



**ORKUSTOFNUN**

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

## **Hitaveita Þorlákshafnar**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu  
2000 - 2001**

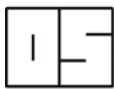
**Vigdís Harðardóttir  
Arnar Hjartarson  
Hrefna Kristmannsdóttir**

**Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar**

**2001**

**OS-2001/085**





**ORKUSTOFNUN**  
Rannsóknasvið

Verknr. 8-610-875

**Vigdís Harðardóttir**  
**Arnar Hjartarson**  
**Hrefna Kristmannsdóttir**

***Hitaveita Þorlákshafnar***

**Eftirlit með jarðhitavinnslu 2000 - 2001**

**Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar**

**OS-2001/085**

**Desember 2001**

ORKUSTOFNUN – RANNSÓKNASVIÐ

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

Akureyri: Háskólinn á Akureyri, Sólborg v. Norðurslóð, 600 Ak.

Sími 463 0957 – Fax 463 0999

Netfang: [os@os.is](mailto:os@os.is) – Veffang: <http://www.os.is>

<b>Skýrsla nr.:</b> OS-2001/085	<b>Dags.:</b> Desember 2001	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> HITAVEITA ÞORLÁKSHAFNAR Eftirlit með jarðhitavinnslu 2000-2001		<b>Upplag:</b> 30
		<b>Fjöldi síðna:</b> 16
<b>Höfundar:</b> Vigdís Harðardóttir Arnar Hjartarson Hrefna Kristmannsdóttir		<b>Verkefnisstjóri:</b> Hrefna Kristmannsdóttir
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Reglubundið vinnslueftirlit		<b>Verknúmer:</b> 8-610875
<b>Unnið fyrir:</b> Hitaveitu Þorlákshafnar		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Gerð er grein fyrir niðurstöðum efnagreininga á vatni úr vinnsluholum Hitaveitu Þorlákshafnar árið 2000-2001 og gefið yfirlit um hitastig og vatnsvinnslu veitunnar og áhrif hennar á jarðhitkerfið. Á vegum Orkustofnunar var einu sinni tekið sýni úr báðum vinnsluholum á eftirlitstímanum. Árið 2000 var tímamótaár hjá Hitaveitu Þorlákshafnar því skipt um fyrirkomulag sölukerfis, þ.e. magnmælar settir í stað hemla. Í júlí 2000 var dæla sett í holu HJ-01 og mæliröri komið fyrir í henni. Meðalvinnsla ársins 2000 var 12,5 l/s úr holu BA-01 og 13,0 úr holu HJ-01. Meðalársvinnsla hjá Hitaveitunni var því samanlagt 25,5 l/s. Það samsvarar 63,1 GWh á ári miðað við nýtingu úr 100°C í 30°C. Meðalvinnsla ársins var um 4% lægri en árið 1999 og búast má við að vinnslan 2001 verði 10% lægri en 1999. Efnabreytingar á vatni í vinnsluholum eru ekki teljandi.		
<b>Lykilorð:</b> Hiraveita, eftirlit, orkuvinnsla, hiti, efnasamsetning, Þorlákshöfn		<b>ISBN-númer:</b>
		<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b>
		<b>Yfirlit af:</b> HK

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR.....	4
2. ORKUVINNSLA .....	4
3. EFNASAMSETNING VATNS.....	9
4. HELSTU NIÐURSTÖÐUR .....	16
5. HEIMILDIR - RITSKRÁ.....	17

## TÖFLUR

Tafla 1. Ársmeðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar frá 1993 fram til 2000. Miðað er við að hiti vatnsins nýtist úr 100 °C í 30 °C. (*Áætluð gildi).....	6
Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holu BA-01 (mg/l).....	10
Tafla 3. Efnasamsetning vatns úr holu HJ-01 (mg/l).....	11
Tafla 4. Efnasamsetning vatns að Knarrarbergi 5 (mg/l).....	12
Tafla 5. Efnasamsetning hlutsýna úr holum BA-01 og HJ-01 (mg/l).....	12

## MYNDIR

Mynd 1. Vikuleg meðalvinnsla úr holu BA-01 við Bakka og hiti við holutopp frá 1992 til desember 2001. ....	7
Mynd 2. Vikuleg meðalvinnsla úr holu BA-01 við Bakka og hiti við holutopp frá janúar1999 til desember 2001. ....	7
Mynd 3. Vikuleg meðalvinnsla úr holu HJ-01 við Hjallakrók og hiti við holutopp frá 1992 til desember 2001 auk dýpis á vatnsborð frá maí 1999. ....	8
Mynd 4. Vikuleg meðalvinnsla úr holu HJ-01 við Hjallakrók og hiti við holutopp frá 1992 til desember 2001 auk dýpis á vatnsborð frá maí 1999. ....	8
Mynd 5. Útihiti í Hjallahverfi og vikuleg meðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar frá 1992 til desember 2001. ....	9
Mynd 6. Styrkur klóríðs í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000. ....	13
Mynd 7. Styrkur súlfats í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000. ....	13
Mynd 8. Styrkur kísils í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000. ....	13
Mynd 9. Hlutfall súrefnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000. ....	14
Mynd 10. Hlutfall vetnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000.....	14
Mynd 11. Kalkmettun vatns úr holum Ba-01 og HJ-01, 1985-2000. ....	15
Mynd 12. Efnahiti vatns úr holu BA-01, 1985-2000. ....	15
Mynd 13. Efnahiti vatns úr holu HJ-01, 1995-2000. ....	15
Mynd 14. Samband klóríðs og súrefnissamsæta í vatni úr holum Ba-01 og HJ-01.....	16

## 1. INNGANGUR

Í skýrslunni er gerð grein fyrir niðurstöðum efnagreininga á vatni úr vinnsluholum Hitaveitu Þorlákshafnar árið 2000-2001 og tekið saman yfirlit yfir hitastig og vatnsvinnslu og áhrif hennar á jarðhitakerfið. Fylgst hefur verið frá upphafi reglulega með efnasamsetningu vinnsluvatns frá jarðhitasvæðinu á Bakka og samfelld skráning hefur verið á vatnsvinnslu og hita vatnsins sem upp kemur síðan seinni hluta ársins 1989 (Hrefna Kristmannsdóttir 1987; Auður Ingimarsdóttir o.fl.1989; Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1988, 1990, 1993, 1995, 1998; Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulinius 1991; Hrefna Kristmannsdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1992, 1994, 1996; Hrefna Kristmannsdóttir og Sigvaldi Thordarson 1998; Magnús Ólafsson o.fl., 1999; Steinunn Hauksdóttir o.fl., 2000).

Starfsmenn Orkustofnunar tóku sýni úr báðum vinnsluholum veitunnar einu sinni á árinu, en auk þess tóku starfsmenn hitaveitunnar nokkur sýni til greininga á ákveðnum þáttum. Einnig eru teknar saman niðurstöður um vatnsvinnslu í samræmi við samning aðilanna. Báðar holurnar hafa verið sjálfrennandi en vegna aukinnar vinnslu og áhrifa innsteymis kaldara vatns var í júlí 2000 sett djúpdæla í holu HJ-01 og hefur síðan verið dælt úr henni. Í síðustu vinnslueftirlitsskýrslu var tekið saman yfirlit vinnslu fram að þeim tíma.

