



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**HITAVEITA RANGÆINGA**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991**

Hrefna Kristmannsdóttir

Guðni Axelsson

Guðrún Sverrisdóttir

Magnús Ólafsson

Sverrir Þórhallsson

OS-91050/JHD-29 B

Desember 1991



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 613861

## **HITAVEITA RANGÆINGA**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu 1990-1991**

Hrefna Kristmannsdóttir

Guðni Axelsson

Guðrún Sverrisdóttir

Magnús Ólafsson

Sverrir Þórhallsson

OS-91050/JHD-29 B

Desember 1991

## EFNISYFIRLIT

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

## MYNDIR

1. Styrkur kalsíums í vatni á nokkrum stöðum í aðveituæð hitaveitunnar a) sýni tekin í júlí og ágúst b) sýni tekin í nóvember	8
2. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi í Holtum frá september 1989 til október 1991	9
3. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi í Holtum frá 1982	9
4. Vinnsla og hiti vatns úr LWN-4 á Laugalandi í Holtum frá 1982	10
5. Samanburður á mælingum sjálfvirks gagnasöfnunarbúnaðar á vinnslu og mældri vikumeðalvinnslu	10
6. Dagleg meðaldæling og útihiti skv. sjálfvirka gagnasöfnunarbúnaðinum	11
7. Samband daglegrar meðaldælingar og útihita á Laugalandi í Holtum	11
8. Greining á útfellingu í mæli úr hitaveituinntaki hótelsins á Hvolsvelli	12
9. Kalsítmettun vatnssýna. + : sýni frá 91-07-08. * : sýni frá 91-11-22	13

## TÖFLUR

1. Efnasamsetning vatns úr holu LWN-4	4
2. Efnasamsetning hlutsýna úr dreifikerfi í júlí-ágúst 1991	4
3. Efnasamsetning hlutsýna úr dreifikerfi í nóvember 1991	4
4. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum	5

## 1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um vinnslueftirlit hjá Hitaveitu Rangæinga frá október 1990 til október 1991. Tekið er saman yfirlit yfir vatnsvinnslu og áhrif hennar á vatnsborð og hita. Fjallað er um efnasamsetningu vatns úr vinnsluholu hitaveitunnar LWN-4 og breytingar sem verða á efnasamsetningu í dreifikerfinu. Einnig er stuttlega fjallað um útfellingavandamál í dreifikerfi á Hvolsvelli.

Verkið er unnið samkvæmt samningi milli Hitaveitu Rangæinga og Orkustofnunar nr. 611861-1989.

## 2. EFNASAMSETNING VATNS Í LWN-4

Þann 8. júlí s.l. var tekið sýni úr vinnsluholu hitaveitunnar LWN-4 og sama dag voru tekin sýni úr dreifikerfinu. Þessi sýnataka var heldur síðar en venja hefur verið og stafaði það fyrst og fremst af vinnuálagi á Orkustofnun. Til stóð að taka sýni úr holu GN-1 í haust, en hætt var við að dæla úr henni svo af því varð ekki. Starfsmenn Hitaveitunnar tóku sýni úr dreifikerfinu í ágúst og aftur í nóvember vegna athugana á asbesttæringu og útfellingum á Hvolsvelli, en ekki varð af því að sinni að efnaeftirlit yrði aukið eins og lagt var til í skýrslunni um vinnslueftirlitið í fyrra (Magnús Ólafsson o.fl., 1990).

Efnagreining vatnssýnisins úr holunni er birt í töflu 1 ásamt efnagreiningum úr henni frá 1986 og 1990 til samanburðar. Eins og fram kemur í töflunni er ekki um neinar stórfelldar breytingar að ræða á efnasamsetningu, en ljóst er að sama þróun heldur áfram þ.e. að efnainnihald vatnsins er að minnka. Súrefnisísótópahlutfall bendir einnig til þess, þar sem vatnið er að þyngjast jafnframt því sem það verður efnasnauðara. Styrkur kísils breytist lítið, sem bendir til þess að kólnun sé ekki yfirvofandi í náinni framtíð. Svæðið nær þannig að hita upp það innstreymi, sem er af kaldara, efnasnauðara og þyngra vatni.

## 3. EFNASAMSETNING VATNS Í DREIFIKERFI

Í töflu 2 er birt efnasamsetning sýna úr dreifikerfinu, sem tekin voru í júlí-ágúst og í töflu 3 efnasamsetning sýna sem tekin voru í nóvember. Tekin voru sýni á Rauðalæk, Hellu og Hvolsvelli. Í júlí var tekið sýni úr inntaki tanks og úr úttaki tanks á Hvolsvelli í ágúst og úr hvoru tveggja samtímis í nóvember til að meta útfellingu í forhitara. Eins og fram kemur í töflunni eykst styrkur kalsíums verulega við að fara um asbestlögnina. Veruleg tæring og útleysing á sementsmillimassa röranna er greinilega stöðugt í gangi og mest á leiðinni milli Hellu og Hvolsvallar (mynd 1a og b). Mun meiri tæring hefur verið í júlí (mynd 1a) en í nóvember (mynd 1b), enda mun minni vatnsnotkun og því meiri kæling á vatninu og hægara rennsli. Upphitun var því einnig mun meiri í stöðinni á Hvolsvelli og olli það nokkru meiri yfirmettun með tilliti til kalks eins og fjallað er um í kafla 5 í þessari skýrslu.

