



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

ÚTLÁN

Bókasafn Orkustofnunar

HITAVEITA ÓLAFSFJARÐAR

Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1993

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar

OS-94019/JHD-09 B

Maí 1994

útlán



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 621
/os/gax/ólaf/veft/1993/text.t

HITAVEITA ÓLAFSFJARÐAR

Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1993

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar

OS-94019/JHD-09 B

Máí 1994

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. VINNSLA OG VATNSBORÐ Á LAUGARENGI	3
3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	5
4. LOKAORÐ	12
5. HEIMILDIR	12

TÖFLUSKRÁ

1. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugarengi frá upphafi vinnslu	4
2. Efnasamsetning vatns úr holu 4 á Laugarengi og holu I á Skeggjabrekkudal	6
3. Efnasamsetning hlutsýna úr holu 4 frá nóv. 1992 til júní 1993	7

MYNDASKRÁ

1. Vatnsborð holu 4 og vikuleg meðalvinnsla á Laugarengi, sept. 1989 - apríl 1994	4
2. Hiti vatns úr holu 4 og holu I skv. mælingum Orkustofnunar	8
3. Styrkur kísils í vatni úr holu 4 (OB-4) og holu I (SK-12) frá 1985	8
4. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 4 (OB-4) og holu I (SK-12) frá 1985	9
5. Styrkur natríums í vatni úr holu 4 (OB-4) og holu I (SK-12) frá 1985	9
6. Styrkur kísils í vatni úr holu 4 (OB-4) frá 1991	10
7. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 4 (OB-4) frá 1991	10
8. Styrkur natríums í vatni úr holu 4 (OB-4) frá 1991	11
9. Vatnsborð og styrkur kísils í holu 4 (OB-4) frá okt. 1992 til júní 1993	11

1. INNGANGUR

Hitaveita Ólafsfjarðar nýtir tvö jarðhitasvæði, eitt á Skeggjabrekkudal en hitt á Laugarengi, sem oft er kennt við Ósbrekkku. Á Skeggjabrekkudal er hola I (Norðurlands-hola/SK-12) nýtt, en hún var boruð árið 1962. Á Laugarengi er hola 4 aðalvinnsluholan, en hún var boruð árið 1982. Hola 3 er varahola veitunnar á Laugarengi. Í þessari skýrslu er fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu hitaveitunnar árið 1993. Er þetta fjórða skýrslan sem unnin er samkvæmt samningi milli Hitaveitu Ólafsfjarðar og Orkustofnunar um slíkt eftirlit (Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993; Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1991 og 1992). Jafnframt hafa allt frá árinu 1985 árlega verið tekin vatnssýni til efnagreininga úr báðum vinnsluholum, en það er nú hluti af vinnslueftirlitinu. Mikilvægt er að nákvæmt vinnslueftirlit sé haft með jarðhitakerfunum á Laugarengi og Skeggjabrekkudal, eins og öllum jarðhitakerfum sem nýtt eru.

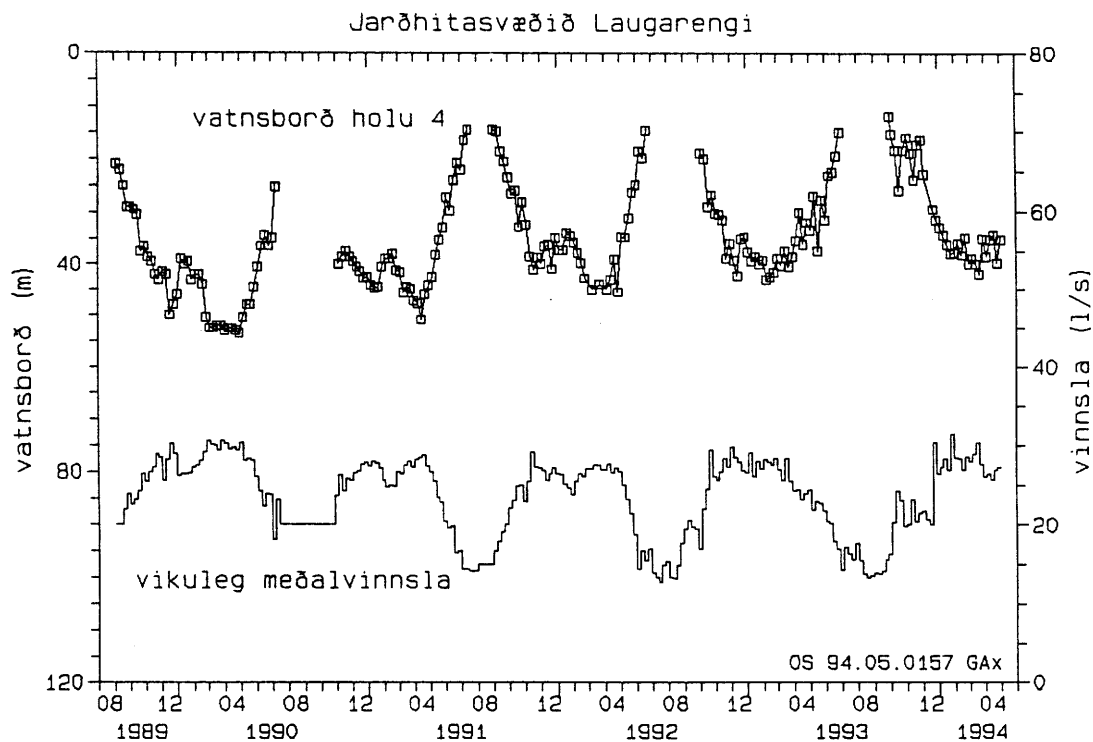
Hitaveita Ólafsfjarðar safnar gögnum um vatnstöku, vatnsborð og hitastig vatnsins á Laugarengi. Ekki er fylgst eins vel með holu I á Skeggjabrekkudal, enda hefur sjálfrennsli úr holunni haldist nokkuð stöðugt frá því hún var boruð. Orkustofnun sér um töku vatnssýna til efnagreininga einu sinni á ári og samantekt gagna um vinnslu og viðbrögð. Auk þess eru dregnar ályktanir um ástand jarðhitakerfanna og gerðar tillögur til úrbóta sé þeirra þörf. Með eftirliti á efnainnihaldi vatnsins má t.d. oft sjá fyrirboða óæskilegra breytinga, þ.á.m. kólnunar.

