



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA HRÍSEYJAR

**Efnaeftirlit með jarðhitavatni 1994
og efnagreining ferskvatns**

Hrefna Kristmannsdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar

OS-95029/JHD-20 B

Júní 1995



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 651

HITAVEITA HRÍSEYJAR

**Efnaeftirlit með jarðhitavatni 1994
og efnagreining ferskvatns**

Hrefna Kristmannsdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar

OS-95029/JHD-20 B

Júní 1995

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. EFNAEFTIRLIT MEÐ JARÐHITAVATNI	3
3. EFNASAMSETNING FERSKVATNS ÚR HOLU 11	4
4. NIÐURSTÖÐUR	5
5. TILVITNANIR	5

TÖFLUR

Tafla 1. Efnasamsetning jarðhitavatns úr holu 10 í Hrísey	6
Tafla 1. Efnasamsetning fersvatns úr holu 11 í Hrísey	6

MYNDIR

Mynd 1. Styrkur klóríðs í vatnssýnum úr holu 10 teknum 1987-1995	7
Mynd 2. Breytingar á hlutf. katjónanna Na og Ca í vatnssýnum úr holu 10 1987-1994	7
Mynd 3. Hlutfall katjónanna K, Na og Mg í vatnssýnum úr holu 10 1987-1994	8
Mynd 4. Hlutfall klóríðs og bórs í vatnssýnum úr holu 10 1987-1994	8
Mynd 5. Hlutfall súrefnissamsætna í vatnssýnum úr holu 10 1987-1994	9
Mynd 6. Styrkur kísils í vatnssýnum úr holu 10 1987-1994	9
Mynd 7. Hlutfall katjónanna K og Na í vatnssýnum úr holu 10 1987-1994	10

1. INNGANGUR

Í nóvember 1994 voru tekin vatnssýni til greiningar á öllum aðalefnum hjá Hitaveitu Hríseyjar úr holu 10, aðalvinnsluholu veitunnar. Á sama tíma var einnig tekið sýni til greiningar á aðalefnum úr vinnsluholu vatnsveitunnar, holu 11. Starfsmenn hitaveitunnar hafa á s.l. ári auk þess tekið nokkur sýni úr holu 10 til greininga á einstökum efnum, sem ekki þarf sérmeðhöndlun á sýnum til að greina.

2. EFNAEFTIRLIT MEÐ JARÐHITAVATNI

Aðalvinnsluhola hitaveitunnar er hola 10 og hafa sýni verið tekin jafnaðarlega úr henni frá því hún var boruð árið 1987. Meðan holan var í prófun og í upphafi vinnslu voru tekin mjög mörg sýni (Hrefna Kristmannsdóttir, 1988) og eftir 1988 hafa verið tekin sýni árlega til heildarefnagreininga (Guðrún Sverrisdóttir og Hrefna Kristmannsdóttir, 1992, Guðrún Sverrisdóttir, 1994). Sýni til hlutgreininga hafa verið tekin stöku sinnum, en ekki mjög oft né reglulega fyrr en bera fór á allverulegum breytingun í efnasamsetningu fyrir 3-4 árum síðan (Grímur Björnsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1991).

Í töflu 1 eru sýndar niðurstöður efnagreininga sýnanna úr holu 10 frá síðasta ári og til samanburðar eru teknar með niðurstöður nokkurra eldri greininga á sýnum úr holunni.

Á myndum 1-7 eru einnig sýndar breytingar með tíma á efnasamsetningu og efnahlutföllum vatns úr holunni.

Selta vatnsins hefur aukist talsvert á vinnslutímanum, eins og sést á klóríðstyrk vatnsins á mynd 1. Aukningin var hægfara fyrst og tæplega marktæk fyrr en 1991. Á árunum 1991-1993 var hröð aukning á seltu í vatninu, en 1994 hægði á henni. Á árinu 1995 hafa komið nokkrir toppar í seltu, en flest sýnin hafa svipaða seltu og verið hefur frá 1993. Selta vatnsins er svo há að komist í það örlítið súrefni er hætta á örri stáltæringu. Reynsla hefur sýnt að mjög erfitt er að nýta vatn með klóríðstyrk yfir 400 mg/l beint til hitunar og er æskilegt að nota varmaskipta á svo salt vatn.

