



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

*HITAVEITA SELTJARNARNESS*

**Vinnslueftirlit 1995-1996**

Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulinius,  
og Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness

OS-96083/JHD-48 B Desember 1996

*Ruha*



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 111

*HITAVEITA SELTJARNARNESS*

**Vinnslueftirlit 1995-1996**

Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulinius,  
og Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness

OS-96083/JHD-48 B    Desember 1996

## EFNISYFIRLIT

|   |    |
|---|----|
| 1. INNGANGUR  | 3  |
| 2. EFNAEFTIRLIT                                       | 3  |
| 3. ÚTFELLINGAHÆTTA                                    | 13 |
| 4. VINNSLUGÖGN  | 15 |
| 4.1 Vinnsla   | 15 |
| 4.2 Vatnshiti   | 16 |
| 4.3 Vatnsborð   | 17 |
| 5. TILLÖGUR UM ÚRVINNSLU GAGNA OG LÍKANREIKNINGA      | 22 |
| 5.1 Úrvinnsla gagna frá borun og prófun holna 6 og 12 | 22 |
| 5.2 Líkanreikningar                                   | 22 |
| 6. SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR                           | 23 |
| 7. HEIMILDIR  | 24 |

## TÖFLUR

|  |    |
|--|----|
| Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu SN-4                   | 4  |
| Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holu SN-6                   | 4  |
| Tafla 3. Efnasamsetning vatns úr holu SN-12                  | 5  |
| Tafla 4. Efnasamsetning hlutsýna úr holu SN-4, 1995-1996     | 5  |
| Tafla 5. Efnasamsetning hlutsýna úr holu SN-5, 1996          | 6  |
| Tafla 6. Efnasamsetning hlutsýna úr holu SN-12, 1994-1996    | 6  |
| Tafla 7. Vatnsvinnsla úr holum 1.12.1995 - 1.12.1996         | 16 |
| Tafla 8. Mánaðarmeðaltal heildarrennslis árána 1991 til 1996 | 16 |

## MYNDIR

|  |    |
|--|----|
| Mynd 1. Breytingar í styrk klóríðs með tíma í holu SN-4  | 9  |
| Mynd 2. Breytingar í styrk klóríðs með tíma í holu SN-5  | 10 |
| Mynd 3. Breytingar í styrk klóríðs með tíma í holu SN-6  | 10 |
| Mynd 4. Breytingar í styrk klóríðs með tíma í holu SN-12 | 11 |
| Mynd 5. Breytingar í styrk kísils með tíma í holu SN-4   | 11 |
| Mynd 6. Breytingar í styrk kísils með tíma í holu SN-5   | 12 |
| Mynd 7. Breytingar í styrk kísils með tíma í holu SN-6   | 12 |

|   |    |
|---|----|
| Mynd 8. Breytingar í styrk kísils með tíma í holu SN-12 | 13 |
| Mynd 9. Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-4            | 14 |
| Mynd 10. Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-6           | 14 |
| Mynd 11. Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-12          | 15 |
| Mynd 12. Rennsli úr holum SN-4, SN-5 og SN-12 árið 1996 | 18 |
| Mynd 13. Hiti vatns úr holum SN-4, SN-5 og SN-12        | 19 |
| Mynd 14. Vatnsborð í holum SN-1, SN-2 og SN-3           | 20 |
| Mynd 15. Vatnsborð í holum SN-4, SN-5, SN-6 og SN-12    | 21 |

## 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 1996 og gefið yfirlit yfir vatnsvinnslu og vatnsborðsmælingar á tímabilinu desember 1995 til desember 1996.

Talsverðar truflanir urðu á árinu á skráningu vinnslugagna og er talið líklegt að hraðabreytir á dælu trufla söfnunarbúnaðinn. Vinda þarf bráðan bug að því að lagfæra þetta.

Síðastliðið haust var búnaður til útfellingaprófunar settur í aðveitulagnir frá holum SN-6 og SN-12.

Nýja vinnsluholan, SN-12, sem virkjuð var á haustmánuðum 1995 hefur verið í vinnslu allt árið 1996 og mest dælt úr henni. Gögn um prófun holunnar voru tekin saman til bráðabirgða í greinargerð í fyrra (Hrefna Kristmannsdóttir, 1995), en eftir er að vinna úr þeim og gera lokaskýrslu um borun holunnar. Stefna þarf að því að birta öll þessi gögn í skýrslu og vinna úr dæluþrófunum og nýjum vinnslugögnum.

## 2. EFNAEFTIRLIT

Sýni til heildarefnagreininga voru aðeins tekin einu sinni á árinu úr holum SN-4 og SN-12. Ekki var tekið heilsýni úr SN-5, þar sem dæla var ekki í gangi þegar sýnataka fór fram. Hóla SN-6 var ekkert nýtt á árinu og því ekkert sýni til úr henni. Starfsmenn hitaveitunnar tóku auk þess sýni því sem næst vikulega til greininga á klóríði úr vinnsluholum á árinu, en ekki hafa þau öll verið greind enn. 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. Í nokkrum þessara sýna var einnig greindur kísill þótt reyndar sé æskilegt að þynna sýni af svo söltu og heitu vatni ef þau eru ætluð til kísilgreininga.

Niðurstöður heilgreininga sýna úr holu SN-4 eru í töflu 1, SN-6 í töflu 2 til samanburðar og SN-12 í töflu 3. Niðurstöður greininga á klóríði og sulfati í SN-4 eru í töflu 4, úr SN-5 í töflu 5 og úr SN-12 í töflu 6. Í töflum 4 og 6 eru einnig sýndar þær greiningar á kísli, sem gerðar voru á hlut-sýnum úr holu SN-4 og SN-12.

**Tafla 1.** Efnasamsetning vatns úr holu SN-4 (mg/l).

| Dagsetning<br>Númer               | 92-09-24<br>92-0211 | 93-05-18<br>93-0085 | 93-10-18<br>93-0213 | 94-06-14<br>94-0082 | 95-05-09<br>95-0077 | 95-11-21<br>95-0344 | 96-11-28<br>96-0529 |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|
| Hiti (°C)                         | 109,2               | 109,2               | 110,0               | 109,0               | 107,2               | 107,7               | 96,8                |
| Sýrustig (pH/°C)                  | 8,45/24             | 8,42/24             | 8,41/22             | 8,35/23             | 8,50/24             | 8,40/22             | 8,3/21              |
| Kísill (SiO <sub>2</sub> )        | 106,4               | 104,5               | 104,7               | 104,8               | 97,7                | 100,2               | 108,7               |
| Natríum (Na)                      | 550                 | 583                 | 590                 | 615                 | 633                 | 630                 | 633                 |
| Kalíum (K)                        | 11,9                | 12,2                | 11,8                | 12,2                | 16,5                | 11,8                | 13,2                |
| Kalsíum (Ca)                      | 424                 | 486                 | 480                 | 495                 | 549                 | 520                 | 466                 |
| Magnesíum (Mg)                    | 0,15                | 0,30                | 0,39                | 0,55                | 0,26                | 0,36                | 0,70                |
| Karbonsat (CO <sub>2</sub> )      | 8,2                 | 7,8                 | 7,9                 | 11,4                | 7,9                 | 11,4                | 13,0                |
| Súlfat (SO <sub>4</sub> )         | 263                 | 284                 | 295                 | 276                 | 292                 | 277                 | 276                 |
| Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S) | 0,06                | 0,09                | 0,07                | <0,03               | 0,09                | 0,08                | 0,12                |
| Klóríð (Cl)                       | 1422                | 1534                | 1547                | 15695               | 1691                | 1654                | 1625                |
| Flúoríð (F)                       | -                   | 0,66                | 0,66                | 0,63                | 0,62                | 0,60                | 0,60                |
| Uppleyst efni                     | 3193                | 3316                | 3152                | 3428                | 3598                | 3550                | 3445                |
| Súrefni (O <sub>2</sub> )         | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   | 0                   |
| Brómíð (Br)                       | 5,0                 | 5,3                 | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |
| Bór (B)                           | -                   | -                   | 0,21                | 0,23                | 0,22                | 0,22                | 0,25                |
| Ál (Al)                           | 0,031               | -                   | -                   | -                   | 0,021               | 0,018               | -                   |
| δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)        | -10,46              | -10,38              | -10,37              | -                   | -10,50              | -10,27              | -10,40              |

**Tafla 2.** Efnasamsetning vatns úr holu SN-6 (mg/l).

| Dagsetning<br>Númer               | 89-02-15<br>89-0014 | 90-04-03<br>90-0061 | 92-04-02<br>92-0059 | 94-03-15<br>94-0024 | 95-05-09<br>95-0055 | 95-11-21<br>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                 |
| Magnesíum (Mg)                    | 0,60                | 1,13                | 1,07                | 0,94                | 0,99                | 0,36                |
| Karbonsat (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)        | -10,27              | -10,43              | -10,17              | -10,38              | -10,42              | -9,98               |
| δD (‰ SMOW)                       | -71,3               | -                   | -                   | -                   | -                   | -                   |

**Tafla 3.** Efnasamsetning vatns úr holu SN-12 (mg/l).

| Dagsetning<br>Númer               | 96-08-02<br>96-0190 | 95-10-13<br>95-0173 |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|
| Hiti (°C)                         | 108,8               | 95,5                |
| Sýrustig (pH/°C)                  | 8,4/23              | 8,3/21,5            |
| Kísill (SiO <sub>2</sub> )        | 101,4               | 98,9                |
| Natríum (Na)                      | 630                 | 723                 |
| Kalíum (K)                        | 12,4                | 14,8                |
| Kalsíum (Ca)                      | 506                 | 594                 |
| Magnesíum (Mg)                    | 0,25                | 0,51                |
| Karbónat (CO <sub>2</sub> )       | 10,4                | 7,8                 |
| Súlfat (SO <sub>4</sub> )         | 282,7               | 309,7               |
| Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S) | 0,11                | 0,11                |
| Klóríð (Cl)                       | 1696                | 1930                |
| Flúoríð (F)                       | 0,63                | 0,51                |
| Uppleyst efni                     | 3700                | 3908                |
| Súrefni (O <sub>2</sub> )         | 0                   | -                   |
| Ál (Al)                           | 0,016               | 0,007               |
| Bór (B)                           | 0,24                | 0,26                |
| Járn (Fe)                         | 0,004               | 0,037               |
| Mangan (Mn)                       | 0,007               | 0,014               |
| δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)        | -10,42              | -10,37              |

