



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

HITAVEITA SUÐURNESJA

**Ferskvatnsmælingar
1982 - 1999**

**Þórólfur H. Hafstað
Freysteinn Sigurðsson**

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

OS-99046

1999



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 8-630226

Þórólfur H. Hafstað
Freysteinn Sigurðsson

Hitaveita Suðurnesja

Ferskvatnsmælingar 1982 - 1999

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

OS-99046

Júní 1999

ISBN 9979-68-038-5



Skýrsla nr: OS-OS-99046	Dags: Júní 1999	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: HITAVEITA SUÐURNESJA Ferskvatnsmælingar 1982 - 1999	Upplag: 40	
	Fjöldi síðna: 47	
Höfundar: Þórólfur H. Hafstað Freysteinn Sigurðsson	Verkefnisstjóri: Sverrir Þórhallsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Grunnvatnsmælingar, samantekt	Verknúmer: 8-630226	
Unnið fyrir: Hitaveitu Suðurnesja		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Fjallað er um þær hita- og rafleiðnimælingar í ferskvatni, sem Orkustofnun hefur gert í borholum og gjám í nágrenni við orkuver Hitaveitu Suðurnesja í Svartsengi á árabílinu 1982 til 1999. Einnig er gerð grein fyrir efnagreiningum á vatnssýnum sem tekin voru tvisvar sinnum á þessum tíma. Hita- og leiðnimælingarnar eru bornar saman til að fá vitneskju um hvort stórfelld ferskvatns- og jarðvarmavinnsla í Svartsengi hafi áhrif á grunnvatnsástand í nágrenni orkuversins. Stórfelldar beytingar virðast ekki hafa orðið á ferskvatninu á þessum tíma á því svæði sem ferskvatnsvinnsla fer fram en aukning hefur orðið í seltu á þeim eina stað sem hefur verið mældur, Baðstofugjá við Húsatóftir, suður af Bláa lóninu. Hiti hækkaði nokkuð almennt í því fram til 1991-1993, en hefur farið lækkandi aftur síðan þá og er nú víða svipaður og 1982-1986. Á sama tíma lækkaði leiðni víða og hækkaði svo aftur. Orsakir þessara breytinga eru ekki ljósar, en nærtækust væri breyting á varmasummu írennslis frá úrkomu yfir árið. Gefið er yfirlit um mælingar í hverri holu og greint frá ástandi þeirra. Í heild virðast merkjanlegar breytingar á vinnslusvæðinu vera í samræmi við vatnstöku þar og núverandi hugmyndir um vatnafar á svæðinu.		
Lykilorð: Svartsengi, Lágur, ferskvatn, hiti, rafleiðni, efnagreiningar	ISBN-númer: ISBN 9979-68-038-5	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: SP	

Efnisyfirlit

1. Inngangur	5
2. Heildaryfirlit	6
3. Framhald eftirlitsmælinga	6
4. Hita- og rafleiðnimælingar	7
4.1 Einkenni og athugasemdir	7
5. Efnagreiningar 1986 og 1996	10
5.1 Efnainnihald og efnaleif	10
6. Mælingar í einstökum holum	16
6.1 VS - 1	16
6.2 VS - 2	18
6.3 VS - 3	20
6.4 VS - 4	22
6.5 VS - 5	24
6.6 HSK - 1	26
6.7 HSK - 12	28
6.8 HSK - 13	31
6.9 HSK - 6	33
6.10 HSK - 11	37
6.11 HSK - 100 : Gjá í Lágum	42
6.12 Baðstofugjá	43
6.13 EV - 1	45
7. Heimildir	47

Myndir

Mynd 1. Afstöðumynd af mælingaholum í grennd við Svartsengi	14
Mynd 2. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 1	17
Mynd 3. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 2	19
Mynd 4. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 3	21
Mynd 5. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 4	23
Mynd 6. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 5	25
Mynd 7. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 1	27
Mynd 8. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 12	30
Mynd 9. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 13	32
Mynd 10. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 6	35
Mynd 11. Hita- og leiðnimælingar í ferskvatnslagi í holu HSK - 6	36
Mynd 12. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 11	40
Mynd 13. Hita- og leiðnimælingar í ferskvatnslagi í holu HSK - 11	41
Mynd 14. Hita- og leiðnimælingar í Baðstofugjá	43
Mynd 15. Hita- og leiðnimælingar í holu EV - 1	46

Töflur

Tafla 1. Helstu einkenni einstakra mælistaða	9
Tafla 2. Efnagreiningar á árinu 1986(mg/l)	12
Tafla 3. Efnagreiningar frá árinu 1996 (mg/l)	13
Tafla 4. Mælingar í eftirlitsholum umhverfis vinnslusvæði HS 1982 - 1999	15
Tafla 5. Efnagreining á vatni úr VS - 2 (mg/l)	18
Tafla 6. Efnagreining vatns úr VS-5 (mg/l)	24
Tafla 7. Efnagreining vatns úr HSK-1 frá 1986	26
Tafla 8. Efnasamsetning vatns úr holu HSK - 12 (mg/l) 1986 og 1996	29
Tafla 9. Greining á vatni úr holu HSK-13 1986	31
Tafla 10. Efnasamsetning vatns úr holu HSK-6 (mg/l)	34
Tafla 11. Efnasamsetning vatns úr holu HSK-11 (mg/l)	39
Tafla 12. Greiningar á vatni úr "Hitaveitugjá" og Vatnsveitugjá"	42
Tafla 13. Leiðni og klóríðstyrkur í HSK-100 (Hitaveitugjá)	42
Tafla 14. Efnasamsetning vatns úr Baðstofugjá 1986 og 1996 (mg/l)	44
Tafla 15. Efnasamsetning vatns úr holu EV-1 við Eldvörp (mg/l)	45

1. Inngangur

Þessi skýrsla er um þær hita- og rafleiðnimælingar, sem Orkustofnun hefur gert á ferskvatni í borholum og gjám í nágrenni við orkuver Hitaveitu Suðurnesja í Svartsengi. Skýrslan tekur til þeirra mælinga, sem gerðar voru á árabílinu 1982 til 1999. Einnig er gerð grein fyrir efnagreiningum á vatnssýnum, sem tekin voru tvisvar sinnum á þessum tíma. Leitast er við að bera hita- og leiðnimælingarnar saman og fá þannig vitneskju um hvort stórfelld ferskvatns- og jarðvarmavinnsla í Svartsengi hafi áhrif á grunnvatnsástand í nágrenni orkuversins. Einnig eru efnagreiningarnar frá 1986 og 1996 bornar saman í sama tilgangi.

Skýrslan er gerð í samræmi við samning Hitaveitu Suðurnesja og Orkustofnunar nr. 630221 frá 1998. Þar er gert ráð fyrir að hiti og selta séu mæld árlega í gjám og borholum í grennd við Svartsengi. Á því tímabili, sem hér er til umfjöllunar, hefur hiti og leiðni verið mæld tólf sinnum í þeim eftirlitsholum, sem elstar eru og lengstan hafa ferilinn. Þetta eru holurnar HSK - 6, HSK - 11 og HSK - 12. Í gagnasafni Orkustofnunar eru mælingagögn til úr þessum holum allt frá 1978. Aðrir mælingastaðir í nágrenni Svartsengis hafa ekki orðið eins langlífir en aðrir hafa bæst við. Árið 1989 voru hafnar mælingar í nýjum eftirlitsholum, sem boraðar voru á vegum Vatnsveitu Suðurnesja í Lágum og við Rauðamel. Þá hófust mælingar í vatnsholunni EV-1 við Eldvörp 1995.

Þær mælingar, sem hér eru til umfjöllunar; hitamælingar, rafleiðnimælingar og niðurstöður efnagreininga, eru varðveittar í gagnagrunni Orkustofnunar. Tilgangurinn með að safna hitamælingum og efnagreiningum ætti að vera nokkuð augljós, og af leiðnimælingunum má ráða nokkuð um seltu vatnsins og þar með hugsanlegar breytingar á skilum milli fersks vatns og jarðsjávar.

Vatnafar á Reykjanesskaga er um margt sérstakt. Á þessu svæði renna hvergi lækir og hvað þá ár til sjávar frá Ölfusá til Hafnarfjarðar. Sú úrkoma, sem á þetta svæði fellur, myndar grunnvatn. Á utanverðum skaganum er jarðsjór undir ferskvatnslaginu, enda liggur grunnvatnsborð þar lágt. Við þessar aðstæður vinnur Hitaveita Suðurnesja ferskvatn í stórum stíl og gefur auga leið að standa verður að þeirri vinnslu með varúð og fyrirhyggju ef ekki á að vera hætta á saltmengun. Náttúrulegar sveiflur á ástandi ferskvatnslagsins eru töluverðar vegna mismikillar úrkomu. Fylgst er með vatnshæð í allmörgum borholum í grennd við vinnslusvæði Hitaveitunar. Vatnsborðsmælingarnar eru á könnu Vatnamælinga Orkustofnunar og því ekki til umræðu hér. Þær mælingar, sem hér er fjallað um, geta hins vegar sýnt þegar fram líður hvaða breytingar verða á ferskvatninu vegna vinnslunnar í Svartsengi. Áhrifavaldarnir eru af þrennum toga: Mikið og væntanlega vaxandi ferskvatnsmátt, áhrif affallsins og ekki síst þrýstingslækkun í jarðsjónum vegna gufuvinnslu í Svartsengi og áhrif, sem sú lækkun getur haft á ferskvatnslagið.

2. Heildaryfirlit

Stórfelldar beytingar virðast ekki hafa orðið á ferskvatninu á árunum 1982-1999. Hiti hækkaði nokkuð almennt í því fram til 1991-1993, en hefur farið lækkandi aftur síðan og er nú víða svipaður og 1982-1986. Hækkun þessi var hvorki stöðug né regluleg og sama er að segja um lækkunina á síðustu árum. Hún er mismikil milli borholna, víða á bilinu 0,2 - 0,6°C. Á sömu tímabilum lækkaði leiðni víða og hækkaði svo aftur. Orsakir þessara breytinga eru ekki ljósar, en nærtækust væri breyting á varmasummu írennslis frá úrkomu yfir árið, t.d. vegna meiri hlutdeildar sumarregns og minni hlutdeildar snjóbráðar, sem er um 0° C og er jafnar efnaauðugra en sumarregnið. Minni leiðni og minni efnastyrkur væri í samræmi við þetta. Nokkuð umfangsmikillar könnunar á veðurfarsgögnum þyrfti við til að sannreyna þessa tilgátu. Líklegt er, að orsök þessara breytinga hafi verið tengd veðurfari.

Eilítið aukinna jarðhitaáhrifa virðist gæta í HSK-12 og glöggrar aukningar í Baðstofugjá, á affallssvæðinu. Á hinn bóginn virðist norðlægra ferskvatnsáhrifa e.t.v. gæta í HSK-6, sem væri í samræmi við líklegar breytingar á grunnvatnsrennsli vegna vatnstöku í Lágum. Hitalækkum hefur verið allra síðustu ár í sjóvatnslagi í HSK-11, sem gæti hugsanlega stafað frá aðdrætti sjávar úr norðri vegna jarðsjávarstöku í Svartsengi. Sé svo, þá gæti samsvarandi þrýstingslækkun í jarðsjónum unnið á móti uppdrætti sjávar á vatnstökusvæðinu vegna þynningar ferskvatnslagsins við vatnstökuna. Þetta er þó allt ósannað mál, a.m.k. að svo stöddu. Í heild virðast merkjanlegar breytingar á því svæði sem ferskvatnsvinnslan fer fram á í næsta nágrenni Gjárinnar vera í samræmi við vatnstöku þar og núverandi hugmyndir um vatnafar á svæðinu. Aukning í efnastyrk kemur aftur á móti fram á leið affallsvatns til sjávar, t.d. í Baðstofugjá, þar sem seltuaukning hefur orðið ríflega 50%

3. Framhald eftirlitsmælinga

Nokkur óregla hefur verið á tíðni mælinga. Það hefur sjáanlega ekki komið að sök því að meiri háttar breytingar hafa ekki orðið á ferskvatnsástandi svæðisins á umræddu tímabili. Hitt er ljóst, að nokkuð tíma-þéttriðinn grunn þarf til að leggja mat á mælingarnar hverju sinni. Einnig er ljóst að þær verða að vera sem sambærilegastar milli ára. Skiftir þá verulegu máli, að mælingarnar fari ekki fram á þeim árstímum þegar sveiflur í ástandi vatnsins af völdum veðurfars geta verið miklar, þ.e. að vetrar og vorlagi, eða árstíðasveiflur örvar, þ.e. ársúmars. Besti tíminn til mælinga virðist vera síðsumars og á haustin. *Því er mælt með árlegum mælingum í ágúst til október.*

Greinilegt er, að efnagreiningar á 10 ára fresti eru of strjálar. Sýnataka getur fallið saman við tímabundin frávik í ástandi vatnsins, nema hún fylgi mælingum á hita og leiðni. Afbrigðilegt ástand vatnsins þarf þá ekki að koma fram fyrr en við efnagreiningu og getur túlkun á slíku verið vandkvæðum bundin, ef sýnataka er svona strjál. *Því er hér mælt með sýnatöku á 5 ára fresti í næstu framtíð.*

Með aukinni vatnstöku gæti áhrifa hennar lengra burt frá vatnsbólunum, auk þess sem ástand vatnsins á árlegu eftirlitssvæði verður ótryggara. *Því er mælt með að mæla tvisvar á 5 ára fresti, samfara öðrum eftirlitsmælingum, á ytra svæði umhverfis venjubundið eftirlitssvæði. Nær þetta ytra svæði til HSK-13, Snorrastaðajarna, Vogastapa, Seltjarnar og Njarðvíkurheiðar við Stapafellsveg og í Tóttarkrókum, en rétt væri að mæla árlega í borholunni við Stapafell. Hreinsa þarf HSK-13 og ástæða gæti verið til að hreinsa holuna við Stapafellsveg. Til álita kemur að bæta við eftirlitsholu norðan Rauðamels og skammt austur af Stapafelli. Áform eru nú þegar uppi um að bæta við mælingaholum á affallssvæðinu vestan við Þorbjörn og við nýtt Blátt lón.*

Komi til verulegrar vatnstöku vestur-norðvestur frá Sandfellshæð, vegna magnesíumverksmiðju í Höfnum, þá þarf að aðlaga eftirlit þeim aðstæðum.

4. Hita- og rafleiðnimælingar

Á árabílinu 1982 til 1999 voru hita- og rafleiðnimælingar gerðar 12 sinnum í "helstu" eftirlitsholunum á áhrifasvæði ferskvatnsvinnslunnar í Lágum. Þessar holur eru *HSK - 6*, *HSK - 11* og *HSK - 12*. Á þessu tímabili urðu hins vegar töluverðar breytingar á öðrum mælingastöðunum frá því sem verið hafði. Þessar breytingar á mælistöðum gera það ef til vill að verkum að erfiðara er en ella að bera saman niðurstöður frá fyrri árum. Þetta á þó miklu fremur við um samanburð á efnagreiningum, þar sem lengri tími líður á milli þess sem þær eru gerðar.

Helstu breytingar á reglulegum mælistöðum hita og leiðni umhverfis Lágasvæðið voru þessar:

Í holu *HSK - 1* var sprengt dynamít vegna jarðeðlisfræðilegra rannsókna í Svartsengi árið 1993. Síðan hefur hún verið of grunn til mælinga.

Í holu *HSK - 13* hefur verið nánast ófært fyrir rusli síðan 1986 og var hún þó grunn fyrir.

Árið 1989 voru boraðar fimm nýjar rannsóknarholur á vegum Vatnsveitu Suðurnesja í grennd við Rauðamel; *VS - 1 - VS - 5*. Síðan þá hafa þær verið mældar.

Holan *EV - 1* við Eldvörp var boruð 1983, en hefur verið mælingahola síðan 1995.

Óreglulega hefur verið mælt í *Baðstofugjá* við Húsatóftir.

Vera má að skynsamlegt sé að efla eftirlit með hugsanlegum breytingum á ástandi ferskvatnsins, sem aukinn niðurdráttur vegna þrýstingslækkunar í Svartsengi veldur. Altént verður að vinda bráðan bug að því að *hreinsa HSK - 13* og dýpka hana.

Aðrir hugsanlegir mælistaðir utarlega á aðdráttarsvæði vatnsbólanna í Lágum hafa ekki verið heimsóttir reglulega til mælinga. Við Seltjörn og við Stapafell eru síritandi vatnshæðarmælar í grunnnum holum og einnig mætti huga að hálfhrundum holum á Vogastapa og í Njarðvíkurheiði og gera þær að frambærilegum mælistöðum á ný. Allir þessar holur hafa það sameiginlegt að þær ná grunnt ofan í ferskvatnið og geta því aðeins gefið grófa mynd af hugsanlegum breytingum í ferskvatnsbúskapnum.

Eini mælingastaðurinn á afrennslissvæði orkuversins í Svartsengu, sem haft hefur verið auga með er í *Baðstofugjá*. Vegna "flutnings" Bláa lónsins er áformað að bora sérstakar mælingaholur til að fylgjast betur með affallinu. Einnig mætti fylgjast með því í Tóttarkrökum og Staðarhverfi.

4.1 Einkenni og athugasemdir

Helstu einkenni borholanna, svo sem mælingaraðir, dýpi, hiti, leiðni, klóríðstyrkur og áhrif jarðhita eru tilgreind í töflu 1 hér í lok kaflans. Dreifing hita- og leiðnigilda er yfirleitt töluverð, eins og sjá má af ferilritunum í 6. kafla hér á eftir. Gildir það jafnt milli ára og eftir dýpi. Valin einkennis- eða meðaltalsgildi í töflunni eru því háð verulegri ónákvæmni, en varpa þó nokkru ljósi á svæðisdreifingu einkennisgilda fyrir ástand vatnsins. Frekari umfjöllun um einstakar holur er að finna í fylgitexta með mælingaferlunum í 6. kafla. Hér á eftir fylgja athugasemdir um sum af helstu sérkennum á hverjum mælistað fyrir sig.

VS-1. Hitastigull og leiðni eru óregluleg. Holan nær niður í möl, sem er undir hraunlagi, en er líklega að öðru leyti í nokkuð þéttu bergi. Úrkoma hefur líklega merkjanleg áhrif á grunnvatnið.

VS-2. Þetta er grunn hola í allþéttu hrauni. Veruleg úrkomuáhrif eru í grunnvatninu.

VS-3. Holan er nokkuð djúp; um 36 m neðan vatnsborðs. Fram til 1993 voru hita- og leiðniferlarnir hnökralitlir en frá 1995 hefur komið fram glögg lagskifting leiðni í vatninu. Efra vatnslagið er í frekar þéttu bergi og gæti verið til komið vegna óvenju lágrar grunnvatnsstöðu. Borholan er mjög menguð af járnóhreinindum.

VS-4. Í holunni kemur fram yfirborðslag (2 - 5 m) með óreglu í hita og leiðni. Hitastigull og leiðnistigull eru yfirleitt til staðar, en verulegur munur er milli ára.

VS-5. Hiti í þessari holu er mun lægri en í öðrum borholum á norðvestanverðu Lágasvæði. Sama gildir líklega einnig um klóríðstyrk. Gæti það bent til vatnafarslegra tengsla við Njarðvíkurheiði. Áhrifa úrkomu gætir líklega verulega í borholunni.

HSK - 6. Holan er djúp miðað við aðrar mælingaholur; 78 m og nær næstum því niður í sjólag. Vegna dælinga 1977 - 1978 var á þeim tíma mikil óregla í hita og leiðni, en visst jafnvægi virtist hafa verið komið á 1982. Nokkur óregla hefur þó verið í hita- og leiðnigildum síðan. Klóríðstyrkur virðist hafa farið heldur þverrandi síðan 1979 og vatnshiti í ferskvatnslagi hefur e.t.v. lækkað ögn á sama tíma. Hér er hugsanlega farið að *gæta aukinna áhrifa kalds og efnasnauðs vatns frá Njarðvíkurheiði á móti þverrandi áhrifum jarðhitablandaðs vatns úr suðaustri.*

HSK - 13. Holan var grunn; náði aðeins um 8 m niður í vatn en síðan 1986 hefur hún verið full af drasli og þar með ónýt til mælinga og sýnatöku. Vatnshiti var lágur í holunni og klóríðstyrkur fremur lítill. Áhrifa úrkomu virðist gæta í vatninu. *Holu þessa þyrfti að hreinsa og dýpka*, þar eð hún er líklega eina nothæfa eftirlitsholan utan beins áhrifasvæðis vatnstöku í Lágum.

HSK - 11. Holan er rétt við aðalvatnsbólun í Lágum; Hitaveitugjá og Vatnsveitugjá. Hún er um 110 m djúp og nær hún vel ofan í sjólagið. Járnhreinindi eru mikil í henni. Vatnsborð hefur verið á um 14 m dýpi, blandlags hefur farið að gæta á 40 - 50 m dýpi en sjóvatnslag er á 70 - 72 m dýpi. Þéttir kaflar eru í holuveggjunum og er nokkuð líklega um streymi vatns upp og niður eftir henni. Þegar hún var boruð þyrfti að steypa í hana á 40 - 45 m dýpi vegna hruns. Virðist áhrifa sementsins gæta í efnasamsetningu ferskvatns í holunni. Að öðru leyti er ferskvatn í holunni svipað að efnasamsetningu og í vatnsbólunum. Jarðhitaáhrifa verður vart í ferskvatninu.

Fullsaltur sjór er í sjólaginu en mæld leiðnigildi hafa ekki samsvarað því fullkomlega (28.000 - 36.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$), enda hafa leiðnimælar fyrst og fremst verið sniðnir fyrir ferskvatnsmælingar. Hiti hefur lækkað í sjólaginu allra síðustu ár; þar er e.t.v. um að ræða skammtímabundnar breytingar af óþekktum orsökum, en líklegra er þó að um sé að ræða *aðdrátt sjóvatns úr norðri vegna mikillar jarðsjávarstöku og þrýstingslækkunar í Svartsengi.*

HSK - 12. Holan er skammt norðan Bláa lónsins og verður áhrifa jarðsjávar þaðan vart í henni. Vatnsborð í holunni er á 23 - 24 m dýpi, en lagskifting verður í leiðni á 28 - 30 m dýpi. Óregla er meiri á leiðni í efra laginu. Vaxandi áhrifa jarðhita virðist verða vart, en áhrif jarðhitasjávar hafa farið að sama skapi þverrandi. Í heild virðast jarðhitaáhrifin heldur aukast, þó hægt fari.

HSK - 1. Holan náði grunnt ofan í vatn, eða um 9 m en hefur verið ónýt til mælinga síðan 1993. Í henni kom yfirleitt fram þunnt yfirborðslag. Jarðhitaáhrif voru glögg en nokkuð breytileg og virtust vera í góðu samræmi við breytingar á yfirborðsjarðhita og breytingar í gufuvirkni, samfara niðurdrætti í heitavatnskerfinu.

EV - 1. Lagskifting kemur fram alveg niður undir botni holunnar, um 16 m undir vatnsborði. Jarðhitaáhrifa virðist gæta í holunni.

Baðstofugjá. Mælingar voru fáar á árabílinu 1982 - 1999. Árstíðasveifla er greinileg í hitanum (um 1°C) og hefur hann ef til vill farið eilítið hækkandi síðustu árin. Klóríðstyrkur hefur aukist og nærri tvöfaldast samkvæmt efnagreiningum frá 1977 og 1996 (240 mg/l \rightarrow 450 mg/l). Jarðhitaáhrif virðast koma fram í efnagreiningu og hafa þau jafnvel aukist og þá væntanlega sem *íblöndun á heitum jarðsjó frá Svartsengi.*

Tafla 1. Yfirlit um mæligildi hita og leiðni á einstökum mælingastöðum.

Heiti bor- holu:	Fast OS númer:	Upp- haf mæl.	Dýpi í vatni; m	Lagsk. dýpi; m	Hita- stigull; °C/km	Meðal- hiti, efra lag, °C	Leiðnidr. efra lag; µS/cm	Meðal- leiðni; µS/cm	Klóríð- styrkur; mg/l	Jarðhita áhrif; +-	Úrkomu áhrif +-	Athugas.
VS-1	16621	1989	15	-	15	4,0	70-120	100	-	-	+	
VS-2	16622	1989	6	-	-	4,2	120-150	140	47	-	++	
VS-3	16623	1989	36	18	10	4,1	90-120	100/160	-	-	+	
VS-4	16624	1989	19	6	25	4,2	90-120	100	-	-	+	
VS-5	16625	1989	12	-	-	3,7	75-100	85	21	-	++	
HSK-6	16606	1976	46/60	(47)	20	4,3	80-200	120	30	-	++	Sjór í botni
HSK-13	16401	1977	8	-	-	3,6	(-)	80	29	-	+	Ónýt 1986
HSK-11	16610	1977	36/95	36/72	15	4,8	150-300	220	70-120	+	+	Sjór, steypa
HSK-100	-	1976	-	-	-	-	-	-	70	+	+	Vatnsból
HSK-12	16612	1977	16	6	+-	6,6-8,7	120-200	150/700	60-150	++	+	
HSK-1	16601	1975	9	3	+	12/13,5	250-700	400/900	-	+++	+	Ónýt 1993
EV-1	16421	1995	19	16	-	6,3	-	150	70	++	+	
Baðstofa	-	1976	10	-	-	7,0-8,5	900-1500	1200	450	++	++	Opin gjá

Öll gildi í töflunni hér að ofan eru töluvert einfölduð.

