



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**HITAVEITA SELTJARNARNESS**  
**Vinnslueftirlit 1990-1991**

Hrefna Kristmannsdóttir  
Helga Tulinius  
Þorsteinn Thorsteinsson  
Guðrún Sverrisdóttir

OS-91049/JHD-28 B

Desember 1991



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 613611

**HITAVEITA SELTJARNARNESS**  
**Vinnslueftirlit 1990-1991**

Hrefna Kristmannsdóttir  
Helga Tulinius  
Þorsteinn Thorsteinsson  
Guðrún Sverrisdóttir

OS-91049/JHD-28 B

Desember 1991

## EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. EFNAEFTIRLIT	3
3. VINNSLA; VATNSBORÐ OG VATNSHITI	4
3.1 Vinnsla	4
3.2 Vatnshiti	4
3.3 Vatnsborð	4
4. SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR	5
HEIMILDIR	5

## TÖFLUR

1a. Efnasamsetning vatns úr holu Sn-04	6
1b. Efnasamsetning vatns úr holu Sn-05	6
2a. Efnasamsetning hlutsýna úr holu Sn-04	7
2b. Efnasamsetning hlutsýna úr holu Sn-05	7
2c. Efnasamsetning hlutsýna úr holu Sn-06	7

## MYNDIR

1a,b,c. Breytingar á styrk klóríðs s.l. þrjú ár í vatni úr holum Sn-4(a), Sn-5(b) og Sn-6(c)	8
2a,b,c. Styrkur kísils í vatni úr holum Sn-4(a), Sn-5(b) og Sn-6(c) á síðustu þremur árum	9
3. Borholur á Seltjarnarnesi. Hiti, vinnsla og vatnsborð	10
4. Hóla Sn-2 á Seltjarnarnesi. Vatnsborð 1972-1991	11

## 1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu eru teknar saman niðurstöður vinnslueftirlits með jarðhitasvæðinu á Seltjarnarnesi, samkvæmt samningi Hita-veitu Seltjarnarness og Jarðhitadeildar Orkustofnunar nr. 626011 1987. Vinnslugögn ná yfir tímabilið nóvember 1990 til nóvember 1991. Gefið er yfirlit yfir vatns- vinnslu og vatnsborðsmælingar á svæðinu á fyrrgreindu tímabili og niðurstöður efnaeftirlits á sama tímabili. Sambærileg skýrsla var tekin saman í desember 1990 (Auður Ingimarsdóttir, Helga Tulinius, Hrefna Kristmannsdóttir og Þorsteinn Thorsteins-son, 1990) og einnig hafa verið gefnar út sambærilegar skýrslur í nóvember 1989 (Þorsteinn Thorsteinsson og Magnús Ólafsson, 1989) og í desember 1988 (Hrefna Kristmannsdóttir og Þorsteinn Thorsteins-son, 1988).

## 2. EFNAEFTIRLIT

Sýni til heildarefnagreininga voru tekin tví-vegis á árinu og auk þess tóku starfsmenn hitaveitunnar allmörg sýni til hlutgreininga. Tekin voru heilsýni úr holum Sn-4 og Sn-5 í maí og á sama tíma úr áhaldahúsi. Í septem-ber voru aftur tekin sýni úr holum Sn-4 og Sn-5, en hola Sn-6 var ekki í gangi á þessum tímum. Hefur ekkert heilsýni verið tekið úr Sn-6 á árinu, en áætlað er að taka það á næstunni. Samtals voru tekin 25 sýni til hlutgreininga af starfsmönnum hitaveitunnar. Reynt hefur verið að taka sýni til hlutgreininga u.þ.b. mánaðarlega og einnig hefur verið tekið úr holunum eftir löng hlé í dælingu og þá gjarna nokkur sýni með stuttu millibili.

