



ORKUSTOFNUN

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

Hitaveita Þorlákshafnar

**Eftirlit með
jarðhitavinnslu
1999-2000**

**Steinunn Hauksdóttir
Arnar Hjartarson
Hrefna Kristmannsdóttir**

Unnið fyrir Hitaveitu Þorlákshafnar

2000

OS-2000/074

ORKUSTOFNUN
Rannsóknasvið

Verknúmer: 8-610-875

Steinunn Hauksdóttir
Arnar Hjartarson
Hrefna Kristmannsdóttir

Hitaveita Þorlákshafnar

Eftirlit með jarðhitavinnslu
1999-2000

Unnið fyrir: Hitaveitu Þorlákshafnar

OS-2000/074

Desember 2000

Skýrsla nr: OS-2000/074	Dags: Desember 2000	Dreifing: ☒ Opin ☐ Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Hitaveita Þorlákshafnar Eftirlit með jarðhitavinnslu 1999-2000		Upplag: 25
		Fjöldi síðna: 18
Höfundar: Steinunn Hauksdóttir Arnar Hjartarson Hrefna Kristmannsdóttir		Verkefnisstjóri: Hrefna Kristmannsdóttir
Gerð skýrslu / Verkstig: Reglubundið vinnslueftirlit		Verknúmer: 8-610875
Unnið fyrir: Hitaveitu Þorlákshafnar		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Fjallað er um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Þorlákshafnar á jarðhitasvæðinu við Bakka/Hjallakrók frá miðju ári 1999 fram í júlí 2000 er dæling hófst úr holu HJ-01, en vinnsluholurnar eru tvær, BA-01 og HJ-01. Starfsmenn Orkustofnunar sjá um töku heilsýna og efnagreiningar og annast úrvinnslu gagnanna, en Hitaveitan safnar gögnum um vatnstöku og vatnshita og tekur sýni til greininga á völdum efnum. Helstu niðurtöður eftirlitsins nú eru þær að vikuleg meðalvinnsla ársins 1999 var 12,1 l/s úr holu BA-01 og um 14,5 l/s úr HJ-01. Ársmeðalvinnsla veitunnar árið 1999 var um 26,6 l/s sem er aukning um 6% frá fyrra ári. Heildarorkuvinnslan á árinu nam 65,7 GWh miðað við nýtingu úr 100°C í 30°C. Lítilar breytingar á efnainnihaldi vatnsins hefur orðið vart á tímabilinu. Eins og áður má þó merkja hægfara áhrif innstreymis kaldara, ferskara vatns af staðbundnum uppruna.		
Lykilorð: Hitaveita, eftirlit, vinnsla, hiti, efnasamsetning, Þorlákshöfn	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra:	
	Yfirfarið af: HK	

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. VATNSVINNSLA OG HITI.....	3
3. EFNASAMSETNING VATNS	9
4. HELSTU NIÐURSTÖÐUR.....	17
5. HEIMILDIR.....	17

MYNDIR

Mynd 1. Vikuleg meðalvinnsla úr holu BA-01 við Bakka og hiti við holutopp frá 1992 til júlí 2000.	5
Mynd 2. Vikuleg meðalvinnsla og hiti við holutopp í holu BA-01 við Bakka frá desember 1998 til júlí 200.	5
Mynd 3. Vikuleg meðalvinnsla úr holu HJ-01 við Hjallakrók og hiti við holutopp frá 1992 til júní 2000.	6
Mynd 4. Vikuleg meðalvinnsla og hiti við holutopp, auk dýpis á suðuborð, í holu HJ-01 við Hjallakrók frá desember 1998 til júní 2000.	7
Mynd 5. Útihiti í Hjallahverfi og vinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar frá 1992 til júlí 2000 (vikuleg meðaltöl)	8
Mynd 6. Styrkur klóríðs í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000.	12
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, 1985-2000.	14
Mynd 10. Hlutfall vetnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1986-2000.	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, 1985-2000.	16
Mynd 14. Samband klóríðs og súrefnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01.....	16

TÖFLUR

Tafla 1. Ársmeðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar undanfarin sjö ár.	8
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).....	11
Tafla 5. Efnasamsetning hlutsýna úr holum BA-01 og HJ-01 (mg/l).	12

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 júlímánuði sl. Hér á eftir verður fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Þorlákshafnar á jarðhitasvæðinu við Bakka/Hjallakrók í Ölfusi frá miðju ári 1999 fram að þeim tíma sem dæling hófst úr HJ-01. Skýrslan er unnin samkvæmt samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar um vinnslueftirlit eins og gert hefur verið undanfarin ár (sjá heimildir/ritaskrá). Skýrt er frá niðurstöðum efnaeftirlits með vinnsluholum en starfsmenn Orkustofnunar taka árlega sýni úr báðum holum til heildar-efnagreininga og starfsmenn veitunnar taka sýni annan hvern mánuð til greininga á völdum efnunum.

2. VATNSVINNSLA OG HITI

Sjálfvirkur gagnasöfnunarbúnaður Orkustofnunar skráir rennsli úr holunum, hita vinnslu-vatnsins og þrýsting við holutopp, auk útihita við Hjallakrók á sex tíma fresti. Gögnin eru svo sótt sjálfvirkir símleiðis og komið fyrir í gagnagrunni Orkustofnunar til varðveislu. Gögnin hafa verið til grundvallar útreikninga á heildarorkuvinnslu Hitaveitu Þorlákshafnar. Á árinu 1999 var settur þrýstimælíbúnaður niður á um 40 m dýpi í holu HJ-01 til að fylgjast með breytingum á þrýstístandi í holunni þar sem hita og þrýstimælingar á holutoppi gefa ekki upplýsingar um það. Í þessari skýrslu eru sýndar fyrstu niðurstöður þessara mælinga.

Gagnasöfnunarbúnaður Orkustofnunar virkaði ekki sem skyldi á árunum 1999 og 2000. Gögn voru ekki skráð á tímabilunum frá miðjum febrúar og fram í maí 1999 og frá byrjun janúar og fram í miðjan maí 2000. Í staðinn voru fengin gögn sem skráð eru af tölvustýrða stjórn- og eftirlitsbúnaðinum sem hitaveitan hefur uppsettann hjá sér. Sá búnaður skráir fjölmörg mæligildi, svo sem rennsli, hita, snúningshraða dælna o.fl. Búnaðurinn les mæligildin á nokkurra sekúndna fresti og reiknar út klukkutíma meðaltöl. Vinnslugögnin sem liggja til grundvallar þessarar vinnslueftirlitsskýrslu eru að langmestu leyti fengin úr búnaði hitaveitunnar. Til að einfalda notkun gagnanna síðar meir, grísa þau og gera þau læsilegri var vikuleg meðalvinnsla og hiti reiknað fyrir báðar holurnar frá miðju ári 1992 og fram til júní 2000. Í stað þess að teikna gögnin með klukkustundar millibili eru þau teiknuð sem meðaltal yfir 7 daga og standa því 168 klukkutímameðaltöl bak við eitt vikulegt meðaltalsgildi.

