



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA RANGÆINGA

Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994-1995

Hrefna Kristmannsdóttir

Guðni Axelsson

Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga

OS-95063/JHD-42 B

Desember 1995





ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 861

HITAVEITA RANGÆINGA

Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994-1995

Hrefna Kristmannsdóttir

Guðni Axelsson

Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga

OS-95063/JHD-42 B

Desember 1995

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

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu LWN-4 (mg/l)	4
Tafla 2. Vinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum 1982-1995	6

Myndir

Mynd 1. Breytingar á styrk klóríðs með tíma í vatni úr holu LWN-4 frá 1980	8
Mynd 2. Breytingar á styrk natríums með tíma í vatni úr holu LWN-4 frá 1980	8
Mynd 3. Breytingar á styrk kísils með tíma í vatni úr holu LWN-4 frá 1980	9
Mynd 4. Styrkur kalsíums í vatni í dreifikerfi Hitaveitu Rangæinga	9
Mynd 5. Vatnsborð í holum LWN-4 og GN-1 ásamt vinnslu, okt. 1994 til des. 1995	10
Mynd 6. Vatnsborð og vinnsla á Laugalandi frá 1982	10
Mynd 7. Vikumeðaldæling úr LWN-4 og útihiti, október 1994 til desember 1995	11
Mynd 8. Vikumeðaldæling og hiti vatns úr LWN-4, október 1994 til desember 1995	11
Mynd 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 1994-1995. 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 kalsfummælinga og mælt þar uppleyst súrefni.

Í töflu 1 eru sýndar niðurstöður efnagreininga vatnssýnisins úr holu LWN-4 ásamt greiningu frá 1986 og greiningum frá síðustu fjórum árum til samanburðar. Litlar breytingar hafa orðið á efnasamsetningu vatnsins frá 1990 (Hrefna Kristmannsdóttir o. fl. 1992, 1993, 1994). Á myndum 1 og 2 eru sýndar breytingar á efnunum 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 stóð nánast í stað síðustu árin, eða hefur 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 (SiO_2). Þar verður snögg lækkun fyrst og síðan eru nokkrar sveiflur, og svo virðist sem örlítil lækkun gæti hafi orðið á síðustu tveimur árum, en hún er of lítil til að geta talist marktæk. Styrkur kísils er beint háður hitastigi í jarðhitakerfinu og lækkun í kísilstyrk og reiknuðum kísilhita sést yfirleitt nokkrum tíma áður en mælanleg kólnun verður. Aðrar breytingar verða oft einnig á efnasamsetningu fyrir kólnun og efnajafnvægi raskast. Í jarðhitakerfinu á Laugalandi hefur ekki orðið nein marktæk kólnun né heldur röskun á efnajafnvægjum eða breyting í efnahita, sem bent gæti til yfirvofandi kólnunar.

Ekkert súrefni mældist í holuvatninu. Brennisteinsvetni mældist nú í hærri styrk í vatninu en áður. Í fyrra mældist ekkert brennisteinsvetni í vatninu, en þá var talið líklegt að sýnataka hefði verið gölluð. Fram að því hafði brennisteinsvetni ætíð mælst í lágum styrk í holuvatninu, um það bil þrefalt lægri en nú mælist. Ekki þarf að vera neitt óeðlilegt við það að sveiflur séu í styrk brennisteinsvetnis. Innstreymi af súrefnisríku vatni mundi valda eyðingu þess og gæti orsök sveiflna í styrk þess m.a. stafað af mismiklu innstreymi með tíma. Fylgjast þarf vel með þróuninni, einkum því hvort súrefnisupptaka á sér stað eftir að vatnið kemur upp á yfirborð.

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	95-10-12 95-0168
Hiti (°C)	96,9	96,0	98,4	99,1	98,6	99,2	100,6
Sýrustig (pH/°C)	9,8/22	9,8/26	9,7/26	9,8/23	9,8/24	9,7/24	9,8/22
Kísill (SiO ₂)	101,8	98,0	98,8	97,6	98,8	97,6	95,0
Natríum (Na)	94,2	93,7	91,9	93,6	89,9	93,1	89,8
Kalíum (K)	2,2	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7
Kalsíum (Ca)	3,1	2,8	2,7	3,0	3,1	3,0	3,1
Magnesíum (Mg)	0,005	0,044	0,023	0,003	0,006	0,004	0,005
Karbonsat (CO ₂)	21,9	22,8	21,1	21,6	23,7	20,3	22,7
Súlfat (SO ₄)	69,7	69,9	66,0	68,7	67,8	66,9	67,0
Brennist. vetni (H ₂ S)	0,09	0,06	0,05	0,09	0,07	0	0,2
Klóríð (Cl)	49,5	48,8	47,0	49,0	46,7	47,2	47,2
Flúoríð (F)	0,89	0,93	0,87	0,89	0,89	0,80	0,80
Uppleyst efni	365	355	374	351	-	353	361
Súrefni (O ₂)	0,015	0,000	0,003	0	0	0	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-10,8	-10,7	-10,6	-10,6	-	-	-

