



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

Helga Tulinius  
Árni Hjartarson  
Guðrún Sverrisdóttir

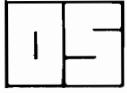
JARÐSJÓR UNDIR JÖKLI  
Sérverkefni í fiskeldi 1988

ORKUSTOFNUN

Jarðhitadeild  
ORSTOFNUNARSTOFNUN

1/1989

OS-89006/JHD-01  
Reykjavík, janúar 1989



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

**Helga Tulinius**  
**Árni Hjartarson**  
**Guðrún Sverrisdóttir**

# **JARÐSJÓR UNDIR JÖKLI**

## **Sérverkefni í fiskeldi 1988**

**OS-89006/JHD-01**  
Reykjavík, janúar 1989

## ÁGRIP

Jarðsjór undir Jökli var eitt af sérverkefnum Orkustofnunar vegna rannsókna á forsendum fiskeldis árið 1988. Auk Orkustofnunar báru Breiðavíkurhreppur og Nes-hreppur utan Ennis kostnað af þessu verki.

Verkið gekk samkvæmt áætlun, og voru boraðar sjö holur. Dýpsta holan, hola 2 við Saxhól var boruð í 47 m dýpi, hinar urðu 19 – 38 m djúpar. Borverk gekk seint m.a. vegna hrungjarnra hraunlaga (gjalls og karga). Selta mældist í öllum holunum, minnst þó í holunum lengst frá sjó á Malarrífi. Ferskvatnslag er alls staðar sjóblandað. Hraunin sem borað var í virðast öll vera mjög lek og efnagreiningar af jarðsjónum lofa góðu um nýtingu til fiskeldis, en hann er mjög kaldur, 3 – 5°C. Töluvert er um lindir á svæðinu frá Hnausahrauni að Dagverðará, en milli Dagverðarár og Hellissands eru nánast engar lindir þekktar.

## EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	2
1. INNGANGUR	5
2. JARÐFRÆÐI	7
2.1 Inngangur	7
2.2 Malarrif	7
2.3 Beruvík – Saxhóll	9
2.4 Gufuskálar	9
3. LINDIR OG GRUNNVATN	10
3.1 Lækir og lindir	10
3.1.1 Lindir undir Axlarhyrnu	10
3.1.2 Lindir upp af Knerri	10
3.1.3 Hestur	10
3.1.4 Hamraendalækur	10
3.1.5 Torfá	11
3.1.6 Tvífyssa	12
3.1.7 Þrífyssa	12
3.1.8 Sleggjubeina	12
3.1.9 Hestlækur	12
3.1.10 Grísafossá	12
3.1.11 Lindir undan Klifhrauni	12
3.1.12 Eiturlækur (Eiturlind)	13
3.1.13 Tjaldurslækur (Tjaldhólslækur)	13
3.1.14 Stapalækur	13
3.1.15 Dagverðará	13
3.1.16 Einarslón	14
3.1.17 Djúpalónssandur	14
3.1.18 Hólalækur og Saxhólslækur	14
3.1.19 Móðulækur (Gufuskálamóða)	14
3.2 Efnagreiningar á vatni úr lindum	15
4. BORANIR	17
4.1 Malarrif	17
4.1.1 Hola MR-1	17
4.1.2 Hola MR-2	17
4.1.3 Hola MR-3	18
4.1.4 Hola MR-4	18
4.1.5 Eldri holur við Malarrif	19
4.2 Saxhóll	19
4.2.1 Hola SH-1	19
4.2.2 Hola SH-2	20
4.3 Gufuskálar	21
4.3.1 Hola GS-1	21
4.3.2 Hola GS-2	22
4.3.3 Eldri holur við Gufuskála	22
4.4 Holur við Hellissand og Hellna	22
4.4.1 Borhola á Hellissandi	22

4.4.2 Borholur við Hellna	22
5. MÆLINGAR Í HOLUM	24
5.1 Sjávarfallamælingar	24
5.2 Hita- og seltumælingar	26
5.3 Efnagreiningar á vatni úr borholum	26
5.3.1 Malarrif	27
5.3.2 Saxhóll	27
5.3.3 Gufuskálar	28
5.3.4 Samantekt	28
6. HELSTU NIÐURSTÖÐUR	29
7. TILLÖGUR	29
HEIMILDIR	30

## TÖFLUR

1. Hraun og gosstöðvar undir Jökli	8
2. Lindir og lindasvæði, sem könnuð voru	11
3. Lindir Bóndabúðarlækjar. Rennsli og hiti	13
4. Efnasamsetning lindavatns	16
5. Reiknaður leiðnistuðull (T) út frá sjávarfallamælingum í borholum	25
6. Reiknaður leiðnistuðull (T) og streymislekt (K)	26
7. Efnasamsetning vatns úr borholum (mg/kg)	27

## MYNDIR

1. Hraun, lindir og borholur á utanverðu Snæfellsnesi	6
2. Hola MR-1, jarðlagasnið og mælingar	17
3. Hola MR-3, jarðlagasnið og mælingar	18
4. Hola MR-4, jarðlagasnið og mælingar	19
5. Hola SH-1, jarðlagasnið og mælingar	20
6. Hola SH-2, jarðlagasnið og mælingar	20
7. Hola GS-1, jarðlagasnið og mælingar	21
8. Hola GS-1, jarðlagasnið og mælingar	22
9. Holur við Hellisand og Hellna, Jarðlagasnið	23
10. Sjávarfallamælingar við Malarrif dagana 17 - 18. október 1988	24

## 1. INNGANGUR

Jarðsjór undir Jökli var eitt af sérverkefnum Orkustofnunar vegna rannsókna á forsendum fiskeldis árið 1988 (Orkustofnun, 1988). Auk Orkustofnunar báru Breiðavíkurhreppur og Neshreppur utan Ennis kostnað af þessu verki. Í tengslum við rannsóknirnar átti að bora sex 30 – 60 m djúpar holur, fjórar í Breiðavíkurhreppi og tvær í Neshreppi. Jarðlög í holunum skyldu athuguð, hiti mældur í þeim svo og selta og sjávarföll, auk þess sem sýni af grunnvatni og jarðsjó skyldu tekin til efnagreininga. Einnig var rannsókn á lindum og grunnvatni í báðum hreppunum hluti af verkefninu.

Fyrst voru öll tiltæk gögn um svæðið skoðuð og borstaðir ákvarðaðir út frá þeirri rannsókn. Aðallega var miðað við að bora í ung hraun sem ekki væru of hátt yfir sjávarmáli (<20 m y.s.). Valin voru þrjú aðalsvæði; Malarrif þar sem vitað var um holur með söltu vatni, við Beruvík í landi Saxhóla, en þar eru saltar tjarnir 0,5 – 1 km inni í landi, og að lokum í Prestahrauninu við Lóranstöðina að Gufuskálum. Í sama hrauni er sjóhola, sem boruð var við frystihús þeirra á Hellisandi.

Verkið gekk samkvæmt áætlun, nema að holurnar urðu einni fleiri eða sjö, en flestar grynri en ákveðið var í upphafi. Dýpsta hola, hola 2 við Saxhól, var boruð í 47 m dýpi, hinar urðu 19 – 38 m djúpar (kafla 4). Borverk gekk seint m.a. vegna hrungjarnra hraunlaga (gjalls og karga). Borverktaki var Jarðboranir h.f. og var borað með Loka. Selta mældist í öllum holunum, minnst þó í holunum lengst frá sjó á Malarrifi. Ferskvatnslag er alls staðar sjóblandað. Hraunin virðast öll vera mjög lek og efnagreiningar lofa góðu um nýtingu til fiskeldis, en vatnið er mjög kalt, 3 – 5 °C (kafla 5). Töluvert er um lindir á svæðinu frá Hnausa-hrauni að Dagverðará, en milli Dagverðará og Hellissands eru nánast engar lindir þekktar (kafla 3).



## 2. JARÐFRÆÐI

### 2.1 Inngangur

Eldvirkni í Snæfellsjökli eða goskerfi hans hafa verið rakin liðlega 700.000 ár aftur í tímann. Við Ólafsvík leggjast öfugt segulmögnuð hraun mislægt ofan á tertíera staflann sem undir liggur. Allt annað berg í Snæfellsjökli er rétt segulmagnað og frá núverandi segulskeldi (Haukur Jóhannesson, 1982). Fjallið er hlaðið upp úr móbergi sem orðið hefur til í gosum undir jökli á kuldaskeldum ísaldar og hraunum sem runnið hafa á auðu landi á hlýskeldum. Snæfellsjökulskerfið er um 30 km langt og nær frá Mælifelli í Staðarsveit og út á Öndverðarnes eða jafnvel lengra og þá í sjó fram. Engin misgengi eða sprungur eru þekkt á þessu svæði.

Hraununum í kringum Snæfellsjökul má skipta í tvo flokka. Annars vegar eru það hraun sem komin eru úr toppgíg Jökulsins eða hátt úr fjallinu. Þau eru alla jafna súr eða ísúr. Hins vegar eru það hraun frá eldstöðvum í fjallshlíðunum eða við fjallsræturnar. Þau eru flest eða öll basísk (Sigurður Steinþórsson o.fl., 1985; Haukur Jóhannesson, 1982).

Þrjú meiriháttar þeytigos hafa orðið í Snæfellsjökli frá því ísöld lauk. Það fyrsta, Sn-3, varð snemma á nútíma (fyrir 8000 – 10000 árum) en tvö þau yngri, Sn-2 og Sn-1, eru 3960 og 1750 ára (Sigurður Steinþórsson, 1967). Það síðastnefnda virðist hafa verið þeirra mest. Öskulög frá þessum gosum hafa verið rakin og kortlögð og eru þau mest áberandi um norðanvert Snæfellsnes. Hvergi eru þau þó þykkari en í vikuröldum neðan við Hyrningsjökul en þeim ýtti jökullinn upp á mikla garða á síðustu öld. Þar var numinn vikur til útflutnings um nokkurt skeið. Ekki er vitað hvort hraunrennsli var samfara gjóskugosunum en þó er talið líklegt að hraun þau er þekja suðurhlíðar jökulsins að mestu séu jafn gömul og yngsta þeytigosíð (Sn-1). Jarðfræðikortið á mynd 1 sýnir öll helstu hraunin undir Jökli. Það er að hluta byggt á kortskissu eftir Hauk Jóhannesson (Orku-

stofnun óbirt gögn).

Hér á eftir verður gerð grein fyrir jarðfræðinni í nánasta umhverfi þeirra staða sem boranir fóru fram á sumarið 1988.

### 2.2 Malarrif

Elsta bergið á svæðinu kringum Malarrif er frá ísöld og ísaldarlokum. Elst er súrt eða ísúrt kubbaberg sem sér í á litlum blettum umhverfis Malarrífsbæinn. Bergið er ungt og fersklegt að sjá, víða straumflögótt og smádflótt. Það er vel vatnsleiðandi.

Lóndrangar og Þufubjarg eru leifar af gömlum gosstöðvum. Þar hefur að líkindum gosið undir jökli eða í sjó.

Yngsta ísaldarhraunið sunnan Jökulsins er jökulurinn hraunfláki milli Hellna og Dagverðarár. Hraunið virðist vera komið úr áberandi gíg uppi í miðjum suðurhlíðum Snæfellsjökuls. Hann nefnist Kvíahnjúkur á kortum og er tiltölulega lítt rofinn af jöklinum. Hugsanlegt er að þarna hafi gosið á auðri jörð í ísaldarlok og hraun þá runnið til strandar en að síðar hafi skammlífur jökull gengið yfir allt svæðið áður en ísöld lauk.

Elsta hraunið sem runnið er eftir að ísöld lauk er aftur á móti súrt eða ísúrt hraun sem sést í á nokkru svæði umhverfis Einar slón og myndar ströndina frá Djúpalónssandi og um 2 km til austurs. Að vestan liggur Víkurbarðinn að því, en það er hraun frá Sn-1. Í vikinu milli þeirra við sjóinn eru Djúpalónssandur og Djúpulón. Að austan hverfur það undir Purkhólahraun. Vestur af Malarrífi standa allmiklar gjallhólasvigður upp úr Purkhólahrauni skammt ofan við ströndina. Þeir heita Hraunhólar og eru líklega úr sama hrauni og er í kring um Einar slón. Þetta hraun er eldra en Purkhólahraun og má ætla að það sé mjög gamalt og jafnvel frá Sn-3 gosinu.