Árið 2000 var jafnframt tímamótaár hjá Hitaveitu Þorlákshafnar að því leyti að breytt var um fyrirkomulag sölukerfis. Í apríl það ár var hafist handa við að fjarlægja hemla, sem stjórnðu rennsli heita vatnsins inn á varmaskipta í húsum hjá viðskiptavinum hitaveitunnar, og setja magnmæla í staðin. Þeirri vinnu var lokið í júlí 2000 en byrjað var að selja heitt vatn eftir magnmælum um áramótin 2000/2001. Með þessari breytingu verður notkun heita vatnsins minni, álag á jarðhitakerfið við Bakka og Hjallahverfi minnkar og rekstur Hitaveitu Þorlákshafnar verður líklega hagkvæmari.

Samantekt og úrvinnsla gagna er gerð samkvæmt samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar nr. 687171-1988 og fylgiskjali með samningi frá árinu 2000.

## 2. ORKUVINNSLA

Vinnslugögnin sem liggja til grundvallar þessarar skýrslu eru að öllu leyti fengin úr tölvustýrðum stjórn- og eftirlitsbúnaði sem hitaveitan hefur uppsettan hjá sér. Sá búnaður skráir fjölmörg mæligildi, svo sem rennsli, hita, snúningshraða dælna o.fl. Búnaðurinn les mæld gildi á nokkurra sekúndna fresti og reiknar út meðaltöl á klukkustundarfresti. Gögnin voru svo lesin úr búnaðinum og fengin starfsmanni Orkustofnunar til úrvinnslu. Unnið var úr gögnunum á þann hátt að reiknuð voru vikuleg meðaltöl fyrir vinnslu og vatnshita í holum BA-01 og HJ-01 auk vatnshæðar í 39,5 m djúpu mæliröri í holu HJ-01. Bak við hvert vikulegt meðalgildi standa því 168 klukkutímameðalöl sem búnaður hitaveitunnar hefur skráð. Ekki var haft fyrir því að skoða gögn frá sjálfvirkum gagnasöfnunarbúnaði Orkustofnunnar sem var settur upp

fyrir mörgum árum. Sá búnaður er úreltur og samið um við Hitaveituna að hann yrði lagður af nú þegar búnaður hennar er orðinn mun aðgengilegri til úrvinnslu. Mynd 1 sýnir reiknaða vikulega meðalvinnslu og mældan hita við holutopp á holu BA-01 við Bakka, frá 1992 og fram í nóvemberlok árs 2001. Á mynd 2 má finna þessi sömu gögn nema hvað tímaskalinn er frá janúar 1999 til loka nóvember 2001. Í júlí 2000 var vinnsla stöðvuð úr holu HJ-01 þegar dæla var sett í hana. Þá var vinnslan aukin í kringum 20 l/s í holu BA-01 eins og skýrt kemur fram á mynd 2. Á árinu 2000 var vikuleg meðalvinnsla minnst um miðjan ágúst eða um 4 l/s og hefur sumarvinnslan ekki verið lægri úr holunni síðan vinnsla hófst úr henni. Kringum mánaðarmótin júlí/ágúst 2001 varð vikuleg meðalvinnsla en minni en árið áður eða um 3,4 l/s. Meðalvinnsla ársins 2000 úr holu BA-01 var 13,0 l/s en var 12,1 l/s árið áður. Að ofansögðu er ljóst að vetrarvinnslan hefur verið meiri á árinu 2000 en hún var á árinu 1999. Þetta kemur fram á myndum 1 og 2.

Á mynd 2 sést einnig hvernig hitinn við holutopp breytist með vinnslu úr holu BA-01. Þessi hiti endurspeglar eingöngu þrýsting á þeirri vatns-gufublöndu sem er í holutoppi en ekki hita vatns í jarðhitakerfinu. Eftir því sem vinnslan er meiri því lægri hiti (þrýstingur) mælist við holutopp. Á sama hátt skilar meiri vinnsla minni hita við holutopp eins og kemur greinilega fram í júlí 2000. Ef skoðaðar eru langtímabreytingar í hita við holutopp sést að hitinn lækkaði um 5°C á árunum 1992 til 1999, sem endurspeglar lèkkandi þrýsting á holutoppi vegna aukinnar vinnslu. Minni vinnsla á árunum 2000 og 2001 kemur því fram í hærri hita við holutopp á þeim árum.

Mynd 3 sýnir reiknaða vikulega meðalvinnslu og mældan hita við holutopp í holu HJ-01 við Hjallakrök frá árinu 1992 og fram í nóvemberlok ársins 2001. Gögnin frá árunum 1999, 2000 og 2001 má skoða nánar á mynd 4. Á myndunum má einnig sjá mælda vatnshæð í holunni, samkvæmt gögnum hitaveitunnar. Í júlí árið 2000 var vinnsla stöðvuð úr holunni vegna niðursetningar dælu í holuna. Við það tilefni var gamla loftbólurörið tekið úr holunni og nýtt sett niður meðfram dælurörinu niður á 39,5 m dýpi. Rörið var svo tengt við gufuskiljuna þannig að ekki myndast þrýstingur í rörinu ofan við vatnsborð. Vatnsborðið er svo mælt með því hleypa þrýstingi á rörið með köfnunarefni og svo mældur þrýstingur sem er svo umreiknaður yfir í vatnsborð. Raunverulegt vatnsborð hefur því verið hægt að mæla í holunni frá því að dæling hófst úr henni og má sjá það á myndum 3 og 4. Við sama tækifæri var fyrirkomulagi breytt við mælingu á hita vatnsins úr holunni. Nú er hitinn á vatninu mældur rétt eftir að það kemur úr dælunni og áður en það fær að sjóða. Þessi hiti ætti því að endurspeglar hitann í jarðhitakerfinu betur heldur en fyrri mælingar sem voru háðar gufunarþrýsting við holutopp. Á myndum 3 og 4 sést að hitinn er tæpar 102°C og mælist 2 til 3°C lægri áður en dælan var sett í holuna. Ekki er fundin skýring á þessari hitalækkun. Hugsanlega skýrist þetta betur með tímanum eftir að meira hefur verið safnað af gögnum úr holunni. Meðalvinnsla ársins 2000 úr holu HJ-01 við Hjallakrök er um 12,5 l/s. Þetta er 14% lækkun frá árinu 1999 en þá var ársmeðalvinnslan 14,5 l/s.

