



**ORKUSTOFNUN**

**RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri**

## **Hitaveita Seltjarnarness**

**Vinnslueftirlit 2000–2001**

**Hrefna Kristmannsdóttir  
Helga Tulinius  
Vigdís Harðardóttir**

**Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness**

**2002**

**OS-2002/007**



**Hrefna Kristmannsdóttir**  
**Helga Tulinius**  
**Vigdís Harðardóttir**

## **Hitaveita Seltjarnarness**

**Vinnslueftirlit 2000 – 2001**

**Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness**

**OS-2002/007**

**Janúar 2002**

ISBN

ORKUSTOFNUN – RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 569 6000 – Fax: 568 8896

Akureyri: Háskólinn á Akureyri, Sólborg v. Norðurslóð, 600 Ak.

Sími: 463 0559 – Fax: 463 0560

Netfang: [os@os.is](mailto:os@os.is) – Veffang: <http://www.os.is>



<b>Skýrsla nr.:</b> OS-2002/007	<b>Dags.:</b> Janúar 2002	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> HITAVEITA SELTJARNARNESS Vinnslueftirlit 2000–2001		<b>Upplag:</b> 30
		<b>Fjöldi síðna:</b> 26
<b>Höfundar:</b> Hrefna Kristmannsdóttir Helga Tulinius Vigdís Harðardóttir		<b>Verkefnisstjóri:</b> Hrefna Kristmannsdóttir
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Árlegt vinnslueftirlit		<b>Verknúmer:</b> 8-610111
<b>Unnið fyrir:</b> Hitaveitu Seltjarnarness		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Gerð er grein fyrir eftirliti með efnasamsetningu vatns úr vinnsluholum á jarðhitasvæðinu á Seltjarnarnesi, og gefið yfirlit um vatnsvinnslu hitaveitunnar og vatnsborðsmælingar í vinnsluholum á tímabilinu des. 2000 til des. 2001. Vatnsborð er jafnframt mælt reglulega í eftirlitsholum SN-01, SN-02 og SN-03. Sýni til heildarefnagreininga voru tekin einu sinni á tímabilinu úr holum SN-04, SN-06 og SN-12. Selta virðist hafa hækkað sl. tvö ár í vatni úr vinnsluholum, einkum SN-06 og SN-12. Hækkunin er ekki mjög ör og miklar skammtímasveiflur eru í seltu vatnsins, þ.e. hún hækkar með aukinni vinnslu en lækkar ef vinnsla minnkar. Yfirmettun kalks í vinnsluvatni reiknast nú lítil sem engin í SN-04 og SN-12, en nokkur í SN-06. Vatnsborð í SN-12 var hærra árið 2001 en árin á undan, en dæling var aðeins 5% minni en á fyrra ári. Að öðru leyti var meðalvinnsla, hiti og vatnsborð svipað. Í ljós kom að niðurrennsli er úr efri æðum í SN-04 sem kælir holuna þegar ekki er dælt úr henni.		
<b>Lykilorð:</b> Hitaveita, eftirlit, vinnsla, vatnsborð, hiti, efnastyrkur, úfellingar, Seltjarnarnes		<b>ISBN-númer:</b>
		<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b>
		<b>Yfirlit af:</b> PI



## EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR.....	7
2	EFNAEFTIRLIT .....	7
3	ÚTFELLINGARHÆTTA .....	19
4	VINNSLUGÖGN.....	21
	4.1 Vinnsla .....	21
	4.2 Vatnshiti .....	24
	4.3 Vatnsborð.....	26
5	HITAMÆLING Í HOLU SN-04.....	28
6	SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR.....	29
7	HEIMILDIR .....	30

## TÖFLUR

Tafla 1.	<i>Efnasamsetning vatns úr holu SN-04.</i> .....	10
Tafla 2.	<i>Efnasamsetning vatns úr holu SN-06.</i> .....	11
Tafla 3.	<i>Efnasamsetning vatns úr holu SN-12.</i> .....	12
Tafla 4.	<i>Mælingar á leiðni (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>) vatns úr holu SN-04.</i> .....	13
Tafla 5.	<i>Mælingar á leiðni (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>) vatns úr holu SN-05.</i> .....	13
Tafla 6.	<i>Mælingar á leiðni (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>) vatns úr holu SN-06.</i> .....	14
Tafla 7.	<i>Mælingar á leiðni (<math>\mu\text{S}/\text{cm}</math>) vatns úr holu SN-12.</i> .....	14
Tafla 8.	<i>Keyrsla á djúpdælum Hitaveitu Seltjarnarness á árinu 2001.</i> .....	22
Tafla 9.	<i>Mánaðarmeðaltal heildarrennslis (<math>l/s</math>) áranna 1994 til 2001.</i> .....	24

## MYNDIR

Mynd 1.	<i>Breytingar í leiðni með tíma, hola SN-04.</i> .....	15
Mynd 2.	<i>Breytingar í styrk klóríðs með tíma, hola SN-04.</i> .....	15
Mynd 3.	<i>Breytingar í styrk kísils með tíma, hola SN-04.</i> .....	16
Mynd 4.	<i>Breytingar í leiðni með tíma, hola SN-05.</i> .....	16
Mynd 5.	<i>Breytingar í leiðni með tíma, hola SN-06.</i> .....	16
Mynd 6.	<i>Breytingar í styrk klóríðs með tíma, hola SN-06.</i> .....	17
Mynd 7.	<i>Breytingar í styrk kísils með tíma, hola SN-06.</i> .....	17

Mynd 8. <i>Breytingar í leiðni með tíma, hola SN-12.</i> .....	17
Mynd 9. <i>Breytingar í styrk klóríðs með tíma, hola SN-12.</i> .....	18
Mynd 10. <i>Breytingar í styrk kísils með tíma, hola SN-12.</i> .....	18
Mynd 11. <i>Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-4.</i> .....	20
Mynd 12. <i>Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-06.</i> .....	20
Mynd 13. <i>Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-12.</i> .....	20
Mynd 14. <i>Rennsli í holu SN-04.</i> .....	22
Mynd 15. <i>Rennsli í holu SN-05.</i> .....	22
Mynd 16. <i>Rennsli í holu SN-06.</i> .....	23
Mynd 17. <i>Rennsli í holu SN-12.</i> .....	23
Mynd 18. <i>Heildarrennsli úr holum á Seltjarnarnesi frá október 1996 til ársloka 2001.</i> .....	23
Mynd 19. <i>Vatnshiti úr holu SN-04 (sjálfvirkar mælingar).</i> .....	24
Mynd 20. <i>Vatnshiti úr holu SN-05 (handvirkar mælingar).</i> .....	25
Mynd 21. <i>Vatnshiti úr holu SN-06 (handvirkar mælingar).</i> .....	25
Mynd 22. <i>Hiti vatns úr holu SN-12 (sjálfvirkar mælingar).</i> .....	25
Mynd 23. <i>Vatnsborð í mælingaholum SN-01, SN-02 og SN-03 síðustu 10 ár.</i> .....	26
Mynd 24. <i>Vatnsborð í vinnsluholum SN-05 og SN-12 frá janúar 1994 út árið 2001. ..</i>	27
Mynd 25. <i>Hitamæling í holu SN-04 20. september 2001.</i> .....	28



## 1 INNGANGUR

Í skýrslunni er gerð grein fyrir niðurstöðum vinnslueftirlits með jarðhitasvæðinu á Seltjarnarnesi, samkvæmt samningi Hitaveitu Seltjarnarness og Orkustofnunar nr. 626011-1987. Frá 1988 hafa árlega verið gefnar út skýrslur um slíkt eftirlit (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1988, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999; Auður Ingimarsdóttir, o. fl., 1990; Vigdís Harðardóttir o.fl., 2000; Þorsteinn Thorsteinsson og Magnús Ólafsson, 1989). Teknar eru saman niðurstöður efnaeftirlits árið 2000 og gefið yfirlit yfir vatnsvinnslu og vatnsborðsmælingar á tímabilinu desember 2000 til desember 2001.

Rennsli er skráð sjálfvirkt úr öllum vinnsluholum en hitastig skráð sjálfvirkt í SN-04 og SN-12 en handvirkt í SN-05 og SN-06. Vatnsborð er lesið af handvirkt í holum SN-12 og SN-05. Búnaður var bilaður í holu SN-06 og SN-04. Vatnsborð er jafnframt mælt reglulega í eftirlitsholunum SN-1, SN-2, og SN-3 til að fylgjast með svæðisbundnum niðurdrætti utan vinnsluholna.

Hola SN-4 var hitamæld á árinu eftir að dæla var tekin upp úr henni þegar í ljós kom að dælurör var í sundur vegna tæringar. Holan var síðast hitamæld 1988.

Jarðhitakerfið sem Hitaveita Seltjarnarness nýtir er flókið og vinnsluholurnar taka vatn úr misheitum og söltum vatnsæðum og því ekki nóg að fylgjast með einni vinnsluholu. Talsverð yfirmettun kalks hefur verið í vatninu og vegna rekstraröryggis þarf því að hafa gott eftirlit með þeim þætti svo unnt sé að bregðast strax við með aðgerðum ef á þyrfti að halda. Eins og hitaveitukerfið á Seltjarnarnesi er uppbyggt og rekið ætti þó ekki að vera mikil hætta á að rekstrarvandamál komi óvænt upp.

## 2 EFNAEFTIRLIT

Sýni til heildarefnagreininga voru tekin einu sinni úr holum SN-12, SN-06 og SN-04 á árinu. Hola SN-05 var lítið nýtt á árinu og ekki í gangi þegar aðalsýnataka fór fram. Sýnið úr holu SN-4 var tekið við óvenjulegar aðstæður þar sem mjög lítið vatnsmagn náðist upp með dælingu úr holunni þegar hún var gangsett eftir hlé og jafnframt kom mikið magn af ryði upp með vatninu. Reyndist vera gat á dæluröri og reyndar einnig á fóðringu uppi við holustút. Starfsmenn hitaveitunnar tóku jafnframt vatnssýni nokkuð reglulega í hverri viku til mælinga á leiðni úr þeim vinnsluholum veitunnar sem voru í gangi hverju sinni, en leiðni er mælikvarði á seltu vatnsins, en mun fljótlegri og ódýrari mæling en á klóríði sem mælt var í hlutasýnum til 1996.

