



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

**Hitaveita Blönduóss
Efnaeftirlit með
jarðhitavatni 1997**

Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Blönduóss

1998

OS-98054



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 561

Magnús Ólafsson

HITAVEITA BLÖNDUÓSS

Efnaeftirlit með jarðhitavatni 1997

Unnið fyrir Hitaveitu Blönduóss

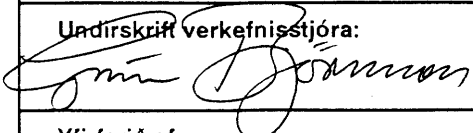

OS-98054

September 1998

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

Skýrsla nr.: OS-98054	Dags.: September 1998	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: HITAVEITA Blönduóss Efnaeftirlit með jarðhitavatni 1997	Upplag: 15	
	Fjöldi síðna: 15	
Höfundar: Magnús Ólafsson	Verkefnisstjóri: Grímur Björnsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Árlegt efnaeftirlit	Verknúmer: 610 561	
Unnið fyrir: Hitaveitu Blönduóss		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Skýrslan fjallar um efnaeftirlit með jarðhitavatni Hitaveitu Blönduóss árið 1997. Hitaveitan nýtir vatn úr borholum á jarðhitasvæðinu að Reykjum við Reykjabraut. Lengst af hafa holur 5 og 6 verið aðalvinnsluholur veitunnar og hola 4 verið varahola. Frá því haustið 1997 hefur hola 12, sem var boruð síðla sumars 1996 og reyndist mjög gjöful, verið aðalvinnsluhola veitunnar. Við efnaeftirlitið tekur Orkustofnun heilsýni úr vinnsluholum og annast efnagreiningar en Hitaveitan tekur sýni til greininga á völdum efnum. Haustið 1997 var í fyrsta sinn tekið sýni úr holu 12 til heildarefnagreininga og samanburðar við vatn úr öðrum holum. Tilgangur efnaeftirlitsins er einkum tvíþættur, að fylgjast með breytingum sem kunna að verða á sjálfu jarðhitakerfinu, og fylgjast með neyslufærni vatnsins. Efnagreiningar sýna að hiti í jarðhitakerfinu að Reykjum er u.þ.b. 90°C, og að vatn úr holu 12 er keimlíkt vatni úr holu 5 en hiti þess er tæpum tveim gráðum hærri. Styrkur kísils og kalsíums er aðeins lægri í holu 12 en holu 5 en styrkur annarra efna nánast sá sami, og einnig hlutfall súrefnissamsætna. Ekki er búist við vandamálum vegna kalkútfellinga í dreifikerfi veitunnar. Vatnið er ágætlega hæft í alla almenna heitavatnsnotkun, en flúoríðstyrkur er langt yfir leyfilegum mörkum fyrir drykkjarvatn.		
Lykilorð: Blönduós, hitaveita, jarðhitavatn, eftirlit, efnastykur	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: 	

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS	3
3. HEIMILDIR	5

TÖFLUSKRÁ

1. Efnasamsetning vatns úr holum 5 og 12	4
--	---

MYNDASKRÁ

1. Hiti vatns úr holum 5 og 12	7
2. Styrkur kísils í vatni úr holu5 og 12	7
3. Styrkur natríums í vatni úr holum 5 og 12	8
4. Styrkur kalsíums í vatni úr holum 5 og 12	8
5. Styrkur kalíums í vatni úr holum 5 og 12	9
6. Styrkur klóríðs í vatni úr holu5 og 12	9
7. Styrkur súlfats í vatni úr holum 5 og 12	10
8. Styrkur flúoríðs í vatni úr holum 5 og 12	10
9. Styrkur magnesíums í vatni úr holum 5 og 12	11
10. Hlutfall súrefnissamsæta í vatni úr holum 5 og 12	11
11. Samband súrefnis- og vetnissamsæta í vatni úr holum 5 og 12	12
12. Kalkmettun vatns úr holum 5 og 12	12

1. INNGANGUR

Hitaveita Blönduóss hefur í rúm 20 ár nýtt vatn úr borholum á jarðhitasvæðinu að Reykjum við Reykjabraut. Holur 5 og 6 hafa lengst af verið aðalvinnsluholur veitunnar en hola 4 verið notuð til vara. Í kjölfar undangenginna jarðhitarannsókna á vegum hitaveitunnar (Ragna Karlsdóttir o.fl., 1993; Grímur Björnsson, 1996a) var hola 12 boruð síðla sumars 1996. Holunni var valinn staður sunnan Reykjabrautar, gegnt þáverandi vinnslusvæði hitaveitunnar. Holan reyndist mjög gjöful (Grímur Björnsson, 1996b) og haustið 1997 var hún virkjuð og hefur verið aðalvinnsluhola veitunnar síðan.