Niðurstöður heilgreininga eru í töflum 1a og 1b og hlutgreininga í töflu 2. Á myndum 1a,b og c eru sýndar sveiflur í klóríðstyrk vatns úr öllum vinnsluholunum með tíma s.l. þrjú ár, en hann er mælikvarði á seltu og þar með sjómengun vinnsluvatnsins. Miklar sveiflur hafa komið fram í seltu vatnsins á liðnu ári. Seltan hélt áfram að hækka allt til ársloka 1990 í holum Sn-4 og Sn-5, en hefur

að jafnaði staðið í stað eða ívið lækkað á þessu ári. Í báðum holunum koma fram lægðir í seltuna og eru það sýni, sem tekin eru strax eftir hvíldir á dælingu. Selta í einu sýni úr holu Sn-5 teknu eftir hlé er lægri en sést hefur árum saman úr svæðinu. Miklar sveiflur koma fram í seltu í holu Sn-6 (mynd 1c). Seltan í þeirri holu fór lægra eftir dælingarhlé, en áður hefur sést í þeirri holu. Á mynd 2 er sýndur styrkur kísils með tíma í holunum s.l. þrjú ár og sjást þar miklar sveiflur, sem sýna upphitun einstakra holna eftir hvíld. Styrkur kísils virðist einnig fara hækkandi almennt á svæðinu. Styrkur kísils er beint háður hitastigi og eykst með hækkandi hitastigi. Þegar sem mest innstreymi var inn í jarðhitakerfið á árum áður sáust miklar sveiflur í kísilstyrk, en ekki bein lækkun, sem benti til þess að svæðið hafi náð að hita upp innstreymið af kalda sjónum enn sem komið er. Nú virðist sem hægt hafi á innstreymi og að þrýstingshækkunin í svæðinu sé líka að koma fram í efnainnihaldi. Er mikilvægt að fylgjast vel með breytingunum því þær gefa ómetanlegar upplýsingar um eðli svæðisins og samspil mismunandi vatnskerfa og munu nýtast síðar þegar þörf verður fyrir meiri orku og nýtingu á svæðinu.

Auk efnainnihalds væri æskilegt að mæla hlutföll stöðugra samsætna í vatnssýnum, því þau sýna oft vel breytingar í innstreymi frá mismunandi vatnskerfum. Hver mæling á súrefnis- og vetnissamsætum kostar um 5000 kr svo þetta hefur ekki verið gert reglulega á síðustu árum vegna kostnaðar, en þessar breytingar þrýsta á að skoða þennan þátt og mæla samsætuhlutföll í vatnssýnim s.l. árs og þess næsta.

### 3. VINNSLA; VATNSBORÐ OG VATNSHITI

#### 3.1 Vinnsla

Unnið var eins og áður úr gögnum frá holum Sn-4, Sn-5 og Sn-6 á árinu 1991 (mynd 3). Hóla Sn-4 var í notkun allan tímann. Slökkt var á dælu í holu Sn-5 frá 15. júní til 24. september og holu Sn-6 frá 30. apríl til 9. nóvember. Engin dæling var úr holu Sn-3 á árinu. Mælt var samfelld með tölvustýrðu skráningakerfi allt árið, en einhverra hluta vegna töpuðust gögn af segulbandi frá því í lok október 1990 og fram til 6. febrúar 1991. Líklegast var tekið yfir þau hjá Verkfræðistofunni Tæknivali, en þeir sjá um umsjón og rekstur tækjanna

Eins og fram kom í seinustu vinnslueftirlitskýrslu (Auður Ingimarsdóttir o.fl, 1990) var ósamræmi milli sjálfvirku magnmælinganna og áætlana Þorsteins Thorsteinssonar. Mælt var með að athuga þetta nánar og var það gert. Við fyrstu mælingar, sem gerðar voru í dæluskýrunum, kom fram töluvert ósamræmi milli mæla. Þetta ósamræmi stafaði af því að aðstæður til mælinga með mælum Orkustofnunar voru mjög slæmar.

Til að fá betra mat á nákvæmi rennslismæla hitaveitunnar var rennslismælt í dælustöð. Þar kom í ljós að rennslismælir hitaveitunnar var rangt stilltur og var það lagað. Eftir að rennslismælirinn í dæluhúsinu var lagaður er gott innbyrðis samræmi milli heildarmagtöku úr holunum, affalssvatns og sölu. Ekki er þó víst að allir mælarnir við holurnar séu réttir, þó heildarmagn þeirra sé nokkurnveginn rétt og mætti athuga það nánar (Árni Ragnarsson persónulegar upplýsingar).

Magntakan úr holunum er eins og áður reiknuð yfir í l/s (úr kg/klst.) og birt á mynd 5. Mest magntaka mældist í mars, eða 37,2 l/s samtals úr öllum holunum þrem. Meðalvinnsla yfir sumarmánuðina 1991 (júní, júlí og ágúst) var 21,4 l/s á móti 27,8 l/s árið 1990 og um 40 l/s 1989. Þessi minnkun sem er um 23% frá 1990 til 1991 og 30% árið þar á undan, stafar að mestu af

breyttu sölufyrirkomulagi.

