

SÝNIEINTAK
má ekki fjarlægja



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

HITAVEITA ÓLAFSFJARÐAR

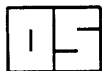
Eftirlit með jarðhitavinnslu
árið 1996

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar

1997

OS-97050



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 621

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

HITAVEITA ÓLAFSFJARÐAR

Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1996

Unnið fyrir Hitaveitu Ólafsfjarðar

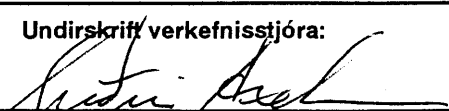
OS-97050

Október 1997

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

Skýrsla nr.: OS-97050	Dags.: Október 1997	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: HITAVEITA ÓLAFSFJARÐAR Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1996	Upplag: 20	
	Fjöldi síðna: 11	
Höfundar: Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson	Verkefnisstjóri: Guðni Axelsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Árlegt vinnslueftirlit	Verknúmer: 610 621	
Unnið fyrir: Hitaveitu Ólafsfjarðar		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Skýrslan fjallar um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Ólafsfjarðar á jarðhitasvæðunum á Laugarengi og Skeggjabrekkudal árið 1996 og fram á mitt ár 1997. Hitaveitan safnar gögnum um vatns-töku, vatnsborð og hitastig vatnsins á Laugarengi en ekki er fylgst reglulega með holunni á Skeggjabrekkudal. Orkustofnun annast töku sýna til efnagreininga, tekur saman gögn um vinnslu og metur ástand jarðhitakerfanna. Ársmeðalvinnsla Hitaveitu Ólafsfjarðar á Laugarengi árið 1996 var 19,4 l/s, sem er meira en 10 % minni vinnsla en árið áður. Vinnsla hefur farið minnkandi frá 1990 vegna bættrar orkunýtingar. Sjálfrennsli frá Skeggjabrekkudal er talið 24 l/s og svarar heildarorkuvinnsla árið 1996 til um 47 GWh. Vatnsborð var hærra á Laugarengi í byrjun september en í áratug. Engar marktækar breytingar hafa orðið á efnainnihaldi vatnsins frá því árlegt eftirlit hófst.		
Lykilorð: Lághitasvæði, vinnsla, eftirlit, vatnsborð, hiti, efnastykur	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Þfirtarið af:	

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. VINNSLA OG VATNSBORÐ Á LAUGARENGI	3
3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	6
4. LOKAORÐ	10
5. HEIMILDIR	11

TÖFLUSKRÁ

1. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugarengi frá upphafi vinnslu	4
2. Efnasamsetning vatns úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12)	6

MYNDASKRÁ

1. Vatnsborð holu 4 og vikuleg meðalvinnsla á Laugarengi, sept. 1989 - júlí 1997	5
2. Vatnsborð holu 4 og vikuleg meðalvinnsla á Laugarengi, sept. 1994 - júlí 1997	5
3. Hiti vatns úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) skv. mælingum Orkustofnunar	7
4. Styrkur kísils í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985	8
5. Styrkur natríums í vatni úr holum 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985	8
6. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985	9
7. Styrkur kalsíums í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985	9
8. Styrkur flúoríðs í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985	10

1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Ólafsfjarðar á jarðhitasvæðunum á Laugarengi og Skeggjabrekkudal árið 1996, og fram á mitt ár 1997. Slík skýrsla hefur verið unnin árlega frá árinu 1991, samkvæmt samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar um vinnslueftirlit (sjá heimildalistann í lok skýrslunnar), auk þess sem árlega hafa verið tekin vatnssýni til efnagreininga úr báðum vinnsluholunum, allt frá árinu 1985, en það er nú hluti af eftirlitinu. Þó útlit sé fyrir að þessi tvö jarðhitasvæði fullnægi þörf Ólafsfjarðar fyrir heitt vatn næstu árin, má með nákvæmu vinnslueftirliti sjá minnkandi afköst, og aðrar óæskilegar breytingar, fyrir í tíma. Afköst minnka aðallega vegna lækkandi vatnsborðs og/eða kólnunar.