Samfara hækkun í styrk klóríðs hefur orðið hækkun á styrk katjónanna natríums og kalsíums og hlutfallið á milli þeirra hefur breyst örlítið. Eins og sjá má á mynd 2 hefur hlutfallið Na/Ca lækkað nokkuð samhliða hækkun seltu. Þegar sjór hvarfast við berg lækkar hlutfallið Na/Ca, en við beina sjóblöndun jarðhitavatns hækkar þetta hlutfall.

Innbyrðis hlutfall helstu katjóna (Na, K, Mg) (mynd 3) bendir til að vatnið sé í steindajafnvægi við berg og þær smávægilegu breytingar sem orðið hafa á hlutfallinu hafa ekki raskað neinu slíku jafnvægi.

Hlutfall klóríðs og bórs (mynd 4), sem er einkennandi fyrir einstök vatnskerfi, sýnir breytingu í sýnum frá 1993 og 1994, en fram að því var þetta hlutfall óbreytt í öllum vatnssýnum.

Innbyrðis hlutfall anjónanna súlfats, karbónats og klóríðs hafa ekki breyst á vinnslutím-
anum og er dæmigert fyrir grunnvatn í steindajafnvægi við berg.

Hlutföll stöðugra samsætna í vatni, vetnis og súrefnissamsætna, eru stærðir sem einnig
eru einkennandi fyrir uppruna vatnsins. Súrefnissamsætuhlutfall hefur verið mælt nokk-
uð reglulega í vatninu úr holu 10 (mynd 5) og hafa ekki sést marktækar breytingar á
því.

Styrkur kísils, sem er mælikvarði á hitastig, lækkaði svolítið fyrstu ár vinnslutímans
(mynd 6), en sú lækkun er rétt marktæk. Styrkurinn hefur svo staðið í stað síðustu þrjú
árin utan eins sýnis sem hefur háan styrk. Það gæti stafað af mengun eða greinisekkju
og er í öllu falli ekki talið marktækt.

Hitastig vatnsins hefur lækkað mjög lítið frá upphafi vinnslu, eðu um tæpa 1 °C. Djúp-
hitastig reiknað frá efnasamsetningu, svokallaður efnahiti, sýnir nokkru meiri breyting-
ar. Kísilhitastig sýnir 4-5 °C lækkun frá upphafi vinnslu fram til 1991 og síðan hefur
það hækkað aftur örlítið (u.þ.b. 2 °C). Alkalíhitastig hefur lækkað meira, eða allt að 10
°C. Alkalíhitastig er oft illa nothæft í svo köldu vatni, en í upphafi bar alkalíhita og kís-
ilhita vel saman, sem bendir til að hann sé nothæfur fyrir þetta vatn. Þessi lækkun á
alkalíhita stafar af lækkun á K/Na hlutfalli (mynd 7) og bendir til blöndunar við sjó eða
vatn með annað hlutfall þessarra katjóna. Í fyrstu sýnunum úr holunni, á meðan hún var
að ná jafnvægi, var K/Na hlutfall reyndar álíka lágt og það er nú.

Kalkmettun vatnsins er nálægt þeim mörkum sem útfellingar geta orðið við, en hún hef-
ur ekki aukist verulega á síðustu árum.

