



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

**Eftirlit með holum
10 og 11 í Hrísey
árið 1999**

**Steinunn Hauksdóttir
Grímur Björnsson**

Unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar

2000

OS-2000/072

ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

Verknúmer: 8-610-651

Steinunn Hauksdóttir
Grímur Björnsson

Eftirlit með holum 10 og 11 í Hrísey árið 1999

Unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar

OS-2000/072

Desember 2000

Skýrsla nr: OS-2000/072	Dags: Desember 2000	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Eftirlit með holum 10 og 11 í Hrísey árið 1999	Upplag: 25	Fjöldi síðna: 9
	Höfundar: Steinunn Hauksdóttir Grímur Björnsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Árlegt efna- og vinnslueftirlit		Verknúmer: 8-610651
Unnið fyrir: Hitaveitu Hríseyjar		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Fjallað er um eftirlit með heita- og kaldavatnsvinnslu í Hrísey 1999. Verkið er unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar og er liður í reglubundnu eftirliti með vatnskerfunum á eyinni. Tekin eru sýni af heitu og köldu vatni og þau send Orkustofnun til greiningar. Tilgangur efnaeftirlitsins er að fylgjast með breytingum tengdum smávægilegu innstreymi sjávar í jarðhitakerfið. Árið 1999 bárust fjögur hlutsýni og eitt heilsýni. Ekki urðu marktækar breytingar á efnasamsetning vatnsins á árinu. Hár klóríðstyrkur vatnsins veldur sem áður hættu á ofntæringu komist súrefni í það. Yfirmettun kalks er nálægt hættumörkum, en hefur lækkað milli ára. Jafnaðarvinnsla af heitu vatni er nú kringum 8 l/s og 2 l/s af köldu. Búið er að dæla tæpum 3 milljónum tonna af heitu vatni úr holu 10 og 0,2 milljónum tonna af köldu vatni úr holu 11 frá því rúmmetramælur voru settir við holurnar.		
Lykilorð: Hrísey, borholur, vinnslueftirlit, jarðhitavatn, neysluvatn	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra:	
	Yfirfarið af: PI	

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	3
3. VINNSLA OG VATNSBORÐ Í HOLUM 10 OG 11	7
4. NIÐURSTÖÐUR	8
5. HEIMILDIR	9

TÖFLUR

Tafla 1. Efnasamsetning jarðhitavatns úr holu HR-10 (mg/l)	6
--	---

MYNDIR

Mynd 1. Styrkur kísils í holu 10	4
Mynd 2. Styrkur klóríðs í holu 10	4
Mynd 3. Styrkur súlfats í holu 10	4
Mynd 4. Styrkur natríums í holu 10	4
Mynd 5. Styrkur kalsíums í holu 10	4
Mynd 6. Styrkur súrefnisísótópa í holu 10	4
Mynd 7. Hiti vatns úr holu 10	5
Mynd 8. Styrkur kalíums í holu 10	5
Mynd 9. Yfirmettun kalks í holu 10	5
Mynd 10. Meðaldæling úr holum 10 og 11 í Hrísey milli 1997 og 1999	7
Mynd 11. Uppsöfnuð heildarvinnsla úr holum 10 og 11	8

1. INNGANGUR

Skýrsla þessi fjallar um eftirlit með heita- og kaldavatnsvinnslu í Hrísey. Hún er unnin að beiðni Hitaveitu Hríseyjar og er liður í reglubundnu eftirliti með vatnskerfunum á eyinni.

Heilsýni til efnagreininga var tekið úr holu HR-10 í nóvember 1999. Sýni til heildar-efnagreininga hafa verið tekin úr holunni árlega síðan 1987 og starfsmenn Hitaveitunnar hafa tekið hlutsýni nokkrum sinnum á ári og sent Orkustofnun. Tilgangur þessa efnafertirlits er að fylgjast með breytingum tengdum smávægilegu innstreymi sjávar í jarðhitakerfið. Þar sem jarðhitavökvinn er mjög efnaríkur getur innstreymið aukið hættu á útfellingum og tæringu svo nauðsynlegt er að fylgjast vel með breytingum í efnastyrk. Niðurstöður greininga hvers árs eru gefnar út í skýrslu ásamt gögnum um vinnsluna, en um skráningu hennar sjá starfsmenn Hitaveitu Hríseyjar (Steinunn Hauksdóttir og Grímur Björnsson, 1998). Fjögur hlutsýni og eitt heilsýni bárust Orkustofnun á síðasta ári og eru niðurstöður greininga á þeim teiknaðar á myndir hér að aftan ásamt eldri greiningum.