#### 3.2 Vatnshiti

Mánaðarmeðaltöl hita í holum 4, 5 og 6 eru teiknuð upp á mynd 3. Þar sést að hitinn í holum Sn-4 og Sn-6 er tiltölulega jafn yfir allt tímabilið. Að vísu er hola Sn-6 ekki í vinnslu mikið af tímanum. Hæsti hiti í holu Sn-4 mældist 113,1°C 2. júní 1991, en þá var lítið dælt úr holuni og ekki dælt úr Sn-6. Lægsti hiti í þessari holu mældist 106,3°C 13. nóvember 1991 þegar mikið var dælt úr henni.

Stakar mælingar á vatnshita Sn-4 voru gerðar með kvikasilfursmæli en aðstæður til slíkra mælinga eru ekki fyrir hendi í Sn-5 og Sn-6. Þorsteinn Thorsteinsson framkvæmdi þessar mælingar og ber þeim vel saman við mælingar með tölvustýrða búnaðinum.

Töluverð sveifla sést í hitamælingum í holu Sn-5, en þar sveiflast mánaðarmeðaltölin frá 93,8°C í mars og apríl upp í 98,8°C í október 1991. Seinustu vikuna í september mældist meðalhiti 102,7°C, en holan hafði þá verið í hvíld í rúma þrjá mánuði. Ekki er til nein skýring á þessu en hitinn í holunni hefur áður farið svona hátt upp eftir hvíld.

#### 3.3 Vatnsborð

Vatnsborðsmælingar í borholum á Seltjarnarnesi tímabilið nóvember 1990 til nóvember 1991 voru með svipuðu sniði og verið hefur undanfarin ár. Stakar mælingar á vatnsborði voru gerðar í mælingaholunum Sn-1 og Sn-2 en eftir 21. mars 1991 var vatnsborð Sn-2 auk þess skráð með sírita. Stakar vatnsborðsmælingar voru einnig gerðar með þrýstingi í mælirörum vinnsluholnanna Sn-4, Sn-5 og Sn-6. Við gangsetningu dælu í Sn-6, eftir vinnsluhlé frá 3. júní til 15. nóvember 1991, kom í ljós að mælirör er í sundur í holunni þannig að frekari mælingar á vatnsborði Sn-6 verða eki gerðar fyrr en að aflokinni upptekt dælnnar og endurnýjun rörsins.

Vatnsborð mælingaholnanna fer nú greinilega hækkandi vegna minnkandi vatnsvinnslu. Árið 1991 mældist vatnsborð Sn-1

lægst -57,9 m (1. janúar) en hæst -35,6 m (18. ágúst) og er mismunur hæsta og lægsta vatnsborðs þannig 22,3 m. Sambærileg gildi frá árinu 1990 eru -68,5 m (4. maí) og 47,5 m (9. september), mismunur 21,0 m. Hækkun lægsta vatnsborðs Sn-1 milli áranna 1990-91 er 10,6 m og samsvarandi hækkun hæsta vatnsborðs 11,8 m.

Vatnsborð holu Sn-2 (mynd 4) árið 1991 mældist lægst -61,5 m (5. janúar) en hæst -32,8 m (18. ágúst), mismunur 28,7 m. Samsvarandi gildi 1990 eru -71,7 m (25. febrúar) og 49,5 m (2. september) og er mismunur hæsta og lægsta vatnsborðs 1990 þannig 22,2 m, sem er sambærilegt við hækkun í Sn-1. Hækkun hæsta vatnsborðs milli áranna er hinsvegar mun meiri í Sn-2 en í Sn-1 eða 16,7 m. Mismun þennan má rekja beint til meiri áhrifa frá vatnsvinnslu úr Sn-5, sem dælt var úr sumarið 1990 en sem var óvirk á tímabilinu maí til september 1991. Í stuttu máli má því segja að raunveruleg hækkun vatnsborðs svæðisins milli áranna 1990 og 91 hafi verið 10-11 m og að raunveruleg árssveifla vatnsborðsins árið 1991 hafi verið um 22 m.

