



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA ÓLAFSFJARÐAR
Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1995

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar

OS-96033/JHD-19 B

Júní 1996



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 621
/os/pi/jhd.os/effirlit/olaf95.t

HITAVEITA ÓLAFSFJARÐAR
Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1995

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar

OS-96033/JHD-19 B

Júní 1996

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. VINNSLA OG VATNSBORÐ Á LAUGARENGI	3
3. VATNSBORÐSBREYTINGAR Í HOLU 4 NÓVEMBER 1995 - JANÚAR 1996	6
4. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	7
5. LOKAORÐ	12
6. HEIMILDIR	12

TÖFLUSKRÁ

1. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugarengi frá upphafi vinnslu	4
2. Efnasamsetning vatns úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) 1994 og 1995	8

MYNDASKRÁ

1. Vatnsborð holu 4 og vikuleg meðalvinnsla á Laugarengi, sept. 1989 - febr. 1996	5
2. Vatnsborð holu 4 og vikuleg meðalvinnsla á Laugarengi, 1994 og 1995	5
3. Vatnsborð og vinnsla holu 4 nóvember 1995 - janúar 1996	6
4. Samband vatnsborðs og vinnslu í holu 4	7
5. Hiti vatns úr holu 4 og holu I skv. mælingum Orkustofnunar	9
6. Styrkur kísils í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985	9
7. Styrkur natríums í vatni úr holum 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985	10
8. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985	10
9. Styrkur kalsíums í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985	11
10. Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985	11

1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Ólafsfjarðar árið 1995. Er þetta sjötta skýrslan sem unnin er samkvæmt samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar um slíkt eftirlit, en Hitaveita Ólafsfjarðar nýtir tvö jarðhitasvæði, eitt á Skeggjabrekkudal og hitt á Laugarengi, sem oft er kennt við Ósbrekku (Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1991, 1992, 1994 og 1995; Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993). Jafnframt hafa allt frá árinu 1985 árlega verið tekin vatnssýni til efnagreininga úr báðum vinnsluholunum, en það er nú hluti af vinnslueftirlitinu. Þó útlit sé fyrir að þessi tvö jarðhitasvæði fullnægi þörf Ólafsfjarðar fyrir heitt vatn næstu árin er ljóst að svo verður ekki um ókomna framtíð. Með nákvæmu vinnslueftirliti má sjá ýmsar breytingar, þ.á.m. minnkandi afköst, fyrir í tíma. T.d. má með eftirliti á efnainnihaldi vatnsins oft sjá fyrirboða kólnunar.

Á Skeggjabrekkudal nýtir Hitaveita Ólafsfjarðar holu I (Norðurlandsholu/SK-12), 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. Hitaveitan 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 sem dregnar eru ályktanir um ástand jarðhitakerfanna.

Í lok síðasta árs (1995) urðu óvenju miklar vatnsborðsbreytingar í holu 4 á Laugarengi. Fjallað verður sérstaklega um hugsanlegar orsakir þeirra hér á eftir.

2. VINNSLA OG VATNSBORÐ Á LAUGARENGI

Myndir 1 og 2 sýna vinnslu og vatnsborð á Laugarengi samkvæmt mælingum Hitaveitu Ólafsfjarðar. Fyrri myndin sýnir gögn frá september 1989, en þá hófust reglulegar mælingar á þessum þáttum, til febrúar 1996. Seinni myndin sýnir vinnslu og vatnsborð síðustu tvö árin. Myndirnar sýna vikumeðalvinnslu úr holu 4, sem byggð er á aflestrum af magnmæli á lögninni frá holum 3 og 4, auk vatnsborðsmælinga í holu 4. Eingöngu var dælt úr holu 4 þetta árið.

Í töflu 1 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr jarðhitakerfinu frá upphafi. Fyrir árin 1975 - 1989 eru tölurnar mjög gróft áætlaðar eins og áður hefur komið fram, en tölur fyrir árin 1990 - 1995 eru mun nákvæmari. Árið 1995 var ársmeðalvinnslan á Laugarengi um 21,7 l/s, sem er mjög svipuð vinnsla og árin 1993 og 1994. Meðalvinnslan á Laugarengi minnkaði töluvert á árunum 1990 til 1993, og stafaði minnkunin fyrst og fremst af bættri orkunýtingu. Á árinu 1995 mældist vikumeðalvinnslan mest síðustu viku ársins, 30,4 l/s, en minnst aðra vikuna í ágúst, um 9,2 l/s.

