



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

SÝNIEINTAK
-má ekki fjarlægja

HITAVEITA RANGÆINGA

Eftirlit með jarðhitavinnslu 1993-1994

Hrefna Kristmannsdóttir

Guðni Axelsson

Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga

OS-94058/JHD-34 B

Desember 1994



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 611 861

HITAVEITA RANGÆINGA

Eftirlit með jarðhitavinnslu 1993-1994

Hrefna Kristmannsdóttir

Guðni Axelsson

Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga

OS-94058/JHD-34 B

Desember 1994

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. EFNASAMSETNING VATNS Í LWN-4	3
3. EFNASAMSETNING VATNS Í DREIFIKERFI	4
4. VINNSLA, VATNSBORÐ OG VATNSHITI	5
5. NIÐURSTÖÐUR	7
6. HEIMILDIR	7

TÖFLUR

1. Efnasamsetning vatns úr holu LWN-4 (mg/l)	3
2. Vinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum 1982-1994	5

MYNDIR

1. Styrkur klóríðs á móti tíma í vatni úr holu LWN-4	8
2. Styrkur natríums á móti tíma í vatni úr holu LWN-4	8
3. Styrkur kísils á móti tíma í vatni úr holu LWN-4	9
4. Breyting á styrk kalsíums í vatni í dreifikerfi Hitaveitu Rangæinga	9
5. Vatnsborð í holum LWN-4 og GN-1 ásamt vinnslu, okt. 1993 til des. 1994	10
6. Vatnsborð og vinnsla á Laugalandi frá 1982	10
7. Vikumeðaldæling úr LWN-4 og útihiti, október 1993 til desember 1994	11
8. Vikumeðaldæling og hiti vatns úr LWN-4, október 1993 til desember 1994	11
9. Hiti vatns úr LWN-4 og vinnsla á Laugalandi frá 1987	12

1. INNGANGUR

Í eftirfarandi skýrslu er fjallað um vinnslueftirlit hjá Hitaveitu Rangæinga árið 1993-1994. Verkið er unnið samkvæmt samningi milli Hitaveitu Rangæinga og Orkustofnunar nr. 611861-1989 um vinnslueftirlit. Fjallað er um efnasamsetningu vatns úr vinnsluholu hitaveitunnar LWN-4 og breytingar sem verða á efnasamsetningu í dreifikerfinu. Tekið er saman yfirlit yfir vatnsvinnslu og áhrif hennar á vatnsborð og hita.

2. EFNASAMSETNING VATNS Í LWN-4

Í október s.l. var tekið sýni til heildarefnagreiningar úr holu LWN-4 á Laugalandi í Holtum. Samhliða voru tekin sýni úr dreifikerfinu til kalsíummælinga og mælt þar uppleyst súrefni.

TAFLA 1. Efnasamsetning vatns úr holu LWN-4 (mg/l).

Dagsetning Númer	86-10-09 86-0147	90-05-31 90-0099	91-07-08 91-0143	92-12-10 92-0344	93-09-13 93-0158	94-10-18 94-0240
Hiti (°C)	96,9	96,0	98,4	99,1	98,6	99,2
Sýrustig (pH/°C)	9,8/22	9,8/26	9,7/26	9,8/23	9,8/24	9,7/24
Kísill (SiO ₂)	101,8	98,0	98,8	97,6	98,8	97,6
Natríum (Na)	94,2	93,7	91,9	93,6	89,9	93,1
Kalíum (K)	2,2	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8
Kalsíum (Ca)	3,1	2,8	2,7	3,0	3,1	3,0
Magnesium (Mg)	0,005	0,044	0,023	0,003	0,006	0,004
Karborat (CO ₂)	21,9	22,8	21,1	21,6	23,7	20,3
Súlfat (SO ₄)	69,7	69,9	66,0	68,7	67,8	66,9
Brennist. vetni (H ₂ S)	0,09	0,06	0,05	0,09	0,07	0
Klóríð (Cl)	49,5	48,8	47,0	49,0	46,7	47,2
Flúoríð (F)	0,89	0,93	0,87	0,89	0,89	0,86
Uppleyst efni	365	355	374	351	-	353
Súrefni (O ₂)	0,015	0,000	0,003	0	0	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-10,8	-10,7	-10,6	-10,6	-	-

- ekki mælt

Í töflu 1 eru sýndar niðurstöður efnagreiningar vatnssýnisins úr holu LWN-4 ásamt greiningu frá 1986 og greiningum frá síðustu fjórum árum til samanburðar. Engin marktæk breyting er sjáanleg í efnasamsetningu vatnsins nú og hefur heldur ekki orðið frá 1990 (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1992 og 1993). Á myndum 1 og 2 eru sýnd efnin klóríð (Cl) og natríum (Na) með tíma í holuvatninu frá 1980. Þar kemur ljóslega fram hvernig efnastyrkur vatnsins lækkaði jafnt og þétt fyrstu vinnsluárin, en hefur staðið nánast í stað síðustu árin, eða a.m.k. ekki sýnt marktækar breytingar. Þetta hefur verið skýrt þannig að átt hafi sér stað blöndun við efnasnaudara vatn, sem hafi að mestu stöðvast þegar dregið var úr vinnslu. Á mynd 3 eru sýndar breytingar með tíma á kísli (SiO₂). Þar verður snögg lækkun fyrst og síðan eru nokkrar sveiflur, en ekki marktæk lækkun né hækkun með tíma. Þetta stafar af því að styrkur kísils er beint háður hitastigi í jarðhitakerfinu. Snögg lækkun kemur nær undantekningarlaust fram í kísilstyrk vinnsluvatns á flestum jarðhitasvæðum og er hún talin stafa af áhrifum borunar á kerfið. Kólni vinnsluvatnið sést yfirleitt lækkun í kísilstyrk nokkrum tíma áður en mælanleg kólnun

