



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

Reykjanes

**Efni í jarðsjó og gufu
1971–2001**



Jón Örn Bjarnason

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

2002

OS-2002/038



ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

Verknr. 8-630250

Jón Örn Bjarnason

REYKJANES

Efni í jarðsjó og gufu 1971 - 2001

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

OS-2002/038

Ágúst 2002

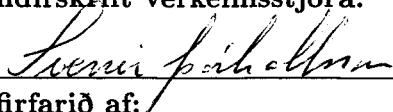
ISBN 9979-68-102-0

ORKUSTOFNUN - RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. - Sími 569 6000 - Fax 568 8896

Akureyri: Glerárgötu 36, 600 Ak. - Sími 463 0957 - Fax 463 0999

Netfang os@os.is - Veffang <http://www.os.is>

Skýrsla nr: OS-2002/038	Dags: Ágúst 2002	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: REYKJANES Efni í jarðsjó og gufu 1971–2001		Upplag: 40
		Fjöldi síðna: 69
Höfundar: Jón Örn Bjarnason		Verkefnisstjóri: Sverrir Þórhallsson
Gerð skýrslu / Verkstig: Efnavöktun háhitasvæðis, yfirlitsskýrsla		Verknúmer: 8-630250
Unnið fyrir: Hitaveitu Suðurnesja		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Lagt er fram yfirlit um efnasamsetningu gufu og heits jarðsjávar í borholum á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi. Yfirlit þetta nær yfir árin 1971–2001, en á því tímabili var jarðhitavökvi aðeins unninn úr holum 8 og 9. Vökvinn er sjór að uppruna. Styrkur klóríðs í djúpvatninu er jafnmikill og í strandsjó við Reykjanes, en styrkur flestra annarra efnabátta hefur breyst vegna efnaskipta við berg. Tvívetnishlutfall jarðsjávar er miklu lægra en strandsjávar, og er sá munur óskýrður. Langtímabreytingar á efnastyrk jarðsjávar og gufu verða ekki greindar, þrátt fyrir þriggja áratuga vinnslu úr svæðinu. Innstremishiti í holu 8 var að jafnaði um 275 °C, en u.þ.b. 290 °C í holu 9. Efnastyrkur er mjög svipaður í holunum tveimur. Kalkútfellinga hefur ekki orðið vart í holum á Reykjanesi, en súlfíð ýmissa málma hafa fallið út í lögn frá holu 9 og verið þar til ama. Vökvi úr holu 8 nær ópalmettun við 8,0 bar-a, en vökvi úr holu 9 við 11,7 bar-a. Yfirgnæfandi hluti gass í gufu, eða um 97% rúmmáls, er koldíoxíð. Sé gufan skilin frá jarðsjó við 12,5 bar-a, er styrkur gassins um 0,5% massa. Frá upphafi vinnslu árið 1970 og til ársloka 2001 nam losun koldíoxíðs úr jarðhitasvæðinu á Reykjanesi u.þ.b. 55 þúsund tonnum, en losun brennisteinsvetnis 1600 tonnum.		
Lykilorð: Háhitasvæði, efnastyrkur, jarðsjór, gufa, samsætuhlutföll, útfellingar, gaslosun, steinefni, kvarshiti, Reykjanes		ISBN-númer: 9979-68-102-0
		Undirskrift verkefnisstjóra: 
		Yfirfarið af: MÓ, SP, PI

ÁGRIP

Lagt er fram yfirlit um efnasamsetningu gufu og heits jarðsjávar í borholum á jarðhitasvæðinu á Reykjanesi. Yfirlit þetta nær yfir árin 1971 - 2001, en á því tímabili var jarðhitavökvi aðeins unninn úr holum 8 og 9.

Eiginleg vinnsla úr svæðinu hófst fyrsta vetrardag árið 1970, þegar holu 8 var hleypt í blástur. Var unnið úr henni fram undir mitt ár 1987, að vísu ekki samfelld, en þá var henni lokað. Árið 1993 var hún dæmd ónýtt og vinnslufóðring hennar fyllt af steypu. Meðalhiti innstreymis í holuna var u.þ.b. 275°C.

Hola 9 var boruð vorið 1983 og hleypt í gos í september sama ár. Úr holunni hefur verið unnið nær óslitið síðan. Innstreymishiti hennar hefur ávallt verið nálægt 290°C.

Jarðhitavökvinn er sjór að uppruna. Styrkur klóríðs í djúpvatninu er jafnmikill og í strandsjó við Reykjanes, en styrkur flestra annarra efnapátta hefur breyst nokkuð frá sjávarstyrk vegna efnaskipta við berg. Þannig er t.d. styrkur natríums nokkru minni í jarðhitavökvanum en í sjó, en styrkur kalíums, kalsíums og kísils miklu meiri. Styrkur magnesíums og súlfats í heita djúpvökvanum er hins vegar aðeins lítið brot af styrk þessara efna í sjó.

Samsætuhlutfall vetnis, svonefnt tvívetnishlutfall, er miklu lægra í jarðhitavökvanum en í strandsjó. Viðhlítandi skýring þessa er enn ekki fengin, þó að ýmsar tilgátur hafi komið fram á undanförunum þrjátíu árum. Samsætuhlutfall súrefnis í djúpvökvanum er hins vegar álíka og í sjó, þó ögn lægra.

Langtímabreytingar á efnastyrk jarðsjávar og gufu verða ekki greindar, þrátt fyrir þriggja áratuga vinnslu úr svæðinu. Efnasamsetning djúpvatns er að kalla hin sama í holunum tveimur, að því undanskildu þó, að styrkur magnesíums og súlfats er nokkru minni í holu 9 en holu 8, og styrkur kísilsýru meiri. Orsök þessa er sú, að hola 9 er dálítið heitari en hola 8. Þá er styrkur brennisteinsvetnis nokkru hærri í holu 9 en holu 8.

Útfellinga kalks hefur aldrei orðið vart í holum eða lögnum á Reykjanesi, enda virðist djúpvökvinn undirmettaður af kalsíum karbónati. Hann er hins vegar mettaður af kalsíum súlfati, anhýdríti, og vera kann að það efnajafnvægi haldi kalsíumstyrk neðan mettunarmarkna kalsíum karbónats.

Ópalmettunarmörk vökvans úr holu 8 voru nálægt 8,0 bar-a, en aðalskilja var rekin við 11 bar-a. Aldrei fundust útfellingar í lögninni frá holu 8, né heldur í skiljunni meðan unnið var úr holu 8 eingöngu. Ópalmettunarmörk vökvans úr holu 9 eru hins vegar nálægt 11,7 bar-a. Eftir að sú hola var tengd skiljustöðinni, tók kísilútfellinga að gæta í skiljunni, enda var rekstrarþrýstingur stöðvarinnar ekki hækkaður.

Fljótlega eftir að vinnsla hófst úr holu 9 tók að bera á útfellingu í lögn frá holunni, neðanstreymis við blöndu þar sem þrýstingur féll úr liðlega 40 bar-a í 19 bar-a. Útfellingin reyndist blanda súlfíða ýmissa málma, einkum zinks, járns, kopars og blýs. Hana þarf að hreinsa úr lögninni stöku sinnum.

Yfirgnæfandi hluti gass í gufu, eða um 97% rúmmáls, er koldíoxíð. Sé gufan skilin frá jarðsjó við 12,5 bar-a, er styrkur gassins um 0,5 af hundraði massa. Frá upphafi vinnslu árið 1970 og til ársloka 2001 nam losun koldíoxíðs úr jarðhitasvæðinu á Reykjanesi u.þ.b. 55 þúsund tonnum, en losun brennisteinsvetnis 1600 tonnum.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	4
EFNISYFIRLIT	5
MYNDASKRÁ	6
TÖFLUSKRÁ	7
1 INNGANGUR	9
2 HITI, VERMI, ÞRÝSTINGUR OG VINNSLA	11
3 UPPLEYST STEINEFNI	13
4 KVARSHITI	27
5 SAMSETUHLUTFÖLL	29
6 GAS Í DJÚPVÖKVA OG GUFU	31
7 ÚTFELLINGAR OG STEINDAJAFNVÆGI	36
8 UMRÆÐA	38
HEIMILDIR	41
ENGLISH ABSTRACT	43
VIÐAUKI: Efnagreiningaskrár	45
A: Skýringar	46
B: Töflur	47

MYNDIR

1	Yfirlitskort af Reykjanesi	10
2	Styrkur klóríðs í djúpvatni. Holur 8 og 9	14
3	Styrkur brómíðs í djúpvatni. Holur 8 og 9	14
4	Styrkur súlfats í djúpvatni. Holur 8 og 9	16
5	Styrkur flúoríðs í djúpvatni. Holur 8 og 9	16
6	Samband hýdroxýlstyrks og flúoríðstyrks í djúpvatni. Holur 8 og 9	18
7	Styrkur natríums í djúpvatni. Holur 8 og 9	18
8	Styrkur kalíums í djúpvatni. Holur 8 og 9	20
9	Styrkur kalsíums í djúpvatni. Holur 8 og 9	20
10	Styrkur magnesíums í djúpvatni. Holur 8 og 9	21
11	Styrkur kísildíoxíðs í djúpvatni. Holur 8 og 9	21
12	Styrkur bórs í djúpvatni. Holur 8 og 9	22
13	Uppleyst efni í djúpvatni. Holur 8 og 9	22
14	Styrkur áls í djúpvatni. Holur 8 og 9	23
15	Styrkur járns í djúpvatni. Holur 8 og 9	23
16	Styrkur mangans í djúpvatni. Holur 8 og 9	24
17	Kvarshiti. Holur 8 og 9	24
18	Hlutfall súrefnissamsætna, $\delta^{18}\text{O}$, í djúpvatni. Holur 8 og 9	28
19	Hlutfall vetnissamsætna, δD , í djúpvatni. Holur 8 og 9	28
20	Styrkur koldíoxíðs í djúpvatni. Holur 8 og 9	30
21	Styrkur brennisteinsvetnis í djúpvatni. Holur 8 og 9	30
22	Mettunarstig kalsíts í djúpvatni. Holur 8 og 9	35
23	Mettunarstig anhýdríts í djúpvatni. Holur 8 og 9	35

TÖFLUR

1	Hola 8. Styrkur efna (mg/kg) í djúpvatni	25
2	Hola 9. Styrkur efna (mg/kg) í djúpvatni	26
3	Kvarshiti T_q (°C). Holur 8 og 9	27
4	Samsætuhlutföll súrefnis og vetnis, $\delta^{18}\text{O}$ og δD , í djúpvatni. Holur 8 og 9	29
5	Hola 8. Styrkur lofttegunda (mg/kg) í djúpvatni. Heildarstyrkur gass (hundraðshluti massa) í gufu við 12,5 bar-a	31
6	Hola 9. Styrkur lofttegunda (mg/kg) í djúpvatni. Heildarstyrkur gass (hundraðshluti massa) í gufu við 12,5 bar-a	32
7	Losun gass úr holu 8	34
8	Losun gass úr holu 9	34

1 INNGANGUR

Rannsókn jarðhitans á Reykjanesi á sér allmikla sögu. Sú saga teygir sig aftur undir miðja 19. öld, en vart verður þó sagt að skriður hafi komist á fyrr en eftir 1960. Árið 1956 urðu að vísu þáttaskil, en þá stóð Raforkumálaskrifstofan að borun holu í háhitasvæðið. Náði hún 162 m dýpi, en þá var borun hætt. Liðu svo tólf ár að ekki var borað í svæðið.

Frá því á miðju sumri 1968 og þar til snemma hausts 1969 voru boraðar sex holur á Reykjanesi, og gekk á ýmsu með þær framkvæmdir. Verður sú saga ekki rakin hér, heldur vísað til ágætrar yfirlitsskýrslu um rannsóknir og boranir á svæðinu á þessu tímabili (Sveinbjörn Björnsson, 1971). Þótt árangur þessara borana hafi reynst langt undir væntingum, verður ekki litið svo á að því fé og þeirri fyrirhöfn hafi verið á glæ kastað, því segja má að með þessari reynslu hafi Íslendingar í raun náð fullum tökum á háhitaborunum eins og bráðlega kom í ljós.

Hola 8 var boruð í október og nóvember 1969 og varð hún 1754 m djúp. Raufaður leiðari var settur í hana, og var þá nýmæli hér á landi. Holunni var hleypt í gos ári síðar, í október 1970, og reyndist hún mjög öflug. Má raunar fullyrða að árangur hafi farið fram úr öllum vonum, enda uppfyllti hola frekustu kröfur um hita og afköst.

Ástæða þess að ráðist var í téðar rannsóknir og boranir var áætlun á vegum Rannsóknaráðs ríkisins um efnavinnslu úr jarðsjó á Reykjanesi. Helsti hvatamaður þessa verkefnis var Baldur Línadal, og var hugmyndin að nýta jarðsjó og gufu fyrst til saltvinnslu, en færa svo út kvíarnar með klór-alkalívinnslu. Klórið mætti nota til plastframleiðslu, og þannig mætti bæta við þrepum í vinnslunni smátt og smátt.

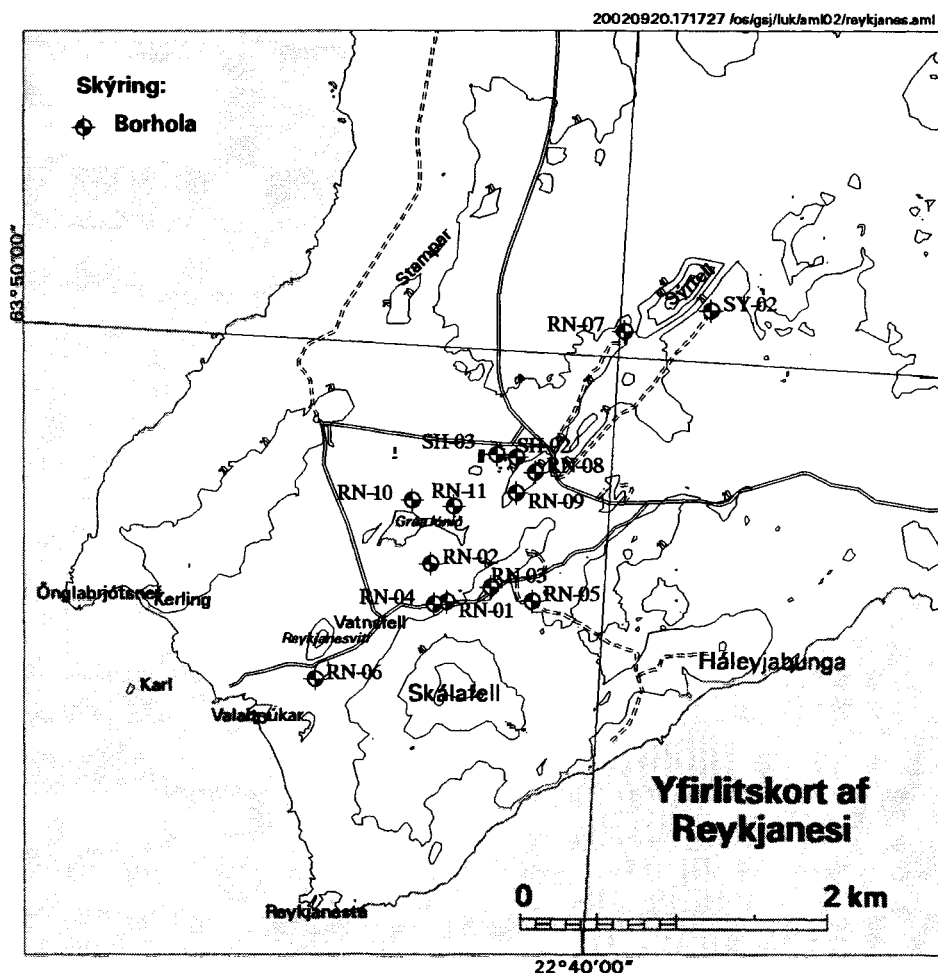
Eftir að hola 8 var hleypt í blástur leið enn áratugur þar til verksmiðja til saltvinnslu reis á svæðinu. Rekstur hennar hefur verið æði stopull, og er sú saga utan efnis skýrslunnar.

Hola 9 var boruð árið 1983 skammt suðvestan við hola 8. Þegar henni var hleypt í blástur þá um haustið var hún talin öflugasta háhitahola landsins. Var það raunar álit margra að leitun væri á annarri öflugri í heiminum. Eftir að hún tók að þrengjast vegna útfellinga sumarið 1993 dró úr affli hennar, og þrátt fyrir hreinsun þá um haustið náði hún ekki upphaflegum afköstum (Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson, 1994). Mælingar eftir hreinsun sýndu að leiðari holunnar hafði slitnað á 534 m dýpi.

Á undanförmum þremur áratugum hafa þannig tvær háhitaholur verið nýttar á Reykjanesi. Hola 8 stóð ein undir vinnslu úr svæðinu þar til hola 9 var boruð. Eftir það var unnið úr báðum holum um sinn, en þó var tekið helmingi meira úr holu 9 en holu 8. Gekk svo fram á árið 1987, en þá var hola 8 lokað. Stóð hún lokuð fram til 1993, en var þá dæmd ónýt og vinnslufóðring hennar fyllt af steypu. Þorri vinnslu úr svæðinu undanfarna tvo áratugi, og öll vinnsla frá því í júní 1987, hefur því verið úr holu 9.

Enn eru ótaldar tvær holur á Reykjanesi, hola 10 sem boruð var veturinn 1998 - 1999, og hola 11, en hún var boruð vorið 2002. Hvorugri þeirra hefur enn verið hleypt í blástur þegar þetta er ritað, en þess verður væntanlega ekki lengi að bíða. Staðsetning þessara holna og annarra á svæðinu er sýnd á mynd 1.

Nú eru uppi áform um aukna nýtingu jarðhita á Reykjanesi og horfur á að holur 10 og 11 komist brátt í not. Á þessum tímamótum þykir hlýða, að litið sé um öxl og hugað að því hvaða lærdóm megi draga af efnafræðilegum rannsóknum svæðisins til þessa.



Mynd 1. Yfirlitskort af Reykjanesi

Í skýrslu þessari verður fjallað um efnasamsetningu jarðsjávar og gufu úr holum 8 og 9 á Reykjanesi undanfarna þrjá áratugi. Til grundvallar eru lagðar niðurstöður efnagreininga allra heilsýna sem starfsmenn Orkustofnunar hafa tekið úr holu 9, en þau eru 29 að tölu, svo og niðurstöður greininga 14 valinna heilsýna úr holu 8. Þessar upplýsingar eru allar varðveittar í gagnasafni Orkustofnunar. Í safninu eru raunar greiningar allmargra fleiri sýna úr holu 8 en fjallað verður um hér, en flest er þau hlutsýni og hefur þá aðeins verið greint eitt efni eða fáein. Mörg þessara hlutsýna voru tekin úr hljóðdeyfi eða öðru afrennsli. Þá voru sex heilsýni úr holu 8 dæmd frá vegna galla.

Í kaflanum hér á eftir verður gerð grein fyrir vali á vermi því og viðmiðunarhita sem stuðst er við þegar efnasamsetning djúpvökvangs í jarðhitakerfinu er reiknuð. Í þriðja kafla er sagt frá styrk uppleystra steinefna í jarðhitavökvanum, og í fjórða kafla er að finna niðurstöður kísilhitareikninga. Samsætuhlutföllum vökvangs eru gerð skil í fimmta kafla, en gasi í djúpvökva og gufu í sjötta kafla. Tæpt er á jafnvægi uppleystra efna við steindir bergsins í sjöunda kafla. Lokakaflinn hefur að geyma yfirlit um eftirtektarverðustu atriði í efnasamsetningu jarðhitavökvangs.

Í viðauka er að finna hráar niðurstöður efnagreininga þeirra sýna sem fjallað er um í skýrslunni.

2 HITI, VERMI, ÞRÝSTINGUR OG VINNSLA

Flestar borholur á háhitasvæðum skila blöndu vatns og gufu til yfirborðs. Hlutfall vatns og gufu í blöndunni ræðst af þrýstingi og vermi rennisins, og getur því verið harla breytilegt. Af þessum sökum er það nokkrum vandkvæðum bundið að ná trúverðugu sýni af renni úr háhitaholu til efnagreiningar. Sé sýni tekið af renninu, eins og það kemur fyrir, er nefnilega undir hælinn lagt hvort hlutfall vatns og gufu í sýninu er hið sama og í holunni. Sýni þannig tekið gæti verið af vatni eingöngu, eða þéttivatni eingöngu, eða blöndu þeirra í hvaða hlutfalli sem væri. Yrðu þá niðurstöður eftir því.

Þegar sýni er tekið úr háhitaholu er eftirfarandi háttur því hafður á. Fyrst er vatn skilið frá gufu með þar til gerðu áhaldi, svonefndri gufuskilju. Þá eru vatnið og gufan kæld, hvort fyrir sig, og sýni tekin af báðum. Síðan er allt efnagreint, vatn, gas og þéttivatn, en hvert í sínu lagi. Loks er heildarsamsetning rennisins í holunni fundin með því að „reikna saman vatn og gufu,“ eins og það er kallað, en til þess er nauðsynlegt að þekkja hlutfall vatns og gufu í renninu.

Þetta hlutfall ræðst af tveim þáttum, þrýstingi rennisins og vermi, svo sem fyrr segir. Þrýstingur er ávallt mældur um leið og sýni er tekið, en mælingu vermis fylgir meira umstang, enda hefur vermi rennis í háhitaholum á Suðurnesjum sjaldan verið mælt nema á blásturstíma, strax eftir borun. Þannig var t.d. vermi rennis í holu 9 á Reykjanesi mælt þegar hún blés, haustið 1983, og ekki síðan. Um holu 8, sem boruð var árið 1969, gegnir dálítið öðru máli. Vermi rennis í henni var lengst af ákvarðað út frá kísilhita, og þá gengið út frá því að innstreymi í holuna væri einfasa. Var það ekki fyrr en í janúar 1980 að vermi rennis í þessari holu var mælt beint.

Því er skemmst frá að segja, að meðaltal 16 vermismælinga í holu 8 reyndist 1166 kJ/kg, með staðalfrávik 83 kJ/kg, og meðaltal 45 mælinga í holu 9 var 1318 kJ/kg, með staðalfrávik 63 kJ/kg. Það er að vísu engan veginn víst að yfirleitt sé viðeigandi að reikna hér meðaltöl og staðalfrávik, því mælt var við misháan þrýsting og mismikið rennsli, og misjafnlega oft við hvert þrep þrýstings. Engu að síður ættu þessar tölur að gefa einhverja hugmynd um vermi rennis úr holunum. Sé gert ráð fyrir einfasa innstreymi, koma þessar mælingar heim við 266°C hita í holu 8, en 295°C hita í holu 9.

Nú hefur hiti í þessum holum báðum verið mældur nokkrum sinnum með svonefndum Amarada mælum. Hitinn er nokkuð mismunandi eftir dýpi, eins og við er að búast, og losar 290°C á 1000 m í holu 9, en suðuborð í holunni er talið nálægt 900 m. Hæstur mældist hiti í þessari holu í desember 1983, 295°C neðan við 1100 m dýpi. Í skýrslu Orkustofnunar um efnastyrk í holu 9 í blástursprófi (Jón Örn Bjarnason, 1984) var viðmiðunarhiti fyrir reikninga á efnafræði djúpvatns einmitt valinn 295°C. Var þá þetta hæsta mæligildi lagt til grundvallar, svo og samsvarandi vatnsvermi. Nýrri mælingar hafa hins vegar sýnt ívið lægri hita, og meðalgildi kísilhita holunnar reiknast nálægt 292°C. Raunar kann það gildi að vera í hærra lagi, því vísbendingar eru um að kísiltvíoxíð leysist ögn betur í söltu vatni en fersku. Af téðum ástæðum verður hér farin sú leið að miða efnareikninga í holu 9 við örlítið lægri hita en áður, eða 290°C.

Hitamælingum í holu 8 ber ekki eins vel saman. T.d. mældist hiti á 1200 m dýpi 289°C í apríl 1992, en 230°C í júlí 1977 og 235°C í september sama ár. Í öllum þremur tilvikum hafði holan staðið lokuð um langa hríð fyrir mælingu og engin vinnsla verið úr henni. Í

mars 1971, eftir nokkurra mánaða blástur, hafði hiti á 1200 m dýpi hins vegar mælst 277°C, og 269°C í apríl árið eftir. Eru þau mæligildi væntanlega nær eðlilegum innstreymishita en hin fyrri. Í nefndri skýrslu (Jón Örn Bjarnason, 1984) var viðmiðunarhiti fyrir efnareikninga í holu 8 valinn 270°C, og var sú tala tekin úr annarri skýrslu eldri (Trausti Hauksson, 1981), en þar var aftur byggt á vermismælingunum frá 1980 og kísilhita. Í síðastnefndu skýrslunni virðist kísilhiti hins vegar ekki aðeins hafa verið reiknaður fyrir heilsýni, heldur einnig hlutsýni og ýmis önnur sýni, sem varla teljast fullnægjandi af ýmsum ástæðum og sleppt verður í umfjölluninni hér á eftir. Það er mat þess, sem hér ritar, að við efnareikninga í holu 8 sé réttara að taka mið af meðalkísilhita þeirra 14 sýna sem álitin eru nægilega góð, en hann reyndist 275°C. Hér á eftir verður hiti í holu 8 því talinn 275°C.

Gengið er út frá því að innstreymi í báðar holurnar sé einfasa, enda hefur ekkert komið fram við mælingar sem bendir til annars. Vermis vatns er 1290 kJ/kg við 290°C, en 1211 kJ/kg við 275°C. Þessi gildi eru aðeins hálfu staðalfrávikki frá ofangreindum meðaltölum vermismælinga.

Viðmiðunarhiti verður hér talinn 275°C í holu 8 og 290°C í holu 9, eins og áður segir. Að öllu athuguðu virðast þessi gildi besta mat á innstreymishita í holunum sem fyrir liggur.

Þrýstingur er jafnan mældur þegar sýni er tekið, svo sem fyrr er greint. Söfnunarþrýstingur við sýnatöku úr holu 8 var mjög mishár, lægstur 4,2 bar-a en hæstur 27,5 bar-a. Ástæða þessa er sú að á ýmsu gekk með vinnslu úr holunni þá liðugu tvo áratugi sem hún lifði. A.m.k. tvö sýnanna voru tekin mjög skömmu eftir að holan var opnuð eftir rekstrarstöðvun, og nokkur sýni munu hafa verið tekin í sambandi við ýmsar prófanir, þegar holan var ekki í jöfnum rekstri. Oftast var vinnslan úr holunni u.þ.b. 50 kg/s, en í þrjú ár, frá októberbyrjun 1974 til jafnlengdar 1977, stóð holan lokuð.

Þrýstingur við sýnatöku úr holu 9 hefur ávallt verið miklu jafnari. Lengst af var hann í kringum 40 bar-a. Eftir að vinnsla úr holunni var aukin á árinu 1992 féll þrýstingurinn og hélst svo allt árið 1993. Árið eftir var vinnsluþrýstingur aftur aukinn í liðlega 40 bar-a.

Vinnslusaga holna 8 og 9 á Reykjanesi hefur verið rakin í nokkrum skýrslum (Verkfræðistofan Vatnaskil, 1993a, 1993b, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 og 2002). Í fyrstu skýrslunni voru öll fyrirliggjandi vinnslugögn úr holu 8 tekin saman, en þau eru raunar dálítið gloppótt á köflum. Þar eru einnig eldri gögn úr holu 9. Í upphafi árs 1991 var tekið að skrá toppþrýsting holu 9 og aðrar upplýsingar tengdar vinnslunni reglulega, á svipaðan hátt og í Svartsengi. Voru þar að verki starfsmenn Hitaveitu Suðurnesja. Nýlega hefur verið tekin upp sjálfvirk skráning toppþrýstings, en þau mæligildi eru birt á vefsíðu Orkustofnunar, jafnóðum að kalla. Þessum gögnum eru gerð skil í skýrslum um vinnslueftirlit, sem Verkfræðistofan Vatnaskil hefur tekið saman.

3 UPPLEYST STEINEFNI

Efnasamsetning djúpvatns í holum 8 og 9 á Reykjanesi er skráð í töflur 1 og 2. Töflurnar sýna efnastyrk vökvans eftir að vatn og gufa hafa verið "reiknuð saman" eins og fyrr er lýst. Viðmiðunarhiti er einnig skráður. Í töflunum tákna P_s þrýsting á gufuskilju við söfnun sýnis, og **Uppleyst** heildarstyrk uppleystra efna, en hann er fundinn með þurreimingu sýnis. Merking annarra tákna er væntanlega augljós.

