



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

ÚTLÁN
Bókasafn Orkustofnunar

ÚTLÁN
Bókasafn Orkustofnunar

HITAVEITA DALVÍKUR

**Eftirlit með jarðhitavinnslu
við Hamar árið 1993**

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur

OS-94024/JHD-12 B

Júní 1994

útlán



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

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

HITAVEITA DALVÍKUR

**Eftirlit með jarðhitavinnslu
við Hamar árið 1993**

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur

OS-94024/JHD-12 B

Júní 1994

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. VINNSLA OG VATNSBORÐ	3
3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	6
4. LOKAORÐ	15
5. HEIMILDIR	16

TÖFLUSKRÁ

1. Ársmeðalvinnsla við Hamar 1970-1993	4
2. Efnasamsetning vatns úr holu 11 við Hamar	7
3. Efnasamsetning hlutsýna úr holu 11	8

MYNDASKRÁ

1. Vatnsborð og vinnsla árin 1992 og 1993	5
2. Vatnsborð og vinnsla árin 1977-1993	5
3. Vatnshiti holu 11 árin 1988-1993 skv. mælingum hitaveitunnar	6
4. Hiti vatns úr holum 10 og 11, mældur við sýnatöku árin 1977 til 1993	9
5. Kísilstyrkur í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1993	9
6. Styrkur natríums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1993	10
7. Styrkur klóríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1993	10
8. Styrkur súlfats í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1993	11
9. Styrkur flúoríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1993	11
10. Hiti vatns úr holu 11, mældur við sýnatöku árin 1992 og 1993	12
11. Kísilstyrkur í vatni úr holu 11 árin 1992 og 1993	12
12. Styrkur natríums í vatni úr holu 11 árin 1992 og 1993	13
13. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 11 árin 1992 og 1993	13
14. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 11 árin 1992 og 1993	14
15. Styrkur súlfats í vatni úr holu 11 árin 1992 og 1993	14
16. Vatnsborð og styrkur kísils í holu 11 1992 og 1993	15

1. INNGANGUR

Hitaveita Dalvíkur nýtir holur 10 og 11 á jarðhitasvæðinu við Hamar í Svarfaðardal og er í þessari skýrslu fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu á svæðinu árið 1993. Hún er sjötta árlega skýrslan unnin samkvæmt samningi hitaveitunnar og Orkustofnunar um slíkt eftirlit (Guðrún Sverrisdóttir og Guðni Axelsson, 1989; Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1990, 1991 og 1993; Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1992). Nákvæmt eftirlit hefur verið haft með jarðhitakerfinu við Hamar undanfarinn áratug, sem hefur skilað sér í ítarlegri þekkingu á kerfinu og viðbrögðum þess við vinnslu. Hitaveita Dalvíkur safnar gögnum um vatnstöku, vatnsborð og vatnshita en Orkustofnun sér um töku vatnssýna, efnagreiningu þeirra og úrvinnslu gagnanna. Í lok síðasta sumars var ný aðveituæð milli Hamars og Dalvíkur tekin í notkun.

Auk venjulegs eftirlits var á árinu 1992 ákveðið að taka um eins árs skeið mánaðarlega vatnssýni úr holu 11 til greininga á kísli, klóríði og magnesíum (Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1992). Tilgangurinn var að kanna hugsanlegar breytingar í styrk þessara efna vegna árssveiflu í vinnslu, en hingað til hafa sýni aðeins verið tekin einu sinni á ári. Hitaveitan tók þessi sýni og verður hér á eftir fjallað um niðurstöður sýnatökunnar.

Árið 1988 voru reiknaðar vatnsborðsspár fyrir jarðhitakerfið við Hamar til ársins 2010 (Guðni Axelsson, 1988). Við reikningana var notað þjappað líkan af jarðhitakerfinu. Vatnsborð hafði þá farið hækkandi frá því skipt var um sölufyrirkomulag árið 1986 og var því spáð að vatnsborð myndi taka að lækka strax á árinu 1989. Þessi spá hefur reynst nokkuð svartsýn, en á þeim tíma gáfu tiltæk gögn ekki ástæðu til meiri bjartsýni. Vatnsborðsspárnar voru því endurskoðaðar og niðurstöðurnar birtar í vinnslueftirlitsskýrslu síðasta árs (Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993). Endurskoðað líkanið var notað til þess að reikna vatnsborðsspár til næstu 45 ára. Niðurstöðurnar sýna að við núverandi vinnslu mun vatnsborð væntanlega lækka mjög hægt næstu áratuginu og í lok spátímans verður það ekki enn farið að nálgast lægsta vatnsborð árið 1986. Niðurstöðurnar sýna jafnframt að ef reiknað er með 1 % árlegri aukningu í vinnslu þá má reikna með að vatnsborð verði komið í sama dýpi og fyrir sölukerfisbreytingu árið 2017.

2. VINNSLA OG VATNSBORÐ

Hola 11 hefur verið aðalvinnsluhola Hitaveitu Dalvíkur síðan í lok júlí 1988. Hola 10 er varahola veitunnar og var hún nýtt í rúmlega hálfan mánuð á síðasta ári. Lesið er af rennismæli á aðalæðinni frá Hamri á tveggja daga fresti að jafnaði og var nýr rennismælir tekinn í notkun í byrjun september 1993. Jafnframt hefur vatnsborð verið mælt á hálfsmánaðar fresti í holum 7 og 9, sem hafa verið eftirlitsholur síðan steipt var í holu 2 í október 1990. Þess má geta að holur 7 og 9 virðast sýna örlítið hærra vatnsborð en áætla má að hola 2 hefði sýnt, sennilega munar þar u.þ.b. 1,5 m. Mælirör til vatnsborðsmælinga í holum 10 og 11 eru biluð og þyrfti að lagfæra þau við fyrsta tækifæri.

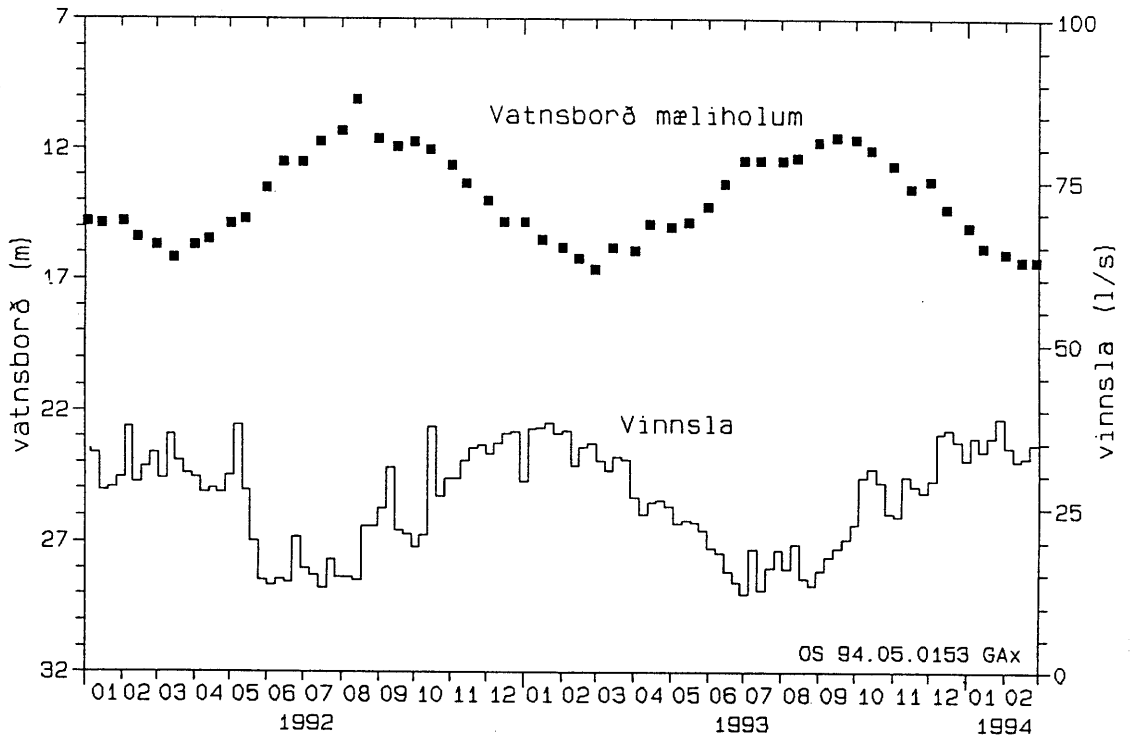
Á mynd 1 er sýnd vikuleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Hamar ásamt vatnsborðsbreytingum í eftirlitsholunum síðustu tvö árin. Vinnsla og vatnsborð frá því í september 1977, er hola 10 tók við sem vinnsluhola veitunnar, eru sýnd til samanburðar á mynd 2. Auk þess eru í töflu 1 birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr svæðinu frá því nýting þess

