



Veðurstofa Íslands Greinargerð

Vinnuhópur: Pálmi Erlendsson, Ragnar Stefánsson, Gillian R. Foulger, Bruce R. Julian, Guust Nolet, W. Jason Morgan, Kristín Vogfjörð, Steinunn Jakobsdóttir, Matt Pritchard, Richard Allen, Bergur H. Bergsson, Sturla Ragnarsson

HEITI REITURINN

Rannsóknarverkefni til að kanna djúpggerð Íslands og skjálftavirkni

Nr. 2: Rekstur mælanets og eldgos í Vatnajökli

VÍ-G97008-JA03
Reykjavík
Apríl 1997

Aðfararorð

Nú lítur dagsins ljós annað fréttabréf Heita reits verkefnisins. Í því er að finna stutta grein um eldgosið sem hófst í Vatnajökli þann 30. september 1996, ferðasögu úr hálendisferð, kort af skjálftavirkni á Íslandi í september og fram til ársloka í fyrra, auk korts yfir þá jarðskjálfta á jarðkúlunni sem líkur eru á að mælanet Heita reits verkefnisins hafi skráð. Að lokum er svo samanburðarmynd á mælingum nokkurra mæla okkar og mælis sem staðsettur er í borholu í Borgarfirði.

Undanfarna mánuði hafa náttúruöflin gert lífið spennandi og einnig valdið nokkrum vandkvæðum þegar sinna átti sumum jarðskjálftamælanna. Eldgosið í Vatnajökli, Skeiðarárhlaup og veðurfar hafa helst sett strík í reikninginn.

Vegna eldgossins í Vatnajökli var ekki unnt að heimsækja mælinn á Grímsfjalli öðruvísi en í þyrli. Nokkrar atrennur þurfti til, því fjallið var ýmist hulið öskumekki eða skýjum. Að lokum tókst þó að lenda á fjallinu og sinna mælinum. Það vildi svo óheppilega til að mælistöðina á Fagurhólsmýri átti einmitt að heimsækja snemma í nóvember. Þá var Skeiðarárhlaupið búið að skemma brýr og vegi og ekki annað að gera í stöðunni en að keyra um 1100 km leið, kringum landið allt, til þess að heimsækja mælinn. Nú upp á síðkastið hafa veður og færð verið helstu farartálmarnir en slíkt er viðbúið á þessum árstíma.

Mælar Heita reits verkefnisins hafa nánast allir gengið ótruflað frá því þeir voru settir upp. Þeir hafa nú þegar safnað gríðarlegu magni af mjög mikilvægum upplýsingum um jarðskorpúbreytingar hér á landi sem og út í heimi og er úrvinnsla þessara gagna þegar hafin.

Við viljum minna enn einu sinni á að ef einhverjar spurningar vakna þá er velkomið að hafa samband við Pálma eða Sturlu í síma 5600600. Eins er gott að fá fregnir af því ef eitthvað kemur fyrir mæli eða ef rafmagnslaust er lengur en u.þ.b. þrjá daga. Einnig ef einhverjir atburðir verða sem líkur eru á að mælist, s.s. sprengingar, grjóthrun eða skriðuhlaup.

Að lokum viljum við þakka kærlega góðar móttökur sem við höfum fengið á tíðum ferðum okkar um landið.

Eldgos í Vatnajökli

Ísland hefur verið kallað leikvöllur jarðvísindamanna og er vel videigandi eins og atburdir síðastliðins hausts hafa sýnt. Það voru þó fáir sem bjuggust við að mælar Heita reits verkefnisins myndu verða settir upp rétt nægilega tímanlega til þess að skrá það þegar Vatnajökull ræksti sig hraustlega til þess að minna á sig og miðju heita reitsins.

