



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

HITAVEITA RANGÆINGA

**Eftirlit með jarðhitavinnslu
1996-1997**

**Guðrún Sverrisdóttir
Guðni Axelsson
Hrefna Kristmannsdóttir**

Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga

1997

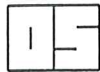
OS-97070

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

Skýrsla nr.: OS-97070	Dags.: Desember 1997	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: HITAVEITA RANGÆINGA Eftirlit með jarðhitavinnslu 1996-1997		Upplag: 18
		Fjöldi síðna: 15
Höfundar: Guðrún Sverrisdóttir Guðni Axelsson Hrefna Kristmannsdóttir		Verkefnisstjóri: Hrefna Kristmannsdóttir
Gerð skýrslu / Verkstig: Árlegt vinnslueftirlit		Verknúmer: 610 861
Unnið fyrir: Hitaveitu Rangæinga		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Í skýrslunni er fjallað um vinnslueftirlit hjá Hitaveitu Rangæinga árið 1996-1997. Gerð er grein fyrir efnasamsetningu vatns úr vinnsluholum hitaveitunnar, LWN-4 og GN-1, og breytingum sem verða á efnasamsetningu í dreifikerfinu. Tekið er saman yfirlit um vatnsvinnslu og áhrif hennar á vatnsborð og hita. Helstu niðurstöður eru þær að engar marktækar breytingar eru á efnastyrk vatns úr LWN-4 frá fyrra ári. Talsverð breyting sést á efnasamsetningu vatns úr GN-1 frá því síðast var tekið sýni, 1992. Engin súrefnisupptaka kemur fram í veitukerfinu og tæring á asbesti hefur minnkað. Meðalvinnsla ársins stefnir í 16,8 l/s, sem er sambærilegt við meðalvinnslu undanfarin ár, og orkuvinnsla verður u.þ.b. 40 GWh. Vatnsborð á vinnslusvæði lækkaði umtalsvert veturinn 1996/1997, m.a. vegna þess að vinnsla var óvenju mikil fyrri hluta vetrar. Meðalhiti vatns úr LWN-4 hefur ekki breyst undanfarin ár. Hóla GN-1 var nýtt samhliða LWN-4 frá nóvember til marsloka, en vatn úr henni er aðeins 75°C heitt og skilar því mun minni orku en LWN-4 (98,5°C). Með sömu vinnslu má búast við að vatnsborð verði komið niður að dælu á árunum 2005- 2010. Því þarf að kanna frekari kosti til orkuöflunar á næstu árum.		
Lykilorð: Lághitasvæði, vinnsla, eftirlit, vatnsborð, hiti, efnastyrkur		ISBN-númer:
		Undirskrift verkefnisstjóra: <i>Hrefna Kristmannsdóttir</i>
		Yfirfarið af:



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 861

Guðrún Sverrisdóttir
Guðni Axelsson
Hrefna Kristmannsdóttir

HITAVEITA RANGÆINGA
Eftirlit með jarðhitavinnslu 1996-1997

Unnið fyrir Hitaveitu Rangæinga

OS-97070 **Desember 1997**

EFNISYFIRLIT

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

TÖFLUSKRÁ

Tafla 1. Efnasamsetning vatns úr holu LWN-4 (mg/l)	3
Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holu GN-1 (mg/l)	4
Tafla 3. Styrkur kalsíums og súrefnis (mg/l)	5
Tafla 4. Vinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum 1982-1997	6