3. EFNASAMSETNING FERSKVATNS ÚR HOLU 11

Niðurstöður efnagreiningarinnar eru í töflu 2 ásamt niðurstöðum efnagreininga sýnis úr
holunni frá 1987. Þetta er fyrsta sýnið, sem tekið er úr holu 11 til heildarefnagreiningar
frá því rétt eftir borun holunnar. Efnabreytingar eru ekki stórvægilegar. Örlítil selting
virðist hafa orðið á vatninu, en svo lítil að hún telst ekki marktæk. Smávægilegur munur
í styrk og hlutföllum katjóna er heldur ekki marktækur þar sem einungis er um tvö sýni
að ræða. Breyting á súrefnissamsætuhlutföllum er þó fullkomlega marktæk úr -10,8 árið
1987 í -10,48 nú. Bendir sú breyting til stærri þáttar af staðbundnu yfirborðsvatni nú en
í upphafi vinnslu. Innstreymi af sjó ylli einnig hækkun á þessu hlutfalli. Aukið inn-
streymi yfirborðsvatns gæti einnig valdið örlítilli seltuaukningu og er það talið líklegra.
Ekkert bendir til að aukin blöndun eigi sér stað við vatn úr jarðhitakerfinu, en líklegt er
að aukin blöndun sé við kalt yfirborðsvatn frá því sem var við upphaf vinnslu.

4. NIÐURSTÖÐUR

Á vinnslutíma holu 10 hefur selta vatnsins (klóríðstyrkur) úr holunni aukist um yfir 20 %. Vatnið er enn í steindajafnvægi við berg og efna- og samsætuhlutföll benda ekki til verulegra breytinga á vatnskerfinu sem fæðir vatnsæðar holunnar. Um beint innstreymi af sjó er ekki að ræða þar sem steindajafnvægi í vatninu hafur ekki raskast og samsætuhlutföll hafa ekki breyst við seltuaukninguna. Salta vatnið, sem rennur inn í vatnskerfið, er í steindajafnvægi við berggrunn líklega við um 70 °C hita. Líklegt er að lækkun vatnsborðs í jarðhitakerfinu í kjölfar vinnslu valdi auknu innstreymi af sjó inn í berggrunninn, en enn sem komið er hefur vatnið náð jafnvægi við berggrunninn áður en það rennur inn í holuna. Kísilhiti bendir til innan við 5 °C hitalækkunar í vatnskerfinu. Alkalíhiti sýnir meiri lækkun, en kísilhitinn er talinn áreiðanlegri, þar sem seltubreytingar geta haft áhrif á alkalíhitareikninga. Engin veruleg röskun hefur orðið á jarðhitakerfinu vegna innstreymis saltara vatns og er ástæða til að ætla að hola 10 nýtist hitaveitunni vel áfram sem vinnsluhola. Vinnslueiginleikar vatnsins hafa hins vegar breyst nokkuð vegna innstreymisins.

Jarðhitavatnið í Hrísey er nú orðið svo salt að óráðlegt er að nota það beint til hitunar. Örlítið innstreymi af súrefni veldur örri tæringu stálofna í svo söltu vatni. Reynslan sýnir að mikil hætta er á örlítið loft geti lekið inn um óþétt samskeyti og þá getur orðið veruleg tæring á skömmum tíma. Æskilegt er að setja upp varmaskipta fyrir orkukerfi húsa, en ekki er þörf á að forhita neysluvatn fyrr en selting jarðhitavatnsins verður verulega meiri.

Fylgjast þarf vel með því hvort útfellinga verður vart í dreifikerfi og er lagt til að settur verði upp búnaður til að fylgjast með því, bæði við holutopp og í dreifikerfi.

Þær litlu breytingar, sem merkjanlegar eru á efnasamsetningu ferskvatns úr holu 11, eru taldar benda fremur til blöndunar við kalt yfirborðsvatn en blöndunar við jarðhitakerfið.

5. TILVITNANIR

Grímur Björnsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1991. Vinnslusvæði Hitaveitu Hríseyjar við Bárðarbás. Staða og horfur haustið 1991. Greinargerð Gr/HK-91/09, 9s.

Guðrún Sverrisdóttir, 1994. Hitaveita Hríseyjar. Efnasamsetning jarðhitavatns. Unnið fyrir Hitaveitu Hríseyjar. OS-94040/JHD-22 B, 6s.

Guðrún Sverrisdóttir og Hrefna Kristmannsdóttir, 1992. Hitaveita Hríseyjar. Eftirlit með jarðhitavatni 1992. Greinargerð, GSv/HK-93/04. 5s.

