



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

## **HITAVEITA RANGÆINGA**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu 1992-1993**

Hrefna Kristmannsdóttir

Guðni Axelsson

Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga

OS-93076/JHD-38 B

Desember 1993



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 611 861

## **HITAVEITA RANGÆINGA**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu 1992-1993**

Hrefna Kristmannsdóttir

Guðni Axelsson

Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga

OS-93076/JHD-38 B

Desember 1993

## 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. HITTA- OG RENNSLISMÆLING HOLU GN-1 Í ÁGÚSTLOK	7
6. NIÐURSTÖÐUR	8
7. HEIMILDIR	9

## TÖFLUR

1. Efnasamstning vatns úr holu LWN-4 (mg/l)	4
2. Vinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum 1982-1993	6

## MYNDIR

1. Styrkur natríums með tíma	10
2. Styrkur klóríðs með tíma	10
3. Styrkur kísils með tíma	11
4. Breytingar á styrk kalsíums í dreifikerfi	11
5. Vatnsborð í holum LWN-4 og GN-1 ásamt vinnslu frá okt. 1991 til nóv. 1993	12
6. Vatnsborð og vinnsla á Laugalandi frá 1982	12
7. Vikumeðaldæling úr LWN-4 og útihiti frá okt. 1991 til nóv. 1993	13
8. Samband dælingar og útihita árin 1991, 1992 og 1993	13
9. Vikumeðaldæling og hiti vatns úr LWN-4 frá okt. 1991 til nóv. 1993	14
10. Hiti vatns úr LWN-4 og vinnsla á Laugalandi frá 1982	14
11. Hitamælingar í holu GN-1 á Götu	15

## 1. INNGANGUR

Í eftirfarandi skýrslu er fjallað um vinnslueftirlit hjá Hitaveitu Rangæinga 1992-1993. 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 borholum.

Fyrir tæpu ári var gerð mjög ítarleg úttekt á vatnsvinnslukostum Hitaveitu Rangæinga og gefið yfirlit yfir jarðhitarannsóknir fyrir Hitaveituna á árununum 1987-1992. Niðurstöður voru birtar í skýrslu í febrúar s.l. (Grímur Björnsson o.fl., 1993), en niðurstöður hennar verða ekki tíundaðar hér að öðru leyti en því að bornar eru saman vinnsluspár og rauntölur hvað varðar vinnslu undangengins árs. Æskilegt væri að halda áfram á næstu árum að skoða þá kosti, sem velt var upp í skýrslunni og gera hagkvæmniathugun á helstu möguleikum. Einnig væri æskilegt að gera langtímaáætlanir um rannsóknir til að lágmarka kostnað og auka svigrúm og valmöguleika.

Í ágúst s.l. var tekin upp dæla úr holu GN-1 og holan rennslis- og hitamæld í leiðinni, en hún hafði ekki verið hitamæld frá því stuttu eftir borun. Greint er frá niðurstöðum mælinganna í kafla 5, en greinargerð um þær hefur áður verið send til hitaveitunnar (Guðni Axelsson & Jósef Hólmjárn, 1993). Þar sem nýja dælan í GN-1 er hraðastýrð opnast sá möguleiki að dreifa vinnslunni á báðar holurnar og hefur Orkustofnun lagt til að prófuð verði áhrif þess á holurnar og jarðhitakerfið að dæla litlu magni úr holu GN-1 samfelld um nokkurn tíma.

Verk þetta er unnið samkvæmt samningi milli Hitaveitu Rangæinga og Orkustofnunar nr. 611861-1989 um vinnslueftirlit.

## 2. EFNASAMSETNING VATNS ÚR HOLU LWN-4

Í september var tekið sýni til heildarefnagreiningar úr holu LWN-4 á Laugalandi í Holtum. Það er liður í árlegu eftirliti Orkustofnunar með efnasamsetningu vatnsins sem Hitaveita Rangæinga nýtir. Einnig var uppleyst súrefni mælt í vatninu í dreifikerfinu og tekin sýni til kalsíummælinga.

Hiti og súrefni var mælt á staðnum, en sýrustig, karbónat og brennisteinsvetni samdægurs. Önnur efni voru greind síðar á efnarannsóknarstofu Orkustofnunar, og eru niðurstöður birtar í töflu 1 ásamt greiningum frá þremur síðustu árum til samanburðar, svo og greining sýnis frá 1986. Efnasamsetning vatnsins hefur ekki breyst marktækt frá árinu 1990. Sýnið frá síðastliðnu hausti hefur þó fremur lágan styrk natríums og klóríðs miðað við hin, en breytingin er þó tæpast marktæk. Á myndum 1 og 2 eru natríum og klóríð teiknað á móti tíma allt frá árinu 1980. Styrkur efnanna lækkaði jafnt og þétt fyrstu árin og einnig lítillaga eftir 1986. Þetta er sennilega vegna blöndunar við efnasauðara vatn í jarðhitakerfinu. Ekki hægt að álykta af lækkingunni í Na og Cl í síðasta sýni að vatnið sé nú að þynnast aftur eins og fyrir 1991. Dálítið lægri selta í einu sýni er of veik vísbending til þess. Önnur efni halda styrk frá í fyrra og kísill hækkar jafnvel örlítið (mynd 3). Ekkert súrefni mældist í vatninu úr holunni.

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

- ekki mælt

### 3. EFNASAMSETNING VATNS Í DREIFIKERFI

Í nokkur ár hefur súrefni og kalsíumstyrkur verið mældur í vatni á ákveðnum stöðum í dreifikerfinu. Þetta er gert um leið og árleg heilsýnataka fer fram, en oftast þegar útfellingavandamál hafa herjað á. Ekkert súrefni hefur mælt í kerfinu síðan endurbætur voru gerðar á mið-unartanki haustið 1991. Kalsíum er mælt reglulega í vatninu til að fylgjast með tæringarhraða asbeströranna og hættu á útfellingu. Vatnið er leitt um langan veg í asbeströrum, en þau tæraast á þann hátt að vatnið leysir kalsíumhydroxíð úr steypunni, sem er bindiefni í rörum. Við það hækkar einnig sýrustig vatnsins og bæði það og aukinn styrkur kalsíums veldur yfirmettun kalks í vatninu, einkum við hitun þess. Vandamál hafa komið upp vegna þess að kalkið hefur fallið út úr vatninu þegar það er hitað í rafskautskatlinum á Hvolsvelli. Mest bar á útfellingum á Hvolsvelli haustið 1991.

Mynd 4 lýsir því sem hefur gerst í þessu kerfi á síðustu þremur árum. Neðsta línan sýnir kalsíumstyrk í vatninu úr holu LWN-4. Næsta lína sýnir svo styrkinn í vatninu í dælustöðinni á Hellu, þegar vatnið hefur verið leitt 10 km í asbeströrum. Síðan hækkar kalsíumstyrkurinn tvöfalt eða meira á leið sinni í kyndistöðina á Hvolsvelli, en lækkar svo dálítið aftur við að fara gegnum kyndistöðina. Á myndinni sjáum við að styrkukning kalsíums er mjög mismikil, og ef betur er að gáð eru það sýnin sem voru tekin að sumri eða snemma hausts sem hafa hæstan kalsíumstyrk. Af því er dregin sú ályktun að tæring sé hlutfallslega meiri í rörum ef vinnsla er lítil og vatnið er lengur í rörum (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1992). Útfellingahætta í kyndistöð er þó ekki í beinu sambandi við styrkukninguna. Á þessu ári og árið 1992 var hverfandi lítil útfelling í stöðinni þrátt fyrir jafn mikla kalsíumtæringu og fyrr. Þar sem einu skilyrði sem hafa breyst í kerfinu eru þau að súrefni kemst hvergi í vatnið og þar af leiðandi helst

brennisteinsvetni í upplausn, hefur verið dregin sú ályktun að súrefnið í vatninu hafi örvað útfellingu meðan það var til staðar (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1992).

