



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

Hitaveita Þorlákshafnar

**Eftirlit með jarðhitavinnslu
2001–2002**



**Vigdís Harðardóttir
Sigurlaug Hjaltadóttir**

Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar

2003

OS-2003/021

Vigdís Harðardóttir
Sigurlaug Hjaltadóttir

Hitaveita Þorlákshafnar

Eftirlit með jarðhitavinnslu 2001 – 2002

Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar

OS-2003/021

Apríl 2003

ORKUSTOFNUN – RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 569 6000 – Fax: 568 8896
Akureyri: Rangárvöllum, P.O.Box 30, 602 Ak. – Sími: 460 1380 – Fax: 460 1381
Netfang: os@os.is – Veffang: <http://www.os.is>



Skýrsla nr.: OS-2003/021	Dags.: Apríl 2003	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Hitaveita Þorlákshafnar Eftirlit með jarðhitavinnslu 2001–2002	Upplag: 30	
	Fjöldi síðna: 18	
Höfundar: Vigdís Harðardóttir Sigurlaug Hjaltadóttir	Verkefnisstjóri: Magnús Ólafsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Reglubundið vinnslueftirlit	Verknúmer: 8-610675	
Unnið fyrir: Hitaveitu Þorlákshafnar		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Gerð er grein fyrir niðurstöðum efnagreininga á vatni úr vinnsluholum Hitaveitu Þorlákshafnar 2001–2002 og gefið yfirlit um hitastig og vatnsvinnslu veitunnar og áhrif vinnslu á jarðhitkerfið. Á vegum Orkustofnunar voru tekin heilsýni til greininga úr báðum vinnsluholum í janúar 2002. Meðalvinnsla veitunnar árið 2001 var 24,4 l/s sem svarar til 60 MWh orkuvinnslu. Meðalársvinnsla 2002 stefnir í u.þ.b. 26 l/s. Vinnsla úr HJ-01 hefur aukist eftir að farið var að dæla úr henni. Í heild hefur sölukerfisbreytingin dregið úr orkunotkun, en aukning varð þó á notkun frá 2001 til 2002. Meðalhiti vatns við holutoppa hefur verið óbreyttur síðastliðin 2–4 ár. Heildarstyrkur efna í vatni úr vinnsluholum tveim hefur ekki breyst að ráði milli ára að öðru leyti en því að styrkur Ca í vatni úr HJ-01 hefur aukist um 20% frá 1996, en þó er ekki talin hætta á útfellingum.		
Lykilorð: Hitaveita, eftirlit, vinnsla, hiti, efnasamsetning, kalkmettun, Þorlákshöfn	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra:	
	Yfirfarið af: MÓ, PI	

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR.....	5
2. ORKUVINNSLA	5
3. EFNASAMSETNING VATNS.....	10
4. HELSTU NIÐURSTÖÐUR	17
5. HEIMILDIR - RITSKRÁ.....	17

TÖFLUR

Tafla 1. Ársmeðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar frá 1993 fram til 2001.	7
Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holu BA-01 (mg/l).....	11
Tafla 3. Efnasamsetning vatns úr holu HJ-01 (mg/l).....	12
Tafla 4. Efnasamsetning vatns að Knarrarbergi 5 (mg/l).....	12
Tafla 5. Efnasamsetning hlutsýna úr holum BA-01 og HJ-01 (mg/l).....	13

MYNDIR

Mynd 1. Vikuleg meðalvinnsla úr holu BA-01 við Bakka og hiti við holutopp frá 1992 til desember 2002.	7
Mynd 2. Vikuleg meðalvinnsla úr holu BA-01 við Bakka og hiti við holutopp frá janúar2000 til desember 2002.	8
Mynd 3. Vikuleg meðalvinnsla úr holu HJ-01 við Hjallakrók og hiti við holutopp frá 1992 til desember 2002 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 2002 auk dýpis á vatnsborð frá janúar 2000.....	9
Mynd 5. Útihiti í Hjallahverfi og vikuleg meðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar frá 1992 til desember 2002.	9
Mynd 6. Styrkur klóríðs í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2002.	13
Mynd 7. Styrkur súlfats í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2002.	13
Mynd 8. Styrkur kísils í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2002.	14
Mynd 9. Styrkur kalsíums í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995 – 2002.	14
Mynd 10. Hlutfall súrefnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2002.....	14
Mynd 11. Hlutfall vetnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2002.	15
Mynd 12. Kalkmettun vatns úr holum BA-01 og HJ-01, 1985-2002.....	15
Mynd 13. Efnahiti vatns úr holu BA-01, 1985-2002.	15
Mynd 14. Efnahiti vatns úr holu HJ-01, 1995-2002.	16
Mynd 15. Samband klóríðs og súrefnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01.	16

1. INNGANGUR

Hitaveita Þorlákshafnar nýtir heitt vatn úr tveimur borholum í Hjallahverfi í Ölfusi, við Hjallakrók (HJ-01) og Bakka (BA-01), til húshitunar og iðnaðar í Þorlákshöfn. Báðar holurnar hafa verið sjálfrennandi en vegna aukinnar vinnslu og áhrifa innstreymis kaldara vatns var dæling hafin úr holu HJ-01 í júlí árið 2000. Þessi skýrsla fjallar um eftirlit með orkuvinnslu Hitaveitu Þorlákshafnar á jarðhitasvæðinu við Hjallakrók í Ölfusi frá byrjun desember 2001 og fram til loka nóvember 2002. Skýrslan er unnin samkvæmt samningi Hitaveitunnar við Orkustofnun um vinnslueftirlit eins og gert hefur verið undanfarin ár (sjá ritskrá aftast í skýrslunni). Skýrt er frá niðurstöðum efnaeftirlits með vinnsluholunum en starfsmenn Orkustofnunar taka árlega sýni til heildar-efnagreininga og starfsmenn hitaveitunnar taka sýni annan hvern mánuð til greininga á völdum efnunum.