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

Dagsetning Númer	86-10-09 86-0147	90-05-31 90-0099	91-07-08 91-0143
Hiti (°C)	96,9	96,0	98,4
Sýrustig (pH/°C)	9,8/22	9,8/26	9,7/26
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	101,8	98,0	98,8
Natríum (Na)	94,2	93,7	91,9
Kalíum (K)	2,2	1,9	1,9
Kalsíum (Ca)	3,1	2,8	2,7
Magnesíum (Mg)	0,005	0,044	0,023
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	21,9	22,8	21,1
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	69,7	69,9	66,0
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	0,09	0,06	0,05
Klóríð (Cl)	49,5	48,8	47,0
Flúoríð (F)	0,89	0,93	0,87
Uppleyst efni	365	355	374
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,015	0,000	0,003
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-10,8	-10,7	-10,6

- ekki mælt

Tafla 2. Efnasamsetning hlutsýna úr dreifikerfi í júlí-ágúst 1991 (mg/kg).

Staður	Brunnur Rauðalæk	Dælustöð Hella	Kyndist. Hvolsv. Inntak	Kyndist. Hvolsv. Úttak
Dagsetning Númer	91-07-08 91-0144	91-07-08 91-0145	91-07-08 91-0146	91-08-13 91-0168
Hiti (°C)	80,6	72,1	44,6	-
Sýrustig (pH/°C)	-	-	9,9/26	10,0/24
Kalsíum (Ca)	3,4	3,8	8,2	7,9
Karbónat (CO <sub>2</sub> )	-	-	21,5	22,0
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,10	0,04	0,005	-

- ekki mælt

Tafla 3. Efnasamsetning hlutsýna úr dreifikerfi í nóvember 1991 (mg/kg).

Staður	Brunnur Rauðalæk	Hella B-23	Kyndist. Hvolsv. Inntak	Kyndist. Hvolsv. Úttak	Kirkjuhvoll Hvolsvelli	Litlagerði 4 Hvolsvelli
Dagsetning Númer	91-11-22 91-0239	91-11-22 91-0238	91-11-22 91-0234	91-11-22 91-0235	91-11-22 91-0237	91-11-22 91-0236
Hiti (°C)	90,6	81,5	62,0	74,5	68,0	64,0
Kalsíum (Ca)	3,2	3,4	6,0	5,9	5,7	5,5

#### 4. VINNSLA, VATNSBORÐ OG HITI

Frá því fljótlega eftir að Hitaveita Rangæinga tók til starfa hefur verið haft gott eftirlit með vinnslu og vatnsborði á jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum. Starfsmenn hitaveitunnar mæla vinnslu úr svæðinu með vikulegum aflesturum af rennslismælum við holur LWN-4 og GN-1 og við miðlunartank á svæðinu, en hola LWN-4 er aðal vinnsluhola Hitaveitu Rangæinga. Einnig hefur vatnsborð verið mælt vikulega í holum LWN-4 og GN-1 ásamt hitastigi vatns sem dælt er úr holunum. Auk vikulegra mælinga safnar sjálfvirkur gagnasöfnunarbúnaður upplýsingum um vinnslu og fleiri þætti með meiri tíðni.

Gögn um vikumeðaldælingu undanfarinna tveggja ára og vatnsborð í holum LWN-4 og GN-1 eru birt á mynd 2. Á þessu tímabili var aðeins hola LWN-4 notuð. Meðaldælingin er samkvæmt rennslismælinum við holuna, nema í júlí og ágúst 1991, þegar sá mælir sýndi of mikið rennslí vegna gass í vatninu. Það tímabil var stuðst við rennslismæli við miðlunartank á svæðinu. Síðustu tólf mánuðina var vikumeðalvinnslan mest 21,5 l/s í janúar 1991, en minnst 9,3 l/s í júlí 1991. Svo lítil vikumeðalvinnsla hefur ekki mælst áður, enda var veðurfar óvenju hlýtt sumarið 1991. Á sama tímabili fór vatnsborð dýpst í 158 m í LWN-4 og í 151 m í GN-1, en hæst í 92 m í LWN-4 og í 89 m í GN-1, sem er svipað og árið áður. Vatnsborðssveiflur eru nokkru minni í holu GN-1 en í LWN-4 vegna iðustreymistaps í þeirri síðarnefndu.

Á mynd 3 eru birt gögn um vatnsborð, mælt í holu GN-1, og vinnslu á jarðhitasvæðinu frá árinu 1982 til loka 1991. Í töflu 4 eru jafnframt birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr svæðinu árin 1982 - 1991. Meðalvinnsla síðustu tveggja mánaða ársins 1991 hefur þó verið áætluð. Meðalvinnslan virðist ætla að verða mjög svipuð í ár (1991) og hún var 1990, eða um 16,5 l/s. Á töflunni og myndunum sést að vegna vatnssparandi aðgerða, sem hitaveitan greip til, þá hefur vinnslan minnkað verulega frá því hún var mest á árunum 1985 og 1986.

Tafla 4. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum.

Ár	Meðalvinnsla (l/s)
1982	7,4
1983	19,4
1984	19,1
1985	21,8
1986	21,1
1987	19,4
1988	18,5
1989	17,6
1990	16,6
1991 <sup>1)</sup>	16,5

<sup>1)</sup> Vinnsla nív.-des. áætluð

Ekki hefur orðið marktæk breyting á vatnsborði frá síðasta ári hvort sem litið er á lægsta vatnsborð eða meðalvatnsborð (myndir 2 og 3). Er það í samræmi við vatnsborðsspár, sem reiknaðar voru á síðasta ári (Guðni Axelsson, 1990). Samkvæmt þeim reikningum átti engin breyting að verða á meðalvatnsborði, frá 1991 til 1992, við 16,5 l/s ársmeðalvinnslu.

