



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA RANGÆINGA

Eftirlit með jarðhitavinnslu 1995-1996

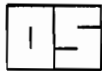
Hrefna Kristmannsdóttir

Guðni Axelsson

Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga

OS-96072/JHD-41 B Desember 1996



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 861

HITAVEITA RANGÆINGA

Eftirlit með jarðhitavinnslu 1995-1996

Hrefna Kristmannsdóttir

Guðni Axelsson

Magnús Ólafsson

Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga

OS-96072/JHD-41 B

Desember 1996

ORKUSTOFNUN: Kennitala 500269-5379 - Sími 569 6000 - Fax 5688896

Netfang os@os.is - Heimasíða <http://www.os.is>

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. EFNASAMSETNING VATNS ÚR HOLU LWN-4	3
3. EFNASAMSETNING VATNS Í DREIFIKERFI	4
4. VINNSLA, VATNSBORÐ OG VATNSHITI	5
5. VATNSBORÐSSPÁR	8
6. NIÐURSTÖÐUR	9
7. HEIMILDIR	10
VIÐAUKI	19

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu LWN-4 (mg/l)	3
Tafla 2. Styrkur kalsíums og súrefnis (mg/l)	5
Tafla 3. Vinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum 1982-1996	6

MYNDASKRÁ

Mynd 1. Breytingar í styrk klóríðs í vatni úr holu LWN-4, 1980-1996	11
Mynd 2. Breytingar í styrk natríums í vatni úr holu LWN-4, 1980-1996	11
Mynd 3. Breytingar í styrk kísils í vatni úr holu LWN-4, 1980-1996	12
Mynd 4. Styrkur kalsíums í vatni í dreifikerfi Hitaveitu Rangæinga, 1991-1996	12
Mynd 5. Vatnsborð í holum LWN-4 og GN-1 ásamt vinnslu, okt.1995 til des. 1996	13
Mynd 6. Vatnsborð og vinnsla á Laugalandi frá 1982	13
Mynd 7. Vikumeðaldæling úr LWN-4 og útihiti, október 1995 til desember 1996	14
Mynd 8. Samanburður á mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins og hitaveitunnar	14
Mynd 9. Vikumeðaldæling og hiti vatns úr LWN-4, október 1995 til desember 1996	15
Mynd 10. Hiti vatns og vinnsla úr LWN-4 skv. mælingum Hitaveitunnar frá 1987	15
Mynd 11. Samanburður á mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins og Hitaveitunnar	16
Mynd 12. Vatnsborðsbreytingar í holu GN-1	16
Mynd 13. Spá um vatnsborðsbreytingar í holu LWN-4 næstu fimm vetur	17

1. INNGANGUR

Í skýrslunni er fjallað um vinnslueftirlit hjá Hitaveitu Rangæinga árið 1995-1996. 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.

Í viðauka fylgir greinargerð Orkustofnunar, MÓ-96/09, um tæringu, útfellingar og súrefnismælingar hjá Hitaveitu Rangæinga.

2. EFNASAMSETNING VATNS ÚR HOLU LWN-4

Þann 25. september 1996 var tekið sýni til heildarefnagreiningar úr holu LWN-4 á Laugalandi í Holtum. Samhliða voru einnig tekin sýni úr dreifikerfinu til kalsíummælinga og mælt þar uppleyst súrefni líft og gert hefur verið undanfarin ár. Í töflu 1 eru sýndar niðurstöður efnagreininga vatnssýnisins úr holu LWN-4 ásamt greiningum frá 1990, 1991, 1992, 1993, 1994 og 1995 til samanburðar. Í töflunni sést að litlar breytingar hafa orðið á efnasamsetningu vatnsins allt frá 1990, eins og fram hefur komið í vinnslueftirlitsskýrslum undanfarinna ára (Hrefna Kristmannsdóttir o. fl., 1991, 1992, 1993, 1994, 1995).

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

Dagsetning Númer	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	96.09.25 96-0283
Hiti (°C)	96,0	98,4	99,1	98,6	99,2	100,6	98,4
Sýrustig (pH/°C)	9,8/26	9,7/26	9,8/23	9,8/24	9,7/24	9,8/22	9,8/22
Kísill (SiO ₂)	98,0	98,8	97,6	98,8	97,6	95,0	97,2
Natríum (Na)	93,7	91,9	93,6	89,9	93,1	89,8	92,8
Kalíum (K)	1,9	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7
Kalsíum (Ca)	2,8	2,7	3,0	3,1	3,0	3,1	3,0
Magnesíum (Mg)	0,044	0,023	0,003	0,006	0,004	0,005	0,003
Karbónat (CO ₂)	22,8	21,1	21,6	23,7	20,3	22,7	21,0
Súlfat (SO ₄)	69,9	66,0	68,7	67,8	66,9	67,0	65,9
Brennist. vetni (H ₂ S)	0,06	0,05	0,09	0,07	0	0,2	0,13
Klóríð (Cl)	48,8	47,0	49,0	46,7	47,2	47,2	46,5
Flúoríð (F)	0,93	0,87	0,89	0,89	0,80	0,80	0,86
Uppleyst efni	355	374	351	-	353	361	307
Úpl. súrefni (O ₂)	0,000	0,003	0	0	0	0	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-10,7	-10,6	-10,6	-10,55	-10,58	-10,58	-10,57

- ekki mælt

Á myndum 1 og 2 eru sýndar breytingar á styrk klóríðs (Cl) og natríums (Na) með tíma í vatninu úr holu LWN-4 allt frá árinu 1980 fram til 1996. Þar kemur ljóslega fram hvernig efnastyrkur vatnsins lækkaði jafnt og þétt fyrstu vinnsluárin, allt fram til ársins 1986. Frá þeim tíma hefur styrkur þessara efna ekki breyst á marktækan hátt. Þetta hefur verið skýrt þannig að átt hafi sér stað blöndun við efnasnaðara vatn, sem hafi að mestu stöðvast þegar dregið var úr vinnslu. Í töflu 3 kemur fram að ársmeðalvinnsla árána 1985 og 1986 var 21,8 og 21,1 l/s, en hún hefur verið umtalsvert lægri allar götur síðan. Á mynd 3 eru sýndar breytingar með tíma á styrk kísils (SiO_2). Þar verður snögg lækkun fyrst og síðan eru lítilsháttar sveiflur sem ekki geta talist marktækar. Í vinnslueftirlitsskýrslu síðastliðins árs (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1995) var bent á örliða lækkun í styrk kísils á árunu 1994 og 1995. Mynd 3 sýnir að lækkun þessi hefur gengið til baka. Styrkur kísils er beint háður hitastigi í jarðhitakerfinu og lækkun í kísilstyrk og reiknuðum kísilhita sést yfirleitt nokkru áður en mælanleg kólnun verður. Aðrar breytingar á efnasamsetningu og röskun á efnajafnvægjum koma einnig oft fram áður en kólnun sést. Í jarðhitakerfinu á Laugalandi hefur ekki orðið nein marktæk kólnun né heldur marktæk röskun á efnajafnvægjum eða breyting í efnahita, sem bent gæti til yfirvofandi kólnunar.