- ekki mælt

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 sýrustig vatnsins og við það verður það yfirmettað af kalki og getur þá verið hætta á útfellingu úr vatninu. Jarðhitavatn á Íslandi er jafnan í lausnarjafnvægi við kalk í jarðhitageymnum. Vegna minnkandi uppleysanleika kalks með hita eykst útfellingahætta 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 vegg leiðslunnar lengstur. Í flestum þeim mælingum, sem gerðar eru á svipuðum árstíma er styrkurinn ámóta, sem bendir til jafnarar tæringar á þessu tímabili. Ekki sést marktækur munur hin síðari ár á kalsíumstyrk vatnsins í inn- og úttaki kyndistöðvarinnar, en styrkur kalsíums í vatninu á Hvolsvelli virðist hafa lækkað örlítið og er nú 5,9 mg/l. Útfelling í kyndistöðinni hefur minnkað verulega og er orsökina talin vera að tekist hefur að stöðva að mestu súrefnisupptöku í miðlunargeymi, en súrefni er talið örvandi fyrir slíka útfellingu. Styrkur kalsíums á Hellu hefur ekki breyst marktækt og mældist nú 3,5 mg/l.

Styrkur uppleysts súrefnis var mældur á sömu stöðum og tekin voru sýni til kalsíumgreininga. Hvorki mældist súrefni við holutopp, úr miðlunargeymi, á Hellu, né við inn- eða úttak kyndistöðvarinnar á Hvolsvelli.

4. Vinnsla, vatnsborð og vatnshiti

Árið 1995 var eftirlit Hitaveitu Rangæinga með vinnslu og vatnsborði á jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum með sama sniði og undanfarinn áratug. Lesið var vikulega af rennslismælum við holur LWN-4 og GN-1 og við miðlunartank á svæðinu. Einnig voru vatnsborð og vatnshiti mæld vikulega. Auk þessara vikulegu mælinga safnar sjálfvirkur gagnasöfnunarbúnaður upplýsingum um augnabliksvinnslu, meðalvinnslu, vatnshita og útihita á 6 klst. fresti. Gagnasöfnunarbúnaðurinn er tengdur hljóðhradamæli á lögninni frá holunum.

Nokkuð gott samræmi hefur lengst af verið milli vikulegu mælinganna og mælinga gagnasöfnunarbúnaðarins. Vaxandi ósamræmis hefur þó orðið vart milli mælinga hitaveitunnar og gagnasöfnunarbúnaðarins á vatnshita og verður fjallað nánar um það hér á eftir. Einnig hefur verið smávægilegt ósamræmi í rennslismælingunum, og mælir sá mælir sem gagnasöfnunarbúnaðurinn er tengdur rúmlega 1 l/s minna rennsli. Eins og hingað til verða allar tölur um meðalvinnslu og myndir, sem sýna vinnslu, að mestu byggðar á aflestrum hitaveitunnar til að forðast ósamræmi. Þó eru mælingar gagnasöfnunarbúnaðarins hafðar til hliðsjónar. Æskilegt væri að endurkvarða rennslismæla veitunnar.

Í töflu 2 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr svæðinu árin 1982 - 1995. Eins og í fyrri vinnslueftirlitsskýrslum er meðalvinnslan 1995 byggð á mældri vinnslu til og með nóvember, en áætlaðri vinnslu fyrir desember. Áætluð vinnslan er 16,8 l/s, sem er svipað og árin 1993 og 1994. Undanfarin þrjú ár hefur ársmeðalvinnslan verið jöfn því sem hún hefur verið minnst í sögu veitunnar. Er það fyrst og fremst afleiðing aukinnar hitunar bakrásarvatns í kyndistöðinni á Hvolsvelli þessi ár (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1994).

Árið 1995 var orkuvinnslan á Laugalandi rúmar 40 GWh (tafla 2). Áætlað hefur verið að um 1/4 orkunnar sem unnin er á Laugalandi tapist í aðveituæðinni milli Laugalands og Hellu (Grímur Björnsson o.fl., 1993). 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 viðbótarorkuframleiðslu.