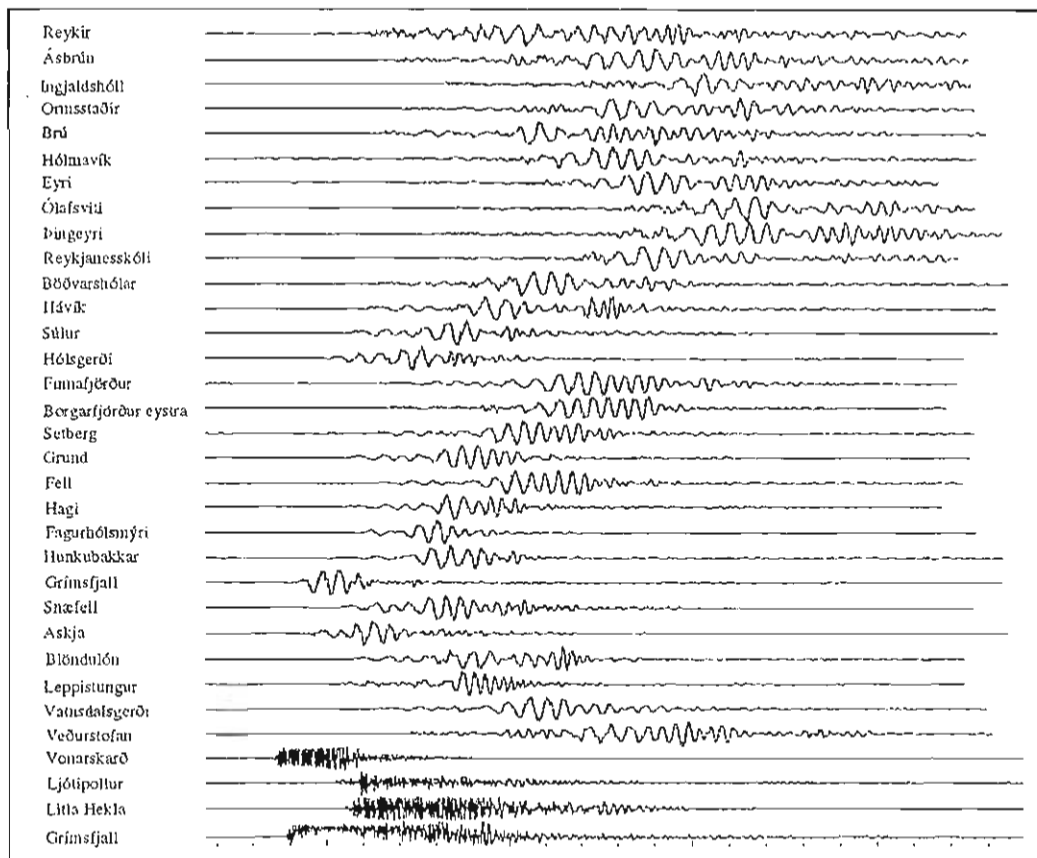
Eldvirkni hefur verið mikil í Vatnajökli a.m.k. undanfarin 1000 ár. Samkvæmt heimildum og öskulögum eru líkur á að eldgos þar hafi verið allt að 100 talsins. Eldgosasöguna má rekja úr rituðum heimildum og úr öskulögum sem jökullinn hefur varðveitt. Flest eldgosanna hafa orðið í Grímsvötnum, en einnig eru þekkt gos í Bárðarbungu, Örfæfajökli og norðan Grímsvatna þar sem gaus nú síðastliðið haust. Þar gaus síðast árið 1938 en það gos náði ekki upp úr jöklinum. Síðan þá hefur verið fremur rólegt á svæðinu, allt þar til árið 1974 er astur fór að færast fjör í leikinn.

Síðan 1974 hefur jarðskjálftavirkni verið að færast í aukana í Bárðarbungu. Skjálftar af stærðinni 5 og meira hafa komið með reglulegu millibili og hefur rólegt ástand jafnan fylgt þeim. Í nokkurn tíma á undan þessum stóru skjálftum hefur skjálftavirknin verið vaxandi. Svo var einmitt í haust og búist var við stórum skjálfta þar. Sú breyting varð hins vegar nú að ekki fylgdi rólegt ástand stóra skjálftanum sem kom þann 29. september kl. 10:48. Skjálftinn var af stærðinni 5,4 stig og næsta sólarhringinn fylgdi kröftug skjálftabrúna. Á mynd 1 má sjá hvernig þessi stóri skjálfti kom fram á mælum Heita reits verkefnisins og Raunvísindastofnunar.