Nýtt sölukerfi var tekið í notkun 2000. Þá voru fjarlægðir hemlar sem stjórnuðu rennsli hjá viðskiptavinum veitunnar og magnmælar settir í staðinn. Vonast var til að þetta myndi minnka notkun heita vatnsins og minnka álagið á jarðhitakerfið.

2. ORKUVINNSLA

Vinnslugögnin sem liggja til grundvallar þessari 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 lesin úr búnaðinum og fengin starfsmanni Orkustofnunar til úrvinnslu. Unnið var úr gögnunum á sama hátt og áður, reiknuð voru vikuleg meðaltöl fyrir vinnslu og vatnshita í holum BA-01 og HJ-01 auk dýpis á vatnsborð sem búnaður hitaveitunnar hefur skráð. Eftir að meðaltölin voru reiknuð var farið handvirkt yfir gögnin og þau leiðrétt þar sem mælingar vantaði inn í skrárnar. Sjálfvirkur gagnasöfnunarbúnaður Orkustofnunnar, sem var settur upp fyrir mörgum árum, er orðinn úreltur og hefur ekki hlotið þjónustu í langan tíma.

Mynd 1 sýnir reiknaða vikulega meðalvinnslu og mældan hita við holutopp á holu BA-01 við Bakka, frá 1992 og fram í nóvemberlok ársins 2002. Á mynd 2 má finna þessi sömu gögn nema hvað tímabilið er frá janúar 2000 til loka nóvember 2002. 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 2001 var vikuleg meðalvinnsla minnst kringum mánaðarmótin júlí/ágúst, um 3,4 l/s, og var þá sumarvinnslan enn lægri úr holunni en árið áður (4 l/s). Vikuleg meðalvinnsla virðist svo hafa hækkað aftur sumarið 2002 enda var sumarið mjög vætusamt. Þó má sjá að vinnslan minnkaði aftur í byrjun júní, enda var þá einstakur hlýindakafli. Meðalvinnsla ársins 2001 úr holu BA-01 var 10,5 l/s en var 13,0 l/s árið áður. Meðalvinnslan 2002 virðist ætla að verða svipuð og 2001, var 10,7 l/s í lok nóvember. Vinnslan úr holunni hefur því í heildina minnkað frá 2000–2002. Á mynd 1 má sjá að sumarvinnslan hefur

minnkað síðan magnmælarnir voru settir upp fyrir tveimur árum en sveiflur í notkun sumar og vetur eru meiri.

Á mynd 2 sést hvernig hitinn við holutopp breytist með vinnslu úr holunni. Eins og greint er frá í skýrslu síðasta árs er breyting á hita við holutopp beint tengd þrýstingsbreytingu við holutopp, þ.e.a.s. meiri vinnsla orsakar lækkun þrýstings, og þar með lægri gufunarþrýsting, og hitinn lækkar. Á sama hátt ætti hitinn við holutopp að hækka með minni vinnslu. Ef litið er framhjá breytingum í hita af völdum sveiflna í vinnslu sést að hitinn fór almennt lækkandi um 5°C á árunum 1992 til 1999. Ástæða þessa hefur verið talin innstreymi kaldara vatns í holuna. Á árunum 2000 og 2001 hefur vinnslan minnkað úr holunni, og nokkurn veginn staðið í stað 2002, og jafnframt hefur meðalhitinn staðið í stað. Þetta bendir til þess að lækkunin í hita sé ekki öll vegna innstreymis kaldara vatns heldur líka vegna lækkandi þrýstings í kerfinu.

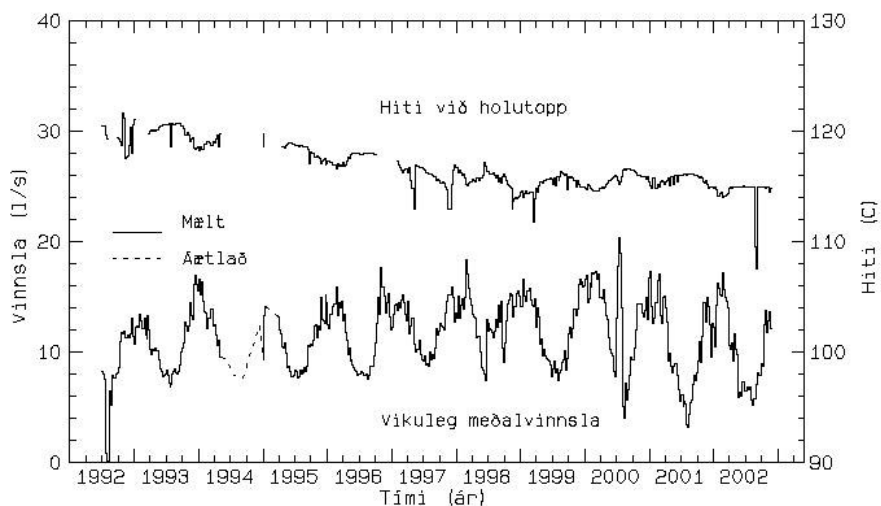
Mynd 3 sýnir reiknaða vikulega meðalvinnslu og mældan hita við holutopp í holu HJ-01 við Hjallakrök frá árinu 1992 og fram í nóvemberlok ársins 2002. Gögnin frá árunum 2000, 2001 og 2002 má skoða nánar á mynd 4. Á myndunum má einnig sjá melda vatnshæð í holunni, samkvæmt gögnum hitaveitunnar. Eins og fram kemur í vinnslu-efirlitsskýrslu síðasta árs, var vinnsla stöðvuð í holunni í júlí 2000 vegna niðursetningar dælu. Af því tilefni voru teknar upp nýjar aðferðir við að mæla vatnsborð og hita vatnsins við holutopp. Á myndum 3 og 4 sést að hitinn mælist nú 101-102°C, þ.e. 2 til 3°C lægri en áður en dælan var sett í holuna. Ekki er fundin skýring á þessari hitalækkun. Hitinn er, aftur á móti, mun stöðugri en áður. Meðalvinnsla ársins 2001 úr holu HJ-01 við Hjallakrök er um 13,9 l/s. Þetta er 11 % hækkun frá árinu 2000 en þá var ársmeðalvinnslan 12,5 l/s. Benda má á að vinnslan var stöðvuð um tíma í júlí 2000, eins og fyrr hefir komið fram. Ársmeðalvinnslan fyrir jan.-nóv. 2002 er 14,9 l/s. Það stefnir því í rúmlega 7% hækkun á meðalvinnslu í holu HJ-01 á árinu 2002.