hófst. Tölur fyrir árin 1970 til og með 1981 eru byggðar á vatnssölu hitaveitunnar þessi ár og mánaðarmeðalvinnsla árána 1978 til 1981 á mynd 2 var áætluð útfrá veðurfari og áætlaðri heildarvinnslu hvers árs. Frá og með árinu 1982 hefur vinnslan verið mæld.

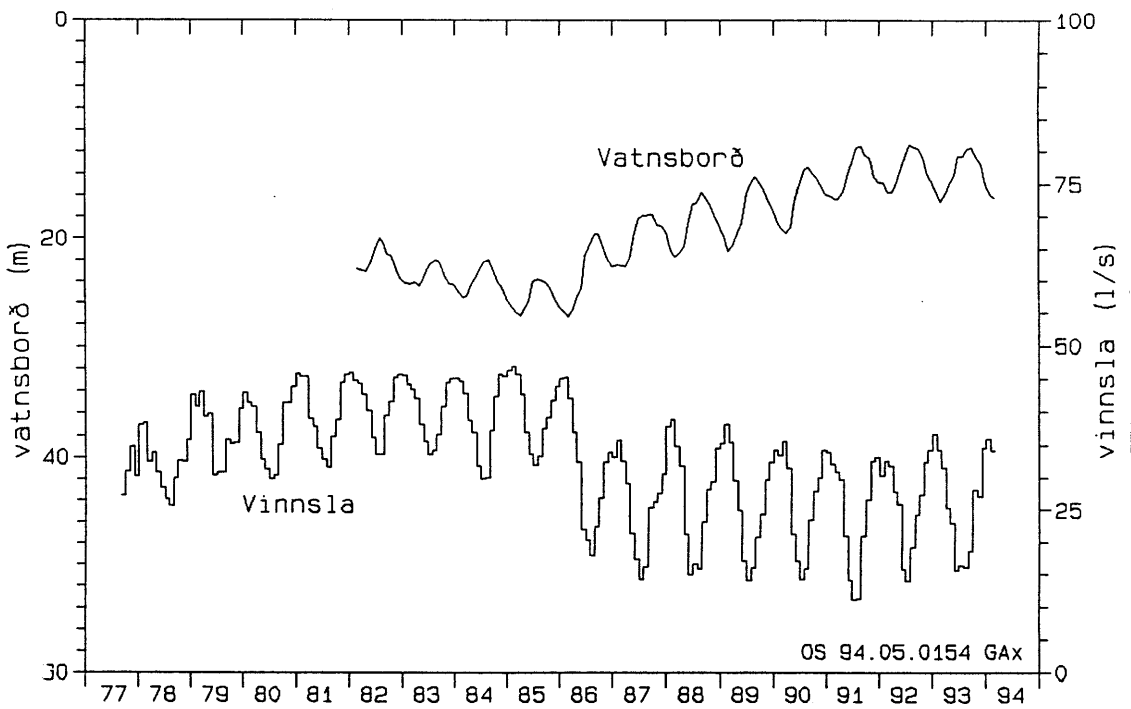
Tafla 1. Ársmeðalvinnsla við Hamar 1970-1993.

Ár	Meðalvinnsla (l/s)	Athugasemdir
1970-73	22,5	hola 2, áætlað
1974	23,5	hola 2, áætlað
1975	29,1	holur 2 og 9, áætlað
1976	29,9	hola 9, áætlað
1977	30,6	holur 9 og 10, áætlað
1978	32,3	hola 10, áætlað
1979	37,2	hola 10, áætlað
1980	37,5	hola 10, áætlað
1981	39,9	hola 10, áætlað
1982	42,0	hola 10
1983	41,1	hola 10
1984	40,0	hola 10
1985	40,8	hola 10
1986	32,2	hola 10
1987	26,4	hola 10
1988	27,4	holur 10 og 11
1989	26,4	hola 11
1990	26,8	hola 11
1991	24,8	hola 11
1992	26,3	hola 11
1993	25,6	hola 11 (+ hola 10)

Ársmeðalvinnslan hefur haldist nokkuð stöðug frá því sölukerfi hitaveitunnar var breytt árið 1986, eða um 26 l/s að meðaltali. Hún var minnst árið 1991, en þá var óvenju hagstætt tíðarfar. Á síðasta ári mældist meðalvinnslan 25,6 l/s, sem er rétt undir meðallagi. Það ber þó að hafa í huga að bilun í eldri rennslismælinum sumarið 1993 gæti skekkt þessa tölu lítils háttar (einnig myndir 2 og 3). Eins ber að gæta þess að minni kólnun í nýju aðveituæðinni skilar sér í örlítið minni vinnslu en áður. Sumarið 1993 var eitt kaldasta sumar sem komið hefur Norðanlands um áratuga skeið, en um haustið var veður aftur á móti með hlýjasta móti. Þetta vegur hvort upp á móti öðru þannig að vinnslan verður í meðallagi. Mest mældist vikumeðalvinnslan 38,1 l/s aðra viku ársins en minnst um 12 l/s fjórðu vikuna í júní. Í sambandi við seinni töluna þarf þó að hafa í huga það sem áður sagði um bilun eldri rennslismælisins. Vatnsborð fór lægst í tæplega 17 m í mars en hæst í um 11,5 m í ágúst. Það virðist því hætt að hækka eftir sölukerfisbreytinguna og jafnvel tekið að lækka á ný. Er það í samræmi við vatnsborðsspárnar frá því í fyrra (Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993).