**Tafla 4.** Efnasamsetning hlutsýna úr holu SN-4, 1995-1996.

| Dagsetning | Númer   | Cl<br>(mg/l) | SO <sub>4</sub><br>(mg/l) | SiO <sub>2</sub><br>(mg/l) |
|------------|---------|--------------|---------------------------|----------------------------|
| 95-12-28   | 95-0405 | 1486         |                           |                            |
| 96-01-05   | 95-0406 | 1570         |                           |                            |
| 96-01-12   | 96-0025 | 1614         |                           |                            |
| 96-01-22   | 96-0026 | 1589         |                           |                            |
| 96-01-26   | 96-0027 | 1668         |                           |                            |
| 96-02-02   | 96-0033 | 1874         |                           |                            |
| 96-02-08   | 96-0040 | 1649         |                           |                            |
| 96-02-16   | 96-0047 | 1784         |                           |                            |
| 96-02-23   | 96-0050 | 1673         |                           |                            |
| 96-03-01   | 96-0053 | 1722         |                           |                            |
| 96-03-14   | 96-0074 | 1796         |                           |                            |
| 96-03-22   | 96-0077 | 1837         |                           |                            |
| 96-03-29   | 96-0090 | 1850         |                           |                            |
| 96-08-14   | 96-0191 |              |                           | 96,8                       |
| 96-08-14   | 96-8191 | 1744         |                           | 100,6                      |
| 96-08-16   | 96-0196 | 1628         |                           |                            |
| 96-11-21   | 96-0524 | 1629         |                           |                            |
| 96-11-28   | 96-0529 | 1625         | 276                       | 108,7                      |

**Tafla 5.** Efnasamsetning hlutsýna úr holu SN-5, 1996.

| Dagsetning | Númer   | Cl<br>(mg/l) |
|------------|---------|--------------|
| 96-01-05   | 95-0407 | 1007         |
| 96-01-22   | 96-0028 | 980          |
| 96-01-26   | 96-0029 | 1005         |
| 96-02-02   | 96-0034 | 1073         |
| 96-02-09   | 96-0041 | 1122         |
| 96-02-16   | 96-0048 | 1260         |
| 96-02-23   | 96-0051 | 1143         |
| 96-03-01   | 96-0054 | 1268         |
| 96-03-14   | 96-0075 | 1144         |
| 96-03-22   | 96-0078 | 1643         |
| 96-04-11   | 96-0092 | 1500         |
| 96-04-19   | 96-0094 | 1290         |
| 96-05-10   | 96-0113 | 1245         |
| 96-11-21   | 96-0525 | 1135         |

**Tafla 6.** Efnasamsetning hlutsýna úr holu SN-12, 1994 - 1996.

| Dagsetning | Númer   | Cl<br>(mg/l) | SO <sub>4</sub><br>(mg/l) | SiO <sub>2</sub><br>(mg/l) |
|------------|---------|--------------|---------------------------|----------------------------|
| 94-10-19   | 94-0248 | 920          | 171                       | 59,6                       |
| 94-10-19   | 94-0249 | 950          | 174                       | 61,1                       |
| 94-10-19   | 94-0250 | 970          | 177                       | 62,2                       |
| 94-10-20   | 94-0263 | 1130         | 196                       | 65,2                       |
| 95-10-13   | 95-0184 | 1950         |                           |                            |
| 95-10-13   | 95-0173 | 1930         | 310                       | 98,9                       |
| 95-10-13   | 95-0178 | 1320         |                           | 93,7                       |
| 95-10-13   | 95-0179 | 2000         |                           |                            |
| 95-10-13   | 95-0180 | 2010         |                           | 101,7                      |
| 95-10-13   | 95-0183 | 1940         |                           | 101,7                      |
| 95-10-13   | 95-0188 | 1910         |                           | 99,2                       |
| 95-10-16   | 95-0195 | 1360         |                           | 101,9                      |
| 95-10-16   | 95-0198 | 1920         |                           | 98,4                       |
| 95-10-16   | 95-0200 | 1910         |                           |                            |
| 95-10-16   | 95-0202 | 1890         |                           |                            |
| 95-10-16   | 95-0203 |              |                           | 99,1                       |
| 95-10-16   | 95-0204 | 1840         |                           |                            |
| 95-10-16   | 95-0206 | 1830         |                           |                            |
| 95-10-16   | 95-0208 | 1830         |                           |                            |
| 95-10-16   | 95-0209 |              |                           | 99,1                       |
| 95-10-16   | 95-0210 | 1820         |                           |                            |
| 95-10-16   | 95-0212 | 1810         |                           |                            |
| 95-10-16   | 95-0214 | 1800         |                           |                            |
| 95-10-16   | 95-0216 | 1810         |                           | 100,5                      |



| Dagsetning | Númer   | Cl<br>(mg/l) | SO <sub>4</sub><br>(mg/l) | SiO <sub>2</sub><br>(mg/l) |
|------------|---------|--------------|---------------------------|----------------------------|
| 95-10-16   | 95-0218 | 1790         |                           |                            |
| 95-10-16   | 95-0220 | 1810         |                           |                            |
| 95-10-16   | 95-0222 | 1770         |                           |                            |
| 95-10-17   | 95-0224 | 1860         |                           | 100,2                      |
| 95-10-17   | 95-0226 | 1750         |                           |                            |
| 95-10-17   | 95-0227 |              |                           | 98,8                       |
| 95-10-17   | 95-0228 | 1740         |                           |                            |
| 95-10-17   | 95-0230 | 1730         |                           |                            |
| 95-10-17   | 95-0232 | 1730         |                           |                            |
| 95-10-17   | 95-0234 | 1710         |                           |                            |
| 95-10-17   | 95-0236 | 1720         |                           |                            |
| 95-10-17   | 95-0238 | 1710         |                           |                            |
| 95-10-17   | 95-0240 | 1710         |                           |                            |
| 95-10-18   | 95-0241 | 1750         |                           |                            |
| 95-10-18   | 95-0242 | 1740         |                           |                            |
| 95-10-18   | 95-0243 | 1740         |                           |                            |
| 95-10-18   | 95-0245 | 1730         |                           |                            |
| 95-10-18   | 95-0247 | 1730         |                           |                            |
| 95-10-18   | 95-0249 | 1720         |                           |                            |
| 95-10-18   | 95-0251 | 1720         |                           |                            |
| 95-10-18   | 95-0253 | 1730         |                           |                            |
| 95-10-18   | 95-0255 | 1710         |                           |                            |
| 95-12-15   | 95-0408 | 1606         |                           |                            |
| 95-12-28   | 95-0409 | 1573         |                           |                            |
| 96-01-05   | 95-0410 | 1587         |                           |                            |
| 96-01-12   | 96-0030 | 1671         |                           |                            |
| 96-01-22   | 96-0031 | 1571         |                           |                            |
| 96-01-26   | 96-0032 | 1712         |                           |                            |
| 96-02-02   | 96-0035 | 1719         |                           |                            |
| 96-02-09   | 96-0042 | 1633         |                           |                            |
| 96-02-16   | 96-0049 | 1838         |                           |                            |
| 96-02-23   | 96-0052 | 1274         |                           |                            |
| 96-03-01   | 96-0055 | 1618         |                           |                            |
| 96-03-14   | 96-0076 | 1639         |                           |                            |
| 96-03-22   | 96-0079 | 1625         |                           |                            |
| 96-03-29   | 96-0091 | 1680         |                           |                            |
| 96-04-11   | 96-0093 | 1540         |                           |                            |
| 96-04-19   | 96-0095 | 1730         |                           |                            |
| 96-05-10   | 96-0114 | 1901         |                           |                            |
| 96-05-17   | 96-0115 | 1912         |                           |                            |
| 96-05-24   | 96-0148 | 1857         |                           |                            |
| 96-05-31   | 96-0149 | 1859         |                           |                            |
| 96-06-11   | 96-0150 | 1825         |                           |                            |
| 96-06-14   | 96-0184 | 1782         |                           |                            |
| 96-06-21   | 96-0185 | 1817         |                           |                            |
| 96-06-28   | 96-0186 | 1768         |                           |                            |

| Dagsetning | Númer   | Cl<br>(mg/l) | SO <sub>4</sub><br>(mg/l) | SiO <sub>2</sub><br>(mg/l) |
|------------|---------|--------------|---------------------------|----------------------------|
| 96-07-05   | 96-0187 | 1739         |                           |                            |
| 96-07-12   | 96-0188 | 1756         |                           |                            |
| 96-07-19   | 96-0189 | 1714         |                           |                            |
| 96-07-26   | 96-0193 | 1723         |                           |                            |
| 96-08-02   | 96-0190 | 1696         | 283                       | 101,4                      |
| 96-08-02   | 96-8190 | 1528         | 272                       | 95,7                       |
| 96-08-09   | 96-0194 | 1713         |                           |                            |
| 96-08-16   | 96-0205 | 1650         |                           |                            |
| 96-08-16   | 96-0195 | 1734         |                           |                            |
| 96-08-30   | 96-0206 | 1690         |                           |                            |
| 96-09-06   | 96-0207 | 1662         |                           |                            |
| 96-11-21   | 96-0526 | 1664         |                           |                            |

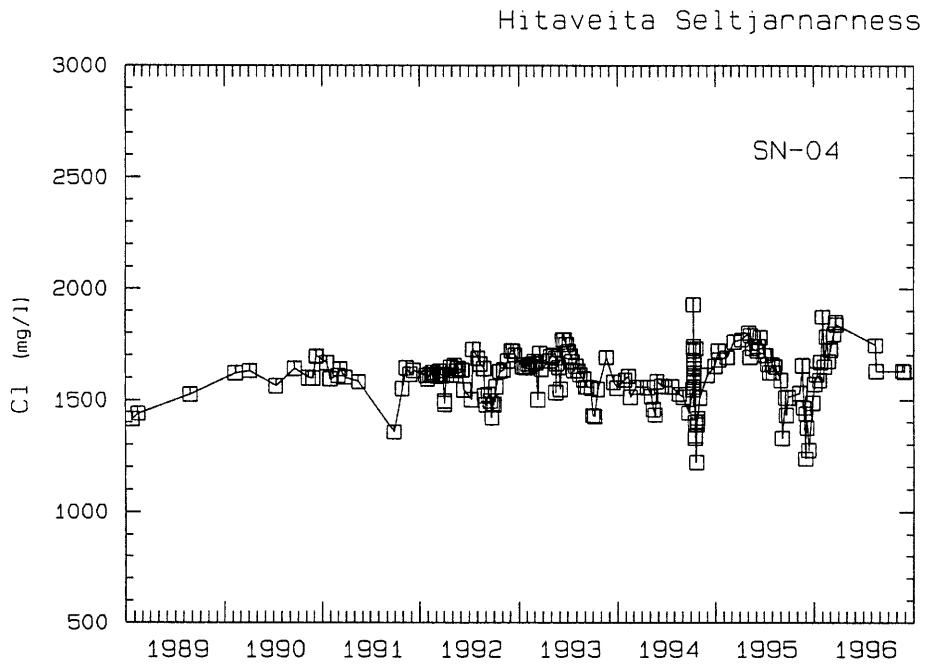
Á myndum 1, 2, 3 og 4 eru sýndar sveiflur í klóríðstyrk vatns úr vinnsluholum SN-4, SN-5 og SN-6 með tíma frá 1989 og í holu SN-12 frá því að farið var að dæla úr henni. Klóríðstyrkur er mælikvarði á seltu og þar með sjómengun vinnsluvatnsins. Selta vatnsæða er mismunandi, en sveiflur í seltu geta endurspeglað mismunandi blöndun eftir því hversu mikið er tekið úr holunum hverju sinni. Úr holu SN-4 hafa verið greind fá sýni á árinu. Í upphafi árs var seltan há, en lægri seinnihluta ársins þegar vinnsla var lítil og holan hafði verið hvíld í marga mánuði. Selta vatns í holu SN-5 hefur ávallt verið lægri en í hinum holunum. Í mars og apríl mældist hærri selta í tveimur sýnum úr holunni en áður hefur sést, en lækkaði síðan niður í venjuleg gildi. Hvað þarna var á ferðinni er óskýrt. Engin ný sýni voru greind úr holu SN-6 og er myndin aðeins tekin með til samanburðar. Selta holu 12 var mjög sveiflukennd framan af ári en frá því í maí fór hún hægt lækandi.