Dýpi á lagskiftingu er yfirleitt á nokkru bili og meðaltalsgildi fyrir hita og leiðni eru ónákvæm, enda stundum nokkuð matsatriði.

Hitastigull er reiknaður frá 0,3°C - 0,8°C yfir örfáa tugi metra og því eðlilega mjög ónákvæmur.

Hitastigullinn er þar af leiðandi engann vegin mælikvarði á varmastreymi úr iðrum jarðar.

5. Efnagreiningar 1986 og 1996

Sýni til efnagreininganna 1986 voru öll tekin með litlum djúpsýnataka. Honum er þá rennt á taug niður á fyrirhugað dýpi í holu eða gjá og lokað þar. Árið 1996 var djúpsýnatakinn notaður þar sem við átti, en einnig var sýnum náð með lítilli dælu, sem rennt er niður í slöngu á áformað dýpi og vatni þaðan dælt upp. Þessi aðferð hefur væntanlega þann kost, að minni hættu er á að sýnið komi upp langstaðið í holunni og eftir því fúlt. Aðferðin á vel við í grynri holunum, einkum þar sem járnóhreinindi eru mikil. Árið 1996 voru tvö sýnanna tekin úr dæluholum Hitaveitunnar (HSK-9 og HSK-10). Efnagreiningarnar voru gerðar á efnafræðistofu Orkustofnunar og eru niðurstöðurnar settar fram í töflu 2 og töflu 3 hér á eftir.

Margar sýnatökuholurnar voru vægast sagt óhreinar. Innan á veggjum þeirra hafa safnast leirkenndar járnútfellingar. Að einhverju leyti getur verið um að ræða tæringu í fódurrörum, sem ná að meira eða minna leyti niður fyrir vatnsborð. Einnig má vera, að járn, sem uppleyst er í vatninu oxist (Fe^{++} verður Fe^{+++}) og falli út; ef til vill að einhverju leyti með tilstuðlan baktería, sem tekið hafa sér bólfestu í einstaka holum. Vatnssýnin, sem tekin voru úr þessum holum voru að sama skapi gruggug, en það hafði líkast til ekki áhrif á gæði efnagreininganna, þar sem sýnin voru strax saktuð og sýrð. Þessi óhreinindi eru hvað mest áberandi í HSK-11, enda er hún rétt við aðalvatnsból Hitaveitunnar í Lágum, og því væntanlega mikið gegnumstreymi súrefnisríks vatns um holuna.

Þessi óhreinindi mætti gjarnan hreinsa með loftblæstri og úrdælingu og hugsanlega einnig sótt-hreinsa að auki með veikri klórblöndu. Holan HSK-11 er aðalefirlitshola vegna ferskvatnsöflunar á Suðurnesjum, bæði fyrir hitaveitu og vatnsveitu. Í henni er fylgst með vatnsborðsbreytingum, hita og leiðni og efnainnihaldi og hún er sú eina af eftirlitsholunum, sem nær tryggilega niður í jarðsjó. Þess vegna á holan skilið að vera hrein og snyrtileg.

5.1 Efnainnihald og efnaleif

Ferskt grunnvatn á Íslandi er yfirleitt efnasnautt. Helstu þættir efnainnihaldsins eru annars vegar af völdum sjávarsalts, sem ættað er frá úrkomu, og hins vegar er um að ræða steinefni, sem vatnið hefur leyst úr bergi og jarðvegi.

Hægt er að gera sér nokkra grein fyrir ætt og uppruna grunnvatns út frá efnainnihaldi þess. Slíkt getur komið að gagni til að sjá hvort einhverjar breytingar eru að eiga sér stað á vatnstökusvæðum, þar sem margir þættir spila saman, eins og er umhverfis Svartsengi.

Efnainnihald grunnvatnsins eru af ferns konar toga (Freysteinn Sigurðsson o.fl. 1998):

- Sjávarsölt úr úrkomu, sem berast með sælöðri inn yfir landið (NaCl , SO_4 , Mg , Ca).
- Lífræn efni frá gróðri (einkum CO_2 og einnig NO_3).
- Steinefni frá efnahvörfum við jarðlög (einkum SiO_2 , Na , Ca , Mg , K).
- Íblöndun frá jarðhita (einkum SiO_2 , SO_4 o.fl.).

Mismunanandi vægi þessara grunnþátta leiðir til mismunandi efnasamsetningar í grunnvatninu. Þetta má nota til að ráða í uppruna og ferli vatnsins:

Cl - Klóríð. Það er einkennisefni úrkomunar. Mest er af því við ströndina, >10 mg/l, og á Suðurnesjum yfir 20 mg/l. Klóríðstyrkur er meiri á vetrum en á sumrum og getur munurinn orðið allt að fimmfaldur suðvestanlands. Önnur sjávarsölt (Na , SO_4 , Mg , Ca , K) fylgja klóríði yfirleitt í sömu hlutföllum og í sjóvatni. *Með því að draga hlutfallslegan styrk þessara efna frá styrk þeirra í grunnvatninu má finna íbót þeirra frá öðrum þáttum, einkum frá bergi.* Með þetta í huga má ráða töluvert um eiginleika grunnvatnsins á Suðurnesjum og þess efnafræðilega karakter.

CO₂ - kolsýra; karbónat: Í þessu kalda ferskvatni ætti CO₂ að vera 10 - 20 mg/l. Meiri kolsýra á þessum gróðurlausu svæðum (upp í 30 mg/l í HSK - 12), bendir til jarðhitaáhrifa. Minni kolsýra, eða um og undir 10 mg/l, bendir líklega til lokaðra djúpveita (HSK - 13, HSK - 6 (1986) Vatnsveitugjá (1996) og VS - 5).

SiO₂ - kísill: Við ríkjandi hitastig (3° - 6°C) ætti SiO₂ að vera 12 - 20 mg/l. Meiri kísill, eins og í VS - 5 (18 mg/l), ætti að benda til jarðhitaáhrifa, en þeirra verður naumast vart! Minni kísill (um og undir 10 mg/l) ætti að benda til úrkomuáhrifa (HSK - 13, HSK - 6, HSK - 11, HSK - 12).

SO₄ - súlfat: Í svona hraunalandi ætti súlfatleif að vera yfir 2 mg/l. Enn meira súlfat væri væntanlega ábending um jarðhita, svo sem í HSK - 12 (1996: 80 mg/l). Minna súlfat (um 0 mg/l) gæti bent til háhitaútfellingar og þar með jarðhitaáhrifa (HSK - 12 (1986; á 28 m og e.t.v. 36 m), og EV - 1).

Na - natríum: Na - leif ætti að vera 4 - 6 mg/l í hraunum eins og hér. Veðurlag veldur því að hlutfallið Na/Cl gæti verið til muna lægri á þessum slóðum en almennt á landinu. Því veldur mikil veðurhæð og mikið sælöður, en það er þekkt úr útlöndum. Því þarf líklega að lækka viðmiðunargrunninn á þessu svæði, e.t.v. niður í 0,45 - hlutfall, sem gæfi allt aðra niðurstöðu. Almennur jarðhiti ætti að leiða til aukningar á Na - leif (HSK - 12, EV - 1), en rýrð gæti bent til jarðhitapækilsflöndunar (HSK - 11 (1996) á 32 m dýpi). Í öðrum sýnum væri þá NA - leifin 2 - 5 mg/l, sem væri sanngjarnt. Frávikið í HSK - 11 gæti verið tengt steypu í holunni og uppleystrar járnfóðringar.

K - kalíum: K - leif er yfirleitt sáralítill, eða 0,0 - 0,6 mg/l, og er það líklega eðlileg ábót úr bergi. Meiri er hún í HSK - 12 (1,3 - 2,1 mg/l), en þar gæti líka gætt áhrifa venjulegs jarðhita (gufuhitun, samanber HSK - 2 og HSK - 1).

Ca - kalsíum: Ca - leif er víðast 2 - 4 mg/l og er það líklega ekkert óeðlilegt á svona hraunsvæðum. Hún er hvergi minni en sums staðar meiri (HSK - 12: 9 - 15 mg/l, Hitaveitu- og Vatnsveitugjá og EV - 1: 6 - 7 mg/l, HSK - 11: 17 mg/l á 32 m dýpi árið 1996). Háu gildin í HSK - 11 gætu stafað af steypunni, sem í henni er, en rýrnun á Mg fylgir. Hin gildin eru líklega háhitavísibending, en honum fylgir aukning á Ca í vökvanum.

Mg - magnesíum: Mg - leif ætti líklega að vera 1 - 3 mg/l á berangurshraunasvæðum sem þessum. Svo er líka (1,0 - 2,6), en þó er rýrð á nokkrum stöðum (HSK - 12 vegna jarðhita, HSK - 11 vegna steypu).

F - flúor: F - styrkur er yfirleitt svipaður og vænta má (0,05 - 0,10 mg/l), aðeins hærri í gjám Hitaveitu- og Vatnsveitu (1996) og einnig í EV - 1. Kemur það vel heima.

Fe - járn: Víðast undir 0,05 mg/l; þó herra í VS - 5 (0,072) og HSK - 6 (0,11 - 0,17). Þarna er spurning um ryðgun í fóðurrörum.

Samantekt:

Áhrifa steypu verður vart í HSK - 11 (Ca, Na, Mg).

Jarðhiti gerir vart við sig í HSK - 12; jarðhitapækill e.t.v. líka (SO₄, Na, K, Ca, Mg).

Jarðhitasjávar verður lítilllega vart í HSK - 11, Hitaveitu- og Vatnsveitugjá (SO₄, Ca, F).

Jarðhita verður vart í EV - 1 (jarðhitasjávar; SO₄, Ca, Na, F).

Í öðrum eftirlitsholum er kalt grunnvatn með mismiklum úrkomuáhrifum.

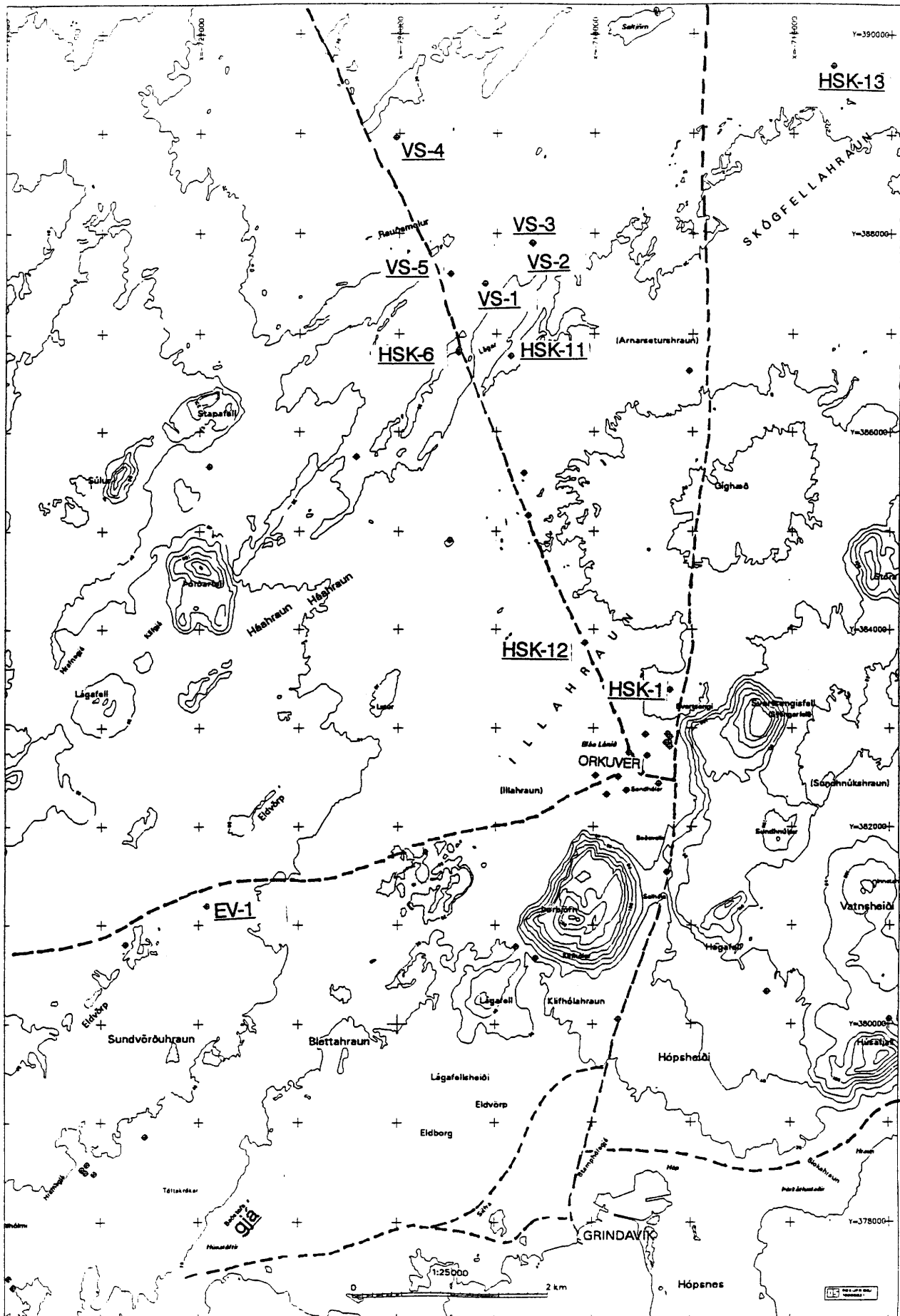
Tafla 2. Efnagreiningar á árinu 1986(mg/l).

Staður Dýpi	HSK-11 m 35 m	HSK-11m 60 m	HSK-11 95 m	HSK-12 28 m	HSK-12 36 m
Dagsetning Númer	86-04-09 86-9055	86-04-09 86-9056	86-04-09 86-9057	86-04-11 86-9058	86-04-11 86-9059
Sýrustig (pH/°C)	7,64/23,4,1	7,20/23,3	7,75/23,9	8,29/21,0	7,58/21,3
Kísill (SiO ₂)	12,6	8,4	18,6	2,6	13,7
Natríum (Na)	34,7	194	9884	35,8	94,4
Kalíum (K)	1,7	11,0	334	3,3	4,9
Kalsíum (Ca)	8,1	92	729	10,0	18,2
Magnesíum (Mg)	7,4	19,6	1025	4,3	12,6
Karbónat (CO ₂)	13,7	67,2	93,1	29,7	23,6
Súlfat (SO ₄)	10,4	46,5	2311	4,0	22,9
Klóríð (Cl)	69,3	485	17630	59,2	181,4
Flúoríð (F)	0,07	0,12	0,08	0,03	0,06
Járn (Fe)	0	1,89	12,36	0	0
Mangan (Mn)	-	-	4,39	-	-
Uppleyst efni (TDS)	182	907	36330	127	408
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-7,80	-7,65	-0,43	-7,45	-7,65
Staður Dýpi	HSK-6 32 m	HSK-6 60 m	HSK-6 74 m	HSK-13 25 m	Baðstofu gjá
Dagsetning Númer	86-04-22 86-9075	86-04-22 86-9076	86-04-22 86-9077	86-04-09 86-9053	86-09-27 86-9160
Sýrustig (pH/°C)	8,48/23,4	7,27/23,5	7,05/23,9	7,09/23,0	7,55/20,3
Kísill (SiO ₂)	9,0	11,3	6,5	7,8	15,4
Natríum (Na)	19,9	21,9	5947	15,7	155
Kalíum (K)	1,2	1,3	182	1,1	5,7
Kalsíum (Ca)	4,2	4,9	494	3,2	23
Magnesíum (Mg)	3,9	4,5	701	2,8	21,7
Karbónat (CO ₂)	10,5	11,3	88,4	8,5	19,2
Súlfat (SO ₄)	5,1	7,4	1582	5,2	32,2
Klóríð (Cl)	36,8	42,0	12494	29,2	305
Flúoríð (F)	0,04	0,05	0,10	0,09	0,05
Járn (Fe)	0,17	0,11	35,6	0,29	0
Mangan (Mn)	-	-	7,43	-	-
Uppleyst efni (TDS)	91	111	25968	82	613
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-7,77	-7,84	-2,51	-7,43	-7,68

Tafla 3. Efnagreiningar frá árinu 1996 (mg/l).

Staður Dýpi	HSK-6 32 m	HSK-6 65 m	VS-5 dælt	VS-2 dælt	HSK-9 dælt	HSK-10 dælt
Dagsetning Númer	96-09-11 96-0261	96-09-11 96-0262	96-09-11 96-0263	96-09-11 96-0264	96-09-13 96-0265	96-09-13 96-0266
Leiðni ($\mu\text{S}/^\circ\text{C}$)	140/25	25400/25	110/25	211/25	308/25	214/25
Sýrustig ($\text{pH}/^\circ\text{C}$)	8,30/21,3	7,31/21,2	7,50/20,8	7,55/21,2	7,57/21,8	7,75/21,5
Kísill (SiO_2)	4,8	8,2	9,8	12,3	14,1	13,0
Natríum (Na)	16,3	7030	13,0	23,1	35,7	23,5
Kalíum (K)	0,8	184	0,6	1,1	1,5	1,1
Kalsíum (Ca)	3,4	581	2,6	5,6	8,5	5,6
Magnesíum (Mg)	3,0	810	2,4	4,9	7,4	4,9
Karborát (CO_2)	13,2	96,7	17,5	18,4	22,8	16,6
Súlfat (SO_4)	4,6	1481	3,9	6,9	10,1	6,9
Klóríð (Cl)	29,5	13292	20,6	46,9	70	46,5
Flúoríð (F)	0,09	0,08	0,05	0,09	0,09	0,06
Brómíð (Br)	0,09	41,5	0,07	0,15	0,23	0,15
Bór (B)	0,03	1,84	0,02	0,016	0,024	0,013
Járn (Fe)	0,151	43,7	0,072	0,008	0,198	0,014
Mangan (Mn)	0,023	3,31	0,022	0,001	0,001	0,000
Ál (Al)	0,002	0,003	0,004	0,005	0,006	0,006
Uppl. efni (TDS)	72	25380	59	123	173	118
$\delta^{18}\text{O}$ (‰ SMOW)	-7,87	-2,46	-7,92	-7,89	-7,88	-7,89

Staður Dýpi	Baðstofu gjá	Eldvörp 50 m	HSK-12 28 m	HSK-11 32 m	HSK-11 60 m	Hitaveitu gjá
Dagsetning Númer	96-09-13 96-0278	96-09-17 96-0279	96-09-13 96-0267	96-09-17 96-0268	96-09-17 96-0269	96-11-27 96-0528
Leiðni ($\mu\text{S}/^\circ\text{C}$)	1551/25	315/25	593/25	519/25	8150/25	319/25
Sýrustig ($\text{pH}/^\circ\text{C}$)	7,50/21,6	7,59/22,1	7,65/21,6	7,38/21,7	6,35/22,0	7,65/21,3
Kísill (SiO_2)	15,0	14,1	10,1	9,16	12,2	14
Natríum (Na)	239	45	84,6	57,4	779	36,1
Kalíum (K)	21,7	2,1	4,5	2,9	25,8	1,49
Kalsíum (Ca)	36	8,3	12,8	19,9	425	8,52
Magnesíum (Mg)	14,3	6,4	7,8	7,1	159	7,52
Karborát (CO_2)	21,9	14,8	29,8	19,3	380	14
Súlfat (SO_4)	17,0	9,1	101	16,6	223	9,9
Klóríð (Cl)	447	73	147	125	3145	75
Flúoríð (F)	0,06	0,14	0,06	0,09	0,08	0,12
Brómíð (Br)	1,56	0,24	0,49	0,43	10,7	-
Bór (B)	0,19	0,02	0,046	0,029	0,272	-
Járn (Fe)	0,012	0,041	0,015	0,013	404	0,0123
Mangan (Mn)	0,000	0,005	0,055	0,011	5,43	0,0002
Ál (Al)	0,004	0,004	0,004	0,002	0,001	-
Uppl. efni (TDS)	844	150	317	290	6150	169
$\delta^{18}\text{O}$ (‰ SMOW)	-7,59	-7,88	-7,81	-7,93	-7,20	-7,97



Mynd 1. Afstöðumynd af mælingaholum í grennd við Svartsengi.

Tafla 4. Mælingar í eftirlitsholum umhverfis vinnslusvæði Hitaveitu Suðurnesja 1982 - 1999.

Holunafn fast nr.	númer hitamæl.	númer leiðnimæl.	dagsetning dg-mán-ár	Holunafn fast nr.	númer hitamæl.	númer leiðnimæl.	dagsetning dg-mán-ár
EV-01	14228	14229	4-2-1983	HSK-13	14218	14219	22-9-1982
16421	19306	-	31-5-1995	16401	14220	14221	2-11-1984
-	19307	21585	30-9-1996	-	14222	14223	26-2-1986
-	19308	21673	20-10-1997	-	14224	14225	9-4-1986
-	21404	21412	20-04-1999	-	14251	-	20-12-1989
HSK-11	14164	14164	24-3-1982	-	10256	10257	9-7-1991
16610	14166	14167	22-9-1982	-	-	13143	2-4-1992
-	14168	14169	30-10-1984	-	13118	21574	20-4-1993
-	14172	14173	9-4-1986	-	19309	-	24-6-1997
-	10268	21600	20-12-1989	VS-01	14241	14305	2-8-1989
-	10260	10261	9-7-1991	16621	14242	21653	13-9-1989
-	13132	13141	2-4-1992	-	14243	-	20-12-1989
-	13116	13121	24-4-1993	-	13136	13145	2-4-1992
-	13869	13870	30-12-1993	-	13110	13125	20-4-1993
-	19279	21658	26-5-1995	-	13877	13878	30-12-1993
-	19281	21583	18-11-1996	-	19088	19089	26-5-1995
-	19283	21672	20-10-1997	-	19286	19090	26-5-1995
-	21402	21410	20-04-1999	-	19287	21458	30-9-1996
HSK-06	14046	14074	24-3-1982	-	19288	21670	20-10-1997
16606	14048	14049	22-9-1982	-	21398	21406	20-04-1999
-	14050	14051	30-10-1984	VS-02	14244	14306	2-8-1989
-	14052	14053	22-4-1986	16622	14245	21654	13-9-1989
-	10272	21599	20-12-1989	-	13111	13126	20-4-1993
-	10254	10255	9-7-1991	-	13879	13880	30-12-1993
-	13135	13144	2-4-1992	-	19289	-	26-5-1995
-	13115	13120	20-4-1993	-	19290	21587	30-9-1996
-	13871	13872	30-12-1993	-	19291	21669	20-10-1997
-	19274	19275	26-5-1995	VS-03	14246	14307	2-8-1989
-	19276	21584	18-11-1996	16623	14247	21655	13-9-1989
-	19278	19277	20-10-1997	-	10278	14357	20-12-1989
-	21400	21408	20-04-1999	-	13137	13146	2-4-1992
HSK-01	14000	14001	22-9-1982	-	13112	13127	20-4-1993
16601	14002	14003	30-10-1984	-	13881	13882	30-12-1993
-	14004	14005	26-2-1986	-	19292	21663	26-5-1995
-	14006	14007	9-4-1986	-	19293	21588	30-9-1996
-	14238	-	20-12-1989	-	19294	21568	20-10-1997
-	10248	10249	9-7-1991	-	21399	21407	20-04-1999
-	14239	13140	2-4-1992	VS-04	14248	14308	2-8-1989
-	13875	13876	30-12-1993	16624	14249	21656	13-9-1989
-	19305	21661	26-5-1995	-	10280	-	20-12-1989
HSK-12	14194	14195	22-9-1982	-	13138	-	2-4-1992
16612	14196	14197	30-10-1984	-	13113	21675	20-4-1993
-	14198	14199	11-4-1986	-	13883	13884	30-12-1993
-	10271	-	20-12-1989	-	19295	21664	26-5-1995
-	10252	10253	9-7-1991	-	19296	21589	30-9-1996
-	13133	13142	2-4-1992	-	19297	21667	20-10-1997
-	13117	13122	20-4-1993	-	21403	21411	20-04-1999
-	13873	13874	30-12-1993	VS-05	14250	-	13-9-1989
-	19302	21659	26-5-1995	16625	10282	-	20-12-1989
-	19303	-	30-9-1996	-	13139	-	2-4-1992
-	19304	21671	20-10-1997	-	13114	13129	20-4-1993
-	21401	21409	20-04-1999	-	13885	13886	30-12-1993
				-	19299	21665	26-5-1995
				-	19300	21590	30-9-1996
				-	19301	21666	20-10-1997
				-	21397	21405	20-04-1999

6. Mælingar í einstökum holum

Hér á eftir eru birtar þær hita- og leiðnimælingar, sem gerðar hafa verið í eftirlitsholum (og gjám) umhverfis og á ferskvatnsvinnslusvæði Hitaveitu Suðurnesja á árunum 1982 til 1999. Í töflu 4 hér að framan er yfirlit um þessar mælingar. Þær eru geymdar í gagnasafni Orkustofnunar. Hver einstök mæling hefur þar sitt sérstaka númer, sem fram kemur í töflunni.

