



**ORKUSTOFNUN**

**Rannsóknasvið**

**Eftirlit með holum  
10 og 11 í Hrísey  
árið 1997**

**Steinunn Hauksdóttir  
Grímur Björnsson**

**Unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar**

**1998**

**OS-98078**





**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 8-610651

**Steinunn Hauksdóttir**  
**Grímur Björnsson**

**Eftirlit með holum 10 og 11 í Hrísey**  
**árið 1997**

**Unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar**

**OS-98078**

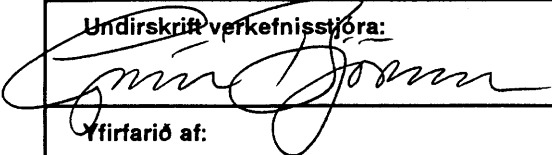
**Desember 1998**

ORKUSTOFNUN: Kennitala 500269-5379 - Sími 569 6000 - Fax 568 8896  
Netfang os@os.is - Heimasíða <http://www.os.is>

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

<b>Skýrsla nr.:</b> OS-98078	<b>Dags.:</b> Desember 1998	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> Eftirlit með holum 10 og 11 í Hrísey árið 1997	<b>Upplag:</b> 20	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 12	
<b>Höfundar:</b> Steinunn Hauksdóttir Grímur Björnsson	<b>Verkefnisstjóri:</b> Grímur Björnsson	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Árlegt vinnslueftirlit	<b>Verknúmer:</b> 8-610651	
<b>Unnið fyrir:</b> Hitaveitu Hríseyjar		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Skýrslan fjallar um eftirlit með efnasamsetningu og dælingu vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Hríseyjar, HR-10 og HR-11, árið 1997. Sýni til heildarefnagreiningar hafa verið tekin einu sinni á ári frá 1987 í því skyni að fylgjast með efnabreytingum. Slíkar breytingar geta sagt fyrir um kólnun vatnsins, t.d. vegna innsteymis kalds vatns eða sjávar. Heita vatnið er mjög efnaríkt svo aðeins þarf lítið innstreymi sjávar til að valda tæringu eða útfellingum. Orkustofnun sér um heilsýnatöku en Hitaveita Hríseyjar sér um að taka hlutsýni nokkrum sinnum á ári til nánara eftirlits og senda Orkustofnun til greiningar. Niðurstöður greininga sýna að óverulegar breytingar urðu á efnasamsetningu vatns úr holu HR-10 á árunum 1997 og 1998. Selta vatnsins er með því hæsta sem þekkist í beinni nýtingu. Því er hættu á tæringu komist súrefni í vatnið, en hægt er að tryggja sig gegn því með varmaskiptum á ofnlögnum. Fylgjast þarf vel með seltuaukningu og taka hlutsýni 5-6 sinnum á ári. Sparnaður á vatni hefur leitt til þess að meðalvinnsla úr holunni hefur minnkað úr rúmlega 10 l/s árið 1994 í tæpa 8 l/s nú. Rennslismælir var settur á holu HR-11 árið 1997, og er jafnaðarvinnsla 1,7 l/s. Vatnið er ágætt til neyslu en selta í því hefur aukist örlítið með tímanum.		
<b>Lykilorð:</b> Hrísey, hitaveita, eftirlit, vinnsla, jarðhitavatn, neysluvatn, efnastyrkur	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b>  <b>Vfirfarið af:</b> GrB	

## **EFNISYFIRLIT**

1. INNGANGUR	3
2. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	3
3. VINNSLA OG VATNSBORD	8
4. NIÐURSTÖÐUR	11
5. HEIMILDIR	12

## **TÖFLUSKRÁ**

Tafla 1. Efnasamsetning jarðhitavatns úr holu HR-10 í Hrísey	4
--	---

## **MYNDASKRÁ**

Mynd 1. Styrkur nokkurra efna og hitastig vatns úr holu HR-10	5
Mynd 2. Styrkur nokkurra efna og hlutfall súrefnisisótópa í vatni úr holu HR-10	6
Mynd 3. Kalkmettun í vatni úr holu HR-10 frá upphafi vinnslu	7
Mynd 4. Meðalvinnsla úr holu 10	9
Mynd 5. Vatnborð (fylltir ferningar) og dæling (opnir ferningar) úr holu 11	9
Mynd 6. Samband klóríðs og vinnslu úr holu 10 árabilið 1989 til 1998	10