Strax eftir stóra skjálftann í Bárðarbungu varð vart við mikinn óróa sem tengja mátti hinni miklu skjálftavirkni og/eða kvikuhreyfingum neðanjarðar. Þetta má sjá á mynd 2 sem sýnir mælingar frá 29. september á nokkrum mælistöðvum Heita reits verkefnisins. Óróinn virtist líkjast því sem mátti sjá á jarðskjálftamælum þegar Krafla var upp á sitt besta. Að kvöldi 30. september varð breyting á titringnum sem mældist og ljóst að eldgos hafði brotist út. Daginn eftir voru farnir að myndast sigkatlar í jökulinn og bræðsluvatn farið að renna til Grímsvatna. Íshellan yfir Grímsvötnum lyftist hratt og varð strax ljóst að mikið hlaup var í vændum á Skeiðarársandi.

Eldgosið var til að byrja með á 4 km langri sprungu undir 500-600 m þykkum jöklinum og gaus á hrygg sem myndaðist í eldgosinu 1938. Gosprungan lengdist svo um 3 km til norðurs sem sjá mátti á myndun sigkatla.

Gosið stóð yfir frá kvöldi 30. september og allt til 13. eða 14. október og lauk þá fjórða mesta gosi hér á landi á þessari öld. Gos þetta er talið

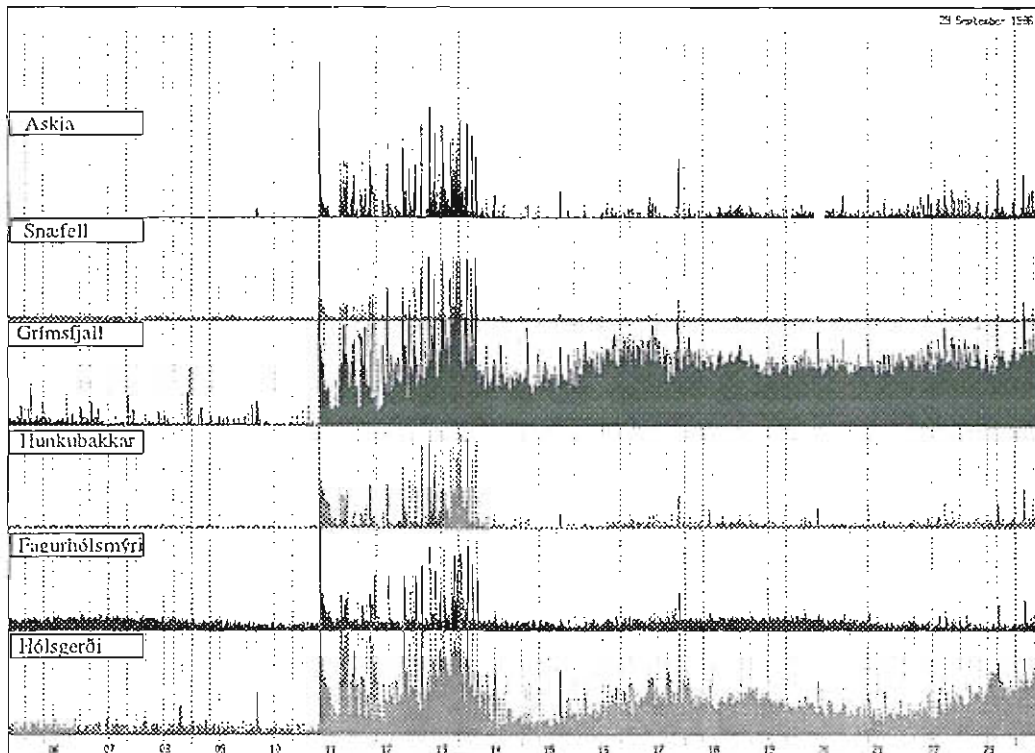


Mynd 1: Stóri skjálftinn í Bárðarbungu eins og mælar skráðu hann. Neðstu fjórir mælarnir eru Raunvísindastofnunar og sést munurinn á skráningunni vel, þeir skrá mest hátsíðnibylgjur á meðan mælar Heita reits verkefnisins skrá á breiðu tíðnisviði (mynd: Pálmi Erlendsson).