Hitaveita Ólafsfjarðar nýtir holu I (Norðurlandsholu/SK-12) á Skeggjabrekkudal, sem var boruð árið 1962, og holu 4 á Laugarengi, 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 holunni 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, sem fjallað var sérstaklega um í síðustu vinnslueftirlitsskýrslu (Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1996). Helst var talið að þær hafi tengst óvenju miklum sveiflum í vinnslu vegna mikilla veðurfarssveiflna. Í síðustu vinnslueftirlitsskýrslu er bent á það að full ástæða sé til þess að gera úttekt á jarðhitasvæðinu á Skeggjabrekkudal, sem ekki hefur verið rannsakað í 30 ár, og að stefna ætti að því að bora þar nýja vinnsluholu, sem fengi heitara og súrefnissnautt vatn á meira dýpi en hola I.

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 júlí 1997. Seinni myndin sýnir vinnslu og vatnsborð síðustu þrjú 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 á Laugarengi árið 1996 og það sem af er árinu 1997, ef undan eru skildar einhverjar vikur nú í sumar (1997) er hola 3 var notuð.

Í töflu 1 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr jarðhitakerfinu frá upphafi. Fyrir árin 1975 - 1989 er um ónákvæmar áætlanir að ræða, eins og áður hefur komið fram, en tölur fyrir árin 1990 - 1996 eru nákvæmari. Árið 1996 var ársmeðalvinnslan á Laugarengi aðeins 19,4 l/s, sem er meira en 10% minni vinnsla en árin 1994 - 1996. Reyndar hefur vinnslan farið minnkandi undanfarin ár, eftir að hafa náð hámarki árið 1990. Minnkunin stafar fyrst og fremst af bættri orkunýtingu, auk hagstæðs veðurfars árið 1996. Á árinu 1996 mældist mesta vikumeðalvinnslan, 29,8 l/s, þriðju viku nóvember, en fyrri hluta 1997 mældist hún mest 28,8 l/s fyrstu viku mars. Minnst mældist vikumeðalvinnslan 7,7 l/s aðra vikuna í ágúst 1996.

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

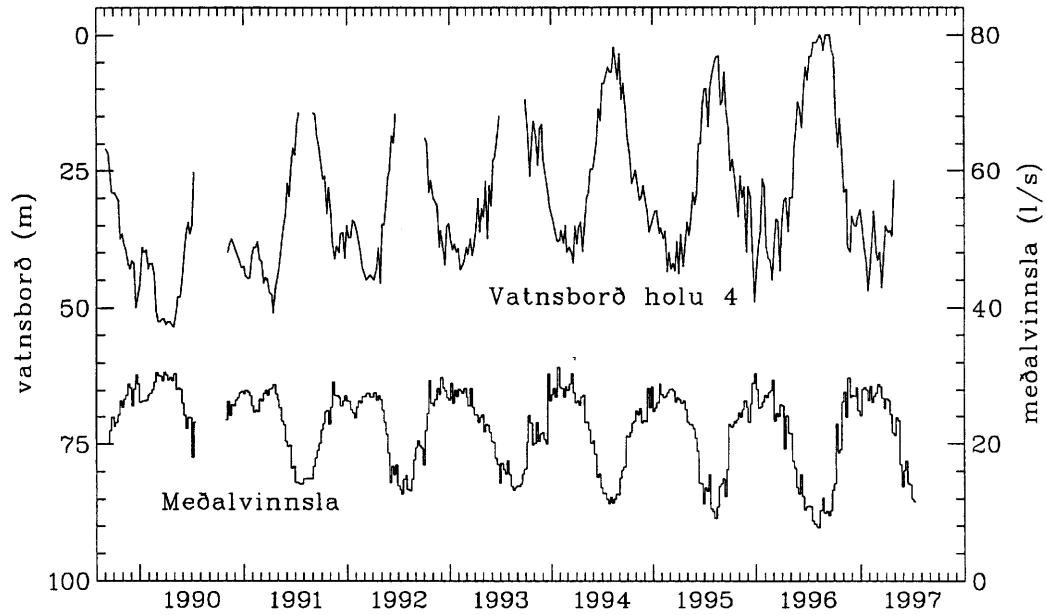
Ár	Meðalvinnsla (l/s)	Athugasemdir
1975 frá júlí	13,5	hola 3, áætlað
1976	13,5	hola 3, - " -
1977	15,5	hola 3, - " -
1978	17,5	hola 3, - " -
1979-80	19,5	hola 3, - " -
1981-82	22,0	hola 3, - " -
1983-86	24,0	hola 4, - " -
1987	24,2	hola 4, - " -
1988	24,4	hola 4, - " -
1989	24,7	hola 4, áætlað/mælt
1990	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
1996	19,4	hola 4, mælt

