



**ORKUSTOFNUN**

**RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri**

## **Hitaveita Egilsstaða og Fella**

**Eftirlit með jarðhitasvæðinu  
í Urriðavatni 2000 – 2002**



**Guðni Axelsson  
Steinunn Hauksdóttir**

**Unnið fyrir Hitaveitu Egilsstaða og Fella**

**2003**

**OS-2003/016**



**Guðni Axelsson**  
**Steinunn Hauksdóttir**

## **Hitaveita Egilsstaða og Fella**

### **Eftirlit með jarðhitavinnslu í Urriðavatni 2000 – 2002**

**Unnið fyrir Hitaveitu Egilsstaða og Fella**

**OS-2003/016**

**Mars 2003**



<b>Skýrsla nr.:</b> OS-2003/016	<b>Dags.:</b> Mars 2003	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> Hitaveita Egilsstaða og Fella Eftirlit með jarðhitavinnslu í Urriðavatni 2000–2002		<b>Upplag:</b> 25
		<b>Fjöldi síðna:</b> 22
<b>Höfundar:</b> Guðni Axelsson Steinunn Hauksdóttir		<b>Verkefnisstjóri:</b> Guðni Axelsson
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Reglubundið vinnslueftirlit		<b>Verknúmer:</b> 8-610761
<b>Unnið fyrir:</b> Hitaveitu Egilsstaða og Fella		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Fjallað er um eftirlit með viðbrögðum jarðhitasvæðisins í Urriðavatni við vinnslu árána 2000-2002. Sjálfvirkur eftirlitsbúnaður var settur upp á miðju ári 2000, sem gefur mun nákvæmari upplýsingar en áður var hægt að afla og mun það bæta eftirlitið mikið. Meðalvinnslan var 25,3 l/s árið 2000 og 27,6 l/s árin 2001 og 2002. Meðalvinnslan árið 2002 var um 42% meiri en meðalvinnslan árin 1989-1991, er vinnslan var í lágmarki, og síðasta áratuginn hefur vinnslan vaxið um 2,7% á ári að jafnaði. Talið er að afkastageta jarðhitakerfisins undir Urriðavatni takmarkist af kólnun vegna niðurrennsli kaldara vatns, fremur en af lækkun vatnsborðs. Fylgst er með þessu með nákvæmum mælingum á hita vatns úr vinnsluholum og eftirliti með breytingum á efnastyrk vatnsins. Vatnshiti holu 8 hefur staðið nokkurn veginn í stað undanfarinn áratug (75,5°C), en hægfara lækkun efnastyrks hefur greinst allt frá upphafi vinnslu úr holu 8, sem er talið staðfesta ofangreint niðurrennsli. Svo virðist sem jarðhitakerfið undir Urriðavatni þoli enn vel þá vinnslu sem verið hefur á síðastliðnum árum.		
<b>Lykilorð:</b> Hitaveita, lághitasvæði, borholur, vinnsla, eftirlit, hiti, efnastyrkur, Urriðavatn	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b>	
	<b>Yfirfarið af:</b> GAx, PI	

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR.....	5
2. VINNSLA, VATNSHITI OG VATNSBORÐ.....	6
3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS.....	13
4. HELSTU NIÐURSTÖÐUR.....	20
5. HEIMILDIR/RITASKRÁ.....	22

## TÖFLUR

Tafla 1. Ársmeðaltöl vinnslu úr jarðhitasvæðinu í Urriðavatni ásamt árlegri heildarorkuvinnslu Hitaveitu Egilsstaða og Fella.....	6
Tafla 2. Heildarefnasamsetning vatns úr holu UV-08 1988–2002 (mg/l).....	15
Tafla 3. Niðurstöður greininga á sporefnum úr holu UV-08.....	18

## MYNDIR

Mynd 1. Vinnslusaga jarðhitakerfisins undir Urriðavatni.....	7
Mynd 2. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitakerfinu undir Urriðavatni 1994–2002 ásamt línu sem sýnir meðalvöxt vinnslunnar þessi ár.....	8
Mynd 3. Dagleg meðalgildi dælingar úr holu 8 ásamt daglegum meðalútihita, mæld af sjálfvirka gagnasöfnunarbúnaðinum frá miðju ári 2000.....	8
Mynd 4. Dagleg meðalgildi vatnshita og dælingar úr holu 8 mæld af sjálfvirka gagnasöfnunarbúnaðinum frá miðju ári 2000.....	9
Mynd 5. Vatnsborð holu 8 og dagleg meðalgildi dælingar, mæld af sjálfvirka gagnasöfnunarbúnaðinum frá miðju ári 2000.....	9
Mynd 6. Samband daglegs meðaljafngildishita og daglegrar meðalvinnslu úr holu 8.....	19
Mynd 7. Tiltækar mælingar á hita vatns úr holu 8 alla vinnslusögu holunnar.....	16
Mynd 8. Samband dælingar og vatnsborðs í holu 8 fyrir tvö mismunandi tímabil, skv. mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins.....	17
Mynd 9. Styrkur nokkurra efna í holu UV-08 árin 1983–2002.....	19
Mynd 10. Styrkur nokkurra efna og hlutfall súrefnisisótópa í holu UV-08 árin 1983–2002.....	16
Mynd 11. Samanburður á vinnslu og styrk kísils úr holu UV-08 með tíma.....	17

## 1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um vinnslueftirlit með jarðhitasvæðinu í Urriðavatni, sem Hitaveita Egilsstaða og Fella nýtir, árin 2000 til 2002. Hóla 8 er aðalvinnsluholan á svæðinu, en holur 4 og 5 auk olíukyndistöðvar hafa verið tiltækar sem varaafli. Samkvæmt samningi Hitaveitunnar og Orkustofnunar er fylgst með vinnslu, vatnsborði og vatnshita auk þess sem vatnssýni eru tekin til efnagreininga. Hitaveitan sér um gagnasöfnunina, en Orkustofnun um efnagreiningar og úrvinnslu og túlkun gagnanna auk þess að vara við ef vísbendinga um óæskilegar breytingar verður vart. Síðast var gefin út vinnslueftirlitsskýrsla fyrir árin 1998 og 1999 (Steinunn Hauksdóttir og Guðni Axelsson, 2000).

Afkastageta jarðhitakerfisins undir Urriðavatni er talin takmarkast að hluta til af kólnun vatns úr vinnsluholum vegna streymis kaldara vatns niður í efri hluta þess (Guðni Axelsson o.fl., 1989). Er þetta ólíkt flestum öðrum jarðhitasvæðum þar sem lækkun vatnsborðs takmarkar afkastagetu borholna frekar en kólnun. Vinnsla úr jarðhitakerfinu hefur vaxið hægt og bitandi frá því hún var í lágmarki 1989–1991, en þá hafði verið breytt um söluþyrirkomulag. Kólnun vatns úr holu UV-08 hefur þó verið óveruleg undanfarin ár þrátt fyrir vinnsluaukninguna. Breytingar á efnastyrk vatnsins úr holu 8 hafa einkennst af hægfara þynningu, sem talin er stafa af niðurrennsli kaldara og efnasnaðara vatns, úr efsta hluta jarðhitakerfisins og Urriðavatni.

Árið 2001 var boruð ný vinnsluhola við Urriðavatn, hola 9, og verður hún væntanlega tengd dreifikerfinu í lok vetrar 2002/2003. Hóla 9 verður nýtt sem varahola og til þess að mæta stöðugt vaxandi orku- og aflþörf á veitusvæði hitaveitunnar. Sjálfvirkur eftirlitsbúnaður var tengdur holu 8 og dreifikerfinu árið 2000. Hann fylgist nú stöðugt með vinnslu, vatnshita og vatnsborði og mun bæta eftirlit með jarðhitakerfinu undir Urriðavatni til muna. Þetta er fyrsta skýrslan sem byggir á gögnum úr þessum sjálfvirka búnaði

## 2. VINNSLA, VATNSHITI OG VATNSBORÐ

Í töflu 1 eru birt ársmeðaltöl vinnslu úr jarðhitasvæðinu í Urriðavatni frá upphafi vinnslusögu þess. Fyrstu tvö ár vinnslusögunnar voru holur 4 og 5 aðalvinnsluholur veitunnar, en í lok árs 1983 tók hola 8 við sem aðalvinnsluhola. Taflan sýnir að vinnsla úr jarðhitakerfinu undir Urriðavatni heldur áfram að aukast. Meðalvinnslan árið 2002 var um 42% meiri en meðalvinnslan árin 1989–1991, er vinnslan var í lágmarki (eftir að breytt hafði verið um sölufyrirkomulag), og síðasta áratuginn hefur vinnslan vaxið um 2,7% á ári að jafnaði. Vaxandi vinnsla stafar fyrst og fremst af aukinni orkunotkun á veitusvæði Hitaveitu Egilsstaða og Fella.