Um tæplega eins árs skeið, frá nóvember 1992, voru auk venjulegs eftirlits tekin mánaðarlega vatnssýni úr holu 4 til greininga á styrk nokkurra efna (Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1992). Tilgangurinn var að kanna hugsanlegar breytingar vegna árssveiflu í vinnslu, en sýni höfðu annars aðeins verið tekin einu sinni á ári. Hitaveita Ólafsfjarðar tók þessi sýni og hér á eftir verður fjallað um niðurstöður greininga á þeim.

2. VINNSLA OG VATNSBORÐ Á LAUGARENGI

Gögn um vinnslu og vatnsborð á Laugarengi frá september 1989 til apríl 1994 eru birt á mynd 1. Myndin er byggð á mælingum sem Hitaveita Ólafsfjarðar hefur séð um. Mestan hluta ársins 1993 var eingöngu dælt úr holu 4 en þó var hola 3 nýtt frá 2. júlí til 29. september og aftur í u.þ.b. viku í desember vegna bilunar dælu í holu 4. Myndin sýnir vikumeðalvinnslu auk vatnsborðsmælinga í holu 4. Vikumeðalvinnslan er byggð á aflestrum af magnmæli á lögninni frá holum 3 og 4.

Í töflu 1 eru birtar upplýsingar um ársmeðalvinnslu úr jarðhitakerfinu frá upphafi. Tölur fyrir árin 1975 - 1989 eru mjög gróft áætlaðar, en tölur fyrir árin 1990 - 1993 mun nákvæmari. Árið 1993 var ársmeðalvinnslan á Laugarengi um 21,5 l/s, sem er um 5 % minni vinnsla en árið 1992. Jafnframt hefur meðalvinnslan á Laugarengi minnkað um 14 % frá árinu 1990. Þessi minnkun stafar fyrst og fremst af bættri orkunýtingu síðustu árin. Á árinu 1993 var vikumeðalvinnslan mest næstsíðustu vikuna í desember, um 30 l/s, en minnst þriðju vikuna í ágúst, um 13 l/s.



Mynd 1. Vatnsborð holu 4 og vikuleg meðalvinnsla á Laugarengi, sept. 1989 - apríl 1994.

Tafla 1. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugarengi frá upphafi vinnslu.

Ár	Meðalvinnsla (l/s)	Athugasemdir
1975 frá júlí	13,5	hola 3, áætlað
1976	13,5	hola 3, - " -
1977	15,5	hola 3, - " -
1978	17,5	hola 3, - " -
1979-80	19,5	hola 3, - " -
1981-82	22,0	hola 3, - " -
1983-86	24,0	hola 4, - " -
1987	24,2	hola 4, - " -
1988	24,4	hola 4, - " -
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

Auk vinnslunnar á Laugarengi er u.þ.b. 24 l/s sjálfrennsli úr holu I á Skeggjabrekkudal, en þar af nýttir hitaveitan 19 l/s. Samanlögð vinnsla var því um 45,5 l/s að jafnaði árið 1993 og þar af nýtti hitaveitan 40,5 l/s. Vatnið úr holu 4 á Laugarengi er um 66 °C, en vatnið úr holu I á Skeggjabrekkudal um 57 °C. Það hefur þó kólnað í u.þ.b. 55 °C er það kemur í miðlunartank á Laugarengi og blandast vatni úr holu 4. Ef miðað er við nýtingu niður í 30 °C samsvarar þessi meðalvinnsla um 50 GWh heildarorkuvinnslu, þar af eru 45 GWh nýttar af hitaveitunni.

Eins og áður hefur verið bent á þá er heita vatnið illa nýtt á Ólafsfirði. Orkuvinnsla Hitaveitu Ólafsfjarðar er mun meiri en orkuvinnsla flestra annarra hitaveitna, ef miðað er við íbúafjölda, eða um 38 MWh/íbúa. Hjá mörgum öðrum hitaveitum er orkuvinnslan aðeins um 15 - 25 MWh/íbúa. Þó er orkuvinnsla Hitaveitu Ólafsfjarðar sambærileg orkuvinnslu þeirra hitaveitna sem eru með hemlasölukerfi. Hér er það ítrekað að væntanlega má draga verulega úr notkuninni með sölukerfisbreytingu. Áætlað hefur verið miðað við orkunotkun hjá sambærilegum hitaveitum að með betri nýtingu megi minnka ársmeðalnotkunina niður í 25-30 l/s (Guðni Axelsson, 1991). Þess ber þó að geta að á síðustu árum hefur dregið nokkuð úr orkunotkun á Ólafsfirði, sem sést í minnkandi vinnslu á Laugarengi, og er minnkunin um 7 % frá 1990.