Þá eru einnig bornar saman efnagreiningar, sem gerðar voru á sýnum úr einstaka holum árin 1986 og 1996, en þær greiningar er að finna í töflum 2 og 3 í kafla 5, þar sem sérstaklega er um þær fjallað.

Eins og fram kemur í 4. kafla hér að framan urðu á þessu árabili allnokkrar breytingar á þeim föstu mælingastöðum, sem fylgst hefur verið með. Sumar af eftirlitsholum hafa gengið úr skaftinu, eins og HSK - 1 og HSK - 13, sem eru orðnar of grunnar til mælinga. Aðrar holur hafa verið boraðar, þó ekki beinlínis í stað hinna; VS - 1 til VS - 5.

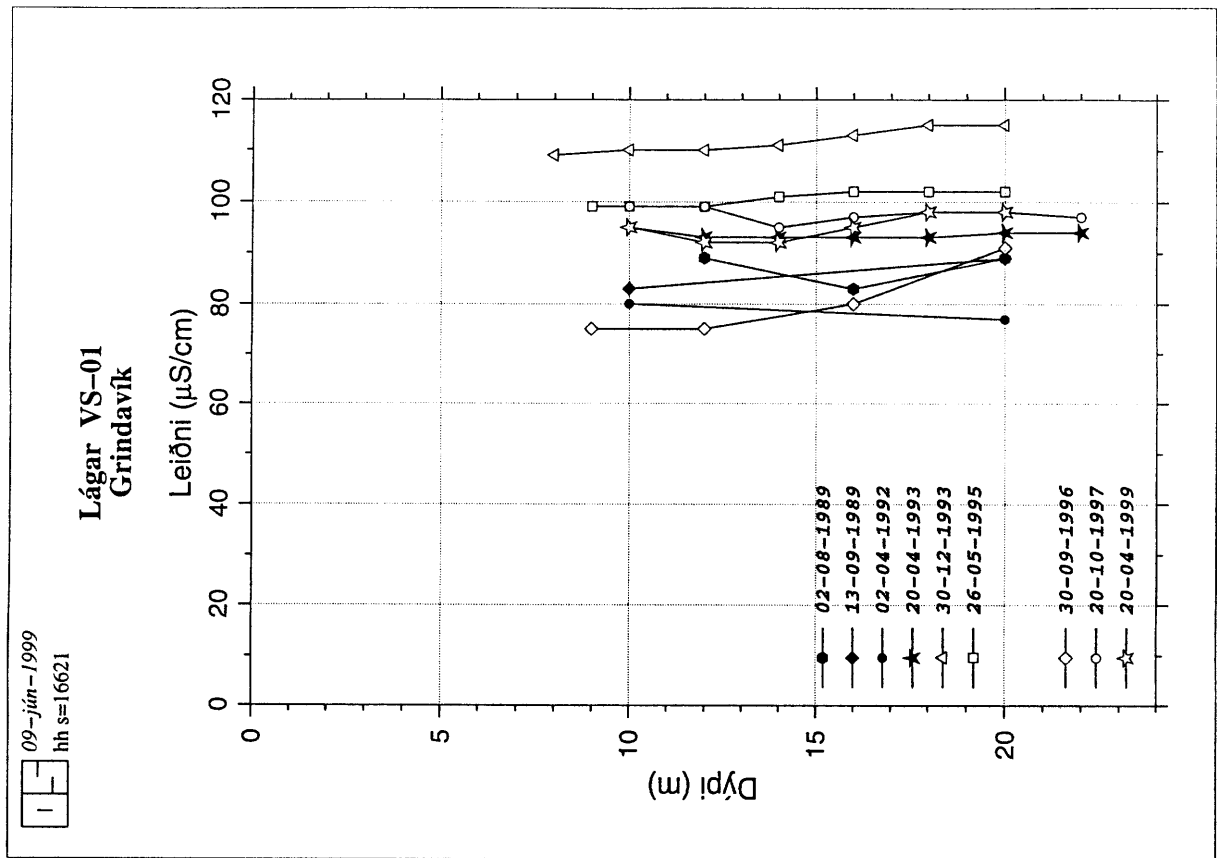
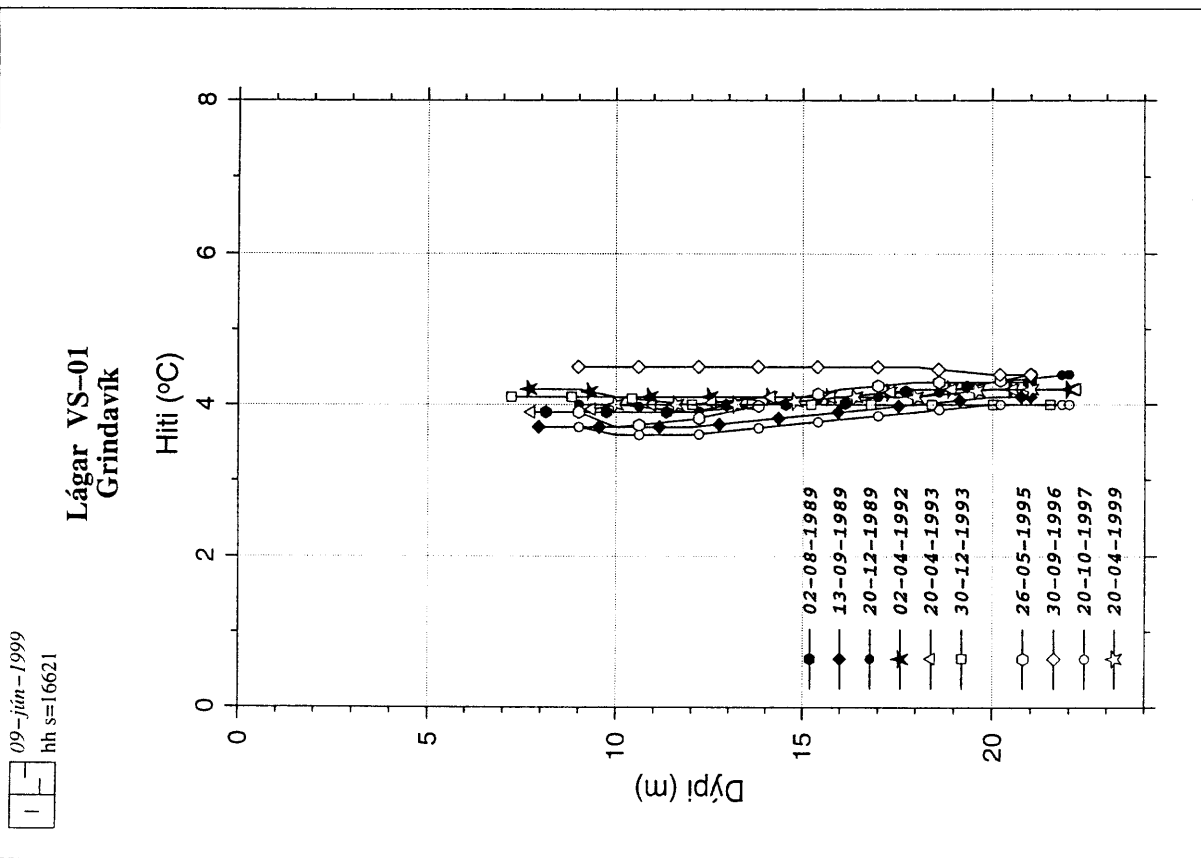
Hér er ekki fjallað neitt um hvaða jarðmyndanir þessar eftirlitsholur skera, þó víst sé að jarðlag geti haft áhrif á mælingarnar. Hvað þetta varðar vísast á fyrri skýrslur Orkustofnunar. Um HSK - holurnar er til að mynda fjallað í skýrslu Freysteins Sigurðssonar 1985. *Jarðvatn og vatnajarðfræði á utanverðum Reykjanesskaga, IV. hluti. Viðaukar um grunnvatn.* Um jarðfræði VS - holanna fjölluðu Þórólfur H. Hafstað og Freysteinn Sigurðsson 1989: *Vatnsveita Suðurnesja. Rannsóknarholur við Rauðamel.*

6.1 VS - 1

Þessi hola var boruð síðsumars árið 1989 Hún er boruð í gegnum dyngjuhraun, Sandfells-hæðarhraun, og er tæpan kílómetra suðaustur af Rauðamel, svo sem sýnt er á mynd 1. Holan er fóðruð með 4" raufuðu járnrori niður á 20 m dýpi. Hita- og leiðnimælingar miða við efri brún þess í 9,55 m y.s. Í holunni er síritandi vatnshæðarmælir; vhm 260. Nánari grein er gerð fyrir jarðlagaskipan og frágangi; sjá Þórólfur H. Hafstað og Freysteinn Sigurðsson 1989.

Hitastigull er er breytilegur í holunni, stundum enginn en oft um 0,3°C/20 m. Hækkaði heldur til 1993, en lækkaði svo aftur. Mælingin í september 1996 sker sig úr.

Leiðni er lág en breytileg (80 - 120µS/cm). Athyglisvert er, að leiðni virðist hafa hækkað, úr 90 µS/cm árið 1989 í um 120 µS/cm 1993. Einnig hér sker mælingin í september 1996 sig nokkuð frá hinum.



Mynd 2. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - I.

6.2 VS - 2

Holan VS-2 var boruð í júliflok 1989. Hún hrundi saman neðan 14,8 m, ofar er hún fódruð með \varnothing 63 mm götuðu plasti. Mælt er í holunni mest fyrir siðasakir, því holan VS - 3, sem er mun dýpri, er kippkorn frá. Mælingarnar eru miðaðar er við barm fóðringar í 11,34 m y.s. Nánari grein er gerð fyrir jarðlagaskipan og frágangi; sjá Þórólfur H. Hafstað og Freysteinn Sigurðsson 1989.

Hitamunur er nokkur á milli ára, $3\frac{1}{2}^{\circ}$ - $4\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$, enda er vatnshitinn vísast mikið háður árstíma og veðurfari. Leiðnin mælist alla jafnan 140 - 150 μS . Leiðnimæling í septemberlok 1996 sýnir óvenju lágt gildi allra efst í holunni og svo var einnig efst í VS-3.

Tafla 5.

Efnagreining á vatni úr VS - 2 (mg/l).

Staður Dagsetning Númer	VS - 2 96-09-11 96-0264
Leiðni ($\mu\text{S}/^{\circ}\text{C}$)	211/25
Sýrustig	7,55/21,2
Kísill (SiO_2)	12,3
Natríum (Na)	23,1
Kalíum (K)	1,1
Kalsíum (Ca)	5,6
Magnesium (Mg)	4,9
Karbonsat (CO_2)	18,4
Súlfat (SO_4)	6,9
Klóríð (Cl)	46,9
Flúoríð (F)	0,09
Brómíð (Br)	0,15
Bór (B)	0,016
Járn (Fe) ²	0,008
Mangan (Mn)	0,001
Ál (Al)	0,005
Uppleyst efni (TDS)	123
$\delta^{18}\text{O}$ (‰ SMOW)	-7,89

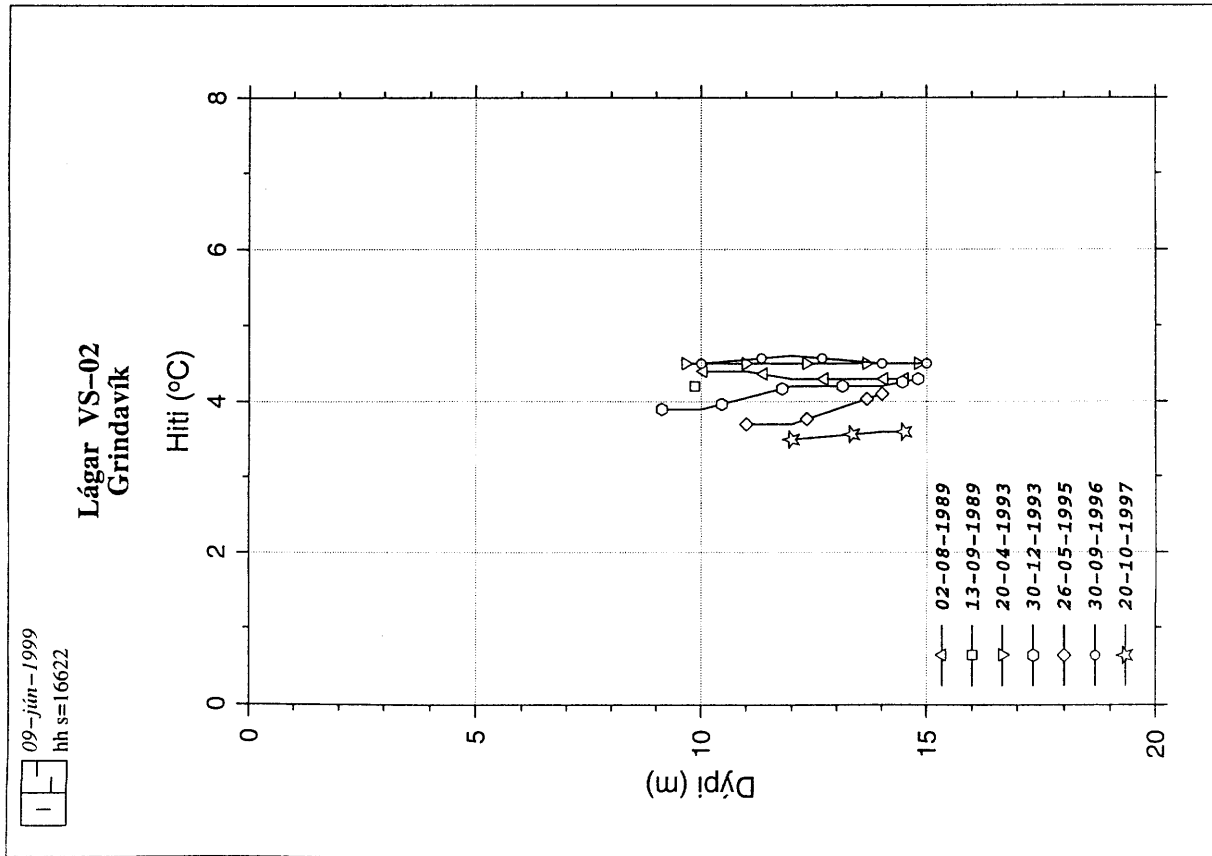
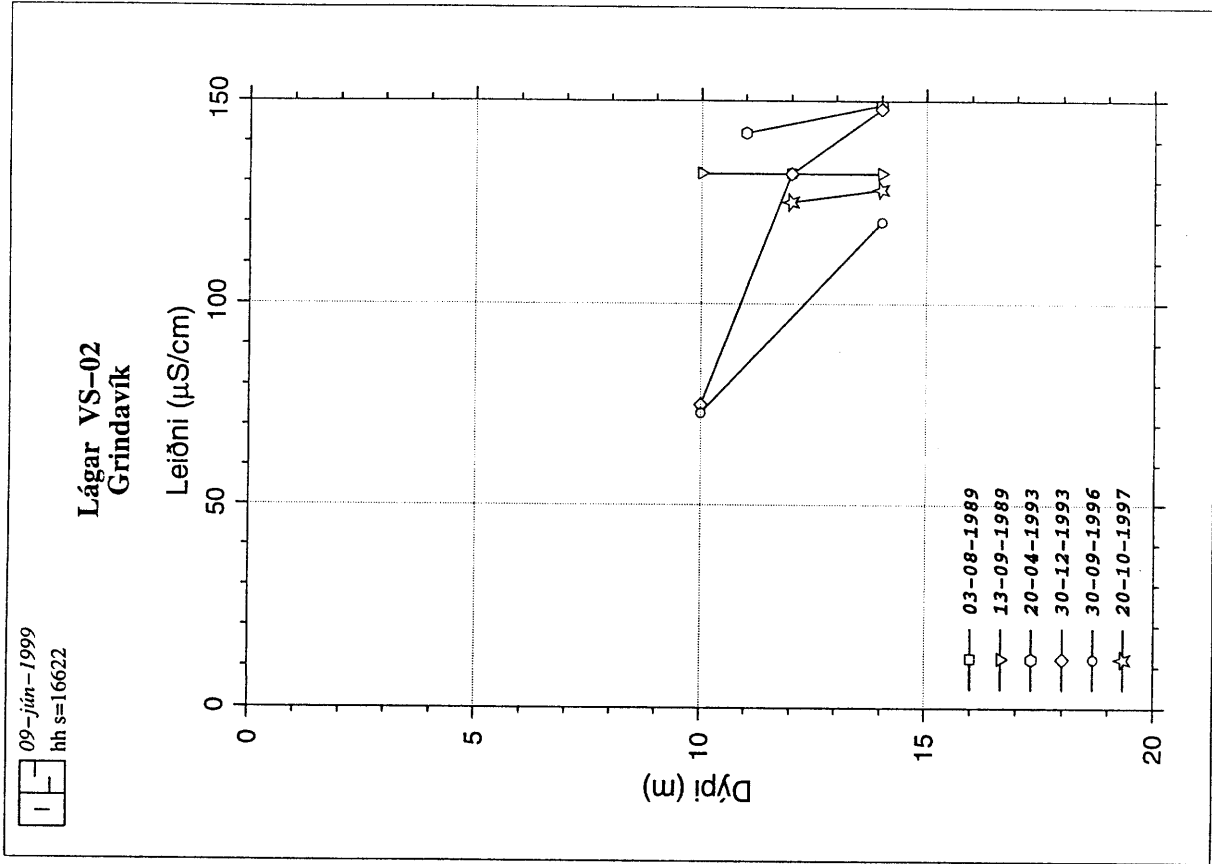
Hola VS-2 var valin til að taka úr sýni, sem lýsa skyldi efnastandi ferskvatnsins á þessum slóðum, vegna þess að hún er hrein. Bæði VS-1 og VS-3 og ekki síður HSK-11 eru heldur subbulegar, hverju svo sem um er að kenna. Hugsanlega er það vegna járnbakteríumengunar, en báðar eru þær vandlega fóðraðar niður fyrir vatnsborð.

Járnfóðringin í VS-2 margslitnaði hins vegar við borun, en það járn er langt neðan við núverandi holubotn (á 14,8 m dýpi). Vatnsborð var á 10,06 m dýpi þegar sýni var tekið.

Dælt var úr holunni nokkra stund með sýnatökudælu, sem sökk var á um 14 m dýpi, áður en sýni var tekið. Vatnið varð strax hreint.

Leiðni vatns mælist hér alla jafnan um 150 μS , en í efnagreiningasýni, sem tekið var þrem vikum fyrr, er hún mun hærri; 211 μS . Verulegur munur er yfirleitt á leiðni mældri í sýnum og leiðni mældri í borholum á þessu svæði, en á því er lítil regla. Leiðnin mældist oftast minni í holunum, stundum mun minni. Einhlítar skýringar eru ekki á þessu. Mælingarnar í borholunum eru oftast í góðu samræmi innbyrðis, bæði milli ára og milli borhola, svo hér er sennilega ekki um stórtækar breytingar á mælingum og mælitækjum að ræða. Sýnin eru annað hvort tekin með dælingu eða sýnataka. Þau eru síuð áður en leiðnin er mæld í þeim. Óhreinindi í holunum gefa valdið truflunum, en við sýnatökuna getur verið tekið vatn, sem er ekki fyllilega sambærilegt við nær kyrrstætt vatn á sama dýpi við mælingar.

Styrkur klóríðs í VS-2 er um 50 mg/l, sem er mun lægra en við vatnsbólun í Gjá í Lágum (70-75 mg/l), en mun hærri en í HSK-6 (30 mg/l), VS-5 (um 20 mg/l), HSK-13 (um 30 mg/l) og við Seltjörn (20-30 mg/l), en þessar borholur eru næst við VS-2, þeirra sem sýni eru úr. Mikill klórstyrkur við Gjá í Lágum hefur verið skýrður með aðrennsli jarðhitablandaðs vatns úr austri eða suðaustri. Dregur þá eðlilega úr honum í átt til VS-2, en aukið innstreymi úr norðvestri í kjölfar vatnstöku á Lágasvæði hefur að líkindum leitt til minni klórstyrks í HSK-6 og lágs klórstyrks og lágs vatnshita í VS-5. Kemur þessi dreifing klóríðs (og vatnshita) því allvel heim við núverandi hugmyndir um grunnvatnssvæðið. Efnainnihald í VS-2 er að öðru leyti í góðu samræmi við klóríðstyrk og vatnasvið á lítt grónu hraunasvæði, nema hvað kalíum er e.t.v. með meira móti og gera verður ráð fyrir lágu Na/Cl-hlutfalli, eins og fyrr segir.



Mynd 3. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 2.