Á myndum 5, 6, 7 og 8 er sýndur styrkur kísils með tíma í holum SN-4, SN-5 og SN-6 frá 1989 og í holu SN-12 frá því að farið var að dæla úr henni. Engin sýni voru greind úr holum SN-5 og SN-6 svo þær eru einungis með til viðmiðunar. Kísill er greindur í miklu færri sýnum svo sveiflur með árstíma og dælingu koma ekki eins vel fram og í klóríði. Þær sveiflur sem komu fram í kísilstyrk á árum áður vorum einkum vegna upphitunar einstakra holna eftir hvíld. Styrkur kísils hækkaði almennt nokkuð 1991, sem endurspegladi hitnun vegna þess að minna var tekið úr svæðinu eftir að byrjað var að selja vatnið eftir mæli.

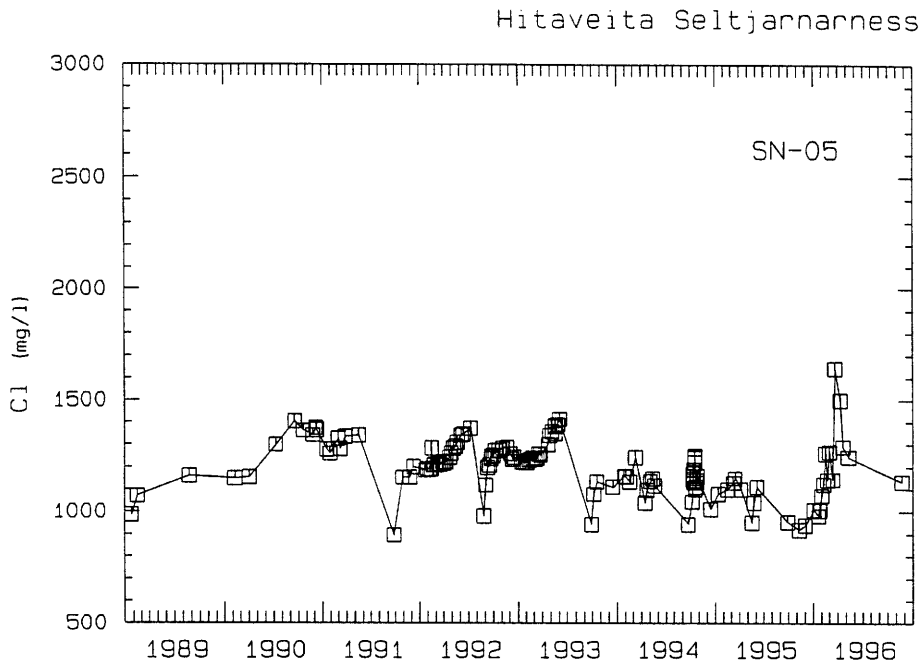
Í holu SN-4 snarlækkaði styrkur kísils fyrrihluta árs 1995 og samsvaraði lækkunin um 5°C í kísilhita, en engin mælanleg lækkun í hita sást þó strax. Þetta er einmitt einkennandi fyrir jarðhita-kerfi; fyrirboði kælingar sést oft í efnasamsetningu löngu áður en sjálf kælingin kemur fram. Hiti vinnsluvatnsins lækkaði svo haustið 1995, en þá var styrkur kísils almennt hækandi, en þó sveiflukenndur. Á árinu 1996 hafa einnig verið miklar sveiflur í kísilstyrk. Vinnsluvatn í holu SN-4 kólnaði talsvert í fyrra og virðist sú kæling ætla að verða til frambúðar. Sýni úr djúpæðum holunnar hafa jafnan haft mun lægri seltu en blandan og sama er að segja um holu SN-6. Í holu SN-4 hafa sveiflur í klóríðstyrk, hita og kísilstyrk fram til þessa verið í beinu sambengi við það magn sem úr holunni er dælt (Hrefna Kristmannsdóttir o. fl., 1993), þannig að við aukna dælingu lækkar hiti og vatnið verður saltara (klóríðstyrkur hærri) og kísilstyrkur lækkar. Þetta er túlkað þannig að hlutfall efri æða í vatninu sem upp er dælt aukist þegar meira er tekið úr holunni. Ólík hegðun holunnar nú virðist standa í sambandi við borun, prófun og virkjun holu SN-12. Líkleg-asta skýringin virðist sú að kæling hafi orðið í djúperfinu fyrst vegna niðurrennslis í holu SN-12

og síðan vegna aukinnar magntöku úr því.

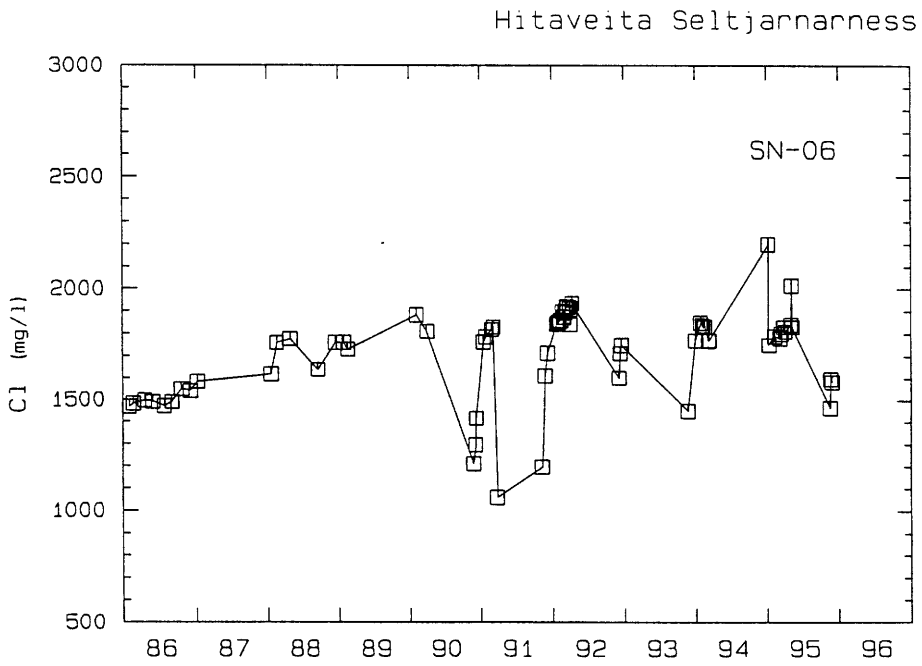
Hola SN-12 virðist nú komin í jafnvægi. Vatnið í henni er saltara og nokkru kaldara en búist hafði verið við. Efnasamsetning vatnsins er mjög lík og úr holu SN-4 (töflur 1 og 3). Súrefnissamsetuhlutföll vatns í holunni eru eins og í hinum holunum, sem bendir til sameiginlegs uppruna alls þessa vatns. Eins og fram kemur hér á eftir er yfirmettun kalks í holu SN-12 heldur minni en í hinum holunum.



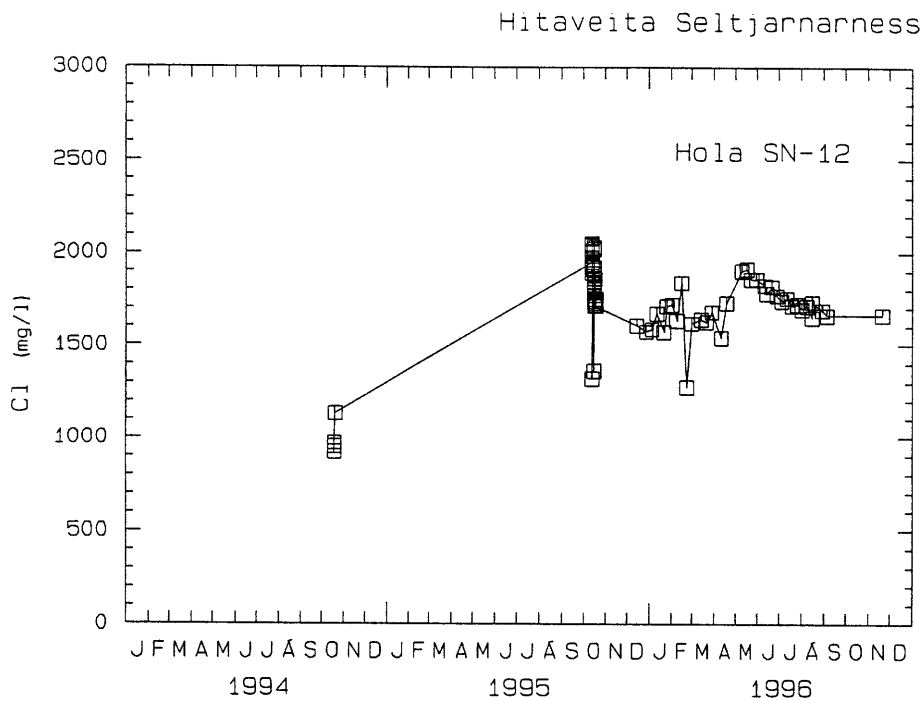
**Mynd 1.** Breytingar í styrk klóríðs með tíma, hola SN-4.



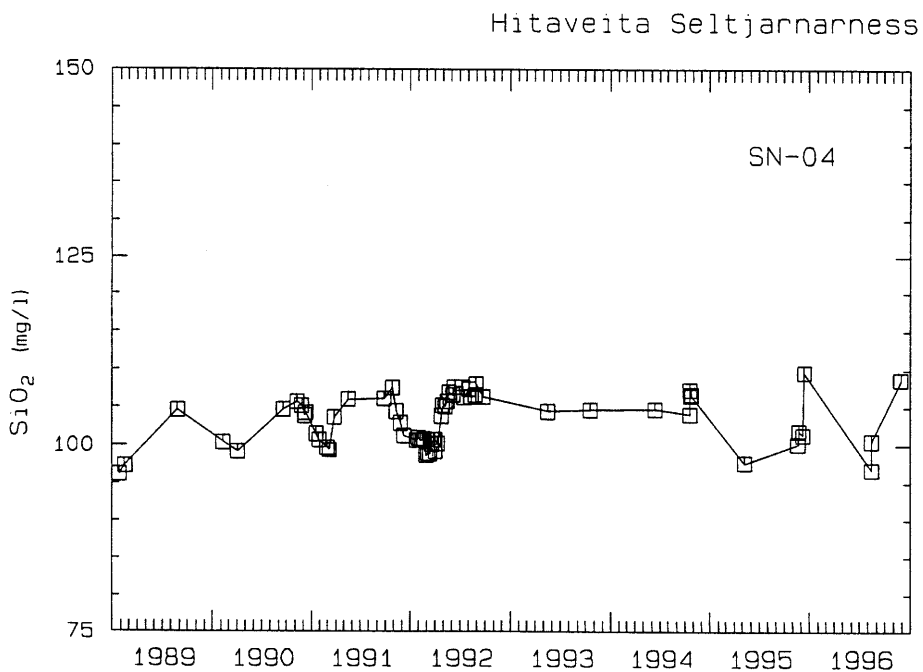
**Mynd 2.** Breytingar í styrk klóríðs með tíma, hola SN-5.