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 svo til eingöngu notuð þennan tíma, nema hvað hola GN-1 var nýtt nokkuð árið 1994 (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1994). Síðustu tólf mánuðina var vikumeðalvinnslan mest 23,4 l/s fimmtu viku ársins 1995, en minnst 10,1 l/s fjórðu vikuna í júlí 1995. Á sama tímabili fór vatnsborð dýpst í 195 m í LWN-4 og í 181 m í GN-1, sem er um 10 m dýpra en árið 1994. Hæst fór vatnsborð á 93 m dýpi í LWN-4 og 103 m dýpi í GN-1, sem einnig er örlítið neðar en árið áður. Vatnsborðssveiflur 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 eftir snögga lækkingu vatnsborðs í byrjun árs 1992 hefur vatnsborðið sigið hægt, eða sem nemur 3-4 m á ári. Er það í samræmi við spár sem birtar eru í skýrslu Gríms Björnssonar o.fl. (1993). Þær spár sýna að ef ársmeðalvinnslan helst um 17 l/s mun vatnsborð haldast ofan núverandi dæludýpis (243 m) í holu LWN-4 næstu 15 - 20 árin. Hins vegar mun Hitaveita Rangæinga ekki geta mætt umtalsverðri aukningu í vatnsnotkun með núverandi dælubúnaði, eins og áður hefur verið bent á.

Dagleg meðalgildi útihita skv. gagnasöfnunarbúnaðinum og vikumeðaldæling síðan í október 1993 eru sýnd á mynd 7. Þar sést, eins og áður, hversu gott samband er á milli þessara

Tafla 2. Vinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum 1982-1995.

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	16,9	40,8
1995 ²⁾	16,8	40,6

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

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.

Mynd 9 sýnir að lokum hita vatns úr holu LWN-4 frá því um áramótin 1986/1987, samkvæmt mælingum Hitaveitu Rangæinga, en síðan þá er talið að um sambærilegar mælingar sé að ræða. Myndin sýnir mánaðarmeðaltöl vikulegra aflestra (kassar á myndinni). Fyrir utan ársveiflu virðist ekki hafa orðið marktæk breyting á hita vatnsins úr LWN-4 á þessum tíma. Vatnshitinn hefur að meðaltali mælst um 98,5°C. Myndin sýnir einnig mælingar gagnasöfnunarbúnaðarins frá árslokum 1991 (slitin lína). Vaxandi ósamræmis hefur gætt þar á milli, eins og sést á myndinni, og er það nú orðið rúmlega 1 °C. Endurkvarða þarf því hitamælinn sem gagnasöfnunarbúnaðurinn tengist.

5. Niðurstöður

1. Vatn úr holu LWN-4 sýnir engar marktækar 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, né heldur í vatni við kyndistöðina á Hvolsvelli.
4. Meðalvinnsla ársins 1995 stefnir í tæplega 17 l/s, sem er svipað og árin 1993 og 1994. Þetta er jafnt því sem vinnslan hefur verið minnst í sögu Hitaveitu Rangæinga. Er það fyrst og fremst afleiðing aukinnar hitunar bakrásarvatns í kyndistöðinni á Hvolsvelli þessi ár
5. Eftir snögga lækkun vatnsborðs í byrjun árs 1992 hefur vatnsborðið sigið hægt, eða sem nemur 3-4 m á ári. Er það í samræmi við vatnsborðsspá, sem reiknuð var í byrjun árs 1993. Samkvæmt þeirri spá mun vatnsborð haldast ofan núverandi dæluþýpis (243 m) í LWN-4, a.m.k. næstu 15 árin, ef ársmeðalvinnslan eykst ekki verulega frá því sem nú er.
6. Undanfarin átta ár hefur meðalhiti vatns úr LWN-4 mælst um 98,5°C og virðist vatnshitinn ekki hafa breyst marktækt þennan tíma. Vaxandi ósamræmis gætir þó á milli mælinga Hitaveitunnar og mælinga gagnasöfnunarbúnaðarins á vatnshita. Endurkvarða þarf hitamæli gagnasöfnunarbúnaðarins við fyrsta tækifæri, auk rennslismæla veitunnar.

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. Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga.

