega "triggeraðir" af yfirborðsbylgjum frá aðalskjálftanum. Ekki hefur tekist að meta brotlausn þessa skjálfta ennþá, en stærðarmat á honum er $M \sim 5$. Fleiri skjálftar sem S-bylgjurnar settu af stað hafa ekki fundist, og fjórði eftirskjálftinn, sem var á Hengilssvæðinu, varð ekki fyrr en mínútu eftir aðalskjálftann.

Þriðji $M \sim 5$ skjálftinn varð eftir tvær mínútur, í Holtum nálægt suðurjaðri misgengis aðalskjálftans, og sá fjórði varð eftir fimm mínútur um 7 km vestan við Kleifarvatnsskjálftann undir Núpslíðarhálsi. Stærðir og brotlausnir þessara skjálfta eru nokkuð vel ákvarðaðar af skjálftagögnunum, þar sem þeir voru vel aðskildir frá öðrum skjálftum og mettuðu einungis fáa mæla.

Merki um $M \sim 5$ eftirskjálftana fjóra má sjá í skjálftagögnum frá fjarlægum (*e. teleseismic*) stöðvum. Þeir eru þó frekar óljósir, einkum tveir fyrstu því þeir lenda ofan í kóðanum frá aðalskjálftanum. Hinir tveir, Holtaskjálftinn sem lendir stundum saman við PP fasann og Núpslíðarhálskjálftinn sem stundum er ofan í S fasanum, hafa þó verið staðsettir og stærðarákvarðaðir af erlendum skjálftastofnunum. Tveir fyrstu, finnast hins vegar hvergi nema í SIL gagnagrunninum.

Jökultodda í íslenskum jarðlögum

Leifur A. Símonarson og Ólöf E. Leifsdóttir

Raunvísindastofnun Háskólans, Dunhaga 3, 107 Reykjavík

Samlokutegundin *Portlandia arctica* tilheyrir undirflokknum jafntönnungum (Taxodonta) og trönuskeljaætt (Nuculanidae). Á íslensku hefur hún verið nefnd jökultodda, en Guðmundur G. Bárðarson varð líklega fyrstur til að nota það nafn árið 1919. Jökultodda er allbreytileg og lýst hefur verið nokkrum afbrigðum og jafnvel undirtegundum.

Jökultodda lifir í dag umhverfis Norðurheimskautið, einkum á háarktíska fánusvæðinu, en teygir sig suður í lágarktíska fánusvæðið við Labrador, Novaja Zemblja, í Hvítahafi og við Yukonfljót. Ísland er því sunnan við núverandi útbreiðslusvæði tegundarinnar, en á jökulskeiðum ísaldar hefur hún alloft náð suður á bóginn hingað til lands.

Jökultoddan er setæta sem grefur sig grunnt niður í eðjukenndan botninn (ífána). Kjördýpi tegundarinnar er 10-50 m, en hún hefur fundist frá 2 m dýpi niður á 339 m dýpi við Austur-Grænland (Ockelmann 1958). Hún virðist þrífast best í ísöltum sjó inn í fjörðum þar sem hröð setmyndun á sér stað að vor- og sumarlagi og hitastig sjávar er undir 4°C. Kjörhitastig hennar er frá 0°C til -1,7°C og hún er sjaldgæf í sjó með hærra hitastigi en 2,5°C. Hins vegar hefur verið bent á að þar sem sjávarhiti við botn er um 4°C er botneðjan, sem dýrin hafast við í, mun kaldari, t.d. við Austur-Grænland næstum því 0°C. Þar virðist hún þrífast best á leir- og eðjubotni framan við árósa og jökulsporða þar sem mikið framboð er á fersku vatni frá bráðnandi jöklum og mikið af jökulleir og eðju í vatninu. Á slíkum svæðum verður seltumagn sjávar oft frekar lágt, 25-34,5‰.

Útbreiðsla jökultoddu í jarðlögum sýnir að á jökulskeiðum ísaldar hefur kaldur heimskautasjór náð um það bil 2000 km suður fyrir núverandi suðurmörk tegundarinnar. Elstu jarðlög, sem fundist hafa með jökultoddu, eru talin 2,45 milljón ára gömul (Leifur A. Símonarson o. fl. 1998). Þá hefur hún víða fundist í yngri jarðlögum á norðurslóð, einkum frá lokum jökulskeiða, og stundum hefur hún náð alla leið suður til Danmerkur, Þýskalands og Hollands. Jökultodda hefur breytt útbreiðslu sinni frekar reglulega á ísöld, haldið til suðurs á jökulskeiðum, en dregið sig til norðurs í byrjun hlýskeiða.

Hér á landi hefur jökultodda fundist á sjö stöðum í jarðlögum; í Breiðuvík á Tjörnesi og sunnar á nesinu í Tungukambi, í Búlandshöfða á Snæfellsnesi, Saurbæ við Gilsfjörð og Geiradal í Króksfirði og loks við mynni Súluár í Melasveit og á Heynesi austan Akraness. Elstu eintökin eru í setlögum vestast í Breiðuvík á Tjörnesi, en þar hefur sjór gengið inn á milli malarkeila í lok jökulskeiðs fyrir um 2,15 milljón árum þegar Hörgamyndunin hlóðst upp (Jón Eiríksson 1981). Þá hefur hún fundist í nokkru yngri setlögum í Breiðuvík, sem mynduðust þegar annars vegar Fossgilssyrpa og hins vegar Svarthamarssyrpa settust til. Loks hefur hún fundist sunnar á Tjörnesi í svonefndri Húsavíkurmyndun, ofarlega í Tungukambi. Síðastnefndu jarðlög hafa líklega sest til í lok síðasta jökulskeiðs. Flest eintökin frá Tjörnesi tilheyra afbrigðinu var. *portlandica* (*Portlandia arctica* var. *portlandica*), en önnur aðaltegundinni (*P. arctica arctica*).

Í Búlandshöfða á Snæfellsnesi hefur jökultodda fundist í sjávarseti sem hvílir á jökulrispuðu tertíeru blágrýti ofarlega í höfðanum. Á setlögunum liggur hraunlag, sem var aldursákvarðað með kalíum-argon aðferð, en það er 1,1±0,12 milljón ára gamalt (Kristinn J. Albertsson 1976). Setið er því frá miðbiki ísaldar, litlu eldra en hraunlagið sem hvílir á því, en þó frá sama hlýskeiði. Öll eintökin, sem við höfum skoðað úr Búlandshöfða, tilheyra undirtegundinni *siliqua* (*Portlandia arctica siliqua*).

Í Saurbæ í Gilsfirði hefur jökultodda fundist í sjávarsetlögum frá lokum síðasta jökulskeiðs. Skeldýr úr lögunum hafa verið aldursákvörðuð með geislakolsaðferð og er aldur þeirra $11,255 \pm 240$ BP (Guðmundur Kjartansson 1966). Flestar jökultoddu í Saurbænum tilheyra undirtegundinni *siliqua* (*Portlandia arctica siliqua*), en fáeinir líkjast meira dæmigerðri jökultoddu (*P. arctica arctica*). Í safni Náttúrufræðistofnunar Íslands eru tvær skeljar úr jarðlögum við mynni Geiradalsár í Króksfirði, en þær fann Guðmundur Kjartansson árið 1966. Þær eru líklega af svipuðum eða sama aldri og skeljarnar í Saurbænum og tilheyra báðar dæmigerðri jökultoddu (*P. arctica arctica*). Skeljarnar frá Súluá í Melasveit og frá Heynesi austan Akraness virðast einnig vera af svipuðum eða sama aldri og þær í Saurbæ (Ólafur Ingólfsson 1987).

Elstu setlög sem jökultodda hefur fundist í eru við Kaupmannahafnarhöfða á Norður-Grænlandi, en þau eru talin 2,45 milljón ára gömul. Ásamt jökultoddu finnast þar tegundir sem eru taldar eiga uppruna sinn að rekja til talsverðs dýpis. Má þar nefna hnytlur (*Nucula*), toddur (*Portlandia* og *Yoldiella*), birður (*Bathyarca*), diska sem tilheyra ættkvíslinni *Arctinula*, búldur (*Thyasira*) og nurtur (*Montacuta*). Þá eru margar kaldsjávartegundir eins og jökulbirða (*Bathyarca glacialis*), búldutegundin *Thyasira dunbari* og bugðukesja (*Cuspidaria subtorta*), sem allar lifa á litlu dýpi við Norður-Grænland, ekki sérleg vel aðlagaðar lífi á grunnsævi þar sem þær hafa ekki sviflirfustig (Schiøtte 1989). Því má leiða að því líkur að grunnsævisfáan á háarktísku svæðunum hafi þróast frá tegundahópum sem lifðu á talsverðu dýpi, en færðu sig nær landi og inn á grunnsævi fyrir um það bil 2,45 milljón árum (Leifur A. Símonarson o.fl. 1998). Hins vegar virðist sem þessari þróun sé ekki að fullu lokið. Frekari rök fyrir þessari þróun er að flestar samlokur á grunnsævi á háarktísku svæðunum eru með þunnar og sléttar skeljar með ógreinilegar bárur og gárur, en þessi einkenni finnast helst hjá tegundum sem lifa á talsverðu dýpi þegar sunnar dregur. Flest bendir til þess að þetta hafi gerst fyrir um það bil 2,45 milljón árum og þessi sókn botndýra inn á grunnsævi og upp að strönd hafi átt sér stað á fyrsta stóra jökulskeiðinu á ísöld. Þá er talið að íspækja hafi lagst yfir núverandi íshaf. Hún varð þess valdandi að botndýr færðu sig nær ísröndinni þar sem fæðumöguleikar voru betri en undir sjálfri íshellunni og áfram inn á grunnsævi nær ströndum þar sem frekar var að finna íslaus svæði, a.m.k. hluta úr ári.

Heimildir

- Guðmundur Kjartansson 1966. Nokkrar nýjar C^{14} -aldursákvörðanir. Náttúrufræðingurinn, 36. 126-141.
- Jón Eiríksson 1981. Lithostratigraphy of the upper Tjörnes sequence, North Iceland: The Breidavík Group. Acta Naturalia Islandica 29. 1-37.
- Kristinn J. Albertsson 1976. K/Ar ages of Pliocene-Pleistocene glaciations in Iceland with special reference to the Tjörnes sequence, northern Iceland. Óbirt doktorsritgerð. Cambridge University, Cambridge. 268 bls.
- Leifur A. Símonarson, Petersen, K.S. & Funder, S. 1998. Molluscan palaeontology of the Pliocene-Pleistocene Kap København Formation, North Greenland. Meddelelser om Grønland. Geoscience 36. 103 bls.
- Ockelmann, W.K. 1958. Marine lamellibranchiata. The Zoology of East Greenland. Meddelelser om Grønland 122 (4). 1-256.
- Ólafur Ingólfsson 1987. The Late Weichselian glacial history of the lower Borgarfjörður region, western Iceland. Lundqua thesis 19. 1-27.
- Schiøtte, T. 1989. Marine Mollusca from Jørgen Brønlund Fjord, North Greenland, including the description of *Diaphana vedelsbyae* n.sp. Meddelelser om Grønland, Bioscience 28. 1-24.

