



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA SAUÐÁRKRÓKS

**Eftirlit með jarðhitavinnslu við
Áshildarholtsvatn árið 1991**

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks

OS-92033/JHD-16 B

Júlí 1992



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610511

HITAVEITA SAUÐÁRKRÓKS

**Eftirlit með jarðhitavinnslu við
Áshildarholtsvatn árið 1991**

Guðni Axelsson
Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks

OS-92033/JHD-16 B

Júlí 1992

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. GAGNASÖFNUN	3
3. VINNSLA OG VIÐBRÖGÐ	4
4. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	5
5. LOKAORÐ	6

MYNDASKRÁ

1. Mælingar sjálfvirks gagnasöfnunarbúnaðar hjá Hitaveitu Sauðárkróks	4
2. Ársmeðalvinnsla á jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn	5
3. Efnasamsetning vatns úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1989 - 1991	6

TÖFLUSKRÁ

1. Dagleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árið 1991	8
2. Vikuleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1989 - 1991	8
3. Þrýstingur og rennsli holu 12 við Áshildarholtsvatn árið 1991	9
4. Hiti, þrýstingur og rennsli holu 13 við Áshildarholtsvatn árið 1991	9
5. Blandhiti í dælustöð og vinnsla árin 1990 og 1991	10
6. Þrýstingur á holum 9 og 12 og vinnsla árin 1990 og 1991	10
7. Styrkur kísils í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1991	11
8. Styrkur natríums í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1991	11
9. Styrkur kalsíums í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1991	12
10. Styrkur klóríðs í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1991	12

1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um eftirlit með vinnslu jarðhita á jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árið 1991. Þetta er þriðja skýrslan sem unnin er samkvæmt samningi Hitaveitu Sauðárkróks og Orkustofnunar um slíkt eftirlit (sjá Guðna Axelsson og Guðrúnu Sverrisdóttur, 1991). Hitaveitan sér um að safna gögnum um vinnslu og viðbrögð jarðhitakerfisins við henni. 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 jarðhitakerfisins og gerðar tillögur til úrbóta sé þeirra þörf.

Reglubundið eftirlit með vinnslu og viðbrögðum jarðhitakerfisins við Áshildarholtsvatn er afar mikilvægt. Er það m.a. vegna þess að ef vinnsla eykst í framtíðinni verður þrýstingslækkun í jarðhitakerfinu, sem aftur veldur því að afkastageta vinnsluholanna minnkar. Með efnaeftirliti má auk þess sjá óæskilegar breytingar eins og innstreymi kaldara vatns eða sjávar í jarðhitakerfið.

Fyrri hluta sumars 1991 var jarðhitasvæðið við Áshildarholtsvatn prófað með því að holur 10, 11, 12 og 13 voru opnaðar til fulls í 14 daga (Guðni Axelsson, 1992). Í prófuninni minnkaði heildarrennslið úr 170 l/s í 144 l/s og er það sambærilegt við það sem svæðið afkastaði í prófun sumarið 1984 (Þorsteinn Thorsteinsson og Ragna Karlsdóttir, 1986). Gögn úr prófuninni ásamt takmörkuðum gögnum um langtíma viðbrögð jarðhitasvæðisins voru notuð til þess að spá fyrir um afköst þess í framtíðinni (Guðni Axelsson, 1992). Þannig var því spáð að sjálfrennsli úr núverandi vinnsluholum muni nægja Hitaveitu Sauðárkróks næstu áratugi ef ársmeðalvinnsla helst óbreytt frá því sem verið hefur undanfarin ár. Ef ársmeðalvinnslan eykst hins vegar nokkuð í framtíðinni mun sjálfrennsli úr núverandi vinnsluholum hætta að anna þörfum hitaveitunnar.

2. GAGNASÖFNUN

Sjálfvirkur gagnasöfnunarbúnaður er við vinnsluholur Hitaveitu Sauðárkróks (holur 10, 11, 12 og 13). Búnaðurinn mælir sjálfvirkt og skráir í tölvu þær mælistærðir sem birtar eru í töflu 1. Þær eru; hiti vatns, þrýstingur á holutoppi, rennsli og heildarmagn fyrir hverja vinnsluholu. Jafnframt skráir búnaðurinn hita, þrýsting og rennsli frá dælustöð á jarðhitasvæðinu og rennsli til bæjarins Sjávarborgar auk þrýstings á holu 9, sem er notuð til þess að hafa eftirlit með þrýstingsbreytingum í jarðhitakerfinu. Skráningin er að jafnaði gerð á 4 klst. fresti.

Gagnasöfnunin gekk þokkalega árið 1991, en hún misfórst þó vegna bilunar í gagnasöfnunarbúnaðinum frá því í lok febrúar fram í maí og frá því í byrjun nóvember fram í byrjun desember. Auk þess var nokkuð um það að skynjarar væru í ólagi eins og kemur fram í töflu 1. Rennslismælar voru endurkvarðaðir fyrir prófunina í júní. Hitaskynjarar á holu 10, 11 og 12 voru í ólagi allt árið, en mælingar á hita vatns úr holu 13 virðast í lagi. Mælingar á þrýstingi á holutoppum voru í lagi á síðasta ári nema hvað þrýstiskynjari á holu 9 var í ólagi seinni hluta ársins. Þrýstiskynjara á holu 9 þarf að koma í lag sem fyrst.

Tafla 1. Mælingar sjálfvirks gagnasöfnunarbúnaðar hjá Hitaveitu Sauðárkróks.

