



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

ÚTLÁN  
Bókasafn Orkustofnunar

*HITAVEITA SELTJARNARNESS*

**Vinnslueftirlit 1994-1995**

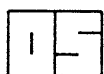
Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulinius,  
Guðrún Sverrisdóttir og Sverrir Hákonarson

Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness

OS-95061/JHD-40 B

Desember 1995

útlán



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 111

*HITAVEITA SELTJARNARNESS*

**Vinnslueftirlit 1994-1995**

Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulinius,  
Guðrún Sverrisdóttir og Sverrir Hákonarson

Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness

OS-95061/JHD-40 B

Desember 1995

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. EFNAEFTIRLIT	3
3. ÚTFELLINGAHÆTTA	8
4. VINNSLUGÖGN	9
4.1 Vinnsla	9
4.2 Vatnshiti	10
4.3 Vatnsborð	11
5. SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR	11
6. HEIMILDIR	12

## TÖFLUR

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu SN-04	5
Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holu SN-06	5
Tafla 3. Efnasamsetning hlutsýna úr holu SN-04	6
Tafla 4. Efnasamsetning hlutsýna úr holu SN-05	7
Tafla 5. Efnasamsetning hlutsýna úr holu SN-06	7
Tafla 6. Vatnsvinnsla úr holum 1.12.1994 - 1.12.1995	10
Tafla 7. Mánaðarmeðaltal heildarrennslis árána 1991 til 1995	10

## MYNDIR

Mynd 1. Breytingar í styrk klóríðs með tíma í holu SN-04, SN-05 og SN-06	14
Mynd 2. Breytingar í styrk kísils með tíma í holu SN-04 og SN-06	14
Mynd 3. Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-04	15
Mynd 4. Rennsli úr holum SN-04, SN-05 og SN-06 árið 1995	15
Mynd 5. Hiti vatns úr holum SN-04, SN-05 og SN-06 árið 1995	16
Mynd 6. Meðalhiti í mars á vatni úr holum SN-04, SN-05 og SN-06	16
Mynd 7. Vatnsborð í holum SN-01, SN-02 og SN-03	17
Mynd 8. Vatnsborð í holum SN-04, SN-05 og SN-06	18

## 1. INNGANGUR

Í eftirfarandi skýrslu eru teknar saman niðurstöður vinnslueftirlits með jarðhitasvæðinu á Seltjarnarnesi, samkvæmt samningi Hitaveitu Seltjarnarness og Jarðhitadeildar Orkustofnunar nr. 626011-1987. Sambærilegar skýrslur hafa verið gefnar út árlega frá 1988. Teknar eru saman niðurstöður efnaeftirlits 1995 og gefið yfirlit yfir vatnsvinnslu og vatnsborðsmælingar á tímabilinu desember 1994 til desember 1995.

Á árinu var lokið við uppsetningu sjálfvirks vatnsborðsmælíbúnaðar í holu SN-06, en slíkur búnaður var fyrir í holu SN-04. Talsverðar truflanir urðu hins vegar á árinu á skráningu vinnslugagna af ýmsum orsökum.

Á árinu 1994 var lokið við borun nýrrar vinnsluholu, SN-12 (Guðni Axelsson o. fl., 1994), sem var virkjuð nú á haustmánuðum, um ári eftir að borun lauk. Áður en holan var tengd inn á veitukerfið var hún dæluprófuð og jafnframt fylgst með viðbrögðum svæðisins. Gögn voru tekin saman til bráðabirgða í greinargerð (Hrefna Kristmannsdóttir, 1995), en eftir er að vinna úr þeim. Einnig er eftir að gera lokaskýrslu um borun holunnar og væri æskilegt að vinna hana áður en langt um líður. Það kom sér illa þegar verið var að staðsetja og undirbúa borun SN-12 að aldrei hafði verið gengið frá gögnum og rannsóknum tengdum borun holu SN-6. Stefna þyrfti að því að birta öll þessi gögn í skýrslu og vinna úr dæluprófunum og nýjum vinnslugögnum.

Á meðan SN-12 stóð óvirkjuð í u.þ.b. eitt ár var niðurrennsli úr vatnsæð í 1080 m dýpi niður í aðalvatnsæð holunnar á 2040 m dýpi og var holan því kæld og er enn að hitna. Æskilegt er að vinna úr dæluprófunargögnum bæði frá prófun holunnar og síðustu prófunum þegar endanlegt hitastig holunnar er orðið ljóst og byggja á þeim niðurstöðum tillögur um hagkvæmstu framtíðartilhögum vinnslu á svæðinu.

Vegna dælingar úr SN-12 í dæluprófuninni er niðurdráttur á svæðinu í heild og í einstökum holum meiri en eðlilegt er á þessum árstíma.

Í byrjun árs 1995 var tekin saman ritskrá um rannsóknir á jarðhitasvæðinu á Seltjarnarnesi og tæknivinnu fyrir Hitaveitu Seltjarnarness, alls um 58 rit (Hrefna Kristmannsdóttir og Ingibjörg Gísladóttir, 1995).

## 2. EFNAEFTIRLIT

Sýni til heildarefnagreininga voru tekin tvívegis á árinu úr holum SN-04 og SN-06. Eitt sýni til heildarefnagreiningar var tekið úr SN-12, en það var áður en hún komst í jafnvægi. Ekki var tekið heilsýni úr SN-05, þar sem hún var ekki í gangi þegar sýnataka fór fram. Auk þessa tóku starfsmenn hitaveitunnar því sem næst vikulega sýni til greininga á klóríði úr vinnsluholum á árinu, en ekki voru þau öll greind. Sá háttur hefur verið hafður á að safna sýnunum saman og greina hluta þeirra dreift yfir viðkomandi tímabil, oft u.þ.b. eitt sýni á mánuði, og þetta svo ef einhverjar breytingar sjást. Séu ekki miklar breytingar í úrtakinu eru ekki greind fleiri sýni. Í nokkrum þessara sýna var einnig greindur kísill þótt reyndar sé æskilegt að þynna sýni ef þau eru ætluð til kísilgreininga. Einnig tóku starfsmenn hitaveitunnar fjölda sýna til hlutgreiningar úr SN-12 meðan hún var að hitna upp. Í þeim sýnum var greint klóríð og/eða leiðni og kísill í nokkrum. Fyrstu niðurstöðum greininga sýna úr holu SN-12 var skilað í greinargerð nýlega (Hrefna Kristmannsdóttir, 1995).

Niðurstöður heilgreininga sýna úr holu SN-04 eru í töflu 1 og SN-06 í töflu 2 og greiningar á klóríði og sulfati í þeim og holu SN-05 í töflum 3,4 og 5. Í töflu 3 eru einnig sýndar þær greiningar á kísli, sem gerðar voru á hlutsýnum úr holu SN-04 vegna þess að vart varð við miklar breytingar í kísli í fyrra heilsýninu og eftirfarandi kælingu vatnsins.

Á mynd 1 eru sýndar sveiflur í klóríðstyrk vatns úr vinnsluholunum SN-04, SN-05 og SN-06 með tíma s. l. fimm ár. Klóríðstyrkur er mælikvarði á seltu og þar með sjómengun vinnsluvatnsins. Selta vatnsæða er mismunandi og sveiflur í seltu geta endurspeglad mismunandi blöndu eftir því hversu mikið er tekið úr holunum hverju sinni. Þar sem vinnslugögn eru í lágmarki er ekki unnt að bera beint saman magntöku og sveiflur í klóríðstyrk vinnsluvatnsins. Í holu SN-5 var áberandi lítil selta í haust eftir að hún hafði verið í hvíld yfir sumarið. Sveiflur í seltu í holu SN-6 hafa verið að aukast á seinni árum og er það sett í samband við það að núorðið er greinilega upprensli í holunni í hvíldum af minna söltu vatni.