Purkhólar eru miklir gjall- og klepragígar í undirhlíðum Snæfellsjökuls skammt ofan Þjóðveggar. Hraunið sem frá þeim hefur runnið er plagíóklasdflótt basískt hellu- hraun. Mikið er um hella í því og niðurföll



TAFLA 1. Hraun og gosstöðvar undir Jökli

Eldstöð	Hraun	Aldur (ár)
Toppígur	Klifhraun	1750
-	Hellnahraun	1750
-	Kálfatraðarhraun	1750
-	Seljahraun	1750
-	Háahraun	1750
-	Drangahraun	1750
-	Valhraun	1750
-	Hraunhólar, Einarslónshraun	8000-9000
-	Beruvíkrahraun	1750
-	Skarðshraun	1750
Goskúla	Hnausahraun	
Kvíahnúkur	Hraun frá síðjökultíma	11000-12000
Bárðarlaug	Móberg	> 10000
Purkhólar	Purkhólahraun	6000-8000
Hólahólar		5000-10000
Hólatindar	Kothraun	
Ljósaskriða		9000-10000
Svörtutindar	Svörtutindahraun	9000-10000
Saxhólar	Saxhólahraun	
Sauðhóll		
Öndverðarneshólar	Neshraun	
Rauðhólar	Prestahraun	
Sjónarhóll	Væruhraun	< 1750

eftir fallna hella og hraunhvefingar. T.d. eru tvö mikil niðurföll rétt neðan við gígana rétt ofan þjóðvegjar. Þau heita Duggugróf og Kýrgróf. Einn hellanna heitir Vatnshellir. Í honum helst ís og snjór langt fram eftir sumrum og eru þar pollar á gólfi. Fyrrum var sótt vatn í hellinn þegar vatnsskortur var á Malarrífi, en það var oft. Purkhólahraun myndar strandlengjuna beggja vegna Malarrífs og milli Lóndranga og Þúfubjargs myndar það hraunstafl við sjóinn neðan undir háum hömrum Drangahrauns. Það hefur fært út ströndina og Lóndrangar sem áður voru sker í sjó tengdust landi. Segja má að það sé Purkhólahrauni að þakka að sjórinn er ekki löngu búinn að sverfa drangana til grunna. Augljóst er að hraunið hefur runnið fram við mun lægra sjávarborð en nú ríkir. Við Lóndranga og Malarrif hverfur það í sjóinn án þess að um neina sjávarhamra sé að ræða. Þegar kemur vest-

ur fyrir Þrælavík hefur sjávarrofið náð sér á strik. Þar svarrar brimið undir Lónbjörgum sem eru 30 - 40 m há. Töluvert hefur rofist framan af hrauninu. Það myndar til að mynda Malarrífseyjar úti fyrir ströndinni hjá Malarrífi.

Purkhólahraun sést á 4,5 - 5 km<sup>2</sup> svæði á yfirborði en Drangahraun hylur hluta þess svo alls er það líklega 6 - 8 km<sup>2</sup>. Borholurnar MR-1, MR-3 og MR-4 ná í gegn um það. Þar er þykkt þess 16 - 18 m. Varlega áætluð er meðalþykktin 20 m.

Drangahraun er úfið andesíthraun á svæðinu milli Purkhólahrauns og Háahrauns. Upptök þess eru sennilega í toppgíg jökulsins. Hraunið er aðeins einn hluti þess mikla hraunflæðis sem virðist hafa orðið í Sn-1 gosinu. Það er því sennilega jafngamalt flestum hraununum sem þekja suðurhlíðar jökulsins, m.a. Hellna-

hrauni, Háahrauni og Beruvíkurhrauni. Þessi hraun eru öll fremur úfin apalhraun og hafa runnið í mörgum tungum og taumum. Jarðvegur á þeim er sáralítill og gróðurfar fremur fábreytt. Einkennisjurt hraunanna er grámosi. Holur MR-2 og MR-4 eru boraðar í Drangahraun.

### 2.3 Beruvík – Saxhóll

Borholurnar SH-1 og SH-2 eru í Beruvík, SH-1 í Neshrauni og SH-2 er í Svörtutindahrauni.

Í Beruvík háttar svo til að undirlendið er að mestu þakið gömlu helluhrauni frá Svörtutindum í vesturhlíðum jökulsins. Hraunið er víða þakið vikri sem borist hefur út yfir það með vatnsflóðum. Yngri hraun liggja að því á báða bóga, Neshraun og Saxhólahraun að norðan en Kothraun frá Hólatindum að sunnan.

Svörtutindahraun ber þess merki að jöklar hafi verið allstórir er það myndaðist. Umhverfis gíginn er neðsti hluti þess úr kubbabergi sem hraun hefur síðan runnið yfir. Það bendir til að gosið hafi hafist undir þunnum jökli. Norðurjaðar hraunsins er sérkennilega hár og brattur og því líkastur sem hraunið hafi runnið niður með skriðjökulstungu sem slapað hefur niður vesturhlíðarnar. Hraunið hefur annars að mestu runnið á auðu landi og í sjó fram í Beruvík. Eins og önnur gömul hraun á þessum slóðum virðist það hafa runnið við mun lægra sjávarborð en nú er. Eftir gosið hefur jökullinn vaxið nokkuð og gengið út yfir hraunið á kafla og borið út á það grettistöð og jökulurð. Hraun þetta myndar láglendið upp af víkinni í kringum Garða en hverfur þar undir Saxhólahraun og Neshraun. Þar á mörkunum eru Lambhagatjarnirnar tvær, stærstu tjarnirnar á þessum slóðum. Inni á Svörtutindahrauni eru allmargar smátjarnir til viðbótar. Hraunið liggur mjög lágt og flóðs og fjöru gætir í flestum eða öllum tjörnunum. Enginn saltkeimur er af vatninu í þeim en niðurstöður mælinga sýna örliða saltblöndun.

Saxhólahraun er mun yngra en Svörtutindahraunið og Neshraun enn yngra. Úti við sjóinn hefur tota úr Neshrauni gengið suður með ströndinni og myndar breiðan hraunhrygg milli sjávar og hraunsins úr Svörtutindum.

### 2.4 Gufuskálar

Prestahraun er notað sem samheiti á hrauni sem komið er upp í Rauðhól undir Hreggsnasa. Á korti sést að hlutar af þessu hrauni eru t.d. nefndir Bekkjahraun og Sandahraun. Hraunið er víðast hvar apalhraun. Það er þrífílótt með smáum plagíóklas-, ólivín- og pýroxendílum. Hraunið verður ekki rakið með vissu vestur fyrir Gufuskálamóðu. Þar hverfur það undir Saxhólahraun á löngum kafla. Austurmörk þess eru við Höskuldsá. Það nær hvergi austur fyrir hana nema með ströndinni við Hellissand. Þar hefur fyrirstaða sjávarins sveigt hraunstrauminn austur með lágum sjávarhömrum. Meirihluti byggðarinnar á Hellissandi er á hrauninu og BrennHELLIR, sem margir telja að staðurinn heiti eftir, er sorfinn inn í það.

Borholurnar GS-1 og GS-2 eru í Prestahrauni. Í þeim báðum má sjá að hraunið hefur runnið við lægra sjávarborð en nú er. Þar skiptir úr þéttu hrauni yfir í bólstraberg á um 18 m dýpi en það er 5 – 10 m neðan við sjávarmál. Hraunið hefur því fært ströndina nokkuð fram. Gamla ströndin sést etv. í lágum klettum úr eldra bergi sem stendur upp úr hrauninu skammt austur af Gufuskálamóðu um 1 km frá sjó.

Prestahraun er eitt stærsta hraunið undir Jökli að undanskildu Sn-1 hrauninu, og er um 20 km<sup>2</sup> að stærð.

### 3. LINDIR OG GRUNNVATN

#### 3.1 Lækir og lindir

Hinar fjölbreytilegu jarðfræðilegu aðstæður í Breiðavíkurhreppi valda því að grunnvatn og lindir hafa á sér margbreytilegt snið. Jarðmyndun sem rík er af grunnvatni og leiðir það vel nefnist veitir. Lindir og lindahvæði eru því ætíð í tengslum við veita. Í Breiðavíkurhreppi eru lindir í tengslum við skriður og önnur laus jarðlög, hraun og ungar móbergsmýndanir. Jarðlög eru mjög lítið sprungin í kringum Snæfellsjökul og misgengi nær óþekkt. Grunnvatnsrennsli ræðst því fyrst og fremst af gerð jarðlaga en ekki af sprungum. Helsta einkenni vatnafarsins er að lindir er fyrst og fremst að finna á svæðinu frá Knerri og að Dagverðará. Annars vegar er þar um að ræða lindir sem koma fram á mislægi milli ungra móbergsmýndana og eldra bergs. Hins vegar eru lindir sem koma undan hraunum. Hitastig lindahvæðisins er á bilinu 2,5 – 3,0°C en það er óvenju kalt af láglendisöldum að vera.

Hér á eftir verður helstu lindum og lindahvæðum lýst og byrjað austast. Athuganirnar fóru að mestu fram í júní og ágúst 1988, sbr. töflu 2.

##### 3.1.1 Lindir undir Axlarhyrnu

Axlarhyrna er þakin líparískriðum sem eru allþykkar neðst í hlíðarfætinum. Undan þeim koma allvíða fram smáar lindir. Meðal þeirra eru vatnsbólslindirnar á Öxl en stærstar eru lindir í skriðunum austan undir hyrnunni. Lindalækirnir renna um mýrarnar neðan við skriðurnar og sameinast síðan Hraunlæk við jaðar Búðahrauns.

##### 3.1.2 Lindir upp af Knerri

Ofan við Knarrarbæina koma fram lindir á lagamótum og mislægi í fjallshlíðinni. Ofan mótanna eru móbergsmýndanir en neðan þeirra mun eldra berg. Vatnsmagn lindanna skiptir einhverjum tugum lítra á sekúndu. Að öðru leyti hafa þær ekkert verið skoðaðar.

##### 3.1.3 Hestur

Upp af Miðhúsvatni rís fjallið Hestur í 630 m hæð. Efst úr suðurhlíð hans hefur fallið all mikið framhlaup niður hlíðina og allt niður á jafnsléttu. Í brotsárinu er mikið af súru bergi. Ofarlega í framhlaupinu eru nokkrar lindir sem ekkert hafa verið athugaðar nánar.

##### 3.1.4 Hamraendalækur

Hamraendalækur kemur upp á lagamótum í um 250 m y.s. í Hamraendafjalli. Ofan við lindirnar eru Hamraendaklettur, móbergsmýndun sem gerð er úr bólstrabergi og bólstrabreksíu. Þar uppi á fjallsbrúninni er Bárðarkista. Bergið í hlíðinni neðan við lindirnar er gamalt blágrýti. Mikill aldursmunur er því á bergi neðan til og ofan til í fjallinu. Á milli blágrýtisins og bólstrabergsins er mislægi og víða setlög á mótunum. Við Barnaá, 0,5 km vestur af Hamraendalæk eru setlög um 50 m þykk. Hluti þeirra er myndaður í sjó og þar finnast steingerðar skeljar. Efst í setinu er jökulberg.

Aðallindir Hamraendalækjar eru þrjár. Þær raða sér á um 70 m langa línu og hafa þvegið út fallegan hvamm efst í skriðunum undir hömrnum. Vestasta lindin fossar niður brattar skriður strax neðan lindaraugans. Vatnsmagn er 100 – 200 l/s og hiti 2,7°C.

Miðlindin kemur úr fallegu kerri á mótum bólstrabergs og jökulbergslags sem undir liggur. Hallandi kubbabergsgangur gengur þvert yfir gilið rétt neðan lindar. Úr lindarkerinu fellur vatnið í fossi niður á ganginn og fram af honum í öðrum fossi. Vatnsmagnið er um 100 l/s, hiti 2,7°C.

Austasta lindin er 4 – 5 m lægra í klettunum en fyrrnefndar lindir. Hún kemur undan kubbabergsganginum, fer hvítfyssandi niður skriðuna og sameinast þar hinum lindalækjunum. Vatnsmagn er 200 – 300 l/s, hiti 2,7°C.

Farvegur Hamraendalækjar niður hlíðina er grunnur og kvíslóttur en í skriðufætinum

TAFLA 2. Lindir og lindasvæði

Lindir	Rennsli (l/s)	Hiti (°C)	Dagsetning	Athugasemdir
Lindir ofan við Knörr				Órannsakaðar
Lind undan Hraunsmúlahr.		4,4	20.08.88	Ofan bæjar að Hraunsmúla
Lind undan Bláfeldarhr.		3,6	20.08.88	Hraunjaðar austur af bæ
Hamraendalækur	660	2,7	07.06.88	Ármót v. Barnaá
Torfá	500	2,6–2,9	07.06.88	Lind vestur af Hnausum
Þrífyssa	830	2,8	07.06.88	
"Tvifyssa"	100		07.06.88	
Sleggjubeina	1200		23.10.86	Við brú á Þjóðvegi
Sleggjubeina	1400		07.06.88	Ofan við ármór
				Grísafossár
Sleggjubeina	2100	2,7–2,9	07.06.88	Sleggjubeina + Grísafossá + Hestl.
Hestlækur	80		07.06.88	
Grísafossá	690		07.06.88	Mæld niðri í fjöru
Grísafossá	320	2,5	23.10.86	Mæld í vegarræsi
Lækur		2,1	22.06.88	Vestan við Göngukonustein
Lækur	10	1,9	22.06.88	Veastast á Sölvahamri
Lækur	20	2,8	22.06.88	Milli Sölvahamars og Eiturlækjar
Lækur	10	2,4	22.06.88	Milli Sölvahamars og Eiturlækjar
Eiturlækur	130	2,9	22.06.88	
Tjaldurslækur	20	3,6	22.06.88	Öðru nafni Tjaldhólslækur
Bóndabúðarlækur	15–20	3,2	20.08.88	Þverlækur á Stapalæk
Dagverðará	30–40	2,7–2,9	20.08.88	Efstu lindir
Einarlón	100	5,2	30.06.88	Ísalt
Djúpalón	10,3		20.08.88	Efra lónið
Hólalækur	breytil.			Lítt skoðaður
Saxhólslækur				Lítt skoðaður
Móðulækur	mjög breyttil.			Jökulvatn að hluta

sameinast kvíslarnar og falla í Barnaá. Lindir koma úr skriðunum beggja vegna lækjarins, samtals 50 – 100 l/s. Rétt ofan ármótanna við Barnaá mældist rennsli lækjarins 660 l/s.