6.3 VS - 3

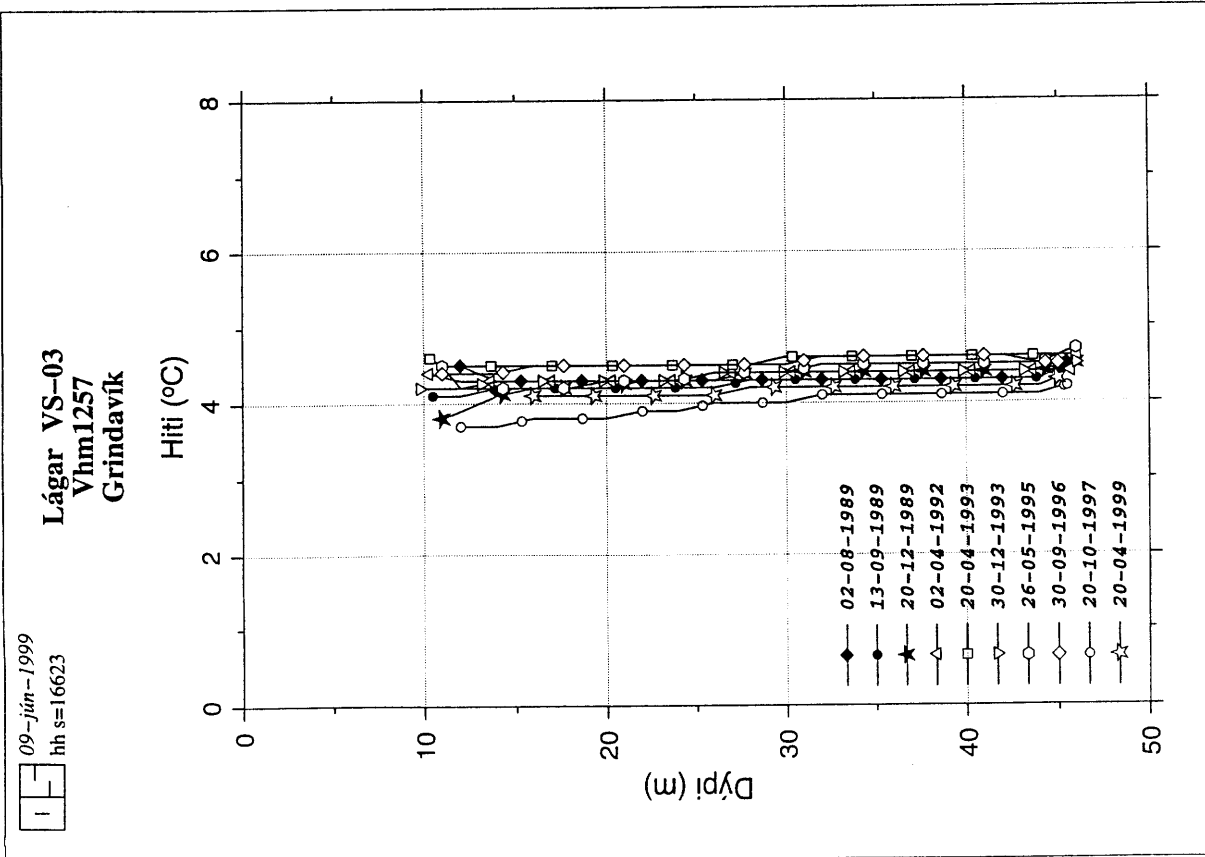
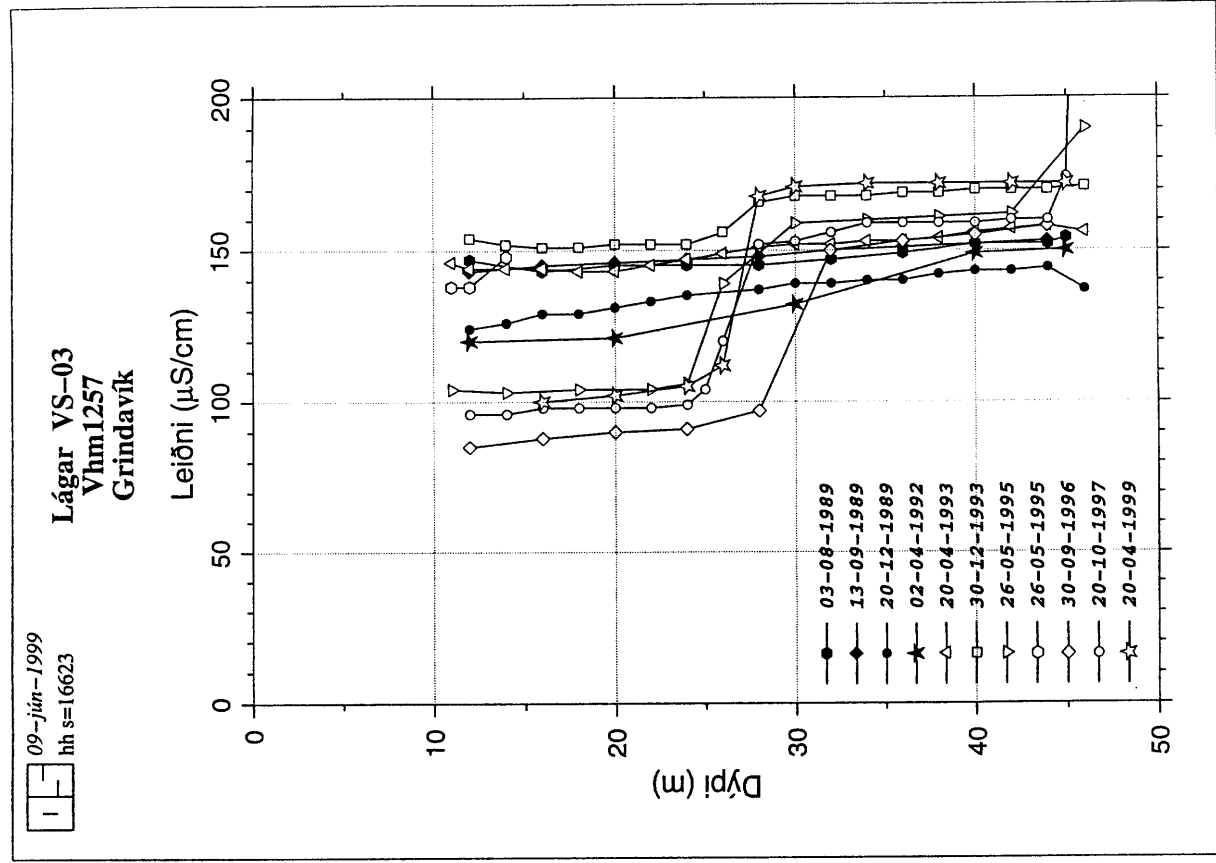
Holan VS-3 er undir misgengisbroti, ríflega kílómetra beint norðan við dælustöðvarnar í Lágum. Hún var boruð í júlilok 1989 og átti að ná niður í gegnum ferskvatnslagið og ofan í jarðsjó. Eins og fram kemur á mælingunum tókst það ekki þrátt fyrir ítrekaðar tilraunir til að bora niður úr hrungjörnum jarðlögum. Holan er fóðruð í botn með \varnothing 63 mm götuðu plaströri, en allra efst er 3" járnfóðring, sem nær örlítið ofan í vatn. Mælingarnar eru miðaðar við fóðringarbrún, sem er í 12,12 m y.s. Síritandi vatnshæðarmælir er í holunni; vhm 257. Nánari grein er gerð fyrir jarðlagaskipan og frágangi; sjá Þórólfur H. Hafstað og Freysteinn Sigurðsson 1989.

Oftast er hitastigull í holunni, þó lítill sé ($0,2 - 0,4$ °C/35 m), en hiti í holunni er oftast á bilinu $4^{\circ} - 4\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$. Almenn var hitinn hækkandi 1989 - 1993 en lækkaði aftur síðan. Sérlega lágur er hitinn í október 1997.

Hægur stigull er einnig í leiðni ($145 - 155$ $\mu\text{S}/^{\circ}\text{C}$), en síðan 1995 hefur verið glögg lagskipting á 25 - 30 m dýpi, og hefur leiðni verið mun lægri ofan skilanna ($90 - 120$ $\mu\text{S}/^{\circ}\text{C}$). Þessarar lagskiptingar verður ekki vart í hitamælingunum.

Ekki er ljóst hvað veldur leiðniskilunum. Neðri endi járnfóðringar, sem í holunni er, er að því best er vitað töluvert (10 m) ofar en samkvæmt jarðlagasniði á að vera nokkuð þétt hraun á þessu dýptarbili. Hugsanleg skýring er lág grunnvatnsstaða og lágur þrýstingur í grunnvatni í neðri hluta holunnar, sem gæti leitt til ríkjandi úrkomuvatns í þétu hraunstáli í efri hluta holunnar.

Töluverð mórauð óhreinindi eru í holunni, líkast til af völdum járnfóðringar, sem slitnaði við borun og nær einhver hluti hennar niður fyrir grunnvatnsborð. Holan VS-2 er rétt hjá og er rauðalaus og þrifaleg. Úr henni hefur því verið tekið vatn til efnagreininga, þó hún sé mun grynri en VS-3.



Mynd 4. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 3.

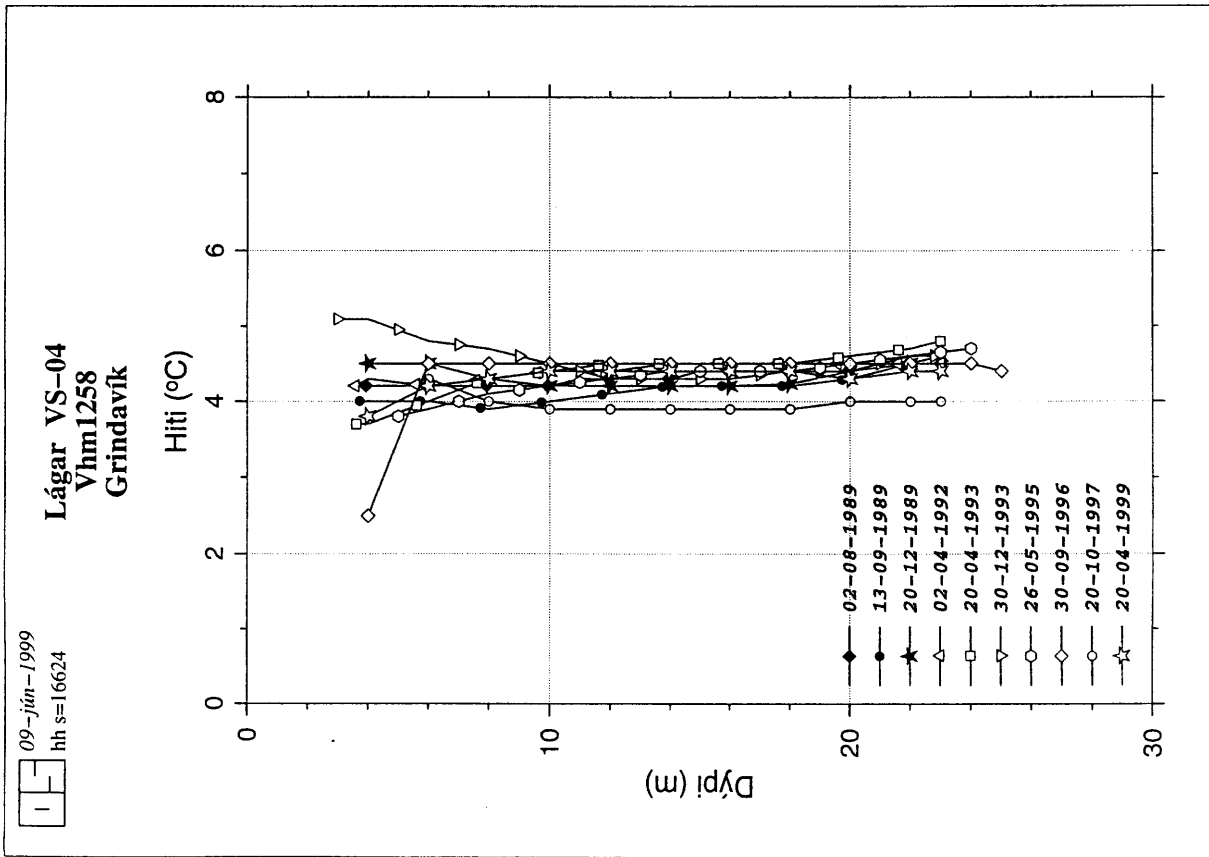
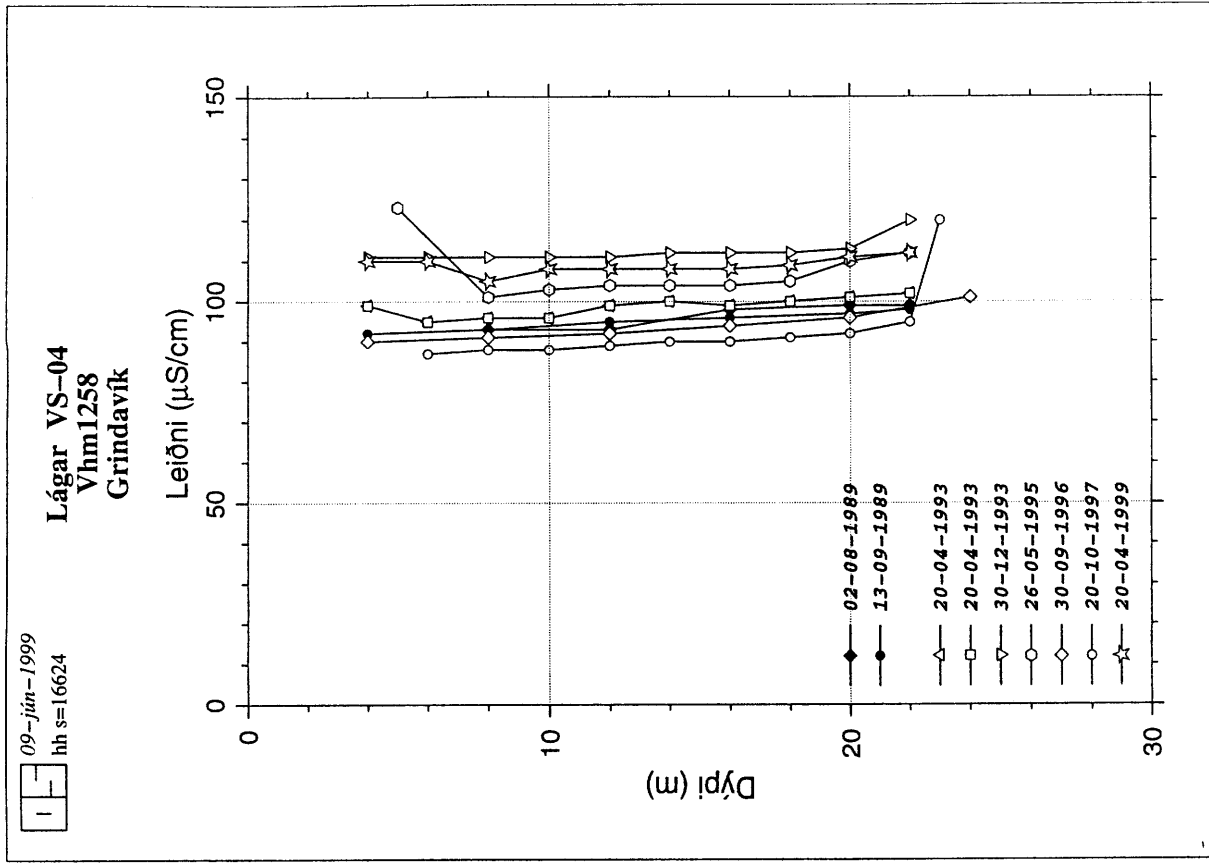
6.4 VS - 4

Þessi hola var boruð í byrjun ágúst 1989 um það bil kílómetra norðan við Rauðamel. Hún er í grágrýti og er fóðruð með \varnothing 63 mm götuðu plaströri, en efst nær járnfóðring örlítið ofan í vatn. Mælingarnar eru miðaðar við fóðringarbrún í 5,25 m y.s. Vatnshæðarsíriti er í holunni; vhm 258. Nánari grein er gerð fyrir jarðlagaskipan og frágangi; sjá Þórólfur H. Hafstað og Freysteinn Sigurðsson 1989.

Grunnt er niður á vatnsborð og nær járnfóðringin ofan í það. Ef til vill gætir lofthita meira en ella fyrir vikið og væri það þá ástæðan fyrir breytilegu vatnshitastigi efst í holunni. Hitasveiflur eru verulegar niður á 10 m dýpi, en þangað niður nær efsta grágrýtislagið. Neðan þess virðist hitinn vera stöðugur.

Nokkur óregla er í hita og leiðni í efstu 2 - 5 m holunnar. Neðar hækkaði hitinn lítillega á árunum 1989 - 1993, en lækkaði svo aftur. Hitastigull er oftast nokkur (oft um $0,5\text{ }^{\circ}\text{C}/20\text{ m}$), en vatnshitinn er $4,0^{\circ}$ - $4,8^{\circ}\text{C}$. Verulegur munur er á milli ára í leiðni ($90 - 120\ \mu\text{S}/\text{cm}$). Leiðnistigull er yfirleitt til staðar, en lágur ($5\ \mu\text{S}/\text{cm}/20\text{ m}$), en í megindrátum fór leiðnin hækkanði árin 1989 - 1993 og lækkaði síðan aftur.

Hér er vatnið ekki rauðamengað líkt og í VS-5 og VS-1, enda nær járnfóðringin ekki nema lítillega ofan í vatn.



Mynd 5. Hita- og leiðnismælingar í holu VS - 4.

6.5 VS - 5

Hola VS-5 er rétt sunnan undir Rauðamel, skammt austan við aðalæð Hitaveitunnar og er staðsetning hennar sýnd á mynd 1. Hún var boruð í ágúst 1989 og var ætluð til eftirlits með hugsanlegri grunnvatnsmengun frá efnisnámunum í Rauðamel. Í henni er 5" járn-fóðring, sem er raufuð neðan við 6 m. Hita- og leiðnimælingar eru miðaðar við holutopp í 11,35 m y.s. Í holunni er vatnshæðarsíriti; vhm 259. Nánari grein er gerð fyrir jarðlagaskipan og frágangi; sjá Þórólfur H. Hafstað og Freysteinn Sigurðsson 1989.

Hitastigull er nánast enginn, hiti er breytilegur milli ára (3,4° - 4,1°C), heldur hækkandi 1989 - 1993 en lækkandi síðan og varð lægstur í október 1997. Hitinn er að meðaltali nærri 3,7°C, sem er talsvert lægra en í nálægum holum (VS - 4 um 4,4°C, VS - 3 um 4,2°C, HSK - 6 um 4,3°C) og sama er að segja um klóríðstyrk (sjá kaflann um VS - 2). Bendir hvorutveggja til tengsla vatnsins við grunnvatnsbungu í Njarðvíkurheiði.

Leiðnistigull er óverulegur en verulegur munur er á leiðni milli ára (75 - 100 µS/cm), sennilega almennt hækkandi 1989 - 1995 en lækkaði 1996 sem gæti hafa verið vegna ímabundinna úrkomuáhrifa því leiðni í efnasýninu, sem tekið var þrem vikum fyrr, mældist 110 µS/cm. Holan er grunn og neðan vatnsborðs eru að miklu leyti sams konar setlög og í Rauðamel. Úrkomu gæti gætt verulega í henni og er lítill klóríðstyrkur (um 20 mg/l) í samræmi við það. Miðað við hann er steinefnauki úr jarðlögum líklega lítill, sem einnig bendir til áhrifa úrkomu.

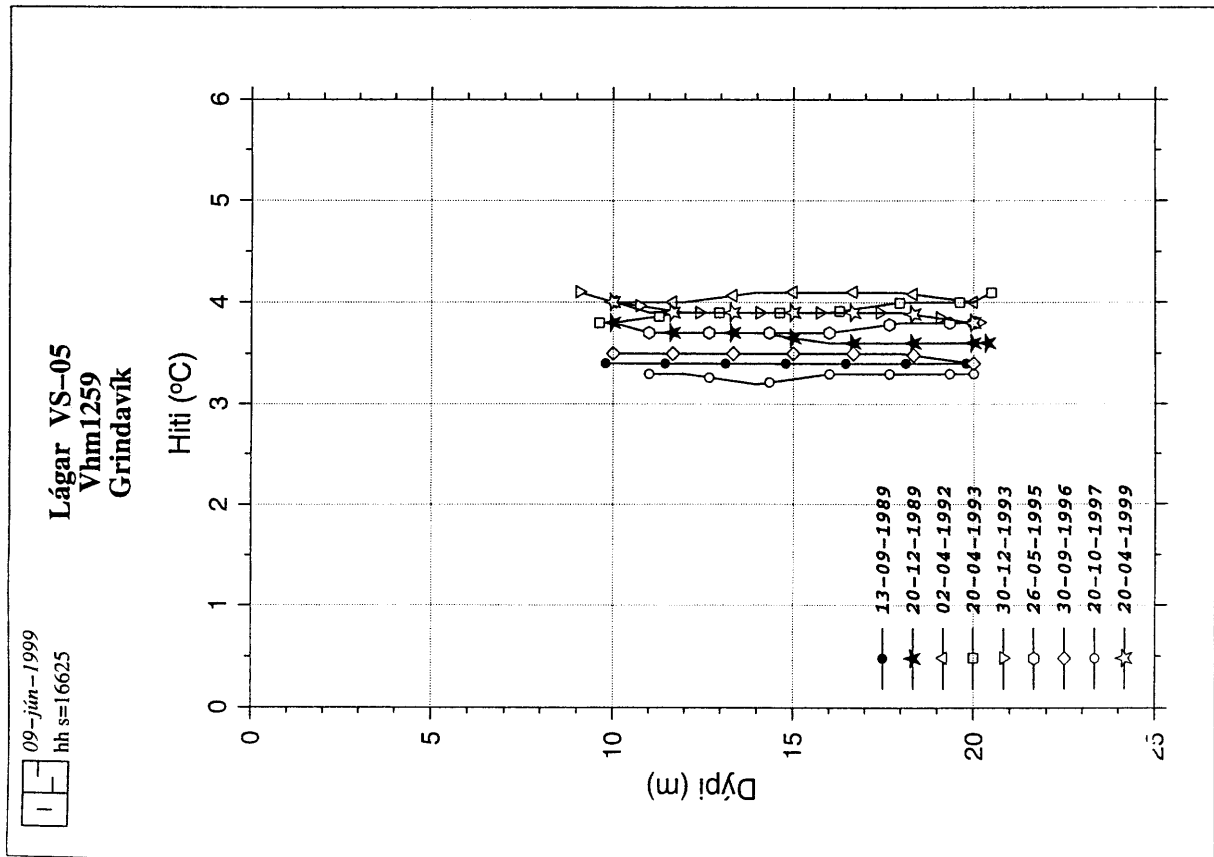
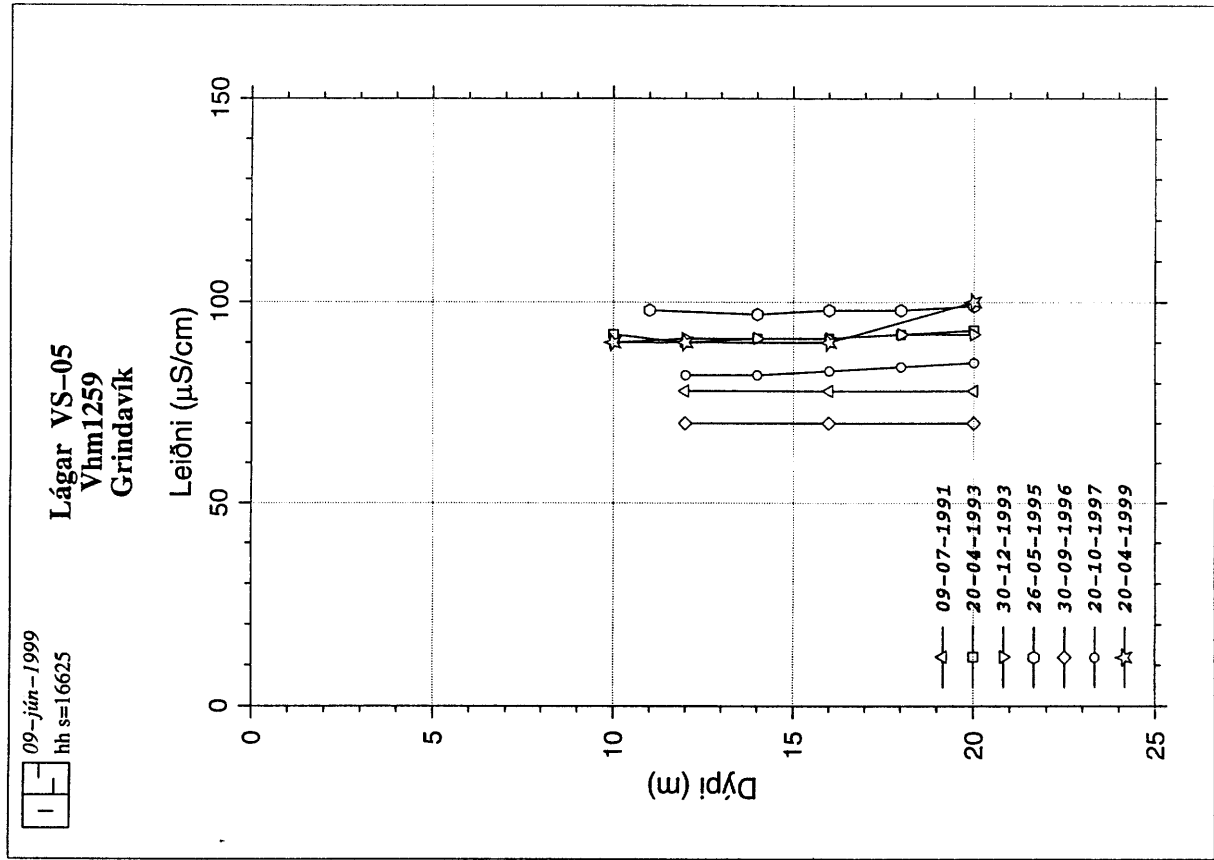
Vatnsborð í holunni var á 10,1 m þegar sýnið var tekið og holubotn mældist á 20,5 m. Dælt var úr holunni í klukkustund með sýnatökudælu, sem var á um 14 m dýpi, áður en sýnið var tekið. Vatnið varð aldrei algerlega hreint, enda er holan fóðruð með járnörri í botn, sem er töluvert atað innan með rauðbrúnni drullu, eins og oft vill verða við þessar aðstæður. Þau járn sambönd, sem þarna eiga hlut að máli, eru ekki vatnsuppleysanleg. Járninnihald er þó heldur í hærri kantinum í sýninu.

Efnainnihald bendir til nokkuð ríkjandi áhrifa úrkomu og fremur lítillar upplausnar úr bergi. Það er í góðu samræmi við lágan vatnshita.

Tafla 6.

Efnagreining vatns úr VS-5 (mg/l).

Staður Dagsetning Númer	VS - 5 96-09-11 96-0263
Leiðni (µS/°C)	110/25
Sýrustig	7,50/20,8
Kísill (SiO ₂)	9,8
Natríum (Na)	13,0
Kalíum (K)	0,6
Kalsíum (Ca)	2,6
Magnesíum (Mg)	2,4
Karbónat (CO ₂)	17,5
Súlfat (SO ₄)	3,9
Klóríð (Cl)	20,6
Flúoríð (F)	0,05
Brómíð (Br)	0,07
Bór (B)	0,02
Járn (Fe)	0,072
Mangan (Mn)	0,022
Ál (Al)	0,004
Uppleyst efni (TDS)	59
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-7,92



Mynd 6. Hita- og leiðnimælingar í holu VS - 5.