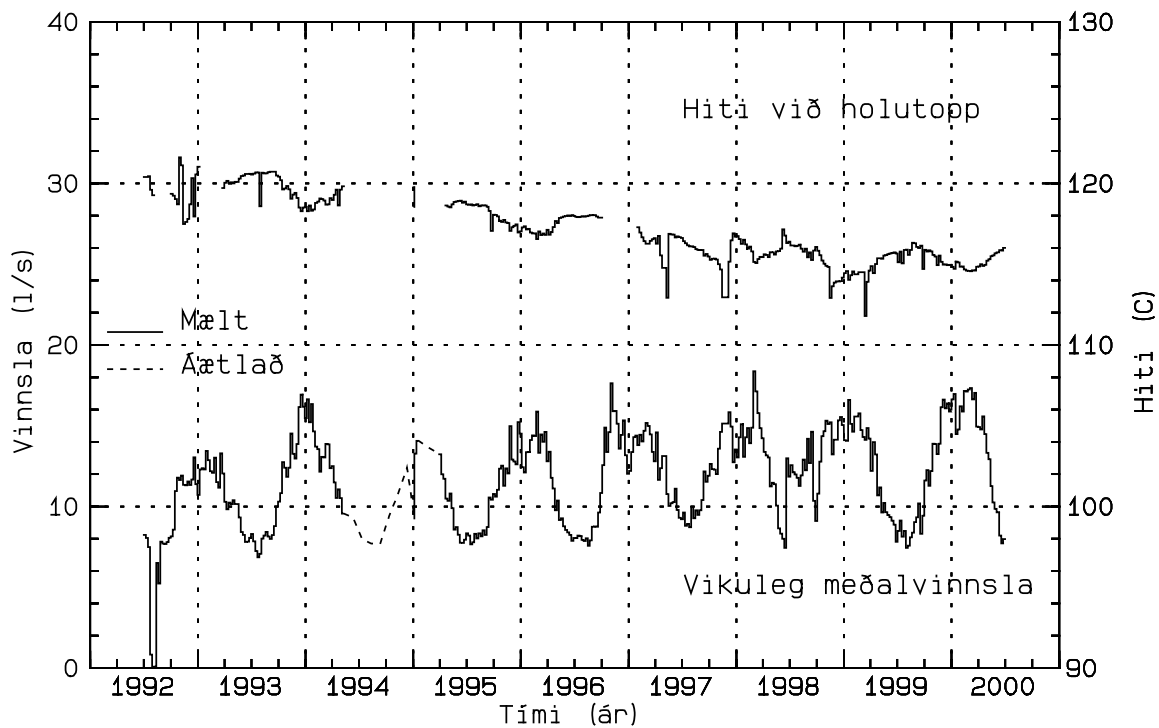
Vikulega meðalvinnsla og hita við holutopp í holu BA-01 við Bakka, frá 1992 og fram á mitt ár 2000, má sjá á mynd 1. Mynd 2 sýnir nánar vinnsluna og hitann í BA-01 yfir árið 1999 og fram til júlí 2000. Meðalvinnslan úr holu BA-01 yfir árið 1999 er áætluð um 12,1 l/s. Hitinn við holutopp var að jafnaði kringum 115°C. Á mynd 2 kemur fram að vinnslan hefur farið hægt vaxandi frá 1992 en hitinn við holutopp hefur lækkað um 5°C frá 1992 enda hefur verið innrennsli kaldara vatns í jarðhitakerfið á þessum tíma (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1998).

Breytingar í mældum hita við holutopp eru bein afleiðing af breyttum þrýstingi við holutopp. Ástæða þess er sú að gufunarþrýstingur og hiti eru háð hvort öðru. Gufunarþrýstingur er meiri við hærri hita. Eftir því sem vinnslan frá holunni minnkar, verður jákvæð þrýstibreyting í jarðhitakerfinu sem skilar sér í hærri gufunarþrýstingi við holutopp og þar með hækkar mældur hiti við holutopp. Á sama hátt ætti aukin vinnsla að skila sér í lægri hita við holutopp. Lækkandi hiti undanfarin ár bendir því til lægri þrýstings í jarðhitakerfinu.

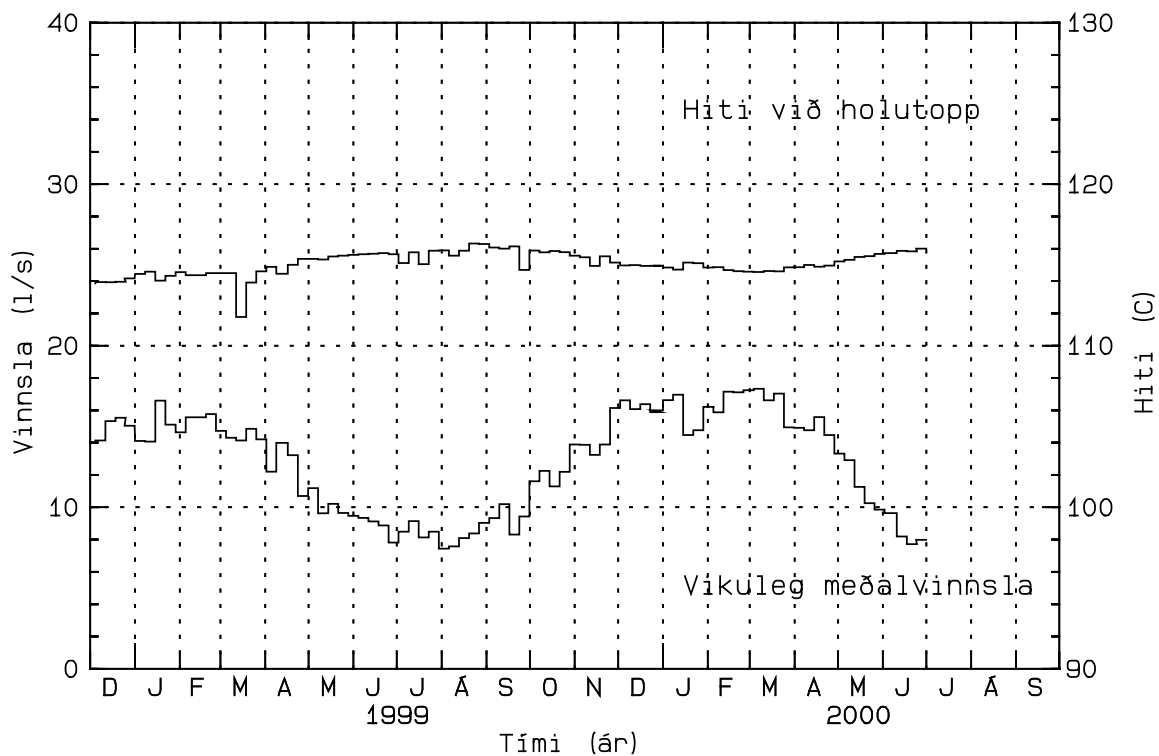
Mynd 3 sýnir vikulega meðalvinnslu og hita við holutopp í holu HJ-01 við Hjallakrók frá 1992 og fram á mitt ár 2000. Þessi gögn má einnig sjá nánar yfir árið 1999 og fram til júlí 2000 á mynd 4. Á myndunum má einnig sjá melda vatnshæð í holunni, samkvæmt gögnum hitaveitunnar, frá maí 1999 og fram til júlí 2000. Vatnshæðin er reiknuð út frá mældum þrýstingi í loftbóluröri sem nær niður á 40 m dýpi. Sá þrýstingur er háður þunga vatns- og gufusúlunnar sem fyrir ofan er og þeim þrýstingi sem ríkir við holutopp ofan við suðuborðið neðar í holunni. Á myndum 3 og 4 sést hve ferlarnir fyrir vatnshæð og hita við holutopp eru áþekkir og hvernig þrýstingur endurspeglast í hita við holutopp. Aukin vinnsla leiðir til lægri hita líkt og í holunni við Bakka. Á myndunum sést að hitinn hefur farið lækkandi um allt að 8 °C frá 1992 og eru þetta samanlögð áhrif af minnkandi þrýstingi í kerfinu og innstreymi kaldara vatns inn í holuna við botn sem áður hefur verið sýnt fram á (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1990, 1998). Meðalvinnslan úr holu HJ-01 við Hjallakrók yfir árið 1999 er áætluð um 14,5 l/s.