### 3.1.5 Torfá

Hnausahraun er dílalaust basalhraun (hawaiiite) (Sigurður Steinþósson o.fl. 1985) og er komið upp í gíg rétt neðan við jökulröndina. Hann hefur verið nefndur Goskúla (Jón Eypórsson 1964). Undan Hnausahrauni koma miklar lindir. Þær mynda þrjár lindár sem falla í fossum fram

af sjávarhömrunum neðan hraunsins. Torfá er þeirra austust. Hún kemur úr nokkrum lindum við austurjaðar hraunsins neðan Þjóðvegur. Einnig kemur lítið eitt af vatni úr malarkeilu sem teygir sig út undan hrauninu á þessum slóðum. Efstu lindirnar eru um 100 m neðan vegar, nokkuð dreifðar. Vatnsrennsli er ekki undir 100 l/s og lindahiti er 2,7 – 2,9°C.

Í hraunjaðrinum þarna neðan við eru Litlu-Hnausar, allmikið hús. Niður undan því sitt hvoru megin koma upp lindir. Austast er Vatnsbólslind þar sem sýni var tekið til efna- greiningar. Rétt þar neðan við koma upp 50

- 100 l/s en vestan húsanna koma upp 100 - 200 l/s. Lindahitinn var 2,6 - 2,9°C. Lækirnir frá þessum lindum sameinast allir í Torfá sem er um 400 l/s þar sem hún fellur fram af hömrnunum um Torfárfoss niður í Grafarós.

### 3.1.6 Tvífyssa

Rétt vestan við vestustu lindir Torfár koma lindir upp undan hrauninu og mynda stóran læk eða smáa sem fellur fram af sjávarhamrinum í tveimur fossbunum austan við Þrífyssu. Vatnsrennslið er um 100 l/s. Lindirnar voru hins vegar ekki skoðaðar og hitastig þeirra því ekki mælt. Ekki hefur okkur tekist að grafa upp nafnið á þessum læk. Hér er hann til bráðabirgða kallaður Tvífyssa í anda nábúa síns, Þrífyssu.

### 3.1.7 Þrífyssa

Þrífyssa tekur nafn sitt af þrískiptum fossinum sem fellur fram af sjávarhömrnunum neðan við Hnausahraun. Hraunið hefur staðnæmst skammt ofan strandarinnar og nær hvergi í sjó nema í Látrasnoppu. Efstu upptök árinna eru alllangt uppi í hrauninu. Þau eru þó neðan þjóðveggar, í um 30 m y.s. skammt ofan við dálitla tjörn sem þar er í kvos í hrauninu. Lindalækurinn rennur gegn um tjörnina. Niður með læknum bætist honum víða vatn úr smálindum. Stærstu lindirnar eru við hraunbrúnina. Heildarvatnsrennsli er 830 l/s en lindahiti 2,8°C.

### 3.1.8 Sleggjubeina

Heita má að Sleggjubeina spretti sem fullvaxta á úr jörðu. Aðallindir hennar eru í þröngri skriðuhvilt við rætur Botnsfjalls rétt vestan við Rauðfeldargjá. Staðurinn er í um 100 m y.s. skammt ofan þjóðveggar og blasir við þegar ekið er hjá. Við lindirnar sér ekki í berggrunninn en ofan þeirra er sama bergið og er ofan lindanna í Hamraendalæk, óreglulega lagskipt bólstraberg og þursaberg. Líklegast er að lindirnar komi fram á sömu lagamótunum og Hamraendalækur. Vatnsrennslið þarna er 1200 - 1300 l/s og lindahiti 2,7 - 2,9°C.

Úr Rauðfeldargjá kemur oft dálítill lækur en að jafnaði hverfur hann ofan í grófa skriðukeiluna niður frá gjánni. Vatnið birtist síðan aftur neðar í skriðunni og myndar þar læk sem rennur til Sleggjubeinu. Á leið til sjávar bætist ánni dálítið vatn úr mýrum sem liggja að henni að vestan. Vestustu lindalækirnir sem koma úr Hnausahrauni hjá eyðibýlinu Grímsstöðum falla allir til Sleggjubeinu. Samtals eru þeir 150 - 200 l/s og 2,5 - 2,8°C. Niðri í fjöru rétt ofan við ósinn bætast Grísafossalækur og Hestlækur í hana. Þar hefur rennsli Sleggjubeinu mælt 2140 l/s.

### 3.1.9 Hestlækur

Hestlækur kemur úr Hestlækjarauga og fleiri smáum lindum í mýrunum austan við Klifhraun. Undir mýrinni er grágrýtislag það sem myndar efsta hluta Sölvahamars. Lindavatnið í mýrinni virðist úr grágrýtinu komið. Vatnsrennsli Hestlækjar er 50 - 100 l/s en lindirnar hafa ekki verið skoðaðar.

### 3.1.10 Grísafossá

Grísafossá kemur upp á um 200 m langri lindalínu neðst í Botnsfjalli nokkru vestar en Sleggjubeina. Ekki sér í berggrunninn við lindirnar en líklegt má telja að þær komi fram á sama mislæginu og Hamraendalækur og Sleggjubeina. Vatnið sameinast í læk sem rennur niður með Klifhrauni. Grísafoss, sem áin heitir eftir, er þar sem hún steypist niður í fjöru og sameinast Sleggjubeinu við austurenda Sölvahamars. Vatnsrennsli árinna er 300 - 400 l/s við þjóðveginn skammt neðan lindanna en niður við strönd er það orðin 600 - 700 l/s. Sigurjón Rist mældi hana 14. ágúst 1952 og þá var rennslið 650 l/s. Lindahiti er 2,5°C.

### 3.1.11 Lindir undan Klifhrauni

Klifhraun er á mörkum þess að vera basalt eða andesít. Sigurður Steinþórsson (1985) kallar það hawaiiite og telur það upprunnið ú toppgíg Snæfellsjökuls. Klifhraun hefur stöðvast á brún Sölvahamars örskammt frá bjargbrúninni. Undan því koma allmargir

lindalækir bæði á Sölvahamri og vestan hans. Engin þessara linda er stór að Eiturlæk undanskildum sem fær sérstaka umfjöllun. Um aðra læki vísast til töflu 2.

### 3.1.12 Eiturlækur (Eiturlind)

Klifhraun hefur aðeins á einum stað náð að teygja sig í sjó. Það er á mjóum kafla vestan við Sölvahamar sem því hefur tekist að steypa sér fram af sjávarhömrunum. Eiturlækur bunar út undan hrauninu þarna í hamrabrúninni og fellur í allháum fossi beint ofan í fjöru. Þar hefur mörgum orðið sundlunargjarnt niður að horfa. Vatnsrennslið er 100 – 150 l/s og hiti 2,9°C.

### 3.1.13 Tjaldurslækur (Tjaldhólslækur)

Tjaldurslækur rennur niður með túnjaðrinum austan við Stapabyggðina. Hluti hans kemur upp í smálindum í Klifshrauni en annar hluti kemur hátt úr hlíðum jökulsins og nær stundum allt upp í Hyrningsjökul. Oft er hann þó þurr. Þar sem lækurinn fossar fram af sjávarhömrunum má enn sjá minjar um vikurvinnsluna sem hófst við Snæfellsjökul 1937. Frá þessum stað var vikrinum dælt eða fleytt um borð í bátana sem fluttu hann til Reykjavíkur. Námurnar sjálfar voru í um 600 – 700 m hæð neðan við Hyrningsjökul. Þær eru í vikursköflum sem skriðjökullinn ýtti upp á síðustu öldum. Vikrinum var fleytt niður Tjaldurslæk allt niður á láglandi.

### 3.1.14 Stapalækur

Stapalækur kemur úr Stapagili sem skerst upp milli hrauns og hlíða vestan við Arnarstapa og síðan um hraunin þar ofan við og nær allt upp undir Jökul. Lækurinn í því var oft jökullitaður og rann í gegn um byggðina á Arnarstapa og niður í lendinguna þar sem höfnin er nú. Farvegi lækjarins hefur nú verið breytt og er hann all miklu vestar en áður var og rennur niður með svo nefndum Miðmundarhól. Gamli farvegurinn er nú upp gróinn og eru í honum hlýlegar lautir og bollar skammt frá veginum niður að höfninni.

Skammt ofan Þjóðvegjarins sprettur Bóndabúðarlækur upp undan háum jaðri Hellnahrauns í þremur lindahaugum á 25 m bili. Vatnsból Arnarstapa er í austasta auganu.

TAFLA 3. Lindir Bóndabúðarlækjar

Lindarauga	Rennsli (l/s)	Hiti (°C)
Austasta auga	8-10	3,2
Miðauga	3-4	3,2
Vestasta auga	5	3,2
"Ölkeldan"	0,05	10,4
Stapalækur	15-20	

Bóndabúð er vel hirtur sumarbústaður sem stendur austan lindanna, en austan hans rennur Stapalækurinn úr grýttum gilkaftinum um 15 – 20 l/s að stærð.

Lítill járnmengud sytra kemur upp í vegkantinum við heimreiðina að Bóndabúð. Rennslið er innan við 0,1 l/s en hitinn mældist 10,4°C þann sólskinsdag sem keldan var skoðuð. Hjörleifur í Arnarbæ segir að þetta sé ölkelda sem Þórður á Dagverðará og fleiri hafi sagt sér að sé nýlega farið að bera á. Ekki finnst neitt ölkeldubragð af vatninu en járnkeimurinn er sterkur og mýrarrauðinn áberandi þarna í vegkantinum.

### 3.1.15 Dagverðará

Háhraun heitir gríðarmikil og há hrauntunga sem runnið hefur úr hájöklinum og niður á láglandið. Austan við Háhraun verður Dagverðará til úr nokkrum lækjum og lindum sem upptök eiga við fjallsræturnar. Efstu stöðugu upptök Dagverðarár eru í lindum sem koma undan Seljahrauni. Seljahraun fyllir allmikið gil í fjallshlíðinni en hefur ekki náð nema rétt niður í fjallsræturnar. Lindirnar eru á tveimur stöðum við hrauntotuna. Úr eystri lindunum renna 10 – 20 l/s en úr þeim vestari um 20 l/s. Lindahiti er 2,7 – 2,9°C.

Vatnsból Hellna er neðar með Dagverðará. Grónar skriður og urðarkeilur sýna að áin

getur stundum orðið að foraðsvatni. Berggrunnurinn er lekur á þessum slóðum og í miklum þurrkum kemur fyrir að Dagverðará hverfur öll í jörð áður en hún nær til sjávar og getur þá neðsti hluti hennar verið þurr allt upp undir þjóðveg.

### 3.1.16 Einar slón

Utan við Dagverðará taka við samfelld brunahraun sem ná allt að Hellissandi. Vatn á yfirborði er sjaldséð. Fjörulindir hljóta að vera allvíða við ströndina en eru þó þær nær óþekktar. Við Einar slón gengur gamalt ísúrt hraun í sjó en um 1 km austan við bæjartóftirnar kemur Purkhólahraun upp að því. Þar á mörkunum eru fjörulindir. Rennslilækjarinn er um 100 l/s og hitinn 5,2°C. Vatnið er ísalt og skýringin á vatns hitanum, sem er hærri en annars staðar gerist á þessum slóðum, er sú að þarna blandast hlýr sjór við grunnvatnið. Jafnframt er ljóst að vatnsrennslið hlýtur að vera sveiflukennt og í takt við sjávarföll. Kunnugir segja að æðarfuglinn, sem mikið er af við ströndina, hópist að læknum þegar lágsjávað er til að fá sér að drekka.

### 3.1.17 Djúp alónssandur

Djúp alónssandur er í viki milli tveggja misgamalla, ísúrra hrauna frá Snæfellsjökli. Í vikinu eru fjögur lón sem skilin eru frá sjó af malarkambi. Tvö stærri lónin heita Djúpulón en hin sem eru í þröngu hraunviki til hliðar nefnast Svörtulón. Í mestu þurrkum geta þau síðarnefndu sem næst þornað upp. Ferskt vatn er í lónunum en vatnsborð þeirra tekur sveiflum í samræmi við sjávarföll. Grunnvatnsstraumur hlýtur að streyma gegnum lónin og halda þeim ferskum. Enginn straumur er þó merkjanlegur í þeim og engar lindir eru sjáanlegar.