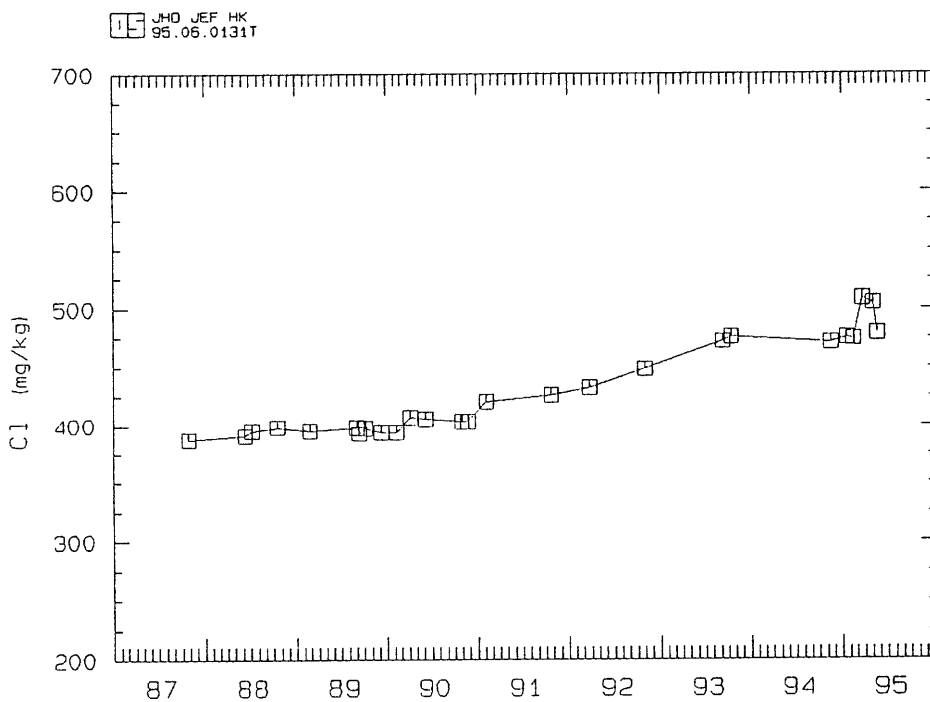
Hrefna Kristmannsdóttir, 1988. Efnasamsetning jarðhitavatns og ferskvatns í Hrísey. Greinargerð, HK-88/01, 5s.

Tafla 1. Efnasamsetning jarðhitavatns úr holu 10 í Hrísey.