Auk vinnslunnar á Laugarengi er u.þ.b. 24 l/s sjálfrennsli úr holu I á Skeggjabrekkudal, en þar af nýtir hitaveitan 19 l/s. Samanlögð vinnsla var því um 46 l/s að jafnaði árið 1995 og þar af nýtti hitaveitan 41 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

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

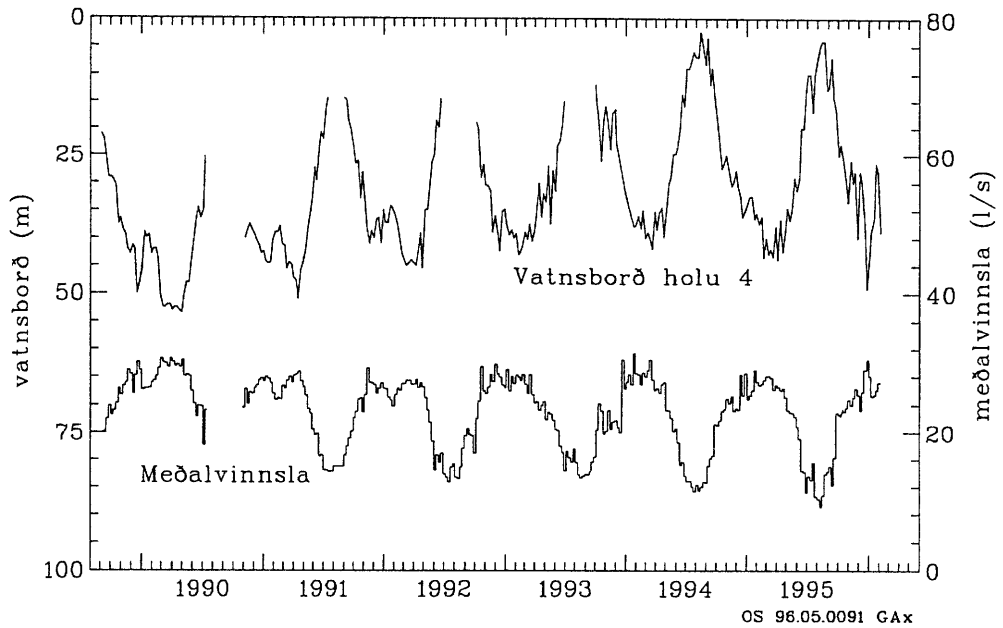
Ár	Meðalvinnsla (l/s)	Athugasemdir
1975 frá júlí	13,5	hola 3, áætlað
1976	13,5	hola 3, - " -
1977	15,5	hola 3, - " -
1978	17,5	hola 3, - " -
1979-80	19,5	hola 3, - " -
1981-82	22,0	hola 3, - " -
1983-86	24,0	hola 4, - " -
1987	24,2	hola 4, - " -
1988	24,4	hola 4, - " -
1989	24,7	hola 4, áætlað/mælt
1990	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
1994	21,9	hola 4, mælt
1995	21,7	hola 4, mælt

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 46 GWh nýttar af hitaveitunni.

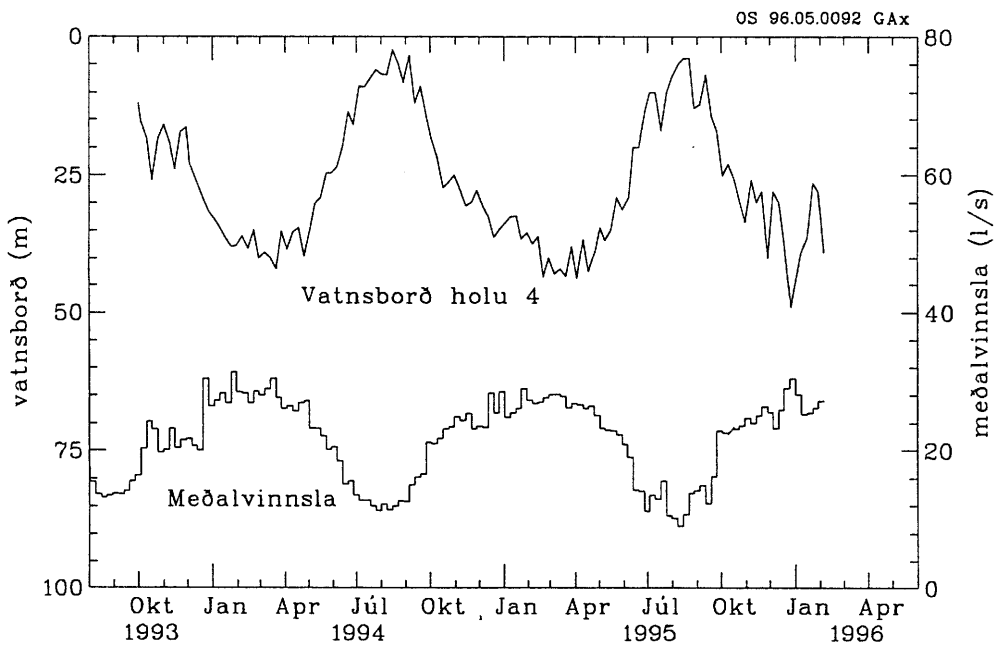
Eins of bent hefur verið á í fyrri vinnslueftirlitsskýrslum þá er heita vatnið frekar illa nýtt á Ólafsfirði. Hjá Hitaveitu Ólafsfjarðar svarar orkuvinnslan til um 38 MWh/íbúa. Hjá mörgum öðrum hitaveitum er orkuvinnslan aðeins um 15 - 25 MWh/íbúa. Væntanlega má draga verulega úr notkuninni á Ólafsfirði með sölukerfisbreytingu, úr hemlasölukerfi í mælakerfi. 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). Athyglisvert er að á síðustu árum hefur dregið nokkuð úr orkunotkun á Ólafsfirði, vegna bættrar orkunýtingar, sem sést í minnkandi vinnslu á Laugarengi (tafla 1).