Lónin voru vatnsból vermannanna á Djúp alónssandi á fyrri tíð og einnig urðu Dritvíkurmenn að sækja þangað vatn því ekkert ferskt er að hafa í Dritvík. Sagt er að Guðmundur biskup góði hafi á sínum tíma vígt efra lónið. Því var lengi trúað að neðra lónið væri botnlaust og sagt var að fimur sundmaður hafi eitt sinn kafað niður í það

og komið upp úti í sjó. Þegar Eggert Ólafsson var á ferð þarna skoðaði hann lónið og fékk sér bát og mældi dýpið. Það reyndist hvergi meira en 5 m, en sjávarkambinn taldi hann vera 365 skrefa breiðan.

### 3.1.18 Hólalækur og Saxhóslækur

Í Beruvík eru tveir lækir, Hólalækur og Saxhóslækur. Hólalækur kemur hátt úr hlið jökulsins og rennur til sjávar norðan við Hólahóla. Mikið vikurhlaup hefur komið niður lækjarfarveginn. Vikurbreiðurnar nefnast Hólamóða, en það virðist málvenja undir Jökli að nefna vatnaframburð sem þennan "móðu" sbr. Gufuskálamóðu. Í vatnavöxtum getur Hólalækurlækur orðið all stór og að sögn þornar hann aldrei.

Niður af Bárðarkistu er Saxhólsdalur. Um hann fellur Saxhóslækur allt niður hjá rústum eyðibýlisins á Saxhóli. Í vatnavöxtum nær lækurinn niður að Lambhagatjörnum en þær eru afrennslislausar á yfirborði. Oftast er hann þó horfinn í hraunið mun ofar.

### 3.1.19 Móðulækur (Gufuskálamóða)

Jarðlög undir Jökli eru svo lek að ekkert jökulvatn nær að renna að staðaldri frá jöklinum og í sjó á yfirborði. Leysingavatnið sígur allt í jörð áður en til strandar kemur og mestur hluti þess er horfinn áður en það nær niður á láglendið. Í leysingum og þegar mikil jökulbráðnun er nær þó jökullitað vatn í sjó á nokkrum stöðum s.s. í Stapalæk, Dagverðará, Hólmkelsá og í Móðulæk. Móðulækur skilar einna mestu jökulvatni til sjávar. Það gerir hann þó aðeins í vatnavöxtum. Oftast má sjá hvar hann sígur í jörð og hverfur á aurunum (móðunni) milli brúarinnar á þjóðveginum og strandar. Þótt lækurinn hafi borið allmikið undir sig í hrauninu er engin óseyri við ströndina, aðeins þvegnar klappir. Brimið gleypir augsýnilega allan framburðinn um leið og hann berst að og sleikir svo klappirnar í rest. Mælingar hafa sýnt að lækurinn þarf að vera 1,0 – 1,5 m<sup>3</sup>/s upp við brú til að vætlur úr honum nái sjó. Við ströndina á þessum slóðum hljóta að vera miklar lindir,

þar sem vatnið sem hverfur í hraunin skilar sér á ný, en þær munu liggja alveg í sjávarborðinu og því erfitt að koma auga á þær.

Munnmæli herma að eitt sinn hafi lækurinn verið stórfliót sem hét Gufuskálamóða er hafi síðan horfið. Jarðfræðirannsóknir renna ekki stoðum undir þessar sagnir.

### 3.2 Efnagreiningar á vatni úr lindum

Tafla 4 sýnir efnasamsetningu vatns úr lindum og lækjum á sunnanverðu Snæfellsnesi. Sýni voru tekin á svæðinu frá Djúpalónssandi austur að Hraunsmúla í Staðarsveit (mynd 1). Í töflunni eru staðirnir taldir frá vestri til austurs. Flest voru sýnin tekin í ágúst 1988, en eitt er frá því í október 1986. Sýnatöku- og efnagreinigaaðferðir voru í samræmi við þær, sem Magnús Ólafsson (1987) hefur lýst.

Fyrsta sýnið, úr innra Djúpalóni á Djúpalónssandi, sker sig nokkuð úr þar sem það er ísalt, klóríðstyrkur er um 350 mg/kg sem svarar til 0,63‰ seltu. Það kemur ekki á óvart þar sem lónið er skammt frá ströndinni og vatnsborð þess stendur mjög lágt. Þessi selta er þó það lítil að hún finnst vart á bragði.

Ef fersku sýnin eru skoðuð saman sést sú heildarmynd að magn uppleystra efna er allmikið vestast en minnkar er austar dregur. Sýnin frá Dagverðará og Stapalæk hafa óvenjulega samsetningu af svo köldu vatni að vera. Styrkur kísils er um 30 mg/kg, sem er svipaður því sem gerist í volgu vatni.

Magnesium er líka með hærra móti og sýrustig er svipað í flestum sýnunum, þannig að ekkert bendir til að um íblöndun við volgt eða heitt vatn sé að ræða. Ef jafnvægisáðstæður vatnsins eru kannaðar með tiliti til natríums, kalíums og magnesiúms, kemur ekkert fram sem bendir til annars en að um kalt grunnvatn sé að ræða (Giggenback, 1986).

Styrkur kalíums og flúors er einnig meiri en svarar venjulegri spönn í köldu vatni eru kalíum og flúor. Þetta vatn kemur upp í undirhlíðum einnar stærstu virku megineldstöðvar á Íslandi, og gæti hugsanlega hafa tekið upp óvenju mikið af þessum efnum við að leika um súrt og ísúrt berg.

Lítill klóríðstyrkur og lágur hiti benda til að þetta vatn sé ættað úr úrkomu sem fallið hefur hátt í hlíðum jökulsins.

Sameiginleg einkenni lindavatnsins á sunnanverðu Snæfellsnesi eru að það er allt mjög kalt, að meðaltali um 3 °C. Sýrustig er á bilinu pH 7-8, nema í Sleggjubeinu þar sem það er 8,9. Járn og mangan er ekki mælanlegt í vatninu.



TAFLA 4. Efnasamsetning lindavatns (mg/kg)

Staður	Djúpálón innra lón	Dagverðará upptök	Stapalækur Bóndabúð	Eiturlækur upptök	Grísafossá upptök	Sleggjubeina upptök	Torfá lind við Hnausa	Bláfeldarhrauns- lind	Hraunsmúla- lind
Hvar tekíð	880819	880820	880820	880820	861023	880820	880820	880820	880820
Dagsetning	9046	9047	9048	9049	9205	9050	9051	9052	9053
Númer									
Hiti (°C)	-	2.9	3.2	3.0	2.5	2.6	2.6	3.6	4.4
Sýrustig (pH/°C)	8.08/22	7.36/21	7.76/21	7.80/21	7.97/19	8.90/21	7.61/22	7.26/23	7.56/22
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	19.2	28.9	32.0	19.2	19.9	13.5	12.4	10.3	12.2
Natríum (Na)	195.8	11.1	11.1	10.0	3.2	8.2	7.8	7.3	6.1
Kalíum (K)	9.3	3.1	3.2	1.7	1.7	1.3	1.0	0.7	1.1
Kalsíum (Ca)	10.5	4.3	4.6	2.7	2.3	3.1	1.9	2.7	2.4
Magnesium (Mg)	16.4	3.2	2.8	1.9	1.5	1.4	1.9	1.9	2.3
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	26.2	29.7	33.6	19.6	19.6	16.6	16.6	18.8	18.4
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	48.6	2.3	2.7	2.2	2.0	1.8	1.7	1.7	1.5
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Klórfíð (Cl)	349	10.6	9.7	11.0	8.0	8.5	9.0	8.3	7.6
Flúorríð (F)	0.37	0.33	0.60	0.29	0.27	0.15	0.09	0.05	0.10
Járn (Fe)	0.025	<0.025	0.00	0.00	-	0.00	0.00	0.00	0.00
Mangan (Mn)	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	-	<0.05	<0.05	0.00	0.00
Nítrat (NO <sub>3</sub> )	<0.02	0.28	0.18	0.20	-	0.24	0.16	0.08	0.20
Brómíð (Br)	1.19	0.03	0.02	0.03	-	0.03	0.04	0.03	0.02
Fosfat (PO <sub>4</sub> )	0.19	0.56	0.70	0.54	-	0.26	0.16	0.0	<0.1
Uppleyst efni	676	69	92	70	51	50	51	50	47

- ekki mælt

## 4. BORANIR

### 4.1 Malarrif

#### 4.1.1 Hola MR-1

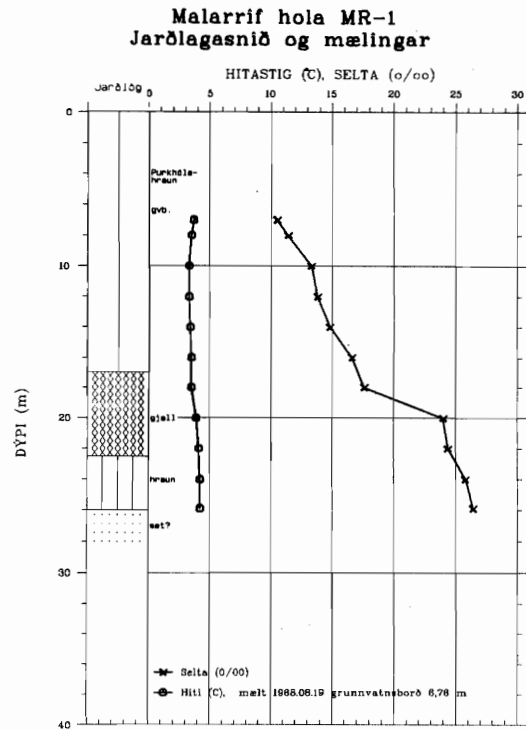
**Borsaga:** Holan er boruð í slétt helluhraun frá Purkhólum í svonefndum Krókum austur af túninu frá Malarrifi 200 m frá stórgrýttum fjörukambinum, en þaðan eru um 50 m í sjó (mynd 1). Landhæð er um 6 m. Holan var boruð 21. – 22. júní 1988. Byrjað var með 4 1/2" hamri. Borun gekk vel niður í gegnum hraunið en gjalllag undir því var lengi að skolast upp. Í setlagi sem kom fram á 26 – 28 m dýpi tapaðist vatnið og gjall og set settist að hamrinum. Holan var rýmd með 6 3/4" hamri og hreinsaðist þá gjallið vel úr holunni. Ísalt vatn streymdi úr holunni en í setlaginu á 26 – 28 m dýpi tapaðist vatnið á ný. Ákveðið var að hætta borun við svo búið enda lágu fyrir upplýsingar um dýpi á sjó, lekt og hita. Að lokum var steypur 5 1/2" stútur á holuna.

**Jarðlagaskipan:** Purkhólahraun er efsta jarðlagið í holunni (mynd 2). Þétt hraun nær niður á 10 m en þar fyrir neðan ber nokkuð á rauðum molum í svarfinu líkt og úr rauðbrenndu hrauni á straumamótum. Hraunbotninn er á 17 m dýpi. Undir Purkhólahrauninu er 5 – 6 m þykkt gróft gjall með brunagljáa sem sumstaðar slær á gullnum blæ. Molar allt að 10 cm í þvermál komu úr holunni. Ekki er annað hægt að sjá en gjalllag þetta hafi fallið á þurrt land.

Á 22,5 – 26 m dýpi er þunnt hraunlag en þar undir er laust set niður á a.m.k. 28 m. Þetta lag skilaði sér ekki til yfirborðsins og er því óþekkt að innri gerð. Jarðlögin í holunni benda til allmikils landsigs. Ekki verður vart við annað en þurrlendisjarðlög niður á a.m.k. 26 m dýpi en það eru um 20 m neðan sjávarmáls.

**Vatn og sjór:** Vatn kom í holuna á um 10 m dýpi en steig fljótlega upp í 6 – 7 m. Vatnið er ísalt. Ekki varð vart við neina hreina ferskvatnslinsu ofan á því. Á 16 – 18 m dýpi eykst seltan verulega og við holubotn er nánast hreinn sjór.

JHD-BM-3700-HT01/AH  
89.01.0057-1



MYND 2. Hola MR-1, jarðlagasnið og mælingar

Hitinn er á bilinu 3,0 – 4,2°C og hækkar mest þar sem skiptir úr ísöltu í salt (sjá hita- og seltuferla). Seltan þarf ekki að koma á óvart því í Djúpulág ofan við holuna, sem virðist vera samanfallinn hellir, er gjóta þar sem sér í vatn. Seltan í því er um 10‰ og í því synda stórar ljósleitir marflær.

