

**ÚTLÁN**

Bókasafn Orkustofnunar



**ORKUSTOFNUN**

RANNSÓKNASVIÐ - Reykjavík, Akureyri

**Hitaveita Ólafsfjarðar**  
**Eftirlit með jarðhita-**  
**vinnslu árið 1999**

**Arnar Hjartarson**  
**Vigdís Harðardóttir**

**ÚTLÁN**  
Bókasafn Orkustofnunar

**Unnið fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar**

**2000**

**OS-2000/033**





**ORKUSTOFNUN**  
Rannsóknasvið

**Arnar Hjartarson**  
**Vigdís Harðardóttir**

## **Hitaveita Ólafsfjarðar**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1999**

**Unnið fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar**

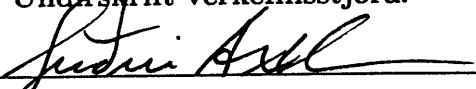
**OS-2000/033**

**September 2000**

**ORKUSTOFNUN — RANNSÓKNASVIÐ**

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. — Sími: 569 6000 — Fax: 568 8896  
Akureyri: Sólborg, 600 Akureyri. — Sími: 463 0957 — Fax: 463 0998  
Netfang: os@os.is — Heimasíða: <http://www.os.is>



|   |   |   |
|---|---|---|
| <b>Skýrsla nr:</b><br>OS-2000/033   | <b>Dags:</b><br>September 2000  | <b>Dreifing:</b><br><input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til |
| <b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b><br>HITAVEITA ÓLAFSFJARÐAR<br>Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1999  | <b>Upplag:</b><br>25  |   |
|   | <b>Fjöldi síðna:</b><br>17  |   |
| <b>Höfundar:</b><br>Arnar Hjartarson, ROS-Akureyri<br>Vigdís Harðardóttir, ROS-Reykjavík  | <b>Verkefnisstjóri:</b><br>Guðni Axelsson   |   |
| <b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b><br>Árlegt vinnslueftirlit   | <b>Verknúmer:</b><br>8 610 621  |   |
| <b>Unnið fyrir:</b><br>Hitaveitu Ólafsfjarðar   |   |   |
| <b>Samvinnuaðilar:</b>  |   |   |
| <b>Útdráttur:</b><br>Skýrslan fjallar um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Ólafsfjarðar árið 1999 og fram á vor 2000. Hitaveitan nýtir holu I á Skeggjabrekkudal og holu 4 á Laugarengi. Árleg meðalvinnsla hitaveitunnar 1999 er áætluð um 20,21/s á Laugarengi en um 201/s á Skeggjabrekkudal. Samanlögð ársmeðalvinnsla Hitaveitu Ólafsfjarðar árið 1999 er því um 40,21/s, sem jafngildir 45 GWh á ári miðað við nýtingu úr 61 °C í 30 °C. Orkuvinnslan 1999 er sambærileg við árin '97 og '98. Frá september 1999 og fram til maí 2000 var vikuleg meðalvinnsla á Laugarengi áætluð með því að nota þekkt samband vinnslu og útihita, því gögnum úr gagnasöfnunarbúnaðinum var ekki treystandi. Vatnsborð í jarðhitakerfinu við Laugarengi hefur ekki staðið jafn hátt síðan reglubundnu eftirliti var komið á. Ný lögn frá Skeggjabrekkudal var tekin í notkun í nóvember 1999, sem hefur aukið rennsli þaðan og minnkað hitafall. Ekki hafa orðið marktækar breytingar á efnasamsetningu vatns úr holum I og 4. |   |   |
| <b>Lykilorð:</b><br>Ólafsfjörður, Laugarengi, Skeggjabrekkudalur, lágheatasvæði, vinnsla, vatnsborð, eftirlit, hiti og efnastyrkur.   | <b>ISBN-númer:</b>  |   |
|   | <b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b><br> |   |
|   | <b>Á firfarið af:</b><br>GAx  |   |

## Efnisyfirlit

|   |                                    |    |
|---|------------------------------------|----|
| 1 | Inngangur                          | 5  |
| 2 | Söfnun gagna til vinnslueftirlits  | 5  |
| 3 | Vinnsla og vatnsborð á Laugarengi  | 8  |
| 4 | Vinnsla á Skeggjabrekkudal         | 9  |
| 5 | Orkuvinnsla Hitaveitu Ólafsfjarðar | 10 |
| 6 | Efnasamsetning jarðhitavatns       | 10 |
| 7 | Samantekt                          | 16 |
| 8 | Heimildir                          | 17 |

## Töfluskrá

|   |   |    |
|---|---|----|
| 1 | Magntölur lesnar af mælum á heitavatnslögnum . . . . .                    | 6  |
| 2 | Ársmeðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugarengi frá upphafi vinnslu 1975. | 8  |
| 3 | Efnasamsetning vatns úr holu 4 og holu I . . . . .                        | 11 |

## Myndaskrá

|   |  |    |
|---|--|----|
| 1 | Vatnsborð og vikuleg meðalvinnsla holu 4 á Laugarengi, 1989–2000 . . .                   | 7  |
| 2 | Vatnsborð og vikuleg meðalvinnsla holu 4 á Laugarengi, 1997–2000 . . .                   | 7  |
| 3 | Hiti vatns úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) samkvæmt mælingum Orkustofnunar . . . . . | 11 |
| 4 | Styrkur kísils í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985 . . .                | 12 |
| 5 | Styrkur natríums í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985 .                  | 12 |
| 6 | Styrkur klóríðs í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985 . .                 | 13 |
| 7 | Styrkur kalíums í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985 . .                 | 13 |
| 8 | Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985 . .                | 14 |

|    |  |    |
|----|--|----|
| 9  | Styrkur magnesíums í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985                | 14 |
| 10 | Hlufall súrefnissamsæta í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985 . . . . . | 15 |
| 11 | Kalkmettun vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985 . . . . .                | 15 |

## 1 Inngangur

Þessi skýrsla fjallar um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Ólafsfjarðar árið 1999 og fram á vor 2000. Slíkar eftirlitsskýrslur hafa árlega verið unnar fyrir hitaveituna frá 1991, samkvæmt samningi við Orkustofnun og er þessi skýrsla sú tíunda í röðinni. Með nákvæmu vinnslueftirliti er byggð upp þekking á jarðhitakerfinu sem hægt er að nota til stjórnunar á nýtingu þess, auk þess sem þannig má sjá óæskilegar breytingar á því.

Hitaveita Ólafsfjarðar nýtir tvö jarðhitasvæði. Á Skeggjabrekkudal er hola I (Norðurlandshola, SK-12) sem boruð var 1962 virkjuð, en á Laugarengi hola 4 (OB-04). Hola 3 (OB-03) á Laugarengi er varahola hitaveitunnar, boruð 1975 en hola 4 var boruð 1982. Frá 1985 hefur Orkustofnun árlega tekið vatnssýni til efnagreininga úr báðum vinnsluholunum, því með eftirliti á efnainnihaldi jarðhitavatns má m. a. sjá fyrirboða kólnunar. Hitaveitan hefur frá 1989 safnað gögnum um heitavatnsvinnslu, vatnsborð og hitastig vinnsluvatnsins á Laugarengi en Orkustofnun hefur annast úrvinnslu gagnanna árlega. Með eftirlitinu eru viðbrögð jarðhitakerfisins við vinnslu metin sem og ástand þess og vinnslugeta. Gögnin má svo nota til að spá fyrir um vinnslugetu kerfisins til lengri tíma litið og jafnframt koma með tillögur til úrbóta, ef þurfa þykir.