**Tafla 1.** Ársmeðaltöl vinnslu úr jarðhitasvæðinu í Urriðavatni ásamt árlegri heildarorkuvinnslu Hitaveitu Egilsstaða og Fella.

Ár	Vinnsla <sup>1</sup> (l/s)	Kyndistöð (GWh)	Orkuframleiðsla <sup>2</sup> alls (GWh)
1980	13,5		
1981	27,0		
1982	27,1		
1983	28,7		
1984	24,0		39,3
1985	25,2		41,1
1986	26,3		42,9
1987	26,0		42,4
1988	24,3		39,8
1989	19,3		31,5
1990	19,6		32,0
1991	19,4		31,7
1992	22,5	0,13	36,9
1993	22,7	0,26	37,3
1994	22,4	0,21	36,8
1995	23,3	0,28	38,3
1996	23,5	0,43	38,9
1997	24,8	0,31	40,7
1998	25,0	0,38	41,2
1999	26,1	0,04	42,6
2000	25,3	0,03	41,4
2001	27,6	0,02	45,1
2002	27,6	0,12	45,2

<sup>1</sup> Vinnsla áætluð 1980-1986, en mæld 1987-2002.

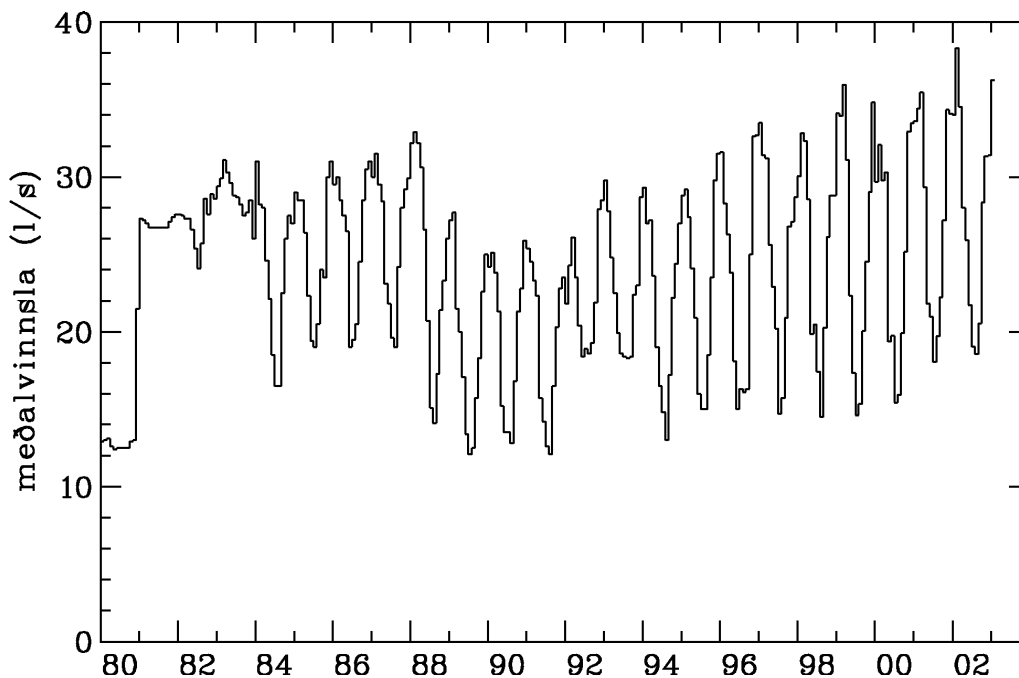
<sup>2</sup> Jarðhiti + oliukynding, miðað við nýtingu niður í 30°C og 65% nýtni oliukyndingar.

Í töflu 1 eru auk þess birtar tölur um orkuframleiðslu Hitaveitu Egilsstaða og Fella frá og með 1984. Þar er tekið tillit til þess að kyndistöð HEF hefur verið notuð nokkuð



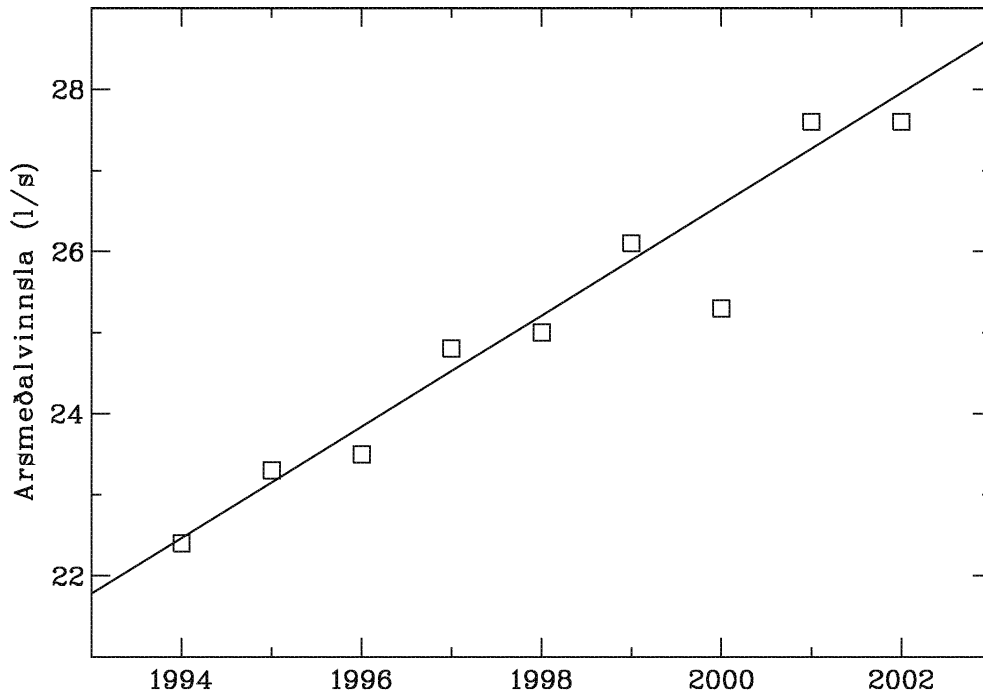
undanfarin ár, til þess að hækka hita vatnsins köldustu dagana og léttu þannig á holu 8. Árið 2000 voru brenndir 5000 l af svartolíu í kyndistöðinni, 3000 l árið 2001 og 20.000 l árið 2002. Notkun kyndistöðvarinnar minnkar verulega árið 1999, enda hafði dæla í holu 8 þá verið síkkuð. Orkuframleiðsla kyndistöðvarinnar hefur mest svarað til um 0,4 GWh, eða um 1% af heildarorkuframleiðslunni.

Mynd 1 sýnir alla vinnslusögu jarðhitasvæðisins undir Urriðavatni, þ.e. sem mánaðar-meðaltöl dælingar frá 1980 til 2002. Mánaðar-meðaltölin eru byggð á mældum gögnum frá 1987 til dagsins í dag, en eru áætluð á grundvelli mun takmarkaðri gagna fyrir fyrstu 7 árin. Þá eru mánaðar-meðaltölin áætluð út frá mánaðar-meðalhita og ársmeðalvinnslu fyrir árin 1998, 1999 og hálf árið 2000. Myndin sýnir greinilega áhrif breytts sölu-fyrirkomulags árið 1988 (Guðni Axelsson o.fl.), en síðan þá hefur vinnslan vaxið stöðugt, eins og einnig kemur fram í töflu 1. Mikil vinnsla sumrin 1992 og 1993 stafaði af því að of stór dæla var þá í holu 8 og dælt umfram notkun. Til þess að skoða betur vöxtinn í vinnslunni er mynd 2 teiknuð, en hún sýnir ársmeðalvinnslu árána 1994–2002. Beina línan sem felld er í gegnum punktana hefur hallatölu 0,69 (l/s)/ári, sem svarar til þeirrar 2,7% meðalaukningar á ári, sem áður hefur verið nefnd.

