



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Helga Tulinius
Árni Hjartarson
Guðmundur Ómar Friðleifsson
Guðrún Sverrisdóttir

HNAPPADALUR

Kalt vatn og jarðhiti

Sérverkefni í fiskeldi 1989-1990

OS-91039/JHD-05

Reykjavík, október 1991

ISBN 9979-827-01-7



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Helga Tulinius
Árni Hjartarson
Guðmundur Ómar Friðleifsson
Guðrún Sverrisdóttir

HNAPPADALUR
Kalt vatn og jarðhiti
Sérverkefni í fiskeldi 1989-1990

OS-91039/JHD-05
Reykjavík, október 1991
ISBN 9979-827-01-7

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	5
2. KALDAR LINDIR	6
2.1 Inngangur	6
2.2 Lindir undan Barnaborgarhrauni	6
2.3 Eldborgarhraun	6
2.4 Landbrotalækur	10
2.5 Bólalækur	10
2.6 Laugarneslindir	10
2.7 Kaldilækur	10
2.8 Kálfhagar	11
2.9 Hvanntær	11
2.10 Hlíðarvatn og Oddastaðavatn	11
2.11 Eyjahreppur	13
2.11.1 Ytri-Rauðamelur	13
2.11.2 Kaldakvísl	13
2.11.3 Geldingaborg	13
3. JARÐFRÆÐI JARÐHITASVÆÐANNA	15
3.1 Inngangur	15
3.2 Jarðhitasvæðin	15
3.3 Jarðhitasvæðin við Syðri-Rauðamel	18
3.3.1 SVÆÐI I	19
3.3.2 SVÆÐI II	20
3.3.3 SVÆÐI III	20
3.3.4 SVÆÐI IV	20
3.4 Jarðhitasvæðið við Landbrot	21
3.5 Jarðhitasvæðið í Eldborgarhrauni	22
3.6 Jarðhitasvæðin við Laugagerðisskóla	23
4. EFNASAMSETNING HEITA OG KALDA VATNSINS	26
4.1 Heitt vatn	26
4.2 Kalt vatn	29
5. BORANIR OG NIÐURSTÖÐUR ÞEIRRA	31
5.1 Hola SR-01	31
5.2 Hola MD-01	32
5.3 Hola FS-01	33
6. VIÐNÁMSMÆLINGAR	35
6.1 Sjómælingar	35
7. NIÐURSTÖÐUR	43
8. HEIMILDIR	44
VIÐAUKI: Ferlar viðnámsmælinga	47

MYNDASKRÁ

1. Nútímahraun í Hnappadal	7
2. Lindir við Eldborgarhraun	8
3. Hlíðarvatn og Oddastaðavatn	12
4. Jarðhitasvæði í Hnappadal og staðsetning borhola	17
5. Jarðhitasvæði I og II við Syðri-Rauðamel	18
6. Jarðhitasvæðið við Landbrot	21
7. Jarðhitasvæðið í Eldborgarhrauni	22
8. Jarðhitasvæðin við Laugagerðisskóla	24
9. Hitamælingar úr holum KN-01 og KN-02	25
10. Landbrotslaugar. Jafnvægi nokkurra steinda við heita vatnið	28
11. Syðri-Rauðamelur. Jafnvægi nokkurra steinda við heita vatnið	28
12. Jarðlagasnið og hitamælingar úr holu SR-01	31
13. Jarðlagasnið og hitamælingar úr holu MD-01	32
14. Jarðlagasnið og hitamæling úr holu FS-01	33
15. Hitamælingar úr holum að Jarðlangsstöðum	34
16. Hitamæling úr holu SH-01, Stangarholti	34
17. Hnappadalur, staðsetning viðnámsmælinga og sniða.	37
18. Viðnámsnið AA'	38
19. Viðnámsnið BB'	39
20. Viðnámsnið CC' og EE'	40
21. Viðnámsnið DD' og FF'	41
22. Viðnámsnið GG'	42

TÖFLUSKRÁ

1. Hlíðarvatn og Oddastaðavatn, stærðarsamanburður	12
2. Lindir í Hnappadal	14
3. Efnasamsetning heits vatns í Landbrotslaugum og við Syðri-Rauðamel	29
4. Efnasamsetning vatns í Hraunhreppi og Kolbeinsstaðahreppi	30
5. Efnasamsetning vatns í Eyja- og Miklaholtshreppi	30

1. INNGANGUR

Náttúruleg skilyrði til fiskeldis í Hnappadal og nágrenni voru könnuð sumurin 1989 og 1990. Verkið er liður í sérstökum fiskeldisverkefnum sem Orkustofnun var falið að annast. Vitað var um jarðhita á nokkrum stöðum í Kolbeinsstaðahreppi og Eyjahreppi, auk þess sem talið var líklegt að nóg ferskvatn til fiskeldis myndist á svæðinu. Ekki var talið útilokað að afla mætti sjávar úr borholu undan Eldborgarhrauni, einkum úr hrauntotu sem nefnist Mjóahraun. Áætlun var gerð um könnun í báðum hreppum en er til kom reyndist Eyjahreppur ekki reiðubúinn til samstarfs. Athyglin beindist því að mestu að Kolbeinsstaðahreppi, þó nauðsynlegt þætti að skyggjast lítillega um vestan Haffjarðarár.

Rannsóknirnar voru margþættar. Jarðhitastaðirnir voru skoðaðir með tilliti til hita, rennslis og jarðfæði, ferskvatnslindir voru kortlagðar með svipuðum áherslum, viðnámsmælt var víða um svæðið, nokkur vatnssýni voru tekin til efnagreininga og loks voru boraðar þrjár grunnar rannsóknarholur.

Kortlagning og skoðun á köldum lindum var í höndum Árna Hjartarsonar. Guðmundur Ó. Friðleifsson skoðaði og lýsir jarðfræði jarðhitastaðanna. Guðrún Sverrisdóttir sá um efnafræðipáttinn. Stjórnun verksins og framkvæmd viðnámsmælinganna var í höndum Helgu Tulínus og einnig boreftirlit.

2. KALDAR LINDIR

2.1 Inngangur

Í Hnappadal ráðast lindir og grunnvatnsstraumar að mestu af hraunum en þau þekja um 80 km² lands í dalnum (mynd 1). Mestur hluti berggrunnsins er tertíer blágrýtismyndun sem er þétt og hleypir litlu grunnvatnsstreymi um sig. Ofan á blágrýtinu er víða grágrýti og móberg. Þessar jarðmyndanir virðast allþéttar en þó koma lindir fram á mörkum blágrýtis og grágrýtis neðanundir Geldingaborg í Eyjahreppi.

Í Hnappadal eru laus jarðlög allmikil að vöxtum. Við Heggstaði eru miklir jökulruðningsmelar og fornar jökullónafyllur. Kaldármelar eru fornar árósamyndanir og þar eru einnig jökulgarðar grafnir í yngra set. Í Kolbeinsstaðafjalli eru miklar skriður og inn á Djúpadal er framhlaupsurð. Engar umtalsverðar lindir eru í tengslum við þessi jarðlög.

Dagana 5.-10. júlí 1989 voru gerðar athuganir á lindum og köldu vatni í Hnappadal. Í leiðinni var lítilliga hugað að lindum í þeim hluta Eyjahrepps sem er innan Hnappadals og eru þær athuganir látnar fljóta með hér. Helstu niðurstöðum þessara athugana var lýst í greinargerð Orkustofnunar "Kaldar lindir í Hnappadal" (Árni Hjartarson, 1990). Lindum svæðisins er lýst í landfræðilegri röð, byrjað á þeim sem koma upp undan Barnaborgarhrauni og síðan haldið í vesturátt og endað við Syðri-Rauðamelsökeldu. Í töflu 2 eru svo allar rennslis- og hitamælingarnar dregnar saman. Í töflum 4 og 5 eru sýndar nokkrar efnagreiningar á köldu vatni af svæðinu.

2.2 Lindir undan Barnaborgarhrauni

Barnaborgarhraun er sjálfstæður hraunbleðill sem runnið hefur úr stuttri gossprungu út yfir sléttlendi, lág klapparholt sem víða eru þakin gömlu sjávarseti og strandmyndunum. Ekkert vatn rennur inn í hraunið svo allar lindir sem undan því koma nærast af úrkomu sem á það fellur. Lindir koma einungis undan hrauninu á tveimur stöðum, við Brúarhraun og Reyðarlæk.

Bæjarlækurinn á Brúarhrauni kemur undan hraunbrúninni rétt niður af bænum en hann stendur upp í hraunjaðrinum. Lindaaugu ráðast á 50-60 m kafla. Rennsli var 90 l/s og hiti 3,2-3,3°C.

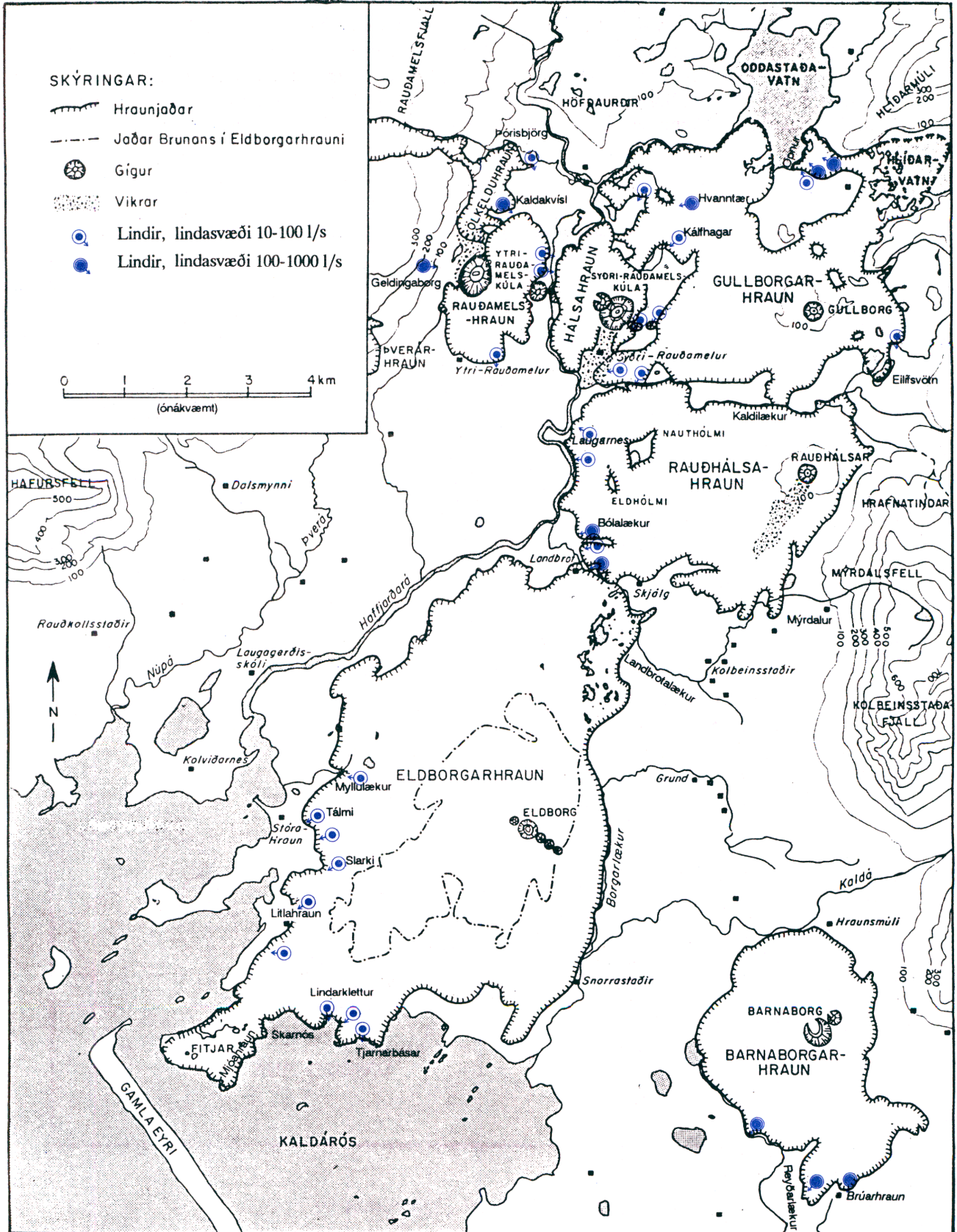
Norðan og vestan heimreiðarinnar gengur hrauntota allt niður undir þjóðveg. Undan henni kemur lækur 10 l/s og 3,2°C.

Vestan við hrauntotuna er manngerð tjörn við hraunjaðarinn. Frá henni renna um 20 l/s. Lindir eru í hraunjaðrinum, 3,0-3,4°C heitar.

Reyðarlækur kemur undan Barnaborgarhrauni í stórum lindum á takmörkuðum bletti. Lækurinn rennur fyrst í stað meðfram hraunjaðrinum uns hann kemur að klapparburst mikilli sem gengur inn undir hraunið úr suðaustri. Þar sveigir lækurinn frá og niður með burstinni en í beygjunni er lítill lind. Við veg er lækurinn 350 l/s. Lindahiti er 3,1°C.

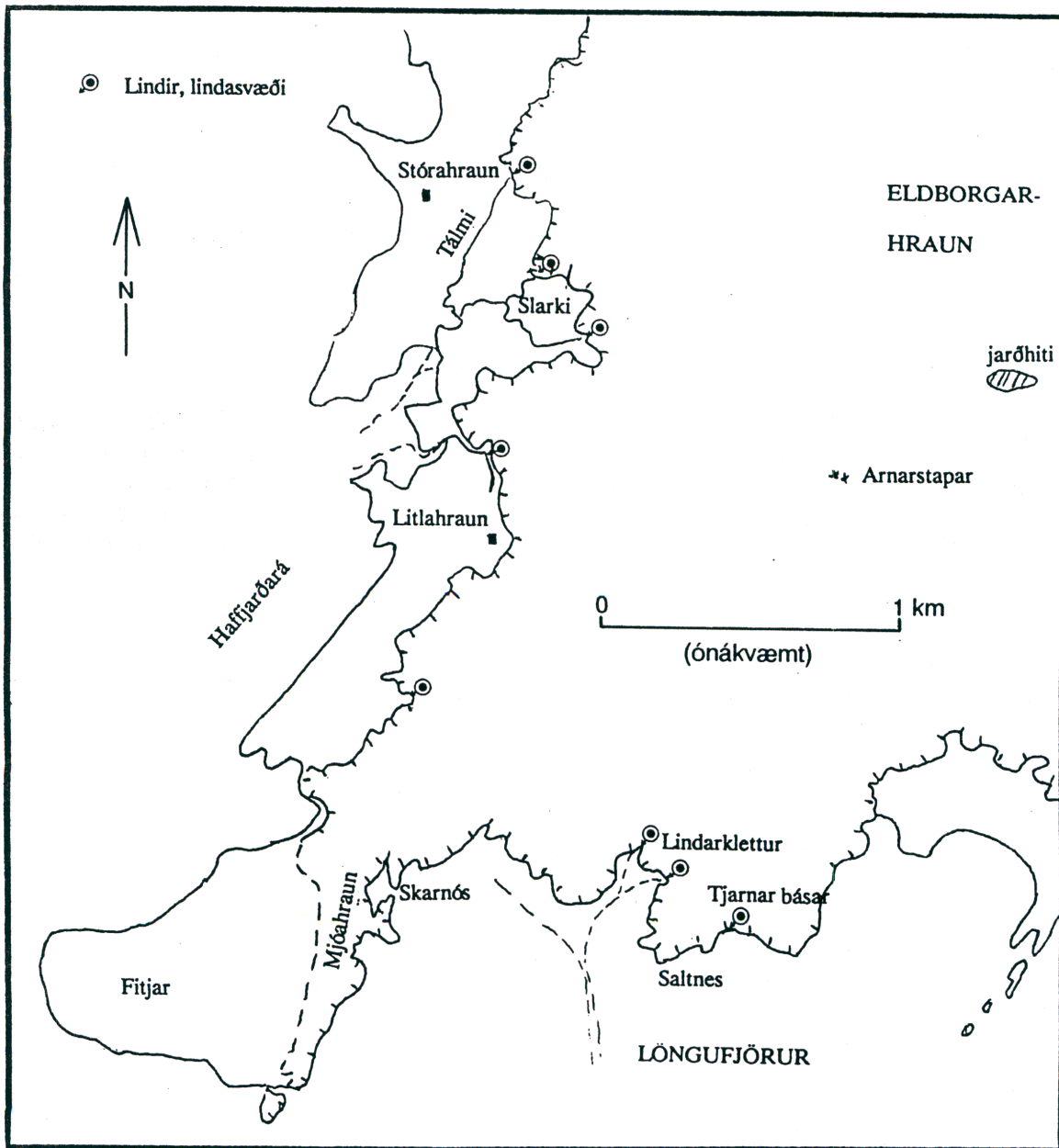
2.3 Eldborgarhraun

Eldborgarhraun er langstærst hraunanna í Hnappadal (mynd 1). Flatarmál þess er 33,4 km² og rúmmálið nálægt 1 km³ (Haukur Jóhannesson, 1977). Hraunið markast að austan af Kaldá og Borgarlæk, að norðan af Landbrotalæk, að vestan nær það vestur undir Haffjarðará og í sjó fram í Kaldárósi. Þótt vötn afmarki það þannig á allar hliðar hefur hraunið ekki haft mikil áhrif á vatnafarið og ekki breytt farvegum fallvatna svo umtalsvert sé. Hraunið er gamalt og hefur runnið er sjór stóð lægra við ströndina en hann gerir nú sem sést m.a. af því að það teygir sig út í sjó á kafla, lengst um 2 km fram, þar sem heitir Mjóahraun á Litlahraunsnesi



MYND 1. Nútímahraun í Hnappadal. Kort frá Hauki Jóhannessyni 1977, ögn breytt.

(mynd 2). Ekki er hægt að sjá að það hafi orðið fyrir neinni sjókælingu er það rann. Haukur Jóhannesson (1977) telur hraunið 5000-9000 ára gamalt. Auk þess liggur fjörumór upp að því og ofan á því á nokkrum stöðum. Hraunið rann um flatlendi og breiddi úr sér til allra átta frá gígnum. Engir óbrynnishólmar eru í því. Landinu undir því virðist halla lítillega til suðvesturs. Lindir sem undan því koma eru nánast allar í löndum Stóra- og Litlahrauns (mynd 2).



MYND 2. Lindir við Eldborgarhraun

Tálmi. Tveir lækir eiga upptök sín í hraunjaðrinum austan við Stórahraun. Þeir heita Tálmi og Slarki (mynd 2). Tálmi kemur upp í lindum á um 40 m kafla við hraunbrúnina. Vatnsmagn-ið er um 20 l/s og vatnshitinn 2,4-2,7°C. Hleðslur og fornir pottar eru við nyrsta lindahraunina svo þar hefur verið þvottaaðstaða. Sunnan við lindirnar sér fyrir gamalli rétt eða girðingu úr hraungrýti. Frá lindunum hlykkjast síki um langan veg í sléttri mýri uns hann fellur í Slarka.

Slarki kemur upp við hraunbrúnina nokkur hundruð metrum sunnar, í síkjakerfi í mýrinni. Magn 15-20 l/s, hiti 2,8°C. Framhald þessara lækja út á leirunum við Haffjarðará nefnist Þrí-steinaáll.

Farvegir Tálma og Slarka víkka með hverju ári. Áhrifa flóðs og fjöru gætir jafnan í þeim. Landið er að sökkva í sæ og eftir mannsaldur eða svo verða bæði Fitjarnar og gamla túnið á Stórahrauni orðin að leirum.

Hrauntota teygir sig til vesturs milli bæjanna að Stóra- og Litlahrauni. Norðan við hana koma upp dreifðar lindir, 10-20 l/s, 2,9°C (mynd 2).

Í **hraunkverkinni** norðan við Litlahraun koma upp lindir, 30-40 l/s á 80 m langri línu. Stærsta lindin er nyrst. Lindahitinn er 2,4-2,6°C. Síki gengur þar suður með hraunjaðrinum mun lengra suður en lindir ná (mynd 2).

Litlahraun fær vatn úr brunninum Þorláki heim undir bæ. Við hraunjaðarinn er Gvendar-brunnur, hraungjóta sem vatn stendur jafnan í.

Í **mýrarviki** milli hvalbaka og hrauns suður af Litlahrauni er lindalækur í tveimur álmum. Syðri álma, 20 l/s og 3,3-3,5°C, nyrðri álma, 20 l/s og 2,9°C. Syðst bætast 5-10 l/s úr læk í sík-ið.

Þegar kemur suður fyrir mýrarvikið ganga leirur upp að hrauninu. Smáir saltvatnslækir koma undan hrauninu þegar útfiri er. Allir eru þeir um eða innan við 1 l/s. Sumarhiti þeirra er 5-10°C.