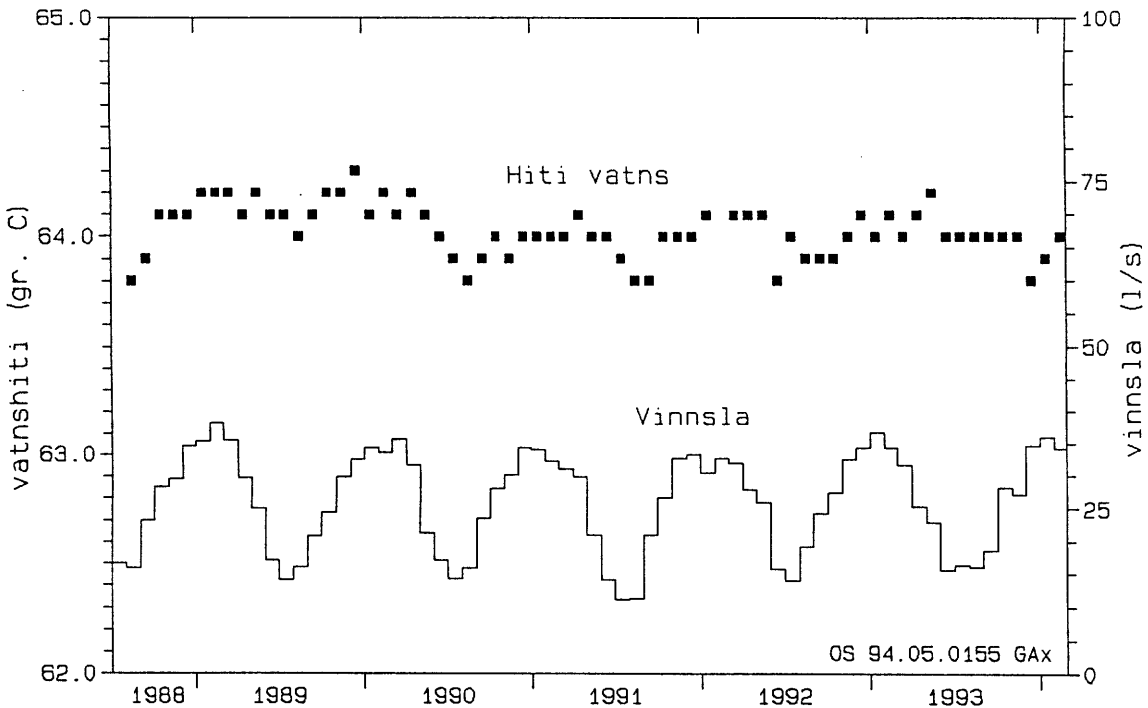


Mynd 1. Vatnsborð og vinnsla árin 1992 og 1993.



Mynd 2. Vatnsborð og vinnsla árin 1977-1993.

Mynd 3 sýnir hita vatns úr holu 11, skv. mælingum hitaveitunnar, eftir að holan tók við sem aðalvinnsluhola. Vatnshitinn virðist ekki hafa breyst marktækt á þessum árum og er hann um 64 °C. Væg árssveifla í hitamælingunum endurspeglar væntanlega örlítið meiri kólnun vatns á leið þess upp holuna á sumrin en á veturna. Miðað við nýtingu niður í 30°C svarar vinnsla ársins 1993 til um 31 GWh orkuvinnslu.



Mynd 3. Vatnshiti holu 11 árin 1988-1993 skv. mælingum hitaveitunnar.

3. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Líkt og á undanförunum árum þá tóku starfsmenn Orkustofnunar sýni af heitu vatni úr vinnsluholu Hitaveitu Dalvíkur síðastliðið haust, en slík sýnataka hefur verið fastur liður í vinnslueftirliti hjá veitunni. Síðastliðin tvö ár hefur efnaeftirlit verið fólgið í því að starfsmenn Orkustofnunar hafa tekið heilsýni úr holu 11 einu sinni á ári og auk þess tóku starfsmenn veitunnar hlutsýni á mánaðarfresti og sendu Orkustofnun til efnagreininga um eins árs skeið, frá september 1992 til októbers 1993. Hugmyndin með þéttari sýnatöku var að kanna hver áhrif mismunandi vinnsla úr holu 11 hefði á efnasamsetningu vatnsins sem upp er dælt.

Starfsmenn Orkustofnunar tóku sýni til efnagreininga hjá hitaveitunni þann 13. október 1993. Sýni úr holu 11 var tekið við holutopp líkt og undanfarin ár. 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 sýndar í töflu 2, ásamt greiningum frá árinu 1992. Í skýrslu um

jarðhitavinnslu fyrir árið 1992 voru birtar niðurstöður allra efnagreininga allt frá árinu 1988, þegar hola 11 tók við sem aðalvinnsluhola hitaveitunnar af holu 10 (Guðni Axelson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993).

Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holu 11 við Hamar (mg/l).

Dags. Númer	92.10.31 92-0267	93.10.13 93-0196
Hiti (°C)	64,0	63,5
Sýrustig (pH/°C)	10,3/19	10,3/19
Kísill (SiO ₂)	89,2	88,9
Natríum (Na)	48,2	49,5
Kalíum (K)	0,6	0,5
Kalsíum (Ca)	2,1	2,1
Magnésíum (Mg)	0,001	0,003
Karbonsat (CO ₂ (t))	15,7	16,3
Súlfat (SO ₄)	13,1	12,8
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	<0,03	0,03
Klóríð (Cl)	9,1	8,9
Flúoríð (F)	0,48	0,46
Járn (Fe)	-	0,003
Bór (B)	-	0,08
Uppleyst efni	211	183
Súrefni (O ₂)	0	0

Í töflu 2 kemur fram að efnasamsetning vatns úr holu 11 hefur ekki breyst á marktækan hátt milli árana 1992 og 1993. Þetta á reyndar við allan tímenn frá því vinnsla hófst úr holunni á árinu 1988. Myndir 4 til 9 sýna hita og styrk allra aðalefna í vatni úr holum 10 og 11. Fyrsta sýni úr holu 10 var tekið árið 1977, en fyrsta sýni úr holu 11 haustið 1988. Mynd 5 sýnir að styrkur kísils lækkaði jafnt og þétt í vatni úr holu 10 allt til ársins 1986, þegar söluakerfi hitaveitunnar var breytt úr hemlakerfi í mælakerfi. Í fyrri skýrslum um vinnslueftirlit hefur verið á þetta bent og lækkunin rakin til mikillar vinnslu úr jarðhitakerfinu. Þegar vinnsla hófst úr holu 11 kom í ljós að efnasamsetning vatns úr henni var nánast alveg eins og vatns úr holu 10, eins og vel kemur fram á myndum 5 til 9.

Að framan var þess getið að um eins árs skeið, frá september 1992 til október 1993, tóku starfsmenn hitaveitunnar sýni af vatni úr holu 11 á mánaðar fresti. Í sýnum þessum voru greind kísill, klóríð og magnésíum, auk þess sem stundum voru önnur efni greind. Niðurstöður efnagreininga þessara hlutsýna eru sýndar 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 um rúmlega eins eins árs skeið og eru því tók á því að þessu sinni að kanna hvort breytileg dæling úr holu 11 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

Tafla 3. Efnasamsetning hlutsýna úr holu 11 (mg/l).

