



Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands

Haldin til heiðurs Sveini P. Jakobssyni
jarðfræðingi á Náttúrufræðistofnun Íslands,
á 70. afmælisári hans

Ágrip erinda

Haldin í sal Orkuveitu Reykjavíkur,
Bæjarhálsi 1, Reykjavík
23. október 2009

Umsjón:

Þorsteinn Sæmundsson, Eydís Salóme Eiríksdóttir,
Kristín Vogfjörð og Sóley Unnur Einarsdóttir

Dæmi um tilvitnun í ritið:

Sigurður Steinþórsson 2009: Jarðfræðingurinn Sveinn P. Jakobsson. Haust ráðstefna JFÍ. Ágrip
erinda. Jarðfræðafélag Íslands, bls.

Dagskrá Haustráðstefnu JFÍ, 23. október 2009

09:00 – 09:30 Skráning

Fundarstjóri Kristín Vogfjörð

09:30 – 09:40 Setning
Þorsteinn Sæmundsson

09:40 – 09:50 Ávarp
Jón Gunnar Ottósson

09:50 – 10:10 Jarðfræðingurinn Sveinn P. Jakobsson
Sigurður Steinþórsson

10:10 – 10:30 Þættir úr jarðfræði Torfajökuls
Kristján Sæmundsson

10:30 – 11:00 Kaffi

11:00 – 11:20 Eðliseiginleikar móbergstúffs
Hjalti Franzson

11:20 – 11:40 Stapagos og ráðgátan um stöðugt vatnsborð jökullóna
Magnús T. Guðmundsson

11:40 – 12:00 Rennsli Gosefna undir jökli
Snorri Páll Snorrason

12:00 – 12:20 Skriðuföll úr móbergsmyndunum
Halldór G. Pétursson

12:20 – 12:40 Einfalt líkan sem skýrir uppruna þriggja bergraða á Íslandi
Olgeir Sigmarsson

12:40 – 13:40 Matur

Fundarstjóri Þorsteinn Sæmundsson

13:40 – 14:00 Gögn og getsakir um ætterni gjóskulaga
Guðrún Larsen

14:00 – 14:20 Hafsbotnsrannsóknir fyrir Suður- og Suðvesturlandi
Ármann Höskuldsson

14:20 – 14:40 Steingervingar og eldgos
Leifur A. Símonarson

14:40 – 15:00 Jarðhiti á Vestfjörðum – dreifing og uppruni
Haukur Jóhannesson

15:00 – 15:30 Kaffi

15:30 – 15:50 Manngerðir hellar og hellisgerðarberg
Árni Hjartarson

15:50 – 16:10 Flokkun háhitasvæða – jarðfræði, landmótun og yfirborðsummerki jarðhita
Kristján Jónasson

16:10 – 16:30 Móberg og jöklabreytingar: Gögn frá jarðlagasniði á Tjörnesi
Jón Eiríksson

16:30 – 16:50 Nýjar steindir í Vestmannaeyjum og Heklu
Sigurður Sveinn Jónsson

16:50 – 17:00 Samantekt
Sigmundur Einarsson

17:00 - Móttaka til heiðurs Sveini Jakobssyni sjötugum

Efnisyfirlit

Dagskrá Haustráðstefnu JFÍ, 23. október 2009.....	i
Efnisyfirlit.....	iii
Ávarp formanns Jarðfræðafélags Íslands.....	v
Ávarp forstjóra Náttúrufræðistofnunar Íslands.....	vii
Ágrip erinda.....	1
Jarðfræðingurinn Sveinn P. Jakobsson.....	3
Sigurður Steinþórsson	
Þættir úr jarðfræði Torfajökuls.....	5
Kristján Sæmundsson	
Eðliseiginleikar móbergstúffs.....	9
Hjalti Franzson, Helga Margrét Helgadóttir, Guðmundur Guðfinnsson, Julia Frolova og Sveinn Jakobsson	
Stapagos og ráðgátan um stöðugt vatnsborð jökullóna	13
Magnús Tumi Guðmundsson	
Rennsli gosefna undir jökli	15
Snorri P. Snorrason	
Skriðuföll úr móbergsmyndunum.....	19
Halldór G. Pétursson og Þorsteinn Sæmundsson	
Einfalt líkan sem skýrir uppruna þriggja berggraða á Íslandi.....	25
Olgeir Sigmarsson	
Gögn og getsakir um ætterni gjóskulaga.....	27
Guðrún Larsen, Bergrún A. Óladóttir og Esther R. Guðmundsdóttir	
Hafsbotnsrannsóknir fyrir Suður- og Suðvesturlandi	31
Ármann Höskuldsson, Richard Hey, Fernando Martinez, Ásdís Benediktsdóttir, Einar Kjartansson, Árni Vésteinsson og Neal Driscoll	
Steingervingar og eldgos.....	37
Leifur A. Símonarson	
Jarðhiti á Vestjörðum – Dreifing og uppruni	41
Haukur Jóhannesson	
Manngerðir hellar og hellisgerðarberg.....	45
Árni Hjartarson	
Flokkun háhitasvæða á Íslandi: Jarðfræði, landmótun og yfirborðsummerki jarðhita	51
Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson	
Móberg og jöklabreytingar: Gögn frá jarðlagasniði á Tjörnesi.....	55
Jón Eiríksson	
Nýjar steindir í Vestmannaeyjum og Heklu	57
Sigurður Sveinn Jónsson	
Ritlisti Sveins P. Jakobssonar	59

Ávarp formanns Jarðfræðafélags Íslands

Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands árið 2009 er tileinkuð Sveini P. Jakobssyni jarðfræðingi á Náttúrufræðistofnun Íslands, á 70. afmælisári hans. Sveinn er flestum jarðfræðingum vel kunnur hvort sem er sem samstarfsmaður, samstarfsaðili, vinur og kunningi. Sumum okkar hefur að auki hlotnast sá heiður að hafa haft Svein sem kennara. Sveinn hefur áorkað miklu á sinni löngu starfsæfi og eftir hann liggja mörg stórverk á sviði jarðfræðinnar þó aðallega í tengslum við móberg og móbergsmýndanir, kortlagningu á hraunum og efnasamsetningu eldstöðvakerfa. Sveinn hefur stundað jarðfræðirannsóknir víða um land, en rannsóknir í Surtsey hafa verið einn stærsti hluti af hans starfi. Í þeim rannsóknum hafa komið fram margar nýjar og merkar niðurstöður um eðli og gerð eyjarinnar. Ekki má þó gleyma þætti hans í tengslum við safnastörf og að öðrum ólöstuðum er hann einn helsti hvatamaður að uppbyggingu steina- og bergtegundasafna Náttúrufræðistofnunar Íslands.

Sveinn hefur ritað fjölmargar greinar og skýrslur og er ritlisti hans orðinn langur. Aftast í þessu hefti er listi yfir valdar heimildir sem Sveinn hefur tekið saman. Listinn gefur glögga mynd af ferli Sveins og þeim viðfangsefnum sem hann hefur unnið að á rúmlega fjögurra áratuga langri starfsævi sinni.

Þegar hugmyndir vöknúðu um að tileinka Sveini þessa ráðstefnu var leitað til jarðvísindamanna, sem á einn eða annan hátt tengjast Sveini eða hans rannsóknarsviðum. Stjórn félagsins vill þakka þeim sem leitað var til fyrir jákvæð viðbrögð.

Jarðfræðafélag Íslands óskar Sveini innilega til hamingju með þennan merka áfanga.

f.h. Jarðfræðafélags Íslands
Þorsteinn Sæmundsson, formaður

Ávarp forstjóra Náttúrufræðistofnunar Íslands

Ánægja að fá að ávarpa þessa ráðstefnu Jarðfræðafélags Íslands, sem tileinkuð er Sveini P. Jakobssyni jarðfræðingi, sem lét formlega af störfum við Náttúrufræðistofnun Íslands 31. júlí sl. – þá nýorðinn sjötugur.

Sveinn hefur verið aðaljarðfræðingur Náttúrufræðistofnunar í 40 ár. Hann kom til stofnunarinnar 1969, þá nýútskrifaður magister í jarðfræði frá Kaupmannahafnarháskóla. Með náminu hafði hann starfað sem “amanuensis” við Geologisk Museum í Kaupmannahafnarháskóla í hálfu starfi. Doktorsgráðuna fékk Sveinn svo síðar, árið 1980 við sama skóla.

Árið 1969 var Náttúrufræðistofnun fámenn. Þar voru fyrir á fleti Finnur Guðmundsson fuglafræðingur, grasafræðingarnir Eypór Einarsson og Bergþór Jóhannsson og jarðfræðingurinn Guðmundur Kjartansson. Stofnunin var deildarskipt, í dýrafræðideild, grasafræðideild og jarðfræðideild skv. lögnum frá 1965, en með þeim lögum fékk Náttúrugripasafn Íslands nýtt heiti, Náttúrufræðistofnun Íslands, og umfangsmeira hlutverk en áður. Bar að vera “*miðstöð almennra vísindalegra rannsókna á náttúru landsins*”. Árið 1969 var staða deildarstjóra jarðfræðideildar auglýst laus til umsóknar. Sveinn sótti um og fékk stöðuna og hefur starfað við stofnunina síðan þá.

Samkvæmt þessum lögum frá 1965, sem giltu til 1. jan. 1993, skiptust deildarstjórar á um að veita stofnuninni forstöðu. Sveinn var forstöðumaður Náttúrufræðistofnunar þrisvar sinnum á þessu tímabili eða samanlagt í 10 ár og sinnti því starfi með sóma eins og öðrum sem hann hefur tekið sér fyrir hendur um ævina.

Rannsóknir Sveins við Náttúrufræðistofnun hafa fyrst og fremst beinst að bergi og steindum, myndun móbergs og gosvirkni á nútíma. Landið allt hefur verið undir, en fyrst í stað beindi hann sjónum sýnum aðallega að eystra gosbeltinu, sem var meginefni doktorsritgerðarinnar. Síðar beindust sjónir aðallega að vestara gosbeltinu og Surtsey.

Sveinn hefur verið kjölfestan í jarðfræðirannsóknum í Surtsey frá því að hann kom að stofnuninni og að öllum öðrum jarðfræðingum ólöstuðum lagt mest af mörkum á því sviði. Sveinn hefur líka setið í stjórn Surtseyjarfélagsins frá 1972 og þar til að hann baðst undan kjöri núna í sumar. Lengst af hefur Sveinn haldið utanum starfsemi félagsins og verið hægri hönd formannsins, Steingríms Hermannssonar, sem einnig hætti núna í sumar eftir að hafa gegnt formennsku í félaginu frá stofnun þess 1965. Árangursrík tilnefning Surtseyjar á heimsminjaskrá UNESCO er ekki síst Sveini að þakka. Ég ætla ekki að segja ykkur frá hinum mörgu og merkilegu rannsóknum Sveins í gegnum tíðina, aðrir eru betur til þess fallnir en ég líffræðingurinn. Og um þær verður áreiðanlega fjallað ítarlega hér á ráðstefnunni.

Sveinn er gríðarlega vandvirkur og kröfuharður á gæði og leggur mikla vinnu í allt sem hann gerir. Lætur t. d. ekki grein frá sér fyrr en hann er orðinn sáttur við hana. Það kom mér því á óvart að sjá hversu langur og merkilegur ritlisti Sveins er, sem telur 167 titla og þar er Sveinn fyrsti höfundur á 92. Þetta segir meira en mörg orð um vinnusemina, en þessi ritlisti er ekki fullur af endurteknu efni og endurtekningum eins og stundum má sjá hjá annars ágætum vísindamönnum.

Ég má til með að nefna merkilegt og verðmætt steinasafn Náttúrufræðistofnunar, sem Sveinn hefur komið upp á sl. 40 árum. Eitt af meginverkefnum stofnunarinnar er að koma upp og viðhalda fullkomnu safni íslenskra náttúrugripa, þar á meðal steina. Lítil rækt hafði þó verið lögð við söfnun steina áður en Sveinn kom að stofnuninni – “enda voru líffræðingar lengst af við stjórnvölinn” eins og Sveinn myndi orða það. Skipuleg söfnun steina, bæði steinda og bergtegunda, var eitt af fyrstu verkum Sveins við Náttúrufræðistofnun. Þegar hann kemur voru aðeins nokkur hundruð steinasýni í safninu, mest bergsýni sem Sigurður Þórarinsson hafði safnað úr Heklugosinu 1947-1948. Núna, fjórum áratugum síðar eru á þriðja tug þúsunda steinasýna í safninu, sem skráð er í stafrænum gagnagrunni. Markmiðið er að koma upp góðu viðmiðunarsafni allra íslenskra steinda og bergtegunda úr mismunandi jarðmyndunum. Og það hefur Sveini svo sannarlega tekist. Minna má á að Sveinn hefur fundið nokkrar nýjar steindir fyrir vísindin og nú þegar fengið 3 þeirra staðfestar formlega á alþjóðlegum vettvangi. Íslenskum steindum hefur fjölgað hratt á síðustu árum vegna vinnu Sveins og teljast nú vera 262 að tölu. Söfn eins og steinasafnið, sem eru vísindasöfn og undirstaða margvíslegra rannsókna, þurfa að vera vel varðveitt og aðgengileg fyrir viðkomandi sérfræðinga. Því er ekki og hefur ekki verið að heilsa á Náttúrufræðistofnun, en það hlýtur að vera Sveini mikið ánægjuefni, að úr þessu verður bætt á næsta ári þegar söfn stofnunarinnar verða flutt í nýtt húsnæði sérhannað fyrir þau.

Með starfi sínu á Náttúrufræðistofnun hefur Sveinn lengst af annast stundakennslu í bergfræði við Háskóla Íslands. Hann hefur jafnframt verið með námskeið í bergfræði og steindafræði fyrir stofnanir og félög og flutt fyrirlestra hér og erlendis um jarðfræði. Enda nýtur Sveinn mikillar virðingar í jarðfræðiheiminum fyrir rannsóknir sínar og þekkingu – bæði hér heima og erlendis. Sveinn er jafnframt félagsvera eins og sjá má í ferilskrá hans á heimasíðu Náttúrufræðistofnunar þar sem hin ýmsu nefndar- og félagsstörf eru tíunduð. Þar kemur m.a. fram að hann hefur var formaður Íslandsnefndar Aljóðega jarðfræðisambandsins í 22 ár, frá 1983 til 2005.

Sveinn er í eðli sínu mikill safnamaður og ekki bara á sviði jarðfræðinnar. Hann er mikill smekkmaður og safnar listum – málverkum, bókmenntum og mússík, aðallega jassi, gömlum jassi að mér er sagt. Hann safnar líka gömlum Íslandskortum og mér er sagt að hann nái ekki lengra þar vegna þess að hann vantar bara rándýru kortin, sem er ekki á færi nema sterkefnuðustu manna að komast yfir.

Sveinn hefur formlega látið af störfum við Náttúrufræðistofnun Íslands þar sem hann hefur starfað í 40 ár. Hann heldur þó aðstöðu sinni við stofnunina áfram og mun hafa hana eins lengi og hann vill. Sveinn heldur því ótrauður áfram að stunda sínar rannsóknir og mun vonandi gera það um mörg ókomin ár.

Jón Gunnar Ottósson, forstjóri Náttúrufræðistofnunar Íslands

Ágrip erinda

Jarðfræðingurinn Sveinn P. Jakobsson

Sigurður Steinþórsson,

Jarðvísindastofnun Háskólans, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík

Sveinn Jakobsson lauk stúdentsprófi frá MR 1960 og nam jarðfræði við Kaupmannahafnarháskóla næstu 9 árin. Meðfram náminu var hann í hálfu starfi við Geologisk Museum í Höfn 1965-69, en frá námslokum 1969 hefur hann verið starfsmaður Náttúrufræðistofnunar Íslands. Í starfi sínu á Náttúrufræðistofnun hefur Sveinn verið frábærlega eljusamur og fylginn sér, bæði sem vísindamaður og safnmaður, eins og 157 titlar sem skráðir eru á vefsíðu hans bera vitni um. Ég hef skipt þessum titlum í 17 flokka eftir viðfangsefnum sem hér fylgja á eftir, í röð fyrstu greinar um efnið. Eins og vænta má skarast hinir ýmsu flokkar auk þess sem ekki er sjálfgefið að velja tilteknum greinum flokk, en þó sýnir skráin gerla hve hugkvæmur Sveinn er og sérlega staðfastur. Á listanum er skráður fjöldi titla í hverjum flokki ásamt fyrsta og síðasta ártali greinar um efnið: (1) Grímsneshraun (4; 1966-1995). (2) Surtsey (43; 1966-2009). (3) Vestmannaeyjar (13; 1968-2009). (4) Ýmislegt (15; 1970-2005). (5) Efnasamsetning og dreifing hólósen bergtegunda (11; 1972-2008). (6) Reykjanes- og Kolbeinseyjarhryggir (10; 1972-1993). (7) Lýsing íslenskra steinda og bergtegunda (7; 1977-1985). (8) Vesturhluti Reykjanesskaga (8; 1978-2009). (9) Austurgosbeltið (3; 1979-1994). (10) Jarðfræðikort (5; 1982-2000). (11) Vísindasaga og steinasöfn (7; 1984-2007). (12) Fundin fyrirbæri safnmannsins (4; 1986-1997). (13) Skýrslur (5; 1991-2006). (14) Útfellingar (4; 1992-2009). (15) Gerlar í móbergi (2; 1992-1996). (16) Vesturgosbeltið (12; 2000-2004). (17) Gos undir jökli (4; 2000-2003).

Nokkrar af greinum Sveins eru „klassískar“ orðnar, ekki síst greinarnar um bergfræði vesturhluta Reykjanesskaga og Austurgosbeltisins. Sennilega fer ókomin grein um Vesturgosbeltið í sama flokk. Sveinn sýndi fyrstur fram á landfræðilega dreifingu póleiísku, hálf-alkalísku og alkalísku bergsyrpanna, skilgreindi eldstöðvakerfi og lagði drög að dýpri skilningi á ummyndun basaltglers í móberg. Sjálfur er Sveinn sterkastur í hefðbundinni steindafræði og bergfræði, en í samvinnu við aðra hefur hann ritað greinar um tilraunabergfræði og samsætjarðefnafræði, svo dæmi séu tekin, og nú síðast um útfellingar sem áður voru óþekktar í náttúrunni. Ein þeirra hefur nú verið samþykkt sem ný bergtegund, eldfellít.

Fyrir tveimur árum ritaði hann í Ársskýrslu Náttúrufræðistofnunar greinina „Steinasafn Jónasar Hallgrímssonar í Reykjavík — fyrsti vísir að íslensku náttúrugripasafni.“ Fyrir safnmanninn Svein, sem og aðra landsmenn, munu hrakleg örlög þeirra mála í 170 ár vera harms-efni: þótt honum tækist að lyfta Grettistaki í fræðunum reyndist áhuga- og getuleysi stjórnvalda honum ofviða.

Þættir úr jarðfræði Torfajökuls

Kristján Sæmundsson

Íslenskar orkurannsóknir, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Eldfjallið Torfajökull á sér ekki hliðstæðu á Íslandi. Það er af þeirri gerð eldfjalla sem gjósa svo til eingöngu rýólíti, og eru stundum nefnd eftir því (rhyolite volcanoes). Sum af stærstu eldfjöllum jarðar eru af þeirri gerð. Í þeim er sjaldnast miðlægt gígsvæði, en öskjur eru þar og þar verða stórgos með löngu (tugþúsunda - nokkur hundruð þúsunda ára) millibili. Síðasta eða síðustu gos af því tagi urðu á Torfajökulssvæðinu fyrir 70–80 þúsund árum. Þessu hefur líkast til verið eins háttáð fyrir þann tíma, þ.e. stórgos (tugir km³) hafi orðið með löngu millibili og þá myndast stórar, einsleitar einingar sem greindust við kortlagningu. Hins vegar vitnar fjöldi lageininga í elstu syrpinum um minni gos, því að útbreiðslan sýnist takmörkuð. Þróunin snerist aftur við þegar kvikusendingar frá fjarlægum megineldstöðvum (aðallega Bárðarbungu) brutust inn í Torfajökulsöskjuna og komu af stað tíðum smágosum. Að öðru leyti heldur Torfajökull sínu striki með líflegri skjálftavirkni kringum rúmmálmikinn, heitan og grunnstæðan massa líkt og vel er þekkt um eldfjöll af þessari gerð.

Sex meginsyrpur má aðgreina í upphleðslu og þróun eldfjallsins (Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 2001). Þær eru þessar:

- 1) Elstur er sporöskjulaga kragi, að mestu úr rýólítlögum, hallandi út á við, með allt að sjö goseiningum í einstöku sniði (í Suðurnám).
- 2) Kraginn umlykur stóreflis öskju, 18 x 12 km, sem hefur fyllst af setlögum, túffi og rýólíti. Öskjufyllingin hefur belgst upp austan við miðju og minni askja myndast í risbungunni.
- 3) Rýólítgúlar á hringlægum sprungum innan við öskjurimann og á honum mynda næstu syrpu (Háalda og Háskerðingur eru dæmi). Af sömu berggerð eru rýólítgúlar og -hraunlög á hásléttu austursvæðisins, en aldursafstaða þeirra til hinna hringlægu er óviss (dæmi eru Reykjafjöll og flákinn norðan við Stóra-Hamragil).
- 4) Hryggir og túffbreiður úr móbergi og basaltgangar með NA-SV-stefnu tengdir þeim finnast um Torfajökulssvæðið austan- og norðanvert, flestir norðaustast. Þessa syrpu er að finna að hluta til undir syrpu 5, en sumt af henni er yngra.
- 5) Sveiglægir rýólítstapar og -hryggir með NA-SV-stefnu utan öskjunnar mynda einsleita syrpu að berggerð (Rauðfossafjöll og Illihnúkur eru dæmi). Um sama leyti eða litlu fyrr mynduðust hryggir af Bláhnúksgerð á NA-SV-lægum sprungum, austan til í öskjunni og í jaðri hennar suðaustast. Elsta rýólít sem fundist hefur langt utan hins samfellda rýólít-svæðis og af sama toga er í norðurheiðum Skaftártungu (Haukur Jóhannesson o.fl. 2003), breksíustraumur sömu gerðar og gengið hafa norður og vestur frá Rauðfossafjöllum.
- 6) Yngst eru póstglasíöl hraun, upprunnin í sprungusveimum með NA-SV-stefnu. Tveir hafa verið virkir eftir ísöld á vestanverðu Torfajökulssvæðinu og sá þriðji, var virkur seint á ísöld, á því austanverðu. Þar er eina vel varðveitta rýólíthraunið frá ísöld, hugsanlega frá síðjökultíma.

Syrpur 1–3 eru með fáum undantekningum ummyndaðar af jarðhita, en syrpur 4–6 eru yfirleitt ferskar. Berg úr gosmyndunum í syrpum 3–5 hefur verið aldursgreint (McGarvie o.fl., 2006; Guillou o.fl. 2009). Berg úr syrpu 3 (Hábarmur og Gvendarhyrna) reyndist um 0,3 og um 0,4 milljón ára (frá þriðja og fjórða síðasta jökulskeiði), berg úr syrpu 4, móbergshrygg neðan undir Laufafelli, um 0,4 milljón ára, en stapar í syrpu 5 (Rauðfossafjöll, Illihnúkur) um 70 þúsund ára og einn af „Bláhnúkunum“ um 80 þúsund ára, þ.e. frá síðasta jökulskeiði.

Kvikupró hefur ekki greinst í skjálftamælingum. Það er helst að grilli í hana þar sem er skjálftafrí gloppa undir hraunasvæðinu í Reykjadölum (Soosalu og Páll Einarsson 1997). Borner (2007) sýnir hana um 4 km í þvermál á 4 km dýpi, stækkandi niður en mjókkandi upp að um 3,5 km þar sem grynnt er á hana. Stærð áætlað hann 50–100 km³. Miðjan skv. Borner (2007) fellur saman við rýólíthraunin, kvikugildru (volcanic shadow zone) og ákafasta jarðhitavirkni. Kvikuhólf sýnist þeim sem hér fjallar um nauðsynlegt til að skýra rýólíthraunin undir vestursvæðinu, og þá í skjálftagloppunni þótt ekki sé hún öll bráðin.

Rýólíteldfjöll safna í sig kvikuþró sem stórgos vitna um. Sama hefur líklega gegnt um Torfajökul. Ætla má að hún hafi fyrrum verið undir öskjunni allri, en dregist saman á síðasta jökulskeiði. Súra bergið telja bergfræðingar myndað við hlutbræðslu basaltskorpu. Sú hlýtur að hafa verið úr ummynduðu póleiítisku bergi og þá póleiítísk. Kristaldiffrun í kvikuhólfi með millibasaltsamsetningu komna neðan úr möttli hlýtur einnig að hafa átt sér stað. Súr kvika af þessum ólíka uppruna hefði þá blandast.

Bárðarbunga er annað virkasta eldfjall landsins innan rekbeltanna og það eina í Austurgosbeltinu sem fullmótaður sprungusveimur með misgengjum, gjám og fjölda sprunguhrauna tengist (mynd 1). Sprungusveimurinn er tvískiptur (nema ef austursveimurinn tengist öðru kerfi). Milli Tungnár og Skaftár vantar í hann misgengi sem kveður að, og enn austar eru sprungusveimarnir frá Kötlu og Grímsvötnum miklir eftirbátar hvað ummerki um gliðnun varðar. Í Bárðarbungu verða flest eldgos í eldfjallinu sjálfu og stjórnast þar af þrýstingi í kvikuþró grunnt í skorpunni undir því. Miklu sjaldnar ná gosin til sprungusveimsins, en til þess að þau verði þarf spenna að safnast í rekbeltið. Síðast gaus í sprungusveimi Bárðarbungukerfisins 1862–1864 (Sigurður Þórarinnsson og Guðmundur E. Sigvaldason, 1972). Tíðni og aldursdreifing gosa er þekkt að nokkru marki í þessu kerfi (Elsa G. Vilmundardóttir, 1977; Guðrún Larsen, 1984). Alls hafa verið aðgreind 15–20 hraun sem þar eru upprunnin, það elsta tæplega 9000 ára (Þjórðarhraun).