Mynd 5 sýnir heildarvatnsvinnslu Hitaveitu Þorlákshafnar frá árinu 1992 og til nóvemberloka árið 2002 en hún er samanlögð vinnsla úr holunum tveimur sem hitaveitan nýtir. Einnig er á myndinni að finna mældan útihita í Hjallahverfi samkvæmd gagnasöfnunarbúnaði Orkustofnunar fram til ársins 2000. Eins og búast má við eru sveiflur í vinnslu í gagnstæðum fasa við hitasveiflur í veðurfari. Á árinu 2001 var meðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar um 24,4 l/s. Sé gert ráð fyrir að hiti vatnsins nýtist úr 100 °C niður í 30 °C er heildarorkuvinnslan á árinu 2001 um 60,3 GWh. Tafla 1 sýnir árlega meðalvinnslu og heildarorkuvinnslu Hitaveitu Þorlákshafnar frá árinu 1993. Meðalvinnslan hefur farið minnkandi frá 1999, þótt hún stefni í að aukast eitthvað aftur milli 2001 og 2002 (um 6%). Minnkunina má rekja til breytingarinnar á sölu-kerfinu, en aukninguna milli 2001 og 2002 til mikillar vinnslu fyrstu 3 mánuði 2002.

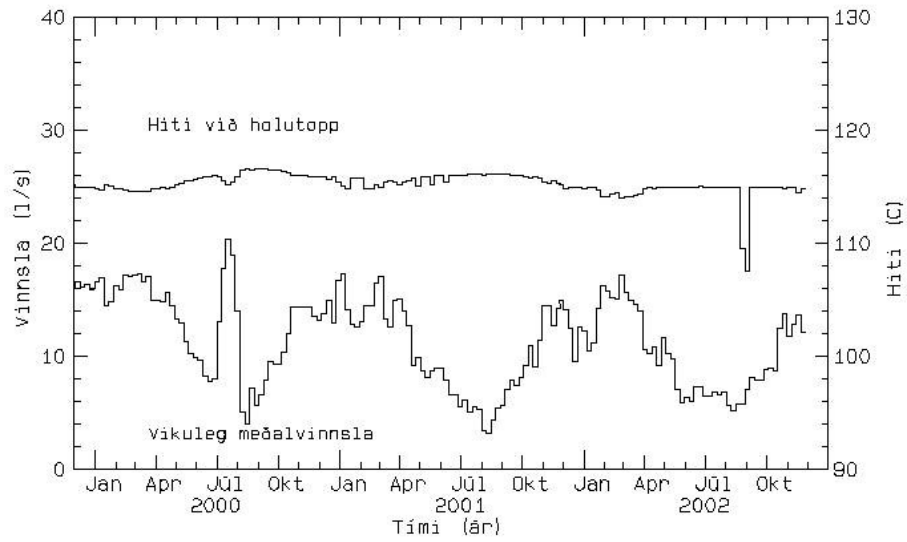
Tafla 1. Ársmeðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar frá 1993 fram til 2001.

Ár	Meðalvinnsla (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
2001	24,4	60,3
2002	25,8**	63,8**

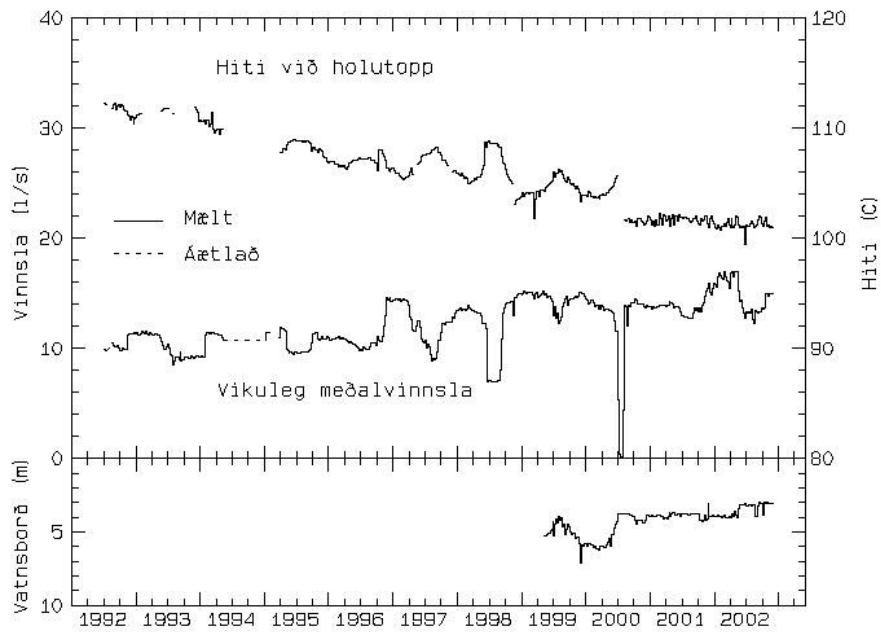
Miðað er við hiti vatnsins nýttist úr 100 °C í 30 °C. *Áætluð gildi; ** til nóvemberloka.