Ekkert súrefni mældist í vatni við holutopp á holu LWN-4. Brennisteinsvetni mældist nú ívið lægra en í fyrra, en lítið eitt hærra en oft áður. Hærri styrkur brennisteinsvetnis síðastliðin tvö ár stafar líklega af því, að nú er styrkur þess mældur strax við sýnatöku en ekki næsta dag á efnarannsóknarstofu eins og áður var gert.

3. EFNASAMSETNING VATNS Í DREIFIKERFI

Styrkur kalsíums (Ca) 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 asbesti í aðveitulögninni 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. Niðurstöður kalsíummælinga eru sýndar í töflu 2.

Mynd 4 sýnir styrk kalsíums á mismunandi stöðum í dreifikerfi hitaveitunnar á árabílinu 1991 til 1996. Þessir staðir eru:

- LWN-4, holutoppur;
- Hella, dælustöð;
- Kyndistöð á Hvolsvelli, inntak á varmaskipti;
- Kyndistöð á Hvolsvelli, úttak frá varmaskipti.

Tafla 2 sýnir að styrkur kalsíums hækkar umtalsvert á leið vatnsins frá Laugalandi austur

Tafla 2: Styrkur kalsíums og súrefnis (mg/l).

Staður	LWN-4 Holutoppur	Tankur Úttak	Hella Dælustöð inntak	Kyndistöð Varmaskiptir úttak	Kyndistöð Varmaskiptir
Dags Númer	96.09.25 96-0283	96.09.25 96-0284	96.09.25 96-0285	96.09.25 96-0286	96.09.25 96-0287
Kalsíum (Ca)	3,00	-	3,5	6,0	6,1
Uppleyst súrefni (O ₂)	0	0	0	0	0

á Hvolsvöll. Hækkunin er með svipuðu sniði og undanfarin ár eins og sést betur á mynd 4. Þar er sýndur kalsíumstyrkur á fjórum stöðum í dreifikerfinu fyrir tímabilið 1991 til 1996. Staðirnir eru þeir sömu og getið var um hér að ofan. Styrkur kalsíums hefur verið nánast óbreyttur í vatni úr holu LWN-4 yfir þetta tímabil, en í dreifikerfinu verður hann hæstur þegar rennsli er minnst. Þá er hvarftími vatnsins við vegg leiðslunnar lengstur. Í flestum þeim mælingum, sem gerðar eru á svipuðum árstíma er styrkurinn á mótá, sem bendir til jafnrar 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 6 mg/l. Útfelling í kyndistöðinni hefur minnkað verulega og er orsökina talin vera sú, að tekist hefur að stöðva að mestu súrefnisupptöku í miðlunargeymi. 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 kalsíumgrein-
inga. Hvorki mældist súrefni við holutopp, úr miðlunargeymi, á Hellu, né við inn- eða út-
tak kyndistöðvarinnar á Hvolsvelli.

4. VINNSLA, VATNSBORÐ OG VATNSHITI

Eftirlit með vinnslu, vatnsborði og vatnshita á jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum byggir jafnt á vikulegum mælingum Hitaveitu Rangæinga og mælingum sem sjálfvirkur gagnasöfnunarbúnaður gerir á 6 klst. fresti. Vikulega er lesið af rennslismælum við holur LWN-4 og GN-1 auk þess sem vatnsborð og vatnshiti eru mæld samtímis. Gagnasöfnun-
arþúnaðurinn safnar síðan stöðugt upplýsingum um augnabliksvinnslu, meðalvinnslu,
vatnshita og útihita.

Almennt má segja að gott samræmi sé milli vikulegu mælinganna og mælinga gagnasöfn-
unarbúnaðarins. Þó er nokkuð misræmi í rennslismælingunum, eða um 5-10%. Umfjöll-
un um vinnslu í þessari skýrslu byggir að mestu á aflestrum Hitaveitunnar. Þó hafa mæl-
ingar gagnasöfnunarbúnaðarins verið hafðar til hliðsjónar. Smávægilegt ósamræmi milli
mælinga Hitaveitunnar og gagnasöfnunarbúnaðarins á vatnshita hefur einnig farið vax-

andi (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1995). Nánar verður fjallað um þessi tvö atriði hér á eftir.

Í töflu 3 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr svæðinu árin 1982 - 1996. Meðalvinnslan fyrir árið 1996 er byggð á mældri vinnslu til og með nóvember, en áætlaðri vinnslu fyrir desember. Vinnslan fyrir árið í ár er þannig áætluð 16,6 l/s, sem er svipað og meðalvinnsla árána 1993 - 1995. Eins og komið hefur fram þá er minni vinnsla undanfarin fjögur ár, en áratuginn þar á undan, fyrst og fremst afleiðing aukinnar hitunar bakrásarvatns í kyndistöðinni á Hvolsvelli (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1994).

Tafla 3: Vinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum 1982-1996.

Ár	Ársmeðalvinnsla (l/s)	Heildarorkuvinnsla ¹⁾ (GWh)
1982	7,4	18,0
1983	19,4	47,3
1984	19,1	46,7
1985	21,8	53,1
1986	21,1	51,4
1987	19,4	47,3
1988	18,5	45,2
1989	17,6	42,9
1990	16,6	40,5
1991	16,7	40,7
1992	18,0	44,0
1993	16,6	40,5
1994	16,9	41,2
1995	16,6	40,5
1996 ²⁾	16,6	40,6

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

Árið 1996 var orkuvinnslan á Laugalandi rúmar 40 GWh (tafla 3). Áætlað hefur verið að um fjórðungur þessarar orku tapist í aðveituaðinni 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. Áætlað er að kyndingin svari til a.m.k. 10 GWh viðbótarorkuframleiðslu.

Gögn um vikumeðaldælingu síðustu tveggja ára, ásamt vatnsborði í holum LWN-4 og GN-1, eru birt á mynd 5. Eins og áður var hola LWN-4 aðal vinnsluholans þennan tíma. Þó var hola GN-1 notuð ásamt LWN-4 í stuttan tíma um áramótin 95/96 og aftur um nokkurt skeið í nóvember og desember nú í ár (1996). Var það gert til að draga úr dælingu úr LWN-4 í óvenju miklum kuldum. Síðustu tólf mánuðina var vikumeðalvinnslan mest 24,2 l/s þriðju vikuna í nóvember síðastliðnum, en minnst 10,5 l/s fyrstu tvær vikurnar í júlí. Þá fór vatnsborð dýpst um miðjan mars, í 196 m í LWN-4 og í 185 m í GN-1, sem er ekki mikið dýpra en það fór dýpst árið 1995. Hæst fór vatnsborð í ágústlok, á 99 m dýpi í LWN-4 og 107 m dýpi í GN-1, sem er um 5 m neðar en árið áður. Eins og oft hefur verið nefnt eru vatnsborðssveiflur nokkru minni í holu GN-1 en í LWN-4 vegna iðustreymistaps í þeirri síðarnefndu. Athygli vekur mikil vinnsla og hröð lækkun vatnsborðs nú í nóvember. Fjallað verður sérstaklega um það seinna í þessari skýrslu.

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 lækkun vatnsborðs í byrjun árs 1992 hefur vatnsborðið sigið hægt, eða um 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. Eins mundi kaldara veðurfar valda aukinni vinnslu.