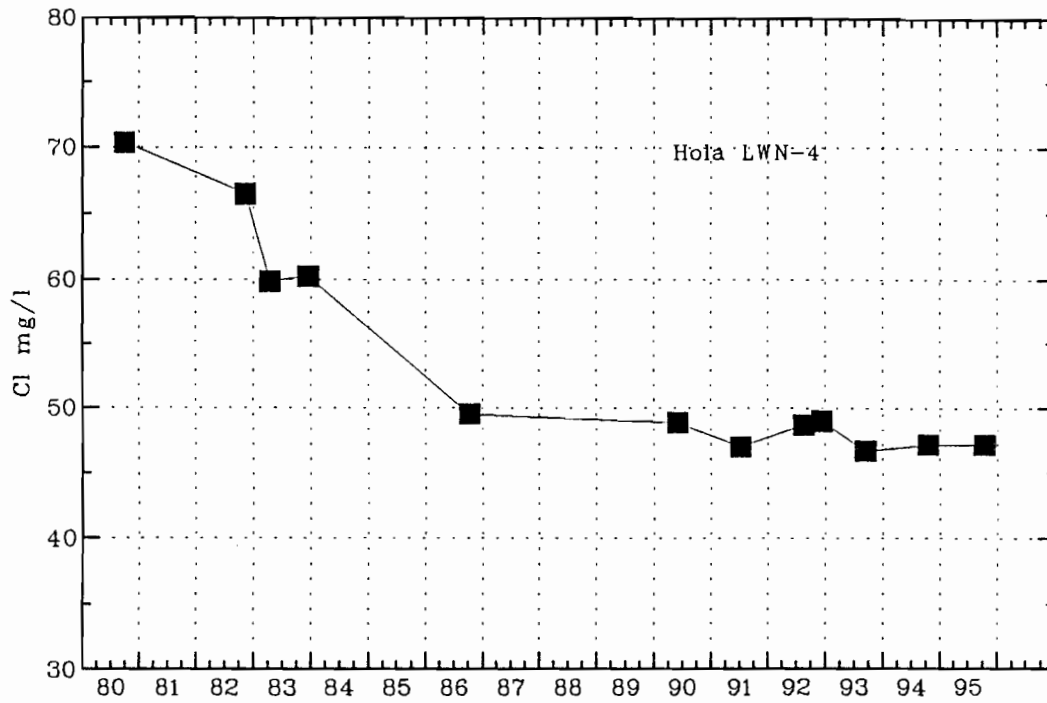
Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson, Guðrún Sverrisdóttir, Magnús Ólafsson og Sverrir Þórhallsson, 1991. Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991. Orkustofnun, OS-91050/JHD-29 B. Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga.

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

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

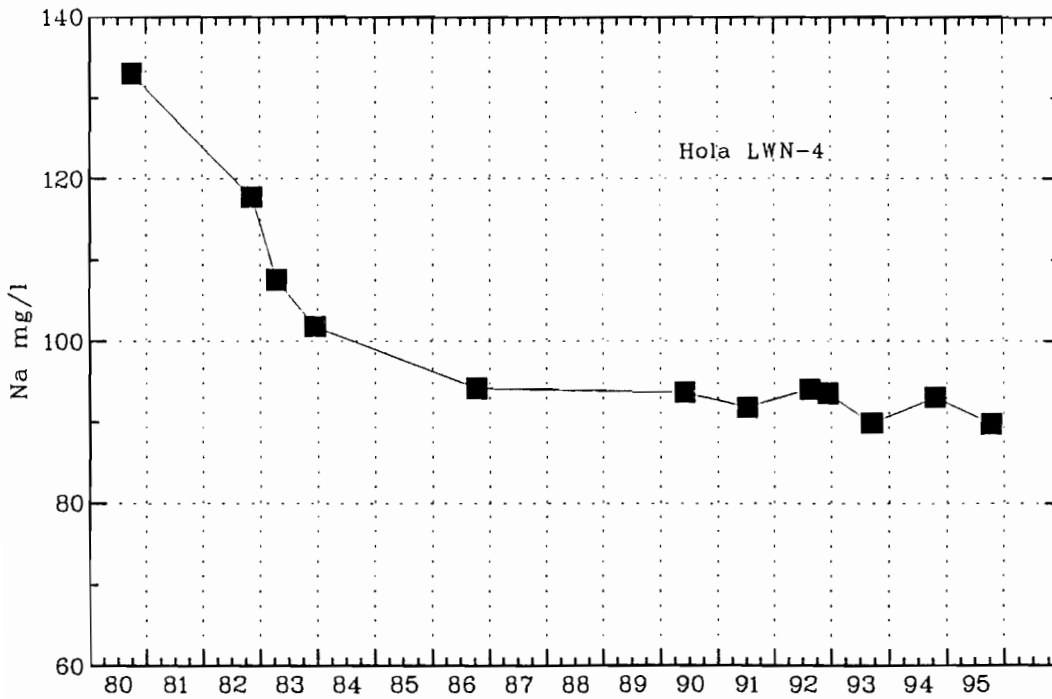
Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1994. Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1993-1994. Orkustofnun, OS-94058/JHD-34 B. Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga.