Vatnsborð vinnsluholnanna, Sn-4, Sn-5 og Sn-6, er auk þess að vera háð vatnsstöðu svæðisins einnig háð vatnsmagni því sem dælt er úr einstökum holum. Í holum Sn-5 og Sn-6, þar sem vatnsmagnið breytist lítið milli ára, varð lægsta vetrarvatnsborð 12-13 m hærra 1991 en það var 1990, sem er ívið meiri hækkun en varð í mælingaholum um Sn-1 og Sn-2. Vatnsmagn úr Sn-4 varð hinsvegar mun minna 1991 en 1990 og lægsta vatnsborð holunnar þar af leiðandi um 35 m hærra 1991 en það var 1990.

#### 4. SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR

1. Meðalvinnsla úr svæðinu var yfir sumarmánuðina 1991 21,4 l/s og er það 23% minnkun frá 1990 og um 30% frá 1989. Gögn um vatnsvinnslu frá rúmum þremur vetrarmánaðanna á tímabilinu töpuðust úr gagnagrunni

og er því ekki unnt að reikna ársmeðaltal.

2. Áhrif minnkandi vinnslu virðast vera að koma í ljós í efnainnihaldi vatnsins og innstreymi sjávar virðist vera minna en áður.
3. Rennslismælir hitaveitunnar reyndist vera rangt stilltur og var lagaður. Rennslismælar á holum virðast mæla nokkuð rétt og er nú gott samræmi á milli heildarmagntöku úr holunum, affalsvatns og súlu.
4. Hitastig vinnsluvatns úr holu Sn-4 var tiltölulega jafnt yfir tímabilið og einnig í Sn-6 þann stutta tíma sem hún var í vinnslu. Hitastig vinnsluvatns úr holu Sn-5 sýndi hins vegar talsverða sveiflu.
5. Vatnsborð á svæðinu fer greinilega hækkandi vegna minnkandi vatnsvinnslu. Hækkun vatnsborðs á svæðinu er um 10 m.

#### HEIMILDIR

- Hrefna Kristmannsdóttir og Þorsteinn Thorsteinsson, 1988: *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1988*. OS-88062/JHD-32 B, 12 s.
- Þorsteinn Thorsteinsson og Magnús Ólafsson, 1989: *Hitaveita Seltjarnarness. Vinnslueftirlit 1989*. OS-89044/JHD-19 B, 10 s.
- Auður Ingimarsdóttir, Helga Tulinius, Hrefna Kristmannsdóttir og Þorsteinn Thorsteinsson, 1990: *Hitaveita Seltjarnarness. vinnslueftirlit 1989-1990*. OS-90049/JHD-29 B, 10 s.

Tafla 1a. Efnasamsetning vatns úr holu Sn-04 (mg/kg).

Dagsetning Númer	89-02-15 89-0013	89-08-25 89-0052	90-04-03 90-0060	90-09-18 90-0238	91-05-17 91-0117	91-09-27 91-0181
Hiti (°C)	107,9	108,6	109,2	113,0	112,8	105,8
Sýrustig (pH/°C)	8,5/22	8,4/24	8,5/22	8,4/23	8,5/25	8,5/23
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	97,3	104,6	99,2	104,7	106,0	106,1
Natríum (Na)	576	585	622	616	605	543
Kalíum (K)	16,4	15,4	14,7	14,6	14,4	13,4
Kalsíum (Ca)	429	468	490	490	482	417
Magnesíum (Mg)	0,34	0,48	0,76	0,61	0,51	0,19
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	9,2	11,3	10,0	8,2	10,9	8,7
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	270	287	283	286	278	253
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	0,10	0,06	0,07	0,05	0,04	0,06
Klóríð (Cl)	1440	1525	1629	1640	1581	1357
Flúoríð (F)	0,62	0,70	0,63	0,66	0,64	0,70
Uppleyst efni	3027	3131	3607	3345	3550	3089
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0	0	0	0	0	0
Brómíð (Br)	5,3	5,5	5,7	5,6	5,6	4,7
Bór (B)	0,23	-	0,24	-	0,23	-
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-	-	-10,53	-10,44	-	-

- ekki mælt

Tafla 1b. Efnasamsetning vatns úr holu Sn-5 (mg/kg).