Fitjar, eða Litlahraunsfítjar, heitir svæðið vestan við Mjóahraun, hrauntotuna sem gengur lengst til suðurs. Þar sér ekki í hraunið en þó liggur það undir fitjunum á stórum svæðum (myndir 1 og 2). Djúpir lækir en lygnir kvíslast um mýrarnar. Í þeim er saltvatn og marflær. Straumur í þeim snýst í takt við sjávarföll. Þegar hásjávað er flýtur yfir allt svæðið. Í hrauntungunni austan Fitja eru vatnsfylltir pyttir. Vatnið er dauflega ísalt, gróðursnautt en ein-manalegar marflær synda með botni.

Löngufjörur liggja úti fyrir Eldborgarhrauni og fara undir sjó á flóði. Hraunið liggur niður að ströndinni vestan til en að austanverðu sveigir brún þess upp í mýrarsundin hjá Snorrastöðum. Nokkrar lindir koma undan hrauninu þar sem það liggur að sjó. Þegar svæðið var skoðað var gengið frá Snorrastöðum að Skarnósi austan við Fitjar. Lindasvæðunum verður því lýst í þeirri röð. Ekkert vatn kemur undan hrauninu fyrr en komið er út í Saltnes. Þar standa nokkrar smátjarnir uppi í hrauninu en svæðið er nefnt Tjarnarbásar (mynd 2). Neðan þeirra, í krikanum austan við Saltnes, kemur 10 l/s lind upp í fjöruborðinu. Lindarhitinn er 9,7°C. Þarna virðast vera ótvíræð jarðhitaáhrif sem sennilega stafa af afrennsli frá jarðhitasvæði við Eldborg. Vestan við Saltnes er vík. Í krikanum austast í henni er önnur lind í flæðarmálinu 10-20 l/s, hiti 6-7°C. Hitinn sýnir dvínandi jarðhitaáhrif. Í krikanum austast í víkinni er klettur sem heitir Lindaklettur eftir lindum sem við hann eru. Austasta lindin er 10 l/s og 2,3°C. 50-100 m vestar er breiður lækur í fjörunni, 50 l/s, 3,1-3,4°C. Um 100 m vestar eru vætlur, 5 l/s og 4,3°C. Lindirnar við lindaklett myndu ál á fjörunni vestan við Saltnes. Hann nefnist Saltnesáll og er oft nokkur farartálmi á reiðveginum um Löngufjörur. Hann verður aldrei þurr um fjöru, dýpkar fljótt á aðfalli og getur verið með sandbleytu í botni. Hann er breytilegur, jafnvel frá degi til dags, að sögn kunnugra (Guðlaugur Jónsson, 1970).

2.4 Landbrotalækur

Landbrotalækur fellur um þvera sveit og í Haffjarðará (mynd 1). Hann flytur vatn frá Kolbeinsstaðafjalli og mýrunum við rætur þess. Lækurinn heitir mörgum nöfnum og er kenndur við bæina sem hann á leið framhjá. Efstu upptök Landbrotalækjar eru í lítilli tjörn uppi á Kolbeinsstaðafjalli en frá henni fellur hann í Mýrdalsgjá og í Fjósatjörn. Tjörnin er við þjóðveginn vestur af bænum Mýrdal. Henni er haldið uppi af hrautanga úr Rauðhálsahrauni sem þarna teygir sig lengst til suðurs. Við venjulegt rennsli í læknum hefur Fjósatjörn ekkert afrennsli á yfirborði en vatnið frá henni seytlar í gegnum hrautangann og kemur upp í lindum vestan hans. Þar koma upp 20 l/s, lindahiti hefur mælst allt að 9,7°C. Í frostum fer hitinn niður í 0°C.

Engar lindir eru við Landbrotalæk fyrr en komið er niður á móts við yfirgefinn bæinn í Landbrotum. Þar fellur lækurinn um þröngt gil sem verður á milli Rauðhálsahrauns og Eldborgarhrauns. Stórt lindarauga er þar undir hrautotu úr Rauðhálsahrauni og frá því fossar vatnið í stuttum þverlæk til Landbrotalækjar. Vatnsmagnið er um 150 l/s, hiti 3,0°C.

Nokkru nær Haffjarðará rennur lækur undir þjóðveginn sem á upptök sín í nokkrum lindum við hraunjaðarinn ofan vegar. Vatnsmagnið er um 100 l/s, hiti 3,0-3,1°.

2.5 Bólalækur

Síðastnefndu lindirnar eru hluti af lindasvæði sem kemur upp undan Rauðhálsahrauni í hraunkrika ofan brúarinnar yfir Haffjarðará. Meirihluti lindasvæðisins skilar vatninu í einn stóran lindalæk sem Bólalækur heitir. Vatnsmagn hans er 330 l/s en vatnshitinn er 3,0-3,4°C. Bólalækur fellur í Haffjarðará ofan við Landbrotalæk (mynd 1).

Lindirnar gegnt Landbrotum og lindir Bólalækjar mynda nær samfellt lindasvæði þar sem upp koma röskir 600 l/s af góðu lindavatni. Frá svæðinu er stutt í jarðhitann í Landbrotum. Samnýting á heitu og köldu vatni til fiskeldis eða annarra þarfa er því vel möguleg á þessum slóðum.

2.6 Laugarneslindir

Við Laugarnes í Haffjarðará er jarðhiti á árbotninum. Ofan við nesið liggur jaðar Rauðhálsahrauns skammt austan árinna en nær ekki niður á árbakkan nema á einum stað. Stuttur lindalækur kemur upp á lindalínu við efri jaðar þessarar hrautotu. 30 m eru frá efstu lind niður í á. Rennslið er 30-40 l/s og hiti 2,8°C. Undan hrautotunni við ána koma allmargar lindir sem bunar úr beint í ána. Rennsli 30-40 l/s, hiti 3,1-3,3°C. Tvær smátjarnir eru í hrauninu ofan lindanna. Lítil lind kemur úr hrauninu við neðri jaðar totunnar, 5 l/s og 2,6°C.

Neðan við hrautotuna sveigir hraunjaðarinn frá ánni á kafla en kemur að henni á ný neðan við Laugarnes. Neðar með ánni myndast dálítið hraunvik á árbakkanum. Lind kemur upp efst í bugnum og lækur frá henni rennur niður með hrauninu. Smálindir og lækjarsytra bætast í hann uns hann sveigir þvert út í á. Rennsli alls 5-10 l/s, lindahiti 2,9°C

2.7 Kaldilækur

Kaldilækur á upptök í smádölum norðan við Kolbeinsstaðafjall. Afrennsli Eilífsvatna (Eylífsvötn skv. korti) rennur einnig í lækinn. Kaldilækur fellur um þvera sveit frá austri til vesturs í Haffjarðará (mynd 1). Ofan til er lítið af lindavatni í honum en þegar kemur niður undir Syðri-Rauðamel bætist í hann lindavatn úr Gullborgarhrauni og Hálsahrauni (þ.e. hrauninu frá Syðri-Rauðamelskúlu). Efsti lækurinn kemur upp í Gullborgarhrauni. Hann er 80-100 l/s og rennur um hraunið ofan heimreiðarinnar að Rauðamel, þar hverfur hann í það á ný. Neðan við heimreiðina er lítil tjörn. Lækurinn sem frá henni fellur til Kaldalækjar er 100-200 l/s.

Fiskitjörn er norður af Rauðamelskúlu við jaðar Gullborgarhrauns. Frá henni fellur Stéttalækur og er um 50 l/s við útfallið. Hann fellur niður austan við gjallgígana Hauga og framhjá ölkeldulauginni. Haugar eru austustu eldvörpin við Rauðamelskúlu. Norðan og austan Hauga koma nokkrar lindir upp í Gullborgarhrauni. Frá þeim streyma um 80 l/s en lindahitinn er 3,9-4,2°C. Lækirnir sameinast og renna síðan niður með jaðri Gullborgarhrauns sem þarna hverfur í Haugamýri. Í mýrinni skammt ofan heimreiðarinnar, en utan túns, kemur upp vatn, 80-100 l/s, sem rennur til Stéttalækjar.

Stéttalækur var mældur í vegræsi við heimreið og var 300 l/s (óörugg mæling).

Bæjarlækur Syðri-Rauðamels kemur upp í vikurskálum við rætur Kúlunnar ofan bæjar. Lindirnar hafa skolað út miklar hvilftir í laus jarðlög. Svartur og rauðleitur fallega lagskiptur vikurinn myndar veggi hvilftanna, ógróinn að mestu en á flötum botnum þeirra er grænt gras. Þar liðast lindalækirnir svartir af mosa sem í þeim vex. Lindahiti er 4,0-5,4°C. Undan hrauntotu niðri við fjárhúsin kemur upp lind sem rennur til Bæjarlækjar 20 l/s og 4,2°C. Alls er Bæjarlækurinn um 90 l/s.

2.8 Kálfhagar

Norðan við Syðri Rauðamelskúlu er allmikið vik inn á milli Hálsahrauns og Gullborgarhrauns. Það nær frá Haffjarðará og allt inn undir Fiskitjörn. Í vikinu koma upp dreifðar lindir. Lindahitinn er 3,1-4,5°C. Lindalækirnir sameinast allir í einn áður en þeir falla í Höfðaá og eru þá um 100 l/s.

2.9 Hvanntær

Stærsta einstaka lindasvæði í Hnappadal er í Hvanntám sem er fögur gróðurvin í Gullborgarhrauni (mynd 1). Vatnið kemur fram í lægð sem rekja má um eins kílómeters leið vestur að Höfðaá. Lægðin er á hraunstraumaskilum. Erfitt er að meta vatnsmagnið sem þarna er á ferð því vatnið er ýmist að bulla fram í lindum eða hverfa í jörð þar sem hraunhryggir girða fyrir leið þess. Giska má á að þarna séu hátt í 1000 l/s. Lindahiti í efstu lindum er 4,1°C. Vatnið er að öllum líkindum að mestu ættað frá Hlíðarvatni. Það hverfur í hraunið við vesturenda vatnsins og streymir fram í grunnvatnsstraumi milli Hnúka og Hraunholta en birtist svo í Hvanntám. Meðfram læknum er mikil gróðursæld, hvannstóð og blómskrúð, stæðileg birkitré og reyniviðarhríslur. Á nokkrum stöðum eru tjarnir við lækinn og á þeim fuglalíf mikið. Gamlar grjóthleðslur sýna að þarna hefur búpeningi verið haldið til haga.

2.10 Hlíðarvatn og Oddastaðavatn

Hlíðarvatn og Oddastaðavatn eru hraunstífluð vötn sem orðið hafa til í sinni núverandi mynd (tafla 1) við gosið í Gullborg. Dýptarmælingar Vatnamælinga Orkustofnunar (mynd 3) frá 1973 gefa til kynna að vatn hafi verið í vatnstæði Hlíðarvatns fyrir gosið en yfirborð þess hefur verið um 5 m lægra en núverandi vatnsborð. Líklegt er að útfall vatnsins hafi verið sunnan Hraunholta. Í hrauninu við vesturenda vatnsins er mikið um gervigiga en þeir benda til að þar hafi staðið uppi vatn fyrir Gullborgargosið. Þar eru miklir svelgir og niðurföll sem vatn streymir í en bændur hafa hlaðið fyrirhleðslur til að tefja fyrir lækun í vatninu.

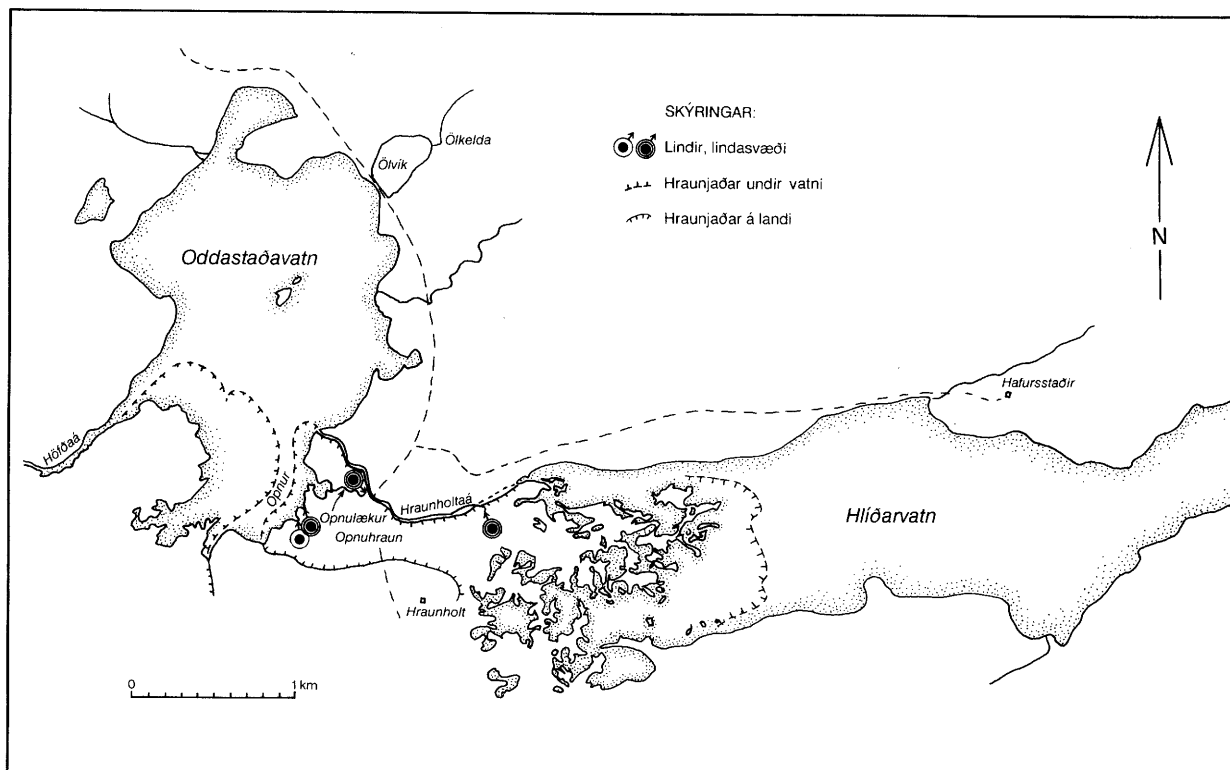
Oddastaðavatn hefur allt orðið til við Gullborgargosið. Afrennsli þess er um Haffjarðará en lítið sem ekkert virðist síga inn í hraunið.

Hraunið frá Gullborg hefur flætt að Hlíðarvatni sunnan Hraunholta en síðan hefur mjó tunga úr því flætt til vesturs norðan holtanna og niður að Oddastaðavatni. Útfall Hlíðarvatns, Hraunholtaá, rennur niður með norðurjaðri þessarar hrauntungu. Áin nær einungis upp í Hlíðarvatn í úrkomutíð og leysingum. Efstu upptök árinna eru oftast í sprungnu hrauninu

Tafla 1: Hlíðarvatn og Oddastaðavatn, stærðarsamanburður.

	Hlíðarvatn*	Oddastaðavatn
Hæð (m y.s.)	78	65
Flatarmál (km ²)	4,4	3,0
Mesta mælt dýpi (m)	21	15
Rúmmál (Gl)	20,5	16,2
Meðaldýpi (m)	4,7	5,4
Mesta lengd (km)	4,9	2,9
Mesta breidd (km)	1,7	1,7
Vatnasvið (km ²)	51	95

* Stærðartölur eru breytilegar því mikil vatnsborðssveifla er í vatninu.



MYND 3. Hlíðarvatn og Oddastaðavatn. Byggt á korti Vatnamælinga Orkustofnunar.

skammt vestan vatnsins. Á veturna og síðsumars eru upptökin mun neðar.

En afrennsli vatnsins stöðvast aldrei því frá því renna grunnvatnsstraumar um hraunin beggja vegna Hraunholta. Aðalstraumurinn fer líklega sunnan holtanna og kemur að hluta til fram í Hvanntám eins og áður er greint frá. Annar grunnvatnsstraumur fer um hrauntotuna norðan Hraunholta og kemur fram undan hraunjaðrinum í svonefndum Opnum í Oddastaðavatni. Þar

er oftast vök fyrir landi þótt vatnið sé annars ísi lagt. Hraunið þar upp af er nefnt Opnuhraun (mynd 3). Í því koma upp lindir neðan þjóðveggar sem mynda læk sem heitir Opnulækur. Rennsli hans mældist um 250 l/s en lindahitinn var 8,5-9,2°C. Á tveimur stöðum við vatnið var hægt að mæla lindir; 100 l/s, 9,0°C og 50 l/s, 9,2°C. Sumarhitinn í Hlíðarvatni kemur þarna greinilega fram. Hitinn í Hraunholtaá þarna við hliðina var á sama tíma 10,0°C. Lindahitinn var mældur á ný í októberbyrjun 1989. Þá var hann aðeins 3,3°C.

2.11 Eyjahreppur

2.11.1 Ytri-Rauðamelur

Nokkrar lindir koma undan hrauninu frá Ytri-Rauðamelskúlu. Ef farið er rangsælis kringum hraunið frá Rauðamel er röð þeirra eftirfarandi (mynd 1):

Lind kemur undan hrauninu austur af bæ. Hlaðnir veggir eru við lindalækinn fast neðan augans. Þarna hefur verið mjólkurkæling. Tóftarbort eru sitt hvoru megin við kælinn, lítil tóft vestan við en allstór fjárhústóft austan við. Smærri augu eru sitt hvoru megin aðaluppsprettunnar. Rennsli er um 50 l/s og lindahiti 3,3°C.

Lindalækur kemur undan hrauninu austur undir Haffjarðará nokkru neðan við gígana. Vatn er tekið úr honum í veiðihús. Rennsli 6 l/s, hiti 2,7°C.

Hár hraunjaðar gengur að ánni skammt ofan gíganna. Þar eru nokkrar lindir í árbakkanum. Neðan þeirra er lágur hraunfláki með ánni. Nokkur lindakaugu eru þarna á 6 m kafla. Rennslið er á að giska 10-20 l/s en lindahiti 3,7°C.

Áin fellur um þröngt sund milli hraunanna frá Ytri- og Syðri-Rauðamelskúlu (mynd 1). Ofan við hraunin rennur hún lygn um eyrar. Þarna hefur myndast stöðuvatn fyrst eftir gosin í Rauðumelskúlum. Áin breytir um nafn ofan hraunanna og heitir þar Höfðaá eftir bænum Höfða sem stendur þarna nokkru ofar. Vegarsneiðingur liggur með ánni undir snarbröttum hraunkantinum. Við efsta hluta hans er lindalína í vatnsborði árinna. Syðstu lindirnar mynda læk sem rennur yfir slóðina. Lindalínan er um 90 m löng. Rennsli á að giska 50 l/s, stærsta lindakauga um 20 l/s, lindahiti 3,3-3,6°C.

Ögn ofar, þar sem hraunið byrjar að slá sér frá ánni, eru fimm bullaugu á metra langri línu. Rennsli er 20 l/s, hiti 3,2°C. Um 15 m ofar kemur lind undan vegkantinum, 20 l/s, 2,7°C.

Þar með eru upp taldar lindir sem spretta undan hrauninu frá Ytri-Rauðamelskúlu. Lindirnar við vegarsneiðinginn upp með Haffjarðará voru skoðaðar 22. 10. 1986. Þá voru rennsli og hiti mjög áþekkt því sem hér er lýst.

2.11.2 Kaldakvísl

Lindir koma undan austurjaðri Ölkelduhrauns suður af Valabjörgum. Þær fossa undan hrauntungunni þar sem hún hefur stöðvast í allmiklum halla. Lindalínan er 100-200 m löng. Lindalækurinn nefnist Kaldakvísl (mynd 1) og rennur niður með háum og bröttum norðurjaðri hraunsins frá Ytri-Rauðamelskúlu, um Höfðanes og til Höfðaár. Rennslið var mælt niður við á, 140 l/s. Lindahiti var 2,9-3,1°C. (22. okt. 1986 var rennslið 130 l/s og hiti 3,0-3,1°C).

Norðan við Þórisbjörg kemur lækur undan hrauntotu. Tvö lindakaugu eru þar í polli við hraunjaðarinn. Rennsli 20-30 l/s, hiti 2,9-3,0°C. Vatnið fellur í Gerðubergslæk og með honum í Haffjarðará.