6.6 HSK - 1

Holan var boruð árið 1974 og var upphaflega 42,5 m djúp. Staðsetning hennar er sýnd á mynd 1. Dýnamít var sprengt í holunni sumarið 1993 vegna rannsókna á jarðhitakerfinu og hefur hún því ónýtst sem mælingahola fyrir grunnvatn, þar sem hún nær núna aðeins ríflega tvo metra niður fyrir vatnsborð.

Hiti í holunni er afar óreglulegur og í heild bera mælingarnar með sér að vera undir áhrifum jarðhita og jarðhitavinnslu í Svartsengi.

Lagskipting kom fram í hita og leiðni og er yfirborðslagið, oft 2 - 3 m að þykkt, kaldara (11 - 13°C á mót 122 - 14°C) og með lægri leiðni (250 - 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$ á mót 700 - 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ í neðra laginu). Er þetta í samræmi við eldri mælingar, en nú er holan ónýt til mælinga.

Hiti var óreglulegur og oft líkt og lagskiptur. Leiðni var einnig lagskipt og hækkaði alla jafnan niður holuna. Undir yfirborðslagi, á 38 m dýpi, hækkaði hiti 1976 - 1982 úr 11,5 í 13 - 14°C; síðan hefur hitinn verið 12 - 14°C. Sveiflur voru óreglulegar, hiti ef til vill heldur lægri á vorin en á haustin. Leiðni (undir yfirborðslaginu) lækkaði á árunum 1982 - 1986 (úr 1000 í 700 $\mu\text{S}/\text{cm}$), en hefur síðan verið nokkuð stöðug í kring um 800 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Hér gætti ef til vill minna uppstreymis jarðhitavökva (með smávegis sjóblöndu) og meira gufuhitunar og er það í samræmi við breytingar á jarðhita á norðausturhluta jarðhitasvæðisins.

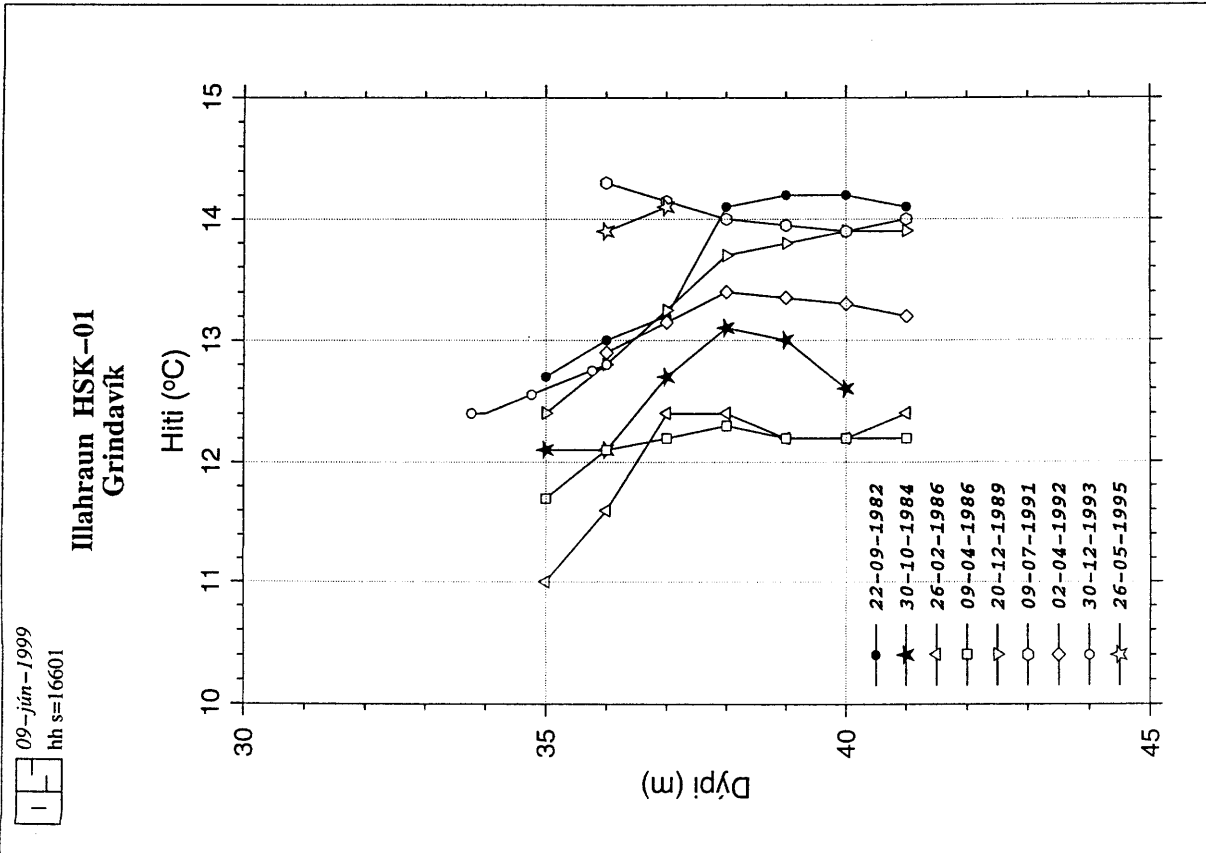
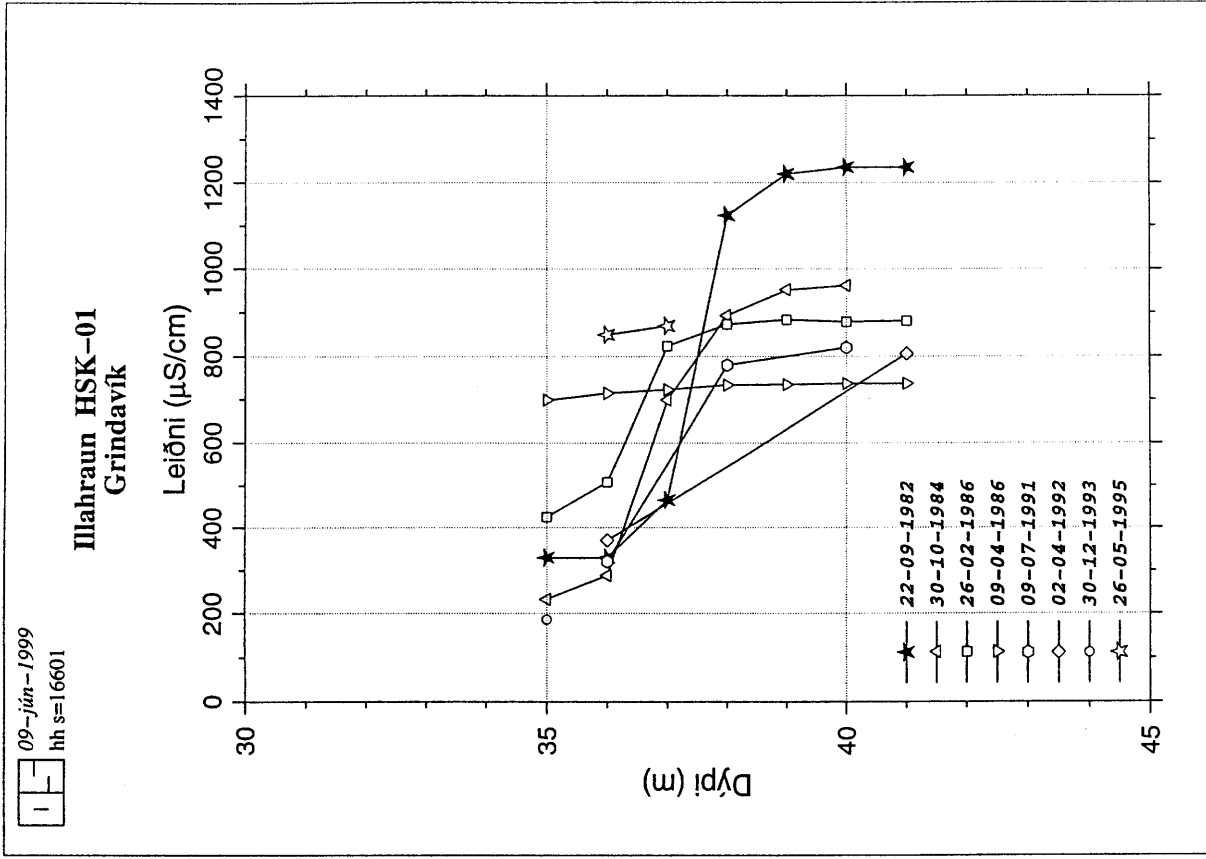
Hita- og leiðnimælingu vantar árið 1996 vegna bilunar í tækjum. Sýnatöku til efnagreiningar varð ekki við komið árið 1996, þar sem holan var orðin of grunn.

Tafla 7.

Efnagreining vatns úr HSK-1 frá 1986.

Staður Dýpi	HSK-1 39 m
Dagsetning Númer	86-04-09 86-9054
Sýrustig (pH/°C)	7,75/22,8
Kísill (SiO ₂)	21,0
Natríum (Na)	150
Kalíum (K)	8,8
Kalsíum (Ca)	16,9
Magnesíum (Mg)	14,5
Karbónat (CO ₂)	24,0
Súlfat (SO ₄)	29,8
Klóríð (Cl)	261
Flúoríð (F)	0,06
Járn (Fe)	0,0
Uppleyst efni (TDS)	557
Súrefni (O ₂)	9
$\delta^{18}\text{O}$ (‰ SMOW)	-7,45

Efnasamsetninin 1986 bendir til þurrðar á súlfati og magnesíum en aukningar í natríum og kalsíum. Þetta eru rakin merki um jarðhitaáhrif, sem vitasluld er í samræmi við vatnshitann. Einnig bendir greiningin til nokkurrar saltmengunar: Uppleyst efni: 557 mg/l; klóríð: 261 mg/l.



Mynd 7. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 1.

6.7 HSK - 12

Holan var boruð í ágúst 1977 og var þá og er enn ríflega 38 m djúp. Holan er aðeins um einn km norður af varmaorkuverinu í Svartsengi, eins og sýnt er á mynd 1. Því er von á töluverðum áhrifum frá varmavinnslu og affallsvökva. Hita- og leiðnimælingarnar miða við holutopp í 25,59 m y.s. Í holunni er vatnshæðarsíriti; vhm. 212. Nánari grein er gerð fyrir jarðlögum sem holan sker í skýrslu Freysteins Sigurðssonar 1985.

Hitastigull er lágur og óreglulegur og mismunandi milli ára. Mest er óreglan á neðstu 4 - 5 metrunum, þar sem hiti stígur yfirleitt, en í mælingunni frá 1997 lækkar hann þar. Hitinn hefur almennt farið hækkandi, þó með rykkjum og bakslögum úr 6,2° - 7,0°C í 8,5° - 9,0°C eða um 2°C á þessum rúmu 15 árum. Heitast var í september 1996 (eins og í VS - 1 en andstætt því sem þá var í flestum öðrum borholum). Mældist þá um 1°C hærri hiti en almennt hafði verið, eða sem mest 8½°C. Einnig var hár hiti í apríl 1999.

Lagskifting er glögg í leiðni á 28 - 31 m dýpi, og er leiðnin í efra laginu nokkuð breytileg (120 - 200 µS/cm) og eru reglulegar breytingar með tíma ekki merkjanlegar. Í neðra laginu er leiðnin nokkuð stöðug; um 700 µS/cm. Ekki er til leiðnimæling frá 1996, þar sem tæki biluðu við mælingu í holunni. Leiðnimæling, sem gerð var á efnagreiningarsýninu þá um haustið fellur allvel að eldri mælingum.

Þrátt fyrir mismun á klóríðstyrk á 28 og á 36 m dýpi var efnainnihaldið líkt að samsetningu í báðum sýnunum. Steinefnaauki (eftir leiðréttingu fyrir fylgni efna við klóríð í úrkomunni og karbónat í vatninu) var svipaður í báðum: Kalsíum 7 og 15 mg/l og natríum 9 og 13 mg/l, kalíum 2,1 og 3,1 mg/l. Rýrnun á sulfati (-3 og 0 mg/l) og lítill styrkur magnesíums (0,4 og 0,5 mg/l) var einnig svipuð. Þetta má túlka sem áhrif frá heitum jarðsjó, svipuðum og í Svartsengi. Athygli vekur lítill styrkur kísils, einkum á 28 m dýpi (2,6 mg/l 1986 og 2,4 mg/l 1979). Á þessu er engin viðhlítandi skýring og eina annað dæmið um svona lítinn kísilstyrk á svæðinu er úr Seltjörn (um 1 mg/l), þar sem kísilþörungar hafa "étið" kísilinn úr vatninu. Ef til vill eru þarna einhver tengsl við afrennsli Bláa lónsins, en það er þó ósannað mál.

Talsverður munur er á efnainnihaldi á 28 m dýpi frá 1996, þó að í sömu átt sé um flest efni (kalsíum 10 mg/l, natríum 18 mg/l, magnesíum -3 mg/l). Mikill munur er á sulfati, sem ekki hefur rýrnað (eins og í heita jarðsjónum) heldur aukist um nærri 80 mg/l. Þessi efnasamsetning minnir mun meira á jarðhitavatn á lág hitasvæðum, en hugsanlega gæti þarna meira hitunar frá brennisteinsríkum jarðhitagufum en frá heitum jarðsjó. Það gæti staðið í sambandi við breytingar á jarðhitunum á jöðrum jarðhitasvæðisins í kjölfar vinnslu og þrýstingslækkunar í jarðhitakerfinu.

Í heild er ljóst, að jarðhitaáhrifa verður vart í HSK - 12 og þau virðast heldur vera að aukast, þó hægt fari.

Tafla 8. Efnasamsetning vatns úr holu HSK - 12 (mg/l) 1986 og 1996.

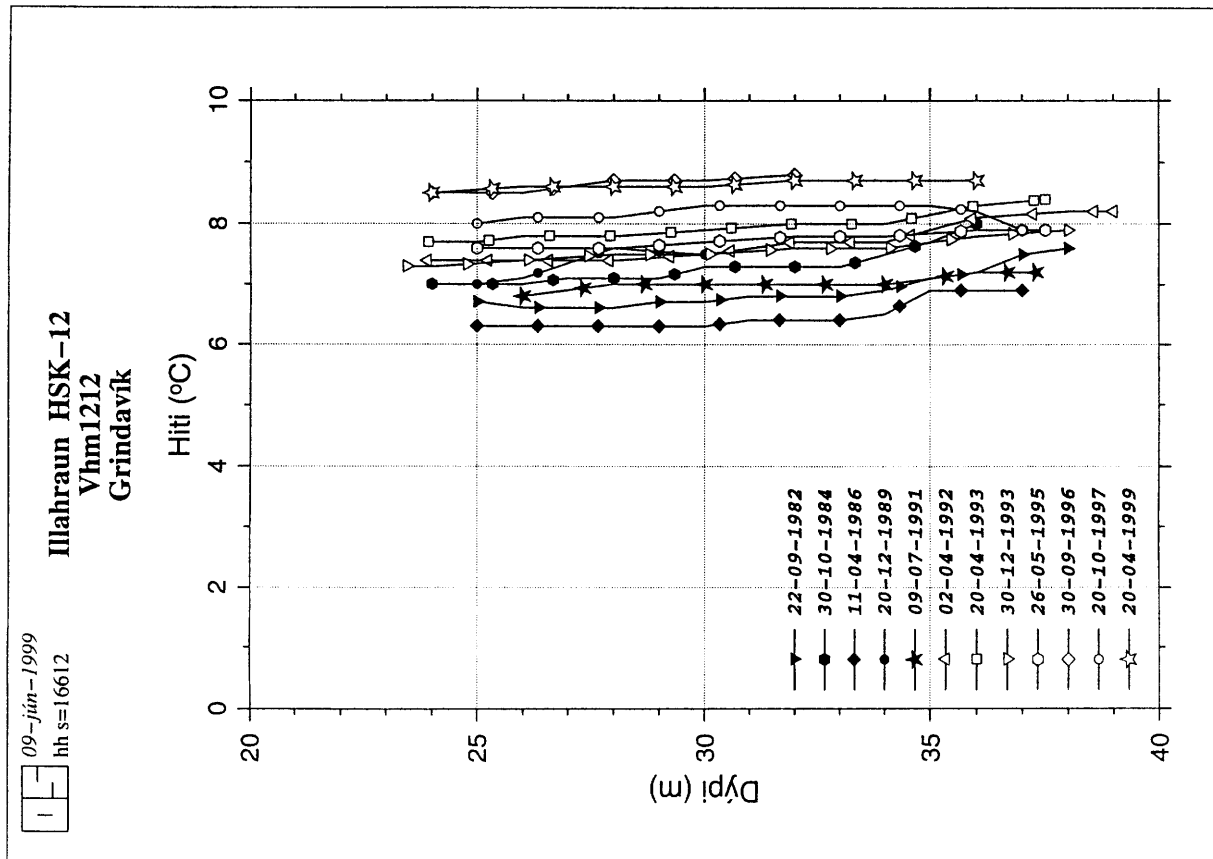
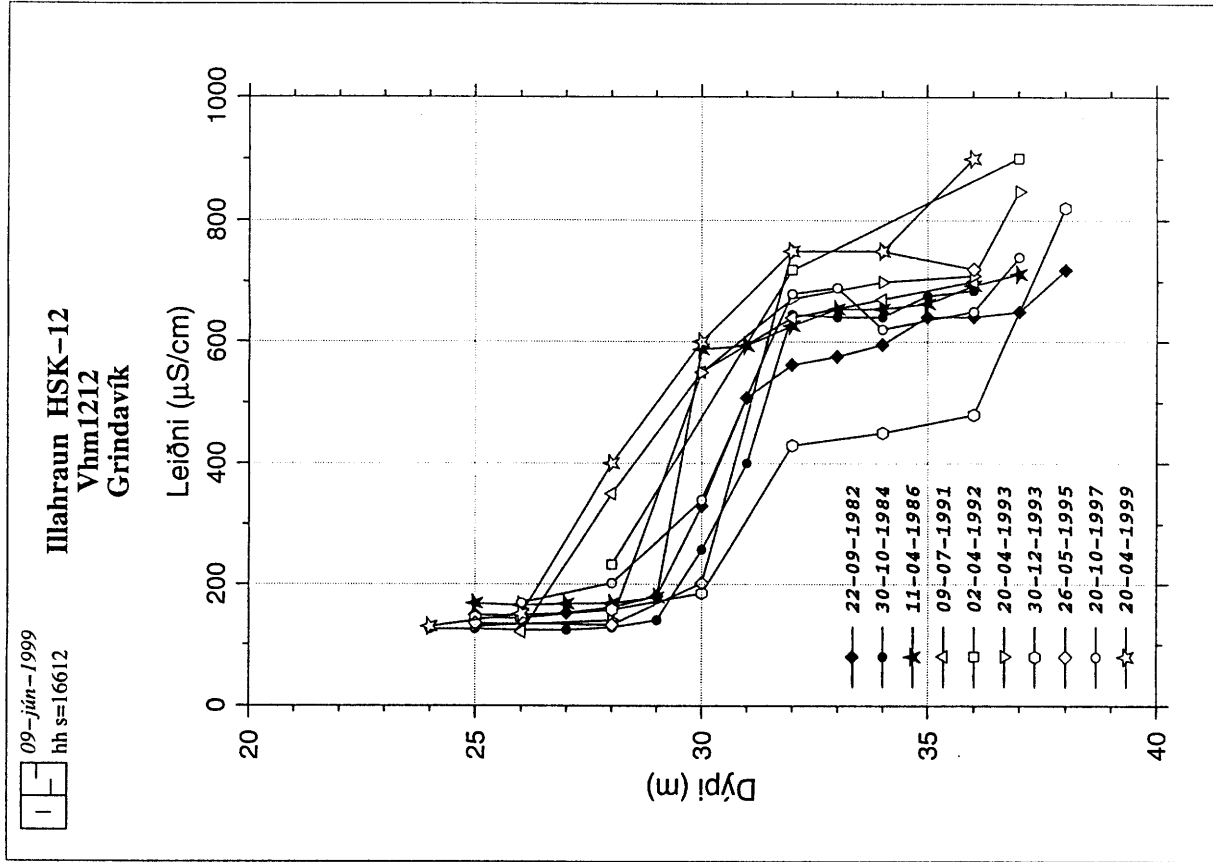
Ártal	1986		1996
Dýpi	28 m	36 m	28 m
Dagsetning Númer	86-04-11 86-9058	86-04-11 86-9059	96-09-13 96-0267
Leiðni ($\mu\text{S}/^\circ\text{C}$)			593/25
Sýrustig ($\text{pH}/^\circ\text{C}$)	8,29/21,0	7,58/21,3	7,65/21,6
Kísill (SiO_2)	2,6	13,7	10,1
Natríum (Na)	35,8	94,4	84,6
Kalíum (K)	3,3	4,9	4,5
Kalsíum (Ca)	10,0	18,2	12,8
Magnesium (Mg)	4,3	12,6	7,8
Karborat (CO_2)	29,7	23,6	29,8
Súlfat (SO_4)	4,0	22,9	101
Kloríð (Cl)	59,2	181,4	147
Fluoríð (F)	0,03	0,06	0,06
Brómíð (Br)	-	-	0,49
Bór (B)	-	-	0,046
Járn (Fe)	0	0	0,015
Mangan (Mn)	-	-	0,055
Al (Al)	-	-	0,004
Uppleyst efni (TDS)	127	408	317
$\delta^{18}\text{O}$ (‰ SMOW)	-7,45	-7,65	-7,81

Sýnið á 28 m dýpi, sem tekið er árið 1986, hefur verið rétt ofan leiðniskilanna í holunni, sem oft eru við 29 m, samkvæmt framanskraðu. Árið 1996 liggja skilin greinilega ofar, en ekki tókst að mæla leiðniferil vegna bilunar. Af þessum sökum eru þessar efnagreiningar í raun ekki samanberanlegar, en hér eru samanteknir nokkrir þættir úr hita- og leiðnimælingunum:

Árið 1986 er hiti og leiðni á 28 m dýpi: $6,3^\circ$, $168 \mu\text{S}$, klóríð: 59 mg/l , TDS: 127 mg/l .

Árið 1996 er hiti og leiðni á 28 m dýpi: $8,7^\circ$, $593 \mu\text{S}$, klóríð: 147 mg/l , TDS: 317 mg/l .

Fóðurrörið í holunni er mjög óhreint innan og er ekki alveg hægt að útiloka að það geti haft einhver áhrif á niðurstöður einstakra efnamælinga.



Mynd 8. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 12.

6.8 HSK - 13

Holan var boruð í ágúst 1977 og var þá 29 m djúp. Nánari grein er gerð fyrir jarðlögum sem holan sker í skýrslu Freysteins Sigurðssonar 1985. Síðan 1986 hefur ekki verið hægt að mæla af neinu viti í holunni, því einhverju rusli hefur verið hent ofan í hana. Nú er hún rétt um 17 m djúp og gjálfrar grunnvatnsborðið við holubotninn. Þessa holu þyrfti að hreinsa, helst að dýpka, setja í hana síritandi þrýstiskynjara og hitamæli, því hún er næstum því eina holan, sem lítt eða ekki er háð vatnsborðs- og straumbreytingum umhverfis vatnstökusvæðið í Lágum.

Hiti á 22 m dýpi í HSK - 13 var 3,4° - 4,2°C á árunum 1976 - 1979 en 3,3° - 4,0°C á árunum 1982 - 1986. Munur á meðaltali er nærri 0,3°C. Leiðni var oftast 120 - 180 µS/cm (1976 - 1979), en um 80 µS/cm síðar (1982 - 1986). Marktæk breyting varð ekki í klóríðstyrk (32 mg/l 1976 - 1979, 29 mg/l 1986).