Dagsetning Númer	89-02-16 89-0015	89-08-25 89-0051	90-04-03 90-0062	90-09-19 90-0239	91-05-17 91-0116	91-09-26 91-0182
Hiti (°C)	93,9	97,0	94,9	97,3	95,8	102,9
ýrustig (pH/°C)	8,5/22	8,5/23	8,5/22	8,4/23	8,4/24	8,5/23
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	103,6	106,4	103,7	105,4	104,9	115,9
Natríum (Na)	484	499	505	578	564	416
Kalíum (K)	12,4	12,3	12,9	13,4	12,8	11,1
Kalsíum (Ca)	283	312	296	384	362	237
Magnesíum (Mg)	0,26	0,32	0,39	0,57	0,53	0,11
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	7,8	10,8	10,8	8,2	11,4	7,6
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	203	217	206	231	222	178
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	0,07	0,10	0,11	0,09	0,00	0,14
Klóríð (Cl)	1070	1160	1154	1403	1340	894
Flúoríð (F)	0,72	0,77	0,79	0,67	0,68	0,90
Uppleyst efni	2299	2520	2600	2879	2975	2063
Súrefni (O <sub>2</sub> )	-	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
Brómíð (Br)	3,9	4,2	4,0	4,9	4,7	2,9
Bór	0,22	0,21	0,21	-	0,22	-
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-	-	-10,58	-10,46	-	-

- ekki mælt

Tafla 2a. Efnasamsetning hlutsýna úr holu Sn-04 (mg/kg).

Dagsetning Númer	91-01-18 91-0097	91-01-28 91-0100	91-02-28 91-0103	91-03-08 91-0106	91-03-27 91-0109	91-10-28 91-0227	91-11-11 91-0245	91-11-27 91-0247	91-12-09 91-0253
Hiti (°C)	106,8	108,1	107,9	108,4	109,3	108,4	105,0	108,0	108,0
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	101,5	100,7	99,7	99,4	103,7	107,6	104,5	102,9	101,3
Klóríð (Cl)	1666	1594	1608	1638	1600	1550	1642	1614	1630
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	284	281	283	286	287	277	293	292	286
Brómíð (Br)	5,7	5,4	5,4	5,5	5,7	5,3	5,5	-	-

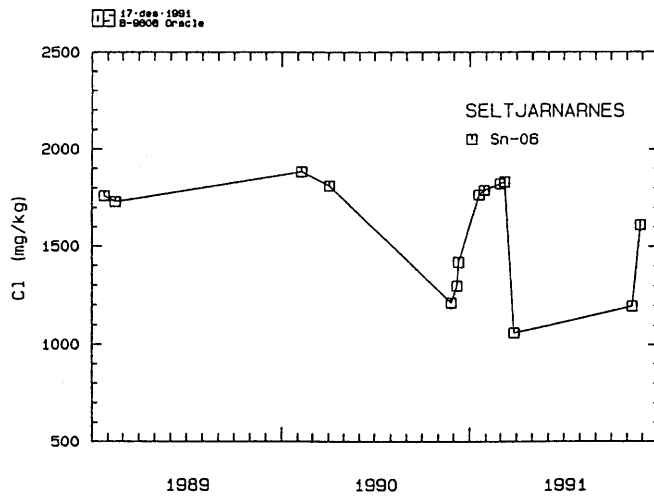
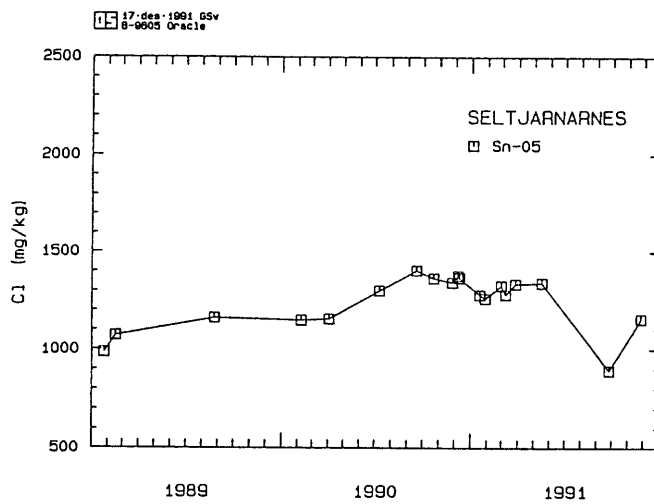
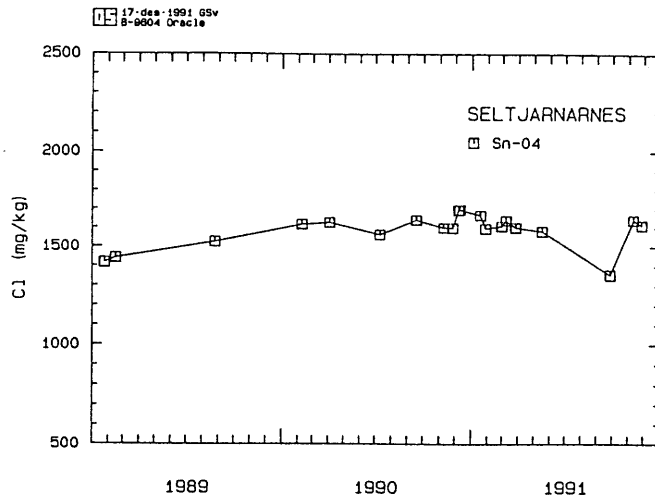
Tafla 2b. Efnasamsetning hlutsýna úr holu Sn-05 (mg/kg).