2.11.3 Geldingaborg

Rauðamelskúlurnar hafa gosið á stuttri gossprungu sem ligur nær því austur vestur. Til vesturs frá ytri kúlunni gengur misgengi upp fjallshlíðina og um Geldingaborg á háfjallinu. Land

Tafla 2. Lindir í Hnappadal

Heiti og staðsetning	Rennsli l/s	Hiti °C	Mæliaðferð og aths.
Bæjarlækur við Brúarhraun	90	3,2-3,3	Fleyting í vegræsi
Lækur austan Brúarhrauns	10	3,2	Ágiskun
Manngerð tjörn við Brúarhraun	20	3,0-3,4	Ágiskun
Reyðarlækur	350	3,1	Fleyting í vegræsi
Lind við Fjóstjörn	20	7,8-9,7	Leki úr Fjóstjörn
Opnulækur	250	8,5-9,2	Fleyting í Opnulæk
Lindir í Opnum	100	9,0	Við bakka Oddastaðavatns
"	50	9,2	Við bakka Oddastaðavatns
Hvanntær	1000	4,5-5,0	Ónákvæm fleyting.
Kálfhagar	100	3,6-3,7	Fleyting
Syðri-Rauðamelur, bæjarlækur	90	4,2	Fleyting neðan fjárhúsa
Stéttalækur	50		Fleyting
Lindir nálægt Ölkeldunni	80	3,4-4,2	Fleyting neðan Ölkeldunnar
Lindir í Gullborgarhrauni utan túns	50	Ágiskun	
Landbrot	615	2,7-3,4	Fleyting í nokkrum lækjum
Lindir við Laugarnes	75	2,6-3,3	Dreifðar lindir við Haffjarðará
Myllulækur	70	3,5	Fleyting í vegræsi
Tálmi við Stórahraun	20	2,4-2,7	Fleyting
Slarki við Stórahraun	20	2,8	Fleyting
Hraunkverk við Litlahraun	35	2,4-2,6	Ágiskun
Litlahraun ögn sunnar	50	2,9-3,5	Ágiskun
Tjarnarbásar 1	10	9,7	Jarðhitaáhrif
Tjarnarbásar 2	15	6,0-7,0	Jarðhitaáhrif
Lind við Lindarklett	10	2,3	Ágiskun
Lind vestan við Lindarklett	50	3,1-3,4	Ágiskun
Ytri-Rauðimelur	50	3,3	Fleyting við hraun
Lindir við Haffjarðará neðan Höfða	100	2,7-3,9	Gróft mat á dreifðum lindum
Þórisbjörg	25	3,0	
Lindir undan Ölkelduhrauni	140	2,9-3,1	Fleyting í ræsi við Haffjarðará
Ölkelduhlíð	120	3,0	Fleyting
Rauðamelsölkelda	0	3,5	

Mælingarnar voru gerðar 5. - 10. júlí 1989.

hefur sigið norðan sprungunnar. Norður og vestur af Geldingaborg eru nokkrar smátjarnir á fjallinu og eru tvær þeirra fast við misgengið. Tjörninn niðri í dalbotninum vestan kúlunnar stendur einnig uppi við misgengisbrotið. Úr henni fellur Gerðubergslækur. Í hlíðinni ofan við tjörnina en neðan við Geldingaborg, norðan misgengisbrotsins eru áberandi lindir sem koma upp nærri mörkum blágrýtis- og grágrýtismyndunar í fjallinu. Þetta eru einu umtalsverðu lindirnar í Hnappadal sem ekki koma beint úr hrauni. Aðallindin er neðst og kemur úr blágrýtinu á um 20 m langri línu í um 100 m y.s. Rennslið er 110 l/s og lindahiti 3,0°C. Hærra úr hlíðinni koma 10 - 15 l/s, efsta lindin undan grágrýtinu. Lindalækurinn sameinast Gerðubergslæk rétt neðan við tjörnina. Sameinaðir mældust lækirnir 240 l/s.

3. JARÐFRÆÐI JARÐHITASVÆÐANNA

3.1 Inngangur

Jarðfræði helstu jarðhitastaða í Hnappadal var skoðuð í þeim tilgangi að átta sig á hvað réði uppstreymi heita vatnsins. Notast var við kort og loftmyndir, áttavita og 1 m langan hita-mælistaf. Hitadreifing var athuguð og sprungustefnur metnar eða mældar eftir aðstæðum.

Fáum jarðhitastöðum í Snæfells- og Hnappadalssýslu hefur verið lýst nákvæmlega. Sumir eru þó allþekktir svo sem Lýsuhóll. Haukur Jóhannesson er sá jarðfræðingur sem hvað mest hefur skoðað og kortlagt jarðfræði Snæfellsness og Hnappadals á síðari árum og hefur m.a. birt um það nokkrar greinar (1977, 1980, 1982). Í greinunum er mest fjallað um eldvirkni og jarðsögu, en lítið um jarðhitann. Þekktum jarðhitastöðum og ölkeldum fjölgaði nokkuð við athuganir Hauks, en gögn þar um eru varðveitt á óbirtu jarðhitakorti af jarðhitastöðum og ölkeldum á svæðinu og í gagnaskrá Orkustofnunar (Helgi Torfason og Ásgrímur Guðmundsson 1988; Guðmundur Pálmason o.fl. 1985). Leitað var álits Hauks á stefnu uppstreymisrása jarðhita í Eyja- og Kolbeinsstaðahreppi og taldi hann NV-lægar sprungur ráðandi svipað og í eldvirkni-inni. Að hluta til fékkst sama niðurstaða úr þeim jarðfræðiathugunum sem hér er sagt frá.

Snæfellsness- og Hnappadalssýsla er þekkt fyrir fjölmargar ölkeldur, en þær eru ýmist heitar eða kaldar. Rauðamelsölkelda í Eyjahreppi er trúlega sú frægasta. Í byrjun þessarar aldar gekk hún kaupum og solum, og var m.a. stofnað útflutningsfyrirtæki um ölkelduna í eigu norskra aðila sem hugðust setja upp átöppunarverksmiðju þar. Jón Vídalín konsúll og verslun-armaður hafði eignast ölkelduna á ofanverðri síðustu öld og lét þá byggja yfir hana veglegan skúr á þeirra tíma mælikvarða og stendur hann enn þó hrörlegur sé. Um braskið með ölkelduna má t.d. lesa í samnefndri grein í tímaritinu Heimsmynd (Bjarni Harðarson, 1987).

Rauðamelsölkelda er feikilega gasrík, en rennsli úr henni er lítið, auk þess sem vatnshitinn er breytilegur eftir árstíðum. Sýnir það að vatnið er venjulegt grunnvatn að stofni til og að upp- runi gassins og vatnsins er ólíkur. Það sama virðist þó ekki endilega eiga við allar ölkeldur í sýslunni því margar þeirra eru jafnheitar (eða jafnkaldar) allan ársins hring. Í helstu faglegu umfjöllun um ölkeldur á Íslandi (Stefán Arnórssonar, 1982; Stefán Arnórsson og I. Barnes, 1983) kemur hins vegar fram það álit, að kolsýran streymi beint upp úr möttlinum, eða kólnandi kvikuinnskotum í jarðskorpunni, án þess að leysast upp í því jarðhita- eða grunnvatni sem það streymir endanlega með upp til yfirborðs. Samkvæmt sömu greinum er álitnið að bæði heita og kalda vatnið sé regnvatn að uppruna.

Heimamenn í Hnappadal kalla ölkelduvatnið oft einungis öl. "Heitt ölið streymir þar úr klöpp-inni". Hér á eftir er þessi orðmynd víða notuð.

3.2 Jarðhitasvæðin

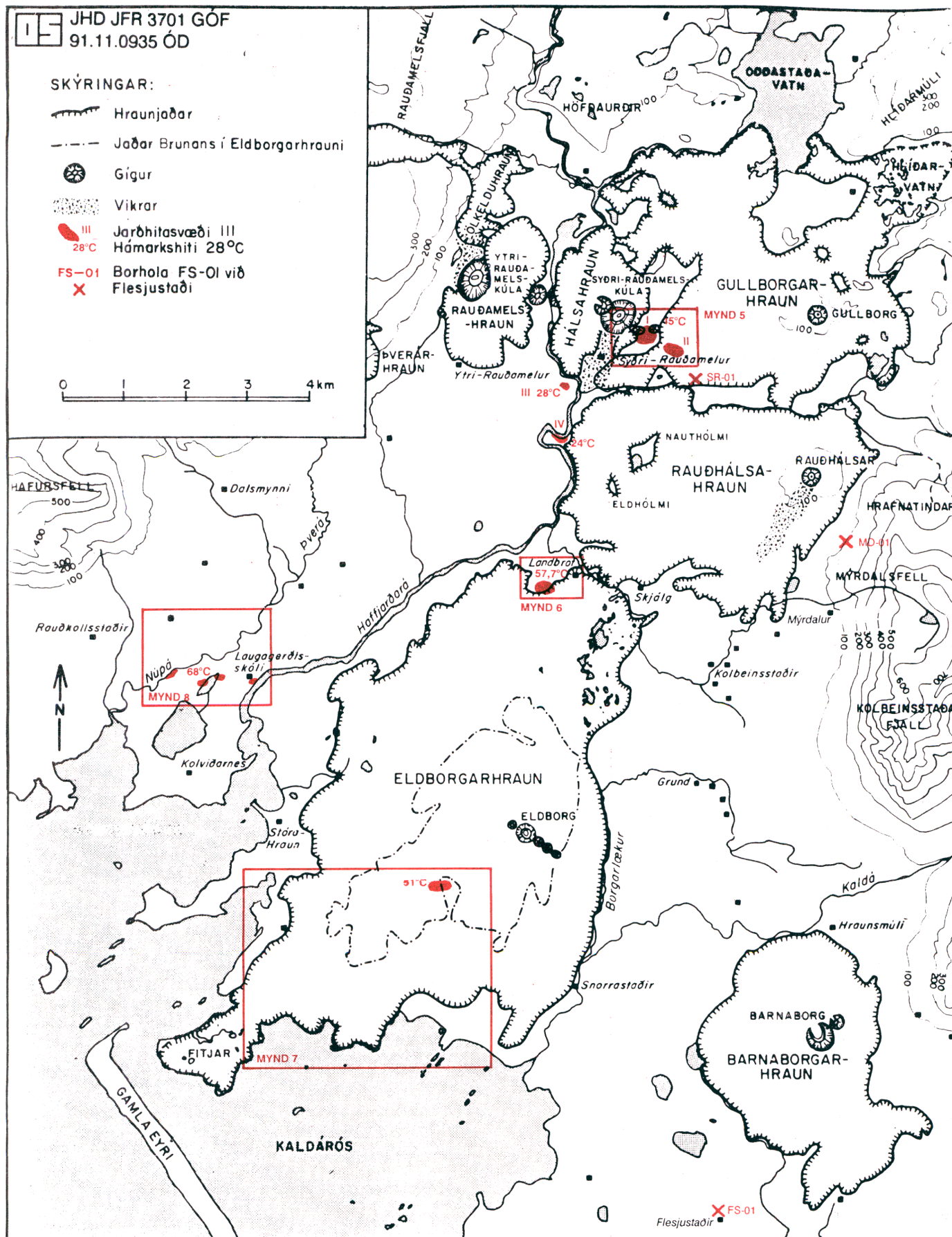
Ekki eru neinar jarðfræðilegar forsendur fyrir því að skilja á milli jarðhitavirkni vestan og austan Haffjarðarár. Því voru svæðin beggja vegna ár skoðuð eftir því sem þurfa þótti. Þau eru eftirtalin (mynd 4): (1) Jarðhitasvæðið við Syðri-Rauðamel en með því telst nánast köld kalkhrúðurskella í landi Ytra-Rauðamels og heitt ölpuppstreymi í miðri Haffjarðará, (2) jarðhitasvæðið við Landbrot, (3) jarðhitasvæðið í Eldborgarhrauni í landi Snorrastaða og (4) jarðhitasvæðið í nágrenni Laugagerðisskóla í landi Kolviðarness. Jafnframt voru ölkeldur í landi Oddastaða og Heggstaða skoðaðar og sú fræga í landi Ytra-Rauðamels.

Sameiginleg einkenni á jarðhitastöðunum eru nokkur. Vatnið er í öllum tilfellum fremur gasríkt (heitt öl) og steinefnaríkt. Kalkútfellingar eru áberandi og hafa á öllum stöðunum byggt upp ílangar kalkhrúðursskellur langs eftir uppstreymisrásunum. Eina undantekningin frá þessu er í Eldborgarhrauni. Þar er uppstreymið að mestu hulið hrauni en ekki ólíklegt að

hrúðurskella sé undir hrauninu, svipuð og á hinum stöðunum. Hrúðurskellurnar eru misstórar að umfangi, en mynda gjarnan skildi, eða skálar, umhverfis helstu laugarnar. Sammerkt er með öllum stöðunum að kalkútfellingarnar virðast heldur á undanhaldi fyrir veðrunaröflunum auk þess sem hrúðursmyndunin virðist fara minnkandi, trúlega samfara minnkandi uppstreymi á öllum svæðunum. Kalkhrúðrið er víða orðið að hálfgerðri leirslepju, eða forarvilpum, ljósgráum að lit. Sumsstaðar hefur jarðvegur náð að hylja skellurnar að mestu leyti. Annars staðar má sjá að hraun hafa flætt yfir kalkhrúðrið svo sem Gullborgarhraunið við Syðri-Rauðamel og Eldborgarhraunið við Landbrot, og að líkindum yfir jarðhitasvæðið í Snorrastaðalandi. Samkvæmt því er svo að sjá sem kalkhrúðursmyndunin hafi að mestu orðið til í byrjun nútíma, sem hófst fyrir um 10.000 árum. Í því sambandi má geta þess að svipast var um eftir ummerkjum um goshveri, sem ekki fundust. Til þess þyrfti nokkuð ítarlegri rannsókn en tók voru á hér, m.a. með hjálp þunnsneiða og röntgengreininga á sýnum neðst úr hrúðurbreiðunum, sem einfaldast væri að bora eftir þó notast mætti við haka og skóflu eða skurðgröfu. Hingað til hefur þó verið talið að hverahrúðrið sé allt úr kalki og myndað við svipuð skilyrði í jarðhitavatni keimlíku því sem finnst í dag án þess að nákvæm athugun á hrúðrinu hafi þó verið gerð (Kristján Sæmundsson, pers. uppl.).

Fyrir um 8.000 árum þegar Gullborgarhraunið rann virðist hrúðurskellann við Syðri-Rauðamel að mestu hafa verið mynduð og sama má segja um kalkhrúðrið við Landbrot þegar Eldborgarhraunið rann á svipuðum tíma (fyrir 5000-9000 árum). E.t.v. hafa landlyfting og misgengjahreyfingar í jarðskorpunni er fargi ísaldarjökla létti, haft örvandi áhrif á jarðhitauppstreymi, miðað við það sem síðar varð, en ísaldarjoklar hafa að líkindum máð út flest ummerki eldri yfirborðsvirkni á jarðhitastöðunum. Er líður á nútímann er augljóst að uppstreymið smáminnkaði auk þess sem vatnshitinn lækkaði, næst yfirborði a.m.k., því nokkrar jarðhitaskellurnar eru nú kaldar og vatnsrennsli í öðrum því sem næst ekkert.

Umtalsvert rennsli af heitu vatni er ekki á neinum jarðhitastaðnum, en mest er rennslið metið í örfáum l/s. Ljóst er að kalkhrúðurmyndun, sem bæði verður á yfirborði og á sprunguveggjum, smástíflar uppstreymisrásir heita vatnsins. Hraðvirkust er þéttingin næst yfirborði vegna kólnunar, sem gæti þýtt að umtalsvert heitt vatn væri á ferðinni ofarlega í jörðu án þess að þess sæjust mikil merki á yfirborði. Vegna þess umtalsverða grunnvatnsrennslis sem borun í landi Syðri-Rauðamels leiddi m.a. í ljós (sjá kafla 5), er rétt að geta þess, að hverahrúður eða kalkútfellingar á sprunguveggjum mynda einskonar einangrunarkápu um heita vatnið sem heldur þá kalda vatninu frá. Einangrunarkápa úr kalki leysist smám saman upp í köldu vatni, auk þess sem líklegt er að hún brotni upp við jarðskorpuhreyfingar. Líklegt er að skjálftahrinur hafi fylgt eldgosahrinum í Hnappadal, sem voru a.m.k. fjórar á nútíma. Nýleg dæmi eru til um það á lághitasvæðum í Borgarfirði, en þar tengist uppstreymi vatnsins sama norðvestlæga brotabeltinu og í Hnappadal, að rennsli úr hverum hafi stórauðist í kjölfar jarðskjálfta meðan rennsli úr öðrum hefur minnkað eða horfið. Engin augljós ummerki fundust á jarðhitasvæðunum í Hnappadal um að rennsli úr laugunum hafi aukist að gagni á síðustu árþúsundum. Hugsanlega mætti þó lesa sögu rennslisveiflna á laugasvæðunum með því að rannsaka kalkhrúðursmyndunina af kostgæfni. Miðað við að rennslið hafi smáminnkað eru talsverðar líkur á að mestallt jarðhitavatn sem nær yfirborði í dag sé eitthvað kælt af grunnvatnsstreymi. Á það ekki síst við um jarðhitann í landi Syðri-Rauðamels og í sunnanverðum Hnappadal þar sem vitað er um gosmyndanir og setlög frá ísaldartíma. Líklegt er að dalfylla frá sama tíma nái eitthvað út undir Eldborgarhraunið, svo sem við Landbrot. Neðar með Haffjarðará, svo sem við Laugagerðisskóla, er gamla bergið á yfirborði. Það má vera tilviljun að hæsti hitinn finnst einmitt þar, eða rétt um 70°C í borholunum. Hitt kann þó að vera reyndin að vatn með svipaðan hita sé á ferðinni undir Landbroti og Syðri-Rauðamel, þó boranir þurfi til að komast að því. Loks má geta þess, í ljósi þess sem að ofan er sagt um jarðvegshulur og hraunaþekju á jarðhitasvæðunum, að nýlega lokaðar uppstreymisrásir gætu auðveldlega leynst undir hraun-



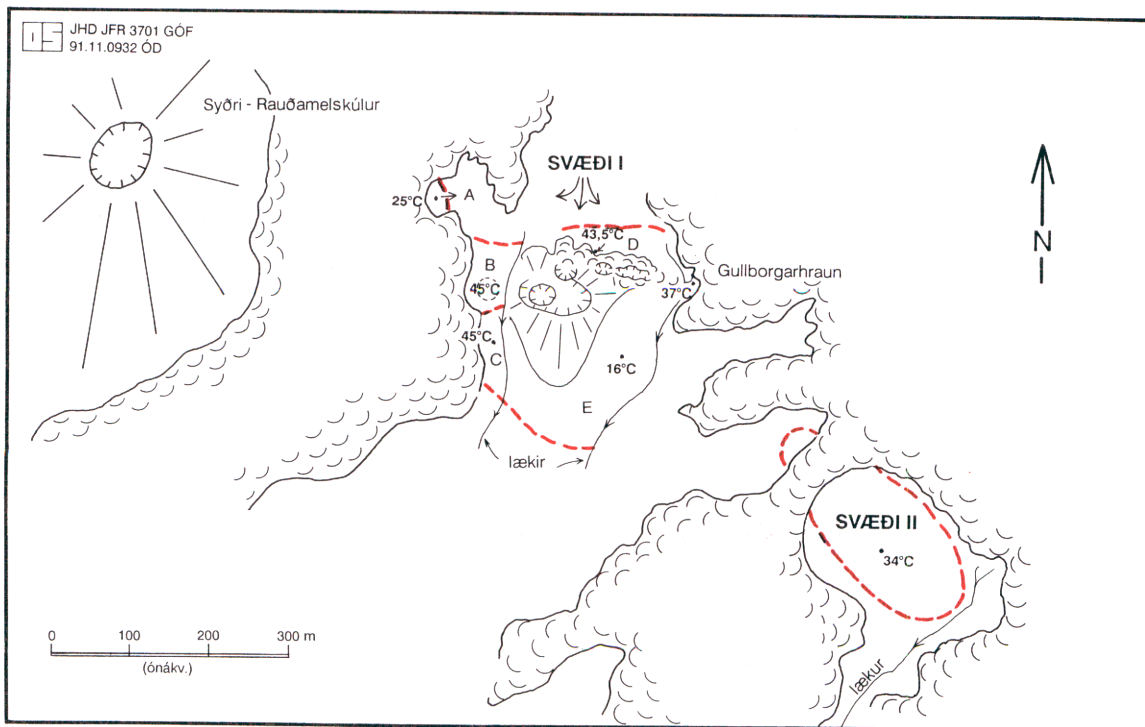
MYND 4. Jarðhitasvæði í Hnappadal og staðsetning borhola.

um og jarðvegi í Hnappadal sem hafa má í huga þegar viðnámsmælingar eru skoðaðar.

Nútímaeldstöðvar prýða Hnappadalinn allan. Þar má tignarlegasta telja Eldborgina, þá Rauðukúlur, Gullborgina og loks Rauðhálsa. Gullborgarhraunið stíflar upp Hlíðarvatn og Oddastaðavatn og skapar hin ákjósanlegustu skilyrði fyrir grunnvatnsstrauma svo sem fram kemur í lýsingum Árna Hjartarsonar í þessari skýrslu (og 1990). Tengsl jarðhita og eldvirkni eru að sama skapi alkunn. Í Hnappadal eru sjáanleg tengsl þó helst bundin við hina norðvest-lægu sprungustefnu. Tengsl milli hitagjafa og vatns kunna þó að liggja djúpt í jörðu, þannig að kólnandi innskot undir eldstöðvum séu hinn eiginlegi hitagjafi jarðhitans, auk þess sem kolsýran er talin upprunnin þaðan.