Settar voru tæringarplötur í lagnir á þrem stöðum í dreifikerfinu á Hvolsvelli 30. október 1991 til að fylgjast með útfellingahraða. Plöturnar voru teknar út í febrúar 1992 og voru nær hreinar. Þá voru settar nýjar plötur, en þar sem lítið hefur borið á útfellingu í varmaskiptistöð og dreifikerfi árin 1992 og 1993 og talsverð fyrirhöfn að skipta, hafa þær enn ekki verið teknar úr til skoðunar.

#### 4. VINNSLA, VATNSBORÐ OG VATNSHITI

Eftirlit Hitaveitu Rangæinga með vinnslu og vatnsborði á jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum hefur verið með sama sniði síðasta árið og undanfarin ár. Starfsmenn hitaveitunnar mæla vinnslu úr svæðinu með vikulegum aflestrum af rennslismælum við holur LWN-4 og GN-1 og við miðlunartank á svæðinu. Einnig er vatnsborð mælt vikulega í holunum ásamt hitastigi vatnsins sem dælt er úr þeim. Auk þessara vikulegu mælinga safnar sjálfvirkur gagnasöfnunarbúnaður upplýsingum um augnabliksvinnslu, meðalvinnslu, vatnshita og útihita á 6 klst. fresti. Yfirleitt hefur verið gott samræmi á milli mælinga Hitaveitunnar og mælinga gagnasöfnunarbúnaðarins á vinnslu nema hvað rennslismælirinn sem tengdur er gagnasöfnunarbúnaðinum mældi um 1,6 l/s meira rennsli frá því í október 1992 fram í september 1993. Þá var rennslismælirinn endurkvarðaður.

Í töflu 2 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr svæðinu árin 1982 - 1993. Meðalvinnsla síðustu tveggja mánaða ársins 1993 hefur þó verið áætluð. Meðalvinnslan árið 1993 virðist ætla að verða um 16,8 l/s, sem er svipað og árin 1990 og 1991, en um 1,2 l/s minni vinnsla en árið 1992. Þetta er vegna þess að á þessu ári hefur töluvert meira af bakrásarvatni verið hitað aftur í kyndistöðinni á Hvolsvelli, en einnig að einhverju leyti vegna hagstæðara tíðarfars nú í ár en árið 1992.

Á árinu 1993 var orkuvinnslan á Laugalandi um 40 GWh (tafla 2). Töluvert af þeirri orku tapast í aðveituæðinni milli Laugalands og Hellu. Ef reiknað er með 80°C meðalhita vatnsins á Hellu fæst að tapið svarar til 10,5 GWh. Einnig má áætla gróflega að milli Hellu og Hvolsvallar tapist um 8 GWh. Kyndistöðin á Hvolsvelli bætir þetta tap að miklu leyti upp auk þess bakrásarvatns sem þar er hitað upp. Heildarorkuvinnsla Hitaveitu Rangæinga árið 1993 stefnir því í að verða nokkuð yfir 50 GWh. Ef hins vegar er reiknað með lágmarks orkutapi í aðveitu má áætla að orkuvinnslan væri aðeins um 35 - 40 GWh.

Gögn um vikumeðaldælingu undanfarinna tveggja ára ásamt vatnsborði í holum LWN-4 og GN-1 eru birt á mynd 5. Hóla LWN-4 var svo til eingöngu notuð þessi tvö ár, nema hvað hóla GN-1 var nýtt í 9 sólarhringa í júní 1992. Vikumeðaldælingin er lengst af byggð á gögnum frá gagnasöfnunarbúnaðinum en einng á aflestrum hitaveitunnar af rennslismælum við holurnar. Síðustu tólf mánuðina var vikumeðalvinnslan mest 23,5 l/s vikuna fyrir jólin 1992, en minnst 10,3 l/s í ágústbyrjun 1993. Á sama tímabili fór vatnsborð dýpst í 189 m í LWN-4 og í 171 m í GN-1, sem er lægra en nokkru sinni fyrr. Athugun á vatnsborðsbreytingum veturinn 1991-1992 sýndi að jarðhitakerfið brást við aukinni vinnslu í samræmi við spár frá 1990 (Guðni Axelsson, 1990 og 1992). Ekki var því um óeðlileg viðbrögð þess að ræða eins og óttast var. Lækkandi vatnsborði var mætt með því að síkka dælu í holu LWN-4 í 243 m, og í ágúst síðastliðnum var

**Tafla 2.** Vinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum 1982-1993.

Ár	Ársmeðalvinnsla (l/s)	Heildarorkuvinnsla <sup>1)</sup> (GWh)
1982	7,4	17,6
1983	19,4	46,2
1984	19,1	45,5
1985	21,8	51,9
1986	21,1	50,2
1987	19,4	46,2
1988	18,5	44,0
1989	17,6	41,9
1990	16,6	39,5
1991	16,7	39,7
1992	18,0	42,8
1993 <sup>2)</sup>	16,8	40,0

<sup>1)</sup> Miðað við nýtingu í 30°C.    <sup>2)</sup> Vinnsla nóv.-des. áætluð

dæla í GN-1 einnig síkkuð. Einnig var hluti dreifikerfis á Hvolsvelli tvöfaldaður svo nýta mætti bakrennslið í kyndistöðinni þar og minnka dælingu á Laugalandi um sama magn. Hæst fór vatnsborð í 91 m í LWN-4 og í 96 m í GN-1, sem er aftur á móti 14 m hærra en 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. Eins og komið hefur fram, og sjá má á myndum 5 og 6, þá hefur vatnsborð hækkað nokkuð á þessu ári í kjölfar þess að aftur dró úr vinnslu á Laugalandi. Hækkun vatnsborðs var spáð í skýrslu Gríms Björnssonar o.fl. (1993) en of stuttur tími er þó liðinn til þess að hægt sé að bera hækkunina nákvæmlega saman við þær spár. Spárnar sýna að ef bakrennslisvatn er ekki nýtt í kyndistöðinni á Hvolsvelli, í þeim mæli sem gert hefur verið á þessu ári, er hætta á að vatnsborð í holu LWN-4 nálgist enda dælu fyrir aldamót. Spárnar sýna einnig að ef ársmeðalvinnslan minnkar aftur niður í um 17 l/s, eins og nú hefur gerst, mun vatnsborð haldast ofan núverandi dæludýpis í holu LWN-4 næstu 15 - 20 árin. Þó er ekki hægt að gera ráð fyrir að Hitaveita Rangæinga geti mætt hugsanlegri aukningu í vatnsnotkun næsta áratuginn, nema að mjög litlu leyti, með núverandi dælubúnaði.

Dagleg meðalgildi útihita skv. gagnasöfnunarbúnaðinum og vikumeðaldæling (sjá mynd 5) síðan í október 1991 eru sýnd á mynd 7. Þar og á mynd 8, sem sýnir samband útihita og dælingar, sést að gott samband er á milli þessara mæligilda. Á mynd 8 sést vel að punktarnir fyrir árið í ár eru að jafnaði neðar en punktarnir fyrir árin 1991 og 1992. Með öðrum orðum má segja að dælingin sé nú minni við sama útihita. Það er afleiðing aukinnar hitunar bakrásarvatns.