## 1. INNGANGUR

Hola HR-10 var boruð árið 1987 og er nú aðalvinnsluhola Hitaveitu Hríseyjar. Síðan þá hefur verið fylgst með vinnslu úr holunni og efnasamsetningu jarðhitavatnsins. Sýni til heildarefnagreininga eru tekin einu sinni á ári af starfsmönnum Orkustofnunar en starfsmenn Hitaveitunnar sjá um vinnsluskráninguna og töku hlutsýna nokkrum sinnum á ári. Tilgangur vinnslueftirlitsins er m.a. að fylgjast með þeim breytingum sem benda til innrennslis sjávar í jarðhitakerfið. Jafnvel lítið innstreymi sjávar getur valdið hættu á útfellingum eða tæringu þar sem jarðhitavökvinn er mjög efnaríkur fyrir. Með hlutsýnunum er aukið eftirlitið með þeim efnum sem helst þarf að gæta að vegna útfellingar- eða tæringarhættu, og hægt að sjá fyrr ef afdrifaríkar breytingar verða. Niðurstöður efnagreininga hvers árs eru svo gefnar út í skýrslu árið eftir og í júní 1995 var gefin út skýrsla með samantekt um helstu efnabreytingar frá upphafi vinnslu úr holu HR-10 (Hrefna Kristmannsdóttir, 1995).

Starfsmenn Orkustofnunar tóku heilsýni úr holu HR-10 þann 17. nóvember 1997 og auk þess barst eitt hlutsýni það ár. Hér á eftir fer umfjöllun á niðurstöðum efnagreininga á þessum sýnum svo og mælingum á vinnslu úr holu HR-10 og kaldavatnsholu númer 11 í Hrísey.

## 2. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Í töflu 1 eru skráðar niðurstöður efnagreininga á heilsýni síðasta árs og til samanburðar eru nokkrar eldri efnagreiningar. Myndir 1 og 2 sýna hvernig styrkur nokkurra aðalefna hefur breyst með tíma frá því að vinnsla hófst úr HR-10. Þessar myndir sýna einnig styrk efna í hlutsýnum og reyndar tveimur hlutsýnum frá 1998. Upp úr 1990 jókst hratt styrkur klóríðs, sulfats, kalsíums og natríums sem nú virðist hafa hægt á og á síðustu árum hefur styrkur þessara efna ekki breyst mikið. Sú hækkun sem varð á klóríði og sulfati á síðasta ári hefur verið skammtímasveifla og styrkur þessara efna er nú kominn í það sem mældist í lok ársins 1996. Þó virðist enn vera stígandi í styrk natríums. Kalíum og kísill mælast í svipuðum styrk og síðastliðin ár. Það sama má segja um hlutfall súrefnisísótópa í jarðhitavatninu.

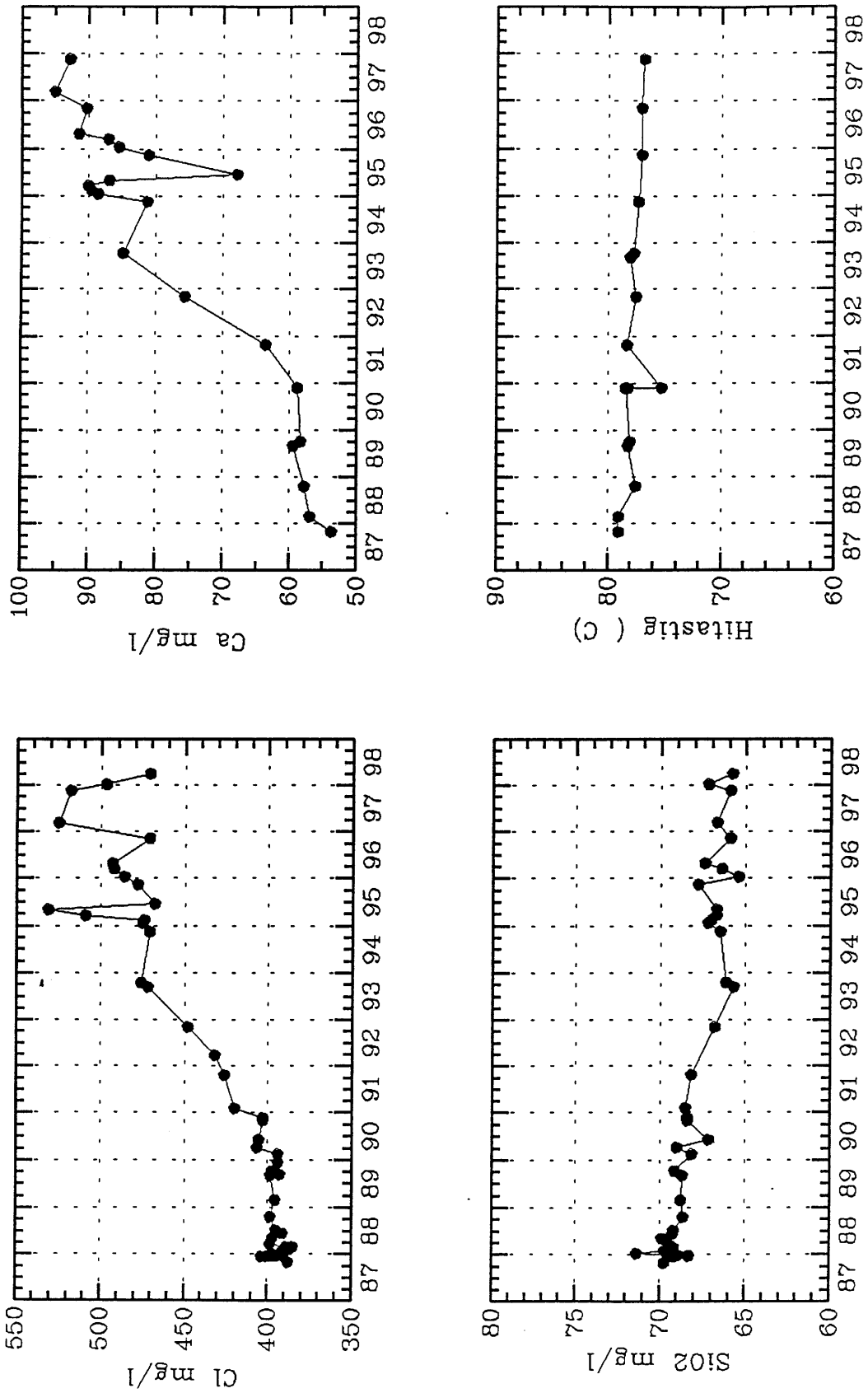
Þær breytingar í efnasamsetningu jarðhitavatnsins sem urðu upp úr 1990 hafa hægt á sér en síðustu ár hafa orðið skammtímasveiflur í styrk sumra efnanna, ss. klóríðs og sulfats. Þessar sveiflur auk hækkunar í styrk efna sem orðið hefur síðan vinnsla hófst bendir til innstreymis sjávar í berggrunninn. Þetta kemur þó ekki fram í kólnun vatnsins og innstreymið er því nógu hægt til að blanda sjávar og jarðhitavatnsins nær að mynda jafnvægi við berggrunninn áður en hún kemur inn í holuna (Hrefna Kristmannsdóttir, 1996, Guðrún Sverrisdóttir, 1997).