verður. Aðrar breytingar verða oft einnig á efnasamsetningu fyrir kólnun og reiknaður "efnahiti" breytist. Í jarðhitakerfinu á Laugalandi hefur ekki orðið nein marktæk kólnun og efnasamsetning (efnahiti) bendir heldur ekki til að hún sé yfirvofandi.

Ekkert súrefni mældist í holuvatninu. Reyndar mældist heldur ekkert brennisteinsvetni, sem alltaf fram til þessa hefur mælst í lágum styrk í vatninu. Hugsanlegt er að sýnataka hafi verið gölluð og loft komist inn við töku sýnisins. Þar sem allt annað er óbreytt og engin merki súrefnis er sú tilgáta talin líkleg. Rétt væri að kanna síðar í vetur þegar ferð fellur hvort þetta er raunveruleg breyting eða ekki. Mun Orkustofnun sjá um það og láta hitaveituna vita niðurstöðuna.

3. EFNASAMSETNING VATNS Í DREIFIKERFI

Kalsíumstyrkur er mældur í vatni úr dreifikerfinu til að fylgjast með tæringarhraða asbestlagnar í aðveitunni og til að meta hættu á kalkútfellingu í vatninu. Við tæringu á asbestaðveitulögninni hækkar styrkur kalsíums og einnig sýrustig vatnsins. Báðar þessar breytingar gera vatnið yfirmettað með tilliti til kalks, en jarðhitavatn er jafnan í lausnarjafnvægi við kalk í jarðhitageymnum. Þegar yfirmettun verður er hætta á útfellingu úr vatninu og einkum er hætta á þessu við endurupphitun vatnsins eins og í rafskautskatlinum á Hvolsvelli.

Á mynd 4 er sýndur sá kalsíumstyrkur, sem mældist við dælustöð á Hellu og við inntak og úttak kyndistöðvarinnar á Hvolsvelli. Til samanburðar eru settar upp í graf tilsvareandi mælingar frá undanförunum árum. Styrkur kalsíums er hæstur þegar rennsli er minnst enda er þá hvarftími vatnsins við veggj leiðslunnar lengstur. Í flestum þeim mælingum, sem gerðar eru á svipuðum árstíma er styrkurinn á móta, sem bendir til jafnrar tæringar á þessu tímabili. Ekki sést marktækur munur hin síðari ár á kalsíumstyrk vatnsins í inn- og úttaki kyndistöðvarinnar. Tekið hefur einnig að mestu fyrir útfellingu í kyndistöðinni. Orsök þess er talin vera að tekist hefur að stöðva að mestu súrefnisupptöku í miðlunargeymi, en líkur benda til að súrefni hafi örvandi áhrif á slíka útfellingu. Einnig var mældur styrkur kalsíums í vatninu við Rauðalæk og í miðlunartanki austan Laugalands, þótt það sé ekki sýnt á myndinni. Styrkur kalsíums var 3,21 mg/l á Rauðalæk og hafði hækkað um rúmlega 0,3 mg/l frá því sem það var í holunni. Á Hellu er styrkurinn kominn í 3,43 mg/l og í 6,32 mg/l á Hvolsvelli.

Styrkur uppleysts súrefnis var mældur á sömu stöðum og tekin voru sýni til kalsíumgreininga. Ekkert súrefni mældist við holutopp, úr miðlunargeymi né heldur á Hellu. Vottur af súrefni mældist hinsvegar við bæði inn- og úttak kyndistöðvarinnar á Hvolsvelli. Styrkurinn var mjög lágur og rétt við greiningarmörk. Fylgjast þarf þó vel með hvort þarna er um einhverja súrefnisupptöku að ræða, einkum í ljósi þess að súrefni er talið geta örvað útfellingu.

4. VINNSLA, VATNSBORÐ OG VATNSHITI

Undanfarinn áratug hefur Hitaveita Rangæinga haft nákvæmt eftirlit með vinnslu og vatnsborði á jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum. Árið 1994 var þetta eftirlit með sama sniði. Starfsmenn hitaveitunnar lásu vikulega af rennslismælum við holur LWN-4 og GN-1 og við miðlunartank á svæðinu. Einnig mældu þeir vatnsborð og vatnshita vikulega. Auk þessara vikulegu mælinga safnar sjálfvirkur gagnasöfnunarbúnaður upplýsingum um augnabliksvinnslu, meðalvinnslu, vatnshita og útihita á 6 klst. fresti.