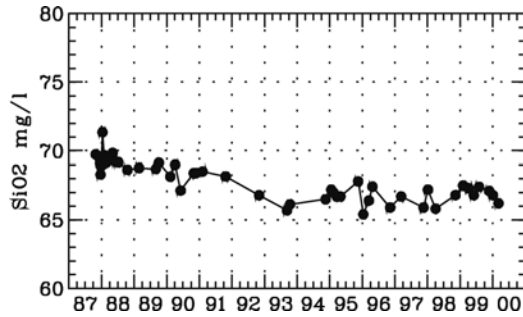
Jafnframt því að fylgst er með efnafræði vatns úr holum 10 og 11 í Hrísey, skrá starfsmenn hitaveitunnar vinnslu úr holunum, hita og þrýsting eða vatnsborð. Þessum gögnum eru einnig gerð skil hér á eftir.

2. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

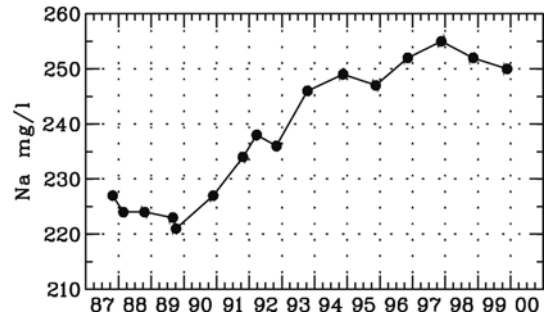
Í töflu 1 eru birtar niðurstöður efnagreininga á heilsýni síðasta árs úr holu 10 ásamt eldri greiningum til samanburðar. Styrkur nokkurra aðalefna á móti tíma er teiknaður á myndum 1 til 8 sem sýna vel breytileikann á vinnslutímanum.

Ekki urðu marktækar breytingar á efnasamsetningu vatnsins á árinu 1999 en undanfarinn áratug hafa efnabreytingar einkennst af örlitlu innstreymi sjávar í jarðhitakerfið (Steinunn Hauksdóttir og Grímur Björnsson, 1998; Steinunn Hauksdóttir, 1999). Styrkur kísils hefur lækkað frá því að vinnsla hófst (mynd 1) en hækkun hefur orðið í styrk klóríðs (mynd 2), sulfats (mynd 3), natríums (mynd 4) og kalsíums (mynd 5). Frá árinu 1993 hefur hægt á þessari þróun og ekki hafa orðið miklar breytingar undanfarin ár. Þó má nefna að hlutfall súrefnisísótópa hefur hækkað í sýni frá 1999 (mynd 6) en samsvarandi breyting hefur ekki orðið á hlutfalli vetnisísótópa (tafla 1).

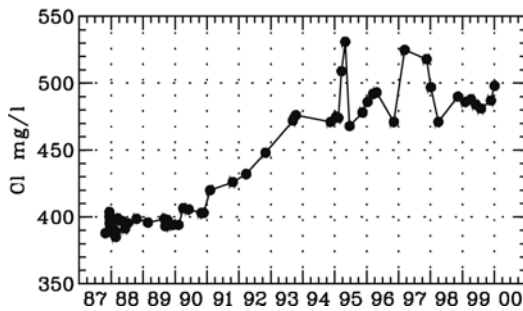
Þá hefur styrkur kalsíums hækkað í hlutsýnum frá fyrri hluta árisins 2000 (mynd 5). Það gæti bent til aukins hlutfalls sjávar í jarðhitavökvannum en þess hefur þó ekki orðið vart í lækkun hitastigs holu 10, sem hefur haldist stöðugt undanfarin ár (mynd 7). Eins helst styrkur kalíums stöðugur síðustu árin (mynd 8).