Niðurstöður heildarefnagreininga sýna úr holu SN-04 eru í töflu 1, úr holu SN-06 í töflu 2 og úr holu SN-12 í töflu 3. Til samanburðar eru sýndar niðurstöður greininga á nokkrum eldri sýnum. Niðurstöður leiðnimælinga á árinu eru sýndar í töflum 4 (hola SN-4), 5 (hola SN-5), 6 (hola SN-06) og 7 (hola SN-12). Á myndum 1, 2 og 3 eru sýndar breytingar með tíma frá 1989 í holu SN-4 á leiðni, klóríðstyrk og kísilstyrk. Á mynd 4 er sýnd leiðni í holu SN-5 frá 1989 og á myndum 5, 6 og 7 eru sýndar breytingar með tíma frá 1992 á sömu efnum í holu SN-06. Á myndum 8, 9 og 10 eru sýndar breytingar frá 1995 í SN-12, einnig á leiðni, klóríðstyrk og kísilstyrk.

Niðurstöður heilsýnagreininga eru ekki alltaf beint sambærilegar milli ára þar sem vinnsluvatnið er blanda vatns úr mismunandi æðum og efnasamsetning ræðst af magnhlutföllum og þau eru háð dælingu í hvert sinn og jafnframt því hvaða holur aðrar eru í vinnslu og hversu mikið dælt er úr þeim. Nauðsynlegt er samt að skoða slík heilsýni til að reikna efnajafnvægi og efnahita í vatninu en við túlkun niðurstaðna þarf að hafa mið af aðstæðum holunnar og vinnslusvæðisins við sýnatöku. Sú hola sem sýnir mestar sveiflur er hola SN-04, en hola SN-05 er einnig breytileg þó á annan hátt sé (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 2001). Neðst í töflunum með heildarefnagreiningunum (1, 2 og 3) er sýndur útreiknaður kalsedónhiti. Þetta er reiknað gildi og er notað við samanburð á breytingum í hitastigi í jarðhitageyminum þar sem það gefur oft raunhæfari mynd en beinar breytingar á kísilstyrk. Gildið er reiknað út frá styrk kísils, pH og klóríðs í sýninu, en hitastigskvörðunin byggist á því að styrkur kísils er hitastigsháður og við hita undir 180°C er steindin kalsedón talin stjórna því jafnvægi. Þetta er jafnframt talið vera það lágmarkshitastig vatnsins þegar það var í jafnvægi við berggrunn í jarðhitakerfinu. Þegar misheitt vatn blandast saman fær blandan að sjálfsgöðu meðal-kísilstyrk blöndunnar sem gefur heldur lægra hitastig en blöndunarhiti vatnsins.

Mælingar á rafleiðni vatnsins eru mælikvarði á seltu þess (töflur 4, 5, 6, 7 og myndir 1, 4, 5, 8) og sýna að selta þess er mjög breytileg og verulega háð vinnslunni. Selta hefur almennt ekki hækkað í vatni vinnsluholnanna á síðari árum, nema e.t.v. í SN-4 en þar hefur þrýstingur neðri æða lækkað miðað við efri æðar eftir að holur SN-06 og SN-12 voru boraðar. Á síðustu tveimur árum virðist sem selta í holum SN-06 og SN-12 gæti verið að hækka nokkuð. Selta hækkar við aukna vinnslu í holunum og þegar vinnsla er stöðug má sjá allreglulega árssveiflu. Í holu SN-05 koma fram svipaðar árssveiflur en ekki virðist þar vera um almenna seltuhækkun að ræða í vinnsluvatninu.

Styrkur kísils hefur einnig verið sveiflukenndur í vinnsluvatninu, enda er styrkur hans í beinu samhengi við hitastig vatnsins. Sveiflur í kísli eru þó ekki alltaf samfara hitabreytingum og oft kemur breyting í styrk kísils fram nokkru á undan þeim. Kísilstyrkur virðist einnig fara almennt lækkandi (myndir 3, 7, 10), a.m.k. í holum SN-04 og SN-12. Þessi breyting er þó tæplega marktæk og mun færri mælingar hafa verið gerðar á kísilstyrk en leiðni á tímabilinu sem gerir myndina óljósari. Nokkuð áberandi er að neikvæð fylgni virðist vera á milli seltu og kísilstyrks, sem er í samræmi við fyrri athuganir, þ.e. kaldara vatnið er saltara. Sé litið á útreiknaðan kísilhita þá jafnast sveiflurnar meira út og t.d. er ekki sjáanleg nein breyting í holu SN-06.

Selta vinnsluvatnsins er yfir 10% af sjávarseltu í saltasta vinnsluvatninu. Selta er ekki beint tærandi heldur er hún hvati á öll efnahvörf. Þannig tærir vinnsluvatnið ekki verulega stállagnir svo lengi sem súrefni kemst ekki inn í dreifikerfið og flestar gerðir forhitara endast sæmilega í þessu vatni. Þegar örlítið súrefni kemst inn í vatnið eins og gjarnan er í inntaksgrindum verður tæring verulega meiri í söltu vatni en fersku.

Eitt heilsýni var tekið úr holu SN-4 á árinu. Það sýni var reyndar tekið við óvenjulegar aðstæður þar sem gat hafði komið á dælurör og mikið magn af ryði kom upp með vatninu. Niðurstöður eru sýndar í töflu 1. Samanburður við fyrri sýni úr holunni (tafla 1 og myndir 1, 2 og 3) sýnir að það er kaldara en sýni frá fyrra ári og kalsedónhiti er jafnframt lægri. Selta vatnsins er hins vegar á móta og í sýninu frá árinu 2000. Sveiflur í seltu og einnig í hita hafa jafnan verið miklar í holu SN-04, líklega tengdar breytilegri dælingu eftir árstíma. Eftir að SN-12 var boruð breyttist efnasamsetning vatns úr holu SN-4 verulega og kólnaði í kjölfarið og virðist sú breyting vera varanleg. SN-12 tekur

vatn sitt dýpra en SN-4 og er líklega nær aðaluppstreymi kerfisins svo þetta er ekki óeðlileg afleiðing vinnslu úr henni á vinnslueiginleika SN-4. Holan er grunnt fóðruð og talið er að grynntu og köldustu vatnsæðarnar í holunni séu mjög saltar, en ekki eru til óblönduð sýni úr þeim. Á árinu 1999 var tekið sýni úr holunni eftir langa hvíld og reyndist það vera bæði kaldara og saltara en áður hefur sést í sýnum af vinnsluvatni á Seltjarnarnesi. Ástæðan er talin sú að runnið hafi niður í holuna úr köldu söltu æðunum á meðan holan var lokuð og það vatn hafi svo skilað sér fyrst þegar farið var að dæla úr holunni. Hitamæling nú þegar dælan var tekin upp (mynd 25) sýnir slík áhrif. Af myndum 1 og 2 sem sýna leiðni og styrk klóríðs í holu SN-04, má e.t.v. ráða að vatnið verði smátt og smátt saltara með tímanum en þó hefur hægt á þeirri þróun miðað við árin fyrir 1990 (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 2001). Hlutfall súrefnissamsætna ( $\delta^{18}\text{O}$ ) hefur ekki breyst marktækt með tíma í vatni úr holu SN-04.

Sýni til heildargreiningar var tekið úr holu SN-06 á árinu 2001 í fyrsta skipti frá 1995. Ekki eru sjáanlegar neinar verulegar breytingar á því frá eldri sýnum. Þrátt fyrir að holan sé með talsvert dýpri vinnslufóðringu en SN-04 og ekki innstreymi í hana úr kaldasta vatnskerfinu þá eru sveiflur í efnasamsetningu talsverðar. Holan SN-06 er nú heitasta holan á svæðinu og sú sem hefur hæstan styrk brennisteinsvetnis. Áhrif borunar SN-12 á holu SN-06 virtust vera mun minni en á SN-04, en reynsla af samspili þeirra í vinnslu er mun minni. Eins og ráða má af leiðni og klóríðmælingum (myndir 5 og 6) þá virðist selta vinnsluvatns úr holunni fara hækkandi með tíma á undanförunum tveimur árum. Vegna lítillar vinnslu sást þetta ekki glöggt í fyrra. Í heilsýni frá 1995 er hlutfall súrefnissamsætna mun hærra, en í eldri sýnum en í sýni frá 2001 er það svípað og áður. Verður því að álykta að sýnið frá 1995 sé tæplega marktækt og líklega um mæliskjekkju að ræða. Þetta sýni var reyndar minna salt en flest önnur sýnir úr holunni en kísilstyrkur ekki óvenjulegur.

Í holu SN-12 (tafla 3, myndir 8, 9 og 10) virðist styrkur kísils og hitastig í jarðhitageymnum fara lækkandi, eða a.m.k. í blöndu þeirra vatnsæða sem vinnsluvatnið er úr. Kísilhiti virðist einnig fara lækkandi. Jafnframt virðist selta vatnsins fara hækkandi með tíma. Þetta hvort tveggja þýðir væntanlega að hlutfallslegur þrýstingur vatnsæða hefur breyst með tímanum og efri vatnsæðar að verða meira ráðandi í vatninu sem dælt er upp úr holunni. Hlutfall súrefnissamsætna sýnir ekki marktækar breytingar með tíma, né heldur hlutfall stöðugra vetnissamsætna ( $\delta\text{D}$ ).

**Tafla 1.** Efnasamsetning vatns úr holu SN-04.

Sýnanúmer	19960529	19970681	19980597	19990127 <sup>1</sup>	20000204	20010276
Dagsetning	96-11-28	97-11-10	98-11-26	99-04-29	00-06-22	01-09-13
Hitastig °C	96,8	96,7	98,4	84,3	87	80,8
pH/°C	8,3/21	8,2/22	8,3/19	8,09/21,9	8,25/23,1	8,09/22,7
Heildar karbónat(CO <sub>2</sub> )	13,0	14,8	8,4	6,96	7,79	9,0
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	0,12	0,08	0,13	0,04	0,11	0,07
Bór (B) mg/l	0,25	0,25	0,23	0,32	0,25	0,30
Leiðni µS/cm	–	5270	4370	7470	5770	5970
Kísill (SiO <sub>2</sub> ) mg/l	108,7	102,0	112,9	93,8	102,2	97,2
Heildar uppl. mg/l	3445	3100	2966	4980	3890	3730
Súrefni O <sub>2</sub> ppb	0	0	0	0	0	4 - 6
Natríum(Na) mg/l	633	668	622	842	704	713
Kalíum (K) mg/l	13,2	13,2	14,3	15,7	13,6	13,0
Magnesíum Mg mg/l	0,70	1,09	0,73	2,07	1,10	1,637
Kalsíum (Ca) mg/l	466	472	461	686	552	532
Flúoríð (F) mg/l	0,60	0,55	0,58	0,49	0,53	0,53
Klóríð (Cl) mg/l	1625	1774	1510	2362	1780	1780
Brómíð (Br) mg/l	5,4	–	5,2	–	–	–
Súlfat (SO <sub>4</sub> ) mg/l	276	205	276	343	293	309
Ál (Al) mg/l	0,011	0,009	0,009	0,008	0,015	0,00624*
Járn (Fe) mg/l	0,007	0,010	0,0078	0,014	0,0079	0,0361*
Mangan (Mn) mg/l	0,011	0,012	0,0185	0,0283	0,0143	0,0391*
δD ‰	-71,3	-73,1	-71,6	-73,1	-71,8	-71,7
δ18O ‰	-10,40	-10,27	-10,44	-10,16	-10,32	-10,31
kalsedónhiti °C <sup>2</sup>	114	110	117	105	110	107

– ekki mælt.