Dagleg meðalgildi útihita skv. gagnasöfnunar búnaðinum og vikumeðaldæling síðan í október 1994 eru sýnd á mynd 7. Þar sést, eins og áður, hversu gott samband er á milli þessara mæligilda. Sérstaka athygli vekja kuldaköst seinni hluta desember 1995 og mjög kaldur nóvember 1996.

Eins og áður hefur verið nefnt er nokkurn misræmi í mælingum Hitaveitunnar og gagnasöfnunar búnaðarins á rennsli. Mynd 8 sýnir samanburð á þessum mismunandi mælingum. Þar sést að munurinn er að jafnaði um 1 l/s, eða 5-10%. Nákvæmir útreikningar sýna að misræmið er 1,1 l/s að meðaltali. Mikilvægt er því að allir rennslismælar á svæðinu verði endurkvarðaðir.

Mynd 9 sýnir mælingar gagnasöfnunar búnaðarins 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, og öfugt. Síðasta árið var meðalvatnshitinn 97,7°C skv. gagnasöfnunar búnaðinum.

Mynd 10 sýnir hins vegar hita vatns úr holu LWN-4 frá því um áramótin 1986/1987, samkvæmt mælingum Hitaveitunnar, en síðan þá er talið að um sambærilegar mælingar sé að ræða. Myndin sýnir mánaðarmeðaltöl vikulegra aflestra. Fyrir utan ársveifluna virðist ekki hafa orðið marktæk breyting á hita vatnsins úr LWN-4 á þessum tíma, skv. þessum

mælingum. Síðasta árið var vatnshitinn að meðaltali 98,7°C, skv. mælingum veitunnar. Vaxandi ósamræmis hefur gætt milli mælinga gagnasöfnunarbúnaðarins og veitunnar. Þetta er sýnt á mynd 11. Síðasta árið var frávikið um 1°C. Endurkvarða þarf því hitamæli gagnasöfnunarbúnaðarins.

5. VATNSBORÐSSPÁR

Í nóvember síðastliðnum var veður óvenju kalt. Samkvæmt gagnasöfnunarbúnaðinum var útihiti mánaðarins -3.9°C, sem er mörgum gráðum undir meðallagi. Afleiðing þessa var meiri vinnsla, en verið hefur síðan 1987, og mjög hröð lækkun vatnsborðs (sjá mynd 5). Því þótti ástæða til þess að spá fyrir um það hve djúpt vatnsborð gæti farið ef veður héldist svo kalt allan næsta vetur (1996/97). Í þeim tilgangi var líkan það sem notað hefur verið til þess að herma vatnsborðsbreytingar í jarðhitakerfinu endurskoðað í ljósi gagna síðustu ára (Guðni Axelsson, 1990 og 1992; Grímur Björnsson o.fl., 1993).

Niðurstöður hermireikninganna eru birtar á mynd 12, sem sýnir mælt og reiknað vatnsborð í holu GN-1 til loka nóvember 1996. Eins og hingað til nær líkanið að herma vatnsborðsbreytingarnar nokkuð vel. Það var því notað til þess að spá hve djúpt vatnsborð gæti farið næstu fimm vetur, ef veður yrði jafn kalt og nú í nóvember, þessa vetur. Gert er ráð fyrir 24 l/s stöðugri vinnslu yfir vetrarmánuðina (nóvember til mars). Niðurstöðurnar eru birtar á mynd 13, sem sýnir reiknað vatnsborð í holu LWN-4 (mynd 12 sýndi vatnsborð í holu GN-1).

Mynd 13 sýnir að ef eins kalt verður og gert er ráð fyrir í reikningunum þá mun vatnsborð falla mjög hratt í vetur og verður það farið að nálgast 220 m dýpi í lok vetrar. Hins vegar mun það ekki falla hratt næstu árin (nema til komi vinnsluaukning af öðrum toga), eða aðeins um c.a. 5 m á ári. Vatnsborð verður þó farið að nálgast dæluna í holu LWN-4 í lok vetrar árið 2001. Leggja þarf áherslu á það að hér er um afar svartsýna spá að ræða, því mjög ólíklegt er að svo kalt haldist lengi. Mjög ólíklegt er að veturinn 1996/97 verði allur jafn kaldur og nóvember síðastliðinn. Enn ólíklegra verður að teljast að fimm eins kaldir vetur og gert er ráð fyrir komi nú í röð. Niðurstöðurnar benda þó til þess að mikilvægt verði að nota næstu árin til þess að kanna frekari orkuöflunarmöguleika fyrir Hita-veitu Rangæinga.

6. 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 undanföörnum árum.
3. Engin súrefnisupptaka mælist í miðlunartanki austan Laugalands, né heldur í vatni við kyndistöðina á Hvolsvelli. 4.
4. Meðalvinnsla ársins 1996 stefnir í 16,5 - 17 l/s, sem er svipað og árin 1993 - 1995. Minni vinnsla síðastliðin fjögur ár, en áratuginn þar á undan, er fyrst og fremst afleiðing aukinnar hitunar bakrásarvatns í kyndistöðinni. Meðalvinnslan í nóvember síðastliðnum (23,3 l/s), sem var óvenju kaldur, var sú mesta síðan 1987.
5. Hæg lækkun vatnsborðs undanfarin ár er í samræmi við vatnsborðsspá, sem reiknuð var í byrjun árs 1993. Samkvæmt þeirri spá mun vatnsborð haldast ofan núverandi dæludýpis (243 m) í LWN-4, a.m.k. næstu 15 árin, ef ársmeðalvinnslan eykst ekki verulega frá því sem nú er. Óvenju kalt veðurfar, líkt og í nóvember síðastliðnum, mun þó auka vinnslu umtalsvert. Ef gert er ráð fyrir mjög köldu veðri næstu fimm vetur, og hámarksvinnslu (24 l/s) því samfara yfir vetrarmánuðina, er því spáð að vatnsborð verði farið að nálgast dæluna í holu LWN-4 í lok vetrar árið 2001. Svo kalt veður fimm ár í röð verður þó að teljast mjög ólíklegt. Þó verður mikilvægt að nota næstu ár til þess að kanna áfram frekari orkuöflunarmöguleika Hitaveitu Rangæinga.
6. Undanfarinn áratug hefur hiti vatns úr LWN-4 ekki breyst marktækt, ef undan er skilin árssveifla. Þetta tímabil hefur meðalvatnshitinn verið um 98,5°C.
7. Nokkurt misræmi er í rennslismælingum gagnasöfnunarbúnaðarins og Hitaveitunnar. Mælir búnaðurinn um 1 l/s minni vinnslu, eða 5-10%. Einnig mælir gagnasöfnunarbúnaðurinn um 1°C lægri vatnshita en Hitaveitan gerir. Nauðsynlegt er því að endurkvarða rennslis- og hitamæla á svæðinu við fyrsta tækifæri.

7. 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, 69s., unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

Guðni Axelsson, 1992: Laugaland í Holtum. Vinnsla og vatnsborð á útmánuðum 1992. Orkustofnun, greinargerð GAx-92/01, 5s.