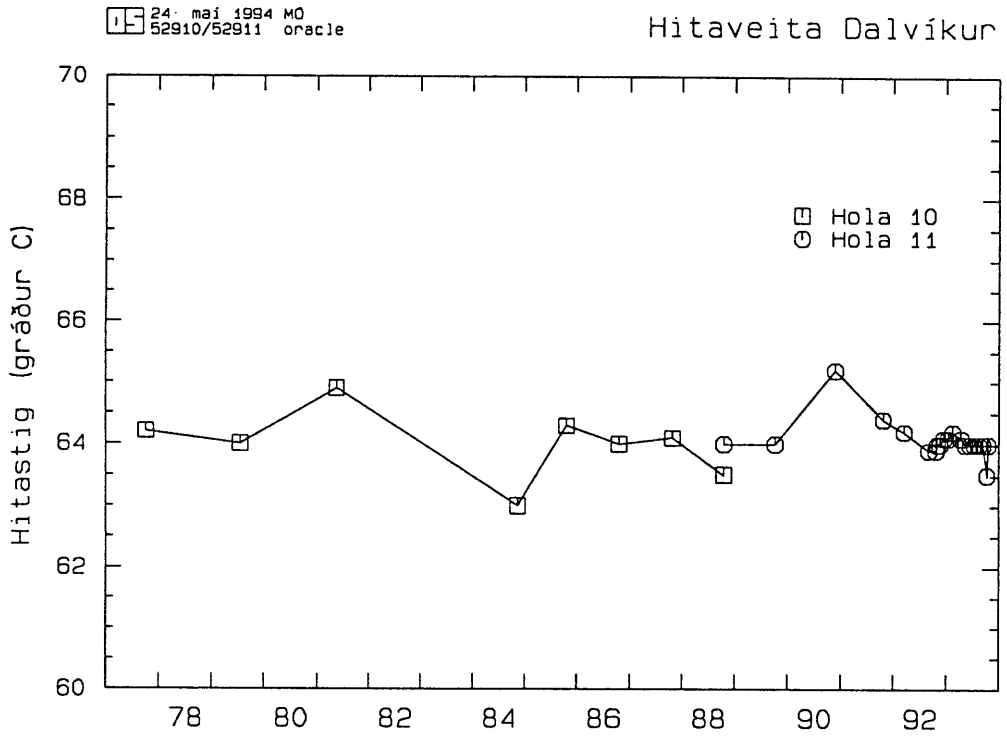
Dags.	Númer	Hiti (°C)	Kísill (SiO ₂)	Natríum (Na)	Súlfat (SO ₄)	Klóríð (Cl)	Flúoríð (F)	Magnesium (Mg)
92.09.02	92-0195	63,9	89,3	51,0	12,9	9,4	0,48	0,005
92.10.22	92-0260	63,9	89,4	49,2	13,1	9,1	0,48	0,001
92.11.18	92-0295	64,0	89,8	49,1	13,1	9,1	0,49	0,001
92.12.16	92-0363	64,1	89,6	49,2	12,6	9,1	0,48	0,002
93.01.14	93-0007	64,1	89,9	49,3	13,1	9,3	0,48	0,002
93.02.15	93-0019	64,2	89,9	49,1	13,1	9,2	0,49	0,002
93.04.14	93-0055	64,1	88,8	-	-	9,1	0,52	0,001
93.05.14	93-0088	64,0	88,3	49,2	13,1	9,2	-	0,001
93.06.16	93-0105	64,0	89,3	-	12,7	9,3	-	0,003
93.07.15	93-0113	64,0	90,6	-	12,9	9,1	-	0,002
93.08.16	93-0127	64,0	90,9	-	12,6	9,0	-	0,002
93.09.16	93-0166	64,0	90,1	-	12,9	9,0	-	0,004
93.10.19	93-0236	64,0	90,4	48,7	12,8	9,1	-	0,002

að greining hlutsýna er ekki eins áreiðanleg og greining heilsýnanna.

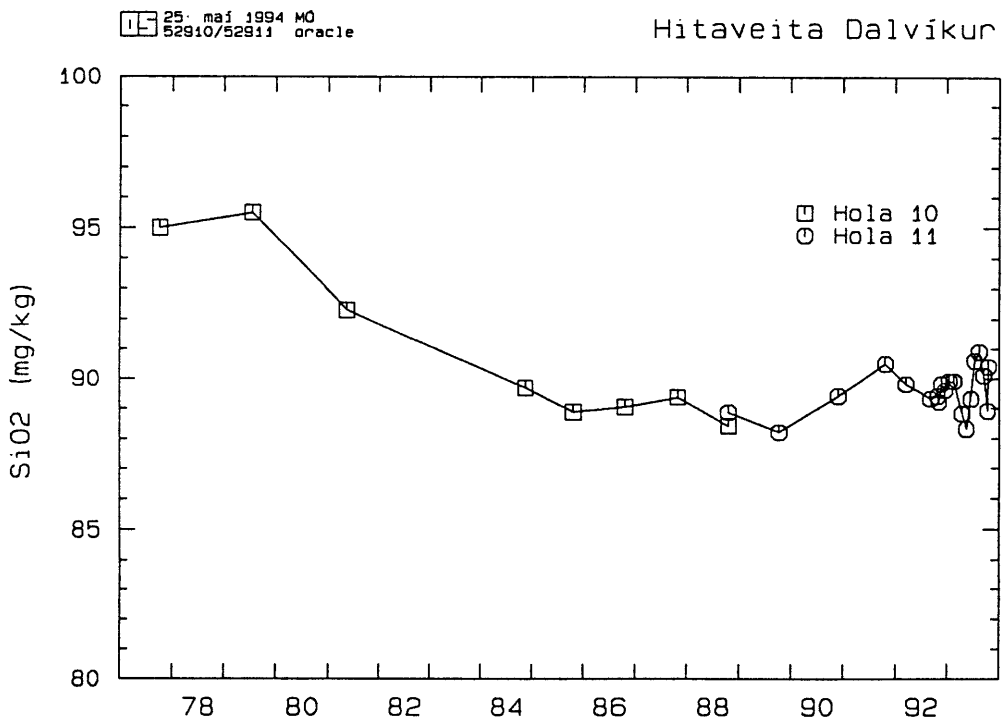
Myndir 10 til 15 sýna hita og styrk helstu efna sem greind voru í hlutsýnum, auk styrks þeirra í heilsýnum frá 1992 og 1993 og mælinga á hlutsýni frá mars 1992. Ekki er að sjá að marktæk breyting, sem talist getur umfram óvissumörk viðkomandi greininga, komi fram í efnasamsetningu hlutsýnanna, ef frá er skilin breytileiki í styrk kísils. Reyndar er það svo að styrkur magnesíums mælist talsvert sveiflukenndur, en í ljósi þess hve lágur hann er og í ljósi óvissu í greiningum er ekki ástæða til að skrifa þá breytingu á annað en meiri ónákvæmni í greiningu hlutsýna en heilsýna eins og rakið var hér að ofan.

Kísill er helsta uppleysta efnið í jarðhitavatni og styrkur hans er háður hita vatnsins. Af þeim sökum geta kísilbreytingar verið forboði mikilvægra breytinga í jarðhitakerfum í vinnslu. Á mynd 11 sést nokkur sveifla í kísilstyrk vatns úr holu 11, sem einkennist af lægri kísilstyrk vorið 1993 en veturinn á undan og sumarið og haustið þar á eftir. Breytingar þessar eru umfram óvissu í greiningu (u.þ.b. 1%). Snögg lækkun í kísilstyrk heilsýnisins frá 13. október er hins vegar ekki fullkomlega marktæk þar sem hola 11 var þá ný gangsett eftir að hafa verið stopp í u.þ.b. tvo sólarhringa. Sveiflan er væntanlega tengd vinnslunni úr jarðhitakerfinu, þannig að þegar vinnsla hefur verið mikil í langan tíma, eins og á vorin, þá lækkar kísilstyrkurinn. Litið var nánar á þessar breytingar og þær bornar saman við vatnsborð í jarðhitakerfinu eins og sést á mynd 16. Erfitt er að sjá mikla fylgni milli vatnsborðs og kísilstyrks, nema hvað lækkunin í kísilstyrk virðist nokkuð úr fasa við lægsta vatnsborð. Lægri kísilstyrkur gæti átt sér þá skýringu að á vetrum aukist innstreymi kaldara vatns (með lægri kísilstyrk) í jarðhitakerfið, en að þess sjáist ekki almennilega merki fyrr en kemur fram á vor. Niðurstöðurnar sýna jafnframt að ef efnasýni eru aðeins tekin einu sinni á ári þá er mikilvægt að það sé alltaf gert á sama árstíma.