Á mynd 4 eru birtar mælingar Hitaveitu Rangæinga á hita vatns úr LWN-4 ásamt vinnslunni til samanburðar. Er þar um mánaðarmeðaltöl nokkurra aflestra að ræða. Nokkur óvissa ríkir um nákvæmni þessara mælinga. Annars vegar getur verið ósamræmi milli mismunandi mæla sem notaðir hafa verið og hins vegar geta ytri aðstæður, eins og veðurfar, haft áhrif á mælingarnar. Nokkuð víst má t.d. telja að skipt hafi verið um mæli um áramótin 1986/1987. Mælingar síðustu fimm ára sýna um 3°C ársveiflu í hita vatnsins þannig að hitinn er lægstur þegar vinnslan er minnst og öfugt. Þessi sveifla virðist martæk og gæti annars vegar verið um samspil misheitra æða að ræða og hins vegar það að við meira rennsli að vetri til kólni vatnið minna á leið upp holuna. Fyrir utan ársveifluna virðist ekki hafa orðið marktæk breyting á hita vatnsins úr LWN-4 síðustu fimm árin.

Eins og áður segir þá er einnig í gangi sjálfvirk gagnasöfnun á Laugalandi. Frá því í maí 1991 hefur Orkustofnun tengst gagnasöfnunarbúnaðinum og skráð augnabliksdælingu, meðaldælingu, hita vatns og útihita á 6 klst. fresti. Mynd 5 sýnir samanburð á vikulegu meðalrennsli samkvæmt mælingum hitaveitunnar og daglegu meðalrennsli samkvæmt gagnasöfnunarbúnaðinum. Eins og sést þá er samræmið gott, ef lítið er framhjá skammtímasveiflum í dælingunni. Mælingar á hita vatnsins úr LWN-4 reyndust í ólagi, en þær benda þó til þess að hiti vatnsins sé yfirleitt um eða yfir 100 °C, sem er nokkru hærri hiti en mælingar hitaveitunnar benda til (98 °C).

Gagnasöfnunarbúnaðurinn skráir einnig útihita og eru dagleg meðalgildi hans og rennsli úr LWN-4 sýnd á mynd 6. Samband mælds útihita og daglegrar meðalvinnslu er sýnt á mynd 7, en eins og sést er þar um allgott samband að ræða, sem hugsanlega má nota til þess að áætla dælingu ef gögn um vinnslu vantar í stutt tímabil.

## 5. VANDAMÁL VEGNA ÚTFELLINGA

Í haust fór að bera á útfellingum í dreifikerfi á Hvolsvelli og fylltust mælar m.a. á nokkrum stöðum. Greint var sýni úr einum slíkum frá hótelinu á Hvolsvelli. Reyndist það vera að mestu leyti kalk. Mynd 8 er rafeindasmásjármynd af útfellingunni og graf af hálfmagnbundinni efna greiningu gerðri í sama tæki. Kalsíum er eina efnið sem kemur fram enda er kolefni of létt til að greinast með þessari aðferð. Röntgenbrotgreining sýndi að um kristallað kalk var að ræða og á mynd 8 sést einkennandi form kalksteindarinnar kalsíts.

Eins og lýst var hér að framan og var reyndar þekkt löngu áður veldur stöðug tæring á asbestlögn yfirmettun vatnsins með tilliti til kalks og upphitun vatnsins eykur yfirmettunina og hvetur auk þess útfellingu. Á mynd 9 er sýnd reiknuð yfirmettun í vatninu fyrir og eftir upphitun og einnig er sýnd reiknuð yfirmettun allra sýna úr aðveitu og sýna teknum í nóvember í dreifikerfinu á Hvolsvelli. Vatnið verður verulega yfirmettað strax eftir útleysingu kalsíums í asbestrórunum, en þar er það væntanlega kalsíumhýdroxíð, sem leysist upp og stjórnað því styrkur kalsíums ekki af jafnvægi við kalk eins og í jarðhitageymnum. Engu að síður er hætta á útfellingu kalks þegar yfirmettun er orðin eins mikil og er í vatninu við inntak í stöðinni á Hvolsvelli. Vatnið er hins vegar orðið verulega kælt og því minni hætta á að útfelling hefjist. Upphitunin gerir svo bæði að snöggauka yfirmettun og hraða sjálfu hvarfinu þ.e. að útfelling hefjist. Vegna hlýinda í sumar og lítillar vatnsnotkunar hafa aðstæður verið óvenju slæmar hvað útfellingahættu varðar: Mikil kæling, tæring og svo mikil upphitun í stöðinni á Hvolsvelli. Séu bornar saman styrktölur inn og út af stöð í júlí-ágúst annars vegar og nóvember hins vegar sést að styrkur fellur um 0,3 mg/l í fyrra tilvikinu, en um 0,1 mg/l í því síðara. Að vísu er í fyrra tilvikinu ekki um samtíma sýnatöku að ræða en tölur eru mjög sambærilegar. Í fyrra tilvikinu mundu setjast á forhitarann um 45 kg af kalki á þriggja mánaða tímabili miðað við 8 l/s gegnumrennsli, en 15 kg í hinu. Nú var gegnumrennsli talsvert meira í síðara tilvikinu, en engu

að síður er ljóst að útfelling hefur verið verulega minni við þær aðstæður. Sé litið á tölur úr dreifikerfinu á Hvolsvelli í nóvember þá sést að styrkurinn fellur um 0,5 mg/l frá stöð að endapunkti dreifikerfis og falla þannig út 25-30 kg af kalki á mánuði miðað við 8 l/s rennsli. Líklegt er að þetta hafi verið enn meira í sumar.

Til að fá nákvæmari upplýsingar um hversu mikil og hvar í dreifikerfinu útfellingin er voru settar inn prufuplötur á þrjá staði í dreifikerfið á Hvolsvelli í lok nóvember. Litið verður á þær um áramót og þá metið hvort þær verða teknar úr eða látnar vera í lengur.