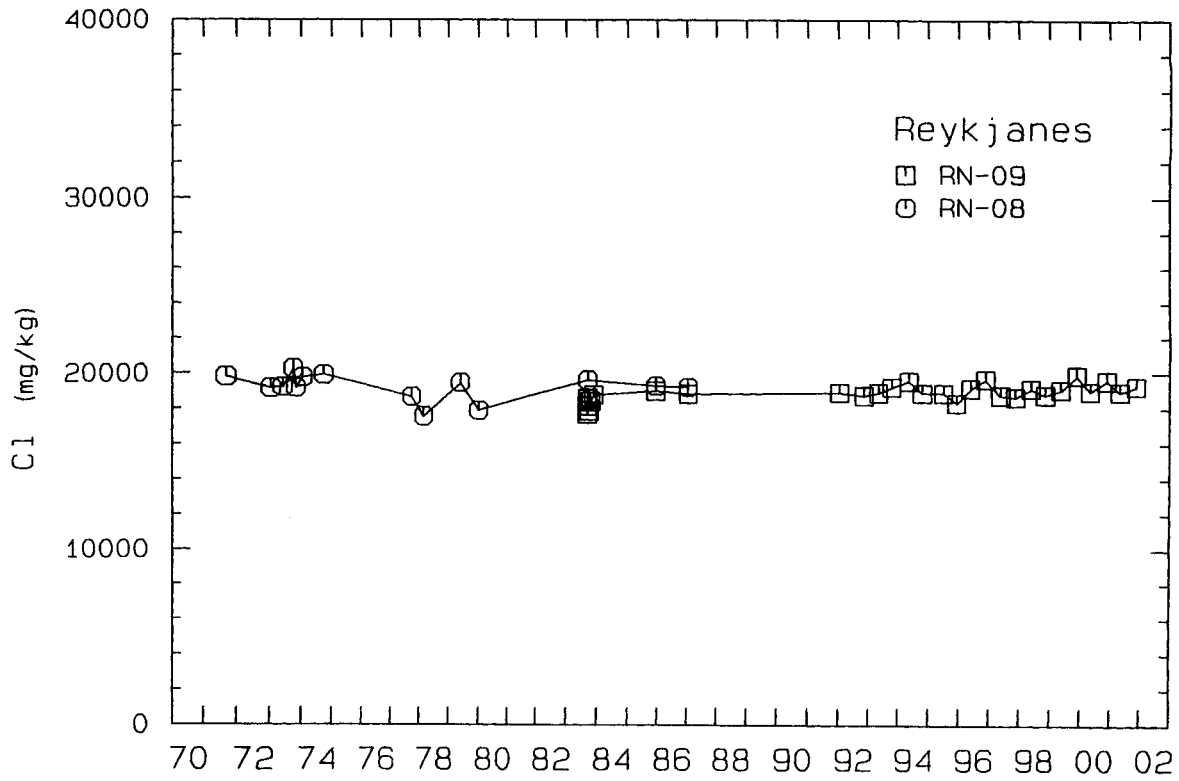
Efnastyrkur í töflum 1 og 2 er skráður sem mg efnis í kg vatns, og á það raunar einnig við um línurit þau sem birtast í þessari skýrslu. Flestar þeirra aðferða sem notaðar eru við efnagreiningarnar eru hins vegar rúmmálsbundnar, og er styrkurinn þá í raun mældur sem mg efnis í lítra lausnar. Þegar gögn um efnasamsetningu vatns úr jörðu á Íslandi eru sett fram, er sjaldnast hirt um að gera á þessu greinarmun, enda er eðlismassi jarðvatns hér á landi í langflestum tilvikum svo nærri 1 kg/l við stofuhita að leiðrétting fellur innan óvissumarka greininga. Á Reykjanesi er efnastyrkur jarðsjávar hins vegar talsvert mikill, u.þ.b. 37000 mg/l eftir að gufa hefur verið skilin frá við 40 bar-a. Eðlismassi þessa vökva er um 1,023 kg/l við 22°C. Í hverjum lítra lausnar eru þannig aðeins 0,986 kg vatns við þennan hita. Gildi efnastyrks, miðuð við kg vatns (ekki lausnar), eru þá 1,4% hærrí en ef miðuð væru við lítra lausnar. Ástæða þess að efnastyrkur í heitu jarðvatni er gjarnan miðaður við kg vatns er sú að þessi viðmiðun hefur ýmsa kosti fram yfir aðrar við efnavarmafræðilega reikninga. Í skýrslu um Svartsengi (Jón Örn Bjarnason, 1996) var þessi leiðrétting ekki gerð. Til þess að gildi í töflum 1 - 4 og 6 - 8 í þeirri skýrslu verði kórrétt miðuð við kg vatns þarf að hækka þau um að kalla nákvæmlega 1%. Þá verða þau einnig sambærileg við gildin í töflum 1 og 2 hér á eftir.

Loks tíðkast stundum að miða efnastyrk við kg lausnar. Þetta var t.d. gert í frummatsskýrslu um umhverfisáhrif jarðhitanýtingar á Reykjanesi (VSÓ ráðgjöf, 2000) og í tveimur greinargerðum Orkustofnunar þar að lútandi (Jón Örn Bjarnason, 1998a, 1998b). Var þá enda tilgangurinn að meta efnaflæði úr borholum, en vinnslan var mæld í kg/s.

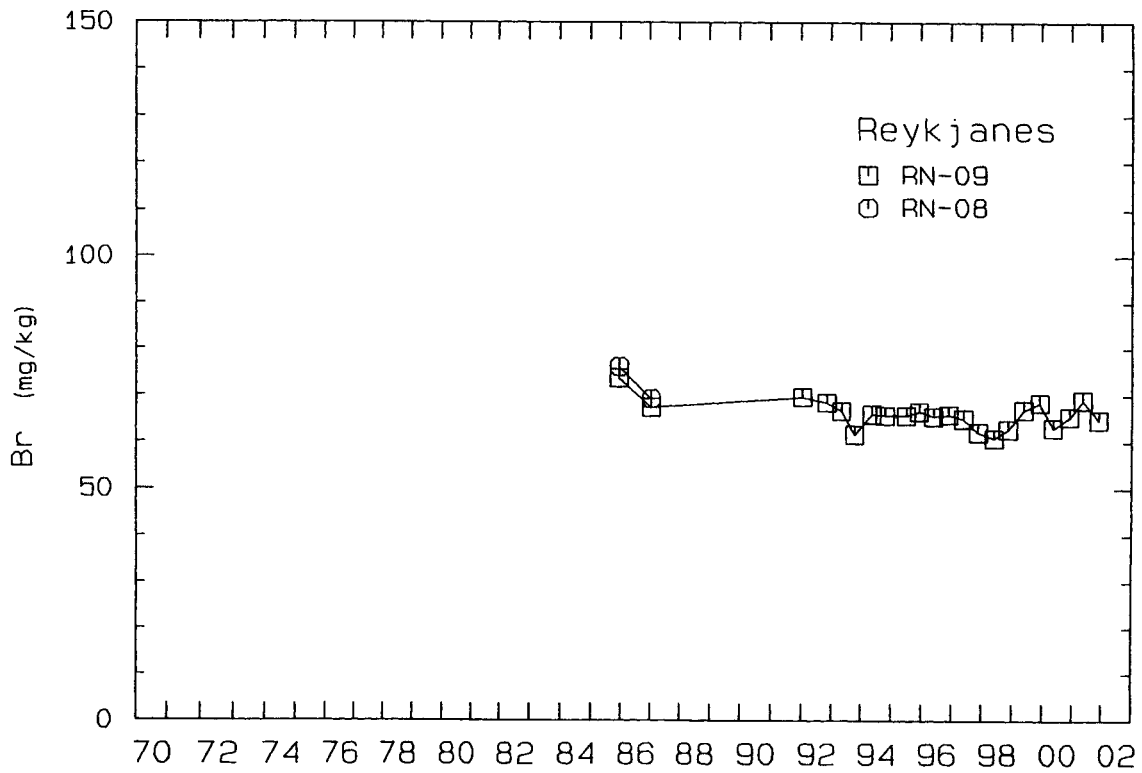
Anjónir

Styrkur klóríðs í djúpvatni á Reykjanesi er sýndur á mynd 2. Hann hefur alla tíð verið mjög stöðugur eins og sjá má. Dálitlar sveiflur má þó greina í holu 8, en vel má vera að þar sé mælingaraðferðinni um að kenna, því lengi vel var styrkur klóríðs ákvarðaður með títrun. Árið 1984 var tekið að greina klóríð með jónaskilju, en sú aðferð er mun nákvæmari og samkvæmni hennar betri.

Meðaltal klóríðstyrks allra sýna úr holu 8 er 19.210 mg/kg, en meðalstyrkur í holu 9 reiknast um 18.880 mg/kg. Þessi munur milli holna, 1,7% eða svo, er of lítil til að orð sé á gerandi. Í skýrslu um efnasamsetningu rennis úr holu 9 á blásturstíma (Jón Örn Bjarnason, 1984) var hins vegar talið að nærri 9% munaði á klóríðstyrk holnanna. Í þeirri skýrslu var miðað við 295°C hita í holu 9 en 270°C hita í holu 8. Nú er innstreymi í báðar holur álitíð einfasa, og því ákvarðast vermi rennis og gufuhluti við holutopp af holuhita. Reiknaður efnastyrkur í djúpvatni er þá einnig háður hita. Þegar miðað er við 290°C hita í holu 9 og 275°C hita í holu 8, eins og gert er hér, reiknast klóríðstyrkur að kalla hinn sami í báðum holum. Þykir það styðja þetta val á viðmiðunarhita, enda ekki ástæða til



Mynd 2. Styrkur klóríðs í djúpvatni. Holur 8 og 9.



Mynd 3. Styrkur brómíðs í djúpvatni. Holur 8 og 9.

annars en að ætla að klóríðstyrkur sé áþekkur í þessum tveimur holum, sem boraðar eru djúpt í jarðhitakerfið svo að segja á sama blettinum.

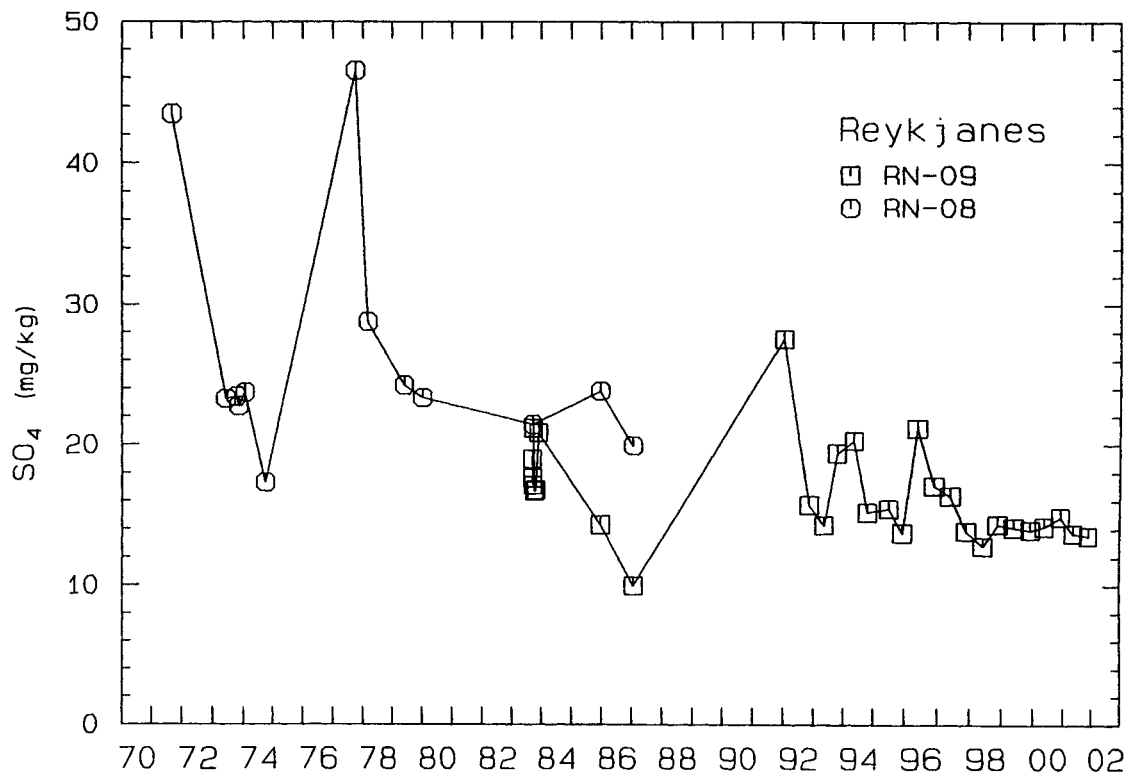
Klóríðstyrkur í strandsjó við utanverðan Reykjaneskaga er u.þ.b. 18.850 mg/l (Jón Örn Bjarnason, 1995), sem jafngildir 19.120 mg í kg vatns. Styrkur klóríðs í jarðhitakerfinu er því jafnmikill og í sjó. Lengi vel hefur verið talið að jarðhitavökvinn í Reykjaneskerfinu sé að uppruna sjór sem átt hefur efnaskipti við bergið og leyst upp kalíum, kalsíum og kísildíoxíð, svo eitthvað sé nefnt, en látið á móti m.a. magnesíum og súlfat. Niðurstöðurnar í töflum 1 og 2 staðfesta þetta enn einu sinni. Klóríð tekur ekki þátt í þessum hvörfum svo nokkru nemi. Ljóst virðist því að jarðsjórinn hefur ekki blandast ferskvatni svo heitið geti, ólíkt því sem gerst hefur í Svartsengi.

Mynd 3 sýnir styrk brómíðs í djúpvökvunum. Meðalgildi í holu 9 er um 66 mg/kg. Hlutfall klóríðs við brómíð er að kalla hið sama og í sjó, og kemur ekki á óvart, því brómíð gengur lítið sem ekkert inn í steindir bergsins og hegðar sér að þessu leyti á svipaðan hátt og klóríð.

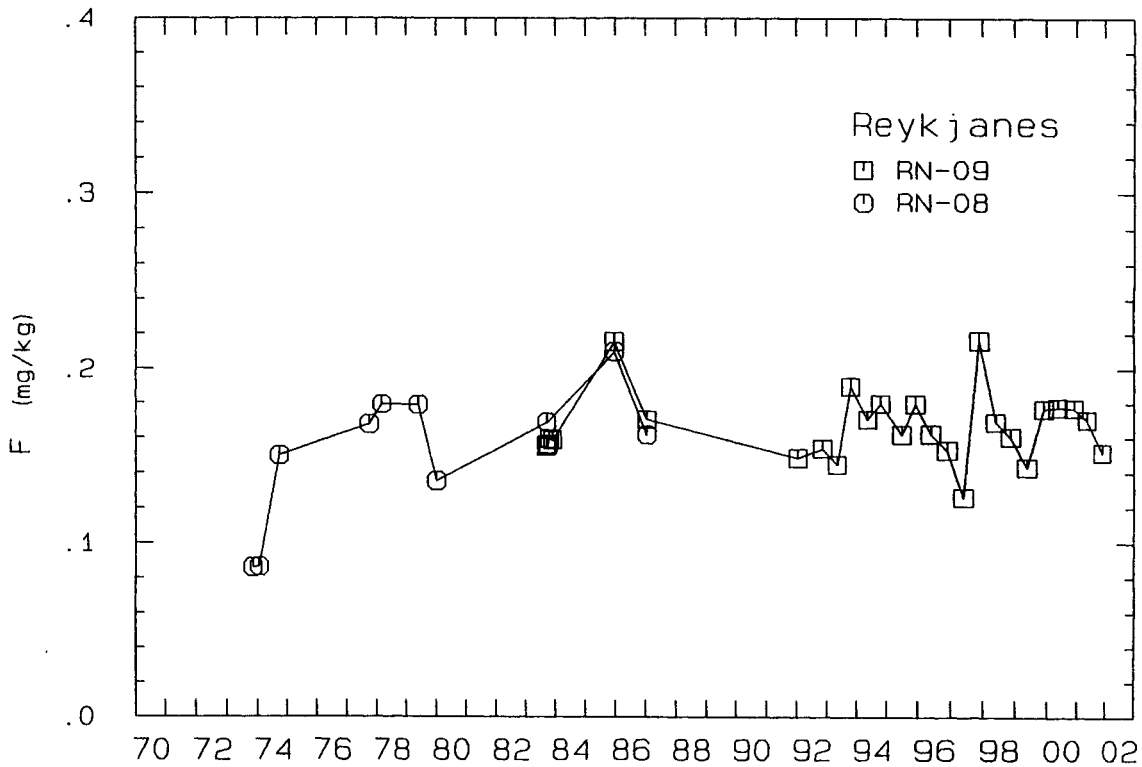
Styrkur súlfats er sýndur á mynd 4. Gildin úr holu 8 dreifast um talsvert mikið bil, og er hér líklega mæliaðferðinni um að kenna. Í svo söltu vatni sem þessu er erfitt að beita títrun til greiningar súlfats, en styrkur þess er hóflegur. Um allanga hríð var súlfatstyrkur því fundinn með fellingu og viktun, en sú aðferð er dálítið vandmeðfarin og ekki sérlega nákvæm. Árið 1984 var tekin í not í Orkustofnun jónaskilja, eins og fyrr segir, og var þá fljótlega tekið að greina með henni súlfat. Bötunuðu þá niðurstöður stórum. Súlfatstyrkur í holu 9 á Reykjanesi dreifist engu að síður um breiðara bil en í holum í Svartsengi, og virðist þessi dreifing raunveruleg þótt ekki liggi fyrir sérstök skýring á henni.

Þrátt fyrir mikla dreifingu gagnanna má greina að súlfatstyrkurinn er nokkru minni í holu 9 en í holu 8. Meðalgildi hans er um 16,4 mg/kg í holu 9, en nálægt 26,3 mg/kg í holu 8. Þessi munur er auðskýrður og kemur ekki á óvart. Leysni kalsíum súlfats, anhýdríts, minnkar nefnilega jafnt og þétt með hækkandi hita. Nú er hola 9 heitari en hola 8, og styrkur súlfats þá minni sem þeim mun nemur. Til samanburðar má nefna að í Svartsengi er hiti um 240°C, en súlfatstyrkur í djúpvatni u.þ.b. 30 mg/kg. Súlfatstyrkur í sjó við Reykjanes er hundraðfalt meiri, eða um 2590 mg/kg.

Mynd 5 sýnir styrk flúoríðs á Reykjanesi og virðist hann jafnmikill í holum 8 og 9. Flúoríðstyrkurinn dreifist meira á Reykjanesi en í Svartsengi (Jón Örn Bjarnason, 1996), en meðalgildin eru þó áþekkt. Í sjó er flúoríðstyrkurinn nálægt 0,82 mg/kg. Styrkur flúoríðjónarinnar og hýdroxýljónarinnar í djúpvatninu á Reykjanesi breytist í takt eins og mynd 6 sýnir. Út af fyrir sig þarf ekki að koma á óvart að styrkur flúoríðjónarinnar breytist með sýrustigi því flússýra, HF, er veik sýra og klofningsstig hennar því mjög háð pH-gildi. Það veður hins vegar athygli að styrkur jónanna tveggja á mynd 6 er hinn sami. Í Svartsengi er þessu á sama veg farið (Jón Örn Bjarnason, 1996). Skýring þessarar samsvörunar er væntanlega sú, að flúoríðjónin og hýdroxýljónin geta staðgengið hvor fyrir aðra í ýmsum steindum, enda hafa þær um sumt svipaða eiginleika því þær eru áþekkar að stærð og hafa sömu hleðslu.



Mynd 4. Styrkur súlfats í djúpvatni. Holur 8 og 9.



Mynd 5. Styrkur flúoríðs í djúpvatni. Holur 8 og 9.

Alkalí- og jarðalkalímálmur

Mynd 7 sýnir styrk natríums í renni holna 8 og 9 á Reykjanesi. Hann er mun dreifðari í holu 8 en í holu 9, og líklegast að greiningaraðferð sé enn um að kenna. Árið 1979 var tekið að greina málmna í vatni með atómgleytingu ljóss (AAS), en aðferðin er miklu næmari en sú sem áður var notuð og samkvæmni hennar mun betri. Er enda samkvæmnin mjög góð hin seinni ár eins og sjá má á myndinni. Meðalstyrkur natríums er áþekkur í holunum, naumlega 9900 mg/kg í holu 8 og um 9620 mg/kg í holu 9. Þetta er um tíu af hundraði minni styrkur en í strandsjó við Reykjanes, en þar er hann um 10720 mg/kg.

Um kalcíum er hið sama að segja og natríum. Kalcíumstyrkurinn, sem sýndur er á mynd 8, er dreifðari í sýnum úr holu 8 en holu 9, en meðalstyrkur er nánast hinn sami í holunum. Samkvæmnin er mjög góð hin seinni ár. Styrkurinn er miklu meiri en í sjónum, þar sem hann er aðeins um 385 mg/kg.

Styrkur líþíums var mældur nokkrum sinnum árið 1983 og aftur árið 1993. Hann er í kringum 4 mg/kg í djúpvatni, sem er u.þ.b. tuttugu sinnum hærra styrkur en í sjó.

Eins og fram kemur á mynd 9 er meðalstyrkur kalsíums jafnmikill í holum 8 og 9. Hann er þó miklu meiri en í sjó, en þar er hann 380 mg/kg. Hlutfallsleg dreifing mæligilda kalsíums í holu 8 er álíka eða ögn minni en dreifing natríum- og kalcíumgildanna í þeirri holu. Kalsíumdreifingin í holu 9 er nærri jafnmikil og í holu 8, enda þótt öll sýni úr holu 9 hafi verið greind með atómgleyþimælingu. Því má ætla að kalsíumsveiflurnar í holu 9 séu raunverulegar og ekki til komnar vegna óvissu í mælingum. Ekki liggur þó fyrir sérstök skýring á fyrirbærinu.

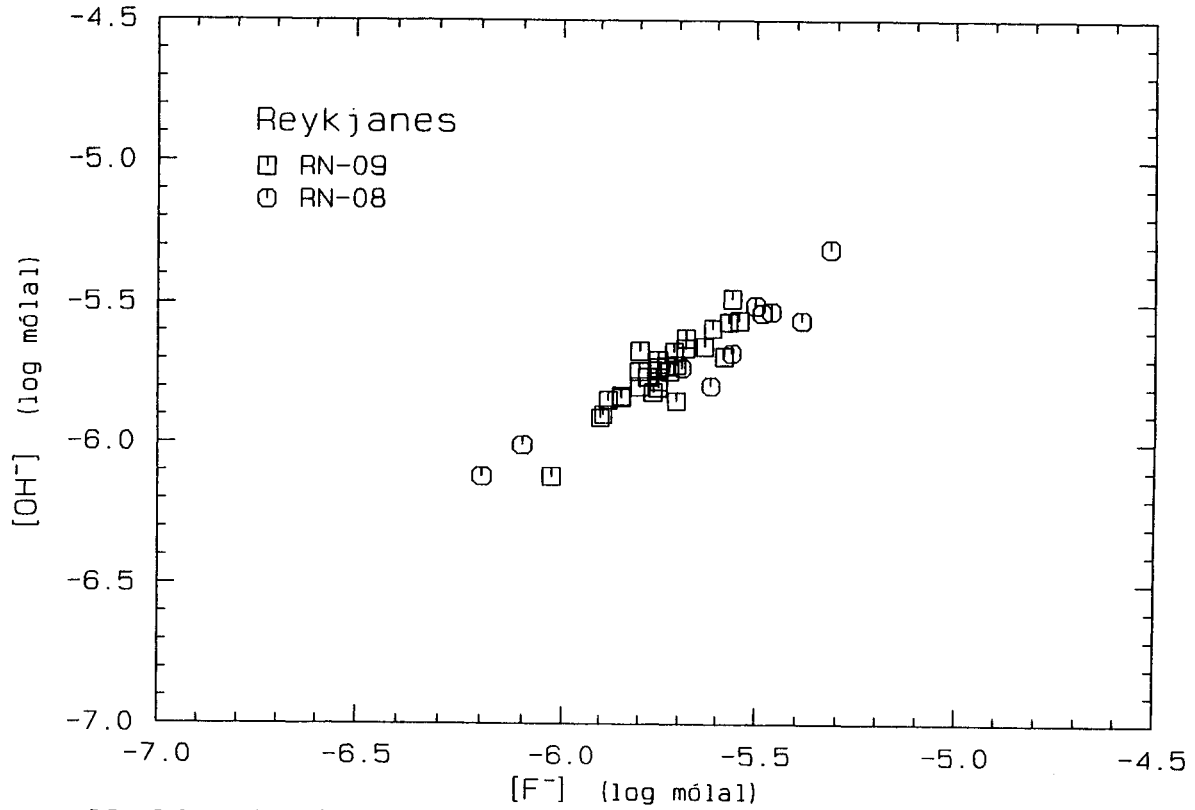
Strontíum var mælt tvisvar á árinu 1993. Styrkur þess í djúpvatni reyndist um 6,5 mg/kg, sem er fimmtungi minni styrkur en í sjó.

Á mynd 10 sést að styrkur magnesíums í djúpvatni holu 9 hefur ávallt verið fremur stöðugur, naumlega 1 mg/kg. Í holu 8 er dreifing gildanna hins vegar miklu meiri, og má vera að þar eigi eldri og ónákvæmari greiningaraðferð nokkra sök. Síðustu fimm sýnin úr holu 8 voru þó greind með atómgleyþiaðferð, en hlutfallsleg dreifing þeirra er engu að síður allmikil. Því má vera að dreifing magnesíumgilda í holu 8 sýni að meira eða minna leyti raunverulegar sveiflur.

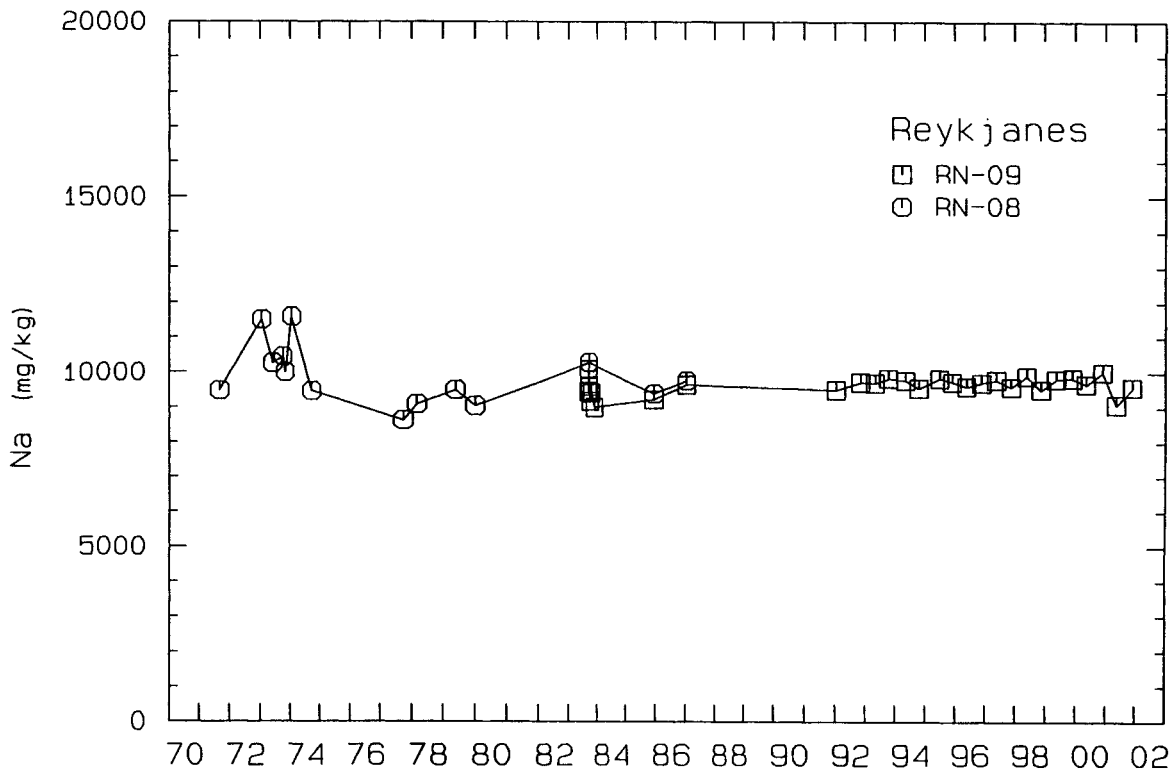
Mynd 10 sýnir glögg, að meðalstyrkur magnesíums er meiri í holu 8 en í holu 9. Það er ekki undarlegt, því hiti er lægri í holu 8 en holu 9. Mörg magnesíumsílköt hegða sér líkt og anhýdrít að því leyti að leysnin minnkar með hækkandi hita. Þannig veldur hin litla leysni þessarra magnesíumsteinda við háan hita því að styrkur magnesíums í jarðhitavökvanum er þúsund sinnum minni en í strandsjónum, en þar er hann um 1260 mg/kg.