MYNDASKRÁ

Mynd 1. Breytingar í styrk klóríðs í vatni úr holu LWN-4, 1980-1997	10
Mynd 2. Breytingar í styrk natríums í vatni úr holu LWN-4, 1980-1997	10
Mynd 3. Breytingar í styrk kísils í vatni úr holu LWN-4, 1980-1997	11
Mynd 4. Styrkur kalsíums í vatni í dreifikerfi Hitaveitu Rangæinga, 1991-1997	11
Mynd 5. Vatnsborð í holum LWN-4 og GN-1 ásamt vinnslu, okt.1996 til nóv. 1997	12
Mynd 6. Hiti vatns og vinnsla úr holu GN-1 veturinn 1996/1997	12
Mynd 7. Vatnsborð og vinnsla á Laugalandi frá 1982	13
Mynd 8. Vikumeðaldæling úr LWN-4 og útihiti, október 1996 til nóvember 1997	13
Mynd 9. Samanburður á mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins og Hitaveitunnar á vinnslu	14
Mynd 10. Vikumeðaldæling og hiti vatns úr LWN-4, október 1996 til nóvember 1997	14
Mynd 11. Hiti vatns og vinnsla úr LWN-4 skv. mælingum Hitaveitunnar frá 1987	15
Mynd 12. Samanburður á mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins og Hitaveitunnar á vatnshita	15

1. INNGANGUR

Í skýrslunni er fjallað um vinnslueftirlit hjá Hitaveitu Rangæinga árið 1996-1997. Verkið er unnið samkvæmt samningi Hitaveitu Rangæinga og Orkustofnunar nr. 611861-1989 um vinnslueftirlit. Fjallað er um efnasamsetningu vatns úr vinnsluholum hitaveitunnar LWN-4 og GN-1 og breytingar sem verða á efnasamsetningu í dreifikerfinu. Tekið er saman yfirlit yfir vatnsvinnslu og áhrif hennar á vatnsborð og hita.

2. EFNASAMSETNING VATNS ÚR HOLU LWN-4

Þann 21. okt 1997 var tekið sýni til heildarefnagreiningar úr holu LWN-4 á Laugalandi í Holtum. Tafla 1 sýnir niðurstöður greininganna ásamt efnagreiningum allt frá árinu 1991 til samanburðar. Einnig var mældur styrkur súrefnis á nokkrum stöðum á veitukerfinu og tekin sýni til kalsúmmælinga. Niðurstöður þeirra mælinga eru í töflu 2.

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

Dagsetning Númer	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	97.10.21 97-0649
Hiti (°C)	98,4	99,1	98,6	99,2	100,6	98,4	98,2
Sýrustig (pH/°C)	9,7/26	9,8/23	9,8/24	9,7/24	9,8/22	9,8/22	9,80/22
Kísill (SiO ₂)	98,8	97,6	98,8	97,6	95,0	97,2	95,3
Natríum (Na)	91,9	93,6	89,9	93,1	89,8	92,8	93,5
Kalíum (K)	1,9	1,8	1,8	1,8	1,7	1,7	1,8
Kalsíum (Ca)	2,7	3,0	3,1	3,0	3,1	3,0	3,0
Magnesium (Mg)	0,023	0,003	0,006	0,004	0,005	0,003	0,001
Karborat (CO ₂)	21,1	21,6	23,7	20,3	22,7	21,0	22,1
Súlfat (SO ₄)	66,0	68,7	67,8	66,9	67,0	65,9	66,5
Brennist. vetni (H ₂ S)	0,05	0,09	0,07	0	0,2	0,13	0,12
Klóríð (Cl)	47,0	49,0	46,7	47,2	47,2	46,5	48,4
Flúoríð (F)	0,87	0,89	0,89	0,80	0,80	0,86	0,86
Brómíð (Br)	0,15	0,16	-	-	-	-	-
Bór (B)	0,28	0,28	0,26	-	0,25	0,33	0,19
Ál (Al)	0,217	0,213	0,217	-	0,202	0,191	0,212
Járn (Fe)	-	-	0,0013	-	0,0052	0,008	0,0017
Mangan (Mn)	-	-	0,0005	-	0,0003	0,0001	0
Uppleyst efni	374	351	-	353	361	307	309
Súrefni (O ₂)	0,003	0	0	0	0	0	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-10,6	-10,6	-10,55	-10,58	-10,58	-10,57	-10,53
δD (‰ SMOW)	-	-77,8	-	-	-	-	-