Vinnsluvatn í holu SN-04 kólnaði talsvert í haust, en athygli vekur að þrátt fyrir mikla kólnun er selta vatnsins í holunni ekki mjög há. Sýni úr djúpæðum holunnar hafa jafnan haft mun lægri seltu en blandan (Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulínus, 1984, 1988) og sama er að segja um holu SN-06 (Hrefna Kristmannsdóttir, 1994). Í holu SN-04 hafa sveiflur í klóríðstyrk, hitastigi og kísilstyrk fram til þessa verið í beinu samhengi við það magn sem úr holunni er dælt (Hrefna Kristmannsdóttir o. fl., 1993), þannig að við aukna dælingu lækkar hitastigið og vatnið verður saltara (klóríðstyrkur hærri) og kísilstyrkur lækkar. Þetta er túlkað þannig að hlutfall efri æða í dælingarvatninu aukist þegar meira er tekið úr holunni.

Prófun holu SN-12 hefur truflað talsvert vinnslu úr svæðinu. Líklegt er að kólnun holu SN-04 standi í einhverju sambandi við þá holu og ekki er ólíklegt að hún hafi einnig áhrif á efnasamsetningu hinna vinnsluholnanna. Hóla SN-12 er ekki komin í jafnvægi enn og er vatnið að hitna og selta að lækka. Vatnið í henni er saltara en búist hafði verið við og þar sem selta lækkar með auknum hita er það væntanlega æðin á 1080 m dýpi sem er verulega saltari en reiknað hafði verið með miðað við gögn úr hinum holunum. Aldrei hafa náðst óblönduð sýni úr efri æðum holnanna, en miðað við efnasamsetningu djúpæða, þ.e. vatnsæða neðan um 1700 m dýpis, efnasamsetningu blöndu mismunandi vatnsæða og túlkun á rennsli við sýnatöku hefur frekað verið reiknað með að vatnsæðar neðan 1000 m væru verulega minna saltar en ofan þess dýpis.

Á mynd 2 er sýndur styrkur kísils með tíma í holum SN-04, SN-05 og SN-06 s. l. fimm ár. Kísill er aðallega greindur í heilsýnum svo sveiflur með árstíma og dælingu koma ekki eins vel fram og í klóríði. Þær sveiflur sem fram koma í kísilstyrk á fyrri árum vorum einkum vegna upphitunar einstakra holna eftir hvíld. Styrkur kísils hækkaði nokkuð 1991, sem endurspegladi hitnun vegna þess að minna var tekið úr svæðinu eftir að byrjað var að selja vatnið eftir mæli. Í holu SN-05 eru sérstaklega áberandi toppar í kísilstyrk eftir stopp og samsvarandi lægðir í styrk klóríðs. Hitastig vatnsins í þessari holu hækkar einnig eftir hvíldir, en fer svo lækandi jafnt og þétt við stöðuga dælingu. Með lækandi hitastigi hækkar klóríðstyrkur og kísilstyrkur lækkar. Þetta er túlkað þannig að aðstreymi úr neðsta hluta vatnskerfisins sé fremur tregt í þessari holu. Við stöðuga dælingu, jafnvel á fremur litlu magni, minnkar þannig hlutur neðra vatnskerfisins. Jafnhliða eykst hlutur efra vatnskerfisins, sem er bæði kaldara og saltara.

Marktækar sveiflur hafa ekki sést í styrk kísils í holu SN-06 frá árinu 1991, enda sveiflur í hitastigi þar fremur litlar. Undantekningar frá þessu eru djúpsýni úr holunni. Djúpsýni, sem tekið var í botni holunnar í fyrra hafði þannig mun hærri kísil og reiknaður kísilhiti þess vatns benti til allt að 150 °C hita og klóríðstyrkur var einungis 250 mg/l.

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu SN-04 (mg/l).

Dagsetning Númer	92-04-02 92-0060	92-09-24 92-0211	93-05-18 93-0085	93-10-18 93-0213	94-06-14 94-0082	95-05-09 95-0077	95-11-21 95-0344
Hiti (°C)	106,3	109,2	109,2	110,0	109,0	107,2	107,7
Sýrustig (pH/°C)	8,47/25	8,45/24	8,42/24	8,41/22	8,35/23	8,50/24	8,40/22
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	99,3	106,4	104,5	104,7	104,8	97,7	100,2
Natríum (Na)	565	550	583	590	615	633	630
Kalíum (K)	11,4	11,9	12,2	11,8	12,2	16,5	11,8
Kalsíum (Ca)	444	424	486	480	495	549	520
Magnesium (Mg)	0,28	0,15	0,30	0,39	0,55	0,26	0,36
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	8,7	8,2	7,8	7,9	11,4	7,9	11,4
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	270	263	284	295	276	292	277
Brennist. vetni (H <sub>2</sub> S)	0,07	0,06	0,09	0,07	< 0,03	0,09	0,08
Klóríð (Cl)	1483	1422	1534	1547	15695	1691	1654
Flúoríð (F)	0,67	-	0,66	0,66	0,63	0,62	0,60
Uppleyst efni	3093	3193	3316	3152	3428	3598	3550
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,002	0	0	0	0	0	0
Brómíð (Br)	5,8	5,0	5,3	-	-	-	-
Bór (B)	0,20	-	-	0,21	0,23	0,22	0,22
Ál (Al)	0,021	0,031	-	-	-	0,021	0,018

- ekki mælt

Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holu SN-06 (mg/l).

Dagsetning Númer	89-02-15 89-0014	90-04-03 90-0061	92-04-02 92-0059	94-03-15 94-0024	95-05-09 95-0055	95-11-21 95-0345
Hiti (°C)	116,9	117,7	116,0	119,0	117,8	-
Sýrustig (pH/°C)	8,30/22	8,30/22	8,18/24	8,24/22	8,29/25	8,31/22
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	118,6	122,4	120,4	124,0	120,0	122,7
Natríum (Na)	635	654	663	639	654	560
Kalíum (K)	16,8	17,5	14,7	14,1	18,7	12,4
Kalsíum (Ca)	538	568	584	575	586	471
Magnesium (Mg)	0,60	1,13	1,07	0,94	0,99	0,36
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	9,4	11,1	11,2	10,3	10,3	14,6
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	315	323	321	312	312	278
Brennist. vetni (H <sub>2</sub> S)	0,12	0,09	0,08	0,04	0,10	0,13
Klóríð (Cl)	1730	1810	1842	1770	2017	1464
Flúoríð (F)	0,64	0,67	0,65	0,75	0,68	0,71
Uppleyst efni	3717	4055	3821	3820	3324	3314
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,01	0	0	0	0	0
Brómíð (Br)	6,4	6,4	7,22	5,8	-	-
Bór (B)	0,26	0,27	0,25	0,27	0,26	0,22
Ál (Al)	0,023	-	0,024	0,035	0,028	0,027
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-	-10,4	-	-10,38	-10,42	-
δD (‰ SMOW)	-71,3	-	-	-	-	-

- ekki mælt

Tafla 3. Efnasamsetning hlutsýna úr holu SN-04 (mg/l).