Jafnvel minnsta íblöndun súrefnis í jarðhitavatnið er ávísun á vandamál þar sem seltan getur valdið tæringu lagna og ofna. Jafnframt er hætta á útfellingum vegna aukinnar kalkmettunar vatnsins. Mynd 3 sýnir reiknaða yfirmettun vatnsins með tilliti til steindarinnar kalsíts í heilsýnum úr holu HR-10. Kalkmettunin var nálægt hættumörkum 1992 til 1995 en síðastliðin tvö á hefur hún reiknast mun lægri.

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu 10 (mg/l).

Dagsetning Númer	1990-11-23 1990-0281	1991-10-22 1991-0194	1992-10-31 1992-0264	1993-10-13 1993-0194	1994-11-15 1994-0344	1995-11-15 1995-0322	1996-11-07 1996-0352	1997-11-17 1997-0717
Hiti (°C)	78,4	78,3	77,5	77,7	77,3	77,0	77,0	76,8
Sýrustig (pH/°C)	9,46/18	9,55/20	9,51/20	9,44/19	9,53/16	9,45/17	9,45/16	9,29/22
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	68,4	68,2	66,8	66,1	66,5	67,8	65,9	65,9
Natríum (Na)	227	234	236	246	249	247	252	255
Kalíum (K)	4,5	4,2	4,1	4,2	4,3	4,2	4,1	4,1
Kalsíum (Ca)	58,8	63,6	75,7	84,9	81,3	81,1	90,3	92,8
Magnesium (Mg)	0,007	0,007	0,005	0,009	0,006	0,013	0,012	0,025
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	4,8	2,9	4,8	5,5	5,3	5,8	3,4	3,7
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	49,0	52,5	55,2	58,8	59,0	58,2	59,5	59,8
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,06	0,05
Klóríð (Cl)	403	426	448	476	471	478	471	518
Flúoríð (F)	0,26	0,26	0,26	0,24	0,25	0,28	0,24	0,25
Brómíð (Br)	1,43	1,57	1,56	-	-	-	-	-
Bór (B)	0,10	0,10	0,11	0,11	0,08	0,10	0,10	0,11
Uppleyst efni	922	906	933	998	988	965	1056	-
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,015	0	0	0	0	0	0	0
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-14,90	-14,88	-	-14,91	-14,90	-14,83	-14,91	-