Hér að neðan verður fjallað um gangasöfnun hitaveitunnar, vinnslu og vatnsborð á Laugarengi, endurnýjun lagnar frá Skeggjabrekkudal, orkuvinnslu hitaveitunnar og efnagreiningar á jarðhitavatninu sem hún nýtir.

## 2 Söfnun gagna til vinnslueftirlits

Hitaveita Ólafsfjarðar hefur séð um að safna reglulega gögnum um vatnsborð og vinnslu á Laugarengi frá því í september 1989, en vinnsla hófst þar árið 1975. Í janúar 1998 leysti sjálfvirkur gagnasöfnunarbúnaður hefðbundið eftirlit af hólmi. Augnabliksgildi voru lesin af skjámynd kerfisins til varðveislu, þrisvar í viku að jafnaði. Vikuleg meðalvinnsla er reiknuð útfrá því magni sem dælt er úr holunni yfir hvert tímabil milli aflestra. Vikuleg meðalvinnsla er því byggð á þremur gildum, þar sem hvert gildi er meðalrennsli úr holunni á milli aflestra.

Frá því að gangasöfnunarbúnaðurinn var tekinn í notkun í janúar 1998 hefur hann ekki virkað eins og til er ætlast. Kerfisbundin skekkja er í mældu vatnsmagni frá Laugarengi, Skeggjabrekkudal og til Ólafsfjarðar. Rennslistölur voru einnig ónákvæmar (Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1998 og Arnar Hjartarson og Magnús Ólafsson, 1999). Hægt var að leiðrétta fyrir þessari skekkju í mældu vatnsmagni og var það gert fyrir síðustu vinnslueftirlitsskýrslu. Þjónustuaðili búnaðarins hefur margsinnis verið fenginn til að lagfæra búnaðinn en árangurinn hefur látið á sér standa. Svo virðist sem búnaðinum hafi farið aftur eftir lagfæringar í september 1999. Upp frá því eru magntölur frá Skeggjabrekkudal og til Ólafsfjarðar vitlausar en óáreiðanlegar frá Laugarengi.

Einu gögnin sem hægt er að stóla á eru alfestrar á magnmælum á heitavatnslögnunum frá Laugarengi og til Ólafsfjarðar. Tafla 1 sýnir magntölur eftir aflestri. Með því að bera þessi gögn saman við það sem sjálfvirki gagnasöfnunarbúnaðurinn gefur, má fá mat á áreiðan-

**Tafla 1:** *Magntölur lesnar af mælum á heitavatnslögnum.*

| Dagsetning | Frá Laugarengi (m <sup>3</sup> ) | Til Ólafsfjarðar (m <sup>3</sup> ) |
|------------|----------------------------------|------------------------------------|
| 11.10 1999 | 8.354.510                        | 4.501.260                          |
| 31.12 1999 | 8.504.640                        | 4.811.470                          |
| 25.04 2000 | 8.734.180                        | 5.277.690                          |
| 02.05 2000 | 8.744.350                        | 5.302.920                          |

leika hans. Heildarvinnslan á Laugarengi frá 11. október og fram til áramóta '99–2000, er 150.130 m<sup>3</sup> samkvæmt aflestri. Yfir sama tímabil er heildarvinnslan á Laugarengi, samkvæmt gagnasöfnunarbúnaðinum, um 83.100 m<sup>3</sup>, eða 45 % minni. Vinnslugögnin frá búnaðinum eru því ónothæf á þessu tímabili. Ef skoðað er tímabilið frá áramótum '99–2000 fram í byrjun maí er heildarvinnslan samkvæmt aflestri 239.710 m<sup>3</sup>. Yfir sama tímabil gefur búnaðurinn 228.000 m<sup>3</sup> og er munurinn um 5 %. Búnaðurinn mælir því vatnsmagnið frá Laugarengi mun réttar eftir áramótin en fyrir, þó að mælingin til Ólafsfjarðar sé jafn vitlaus. Á meðan sjálfvirki gagnasöfnunarbúnaðurinn er í þessu ástandi er öruggast að lesa af magnmælum lagnanna frá Laugarengi og til Ólafsfjarðar í það minnsta mánaðarlega ef að eftirlitið á að vera jafn nákvæmt og áður.

Til að áætla vikulega meðalvinnslu frá september 1999 til maí 2000 var notað þekkt samband milli vinnslu og mælds útihita á Laugarengi. Í síðustu vinnslueftirlitsskýrslu (Arnar Hjartarson og Magnús Ólafsson, 1999) var þetta samband kannað og má lýsa því með annarrar gráðu jöfnu:

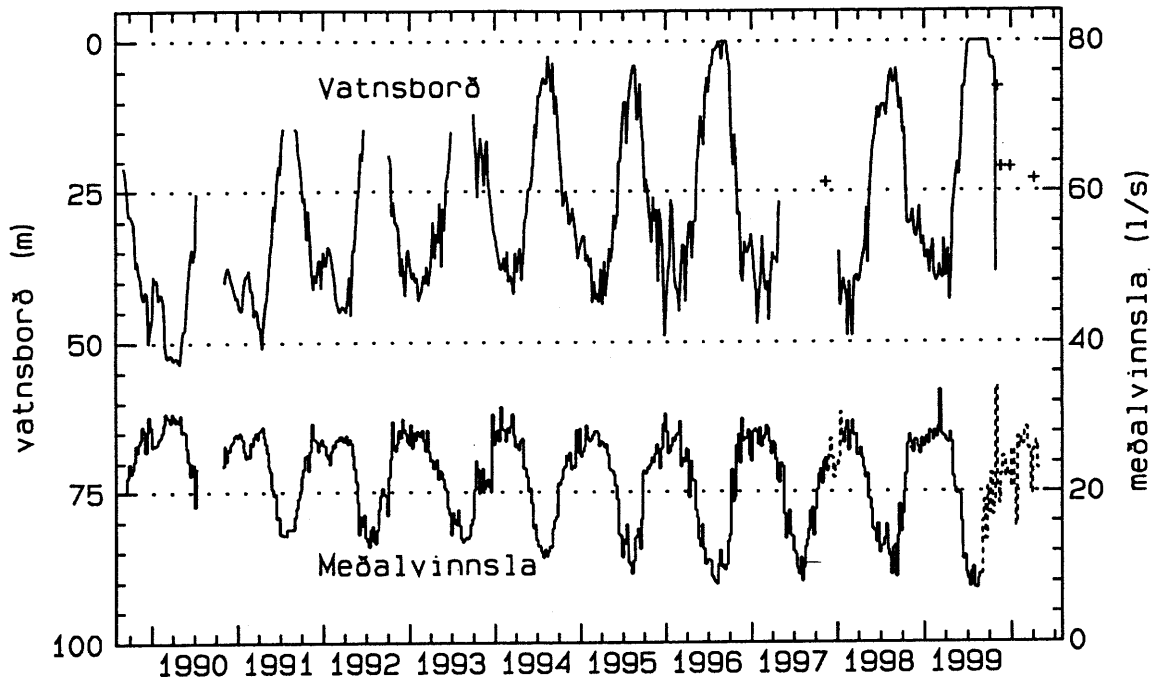
$$Q = 24,3 - 0,951T - 0,0222T^2$$

þar sem  $Q$  er vikuleg meðalvinnsla og  $T$  vikulegur meðalhiti að morgni dags á Laugarengi. Áætluð heildarvinnsla frá Laugarengi með þessari aðferð, á tímabilinu frá 11. október og fram til áramóta '99–2000, er 169.051 m<sup>3</sup> eða 13 % meira en fram kemur á magnmælum. Frá áramótum '99–2000 og fram í byrjun maí er áætluð heildarvinnsla frá Laugarengi 240.895 m<sup>3</sup> sem er innan við 1 % frá því sem kemur fram á magnmælum.

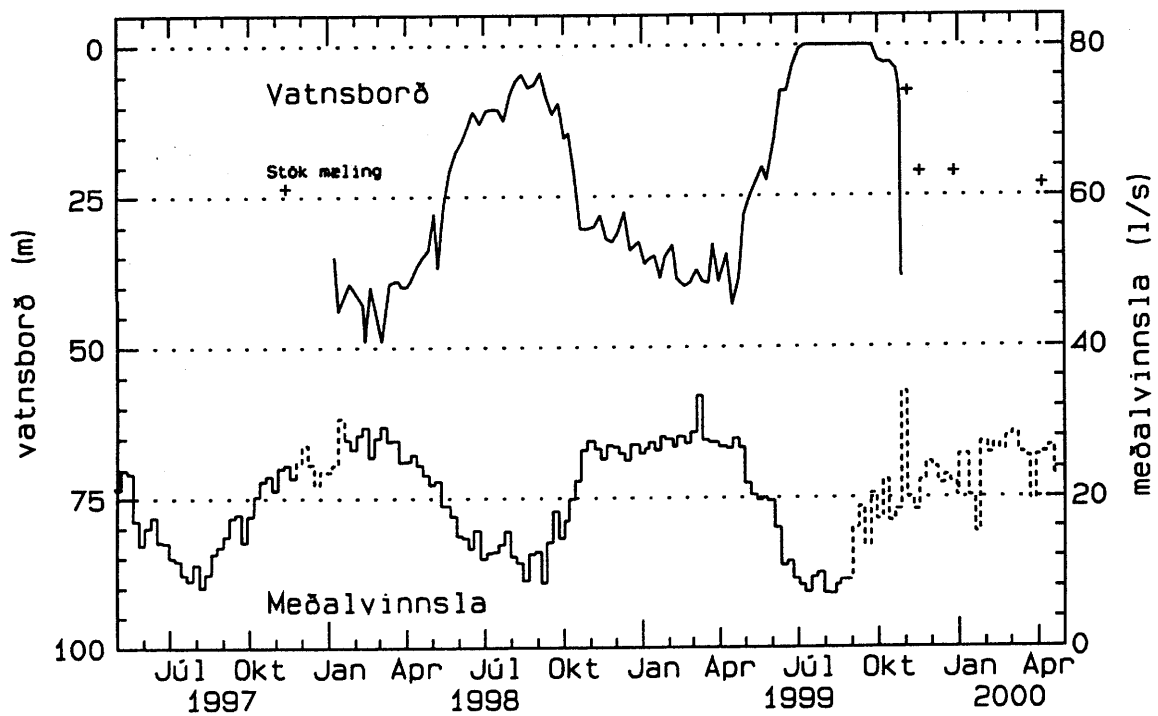
Þetta sýnir að með því að þekkja tengsl vinnslu og útihita má áætla meðalvinnslu yfir ákveðin tímabil þegar vinnslugögn eru ónothæf, eða tapast, eins og gerðist á seinni helmingi ársins 1999. Þessi tengsl má kanna nánar með því að nota vindleiðréttan sólarhringsmeðalhita í stað augnablikshita að morgni. Veðurfarsgögn er hægt að fá hjá Veðurstofu Íslands, sem koma frá sjálfvirkri veðurathugunarstöð á Ólafsfirði. Nákvæmari tengsl milli veðurfars og útihita má finna þegar sjálfvirki gangasöfnunarbúnaðurinn er kominn í lag.

Mynd 1 sýnir vikulega meðalvinnslu og vatnsborð holu 4 á Laugarengi frá september 1989 og fram til mánaðarmóta apríl/maí 2000. Myndir 2 sýnir nánar vikulega meðalvinnslu og vatnsborð holu 4 á árinu 1999, en gögn frá árunum '97 og '98 eru höfð til hliðsjónar. Punktalínurnar á myndum 1 og 2 sýna áætlaða vikulega meðalvinnslu útfrá vikumeðaltalsgildum á útihita og vinnslu á Laugarengi eftir að leiðrétt hefur verið fyrir þeim 13 % mun sem fram kemur í útreikningum fyrir tímabilið.





Mynd 1: Vatnsborð og vikuleg meðalvinnsla holu 4 á Laugarengi frá september 1989 til ágúst 2000.



Mynd 2: Vatnsborð og vikuleg meðalvinnsla holu 4 á Laugarengi frá maí 1997 til maí 2000.

**Tafla 2:** Ársmeðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugarengi frá upphafi vinnslu 1975.

| Ár            | Meðalvinnsla<br>(l/s) | Athugasemdir              |
|---------------|-----------------------|---------------------------|
| 1975 frá júlí | 13,5                  | hola 3, áætlað            |
| 1976          | 13,5                  | hola 3, áætlað            |
| 1977          | 15,5                  | hola 3, áætlað            |
| 1978          | 17,5                  | hola 3, áætlað            |
| 1979-80       | 19,5                  | hola 3, áætlað            |
| 1981-82       | 22,0                  | hola 3, áætlað            |
| 1983-86       | 24,0                  | hola 4, áætlað            |
| 1987          | 24,2                  | hola 4, áætlað            |
| 1988          | 24,4                  | hola 4, áætlað            |
| 1989          | 24,7                  | hola 4, áætlað/mælt       |
| 1990          | 25,0                  | holur 3 og 4, mælt/áætlað |
| 1991          | 22,9                  | hola 4, mælt              |
| 1992          | 22,6                  | holur 3 og 4, mælt        |
| 1993          | 21,5                  | holur 3 og 4, mælt        |
| 1994          | 21,9                  | hola 4, mælt              |
| 1995          | 21,7                  | hola 4, mælt              |
| 1996          | 19,4                  | hola 4, mælt              |
| 1997          | 20,6                  | hola 4, mælt/áætlað       |
| 1998          | 20,6                  | hola 4, mælt              |
| 1999          | 20,2                  | hola 4, mælt/áætlað       |

Sjálfvirkar vatnsborðsmælingar í holu 4 á Laugarengi stöðvuðust í kringum mánaðarmótin október/nóvember '99 þegar báðir vatnsborðsmælur hitaveitunnar biluðu. Vatnsborðið var mælt handvirkt eftir það en mælingarnar urðu aðeins fjórar því erfiðlega gekk að koma nemanum niður og ekki var tekin frekari áhætta á því að skilja nemand eftir í holunni.