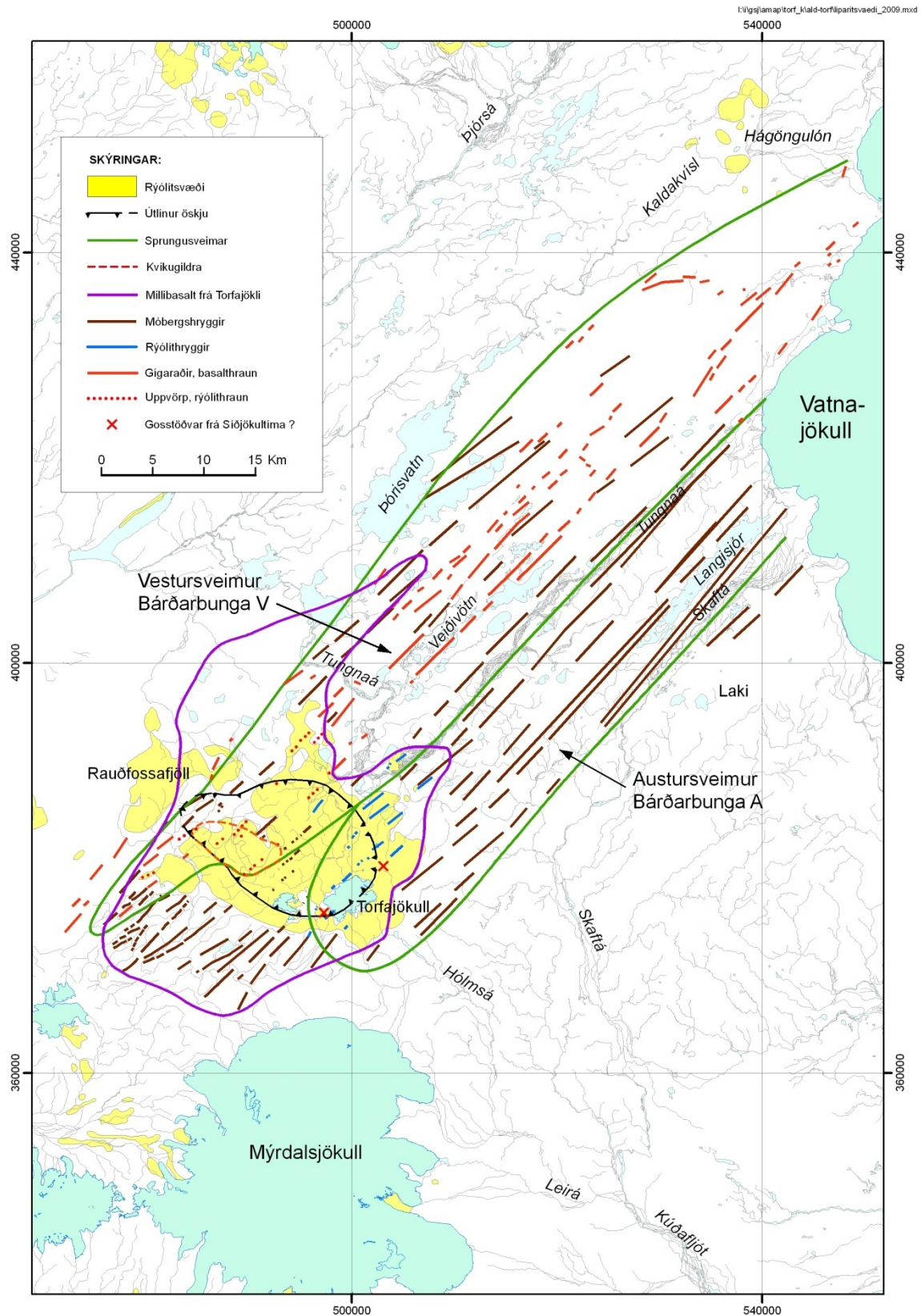
Dreifing gosa í tíma í gosbeltunum sunnan jökla síðustu árþúsund sem nokkuð örugg vitneskja er um bendir til að virknin í þeim sé samstíga. Gliðnun skiptist á milli þeirra, þannig að hún vex suðvestur eftir Vesturgosbeltinu, en eykst norðaustur eftir hinu (La Femina et al., 2005). Vakin er athygli á þessu til að nánar verði rýnt í söguna.

Heimildir

- Borner, N., 2007. *Seismicity of the Torfajökull central volcano, Iceland: A geothermal and geological interpretation*. Pembroke College, Cambridge, 68 bls.
- Elsa G. Vilmundardóttir, 1977. *Tungnárhraun. Jarðfræðiskýrsla*. Orkustofnum, OS ROD 7702, 156 bls.
- Elsa G. Vilmundardóttir og Snorri P. Snorrason 1996. *Skaftárveita, berggrunnur við Langasjó*. – Orkustofnun Vatnsorkudeild OS-96047/VOD-07.
- Guðrún Larsen, 1984. Recent volcanic history of the Veiðivötn fissure swarm, southern Iceland – an approach to volcanic risk assessment. *J. Volcanol. and Geothermal Res.* 22, 33–58.
- Guillou, H, Van Vliet-Lanoë, B., Ágúst Guðmundsson og Nomade, S., 2009: New unspiked K-Ar ages of Quaternary subglacial volcanic activity in Iceland. *Quaternary Geochronology*. doi: 10.1016/j.quageo.2009.08.007.
- Kristján Sæmundsson og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 2001. *Í Torfajökli. Jarðfræði- og jarðhitakort af Torfajökulssvæðinu*. Orkustofnun - Rannsóknasvið, OS-2001/036. 118 bls. og 14 kort.
- La Femina, P.C., Dixon, T.H., Malservisi, R., Þóra Árnadóttir, Sturkell, E., Freysteinn Sigmundsson og Páll Einarsson, 2005. Geodetic GPS measurements in South Iceland: Strain accumulation and partitioning in a propagating ridge system. *Journal of Geophysical Research*, 110.
- McGarvie, D.W., Burgess, R., Tindle, A. G., Tuffen, H. og Stevenson, J.A., 2006. Pleistocene rhyolite volcanism at Torfajökull, Iceland: eruption ages, glaciovolcanism and geochemical evolution. *Jökull*, 56, 57–75.
- Sigurður Þórarinnsson og Guðmundur E. Sigvaldason, 1972. Tröllagígar og Tröllahraun. *Jökull*, 22, 12–26.
- Soosalu, H. og Páll Einarsson, 1997. Seismicity around the Hekla and Torfajökull volcanoes, Iceland during a volcanically quiet period, 1991–1997. *Bulletin of Volcanology*, 59, 36–48.

Mynd 1 sýnir nokkra höfuðdrætti í jarðfræði Torfajökuls. Umhverfis rýólitsvæðið er sýnd útbreiðsla millibasalts sem aðallega er móberg, en hraunlög koma einnig fyrir undir því, amk. sunnan megin. Norðan megin liggja efnagreiningar til grundvallar (norðan Tungnár skv. Elsu G. Vilmundardóttir og Snorra P. Snorrason 1996), en á rýólitsvæðinu og sunnan þess eru þær fáar og því aðallega byggt á bergtýpunni. Tvískiptur sprungusveimur gengur yfir rýólitsvæðið norðaustan frá. Vestursveimurinn tengist ugglaut Bárðarbungu. Vafasamt er um austursveiminn. Í honum er fátt um misgengi og þar hefur ekki gosið póstglasíölum hraunum. Sprungusveimur frá Vatnafjöllum sneiðir yfir Rauðfossafjöll. Hann er ekki sýndur sérstaklega. Askjan er sýnd, og kvikugildra (þ.e. vúlkönsk skuggasóna) er gefin til kynna undir hrafntinnuhraunasvæðinu þar sem ekki gýs basalti.

Haustráðstefna Jarðfræðafélags Íslands
23. október 2009



Mynd 1 sýnir nokkra höfuðdrætti í jarðfræði Torfajökuls. Sjá umfjöllun í texta.

Eðliseiginleikar móbergstúffs

Hjalti Franzson¹, Helga Margrét Helgadóttir¹, Guðmundur Guðfinnsson¹,
Julia Frolova² og Sveinn Jakobsson³

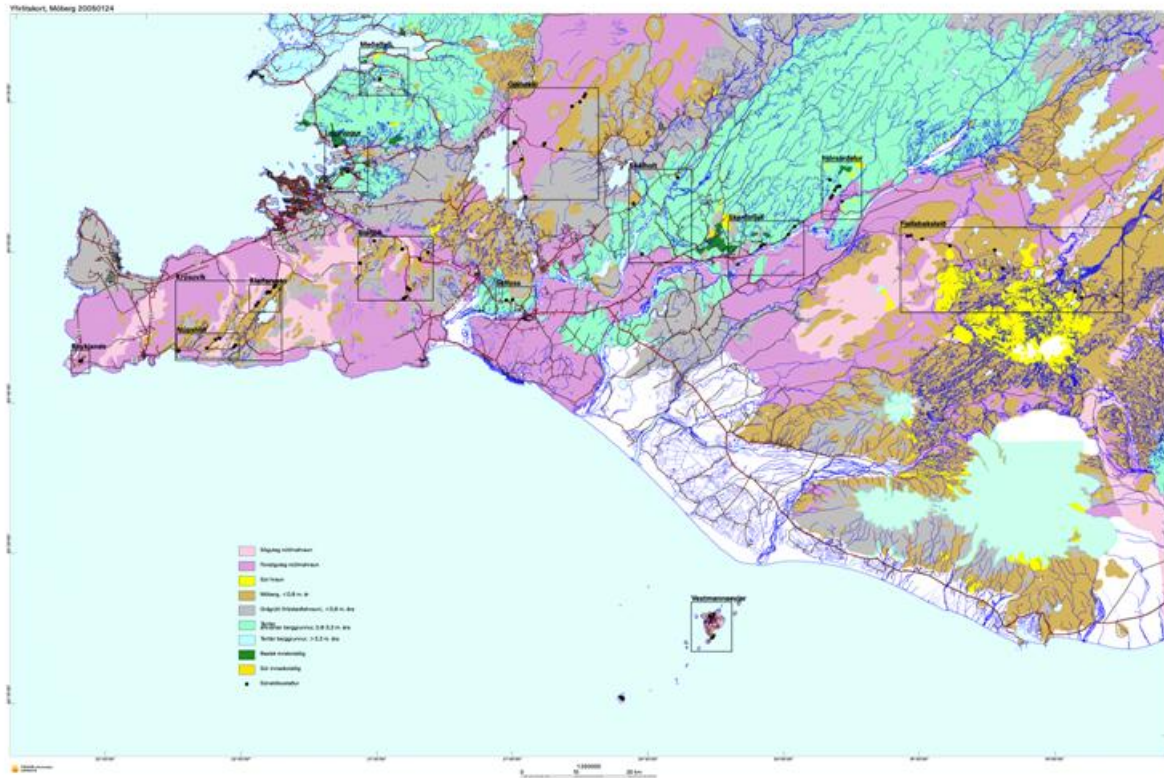
¹Íslenskar orkurannsóknir, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík, ²Moskvuháskóli, ³Náttúrufræðistofnun

Á Orkustofnun og síðar á Íslenskum orkurannsóknum hafa farið fram grunnrannsóknir á forðafræðilegum eiginleikum íslensks bergs undir forystu Valgarðs heitins Stefánssonar. Þessar rannsóknir hófust 1995 og var safnað um 500 sýnum af nær öllum tegundum íslensks bergs og af öllum ummyndunarstigum. Niðurstöður þessara rannsókna hafa birst í fjölda skýrsla og ráðstefnu/vísindagreina. Móberg gegnir mikilvægu hlutverki sem forðaberg í köldum og heitum grunnvatnskerfum. Árið 2002 var sett af stað framhald þessa verkefnis þar sem áhersla var lögð á breytileika í forðafræðilegum eigindum móbergs. Safnað var um 100 kjarnasýnum af móbergstúffi úr móbergsmyndunum og var meirihluti þeirra sýna úr fersklegum myndunum úr suður- og suðvestur- gosbeltum en einnig úr meira ummynduðu túffi allt niður í klórít-epidótbelti. Söfnunarstaðir þessara sýna eru sýndir á mynd 1. Margs konar rannsóknir hafa verið gerðar á sýnunum eins og upptalið er á mynd 2. Niðurstöður einstakra rannsóknabátta liggja að mestu fyrir og er verið að vinna að frekari úrvinnslu gagna. Þessar rannsóknir hafa verið kostaðar af Orkuveitu Reykjavíkur og Orkustofnun.

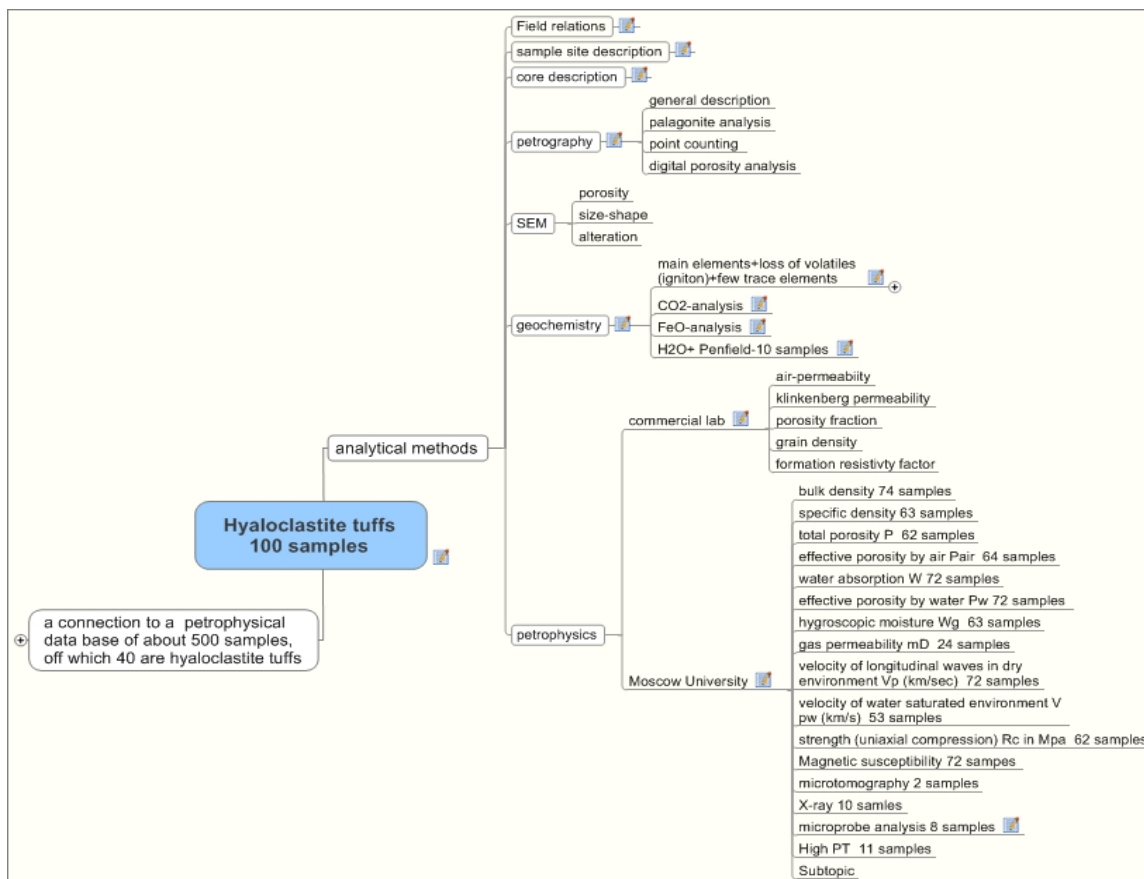
Niðurstöður þunnsneiðagreininga sýna þrjár gerðir af palagoníti. Ysta lagið er svonefnt lag-palagonít sem yfirleitt er þynnra en 6 míkrometrar en innan við það tekur við kúlulaga palagonít, annað hvort sem stakar kúlur (<25 míkrometrar) eða lag af smágerðum kúlum (<6 míkrometrar). Mynd 3 sýnir dæmi um lagskipt- og kúlulaga palagonít. Innst og næst ferska glerinu myndast þriðja tegundin, sem er óreglulegt trefjött palagonít. Aldursmunur er á þessum tegundum þar sem ysta lagið er elst og það innsta yngst. Jarðhitaummyndun tekur við í eldri myndunum sem grafist hafa niður í staflann, holrými tekur að fyllast og gler að ummyndast. Í þunnsneiðagreiningum var meðal annars gerður greinamunur á poruhluta, ummyndun glers og útfellingum og fór fram punkttalning til að fá hlutföll áðurnefndra þátta.

Nú er verið að vinna að mati á efnaflutningum þar sem blandað er saman þunnsneiðatalningu og efnagreiningum. Fyrstu niðurstöður benda til að flutningur margra frumefna, bæði aðalefna og snefilefna, sé skammur. Styrkur þessara efna virðist haldast nær óbreyttur í hand-sýnum þó merki séu um verulega jarðhitaummyndun. Meðal aðalefna í þessum flokki eru Ti og Fe og þetta virðist einnig geta átt við um Si. Hlutföll ákveðinna snefilefna haldast líka lítt breytt þrátt fyrir verulega ummyndun. Svo dæmi sé tekið er hlutfall kristalsæknu frumefnanna Cr og Ni áberandi stöðugt og hlutfall bráðarsæknu efna Zr og Nb breytist lítið við ummyndun glersins. Líkur eru til að við ummyndun myndist steindir sem taki upp fyrrgreind frumefni og takmarki flökt þeirra. Önnur frumefni, til að mynda Ca og Na, virðast hins vegar verða fyrir meira flökti. Vonir standa til að með frekari úrvinnslu gagna skýrist betur hegðun mismunandi efna og hvað stjórnar þeirri hegðun.

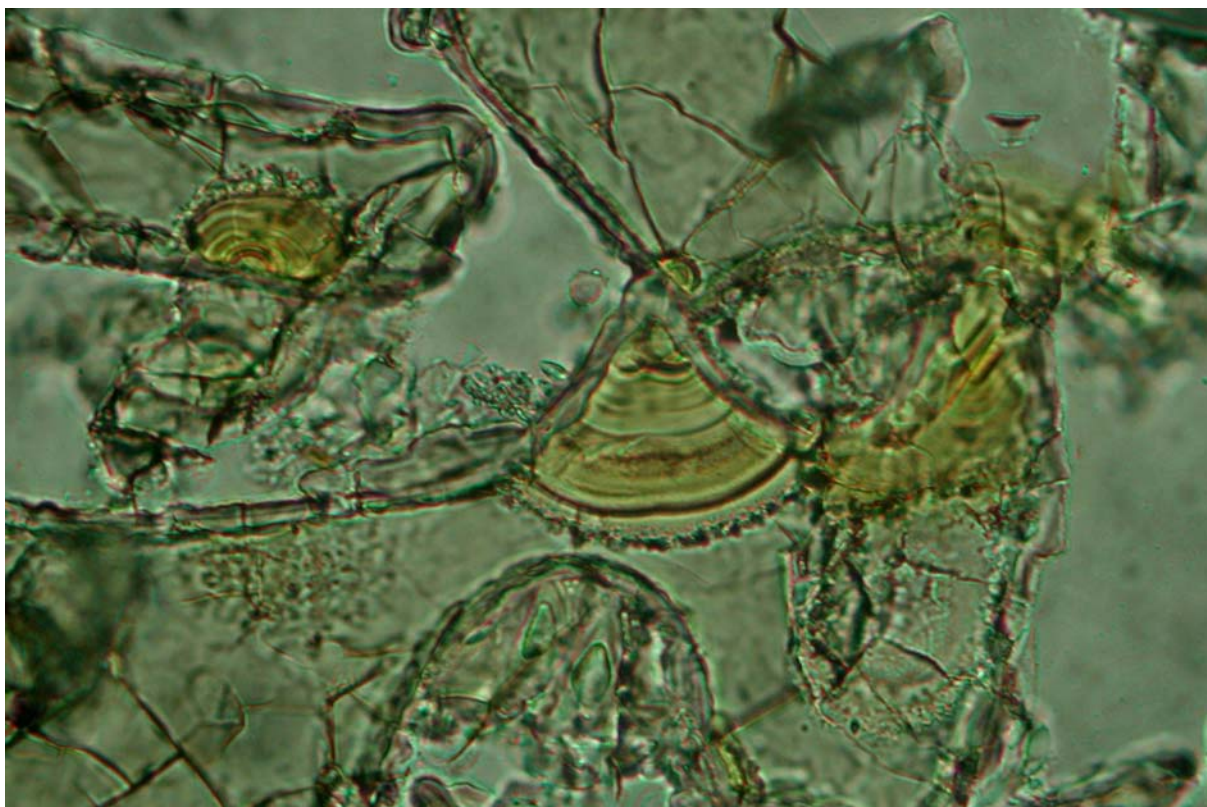
Meðal niðurstaðna úr forðafraðilegri rannsókn Moskvu háskóla á sýnunum er að poruhluti og lekt minnkar með aukinni ummyndun glersins og holrými fyllist, á meðan hljóðhraði og styrkur bergsins eykst.



Mynd 1. Jarðfræði- og sýnatökukort.



Mynd 2. Helstu gagnaflokkar verkefnisins.



Mynd 3. Þunnsneiðamynd sem sýnir lag-palagonít og kúlulaga palagonít.

Stapagos og ráðgátan um stöðugt vatnsborð jökullóna

Magnús Tumi Guðmundsson

Jarðvísindastofnun Háskólans, Öskju, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík

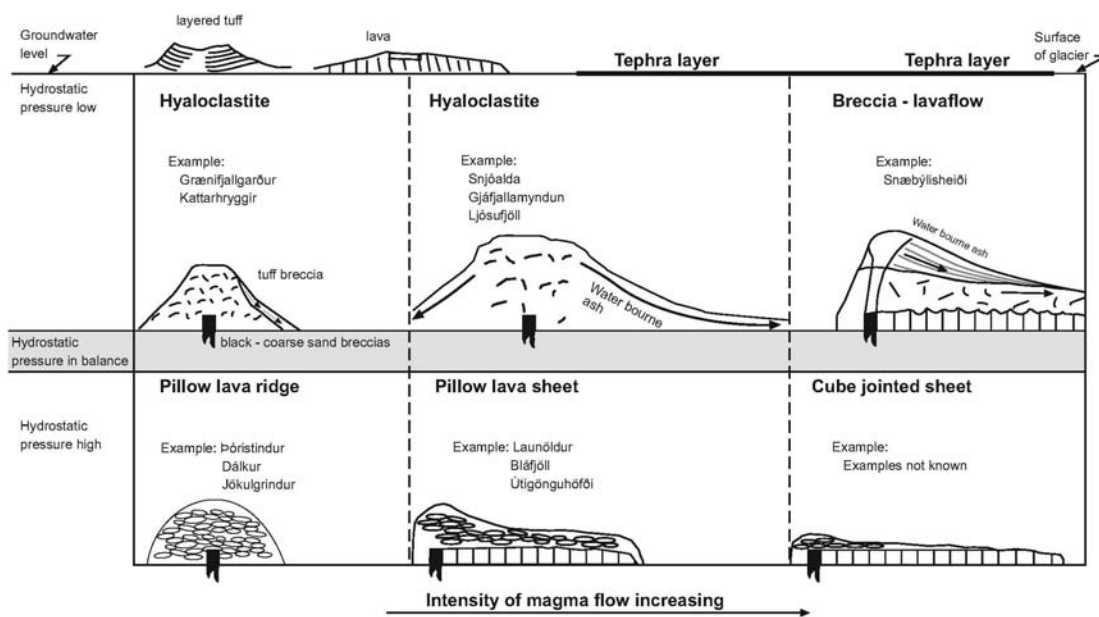
Flestir móbergstapar eru taldir hafa myndast í einu langvinnu gosi inni í ísaldarjökli. Gosin hafa brætt sig í gegnum ísinn og myndað lón. Gígurinn hefur náð upp fyrir vatnsborðið og utan um gjóskugíg hefur byggst upp stafli þakhrauna sem hlaðið hefur undir sig breksíu. Fyrir stærstu stapana eins og Eiríksjökul og Þórisjökul hefur meginhluti gosefnanna komið upp í þessum flæðigöfnum. Hin skörpu mörk milli þakhraunsins og breksíanna marka vatnsborð í jökullóninu. Þessi mörk eru oft mjög regluleg og algengt er að hæð þeirra sé nánast sú sama allstaðar í fjallinu. Þetta bendir til þess að í stapagosi breytist vatnsborð í jökullóni lítið sem ekkert langtímum saman. Athuganir á nýlegum eldgosum sýna hinsvegar að verulegur breytileiki í vatnsborði ásamt jökulhlaupum sé fylgífiskur gosanna. Þá hafa þær gosmyndanir sem orðið hafa til í Gjálpargosi 1996, Kötlugosi 1918 eða nýlegum Grímsvatnagosum ekki líkst stöpum. Á það hefur verið bent að rennsli bræðsluvatns frá stapagosum kunni að verða eftir yfirborði jökulsins en ekki með botni eins og algengast er í jöklum sem eru þíðir við botninn. Það kallar hinsvegar á sérstakar á skýringar ef vatn á að renna eftir yfirborði en ekki botni. Sennilegt er að munurinn á stapagosum og þeim gosum sem menn hafa orðið vitni að á síðustu árum liggi í mjög mismunandi lengd gosanna. Líklegt er að þakhraun og breksíur myndist einkum í langvinnum gosum þar sem kvikuflæði er takmarkað. Þetta er a.m.k. reynslan frá Hawaii. Þar myndast breksíur með miklu hýalóklástíti þegar hraun rennur út í sjó við rólegt kvikuflæði. Sé rennslið mikið flæðir hraunið einfaldlega niður hliðarnar undir vatnsborði og tvístrun og molnun kvikunnar í hýalóklástít er takmörkuð. Myndun stapa tekur líklega langan tíma, mörg ár eða áratugi. En líklegt verður að teljast að stapagos hegði sér eins og nánast öll önnur basísk gos, þ.e. að fyrsti hluti gossins sé öflugur, og leiði þar með af sér hraða ísbráðnun. Bræðsluvatn rennur í fyrstu frá gosstað við botn samfara því að sigketill verður til yfir gosstaðnum. Jafnframt mun ísbráðnun vegna hita vatnsins valda því að ílöng dæld myndist í yfirborði jökulsins yfir bræðsluvatnsrásinni, eins og gerst hefur í nýlegum gosum hér á landi. Þegar öflugum upphafsfasa lýkur tekur væntanlega við langvinnt gos með hægu kvikustreymi. Þá dregur úr ísbráðnun og það kann að gerast að bræðsluvatnsrásin við botninn lokist. Slík stífla varð í nokkurn tíma í Gjálpi aðeins nokkrum vikum eftir goslok. Vatnsborð kann þá að rísa nægilega hátt til að vatn fari að renna á yfirborði, eftir hinni ílöngu dæld yfir upprunalegri leið bræðsluvatnsins. Afleiðingar vatnsrennslis með yfirborði fara eftir hita vatnsins. Sé það um eða yfir 4°C, bræðir það hratt djúpa rás niður í botn dældarinnar, vatnsborð lækkar og aðstæður fyrir myndun stöðugs þakhrauns eru ekki fyrir hendi. Sé hiti vatnsins undir 4°C og sé loftslag kalt eins og búast má við á jökulskeiðum, mun lónið fljótt leggja og vatnshiti við yfirborð verður nærri 0°C. Svo kalt vatn bræðir sig sáralítið niður í ísinn og aðstæður skapast fyrir nokkuð stöðugt vatnsborð. Hér kann því að vera komin skýringin á lögun og gerð stapanna, og sér í lagi nokkuð jafnháa neðra borði þakhrauna í mörgum stöpum. Þetta vatnsborð er í flestum tilfellum langt undir upprunalegu yfirborði jökulsins.