Mynd 5 sýnir heildarheitavatnsvinnslu Hitaveitu Þorlákshafnar og útihita í Hjallahverfi frá 1992 og fram á mitt ár 2000. Heildarvinnslan er samanlögð vinnsla úr BA-01 og HJ-01. Sveiflur í vinnslunni eru í gangstæðum fasa við sveiflur í veðurfari eins og búast má við. Meðal heitavatnsvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar árið 1999 var um 26,6 l/s en var um 25,1 l/s árið 1998 og er aukningin um 6% milli ára. Vinnslan hefur því farið vaxandi undanfarin ár. Sé gert ráð fyrir nýtingu heitavatnsins úr 100°C í 30°C er heildarorkuvinnsla hitaveitunnar á árinu 1999 um 65,7 GWh. Tafla 1 gefur yfirlit um heildar vatns- og orkuvinnslu Hitaveitu Þorlákshafnar undanfarin sjö ár.

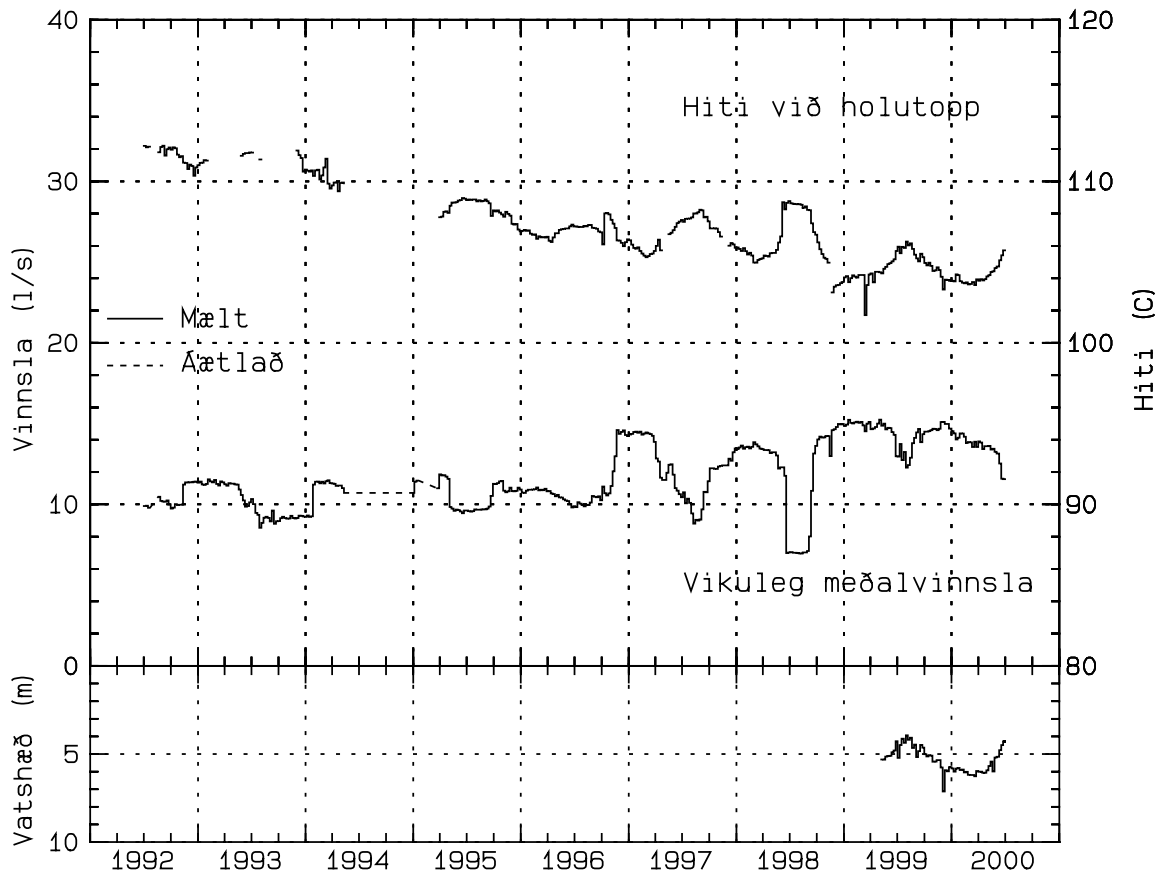
Sölufyrirkomulagi Hitaveitu Þorlákshafnar hefur verið breytt þannig að mælar hafa verið settir í stað hemla í húsum viðskiptavina hitaveitunnar. Þessi breyting er til góðs fyrir jarðhitakerfið enda hefur reynsla annarra hitaveitna á landinu sýnt að notkun á heitu vatni hefur dregist saman um 20 til 40 % með breytingu á sölufyrirkomulagi. Þessi breyting ætti að hlífa jarðhitakerfinu í Hjallahverfi og orkubúskapur Hitaveitu Þorlákshafnar að batna til muna.



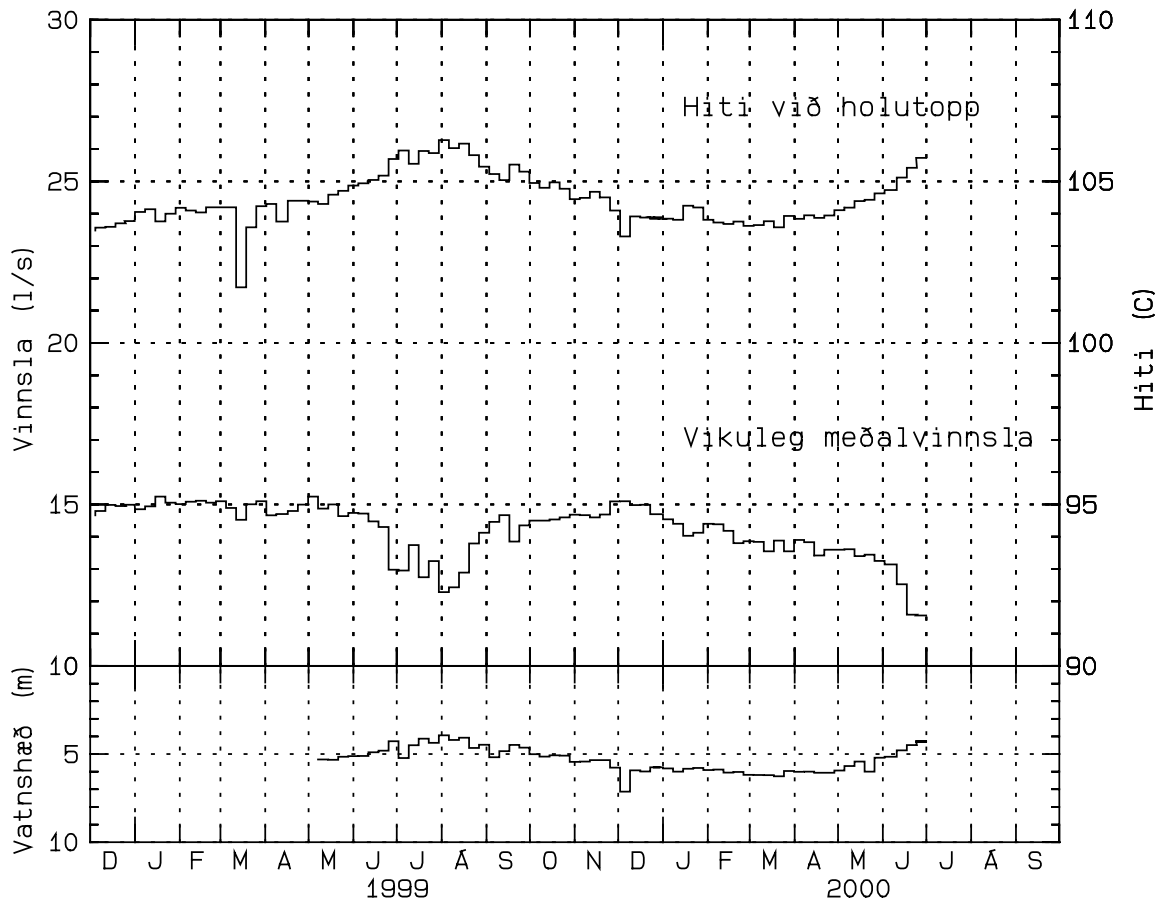
Mynd 1. Vikuleg meðalvinnsla úr holu BA-01 við Bakka og hiti við holutopp frá 1992 til júlí 2000.