Dagsetning	Númer	Cl (mg/kg)	SO <sub>4</sub> (mg/kg)	SiO <sub>2</sub> (mg/kg)
94-10-20	94-0296	1730	296	104,1
94-10-21	94-0298	1220	253	107,3
94-10-24	94-0300	1390	270	106,5
94-10-25	94-0302	1405	272	106,7
94-10-26	94-0304	1420	273	106,6
94-11-04	94-0369	1510	265	
94-12-02	94-0377	1610	278	
94-12-29	94-0387	1650	283	
95-01-10	95-0003	1720	290	
95-01-13	95-0023	1680	285	
95-02-13	95-0032	1690	287	
95-03-10	95-0043	1760	294	
95-04-07	95-0066	1770	295	
95-05-04	95-0074	1800	301	
95-05-12	95-0113	1790	300	
95-05-19	95-0114	1730	295	
95-06-06	95-0115	1720	299	
95-06-09	95-0116	1740	301	
95-06-16	95-0117	1780	303	
95-06-30	95-0118	1700	295	
95-07-07	95-0119	1700	295	
95-07-14	95-0120	1660	294	
95-07-21	95-0376	1621		
95-07-31	95-0377	1658		
95-08-04	95-0378	1623		99,1
95-08-11	95-0379	1649		
95-09-01	95-0380	1589		
95-09-08	95-0381	1329		
95-09-18	95-0382	1511		
95-09-22	95-0383	1432		
95-09-29	95-0384	1512		
95-11-10	95-0385	1530		
95-12-01	95-0386	1236		
95-12-03	95-0387	1440		
95-11-24	95-0397	1466		101,9
95-12-08	95-0398	1376		101,4
95-12-14	95-0399	1275		109,6

Tafla 4. Efnasamsetning hlutsýna úr holu SN-05 (mg/l).

Dagsetning	Númer	Cl (mg/kg)	SO <sub>4</sub> (mg/kg)
94-10-19	94-0295	1100	218
94-10-20	94-0297	1110	216
94-10-21	94-0299	1110	217
94-10-24	94-0301	1140	215
94-10-25	94-0303	1130	220
94-10-26	94-0305	1160	224
94-12-16	94-0382	1010	223
95-01-13	95-0024	1080	205
95-02-17	95-0035	1100	203
95-03-10	95-0044	1130	210
95-03-17	95-0059	1150	204
95-04-07	95-0067	1100	204
95-05-19	95-0121	950	192
95-05-26	95-0122	1040	197
95-06-06	95-0123	1110	203
95-09-29	95-0371	954	
95-11-10	95-0372	918	
95-12-03	95-0373	940	

Tafla 5. Efnasamsetning hlutsýna úr holu SN-06 (mg/l).

Dagsetning	Númer	Cl (mg/kg)	SO <sub>4</sub> (mg/kg)
94-01-28	94-0021	1850	331
94-02-04	94-0086	1837	319
94-02-11	94-0087	1830	320
94-02-18	94-0091	1832	320
94-03-11	94-0097	1768	305
94-11-04	94-0370	1260	264
94-12-02	94-0378	1640	302
94-12-29	94-0306	1750	311
95-01-10	95-0005	2200	345
95-01-13	95-0025	1750	309
95-02-13	95-0033	1790	312
95-03-10	95-0045	1780	310
95-03-17	95-0060	1800	312
95-03-31	95-0124	1830	316
95-04-07	95-0068	1810	311
95-05-04	95-0075	1840	317
95-05-12	95-0125	1830	317
95-11-24	95-0374	1597	
95-12-01	95-0375	1582	



Aðalbreytingin í kfsilstyrk kemur nú fram í holu SN-04, en eins og bæði kemur fram í töflu 1 og á mynd 2 snarlækkaði styrkurinn í vor. Þessi lækking tilsvavar um 5 °C lækkingu í kfsilhita, en engin mælanleg lækking í hita sást þó strax. Þetta er einmitt einkennandi fyrir jarðhitakerfi; fyrirboði kælingar sést oft í efnasamsetningu löngu áður en sjálf kælingin kemur fram. Í sýni frá 21. nóvember í haust er reiknað kfsilhitastig heldur farið að hækka, en skömmu síðar snarlækkaði hitastig vinnsluvatnsins. Í hlutsýnum frá þeim tíma og síðar var svo í framhaldi af þessu mældur kfsill og var styrkurinn almennt áfram hækkingandi, en var þó lægri í einu sýni. Þar sem lækkuðu hitastigi og lækkuðum kfsilstyrk fylgir ekki hækkuð selta er líklegt að skýringin sé ekki aukið hlutfall vatns úr efra vatnskerfi holunnar. Líklegasta skýringin á þessu fyrirbæri virðist sú að kæling hafi orðið í djúperfinu vegna niðurrennsli í holu SN-12 og e.t.v. vegna aukinnar magntöku úr því við prófun holu SN-12. Til að byrja með náði vatnið að hitna aftur áður en það rann inn í holu SN-04, en ekki að komast í jafnvægi við kfsil svo kælingin sást í lægri kfsilhita. Síðan fór vatnið að kólna um stund en virðist nú vera að hitna upp aftur. Hækkingun kfsilstyrks fer á undan upphitun vatnsins, eins og væri eðlilegt ef um tímabundna kælingu bergs væri að ræða. Sé þessi skýring rétt ættu bæði hola SN-04 og SN-12 að fara hitnandi nú á næstunni. Það hversu mikil kólnun virðist hafa orðið í djúperfinu gæti bent til þess að niðurrennslið í holu SN-12 hafi verið öllu meira en áætlað var í fyrstu að vatnsæðin á 1080 m dýpi gæfi (Guðni Axelsson o.fl., 1994). Hver verða varanleg áhrif vinnslu úr holu SN-12 á þrýsting og vinnslu úr holu SN-04 á eftir að koma í ljós, en þær virðast vera mjög tengdar. Þar sem þessi atriði skipta miklu máli um skilning á eðli kerfisins þarf að fylgjast vel með hegðun þess á næstu vikum og mánuðum.

### 3. ÚTFELLINGAHÆTTA

Eins og fram hefur komið í vinnslueftirlitsskýrslum síðustu ára um Hitaveitu Seltjarnarness (Hrefna Kristmannsdóttir ofl. 1992, 1993, 1994) er kalkyfirmettun orðin talsvert mikil í vinnsluvatni veitunnar. Yfirmettunargráða er orðin um og jafnvel hærri en þau mörk, sem útfellingar hafa orðið við annars staðar og þarf því að fylgjast vel með þróuninni. Staðið hefur til að setja prófunarplötur inn í aðveitulögn frá holum SN-04, SN-06 og SN-12, en ekki hefur gefist tækifæri til að koma þeim fyrir enn. Væri æskilegt að setja þær inn í kerfið sem fyrst.

Á mynd 3 er sýnd útreiknuð kalkmettunargráða vinnsluvatns úr holu SN-4 í nokkrum sýnum frá upphafi. Kalkmettunargráðan er mjög há á síðari árum, en hún hefur nær staðið í stað síðustu 2-3 ár. Kalkmettunargráða í vinnsluvatni SN-06 er mjög á móta eða jafnvel lívið hærri en í holu SN-04. Þar sem hola SN-12 er ekki komin í jafnvægi er ekki vitað hvernig hún kemur út í þessu tilliti.

Æskilegt væri að setja sem fyrst inn þrúfuplötur, sem veitan fékk á síðasta ári og skoða þær á nokkurra mánaða fresti. Mikilvægt er að uppgötva strax ef kalkútfellingar verða í vatninu. Kæmi til þess að útfellingar yrðu þyrfti það ekki að valda meiriháttar vandræðum ef vart yrði við þær áður en kerfið fer að stíflast og valda rennslistruflunum. Til eru íblöndunarefni til að hefta slíkar útfellingar og síðan má væntanlega sneiða hjá vandamálinu að mestu með því að láta ekki vatn úr mismunandi æðum blandast í borholunum. Til þess þarf þó að gera við holur og fódra af efri æðar í holunum. Vonast var til að með fódruingu í 800 m dýpi næðist að koma í veg fyrir blöndun mjög misheitra æða, en ekki er ljóst hvort það hefur dugað til. Þó ætti að vera mun minni útfellingahætta þar sem allt vatn er yfir 90 °C heitt, en þar sem hitastig köldustu æðanna fer í og undir 70 °C.