Mynd 5 sýnir heildarvatnsvinnslu Hitaveitu Þorlákshafnar frá árinu 1992 og til nóvemberloka árið 2001 en hún er samanlögð vinnsla úr holunum tveimur sem hitaveitan nýtir. Einnig er á myndinni að finna mældan útihita í Hjallahverfi samkvæmt gagnasöfnunarbúnaði Orkustofnunar eins og hann var birtur í síðustu vinnslu-efirlitsskýrslu. Eins og búast má við eru sveiflur í vinnslu í gagnstæðum fasa við hitasveiflur í veðurfari. Á árinu 2000 var meðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar um 25,5

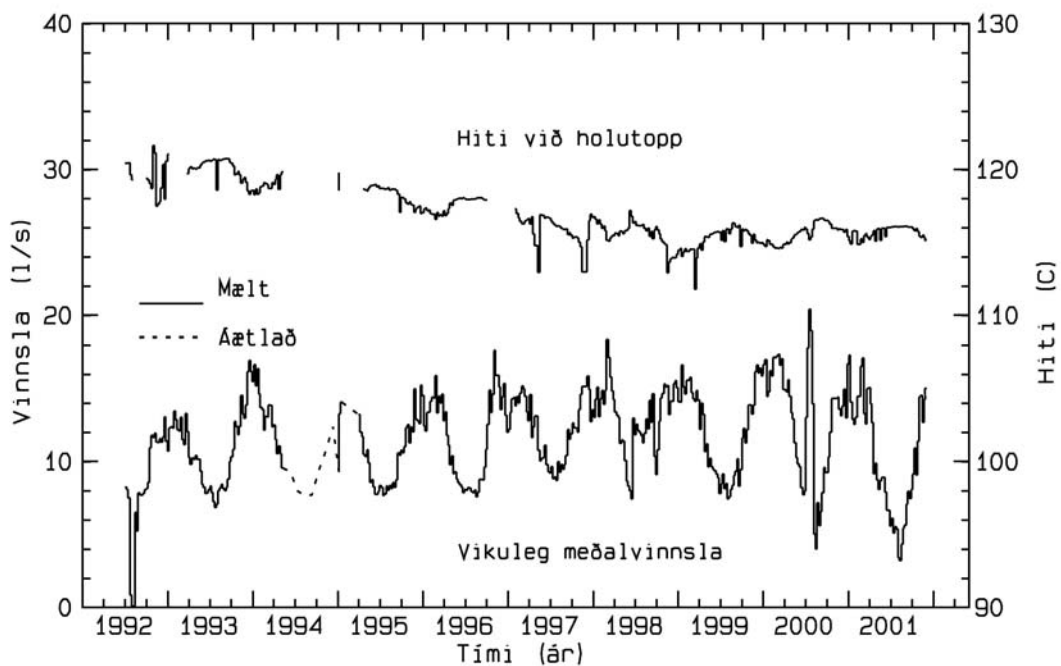
l/s. Sé gert ráð fyrir að hiti vatnsins nýtist úr 100°C niður í 30°C er heildarorkuvinnslan á árinu 2000 um 63,1 GWh. Tafla 1 sýnir árlega meðalvinnslu og heildarorkuvinnslu Hitaveitu Þorlákshafnar frá árinu 1993. Árið 1999 var vinnslan 26,6 l/s og minnkar vinnslan því um 4% milli ára. Ástæðuna má rekja til sölukerfis-breytingarinnar. Til að fá betra mat á áhrif sölukerfisbreytingarinnar væri nær að skoða hver breytingin er á milli áráanna 1999 og 2001 því hemlunum var ekki skipt út fyrir magnmælana fyrr en á miðju ári 2000. Meðalvinnslan fyrstu 11 mánuði ársins 2001 er um 24 l/s og sem gefur til kynna að ársmeðalvinnsla ársins 2001 verði um 10% minni miðað við árið 1999. Betra mat fæst á þetta þegar öll gögn ársins 2001 liggja fyrir en um það verður fjallað í næstu vinnslueftirlitsskýrslu.

Sú staðreynd að árleg meðalvinnsla á heitu vatni úr jarðhitakerfinu í Hjallahverfi muni líklega minnka um 10% er mjög jákvæð fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar. Með minni vatnsvinnslu verður minna þrýstifall í jarðhitakerfinu með tímanum sem skilar sér í betra rennsli upp úr holunum og þær ættu að haldast frekar í gosi en ella.

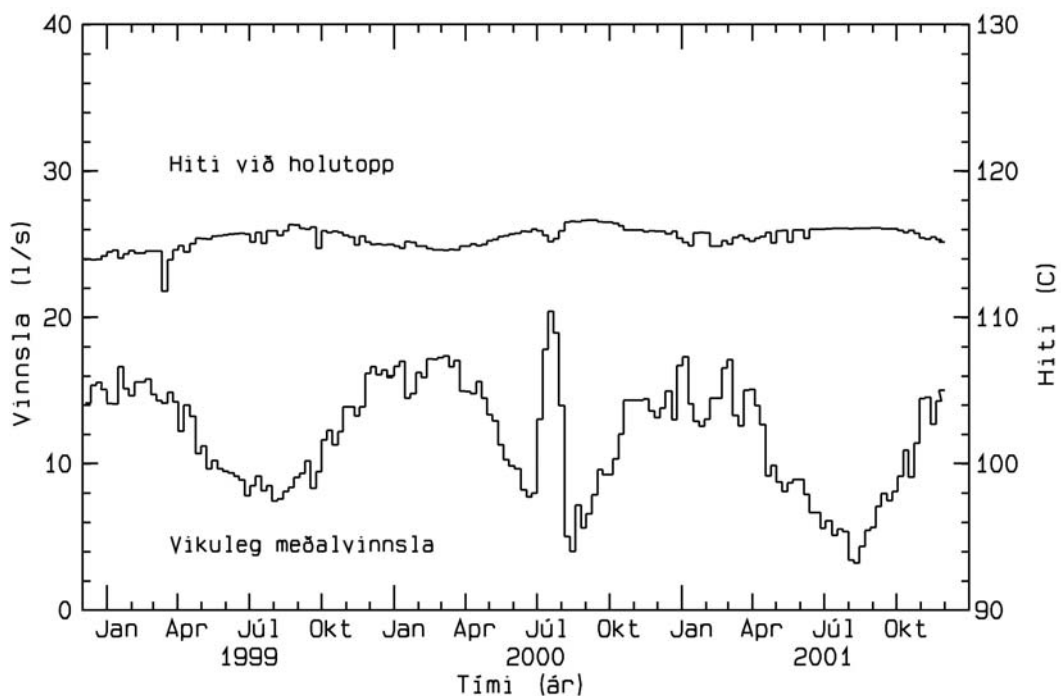
**Tafla 1.** Ársmeðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar frá 1993 fram til 2000. Miðað er við að hiti vatnsins nýtist úr 100 °C í 30 °C. (\*Áætluð gildi).