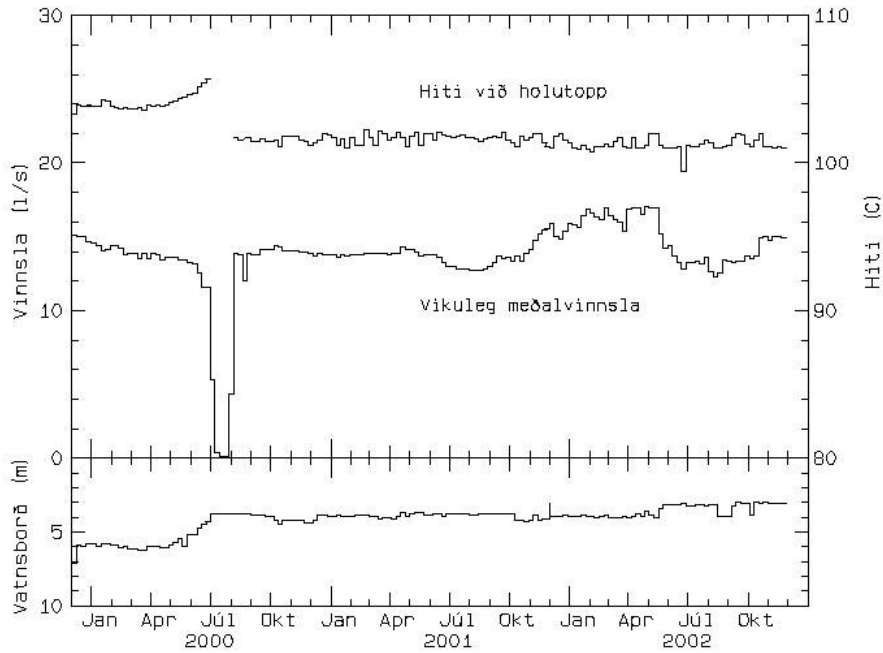
Mynd 1. Vikuleg meðalvinnsla úr holu BA-01 við Bakka og hiti við holutopp frá 1992 til desember 2002.



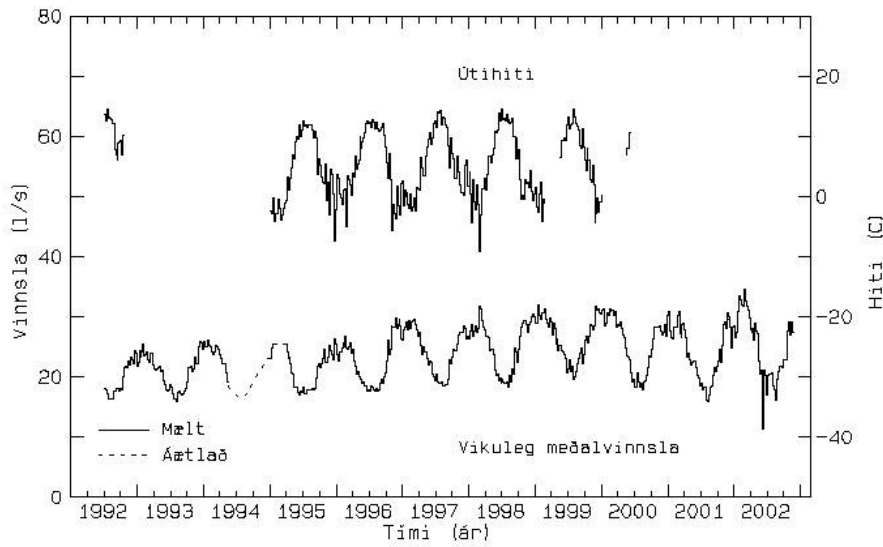
Mynd 2. Vikuleg meðalvinnsla úr holu BA-01 við Bakka og hiti við holutopp frá janúar 2000 til desember 2002.



Mynd 3. Vikuleg meðalvinnsla úr holu HJ-01 við Hjallakrók og hiti við holutopp frá 1992 til desember 2002 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 2002 auk dýpis á vatnsborð frá janúar 2000.



Mynd 5. Útihiti í Hjallahverfi og vikuleg meðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar frá 1992 til desember 2002.

3. EFNASAMSETNING VATNS

Vinnslueftirlitsferð starfsmanna Orkustofnunar var farin í lok janúar 2002 og voru þá tekin heilsýni úr holum BA-01 og HJ-01, til greininga á öllum aðalefnum og helstu sporefnum eins og venja er. Samhliða var tekið hlutsýni að Knarrarbergi 5 og mælt súrefni og brennisteinsvetni. Auk þess tóku starfsmenn hitaveitunnar þrjú hlutsýni úr hvorri holu, í maí, september og nóvember.