Mynd 1 sýnir vel hvernig vatnsborð á Laugarengi fór hækkandi frá 1990 til 1993/94, en síðan þá er ekki unnt að greina neinar langtímabreytingar. Þessar breytingar stafa af því að á árunum 1990-1993 dró töluvert úr vinnslunni, eins og áður hefur verið bent á, en síðustu ár hefur ársmeðalvinnslan lítið breyst. Á árinu 1995 mældist vatnsborð í holu 4 lægst á 49 m dýpi í lok ársins. Hefur vatnsborð ekki mælst svo lágt síðan á árunum 1990 og 1991. Hafa þarf í huga að niðurdráttur í holu 4 er þó meiri en niðurdráttur í jarðhita-kerfinu utan holunnar. Er það vegna iðustreymisþrýstifalls í og næst holunni, sem er venjulega á bilinu 5 - 15 m (Guðni Axelsson, 1991). Í lok ársins urðu auk þess óvenju miklar vatnsborðssveiflur, sem sjást vel á mynd 2, og fjallað verður sérstaklega í næsta kafla. Sumarið 1995 mældist vatnsborð hæst á um 4 m dýpi.

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



Mynd 1. Vatnsborð holu 4 og vikuleg meðalvinnsla á Laugarengi, sept. 1989 - febr. 1996.

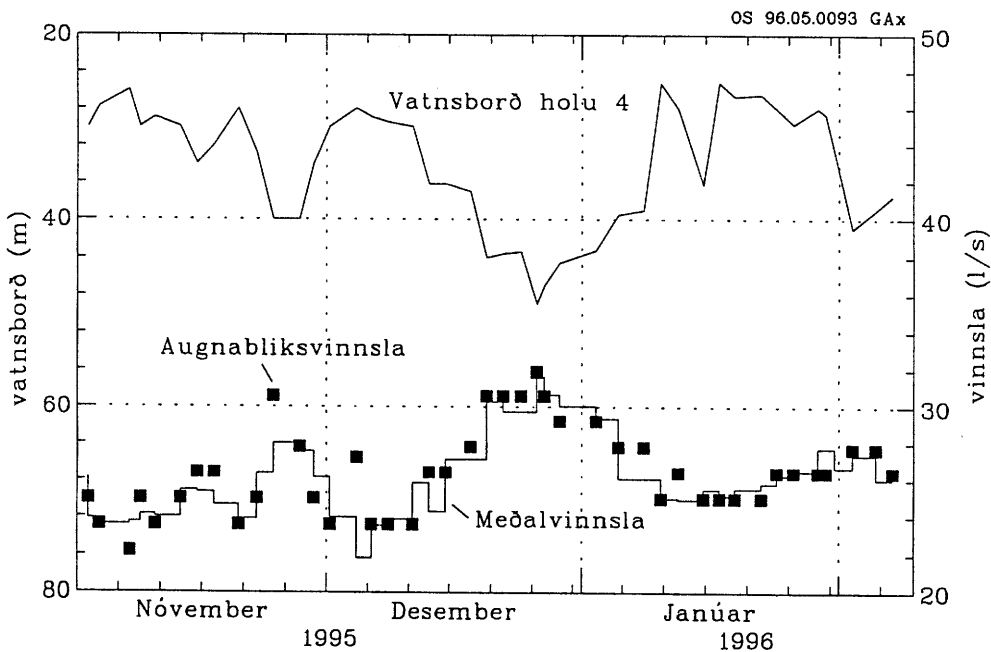


Mynd 2. Vatnsborð holu 4 og vikuleg meðalvinnsla á Laugarengi, 1994 og 1995.

3. VATNSBORÐSBREYTINGAR Í HOLU 4 NÓVEMBER 1995 - JANÚAR 1996

Eins og kom fram hér að framan þá urðu óvenju miklar vatnsborðssveiflur í lok seinasta árs, nánar tiltekið á tímabilinu nóvember 1995 til janúar 1996. Sveiflurnar sjást vel á mynd 2. Ástæða þótti til að kanna hugsanlegar orsakir þessara sveifna og var það gert lauslega nú í febrúar síðastliðnum. Hitaveitustjóra, Einari Þórarinssyni, var greint símleiðis frá fyrstu niðurstöðum.