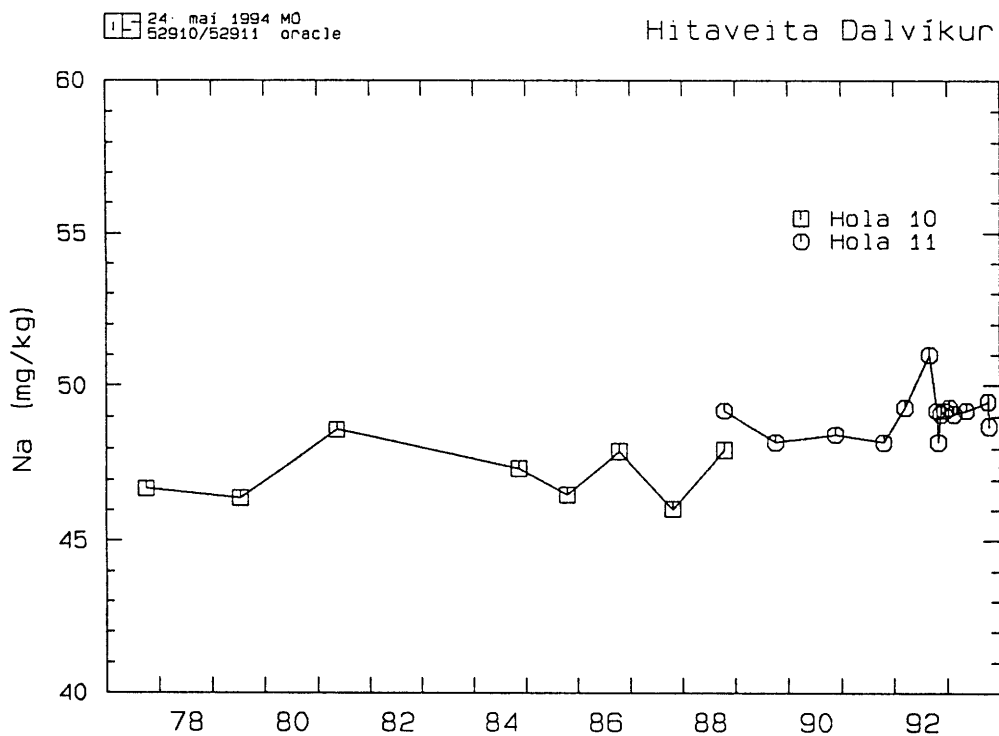
Að venju var uppleyst súrefni mælt við holutopp og mældist ekkert súrefni þar líkt og undanfarin ár. Að þessu sinni var súrefni ekki mælt eftir að vatn hafði farið um miðlunartank, en miklu máli skiptir að þess sé vel gætt að súrefni komist ekki í vatnið í tanknum.



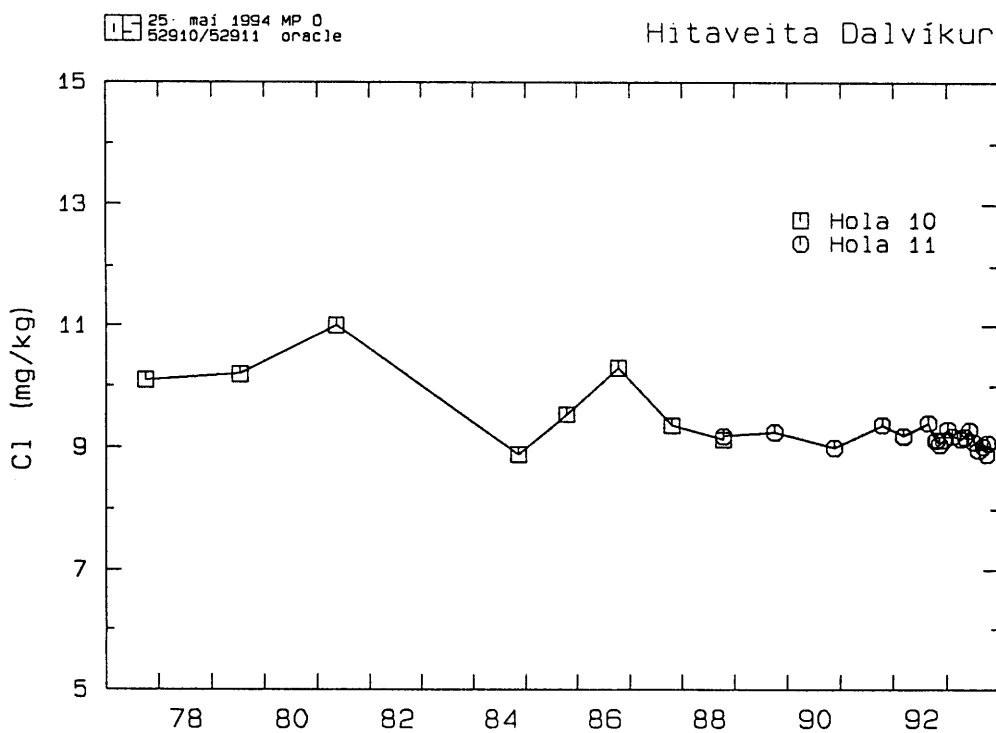
Mynd 4. Hiti vatns úr holum 10 og 11, mældur við sýnatöku árin 1977 til 1993.



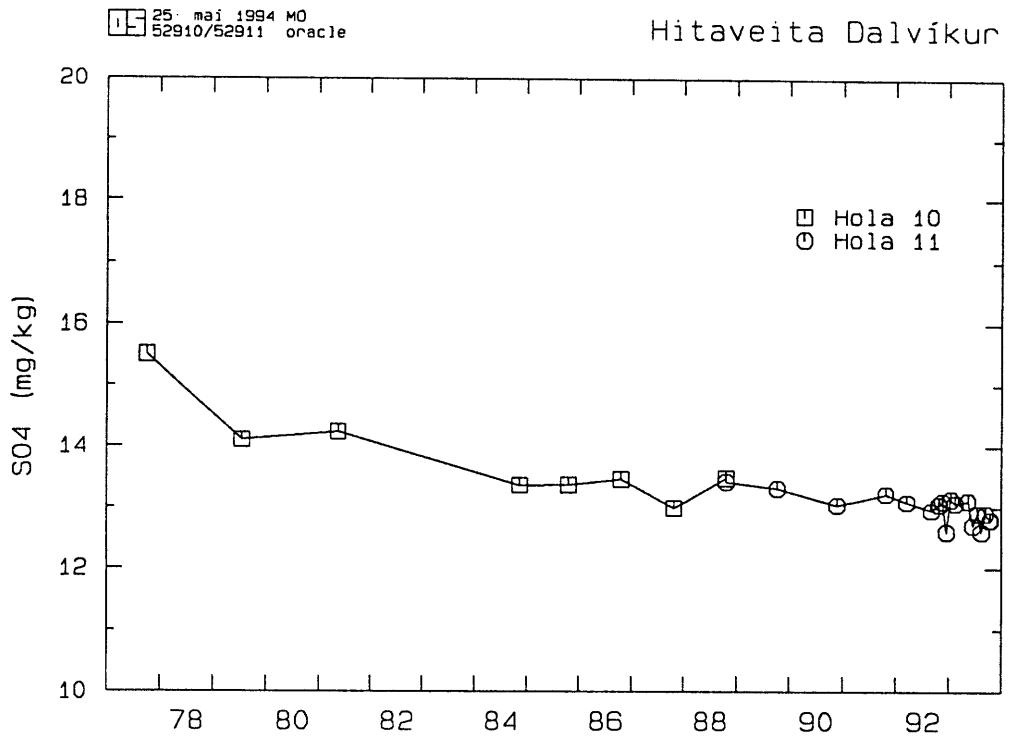
Mynd 5. Kísilstyrkur í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1993.