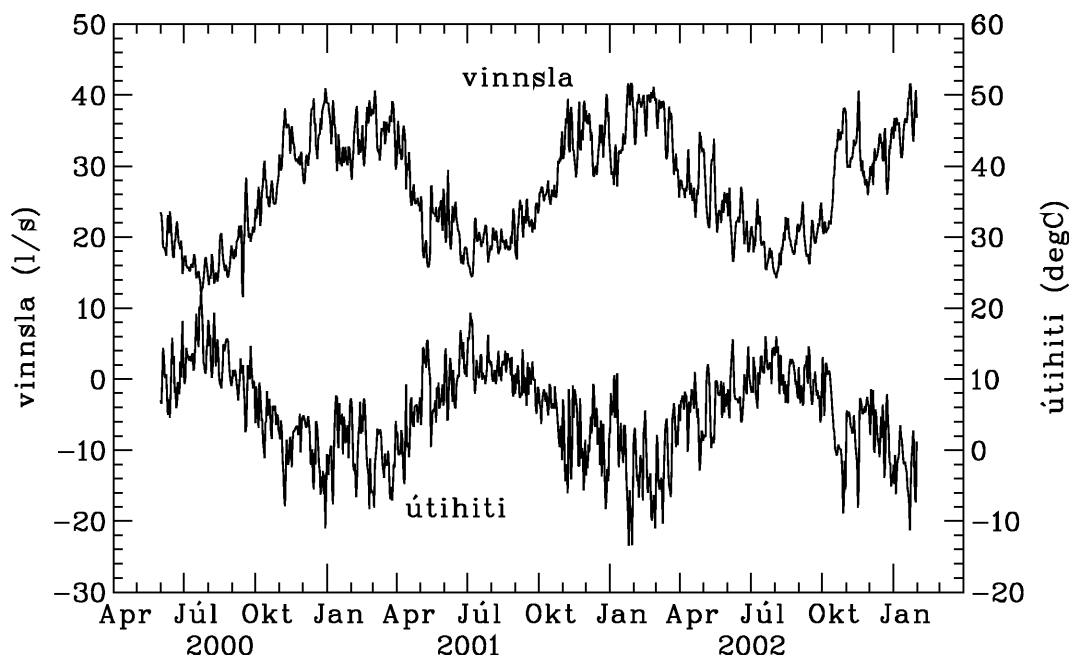


**Mynd 1.** Vinnslusaga (mánaðar-meðaltöl) jarðhitakerfisins undir Urriðavatni. Holur 4 og 5 voru nýttar fram til 1984 er hola 8 tók við.

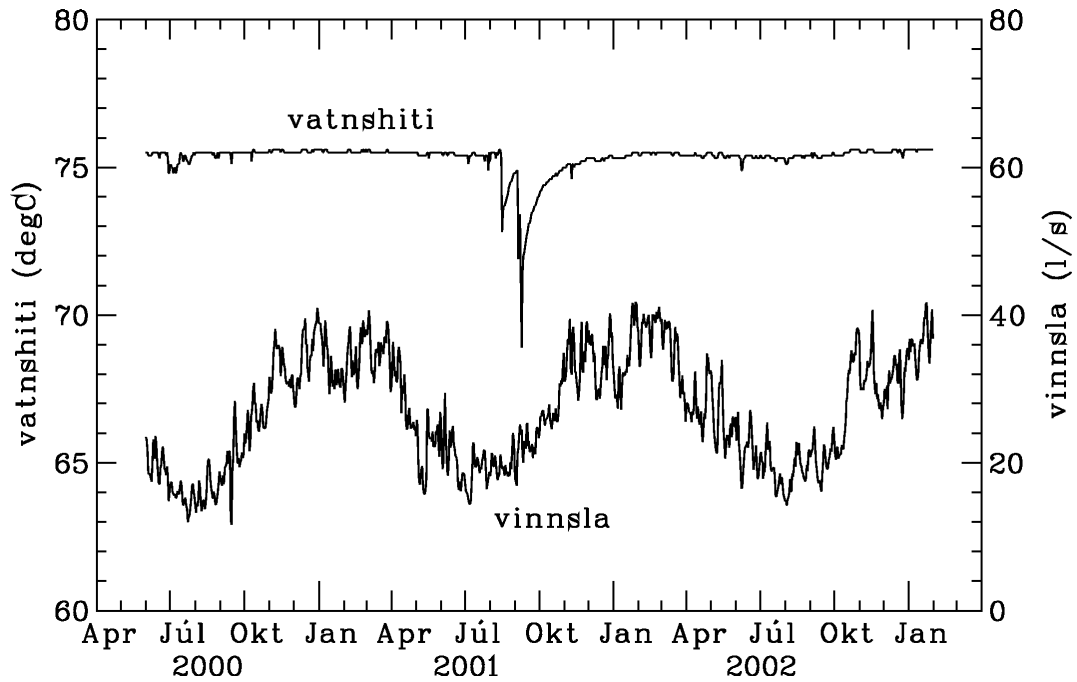
Nú eru til ítarleg gögn úr sjálfvirka eftirlitsbúnaðinum frá miðju ári 2000, sem vert er að skoða nánar. Í fyrsta lagi sýnir mynd 3 dagleg meðalgildi dælingar og útihita fyrir þetta tímabil. Í öðru lagi sýnir mynd 4 dagleg meðalgildi vatnshita holu 8 og dælingar. Í þriðja lagi sýnir svo mynd 5 mælt vatnsborð í holu 8 og dagleg meðalgildi dælingar. Nánar er fjallað um þessar myndir hér á eftir auk þess sem myndir 6, 7 og 8 hafa verið teiknaðar til þess að skoða, og túlka, þessi gögn frekar.



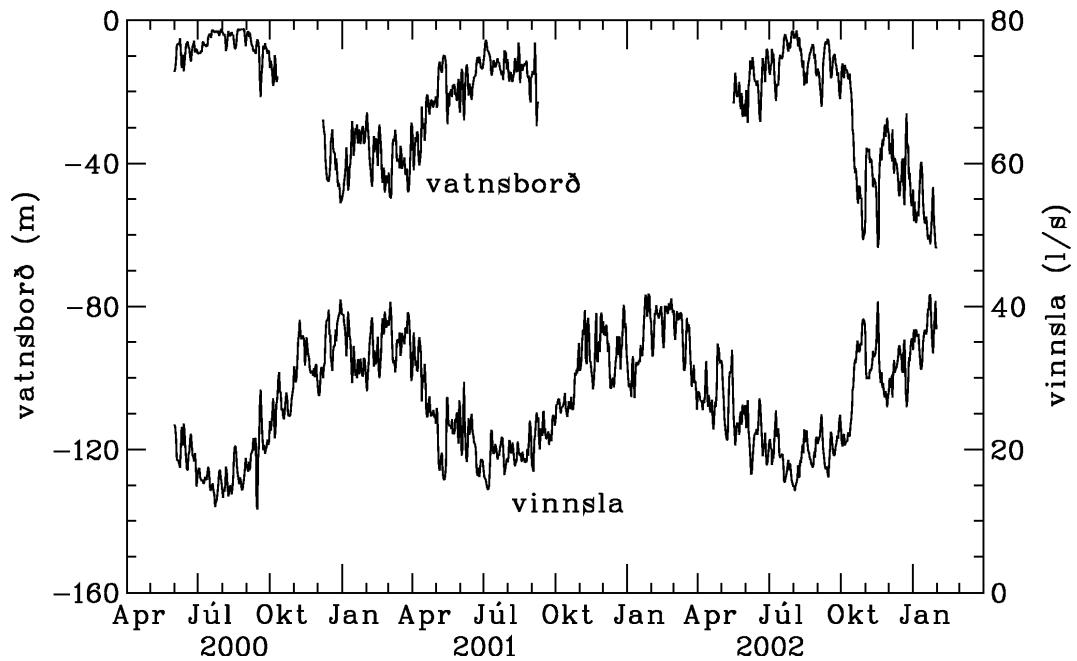
**Mynd 2.** Ársmeðalvinnsla úr jarðhitakerfinu undir Urriðavatni 1994–2002 ásamt línu sem sýnir meðalvöxt vinnslunnar þessi ár.



**Mynd 3.** Dagleg meðalgildi dælingar úr holu 8 ásamt daglegum meðalútihita, mæld af sjálfvirka gagnasöfnunarbúnaðinum frá miðju ári 2000.



