



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

## **HITAVEITA RANGÆINGA**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu 1991-1992**

Hrefna Kristmannsdóttir

Guðni Axelsson

Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga

OS-92060/JHD-33 B

Desember 1992





**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610861

## **HITAVEITA RANGÆINGA**

**Eftirlit með jarðhitavinnslu 1991-1992**

Hrefna Kristmannsdóttir

Guðni Axelsson

Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga

OS-92060/JHD-33 B

Desember 1992

## **EFNISYFIRLIT**

1. INNGANGUR	3
2. EFNASAMSETNING VATNS Í LWN-4	3
3. EFNASAMSETNING VATNS Í GN-1	3
4. EFNASAMSETNING VATNS Í DREIFIKERFI	4
5. ÚTFELLING	5
6. VINNSLA, VATNSBORÐ OG HITI	8
7. NIÐURSTÖÐUR	10
8. HEIMILDIR	10

## **MYNDASKRÁ**

1. Breytingar á styrk kalsfums og hitastigi vatns í dreifikerfi með breytilegri vinnslu	
a) Styrkur kalsfums í ágúst 1991 og desember 1992	11
b) Hitastig vatns í ágúst 1991 og desember 1992	11
2. Efnastyrkur vatns í holum LWN-4 og GN-1	
a) Breytingar á styrk klóríðs með tíma	12
b) Breytingar á styrk natrífums með tíma	12
c) Breytingar á styrk kísils með tíma	13
3. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi í Holtum frá október 1990 til október 1992	13
4. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi í Holtum frá 1982	14
5. Meðaldæling úr LWN-4 og útihiti	14
6. Samband dælingar og útihita 1991-1992	15
7. Vatnshiti og meðaldæling úr LWN-4	15
8. Samband vatnshita og dælingar úr LWN-4	16
9. Vinnsla og hiti vatns úr LWN-4 frá 1982	16
10. Hitamælingar úr holu LWN-4	17

## **TÖFLUSKRÁ**

1. Efnasamsetning vatns úr holu LWN-4	6
2. Efnasamsetning vatns úr holu GN-1	6
3. Efnasamsetning hlutsýna úr dreifikerfi	7
4. Ársmeðalvinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum	9

## 1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um vinnslueftirlit hjá Hitaveitu Rangæinga frá október 1991 til október 1992. 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. Einnig er fjallað um sýni, sem tekið var úr varaholu veitunnar GN-1, en úr henni var dælt í nfu sólarhringa í lok júní 1992.

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

## 2. EFNASAMSETNING VATNS Í LWN-4

Í ágúst síðastliðnum var tekið sýni úr LWN-4 til heildarefnagreiningar, en þar sem sá hluti sýnisins sem skyldi greina í rokgjörn efni, var ekki nothæfur, var tekið annað sýni 10. desember. Greiningum á því sýni er ekki að fullu lokið. Þær niðurstöður sem liggja fyrir eru í töflu 1 ásamt þremur eldri greiningum til samanburðar. Athyglisvert er að mjög litlar breytingar hafa orðið á efnasamsetningu vatnsins frá árinu 1991. Fram til þess tíma sást greinilega að vatnið var að þynnast smátt og smátt, sennilega vegna blöndunar við efnasnaðara vatn og voru leiddar líkur að því að um væri að ræða vatn líkt því sem er í holu GN-1 (Magnús Ólafsson o.fl. 1990). Þessi þynning virðist ekki hafa haldið áfram síðastliðið ár og jafnvel virðast sum efni vera að aukast aftur. Þetta sést á myndum 2a og 2b. Þar er styrkur klóríðs og natríums teiknaður frá árinu 1986 til 1992. Þynning vatnsins gerist hægar með hverju ári og stöðvast svo 1992 og réttir jafnvel svolítið af. Klóríð- og natríumstyrkur er sýndur sem dæmi um þynningu, en hún kemur fram í öllum uppleystum söltum. Kísilstyrkur er háður hitastigi og mælikvarði á hugsanlegar breytingar á djúphitastigi. Ekki hafa orðið marktækar breytingar á kísilstyrk á síðari árum (mynd 2c). Hefur þynningin því ekki valdið neinni kælingu enn. Seinna sýnið í ár hefur þó lægri kísilstyrk, en það er tæplega marktækt.

## 3. EFNASAMSETNING VATNS Í GN-1

Þann 30. júní var tekið sýni til heildargreiningar úr holu GN-1. Þá hafði verið dælt úr holunni í 8 sólarhringa. Aðeins voru til tvö sýni úr holunni, frá 1985 og 1990, og eru greiningarnar allar í töflu 2. Styrkur klóríðs natríums og kísils er teiknaður á myndir 2a, 2b og 2c og þar sjást sömu drættir og í holu LWN-4, vatnið þynnist a.m.k. til ársins 1990 en 1992 réttir það af eða stendur í stað. Þessi samsvörun bendir til að það sé ennþá þynnra vatn en í holu GN-1 sem hefur verið að blandast í kerfið. Athuganir á Laugalandi í sumar hafa líka sýnt að niðurrennsli er af köldu vatni í jarðhitakerfið.

#### 4. EFNASAMSETNING VATNS Í DREIFIKERFI

Vel þarf að fylgjast með efnaástandi vatnsins í dreifikerfinu. Einkum þarf að fylgjast með kalsíumstyrk í vatninu, hitastigi og mæla súrefni. Jarðhitavatnið frá Laugalandi er mettað af kalki eins og flest lághitavatn á Íslandi og verður oft yfirmettað í dreifikerfinu. Hjá Hitaveitu Rangæinga hafa útfellingar verið nokkurt vandamál. Orsakir þess eru tvær: Jarðhitavatnið er leitt um alllangan veg, eða nær 25 km, í asbeströrum og hefur það sýnt sig að vatnið leysir upp kalsíum úr sementinu sem bindur asbestþræðina. Vatnið verður því yfirmettaðra af kalki en venjulegt er í dreifikerfum með stál eða plastlagnir í aðveitu. Við þennan flutning kólnar vatnið svo að á Hvolsvelli verður að skerpa á því í kyndistöð áður en það fer út á bæjarveituna. Þar sem leysni kalks minnkar við hitun er þá hætt við útfellingu. Þurft hefur að hreinsa forhitara í rafskautskatlinum reglulega af útfellingu, en á þessu ári hefur útfelling verið svo lítil að ekki hefur reynst nauðsynlegt að hreinsa hann í heilt ár. Vinnsla hefur verið allmikil á árinu, en það hefur sýnt sig að við slíkar aðstæður leysist kalsíum hægar upp úr asbeströrunum og kæling verður minni. Þetta þýðir að útfelling verður um þrefalt minni þegar vinnsla er mikil (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1991). Það er þó ekki skýring á því hve útfelling hefur verið lítil á þessu ári þar sem alltaf hafa verið sveiflur í vinnslu.

Tafla 3 sýnir niðurstöður efnagreininga sem gerðar voru á vatni úr dreifikerfinu árið 1992. Þar sést að mikill munur er á styrk kalsíums í vatni á dreifikerfinu og því enn til staðar veruleg tæring á sementi í asbeströrunum, mest milli Hellu og Hvolsvallar. Fimm sinnum voru tekin sýni við inntak og úttak kyndistöðvar til þess að meta líkur á útfellingu í forhitara. Sýni voru tekin í janúar og febrúar og aftur í desember. Í janúar hverfa 0,3 mg/l úr vatninu í kyndistöðinni, en í febrúar hefur vinnsla verið aukin lítillega og ekki tapast nema 0,1 mg/l. Í desember er einnig 0,1 mg/l sem tapast. Það hefur þó verið nóg til að valda útfellingu á undanförunum árum. Tvö sýni voru heildarefnagreind til að reikna út kalkyfirmettun vatnsins. Reyndist hún svipuð og undanfarin ár. Ekki eru til greiningar úr kyndistöð frá því í sumar þegar vinnsla var minnst, en á mynd 1a er sýndur munur á kalsíumstyrk í kerfinu þegar hann er mestur við litla dælingu í ágúst 1991, og þegar hann er minnstur eins og nú í desember. Mynd 1b sýnir hitastigið á sama tíma. Þau skilyrði til útfellinga sem hafa verið fyrir hendi undanfarin ár virðast sem sagt að mestu óbreytt. Útfellingaprófanir á plötum sem komið var fyrir við úttak í tanki og í dreifikerfi sýndu hins vegar ótvífrætt að um nær enga útfellingu er að ræða lengur. Því varð að leita skýringa á þessarri heppilegu breytingu sem orðið hefur og er rætt um það í næsta kafla.