Helst er talið að sveiflurnar tengist óvenju miklum breytingum í vinnslu, sem urðu á þessum tíma. Þær breytingar tengdust aftur miklum sveiflum í veðurfari, hlýinda- og kulda-köflum á víxl. Sérstaklega hlýtt var t.d. framan af desember, en síðan tók við óvenju kaldur kafli. Þessar sveiflur sjást vel á mynd 3, sem sýnir vatnsborð og vinnslu á tímabilinu nóvember 1995 til janúar 1996, í meiri smáatriðum en myndir 1 og 2. Til þess að kanna frekar hugsanlegar orsakir sveifnanna var mynd 4 teiknuð, en hún sýnir samband vatnsborðs og vinnslu í holu 4 frá mars 1995 til janúar 1996. Þar sést að vatnsborð í desember 1995 og janúar 1996 fellur ekki utan þeirra marka sem það hafði fylgt fyrr á árinu 1995.

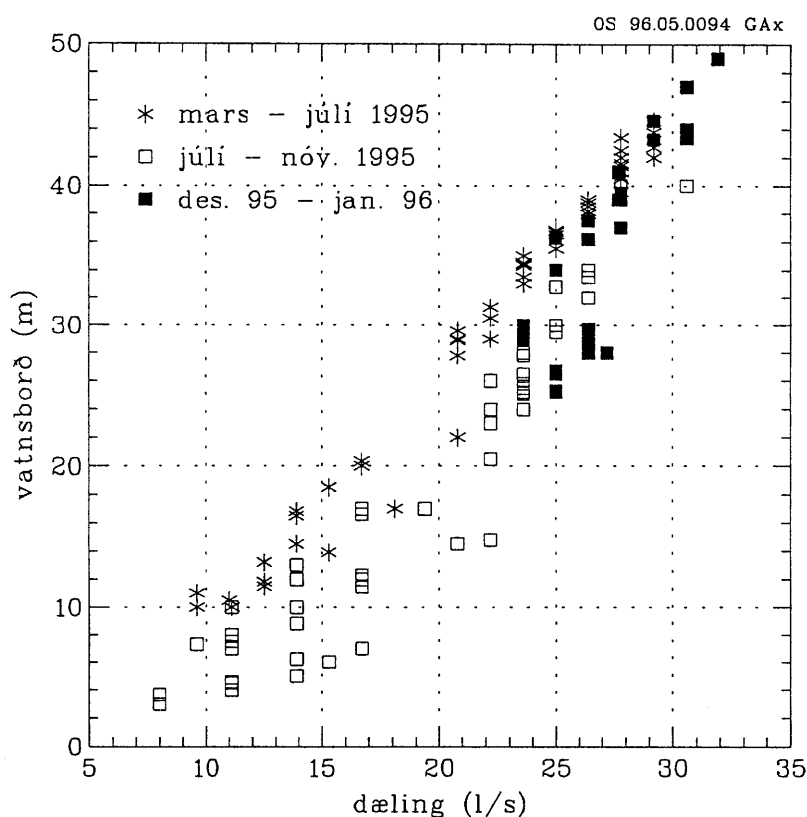


Mynd 3. Vatnsborð og vinnsla holu 4 nóvember 1995 - janúar 1996.

Samkvæmt ofangreindu eru óvenjulegar sveiflur í vinnslu líklegasta skýringin á vatnsborðssveiflunum. Þrátt fyrir það virðast sveiflurnar óeðlilega miklar og er ekki hægt að skera úr um það, að svo stöddu, hvort einhverjar aðrar orsakir séu auk þess á bak við sveiflurnar. Má þar nefna breytingar í holu 4 sjálfri, t.d. vegna þess að holan hafi stíflast að einhverju leyti. Fyrirliggjandi gögn benda ekki til slíks. Einnig má nefna breytingar á lekt í jarðhitakerfinu, t.d. af völdum nálægra jarðskjálfta. Samkvæmt gögnum veðurstof-

unnar urðu engir stórir skjálftar nálægt Laugarengi á þessum tíma.

Mögulegt er að skera úr um það hvort vatnsborðssveiflurnar stafi eingöngu af breytingum í vinnslu með því að endurskoða líkanið af jarðhitakerfinu frá 1991 (Guðni Axelsson, 1991). Bera má saman þær vatnsborðssveiflur sem líkanið reiknar fyrir umrætt tímabil og mældar sveiflurnar. Ef samræmi reynist þar á milli verða vinnslusveiflurnar að teljast stafa af vinnslusveiflunum eingöngu. Hér væri um lítið verk að ræða, sem einnig myndi nýtast til þess að reikna nýjar vatnsborðsspár fyrir Laugarengi. Slíkar spár hafa aðeins verið reiknaðar einu sinni, eða árið 1991 (Guðni Axelsson, 1991).