#### 4.1.2 Hola MR-2

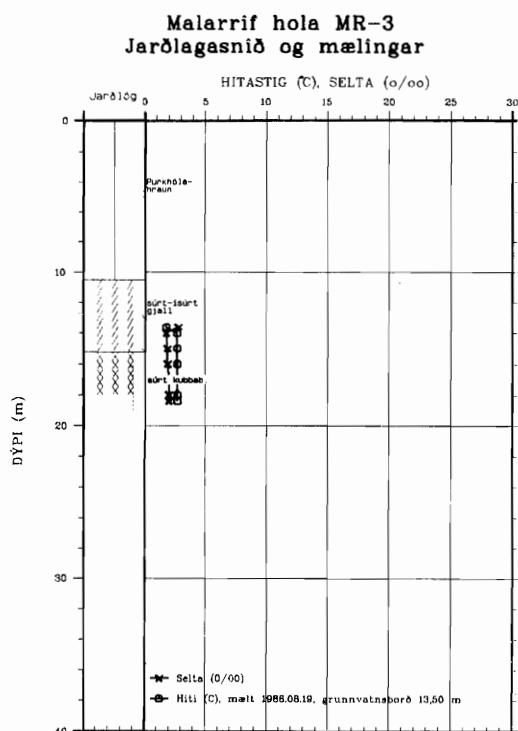
Holunni var valinn staður á slétri hraunspöng fast austan við heimreiðina að Malarrifi í um 1 km frá bæ og í 22 m y.s. (mynd 1). Hún er í Drangahrauni sem er ísúrt apalhraun. Borun hófst 22. júní með 6 3/4" hamri. Efst voru 3 – 4 m af þokkalega þéttu bergi en undir því var komið í karga sem náði a.m.k. niður á 9 m dýpi. Loftið tapaðist á 4 m dýpi. Þá var holan fóðruð með 7" röri sem lamið var niður í holuna eftir rýmingu með 8 5/8" hamri. Rörið brotnaði niðri í holunni og við svo búið var holan yfirgefin og nýrri holu fundinn staður.

### 4.1.3 HOLA MR-3

**Borsaga:** Tilgangur borunarinnar var að afla ferskvatns fyrir Malarrif. Holunni var ætlaður staður á sléttu Purkhólahrauni upp með jaðri Drangahrauns 600 – 700 m frá sjó og í um 15 m hæð. Borinn komst þó ekki á staðinn svo borað var í Purkhólahraunið við jaðar Drangahrauns í 400 m fjarlægð frá sjó og í 12 – 14 m hæð (mynd 1).

Borun hófst 24. júní með 6 3/4" hamri. Greiðlega gekk niður í rúmlega 10 m dýpi. Þar var komið niður úr hrauninu í mjög opið millilag. Sog var í holunni þrátt fyrir fullan blástur. Holan var þá fóðruð með 5" röri og borað niður í gegn um það með 4 1/2" hjólafrónu og rörið lamið niður á eftir henni í 18,5 m. Dýpra var ekki farið í þessari holu enda var komið í saltan sjó.

JHD-BM-3700-HTU/AH  
189010063-T



MYND 3. HOLA MR-3, jarðlagasnið og mælingar

**Jarðlagaskipanin** er þannig að Purkhólahraun nær frá 0 – 10,5 m (mynd 3). Þá er komið í mjög opið og hrungjarnt gjallkennt hraun, sennilega sama berg og er í Hraunhólum sem svo eru nefndir og standa upp úr Purkhólahrauninu austan við holuna. Lag þetta nær niður á 17 m dýpi. Neðan við þetta lag er komið í ísúrt kubbaberg. Það er fremur laust í sér á þessum slóðum og stendur ekki í holunni.

**Vatn** kom í á um 15 m dýpi en steig strax upp í 13 – 14 m. Það fannst strax á bragðinu að ekki var það ferskt. Sjávarföll koma vel fram í holunni.

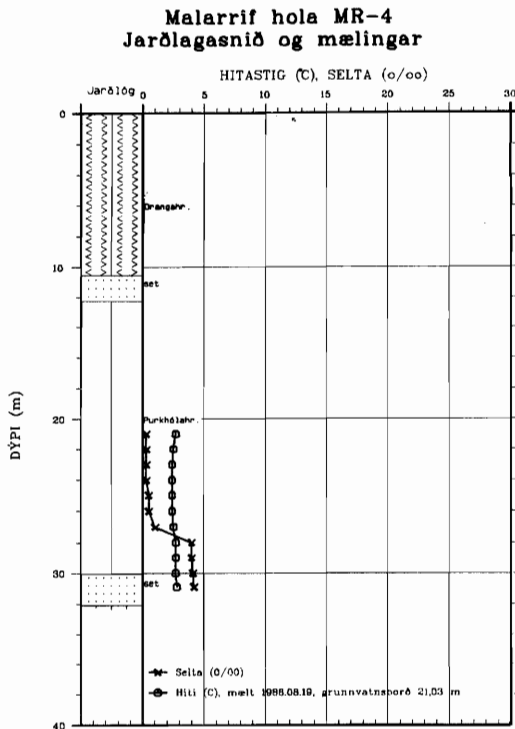
### 4.1.4 HOLA MR-4

**Borsaga:** Holan er rétt austan við heimreiðina að Malarrifi, 950 m frá íbúðarhúsinu og 1100 – 1200 m frá sjó og um 23 m y.s. (mynd 1). Holan er 50 m neðar með veginum en hola MR-2 og boruð í úfið og kargakennt Drangahraunið en efsta hluta kargans hefur verið ýtt upp í veginn. Holan á að vera ferskvatnshola fyrir Malarrif.

Borun hófst 30. júní með 8 5/8" hamri. Yfirborðskarginn er laus í sér og óþéttur. Steypt var tvisvar í efstu 3,5 metrana en eftir það gekk borinn greitt niður á 10,5 m dýpi. Á 10,5 – 12 m dýpi gekk borinn greiðlega niður en loftið tapaðist og ekkert svarf kom upp. Holan var fóðruð með 5" rorum (vegna skorts á 7"). Síðan var borað áfram með 4 1/2" hamri í þétta hrauni. Á 14,5 – 15 m dýpi lenti borinn í skáp þar sem allt loft og svarf tapaðist. Holan hreinsaði sig þó vel og virtist allt svarfið fara inn í skápinn. Hann fylltist svo að lokum og svarfið tók að berast upp á ný. Borun gekk rösklega niður á 30 m dýpi þar sem komið var niður úr hrauni og í hrungjarnt millilag. Ekkert svarf kom úr holunni frá 27 m dýpi. Skýringin er líklega sú að þar var komið í vatn sem svo skolaði burt fyllingunni úr skápnunum á 15 m dýpi og fleytti öllu svarfinu þangað inn með sér. Borun var hætt á um 32 m dýpi enda komið 5 – 10 m niður fyrir sjávarmál.

Þegar híft var hrundi úr skápnum og holan stíflaðist á 14,7 m dýpi. Þá var 4" rör borað niður í holuna á 26,5 m dýpi. Neðstu 2,25 m voru raufaðir.

JHD-BM-3700-HTÚI/AH  
89.01.0058-T



MYND 4. Hóla MR-4, jarðlagasnið og mælingar

Jarðlagaskipan er sýnd á mynd 4. Efst er Drangahraun og nær niður á 10,5 m dýpi. Þá tekur við millilag niður á 12 m dýpi. Þar undir er Purkhólahraunið þétt og gott að undanskildum skápnum í 14,5 – 15 m dýpi. Botn hraunsins er á 30 m dýpi og um 7 m undir sjávarmáli. Neðst í holunni er setlag sem er a.m.k. 1 m á þykkt.

Vatnið kom ekki fyrr en á 27 m en steig strax upp í 21 – 22 m dýpi. Ferskvatnslagið er ekki nema um 6 m þykkt en síðan er blandlag með vaxandi seltu til botns. Sjávarföll koma vel fram í holunni. Blásið var í holuna í 1 klst. og 15 mín. eftir borun en lítið vatn kom upp. Vatnið virtist tapast einhvers staðar á leiðinni, því nóg vatn var í holunni. Vatnið var ísált á bragðið í borun.

#### 4.1.5 Eldri holur við Malarrif

Fyrir nokkrum árum var reynt að bora eftir vatni við Malarrif. Notaður var bor frá Vegagerðinni. Fyrst var borað á tveimur eða þremur stöðum heima við bæinn. Þar fékkst ekkert nema saltur sjór. Þá var reynt að bora í hraunið upp með heimreiðinni en þar festist borinn og tapaði stöngum. Lokatilraunin var gerð á Þúfubjargi en þar komst borinn ekki í vatn.

#### 4.2 Saxhóll

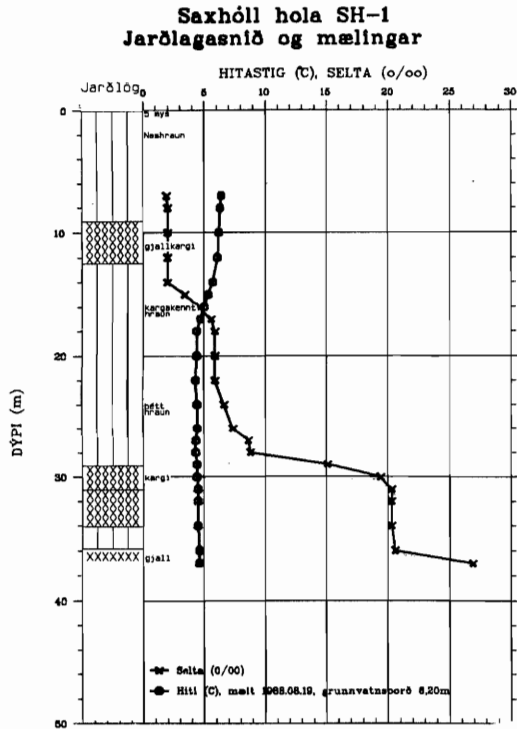
##### 4.2.1 Hóla SH-1

*Borsaga:* Holan var boruð í slétta hraunklöpp í Öndverðarneshólakraun 400 m frá sjó og 100 m vestur af nokkrum smátjörnum sem liggja sunnan stærri Lambhagatjarnar (mynd 1). Borun hófst 8. júlí með 8 5/8" hamri og gekk greitt niður á 9 m dýpi. Þar var komið í karga sem nokkurn tíma tók að skola upp á yfirborðið. Neðan við kargalagið virtist komið í kargakennt hraun sem stóð þó vel í borun. Borinn smaug líðlega niður í gegnum það og síðan í gegnum þétt hraun á 22 – 29 m. Þar var lag karga samtals um 5 m á þykkt. Þá kom í þétt hraun sem þó var aðeins um 1,5 m á þykkt. Á 36 m dýpi var gjalllag sem hrundi stöðugt að hamrinum og hreinsaðist ekki upp. Þarna var borun hætt enda talið að flestar þær upplýsingar sem eftir var seilst lægju fyrir.

*Jarðlagaskipan:* Jarðlagasnið er sýnt á mynd 5. Efsta hraunlagið mun vera komið úr Öndverðarneshólum. Hraunið nefnist Neshraun og er holan í syðstu totu þess. Það myndar hraunbungu milli sjávar og hins lága lands innan við en það eru hraunin við Lambhagatjarnir, Saxhólakraun og Svörtutindakraun. Neshraun er með plagióklasdílum. Ógreinileg beltaskipting kemur fram í því.

Á 9 – 12,5 m dýpi er kargi og laust gjall en þar undir tekur annað hraun við, sennilega Svörtutindakraun. Hinn þétti hluti þess nær niður á 29 m dýpi. Þar fyrir neðan er karglag sem nær á 34 m dýpi. Hugsanlega eru skil í honum á 31 m dýpi. Á 34 – 36 m dýpi

JHD/VOD-3700-HTul/ÁH  
89.01.0058-T



MYND 5. Hola SH-1, jarðlagasnið og mælingar

er þétt dýlalaust hraun en í holubotni er laust gjalllag sem ekki var borað í gegnum.

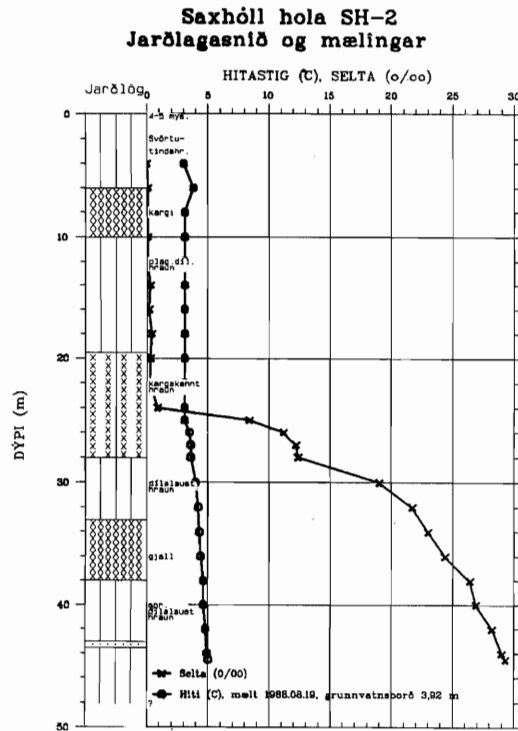
**Vatn og sjór:** Vatn kom í holuna á 6 m og steig strax í 5 m. Mikið vatnsmagn kom þá úr holunni og óx fljótt er neðar dró að þeim takmörkum sem holuvíddin og þrýstingurinn setja en það mun vera nálægt 50 l/s. Efst var vatnið fullferskt en við borun jókst seltan jafnt og þétt með ógreinilegu stökki á 30 m og komst í rúm 20‰ í botni. Seltumælingar í holunni eftir borun staðfestu að skil ferskvatns og sjávar eru mjög óglögg. Ástæðan fyrir þessu er vafalítið sú að sjávarfallabylgjan í grunnvatninu og jarðsjónum strokkar þau saman. Selta við holubotn mældist síðar mest 27‰.