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 43 l/s að jafnaði árið 1995 og þar af nýtti hitaveitan 38 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 47 GWh heildarorkuvinnslu, þar af eru 42 GWh nýttar af hitaveitunni.

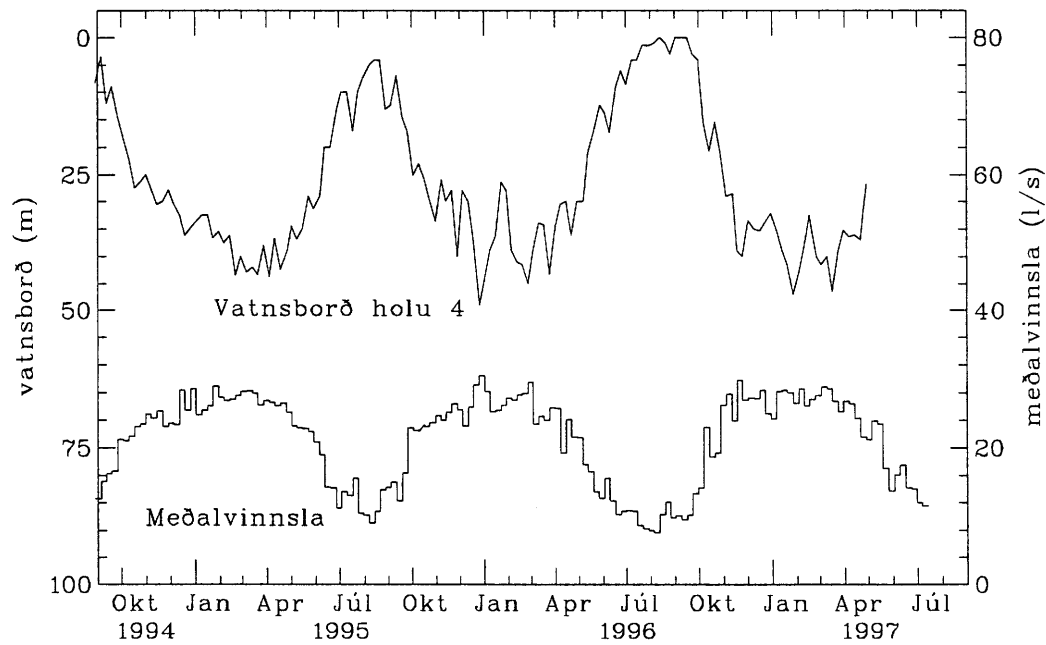
Á síðasta ári svaraði orkuvinnslan hjá Hitaveitu Ólafsfjarðar til um 35 MWh/íbúa. Hjá mörgum öðrum hitaveitum er orkuvinnslan aðeins um 15 - 25 MWh/íbúa. Þó töluvert hafi dregið úr orkunotkun á Ólafsfirði á síðustu árum, vegna bættrar orkunýtingar, má væntanlega draga enn verulega úr notkuninni með sölukerfisbreytingu, úr hemlasölukerfi í mælakerfi, eins og áður hefur verið bent á.