Mynd 4. Samband vatnsborðs og vinnslu í holu 4.

4. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Einn þáttur vinnslueftirlitsins hjá Hitaveitu Ólafsfjarðar er að fylgjast með efnasamsetningu heita vatnsins og kanna hvort einhverjar breytingar komi þar fram t.d. vegna langvarandi dælingar úr jarðhitageyminum. Síðastliðin ár hefur efnæftirlit verið fólgið í því að starfsmenn Orkustofnunar hafa tekið heilsýni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) einu sinni á ári.

Sýni til efnagreininga hjá Hitaveitu Ólafsfjarðar voru tekin þann 14. nóvember 1995. Sýni úr holu 4 var tekið við holutopp líkt og undanfarin ár, og sýni úr holu I var tekið í

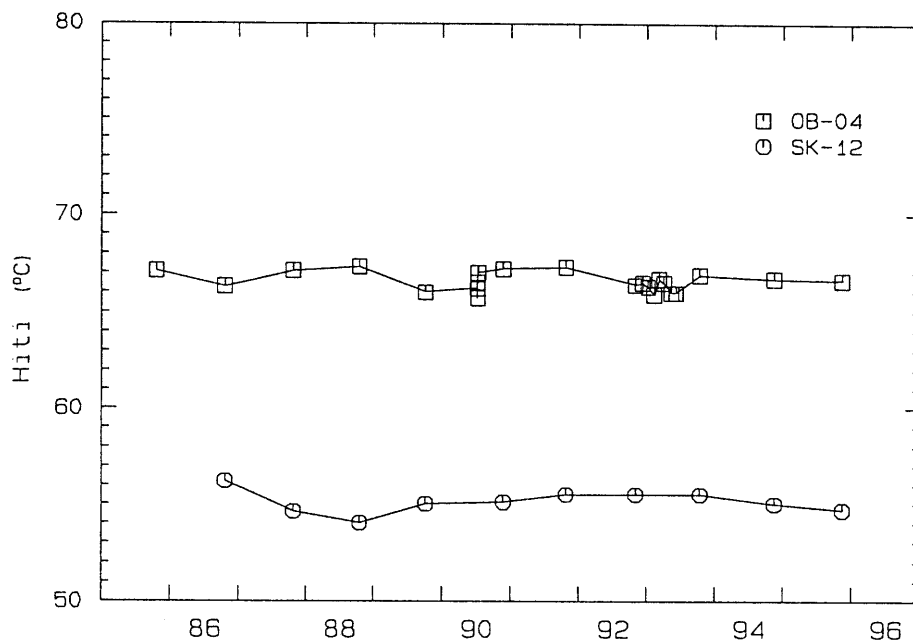
skúr við Garðsá. Auk sýnatökunnar voru hiti og súrefni mæld í tengiskúr austan við brúna á ósnum úr Ólafsfjarðarvatni. Að venju voru hiti og uppleyst súrefni mæld á staðnum, en auk þess var brennisteinsvetni mælt samhliða sýnatöku. Sýrustig og karbónat voru síðan mæld næsta dag. Önnur efni hafa verið mæld á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar í vetur, að því frátöldu að samsætur súrefnis ($\delta^{18}\text{O}$) voru mældar á Raunvísindastofnun Háskóla Íslands. Niðurstöður efnagreininga eru sýndar í töflu 2, ásamt greiningum frá árunum 1993 og 1994. Í skýrslu um jarðhitavinnslu fyrir árið 1992 voru sýndar 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)