### 3 Vinnsla og vatnsborð á Laugarengi

Eins og fram kemur á mynd 2 var vinnslan á Laugarengi frekar jöfn framan af árinu 1999 og fram í byrjun maí. Mest fór hún í 33,5l/s aðra vikuna í mars þegar kalt var í veðri. Sumarið var ágætt og hlýindi ríktu út september og hefur sumarvinnslan aldrei verið minni frá því reglulegt vinnslueftirlit hófst árið 1989 eins og fram kemur á mynd 1. Minnst fór vinnslan í 7,1l/s aðra vikuna í ágúst. Í kringum mánaðarmótin október/nóvember var ný lögn tekin í notkun frá Skeggjabrekkudal og því varð að stöðva rennslið úr holu I í fjóra daga á meðan. Hola 4 var því sett á full afköst og er áætluð vikuleg meðalvinnsla á því tímabili um 34l/s sem gerðist ekki meiri það árið. Hlýindakaffi í miðjum janúar 2000 skýrir hvers vegna vinnslan á Laugarengi minnkaði þá niður í 15,2l/s. Á árinu 1999 er vinnslan á Laugarengi áætluð um 20,2l/s. Í töflu 2 eru

birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr jarðhitakerfinu frá því að nýting þess hófst. Fyrir árin 1975–1989 er um ónákvæmar áætlanir að ræða en eftir það eru tölurnar nákvæmari (Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1998). Þar kemur fram að ársmeðalvinnslan 1999 er svipuð og undanfarin tvö ár. Ný dæla var sett í holu 3 í september 1999 og var hún prófuð dagana 21. til 29. september, en annars var hola 4 í gangi allt árið.

Á árinu 1999 fór vatnsborðið á Laugarengi lægst í 43 m í miðjum apríl eftir nær stöðuga dælingu, kringum 25–28 l/s, í fimm mánuði. Vatnsborðið hefur að jafnaði aldrei staðið eins ofarlega í jarðhitakerfinu yfir vetrarmánuðina, frá því reglulegu vinnslueftirliti var komið á, eins og það gerði veturinn '98–'99. Vatnsborð hefur heldur aldrei staðið jafn hátt yfir sumartímamann. Hola 4 stóð full frá 9. júlí og fram til 24. september þrátt fyrir 7–9 l/s dælingu yfir sumarið. Slökt var á dælunni í holu 4 klukkan 10 einn morgunn í ágúst. Klukkan 17 sama dag, þegar kveikt var aftur á dælunni, var sjálfrennsli úr holunni komið í um 5–6 l/s (Einar Þórarinsson, 2000). Þegar endurnýjun stóð yfir á lögninni frá Skeggjabrekkudal var vinnslan úr holu 4 í hámarki og lækkaði vatnsborðið úr 9,6 m í 38,5 m. Aðeins 4 vatnsborðsmælingar voru gerðar á tímabilinu frá 29. nóvember 1999 til 6. apríl 2000. Þær benda til þess að vatnsborðið í holu 4 hafi staðið enn hærra veturinn '99–2000 en það gerði veturinn áður.

Það er því óhætt að fullyrða að heitavatnsbúskapurinn á Laugarengi standi vel ef miðað er við síðastliðin tíu ár.

## 4 Vinnsla á Skeggjabrekkudal

Hitaveita Ólafsfjarðar hefur nýtt sjálfrennsli úr holu I á Skeggjabrekkudal frá því 1944 er hitaveitan til bæjarins var tekin í notkun (Sveinn Þórðarson, 1998). Í nóvember 1999 var heitavatninu frá dalnum veitt í nýja lögn og gamla 5" aspestlögnin tekin úr notkun eftir að hafa þjónað hlutverki sínu í 55 ár. Áætlað sjálfrennsli úr holunni er um 24 l/s og að 19 l/s hafi verið nýttir af hitaveitunni. Þessi munur stafar af því að fiskeldið í Ólafsfirði hefur nýtt í kringum 2 l/s að jafnaði á ári, bæirnir Garðsá og Skeggjabrekka nýta sjálfrennslið frá dalnum og að auki hefur eitthvað lekið úr gömlu lögninni. Með því að skoða mismun á magni þess vatns sem unnið er á Laugarengi og þess sem rennur til Ólafsfjarðar má útfrá töflu 1 áætla sjálfrennslið frá Skeggjabrekkudal eftir að nýja lögnin var tekin í notkun. Frá 11. október 1999 og fram til áramóta sama ár nýtti hitaveitan um 28 l/s að jafnaði frá dalnum en frá áramótum og fram til 2. maí 2000 voru 24 l/s nýttir. Að viðbættu því magni sem nýtt er í fiskeldinu og á bæjunum tveimur sést að notað vatnsmagn frá Skeggjabrekkudal hefur aukist með tilkomu nýju lagnarinnar. Nýja lögnin er víðari og dregur þar af leiðandi meira vatn frá dalnum en áður. Ef miðað er við 19 l/s nýtingu frá janúar 1999 og 24 l/s nýtingu frá nóvember og fram til áramóta er ársmeðalvinnsla hitaveitunnar á árinu 1999 á Skeggjabrekkudal um 20 l/s.

Á meðan verið var að skipta um lögn var lokað fyrir rennsli úr holu I í fjóra daga. Við það hækkaði vatnsþrýstingur í dalnum og allar borholur í dalnum fóru í sjálfrennsli. Heitt vatn spýttist jafnvel út um ásoðinn holutopp á holu II sem jafnan var talin þurr (Einar Þórarinsson, 2000).

## 5 Orkuvinnsla Hitaveitu Ólafsfjarðar

Vatnið úr holu 4 á Laugarengi er um  $66^{\circ}\text{C}$  en um  $57^{\circ}\text{C}$  úr holu I í Skeggjabrekkudal. Vatnið í miðlunartankinum var um  $61^{\circ}\text{C}$  áður en það fór til Ólafsfjarðar þegar gamla lögnin var í notkun. Samanlögð ársmeðalvinnsla frá Dal og Laugarengi er um 40,21/s. Ef miðað er við orkunýtingu úr 61 í  $30^{\circ}\text{C}$  er orkuvinnsla Hitaveitu Ólafsfjarðar á árinu 1999 um 45 GWh. Þessi orkuvinnsla er svipuð og hún var árin tvö á undan.