**Mynd 3.** Breytingar í styrk klóríðs með tíma, hola SN-6.

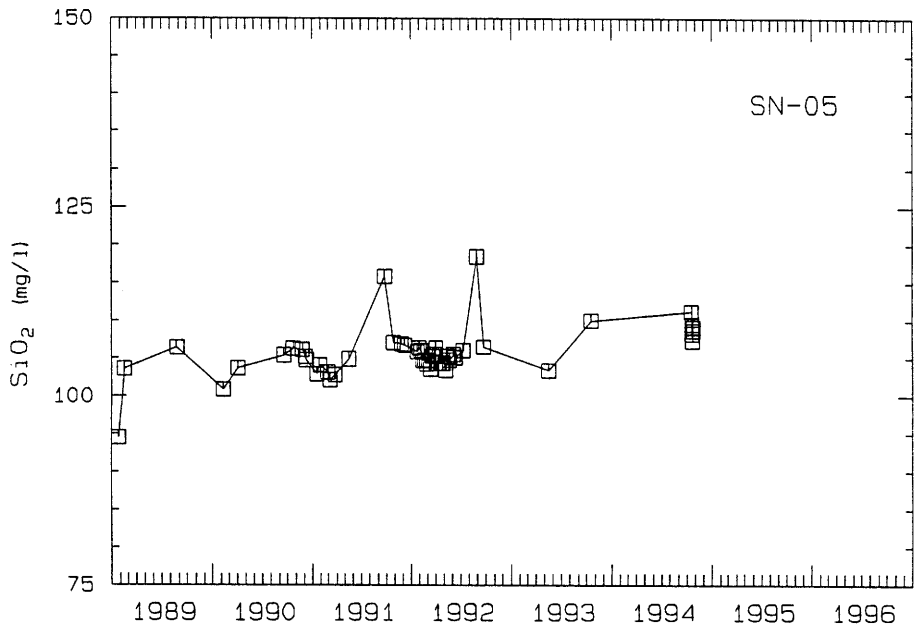


**Mynd 4.** Breytingar í styrk klóríðs með tíma, hóla SN-12.



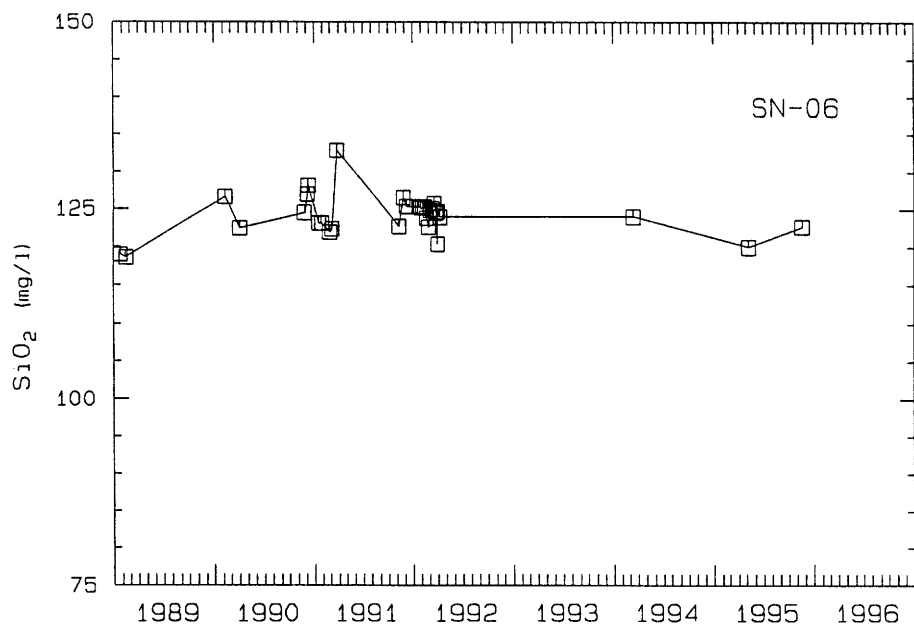
**Mynd 5.** Breytingar í styrk kísils með tíma, hóla SN-4.

Hitaveita Seltjarnarness

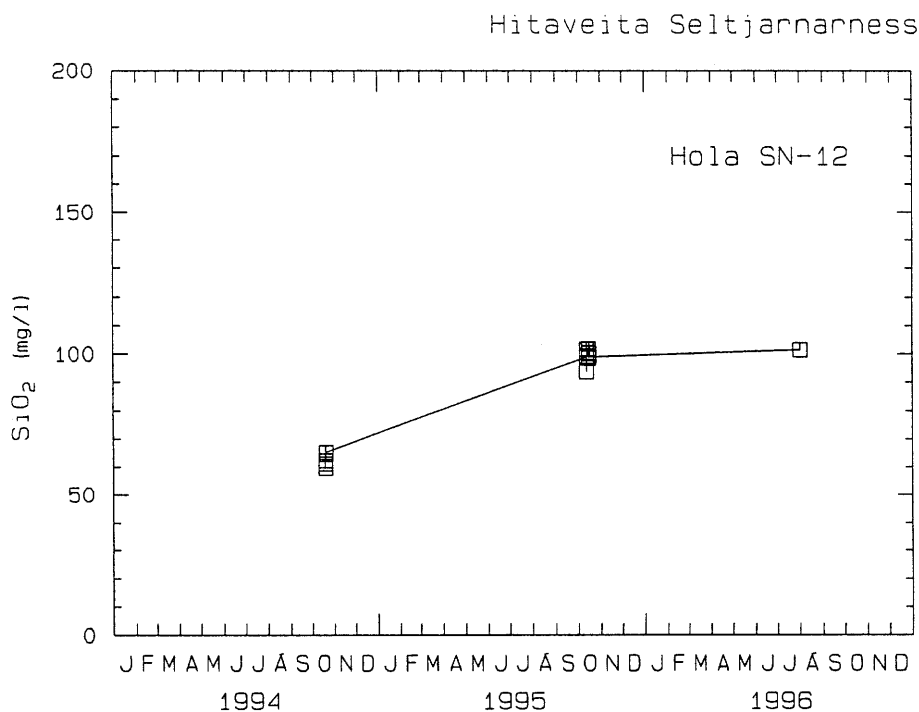


Mynd 6. Breytingar í styrk kísils með tíma, hola SN-5.

Hitaveita Seltjarnarness



Mynd 7. Breytingar í styrk kísils með tíma, hola SN-6.



Mynd 8. Breytingar í styrk kísils með tíma, hola SN-12.

### 3. ÚTFELLINGAHÆTTA

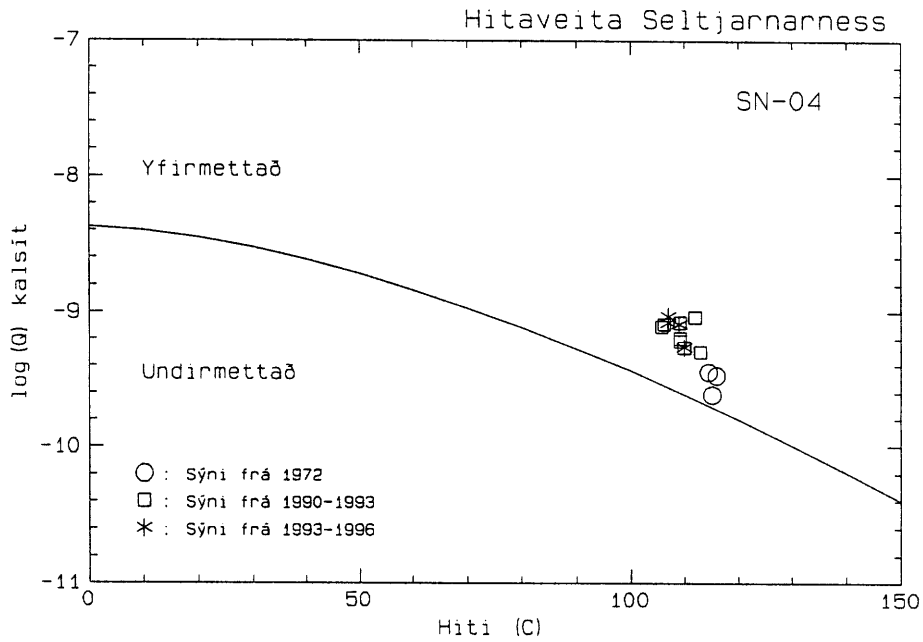
Eins og fram hefur komið í vinnslueftirlitsskýrslum síðustu ára um Hitaveitu Seltjarnarness (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1992, 1993, 1994, 1995) er kalkyfirmettun orðin talsvert mikil í vinnsluvatni veitunnar. Yfirmettunargráða er orðin um og jafnvel hærri en þau mörk, sem útfellingar hafa orðið við annars staðar og þarf því að fylgjast vel með þróuninni.

Á mynd 9 er sýnd útreiknuð kalkmettunargráða vinnsluvatns úr holu SN-4 í nokkrum sýnum frá því vinnsla úr holunum hófst. Kalkmettunargráðan er mjög há á síðari árum, en hefur þó nær staðið í stað síðustu 2-3 ár. Kalkmettunargráða í vinnsluvatni úr holu SN-6 (Mynd 10) er mjög ámóta eða jafnvel ívið hærri en í holu SN-4. Kalkyfirmettun reiknast heldur lægri í SN-12 (mynd 11) en í SN-4 og SN-6.