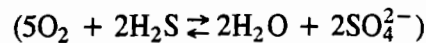
Súrefni var mælt við holu LWN-4, við úttak vatnsgeymis, og í dælustöð á Hellu. Hvergi mældist vottur af súrefni. Sumarið 1991 varð nokkur súrefnisupptaka í miðlunartankinum, en eftir endurbætur á honum hefur alveg tekið fyrir hana.

## 5. ÚTFELLING

Haustið 1991 varð vart við mikla kalkútfellingu í dreifikerfi á Hvolsvelli (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1991). Kalkútfelling hefur verið í stöðinni á Hvolsvelli frá upphafi, en talin bundin að mestu við forhitarann. Þurft hefur að sýruhreinsa forhitara að jafnaði á um þriggja mánaða bili. Var talið að mikil hlýindi sumarið 1991 hefðu skapað óvenju slæmar aðstæður varðandi útfellingu, þ.e. hægt rennsli og mikla kælingu í asbestlögn og aukna tæringu á millimassa og loks mikla upphitun í stöðinni á Hvolsvelli.

Til að fylgjast með myndun og dreifingu útfellinganna voru tekin sýni af inn- og úttaki tanks í þrjú skipti og settar upp stálplötur á þrjá staði í dreifikerfinu. Plöturnar voru settar inn þann 30. október 1991. Þegar litið var á þær í janúar reyndust þær nær hreinar og þegar þær voru teknar úr 8. febrúar 1992 sáust ekki útfellingar og þyngdarbreytingar voru í öllum tilvikum innan við 1% og í flestum tilvikum innan við 0,1%. Einnig brá svo við að í maí 1992 kom í ljós að á undanförunum rúmum þremur mánuðum hafði ekki orðið sjáanleg útfelling í varmaskipti rafskautsketils. Er það í fyrsta skipti frá því hann var settur upp að ekki þarf að hreinsa hann á þriggja mánaða fresti. Virðist sem útfelling hafi skyndilega stöðvast bæði í varmaskipti og dreifikerfi. Þó er ljóst að enn er tæring í aðveitulögn og ekki reiknast breyting frá yfirmettunargráðu kalks í vatninu. Einhver útfelling hefur orðið í sumar, en miklu minni en áður var.

Þó vatn reiknist yfirmettað af kalki, fellur það ekki út fyrr en yfirmettunargráðan er orðin veruleg. Skeiðað getur verulega frá einu svæði til annars hvenær útfelling verður þótt miðað sé við ákveðin hættumörk. Margir þættir hafa áhrif á hraða hvarfa og er sjaldan hægt að koma við reikningum til að ákvarða þá. Reiknuð yfirmettunargráða í vatninu á Hvolsvelli er mjög nálægt þeim hættumörkum, sem kalkútfelling er talin hefjast við. Það hvenær útfelling raunverulega verður er svo háð ýmsum ytri þáttum sem hafa áhrif á hraða fellingar og kjarnamyndun. Í þessu tilviki virðist sem eitthvað sem ráðið geti útfellingarhraða hafi breyst í kerfinu. Einu þekktu breytingar sem orðið hafa á hitaveitukerfinu á haustmánuðum 1991 eru þær að gert var við miðlunartank á Laugalandi þannig að komið var í veg fyrir upptöku súrefnis í tanknum. Frá þeirri viðgerð hefur það brennisteinsvetni ( $H_2S$ ), sem í vatninu er þegar það kemur upp úr holunni haldist í lausn. Áður eyddist það allt með hvörfun við súrefnið sem vatnið tók í sig í tanknum:



Efnafræðileg áhrif brennisteinsvetnisins á útfellingu kalksins eru ekki ljós, en þekkt er að útfelling kalks verður fremur í súrefnismenguðu vatni en vatni með brennisteinsvetni. Því er líklegt að sú breyting, sem varð vegna viðgerðar á tanknum, sé orsök þess að kalkútfelling hefur nær stöðvast. Fylgjast þarf vel með kerfinu áfram þar sem greinilega er um mjög hvíkkult og viðkvæmt jafnvægi að ræða.



**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	92-08-18 92-0314	92-12-10 92-0344
Hiti (°C)	96,9	96,0	98,4	-	99,1
Sýrustig (pH/°C)	9,8/22	9,8/26	9,7/26	-	9,8/23
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	101,8	98,0	98,8	98,8	97,6
Natríum (Na)	94,2	93,7	91,9	94,1	-
Kalíum (K)	2,2	1,9	1,9	1,9	-
Kalsíum (Ca)	3,1	2,8	2,7	3,0	3,0
Magnesíum (Mg)	0,005	0,044	0,023	0,004	-
Karbonsat (CO <sub>2</sub> )	21,9	22,8	21,1	-	21,6
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	69,7	69,9	66,0	70,9	68,7
Brennist. vetni (H <sub>2</sub> S)	0,09	0,06	0,05	-	0,09
Klóríð (Cl)	49,5	48,8	47,0	48,7	49,0
Flúoríð (F)	0,89	0,93	0,87	0,96	-
Uppleyst efni	365	355	374	-	-
Súrefni (O <sub>2</sub> )	0,015	0,000	0,003	-	0
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	-10,8	-10,7	-10,6	-	-

**Tafla 2.** Efnasamsetning vatns í GN-1 (mg/l).

Dagsetning Númer	85-10-07 85-0261	90-05-31 90-0098	92-06-30 92-0141
Hiti (°C)	85	73	76
Sýrustig (pH/°C)	10,0/21,2	9,9/25	9,8/26
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	88,3	76,9	76,6
Natríum (Na)	61,0	57,6	60,3
Kalíum (K)	1,12	0,98	0,86
Kalsíum (Ca)	1,6	1,0	1,5
Magnesíum (Mg)	0,0	0,05	0,004
Karbonsat (CO <sub>2</sub> (t))	31,7	35,8	32,8
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	23,4	16,2	20,9
Brennist. vetni (H <sub>2</sub> S)	0,07	<0,03	0
Klóríð (Cl)	22,1	18,2	20,5
Flúoríð (F)	0,73	0,58	0,56
Uppleyst efni	247	226	236
Súrefni (O <sub>2</sub> )	-	0,002	0
Ál (Al)	-	-	0,18
δD (‰ SMOW)	-	-65,8	-
δ <sup>18</sup> O (‰ SMOW)	9,2	-9,1	-

- ekki mælt



Tafla 3. Efnasamsetning vatns úr kyndistöð á Hvolsvelli, dælustöð Hellu, og miðlunartanki (mg/l).

Staður	Kyndistöð Hvolsvelli												Hella		Tankur	
	inntak 92-01-13 92-0005	úttak 92-01-13 92-0006	inntak 92-01-28 92-0019	úttak 92-01-28 92-0020	inntak 92-02-13 92-0033	úttak 92-02-13 92-0034	inntak 92-12-10 92-0350	úttak 92-12-10 92-0351	útt.m.retur 92-12-10 92-0348	dælustöð 92-12-10 92-0349	úttak 92-12-10 92-0341					
Hiti (°C)	-	-	58,0	74,5	-	-	-	-	-	-	96,7	-	-			
Sýrustig (pH/°C)	9,88/26	9,88/26	9,95/23	9,95/23	9,92/24	9,91/25	-	-	-	-	-	-	-			
Kísill (SiO <sub>2</sub> )	-	-	96,9	96,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Natríum (Na)	-	-	94	94	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kalíum (K)	-	-	1,9	1,9	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Kalsíum (Ca)	6,4	6,1	6,1	5,8	6,3	6,2	6,1	6,0	6,0	3,4	-	-	-			
Magnesium (Mg)	-	-	0,001	0,001	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Karbónat (CO <sub>3</sub> )	-	-	22	22	22	22	-	-	-	-	-	-	-			
Súlfat (SO <sub>4</sub> )	-	-	70,6	70,8	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Brennist.vetni (H <sub>2</sub> S)	-	-	0	0	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Klóríð (Cl)	-	-	48,3	48,4	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Flúorríð (F)	-	-	0,88	0,88	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Uppleyst efni	-	-	370	370	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Brómíð (Br)	-	-	0,17	0,17	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Járn (Fe)	-	-	0,0057	0,0053	-	-	-	-	-	-	-	-	-			
Súrefni (O <sub>2</sub> )	-	-	0,004	0,001	-	-	-	-	-	0	-	-	0			

- ekki mælt

## 6. VINNSLA, VATNSBORÐ OG HITI

Líkt og undanfarinn áratug var eftirlit Hitaveitu Rangæinga með vinnslu og vatnsborði á jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum mjög gott síðasta árið. Starfsmenn hitaveitunnar mældu vinnslu úr svæðinu með vikulegum aflestrum 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 hefur sjálfvirkur gagnasöfnunarbúnaður safnað upplýsingum um augnabliksvinnslu, meðalvinnslu, vatnshita og útihita á 6 klst. fresti síðan um miðjan maí 1991.