27 Dec 1995 GSv
tp V2.1



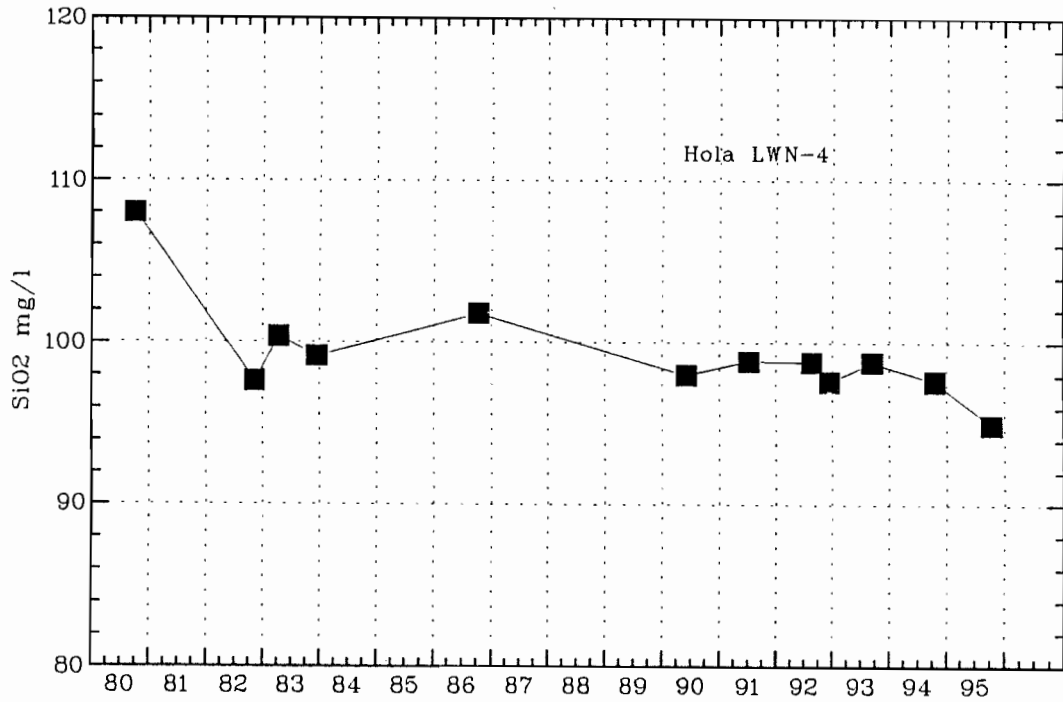
Mynd 1. Breytingar á styrk klóríðs með tíma í vatni úr holu LWN-4 frá 1980.

27 Dec 1995 GSv
tp V2.1



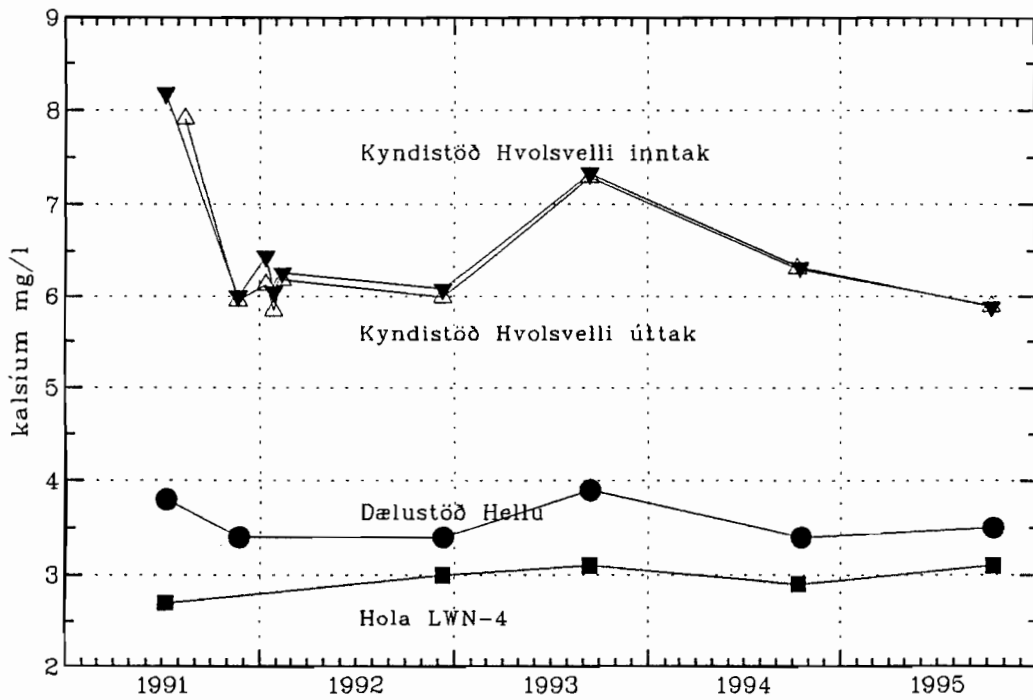
Mynd 2. Breytingar á styrk natríúms með tíma í vatni úr holu LWN-4 frá 1980.