Vatnsborð í holu 4 fór lægst í um 45 m um mánaðarmótin febrúar/mars 1996 og aftur í um 47 m í lok janúar 1997. Hæst fór það hins fyrri hluta september 1996, en þá rann upp úr holunni. Svo hátt hefur vatnsborð á Laugarengi ekki farið í meira en áratug, og er ástæðan minni vinnsla árið 1996. Mynd 1 sýnir hvernig vatnsborð á Laugarengi hefur farið hækkandi undanfarin ár vegna minnkandi vinnslu. Þó fór vatnsborð af og til nokkuð langt niður veturna 1996 og 1997, eða niður á 45 - 50 m dýpi. Í því sambandi ber að hafa í huga að þetta eru augnabliksmælingar, teknar þegar veður var kalt og vinnsla tímabundið mikil. Auk þess sveiflast niðurdráttur í holu 4 meira en niðurdráttur í jarðhitakerfinu utan holunnar. Er það vegna iðustreymisþrýstifalls í og næst holunni, sem er mjög háð dælingunni.

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 - júlí 1997.



Mynd 2. Vatnsborð holu 4 og vikuleg meðalvinnsla á Laugarengi, sept. 1994 - júlí 1997.

3. 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 efnaeftirlitið verið fólgið í því að starfsmenn Orkustofnunar hafa tekið heilsýni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) einu sinni á ári og mælt hita og uppleyst súrefni í tengiskúr við brú.

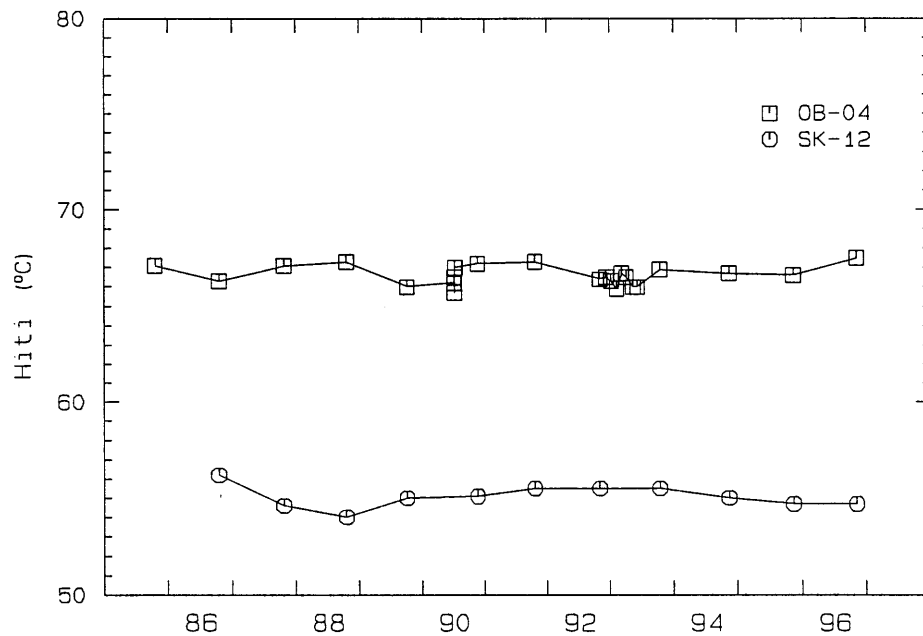
Sýni til efnagreininga hjá Hitaveitu Ólafsfjarðar voru tekin þann 6. nóvember 1996. Sýni úr holu 4 var tekið við holutopp líkt og undanfarin ár, og sýni úr holu I var tekið í skúr við Garðsá. Að auki voru hiti og súrefni mæld í tengiskúr austan við brúna á ósnum úr Ólafsfjarðarvatni. Að venju voru hiti, uppleyst súrefni og brennisteinsvetni mæld á staðnum. Sýrustig og karbónat voru síðan mæld næsta dag. Önnur efni voru mæld á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar í vetur sem leið, 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, 1994 og 1995.