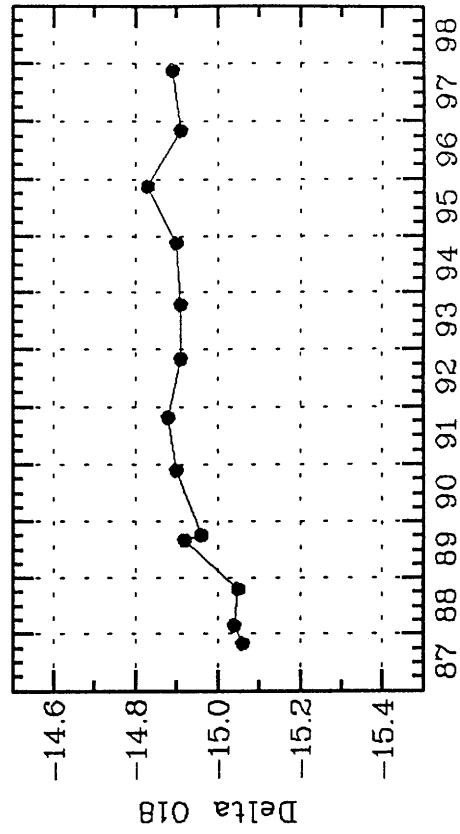
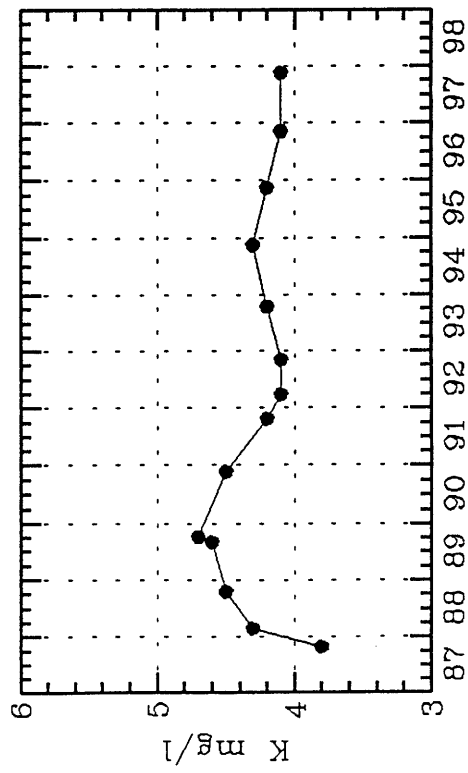
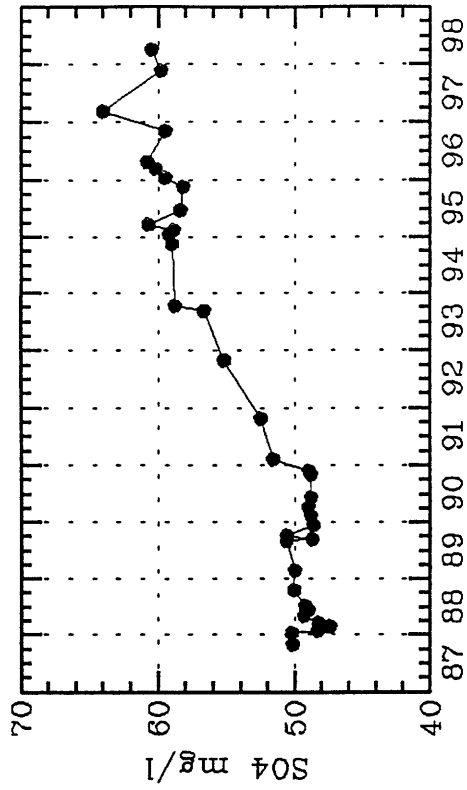
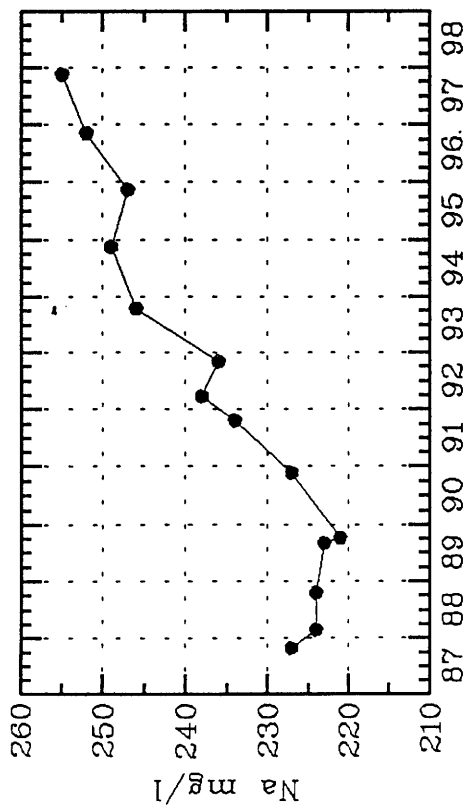
25 Sep 1998 STH  
tp V2.3