27 Dec 1995 GSv
tp V2.1

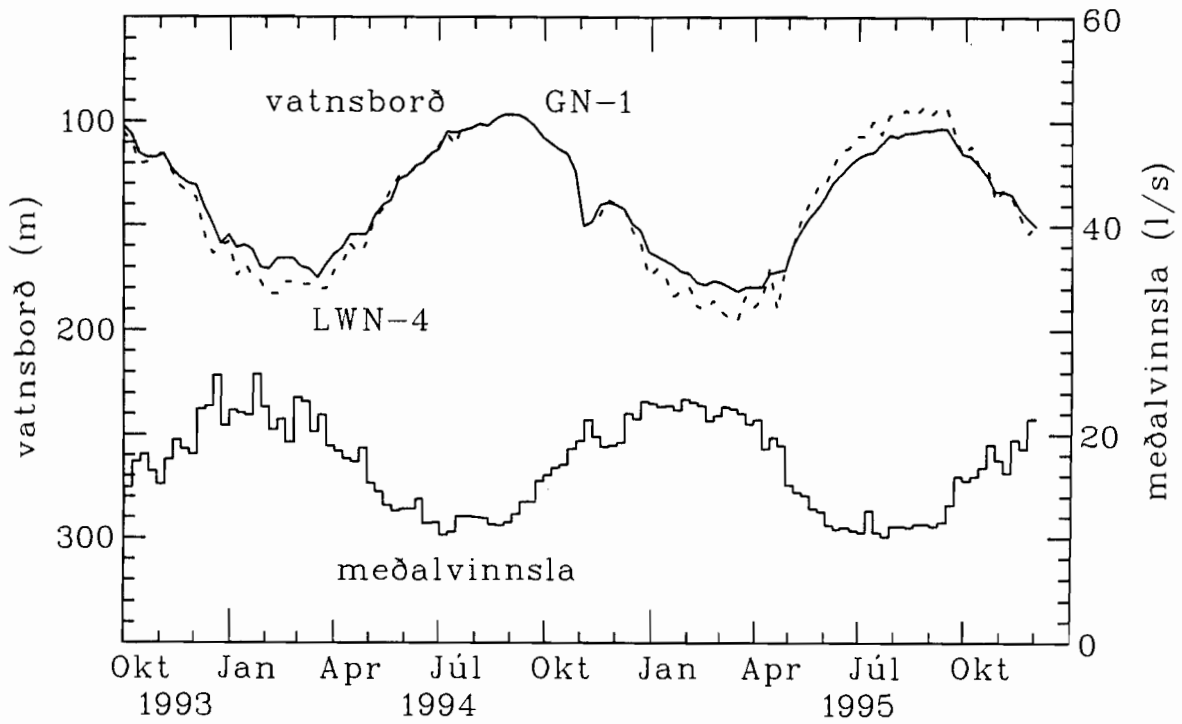


Mynd 3. Breytingar á styrk kísils með tíma í vatni úr holu LWN-4 frá 1980.

