



**ORKUSTOFNUN**

**Rannsóknasvið**

# **Hitaveita Suðureyrar**

## **Efnasamsetning vatns úr vinnsluholum 1998**

**Magnús Ólafsson**

**Unnið fyrir Orkubú Vestfjarða**

**1999**

**OS-99011**





**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 8-610-401

**Magnús Ólafsson**

## **HITAVEITA SUÐUREYRAR**

**Efnasamsetning vatns úr  
vinnsluholum 1998**

**Unnið fyrir Orkubú Vestfjarða**

**OS-99011**

**Mars 1999**

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

<b>Skýrsla nr.:</b> OS-99011	<b>Dags.:</b> Mars 1999	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> HITAVEITA SUÐUREYRAR Efnasamsetning vatns úr vinnsluholum 1998	<b>Upplag:</b> 20	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 13	
<b>Höfundar:</b> Magnús Ólafsson	<b>Verkefnisstjóri:</b> Hrefna Kristmannsdóttir	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Árlegt efnaeftirlit	<b>Verknúmer:</b> 8-610401	
<b>Unnið fyrir:</b> Orkubú Vestfjarða		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Í skýrslunni er gerð grein fyrir niðurstöðum efnagreininga á sýnum af vatni úr vinnsluholum Hitaveitu Suðureyrar frá árinu 1998, og þær bornar saman við eldri niðurstöður. Hitaveitan nýtir vatn úr holum 2 og 5 að Laugum í Súgandafirði, þó aldrei nema annarri í einu. Frá því Orkubú Vestfjarða tók við rekstri veitunnar hefur verið allgöð regla á vinnslueftirlitinu. Á árinu tók starfsmaður Orkustofnunar heilsýni til greininga úr báðum vinnsluholum og Orkubúið sendi ellefu sýni til efnagreininga, níu úr holum 2 og tvö úr holum 5. Með núverandi dælingu úr jarðhitasvæðinu hefur selta vatns lækkað verulega frá því sem áður var og útfellingar og tæring virðast ekki lengur vera til vandræða. Efnasamsetning vatnsins hefur lítið breyst á síðastliðnum fjórum til fimm árum.		
<b>Lykilorð:</b> Suðureyri, lágghitasvæði, vinnsla, borholur, jarðhitavatn, eftirlit, efnastykur	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> <i>Hrefna Kristmannsdóttir</i>	
	<b>Yfirlit af:</b> HK	

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. BORHOLUR	4
3. NIÐURSTÖÐUR EFNAGREININGA	4
4. UMRÆÐA	5
5. LOKAORÐ	7
6. HEIMILDIR / RITASKRÁ	12

### TÖFLUSKRÁ

Tafla 1. Borholur að Laugum í Súgandafirði	4
Tafla 2. Borholur að Laugum í Súgandafirði	5
Tafla 3. Borholur að Laugum í Súgandafirði	6