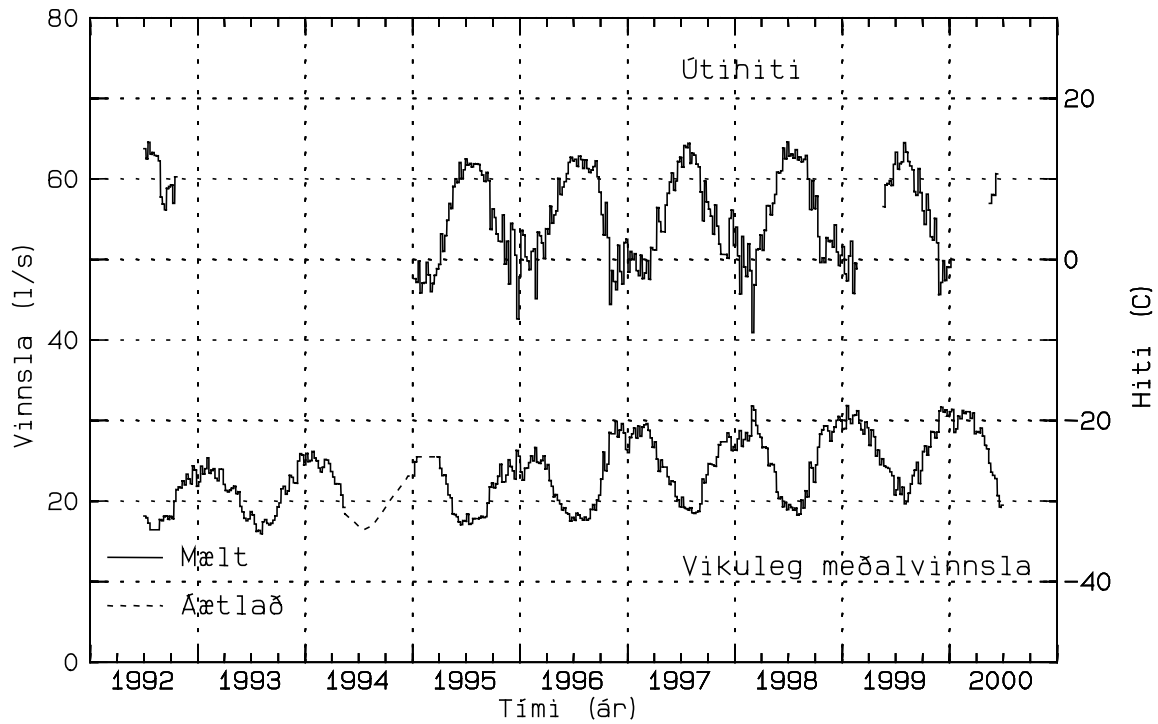
Mynd 2. Vikuleg meðalvinnsla og hiti við holutopp í holu BA-01 við Bakka frá desember 1998 til júlí 2000.



Mynd 3. Vikuleg meðalvinnsla úr holu HJ-01 við Hjallakrók og hiti við holutopp frá 1992 til júní 2000.



Mynd 4. Vikuleg meðalvinnsla og hiti við holutopp, auk dýpis á suðuborð, í holu HJ-01 við Hjallakrók frá desember 1998 til júní 2000.



Mynd 5. Útihiti í Hjallahverfi og vinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar frá 1992 til júlí 2000 (vikuleg meðaltöl).

Tafla 1. Ársmeðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar undanfarin sjö ár.

Ár	Meðalvinnsla (l/s)	Heildarorkuvinnsla (GWh)
1993	20,9	51,7
1994	21,1	52,2
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
Miðað við notkun vatnsins úr 100 °C í 30 °C		
* Áætlað		

3. EFNASAMSETNING VATNS

Starfsmenn Orkustofnunar tóku venjubundin vinnslueftirlitssýni til efnagreininga 16. febrúar 2000, og voru þá tekin sýni úr vinnsluholunum tveimur, BA-01 og HJ-01, sem báðar voru sjálfrennandi, og úr dreifikerfinu í Þorlákshöfn. Á árinu 1999 fram á mitt ár 2000 bárust Orkustofnun sjö hlutsýni úr hvorri holu en síðasta sýnið var tekið í ágúst, mánuði eftir að dæling hófst úr HJ-01. Starfsmaður hitaveitunnar tók sýnin og þau eru ómeðhöndluð og ætluð til greininga á klóríð og kísli til frekara eftirlits.

Niðurstöður efnagreininga á heilsýnum eru í töflum 2 og 3 ásamt heilsýnum undanfarinna ára til samanburðar. Niðurstöður efnagreininga á hlutsýnum úr dreifkerfi veitunnar (Knarrarberg 5) eru skráðar í töflu 4 og niðurstöður efnagreininga á hlutsýnum, í töflu 5.

Á mynd 6 er sýndur styrkur klóríðs í öllum mældum heilsýnum og hlutsýnum úr holum BA-01 og HJ-01 sem tekin eru á holutoppi. Þar má sjá greinilegar skammtímabreytingar eins og árstíðarsveiflur tengdar vinnslunni. Selta virðist hafa aukist milli áranna 1998 og 1999 (mynd 6 og 7) en styrkur kísils breytist ekki marktækt (mynd 8).

Hlutfall súrefnissamsæta er mælt í árlegum heilsýnum. Við upphaf vinnslu reyndist hlutfallið í vatni úr holu HJ-01 vera nánast það sama og hlutfall samsætanna í vatni úr holu BA-01 áður en vinnsla hófst úr holu HJ-01. Fljótlega eftir það hækkaði hlutfallið samhliða þynningu og lækkuð efnahita. Síðan hefur það haldist nær óbreytt ef frá er talið frávik til hækkunar árið 1997. Þegar litið er á allt tímabilið 1984 til 2000 hefur hlutfallið þó hækkað lítillega í báðum holunum. Talið hefur verið að innstreymi og blöndun við kalt grunnvatn sé ásæða þess að vatnið í jarðhitakerfinu er orðið þyngra (hlutfallið herra) en það var við upphaf vinnslu. Niðurstöður mælinga á hlutfalli vetnissamsæta (mynd 10) sýna að eftir snögglega hækkun þess í báðum vinnsluholunum 1997 hefur það lækkað aftur í holu BA-01 en samsvarandi lækkuð hefur ekki orðið í holu HJ-01.

Mettunarstig kalks (kalsíts) var reiknað fyrir heilsýni úr vinnsluholum veitunnar. Mynd 11 sýnir niðurstöður útreikninganna og þar sést að vatnið er yfirleitt yfirmettað með tilliti til kalks. Reynslan sýnir að kalkútfellingar verða sjaldan til vandræða fyrr en yfirmettunin er orðin allnokkur, og er þá oft miðað við að log (Q/K) verði herra en 0,4-0,5. Þau mörk eru sýnd með stríkalínu á mynd 11. Sýnin sem voru tekin í febrúar 2000 reiknast undirmettuð og er ástæða þess sérstaklega lágur styrkur karbónats, hugsanlega vegna mæliskekkju.