3.3 Jarðhitasvæðin við Syðri-Rauðamel

Aðalhitasvæðið við Syðri-Rauðamel er við austurjaðar hrauns frá Syðri-Rauðamelskúlu, einkum umhverfis eða meðfram smáum eldvörpum austast á gossprungunni (sjá mynd 5). Nokkru austar er svo nær útkulnað hitasvæði, meðfram hraunjaðri Gullborgarhrauns. Kalkhrúðurútfellingar einkenna yfirborð á öllu svæðinu sem er ílangt í NV-SA stefnu, samtals tæplega 1 km langt. Hita- og kalkhrúðursvæðið er þó ekki samfelt og til hagræðis er því skipt í svæði I og II (sjá mynd 5).



MYND 5. Jarðhitasvæði I og II við Syðri-Rauðamel

Nokkru sunnar, niður við Haffjarðará, eru svo tvö smærri hitasvæði sem hér verða aðgreind sem svæði III og IV (mynd 4). Svæði III er í landi Ytra-Rauðamels en svæði IV er við Laugarnes í landi Syðri-Rauðamels.

3.3.1 SVÆÐI I

Svæði I er lang útbreiddasta hitasvæðið við Syðri-Rauðamel, nærri hringlaga, u.þ.b. 300 m í þvermál. Jarðhiti er að mestu bundinn við nyrðri hluta þess. Til hagræðingar er svæðinu skipt upp í reiti A, B, C, D, og E (sjá mynd 5) og er hverjum þeirra lýst hér að neðan.

Reitur A er nyrstur og vestast, inni í hraunkrika, og er svo að sjá sem hraunið frá Syðri-Rauðamelskúlu hafi stöðvast á ílögum hrúðurhól, sem er samsíða hraunjaðrinum (N20°A), en runnið óhindrað til austurs beggja megin hólsins. Hraunkanturinn er 15 til 20 m hár. Hróðurskellan er að mestu gróin upp en hún er um 10 m breið og 20 m löng. Langs eftir miðjum hólnum er vatnsósa leirkennt flag. Upp úr því vætlar vatn, sem fær á sig bláleita brák. Hæstur hiti mældist 25°C á 20 cm dýpi.

Reitur B er um 100 m suðaustan við reit A rétt norðan við fyrirhleðslugarð sem sýnilega var ætlað að mynda mýrarflóa milli hraunkantsins frá Rauðamelskúlu, og austustu gíganna á Rauðamelskúlu gossprungunni. Garðurinn er rétt um 30 m langur. Gasstreymi úr laugunum norðan garðsins er miklu virkara en á öllum öðrum hitasvæðum við Syðri-Rauðamel. Laugararnar eru allar í hrúðurskellu sem er aðeins ílöng til norðurs, um 18 m, en rétt um 13 m í A-V stefnu. Hróðursvæðið er að mestu gróið upp. 30 til 40 augu má finna á hrúðurskellunni sem mætti auk þess skipta upp í 4 til 5 óreglulegar bungur eða skildi sem trúlega afmarka eldri uppstreymisstaði. Hæsti hiti sem mældist var 45°C á 1 m dýpi. Annars er nær ógjörningur að koma hitastaf niður úr kalkhrúðrinu nema á stöku stað og þá helst í laugaaugun sjálf. Með sæmilegum vilja virðist þó mega marka tvær hitalínur með austlæga stefnu, en gögnum er illa treystandi.

Hróðurskellan sjálf er hálfkaffærð í mýri eða feni og bólar þar víða upp ölið, einkum austan við skelluna næst hólnum en þar mældist 20-30°C hiti.

Reitur C, er umhverfis útgrafna baðlaug, 50-60 m sunnan við reit B. Baðlaugin er rúmí 2 m á breidd, um 6 m löng og 0,5-1 m djúp. Innstreymið er kröftugast norðan til í lauginni, 44-45°C heitt. Við vesturbakkann er innstreymishiti um 43°C og loks er kröftugt bólustreymi við suðurbakkann þar sem hiti mældist 43-44°C. Slýpyttur, rétt um 43°C er um 70 cm norðan við laugina og rennur heitt vatn úr honum í laugina. Laugin var rennslismæld með V-yfirfalli, og renna 2 l/s af um 37-38° heitu vatni úr henni.

Um 100 m sunnan við baðlaugina er um 15 m löng kalkhrúðurskella, ílöng í A-V stefnu. Lækur rennur fram úr mýrarsundinu við reit B. Aðgreinir hann reiti C og E.

Reitur D er í krika norðan við lítinn gíghól og stutta gossprungu austur úr honum. Hitasvæðið er hálfgerð forarvilpa, uppstreymi á heitu vatni er lítið og gasstreymi er lítið sem ekkert. Svo er að sjá að hitasvæðið sem er 60 m langt og 10-20 m breitt hafi verið til staðar er Rauðamelsgossprungan gaus og að hraun úr henni hafi runnið að hitasvæðinu norðvestan til og sunnan. Síðan kaffærðist það í mýri. Hæstur hiti mældist 43,5°C.

Gíghóllinn sem skilur að reiti C, D og E, er gerður úr þrem gígum og stuttri gossprungu. Aðalgígurinn myndar gjallhóllinn og liggur gjall eða vikurgeiri til suðurs frá gígnum sem er opin til NV. Inni í aðalgígnum er minni gíghóll, og utan í honum austanverðum er heldur stærri gígur, opin til norðurs og hefur flætt úr honum 40-50 m löng hraunsvunta til norðurs. Hún afmarkar reit D til vesturs. Austan við þennan gíg liggur svo um 100 m löng gossprunga og hefur 50 m breitt hraun komið úr henni og afmarkar það reit D til suðurs (sjá mynd 5).

Reitur E er lang stærstur. Lögun hans sést á mynd 5 en hann markast af lækjum vestan til og austan og vikurgjallinu og hraunbleðlinum úr gossprungunni norðvestan og norðan til. Reiturinn má heita útkulnaður, og sýnilega er gjallið yngra en jarðhitavirknin, þó lítilsháttar ummyndun sjáist neðst í gjallinu. Ummyndunarskellan nær 50 m suður fyrir vikurgeirann, og það-

an skáhallt upp að Gullborgarhrauni, tæplega 300 m löng. Kalkhrúður virðist hafa þakið allan reitinn, en hann er nú hálf uppgróinn milli ljósra leirflaga. Hæsti hiti í leirflögunum mældist 16°C með staf. Í þeim er lítið sem ekkert vatn nema regnvatn. Leirinn kann að vera ágætur til náttúrulækninga og svipaður kalkleir finnst líka á svæði II. Hraunbleðillinn milli reita D og E nær ekki að Gullborgarhrauninu, því 50 m breitt sund skilur á milli, en um það rennur eystri lækurinn. Austan við lækinn, nánast undir Gullborgarhrauninu er lítil leirvilpa, 36-37°C heit en rennsli sem næst ekkert.

Í stuttri samantekt er ljóst að hæstur hiti mælist í reitum B og D næst gossprungunni. Svipaður hiti finnst þó í baðlauginni (reit C), Rennsli er mest úr lauginni, enda er hún útgráfin, en rennsli upp úr reitum B og D við gossprunguna er engin leið að meta því þeir eru meira og minna kaffærðir í mýri. Fylgni milli legu og stefnu gossprungunnar og útbreiðslu jarðhitareitanna er því fremur óskýr, nema rétt hvað hitann varðar, enda er það ljóst að jarðhitasvæðið í heild er talsvert eldra en hraunin sem hafa að hluta til kaffært hitasvæðið. Eðlilegast virðist að tengja saman svæði I og II á NV-SA lægri línu, fremur en að rýna of stíft í útlínur svæðis I sérstaklega.

3.3.2 SVÆÐI II

Það er um 150 til 200 m suðaustan við svæði I, a.m.k. 300 m langt og um 100 m breitt. Hrauná úr Gullborgarhrauninu rann yfir það á 100-150 m breiðu svæði vestast, en aðeins sér þó í leirkennt kalkhrúður vestan við hraunána. Stikum var komið fyrir á nokkrum hæstu kalkhrúðurhólunum og mældist stefna milli þeirra frá N110°A til N130°A. Austan til afmarkast svæðið af Gullborgarhrauninu og vatnsmiklum læk komnum undan því. Jarðhitavirkni sést ekki lengur á Svæði II en í smápytti náðist þó að mæla 34°C hita í leirvilpu. Gufa sést upp af svæðinu á stilltum köldum dögum að sögn Guðmundar bónda á Syðri-Rauðamel. Leirflögin eru víða að gróa upp.

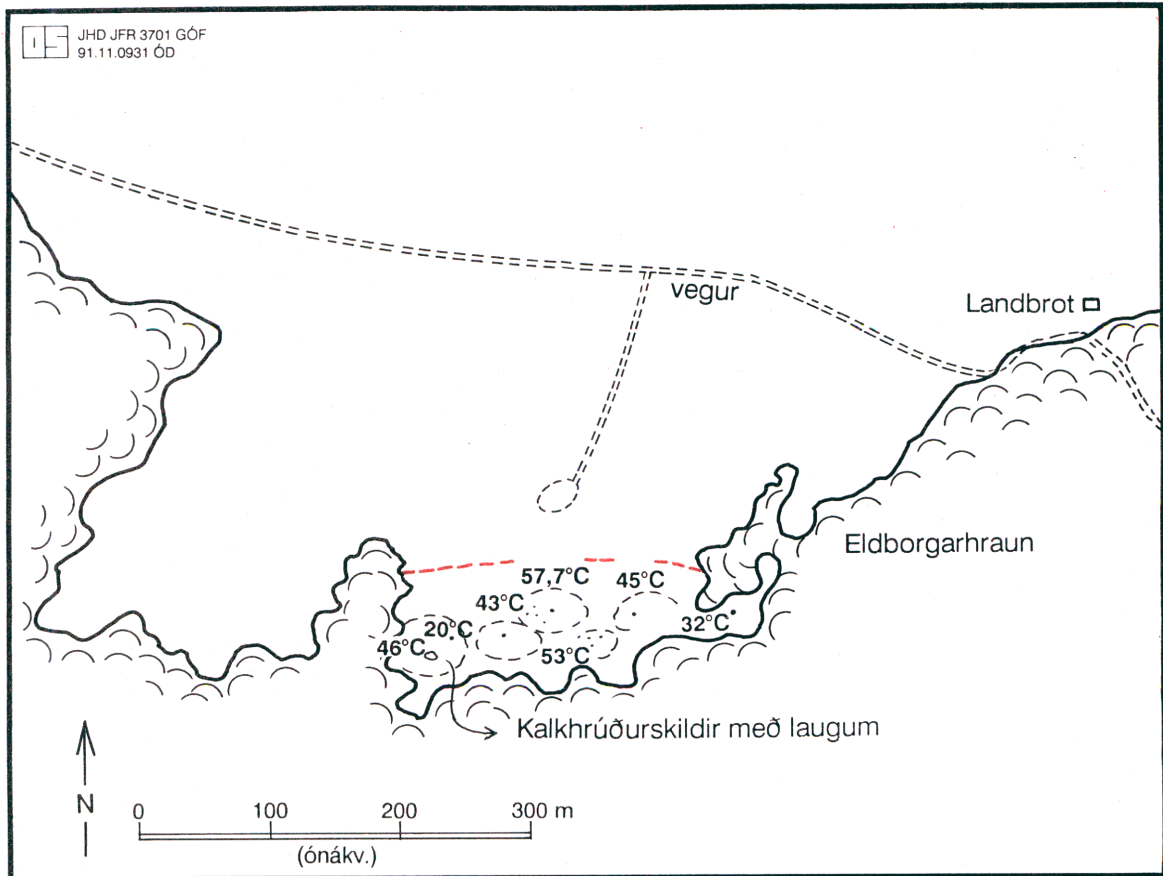
3.3.3 SVÆÐI III

Það er í landi Ytri-Rauðamels um 150-200 m sunnan við Haffjarðará þar sem hún beygir austur með Hálsahrauni og í álíka fjarlægð vestur frá ánni sunnar (sjá mynd 4). Lítið ber á jarðhitasvæðinu sem er að mestu kulnað og gróið upp að hluta til. Það er ílangt í NV-SA stefnu, um 50 m langt og 10-15 m breitt. 12-18°C mældust víða á 1 m dýpi á skellusvæðinu en hæstur hiti mældist 28°C á 30 cm dýpi. Haukur Jóhannesson mun hafa mælt 33°C hita fyrir um áratug samkvæmt gagnaskrá OS. Stefnan á jarðhitaskellunni er það sem mestu varðar í þessari umfjöllun.

3.3.4 SVÆÐI IV

Kalkhrúðurshryggur eftir sprungu stendur upp úr Haffjarðará eins og hvalbak þegar lítið er í ánni, í beygjunni norðan við Laugarnes. Hróðurbakið var um 27 m frá árbakkanum, 12 m úti í ánni athugunardaginn. Hróðrið er ljósleitt á lit nema rétt langs eftir miðlínu sem er rauðleit og bólar ölkelduvatn upp úr henni á nokkrum stöðum, um 24°C heitt. Kalkhrúðrið er um 5 m langt í N125°A stefnu, um 1,5 m breitt, og u.þ.b. 50 cm þykkt, og stóðu um 20 cm upp úr ánni skoðunardaginn. Árbotninn er úr jökulbergsmélu eða hvarfleir frá síðjökultíma á löngum kafla við og ofan við Laugarnesið. Hross eru sólgín í ölið að sögn Guðmundar bónda á Syðri-Rauðamel, enda bragðast það vel. Ef vel er að gáð sjást fleiri sprungur í árbotninum sem bólar upp af. Ein sprungan er í framhaldi af hvalbakinu (sem er miðsvæðis á 25 m langri línu). Önnur er samsíða henni 7-8 m norðaustar. Hún er öll á kafi en þar náðist að mæla yfir 20°C með hitastaf á 2 til 3 stöðum og 23°C á einum. Neðan og vestan við hvalbakslínuna er svo þriðja samsíða sprungan og bólar upp af henni, sem hinum, en hún er þó að hluta hulin sandi. Vel má hugsa sér að NV-lægu sprungunnar séu skástígar á austur-vestur línu, en það kann að skipta máli ef leitað yrði skýringa á sprungumynstrinu.

Í beygju litlu ofar með ánni var sprungumynstur skoðað í 3 m háum hvarfleirsbakka. Þar sáust eingöngu sprungur með stefnuna N100°A, flestar lóðréttar eða með smá halla til norðurs (87°). Enn ofar með ánni sjást svo fjölmargar sprungur í árbotninum með stefnuna N130°A (þ.e. NV-SA) í þéttu fínkorna seti. Sumar eru rauðlitar og má vera að þær hafi lekið öli fyrir á tíð þó ekki bóli upp úr þeim lengur. Ölkeldu- og hitasvæðið kann að hafa náð yfir um 200 m langt belti meðfram ánni og gæti auðveldlega verið útbreiddara undir þykkum jarðvegi beggja vegna ár án þess að nokkur merki sjáist þar um á yfirborði. Aðaluppstreymið virðist þó engu að síður hafa verið upp úr hrúðurhvalbakinu, sem er eina sjáanlega kalkhrúðrið á svæðinu.



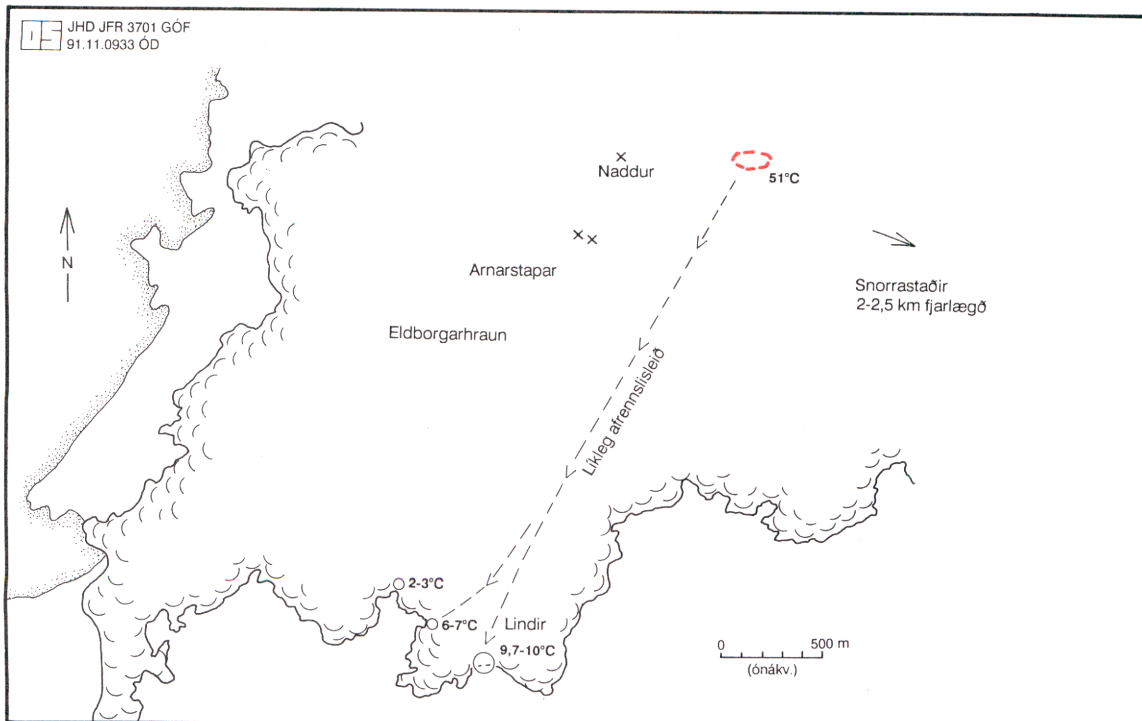
MYND 6. Jarðhitasvæðið við Landbrot

3.4 Jarðhitasvæðið við Landbrot

Laugasvæðið við Landbrot er í hraunkrika norðan í Eldborgarhrauni. Kalkhrúðursvæðið er 250-300 m langt, í austur-vestur stefnu, og um 50 m breitt (mynd 6). Miðað við dreifingu stærstu hrúðursskjaldanna, sem mynda ávalar nærri hringlaga bungur, má vera að aðaluppstreymisrásin sé hliðruð til norðurs austan megin á svæðinu. Bungurnar eru tvær vestan til, 35-50 m í þvermál, og eru nærri því án lauga. Skemmtileg baðlaug er þó sunnanvert í þeirri vestustu, um 40°C heit, en innstreymishiti í laugina mældist hæstur 46,8°C. Auga austan til á bungunni mældist 20,1°C heitt. Næsti hrúðurskjöldur austan við er nær alveg lokaður. Eitt auga rétt norðvestan við hæsta punkt mældist 43°C heitt. Í framhaldi af bungunum tveim, beint í austur, um 50 m frá þeirri austari eru svo nokkur laugaaugu á litlu svæði, um 50°C heit, hæst mældur 53°C hiti. Aðallaugasvæðið er hins vegar mitt á milli, litlu norðan við þessa línu

(þ.e. vestast á hliðruðu línunni). Þar eru margar grunnar laugar í vatnsósa hrúðurskellu, og bólar lítillaga upp úr mörgum þeirra. Laugarnar eru annars þrýddar litskrúðugu slýi, og svæðið fremur varasamt yfirferðar. Hæstur hiti mældist í einum pyttinum 57,7°C á 1 m dýpi, og 54,7° í öðrum. 40 til 50 m austar mældist svo yfir 45° hiti á tveim stöðum. Austar á nyrðri línunni lækkaði hiti í laugunum, niður í 30-40°. Austasti pytturinn sem er í mýrarsundi í hraunkrika mældist 17°C.

Af lýsingunni að ofan má ráða að jarðhitasvæðið við Landbrot sé heitast um miðbik, rétt tæpar 58°C. Sýnilegt er á hrúðurbreiðunum að jarðhitavirkni er ekki svipur hjá sjón miðað við það sem áður var. Hrúðurbreiðan er sýnilega eldri en Eldborgarhraunið, og gæti hitasvæðið því náð eitthvað inn undir hraunið í báðar áttir, þó meginhluti jarðhitasvæðisins sé að líkindum það sem sést í dag. Áform hafa verið uppi um að stofna til hitaveitu frá Landbrotssvæðinu (María Jóna Gunnarsdóttir o.fl., 1982). Reiknað hefur verið með að ná megi 60-70°C heitu vatni með tiltölulega grunnri borun. Allar þær forsendur fyrir hitaveitu sem tíndar voru til í skýrslunni standa óbreyttar hvað hita og efnasamsetningu jarðhitavatnsins varðar. Vegna hættu á kalkútfellingum yrði nýtingin að fara fram með varmaskiptum. Vangaveltur hafa verið uppi hjá heimamönnum um hvort koma mætti sjálfrennandi köldu vatni frá Mýrdal, til varmaskipta í Landbroti, og síðan áfram sjálfrennandi um sveitina. Að lauslegu mati Sverris Þórhallssonar hjá Orkustofnun er heita vatnið helst til kalt til að slík áform geti gengið upp. Hins vegar er ekki útilokað að fá mætti þarna heitara vatn með dýpri borunum (sjá kafla 4.1).