Í mars síðastliðnum fór vatnsborð í jarðhitakerfinu dýpra en dæmi eru um áður. Þar sem þetta kom nokkuð á óvart voru þessar breytingar athugaðar sérstaklega (Guðni Axelsson, 1992). Ástæður þess að vatnsborð fór svona djúpt voru ekki taldar vera breytingar á holunum eða jarðhitakerfinu heldur mikil vinnsla veturinn 1991/1992. Eins hafði vinnslan í raun farið hægt minnkandi síðan veturinn 1986/1987, en jókst síðan skyndilega. Til þess að bregðast við vaxandi niðurdætti var dælan í holu LWN-4 síkkuð í 243 m í júní síðastliðnum.

Gögn um vikumeðaldælingu undanfarinna tveggja ára ásamt vatnsborði í holum LWN-4 og GN-1 eru birt á mynd 3. Vegna bilunar í mælíbúnaði eru þó ekki til vatnsborðsgögn úr holu LWN-4 frá miðjum janúar fram til júniflóa 1992, en vatnsborð í holunni hefur verið áætlað útfrá sambandi sem ríkt hefur milli vatnsborðs í holum LWN-4 og GN-1 síðustu árin. Þessi tvö ár var hola LWN-4 svo til eingöngu notuð, nema hvað hola GN-1 var nýtt í 9 sólarhringa í lok júní 1992 meðan dælan í LWN-4 var síkkuð. Vikumeðaldælingin er byggð á aflestrum hitaveitunnar af rennslismælum við holurnar og á gögnum frá gagnasöfnunarbúnaðinum. Gott samræmi er þar á milli nema hvað gagnasöfnunarbúnaðurinn mælir að jafnaði um 0,4 l/s minna rennsli. Síðustu tólf mánuðina var vikumeðalvinnslan mest 23,7 l/s í nóvember 1991, en minnst 11,2 l/s í júlí 1991. Bæði mesta og minnsta vinnsla er um 2 l/s meiri en næstu tólf mánuði þar á undan (Hrefna Kristmannsdóttir og fl., 1991). Á sama tímabili fór vatnsborð dýpst í 182 m í LWN-4 og í 164 m í GN-1, en hæst í 105 m í LWN-4 og í 110 m í GN-1, sem er 15-20 m lægra en árið áður. Vatnsborðssveiflur eru nokkru minni í holu GN-1 en í LWN-4 vegna iðustreymistaps í þeirri síðarnefndu.

Á mynd 4 eru birt gögn um vatnsborð, mælt í holu GN-1, og vinnslu á jarðhitasvæðinu frá árinu 1982. Í töflu 4 eru jafnframt birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr svæðinu árin 1982 - 1992. Meðalvinnsla síðustu tveggja mánaða ársins 1992 hefur þó verið áætluð. Meðalvinnslan árið 1992 virðist ætla að verða töluvert meiri en hún var árin 1990 og 1991, eða um 17,9 l/s. Þessi aukning er að einhverju leyti vegna aukinnar notkunar á Hvolsvelli, en ekki síður vegna lélegs tíðarfars. Komið verður betur að því síðar.

Veruleg breyting hefur orðið á vatnsborði frá síðasta ári og má segja að síðustu tólf mánuðina hafi vatnsborð verið um 15-20 m lægra en árið þar á undan (myndir 3 og 4). Er það fyrst og fremst vegna aukinnar vinnslu. Vatnsborðsbreytingarnar eru nokkurn veginn í samræmi við vatnsborðsspár (Guðni Axelsson, 1990). Samkvæmt þeim reikningum ætti vatnsborð að haldast ofan núverandi dæludýpis í holu LWN-4, a.m.k. fram til ársins 2010, þó vinnslan verði um 18-19 l/s. Þó verður mikilvægt að fylgjast vel með vatnsborði á næstunni og e.t.v. endurskoða vatnsborðsspárnar í ljósi breyttra aðstæðna.

**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	16,7
1992 <sup>1)</sup>	17,9

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

Dagleg meðalgildi útihita og dælingar, skv. gagnasöfnunarbúnaðinum, síðan í maí 1991 eru sýnd á mynd 5. Þar og á mynd 6, sem sýnir samband útihita og dælingar, sést að allgott samband er á milli þessara mæligilda. Af myndinni virðist einnig ljóst að aukningin sem varð í vinnslu milli árunna 1991 og 1992 er að einhverju leyti vegna mun kaldara veðurfars. Ef aukningin væri eingöngu vegna aukinnar notkunar af öðrum orsökum myndu punktarinn á myndinni ekki falla eins vel á beina línu og raunin er. Nefna má að tímabilið maí-nóvember 1991 var meðalhitinn á Laugalandi 11,0°C og meðalvinnslan 13,4 l/s, en á sama tímabili árið 1992 var meðalhitinn aðeins 8,0°C og meðalvinnslan 15,1 l/s. Þessi munur á meðalhita nægir til þess að skýra aukna vinnslu (sjá mynd 6), þó ljóst sé að nokkur aukning hafi orðið í notkun heits vatns, sérstaklega á Hvolsvelli.

Á mynd 7 eru birtar mælingar gagnasöfnunarbúnaðarins á hita vatns úr LWN-4 og meðaldælingu. Þar sést að greinilegt samband er á milli vatnshita og dælingar. Er það væntanlega vegna þess að við meira rennsli kólnar vatnið minna á leið upp holuna, en einnig gæti að einhverju leyti verið um samspil misheitra æða að ræða. Þetta samband sést enn betur á mynd 8. Á tímabilinu frá nóvember 1991 til nóvember 1992 var hiti vatnsins á bilinu 98-99°C og meðalhiti þess um 98,5°C. Þá nfu daga sem GN-1 var í notkun í júní 1992 fór hiti vatns úr henni ekki upp fyrir 75,8°C.

Mynd 9 sýnir að lokum hita vatns úr holu LWN-4 samkvæmt mælingum Hitaveitu Rangæinga. Er þar um mánaðarmeðaltöl nokkurra aflestra að ræða. Síðasta árið var gott samræmi milli mælinga hitaveitunnar og mælinga gagnasöfnunarbúnaðarins. Á myndinni sést að fyrir utan ársveiflu virðist ekki hafa orðið marktæk breyting á hita vatnsins úr LWN-4 síðustu sex árin. Þessi ár hefur hiti vatnsins að meðaltali mælst um 98,5°C. Eins og áður hefur verið bent á má telja nokkuð vfst að skipt hafi verið um hitamæli um áramótin 1986/1987. Því er ekki hægt að segja hvort vatn úr holu LWN-4 hafi kólnað eitthvað frá upphafi vinnslu úr holunni.

Eftir að dælan hafði verið tekin upp úr holu LWN-4 í júní síðastliðnum var holan hitamæld. Er mælingin birt á mynd 10 ásamt mælingu sem gerð var er dæla var tekin upp úr holunni í mars 1983. Æð á 340 m dýpi virðist hafa kólnað lítillega, en hún er sennilega tengd efra vatnskerfinu á Laugalandi. Æð á 830 m dýpi hefur einnig kólnað eitthvað, e.t.v. vegna millirennslis frá holu GN-1.

