



**Athugun á jarðhita í Laugaskeri,  
Berserkseyri í Eyrarsveit**

**Helgi Torfason, Ásgrímur Guðmundsson**

**Greinargerð HeTo-ÁsG-88-04**

## ATHUGUN Á JARÐHITA Í LAUGASKERI, BERSERKSEYRI Í EYRARSVEIT

### 1. Inngangur

Rannsóknir á jarðfræði og jarðhita á Snæfellsnesi spanna yfir rúm 20 ár, ef eingöngu er miðað við fremur nákvæma kortlagningu. Viðamestar eru rannsóknir Haralds Sigurðssonar (1966, 1970), en hann rannsakaði fjallendið umhverfis Kolgrafarfjörð. Jarðfræðikort Guðmundar Kjartanssonar kom út 1968 og síðan þá hefur Haukur Jóhannesson unnið einna mest að rannsóknum á jarðfræði nessins (1977, o.fl. 1981, 1982), en ekki er það allt birt ennþá (t.d. nokkur kort á OS). Eldvirkni í Snæfellsjökli hefur verið athuguð af Sigurði Steinþórssyni (1967), Hauki Jóhannessi o.fl. (1981) og Jóni Benjamínssyni (1988). Jarðhiti er fremu lítill á nesinu og hefur verið kannaður nokkuð, einkum við Lýsuhól (Ragna Karlsdóttir o.fl. 1981), en yfirlit um jarðhita á Snæfellsnesi er til frá 1972 (Guðmundur Guðmundsson og Karl Grönvold 1972) og er þörf á endurskoðun á því, um Laugasker við Berserkseyri er lítið til, aðeins stutt greinargerð (Jón Benjamínsson 1980). Viðnámsmælt var á nokkrum stöðum 1975-1977, en niðurstöður hafa ekki verið birtar en er vitnað til sem "óbirt gögn Orkustofnunar". Þeir punktar sem settir eru á blað hér á eftir byggja að miklum hluta á þessum eldri athugunum.

### 2. JARÐFRÆÐI

Jarðsaga Snæfellsness er mjög fróðleg, því eldvirkni hefur verið þar virk í langan tíma, með hléum þó. Tertíert berg myndar neðri hluta fjallgarðsins á nesinu og er elsta berg eldra en 7 milljónir ára. Undir lok tertíer var virk megineldstöð á svæðinu milli

Grundarfjarðar og Kolgrafarfjarðar. Stórt gabbróinnskot myndar norðurhluta Kolgrafarmúla og liggur undir Kolgrafarfjörð og endar í Eyrarfjalli. Aðeins yngra en þetta innskot, en einnig í tengslum við megineldstöðina, er mikill fjöldi ganga sem skotist hefur inn í bergið og stefna þeir í norður í Kolgrafarmúla og sjást vel við ströndina norður af múlanum. Jarðhitinn í Laugaskeri virðist tengjast einum þessara ganga.

Er þessi megineldstöð lognaðist útaf fyrir um 2.5 milljón árum tók önnur við, rétt fyrir sunnan. Sú eldstöð hefur síðan verið virk fram á nútíma (eftir ísöld) og er jarðhitinn í Lýsuhóli tengdur henni.

Megin-brotastefna í berginu er ANA og er sú brotastefna ríkjandi á þessum hluta Snæfellsness.

Kvarter tímabilið hófst fyrir 2 milljónum ára, en á Íslandi eru tímamörkin oft miðuð við elstu merki jökla fyrir um 3.1 milljón árum. Á efri hluta Kvartertímans hafði verið hlé í upphleðslu gosefna á nesinu, en þá byrjaði eldvirkni aftur og hefur verið virk æ síðan, þó fremur letileg síðustu árþúsundin. Milli tertíer bergsins og þess yngra er greinilegt mislægi, og er sjávarset með skeljum á mörkunum (sést t.d. í Búlandshöfða).