Um all nokkurt skeið hefur Orkustofnun annast eftirlit með efnasamsetningu vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Blönduóss (sjá t.d. Magnús Ólafsson, 1997; Ragna Karlsdóttir o.fl., 1993; Guðrún Sverrisdóttir og Hrefna Kristmannsdóttir, 1993; Helga Tulinius o.fl., 1991; Helga Tulinius og Magnús Ólafsson, 1990 og Magnús Ólafsson 1987). Efnaeftirlitið hefur verið fólgið í því að starfsmenn Orkustofnunar hafa tekið s.k. heilsýni úr vinnsluholum veitunnar annað slagið, auk þess sem starfsmenn veitunnar hafa tekið sýni til greininga á völdum efnunum. Haustið 1997 tóku starfsmenn Orkustofnunar sýni úr holu 12 í þeim tilgangi að kanna efnainnihald vatnsins og bera það saman við efnainnihald í öðrum holum á svæðinu, t.d. holu 5. Var það í fyrsta skipti sem sýni til heildarefnagreiningar var tekið úr holunni.

Tilgangur efnaeftirlits að þessu tagi er einkum tvíþættur. Í fyrsta lagi að fylgjast með breytingum sem kunna að verða á sjálfu jarðhitakerfinu og í öðru lagi að fylgjast með nýtingarhæfni vatnsins. Breytingar á efnasamsetningu vatns á jarðhitasvæðum verða helst í kjölfar mikillar vinnslu úr viðkomandi jarðhitakerfi, en geta einnig orðið vegna breyttra aðstæðna af náttúrulegum orsökum.

2. EFNASAMSETNING JARÐHITAVATNS

Sýnataka úr holu 12 fór fram þann 20. nóvember 1997, en þá var búið að dæla u.þ.b. 30 l/s úr holunni eina viku. Hiti, uppleyst súrefni og brennisteinsvetni voru mæld við sýnatöku, en sýrustig og karbónat innan sólarhrings frá sýnatöku. Önnur efni voru greind síðar á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar, að því frátöldu að samsætur súrefnis og vetnis voru mældar á Raunvísindastofnun Háskólans.

Niðurstöður efnagreininga liggja nú fyrir og eru sýndar í töflu 1. Þar eru einnig sýndar niðurstöður greininga á nokkrum sýnum af vatni úr holu 5 til samanburðar.

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holum 5 og 12 (mg/l).

HOLA	RR-05			RR-12
	1992.11.06 1992-0287	1993.10.16 1993-0209	1994.11.17 1994-0360	1997.11.20 1997-0737
Hiti (°C)	72,5	72,4	72,0	73,8
Sýrustig (pH/°C)	9,59/22	9,67/21	9,66/23	9,63/22
Kísill (SiO ₂)	109,4	109,0	109,2	104,9
Natríum (Na)	68,4	67,6	68,1	66,2
Kalíum (K)	1,9	1,9	1,9	1,8
Kalsíum (Ca)	3,8	3,8	3,8	2,6
Magnesium (Mg)	0,029	0,025	0,032	0,004
Karbonsat (CO ₂)	27,4	27,9	27,9	24,9
Súlfat (SO ₄)	60,9	59,2	60,3	57,4
Brennist.vetni (H ₂ S)	1,4	2,2	1,5	1,6
Klóríð (Cl)	8,5	8,0	8,4	8,7
Flúoríð (F)	5,3	5,3	5,4	5,3
Brómíð (Br)	0,03	-	-	-
Bór (B)	0,02	0,03	0,00	0,003
Járn (Fe)	-	0,0011	-	0,0028
Mangan (Mn)	-	0,0007	-	0,0003
Ál (Al)	0,021	-	-	0,02
Uppl. efni (TDS)	304	251	286	282
Súrefni (O ₂)	0,006	0	0	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-12,43	-12,37	-12,39	-12,35
δD (‰ SMOW)	-91,2	-	-	-89,7