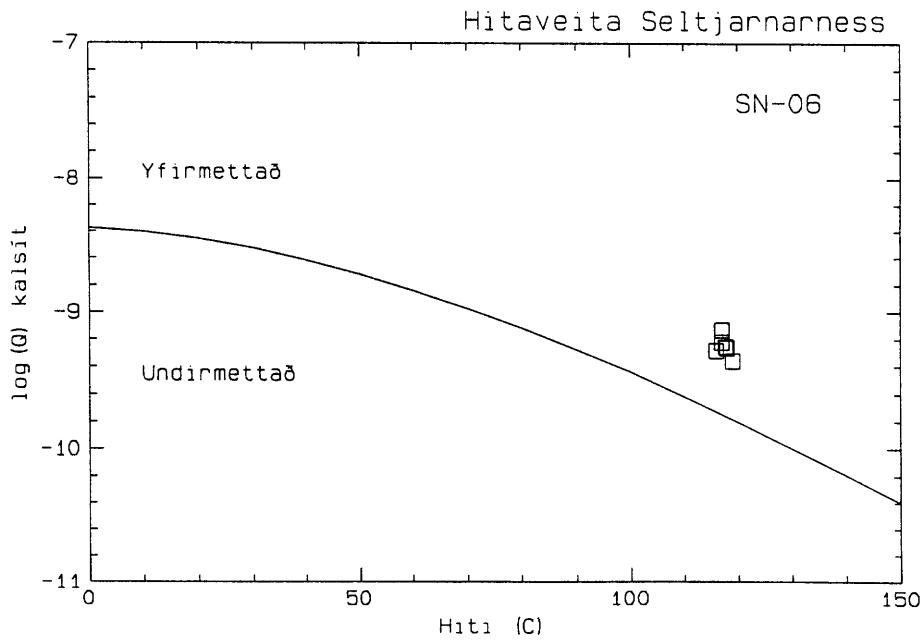
Settar voru prófunarplötur í aðveitulagnir frá holum SN-4, SN-6 og SN-12 nú í haust svo unnt er að fylgjast reglulega með því hvort einhverjar útfellingar verða. Æskilegt er að skoða plöturnar u.þ.b. annan hvern mánuð. Mikilvægt er að greina strax ef kalkútfellingar verða í vatninu. Kæmi til þess að útfellingar yrðu þyrfti það ekki að valda meiri háttar vandræðum ef vart yrði við þær áður en kerfið fer að stíflast og valda rennslustruflunum. 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 í holu SN-12 næðist að koma í veg fyrir blöndun mjög misheitra æða, þar kom fram "köld" æð neðan fódruingar, en hún er þó um 90°C. Mun minni

hætta ætti þó að vera á útfellingu þar sem allt vatn er yfir 90 °C heitt, en þar sem hiti köldustu æðanna fer allt niður í 70 °C.

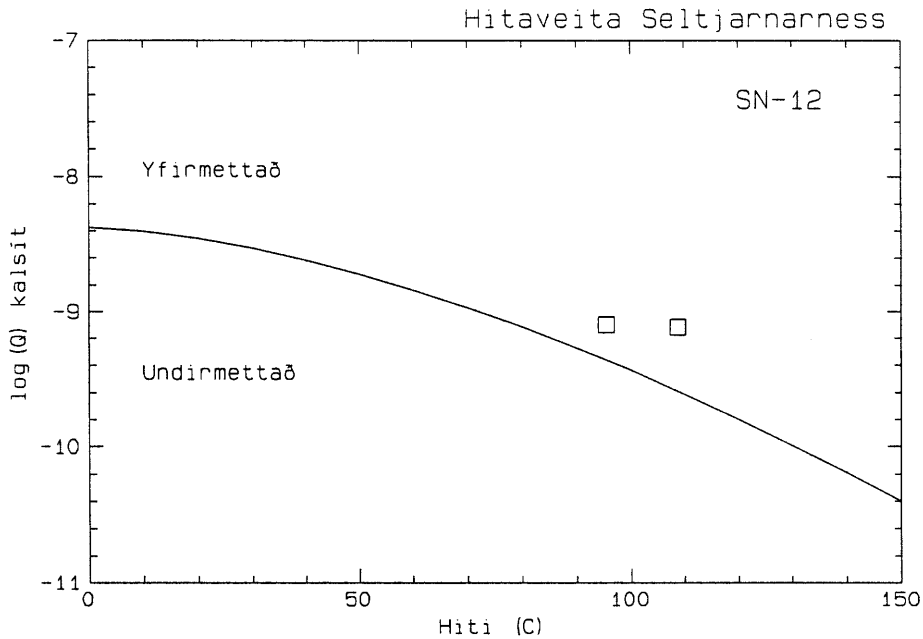


Mynd 9. Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-4.



Mynd 10. Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-6





Mynd 11. Kalkmettun vinnsluvatns úr holu SN-12.

#### 4. VINNSLUGÖGN

Vinnslugögn eru hér tekin saman á svipaðan hátt og á undanförunum árum. Þó er núna eingöngu stuðst við gögn frá Iðnaðartækni og vatnsborðgögn, sem Hitaveitan hefur sjálf safnað. Iðnaðarækni hefur safnað ýmsum upplýsingum um vinnslu á Seltjarnarnesi, og eru í skýrslunni birt gögn um vatnsvinnslu í holum SN-4, SN-5 og SN-12 en SN-6 var ekkert í notkun árið 1996. Rennslismælar í holum SN-4 og SN-5 voru bilaðir fyrri hluta ársins og komust í gang í ágúst í SN-4 en í nóvember í SN-5. Hiti í öllum vinnsluholum er einnig fenginn frá Iðnaðartækni, en svo virðist sem hitamælar í holum SN-5 og SN-6 hafi bilað seinnipart ársins. Fyrrihluta ársins var gagnasöfnun mjög stopul, eða fram í lok mars og sést það greinilega á gögnunum, eftir það og út árið voru mælingar skráðar á klukkutíma fresti.

Vatnsborðmælingar hafa verið gerðar með tvennum hætti þetta árið. Í fyrsta lagi eru til mælingar með handrúllu í nokkrum holnanna, SN-1, SN-2 og SN-3. Mælirör eru í vinnsluholum SN-4, SN-5, SN-6 og SN-12 og er vatnsborð mælt með köfnunarefni í þeim. Vatnsborð í holu SN-06 var mælt af Iðnaðartækni tvo seinustu mánuði ársins, en ekki er öruggt að rétt sé mælt og eru gögnin því ekki birt hér. Mælirörin eru á 118 m dýpi í holum SN-4, SN-5 og SN-6 en á 148 m dýpi í holu SN-12.

Í seinustu vinnslueftirlitsskýrslu voru gögn fram til desember 1995 tekin með og fjallar þessi skýrsla um gögn frá þeim tíma og til desember 1996.

##### 4.1 Vinnsla

Í töflu 7 er skrá yfir það hvenær dælt var úr vinnsluholum. Mest var dælt úr holu SN-12 en ekki SN-4 eins og vanalega. Holur SN-4 og SN-5 voru notaðar fyrri hluta ársins og frá því í októ-

ber en SN-12 allt árið. Þar sem rennslismælar voru bilaðir framan af þessu ári þá er ekki vitað um heildarvinnslu úr svæðinu nema í júní-september, en þá var einungis hola SN-12 notuð (sjá töflu 8).

Vinnsla ársins 1996 virðist hafa aukist töluvert frá því sem hún var 1994, en hún hafði farið minnkandi áður. Aukningin 1996 er töluverð, en möguleikt er að rennslismælir SN-12 sé ekki réttur og gæti því vinnslan verið minni er skráð er (rennslismælar hinna holnanna gætu líka hafa sýnt of lágt áður). Ekkert er vitað um heildarvinnslu 1995 og því er ekki vitað hvort þessi aukning í vinnslu hafi verið byrjuð þá.

**Tafla 7.** Vatnsvinnsla úr holum 1.12.1995 - 1.12.1996.

| Hola  | Athugasemdir   |
|-------|--|
| SN-1  | Ekki í notkun  |
| SN-2  | Ekki í notkun  |
| SN-3  | Ekki í notkun  |
| SN-4  | Í notkun 01.01.96 - 11.04.96 (102 dagar), 31.10.96 -   |
| SN-5  | 01.01.96 - 29.03.96 (89 dagar), 04.04.96 - 10.04.96 (6 dagar),<br>11.04.96 - 10.05.96 (30 dagar), 16.10.96 - |
| SN-6  | Ekki í notkun  |
| SN-12 | Í notkun allt árið   |

**Tafla 8.** Mánaðarmeðaltal heildarrennslis árána 1991 til 1996.

| Mánuður   | Meðal-<br>rennslis l/s<br>1991 | Meðal-<br>rennslis l/s<br>1992 | Meðal-<br>rennslis l/s<br>1993 | Meðal-<br>rennslis l/s<br>1994 | Meðal-<br>rennslis l/s<br>1995 | Meðal-<br>rennslis l/s<br>1996 |
|-----------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|--------------------------------|
| Janúar    |                                |                                | 45,4                           |                                |                                |                                |
| Febrúar   | 35,3                           | 43,7                           | 41,7                           |                                |                                |                                |
| Mars      | 39,1                           | 41,5                           | 37,5                           |                                |                                |                                |
| Apríl     | 38,2                           | 36,7                           | 33,0                           |                                |                                |                                |
| Maí       | 30,2                           | 30,9                           | 29,0                           | 20,6                           |                                |                                |
| Júní      | 24,7                           | 24,9                           | 23,2                           | 20,9                           |                                | 28,3                           |
| Júlí      | 20,2                           | 22,3                           | 22,1                           | 17,9                           |                                | 24,7                           |
| Ágúst     | 22,4                           | 24,5                           | 22,8                           | 20,1                           |                                | 25,5                           |
| September | 28,6                           | 25,3                           | 24,0                           | 23,0                           |                                | 30,1                           |
| Október   |                                |                                | 26,9                           | 25,1                           |                                |                                |
| Nóvember  |                                |                                | 28,2                           |                                |                                |                                |

## 4.2 Vatnshiti

Á mynd 13 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 rennslis úr holunni. Annars er hitinn nokkuð stöðugur í hinum holunum þó er hann lægstur í holu SN-12 þegar dælt er úr SN-04 og SN-05.

Til að bera saman hita úr holunum milli ára hefur meðalhiti í mars verið skoðaður undanfarin ár. Í ár eru hitamælingarnar úr holunni ekki góðar og því ekki hægt að reikna út meðaltal mars-mánaðar. Einnig hefur vinnslan breyst töluvert frá því að SN-4 var aðal vinnsluholan yfir í að SN-12 er

notuð allt árið. Hitinn í SN-4 hefur þó greinilega lækkað úr tæplega 110°C í um 100°C og fer jafnvel enn neðar. Lægstur hiti í SN-4 mældist í nóvember þegar hún var tekin í notkun aftur eftir sumarið.

### 4.3 Vatnsborð

Vatnsborð í holum SN-1, SN-2 og SN-3 er teiknað á mynd 14, en vatnsborð vinnsluholnanna SN-4, SN-5, SN-6 og SN-12 á mynd 15. Eins og áður segir var vinnslan 1996 mjög mikil, og fór vatnsborð í holum SN-1 og SN-2 neðar en fimm árin þar áður, en ekki eins neðarlega og árið 1990 þegar það var í lágmarki. Vatnsborð í holu SN-01 fór aðeins lengra niður en árið 1995 eða í 59 m og 63 í holu SN-2 m í mars 1996, en í 55 m (SN-1) og 59 m (SN-2) árið 1995.

Vatnsborð í holum SN-4 og SN-5 var svipað og áður. Að vísu eru ekki til nein vatnsborðgögn úr holu SN-4 síðan 1992, en það virðist vera hærra núna í desember en það var á sama tíma 1992, en minna er dælt úr henni núna en þá.

Vatnsborð í holu SN-3 mælist einum 15 metrum ofar en í holum SN-1 og SN-2. Þessi munur stafar sennilega af því að hola SN-3 er mun dýpri en hinar og gefur því þrýstiástand dýpra kerfis.