	Hola 9	Hola 10	Hola 11	Hola 12	Hola 13	Frá dælustöð	Til Sjávarborgar
Hitu vatns (°C)		-	-	-	+	+	
Þrýstingur (bar)	+/-	+	+	+	+	+	
Augnabliksrennsli (l/s)		+	+	+	+	+	+
Magn (m ³)		+	+	+	+	+/-	+

+ : í lagi árið 1991 - : í ólagi árið 1991

3. VINNSLA OG VIÐBRÖGÐ

Mynd 1 sýnir daglega meðalvinnslu úr vinnsluholum Hitaveitu Sauðárkróks við Áshildarholtsvatn árið 1991. Vinnslan var ýmist reiknuð sem meðaltal mælinga gagnasöfnunarbúnaðarins á augnabliksrennsli frá dælustöð á 4 klst. fresti eða byggð á mælingum búnaðarins á heildarvinnslu hvers sólarhrings. Jafnframt var bætt við vinnsluna rennsli til Sjávarborgar. Þau tímabil sem gagnasöfnunarbúnaðurinn var bilaður eru sýnd sem eyður. Mynd 2 sýnir síðan vikulega meðalvinnslu árána 1989 til 1991 og er hún að nokkru leyti byggð á daglegum aflestrum hitaveitunnar af rennismæli í dælustöð. Ef litið er framhjá prófuninni sumarið 1991 þá var vikuleg meðalvinnsla mest um 95 l/s fyrstu viku ársins, en minnst um 52 l/s aðra vikuna í júlí. Meðalvinnsla ársins 1991 reyndist vera um 80,5 l/s. Umframrennsli í prófuninni í júní jafngildir 4,0 l/s ársmeðalvinnslu. Notkun hitaveitunnar árið 1991 var því mjög svipuð og hún var árið 1990 (76,0 l/s). Ársmeðalvinnsla árána 1972 - 1991 er birt í töflu 2.

Tafla 2. Ársmeðalvinnsla á jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn.

Ár	Meðalvinnsla (l/s)
1972-84	80 - 90
1985	87,0
1986	78,5
1987	77,0
1988	79,5
1989	78,5
1990	76,0
1991	80,5 ¹⁾

¹⁾ umframvinnsla í prófun í júní 1991 jafngildir 4 l/s ársmeðalvinnslu.

Eins og áður hefur verið bent á þá er ársmeðalnotkun Hitaveitu Sauðárkróks mun meiri en hjá flestum öðrum hitaveitum, ef miðað er við íbúafjölda. Með sölukerfisbreytingu er væntanlega hægt að draga verulega úr notkuninni. Þá mun sjálfrennsli úr núverandi

vinnsluholum halda áfram að nægja Hitaveitu Sauðárkróks næstu tvo til þrjá áratugi, jafnvel þó gert sé ráð fyrir vaxandi notkun eftir sölukerfisbreytinguna (Guðni Axelsson, 1992). Þá mætti auk þess fresta kostnaðarsömum framkvæmdum eins og frekari borunum, dæluvæðingu hola o.s.frv. Hér er enn lagt til að hitaveitan athugi þennan kost gaumgæfilega.

Á myndum 3 - 6 eru birt þau gögn um rennsli, hita og þrýsting fyrir árið 1991, sem til eru og talin eru áreiðanleg. Þó er gögnum um rennsli og þrýsting hola 10 og 11 sleppt. Rennsli úr holu 10 var á bilinu 20 - 24 l/s nema hvað það minnkaði niður í 10 l/s í prófuninni. Rennsli úr holu 11 var á bilinu 24 - 26 l/s, en minnkaði niður í 18 l/s í prófuninni. Mynd 3 sýnir rennsli og þrýsting holu 12 frá því í maí fram í byrjun nóvember og mynd 4 sýnir rennsli, hita og þrýsting holu 13. Á báðum þessum myndum sjást greinilega áhrif breytilegs rennslis á þrýsting á holunum. Á mynd 4 sést einnig að hiti vatns úr holu 13 sveiflast á milli 68 og 70°C. Á myndinni sést að sveiflurnar fylgja nokkurn veginn rennslinu úr holunni og er skýringin á því sú, eins og áður hefur verið bent á, að holan sker nokkrar misheitar vatnsæðar sem gefa hlutfallslega mismikið vatn allt eftir því hve mikið rennur úr holunni. Eins og komið hefur fram voru hitaskynjarar á holum 10, 11 og 12 í ólagi allt árið, en hiti vatns úr þessum holum er á milli 70 og 71°C.

Mynd 5 sýnir hita vatns í dælustöðinni við Áshildarholtsvatn ásamt vinnslu síðustu tvö árin. Þar sést að hitinn er yfirleitt á bilinu 70 - 71°C. Þó fór hann lægst í 69,5°C í prófuninni 1991 væntanlega vegna þess að þá var hlutur holu 13 mestur í heildarrennslinu. Mynd 6 sýnir þrýsting í jarðhitakerfinu við Áshildarholtsvatn ásamt vinnslu síðustu tvö árin. Myndin sýnir þrýsting á holu 9 fram á mitt ár 1991, en þá bilaði þrýstiskynjari á holunni. Hola 12 var lokað frá byrjun júlí fram í september sama ár og er þrýstingur á henni það tímabil einnig sýndur á myndinni. Hæst fór þrýstingur í jarðhitakerfinu í rúmlega 1,8 bör fyrir prófunina í júní 1991, en árið áður fór hann hæst í 1,9 bör. Lægri þrýstingur árið 1991 er afleiðing prófunarinnar.

4. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Allt frá árinu 1984 hefur Orkustofnun haft með höndum eftirlit með efnasamsetningu vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Sauðárkróks. Fyrstu tvö árin voru tekin tvö sýni á ári úr flestum vinnsluholum, en frá árinu 1986 hafa verið tekin sýni á hverju hausti úr holum 12 og 13 auk tveggja sýna sem voru tekin úr holu 9 haustin 1986 og 1987. Yfirleitt hefur einnig verið tekið sýni úr stofnlögn til bæjarins í dæluhúsi veitunnar.

Að venju voru sýni tekin úr holum 12 og 13 síðastliðið haust, og einnig úr dæluhúsi veitunnar. Nánar tiltekið þá fór sýnataka fram 27. október 1991. Hiti og súrefni voru mæld við sýnatöku, en sýrustig, brennisteinsvetni og karbónat samdægurs. Önnur efni voru greind á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar. Niðurstöður greininga eru birtar í töflu 3. Til samanburðar eru þar einnig birtar greiningar frá árunum 1989 og 1990.

Í töflunni sést að ekki hafa orðið marktækar breytingar á efnasamsetningu vatnsins á árunum 1989 til 1991 og raunar hefur efnasamsetningin lítið breyst frá því árlegt eftirlit hófst 1984. Á myndum 7 - 10 er sýnt hvernig styrkur kísils, natríums, kalsíums og klóríðs í vatni úr holum 12 og 13 hefur breyst á árabílinu 1984 - 1991. Á myndum þessum sést

Tafla 3. Efnasamsetning vatns úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1989 - 1991 (mg/kg).

Staður	Dæluhús			Hola 12 (BM-12)			Hola 13 (BM-13)		
	89.10.09 89-0109	90.11.21 90-0274	91.10.27 91-0215	89.10.09 89-0107	90.11.21 90-0272	91.10.27 91-0213	89.10.09 89-0108	90.11.21 90-0273	91.10.27 91-0214
Hiti (°C)	70,6	71,4	69,4	71,0	71,8	69,6	69,6	69,2	66,8
Sýrustig (pH/°C)	10,0/20	10,0/18	10,0/21	9,9/20	10,0/19	10,0/21	10,0/20	10,05/18	10,05/21
Kísill (SiO ₂)	69,9	71,4	71,2	69,8	71,3	71,1	70,1	70,8	68,9
Natríum (Na)	56,5	55,9	55,9	58,5	58,4	56,4	54,7	53,7	52,3
Kalíum (K)	0,9	0,9	0,8	0,9	0,9	0,8	0,8	0,8	0,7
Kalsíum (Ca)	3,3	3,3	3,3	3,5	3,5	3,4	3,1	3,2	3,2
Magnesíum (Mg)	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Karbonsat (CO ₂)	11,7	15,3	13,2	13,6	12,0	11,8	13,4	16,7	12,9
Súlfat (SO ₄)	41,4	39,5	41,2	45,2	43,0	43,2	38,8	36,5	36,6
Brennistvetni (H ₂ S)	0,40	0,33	0,3	0,30	0,25	0,45	0,43	0,40	0,4
Klóríð (Cl)	20,4	20,1	21,0	22,9	22,1	22,3	18,9	18,2	17,4
Flúoríð (F)	1,49	1,52	1,49	1,46	1,47	1,48	1,51	1,55	1,56
Uppleyst efni	216	228	244	237	229	243	212	216	221
Súrefni (O ₂)	0,015	0,000	0,000	0,015	0,000	0,000	0,010	0,000	0,000
Brómíð (Br)	0,06	0,07	0,06	0,07	0,07	0,07	0,06	0,06	0,06

að styrkur kísils og kalsíums hefur nánast ekkert breyst á þessum árum og glögglega sést, að styrkur kísils er sá sami í vatni úr báðum holunum. Lítilsháttar frávik frá þessu sjást þó 1988 og 1991 þar sem kísill í vatni úr holu 13 er örlítið lægri en í vatni úr holu 12.

Nokkrar sveiflur sjást í styrk natríums úr holunum þó ekki teljist þær miklar. Helst er það eitt sýni úr holu 13, frá árinu 1988, sem sýnir lægri natríum styrk. Styrkur klóríðs hefur ekki breyst marktækt á þessum árum ef frá er skilið árið 1986, þar sem klóríð greindist hærra í báðum holunum. Hugsanlegt er að það stafi af ónákvæmni í efnagreiningu eða sýnatöku. Telja verður líklegt að þær breytingar sem sjást í styrk einstakra efna endurspegli að einhverju leyti náttúrulegar sveiflur í efnasamsetninu heita vatnsins en geti einnig að hluta tengst breytilegri vinnslu og samspili mismunandi vatnsæða í holunum.

Í fyrri skýrslum um vinnslueftirlit hefur verið bent á að heita vatnið er ekki heppilegt sem eina drykkjarvatn m.a. vegna þess hve styrkur flúoríðs er hár (Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1990), en að öðru leyti er vatnið ágætt til allra almennra nota sem hitaveituvatn.

5. LOKAORÐ

Helstu niðurstöður vinnslueftirlits ársins 1991 hjá Hitaveitu Sauðárkróks eru eftirfarandi:

1. Meðalvinnsla ársins 1991 var um 80,5 l/s samanborið við 76,0 l/s árið 1990. Meiri vinnsla árið 1991 er vegna umframrennslis í prófun sumarið 1991 sem jafngildir 4,0 l/s ársmeðalvinnslu.
2. Rétt er að ítreka það að bæta mætti nýtingu heita vatnsins og draga töluvert úr vatnsnotkun með því að breyta söluþyrirkomulagi Hitaveitu Sauðárkróks. Það myndi valda því að sjálfrennslu úr núverandi vinnsluholum myndi áfram nægja hitaveitunni.