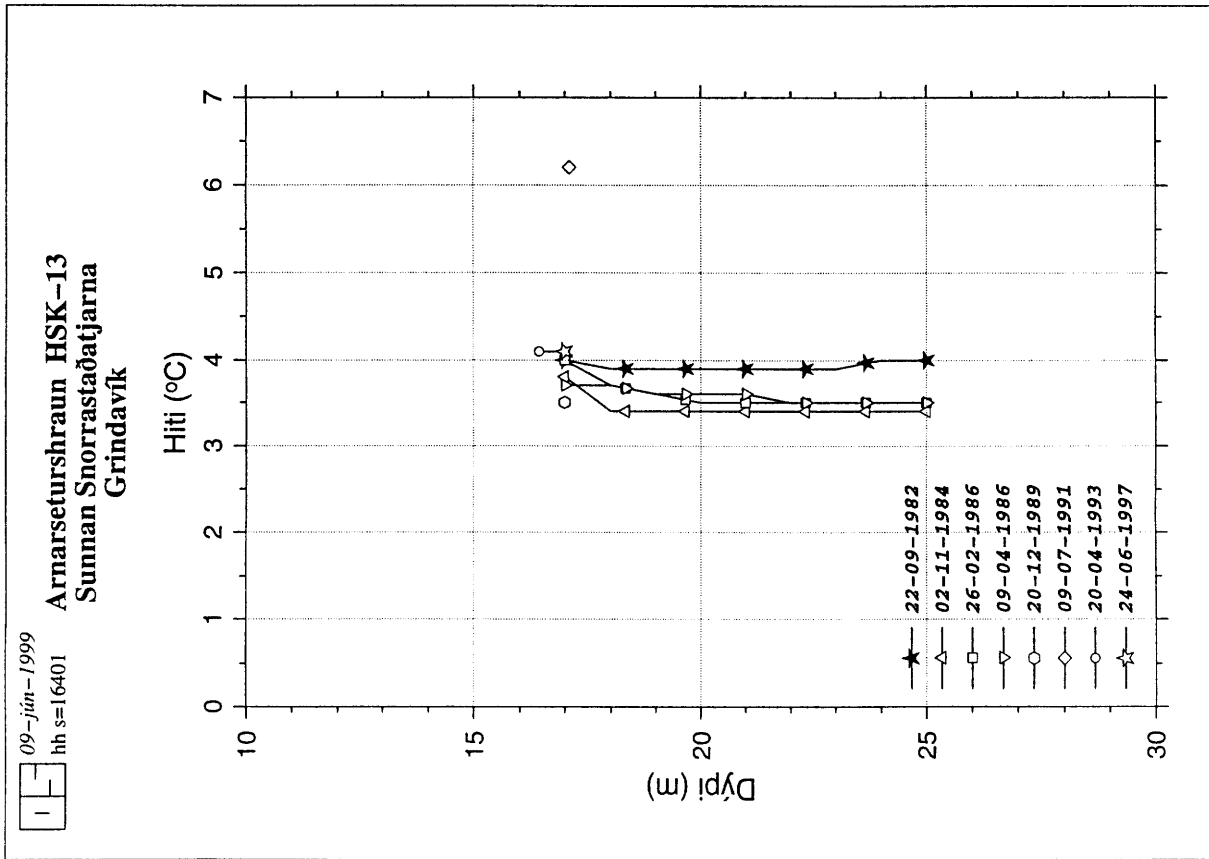
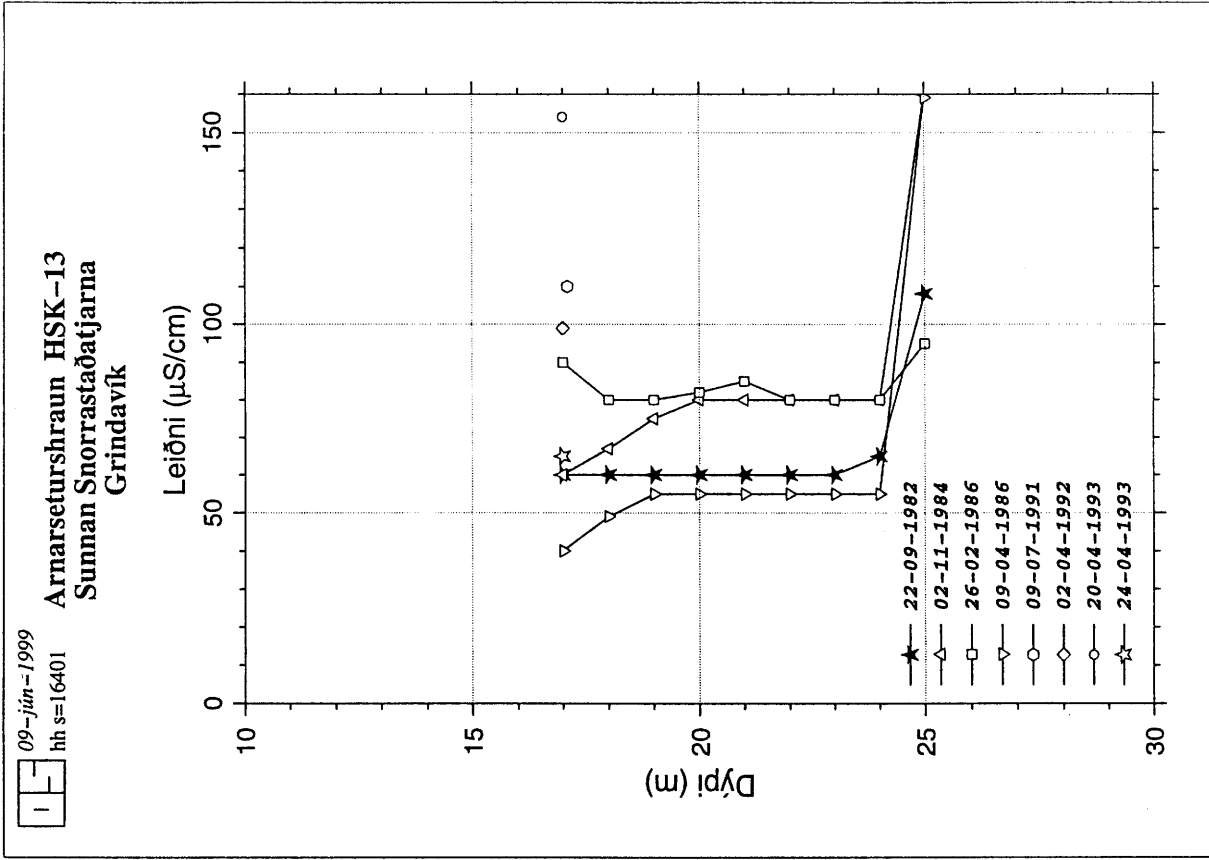
Steinefnauki er fremur lítill og bendir það, ásamt klóríðstyrk, til verulegrar áhrifa úrkomu. Fyrir utan leiðnimun (sjá þó um mun á leiðni í sýnum og borholum í kaflanum um VS - 2), virðast litlar breytingar hafa orðið í HSK - 13 á árunu 1976 - 1986 Ekkert nema viðgerð á holunni getur staðfest hvort um raunverulegar breytingar er að ræða eftir það.

Tekið var sýni til efnagreiningar árið 1986, en það var að sjálfsögðu ekki hægt að gera 1996.

Tafla 9.

Greining á vatni úr holu HSK-13 1986.

Staður Dýpi	HSK-13 25 m
Dagsetning Númer	86-04-09 86-9053
Sýrustig (pH/°C)	7,09/23,0
Kísill (SiO ₂)	7,8
Natríum (Na)	15,7
Kalíum (K)	1,1
Kalsíum (Ca)	3,2
Magnesíum (Mg)	2,8
Karbónat (CO ₂)	8,5
Súlfat (SO ₄)	5,2
Klóríð (Cl)	29,2
Flúoríð (F)	0,09
Járn (Fe)	0,29
Uppleyst efni (TDS)	82
Súrefni (O ₂)	12
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-7,43



Mynd 9. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 13.

6.9 HSK - 6

Holan var boruð árið 1976 og var 79 m djúp (er 77 m núna). Holan er skammt frá aðveituað Vatnsveitunnar, rétt vestur af aðal ferskvatnsvinnslusvæðinu í Lágum, eins og sýnt er á mynd 1. Hita- og leiðnimælingarnar eru miðaðar við rörstút undir flangsi, sem er í 19,58 m y.s. Í holunni er síritandi vatnshæðarmælir; vhm. 211. Nánari grein er gerð fyrir jarðlögum sem holan sker í skýrslu Freysteins Sigurðssonar 1985.

Holan er boruð í gegnum ferskvatnslagið og endar í blandlagi, en nær ekki ofan í fullsaltan jarðsjó. Varla getur þar þó miklu munað sé tekið mið af HSK - 11, sem er aðeins í ríflega hálfu kílómetra fjarlægð. Þar er vatnslagið (ferskvatn og blandvatn) um 60 m þykk og ef það sama væri uppi á teningnum hér ætti fullsaltur jarðsjór að vera á tæplega 80 m dýpi.

Eins og hitaferlarnir bera með sér eru þeir alla jafnan beinir og lóðréttir í ferskvatnslaginu en yfirleitt fer hitinn að vaxa á 66 m dýpi og stígur hitastigið rólega til botns. Botnhiti, þ. e. á 76 m dýpi, er alla jafnan 9,8°C.

Ferskvatnslagið í HSK - 6 nær frá um 18 m dýpi og niður á 64 m. Hitamunur er nokkur á milli ára, en þó eru breytingar með tíma ekki alveg reglulegar. Hæstur virðist hitinn hafa verið 1991 og 1995 en hefur lækkaði síðan. Hitasveiflurnar spanna um 0,8°C. Hitastigull er nokkuð stöðugur; 0,8°C/40 m. Miðjutalshiti í efri hluta ferskvatnslagsins er um 4,3°C.

Leiðni eykst yfirleitt niður holuna og er leiðnistigull oft 10 - 30 µS/cm/30 m. Almennt lækkaði leiðnin fram til 1989 en hækkaði síðan í megindrátum. Þessi þróun var hvorki jöfn né stöðug. Miðjugildi á 32 m dýpi er nærri 120 µS/cm. Breytingar á hita og leiðni hafa verið frekar litlar niðri í blandlaginu.

Klóríðstyrkur á 32 m dýpi var minni 1996 en 1986 (30 mg/l á móti 37 mg/l). Hér gæti verið um aðdrátt efnasnauðs vatns, og þá væntanlega kalds, úr norðvestri, en hvorki hita- né leiðnimælingar benda ótvírætt til þess. Þessi efnamunur er líklega innan ramma óreglunnar. Efnainnihald á sýnum í HSK - 6 eru annars eins og búast má við á svona hraunsvæðum. Á það bæði við um steinefnaauka (kalíum og natríum 3 - 4 mg/l, magnesíum 1 - 2 mg/l) og sulfat (súlfatauki 0 - 2 mg/l). Kísilstyrkur er merkilega lítill (5 mg/l 1996 á 28 m dýpi). Á því er ekki tiltæk skýring en lítill kísilstyrkur (5½ - 9 mg/l) hefur greinst víða á þessum slóðum utan þeirra svæða þar sem jarðhitaáhrifa gætir. Grunnvatn stendur þar víða í gjallsnauðu grágrýti og hraunstáli.

Athyglisvert er, að mun minna er af natríum, klíum og magnesíum í blandlaginu en samsvavar hlutföllum í hreinum sjó, en kalsíum og sulfat er hins vegar meira. Rýmun í kalíum og aukning í sulfati er frábrugðin frávikum í jarðhitablönduðu vatni gagnvart sjóvatninu. Hér verður engum getum leitt að skýringu á þessu.

Athyglivert er, að við mælingarnar 1995 og 1996 skera sig á engan hátt frá fyrri mælingum, eins og var í HSK-11. Sú hola er á aðalvatnstökusvæðinu og gæti þetta bent til að óreglan eigi fyrst og fremst rætur að rekja til vatnsvinnslunnar.

Grunnvatnsborð í holunni er allajafnan á um 17 m dýpi; blandlagið byrjar á 65 - 67 m, þannig að fullfersk grunnvatnslinsa er allt að 50 m þykk. Eins og myndin ber með sér, eru mælingarnar hver annarri líkar og verður ekki betur séð en að áhrif mikillar og vaxandi dælingar úr Lágasvæðinu séu hverfandi lítill á þessum slóðum.

Tafla 10. Efnasamsetning vatns úr holu HSK-6 (mg/l).

Ártal	1986			1996	
	32 m	60 m	74 m	32 m	65 m
Dýpi	32 m	60 m	74 m	32 m	65 m
Dagsetning	86-04-22	86-04-22	86-04-22	96-09-11	96-09-11
Númer	86-9075	86-9076	86-9077	96-0261	96-0262
Leiðni ($\mu\text{S}/25^\circ\text{C}$)	-	-	-	140	25400
Sýrustig ($\text{pH}/^\circ\text{C}$)	8,48/23,4	7,27/23,5	7,05/23,9	8,30/21,3	7,31/21,2
Kísill (SiO_2)	9,0	11,3	6,5	4,8	8,2
Natríum (Na)	19,9	21,9	5947	16,3	7030
Kalíum (K)	1,2	1,3	182	0,8	184
Kalsíum (Ca)	4,2	4,9	494	3,4	581
Magnesíum (Mg)	3,9	4,5	701	3,0	810
Karborat (CO_2)	10,5	11,3	88,4	13,2	96,7
Súlfat (SO_4)	5,1	7,4	1582	4,6	1481
Klóríð (Cl)	36,8	42,0	12494	29,5	13292
Flúoríð (F)	0,04	0,05	0,10	0,09	0,08
Brómíð (Br)	-	-	-	0,09	41,5
Bór (B)	-	-	-	0,03	1,84
Járn (Fe)	0,17	0,11	35,6	0,15	43,7
Mangan (Mn)	-	-	7,43	0,023	3,31
Ál (Al)	-	-	-	0,002	0,003
Uppleyst efni (TDS)	91	111	25968	72	25380
$\delta^{18}\text{O}$ (‰ SMOW)	-7,77	-7,84	-2,51	-7,87	-2,46

Hér eru bornar saman mælingar og klóríðinnihald 22. apríl 1986 og þann 11. sept. 1996.

Þá mældust meðal annars þessi gildi á 32ja m dýpi:

Árið 1986: Hiti: 4,1°C, leiðni: 126 μS , klóríð: 36,8 mg/l, uppleyst efni: 91 mg/l.

Árið 1996: Hiti: 4,0°C, leiðni: 140 μS , klóríð: 29,5 mg/l, uppleyst efni: 72 mg/l.

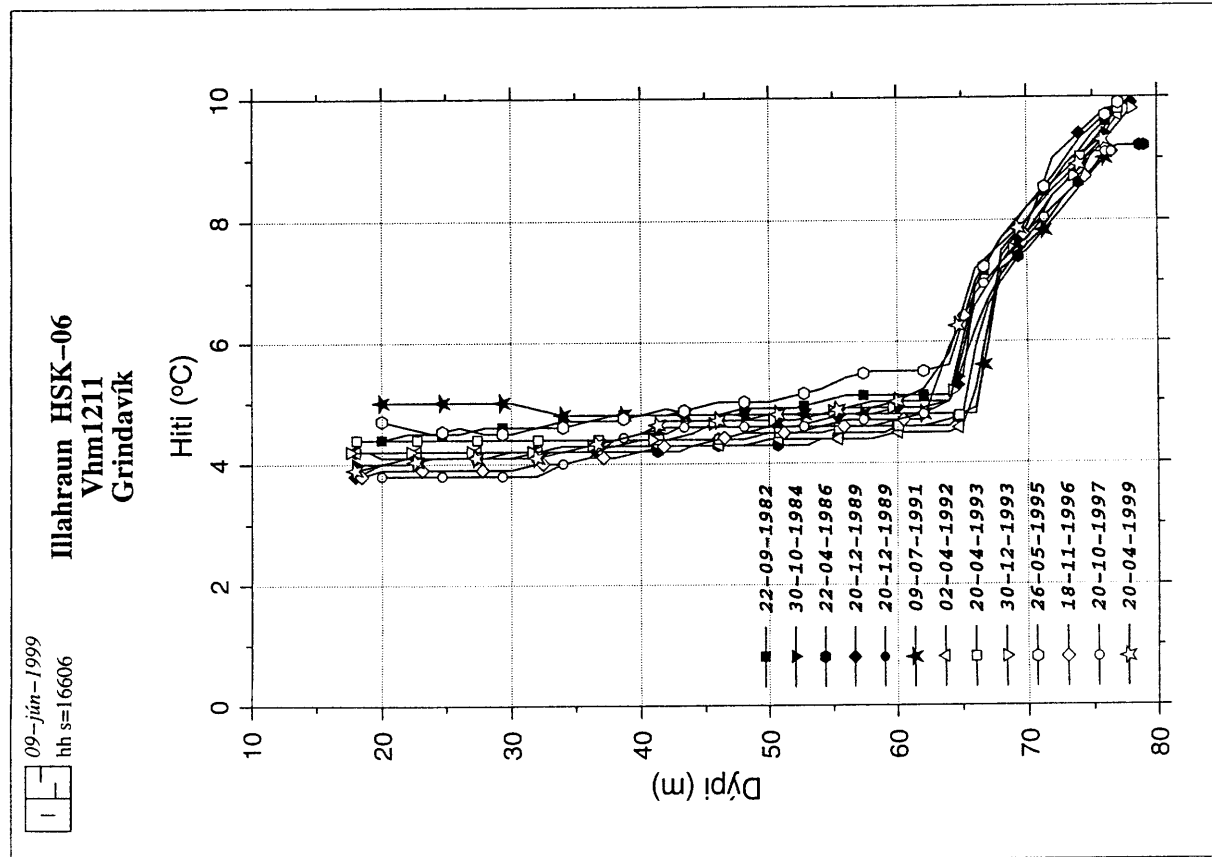
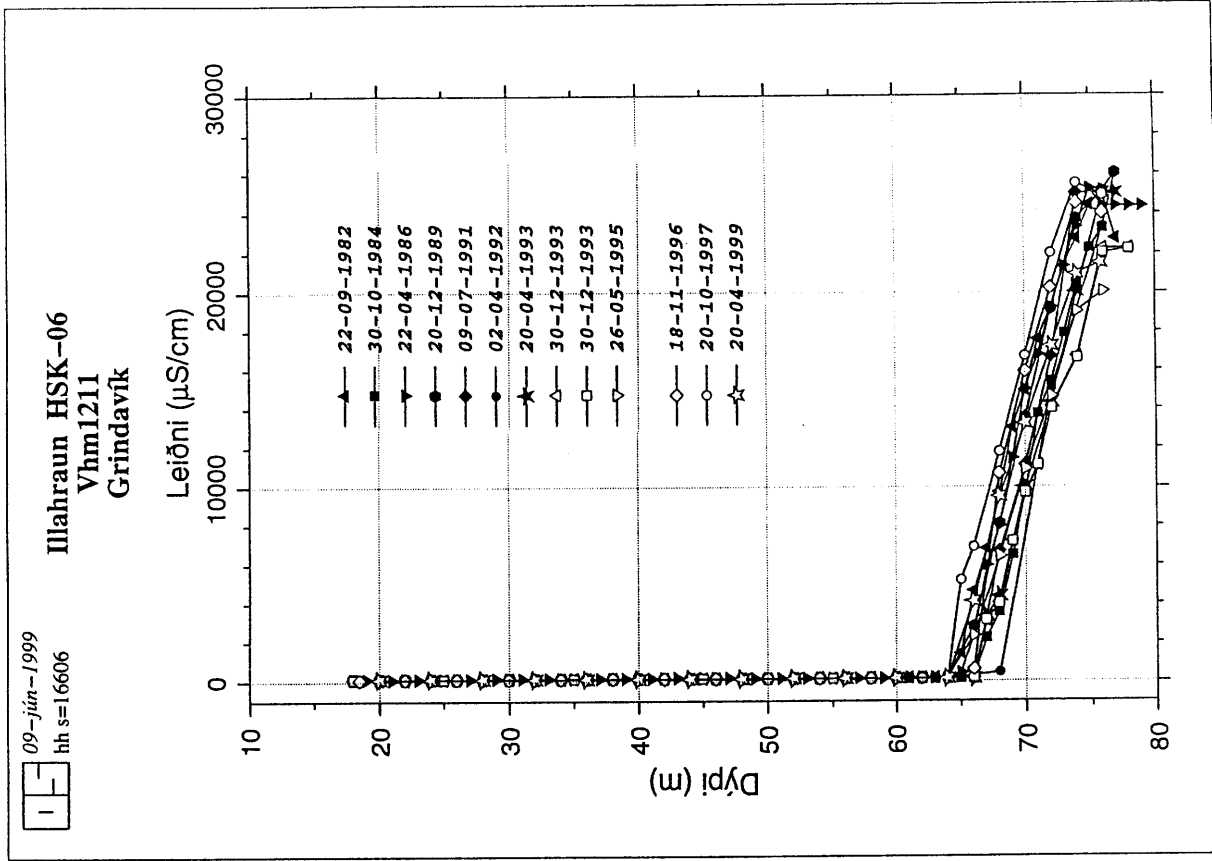
Hér skeikar ekki miklu og ljóst að ferskvatnslagið hefur ekki mikið breyst á þessum tíu árum. Leiðnimælingin 18. nóv. 1996 sýndi jafnvel enn lægra gildi (113 μS).

Neðra sýnið frá 1996 (af 65 m) er ekki samanberanlegt við sýni af 60 m dýpi frá 1986, vegna þess að það fyrrnefnda álpast til að vera á mótum ferskvatnslags og blandlags.

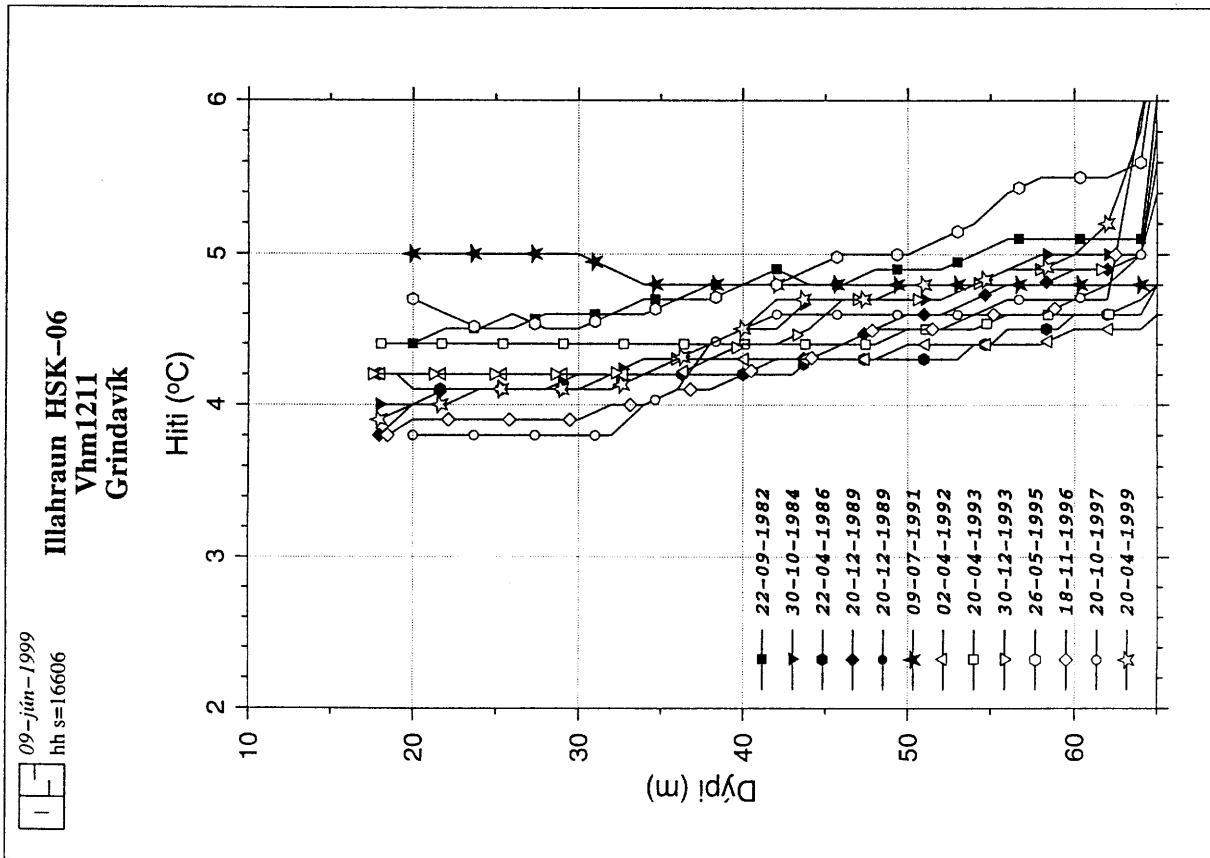
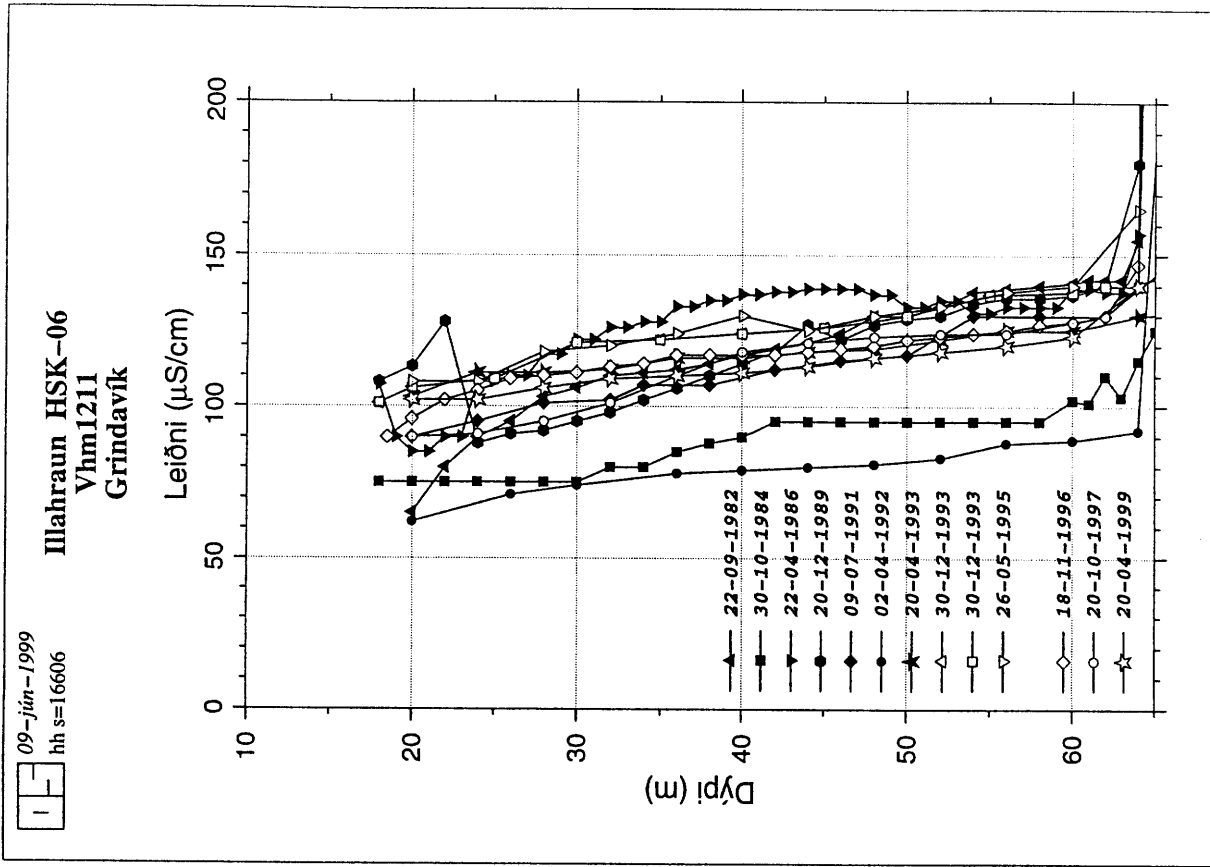
Á 60 m dýpi er ferskt vatn árið 1986 (139 μS) og 1996 líka (128 μS). Neðra sýnið 1996 var tekið á 65 m dýpi, en þar er blandlagsins rétt farið að gæta (á 64 m dýpi; 147 μS en á 66 m dýpi 600 μS). Þessi skil voru á nákvæmlega sama stað tíu árum áður.