Á mynd 9 eru birtar mælingar gagnasöfnunarbúnaðarins á hita vatns úr LWN-4 ásamt mánaðar-meðaltölum hitamælinga Hitaveitu Rangæinga og vikumeðaldælingunni. Þar sést að greinilegt samband er á milli vatnshita og dælingar, sem líklegast er vegna þess að við meira rennsli kólnar vatnið minna á leið upp holuna (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1992). Einnig gæti verið um samspil misheitra æða að ræða. Á tímabilinu frá nóvember 1992 til nóvember 1993 mældist vatnshitinn á bilinu 97,5 - 99°C. Veturinn 1992 - 1993 er nokkurt ósamræmi milli mælinga Hitaveitunnar og mælinga gagnasöfnunarbúnaðarins. Þess vegna væri rétt að endurkvarða hitamæli gagnasöfnunarbúnaðarins við tækifæri.

Mynd 10 sýnir að lokum hita vatns úr holu LWN-4 samkvæmt mælingum Hitaveitu Rangæinga. Er þar um mánaðar-meðaltöl nokkurra aflestra að ræða. Á myndinni sést að fyrir utan ársveiflu virðist ekki hafa orðið marktæk breyting á hita vatnsins úr LWN-4 síðan 1987. Þessi ár hefur hiti vatnsins að meðaltali mælst um 98,5°C. Svo var einnig síðustu tólf mánuðina. Nokkuð víst má telja að skipt hafi verið um hitamæli um áramótin 1986/1987 því þá lækkar mældur vatnshiti snögglega um a.m.k. 2°C.

## 5. HITA- OG RENNSLISMÆLING HOLU GN-1 Í ÁGÚSTLOK

Dagana 30. og 31. ágúst 1993 var dæla tekin upp úr holu GN-1. Tækifærið var notað að kvöldi 31. ágúst til þess að hitamæla holuna, en það hafði ekki verið gert síðan í október 1984 stuttu eftir að borun hennar lauk. Holan var einnig rennslismæld, en talið er að niðurrennsli hafi verið í holunni frá upphafi. Fjallað hefur verið um þessar mælingar í greinargerð Guðna Axelsson og Jósefs Hólmjárn (1993).

Hitamælingin er birt, ásamt tveim mælingum sem gerðar voru í borlok í október 1984, á mynd 11 hér á eftir. Mælingin sýnir að niðurrennsli er í holunni frá u.þ.b. 400 m dýpi og niður fyrir 900 m. Rétt neðan fóðringar (402 m djúp) rennur um 80°C heitt vatn inn í holuna. Mest streymir hins vegar af vatni inn í holuna úr æðum á 472 og 486 m dýpi. Það vatn er um eða innan við 74°C heitt. Eitthvað af vatni kemur síðan inn í holuna á 530 m dýpi. Vatnið rennur niður holuna og hefur væntanlega gert frá því borun hennar lauk haustið 1984. Niðurrennslið hefur kælt holuna verulega. Er hún nú um 74,5°C á 530 m dýpi og einungis 76°C á 900 m dýpi. Niðurrennslið fer síðan að mestu út á 920 m, en eitthvað seytl fer niður í 950 m. Á myndinni sést að æðin á 472 m virðist jafn heit og í borlok, en að holan hefur kólnað nokkuð á milli 400 og 450 m auk þess sem niðurrennslið hefur síðan kælt holuna niður í 900 - 950 m.

Að hitamælingunni lokinni var reynt að meta niðurrennslið í holu GN-1 með rennslismæli. Þrjár rennslismælingar voru gerðar í holunni. Kaflinn frá 350 m niður í 550 m var fyrst mældur tvisvar, en síðan var holan öll mæld. Í öllum mælingunum sést greinilega að vatn kemur aðallega inn í holuna á 475 - 490 m dýpi og er það í samræmi við niðurstöður hitamælingarinnar. Einnig sést að vatnið fer aðallega út úr holunni á rúmlega 900 m dýpi. Með því að skoða þær breytingar sem urðu á snúningshraða mælisins á þessum dýptarbilum, í öllum þremur mælingunum, var reynt að áætla hve mikið niðurrennslið væri í holunni.

Niðurstöður mælinganna benda til þess að rennslis hraði hafi verið u.þ.b. 0,05 m/s í miðri holunni og niðurrennslið því um 1,5 - 2,0 l/s. Þá hefur verið tekið tillit til þess að rennslis hraði er mestur í miðri holunni og að holan er í reynd eitthvað víðari en 81/2". Ofangreindar tölur eru þó frekar ónákvæmar. Í fyrsta lagi er ekki hægt að mæla minna niðurrennsli en



sem svarar til u.þ.b. 1 l/s með mælinum sem notaður var. Í öðru lagi er rennslismæling frekar ónákvæm m.a. vegna truflandi áhrifa hitabreytinga og mismunandi holuvíddar. Niðurrennslið í holu GN-1 er væntanlega háð því hve mikill niðurdráttur er í jarðhitakerfinu. Það er því líklegast nokkru meira yfir veturinn.

Ofangreint niðurrennsli í holu GN-1 skýrist þannig: Vinnslan úr holu LWN-4 veldur því að þrýstingur hefur fallið meira í neðri en efri æðum holu GN-1. Það kemur niðurrennslinu í gang. Vatnið sem fer út milli 920 og 950 m dýpis í holu GN-1 skilar sér svo væntanlega yfir í holu LWN-4, en veldur ekki verulegri kólnun vegna þess hve niðurrennslið er lítið. Hér er því um nokkurs konar náttúrulega niðurdælingu að ræða.

## 6. NIÐURSTÖÐUR

1. Vatn úr holu LWN-4 sýnir litlar breytingar í efnastyrk milli ára og ekki sjást lengur merki um þynningu vegna blöndunar við efnasnaðara vatn eins og sást fram til ársins 1991.
2. Stöðug tæring er á asbesti í aðveitulögnum og mest milli Hellu og Hvolsvallar. Útfelling í varmaskipti í rafskautskatli á Hvolsvelli hefur hins vegar verið lítil eins og á síðasta ári.
3. Meðalvinnsla ársins 1993 virðist stefna í 16,8 l/s, sem er um 1,2 l/s minni vinnsla en árið 1992, en sambærileg við vinnslu árána 1990 og 1992. Aukin kynding bakrásarvatns á Hvolsvelli skýrir þessa minnkun ásamt eitthvað hagstæðara tíðarfari.
4. Vatnsborð fór lægra í byrjun árs 1993 en nokkru sinni fyrr í vinnslusögu Laugalandssvæðisins, en stóð aftur um 14 m hærra nú í haust en haustið 1992 vegna minni vinnslu. Þessi vatnsborðshækkun er í samræmi við vatnsborðsspá sem reiknuð var í byrjun 1993. Ef ársmeðalvinnslan eykst ekki verulega frá því sem nú er mun vatnsborð haldast ofan núverandi dæludýpis í LWN-4 næstu 15 - 20 árin, samkvæmt þeirri spá.
5. Síðustu tólf mánuðina var meðalhiti vatns úr LWN-4 um 98,5°C samkvæmt mælingum Hitaveitu Rangæinga og virðist vatnshitinn ekki hafa breyst marktækt síðustu árin. Vegna ósamræmis við mælingar Hitaveitunnar væri rétt að endurkvarða hitamæli gagnasöfnunarbúnaðarins.
6. Hóla GN-1 var hita- og rennslismæld þann 31. ágúst síðastliðinn. Niðurstöðurnar sýna að niðurrennsli er í holunni, mest úr æðum á 472 og 486 m dýpi niður í æðar neðan 900 m dýpis. Niðurrennslið mældist um 1,5 - 2,0 l/s og um 75 °C heitt, en væntanlega er það árstíðabundið.