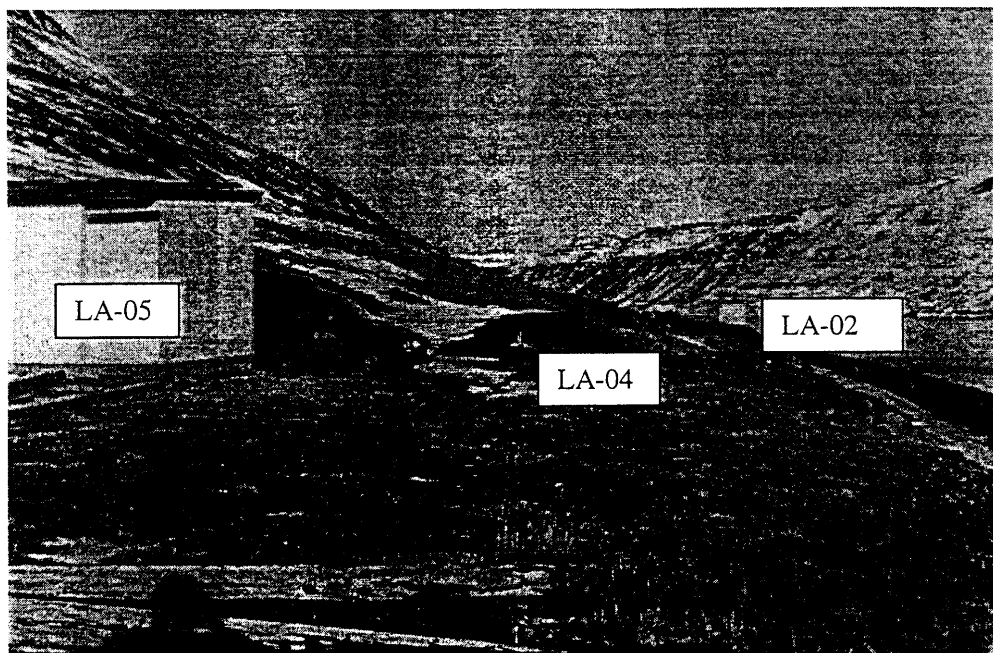
### MYNDASKRÁ

Mynd 1. Borholur að Laugum í Súgandafirði	3
Mynd 2. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 2, 1975 til 1998	9
Mynd 3. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 5, 1986 til 1998	9
Mynd 4. Styrkur klóríðs í vatni úr holum 2 og 5, 1995 til 1998	10
Mynd 5. Mældur hiti við sýnatöku í holum 2 og 5	10
Mynd 6. Hlutfall súrefnis- og vetnissamsætna	11
Mynd 7. Kalkmettun vatns úr holum 2 og 5	11

## 1. INNGANGUR

Hitaveita Suðureyrar var stofnuð 1977 og tekin í notkun árið eftir. Hún nýtir vatn úr holum 2 (LA-02) og 5 (LA-05) að Laugum í Súgandafirði, þó aldrei nema úr annarri í einu. Fyrstu árin nýtti veitan vatn úr holu 2 og gekk nýting þess sæmilega til að byrja með (sjá t.d. Guðrún Sverrisdóttir og Hrefna Kristmannsdóttir, 1994). Hiti vatnsins var um 60°C en það var ísalt, styrkur klóríðs tæplega 100 mg/l. Efnasamsetningin breyttist þó fljótlega til hins verra, seltan jókst og kalkútfellingar urðu til vandræða og eyðilögðu djúpdælu í holunni 1978. Þrisvar sinnum var hola 2 hreinsuð (tafla 1) og þar kom að ráðist var í borun nýrrar vinnsluholu fyrir veituna (hola 5) í kjölfar könnunar á jarðhitasvæðinu. Hola 5 tók síðan við sem vinnsluhola hitaveitunnar á árinu 1985. Orkubú Vestfjarða tók við rekstri Hitaveitu Suðureyrar 1993.

Orkustofnun hefur annast eftirlit með efnasamsetningu vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Suðureyrar um langt árabil. Frá því Orkubú Vestfjarða tók við rekstri veitunnar hafa sýni til mælinga á klóríði (seltu) verið tekin mánaðarlega, og um mánaðarmótin mars/apríl 1998 tók starfsmaður Orkustofnunar heilsýni úr báðum vinnsluholum veitunnar. Í þessari skýrslu verður greint frá niðurstöðum efnagreininga á sýnum frá árinu 1998, og þær bornar saman við eldri niðurstöður.



**Mynd 1.** Borholur 5 (næst), 4 (á miðju plani, enginn skúr) og 2 (fjærst).

## 2. BORHOLUR

Fimm holur hafa verið boraðar í jarðhitasvæðið að Laugum í Súgandafirði. Yfirlit um holurnar er sýnt í töflu 1. Hola 1 var boruð til hitamælinga við laugina, en holur 2 og 5 voru boraðar sem vinnsluholur. Holur 3 og 4 eru kjarnaholur sem voru boraðar til rannsóknna á jarðhitasvæðinu áður en ráðist var í borun holu 5. Staðsetning holna 2, 4 og 5 var ákvörðuð með GPS gervitunglaviðtæki í sýnatökuferð vorið 1998 (tafla 1). Á hverjum stað var safnað 120 til 140 punktum og staðsetning síðan leiðrétt eftir á. Þannig fékkst svokölluð DGPS staðsetning.

**Tafla 1.** Borholur að Laugum í Súgandafirði.

Hola	Borár	Dýpi (m)	Breidd (N - S)	Lengd (A - V)	Hæð (m.y.s.)	Athugasemdir
LA-01	1967	15,5				Hitastigulshola
LA-02	1975	549	66°06 40,5866	23°27 34,0209	~20	Vinnsluhola
LA-02	1976	684				Dýpkun vinnsluholu
LA-02	1980	684				Hreinsun vinnsluholu
LA-02	1984	684				Hreinsun vinnsluholu
LA-02	1987	684				Hreinsun vinnsluholu
LA-03	1981	521				Kjarnahola
LA-04	1982	405	66°06 37,5024	23°27 28,8910	~20	Kjarnahola
LA-05	1984	31	66°06 37,1477	23°27 28,6610	~20	Forborun vinnsluholu
LA-05	1984-1985	1141				Vinnsluhola

## 3. NIÐURSTÖÐUR EFNAGREININGA

Á árinu 1998 sendi Orkubú Vestfjarða ellefu sýni til efnagreininga hjá efnarannsóknarstofu Orkustofnunar, níu þeirra voru úr holu 2 og tvö úr holu 5. Í öllum sýnum var mældur styrkur klóríðs og að auki styrkur súlfats í 3 sýnum og styrkur kísils í 1 sýni. Niðurstöður eru sýndar í töflu 2. Auk hlutsýnanna voru tekin sýni til heildarefnagreininga úr báðum vinnsluholunum um mánaðarmótin mars/apríl 1998. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflu 3.