Efnahiti úr holum BA-01 og HJ-01 hefur verið reiknaður og er hann sýndur á myndum 12 og 13. Þar eru niðurstöður þriggja efnahitamæla, kvars- og kalsedónhiti sem byggjast á styrk kísils í vatninu og sýrustigi þess, en alkalíhiti byggist á hlutfalli natríums og kalíums í vatninu. Ekki er hægt að greina marktæka breytingu í efnahita vatns úr holu BA-01 á vinnslutímanum. Aftur á móti sýna kísilhitamælarnir að efnahiti vatns úr holu HJ-01 (mynd 13) hefur lækkað á tímabilinu um 10-15°C. Breytingar á alkalíhita eru óreglulegri en þar verður einnig vart lækkunar frá upphafi vinnslu.

Mynd 14 sýnir samband seltu og hlutfalls súrefnissamsæta í báðum vinnsluholunum þar sem lægri klóríðstyrkur helst í hendur við þyngra súrefnissamsætuhlutfall. Á myndinni sést glögglega hvernig kaldara og ferskara vatn sem blandast í jarðhitakerfið virðist eiga greiðari leið í holu HJ-01.

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

Dagsetning Númer	1995.01.31 1995-0006	1996.02.12 1996-0037	1997.01.14 1997-0004	1998.03.05 1998-0073	1999.02.16 1999-0048	2000.02.16 2000-0025
Hiti (°C)	119,7	118,2	117,3	117,8	118	-
Uppleyst súrefni (O ₂)	0	0	0	0	0	0
Sýrustig (pH/°C)	8,9/23	8,9/22	8,9/21	8,8/22	8,8/22	8,92/24
Karbónat (CO ₂)	5,31	6,00	9,53	6,4	5,13	2,88
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	0,49	0,66	0,65	0,64	0,61	0,62
Leiðni (µS/cm)	-	2260	2290	2320	2160	2320
Bór (B)	-	0,27	0,27	0,26	0,26	0,26
Kísill (SiO ₂)	130,2	130,1	129,5	132,0	130,0	127,0
Natríum (Na)	390,1	387	397	396	397	393
Kalíum (K)	19,2	17,2	17,2	18,8	17,5	17,3
Magnesíum (Mg)	0,004	0,012	0,009	0,011	0,014	0,012
Kalsíum (Ca)	72,0	68,0	71,5	72	71,9	68,3
Flúoríð (F)	0,52	0,50	0,49	0,47	0,50	0,36
Klóríð (Cl)	626	655	634	628	647	650
Súlfat (SO ₄)	116	118	111	119	118	115
Ál (Al)	-	0,065	0,062	0,060	0,060	ógr
Mangan (Mn)	-	0,001	0,0012	0,0023	0,0009	ógr
Járn (Fe)	-	0,007	0,0148	0,0073	0,0106	ógr
Uppleyst efni	1310	1415	1476	1380	1390	1398
δD (‰ SMOW)	-	-74,9	-69,6	-70,4	-71,5	-73,2
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-9,21	-9,13	-9,14	-9,21	9,15	-9,15

ógr=ógreint

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

Dagsetning Númer	1995.01.31 1995-0007	1996.02.12 1996-0038	1997.01.14 1997-0003	1998.03.05 1998-0074	1999.02.16 1999-0045	2000.02.16 2000-0024
Hiti	98,0	99,0	98,6	99,6	99,5	99,8
Uppleyst súrefni (O ₂)	0	0	0	0	0	0
Sýrustig (pH/°C)	9,01/23	9,08/22	9,10/21	9,0/22	9,0/21,4	9,02/22
Karbónat (CO ₂)	6,8	8,5	10,3	8,1	6,9	4,33
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	0,16	0,21	0,20	0,20	0,19	0,18
Leiðni (*mS/cm)	-	1512	1601	1640	1559	1744
Bór (B)	-	0,19	0,18	0,19	0,16	0,18
Kísill (SiO ₂)	110	108	105	104,2	105,3	101,2
Natríum (Na)	279	268	279	282	294	281
Kalíum (K)	11,0	9,8	9,9	11,0	10,3	10,8
Magnesium (Mg)	0,008	0,009	0,009	0,0010	0,016	0,014
Kalsíum (Ca)	40,4	34,6	39,8	40,5	43,4	47,6
Flúoríð (F)	0,53	0,54	0,50	0,47	0,50	0,40
Klóríð (Cl)	419	424	453	429	442	477
Súlfat (SO ₄)	79,0	79,0	75,0	83,0	83,7	85,3
Ál (Al)	-	0,085	-	0,079	0,080	ógr
Mangan (Mn)	-	0,0005	0,0006	0,0007	0,0005	ógr
Járn (Fe)	-	0,002	0,003	0,0017	0,0041	ógr
Uppleyst efni	950	952	984	1100	940	998
δD (‰ SMOW)	-	-66,8	-62,1	-64,9	-63,8	64,0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-8,67	-8,71	-8,04	-8,7	-8,74	-8,68

ógr=ógreint

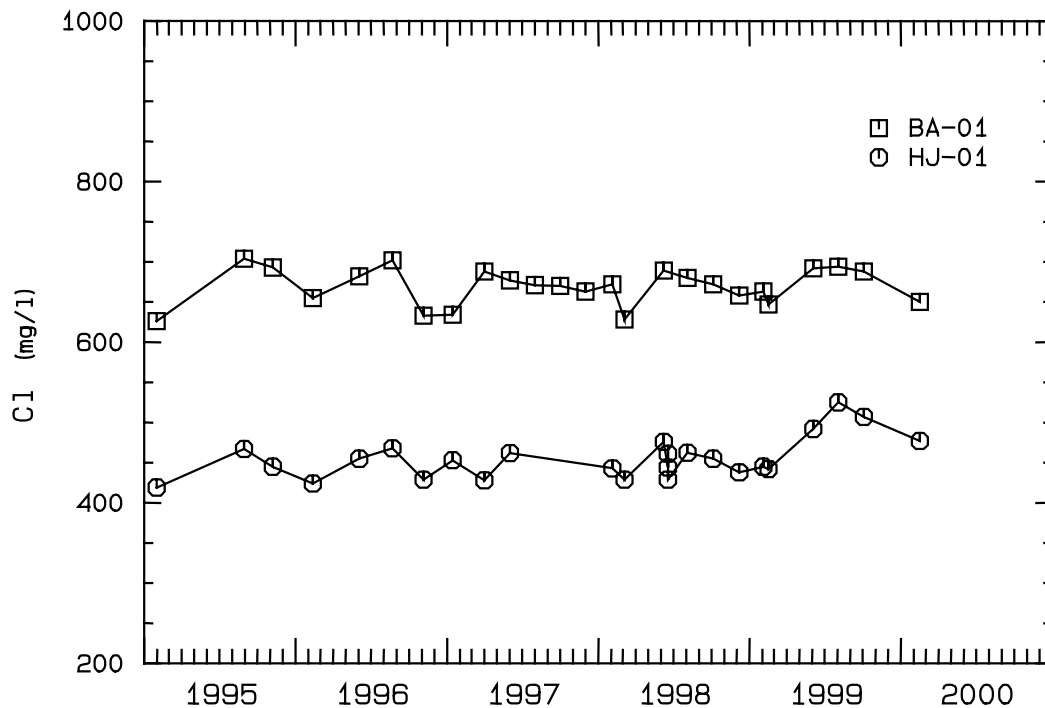
Tafla 4. Efnasamsetning vatns að Knarrarbergi 5 (mg/l).