Guðni Axelsson, 1990: Laugaland í Holtum. Hermireikningar og vatnsborðsspár. Orkustofnun, OS-90043/JHD-24 B, 9s., unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

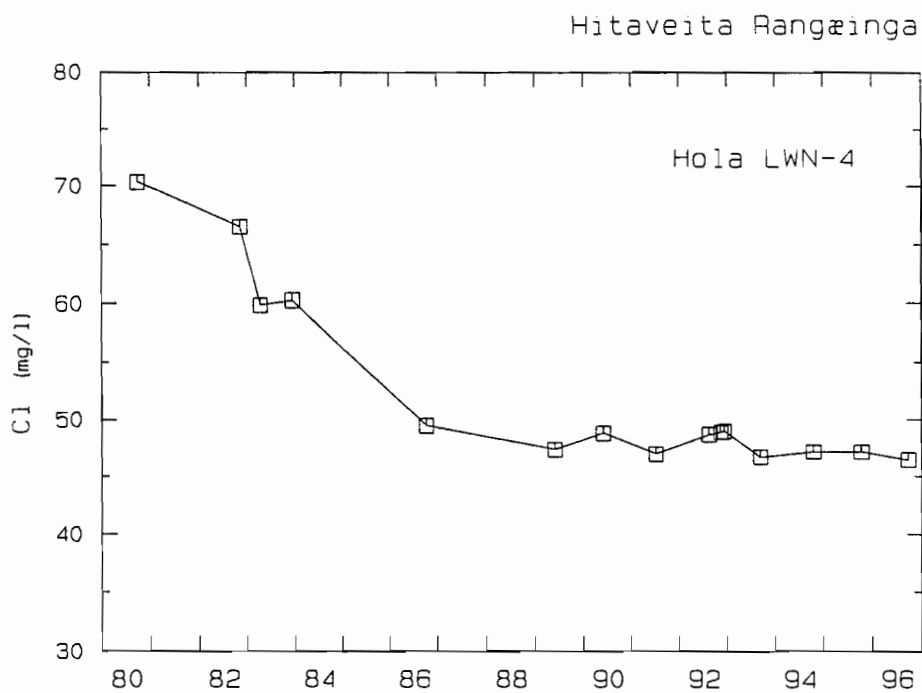
Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1995: Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994-1995. Orkustofnun, OS-95063/JHD-42 B, 12s., unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1994: Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1993-1994. Orkustofnun, OS-94058/JHD-34 B, 12s., unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

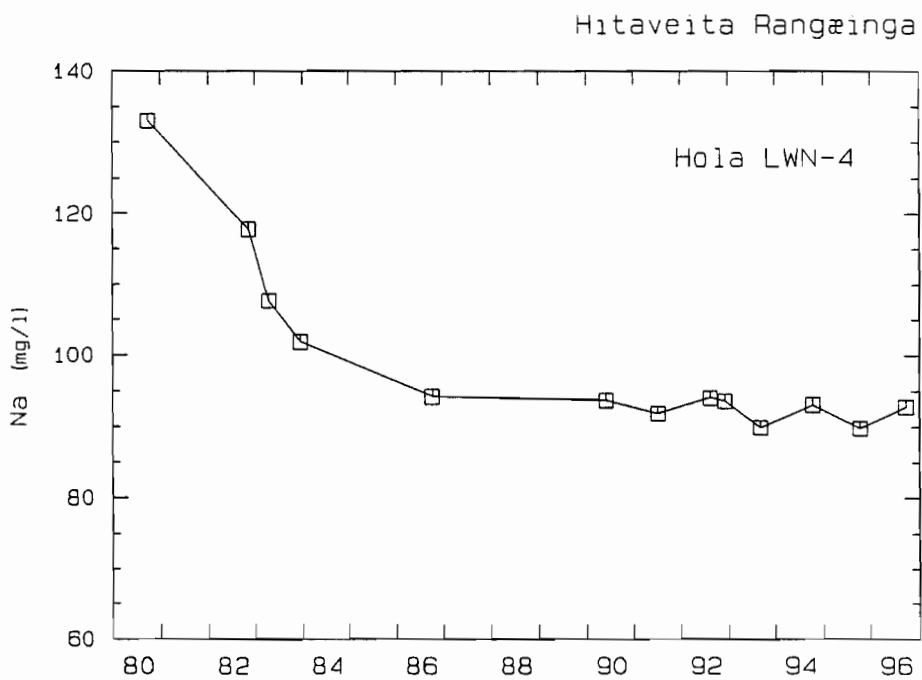
Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1993. Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1992-1993. OS-93076/JHD-38 B.

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

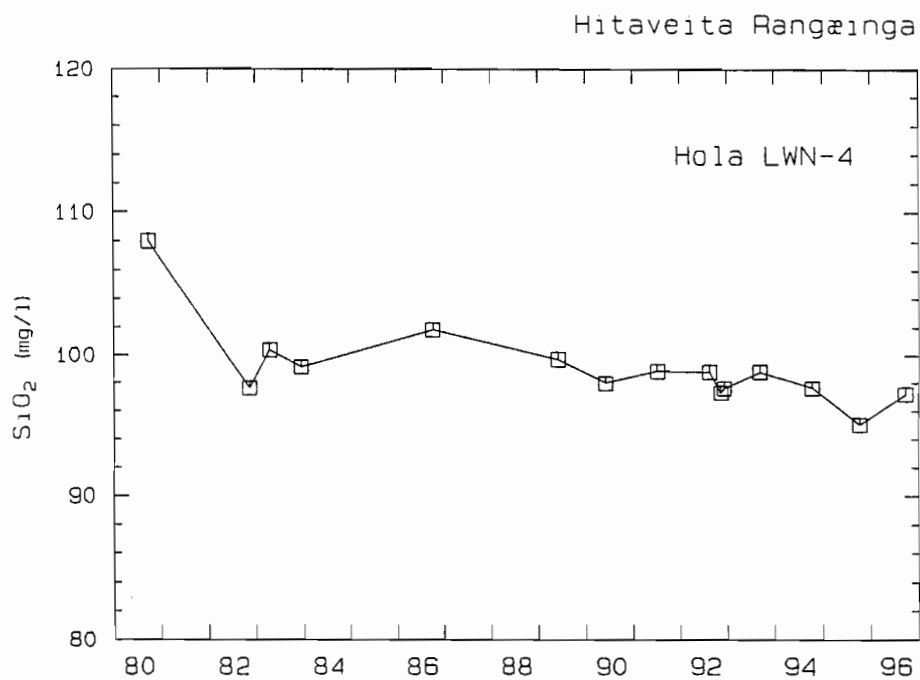
Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson, Guðrún Sverrisdóttir, Magnús Ólafsson og Sverrir Þórhallsson, 1991. Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991. OS-91050/JHD-29 B.