Dagsetning Númer	91-01-18 91-0098	91-01-28 91-0101	91-02-28 91-0104	91-03-08 91-0107	91-03-27 91-0110	91-10-28 91-0228	91-11-27 91-0248	91-12-09 91-0254
Hiti (°C)	92,4	92,3	92,3	92,4	92,4	95,2	94,2	93,6
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	102,9	104,1	103,2	102,1	102,8	107,1	106,9	106,7
Klóríð (Cl)	1278	1259	1326	1280	1335	1153	1155	1200
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	227	219	238	220	239	204	205	212
Brómíð (Br)	4,6	4,2	4,4	4,5	4,6	4,7	-	-

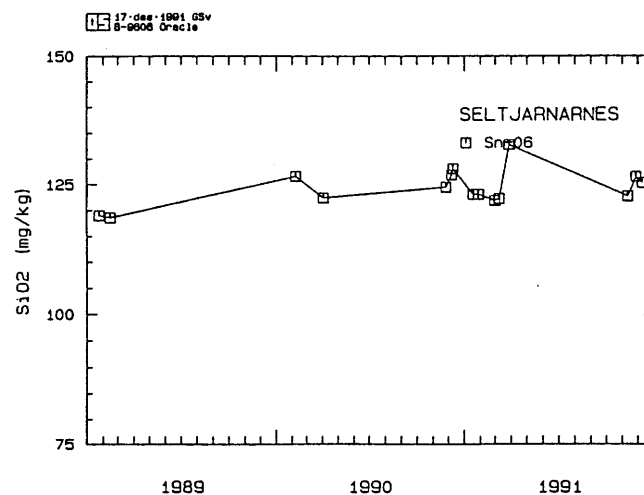
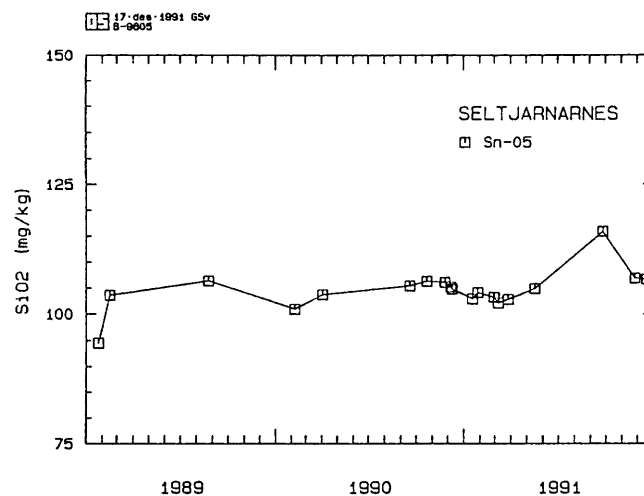
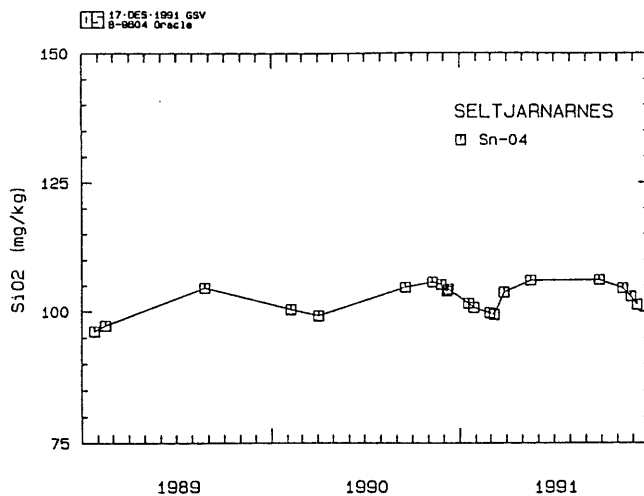
Tafla 2c. Efnasamsetning hlutsýna úr holu Sn-06 (mg/kg).