Eins og sést á mynd 1 þá hefur vatnsborð á Laugarengi farið hækkandi undanfarið ár, vegna minnkandi vinnslu. Vatnsborð í holu 4 mældist lægst á um 53 m dýpi í apríl 1990 en lægst á 43 m dýpi í febrúarbyrjun 1993. Niðurdráttur í holu 4 er þó meiri en niðurdráttur í jarðhitakerfinu utan holunnar. Er það vegna iðustreymisþrýstifalls í og næst holunni, sem er venjulega á bilinu 5 - 15 m (Guðni Axelsson, 1991). Aðeins eru til örfáar mælingar á vatnsborði í holu 4 sumarið 1993 því þá var dælt úr holu 3. Vatnsborð mældist þó hæst á 12 m dýpi um mánaðarmótin september/október skömmu eftir að hola 4 var ræst á ný. Eins og áður hefur verið bent á væri fróðlegt að mæla áfram vatnsborð í holu 4 þó verið sé að nýta holu 3.

Samkvæmt mælingum hitaveitunnar hafa ekki orðið marktækar breytingar á hita vatns úr holu 4 frá því reglulegt vinnslueftirlit hófst.

3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Allt frá árinu 1985 hefur Orkustofnun annast eftirlit með efnasamsetningu heits vatns hjá Hitaveitu Ólafsfjarðar. Síðastliðin tvö ár hefur eftirlitið verið fólgið í því að starfsmenn Orkustofnunar hafa tekið sýni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) einu sinni á ári, en sýni hefur ekki verið tekið af vatni í dæluhúsi veitunnar líkt og gert var áður. Talið er að tvö sýni, sitt úr hvorri holu, séu fullnægjandi. Hins vegar var ákveðið haustið 1992 að taka einu sinni í mánuði hlutsýni úr holu 4, um eins árs skeið. Hugmyndin með þeirri sýnatöku var að kanna hvort mismunandi vinnsla úr holu 4 hefði áhrif á efnasamsetningu vatnsins sem upp er dælt.

Starfsmenn Orkustofnunar tóku sýni til efnagreininga hjá hitaveitunni þann 13. október 1993. Sýni úr holu 4 var tekið við holutopp en sýni úr holu I var tekið í skúr við Garðsá, líkt og undanfarið ár. Auk þessa var mælt súrefni og hiti í dreifikerfi veitunnar. Sú mæling var gerð í tengiskúr austan við brúna á ósnum úr Ólafsfjarðarvatni. Að

venju voru hiti og uppleyst súrefni mæld á staðnum og sýrustig, karbónat og brennisteinsvetni samdægurs. Önnur efni hafa síðan verið mæld á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar í vetur. Niðurstöður efnagreininga eru birtar í töflu 2, ásamt greiningum frá árinu 1992. Í skýrslu um jarðhitavinnslu fyrir árið 1992 voru birtar niðurstöður allra efnagreininga allt frá árinu 1985 (Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993).

Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) (mg/l).

Staður	OB-04	OB-04	SK-12	SK-12
Dags.	92.11.01	93.10.13	92.11.01	93.10.13
Númer	92-0268	93-0192	92-0269	93-0191
Hití (°C)	66,4	66,9	55,5	55,5
Sýrustig (pH/°C)	10,2/18	10,3/19	10,2/18	10,3/19
Kísill (SiO ₂)	78,4	77,3	63,6	63,6
Natríum (Na)	37,6	39,2	33,6	35,2
Kalíum (K)	0,5	0,5	0,4	0,4
Kalsíum (Ca)	2,7	2,5	2,0	1,9
Magnesium (Mg)	0,001	0,002	0,001	0,001
Karbónat (CO ₂ (t))	20,4	14,1	14,4	16,1
Súlfat (SO ₄)	6,0	5,7	4,4	4,4
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	< 0,03	< 0,03	< 0,03	< 0,03
Klóríð (Cl)	8,4	8,3	7,6	7,3
Flúoríð (F)	0,15	0,15	0,10	0,10
Járn (Fe)	-	0,0017	-	0,0015
Bór (B)	-	0,05	-	0,04
Uppleyst efni	166	128	126	108
Súrefni (O ₂)	0,03	0,025	> 0,1	0,25

Í skýrslu Orkustofnunar um vinnslueftirlit hjá hitaveitunni fyrir árið 1992 (Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993) var fjallað all ítarlega um niðurstöður efnagreininga á vatni úr vinnsluholum veitunnunar. Ekki er talin ástæða til að endurtaka mikið að því sem þar kom fram, enda er ekki að sjá að marktækar breytingar hafi átt sér stað milli árunna 1992 og 1993, þegar eingöngu er litið á niðurstöður efnagreininga þeirra sýna sem starfsmenn Orkustofnunar hafa tekið. Þetta sést vel á myndum 2 - 5 þar sem mældur hiti á sýnatökustað og styrkur nokkurra aðalefna vatnsins eru teiknaðir með tíma. Á myndunum kemur fram óregla um mitt ár 1990, sem stafar af dæluþrófun á Laugarengi (Guðni Axelsson, 1991). Niðurstöður efnagreininga hlutsýna, sem tekin voru á mánaðar fresti á tímabilinu nóvember 1992 til júní 1993 eru hins vegar birtar í töflu 3.