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

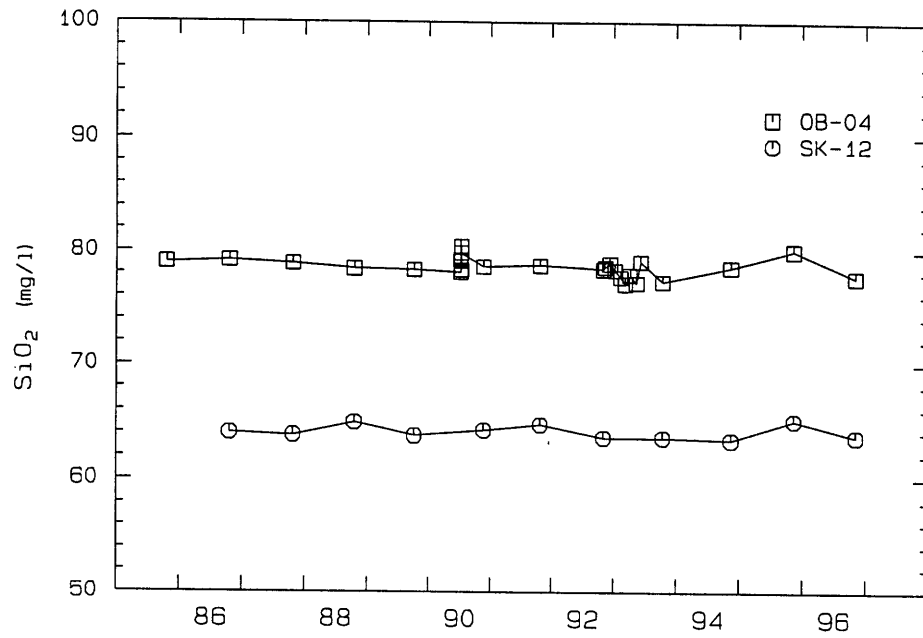
Staður	OB-04	OB-04	OB-04	OB-04	SK-12	SK-12	SK-12	SK-12
Dags.	93.10.13	94.11.15	95.11.14	96.11.06	93.10.13	94.11.15	95.11.14	96.11.06
Númer	93-0192	94-0346	95-0316	96-0348	93-0191	94-0347	95-0317	96-0349
Hiti (°C)	66,9	66,7	66,6	67,5	55,5	55,0	54,7	54,7
Sýrustig (pH/°C)	10,3/19	10,3/18	10,3/16	10,4/16	10,3/19	10,3/17	10,3/17	10,4/16
Kísill (SiO ₂)	77,3	78,6	80,1	77,7	63,6	63,4	65,1	63,7
Natríum (Na)	39,2	38,7	38,8	38,5	35,2	34,8	34,7	34,5
Kalíum (K)	0,5	0,45	0,47	0,47	0,4	0,37	0,35	0,37
Kalsíum (Ca)	2,5	2,67	2,6	2,61	1,9	2,0	1,95	1,98
Magnesíum (Mg)	0,002	0,001	0,003	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002
Karbónat (CO ₂ (t))	14,1	13,9	16,6	12,0	16,1	14,4	14,7	13,5
Súlfat (SO ₄)	5,7	6,0	5,9	5,86	4,4	4,5	4,6	4,35
Brennist. vetni (H ₂ S)	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03	0,03
Klóríð (Cl)	8,3	8,1	8,2	8,25	7,3	7,1	7,2	7,25
Flúoríð (F)	0,15	0,16	0,15	0,15	0,10	0,10	0,12	0,09
Járn (Fe)	0,0017	-	-	0,0037	0,0015	-	-	0,0028
Mangan (Mn)	-	-	-	0,0014	-	-	-	0,0011
Bór (B)	0,05	0,04	-	0,03	0,04	-	0,02	0,02
Ál (Al)	-	-	-	0,099	-	-	-	0,112
Uppleyst efni	128	187	165	187	108	140	145	167
Súrefni (O ₂)	0,02	0,025	0,01	0,015	0,25	0,3	0,3	0,35
$\delta^{18}\text{O}$ (‰o SMOW)	-	-11,91	-11,91	-11,94	-	-11,54	-11,47	-11,59