Sithvað um vísindarannsóknir þar sem silfurberg kom við sögu

Leó Kristjánsson

Raunvísindastofnun Háskólans, Hofsvallagötu 53, 107 Rvk.

Í erindi á vörðstefnu JFÍ 1996 benti ég á fjölbætt bein og óbein áhrif silfurbergskristalla frá Helgustöðum á rannsóknir innan ýmissa sviða raunvísinda á 19. öld. Á fyrri hluta aldarinnar var þar um að ræða m.a. nýjan skilning á eðli ljóssins, á útbreiðslu ljóss í kristöllum, og á eðlis-eiginleikum þeirra almennt. Á ofanverðri öldinni hélt sú þróun áfram, og þá léku einnig svo nefnd Nicol-prismu úr silfurbergi stórt hlutverk í byltingum sem urðu í steinda- og bergfræðirannsóknnum (einkum með könnun þunnsneiða í smásjám), og í lífrænni efnafræði (m.a. með notkun polarimetra). Að auki var silfurberg mikið notað við mælingar á ljósstyrk (fotometriu, vegna útgeislunar, gleypingar í efnum o.fl.). Kristallar í rannsóknatækjum á þessum og fleiri sviðum virðast nær eingöngu hafa verið íslenskir fram yfir 1920, en margt er ókannað varðandi vinnslu þeirra og útflutning.

Á síðustu tveim árum hefur birst ein all-viðamikil skýrsla og þrjár greinar um málefni silfurbergsins, sjá skrá hér að neðan. Enn eru mér að berast frekari gögn um þessi málefni, og er stefnt að endurskoðaðri útgáfu skýrslunnar á árinu. Verða nokkrar hliðar á sögu silfurbergsins í vísindarannsóknnum og tækni, einkum frá áratugunum kringum 1900 þegar m.a. skammta-eðlisfræðin var að þróast, kynntar í erindinu. Sýnist mér ljóst að silfurbergsnáman á Helgustöðum geti talist til merkustu staða á Íslandi, og er því til dæmis mögulegt að áhugi ferðamanna á henni muni fara vaxandi.

Ýmislegt fleira í sögu rannsókna á íslenskum steindum (svo sem feldspötum og geislasteinum) og bergi á alþjóðavettvangi mætti gjarna kynna betur en gert hefur verið.

Heimildir

Leó Kristjánsson, 2001a. Silfurberg: einstæð saga kristallanna frá Helgustöðum. Jökull 50, 95-108.

Leó Kristjánsson, 2001b. Silfurberg og þáttur þess í þróun raunvísinda og ýmissar tækni, einkum á 19. öld: minnisblöð og heimildaskrá. Skýrsla RH-07-2001, 126+36 bls.

Leó Kristjánsson, 2002a. Iceland spar: the Helgustadir calcite locality and its influence on the development of science. Journal of Geoscience Education 50, 419-427.

Leó Kristjánsson, 2002b. Um silfurberg frá Helgustöðum og þróun vísinda. Glettingur 12(3), 35-39.

Eldgos undir jökli: Samspil varmastraums, aflögunar íss og vatnsþrýstings

Magnús Tumi Guðmundsson¹, Freysteinn Sigmundsson², Helgi Björnsson¹ og Þórdís Högnadóttir¹

¹Raunvísindastofnun Háskólans, Hofsvallagötu 53, 107 Reykjavík, ²Norrænu Eldfjallastöðinni, Grensásvegi 50, 108 Reykjavík

Grímsvatnagos eru algengustu eldgos í jöklum á Íslandi. Þau eru þó e.t.v. ekki dæmigerð því þar ræðst vatnsborð við gosstað af vatnshæð Grímsvatna hverju sinni. Í gosi í jökli þar sem slíku lóni er ekki til að dreifa þarf alls ekki að vera að vatnsborð á gosstað haldist stöðugt. Flest bendir til hins gagnstæða, þ.e. að vatnsþrýstingur taki breytingum meðan á gosi stendur. Í Gjálpargosinu 1996 fengust mikilsverð gögn um sprungugos undir þykkum jökli, myndun fjallshryggs og viðbrögð jökuls við gosi. Gögn úr gosinu hafa verið notuð til að meta nýtni ísbráðunar, gera líkan af sampili aflögunar íss og vatnsþrýstings undir sigkatli, og hvernig opnun gossprungu undir jökli getur myndað sprungur í jökulinn og haft áhrif á framvindu gosa.

Við gos undir jökli fer hluti þess varma sem berst upp á jökulbotninn jafnharðan í að bræða ís en hluti fer í að hita bræðsluvatnið eða verður eftir sem hiti í gosefnahaugnum. Í gosi þar sem kvikan tvístrast í gler fer stærstur hluti orkunnar í mjög hraða ísbráðnun en þegar bólstraberg myndast verður varmastraumur heldur hægari. Nýtni ísbráðunar er skilgreind sem hlutfall varmaafls sem nýtist strax til ísbráðunar og þess varmaafls sem berst upp á jökulbotninn með kviku. Sýnt hefur verið fram á að nýtnin þarf að vera a.m.k. 80% til að samanlagt rúmmál gosefna og bræðsluvatns verði minna en rúmmál þess íss sem bráðnar. Ef nýtnin er minni veldur það hækkandi vatnsþrýstingi við botninn sem leiðir til þess að bræðsluvatn hlýtur að leita burtu frá gosstað. Í Gjálp var nýtni ísbráðunar um 60% en tvístrun kviku var ráðandi í því gosi og nýtni því tiltölulega há miðað við það sem búast má við í eldgosum. Í ljósi þessa er sennilegt að 80% nýtni náist sjaldnast. Það bendir til að í þíðjökli ætti bræðsluvatn að renna nokkurnveginn jafnharðan frá gosstað og að umtalsverð vatnssöfnun verði ekki nema á stöðum eins og Grímsvötnum þar sem skilyrði til vatnssöfnunar eru oftast fyrir hendi.

Skoðun á þeim kröftum sem verka í sígandi katli leiðir í ljós að umtalsverður hluti af þunga íssins er borinn uppi af skerspennum í hliðum ketilsins. Af þessu leiðir að vatnsþrýstingur á gosstað undir jökli getur verið töluvert lægri en ætla mætti af þykkt jökulsins og getur munurinn verið 1-2 MPa (samsvarar þunga 100-200 m vatnssúlu). Þetta getur haft veruleg áhrif á goshegðun og ýtt undir sprengivirkni og þar með hraðari bráðnun.

Opnun gossprungu veldur aflögunarhraða sem er mörgum stærðargráðum hærri en gerist í venjulegu ísflæði. Sé tenging jökuls við botninn sterk, getur opnun gossprungu á jökulbotninum rifið jökulinn yfir henni og slík sprunga jafnvel náð upp í gegnum nokkur hundruð metra þykkar ís. Sé jökulinn þunnur getur gos náð beint til yfirborðs upp um sprunguna. Líklegast er að það hafi gerst í Grímsvatnagosunum 1934 og 1998. Í Gjálp virðist 600 m þykkur jökullinn hafa rifnað yfir syðri hluta sprungunnar en kvika náði ekki upp til yfirborðs þá leiðina.

Þar sem samspil rifnunar jökuls yfir gossprungu, aflögunar íssins í sígandi katli og rennsli bræðsluvatns frá gosstað getur haft mikil áhrif á vatnsþrýsting við gíga er ljóst að samspil ísþykktar og vatnsþrýstings er ekki einfalt. Í þíðjökli ætti þó að vera algengast að vatnsþrýstingur sé lægri en ísfargið og að vatnsborð í slíkum gosum sé oftast miklu lægra en 9/10 af ísþykktinni.

Leir í íslenskum jarðvegi

Ólafur Arnalds¹, Arngrímur Thorlacius² og Elín Ásgeirsdóttir¹

¹ Rannsóknastofnun landbúnaðarins ² Efnagreiningar Keldnaholti

Leir í Eldfjallajörð

Leir og lífræn efni í jarðvegi hafa gríðarlega mikið yfirborðsflatarmál og ráða miklu um eiginleika jarðvegs. Leir myndast við efnaveðrun í jarðvegi og er eitt helsta einkenni jarðvegsmyndunar. Flestar gerðir leirsteinda teljast til blaðsílíkata, en slíkur leir myndast ekki í íslenskum jarðvegi nema í takmörkuðum mæli.

Á gjóskusvæðum myndast jarðvegur sem nefndur er Andosol, en hefur verið nefndur *Eldfjallajörð* á íslensku. Í *Eldfjallajörð* getur efnaveðrun verið mjög hröð, ekki síst þar sem gjóskan sem myndar móðurefni jarðvegsins er basísk. Við þessar aðstæður myndast sérstakur hópur leirsteinda, sem einkennir ungan jarðveg á flestum eldfjallasvæðum heims, nema þar sem gjóskan er súr og/eða loftslagið þurrt. Sá leir sem myndast við veðrun á gjósku er illa kristallaður og greinist ekki með venjulegum aðferðum (t.d. kornastærðargreiningu með pípettuaðferð eða XRD). Helstu leirsteindirnar eru **allófan** (kúlulaga), **ímógólít**, (þráðlaga), **ferrihýdrít** (myndlaust gel) en einnig halloysít í súrri gjósku í heitara loftslagi. Efnaveðrun er yfirleitt mjög hröð á Íslandi, en henni hafa verið gerð góð skil af Sigurði R. Gíslasyni, Stefáni Arnórssyni o.fl. (t.d. 1996). Annað einkenni *Eldfjallajarðar* er myndun málm-húmus knippa, en einnig bindast lífrænar sameindir við allófan steindir. Því er yfirleitt mikið af lífrænum efnum í *Eldfjallajörð*.

Mælingar á leir í *Eldfjallajörð* byggjast yfirleitt á ammoníum oxalat skolun, með greiningu á Al, Fe og Si sem losnar (Al₀, Fe₀, Si₀). Si₀ er notað til að ákvarða allófan í jarðveginum (með hliðsjón af Al₀/ Si₀ hlutfalli), t.d. Si₀ x 6 (Parfitt, 1990). Hlutfall Al/Si í allófani er óvenju lágt í íslenskum jarðvegi, oftast á bilinu 1-1,5 á meðan hlutfallið 2 er algengast erlendis. Ferrihýdrít er ákvarðað sem Fe₀ x 1,7 (Parfitt og Childs, 1985). Hafa verður í huga að hluti Fe₀ getur verið bundið sem málm-húmus knippi, og ferrihýdrít því ofmetið. Nú er unnið að því að meta magn áls og járnsmálm sem bundið er í málm-húmus knippum í íslenskum jarðvegi.