Vatnið frá Skeggjabrekkudal kólnaði um  $2\text{--}3^{\circ}\text{C}$  á leið sinni til Laugarengis í gömlu lögninni en kólnunin er í kringum  $0,6^{\circ}\text{C}$  í nýju lögninni (Einar Þórarinsson, 2000). Vatnið kemur upp úr holu I tæplega  $57^{\circ}\text{C}$  heitt og ætti því að vera í kringum  $56^{\circ}\text{C}$  þegar það kemur í miðlunartankinn á Laugarengi. Orkuvinnsla Hitaveitu Ólafsfjarðar í Skeggjabrekkudal hefur því aukist með tilkomu nýju lagnarinnar þaðan. Miðað við  $1,5^{\circ}\text{C}$  hækkun í hita og 241/s nýtingu þaðan er þetta orkuaukning um 1,3 GWh á ári. Þetta leiðir til þess að hægt er að minnka vinnsluna á Laugarengi að sama skapi miðað við óbreytta orkunotkun á Ólafsfirði.

Eins og áður er orkunotkun á hvern íbúa á Ólafsfirði í kringum 40 GWh á ári sem er töluvert meira en almennt gildir um aðrar hitaveitur. Með því að breyta söluþyrirkomulaginu, og skipta úr hemlakerfi í mælakerfi, mætti draga töluvert úr orkunotkun bæjarbúa sem leiðir til hagkvæmari orkubúskapar í framtíðinni.

## 6 Efnasamsetning jarðhitavatns

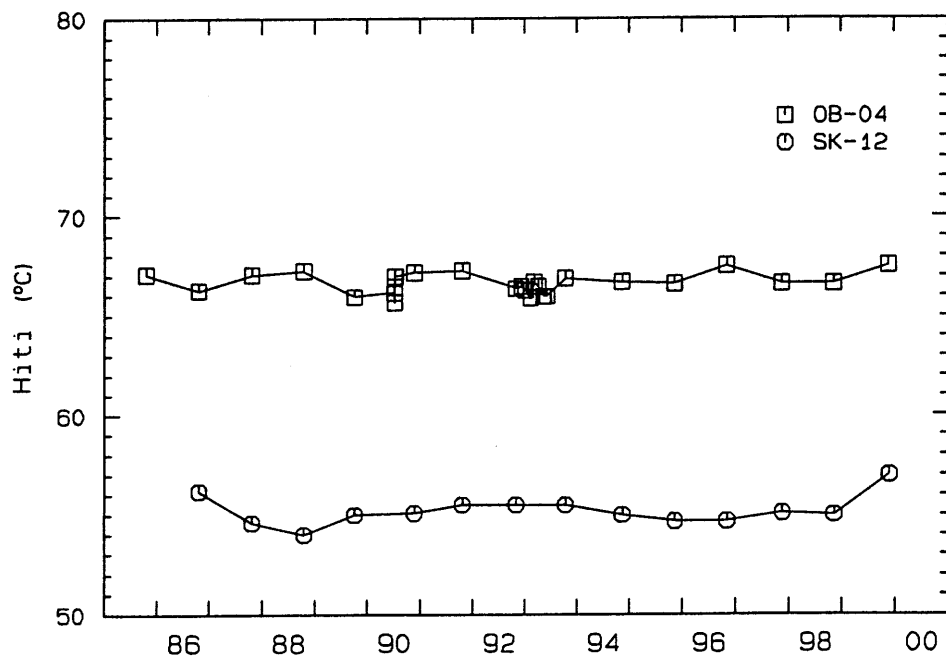
Með reglubundnu efnaeftirliti heita vatnsins er hægt að fylgjast með hvort einhverjar breytingar eigi sér stað í jarðhitageyminum t.d. vegna langvarandi nýtingar vatnsins. Sýni eru tekin einu sinni á ári úr holum 4 (OB-04) og I (SK-12) og auk þess er mældur hiti og uppleyst súrefni í tengiskúr við brú.

Vatnssýnin voru tekin 22. nóvember 1999, af starfsmönnum Orkustofnunnar. Tekið var úr holu 4 við holutopp og úr holu I í skúr við Garðsá. Auk þess var hiti og súrefni mælt í tengiskúr austan við brúna á ósnum úr Ólafsfjarðarvatni. Hiti, uppleyst súrefni og brennisteinsvetni voru mæld á staðnum, en sýrustig og karbónat næsta dag. Ísótópamælingar voru gerðar á Raunvísindastofnun Háskólans, en annað var greint á rannsóknarstofu Orkustofnunnar. Niðurstöðurnar eru sýndar í töflu 3 ásamt efnagreiningum frá árunum 1997 og '98.

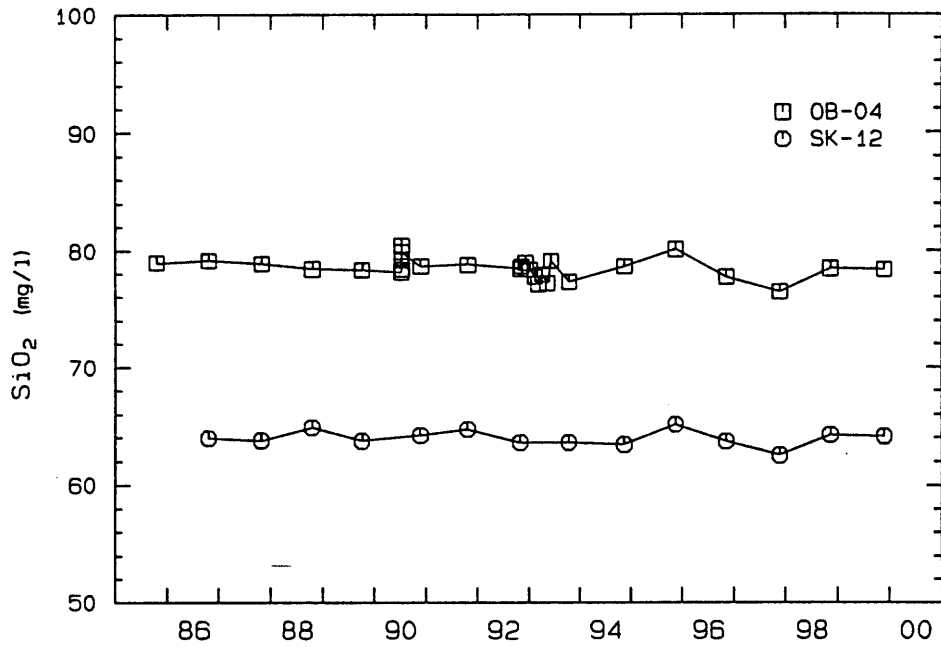
Eins og sjá má er ekki marktækur munur á efnasamsetningu vatnsins á þessum þremur árum þannig að dæling vatnsins úr jarðhitageyminum er ekki of mikil. Þetta má greinilega sjá á myndum 1 til 9, en þær sýna hita vatns við holutopp, styrk allra aðalefna og hlutfall súrefnissamsæta í vatni úr holunum. Styrkur súrefnis er frekar hár í holu I og bent hefur verið á að vatnið er tærandi fyrir ofna og stállagnir (Arnar Hjartarson og Magnús Ólafsson, 1999), og mikilvægt er því að nota sem mest vatnið úr holu 4. Einnig var mælt súrefni, 0,3 mg/l, í tengiskúr við brúna á ósnum úr Ólafsfjarðarvatni sem er það sama og mælt hefur verið undanfarin ár. Hiti vatnsins var  $61,6^{\circ}\text{C}$ .