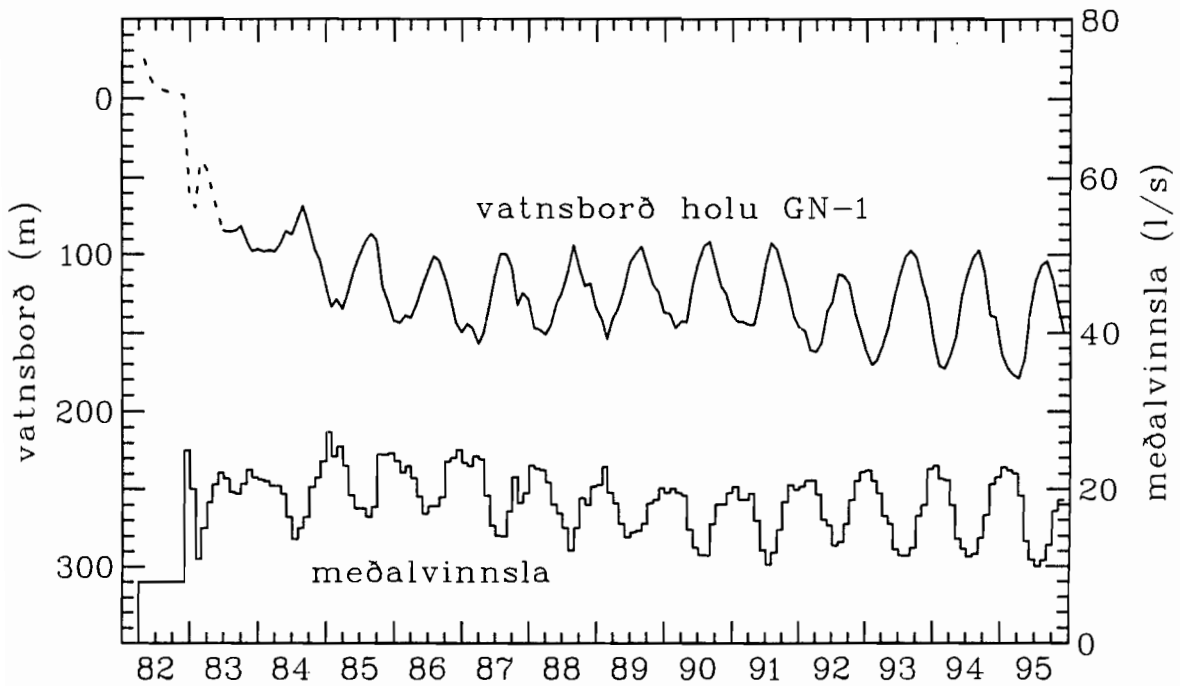
27 Dec 1995 GSv
tp V2.1



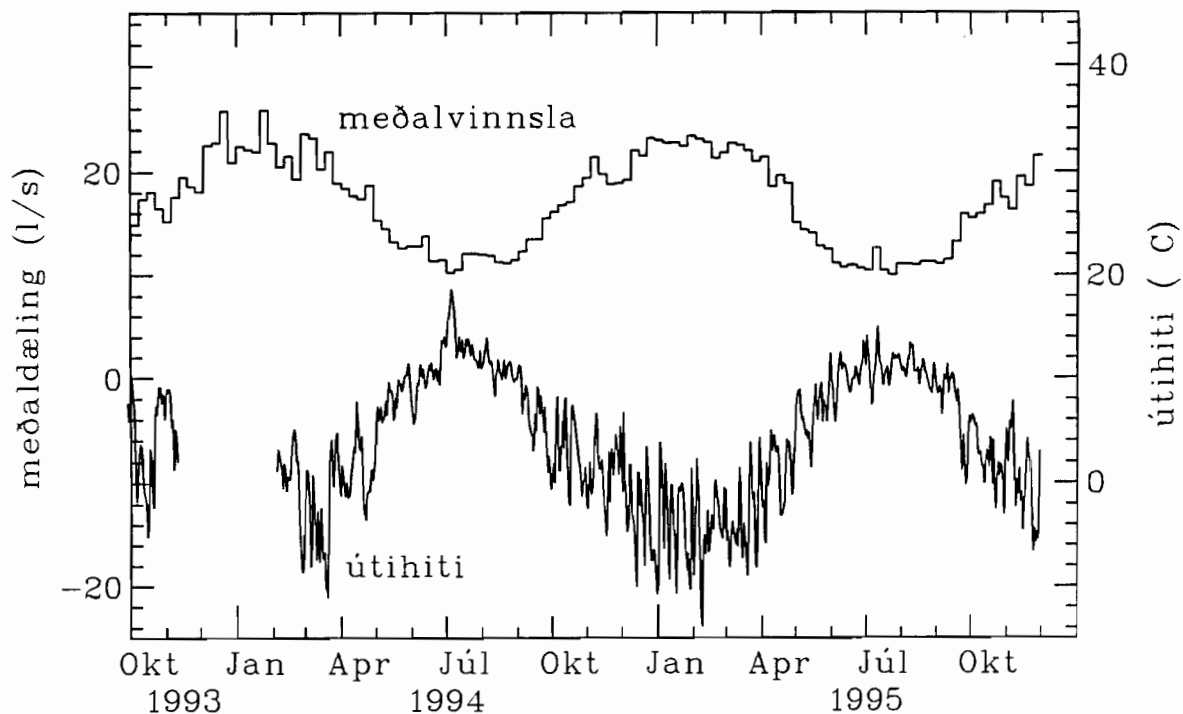
Mynd 4. Styrkur kalsíums í vatni í dreifikerfi Hitaveitu Rangæinga.