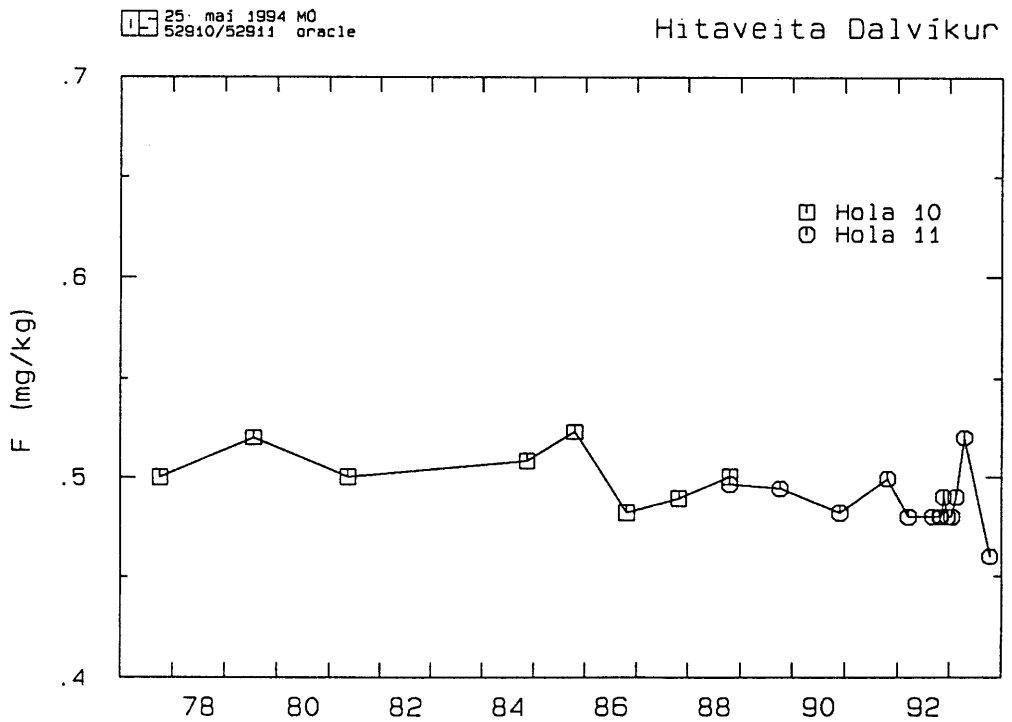
Mynd 6. Styrkur natríums í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1993.



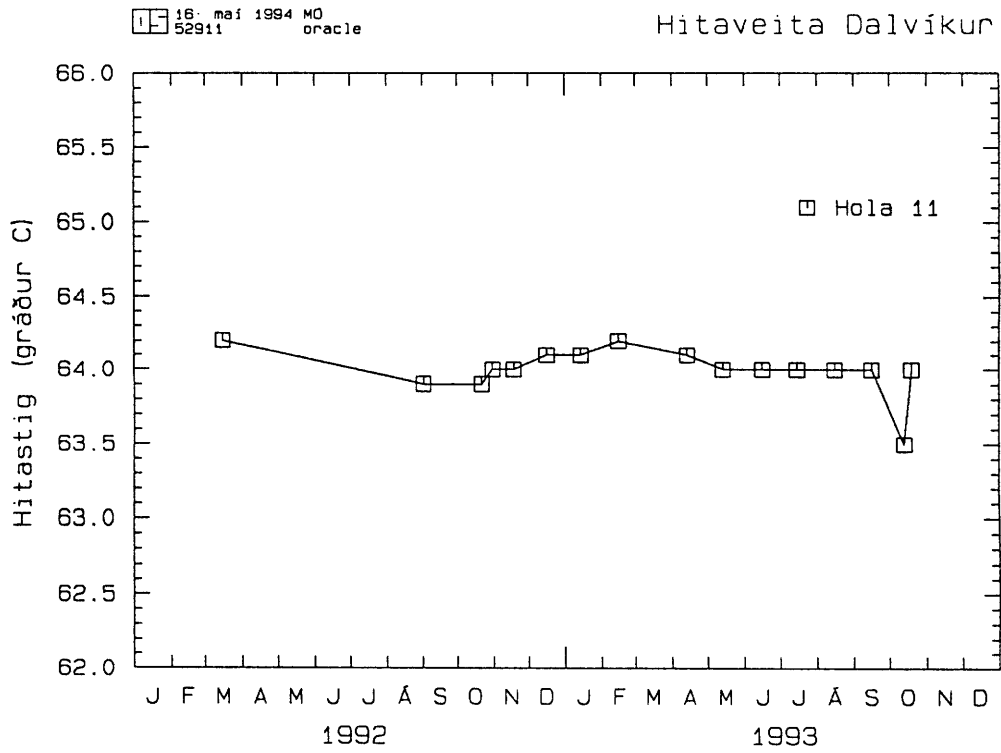
Mynd 7. Styrkur klóríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1993.



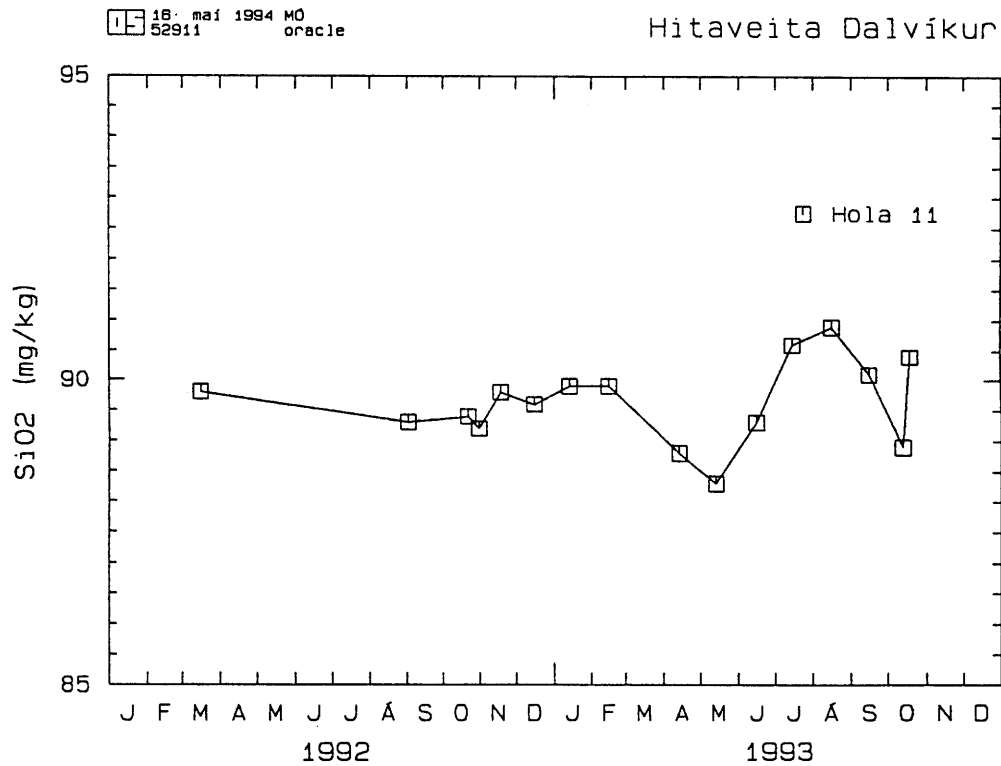
Mynd 8. Styrkur súlfats í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1993.