## 4. VINNSLUGÖGN

Vinnslugögn eru hér tekin saman á svipaðan hátt og á undanförunum árum. Þó er meira stuðst við gögn sem hitaveitan sjálf safnar en áður. Ástæðan er sú að afgangi gagnasöfnunartækis Orkustofnunar var bilaður framan af ári. Varaafgjafi var settur við gagnasöfnunartækið í ágúst 1995. Í tvígang gerðist það að aflið fór af tækjunum rétt áður en gögnin voru vistuð til varanlegrar geymslu og glataðist því töluvert af gögnum. Safnað er í minni líttillrar tölvu og þarf að flytja gögnin handvirkt á varanlegra form. Ef aflið fer af þá glatast gögn frá þeim tíma þegar seinast var flutt og til þess tíma að afl kemst á aftur. Varaafgjafi átti að koma í veg fyrir þetta en hann virkaði ekki og var því nýr settur upp. Þessi búnaður safnar upplýsingum um hita, rennsli og vatnsborð í holum SN-04, SN-05 og SN-06, ásamt útihita á sex tíma fresti. Þá eru tekin meðaltöl yfir 15 sek. Mælingarnar á útihita eru ekki áreiðanlegar og því ekki notaðar hér.

Hitaveita Seltjarnarness safnar einnig gögnum um rennsli, hita og holutoppsprýsting, og er mælt á 15 mín fresti. Þessi gögn eru til fyrir fyrri helming ársins og er stuðst við þau hér. Frá júní til seinniparts októbers voru rennslismælar í holum SN-04 og SN-06 í ólagi og er því til lítið af rennslisögnum þann tíma, sérstaklega þar sem hola SN-05 var ekki í notkun frá 08.06 95 til 21.09.95. Rennslismælir í holu SN-06 komst í lag 25.10.95 í nokkra daga eða til 02.11.95, hann kom svo inn aftur 22.11.95 og til loka tímabilsins, 1.12.95.

Vatnsborðmælingar hafa verið gerðar með þrennum hætti þetta árið. Í fyrsta lagi eru til mælingar með handrúllu í nokkrum holnanna, SN-01, SN-02, SN-03 og SN-12. Vatnsborðmælir er í SN-02 og var sett í hann blað á meðan á dæluþrófun holu SN-12 stóð í október. Mælirör eru í vinnsluholunum SN-04, SN-05 og SN-06 og var sett í holu SN-12 þegar dæla var sett í hana í október. Í þessum holum er vatnsborð mælt með köfnunarefni. Gagnasöfnunarbúnaður Orkustofnunar á að skrá vatnsborð í SN-04, en einhver vandamál hafa verið með það og er ekki ljóst hvort það sem mælt var sé rétt vatnsborð. Fylgst verður með mælingu á vatnsborði í holunum á næsta ári og verður þá úr því skorið hvort rétt sé mælt. Mælirörin eru á 118 m dýpi í holum SN-04, SN-05 og SN-06 en á 148 m dýpi í holu SN-12.

Í seinustu vinnslueftirlitsskýrslu voru gögn fram til desember 1994 tekin með og fjallar þessi skýrsla um gögn frá þeim tíma og til desember 1995.

### 4.1 Vinnsla

Í töflu 6 er skrá yfir það hvenær dælt var úr vinnsluholunum. Mest var dælt úr holu SN-04 eins og vanalega og tekur hún við breytilegu álagi og rennsli og hiti því mjög breytilegur. Þar sem rennslismælar voru mikið bilaðir á þessu ári þá er lítið vitað um heildarvinnslu úr svæðinu. Gögn hitaveitunnar voru skoduð og gefa þau mjög lág meðaltöl vinnslu fyrstu þrjá mánuði ársins. Þetta er í ósamræmi við útihita þá þessum tíma, en meðalhiti í febrúar var rúmlega 2°C lægri en undanfarin ár (gögn frá Veðurstofu Íslands). Rennslismælir holu SN-04 datt alveg út um miðjan mars og er líklegt að hann hafi verið farinn að mæla of lítið rennsli þegar í byrjun ársins. Vegna þessa er ekki hægt að reikna út meðaltöl einstakra mánuða (tafla 7) og eins er heildarvinnslan ekki birt á mynd 4.

Holur SN-5 og SN-06 voru í gangi álfka marga daga eða í 197 (SN-05) og í 192 (SN-06) daga. Af þesum fimm árum virðist vinnslan hafa verið mest 1992 en hefur minnkað aðeins síðan.

Tafla 6. Vatnsvinnsla úr holum 1.12.1994 - 1.12.1995.

Hola	Athugasemdir
SN-1	Ekki í notkun
SN-2	Ekki í notkun
SN-3	Ekki í notkun
SN-4	Í notkun allt árið
SN-5	Í notkun: 13.13 94 - 21.04.95 (129 dagar), 18.05.95 - 08.06.95 (20 dagar), 21.09.95 - 26.10.95 (35 dagar), 02.11.95 - 15.11.95 (13 dagar)- samtals 197 dagar.
SN-6	Í notkun: 01.12.94 - 18.05.95 (169 dagar), 25.10.95 - 02.11.95 (7 dagar), 15.11.95 - 01.12.95 (16 dagar) Samtals í notkun 192 daga.
SN-12	Í notkun frá 22.11.95 - 01.12.95, samtals í 8 daga.

Tafla 7. Mánaðarmeðaltal heildarrennslis árána 1991 til 1995.

Mánuður	Meðal- rennslí l/s 1991	Meðal- rennslí l/s 1992	Meðal- rennslí l/s 1993	Meðal- rennslí l/s 1994	Meðal- rennslí l/s 1995
Janúar			45,4		
Febrúar	35,3	43,7	41,7		
Mars	39,1	41,5	37,5		
Apríl	38,2	36,7	33,0		
Maj	30,2	30,9	29,0	20,6	
Júní	24,7	24,9	23,2	20,9	
Júlí	20,2	22,3	22,1	17,9	
Ágúst	22,4	24,5	22,8	20,1	
September	28,6	25,3	24,0	23,0	
Október			26,9	25,1	
Nóvember			28,2		

## 4.2 Vatnshiti

Á mynd 5 er sýndur hiti á vatninu úr holunum, en þar sést vel að hitinn í holu SN-04 er nokkuð breytilegur og lækkar hann við aukið rennslí úr holunni. Meðan slökkt er á dælum í holum SN-05 og SN-06 hitna þær og gefa heitara vatn fyrst eftir að dæling hefst úr þeim. Hóla SN-06 nær sínum venjulega vinnsluhita á skömmum tíma, en hóla SN-05 er lengur að kólna.

Til að bera saman hitastig úr holunum milli ára er hér skoðaður mars mánuður á árunum 1992, 1993, 1994 og 1995 þar sem gögnin eru best úr þeim mánuði. Ekki er marktækt að bera saman meðalhita holu SN-04 milli ára þar sem rennslí úr holunni er mjög breytilegt, en meðalhiti 1992 var 108,9°C en 109,6°C 1993, 108,8°C 1994 og 109,0°C árið 1995. Meðalhiti holu SN-

05 í mars 1992 var 94,4°C, 94,2°C árið 1993, 98,7°C 1994 og 95,9°C árið 1995. Hóla SN-06 var ekki í notkun allan mars mánuð 1993 en meðalhitinn úr holunni var 117,9°C árið 1992 og 118,3°C árið 1993, en 117,4°C árið 1994 og 116,6°C árið 1995. Með þessum samanburði á meðalhita í mars mánuði árána 1992, 1993, 1994 og 1995 (mynd 6) er ekki að sjá að kólnun eigi sér stað á vatninu úr holunum, þó er eins og vatn úr hólunni SN-06 fari örlítið kólnandi seinustu þrjú árin, en þó þarf lengri tíma til að sjá það óyggjandi.

Athyglisvert er að skoða hitann í hólunni SN-04. Hann virðist hækka þegar hólunni SN-05 er sett inn, en þá er minnkuð dæling úr SN-04. Hins vegar kólnar hún mjög mikið í nóvember þegar hólunni SN-12 kom inn. Hitinn á vatninu úr hólunni SN-04 fór niður fyrir 90°C í lok nóvember, en hefur hækkað upp í 103°C síðan. Sveiflurnar í hita í október stafa af dæluþrófun hólunni SN-12. Það er augljóst af þessu að mikil samgangur er milli hólunna SN-04 og SN-12.