- ekki mælt

Í töflu 1 má sjá að efnasamsetning vatns úr LWN-4 hefur ekki breyst frá fyrra ári. Ekki hefur heldur orðið nein marktæk breyting frá árinu 1991. Á myndum 1-3 er styrkur klóríðs, natríums og kísils teiknaður á móti tíma fyrir allan vinnslutíma holunnar, árin 1980-1997. Þar sést að styrkur þessarar efna hefur ekki breyst frá 1986, en var talsvert hærri áður. Fram til 1986 var ársvinnsla úr holunni meiri en síðar hefur verið (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl. 1996). Fyrstu árin meðan vinnslan var mest hefur hlutur misefnaríkra vatnsæða í holunni verið að breytast. Efnasnauðara vatn en í fyrstu hefur dregist inn í holuna og þegar vinnsla minnkaði hefur jafn-

vægi náðst milli vatnsæða. Ekki hafa orðið neinar þær breytingar á efnasamsetningu vatnsins úr LWN-4 sem gætu bent til kólnunar jarðhitakerfisins á Laugalandi.

Ekkert súrefni mældist í vatninu úr holu LWN-4. Brennisteinsvetni mældist 0,12 mg/l sem er svipað og í fyrra og virðist nægja til að halda öllu kerfinu súrefnisláusu.

3. EFNASAMSETNING VATNS ÚR HOLU GN-1

Í ársbyrjun 1997 (3. janúar) var tekið sýni til heildarefnagreiningar úr holu GN-1. Sýni hafði ekki verið tekið úr holunni síðan árið 1992, enda hefur sáralítil vinnsla verið úr henni. Niðurstöður greininga á sýninu eru sýndar í töflu 2 og til samanburðar eru sýndar niðurstöður annarra heildarefnagreininga á sýnum úr holunni. Frá því að síðasta sýni var tekið hefur orðið talsverð breyting á efnasamsetningu vatnsins. Styrkur kísils hefur lækkað verulega en hann ræðst beint af jafnvægishitastigi. Hlutfall stöðugu samsætnanna δD og $\delta^{18}O$ hefur einnig breyst á þann hátt að vatnið hefur þungst, en það bendir til að staðbundið grunnvatn hafi í auknum mæli runnið inn í jarðhitakerfið. Efnahitamælar (kalsedón- og alkalíhiti) benda til að staðbundna grunnvatnið, sem streymir niður í vatnskerfið, nái að hitna upp, en hætta gæti verið á meiri kælingu vatnsins innan tíðar. Þess ber þó að gæta að einungis eitt sýni var tekið úr holunni á dælingartímanum, en mælingar sýna að hitastig vatnsins sveiflast í takt við dælt magn úr holunni. Mjög fá sýni eru einnig til til samanburðar frá fyrri tíð.

Tafla 2. Efnasamsetning vatns úr holu GN-1 (mg/l).

Dagsetning Númer	85.10.07 85-0261	90.05.31 90-0098	92.06.30 92-0141	97.01.03 97-0001
Hiti (°C)	85,0	73,0	76,0	74,9
Sýrustig (pH/°C)	9,99/21	9,92/25	9,82/26	9,91/18
Kísill (SiO ₂)	88,3	76,9	76,6	70,1
Natríum (Na)	61,0	57,6	60,3	57,5
Kalíum (K)	1,1	1,0	0,9	0,8
Kalsíum (Ca)	1,6	1,0	1,5	1,3
Magnesíum (Mg)	0,0	0,048	0,004	0,001
Karbónat (CO ₂)	31,7	35,8	32,8	31,9
Súlfat (SO ₄)	23,5	16,2	20,9	17,3
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,07	<0,03	<0,03	0,04
Klóríð (Cl)	23,4	18,2	20,5	21,3
Flúoríð (F)	0,73	0,58	0,56	0,51
Brómíð (Br)	-	0,05	0,06	-
Bór (B)	-	0,14	0,15	0,13
Ál (Al)	-	0,18	0,18	0,16
Járn (Fe)	-	-	0,0093	0,0045
Mangan (Mn)	-	-	-	0,0002
Uppl. efni (TDS)	247	226	236	205
Súrefni (O ₂)	0	0,002	0	0
$\delta^{18}O$ (‰ SMOW)	-9,23	-9,13	-9,22	-9,11
δD (‰ SMOW)	-	-65,8	-64,8	-61,7

4. 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 hættu á útfellingu. Jarðhitavatn á Íslandi er jafnan í lausnarjafnvægi við kalk í jarðhitageymnum. Vegna minnkandi uppleysanleika kalks með hita eykst útfellinga-hætta við upphitun vatnsins í rafskautskatlinum á Hvolsvelli. Niðurstöður kalsíummælinga í dreifikerfinu eru sýndar í töflu 2 ásamt styrk uppleysts súrefnis.