Merki um eldvirknina eru hraunlög og móberg sem sjá má í efri hluta fjallanna á nesinu, en er vestar dregur á nesið smá-kaffærist tertíer staflinn og er kominn niðurfyrir sjávarmál rétt austanvið Ólafsvík. Móbergshrúgöld eru áberandi í Snæfellsjökli og á austurhluta nessins, t.d. Tröllatindar og Kerlingarfjall. Einnig hefur gosið líparíti á þessum tíma, t.d. Ljósufjöll, og bendir það til fremur mikilvirkrar eldvirkni í efri hluta skorpunnar, og að

öllum líkindum myndun stórra innskota.

Ung eldvirkni telst sú sem orðið hefur eftir að ísöld lauk, þ.e. yngri en 10.000 ára. Nokkur ung hraun eru á nesinu, og í nánd við Kolgrafarfjörð eru greinilegar Berserkjakúlurnar og Berserkjahraun, líklega myndað fyrir um 4000 árum (Haukur Jóhannesson o.fl. 1981).

Það hefur þó orðið sú breyting á goshegðan, frá tertíer til nútíma, að ungar gossprungur stefna þvert á eldri brot, og er stefna ungra gígaraða NV. Gossprungan sem myndaði Berserkjahraun nær frá Hraunfirði og að Grábrók í Norðurárdal, eða um 70 km. Minni gossprungu er við Lýshól og sú þriðja er Snæfellsjökull sem einnig hefur gosið stærstum gosum og hefur verið mikilvirkastur þessara eldstöðva.

Út frá jarðfræðinni má lesa langa sögu eldvirkni og brotavirkni. Einna merkilegust er hin yngri brotastefna sem sést í ungum gossprungum, en hún veldur því að erfiðara er að gera sér ljósa grein fyrir rennslisleiðum heita vatnsins á nesinu. Rannsóknir hafa ekki enn leitt í ljós hvort hin gömlu brot mynda góða vatnsleiðara, eða hvort þau eru orðin þétt af útfellingum. Lítið er um ung brot með stefnu NV og því ekki vitað hvort það er stefnan sem vatn leitar eftir, en úr slíku fæst eingöngu skorið með nákvæmri jarðfræðikortlagningu og viðnámsmælingum, og svo borunum. Einnig er hugasanlegt að heitt vatn leiti upp þar sem sprungustefnurnar skerast.

### 3. JARÐHITI

Jarðiti er óvída á Snæfellsnesi, en afur á móti meira um ölkeldur. Jarðhitinn í Kolgrafarfirði er að því er best fæst séð tengdur norðlægum göngum. Einnig er hitinn í framhaldi af gosrein þeirri sem liggur suðaustur í Grábrók.

Laugasker liggur um 150-200 m undan landi og kemur skerið aðeins upp á stórstraumsfjöru (mynd 1). Hitinn hefur mælst hæstur 51°C og er rennslid á að giska 0.2 l/s, og eykst er falla tekur að. Athuganir voru gerðar á jarðhitanum 1981 og í maí 1988, er reynt var að finna stefnu

jarðhitasprungunnar.

Árið 1981 var farið út í skerið á stórstraumsfjöru, hiti mældur og rennslí metið. Þá sást að skerið er úr samanlímdri mól og virtist dauf lagskipting vera í henni, með stefnu ASA (120/10°W). Bólustreymi var kringum skerið og virtist einna greinilegast í áttina til lands, en einnig var bólustreymi norðan og vestan við skerið.

Í maí 1988 var reynt að kanna hita í botninum umhverfis skerið, en það reyndist erfitt vegna slæms veðurs. Stórstreymt hafði verið en farið að falla yfir skerið og var erfitt að finna hitann, þrátt fyrir góða leiðsögn Hreins Bjarnasonar bónda að Berserkseyri. Þó kom í ljós að hiti var í botninum sunnan við skerið og með stefnu í land. Ekki reyndist unnt að mæla vegalengdir vegna þess hve bátinn rak fljótt til lands. Á að giska var hiti um 80-100 m nær landi en í skerinu. Hreinn sagði að hann hefði eitt sinn getað rakið bólustreymi um 100 m í áttina til lands, og var stefnan í SSV, en ekki beint í suður eins og berggangarnir sem sjást í fjörunni. Þetta getur bent til þess að ANA brot í berggrunni leiði heita vatnið að einhverju leyti.