Allar líkur benda til að nauðsynlegt reynist að hefja íblöndun tafefna til að hefta útfellingu. Þegar er fengin nokkur reynsla við notkun efna, sem henta í vatni með sambærilega samsetningu (Suðureyri). Verið er að taka saman upplýsingar um efnameðhöndlun á vatninu, sem hindra mundi útfellinguna, en gerðu vatnið eftir sem áður hættulaust til neyslu. Tekin verður saman greinargerð um íblöndun á næstu vikum.

## 6. NIÐURSTÖÐUR

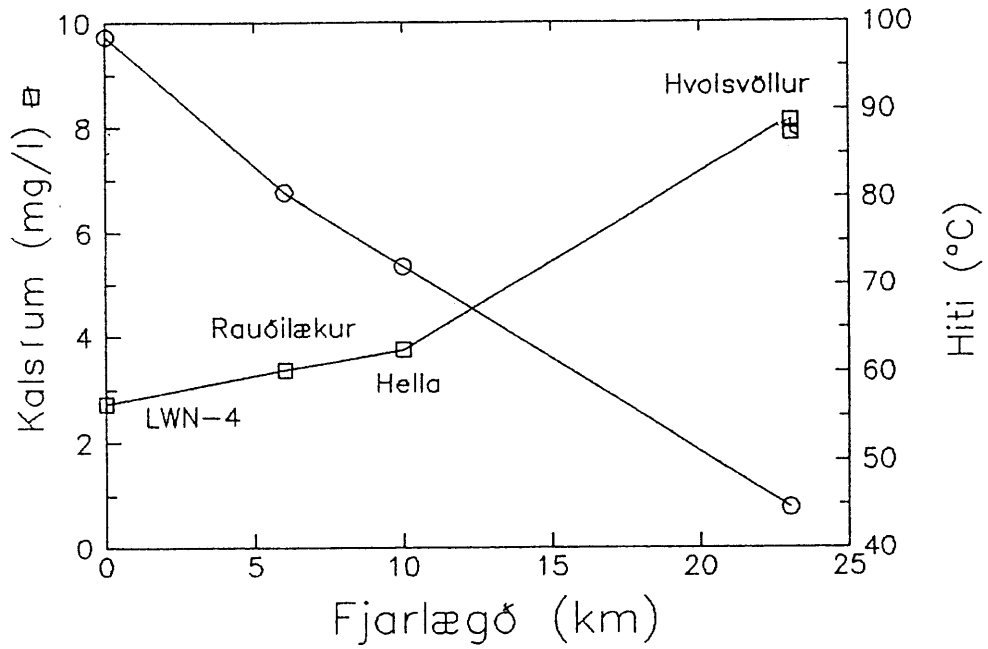
1. Vatn úr holu LWN-4 sýnir litlar breytingar í efnastyrk milli ára, en hægfara þynning virðist þó halda áfram vegna innstreymis af efnasnaudu kaldara vatni.
2. Stöðug tæring er á asbesti í aðveitulögnum og mest milli Hellu og Hvolsvallar.
3. Meðalvinnsla síðustu tveggja ára (1990 og 1991) hefur verið um 16,5 l/s og hefur vinnslan minnkað verulega frá því hún var mest á árunum 1985 og 1986. Í júlí 1991 varð vikuleg meðalvinnsla minnst um 9 l/s enda var mjög heitt í veðri á þeim tíma.
4. Á síðustu tólf mánuðum fór vatnsborð í LWN-4 dýpst í 158 m, sem er sambærilegt við það sem var síðustu tólf mánuði þar á undan. Gott samræmi er milli vatnsborðsbreytinga síðasta árs og vatnsborðsspár sem reiknuð var í nóvember 1990.
5. Ekki virðist hafa orðið marktæk breyting á hita vatnsins úr LWN-4 síðustu fimm árin.
6. Sjálfvirk skráning á dælingu og útihita tókst vel á tímabilinu maí til nóvember 1991. Skráningu á hita vatns og vatnsborði þarf að koma í betra lag.
7. Við upphitum vatns í stöðinni á Hvolsvelli verður útfelling á kalki. Miðað við styrktölur frá í nóvember hafa fallið út um 30 kg af kalki í dreifikerfinu á Hvolsvelli á einum mánuði og síðastliðið sumar er líklegt að útfelling hafi orðið meiri.
8. Líklegt er að grípa þurfi til íblöndunar til að hefta útfellingu í dreifikerfi á Hvolsvelli. Verið er að kanna hvaða íblöndunarefni sé heppilegt.

## HEIMILDIR

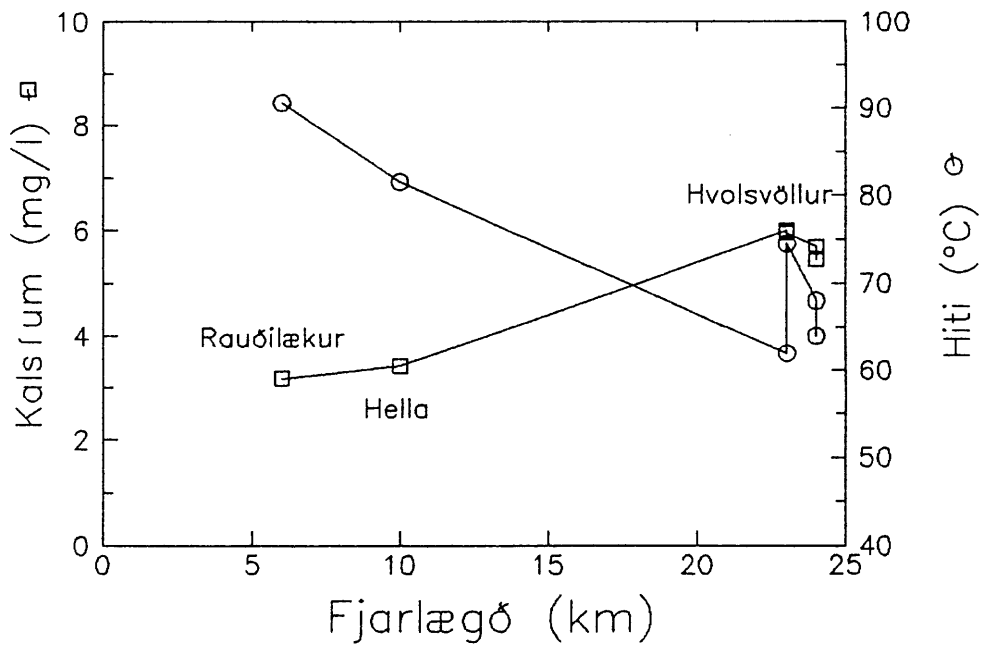
Guðni Axelsson, 1990: *Laugaland í Holtum. Hermireikningar og vatnsborðsspár*. Orkustofnun, OS-90043/JHD-24 B, 9s., unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