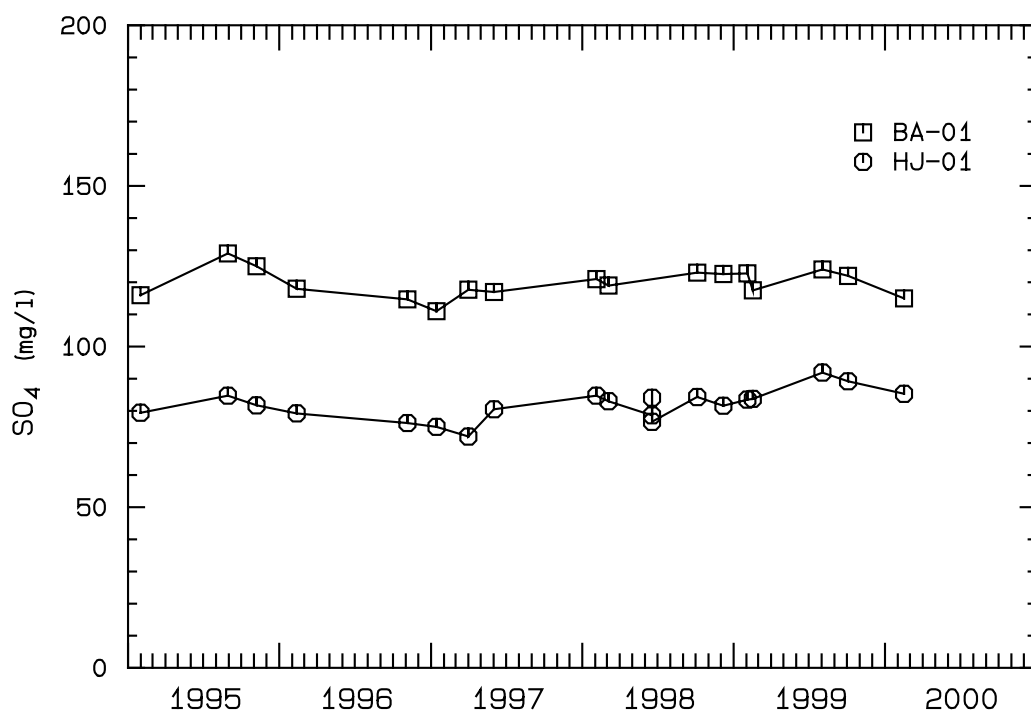
Dagsetning Númer	2000.02.16 2000-0026	1999.02.16 1999-0047	1998.03.05 1998-0075	1997.01.14 1997-0005	1996.02.12 1996-0039
Uppleyst súrefni (O ₂)	0	0	0	0	0
Sýrustig (pH/°C)	9,05/24	9,0/21	8,9/22	8,9/22	9,0/21
Karbónat (CO ₂ (t))	2,42	8,6	8,0	10,1	6,5
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	0,32	0,28	0,31	0,26	0,28
Leiðni ((μS/cm)/25°C)	2150	1947	2110	-	-
Kísill (SiO ₂)	120	120,6	123,8	120,3	124,6
Klóríð (Cl)	599	567	571	541	585
Súlfat (SO ₄)	106	101	106	96	107

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

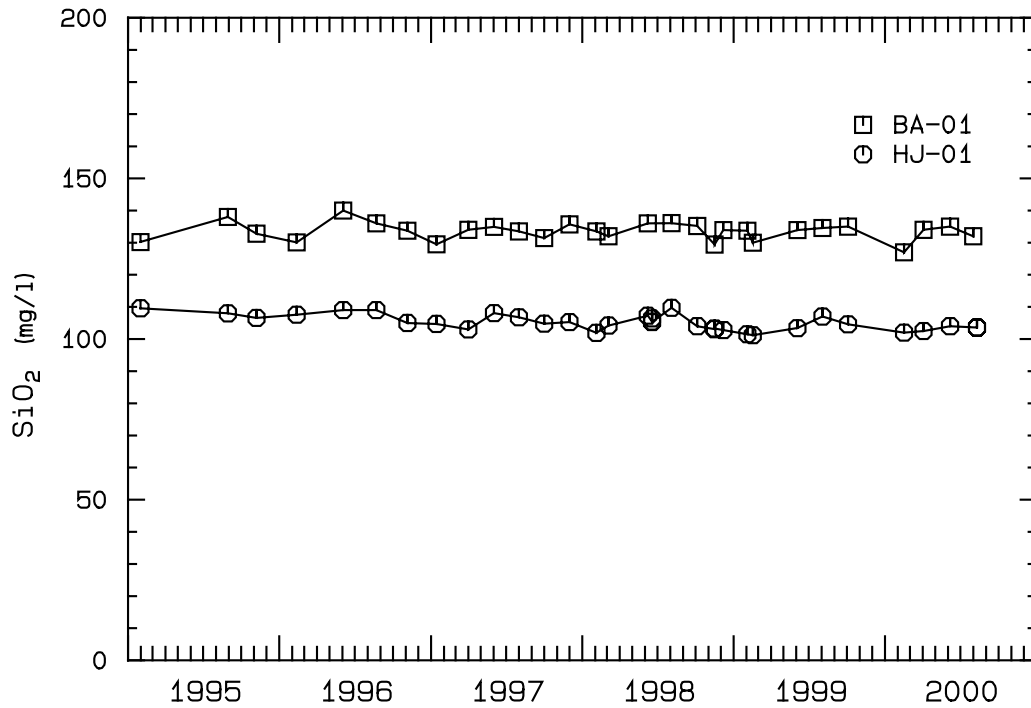
Dagsetning	Númer	Hiti (°C)	Rennsli (l/s)	Kísill (SiO ₂)	Klóríð (Cl)	Súlfat (SO ₄)
BA-01						
1999.02.03	1999-0049	99,0	-	134	663	123
1999.06.04	1999-0188	100,6	8,5	134	692	-
1999.08.03	1999-0292	100,5	7,1	135	694	124
1999.10.04	1999-0536	100,1	11,4	135	688	122
2000.04.03	2000-0276	100,3	15,9	134	ógr	-
2000.06.06	2000-0278	99,5	10,9	135	ógr	-
2000.08.01	2000-0296	99,2	17,3	132	ógr	-
HJ-01						
1999.02.03	1999-0050	99,4	15,1	102	445	83,5
1999.06.04	1999-0189	100,9	14	103	492	-
1999.08.03	1999-0293	100,4	11,9	107	525	91,9
1999.10.04	1999-0537	100,4	14,4	105	507	89,2
2000.04.03	2000-0277	99,8	13,8	103	ógr	-
2000.06.06	2000-0279	99,6	13,4	104	ógr	-
2000.08.10	2000-0297	100,3	14	104	ógr	-

ógr=ógreint

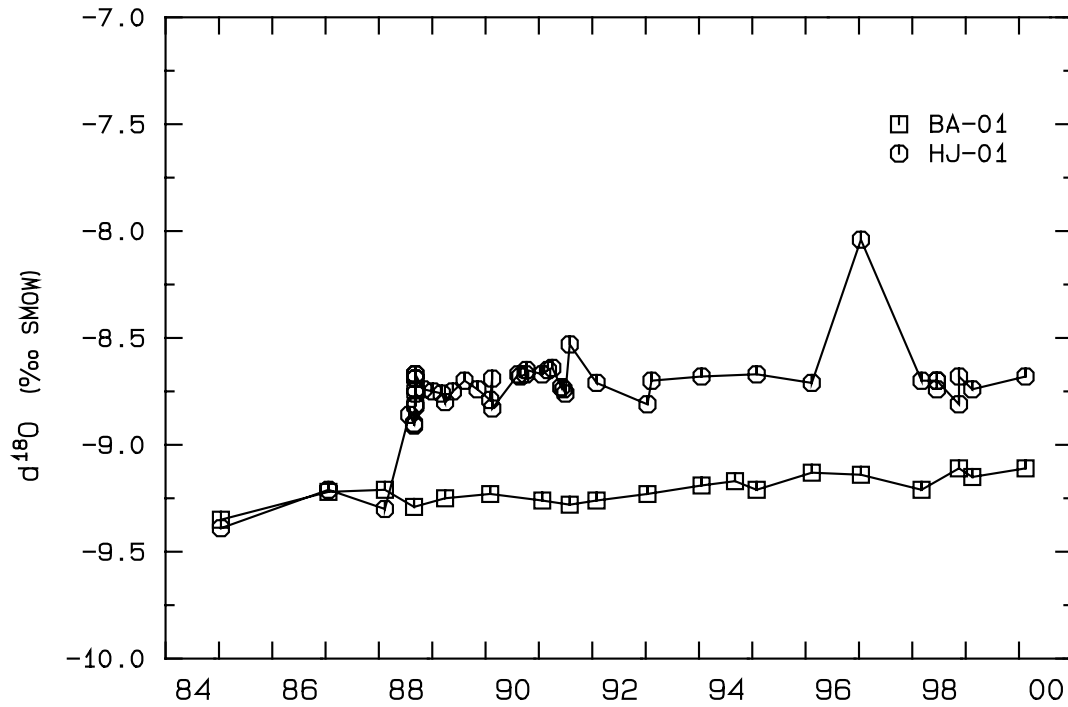
**Mynd 6.** Styrkur klóríðs í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000.