Heilsýnin eru tekin einu sinni á ári og alltaf á svipuðum árstíma. Ef um einhvers konar árssveiflu er að ræða, tengda mismikilli vinnslu úr jarðhitakerfinu, þá kemur hún aðeins fram við tíðari sýnatöku. Nú hafa verið tekin sýni á mánaðarfresti yfir átta mánaða tímabil og eru því tók á því að þessu sinni að kanna hvort breytileg dæling úr holu 4

hefur einhver áhrif á efnasamsetningu vatnsins sem upp er dælt. Þó þarf að hafa í huga þegar niðurstöður efnagreininga hlutsýna eru bornar saman við efnagreiningar heilsýna að greining hlutsýna er ekki eins áreiðanleg og greining heilsýnanna.

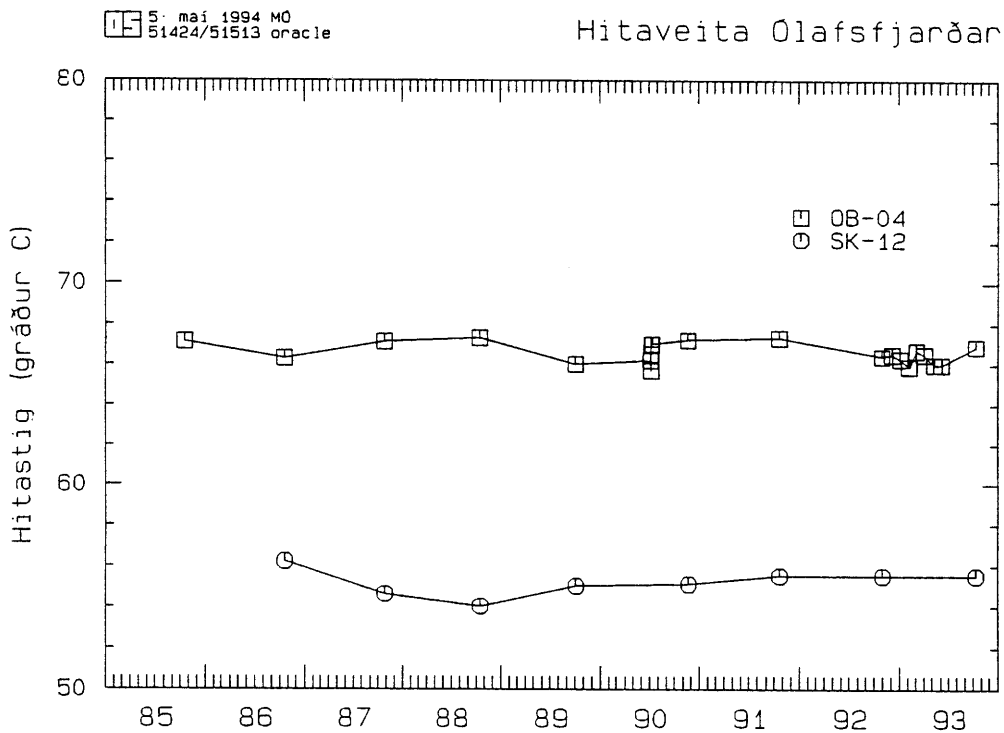
Tafla 3. Efnasamsetning hlutsýna úr holu 4 frá nóv. 1992 til júní 1993 (mg/l).

Dags. Númer	92.11.09 92-0235	92.12.09 92-0354	93.01.07 93-0001	93.02.09 93-0018	93.03.08 93-0025	93.04.05 93-0049	93.05.12 93-0083	93.06.07 93-0099
Hiti (°C)	-	66,5	66,3	65,9	66,7	66,5	66,0	66,0
Kísill (SiO ₂)	78,6	78,9	78,3	77,7	77,1	77,9	77,2	79,1
Natríum (Na)	38,6	38,7	38,6	38,7	38,7	38,3	38,6	-
Magnesium (Mg)	0,001	0,001	0,002	0,002	0,001	0,002	0,002	0,002
Klóríð (Cl)	8,5	8,4	8,6	8,6	8,6	8,6	8,4	8,6