## 7. NIÐURSTÖÐUR

1. Vatn úr holu LWN-4 sýnir litlar breytingar í efnastyrk milli ára, en hægfara þynning vegna innstreymis af efnasauðu kaldara vatni virðist þó hafa stöðvast.
2. Efnasamsetning vatns í GN-1 er nær óbreytt frá því sem var 1990 þegar síðast var tekið sýni úr holunni.
3. Stöðug tæring er á asbesti í aðveitulögnum og mest milli Hellu og Hvolsvallar.
4. Útfelling hefur nær stöðvast í rafskautskatli og dreifikerfi á Hellu.
5. Meðalvinnsla ársins 1992 virðist stefna í 18 l/s, sem er töluvert meiri vinnsla en árin 1990 (16,6 l/s) og 1991 (16,7 l/s). Mun lægri meðalhiti árið 1992 nægir til þess að skýra vinnsluaukninguna, þó ljóst sé að nokkur aukning hafi orðið í notkun heits vatns á Hvolsvelli.
6. Vegna aukinnar vinnslu hefur vatnsborð síðustu tólf mánuðina verið um 15-20 m lægra en síðustu tólf mánuði þar á undan. Áætlað er að vatnsborð hafi farið dýpst í rúmlega 180 m í holu LWN-4.
7. Vatnsborðsbreytingarnar eru þó í samræmi við vatnsborðsspá sem reiknuð var í nóvember 1990. Samkvæmt þeirri spá mun vatnsborð haldast ofan núverandi dæluþýpis í LWN-4, a.m.k. fram til ársins 2010, þó ársmeðalvinnslan verði 18-19 l/s.
8. Síðustu tólf mánuðina var meðalhiti vatns úr LWN-4 98,5°C og ekki virðist hafa orðið marktæk breyting á þeim hita síðustu árin.
9. Hiti vatns í GN-1 fór ekki upp fyrir 75,8°C í þá nýu daga sem dæling stóð 1992.

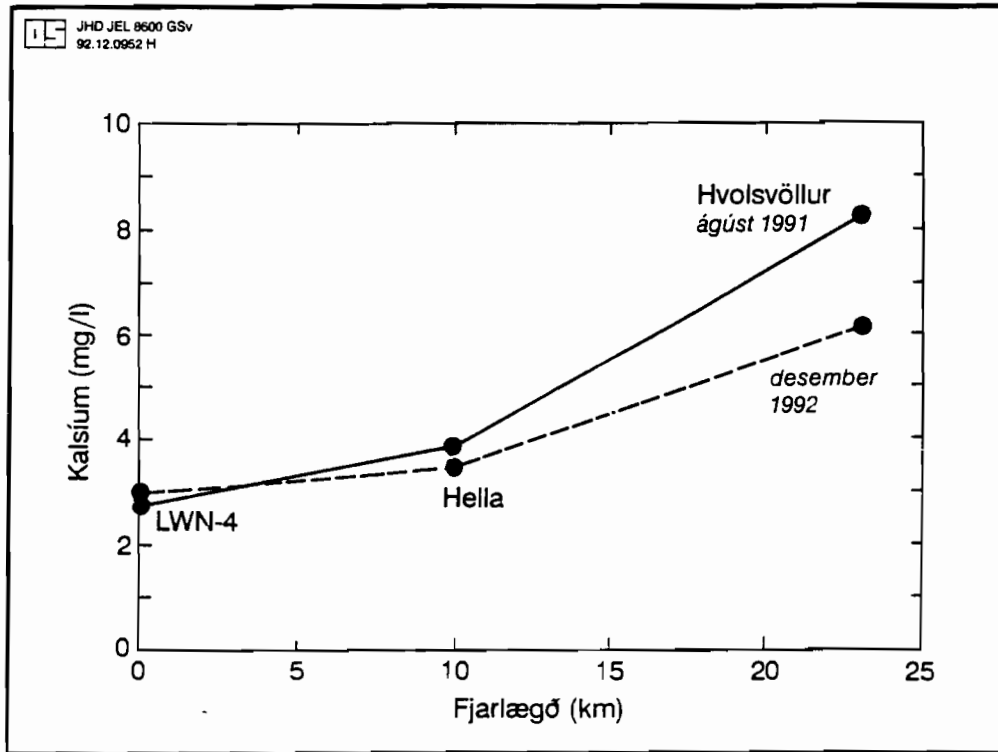
## 8. HEIMILDIR

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

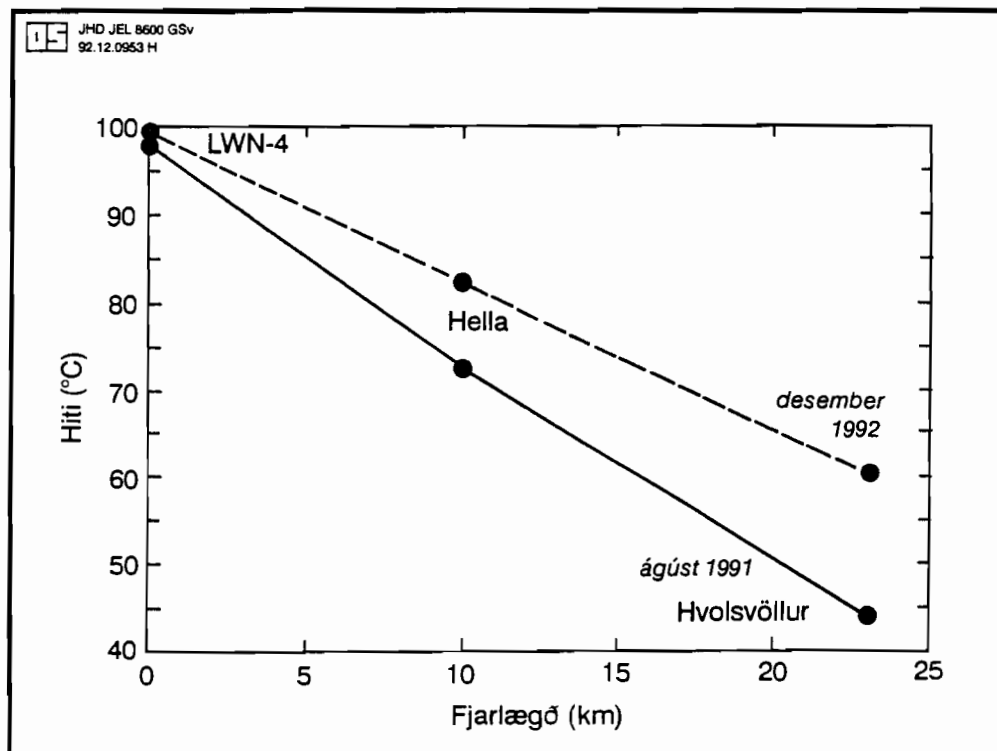
Guðni Axelsson, 1992: *Laugaland í Holtum. Vinnsla og vatnsborð á útmánuðum 1992*. Orkustofnun, greinargerð GAX-92/01, 5s.

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.