\* greint í Svíþjóð.

<sup>1</sup> Sýni tekið u.þ.b. 2½ klst. eftir að dæling hófst.

<sup>2</sup> Fournier, 1977.

**Tafla 2.** Efnasamsetning vatns úr holu SN-06.

Sýnanúmer	19900061	19920059	19940024	19950055	19950345	20010194
Dagsetning	90-04-03	92-04-02	94-03-15	95-05-09	95-11-21	01-06-25
Hitastig °C	117,7	116,0	119,0	117,8	–	118,8
pH/°C	8,30/22	8,18/24	8,24/22	8,29/25	8,31/22	8,22
Heildar karbónat (CO <sub>2</sub> )	11,1	11,2	10,3	10,3	14,6	7,3
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	0,09	0,08	0,04	0,10	0,13	0,17
Bór (B) mg/l	0,27	0,25	0,27	0,26	0,22	0,25
Leiðni µS/cm	4910	5190	4980	5350	4580	6020
Súrefni O <sub>2</sub> mg/l	0	0	0	0	0	0
Kísill (SiO <sub>2</sub> ) mg/l	122,4	120,4	124,0	120,0	122,7	120
Heildar uppl. mg/l	4055	3821	3820	3324	3314	3930
Natríum(Na) mg/l	654	663	639	654	560	655
Kalíum (K) mg/l	17,5	14,7	14,1	18,7	12,4	14,4
Magnesium Mg mg/l	1,13	1,07	0,94	0,99	0,36	0,81
Kalsíum (Ca) mg/l	568	584	575	586	471	563
Flúoríð (F) mg/l	0,67	0,65	0,75	0,68	0,71	0,68
Klóríð (Cl) mg/l	1810	1842	1770	2017	1464	1815
Brómíð (Br) mg/l	6,4	7,22	5,8	–	–	
Súlfat (SO <sub>4</sub> ) mg/l	323	321	312	312	278	306
Ál (Al) mg/l	–	0,024	0,035	0,028	0,027	0,0135*
Járn (Fe) mg/l	–	0,0453	0,006	0,0130	0,0064	0,0276*
Mangan (Mn) mg/l	–	–	–	0,019	0,008	0,0163*
δ18O‰	-10,43	-10,17	-10,38	-10,42	-9,98	-10,31
kalsedónhiti °C <sup>1</sup>	121	120	122	120	121	120

– ekki mælt.

<sup>1</sup> Fournier, 1977.

\* greint í Svíþjóð

**Tafla 3.** Efnasamsetning vatns úr holu SN-12.

Sýnanúmer	19970352	19970683	19980599	19990128	20000203	20010197
Dagsetning	97-06-12	97-11-10	98-11-26	99-04-29	00-06-22	01-06-28
Hitastig °C	106,8	107,8	107,2	108,4	107,5	101,7
pH/°C	8,4/22	8,3/22	8,4/22	8,4/23	8,36/23,2	8,26/25,2
Heildar karbónat (CO <sub>2</sub> )	12,2	14,1	7,7	5,3	7,51	5,5
Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)	0,11	0,18	0,14	0,15	0,10	0,09
Bór (B) mg/l	0,26	0,17	0,18	0,21	0,23	0,26
Leiðni µS/cm	5650	5420	4640	5470	6090	6000
Súrefni O <sub>2</sub> mg/l	0	0	0	0	0	0
Kísill (SiO <sub>2</sub> ) mg/l	99,9	105,0	101,0	104,6	95,5	94,5
Heildar uppl. mg/l	4030	2800	3370	3240	3770	4200
Natríum(Na) mg/l	634	601	612	607	697	697
Kalíum (K) mg/l	12,5	12,1	12,8	12,6	13,2	13,4
Magnesium Mg) mg/l	0,18	0,27	0,29	0,27	0,44	0,46
Kalsíum (Ca) mg/l	523	491	524	500	609	615
Flúoríð (F) mg/l	0,61	0,68	0,64	0,78	0,60	0,60
Klóríð (Cl) mg/l	1723	1683	1626	1630	1910	1940
Brómíð (Br) mg/l	5,7	–	5,5	–	–	–
Súlfat (SO <sub>4</sub> ) mg/l	285	221	293	286	315	307
Ál (Al) mg/l	0,029	0,022	0,015	0,028	0,041	0,0222*
Járn (Fe) mg/l	0,006	0,064	0,007	0,003	0,0046	0,0474*
Mangan (Mn) mg/l	0,008	0,011	0,011	0,009	0,0104	0,0178*
δD ‰	-72,5	-73,7	-72,6	73,1	-72,7	–
δ18O ‰	-10,40	-10,53	-10,44	-10,47	-10,38	10,33
kalsedónhiti °C <sup>1</sup>	108	112	109	111	106	105

– ekki mælt.

<sup>1</sup> Fournier, 1977.

**Tafla 4.** Mælingar á leiðni ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  v.  $25^\circ\text{C}$ ) vatns úr holu SN-04.

Dagsetning	Númer	Leiðni
12.9.2001	20010274	6160
12.9.2001	20010412	4600
12.9.2001	20010413	4570
13.9.2001	20010275	5780
4.10.2001	20010414	4410
4.10.2001	20010415	4420
8.10.2001	20010416	6090
9.10.2001	20010417	5875
10.10.2001	20010418	5810
12.10.2001	20010419	5850
19.10.2001	20010420	5980
25.10.2001	20010421	6050
2.11.2001	20010422	5640
9.11.2001	20010423	5760
16.11.2001	20010424	5880
23.11.2001	20010425	5760

**Tafla 5.** Mælingar á leiðni ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  v.  $25^\circ\text{C}$ ) vatns úr holu SN-05.

Dagsetning	Númer	Leiðni	Dagsetning	Númer	Leiðni
1.12.2000	20000534	4490	16.3.2001	20010120	4290
7.12.2000	20000535	4330	23.3.2001	20010121	4240
15.12.2000	20000536	4050	30.3.2001	20010122	4240
22.12.2000	20000537	4010	6.4.2001	20010123	4260
27.12.2000	20000538	4050	21.9.2001	20010426	3990
3.1.2001	20010043	4040	28.9.2001	20010427	3980
12.1.2001	20010044	4050	5.10.2001	20010428	4090
19.1.2001	20010045	4070	12.10.2001	20010429	4180
26.1.2001	20010046	4090	19.10.2001	20010430	4220
2.2.2001	20010047	4130	25.10.2001	20010431	4300
9.2.2001	20010115	4170	2.11.2001	20010432	4350
16.2.2001	20010116	4290	9.11.2001	20010433	4360
23.2.2001	20010117	4230	16.11.2001	20010434	4350
2.3.2001	20010118	4250	23.11.2001	20010435	4380
9.3.2001	20010119	4210			

**Tafla 6.** Mælingar á leiðni ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  v.  $25^\circ\text{C}$ ) vatns úr holu SN-06.

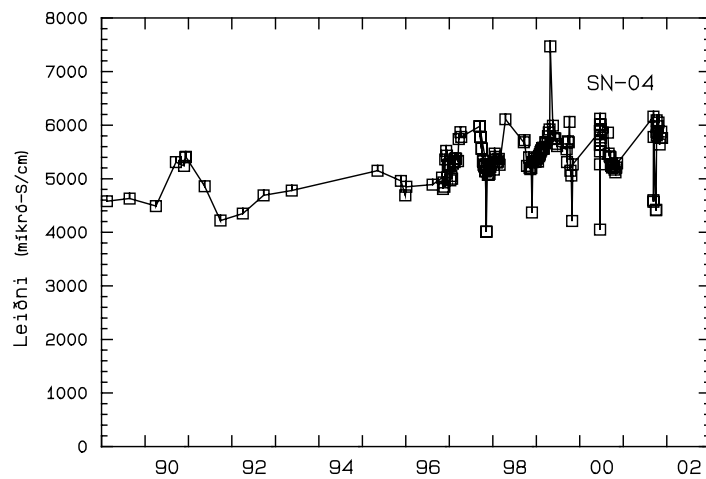
Dagsetning	Númer	Leiðni	Dagsetning	Númer	Leiðni
1.12.2000	20000539	5780	9.3.2001	20010128	6280
7.12.2000	20000540	5940	16.3.2001	20010129	6910
15.12.2000	20000541	5900	23.3.2001	20010130	6520
22.12.2000	20000542	6040	30.3.2001	20010131	6440
27.12.2000	20000543	6100	6.4.2001	20010132	6900
3.1.2001	20010053	6120	17.4.2001	20010133	7080
12.1.2001	20010054	6150	20.4.2001	20010240	6690
19.1.2001	20010055	6100	27.4.2001	20010241	7010
26.1.2001	20010056	6130	11.5.2001	20010242	6690
2.2.2001	20010057	6170	23.5.2001	20010243	6720
9.2.2001	20010124	6300	1.6.2001	20010244	6070
16.2.2001	20010125	6300	25.6.2001	20010245	6180
23.2.2001	20010126	6230	25.6.2001	20010194	6020
2.3.2001	20010127	6240			