MYND 7. Jarðhitasvæðið í Eldborgarhrauni

3.5 Jarðhitasvæðið í Eldborgarhrauni

Jarðhitasvæðið í Eldborgarhrauni er trúlega eitt það sérstæðasta á Íslandi. Það er falið lengst úti í grófu apalhrauni, rúmlega 1 km suðvestan við Eldborgina, um 2 til 2,5 km norðvestan við

Snorrastaði. Jarðhitasvæðið sjálf er að mestu undir hrauninu í 10-15 m djúpri gjótu sem er ílöng til austurs og nokkrir tugir metra á lengd (mynd 7). Gjótan er slík gróðurvin að með ein-dæmum er, þakin hnausþykkum marglitum mosapembum, firnastórum burknabreiðum, ræktarlegu birki og reynivið, fögrum brönugrösum og öðrum blómgróðri. Hálfgerð hitabeltisloftslag ríkir því í gjótunni svo sem gróðursældin vitnar um. Náttúruvin þessa ætti tvímælalaust að friðlýsa.

Hitastaf var stungið niður víða og var algengt að 20-30°C hiti mældist í mosapembum 5-6 m ofan við gjótubotn. Unnt var að skreiðast niður í hellisgjótu og komast þar að vatnsborði. Hvít kalkhrúðurskán með vott af opal (XRD-greint) er umhverfis vatnspollana. Hæsti hiti sem mældist með hitastafnum var 51,1°C. Miðað við gróðursældina á nokkurra tuga metra löngu svæði í gjótunni virðist talsvert vatn vera á ferðinni undir hrauninu. Líklegast er að Eldborgarhraunið hafi mætt nokkurri fyrirstöðu á hverasvæði svipuðu því sem sést nú í Landbroti og á Syðri-Rauðamel og gæti það verið skýringin á myndun gjótunnar. Svo er að sjá sem talsvert vatnsrennsli sé frá þessu jarðhitasvæði því tæpum 3 km sunnar, í svonefndum Tjarnarbásum austan við Saltnes, koma fram nokkrar volgar lindir (6-7°C og 9,7°C), samtals um 20-30 l/s (sjá kafla 2). Jarðhitaáhrifin eru greinileg miðað við 2,3-4,3°C kaldar lindir í næsta nágrenni.

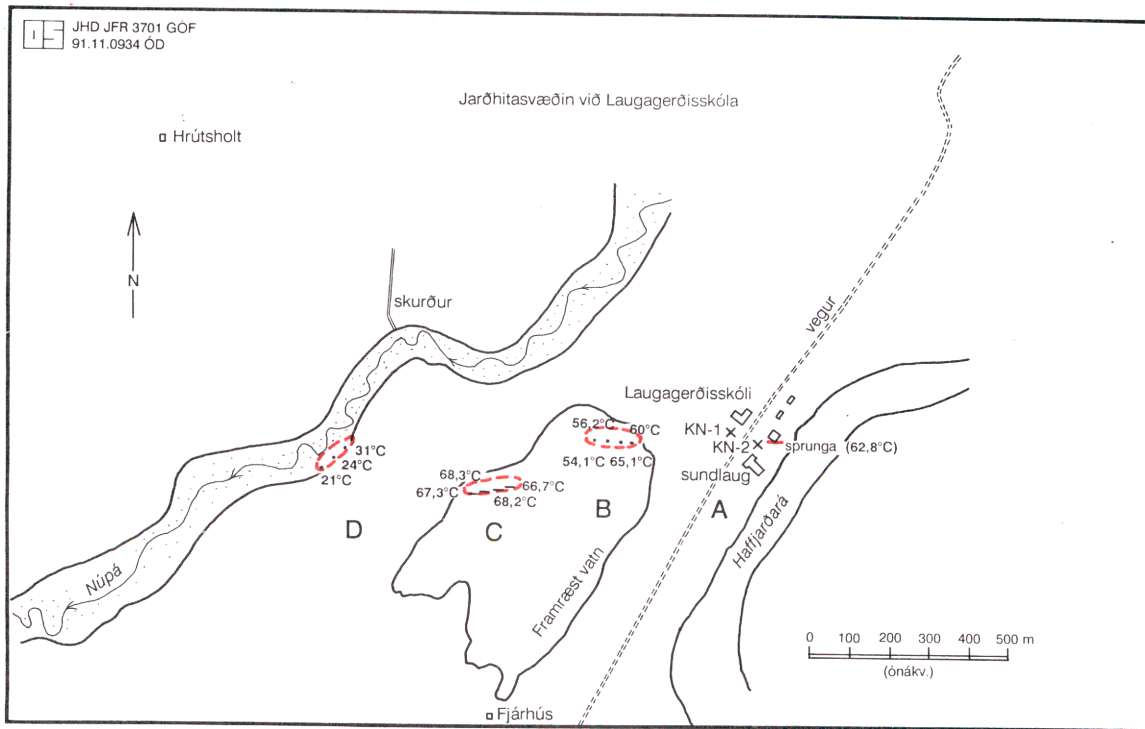
3.6 Jarðhitasvæðin við Laugagerðisskóla

Jarðhitasvæðið í nágrenni Laugagerðisskóla (mynd 8) var skoðað í þeim tilgangi að meta stefnur uppstreymisrása til samanburðar við hin svæðin. Jarðhitasvæðið virðist teygja sig allt frá Haffjarðará í austri vestur að Núpá. Jarðhiti finnst á nokkrum stöðum á þessu A-V belti, sem er 1,5-2 km langt. Svæðinu er skipt í reiti A, B, C og D.

Reitur A er næstur Haffjarðará. Þar eru tvær borholur, og sundlaug, en upphaflega var vatn tekið beint úr þró sem steypt var langsum yfir aðaluppstreymisopið (62,8°C), en það er í sprungu sem stefnir nákvæmlega A-V. Tvær borholur eru við Laugagerðisskóla önnur (KN-01) boruð á árunum 1967-1968 í 240,8 m dýpi og hin (KN-02) boruð 1973 í 594,3 m dýpi. Í byrjun var sjálfrennsli í holu KN-02 um 2,5 l/s. Árið 1982 var það komið niður í 2 l/s (María Jóna Gunnarsdóttir, 1982 og 1984), þá um 66°C heitt. Holan var dæluþrófuð í júlí 1983 af Úlfari Harðarsyni í Straumi (Kristján Sæmundsson, 1983). Samkvæmt útreikningum Kristjáns Sæmundssonar átti holan að gefa a.m.k. 4,5 l/s með 6-8 m niðurdrætti við dælingu. Samkvæmt mælingum Úlfars var vatnið ekki nema um 58 °C heitt í þessari dæluþrófun, sem stóð í 9 daga. Þetta stafar sennilega af því að við að taka meira vatn úr holunni komi inn kaldara vatn neðar. Holurnar hafa báðar verið hitamældar þrisvar sinnum (mynd 9). Hitamælingarnar í KN-02 gefa til kynna um 70°C heitt vatn. Dæla var sett í holu KN-02 síðla árs 1983 eða snemma 1984 og er hún á 8-10 m dýpi en ekki er vitað með vissu hversu miklu er dælt úr holunni, en það er meira en nóg fyrir skólann og íbúðarhús á staðnum auk þess sem svipað magn fæst úr sprungunni en það er nýtt í sundlaugina.

Reitur B er nokkurn veginn beint í vestur frá reit A. Ekki er ljóst hvort svæðin hafi verið samtengd í fyrndinni, en kalkhrúðursbrot sjást á nokkrum stöðum í uppgreftri úr skurði rétt sunnan við skólann. Jarðhitasvæðið er nyrst í gömlu vatni sem nú hefur verið ræst fram. Kalkhrúðrið er orðið að hálfgerðri leirdrullu, ótraust yfirferðar, um 80 m langt í V-A stefnu og um 40 m breitt. Hiti var mældur í mörgum pyttum, stikum stungið í þá heitustu og stefnumælt á milli. Reiturinn reyndist heitastur um miðbik. Helstu pyttir voru hitamældir á 1 m dýpi, frá austri til vesturs, 60°C, 65,1°C, 56,2°C og 54,1°C. Um 60 m eru á milli mælipunkta 1 og 4.

Reitur C er um 200 m suðvestan við reit B, um það bil 100 m sunnan við fornan vatnsbakka og rétt um 20 m frá yngri vatnsbakka. Laugasvæðið stendur aðeins upp úr grunnu vatni, en myndar sjálf ljósa hrúðurskellu með mörgum pyttum. Það er 130 m langt og stefnir N80°A, rétt um 15 m breitt. Laugapyttirnir eru ljósleitar forarvilpur, og er hrúðursvæðið jafn ótraust



MYND 8. Jarðhitasvæðin við Laugagerðisskóla

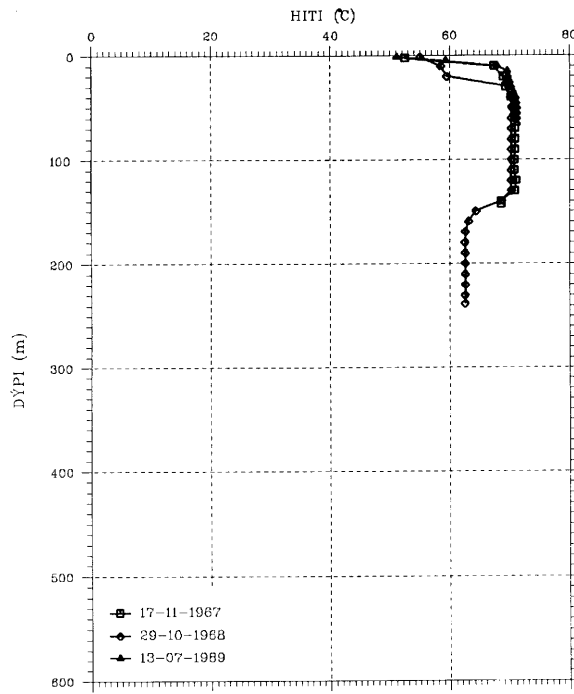
yfirferðar og reitur B en hélt manni þó. Sami háttur og áður var hafður á með mælingar. Stikum var stungið niður í aðalvilpurnar um leið og þær voru hitamældar á 1 m dýpi, og stefna síðan mæld á milli tveggja stika í senn. Þá kom í ljós að heitustu vilpurnar röðuðu sér á stuttar A-V línur, skástígar langs eftir laugasvæðinu. Hiti frá austri til vesturs í greinilegustu pyttunum; 15 m frá austurbakka, 66,7°C, rennsli um 1 l/s; 15 m vestar, 68,2°C, rennsli vart merkjanlegt; aðeins suðvestan við, 68,0°C, rennsli um 1 l/s; 20 m vestar, 68,3°C rennsli um 1 l/s, dálítið bólustreymi; 30 m vestar og 50 m frá vesturenda, 67,3°C, rennsli um 1/2 l/s (allar rennslistölur ágiskaðar). Samkvæmt mælingunum er hiti hæstur á miðju svæðinu.

Stefna tekin frá miðjum reit C á miðjan reit B, er N60°A. Ekki er því að sjá að svæði B og C séu samtengd hvað stefnur varðar.

Reitur D er um það bil 300 m VNV við reit C, en nær beint í vestur frá Laugagerðisskóla. Hitasvæðið er á 100 m löngu belti í og meðfram áreyri og farvegi á austurbakka Núpár. Hiti fyrst ýmist í grunnum slýpyttum eða í áreyrinni, 20°C til 30°C. Reiturinn virðist stefna NA-SV sem er allt önnur stefna en á öðrum jarðhitastöðum sem skoðaðir voru. Ekki er hægt að segja mikið um áreiðanleik þessarar stefnu hvað uppstreymisrás (rásir) varðar, því hvergi sér í berggrunn í árfarveginum. Hiti mældist hæstur 24°C úti á eyrinni, 21°C í syðsta pyttinum í hálfþurrum árfarvegi syðst, og loks 31°C í nyrsta pyttinum. Trúlega er eðlilegast að tengja þennan jarðhita við A-V belti frá Núpá yfir að Haffjarðará.

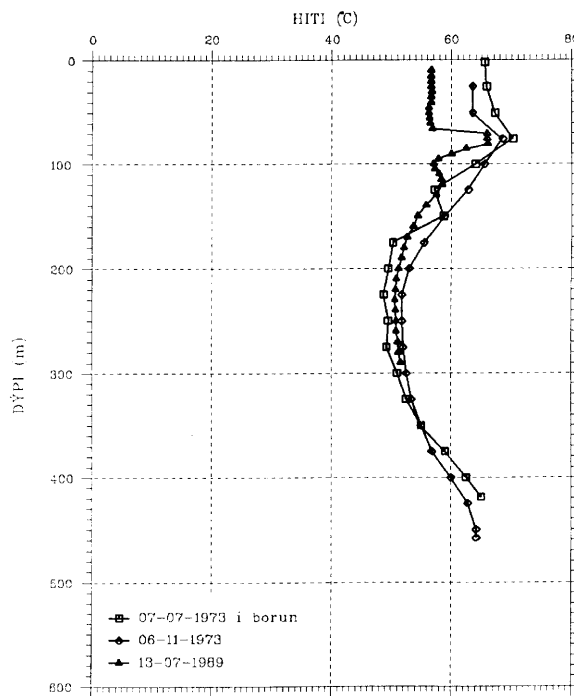
24 Oct 1991 htul
L= 30402 Oracle

Kolviðarnes hola KN-01 Hitamælingar



24 Oct 1991 htul
L= 30402 Oracle

Kolviðarnes hola KN-02 Hitamælingar



MYND 9. Hitamælingar úr holum KN-01 og KN-02

4. EFNASAMSETNING HEITA OG KALDA VATNSINS

4.1 Heitt vatn

Í september 1989 voru tekin tvö sýni af jarðhitavatni í Hnappadal, annað við Syðri-Rauðamel, en hitt úr Landbrotslaugum. Aðstaða til sýnatöku var slæm á báðum stöðum, því grunnvatnsstaða á svæðinu var mjög há eftir mikla úrkomu um sumarið. Á Syðri-Rauðamel háttar þannig til að uppstreymið er úti í mýri og blöndun við yfirborðsvatn því ekki útilokuð, þó að uppstreymið sé að vísu nokkuð afmarkað á yfirborði. Í Landbrotslaugum var aðstaða svipuð, uppstreymið við bakka tjarnar af misköldu vatni.

Hiti var mældur á staðnum en sýrustig og roksgjörn efni mæld samdægurs. Önnur efni voru greind á efnarannsóknastofu Orkustofnunar síðar. Efnasamsetningin er sýnd í töflu 3 ásamt reiknuðum kísilhita og alkalíhita.

Helsta einkenni þessa vatns er mikið af uppleystum efnum og þá sérstaklega kolsýru; þetta er svokallað ölkelduvatn. Nákvæm skilgreining á ölkelduvatni er reyndar ekki til en gjarnan er notuð sú regla að kalla ölkeldur þær uppsprettur sem innihalda meira en 300 mg af heildarkarbónati í hverju kílógrammi vatns (Stefán Arnórsson og I. Barnes, 1983). Samkvæmt þessu er heita vatnið við Syðri-Rauðamel ölkelduvatn en vatnið í Landbrotslaugum ekki, þó að í því sé miklu meiri kolsýra en í venjulegu lághitavatni sem inniheldur á bilinu 10-40 mg CO₂ í kílógrammi.

Hlutfall klóríðs og brómíðs í báðum sýnunum er að kalla hið sama og í sjó. Þessi efni taka lítinn eða engan þátt í efnahvörfum við berg og þýðir þetta vafalítið að jarðhitavatnið sé örlítið sjóblandað. Þetta þarf ekki að koma á óvart því laugarnar eru ekki ýkja langt frá sjó og líklega hefur þetta svæði verið undir sjó í lok ísaldar. Hlutföll annarra efna en klóríðs og brómíðs samsvara hins vegar ekki hlutföllum í sjó og stafar þetta af efnaskiptum við bergið.

Meðal þess sem efnasamsetning jarðhitavatns gefur upplýsingar um er hiti djúpt í jörðu, þar sem vatnið var síðast í jafnvægi við berg. Til eru margs konar efnahitamælar en svo kallast sambönd efnasamsetningar og hita. Hér á landi er kísilhitamælir mest notaður fyrir lághitavatn, enda sá sem gefið hefur besta raun, en hann byggist á leysni kísils. Er þá gengið út frá því að jafnvægi náist við steindina kalsedón ef hiti í jarðhitakerfi er lægri en u.þ.b. 150°C, en við kvars ef hiti er hærri. Svonefndum alkalífeldspathitamæli (Na/K) er þó einnig stundum beitt, en hann er þó ekki talinn áreiðanlegur við hitastig undir 100°C. Hitastig samkvæmt honum var þó reiknað út fyrir þessi sýni. Tvennt vekur athygli við útreiknuð gildi efnahita (tafla 3). Annað er það að kalsedónhitamælirinn gefur fyrirheit um miklu hærri hita en mælist á yfirborði, eða um 120°C í Landbrotslaugum og nálægt 140°C við Syðri-Rauðamel. Hitt er að alkalífeldspat-mælirinn gefur til kynna litlu hærri hita en mælist í laugunum, eða um 60°C í Landbrotslaugum, en um 80°C við Syðri-Rauðamel. Sérstaklega á þetta við um Landbrotslaugar, því við Syðri-Rauðamel gefur Na/K mælirinn vissulega talsvert hærra hitastig en mælist í uppstreyminu, þó það sé miklu lægra en kalsedónmælirinn gefur. Algengt er að kísilhiti í laug eða hver reiknist hærri en mældur hiti og yfirleitt er kísilhiti talinn lágmarkshiti. Mörg dæmi eru þess að ályktanir á grundvelli kísilhita um heitara vatn í jörðu hafi verið staðfestar með borunum. Það er því freistandi að gera því skóna að hinn hái kísilstyrkur í sýnunum sé vísbending um mun heitara vatn djúpt í jörðu. Í þessu sambandi má benda á að á Leirá í Leirársveit og á Klausturhólum í Grímsnesi er einnig mjög kolsýruríkt vatn (Halldór Ármannsson, 1981; Lúðvík S. Georgsson, 1976). Á þessum stöðum báðum benti kísilhitamælir til þess að finna mætti vatn heitara en 100°C og staðfestu boranir það í báðum tilvikum. Sá var að vísu munur á að þar bar kísilhitamæli og Na/K hitamæli nokkuð vel saman, gagnstætt því sem uppi er á teningnum í Hnappadal.

Tveir möguleikar eru því fyrir hendi. Annar er sá að Na/K-hiti gefi hér rétta ábendingu og að hiti djúpt í jörðu í Hnappadal sé því ekki umtalsvert hærri en í laugunum. En þá er líka nauðsynlegt að skýra það hvers vegna kísilstyrkurinn í vatninu er jafn mikill og raun ber vitni. Hinn möguleikinn er sá að í nágrenni lauganna sé í raun að finna mjög heitt vatn, e.t.v. 120-140°C eins og kísilhitamælirinn gefur til kynna. Sé svo, ætti alkalífeldspathitinn að koma raunhæft fram og þá hlýtur hlutfall natríum- og kalíumstyrks að hafa raskast með einhverjum hætti, vegna kælingar eða blöndunar.