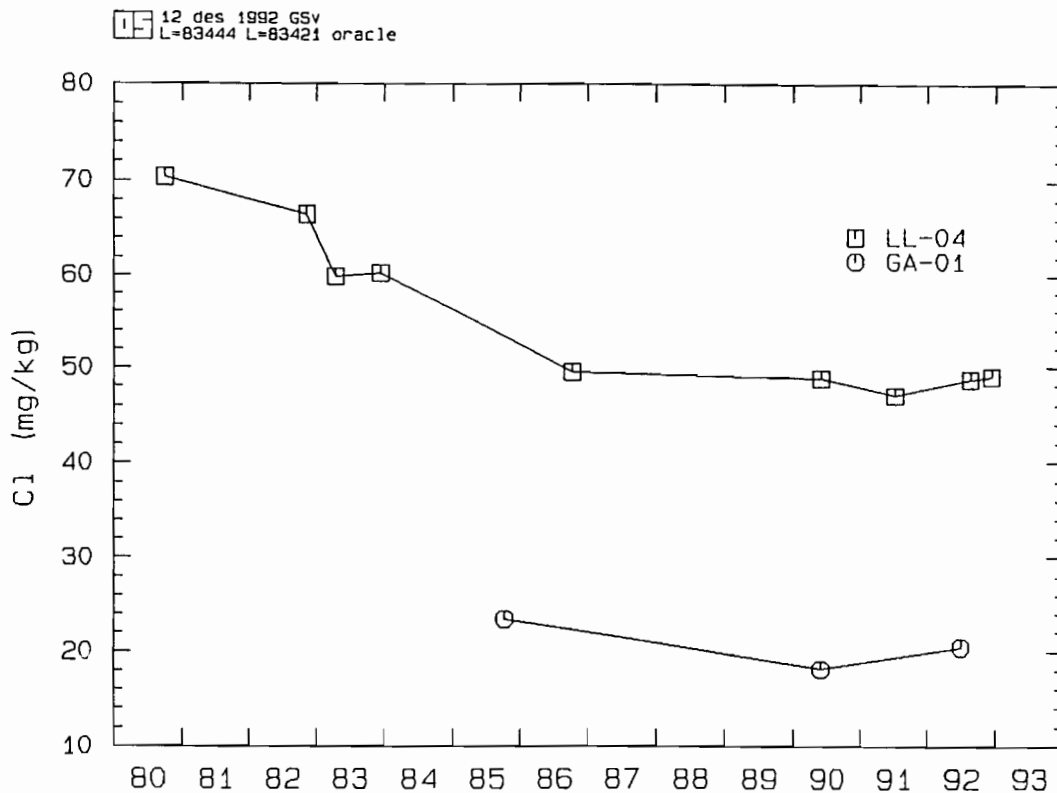
Magnús Ólafsson, Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1990: *Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1989-1990*. Orkustofnun, OS-90047/JHD-27 B, 17s., unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.



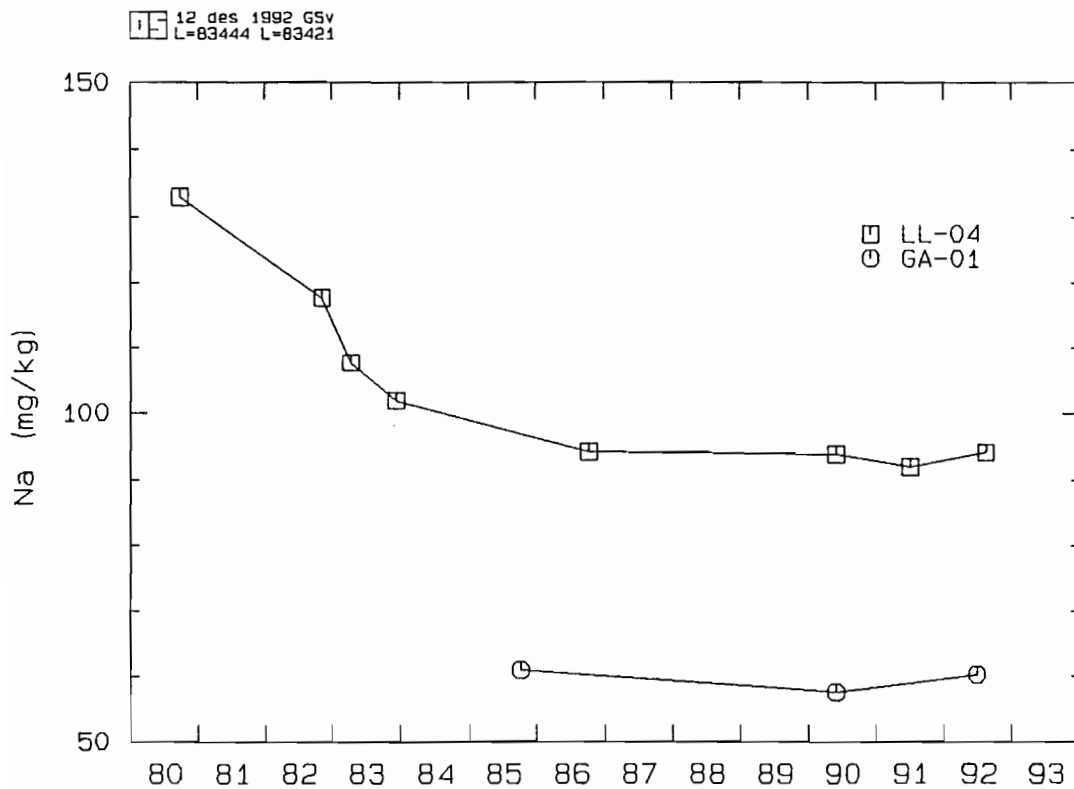
Mynd 1a. Styrkur kalsíums í vatni á nokkrum stöðum í aðveituæð hitaveitunnar í ágúst 1991 og desember 1992.



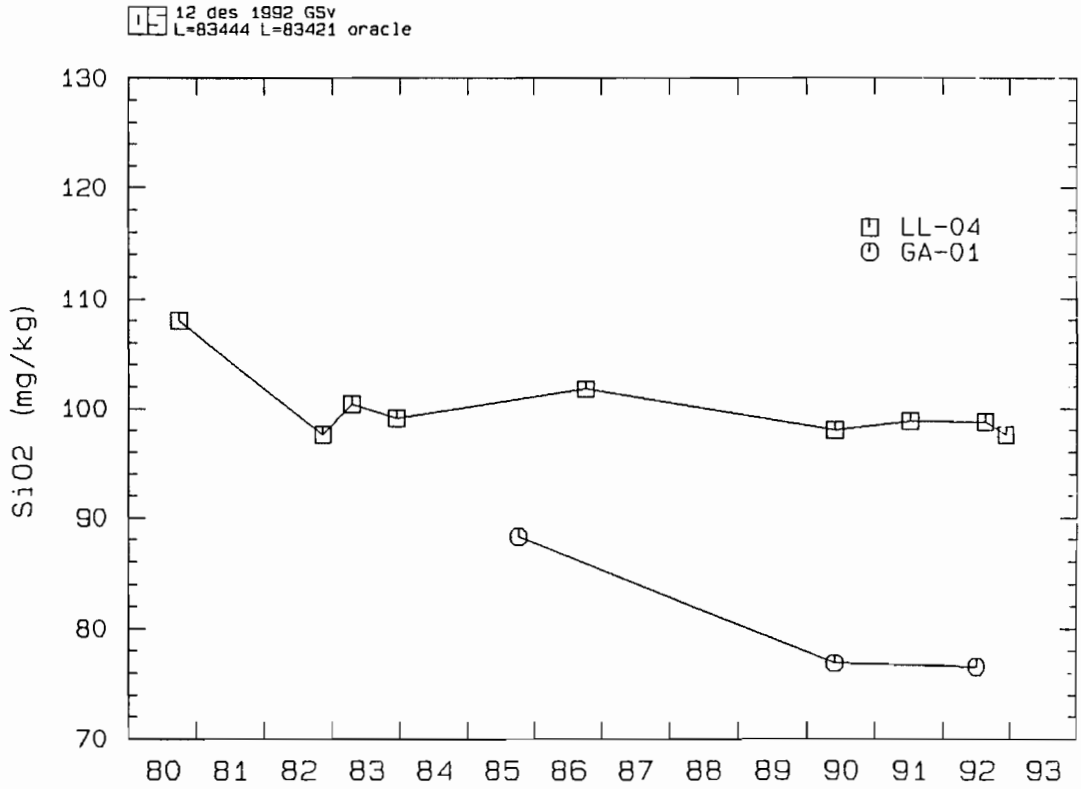
Mynd 1b. Hitastig vatns á nokkrum stöðum í aðveituæð hitaveitunnar í ágúst 1991 og desember 1992.