3. Sjálfvirk gagnasöfnun gekk þokkalega á árinu 1991. Hitaskynjarar á holum 10, 11 og 12 voru í ólagi allt árið auk þess sem þrýstiskynjari á holu 9 var í ólagi seinni hluta ársins. Sérstaklega er brýnt að þrýstiskynjara á holu 9 verði komið í lag sem fyrst.
4. Ekki hafa orðið marktækar breytingar á efnasamsetningu vatnsins frá því farið var að taka reglulega vatnssýni til efnagreininga árið 1984.

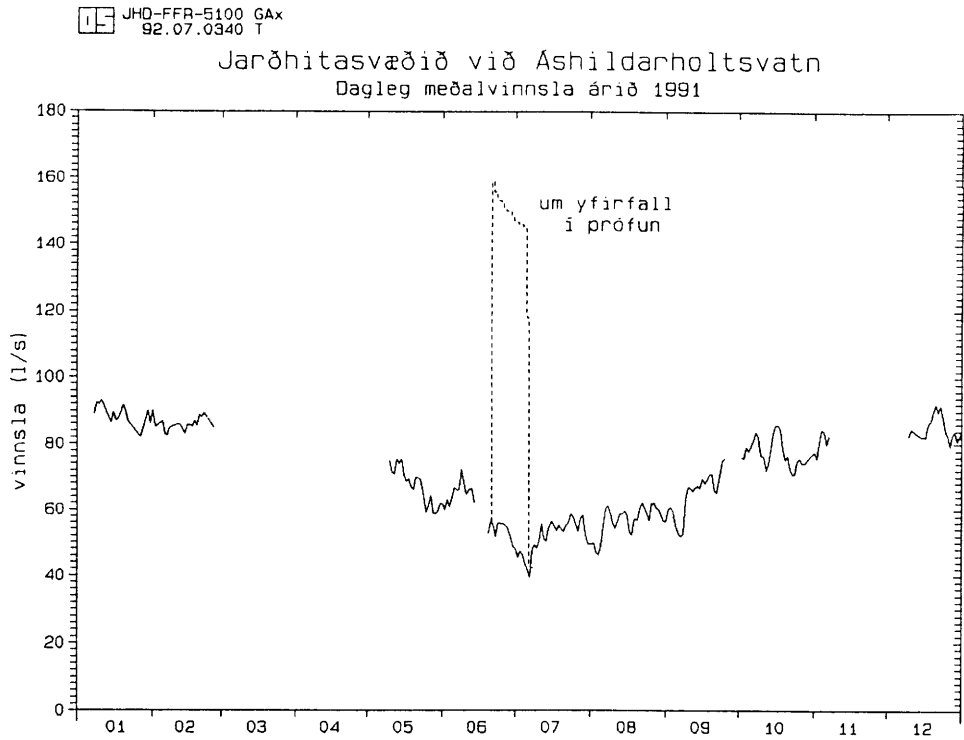
HEIMILDIR

Guðni Axelsson, 1992: *Jarðhitasvæðið við Áshildarholtsvatn í Skagafirði. Rennslisprófun og mat á afkastagetu*. Orkustofnun, OS-92019/JHD-08 B, 32 s., unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks.

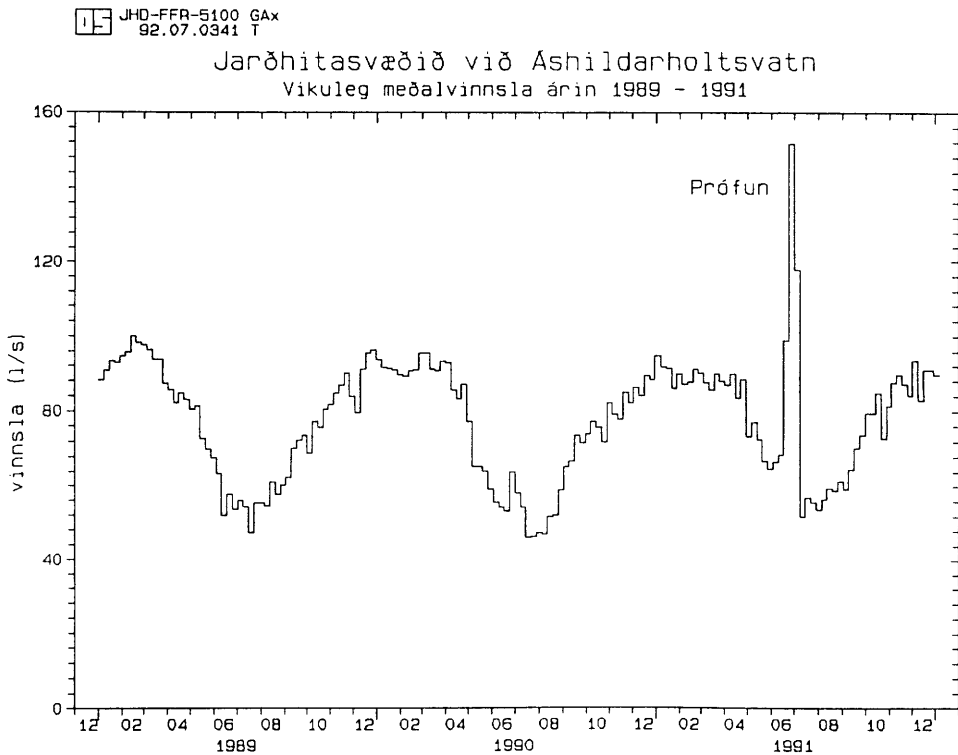
Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1991: *Hitaveita Sauðárkróks. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Áshildarholtsvatn árið 1990*. Orkustofnun, OS-91021/JHD-08 B, 10 s., unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks.

Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1990: *Hitaveita Sauðárkróks. Eftirlit með jarðhitavinnslu við Áshildarholtsvatn árið 1989*. Orkustofnun, OS-90022/JHD-10 B, 11 s., unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks.

Þorsteinn Thorsteinsson og Ragna Karlsdóttir, 1986: *Hitaveita Sauðárkróks. Aukning vatnsvinnslu við Áshildarholtsvatn*. Orkustofnun, OS-86072/JHD-32 B, 31 s., unnið fyrir Hitaveitu Sauðárkróks.



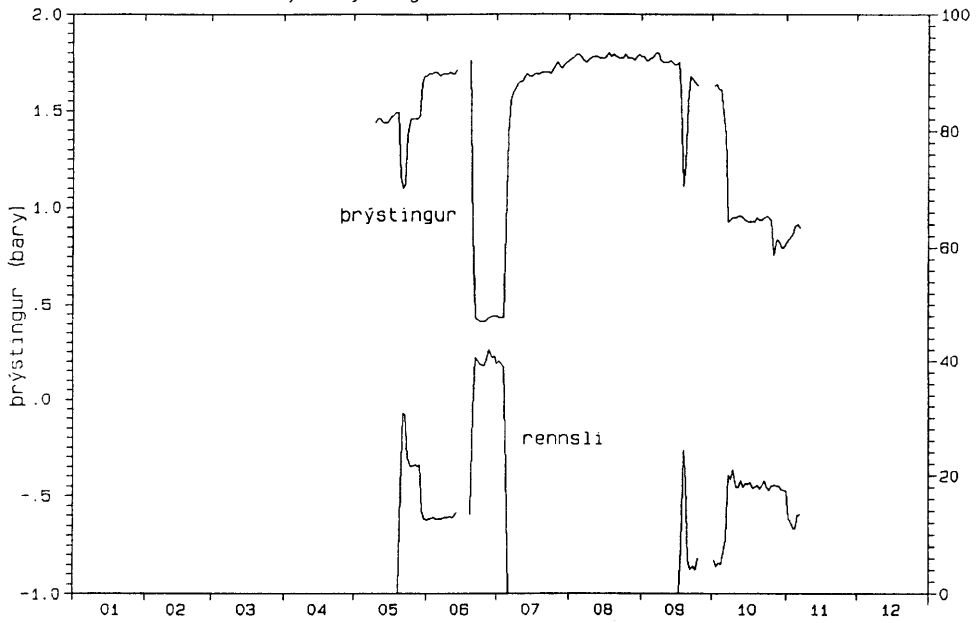
Mynd 1. Dagleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árið 1991.



Mynd 2. Vikuleg meðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu við Áshildarholtsvatn árin 1989 - 1991.

JHD-FFR-5100 GAX
92.07.0342 T

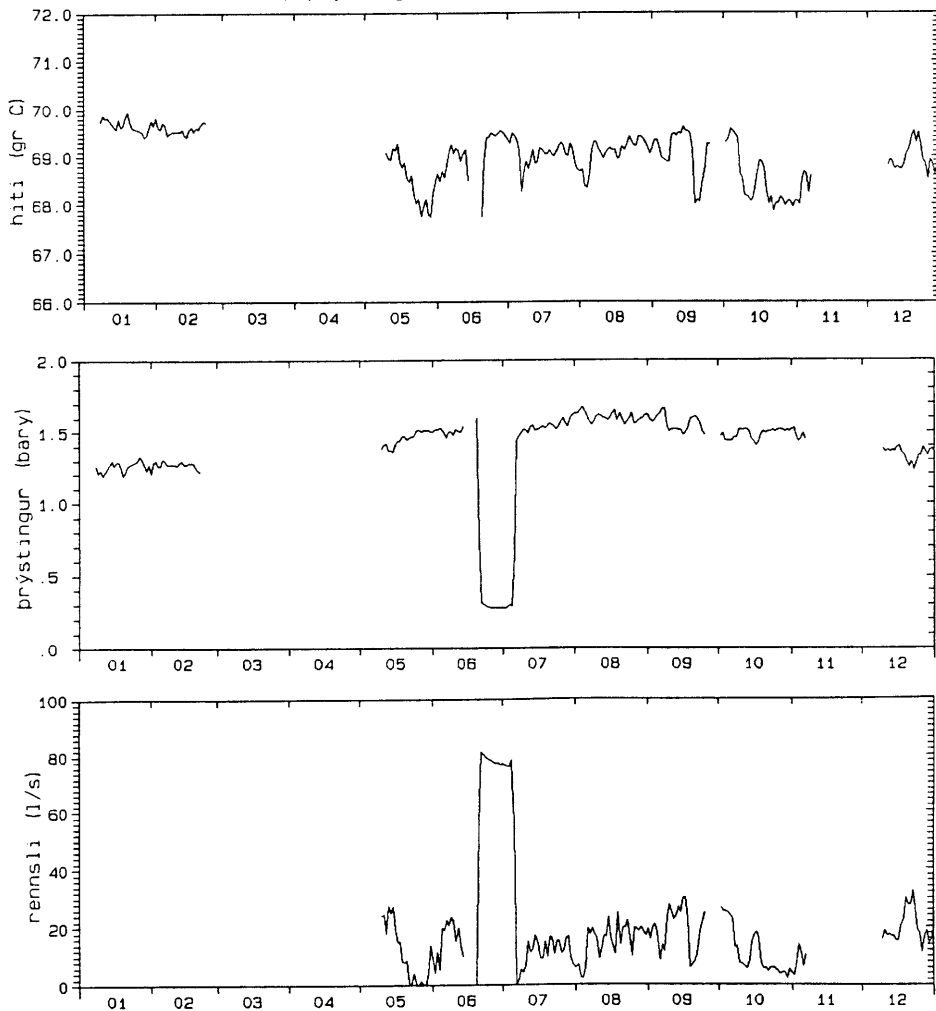
Jarðhitasvæðið við Áshildarholtsvatn
Þrýstingur og rennsli holu 12 árið 1991