Efnagreiningar hafa verið gerðar af vatninu og eru í eftirfarandi töflu sem er úr greinargerð Jóns Benjamínssonar (1980).

LAUGASKER		
	1974	1977
	17. SEPT	5. MAÍ
	OS:740088	OS:770082
l/s	seytl	ca. 0.1
Hiti °C	41	41
pH/°	6.65/20	6.73/18
ohm m	2.0	2.0
SiO <sub>2</sub>	166	147
Na	742.5	734.7
K	21.8	21.8
Ca	370	424.8
Mg	15.1	16.3
Fe		1.1
Co <sub>2</sub>	126.6	102.2
SO <sub>4</sub>	300	276.8
H <sub>2</sub> S	<0.1	<0.1
Cl	1796	1770
F	1.68	1.94
Uppl. efni	3824	3589
Kísilh.°C	145	135
NaK-hiti°C I	85	86
NaK-hiti°C II	75	76
NaK-hiti°C III	134	135
NaKCl-hiti°C	83	80
I =	White & Ellis	1970
II =	Fourn. & Truesd	1973
III =	Helgeson	1969

Niðurstöður efnahitamæla eru þær að líklegur hiti vatns á nokkur hundruð metra dýpi undir Laugaskeri sé um 80°. Hefur oftast verið miðað við 80°C vatnshita í þeim áætluðum sem gerðar hafa verið um boranir á þessum stað. Jón bendir á að óvíst sé hvort vatnið er sjávarblandað, vegna lágs katjónahita, en það sé ónothæft til beinnar nýtingar. Hann bendir á að líklega megi ná 80°C heitu vatni með 300-500 m borun, en vatnið sé yfirmettað af kalki og myndi leiða til verulegra kalkútfellinga. Rétt er að benda á nauðsyn þess að hafa gnægð af góðu köldu vatni við seiðaeldi, og er það raunar jafn mikilvægt og að hafa heitt vatn. Miðað er við að vatn til eldis sé 10-14°C, en þá vaxa laxaseiði hraðast.

Í Hraunfirði er um 200x400 m kísilhrúður eftir jarðhita í landi eyðibýlisins

Snorrastaða. Þessi hiti hefur horfið af svæðinu fyrir 7-9000 árum, eftir öskulögum frá Snæfellsjökli að dæma, en þau liggja öll ofaná kísilhrúðrinu þar sem það var athugað. Kísilhrúðrið hefur fallið út úr heitum laugum sem hafa verið á stuttri sprungu með NV stefnu; sömu stefnu og ungar gossprungur, en upptök Berserkjahrauns eru rúmlega 3 km norðar. Þótt jarðhiti sé fyrir löngu horfinn af þessum slóðum er íhugandi hvort stefna vatnsleiðandi sprungna sé ekki sú sama nú og fyrir 5-10.000 árum. Sé þessi niðurstaða skoðuð ætti að hafa í huga að bora hitastigulsholu við austur-botn Hraunsfjarðar, um 1 km sunnanvið Seljafell. Þess ber þó að gæta að sú hola yrði í Helgafellssveit, líklega í landi Bjarnarhafnar (en hefur ekki verið kannað).