**Tafla 2.** Efnasamsetning hlutsýna 1998.

Hola	Dagsetning	Númer	Hiti (°C)	Kísill SiO <sub>2</sub>	Klóríð Cl (mg/l)	Súlfat SO <sub>4</sub>
LA-02	1998-03-23	1998-0092	66	60,8	65,4	-
LA-02	1998-03-31	1998-0248 <sup>1)</sup>	64,4	60,9	56,7	78,1
LA-02	1998-05-02	1998-0269	66	-	62,5	-
LA-02	1998-06-02	1998-0328	-	-	62,0	-
LA-02	1998-07-02	1998-0391	67	-	62,7	-
LA-02	1998-08-04	1998-0440	67	-	72,2	-
LA-02	1998-09-01	1998-0516	67	-	67,5	-
LA-02	1998-10-01	1998-0179	67,6	-	67,4	76,3
LA-02	1998-11-04	1998-0580	67	-	68,3	-
LA-02	1998-12-01	1998-0635	67,6	-	66,3	87,2
LA-05	1998-01-02	1998-0004	59	-	70,9	-
LA-05	1998-02-03	1998-0213	59	-	70,0	73,6
LA-05	1998-04-01	1998-0250 <sup>1)</sup>	56,6	53,6	69,7	71,1
1): Heilsýni, sjá töflu 3						

#### 4. UMRÆÐA

Í skýrslu Orkustofnunar 1994 (Guðrún Sverrisdóttir og Hrefna Kristmannsdóttir, 1994) var rekstrarsaga Hitaveitu Suðureyrar rakin fram til þess tíma, a.m.k. hvað varðar efnainnihald vatns úr vinnsluholum og breytingar á því. Litlar upplýsingar eru til um vinnslu úr jarðhitasvæðinu. Í þessari skýrslu verður greint frá niðurstöðum efnaeftirlits hjá veitunni síðustu fjögur ár, 1995 til 1998. Í heimilda-/ritaskrá hér að aftan er yfirlit um skýrslur og greinargerðir, sem skráðar eru á bókasafni Orkustofnunar og snerta jarðhitasvæðið á Laugum í Súgandafirði og Hitaveitu Suðureyrar. Að auki eru þar nokkrar heimildir um jarðfræði og annað skylt efni tengt Súgandafirði.

Myndir 2 og 3 sýna styrk klóríðs (Cl) í vatni úr holum 2 og 5 frá því vinnsla hófst úr þeim. Á mynd 2 sést glögg tæring selts vatnsins í holu 2 jókst jafnt og þétt úr u.þ.b. 70-80 mg/l árið 1976 í 290-300 mg/l árið 1983 og hélst þannig þar til hola 5 tók við sem vinnsluhola veitunnar. Útfellingar í holunni og tæring í dreifikerfi og djúpdælu voru þá búin að vera viðvarandi vandamál allt frá árinum 1978. Hola 5 var tekin í notkun 1986 og reyndist selts (styrkur klóríðs) vatnsins úr henni enn hærri en úr holu 2, u.þ.b. 350-400 mg/l. Var þessi háa selts m.a. rakin til niðurrennslis sjávar í holu 4, og var því steyppt í hana. Með breyttu rekstarfyrirkomulagi hjá veitunni dró mjög úr vinnslu úr jarðhitasvæð-



inu og selta vatnsins minnkaði að sama skapi. Undirstrikar þetta vel aukna íblöndun sjávar í jarðhitavatnið samfara aukinni dælingu úr jarðhitakerfinu.