Tafla 3. Styrkur kalsíums og súrefnis (mg/l).

Staður	LWN-4 Holutoppur	Hella Dælustöð framrás	Hella Dælustöð bakrás	Kyndistöð Varmaskiptir inntak	Kyndistöð Varmaskiptir úttak
Dagsetning Númer	97.10.21 97-0649	97.10.21 97-0650	97.10.21 97-0651	97.10.21 97-0652	97.10.21 97-0653
Kalsíum (Ca) Súrefni (O ₂)	3,00 0	3,4 0	3,3 0	5,5 0	5,4 0

Mynd 4 sýnir styrk kalsíums á mismunandi stöðum í dreifikerfi hitaveitunnar á árunum 1991 til 1997. 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 á Hvolsvöll. Hækkunin er minni en undanfarin ár, enda hefur verið unnið að endurnýjun lagnarinnar að Hvolsvelli með stálörum. Þetta sést vel á mynd 4, en þar er sýndur kalsíumstyrkur á fjórum stöðum í dreifikerfinu tímabilið 1991 til 1997. 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 móta, sem bendir til jafnrar tæringar á þessu tímabili. Styrkur kalsíums í vatninu á Hvolsvelli hefur lækkað og er nú 5,4 mg/l, en hefur verið um 6 mg/l eða hærri síðustu sex árin. Ekki sést marktækur munur hin síðari ár á kalsíumstyrk vatnsins í inn- og úttaki kyndistöðvarinnar. Útfelling þar hefur minnkað verulega og er orsökina talin vera sú, að tekist hefur að stöðva að mestu súrefnisupptöku í miðlunargeymi. Súrefni er talið örvasandi fyrir slíka útfellingu. Styrkur kalsíums á Hellu hefur ekki breyst marktækt og mældist nú 3,3 mg/l.

Styrkur uppleysts súrefnis var mældur á sömu stöðum og tekin voru sýni til kalsíumgreininga. Hvorki mældist súrefni við holutopp, í dælustöðinni á Hellu, né við inn- eða úttak kyndistöðvarinnar á Hvolsvelli. Súrefni var nú mælt bæði í framrás og bakrás dælustöðvarinnar á Hellu til þess að komast að því hvort súrefnisupptaka væri hugsanlega í húsum á Hellu. Svo reyndist ekki vera.

5. VINNSLA, VATNSBORÐ OG VATNSHITI

Í ár hefur eftirlit með vinnslu, vatnsborði og vatnshita á jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum verið með sama sniði og undanfarin ár, en það byggir jafnt á vikulegum mælingum Hitaveitu Rangæinga sem mælingum sjálfvirks gagnasöfnunarbúnaður. Vikulega er lesið af rennismælum við holur LWN-4 og GN-1 og vatnsborð og vatnshiti mæld samtímis. Gagnasöfnunarbúnaðurinn safnar síðan stöðugt upplýsingum um augnabliksvinnslu, meðalvinnslu, vatnshita og útihita og skráir í minni á 6 klst fresti.

Nokkuð gott samræmi er milli vikulegu mælinganna og mælinga gagnasöfnunarbúnaðarins. Þó gefa rennismælingar gagnasöfnunarbúnaðarins 4-10% lægri gildi en aflestrar Hitaveitunnar. Tölur um vinnslu hér á eftir eru miðaðar við aflestrana. Eins er smávægilegt ósamræmi milli mælinga Hitaveitunnar og gagnasöfnunarbúnaðarins á vatnshita, sem hefur numið um 1°C undanfarin ár. Því hefur verið bent á að endurkvarða þurfi alla helstu mæla á svæðinu (Hrefna Kristmannsdóttir o.fl., 1996). Gagnasöfnunarbúnaðurinn gefur þó miklu fjarlegri, og í raun samfelldari upplýsingar en vikulegu aflestrarnir.