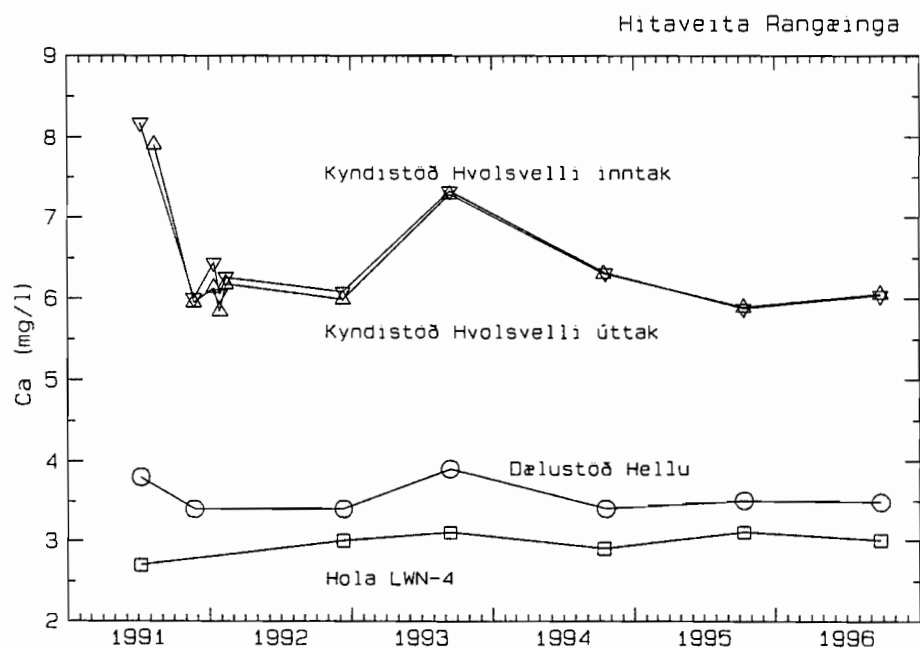
Mynd 1: Breytingar í styrk klóríðs í vatni úr holu LWN-4, 1980-1996.



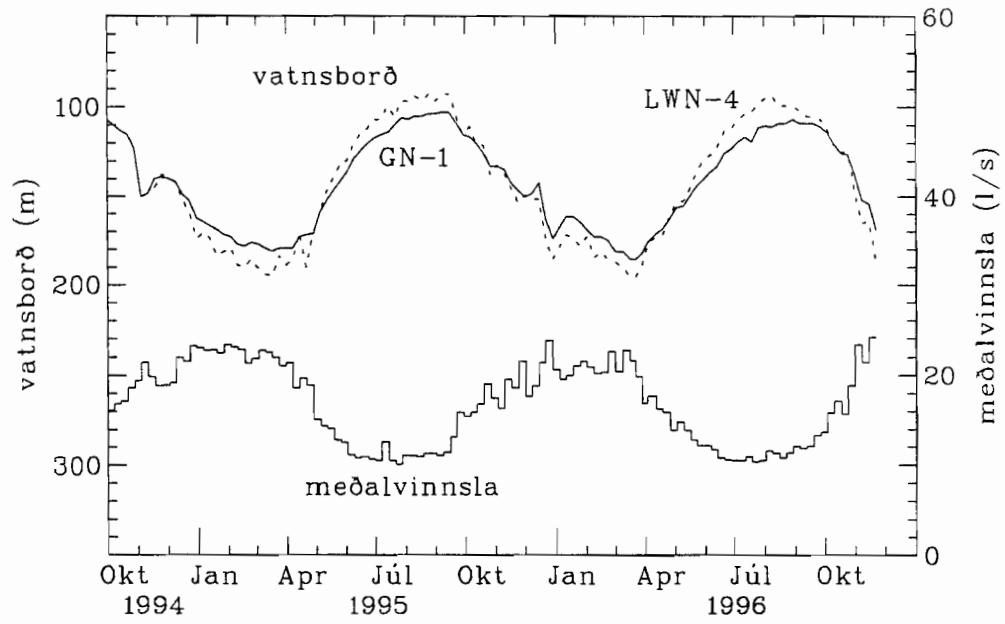
Mynd 2: Breytingar í styrk natríums í vatni úr holu LWN-4, 1980-1996.



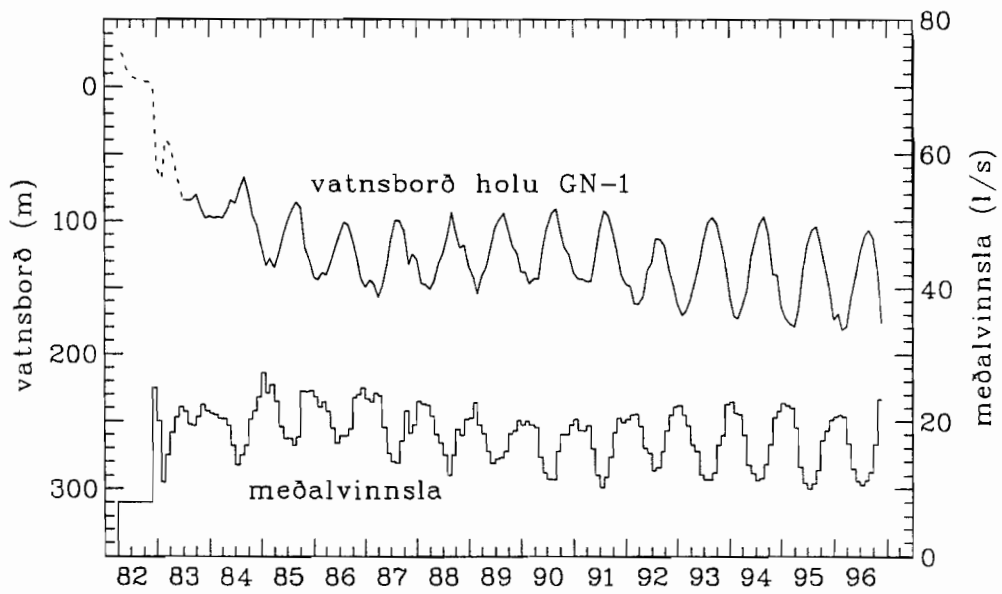
Mynd 3: Breytingar í styrk kísils í vatni úr holu LWN-4, 1980-1996.



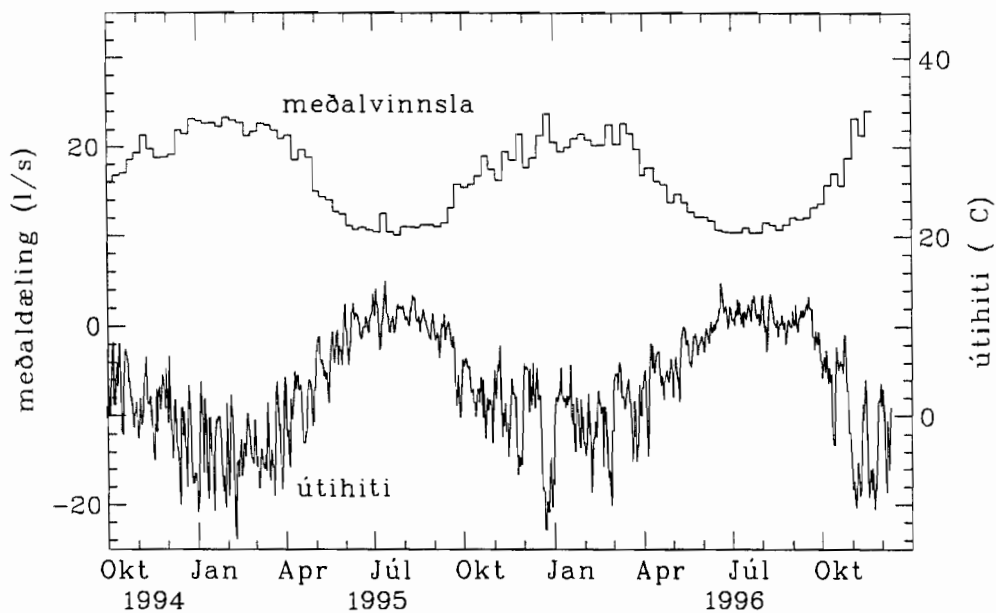
Mynd 4: Styrkur kalsíums í vatni í dreifikerfi Hitaveitu Rangæinga, 1991-1996.