The $M=5.4$ earthquake in Bárðarbunga volcano on 29 September 1996, as registered by broadband sensors of the HOTSPOT project and short-period sensors of the Science Institute (the four bottom ones) (Figure: Pálmi Erlendsson).

hafa brætt um 4 km^3 af ís og fór bróðurparturinn af því vatni í hlaupi niður Skeiðarársand. Hlaupið lét nokkuð bíða eftir sér en flestum var þó ljóst að það kæmi fyrir eða síðar þó fjölmiðlar hafi á stundum efast. Útrennsli úr Grímsvötnum hófst að kvöldi 4. nóvember og braust hlaupið fram undan

Skeiðarárjökli að morgni þess 5. Stór hluti vatnsins var hlýtt bræðsluvatn frá eldstöðvunum og var það einn af þeim þáttum sem gerðu hlaupið svo ofsafengið sem raun bar vitni og olli stórfelldu tjóni á vegum og mannvirkjum á sandinum.



Mynd 2: Órói á nokkrum mælum Heita reits verkefnisins frá 29. september 1996. Á myndinni sést mjög greinilega hvernig lætin í Vatnajökli hefjast með stórum skjálfta rétt fyrir klukkan 11. Mikill órói fylgdi svo í kjölfarið og var gos hafið að kvöldi 30. september (mynd: Pálmi Erlendsson).

View of tremor (2-4 Hz) from the HOTSPOT stations closest to the Bárðarbunga volcano. Following a $M=5.4$ earthquake on 29 September 1996 at 11:48, comes a period of earthquakes and tremor. Late in the evening on 30 September an eruption started (Figure: Pálmi Erlendsson).

Hálendisferð

Vetrarferð á hálendisstöðvar Heita Reits verkefnisins

7. febrúar 1997.

Í ferð þessa fóru Steinunn Jakobsdóttir, Sverrir Hilmarsson, Ástvaldur Guðmundsson og Sigurður Guðmundsson. Lagt var af stað að morgni 7. febrúar eftir að bílar höfðu verið hlaðnir og nesti keypt til fararinnar. Veður var hjart og kalt og dálítill norðanátt í höfuðborginni. Er komið var inn á Sprengisand var hvöss norðanátt. Seinni partinn lægði, en frost var -17°C , gekk þá ferðin vel, fyrir utan að bíll Valda stakkst á nefið ofan í læk, sem snjóhula var yfir. Komið var í Laugafell um kl. 22. Var þá strax farið að athuga tækin. Reyndist gagnasöfnun hafa stöðvast og byrjað var að frjósa í rafgeymunum. Leist okkur ekki alls kostar á, en settum strax hleðslutækin í gang og komum gagnasöfnun af stað aftur.

8. febrúar.

Næsta morgun þegar við vöknudum snjóaði og skóf og var lítið ferðaveður. Fórum við strax að gá að tækjunum og reyndist þá enn frosið í geymunum, spennan hafði hækkað eitthvað, en ekki eins og hún hefði átt að gera á u.þ.b. 9 tímum. Eyddum við nokkrum tíma í að reyna að mæla sýrustigið á geymunum og spá og spekúlera. Þegar sólin kom upp (um 10 leytid) virtust sólarrafhlöðurnar hlaða ágætlega, alla vega nægilega til að halda tækjunum gangandi. Við skildum við allt í gangi, en vorum óviss um hvort tækin myndu stoppa þegar sól settist! Komið var undir hádegi þegar hér var komið sögu og var veður þá farið að lagast. Haldið var af stað í þokkalegu vedri, sem skánaði enn þegar leið á daginn. Við stoppuðum aðeins við sjálfvirku veðurstöðina í Sandbúðum og lagfærðum vindáttina! Þaðan var haldið áfram Gæsavatnaleið og gekk ferðin öllu betur en seinast. Komum í Dyngju um kl. 22. Aftur var strax farið í að sinna tækjunum. Hér reyndist gagnasöfnun líka stoppuð og byrjandi frost í geymum, þó heldur minna en í Laugafelli. Líkt og þar settum við hleðslu og gagnasöfnun í gang og borðuðum svo og gengum til náða.

9. febrúar.