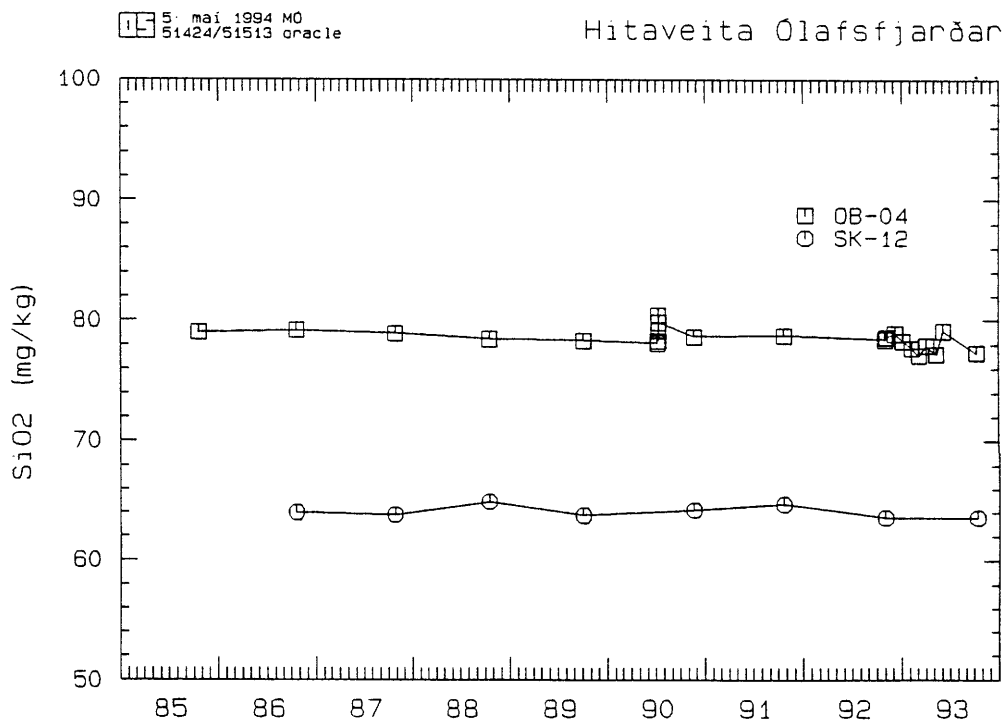
Myndir 6 - 8 sýna styrk helstu efna sem greind voru í hlutsýnum, auk samsvarandi mælinga á heilsýnum í október 1991, nóvember 1992 og október 1993. Ekki er að sjá að breyting, sem getur talist umfram óvissumörk viðkomandi greiningar, komi fram í efnasamsetningu hlutsýnanna, ef frá er skilin breytileiki í styrk kísils. Reyndar er það svo að natríum greinist ögn hærra, en á þessu stigi er ekki ástæða til að skrifa þá breytingu á annað en meiri ónákvæmni í greiningu hlutsýna eins og rakið var hér að ofan.

Styrkur kísils í jarðhitavatni er háður hita vatnsins. Af þeim sökum geta kísilbreytingar verið forboði breytinga í jarðhitakerfinu. Því var litið nánar á þessar breytingar og þær bornar saman við vatnsborð í holu 4 eins og sést á mynd 9. Þar má greina óljósa fylgni milli vatnsborðs og styrks kísils. Það gæti bent til þess að við breytilega vinnslu úr holunni þá sé hlutfall vatnsæða með lítilsháttar mismunandi hita og efnasamsetningu ekki alltaf það sama. Vitað er (Guðni Axelsson, 1991) að í holu 4 eru aðallega tvær vatnsæðar, önnur á 680 m dýpi og hin á 1470 m dýpi. Það getur því vel verið að óreglu í styrk kísils megi rekja til þessar tveggja aðalæða holunnar, en jafnframt er ljóst að í öllum aðalatriðum er efnasasetning vatns úr þeim mjög svipuð. Niðurstöðurnar sýna jafnframt að ef efnasýni eru aðeins tekin einu sinni á ári þá er mikilvægt að það sé alltaf gert á sama árstíma.

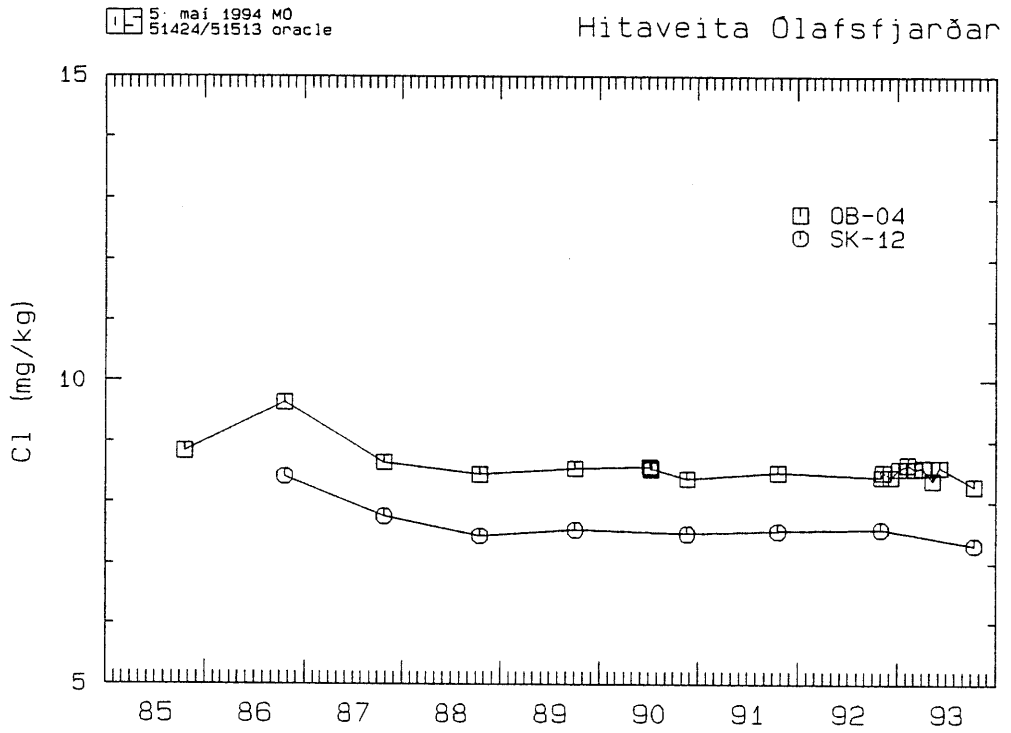
Að venju var súrefni mælt á báðum sýnatökustöðum og í dreifikerfi veitunnar eftir að vatninu hefur verið blandað saman. Við holutopp á holu 4 mældist styrkur súrefnis 0,025 mg/l, sem er svipaður styrkur og þar hefur mælst allt frá árinu 1985. Í skúr við Garðsá mældist súrefni 0,250 mg/l, sem er ögn lægra en áður hefur mælst þar. Þessi niðurstaða er þó áþekk þeim mælingum sem hafa verið gerðar við Garðsá eftir að aðveitulögnin ofan frá holu I var endurbætt að hluta. Í tengiskúr austan við brúna á ósnum mældist súrefni 0,150 mg/l og hiti vatnsins 61° C. Eins og fram hefur komið í fyrri skýrslum um vinnslueftirlit þá er þetta hár súrefnisstyrkur í hitaveituvatni og vatnið veldur því tæringu í ofnum og stállögnum. Þar sem mest allt súrefnið kemur með vatninu úr holu I þá er mikilvægt að hlutur vatns úr holu I miðað við hlut vatns úr holu 4, sé sem allra minnstur.