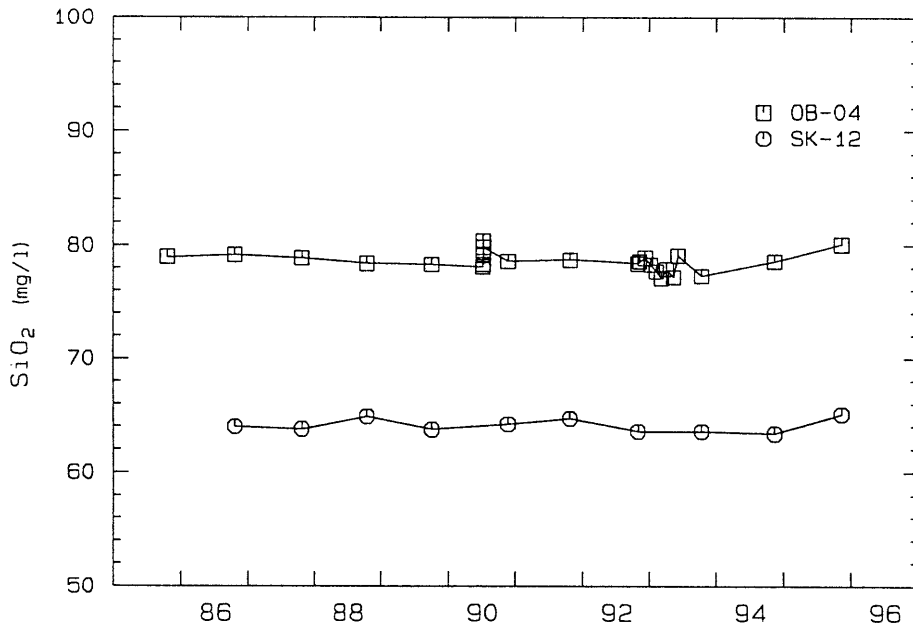
Staður	OB-04	OB-04	OB-04	SK-12	SK-12	SK-12
Dags.	93.10.13	94.11.15	95.11.14	93.10.13	94.11.15	95.11.14
Númer	93-0192	94-0346	95-0316	93-0191	94-0347	95-0317
Hiti (°C)	66,9	66,7	66,6	55,5	55,0	54,7
Sýrustig (pH/°C)	10,3/19	10,3/18	10,3/16	10,3/19	10,3/17	10,3/17
Kísill (SiO ₂)	77,3	78,6	80,1	63,6	63,4	65,1
Natríum (Na)	39,2	38,7	38,8	35,2	34,8	34,7
Kalíum (K)	0,5	0,45	0,47	0,4	0,37	0,35
Kalsíum (Ca)	2,5	2,67	2,6	1,9	2,0	1,95
Magnesíum (Mg)	0,002	0,001	0,003	0,001	0,003	0,002
Karbónat (CO ₂ (t))	14,1	13,9	16,6	16,1	14,4	14,7
Súlfat (SO ₄)	5,7	6,0	5,9	4,4	4,5	4,6
Brennist.vetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klóríð (Cl)	8,3	8,1	8,2	7,3	7,1	7,2
Flúoríð (F)	0,15	0,16	0,15	0,10	0,10	0,12
Járn (Fe)	0,0017	-	-	0,0015	-	-
Bór (B)	0,05	0,04	-	0,04	-	0,02
Uppleyst efni	128	187	165	108	140	145
Súrefni (O ₂)	0,02	0,025	0,01	0,25	0,3	0,3
$\delta^{18}\text{O}$ (o/ooSMOW)	-	-11,91	-11,91	-	-11,54	-11,47

Í töflu 2 kemur fram að efnasamsetning vatns úr holum 4 og I hefur ekki breyst á marktækan hátt milli árana 1992 og 1994. Þetta á reyndar við allan tímann frá því eftirlit með efnasamsetningu vatnsins hófst. Myndir 5 til 10 sýna hita vatns við holutopp og styrk allra aðalefna í vatni úr holunum.

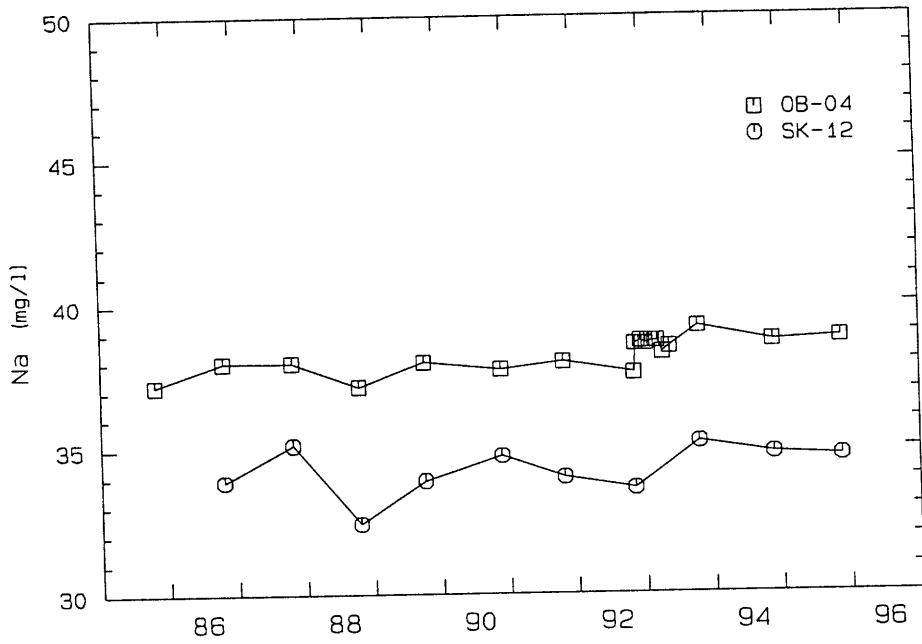
Að venju var uppleyst súrefni mælt við sýnatöku. Við holutopp á holu 4 mældist styrkur þess 0,01 mg/l og 0,3 mg/l í skúrnum við Garðsá og er það svipaður styrkur og undanfarin ár. Auk þessa voru hiti og súrefni mæld í tengiskúr við brúna á ósnum úr Ólafsfjarðarvatni. Hiti mældist 60,8°C og uppleyst súrefni 0,15 mg/l. Þetta eru einnig svipaðar niðurstöður og mælst hafa síðastliðin haust. Í fyrri vinnslueftirlitsskýrslum hefur verið bent á þennan háa súrefnisstyrk í vatninu, sem veldur því að vatnið er tærandi fyrir ofna og stállagnir. Nánast allt súrefnið kemur með vatni úr holu I og því er mikilvægt að hlutur vatns úr henni sé sem minnstur miðað við hlut vatns úr holu 4.