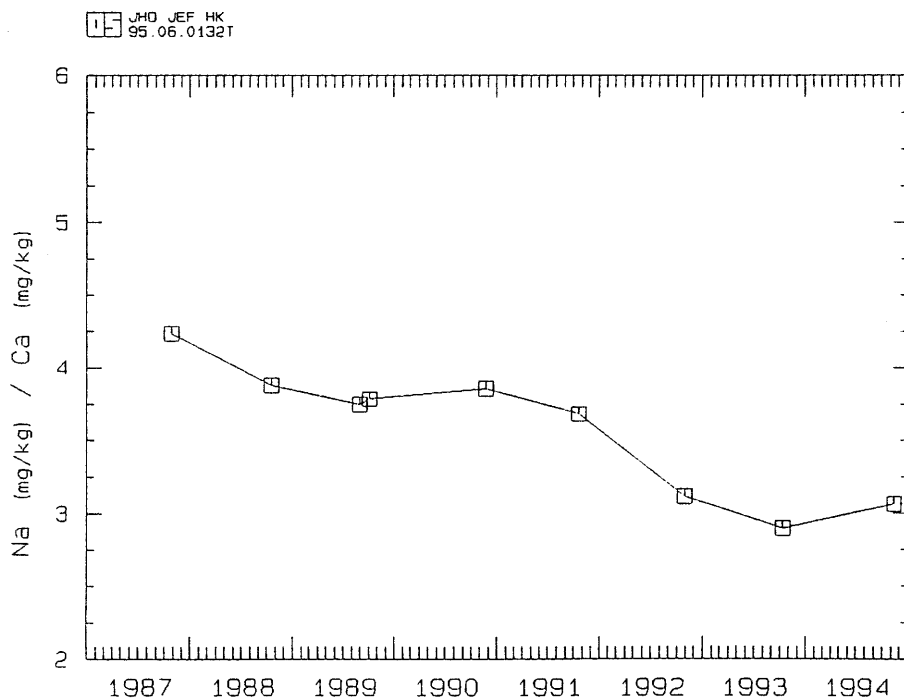
Dagsetning Númer	87-10-27 87-0165	88-10-17 88-0174	89-08-31 89-0064	90-11-23 90-0281	91-10-22 91-0194	92-10-31 92-0264	93-10-13 93-0194	94-11-15 94-0344
Hiti (°C)	79,0	77,5	78,2	78,4	78,3	77,5	77,7	77,3
Sýrustig (pH/°C)	9,47/17	9,30/17	9,54/18	9,46/18	9,55/20	9,51/20	9,44/19	9,53/16
Kísill (SiO ₂)	69,7	68,6	68,7	68,4	68,2	66,8	66,1	66,5
Natríum (Na)	227	224	223	227	234	236	246	249
Kalíum (K)	3,8	4,5	4,7	4,5	4,2	4,1	4,2	4,3
Kalsíum (Ca)	53,7	57,8	59,4	58,8	63,6	75,7	84,0	81,3
Magnesíum (Mg)	0,006	0,012	0,005	0,007	0,007	0,005	0,009	0,006
Karbonsat (CO ₂)	7,3	4,6	3,8	4,8	2,9	4,8	5,5	5,3
Súlfat (SO ₄)	50,1	50,0	50,6	49,0	52,5	55,2	58,8	59,0
Brennist.vetni (H ₂ S)	<0,03	0,04	<0,03	0,04	<0,03	<0,03	<0,03	<0,03
Klóríð (Cl)	388	399	398	403	426	448	476	471
Flúoríð (F)	0,28	0,28	0,25	0,26	0,26	0,26	0,24	0,25
Brómíð (Br)	-	1,55	1,40	1,43	1,57	1,56	-	-
Bór (B)	-	-	0,11	0,10	0,11	-	0,08	0,10
Uppleyst efni	836	880	936	922	906	933	998	988
Súrefni (O ₂)	0,05	0,008	0,015	0	0	0	0	0
δD (‰SMOW)	-106,10	-111,99	-110,10	-	-	-	-	-
δ ¹⁸ O (‰SMOW)	-15,06	-15,05	-14,92	-14,90	-14,88	-	-14,91	-14,90

Tafla 2. Efnasamsetning ferskvatns úr holu 11 í Hrísey.

Dagsetning Númer	87-10-27 87-0168	94-11-15 94-9186
Hiti (°C)	9,0	7,4
Sýrustig (pH/°C)	8,60/17	8,51/17
Ωm	149,9/19	165,7/25
Kísill (SiO ₂)	12,7	11,9
Natríum (Na)	19,4	19,8
Kalíum (K)	0,17	0,05
Kalsíum (Ca)	7,7	10,2
Magnesíum (Mg)	0,77	0,84
Karbonsat (CO ₂)	26,3	20,9
Súlfat (SO ₄)	8,3	6,0
Brennist.vetni (H ₂ S)	0	0
Klóríð (Cl)	20,6	23,4
Flúoríð (F)	0,04	0,04
Uppleyst efni	76	-
Járn (Fe)	<0,025	-
Mangan (Mn)	<0,05	-
δD (‰SMOW)	-73,08	-
δ ¹⁸ O (‰SMOW)	-10,80	-10,48