Magnús Ólafsson, Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1990: *Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1989-1990*. Orkustofnun, OS-90047/JHD-27 B, 17s., unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

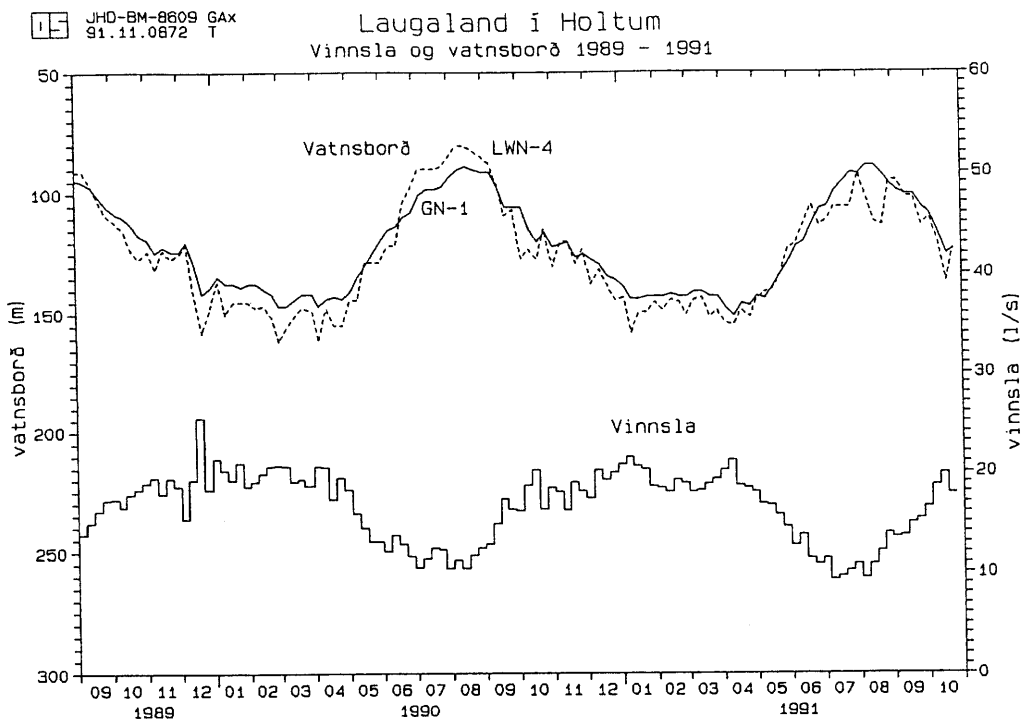




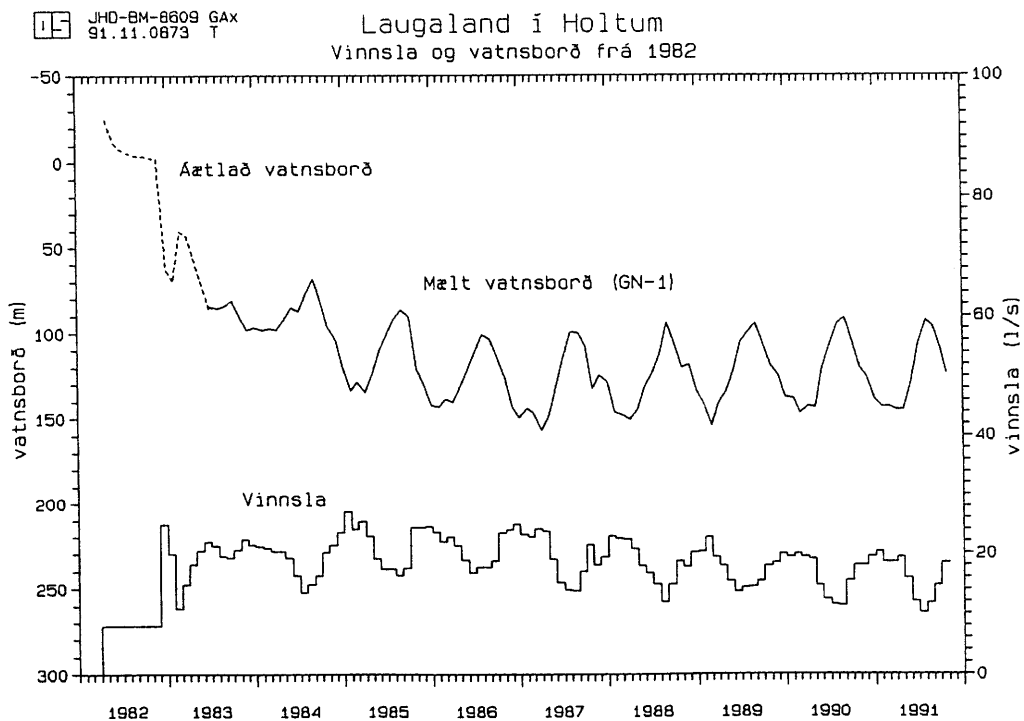
Mynd 1a. Styrkur kalsíums í vatni á nokkrum stöðum í aðveituaed hitaveitunnar, sýni tekin í júlí og ágúst