#### 4. JARÐEÐLISFRÆÐI

Árin 1975-1977 voru gerðar talsverðar viðnámsmælingar á Snæfellsnesi, og voru nokkrar þeirra gerðar norðantil á nesinu (mynd 2). Niðurstöður þeirra 64 mælinga sem til eru hafa ekki verið birtar, enda er nú þörf á endurtúlkun þeirra samkvæmt nýrri og betri úrvinnsluaðferðum. Hér eru þessar mælingar ekki birtar, en stuðst við niðurstöður af handriti Freys Þórarinssonar frá ca. 1980 og munnlegar athugasemdir Ólafs Flóvens, Orkustofnun 1988. Gróf mynd af túlkun niðurstaðna er á mynd 3 og kemur þá í ljós að viðnám fer lækkandi frá Kolgrafarfirði til vesturs og er lægst við Lárós. Lækkandi viðnám getur bent til hita í berggrunni og ef tekið er inn í dæmið að hitastigull í þeim 3 hitastigulsholum sem boraðar hafa verið þarna fer lækkandi til vesturs (mynd 3), eru allar líkur til þess að jarðhita sé frekar von er kemur vestur að Lárósi en austar. Því er lagt til að ein hitastigulshola verði boruð við Lárósa til könnunar á þessu. Í sambandi við þessa borun er æskilegt að skoða lauslega jarðfræði fjallanna þar sunnan við og gera uppkast af brotalínukorti sem svo mætti hafa til hliðsjónar, ef áframhald verður á verkinu. Ekki er gert ráð fyrir mikilli

jarðfræðivinnu þarna að svo stöddu, en ástæða er til að endurskoða og birta niðurstöður viðnámsmælinganna.

## 5. BORANIR 1988

Í sambandi við það verkefni sem hér um ræðir er lagt til að boraðar verði 4 hitastigulsholur á norðanverðu Snæfellsnesi (mynd 4). Allar holurnar verða 60 m djúpar og þær boraðar til könnunar á hitastigli á svæðinu. Í framhaldi af borun þeirra verði viðnámsmælingar sem til eru endurskoðaðar og niðurstöður af jarðfræðiathugunum notaðar ásamt öðrum tiltækum gögnum til þess að staðsetja borholur sem boraðar verði 1989. Þótt ekki hafi verið gengið frá skipulagi borana 1989 má þó gera ráð fyrir borun einnar hitastigulshollu og einnar dýpri holu (400-500 m), en slíkt veltur á niðurstöðum rannsókna 1988 og vilja heimamanna.

### HOLA 1:

Boruð á Berserkseyrarodda. Gera má ráð fyrir ca.2 m lausum jarðlögum en gabbrói og berggöngum úr því niður á 60 m. Þessi staður er um 900 m vestan við þann stað í landi sem jarðhitinn virðist stefna á.

### HOLA 2:

Boruð á Akrastapa, á ströndinni við gang þann sem stefnir á Laugasker. Grunnt er á fast, gæti verið 1-2 m, en úr því er þétt berg, gabbró með hallandi berggöngum.

### HOLA 3:

Óstaðsett. Gert er ráð fyrir að bora þessa holu sunnanvið Seljafell sem er norðan við austurbotn Hraunsfjarðar. Hér er verið að kanna hitastigul sem næst ungu gosreininni sem liggur suðaustur í Grábrók. Framhald hennar til vesturs er í dalnum milli Eyrarfjalls og Klakks, og kæmi til greina að kanna það svæði 1989, ef þessi hola gefur jákvæða niðurstöðu. Þar sem þessi hola er í Helgafelssveit og vilji heimamanna í Grundarfirði gæti verið sá að allar holurnar séu í Eyrarsveit, er til vara lagt til að holan verði boruð á nesinu norðan við Gjafarmúla, eða í framhaldi af Holu 1 og 2 og þá við Baulutanga.

### HOLA 4:

Boruð sunnan við Lárvaðal, t.d. framundan Bæjargili. Er þá miðað við að kanna hitastigul á svæði sem hefur tiltölulega lágt viðnám (um 33-35 ohmm). Hitastigull í holu nálægt Kirkjufellsá vestur af Grundarfirði var 116°C/km og er ástæða til að kanna það betur, og varla kemur betra tækifæri en þetta.

Boranir þessar verða framkvæmdar sumarið 1988, líklega fyrir júlilok, ef af verður. Niðurstöður hitastigulsmælinga í holunum má vænta í ágúst, en heildarniðurstöður verksins verða varla tilbúnar fyrir en í október-nóvember 1988.