Gott samræmi hefur yfirleitt verið á milli vikulegu mælinganna og mælinga gagnasöfnunarbúnaðarins. Nokkurt ósamræmi hefur þó verið síðastliðna tvo vetur milli mælinga Hitaveitunnar og mælinga gagnasöfnunarbúnaðarins á vatnshita ásamt smávægilegu ósamræmi í rennslismælingum. Að undanfögnu mælir gagnasöfnunarbúnaðurinn um 1 l/s minna rennslis auk þess sem mælingar búnaðarins voru vitlausar í mars síðastliðnum er báðar holurnar voru í gangi um nokkra hríð. Talið er að það hafi verið af völdum gass í vatninu.

Í töflu 2 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr svæðinu árin 1982 - 1994, byggðar á aflestrum hitaveitunnar. Meðalvinnslan 1994 er byggð á mældri vinnslu til og með nóvember, en áætlaðri vinnslu fyrir desember. Áætluð vinnsla er 17,1 l/s, sem er svipað og árið 1993, en 0,9 l/s minni vinnsla en árið 1992. Minni vinnsla síðustu tvö árin er fyrst og fremst afleiðing aukinnar hitunar bakrásarvatns í kyndistöðinni á Hvolsvelli, eins og áður hefur komið fram (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1993).

Tafla 2. Vinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum 1982-1994.

Ár	Ársmeðalvinnsla (l/s)	Heildarorkuvinnsla ¹⁾ (GWh)
1982	7,4	17,8
1983	19,4	46,8
1984	19,1	46,1
1985	21,8	52,6
1986	21,1	50,9
1987	19,4	46,8
1988	18,5	44,6
1989	17,6	42,5
1990	16,6	40,1
1991	16,7	40,3
1992	18,0	43,6
1993	16,6	40,1
1994 ²⁾	17,1	40,8

¹⁾ Miðað við nýtingu í 30°C. ²⁾ Vinnsla í des. áætluð

Á árinu 1993 var orkuvinnslan á Laugalandi um 41 GWh (tafla 2). Áætlað hefur verið að um 1/4 þeirrar orku tapist í aðveituæðinni milli Laugalands og Hellu (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1992). Einnig tapast mikil orka milli Hellu og Hvolsvallar, sem kyndistöðin á Hvolsvelli bætir þó upp að miklu leyti. Áætla má að kyndingin svari til a.m.k. 10 GWh til viðbótar.

Gögn um vikumeðaldælingu undanfarinna tveggja ára ásamt vatnsborði í holum LWN-4 og GN-1 eru birt á mynd 5. Eins og áður var hola LWN-4 fyrst og fremst notuð þennan tíma, nema hvað hola GN-1 var nýtt dagana 2. - 11. nóvember 1994, er dælan í holu LWN-4 bilaði. Einnig var dælt úr báðum holunum samtímis til reynslu í mars síðastliðnum. Vikumeðaldælingin á myndinni er byggð á aflestrum hitaveitunnar af rennslismælum við holurnar. Síðustu tólf mánuðina var vikumeðalvinnslan mest 25,8 l/s síðustu vikuna í janúar 1994, en minnst 10,3 l/s fyrstu vikuna í júlí 1994. Á sama tímabili fór vatnsborð dýpst í 182 m í LWN-4 og í 175 m í GN-1, sem er svipað og árið 1993. Hæst fór vatnsborð á 97 m dýpi í GN-1, sem einnig er svipað og árið áður. Vatnsborðsveiflur eru nokkru minni í holu GN-1 en í LWN-4 vegna iðustreymistaps í þeirri síðarnefndu.

Á mynd 6 eru birt gögn um vatnsborð, mælt í holu GN-1, og vinnslu á jarðhitasvæðinu allt frá árinu 1982. Á myndinni sést að sú lækkun vatnsborðs, sem hófst í byrjun árs 1994, hefur stöðvast. Þessu var spáð í skýrslu Gríms Björnssonar o.fl. (1993), en þær spár sýna að ef ársmeðalvinnslan helst um 17 l/s mun vatnsborð haldast ofan núverandi dælundýpis í holu LWN-4 næstu 15 - 20 árin. Hins vegar er ekki hægt að gera ráð fyrir að Hitaveita Rangæinga geti annað umtalsveðri aukningu í vatnsnotkun næsta áratuginn, nema að mjög litlu leyti, með núverandi dælubúnaði.

Dagleg meðalgildi útihita skv. gagnasöfnunarbúnaðinum og vikumeðaldæling síðan í október 1992 eru sýnd á mynd 7. Þar sést, eins og áður, hversu gott samband er á milli þessara mæligilda.

Á mynd 8 eru birtar mælingar gagnasöfnunarbúnaðarins á hita vatns úr LWN-4 ásamt vikumeðaldælingunni. Þar sést að greinilegt samband er á milli vatnshita og dælingar, sem er aðallega vegna þess að við meira rennsli kólnar vatnið minna á leið upp holuna, eins og áður hefur verið nefnt (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1992), auk þess sem um samspil misheitra æða getur verið að ræða. Nokkurt ósamræmi er milli mælinga hitaveitunnar og mælinga gagnasöfnunarbúnaðarins. Það er mest yfir veturinn þegar hitinn er hæstur og rennslið mest, rúmlega 0,5°C. Rétt væri að endurkvarða hitamæli gagnasöfnunarbúnaðarins við tækifæri.