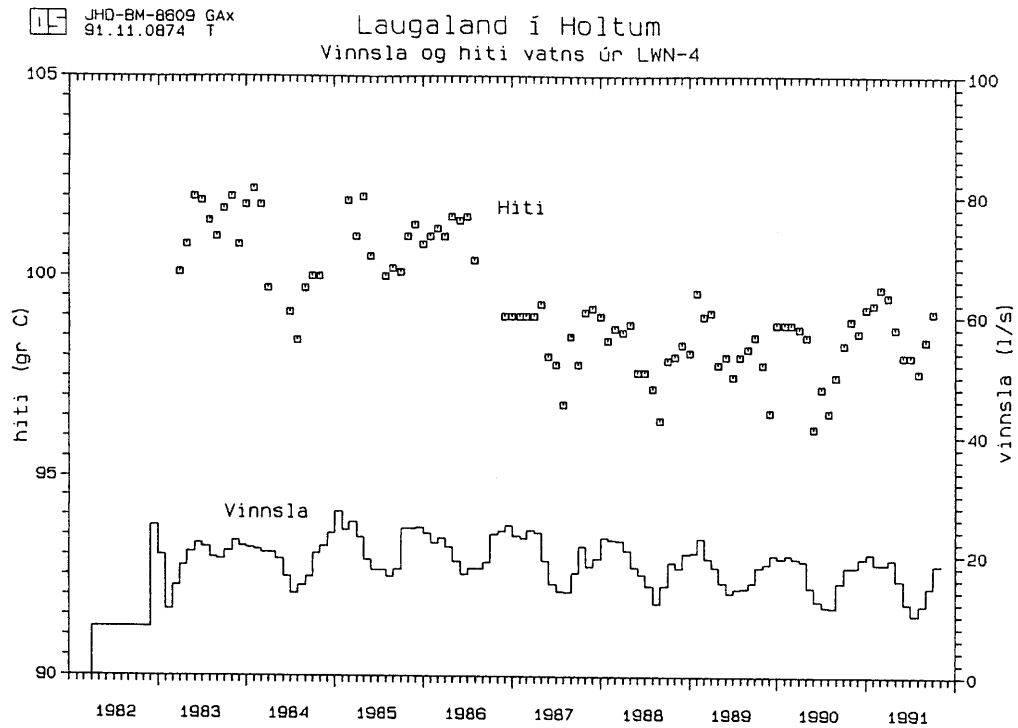
Mynd 1b. Styrkur kalsíums í vatni á nokkrum stöðum í aðveituaed hitaveitunnar, sýni tekin í nóvember.



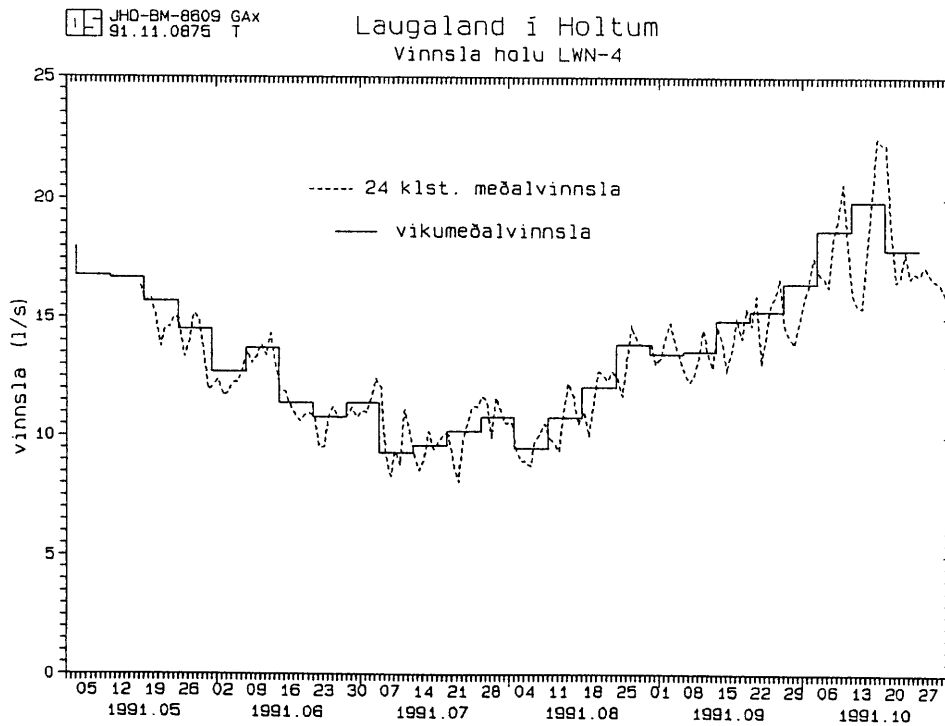
Mynd 2. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi í Holtum frá september 1989 til október 1991.