Kísill

Styrkur kísildíoxíðs í djúpvatni á Reykjanesi er sýndur á mynd 11. Hann er augljóslega hærra í holu 9 en holu 8, og auk þess jafnari. Í vatni með lágt eða hóflegt pH-gildi, eins og vökvanum á Reykjanesi, ræðst styrkur kísils einvörðungu af hita. Myndin sýnir ótvírætt að hiti er hærra í holu 9 en í holu 8.



Mynd 6. Samband hýdroxýlstyrks og flúoríðstyrks í djúpvatni. Holur 8 og 9.



Mynd 7. Styrkur natríums í djúpvatni. Holur 8 og 9.

Sjö sýnum var safnað úr holu 9 á meðan hún blés út á hljóðdeyfi um 11 vikna skeið haustið 1983, ekki löngu eftir að borun hennar lauk. Fyrsta sýnið var tekið aðeins um þremur klukkustundum eftir af holunni var hleypt í blástur og reyndist kísilstyrkur þess með mesta móti, en ekki er vitað um orsök þessa. Kísilstyrkur næsta sýnis var hins vegar fremur lífill, en það sýni var tekið tveimur dögum seinna. Eftir þetta fór kísilstyrkur heldur vaxandi allan blásturstímamann. Ekki er ólíklegt að holan hafi enn verið að hitna og ryðja úr sér skolvatni, enda var klóríðstyrkur minni á þessu tímabili en síðar varð. Þegar næst var tekið sýni, liðugum tveim árum seinna, virðist holan hafa verið orðin fullheit og hefur kísilstyrkur verið sæmilega stöðugur síðan.

Kísilstyrkur virðist hafa verið miklu breytilegri í renni holu 8 en í renni holu 9, og er ekki ástæða til annars en ætla að sú mynd sé rétt, enda gekk á ýmsu með vinnslu úr holu 8. Þau tvö sýni úr holu 8 sem minnstan hafa kísilstyrkinn, 1977-0151 og 1980-0001, voru bæði tekin mjög skömmu eftir að opnað hafði verið fyrir holuna.

Önnur efni

Mynd 12 sýnir styrk bórs í Reykjaneskerfinu. Hann er jafnmikill í holum 8 og 9, u.þ.b. 7,5 mg/kg, og nokkru meiri en í sjó, en þar er hann aðeins um 4,2 mg/kg. Styrkurinn hefur haldist óbreyttur undanfarna tvo áratugi, eða allt frá því að mælingar á bór hófust á svæðinu.

Heildarstyrkur uppleystra efna í holurenni á Reykjanesi er sýndur á mynd 13. Í holu 9 hefur styrkurinn ávallt verið mjög stöðugur, en á blásturstíma varð þó vart hliðstæðrar hækkunar og í styrk kísildíoxíðs og klóríðs. Í holu 8 er dreifingin miklu meiri, en grunur leikur á að hér eigi skekkjur í mælingu nokkra sök.

Styrkur nokkurra annarra efnaþátta hefur einnig verið mældur, en þó misjafnlega oft.

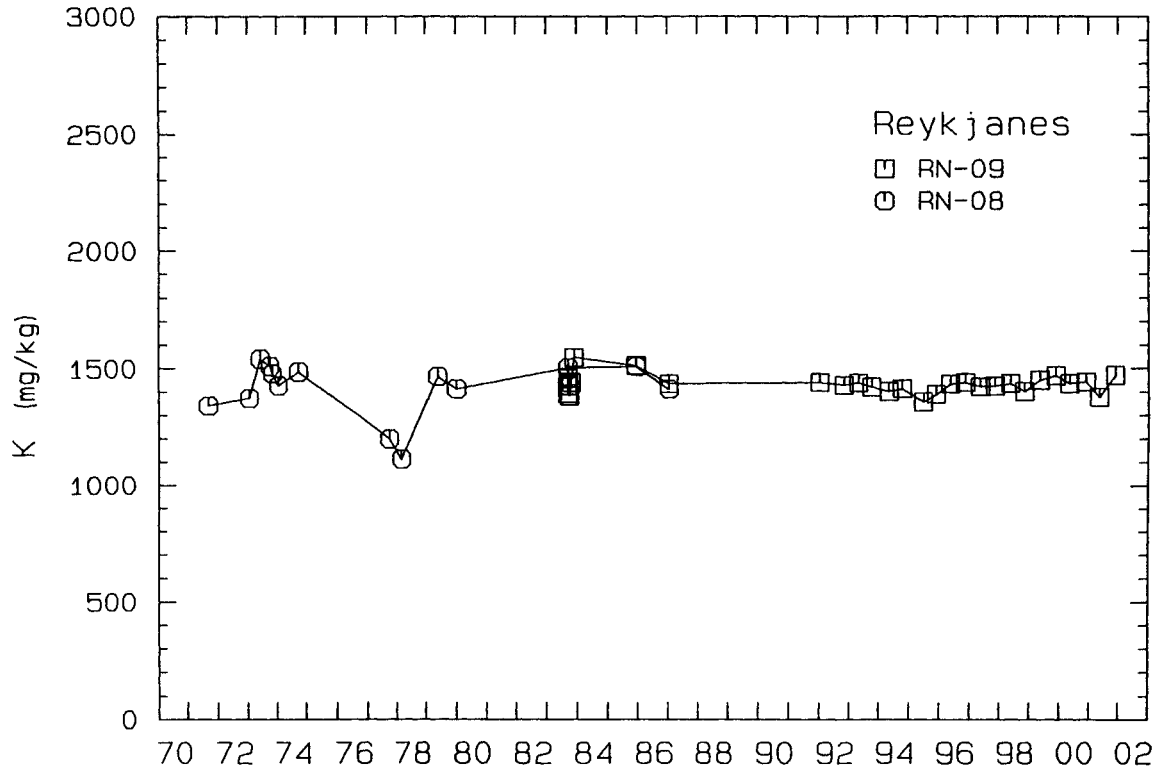
Styrkur áls í Reykjanesrenni spannar bilið frá u.þ.b. 0,02 mg/kg upp í nálega 0,09 mg/kg, eins og greina má á mynd 14, en meðaltalið er um 0,07 mg/kg.

Mynd 15 sýnir að dreifing í járnstyrk er mikil, frá 0,1 mg/kg upp í 0,7 mg/kg, en meðaltalið liggur nærri 0,3 mg/kg.

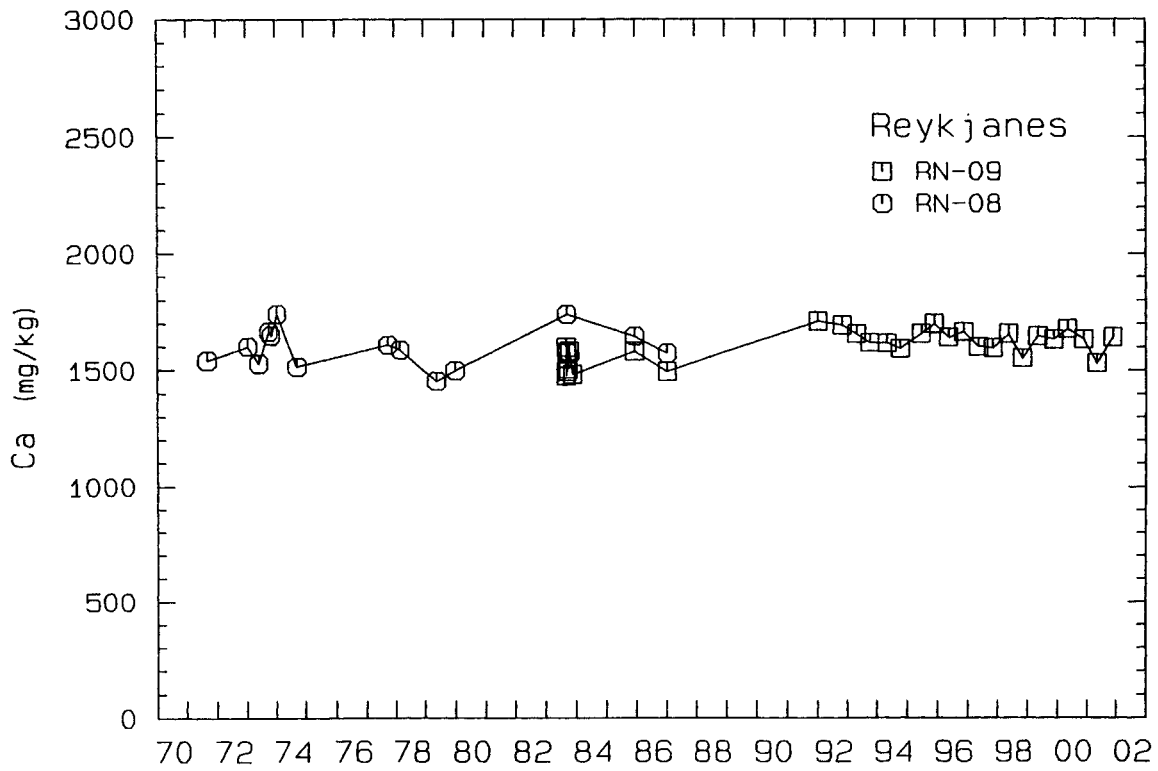
Eins og sjá má á mynd 16 er styrkur mangans á bilinu 2-2,6 mg/kg í þorra sýna. Í nokkrum sýnum er styrkurinn þó hærri, um 4 mg/kg.

Kvikasilfur hefur tvisvar verið mælt, einu sinni í hvorri holu. Styrkur þess virðist jafn í renni beggja holna, en hann reyndist 0,00038 mg/kg í holu 8 árið 1983 og 0,00039 mg/kg í holu 9 árið 1992.

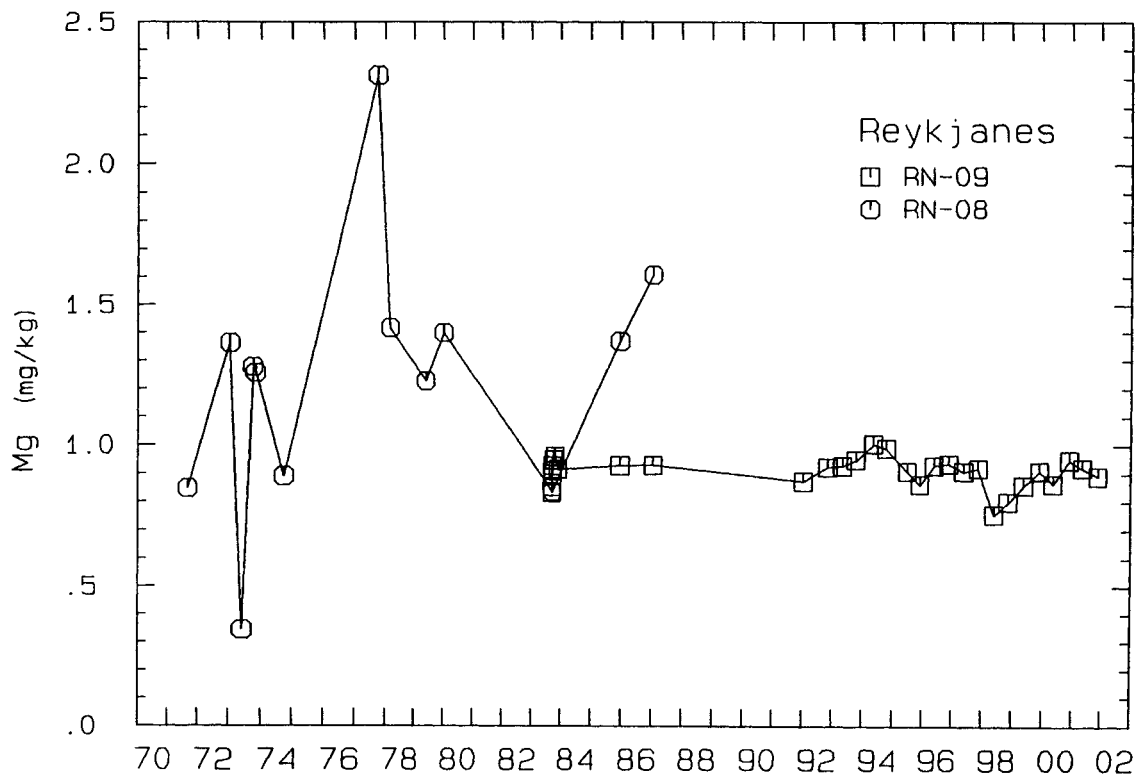
Fremur lítið er vitað um styrk annarra sporefna í jarðsjó á Reykjanesi. Nokkrar upplýsingar um styrk snefilmálma er þó að finna í grein eftir Jón Ólafsson og J.P. Riley (1978).



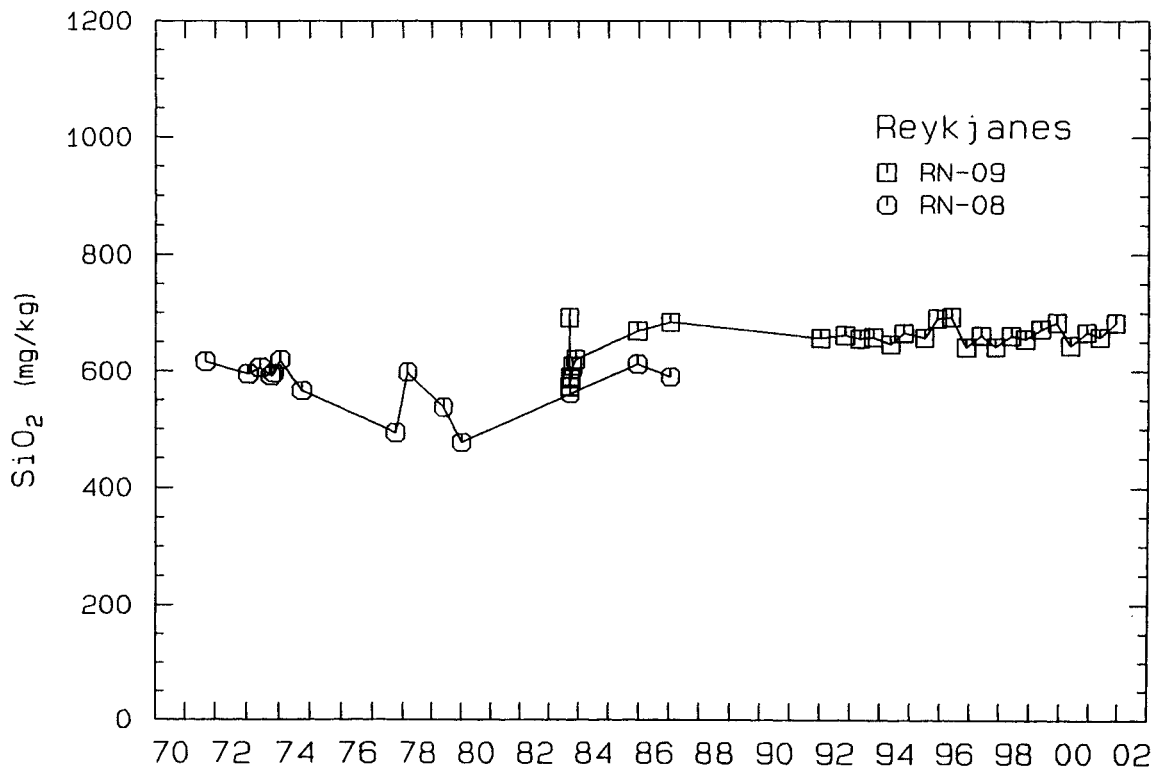
Mynd 8. Styrkur kalíums í djúpvatni. Holur 8 og 9.



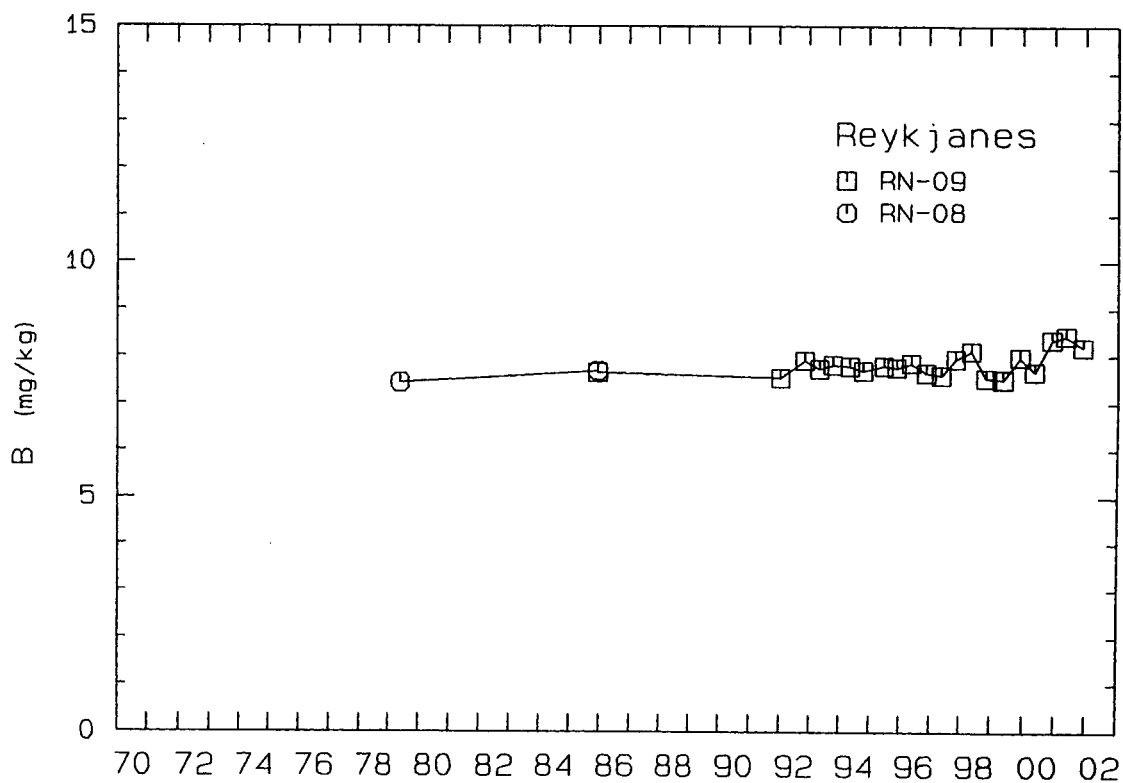
Mynd 9. Styrkur kalsíums í djúpvatni. Holur 8 og 9.



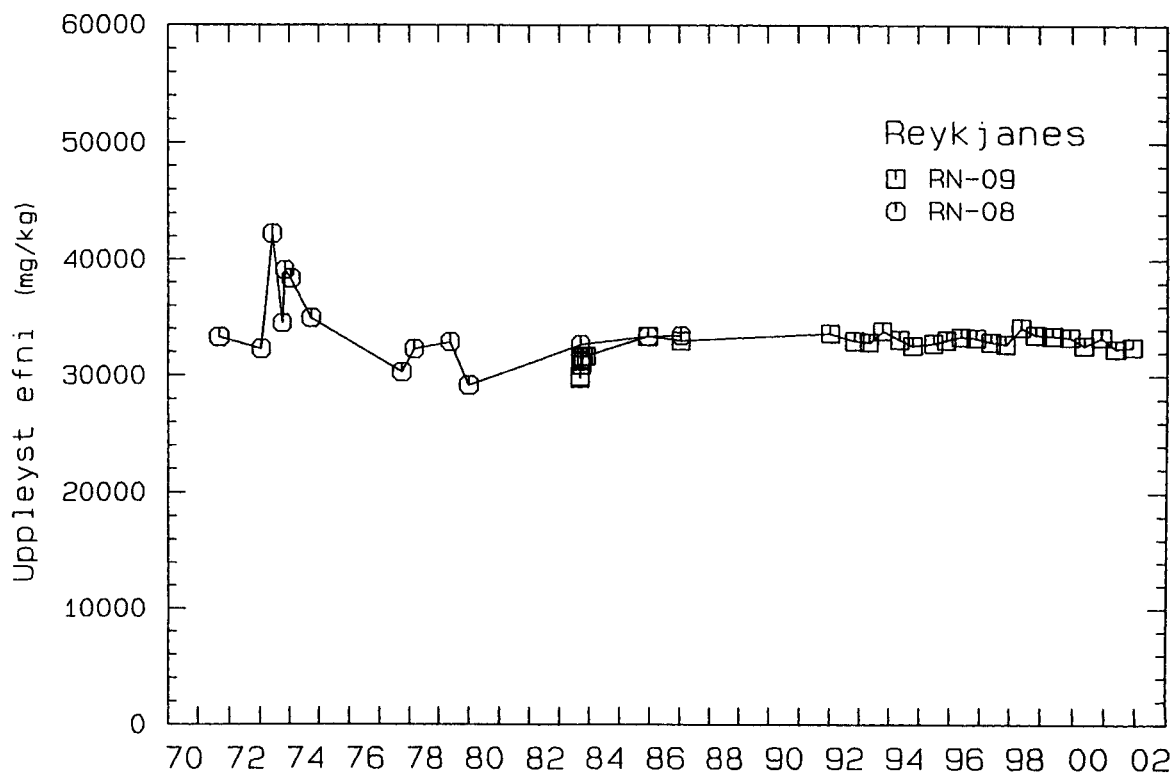
Mynd 10. Styrkur magnesíums í djúpvatni. Holur 8 og 9.



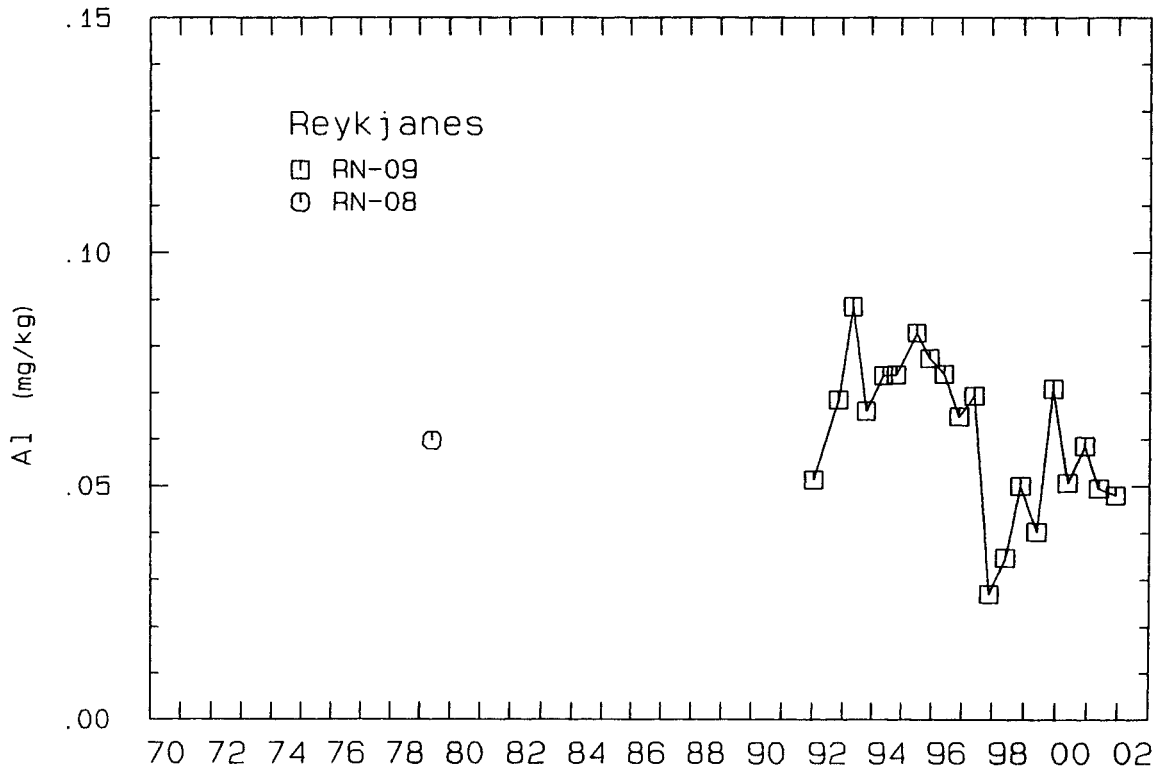
Mynd 11. Styrkur kísildíoxíðs í djúpvatni. Holur 8 og 9.



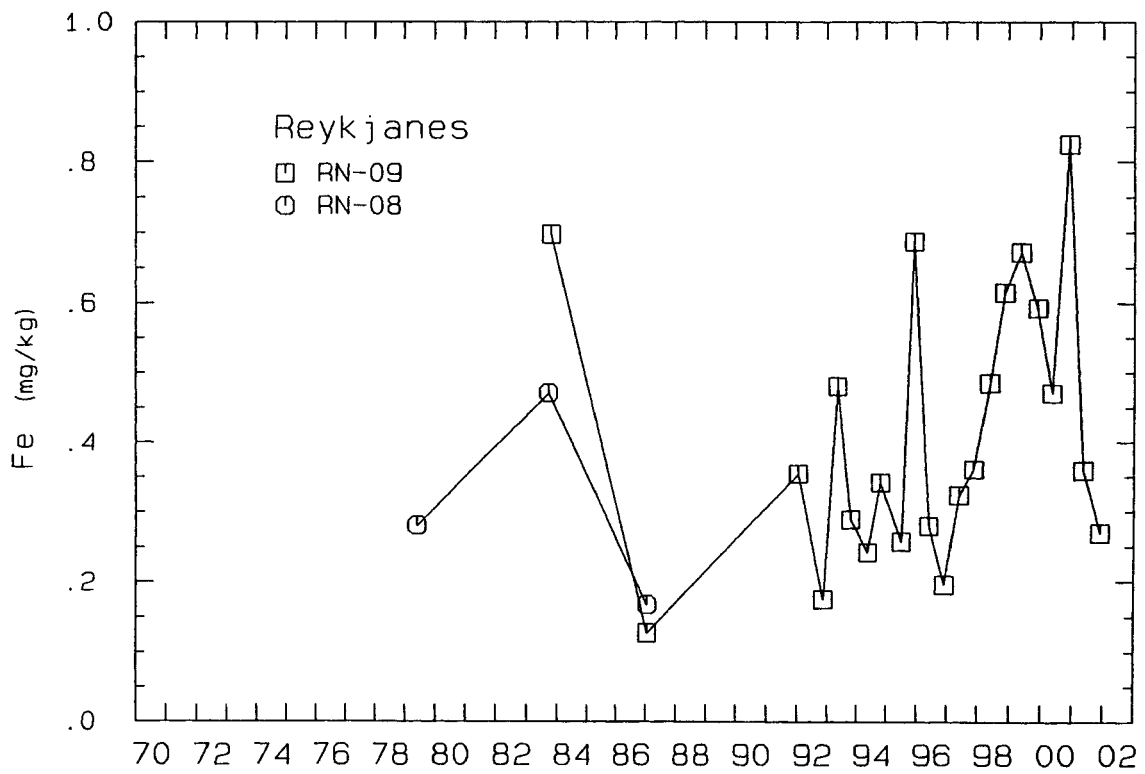
Mynd 12. Styrkur bórs í djúpvatni. Holur 8 og 9.