Rennsli gosefna undir jökli

Snorri P. Snorrason

Almenna verkfræðistofan, Fellsmúla 26, 108 Reykjavík

Líta má á eldgos undir jökli sem varmaflæði. Allur flutningur gosefna er varmaknúinn á einhvern hátt, þó stundum sé um að ræða stöðuorku sem breytist í hreyfiorku t.d. við jökulhlaup. Hér er sett fram hugmynd um það hvernig þessum tengslum er háttað og þeim skipt í flokka eftir útliti gosmyndana, sjá mynd 1.



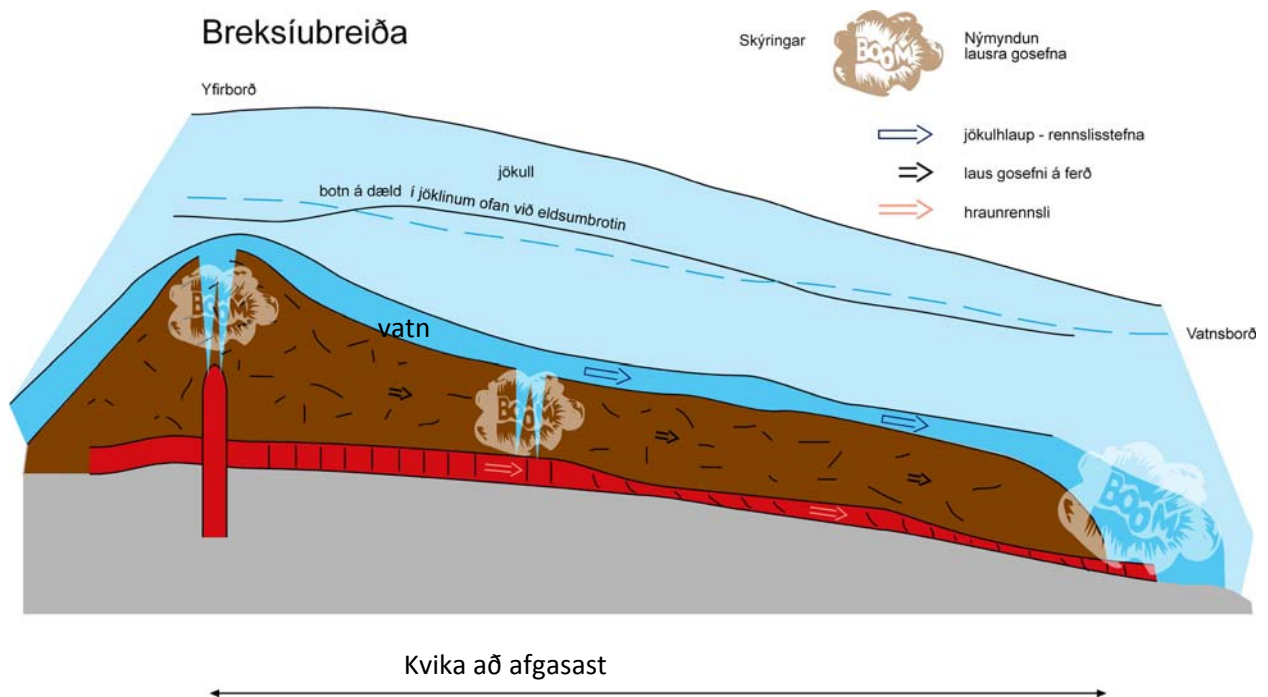
Mynd 1 Rennsli gosefna við eldgos undir jökli og tengsl við vatnsþrýsting og gosákafa

Fjallað er sérstaklega um þann myndunarflokk sem hér er nefndur breksiubreiða (breccia-lavaflow). Sett er fram hugsanlegt líkan sem hér fylgir á eftir. Líkaninu eru settar skorður með eftirfarandi forsendum, en rétt er að taka það fram að hér er um hugleiðingar að ræða.

Forsendur

- Gos undir jökli.
- Jökull nægilega þykkur til að hindra að gosið brjótist upp úr honum við upphaf goss og mótþrýstingur við topp á gosefnahrúgu nægilega hár til þess að fljótandi hraunið leiti út til hliðar.
- Miðað er við að aðstæður séu þannig að stefna vatnsrennslis undir jöklinum sé undan halla jarðaryfirborðs.
- Vatnsþrýstingur í gosinu við jarðaryfirborð lægri en mörk bólstramyndunar.

- Vatn kemst ekki óhindrað að gosrásinni, nema við yfirborð jarðar (við upphaf goss).
- Miðað er við eldgos sem yrði flæðigos á jökullausu landi.
- Gengið er út frá því að kvikan (nærri gosrásinni) geri annað af tvennu þegar hún kemst í snertingu við vatn, sundrist og myndi laus gosefni eða myndi bólstraberg/kubbaberg.
- Þegar rætt er um hraun hér á eftir er átt við kviku sem síðar storknar sem kubbaberg í fyllingu tímans
- Hér er gengið út frá því að jökulhlaup verði í gosi eins og hér er lýst og lýsingin nær fram að hlaupinu.



Mynd 2 Einfaldað líkan af rennsli breksíubreiðu.

Gosið

Þegar gos brýst út þá kemst kvika í bland við jökulísinn sem bráðnar samstundis. Laus gosefni hrúgast upp yfir gosrásinni og draga úr aðgengi vatns þannig að þegar gosefnahrúgan hefur byggst nógu hátt upp þá verður auðveldara fyrir kvikuna að brjótast til hliðar en upp. Ekki verður annað séð en þetta gerist mjög fljótt eftir að gos er hafið ef það gerist á annað borð. Í stórum gosum gæti kvikuflæðið og þá um leið varmaflæðið verið svo mikið að yfirborð kvikunnar sé ekki nógu stórt til að hindra hraunflæðið á skilum jökuls og yfirborðs jarðar. Óvíst er að kvika og jökulís snertist teljandi við þessar aðstæður.

Bráðnun vatns

Varmaskipti frá 1000°C heitu hrauni yfir í laus gosefni eru gífurleg og við þau bráðnar mjög mikið af jökulís. Pláss sem myndast við bráðnun íssins fyllist jafnóðum af gosefnum og vatnsþrýstingur rís þar afleiðandi nær samstundis eins hátt upp og jökullinn leyfir. Bræðsluvatnið leitar fram undir jöklinum um farvegakerfi sem þar er að jafnaði að finna, en farvegirnir hljóta að vera of litlir fyrir svo mikið vatn (í fyrstu a.m.k.), svo það ætti að finna sér farveg á yfirborði jökulsins eins og það er hverju sinni. Við allar þessar hremmingar munu farvegirnir undir jöklinum vaxa. Á endanum þá mun bræðsluvatnið brjótast undan jöklinum en ef jökullinn er stór þá getur allnokkur tími liðið áður en það gerist. Á meðan vatnið er að brjótast fram þá má ætla að hraunið fylgi eftir (eða á undan eftir atvikum) og hraunið og bræðsluvatnið fylgist að undir jöklinum. Niðurstaðan ætti því að vera sú að stór hluti bræðsluvatsins finnur sér leið eða stað nærri yfirborði jökulsins en hluti sé á ferð um svipaðar slóðir og hraunið. Vatnsborð ætti því að vera hátt a.m.k. framan af gosinu. Jökulhlaup mun breyta vatnsþrýstingi við gosstöðvarnar og bræðsluvatn ætti því að fá mun greiðari framgang eftir hlaupið en í upphafi goss.

Hraunrennsli

Hraunið sem rennur fram undir gosefnabunkanum afgangast með tímanum og ætla má að það gerist nokkru hægar en gerast myndi undir beru lofti. Þyngd gosefnabunkans og hæfileg kæling (gosefnin draga úr aðgangi vatns) hljóta því að halda eitthvað aftur af afgösuninni. Þannig að á meðan hraunið rennur og gasinnihaldið er nógu hátt þá ætti myndun lausra gosefna ekki endilega að vera bundin við gosrásina eina, heldur einnig þá staði þar sem rennandi kvikan kemst í beina snertingu við vatn, þ.e.a.s. skammvinnt gjóskugos gæti orðið þar sem kvikan gægist fram undan gosefnabunkanum í þó nokkurri fjarlægð frá eldstöðvunum. Hve langt frá gosstöðvunum er hinsvegar erfitt að giska á. Í stórgosi mætti etv. tala um km í þessu sambandi.

Flutningur lausra gosefna í gosi undir jökli

Nefna má þrjár leiðir.

- Hraun getur runnið á meðan það býr yfir nægri varmaorku til að halda aftur af kælingunni.
- Laus gosefni geta borist fram með jökulhlaupi eða skyldum atburðum ,
- Laus gosefni gætu flotið fram á rennandi hrauni

Fyrri tvö tilvikin eru augljós en skoðum nánar það þriðja

- Yfirborð hraunsins þarf ekki endilega að hreyfast með sama hraða og rennslið dýpra í hrauninu. Framrás lausu gosefnanna gæti þannig verið hægari en framrás hraunsins.
- Framrás hrauns í láréttu plani er heldur ekki jöfn, væntanlega er hún hröðust í miðjunni og hægust við jaðra. Hraðamunur í láréttu plani er ávísun á sprungur og aðkomu vatns niður að kviku nærri jöðrum hraunsins.
- Þyngdarmunur rennandi hraunsins og lausu gosefnana er mun minni en ætla mætti í fyrstu. Lausu gosefnin eru umflotin vatni á meðan vatnsþrýstingur er hár og þau liggja þar af leiðandi ekki jafn þungt á rennandi hrauninu sem fyrir vikið á auðveldara með að bera þau fram.
-

Niðurstaða

Laus gosefni gætu borist fram undir jökli með rennandi hrauni á meðan nægur vatnsþrýstingur er fyrir hendi. Við þrýstifall (jökulhlaup) myndi draga úr hæfni hraunsins til að flytja efnin fram. Gosefnabunkinn myndi síga niður í fljótandi hraunið þegar vatnið léttir ekki lengur undir. Óvíst er að hraunið eitt nái að fleyta efnunum fram og afleiðingin yrði því að gosefnabunkinn myndi stranda. Líklegt er að hann myndi misganga við það og innskot úr hrauninu eiga þannig greiða leið upp í gosefnabunkann úr fljótandi hrauninu undir.

Skriðuföll úr móbergsmyndunum

Halldór G. Pétursson¹⁾ og Þorsteinn Sæmundsson²⁾

¹⁾Náttúrufræðistofnun Íslands, Borgum við Norðurslóð, 602 Akureyri, ²⁾Náttúrustofa Norðurlands vestra, Aðalgötu 2, 550 Sauðárkrúkur

Hér er ætlunin að fjalla um nokkur atriði sem tengjast skriðuföllum, þ.e. skriðum og hruni af ýmsum stærðum og gerðum, úr móbergsmyndunum á Íslandi. Hérlandis einkennir móberg einkum jarðmyndanir af kvarterum aldri, eða frá ísöld, þeim tíma sem jökulskeið og hlýskeið hafa skipst á. Hér er því bæði fjallað um skriðuföll úr ungum gosmyndunum á gosbeltum landsins og einnig úr eldra móbergi í berglagastafla eða berggrunni landsins sem er yngri en 3,3 millj. ára gamall. Á þessum svæðum er þó nokkur skriðuvirkni, t.d. á 20. öld, þótt þar falli færri skriður en í þeim landshlutum þar sem þau eru hvað tíðust, eins og á Vestfjörðum, Mið-norðurlandi og Austfjörðum¹. Grjóthrunstilvik eru tíðust á móbergssvæðunum og greinilegt að ákveðnir staðir skera sig úr hvað fjölda varðar. Er greinilegt að í því endurspeglast sú stað-reynd að móbergshamrar eru oft lausir í sér og auðrofnir. Rétt er að hafa í huga að stórir hlutar móbergssvæðanna á Íslandi eru óbyggðir og reyndar er það oftast tilviljun að þaðan berast spurnir af skriðum eða grjóthruni.

Þó grjóthrun og grjótskriður séu sá flokkur skriðufalla sem algengastur er í móbergsfjöllum þá eru dæmi um venjulegar aurskriður og jafnvel jarðvegsskriður úr hlíðum þeirra. Flest yngstu móbergsfjöllin, t.d. á gosbeltunum, eru ber og gróðurlaus og erfitt að ímynda sér að þau hafi yfirleitt nokkurn tímann verið gróin. Á sumum þessara fjalla leynast þó gróðurtorfur og aðrar gróðurleifar sem gefa tilefni til að ætla að einhvern tíma, t.d. við landnám, hafi mörg þessara fjalla verið þakin jarðvegi. Mörg eldri móbergsfjöll eru talsvert gróin og úr þeim falla af og til moldarblandnar aurskriður og jafnvel hreinar jarðvegsskriður. Móbergsfjöll eru auð-rofin og rennandi vatn hefur víða grafið djúp gil og gilskorninga niður í sprungur í þeim. Skriðuvængir neðan við þessa farvegi eru merki um að mikil framburður skilar sér stundum úr þeim, t.d. í vorleysingum. Eflaust má flokka sumar þær framburðargusur sem aurskriður frekar en árframburð.

Á þeim svæðum landsins þar sem berggrunnur er að hluta til gerður úr móbergi og þakinn jarðvegi falla aur- og jarðvegsskriður alltaf af og til. Á þessum svæðum hefur verið töluverð skriðuvirkni á umliðnum öldum, jafnvel úr tiltölulega lágum hlíðum á Suðurlandsundirlend-inu² en Mýrdalur og Eyjafjöll eru þau svæði sem skriðuföll af þessu tagi eru hvað algengust. Í þessu sambandi er rétt að minna á að þetta eru úrkomumestu svæði landsins og samband er á milli meðalársúrkomu, úrkomumagns á ákveðinni tímalengd, og skriðufalla³.

Grjót það sem hrynur úr móbergsfjöllum er mjög mismunandi að stærð. Oft er aðeins um smásteina að ræða en þeir hafa þó oftast en einu sinni valdið banaslysum, eins og t.d. í Herðu-breið í ágúst árið 1984⁴. Meiri athygli vekja þó stórir steinar og björg í fjallsrótum móbergs-fjalla sem vitna um mikið hrun úr hlíðum og hömrum. Þá kemur fyrir að stór stykki eða spildur hrynja eða hlaupa fram úr móbergshömrum. Skriðuföll þessi eru það stór að rétt er að

fjalla um þau sérstaklega og jafnvel má nefna þau berghrun til aðgreiningar frá öðru grjóthruni. Skriðuföll af þessu tagi hafa til skamms tíma verið flokkuð með berghlaupum⁵ og því fjallað um þau hér á eftir ásamt öðrum stórum skriðuföllum.

Ástæður mikils grjóthruns úr móbergsfjöllum eru ýmsar. Ung móbergsfjöll eru oft laus í sér og auðrofin þannig að auðveldlega hrynur úr þeim. Auk þess eru móbergsfjöllin oftast lagskipt í margar bergásýndir, eins og bólstraberg, gjóskuberg, ýmiskonar brotaberg, hraunlög og innskotslög eða stuðlaðar bergæðar. Allt eftir því hvort viðkomandi ásýnd myndaðist í sprengi- eða flæðigoshluta gossins. Með tímanum veðrast þéttari bergbrot og hraunstykki auðveldlega út úr auðrofinni móbergsgjósku og hrynja niður úr klettum og hlíðum. Eins veðrast oft gjóska undan hraunlögum, t.d. í efsta hluta móbergsstapa, þannig að þaðan er mikið grjóthrun. Þannig háttar t.d. til við Herðubreið, þar sem grjót dreif nær langt úr fyrir fjallið. Sennilega er það vegna þess að mikið af grjótinu hefur fallið í frjálsum falli úr klettunum í efsta hluta fjallsins, og náð við það talsverðri hröðun áður en það féll niður í skriðurnar í neðri hlutanum og skoppaði síðan í loftköstum út á hraunbreiðurnar umhverfis fjallið. Sama má sjá við fleiri móbergsfjöll bæði ung og gömul. Undangröftur af þessu tagi er víða algengasta ástæða grjóthruns, eins og t.d. við bæinn Steina undir Austur Eyjafjöllum en þar í fjallinu veðrast móberg frá jökultíma örar en hraunlög frá hlýskeiðum⁶. Þá verður hrun úr móbergshörmum oft um sprungur sem mynda einskonar mynstur í samlíndu móbergstúffi. Þessar sprungur verða að kleyfniflötum sem hrun verður um^{7,8}.

Frostvirkni eða samspil frosts og þíðu er ein af ástæðum hruns úr móbergsfjöllum. Þannig er hrun úr hörmum Herðubreiðar t.d. algengt að vorlagi og í sumarbyrjun. Það hve lítil spor stórgrýti og risabjörg hafa markað í skriðurnar í rótum fjallsins gefur tilefni til að íhuga þátt mikils frost, að vetrarlagi, í að sprengja fram stykki úr hömrnunum. Hugsanlega á fimbulkuldi á hálendinu að vetrarlagi talsverðan þátt í grjót dreifum umhverfis móbergsfjöllin á gosbeltinu. Svo má minna á þátt jarðskjálfta í grjóthruni úr móbergsfjöllum, sem grjóthrun úr Ingólfsfjalli við Suðurlandsskjálftana árin 1896 2000 og 2008 er gott dæmi um^{2,9,10,11}. Vegna þess hve mörg móbergsfjöllin á miðhálendinu eru afskekkt eru litlar spurnir af grjóthruni við jarðskjálfta á þeim svæðum þótt ljóst sé að skjálftavirkni sé þar talsverð.

Hérlandis hafa stór skriðuföll úr berggrunni verið nefnd berghlaup og fram til þessa hafa þau verið talin sárastaldgæf í kvarterum berggrunni eða með öðrum orðum á móbergssvæðunum^{5,12}. Reyndar er það svo að undir hugtakinu berghlaup hefur verið slegið saman nokkrum hópum skriðufalla eins og t.d. berghruni (e. rock fall), bergskriðum (e. rock slide) og bergflóðum (e. rock avalanche)¹³. Við nánari skoðun kemur enn fremur í ljós að berghlaup eru ekki nærri eins sjaldgæf í móbergsmyndunum og af hefur verið látið. Þau eru að vísu ekki eins mörg og í eldri berggrunni (þ.e. blágrýtismynduninni) en aðallega smærri af stærð og því ekki eins áberandi.

Berghrun (e. rock fall) eru stærstu grjóthrunstilvikin sem verða hérlandis og verða þegar stórar bergspildur hrynja eða falla úr móbergshörmum. Þau eru algeng víða um land, t.d. sem hálfssamhangandi móbergshrúgöld eða hólabreiður neðan við ung móbergsfjöll á miðhálendinu. Úr eldri móbergsfjöllum er berghrun hvað þekktast úr Reynisfjalli, þar sem það hefur verið kannað nokkuð^{7,8}. Þá hafa berghrun einnig orðið í eldra berggrunni á Suðurlandi, frá

Lómagnúpi í austri og vestur undir Eyjafjöllum. Úr Lómagnúpi hefur hrúnið oftast en einu sinni^{14,15}. Þar hafa bergstykkinn sem fallið hafa efst úr fjallinu náð talsverðri hröðun á leið sinni niður, þannig að viðnám gegn hreyfingu hefur orðið lítið og efnið nánast flætt. Á ensku nefnast þessi tilvik rock fall avalanche og ef á annað borð á að nefna þau eitthvað á íslensku mætti kalla þau berghrunsflóð. Svona hrún virðist hafa orðið við Foss á Síðu í febr. 1961⁵, en þar náði hrúnurðin að flæða a.m.k. 400 m frá fjallinu. Undir Eyjafjöllum hefur skriðufall af þessari gerð sennilega grandað bænum Fit árið 1790² og líklega finnast fleiri dæmi um berg-hrunsflóð á þessum slóðum. Þá má geta þess að dæmi eru um að berghrun sem fallið hafa í sjó hafi valdið flóðbylgjum. Þann 19. des. 1977 náði um 1 m há flóðbylgja inn í Vestmannaeyjahöfn þegar 10-15.000 tonn af móbergi hrundu úr um 100 m hæð í Heimakletti⁴. Mikill gusugangur varð þegar bjargstykkinn skulu í sjóinn og heppni að ekkert skip átti leið um siglinguna á því augnabliki. Annað svona hrún mun hafa orðið úr Bjarnarey í Vestmannaeyjum í maí 1947 en þegar flóðbylgjan frá því skall á syðsta hluta Elliðaeyjar brimaði við eyjuna eins og í versta vetrarstormi¹⁶. Fyrir utan Vestmannaeyjar er mögulegt að svona hrún geti átt sér stað úr Reynisfjalli og hugsanlega komið af stað flóðbylgju við Vík í Mýrdal.

Bergskriður (e. rock slide) má nefna þann flokk skriðufalla þegar stykki hafa skriðið eða hlaupið fram úr hliðum og uppbotnin urð hrúgast upp í hliðinni neðan við hrúnörið. Þetta landform er eflaust það sem flestir tengja við hugtakið berghlaup hérlandis. Þeim hefur verið lýst í móbergsstafla eins og t.d. í Þjórsárdal, þar sem einhver hreyfing virðist vera í gangi í dag, og í Vörðufelli á Skeiðum⁵. Þau sjást einnig í ungum móbergsfjöllum, eins og t.d. á Melrakkaslétu¹⁷ og í nágrenni við Mývatn, t.d. í Eilíf, þar sem nánast er eins og stykki hafi fleygast utan af fjallinu og sigið niður hliðina. Á Norðausturlandi má sjá þessi landform í eldra móbergi utan við gosbeltið, eins og t.d. í Hermundarfelli og Flautafelli í Þistilfirði. Þá eru þessi landform vel þekkt í Henglinum^{18,19} og nýlega hefur einu litlu verið lýst í nágrenni Krýsuvíkur²⁰.

Þá má nefna hér einn hóp skriðufalla sem mætti flokka með þessum stærstu skriðuföllum (berghlaupum) og svipar að nokkru leyti til bergskriðna. Þetta eru stór stykki sem sigið eða oltið hafa fram úr neðri hluta móbergshamra án þess að brotna mikið upp. Hugsanlega er hér á ferðinni ferli sem nefnist velta (e. topple) en þetta atriði þarf að kanna frekar.

Nýlega hafa orðið hérlandi nokkur stór skriðuföll sem flokka má sem bergflóð (e. rock avalanche) frekar en bergskriður (e. rock slide) en þetta eru: Steinholtshlaupið árið 1967^{21,12}, við „Jökulsárgilsjökul“ árið 1972²³ og við Morsárjökul árið 2007²⁴. Auk þessa hefur nýleg kortlagning við Eyjafjallajökul leitt í ljós þó nokkur landform sem líkjast Steinholtshlaupinu sem sum hafa greinilega hrúnið nýlega úr fjallahliðum án þess þó að nokkuð sé frekar vitað um aldur þeirra²⁵. Öll þessi bergflóð eiga það sameiginlegt að hafa fallið úr háum og bröttum klettahlíðum dala sem nýlega hafa verið grafnir af skriðjökum niður í ungan berggrunn virkra megineldstöðva. Flest þessara bergflóða hafa fallið út yfir skriðjökla og sum þeirra virðist hafa hrúnið í tengslum við mikla úrkomu^{21,22,24}.

Ef að lokum á að taka saman nokkrar helstu ástæður skriðufalla og hruns úr móbergi og móbergsmyndunum má fyrst nefna hve ungt móberg er laust í sér. Eflaust hefur talsvert hrún orðið úr móbergsfjöllum strax í lok ísaldar, þegar jöklar hopuðu og héldu ekki lengur við

fjallahlíðar. Móbergsfjöll eru lagskipt, þ.e. þau eru gerð úr mismundandi bergásýndum sem eru mislausar í sér, auk þess að sumar þeirra eru mjög auðrofnar. Undangröftur af völdum ýmiskonar rofafla er því algengur hrunvaldur. Styrkleiki laga í móberginu er mismunandi og með tímanum brotna sum þeirra undan ofanálíggjandi fargi svo af verður hrún. Sprungumyndun af óljósum ástæðum er algeng í móbergstúffi og sumar þessara sprungna verða seinna að kleyfniflötum sem hrún verður um. Auk þessa eru liggja brotalínur, eins og sprungur og misgengi, um móbergsmýndanir, bæði ungar og gamlar, en um þessa veikleika verður oft hrún. Jafnvel eru dæmi þess að hreyfingar á virkum brotalínunum hafi komið af stað hrúni. Í ungum megineldstöðvum þar sem finnast bæði súrar og basískar bergtegundir, auk jarðhitaummyndunar geta myndast skriðfletir sem stór jafnt sem lítil móbergsstykki geta skriðið fram á. Auk áhrifa frosts og þíðu, leysinga og mikillar úrkomu koma jarðskjálftar oft af stað hrúni í móbergsfjöllum.