## 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, 69 bls, unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

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

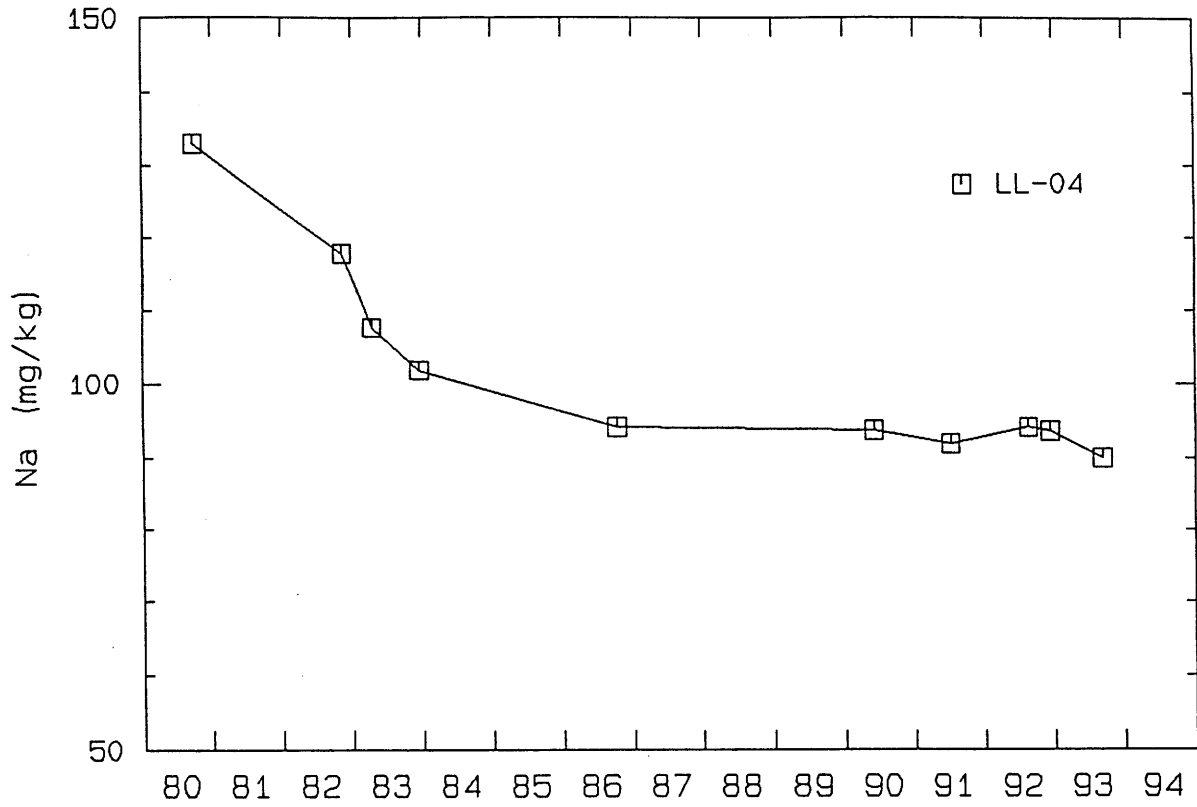
Guðni Axelsson, 1992: *Laugaland í Holtum. Vinnsla og vatnsborð á útmánuðum 1992*. Orkustofnun, greinargerð GAx-92/01, 5s.

Guðni Axelsson og Jósef Hólmjárn, 1993: *Hola GN-1 í Götu við Laugaland í Holtum. Mælingar 31.08.93 og tillögur um prófun*. Orkustofnun, greinargerð GAx/JH-93/01, 6 bls.

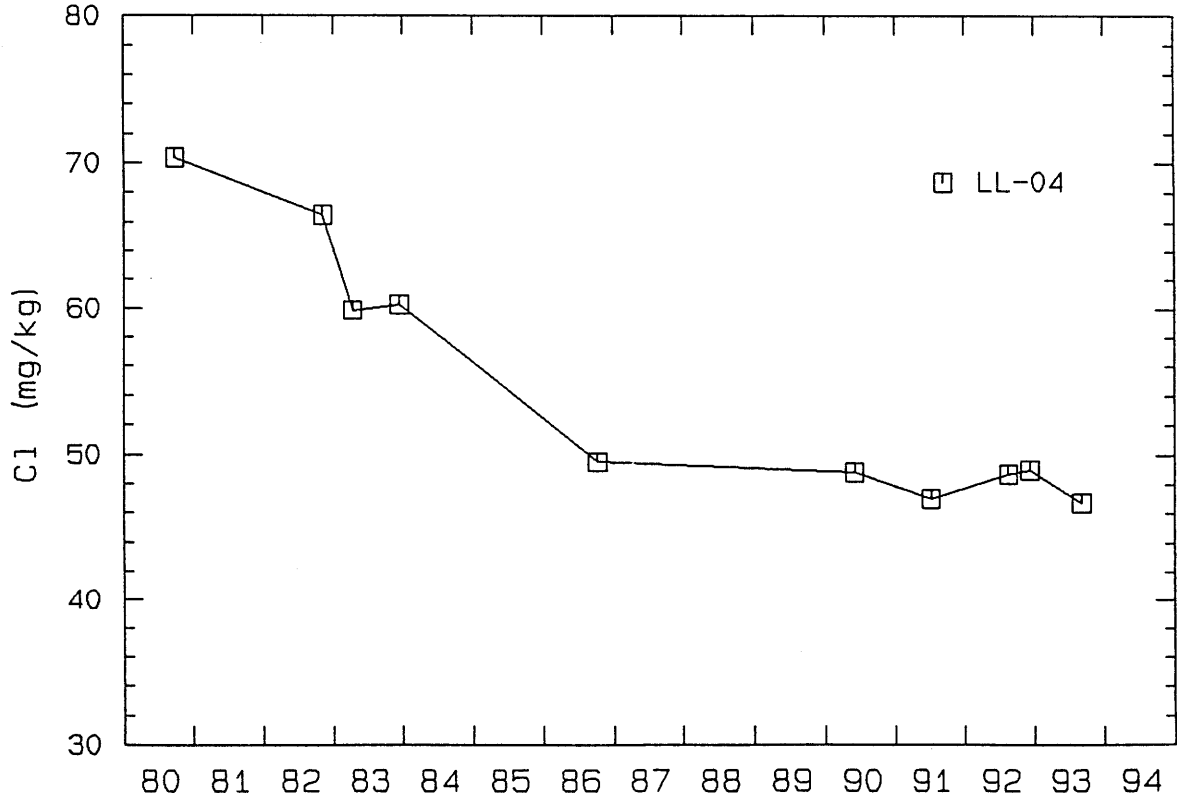
Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1992: *Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1991-1992*. Orkustofnun, OS-92060/JHD-33 B, 17s., unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

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, 13s., unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