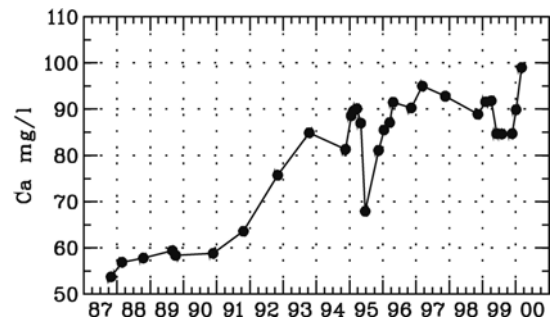
Mynd 1: Styrkur kísils í holu 10.



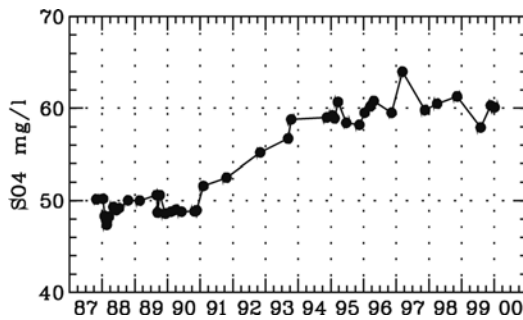
Mynd 4: Styrkur natríums í holu 10.



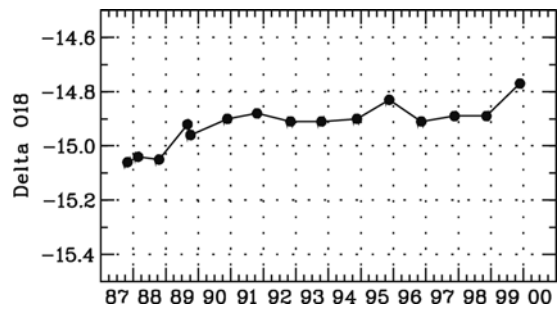
Mynd 2: Styrkur klóríðs í holu 10.



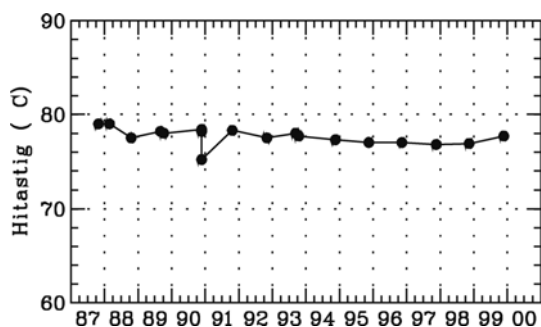
Mynd 5: Styrkur kalsíums í holu 10.



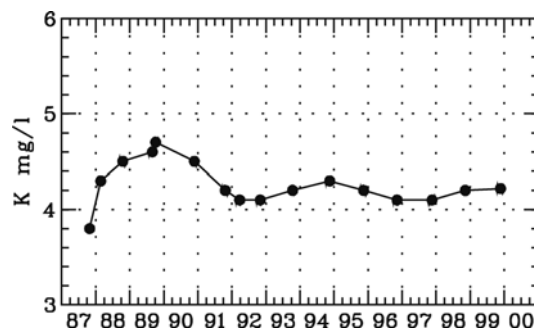
Mynd 3: Styrkur súlfats í holu 10.



Mynd 6: Styrkur súrefnisísót. í holu 10.