Heimildir:

- ¹⁾Halldór G. Pétursson 1997: Skriður og skriðuföll. Náttúrufræðistofnun Íslands - Ársrit 1996. 12-21.
- ²⁾Halldór G. Pétursson og Höskuldur Búi Jónsson 2001. Forn skriðuföll á Suðurlandi. Náttúrufræðistofnun Íslands NÍ-01027, 50 s.
- ³⁾Þorsteinn Sæmundsson, Halldór G. Pétursson, Armelle Decaulne 2003: Triggering factors for rapid mass movements in Iceland. Í Rickenmann & Chen (ritstj.): Debris-flow hazards mitigation: Mechanics, prediction, and assessment. Millpress, Rotterdam, 167-178.
- ⁴⁾Halldór G. Pétursson 1991. Drög að skriðuannál 1971-1990. Náttúrufræðistofnun Norðurlands, skýrsla 14. 58 s.
- ⁵⁾Ólafur Jónsson 1976. Berghlaup. Ræktunarfélag Norðurlands, Akureyri, 622 s.
- ⁶⁾Þorsteinn Sæmundsson 1997. Grjóthrun úr Steinafjalli í austanverðum Eyjafjöllum, 2. september 1997. Veðurstofa Íslands Greinargerð, VÍ-G97029-ÚR24, 13 s.
- ⁷⁾Höskuldur Búi Jónsson 1997. Um skriðufallavá, skipulag byggða og verklegra framkvæmda: Rannsóknir á skriðuföllum í Vatnsdalsfjalli og Reynisfjalli. Óbirt skýrsla til Nýsköpunarsjóðs námsmanna, Jarð- og landafræðiskor raunvísindadeildar Háskóla Íslands, 26 s.
- ⁸⁾Þorsteinn Sæmundsson, Hreggviður Norðdahl og Gunnar B. Guðmundsson 1998. Grjóthrun í Reynisfjalli 30. janúar 1998. Veðurstofa Íslands Greinargerð, VÍ-G98016-ÚR13, 11 s.
- ⁹⁾Þorvaldur Thoroddsen 1899: Jarðskjálftar á Suðurlandi. Hið íslenska bókmenntafélag. Kaupmannahöfn, 199 s.
- ¹⁰⁾Halldór G. Pétursson og Höskuldur Búi Jónsson 2001: Skriðuannáll 2000. Náttúrufræðistofnun Íslands NÍ-01026. 20 s.
- ¹¹⁾Sveinn Brynjólfsson, Jón Kristinn Helgason og Matthew Roberts 2009. Mælingar á grjóthruni eftir Suðurlandsskjálftann 2008. Veðurstofa Íslands, minnisblað.
- ¹²⁾Árni Hjartarson 1982. Berghlaup á Íslandi. Týli 12, 1-6.
- ¹³⁾Brynjólfur Sveinsson, Halldór G. Pétursson og Sveinn Brynjólfsson 2008. Ofanflóð á fyrirhugaðri leið 220 kV raflínu milli Blöndustöðvar og Akureyrar. Veðurstofa Íslands, Greinargerð 08016. VÍ-VS-10/Landsnet-08048, 87 s.
- ¹⁴⁾Haukur Jóhannesson 1984. Skalf þá og nötraði bærinn. Náttúrufræðingurinn 53, 1-4.
- ¹⁵⁾Þorsteinn Sæmundsson 2000: Berghrun í Seldalssniði í austanverðum Lómagnúp, 7. júní 1998. Náttúrustofa Norðurlands vestra. Greinargerð NNV-2000-004.
- ¹⁶⁾Guðjón Ármann Eyjólfsson 2009. Vestmannaeyjar. Árbók Ferðafélags Íslands 2009. 319 s.

- ¹⁷⁾Kristján Sæmundsson 1977. Jarðfræðikort af Íslandi, blað 7, Norðausturland. Landmælingar Íslands og Náttúrufræðistofnun Íslands.
- ¹⁸⁾Kristján Sæmundsson 1967. Vulkanismus und tektonik des Hengill-gebietes in Südwest-Island. Acta Naturalia Islandica. 2, no. 7, 105 s.
- ¹⁹⁾Kristján Sæmundsson 1995. Hengill, jarðfræðikort (berggrunnur) 1:50.000. Orkustofnun, Hitaveita Reykjavík og Landmælingar Íslands.
- ²⁰⁾Peter Mawejje 2007. Geothermal exproation and geological mapping at Seltún in Krýsuvík geothermal field, Reykjanes peninsula, SW-Iceland. United Nation University – Geothermal Training Programme, Iceland, Reports 2007, nr. 12. 257-276.
- ²¹⁾Guðmundur Kjartansson 1967. Steinholtshlaupið 15. janúar 1967. Náttúrufræðingurinn 37, 120–169.
- ²²⁾Guðmundur Kjartansson 1967. The Steinholtshlaup, Central-South-Iceland, on January 15th 1967. Jökull 17, 249-262.
- ²³⁾Oddur Sigurðsson & Richard S. Williams, jr. 1991. Rockslides on the terminus of Jökulsárgilsjökull, southern Iceland. Geogr. Ann. 73A, 129-140.
- ²⁴⁾Þorsteinn Sæmundsson, Esther Hlíðar Jensen, Halldór G. Pétursson, Armelle Decaune, Matthew Roberts, Ingvar A. Sigurðsson og Helgi Páll Jónsson 2008. Berghlaupið við Morsárjökul, 20. mars 2007. Vorráðstefna 2008. Ágrip erinda og veggspjalda. Jarðfræðafélag Íslands, 63-65.
- ²⁵⁾Helgi Torfason og Höskuldur Búi Jónsson 2005. Jarðfræði við norðvestanverðan Mýrdalsjökul. Í Magnús Tumi Guðmundsson og Ágúst Gunnar Gylfason (ritstj.) Hættumat vegna eldgosa og hlaupa frá vestanverðum Mýrdalsjökli og Eyjafjallajökli. Ríkislögreglustjórnin /Háskólaútgáfan, Reykjavík. 45-74.

Einfalt líkan sem skýrir uppruna þriggja bergraða á Íslandi

Olgeir Sigmarsson^{1,2}

¹-Jarðvísindastofnun Háskólans, 101 Reykjavík, Ísland

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

Fyrir tæpum fjórum áratugum benti Sveinn Jakobsson á reglulega dreifingu þriggja basaltgerða eftir gosbeltum Íslands. Sýndi hann fram á að rekbeltin eru byggð upp af þóleiítisku basalti en fjærst miðju landsins, yst á hliðargosbeltunum, finnast alkali basölt. Þar á milli gjósa eldstöðvar þróuðum, járn- og títaníkum basöltum af svonefndri „transitional-series“ eða milliröð. Um svipað leyti sýndu Schilling og félagar að breytileg samsetning þóleiítiska basaltsins eftir Reykjanes hrygg og á Íslandi, væri best skýrð með breytilegri samsetningu möttulbergs undir hryggjakerfinu og innan möttulstróksins.

Með því að safna bergi úr gosstöðvum nokkurn veginn hornrétt á rekbeltin, eða eftir striki Snæfellsnes- og Suðurlandsgosbeltisins, ásamt þeirri nálgun að möttulkvika stígi lóðrétt upp til yfirborðs, má athuga áhrif breytilegs möttuls á samsetningu basalts. M.ö.o. landfræðileg dreifing basalteldstöðva kann að endurspegla þversnið frá jaðri og inn í kjarna möttulstróksins undir Íslandi. Ef miðja stróksins er undir Bárðarbungu þá eykst styrkur kalís og títans og annarra utangarðsefna í möttulbráð reglulega út frá miðjunni. Hlutföll snefilefna breytast á reglubundinn máta; La/Yb, Zr/Y o.fl. vaxa reglulega út frá miðju landsins til jaðranna. Sama máli gegnir um samsætu hlutföll. $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ og $^{206-207-208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ hækka en $^{143}\text{Nd}/^{144}\text{Nd}$ og $^{176}\text{Hf}/^{177}\text{Hf}$ lækka út eftir stríkstefnu hliðargosbeltanna. Hin reglulega landfræðilega dreifing á aðal- og snefilefnasamsetningu basalta, sem og snefilefna- og samsætu hlutföllum, er ótrúlega svipuð, þrátt fyrir ólíka myndunarsögu hliðargosbeltanna, sem styður þá tilgátu að orsaka breytileikans sé að leita í möttlinum.

Vitað er að möttulberg er peridótít og aðallega lherzólít en einnig pýroxenít sem myndast m.a. við sökk úthafsskorpu í niðurstreymisbeltum og blöndun granat pýroxeníts (= eklógít) við annað möttulberg. Bræðsluferill granat pýroxeníts er slíkur að það bráðnar á meira dýpi en lherzólít, og fyrsta möttulbráð ætti því að bera einkenni þess. Við aukna möttulbráðnun tekur granat lherzólítið einnig að bráðna og blandast saman við fyrri bráð. Í kjarna möttulstróks þar sem hitastigið er hæst, má ætla að allt pýroxenít sé uppurið og möttulbráðin beri einkenni lherzólíts. Ef bráðin sleppur auðveldlega til yfirborðs er líklegt að skertur möttull (depleted lherzolite) bráðni á litlu dýpi án ummerkja granats undir miðju Íslands.

Þetta einfalda líkan má heimfæra uppá Ísland og skýrir landfræðilega dreifingu basaltsamsetningar og þar með uppruna hinna þriggja bergraða. Alkali basalt myndast við bráðnun granat pýroxeníts, þóleiítískt basalt við bræðslu lherzólíts en „millibasalt“ við blöndun möttulbráða pýroxeníts og lherzólíts. Hlutur úthafsskorpu í basaltsamsetningunni minnkar því inn til landsins en hitastig og þar með bráðnun möttulstróksins eykst. Aukin framleiðsla gosbergs í átt að miðju landsins, sem Sveinn Jakobsson sýndi fram á, er í fullu samræmi við þetta líkan.

Gögn og getsakir um ætterni gjóskulaga

Guðrún Larsen, Bergrún A. Óladóttir og Esther R. Guðmundsdóttir

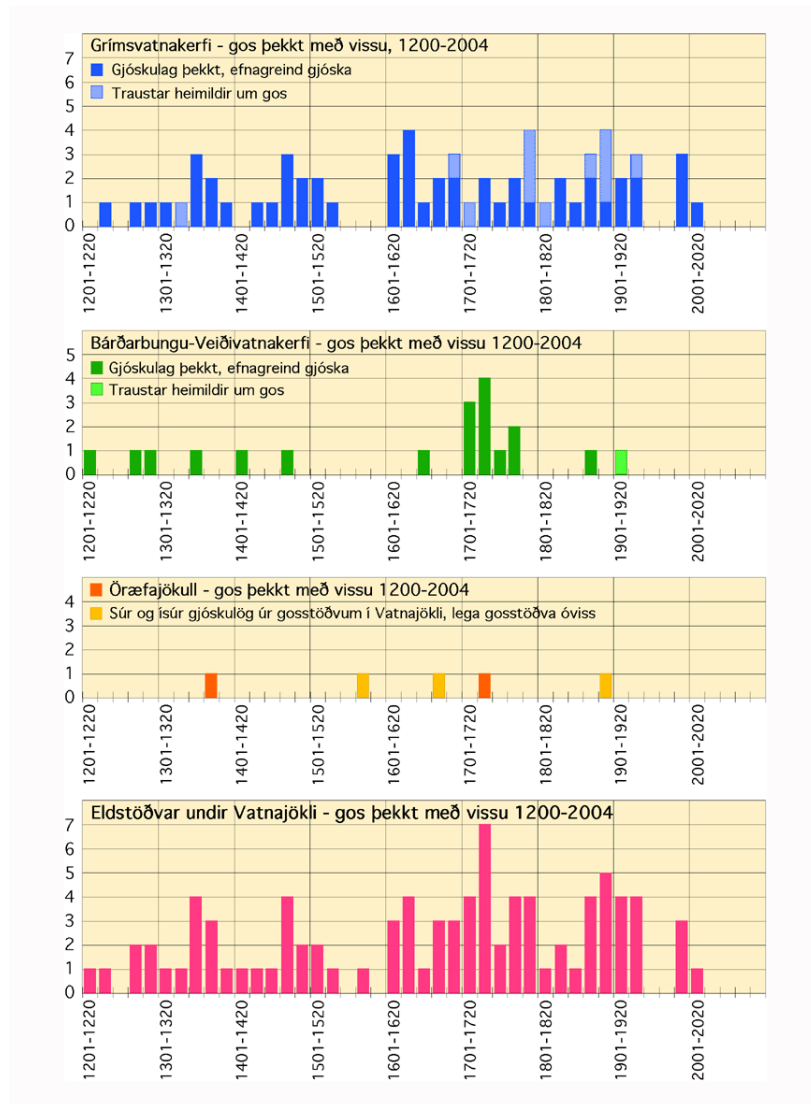
Jarðvísindastofnun Háskólans, Öskju, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík.

Basísk þeytigos eru algengustu eldgos á Íslandi á sögulegum tíma og vafalaust gildir sama um allan Nútíma enda þótt gögnin verði fátæklegra því lengra aftur sem leitað er. Segja má að þessi gerð af eldvirkni sé einkennandi fyrir Ísland. Orsakirnar eru annars vegar lega landsins þar sem úthafshryggur og heitur reitur mætast og basaltkvika er ríkjandi í eldgosum og hins vegar ytri aðstæður, jökulþekja og há grunnvatnsstaða á hluta gosbeltanna, sem valda því að basaltkvikan myndar gjósku í stað hrauna í meirihluta gosanna.

Yfir 75% eldgosa á sögulegum tíma, þar sem gosefnin eru þekkt, skildu eftir sig gjóskulag og fjögur af hverjum fimm gjóskulögum eru basísk. Hlutfallið virðist svipað á Nútíma. Basísk gjóskulög eiga það sameiginlegt að vera dökk yfirlitum og harla lík hvert öðru - segja má að þau hafi útlitið á móti sér. Í jarðvegssniðum í nágrenni Vatnajökuls og Mýrdalsjökuls, sem spanna um og yfir 7000 ár, eru allt að 200 gjóskulög, flest þeirra (80-90%) eru dökkleit og orðin til við basísk þeytigos í jökli. Ljósleit, súr gjóskulög eru hins vegar auðsýnileg og oft auðþekkt á ytri einkennum eins og lit og litarbreytinum. Þau eru leiðarlög í jarðvegi og hryggjarstykkið í íslenska gjóskutímatalinu og tiltölulega auðrakin úti í mörkinni til upptaka sinna. Miklu erfiðara er að rekja basísk gjóskulög á þennan hátt og oft óvinnandi þegar upptökin eru undir jökli, enda eru dæmi um rangar ættfærslur af þessum sökum. Framan af var efnasamsetning gjóskunnar ekki heldur talin skera úr um upprunann, nema helst varðandi gjóskulög frá Kötlu. Þrátt fyrir að basísku gjóskulögin væru miklu fleiri - eða ef til vegna þess - voru rannsóknir á þeim miklu skemmra á veg komnar en rannsóknir á súru/ísúru gjóskulögum.

Vendipunkturinn í viðureigninni við basísku gjóskulögin var doktorsritgerð Sveins Jakobs-sonar, *Petrology of Recent basalts of the Eastern Volcanic Zone, Iceland*, sem kom út í rit-röðinni Acta Naturalia Islandica árið 1979. Þar var sýnt fram á að eldstöðvakerfi á eystra gosbeltinu hafa efnafræðileg sérkenni sem gera kleyft að þekkja gosefnin frá hverju þeirra. Meðal þeirra eru Grímsvatna-, Veiðivatna- og Kötluakerfið, þrjú af fjórum virkustu eldstöðva-kerfum landsins, öll að hluta hulin jökli og flest gosin basísk þeytigos. Þar með var hægt að hefjast handa við þann hluta gossögu Grímsvatna-, Veiðivatna- og Kötluakerfisins sem skráður var sem gjóskulög í jarðvegi og ís. Af heimildum var vitað að gostíðni var hæst á Grímsvatna-kerfinu. En heimildir voru oft fáorðar og stundum misvísandi svo erfitt gat verið að skera úr um hvar upptök einstakra gosa höfðu verið. Frásagnir af eldgosi í Vatnajökli haustið 1716 eru dæmi um þetta, en samkvæmt heimildum var líklegast að gosið hefði í Grímsvötnum. Efnasamsetning gjóskunnar sýndi hins vegar ótvírætt að hún er ættuð frá Veiðivatnakerfinu.

Fleira kom í ljós þegar búið var að efnagreina meginþorra basísku gjóskulaganna frá síðustu 800 árum. Tíðni gosa í eldstöðvum undir Vatnajökli reynist vera lotubundin og nær hámarki á 130 til 140 ára fresti. Þar ráða Grímsvötn mestu (1. mynd). Margt í frásögnum annála af eldgosum í Vatnajökli sem áður var torskilið skýrist þegar gjóskulagaskipan og uppruni gjóskulaga er þekktur. Má þar nefna tímabilið frá 1340 til 1390, þegar annálar eru margsaga um atburði og fjölda gosa. Gjóskulögin sýna að þá urðu a.m.k fimm gos í eldstöðvum undir Vatnajökli auk gossins í Örfæfajökli 1362.



Mynd 1. Gos í eldstöðvum undir Vatnajökli 1200-2004, tíðni gosa á 20 ára tímabilum. Blátt: Grímsvatnakerfi; Grænt: Veiðivatnakerfi; Gult/gulrautt: súr og ísúr gos; Rautt: Öll gos í eldstöðvum undir Vatnajökli sem þekkt eru með vissu. (Guðrún Larsen, Magnús T. Guðmundsson og Helgi Björnsson 1998, mynd 4 aukin og uppfærð).

Á forsögulegum tíma er eingöngu hægt að styðjast við gosefni, hraun og gjóskulög, þegar gossaga hinna ýmsu eldstöðvakerfa er rakin. Gossaga Kötlukerfis og eldstöðvakerfa undir Vatnajökli hefur nú verið rakin til nokkurrar hlítar hvað varðar tíðni eldgosa og breytingar á henni síðustu 8000-8500 ár (kvörðuð ár). Þykk jarðvegssnið í nágrenni Vatnajökuls og Mýrdalsjökuls, með allt að 200 gjóskulögum hvert, voru mæld og sýnum safnað úr flestum gjóskulögum. Gjóskulögin voru efnagreind og heimfærð á eldstöðvakerfi. Sniðin voru tengd saman með tímasettum súrum og ísúrum gjóskulögum sem jafnframt voru grundvöllur útreikninga á aldri annarra gjóskulaga samkvæmt þykknunarhraða jarðvegs á hverju tímabili. Vitað er að einungis hluti gjóskulaga frá eldstöðvum í Vatnajökli varðveitist utan jökulsins og þetta hlutfall er þekkt fyrir gos á sögulegan tíma. Í ljósi þess má álykta um fjölda gosa síðustu ~8000 ár á Grímsvatna- og Veiðivatnakerfi, en hann er um 560 gos á fyrrnefnda eldstöðvakerfinu og um 350 á því síðarnefnda. Á svipaðan máta má telja að gos á Kötlukerfinu síðustu 8400 ár séu um 300. Þegar gosunum er skipað á 1000 ára tímabil kemur í ljós að gostíðnin á hverju þessara þriggja eldstöðvakerfa er breytileg og munur á mestu og minnstu gostíðni er þrefaldur til fjórfaldur. Gostíðnin á Grímsvatnakerfi og Veiðivatnakerfi var hæst fyrir 1000-2000 árum og á Kötlukerfinu fyrir 7000-8000 þúsund árum. Okkar sögulegi tími hefur verið fremur rólegt tímabil, eldgos á Veiðivatnakerfi og Kötlukerfi með fæsta móti en í drjúgu meðallagi á Grímsvatnakerfi.

Þrátt fyrir mikinn fjölda basískra þeytigosa á Nútíma hefur gjóskufall frá þeim - að því er virðist - tiltölulega sjaldan náð til annarra landa. Fjölmörg basísk gjóskulög hafa þó náð langt út fyrir landsteinana. Í sjávarseti á landgrunninu úti fyrir Norðurlandi hafa yfir 80 basísk gjóskulög frá Nútíma fundist í rúmlega 37 m löngum setkjarna sem tekinn var skammt austan Grímseyjar, þar af eru um 70 gjóskulög frá síðustu 7000 árum. Flest þeirra eru frá þessum þrem virkustu eldstöðvakerfum á landi, Grímsvatna-, Veiðivatna- og Kötlukerfi. Sveiflur í fjölda gjóskulaga á tímaeiningu, líkt og í jarðvegssniðum á landi, koma einnig fram í sjávarsetinu. Enn er eftir að skoða hvern cm í eldri hluta kjarnans, svo basískum gjóskulögum þar kann enn að fjölga.

Jarðvegur á Íslandi er yfirleitt yngri en ~9000 ára þótt finna megja eldri jarðveg við bestu skilyrði. Elstu gjóskulög frá Nútíma eru því varðveitt í vatnaseti og sjávarseti. Að teknu tilliti til þeirra er nýlegt mat á fjölda basískra þeytigosa á 11000 árum um 1800 gos. Þar eiga Grímsvatna-, Veiðivatna- og Kötlukerfi stærstan hlut.

Heimildir

- Bergrún A. Óladóttir, Guðrún Larsen, Þorvaldur Þórðarson og Olgeir Sigmarsson, 2005. The Katla volcano S-Iceland: Holocene tephra stratigraphy and eruption frequency. *Jökull* 55: 53-74.
- Bergrún A. Óladóttir 2009. Holocene eruption history and magmatic evolution of the subglacial Vatnajökull volcanoes, Grímsvötn, Bárðarbunga and Kverkfjöll, Iceland. PhD thesis, Université Blaise Pascal, Clermont-Ferrand and University of Iceland, Reykjavík, 142 bls.
- Esther R. Guðmundsdóttir, Jón Eiríksson and Guðrún Larsen, 2008. Tephrochronological framework for the North Icelandic shelf during the Late glacial and Holocene. *IAVCEI General Assembly Reykjavík*. Abstract 2n - P26.
- Guðrún Larsen og Jón Eiríksson, 2008: Holocene tephra archives and tephrochronology in Iceland - a brief overview. *Jökull* 58, 229-250.
- Guðrún Larsen, Magnús T. Gudmundsson og Helgi Björnsson 1998. Eight centuries of periodic volcanism at the center of the Icelandic hotspot revealed by glacier tephrostratigraphy. *Geology* 26: 943-946.
- Jón Eiríksson, Guðrún Larsen, Karen Luise Knudsen, Jan Heinemeier og Leifur Símonarson, 2004. Marine reservoir age variability and water mass distribution in the Iceland Sea. *Quaternary Science Reviews* 23: 2247-2268.
- Sigurður Þórarinnsson 1958. The Öræfajökull eruption of 1362. *Acta Naturalia Islandica* II, 2: 1-99.
- Sigurður Þórarinnsson 1968. Heklueldar. Sögufélag, Reykjavík.
- Sigurður Þórarinnsson 1974. Vötnin stríð. Saga Grímsvatnagosa og Skeiðarárhlaupa. Bókaútgáfa Menningarsjóðs, Reykjavík, 258 pp.
- Sveinn P. Jakobsson 1979. Petrology of recent basalts of the Eastern Volcanic Zone, Iceland. *Acta Naturalia Islandica* 26: 1-103.
- Þorvaldur Þórðarson og Ármann Höskuldsson 2008. Postglacial volcanism in Iceland. *Jökull* 58, 197-228.

Hafsbotnsrannsóknir fyrir Suður- og Suðvesturlandi

Ármann Höskuldsson¹, Richard Hey², Fernando Martinez², Ásdís Benediktsdóttir², Einar Kjartansson³, Árni Vésteinsson⁴ og Neal Driscoll⁵

¹Jarðvísindastofnun Háskóla Íslands, Askja, Sturlugata 7, 101 Reykjavík;

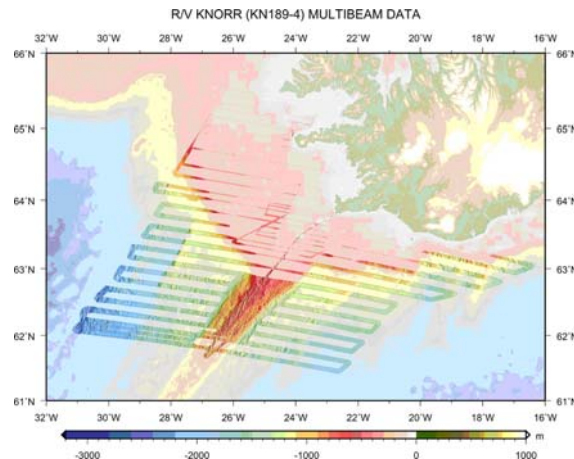
²University of Hawaii; ³Hafrannsóknastofnun / Veðurstofa Íslands; ⁴Sjómælingar Íslands; ⁵Scripps Institute of Oceanography

Eldvirk svæði sem liggja undir sjávarmáli eiga það öll sammerkt að vera mun ver þekkt en eldstöðvarkerfin á landi. Meginástæða þessa er sú að þau eru hulin sjó að mestu. Tækni til að rannsaka þessar eldstöðvar var fram til ársins 2000 bundin við yfirborð og tvívíðar mælingar. Þekking okkar byggðist því fyrst og fremst á upplýsingum sem hægt var að safna úr eyjum og skerjum er risu upp fyrir hafflötinn, kraki bergsýna af hafsbotni og tvívíðum jarðeðlisfræðilegum mælisniðum. Með tilkomu fjölgeisla mæla Hafrannsóknastofnunarinnar (árið 2000) og Sjómælinga Íslands (árið 2003) hófst nýtt tímabil í rannsóknum á eldstöðvum í sjó. Þessi tækni leyfir okkur að kortleggja og skoða yfirborð hafsbotnsins mjög nákvæmlega, þar sem upplausn í kortum er ½ til 1 metri. Há upplausn í botnkortum gerir kleift að greina einstaka gosmyndanir, einingar innan þeirra og afstöðu gosmyndana með tilliti til hvor annarrar. Þannig má betur gera sér grein fyrir eðli eldvirkni og tengslum hennar við höggun á yfirborði, og bergfræðilegri þróun eldstöðva í sjó við Ísland. Umfangsmiklar rannsóknir hófust við Vestmannaeyjar og út af Reykjanestá sumarið 2003 styrktar af NSF í BNA, Vegagerðinni, Viðlagatryggingu og Háskólasjóði. Mælingum hefur síðan verið fram haldið sumarið 2006 og 2007. Alls hefur verið varið til þessara mælinga um 140 milljónum kr, miðað við gengi fyrir hrun. Rannsóknir á Reykjaneshrygg um 110 milljónir og við Vestmannaeyjar um 30 milljónir. Í þessum fyrirlestri verður leitast við að greina frá stöðu þessara rannsókna.

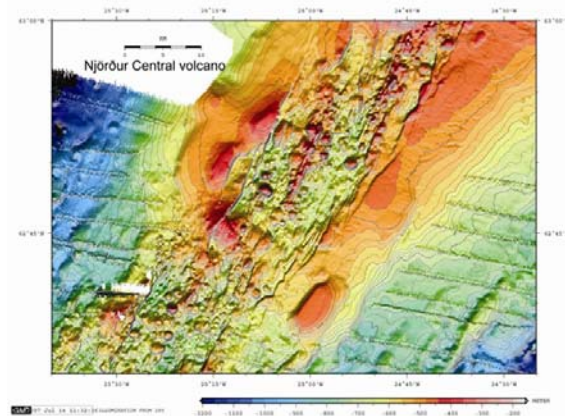
Reykjaneshryggur

Reykjaneshryggur skilur að tvo höfuðflekka jarðar suður af Íslandi, Norður-Ameríkuflekann og Evrasíuflekann. Hryggurinn er fyrir margar sakir einstakur á heimsvísu. Hann myndar eitt lengsta samfellda fráreksebelti á Mið-Atlantshafshryggnum (án hjáreksebeltis) og þetta er jafnframt lengsta fráreksebeltið á hryggnum sem liggur ekki hornrétt á rekstefnuna. Hryggurinn teygir sig 900 km í suður frá Reykjanesi að Bight þverbrotabeltinu nálægt 56,5°N breiddar (mynd 1).