Mynd 9 sýnir að lokum hita vatns úr holu LWN-4 samkvæmt mælingum Hitaveitu Rangæinga frá því um áramótin 1986/1987, en síðan þá er talið að um sambærilegar mælingar sé að ræða. Myndin sýnir mánaðarmeðaltöl vikulegra aflestra. Fyrir utan ársveiflu virðist ekki hafa orðið marktæk breyting á hita vatnsins úr LWN-4 á þessum tíma. Híti vatnsins hefur að meðaltali mælst um 98,5°C.

5. NIÐURSTÖÐUR

1. Vatn úr holu LWN-4 sýnir nánast engar breytingar í efnastyrk milli ára.
2. Tæring á asbesti í aðveitulögnum er svipuð og á undanförunum árum.
3. Engin súrefnisupptaka mælist í miðlunartanki austan Laugalands, en vottur af súrefni mældist í vatni við kyndistöðina á Hvolsvelli. Fylgjast þarf með hvort það er viðvarandi.
4. Meðalvinnsla ársins 1994 stefna í um 17 l/s, sem er sambærilegt við vinnslu ársins 1993, en um 1 l/s minni vinnsla en árið 1992. Aukin kynding bakrásarvatns á Hvolsvelli skýrir þessa minnkun að mestu leyti.
5. Vatnsborð hefur haldist á svipuðu dýpi nú í ár (1994) og á síðasta ári (1993) og hefur sú lökkun vatnsborðs, sem hófst í byrjun árs 1994, því stöðvast. Er það í samræmi við vatnsborðsspá sem reiknuð var í byrjun árs 1993. Ef ársmeðalvinnslan eykst ekki verulega frá því sem nú er mun vatnsborð haldast ofan núverandi dæluþýpi í LWN-4 næstu 15 - 20 árin, samkvæmt þeirri spá.
6. Undanfarin átta ár hefur meðalhiti vatns úr LWN-4 mælst um 98,5°C og virðist vatnshitinn ekki hafa breyst marktækt þennan tíma.
7. Kvarða þarf hitanema gagnasöfnunarþúnaðar og einnig væri æskilegt að kvarða rennismæli.

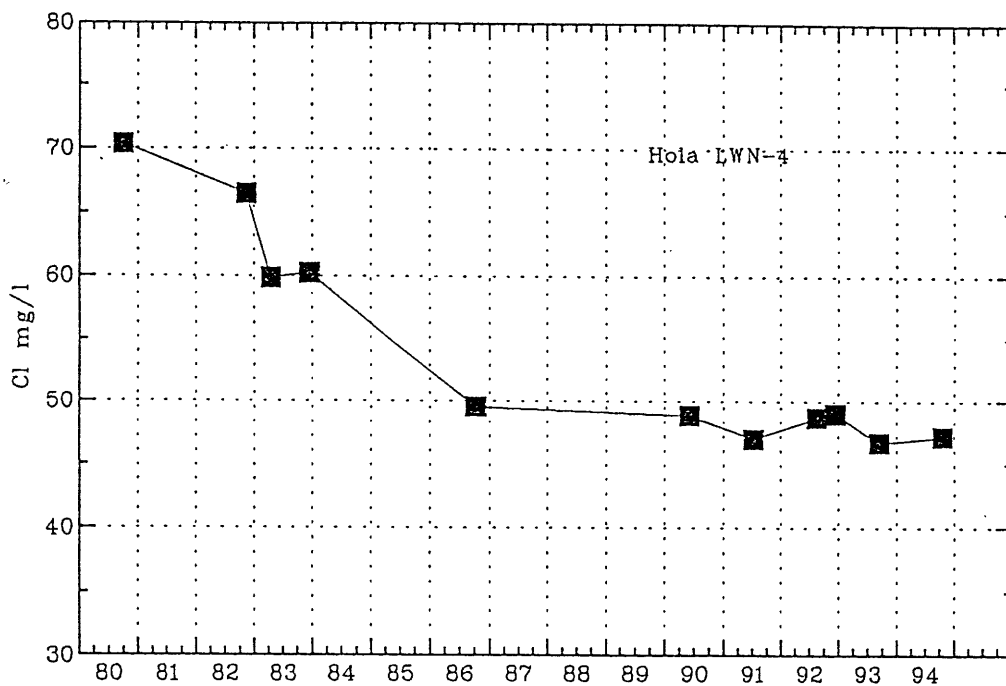
6. HEIMILDIR

Grímur Björnsson, Guðni Axelsson, Jens Tómasson, Kristján Sæmundsson, Árni Ragnarsson, Sverrir Þórhallsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1993: Hitaveita Rangæinga. Jarðhitarannsóknir 1987-1992 og möguleikar á frekari orkuöflun. Orkustofnun, OS-93008/JHD-03 B. Unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1992: Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1991-1992. Orkustofnun, OS-92060/JHD-33 B. Unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