Ár	Meðalvinnsl a (l/s)	Heildarorkuvinnsla (GWh)
1993	20,9	51,7
1994	21,1	52,5
1995	21,7	53,7*
1996	21,8	53,9*
1997	23,7	58,6
1998	25,1	62,1
1999	26,6	65,7
2000	25,5	63,1

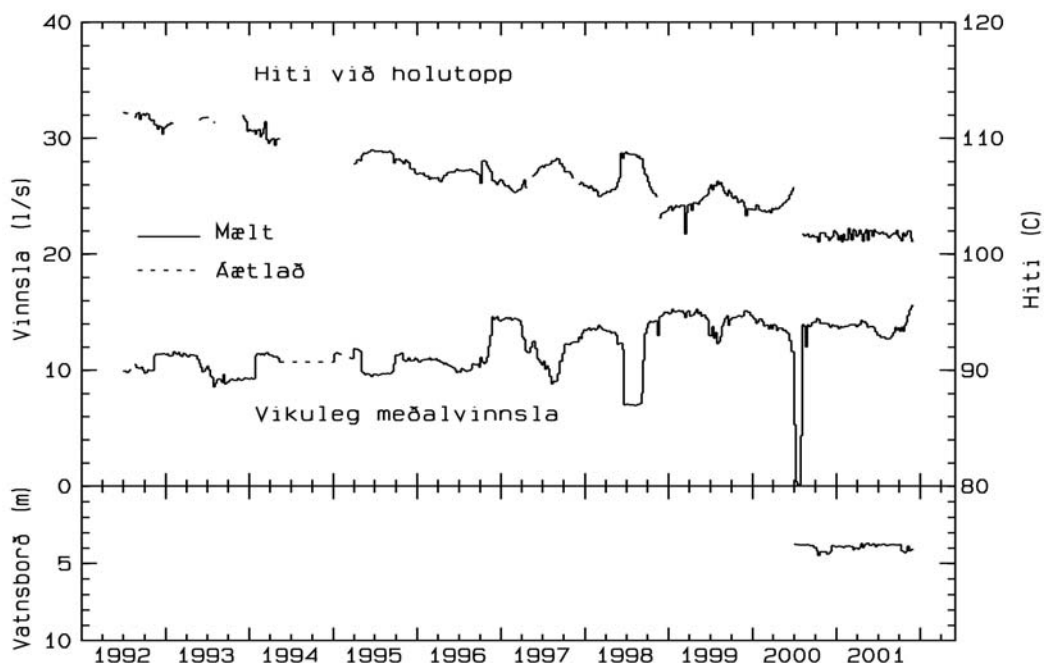




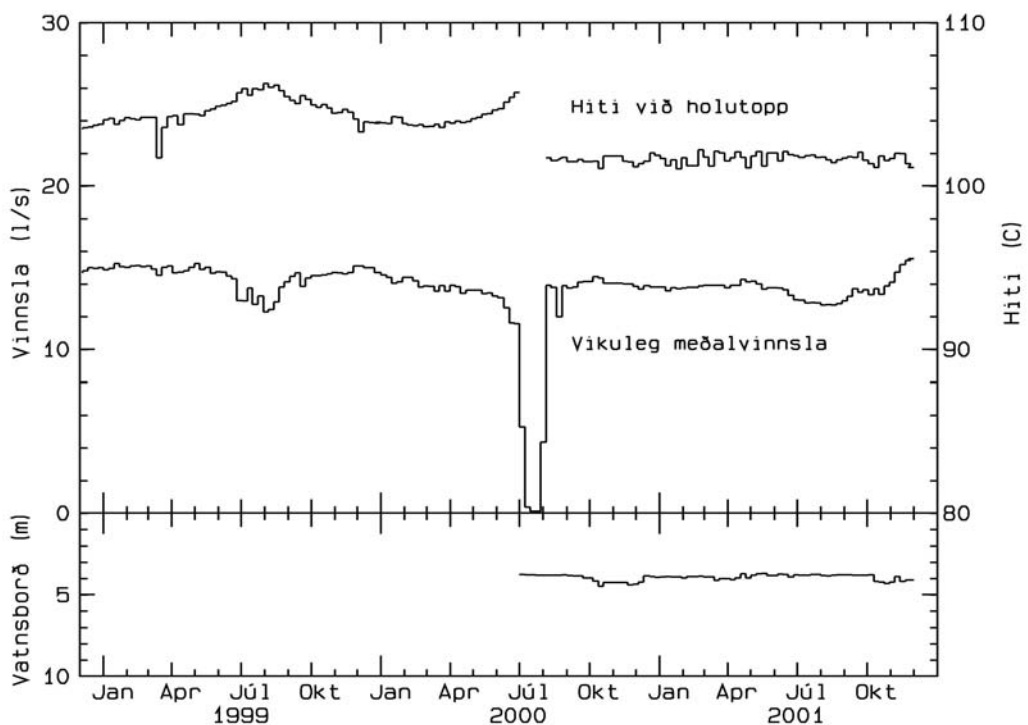
**Mynd 1.** Vikuleg meðalvinnsla úr holu BA-01 við Bakka og hiti við holutopp frá 1992 til desember 2001.



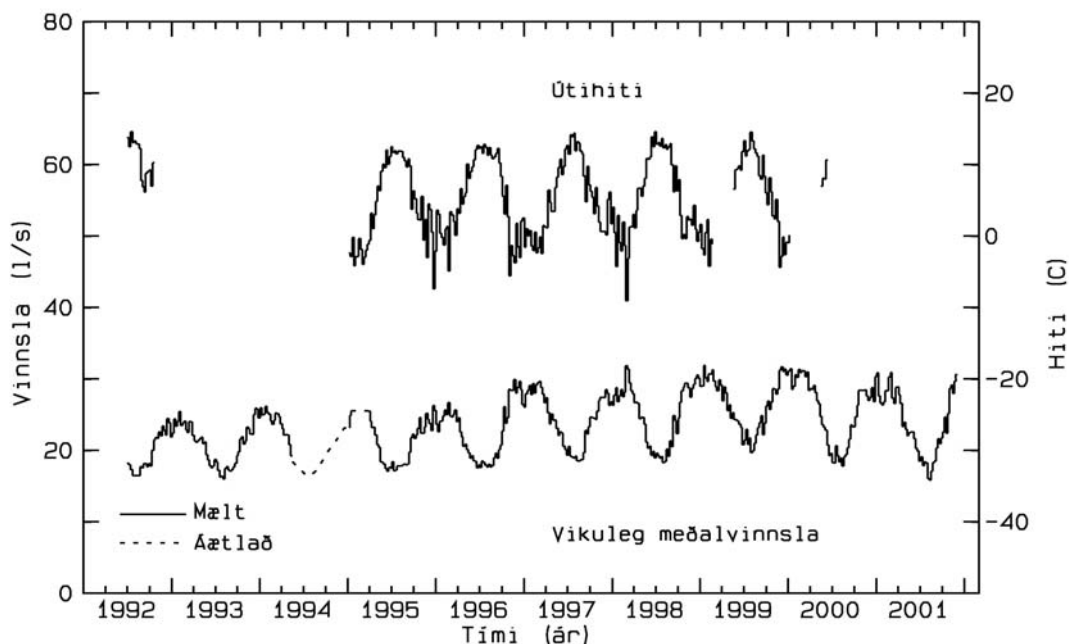
**Mynd 2.** Vikuleg meðalvinnsla úr holu BA-01 við Bakka og hiti við holutopp frá janúar 1999 til desember 2001.