Á hvirfil Reykjaneshryggjar liggja skástígar hryggslaga gosmyndanir, sem eru því sem næst hornréttar á rekstefnuna. Hryggirnir eru hvolflaga um miðju og rísa alla jafna 100 metra eða meir yfir umhverfi sitt (mynd 2 og 3). Þeir eru 3 til 15 kílómetra breiðir og 5 til 35 kílómetra langir (Murton og Parson 1993, Ármann Höskuldsson o. fl. 2007). Á kolli hryggjanna liggja gígar og gígaraðir sem sýna að þeir eru myndaðir við eldvirkni samfara gliðnun um Reykjaneshrygg (Appelgate og Shore 1993). Að meðaltali eru um 14 km á milli hryggjanna og þeir skarast um þriðjung lengdar sinnar. Neðansjávar eldfjöll eru algengari á Reykjaneshrygg en annarstaðar á Mið Atlantshafshryggnum (Magde og Smith 1995). Flest þeirra eru hringlaga með um 1 til 6 km breiðan hvirfil og rísa 100 til 400 metra yfir umhverfi sitt. Þessi neðansjávar eldfjöll eiga samlíkingu í dyngjum eins og Skjaldbreið og Trölladyngju á landi. Ein eldstöð sem talin er vera megineldstöð, líkt og megineldstöðvar á Íslandi, hefur fundist á Hryggnum. Hún fannst í rannsóknarleiðangri sumarið 2007 og var nefnd Njörður (Mynd 2 og 3).

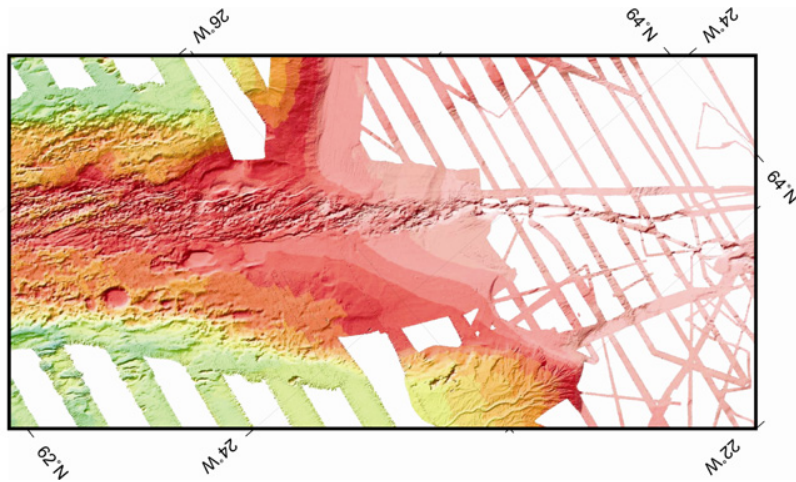


Mynd 1. Kort af þeim hluta sem mældur var sumarið 2007 í leiðangri á MS Knorr. Kortið sýnir hluta Reykjaneshryggjar, frá Reykjanesi að 61,5°N breiddar. Skástígar sprungur og goshryggir er liggja þvert á rekstefnu eru áberandi. Eldvirkni á þessu svæði einskorðast við skástíga hryggina. Eldstöðin Njörður sker sig út í landgrunnshlíðinni með allt að 500-600 m há neðansjávareldfjöll til beggja hliða. Er upp á landgrunnið kemur verða móbergshryggir áberandi sökum lákkandi vatnsþrýstings yfir eldstöðvunum.



Mynd 2. Eldstöðin Njörður sem fyrst var greind í rannsóknarleiðangri sumarið 2007. Í þeim leiðangri var suðurhluti eldstöðvarinnar mældur. Norðurhlutinn var mældur af Hafrannsóknastofnun sumarið 2006. Eldstöðin ber greinileg ummerki staðbundinnar eldvirkni er greina má á aukinni upphleðslu. Sigdalur sker eldstöðina þvera, svipað og Kröflueldstöðina í Norðurgosbeltinu. Gjár, siggengi og skástígar gossprungur eru áberandi í sigdalnum.

Njörður er umfangsmikil eldstöð staðsett um 160 km suður af Reykjanesi, með miðju nálægt 62,8°N og 25°V. Grunnflötur Njarðar er um 50 km og í toppi hans er um 10 kílómetra breið askja, sem kann að hafa myndast fyrir um 150-300 þúsund árum. Síðan hamfaragosið sem myndaði öskjuna átti sér stað hefur rek um Reykjaneshrygg haldið áfram. Núverandi rekás liggur um eldstöðina miðja og hefur gleikkað öskjuna um því sem næst 3 kílómetra. Unglegar gígaraðir liggja í botni öskjunnar og gefa til kynna að ekki séu mörg hundruð ár síðan að seinast gaus á þessum stöðum. Síðasta stóra jarðskjálftahrina á þessum slóðum átti sér stað í október 1990. Frá Nirði liggur Reykjaneshryggur upp landgrunnið og í átt til Reykjaness um 100 km langan kafla. Meðaldýpi á þessum hluta hryggjarins er aðeins um 200 metrar. Gosefni sem upp koma í eldgosum á þessum slóðum leggjast ofan á landgrunnið og eiga því frekar auðvelt með að hlaðast upp fyrir sjávarmál. Hér eins og annarstaðar á Reykjaneshrygg mynda eldstöðvarnar skásetta hryggi hornrétt á rekstefnuna (mynd 3).



Mynd 3. Myndin sýnir þann hluta Reykjaneshryggjar er liggur ofan á landgrunninu. Gosefni hlaðast upp ofan við gossprungur og mynda móbergshryggi. Myndin sýnir að norðan 63°N eru flekamótin illa kortlögð og því illa skilin. Gögn frá Hafrannsóknastofnun og Knorr.

Hryggirnir rísa um 115 metra upp yfir hafsbotninn og þar af leiðir að kollar þeirra eru á um 100 metra dýpi syðst en nyrst mynda þeir eyjar og sker. Hér eins og annars staðar á Reykjaneshrygg eru eldgos líklegust ofan á skásettu hryggjunum og því ekki langt upp til hafflatarins. Það er því líklegt að allra minnstu eldgos sem hin stærri nái til yfirborðs með tilheyrandi gosmekki og eldglæringum. Af þessum sökum er eldvirkni á þessum hluta Reykjaneshryggjar best þekkt. Alls hafa átta eldstöðvakerfi verið skilgreind á þessu svæði (Sveinn Jakobsson og fleiri 2008). Frá landnámi Íslands hefur orðið vart eldsuppkomu á Reykjaneshrygg í allt að 17 skipti (Sigurður Þórarinnsson 1965 og Sveinn Jakobsson 1974).

Vestmannaeyjar

Á síðustu öld urðu tvö afdrifarík eldgos í Vestmannaeyjum, Surtseyjargosið og Heimaeyjargosið. Ítarlega er fjallað um þessi gos í sérköflum hér á eftir en fyrst verður hér gerð grein fyrir aðstæðum við Eyjar. Vestmannaeyjar samanstanda af 17 eyjum og um 63 skerjum og neðansjávar fjöllum er flest hafa myndast við eldsumbrot undanfarin 14 þúsund ár (Mattson og Ármann Höskuldsson 2005). Eldvirkni á svæðinu er talin hafa byrjað fyrir um 70-120 þúsund árum og tengjast myndun Eystra gosbeltisins og framsækni þess til suðurs (Sigurður Þórarinnsson, 1964; Sigurður Þórarinnsson og fl. 1973; Páll Einarsson, 1974; Sveinn P. Jakobsson, 1979, Freysteinn Sigmundsson 2006). Þekking á eldstöðvakerfi Vestmannaeyja og á hafsbotninum í kring er töluverð þrátt fyrir að nákvæmri kortlagningu sé ekki lokið.

Upplýsinga um hafsbotninn í kringum Vestmannaeyjar var fyrst og fremst að leita í sjókortum frá Sjósmælingum Íslands sem byggja m.a. á dýptarmælingum sem gerðar voru á tímabilinu 1951-2001. Allar þessar eldri dýptarmælingar eru byggðar á bergmálsdýptarmælingum eftir einum geisla eða handlóðum. Dýptarupplýsingar í þessum kortum eru illa nothæfar til greininga á smáatriðum, en megindrætti má þó greina glögg. Nýrri aðferðir og bætt mælitæki, svokallaðar fjölgeislarmælingar, þar sem hljóðbylgjur eru sendar í mismunandi áttir og endurkast/bergmál mælt samtímis frá mörgum stöðum hafa gefið ítarlegri mynd af hluta hafsbotnsins. Þannig mælingar hafa verið gerðar 2003, 2006 og 2007 við Vestmannaeyjar styrktar af Jarðvísindastofnun, Háskólasjóði, Viðlagatryggingu, Vegagerðinni og NSF.

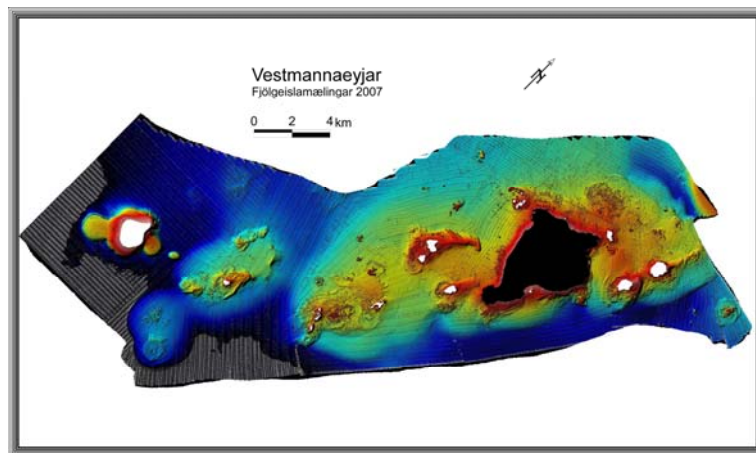
Vestmannaeyjar liggja á neðansjávarhrygg sem hefur byggst upp á undanförunum 70-120 þúsund árum og hefur sömu stefnu og eldstöðvakerfin í Austurgosbeltinu. Yngstu gosmyndanir þar frá 1973 liggja utan í norðausturhluta hryggjarins. Syðst á Vestmannaeyjahryggnum er Surtsey sem gaus 1963-7. Aðrar nútíma gosmyndanir eru einskorðaðar við þennan hrygg.

Norðan álsins milli lands og Eyja er mjög áberandi stallur (hjalli) sem byggst hefur út í átt til Eyja. Greiningar Kjartans Thors og Jóhanns Helgasonar (1988) sýna að stallurinn er gerður úr seti og hefur hann því byggst upp eftir að skriðjökullinn í Háfadjúpi hvarf af svæðinu. Líklegt er að þetta hafi gerst fyrir um 12-15 þúsund árum, en þá var sjávarstaða um 40 m lægri en hún er í dag. Áberandi skörp austurmörk Vestmannaeyjahryggjarins gefa til kynna að eldvirkni hafi verið mun minni austan Vestmannaeyja en vestan. Þá er og Þrídrangasvæðið áberandi. Segulmælingar sem gerðar voru yfir svæðinu 1964 sýna mjög sterkt útslag yfir þessu svæði eða samskonar útslag og fæst yfir hraunum á Heimaey. Þetta gefur ástæðu til að ætla að á þessu svæði sé að finna hraun sem runnið hafi ofansjávar, þ.e. við lægri sjávarstöðu.

Frá því jökla leysti í lok ísaldar hafa orðið miklar breytingar á umhverfinu við Eyjar. Við lok ísaldar bendir ýmislegt til þess að Vestmannaeyjahryggurinn sjálfur hafi staðið sem ísbrjótur við ströndina og ísstraumur út Markarfljótsaura frá Þórsmörk hafi steytt á Vestmannaeyjum og beinst út í Háfadjúp (Hreinn Haraldsson og Palm 1980; Kjartans Thors og Jóhann Helgason 1988). Síðan þá virðast gos á svæðinu hafa orðið við mjög breytilega sjávarstöðu. Þannig sýna til dæmis fjölgeislamælingar sem gerðar voru sumarið 2003 að á Stórahrauni austur af Surtsey eru þrír miklir gígur (mynd 4 og 5). Gígarnir sem eru frá 400 m til 1000 m í þvermál bera öll einkenni sprengigíga af hverfjallsgerð. Slíkir gígur myndast eingöngu á mjög grunnu dýpi, það er, í tilfelli Vestmannaeyja á mörkum lands og sjávar eins og í eldgosinu er myndaði Surtsey. Efsti hluti gíganna er á um 75 m dýpi, sem gefur ástæðu til að ætla sjávarstöðu allt að 100 m lægri en hún er í dag (Ármann Höskuldsson o. fl. 2003). Sambærileg gosmyndun, Rófuboði sést einnig norðaustur af Eyjum. Rófuboði er hverfjall af surtseyjargerð og sjást greinileg ummerki gígarmanna á mynd 5. Sveinn Jakobsson (1982) hefur krakað upp sýni af Rófuboða og sýna þau að ytri gígarmarnir eru af hverfjallsgerð en þeir innri eru leifar gjallgígs. Þetta sýnir að eldgosid hefur byrjað neðansjávar en síðan unnið sig upp fyrir sjávarflötinn. Rófuboðagosið mun hafa átt sér stað skömmu eftir að jökla leysti úr Háfadjúpi, en bergmálmælingar sýna að hann leggst beint ofan á farveg skriðjökulsins en set hefur hlaðist upp að honum síðan (Kjartan Thors og Jóhann Helgason 1988).

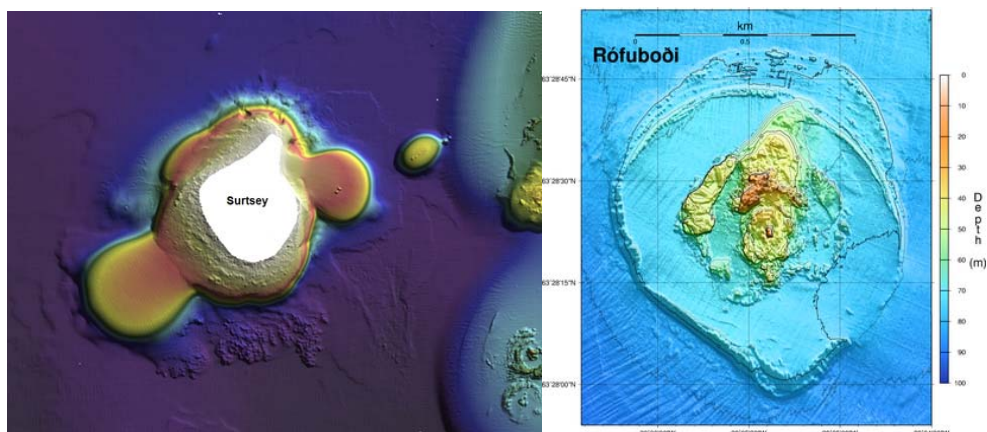
Milli Stórahrauns, Surtseyjar og Heimaeyjar koma fram þrjár megingoseiningar, sem allar eru tvöfaldar (mynd 4). Syðst er Geirfuglaskers gígaröðin og samhliða henni Bankahryggja gígarnir, þá Súlmaskers-Helliseyjar gígaröðin og samhliða henni er Klakka gígaröðin og loks Suðureyjargígurinn og samsíða honum er gígur er markast af Álsey og Brandi. Svæðin bera þess merki að hafa myndast í miklum sprengigosum á mörkum lands og sjávar. Aðeins Súlmaskers-Helliseyjar gígaröðin hefur náð að mynda smá hraun. Öll þessi eldgos áttu sér stað við 40-50 m lægri sjávarstöðu en í dag.

Mælingar á norðurhluta Vestmannaeyjahryggjarins sýna að Smáeyjar, vestur af Heimaey eru leifar af einum og sama hverfjallsgígnum, sem hefur verið um 1 km í þvermál. Norðan Heimaeyjar koma fram tvær megingoseiningar. Sú eldri er Faxasker, en frá þeirri eldstöð hefur runnið mikið hraun til vesturs. Ummerki forrtrar strandar má sjá framan við þetta hraun á um 50-60 m dýpi (mynd 4). Seinni goseiningin er Bjarnarey og Elliðaey. Eyjarnar tvær liggja á sömu línu með norðaustlæga stefnu í átt til lands. Rani norður af Elliðaey gefur til kynna að gossprungan hafi verið um 4-5 km löng (mynd 4). Skarpar brúnir Vestmannaeyjahryggjarins til norðurs gefa ástæðu til að ætla að gosvirkni hafi ekki enn teygst sig norður yfir Álinn að neinu marki. Þó eru vísbendingar um að smá eldgos hafi orðið norðan við álinn 1973, á sama tíma og gaus á Heimaey (Sigurður Þórarinnsson 1977).



Mynd 4. Myndin sýnir frumniðurstöður fjölgeislamælinga á milli Surtseyjar og Heimaeyjar. Syðsta gosmyndunin sýnir vel þrjá megingíga og er sá stærsti þeirra um 1 km í þvermál. Norður af Geirfuglaskeri koma fram ummerki annars sprengigígs. Gögn frá Sjósmælingum í mælileiðangri styrktum af Jarðvísindastofnun, Háskólasjóði og Viðlagatryggingu.

Suður af Surtsey (mynd 5) er hafsbotninn enn ókannaður, en þar gætu enn leynst nokkrar gosmyndanir er gæfu til kynna hversu langt suður eldstöðvarkerfi Vestmannaeyja teygir sig. Við hátíðni endurkastsmælingar árið 2003 komu ekki fram ummerki gliðnunarprungna eða misgengja á svæðinu. Hinsvegar sáust gjóskulög í setinu niður í Háfadjúpi og vestur af Vestmannaeyjahryggnum, en það gefur ástæðu til að ætla að betur megin nálgast eldgosasögu Eyjanna með því að taka kjarna úr þessum setlögum og auðkenna og aldursákvarða þau gjóskulög sem þar finnast og tilheyra Vestmannaeyjum. Kjarnar voru teknir á þessu svæði sumarið 2007. Meginupphleðsla gosfna er á svæðinu milli Surtseyjar í suðri og Elliðaeyjar í norðri, með Heimaey sem miðju kerfisins. Gostiðni í þessu eldstöðvarkerfi er allt að helmingi lægri en í öðrum eldstöðvarkerfum á Íslandi, en hún er lotukennd eins og annars staðar. Rúmmál eldgosa í þessu eldstöðvarkerfi er á bilinu 0,1 til 1 km³.



Mynd 5. Niðurstöður fjölgeislamælinga frá því sumarið 2007. (Vinstri) Surtsey, fram koma hraun frá upphafi gossins sem liggja undir gjóskubingnum sjálfum. Þetta gefur ástæðu til að ætla hátt flæði kviku í upphafi eldgoss. Þegar flæðið minnkar aftur hefst sprengivirknin sem myndar gjóskubinginn. (Hægri) Rófubóði hverfjall með gjallgíg í miðju og rofinn af brimi.

Heimildir:

- Appelgate, B. and A.N. Shor, (1994) The northern Mid-Atlantic and Reykjanes Ridges: Spreading center morphology between 55°50'N and 63°00'N, *J. Geophys. Res.*, 99, 17935-17956.
- Ármann Höskuldsson, Hey, R.N., Driscoll, N. and Detrick, R. (2003). Submarine Tuff Cones at the Depth of 75 m South of Iceland: Evidence for Lower Sea Level During the Pleistocene. AGU haustfundur, V22A-0564.
- Ármann Höskuldsson, Hey, R., Einar Kjartansson og Gunnar Gudmundsson, (2007.) The Reykjanes Ridge between 63°10' N and Iceland. *Journal of Geodynamics* 43:73–86.
- Freysteinn Sigmundsson (2006). *Iceland Geodynamics – Crustal deformation and divergent plate tectonics*. Springer verlag, 209 p.
- Hey, R., Ármann Höskuldsson, Driscoll, N. and Detrick, R. (2003). Marine Geophysical Investigations of Vestmannaeyjar and the Reykjanes Ridge, Iceland. AGU haustfundur, V22A-0563.
- Hreinn Haraldsson og Palm (1980). A seismic investigation in the Markarfljót sandur area, southern Iceland. *Striae*, vol 2, 54s.
- Kjartan Thors og Jóhann Helgason (1988). Jarðlög við Vestmannaeyjar. Hafrannsóknastofnun, fjölrít 16 bls.
- Magde, L., Smith, D.K., (1995) Seamount volcanism at the Reykjanes Ridge: relationship to the Iceland hotspot. *J. Geophys. Res.* 100, 8449–8468.
- Mattson H. og Ármann Höskuldsson (2003). Geology of the Heimaey volcanic center, south Iceland: early evolution of a central volcano in a propagating rift? *JVGR*, 127, 55-71.
- Mattson H. og Ármann Höskuldsson (2005). Stratigraphy, formation of flow-lobe tumuli and eruption duration in the 5900 BP Helgafell eruption, Vestmannaeyjar volcanic system, south Iceland. *JVGR*, 147:157-172.
- Mattson, H., Ármann Höskuldsson og Hand, S. (2005). Crustal xenoliths in the 6200 BP Sæfell tuff-cone, south Iceland: evidence for a deep, diatreme-forming, Surtseyjan eruption. *JVGR* 145:234-248.
- Murton, B.J. and L.M. Parson, (1993) Segmentation, volcanism and deformation of oblique spreading centres: a quantitative study of the Reykjanes Ridge, *Tectonophysics*, 222, 237-257.
- Páll Einarsson (1974). Seismic activity recorded in Surtsey during summer 1966. *Surtsey Res. Progr. Report*. 7:83-90.
- Sigurður Þórarinnsson (1964). Eyjan nýja í Atlandshafi, Surtsey. Almenna Bókafélagið, 108 bls.
- Sigurður Þórarinnsson (1965) Neðansjávargos við Ísland, *Náttúrufræðingurinn* 35:49-96.
- Sigurður Þórarinnsson (1977). Gossprungukerfið í Heimaeyjargosinu. *Náttúrufræðingurinn* 47:1-7.
- Sigurður Þórarinnsson, Sigurður Steinþórsson, Þorleifur Einarsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Niels Óskarsson (1973). The eruption on Heimaey, Iceland. *Nature* 241:272-275.
- Sveinn P. Jakobsson (1974). Eldgos við Eldeyjarboða. *Náttúrufræðingurinn* 44:22-40.
- Sveinn P. Jakobsson (1979). Petrology of recent basalts of the eastern volcanic zone, Iceland. *Acta Nat. Islandia*. 26, 103p.
- Sveinn P. Jakobsson (1982). Dredge hauls from Vestmannaeyjargrunn, Iceland. *Surtsey res. Progr. Rep.* 9:142-148.
- Sveinn Jakobsson, Kristján Jónasson og Ingvar A. Sigurðsson (2008) The three igneous rock series of Iceland. *Jökull* 58, 117-138.

Steingervingar og eldgos

Leifur A. Símonarson

Jarðvísindastofnun Háskólans, Háskóla Íslands, Öskju, Sturlugötu 7, 101 Reykjavík

Á árunum kringum 1980 voru hér á landi allstórir hópar rússneskra jarðvísindamanna. Komu þeir gagngert til þess að sanna að plöturek og önnur jafn glannaleg ferli í yfirborði jarðar væru ekkert annað og meira en stórkapítalistískt áróðursbragð Bandaríkjamanna. Áður en þeir komu hingað til lands höfðu þeir reynt að sýna fram á þetta í Austur-Afríku, en höfðu þar varla erindi sem erfiði og marga grunar að svo hafi einnig farið um rannsóknir þeirra hér á landi. Má telja víst að þeir hafi klofnað í tvo hópa í afstöðu sinni til rekferla og taldi annar hópurinn („fixistar“) að ekkert rek hefði átt sér stað, en hinn („móbílistar“) að það væri hvergi betra að sýna fram á rekferla en hér á landi. Fannst rússnesku jarðfræðingunum margt athyglisvert í jarðfræði landsins, en margir þeirra sperrtu eyrun og settu upp mikinn efasemdarsvip þegar við sögðum þeim frá því að í Surtsey væri allmikið af steingervingum og spurðu þeir hvernig það mætti vera þar sem eyjan væri varla orðin tvítug. Töldu sumir þeirra þetta með því markverðara í jarðfræði landsins og því má undrast að þegar sótt var um að koma Surtsey á heimsminjaskrá var þessa aðeins lauslega getið.

Skýring á steingervingunum í Surtsey er hins vegar einföld. Þegar eyjan myndaðist í eld-gosi árið 1963 ruddist hraunkvika upp í gegnum sjávarbotninn suðvestur af Heimaey og á leið sinni upp reif hún með sér setklumpa úr gosrásinni og flutti til yfirborðs (Alexandersson 1972, Leifur A. Símonarson 1974). Í sumum þessara setklumpa eða hnyðlinga (xenoliths) er töluvert af leifum sjávardýra. Það er því augljóst að hraunkvika hefur troðist upp í gegnum sjávarsetlög á hafsbotni, enda kom í ljós við djúpborun í Heimaey árið 1964, en þá var borað niður á 1565 m dýpi í leit að neysluvatni, að undir eyjunni eru allt að því 700 m þykk setlög að mestu mynduð í sjó (Guðmundur Pálmason o.fl. 1965). Þessi setlög hljóta því að teygja sig í suðvestur út undir Surtsey. Töluvert hefur og fundist af sethnyðlingum með skeldýraleifum í Heimaey, einkum neðarlega í Sæfjalli, en hnyðlingar komu einnig upp í gosinu 1973 og hafa fundist í Eldfelli (Leifur A. Símonarson 1982). Þá hafa fundist sethnyðlingar með lífveruleifum í móbergi í Skammadalskömbum í Mýrdal, Höfðabrekkuheiði og Pétursey, þannig að setlögin virðast teygja sig inn undir suðurströnd landsins (Jóhannes Áskelsson 1960, Einar H. Einarsson 1962, 1968). Í 551 m djúpri borholu í Vík í Mýrdal fundust um það bil 300 m þykk setlög og jarðsveiflumælingar benda eindregið til þess að önnur jafnvel ennþá þykkari setlagasyrpa sé á þessu svæði og virðist hún ná austur undir Síðu og niður á meira en 2000 m dýpi (Ólafur Flóvenz 1981). Því virðist nokkuð ljóst að þarna hefur myndast stór og djúp setlagadæld í suðurendanum á eystra gosbeltinu (EVZ).