Aftur vöknudum við í leiðindaveðri, en þegar skipt hafði verið um disk og gengið frá eftir bestu getu var veður aftur orðið þokkalegt. Ákváðum við vegna veðurs að halda norður af, þ.e.a.s niður með Jökulsá að þjóðveginum við Hrossaborg í stað þess að fara beint yfir hálendið í Snæfell. Er líða tók

á daginn gerði hið besta veður, en færi nokkuð þungt. Komum við austur á Egilsstaði um kvöldið, rétt áður en enn eitt leiðindaveðrið brast á.

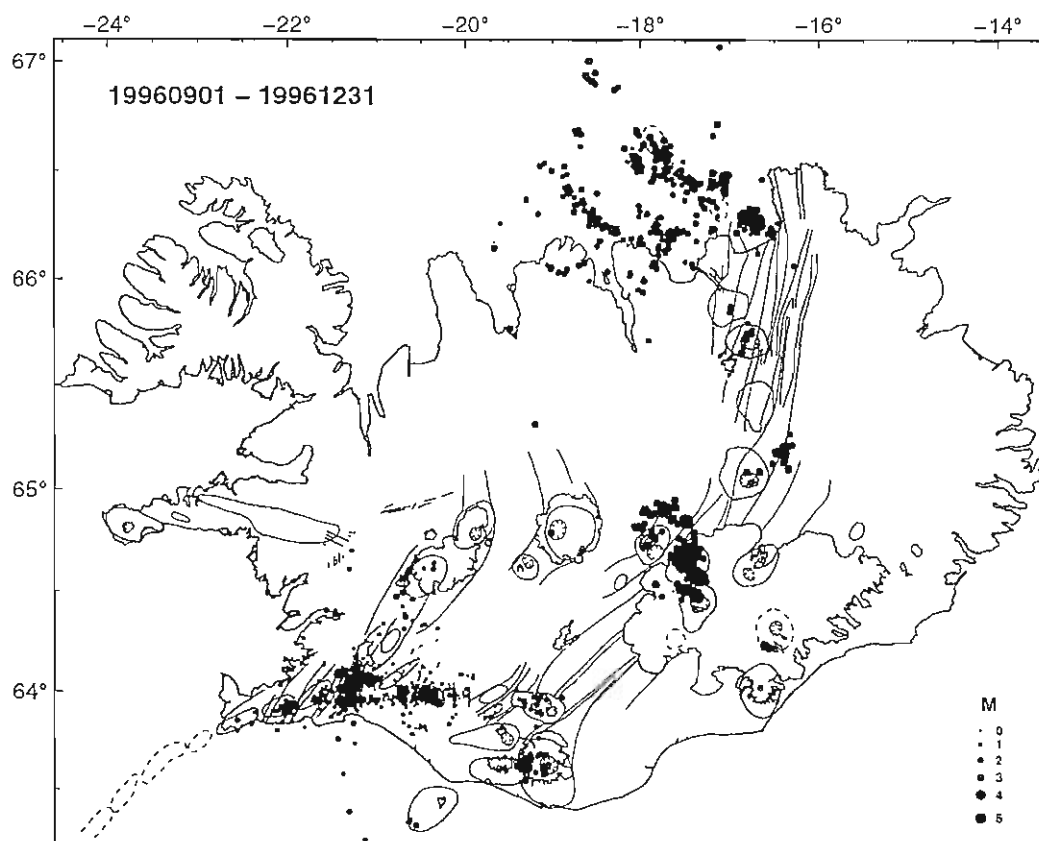
10. febrúar.

Á mánudagsmorgun var enn leiðindaveður. Héldum við inn að Snæfelli og gekk það ágætlega þrátt fyrir lélegt skyggni. Þar reyndust tæki í besta lagi, allt í gangi og spennan á rafgeymum um 12.5 volt. Við settum samt hleðslu í gang og hlóðum í 2 tíma til að skerpa aðeins á, þó það hafi nú sennilega verið óþarfi. Sólarrafhlöðurnar hafa greinilega mjög vel við þarna. Skipt var líka um klukku því hún hafði ekki læst síðan kvöldið áður og gekk illa að fá hana til að læsa. Þegar hér var komið sögu var aftur komið ágætis veður. Fórum við glöð og ánægð frá Snæfelli, ánægð með að loksins var ein stöð í fullkomnu lagi þegar við skildum við hana. Á leiðinni niður af heiðinni sáuum við meira að segja hreindýr. Lögðum við svo af stað í bæinn um eftirmiðdaginn og komum til Reykjavíkur á þriðjudagsmorgun eftir stranga, en annars ánægjulega ferð án stórvandræða.