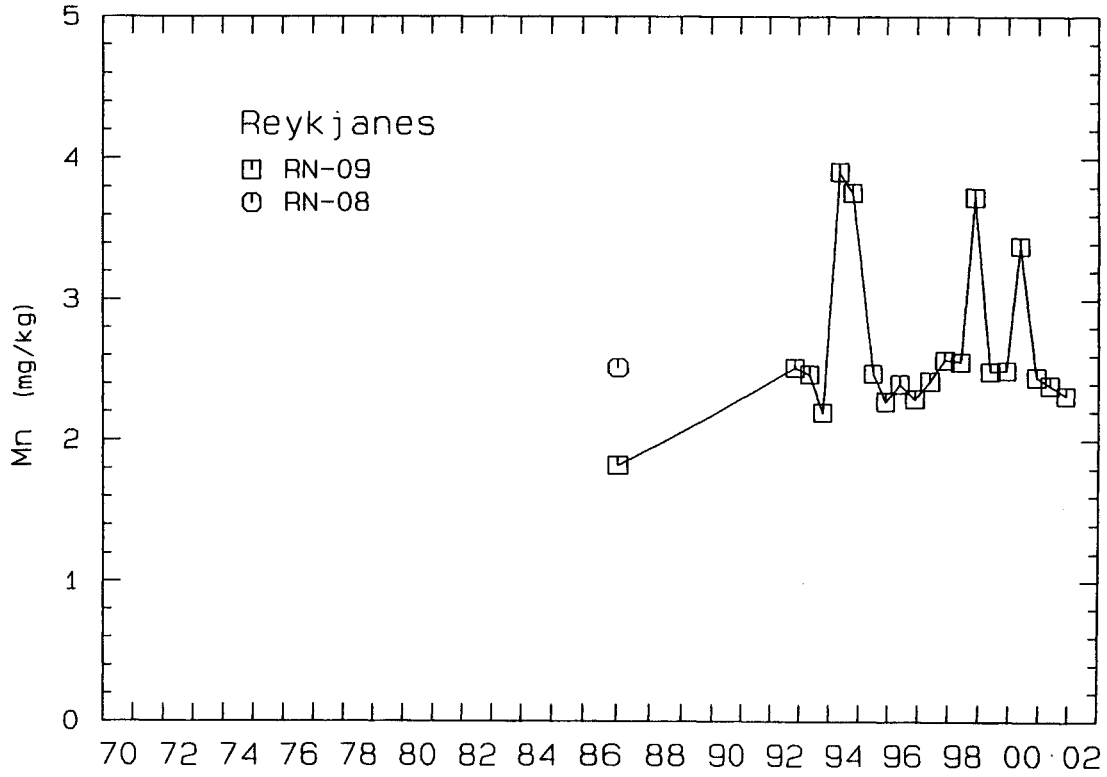
Mynd 13. Uppléyst efni í djúpvatni. Holur 8 og 9.



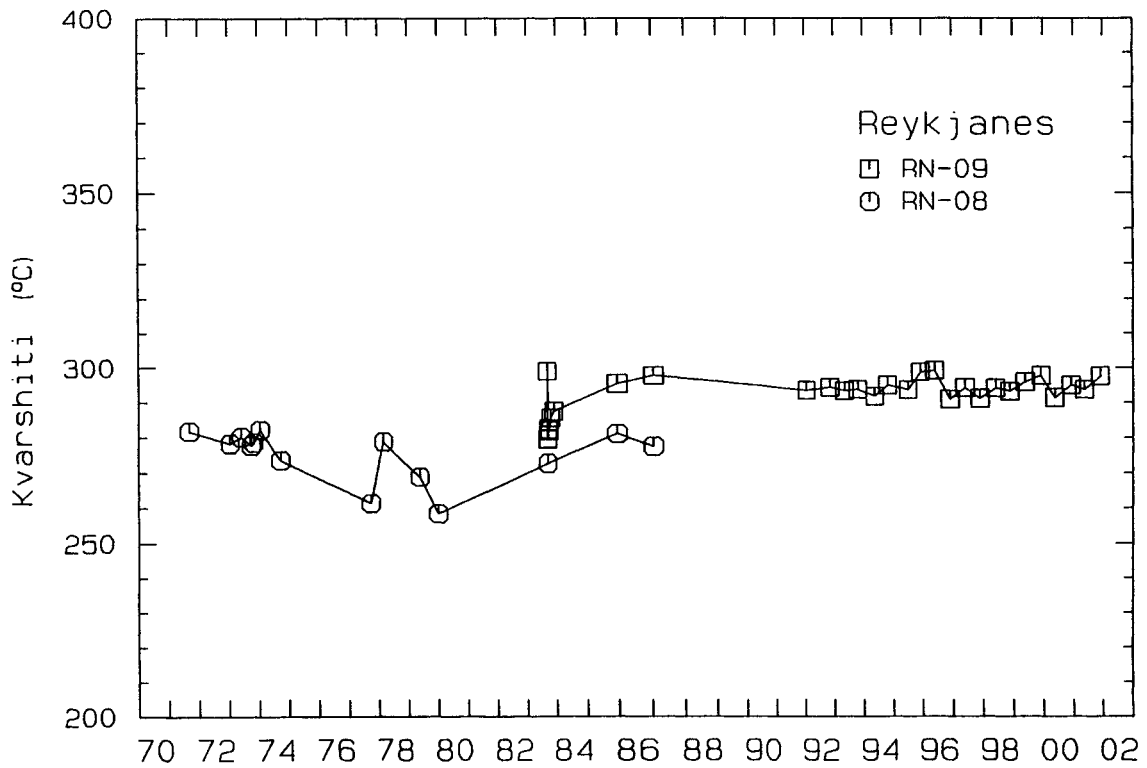
Mynd 14. Styrkur áls í djúpvatni. Holur 8 og 9.



Mynd 15. Styrkur járns í djúpvatni. Holur 8 og 9.



Mynd 16. Styrkur mangans í djúpvatni. Holur 8 og 9.



Mynd 17. Kvarshiti. Holur 8 og 9.

Tafla 1. Hóla 8. Styrkur efna (mg/kg) í djúpvatni. Söfnunarþrýstingur, P_s, í bar-a.

Dags.	Númer	Hiti	P _s	SiO ₂	B	Li	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	SO ₄	Al	Mn	Fe	Uppleyst
1971-09-10	1971-0083	275,	7,9	616,	-	-	9478,	1341,	,848	1541,	-	19804,	-	43,5	-	-	-	33274,
1973-01-22	1973-0024	275,	6,6	595,	-	-	11510,	1373,	1,36	1601,	-	19159,	-	-	-	-	-	32256,
1973-06-08	1973-0079	275,	14,2	606,	-	-	10259,	1540,	,344	1528,	-	19225,	-	23,2	-	-	-	42248,
1973-10-10	1973-0127	275,	5,6	592,	-	-	10445,	1509,	1,28	1665,	-	20258,	-	23,4	-	-	-	34481,
1973-11-08	1973-0143	275,	21,7	597,	-	-	9995,	1478,	1,26	1648,	,086	19174,	-	22,7	-	-	-	39089,
1974-01-24	1974-0004	275,	22,5	619,	-	-	11588,	1427,	-	1741,	,086	19761,	-	23,7	-	-	-	38356,
1974-10-01	1974-0084	275,	5,8	566,	-	-	9461,	1486,	,891	1515,	,150	19917,	-	17,3	-	-	-	34919,
1977-10-05	1977-0151	275,	4,2	494,	-	-	8639,	1199,	2,31	1608,	,168	18663,	-	46,5	-	-	-	30299,
1978-03-07	1978-0009	275,	20,2	598,	-	-	9093,	1113,	1,42	1587,	,179	17555,	-	28,7	-	-	-	32252,
1979-05-28	1979-3009	275,	20,0	538,	7,4	-	9499,	1465,	1,23	1453,	,179	19454,	-	24,2	0,06	-	0,28	32865,
1980-01-08	1980-0001	275,	10,9	477,	-	-	9044,	1412,	1,40	1498,	,135	17882,	-	23,3	-	-	-	29171,
1983-09-20	1983-0233	275,	27,5	561,	-	4,4	10286,	1504,	,835	1739,	,169	19613,	-	21,4	-	-	0,47	32650,
1985-12-18	1985-0373	275,	17,8	612,	7,7	-	9392,	1508,	1,37	1645,	,210	19284,	76,0	23,8	-	-	-	33349,
1987-01-20	1987-0005	275,	17,3	590,	-	-	9768,	1410,	1,61	1573,	,162	19211,	69,1	19,9	-	2,5	0,17	33415,

Tafla 2. Hóla 9. Styrkur efna (mg/kg) í djúpvatni. Söfnunarþrýstingur, P_s, í bar-a.

Dags.	Númer	Hiti	P _s	SiO ₂	B	Li	Na	K	Mg	Ca	F	Cl	Br	SO ₄	Al	Mn	Fe	Uppleyst
1983-09-14	1983-0225	290,	40,0	692,	-	4,0	9452,	1423,	832	1475,	,155	18147,	-	19,0	-	-	-	29746,
1983-09-16	1983-0226	290,	41,0	572,	-	4,1	9462,	1391,	853	1598,	,155	17681,	-	17,6	-	-	-	29914,
1983-09-20	1983-0234	290,	41,5	573,	-	4,0	10082,	1457,	927	1495,	,156	18580,	-	17,1	-	-	-	31284,
1983-09-20	1983-0240	290,	41,5	590,	-	4,0	9608,	1426,	909	1573,	,156	18539,	-	21,1	-	-	-	31568,
1983-10-05	1983-0242	290,	42,0	586,	-	4,0	9176,	1381,	947	1505,	,156	17867,	-	16,7	-	-	-	30872,
1983-10-24	1983-0262	290,	43,0	608,	-	4,2	9415,	1440,	960	1583,	,159	18405,	-	16,7	-	-	0,70	31621,
1983-11-30	1983-0289	290,	43,0	620,	-	4,1	8999,	1546,	914	1481,	,158	18779,	-	20,8	-	-	-	31644,
1985-12-18	1985-0372	290,	44,2	669,	7,6	-	9221,	1512,	928	1581,	,216	18993,	73,6	14,3	-	-	-	33363,
1987-01-20	1987-0006	290,	44,5	684,	-	-	9645,	1435,	929	1495,	,170	18826,	67,3	9,96	-	1,8	0,13	32955,
1992-01-22	1992-0017	290,	41,5	657,	7,5	-	9511,	1440,	873	1710,	,148	18915,	69,6	27,5	0,05	-	0,35	33622,
1992-11-17	1992-0290	290,	30,0	662,	7,9	-	9739,	1428,	923	1693,	,154	18742,	68,4	15,7	0,07	2,5	0,18	32971,
1993-05-13	1993-0082	290,	29,0	656,	7,7	3,5	9708,	1439,	927	1656,	,145	18905,	66,6	14,3	0,09	2,5	0,48	32860,
1993-10-22	1993-0229	290,	23,3	658,	7,8	3,5	9840,	1420,	949	1618,	,190	19226,	61,6	19,4	0,07	2,2	0,29	33844,
1994-05-19	1994-0057	290,	41,0	647,	7,8	-	9788,	1401,	1,01	1616,	,171	19576,	65,9	20,3	0,07	3,9	0,24	33097,
1994-10-26	1994-0293	290,	41,5	666,	7,7	-	9565,	1413,	990	1593,	,180	18897,	65,7	15,2	0,07	3,8	0,34	32562,
1995-07-10	1995-0096	290,	41,5	658,	7,8	-	9844,	1357,	909	1658,	,162	18897,	65,7	15,5	0,08	2,5	0,26	32757,
1995-12-13	1995-0395	290,	41,3	691,	7,8	-	9746,	1389,	863	1699,	,180	18329,	66,5	13,8	0,08	2,3	0,69	33060,
1996-06-04	1996-0117	290,	42,0	693,	7,8	-	9612,	1434,	929	1641,	,162	19161,	65,5	21,2	0,07	2,4	0,28	33340,
1996-12-03	1996-0547	290,	41,5	641,	7,6	-	9718,	1440,	936	1665,	,153	19676,	65,9	17,1	0,06	2,3	0,20	33245,
1997-06-03	1997-0323	290,	41,5	662,	7,6	-	9808,	1422,	909	1602,	,126	18762,	65,0	16,4	0,07	2,4	0,32	32899,
1997-11-26	1997-0743	290,	42,0	642,	7,9	-	9603,	1425,	920	1596,	,216	18665,	62,1	13,9	0,03	2,6	0,36	32717,
1998-06-02	1998-0325	290,	39,0	661,	8,1	-	9912,	1436,	757	1657,	,169	19140,	60,8	12,8	0,03	2,6	0,49	34174,
1998-11-19	1998-0592	290,	39,5	655,	7,5	-	9531,	1401,	801	1552,	,161	18798,	62,7	14,4	0,05	3,7	0,61	33524,
1999-05-25	1999-0147	290,	40,3	672,	7,5	-	9828,	1450,	860	1647,	,143	19089,	66,9	14,1	0,04	2,5	0,67	33443,
1999-12-06	1999-0529	290,	37,5	684,	8,0	-	9847,	1469,	911	1632,	,177	19909,	68,4	14,0	0,07	2,5	0,59	33327,
2000-05-18	2000-0190	290,	38,5	644,	7,7	-	9686,	1435,	866	1677,	,178	19008,	63,1	14,2	0,05	3,4	0,47	32612,
2000-12-04	2000-0513	290,	38,0	667,	8,3	-	10027,	1443,	949	1633,	,177	19615,	65,4	14,9	0,06	2,4	0,82	33329,
2001-05-15	2001-0168	290,	29,5	658,	8,4	-	9102,	1377,	921	1531,	,171	18977,	69,0	13,7	0,05	2,4	0,36	32327,
2001-11-28	2001-0461	290,	27,0	683,	8,2	-	9599,	1471,	893	1642,	,152	19287,	64,8	13,6	0,05	2,3	0,27	32478,

4 KVARSHITI

Meðal þess sem efnainnihald vatns getur veitt vitneskju um er hiti djúpt í jörðu, þar sem vökvinn var síðast í jafnvægi við berg. Þar sem hiti er hærri en 180°C eða svo, má ætla að mest sé á kvarshitamæli byggjandi, sem svo er kallaður. Hann grundvallast á einföldu sambandi milli hita og styrks óklofinnar kísilsýru, en þann styrk má finna út frá mældum heildarstyrk kísils og sýrustigi vökvans. Þar sem pH-gildi er lágt eða hóflegt, en sú er einmitt raunin á Reykjanesi, er kísilsýra mjög lítið klofin, og ræðst þá heildarstyrkur kísils nær einvörðungu af hita.

Niðurstöður reikninga á kvarshita í holum 8 og 9 eru skráðar í töflu 3 og sýndar á mynd 17. Myndin er afar lík mynd 11, sem sýnir styrk kísils, enda ekki við öðru að búast. Kvarshitinn er augljóslega hærri í holu 9 en holu 8, og er það í samræmi við beinar hitamælingar. Þannig reiknast meðalkvarshiti 275,1°C í holu 8, en 292,3°C í holu 9.

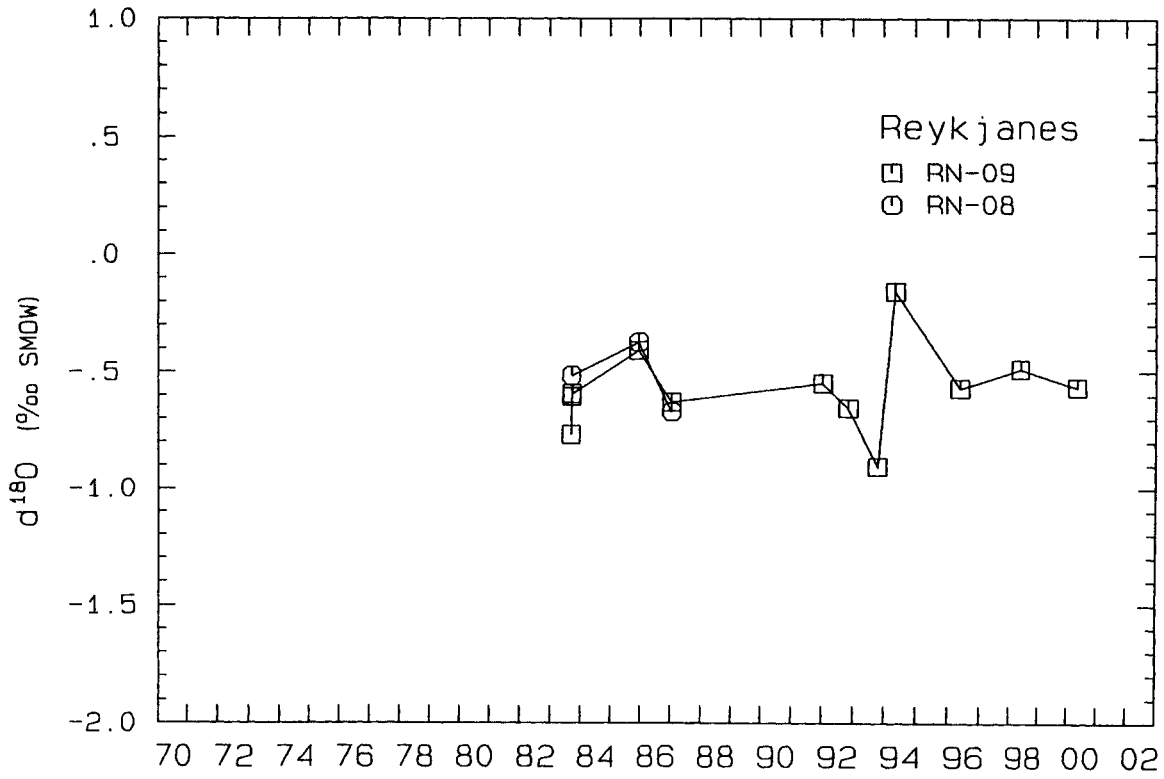
Eins og frá var greint í 3. kafla hér að framan fór kísilstyrkur í holu 9 heldur hækkandi á blásturstíma árið 1983, ef fyrsta sýnið er frátalið. Síðan þá hefur kísilhitinn verið fremur stöðugur.

Kísilhiti holu 8 sýndi hins vegar alla tíð miklu meiri breytingar, enda gekk á ýmsu með vinnslu úr henni, eins og áður er sagt. Séu talin frá þau tvö sýni, sem minnstan hafa kísilstyrkinn, og sem bæði voru tekin skömmu eftir að opnað hafði verið fyrir holuna eftir vinnslustöðvun, er meðalgildi kvarshita sýnanna sem eftir standa 277,6°C.

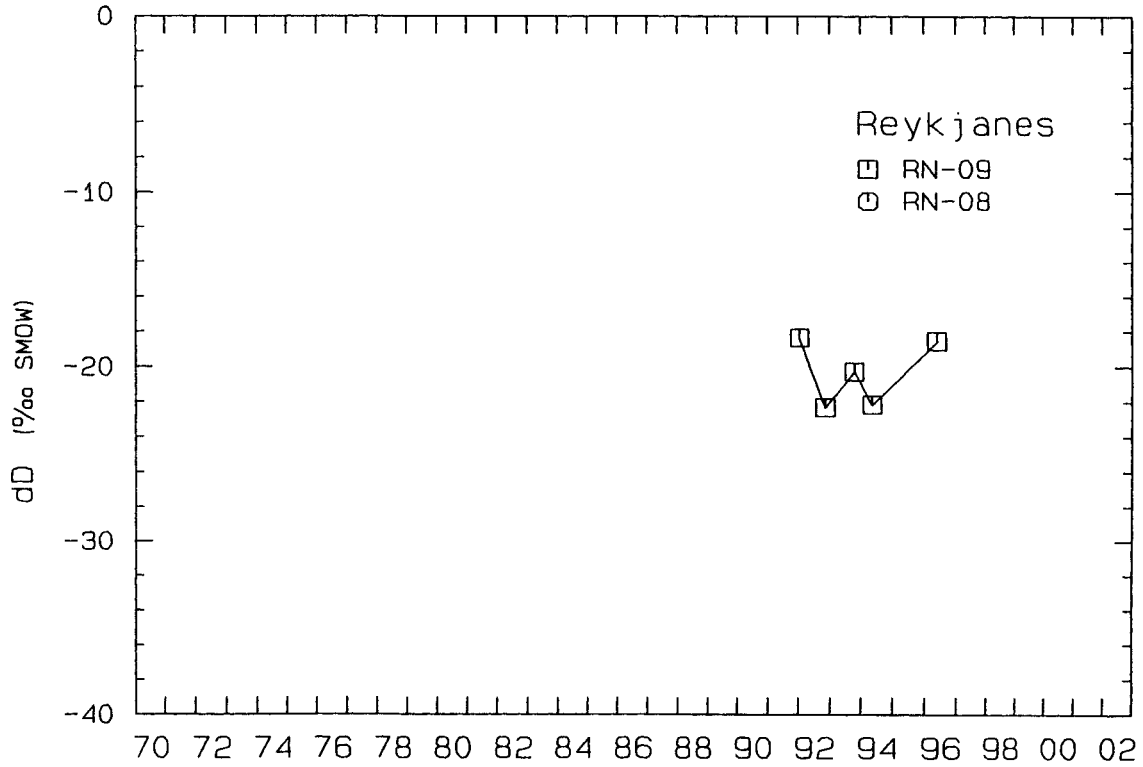
Kvarshitamælir sá, sem hér er stuðst við, var kvarðaður af Fournier og Potter (1982a, 1982b), en kvörðun þessi tekur mið af leysni kvars í ferskvatni. Ýmsar rannsóknir (sjá t.d. von Damm o.fl., 1991) hafa hins vegar rennt stoðum undir þann grun að kvars leysist ögn betur í söltu vatni en fersku. Þannig má gera ráð fyrir því að gildi kvarshita á Reykjanesi fundin með mæli Fourniers og Potters séu í hærra lagi og réttur hiti sé nokkrum gráðum lægri. Þetta er einmitt þáttur í vali því á viðmiðunarhita sem gerð var grein fyrir í 2. kafla.

Tafla 3. Kvarshiti, T_q í °C. Holur 8 og 9.

Holu 8			Holu 9			Holu 9		
Dags.	Sýni nr.	T_q	Dags.	Sýni nr.	T_q	Dags.	Sýni nr.	T_q
1971-09-10	1971-0083	281,8	1983-09-14	1983-0225	299,0	1995-07-10	1995-0096	293,6
1973-01-22	1973-0024	278,3	1983-09-16	1983-0226	279,5	1995-12-13	1995-0395	298,8
1973-06-08	1973-0079	280,1	1983-09-20	1983-0234	279,7	1996-06-04	1996-0117	299,3
1973-10-10	1973-0127	277,7	1983-09-26	1983-0240	282,4	1996-12-03	1996-0547	291,0
1973-11-08	1973-0143	278,6	1983-10-05	1983-0242	281,9	1997-06-03	1997-0323	294,3
1974-01-24	1974-0004	282,2	1983-10-24	1983-0262	285,6	1997-11-26	1997-0743	291,1
1974-10-01	1974-0084	273,5	1983-11-30	1983-0289	287,5	1998-06-02	1998-0325	294,2
1977-10-05	1977-0151	261,3	1985-12-18	1985-0372	295,4	1998-11-19	1998-0592	293,2
1978-03-07	1978-0009	278,8	1987-01-20	1987-0006	297,8	1999-05-25	1999-0147	296,0
1979-05-28	1979-3009	268,7	1992-01-22	1992-0017	293,5	1999-12-06	1999-0529	297,8
1980-01-08	1980-0001	258,4	1992-11-17	1992-0290	294,3	2000-05-18	2000-0190	291,4
1983-09-20	1983-0233	272,7	1993-05-13	1993-0082	293,3	2000-12-04	2000-0513	295,1
1985-12-18	1985-0373	281,1	1993-10-22	1993-0229	293,7	2001-05-15	2001-0168	293,7
1987-01-20	1987-0005	277,5	1994-05-19	1994-0057	291,8	2001-11-28	2001-0461	297,6
			1994-10-26	1994-0293	295,0			



Mynd 18. Hlutfall súrefnissamsætna í djúpvatni. Holur 8 og 9.



Mynd 19. Hlutfall vetnissamsætna djúpvatni. Holur 8 og 9.

5 SAMSÆTUHLUTFÖLL

Samsætuhlutfall súrefnis hefur verið ákvarðað í allmörgum sýnum af Reykjanesi, og samsætuhlutfall vetnis í fáeinum. Hlutföllin eru jafnan mæld bæði í vatni og gufu, og síðan reiknuð til djúpvatns, eins og lýst var í 2. kafla. Nú er að vísu samband milli samsætuhlutfalla í vatni og samsætuhlutfalla í gufu ef vatnið og gufan eru í jafnvægi við tiltekinn hita og þrýsting, og má þá fara nærri um hlutföllin í djúpvatni þótt þau hafi aðeins verið mæld í sýni af öðrum fasanum. Því fylgir þó minni óvissa ef mælt er í hvoru tveggja í senn, vatni og gufu, og eru öll hlutföll í þessum kafla úr sýnum af því tagi.

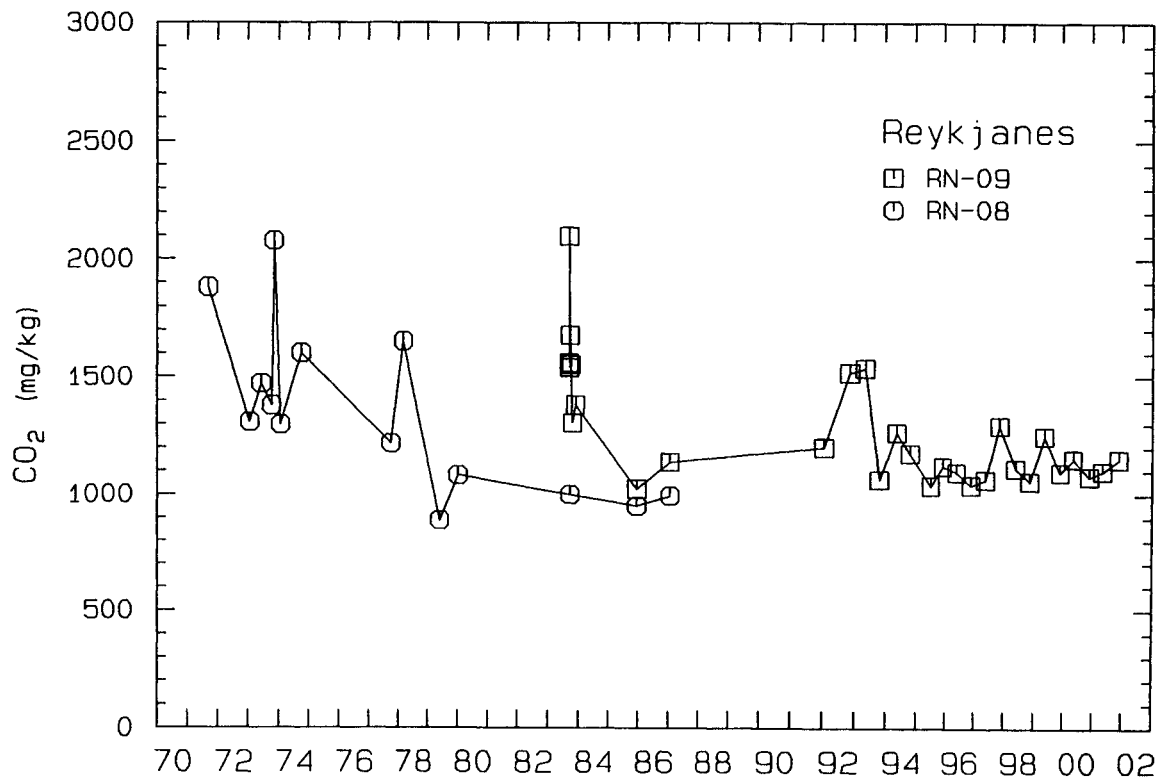
Hlutfall ^{18}O við ^{16}O í djúpvatni, táknað með $\delta^{18}\text{O}$, er sýnt á mynd 18, en hlutfall ^2H við ^1H , táknað sem δD , á mynd 19. Bæði hlutföllin eru talin sem frávik frá staðalsjö (SMOW) og mæld í þúsundustu hlutum. Þessi hlutföll eru jafnframt skráð í töflu 4.

Samsætuhlutföll téðra sýna voru mæld í Raunvísindastofnun Háskólans. Undan verður þó að skilja sýnin frá 1983, en súrefnishlutfall þeirra var mælt í Kaupmannahöfn. Lengi vel reyndist nokkrum erfiðleikum bundið að mæla vetnishlutfallið í sýnum af söltu vatni svo vel væri, en árið 1997 var tekin upp ný aðferð við tvívetnisgreiningar í Raunvísindastofnun. Með þeirri aðferð reyndist auðvelt að mæla vetnishlutfall í söltu vatni, en nú brá svo við að mælingar á vetnishlutfalli þéttivatns gáfu oft fráleitir niðurstöður. Orsök þessa er enn ekki ljós þegar þetta er ritað. Eru hér komnar ástæður þess að gögn um tvívetni á Reykjanesi eru fremur rýr.