- ekki mælt

Í töflu 1 sést að vatnið úr holu 12 er keimlíkt því úr holu 5. Þetta sést nánar á myndum 1 til 12, sem sýna hita við holutopp (mynd 1) styrk allra helstu uppleystu efnanna í vatninu (myndir 2 til 9), hlutfall súrefnissamsætna í vatni úr holunum (mynd 10), samband súrefnis- og vetnissamsætna (mynd 11) og loks kalsítmettun (kalkmettun) vatnsins, eins og hún reiknast við hita mældan samhliða söfnun hverju sinni (mynd 12). Á sumum þessara mynda sést að á árinu 1992 tók að bera á ýmsum breytingum á efnasamsetningu vatns úr holu 5, sem stöfuðu af innrennsli á köldu vatni um gat á 7½ m dýpi á fóðringu í holunni (Magnús Ólafsson, 1997). Myndirnar sýna að bráðabirgðaviðgerð sem fram fór á fóðringunni haustið 1993 virðist hafa komið í veg fyrir frekara innrennsli og efnainnihald vatnsins varð nánast orðið það sama haustið 1994 eins og það var áður en innrennslið hófst. Þó er rétt að benda á að styrkur kalsíums (Ca) hefur ekki lækkað í það sem hann var áður.

Mynd 1 sýnir að hiti vatns úr holu 12 er tæpum tveimur gráðum hærri en úr holu 5. Aftur á móti er styrkur kísils (SiO₂) ögn lægri í vatni úr holu 12 en úr holu 5 (mynd 2). Þarna skýtur skökku við, þar sem styrkur kísils í vatni er háður hita þess á þann hátt að hann hækkar eftir því sem hiti vatnsins eykst og hefur þetta samband verið notað til að reikna út hita í jarðhitakerfum á grundvelli sýna sem safnað er á yfirborði. Því hefði mátt búast við hærri kísilstyrk í vatni úr holu 12 en úr holu 5. Munur þessi er þó ekki

meiri en svo, að efnahiti á grundvelli kísilstyrks, reiknast 90°C fyrir holu 12 en 92 til 94°C fyrir vatn úr holu 5. Efnagreiningar á vatni úr holu 12 staðfesta því fyrri reikninga, sem byggðu á efnagreiningum sýna úr holum 5 og 6, að hiti í jarðhitakerfinu að Reykjum er u.þ.b. 90°C. Styrkur kalsíums (Ca) er lægri í vatni úr holu 12 (mynd 4), en reyndar svipaður og hann var í holu 5 fram til 1988. Styrkur annarra efna er nánast sá sami í vatni úr holu 12 eins og hann hefur verið í holu 5.

Mynd 10 sýnir hlutfall súrefnissamsætna í vatni úr holum 5 og 12, en hlutfall þetta getur sagt til um uppruna vatnsins. Það er t.d. mismunandi í heitu vatni annars vegar og í köldu vatni hins vegar og gefur því upplýsingar um innstreymi á köldu vatni inn í jarðhitakerfi. Mynd 10 sýnir að hlutfall súrefnissamsætna í vatni úr holu 12 er það sama og úr holu 5, sem staðfestir að holurnar vinna vatn úr sama jarðhitakerfinu. Þetta kemur betur fram á mynd 11, sem sýnir samband súrefnissamsætna annars vegar og vetnissamsætna hins vegar í vatni úr holunum tveimur. Eins og títt er um jarðhitavatn á Íslandi falla sýnin nánast á s.k. úrkomulínu (Bragi Árnason, 1976), en það sýnir að vatnið er að uppruna úrkoma, sem fallið hefur á yfirborð landsins, hripað niður og hitnað og stigið aftur til yfirborðs. Eitt sýni úr holu 5 fellur nokkuð neðan við úrkomulínuna á mynd 11. Það er sýni sem tekið var haustið 1992, áður en gert var við fódurrörsleka í holunni.

Mynd 12 sýnir að vatnið úr holu 5 hefur lengst af verið lítillega yfirmettað með tilliti til kalsíts (kalks) eins og títt er um jarðhitavatn hér á landi. Vatnið úr holu 12 fellur nánast á mettunarferilinn ($\log(Q/K)=0$) líkt og vatn úr holu 5 gerði áður en styrkur kalsíums hækkaði 1989 og er því ekki búist við vandamálum vegna kalkútfellinga í dreifikerfi veitunnar.

Efnagreiningar sýna að vatnið er ágætlega hæft í alla almenna heitavatnsnotkun, líkt og verið hefur um vatn úr holum 5 og 6. Aftur á móti er styrkur flúoríðs (F) langt yfir þeim mörkum sem leyfileg eru varðandi drykkjarvatn.