Setlagadældin virðist hafa myndast í lok tertíertímabils um það leyti sem krókskeljalögin (*Serripes Zone*) á Tjörnesi voru að hlaðast upp fyrir um 3,6 milljónum ára. Sethnyðlingarnir í Skammadalskömbum, Höfðabrekkuheiði og Pétursey sýnast elstir og mun eldri en þeir sem fundist hafa úti í eyjum. Lögin í setlagadældinni virðast því yngjast í suður og að sjálfsögðu

eru efstu lögin til muna yngri en þau neðstu. Líklega er sjávarset ennþá að hlaðast upp í suðurhluta setlagadældarinnar. Setburður út í dældina hefur átt sér stað meðfram suðurströnd landsins líklega að mestu leyti úr austri, en einnig hefur borist í hana set frá landi úr norðurátt.

Í Skammadalskömbum hafa fundist bæði leifar sjávardýra og plöntuleifar og hluti hnyðlinganna er auðsjáanlega kominn úr setlögum sem mynduðust á litlu dýpi, líklega upp við strönd. Setið með plöntuleifunum er frekar grófkornótt og með setform sem benda eindregið til þess að um strandmyndun sé að ræða. Hnyðlingarnir virðast hafa komið upp í a.m.k. fjór-um hrinum og hafa fundist í þeim níu sniglategundir, 15 tegundir samlokna, tvær armfæltu- tegundir og jafnmargar tegundir orma, ásamt plöntuleifum. Nokkrar af þessum tegundum eru útdauðar eins og *Turritella tricarinata*, *Adeorbis pulchralis*, *Actaeon noae*, *Pygocardia rustica*, *Macoma obliqua* og *Cyrtodaria angusta*, en sumar hinna núlifandi eru ekki lengur hér við land og má þar nefna *Venus gallina*, *Scrobicularia plana* og *Abra alba*.

Í Heimaey hafa fundist þrjár götungategundir, tvær tegundir snigla, 15 samlokutegundir, ein hrúðurkarlategund og eitt ígulker. Útdauðar tegundir hafa ekki fundist í hnyðlingunum í Heimaey, en linsuskel (*Yoldiella lenticula*) hefur fundist í einum hnyðlingi, en hún er þekkt úr Breiðuvíkurlögum á Tjörnesi og lifir í dag í frekar svölum sjó og gæti því verið komin úr setlögum sem mynduðust á einhverju jökulskeiði ísaldar eða í lok jökulskeiðs. Þá hefur og fundist þar hjartaskel (*Cerastoderma edule*), en nokkur eintök af henni eru þekkt úr gömlum hnyðlingum í Skammadalskömbum. Hún er hins vegar óþekkt í íslenskum ísaldarlögum og virðist fyrst hafa komið hingað aftur rétt eftir seinni heimsstyrjöld, þegar hún fannst lifandi við Gufunes árið 1948. Tegundin er stranddýr, sem lifir á mjög litlu dýpi, og eftir að hún yfirgaf landið í lok tertíertímabils komst hún ekki hingað aftur fyrr en af mannavöldum fyrir um það bil 60 árum síðan. Íslandsálar voru orðnir of djúpir fyrir hana og líklega hefur hún að lokum tekið sér far með skipum frá Bretlandseyjum. Þessar tvær tegundir, linsuskel og hjartaskel, benda eindregið til þess að hnyðlingarnir sem þær fundust í séu komnir af töluverðu dýpi.

Í Surtsey hafa hins vegar fundist 29 götungategundir, sex tegundir snigla, ein sætannar- tegund, 13 samlokutegundir, tvær tegundir hrúðurkarla, þrjár moasadýrategundir og einn pípuormur. Í hnyðlingunum úr Surtsey hafa eingöngu fundist tegundir sem nú lifa hér við land á um það bil 100 m dýpi og aldursákvarðanir á kúskeljum (*Arctica islandica*) úr nokkrum hnyðlingum benda til þess að aldur þeirra sé 11.000-6.000 ár og þeir því flestir frá nútíma (Alexandersson 1972). Hins vegar má það vera ljóst að hnyðlingarnir geta verið misgamlir, en flestir hnyðlingarnir í Surtsey og Heimaey hafa líklega losnað úr ungu seti ofarlega í gosrás- inni.

Heimildir:

- Alexandersson T. 1972. The sedimentary xenoliths from Surtsey: Turbidites indicating shelf growth. *Surtsey Research Progress Report* 6, 101-116.
- Einar H. Einarsson 1962. Fornskeljar í móbergi í Höfðabrekkuheiði. *Náttúrufræðingurinn* 23, 35-45.
- Einar H. Einarsson 1968. Steingervingar í Skammadalaskömbum. *Náttúrufræðingurinn* 37, 93-104.
- Guðmundur Pálmason, Jens Tómasson, Jón Jónsson og Ísleifur Jónsson 1965. Djúpborun í Vestmannaeyjum. *Raforkumálastjóri, Jarðhitadeild og Jarðboranir ríkisins*, 1-43.
- Jóhannes Áskelsson 1960. Fossiliferous xenoliths in the Móberg Formation of South Iceland. *Acta Naturalia Islandica* 2 (3), 1-30.
- Leifur A. Símonarson 1974. Fossils from Surtsey – A preliminary report. *Surtsey Research Progress Report* 7, 80-82.
- Leifur A. Símonarson 1982. Fossils from Heimaey, Iceland. *Surtsey Research Progress Report* 9, 152-154.
- Ólafur G. Flóvenz 1981. Setlög undir suðurströnd Íslands. *Náttúrufræðingurinn* 51, 169-177.

Jarðhiti á Vestfjörðum – Dreifing og uppruni

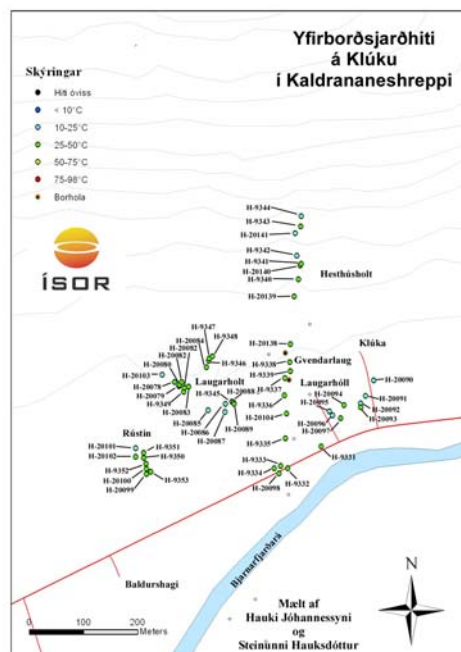
Haukur Jóhannesson

Íslenskar orkurannsóknir, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Vestfirðir hafa í opinberum skjölum verið flokkaðir með köldum svæðum á Íslandi. Þegar betur er að gáð kemur sú flokkun nokkuð á óvart því óvída er yfirborðsjarðhiti eins algengur og þar.

Jarðhiti

Jarðhiti er víða á Vestfjörðum. Öflugustu jarðhitasvæðin eru í Strandasýslu norðan Steingrímsfjarðar, við innanvert Ísafjarðardjúp, við sunnanverðan Arnarfjörð og í Tálknafirði, í Vatnsfirði og við Hagavaðal, í Breiðarfjarðareyjum og síðast en ekki síst á Reykhólum og þar í grennd. Síðustu þrjú árin hafa Orkustofnun og Íslenskar orkurannsóknir staðið að nákvæmri kortlagningu á jarðhitastöðum á þessu svæði (mynd 1) og er það verk hálfnað eða þar um bil. Verkið fer þannig fram að kannaðar eru allar eldri heimildir, haft samband við „heimamenn“ og síðan er farið á alla staði. Þeir eru staðsettir með GPS-tæki, hitastig mælt, rennsli metið, leitað að veilum í berggrunni sem tengja má uppstreymið við, staðnum lýst og teknar litljósmyndir. Í ljós hefur komið að jarðhiti er mun víðar er talið var. Hiti er oft ekki ýkja hár en vatnsrennsli yfirleitt mikið.



Mynd 1. Dreifing yfirborðshita á Klúku í Bjarnarfirði

Flokkun jarðhitastaða

Hægt er að beita tvenns konar flokkun á jarðhitann. Annars vegar einfaldri hitastigsflokkun og hins vegar útlitsflokkun. Hitastigsflokkunin er eftirfarandi:

< 10°C	velgja
10-25°C	volgra
25-50°C	laug
50-75°C	laug
75-98°C	laug
> 98°C	hver

Útlitsflokkunin byggir á því í hvaða umhverfi heita vatnið kemur upp og í ljós hefir komið að eftirfarandi flokkun hefir reynst ná yfir flest einkenni jarðhitans á Vestfjörðum:

Leirflög og leirpyttir
Tærir pyttir í mýrum
Varmadý
Laugar í jarðvegi
Laugar í klöpp/urð/mel
Sjávarlaugar
Soðpönnur/soðstampar
Goshverir

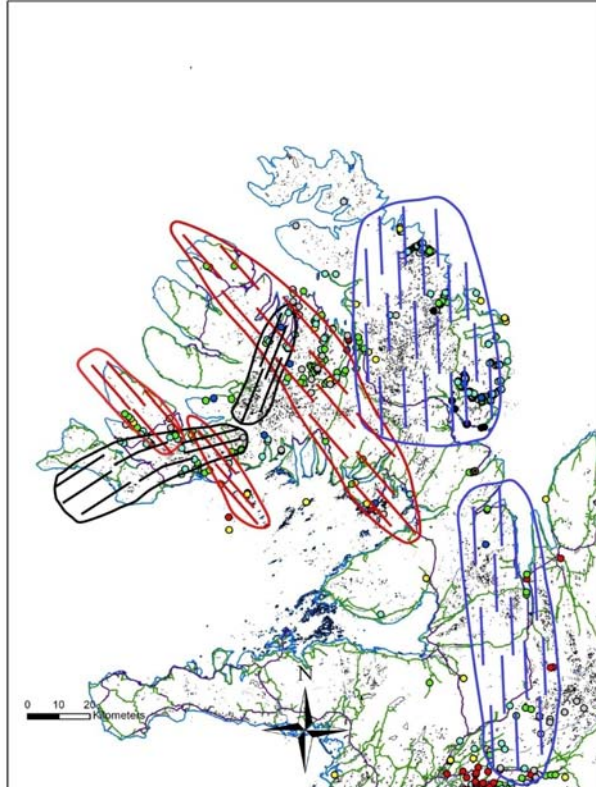
Tengsl jarðhita og berggrunns

Jarðhitinn á Vestfjörðum er nær alls staðar, þar sem séð verður, tengdur sprungum, oftast opnum. Þær má rekja saman við misfellur í berggrunni, misgengi eða ganga. Ljóst má vera að tiltölulega ung sprungukerfi stjórna dreifingu jarðhitans. Á nokkrum stöðum sjást stallar í landslagi sem útilokað er að hafi staðið af sér mörg jökulskeið og verður að túlka þá sem nýlegar misgengjahreyfingar. Þegar litið er til dreifingar jarðhitans og stefnu sprungna og misgengja koma í ljós nokkur tiltölulega ung sprungukerfi. Misgengi og gangar sem voru virk á myndunartíma jarðlagastaflans stefna í stórum dráttum NA-SV á sunnanverðum kjálkanum allt norður að Ísafjarðardjúpi. Þar fyrir norðan og inn alla Strandasýslu og austanverða Dala-sýslu er N-S stefna ríkjandi.

Á mynd 2 eru sýnd þau sprungukerfi sem höfundur álitur að séu ung og sjást þau mjög vel í landslagi og oft má rekja misgengisstalla ofan af fjallatoppum og niður í dalabotna. Dreifing yfirborðsjarðhita virðist falla mjög vel að þessum kerfum. Austan til á Vestfjarðakjálkanum virðast vera tvö N-S brotakerfi sem ekki virðast ná saman. Annars vegar er mjög öflugt kerfi norðan Steingrímsfjarðar sem nær vestur að Ísafjarðardjúpi. Syðra kerfið er mest áberandi á heiðunum milli Dala- og Strandasýslna og nær suður í Borgarfjörð. Á vestanverðu svæðinu eru tvö til þrjú kerfi sem stefna NV-SA. Stærst þeirra er kerfi sem virðist stefna frá Reykhólum og út vestan við Djúp. Tvö smærri NV-SA-kerfi eru í Tálknafirði og yfir á Barðaströnd við Vatnsfjörð. Þekktir jarðskjálftar á Vestfjörðum tengjast þessum kerfum.

Jarðhiti og efnafræði

Þegar litið er á $^3\text{He}/^4\text{He}$ samsætuhlutfjöll í heitu vatni kemur í ljós að víða á Vestfjörðum er þetta hlutfall óvenjulega hátt. ^3He -samsætan er talin eiga uppruna sinn í möttli jarðar og bendir þetta háa hlutfall til afgösunar á kviku „tíltölulega“ grunnt undir þessu svæði. Einnig kemur í ljós að langhæstur kísilhiti er einmitt á svipuðum slóðum og þetta háa samsætuhlutfall helíums. Allir þessir staðir falla innan ungu sprungukerfanna.



Mynd 3. Ung sprungukerfi á Vestfjörðum.

Niðurlag

Dreifing jarðhita, ung sprungukerfi og sérkennileg efnafræði jarðhitavatns rennir stoðum undir það að jarðhitinn á Vestfjörðum orsakist af tíltölulega ungum sprungum sem vatn kemst niður í og hitnar upp. Þrátt fyrir að Vestfirðir virðist kaldir samkvæmt hitastigulskorti af Íslandi þá er jarðhiti þar útbreiddur.

Manngerðir hellar og hellisgerðarberg

Árni Hjartarson

Íslenskar orkurannsóknir, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Á Suðurlandi allt frá Ölfusi og austur í Mýrdal eru manngerðir hellar víða á bæjum. Vitað er um á annað hundrað hella á þessum slóðum og eru sumir þeirra ævagamlir. Í öðrum landshlutum eru slíkir hellar nánast óþekktir. Algengasta hellisgerðarbergið er sandsteinn, nánar til tekið ungur foksandsteinn. Hann hefur í flestum tilvikum orðið til í ísaldarlök eða snemma á nútíma við sandfok á víðáttumiklum jökulársöndum. Þá hafa víða myndast foksandsöldur. Sum staðar má sjá að sandurinn hefur fokið í sköflum yfir gróið land því jarðvegslög hafa fundist undir sandsteinshólunum. Ennfremur sjást allvíða för eftir tré, trjáboli og greinar í sandsteininum og er því líkast sem sandurinn hafi þá kaffært skóglendi. Trén eru jafnan horfin en einungis holrúm er eftir. Mestu jökulársandar landsins í ísaldarlök voru á Suðurlandi og þar ber líka mest á þessum landslagsformum. Í eldgosabeltum landsins og í nágrenni þeirra er jafnan mikil eldfjallaaska, jafnt í jarðvegi sem í öðrum lausum jarðlögum. Í jökulsársöndum Suðurlands er því allhátt hlutfall eldfjallaösku. Eldfjallaaskan er óstöðugt efnasamband og leitast við að umkristallast og bindast öðrum jarðefnum. Við þessa umkristöllun rennur laus sandurinn saman í berg. Á þeim 10 til 15 þúsund árum sem liðin eru frá því að sandsteinninn byrjaði að myndast hefur hann ekki náð að harðna verulega. Hann er mjög einsleitur að innri gerð og lítið sem ekkert af steinum eða hnúllungum í honum. Auðvelt er því að vinna á honum með öxum, hökum, meitlum og öðrum graftólum og búa til skúta eða helli. Sandsteinninn er hið ákjósanlegasta hellisgerðarberg. Hann hefur einnig þann ótvíræða kost að hann er mjög vatnspéttur. Leki í sandsteinshellunum er því nær óþekktur nema um sprungur. Þannig eru þeir undir öllum kringumstæðum vistlegri íverustaðir en náttúrugerðir hraunhellar sem jafnan eru lekir og rakir.

Sandur og mól sem vatn hefur sett af sér á gömlum áreyrum getur einnig runnið saman og myndað sandstein eða völuþberg sem hellar hafa verið holaðir í. Ef hlutfall malarinnar er hóflegt er hellisgerð ekki erfið í slík jarðlög en hellarnir eru oft rakari en hellar í foksandsteini. Allmargir hellar hafa verið holaðir í gosmóberg. Móbergið er yfirleitt harðara en sandsteinn og auk þess er meira af steinum í því, jafnvel bergæðum og eitlum. Hellagerð er því erfiðari í móbergi en sandsteini. Víða er þó gott hellisgerðarmóberg og raunar furða að það skuli ekki hafa verið notað meira til hellisgerðar en raun ber vitni um. Hellisgerð í annars konar bergi en hér hefur verið nefnt var sjaldgæf.

Sandsteinshólar Suðurlands eru sérkennilegar jarðmyndanir og lítt rannsakaðar. Þeir finnast á svæðinu frá Hvítá-Ölfusá og að Reynisfjalli. Allir eru þeir á láglendi, sandsteinshólar eru ekki þekktir á hálendinu. Uppruni og aldur þeirra er vafalítið breytilegur milli svæða. Allt eru þetta foksandsmyndanir sem hafa orðið til á fyrstu árþúsundunum eftir að jökla leysti af láglendinu. Sandsteinshólarnir í Árnes- og Rangárvallasýslum virðast þó allir af svipuðum aldri. Þeir eru augljóslega til orðnir eftir að ísöld lauk og sumir þeirra a.m.k. eftir að land fór að gróa upp og skógur að vaxa. Þetta sýnir að það hefur einungis tekið sandinn nokkur þúsund ár að breytast úr rokgjöfni lausu efni í fast hálfharðnað berg. Við rannsóknir og jarðfræðikort-

lagningu samhliða borunum við neðri hluta Þjósár á árunum 2001 – 2002 vakti það athygli að víða var farið í gegn um þykk lög af einsleitum dökkum sandi næst undir Þjósárhrauni. Skoðun hefur leitt í ljós að um eldfjallaösku er að ræða sem borist hefur með vatnsflóði á svæðið. Af þykkt og útbreiðslu laganna má ráða að hér hafi verið um mikið hlaup að ræða sem komið hefur niður farvegi Þjósár og Rangár og breitt úr sér á víðlendum áraurum á jafnlendinu. Hlaupsetið er eldra en Þjósárhraunið mikla, 8700 ára, en yngra en sjávarsetið, sem víða finnst undir hrauninu um Skeið og Gnúpverjahrepp, en yngsti hluti þess er yngri en 11.100 ára. Þar með hefur hlaupið orðið einhvern tíma á árabílinu 8600 – 11.100 BP. Setgerðin bendir til að um hafi verið að ræða jökulhlaup samhliða stórgosi.

Þetta hlaup hefur verið nánast óþekkt hingað til en þótt margt sé á huldu benda líkur til þess að það tengist eldsumbrotum á Grímsvatnasvæðinu, sem þekkt eru af gjóskulagi því sem kennt er við Saksunarvatn í Færeyjum. Gjóskan hefur einnig fundist víða um Ísland og í ís-kjörnum úr Grænlandsjökli. Þar hefur aldur þess verið ákvarðaður en hann er um 10.300 ár. Eftir hlaupið upphófst að því er virðist mikið sandblástursskeið á Miðsuðurlandi. Gróðurlendi og skógar urðu sandfokinu að bráð og vafalítið hefur það tafið mjög fyrir allri gróðurframvindu á undirlendinu. Ummerki um sandfokið sjást við jaðra Þjósárhraunsins svo sem við Skarðsfjall á Landi, Skaftholtsfjall í Gnúpverjahreppi og Skálmholt á Skeiðum, en þar og víðar hafa gríðarmiklir sandskaflar og foksandslög runnið saman í mjúkan gjóskuríkan sandstein. Sandskaflarnir mynda sums staðar langar hólaraðir svo sem um Holt og Ásahrepp í Rangárvallasýslu.

Um 1600 árum eftir þessi umbrot varð annar stóratburður sem hafði mikil áhrif á landslag, landslagsmótun og gróðurframvindu á Suðurlandi. Þá rann Þjósárhraunið mikla, sem er mesta hraun sem upp hefur komið í einu gosi á Íslandi og raunar á jörðinni allri eftir að ísöld lauk. Það kom upp á Veiðivatnasvæðinu og rann niður með Tungná og breiddi úr sér á lág-lendinu milli Þjósár og Hvítár og Ölfusár. Flatarmál þess er hátt í 1000 km². Þegar hraunið rann huldi það sandana, markaði stórflyótunum Þjósá, Hvítá og Ölfusá fasta farvegi, lokaði á meginuppsprettur sandfoksins og batt enda á upplástursskeiðið.

Því hefur verið haldið fram að Ísland sé fátækast allra Evrópulanda af byggingarsögulegum minjum. Telja megi á fingrum annarrar handar torfhús eldri en 150 ára og að hér séu raunar engar byggingar að heitið geti eldri 18. öldinni. Þessi fullyrðing er þó röng. Elstu uppistandandi húsakynni á Íslandi eru manngerðir sandsteins- og móbergshellar. Hellagerð hefur sennilega verið stunduð allt frá landnáms tíð á Íslandi og fram undir miðja 20. öld.

Elsta heimild um manngerða hella á Íslandi er í Jarteinabók Þorláks helga, sem lesin var upp á Alþingi á Þingvöllum sumarið 1199. Þar er sagt frá atburðum sem urðu þegar hellir hrundi saman yfir nautgripi á Odda á Rangárvöllum. Ummerki fornra sandsteinshella sjást enn hjá Odda. Í fornbréfum og máldögum er hella nánast að engu getið. Vitnisburður um tilveru þeirra kemur þó fram í bæjarnöfnum, en á Suðurlandi er allalengst að bæir hafi verið nefndir eftir manngerðum hellum. Dæmi : Vestri- og Eystrihellur (Hellur og Helluhjáleiga) og Kolsholtshellir í Flóa, Miklaholtshellir í Hraungerðishreppi, Hellatún í Ásahreppi, Vetleifsholtshellir, Árbæjarhellir og Hrólfsstaðahellir í Holtum, Hellar á Landi, Hellishólar í Fljótshlíð, Hellnahóll undir Eyjafjöllum og Hellur í Mýrdal. Það er vonum sjaldnar að þessara bæja sé

getið í fornum skjölum. Bærinn Hellar í Flóa kemur þó fyrir í máldögum, fyrst árið 1331. Þetta er sami bær og nú er nefndur Eystrihellur. Hellar á Landi eru nefndir í máldaga frá 1332. Þessir bæir bera vitni um forna hellagerðarmenningu bæði í Flóa og Landssveit. Óvíst er að hellarnir sem þar eru nú séu þeir sömu og þeir voru upphaflega kenndir við. Erfitt er að nota gjóskulög til að aldursgreina hella þar sem þeir eru grafnir í berg og jarðveginum sem yfir þeim liggur hefur lítið eða ekkert verið rótað. Þar sem útgröftur úr helli finnst í jarðvegi mætti þó hugsa sér að gjóskulagatímatalið kæmi að notum. Þetta hefur lítið verið reynt. Gjóskulagaathuganir hafa þó gefið vísbendingu um að Kolsholtshellir og Traðarholtshellir í Flóa séu frá miðöldum.

Hellisgerð krefst tæknilegrar og náttúrufræðilegrar þekkingar á viðfangsefninu, sem sagt kunnáttu í mannvirkjarðfræði. Byggingarlag hellanna er fjölbreytilegt. Sumir eru einfaldir og stílhreinir, aðrir eru flóknari að gerð og bera vott um þróaða hellagerðarlist, enn aðrir eru ekkert nema óreiðan, þeim hefur verið breytt frá einni kynslóð til annarrar og lagaðir að mismunandi þörfum og tísku þannig að úr verður ólöglegt gímald.

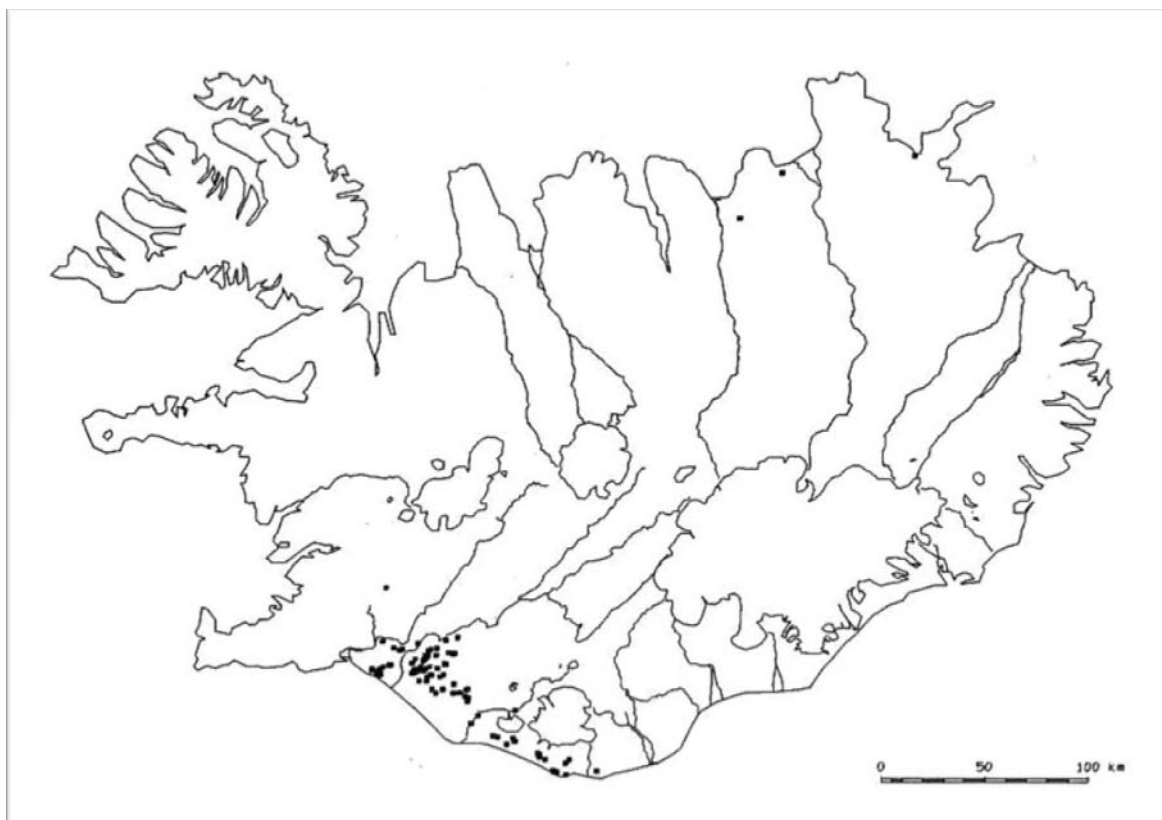
Einfaldasta og frumstæðasta gerðin er hellir sem höggvin er beint inn í bergið og er jafn víður og hár frá munna og innúr. Einfaldleikinn er svo fullkomnaður með hleðslu eða þili þvert fyrir munnann og hurð á. Þessir hellar eru sjaldgæfir. Algengara er að hellarnir víkki og hækki inn frá munnanum. Einstaka hellar greinast og hafa afhella. Víða eru hellar sambyggðir, hafa verið höggðir í bergið hlið við hlið og síðan tengdir með göngum. Í einstaka tilfelli eru hellar á tveimur hæðum. Á nokkrum stöðum hafa manngerðir hellar verið hluti af bæjarhúsum og innangengt í þá úr bænum.