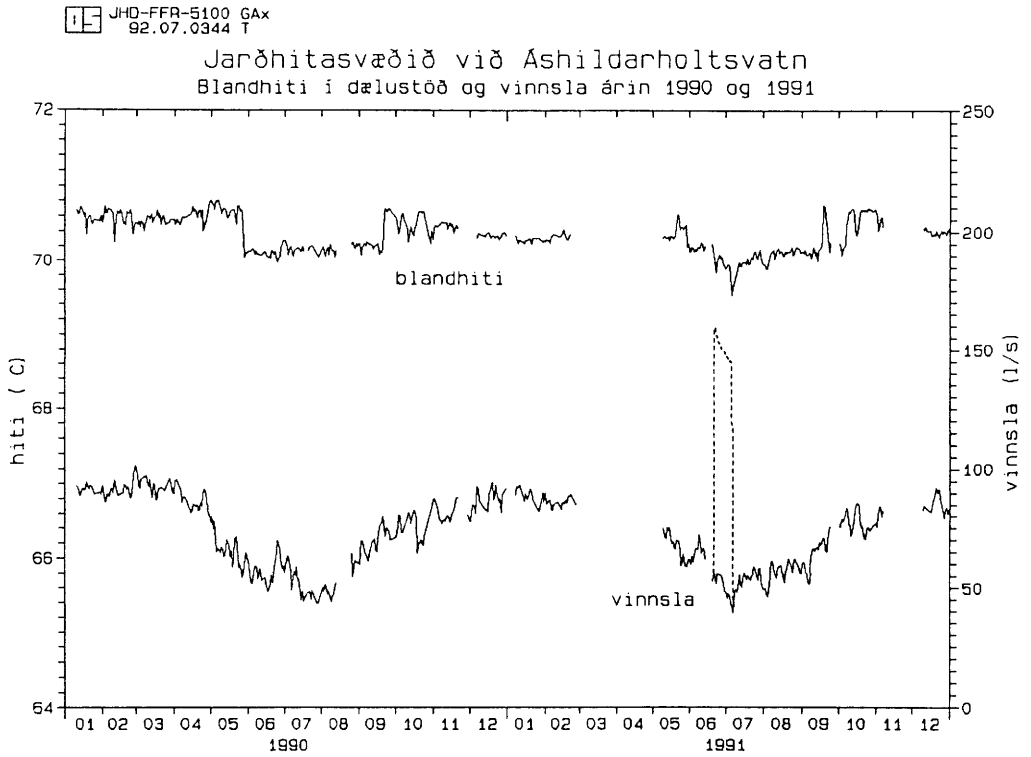
Mynd 3. Þrýstingur og rennsli holu 12 við Áshildarholtsvatn árið 1991.

JHD-FFR-5100 GAX
92.07.0343 T

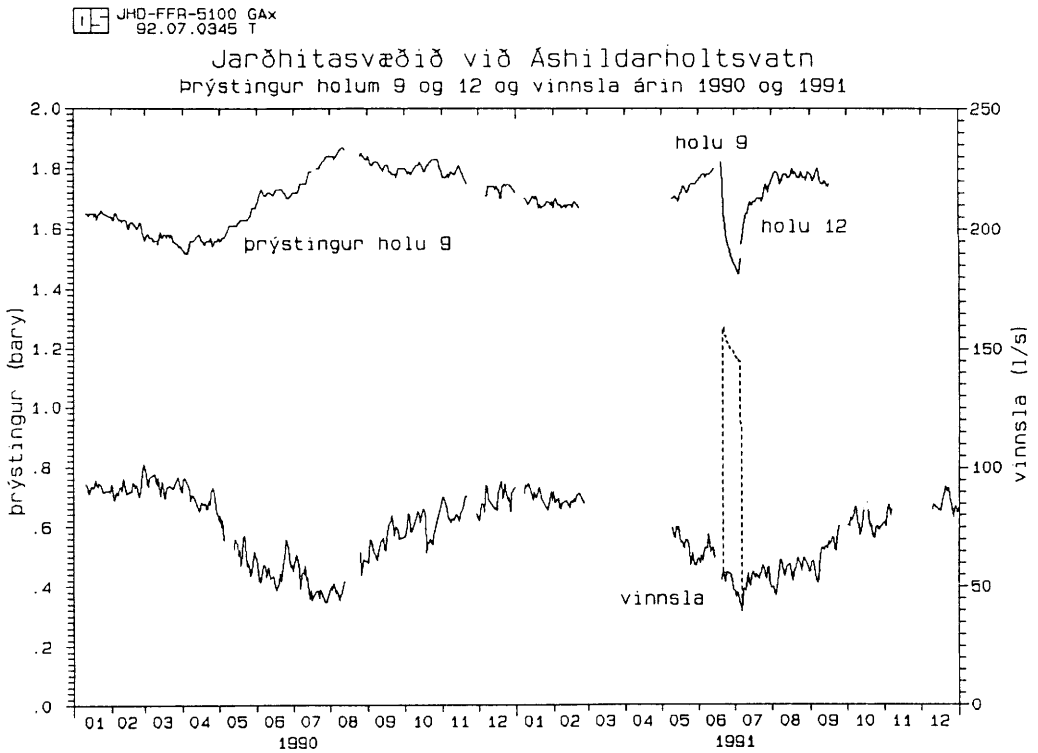
Jarðhitasvæðið við Áshildarholtsvatn
Hiti, þrýstingur og rennsli holu 13 árið 1991