Dagsetning Númer	91-01-18 91-0099	91-01-28 91-0102	91-02-28 91-0105	91-03-08 91-0108	91-03-27 91-0111	91-11-11 91-0246	91-11-27 91-0249	91-12-09 91-0255
Hiti (°C)	116,8	116,6	116,6	116,6	110,3	116,5	116,7	116,5
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	123,1	123,1	121,9	122,3	132,9	122,7	126,5	125,3
Klóríð (Cl)	1763	1786	1820	1830	1060	1198	1611	1713
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	316	316	319	321	233	267	304	311
Brómíð (Br)	6,25	6,03	6,14	6,36	3,62	3,94	-	-

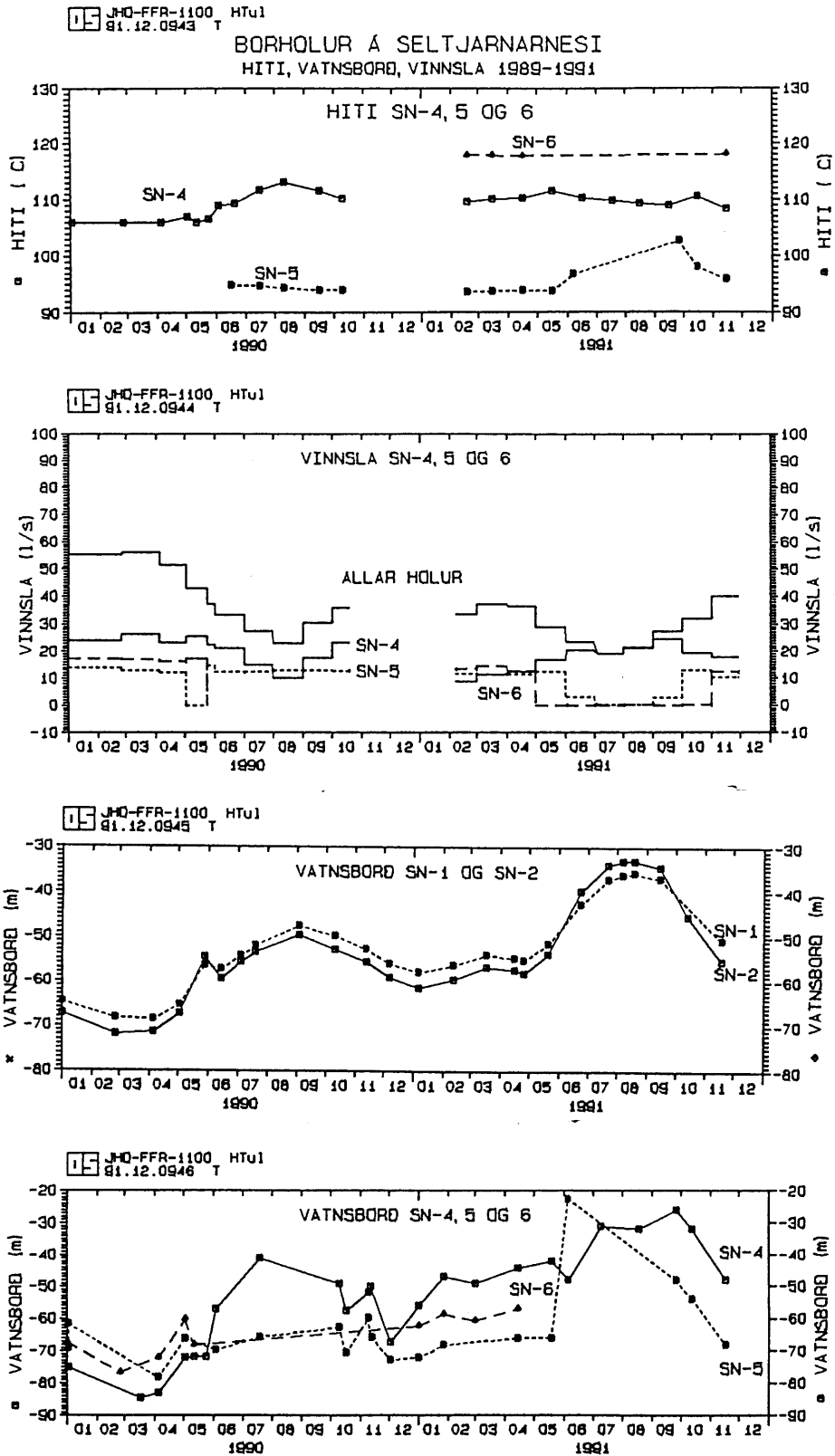




Mynd 1a,b,c. Breytingar á styrk klóríðs s.l. þrjú ár í vatni úr holum Sn-4(a), Sn-5(b) og Sn-6(c).