**Mynd 3.** Vikuleg meðalvinnsla úr holu HJ-01 við Hjallakrók og hiti við holutopp frá 1992 til desember 2001 auk dýpis á vatnsborð frá maí 1999.



**Mynd 4.** Vikuleg meðalvinnsla úr holu HJ-01 við Hjallakrók og hiti við holutopp frá 1992 til desember 2001 auk dýpis á vatnsborð frá maí 1999.



**Mynd 5.** Útíthiti í Hjallahverfi og vikuleg meðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar frá 1992 til desember 2001.

### 3. EFNASAMSETNING VATNS

Vinnslueftirlitsferðin var farin af starfsmönnum Orkustofnunnar í byrjun febrúar og voru heilsýni tekin úr holum BA-01 og HJ-01, og einnig var hlutsýni tekið að Knarrarbergi 5. Hlutsýni voru einnig tekin af starfsmönnum Hitaveitu Þorlákshafnar. Í heilsýnunum eru greind öll aðalefni vatnsins en í hlutsýnum eru örfá ákveðin efni greind til eftirlits með ákveðnum þáttum, eins og þynningu eða seltuaukningar vegna innrennslis vatns með aðra efnasamsetningu.

Efnaeftirlit gegnir þeim tilgangi að fylgjast með efnabreytingum vatnsins, sem geta átt sér stað vegna nýtingar eða bilunar á fóðringum og stafa yfirleitt af innstreymi kaldara vatns. Greining á kísli og magnesíum geta t.d. gefið sterklega til kynna ef kalt vatn rennur inn í jarðhitageyminn.

Tilgangur hlutsýna er oft að fylgjast með útfellingarhættu eða hættu á tæringu á lögnum. Mjög mismunandi getur verið hvaða efnum er fylgst með eftir tilgangi eftirlitsins og eðli jarðhitasvæðisins, en þau efni sem oftast er oftast eru mæld í slíkum tilgangi eru klóríð eða leiðni, kalsíum, magnesíum og kísill. Hlutfall stöðugra samsætna, flúor og súlfat er einnig stundum mælt í hlutsýnum.

Niðurstöður efnagreininganna á heilsýnunum er að finna í töflum 2 og 3 og til samnburðar eru sýndar greiningar frá árunum 1996 - 2000. Niðurstöður efnagreininga á hlutsýnum úr dreifikerfi veitunnar að Knarrarbergi 5 eru skráðar í töflu 4 og niðurstöður

efnagreininga á hlutsýnum úr BA-01 og HJ-01 eru sýnd í töflu 5. Til einföldunar eru sýndar myndir (6 til 14) af styrk helstu efna á móti tíma úr holum BA-01 og HJ-01.

Styrkur efna í holu BA-01 er nokkuð stöðugur en gætir greinilega árstíðarsveiflu svo og vinnslusveiflu eins og sjá má á styrk klóríðs (mynd 6). Kalsíum virðist hafa hækkað um rúm 6% frá árinu 2000, en borið saman við árin þar á undan er breytingin óveruleg og líkast til er greiningin frá því í fyrra aðeins of lág. Sveiflur í styrk karbónats (CO<sub>2</sub>) eru oft verulegar þar sem karbónat er aðalefni gufufasans. Eina breytingin er á hlutfalli vetnissamsætna (mynd10), en það hlutfall hefur hækkað í BA-01. Ekki telst þessi breyting þó marktæk þar sem ekki hefur orðið breyting á neinum öðrum efnem.

Til að fylgjast með útfellingahættu er mælt kalsíum og svokallað mettnarstig kalks er reiknað út fyrir heilsýni úr vinnsluholum veitunnar. Niðurstöðurnar eru sýndar á mynd 11 en ekki er um neina verulega breytingu að ræða frá því í fyrra þó mettnarstigið sé nú rétt yfir 0 og því ekki talin hætta á útfellingu þess við vinnslu vatnsins.

**Tafla 2.** Efnasamsetning vatns úr holu BA-01 (mg/l).

Dagsetning	12.2.1996	14.1.1997	5.3.1998	16.2.1999	16.2.2000	1.2.2001
Númer	1996-0037	1997-0004	1998-0073	1999-0048	2000-0025	2001-0032
Hiti (°C)	118,2	117,3	117,8	118	-	118
Uppleyst súrefni (O <sub>2</sub> )	0	0	0	0	0	0
Sýrustig (pH/°C)	8,9/22	8,9/21	8,8/22	8,8/22	8,92/24	8,86/23
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	6	9,53	6,4	5,13	2,88	4,73
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	0,66	0,65	0,64	0,61	0,62	0,65
Bór (B)	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26	0,24
Leiðni (µS/cm)	2260	2290	2320	2160	2320	2380
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	130,1	129,5	132	130	127	131
Natríum (Na)	387	397	396	397	393	393
Kalíum (K)	17,2	17,2	18,8	17,5	17,3	17,4
Magnesium (Mg)	0,012	0,009	0,011	0,014	0,012	0,013
Kalsíum (Ca)	68	71,5	72	71,9	68,3	73,3
Flúoríð (F)	0,5	0,49	0,47	0,5	0,36	0,51
Klóríð (Cl)	655	634	628	647	650	649
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	118	111	119	118	115	118
Ál (Al)	0,065	0,062	0,06	0,06	0,06	0,069*
Mangan (Mn)	0,001	0,0012	0,0023	0,0009	0,0011	0,000997*
Járn (Fe)	0,007	0,0148	0,0073	0,0106	0,0135	0,0037*
Uppleyst efni	1415	1476	1380	1390	1398	1272
δD (‰ (SMOW))	-74,9	-69,6	-70,4	-71,5	-73,2	-70,8
δ <sup>18</sup> O (‰ (SMOW))	-9,13	-9,14	-9,21	9,15	-9,15	-9,2

\* greint hjá SGAB Svíþjóð

Einnig er sýndur reiknaður efnahiti úr holum BA-01 á mynd 12 og HJ-01 á mynd 13. Efnahitastig reiknuð m.a. út frá styrk kísils og pH (*kísilhiti*) og hlutstyrk alkalimálma (*alkalihiti*), sýna oft breytingar á hitastigi niðri í jarðhitakerfinu þótt ekki mælist beinar hitabreytingar á holutoppi. Oft er ekki unnt að mæla beint hitastig í borholum þar sem það truflar vinnslu og sé dæla í holunni er ekki unnt að mæla hana. Í holu BA-01 er fyrirstaða ofarlega og ekki unnt að koma hitamæli niður fyrir 250 m dýpi og dæla er í HJ-01 og því mikilvægt að fylgjast með efnahita vegna skorts á beinum mælingum niðri í holunum. Kvarshiti og kalsedónhiti hafa hækkað lítillega á síðasta vinnslutímabili í báðum holunum en alkalíhitinn nokkurn veginn staðið í stað.