## 6. NIÐURSTÖÐUR

Samandregnar niðurstöður þessara athugana eru eftirfarandi:

- Jarðhiti í Laugaskeri; 51°C og rennsli um 0.2 l/s.
- Uppstreymi jarðhitans tengist líklega göngum er hafa norðlæga stefnu og/eða ANA-lægum brotum í berggrunni. Ekki varð vart við að uppstreymi jarðhitans stjórnaðist af SA-lægum brotum eins og gossprungur á nesinu.
- Efnifræði heita vatnsins bendir til að ná megi 80°C eða heitara vatni með borun niður á 300-500 m.
- Berggrunnur er vafalítið þéttur, gabbróinnskot og berggangar. Vatnið streymir því aðallega eftir sprungum og glufum í berginu og gæti verið erfitt að vinna vatn þarna vegna hættu á að draga inn sjó. Því þarf að fylgjast vel með nýtingu, ef af verður.
- Hitastigull hækkar til vesturs frá Setbergi að Kirkjufelli.
- Viðnám í berggrunni lækkar til vesturs frá Grundarmön að Lárvaðli.
- Lagt er til að bora 4 60 m djúpar hitastigulsholur. 1: Á Berserkseyrarodda. 2: Í landi beint suður af Laugaskeri. 3: Lauslega staðsett: annað hvort fyrir botni Hraunsfjarðar eða á Baulutanga. 4: Við

Lárvaðal, norður af Bæjargili.

- Framhald verður á jarðfræðikortlagningu 1988 og einkum lögð áhersla á brot í berggrunni og stefnu bergganga.

## HEIMILDIR

Guðmundur Guðmundsson & Karl Grönvold 1972: Rannsókn á jarðhitalíkum á norðvestanverðu Snæfellsnesi. *Orkustofnun, OS-JHD-72*: 10 s, 3 myndir.

Guðmundur Kjartansson 1968: Jarðfræðikort af Íslandi, Blað 2, Miðvesturland. *Meningarsjóður, Reykjavík*.

Haraldur Sigurðsson 1966: Geology of the Setberg area. Snæfellsnes, western Iceland. *Soc. Sci. Islandica, Greinar IV, 2*: 53-125.

Haraldur Sigurðsson 1970: Petrology and geochemistry of the Setberg volcanic region and of the intermediate and acid rocks of Iceland. *Ph.D. thesis, Univ. of Durham*.

Haukur Jóhannesson 1977: Þar var ei bærinn sem nú er borgin. *Náttúrufr. 47*: 129-141.