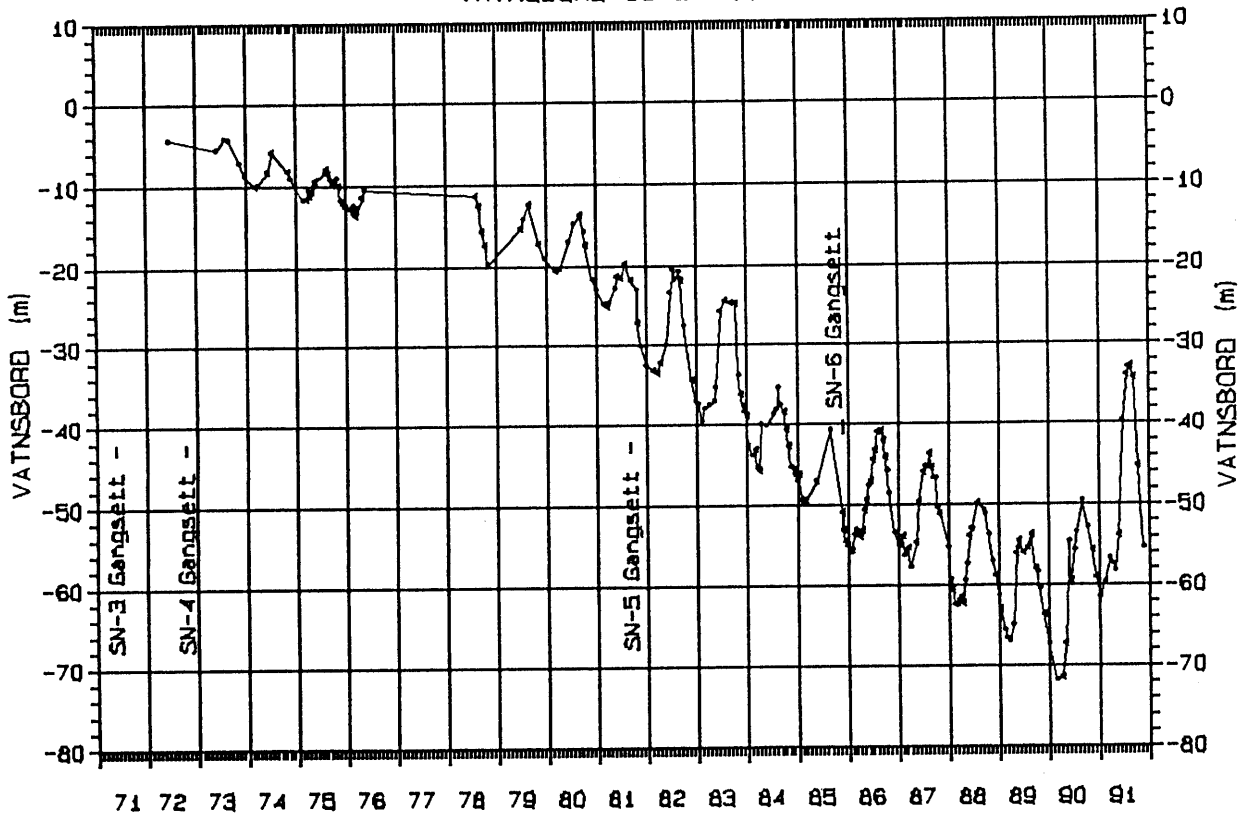
Mynd 2a,b,c. Styrkur kásils í vatni úr holum Sn-4(a), Sn-5(b) og Sn-6(c) á síðustu þremur árum.



Mynd 3. Borholur á Seltjarnarnesi. Hiti, vinnsla og vatnsborð.

JHD-FFR-1100 HTu1  
81.12.0942 T

### HOLA SN-2 Á SELTJARNARNESI VATNSBORÐ 1972-1991



Mynd 4. Hóla Sn-2 á Seltjarnarnesi. Vatnsborð 1972-1991.