Engar vatnsborðsmælingar eru til úr holu SN-6 frá því í maí 1995, nema e.t.v. nokkrar vikur í gögnum Iðnaðartækni, en eins og sagt var áður þá er ekki víst að þau gögn séu rétt. Þetta þarf að laga og þegar er búið að leggja á það áherslu við Hitaveituna að mæla í holu SN-6, hvort sem hún er í gangi eða ekki.

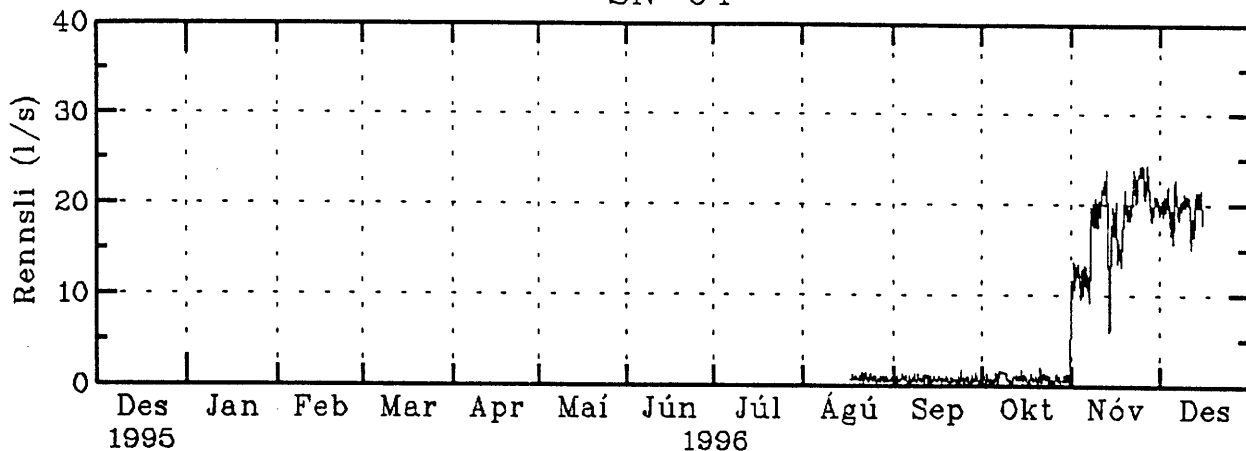
Ágætt ástand er á vatnsborðsgögnun 1996, nema ef frá er talin sá tími sem vinnsluholumar eru ekki í notkun. Mikilvægt er að mæla vatnsborð í þeim allt árið um kring. Venjulega er mælt einu sinni í viku.

Athyglisvert er hversu hátt vatnsborð var í holu SN-12 yfir sumarmánuðina, en það fór mun hærra en í holun SN-1 og SN-2, en svipað hátt og í SN-3.

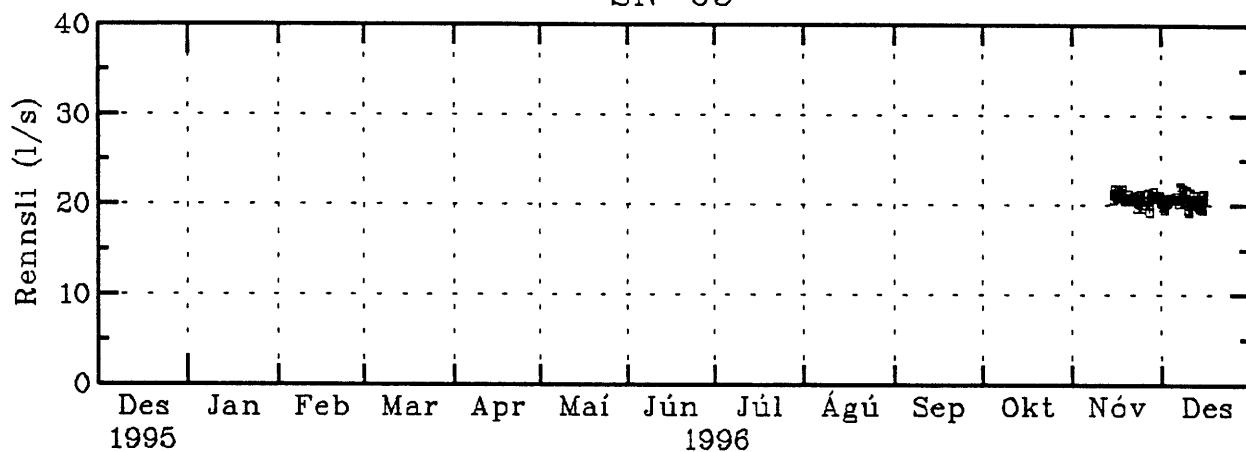
Kanna þarf nánar vatnsborðsgögnin og sjá hvort samband er á milli vatnsborðs í holunum og dýpi niður á aðalæðar í þeim. Til að fá betra mat á það þarf að mæla í vinnsluholunum þegar þær eru ekki í notkun.

20 Dec 1998 HTul  
tp V2.3

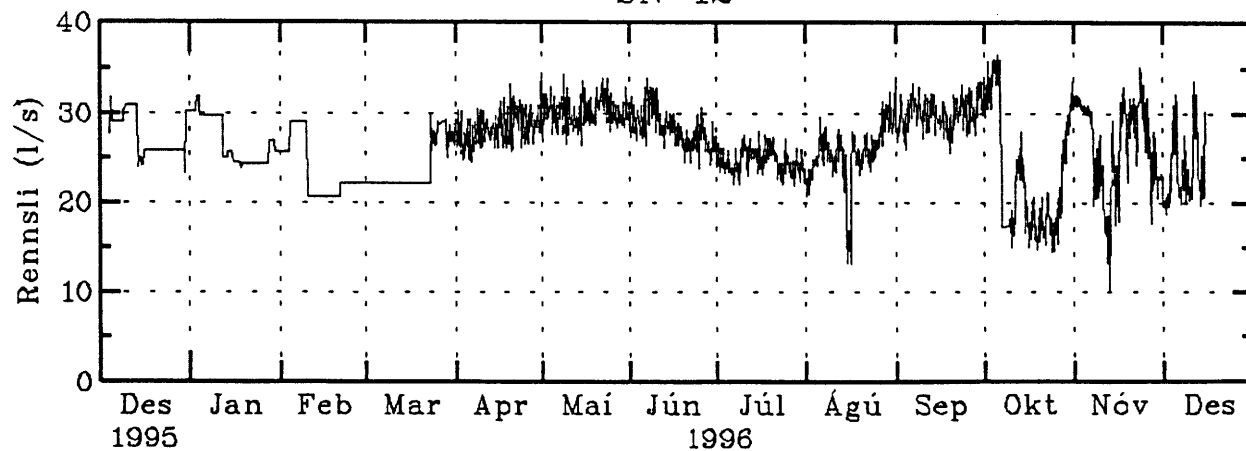
### SN-04



### SN-05



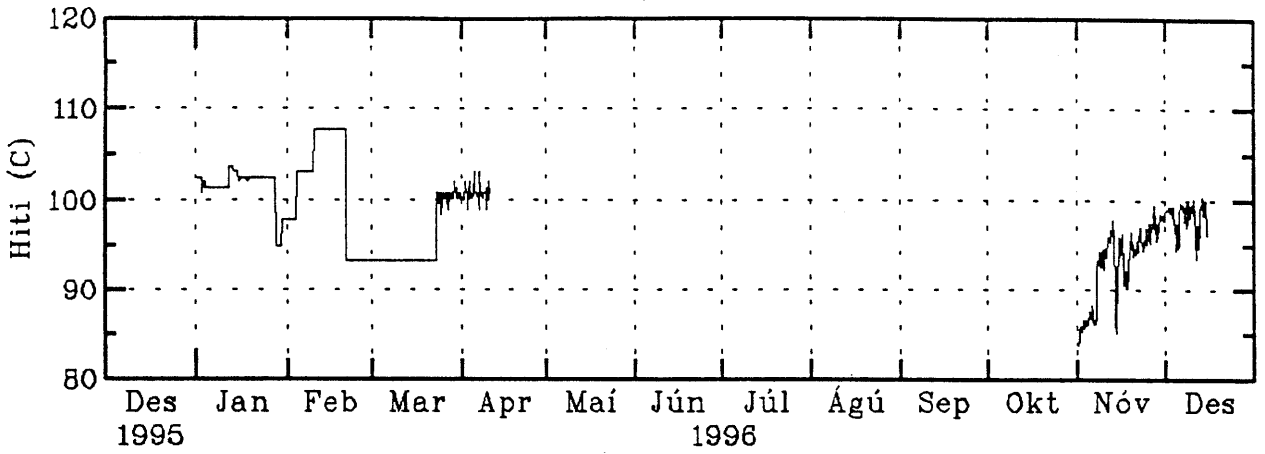
### SN-12



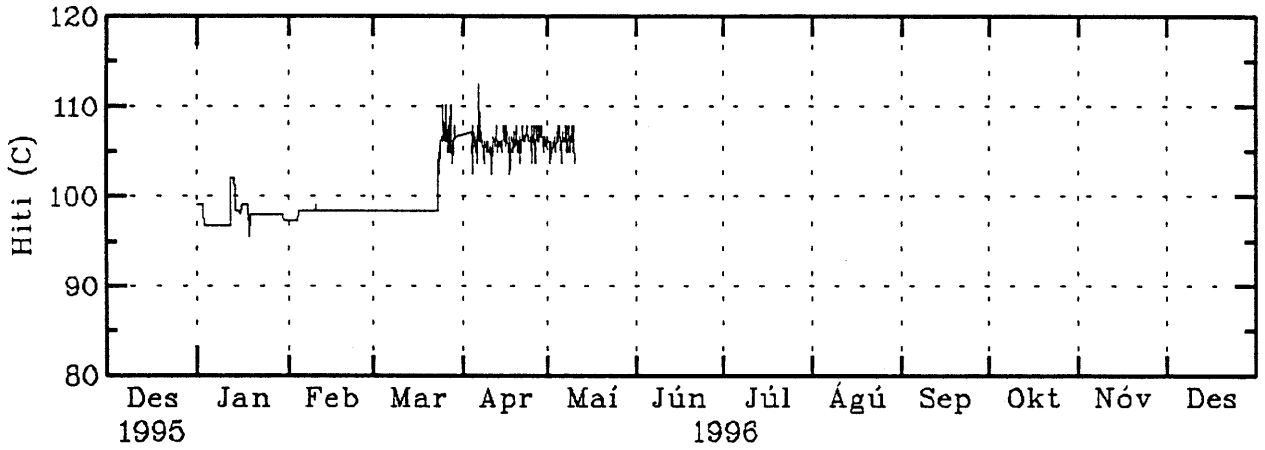
Mynd 12. Rennsli úr holum SN-4, SN-5 og SN-12 árið 1996.