Leir í íslenskum jarðvegi

Allmikið er af leir í íslenskum jarðvegi og eru allófan og ferrihýdrít ráðandi (Wada et al., 1992). Þó sýna ný gögn (Ólafur Arnalds og Marcus Kleber, óbirt gögn) að á Austurlandi er víða töluvert af smektít leir, sérstaklega í jarðvegi sem myndaðist snemma á Holocene.

Íslenskum jarðvegi hefur verið skipt í nokkra meginflokka og hér eru kynntar niðurstöður á mælingum á allófani og ferrihýdríti í helstu jarðvegsgerðunum. Niðurstöðurnar eru til bráðabrigða en byggjast m.a. á mælingum á leir í >300 jarðvegslögum í >50 jarðvegssniðum. Stefnt er að því að gögn fyrir um 500 jarðvegslög úr um 70 jarðvegssniðum liggi fyrir innan árs.

Rannsóknir sýna að allófan myndast ekki ef sýrstig er lægra en 4,9. Rannsóknir hérlendis staðfesta þetta mjög ljóslega. Minnst er af leir í hinni lífrænu *Mójjörð*, enda sýrustig þar yfirleitt lágt. Mest er af leir í *Brúnjörð* og *Votjörð*, þar sem leirhlutfallið getur náð 40% í einstökum jarðvegslögum. Slíkur jarðvegur sýnir mjög sterk einkenni *Eldfjallajarðar*, rúmþyngdin er lág, vatnsheldni gríðarleg (>100% af þurrvigt jarðvegs við visnunarmörk gróðurs, 1,5 MPa togspenna), hann skortir samloðun og er mjög hætt við skriðuföllum. Athygli vekur hve mikið getur verið af leir í jarðvegi auðna (*Glerjörð*; *Vitrisols*), sem þó telst lítið þróaður jarðvegur. Þetta leirhlutfall hefur verið stutt með mælingum á jónrýmd, sem gefur til kynna yfirborðshleðslu leirs í þessum ólífræna jarðvegi. Þó má vera að leirhlutfall í *Glerjörð* sé

ofmetið, því ammoníum oxalat kann að leysa upp hluta glersins í jarðveginum með þeirri aðferð sem beitt er (Ólafur Arnalds og Sigurður R. Gíslason, 2002).

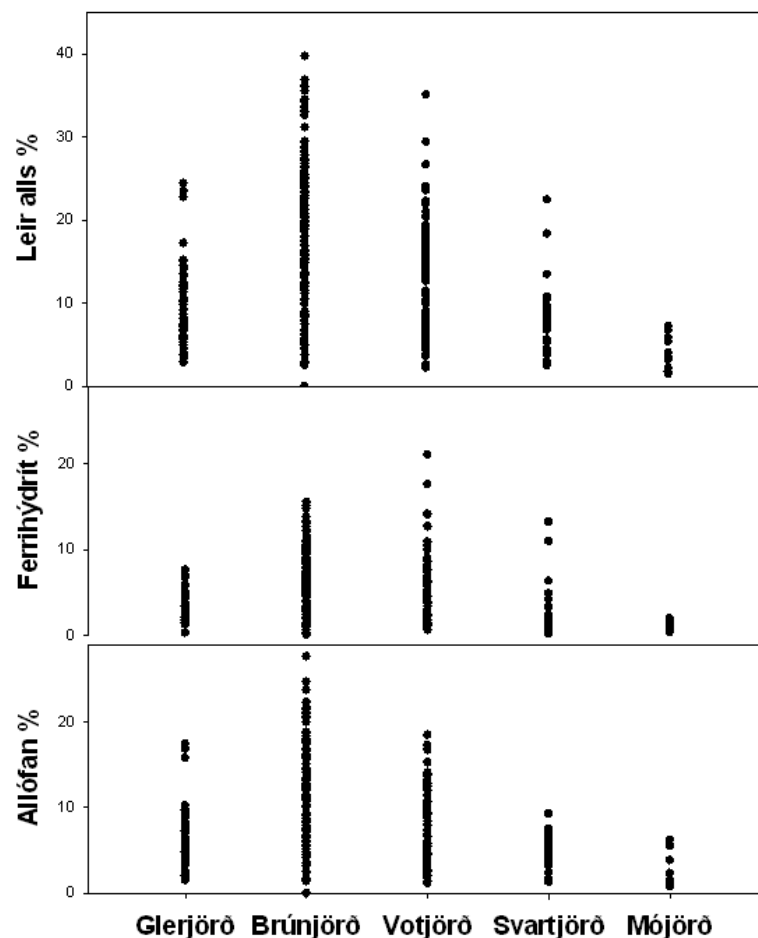
Rannsóknirnar sýna að mikið er af leir í íslenskum jarðvegi, þrátt fyrir ungan aldur jarðvegsins og kalt veðurfar. Leirinn hefur afgerandi áhrif á eiginleika jarðvegsins. Svipaður jarðvegur finnst annars staðar á eldvirkum svæðum jarðar.

Heimildir

- Ólafur Arnalds. 2003. Volcanic soils of Iceland. Í: (Arnalds, O., Stahr, K., Eds.) Volcanic Soil Resources. Occurrence, Development, and Properties. Catena Special Issue, Elsevier, Amsterdam, í prentun.
- Ólafur Arnalds og Sigurður Reynir Gíslason. 2002. Validity of oxalate extraction for characterization and Al/Si calculations for vitric Andosols. Mainzer Naturwissenschaft Archiv 40:13-14.
- Sigurður Reynir Gíslason, Stefán Arnórsson og Halldór Ármannson. 1996. Chemical weathering of basalt in Southwest Iceland: effects of runoff, age of rocks and vegetative/glacial cover. American Journal of Science 296:837-907.
- Parfitt, R.L. 1990. Allophane in New Zealand – A review. Australian Journal of Soil Research 28:343-60.
- Parfitt, R.L. og C.W. Childs. 1988. Estimation of forms Fe and Al: A review, and analysis of contrasting soils by dissolution and Moessbauer methods. Australian Journal of Soil Research 26:121-144.
- Wada, K., O. Arnalds, Y. Kauto, L.P. Wilding og C.T. Hallmark. 1992. Clay minerals in four soils formed in eolian and tephra materials in Iceland. Geoderma 52:351-365.

Mynd

Allófan og ferrihýdrít í jarðvegslögum í íslenskum jarðvegi. Báðar gerðir leirs koma fyrir í öllum jarðvegslögum, en hærrí gildi fást fyrir allófan í þurrlandisjarðvegi (*Brúnjörð*). Minnst er af leir í *Mójörð* og *Svartjörð*



Flokkun jarðvegs á Íslandi

Ólafur Arnalds

Rannsóknastofnun landbúnaðarins

Inngangur

Jarðvegur er margslungin náttúruauðlind á yfirborði jarðar. Flokkun jarðvegs er mikilvæg til að skipuleggja þekkingu á jarðvegi, auðvelda samskipti á sviði jarðvegsfræða og til að heimfæra rannsóknir á milli svæða. Flokkun er einnig mikilvæg við ákvarðanatöku, m.a. til að meta umhverfisáhrif framkvæmda.

Flokkun Rala er unnin á grunni rannsóknaverkefnisins „*Ýmir*“ sem miðar að því að safna saman grunnupplýsingum um íslenskan jarðveg, skýra eðli hans og myndun, og að því þróa jarðvegskort af Íslandi. Í tengslum við verkefnið hefur verið komið á fót aðstöðu til greininga á jarðvegi (sjá einnig www.rala.is/yimir).

Flokkun jarðvegs

Samkvæmt báðum útbreiddustu flokkunarkerfum heimsins, hinni bandarísku „Soil Taxonomy“ og flokkun FAO telst stærsti hluti íslensks jarðvegs til *Eldfjallajarðar* (Andosol).

Flokkun RALA á jarðvegi byggir á kerfi FAO frá 1998 (World Reference Base for Soils, skammstafað WRB). Stuðst er við staðfæringu Þorsteins Guðmundssonar (1994) á eldri útgáfu þessa kerfis. Þá var litið til annarra landa svo sem flokkunar sem notuð er á Nýja Sjálandi (Hewitt, 1998). Við flokkunina er tekið mið af ráðandi áhrifum leirs og lífrænna efna í jarðveginum á eðlisþætti og efnaeiginleika. Magn lífrænna efna og leirs í íslenskum jarðvegi ráðast aftur á móti að mestu af hraða áfoks og vatnsstöðu („drainage“) ([1. mynd](#)). Þessir þættir endurspeglast vel í flokkuninni. Einnig eru til jarðvegsgerðir þar sem aðrir umhverfisþættir eru ráðandi, m.a. *Kalkjörð* sem myndast í og við skeljasanda á Vesturlandi, *Frerajörð* (eða *Frostjörð*) hefur sífrera í jörðu, og *Bergjörð* er í skriðum og hraunum. Í byrjun er efsta þrep flokkunarinnar aðeins notað, en unnið er að frekari þróun kerfisins. Nafngiftir eru ennþá í mótun og allar tillögur þar að lútandi eru vel þegnar. Stefnt er að því að flokkunin taki breytingum eftir því sem þekking á íslenskum jarðvegi þróast.

Mójörð (Histosols)

Mójörð er jarðvegur mómýranna, þar sem kolefni í jarðveginum er >20%. Slíkur jarðvegur finnst aðeins í votlendi sem liggja fjarri uppsprettum áfoksefna (sjá kort á öðru veggspjaldi: „Jarðvegskort af Íslandi“). Sýrustig er yfirleitt lágt og tiltölulega lítið er af leir, en þó er lífrænt innihald *Mójjarðar* mun lægra en almennt er um mýrar á norðurslóðum.

Svartjörð (Histic Andosol)

Svartjörðin er jarðvegur votlendis, þar sem áfok er of mikið eða jarðvegur er of þurr í yfirborðslögum til að kolefnisinnihaldið nái 20%. Líklega ráða málm-húmus knippi („metalhumus complexes“) miklu um eiginleika jarðvegsins. Nokkuð er af leir, en þó mun minna en í *Votjörð* og *Brúnjörð*.