Í töflu 3 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu úr svæðinu 1982-1997. Samkvæmt upplýsingum Ingvars Baldurssonar veitustjóra stefnir meðalvinnslan 1997 í 16,8 l/s, en vinnslan árið 1996 mældist 16,6 l/s. Bæði árin er vinnslan svipuð og meðalvinnsla árána 1993-1995.

Tafla 4. Vinnsla úr jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Holtum 1982-1997.

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	16,6	40,1
1997 ²⁾	16,8	39,9

¹⁾ Miðað við nýtingu í 30°C. ²⁾ Skv. uppl. veitustjóra

Árið 1996 var orkuvinnslan á Laugalandi rétt um 40 GWh (tafla 3), en nú í ár stefnir hún einnig í 40 GWh. Örlítið minni orkuvinnsla þrátt fyrir smávægilega aukningu í massatöku stafar af því að hola GN-1 var notuð meira árið 1997, en hún gefur kaldara vatn. Áætlað hefur verið að

u.þ.b. fjórðungur þessarar orku tapist í aðveituæðinni milli Laugalands og Hellu. Einnig tapast mikil orka milli Hellu og Hvolsvallar, sem kyndistöðin á Hvolsvelli bætir þó upp að miklu leyti. Jafnframt er töluvert af bakrásarvatni hitað í kyndistöðinni. Áætlað hefur verið að kyndingin svari til a.m.k. 10 GWh viðbótarorkuframleiðslu (Grímur Björnsson o.fl., 1993).

Gögn um vikumeðaldælingu síðustu tveggja ára, og vatnsborð í holum LWN-4 og GN-1, eru birt á mynd 5. Eins og áður var hola LWN-4 aðalvinnsluholan þennan tíma. Þó var hola GN-1 notuð samhliða LWN-4 frá síðari hluta nóvember 1996 fram í marslok 1997, til þess að létta á þeirri síðarnefndu, en niðurdráttur var þá kominn neðar en nokkru sinni fyrr. Vikumeðalvinnsla úr holunni er sýnd á mynd 6 ásamt vatnshita. Er þetta lengri tími en hún hefur áður verið notuð samfelld. Á þessu tímabili var vikumeðalvinnslan úr holu GN-1 á bilinu 2 til 6 l/s, en meðalvinnslan um 4,4 l/s. Síðustu tólf mánuðina var vikumeðalvinnslan á jarðhitasvæðinu mest 24,2 l/s þriðju vikuna í nóvember 1996 og 23,0 l/s þriðju vikuna í mars 1997, en minnst 10,5 l/s fjórðu vikuna í júlí. Ef borin er saman vinnslan fyrstu tíu mánuði ársins í ár, og sömu mánuði 1996, sést að vinnslan í ár hefur að öllu jöfnu verið rúmlega 1 l/s meiri.

Vatnsborð fór dýpst um miðjan mars síðastliðinn, í 208 m í LWN-4 og í 202 m í GN-1, sem er 12 - 17 m dýpra en það fór dýpst árið 1995. Hæst fór vatnsborð seinni hluta ágúst, á 109 m dýpi í LWN-4 og 118 m dýpi í GN-1, sem er um 10 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. Hér er um töluvert meiri lækkun vatnsborðs að ræða milli ára en verið hefur undanfarin ár, sem er talin orsakast af óvenju mikilli vinnslu vegna mikilla kulda allan nóvember og fyrri hluta desember 1996, og meiri vinnslu fyrstu tíu mánuði ársins 1997, en ársins 1996.