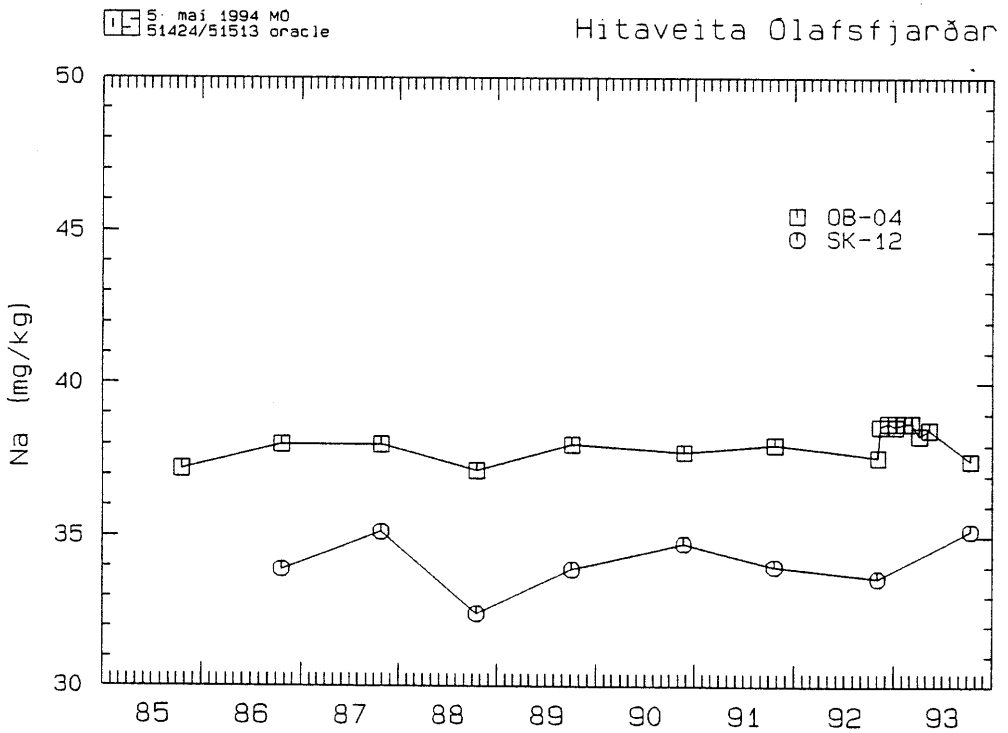
Mynd 2: Hiti vatns úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) skv. mælingum Orkustofnunar.



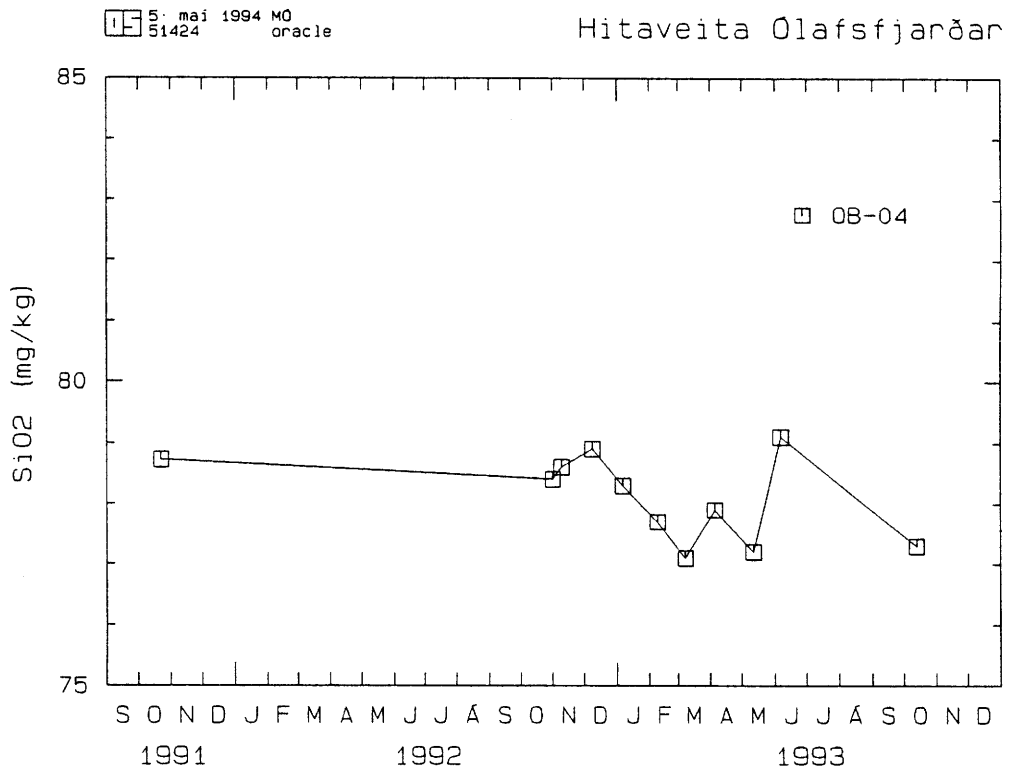
Mynd 3: Styrkur kísils í vatni úr holu 4 (OB-04) holu I (SK-12) frá 1985.