### 4.3 Vatnsborð

Eins og áður er komið fram var vatnsborð mælt með ýmsum aðferðum árið 1995 og er það birt á myndum 6 og 7. Eins og áður segir þá mældist vinnslan með minna móti fyrri hluta árs 1995. Það sést þó ekki í vatnsborðsgögnunum úr hólunni SN-01 og SN-02, en það fór álfka langt niður og árið 1993 eða í -55 m (SN-01) og -59 m (SN-02) í mars 1995, en í 56,6 m (SN-01) og 60,2 m (SN-02) árið 1993. Rennslismælir hólunni SN-04 var líklega þegar farin að bila á þessum tíma og því hefur vinnslan sennilega verið svipuð eða örlítið minni en árið 1993.

Ekkert er til af vatnsborðsgögnum úr hólunni SN-04 allt árið 1994 og ekki er búið að ganga úr skugga um það að vatnsborðsmælingar 1995 séu réttar. Eins og sagt var í seinustu vinnslueftirlitsskýrslu þá er mælt vatnsborð í hólunni með gagnasöfnunartækjum Orkustofnunar, en þau gögn virðast ekki rétt alla vega þarf að athuga þau betur, en skráningartæki Orkustofnunar sýna litlar breytingar í vatnsborði, sem er í litlu samræmi við breytilega vinnslu úr hólunni.

Engar vatnsborðsmælingar eru til úr hólunni SN-6 frá apríl 1991 þar til ný dæla var sett í hólunni um mánaðarmótin október/nóvember 1994, fyrir utan mælingar með mælirúllu í ágúst og september 1994.

Mun betra ástand er á vatnsborðsgögnum 1995 en 1994 og var mælt nokkuð reglulega í hólunni SN-01, SN-02 og SN-12 og í hólunni SN-05 og SN-06 þegar þær voru í notkun og í SN-03 frá því í júní 1995. Vatnsborð í hólunni SN-03 mælist einum 15 metrum ofar en í hólunni SN-01 og SN-02. Þessi munur stafar sennilega af því að hólunni SN-03 er mun dýpri en hinar og gefur því þrýstiástand dýpra kerfis.

## 5. SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR

1. Verulegar sveiflur hafa verið á efnasamsetningu vatnsins, en þær eru raktar til prófunar á hólunni SN-12 og þess að niðurrennsli var í þeirri hólunni í heilt ár.
2. Í hólunni SN-4 sást fyrirboði kælingar á efnasamsetningu (kísilhita) vinnsluvatns þegar í mál. Efnasamsetning vinnslusýna nú í haust benda til að vatnshiti fari ört hækkanði á næstunni.
3. Útfellingahætta er svipuð og undanfarin ár og er kalkyfirmettun í vinnsluvatni nálægt þeim mörkum, sem útfellingar hafa orðið við annars staðar. Brýnt er að fylgjast með breytingum hvað þetta varðar og setja tæringarplötur inn í dreifikerfi.

4. Ekkert er vitað um heildarvinnslu úr svæðinu allt árið 1995, vegna bilana í rennslismælum.
5. Ekki er að sjá neina verulega kólnun á vatninu frá árinu 1992-1995 miðað við hitastig í mars. Hins vegar kom fram veruleg kólnun á vinnsluvatni úr holu SN-04 nú í byrjun desember og hefur aldrei áður mælst eins lágt hitastig á vinnsluvatni í þeirri holu.
6. Lagt er til að unnið verði úr gögnum varðandi borun holna SN-06 og SN-12, svo þau gögn verði aðgengileg í framtíðinni.
7. Einnig er lagt til að gerð verði ný forðafræðiuúttekt á næstunni á grundvelli nýrra prófana og vinnslugagna og upp úr því gerðar tillögur um hagkvæmstu dæluvæðingu og nýtingu á svæðinu í framtíðinni.

## 6. HEIMILDIR

Guðni Axelsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Ásgrímur Guðmundsson, Jens Tómasson, Jósef Hólmjárn og Sæþór L. Jónsson, 1995. Afkastaprófun holu SN-12 á Seltjarnarnesi. Frumniðurstöður. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Orkustofnun, OS-94046/JHD-26 B.

Hrefna Kristmannsdóttir, 1994. Niðurstöður mælinga og prófana í holu SN-6. Orkustofnun Greinargerð HK-94/07.

Hrefna Kristmannsdóttir, 1995. Dæluþrófun holu SN-12 á Seltjarnarnesi. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Orkustofnun Greinargerð HK-9510.

Hrefna Kristmannsdóttir, 1988. Hitamæling og djúpsýnataka í holu Sn-4 á Seltjarnarnesi 1988. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Orkustofnun, OS-88037/JHD-19B.

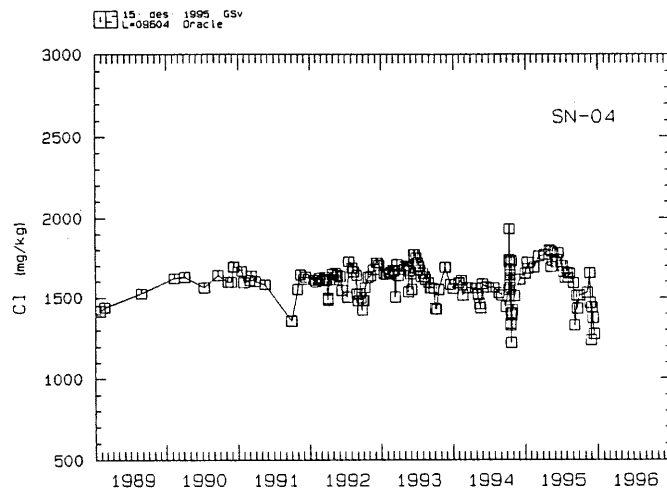
Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulinius, 1984. Frumniðurstöður mælinga og efnagreininga á djúpsýnum úr holu SN-4 á Seltjarnarnesi. Orkustofnun Greinargerð HK/HTul-84/06.

Hrefna Kristmannsdóttir og Ingibjörg Gísladóttir, 1995. Ritskrá yfir rannsóknir á jarðhitasvæðinu á Seltjarnarnesi og tæknivinnu fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Orkustofnun Greinargerð HK-IG-95/01.

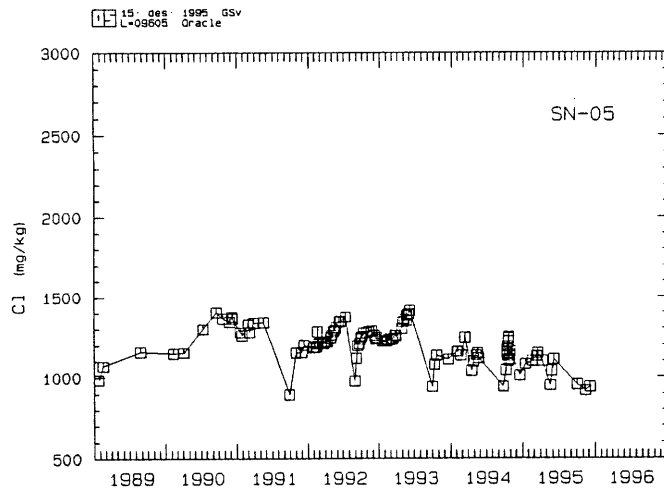
Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1992. Hitaveita Seltjarnarness. Vinnsluefirlit 1991-1992. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Orkustofnun, OS-93061/JHD-34 B.

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1993. Hitaveita Seltjarnarness. Vinnsluefirlit 1992-1993. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Orkustofnun, OS-93077/JHD-39 B.