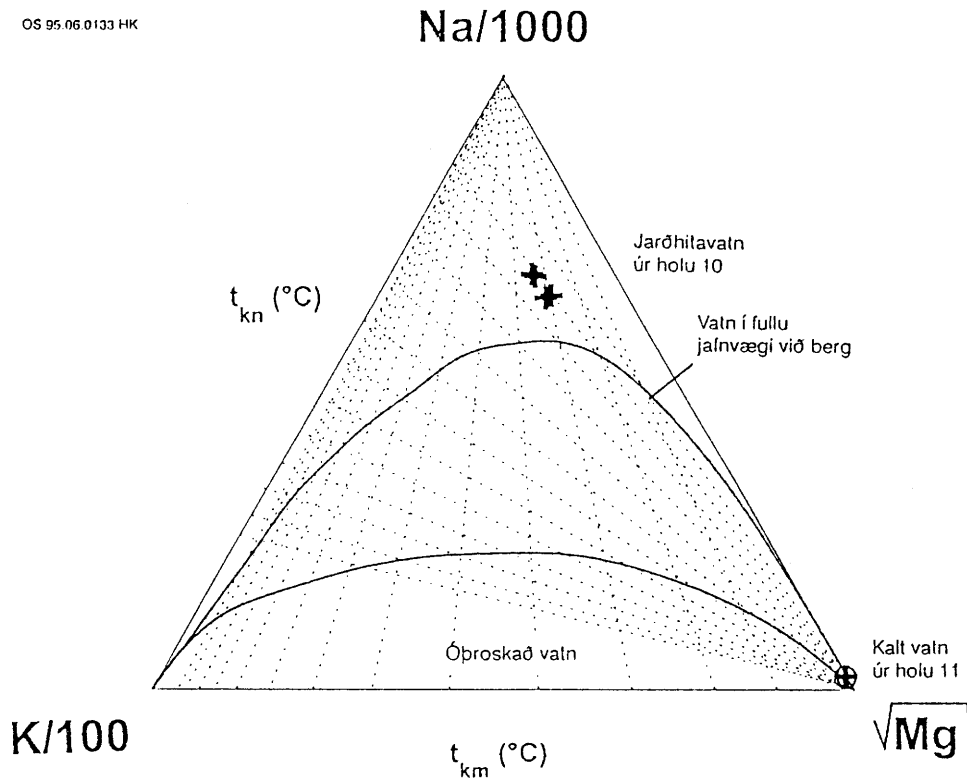


Mynd 1. Styrkur klóríðs í vatnssýnum úr holu 10 teknum á tímabilinu 1987-1995.