Votjörð (Gleyic Andosol)

Votjörðin (eða *Blautjörð*) finnst í votlendi nálægt gosbeltunum og innan þeirra, eða þar sem yfirboð jarðvegsins er frekar þurrt, en stutt niður á grunnvatn. Í jarðveginum er að finna ýmis einkenni grunnvatns og afoxunar-oxunarferla, svo sem grámi og blámi, dílar („mottles“), og hnyðlingar („concretions“). Jarðvegurinn er oft leir-ríkur og sýrustig mun hærra en í *Svartjörð* og *Mójörð*.

Brúnjörð (Brown Andosol)

Brúnjörðin er hinn dæmigerði brúni jarðvegur þurrlendis. Leirinnihald virðist fyrst og fremst háð magni áfoksefna, (mestur leir ef áfok er lítið) en einnig samsetningu glerefna, því súr gjóska veðrast mun hæggar en basískt gler.

Gögn fyrir aðra flokka, svo sem Kalkjörð, Frerajörð og Bergjörð eru heldur takmörkuð og verður þessum flokkum ekki gerð skil nú.

Lokaorð

Efsta þrepið fyrir nýja flokkun á íslenskum jarðvegi hefur nú verið þróað. Frekari flokkun bíður meiri úrvinnslu gagna. Flokkun jarðvegs endurspeglar þekkingu á jarðvegi á hverju tíma, og því mun þetta kerfi taka breytingum eftir því sem þekking á íslenskum jarðvegi eykst.

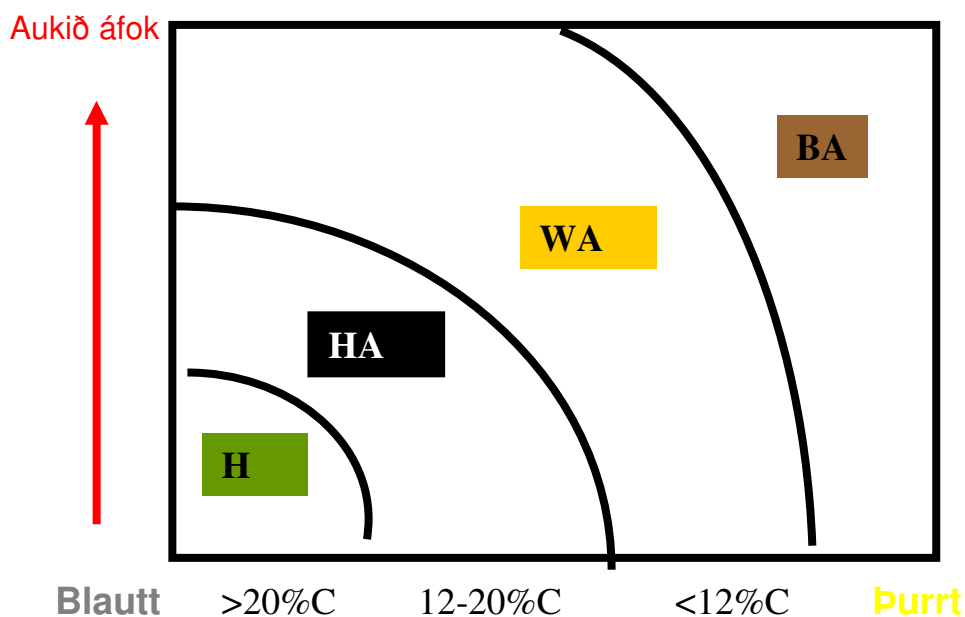
Heimildir

FAO. 1998. World Reference Base for Soil Resources. World Soil Resources Report 84, FAO, Rome.

Hewitt, A.E. 1998. New Zealand Soil Classification (2nd edition). Landcare Research Science Series No 1. Manaaki Whenua Press, Lincoln, New Zealand.

Ólafur Arnalds. 2003. Volcanic soils of Iceland. Í: (Arnalds, O., Stahr, K., Eds.) Volcanic Soil Resources. Occurrence, Development, and Properties. Catena Special Issue, Elsevier,

Þorsteinn Guðmundsson. 1994. Jarðvegsflokkun FAO með hliðsjón af íslenskum aðstæðum. I Fjölrit Rala nr. 167.



1. mynd. Samspil vatnsstöðu og áfoks við mótun íslensks jarðvegs. Miðað er við yfirborðslög. Þar sem jarðvegur er þurr myndast Brúnjörð (BA) en Mójörð (H) á blautum stöðum fjarri áfoksuppsprettum. Svartjörð (HA) er tiltölulega lífrænn jarðvegur en Votjörðin (WA) er ólífrænn jarðvegur í votlendi.

Jarðvegskort af Íslandi

Ólafur Arnalds, Einar Grétarsson og Hlynur Óskarsson

Rannsóknastofnun landbúnaðarins

Aðgengilegar upplýsingar um jarðveg eru mikilvægar fyrir rannsóknir á náttúru landsins og nýtingu náttúruauðlinda. Fyrsta eiginlega jarðvegskortið af Íslandi var unnið af Birni Jóhannessyni og Iver Nygard (1960) í mælikvarðanum 1:750 000. Áður höfðu nokkrir aðilar gert ónákvæma uppdrætti af jarðvegi landsins, án þess að rannsóknir væru lagðar til grundvallar. Þegar kort Björns var gert lá ekki fyrir hvers konar jarðvegur einkenndi Ísland, enda var skilningur á eðli *Eldfjallajarðar* takmarkaður þar til eftir 1970 og grunnur að núverandi þekkingu var ekki lagður fyrr en um 1985.

Rannsóknastofnun landbúnaðarins hefur á undanförunum árum unnið að þróun jarðvegskorts af Íslandi. Kortið er hluti af verkefninu „*Ýmir*“ sem er ætlað að afla grunnupplýsinga um íslenskan jarðveg, flokka hann og viðhalda jarðvegskorti.

Flestar þjóðir Evrópu hafa kortlagt jarðveg sinn, enda byggir akuryrkja, stærsti atvinnuvegur heimsins, á nýtingu jarðvegs. Flokkun og kortlagning jarðvegs hefur því einkum verið miðuð við þarfir akuryrkjunnar fram til þessa. Á síðari árum hafa umhverfissjónarmið ráðið meiru um þróun jarðvegskorta, m.a. með tilliti til vatnsmiðlunar og flóða, mengunar, jarðvegsrofs.

Evrópusambandið og samtök jarðvegsvísindamanna á norðurslóðum hafa lengi kallað eftir upplýsingum um jarðveg landsins, en það var ekki fyrr en árið 2002 sem Ísland lagði til upplýsingar í jarðvegskort Evrópu. Þá hafa upplýsingar um íslenskan jarðveg verið lagðar í gagnagrunn um jarðveg heimskaualanda.

Jarðvegskortið er unnið með því að keyra saman upplýsingar um gróðurfar (Rala og N.Í.), rofkort Rala og L.r. og aðrar tiltækar landupplýsingar í landupplýsingakerfi (Arc/Info) með hliðsjón af upplýsingum um jarðveg sem safnað hefur verið í gagnagrunninn *Ými*. Ætlunin er að nýta gagnagrunn Nyttjaland (www.nyttjaland.is) til þess að uppfæra kortið í áföngum í mælikvarðann 1:50.000.

Útbreiðsla *Eldfjallajarðar* er langmest á Íslandi í Evrópu. Önnur stór svæði eru m.a. í Massif Central í Frakklandi. Leiða má að því líkum að á Íslandi sé 5-6% *Eldfjallajarðar* (Andosol) heimsins.

Jarðvegskortið leiðir í ljós að útbreiðsla *Mójarðar* er harla lítil (1%), en votlendisjarðvegur (*Móörð*, *Svartjörð* og *Votjörð*) þekur líklega >20.000 km² á Íslandi. Jarðvegur auðna hefur þó mesta útbreiðslu, >40.000 km², en þar er um margar gerðir jarðvegs að ræða (*Melajörð* og *Sandjörð* sem bera samheitið *Glerjörð* eða *Vitrisol*, *Bergjörð* o.fl.). Jarðvegskortið er aðgengilegt á vefsíðunni www.rala.is/ymir.

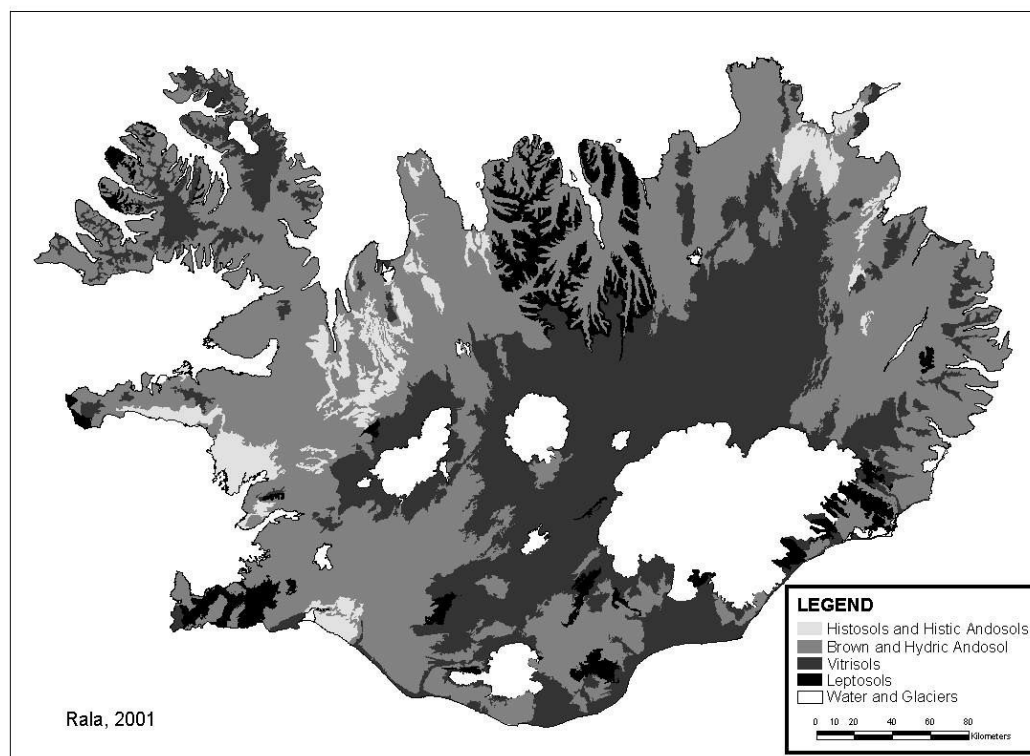
Kortið er hefur nú þegar verið notað við rannsóknir á vatnsheldni í jarðvegi, á grunni þess hefur verið gert fyrsta yfirlitið um kolefnisbúskap landsins, og nú er einnig verið að nota upplýsingarnar til að meta geislavirkt ¹³⁷Cs í íslenskum jarðvegi.