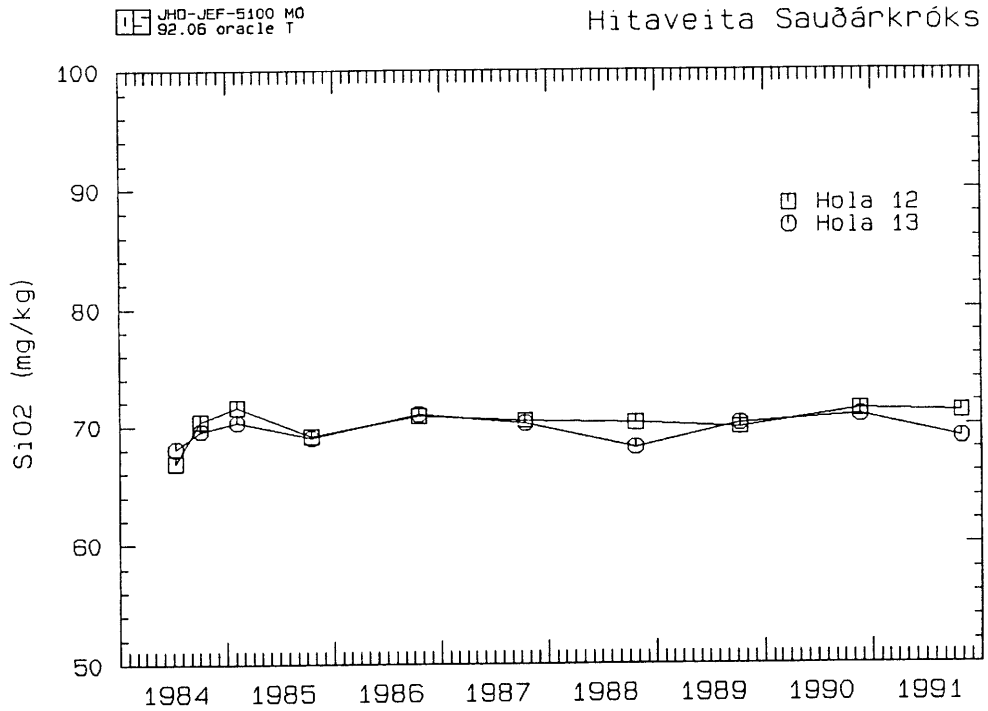
Mynd 4. Hiti, þrýstingur og rennsli holu 13 við Áshildarholtsvatn árið 1991.



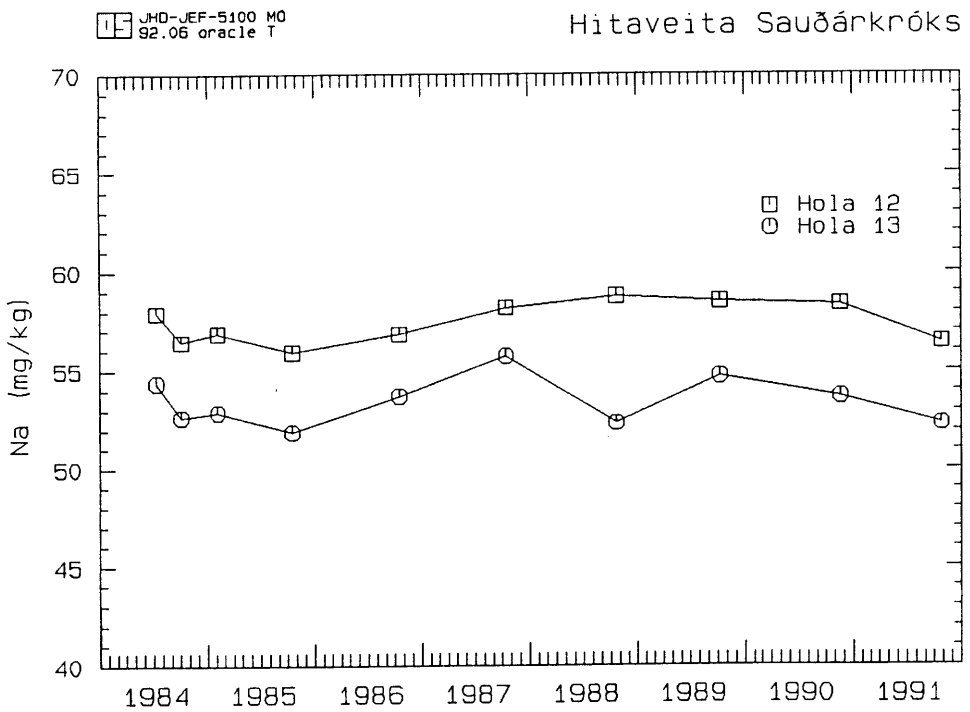
Mynd 5. Blandhiti í dælustöð og vinnsla árin 1990 og 1991.