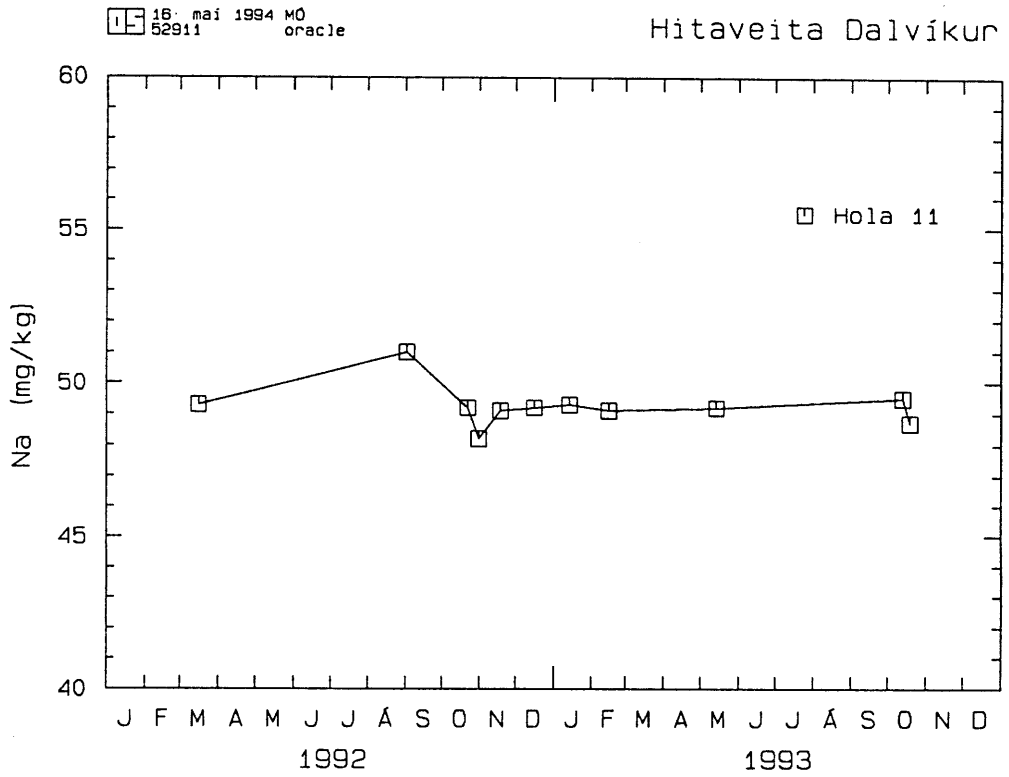
Mynd 9. Styrkur flúoríðs í vatni úr holum 10 og 11 árin 1977 til 1993.



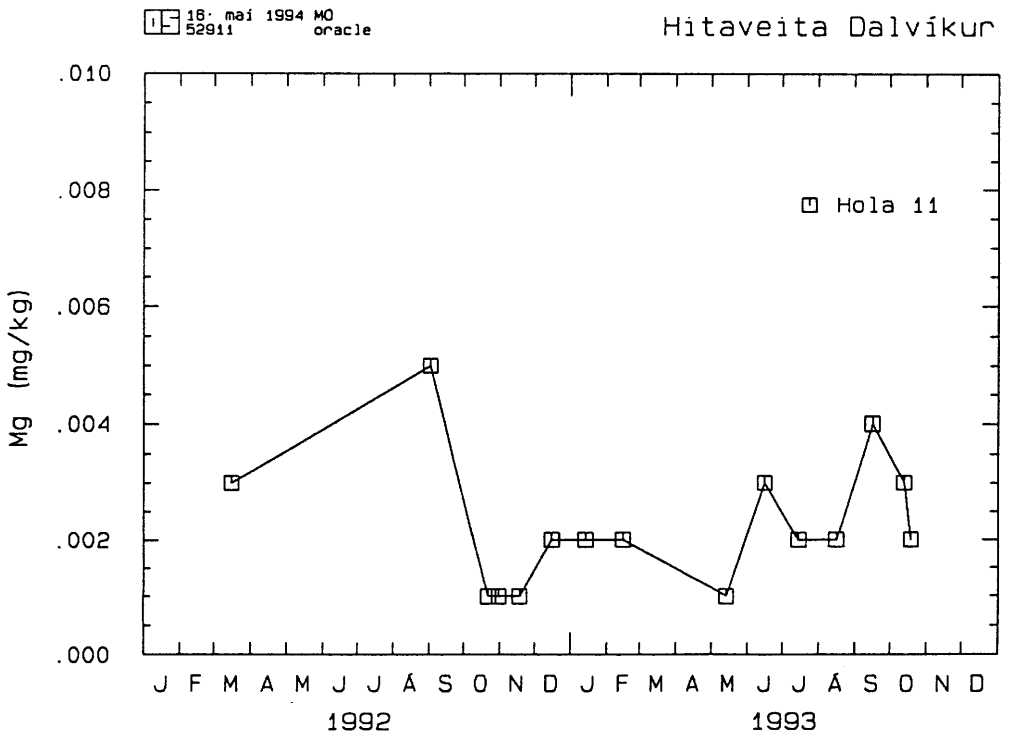
Mynd 10. Hiti vatns úr holu 11, mældur við sýnatöku árin 1992 og 1993.



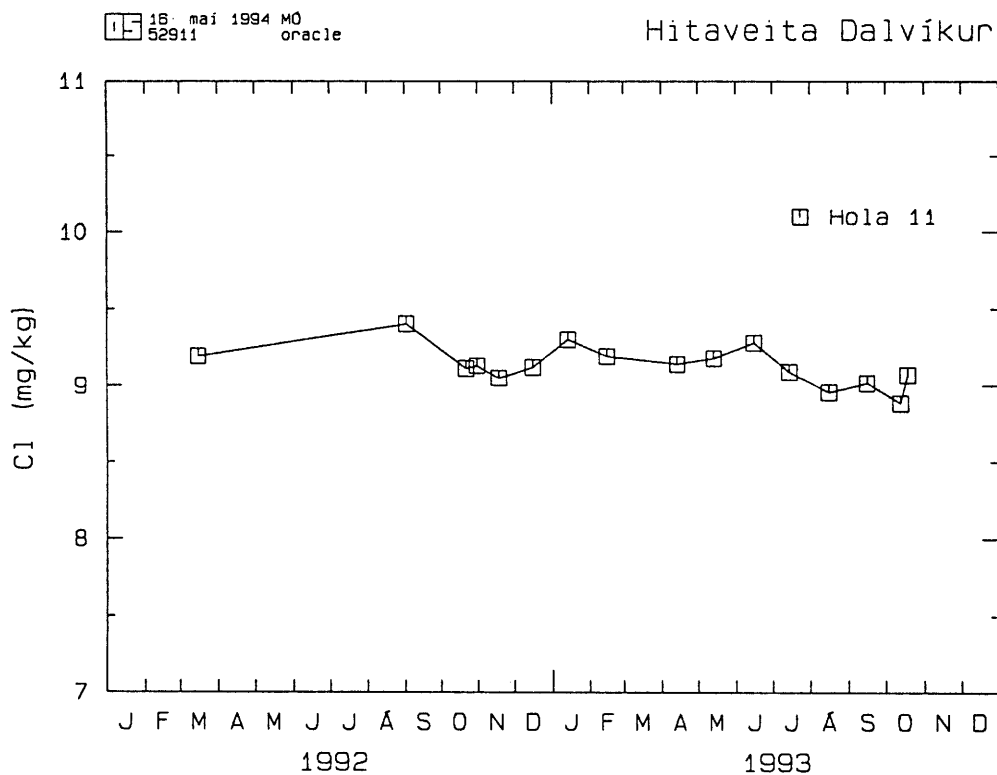
Mynd 11. Kísilstyrkur í vatni úr holu 11 árin 1992 og 1993.