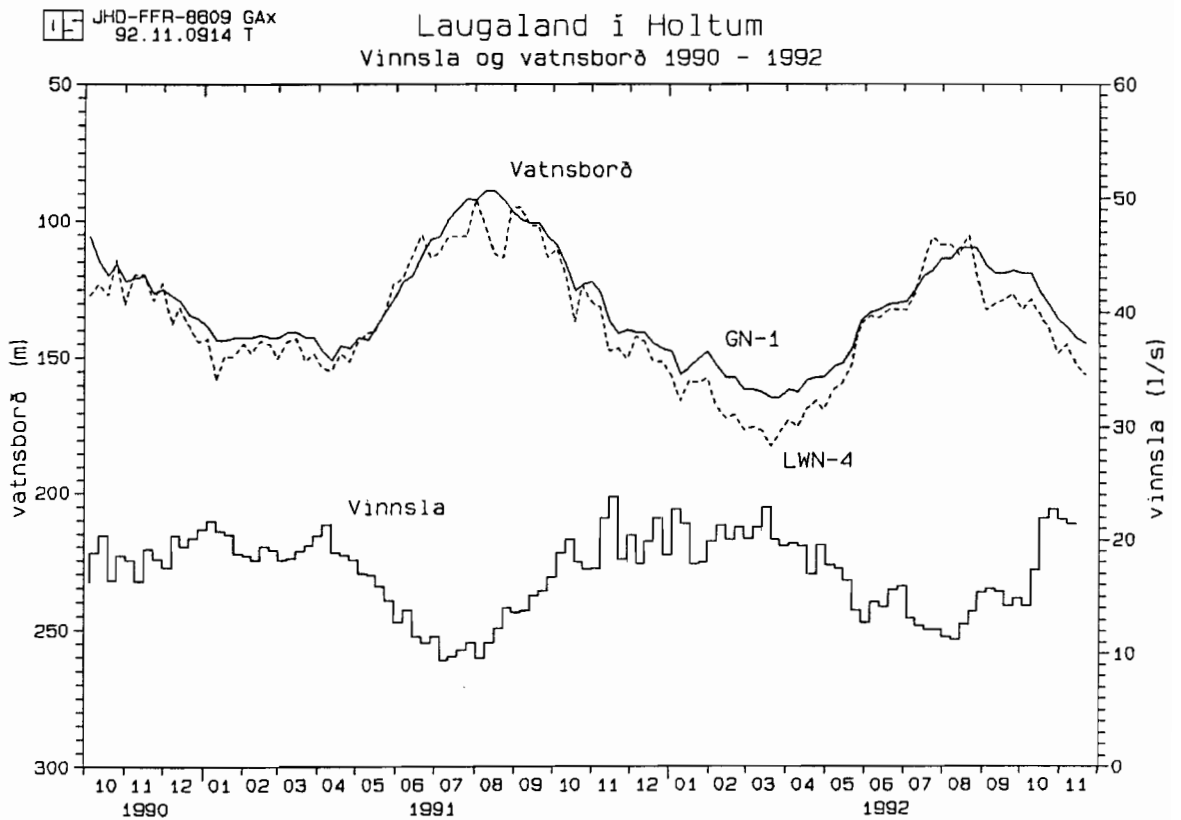
Mynd 2a. Styrkur klóríðs í holum LWN-4 og GN-1 frá 1980 til 1992 (mg/l).



Mynd 2b. Styrkur natríums í holum LWN-4 og GN-1 frá 1980 til 1992 (mg/l).

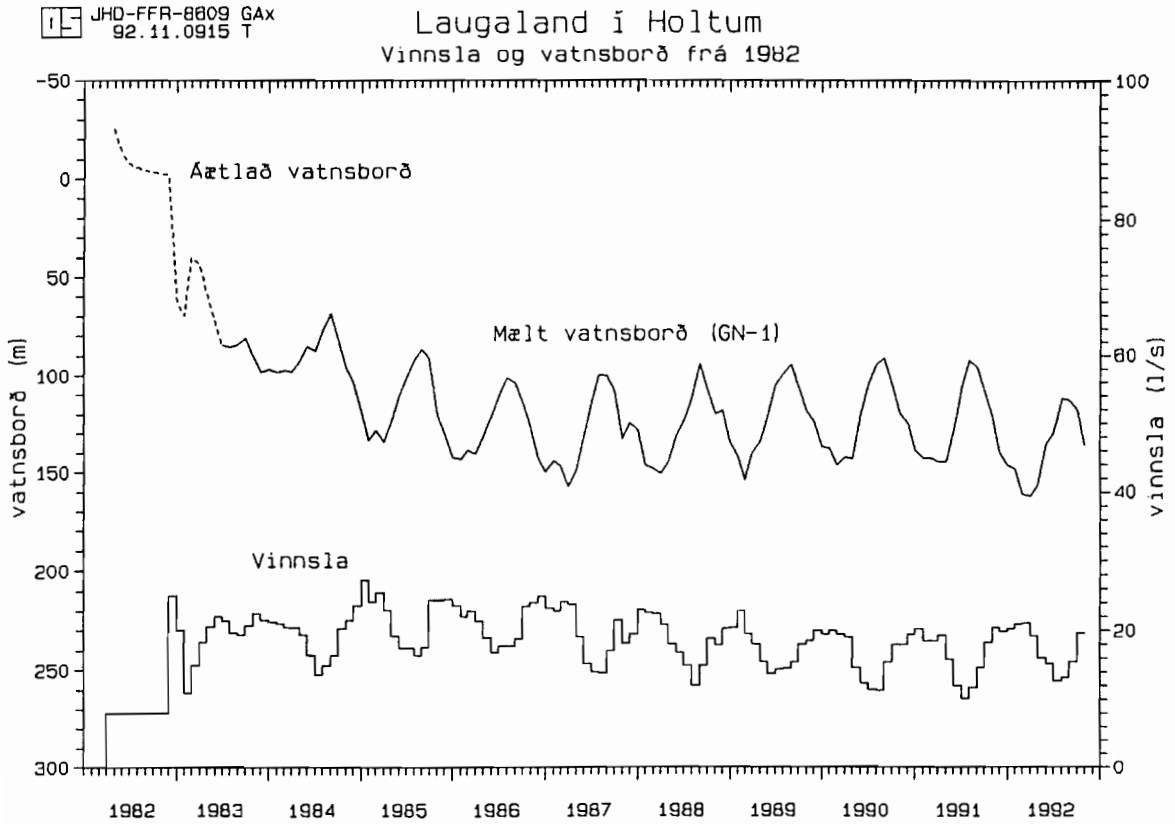


Mynd 2c. Styrkur kísils í holum LWN-4 og GN-1 frá 1980 til 1992 (mg/l).

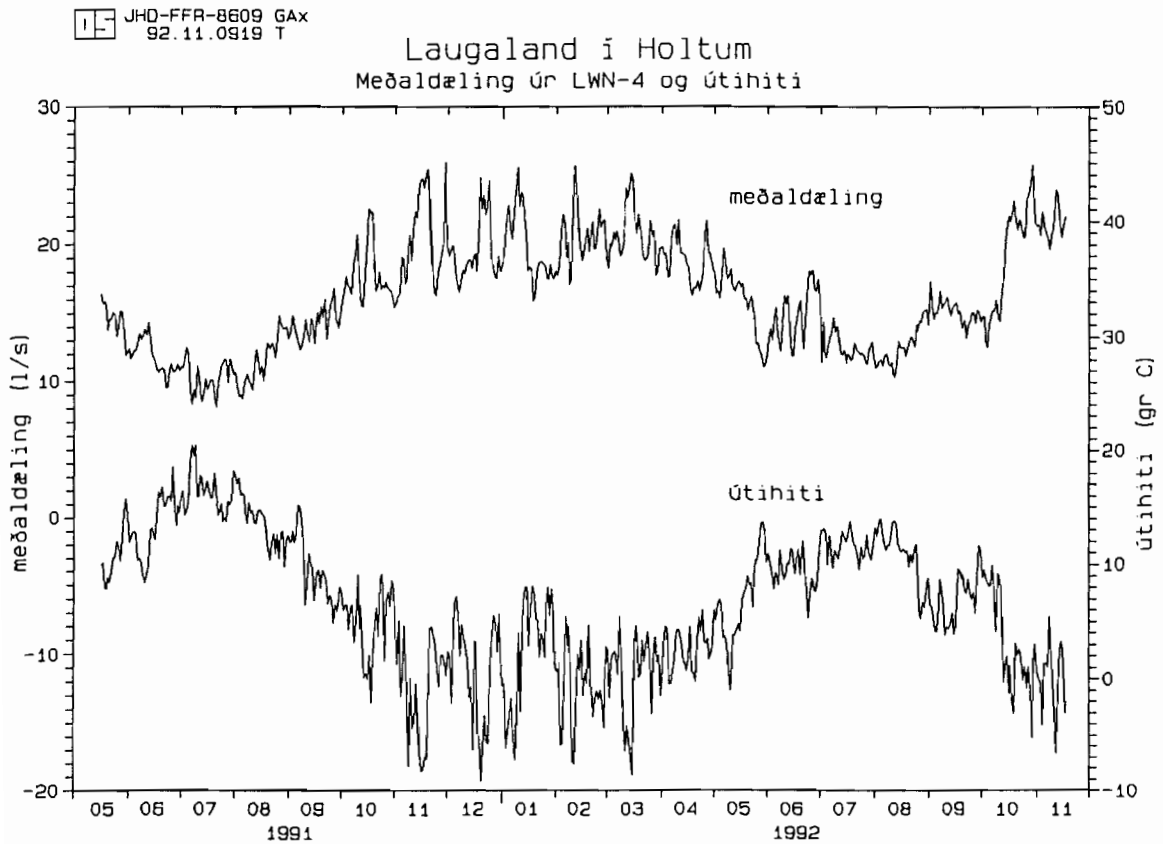


Mynd 3. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi í Holtum frá október 1990 til nóvember 1992.