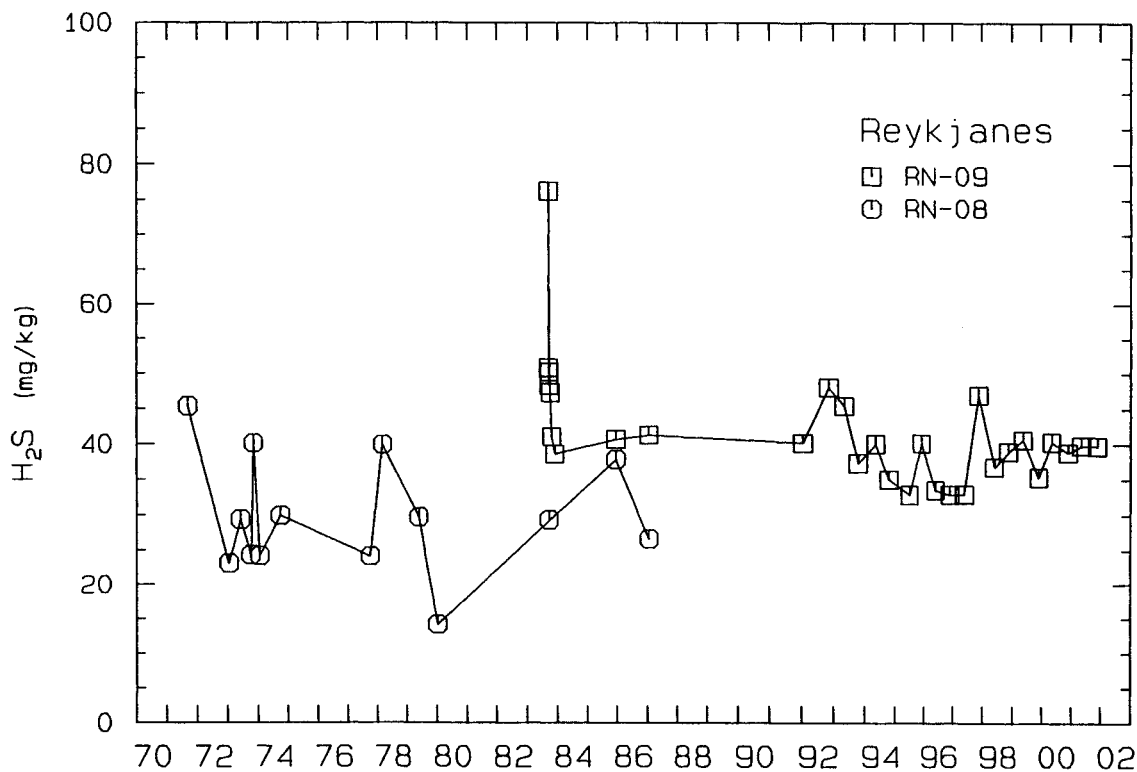
Þrátt fyrir nokkurt flökt í gögnunum er enga langtímaleitni að sjá, hvorki í hlutfalli vetnis né súrefnis. Er enda ekki við öðru að búast þegar hliðsjón er höfð af styrk steinefna í holurenninu. Meðaltal $\delta^{18}\text{O}$ reiknast $-0,52\text{‰}$ í sýnunum þremur úr holu 8, en $-0,58\text{‰}$ í sýnunum tólf úr holu 9, og má raunar kalla þessi gildi jöfn. Meðalgildi δD í holu 9 reiknast $-20,3\text{‰}$. Sýnist það furðulega lágt þegar haft er í huga að djúpvökvinn er að uppruna sjór, og verður nánar að þessu vikið í umræðunni í 8. kafla.

Tafla 4. Samsætuhlutföll súrefnis og vetnis, $\delta^{18}\text{O}$ og δD . Holur 8 og 9.

HOLA 8				HOLA 9			
Dags.	Sýni nr.	$\delta^{18}\text{O}$	δD	Dags.	Sýni nr.	$\delta^{18}\text{O}$	δD
1983-09-20	1983-0233	-0,52	-	1983-09-14	1983-0225	-0,77	-
1985-12-18	1985-0373	-0,37	-	1983-09-20	1983-0234	-0,61	-
1987-01-20	1987-0005	-0,67	-	1983-09-26	1983-0240	-0,60	-
				1985-12-18	1985-0372	-0,41	-
				1987-01-20	1987-0006	-0,63	-
				1992-01-22	1992-0017	-0,55	-18,3
				1992-11-17	1992-0290	-0,66	-22,3
				1993-10-22	1993-0229	-0,91	-20,3
				1994-05-19	1994-0057	-0,16	-22,1
				1996-06-04	1996-0117	-0,57	-18,5
				1998-06-02	1998-0325	-0,49	-
				2000-05-18	2000-0190	-0,56	-



Mynd 20. Styrkur koldíoxíðs í djúpvatni. Holur 8 og 9.



Mynd 21. Styrkur brennisteinsvetnis í djúpvatni. Holur 8 og 9.

6 GAS Í DJÚPVÖKVA OG GUFU

Gasstyrkur

Styrkur koldíoxíðs, eins og hann reiknast í djúpvökva holna 8 og 9, er sýndur á mynd 20, og gildin eru skráð í töflur 5 og 6. Dreifing þeirra er talsvert mikil, en í þorra sýnanna er styrkur koldíoxíðs þó á milli 1000 mg/kg og 1700 mg/kg. Þetta er u.þ.b. tvöfalt meiri styrkur en mældist í Svartsengi í upphafi vinnslu þar.

Ekki kemur fram í gögnunum langtímaleitni, hvorki til hækkunar né lækkunar. Í Svartsengi, sem er nánasta hliðstæða Reykjaneskerfisins, hefur djúpvökvinn smám saman verið að afgangast vegna suðu í berginu, en orsök þeirrar suðu er niðurdráttur vegna vinnslu úr svæðinu. Afgösunin hefur valdið því að hlutfall brennisteinsvetnis við koldíoxíð hefur hækkað verulega, styrkur magnesíums hefur minnkað og styrkur flúoríðs aukist. Þessum áhrifum vinnslunnar í Svartsengi hefur verið lýst í skýrslum Orkustofnunar (Jón Örn Bjarnason, 1988; 1996).

Engra sambærilegra breytinga hefur orðið vart í holunum á Reykjanesi. Styrkur brennisteinsvetnis í djúpvatni er dreginn á mynd 21, en hann hefur yfirleitt verið nokkru hærri í holu 9 en holu 8. Styrkur flúoríðs var áður sýndur á mynd 5 í 3. kafla og styrkur magnesíums á mynd 10. Engar vísbendingar er að finna á þessum myndum um afgösun jarðhitageymisins á Reykjanesi, enda engin hola á svæðinu sem gegnt gæti hlutverki gasháfs eins og hola 10 hefur árum saman gert í Svartsengi, og raunar holur 14, 16 og 20 einnig, nú í seinni tíð.

Tafla 5. Hola 8. Styrkur lofttegunda (mg/kg) í djúpvatni. Heildarstyrkur gass (hundraðshluti massa) í gufu við 12,5 bar-a.

Dags.	Númer	Hiti (°C)	P _s (bar-a)	CO ₂ (mg/kg)	H ₂ S (mg/kg)	H ₂ (mg/kg)	CH ₄ (mg/kg)	N ₂ (mg/kg)	Gas í gufu (% massa)
1971-09-10	1971-0083	275,	7,9	1879,	45,4	,597	-	-	0,94
1973-01-22	1973-0024	275,	6,6	1307,	23,1	-	-	-	0,64
1973-06-08	1973-0079	275,	14,2	1470,	29,4	,126	-	-	0,72
1973-10-10	1973-0127	275,	5,6	1378,	24,3	-	-	-	0,67
1973-11-08	1973-0143	275,	21,7	2077,	40,1	-	-	-	1,03
1974-01-24	1974-0004	275,	22,5	1297,	24,1	,112	-	-	0,64
1974-10-01	1974-0084	275,	5,8	1600,	29,9	-	-	-	0,78
1977-10-05	1977-0151	275,	4,2	1216,	24,1	-	-	-	0,60
1978-03-07	1978-0009	275,	20,2	1651,	39,9	-	-	-	0,82
1979-05-28	1979-3009	275,	20,0	888,	29,7	,071	,281	2,94	0,44
1980-01-08	1980-0001	275,	10,9	1081,	14,1	,217	,199	,905	0,53
1983-09-20	1983-0233	275,	27,5	997,	29,3	,030	,060	2,72	0,50
1985-12-18	1985-0373	275,	17,8	949,	37,8	,034	,049	2,40	0,48
1987-01-20	1987-0005	275,	17,3	993,	26,6	,045	,042	2,06	0,49

Í töflur 5 og 6 er skráður styrkur brennisteinsvetnis, vetnis, metans og köfnunarefnis í djúpvatni holna 8 og 9, auk koldíoxíðs sem áður er getið. Aftasti dálkur í báðum töflum sýnir auk þess reiknaðan heildarstyrk gass í gufu sem hundraðshluta massa, og er þá gert ráð fyrir því að rennið sé skilið við 12,5 bar-a, en sá þrýstingur samsvarar naumlega 190°C í tvífasa streymi. Þessi þrýstingur var valinn með hliðsjón af útfellingarmörkum kísiltvíoxíðs, en reikna má með að ópall taki að falla út úr renni holu 9 eftir að hiti þess hefur lækkað niður fyrir 185°C vegna suðu.

**Tafla 6. Hóla 9. Styrkur lofttegunda (mg/kg) í djúpvatni.
Heildarstyrkur gass (hundraðshluta massa) í gufu við 12,5 bar-a.**

Dags.	Númer	Hiti (°C)	P _s (bar-a)	CO ₂ (mg/kg)	H ₂ S (mg/kg)	H ₂ (mg/kg)	CH ₄ (mg/kg)	N ₂ (mg/kg)	Gas í gufu (% massa)
1983-09-14	1983-0225	290,	40,0	1559,	50,8	,390	,103	7,06	0,66
1983-09-16	1983-0226	290,	41,0	2096,	76,2	,498	,107	12,0	0,89
1983-09-20	1983-0234	290,	41,5	1538,	48,3	,155	,130	5,54	0,65
1983-09-20	1983-0240	290,	41,5	1677,	50,2	,111	,044	2,92	0,70
1983-10-05	1983-0242	290,	42,0	1550,	47,3	,109	,133	22,1	0,71
1983-10-24	1983-0262	290,	43,0	1303,	41,0	,085	,040	3,32	0,55
1983-11-30	1983-0289	290,	43,0	1380,	38,6	,038	0,	2,81	0,58
1985-12-18	1985-0372	290,	44,2	1022,	40,7	,063	,029	1,92	0,43
1987-01-20	1987-0006	290,	44,5	1137,	41,3	,034	0,	1,40	0,48
1992-01-22	1992-0017	290,	41,5	1200,	40,2	,076	,050	1,53	0,50
1992-11-17	1992-0290	290,	30,0	1518,	48,1	,353	,064	2,12	0,64
1993-05-13	1993-0082	290,	29,0	1537,	45,5	,135	,069	2,39	0,64
1993-10-22	1993-0229	290,	23,3	1064,	37,3	,089	,032	1,31	0,45
1994-05-19	1994-0057	290,	41,0	1264,	40,1	,070	,051	1,76	0,53
1994-10-26	1994-0293	290,	41,5	1175,	35,0	,057	,076	3,49	0,52
1995-07-10	1995-0096	290,	41,5	1037,	32,9	,122	,188	2,06	0,43
1995-12-13	1995-0395	290,	41,3	1121,	40,2	,032	,025	2,24	0,47
1996-06-04	1996-0117	290,	42,0	1096,	33,5	,036	,026	2,71	0,46
1996-12-03	1996-0547	290,	41,5	1040,	32,9	,048	,058	1,62	0,44
1997-06-03	1997-0323	290,	41,5	1063,	33,0	,036	,026	2,00	0,45
1997-11-26	1997-0743	290,	42,0	1295,	47,0	,138	,071	2,21	0,55
1998-06-02	1998-0325	290,	39,0	1112,	36,8	,068	,078	1,45	0,47
1998-11-19	1998-0592	290,	39,5	1057,	39,0	,023	,062	2,25	0,44
1999-05-25	1999-0147	290,	40,3	1249,	40,7	,091	,037	4,82	0,53
1999-12-06	1999-0529	290,	37,5	1096,	35,3	,046	,028	3,06	0,46
2000-05-18	2000-0190	290,	38,5	1153,	40,4	,058	,038	3,41	0,49
2000-12-04	2000-0513	290,	38,0	1078,	38,8	,057	,032	2,74	0,46
2001-05-15	2001-0168	290,	29,5	1101,	39,8	,065	,039	3,30	0,46
2001-11-28	2001-0461	290,	27,0	1151,	39,8	,059	0,	3,02	0,48

Gaslosun

Á undanförunum árum hafa áhyggjur manna af losun svonefndra gróðurhúsagasa út í andrúmsloftið farið ört vaxandi, og um leið hafa kröfur um eftirlit með slíkri losun aukist. Það sýnist því tímabært, og alls ekki úr vegi, að leggja hér á það mat, hversu mikið gas holurnar á Reykjanesi hafa látið frá sér síðan þær voru boraðar. Þetta má gera á einfaldan hátt með því að margfalda vinnslu úr hvorri holu með styrk lofttegundar í renni hennar.

Tafla 7 sýnir niðurstöður þessara reikninga fyrir holu 8, en tafla 8 fyrir holu 9. Tölur um massaupptekt úr þessum holum hafa áður birst í vinnslueftirlitsskýrslum (Verkfræðistofan Vatnaskil 1993a, 1993b, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000 og 2002), en auðveldast er að nálgast þær í heild á geisladiski þeim sem fylgir nýjustu skýrslunni.

Ársmeðalstyrkur CO_2 og H_2S í heildarrenni er sýndur í öðrum og þriðja dálki hvorrar töflu. Hann er fundinn með því að taka gildi gasstyrks í djúpvatni úr töflum 5 og 6 og reikna meðaltal hvers árs þegar sýni eru fleiri en eitt. Styrkur í djúpvatni er einmitt jafn og í heildarrenni því holuinnstreymið er einfasa. Sé sýni innan árs aðeins eitt, gildir styrkur þess sem ársmeðaltal. Þegar sýni vantar, er tekið meðaltal árána á undan og eftir. Fyrir holu 8 er árgildi 1972 þannig sett jafnt meðaltali árána 1971 og 1973, gildi 1981 og 1982 eru bæði sett jöfn meðaltali árána 1980 og 1983, gildi 1984 er meðaltal 1983 og 1985, og gildi ársins 1986 er meðaltal 1985 og 1987. Gildi ársins 1970 er sett jafnt og ársmeðalgildi 1971. Fyrir holu 9 er árgildi 1984 sett jafnt meðaltali árána 1983 og 1985, og gildi 1986 er meðaltal 1985 og 1987. Engin sýni voru tekin úr holu 9 á árunum 1988 - 1991, og er ársstyrkur allra fjögurra settur jafn meðaltali árána 1987 og 1992.

Losun CO_2 og H_2S út í andrúmsloftið má skilgreina sem mismun þess gass, sem holurnar skila til yfirborðs, og hins, sem bundið er í þekli þeim og þéttivatni sem fargað er eftir nýtingu. Styrkur karbónats í Gráa lóninu á Reykjanesi hefur ekki verið ákvarðaður, né heldur styrkur súlfíðs. Í Bláa lóninu í Svartsengi mælist karbónat, reiknað til koldíoxíðs, hins vegar u.þ.b. 20 mg/kg (Jón Örn Bjarnason, 1991). Súlfíð mælist þar ekki, enda hefur súrefni andrúmsloftsins trúlega oxað það, en líklegt er að fyrir oxun hafi nokkru hærra hlutfall brennisteinsvetnis en koldíoxíðs verið uppleyst í vökvanum, því brennisteinsvetni er leysanlegra en koldíoxíð. Næsta víst má telja að sama máli gegni um Gráa lónið. Sýnist þá heildarlosun þessara lofttegunda úr jarðhitasvæðinu á Reykjanesi muni hafa verið fáeinum hundruðshlutum lægri en niðurstöðutölur úr töflum 7 og 8 gefa til kynna.

Þegar óvissa í þessu mati öllu er höfð í huga, má segja að heildarlosun koldíoxíðs úr holu 8 meðan hún lifði hafi verið 25 þúsund tonn, en heildarlosun brennisteinsvetnis 600 tonn. Heildarlosun koldíoxíðs úr holu 9 frá borun til ársloka 2001 má á sama hátt telja 30 þúsund tonn, en heildarlosun brennisteinsvetnis eitt þúsund tonn. Samtals nemur losun koldíoxíðs úr jarðhitasvæðinu frá upphafi vinnslu árið 1970 og til ársloka 2001 því 55 þúsund tonnum, en losun brennisteinsvetnis 1600 tonnum.

Ekki þykir ástæða hér til að leggja mat á losun vetnis eða köfnunarefnis, enda getur hvorug lofttegundin á nokkurn hátt flokkast sem mengun.

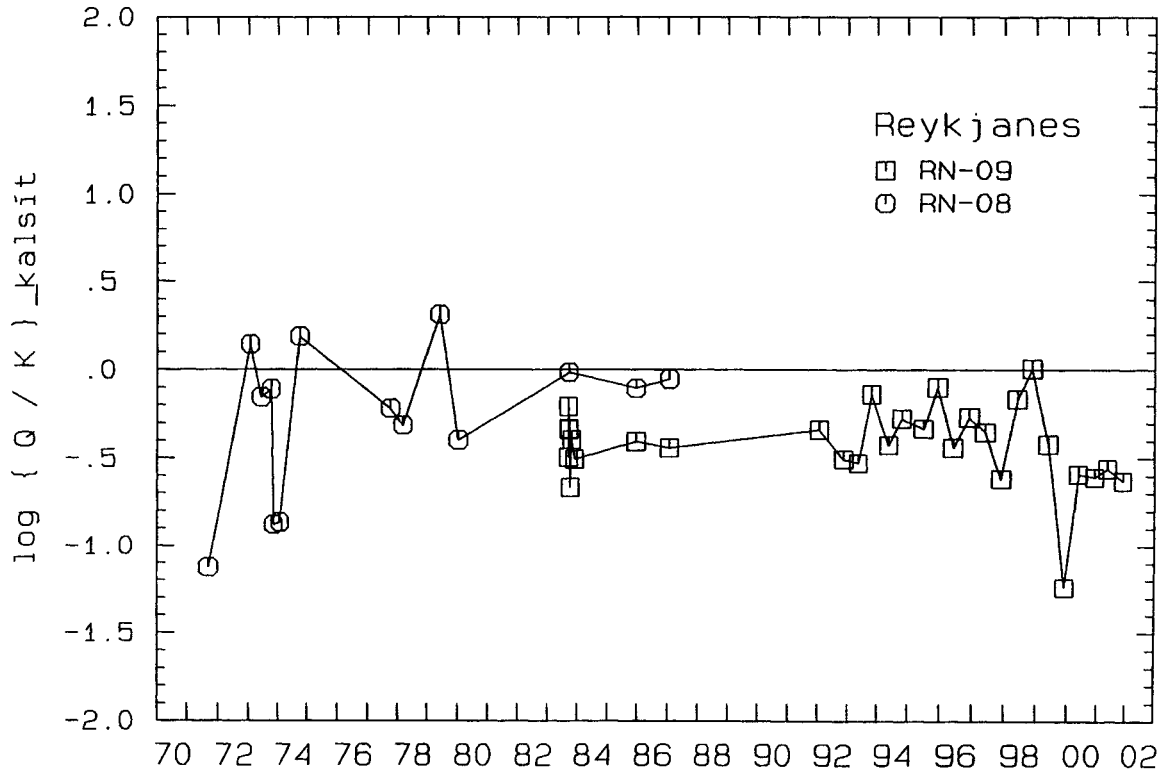
Enn er ótalið metan, sem að sönnu er gróðurhúsagass, en mjög lítið er af því í jarðgufu á Reykjanesi. Losun þess úr holum 8 og 9 frá 1970 og til ársloka 2001 nemur þremur tonnum, lauslega áætlað. Tvær mjólkurkýr myndu hafa losa jafnmikið metan, eða meira, á sama tíma.

Tafla 7. Losun gass úr holu 8.

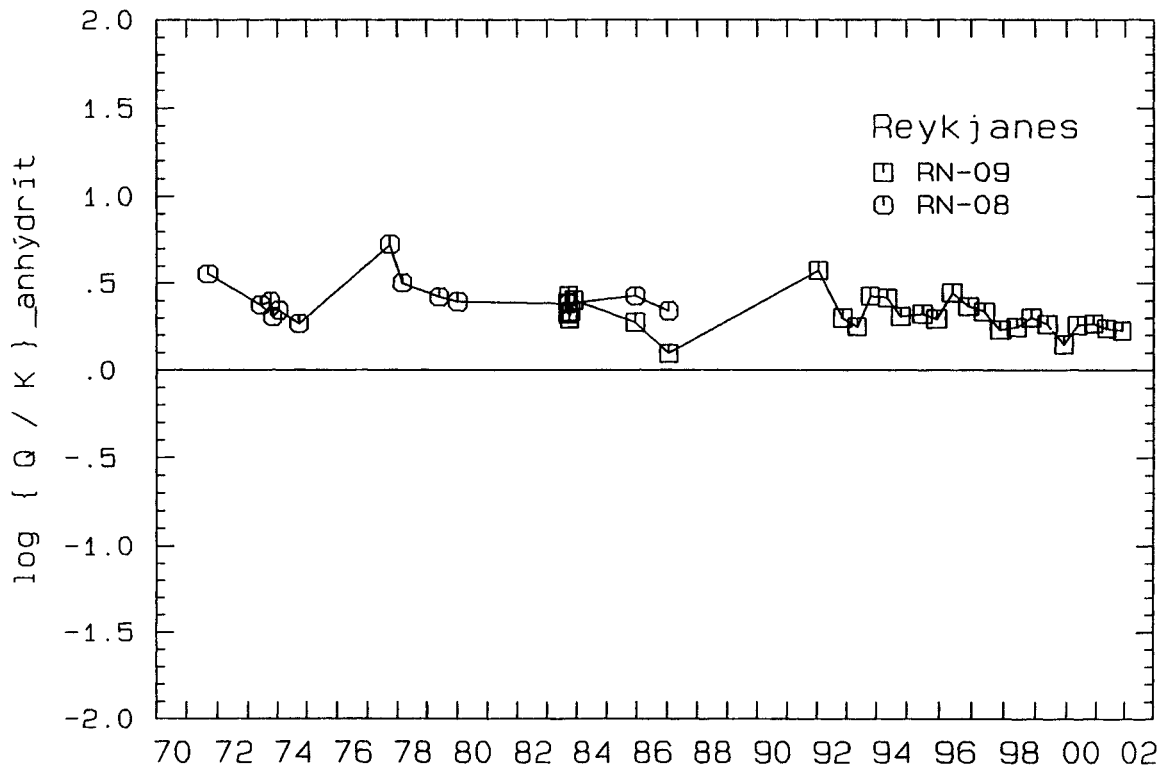
Ár	Styrkur CO ₂ (mg/kg)	Styrkur H ₂ S (mg/kg)	Vinnsla (þús. tonn/ár)	Losun CO ₂ (tonn/ár)	Losun H ₂ S (tonn/ár)
1970	1879	45,4	314	590	14,3
1971	1879	45,4	1620	3044	73,5
1972	1719	37,3	1600	2750	59,7
1973	1558	29,2	1580	2462	46,1
1974	1449	27	1120	1623	30,2
1975	-	-	0	0	0
1976	-	-	0	0	0
1977	1216	24,1	501	609	12,1
1978	1651	39,9	1130	1866	45,1
1979	888	29,7	1520	1350	45,1
1980	1081	14,1	2580	2789	36,4
1981	1039	21,7	508	528	11,0
1982	1039	21,7	1270	1320	27,6
1983	997	29,3	1140	1137	33,4
1984	973	33,6	1800	1751	60,5
1985	949	37,8	1710	1623	64,6
1986	971	32,2	1860	1806	59,9
1987	993	26,6	677	672	18,0
Samtals			20930	25919	637,5

Tafla 8. Losun gass úr holu 9.

Ár	Styrkur CO ₂ (mg/kg)	Styrkur H ₂ S (mg/kg)	Vinnsla (þús. tonn/ár)	Losun CO ₂ (tonn/ár)	Losun H ₂ S (tonn/ár)
1983	1586	50,3	307	487	15,4
1984	1304	45,5	881	1149	40,1
1985	1022	40,7	918	938	37,4
1986	1080	41,0	928	1002	38,0
1987	1137	41,3	1790	2035	73,9
1988	1248	42,8	2140	2671	91,6
1989	1248	42,8	2040	2546	87,3
1990	1248	42,8	2040	2546	87,3
1991	1248	42,8	1790	2234	76,6
1992	1359	44,2	1870	2541	82,7
1993	1301	41,4	2410	3135	99,8
1994	1220	37,6	1570	1915	59,0
1995	1079	36,6	904	975	33,1
1996	1068	33,2	987	1054	32,8
1997	1179	40,0	941	1109	37,6
1998	1085	37,9	954	1035	36,2
1999	1173	38,0	1100	1290	41,8
2000	1116	39,6	1830	2042	72,5
2001	1126	39,8	1150	1295	45,8
Samtals			26550	32002	1088,8



Mynd 22. Mettunarstig kalsíts í djúpvatni. Holur 8 og 9.



Mynd 23. Mettunarstig anhýdríts í djúpvatni. Holur 8 og 9.

7 ÚTFELLINGAR OG STEINDAJAFNVÆGI

Útfellingar ýmiss konar steinefna eru algengur fylgifyiskur jarðhitanýtingar. Sem dæmi má nefna kalsíum karbónat, sem í daglegu tali er nefnt kalk, magnesíum silfíköt af ýmsu tagi, margs konar málm-súlfíð, og svo kísiltvíoxíð, sem venjulega er aðeins nefnt kísill. Útfellingar sem þessar eru undantekningalítið til ama.

Kalsíum karbónat er afar algeng útfelling í borholum á háhitasvæðum um allan heim. Oftast nær fellur kalkið út þar sem jarðhitavökvinn sýður, en stundum verður útfellingin vegna blöndunar vökvans við kaldara vatn. Kalkið er fremur mjúkt og því hefur yfirleitt reynst auðvelt að hreinsa það burt með borun, a.m.k. ef útfellingin er aðeins í fóðruðum hluta holu. Kalkútfellinga hefur oft orðið vart í holum hér á landi, t.d. í Kröflu og í Svartsengi. Holur á Reykjanesi hafa hins vegar alveg verið lausar við þennan vanda, og hlýtur sú staðreynd að vekja nokkra athygli.

Helsti mælikvarði á útfellingarhneigð steindar er svonefnt mettnarstig, en það er skilgreint sem lógariþmi hlutfalls jónavirknimargfeldisins, Q , við leysnimargfeldið, K . Vökvinn telst yfirmettaður sé mettnarstigið > 0 , undirmettaður sé það < 0 , en í jafnvægi (nákvæmlega mettaður) ef mettnarstigið $= 0$. Raunar má telja að jafnvægi ríki ef mettnarstig kalks reiknast á milli $-0,3$ og $+0,3$, enda hefur reynslan leitt í ljós að lítil hætta er á kalkútfellingu fyrr en mettnarstigið er komið yfir $+0,3$.

Mynd 22 sýnir mettnarstig kalks í djúpvökva á Reykjanesi, reiknað við 275°C í holu 8, en við 290°C í holu 9. Ekkert sýni úr holu 9 nær mettnun, og aðeins þrjú úr holu 8. Þegar vökvinn í holum 8 og 9 sýður á leið sinni upp til yfirborðs, losna úr honum koldíoxíð og brennisteinsvetni og pH-gildið hækkar. Við það hækkar kalkmettnarstig vatnsins um nálega 0,4. Þótt helmingur sýnanna nái svolíttilli yfirmettun við þessar aðstæður, er þetta ekki nægileg hækkan til þess að útfelling kalks verði merkjanleg.

Vökvi í jarðhitakerfum er langoftast kalkmettaður. Í jarðhitakerfinu á Reykjanesi virðist hann hins vegar nokkuð undirmettaður af kalki, og er þá eðlilegt að leitað sé orsakar. Hana kann að vera að finna á mynd 23, sem sýnir mettnarstig kalsíumsúlfats, eða anhýdríts. Vökvinn reiknast ögn yfirmettaður af anhýdríti, en þegar tekið er mið af óvissu í reikningum er langlíklegast að hann sé mettaður. Því er ekki ósennilegt að jafnvægi vökvans við anhýdrít haldi kalsíumstyrk svo lágum að kalkmettnun náist ekki.