**Tafla 3.** Efnasamsetning heilsýna úr holum 2 og 5 (mg/l).

Hola	LA-02	LA-05	LA-05
Dagsetning	1998-03-31	1998-04-01	1994-07-11
Númer	1998-0248	1998-0250	1994-0147
Hiti (°C)	64,4	56,6	58
Uppleyst súrefni (O <sub>2</sub> )	0,01	0,15	0,1
Sýrustig (pH/°C)	9,7/23	9,6/24	9,5/22
Karborinat (CO <sub>2</sub> (t))	9,1	14,4	9,2
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	<0,03	<0,03	<0,03
Leiðni ((μS/cm)°C)	496/25	500/25	-
Bór (B)	0,06	0,04	0,12
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	60,9	53,6	53,0
Natríum (Na)	90,6	89,7	97,7
Kalíum (K)	0,88	0,77	0,86
Magnesíum (Mg)	0,011	0,067	0,28
Kalsíum (Ca)	8,7	9,2	13,2
Flúoríð (F)	0,41	0,36	0,29
Klóríð (Cl)	56,7	69,7	109,2
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	78,1	71,1	77,3
Ál (Al)	0,045	0,022	-
Mangan (Mn)	0,0005	0,0002	-
Járn (Fe)	0,0082	0,0131	-
Uppleyst efni	390	301	362
δD (‰ SMOW)	-81,4	-79,6	-82,4
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-11,59	-11,37	-11,48

Á myndum 4 og 5 er sýnt hvernig styrkur klóríðs (mynd 4) og hiti vatnsins (mynd 5) hefur breyst á síðastliðnum fjórum árum (1995 til 1998). Árin 1995 til 1997 var eingöngu nýtt vatn úr holu 5, en á síðastliðnu ári hófst á ný dæling úr holu 2 og frá mánaðarmótum mars/apríl var eingöngu dælt úr henni. Styrkur klóríðs í vatni úr holum 2 og 5 er nánast sá sami við þá dælingu sem hitaveitan þarf á að halda um þessar mundir, en vatnið úr holu 2 er talsvert heitara. Þar munar einum átta (8) gráðum. Jafnframt er djúpdælan í holu 2 heppilegri miðað við það magn sem nú er dælt (Sölvi Sólbergsson, pers. upplýsingar 1999). Á árunum 1995 til 1998 lækkaði styrkur klóríðs nokkuð í vatni úr holu 5, mest á fyrrihluta þessa tímabils, en sáralítið seinni tvö árin.

Á mynd 6 eru sýnd hlutföll súrefnis- og vetnissamsætna í vatni úr holum 2 og 5 og þau borin saman við kalt grunnvatn í Vestfjarðagöngum. Jafnframt er sýnd á myndinni svo

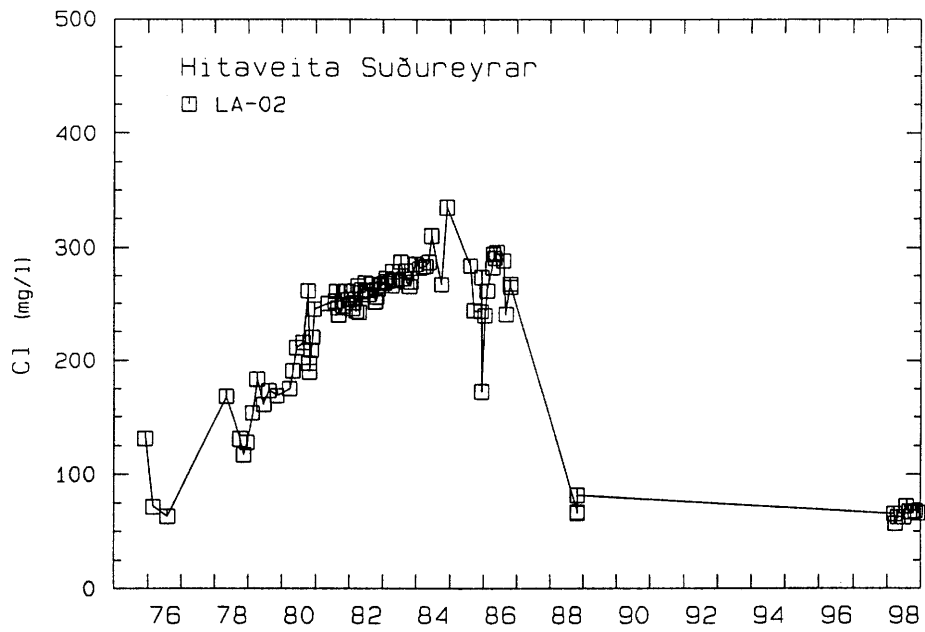
kölluð úrkomulína (Bragi Árnason, 1976), en hún sýnir meðaltalsgildi fyrir úrkomu á norðurhveli jarðar um þessar mundir. Hér á landi er hlutfall þetta breytilegt eftir því hvar úrkoman fellur, úrkoman verður léttari (meira negatíf) eftir því sem hún fellur lengra frá sjó og í meiri hæð yfir sjó. Á myndinni sést að vatnið úr holum 2 og 5 fellur á úrkomulínuna. Það gerir einnig kalda vatnið úr Vestfjarðagöngunum, sem auk þess hefur samsætu-hlutfall nánast það sama og vatnið úr vinnsluholum hitaveitunnar. Kalda vatnið endurspeglar grunnvatn á hálendinu austur af Súgandafirði, sem Vestfjarðagöngin skera, og má því draga þá ályktun út frá þessum mælingum að heita vatnið í jarðhitakerfinu að Laugum í Súgandafirði hafi fallið sem úrkoma á hálendinu austur af Súgandafirði. Selta vatnsins stafar síðan frá íblöndun sjávar í jarðhitavatnið.