3. HEIMILDIR

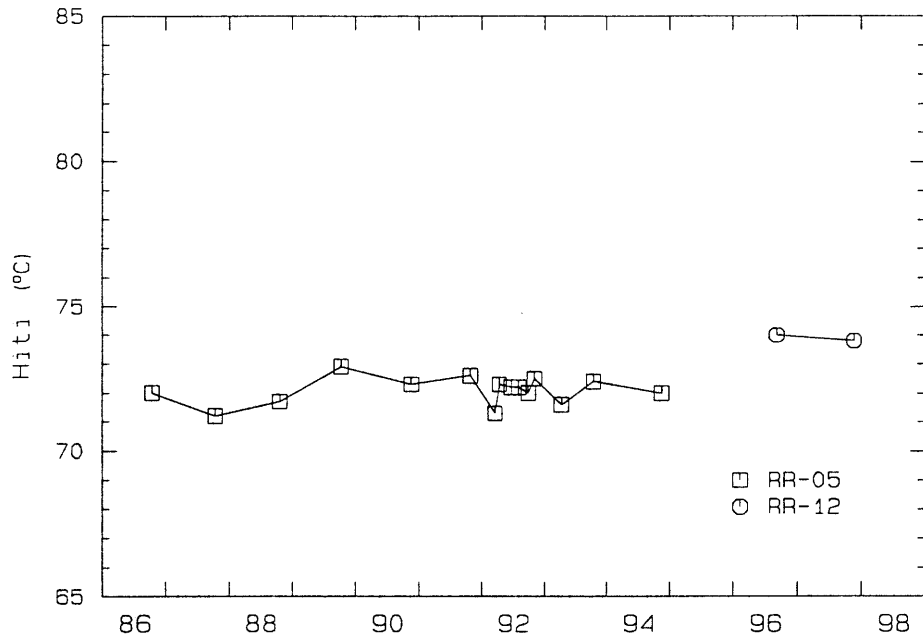
Bragi Árnason, 1976: Groundwater systems of Iceland traced by deuterium. Reykjavík, 236 s.

Helga Tulinius, Magnús Ólafsson, Ragna Karlsdóttir og Grímur Björnsson, 1991: Reykir á Reykjabraut. Yfirborðsmælingar og vinnslueftirlit 1974 - 1990. Orkustofnun, OS-91045/JHD-26 B, 21 s.

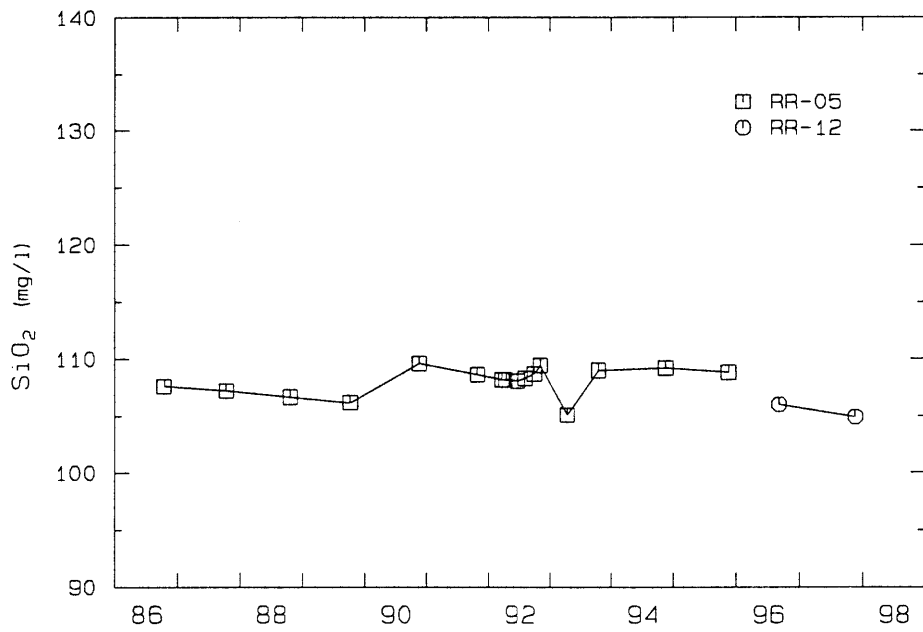
Helga Tulinius og Magnús Ólafsson, 1990: Hitaveita Blönduóss. Samantekt á gögnum um vatnsvinnslu fram til 1990. Orkustofnun, OS-90053/JHD-31 B, 17 s.