Heimildir

Björn Jóhannesson. 1960. Íslenskur jarðvegur. Atvinnudeild Háskóla Íslands, Reykjavík. Endurprentað af Rannsóknastofnun landbúnaðarins, 1988. Meðfylgjandi jarðvegskort, unnið af Iver J. Nygard, 1959.

1. tafla. Helstu jarðvegsgerðir landsins og útbreiðsla þeirra.

Heiti	Tákn	Alþjóðl. heiti	Stærð km ²	%
Mójörð	H	Histosol	1077	1
Svartjörð	HA	Histic Andosol	4700	5
Votjörð	WA	Gleyic Andosol	2600	3
Brúnjörð	BA	Brown Andosol	14300	14
V-Melajörð	MV	Cambic Vitrisol	17600	17
V-Sandjörð	SV	Arenic Vitrisol	4600	4
Bergjörð	L	Leptosol	7300	7
Frerajörð	C	Cryosol	?	
Kalkjörð	K	Arenosol	?	
Brún-Blautjörð	BA-WA		27200	26
Sand-Bergjörð	SV-L		4800	5
Mela-Sandjörð	MV-SV		6000	6
Frera-Blautjörð	C-WA		140	0



1. mynd. Jarðvegskort af Íslandi. Mjög smækkuð mynd, þar sem jarðvegsflokkum hefur verið slegið saman. Sjá veggspjald eða www.rala.is/yimir fyrir betra kort.

New fault maps of the Hestfjall and Leirubakki area of the South Iceland Seismic Zone

Páll Einarsson^{1, 2}, Maryam Khodayar², Steingrímur Þorbjarnarson¹, Carolina Pagli^{1, 2}, Rikke Pedersen^{1, 3}, and student groups¹ of the courses Tektóník (09.60.52) and Current Crustal Movements (09.24.81), 2002.

¹Department of Natural Sciences, University of Iceland, ²Science Institute, University of Iceland, ³Nordic Volcanological Institute.

The fracture systems of the South Iceland Seismic Zone have been the practice grounds for students in the Department of Natural Sciences, University of Iceland, for more than two decades. Holocene surface fractures have been mapped at the meter scale using available techniques. In the last few years Differential GPS techniques have been used, greatly increasing the speed and accuracy of the mapping effort. Important parts of the fracture systems were mapped in the fall semester 2002 during two field trips, to the Hestfjall area and the Leirubakki area.

The South Iceland Seismic Zone is a transform-type plate boundary. It takes up the transform motion between the Reykjanes Ridge and the Eastern Volcanic Zone. It is oriented E-W and is 10-15 km wide. Destruction areas of individual earthquakes and surface faulting show, however, that each event is associated with faulting on N-S striking planes, perpendicular to the main zone. The over-all left-lateral transform motion along the zone is thus accommodated by right-lateral faulting on many parallel, N-S faults and rotation of the blocks between them, "bookshelf faulting". This model was confirmed in the earthquake sequence of June 2000.

A prominent, 3.5 km long fault system was mapped in the Hestfjall area in the central part of the seismic zone, extending from the summit of the mountain Hestfjall and to the south. The system is marked by a single, almost continuous zone of fault structures in the northern part, but towards the south it bifurcates and becomes intermittent. This fault is some 2.5 km east of the fault that slipped in the earthquake of June 21 ($M_w=6.5$), 2000.

Three parallel faults were mapped in the Leirubakki area in the eastern part of the seismic zone. Two of them, the Réttarnes and W-Leirubakki faults have been mapped by previous student groups, but the third one, the E-Leirubakki fault, was verified on this trip and mapped for the first time. They are all exposed in Þjórsárhraun lava and can be traced as a more or less continuous belt of fault structures from the banks of Ytri Rangá and to the north. Their mapped lengths are 1 km, 2.5 km and 1.5 km, respectively. The distance between them is 1-2 km. The exposed faults are probably only a part of longer structures, possibly spanning the whole width of the seismic zone.

The structure of the mapped faults is similar to previously mapped faults in the seismic zone. Each fault is expressed as a N-S trending system of en echelon fractures where individual fractures have a N to NE strike. Fractures are often marked by sinkholes in the soil cover and vegetation. Push-ups are commonly observed, often showing evidence of rotation. Short segments of conjugate, left-lateral fractures are also observed, usually within the fractured area of the fault.

Áhrif snefilefna á frumframleiðni í íslenskum vötnum

¹Sigurdur Reynir Gíslason (sigrg@raunvis.hi.is), ¹Eydís Salome Eiríksdóttir og ²Ingunn María Thorbergsdóttir

¹Raunvísindastofnun Háskólans, Dunhaga 3, 107 Reykjavík ²Landmælingar Íslands, Stíllholti 16-18, 300 Akranesi.

Binding köfnunarefnis í ammoníak, $N_2 + 8H^+ + 8e \rightleftharpoons 2NH_3 + H_2$ er eitt af mikilvægustu lífefnaferlum í náttúrunni þar sem það hefur áhrif á frumframleiðni. Efnahvarfið verður fyrir tilstilli ensíma, nitrogenase, sem myndast í sérstökum bakteríum. Að minnsta kosti þrjú flokkar af nitrogenasa eru þekktar. Algengasta tegundin inniheldur Fe og Mo, önnur V og Fe og sú þriðja eingöngu Fe. En Mo/Fe-ensímið er algengast og afkastamest við bindingu köfnunarefnis á yfirborði Jarðar. Framboð af bundnu köfnunarefni er oft takmarkandi fyrir frumframleiðni, bæði í vatni og á landi þannig að framboð á uppleystu Fe og Mo getur óbeint takmarkað frumframleiðni.

Mólhlutföll Mo/Fe í Mo/Fe-ensíminu er minna en 0,07. Hlutföll þessara efna í upplausn er 110 í úthöfunum en að meðaltali um 0,007 í árvatni sem rennur af meginlöndunum. Það er því líklegt að Fe takmarki köfnunarefnisbindingu í úthöfunum en Mo á landi og í ferskvatni. Styrkur Mo í storkubergi vex með styrk kísils í bergi. Styrkur þess er því hlutfallslega lágur í basalti, meginberggerð Íslands. Enn fremur er Mo hreyfanlegt við veðrun, þannig að styrkur þess í ferskvatni endurspeglar bergerðina og hversu mikið berg vatnið hefur veðrað. Styrkur Mo í íslenskum straumvötnum er breytilegur. Hann er mestur í rekbeltinu, sérstaklega í nágrenni megineldstöðva þar sem berg er kísilríkt. Því eldra sem bergið er og því minna sem er af súru bergi á vatnasviðunum því lægri er Mo styrkurinn í árvatni (Gíslason o.fl. 2002a og b).

Það er verulegur munur á frumframleiðni í íslenskum vötnum. Frumframleiðni er mikil í rekbeltunum og miðað við hlutföll N/P í vötnunum takmarkast hún af bundnu köfnunarefni. Utan rekbeltanna í gamla Tertíera berginu snýst þetta við, þar takmarkast frumframleiðnin af fosfór, miðað við N/P hlutfallið í straumvötnunum. Það er kaldhæðnislegt að frumframleiðni í vötnum í rekbeltinu takmarkast að mestu af tveimur þáttum: 1. Loftbornu bundnu köfnunarefni í úrkomu, sem að mestu er til orðin vegna hnattrænnar mengunnar. 2. Bindingu köfnunarefnis í vötnunum. Þrátt fyrir að styrkur bundins köfnunarefnis, NO_3 og NH_4 í úrkomu á Íslandi sé svipaður í rekbeltinu er mikill munur á frumframleiðni vatna þar. Enn fremur er Mývatn eitt af blómlegustu vötnum á Norðurhveli, þrátt fyrir hnattstöðu sína og að vera hulið ísi um 190 daga á ári. Frumframleiðni hefur verið mæld í þremur vötnum í rekbeltunum; Mývatni, Þingvallavatni og Elliðavatni. Frumframleiðnin í þessum vötnum takmarkast af bundnu köfnunarefni og er 220, 135 og 25 grömm af kolefni á fermetra á ári ($gC/m^2/ári$; Ólafsson, 1979; Jónasson, 1992; Jónasson and Hersteinsson, 2002; Gíslason ofl. 1998). Meðalstyrkur Mo í straumvötnum sem renna úr þessum vötnum er 8,6, 1,6 and 0,76 nmole/kg. Meðalstyrkur V er 0,9, 0,31 and 0,14 nmole/kg. Í Mývatni er köfnunarefnisbindandi baktería, svokallaður vatnablómi (*Anabaena flos-aqua*), algengur og oft mikill. *Anabaena flos-aqua* finnst ekki í Þingvallavatni en nokkuð hefur fundist af botnlægu tegundinni *Nostoc* sem bindur köfnunarefni. Enn hefur engin köfnunarefnisbindandi baktería fundist í Elliðavatni. Þessar upplýsingar benda til þess að styrkur uppleysts Mo hafi áhrif á og jafnvel stjórni frumframleiðni í íslensku rekbeltunum.

Heimildir

Gíslason, S.R., Gudmundsson, B.Th. and Eiríksdóttir, E.S. 1998: Chemistry of River Ellidaar 1997 – 1998.

Reykjavík: Science Institute, University of Iceland, RH-19-98, 100 bls.

Gíslason, S.R., Snorrason, A., Eiríksdóttir, E.S., Sigfússon, B., Elefsen, S.Ó., Hardardóttir, J., Gunnarsson, Á., Hreinsson, E.Ó., Torsander, P., Kardjilov M.I. and Óskarsson, N.Ö. 2002a: Chemistry, discharge and

- suspended matter in rivers in eastern Iceland, II. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. Reykjavík: Science Institute, University of Iceland, RH-11-2002, 96 bls.
- Gíslason, S.R., Snorrason, A., Eiríksdóttir, E.S., Sigfússon, B., Elefsen, S.Ó., Hardardóttir, J. Gunnarsson, Á. and Torsander, P. 2002b: Chemistry, discharge and suspended matter in rivers in southern Iceland, V. Gagnagrunnur Raunvísindastofnunar og Orkustofnunar. Reykjavík: Science Institute, University of Iceland, RH-12-2002, 36 bls.
- Jónasson, P.M. 1992: The ecosystem of Thingvallavatn: a synthesis. *Oikos* 64, 405-434.
- Jónasson, P.M. and Hersteinsson, P. 2002: Þingvallavatn: Undraheimur í mótun. Reykjavík: Mál og Menning, 303 bls.
- Ólafsson, J. 1979: The chemistry of Lake Mývatn and the River Laxá. *Oikos* 32, 82-112.