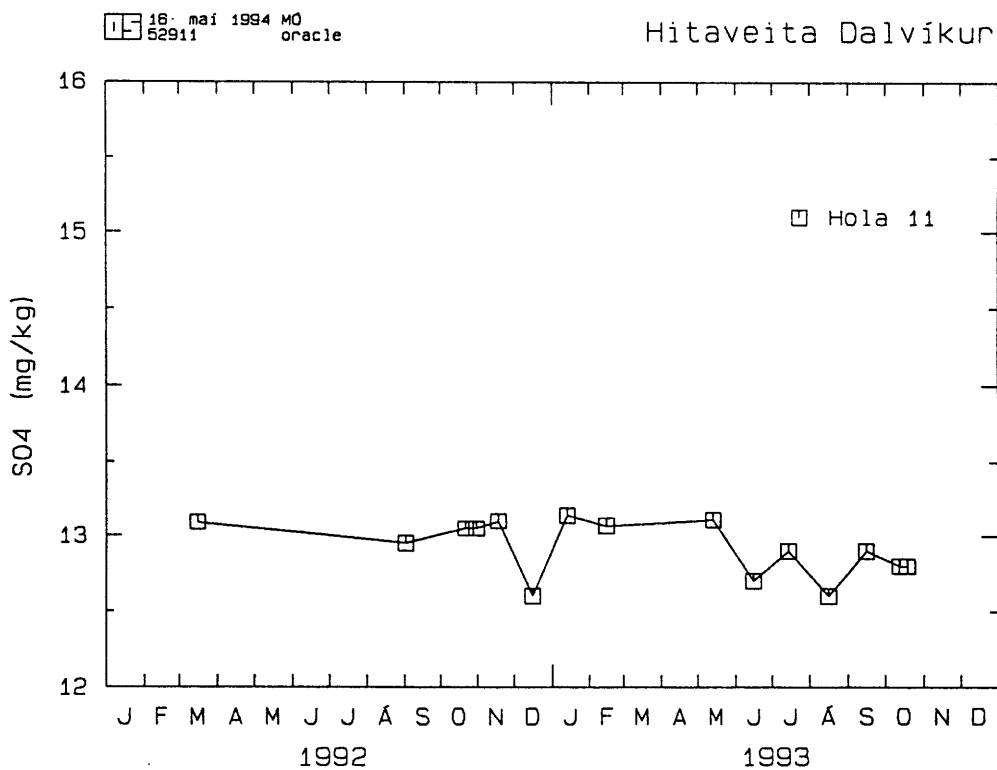
Mynd 12. Styrkur natríums í vatni úr holu 11 árin 1992 og 1993.



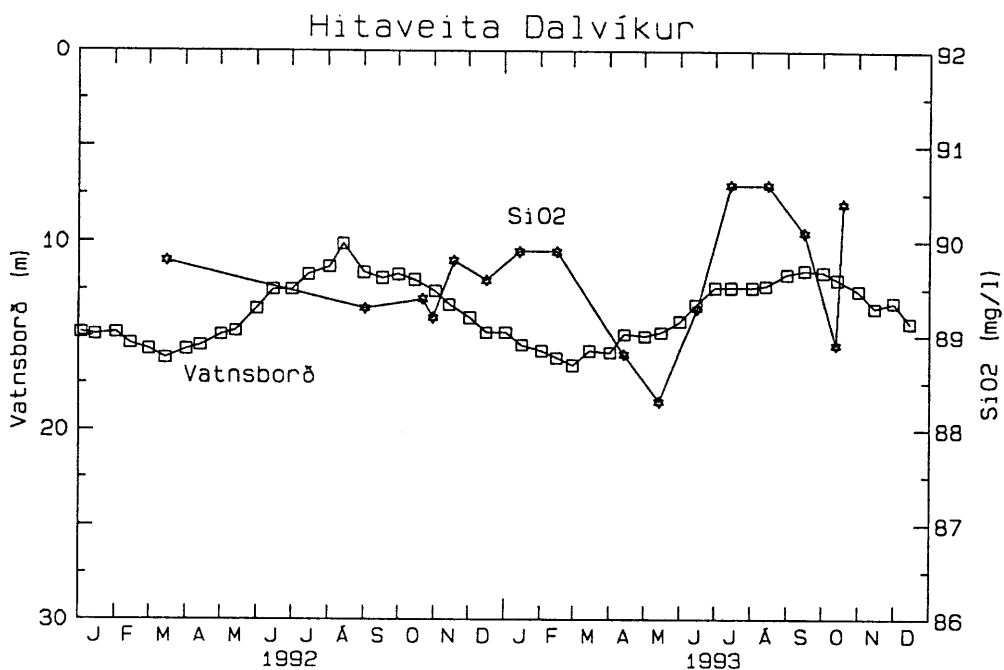
Mynd 13. Styrkur magnesíums í vatni úr holu 11 árin 1992 og 1993.



Mynd 14. Styrkur klóríðs í vatni úr holu 11 árin 1992 og 1993.



Mynd 15. Styrkur súlfats í vatni úr holu 11 árin 1992 og 1993.



Mynd 16. Vatnsborð og styrkur kísils í holu 11 1992 og 1993.

4. LOKAORÐ

1. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitakerfinu við Hamar mældist 25,6 l/s árið 1993, sem er rétt undir meðallagi undanfarinna ára. Minni kólnun í nýrri aðveituæð til Dalvíkur gæti hafa skilað sér í örlítið minni vinnslu.
2. Vatnsborð í jarðhitakerfinu mældist á 11,5 m dýpi um miðjan september. Það virðist tekið að lækka á ný eftir að hafa hækkað stöðugt síðan 1986. Er það í samræmi við vatnsborðsspár frá 1993.
3. Hiti vatns úr holu 11 hefur haldist um 64°C að jafnaði undanfarin ár. Vinnsla ársins 1993 svarar til 31 GWh orkuvinnslu.
4. Ekki hafa orðið marktækar breytingar á efnasamsetningu vatns úr holu 11 frá því holan var tekin í notkun. Smávægilegar breytingar í kísilstyrk mánaðarlegra hlut-sýna gætu átt sér þá skýringu að á veturnum aukist innstreymi kaldara vatns í jarðhitakerfið, en að þess sjáist þó ekki merki fyrr en kemur fram á vor.

5. HEIMILDIR

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar 1992*. Orkustofnun, OS-93020/JHD-11 B, 12 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1991: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar 1990*. Orkustofnun, OS-91018/JHD-06 B, 7 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.

Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1990: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Hamari 1989*. Orkustofnun, OS-90011/JHD-04 B, 7 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.

Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1992: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Hamar*. Orkustofnun, OS-92024/JHD-1 B, 13 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.

Guðrún Sverrisdóttir og Guðni Axelsson, 1989: *Hitaveita Dalvíkur. Eftirlit með jarðhitavinnslu að Hamri ágúst 1988 - maí 1989*. Orkustofnun, OS-89025/JHD-10 B, 8 s. Unnið fyrir Hitaveitu Dalvíkur.