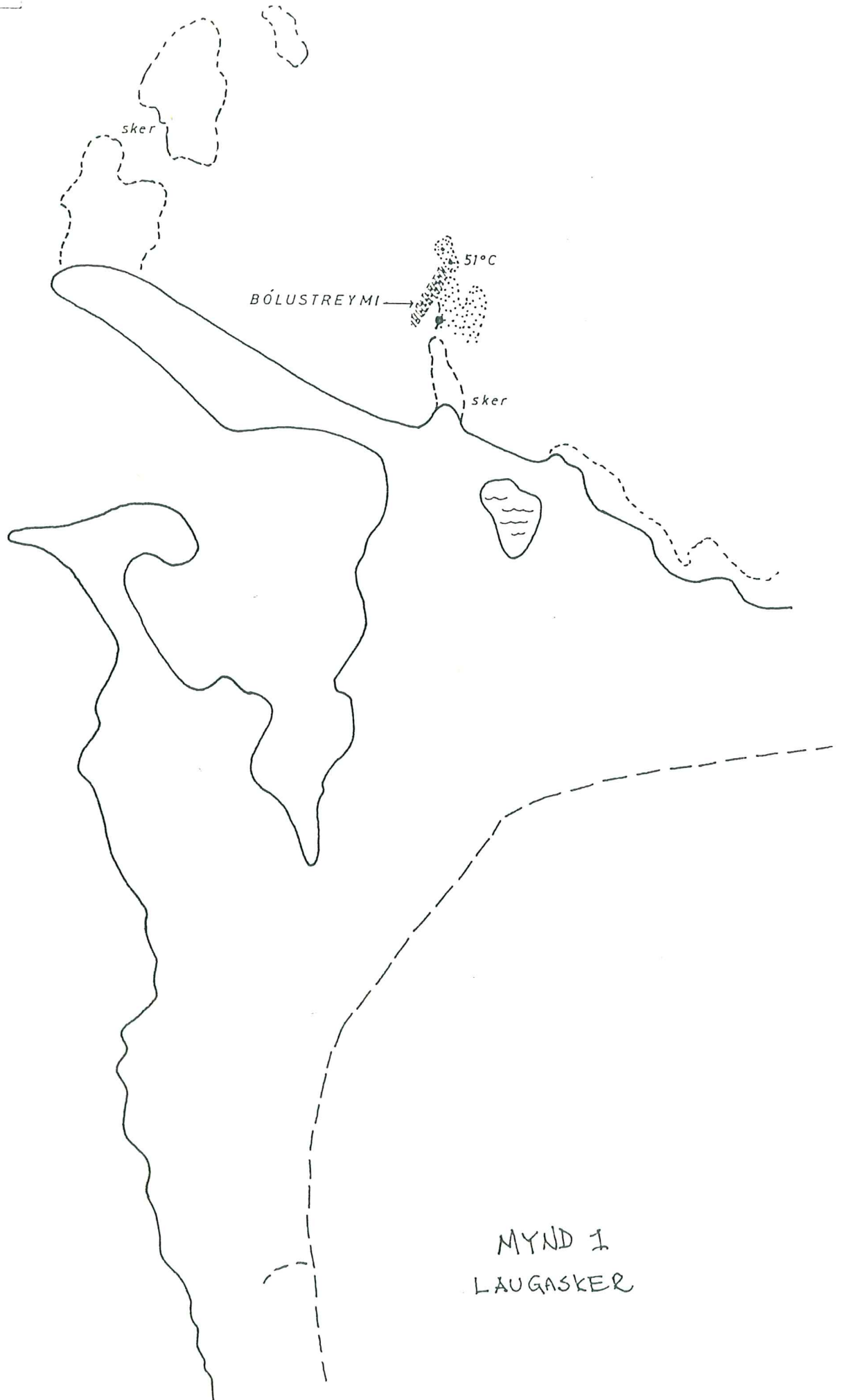
Haukur Jóhannesson 1982: Yfirlit um jarðfræði Snæfellsness. *Árbók Ferðafélags Íslands*: 151-172.

Haukur Jóhannesson, R. M. Flores & Jón Jónsson 1981: A short account of the Holocene tephrochronology og the Snæfellsjökull central volcano, Western Iceland. *Jökull 31*: 23-30.