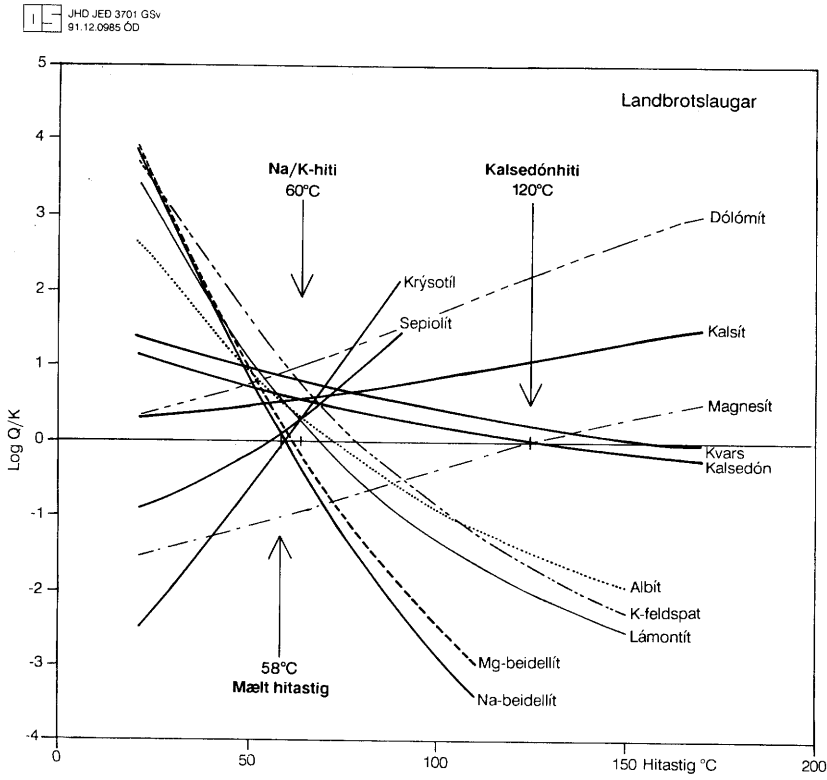
Ekki er unnt að skýra efnahita samkvæmt Na/K hitamæli með blöndun við sjó né kalt grunnvatn, því þá hefði kísilstyrkurinn lækkað mikið sem þýðir að upprunalegur styrkur og kísilhiti hlytu að hafa verið miklu hærri en tafla 3 gefur til kynna. Yfirleitt er talið að Na/K mælirinn sé lengur að endurnýja jafnvægi eftir kælingu en kalsedónmælirinn (Stefán Arnórsson, 1980). Ef mikil kæling hefði átt sér stað í uppstreymisrásunum á tiltölulega skömmum tíma ætti Na/K hitamælirinn að sýna herra hitastig en kalsedónmælirinn. Hins vegar er eins og nefnt var hér á undan óvíst hvort Na/K hitamælirinn sé stilltur við svo lágt hitastig.

Þegar efnahiti er ákvarðaður er í raun verið að finna við hvaða hita jónavirknimargfeldi, Q, er jafnt og leysnimargfeldi, K, fyrir eitthvert efnajafnvægi. Þetta samsvarar því að teikna $\log(Q/K)$ á móti hita og finna hnit skurðpunkts ferilsins við hitaásinn. Með forritinu SOLVEQ (Reed, 1982; Reed og Spycher, 1984) er auðvelt að reikna $\log(Q/K)$ ferla fyrir margar ólíkar steindir. Skeri flestir þeir ferlar sem til greina geta komið, hitaásinn við svipað hitastig, er það talið líklegt jafnvæghitastig vatnsins.

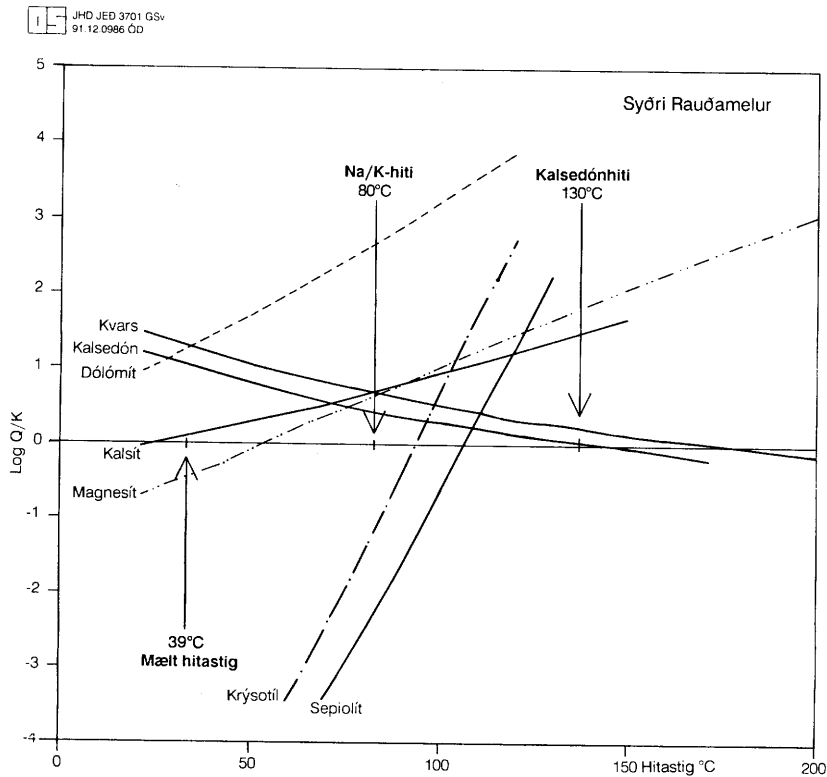
Þetta var kannað fyrir sýnin úr Hnappadal, þ.e. $\log(Q/K)$ reiknað með SOLVEQ og teiknað á móti hitastigi. Fyrir Landbrotslaugar skera flestir ferlar algengra steinda jafnvægislínuna við hitastig á bilinu 60-80°C, aðeins kísilsteindirnar og magnesít eru hærri (mynd 10). Fyrir Syðri-Rauðamel er myndin óljósari (mynd 11). Þar eð ekkert ál greindist í vatninu, getur forritið SOLVEQ ekki reiknað jafnvægi fyrir steindir sem innihalda ál, eins og t.d. feldspat. Einu ál-snaudu steindir sem voru teiknaðar á báðar myndirnar, fyrir utan kísilsteindirnar, voru Mg-silikötin krýsótíl og sepiólít, og Mg-karbónötin dólómít og magnesít. Ferlar þeirra skera ásinn fyrir Rauðamelsvatnið við talsvert lægra hitastig en ferlar kísilsteindanna. Það er nokkuð óljóst hvaða hlutverki Mg-karbónötin gegna í þessu kerfi. Í svo karbónatriku vatni er mikið magnesíum sem binst í karbónötum, en hvernig þau jafnvægi eru háð hitastigi er lítið vitað. Í Landbrotslaugum er vatnið yfirmettað ef miðað er við dólómít, en magnesítferillinn sker jafnvægislínuna við svipað hitastig og kalsedónferillinn. Á Syðri-Rauðamel sker magnesítferillinn línuna við lægra hitastig en aðrar steindir.

Þessar myndir, einkum sú fyrir Landbrotslaugar, gefa óneitanlega til kynna að vatnið hafi síðast verið í jafnvægi við bergið við mun lægra hitastig en kalsedónmælirinn gefur til kynna. Það skýrir þó ekki hvers vegna kísilhitamælirinn gefur svo hátt hitastig. Sýrustig vatnsins er lágt og getur það aukið leysingarhraða efna úr berginu. Bent hefur verið á (Ragna Karlsdóttir o.fl., 1981) að hátt kísilinnihald vatns við slíkar aðstæður geti ráðist einvörðungu af jafnvægi við ópal við það hitastig sem ríkir við yfirborð. Vatnið í Hnappadalnum er ekki langt frá því að vera ópalmettað. Hins vegar ætti leysingarhraði engu að breyta um leysni. Því sýnist mér eini möguleikinn á að þessi skýring gangi, að vatnið væri að leysa upp fornar ópalútfellingar.

Af framansögðu sést að ekki er hægt að fullyrða að verulega heitt vatn sé að finna djúpt í jörðu í Hnappadal. Hefðbundinn kísilhitamælir gefur þó til kynna að í Landbrotslaugum sé djúpvatn yfir 120°C heitt og á Syðri-Rauðamel tæpar 140°C. Na/K-hitamælir og athugun á jafnvægjum ýmissa steinda benda þó til annars. Samkvæmt því ætti djúphiti Landbrotslauga að vera á bilinu 60-80°C, en Syðri-Rauðamels 80-100°C. Borun á öðrum hvorum þessara staða er nauðsynleg til að skera úr um djúphitastig, þar sem vafi getur leikið á gildi efnahitamælanna



MYND 10. Landbrotslaugar. Jafnvægi nokkurra steinda við heita vatnið



MYND 11. Syðri-Rauðamelur. Jafnvægi nokkurra steinda við heita vatnið

Tafla 3. Efnasamsetning heits vatns í Landbrotslaugum og við Syðri-Rauðamel (mg/kg).

Staður	Landbrotslaugar	Syðri-Rauðamelur
Dagsetning	89-09-27	89-09-27
Númer	89-0074	89-0075
Hiti (°C)	58,3	39,3
Sýrustig (pH/°C)	8,12/22	6,32/22
Kísill (SiO ₂)	137,9	159,4
Natríum (Na)	156,7	238,5
Kalíum (K)	2,7	5,6
Kalsíum (Ca)	20,5	93,9
Magnesium (Mg)	0,87	91,8
Karbónat (CO ₂)	142	1886
Súlfat (SO ₄)	61,2	40,6
Brennist.vetni (H ₂ S)	0	0
Klóríð (Cl)	120,2	38,9
Flúoríð (F)	0,528	0,043
Járn (Fe)	0	0
Mangan (Mn)	0,00	0,15
Brómíð (Br)	0,41	0,11
Nítrat (NO ₃)	0,00	0,04
Ál (Al)	0,010	<0,001
Bór (B)	0,11	0,44
Uppleyst efni	524	851
Kalsedónhiti	120°C	130°C
Na/K-hiti	60°C	80°C

við þessar aðstæður. Geta má þess að á tveimur öðrum stöðum á Snæfellsnesi hefur svona misræmi sést, svo borun á einum stað myndi gera okkur fært að álykta um hitastig á hinum án borana ef til nýtingar kæmi.

4.2 Kalt vatn

Átta efnagreiningar af köldu vatni úr Hnappadal og nærsveitum eru til frá árunum 1985 og 1986. Þær eru hér birtar í töflum 4 og 5. Í þessar greiningar vantar ýmis mikilvæg efni eins og járn og mangan en til að greina þau þyrfti að taka ný sýni. Heildarmagn uppleystra efna er lágt í þessu vatni, enda er hér í öllum tilfellum um að ræða vatn sem fallið hefur sem úrkoma á hraunasvæði og hefur runnið um tiltölulega skamman veg grunnt í jörðu til lindanna. Sýnin úr Kolbeinsstaðahreppi hafa nokkuð hærra efnainnihald en hin, án þess að bera nokkur merki blöndunar við heitara vatn.

Tafla 4. Efnasamsetning kalds lindavatns í Hraunhreppi og Kolbeinsstaðahreppi (mg/kg)

Staður	Hraunkot Hraunhr. Hítardal	Y-Hraundalur Hraunhr. Hítardal	Myllulækur Hraunhr. Hítardal	Reyðarlækur Kolbeinsst.hr. Hnappadal	Landbrotalind Kolbeinsst.hr. Hnappadal
Dagsetning Númer	86-10-22 86-9201	86-10-22 86-9207	85-06-22 85-9149	86-10-24 86-9206	85-06-22 85-9148
Hiti (°C) Sýrustig (pH/°C)	3,2 8,9/6,0	4,2 7,0/20	3,8 7,3/13	2,8 7,6/19	3,1 7,3/11
Kísill (SiO ₂)	10,3	9,6	9,7	13,9	14,0
Natríum (Na)	5,2	6,5	6,7	9,1	10,0
Kalíum (K)	0,6	0,3	0,7	0,7	0,9
Kalsíum (Ca)	3,7	3,6	4,1	4,4	6,6
Magnesium (Mg)	2,1	1,3	1,5	2,7	3,4
Karbónat (CO ₂)	23,2	19,7	17,0	24,5	30,5
Súlfat (SO ₄)	1,4	1,8	1,7	2,5	3,0
Klóríð (Cl)	6,6	8,7	6,4	11,5	9,9
Flúoríð (F)	0,03	0,02	0,07	0,05	0,11
Nítrat (NO ₃)	-	-	0,13	-	0,21
Uppleyst efni	33	37	47	51	68

- ekki mælt

Tafla 5. Efnasamsetning vatns í Eyja- og Miklaholtshreppi (mg/kg)

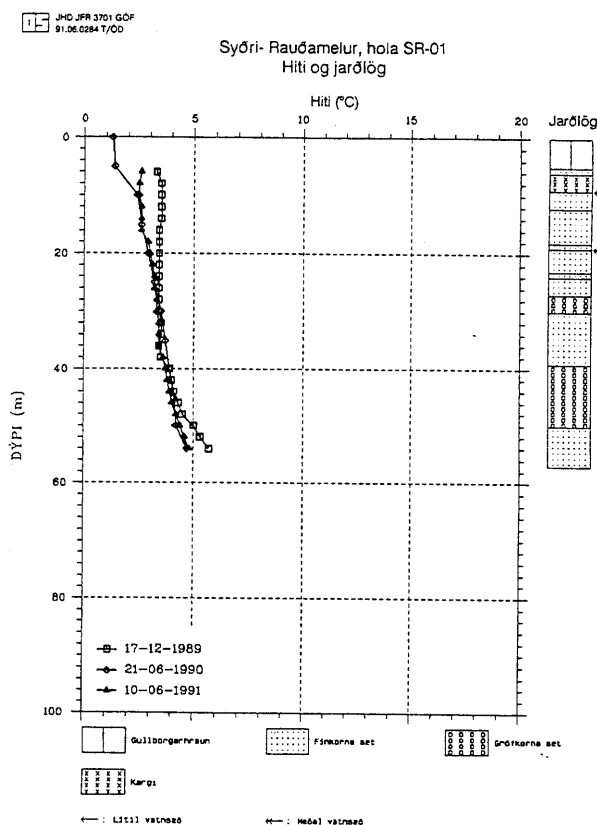
Staður	Kaldakvísl Rauðamel Eyjahreppi	Höfðagjá Rauðamel Eyjahreppi	Fjárhúslindir Miðhraun Miklaholtshr.
Dags. Númer	86-10-22 86-9202	86-10-22 86-9203	86-10-22 86-9204
Hiti (°C) Sýrustig (pH/°C)	3,1 6,7/6	3,9 6,6/6	3,1 7,3/6
Kísill (SiO ₂)	10,1	12,9	12,1
Natríum (Na)	5,6	7,1	5,2
Kalíum (K)	0,5	0,7	0,6
Kalsíum (Ca)	2,0	2,9	1,9
Magnesium (Mg)	1,3	1,8	1,4
Karbónat (CO ₂)	18,9	26,1	17,9
Súlfat (SO ₄)	1,4	1,6	1,4
Klóríð (Cl)	7,9	8,6	6,8
Flúoríð (F)	0,04	0,05	0,10
Uppleyst efni	33	40	35

5. BORANIR OG NIÐURSTÖÐUR ÞEIRRA

Eins og áður hefur komið fram var einn hluti rannsókna að bora grunnar rannsóknarholur í Kolbeinstaðahreppi. Ákveðið var að bora tvær 60 m djúpar hitastigulsholur, aðra til að fá meðalhitastigul á svæðinu og hina á stað þar sem vonast var eftir meiri hita, miðað við viðnámsmælingar. Fyrirnefnda holan var staðsett rétt norðan við bæinn Mýrdal, seinni holan í landi Syðri-Rauðamels, við veginn, um 1 km austan við bæinn. Segja má að báðar þessar boranir hafi mistekist hvað marktækan hitastigul varðar. Því var ákveðið að bæta einni holu við og var hún staðsett við Flesjustaði, í gamla tertíera berggrunninum. Þar voru litlar líkur taldar á umtalsverðu grunnvatni. Sú hola heppnaðist.

5.1 HOLA SR-01

Fyrsta holan var boruð 15. desember 1989 í landi Syðri-Rauðamels. Jarðborinn var frá Ræktunarsambandi Flóa og Skeiða. Vel gekk að bora fyrstu 6 metrana niður úr Gullborgarhrauninu. Samkvæmt jarðlagagreiningu tók þar við sandur og brotaberg niður á 12 m dýpi. Þar sást fyrsta hvarfleirslagið í borsvarfi, en hvarfleirslinsur sáust síðan af og til niður alla holuna. Bendir það til að holan sé öll boruð í laus jarðlög frá síðjökultíma neðan 12 m dýpis. Það er talið vera frá síðjökultíma. Setlögin eru annars samsett úr sundurleitu bergi. Mest ber á móbbergi úr kvartera jarðlagastaflanum sem víða finnst í Hnappadal. Kornasamsetning setsins er lauslega sýnd á jarðlagasniðinu á mynd 12, sem jafnframt sýnir hitamælingar úr holunni. Helstu vatnsæðar eru táknaðar með örvum til hliðar við jarðlagasniðið. Vatn kom fyrst í holuna á 9 m dýpi. Jókst það mjög í 19 m dýpi. Hiti vatnsins sem upp kom í borun var mældur og reyndist það heitast 5,3°C í botni. Lokið var við borun holunnar 16. desember 1989. Þá var sett í hana plaströr sem unnt var að koma niður í 54,5 m dýpi. Fóðringar eru 5" rör í 19 m og 3" rör í 24 m. Kalt vatnsrennsli einkennir hitaferlana langleiðina niður holuna og er hitastigull því ekki marktækur fyrir hitaástand gamla berggrunnsins undir.

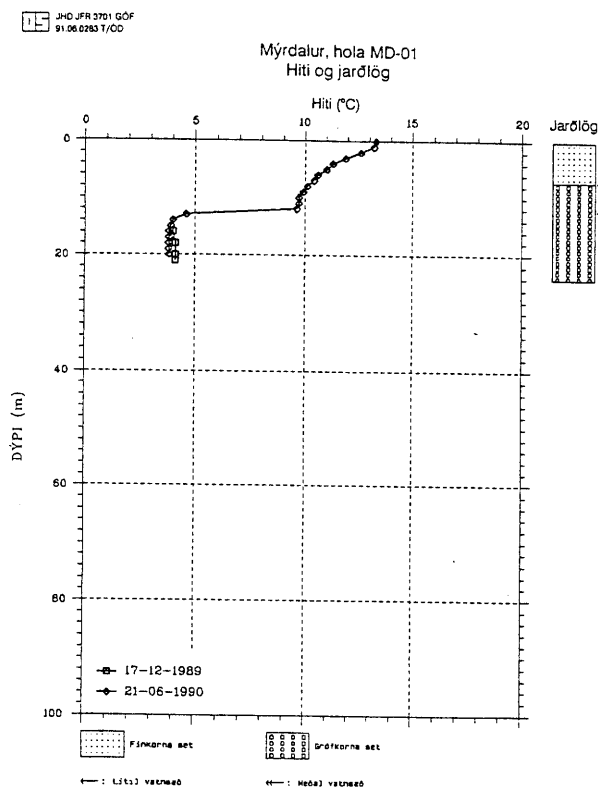


MYND 12. Jarðlagasnið og hitamælingar úr holu SR-01

5.2 Hola MD-01

Borinn var fluttur að Mýrdal að kvöldi 16. desember 1989 og byrjað að bora morguninn eftir. Borun gekk hratt, því borað var niður úr sandi og kísilgúrseti niður á 6-7 m dýpi. Vatn kom í holuna á 7 m dýpi, og jókst stöðugt er neðar dró. Skolun gekk mjög erfiðlega og var því 4" fódurrör sett niður í 12 m dýpi. Þegar komið var í 24 m var ljóst að fódra þyrfti meira ef borað skyldi dýpra, og var því ákveðið að hætta frekari borun áður en verkið færi fram úr kostnaðar-áætlun. Tókst að koma tveggja tommu plaströri niður á 20 m dýpi. Samkvæmt greiningu virðist holan neðan 7 m dýpis hafa verið boruð í móbergsskriðu. Hitamælingar sýna eingöngu kalt vatnskerfi (mynd 13).

Ljóst er af þessum borunum að mikið grunnvatn er í jörðu um miðbik dalsins, í seti og móbergi frá síðjökultíma. Sú vitneskja er gagnleg ef til vatnsfreks búskapar af einhverju tagi kæmi í framtíðinni. Ekki er vitað hversu miklu vatni mætti ná úr jörðu með borholum, en það ræðst mest af útbreiðslu, þykkt og lekt jarðlaga frá síðjökultíma. Dýpið á gamla berggrunninn undir hraununum í landi Syðra-Rauðamels er ekki þekkt en vera má að hátt viðnám í efstu 200 m (í mælingu NK-19, sjá kafla 5) gefi dýpið á berggrunninn til kynna, og þyrfti því að reikna með fódringum í a.m.k. það dýpi ef til jarðhitaborana kæmi á því svæði. Líklegt er að grunnvatnsstreymið í unga berginu hafi kælt það jarðhitavatn sem næst er yfirborði í landi Syðri-Rauðamels. Að sama skapi er líklegt að jarðhitaleit með grunnum borholum yrði til lítils gagns við skilyrði sem þessi.