**Mynd 4.** *Dagleg meðalgildi vatnshita og dælingar úr holu 8 mæld af sjálfvirka gagnasöfnunarbúnaðinum frá miðju ári 2000.*

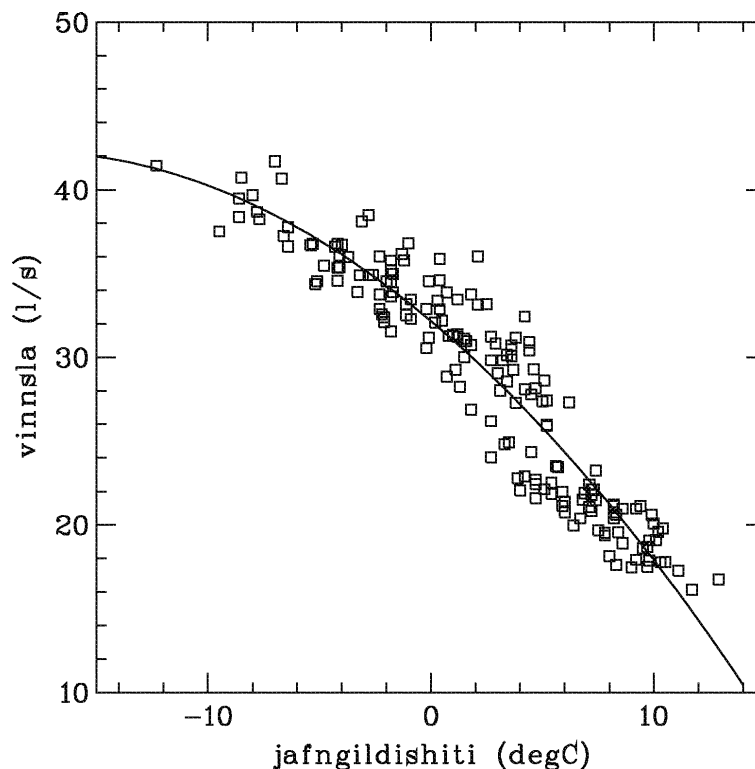


**Mynd 5.** *Vatnsborð holu 8 og dagleg meðalgildi dælingar, mæld af sjálfvirka gagnasöfnunarbúnaðinum frá miðju ári 2000.*

Mynd 3 sýnir augljóst samband útihita og vinnslu, en til þess að kanna það samband nánar var mynd 6 teiknuð. Hún sýnir samband dælingar og jafngildishita frá því um miðjan ágúst 2002 og út janúar 2003. Gagnansöfnunarbúnaðurinn reiknar jafngildishita út frá lofthita og vindhraða, en þekkt er að orkuþörfin til húshitunar er ekki síður háð vindhraða en lofthita. Vindur veldur kælingu sem er líst með lægri jafngildishita. Sambandið á myndinni má herma með annarrar gráðu jöfnu:

$$\text{Dagleg meðaldæling (l/s)} = 32,2 - 1,12 \cdot \text{jafngildishiti} - 0,0308(\text{jafngildishiti})^2$$

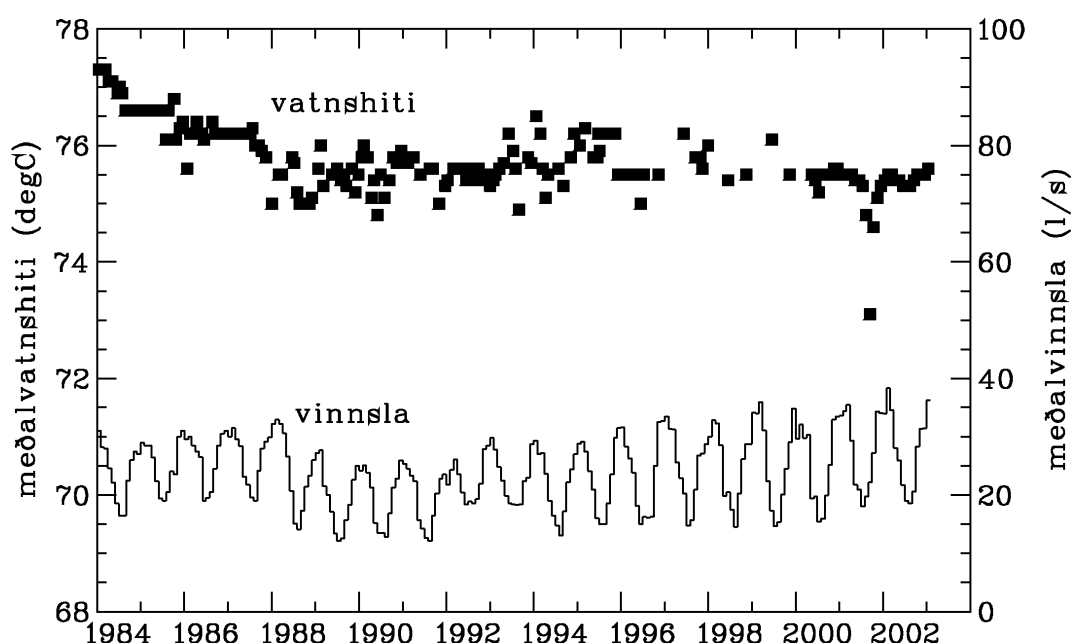
Þessa jöfnu má nota til þess að áætla vinnslu fyrir mismunandi veðurfar, en hafa þarf stöðugt vaxandi notkun í huga þegar það er gert. Tvennt má nefna í sambandi við myndina: Í fyrsta lagi eru punktarnir nokkuð tvístraðir á myndinni, sem stafar að einhverju leyti af því að orkunotkunin svarar veðurbreytingum ekki samstundis, t.d. þegar hitnar, eða kólnar, snögglega í veðri. Í öðru lagi bendir myndin til þess að lágmarksvatnspörf HEF sé um 13 l/s.



**Mynd 6.** Samband daglegs meðaljafngildishita og daglegrar meðalvinnslu úr holu 8.

Mynd 4 sýnir að vatnshiti holu 8 helst mjög stöðugur um 75,5°C. Umtalsverð lækkun verður þó seinni hluta sumars 2001, mest rúmlega 6°C kólnun. Er það meðan á borun holu 9 stóð, einkum meðan verið var að örva holuna með ádælingu gegnum pakkara. Þá var dælt köldu yfirborðsvatni í miklu magni niður í holu 9, sem greinilega hefur haft bein áhrif á holu 8. Þetta er fullkomlega eðlilegt og greinilegt að áhrifin eru að fullu gengin til baka í byrjun árs 2002. Ekki verður vart annarra hitabreytinga á því tímabili sem myndin sýnir.

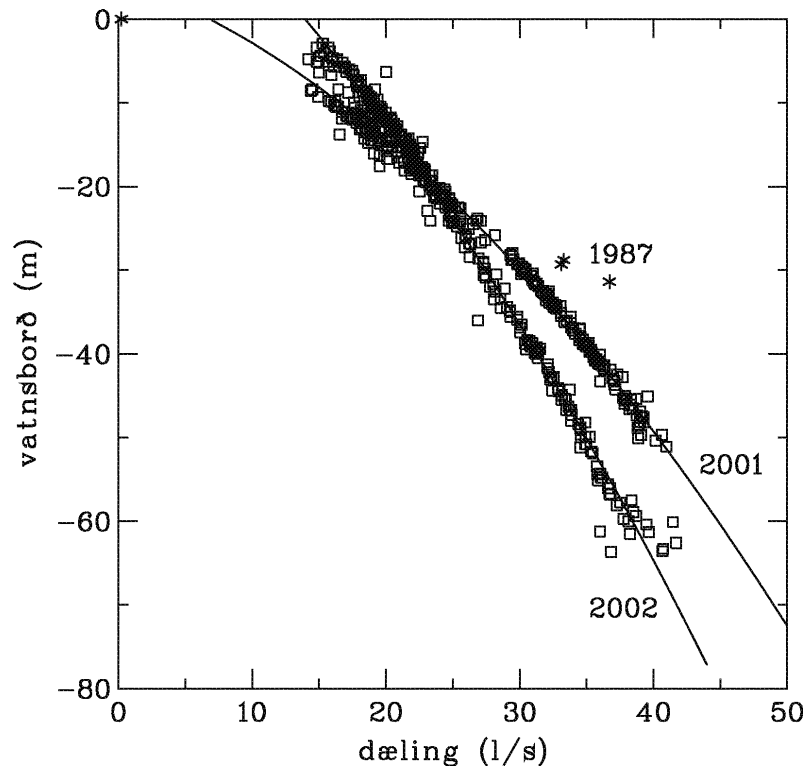
Til þess að skoða vatnshitabreytingar alla vinnslusögu holu 8 var mynd 7 teiknuð. Hún sýnir mánaðarmeðalgildi vatnshitans samkvæmt gagnasöfnunarbúnaðinum skeytt aftan við tiltækar eldri mælingar á vatnshitanum. Myndin sýnir að meiri ónákvæmni var greinilega í eldri mælingunum, en jafnframt að meðalhiti vatns úr holu 8 hafi staðið nokkurn veginn í stað undanfarinn áratug. Smávægileg lækkun hefur sennilega orðið á vatnshita holunnar fyrstu árin, þ.e. 1,5 – 2°C. Sjálfvirki eftirlitsbúnaðurinn mun sjá til þess að hægt verði að greina hitabreytingar í framtíðinni af meiri nákvæmni en verið hefur, sem er afar mikilvægt. Gæta þarf þess þó að kvörðun hitanemans, sem notaður er, haldist rétt.