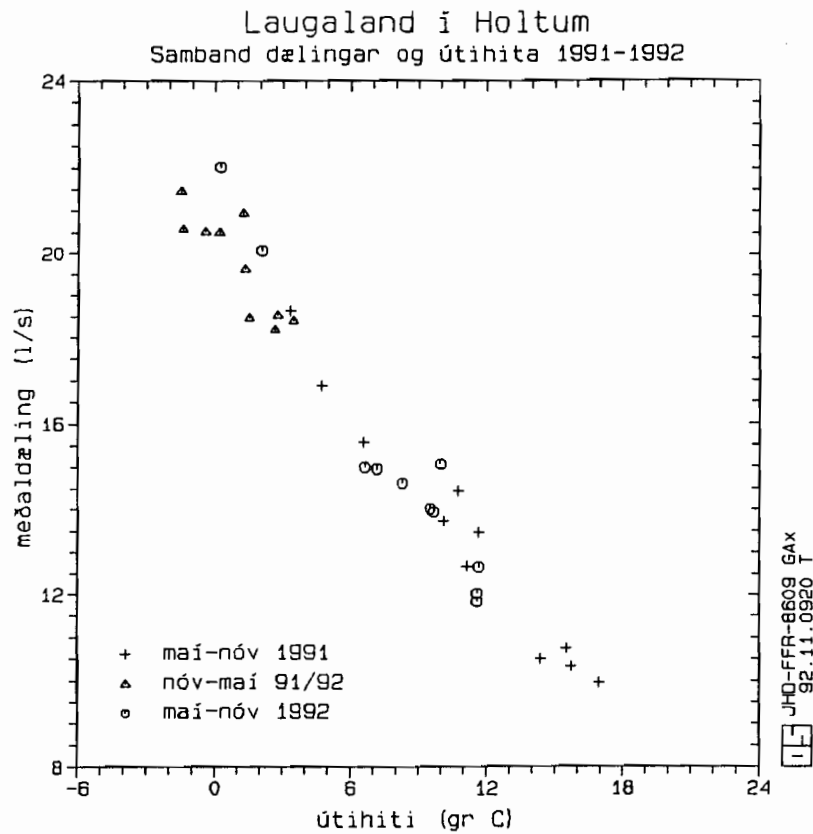




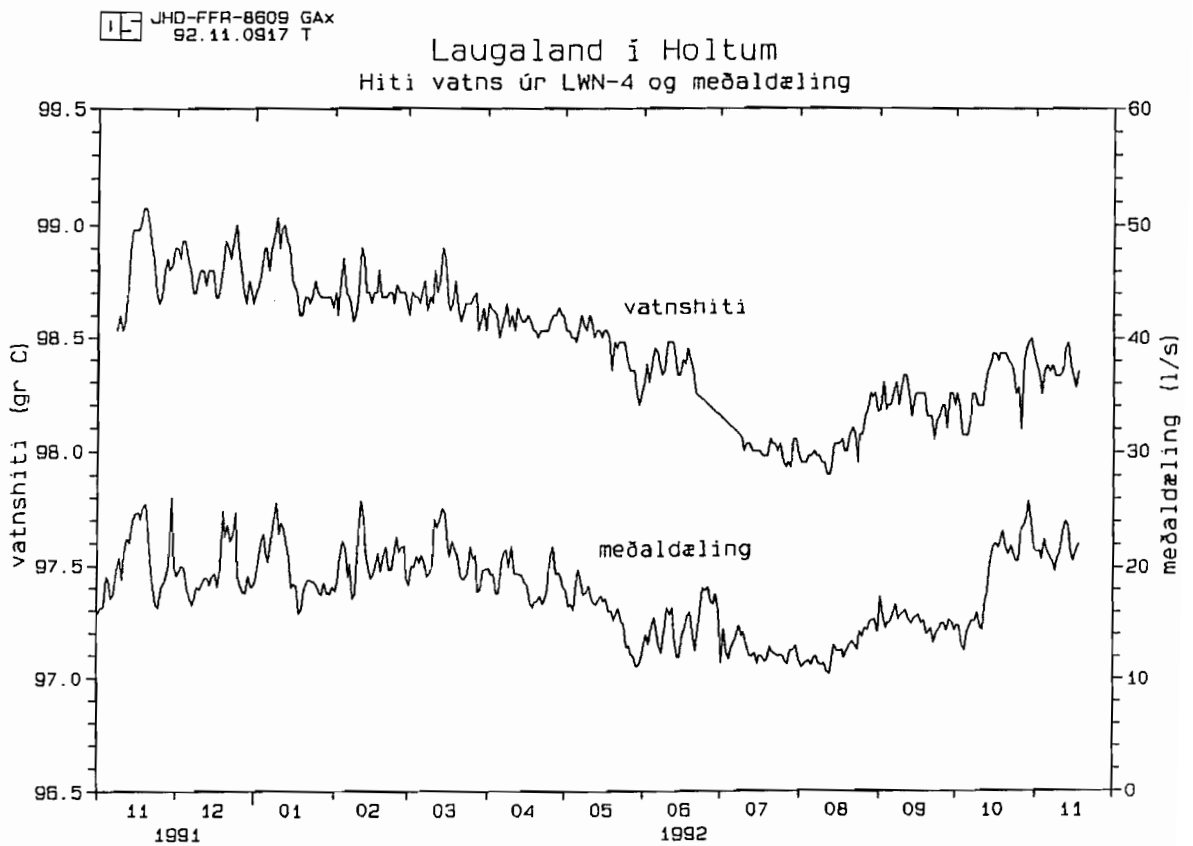
Mynd 4. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi í Holtum frá 1982.



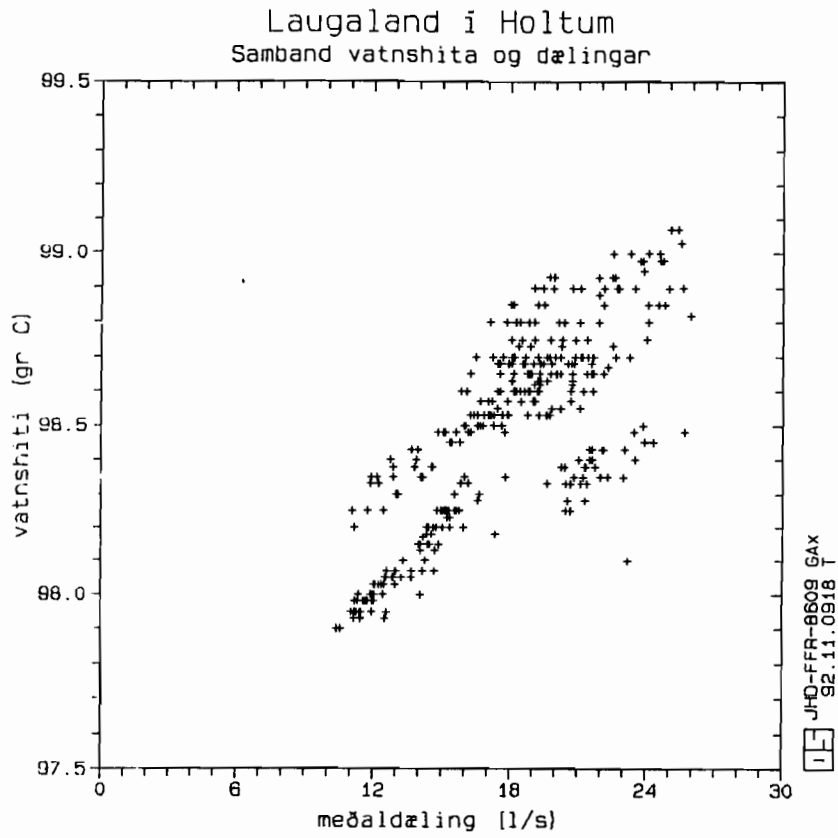
Mynd 5. Meðaldæling úr LWN-4 og útihiti.