Grímur Björnsson, 1996a: Hitastigulsboranir og líkan af jarðhitakerfinu á Reykjum við Reykjabraut. Orkustofnun, OS-96008/JHD-04 B, 20 s.

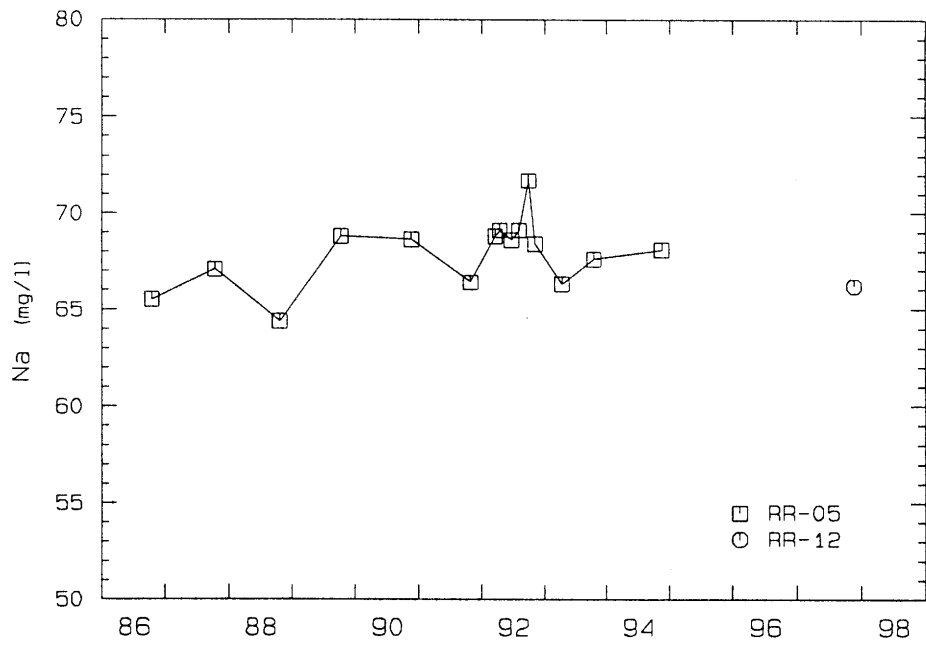
- Grímur Björnsson, 1996b: Mat á afköstum og hita holu 12 á Reykjum við Reykjabraut. Orkustofnun, greinargerð GrB-96/08, 8 s.
- Guðrún Sverrisdóttir og Hrefna Kristmannsdóttir, 1993: Hitaveita Blönduóss. Efnaeftirlit 1992. Orkustofnun, greinargerð GSv-HK-93/02, 7 s.
- Magnús Ólafsson, 1997: Hitaveita Blönduóss. Efnasamsetning vatns úr holu 5 árin 1993 til 1995. Orkustofnun, greinargerð MÓ-97/03, 6 s.
- Magnús Ólafsson, 1987: Hitaveita Blönduóss. Af hitaveitueftirliti 1986. Orkustofnun, greinargerð MÓ-87/08, 3 s.
- Ragna Karlsdóttir, Grímur Björnsson og Magnús Ólafsson, 1993: Jarðhitarannsóknir á Reykjum við Reykjabraut 1992 - 1993. Orkustofnun, OS-93058/JHD-14, 26 s.