Reglulegt efnaeftirlit hefur þann tilgang að fylgjast með breytingum á styrk efna ef einhverjar verða við vinnslu heita vatnsins, en efni eins og kísill og magnesíum geta t.d. sagt til um innrennsli kalds vatns í jarðhitageyminn. Niðurstöður mælinganna er að finna í töflum 2, 3 og 4. Smávegis mældist af brennisteinsvetni í báðum holunum, en í hvorugri þeirra fannst súrefni þar sem brennisteinsvetnið sér um að eyða því. Ef skoðaðar eru greiningar úr holu BA-01, sem sýndar eru í töflu 2, má sjá að mikill stöðugleiki er í efnasamsetningu vatnsins frá ári til árs. Hitinn hefur lækkað um 3°C frá mælingunni í fyrra en ekki er að sjá neina breytingu í kísli né magnesíum, sem gæti skýrt þá kælingu. Tafla 5 sýnir efnagreiningar úr hlutsýnum úr báðum holunum. Í sýni sem var tekið í september 2002 úr holu BA-01 greinist styrkur kísils nokkuð lægri en vanalega eða um 117 ppm. Ekki eru neinar breytingar á öðrum efnum og var því sýnið var endurgreint til öryggis, og reyndist styrkurinn vera sá sami. Ekki er hægt að útskýra þessa breytingu eina sér en helst lítur út fyrir að sýnið sé gallað. Eitt sýni hefur verið greint eftir þetta og þar er styrkur kísils kominn í um 130 ppm eins og hann hefur verið undanfarin ár.

Styrkur kalsíums (Ca) hefur lækkað frá síðustu heilsýnatöku (mynd 9) og kolsýran (CO₂) hefur aukist lítillega, en hún er aðalefni gufufasans og sveiflur í styrk hennar eru oft verulegar. Styrkur klóríðs sýnir nokkuð vel sveiflur í vinnslu; því meir sem dælt er því hærri er styrkur klóríðs. Til þæginda eru styrkur klóríðs, sulfats og kísils teiknaður á móti tíma og sýndur á myndum 6 til 8.

Hlutfall súrefnis- og vetnissamsætna er sýnt á myndum 10 og 11 og þar má einnig sjá samsætugildi staðarúrkomu. Áður hefur verið bent á að holurnar taka vatn sitt úr jarðhitageymi, sem er blanda af staðarúrkomu og jarðhitavatni frá Hengilssvæðinu, sennilega Kolviðarhóli (Kristmannsdóttir og Sveinbjörnsdóttir 1992). Súrefnissamsætunarnar eru greinilega stöðugri en vetnissamsætunarnar, enda er breyting í vetnissamsætum 8 sinnum meiri en í súrefnissamsætum samkvæmt úrkomulínu Craig (1961). Undanfarin fjögur ár virðist sem að holurnar fylgist ekki að hvað varðar þessi samsætuhlutföll, þar sem Bakka-holan nálgast Hjalla-holuna í vetni, en breytingarnar eru ekki eins áberandi hvað varðar súrefnið eins og áður segir. Hugsanlega má skýra þetta með því að staðbundið grunnvatn leki í auknum mæli í Bakka-holuna, en það sést þó ekki í öðrum gögnum t.d. er enga breytingu að sjá í styrk kísils eða magnesíum.

Um styrk efna úr holu HJ-01 má lesa það sama og úr holu BA-01, að litlar breytingar hafa átt sér stað á undanförunum árum, ef undan er skilið kalsíum (Ca) sem hefur aukist um 25% frá 1997 til 2002 (tafla 3, mynd 9). Þessar mælingar geta bent til að útfellingahættu en þá er svokallað mettunarstig kalks reiknað fyrir heilsýni úr vinnsluholum veitunnar. Niðurstöðurnar eru sýndar á mynd 12 en ekki er um neina verulega breytingu frá því í fyrra, metnunin hefur aukist lítillega og er rétt yfir 0 en undir 0,4 og því ekki talin hætta á útfellingu. Athyglisvert er að engin önnur efni hafa breyst á þessu tímabili þannig að ekki er auðséð hvernig skýra megi þessa aukningu í styrk kalksins.

Á mynd 13 er einnig sýndur reiknaður efnahiti úr holum BA-01 og úr HJ-01 á mynd 14. Efnahitastig reiknuð m.a. út frá styrk kísils og pH (*kísilhita*) og hlutstyrk alkalimálma (*alkalihita*) sýna oft breytingar á hitastigi niðri í jarðhitakerfinu þótt ekki mælist beinar hitabreytingar við holutopp. 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. Í Bakkaholunni hefur efnahitinn í öllum útreikningum staðið í stað en lækkað í Hjallaholunni.

Síðasta myndin (nr. 15) sýnir hlutfall seltu (Cl) og súrefnissamsætna úr báðum holunum. Þar má sjá að annað hvort eru holurnar þannig staðsettar að þær taka vatn úr mismunandi jarðhitageymum eða að HJ-01 - en inn í hana kemur ferskara og þyngra vatn - er í útjarðri jarðhitasvæðisins. Talsverðar sveiflur má sjá í seltu í BA-01 holunni en þær stafa nær eingöngu af mismunandi vinnslu og árstíma.

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

Dagsetning Númer	14.1.1997 1997-0004	5.3.1998 1998-0073	16.2.1999 1999-0048	16.2.2000 2000-0025	1.2.2001 2001-0032	30.1.2002 2002-0025
Hiti (°C)	117,3	117,8	118	-	118	115
Uppleyst súrefni (O ₂)	0	0	0	0	0	0
Sýrustig (pH/°C)	8,9/21	8,8/22	8,8/22	8,92/24	8,86/23	8,86/23
Karbonsat (CO ₂)	9,53	6,4	5,13	2,88	4,73	5,78
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	0,65	0,64	0,61	0,62	0,65	0,58
Bór (B)	0,27	0,26	0,26	0,26	0,24	0,26
Leiðni (µS/cm)	2290	2320	2160	2320	2380	2270
Kísill (SiO ₂)	129,5	132	130	127	131	130
Natríum (Na)	397	396	397	393	393	390
Kalíum (K)	17,2	18,8	17,5	17,3	17,4	17,1
Magnesíum (Mg)	0,009	0,011	0,014	0,012	0,013	0,011
Kalsíum (Ca)	71,5	72	71,9	68,3	73,3	71,1
Flúoríð (F)	0,49	0,47	0,5	0,36	0,51	0,53
Klóríð (Cl)	634	628	647	650	649	653
Súlfat (SO ₄)	111	119	118	115	118	115
Ál (Al)	0,062	0,06	0,06	0,06	0,069	0,071
Mangan (Mn)	0,0012	0,0023	0,0009	0,0011	0,0012	0,0013
Járn (Fe)	0,0148	0,0073	0,0106	0,0135	0,0023	0,0043
Uppleyst efni	1476	1380	1390	1398	1272	1398
δD (‰ (SMOW))	-69,6	-70,4	-71,5	-73,2	-70,8	-67,6
δ ¹⁸ O (‰ (SMOW))	-9,14	-9,21	-9,15	-9,15	-9,2	-9,13