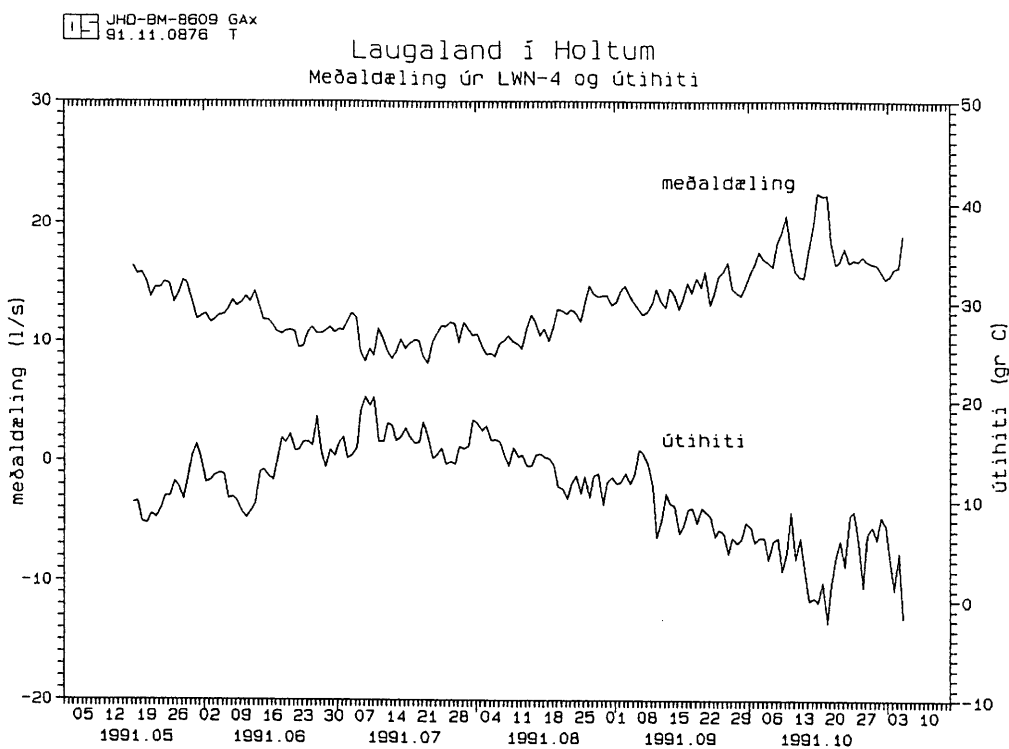
Mynd 3. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi í Holtum frá 1982.



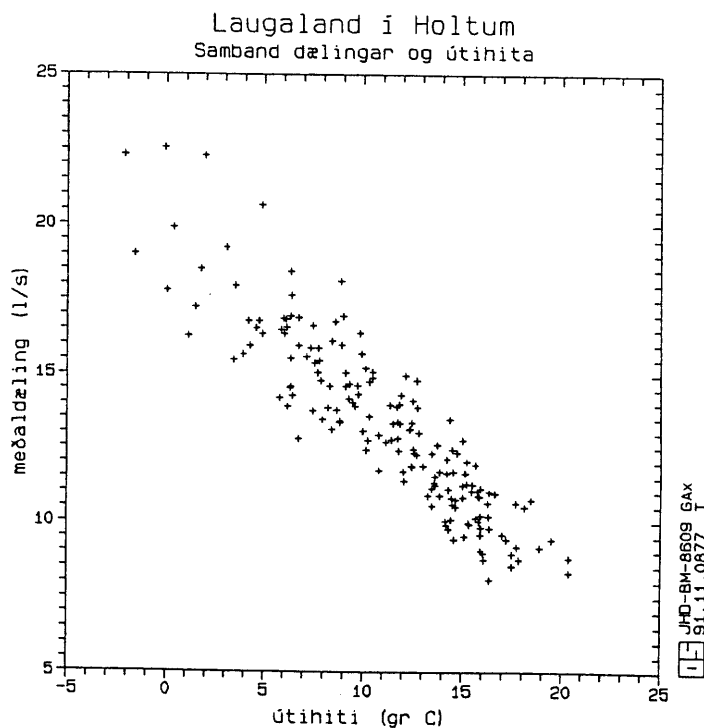
Mynd 4. Vinnsla og hiti vatns úr LWN-4 á Laugalandi í Holtum frá 1982.



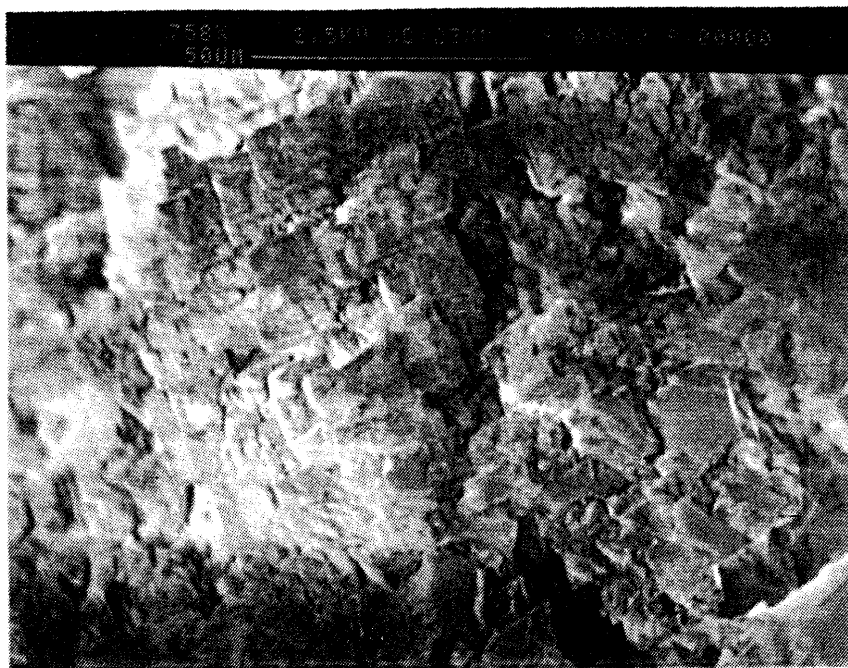
Mynd 5. Samanburður á mælingum sjálfvirkis gagnasöfnunarbúnaðar á vinnslu og mældri vikumeðalvinnslu.