Hellarnir endast misvel og liggja til þess ýmsar ástæður. Styrkleiki bergsins hefur mikið að segja, einnig lag hellisins og þykkt þaks og veggja. Frágangur við dyr og strompa getur einnig skipt sköpum um ævilengdina. Sums staðar hafa hellar verið grafnir í of mjúkan sandstein sem tollir illa uppi. Annars staðar hafa menn ekki gætt að burðargetu bergsins, haft þak of þunnt eða hvelvingu of víða. Þar sem hellar standa opnir fyrir veðri og vindum, veldur frostveðrun skemmdum og margir hellar hafa hrunið af þeim sökum. En vel gerðir hellar í góðu bergi og með réttum frágangi geta staðið um aldir. Manngerðu hellarnir eru flestir á mesta jarðskjálftasvæði Íslands og ýmsir þeirra hafa staðið af sér marga Suðurlandsskjálfta. Þeir þóttu m.a. standa öðrum húsakosti betur í skjálftunum 1896.

Manngerðir hellar eru ekki stórir miðað við hina miklu hraunhella landsins en þegar þeir eru bornir saman við húsakynni þau sem Íslendingar reistu sér fyrr á öldum eru sumir þeirra glettilega stórir. Miðlungshellir er 10x4 m² og vel mannhæðar hár fyrir miðju. Hellar yfir 20 m langir eru tiltölulega fáir. Hellirinn að Hellum á Landi ber af öllum öðrum að stærð. Hann er 50 m langur, víður bæði og hár og nálægt 200 m² að innanmáli. Til samanburðar við aðrar gamlar byggingar, sem enn standa, má geta þess að Viðeyjarstofa, sem byrjað var að reisa 1753, er 228 m² að innanmáli. Hóladómkirkja, sem byrjað var að reisa 1757, er 145 m² að innanmáli. Hellnahellir er því sambærilegur að stærð við þessi merkustu hús íslenskrar byggingarsögu en miklu eldri. Hinir föllnu hellar í Odda voru um 300 m².

Hellarnir voru jafnan taldir til hlunninda, enda traustari og viðhaldsbetri hús en þau sem hlaðin voru úr torfi og grjóti. Sumstaðar gegna þeir sínu gamla hlutverki enn í dag sem hlöður eða geymslur, en víðast hafa þeir lotið í lægra haldi fyrir járnbentri steinsteypu nútímans. Þegar hætt er að nota þá hnignar þeim ört. Nú er svo komið að síðustu forvöð eru að rannsaka marga þessara hella. Oftar en ekki er aldur þeirra gleymdur og nafn byggingameistarans týnt, aðeins er vitað, að hellarnir hafa gegnt hlutverki sínu um mannsaldra. Skoðanir hafa verið skiptar um hvort þeir séu allir manngerðir eða hvort sumir þeirra séu náttúrulegir að miklu eða öllu leyti. Umdeildar kenningar hafa verið settar fram um tengsl þeirra við dvöl papa á landinu fyrir landnám norrænna manna. Blæja dulúðar hvílir því yfir hellunum. Í mörgum þeirra eru gamlar veggjaristur, fangamörk, ártöl, krossmörk, búmerki og jafnvel rúnir.

Þótt undarlegt megí virðast hafa menn ekki verið á eitt sáttir um hvort hellarnir geti talist til húsa. Samt eru þeir hluti af fornum húsakosti á fjölmörgum bæjum og þar hafa menn hýst búsmala sinn um aldir. Framan við þá hafa verið hlaðnir forskálar og í þeim eru margskonar innréttingar. Manngerða hella með hleðslum sínum og innanbúnaði verður hiklaust að telja til húsa og þeir eru meðal merkustu byggingarsögulegu minja Þjóðarinnar. Samt er það svo að í skilningi minjavörslunnar eru hellarnir ekki taldir til húsa, í húsasafn Þjóðminjasafnsins vantar helli og húsafriðunarnefnd telur þessi elstu uppistandandi húsakynni landsmanna sér fullkomlega óviðkomandi. Í ritum um íslenska byggingarsögu og húsagerðarlist, jafnvel í virtustu ritum þessa efnis, er ekki eytt einu orði á manngerða hella. Samt eru þetta sérstæðustu og um margt merkustu hús Íslendinga. Hellisgerðin er grein af séríslenskri byggingarlist sem tók að þróast strax á fyrstu öldum byggðar í landinu. Elstu hellisminjar sem vitað er um eru ekki yngri en frá 12. öld og á nokkrum stöðum til viðbótar er vitað um hella sem eru meira en 500 ára gamlir – einu uppistandandi miðaldamannvirki Íslendinga fyrir utan hálsokkna túngarða. Sem byggingarsögulegar minjar eru þeir engu síðri en íslenski torfbærinn. Helsti munurinn er sá að hellirinn er tiltölulega varanlegt mannvirki en torfbærinn er skelfilega forgengilegur. En þrátt fyrir varanleika sinn fer hellunum sem öðum mannvirkjum, ef ekki er um þá hirt verða þeir eyðileggingu að bráð. Og þannig er málum einmitt varið í dag. Elstu byggingar landsins líða flestar fyrir hirðuleysi og týna tölunni ein af annarri, nánast með hverju ári. Brýn þörf er á átaki til að snúa þessari óheillaþróun við.



Manngerðir hellar eru með örfáum undantekningum bundnir við Suðurland.

Flokkun háhitasvæða á Íslandi: Jarðfræði, landmótun og yfirborðsummerki jarðhita

Kristján Jónasson og Sigmundur Einarsson

Náttúrufræðistofnun Ísland, Hlemmi 3, Reykjavík

Í tengslum við 2. áfanga Rammaáætlunar um nýtingu vatnsafls og jarðvarma (nú Rammaáætlun um vernd og nýtingu náttúrusvæða með áherslu á vatnsafl og jarðhitasvæði) var Náttúrufræðistofnun Íslands falið að afla nauðsynlegra gagna til að flokka háhitasvæði eftir náttúrufari og verndargildi. Hér verður fjallað um flokkun háhitasvæða á Íslandi eftir jarðfræði og landmótun annars vegar og eftir yfirborðsummerkjum jarðhita hins vegar. Ekki verður fjallað um verndargildi svæðanna.

Háhitasvæði og mat á algengi fyrirbæra

Til þess að unnt sé að meta verndargildi háhitasvæða landsins er nauðsynlegt að fyrir liggi samanburðarhæf gögn um svæðin svo hægt sé að meta fágæti þeirra og fjölbreytni. Nauðsynlegt er að gögnum sé safnað kerfisbundið á sama hátt og sömu þættir kannaðir þannig að hægt sé að bera saman einstök svæði.

Ljóst var að ekki gæfist tími til þess að telja einstaka þætti yfirborðsummerkja jarðhita eða meta flatarmál þeirra á öllum háhitasvæðum landsins. Þess vegna var farin sú leið að leggja gróft mat á algengi þeirra á hverju svæði. Gefin er einkunnin 1 ef fyrirbærið er til staðar á svæðinu. Ef fyrirbærið er algengt á svæðinu er gefin einkunnin 3 og ef það er ríkjandi eða mjög algengt fær það einkunnina 5.

Þar sem háhitasvæðin eru mjög misstór og misöflug, var þeim skipt upp í rannsóknarreiti af sambærilegri stærð, 2 km² að jafnaði, ekki lengri en 5 km og ekki stærri en 4 km². Við afmörkun reita var reynt að láta þá endurspegla náttúrulegar landslagsheildir eftir því sem kostur var, en það reyndist þó ekki alltaf mögulegt. Fjöldi reita á háhitasvæðum er frá einum á minni svæðum upp í 14 á Hengilssvæði og 21 á Torfajökulssvæði. Alls voru skilgreindir 69 reitir á 16 háhitasvæðum, eða að meðaltali 4,3 reitir á hverju svæði (Hér eru Námafjall og Gjástykki talin sem hluti Kröflusvæðis). Nánast öll háhitasvæði landsins voru skoðuð. Undantekningar eru Grímsvötn og Katla, sem eru að mestu undir jökli, og óviss svæði, svo sem Prestahnúkur og Hróthálsar.

Nauðsynlegt var að heimsækja alla rannsóknarreiti og meta þá á sama hátt. Teknar voru ljósmyndir af öllum svæðum bæði yfirlitsmyndir og nærmyndir af yfirborðsummerkjum jarðhita. Settur var upp gagnagrunnur með lýsingum á staðháttum, landslagi, aðgengi, berggrunni, jarðgrunni, höggun, vatnafari, yfirborðsummerkjum jarðhita, jarðminjum tengdum jarðhita og raski ásamt mati á algengi skilgreindra fyrirbæra. Mikilvægt er að hafa í huga að gagnasafnið endurspeglar ástand svæðanna á þeim tíma sem þau voru skoðuð, þ.e. sumrin 2007 og 2008, en sum fyrirbæranna eru í eðli sínu síbreytileg.

Skilgreind fyrirbæri

Algengi eftirtalinna flokka skilgreindra fyrirbæra var metið:

- Landmótun: Halli, rof og vatnafar.
- Jarðfræði: Berggrunnur, jarðgrunnur og höggun.
- Yfirborðsummerki jarðhita: Djúpvatn ríkjandi, gufa ríkjandi, útfellingar, ummyndun, afrennsli, jarðminjar tengdar jarðhita og sýnileg tengsl jarðhita og jarðminja.

Fjölbreytugreining

Til þess að flokka rannsóknarreitina var fjölbreytugreiningum beitt á gagnasafnið. Nokkrar mismunandi aðferðir voru prófaðar, svo sem „cluster“-greining og PCA-greining. Greinilegt var að ákveðnir reitir lentu ávallt saman, hvaða aðferð sem notuð var, en tengsl flokkanna hvers við annan og nákvæm skipting milli þeirra var nokkuð misjöfn. Sú aðferð sem gaf besta raun var TWINSpan-greining. Þessi aðferð endurraðar bæði dálkum (sýnum) og línum (breytum) í gagnasafni þannig að líkustu dálkarnir verða hlið við hlið og líkustu línurnar hlið við hlið. Síðan er safninu skipt í tvennt eftir breytileika og greint hvaða breytur lýsa best þeirri skiptingu. Þessum flokkum er síðan aftur skipt í tvennt og svo koll af kolli. Helsti kostur þessarar aðferðar er að niðurstöðurnar gefa til kynna hvaða breytur ráða mestu um skiptingu í flokka, sem og hversu vel skilgreindar skiptingarnar eru. Prófað var að flokka reitina með því að nota upplýsingar um jarðfræði og landmótun eingöngu, um yfirborðsummerki jarðhita eingöngu og um jarðfræði, landmótun og yfirborðsummerki saman. Nothæfar niðurstöður fengust úr tveimur fyrri tilraununum, en flokkun reita eftir jarðfræði, landmótun og yfirborðsummerkjum jarðhita saman gaf ruglingslegar niðurstöður. Niðurstöður flokkunar jarðhitareita með TWINSpan-greiningu fara hér á eftir.

Lýsing flokka

Jarðfræði og landmótun

Áreyrar. Reitir í þessum flokki einkennast af því að áreyrar eru ríkjandi jarðgrunnur. Þar af leiðir að flatlendi er algengt í þessum reitum. Í mörgum tilfellum kemur jarðhitinn fram við jaðar áreyranna, undan hraunum eða skriðum. Þessum flokki tilheyra reitir í Jökulgili, Vondugiljum og við Strútslaug á Torfajökulssvæði, Köldukvíslarbotnar og norðausturhluti Vonarskarðs.

Líparíthraun. Reitir í þessum flokki einkennast af því að líparíthraun eru algeng innan eða við reitina. Eldra líparít er einnig til staðar í öllum tilvikum og stundum sem ríkjandi berggrunnur. Land er almennt ekki jafn bratt og gilskorið og reitir í líparítflokknum. Þessum flokki tilheyra reitir í Vestur- og Austur-Reykjadölum á Torfajökulssvæði.

Líparít. Reitir í þessum flokki einkennast af því að líparít er ríkjandi berggrunnur. Flestir reitirnir eru mjög gilskornir. Þessum flokki tilheyra reitir í Jökultungum, Kaldaklofi og við Brennisteinsöldu á Torfajökulssvæði, Efri-Hveradalir í Kerlingarfjöllum og Geysissvæðið.

Móberg og líparít. Reitir í þessum flokki einkennast af því að móberg er algengt og oftast ríkjandi berggrunnur, en líparít er einnig til staðar eða algengt. Þessi flokkur er millistig milli líparít- og móbergsflokkanna. Þessum flokki tilheyra reitir í Kerlingarfjöllum og Vonarskarði.

Móberg. Reitir í þessum flokki einkennast af því að móberg er algengur og oftast ríkjandi berggrunnur. Nokkrir flokkar móbergsgreita voru sameinaðir í þessum flokki, svo sem ávalt móberg, bratt móberg, gilskorið móberg og flatlendi með grágrýti. Þessum flokki tilheyra reitir á Krýsuvíkursvæði, Hengilssvæði, Hveravöllum, í Kverkfjöllum, Öskju, Kröflu og á Þeistareykjum.

Sprungur og hraun. Reitir í þessum flokki einkennast af því að gossprungur, sprungur og misgengi eru algeng eða mjög algeng. Þá eru hraun (gömul, ung eða söguleg) algeng í öllum reitum. Engar ár eru í reitum í þessum flokki og lækir eru sjaldgæfir. Þessum flokki tilheyra reitir á Reykjanesi, í Svartsengi, við Sandfell á Krýsuvíkursvæði, í Brennisteinsfjöllum, í sprungureininni á Hengilssvæði, í Öskju, við Fremrináma, í Kröflu og á Þeistareykjum.

Yfirborðsummerki jarðhita (gerðir hvera, útfellingar, ummyndun og afrennsli)

Kísilhverasvæði. Reitir í þessum flokki einkennast af því að kísilhverir eru algengir. Hróðurbreiður og goshverir setja svip sinn á þessi svæði. Þessum flokki tilheyra reitir í Hveragerði, við Geysi og á Hveravöllum.

Lítt ummynduð hverasvæði. Reitir í þessum flokki einkennast af lítilli ummyndun og skorti á leirhverum og leirugum vatnshverum. Heit jörð með gufuaugum og hverasöltum er yfirleitt til staðar sem og brennisteinn. Brennisteinspúfur eru algengar á sumum þeirra. Þessum flokki tilheyra reitir við Svartsengi, við Sandfell á Krýsuvíkursvæði, í Brennisteinsfjöllum, Öskju, við Fremrináma og í Gjástykki við Kröflu.

Leir og brennisteinssvæði. Reitir í þessum flokki einkennast af því að brennisteinspúfur og ummyndunarbreiður eru algengar. Leirhverir og leirugir vatnshverir eru ávallt til staðar og oft algengir eða ríkjandi. Þessum flokki tilheyra reitir á Reykjanesi, á Krýsuvíkursvæði, á vestur- og norðurhluta Hengilssvæðis, í Kerlingarfjöllum, Köldukvíslarbotnum, Öskju, Kröflu og á Þeistareykjum.

Soðpönnusvæði. Reitir í þessum flokki einkennast af því að soðpönnur eru algengar og einnig hvítur leir. Ölkeldur eru oft til staðar og í sumum tilvikum kolsýruhverir og -laugar. Hveraörverur eru áberandi í afrennsli. Þessum flokki tilheyra flestir reitir á Torfajökulssvæði og Hveradalur í Kverkfjöllum.

Kolsýruhverasvæði. Reitir í þessum flokki einkennast af því að kolsýruhverir og -laugar eru algengar sem og kalkútfellingar og leirhverir. Ölkeldur eru til staðar og hveraörverur eru áberandi í afrennsli. Þessum flokki tilheyra reitir austan Hengils á Hengilssvæði og í Vonarskarði.

Afrennslissvæði. Reitir í þessum flokki einkennast af því að heit jörð með gufuaugum og hverasöltum er ekki til staðar. Hins vegar eru kolsýruhverir og -laugar eða djúpvatnsblandaðar laugar, hveraörverur og varmár til staðar. Þessum flokki tilheyra reitir við Landmannalaugar og Strútslaug á Torfajökulssvæði, við Rauða í Vonarskarði og Hveragil í Kverkfjöllum.

Samantekt

Háhitasvæðum landsins var skipt í 69 rannsóknarreiti af sambærilegri stærð. Algengi skilgreindra fyrirbæra var metinn í hverjum reit. Beitt var TWINSPAN fjölbreytugreiningu á hluta gagnasafnsins, annars vegar á þann hluta sem tengist jarðfræði og landmótun, hins vegar á þann hluta sem tengist yfirborðsummerkjum jarðhita. Reitirnir skiptast í 6 flokka eftir jarðfræði og landmótun og í aðra 6 flokka eftir yfirborðsummerkjum jarðhita. Athyglisvert er að rannsóknarreitir á Torfajökulssvæði og í Kverkfjöllum mynda sérstakan jarðhitaflokk; soðpönnusvæði, og að rannsóknarreitir í Vonarskarði og á austurhluta Hengilssvæðis mynda einnig sérstakan flokk; kolsýruhverasvæði.

Móberg og jöklabreytingar: Gögn frá jarðlagasniði á Tjörnesi

Jón Eiríksson

Jarðvísindastofnun Háskólans, Öskju, Sturlugötu 7, IS-101 Reykjavík

Með því að skoða ásýnd jarðlaga er unnt að öðlast skilning á uppruna þeirra og umhverfis-aðstæðum þegar þau mynduðust. Þetta á bæði við um setlög og hvers kyns gosefni. Loftslagsbreytingar eru ofarlega á baugi um þessar mundir, og má segja að kallað sé eftir áreiðanlegum jarðsögulegum gögnum og skilningi á umhverfis-breytingum. Mörg tækifæri blasa við á Íslandi á þessu sviði og verkefni sem líkleg eru til að bæta miklu við loftslagssögu við Norður-Atlantshaf.

Gróðurfarssaga Íslands endurspeglar kólnandi loftslag umliðnar 15 milljónir ára (Grímsson og Símonarson, 2008). Gögn um ástand sjávar alveg við Ísland, svo langt sem þau ná, benda einnig til kólnunar á seinni hluta tertíers (Símonarson og Eiríksson, 2008). Þessar niðurstöður eru að mestu byggðar á steingerðum fornplöntum og forndýrum í setlögum. Upplýsingar um loftslag úr íslenskum jarðlögum eru í góðu samræmi við gögn frá djúphafskjörnum í Norður-Atlantshafi og raunar heimshöfunum, en þar kemur fram langtíma kólnun á tertíer og kvarter samfara auknum sveiflum í vatnsmagni í höfunum (Lisiecki og Raymo, 2005), sem verða sérstaklega áberandi við mörkin á milli tertíers og kvartars fyrir 2,6 milljón árum síðan (Mascarelli, 2009).

Setlagarannsóknir hafa bætt miklu við þekkingu og skilning á umhverfisbreytingum á Íslandi á ísöld (t.d. Eiríksson, 1985; Geirsdóttir, 1991). Minna hefur verið fengist við ásýnd gosefna, jafnvel þótt hún hafi t. d. lengi verið notuð sem vísbending um eldgos undir jökulís (t.d. Kjartansson 1970; Sæmundsson 1968). Móbergsstapar og móbergs-hryggir hafa þannig almennt verið taldir merki um eldgos undir jökli. Hugtakið móberg er þá notað í víðri merkingu og felur í sér samlímða, basíska gjósku, bólstraberg og ýmiss konar brotaberg.

Setlög við Skjálfanda geyma mikilsverðar upplýsingar um jarðsögu Norðurlands og landgrunnins norður af (Eiríksson, 2008). Í jarðlagastaflanum á Tjörnesi eru merki um jöklabreytingar á ísöld, og þar hafa varðveist ummerki um 14 framrásir jökla norður yfir Tjörnes og um íslaust umhverfi þess á milli. Forndýraleifar, sem varðveist hafa í sjávarseti í Furuvík og Breiðuvík benda eindregið til að jökulframrásir á Tjörnesi hafi tengst loftslagssveiflum frá hlýskeyðum til jökulskeyða. Í þessum jarðlagasniðum eru einnig gosefni, bæði hraunlög, gjóskulög og móbergslög í víðum skilningi.

Jarðlög í Breiðuvíkurbánum á Tjörnesi, en hann spannar jarðlög frá ísöld (síðustu 2,6 milljónir ára), hafa verið flokkuð í ásýndir, og lóðréttar ásýndarbreytingar kannaðar með tilliti til þess hvort kylfa ráði kasti, eða hvort liðnir atburðir hafi áhrif á eftirfarandi atburði og myndun þeirra ásýnda, sem okkur birtast í Tjörnessniðinu. Tölfræðilegri Markov greiningu hefur verið beitt til þess að meta, hvort tilvist einhvernar ásýndar sé háð þeim ásýndum sem á

undan fara. Flokkun jarðlaga í ásýndir er nokkrum vandkvæðum bundin, þegar bæði setlög og gosefni skiptast á í staflanum. Gerð er grein fyrir tilraunum til þess að flokka gosefnin eftir umhverfisvísandi einkennum eða ásýnd.

Ísaldarlög á Tjörnesi hafa ríka tilhneigingu til að skipa sér í syrpur, sem birtast í eins konar síbylju, hvort sem gosefni eru tekin með eða ekki. Svipuð tilhneiging hefur verið greind í bor-kjarna frá Flatey á Skjálfanda (Eiríksson o. fl. 1987). Fram kemur einnig að gjóskulög úr sam-límdri basaltgjósku (móberg í þröngum skilningi þess orðs) hafa tilhneigingu til að raðast á hliðstæð bil í jökulskeiðs-hlýskeiðssyrpur. Ásýndagreiningin bendir til þess að samfara hopun jökla og áflæði sjávar hafi aftur og aftur orðið sprengigos í grennd við Tjörnes. Hugsanlegt er að þessi ójafna dreifing gjóskulaga í syrpunum endurspegli aukna tíðni eldgosa vegna þynn-ingar jökla (sjá t. d. Larsen og Eiríksson 2008 og heimildir þar tilgreindar).

Heimildir

- Eiríksson, J. 2008: Glaciation events in the Pliocene – Pleistocene volcanic succession of Iceland. *Jökull* 58, 315-329.
- Eiríksson, J. 1985. Facies Analysis of the Breidavík Group sediments on Tjörnes. *Acta Naturalia Islandica* 31, 1-56.
- Eiríksson, J., A. I. Guðmundsson & L. A. Símonarson 1987: Setmyndun í Tjörnesbrotabeltinu í ljósi kjarnaborunar í Flatey á Skjálfanda. Raunvísindastofnun Háskólans. Skýrsla RH-07-87. 85 bls.
- Eiríksson, J., Knudsen, K. L. & Vilhjálmsson, M. 1992: An Early Pleistocene Glacial-Interglacial Cycle in the Breidavik Group on Tjörnes, Iceland: Sedimentary Facies, Foraminifera, and Molluscs. *Quaternary Science Reviews* 11, 733-757.
- Geirsdóttir 1991. Diamictites of late Pliocene age in western Iceland. *Jökull* 40, 3-25.
- Grímsson, F. & Símonarson, L. A. 2008: Upper Tertiary non-marine environments and climatic changes in Iceland. *Jökull* 58, 303-314.
- Kjartansson, G. 1970. Úr sögu berggrunns og landslags á Miðsuðurlandi. *Suðri* 2, 12-100.
- Lisiecki, L. E. and M. E. Raymo, 2005. A Pliocene-Pleistocene stack of 57 globally distributed benthic $\delta^{18}\text{O}$ records. *Paleoceanography* 20, PA1003, doi:10.1029/2004PA001071.
- Geirsdóttir 1991. Diamictites of late Pliocene age in western Iceland. *Jökull* 40, 3-25.
- Larsen, G. & Eiríksson, J. 2008: Holocene tephra archives and tephrochronology in Iceland - a brief overview. *Jökull* 58, 229-250.
- Mascarelli, A. L. 2009. Quaternary geologists win timescale vote. *Nature* 270, 216-219.
- Símonarson, L. A. & Eiríksson, J. 2008: Tjörnes – Pliocene and Pleistocene sediments and faunas. *Jökull* 58, 331-342.
- Sæmundsson, K. 1967: Vulkanismus und Tektonik des Hengill Gebietes. *Acta Naturalia Islandica* 2(7), 105 pp.

Nýjar steindir í Vestmannaeyjum og Heklu

Sigurður Sveinn Jónsson

Íslenskar orkurannsóknir, Grensásvegi 9, 108 Reykjavík.

Nýlega var gefin út samantekt Sveins Jakobssonar og fleiri höfunda á rannsóknum á sýnishornum af útfellingum frá Surtsey, Eldfelli og Heklu. Greint er frá fjölmörgum steindum sem ekki hefur áður verið lýst frá íslenskum fundarstöðum og upplýst er að tvær nýjar steindir hafi verið samþykktar og þeim valin nöfn með tilliti til fundarstaðar; heklaít og eldfellít.

Við rannsóknir og greiningu steindanna var fyrst og fremst notast við mælingar á röntgen geislabroti (X-ray diffraction) og liggja eftir fjölmörg mynstur nýrra áður óþekktra efnasambanda eða steinda. Fyrir liggur að greina þessi efnasambönd frekar og lýsa nánar og eflaust munu þá fleiri ný steindanöfn líta dagsins ljós og hljóta samþykki.