#### 4.2.2 Hola SH-2

**Borsaga:** Holan er í sléttri helluhraunsklöpp 90 m vestur af enda Lambhagatjarnar í 4 – 5 m hæð og um 1200 m frá sjó (mynd 1).

Borun hófst um miðjan dag 9. júlí með 8 5/8" hamri. Borun gekk vel og var holan 23 m djúp að kveldi. Daginn eftir gekk borun hægar, smáfestur voru tíðar enda víða gjall og kargalög. Að kveldi var holan 44 – 45 m djúp. Aðstreymi vatns var mjög mikið svo mikil orka fór í dælingu og kom það niður á afköstum borsins. Á þriðja degi brotnaði hamarinn af. Eftir skakstur í tvo daga náðist hann upp. Síðan tók við skakstur í einn dag í viðbót við að hreinsa holuna. Þann 14. júlí var hún yfirgefin 47 – 48 m djúp.

JHD/VOD-3700-HTul/ÁH  
89.01.0060-T



MYND 6. Hola SH-2, jarðlagasnið og mælingar

**Jarðlagaskipan:** Hraunið á borstað er sennilega komið úr Svörtutindum. Það er dökkgrátt með miðlungsstórum dreifðum palgíóklasdílum. Það er þétt efst en á 6 – 10 m er það kargakennt (mynd 6). Á 10 m dýpi er komið í þétt hraun sem að útliti er mjög líkt efra hrauninu og e.t.v. er um sama hraunið að ræða. Það nær niður í 19,5 m dýpi, neðstu 0,5 m eru botnkargi. Þá tekur

nýtt hraun við. Ekki verður vart við neitt millilag. Hraunið er með dreifðum plagíóklasdílum, kargalög og gjallkennd lög eru víða. Á 28 m dýpi skiptir yfir í dílalaust berg smáblöðrótt en vel heilt. Það er einungis 5 m á þykkt en þá tekur við 5 m þykkt gjalllag úr dökku dílalausni bergi en það hvílir á dökkleitu dílasnaudu bergi. Á 45 – 46 m dýpi komu upp vatnslúðir steinar en síðan kargakennt berg til botns í 48 m dýpi.

**Vatn og sjór:** Grunnvatnsborð er í um 3,5 m dýpi. Vatnsmagnið sem upp kom var gríðarmikið svipað og gerðist í holu SH-1. Ferskvatnslagið var yfir 20 m þykkt en á um 30 m dýpi fór saltinnihaldið að aukast og á rúmlega 40 m dýpi var fullri seltu náð. Seltuskilin eru ekki skörp en þó sýnu gleggri en í SH-1.

### 4.3 Gufuskálar

Tvær holur voru boraðar í landi Gufuskála. Fyrri holan (hola GS-1) er rétt vestan við Hellisand við Krossavík. Seinni holan (hola GS-2) er vestan við Lóranstöðina og sunnan vegar (mynd 1). Báðar eru holurnar boraðar í slétt helluhraun, svokallað Prestahraun.

#### 4.3.1 Hola GS-1

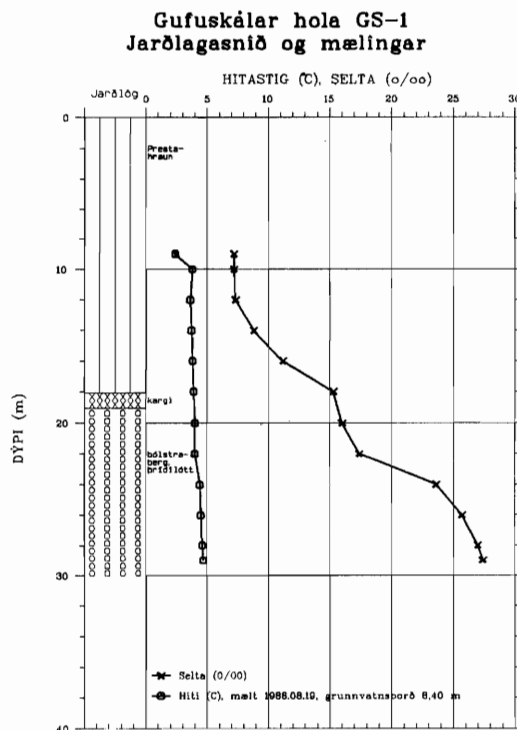
**Borsaga:** Holan er um 430 m frá sjó og var boruð dagna 19. – 20. júlí 1988. Gengið var frá holutoppi og flutt 20. júlí að GS-2. Borað var með 6 3/4" hamri niður á 30 m dýpi, en þar varð að hætta við borun vegna þess að erfitt var orðið að skola svarfi upp. Vel gekk að bora niður í um 4,5 m dýpi þar sem bergið var hart og heillegt, þaðan var kargi. Þegar komið var í um 7 m dýpi var orðið mjög erfitt að ná upp svarfi og festist borinn. Tókst að losa hann og var ákveðið að steypa áður en lengra yrði haldið.

Haldið var áfram að bora með sama hamrinum og gekk borun vel til að byrja með. Bergið var heillegt og gráleitt. Dálítið vatn byrjaði að koma á 10 m dýpi og jókst á um 13 m dýpi. Millilag fannst á 19 m dýpi og eftir það fór selta að aukast. Borinn gekk greiðlega niður, enda voru lög gropin og

hrungjörn. Mestur tíminn fór í að skola upp svarfi. Á 30 metra dýpi var ákveðið að hætta borun, þar sem hætta var á að borinn festist. Holan var fódruð með 2" plaströri og 5 1/2 " stútur steypur á holuna og lok sett yfir.

**Jarðlög:** Eftir borsvarfi að dæma er holan öll í sama hrauninu, Prestahrauni. Bergið er þrídílótt sem kallað er (mynd 7). Í því eru dílar af þremur tegundum. Það er því tiltölulega auðþekktanlegt. Skilin á 19 m dýpi eru á milli hrauns og bólstrabergs. Sama berggerðin er í hrauninu og bólstraberginu. Hraunið hefur runnið út í sjó og sá hluti þess sem sjórinn hefur hraðkælt orðið að bólstrabergi. Þykkt þess og undirlag eru óþekkt þar sem holan náði ekki niður úr því.

JHD-BM-3700-HTJ/AH  
89.01.0061-T



MYND 7. Hola GS-1, jarðlagasnið og mælingar

**Vatn og sjór:** Vatnssýni voru tekin á tveggja metra fresti eftir að komið var í vatn og þau hita- og seltumæld. Hitinn var mjög svipaður með dýpi um 2,5 – 4,0°C. Seltan

jókst hins vegar stöðugt með dýpi og mældist um 19‰ í 30 m. Seltumælir var ekki vel kvarðaður og því sýna seltumælingarnar í og strax eftir borun eingöngu að selta jókst með dýpi.

### 4.3.2 Hola GS-2

**Borsaga:** Holan sem er um 230 m frá sjó var boruð 21. júlí 1988 og gengið frá henni daginn eftir. Borað var í 34,5 m dýpi, en þá var orðið nær ógerlegt að halda holunni hreinni og mikil hætta á festu.

Borað var með 6 3/4" hamri. Borun gekk vel og kom vatn inn á 9 m dýpi. Vart varð við skil á 13 m dýpi, þar fyrir neðan var mjög gropið hraun og hrungjarnt í botn (34,5 m). Á 34,5 metra dýpi var að því er virtist komið í svo til fulla sjávarseltu og því ákveðið að hætta, þar sem annars hefði þurft að fódra eða steypa í holuna til að halda áfram.

Plaströr (2") var sett í holuna, en sökum þess hversu hlykkjótt hún er komst rörið ekki í nema 25 m niður. Holan var þó hreinsuð, en allt kom fyrir ekki. Gengið var frá holunni þannig að 3 m langur, 5 1/2" rörbútutur var steypdur í holuna og stendur 1 m upp úr. Síðar var sett lok á stútinn.

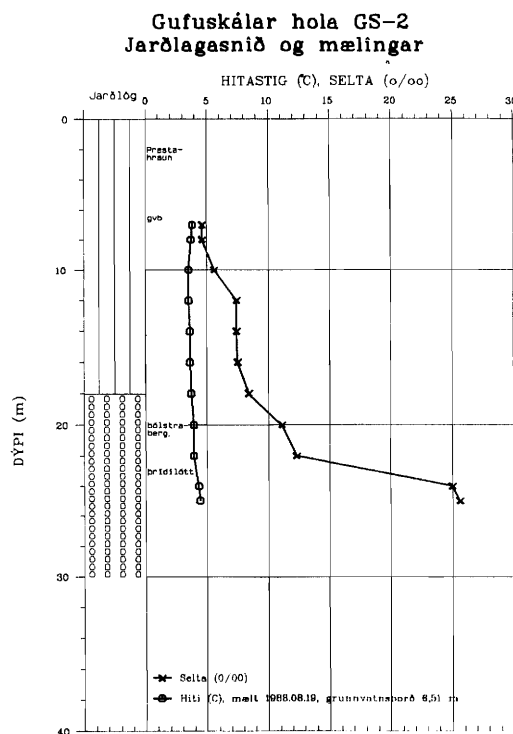
**Jarðlagaskipan:** Holan er öll í Prestahrauni og náði ekki niður úr því (mynd 8). Skil hrauns og bólstrabergs eru á 18 m dýpi.

Eins og í hinum holunum var fylgst með seltu og hita í skolvatninu. Vatn kom á 9 m dýpi, það var ísalt strax í yfirborði og jókst selta með dýpi. Í botni mældist hún um 25‰. Vatnshiti var frá 2,9 – 4,6°C

### 4.3.3 Eldri holur við Gufuskála

Árið 1963 voru boraðar fimm holur með Sullivan 3 frá Jarðborunum Íslands til að kanna undirstöður Lóranmastursins við Gufuskála. Holurnar voru á 7 – 12 m djúpar og eru allar í Prestahrauni og samkvæmt borskýrslum kom ekkert vatn í neina þeirra.

JHD-BM-3700-HTU/AH  
89.01.0062-T



MYND 8. Hola GS-1, jarðlagasnið og mælingar

## 4.4 Holur við Hellissand og Hellna

### 4.4.1 Borhola á Hellissandi

Árið 1959 var boruð hola fyrir frystihúsið á Hellissandi með Höggbor I frá Jarðborunum Íslands (mynd 9). Efst í holunni er mól og kargi. Á 4 m dýpi var komið í þétt hraun. Þunnt brunalag var á 10 m og kargi á 13 – 15 m. Á 17 m dýpi var millilag en síðan hraun í botn á 19 m dýpi. Vatnsborð í holunni er á um 2 m dýpi en neðst í holunni er sjór. Holan er 9" að vídd og fódruð niður í 4 m með 8" fódringu. Hún er enn í notkun og sjó dælt úr henni.

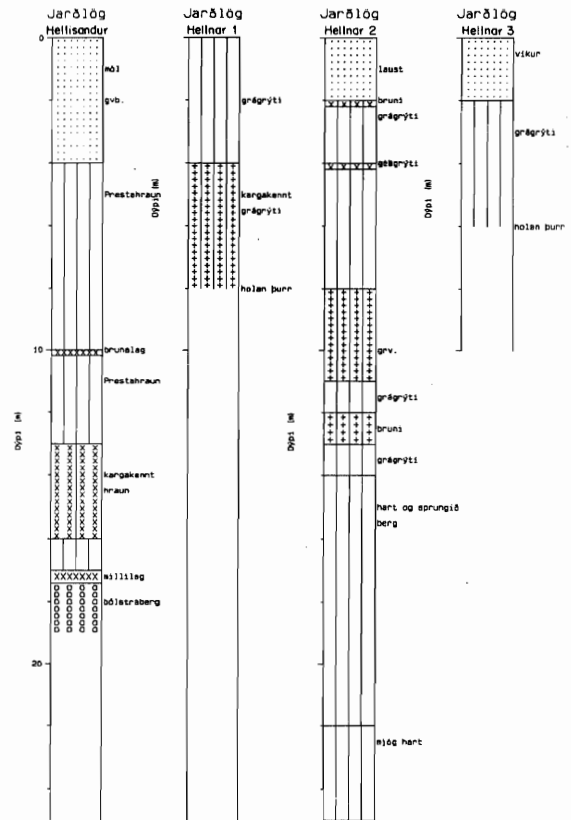
### 4.4.2 Borholur við Hellna

Árið 1959 voru boraðar þrjár holur eftir fersku vatni við Hellna með Höggbor I frá Jarðborunum Íslands. Holurnar eru 6 – 25 m djúpar. Hola 1 er boruð við jaðar Hellnahrauns þar sem heitir Fornakelda.