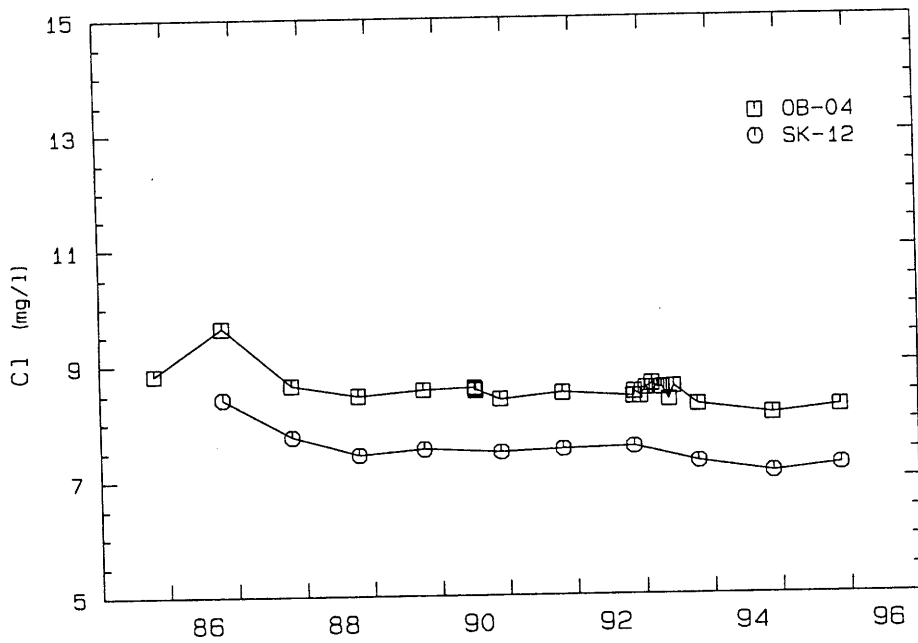
Mynd 5: Hiti vatns úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) skv. mælingum Orkustofnunar.



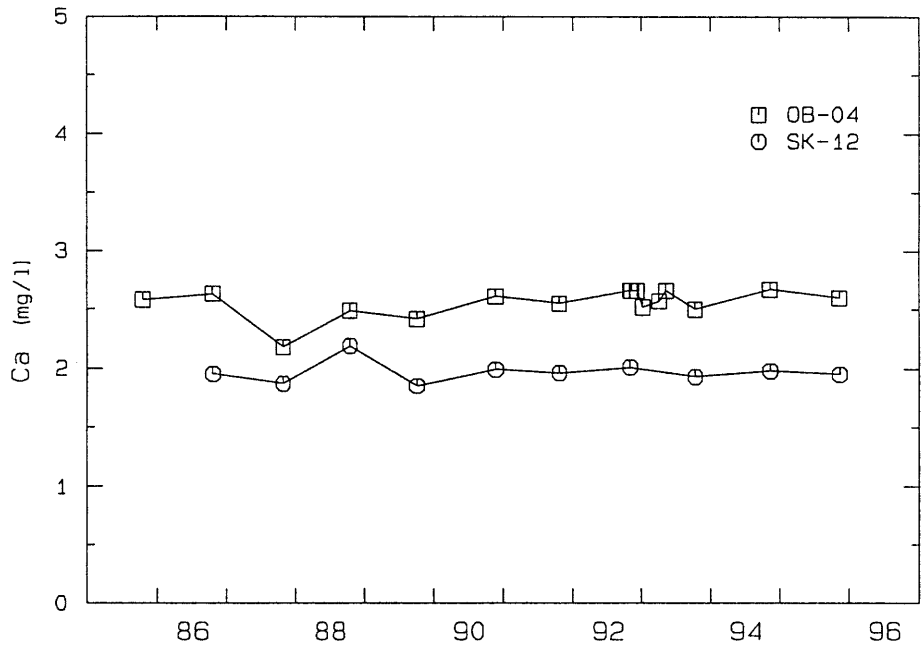
Mynd 6: Styrkur kísils í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.