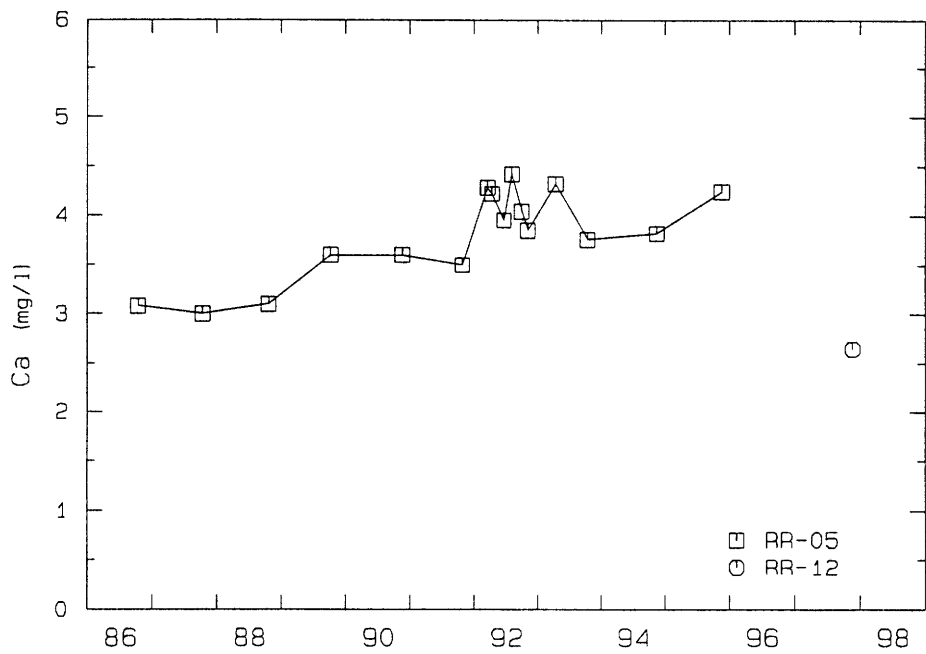
Mynd 1: Hiti vatns úr holum 5 og 12



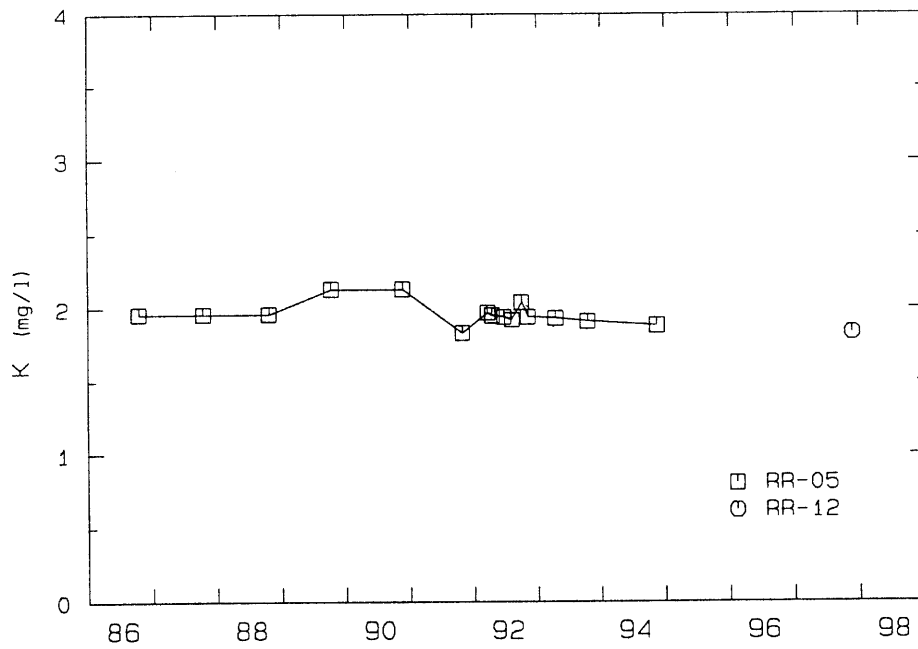
Mynd 2: Styrkur kísils í vatni úr holum 5 og 12



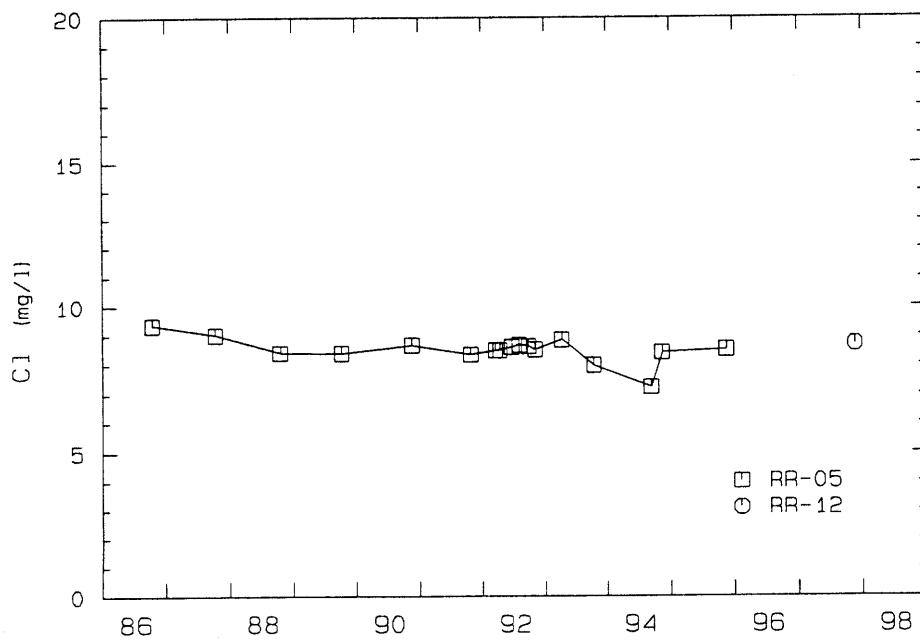
Mynd 3: Styrkur natríums í vatni úr holum 5 og 12