Snjóflóðagagnasafn

Starfsmenn snjóflóðavarna Veðurstofu Íslands

Átak hefur verið gert á Veðurstofunni á undanförunum árum til þess að safna upplýsingum um snjóflóð við þéttbýlisstaði landsins og skrá þær í gagnasafn. Í SQL-gagnasafnskerfi eru, auk tímasetningar og staðsetningar flóðanna, skráðar ýmsar tölulegar upplýsingar og athugasemdir um tjón, veður o.fl. Útlínur flóðanna, þar sem þær eru þekktar, eru hnitaðar og geymdar í ArcInfo landupplýsingakerfi (LUK). Ýmsar yfirlitstöflur og annála snjóflóða fyrir ákveðna staði eða tímabil má skrifa beint út úr gagnasafninu sem geymir nú upplýsingar um hátt á annað þúsund flóð. Snjóflóðaannálar hafa verið gefnir út fyrir stærstu þéttbýlisstaði sem búa við snjóflóðahættu. Upplýsingar um flóð eru ýmist fengnar úr snjóflóðaskýrslum, sem ritaðar eru á eyðublöð frá Veðurstofunni, úr öðrum rituðum heimildum eða beint frá heimildarmönnum. Bókin „Skrifuföll og snjóflóð“ eftir Ólafur Jónsson o.fl. er mikilvægasta heimildin um flóð fyrri tíma. Merkar upplýsingar hafa fengist hjá heimildarmönnum allt að tíraðisaldri.

Snjóflóðaannála þéttbýlisstaða má nálgast á vefnum:

<http://www.vedur.is/snjoflod/haettumat/annalar/>

Staður	Þéttbýli og næsta nágrenni	Nærleggjandi dreifbýli	Útlínur í LUK-kerfi
Ólafsvík	11	-	14
Patreksfjörður	19	4	21
Bíldudalur	20	7	5
Flateyri	129	231	172
Ísafjörður	192	29	204
Hnífsdalur	76	-	70
Súðavík	24	7	22
Bolungarvík	30	119	95
Siglufjörður	140	217	126
Seyðisfjörður	83	54	95
Neskaupstaður	151	14	128
Eskifjörður	27	22	6
Ólafsfjörður	1	51	5

Fjöldi snjóflóða við þéttbýlisstaði og nærliggjandi dreifbýli í gagnasafni og landupplýsingakerfi (alls eru 1989 flóð í gagnasafninu).

Increased magma accumulation since 1999 under Katla

Erik Sturkell¹, Páll Einarsson², Freysteinn Sigmundsson³, and Halldór Geirsson¹

¹Icelandic Meteorological Office, Reykjavík, ²Science Institute, University of Iceland, Reykjavík, ³Nordic Volcanological Institute, Reykjavík

The present agitated state of the Katla volcano is expressed in three types of phenomena commonly observed prior to eruptions:

1. Increased geothermal activity following the small, volcanically induced jökulhlaup in July 1999.
2. Increased seismicity since the autumn of 2001. This increase is mainly concentrated under Goðabunga, west of the main caldera of Katla.
3. Inflation of the caldera region seems to have begun in 1999.

Geodetic methods such as GPS and tilt measurements are used to follow the magma movements under the Katla volcano. Two continuously recording GPS stations close to the southern edge of the ice cap are used with network measurements, now concentrated on the two GPS points on nunataks in the Mýrdalsjökull ice cap, Enta and Austmannsbunga. Four tilt stations are also situated around the ice cap and are measured annually. The horizontal component of the GPS displacement shows an outward radial pattern, originating from the northern part of the sub-glacial caldera. All the GPS points show uplift between the 2000 and 2003 surveys. The continuous GPS stations show a southward displacement component in addition to background plate movements. Using the displacement vectors in a forward grid search for the best fitting Mogi point source suggests a centre of inflation in the northern part of the caldera at 4.9 km depth. At this stage, with this amount of uplift, the expected tilt at stations outside the ice cap is very small. The rate of uplift at the Austmannsbunga GPS-point increased markedly between the 1993-2000 measurements and the 2000-2003 measurements, from a few mm per year to about 2 cm per year. Back-tracing the 2000-2003 time series of the vertical uplift of the Austmannsbunga point suggests a start of the inflation in the early spring of 1999. This, together with the July 1999 jökulhlaup at Sólheimajökull, may be taken as the first signs that magma had started to accumulate beneath Katla. The cumulative uplift of the Austmannsbunga point since 1993 is 7.2 cm. With the location of the Mogi point fixed at 4.9 km depth, this corresponds to an uplift of 12 cm directly above it. A sub-surface magma volume increase of 0.019 km³ is implied. Even though the 1999-2003 inflation is only small so far, it indicates increased magma accumulation in the roots of the volcano, and must be taken seriously in light of the history of Katla as one of the most productive and dangerous volcanoes in Iceland.

The seismicity cluster at Goðabunga is outside the main inflation area of the caldera. The seismicity increase at Goðabunga therefore cannot be explained by the inflation alone and requires an additional explanation. It is speculated that it might be the expression of an active acidic lava dome. The dense epicentral cluster is located just outside the caldera, in a position typical for acidic domes of Katla (Enta, Austmannsbunga, Kötluksfell, Gvendarfell). Crustal deformation associated with the seismicity also appears to be very local, as it is not observed outside the glacier edge. This is also typical for active domes elsewhere.

Kerfi til að spá snjóflóðahættu í vindasömu loftslagi

Svanbjörg H. Haraldsdóttir¹, Haraldur Ólafsson¹, Yves Durand², Gérald Giraud² og Laurent Mérindol²

1) Veðurstofa Íslands og Háskóli Íslands, Reykjavík, 2) Météo-France, Centre d'Etudes de la Neige, Grenoble, France

Yfirlit

Niðurstöður franskra veður-, snjó- og snjóflóðahættulíkana, SAFRAN, Crocus og MEPRA (SCM), sem greina snjóflóðahættu t.d. vegna skíðamanna, eru tengdar skafrenningi með því að greina jafnframt mesta vindhraða stuttu fyrir flóð. Niðurstöður þessa samtvinnnaða kerfis fyrir veturna 2000-2001 og 2001-2002 eru bornar saman við skráða snjóflóðadaga. Þeir snjóflóðadagar á norðanverðum Vestfjörðum sem kerfið fann ekki einkenndust ýmist af mikilli dreifingu í úrkomu eða sérstaklega miklum vindi til fjalla fyrir flóðin.

Viðvörðunarkerfið

Kerfið samanstendur af SCM-líkönunum og vindhraða á Þverfjalli. SAFRAN greinir veðurþætti sem hafa áhrif á snjóþekjuna, Crocus gerir líkan af henni og MEPRA greinir veikleika í snjóþekjunni úr Crocus með tilliti til snjóflóðahættu. Veðurathuganir eru gerðar allan sólarhringinn í Bolungarvík og lesa líkönin þær auk veðurspáa úr erlendum líkönunum. Þau gera síðan líkan af snjóþekjunni í mismunandi hæð og sýna þróun hennar eingöngu út frá veðurþáttum án þess að nýta nokkur gögn úr snjómælingum.

Kynnt var á JFÍ 2000 aðlögun SAFRAN og Crocus líkananna að íslensku loftslagi. Þriðja líkanið, MEPRA, finnur hvort um er að ræða snjóflóðahættu af náttúrulegum orsökum eða vegna umferðar, t.d. skíðamanna.

Kerfið byggir á niðurstöðum SCM-líkananna og skafrenningi með því að greina vindhraða til fjalla. Snjóflóðadagar á N-Vestfjörðum veturna 2000-2001 og 2001-2002 voru skráðir samkvæmt snjóflóðagögnum Veðurstofunnar og bornir saman við niðurstöður líkananna. Ekki féllu mörg snjóflóð þessa tvo vetur og flest þeirra voru miðlungs stór eða lítil. Hlíðarhallinn sem líkönin reikna með er 40°. Ofan vega um Óshlíð og Súðavíkurhlíð er hallinn meiri á köflum. Mörg snjóflóðin féllu á eða í nágrenni Flateyrar, sem er í um 15 km fjarlægð frá veðurstöðinni í Bolungarvík, en veðurathuganir þaðan eru notuð í reikningum líkananna. Aðstæður geta verið mjög breytilegar vegna landshátta og veðurs, þar sem skiptast á firðir, dalir, brött fjöll og hásléttur. Skiptir þá mestu máli hve úrkoman getur verið breytileg, háð stað og tíma, og hve hvasst er og hvar skafrenningur sest á upptakasvæði hlémegin fjalla.

Niðurstöður

Dagarnir eru flokkaðir eftir því hverju líkanið spáði og hvort um var að ræða skráðan snjóflóðadag. Líkönin spá snjóflóðahættu af náttúrunnar völdum og vegna umferðar. Hættan skapast við aukið álag á snjóþekjuna, sem getur brotnað á veikum lögum.

Náttúruleg snjóflóðahætta (natural hazard) úr MEPRA skilaði ekki marktækum árangri fyrir íslenskar aðstæður, þar sem eðli snjóflóðahættu er oft á tíðum ólíkt því sem gerist á meginlandi Evrópu. Hér falla lausasnjóflóð mjög sjaldan en þar eru þau algeng. Oft snjóar í vindi á Íslandi og sest þá til vindpakkaður snjór, en í Ölpunum snjóar oftast í logni. Nýsnævið fellur þar sem lausasnjóflóð, þegar snjórinn hefur hlaðist upp í bröttum hlíðum og kemur að því að binding snævar er ekki nóg til að halda snjónum.

Flekahlaup eru algengust hér á landi ef um þurr snjóflóð er að ræða og falla vissulega einnig í Evrópu. Líkönin greindu þó sjaldan náttúrulega snjóflóðahættu við Bolungarvík þá tvo vetur sem athugaðir voru, en snjóflóðin voru eins og áður kom fram, flest frekar lítil. Hér á landi

safnast mikill hluti snævar á upptakasvæði snjóflóða vegna skafrennings, og mynda um leið vindpakkaða fleka, en ekki er tekið tillit til skafrennings í SCM-líkönunum.

SCM-líkönin greina einnig snjóflóðahættu vegna umferðar eða af manna völdum, t.d. skíðamanna (accidental hazard). Flesta daga sem snjóflóð féllu var miðlungs eða mikil slík hættu til staðar, en líkönin sýndu slíka hættu meira en helming allra vetrardaga, sem er ekki nothæft til að spá. Þekkt var fyrr að flest stór, þurr snjóflóð hér á landi hafa fallið í eða eftir mikinn skafrenning, en hér kom í ljós að einnig flóðin þessa tvo vetur sem voru lítil til miðlungs stór féllu þegar hvasst hafði verið til fjalla. Með því að tengja saman mesta meðalvind tveggja daga á Þverfjalli (756 m y.s.) og snjóflóðahættu vegna umferðar var hægt að þrengja valið. Venjulega varir snjóflóðahætta nokkra daga samfelld, og hér sýndu niðurstöður að snjóflóð féllu einn dag þegar þeim var spáð á móti fjórum sem spáð var og engin flóð féllu.