**Mynd 7.** Tiltækar mælingar á hita vatns úr holu 8 alla vinnslusögu holunnar. Frá miðju ári 2000 er byggt á nákvæmum mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins, en eldri mælingar eru ekki eins áreiðanlegar.

Mynd 4 sýnir að líka er augljóst samband milli vatnsborðs og dælingar. Til þess að skoða það nánar voru tvö tímabil valin og samband vatnsborðs og dælingar teiknað upp. Þetta eru tímabilin frá desember 2000 til ágúst 2001 og maí 2002 til janúar 2003, en einhver bilun kom upp í vatnsborðsmælingunum í lok fyrra tímabilsins. Niðurstöðurnar eru sýndar á mynd 8. Þær sýna að mjög skýrt samband er á milli vatnsborðs og dælingar, en að eitthvað ósamræmi er á milli þessara tveggja tímabila. Afar ólíklegt er að eiginleikar holunnar eða jarðhitakerfisins hafi breyst á þessu tímabili og því líklegra að einhver skekkja sé, eða hafi verið í mælingu gagnasöfnunarbúnaðarins á vatnsborði. Myndin sýnir einnig nokkra mælipunkta frá árinu 1987 (Guðni Axelsson, 1987), sem væri hægt að nota til þess að meta hvort langtímaniðurdráttur hefði orðið í kerfinu á þeim 15 árum sem síðan eru liðin. Þetta er þó ekki hægt fyrr en botn fæst í hugsanlega skekkju í vatnsborðsmælingunum. Ekki hefur þó verið talið að miklar langtímabreytingar verði á þrýstingi og vatnsborði í jarðhitakerfinu undir Urriðavatni, sem helst sést á því að hola 8 virðist alltaf nokkurn veginn jafn fljót í sjálfrennsli þegar slökkt er á

dælu í holunni. Þá má benda á það að samband vatnsborðs og vinnslu í holu 8 bendir til þess að iðustreymistuðull holunnar sé um  $0,02 \text{ m}/(\text{l/s})^2$ . Það þýðir að við 10 l/s dælingu er iðustreymistapið um 2 m, við 20 l/s dælingu er það um 8 m, við 30 l/s dælingu er það um 18 m, við 40 l/s dælingu er það um 32 m og við 50 l/s dælingu er það um 50 m.



**Mynd 8.** Samband dælingar og vatnsborðs í holu 8 fyrir tvö mismunandi tímabil, skv. mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins. Nokkrir mælipunktar frá 1987 eru sýnir til samanburðar (stjörnur).

### 3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Samkvæmt samningi um eftirlit með vinnslu jarðhitasvæðisins í Urriðavatni tóku starfsmenn Orkustofnunar nokkur vatnssýni úr holu 8 til heildarefnagreininga á árunum 2000 til 2002. Tvö sýni voru tekin árin 2000 og 2002, en eitt sýni árið 2001. Hitastig og styrkur brennisteinsvetnis er jafnan mælt við sýnatöku, en sýrustig og karbónat er mælt á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar eins fljótt og auðið er. Önnur efni eru mæld síðar. Í töflu 2 má sjá niðurstöður heildarefnagreininga allt aftur til ársins 1988.

Starfsfólk HEF hefur tekið svokölluð hlutsýni nokkrum sinnum á ári og sent Orkustofnun til greiningar. Í þeim sýnum eru aðeins mæld efni sem unnt er að mæla án þess að sérhæfð sýnataka komi til. Þessum sýnum er ætlað að vara við hugsanlegum breytingum sem kalla þá á heilsýnatöku til að finna út orsakir breytinganna. Þessu hefur lítið verið sinnt síðustu árin, en ástæða er til að ítreka gildi þessarra sýna sérstaklega þegar farið verður að breyta, og jafnvel auka vinnslu úr svæðinu með gangsetningu holu UV-09.

Á myndum 9 og 10 er styrkur nokkurra efna teiknaður móti tíma yfir allan vinnslutíma holu 8. Þar eru tekin með öll sýni úr holunni, bæði heilsýni og hlutsýni. Á mynd 10 má einnig sjá hlutfall súrefnisísótópa ( $\delta O^{18}$ ) yfir sama tímabil. Hægt er að greina hægfara lækkun á styrk efnanna sem eru teiknuð, misvel eftir efnum, en augljóst að breytingar hafa verið í gangi frá upphafi vinnslu úr holunni. Vinnsla úr holu UV-08 hefur aukist jafnt og þétt undanfarin ár og er orðin svipuð því sem var í upphafi vinnslusögu holunnar áður en gripið var til orkusparandi aðgerða. Mynd 11 sýnir hvernig vinnsla (ársmeðaltöl) og styrkur kísils í vatninu hafa breyst með tíma og sýnir myndin að með aukinni vinnslu hefur styrkur kísils lækkað, sem bendir til sífellt meiri blöndunar kaldara og efnasnaðara vatns í holunni. Þessu til staðfestingar er hækkandi hlutfall súrefnisísótópa (mynd 10). Þó hefur kísilstyrkur ekki lækkað undanfarin ár þrátt fyrir að vinnsla hafi aukist, en í ljósi reynslunnar er þörf á að fylgjast áfram vel með efnabreytingum sem verða þegar vinnsla eykst (eða minnkar).

Í vinnslueftirlitsskýrslum undangenginna ára er ítarlega fjallað um eðli og hugsanlegar orsakir breytinga sem hafa orðið á þeim tíma sem hola 8 hefur verið í vinnslu (Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1992-1996). Í því sambandi má nefna að haustið 1988 varð fyrst vart við að áberandi lægri styrk efna í hlutsýnum, en það sást ekki í heilsýnunum. Síðan var hægt að greina þetta fyrirbæri a.m.k. einu sinni á ári, gjarnan á haustin, fram til ársins 1995. Síðan þá hefur hlutsýnataka verið strjálle en áður svo ekki er hægt að fullyrða að þetta hafi ekki átt sér stað síðan. Á því tímabili sem þessi frávik áttu sér stað (1988 til 1995) var vinnsla úr holu UV-08 minni en árin á undan og eftir og hugsanlega eru þessi frávik í efnasamsetningu að einhverju leyti háð vinnslunni.

Hitaveitan hefur komið sér upp leiðnimæli til að geta fylgst með snöggum breytingum á leiðni vatnsins, en það er örugg vísbending um efnabreytingar í vatninu. Þessi aðferð hefur hins vegar nokkra ágalla. Gera þarf mælingarnar reglulega og nokkuð oft, og vel þarf að huga að kvörðun mælisins. Þó þessir mælar séu einfaldir í notkun eru þeir mjög