23. febrúar.

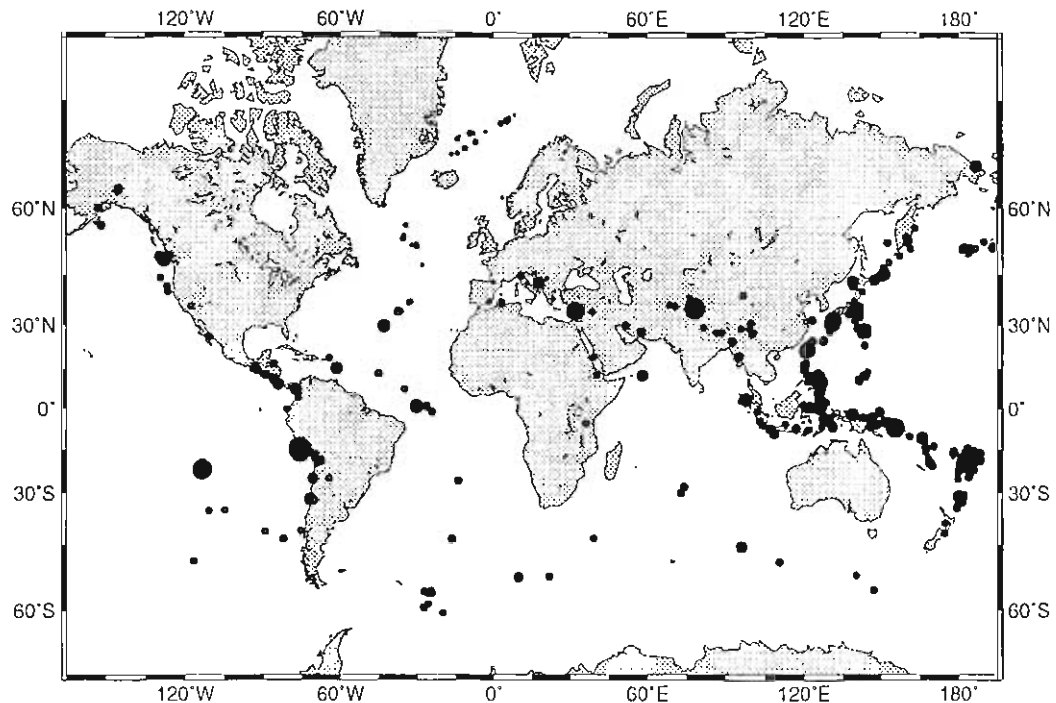
Á sunnudagsmorgni kl. 7 lögðum við af stað í Leppistungur í fínu veðri, bjart og kalt. Gekk ferðin vel og vorum við komin í Leppistungur undir hádegi. Þar var allt í toppstandi, rafgeymar topphlaðnir. Skiptum um disk og biðum eftir að klukkan læsti aftur, bara til að fá staðfest að allt væri í lagi. Ókum heim um Hagavatn og Þjófahraun og komum heim um kvöldmatarleytið.