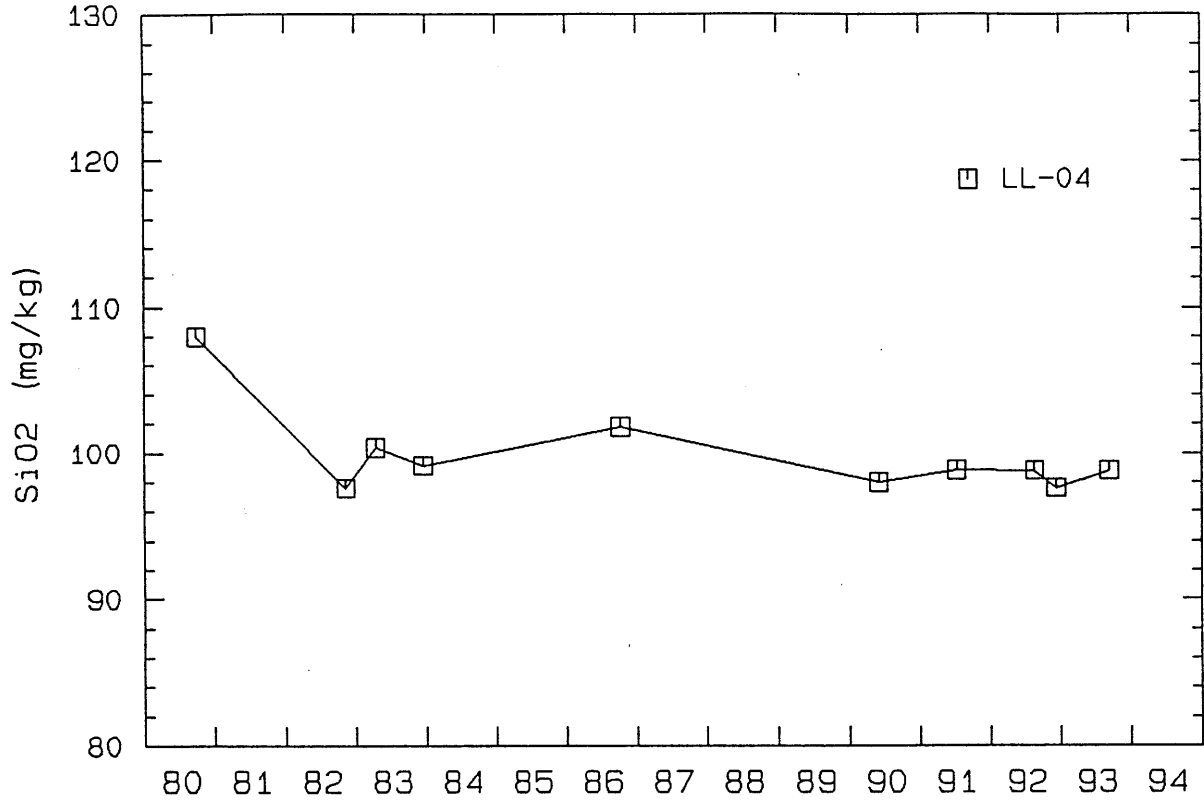
Magnús Ólafsson, Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1990: *Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1989-1990*. Orkustofnun, OS-90047/JHD-27 B, 17s., unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.