Á mynd 7 eru birt gögn um vatnsborð, mælt í holu GN-1, og vinnslu á jarðhitasvæðinu allt frá árinu 1982, sem sýna langtímabreytingarnar betur. Þar sést að eftir snögga lækkun vatnsborðs í byrjun árs 1992 seig vatnsborðið hægt fram á árið 1996, en lækkaði síðan aftur umtalsvert síðasta vetur. Vatnsborð fór þá nokkru neðar en gera hefði mátt ráð fyrir skv. vatnsborðsspám frá 1993 (Grímur Björnsson o.fl., 1993). Það má annars vegar rekja til þess að er þetta gerðist var dælt úr holu GN-1, sem hefur fyrst og fremst verið vatnsborðs- og varahola til þessa. Við það lækkaði vatnsborð í holunni meir en ella, e.t.v. sem nemur 10 m. Auk þess má rekja það til óvenjumikillar vinnslu fyrri hluta vetrar 1996/1997.

Í vinnslueftirlitsskýrslu síðasta árs var birt vatnsborðsspá sem gerði ráð fyrir mjög köldu veðri næstu fimm vetur, eins konar svartsýnisþá. Skv. henni færi vatnsborð að nálgast dæluna í holu LWN-4 í lok vetrar 2001. Vatnsborð var þó um 10 m ofar en skv. spánni, seinni hluta vetrar 1996/1997, enda veður ekki eins óhagstætt og gert var ráð fyrir í spánni. Með sama lækkunarhraða og verið hefur að jafnaði undanfarin ár má ætla að vatnsborð verði farið að nálgast dæluna í LWN-4 á árunum 2005 - 2010. Því er brýnt að leiðir til frekari orkuöflunar verði kannaðar á næstu árum.

Dagleg meðalgildi útihita skv. gagnasöfnunarbúnaðinum og vikumeðaldæling síðan í október 1995 eru sýnd á mynd 8. Þar sést, eins og áður, hversu gott samband er milli þessara mæligilda. Sérstaklega má benda á kuldakastið í nóvember 1996. Mynd 9 sýnir samanburð á mælingum Hitaveitunnar og gagnasöfnunarbúnaðarins á rennsli, en nokkuð misræmi hefur verið þar í milli eins og nefnt var hér að framan. Síðasta ár var misræmið 1,0 l/s að meðaltali, líkt og árin áður.

Mynd 10 sýnir mælingar gagnasöfnunarbúnaðarins á hita vatns úr LWN-4 ásamt vikumeðaldælingunni síðustu tvö árin. 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. Ekki eru til gögn um hita vatns úr holunni þann tíma sem hola GN-1 var líka í gangi, þá var hiti blöndunnar úr báðum holum mældur í staðinn. Hins vegar eru til gögn um hita vatns úr GN-1 þennan tíma, sem sýnd eru á mynd 6. Þar sést að hiti vatns úr holunni hefur verið á bilinu 74 - 75,5°C. Öfug fylgni virðist milli rennslis og vatnshita, þ.e. hitinn er hæstur þegar dælingin er minnst og öfugt, væntanlega vegna samspils tveggja aðalæða holunnar.

Hiti vatns úr holu GN-1 er aðeins um 75°C, eins og áður segir, eða mun lægri en úr LWN-4. Hann virðist ekkert hafa hækkað þá fjóra mánuði sem dælt var úr holunni og er ástæðan væntanlega sú að stöðugt niðurrennsli hefur verið í henni frá því hún var boruð 1984. Því skilar hola GN-1 um þriðjung minni orku úr hverjum l/s en hola LWN-4, ef miðað er við nýtingu niður í 30°C. Auk þess virðist dæling úr holu GN-1 ekki valda minni niðurdrætti í jarðhitakerfinu en dæling úr LWN-4 eingöngu, nema þá í holu LWN-4 sjálfri, vegna minna iðustreymistaps. Ef reiknað er með minna orkuinnihaldi má áætla að á því fjögurra mánaða tímabili sem dælt var úr holu GN-1 hafi verið dælt að jafnaði 1,5 l/s meira en ella, eða um 0,5 l/s á ári. Því verður að telja langtímanotkun GN-1 óhagstæða fyrir jarðhitakerfið, þar sem hún veldur meiri vinnslu en ekki að sama skapi minni niðurdrætti.