Lághitavatn á Íslandi er yfirleitt lítillega yfirmettað af kalsíti, öðru nafni kalki, án þess að hætta sé á kalkútfellingum úr vatninu. Reyndar er það svo að þrátt fyrir umtalsverða yfirmettun þá eru útfellingar ekki til neinna vandræða, nema þar sem þættir sem örva útfellingar eru til staðar í vatninu. Slíkir þættir eru t.d. selta og uppleyst súrefni. Mynd 7 sýnir mettunarstig vatns úr holum 2 og 5 m.t.t. kalsíts (kalks) eins og það hefur verið í gegnum tíðina. Er það sýnt sem hlutfall jónamargfeldis og virknimargfeldis ( $\log(Q/K)$ ) vatnsins. Vatnið er yfirmettað (útfellingahætta) ofan línunnar sem markast af  $\log(Q/K)=0$ , undirmettað (ekki útfellingahætta) neðan línunnar en í jafnvægi á línunni. Reynslan hér á landi hefur kennt að kalkútfellingar verða yfirleitt ekki til vandræða fyrr en ofan við strikalínuna á mynd 7 ( $\log(Q/K)=0,4$ , nema þar sem örvandi þættir hafa áhrif eins og líst var hér að ofan. Á myndinni sést að heilsýnin úr holum 2 og 5, sem voru tekin síðla vetrar 1998, reiknast lítillega yfirmettuð. Þar eð selta vatnsins í vinnsluholunum hefur lækkað umtalsvert frá því sem áður var, þegar kalkútfellingar voru viðvarandi vandmál hjá hitaveitunni, þá er ekki reiknað með að svo sé lengur. Reyndar er það svo að uppleyst súrefni mældist nokkuð hátt í vatni úr vinnsluholunum, sérstaklega þó úr holu 5, og þekkt eru dæmi þess að það virki hvetjandi á myndun kalkútfellinga. Aðalvandamálið við súrefnið er þó að það tærir járn og stál.

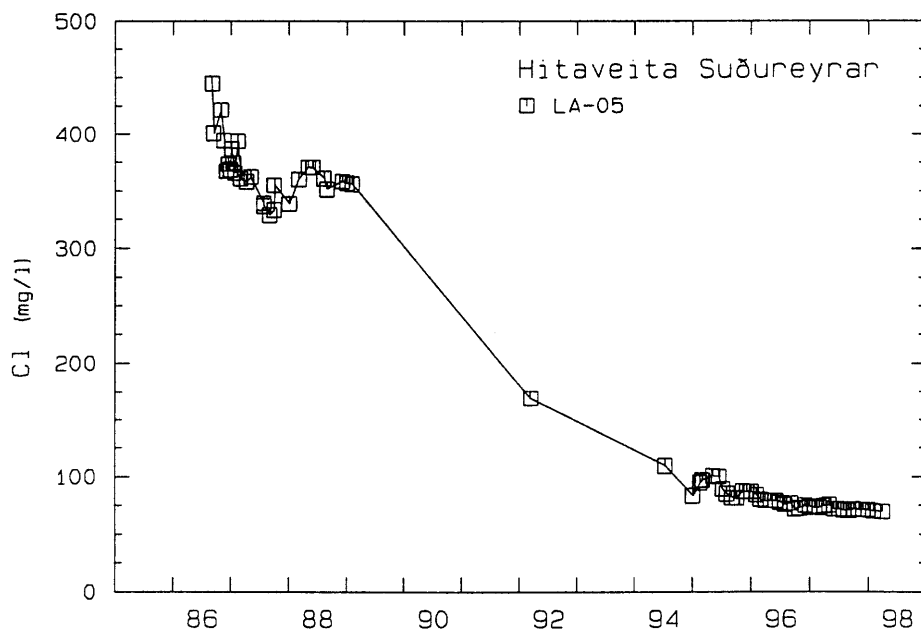
## 5. LOKAORÐ

1. Hitaveita Suðureyrar vinnur vatn á jarðhitasvæðinu að Laugum í Súgandafirði. Orkustofnun hefur fylgst með efnasamsetningu vatnsins frá því veitan tók til starfa, þó stundum hafi liðið langt á milli þess að sýni hafa verið tekin. Frá því Orkubú Vestfjarða tók við rekstri veitunnar hefur komist betri regla á þennan þátt vinnslu-efirlitsins.
2. Undanfarin ár hefur hola 5 verið aðalvinnsluhola veitunnar en vorið 1998 var farið að dæla á ný úr holu 2 og var hún aðalvinnsluholan á síðastliðnu ári.