**Tafla 3:** Efnasamsetning vatns úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) (mg/l).

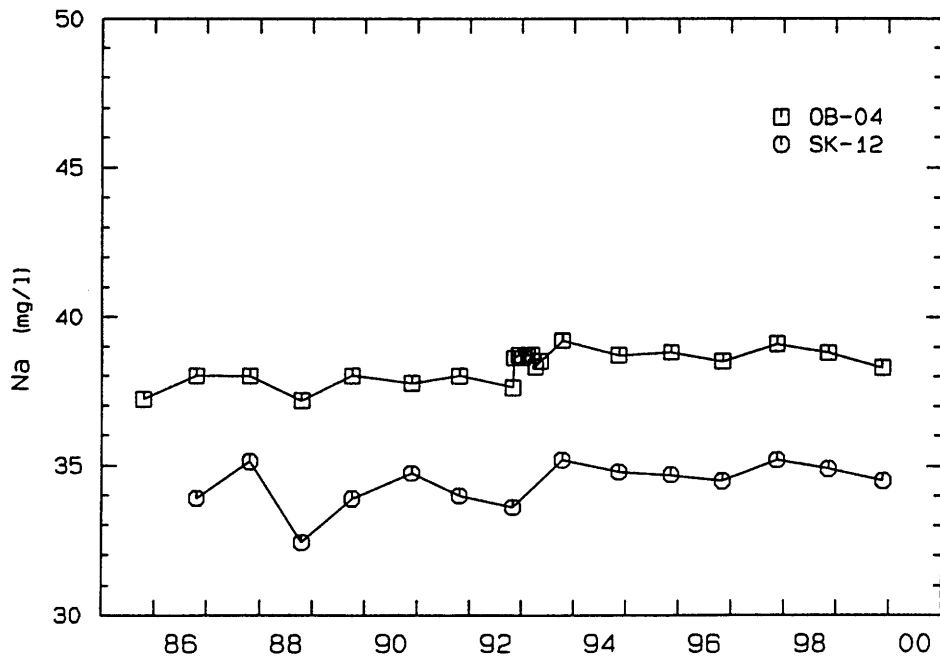
| Staður                                 | OB-04      | OB-04      | OB-04      | SK-12      | SK-12      | SK-12      |
|--|------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| Dagsetning                             | 1997.11.17 | 1998.11.09 | 1999.11.22 | 1997.11.17 | 1998.11.09 | 1999.11.22 |
| Númer                                  | 1997-0714  | 1998-0557  | 1999-0497  | 1997-0715  | 1998-0556  | 1999-0498  |
| Hiti (°C)                              | 66,6       | 66,6       | 67,5       | 55,1       | 55         | 57,0       |
| Sýrustig (pH/°C)                       | 10,2/21,6  | 10,2/21,7  | 10,2/19,7  | 10,2/21,8  | 10,2/21,5  | 10,2/20,8  |
| Kísill (SiO <sub>2</sub> )             | 76,4       | 78,4       | 78,3       | 62,5       | 64,2       | 64,1       |
| Natríum (Na)                           | 39,1       | 38,8       | 38,3       | 35,2       | 34,9       | 34,5       |
| Kalíum (K)                             | 0,48       | 0,49       | 0,49       | 0,43       | 0,39       | 0,39       |
| Kalsíum (Ca)                           | 2,62       | 2,61       | 2,63       | 1,99       | 1,97       | 2,02       |
| Magnesium (Mg)                         | 0,003      | 0,004      | 0,004      | 0,004      | 0,004      | 0,005      |
| Karbónat (CO <sub>2</sub> )            | 12,8       | 14,0       | 13,7       | 14,6       | 15,4       | 15,3       |
| Súlfat (SO <sub>4</sub> )              | 6,02       | 6,05       | 5,90       | 4,41       | 4,62       | 4,33       |
| Brennisteinsvetni (H <sub>2</sub> S)   | <0,03      | <0,03      | <0,03      | <0,03      | <0,03      | 0,04       |
| Kóríð (Cl)                             | 8,38       | 8,37       | 8,58       | 7,24       | 7,37       | 8,12       |
| Flúoríð (F)                            | 0,17       | 0,17       | 0,16       | 0,11       | 0,12       | 0,11       |
| Járn (Fe)                              | 0,0016     | 0,0031     | 0,0030     | 0,0017     | 0,0027     | 0,0058     |
| Mangan (Mn)                            | 0,0003     | <0,0001    | 0,0008     | 0,0003     | 0,0001     | 0,0002     |
| Bór (B)                                | 0,01       | <0,00      | 0,04       | 0,03       | 0,04       | <0,03      |
| Ál (Al)                                | 0,095      | 0,093      | 0,103      | 0,107      | 0,107      | 0,116      |
| Uppleyst efni                          | 181        | 180        | 160        | 145        | 149        | 167        |
| Uppleyst súrefni (O <sub>2</sub> )     | 0,025      | 0,015      | 0,03       | 0,3        | 0,3        | 0,5        |
| Leiðni (μ/cm)                          | 190,7      | 197,7      | 188        | 168        | 179,0      | 170        |
| δ <sup>18</sup> <sub>(0/00 SMOW)</sub> | -11,96     | -11,93     | -11,92     | -11,58     | -11,57     | -11,54     |
| δD <sub>(0/00 SMOW)</sub>              |            |            | -81,4      |            |            | -78,1      |



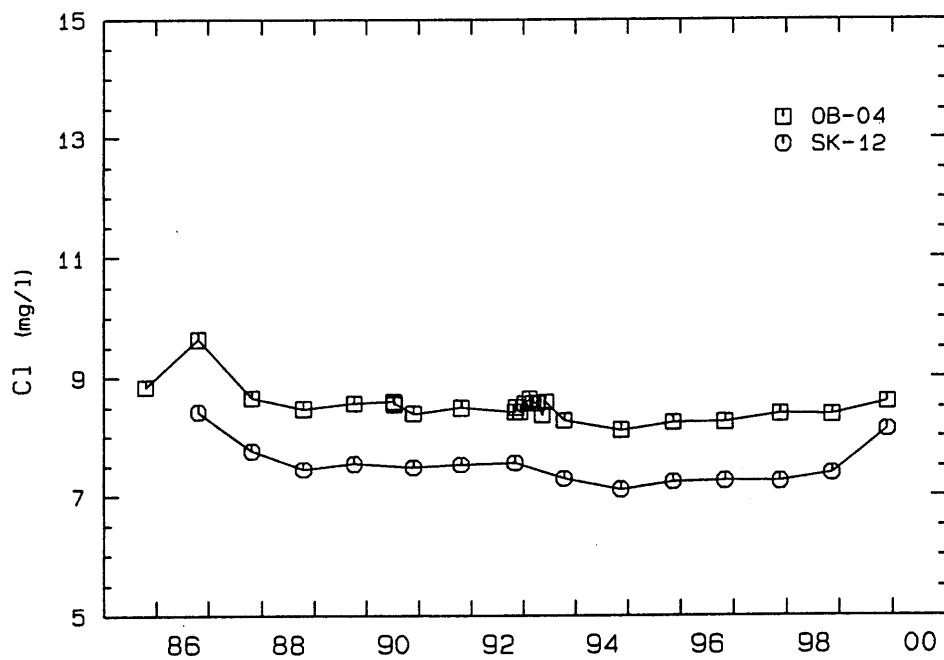
**Mynd 3:** Hiti vatns úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) samkvæmt mælingum Orkustofnunar.