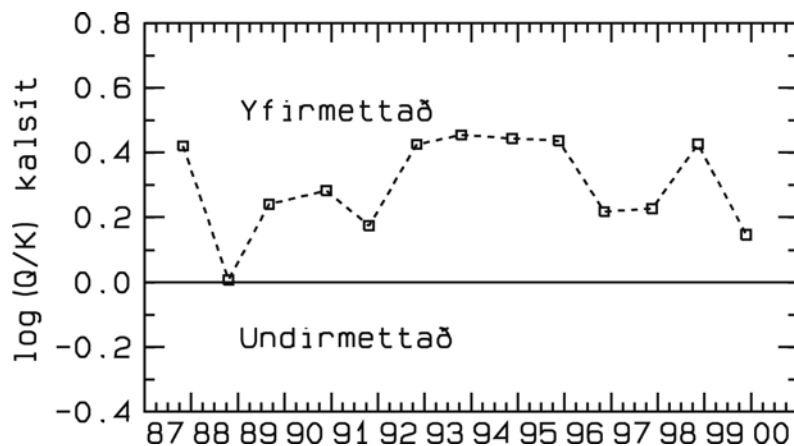


Mynd 7: Hiti vatns úr holu 10.



Mynd 8: Styrkur kalfúms í holu 10.

Mynd 9 sýnir reiknaða yfirmettun kalks með tilliti til steindarinnar kalsíts (CaCO_3) í árlegum sýnum úr holu HR-10. Yfirmettun vatnsins hefur sveiflast milli 0,1 og 0,4 undanfarin 10 ár og er nálægt hættumörkum fyrir svona efnaríkt vatn. Það eru sveiflur í styrk karbónats sem ráða meiru en styrkur kalsíums um hve há yfirmettun reiknast í þessu vatni. Sem dæmi um það þá er sú hækkun kalsíums, sem hefur orðið vart í hlutsýnum nýlega, ekki nægileg til að breyta yfirmettun svo nokkru nemi ef notaður er styrkur karbónats í síðasta heilsýni frá 1999 til útreikninga. Full ástæða er til að fylgjast vel með og verði breytingar, til dæmis í seltu, þarf að taka heilsýni til karbónatgreininga.



Mynd 9: Yfirmettun kalks í holu 10.

Ekkert súrefni mældist í dreifikerfi Hitaveitunnar en sýni til súrefnismælinga hafa verið tekin í nýju áhaldahúsi við Hólsveg undanfarin tvö ár.

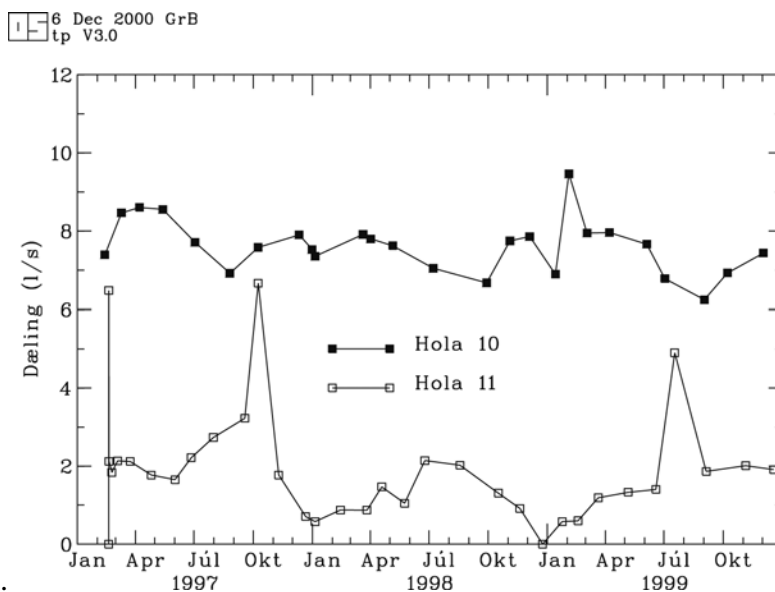
Tafla 1. Efnasamsetning jarðhitavats úr holu HR-10 (mg/l).