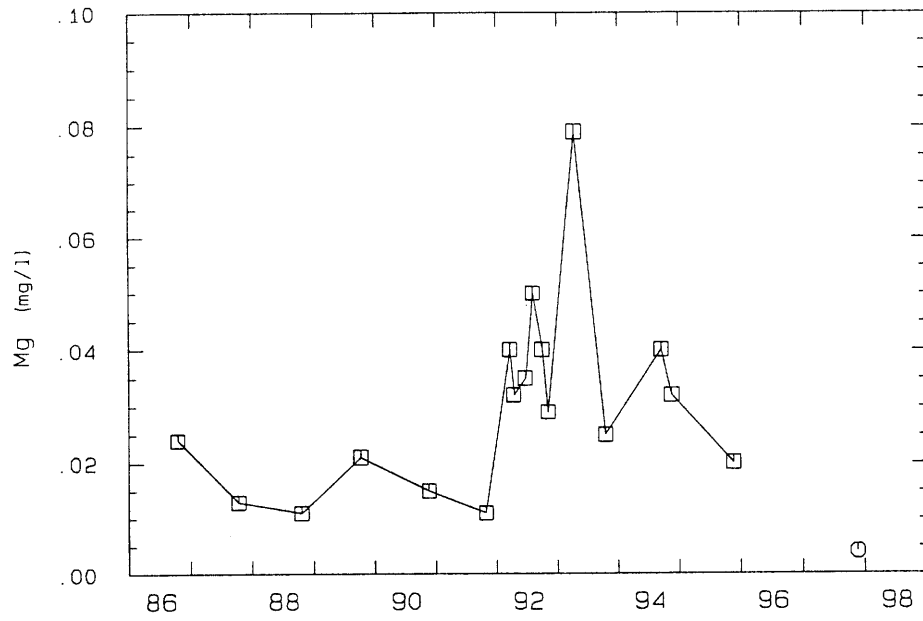
Mynd 4: Styrkur kalsíums í vatni úr holum 5 og 12



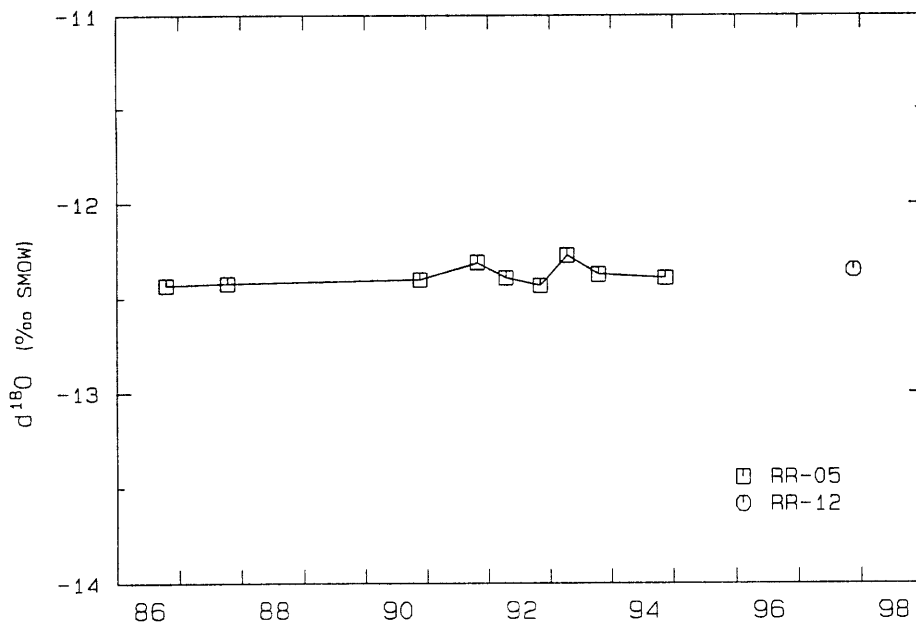
Mynd 5: Styrkur kalíums í vatni úr holum 5 og 12