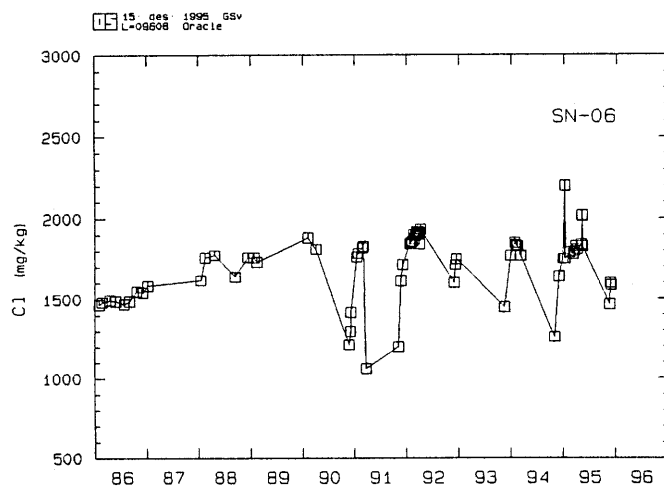
Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulínus og Guðrún Sverrisdóttir, 1994. Hitaveita Seltjarnarness. Vinnsluefirlit 1993-1994. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Orkustofnun, OS-94062/JHD-36 B.



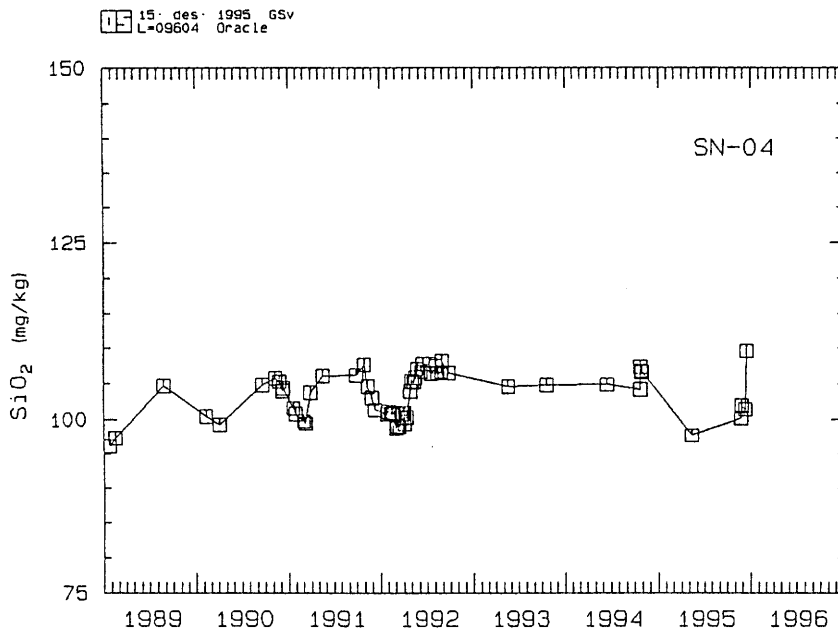
Mynd 1. a) Breytingar í styrk klóríðs með tíma í holu SN-04.



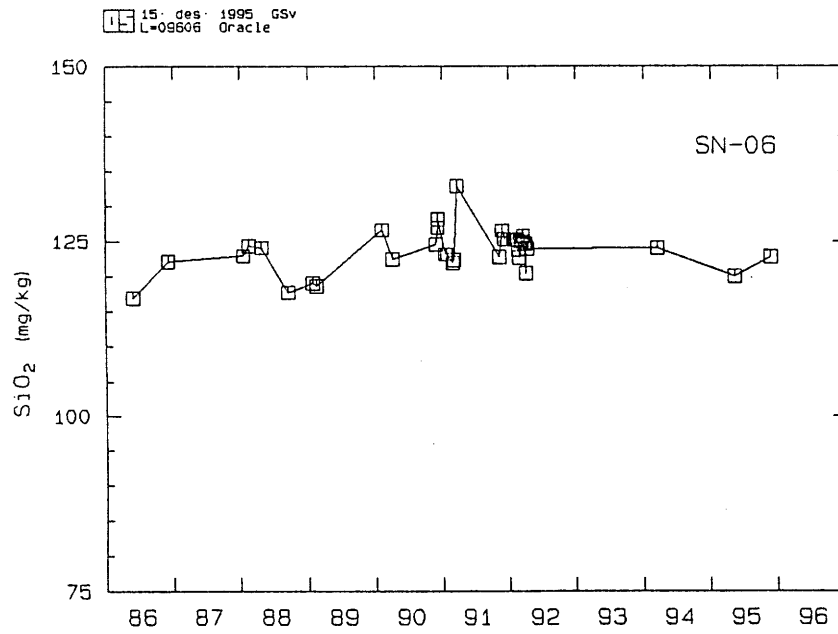
Mynd 1. b) Breytingar í styrk klóríðs með tíma í holu SN-05.



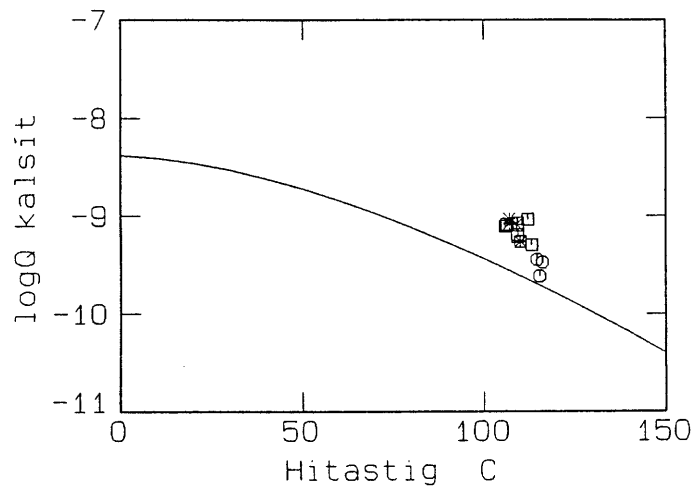
Mynd 1. c) Breytingar í styrk klóríðs með tíma í holu SN-06.



Mynd 2. a) Breytingar í styrk kísils með tíma í holu SN-04.