23 Dec 1996 HTul  
tp V2.3

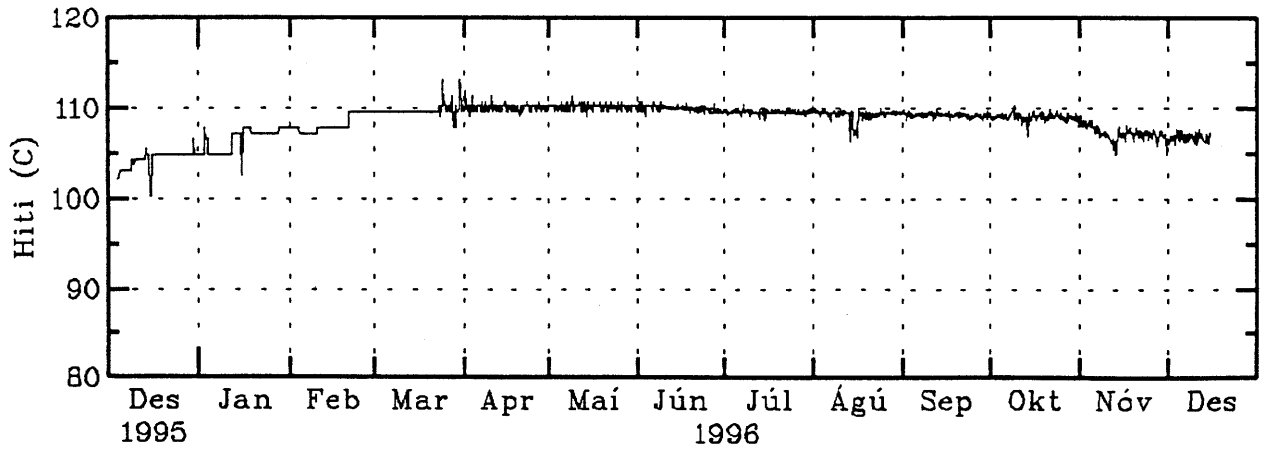
SN-04



SN-05

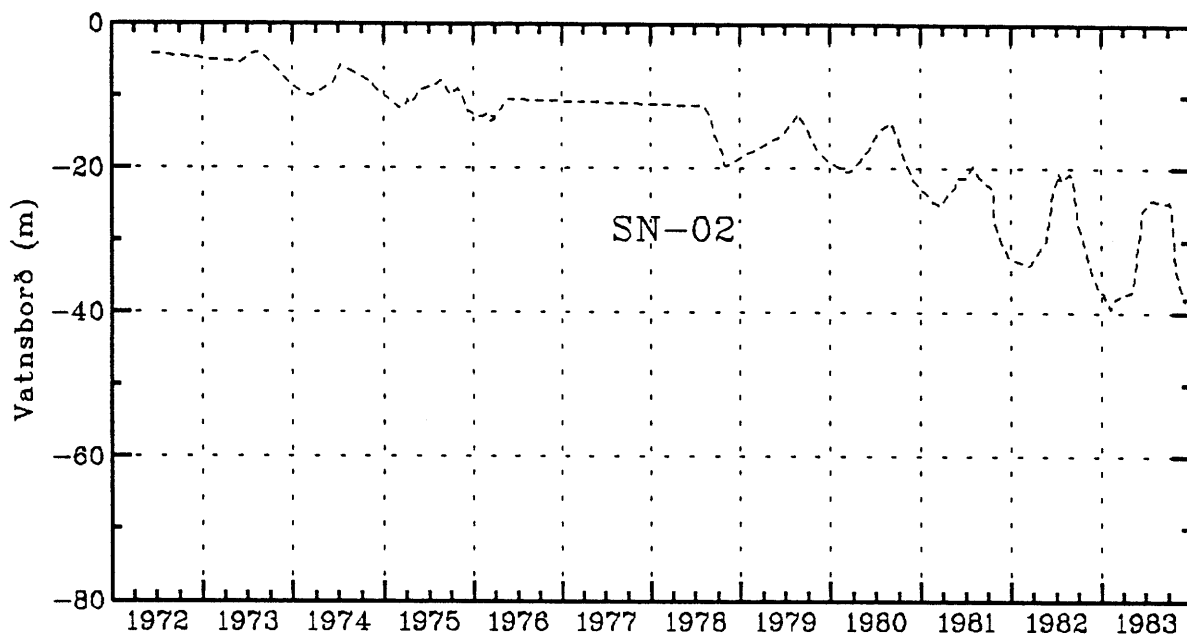


SN-12

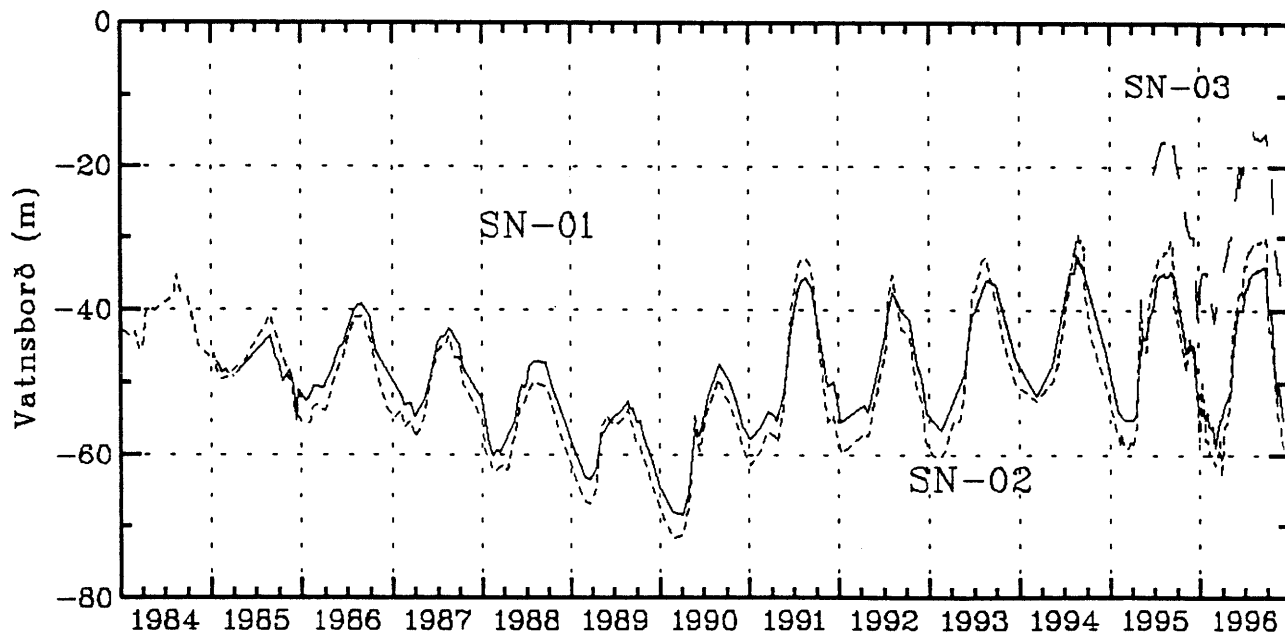


Mynd 13. Hiti vatns úr holum SN-4, SN-5 og SN-12 árið 1996.

27 Dec 1996 HTul  
tp V2.3

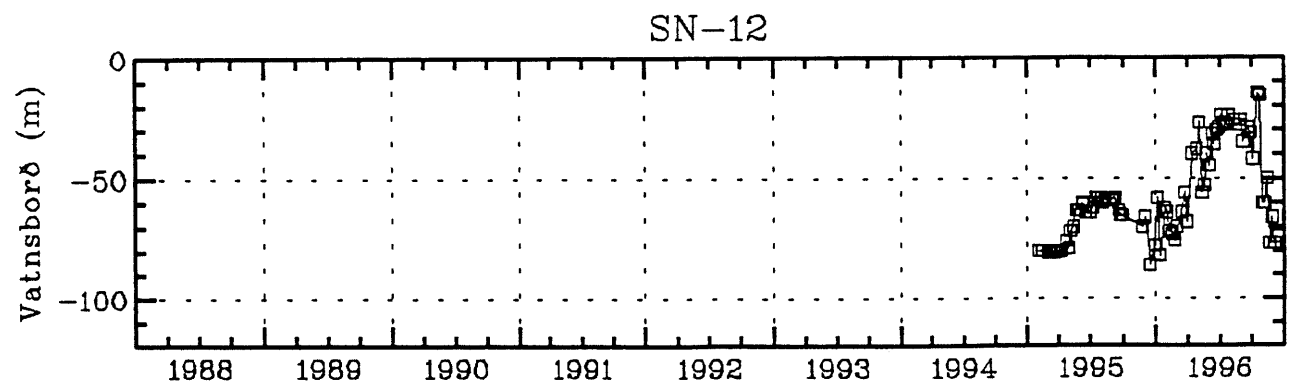
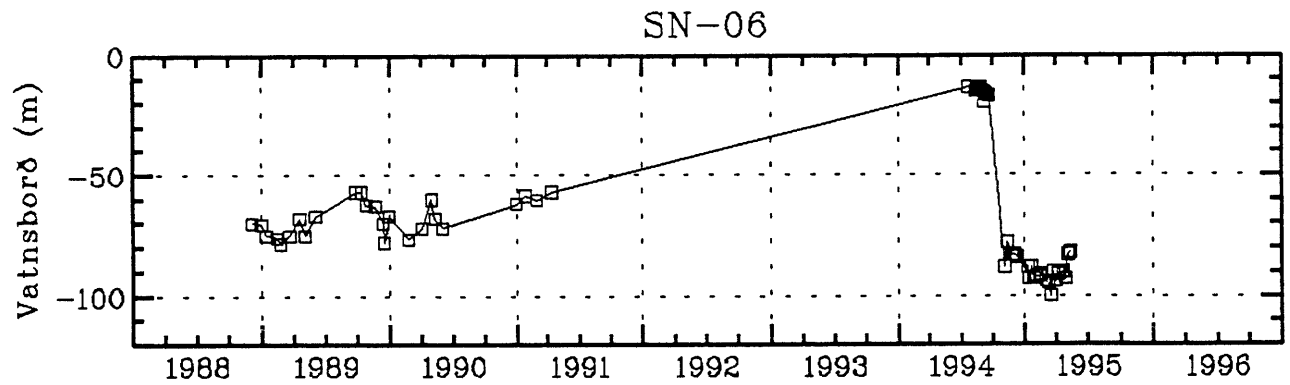
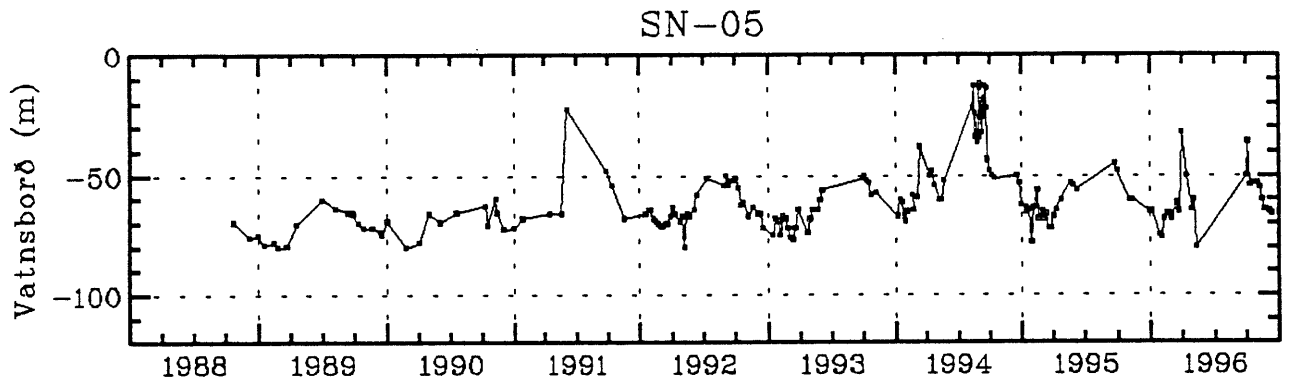
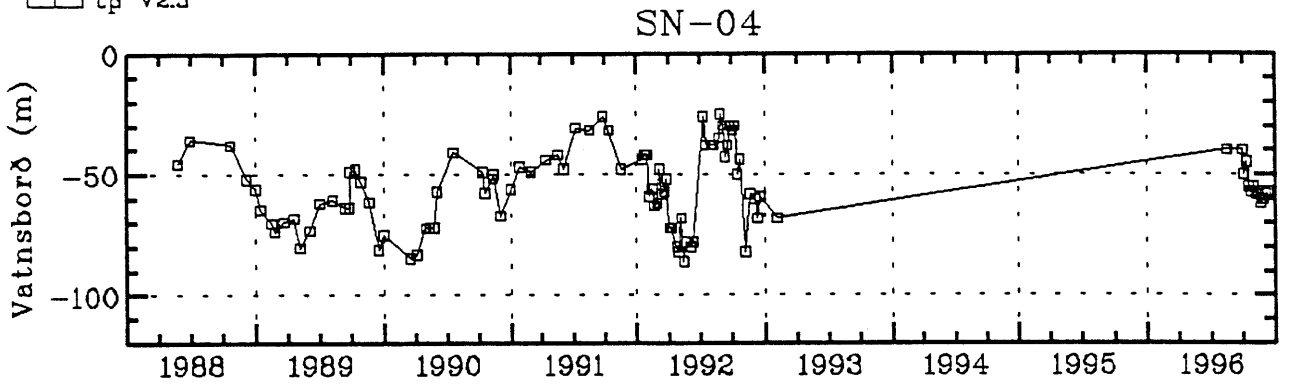