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

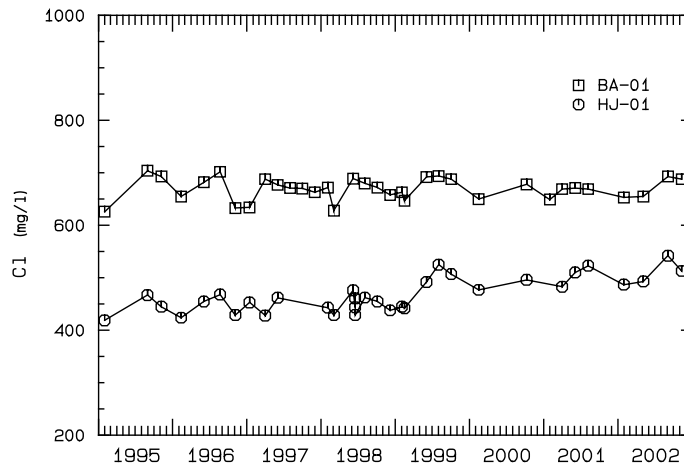
Dagsetning Númer	14.1.1997 1997-0003	5.3.1998 1998-0074	16.2.1999 1999-0045	16.2.2000 2000-0024	1.2.2001 2001-0033	30.1.2002 2002-0026
Hiti	98,6	99,6	99,5	99,8	99,2	101,5
Uppleyst súrefni (O ₂)	0	0	0	0	0	0
Sýrustig (pH/°C)	9,10/21	9,0/22	9,0/21,4	9,02/22	8,91/23	8,9/23
Karbónat (CO ₂)	10,3	8,1	6,9	4,33	6,92	8,45
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	0,2	0,2	0,19	0,18	0,19	0,19
Bór (B)	0,18	0,19	0,16	0,18	0,17	0,17
Leiðni (µS/cm)	1601	1640	1559	1744	1823	1740
Kísill (SiO ₂)	105	104,2	101,2	102	105	101
Natríum (Na)	279	282	281	298	304	303
Kalíum (K)	9,9	11	10,3	10,8	10,8	10,3
Magnesium (Mg)	0,009	0,01	0,016	0,014	0,016	0,016
Kalsíum (Ca)	39,8	40,5	43,4	47,6	51,3	50,7
Flúoríð (F)	0,5	0,47	0,5	0,4	0,5	0,48
Klóríð (Cl)	453	429	442	477	497	487
Súlfat (SO ₄)	75	83	83,7	85,3	89,2	85,6
Ál (Al)	-	0,079	0,08	0,059	0,071	0,057
Mangan (Mn)	0,0006	0,0007	0,0005	0,0012	0,0007	0,0015
Járn (Fe)	0,003	0,0017	0,0041	0,0037	0,006	0,015
Uppleyst efni	984	1100	940	998	1005	1060
δ D(‰ SMOW)	-62,1	-64,9	-63,8	-64	-64,6	-64,8
δ ¹⁸ O(‰ SMOW)	-8,04	-8,7	-8,74	-8,68	-8,78	-8,74

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

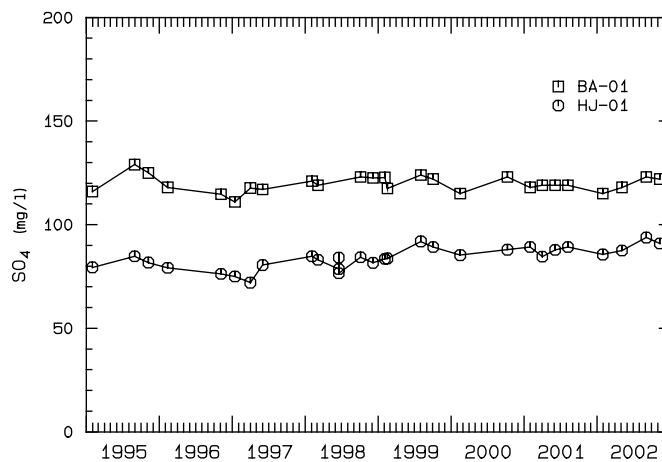
Dagsetning Númer	14.1.1997 1997-0005	5.3.1998 1998-0075	16.2.1999 1999-0047	16.2.2000 2000-0026	1.2.2001 2001-0031	30.1.2002 2002-0027
Uppleyst súrefni (O ₂)	0	0	0	0	0	0
Sýrustig (pH/°C)	9,0/21	8,9/22	8,9/21	9,05/24	8,94/23	8,9/23
Karbónat (CO ₂)	10,1	8	8,6	2,42	6,0	6,99
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	0,26	0,31	0,28	0,32	0,27	0,27
Leiðni (µS/cm)/25°C)	-	2110	1947	2150	2013	2030
Kísill (SiO ₂)	120,3	123,8	120,6	120	119	120
Klóríð (Cl)	541	571	567	599	583	591
Súlfat (SO ₄)	96	106	101	106	104	103