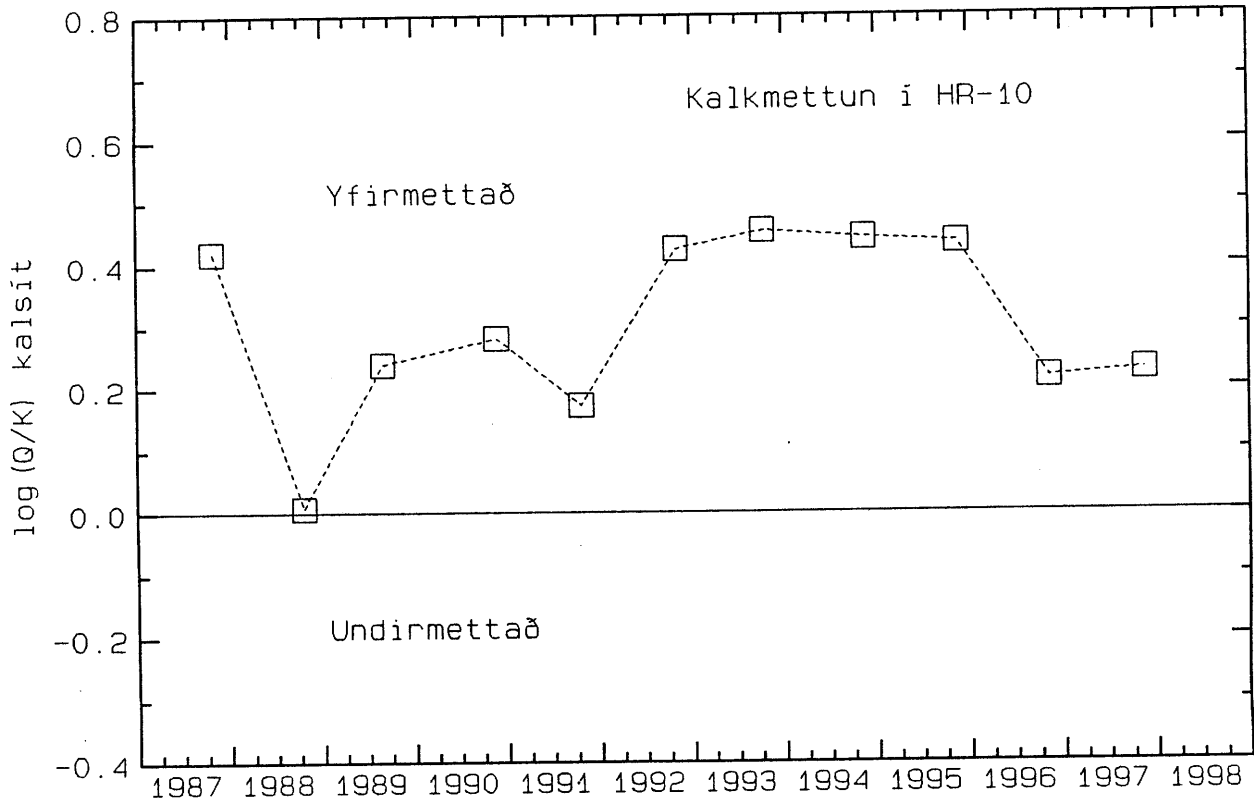
Mynd 1. Styrkur nokkurra efna og hitastig vatns úr holu HR-10.



28 Sep 1998 STH  
tp V2.3



Mynd 2. Styrkur nokkurra efna og hlutfall súrefnisísótópa í vatni úr holu HR-10.