**Tafla 7.** Mælingar á leiðni ( $\mu\text{S}/\text{cm}$  v.  $25^\circ\text{C}$ ) vatns úr holu SN-12.

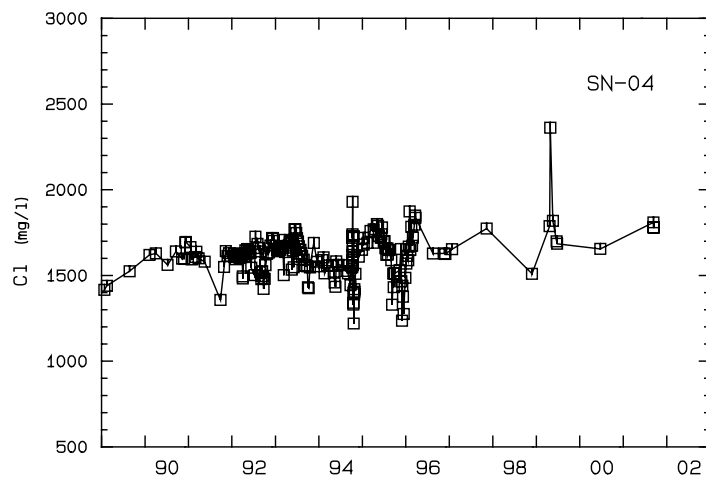
Dagsetning	Númer	Leiðni	Dagsetning	Númer	Leiðni
1.12.2000	20000529	5450	1.6.2001	20010250	6170
7.12.2000	20000530	5500	10.6.2001	20010251	6560
15.12.2000	20000531	5830	15.6.2001	20010252	6640
22.12.2000	20000532	5790	25.6.2001	20010253	6090
27.12.2000	20000533	5960	28.6.2001	20010197	6000
3.1.2001	20010048	5990	29.6.2001	20010254	6420
12.1.2001	20010049	5970	13.7.2001	20010255	6390
19.1.2001	20010050	5930	20.7.2001	20010256	6310
26.1.2001	20010051	5950	27.7.2001	20010257	6190
2.2.2001	20010052	5890	3.8.2001	20010258	6160
9.2.2001	20010134	6100	10.8.2001	20010259	6200
16.2.2001	20010135	6150	17.8.2001	20010260	6110
23.2.2001	20010136	6180	24.8.2001	20010261	6060
2.3.2001	20010137	6190	31.8.2001	20010262	6040
9.3.2001	20010138	6090	7.9.2001	20010436	5990
16.3.2001	20010139	6130	21.9.2001	20010437	5930
23.3.2001	20010140	6140	28.9.2001	20010438	5960
30.3.2001	20010141	6250	5.10.2001	20010439	6060
6.4.2001	20010142	6190	2.11.2001	20010440	6600



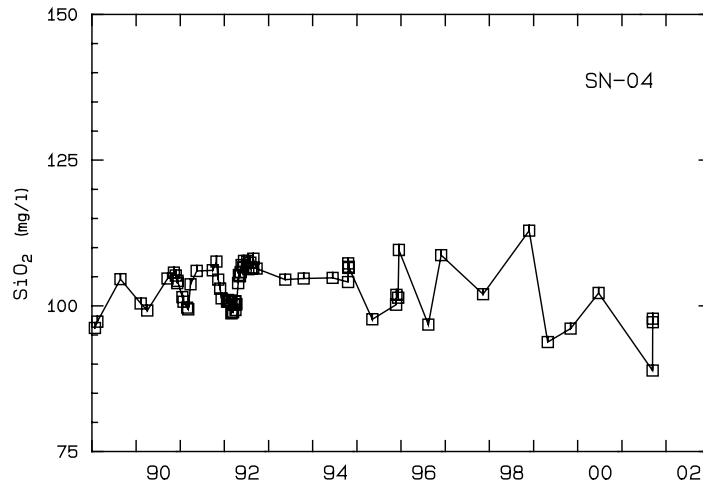
17.4.2001	20010143	5930	9.11.2001	20010441	6370
20.4.2001	20010246	6530	16.11.2001	20010442	6250
27.4.2001	20010247	6570	23.11.2001	20010443	6220
11.5.2001	20010248	6520			
23.5.2001	20010249	6080			



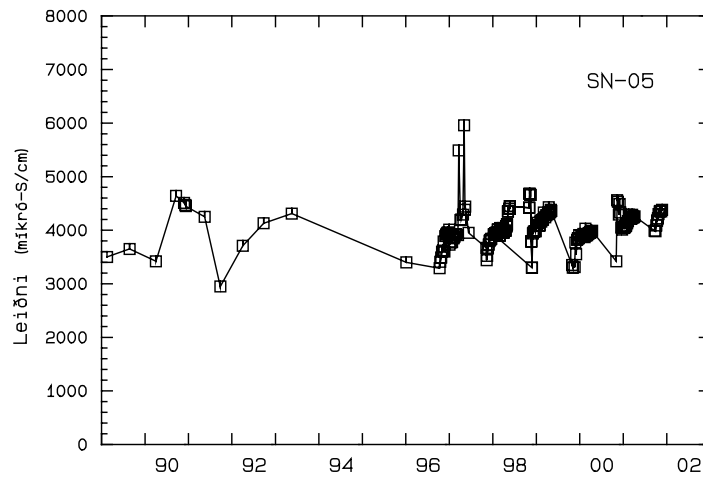
**Mynd 1.** Breytingar í leiðni með tíma, hola SN-04.



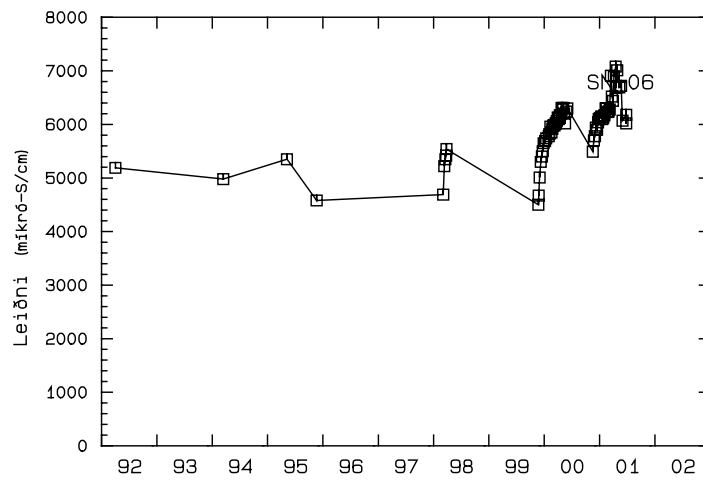
**Mynd 2.** Breytingar í styrk klóríðs með tíma, hola SN-04.



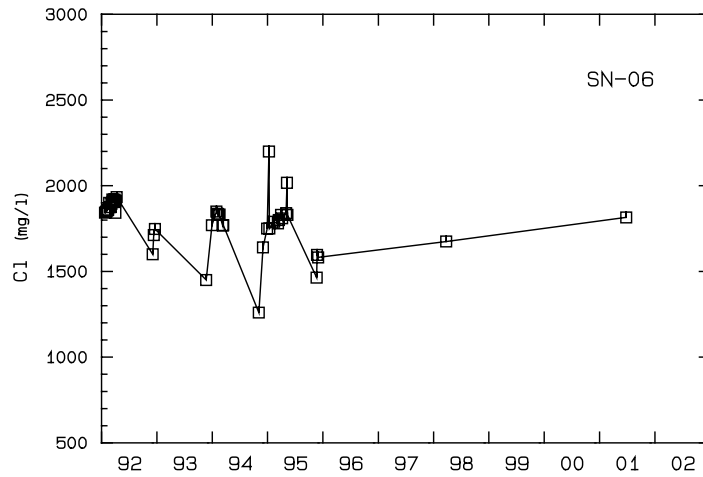
**Mynd 3.** Breytingar í styrk kísils með tíma, hola SN-04.



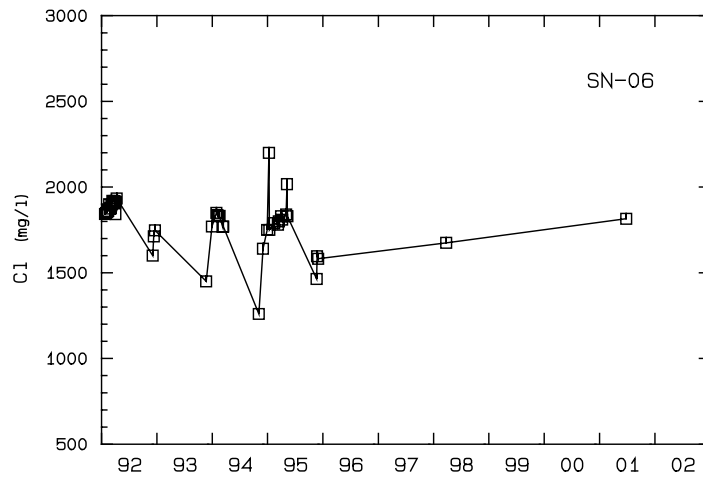
**Mynd 4.** Breytingar í leiðni með tíma, hola SN-05.



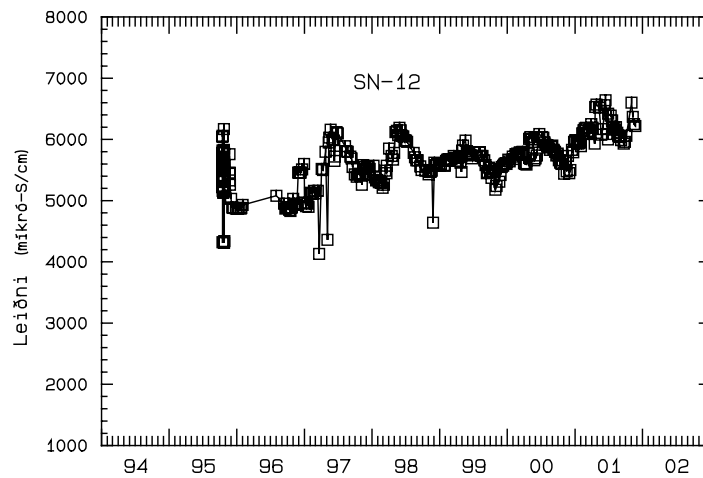
**Mynd 5.** Breytingar í leiðni með tíma, hola SN-06.



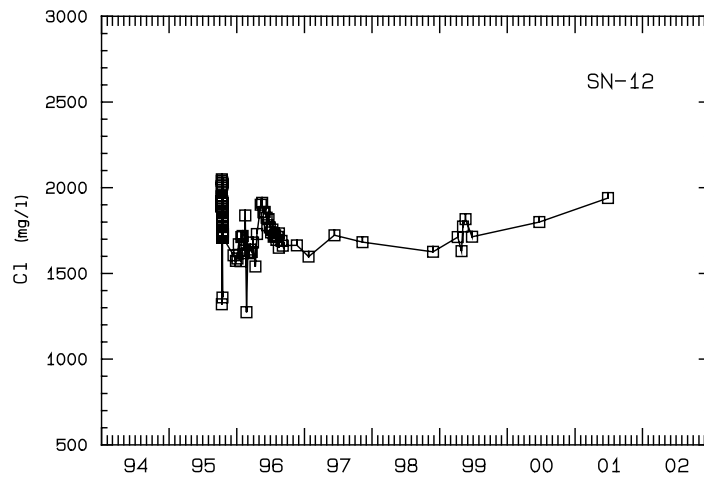
**Mynd 6.** Breytingar í styrk klóríðs með tíma, hola SN-06.