**Tafla 3.** Efnasamsetning vatns úr holu HJ-01 (mg/l).

Dagsetning	12.2.1996	14.1.1997	5.3.1998	16.2.1999	16.2.2000	1.2.2001
Númer	1996-0038	1997-0003	1998-0074	1999-0045	2000-0024	2001-0033
Hiti	99	98,6	99,6	99,5	99,8	99,2
Uppleyst súrefni (O <sub>2</sub> )	0	0	0	0	0	0
Sýrustig (pH/°C)	9,08/22	9,10/21	9,0/22	9,0/21,4	9,02/22	8,91/23
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	8,5	10,3	8,1	6,9	4,33	6,92
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	0,21	0,2	0,2	0,19	0,18	0,19
Bór (B)	0,19	0,18	0,19	0,16	0,18	0,17
Leiðni (µS/cm)	1512	1601	1640	1559	1744	1823
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	108	105	104,2	101,2	102	105
Natríum (Na)	268	279	282	281	298	304
Kalíum (K)	9,8	9,9	11	10,3	10,8	10,8
Magnesium (Mg)	0,009	0,009	0,001	0,016	0,014	0,016
Kalsíum (Ca)	34,6	39,8	40,5	43,4	47,6	51,3
Flúoríð (F)	0,54	0,5	0,47	0,5	0,4	0,5
Klóríð (Cl)	424	453	429	442	477	497
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	79	75	83	83,7	85,3	89,2
Ál (Al)	0,085	-	0,079	0,08	0,059	0,0701
Mangan (Mn)	0,0005	0,0006	0,0007	0,0005	0,0012	0,000703
Járn (Fe)	0,002	0,003	0,0017	0,0041	0,0037	0,0031
Uppleyst efni	952	984	1100	940	998	1005
δ D(‰ SMOW)	-66,8	-62,1	-64,9	-63,8	-64	-64,6
δ <sup>18</sup> O(‰ SMOW)	-8,71	-8,04	-8,7	-8,74	-8,68	-8,78

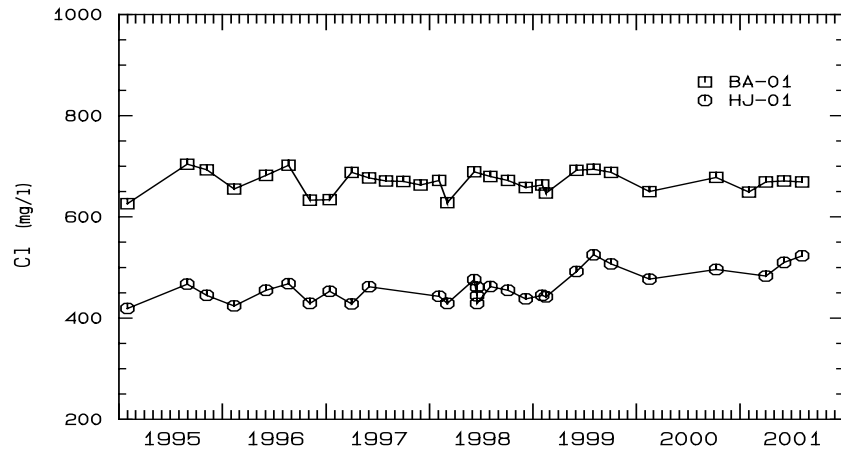
\* greint hjá SGAB Svíþjóð

**Tafla 4.** Efnasamsetning vatns að Knarrarbergi 5 (mg/l).

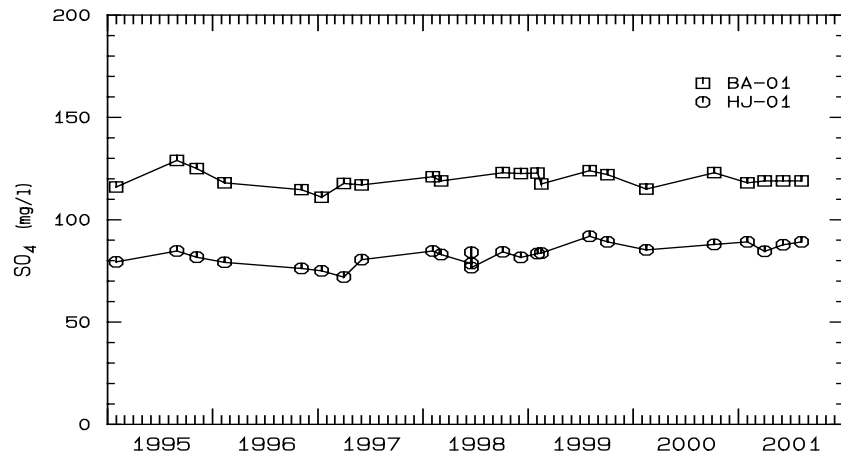
Dagsetning	12.2.1996	14.1.1997	5.3.1998	16.2.1999	16.2.2000	1.2.2001
Númer	1996-0039	1997-0005	1998-0075	1999-0047	2000-0026	2001-0031
Uppleyst súrefni (O <sub>2</sub> )	0	0	0	0	0	0
Sýrustig (pH/°C)	9,0/22	9,0/21	8,9/22	8,9/21	9,05/24	8,94/23
Karbonsat (CO <sub>2</sub> )	6,5	10,1	8	8,6	2,42	6,0
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	0,28	0,26	0,31	0,28	0,32	0,27
Leiðni (μS/cm)/25°C)	-	-	2110	1947	2150	2013
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	124,6	120,3	123,8	120,6	120	119
Klóríð (Cl)	585	541	571	567	599	583
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	107	96	106	101	106	104

**Tafla 5.** Efnasamsetning hlutsýna úr holum BA-01 og HJ-01 (mg/l).

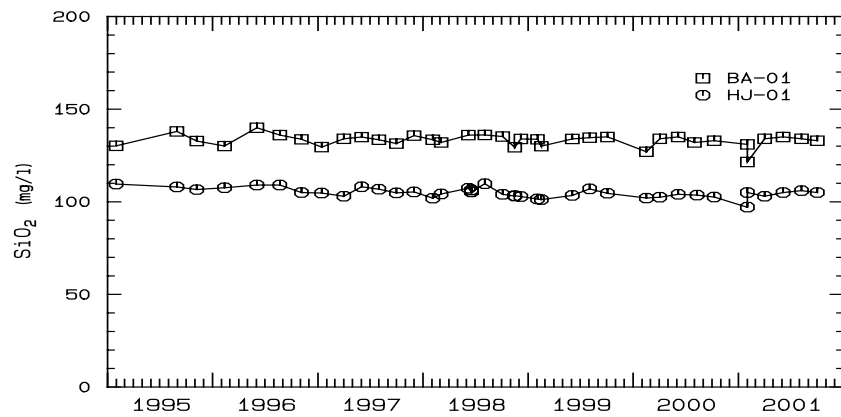
Dagsetning	Númer	Hiti	Rennsli	Kísill	Klóríð	Súlfat
		°C	l/s	SiO <sub>2</sub>	Cl	SO <sub>4</sub>
<b>BA-01</b>						
2000 10.09	2000-0452	99,1	10,2	133	678	123
2001 04.02	2001-0111	99,8	14,5	134	669	119
2001 06.05	2001-0192	99	8,4	135	671	119
2001 08.08	2001-0221	99,3	3,2	134	669	119
2001 10.02	2001-0359	99	9,3	133	-	-
2001 12.04	2001-0470	100,4	15,3			
<b>HJ-01</b>						
2000 10.09	200-0453	100,2	14,5	102,6	496	87,9
2001 04.02	2001-0112	99,7	13,8	103	483	84,6
2001 06.05	2001-0193	99,4	13,4	105	510	87,8
2001 08.08	2001 0222	99,5	12,5	106	523	89,2
2001 10.02	2001-0360	99,4	13,2	105	-	-
2001 12.04	2001-0471	100,3	16,1			