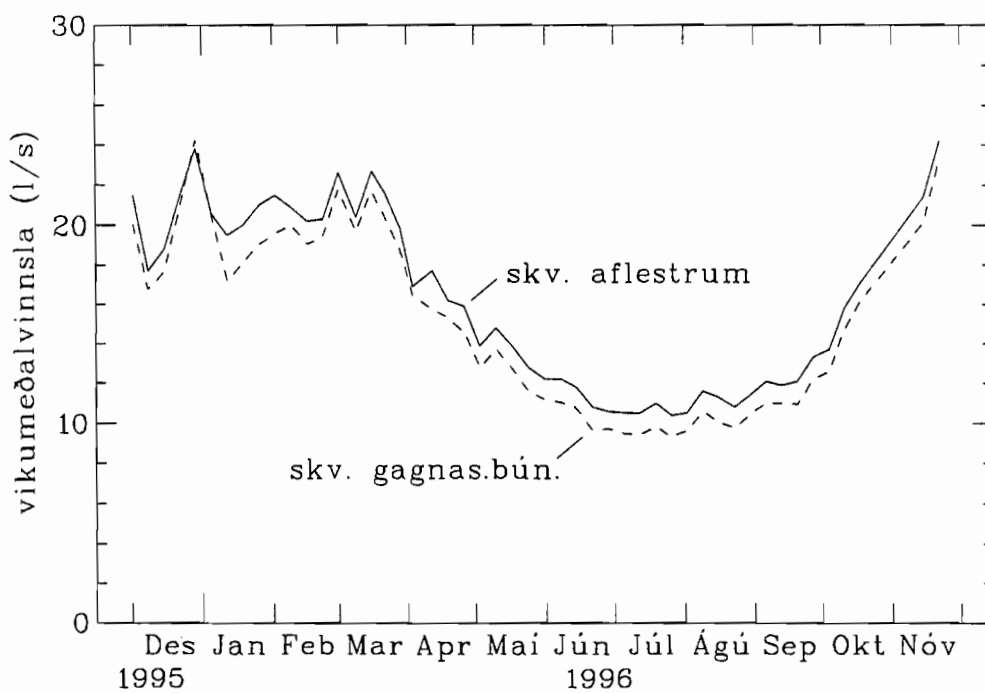
Mynd 5: Vatnsborð í holum LWN-4 og GN-1 ásamt vinnslu, okt. 1995 til des. 1996.



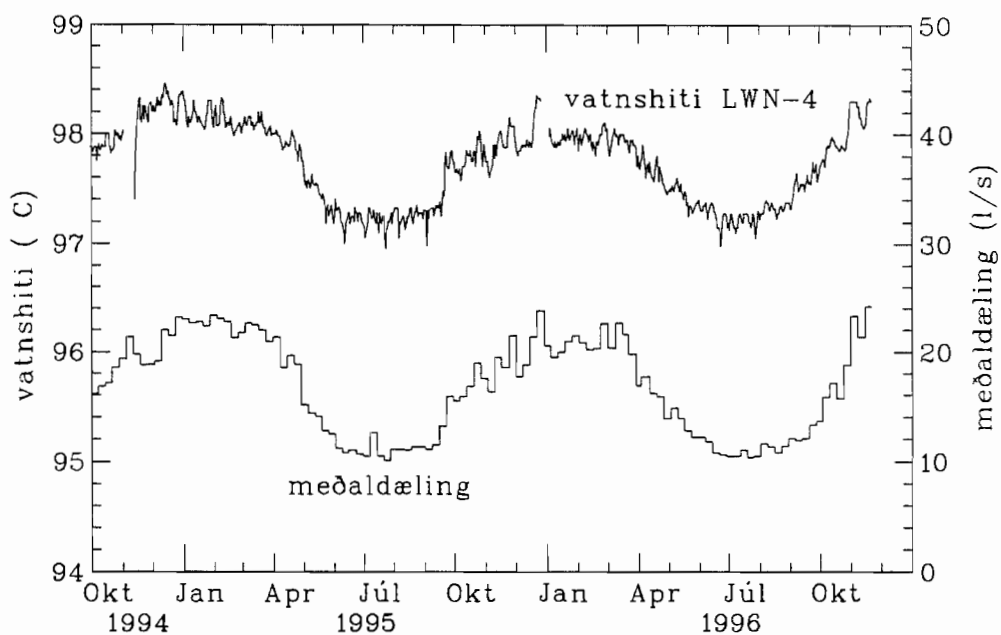
Mynd 6: Vatnsborð og vinnsla á Laugalandi frá 1982.



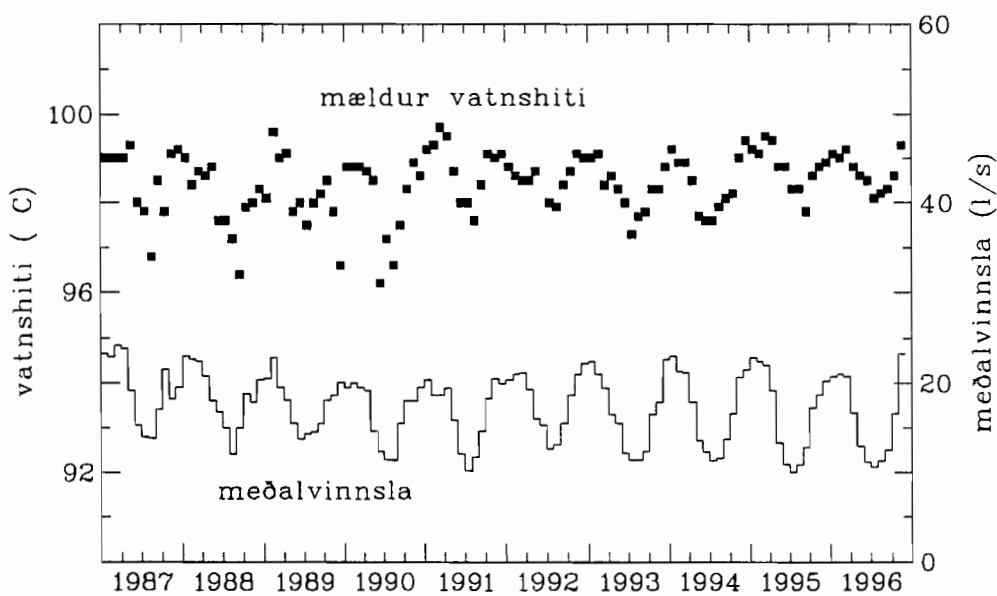
Mynd 7: Vikumeðaldæling úr LWN-4 og úthiti, október 1995 til desember 1996.