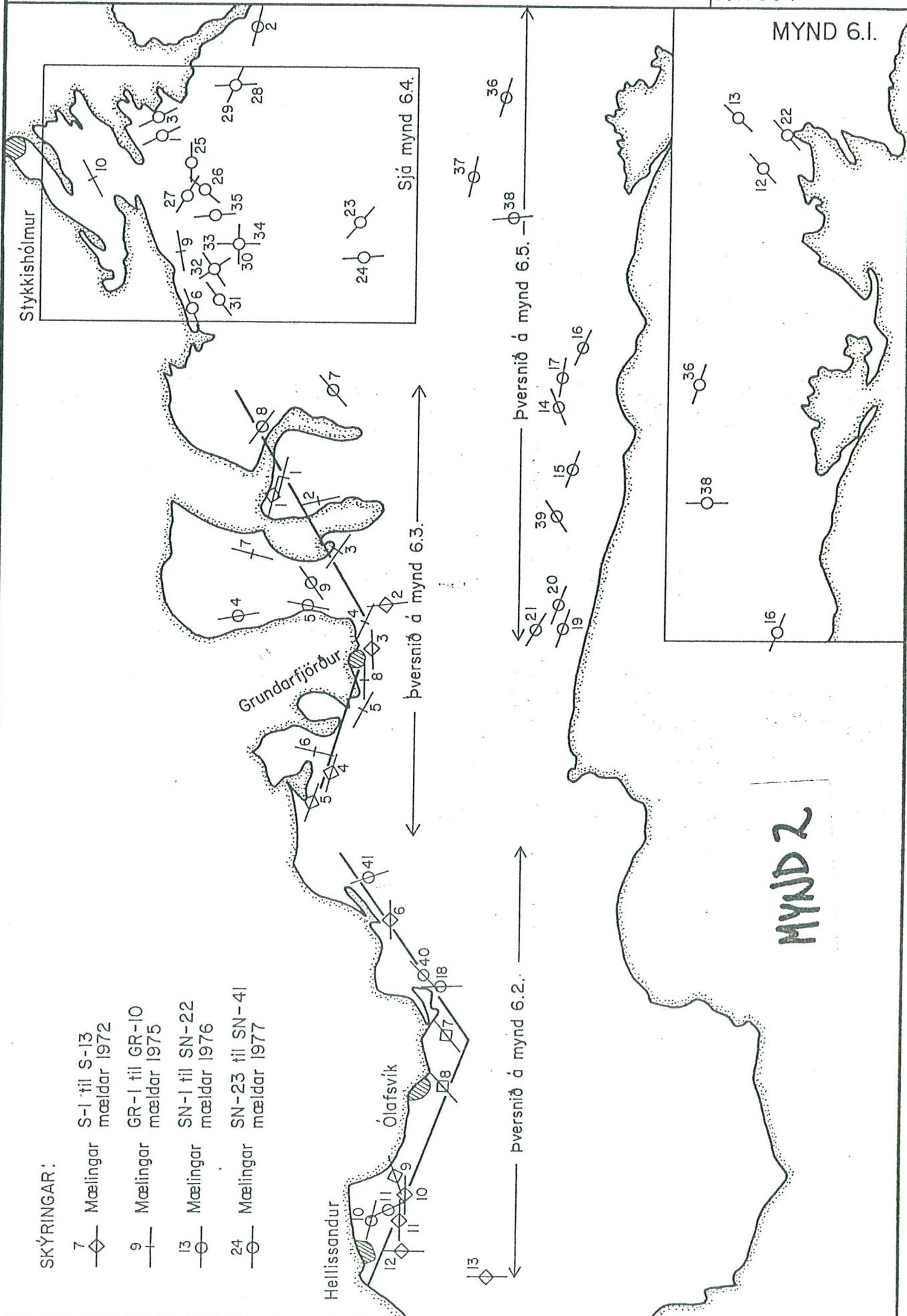
Jón Benjamínsson 1980: Greinargerð um Berserkseyri. *Orkustofnun, greinargerð JB-80/02* 2 s.

Jón Benjamínsson 1988: Dreifing tveggja öskulaga frá Snæfellsjökli. *Dagskrá og ágríðp erinda frá ráðstefnu Jarðfræðafél. Ísl., Hót. Loftleiðum 9. apríl 1988: Eldvirkni á Íslandi*. 1 s.