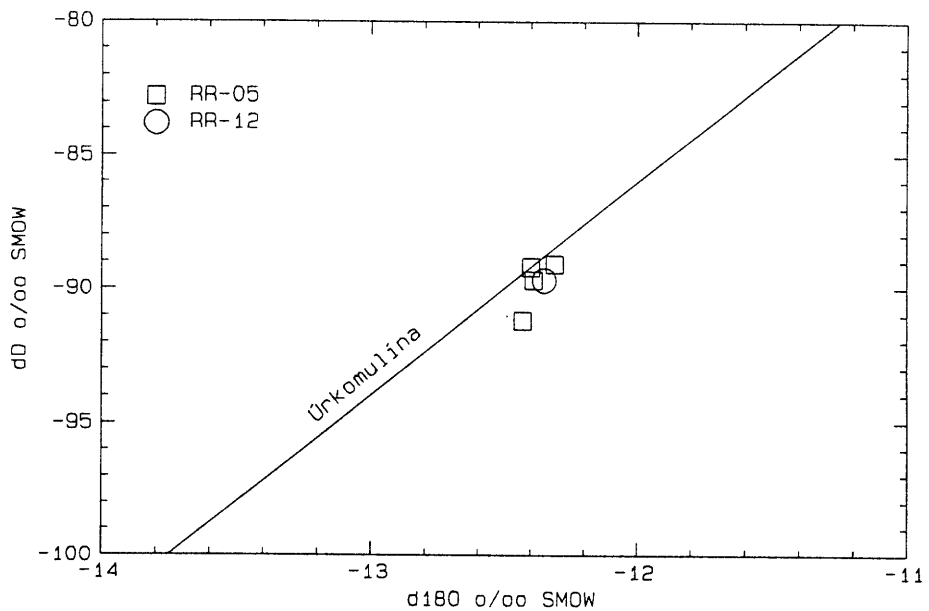
Mynd 6: Styrkur klóríðs í vatni úr holum 5 og 12



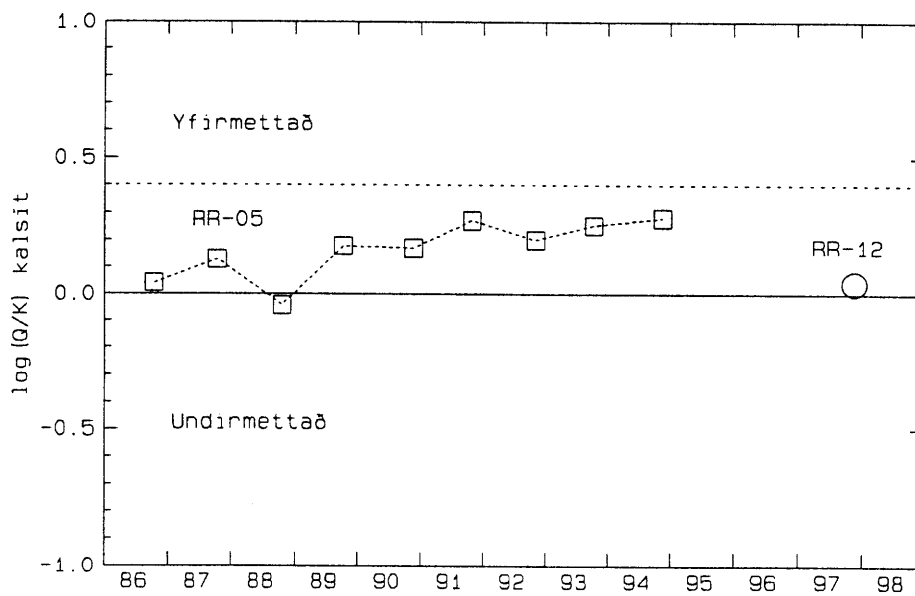
Mynd 9: Styrkur magnesíums í vatni úr holum 5 og 12



Mynd 10: Hlutfalls súrefnissamsætna í vatni úr holum 5 og 12



Mynd 11: Samband súrefnis- og vetnissamsætna í vatni úr holum 5 og 12



Mynd 12: Kalkmettun vatns úr holum 5 og 12