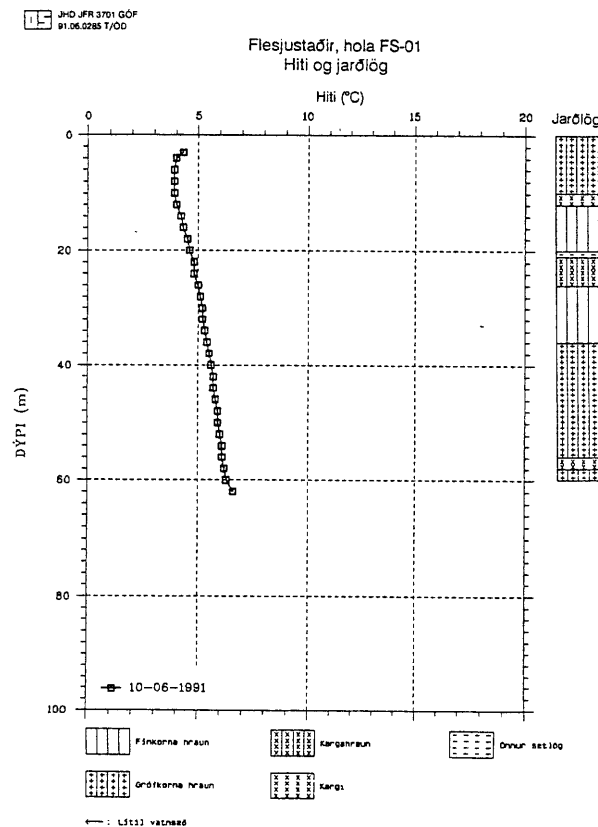


MYND 13. Jarðlagasnið og hitamælingar úr holu MD-01

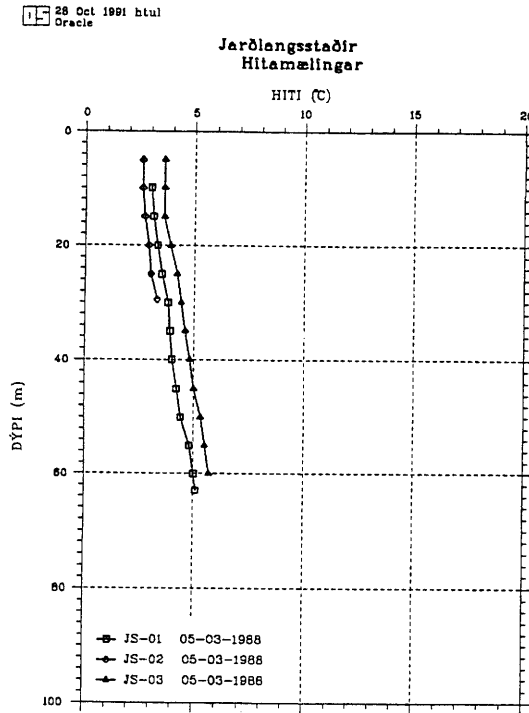
5.3 HOLA FS-01

Til að reyna að meta ótruflaðan hitastigul í berggrunni Kolbeinsstaðahrepps var boruð ein hola í viðbót. Hún var boruð 7. júní 1991, í gamla berggrunninn rétt við bæinn Flesjustaði. Yfirborðsfóðring (5 1/2") var steipt föst á 2,3 m dýpi og holan síðan boruð í 60 m dýpi með 4 1/2" krónu og lofthamri. Borun gekk vel þó bergið væri hart. Lítilsháttar vatnsleki kom í holuna á u.þ.b. 29 m dýpi, sem nægði til að fylla holuna áður en borinn fór af vettvangi. Þar mætti e.t.v. ná upp neysluvatni til heimilisnota, sem skoða má nánar ef áhugi er fyrir hendi. Holan er boruð í hraunlög með þunnum kargalögum milli hrauna og í einu tilviki þunnu setlagi (mynd 14). Nokkrar gerðir geislasteinda finnast í berginu ásamt opal og leir.

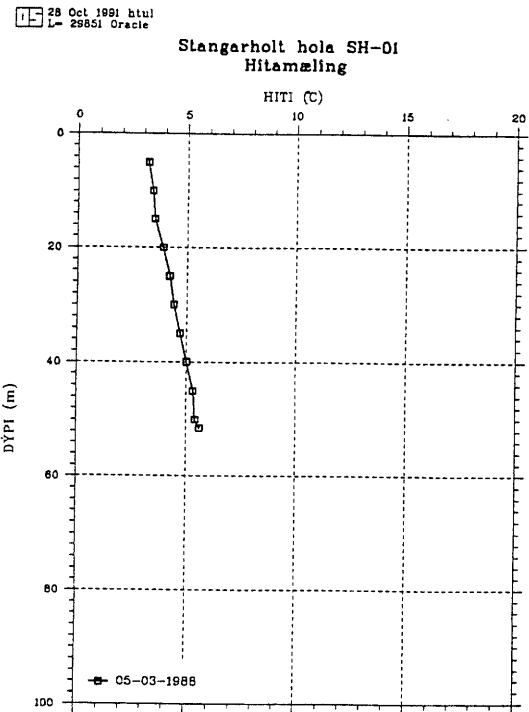
Holan á Flesjustöðum heppnaðist sem skyldi og gefur marktækan hitastigul. Stigullinn er lágur eða milli 50-60°C/km. Stigullinn má nota til að meta jarðhitalíkur í mestum hluta Kolbeinsstaðahrepps, ef jafnframt er tekið mið af niðurstöðum viðnámsmælinganna (t.d. snið A-A', sjá kafla 6). Líkur á að finna nýtanlegan jarðhita í austanverðri sveitinni virðast heldur litlar og er það í samræmi við jarðfræðilegt mat nú sem fyrr. Til samanburðar við niðurstöðu hitamælinga í Flesjustaðaholunni voru teiknaðar upp hitamælingar úr öðrum holum á Mýrum (Jarðlangstöðum og Stangarholti sjá myndir 15 og 16). Þar er líka óvenju lágur hitastigull, sem menn hafa velt vöngum yfir hvort gefi marktæka mynd af jarðskorpunni undir, því mun hærri hitastigull hafði áður fundist í borholu við Borgarnes. Til skamms tíma hefur sá stigull verið notaður við gerð hitastigulskorts af landinu. Bendir þetta til að hitastigullinn við Borgarnes sé annað hvort truflaður af heitu eða volgu vatni eða, að tiltölulega skörp skil í varmaleiðni til yfirborðs séu um Borgarnes, t.d. langs eftir andhverfuásnum sem kenndur er við Borgarnes.



MYND 14. Jarðlagasnið og hitamæling úr holu FS-01



MYND 15. Hitamælingar úr holum að Jarðlangsstöðum



MYND 16. Hitamæling úr holu SH-01, Stangarholti

6. VIÐNÁMSMÆLINGAR

Sumurin 1989 og 1990 var viðnám mælt í jörðu víða um Hnappadal og Kolbeinsstaðahrepp (mynd 17). Einnig við bæina Hrútholt og Miklholt í Eyjahreppi. Notuð var svokölluð TEM (transient electro-magnetic) aðferð (Krútur Árnason, 1989). Með þessari aðferð er hægt að sjá dreifingu viðnáms undir mælistöðunum, en viðnám er mjög háð hita og vatnsinnihaldi og mælist yfirleitt lágt viðnám þar sem heitt vatn er í jörðu.

Niðurstöður þessara mælinga eru birtar sem viðnámsnið AA', BB', CC', DD', EE', FF' og GG' (mynd 17) á myndum 18-22. Þar sem svæðið sem mælingarnar ná yfir er mjög stórt er til-
tölulega langt á milli mælistöðva og því stundum erfitt að tengja viðnámið á milli þeirra.

Flestar mælinganna sýna lag með 25-100 Ohmm viðnámi við yfirborð eða undir 100 m þykku háviðnámslagi (hrauni). Þetta lag er misþykkt en er einkennandi í flestum mælinganna. Þar fyrir neðan ýmist hækkar viðnámið eða lækkar.

Í langflestum mælinganna kemur fram lag með viðnámi undir 25 Ohmm, sem telst lágt viðnám á þessum slóðum. Þetta lágviðnámslag er oftast mjög þunnt, 200 m eða þynnra nema í mælingu NK-17. Ekki er vitað um þykkt lagsins í mælingum NK-8, NK-13, NK-14 og NK-20, þar sem ekki sést í gegnum lagið.

Aðeins eru sjö mælingar, þar sem ekkert lágviðnámslag kemur fram. Þessar mælingar raða sér allar á eða við snið AA' og virðast afmarka lágviðnámsvæðið til austurs. Þetta kemur vel fram á sniðum CC' og DD'. Á sniðum CC' og EE' virðist lágviðnámslagið verða þynnra og grynnt á það eftir því sem austar dregur.

Útbreiðsla og dýpi á lágviðnámslagið sést á mynd 17. Þar eru merkt inn svæði þar sem lágt viðnám mælist í jörðu, annars vegar fyrir ofan 200 m og hins vegar fyrir neðan 200 m dýpi undir sjávarmáli. Einnig er merkt inn það svæði þar sem ekkert lágviðnámslag sést í mælingunum. Eins og fyrr segir mælist lágt viðnám í flestum mælingunum, en þegar það er flokkað eftir dýpi koma fram afmörkuð svæði sem öll hafa NA-SV stefnu. Athyglisvert er að lágviðnámslagið nær eins langt til norðurs og mælingarnar ná, hins vegar er lágviðnámið vel afmarkað til austurs.

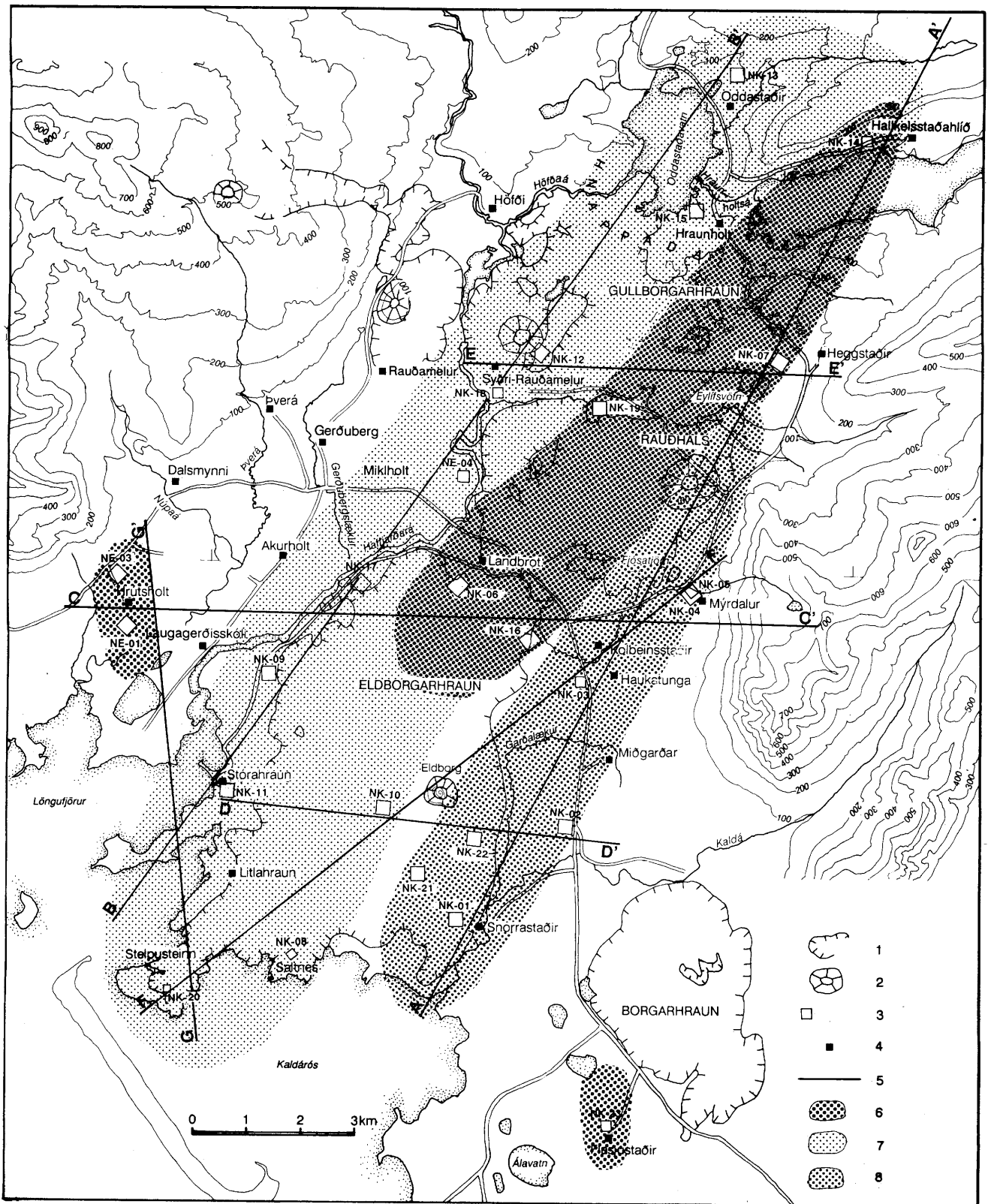
Ekki er hægt út frá þessum rannsóknnum að fullyrða um nýtanlegan jarðhita, hins vegar er jarðhiti víða á yfirborði og fellur útbreiðsla hans þar vel saman við útbreiðslu lágviðnámslagsins í mælingunum. Lága viðnámið kemur þó víða fram þar sem enginn jarðhiti er á yfirborði og bendir það til að jarðhitinn nái nokkurri víðáttu í berggrunni. Eina örugga leiðin til að skera endanlega úr um hvort nýtanlegan jarðhita sé að hafa á þessum slóðum, er að bora. Hinsvegar er hægt að útiloka suma staði út frá viðnámsmælingunum og jafnframt að segja til um vænlegustu staðina til að bora á.

6.1 Sjómælingar

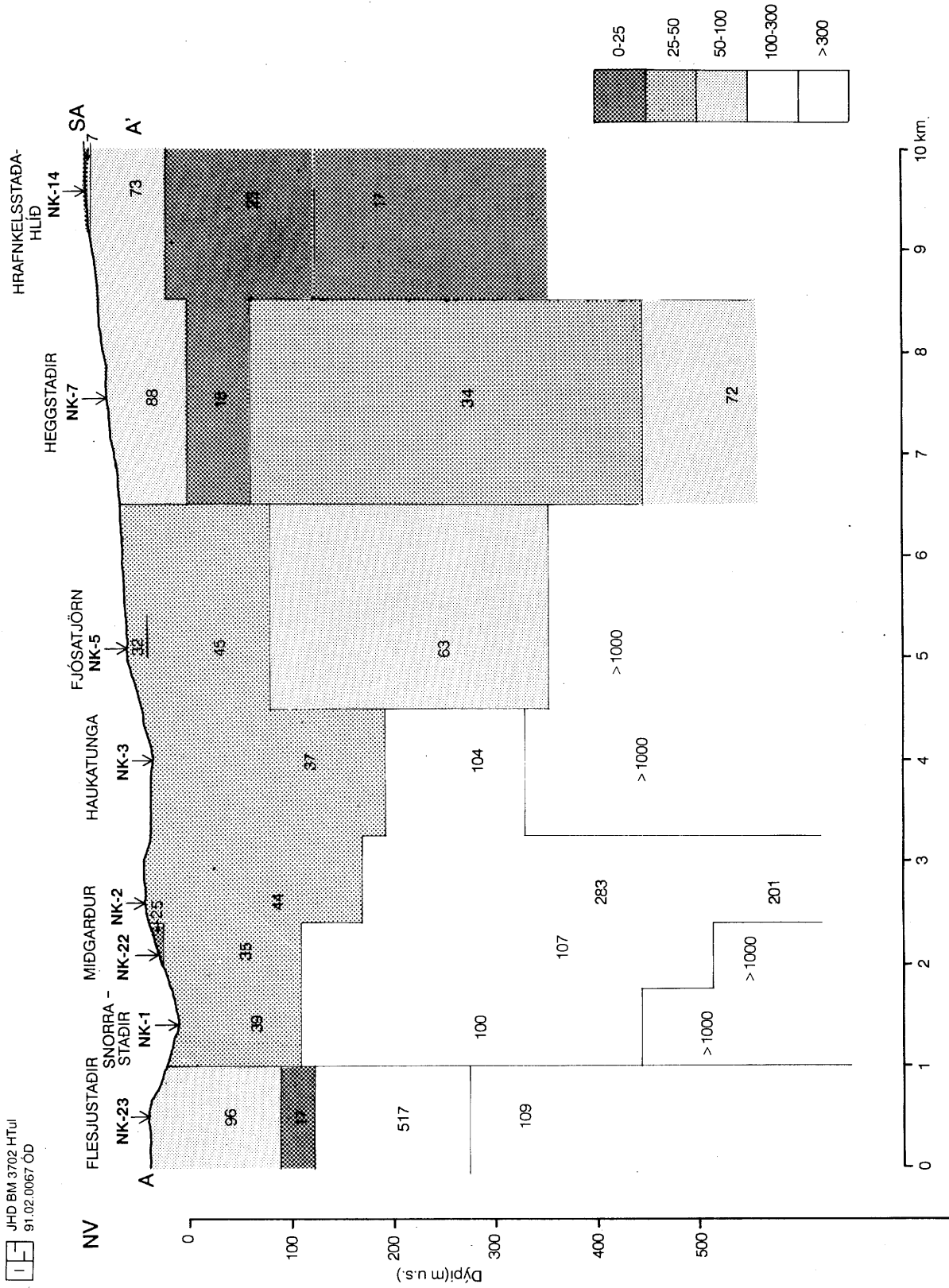
Seltan í sjónum veldur því að viðnám verður mjög lágt í því bergi sem sjór leikur um, og var því ákveðið að mæla með TEM tækjunum þar sem mestar líkur væru á að fá jarðsjó með borunum á landi. Upphaflega átti að mæla við Stelpustein í sunnanverðu Eldborgarhrauni, og var í þeim tilgangi farið sumarið 1989 eins langt til vesturs frá Snorrastöðum meðfram ströndinni og hægt var. Ekki tókst að komast lengra en að Saltnesi (NK-08). Ekki voru taldar miklar líkur á að sjór væri þar í jörðu, því vitað var um streymi volgs vatns þar. Ákveðið var að mæla þarna engu að síður, því miklu hafði verið til kostað að komast þangað og var athyglisvert að kanna útbreiðslu jarðhita undir Eldborgarhrauni.

Við túlkun mælingarinnar kom fram lágviðnámslag við yfirborð. Viðnám í þessu lagi er ekki afgerandi lágt og þar að auki ekki vel ákvarðað með þessari mæliaðferð, en þó getur verið að hraunið sé lítillega sjómengað. Ekki eru taldar miklar líkur á að hægt sé að vinna sjó úr holu sem boruð væri þarna. Annað lágviðnámslag kom fram á rúmlega 200 m dýpi. Líkur eru á því að nálægð sjávar trufla þessa mælingu eitthvað, þannig að viðnámið virðist lægra og jafnvel grynna en raun er. Þetta lágviðnámslag er trúlega framhald af lágviðnámslaginu sem sést í mælingu NK-10.

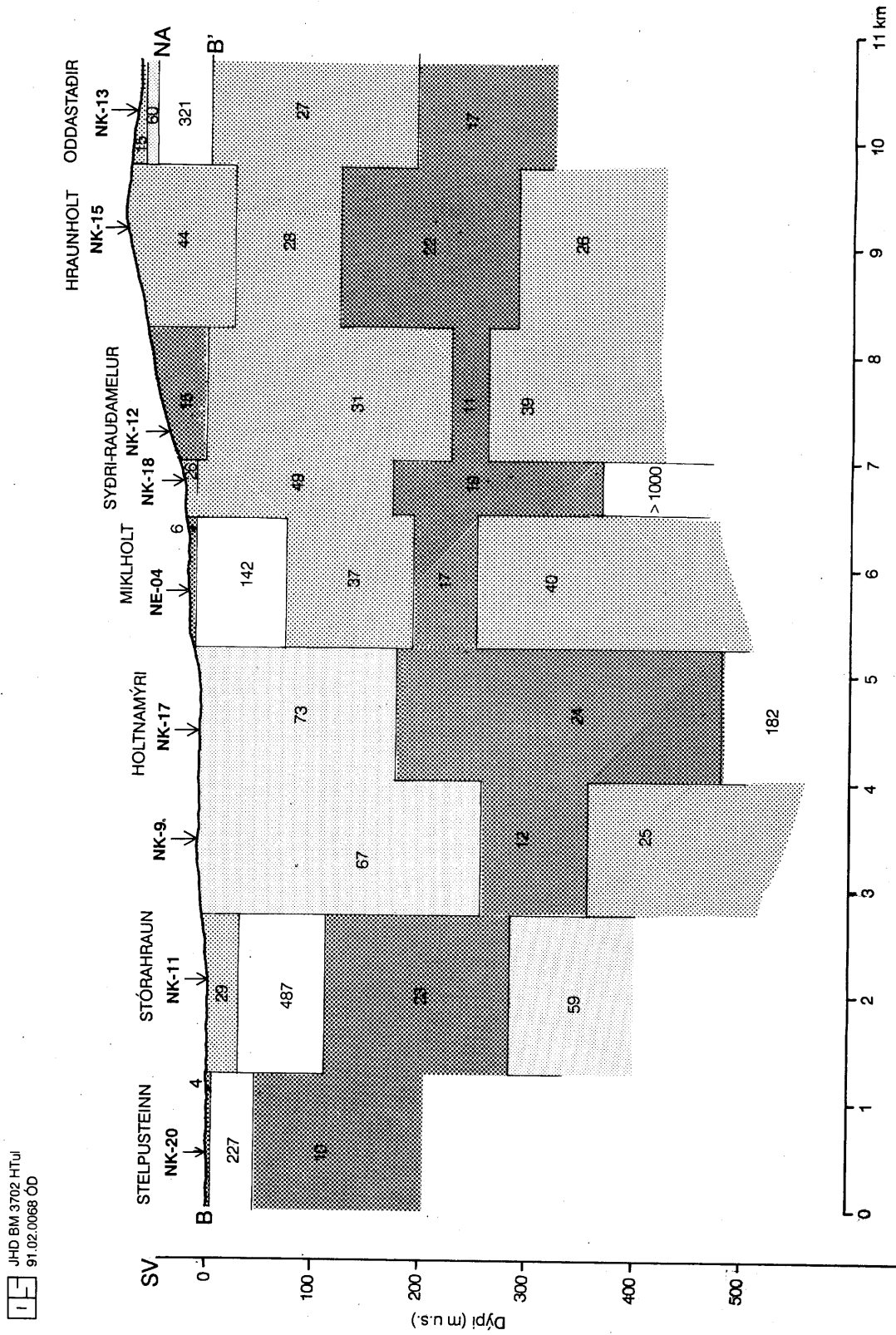
Sumarið 1990 var farið á báti út í Fitjar til TEM mælinga, en Fitjar eru suður af Stelpusteini. Í mælingunni sést lag með um 6 Ohmm viðnám í efstu sex metrunum. Eins og í mælingu NK-8 er þetta lag ekki vel ákvarðað, þó eru meiri líkur á því að sjóblandað grunnvatn leiki þarna um hraunið í efstu metrunum. Viðnámið bendir ekki til að sjóblöndunin sé mjög mikil. Í þessari mælingu kemur einnig fram annað lágviðnámslag á 50-250 m dýpi. Þarna er eins og í mælingu NK-8 líklega einhver truflun af nálægð sjávar og er þetta lag því ekki vel ákvarðað, en gæti verið jarðhiti sem tengist lágviðnámslaginu við Stórahraun.