Mynd 11 sýnir hita vatns úr holu LWN-4 frá því um áramótin 1986/1987, samkvæmt mælingum Hitaveitunnar, en síðan þá er talið að um sambærilegar mælingar innbyrðis sé að ræða. Myndin sýnir mánaðarmeðaltöl vikulegra aflestra. Fyrir utan ársveifluna virðist ekki hafa orðið marktæk breyting á hita vatnsins úr LWN-4, skv. mælingum Hitaveitunnar. Tímabilið apríl til október nú í ár var vatnshitinn að meðaltali 98,5°C, skv. mælingum veitunnar, sem er í góðu samræmi við meðalhita vatns úr holu LWN-4 á fimm árum, frá 1992 til 1996 (98,6°C).

Mynd 12 sýnir að lokum samanburð á mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins og Hitaveitunnar á vatnshita úr LWN-4, en munurinn þar á hefur haldist í kringum 1°C síðustu þrjú árin.

6. NIÐURSTÖÐUR

1. Vatn úr holu LWN-4 sýnir engar marktækar breytingar í efnastyrk milli ára.
2. Frá því að síðasta sýni var tekið úr GN-1 hefur orðið talsverð breyting á efnasamsetningu vatnsins. Breytingarnar benda til að staðbundið grunnvatn hafi í auknum mæli runnið inn í jarðhitakerfið.
3. Efnabreytingar vatnsins í GN-1 gætu bent til yfirvofandi kælingar, en einungis er um eitt sýni að ræða og fá fyrri sýni til samanburðar svo ekki er rétt að draga mjög víðtækar ályktanir á þessu stigi málsins.
4. Tæring á asbesti í aðveitulögnum hefur minnkað.
5. Engin súrefnisupptaka kemur fram í veitukerfinu.
6. Meðalvinnsla ársins 1997 stefnir í 16,8 l/s sem er sambærilegt við meðalvinnslu árána 1993 - 1995, en orkuvinnslan stefnir í 40 GWh. Aukning varð í vinnslu fyrri hluta ársins vegna kaldara veðurfars og því að hola GN-1 var nýtt samhliða LWN-4, en sú fyrirnefnda gefur kaldara og orkurárára vatn. Minnkun varð síðan í vinnslu þeirri hluta ársins vegna