27 Dec 1996 HTul  
tp V2.3



Mynd 14. Vatnsborð í holum SN-1, SN-2 og SN-3.

20 Dec 1996 HTul  
tp V2.3



Mynd 15. Vatnsborð í holum SN-4, SN-5, SN-6 og SN-12.

## 5. TILLÖGUR UM ÚRVINNSLU GAGNA OG LÍKANREIKNINGA

### 5.1 Úrvinnsla gagna frá borun og prófun holna 6 og 12

Lagt er til að unnið verði úr gögnum frá borun, mælingum og prófunum á tveimur síðustu vinnsluholum hitaveitunnar (SN-6 og 12) og gengið frá þeim í skýrslu. Það hefur verið til mikils óhagræðis að gögn frá borunum hafa ekki verið frágengin og legið á handritsformi eða í fjölda smágreinargerða þegar til þeirra hefur átt að grípa. Þegar borun holu er lokið með góðum árangri finnst mönnum oft óþarfi að leggja fé í að skrifa skýrslu um verkið enda fara þá miklir peningar í virkjun holunnar. Hins vegar getur þetta komið sér illa síðar þegar taka á upp þráðinn og halda rannsóknum áfram. Þegar hola SN-6 var boruð var þannig unnið úr gögnum um SN-5 rétt áður. Það var að mestu gert á kostnað Orkustofnunar sem þróunarverk, enda svæðið mjög áhugavert frá jarðhitasjónarmiði. Þegar hola SN-12 var boruð voru gögn um SN-6 enn hálfúrunnin, en Orkustofnun hafði þá ekki lengur fjármagn til að gera neitt í því máli, sem ekki var greitt að fullu. Borun var einnig ákveðin með skömmum fyrirvara svo einungis var gert það alnauðsynlegasta í úrvinnslu. Lagt er til að nú verði gengið frá þessum gögnum og skrifuð skýrslu um niðurstöður borana og prófanna. Að því verki þurfa að koma nokkrir sérfræðingar Orkustofnunar, jarðfræðingur, jarðefnafræðingur, forðafræðingur og verkfræðingur, þar sem gert verður jarðlagasnið gegnum svæðið, tengd vatnskerfi og metinn árangur örvunar og prófana. Þetta verk er áætlað að taki alls um 400 vinnustundir og kosti um 1,3 m kr með tölvu- og skýrslukostnaði.

### 5.2 Líkanreikningar

Óflugt verkfæri við stýringu á vinnslu jarðhitasvæða eru hermireikningar eða líkanreikningar. Þeir eru gerðir til þess að geta sagt fyrir um hegðun jarðhitasvæðisins við mismunandi aðstæður og viðbrögð við fyrirhugaðri vinnslu og að áætla vinnslugetu þess. Þeim er beitt bæði til að gera áætlanir fram í tímann um vatnsvinnslu og til að reka svæðið á sem hagkvæmastan hátt.

Á árinu 1986 voru fyrst gerðir tiltölulega einfaldir líkanreikningar af svæðinu (Helga Tulinius o.fl., 1987) og 1994 voru gerðir ítarlegir líkanreikningar með tiltækum vinnslugögnum og það tengt inn í líkan af öllu höfuðborgarsvæðinu (Verkfræðistofan Vatnaskil, 1994).

Í ljós hefur komið við rannsóknir af svæðinu að það hefur flókna uppbyggingu og bæði afgerandi lóðrétt og lárétt skil á milli vatnsleiðara. Til að geta fengið gott líkan af svæðinu væri æskilegt að hafa það þrívítt, sem er talsvert meiri vinna en við tvívítt líkan. Lagt er til að slíkt líkan verði unnið á næstunni.

Gagnið af líkanreikningunum fyrir Hitaveitu Seltjarnarness er helst fólgið í eftirfarandi atriðum:

1. Leggja grunn að hagkvæmustu nýtingu jarðhitasvæðisins, sem felst m. a. í vinnsluspám fyrir svæðið í heild og fyrir einstaka hluta svæðisins miðað við mismunandi forsendur um vatnsmagn.
2. Svара spurningum eins og t. d. hversu mikið magn er unnt að taka úr 1-2 holum án þess að vatnsborð lækki of mikið í þeim miðað við dæludýpi, sem eðlilegt gæti talist að miða við t.d. 200 m.



3. Hversu mikil er æskileg fjarlægð milli vinnsluholna, miðað við niðurdráttarkeilur við holurnar.
4. Hermun á seltubreytingum með mismunandi vinnsluforsendum.
5. Hugsanlegt samspil milli Laugarnessvæðis og Seltjarnarnessvæðis.

Verkfræðistofan Vatnaskil er að vinna slíkt líkan af öðrum jarðhitasvæðum á höfuðborgarsvæðinu fyrir Hitaveitu Reykjavíkur og er hagkvæmt að tengjast því verkefni þannig að líkanið af Seltjarnarnessvæðinu verði unnið í kjölfarið. Það þýðir árin 1997-1998 og er mælt með því að hitaveitan gangi til viðræðna við Vatnaskil um þetta verkefni. Nokkur kostnaður verður óhjákvæmlega samfara því að yfirfæra gögn til Vatnaskila og einnig væri æskilegt að jarðhitasérfræðingar, sem á svæðinu hafa unnið tækju þátt í því að fella líkanið að gögnunum, setja upp forsendur fyrir vinnslu og túlka niðurstöður.

## 6. SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR

1. Einungis voru tekin sýni til heildarefnagreiningar einu sinni á árinu, en öllu fleiri sýni til hlutefnagreininga en venja er til.
2. Efnasamsetning vatns í holu SN-12 virðist hafa náð jafnvægi og er að flestu leyti mjög svipuð og efnasamsetning vatns í holu SN-04.
3. Miklar sveiflur eru í efnasamsetningu vatns úr öðrum vinnsluholum og virðist það stafa annars vegar af truflunum vegna prófunar og vinnslu úr holu SN-12 og hins vegar af lítilli og óreglubundinni vinnslu.
4. Útfellingahætta virðist heldur minni í holu SN-12 en í hinum holunum, en yfirmettun vatnsins reiknast þó talsvert há.
5. Vinnsla 1996 virðist hafa aukist talsvert frá því sem hún var 1994, en til þess tíma hafði vinnslan farið minnkandi í nokkur ár á undan. Hugsanlegt er að skekkja í mælum skýri þennan mun að hluta.
6. Kólnun vatns úr holu SN-4 virðist ætla að verða varanleg og hefur hitastig lækkað í um 100 °C og fer af og til enn neðar. Lægstur hiti mældist í holu SN-4 þegar hún var tekin í notkun í nóvember eftir hvíld yfir sumarið og virðist því vera niðurrennsli í holunni við kyrrstöðu.
7. Athygli vekur hversu hátt vatnsborð í holu SN-12 var yfir sumarmánuðina, en þá fór það mun hærra en í holum SN-1 og SN-2, en var álíka hátt og í SN-3.
8. Vinna þarf betur úr vatnsborðsgögnum og athuga m.a. samband vatnsborðs og dýpis niður á aðalvatnsæðar.
9. Lagfæra þarf skráningarbúnað fyrir vinnslugögn hið fyrsta. Einnig þarf að kvarða rennslismæla til að ganga úr skugga um hvort aukning vinnslu sé raunveruleg.

10. Lagt er til að unnið verði úr gögnum varðandi borun og prófanir holna SN-6 og SN-12, svo þau gögn verði aðgengileg í framtíðinni.
11. Einnig er lagt til að gerð verði ný forðafræðiúttekt á næstunni á grundvelli nýrra prófana og vinnslugagna og upp úr því gerðar tillögur um hagkvæmustu dæluvæðingu og nýtingu á svæðinu í framtíðinni.

## 7. HEIMILDIR

Helga Tulinius, Amanda L. Spencer, Guðmundur S. Böðvarsson, Hrefna Kristmannsdóttir, Þorsteinn Thorsteinsson og Árný E. Sveinbjörnsdóttir, 1987. Reservoir studies of the Seltjarnarnes geothermal field, Iceland. Orkustofnun, OS-87032/JHD-07.

Hrefna Kristmannsdóttir, 1995. Dæluþrófun holu SN-12 á Seltjarnarnesi. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. Orkustofnun Greinargerð HK-95/10.

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

Hrefna Kristmannsdóttir, Helga Tulinius, Guðrún Sverrisdóttir og Sverrir Hákonarson, 1995. Hitaveita Seltjarnarness. Vinnsluefirlit 1994-1995. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness. OS-95061/JHD-40 B.

Verkfræðistofan Vatnaskil, 1994. Reiknilíkan af jarðhitasvæðum á Seltjarnarnesi. Unnið fyrir Hitaveitu Seltjarnarness.