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

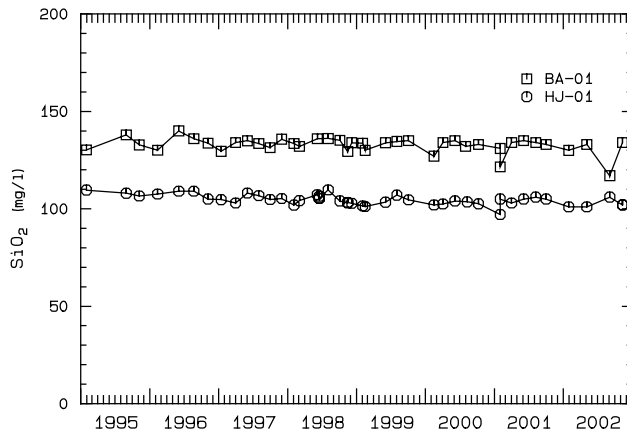
Dagsetning	Númer	Hiti °C	Rennsli l/s	Kísill SiO ₂	Klóríð Cl	Súlfat SO ₄
BA-01						
2002 05 06	2002-0181	99,9	18,5	133	655	118
2002 09 05	2002-0382	99,6	9,3	117	693	123
2002 11 11	2002-0384	98	13,2	134	688	122
HJ-01						
2002 05 06	2002-0182	100,5	16,5	101	493	87,5
2002 09 05	2002-0383	99,5	13,2	106	542	93,8
2002 11 11	2002-0385	99,4	15,5	102	513	90,9



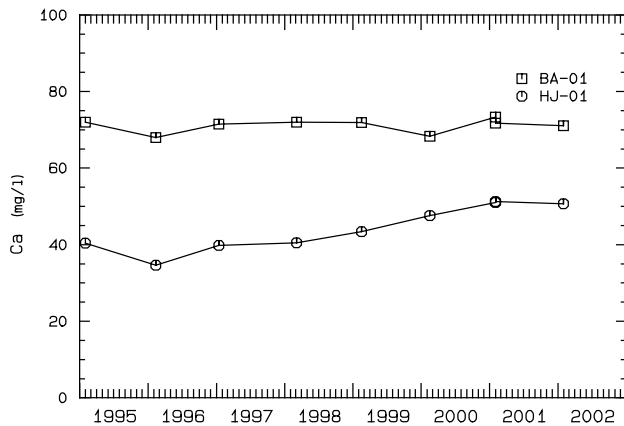
Mynd 6. Styrkur klóríðs í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2002.



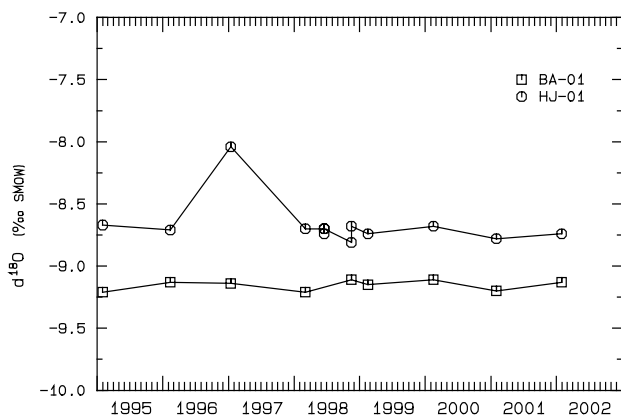
Mynd 7. Styrkur súlfats í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2002.



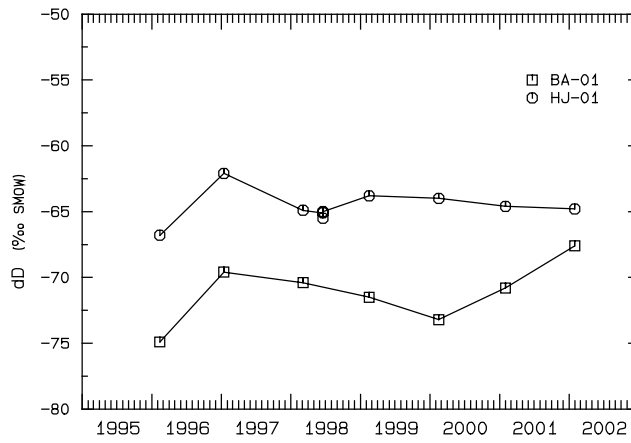
Mynd 8. Styrkur kísils í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2002.



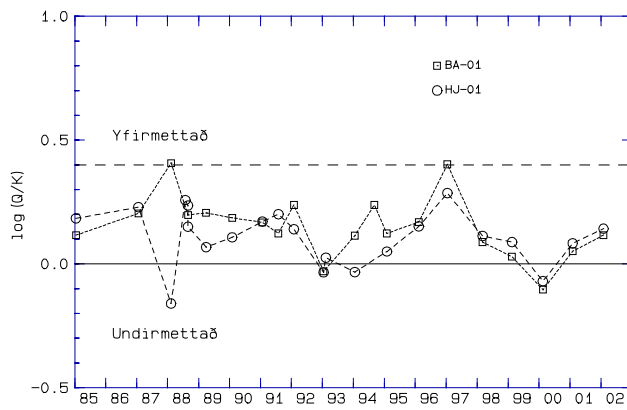
Mynd 9. Styrkur kalsíums í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995 – 2002.