Mynd 1. Styrkur natríums með tíma

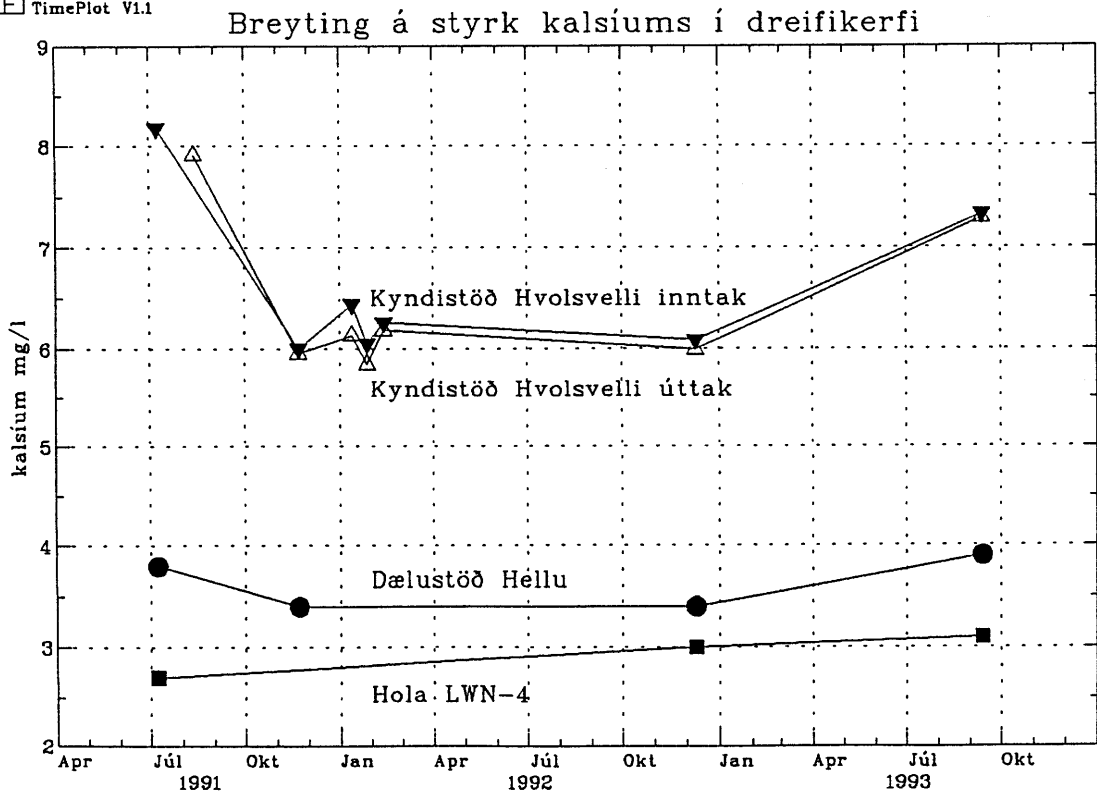


Mynd 2. Styrkur klóríðs með tíma

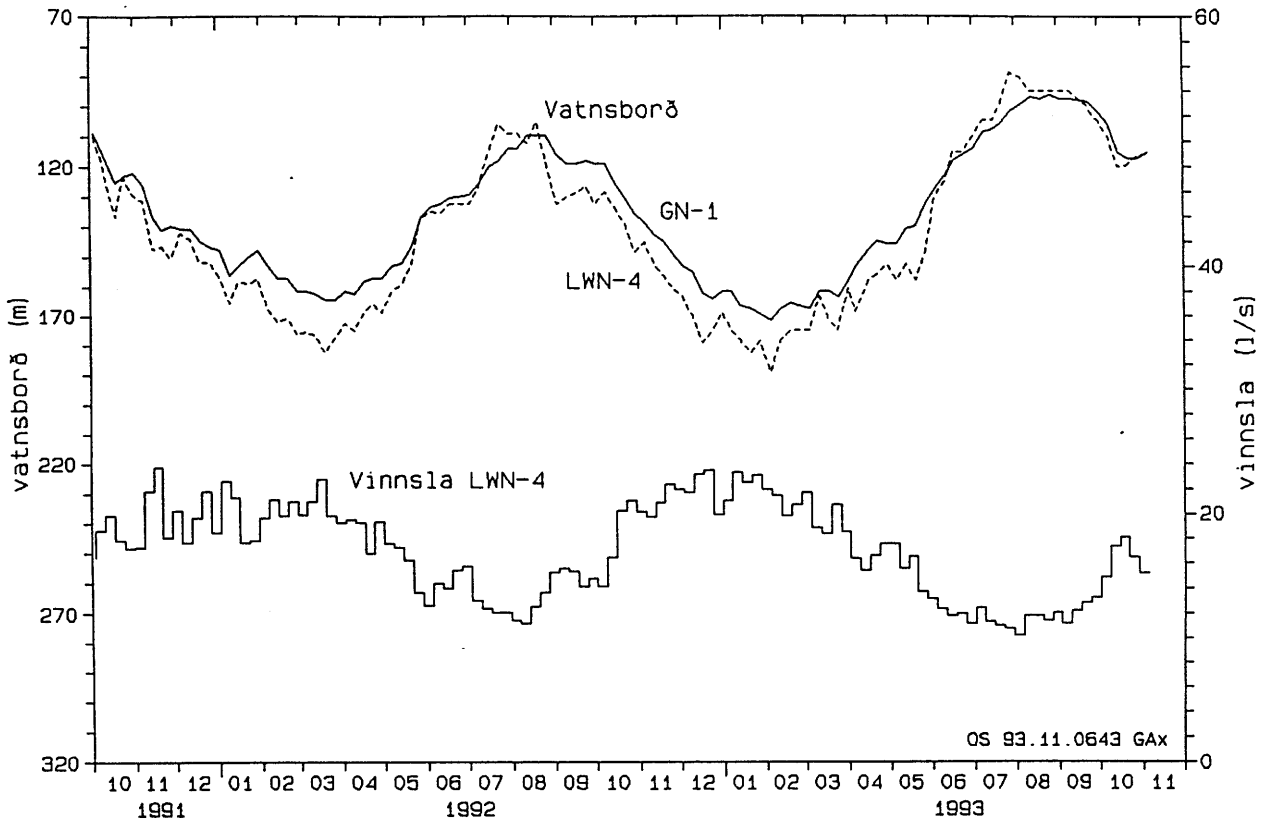


Mynd 3. Styrkur kísils með tíma

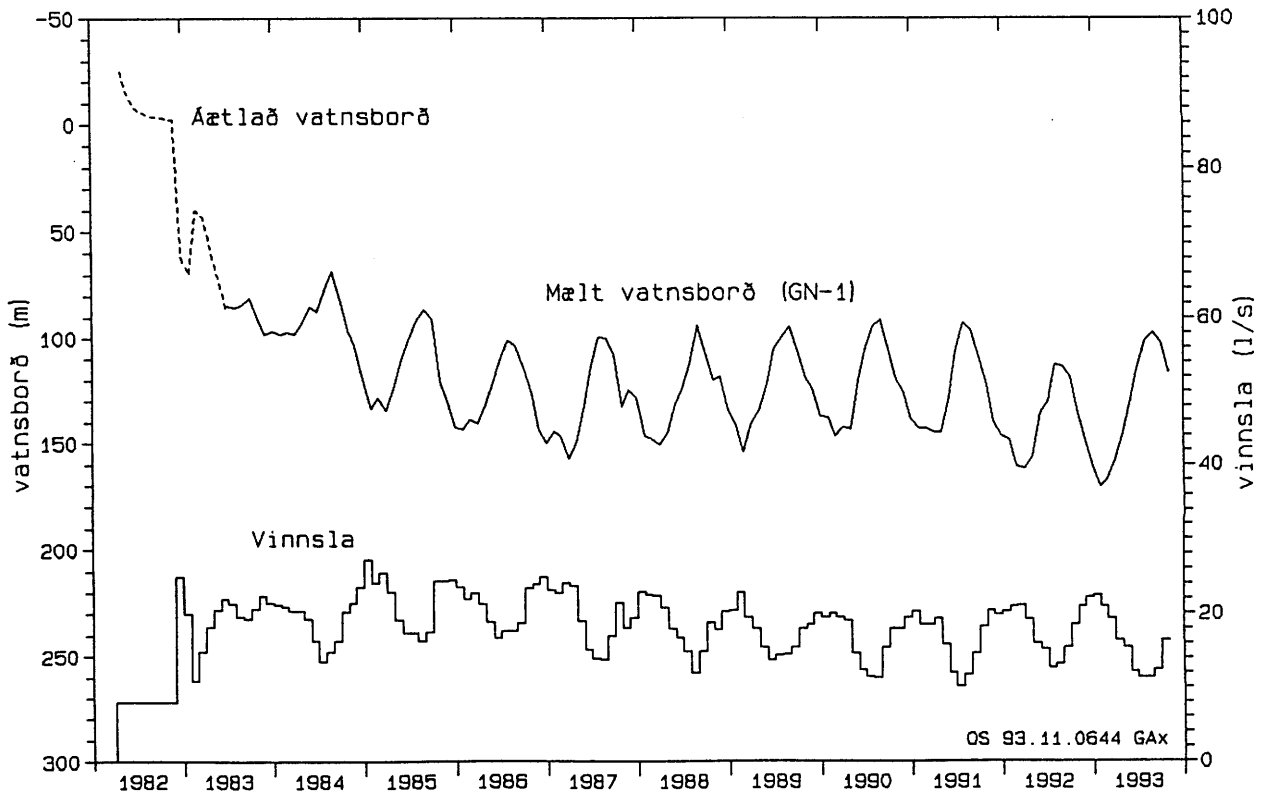
29 Nov 1993 GSV  
TimePlot V1.1



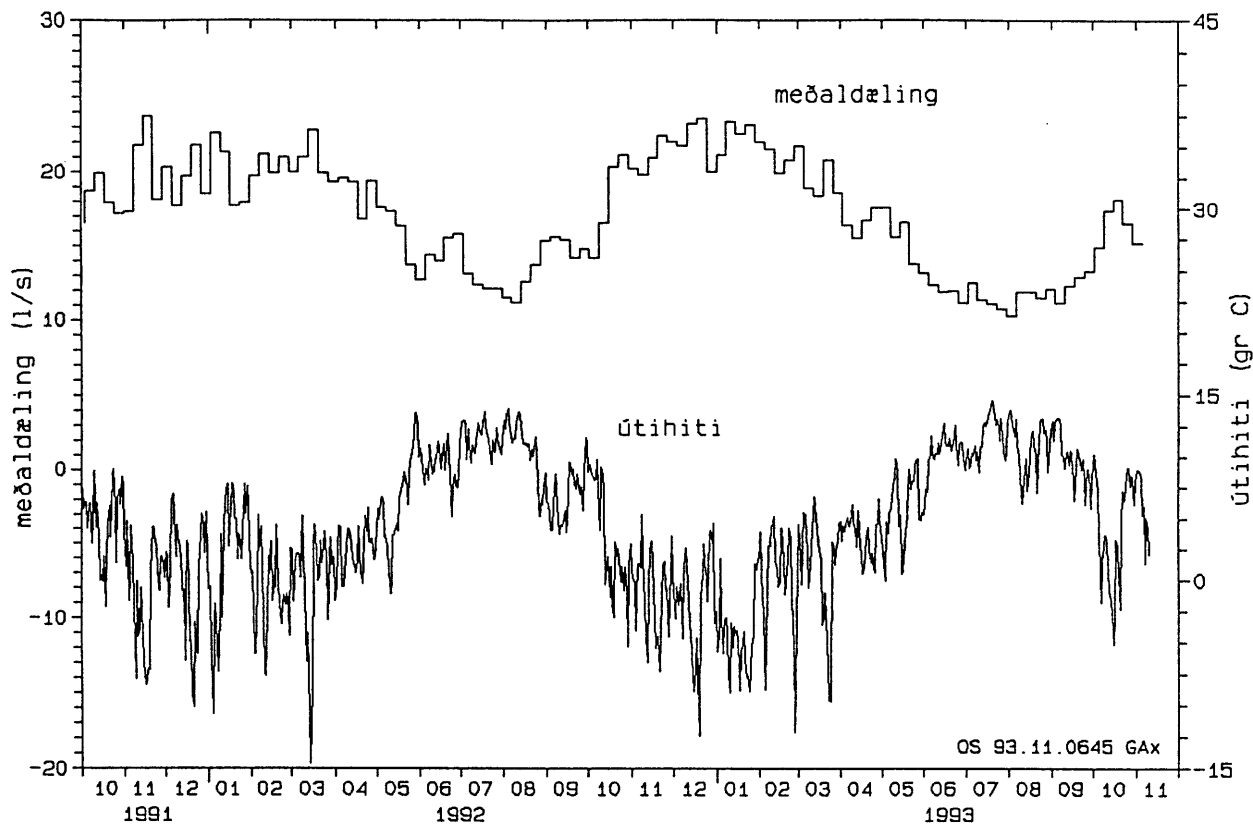
Mynd 4. Breytingar á styrk kalsíums í dreifikerfi