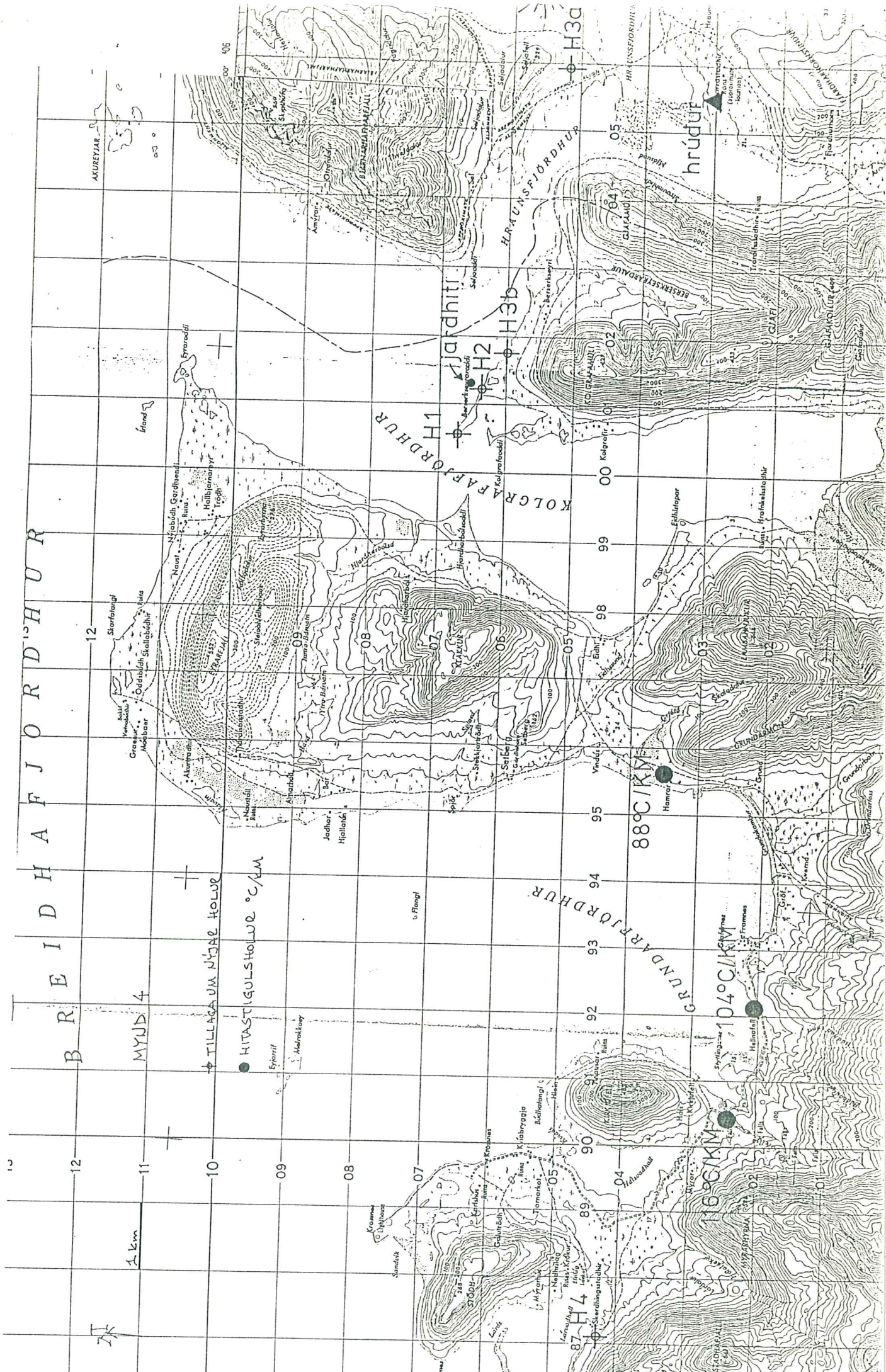
Sigurður Steinþórsson 1967: Tvær nýjar C14-aldursákvarðanir á öskulögum úr Snæfellsjökli. *Náttúrufr. 37*: 236-238.











B R E I D H A F J O R D H U R

AKUREYJAR

MYJD 4

TILLAGA UM NÚAL HÖLUR

HITASTIGULSHOLUR °C/KM

GRUNDRIFJÖRDHUR

104°C/KM

KOLGRÁFAFJÖRDHUR

H3B

H2

H3A

88°C/KM

86°C/KM

hrúdur

12

11

10

09

08

07

06

05

04

03

02

01

12

11

10

09

08

07

06

05

04

03

02

01

1 km



Hind

Eyraróði

Amtrær

Órnadalur

Stropann

405

400

395

390

385

380

375

370

Starfobangi

Greasur

Óddaból

Skjalabúðir

Rúna

Hólabær

Ákarnadalur

Naust

Mjóbúðir

Gardhend

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Ákarnadalur

Naust

Mjóbúðir

Gardhend

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Starfobangi

Greasur

Óddaból

Skjalabúðir

Rúna

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Ákarnadalur

Naust

Mjóbúðir

Gardhend

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Starfobangi

Greasur

Óddaból

Skjalabúðir

Rúna

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Starfobangi

Greasur

Óddaból

Skjalabúðir

Rúna

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Starfobangi

Greasur

Óddaból

Skjalabúðir

Rúna

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær

Hólabær