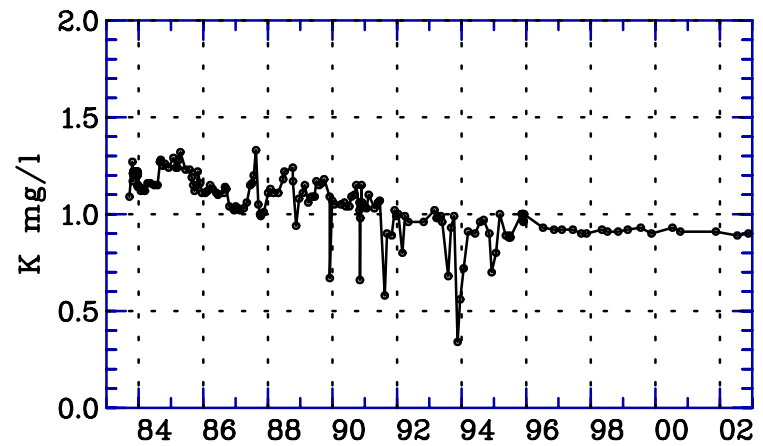
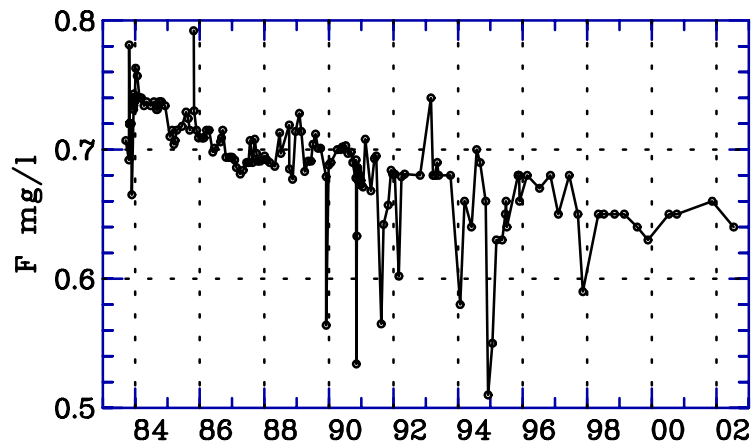
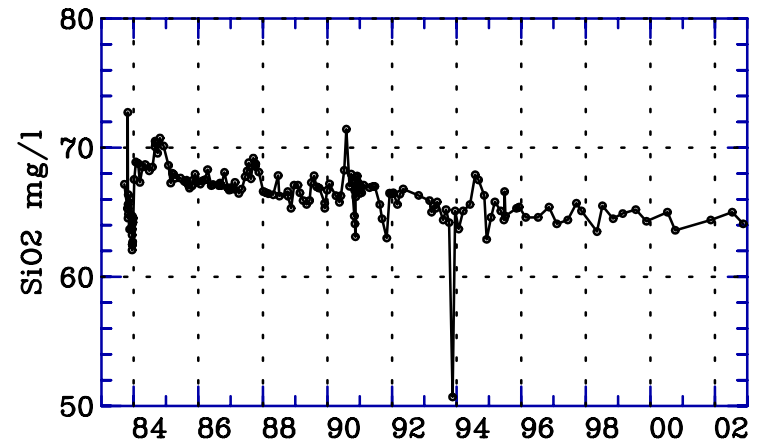
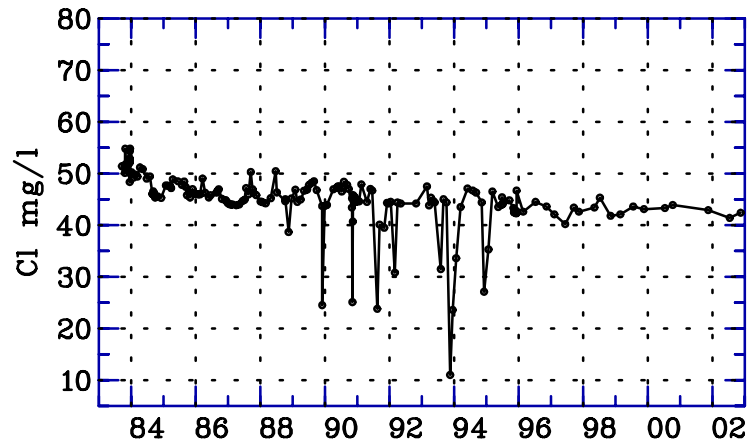
næmir fyrir mengun í vatninu og breyttum skilyrðum milli mælinga. Þá er nauðsynlegt að skrá allar mælingar til að fá góðan samanburð. Hugmyndin bak við þessar mælingar er einkum sú að niðurstöðurnar fást strax, þannig að ef mikil sveifla verður í leiðni geti sérfræðingur Orkustofnunar hugsanlega náð heilsýni meðan sveiflan stendur yfir. Heilsýni eru forsenda þess að hægt sé að finna uppruna vatnsins og reikna jafnvægi þess við berg. Í ljósi reynslunnar á vinnslu svæðisins er ekki nóg að fylgjast með hitastigi vatnsins til að greina íblöndun kaldara og efnasnaðara vatns og því nauðsynlegt að taka sýni til efnagreininga reglulega. Hlutsýnataka á tveggja mánaða fresti, þar sem greind yrðu valin efni til eftirlits, væri nauðsynleg á meðan vinnsla úr svæðinu er að breytast, en tíðni slíkra greininga mætti endurskoða síðar.

Undanfarin ár hafa súrefnismælingar verið framkvæmdar fyrir HEF samfara heilsýnatöku. Mælt er við holutopp vinnsluholunnar UV-08, við inntak og úttak miðlunartanks, kyndistöð og dælustöð við Tjarnarbraut sem er við enda dreifikerfisins. Þannig fæst yfirlit yfir hugsanlega súrefnisupptöku, bæði í tanki og á bæjarkerfinu. Ekki mældist súrefni í dreifikerfi veitunnar undanfarin tvö ár, en í júlí 2000 kom í ljós að súrefni hafði komist inn á dreifikerfið. Ástæður þess voru þær að yfirborð jarðhitavatns í miðlunartanki sveiflaðist það mikið að súrefni átti greiða leið inn um vatnslás og til að fyrirbyggja frekari súrefnisupptöku hefur dælingu eftir það verið stýrt þannig að yfirborðið sveiflist sem minnst (Steinunn Hauksdóttir, 2000).

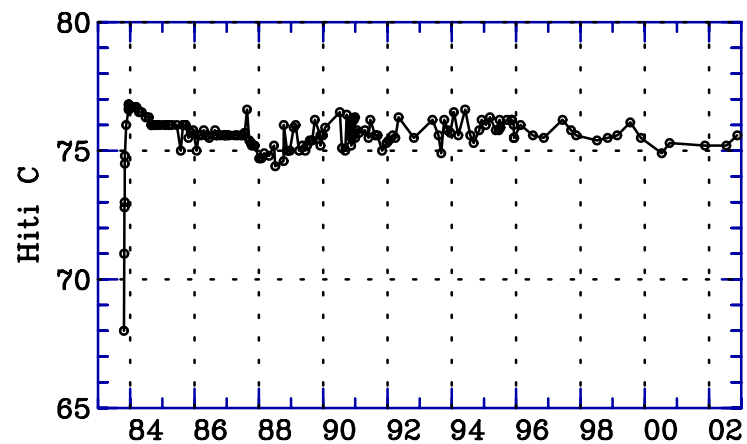
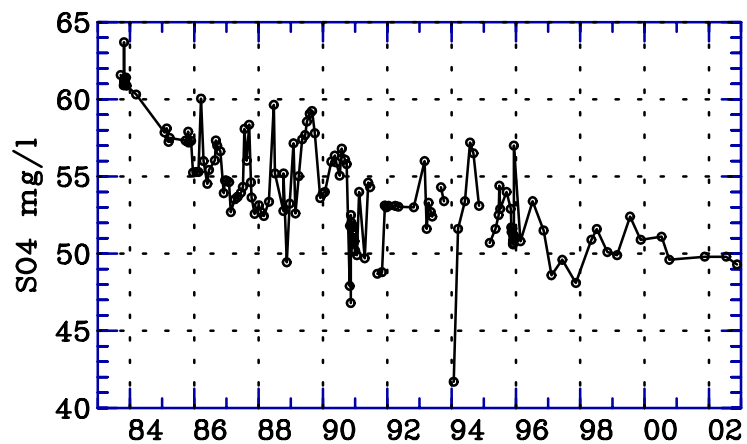
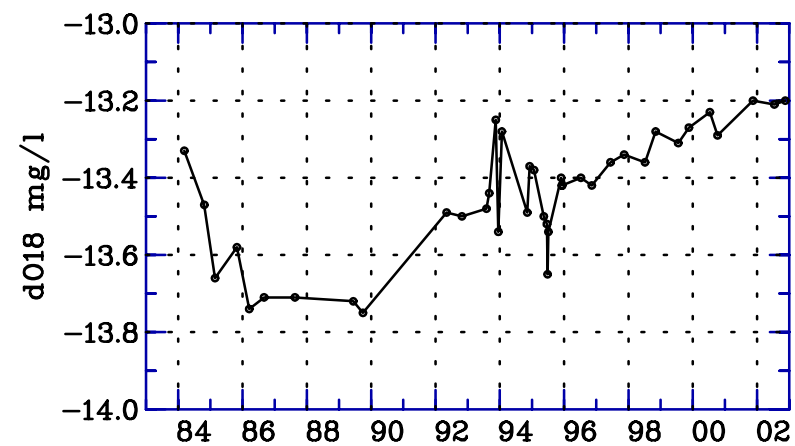
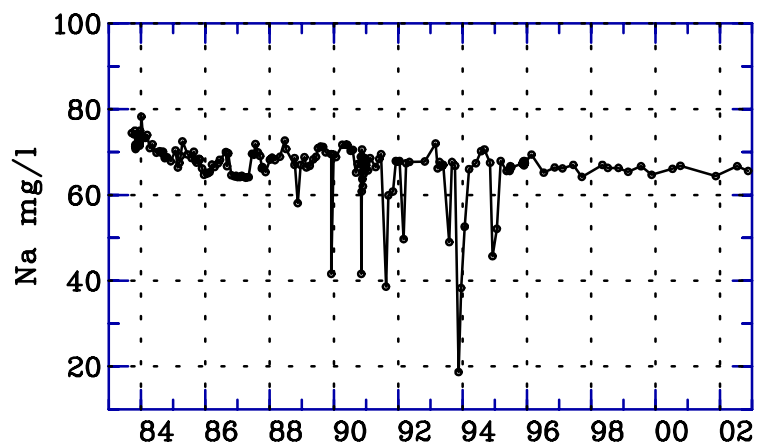