Dagsetning Númer	1991-10-22 19910194	1992-10-31 19920264	1993-10-13 19930194	1994-11-15 19940344	1995-11-15 19950322	1996-11-07 19960352	1997-11-17 19970717	1998-11-09 19980559	1999-11-22 19990494
Hiti (°C)	78,3	77,5	77,7	77,3	77,0	77,0	76,8	76,9	77,7
Sýrustig (pH/°C)	9,55/20	9,51/20	9,44/19	9,53/16	9,45/17	9,45/16	9,29/22	9,36/22	9,41/16
Kísill (SiO ₂)	68,2	66,8	66,1	66,5	67,8	65,9	65,9	66,8	67,1
Natríum (Na)	234	236	246	249	247	252	255	252	250
Kalíum (K)	4,2	4,1	4,2	4,3	4,2	4,1	4,1	4,22	4,22
Kalsíum (Ca)	63,6	75,7	84,9	81,3	81,1	90,3	92,8	88,9	84,7
Magnesium (Mg)	0,007	0,005	0,009	0,006	0,013	0,012	0,025	0,026	0,024
Karbonsát (CO ₂)	2,9	4,8	5,5	5,3	5,8	3,4	3,7	5,2	3,3
Súlfat (SO ₄)	52,5	55,2	58,8	59,0	58,2	59,5	59,8	61,3	60,3
Brennist. vetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,06	0,05	0,05	0,05
Klóríð (Cl)	426	448	476	471	478	471	518	490	487
Flúoríð (F)	0,26	0,26	0,24	0,25	0,28	0,24	0,25	0,26	0,28
Brómíð (Br)	1,57	1,56	-	-	-	-	-	-	-
Bór (B)	0,10	0,11	0,11	0,08	0,10	0,10	0,11	0,09	0,12
Uppleyst efni	906	933	998	988	965	1056	-	-	900
Súrefni (O ₂)	0	0	0	0	0	0	0	0	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-14,88	-	-14,91	-14,90	-14,83	-14,91	-14,89	-14,89	-14,77
δD (‰ SMOW)	-	-110,9	-	-	-	-	-	-109,4	109,7

3. VINNSLA OG VATNSBORÐ Í HOLUM 10 OG 11

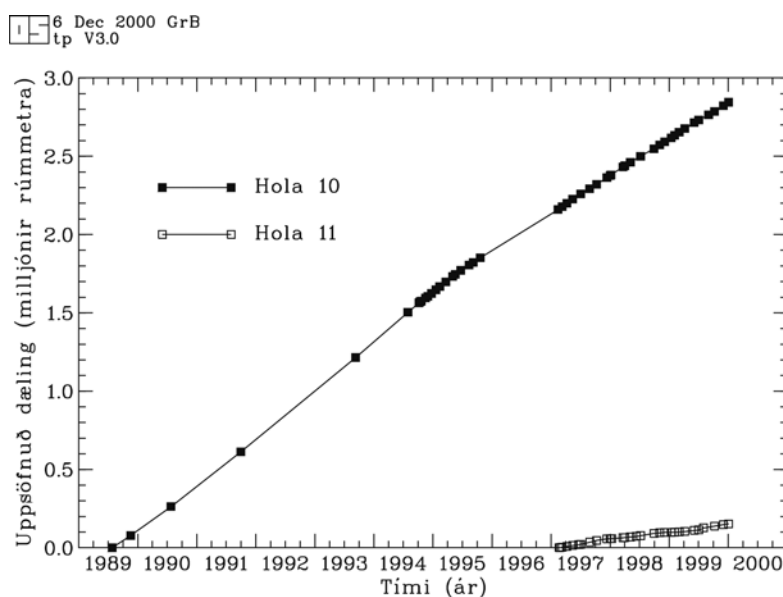
Fylgst er reglulega með vatnshita, stöðu rúmmetramæla og ýmist toppþrýstingi eða vatnsborði holna 10 og 11 í Hrísey. Myndir 10-11 hér á eftir sýna þetta fyrir árin 1997 til 1999. Almennt má segja að þessar kennistærðir vatnskerfanna í Hrísey standi vel. Sem dæmi helst toppþrýstingur holu 10 jafn og stöðugur á bilinu 0,3 - 0,4 bör árið um kring. Það er merki um að jafnmikill vökví streymi að jarðhitasvæðinu og tekinn er úr holunni. Svipaða sögu er að segja af kalda vatninu í holu 11. Þar er vatnsborð oftast á innan við 1 m dýpi ef dæling er ekki í gangi, en fellur eðlilega vel niður meðan dælt er úr holunni. Sökum þess hve ástand vatnsborðs og efna í holu 11 virðist stöðugt, má telja að holan þoli meiri vinnslu en nú. Til að svo verði þarf að slaka holudælunni niður úr núverandi fóðringu.