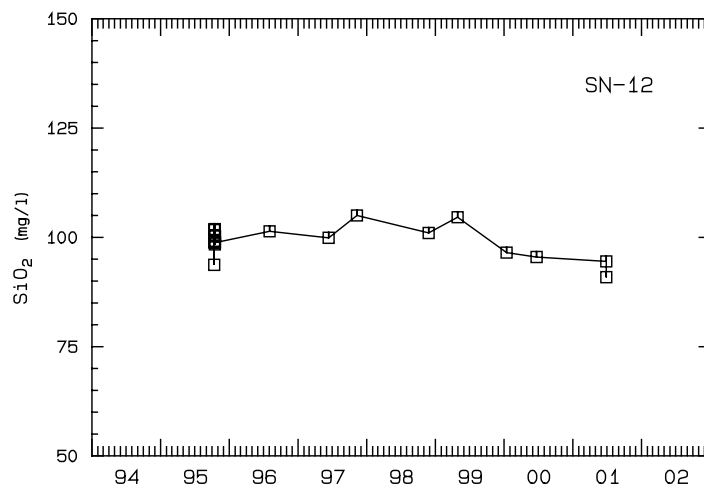
**Mynd 7.** Breytingar í styrk kísils með tíma, hola SN-06.



**Mynd 8.** Breytingar í leiðni með tíma, hola SN-12.



**Mynd 9.** Breytingar í styrk klóríðs með tíma, hola SN-12.



**Mynd 10.** Breytingar í styrk kísils með tíma, hola SN-12.

### 3 ÚTFELLINGARHÆTTA

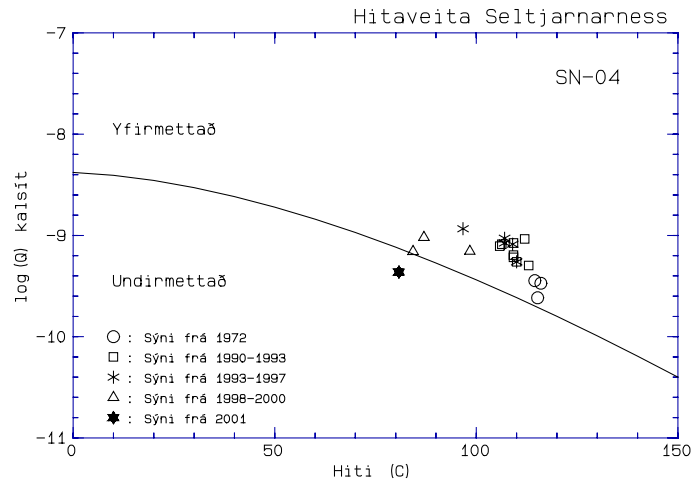
Eins og fram hefur komið í skýrslum síðustu ára um vinnslueftirlit Hitaveitu Seltjarnarness (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999; Vigdís Harðardóttir o.fl., 2000) hefur kalkyfírmættun verið talsvert mikil í vinnsluvatni veitunnar. Yfírmættunargráða var oft um og jafnvel hærri en þau mörk, sem útfellingar hafa orðið við annars staðar. Á síðustu tveimur árum hefur hins vegar yfírmættun verið lítil sem engin en ekki hefur orðið vart við að úrfellingar væru að myndast í holunum. Þegar hola SN-12 var boruð var sett í hana mjög djúp vinnslufóðring, í 800 m dýpi, og þannig leitast við að koma í veg fyrir blöndun mjög misheitra æða. Í holunni kom samt sem áður fram æð úr kaldari hluta jarðhitakerfisins neðan fóðringar, en hún er þó um 90°C. Mun minni hætta ætti að vera á útfellingu þar sem allt vatn er yfir 90°C heitt og styrkur efnanna, sem mynda kalkútfellinguna, er mun lægri en í kaldara vatni.

Á mynd 11 er sýnd útreiknuð kalkmættunargráða vinnsluvatns úr holu SN-04 í nokkrum sýnum frá því vinnsla hófst og á myndum 12 og 13 er sýnd kalkmættunargráða í holum SN-06 og SN-12. Kalkmættunargráðan lækkaði skyndilega í vinnsluvatni allra holna fyrir um tveimur árum eftir að hafa verið mjög há árin þar á undan. Kalkmættunargráðan í vinnsluvatni reiknast nú lág í holum SN-04 og SN-12 en nokkru hærri í holu SN-06.

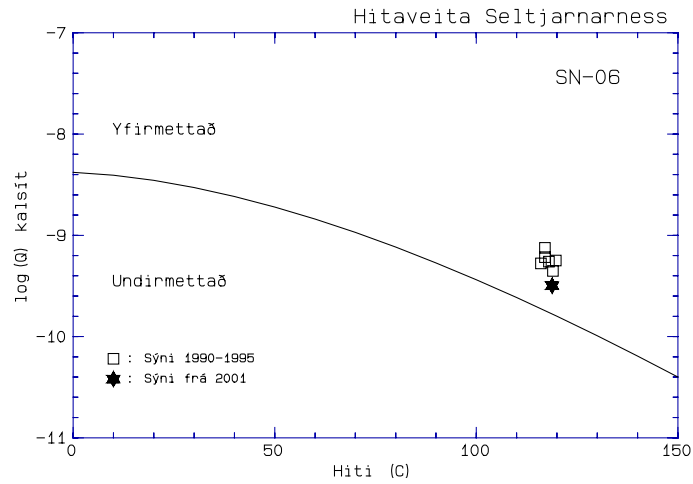
Búnaður til útfellingaprófunar hefur verið settur í aðveitulagnir frá holum SN-04, SN-05, SN-06 og SN-12 og er fylgst reglulega með hvort einhverjar útfellingar verða. Mikilvægt er að sjá strax ef kalkútfellingar verða í vatninu og er því æskilegt að skoða prófunarplöturnar u.þ.b. annan hvern mánuð.

Kæmi til þess að útfellingar yrðu þyrfti það ekki að valda meiriháttar vandræðum ef þeirra yrði vart áður en kerfið fer að stíflast og valda rennslistruflunum. Til eru íblöndunarefni til að hefta slíkar útfellingar og síðan má væntanlega aftra útfellingu að mestu með því að láta vatn úr mismunandi æðum ekki blandast í borholunum. Til þess þarf þó að gera við holur og fóðra af efri æðar í holunum.

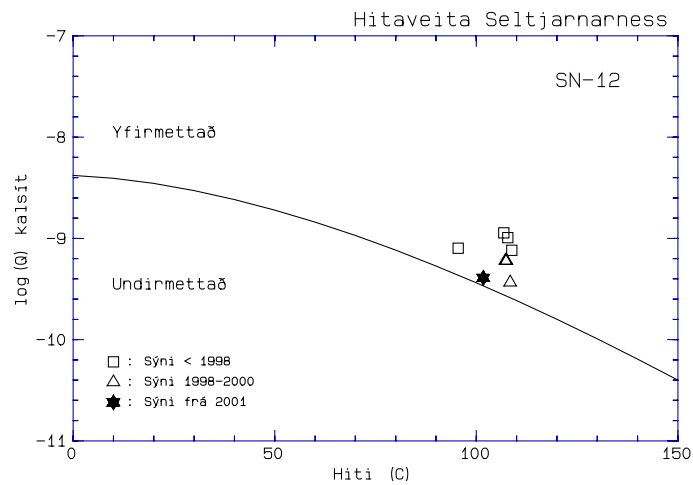
Ekki hefur orðið vart við neinn vott af útfellingum í uppsettum eftirlitsbúnaði.



**Mynd 11.** Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-4.



**Mynd 12.** Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-06.



**Mynd 13.** Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-12.

## 4 VINNSLUGÖGN

Vinnslugögnin eru með sama sniði og undanfarin ár (t.d. Vigdís Harðardóttir o.fl., 1999). Bjarni Bjarnason hjá Raffeikningu útvegaði þau gögn sem mæld voru sjálfvirkt, en þar að auki voru notuð vatnsborðsgögn og hitamælingar, sem starfsmenn hitaveitunnar skráðu handvirkt.

Mælt er sjálfvirkt á klukkutíma fresti í holum SN-04, SN-05, SN-06 og SN-12. Rennsli er mælt í öllum holunum, en vatnsborðsrör eru í sundur í holum SN-04 og SN-06 og er því vatnsborð ekki mælt sjálfvirkt í neinni holu. Handvirkar mælingar eru til úr holum SN-01, SN-02, SN-03, SN-05 og SN-12, en engar vatnsborðsmælingar eru til úr holum SN-04 og SN-06. Búnaður til að mæla hita er fyrir allar holurnar, en svo virðist sem hitamælur í holum SN-05 og SN-06 séu í ólagi eins og undanfarin ár. Því eru sjálfvirkar hitamælingar aðeins til úr holum SN-04 og SN-12. Hiti var mældur handvirkt í vatni sem kom úr holum SN-05 og SN-06. Þau gögn, sem til eru, eru í ágætu lagi eða svipað og undanfarin ár.

Þegar sjálfvirku mælingarnar eru teiknaðar er yfirleitt sett inn gildi á þriggja klukkutíma fresti, en ekki á klukkutíma fresti eins og þau eru lesin af. Þetta er gert til einföldunar og til að myndirnar verði skýrari. Einnig þarf að taka tillit til þess að þegar ekki er dælt úr einhverri holunni mælist samt eitthvað rennsli úr henni en þó frekar lítið fyrir allar holurnar nema holu SN-04, þar getur mælist allt upp fyrir 20 tonn/klst. þegar ekkert er dælt. Þetta gerir alla úrvinnslu mun erfiðari og skapar hættu á villum.