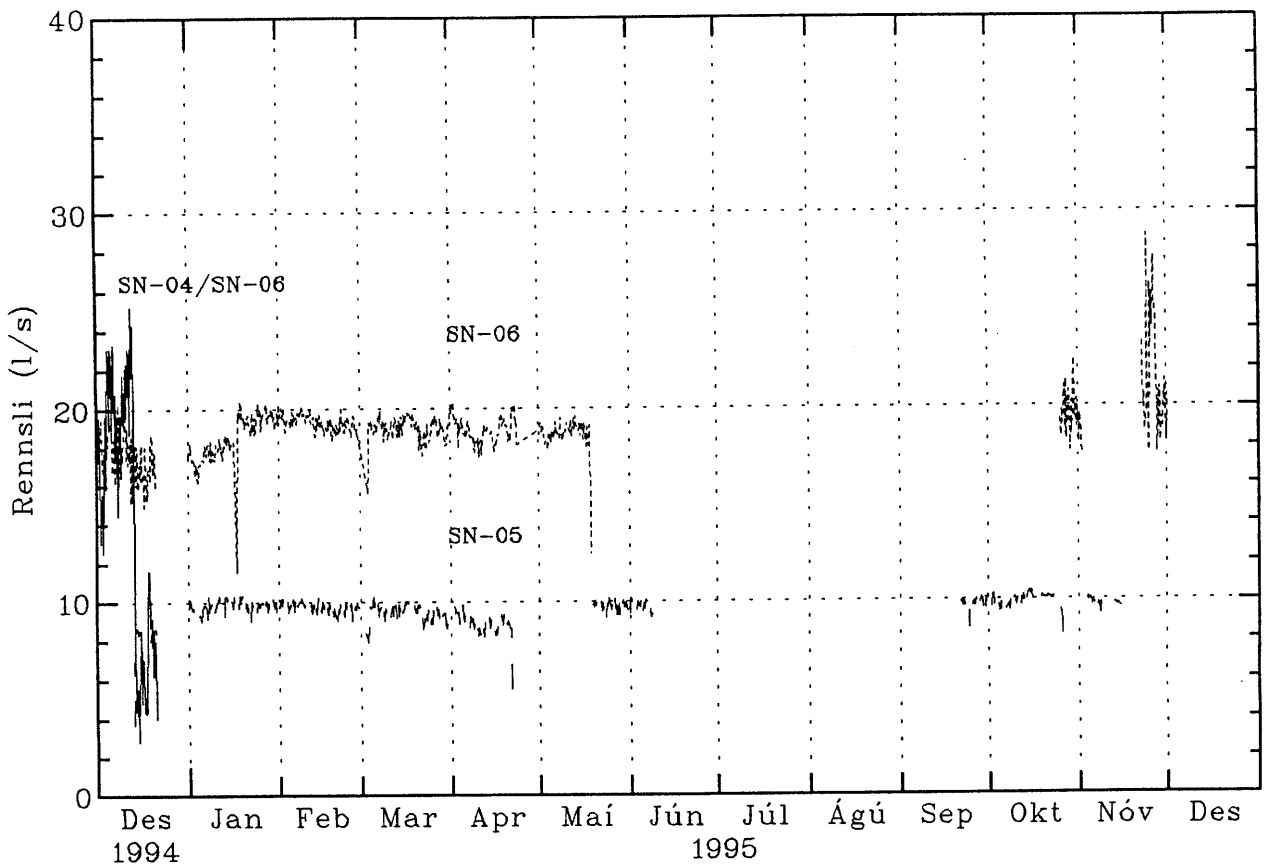


Mynd 2. b) Breytingar í styrk kísils með tíma í holu SN-06.



**Mynd 3.** Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-04. Sýnd eru reiknuð gildi í nokkrum sýnum frá 1972. Á myndinni er sýndur til viðmiðunar mettnarferill kalsíts miðað við hitastig.  
○ Sýni frá 1972   □ Sýni frá 1990-1993   × Sýni frá 1993-1995.

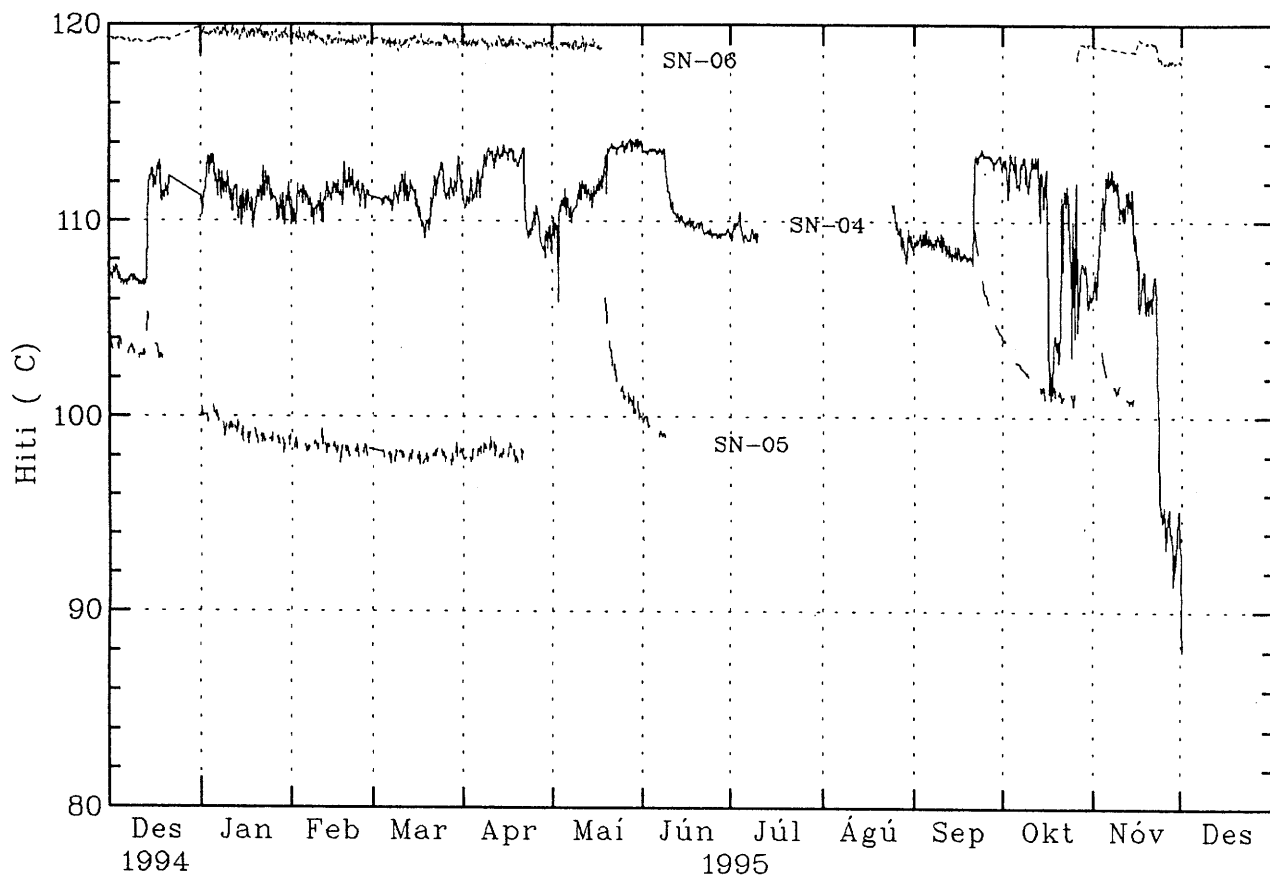
19 Dec 1995 HTul  
tp V2.1



**Mynd 4.** Rennsli úr holum SN-04, SN-05 og SN-06 árið 1995.



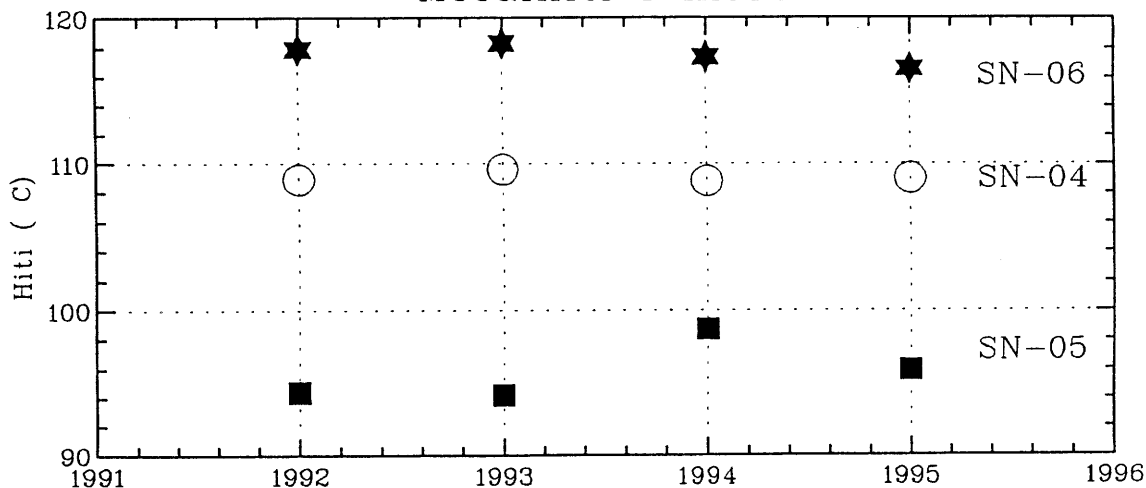
19 Dec 1995 HTul  
tp V2.1



Mynd 5. Hiti vatns úr holum SN-04, SN-05 og SN-06 árið 1995.