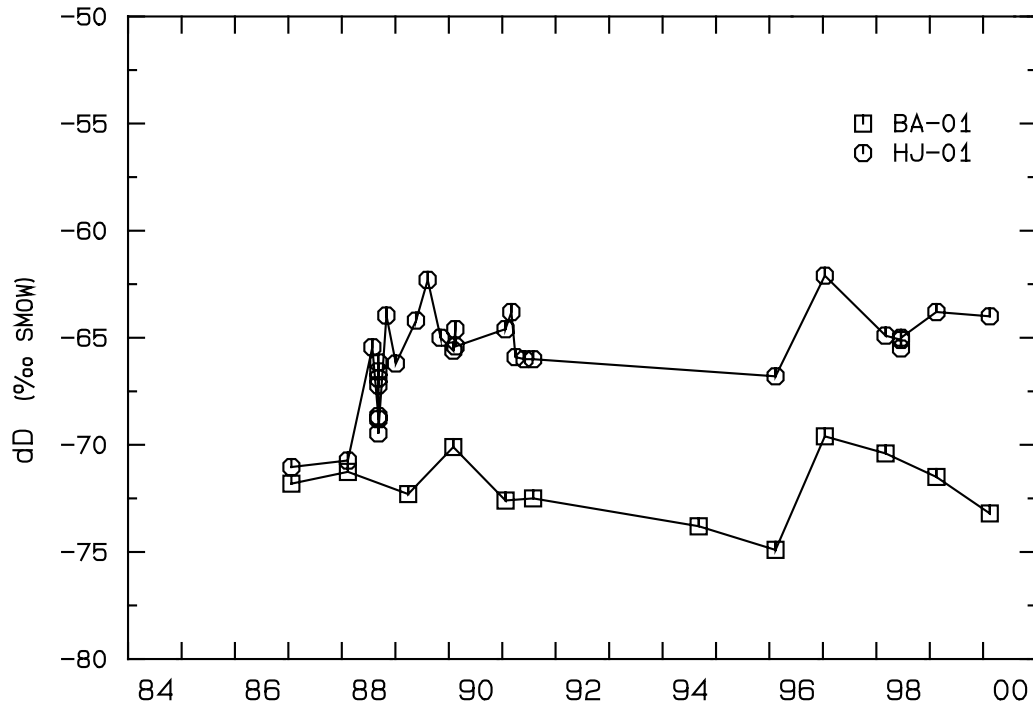
Mynd 7. Styrkur súlfats í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000.



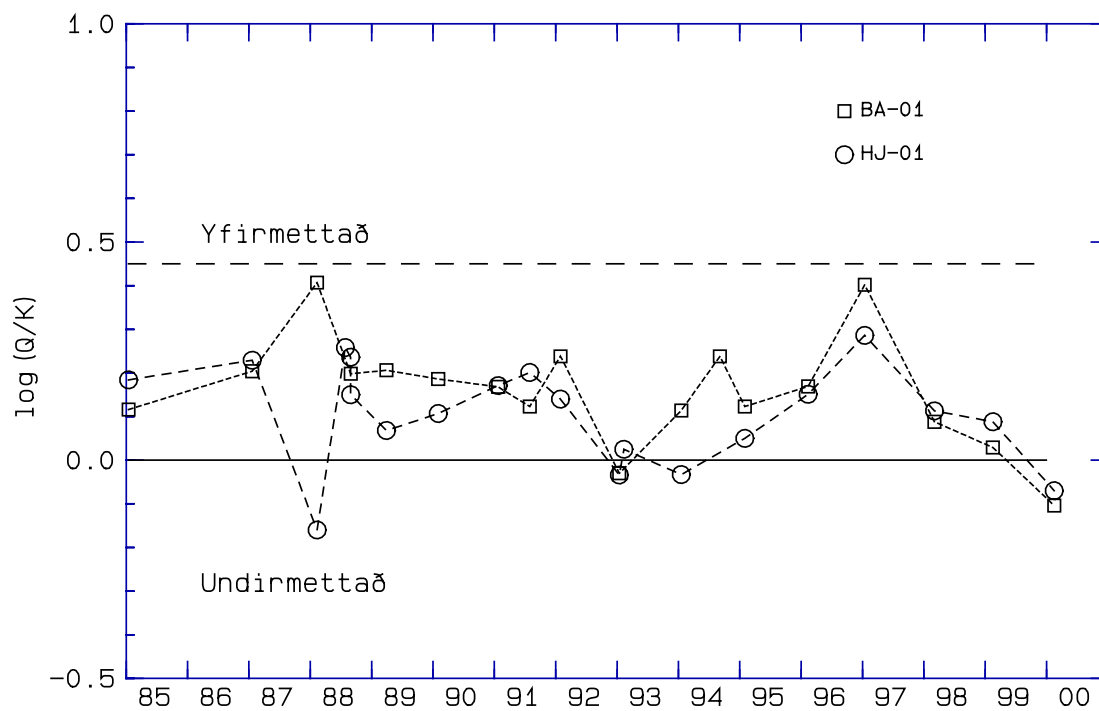
Mynd 8. Styrkur kísils í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1995-2000.



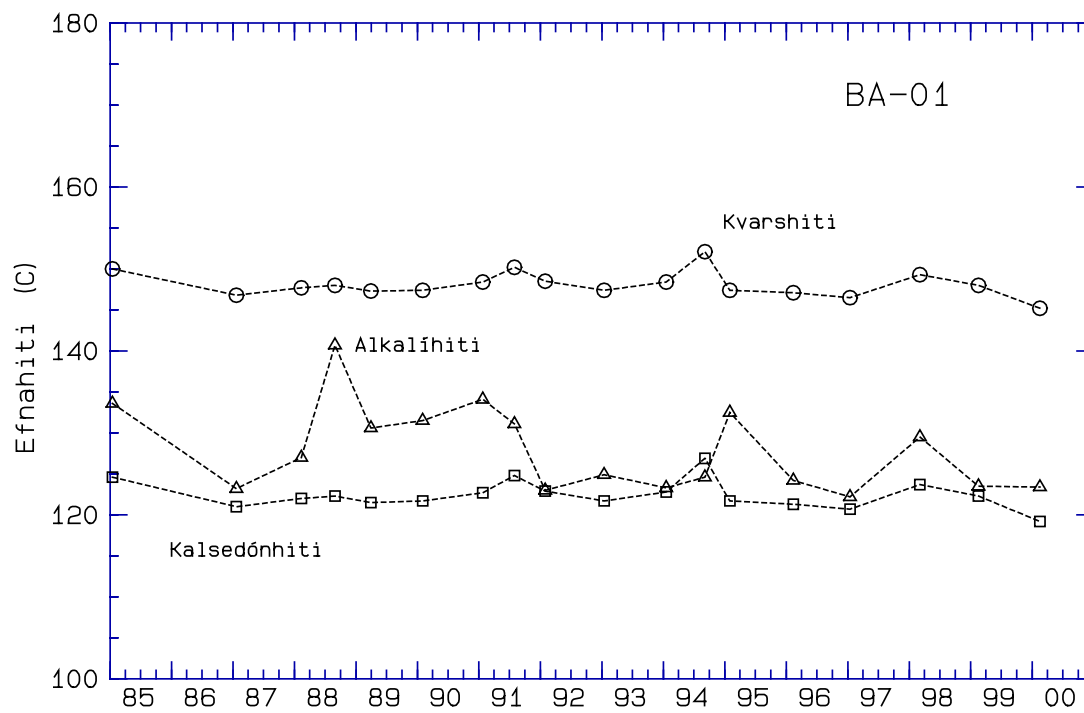
Mynd 9. Hlutfall súrefnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1985-2000.