Í töflu 2 kemur fram að efnasamsetning vatns úr holu 4 og I hefur ekki breyst á marktækan hátt á tímabilinu frá 1993 til 1996. Þetta á reyndar við allan tímann frá því reglubundið eftirlit með efnasamsetningu vatnsins hófst. Myndir 3 til 8 sýna hita vatns við holutopp og styrk allra aðalefna í vatni úr holunum.

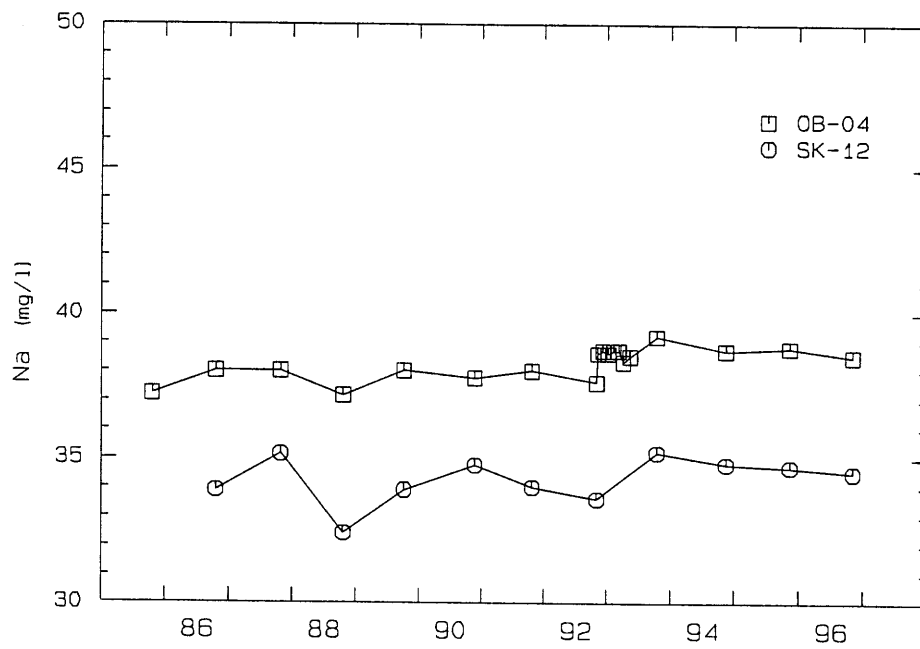
Að venju var uppleyst súrefni mælt við sýnatöku. Við holutopp á holu 4 mældist styrkur þess 0,015 mg/l og 0,35 mg/l í skúrnum við Garðsá og er það svipaður styrkur og undanfarin ár. Auk þessa voru hiti og súrefni mæld í tengiskúr við brúna á ósnum úr Ólafsfjarðarvatni. Hiti vatnsins mældist 60,4°C og uppleyst súrefni 0,1 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.