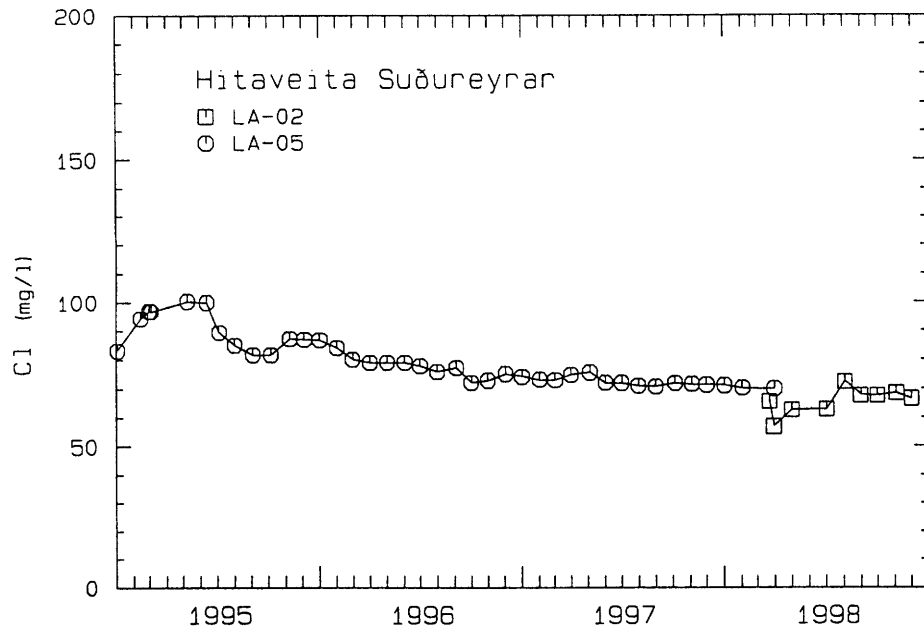
3. Með þeirri dælingu, sem nú er úr jarðhitasvæðinu, hefur selta vatnsins lækkað verulega frá því sem áður var og útfellingar og tæring virðast ekki lengur vera til vandræða. Efnasamsetning vatnsins hefur lítið breyst á síðastliðnum fjórum til fimm árum.



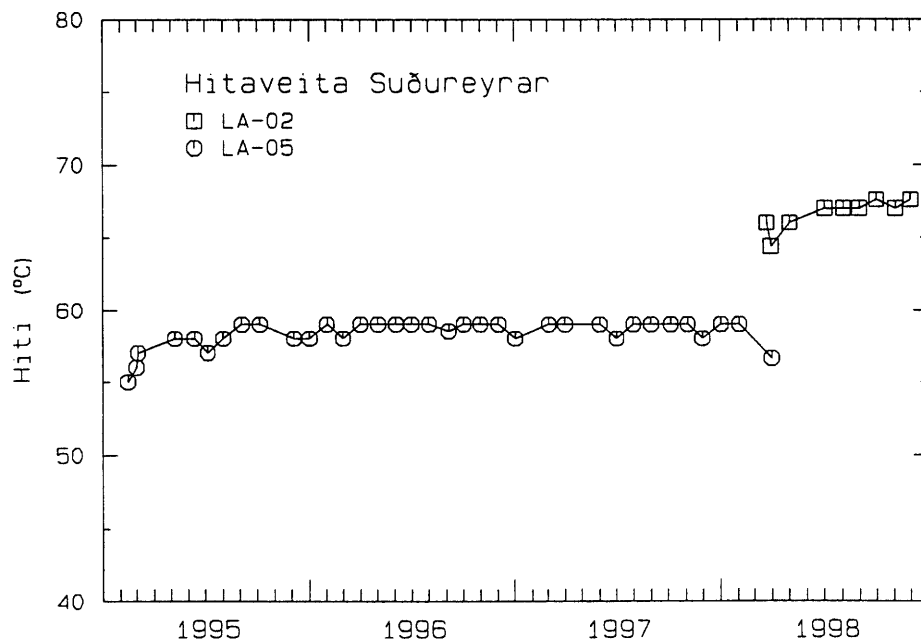
**Mynd 2.** Styrkur klóríðs í vatni úr holu 2, 1975 til 1998.