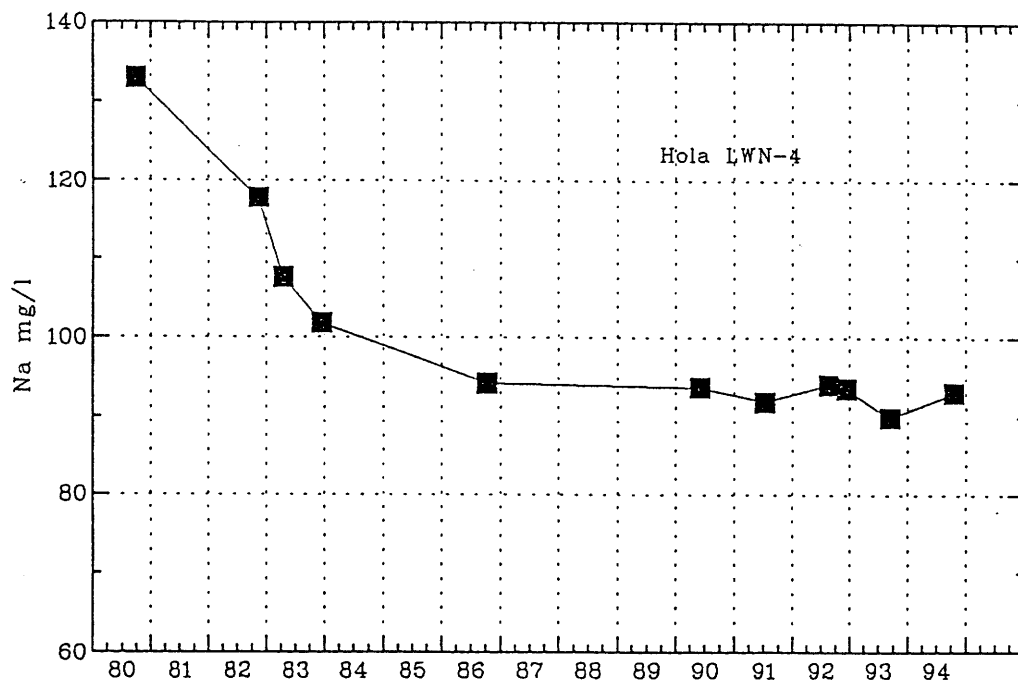
Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993: Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1992-1993. Orkustofnun, OS-93076/JHD-38 B. Unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

JHD JEF 8610 GSv
94.12.0647 T



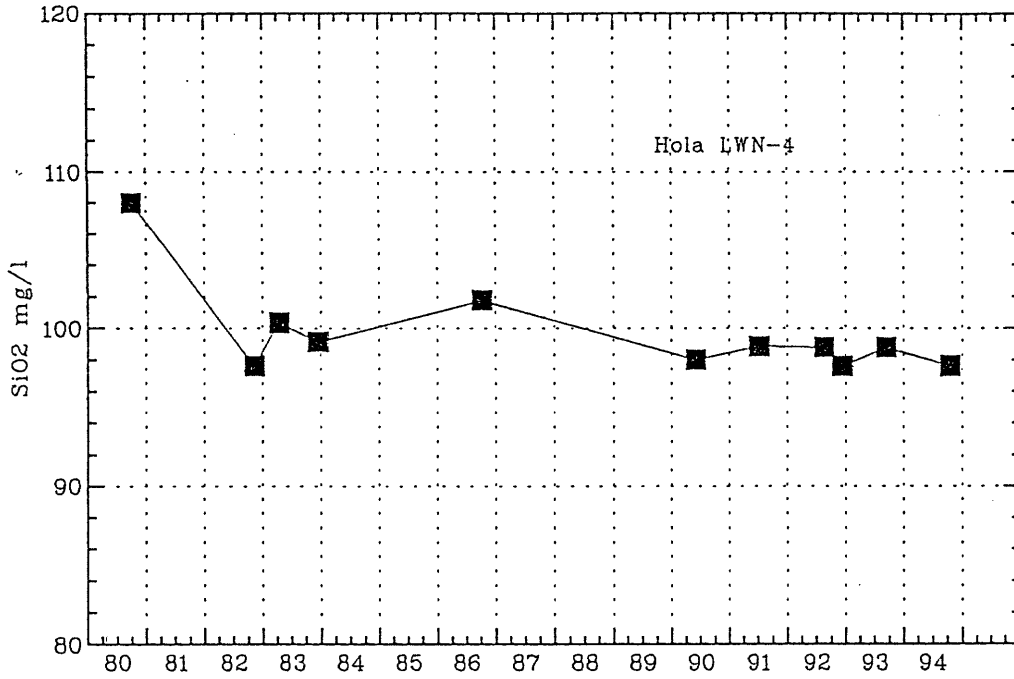
MYND 1. Styrkur klóríðs á móti tíma í vatni úr holu LWN-4.