**Mynd 3.** Kalkmettun í vatni úr holu HR-10 frá upphafi vinnslu.

### 3. VINNSLA OG VATNSBORÐ

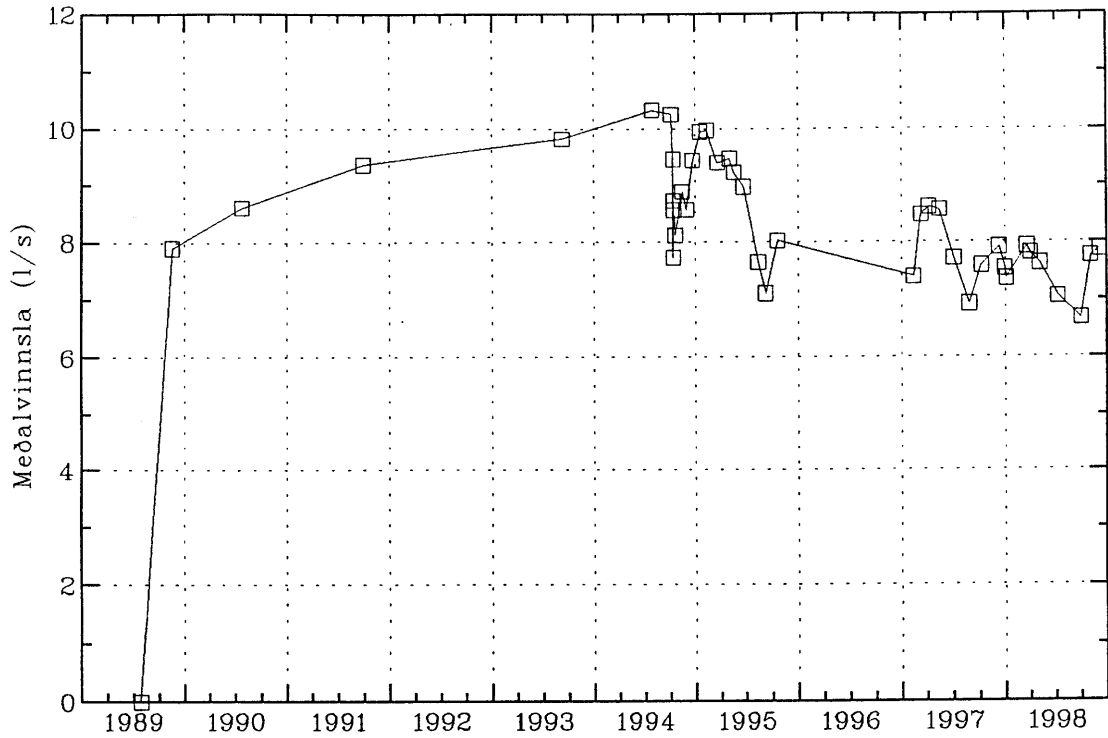
Holur 10 og 11 eru sem stendur einu vinnsluholurnar í Hrísey. Hóla 10, sem er heitavatnshola, tekur vatn úr lóðréttum sprungum á 160-320 m dýpi. Hóla 11 skilar hins vegar köldu vatni og tekur það úr útbreiddu láréttu setlagi sem finnst í öllum borholum í Hrísey á u.þ.b. 100 m dýpi. Á fyrstu árum Hitaveitu Hríseyjar og líklega enn í dag, rann heitt vatn upp um lóðréttu brotin hjá holu 10 og dreifðist síðan um lárétta setlagið. Nýlega sáust t.d. gasbólur stíga upp við laug sem er í fjöruborðinu niður undan holu 5 og mældist þar rúmlega 30 °C hiti.

Mynd 4 sýnir meðalvinnslu upp úr holu 10 eins og hún reiknast samkvæmt aflestrum á rúmmetramæli á holutoppi. Þar sést nokkur stígandi í meðalársvinnslu frá u.þ.b. 8 upp í rúma 10 l/s árið 1994. Um það leyti grípur hitaveitan til vatnssparnaðar vegna stöðugt vaxandi seltu í vatni holu 10 (mynd 1). Hefur vinnslan síðan verið á róli kringum 8 l/s og breytist lítið milli árstíða. Ekki eru hér teiknaðar mælingar á toppþrýstingi holu 10, en hann sveiflast milli 0,30 og 0,37 bara á ári. Það er ígildi u.þ.b. 70 cm sveiflu í vatnsborði og þykir óverulegt.

Mynd 5 sýnir vatnsborð og meðalvinnslu úr holu 11 árin 1997 og 1998. Rennslismælir var settur við holuna árið 1997. Byggir myndin á honum auk mælinga á vatnsborði, sem eru gerðar með lóði utan við holudæluna. Strax vekur athygli við myndina að vinnsla úr holunni er lítil, eða að meðaltali 1,7 l/s. Vinnsla verður einkum mikil á haustin þegar árleg þurrð gerir vart við sig í eldri vatnsbólum Hríseyinga. Vatnsborðið sveiflast svo með vinnslunni eins og lög gerar ráð fyrir. Virðist það gróflega lítið lenda tvisvar sinnum dýpra en meðalrennslið. Rétt er að gera hér þann fyrirvara á að ekki er þetta einhlít regla þar sem holudælan var oft stopp þegar mælt var.