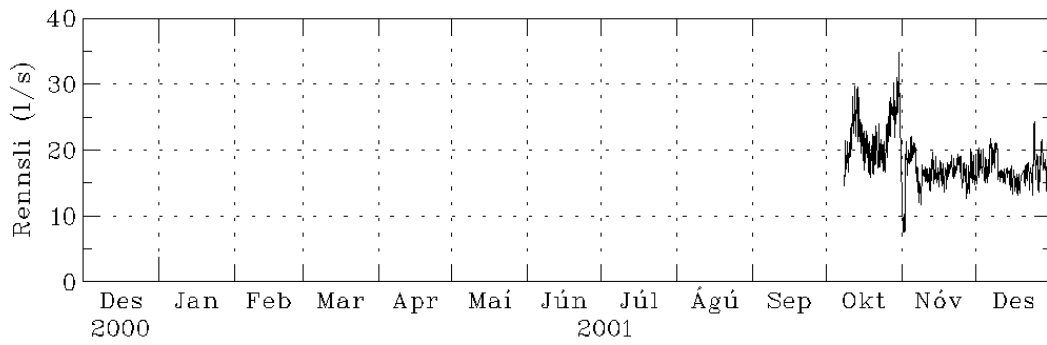
### 4.1 Vinnsla

Vinnsla úr hverri holu fyrir sig er sýnd á myndum 14, 15, 16 og 17 en í töflu 8 sést hvenær dælt var úr holunum. Eins og undanfarin ár er mest dælt úr holu SN-12, en hún var í notkun mestallt árið. Meira var dælt úr holu SN-05 en árið á undan, en minna úr holu SN-04, en svipað úr SN-06. Aðeins var dælt úr einni holu, SN-12, yfir sumarmánuðina, þegar vatnsnotkunin er minnst.

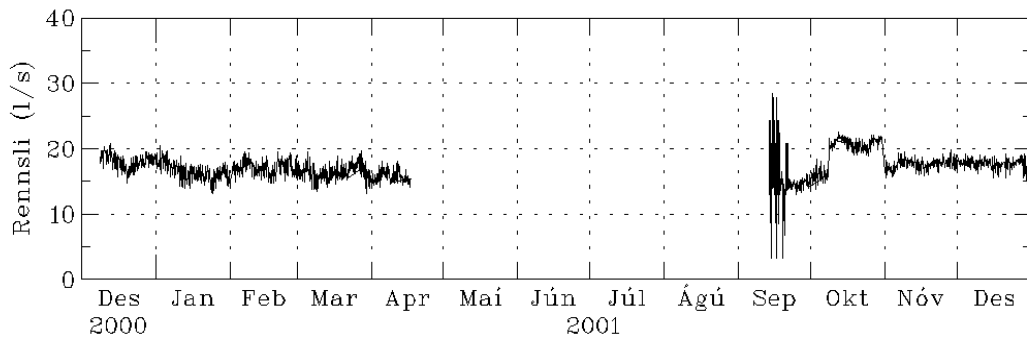
Mánaðarmedaltöl vinnslu frá 1994 eru í töflu 9. Þar sést að vinnslan er svipuð og áður, frekar lítil fyrstu 3 mánuðina svipað og árið 2000. Heildarvinnsla úr jarðhitasvæðinu á Seltjarnarnesi á árunum 1997 til 2001 er sýnd á mynd 8. Vinnslan árið 2001 var með svipuð sniði og áður, þ.e. mun minni yfir sumarmánuðina, en meiri yfir vetrarmánuðina. Meðalvinnsla seinustu 5 ára var 45,3 l/s, en árið 2001 örlítið lægri eða 44,7 l/s. Heildarvinnslan árið 2001 var um 1.410.000 tonn. Eins og áður þurfti að taka tillit til þess við útreikninga að þegar ekki er unnið úr holunum, mælist samt örlítið rennsli. Í holu SN-04 getur þessi tala orðið yfir 20 tonn/klst en mun minni fyrir hinar holurnar.

**Tafla 8.** *Keyrsla á djúpdælum Hitaveitu Seltjarnarness á árinu 2001.*

	Frá	Kl.	Til	Kl.
SN4	08.10.'01	08:00	→	
SN5	01.01.'01	←	17.04.'01	08:50
"	13.09.'01	18:00	→	
SN6	01.01.'01	←	23.05.'01	13:00
"	30.05.'01	07:30	08.06.'01	15:00
"	18.06.'01	15:30	25.06.'01	13:15
"	28.12.'01	11:00	01.01.'02	09:50
SN12	01.01.01	←	08.10.'01	08:30
"	31.10.'01	15:40	→	

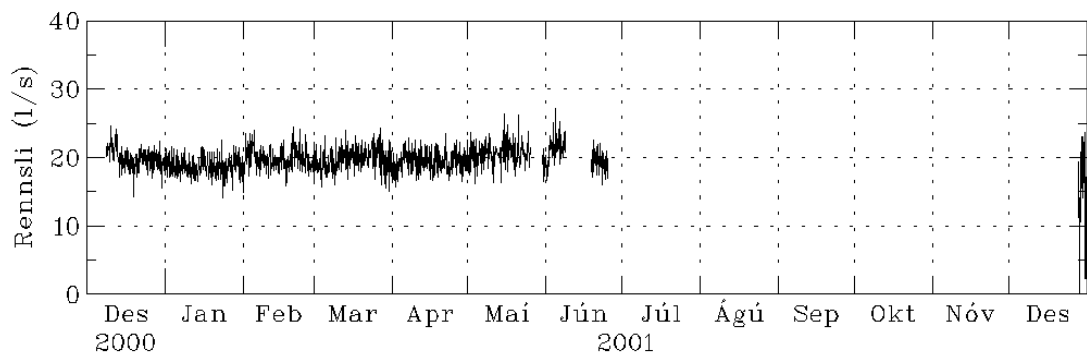


**Mynd 14.** *Rennsli í holu SN-04.*

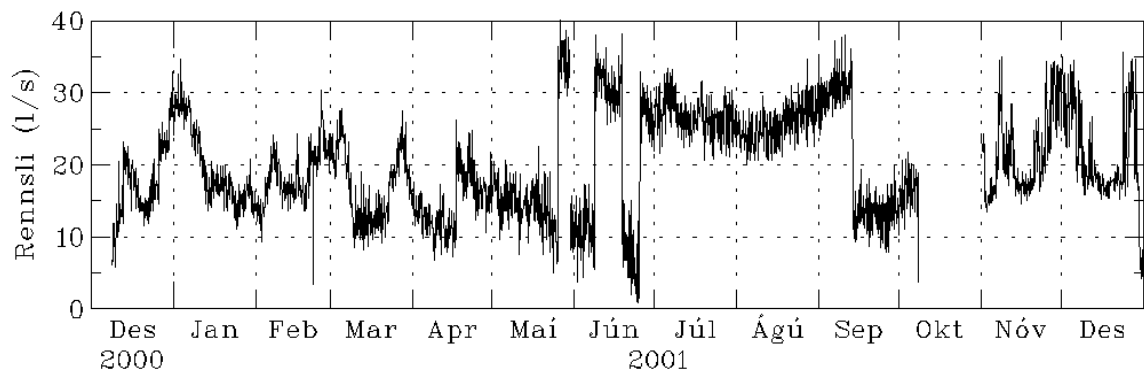


**Mynd 15.** *Rennsli í holu SN-05.*

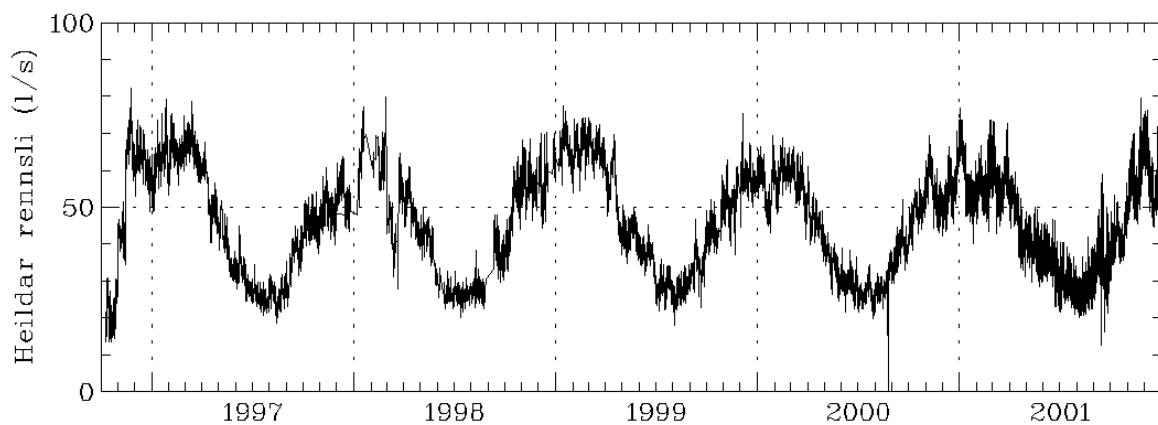




**Mynd 16.** Rennsli í holu SN-06.



**Mynd 17.** Rennsli í holu SN-12.



**Mynd 18.** Heildarrennsli úr holum á Seltjarnarnesi frá október 1996 til ársloka 2001.

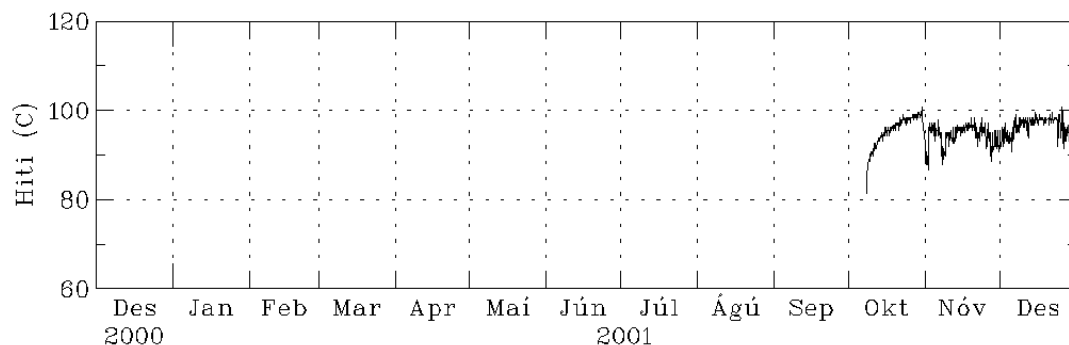
**Tafla 9.** Mánaðarmeðaltal heildarrennslis (l/s) áráanna 1994 til 2001. Engin gögn eru til fyrir árið 1995.