Mynd 10 sýnir meðaldælingu úr holum 10 og 11 árin 1997 til 1999. Þar sést að heita-vatnsvinnslan er mjög stöðug (7-8 l/s) og er lítil munur sumars og vetrar sjáanlegur. Hrávarmi þessarar dælingar er þá kringum 2,5 MW. Kaldavatnsdælingin úr holu 11 er hins vegar mun minni. Lætur nærri að meðalvinnslan sé kringum 2 l/s. Hún rýkur síðan upp tímabundið þegar þurrkar ríkja og holan þarf að standa undir mun stærri hluta kaldavatnsþarfarinnar í Hrísey en venjulega.



Mynd 10: Meðaldæling úr holum 10 og 11 í Hrísey milli 1997 og 1999.

Mynd 11 sýnir að lokum hvernig heildarvinnslan í milljónum rúmmetra vatns skiptist milli hola 10 og 11. Teiknun hefst árið 1989 þegar rúmmetramælir er settu við holu 10. Skemmst er frá því að segja að upptektin úr holu 10 nálgast nú 3 milljónir tonna meðan hola 11 hefur skilað tæpum 200 þúsund tonnum. Brot sem verður í vinnsluferli holu 10 árið 1995 stafar af ráðstöfunum sem þá voru gerðar til að minnka vinnslu úr jarðhitakerfinu og hamla þannig gegn vaxandi seltu þess. Er ekki annað að sjá en að það hafi tekist, samanber myndir 1-8 hér að framan en þær sýna einmitt að frá þeim tíma hefur efnastyrkur verið nokkuð stöðugur.



Mynd 11: Uppsöfnuð heildarvinnsla úr holum 10 og 11.

4. NIÐURSTÖÐUR

Þessar niðurstöður eru helstar af efna- og vinnslueftirliti í Hrísey:

- Efnasamsetning vatns úr holu HR-10 ber með sér einkenni innstreymis sjávar í jarðhitakerfið og hár styrkur klóríðs veldur því að veruleg hætta er á ofnatæringu komist súrefni í vatnið.
- Yfirmettun kalks er áfram nálægt hættumörkum en hefur þó lækkað milli ára.
- Jafnaðarvinnsla af heitu vatni er nú kringum 8 l/s og 2 l/s af köldu. Vatnsborð og/eða holutoppsþrýstingur haldast stöðug við þessa dælingu sem þýðir að jafnvægi er milli innrennslis í vatnskerfið og dælingar.
- Búið er að dæla tæpum 3 milljónum tonna heits vatns og 0,2 milljónum tonna kalds vatns úr holum 10 og 11 frá því að rúmmetramælar voru settir við holurnar tvær.
- Svo virðist sem heitavatnssparnaður sá sem gripið var til kringum árið 1995 hafi skilað þeim árangri að jafnvægi er komið í styrk flestra þeirra efna nú er fylgst með.

Má því bæði telja að þessi aðgerð hafi verið árangursrík og eins að ef efnasamsetningin sæki síðar meir aftur í sama farið, að þá verði reynt að takmarka vinnsluna enn frekar.

- Áframhaldandi árleg söfnun heilsýnis og eins hlutsýnataka á u.þ.b. 2 mánaða fresti í holu 11, er talin mikilvæg til eftirlits með styrk klóríðs og kalsíums í vatninu. Verði óeðlileg hækkun í styrk þessarra efna þarf að taka heilsýni af jarðhitavatninu til frekari greininga.

5. HEIMILDIR

Steinunn Hauksdóttir og Grímur Björnsson, 1998. Eftirlit með holum 10 og 11 í Hrísey árið 1997. Unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar. Orkustofnun, OS-98078, 12.

Steinunn Hauksdóttir, 1999. Efnasamsetning jarðhitavatns og neysluvatns í Hrísey árið 1998. Orkustofnun, OS-99038, 9 s.