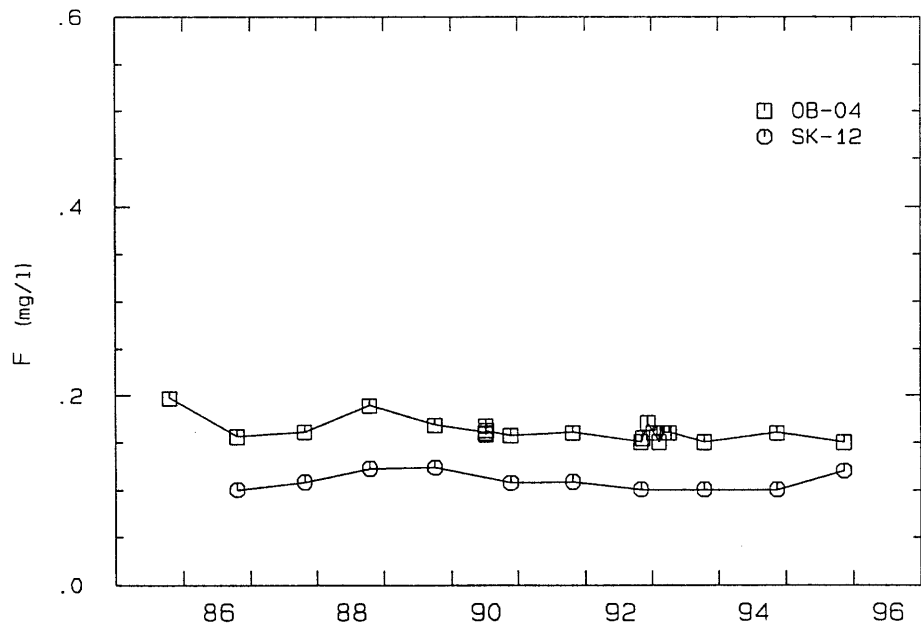
Mynd 7: Styrkur natríums í vatni úr holum 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.



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



Mynd 9: Styrkur kalsíums í vatni úr holu 4 (OB04) og holu I (SK-12) frá 1985.



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

5. LOKAORÐ

1. Ársmeðalvinnsla Hitaveitu Ólafsfjarðar á Laugarengi árið 1995 var 21,7 l/s, sem er svipuð vinnsla og árin 1993 og 1994. Nokkuð dró úr vinnslu á Laugarengi á árunum 1990-1993 vegna bættrar orkunýtingar. Sjálfrennsli úr holu I á Skeggjabrekkudal er talið vera um 24 l/s og svarar heildarorkuvinnsla árið 1995 til um 50 GWh, þar af voru 46 GWh nýttar af hitaveitunni.
2. Þó að nú þegar hafi orðið um 13 % samdráttur á orkunotkun hjá Hitaveitu Ólafsfjarðar frá árinu 1990, vegna bættrar nýtingar, má enn bæta orkunýtingu á Ólafsfirði verulega með breyttu sölukerfi. Eins og áður hefur verið bent á þá mun samdráttur í vinnslu á Laugarengi draga úr niðurdrætti þar og teifa fyrir hugsanlegri kólnun jarðhitakerfisins, auk þess sem nýta mætti samdrátt í vatnsnotkun til þess að minnka hlut vatns úr holu I í vinnslunni.
3. Á árinu 1995 fór vatnsborð í holu 4 á Laugarengi dýpst í um 49 m. Hefur vatnsborð þar ekki mælst svo lágt síðan á árunum 1990 og 1991. Hæst fór vatnsborð í um 4 m dýpi. Eftir að hafa farið hækkandi frá 1990 til 1993/1994 hafa ekki greinst langtímabreytingar í vatnsborði á Laugarengi undanfarin ár.
4. Í lok árs 1995 mældust óvenju miklar vatnsborðssveiflur í holu 4 á Laugarengi. Helst er talið að þær tengist óvenju miklum sveiflum í vinnslu, sem tengdust veðurfarssveiflum. Ekki er þó hægt að skera úr um það nema með endurskoðun líkanreikninga frá 1991 (Guðni Axelsson, 1991). Þar er um lítið verk að ræða, sem einnig myndi nýtast til þess að reikna nýjar vatnsborðsspár fyrir Laugarengi.
5. Hvorki hafa orðið marktækar breytingar á efnainnihaldi vatnsins úr Laugarengi né af Skeggjabrekkudal síðan 1985 er árlegt eftirlit með efnastyrk vatnsins hófst.
6. Töluvert uppleyst súrefni er í vatninu úr holu I á Skeggjabrekkudal. Full ástæða er til þess að gerð verði úttekt á því svæði, en það hefur ekkert verið rannsakað í 30 ár. Stefna ætti að því að bora þar nýja vinnsluholu, sem fengi heitara og súrefnissnautt vatn, á meira dýpi en hola I.

6. 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, 1995: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1994*. Orkustofnun, OS-95021/JHD-14 B, 11 s. Unnin fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar.
- Guðni Axelsson, og Magnús Ólafsson, 1994: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1993*. Orkustofnun, OS-94019/JHD-09 B, 12 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.