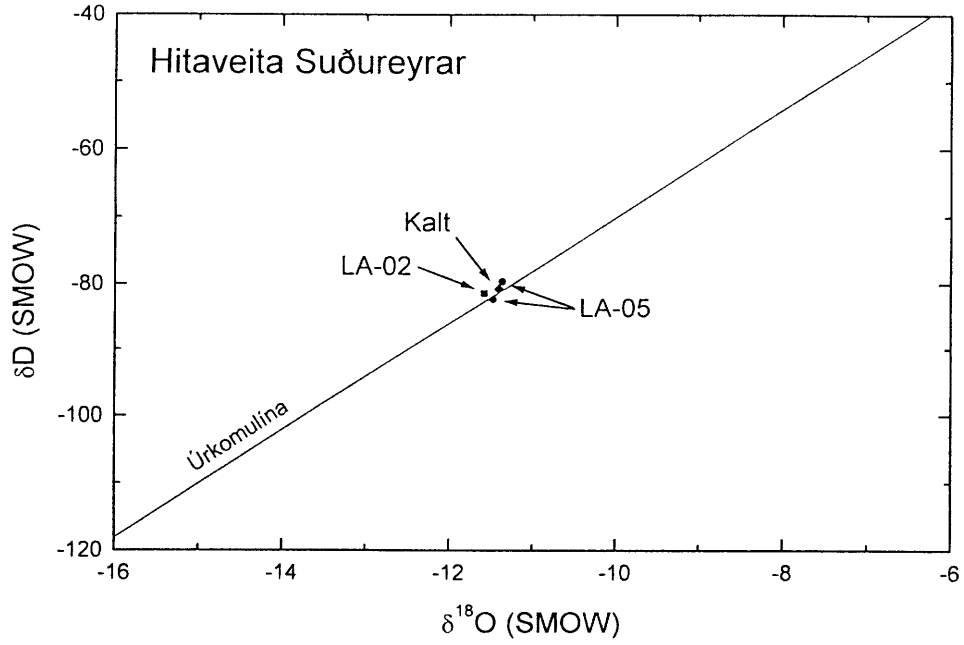
**Mynd 3.** Styrkur klóríðs í vatni úr holu 5, 1986 til 1998.



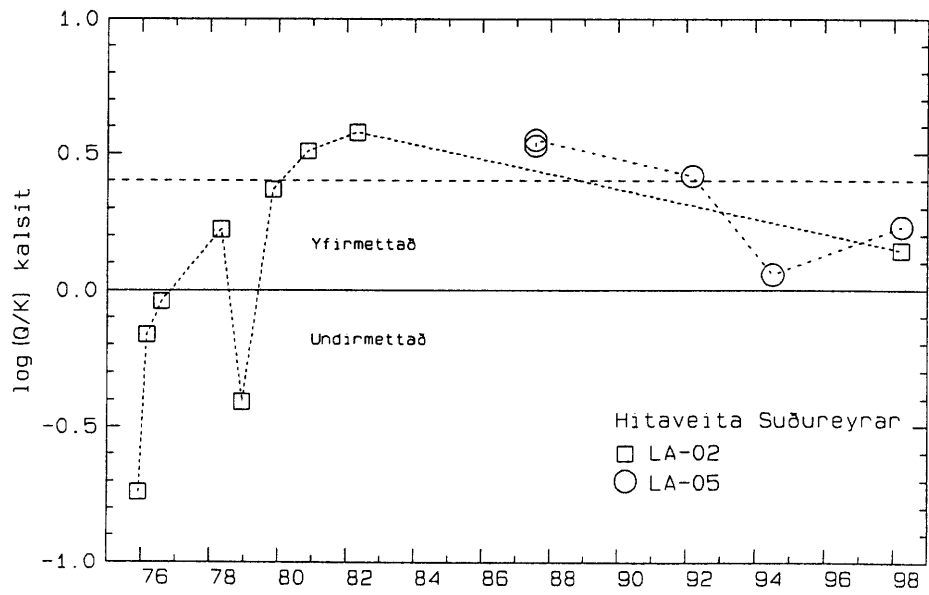
Mynd 4. Styrkur klóríðs í vatni úr holum 2 og 5, 1995 til 1998.



Mynd 5. Mældur hiti við sýnatöku í holum 2 og 5, 1995 til 1998.



Mynd 6. Hlutfall súrefnis- og vetnissamsætna.



Mynd 7. Kalkmettun vatns úr holum 2 og 5.