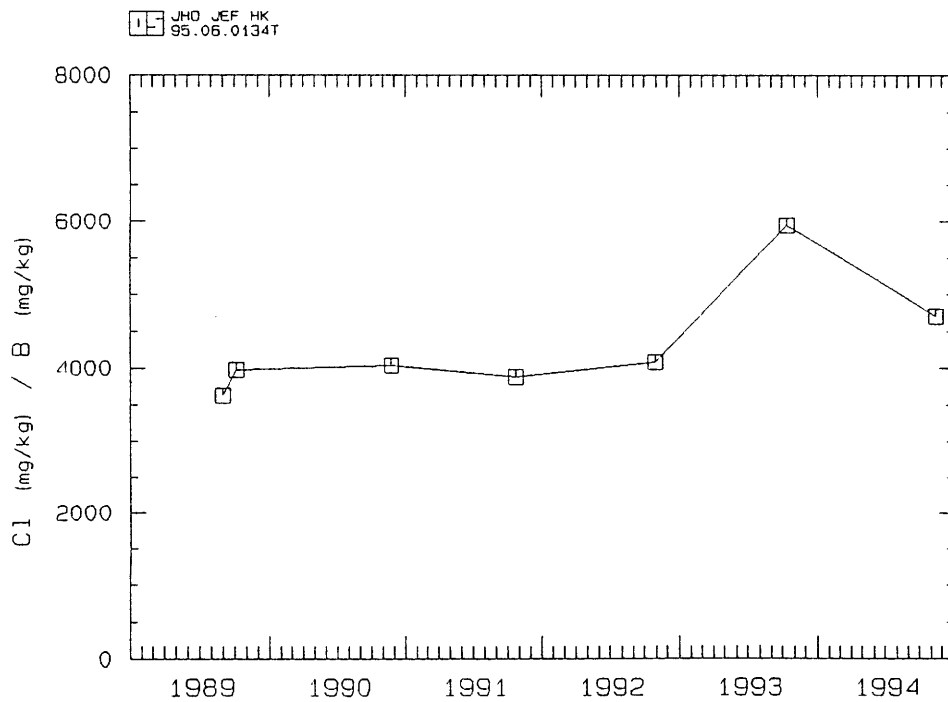


Mynd 2. Breytingar á hlutfalli katjónanna Na og Ca í vatnssýnum úr holu 10 á tímabilinu 1987-1994.