Mánuður	Meðal- rennsli	Meðal- rennsli	Meðal- rennsli	Meðal- rennsli	Meðal- rennsli	Meðal- rennsli	Meðal- rennsli
	1994	1996	1997	1998	1999	2000	2001
Janúar			62,3	63,1	65,4	55,9	57,3
Febrúar			65,3	62,8	66,4	58,5	57,5
Mars			65,0	60,9	64,9	56,2	57,2
Apríl			53,0	49,0	54,1	46,4	59,6
Maí	20,6		39,1	39,7	42,9	34,5	39,1
Júní	20,9	28,3	31,2	27,3	37,1	29,5	34,7
Júlí	17,9	24,7	24,8	26,2	28,5	26,2	29,2
Ágúst	20,1	25,5	25,9	27,4	27,5	29,2	27,4
September	23,0	30,1	35,6	38,6	34,7	37,9	32,7
Október	25,1		45,3	49,2	44,2	48,6	41,2
Nóvember		55,6	48,8	56,1	51,7	54,8	57,2
Desember		62,4	53,5	58,7	59,5	57,4	59,3

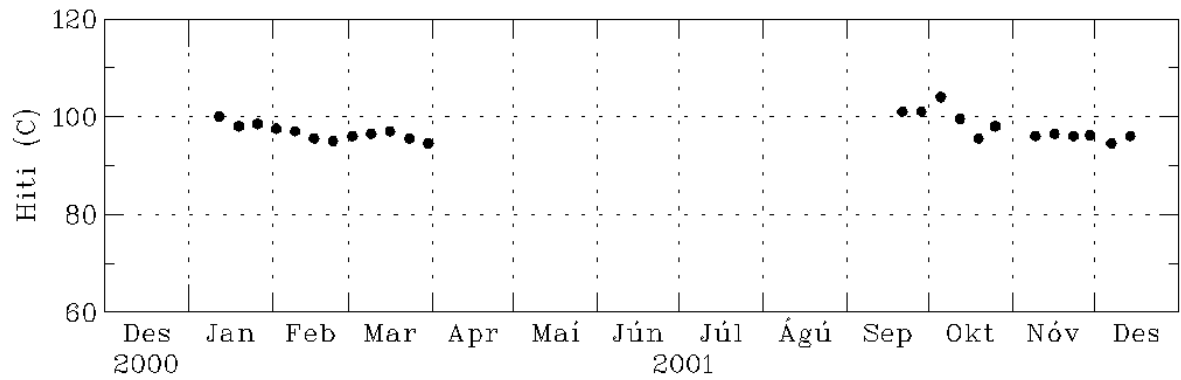
Meðaltal allt árið 2001 var 44,7 l/s.

## 4.2 Vatnshiti

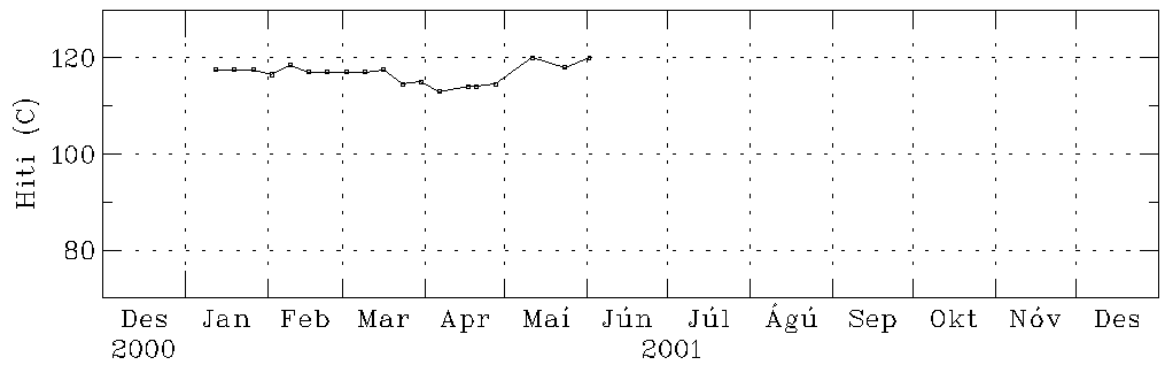
Eins og undanfarin ár var hiti mældur sjálfvirkt í holum SN-04 (mynd 19) og SN-12, en ekki í holum SN-05 og SN-06. Hins vegar eru til nokkrar handvirkar hitamælingar úr þessum holum og eru þær teiknaðar á mynd 20. Þar sést að hitinn í holu SN-05 fer hæst í um 104°C eftir sumarhlé, en lækkar og er kominn í 94 – 96°C eftir rúman mánuð. Hitinn á vatninu úr holu SN-06 er frá 113°C upp í 120°C, hæst í maí og júní, en lægst í apríl. Hiti vatns úr holum SN-04 og SN-12 er svipaður og árið áður.



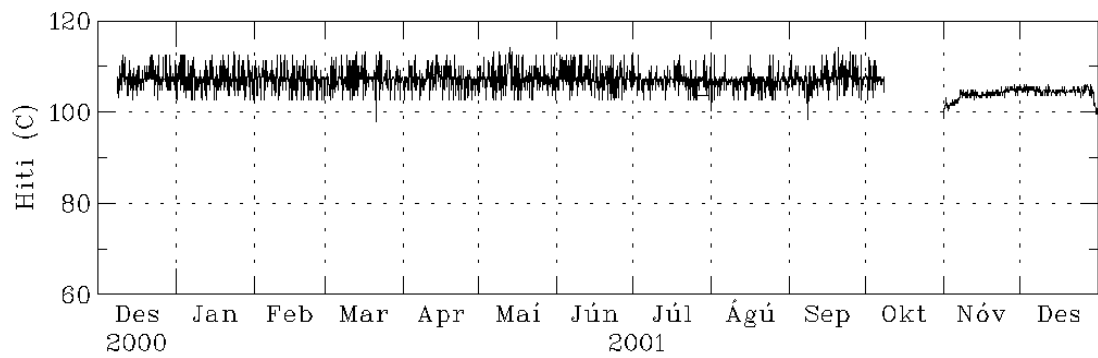
**Mynd 19.** Vatnshiti úr holu SN-04 (sjálfvirkar mælingar).



**Mynd 20.** Vatnshiti úr holu SN-05 (handvirkar mælingar).



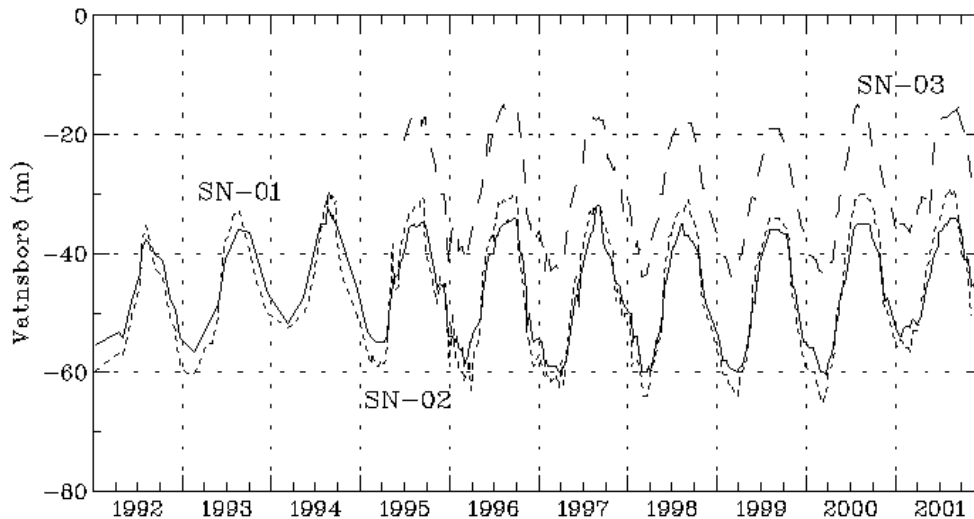
**Mynd 21.** Vatnshiti úr holu SN-06 (handvirkar mælingar).