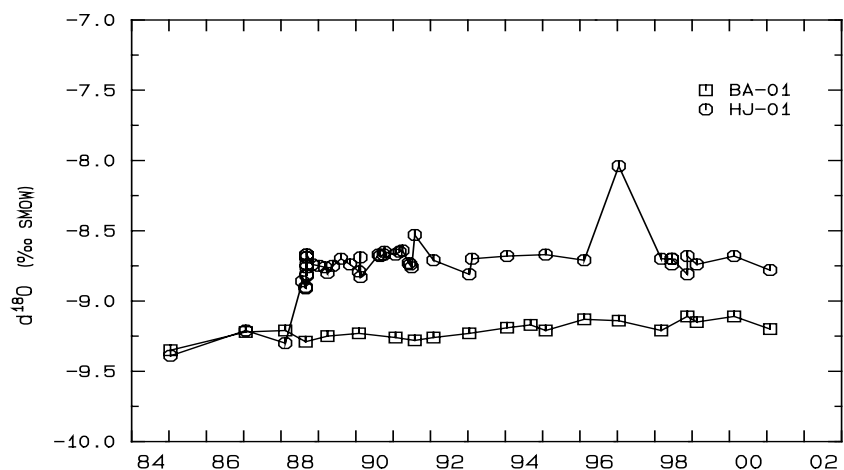
**Mynd 6.** Styrkur klóríðs í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000.



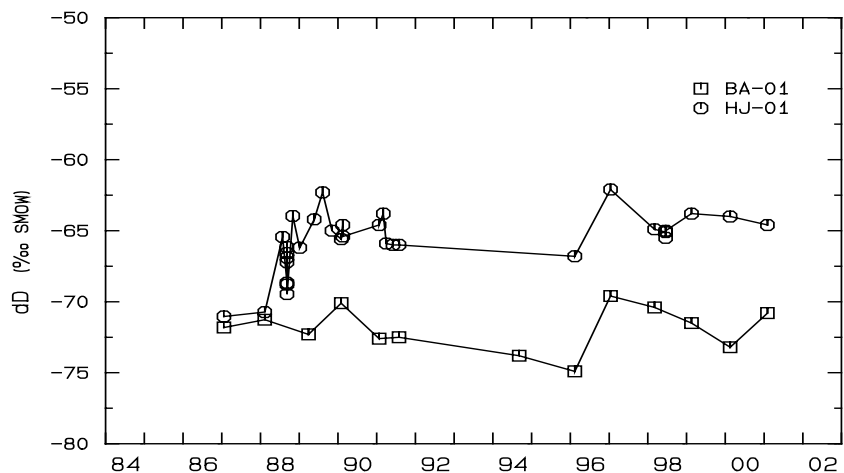
**Mynd 7.** Styrkur súlfats í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000.



**Mynd 8.** Styrkur kísils í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000.



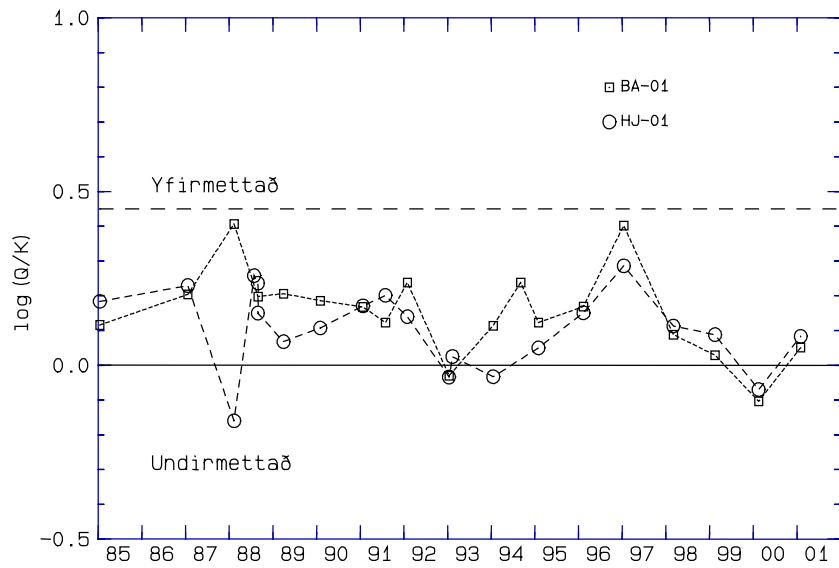
Mynd 9. Hlutfall súrefnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000.



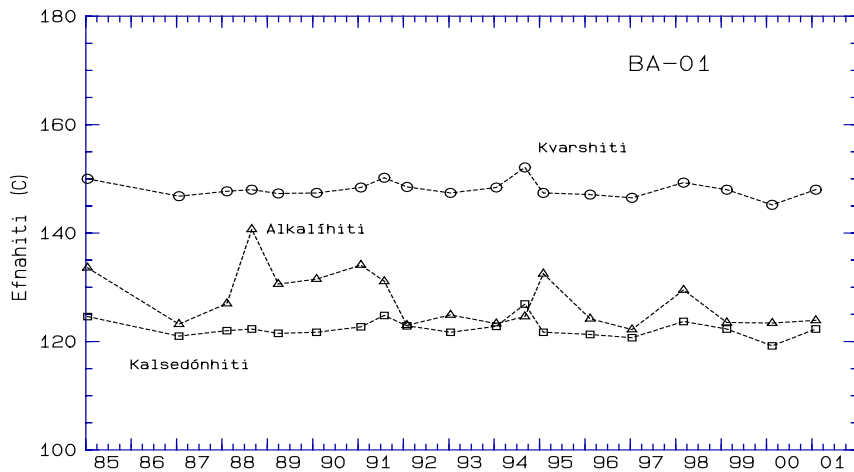
Mynd 10. Hlutfall vetnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000.

Síðasta myndin (nr. 14) sýnir hlutfall seltu (Cl) og súrefnissamsætna úr báðum holunum. Þar má sjá að vatnið í holu HJ-01 hefur mikla breidd í bæði seltu og súrefnissamsætu hlutfalli, frá nær sömu gildum og í holu BA-01 (sem ekki hefur breyst verulega) yfir í verulega ferskara og þyngra vatn. Þetta stafar af innstreymi ferskara og þyngra vatns inn í holuna eins og lýst hefur verið hér að framan og í eldri skýrslum. Talsverðar sveiflur í seltu koma fram í holu BA-01 með vinnslu og árstíma, en ekki eru sjáanlegar miklar langtímabreytingar í súrefnissamsætu hlutföllum.