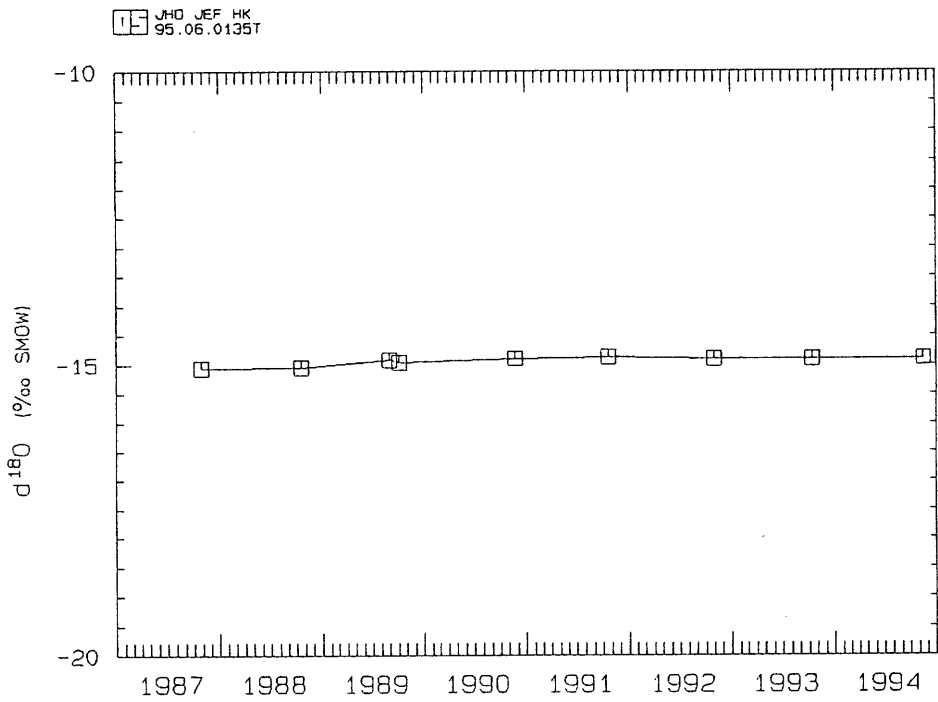
OS 95.06.0133 HK



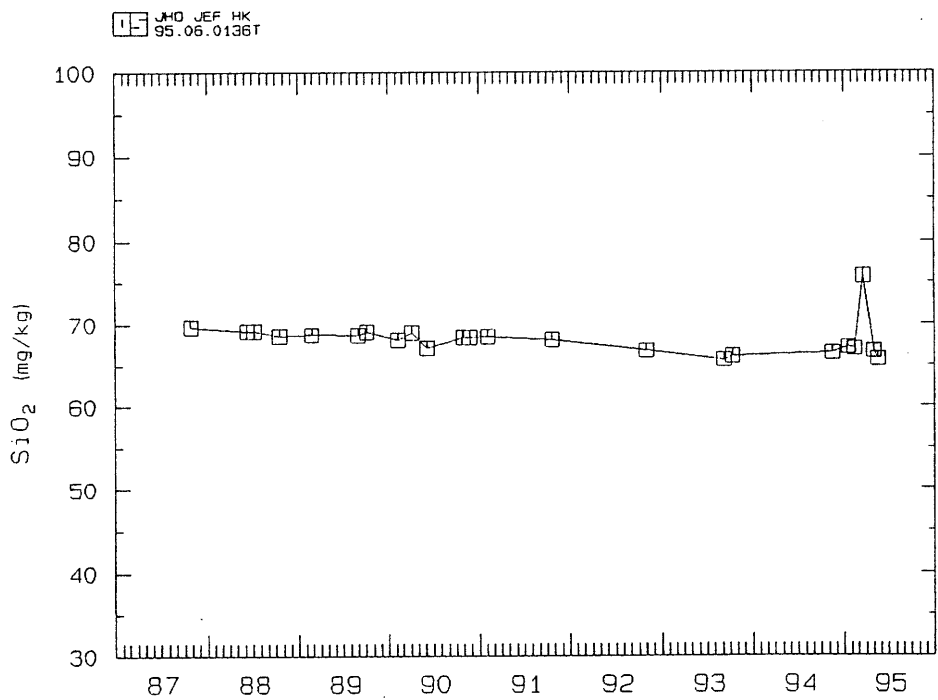
Mynd 3. Hlutfall katjónanna K, Na og Mg í vatnssýnum úr holu 10 á tímabilinu 1987-1994. Til samanburðar er sýnt sama hlutfall fyrir ferskvattn úr holu 11.



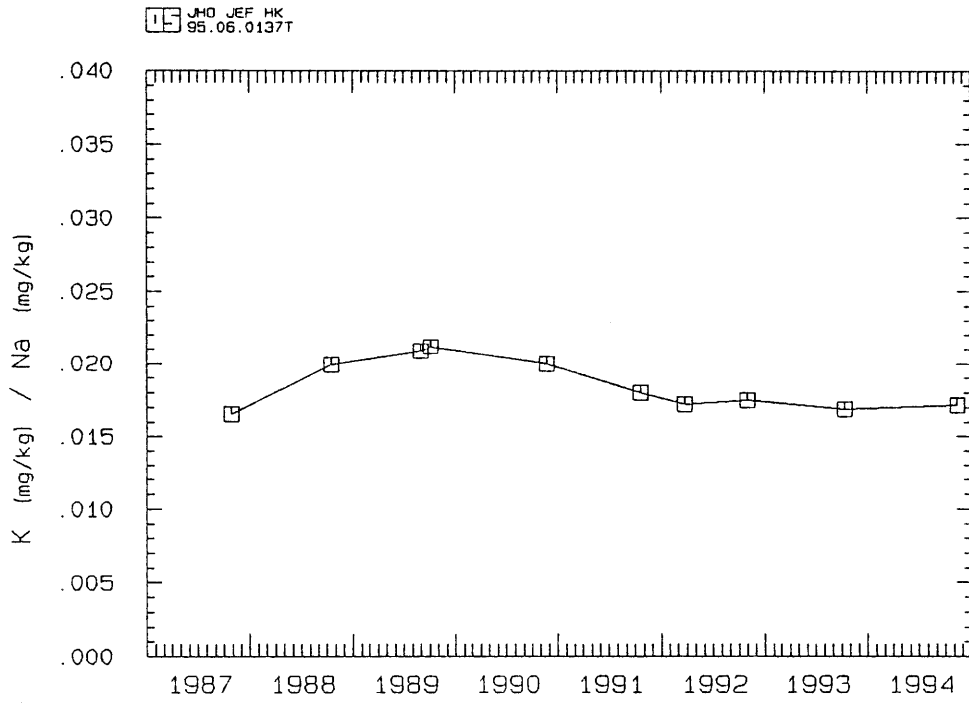
Mynd 4. Hlutfall klóríðs og bórs í vatnssýnum úr holu 10 á tímabilinu 1987-1994.



Mynd 5. Hlutfall súrefnissamsætna í vatnssýnum úr holu 10 á tímabilinu 1987-1994.



Mynd 6. Styrkur kísils í vatnssýnum úr holu 10 á tímabilinu 1987-1994.



Mynd 7. Hlutfall katjónanna K og Na í vatnssýnum úr holu 10 á tímabilinu 1987-1994.