**Tafla 2.** Heildarefnasamsetning vatns úr holu UV-08 1988-2002 (mg/l).

Númer	Hiti (°C)	Sýrustig pH/°C	Kísill SiO <sub>2</sub>	Natríum Na	Kalíum K	Kalsíum Ca	Magnesium Mg	Súlfat SO <sub>4</sub>	Klórið Cl	Flúorið F	Karbónat CO <sub>2</sub>	Br.st.vetni H <sub>2</sub> S	Uppleyst TDS	Hlutf.súrefnisísót. δ <sup>18</sup> O
1988-0079	74,4	9,82/24	66,2	70,7	1,20	7,30	0,000	55,2	46,3	0,70	10,8	0,06	277	-
1988-0153	76,0	9,81/23	66,2	68,6	1,20	7,10	0,002	55,2	45,0	0,68	13,4	0,11	250	-
1989-0037	75,0	9,84/23	65,9	68,9	1,10	7,00	0,001	57,7	46,9	0,69	9,8	0,16	263	-13,72
1989-0078	76,2	9,79/20	66,9	69,9	1,20	7,00	0,016	57,8	46,8	0,70	7,1	0,16	275	-13,75
1990-0138	76,5	9,81/25	68,2	70,3	1,00	7,10	0,003	55,1	46,5	0,70	12,5	0,10	262	-
1990-0243	76,4	9,82/14	68,0	67,2	1,20	6,90	-	55,8	47,0	0,69	8,2	0,18	267	-
1991-0135	76,2	9,79/26	67,0	69,5	1,10	7,10	0,009	54,3	46,7	0,70	9,9	0,10	282	-
1991-0250	75,9	9,80/23	66,5	67,9	1,00	7,00	0,001	53,1	44,3	0,68	12,6	0,12	271	-
1992-0097	76,3	9,83/24	66,8	67,7	1,00	7,00	0,003	53,0	44,2	0,68	11,1	0,17	236	-13,49
1992-0247	75,5	9,86/20	66,3	67,8	1,00	-	0,001	53,0	44,2	0,68	10,6	0,20	220	-13,50
1993-0090	76,2	9,81/24	65,8	67,0	1,00	6,90	0,000	52,4	44,4	0,68	16,8	0,17	268	-
1993-0172	76,2	9,79/22	64,2	66,8	1,00	7,20	0,000	53,4	44,4	0,68	10,2	0,25	258	-
1994-0066	76,6	9,91/15	65,6	67,4	0,90	7,00	0,002	53,4	47,1	0,64	12,4	0,16	260	-
1994-0312	75,8	9,88/18	66,3	67,5	0,90	7,10	0,000	53,1	44,4	0,66	12,5	0,11	253	-13,49
1995-0101	75,9	9,74/23	64,7	66,4	0,90	7,20	0,007	52,9	44,1	0,64	12,5	0,15	267	-13,54
1995-0360	75,5	9,81/22	65,4	67,4	1,00	6,90	0,003	51,2	42,7	0,68	15,9	0,20	216	-13,42
1996-0160	75,6	9,85/22	64,6	65,2	0,90	7,00	0,003	53,4	44,5	0,67	15,9	0,23	272	-13,40
1996-0365	75,5	9,81/23	65,4	66,4	0,90	6,80	0,003	51,5	43,6	0,68	12,5	0,22	274	-13,42
1997-0346	76,2	9,85/22	64,4	67,0	0,90	6,80	0,001	49,6	40,2	0,68	16,8	0,21	241	-13,36
1997-0694	75,6	9,84/20	65,1	-	0,90	-	-	48,1	42,6	0,59	12,1	0,21	-	-13,34
1998-0386	75,4	9,84/23	65,5	66,3	0,91	7,12	0,010	51,6	45,3	0,65	13,5	0,23	273	-13,36
1998-0541	75,5	9,89/18	64,5	66,3	0,91	6,87	0,007	50,1	41,8	0,65	13,2	0,20	263	-13,28
1999-0233	76,1	9,77/23	65,2	66,7	0,93	6,79	0,005	52,4	43,6	0,64	13,4	0,19	249	-13,31
1999-0479	75,5	9,82/20	64,3	64,7	0,90	6,55	0,006	50,9	43,1	0,63	13,5	0,23	221	-13,27
2000-0250	74,9	9,55/23	65,0	66,1	0,93	6,96	0,003	51,1	43,3	0,65	14,7	0,24	247	-13,23
2000-0398	75,3	9,82/22	63,6	66,8	0,91	6,96	0,002	49,6	43,9	0,65	14,5	0,03	219	-13,29
2001-0396	75,2	9,77/23	64,4	64,4	0,91	6,89	0,011	49,8	42,9	0,66	13,4	0,18	264	-13,20
2002-0171	75,2	9,85/22	65,0	66,7	0,89	6,70	0,001	49,8	41,4	0,64	13,0	0,23	236	-13,21
2002-0375	75,6	9,72/23	64,1	65,6	0,90	6,50	0,005	49,3	42,4	0,65	12,8	0,21	ógr	-13,20



Mynd 9. Styrkur nokkurra efna í holu UV-08 árin 1983-2002.

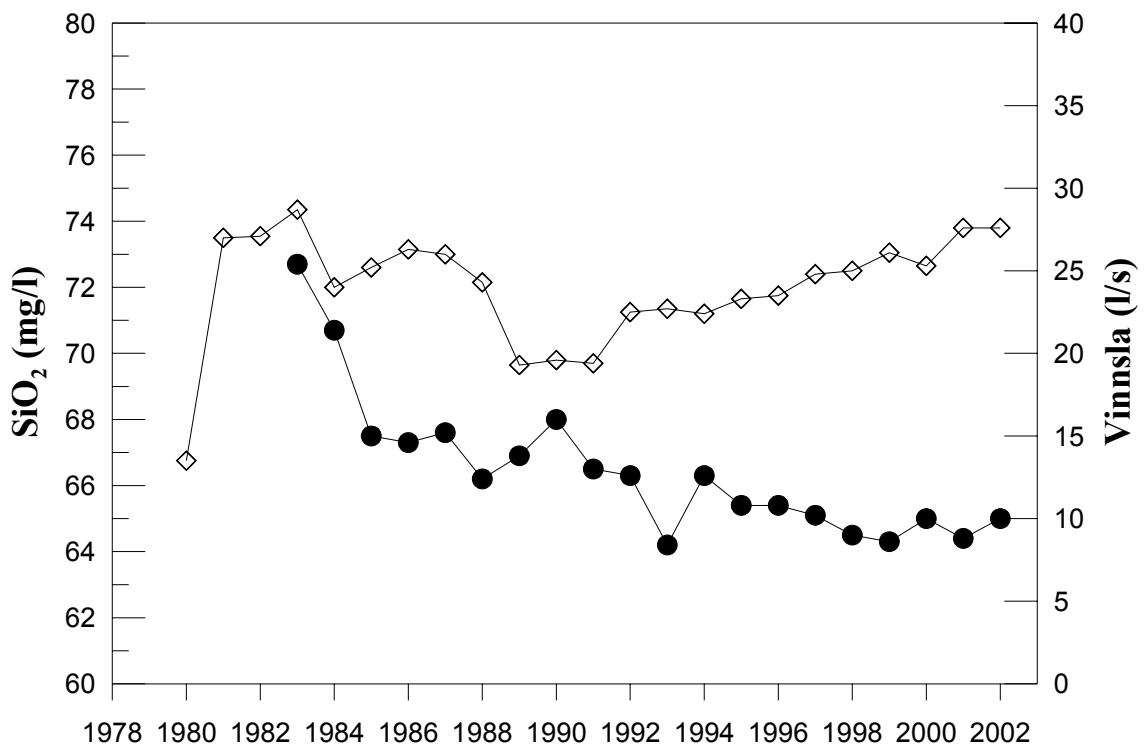


Mynd 10. Styrkur nokkurra efna og hlutfall súrefnisísótópa í holu UV-08 árin 1983–2002.

Tafla 3 sýnir niðurstöður sporefngreininga sem Orkustofnun lét gera sem hluta af rannsóknarverkefni um samanburðarmælingar og framkvæmdar voru í Svíþjóð. Snefilefnainnihald vatnsins úr holu UV-08 er allstaðar neðan þeirra viðmiðunarmarka sem notuð eru fyrir neysluvatn (Umhverfisstofnun, 2001). Hitaveituvatn fellur ekki undir sömu reglugerð enda ekki ætlað sem neysluvatn, en samanburðurinn gefur vísbendingu um gæði vatnsins.