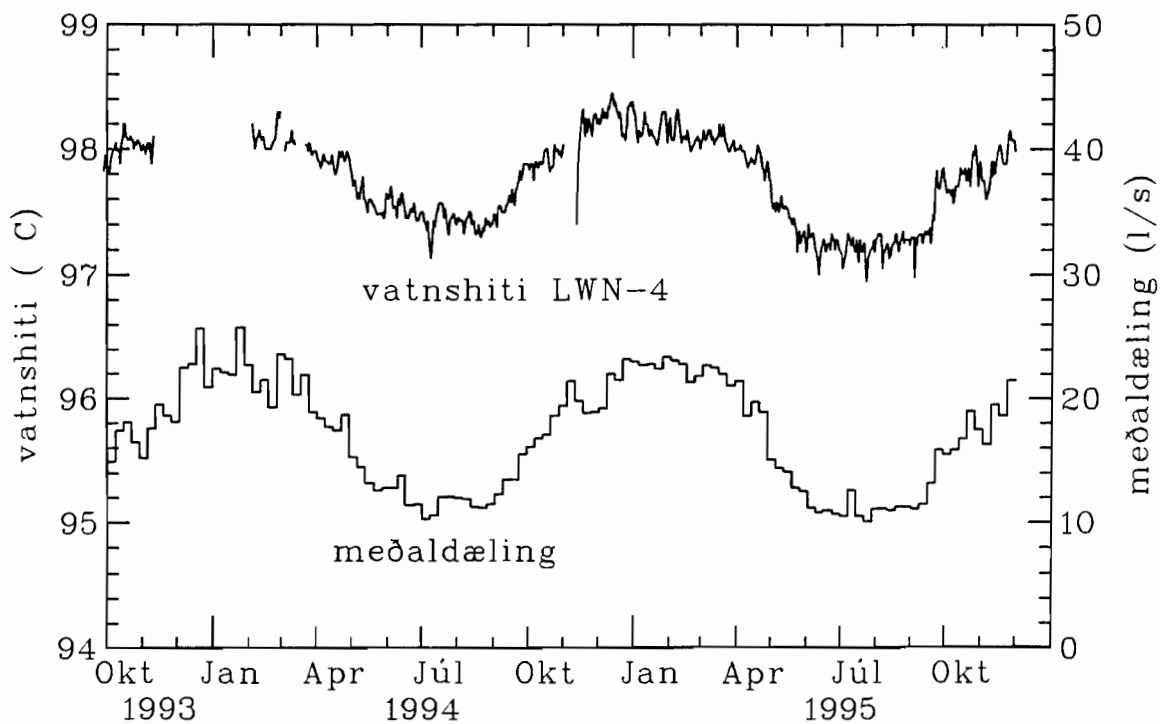
Mynd 5. Vatnsborð í holum LWN-4 og GN-1 ásamt vinnslu, okt. 1994 til des. 1995.



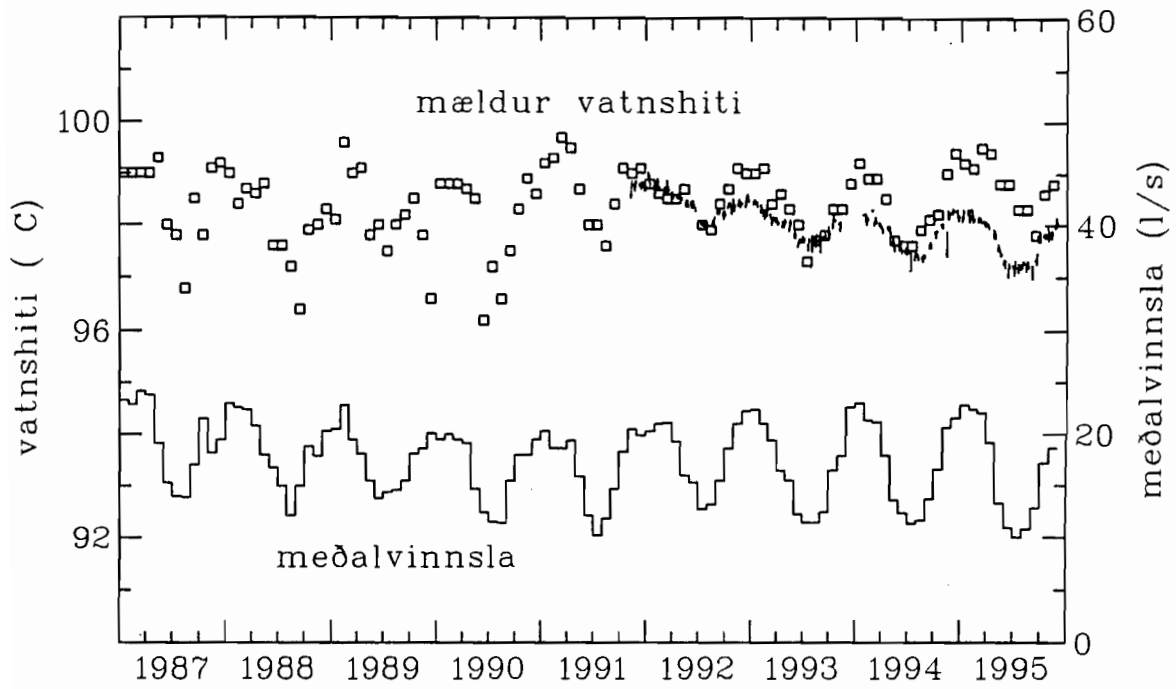
Mynd 6. Vatnsborð og vinnsla á Laugalandi frá 1982.



Mynd 7. Vikumeðaldæling úr LWN-4 og útihiti, október 1994 til desember 1995.



Mynd 8. Vikumeðaldæling og hiti vatns úr LWN-4, október 1994 til desember 1995.



Mynd 9. Hiti vatns úr LWN-4 og vinnsla á Laugalandi frá 1987. Kassarnir sýna mælingar Hitaveitunnar en slitna línan mælingar gagnasöfnunarbúnaðarins.