Frá lokum Surtseyjargossins hefur sýnum af því sem nefna mætti eldfjallaútfellingar verið aukið við safn Náttúrufræðistofnunar undir forystu Sveins Jakobssonar. Í safninu voru til eldri sýni frá Öskju sem safnað var í gosinu 1961. Fjölmörgum sýnum var safnað í lok gossins í Surtsey eins og áður var nefnt en sýnum hefur síðan verið safnað reglulega í rannsóknarleiðöngnum til Surtseyjar. Sérstaklega hafa hinir fjölmörgu hraunhellar eyjarinnar verið gjöfulir og sýnin varðveist vel við aðstæður sem í hellunum ríkja. Sýnishornum frá Eldfelli var að takmörkuðu leyti safnað í gosinu sjálfu og skömmu eftir gos en í ríkari mæli allnokkrum árum eftir gos frá hitasvæðum í Eldfelli. Sýnishornum frá Heklu var að langmestu leyti safnað á árunum 1991-1993, í námunda við gíginn eftir gosið 1991.

Söfnun og varðveisla eldfjallaútfellinga er vandasöm. Mörg þeirra efnasambanda sem falla út úr gosgufum eru vatnsleysanleg og verður því að safna þeim skömmu eftir gos eða á meðan eldvarpið er heitt og eim leggur frá því.

Í samantekt Sveins og félaga er greint frá niðurstöðum greininga á 131 sýni frá Surtsey, Eldfelli og Heklu. Í sýnum sem safnað var á ýmsum stöðum í Surtsey finnast 34 tegundir steinda. Algengastar eru gifs, myndlaus ópall, kalsít, fluorít, steinsalt, ralstónít, thenardít, anhýdrít, og hematít. Eldfellssýnin geyma 31 tegund steinda og þar eru algengustu tegundirnar anhýdrít, ópall-CT, ralstónít, gifs, hematít, steindir sem hafa vinnuheitið EB og HA, auk myndlauss ópals. Algengustu steindirnar frá Heklugígnum eru ralstónít, steind HA, myndlaus ópall, malladrít, steind HB og hematít.

Alls fundust 27 kristölluð efnasambönd sem óþekkt eru sem ólífræn efnasambönd sem finnast í náttúrunni (steindir eða e. *mineral*). Eins og áður kom fram hafa tvö þessara efnasambanda hlotið samþykki IMA (*International Mineralogical Association*) sem nýjar steindir og hlutu nöfnin eldfellít ($\text{NaFe}(\text{SO}_4)_2$) og heklaít. (KNaSiF_6).

Ritlisti Sveins P. Jakobssonar

- Sveinn P. Jakobsson 2009: Steinasöfn Jónasar Hallgrímssonar. Náttúrufræðingurinn 78, 89-106. (í prentun)
- Sigmarsson, O., Th. Thórdarson & S.P. Jakobsson 2009: Segregations in Surtsey lavas (Iceland) reveal extreme magma differentiation during late stage of flow emplacement. Í: Th. Thórdarson, S. Self, G. Larsen, S.K. Rowland & Á. Höskuldsson (ritstj.), Studies in Volcanology: The legacy of G.P.L Walker. Spec. Publ. of IAVCEI 2, 85-104. Geolog. Soc. London.
- Balić-Zunić, T., A. Garavelli, P. Acquafredda, E. Leonardsen & S.P. Jakobsson 2009: Eldfelli, $\text{NaFe}(\text{SO}_4)_2$, a new fumarolic mineral from Eldfell volcano, Iceland. Mineralogical Magazine 73, 51–57.
- Ingvar A. Sigurðsson & Sveinn P. Jakobsson 2009: Jarðsaga Vestmannaeyja. Árbók Ferðafélags Íslands 2009, 14-27.
- Ólafsson, M. & S.P. Jakobsson 2009. Chemical composition of hydrothermal water and water-rock interactions in Surtsey volcanic island. A preliminary report. Surtsey Research 12, 29-38.
- Reynisson, R.F. & S.P. Jakobsson 2009: Xenoliths of exotic origin at Surtsey volcano, Iceland. Surtsey Research 12, 21-27.
- Jakobsson, S.P., K. Thors, Á.Th. Vésteinsson & L. Ásbjörnsdóttir 2009: Some aspects of the seafloor morphology at Surtsey volcano: the new multibeam bathymetric survey of 2007. Surtsey Research 12, 9-20.
- Peate, D.W., J.A. Baker, S.P. Jakobsson, T.E. Waight, A.J.R. Kent & N.V. Grassineau 2009: Historic magmatism on the Reykjanes Peninsula, Iceland: a snap-shot of melt generation at a ridge segment. Contrib. Min. Petrol. 157, 359-382.
- Jakobsson, S.P., E.S. Leonardsen, T. Balić-Zunić & S.S. Jónsson 2008: Encrustations from three recent volcanic eruptions in Iceland: the 1963-1967 Surtsey, the 1973 Eldfell and the 1991 Hekla eruptions. Fjölrit Náttúrufræðistofnunar 52, 64 bls.
- Jakobsson, S.P. & M.T. Guðmundsson 2008: Subglacial and intraglacial volcanic formations in Iceland. Jökull 58, 179-196.
- Jakobsson, S.P., K. Jónasson & I.A. Sigurdsson 2008: The three igneous rock series of Iceland. Jökull 58, 117-138.
- Jakobsson, S.P 2007: Surtsey. Geological Overview; Geological History; Geological Map of Surtsey, scale 1:5.000, Í: Snorri Baldursson & Álfheiður Ingadóttir (ritstj.), Nomination of Surtsey for the UNESCO World Heritage List. Náttúrufræðistofnun Íslands, bls. 11-25 & 45-56.
- Sveinn P. Jakobsson 2007: Steinasafn Jónasar Hallgrímssonar í Reykjavík – fyrsti vísir að íslensku náttúrugripasafni. Náttúrufræðistofnun Íslands, Ársskýrsla 2006, bls. 7-12.
- Snorri Baldursson, Sveinn P. Jakobsson, Sigurður H. Magnússon og Guðmundur Guðjónsson 2006: Náttúrufar og náttúruminjar suðvestan Vatnajökuls. Náttúrufræðistofnun Íslands, skýrsla NÍ-06008, 38 bls.
- Sveinn P. Jakobsson 2005: Alþjóða jarðfræðiráðstefnan 2008. Náttúrufræðingurinn 73, 67-70.

- Fridriksson, S. & S.P. Jakobsson 2004: Island born of fire. Surtsey at 40. The Explorers Journal, Winter 2004, p. 16-21.
- Sveinn P. Jakobsson & Guðmundur Guðmundsson 2003: Rof Surtseyjar. Mælingar 1967-2002 og framtíðarspá. (English summ.: The marine abrasion of Surtsey, Iceland: Areal changes 1967-2002 and future development.) Náttúrufræðingurinn 71, 138-144.
- Jakobsson, S.P., G. Guðmundsson & J.G. Moore 2000: Geological monitoring of Surtsey, Iceland, 1967-1998. Surtsey Research 11, 99-108.
- Sveinn P. Jakobsson & Kristján Jónasson 2000: Gagnagrunnur steinasafns Náttúrufræðistofnunar Íslands. Náttúrufræðistofnun Íslands, Ársrit 1998, bls. 19-24.
- Magnús T. Guðmundsson, Þórdís Högnadóttir, Sveinn P. Jakobsson 2000: Hraun og móbergsmyndanir sunnan Langjökuls. Niðurstöður þyngdarmælinga. Raunvísindastofnun Háskólans skýrsla RH-28-2000, 37 bls.
- Chapman, M., C.C. Allen, M.T. Guðmundsson, V.G. Gulick, S.P. Jakobsson, B.K. Lucchitta, I.P. Skilling & R.B. Waitt 2000: Volcanism and ice interactions on Earth and Mars. In: J. R. Zimbelmann & T. K. P. Gregg (eds.), Environmental Effects on Volcanic Eruptions: From Deep Oceans to Deep Space. Kluwer Academic/Plenum Publishers, New York, Chapter 3, 39-73.
- Jakobsson, S.P. 2000: Mineralien auf isländischen Briefmarken. Mineralien-Welt 11 (5), p. 6.
- Jakobsson, S.P., M.T. Guðmundsson, K. Langley, D. McGarvie & H. Tuffen 2000: Field guide for excursion to the Eastern and Western Volcanic Zones, Iceland. August 16-18, 2000. Volcano / Ice Interaction on Earth and Mars, August 2000, Reykjavík, 23 p.
- Jakobsson, S.P., G.L. Johnson & J.G. Moore 2000: A structural and geochemical study of the Western Volcanic Zone, Iceland: Preliminary results. InterRidge News 9(1), 27-33.
- Sveinn P. Jakobsson 2000: Jarðfræðikort af Surtsey, mælikvarði 1:5.000. (Geological map of Surtsey, scale 1:5.000). Náttúrufræðistofnun Íslands og Surtseyjarfélagið.
- Sveinn P. Jakobsson 1999: Móberg. Fjallið, blað jarð- og landfræðinema 15, 13-15.
- Sveinn P. Jakobsson 1998: Surtsey 35 ára. Náttúrufræðingurinn 68, 83-86.
- Sveinn P. Jakobsson 1997: Jarðmyndanir á Seltjarnarnesi. Í: Náttúrufar á Seltjarnarnesi. Skýrsla unnin fyrir Seltjarnarnesbæ 1987-1997. Seltjarnarnesbær, bls. 13-30.
- Magnús Á. Sigurgeirsson & Sveinn P. Jakobsson 1997: Trjábolaafsteypur í Skriðnafellsnúpi á Barðaströnd. (English summ.: Basalt tree casts in a Tertiary lava in Mt. Skriðnafellsnúpur, NW-Iceland). Náttúrufræðingurinn 67, 33-43.
- Sveinn P. Jakobsson 1996: Eiga gerlar þátt í ummyndun basaltgjóskunnar í Surtsey? (English summ.: Are bacteria partly responsible for the alteration of the hyaloclastite in Surtsey?). Búvísindi 10, 273-289.
- Sveinn P. Jakobsson 1995: Rof Surtseyjar. Eyjar í eldhafi, afmælisrit til heiðurs Jóni Jónssyni, bls. 277-282. Gott mál hf.
- Sveinn P. Jakobsson, Kristbjörn Egilsson & Ævar Petersen 1995: Seyðishólar í Grímsnesi, náttúrufar. Skýrsla unnin fyrir Teiknistofu Leifs Blumenstein. Náttúrufræðistofnun Íslands, 6 bls.
- Walker, C.L. & S.P. Jakobsson 1994: Magmatic plumbing systems in Iceland and on the Reykjanes Ridge. In: The Icelandic plume and its effects on the evolution of the NE Atlantic. Arthur Holmes Europ. Res. Conf., Progr. & Abstr., Reykjavík, p. 54.

- Sveinn P. Jakobsson 1994: Landgreining. Á: Surtsey, sérkort í mælikvarða 1:5.000. Landmælingar Íslands.
- Sveinn P. Jakobsson 1994: Jarðfræðikort af Seltjarnarnesi. Mælikvarði 1:10.000. Náttúrufræðistofa Seltjarnarness.
- Sveinn P. Jakobsson 1993: Jarðfræðirannsóknir 1967-1993. Í: Sveinn P. Jakobsson, Sturla Friðriksson & Erlingur Hauksson (ritst.). Surtsey 30 ára, bls. 4-7. Surtseyjarfélagið.
- Sveinn P. Jakobsson 1993: Surtseyjareldar 1963-1967. Í: Sveinn P. Jakobsson, Sturla Friðriksson & Erlingur Hauksson (ritst.). Surtsey 30 ára, bls. 1-3. Surtseyjarfélagið.
- Sveinn P. Jakobsson 1993: Steinafræði frá öndverðri nítjándu öld. Skjöldur, tímarit um menningarmál 2(1), 15-20.
- Moore, J.G., S.P. Jakobsson & J. Hólmjárn 1992: Subsidence of Surtsey volcano, 1967-1991. Bull. Volcanology 55, 17-24.
- Sveinn P. Jakobsson & B. Gautason 1992: Rit um íslenska bergfræði, steindafræði og jarðfræði síðan 1840. Í: Íslenskar jarðfræðirannsóknir. Saga, ástand og horfur. Vísindafélag Íslands, Ráðstefnurit III, 89-96.
- Kjartan Thors, Guðrún Helgadóttir, Sveinn P. Jakobsson, Kristján Jónasson, Sigurður Steinþórsson, Steinunn Hauksdóttir, Þorsteinn I. Sigfússon, Jón V. Sigurðsson, Guðmundur Pálmason, Guðrún Sverrisdóttir, Hrefna Kristmannsdóttir, Halldór Ármannsson & Hjalti Franzson 1992: Rannsóknir á mangangrýti á Reykjaneshrygg. Hafsbotnsnefnd Iðnaðaráðuneytisins; Orkustofnun, skýrsla OS-92025/JHD-02, 81 bls.
- Jakobsson, S.P. 1992: Earth science bibliography of the Surtsey (1963-1967) and Heimaey (1973) eruptions, and their eruptive products. Surtsey Research Progr. Rep. 10, 93-105.
- Jakobsson, S.P., S.S. Jónsson & E. Leonardsen 1992: Encrustations from lava caves in Surtsey, Iceland. A preliminary report. Surtsey Research Progr. Rep. 10, 73-78.
- Bryndís Brandsdóttir, Hreggviður Norðdahl & Sveinn P. Jakobsson 1991: Jöklarannsóknafélag Íslands 40 ára. Jökull 40, 1-2.
- Kristinn H. Helgason, Sveinn P. Jakobsson, Hjörleifur B. Kvaran, Þórður Þorbjarnarson, Sveinbjörn Björnsson, Arnþór Garðarson, Örn Helgason & Álfheiður Ingadóttir 1991: Náttúruhús í Reykjavík. Skýrsla samstarfshóps um byggingu Náttúruhúss, nóvember 1991. Umhverfissráðuneytið, Reykjavíkurborg, Háskóli Íslands og Menntamálaráðuneytið, 27+45 bls.
- Kristbjörn Egilsson, Sveinn P. Jakobsson, Ævar Petersen & Jóhann Ó. Hilmarsson 1991: Náttúrufar á Seltjarnarnesi. Skýrsla unnin fyrir Seltjarnarnesbæ. Náttúrufræðistofnun Íslands, 91 bls.
- Hjörleifur B. Kvaran, Hrafnkell Thorlacius & Sveinn P. Jakobsson 1991: Náttúrufræði- og vísindasöfn á Norðurlöndum. Skoðunarferð 2.-9. febrúar 1991. Samstarfshópur um byggingu Náttúruhúss, Umhverfissráðuneytið, Reykjavík, Háskóli Íslands og Menntamálaráðuneytið, 14 bls.
- Sveinn P. Jakobsson 1990: Aragónít frá Hólsvör, Stöðvarfirði. (English summ.: Aragonite from Hólsvör, Stöðvarfjörður, E Iceland). Náttúrufræðingurinn 60, 1-5.
- Haukur Jóhannesson, Sveinn P. Jakobsson & Kristján Sæmundsson 1990: Jarðfræðikort af Íslandi, blað 6, Miðsuðurland, þriðja útgáfa. Mælikv. 1:250.000. Náttúrufræðistofnun Íslands og Landmælingar Íslands.

- Sveinn P. Jakobsson & Guðmundur Ó. Friðleifsson 1990: Jarðbik í holufyllingum í Skyndidal, Lóni. (English summ.: Asphaltic petroleum in amygdalites in Skyndidalur, Lón, SE Iceland). Náttúrufræðingurinn 59, 169-188.
- Levi, S., H. Auðunsson, R.A. Duncan, L. Kristjánsson, P.-Y. Gillot & S.P. Jakobsson 1990: Late Pleistocene geomagnetic excursion in Icelandic lavas: Confirmation of the Laschamp Excursion. Earth & Planet. Sci. Letters 96, 443-457.
- Commeau, R.F., G. Thompson, F.T. Manheim, J. Ólafsson & S.P. Jakobsson 1989: Mineralogy and chemistry of ocean floor hydrothermal precipitates from Kolbeinsey and Reykjanes Ridges near Iceland: Scanning electron microscope (energy-dispersive X-ray) analysis. U.S. Geol. Surv. Open-File Rep. 89-480, 43 p.
- Sveinn P. Jakobsson & Ögmundur Helgason 1988: Ferðabók Magnúsar Grímssonar fyrir sumarið 1848. Lýsing Kjósarsýslu og Reykholtisdals; ferðadagbók. Ferðafélag Íslands, 53+79 bls.
- Sveinn P. Jakobsson 1988: Ilvaít. Steinn, blað Félags áhugamanna um steinafræði 1, 16-17.
- Sveinn P. Jakobsson 1988: Hverasalt. Steinn, blað Félags áhugamanna um steinafræði 1, 4-5.
- Genshaft, Yu.S., A.Ya. Saltykovsky, A.A. Krasnov, K. Grönvold & S.P. Jakobsson 1988: Minerals of gabbroic inclusions in basaltic lavas of Iceland. (In Russian). Reports of the Academy of Sciences of the USSR 300, 1, 190-194.
- Sveinn P. Jakobsson 1987: Rannsóknarborun í Surtsey. Í: Í hlutarins eðli. Afmælisrit til heiðurs Þorbirni Sigurgeirssyni prófessor (Ritstj. Þorsteinn I. Sigfússon), bls. 327-338. Menningarsjóður.
- Jakobsson, S.P. & J.G. Moore 1986: Basaltic tephra interaction with sea water: Evidence from the Surtsey drill core of 1979. Extended abstracts, Fifth Int. Symp. on Water-Rock Interaction, Reykjavík, August 8-17, 1986, p. 279-281.
- Jakobsson, S.P. & J.G. Moore 1986: Hydrothermal minerals and alteration rates at Surtsey volcano, Iceland. Geol. Soc. America Bull. 97, 648-659.
- Moore, J.G., S.P. Jakobsson & J.O. Norrman 1986: Investigation of Surtsey volcano. EOS. Trans. American Geophys. Union, 67(7), p. 74.
- Johnson, G.L. & S.P. Jakobsson 1985: Structure and petrology of the Reykjanes Ridge between 62°55'N and 63°48'N. Journ. Geophys. Research 90, 10073-10083.
- Sveinn P. Jakobsson 1985: Steinar og steinasöfnun. Steinn, sýningarskrá Félags áhugamanna um steinafræði, bls. 3-4.
- Sveinn P. Jakobsson 1985: Íslenskar bergtegundir V. Dasít (ryódasít). (English summ.: Icelandic rock types V. Dacite (rhyodacite)). Náttúrufræðingurinn 54, 149-153.
- Sveinn P. Jakobsson 1985: Íslenskar bergtegundir IV. Basaltískt íslandít og íslandít. (English summ.: Icelandic rock types IV. Basaltic icelandite and icelandite). Náttúrufræðingurinn 54, 77-84.
- Sveinn P. Jakobsson 1984: Steinasafn Magnúsar Grímssonar. Í: Land og stund, afmælskveðja til Páls Jónssonar, 209-229. Lögberg.
- Sveinn P. Jakobsson 1984: Íslenskar bergtegundir III. Þóleiít. (English summ.: Icelandic rock types III. Tholeiite). Náttúrufræðingurinn 53, 53-59.
- Sveinn P. Jakobsson 1984: Íslenskar bergtegundir II. Ólívínþóleiít. (English summ.: Icelandic rock types II. Olivine tholeiite). Náttúrufræðingurinn 53, 13-18.

- Sveinn P. Jakobsson 1983: Íslenskar bergtegundir I. Píkrít (óseanít). (English summ.: Icelandic rock types I. Picrite (oceanite)). Náttúrufræðingurinn 52, 80-85.
- Sveinn P. Jakobsson 1983: Sigurður Þórarinnsson, jarðfræðingur (minning). Árbók Ferðafélags Ísl. 1983, 184-185.
- Jakobsson, S.P. & J.G. Moore 1982: Introduction to special issue, "The Surtsey Research Drilling Project of 1979". Surtsey Research Progr. Rep. IX, Special Issue, p. I—II.
- Thors, K. & S.P. Jakobsson 1982: Two seismic reflection profiles from the vicinity of Surtsey, Iceland. Surtsey Research Progr. Rep. IX, 149-151.
- Jakobsson, S.P. 1982: Dredge hauls from Vestmannaeyjagrunn, Iceland. Surtsey Research Progr. Rep. IX, 142-148.
- Jakobsson, S.P. & J.G. Moore 1982: The Surtsey Research Drilling Project of 1979. Surtsey Research Progr. Rep. IX, 76-93.
- Haukur Jóhannesson, Sveinn P. Jakobsson & Kristján Sæmundsson 1982: Jarðfræðikort af Íslandi, blað 6, Miðsuðurland, önnur útgáfa. Mælikv. 1:250.000. Náttúrufræðistofnun Íslands og Landmælingar Íslands.
- Sveinn P. Jakobsson 1982: "Ísland, svipur lands og þjóðar, eftir Hjálmar R. Bárðarson"; Sveinn Jakobsson skrifar um bækur. Þjóðviljinn 23. des. 1982, bls. 12.
- Sæmundsson, K. & S.P. Jakobsson 1982: Field guide for afternoon trips to Reykjanes and Thingvellir (mimeogr.). Generation of Major Basalt Types, IAVCEI/IAGC Scientific Assembly, August 15-22 (mimeogr.), 12 p.
- Sveinn P. Jakobsson 1981: Kvars og ópall. Áfangar 2(1), 67-71.
- Sveinn P. Jakobsson 1980: Upphaf Íslands og aldur. Áfangar 1(1), 78-80.
- Maalöe, S. & S.P. Jakobsson 1980: The PT phase relations of a primary oceanite from the Reykjanes Peninsula, Iceland. Lithos 13, 237-246.
- Jakobsson, S.P. 1980: Outline of the petrology of Iceland. (Ágrip: Um bergfræði Íslands). Jökull 29, 57-73 & 96-99.
- Jakobsson, S.P. & J.G. Moore 1980: Through Surtsey: Unique hole shows how volcano grew. Geotimes 25, 14-16.
- Jakobsson, S.P. 1980: "Petrology of Recent basaltic rocks of Iceland". Dansk sammendrag. Islands Naturhistoriske Museum, 16 s.
- Jakobsson, S.P. 1979: Petrology of Recent basalts of the Eastern Volcanic Zone, Iceland. Acta Naturalia Islandica 26, 103 p.
- Zindler, A., S.R. Hart, F.A. Frey & S.P. Jakobsson 1979: Nd and Sr isotope ratios and rare earth element abundances in Reykjanes Peninsula basalts: Evidence for mantle heterogeneity beneath Iceland. Earth & Planetary Sci. Letters 45, 249-262.
- Jakobsson, S.P. 1978: Environmental factors controlling the palagonitization of the Surtsey tephra, Iceland. Bull. Geol. Soc. Denmark 27, Special Issue, 91-105.
- Jakobsson, S.P., J. Jónsson & F. Shido 1978: Petrology of the western Reykjanes Peninsula, Iceland. Journ. Petrology 19, 669-705.
- Sveinn P. Jakobsson 1977: Aldur Grímsneshrauna. (English summ.: Age of the Grímsnes lavas). Náttúrufræðingurinn 46, 153-162.

- Sveinn P. Jakobsson 1977: Íslenzkir zeólítar (geislasteinar). Árbók Ferðafélags Íslands 1977, 190-201.
- Friedman, J.D., D.M. Preble & S.P. Jakobsson 1976: Geothermal flux through palagonitized tephra, Surtsey, Iceland. The Surtsey temperature-data-relay experiment via Landsat-1. Journ. Research U.S. Geol. Survey 4, 645-659.
- Sveinn P. Jakobsson 1975: Jarðfræðikort (Heimaey, Vestmannaeyjum). Á: Jón R. Jóhannsson: "Heimaey", mælikv. 1:13500. Útg. Bæjarsjóður Vestmannaeyja.
- Brooks, C.K. & S.P. Jakobsson 1974: Petrochemistry of the volcanic rocks of the North Atlantic ridge system. In: Geodynamics of Iceland and the North Atlantic area (Ed. L. Kristjánsson), 139-154. Reidel.
- Sveinn P. Jakobsson 1974: Eldgos við Eldeyjarboða. (English summ.: Volcanic eruptions at Eldeyjarbodi, the Reykjanes Ridge). Náttúrufræðingurinn 44, 22-40.
- Brooks, C.K., S.P. Jakobsson, & J. Campsie 1974: Dredged basaltic rocks from the seaward extension of the Reykjanes and Snaefellsnes volcanic zones, Iceland. Earth & Planet. Sci. Letters 22, 320-327.
- Muehlenbachs, K. & S.P. Jakobsson 1973: The oxygen isotope composition of the 1973 Heimaey lava. Carnegie Inst. Year Book 72, 597-598.
- O'Nions, R.K., R.J. Pankhurst, I.B. Fridleifsson, & S.P. Jakobsson 1973: Strontium isotopes and rare earth elements in basalts from the Heimaey and Surtsey volcanic eruptions. Nature 243, 213-214.
- Jakobsson, S.P., A.K. Pedersen, J.G. Rønsbo, & L.M. Larsen 1973: Petrology of mugearite-hawaiite: Early extrusives in the 1973 Heimaey eruption, Iceland. Lithos 6, 203-214.
- Jakobsson, S.P. 1972: Chemistry and distribution pattern of Recent basaltic rocks in Iceland. Lithos 5, 365-386.
- Sveinn P. Jakobsson 1972: Myndun móbergs í Surtsey. Náttúrufræðingurinn 41, 124-128.
- Jakobsson, S.P. 1972: Surtsey. Five years afterwards. Ísland 1972/Icelandair, 29-37.
- Jakobsson, S.P. 1972: On the consolidation and palagonitization of the tephra of the Surtsey volcanic island, Iceland. Surtsey Research Progr. Rep. VI, 121-129.
- Jakobsson, S.P. 1971: Palagonitiseringen af tefraen paa Surtsey. Naturhistorisk Museum, Fjölrit JFD, nr. 1, 61 bls.
- Jakobsson, S.P. 1970: Hekla i udbrud. Varv 1970, 3, 72-73.
- Jakobsson, S.P. 1968: The geology and petrography of the Vestmann Islands. A preliminary report. Surtsey Research Progr. Rep. IV, 113-129.
- Jakobsson, S.P. 1966: Ö's (Surtsey's) historie. Varv 1966, 1, 3-11.
- Jakobsson, S.P. 1966: The Grímsnes lavas, SW-Iceland. Acta Naturalia Isl. II, (6), 30 p.