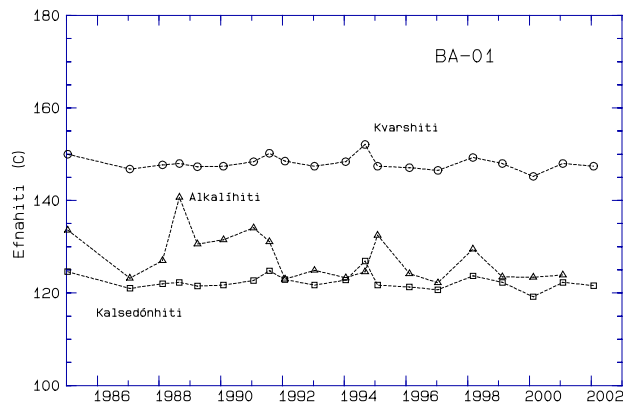
Mynd 10. Hlutfall súrefnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2002.



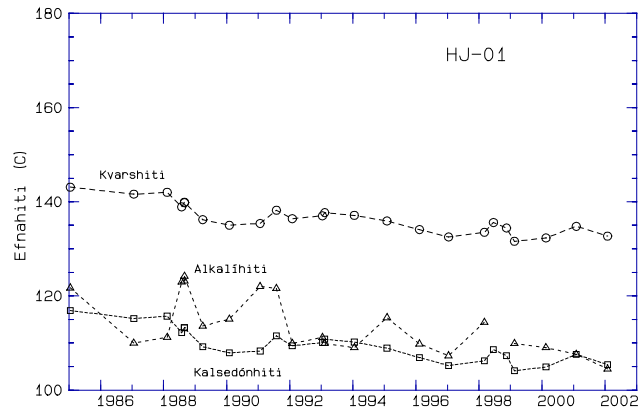
Mynd 11. Hlutfall vetnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2002.



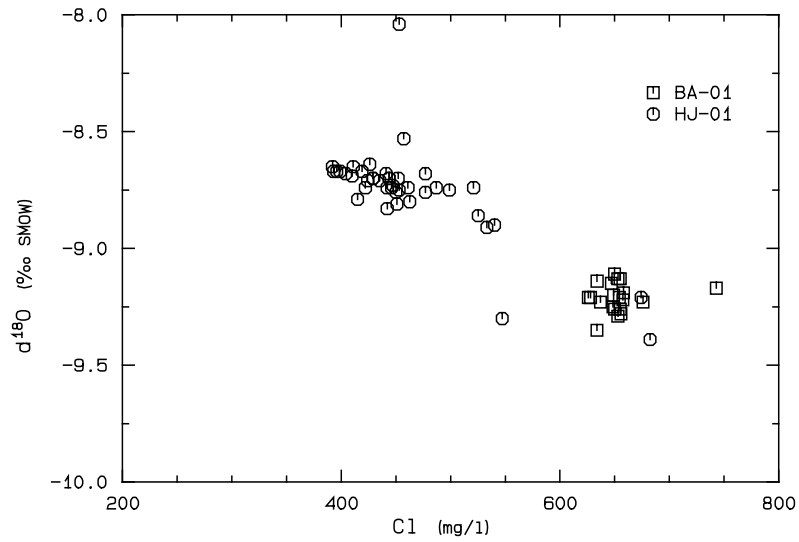
Mynd 12. Kalkmettun vatns úr holum BA-01 og HJ-01, 1985-2002.



Mynd 13. Efnahiti vatns úr holu BA-01, 1985-2002.



Mynd 14. Efnahiti vatns úr holu HJ-01, 1995-2002.



Mynd 15. Samband klóríðs og súrefnissamsætna í vatni úr holum BA-01 og HJ-01.

4. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

- Meðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar árið 2001 var 24,4 l/s, sem svarar til 60 GWh orkuvinnslu. Þar af gaf hola BA-01 10,5 l/s, en hola HJ-01 13,9 l/s. Meðalvinnsla ársins 2002 stefnir í u.þ.b. 26 l/s og 64 GWh (gögn til nóvemberloka).
- Vinnslan úr holu HJ-01 hefur aukist eftir að farið var að dæla úr holunni.
- Sölukerfisbreyting árið 2000 hefur dregið úr orkunotkun, en notkunin hefur þó aukist aftur frá 2001 til 2002, aðallega vegna mikillar notkunar í upphafi ársins 2002.
- Meðalhiti vatns við holutoppa holna BA-01 og HJ-01 hefur staðið nokkurn veginn í stað síðastliðin 2–4 ár eftir að hafa lækkað nokkuð árin þar á undan. Lækkunin stafaði væntanlega bæði af innstreymi kaldara vatns og lækkandi holutoppþrýstingi.
- Heildarstyrkur efna í vatni úr holum BA-01 og HJ-01 hefur ekki breyst að ráði milli ára, ef undan er skilið styrkur Ca í vatni úr HJ-01 holunni, sem hefur aukist um 20% frá 1996. Útreikningar á kalkmettun gefa þó til kynna að ekki sé hætta á útfellingu.

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.

Craig, H. 1961. Isotope variations in meteoric waters. *Science* 153: 10703 – 10703.

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

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir, Guðjón Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason, 1988. *Hitaveita Þorlákshafnar. Efnasamsetning jarðhitavats 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.
- Kristmannsdóttir H. og Sveinbjörnsdóttir Á.E. 1992. *Changes of stable isotopes and chemistry of fluids in the low-temperature geothermal field at Bakki-Thóróddstadir, Ölfus, SW-Iceland*. Water-Rock Interaction, Kharaka & Maest (eds), 1992 Balkema, Rotterdam, 951-954.
- Steinunn Hauksdóttir, Arnar Hjartarson og Hrefna Kristmannsdóttir, 2000. *Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1999 - 2000* Orkustofnun, Rannsóknasvið OS-2000/074 18.
- Vigdís Harðardóttir, Arnar Hjartarson, Hrefna Kristmannsdóttir, 2001 *Hitaveita Þorlákshafnar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 2000-2001* Orkustofnun, Rannsóknasvið OS-2001/085 18.