## 6. HEIMILDIR / RITASKRÁ

Ágúst Guðmundsson, 1977: Nokkrar jarðfræðiathuganir í Súgandafirði í des. 1977. Orkustofnun, OS-ROD-7721, 5 s.

Árni Hjartarson og Þoroddur F. Þorodsson, 1980: Neysluvatnsmál á Suðureyri við Súgandafjörð. Orkustofnun, ÁH-ÞFP-80/06, 2 s.

Benedikt Steingrímsson, Jón Benjamínsson og Kristján Sæmundsson, 1976: Mælingar í borholu II í Súgandafirði. Orkustofnun, OS-JHD-7624, 8 s.

Bragi Árnason, 1976: Groundwater systems in Iceland traced by deuterium. Vísindafélag Íslendinga, 42, 236 s.

Guðrún Sverrisdóttir og Hrefna Kristmannsdóttir, 1994: Hitaveita Suðureyrar. Efnasamsetning jarðhitavatns. Orkustofnun OS-94047/JHD-27 B, 7 s.

Jón Steinar Guðmundsson og Ólafur G. Flóvenz, 1980: Hitaveita Suðureyrar. Aðgerðir í tengslum við hreinsun borholu. Orkustofnun, JSG-ÓGF-80/09, 4 s.

Jón Steinar Guðmundsson og Ólafur G. Flóvenz, 1981: Hitaveita Suðureyrar. Umsögn fyrir Orkusjóð. Orkustofnun, JSG-ÓGF-81/03, 2 s.

Jón Steinar Guðmundsson og Ólafur G. Flóvenz, 1981: Hitaveita Suðureyrar. Tillögur um prófanir og mælingar í rannsóknarholu. Orkustofnun, JSG-ÓGF-81/04, 2 s.

Jón Steinar Guðmundsson og Ólafur G. Flóvenz, 1981: Rannsóknarborun við Laugar í Súgandafirði 1981. Orkustofnun, JSG-ÓGF-81/07, 10 s.

Jón Steinar Guðmundsson, Ólafur G. Flóvenz og Hjörleifur Þ. Jakobsson, 1981: Hitaveita Suðureyrar. Lausleg athugun á tæknilegum þáttum. Orkustofnun, JSG-ÓGF-HÞJ-81/08, 10 s.

Magnús Ólafsson, 1997: Hitaveita Suðureyrar. Klóríð í vatni úr holu LA-05. Orkustofnun, MÓ-97/01, 2 s.

Magnús Ólafsson, 1998: Hitaveita Suðureyrar. Efnaeftirlit 1997. Orkustofnun, MÓ-98/05, 2 s.

Ólafur G. Flóvenz, 1981: Viðnámsmælingar við Laugar í Súgandafirði. Orkustofnun, ÓGF-81/03, 4 s.

Ólafur G. Flóvenz, Ómar Sigurðsson og Sverrir Þórhallsson, 1982: Hitaveita Suðureyrar. Niðurstöður rannsókna. Orkustofnun, OS-82123/JHD-36 B, 12 s.

Ólafur G. Flóvenz og Magnús Ólafsson, 1984: Hitaveita Suðureyrar. Orkustofnun, ÓGF-MÓ-84/04, 8 s.

Ólafur G. Flóvenz og Stefán G. Sigurmundsson, 1984: Áætlun um rannsóknir og þjónustu vegna borana við Laugar í Súgandafirði árið 1984. Orkustofnun, ÓGF-SGS-84/05, 4 s.

Ólafur G. Flóvenz, 1984: Skolvatnsnotkun við borun holu 5 við Laugar í Súgandafirði. Orkustofnun, ÓGF-84/06, 2 s.

Ólafur G. Flóvenz, Ómar Sigurðsson, Margrét Kjartansdóttir og Sigmundur Einarsson, 1985: Athugasemdir varðandi borun holu LN-5 við Laugar í Súgandafirði. Orkustofnun, ÓGF-ÓS-MK-SE-85/01, 3 s.

Ómar Sigurðsson, 1997: Hugmynd að dæluprófun holu 5 Laugum Súgandafirði. Orkustofnun, Ómar-97/01, 2 s.

Sverrir Þórhallsson, 1988: Framtíðarhorfur Hitaveitu Suðureyrar. Orkustofnun, 8 s.

Valgarður Stefánsson, Kristján Sæmundsson og Stefán Arnórsson, 1975: Jarðhitaathugun í Súgandafirði 1974. Orkustofnun, 7 s.

WVS verkfræðiþjónusta, 1988: Hitaveita Suðureyrar. Kostnaðaráætlun vegna tillögu að breyttu rekstrarfyrirkomulagi. Frumáætlun. 27 s.