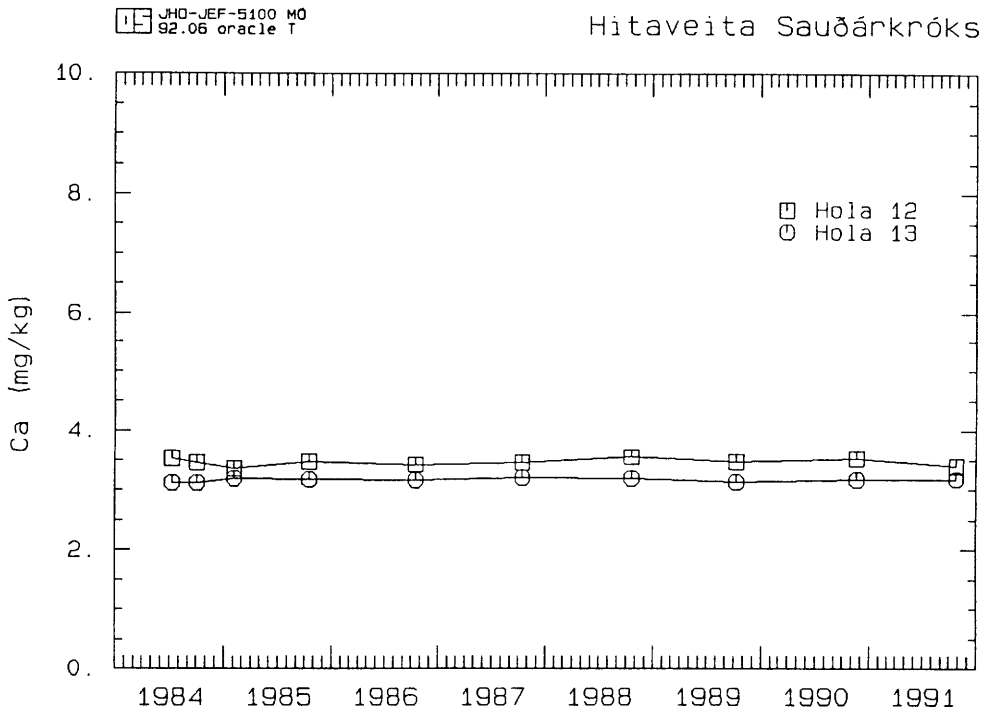
Mynd 6. Prýstingur á holum 9 og 12 og vinnsla árin 1990 og 1991.



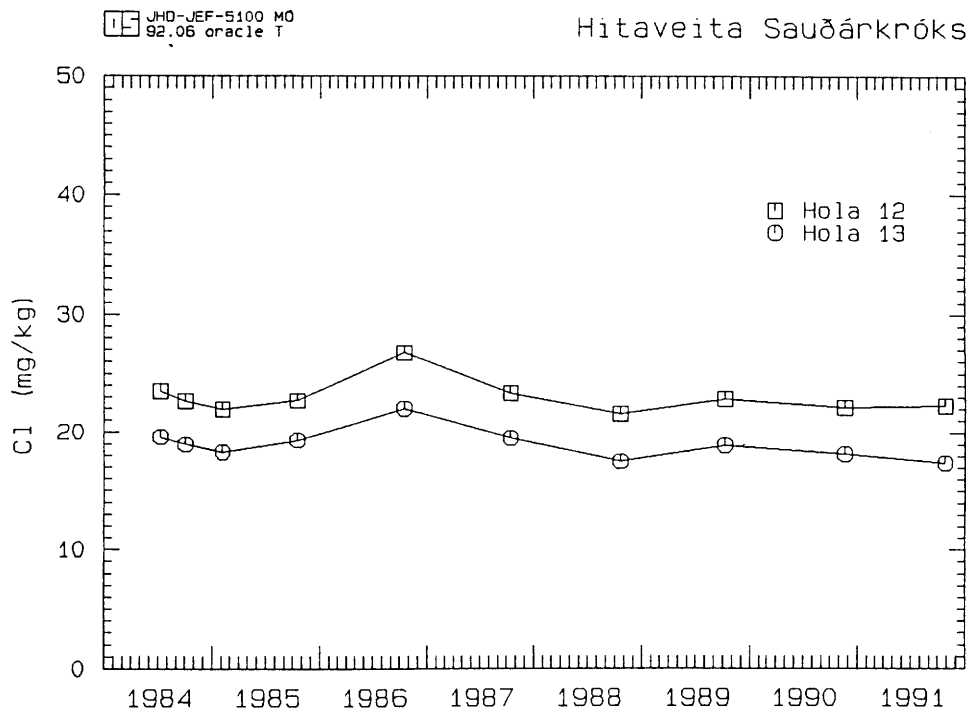
Mynd 7. Styrkur kísils í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1991.



Mynd 8. Styrkur natrúms í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1991.



Mynd 9. Styrkur kalsíums í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1991.



Mynd 10. Styrkur klóríðs í vatni úr holum 12 og 13 árin 1984 - 1991.