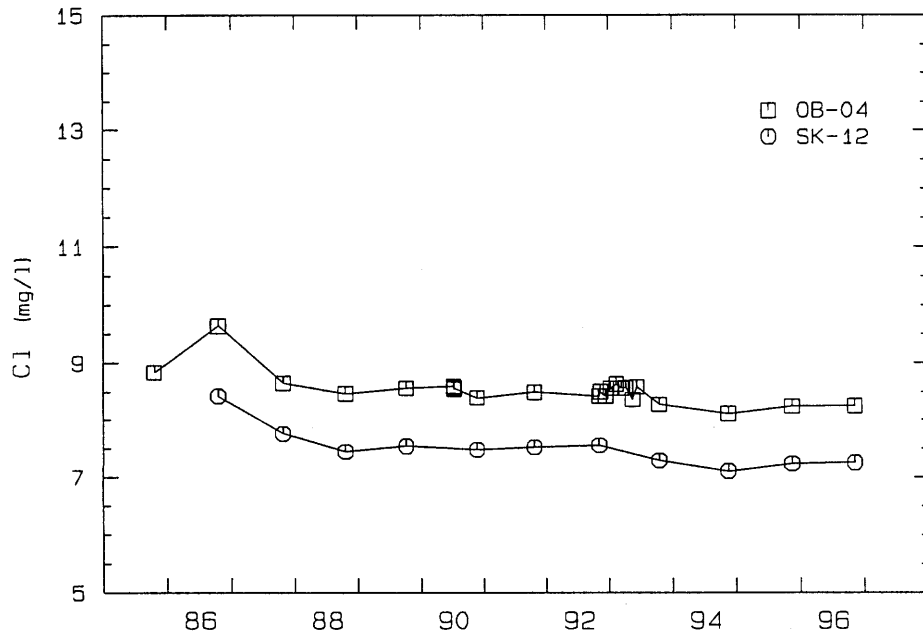
Mynd 3: Hiti vatns úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) skv. mælingum Orkustofnunar.



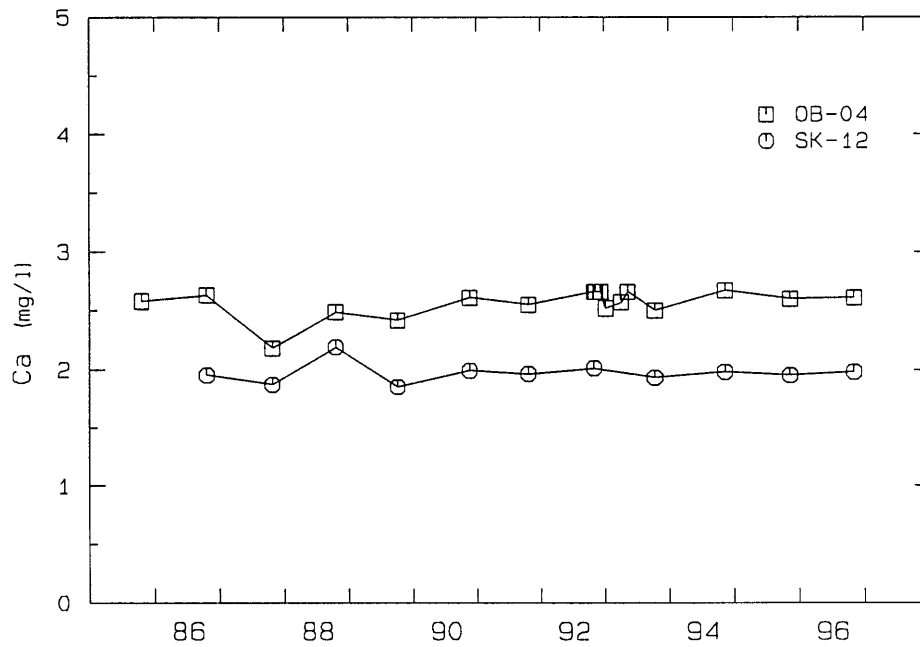
Mynd 4: Styrkur kísils í vatni úr holu 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.