JHD JEF 8610 GSv
94.12.0648 T



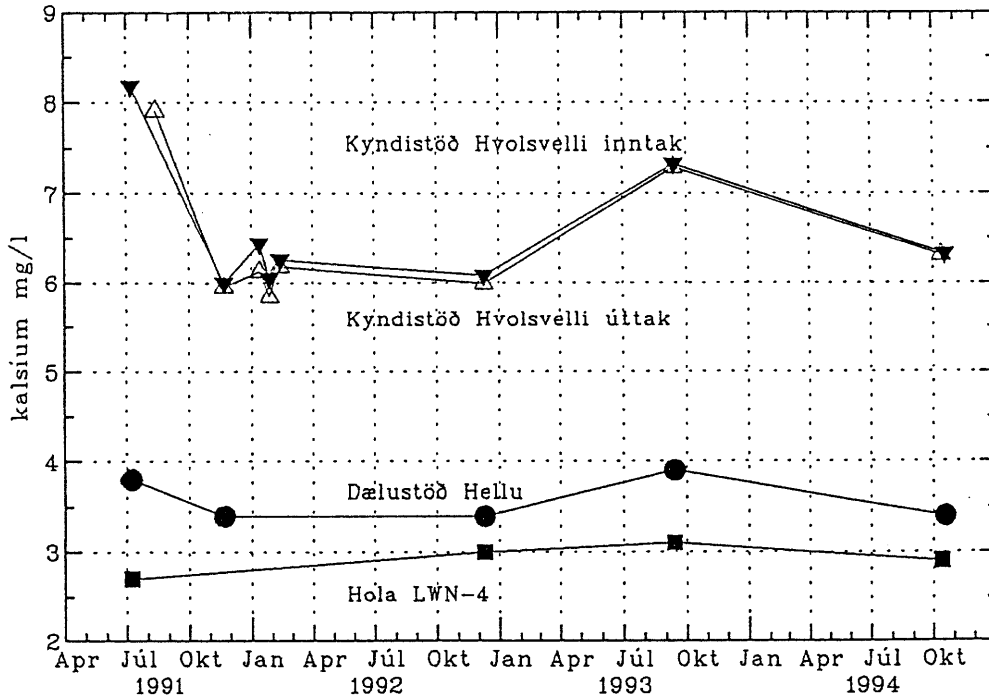
MYND 2. Styrkur natríums á móti tíma í vatni úr holu LWN-4.

JHD JEF 8610 GSv
94.12.0649 T



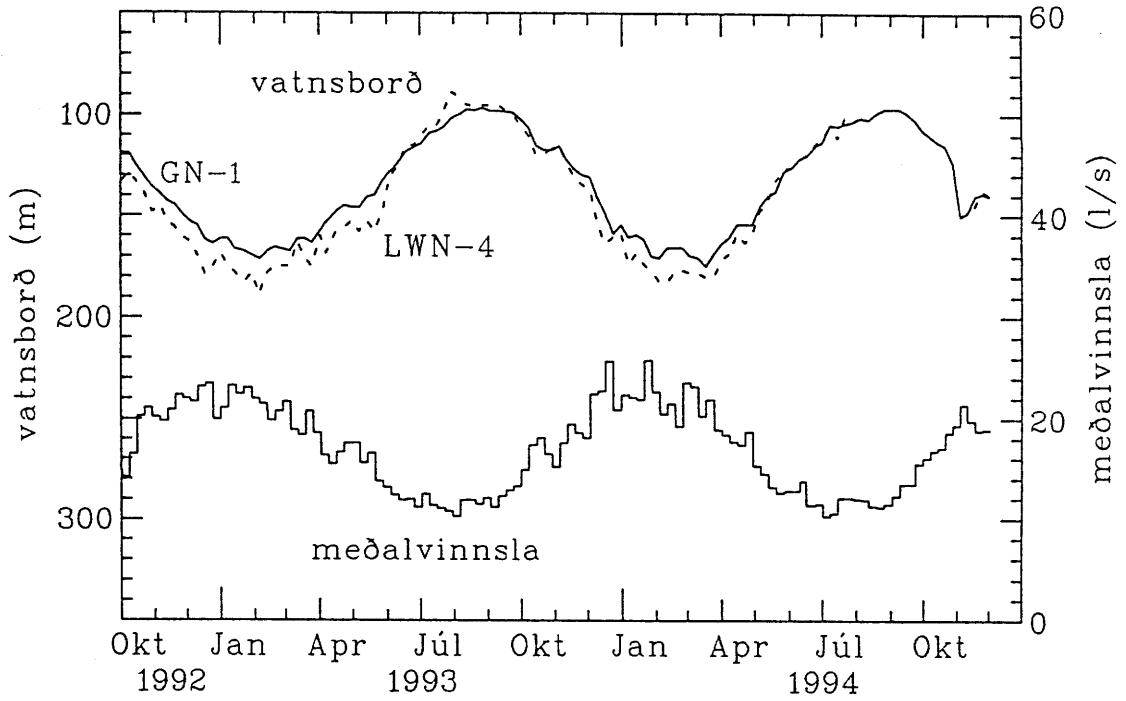
MYND 3. Styrkur kísils á móti tíma í vatni úr holu LWN-4.