**Mynd 22.** Hiti vatns úr holu SN-12 (sjálfvirkar mælingar).

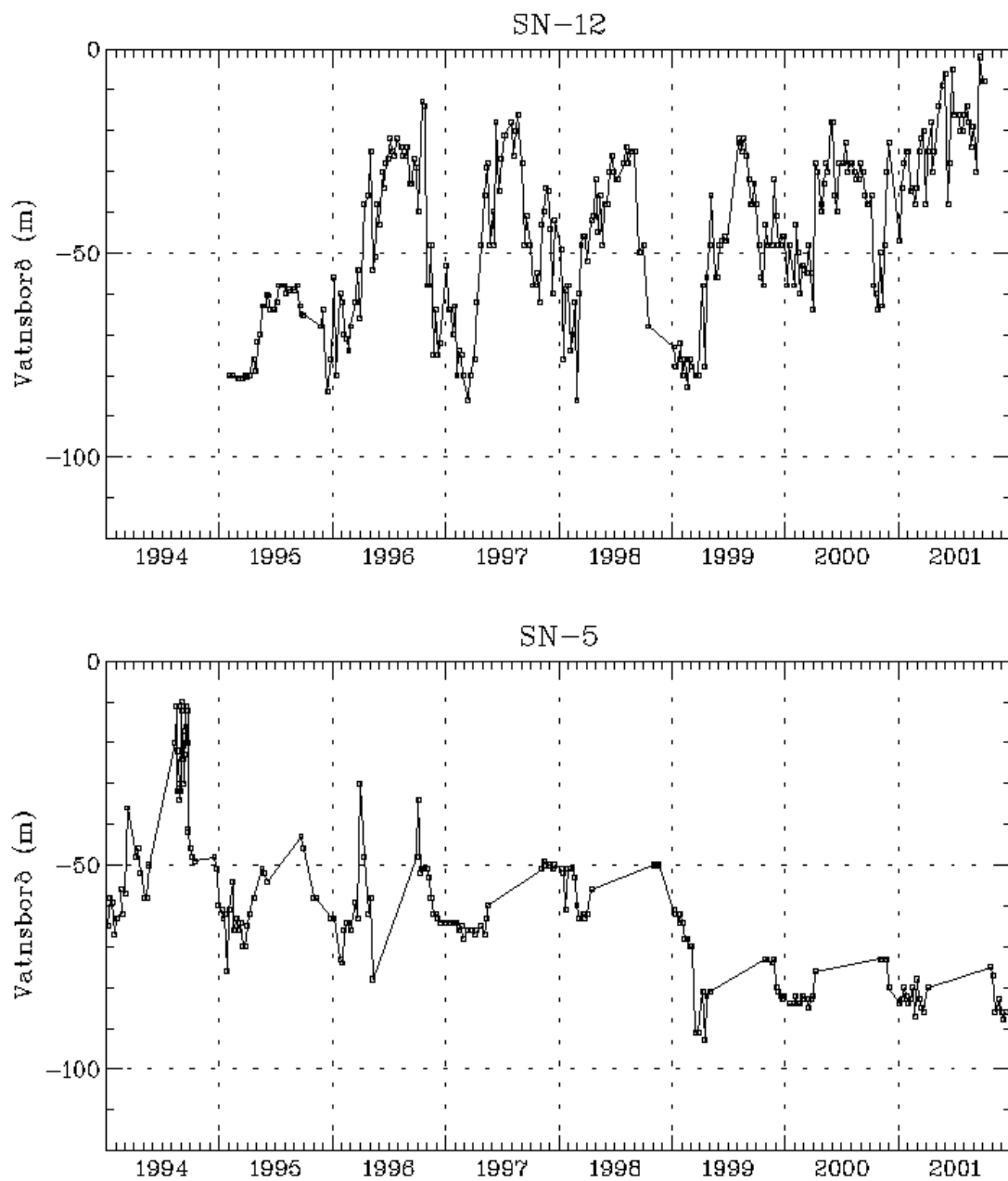
### 4.3 Vatnsborð

Eftir 2. nóvember 2001 var ekki tengt við vatnsborðsrör í holu SN-12 og engar vatnsborðsmælingar eru til úr þeirri holu eftir það. Vatnsborð er mælt handvirkt í holum SN-01, SN-02, SN-03, SN-05 og SN-12, en mælirör í holum SN-04 og SN-06 er í sundur þannig að ekki hefur verið hægt að mæla í þeim undanfarin ár. Engar sjálfvirkar mælingar á vatnsborði voru gerðar árið 2001.



**Mynd 23.** Vatnsborð í mælingaholum SN-01, SN-02 og SN-03 síðustu 10 ár.

Vatnsborðsmælingar í holum SN-01, SN-02 og SN-03 eru sýndar á mynd 23. Þar sést að vatnsborð í SN-01 fór hæst í 34 m í ágúst 2001, en í 35 m í ágúst 2000. Í holu SN-02 fór vatnsborð hæst í 29 m einnig í ágúst 2000 en í 30 m í ágúst 2000. Í holu SN-03 fór vatnsborð hæst í 15 m í ágúst 2001 eins og árið 2000. Þetta er í samræmi við það að vinnsla úr svæðinu var aðeins minni árið 2001 en árin á undan, og að vatnsborðið fylgir vel vinnslunni. Þegar mikið er tekið úr svæðinu lækkar vatnsborðið, en hækkar um leið og vinnslan minnar.

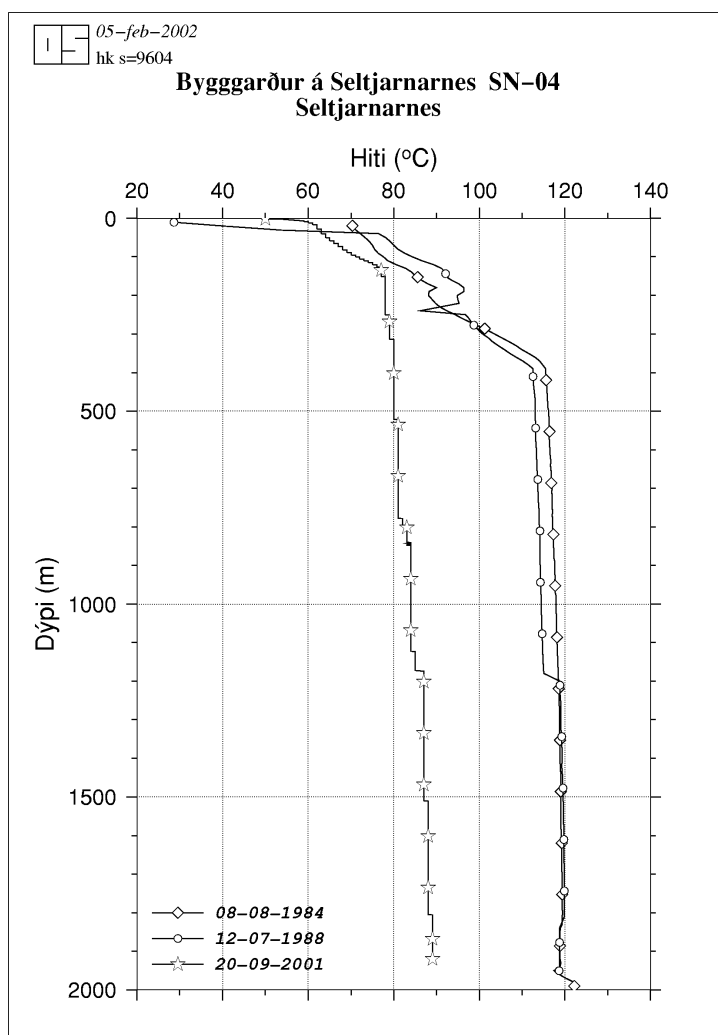


**Mynd 24.** Vatnsborð í vinnsluholum SN-05 og SN-12 frá janúar 1994 út árið 2001.

Vatnsborð í holum SN-05 og SN-12 er aðeins mælt þegar þær eru í notkun (myndir 23 og 24). Vatnsborð í SN-05 er mjög svipað og næstu tveggja ára á undan, hins vegar er vatnsborð í holu SN-12 herra en árana á undan þrátt fyrir svipaða, þó aðeins minni (5%) vinnslu og árið á undan.

## 5 HITAMÆLING Í HOLU SN-04

Hola SN-04 var hitamæld í september 2001 þegar taka varð upp dæluna vegna tæringar í efstu dælurörum. Holan hafði þá staðið ónotuð síðan í apríl og kemur vel fram á hitamælingunni að hún er kæld vegna niðurrennslis úr efri æðum. Á mynd 25 er hitamælingin sýnd ásamt eldri hitamælingum úr holunni frá 1988 og 1984.



**Mynd 25.** Hitamæling í holu SN-04 20. september 2001. Til samanburðar eru sýndar eldri hitamælingar frá 1988 og 1984.

Hitastig í botni holunnar mælist nú aðeins um 90°C í stað rúmlega 120°C samkvæmt eldri mælingum. Í mælingu frá 1984 var rennsli úr neðri æðum upp í efri æðar og þurfti að kæla holuna efst til að koma í veg fyrir að hún gysi (Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulinius, 1988). Í mælingu frá 1988 var talið að gæti verið um niðurrennsli að ræða á kaflanum 360-1170 m dýpi. Mælingin segir lítið til um raunverulegt hitaástand í jarðhitakerfinu, aðeins ástand holunnar eftir langa hvíld og kælingu í kjölfarið vegna rennslis úr kaldari efri æðum niður í vatnskerfið.

## 6 SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR

- Selta virðist hafa hækkað s.l. tvö ár í vatni úr vinnsluholunum, einkum í SN-06 og SN-12. Hækkunin er þó ekki mjög ör og miklar skammtímasveiflur eru í seltu vatnsins, væntanlega að mestu háðar vinnslutilhögun.
- Selta vinnsluvatnsins virðist sem fyrir hækka með aukinni vinnslu í holunum og lækka við minni vinnslu. Neikvæð fylgni virðist vera á milli seltu og kísilstyrks, þ.e. kaldara vatnið er saltara.
- Þótt selta vinnsluvatnsins sé orðin um 10% af sjávarseltu tærir vatnið ekki verulega stállagnir svo lengi sem súrefni kemst ekki inn á dreifikerfið og flestar gerðir forhitara endast sæmilega í þessu vatni.
- Yfirmettun kalks í vinnsluvatni reiknast nú lítil sem engin í holum SN-04 og SN-12, en nokkur í holu SN-06.
- Vatnsborð í holu SN-12 er hærra árið 2001 en árána á undan, en dæling aðeins um 5% minni en árið 2000.
- Meðalvinnsla, hiti og vatnsborð eru að öðru leyti svipuð og árið 2000.
- Hitamæling í holu SN-04 eftir langa hvíld og dæluupptekt sýnir að holan er kæld vegna niðurrennsli úr efri æðum. Í eldri hitamælingum kom ekki fram slíkt niðurrennsli.

## 7 HEIMILDIR

- Auður Ingimarsdóttir, Helga Tulinius og Hrefna Kristmannsdóttir, 1990. *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1989–1990*. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. OS-90049/JHD-29 B, 10 s.
- Fournier, R. O., 1977. Chemical geothermometers and mixing models for geothermal systems. *Geothermics*, 5; 41–50.
- Hrefna Kristmannsdóttir og Helga Tulinius, 1988. *Hitamæling og djúpsýnataka í holu SN-4 á Seltjarnarnesi 1988*. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Orkustofnun, OS-88037/JHD-19 B, 8 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1992. *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1991–1992*. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Orkustofnun, OS-93061/JHD-34 B, 15 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Guðrún Sverrisdóttir og Hilmar Sigvaldason, 1993. *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1992–1993*. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Orkustofnun, OS-93077/JHD-39 B, 17 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulinius og Guðrún Sverrisdóttir, 1994. *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1993–1994*. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Orkustofnun, OS-94062/JHD-36 B, 15 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulinius, Guðrún Sverrisdóttir og Sverrir Hákonarson, 1995. *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1994–1995*. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. OS-95061/JHD-40 B, 18 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulinius og Magnús Ólafsson 1996. *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1995–1996*. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. OS-96083/JHD-48 B 24 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Sigvaldi Thordarson og Magnús Ólafsson 1997. *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1996–1997*. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. OS-96078, 28 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Sigvaldi Thordarson og Magnús Ólafsson 1998. *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1997–1998*. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. OS-96076, 27 s..
- Hrefna Kristmannsdóttir, Sigvaldi Thordarson og Vigdís Harðardóttir 1999. *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1998–1999*. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. OS-99107, 24 s.
- Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulinius og Jón H. Björnsson, 2001. *Nýting jarðhita-svæðisins á Seltjarnarnesi í þrjátíu ár*. Orkuþing, Reykjavík, s. 593–600.
- Vigdís Harðardóttir, Helga Tulinius og Hrefna Kristmannsdóttir, 2000. *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1999–2000*. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. OS-2000/088, 22 s.
- Þorsteinn Þorsteinsson og Magnús Ólafsson, 1989 *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1989*. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. OS-89044/JHD B, 10 s.