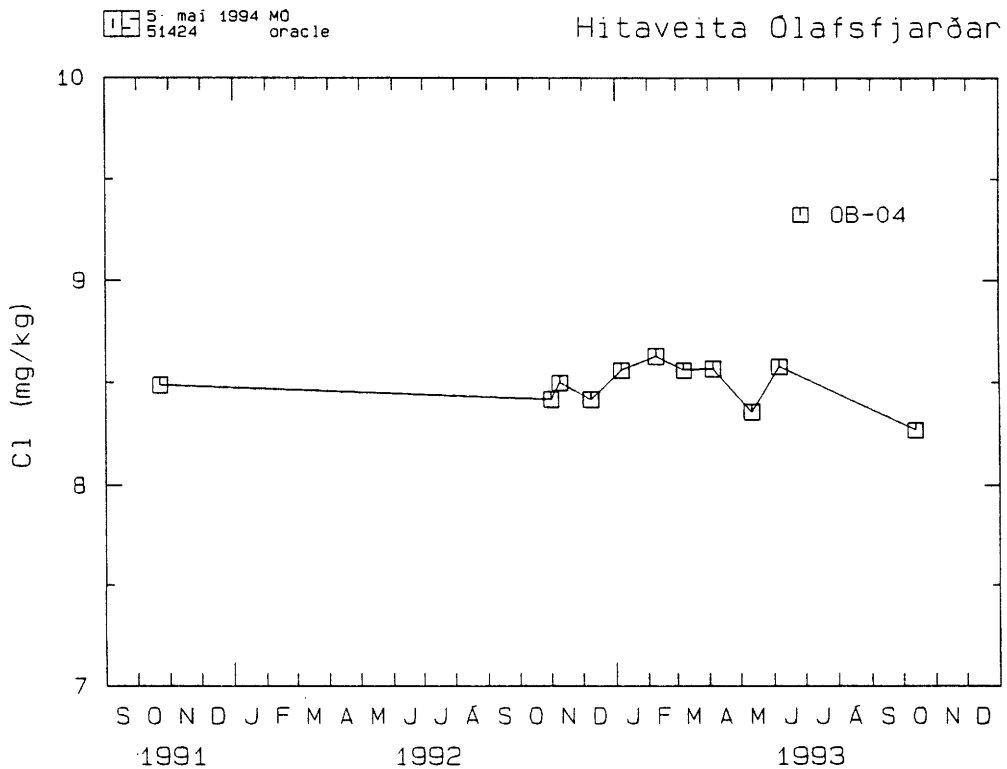
Mynd 4: Styrkur klóríðs í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.



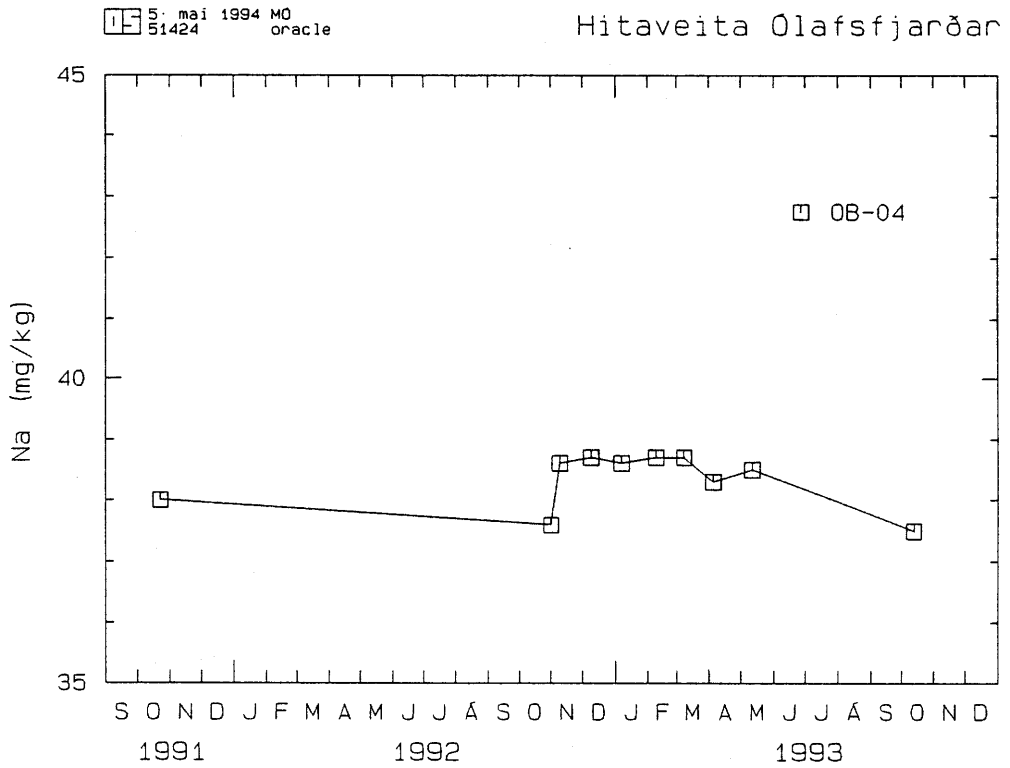
Mynd 5: Styrkur natríúms í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.