JHD JEF 8610 GSv
94.12.0650 T



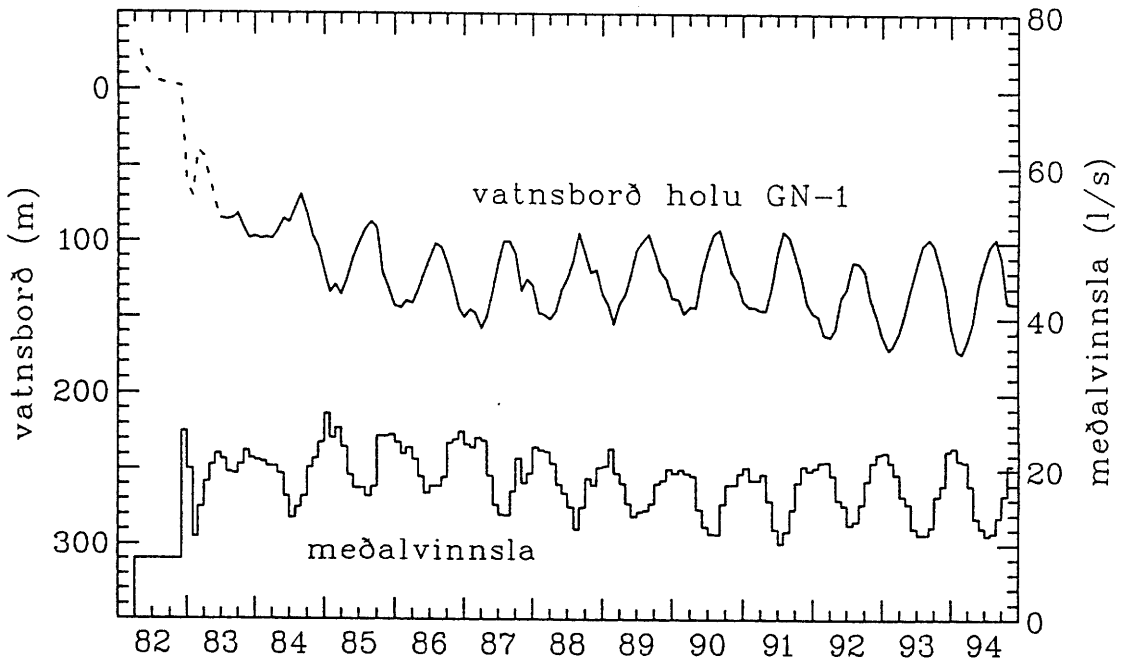
MYND 4. Breyting á styrk kalsíums í vatni í dreifikerfi Hitaveitu Rangæinga.

JHD FFR 8610 GAx
94.12.0651 T



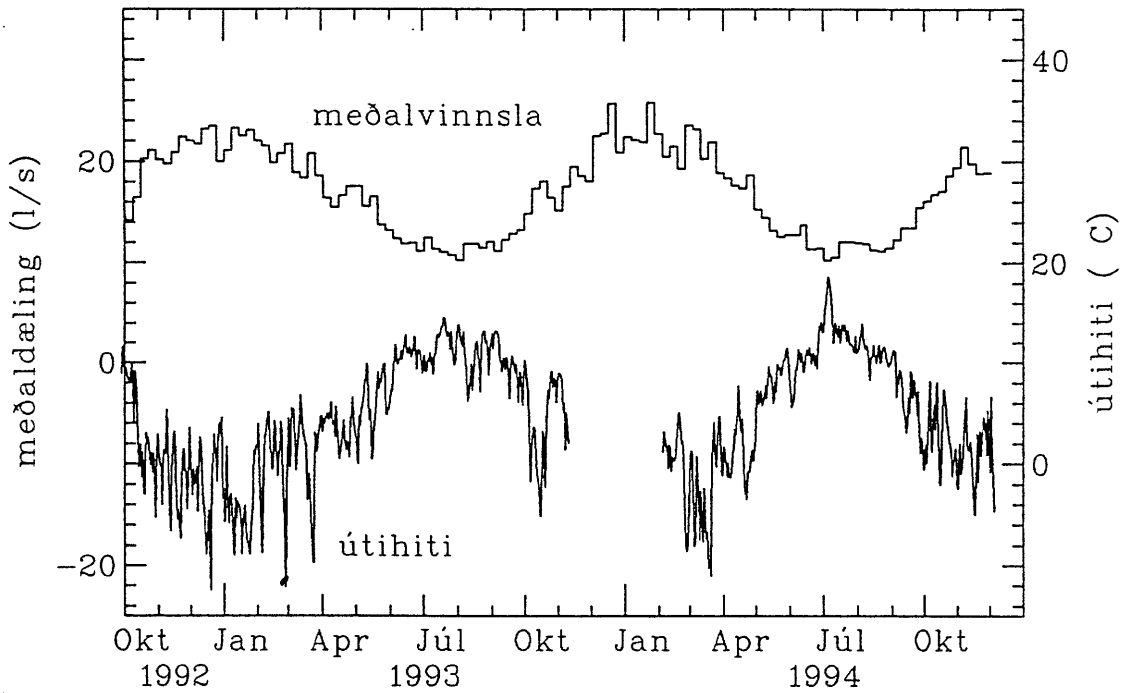
MYND 5. Vatnsborð í holum LWN-4 og GN-1 ásamt vinnslu, okt. 1993 til des. 1994.