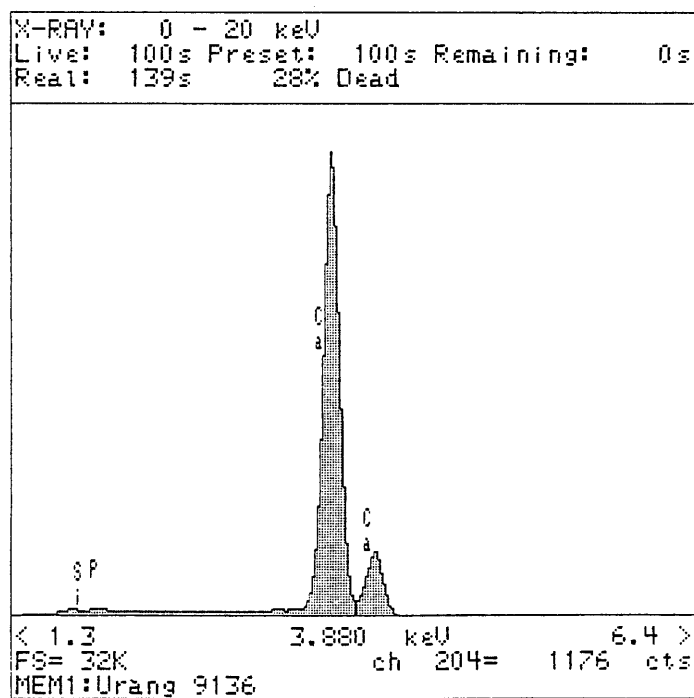
Mynd 6. Dagleg meðaldæling og útihiti skv. sjálfvirka gagnasöfnunarbúnaðinum.



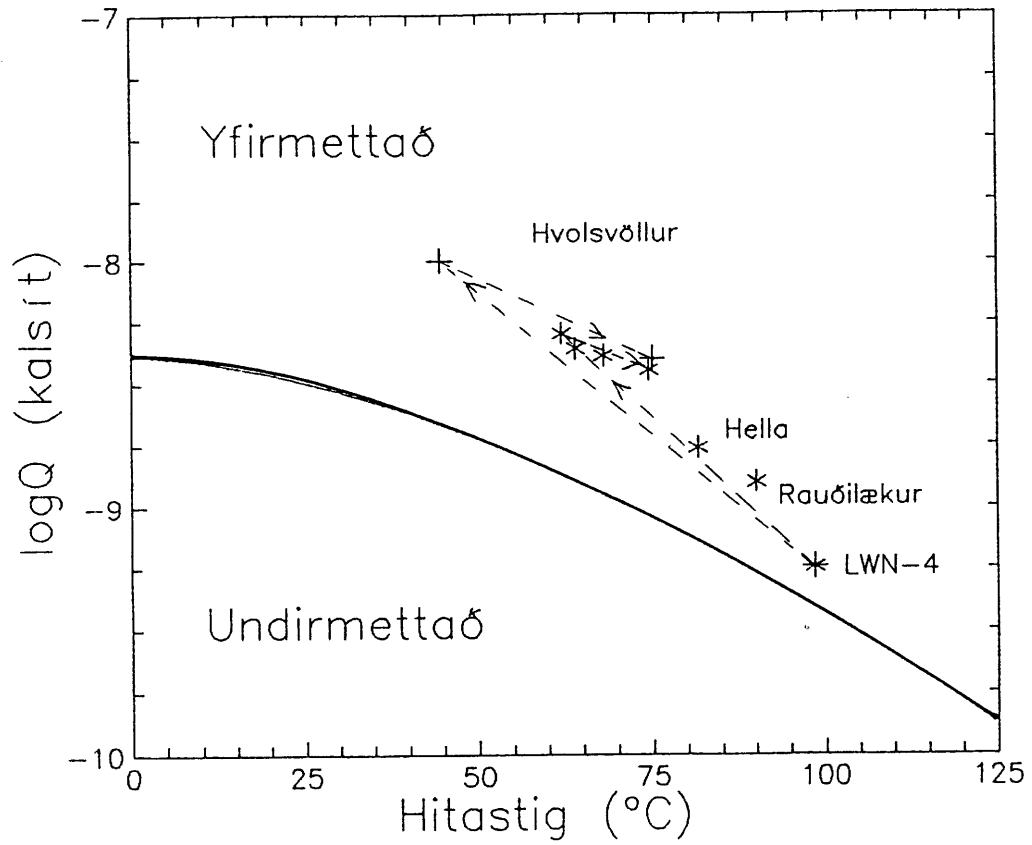
Mynd 7. Samband daglegrar meðaldælingar og útihita á Laugalandi í Holtum.



Mynd 8a. Greining á útfellingu í mæli úr hitaveitunntaki hótelsins á Hvolsvelli. Rafeindasmásjármynd af útfellingunni. Stækkaun u.þ.b. 750 sinnum.



Mynd 8b. Greining á útfellingu í mæli úr hitaveitunntaki hótelsins á Hvolsvelli. Graf sem sýnir hálfmagnbundna efnagreiningu á útfellingunni.



Mynd 9. Kalsítmættun vatnssýna. + : sýni frá 91-07-08. \* : sýni frá 91-11-22.  
Myndin sýnir aukningu kalsítmættunar við rennsli um asbestaðveitulagrur,  
áhrif upphitunar í stöðinni á Hvolsvelli og kælingar í dreifikerfi.