Það mikilvægasta er að snjóflóð falli ekki þá daga sem kerfið sýnir enga hættu. Alls voru 5 slíkir dagar þessa 2 vetur á svæðinu kringum Bolungarvík, þar af 2 samliggjandi svo skoða mátti 4 tímabil fyrir flóð. Sammerkt með 2 þeirra var að úrkoman í Bolungarvík var mjög lítil miðað við mælingar frá öðrum stöðvum í nágrenninu, sem ekki senda inn mælingar samtímis. Þá daga var snjódýpt í 600 m hæð samkvæmt líkönunum innan við 20 cm og því eðlilegt að ekki væri spáð mikilli snjóflóðahættu. Öll þessi tímabil var tveggja daga hámarksvindur yfir 18 m/s og þau tvö tímabil, sem ekki var um að ræða hlutfallslega of litla mælda úrkomu í Bolungarvík var vindur óvenju mikill í 5 daga fyrir flóðin, svo snjósöfnun vegna skafrennings hefur verið nóg til að valda snjóflóðahættu.

Framtíð líkananna

SYTRON er fjórða líkanið sem bætist við í vetur, en þar er reiknað með áhrifum skafrennings. Með því fást 3 mismunandi snjósnið. Þar koma fram snið af snjóþekjunni a) þar sem skafrenningur hefur bæst við og sest til, b) þar sem skafið hefur af svæðinu og c) þar sem meðalsnjóþekjan er sýnd í líkönunum. Í Ölpunum eru einnig gerð snjósnið háð viðmótum hlíða, en þar lesa líkönin veðurathuganir frá fleiri stöðvum en hér. Samtvinnun SCM-líkananna og fjallavinds fyrir þessa tvo vetur í Bolungarvík bendir til að líkönin nái að spá fyrir um snjóflóðhættu þegar skafrenningur er tekinn með í reikninginn. Tíðni mikils vinds er mun meiri á veturna á fjöllum á Íslandi en í Ölpunum og líklegt að aðlaga þurfi skafrenningslíkanið vegna þess.

Frekari lesning um verkefnið

Haraldur Ólafsson og Svanbjörg Helga Haraldsdóttir 2000. Hitamörk rigningar og snjókomu. Rannsóknastofa í Veðurfræði, Veðurstofu Íslands.

Haraldur Ólafsson og S. H. Haraldsdóttir 2002. Two metre temperature distinguishing between solid and liquid precipitation. *Proceedings of the Intern. Conf. On Alpine Meteorol.* (ICAM 2003), Brig, CH. (Í vinnslu).

Svanbjörg H. Haraldsdóttir o. fl. 2000. SAFRAN-Crocus snjólíkan - íslenskar aðstæður. JFÍ 2000.

Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, H. Ólafsson, Y. Durand, G. Guyomarc'h and G. Mérindol 2001. SAFRAN-Crocus snow simulations in an unstable and windy climate. *Ann. Glaciol.*, **32**, 339-344.

Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, Haraldur Ólafsson, Y. Durand, L. Mérindol og G. Giraud 2002. SAFRAN-Crocus-MEPRA snjó- og snjóflóðahættulíkon við íslenskar aðstæður. Í: Ari Ólafsson (ritstj.), *Eðlisfræði á Íslandi X*. Ráðstefna Eðlisfræðifélags Íslands, Reykjavík 17.-18. nóvember 2001. Eðlisfræðifélag Íslands, 29-39.

Svanbjörg H. Haraldsdóttir og Haraldur Ólafsson 2002. Safran-Crocus-Meptra í daglegri keyrslu 2001-2002. *Veðurstofa Íslands – Greinargerð* 02038, VÍ-ÚR26.

Svanbjörg Helga Haraldsdóttir, H. Ólafsson, Y. Durand, G. Guyomarc'h and G. Mérindol 2004. A system for prediction of avalanche hazard in the windy climate of Iceland. *Ann. Glaciol.*, **38**. (Í vinnslu).

Eldvirkni í norðurhluta vestra gosbeltisins. Fyrstu niðurstöður aldursgreininga

Sveinn P. Jakobsson¹, Magnús T. Guðmundsson² og Robert A. Duncan³

¹Náttúrufræðistofnun Íslands, Hlemmur 3, 105 Reykjavík, ²Raunvísindastofnun Háskólans, Hofsvallagata 53, 107 Reykjavík, ³Robert A. Duncan, University of Oregon, Corvallis, OR 97331, BNA.

Jarðfræðileg gögn hefur fram að þessu skort af norðurhluta vestra gosbeltisins. Í ljósi þessa hafa síðan 1994 farið fram all viðamiklar jarðfræðirannsóknir á þessu svæði á vegum Náttúrufræðistofnunar Íslands og Raunvísindastofnunar Háskólans. Svæðið hefur verið kortlagt með það fyrir augum að greina allar aðgengilegar gosmyndanir sem myndast hafa á Brunhessegulskeiðinu; berggerð og morfólógía hefur verið athuguð, rúmmál hvarrar bergmyndunar áætlað og afstæður aldur metinn. Gerðar hafa verið 440 nýjar bergefnagreiningar. Á suðurhluta svæðisins hefur mat á rúmmáli móbergsfjalla og hraunmyndana í heild fengist með þyngdarmælingum á sniðum, en móbergsfjöllin eru víða mjög grafin í yngri hraun.

Kynntar verða fyrstu niðurstöður Ar-Ar-aldursákvarðana af suðurhluta svæðisins. Gert er ráð fyrir að alls 60 nýjar aldursákvarðanir af 55 bergmyndunum verði gerðar af norðurhluta vestra gosbeltisins og verði þeim lokið næsta vetur. Kostnaður við greiningarnar er greiddur með styrki frá Vísindasjóði. Til þessa hafa 32 bergmyndanir verið aldursgreindar af suðurhluta svæðisins, sem markast af Sogi og Hvítá að sunnan og Langjökli að norðan. Val á sýnum fór fram á grundvelli afstæðrar aldursflokkunar og legu og reynt var að sjá til þess að lykil-bergmyndanir yrðu aldursgreindar. Vegna þeirrar reynslu sem er af Ar-Ar-greiningum var sneitt hjá ungum myndunum með lágum kalíumstyrk. Aldursgreiningarnar voru framkvæmdar hjá University of Oregon í Corvallis í Bandaríkjunum. Beitt var 40Ar-39Ar-aðferð (“40Ar-39Ar incremental heating”) sem er velþekkt aðferð og hentar vel þegar um tiltölulega ungt berg er að ræða. Aldursgreiningarnar tókust vel, að undanskildum þremur sem misheppnuðust, líklegast vegna “umfram” 40Ar í bergkvikunni sem lokast hefur inni við kristöllum.

Aldur hinna 32 bergmyndana dreifist yfir síðustu 0,7 Ma; yngsta myndunin er Prestahnúkur (0,062 Ma) en elst Laugarfjall hjá Geysi (0,725 Ma). Hlé virðist hafa verið á eldvirkninni á öllu svæðinu fyrir u.þ.b. 0,25-0,35 Ma og annað hlé kann að hafa verið fyrir u.þ.b. 0,55-0,7 Ma. Engar sterkar vísbendingar eru um breytingar á eldvirkni við mörk jökul- og hlýskeiða, -hér eru þó undanskilin mörkin á milli Weichsel og nútíma, en sem kunnugt er hafa mörg nútímahraun á svæðinu myndast í byrjun nútíma.

Aldursgreiningar benda til þess að eldvirknin eigi sér hverju sinni stað á litlum aðgreindum svæðum sem eru 3 til 6 km á breidd og 5 til 18 km á lengd. Verði endurtekin svæðiseldvirkni (á fyrrnefndum tímaskala) innan takmarkaðs hluta gosbeltisins, myndast megineldstöð. Einkenni megineldstöðvar í gosbeltinu er margföld eldgosatíðni miðað við gosbeltið í heild sinni, súrt berg, blandberg og jarðhiti. Geysis-megineldstöðin, sem er mjög rofin og að hluta kaffærð, var virk fyrir 0,7 Ma. Ekki er að sjá að hún eigi sér langa sögu. Grímsnes-megineldstöðin var virk fyrir 0,4-0,5 Ma, og aftur á nútíma. Prestahnúks-megineldstöðin er vel afmörkuð og hefur verið virk undanfarin 0,4 Ma a.m.k., og líklega alveg fram á nútíma. Engin þessara megineldstöðva getur talist vel þroskuð, þær hafa t.d. ekki myndað öskjur. Megineldstöð er hugsanlega í fæðingu á svæðinu á milli Kálfstinda, Tindaskaga og Skriðunnar. Eldvirkni í norðurhluta vestra gosbeltisins virðist hafa verið með sama hætti undanfarin 0,5 Ma, hugsanlega undanfarin 0,8 Ma, ekkert bendir til að eldvirknin sé að deyja út.

Fornhafstraumar og loftlagssveiflur norðvestur af Íslandi í lok kvarter: byggt á háupplausnar götungagögnum

Sædís Ólafsdóttir¹, Áslaug Geirsdóttir¹, Anne E. Jennings², John T. Andrews²,

¹Raunvísindastofnun og Jarð- og landfræðiskor Háskóla Íslands, ²INSTAAR and Department of Geological Sciences, University of Colorado, Boulder

Árið 1999 var farinn alþjóðlegur rannsóknarleiðangur (IMAGES) um N-Atlantshafssvæðið með það að markmiði að safna háupplausnar setkjörnum. Einn af þessum kjörnum er hér til umfjöllunar (MD99-2264) og var hann tekinn norðvestur af Vestfjörðum af 250 m dýpi úr Djúpálnum. Á rannsóknarsvæðinu mætast kaldur og seltusnauður Austur-Grænlandsstraumurinn (<0°C; S<34) og heitur og selturíkur Irmingerstraumurinn (>4°C; S>35). Ólíkar götungafánur þrífast í sjávarmössunum, sem gerir það mögulegt að nota fánubreytingar eins og þær koma fram í setkjarnanum, til þess að skrá sveiflur og færslur á hafstraumaskilum allt aftur til síðasta jökulskeiðs.