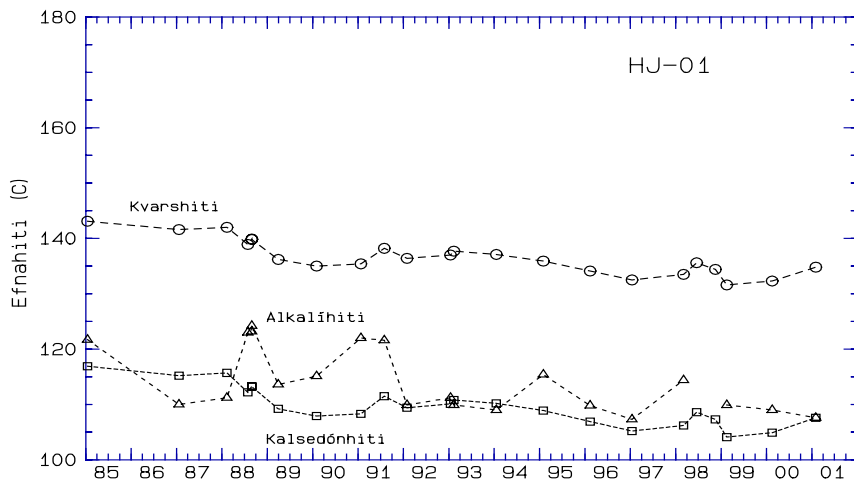




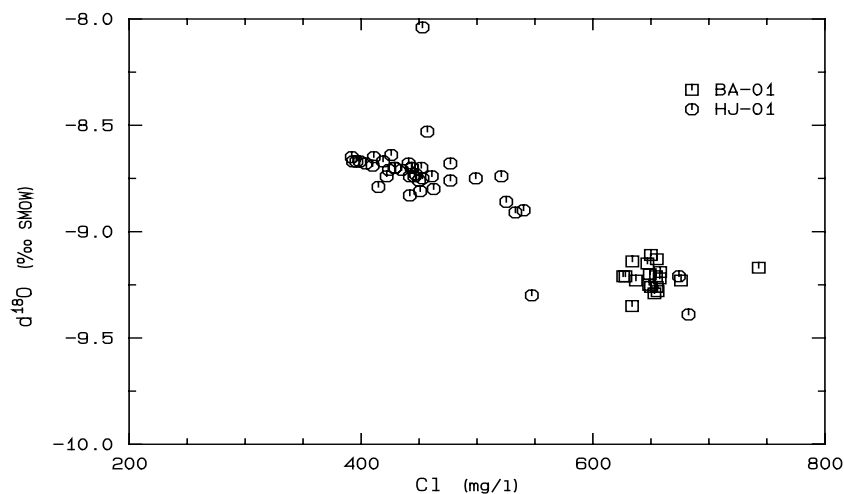
**Mynd 11.** Kalkmettun vatns úr holum BA-01 og HJ-01, 1985-2000.



**Mynd 12.** Efnahiti vatns úr holu BA-01, 1985-2000.



**Mynd 13.** Efnahiti vatns úr holu HJ-01, 1995-2000.



**Mynd 14.** Samband klóríðs og súrefnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01.

#### 4. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

- Sumarið 2000 voru magnmælar settir í stað hemla hjá viðskiptavinum Hitaveitu Þorlákshafnar og var byrjað að selja heita vatnið samkvæmt notkun um áramótin 2000/2001.
- Í júlí 2000 var dæla sett í holu HJ-01 og nýju mæliröri komið fyrir í holunni og því er nú hægt að fá beinar mælingar á vatnsborði í holunni.
- Meðalvinnsla ársins 2000 úr holu BA-01 við Bakka var 12,5 l/s en 13,0 l/s úr holu HJ-01 við Hjallakrók. Samanlagt er því ársmeðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar 25,5 l/s. Þetta samsvarar 63,1 GWh á ári sé gert ráð fyrir nýtingu úr 100°C í 30°C.
- Meðalvinnsla ársins 2000 er um 4 % lægri en hún var árið 1999 og búist er við að meðalvinnsla ársins 2001 verði um 10 % lægri en hún var 1999. Þessi lækkun í vinnslu má rekja til sölukerfisbreytingarinnar.
- Efnabreytingar á vatni í holum BA-01 og HJ-01 eru ekki teljandi.

## 5. HEIMILDIR - RITSKRÁ

Auður Ingimarsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir, Helga Tulinius, Hrefna Kristmannsdóttir og Sæþór L. Jónsson, 1989. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1988-1989. Orkustofnun, OS-89029/JHD-13 B, 12 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, 1987. Hitaveita Þorlákshafnar - Eftirlit með jarðhitavatni 1987. Orkustofnun, HK-87/14, 2 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir, Guðjón Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason, 1988. Hitaveita Þorlákshafnar. Efnasamsetning jarðhitavatns í holu 1 á Bakka og holu 2 í Hjallakróki, og hitamæling holu 2. Orkustofnun, OS-88043/JHD-22 B, 8 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Magnús Ólafsson, Hilmar Sigvaldason, Helga Tulinius, Sverrir Þórhallsson og Kristján Sæmundsson, 1990. Hitaveita Þorlákshafnar. Áhrif vinnslu á jarðhitasvæðið og tillögur til úrbóta. Orkustofnun, OS-90021/JHD-09 B, 40 s.

Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulinius, 1991. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991. Orkustofnun, OS-91030/JHD-16 B, 13 s.

Hrefna Kristmannsdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1992. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1991-1992. Orkustofnun, OS-92029/JHD-13 B, 13 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1993. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1992-1993. Orkustofnun, OS-93040/JHD-20 B, 10 s.

Hrefna Kristmannsdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1994. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1993-1994. Orkustofnun, OS-94029/JHD-16 B, 10 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulinius og Hilmar Sigvaldason, 1995. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994-1995. Orkustofnun, OS-95035/JHD-22 B, 14 s.

Hrefna Kristmannsdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1996. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1995-1996. Orkustofnun, OS-96049/JHD-21 B, 11 s.

Hrefna Kristmannsdóttir og Sigvaldi Thordarson, 1998. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1996-1997. Orkustofnun, OS-97075, 20 s.

Hrefna Kristmannsdóttir, Steinun Hauksdóttir, Sverrir Þórhallsson, Kristján Sæmundsson, Guðni Axelsson og Sigvaldi Thordarson, 1998. Hitaveita Þorlákshafnar. Niðurstöður hitamælinga og djúpsýnatöku úr holu HJ-01 og tillögur um aðgerðir til að viðhalda vinnslugetu hitaveitunnar. Orkustofnun, OS-98048, 17 s.

Magnús Ólafsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Arnar Hjartarson, 1999. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1997-1999. Orkustofnun, OS-99041, 33 s.

Steinunn Hauksdóttir, Arnar Hjartarson og Hrefna Kristmannsdóttir, 2000. Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1999-2000. Orkustofnun, OS-2000/074, 18 s.