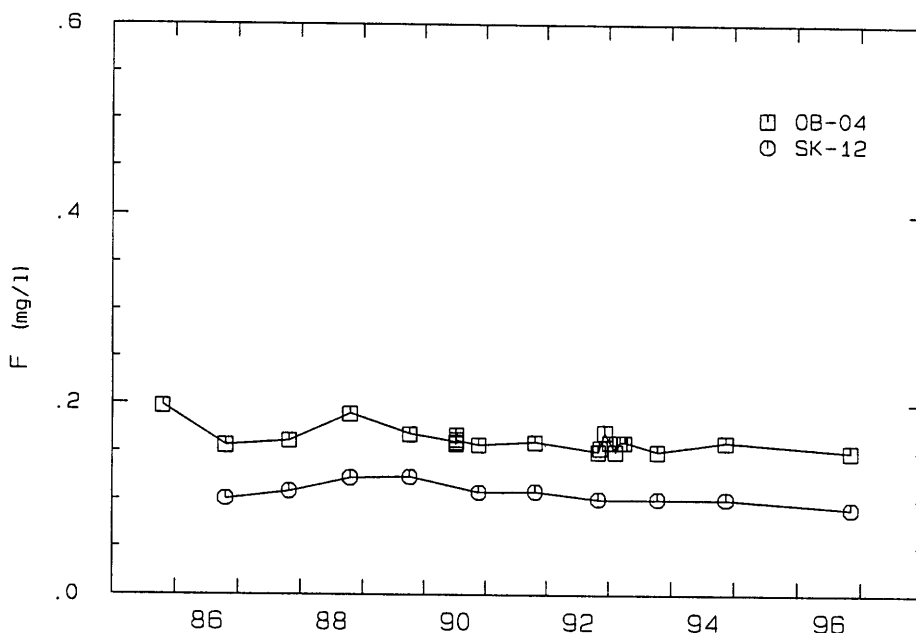
Mynd 5: Styrkur natríums í vatni úr holum 4 (OB-04) og holu I (SK-12) frá 1985.



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



Mynd 7: Styrkur kalsíums 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.

4. LOKAORÐ

1. Ársmeðalvinnsla Hitaveitu Ólafsfjarðar á Laugarengi árið 1996 var 19,4 l/s, sem er meira en 10% minni vinnsla en árið áður. Vinnslan hefur farið hægt minnkandi frá árinu 1990 vegna bættrar orkunýtingar. Einnig var veður hagstætt árið 1996. Sjálfrennsli úr holu I á Skeggjabrekkudal er talið vera um 24 l/s og svarar heildarorkuvinnsla árið 1996 til um 47 GWh, þar af voru 42 GWh nýttar af hitaveitunni.
2. Þó töluvert hafi dregið úr orkunotkun á Ólafsfirði á síðustu árum, vegna bættrar orkunýtingar, má væntanlega draga enn verulega úr notkuninni með sölukerfisbreytingu, úr hemlasölukerfi í mælakerfi.
3. Vatnsborð í holu 4 fór hærra en það hefur gert í meira en áratug í byrjun september 1996, en þá rann upp úr holunni. Vatnsborð á Laugarengi hefur farið hækkandi undanfarin ár vegna minnkandi vinnslu. Þó fór vatnsborð af og til nokkuð langt niður veturna 1996 og 1997, eða niður á 45 - 50 m dýpi, er kalt var í veðri og vinnsla tímabundið mikil.
4. Hvorki hafa orðið marktækar breytingar á efnainnihaldi vatnsins úr Laugarengi né af Skeggjabrekkudal síðan 1985 er árlegt eftirlit með efnastyrk vatnsins hófst.

5. HEIMILDIR

- Guðni Axelsson, 1991: *Jarðhitasvæðið á Laugarengi í Ólafsfirði. Prófun og vatnsborðs-spár*. 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, 1996: *Hitaveita Ólafsfjarðar. Eftirlit með jarðhitavinnslu árið 1995*. Orkustofnun, OS-96033/JHD-19 B, 13 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.