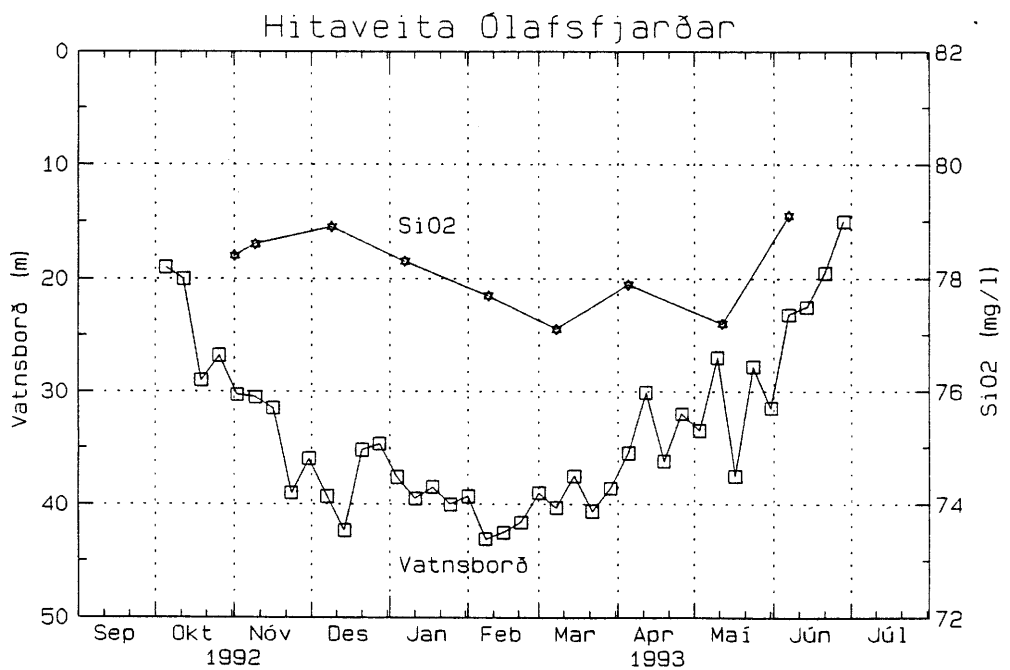
Mynd 6: Styrkur kísils í vatni úr holu 4 (OB-04) frá 1991.



Mynd 7: Styrkur klóríðs í vatni úr holu 4 (OB-04) frá 1991.



Mynd 8: Styrkur natriúms í vatni úr holu 4 (OB-04) frá 1991.



Mynd 9: Vatnsborð og styrkur kísils í holu 4 (OB-04) frá okt 1992 til júní 1993.

4. LOKAORÐ

1. Ársmeðalvinnsla Hitaveitu Ólafsfjarðar á Laugarengi árið 1993 var 21,5 l/s, sem er um 1 l/s minni vinnsla en árið 1991. Nokkuð hefur dregið úr vinnslu á Laugarengi undanfarin ár vegna bættrar orkunýtingar. Sjálfrennsli úr holu I á Skeggjabrekkudal er talið vera um 24 l/s og svarar heildarorkuvinnsla árið 1993 til um 50 GWh, þar af eru 45 GWh nýttar af hitaveitunni. Á árinu 1993 fór vatnsborð í holu 4 á Laugarengi dýpst í um 43 m og hefur vatnsborð farið hækkandi undanfarin ár, vegna minnkandi vinnslu þar.
2. Eins og áður hefur verið bent á mætti bæta orkunýtingu og draga töluvert úr vatnsnotkun með því að breyta sölukerfi Hitaveitu Ólafsfjarðar. Nú þegar hefur orðið um 7 % samdráttur frá árinu 1990 vegna bættrar nýtingar. Samdráttur í vinnslu á Laugarengi dregur úr niðurdrætti þar og tefur fyrir hugsanlegri kólnun jarðhitakerfisins. Einnig mætti nýta samdrátt í vatnsnotkun til þess að minnka hlut vatns úr holu I í vinnslunni.
3. Hvorki hafa orðið marktækar breytingar á efnainnihaldi vatnsins úr Laugarengi né af Skeggjabrekkudal síðan 1985 er árlegt eftirlit með efnastyrk vatnsins hófst. Smávægilegar breytingar í styrk kísils í mánaðarlegum hlutsýnum endurspeglar sennilega mismunandi hlut tveggja aðalæða holu 4 við mismikla vinnslu.

5. HEIMILDIR

- Guðni Axelsson, 1991: *Jarðhitasvæðið á Laugarengi í Ólafsfirði. Prófun og vatnsborðsspár*. Orkustofnun, OS-91012/JHD-03, 38 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.
- Guðni Axelsson, og Guðrún Sverrisdóttir, 1993: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1992*. Orkustofnun, OS-93023/JHD-13 B, 10 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.
- Guðni Axelsson, og Magnús Ólafsson, 1992: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1991*. Orkustofnun, OS-92022/JHD-10 B, 10 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.
- Guðni Axelsson, og Magnús Ólafsson, 1991: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1990*. Orkustofnun, OS-91029/JHD-15 B, 7 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.