Neðsta sýnið 1986 var svo tekið niður undir holubotni, á 74 m dýpi, 25200 μS , sem er vatnsblandinn sjór. Þarna var ekki tekið sýni árið 1996.

Það verður því ekki séð að þeirrar óreglu, sem fram kemur í HSK - 11 við mælingar 1995 og 1996, verði vart í HSK - 6.



Mynd 10. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 6.



Mynd 11. Hita- og leiðnimælingar í ferskvatnslagi í holu HSK - 6.

6.10 HSK - 11

Holan var boruð sumarið 1977 niður á 112 m dýpi en hún er nú nálægt 109 m djúp. Holan er við hlið dælustöðvar Hitaveitu Suðurnesja í Gjá í Lágum. Hún var boruð til eftirlits á áhrifum ferskvatnsnámsins á grunnvatn og jarðsjóinn undir því og er eina mælingaholan sem nær alveg niður úr ferskvatnslaginu og ofan í jarðsjó. Hita- og leiðnimælingarnar eru miðaðar við flangs á holustút í 15,85 m y.s. Síritandi vatnshæðarmælir (þrýstiskynjari), vhm 214 er í holunni og er hann tengdur stjórnstöð orkuversins. Nánari grein er gerð fyrir jarðlögum sem holan sker í skýrslu Freysteins Sigurðssonar 1985.

Um 14 m eru niður á vatnsborð í HSK - 11 en á 45 - 50 m dýpi fer blandlags að gæta, eins og fram kemur á mynd 12. Holan er talin vera fremur þétt í 35 - 47 m dýpi, en steipt var í hana á um 45 m dýpi. Virðist svo sem vatn hafi runnið upp eða niður holuna á þessu dýpi, eftir þrýstningnum í vatnslögnum ofan og neðan við og eftir dælingu í vatnsbólunni (H - 100) rétt hjá. Vatnsstreyni við dælinguna virðist vera mest á 25 - 32 m dýpi. Hlykkur verður á hitaferlinum í holunni á 37 - 40 m dýpi og svo er einnig á leiðniferlinum. *Ferskvatnlagið ofan við 40 m dýpi skiftir mestu máli fyrir ferskvatnið í vatnsbólunni.* Það er sýnt á mynd 13.

Í þessu efra lagi hefur verið stigull frá 4,4°-5,0°C til 4,6°-5,4°C. Þ.e. um 0,3°C/20 m. Áramunur hefur verið á hitanum; hækkandi (um nærri 0,3°C) fram til 1993 en síðan lækkandi (um nærri 0,5°C) til 1995 - 1997. Leiðnistigull í ferskvatnslaginu er lítil sem enginn, en leiðnimunur er milli ára, þó ekki reglulegur. Leiðni er lækkandi til 1989 - 1993, en hækkar svo aftur. Sérlega lág leiðni mældist í apríl 1986 (um 150 µS/cm og sérlega há í desember 1996 (um 300 µS/cm), annars 140 - 220 µS/cm. Svo hittist á, að sýni til efnagreininga munu hafa verið tekin við þessi stóru frávik.

Í apríl 1986 var styrkur klóríðs á 35 m dýpi um 70 mg/l en í september 1996 á 32 m dýpi um 125 mg/l. Er það í þokkalegu samræmi við leiðnimuninn. Líklega hefur vatn skotist upp í efra lagið úr neðra (salta) laginu haustið 1996, enda var þá grunnvatnsstaða óvanalega lág. Fleira kom upp en aukið klóríð með þessu dýpra vatni, því kalsíumauki jókst úr 7 mg/l í 17 mg/l, en magnesíumauki rýrnaði úr 7½ mg/l í -1 mg/l. Er þetta hvorutveggja einkenni á vatni undir áhrifum steypu, eins og áður og víðar hefur orðið vart á þessu svæði. Annars líktist vatn í HSK - 11 vatni í vatnsbólunni (HSK - 100).

Hiti hefur verið fremur stöðugur í blandlagi og sjólagi þennan tíma. Á bilinu 80 - 100 m (sjávarlag) var það oftast um 14°C og stigull lítil 0,2°C/30 m). Hitalækkun var 1996 - 1997 í um 13°C, en hitastigull hækkaði lítilllega um leið. Þetta líkist mest hægu ofanrennsli í holuna, sem þá væri til komið vegna þrýstingslækkunar í sjólaginu, e.t.v. vegna jarðsjávarstöðu og dælingar í Svartsengi, en það er þó ókannað mál. Annars hefur verið lítil regla í hita og leiðni í blandlaginu. Áramunur er mikill í mældri leiðni í sjólaginu, sem þó er óregluleg og fylgir ekki rétt vel mun í öðrum borholum. Frekar er að hún sé öflug, sem bendir til að hér sé ekki um kerfisbundna ruglun að ræða.

Á 50 m dýpi var leiðnin árið 1982 um 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Árið 1997 var hún um 1400 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en 1999 aftur um 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Þarna er ástandið mjög hvískult og neðar eykst leiðni hratt með dýpi. Mælingin í nóvember 1996 sker sig einnig verulega frá, en þá er leiðnin um 330 $\mu\text{S}/\text{cm}$ á 30 m dýpi og 1900 $\mu\text{S}/\text{cm}$ á 52 m.

Meðan mælt var árið 1982 var dælt með öllum dælum í Gjánni (HSK - 100) og má hugsanlega sjá einhver áhrif dælingarinnar í neðsta hluta ferskvatnsins. Ekki er vitað um ástæðuna fyrir óreglunni 1996, en þá var lágt grunnvatnsborð.

Á mynd 12 eru rafleiðnimælingar, sem gerðar hafa verið í holunni á árunum 1982 - 1996. Vatnsborð er alla jafnan á um 14 m dýpi; blandlagið byrjar í rúmlega 50 m og ofan í fullsaltan jarðsjó er komið á nálægt 73 m dýpi. Neðstu 10 m ferskvatnslagsins eru þó alla jafnan töluvert saltmengaðir. Neðan við 50 m dýpi fara hiti og leiðni að hækka og verður vatnið þar sennilega óhæft til neyslu.

Bent skal á að mælingapróbur geta verið misnæmar. Þessa gætir fyrst og fremst í hæstu mæligildunum, eins og best sést í jarðsjónum. Munur á mældum gildum þar er því ekki eins og sýnist og er, ef að líkum lætur, alls staðar um fullsaltan sjó að ræða.

Lárétti ásinn er á þessari mynd kvarðaður með leiðni ($\mu\text{S}/\text{cm}$), en ekki viðnámi (ohm m) eins og annars staðar er gert hér. Þetta undirstrikar muninn enn frekar. Rafleiðni og hiti í ferskvatnslaginu er sýnd á gleggri hátt á sérstökum myndum hér á undan, en hitamælingum í sjólagi er sleppt, enda eru þær nær allar eins. Hitinn smáhækkar og nær um 14°C á 80 m dýpi, en er eftir það stöðugur til botns.

Vatnsborð í HSK - 11 er allajafnan á um 14 m dýpi, jarðsjávarlag byrjar á ríflega 70 m (56 m u.s.), en blandlags fer að gæta á 40 m (samkvæmt leiðni) og 50 m dýpi (samkvæmt hita). Hitahækkun og leiðniaukning varð mest á 50 - 60 m dýpi á árunum 1976 - 1982 (um nálægt 1°C og 800 - 2000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en það samsvarar lyftingu um 5 - 8 m á þeim stað, eftir því hvort miðað er við hita- eða leiðnibreytingu). Á árabílinu 1982 - 1993 mældist leiðni í sjávarlaginu 28000 - 38000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sem segir meira um ástand mælanna en um seltu sjávar! Í því ljósi ber að skoða ástand blandlagsins. Ef til vill er þó leiðnin heldur að hækka í neðsta hluta þess. Mörk blandlags og jarðsjávar virðast ekki hafa breyst að marki á mælingaskeiðinu (1982 - 1996), eins og glögg sést á leiðnimyndinni hér að framan.

Hins vegar verður ekki betur séð en mörk blandlags og ferskvatns hafi orðið töluvert loðnari 1995 og sérstaklega 1996. Ástandið nú (1997) virðist vera að færast til fyrra horfs. Ekki er vitað um orsök óreglunnar 1996, en efalaust skiftir máli, að grunnvatnsstaða var lág síðsumars, vatn mældist t.a.m. á 16,2 m dýpi í HSK-11 í september 1996.

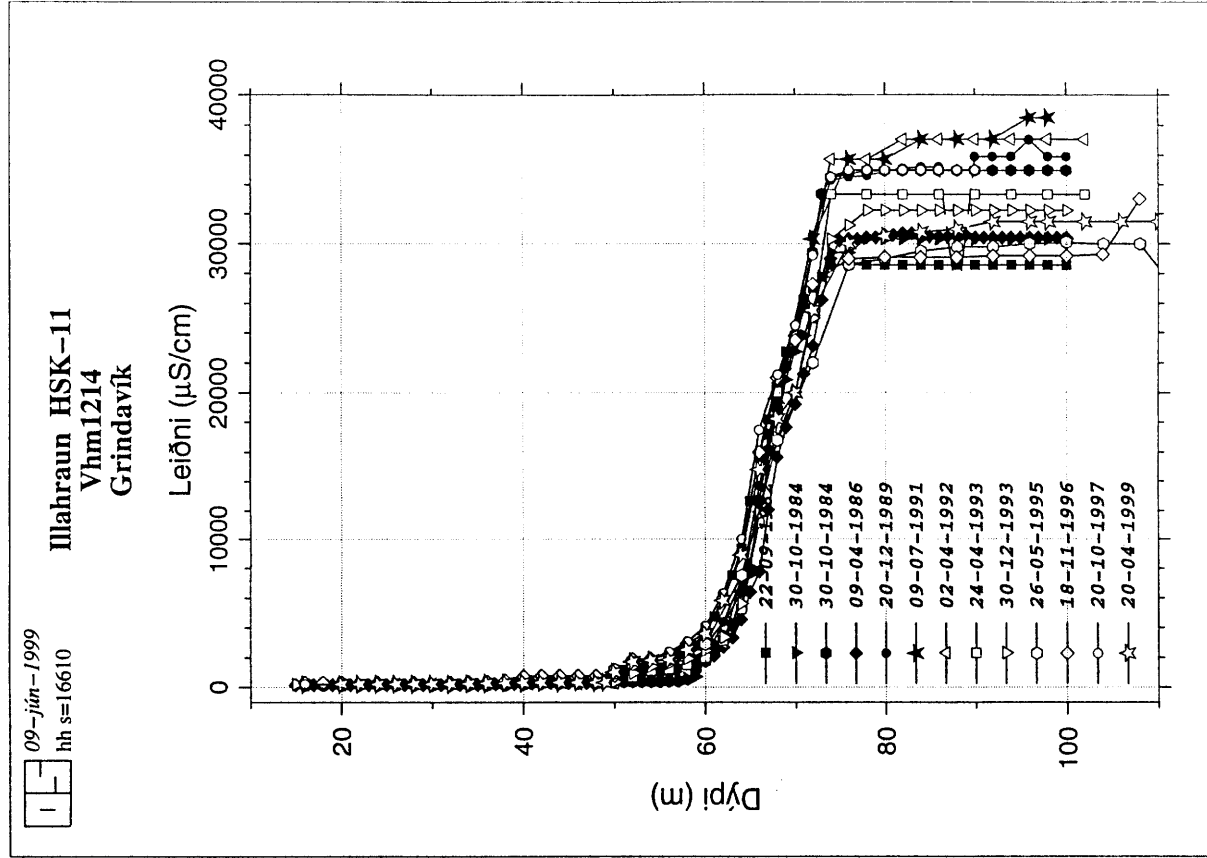
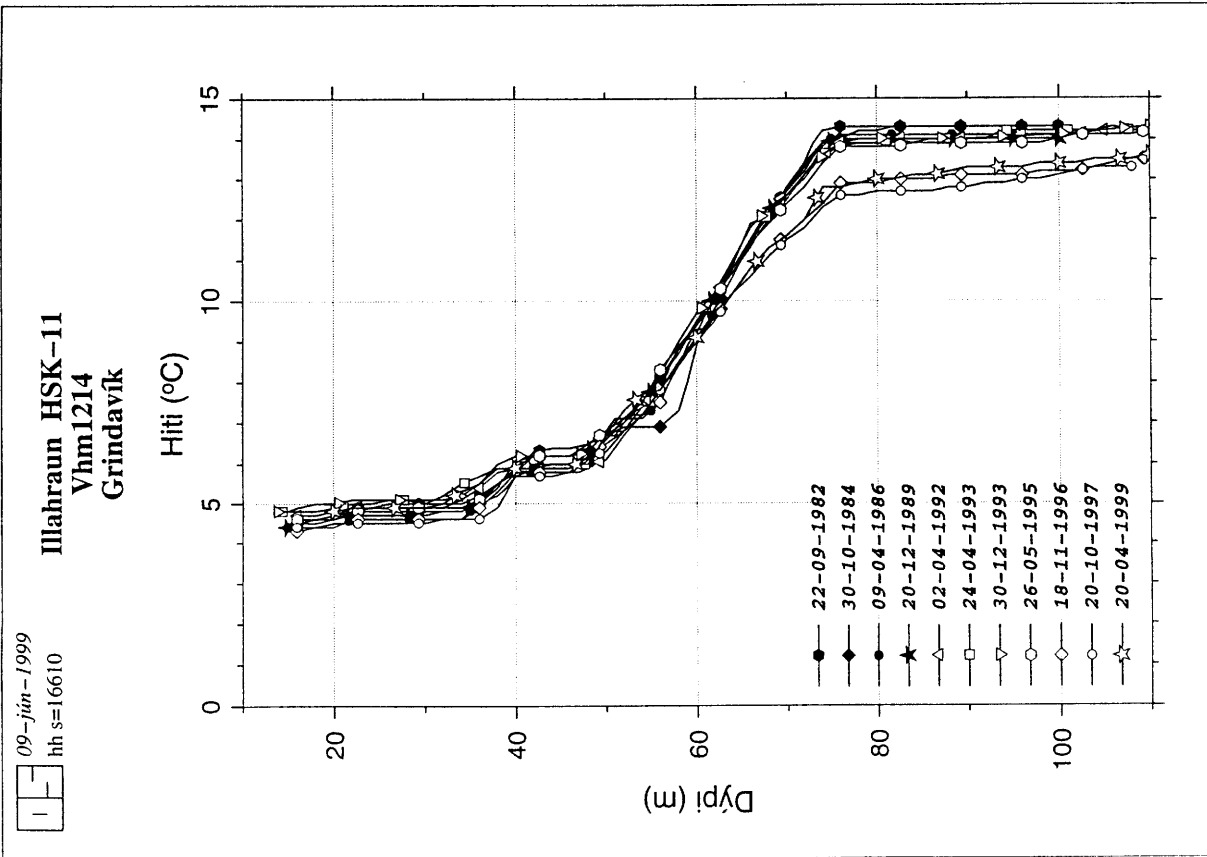
Töluverður munur er á sýnunum frá 1986 og 1996, en á það verður að líta að grunnvatnsástand á vatnsbólasmæðinu var sérstakt, a.m.k. síðla árs 1996, eins og sést af leiðnimælingunum. Saltmengað vatn úr blandlaginu virðist hafa þrengt sér mun hærra upp í ferskvatnslagið en vanalega. Kemur þetta fram í sýninu frá 32 m, þar sem nær helmingi meira klóríð mældist 1996 en 1986. Munurinn er enn meiri í 60 m sýnunum, en á því dýpi vex seltan hratt, enda í efri hluta blandlags.

Þar greinist afar mikið járn, sem efalaust á rætur að rekja á einn eða annan hátt til fóðringarinnar á holunni. Sýnatakinn varð allur löðrandi í óhreinindum, sem virðast hafa verið innan í fóðurrörinu. Ekki er útilokað að þess konar járnútfellingar hafi einhver áhrif á mælingar, sem gerðar eru í holunni. Þess vegna er þýðingarmikið að hún verði hreinsuð hið fyrsta, því hún er afar mikilvæg til eftirlits.

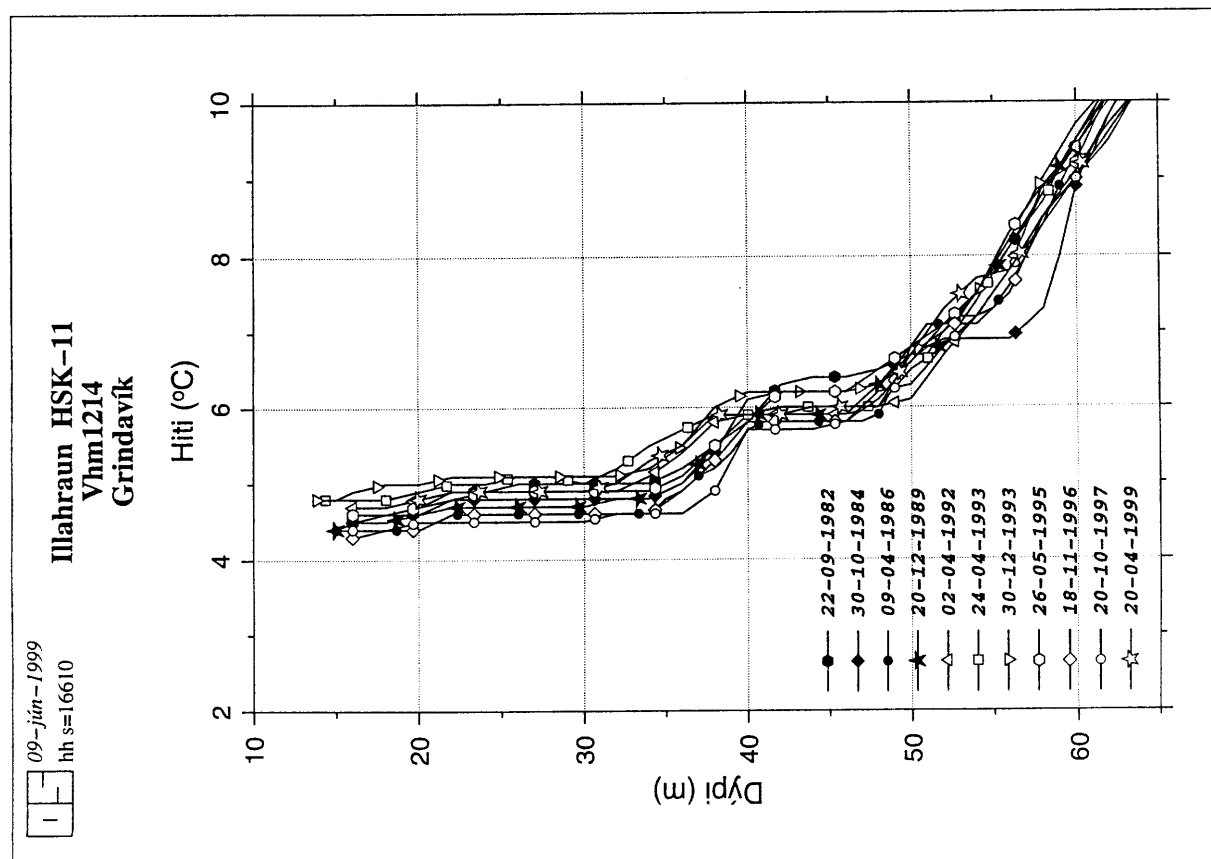
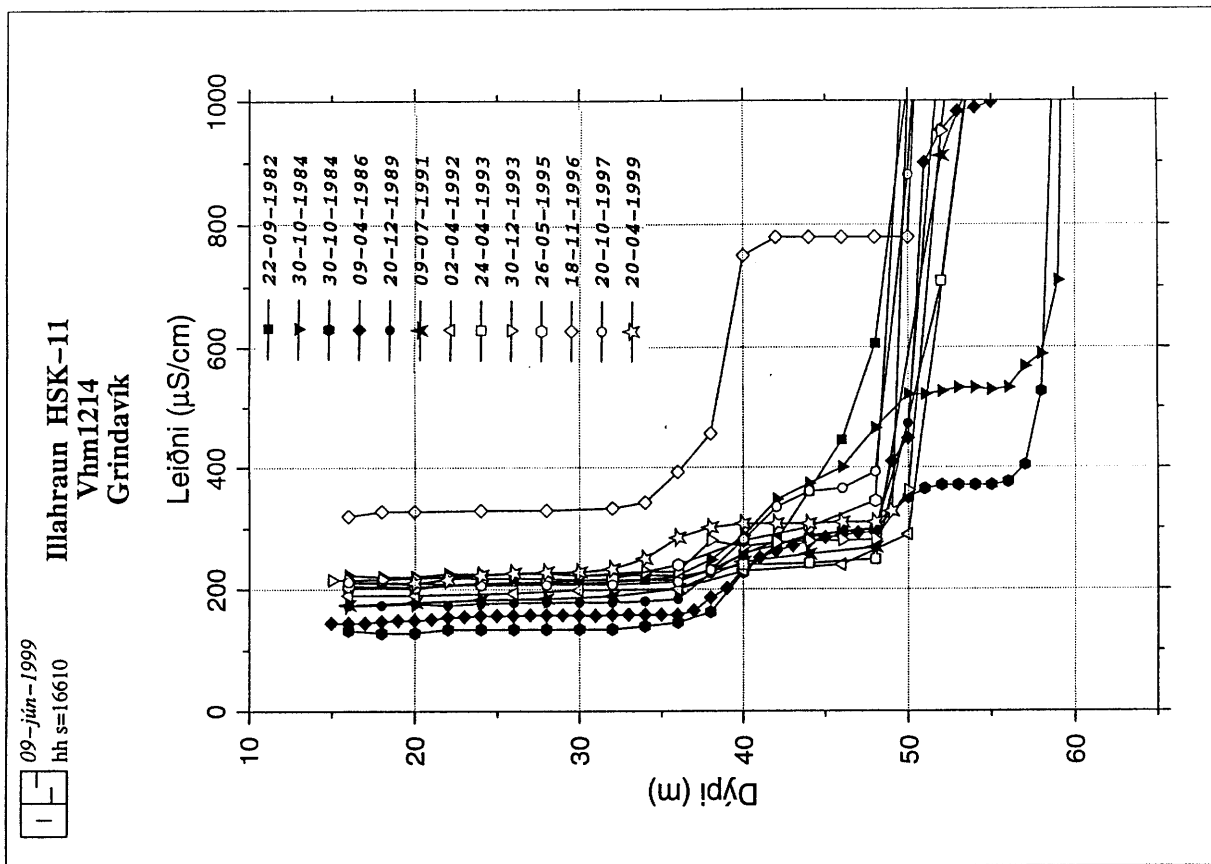
Ekki er talið útilokað að járnbakteríur eigi hér einhvern hlut að máli, en þær setjast stundum að í holum þar sem mikið gegnumrennsli er um. Þá berst bakteríunum nægt súrefni, en það er þeim nauðsynlegt við sína gruggugu iðju. Þess konar óþverra er hægt að fjarlægja með loftblæstri og uppræta má bakteríurnar með daufri klórblöndu, en vísast sækir aftur í sama horf eftir nokkurn tíma. Ef hér er un bakteríumengun að ræða er óvísst hvort hún geti haft einhvar áhrif á gæði vatnsins úr vatnsbólunum. Tekið skal þó fram að járnbakteríur eru á engan hátt hættulegar heilsu manna.