Fullyrða má, að kísilsýra í jarðhitavökva á Reykjanesi sé í jafnvægi við kvars, en þetta jafnvægi er raunar forsenda útreikninga þeirra á kvarshita sem greint var frá í fjórða kafla. Jafnvægi við kvars næst á fremur skömmum tíma í jarðhitakerfum ef hiti er hærri en 200°C eða svo, enda er háhitavökvi nær undantekningalaust kvarsmettaður. Falli nú þrýstingur, þannig að þessi vökvi nái að sjóða, t.d. í skiljum eða öðrum búnaði, hækkar kísilstyrkur vökvans sem nemur gufutapinu. Með lækkanði hita minnkar hins vegar leysni kísilsýrunnar. Sjóði vökvinn nægilega mikið til þess að styrkur uppleysts kísils nái mettnarmörkum ópals, má búast við útfellingu, og því meiri sem meira er soðið.

Tafla 9 hefur að geyma reiknaðan ópalmettunarhita sýna úr holum 8 og 9. Eins og sjá má munar nokkru milli holna. Meðalmettunarhiti ópals í holu 8 er $170,4^{\circ}\text{C}$, en þessi hiti samsvarar 8,0 bar-a suðubrýstingi. Meðalgildið í holu 9 er hins vegar $186,9^{\circ}\text{C}$, og svarar það til 11,7 bar-a þrýstings.

Á vinnslutíma holu 8 var þrýstingur í lögninni frá henni felldur um blendu í 11 bar-a, en það var jafnframt rekstrarþrýstingur skiljustöðvarinnar. Aldrei varð vart ópalútfellingar í lögninni, og ekki í skiljustöðinni heldur, meðan unnið var úr holu 8 eingöngu. Eftir að hola 9 bættist við tók strax að gæta ópalútfellinga í skiljustöðinni, enda var rekstrarþrýstingi hennar ekki breytt (Gunnar Häsler, munnlegar upplýsingar, júní 2002). Allt kemur þetta ágætlega heim við ópalmettunarhitann í töflu 9, en 11 bar-a þrýstingur svarar til 184°C suðuhita.

Flestir málmar eru mun leysanlegri í söltum jarðhitavökva en ferskum. Við suðu jarðhitapækils eða blöndun hans við kaldara vatn falla málmar oft út sem brennisteinssambönd, svokölluð súlfíð. Útfellingar sem þessar hafa fundist við hverji á hafsbotni víða um heim, en einnig í háhitaborholum á jarðhitasvæðum í Djibouti, á Milos í Eyjahafi og við Salton Sea í Suður-Kaliforníu, svo dæmi séu nefnd.

Strax á fyrstu árum vinnslu úr holu 9 á Reykjanesi kom útfelling í lögn frá holutoppi, neðanstreymis við blendu þar sem þrýstingur féll úr liðlega 40 bar-a í 19 bar-a. Útfellingin var svört á lit að kalla, þykk og hörð, og þrengdist lögnin verulega af hennar völdum. Greining leiddi í ljós að megnið af útfellingunni var blanda zink- og járnsúlfíða, en umtalsvert magn margra annarra málma fannst þar einnig. Útfelling í holunni sjálfri, sem dró úr afköstum hennar og reynt var að hreinsa með borun árið 1993, hefur væntanlega verið af svipuðum toga, þótt ekki hafi hún verið greind sérstaklega. Nauðsynlegt hefur reynt að hreinsa lögnina nokkrum sinnum.

Nýlega hefur sérstök rannsókn verið gerð á útfellingum í toppi holu 9 og lögninni frá holunni. Niðurstöður hennar hafa birst í skýrslu Orkustofnunar (Vigdís Harðardóttir, 2002).

Tafla 9. Ópalmettunarhiti, T_{op} , í °C. Holur 8 og 9.

HOLA 8			HOLA 9			HOLA 9		
Dags.	Sýni nr.	T_{op}	Dags.	Sýni nr.	T_{op}	Dags.	Sýni nr.	T_{op}
1971-09-10	1971-0083	176,8	1983-09-14	1983-0225	193,1	1995-07-10	1995-0096	188,2
1973-01-22	1973-0024	173,8	1983-09-16	1983-0226	174,9	1995-12-13	1995-0395	192,9
1973-06-08	1973-0079	175,5	1983-09-20	1983-0234	175,0	1996-06-04	1996-0117	193,2
1973-10-10	1973-0127	173,2	1983-09-26	1983-0240	177,8	1996-12-03	1996-0547	185,6
1973-11-08	1973-0143	174,0	1983-10-05	1983-0242	177,2	1997-06-03	1997-0323	188,8
1974-01-24	1974-0004	177,3	1983-10-24	1983-0262	180,5	1997-11-26	1997-0743	185,8
1974-10-01	1974-0084	169,1	1983-11-30	1983-0289	182,4	1998-06-02	1998-0325	188,7
1977-10-05	1977-0151	156,8	1985-12-18	1985-0372	189,8	1998-11-19	1998-0592	187,8
1978-03-07	1978-0009	174,2	1987-01-20	1987-0006	192,0	1999-05-25	1999-0147	190,3
1979-05-28	1979-3009	164,4	1992-01-22	1992-0017	188,1	1999-12-06	1999-0529	192,0
1980-01-08	1980-0001	153,7	1992-11-17	1992-0290	188,8	2000-05-18	2000-0190	186,2
1983-09-20	1983-0233	168,2	1993-05-13	1993-0082	187,9	2000-12-04	2000-0513	189,6
1985-12-18	1985-0373	176,2	1993-10-22	1993-0229	188,2	2001-05-15	2001-0168	188,3
1987-01-20	1987-0005	172,9	1994-05-19	1994-0057	186,6	2001-11-28	2001-0461	191,9
			1994-10-26	1994-0293	189,4			

8 UMRÆÐA

Efnastyrkur og uppruni vökvans

Vökvinn í jarðhitageyminum á Reykjanesi er sjór að uppruna. Þetta þarf ekki að koma á óvart, því bergið á Reykjaneskaganum er afar sprungið og lekt, og Atlantshafið liggur að jarðhitasvæðinu á þrjá vegu. Sjórinn hefur hvarfast við bergið, leyst upp frumsteindir og fellt út ummyndunarsteindir, en um leið hefur efnasamsetning hans breyst nokkuð.

Klóríðstyrkur jarðhitavökvans er hinn sami og klóríðstyrkur strandsjávar við Reykjanes. Þessi staðreynd sýnir einmitt að jarðhitavökvinn er að uppruna sjór, óblandaður ferskvatni, en klóríð gengur ekki inn í steindir bergsins og tekur því ekki þátt í efnaskiptum vatns og bergs, að kallast geti.

Það gera mörg önnur efni hins vegar. Þannig er styrkur natríums tíu af hundraði minni í djúpvökva holu 9 en í óbreyttum sjó, svo dæmi sé tekið, en styrkur kalíums á hinn bóginn u.þ.b. 3,7 sinnum meiri og styrkur kalsíums um 4,3 sinnum meiri. Styrkur mangans í jarðhitavökvanum er á að giska 1000 sinnum meiri en í strandsjónum, og styrkur járnsm um 100 sinnum meiri, þótt hvorugur þessara málma geti raunar talist meðal stærstu efnaþátta.

Styrkur uppleysts kísilvíoxíðs í jarðhitavökvanum ræðst einungis af hita, enda er styrkur þess í holu 9 nærri þúsundfalt meiri en í óbreyttum sjó. Í sjónum er styrkur kísilvíoxíðs í upplausn að vísu minni en ætla mætti, því kísilþörungar nýta efnið í búskap sínum.

Styrkur magnesíums í holu 9 er aðeins um 1/1400 af styrk í hafsjónum, en í holu 8 er hlutfallið um 1/1000. Ýmis sambönd magnesíums og kísilvíoxíðs, svonefnd magnesíumsilífköt, eru miklu torleystari í heitu vatni en köldu, og falla út þegar sjór í snertingu við berg hitnar. Mismikill styrkur magnesíums í holum 8 og 9 stjórnast af misháum hita í þessum holum.

Loks má nefna að styrkur súlfats í holu 9 er aðeins 1/170 af styrk í strandsjónum. Ástæða þessa er sú að mestur hluti súlfatsins hefur fallið út sem anhýdrít, kalsíum súlfat, en leysni þess minnkar með hækkandi hita líkt og leysni magnesíumsilífkata.

Ekkert af ofansögðu er ný vitneskja; allt hefur þetta verið mönnum kunnugt næstliðinn aldarþriðjung eða svo.

Vinnsla síðustu þriggja áratuga hefur ekki raskað efnasamsetningu jarðhitavökvans að því er best verður séð. Hefur upptektin úr svæðinu enda lengst af verið hófleg, naumlega 50 kg/s til uppjafnaðar, og lengst af var aðeins unnið úr einni holu í einu.

Þótt langtímabreytingar í efnastyrk finnast engar, er því ekki að neita, að styrkur einstakra efna hefur reynst dálítið breytilegur frá einum tíma til annars. Á þetta einkum við um holu 8, en efnastyrkur í holu 9 hefur ætíð verið jafnari. Ekki er ólíklegt að hér eigi efnagreiningaraðferðir nokkra sök, en þorri sýna úr holu 8 var greindur með ófullkomnari tækjum og eldri aðferðum en sýnin úr holu 9.

Tvívetnishlutfall

Tvívetnishlutfall djúpvökvans hefur orðið mörgum umhugsunarefni í aldarþriðjung. Vegna uppruna vökvans hefði e.t.v. mátt ætla að samsætuhlutföll hans væru hin sömu, eða alltjént svipuð, og samsætuhlutföll strandsjávar við Reykjanes. Súrefnishlutfallið, -0,55 ‰, er raunar áþekkt, en vetnishlutfallið, -20,3 ‰, er víðs fjarri hlutfalli sjávar.

Tvívetnishlutfall háhitavökva er tíðast nærri jafnt tvívetnishlutfalli grenndarúrkomu. Samsætuhlutfall súrefnis er hins vegar oftast nær dálítið hærra í jarðhitavökvanum en í úrkomunni (Ellis og Mahon, 1977). Má hvort tveggja kallast regla, sem á þó augljóslega ekki við þar sem vökvinn er sjór að uppruna. Þetta er venjulega skýrt með því að samsætur í vökva og bergi hafi leitað jafnvægis. Í bergi er ávallt gnægð súrefnis og getur því hvarfið breytt súrefnishlutfalli vökvans verulega. Hins vegar er tíðast mjög lítið vetni í bergi og ætti þá samsætujafnvægi lítil áhrif að hafa á tvívetnishlutfall vökvans.

Sé vökvinn á Reykjanesi sjór að uppruna eins og flest bendir til, ætti tvívetnishlutfallið, δD , samkvæmt þessu að vera nálægt núlli, en súrefnishlutfallið, $\delta^{18}O$, örlítið hærra. Hér virðist því skjóta skökku við, því súrefnishlutfall jarðhitavökvans er ögn lægra en sjávar, og tvívetnishlutfallið miklu lægra.

Bragi Árnason (1976) vildi skýra þetta misræmi á þann veg, að vökvinn væri blanda ferskvatns og sjávar, u.þ.b. til helminga. Blandan hefði síðan leyst salt upp úr gömlum setlögum djúpt í jörðu og þannig náð að verða jafnsölt og sjór. Stefán Arnórsson (1978) hafnaði þessari skýringu, og skal hér tekið undir með honum. Að vísu er það alls ekki óhugsandi, að jarðhitavökvi leysi salt úr sjávarseti. Hefur raunar oft verið talið, að klóríð í heitu vatni á Suðurlandi sé slík uppleysing. Þar er þó um miklu minni styrk að ræða en á Reykjanesi, aðeins fáeina hundraðshluta af seltu sjávar. En vissulega hlyti það að teljast furðuleg tilviljun, að jarðhitavökvi næði að leysa úr seti einmitt nákvæmlega rétt magn klóríðs til þess að vökvinn næði sjávarseltu. Hitt virðist miklu trúlegra, að jarðhitavökvinn á Reykjanesi sé að uppruna sjór, enda er bergstaflinn mjög sprunginn og lekur og Atlantshafið örskammt undan.

Þeirri skýringu hefur einnig verið varpað fram, að blanda sjávar og ferskvatns hafi soðið af sér gufu og þannig náð fullri sjávarseltu. Séu því samsætuhlutföll jarðhitavökvans afleiðing einhverra ferla blöndunar og suðu. Vel má vera að þessu megi koma heim á einhvern hátt, þótt slíkum ferlum séu raunar ýmsar skorður settar. Þannig kann m.ö.o. að finnast eitthvert það hlutfall sjávar og ferskvatns, að slík blanda geti, með suðu við einhvern hita, eða öllu heldur með röð suðuferla við mismunandi hita, einmitt náð öllu í senn, klóríðstyrk, tvívetnishlutfalli og súrefnissamsætuhlutfalli jarðhitavökvans á Reykjanesi. Skýring sem þessi hlýtur engu að síður að teljast fremur ósennileg. Eins og áður segir, er bergið á Reykjanesi mjög sprungið og lekt, og sjórinn skammt undan. Það virðist því harla langsótt að gera ráð fyrir því að jarðhitavökvi með nákvæmlega sömu seltu og sjór sé að uppruna nokkuð annað en sjór.

Skýring hins lága tvívetnishlutfalls á Reykjanesi er því enn ófundin. Sá er þetta ritar hefur um allan langt skeið hallast að því að orsakarinnar kunni að vera að leita í samsætujafnvægi milli vökvans og vatnaðra ummyndunarsteinda. Það er hins vegar ekki áhlaupamál að staðreyna þessa tilgátu eða afsanna hana. Ekki er ósennilegt að þær ummyndunarsteindir sem koma til greina í slíku jafnvægi séu viðkvæmar leirsteindir. Það

er því hætt við að þorri þeirra komi upp með skolvatni í borun og skili sér aldrei til greiningar með borsvarfi.

Til þess að reyna þessa tilgátu þyrfti að taka borkjarna úr jarðhitageyminum. Væntanlega þyrfti að ná nokkrum kjarnabútum á mismunandi dýpi, því reynslan sýnir að steindasamsetning er sjaldnast mjög einsleit í smáum skala. Þennan kjarna yrði að meðhöndla varlega, svo viðkvæmur leir tapaðist ekki. Síðan væri nauðsynlegt að greina steindir kjamans, ekki aðeins til tegundar, heldur einnig til magns, eftir því sem unnt væri. Á þennan hátt fengist hugmynd um magn hinna ýmsu steinda í hverjum rúmmetra bergs. Með því að nota mælda fasta fyrir samsætjafnvægi milli vökva og vatnaðra steinda mætti loks, að gefnum forsendum um sennilegt hlutfall vökva og bergs, prófa nefnda tilgátu. Rannsókn sem þessi yrði óneitanlega talsvert mikið verk.

Útfellingar

Ópalútfellinga varð ekki vart í lögn eða skiljustöð meðan unnið var úr holu 8 eingöngu (Gunnar Häsler, munnlegar upplýsingar, júní 2002). Eins og fram kom í 7. kafla var mettnarþrýstingur ópals í renni holu 8 um 8,0 bar-a, en rekstrarþrýstingur skiljustöðvar 11 bar-a. Eftir að vinnsla hófst úr holu 9 tók ópalútfellinga að gæta í stöðinni, enda reiknast mettnarþrýstingur ópals í renni holu 9 u.þ.b. 11,7 bar-a. Koma má í veg fyrir ópalútfellingar í stöðinni með því að reka hana við nokkru hærri þrýsting.

Útfellinga kalsíum karbónats hefur ekki orðið vart í holum á Reykjanesi að heitið geti. Það er vissulega fagnaðarefni, því slíkar útfellingar eru jafnan til óþurftar. Að vísu er fremur auðvelt að hreinsa þær úr fódruðum hluta holu, en að sjálfsögðu er enn betra að vera laus við þær. Útfellingar kalks í holum eða yfirborðsbúnaði á háhitasvæðum eru svo algengar, að það hlýtur að vekja nokkra eftirtekt að kalk skuli ekki falla út á Reykjanesi. Vera má, að jafnvægi vökvans við anhýdrít haldi kalsíumstyrk vökvans svo lágum, að vökvinn nái hvorki kalkmettun í jarðhitakerfinu né yfirmettun í holunum.

Um málmsúlfíð gegnir öðru máli, en útfellingar þeirra í og við holu 9 á Reykjanesi hafa ætíð verið til nokkurs ama. Súlfíð ýmissa málma eru vel þekkt víða um heim sem útfellingar í kringum neðansjárhverfi á úthafshryggjum og í borholum á háhitasvæðum þar sem vökvinn er saltur. Útfellingar sem þessar ættu því ekki að koma á óvart á Reykjanesi. Rannsóknnum á þeim hafa nýlega verið gerð skil í skýrslu Orkustofnunar (Vigdís Harðardóttir, 2002).

Það er engu að síður nokkuð umhugsunarefni, að súlfíðútfellinga hefur aðeins orðið vart í og við holu 9. Hóla 8 og lögnin frá henni voru alla tíð lausar við þennan ófögnuð, enda þótt þrýstingur í lögninni væri aðeins 11 bar-a, miklu lægri en í lögninni frá holu 9. Nú er efnasamsetning vökva úr þessum holum ákaflega áþekkt, enda klóríðstyrkur að kalla sá sami, en það sem helst skilur á milli er holuhitinn, 275°C í holu 8, en 290°C í holu 9. Vel má þá vera, þótt ekki sé það með vissu vitað, að styrkur snefilmálma sé nokkru hærri í innstreymi holu 9 en holu 8, og valdi því hitinn.

Alltjont virðist ástæða til að óttast, að súlfíðútfellingar geti orðið mun meiri í holu 10, þegar henni verður hleypt í blástur, en raunin hefur orðið í holu 9, því hiti hefur þegar mælst um 320°C í holu 10. Því kann að verða nauðsynlegt að gera einhverjar ráðstafanir við rekstur holu 10 til að koma í veg fyrir útfellingar af þessu tagi.

HEIMILDIR

- Benedikt Steingrímsson og Grímur Björnsson, 1994: *Hreinsun holu RNG-9 á Reykjanesi haustið 1993*. Orkustofnun, greinargerð, BS/GrB-94/01, 8 s.
- Bragi Árnason, 1976: *Groundwater systems in Iceland traced by deuterium*. Vísindafélag Íslendinga, XLII, Reykjavík, 236 s.
- Ellis, A.J. og Mahon, W.A.J., 1977: *Chemistry and Geothermal Systems*. Academic Press, New York, 392 s.
- Fournier, R.O. og Potter, R. W., 1982a: An equation correlating the solubility of quartz in water from 25°C to 900°C at pressures up to 10,000 bars. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, vol. 46: 1969 - 1973.
- Fournier, R.O. og Potter, R.W., 1982b: A revised and expanded silica (quartz) geothermometer. *Geothermal Resources Council Bulletin*, November: 3 - 12.
- Jón Örn Bjarnason, 1984: *Reykjanes. Efnasamsetning jarðsjávar og gufu úr holu RnG-9*. Orkustofnun, Reykjavík, OS-84049/JHD13 B, 14 s.
- Jón Örn Bjarnason, 1988: *Svartsengi. Efnæftirlit 1980 - 1987*. Orkustofnun, Reykjavík, OS-88001/JHD-01, 98 s.
- Jón Örn Bjarnason, 1991: *Um efnasamsetningu vökva í Bláa lóninu í Svartsengi*. Orkustofnun, greinargerð JÖB-91/03, 3 s.
- Jón Örn Bjarnason, 1995: *Chemical composition of freshwater, saltwater, and seawater in the Reykjanes area, southwestern Iceland*. Orkustofnun, greinargerð JÖB-95/04, 3 s.
- Jón Örn Bjarnason, 1996: *Svartsengi. Efnavöktun 1988 - 1995*. Orkustofnun, Reykjavík, OS-96082/JHD-10, 125 s.
- Jón Örn Bjarnason, 1998a: *Jarðsjór og gufa á Reykjanesi: Mat á efnaflæði úr borholum*. Orkustofnun, greinargerð JÖB-98/01, 5 s.
- Jón Örn Bjarnason, 1998b: *Jarðsjór og gufa úr borholum á Reykjanesi: Endurmat efnaflæðis að breyttum forsendum*. Orkustofnun, greinargerð JÖB-98/02, 4 s.
- Jón Ólafsson og Riley, J.P., 1978: Geochemical studies on the thermal brine from Reykjanes (Iceland). *Chemical Geology*, vol. 21: 219 - 237.
- Stefán Arnórsson, 1978: Major element chemistry of the geothermal sea-water at Reykjanes and Svartsengi, Iceland. *Mineralogical Magazine*, vol. 42: 209 - 220.
- Sveinbjörn Björnsson, ritstjóri, 1971: *Reykjanes. Heildarskýrsla um rannsókn jarðhitasvæðisins*. Orkustofnun, Reykjavík.
- Trausti Hauksson, 1981: *Reykjanes. Styrkur efna í jarðsjó*. Orkustofnun, Reykjavík, OS-81015/JHD-10.
- Verkfræðistofan Vatnaskil hf., 1993a: *Reykjanes. Vinnslueftirlit 1970 - 1992*. Orkustofnun, OS-93011/JHD-06 B.

- Verkfræðistofan Vatnaskil hf., 1993b: *Reykjanes. Vinnslueftirlit júlí 1992 - júlí 1993.* Orkustofnun, OS-93043/JHD-23 B.
- Verkfræðistofan Vatnaskil hf., 1994: *Reykjanes. Vinnslueftirlit júlí 1993 - júlí 1994.* Orkustofnun, OS-94035/JHD-20 B.
- Verkfræðistofan Vatnaskil hf., 1995: *Reykjanes. Vinnslueftirlit júlí 1994 - júlí 1995.* Orkustofnun, OS-95041/JHD-26 B.
- Verkfræðistofan Vatnaskil sf., 1996: *Reykjanes. Vinnslueftirlit júlí 1995 - júlí 1996.* Orkustofnun, OS-96042/JHD-27 B.
- Verkfræðistofan Vatnaskil sf., 1997: *Reykjanes. Vinnslueftirlit júlí 1996 - júlí 1997.* Orkustofnun, OS-97040.
- Verkfræðistofan Vatnaskil sf., 1998: *Reykjanes. Vinnslueftirlit júlí 1997 - júlí 1998.* Orkustofnun, OS-98045.
- Verkfræðistofan Vatnaskil sf., 1999: *Reykjanes. Vinnslueftirlit júlí 1998 - júlí 1999.* Orkustofnun, OS-99060.
- Verkfræðistofan Vatnaskil sf., 2000: *Svartsengi - Reykjanes. Vinnslueftirlit júlí 1999 - júlí 2000.* Orkustofnun, OS-2000/062.
- Verkfræðistofan Vatnaskil sf., 2002: *Svartsengi - Reykjanes. Vinnslueftirlit árið 2001.* Orkustofnun, OS-2002/017.
- von Damm, K.L., Bischoff, J.L. og Rosenbauer, R.J., 1991: Quartz solubility in hydrothermal seawater: An experimental study and equation describing quartz solubility for up to 0.5 M NaCl solutions. *American Journal of Science*, Vol. 291: 977 - 1007.
- Vigdís Harðardóttir, 2002: *Útfellingar í holu 9 Reykjanesi.* Orkustofnun, OS-2002/011, 47 s.
- VSÓ ráðgjöf ehf., 2000: *Jarðhitanyting á Reykjanesi. Frummat á umhverfisáhrifum.* Hitaveita Suðurnesja.

ENGLISH ABSTRACT

This report presents an overview of the chemical composition of brine and steam discharged from wells in the Reykjanes geothermal field, Iceland. The field is located by the sea at the southwestern tip of the Reykjanes peninsula. The review covers the years 1971 - 2001. Only wells RN-08 and RN-09 produced fluids during this period.

Well RN-08 was drilled to a depth of 1754 m in the fall of 1969. The start of production from this well, in October of 1970, also effectively marks the beginning of fluid production from the field. Well RN-08 discharged fluids, though not continuously, until the spring of 1987, when it was shut in. In 1993 the well was condemned and cemented. The temperature of the inflow into well RN-08 showed some fluctuations, averaging around 275°C.

Drilled to a depth of 1445 m in 1983, well RN-09 has produced almost continuously since September of that year. The mean aquifer temperature in the well has remained rather constant at about 290°C.

The geothermal brine is seawater that has undergone ion exchange with the host rock. The chloride concentration in the thermal fluid is thus virtually identical to that of local seawater, but water-rock reaction has changed the concentration of most other chemical components. The concentration of sodium is somewhat lower in the geothermal brine than in seawater, but the concentrations of potassium, calcium, and silica are much higher. The magnesium and sulfate concentrations in the well fluids are only a small fraction of their concentrations in seawater.

The deuterium ratio of the geothermal fluid is much lower than that of coastal seawater at Reykjanes. A satisfactory explanation of this difference has not been found so far, although various suggestions have surfaced over the last three decades. The oxygen isotope ratio of the downhole brine, on the other hand, is similar to that of the local seawater, albeit slightly lower.

Three decades of fluid production from the field have not induced observable changes in the fluid chemistry. The chemical composition of the downhole fluids is almost identical in the two wells, except that the concentration of magnesium and sulfate is somewhat lower, and the concentration of silica higher, in well RN-09 than in well RN-08. This is a result of the temperature difference between the wells. Furthermore, the concentration of hydrogen sulfide is higher in well RN-09 than in well RN-08.

Calcium carbonate scale has never been detected in wells or pipelines in the Reykjanes field. This observation is in accord with chemical speciation calculations, which show the downhole fluid in both wells to be undersaturated with respect to calcite. Similar calculations indicate anhydrite saturation in the aquifer. The anhydrite equilibrium may be keeping the calcium concentration below the saturation limit for calcium carbonate.

The steam saturation pressure of fluids from well RN-08 at the limit of amorphous silica saturation averaged approximately 8.0 bar-a. The operating pressure of the

steam separator feeding the power plant and the sea chemicals plant at Reykjanes was 11 bar-a. No scale of any kind was ever observed in the pipeline from well RN-08, nor was any found in the separator for as long as RN-08 was the only well producing fluids. Ever since well RN-09 came on stream, however, amorphous silica deposits in the separator have been a continual nuisance. This should come as no surprise, since the separator operating pressure has remained unchanged at 11 bar-a, while the steam saturation pressure of fluids from well RN-09 at the limit of amorphous silica solubility is around 11.7 bar-a.

Deposits of hard, black scale appeared in the pipeline from well RN-09 soon after the well started producing in 1983. Most of the scale was formed near the wellhead, just downstream from an orifice plate, where the pressure dropped from more than 40 bar-a to 19 bar-a. The scale consisted of a mixture of metal sulfides, the most important of which were sulfides of zinc, iron, copper, and lead. The scale must be removed periodically to keep it from plugging the pipeline.

Carbon dioxide is by far the largest gas component in steam, constituting around 97% by volume. Hydrogen sulfide accounts for most of the rest. The total concentration of gas in steam from well 9 is around 0.5% by weight when the steam and the brine are separated at 12.5 bar-a. The total discharge to the atmosphere of carbon dioxide from the Reykjanes field amounted to approximately 55,000 metric tons from the start of production in 1970 until the end of 2001. During the same period, the total emission of hydrogen sulfide was around 1,600 metric tons.

VIÐAUKI:

EFNAGREININGASKRÁR

A: SKÝRINGAR

Í töflunum hér á eftir er að finna niðurstöður efnagreininga heilsýna sem tekin hafa verið úr holum 8 og 9 á Reykjanesi. Sýnunum úr holu 8 var safnað á árunum 1971 - 1987, en sýnunum úr holu 9 á tímabilinu 1983 - 2001. Hér er um að ræða „hráar“ greiningar, þ.e. efnagreiningar á einstökum fösum, áður en vatn og gufa eru „reiknuð saman,“ svo sem lýst var í 2. kafla.

Sýnunum er raðað eftir holum, en sýnum úr hvorri holu eftir tíma.

Til skýringar á þessum töflum er rétt að taka fram nokkur atriði.

1. Efnasamsetning vatnsfasa er skráð í fyrstu þrjá dálka töflu hvers sýnis. Mælistærðir þar eru í mg/l, nema að sjálfsögðu sýrustigið, pH, sem er einingarlaust, eðlisleiðni, sem gefin er í $\mu\text{S}/\text{cm}$, og samsætuhlutföll, en þau eru skráð sem einingarlaus frávík frá meðalsjó og talin í þúsundustu hlutum. Tölur þær sem fylgja sýrustigi og leiðni tákna hita sem viðkomandi mælingar voru gerðar við.