Hola 2 var boruð við lind austan við Skjaldartröð. Lítill árangur varð af boruninum því skv. borskýrslum virðist engin holanna hafa náð niður í grunnvatn. Holusnið eru sýnd á mynd 9.

JHD-BM-3700-ÁH  
B9.0.00B1-T

Borholur á Hellissandi og Hellnum



MYND 9. Holur við Hellissand og Hellna, jarðlagasnið



## 5. MÆLINGAR Í HOLUM

### 5.1 Sjávarfallamælingar

Strax að borun lokinni var settur niður þrýstiskynjari til að mæla vatnsborðsbreytingar vegna sjávarfalla. Skynjarinn var tengdur við sírita og var mælt í um sólarhring í öllum holunum. Útslag sjávarfalla- bylgjunnar var lesið, svo og hvenær dagsins hámark (flóð) og lágmark (fjara) urðu. Út frá þessum mælingum var leiðnistuðull (T) reiknaður. Notaðar voru eftirfarandi jöfnur (Todd, 1980);

1) Útslag:

$$T_1 = \frac{\phi}{t_0} \left[ \frac{x}{\ln \left( \frac{h_0}{h_x} \right)} \right]^2 S \quad (1)$$

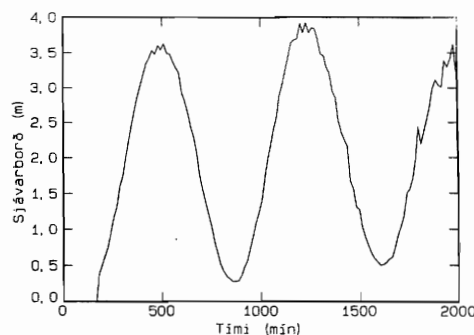
2) Taftími:

$$T_2 = \frac{t_0}{4\pi} \left[ \frac{x}{t_L} \right]^2 S \quad (2)$$

*Sjá skilgreiningar á táknum undir töflu 6.*

Þar sem berg er mjög gropið svarar S nokkurn veginn til virks poruhluta bergsins. Virkur poruhluti er sá hluti porurýmisins sem vatn getur streymt um. Við ákvörðun á T var því notað gildið;  $S = 0,1$ , sem jafngildir um 10% poruhluta. Poruhluti á þessu svæði er sennilega eithvað hærri, en þar sem S svarar til virks poruhluta er þetta gildi látið nægja. Við útreikning á taftíma og útslagi var stuðst við upplýsingar frá Sjósmælingum Íslands (1988). Þar kemur fram að nánast enginn munur er á hæð flóðs í Reykjavík og Snæfellsnesi (Borgarfirði, Rífi og Ólafsvík) eða innan við 0,1 m. Því var hæð flóðs í Reykjavík notuð sem  $t_0$ . Við ákvörðun á taftíma ( $t_L$ ) var stuðst við sömu töflur, sem gefa taftíma milli Reykjavíkur og Rífs, 29 mínútur. Þessi tala var notuð við holurnar við Gufuskála og Saxhól. Sjávarföll voru mæld fyrir utan Malarrif dagana 17. - 18. október 1988 (Páll Einarsson, persónulegar upplýsingar). Þegar þau gögn voru skoðuð fékkst meðaltaftími Reykjavík - Malarrif, 17 mínútur. Sjávarstaðan var

tekin á 15 mín fresti og voru gögnin þar að auki trufluð af öldugangi (mynd 10), þannig að þessi tala er ekki vel ákvörðuð. Þar sem líklegt þykir að taftíminn sé minni milli Reykjavíkur og Malarrífs, heldur en milli Reykjavíkur og Rífs, var þessi tími notaður (17 mín). Helstu stærðir viðkomandi mælinga á leiðnistuðli eru birtar í töflu 5.



MYND 10. Sjávarfallamælingar við Malarrif dagana 17. - 18. október 1988

Til að fá samanburð við önnur svæði er svo nefnd streymislekt (K) reiknuð úr frá lektarstuðlinum, þar sem  $K = T/b$ , og er b þykkt lagsins sem vökvinn er unninn úr. Ekki er vitað hversu stórt b er, þar sem holurnar ná ekki niður úr vinnslulaginu, en hér er notað  $b = 30$  m. Þrjú til sjö gildi fengust á T fyrir hverja holu og eru meðaltöl þeirra og staðalfrávik birt í töflu 5, neðst fyrir hverja holu. Meðalleiðnistuðull fyrir MR-1 er  $2,21 \text{ m}^2/\text{s}$ , sem svarar til  $K = 0,07 \text{ m/s}$ , fyrir MR-2 fæst  $T = 5,28 \text{ m}^2/\text{s}$ , eða  $K = 0,18 \text{ m/s}$  og fyrir MR-3 fæst  $T = 4,68 \text{ m}^2/\text{s}$ , eða  $K = 0,156 \text{ m/s}$ . Fyrir Saxhólsholurnar fæst  $T = 1,25 \text{ m}^2/\text{s}$ , og  $T = 2,45 \text{ m}^2/\text{s}$ , sem svarar til  $K = 0,045 \text{ m/s}$  fyrir SH-1 og  $K = 0,08$  fyrir SH-2. Mælingar í holunum við Gufuskála gefa  $T = 3,77 \text{ m}^2/\text{s}$ , og  $T = 1,17 \text{ m}^2/\text{s}$ , eða  $K = 0,15 \text{ m/s}$  fyrir GS-1 og  $K = 0,04 \text{ m/s}$  fyrir GS-2.

Þessi gildi fyrir steymislektina er mjög svipuð og mælist fyrir hraun frá nútíma á utanverðu Reykjanesi (Freysteinn Sigurðsson, 1985) og þykir nokkuð góð. Þar sem ekki liggja fyrir neinar frekari upplýsingar um vatnafræðilega eiginleika svæðisins verður ekki spáð frekar um vatnsgæfni holanna.

TAFLA 5. Reiknaður leiðnistuðull ( $T$ ) út frá sjávafallamælingum í borholum.

Hola Staður-númer	x (m)	$t_L$ (sek)	$t_0$ (sek)	$h_0$ (m)	$h_x$ (m)	$T_1$ ( $m^2/s$ )	$T_2$ ( $m^2/s$ )
Malarrif 1	250	4320	44940	2,40	1,34	1,29	1,20
Malarrif 1	250	2700	44940	2,25	1,25	1,26	3,07
Malarrif 1	250	2400	43860	2,10	1,20	1,43	3,79
Malarrif 1	250	2340	44640	2,30	1,40	1,78	4,05
Malarrif 1	250	3480	45720	2,55	1,54	1,69	1,88
Malarrif 1	250	2940	44940	2,40	1,41	1,54	2,59
Malarrif 1	250	2400	44940	2,20	1,28	1,50	3,88
Malarrif 1						2,21	$\pm 1,05$
Malarrif 3	400	10200	44940	2,20	0,50	0,48	0,55
Malarrif 3	400	9720	44940	2,20	0,50	0,50	0,61
Malarrif 3	400	10500	45420	2,20	0,51	0,52	0,53
Malarrif 3	400	10800	45420	2,20	0,53	0,55	0,50
Malarrif 3						0,53	$\pm 0,04$
Malarrif 4	1100	9540	46260	2,20	0,50	3,74	4,89
Malarrif 4	1100	9060	45180	2,05	0,45	3,66	5,30
Malarrif 4	1100	8220	45180	1,90	0,45	4,06	6,44
Malarrif 4						4,68	$\pm 1,08$
Saxhóll 1	400	5280	44700	2,80	0,70	0,59	2,04
Saxhóll 1	400	5400	44700	2,60	0,60	0,52	1,95
Saxhóll 1	400	4740	44700	2,40	0,51	0,47	2,53
Saxhóll 1						1,35	$\pm 0,92$
Saxhóll 2	900	8880	44100	2,20	0,25	1,22	3,60
Saxhóll 2	900	9000	44100	2,25	0,30	1,42	3,51
Saxhóll 2	900	8820	44700	2,30	0,34	1,56	3,70
Saxhóll 2	900	9720	44700	2,30	0,34	1,56	3,05
Saxhóll 2						2,45	$\pm 1,10$
Gufuskálar 1	430	2700	44340	1,90	0,90	2,21	8,95
Gufuskálar 1	430	3960	44340	1,90	0,89	2,28	4,16
Gufuskálar 1	430	3660	45300	1,95	0,96	2,55	4,96
Gufuskálar 1	430	4140	45180	1,90	0,98	2,93	3,88
Gufuskálar 1	430	4980	45180	1,80	0,94	3,05	2,68
Gufuskálar 1						3,77	$\pm 2,03$
Gufuskálar 2	270	4500	44520	1,50	0,67	0,79	1,28
Gufuskálar 2	270	3840	44520	1,55	0,70	0,98	1,75
Gufuskálar 2	270	4380	45840	1,60	0,80	1,04	1,39
Gufuskálar 2	270	4800	45840	1,60	0,79	1,00	1,00
Gufuskálar 2						1,17	$\pm 0,3$

Tafla 6. Reiknaður leiðnistuðull (T) og streymislekt (K)

Hola Staður-númer	T (m <sup>2</sup> /s)	K (m/s)
Malarrif-1	2,21	0,07
Malarrif-2	0,53	0,018
Malarrif-4	4,68	0,156
Saxhóll-1	1,25	0,05
Saxhóll-2	2,45	0,08
Gufuskálar-1	3,77	0,15
Gufuskálar-2	1,17	0,04

Skilgreiningar á táknum:

x Fjarlægð frá sjó	(m)
t <sub>L</sub> Taftími bylgjunnar	(sek)
t <sub>0</sub> Bylgjulengd	(sek)
h <sub>0</sub> Útslag ódeyfðrar bylgju	(m)
h <sub>x</sub> Útslag bylgju í borholu	(m)
T <sub>1</sub> Leiðnistuðull reiknaður út frá útslagi	(m <sup>2</sup> /s)
T <sub>2</sub> Leiðnistuðull reiknaður út frá taftíma	(m <sup>2</sup> /s)
T Meðalleiðnistuðull	(m <sup>2</sup> /s)
K Streymislekt	(m/s)

## 5.2 Hita- og seltumælingar

Vatnsýni voru tekin á tveggja metra fresti í borun og selta mæld með leiðnimæli og hiti mældur. Að borun lokinni voru hiti og selta mæld með dýpi í holunum. Aftur var mælt að loknum sjávarfallamælingum og að lokum áður en vatnssýni til efnagreininga voru tekin. Þar sem öllum þessum mælingum ber vel saman og þegar á það er litið að seltumælirinn var best kvarðaður í seinustu mælingunum, eru aðeins þær birtar hér á myndum 2 – 9. Eins og sést á þessum myndum eykst selta með dýpi í öllum holunum nema holu 3 að Malarrifi. Holur 3 og 4 að Malarrifi voru boraðar eins og áður sagði til að freista þess að fá ferskt vatn. Hætt var við holu 3 þegar sýnt þótti að nánast ekkert ferskvatnslag væri til staðar. Hún var þá 19 m djúp og með um 3‰ seltu. Hola 4 er með um 5 m "ferskvatnslagi" ofan á saltara vatni. Seltan þar er < 1‰ niður í 27 m dýpi, þar eykst hún í um 4‰. Ekki er vitað á þessu stigi málsins hvort vatn úr þessari holu er hæft til drykkjar en þegar vatnssýni var tekið úr

henni, var vatnið mjög gruggugt (sjá efnagreiningakafla).

Í holu 1 á Malarrifi og holu 1 við Gufuskála eykst selta nokkuð jafnt með dýpi og er orðin allt að 30‰ í botni (26 m og 29 m). Meira stökk er í seltu með dýpi í Saxhólsholunum og Gufuskálum 2, þar sem selta eykst mjög verulega í 24 m (SH-2), 29 m (SH-1) og í 22 m (GS-2). Minnst selta í "ferskvatnslaginu" mældist í SH-2, en þar er um 5 m þykkt lag með < 1‰ seltu frá 19 m niður í 24 m dýpi. Seltan eykst aftur töluvert á 36 m dýpi í SH-1. Seltan í öllum þessum holum er orðin nærri 30‰ í botni. Eins og sést á myndunum er seltan enn að aukast í neðstu punktunum og er því ástæða til að halda að ef borað væri dýpra fengist hreinn jarðsjór.