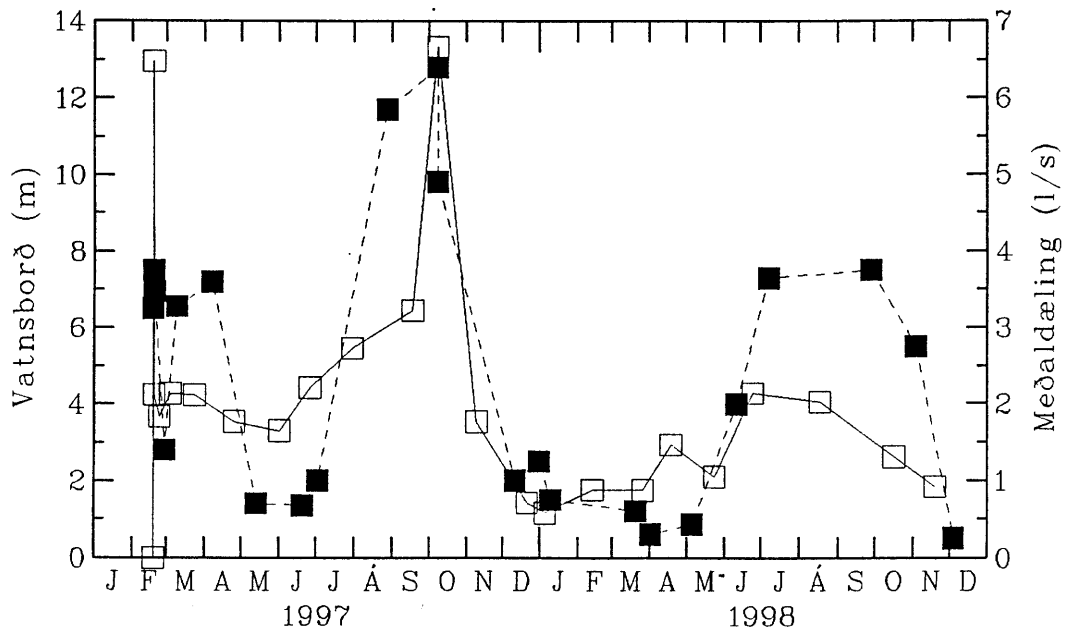
Þar sem vinnsla árána 1997 og 1998 úr holu 11 er svo lítil sem mynd 5 sýnir, er talið ólíklegt að hún hafi marktæk áhrif á seltu holu 10. Skýringa á seltubreytingum verður því að leita nær holu 10. Á mynd 6 er búið að vensla saman meðalrennsli og klóríðstyrk vatnsins úr holunni. Með því má skoða hvort meðalvinnslan úr holu 10 tengist beint klóríðstyrknum. Skemmst er frá því að segja að ekkert slíkt samband sést á myndinni. Virðist miklu fremur sem klóríðstyrkur vatnsins úr holunni sveiflist á milli 470 eða 520 mg/l, óháð vinnslu. Meira að segja má túlka myndina þannig að minnkuð vinnsla hækki klóríðstyrkinn núna í þessum tíð. Þessu var hins vegar öfugt farið fyrstu árin eftir að hóla 10 var tekin í notkun.

14 Dec 1998 GrB  
tp V2.3

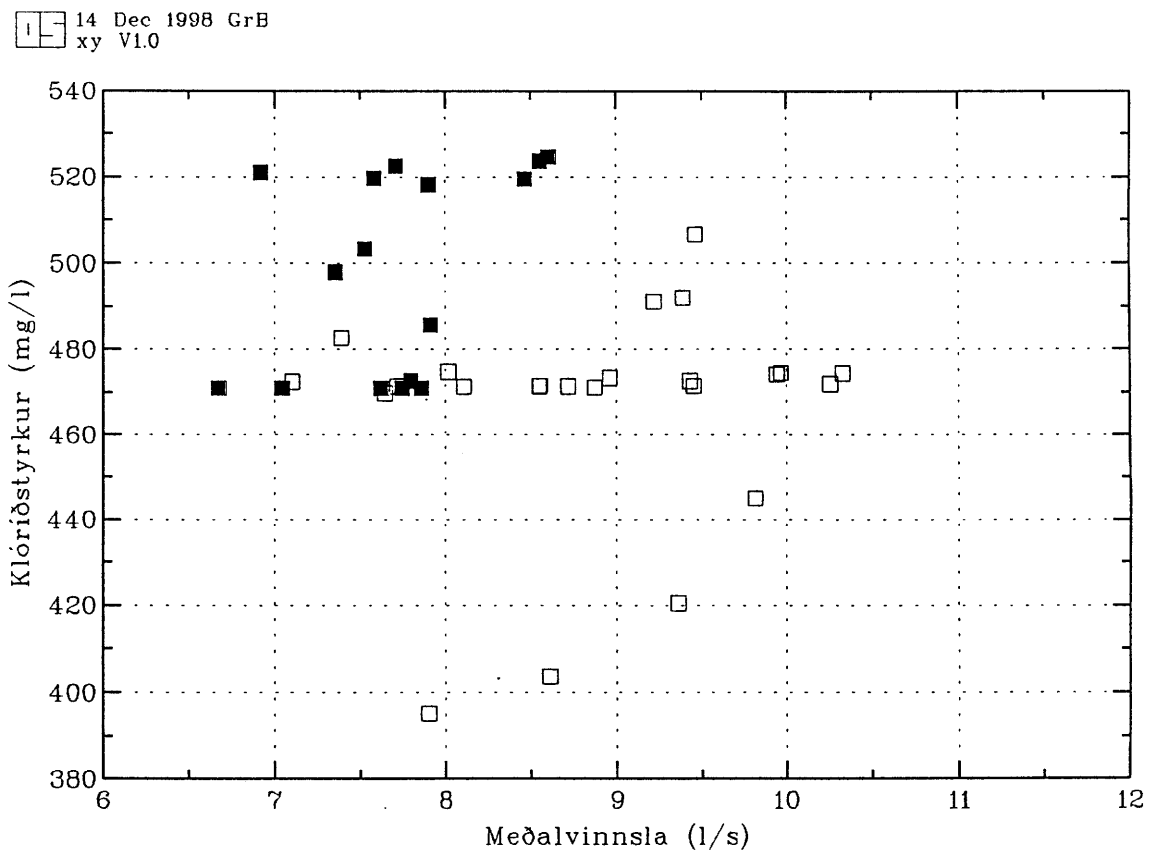


Mynd 4. Meðalvinnsla úr holu 10.