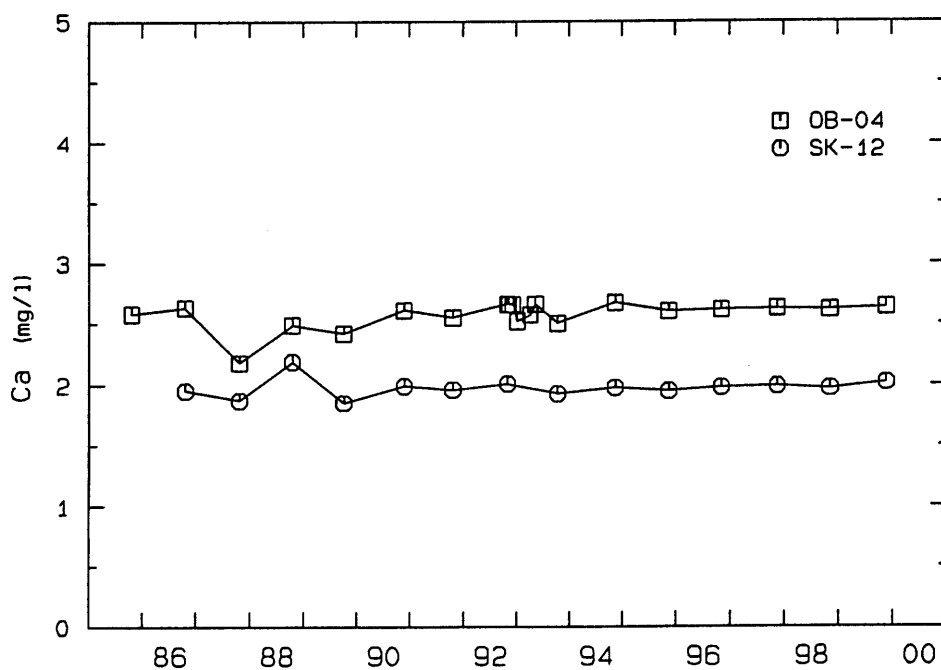
Mynd 4: Styrkur kísils í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.



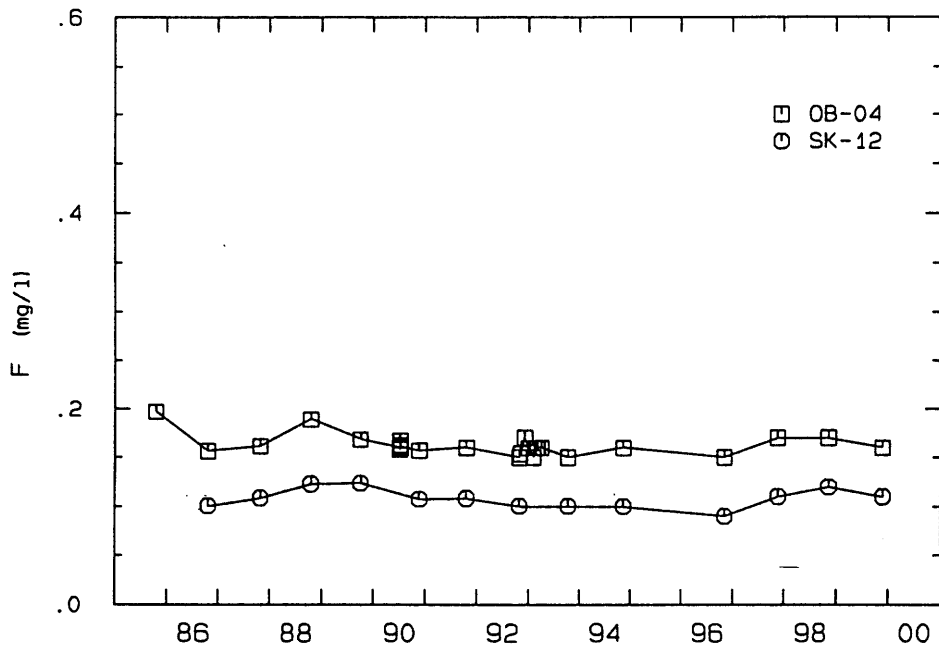
Mynd 5: Styrkur natríums í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.



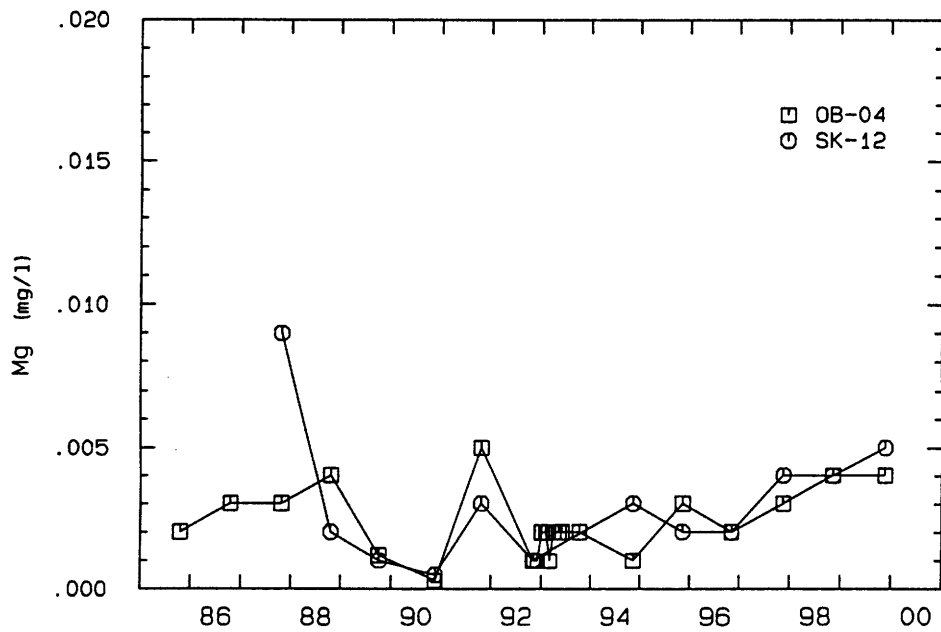
Mynd 6: Styrkur klóríðs í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.



Mynd 7: Styrkur kalíúms í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.