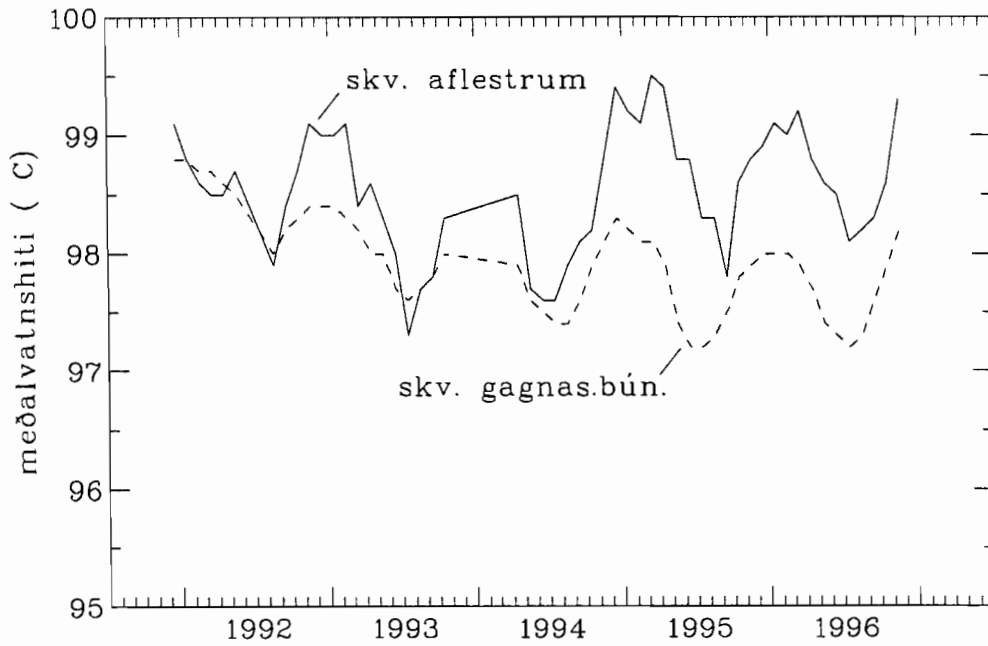
Mynd 8: Samanburður á mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins og Hitaveitunnar á vinnslu.



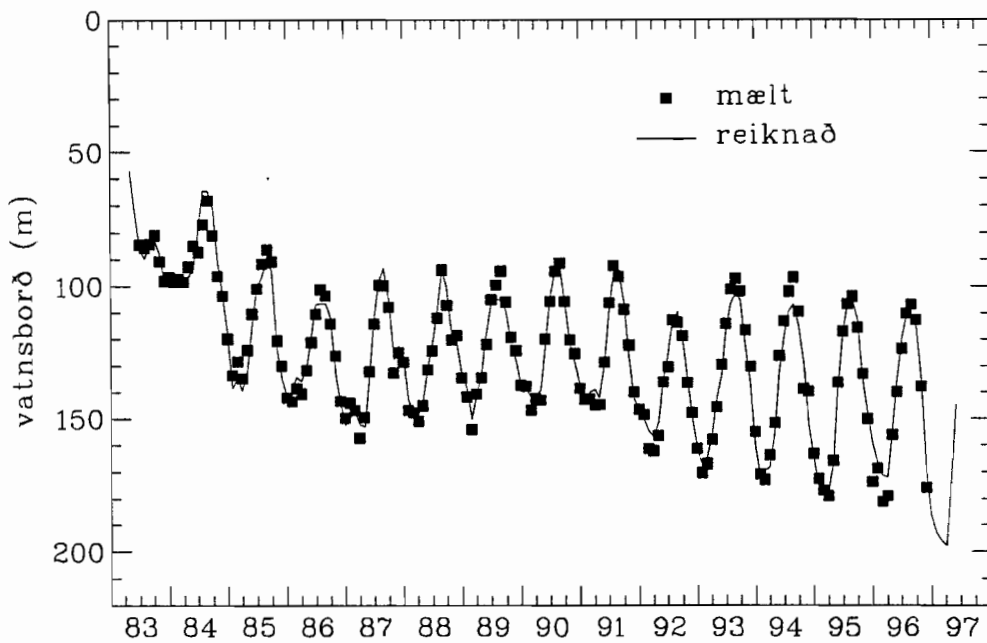
Mynd 9: Vikumeðaldæling og hiti vatns úr LWN-4, október 1995 til desember 1996.<fP



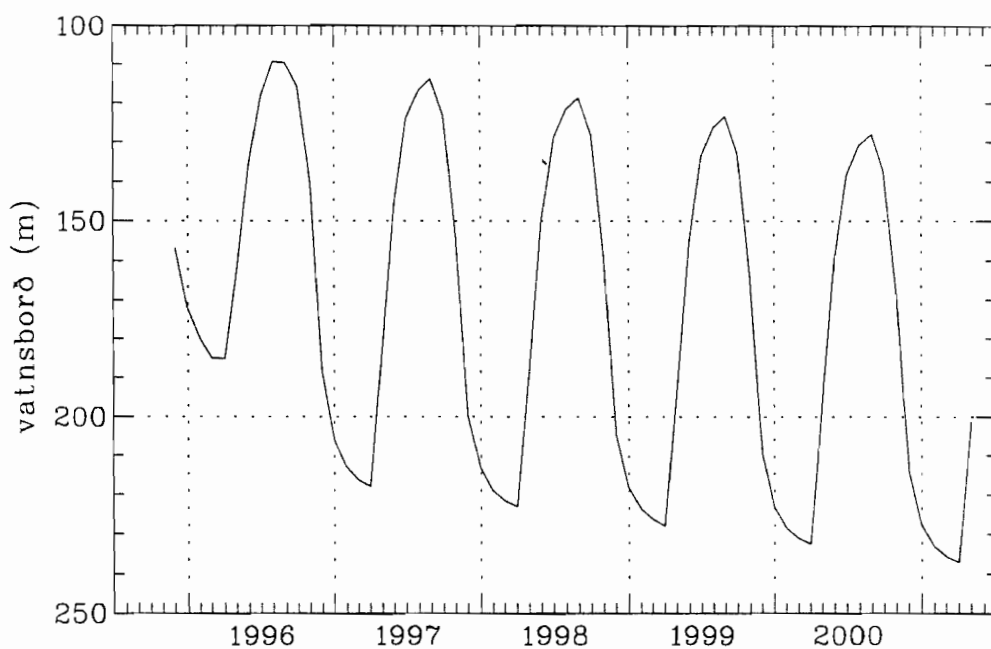
Mynd 10: Hiti vatns úr LWN-4 skv. mælingum Hitaveitunnar og vinnsla á Laugalandi frá 1987.



Mynd 11: Samanburður á mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins og Hitaveitunnar á vatnshita.

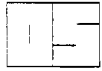


Mynd 12: Vatnsborðsbreytingar í holu GN-1, annars vegar mældar og hins vegar reiknaðar með endurskoðuðu þjöppuðu líkani af jarhitakerfinu.