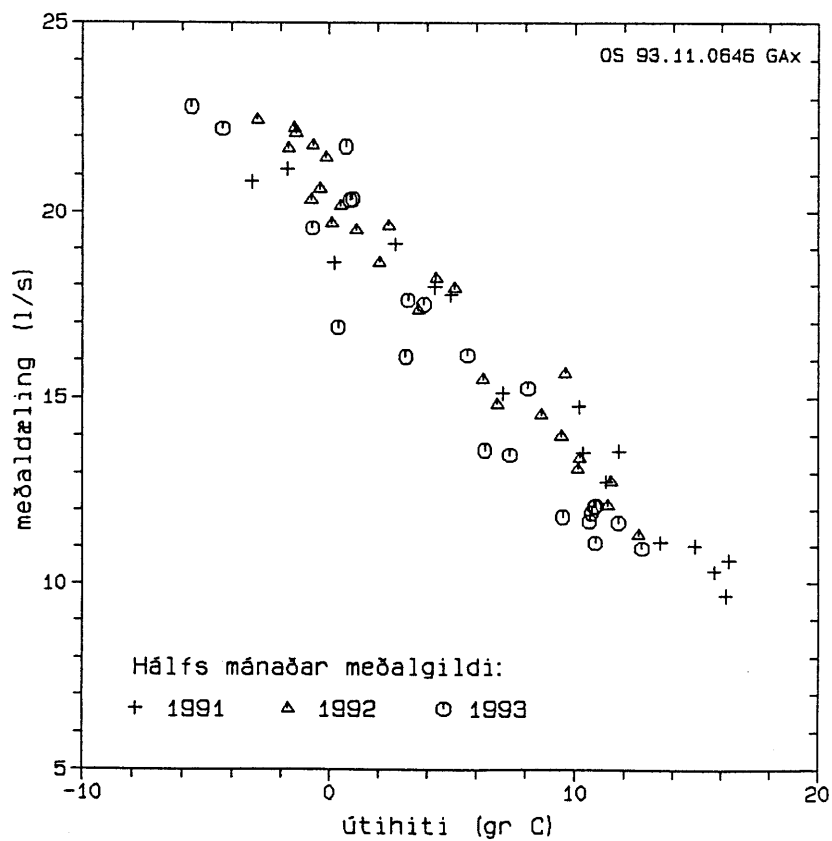
Mynd 5. Vatnsborð í holum LWN-4 og GN-1 ásamt vinnslu frá okt. 1991 til nóv. 1993



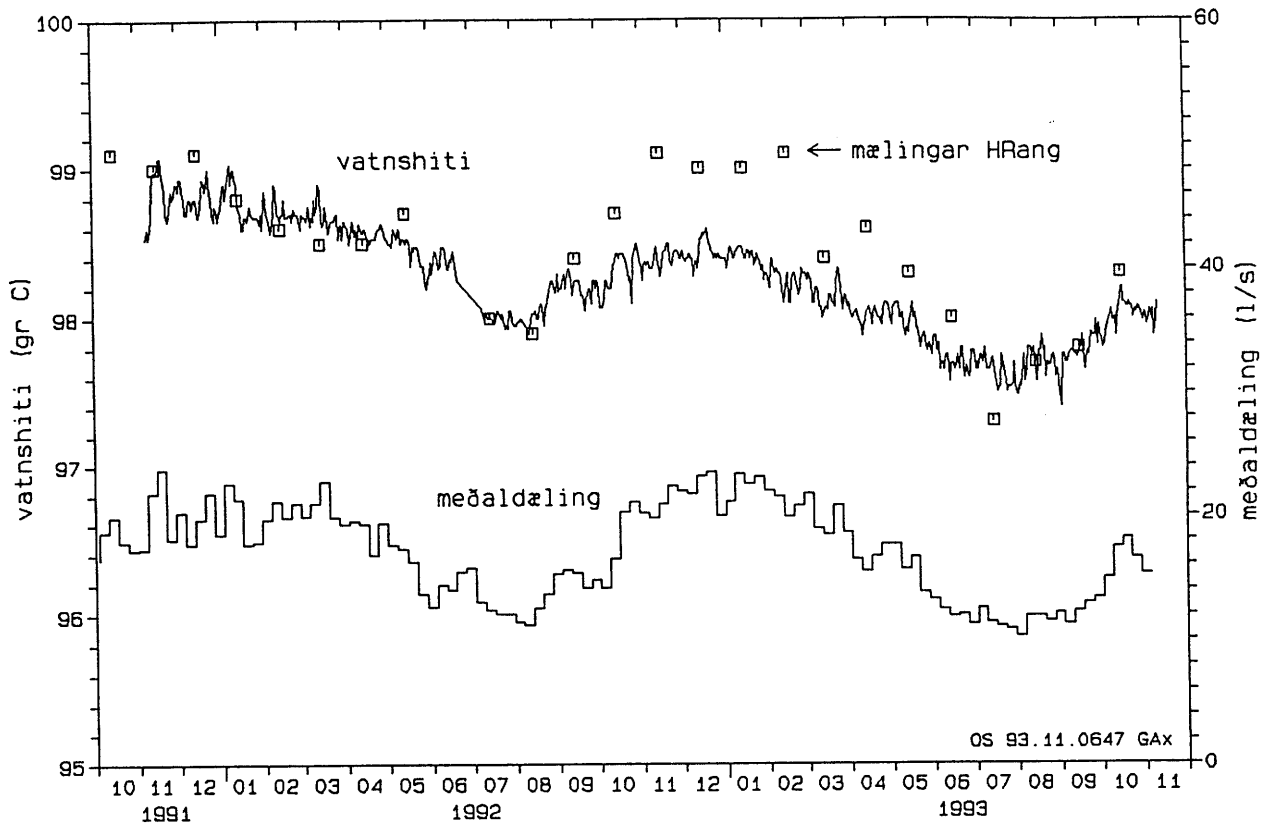
Mynd 6. Vatnsborð og vinnsla á Laugalandi frá 1982