**Tafla 3.** Niðurstöður greininga á sporefnum úr holu UV-08.

<b>Dags.</b>	<b>09.10.2000</b>
<b>Númer</b>	<b>2000-8398</b>
<b>Kísill (SiO<sub>2</sub>)</b>	63,31
<b>Natríum (Na)</b>	65,7
<b>Kalíum (K)</b>	0,857
<b>Kalsíum (Ca)</b>	6,67
<b>Magnesium (Mg)</b>	<0,09
<b>Strontíum (Sr)</b>	0,0327
<b>Súlfat (SO<sub>4</sub>)</b>	48,230
<b>Baríum (Ba)</b>	0,000177
<b>Molybden (Mo)</b>	0,0266
<b>Ál (Al)</b>	0,0773
<b>Króm (Cr)</b>	0,00003
<b>Mangan (Mn)</b>	0,000089
<b>Járn (Fe)</b>	0,00210
<b>Kopar (Cu)</b>	<0,0001
<b>Sínk (Zn)</b>	0,00584
<b>Arsen (As)</b>	0,00127
<b>Nikkel (Ni)</b>	0,000094
<b>Kadmíum (Cd)</b>	<0,000005
<b>Kvikasilfur (Hg)</b>	0,000004
<b>Blý (Pb)</b>	0,000037
<b>Kóbalt (Co)</b>	<0,000005



**Mynd 11.** Samanburður á vinnslu og styrk kísils úr holu UV-08 með tíma.

## 4. HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Helstu niðurstöður vinnslueftirlits áráanna 2000–2002 hjá Hitaveitu Egilsstaða og Fella eru eftirfarandi:

1. Sjálfvirkur eftirlitsbúnaður var tengdur holu 8 og dreifikerfinu árið 2000 og eru nú til ítarleg gögn um vinnslu, vatnshita og vatnsborð allt frá miðju ári 2000. Þessi eftirlitsbúnaður gefur mun nákvæmari upplýsingar en áður var hægt að afla og mun það bæta eftirlit með jarðhitakerfinu undir Urriðavatni til muna. T.d. verður hægt að greina vatnshitabreytingar í framtíðinni af meiri nákvæmni.
2. Meðalvinnslan var 25,3 l/s árið 2000 og 27,6 l/s árin 2001 og 2002. Þá var orkuframléiðsla HEF 41,4 GWh árið 2000, 45,1 GWh árið 2001 og 45,2 GWh árið 2002. Örlítill viðbótarorka var framléidd í olúkatli veitunnar þessi ár (0,04 – 0,26%). Meðalvinnslan árið 2002 var um 42% meiri en meðalvinnslan árin 1989 -1991, er vinnslan var í lágmarki (eftir að breytt hafði verið um sölu-fyrirkomulag), og síðasta áratuginn hefur vinnslan vaxið um 2,7% á ári að jafnaði.
3. Rétt er að ítreka að afkastageta jarðhitakerfisins undir Urriðavatni er talin muni takmarkast af kólnun vegna niðurrennslis kaldara vatns, fremur en lækkun vatnsborðs. Fylgst er með þessu með nákvæmum mælingum á hita vatns úr vinnsluholum og eftirliti með breytingum á efnastyrk vatnsins, þar sem niðurrennslið er bæði kaldara og efnasnaðara en jarðhitavatnið.
4. Vatnshiti holu 8 hefur haldist mjög stöðugur, um 75,5°C, síðan sjálfvirki eftirlitsbúnaðurinn hóf mælingar. Þó varð mikil hitalækkun síðla sumars 2001 meðan á borun og örvun holu 9 stóð, en þau áhrif voru að fullu gengin til baka í byrjun árs 2002. Þá virðist meðalhiti vatns úr holu 8 hafi staðið nokkurn veginn í stað undanfarinn áratug.
5. Þrátt fyrir stöðugan vatnshita hefur hægfare lækkun efnastyrks greinst allt frá upphafi vinnslu úr holu 8, sem er talið staðfesta ofangreint niðurrennsli. Með vaxandi vinnslu undanfarinn áratug hefur efnastyrkur haldið áfram að lækka, sem bendir til sífellt meiri blöndunar kaldara og efnasnaðara vatns. Þó hefur kísilstyrkur lítið lækkað undanfarin ár. Mikil frávik í efnastyrk, sem greindust á árunum 1988 til 1995, hafa ekki greinst undanfarin ár annað hvort vegna þess að sýnataka hefur verið strjálly eða vegna þess að frávikin hafi tengst lítilli vinnslu. Svo virðist því sem jarðhitakerfið undir Urriðavatni þoli enn vel þá vinnslu sem verið hefur á síðastliðnum árum.
6. Nauðsynlegt er að áfram verði fylgst vel með breytingum á efnastyrk í vatni úr holum við Urriðavatn, ekki síst ef útlit er fyrir áframhaldandi vöxt í notkun, og eins eftir að hola 9 verður tekin í notkun. Lagt er til að sýnataka til heildar-efnagreininga verði framvegis einu sinni á ári, í stað tvisvar á ári, en á móti komi

aukið eftirlit með leiðnimælingum og hlutsýnatöku á tveggja mánaða fresti, sem starfslið HEF muni sinna. Þannig verður kostnaður við efnaeftirlitið minni en upplýsingarnar ítarlegri.

7. Súrefni hefur ekki mælst í dreifikerfinu undanfarin tvö ár enda er dælingu úr vinnsluholu stýrt þannig að yfirborð í miðlunartanki haldist sem næst óbreytt.
8. Samband vatnsborð og dælingar síðustu árin hefur verið skoðað og virðist sem einhver skekkja sé, eða hafi verið, í mælingu gagnasöfnunarbúnaðarins á vatnsborði, en við hámarksdælingu (rúmlega 40 l/s) virðist vatnsborð á 50–65 m dýpi. Iðustreymisstuðull holu 8 er áætlaður um  $0,02 \text{ m}/(\text{l/s})^2$ .

## 5. HEIMILDIR/RITASKRÁ

Guðni Axelsson, 1987: Jarðhitasvæðið Urriðavatni. Vatnafræðileg athugun í ágúst 1987. Orkustofnun, OS-87048/JHD-28B, 42 s.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1998: Hitaveita Egilsstaða og Fella. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Urriðavatn árin 1996 og 1997. Orkustofnun, OS-98024, 15 s.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1997: Hitaveita Egilsstaða og Fella. Minnisþuntar vegna síkkunar dælu í holu 8. Orkustofnun, grg GAx/GSv-97/08, 3 s.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1996: Hitaveita Egilstaða og Fella. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Urriðavatn árið 1995. Orkustofnun, OS-96080/JHD-47 B, 19 s.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1995: Hitaveita Egilstaða og Fella. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Urriðavatn árið 1994. Orkustofnun, OS-95043/JHD-28 B, 16 s.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1994: Hitaveita Egilstaða og Fella. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Urriðavatn árið 1993. Orkustofnun, OS-94028/JHD-15 B, 16 s.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993: Hitaveita Egilstaða og Fella. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Urriðavatn árið 1992 og niðurstöður ferlunarprófunar. Orkustofnun, OS-93036/JHD-18 B, 24 s.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1992: Hitaveita Egilstaða og Fella. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Urriðavatn árið 1991. Orkustofnun, OS-92021/JHD-09 B, 15 s.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1991: Hitaveita Egilstaða og Fella. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Urriðavatn árið 1990. Orkustofnun, OS-91022/JHD-09 B, 14 s.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1990: Hitaveita Egilsstaða og Fella. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Urriðavatni 1989. Orkustofnun, OS-91017/JHD-06B, 13 s.

Guðni Axelsson, Halldór Ármannson, Guðrún Sverrisdóttir og Magnús Ólafsson, 1989: Hitaveita Egilsstaða og Fella. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Urriðavatni 1988. Orkustofnun, OS-89024/JHD-09B, 33 s.

Steinunn Hauksdóttir 2000: Hitaveita Egilsstaða og Fella. Súrefnisupptaka í miðlunartanki. Orkustofnun, greinargerð StH-2000/01, 1 s.

Steinunn Hauksdóttir og Guðni Axelsson, 2000: Hitaveita Egilsstaða og Fella. Eftirlit með jarðhitasvæðinu í Urriðavatni 1998 og 1999. Orkustofnun, OS-2000/081, 13 s.

Umhverfisráðuneytið, 2001: Reglugerð um neysluvatn nr. 535/2001, 28. Júní 2001.