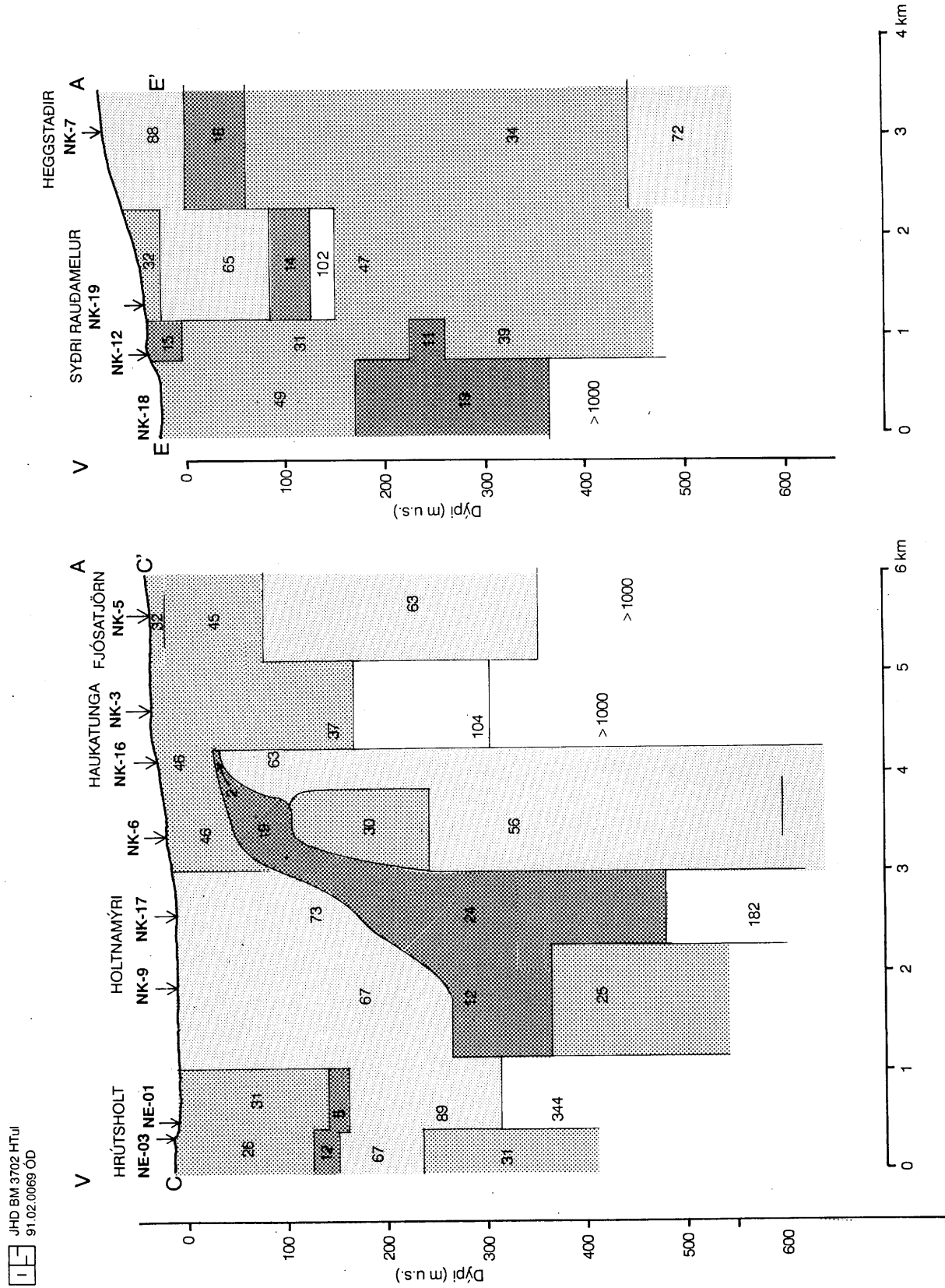
MYND 17. Hnappadalur, staðsetning viðnámsmælinga og sniða. Skýringar; 1) hraunkantur, 2) eldstöð, 3) viðnámsmæling, 4) bær, 5) viðnámssníð, 6) lágviðnámslag ofan við 200 m undir sjávarmáli, 7) viðnámslag neðan við 200 m undir sjávarmáli og 8) ekkert lágviðnámslag.



MYND 18. Viðnámssnið AA'



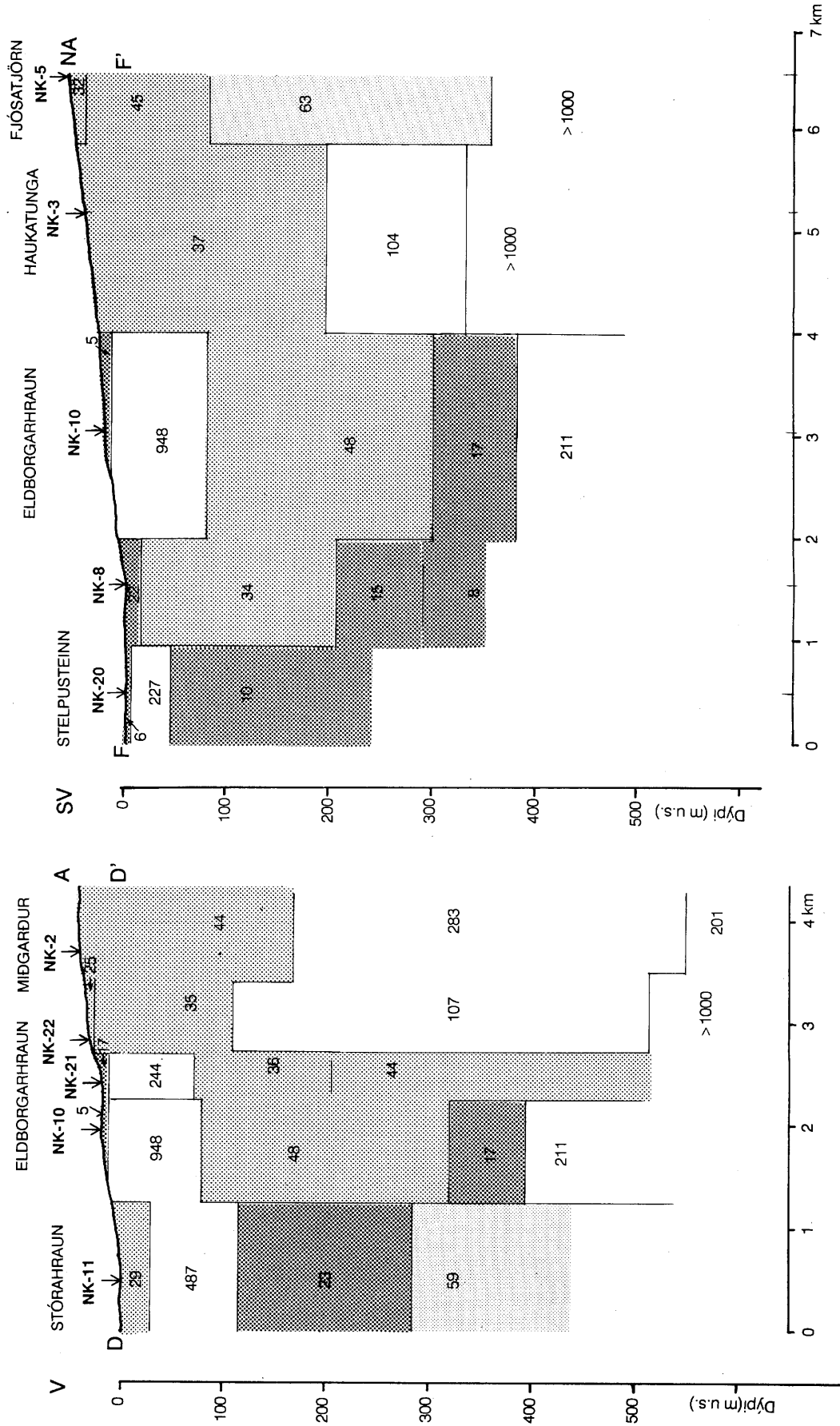
MYND 19. Viðnámsnið BB'



MYND 20. Viðnámssnið CC' og EE'

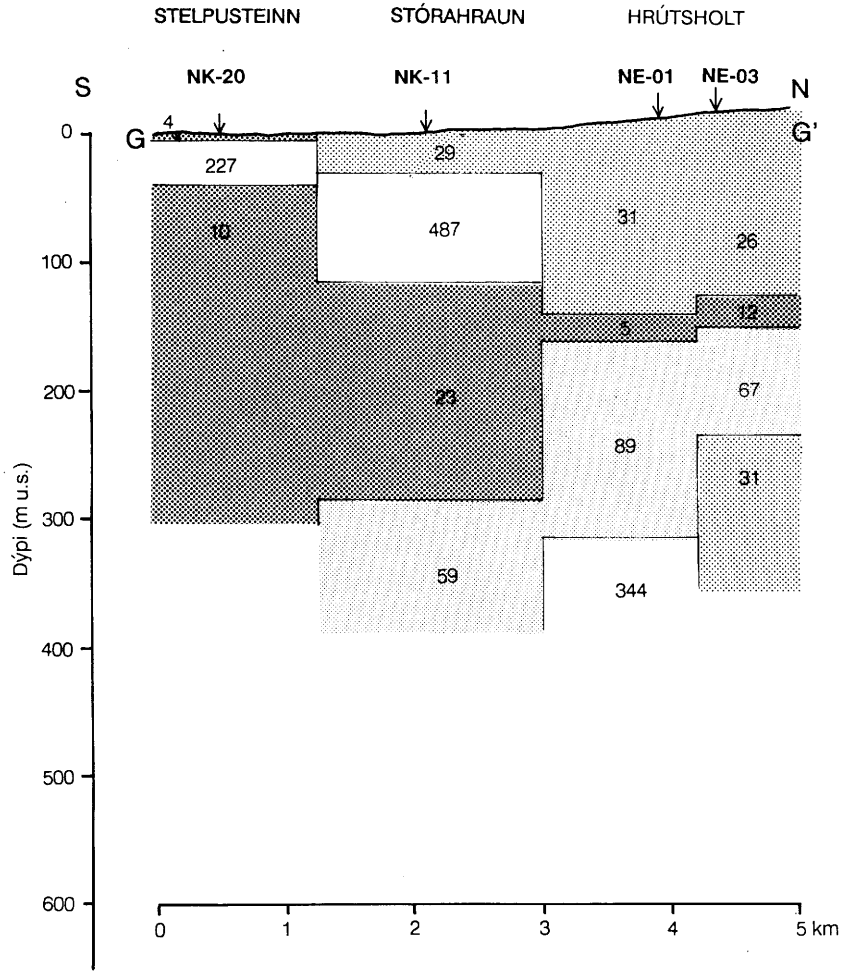
JHD BM 3702 HTJf
91.02.0069 ÖD

JHD BM 3702 HTI/1
91.02.0070 ÖD



MYND 21. Viðnámssnið DD' og FF'

JHD BM 3702 HTul
91.02.0071 ÓD



MYND 22. Viðnámssnið GG'

7. NIÐURSTÖÐUR

Góð lindasvæði eru á nokkrum stöðum í Hnappadal. Lindirnar spretta nær allar fram undan hraunum. Mesta lindasvæðið er í Hvanntám en þar koma upp um 1000 l/s. Þá eru stórar lindir við Landbrot, Reyðarlæk og Opnulæk. Lindirnar við Landbrot eru í námunda við jarðhita og ákjósanlegar til samnýtingar við hann t.d. í fiskeldi.

Jarðhitavatn í Hnappadal er alls staðar gasríkt og steinefnaríkt. Kalkhrúður einkennir öll jarðhitasvæðin. Jarðhitavirkni virðist hafa verið mun öflugri í lok ísaldar og byrjun nútíma en hún er í dag. Í Kolbeinsstaðahreppi hafa nútímahraun flætt að, og að hluta til yfir öll jarðhitasvæðin. Víðast hvar er augljóst að svæðin hafa kólnað, kalkhrúðrið leyst upp í ljós leirflög, hálfuppgróin. Uppstreymi á heitu vatni er lítið á öllum svæðunum. Hugsanlegt er að áhrif kælingar séu meiri í jarðhitasvæðunum sem liggja norðar og streyma upp gegnum ungar kvarterar jarðmyndanir. Þær eru mun gljúpari en eldri tertíerar bergmyndanir og grunnvatnsinnihald að sama skapi meira eins og niðurstöður borana benda til. Kalkhrúður leysist hraðar upp í köldu vatni en heitu og því gæti kæling verið meiri á nyrðri svæðunum. Hæstur hiti á yfirborði á Syðri-Rauðamelssvæðinu er 45°C; á Landbrotssvæðinu er hæsti hiti tæplega 58°C, en hæsti hiti á Laugagerðissvæðinu er rúmlega 68°C. Uppstreymi á heitu vatni í jarðhitasvæðinu við Syðri-Rauðamel virðist tengjast NV-SA sprungukerfi, svipað og eldvirknin, en fylgni við A-V stefnu virðist ríkja á öllum svæðunum sunnar.

Ekki er hægt að fullyrða á grundvelli efnasamsetningar að djúpvatn í Hnappadal sé miklu heitara en finnst við yfirborð í Landbrotslaugum og við Syðri-Rauðamel. Ein vísbending er um 120-140°C heitt vatn, en aðrar benda til að vatnið sé aðeins 60-80°C. Ekkert nema borun getur skorið úr um það.

Boranir sýna að mikið grunnvatnsstreymi er í kvartera beggrunninum undir Rauðhálsahrauninu og þar innaf. Taka þarf tillit til þess með viðeigandi fóðringum ef til frekari rannsóknarborana kemur.

Hitastigullinn í borholunni við Flesjustaði er 50-60°C/km sem er svipað og búast má við þar sem jarðhiti er ekki í grendinni

Lágt viðnám sem gæti bent til jarðhita fannst víða á svæðinu og virðist útbreiðsla hans vera töluverð.

Ekki er hægt með vissu að segja til um hvort hægt sé að vinna sjó úr borholum við ströndina, þó er ekki ólíklegt að það sé hægt við Stelpustein (Fitjar).

8. HEIMILDIR

- Árni Hjartarson, 1990: *Kaldar lindir í Hnappadal*. Orkustofnun, OS-90016/VOD-05 B.
- Bjarni Harðarson, 1987: Braskað með Ölkeldu. *Heimsmynd, júlí 1987*: 49-54.
- Guðlaugur Jónsson 1970: Hnappadalssýsla. *Árbók F.Í. 1970*: 1-104.
- Guðmundur Pálmason, Gunnar V. Johnsen, Helgi Torfason, Kristján Sæmundsson, Karl Ragnars, Guðmundur Ingi Haraldsson og Gísli Karel Halldórsson, 1985: *Mat á Jarðvarma Íslands*. Orkustofnun, OS-85076/JHD-10. 134 s.
- Halldór Ármannsson, 1981: *Leirá, Borgarfirði. Efnastyrkur borholuvökva og útfellingahættu*. Orkustofnun, OS-81028/JHD-16. 53 s.
- Haukur Jóhannesson, 1977: Þar var ei bærinn, sem nú er borgin. *Náttúrufræðingurinn 47*, bls. 129-141.
- Haukur Jóhannesson, 1980: Jarðlagaskipan og þróun rekbelta á Vesturlandi. *Náttúrufræðingurinn, 50*: 13-31.
- Haukur Jóhannesson, 1982. Kvarter eldvirkni á Vesturlandi. *Eldur er í norðri*. Sögufélagið, Reykjavík: 129-137.
- Haukur Jóhannesson, 1983: *Bréf til Maríu Jónu Gunnarsdóttur dags. 24. júní 1983*, birt í skýrslu Orkustofnunar OS-84028/JHD-09 B.
- Helga Tulinius, Árni Hjartarson og Guðmundur Ómar Friðleifsson, 1989: *Fiskeldisrannsóknir 1989 í Hnappadal*. Orkustofnun, greinargerð HTul/ÁH/GÓF-89/04.
- Helgi Torfason og Ásgrímur Guðmundsson, 1988: *Jarðhiti í Hítardal og nágrenni, Snæfellsnes- og Hnappadalssýslu*. Greinargerð Orkustofnun, HeTo/ÁsG-88/04.
- Knútur Árnason, 1989: *Central loop transient electro-magnetic soundings over a horizontally layered earth*. Orkustofnun, OS-89032/JHD-06. 128 s.
- Kristján Sæmundsson, 1983: *Bréf til Úlfars Harðarssonar dagsett 12.09.83*.
- Lúðvík S. Georgsson, 1976: *Heitavatnsöflun fyrir Hallkelshóla, Klausturhóla og Borg í Grímsnesi*. Orkustofnun, OS-JHD-7652.
- María Jóna Gunnarsdóttir, 1982: *Húshitunaráætlun, II hluti: Frumáætlanir um 23 nýjar hitaveitur*. Orkustofnun, OS-82095/JHD-14.
- María Jóna Gunnarsdóttir, 1984: *Hitaveita Kolbeinsstaðahreppi, Snæfellsnesi. Frumáætlun um hitaveitu frá Landbrotalaugum á nokkra bæi í Kolbeinsstaðahreppi*. Orkustofnun, OS-84028/JHD-09 B. 28 s.
- Ragna Karlsdóttir, Haukur Jóhannesson, Jón Benjamínsson, 1981: *Jarðhitaathugun við Lýshól í Staðarsveit, Snæfellsnesi*. Orkustofnun, OS-81004/JHD-01, 25 s.
- Reed, M., 1982: Calculation of multicomponent chemical equilibria and reaction processes in systems involving minerals, gases and aqueous phase. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 46: 513-528.
- Reed, M. and Spycher, N., 1984: Calculation of pH and mineral equilibria in hydrothermal waters with application to geothermometry and studies of boiling and dilution. *Geochim. Cosmochim. Acta*, 48: 1479-1492.

Stefán Arnórsson, 1979: Hydrochemistry in Geothermal Investigations in Iceland, Techniques and Applications. *Nordic Hydrology*: 191-224.

Stefán Arnórsson, 1980: Efnahitamælar. *Náttúrufræðingurinn*, 50(2).

Stefán Arnórsson, 1982: Ölkeldur á Íslandi. *Eldur er í norðri*. Sögufélagið Reykjavík: 401-407.

Stefán Arnórsson og I. Barnes, 1983: The Nature of Carbon Dioxide Waters in Snæfellsnes, Western Iceland. *Geothermics*, Vol. 12, No 2/3: 171-176.

Þorleifur Einarsson 1970: Þættir um jarðfræði Hnappadalssýslu. *Árbók F.Í.* 1970: 104-123.

VIÐAUKI

Ferlar viðnámsmælinga