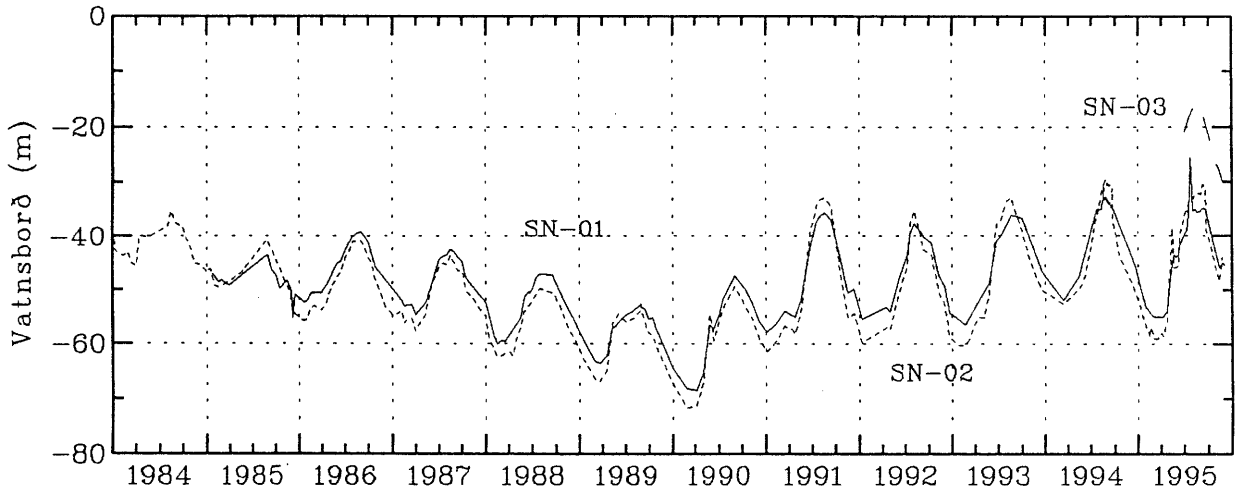
19 Dec 1995 HTul  
xy V1.0

### Meðalhiti í mars

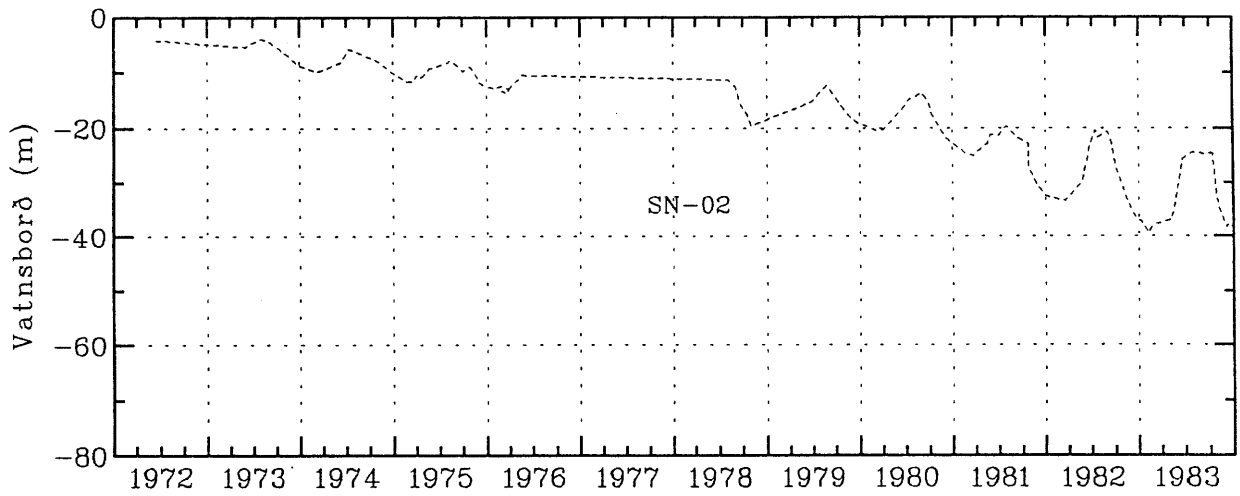


Mynd 6. Meðalhiti í mars á vatni úr holum SN-04, SN-05 og SN-06.

27 Dec 1995 HTul  
tp V2.1

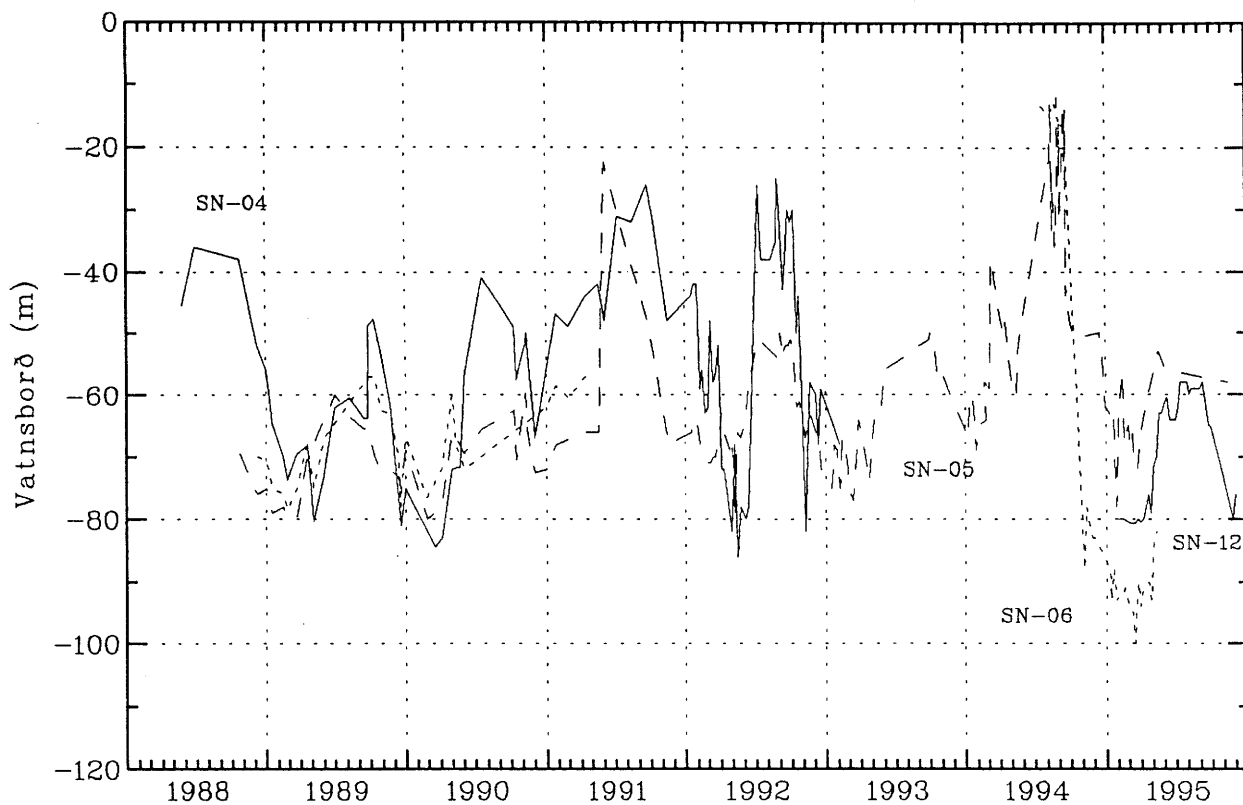


27 Dec 1995 HTul  
tp V2.1



Mynd 7. Vatnsborð í holum SN-01, SN-02 og SN-03.

27 Dec 1995 HTul  
tp V2.1



Mynd 8. Vatnsborð í holum SN-04, SN-05 og SN-06.