Tafla 11. Efnasamsetning vatns úr holu HSK-11 (mg/l).

Ártal	1986			1996	
Dýpi	35 m	60 m	95 m	32 m	60 m
Dagsetning	86-04-09	86-04-09	86-04-09	96-09-17	96-09-17
Númer	86-9055	86-9056	86-9057	96-0268	96-0269
Leiðni ($\mu\text{S}/^\circ\text{C}$)	-	-	-	519/25	8150/25
Sýrustig ($\text{pH}/^\circ\text{C}$)	7,64/23,4,1	7,20/23,3	7,75/23,9	7,38/21,7	6,35/22,0
Kísill (SiO_2)	12,6	8,4	18,6	9,2	12,2
Natríum (Na)	34,7	194	9884	57	779
Kalíum (K)	1,7	11,0	334	2,9	25,8
Kalsíum (Ca)	8,1	92	729	19,9	425
Magnesíum (Mg)	7,4	19,6	1025	7,1	159
Karbonsat (CO_2)	13,7	67,2	93,1	19,3	380
Súlfat (SO_4)	10,4	46,5	2311	16,6	223
Klóríð (Cl)	69,3	485	17630	125	3145
Flúoríð (F)	0,07	0,12	0,08	0,09	0,08
Brómíð (Br)	-	-	-	0,43	10,7
Bór (B)	-	-	-	0,029	0,272
Járn (Fe)	0	1,89	12,36	0,013	404
Mangan (Mn)	-	-	4,39	0,011	5,43
Ál (Al)	-	-	-	0,002	0,001
Uppleyst efni (TDS)	182	907	36330	290	6150
$\delta^{18}\text{O}$ (‰ SMOW)	-7,80	-7,65	-0,43	-7,93	-7,20



Mynd 12. Hita- og leiðnimælingar í holu HSK - 11.



Mynd 13. Hita- og leiðnimælingar í ferskvatnslagi í holu HSK - 11.

6.11 HSK - 100 : Gjá í Lágum

Tafla 12 hér að neðan sýnir meðal annars greiningar á vatni úr aðalvatnsbólí Hitaveitunnar (HSK-100, Gjá í Lágum). Ef bornar eru saman greiningar frá 1986 og 1996 sést á leiðni og klóríðstyrk að selta hefur lítillega aukist.

Tafla 12. Greiningar á vatni úr "Hitaveitugjá" og Vatnsveitugjá".

Ártal	1986	1996	
Staður	HSK-100	HSK-100	Vatnsv.gjá
Dagsetning	86-04-15	96-11-27	96-11-27
Númer	86-9065	96-0528	96-0527
Leiðni ($\mu\text{S}/^\circ\text{C}$)	285/25	319/25	276/25
Sýrustig	7,49/22,2	7,65/21,3	7,71/21,3
Kísill (SiO_2)	13,38	14	13,4
Natríum (Na)	32,19	36,1	31,3
Kalíum (K)	1,5	1,49	1,43
Kalsíum (Ca)	7,97	8,52	7,33
Magnesíum (Mg)	7,1	7,52	6,49
Karbónat (CO_2)	14,8	14	11,3
Súlfat (SO_4)	9,86	9,9	8,81
Klóríð (Cl)	67,5	75	64,8
Flúoríð (F)	0,064	0,12	0,11
Brómíð (Br)	-	-	-
Bór (B)	-	-	-
Járn (Fe)	0	0,0123	0,-,0021
Mangan (Mn)	-	0,0002	0,0002
Ál (Al)	0,002	-	-
Uppleyst efni (TDS)	154	169	140
$\delta^{18}\text{O}$ (‰ SMOW)	-7,75	-7,97	-

Þessar berytingar hafa þó ekki gerst í einni svipan, eins og fram kemur í töflu 13.

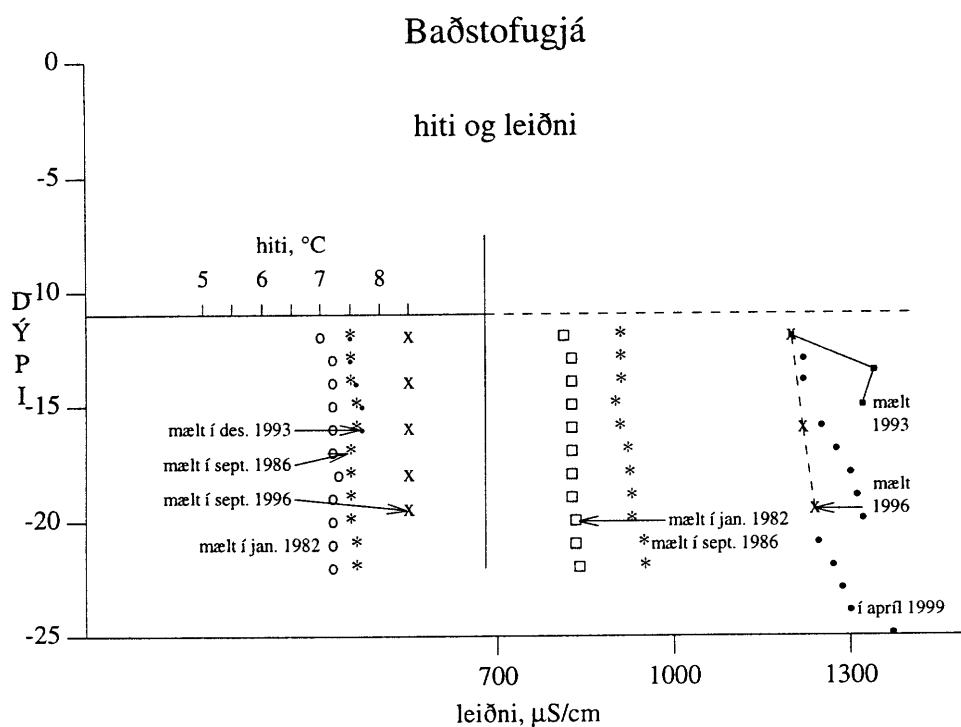
Tafla 13. Leiðni og klóríðstyrkur í HSK-100 (Hitaveitugjá).

Dagsetning	86-04-15	91-06-25	94-05-16	95-07-05	96-11-27
Leiðni, $\mu\text{S}/25^\circ\text{C}$)	285	-	322	325	319
Klóríð, mg/l	67,5	71,-	75,1	73,3	75,-

Þannig verður ekki séð, að óreglan í mælingunum 1995 og 1996 hafi haft áhrif á gæði vatns úr vatnsbólínu. Hins vegar er ljóst að dælingin úr því getur magnað upp náttúrulegar sveiflur ferskvatnslinsunnar. Vaxandi notkun krefst stöðugs eftirlits og þar er HSK - 11 afar þýðingarmikil. Efnagreiningar hafa sýnt, að klóríðstyrkur er alla jafnan um 10 mg/l lægri í "Vatnsveitugjá" en í vatnsbólí Hitaveitunnar. Hjá Vatnsveitu mælist nú með öðrum orðum álíka klórmagn og mældist hjá Hitaveitu árið 1986 og fyrr. Engu skal spáð um framhaldið, en með því verður að fylgjast grannt. Efnainnihald í vatni úr HSK - 11 (1986 & 1996) og "Vatnsveitugjá" (1996) er svipað og á 35 m dýpi í HSK - 11 (1986). Steinefnaaukinn virðist benda til einhverra daufra jarðhitaáhrifa, en þau virðast ekki hafa aukist merkjanlega frá 1986 til 1996 í HSK - 100.

6.12 Baðstofugjá

Mælistaðurinn í Baðstofugjá er austanvert í túninu á Húsatóftum, sem nú er golfvöllur. Jafnan er mælt af lágum þúfukolli um 10 m innan við stálbita, sem þverar gjána og heldur uppi dælu fiskeldisstöðvarinnar í Húsatóftum. Hún nær þar rúmlega 10 m niður fyrir grunnvatnsborð. Við mælingar í desember 1993 tókst ekki að hitta á mesta dýpið í gjánni. Því eru mæliferlarir frá þeim tíma bjánalega stuttir. Á árunum 1976 - 1982 var vatnshiti, 4 m undir yfirborði, nokkið breytilegur, eða 6,8 - 8,3°C. Meðalhiti var um 7,5°C og hefur hvað það varðar ekki orðið nein umtalsverð breyting á. Árstíða- og veðurfarssveiflur voru greinilegar og er vatnshitinn í desember neð hærra móti miðað við árstíma en ekki veðurfar. Rafleiðni jókst heldur í vatninu á árunum 1976 - 1982 og var orðin 1200 - 1250 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sem er svipað og mældist í desember 1993. Hin lága leiðni, sem mælist í janúar 1982 er því engan veginn dæmigerð og gæti verið vegna haustrigninga.



Mynd 14. Hita- og rafleiðnimælingar í Baðstofugjá 1982 - 1999.

Mælingar á tímabilinu eru fáar, en mælt var 17 sinnum á árunum 1976 - 1979. Árstíða-sveifla er greinileg í vatnshitnum, um 1°C, kaldast í janúar og hlýjast í ágúst - september (Freysteinn Sigurðsson 1985). Marktækast væri líklega að mæla um mánaðamótin ágúst - september, því óreglur af völdum veðurlags eru miklar á vorin og veturna, en breyting nokkuð ört framan að sumri. Að þessu athuguðu gæti vatnshitinn hafa hækkað 0,2° - 0,3°C síðustu árin, en mælingar eru of fáar til að staðfesta þetta. Árstíðasveiflur eru ekki í leiðni, en frávik eru niður á við (í 900 $\mu\text{S}/\text{cm}$), sem líklega má kenna rigningu, og upp á við (í 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$) í þurrkatíð í ársbyrjun 1978. Annars eru gildin 1200 - 1250 $\mu\text{S}/\text{cm}$ á árunum 1976 - 1999.

Klórstyrkur hefur farið vaxandi: 240 mg/l (1977) - 300 mg/l (1986) - 450 mg/l (1996). Þetta virðist vera stöðug þróun. Jafnframt hefur orðið aukning í steinefnaauka (kalsíum 10 mg/l í 27 mg/l, kalíum 0,7 mg/l í 12 mg/l), samfara rýrnun í sulfati (-13 mg/l í -7 mg/l og í -41 mg/l) og magnesíum (0 mg/l í -15 mg/l). Þetta má túlka sem aukna fblöndun heits jarðsjávar frá Svartsengi.

Tafla 14. Efnasamsetning vatns úr Baðstofugjá 1986 og 1996 (mg/l).

Staður Dýpi	Baðstofugjá Rétt undir yfirborði	Baðstofugjá 1 m undir yfirborði
Dagsetning	86-09-27	96-09-13
Númer	86-9160	96-0278
Hiti (°C)	7,5	7,5
Sýrustig (pH/°C)	7,55/20,3	7,50/21,6
Kísill (SiO ₂)	15,4	15,0
Natríum (Na)	155	239
Kalíum (K)	5,7	21,7
Kalsíum (Ca)	23	36
Magnesíum (Mg)	21,7	14,3
Karbónat (CO ₂)	19,2	21,9
Súlfat (SO ₄)	32,3	17,0
Klóríð (Cl)	305	447
Flúoríð (F)	0,05	0,06
Brómíð (Br)	-	1,56
Bór (B)	-	0,19
Járn (Fe)	0,0	0,012
Mangan (Mn)	-	0,000
Ál (Al)	-	0,004
Uppleyst efni (TDS)	613	844
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-7,68	-7,59

6.13 EV - 1

Borholan EV - 1 er við vegamót skammt austur af Eldvörpum. Staðsetning hennar er sýnd á mynd 1. Hún er ríflega 60 m djúp og nær að því virðist rétt niður úr ferskvatnslagi. Þær tvær mælingar, sem hér eru sýndar, miða við holutopp í 45,09 m y.s. Í holunni er vatnshæðarsíriti; vhm. 241.

Vatnsborð var á um 42 m dýpi þegar sýnið var tekið á 50 m.

Nokkru síðar, eða 30. september 1996 mældist hitinn þar 6,5°C og leiðni um 140 µS, sem er töluvert lægra en í sýninu.

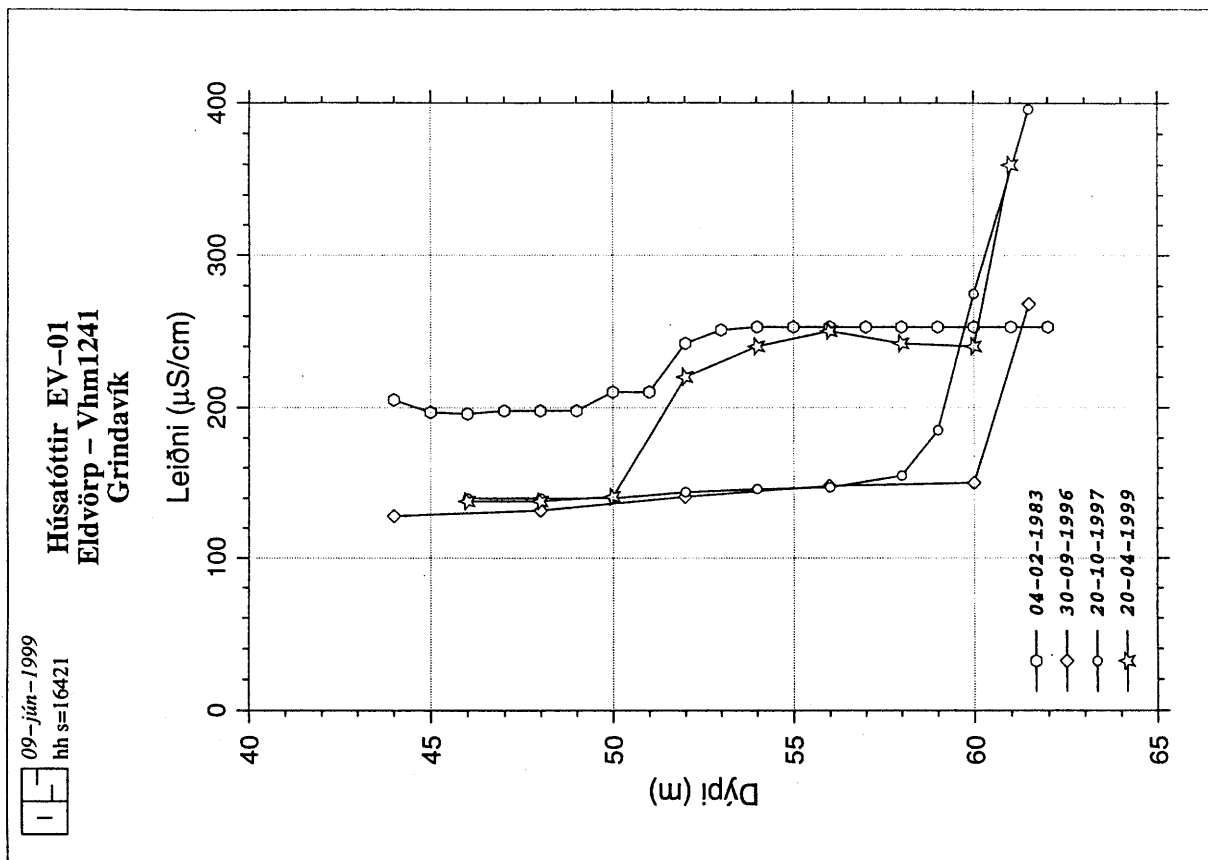
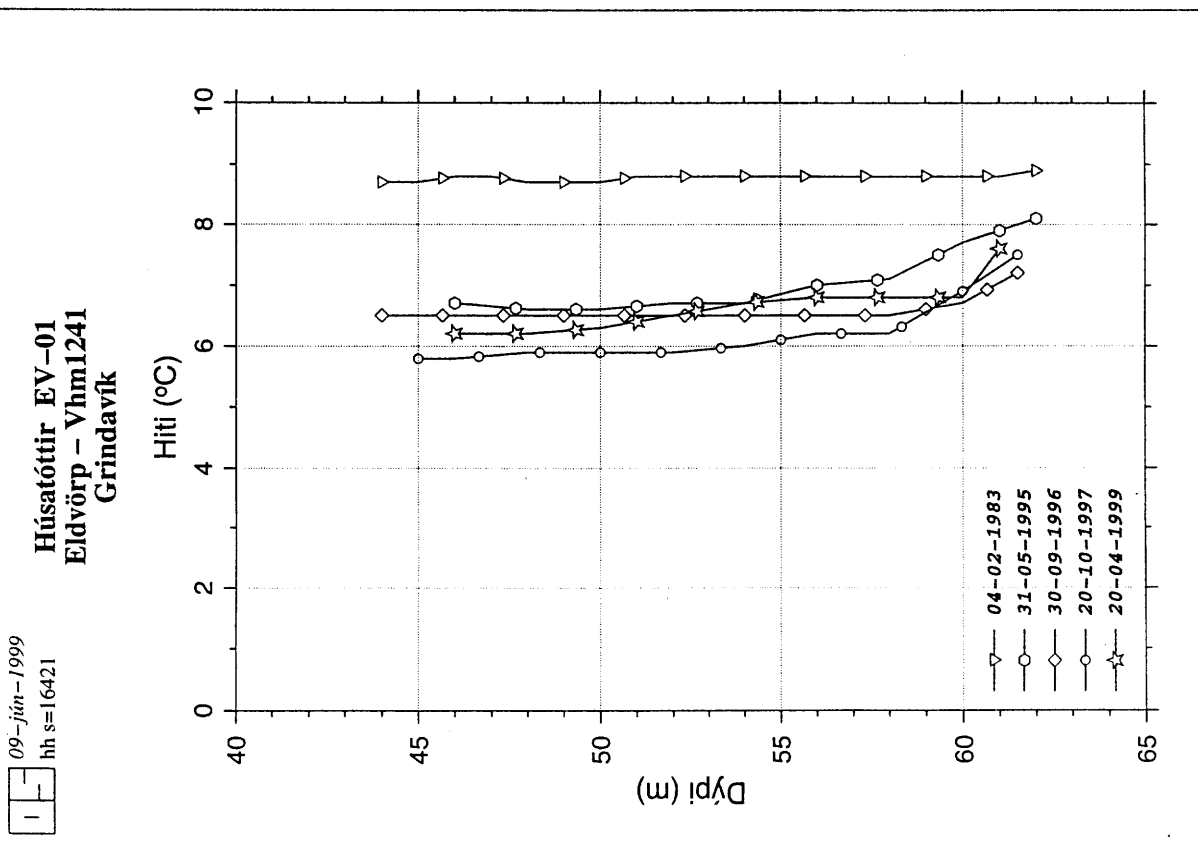
Lagskifting er um 16 m undir vatnsborði, á 57 - 61 m dýpi. Hitastigull er óreglulegur og oftast lágur. Hiti hækkar 1999 eftir að hafa verið almennt lækkandi 1995 - 1997 (úr 6,7° í 5,8°C í efra vatnslaginu), en tíminn er of stuttur til að mælingarnar séu örugglega marktækar. Leiðnistuðull er lágur og leiðnin um og innan við 150 µS/cm.

Klóríðstyrkur er rúmlega 70 mg/l (svipaður og í HSK - 11), steinefnaauki verulegur í sumum efnum (kalsíum 7 mg/l, natríum 13 mg/l) en lítil í öðrum (magnesium 1½ mg/l, kalíum ½ mg/l), eða jafnvel rýrð (súlfat 2½ mg/l). Þetta má e.t.v tülka sem jarðhitaáhrif og íblöndun heits jarðsjávar, sem kemur vel heim við tiltölulega háan hita.

Tafla 15.

Efnasamsetning vatns úr holu EV-1 við Eldvörp (mg/l).

Staður Dýpi	Eldvörp 50 m
Dagsetning Númer	96-09-17 96-0279
Leiðni (µS/°C)	315/25
Sýrustig (pH/°C)	7,59/22,1
Kísill (SiO ₂)	14,1
Natríum (Na)	45
Kalíum (K)	2,1
Kalsíum (Ca)	8,3
Magnesium (Mg)	6,4
Karbónat (CO ₂)	14,8
Súlfat (SO ₄)	9,1
Klóríð (Cl)	73
Flúoríð (F)	0,14
Brómíð (Br)	0,24
Bór (B)	0,02
Járn (Fe)	0,041
Mangan (Mn)	0,005
Ál (Al)	0,004
Uppleyst efni (TDS)	150
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-7,88



Mynd 15. Hita- og leiðnimælingar í holu EV - 1.

7. Heimildir

Freysteinn Sigurðsson 1985: *Jarðvatn og vatnsjarðfræði á utanverðum Reykjanesskaga. IV. hluti: viðaukar um grunnvatn.* Orkustofnun, OS 85075/VOD-06.

Freysteinn Sigurðsson, Árni Hjartarson, Þórólfur H. Hafstað 1998: *Vatnsleit og virkjun vatnsbóla. Í; Vatnsveituhandbók, 4. kafli, útg. af Samorku, Samtök raforku-, hita- og vatnsveitna, 82 s.*

Jón Örn Bjarnason 1992: *Vatnsveita Suðurnesja: Efnasamsetning vatns úr gjánni í Lágum.* Orkustofnun, greinargerð, JÖB-92/03.

Jón Örn Bjarnason 1993: *Vatnsveita Suðurnesja: Efnasamsetning vatns úr Gjánni í Lágum árið 1992.* Orkustofnun, greinargerð, JÖB-93/03.

Jón Örn Bjarnason 1994: *Vatnsveita Suðurnesja: Efnasamsetning vatns úr gjánni í Lágum árið 1993.* Orkustofnun, greinargerð, JÖB-94/01.

Jón Örn Bjarnason 1995: *Vatnsveita Suðurnesja: Efnasamsetning vatns úr gjánni í Lágum árið 1994.* Orkustofnun, greinargerð, JÖB-95/01.

Jón Örn Bjarnason 1997: *Vatnsveita Suðurnesja: Efnasamsetning vatns úr Gjánni í Lágum 1995 og 1996* Orkustofnun, greinargerð, JÖB-97/01.

Jón Örn Bjarnason 1998: *Vatnsveita Suðurnesja: Efnasamsetning vatns í Lágum og Höfnum árið 1997.* Orkustofnun, greinargerð, JÖB-98/05.

Sigvaldi Árnason 1992: *Vatnsveita Suðurnesja. Grunnvatnsmælingar.* Orkustofnun, OS-92034/VOD-08 B.

Sigvaldi Árnason 1994: *Hitaveita Suðurnesja, Vatnsveita Suðurnesja. Grunnvatnsmælingar 1994.* Orkustofnun, OS-94065/VOD-12 B.

Ásgeir Gunnarsson, Sigvaldi Árnason og Einar Örn Hreinsson 1997: *Hitaveita Suðurnesja Vatnsveita Suðurnesja. Grunnvatnsmælingar 1994 til 1997.* Orkustofnun, OS-97060.

Þórólfur H. Hafstað og Freysteinn Sigurðsson 1989: *Vatnsveita Suðurnesja. Rannsóknarholur við Rauðamel.* Orkustofnun, OS-89034/VOD-06B.