## 5.3 Efnagreiningar á vatni úr borholum

Þann 19. ágúst 1988 var farið í leiðangur til að taka sýni úr borholunum. Þá voru liðnar fjórar vikur frá því seinasta holan var boruð og um átta vikur frá borun þeirrar fyrstu. Var álitid að þá væri nægur tími liðinn til að jafnvægi hefði náðst í grunnvatni og jarðsjó umhverfis holurnar eftir borun. Þetta eru sjóholur nálægt ströndinni og var selta mæld í þeim og síðan stóð til að taka sýni nærri botni hverrar holu. Erfiðlega gekk að koma sýnataka niður í holurnar, einkum vegna þess hve plaströr í þeim voru hlykkjótt. Var jafnvel brugðið á það ráð að reyna að draga rörin upp úr holunum og taka síðan sýni. Ekki tókst alltaf jafn vel að koma rörunum niður aftur og mun hafa hrunið í sumar holurnar, einkum fór hola 2 við Saxhól illa, þar sem hrundi í hana á um 13 m dýpi. Í þessari ferð tókst að ná sýnum úr fjórum holum, en 13. september var farin önnur ferð og nú með grennri sýnataka og voru tekin sýni úr tveimur holum til viðbótar. Þann 5. nóvember var farið í þriðja sinn og tekið eitt sýni, úr holu 1 á Gufuskálum. Í því sýni var einungis greint klóríd og heildarstyrkur uppleystra efna til staðfestingar á seltunni. Heildarefnagreiningar voru gerðar á öðrum sýnum.

TAFLA 7. Efnasamsetning vatns úr borholum (mg/kg).

Staður	Malarrif Hóla-1 20-26 m	Malarrif Hóla-3 16 m	Malarrif Hóla-4 22 m	Saxhóll Hóla-2 42 m	Gufuskálar Hóla-1 29 m	Gufuskálar Hóla-1 22 m	Gufuskálar Hóla-2 19 m	Meðal- samsetn. sjávar*
Dagsetning Númer	880819 9043	880819 9044	880819 9042	880913 9062	880819 9045	881117 9088	880913 9061	
Hiti (°C)	4.2	2.7	2.4	4.8	4.7	-	3.8	-
Sýrustig (pH/°C)	7.94/22	7.34/22	10.0/22	8.00/22	7.98/22	-	7.98/22	8.0/25
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	7.0	14.9	4.6	7.6	8.4	-	8.8	3.0
Natríum (Na)	7682	561	114	8205	4300	-	3660	10800
Kalíum (K)	298.0	25.2	6.4	329.7	168.0	-	145.6	390
Kalsíum (Ca)	298.3	59.8	9.2	318.2	186.4	-	138.8	410
Magnesium (Mg)	905.9	70.8	13.3	1009.5	534.8	-	475.5	1290
Karbonsat (CO <sub>2</sub> )	86.6	42.1	20.2	88.8	62.41	-	51.0	102
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	1857.0	135.8	25.0	2051.0	1040	-	885.7	2710
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	-	<0.03	-
Klórið (Cl)	13690	977	195	14904	7577	6620	6479	19400
Flúorið (F)	0.6	0.5	0.3	0.54	0.4	-	0.38	1.3
Járn (Fe)	<0.025	0.45	0.05	<0.025	<0.025	-	<0.025	0.004
Mangan (Mn)	0.0	0.25	<0.05	0.0	0.0	-	<0.05	0.0004
Súrefni (O <sub>2</sub> )	-	-	-	5-6	-	-	5-6	-
Nítrat (NO <sub>3</sub> )	0.93	0.19	0.10	0.89	0.76	-	0.44	
Brómið (Br)	47.7	3.5	0.5	52.3	26.9	-	22.7	
Fosfat (PO <sub>4</sub> )	0.0	0.00	0.00	0.00	0.00	-	0.00	
Uppleyst efni	24560	1875	377	27820	14848	13777	12722	-

- ekki mælt

\* Turekian, 1969.

Sýnataka og efnagreiningar voru samkvæmt upplýsingum Magnúsar Ólafssonar (1987). Niðurstöður efnagreininganna eru skráðar í töflu 7.

### 5.3.1 Malarrif

Á Malarrifi voru tekin sýni úr þremur holum. Í holum 3 og 4 var vatnið mjög gruggugt og járnliða og hafði greinilega staðið í holunum. Ekki tókst að koma sýnataka niður á botn í þessum holum. Selta er lítil í þeim báðum, 1,76‰ í holu 3 eða um 5% af seltu sjávar, og 0,35‰ í holu 4 sem er nærri fersk. Í holu 4 sést þrep í seltumælingu á 27 m dýpi en sýni náðist af 22 m dýpi. Sýrustig er fremur lágt í holu 3, en mjög hátt í holu 4. Efnasamsetning beggja bendir til ójafnvægis og blöndunar.

Í holu MR-1 var tært vatn og var sýnið tekið á rúmlega 20 m dýpi og örugglega neðan við neðsta seltuþrepið í holunni. Selta vatnsins er um 25‰ eða 70% af seltu meðalsjávar, og gildir svipað um flest uppleyst efni. Kísilsstyrkur er að vísu meiri, svo og natríum-, kalíum- og kalsíumstyrkur. Þetta eru merki um hvörfun við berggrunninn, en hún er óveruleg og fer fram við lágt hitastig. Járn- og manganstyrkur er neðan greiningarmarkka mæliaðferðar vatns úr holu 1.

### 5.3.2 Saxhóll

Við Saxhól voru boraðar tvær holur, en aðeins tókst að ná sýni úr annarri þeirra; holu SH-2. Sýnið er tekið nálægt botni og úr saltasta hluta vatnsins. Selta vatnsins er 27‰. Styrkur flestra efna svarar til um 75% af hreinum sjó, þó er kalíumstyrkur

nokkru hærra eða 85%. Styrkur járns og mangans er ekki mælanlegur. Styrkur súrefnis var mældur með chemets-ampúlum og mældist 5 – 6 ppm. Það er þó líklega af lág tala, því þessi aðferð gefur yfirleitt heldur lága niðurstöðu í svo söltu vatni.

### 5.3.3 Gufuskálar

Að Gufuskálum voru boraðar tvær holur, GS-1 og GS-2, og tekin sýni úr báðum en á mismunandi dýpi, á 29 m dýpi í GS-1 og á 19 m dýpi í GS-2. Efnainnihald vatnsins í báðum holum virtist svipað þrátt fyrir mismunandi dýpi. Seltan í GS-1 reiknaðist samkvæmt efnagreiningum 13,7‰ eða 38% af seltu sjávar. Þetta er í ósamræmi við melda seltu í GS-1 sem er 25 – 30‰ á 29 m dýpi, og vakti þetta grun um að sýnataka kynni að hafa misheppnast. Því var farið vestur og tekið sýni á ný úr GS-1, nú af um 22 m dýpi þar sem ekki tókst að koma sýnataka neðar. Klóríðstyrkur og heildarstyrkur uppleystra efna var mældur í þessu sýni og voru niðurstöðurnar mjög svipaðar eða örlítið lægri en í fyrra sýninu. Á 22 m dýpi greinist selta heldur lægri en mæld selta, en þó miklu nær lagi en á 29 m dýpi. Því þykir ástæða til að ætla að sýnataka hafi verið gölluð í fyrra sinnið, annað hvort hafi sýnataka ekki farið mikið niður fyrir 20 m dýpi, eða að blöndun hafi orðið í holunni. Járn- og manganstyrkur er neðan greiningarmarkna í báðum holunum. Súrefnisstyrkur mældist 5 – 6 ppm í holu 2 með chemets-ampúlum.

### 5.3.4 Samantekt

Niðurstöður efnagreininga á vatni úr fjórum holum á Snæfellsnesi; MR-1, SH-2, GS-1 og GS-2, sýna sameiginleg einkenni þessa vatns. Vatnið er mjög kalt og í flestum holunum er seltan orðin um 25‰ á 20 – 30 m dýpi. Á 40 m dýpi í holu 2 við Saxhól er selta vatnsins orðin 27‰, eða 75% af seltu meðalsjávar, og sýrustig er hið sama. Flest efni í hverju sýni eru í svipuðum hlutföllum og í sjó, þannig að jarðsjóinn hefur ekki hvarfast að ráði við berggrunninn. Breytilegt efnainnihald stafar fremur af

því að vatnið er blanda af sjó og köldu grunnvatni í mismunandi hlutföllum. Þar sem selta eykst með dýpi niður í botn dýpstu holunnar má búast við óblönduðum sjó ef borað yrði nokkru dýpra. Járn- og manganstyrkur er ekki mælanlegur með þeim aðferðum, sem notaðar voru. Efnagreiningar á vatni úr holum 3 og 4 á Malarrífi eru ekki marktækar vegna þess hve vatnið í þeim var "staðið". Þó er ljóst að vatn þar er minna salt en í hinum.

## 6. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður eru:

1. Allmikið er um lindir á svæðinu frá Hnausahrauni að Dagverðará, en milli Dagverðarár og Hellissands er sáralítið vatn á yfirborði og nánast engar lindir þekktar. Grunnvatn er kalt á öllu svæðinu, eða á bilinu 2,5 – 3,0°C. Þrátt fyrir lágan hita er styrkur efna fremur mikill í lindavatni vestan Stapafells.
2. Sjór nær langt inn í land á öllum þeim svæðunum þar sem borað var í og var ferskvatnslagið hvergi laust við sjóblöndun. Vatnið er mjög kalt, 3 – 5° C, á um 20 – 30 m dýpi.
3. Berg er mjög lekt á borsvæðunum þremur.
4. Gropið berg með mikilli lekt, sem hleypir sjónum langt inn í land, gæti verið skýringin á því að jarðhita verður ekki vart á þessum svæðum.
5. Efnagreiningar gefa til kynna að lítið sé um óæskileg efni til fiskeldis, s.s. járn og mangan.
6. Út við ströndina eykst selta með dýpi og er orðin um 25‰ eða 75% af seltu sjávar á 20 – 30 m dýpi.
7. Hraunlög (gjall og kargi) valda erfiðleikum í borun.
8. Hvergi varð vart við sjávarset í holunum.

## 7. TILLÖGUR

Ef framhald verður á verkinu er mælt með eftirfarandi aðgerðum:

1. Boraðar verði 2 holur við Beruvík, til suðurs frá holunum sem voru boraðar 1988. Nokkuð gott mat fékkst á útbreiðslu sjávarins langt inn í land en ekki til suðurs.
2. Viðnámsmælt verði út frá öllum holunum til að kanna frekar útbreiðslu sjávarins.
3. Holur verði dæluþröfaðar til að fá enn betra mat á lekt og því magni, sem hægt er að dæla upp. Holur 3 og 4 á Malarrífi voru með stöðnu vatni þegar vatnsýni voru tekin úr þeim. Fróðlegt væri að sjá hvort þær hreinsuðu sig við dælingu og þá hvort vatnið yrði ferskt eða sjór.
4. Fjarkönnun. Með fjarkönnun er auðvelt að sjá breytingar í yfirborðshita með nákvæmni sem er innan við 1°C. Hún fer þannig fram að flogið er yfir svæðið og myndir teknar með hitaskanna. Hitaskanninn er næmur fyrir hitabylgjum frá yfirborði með bylgjulengd 8 – 14 µm, eða 10°C og minna. Með þessu tæki er hægt að sjá hvort kaldir grunnvatnsstraumar eða jarðhitavatn koma fram við strönd. Verið er að vinna að hönnun og prófun þessa tækis hjá Verkfræðistofnun HÍ (Kolbeinn Árnason, persónulegar upplýsingar). Möguleiki er á að framkvæma mælingar yfir utanverðu Snæfellsnesi í samvinnu við Verkfræðistofnunina.

## HEIMILDIR

- Einar Haukur Kristjánsson, 1982: *Lýsing Snæfellsness frá Löngufjörum að Ólafsvíkurenni*. Árbók FÍ 1982.
- Freysteinn Sigurðsson, 1985: *Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjanes-skaga*. Orkustofnun, OS-85075/VOD-06.
- Giggenbach, W. F., 1986: *Graphical techniques for the evaluation of water/rock equilibrium conditions by use of Na, K, Mg and Ca-contents of discharge water*. Proc. 8th NZ Geothermal Workshop 1986: 37-43.
- Haukur Jóhannesson, 1982: *Yfirlit um jarðfræði Snæfellsness*. Árbók FÍ 1982.
- Orkustofnun, óbirt gögn, 1979: Hellissandur - Rif, jarðfræðikort. Haukur Jóhannesson 791024. Teiknistofnunúmer F-18764.
- Jón Eypórsson 1964: Jöklabreytingar 1962/63 og 1963/64. Jökull 14: 97-99.
- Magnús Ólafsson, 1987: *Handbók um söfnun vatns- og gassýna*. Orkustofnun, OS-87021/JHD-03, 43s.
- Orkustofnun, 1988: *Fiskeldisverkefni Orkustofnunar. Bráðabirðaskýrsla um stöðu og helstu niðurstöður í desember 1988*. Orkustofnun, OS-88059, VOD-12B. 22s.
- Sigurður Steinþórsson, Níels Óskarsson og Guðmundur E. Sigvaldason, 1985: Origin of Alkali Basalts in Iceland: A Plate Tectonic Model. *Journal of Geophysical Research*, 90: 10027-10042.
- Sigurður Steinþórsson 1967: Tvær nýjar C14-aldursákvarðanir á öskulögum úr Snæfellsjökli. *Náttúrufr.* 37: 236-238.
- Sjómælingar Íslands, 1988: Sjávarföll við Ísland árið 1988, 35 árg., 16s.
- Turekian, K. K., 1969: *The oceans, streams and atmosphere*. Ch. 10 in Handbook of Geochemistry, Berlin, 1, 279-323.