Steinunn Jakobsdóttir



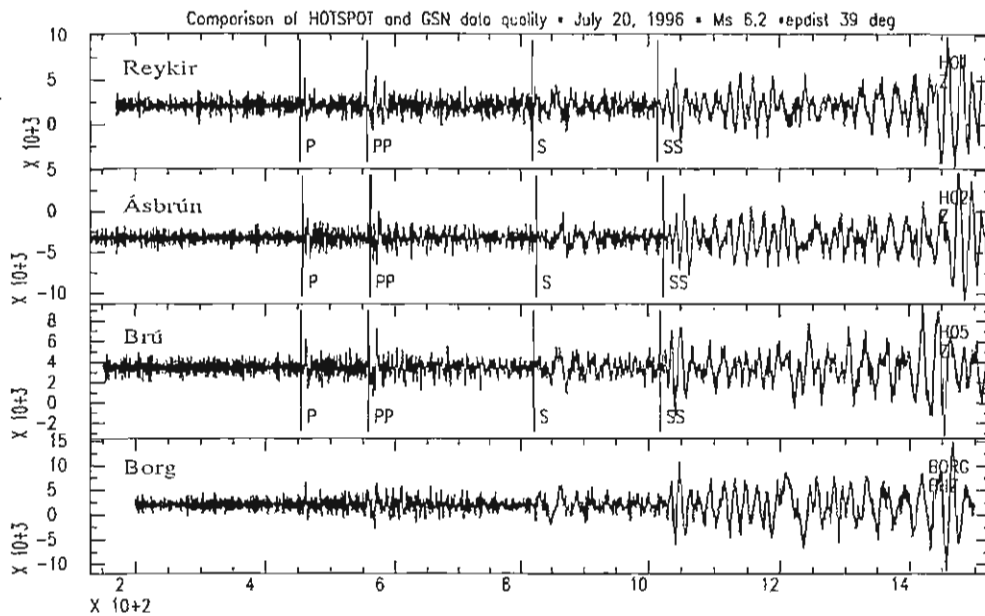
Mynd 3: Kortið sýnir skjálftavirkni á Íslandi frá september til ársloka 1996. Skráðir voru rúmlega 3000 skjálftar sem staðsettir hafa verið með allnokkurri nákvæmni af skjálftamælum Veðurstofu Íslands (mynd: Pálmi Erlendsson og Gunnar Guðmundsson).

Map of earthquakes in Iceland September to December 1996. Over 3000 earthquakes were located with the SIL network (Figure: Pálmi Erlendsson and Gunnar Guðmundsson).



Mynd 4: Í síðasta fréttabréfi var sagt frá því að jarðskorpan væri gerð úr mörgum flekum. Á myndinni má sjá hvernig jarðskjálftar síðustu fjögurra mánaða ársins 1996 radast á mót þessara fleka og teikna þau upp fyrir okkur. Stærsti skjálftinn varð við strönd Perú þann 12. nóvember og mældist hann 7,3 stig. Skjálftar í minna en 3 gráðu (333 km) fjarlægð frá Íslandi eru ekki sýndir vegna þess hversu margir þeir eru (mynd: Bruce Julian).

Earthquakes around the world during the last four months of 1996. The biggest one occurred near the coast of Peru on 12 November, $M=7.3$. The map does not show earthquakes within 3 degrees (333 km) of the centre of Iceland (65°N , 19°W) (Figure: Bruce Julian).



Mynd 5: Órói vegna úthafsöldu er það sem gjarnan mælist sterkast á mælaneti Heita reits verkefnisins. Þegar stöðvar eru settar upp til langframa er reynt að minnka áhrif úthafsins með því að koma mælunum fyrir í þartilgerðum holum eða jafnvel borholum. Slíkt er ekki mögulegt með tímabundið mælanet eins og það sem við settum upp síðastliðið sumar. Á myndinni er samanburður á skjálftalínuritum frá þremur af okkar stöðvum (Reykjum, Ásbrún og Brú) og stöðinni BORG á Ásbjarnarstöðum í Borgarfirði sem tilheyrir alheimsneti jarðskjálftamæla. Á BORG er jarðskjálftamælirinn í borholu. Á myndinni má sjá að mælarnir á Reykjum, Ásbrún og Brú sýna engu verri mynd af bylgjunum, sem komu frá þessum tiltekna jarðskjálfta, heldur en BORG. Þetta sýnir að val á staðsetningu mæla Heita reits verkefnisins hefur tekist vel (mynd: Richard Allen).

Noise from ocean waves often dominates the seismograms of the HOTSPOT network. To reduce the noise, permanent seismic stations are often installed in specially constructed vaults, or even boreholes. We did not have that option for HOTSPOT. However, most of our stations do very well in suppressing noise thanks to a careful selection of station locations, most of which are in direct contact on bedrock. As an example, we show here the records of the three HOTSPOT stations closest to the borehole station BORG, which is part of the Global Seismograph Network. As is evident, the noise level in the HOTSPOT stations is only slightly higher. All of the major seismic phases (indicated by letters) are visible in the HOTSPOT stations as well as in the BORG record (Figure: Richard Allen).