JHD FFR 8610 GAx
94.12.0652 T



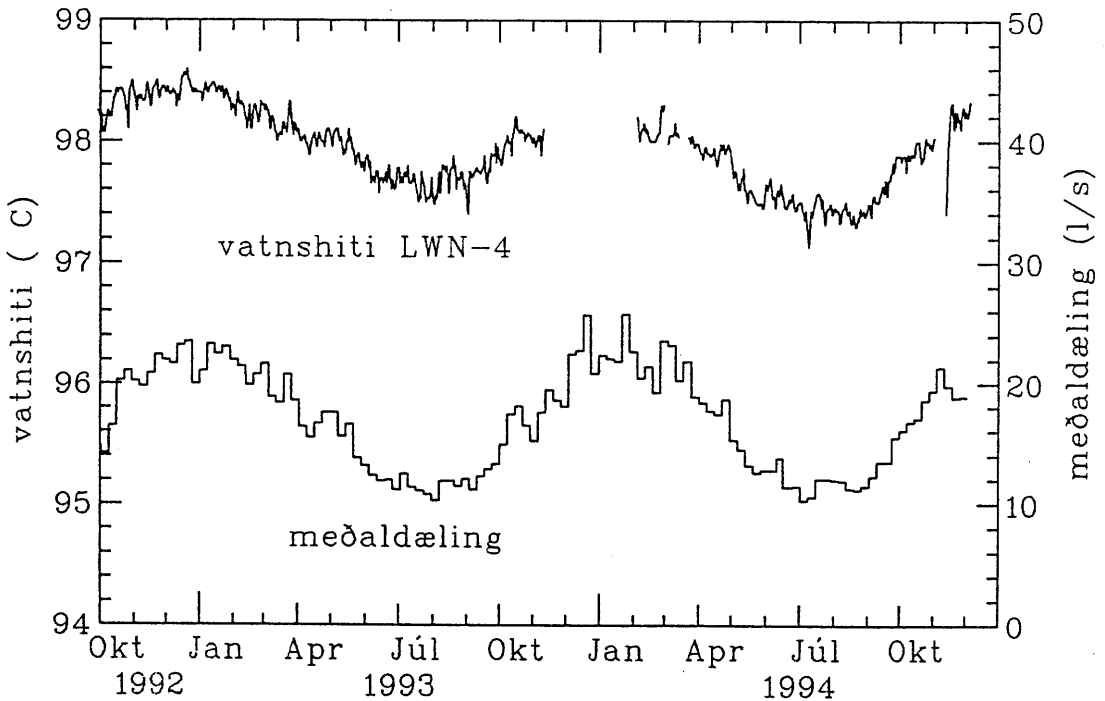
MYND 6. Vatnsborð og vinnsla á Laugalandi frá 1982.

JHD FFR 8610 GAx
94.12.0653 T



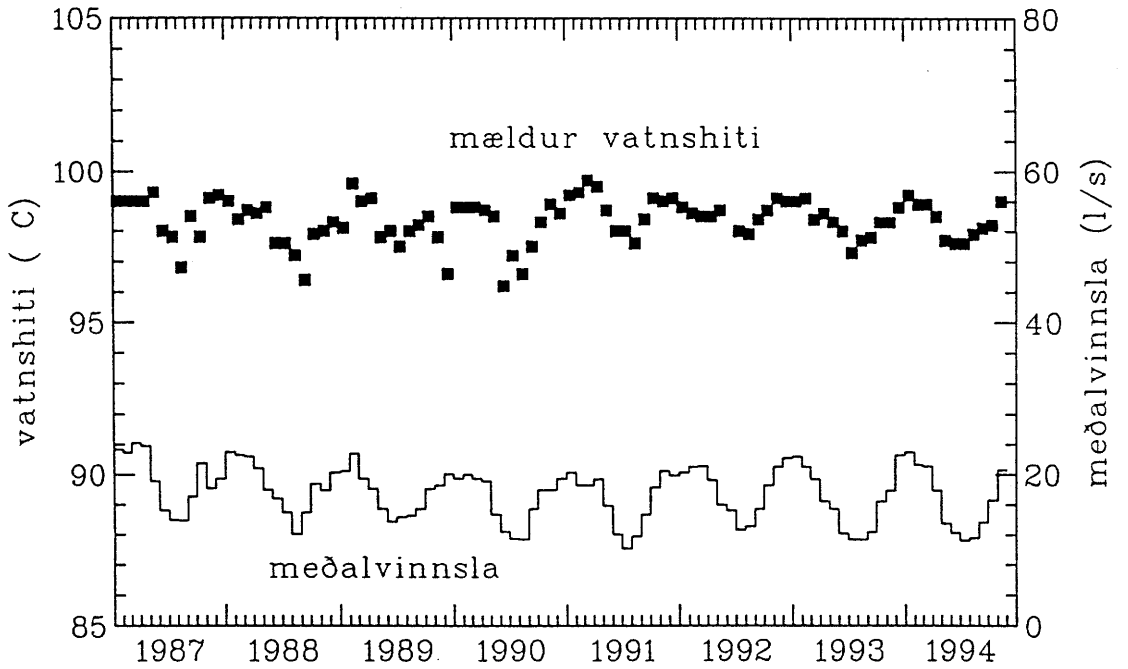
MYND 7. Vikumeðaldæling úr LWN-4 og útihiti, október 1993 til desember 1994.

JHD FFR 8610 GAx
94.12.0654 T



MYND 8. Vikumeðaldæling og hiti vatns úr LWN-4, október 1993 til desember 1994.

JHD FFR 8610 GAx
94.12.0655 T



MYND 9. Hiti vatns úr LWN-4 og vinnsla á Laugalandi frá 1987.