MYND 13: Spá um vatnsborðsbreytingar í holu LWN-4 næstu fimm vetur ef gert er ráð fyrir 24 l/s stöðugri vinnslu nóvember til mars vegna óvenju kalds veðurfars þessa vetur.

VIÐAUKI



ORKUSTOFNUN

Jarðhitadeild

verknr.:610-861

GREINARGERÐ

MÓ-96/09

24. október 1996

HITAVEITA RANGÆINGA

Tæring, útfellingar og súrefnismæling

TÆRINGAR- OG ÚTFELLINGAPLÖTUR

Nýlega komu tvær tæringar-/útfellingaplötur frá Hitaveitu Rangæinga til athugunar á Efnafræðistofu Orkustofnunar. Auk platnanna kom einnig til athugunar bútur úr aðveitulög vestan við kyndistöð á Hvolsvelli. Þar var skipt úr asbesti í stál haustið 1993. Plöturnar höfðu verið á tveimur stöðum í dreifikerfi veitunnar, annars vegar í **Kyndistöð** og hins vegar á **Hvolsvegi**, báðir staðir eru á Hvolsvelli. Þær voru teknar úr 21. september 1996. Ekki er vitað nákvæmlega hvenær þær voru settar í, en talið að það hafi verið haustið 1992. Þær voru vigtaðar hjá okkur 18. júní 1992 og sendar til Hitaveitunnar daginn eftir. Hér hefur verið gert ráð fyrir því að þær hafi verið í lögnum í u.þ.b. 4 ár, 1992-1996. Plöturnar hafa eftirfarandi númer ásamt öðrum upplýsingum:

Tafla 1: *Upplýsingar um plötur*

Staður	Plata	Inn	Út	Tími
Kyndistöð	D	Haust 1992	21.09.96	4 ár
Holsvegur	C	Haust 1992	21.09.96	4 ár

Þegar plöturnar voru losaðar frá "tappanum" þá losnaði talsvert hrúður/útfelling af þeim og því þótti marklaust að vigta þær áður en þær voru hreinsaðar.

Plöturnar voru skoðaðar undir víðsjá áður en þær voru hreinsaðar og vigtaðar. Á plötu C frá Hvolsvegi mátti glögglega greina tæringu og ryðhrúður auk ljósrar útfellingar. Nánari skoðun eftir hreinsun sýndi að tæring var all nokkur, mest staðbundin, og víða mátti sjá pytti. Á plötu D úr Kyndistöð bar mest á ljósu hrúðri, en þar mátti einnig sjá vísbendingu um "pytta"-tæringu áður en útfelling var hreinsuð af. Eftir hreinsun sást tæring enn betur, en hún var þó miklu minna áberandi en á plötu C frá Hvolsvegi.

Röntgengreining (XRD) á hrúðri og útfellingum af plötunum sýna að þar er aðallega um kalk (kalsít) að ræða. Að auki greindist lítilsháttar járn af plötu C (Hvolsvegur).

Kalkið fellur út úr jarðhitavatninu, en járníð er komið úr ryðhrúðrinu sem myndast við tæringuna.

Í töflu 2 eru sýndar þyngdarbreytingar á plötunum. Þar er sýnd þyngd platnanna áður en þær voru settar í (Þyngd1) og eftir að þær voru teknar úr (Þyngd2). Í töflunni kemur fram að á þeim tíma sem þær voru í heita vatninu, u.þ.b. 4 ár, þá léttist plata C um 0,26 g og plata D um 0,10 g. Þetta er talsverð rýrnun, sérstaklega á plötu C. Einnig verður að hafa í huga að það er ekki einungis rýrnunin sem skiptir máli, heldur ekki síður hvernig tæring á sér stað. Í báðum plötum, sérstaklega þó í plötu C, má sjá "djúpa" pytti, líklega á þeim stöðum þar sem einhverjar veilur hafa verið í járninu.

Tafla 2: Þyngdarbreytingar á plötum

Staður	Plata	Þyngd1 (g)	Þyngd2 (g)	Mismunur (g)	Tími (ár)	Þyngdarbreyting (g/ári)
Hvolsvegur	C	9,29565	9,03461	-0,26104	4	-0,065
Kyndistöð	D	9,15842	9,05413	-0,10429	4	-0,026

SÚREFNISMÆLINGAR

Miðvikudaginn 9. október fór starfsmaður Orkustofnunar austur á Hellu með súrefnis-spiral og "ampúlur" fyrir Hitaveitu Rangæinga. Var þetta gert að ósk Ingvars hitaveitustjóra í samráði við Efnafræðistofu, eftir að í ljós kom tæring í þriggja ára gömlum járn-röri á aðveituæð skammt vestan við Hvolsvöll. Starfsmönnum veitunnar, þeim Ingvari, Hauki og Sæmundi var sýnt hvernig á að mæla súrefni í vatninu og var það gert á bakrás-arvatni í dælu-/tengihúsi rétt austan við brúna á Ytri Rangá. Bakrásarvatni er safnað frá hluta af húsum á Hellu og er því dælt inn á aðveituæðina. Ekkert súrefni mældist. Haukur og Sæmundur héldu mælingum síðan áfram á lögninni austur í átt til Hvolsvallar og samkvæmt upplýsingum frá þeim daginn, mældist hvergi súrefni í lögninni milli Hellu og Hvolsvallar nema hugsanlega smá vottur við brúna á Eystri Rangá. Ekkert súrefni hefur mælst í framrásarvatni hjá Hitaveitunni á undanförmum árum (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1995 og upplýsingar í gagnasafni Orkustofnunar).

Á undanförmum árum hefur Hitaveitan verið að endurnýja aðveituæðina. Við endurnýjun er skipt út 8" asbeströrum og sett 6" stálrör í staðinn. Endurnýjun hófst á milli Djúpadals og Hvolsvallar vegna tíðra brota og bilana á þeirri leið. Haustið 1993 var skipt út 1200 m til vesturs frá Kyndistöð á Hvolsvelli. Sumarið 1995 var skipt út 500 m frá Djúpadal til austurs, og nú í sumar var síðan bætt við 1000 m til vesturs frá þeim 1200 m sem settir voru 1993. Rörbúturinn sem kom til athugunar hjá okkur var tekinn úr vestur-endanum á 1200 m sem settir voru 1993 þar sem bætt var við 1000 m nú í sumar.

Í samtali við þá hitaveitumenn kom fram að á þessu ári hafa orðið a.m.k. fimmtán (15) brot á lögninni milli Djúpadals og Hvolsvallar, og a.m.k. þrjátíu (30) brot á sama bili á síðastliðnum þremur árum. Jafnframt kom fram hjá þeim að áður en asbestörin brotna virðist, alla vega í sumum tilfellum, smita út vatn um lengri eða skemmri tíma. Þetta sést t.d. á útfellingataumum utan á rörunum og bleytu í kringum þau.

Á þessari stundu virðist sú skýring líklegust á tæringu í aðveitlögn milli Hellu og Hvolsvallar að súrefni komist inni á lögnina um sprungur og veilur í asbestörum og við margítrekuð brot á lögninni.

HEIMILDIR

Gagnasafn Orkustofnunar

Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir: Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1994-1995. Orkustofnun, OS-95063/JHD-42 B, 12 s.

Magnús Ólafsson