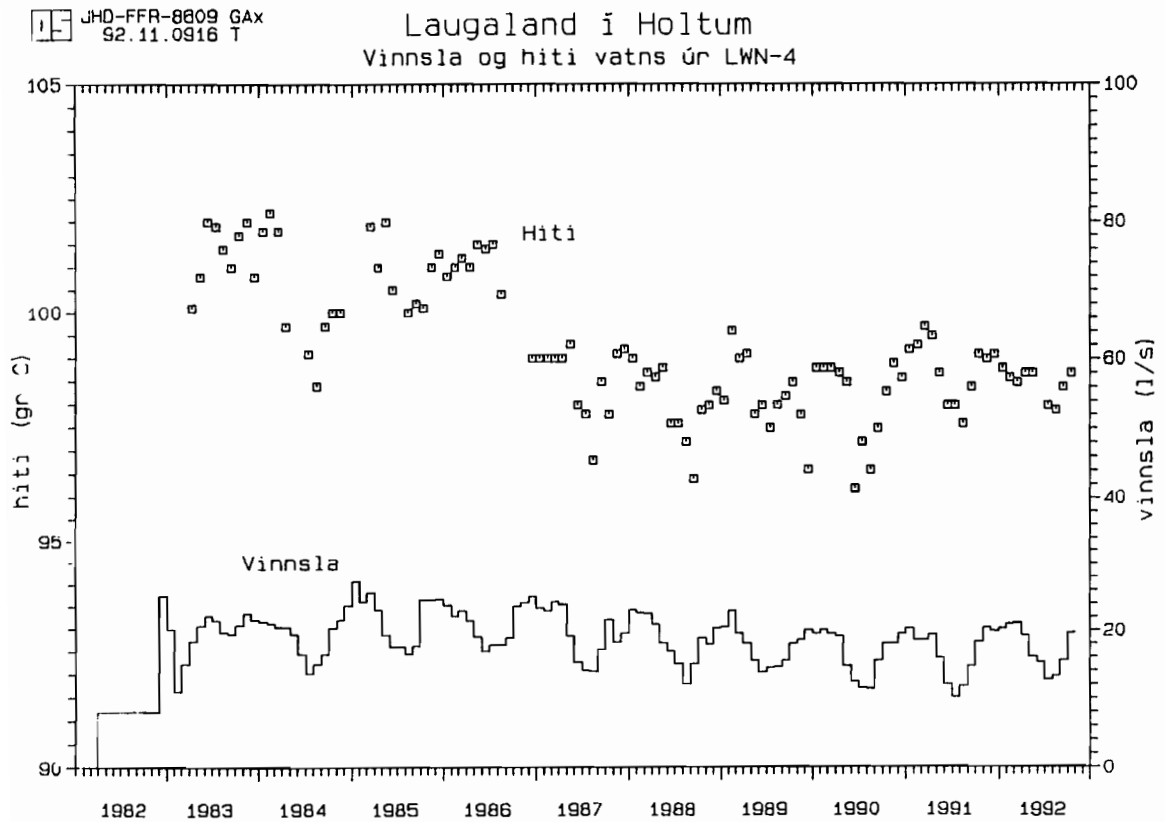
Mynd 6. Samband dælingar og útihita 1991-1992.



Mynd 7. Vatnshiti og meðaldæling úr LWN-4.



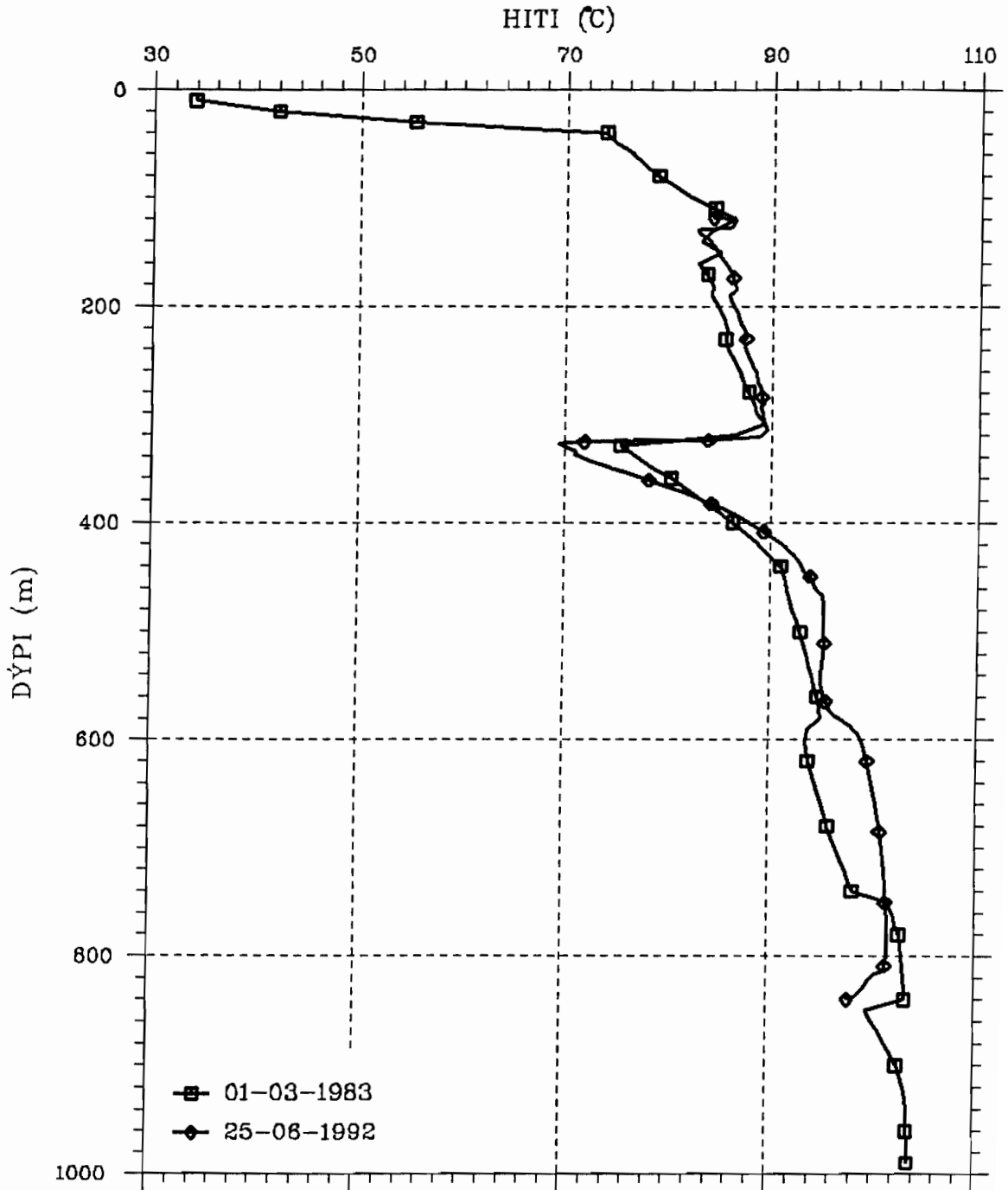
Mynd 8. Samband vatnshita og dælingar úr LWN-4.



Mynd 9. Vinnsla og hiti vatns úr LWN-4 frá 1982.

14 Dec 1992 gax  
L= 83444 Oracle

### Hitamælingar holu LWN-4



Mynd 10. Hitamælingar úr holu LWN-4.