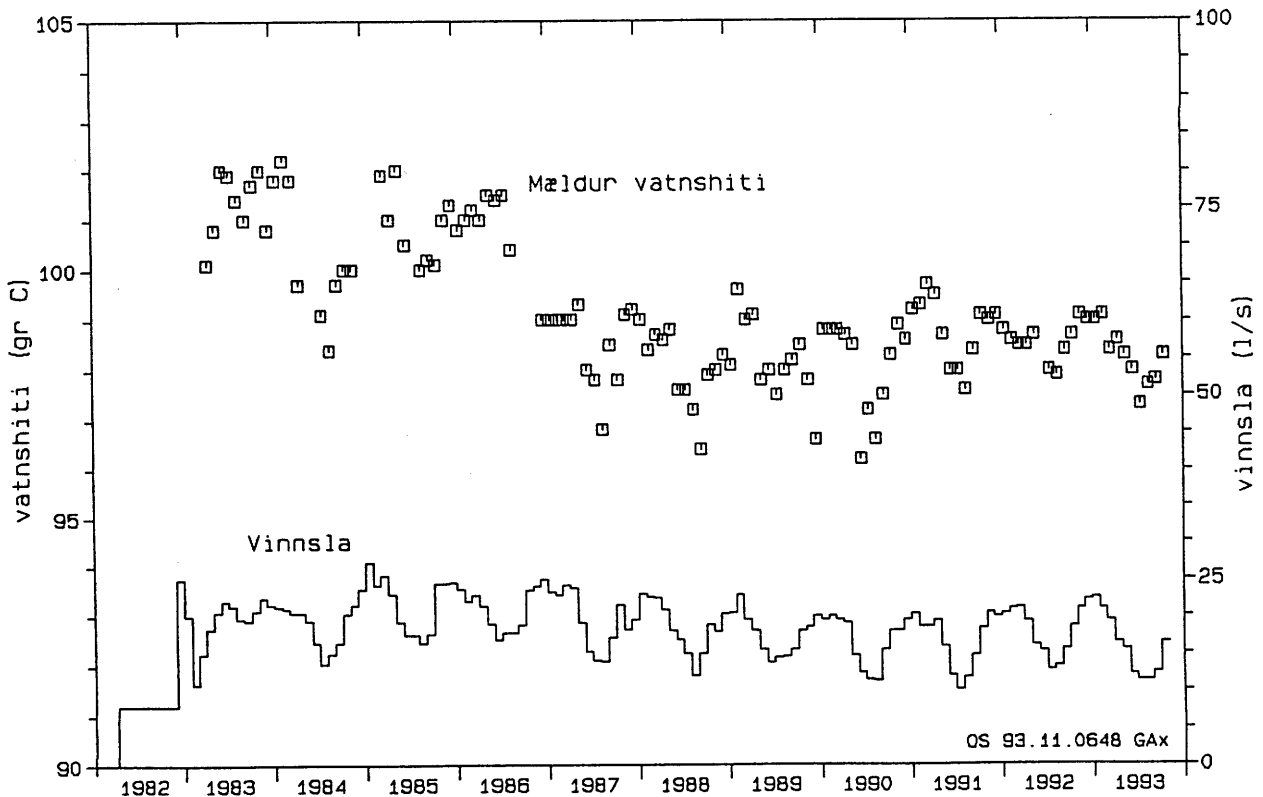
Mynd 7. Vikumeðaldæling úr LWN-4 og úthiti frá okt. 1991 til nóv. 1993



Mynd 8. Samband dælingar og úthita árin 1991, 1992 og 1993



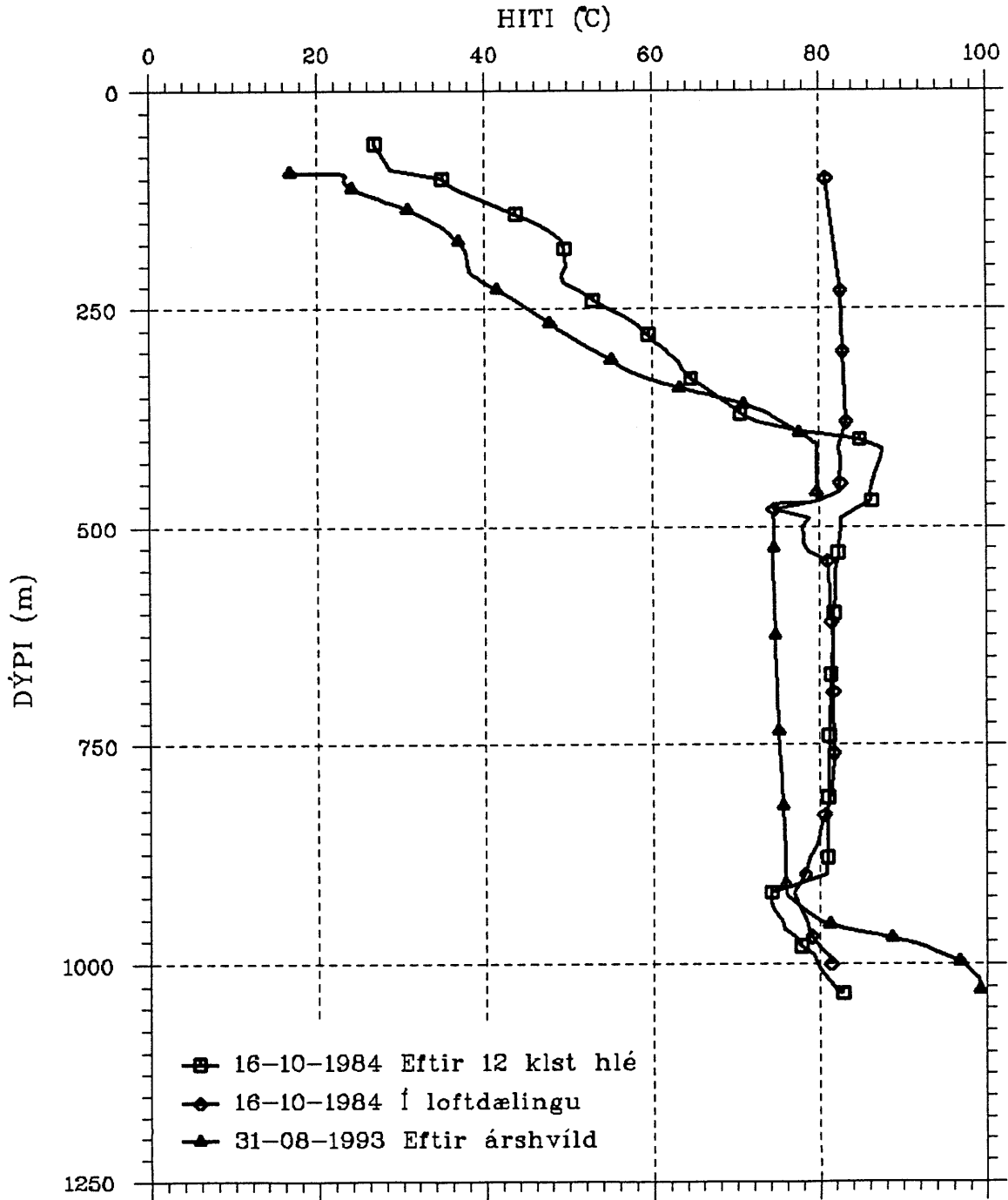
Mynd 9. Vikumeðaldæling og hiti vatns úr LWN-4 frá okt. 1991 til nóv. 1993



Mynd 10. Hiti vatns úr LWN-4 og vinnsla á Laugalandi frá 1982

12 Nov 1993 gax  
L= 83421 Oracle

### Hítamælingar holu GN-1



Mynd 11. Hítamælingar í holu GN-1 á Götu