14 Dec 1998 GrB  
tp V2.3



Mynd 5. Vatnsborð (fylltir ferningar) og dæling (opnir ferningar) úr holu 11.



**Mynd 6.** Samband klóríðs og vinnslu úr holu 10 árabilið 1989 til 1998.  
Mælingar árána 1997 og 1998 eru sýndar með fylltum ferningum.

## 4. NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður þessarar skýrslu eru:

- Efnasamsetning jarðhitavatsins í holu HR-10 er í grófum dráttum svipuð og undanfarin ár. Styrkur kalsíums og natríums hefur hækkað lítillega. Styrkur klóríðs í hlut-sýnum frá 1998 er orðinn svipaður og í árslok 1996 eftir skammtímasveiflu upp á við. Selta vatnsins er orðin með því allra hæsta sem þekktist í beinni nýtingu og hætta á ofnatæringu því veruleg, komist súrefni í vatnið. Auðvelt er að tryggja sig gegn þessu með notkun varmaskiptis í ofnlögnum.
- Yfirmettun kalks er svipuð og mældist í sýni frá 1996, vel undir hættumörkum. Helsta ástæða þess var áframhaldandi lágur styrkur karbónats, en hækkan á styrk kalsíums virðist ekki hafa áhrif þar á.
- Vatnssparandi aðgerðir hafa leitt til þess að meðalvinnslan úr holu 10 hefur minnkað úr rúmum 10 l/s árið 1994 í tæpa 8 l/s nú.
- Jafnaðarvinnsla úr kaldavatnsholunni (11) er lítil eða 1,7 l/s þau tvö ár sem rennslismælir hefur verið við hana.
- Ekki er talið að dæling úr holu 11 hafi ýtt undir seltubreytingar í holu 10, heldur sé skýringanna að leita í sjálfu jarðhitasvæðinu. Tengsl seltu og vinnslu eru torséð síðustu árin.

Þó svo að seltubreytingarnar í holu 10 veki ugg í brjósti, má ekki gleyma að holan skilar enn þrýðilega heitu vatni. Þannig skila 8 l/s af 80 °C heitu vatni um 1,3 MW af varma ef miðað nýtingu niður í tæpar 40 °C. Það er dálagleg orka og sýnir að holan þjónar ágætlega sínu hlutverki sem varmagjafi. Því er engin ástæða talin til sérstakra aðgerða hjá Hitaveitu Hríseyjar aðrar en þær að fylgjast áfram vel með vatninu úr holunni og hvetja jafnframt notendur til að setja varmaskipta á ofnakerfi.

Jafnframt þessu er ástæða til að minna á að jarðhitakerfi í og við Hrísey eru að öllum líkindum víðáttu- og afkastamikil, að því gefnu að takist að halda sjó frá þeim. eru heitavatsnfundir á Árskógssandi þar nærtæk dæmi. Eins er smátt og smátt að aukast þekking á skjálftasprungum í utanverðum Eyjafirði, þökk sé skjálftamælaneti Veðurstofunnar. Er því vart hægt að segja annað en að sóknarfæri séu í jarðhitavinnslu á þessu svæði, að því gefnu að markaður sé til fyrir orkuna. Er Hrísey þar engin undantekning.

Í lokin hvetjum við til þess að Hitaveitan haldi áfram uppi reglubundnu vinnslueftirliti með holum 10 og 11. Þar er mikilvægast skráning á rennsli, hita, vatnsborði og þrýstingi beggja holna, svo og taka vatnssýna úr holu 10 á u.þ.b. 2. mánaða fresti auk árlegs heilsýnis. Aukist selta í vatninu er nauðsynlegt að taka heilsýni til mælinga á karbonati svo hægt sé að reikna út kalkmettun þess. Með því næst vonandi betri skilningur á eðli seltubreytinganna í holu 10 svo og forsendur fyrir mati á stærð jarðhitasvæðisins og vinnslugetu þess.

## 5. HEIMILDIR

Hrefna Kristmannsdóttir, 1995. Hitaveita Hríseyjar. Efnaeftirlit með jarðhitavatni 1994 og efnagreining ferskvatns. Unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar. Orkustofnun, OS-95029/JHD-20 B, 10 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, 1996. Hitaveita Hríseyjar. Efnaeftirlit með heitaveituvatni 1995. Unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar. Orkustofnun, OS-96046/JHD-29 B, 10 s.

Guðrún Sverrisdóttir, 1997. Efnasamsetning jarðhitavatns og neysluvatns í Hrísey árið 1996. Unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar. Orkustofnun Rannsóknasvið, OS-97055, 9 s.