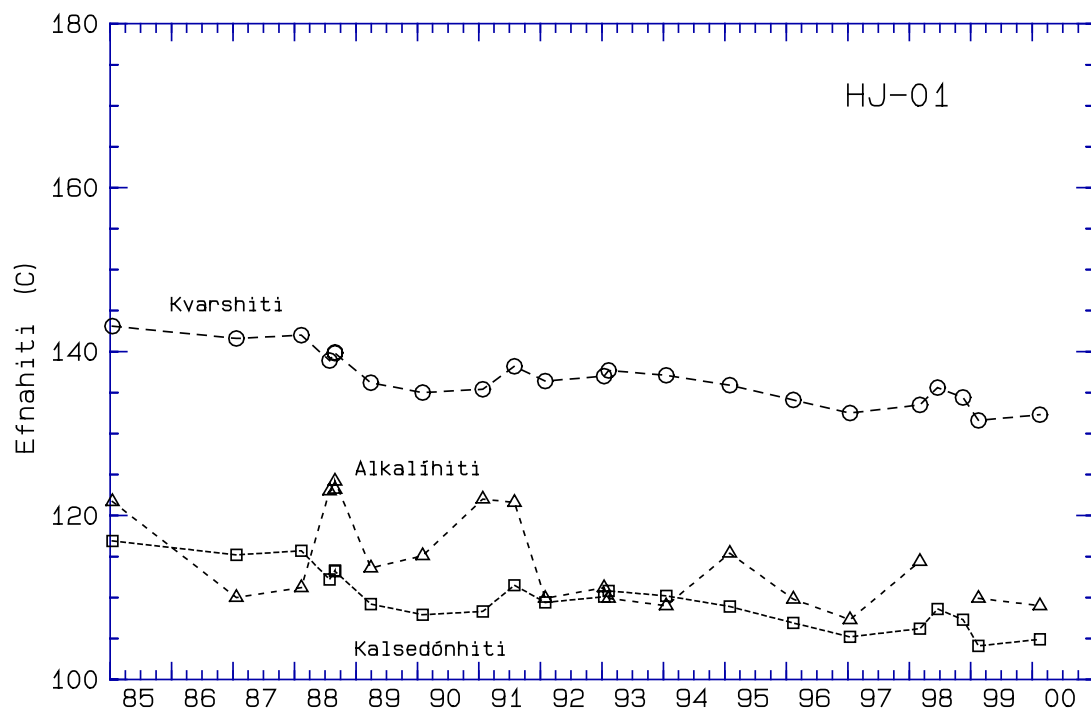
Mynd 10. Hlutfall vetnissamsæta í vatni úr holum BA-01 og HJ-01, 1986-2000.



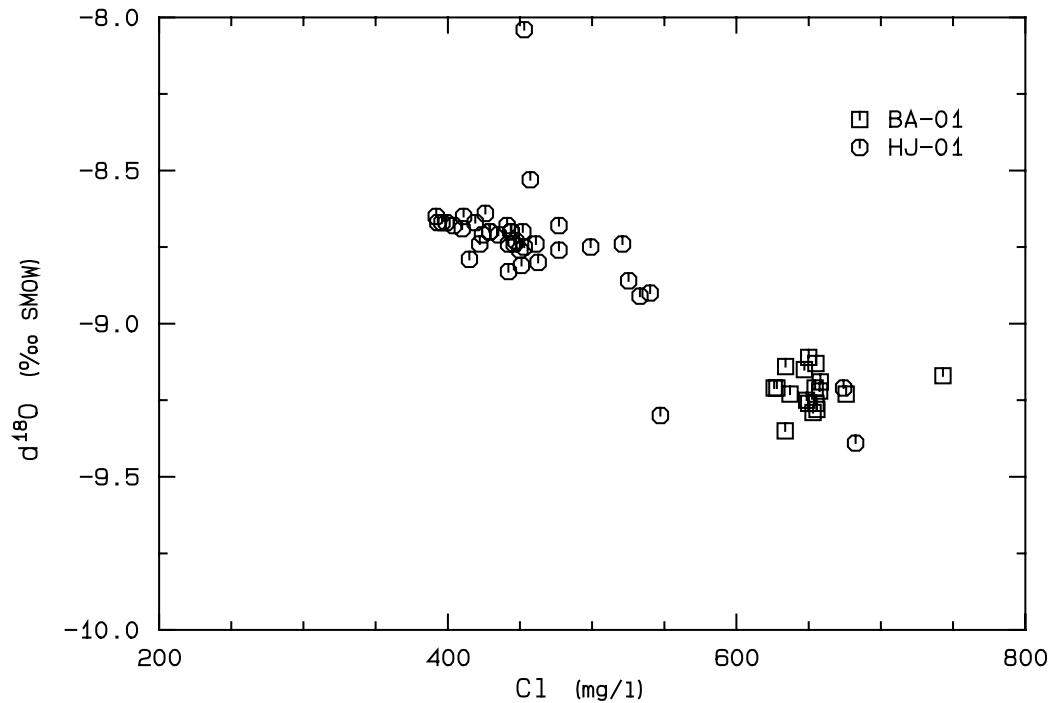
Mynd 11. Kalkmettun vatns úr holum BA-01 og HJ-01, 1985-2000.



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



Mynd 13. Efnahiti vatns úr holu HJ-01, 1985-2000.



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

4. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

- Vikuleg meðalvinnsla ársins 1999 var um 12,1 l/s úr holu BA-01 við Bakka og um 14,5 l/s úr HJ-01 við Hjallakrók.
- Ársmeðalvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar á árinu 1999 var um 26,6 l/s. Miðað við árið 1998 er aukningin um 6% á milli ára.
- Sé gert ráð fyrir nýtingu heita vatnsins úr 100 °C í 30 °C er heildarorkuvinnsla Hitaveitu Þorlákshafnar á árinu 1999 um 65,7 GWh.
- Lítila breytinga hefur orðið vart á efnainnihaldi vatnsins á tímabilinu. Sem fyrr má þó merkja hægfara áhrif innstreymis af kaldara ferskara vatni af staðbundnum uppruna.

5. HEIMILDIR/RITASKRÁ

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, 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 og Árný Erla Sveinbjörnsdóttir, 1992. Changes of stable isotopes and chemistry of fluids in the low-temperature geothermal field at Bakki-Thoroddstadir, Olfus, SW Iceland. Water-Rock Interaction (eds. Kharaka & Maest), Balkema, Rotterdam, s. 951-954.

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.

Sigurður Th. Rögnvaldsson o.fl., 1998. Skjálftahrina í Ölfusi í nóvember 1998. Veðurstofa Íslands, VÍ-G98046-JA09,

Sverrir Þórhallsson og Grímur Björnsson. Áhrif jarðskjálftahrinu á borholur Hitaveitu Þorlákshafnar og tillögur til úrbóta. Orkustofnun, greinargerð Sp/GrB-1998/01, 3s.