2. CO_2 í töflunni tákna heildarkarbonsat reiknað til koldíoxíðs, en H_2S heildarsúlfíð reiknað til brennisteinsvetnis.

3. Jónavægi, reiknað sem hundraðshluti, tákna styrk póstívra hleðsla umfram styrk negatívra, eða öfugt, eftir því hvort formerkið er plús eða mínus. Jónavægið er mælikvarði á gæði efnagreiningar og á að vera sem næst núlli. Massavægið, sem gegnir svipuðu hlutverki, er sömuleiðis reiknað sem hundraðshluti og sýnir mismun á massa uppleystra efna, reiknuðum út frá efnagreiningum, og massa fundnum með þurreimingu sýnis, en síðarnefnda gildið er skráð sem *Uppl. efni*. Sé massavægið neikvætt tákna það að veginn massi sé umfram reiknaðan.

4. Efnasamsetning þéttivatns er skráð ofantil í fimmta dálk hverrar töflu. Sumar ofangreindra skýringa eiga einnig þar við, eins og augljóst má vera.

5. Samsetningu óþéttanlegs gass er að finna í fjórða dálki. Skráðir eru hundraðshlutar rúmmáls af hverri lofttegund. Ein aðferð til að ákvarða magn gass í gufu er að mæla beint rúmmál gass þess, sem safnast á sama tíma og tiltekið magn þéttivatns. Þessi tala (lg/kgþv) er skráð, ásamt söfnunarhita gassins, neðst í fjórða dálki hverrar töflu sem lítrar gass á hvert kg þéttivatns.

6. Önnur aðferð til að finna styrk gass í gufu er að safna gufufasanum í 40% vítissóðalausn og ákvarða síðan styrk karbonsats og súlfíðs í sýninu með títrun. Niðurstöður eru reiknaðar sem milligrömm koldíoxíðs eða brennisteinsvetnis í hverju kg gufu við sýnatökuprýsting. Þær eru skráðar neðst í fimmta dálk hverrar töflu.

7. Hin síðustu ár hefur sá háttur verið hafður á, að gufusýnum er ávallt safnað í sérstakar lofttæmdar flöskur sem innihalda lögg af rammri lútarlausn, sem bindur CO_2 og H_2S . Ósúru lofttegundirnar, sem eru fremur torleystar í lút, fljóta ofan á og mynda bólu í flöskunni. Þegar sýnum er safnað á þennan hátt er styrkur ósúru lofttegundanna í bólunni skráður í fjórða dálk töflunnar, en styrkur CO_2 og H_2S neðst í fimmta dálk. Talan neðst í fjórða dálki sýnir nú rúmmál *ósúrra* gasa sem fylgja hverju kg þéttivatns og hefur því aðra merkingu en þegar öll óþéttanalegu gösin eru greind í einu. Að þessi aðferð hefur verið notuð má sjá af því að hvorki styrkur CO_2 né H_2S er skráður í fjórða dálk.

B: TÖFLUR

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók		
1971-09-10	00:00	1971-0083		SA/KG		
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær						
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)	
		6.9				
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)	
pH	6.7	Li	Al	H ₂	.8	pH
/Hiti		Na	Cr	CO ₂	98	/Hiti
CO ₂		K	Mn	H ₂ S	1.6	CO ₂
H ₂ S		Mg	Fe	O ₂		H ₂ S
NH ₃		Ca	Cu	N ₂		NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄		B
Leiðni [§]		F	As	NH ₃		Na
/Hiti		Cl	Ag	Ar		Hg
SiO ₂	800	Br	Cd	Rn ^{††}		Rn [†]
Uppl. efni	43792	I	Sb			δD [†]
		NO ₂	Hg			δ ¹⁸ O [†]
		NO ₃	Pb			
O ₂		HPO ₄				Gufa (mg/kg)
Rn [†]		SO ₄	56.4	Vægi (%):		CO ₂
δD [†]				Jóna	lg/kgþv* 3.75	H ₂ S
δ ¹⁸ O [†]				Massa	/Hiti 24	Rn [†]

§ µS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók		
1973-01-22	00:00	1973-0024		KG/SA		
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær						
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)	
		5.54				
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)	
pH	7.38	Li	Al	H ₂	0	pH
/Hiti		Na	Cr	CO ₂	98.6	/Hiti
CO ₂	44.9	K	Mn	H ₂ S	1.7	CO ₂
H ₂ S		Mg	Fe	O ₂		H ₂ S
NH ₃		Ca	Cu	N ₂		NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄		B
Leiðni [§]		F	As	NH ₃		Na
/Hiti		Cl	Ag	Ar		Hg
SiO ₂	786	Br	Cd	Rn ^{††}		Rn [†]
Uppl. efni	43200	I	Sb			δD [†]
		NO ₂	Hg			δ ¹⁸ O [†]
		NO ₃	Pb			
O ₂		HPO ₄				Gufa (mg/kg)
Rn [†]		SO ₄		Vægi (%):		CO ₂
δD [†]				Jóna	lg/kgþv* 2.4	H ₂ S
δ ¹⁸ O [†]				Massa	/Hiti 24	Rn [†]

§ µS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók			
1973-06-08	00:00	1973-0079		KG/SA			
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær							
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)		
		13.2			55		
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)		
pH	6.58	Li	Al	H ₂	.2	pH	4.9
/Hiti	20	Na	12540	CO ₂	97	/Hiti	20
CO ₂	37.9	K	1883	H ₂ S	2	CO ₂	580
H ₂ S	.5	Mg	.42	O ₂	0	H ₂ S	40.1
NH ₃		Ca	1868	N ₂		NH ₃	
B		Sr		CH ₄		B	
Leiðni [§]	50000	F	0	NH ₃		Na	
/Hiti		Cl	23500	Ar		Hg	
SiO ₂	741	Br		Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	52375	I				δD [†]	
		NO ₂				δ ¹⁸ O [†]	
		NO ₃					
O ₂		HPO ₄					
Rn [†]		SO ₄	28.4	Vægi (%):		Gufa (mg/kg)	
δD [†]				Jóna		CO ₂	
δ ¹⁸ O [†]				Massa		H ₂ S	
				lg/kgþv*	4	Rn [†]	
				/Hiti	30		

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók			
1973-10-10	00:00	1973-0127		KG/SA			
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær							
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)		
		4.62			53.2		
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)		
pH	6.85	Li	Al	H ₂		pH	4.59
/Hiti	20	Na	13979	CO ₂	98.6	/Hiti	20
CO ₂	37	K	2020	H ₂ S	1.7	CO ₂	754.2
H ₂ S	0	Mg	1.71	O ₂		H ₂ S	33.8
NH ₃		Ca	2229	N ₂		NH ₃	
B		Sr		CH ₄		B	
Leiðni [§]	50000	F	0	NH ₃		Na	6.5
/Hiti		Cl	27113	Ar		Hg	
SiO ₂	792	Br		Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	46805	I				δD [†]	
		NO ₂				δ ¹⁸ O [†]	
		NO ₃					
O ₂		HPO ₄					
Rn [†]		SO ₄	31.3	Vægi (%):		Gufa (mg/kg)	
δD [†]				Jóna		CO ₂	
δ ¹⁸ O [†]				Massa		H ₂ S	
				lg/kgþv*	2.4	Rn [†]	
				/Hiti	17		

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók	
1973-11-08	00:00	1973-0143		SA	
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær					
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)
		20.7			
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)
pH	6.28	Li	Al	H ₂	pH 4.67
/Hiti	23	Na	Cr	CO ₂ 97.5	/Hiti 23
CO ₂	15.1	K	Mn	H ₂ S 1.8	CO ₂ 979.2
H ₂ S	1.63	Mg	Fe	O ₂	H ₂ S 74.8
NH ₃		Ca	Cu	N ₂	NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄	B
Leiðni [§]	50000	F	As	NH ₃	Na
/Hiti		Cl	Ag	Ar	Hg
SiO ₂	693	Br	Cd	Rn ^{††}	Rn [†]
Uppl. efni	46056	I	Sb		δD [†]
		NO ₂	Hg		δ ¹⁸ O [†]
O ₂		NO ₃	Pb		
Rn [†]		HPO ₄			Gufa (mg/kg)
δD [†]		SO ₄ 26.4	Vægi (%):	lg/kgþv* 7.1	CO ₂
δ ¹⁸ O [†]			Jóna	/Hiti 20	H ₂ S
			Massa		Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók	
1974-01-24	00:00	1974-0004		KG/SA	
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær					
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)
		21.5			56.9
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)
pH	6.06	Li	Al	H ₂ .2	pH 4.53
/Hiti	20	Na	Cr	CO ₂ 93.5	/Hiti 20
CO ₂	16.7	K	Mn	H ₂ S 1.8	CO ₂ 942
H ₂ S	.75	Mg	Fe	O ₂ .8	H ₂ S 43.6
NH ₃		Ca	Cu	N ₂	NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄	B
Leiðni [§]	50000	F	As	NH ₃	Na 17.4
/Hiti		Cl	Ag	Ar	Hg
SiO ₂	716	Br	Cd	Rn ^{††}	Rn [†]
Uppl. efni	44982	I	Sb		δD [†]
		NO ₂	Hg		δ ¹⁸ O [†]
O ₂		NO ₃	Pb		
Rn [†]		HPO ₄			Gufa (mg/kg)
δD [†]		SO ₄ 27.4	Vægi (%):	lg/kgþv* 4.615	CO ₂
δ ¹⁸ O [†]			Jóna	/Hiti	H ₂ S
			Massa		Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók		
1974-10-01	00:00	1974-0084		SA/GG		
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær						
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)	
		4.76			57.3	
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)	
pH	6.71	Li	Al	H ₂	pH	
/Hiti	20	Na	12636	CO ₂	97.5	/Hiti
CO ₂	62.5	K	1984	H ₂ S	1.8	CO ₂
H ₂ S	0	Mg	1.19	O ₂		H ₂ S
NH ₃		Ca	2023	N ₂		NH ₃
B		Sr		CH ₄		B
Leiðni [§]	58824	F	.2	NH ₃		Na
/Hiti		Cl	26600	Ar		Hg
SiO ₂	756	Br		Rn ^{††}		Rn [†]
Uppl. efni	47297	I				δD [†]
		NO ₂				δ ¹⁸ O [†]
O ₂		NO ₃				
Rn [†]		HPO ₄				Gufa (mg/kg)
δD [†]		SO ₄	23.1	Vægi (%):		CO ₂
δ ¹⁸ O [†]				Jóna	lg/kgbv* 3.24	H ₂ S
				Massa	/Hiti 39	Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók		
1977-10-05	00:00	1977-0151		HÁ/ME		
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær						
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)	
		3.2				
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)	
pH	6.72	Li	Al	H ₂	pH	
/Hiti	21	Na	11850	CO ₂	98.4	/Hiti
CO ₂	27.9	K	1645	H ₂ S	.6	CO ₂
H ₂ S	3.4	Mg	3.17	O ₂		H ₂ S
NH ₃		Ca	2205	N ₂		NH ₃
B		Sr		CH ₄		B
Leiðni [§]	50000	F	.23	NH ₃		Na
/Hiti		Cl	25600	Ar		Hg
SiO ₂	677	Br		Rn ^{††}		Rn [†]
Uppl. efni	42150	I				δD [†]
		NO ₂				δ ¹⁸ O [†]
O ₂		NO ₃				
Rn [†]		HPO ₄				Gufa (mg/kg)
δD [†]		SO ₄	63.8	Vægi (%):		CO ₂
δ ¹⁸ O [†]				Jóna	-8.06	H ₂ S
				Massa	-.25	Rn [†]
				lg/kgbv*	1.68	
				/Hiti	13	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók	
1978-03-07	00:00	1978-0009		TH/GG/ÓS	
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær					
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)
		19.2			
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)
pH	5.9	Li	Al	H ₂	pH
/Hiti	22	Na	Cr	CO ₂	/Hiti
CO ₂	62.7	K	Mn	H ₂ S	CO ₂
H ₂ S	2.9	Mg	Fe	O ₂	H ₂ S
NH ₃		Ca	Cu	N ₂	NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄	B
Leiðni [§]	50000	F	As	NH ₃	Na
/Hiti		Cl	Ag	Ar	Hg
SiO ₂	701	Br	Cd	Rn ^{††}	Rn [†]
Uppl. efni	38347	I	Sb		δD [†]
		NO ₂	Hg		δ ¹⁸ O [†]
		NO ₃	Pb		
		HPO ₄			
		SO ₄			
			Vægi (%):		
O ₂			Jóna	lg/kgþv*	Gufa (mg/kg)
Rn [†]			Massa	/Hiti	CO ₂
δD [†]					H ₂ S
δ ¹⁸ O [†]					Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók	
1979-05-28	00:00	1979-3009		SA/KVR	
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær					
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)
		19	1150		50
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)
pH	6.38	Li	Al	H ₂	pH
/Hiti	20	Na	Cr	CO ₂	/Hiti
CO ₂	63.1	K	Mn	H ₂ S	CO ₂
H ₂ S	2.21	Mg	Fe	O ₂	H ₂ S
NH ₃	1.7	Ca	Cu	N ₂	NH ₃
B	8.72	Sr	Zn	CH ₄	B
Leiðni [§]	45455	F	As	NH ₃	Na
/Hiti	20	Cl	Ag	Ar	Hg
SiO ₂	631.1	Br	Cd	Rn ^{††}	Rn [†]
Uppl. efni	39124	I	Sb		δD [†]
		NO ₂	Hg		δ ¹⁸ O [†]
		NO ₃	Pb		
		HPO ₄			
		SO ₄			
			Vægi (%):		
O ₂			Jóna	lg/kgþv*	Gufa (mg/kg)
Rn [†]			Massa	/Hiti	CO ₂
δD [†]					H ₂ S
δ ¹⁸ O [†]					Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók				
1980-01-08	00:00	1980-0001		TH				
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær								
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)			
		9.9						
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)			
pH	6.4	Li	Al	H ₂	.52	pH	4.68	
/Hiti	20	Na	11370	Cr	97.18	/Hiti	22	
CO ₂	26.6	K	1775	Mn	H ₂ S	.16	CO ₂	820.5
H ₂ S	.61	Mg	1.759	Fe	O ₂	.41	H ₂ S	58.14
NH ₃		Ca	1883	Cu	N ₂	1.62	NH ₃	
B		Sr		Zn	CH ₄	.06	B	
Leiðni [§]	50000	F	.17	As	NH ₃		Na	2
/Hiti	22	Cl	22480	Ag	Ar	.04	Hg	
SiO ₂	600	Br		Cd	Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	37193	I		Sb			δD [†]	
		NO ₂		Hg			δ ¹⁸ O [†]	
		NO ₃		Pb				
O ₂		HPO ₄						
Rn [†]		SO ₄	29.3	Vægi (%):				
δD [†]				Jóna	-0.15	lg/kgþv*	2.27	Gufa (mg/kg)
δ ¹⁸ O [†]				Massa	2.54	/Hiti	16	CO ₂
								H ₂ S
								Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók				
1983-09-20	00:00	1983-0233		KHS/RÓ				
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær								
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)			
	26.5	26.5						
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)			
pH	5.94	Li	4.98	Al	H ₂	.08	pH	4.29
/Hiti	21	Na	11575	Cr	CO ₂	96.39	/Hiti	21
CO ₂	70.5	K	1692	Mn	H ₂ S	2.44	CO ₂	1235
H ₂ S	2.3	Mg	.94	Fe	O ₂	.12	H ₂ S	71.6
NH ₃		Ca	1957	Cu	N ₂	.95	NH ₃	
B		Sr		Zn	CH ₄	.02	B	
Leiðni [§]	50000	F	.19	As	NH ₃		Na	3.27
/Hiti	21.1	Cl	22072	Ag	Ar		Hg	.0024
SiO ₂	631	Br		Cd	Rn ^{††}		Rn [†]	660
Uppl. efni	37265	I	.206	Sb			δD [†]	
		NO ₂		Hg			δ ¹⁸ O [†]	-2.26
		NO ₃		Pb				
O ₂		HPO ₄						
Rn [†]		SO ₄	24.1	Vægi (%):				
δD [†]				Jóna	3.43	lg/kgþv*	3.7	Gufa (mg/kg)
δ ¹⁸ O [†]	-2.7			Massa	1.86	/Hiti	27	CO ₂
								H ₂ S
								Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók			
1985-12-18	00:00	1985-0373		JÖB/VHj			
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær							
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)		
	16.8	16.8					
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)			
pH	6.16	Li	Al	H ₂	.11	pH	4.36
/Hiti	22.6	Na	11182	Cr	96.87	/Hiti	21.9
CO ₂	46.8	K	1795	Mn		CO ₂	1271
H ₂ S	.81	Mg	1.63	Fe	.05	H ₂ S	77.1
NH ₃		Ca	1959	Cu	.74	NH ₃	
B	9.14	Sr		Zn	.02	B	
Leiðni [§]	59500	F	.25	As		Na	2.45
/Hiti	23.4	Cl	22960	Ag		Hg	
SiO ₂	728.8	Br	90.49	Cd		Rn [†]	
Uppl. efni	40270	I		Sb		δD [†]	
		NO ₂		Hg		δ ¹⁸ O [†]	-2.32
		NO ₃		Pb			
O ₂		HPO ₄				Gufa (mg/kg)	
Rn [†]		SO ₄	28.32	Vægi (%):		CO ₂	5296
δD [†]				Jóna	-3.06	H ₂ S	216
δ ¹⁸ O [†]	.03			Massa	-3.66	Rn [†]	
				lg/kgþv*	2.13		
				/Hiti	19.8		

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók			
1987-01-20	00:00	1987-0005		JÖB/ST			
Reykjanes RN-08 Sýrfellsdrög Reykjanesbær							
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)		
	16.3	16.3					
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)			
pH	6.1	Li	Al	H ₂	.17	pH	4.4
/Hiti	23.6	Na	11670	Cr	96.26	/Hiti	22.5
CO ₂	54.5	K	1685	Mn	3	CO ₂	1929
H ₂ S	1.1	Mg	1.92	Fe	.2	H ₂ S	98
NH ₃		Ca	1879	Cu		O ₂	.21
B		Sr		Zn		N ₂	1.31
Leiðni [§]	58000	F	.193	As		CH ₄	.02
/Hiti	20.1	Cl	22950	Ag		NH ₃	
SiO ₂	704.7	Br	82.6	Cd		Na	1.69
Uppl. efni	40486	I		Sb		Hg	
		NO ₂		Hg		Rn [†]	
		NO ₃		Pb		δD [†]	
O ₂		HPO ₄				δ ¹⁸ O [†]	-2.62
Rn [†]		SO ₄	23.78	Vægi (%):		Gufa (mg/kg)	
δD [†]				Jóna	-7	CO ₂	5425
δ ¹⁸ O [†]	-26			Massa	-3.67	H ₂ S	147
				lg/kgþv*	1.76	Rn [†]	
				/Hiti	13		

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók		
1983-09-14	00:00	1983-0225		JÖB/HK		
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær						
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)	
	39	39				
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)	
pH	5.45	Li 4.45	Al	H ₂	.6	pH 4.12
/Hiti	21	Na 10570	Cr	CO ₂	95.58	/Hiti 21
CO ₂	110.6	K 1591	Mn	H ₂ S	2.57	CO ₂ 1573
H ₂ S	6.41	Mg .93	Fe	O ₂	.1	H ₂ S 116.9
NH ₃		Ca 1649	Cu	N ₂	1.14	NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄	.02	B
Leiðni [§]	45450	F .173	As	NH ₃		Na 32.04
/Hiti	21.2	Cl 20292	Ag	Ar		Hg
SiO ₂	773.6	Br	Cd	Rn ^{††}		Rn [†]
Uppl. efni	33735	I	Sb			δD [†]
		NO ₂	Hg			δ ¹⁸ O [†] -2.34
		NO ₃	Pb			
O ₂		HPO ₄				Gufa (mg/kg)
Rn [†]		SO ₄ 21.2	Vægi (%):			CO ₂ 12349
δD [†]			Jóna 1.8	lg/kgþv* 6.43		H ₂ S 381
δ ¹⁸ O [†] -.56			Massa 3.46	/Hiti 14.8		Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók		
1983-09-16	00:00	1983-0226		KHS/ST		
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær						
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)	
	40	40				
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)	
pH	5.3	Li 4.53	Al	H ₂	.37	pH 4.12
/Hiti	20.7	Na 10537	Cr	CO ₂	95.76	/Hiti 20.7
CO ₂	114.3	K 1549	Mn	H ₂ S	2.77	CO ₂ 1612
H ₂ S	6.89	Mg .95	Fe	O ₂	.1	H ₂ S 114.5
NH ₃		Ca 1779	Cu	N ₂	1	NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄	.01	B
Leiðni [§]	45450	F .173	As	NH ₃		Na 2.89
/Hiti	21	Cl 19689	Ag	Ar		Hg
SiO ₂	637.3	Br	Cd	Rn ^{††}		Rn [†]
Uppl. efni	33785	I	Sb			δD [†]
		NO ₂	Hg			δ ¹⁸ O [†]
		NO ₃	Pb			
O ₂		HPO ₄				Gufa (mg/kg)
Rn [†]		SO ₄ 19.6	Vægi (%):			CO ₂ 17398
δD [†]			Jóna 5.51	lg/kgþv* 13.7		H ₂ S 611
δ ¹⁸ O [†]			Massa 1.28	/Hiti 14.2		Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók	
1983-09-20	00:00	1983-0234		KHS/RÓ	
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær					
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)
	40.5	40.5			
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)
pH	5.38	Li 4.43	Al	H ₂ .19	pH 4.5
/Hiti	21	Na 11204	Cr	CO ₂ 96	/Hiti 21
CO ₂	104.8	K 1619	Mn	H ₂ S 2.89	CO ₂ 1280
H ₂ S	6.34	Mg 1.03	Fe	O ₂ .09	H ₂ S 102.5
NH ₃		Ca 1661	Cu	N ₂ .81	NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄ .02	B
Leiðni [§]	45450	F .173	As	NH ₃	Na 6.25
/Hiti	21.1	Cl 20648	Ag	Ar	Hg
SiO ₂	637.2	Br	Cd	Rn [‡]	Rn [‡]
Uppl. efni	35260	I	Sb		δD [†]
		NO ₂	Hg		δ ¹⁸ O [†] -2.38
		NO ₃	Pb		
O ₂		HPO ₄			
Rn [‡]		SO ₄ 19	Vægi (%):		Gufa (mg/kg)
δD [†]			Jóna 4.91	lg/kgþv* 8.67	CO ₂ 12802
δ ¹⁸ O [†] -38			Massa 1.51	/Hiti 21	H ₂ S 378
					Rn [‡]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók	
1983-09-26	00:00	1983-0240		KHS	
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær					
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)
	40.5	40.5			
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)
pH	5.43	Li 4.49	Al	H ₂ .2	pH 4.22
/Hiti	19.8	Na 10678	Cr	CO ₂ 95.87	/Hiti 19.8
CO ₂	99.4	K 1585	Mn	H ₂ S 2.9	CO ₂ 1559
H ₂ S	4.8	Mg 1.01	Fe	O ₂ .14	H ₂ S 87
NH ₃		Ca 1748	Cu	N ₂ .88	NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄ .01	B
Leiðni [§]	47600	F .173	As	NH ₃	Na 6.78
/Hiti	21.3	Cl 20603	Ag	Ar	Hg
SiO ₂	655.2	Br	Cd	Rn [‡]	Rn [‡]
Uppl. efni	35580	I	Sb		δD [†]
		NO ₂	Hg		δ ¹⁸ O [†] -2.05
		NO ₃	Pb		
O ₂		HPO ₄			
Rn [‡]		SO ₄ 23.5	Vægi (%):		Gufa (mg/kg)
δD [†]			Jóna 1.89	lg/kgþv* 5.87	CO ₂ 14076
δ ¹⁸ O [†] -41			Massa -0.79	/Hiti 21	H ₂ S 407
					Rn [‡]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók	
1983-10-05	00:00	1983-0242		KHS/MÓ/JÖB	
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær					
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)
	41	41			
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)
pH	5.06	Li 4.47	Al	H ₂ .13	pH 4.5
/Hiti	21	Na 10176	Cr	CO ₂ 84.26	/Hiti 21
CO ₂	117.5	K 1532	Mn	H ₂ S 2.36	CO ₂ 1321
H ₂ S	5.93	Mg 1.05	Fe	O ₂ 2.44	H ₂ S 103
NH ₃		Ca 1669	Cu	N ₂ 10.61	NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄ .02	B
Leiðni [§]	45450	F .173	As	NH ₃	Na 7.21
/Hiti	21	Cl 19815	Ag	Ar .19	Hg
SiO ₂	650.3	Br	Cd	Rn ^{††}	Rn [†]
Uppl. efni	34724	I	Sb		δD [†]
		NO ₂	Hg		δ ¹⁸ O [†]
		NO ₃	Pb		
O ₂		HPO ₄			Gufa (mg/kg)
Rn [†]		SO ₄ 18.5	Vægi (%):	lg/kgþv* 9.19	CO ₂ 13020
δD [†]			Jóna 1.14	/Hiti 26.2	H ₂ S 378
δ ¹⁸ O [†]			Massa -2.47		Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók	
1983-10-24	00:00	1983-0262		KHS/MÓ	
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær					
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)
	42	42			
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)
pH	5.3	Li 4.68	Al	H ₂ .17	pH 4.58
/Hiti	20.5	Na 10399	Cr	CO ₂ 96.77	/Hiti 20.5
CO ₂	106.6	K 1590	Mn	H ₂ S 2.48	CO ₂ 1473
H ₂ S	3.84	Mg 1.06	Fe .77	O ₂ .02	H ₂ S 106
NH ₃		Ca 1748	Cu	N ₂ .55	NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄ .01	B
Leiðni [§]	47600	F .176	As	NH ₃	Na 20.79
/Hiti	21.1	Cl 20329	Ag	Ar	Hg
SiO ₂	672	Br	Cd	Rn ^{††}	Rn [†]
Uppl. efni	35423	I .2081	Sb		δD [†]
		NO ₂	Hg		δ ¹⁸ O [†]
		NO ₃	Pb		
O ₂		HPO ₄			Gufa (mg/kg)
Rn [†]		SO ₄ 18.5	Vægi (%):	lg/kgþv* 5.5	CO ₂ 11240
δD [†]			Jóna 1.22	/Hiti 17	H ₂ S 350
δ ¹⁸ O [†]			Massa -1.86		Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók		
1983-11-30	00:00	1983-0289		KHS/JÖB		
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær						
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)	
	42	42				
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)		
pH	5.16	Li 4.51	Al	H ₂	.1	pH 4.51
/Hiti	21	Na 9940	Cr	CO ₂	96.49	/Hiti 21
CO ₂	114.8	K 1708	Mn	H ₂ S	2.69	CO ₂ 1532
H ₂ S	3.47	Mg 1.01	Fe	O ₂	.04	H ₂ S 84.3
NH ₃		Ca 1636	Cu	N ₂	.67	NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄	0	B
Leiðni [§]	47600	F .175	As	NH ₃		Na 7.78
/Hiti	22	Cl 20742	Ag	Ar		Hg
SiO ₂	684.9	Br	Cd	Rn ^{††}		Rn [†]
Uppl. efni	35449	I .2079	Sb			δD [†]
		NO ₂	Hg			δ ¹⁸ O [†]
		NO ₃	Pb			
O ₂		HPO ₄				Gufa (mg/kg)
Rn [†]		SO ₄ 23	Vægi (%):	lg/kgþv* 4.23		CO ₂ 11890
δD [†]			Jóna -4.77	/Hiti 17.3		H ₂ S 330
δ ¹⁸ O [†]			Massa -2			Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók		
1985-12-18	00:00	1985-0372		JÖB/VHj		
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær						
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)	
	43.2	43.2				
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)		
pH	5.26	Li	Al	H ₂	.17	pH 4.33
/Hiti	22.3	Na 10136	Cr	CO ₂	96.47	/Hiti 21.7
CO ₂	98.8	K 1662	Mn	H ₂ S	2.79	CO ₂ 1425
H ₂ S	5.86	Mg 1.02	Fe	O ₂	.04	H ₂ S 105.2
NH ₃		Ca 1738	Cu	N ₂	.52	NH ₃
B		Sr	Zn	CH ₄	.01	B
Leiðni [§]	54350	F .237	As	NH ₃		Na 4.34
/Hiti	23.4	Cl 20878	Ag	Ar		Hg
SiO ₂	735.1	Br 80.85	Cd	Rn ^{††}		Rn [†]
Uppl. efni	37195	I	Sb			δD [†]
		NO ₂	Hg			δ ¹⁸ O [†] -1.71
		NO ₃	Pb			
O ₂		HPO ₄				Gufa (mg/kg)
Rn [†]		SO ₄ 15.71	Vægi (%):	lg/kgþv* 4.18		CO ₂ 9047
δD [†]			Jóna -3.48	/Hiti 15		H ₂ S 343
δ ¹⁸ O [†]	-26		Massa -5.11			Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók			
1987-01-20	00:00	1987-0006		JÖB/ST			
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær							
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)		
	43.5	43.5					
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)		
pH	5.17	Li	Al	H ₂	.09	pH	4.53
/Hiti	23.5	Na	10590	Cr	96.28	/Hiti	23
CO ₂	120.2	K	1575	Mn	2	CO ₂	1454
H ₂ S	6.6	Mg	1.02	Fe	.14	H ₂ S	113
NH ₃		Ca	1641	Cu		O ₂	.09
B		Sr		Zn		N ₂	.59
Leiðni [§]	53400	F	.187	As		CH ₄	0
/Hiti	20	Cl	20670	Ag		NH ₃	
SiO ₂	750.8	Br	73.9	Cd		Ar	
Uppl. efni	36696	I		Sb		Rn [‡]	
		NO ₂		Hg		δD [†]	
		NO ₃		Pb		δ ¹⁸ O [†]	-2.05
O ₂		HPO ₄				Gufa (mg/kg)	
Rn [‡]		SO ₄	10.94	Vægi (%):		CO ₂	10080
δD [†]				Jóna	-23	H ₂ S	346
δ ¹⁸ O [†]	-47			Massa	-3.76	Rn [‡]	
				lg/kgþv*	4.41		
				/Hiti	21.3		