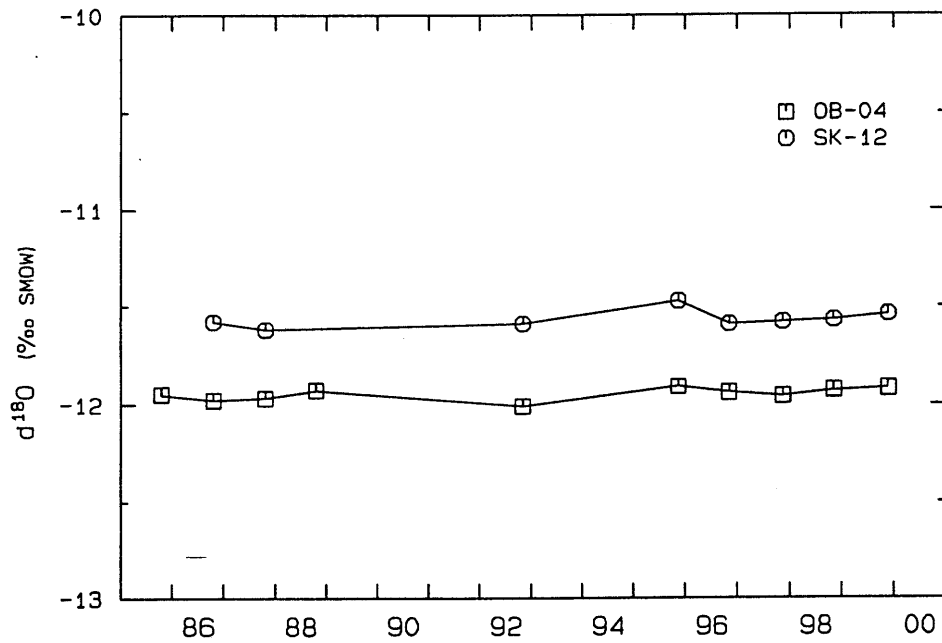


Mynd 8: Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.

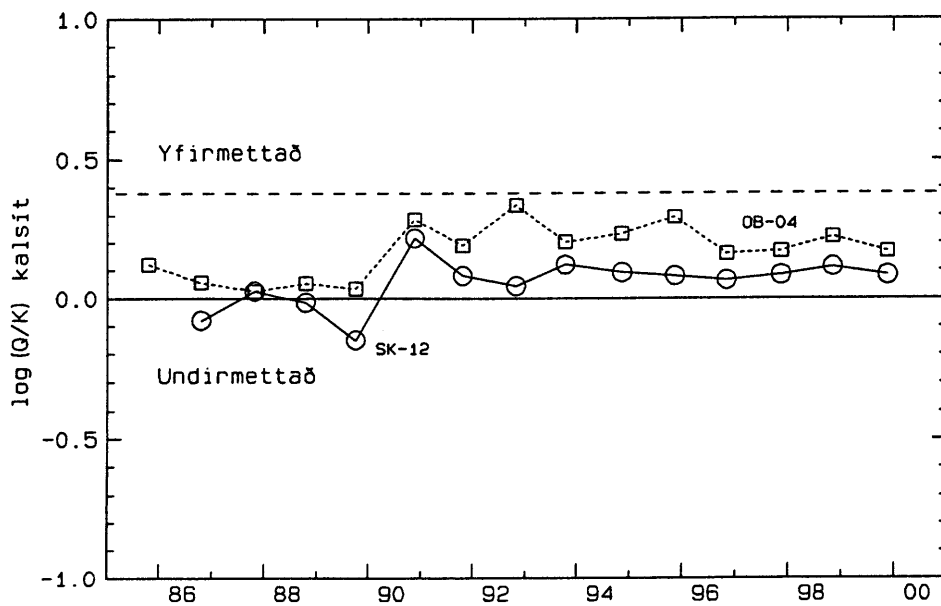


Mynd 9: Styrkur magnesíums í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.





Mynd 10: Hlutfall súrefnissamsæta í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.



Mynd 11: Kalkmettun vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.

## 7 Samantekt

- Ný heitavatnslögn frá Skeggjabrekkudal var tekin í notkun á árinu 1999 og gamla aspestlögnin frá 1944 var tekin úr notkun. Vatn flæddi upp úr holunum í dalnum þegar lokað var fyrir rennsli þaðan í fjóra daga meðan á breytingum stóð.
- Gagnasöfnun gekk brösuglega á síðari helmingi ársins 1999. Sjálfvirki gagnasöfnunar-búnaðurinn er ekki enn farinn að virka sem skyldi og vatnsborðsmælar hitaveitunnar biluðu báðir.
- Frá september 1999 og fram til maí 2000 var vikuleg meðalvinnsla á Laugarengi áætluð með því að nota þekkt samband vinnslu og útihita, því gögnum úr gagnasöfnunarbúnaðinum er ekki treystandi.
- Árleg meðalvinnsla á Laugarengi fyrir árið 1999 er áætluð 20,21/s. Vatnsborð í kerfinu hefur ekki staðið jafn hátt síðan reglubundnu vinnslueftirliti var komið á.
- Með tilkomu nýju lagnarinnar frá Skeggjabrekkudal nýtir hitaveitan meira vatn frá svæðinu. Nýja lögnin er sverari en sú gamla og dregur líklega yfir 5 l/s meira vatn frá svæðinu, enn sem komið er. Varmatap í nýju lögninni a. m. k. 1,5 °C minna sem getur skilað sér í aukinni orkuvinnslu á svæðinu sem nemur um 1,3 GWh á ári.
- Árleg meðalvinnsla Hitaveitu Ólafsfjarðar á árinu 1999 nam 40,21/s. Sé miðað við nýtingu úr 61 °C í 30 °C er orkuvinnsla hitaveitunnar á árinu um 45 GWh og er sambærileg við orkuvinnslu áranna 1998 og '97. Orkunýtinguna má bæta með því að breyta sölufyrirkomulaginu, þ. e. úr hemlasölu- í mælasölukerfi.
- Ekki hafa orðið marktækar breytingar á efnasamsetningu vatns úr holum 4 og I nú né undanfarin ár.
- Þótt vatnið úr vinnsluholunum sé lítillega yfirmettað með tilliti til kalks, er ekki talin hætta á kalkútfeillingum við núverandi aðstæður.
- Súrefni hefur mælst svipað undanfarin ár og er styrkur þess mestur í holu I eða um 0,3 ppm.

## 8 Heimildir

Arnar Hjartarson og Magnús Ólafsson, 1999: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1998*. Orkustofnun, OS-99076, 17 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.

Einar Þórarinnsson, 2000: *Upplýsingar maí 2000*.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1998: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1997*. Orkustofnun, OS-98042, 15 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1997: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1996*. Orkustofnun, OS-97050, 11 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1996: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1995*. Orkustofnun, OS-96033/JHD-19 B, 13 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1995: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994*. Orkustofnun, OS-95021/JHD-14 B, 11 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1994: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1993*. Orkustofnun, OS-94019/JHD-09 B, 12 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1992*. Orkustofnun, OS-93023/JHD-13 B, 10 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1992: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1991*. Orkustofnun, OS-92022/JHD-10 B, 10 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1991: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990*. Orkustofnun, OS-91029/JHD-15 B, 7 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.

Sveinn Þórðarson, 1998: *Auður úr iðrum jarðar. Saga hitaveitna og jarðhitaniýtingar á Íslandi*. Safn til Iðnsögu Íslendinga XII. bindi. Hið Íslenska bókmenntafélag, Reykjavík. 656 s.