Götungarannsóknirnar á MD99-2264 kjarnanum eru tvíþættar, annarsvegar götungagreining þar sem um 300 einstaklingar eru greindir til tegunda úr hverju sýni og hinsvegar mælingar á súrefnis- og kolefnissamsætum á botngötungnum *Cassidulina reniforme*. Rannsóknirnar spanna 22 m af 38 m löngum kjarna eða tímabilið frá 15.000-10.000 árum (leiðréttur aldur). Með götungagreiningunum er reynt að varpa ljósi á: 1) þróun fornumhverfisins við Vestfirði frá 15.000 – 10.000 árum, 2) hvenær Irmingerstraumurinn náði að brjóta sér leið norður fyrir Ísland eftir hámark jöklunar, 3) hvernig styrkur hans breyttist á þessu tímabili, 4) hvenær jökull hóf að hörfa inn til lands, og 5) hvenær áhrifa kelfandi jökuls hættir að gæta.

Niðurstöður benda til að skipta megi tímabilinu í ákveðnar einingar. Frá 15.000-14.000 árum eiga miklar umhverfisbreytingar sér stað. Tíðar sveiflur eru í fánunni og tegundin *Nonion labradoricum* finnst í miklum mæli. *N. labradoricum* kýs næringarríkt umhverfi og finnst oft við hafísjaðar. Prósentudreifing tegundarinnar ber vel saman við $\delta^{13}\text{C}$ gildin þegar mikil frumframleiðni átti sér stað. Hlýsjávarategundir á borð við *Cassidulina laevigata* og *Trifarina angulosa* ná hámarki fyrir um 14.200 árum og ljóst þykir að á þeim tíma streymdi Irmingerstraumurinn norður fyrir land.

Frá 14.000-13.000 árum kólnar á ný og Arktíska fánan verður að meðaltali um 50%, þar að auki hækkar $\delta^{18}\text{O}$ gildið upp í 4.2 ‰.

Frá 13.000-11.000 árum hækkar $\delta^{18}\text{O}$ gildið hæst upp í 4.1 ‰. Það á sér stað fyrir um 12.600 árum og er líklegt að Yngri Dryas kólnunin hafi þá náð hámarki. Fánan er Arktísk og lítil sem engin einkenni hlýrra tegunda finnast. Fyrir um 12.300 árum fer fánan að einkennast af tegundum sem þola sterka botnstrauma og grófari sjávarbotn, við tekur hlýnun sem sjá má í stöðugt lækandi $\delta^{18}\text{O}$ gildum og innkomu af örfáum hlýsjávarategundum. Við fall Vedde gjóskunnar er $\delta^{18}\text{O}$ gildið um 3.4 ‰ og lækkar enn frekar er ofar dregur.

Frá 11.000-10.000 árum lækkar $\delta^{18}\text{O}$ gildið um 1.1 ‰. Mest breyting er fyrir um 10.600 árum en þá eru hlýsjávarategundirnar um 20% af heildarfánunni. Samsetning fánunnar og súr-efnissamsætuhlutföllin benda til að rétt fyrir fall Saksunarvatnsgjóskunnar hafi Irmingerstraumurinn streymt norður fyrir land og náð svipuðum styrkleika og við þekkjum í dag.

Jarðskorpuhreyfingar og spennubreytingar á Suðurlandi í kjölfar jarðskjálftanna í júní 2000

Póra Árnadóttir

Norræna eldfjallastöðin, Grensásvegi 50, 108 Reykjavík (thora1@norvol.hi.is)

Í júní árið 2000 urðu tveir stærstu jarðskjálftar sem orðið hafa á Suðurlandi í 88 ár, sá fyrri þann 17. júní ($M_w=6.5$) og sá seinni 21. júní ($M_w=6.4$). Báðir skjálftarnir urðu á lóðréttum N-S misgengjum með hægri handar sniðgengishreyfingum. Skjálftavirkni jókst á á stóru svæði á Suðurlandi og vestur á Reykjanesskaga, strax í kjölfar skjálftans 17. júní. Þar á meðal hafa fundist þrjár $M \sim 5$ skjálftar á Reykjanesskaga, sem urðu innan fimm mínútna í kjölfar stærsta skjálftans. Merki frá Suðurlandsskjálftunum 2000 voru skráð á SIL jarðskjálftastöðvum og þenslu-mælakerfi Veðurstofunnar (Ragnar Stefánsson o.fl., 2000), sterkhröðunarmælaneti Aflfræðistofu HÍ (Páll Einarsson o.fl., 2000) og á samfelldum GPS mælistöðvum (Póra Árnadóttir o.fl., 2000). Auk þess ullu skjálftarnir þrýstingsbreytingum í jarðhitakerfum á stóru svæði (Grímur Björnsson o.fl., 2000). Jarðskorpuhreyfingar vegna skjálftahrinunnar voru einnig mældar með radarmælingum (Synthetic Aperture Radar Interferometry = InSAR) (Pedersen o.fl., 2001; Pagli o.fl., 2003) og GPS netmælingum (Póra Árnadóttir o.fl., 2001; Póra Árnadóttir o.fl., 2002).

GPS netmælingar á Suðurlandi og Reykjanesskaga, sem gerðar voru strax eftir skjálftana í júní 2000, hafa verið notaðar til að gera líkön af misgengjunum sem hreyfðust í skjálftunum 17. og 21. júní (Póra Árnadóttir o.fl., 2001). GPS netmælingarnar hafa síðan verið endurteknar árlega. Þessar mælingarnar sýna flóknar hreyfingar vegna landreks, áhrifa þrýstingsbreytinga í jarðhita- og grunnvatnskerfum (e. poro-elastic deformation) (Sigurjón Jónsson o.fl., 2002) og hægjar hreyfingar vegna flæðis í deigum neðri hluta jarðskorpunnar og efri hluta möttuls (e. postseismic deformation). Rannsóknir á jarðskorpuhreyfingum í kjölfar Kröfluelda (1975-1984) gefa seigju í lægri hluta skorpu og efri hluta möttuls undir norðaustur landi á bilinu $3 \times 10^{18} - 3 \times 10^{19}$ Pa s (Pollitz og Sacks, 1996). Nota má sambærilega líkanreikninga til að ákvarða þykkt og seigju jarðskorpunnar á suðvesturhluta Íslands.

Spennuútlausn í skjálftunum í júní 2000 er einungis um 30% af spennu sem hlaðist hefur upp á Suðurlandi vegna plötuhræfinga síðastliðin 90 ár. Það er því ljóst að von er á fleiri stórum atburðum á svæðinu á næstu árum, ef marka má sögulegar heimildir um fyrri skjálftahrinur. Nýlegar rannsóknir víðsvegar um heim, t.d. í Kaliforníu, Japan og Tyrklandi, benda til að stórir skjálftar breyti spennu í jarðskorpunni á stóru svæði, sem m.a. veldur því að skjálftavirkni eykst sums staðar, en minnkar annars staðar (t.d. Harris, 1998). Síkar Coulomb spennubreytingar hafa verið reiknaðar fyrir líkön af Suðurlandsskjálftunum árið 2000 (Póra Árnadóttir o.fl., 2003). Niðurstöður þeirra reikninga sýna að Coulomb spenna jókst um 1 bar á upptakastað skjálftans 21. júní, í kjölfar skjálftans 17. júní, svo að segja má að fyrri skjálftinn hafi aukið líkur á því að seinni skjálftinn yrði. Spennubreytingarnar vegna skjálftans 17. júní, eru hins vegar frekar litlar á Hengilssvæðinu og Reykjanesskaga, þar sem mikill fjöldi skjálfta varð strax í kjölfarið. Skjálftabylgjur sem fara um jarðskorpuna valda tímabundnum spennubreytingum (e. dynamic stress changes), sem geta verið miklar jafnvel í töluverðri fjarlægð frá upptökum skjálfta. Talið er líklegt að skjálftar á Hengilssvæðinu og Reykjanesskaga hafi orsakast af slíkum tímabundnum spennubreytingum.

Tilvitnanir:

- Grímur Björnsson, Kristján Sæmundsson, Ólafur G. Flóvenz, E. M. Einarsson, Pre-and post- hydrological pressure signals associated with two large earthquakes in S-Iceland in June 2000, EOS, P. F891, AGU Fall meeting, 2000.
- Harris, R., Introduction to special section: Stress triggers, stress shadows and implications for seismic hazard, J. Geophys. Res., 103, 24,347-24,358, 1998.
- Pagli, C., R. Pedersen, Freysteinn Sigmundsson and K. Feigl, Triggered fault slip on June 17, 2000 on the Reykjanes Peninsula, SW-Iceland captured by radar interferometry, Geophys. Res. Lett., doi:10.1029/2002GL015310, 2003.
- Páll Einarsson, A.E. Clifton, Freysteinn Sigmundsson, and Ragnar Sigbjörnsson, The South Iceland earthquakes of June 2000: Tectonic environment and effects, EOS, p. F890, AGU Fall meeting, 2000.
- Pedersen, R., Freysteinn Sigmundsson, K.L. Feigl and Þóra Árnadóttir, Coseismic interferograms of two $M_s = 6.6$ earthquakes in the South Iceland Seismic Zone, June 2000, Geophys. Res. Lett., 28, 3341-3344, 2001.
- Pollitz, F. F., and I. S. Sacks, Viscosity structure beneath northeast Iceland, J. Geophys. Res., 101, 17,771-17,793, 1996.
- Ragnar Stefánsson, Gunnar Guðmundsson, and Páll Halldórsson, The two large earthquakes in the South Iceland Seismic Zone on June 17 and 21, 2000, URL: http://hraun.vedur.is/ja/skyrslur/June17and21_2000/index.html, last modified July 26, 2000.
- Sigurjón Jónsson, R. Pedersen, P. Segall, Grímur Björnsson, Postseismic poro-elastic deformation in South Iceland observed with radar interferometry: Implications for aftershock decay, Eos Trans. AGU, 83(47), Fall Meet. Suppl., Abstract, 2002.
- Þóra Árnadóttir, Sigurjón Jónsson, R. Pedersen, and Gunnar B. Guðmundsson, Coulomb stress changes in the South Iceland Seismic Zone due to two large earthquakes in June 2000, Geophysical Research Letters, doi:10.1029/2002GL016495, 2003.
- Þóra Árnadóttir, Halldór Geirsson, E. Sturkell, Kristín Vogfjörð, and Páll Einarsson, Crustal Deformation Measured by GPS on Reykjanes Peninsula due to Triggered Earthquakes on June 17, 2000, Eos Trans. AGU, 83(47), Fall Meet. Suppl., Abstract G12C-03, 2002.
- Þóra Árnadóttir, Sigrún Hreinsdóttir, Gunnar Guðmundsson, Páll Einarsson, M. Heinert, and C. Völkens, Crustal deformation measured by GPS in the South Iceland Seismic Zone due to two large earthquakes in June 2000, Geophys. Res. Lett., 4031-4033, 2001.
- Þóra Árnadóttir, Halldór Geirsson, Bergur H. Bergsson, and Jósep Hólmjárn, Crustal deformation observed with continuous GPS measurements in Iceland, EOS, p. F335, AGU Fall meeting, 2000.