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók					
1992-01-22	00:00	1992-0017		JÖB/KHS					
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær									
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)				
	40.5	40.5							
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)				
pH	5.23	Li	Al	.057	H ₂	.24	pH	4.15	
/Hiti	23.4	Na	10570	Cr		96.4	/Hiti	23.5	
CO ₂	119	K	1600	Mn		2.67	CO ₂	1926	
H ₂ S	5.94	Mg	.97	Fe	.394	.07	H ₂ S	122	
NH ₃		Ca	1900	Cu		.6	NH ₃		
B	8.37	Sr		Zn		.02	B	.57	
Leiðni [§]	54600	F	.165	As	.05		Na	6.41	
/Hiti	20.5	Cl	21020	Ag			Hg	.00245	
SiO ₂	729.9	Br	77.3	Cd			Rn [‡]		
Uppl. efni	37895	I	.24	Sb			δD [†]	-17.1	
		NO ₂		Hg	.000124		δ ¹⁸ O [†]	-1.79	
		NO ₃		Pb			Gufa (mg/kg)		
O ₂		HPO ₄		Vægi (%):		lg/kgþv*	3.36	CO ₂	9693
Rn [‡]		SO ₄	30.6	Jóna	.16	/Hiti	22.2	H ₂ S	309
δD [†]	-18.5			Massa	-5.06			Rn [‡]	
δ ¹⁸ O [†]	-39								

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók	
1992-11-17	00:00	1992-0290		JÖB/RS	
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær					
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)
233	29	29			
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)
pH	5.29	Li	Al	H ₂	pH
/Hiti	21.6	Na	Cr	CO ₂	/Hiti
CO ₂	103.6	K	Mn	H ₂ S	CO ₂
H ₂ S	2.64	Mg	Fe	O ₂	H ₂ S
NH ₃		Ca	Cu	N ₂	NH ₃
B	9.24	Sr	Zn	CH ₄	B
Leiðni [§]	56900	F	As	NH ₃	Na
/Hiti	22.7	Cl	Ag	Ar	Hg
SiO ₂	774.5	Br	Cd	Rn ^{††}	Rn [†]
Uppl. efni	39110	I	Sb		δD [†]
		NO ₂	Hg		δ ¹⁸ O [†]
		NO ₃	Pb		
O ₂		HPO ₄			Gufa (mg/kg)
Rn [†]		SO ₄	Vægi (%):	lg/kgþv*	CO ₂
δD [†]	-22.6		Jóna	/Hiti	H ₂ S
δ ¹⁸ O [†]	-38		Massa		Rn [†]

§ µS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók	
1993-05-13	00:00	1993-0082		JÖB/RS	
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær					
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)
232	28	28			
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)
pH	5.13	Li	Al	H ₂	pH
/Hiti	23.9	Na	Cr	CO ₂	/Hiti
CO ₂	138.7	K	Mn	H ₂ S	CO ₂
H ₂ S	4.22	Mg	Fe	O ₂	H ₂ S
NH ₃		Ca	Cu	N ₂	NH ₃
B	9.08	Sr	Zn	CH ₄	B
Leiðni [§]	57100	F	As	NH ₃	Na
/Hiti	25	Cl	Ag	Ar	Hg
SiO ₂	771	Br	Cd	Rn ^{††}	Rn [†]
Uppl. efni	39170	I	Sb		δD [†]
		NO ₂	Hg		δ ¹⁸ O [†]
		NO ₃	Pb		
O ₂		HPO ₄			Gufa (mg/kg)
Rn [†]		SO ₄	Vægi (%):	lg/kgþv*	CO ₂
δD [†]			Jóna	/Hiti	H ₂ S
δ ¹⁸ O [†]			Massa		Rn [†]

§ µS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók	
1993-10-22	00:00	1993-0229		JÖB/CDH	
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær					
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)
219	22.3	22.3			
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)
pH	5.59	Li 4.26	Al .08	H ₂ .22	pH 4.32
/Hiti	23.2	Na 11920	Cr	CO ₂ 96.81	/Hiti 22.7
CO ₂	82.9	K 1720	Mn 2.66	H ₂ S 2.59	CO ₂ 1764
H ₂ S	1.71	Mg 1.15	Fe .35	O ₂ .03	H ₂ S 108
NH ₃		Ca 1960	Cu	N ₂ .34	NH ₃
B	9.46	Sr 8.24	Zn	CH ₄ .01	B .32
Leiðni [§]		F .23	As	NH ₃	Na 5.65
/Hiti		Cl 23290	Ag	Ar	Hg
SiO ₂	797.7	Br 74.6	Cd	Rn ^{††}	Rn [†]
Uppl. efni	41580	I	Sb		δD [†] -21.8
		NO ₂	Hg		δ ¹⁸ O [†] -2.24
		NO ₃	Pb		
O ₂		HPO ₄			Gufa (mg/kg)
Rn [†]		SO ₄ 23.5	Vægi (%):		CO ₂ 5350
δD [†]	-19.9		Jóna .41	lg/kgþv* 2.52	H ₂ S 193
δ ¹⁸ O [†]	-6		Massa -4.14	/Hiti 11	Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰ SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók	
1994-05-19	00:00	1994-0057		JÖB/RS	
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær					
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)
250	40	40			
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)
pH	5.16	Li	Al .082	H ₂ .22	pH 4.25
/Hiti	24.4	Na 10900	Cr	CO ₂ 96.38	/Hiti 24.7
CO ₂	125.5	K 1560	Mn 4.35	H ₂ S 2.8	CO ₂ 1580
H ₂ S	3.15	Mg 1.12	Fe .27	O ₂ .04	H ₂ S 105
NH ₃		Ca 1800	Cu	N ₂ .54	NH ₃
B	8.66	Sr	Zn	CH ₄ .02	B .37
Leiðni [§]		F .19	As	NH ₃	Na 3.99
/Hiti		Cl 21800	Ag	Ar	Hg
SiO ₂	720	Br 73.4	Cd	Rn ^{††}	Rn [†]
Uppl. efni	37380	I	Sb		δD [†] -19.3
		NO ₂	Hg		δ ¹⁸ O [†] -1.9
		NO ₃	Pb		
O ₂		HPO ₄			Gufa (mg/kg)
Rn [†]		SO ₄ 22.6	Vægi (%):		CO ₂ 10050
δD [†]	-22.5		Jóna -2.02	lg/kgþv* 3.25	H ₂ S 325
δ ¹⁸ O [†]	.069		Massa -1.2	/Hiti 13.4	Rn [†]

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰ SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók						
1994-10-26	00:00	1994-0293		JÖB						
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær										
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)					
250	40.5	40.5								
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)					
pH	5.35	Li	Al	.082	H ₂	.18	pH	4.32		
/Hiti	23.3	Na	10630	Cr	CO ₂	83.57	/Hiti	22.7		
CO ₂	107	K	1570	Mn	4.18	H ₂ S	2.45	CO ₂	1920	
H ₂ S	3.86	Mg	1.1	Fe	.38	O ₂	2.84	H ₂ S	128	
NH ₃		Ca	1770	Cu		N ₂	10.93	NH ₃		
B	8.54	Sr		Zn		CH ₄	.03	B		
Leiðni [§]		F	.2	As		NH ₃		Na	1.04	
/Hiti		Cl	21000	Ag		Ar		Hg		
SiO ₂	740.2	Br	73	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]		
Uppl. efni	36700	I		Sb				δD [†]		
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]		
		NO ₃		Pb						
O ₂		HPO ₄								
Rn [†]		SO ₄	16.9	Vægi (%):						
δD [†]				Jóna	-.45	lg/kgþv*	3.21		Gufa (mg/kg)	
δ ¹⁸ O [†]				Massa	-2.3	/Hiti	7.8		CO ₂	9570
									H ₂ S	280
									Rn [†]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók						
1995-07-10	00:00	1995-0096		JÖB/StH						
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær										
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)					
250	40.5	40.5								
Efnasamsetning vatns (mg/l)				Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)					
pH	5.24	Li	Al	.092	H ₂	.36	pH	4.51		
/Hiti	22	Na	10940	Cr	CO ₂	96.59	/Hiti	22.7		
CO ₂	120.2	K	1508	Mn	2.75	H ₂ S	2.45	CO ₂	1686	
H ₂ S	2.33	Mg	1.01	Fe	.286	O ₂	.02	H ₂ S	129.2	
NH ₃		Ca	1842	Cu		N ₂	.51	NH ₃		
B	8.65	Sr		Zn		CH ₄	.07	B	.33	
Leiðni [§]		F	.18	As		NH ₃		Na	1.43	
/Hiti		Cl	21000	Ag		Ar		Hg		
SiO ₂	731.1	Br	73	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]		
Uppl. efni	36920	I		Sb				δD [†]		
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]		
		NO ₃		Pb						
O ₂		HPO ₄								
Rn [†]		SO ₄	17.2	Vægi (%):					Gufa (mg/kg)	
δD [†]				Jóna	2.13	lg/kgþv*	3.51		CO ₂	8234
δ ¹⁸ O [†]				Massa	-2.04	/Hiti	14.7		H ₂ S	273
									Rn [†]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning		Tími		Númer		Dýpi (m)		Sýni tók	
1995-12-13		00:00		1995-0395				JÖB	
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær									
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)		Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar		Rennsli (kg/s)		
251	40.3	40.3							
Efnasamsetning vatns (mg/l)					Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)		
pH	5.42	Li		Al	.086	H ₂	.1	pH	4.38
/Hiti	21.7	Na	10840	Cr		CO ₂	96.73	/Hiti	22.6
CO ₂	122.2	K	1545	Mn	2.53	H ₂ S	2.61	CO ₂	1806
H ₂ S	5.55	Mg	.96	Fe	.764	O ₂	.01	H ₂ S	358
NH ₃		Ca	1890	Cu		N ₂	.54	NH ₃	
B	8.62	Sr		Zn		CH ₄	.01	B	.46
Leiðni [§]		F	.2	As		NH ₃		Na	1.49
/Hiti		Cl	20386	Ag		Ar		Hg	
SiO ₂	768.2	Br	74	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	37292	I		Sb				δD [†]	
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]	
O ₂		NO ₃		Pb					
Rn [†]		HPO ₄							
δD [†]		SO ₄	15.3	Vægi (%):				Gufa (mg/kg)	
δ ¹⁸ O [†]				Jóna	4.91	lg/kgþv*	3.24	CO ₂	8909
				Massa	-4.61	/Hiti	9.6	H ₂ S	310
								Rn [†]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning		Tími		Númer		Dýpi (m)		Sýni tók	
1996-06-04		00:00		1996-0117				JÖB	
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær									
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)		Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar		Rennsli (kg/s)		
251	41	41							
Efnasamsetning vatns (mg/l)					Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)		
pH	5.1	Li		Al	.082	H ₂	.11	pH	4.32
/Hiti	23.5	Na	10660	Cr		CO ₂	96.39	/Hiti	22.9
CO ₂	131	K	1590	Mn	2.66	H ₂ S	2.43	CO ₂	1560
H ₂ S	2.86	Mg	1.03	Fe	.31	O ₂	.1	H ₂ S	109
NH ₃		Ca	1820	Cu		N ₂	.96	NH ₃	
B	8.7	Sr		Zn		CH ₄	.01	B	.54
Leiðni [§]		F	.18	As		NH ₃		Na	.86
/Hiti		Cl	21250	Ag		Ar		Hg	
SiO ₂	769	Br	72.6	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	37500	I		Sb				δD [†]	-19.5
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]	-2
O ₂		NO ₃		Pb					
Rn [†]		HPO ₄							
δD [†]	-18.4	SO ₄	23.5	Vægi (%):				Gufa (mg/kg)	
δ ¹⁸ O [†]	-39			Jóna	-93	lg/kgþv*	3.41	CO ₂	8810
				Massa	-3.36	/Hiti	14.4	H ₂ S	279
								Rn [†]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók					
1996-12-03	00:00	1996-0547		JÖB					
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær									
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)				
250		40.5							
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)					
pH	5.27	Li	Al	.072	H ₂	.13	pH	4.41	
/Hiti	21	Na	10800	Cr	CO ₂	96.36	/Hiti	21.8	
CO ₂	124.4	K	1600	Mn	2.55	H ₂ S	2.76	CO ₂	1732
H ₂ S	4.11	Mg	1.04	Fe	.218	O ₂	.09	H ₂ S	105
NH ₃		Ca	1850	Cu		N ₂	.64	NH ₃	
B	8.49	Sr		Zn		CH ₄	.02	B	.41
Leiðni [§]		F	.17	As		NH ₃		Na	9.29
/Hiti		Cl	21866	Ag		Ar		Hg	
SiO ₂	712.7	Br	73.2	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	37470	I		Sb				δD [†]	
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]	
O ₂		NO ₃		Pb					
Rn [†]		HPO ₄						Gufa (mg/kg)	
δD [†]		SO ₄	19	Vægi (%):				CO ₂	8227
δ ¹⁸ O [†]				Jóna	-2.33	lg/kgþv*	3.76	H ₂ S	259
				Massa	-1.52	/Hiti	11.8	Rn [†]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók					
1997-06-03	00:00	1997-0323		JÖB/StH					
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær									
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)				
250		40.5							
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)					
pH	5.28	Li	Al	.077	H ₂	.11	pH	4.38	
/Hiti	22.2	Na	10900	Cr	CO ₂	96.72	/Hiti	22.1	
CO ₂	107	K	1580	Mn	2.69	H ₂ S	2.53	CO ₂	1845
H ₂ S	3.43	Mg	1.01	Fe	.36	O ₂	.04	H ₂ S	266
NH ₃		Ca	1780	Cu		N ₂	.59	NH ₃	
B	8.43	Sr		Zn		CH ₄	.01	B	.44
Leiðni [§]		F	.14	As		NH ₃		Na	.8
/Hiti		Cl	20850	Ag		Ar		Hg	
SiO ₂	735.5	Br	72.2	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	37080	I		Sb				δD [†]	
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]	
O ₂		NO ₃		Pb					
Rn [†]		HPO ₄						Gufa (mg/kg)	
δD [†]		SO ₄	18.2	Vægi (%):				CO ₂	8576
δ ¹⁸ O [†]				Jóna		lg/kgþv*	3.29	H ₂ S	265
				Massa		/Hiti	9.7	Rn [†]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning		Tími		Númer		Dýpi (m)		Sýni tók	
1997-11-26		00:00		1997-0743				JÖB	
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög									
Reykjanesbær									
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)		Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar		Rennsli (kg/s)		
250		41							
Efnasamsetning vatns (mg/l)					Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)		
pH	5.12	Li		Al	.03	H ₂	.31	pH	9.42
/Hiti	22.3	Na	10650	Cr		CO ₂	96.23	/Hiti	23.3
CO ₂	104.12	K	1580	Mn	2.85	H ₂ S	2.99	CO ₂	1506
H ₂ S	12.9	Mg	1.02	Fe	.4	O ₂	.02	H ₂ S	117
NH ₃		Ca	1770	Cu		N ₂	.43	NH ₃	
B	8.8	Sr		Zn		CH ₄	.02	B	.39
Leiðni [§]		F	.24	As		NH ₃		Na	1.22
/Hiti		Cl	20700	Ag		Ar		Hg	
SiO ₂	712.4	Br	68.9	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	36800	I		Sb				δD [†]	
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]	
		NO ₃		Pb					
O ₂		HPO ₄						Gufa (mg/kg)	
Rn [†]		SO ₄	15.4	Vægi (%):		lg/kgþv*	4.71	CO ₂	10824
δD [†]				Jóna	1.19	/Hiti	15.7	H ₂ S	319
δ ¹⁸ O [†]				Massa	-3.39			Rn [†]	
§ μS/cm		‡ dpm/kg	‡‡ dpm/l	† ‰SMOW		* Lítrar gass með hverju kg þéttivatns			

Dagsetning		Tími		Númer		Dýpi (m)		Sýni tók	
1998-06-02		00:00		1998-0325				JÖB	
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög									
Reykjanesbær									
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)		Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar		Rennsli (kg/s)		
249		38							
Efnasamsetning vatns (mg/l)					Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)		
pH	5.43	Li		Al	.039	H ₂	.14	pH	4.31
/Hiti	24.4	Na	11131	Cr		CO ₂	96.51	/Hiti	24.5
CO ₂	105.7	K	1612	Mn	2.87	H ₂ S	2.75	CO ₂	1520
H ₂ S	4.07	Mg	.85	Fe	.545	O ₂	.08	H ₂ S	120
NH ₃		Ca	1861	Cu		N ₂	.5	NH ₃	
B	9.1	Sr		Zn		CH ₄	.02	B	.38
Leiðni [§]		F	.19	As		NH ₃		Na	1.3
/Hiti		Cl	21493	Ag		Ar		Hg	
SiO ₂	742.6	Br	68.3	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	38920	I		Sb				δD [†]	
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]	-1.83
		NO ₃		Pb					
O ₂		HPO ₄						Gufa (mg/kg)	
Rn [†]		SO ₄	14.4	Vægi (%):		lg/kgþv*	4.75	CO ₂	8350
δD [†]	-21			Jóna		/Hiti	18.6	H ₂ S	272
δ ¹⁸ O [†]	-3			Massa				Rn [†]	
§ μS/cm		‡ dpm/kg	‡‡ dpm/l	† ‰SMOW		* Lítrar gass með hverju kg þéttivatns			

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók					
1998-11-19	00:00	1998-0592		JÖB/VH					
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær									
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)				
249		38.5							
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)					
pH	5.66	Li	Al	.056	H ₂	.06	pH	4.31	
/Hiti	21.9	Na	10680	Cr	CO ₂	96.55	/Hiti	20.3	
CO ₂	84.8	K	1570	Mn	4.18	H ₂ S	2.77	CO ₂	1703
H ₂ S	4.36	Mg	.898	Fe	.689	O ₂	.04	H ₂ S	120
NH ₃		Ca	1739	Cu		N ₂	.56	NH ₃	
B	8.44	Sr		Zn		CH ₄	.02	B	.46
Leiðni [§]		F	.18	As		NH ₃		Na	1.25
/Hiti		Cl	21065	Ag		Ar		Hg	
SiO ₂	734.3	Br	70.3	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	38100	I		Sb				δD [†]	
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]	
		NO ₃		Pb					
O ₂		HPO ₄							
Rn [†]		SO ₄	16.1	Vægi (%):					
δD [†]				Jóna		lg/kgþv*	3.79	Gufa (mg/kg)	
δ ¹⁸ O [†]				Massa		/Hiti	15	CO ₂	8168
								H ₂ S	292
								Rn [†]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók					
1999-05-25	00:00	1999-0147		JÖB/MÓ					
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær									
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)				
249		39.3							
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)					
pH	5.31	Li	Al	.045	H ₂	20.3	pH	4.37	
/Hiti	20.9	Na	10976	Cr		CO ₂		/Hiti	22.5
CO ₂	101.2	K	1619	Mn	2.78	H ₂ S		CO ₂	1670
H ₂ S	5	Mg	.96	Fe	.75	O ₂		H ₂ S	117
NH ₃		Ca	1839	Cu		N ₂	77.52	NH ₃	
B	8.38	Sr		Zn		CH ₄	1.04	B	.7
Leiðni [§]		F	.16	As		NH ₃		Na	2.32
/Hiti		Cl	21319	Ag		Ar	1.14	Hg	
SiO ₂	751	Br	74.7	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	37880	I		Sb				δD [†]	
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]	
		NO ₃		Pb					
O ₂		HPO ₄							
Rn [†]		SO ₄	15.8	Vægi (%):					
δD [†]				Jóna		lg/kgþv*	.0464	Gufa (mg/kg)	
δ ¹⁸ O [†]				Massa		/Hiti		CO ₂	9890
								H ₂ S	309
								Rn [†]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók				
1999-12-06	00:00	1999-0529		JÖB/MÓ				
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær								
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)			
245		36.5						
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)				
pH	5.67	Li	Al	.08	H ₂	16.78	pH	
/Hiti	23.8	Na	Cr		CO ₂		/Hiti	
CO ₂		K	Mn	2.82	H ₂ S		CO ₂	
H ₂ S		Mg	Fe	.67	O ₂	0	H ₂ S	
NH ₃	1.45	Ca	Cu		N ₂	80.83	NH ₃	2.94
B	9.01	Sr	Zn		CH ₄	1.28	B	.84
Leiðni [§]		F	As		NH ₃		Na	.29
/Hiti		Cl	Ag		Ar	1.11	Hg	
SiO ₂	773	Br	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	38200	I	Sb				δD [†]	
		NO ₂	Hg				δ ¹⁸ O [†]	
O ₂		NO ₃	Pb					
Rn [†]		HPO ₄						
δD [†]		SO ₄	Vægi (%):		lg/kgþv*	.0259	Gufa (mg/kg)	
δ ¹⁸ O [†]			Jóna		/Hiti		CO ₂	8590
			Massa				H ₂ S	277
							Rn [†]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók				
2000-05-18	00:00	2000-0190		JÖB/MÓ				
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær								
Hiti (°C)	Þrýstingur á holutoppi (bar-g)	Þrýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)			
247		37.5						
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)	Þéttivatn (mg/kg)				
pH	5.47	Li	Al	.057	H ₂	18.48	pH	
/Hiti	22.5	Na	Cr		CO ₂		/Hiti	
CO ₂	55.5	K	Mn	3.81	H ₂ S		CO ₂	
H ₂ S	4.8	Mg	Fe	.53	O ₂	0	H ₂ S	
NH ₃	1.51	Ca	Cu	.00081	N ₂	78.79	NH ₃	3.88
B	8.63	Sr	Zn	.0274	CH ₄	1.53	B	.38
Leiðni [§]		F	As	.1	NH ₃		Na	.602
/Hiti		Cl	Ag		Ar	1.21	Hg	
SiO ₂	725	Br	Cd	0	Rn ^{††}		Rn [†]	
Uppl. efni	37220	I	Sb	0			δD [†]	
		NO ₂	Hg				δ ¹⁸ O [†]	-1.94
O ₂		NO ₃	Pb	0				
Rn [†]		HPO ₄						
δD [†]	-21.5	SO ₄	Vægi (%):		lg/kgþv*	.0305	Gufa (mg/kg)	
δ ¹⁸ O [†]	-.37		Jóna	.86	/Hiti		CO ₂	8912.34
			Massa	-1.51			H ₂ S	291.6
							Rn [†]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns
Aukaefni á efnagreiningarblaði.

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók						
2000-12-04	14:00	2000-0513		JÖB/MÓ						
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær										
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)					
246		37								
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)					
pH	5.54	Li	Al	.066	H ₂	21.87	pH			
/Hiti	22.7	Na	11308	Cr	CO ₂		/Hiti			
CO ₂	37	K	1627	Mn	2.76	H ₂ S	CO ₂			
H ₂ S	3.13	Mg	1.07	Fe	.93	O ₂	0	H ₂ S		
NH ₃		Ca	1842	Cu		N ₂	75.44	NH ₃	3.75	
B	9.41	Sr		Zn		CH ₄	1.55	B	.39	
Leiðni [§]		F	.2	As		NH ₃		Na	.64	
/Hiti		Cl	22120	Ag		Ar	1.14	Hg		
SiO ₂	752	Br	73.8	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]		
Uppl. efni	38120	I		Sb				δD [†]		
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]		
		NO ₃		Pb						
O ₂		HPO ₄								
Rn [†]		SO ₄	16.8	Vægi (%):						
δD [†]				Jóna	.05	lg/kgbv*	.0252		Gufa (mg/kg)	
δ ¹⁸ O [†]				Massa	-.84	/Hiti			CO ₂	8315
									H ₂ S	287
									Rn [†]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók						
2001-05-15	00:00	2001-0168		JÖB/MÓ						
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær										
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)					
232		28.5								
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)					
pH	5.7	Li	Al	.058	H ₂	20.778	pH			
/Hiti	22.5	Na	10672	Cr		CO ₂	/Hiti			
CO ₂	30.7	K	1615	Mn	2.8	H ₂ S	CO ₂			
H ₂ S	2.3	Mg	1.08	Fe	.421	O ₂	0	H ₂ S		
NH ₃		Ca	1795	Cu		N ₂	76.185	NH ₃	4.34	
B	9.88	Sr		Zn		CH ₄	1.569	B	.56	
Leiðni [§]		F	.2	As		NH ₃		Na	1.08	
/Hiti		Cl	22250	Ag		Ar	1.468	Hg		
SiO ₂	772	Br	80.9	Cd		Rn ^{††}		Rn [†]		
Uppl. efni	38440	I		Sb				δD [†]		
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]		
		NO ₃		Pb						
O ₂		HPO ₄								
Rn [†]		SO ₄	16.1	Vægi (%):					Gufa (mg/kg)	
δD [†]				Jóna	-5.52	lg/kgbv*	.0238		CO ₂	6761
δ ¹⁸ O [†]				Massa	-3.06	/Hiti			H ₂ S	238
									Rn [†]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg †† dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns

Dagsetning	Tími	Númer	Dýpi (m)	Sýni tók					
2001-11-28	13:30	2001-0461		JÖB/MÓ					
Reykjanes RN-09 Sýrfellsdrög Reykjanesbær									
Hiti (°C)	Prýstingur á holutoppi (bar-g)	Prýstingur við söfnun (bar-g)	Vermi (kJ/kg)	Dagsetning vermismælingar	Rennsli (kg/s)				
230		26							
Efnasamsetning vatns (mg/l)			Gas (% rúmm)		Þéttivatn (mg/kg)				
pH	5.75	Li	Al	.057	H ₂	21.381	pH		
/Hiti	22.5	Na	11397	Cr	CO ₂		/Hiti		
CO ₂	29.8	K	1747	Mn	2.75	H ₂ S	CO ₂		
H ₂ S	1.93	Mg	1.06	Fe	.32	O ₂	0	H ₂ S	
NH ₃		Ca	1950	Cu		N ₂	78.619	NH ₃	
B	9.72	Sr		Zn		CH ₄	0	B	.73
Leiðni [§]		F	.18	As		NH ₃		Na	.46
/Hiti		Cl	22900	Ag		Ar	0	Hg	
SiO ₂	811	Br	76.9	Cd		Rn ^{‡‡}		Rn [‡]	
Uppl. efni	39110	I		Sb				δD [†]	
		NO ₂		Hg				δ ¹⁸ O [†]	
		NO ₃		Pb					
O ₂		HPO ₄							
Rn [‡]		SO ₄	16.1	Vægi (%):				Gufa (mg/kg)	
δD [†]				Jóna	-1.47	lg/kgþv* /Hiti	.0198	CO ₂	6640
δ ¹⁸ O [†]				Massa	-.39			H ₂ S	225
								Rn [‡]	

§ μS/cm ‡ dpm/kg ‡‡ dpm/l † ‰SMOW * Lítrar gass með hverju kg þéttivatns