hagstæðs veðurfars

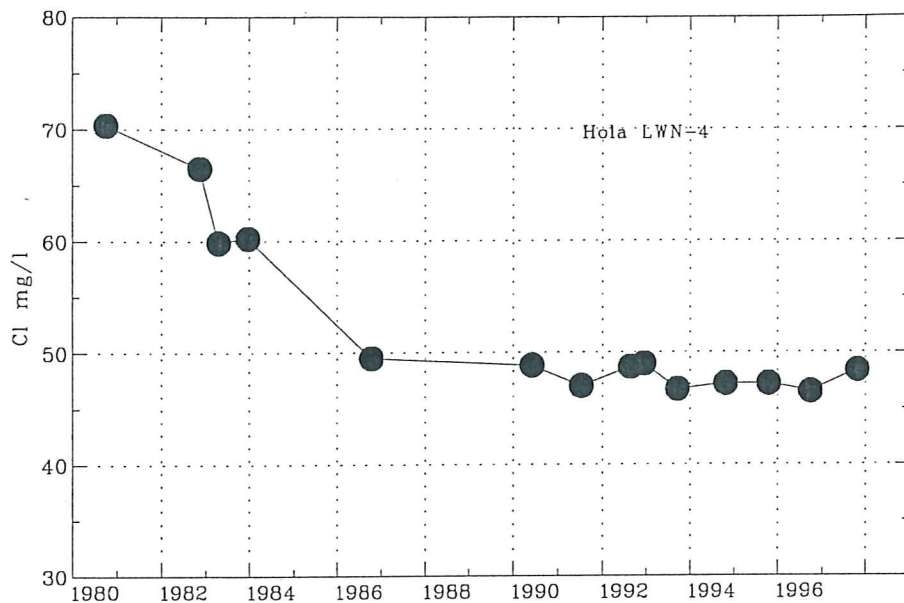
7. Vatnsborð lækkaði umtalsvert veturinn 1996/1997 eftir að hafa sigið hægt niður á við undanfarin ár. Var lækkunin meiri en gera hefði mátt ráð fyrir skv. vatnsborðsspám. Það er annars vegar talið stafa af því að dælt var úr holu GN-1 um veturinn, en hún hefur hingað til fyrst og fremst verið vatnsborðshola, og hins vegar af óvenju mikilli vinnslu fyrri hluta vetrar 1996/1997.
8. Með sama lækkunarhraða og verið hefur að jafnaði undanfarin ár má ætla að vatnsborð verði farið að nálgast dæluna í LWN-4 á árunum 2005 - 2010. Brýnt er að frekari orkuöflunarkostir verði kannaðir á næstu árum.
9. Meðalhiti vatns úr holu LWN-4 hefur ekki breyst undanfarin ár og haldist um 98,5°C.
10. Hola GN-1 var nýtt samhliða LWN-4 frá síðari hluta nóvember 1996 fram í marslok 1997, til þess að létta á holu LWN-4 vegna mikils niðurdráttar. Var meðalvinnslan úr holunni þá 4,4 l/s. Hiti vatns úr henni reyndist aðeins 75°C og hækkaði ekkert á tímabilinu. Því skilar hola GN-1 um þriðjungi minni orku úr hverjum l/s en hola LWN-4 (miðað við nýtingu niður í 30°C).
11. Dæling úr holu GN-1 virðist ekki koma fram í minni niðurdrætti í jarðhitakerfinu en dæling úr LWN-4 eingöngu. Því verður að telja langtímanotkun GN-1 óhagstæða fyrir jarðhitakerfið, þar sem hún veldur meiri vinnslu en ekki að sama skapi minni niðurdrætti.

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.

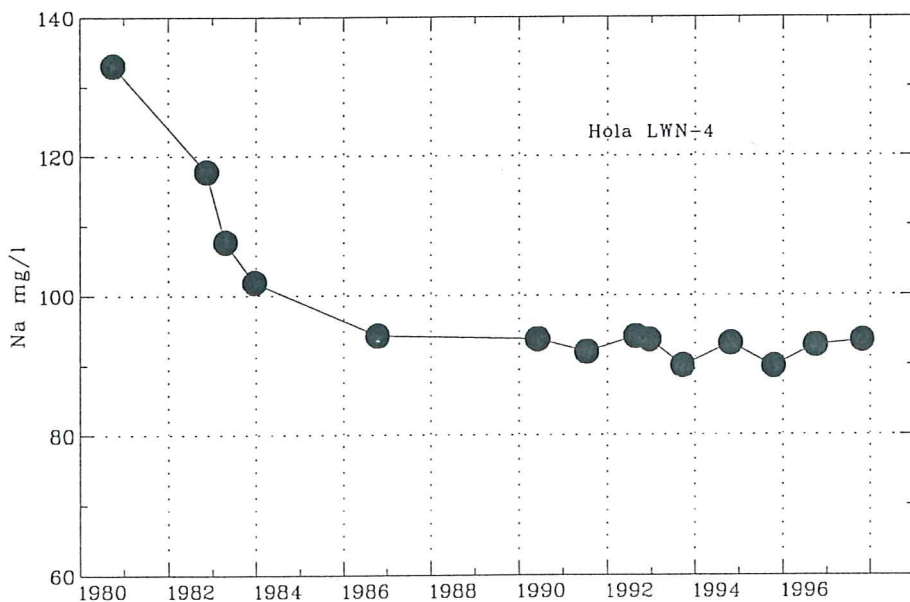
Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson og Magnús Ólafsson, 1996: Hitaveita Rangæinga. Eftirlit með jarðhitavinnslu 1995-1996. Orkustofnun, OS-96072/JHD-41 B, 21s., unnin fyrir Hitaveitu Rangæinga.

12 Dec 1997 GSv
tp V2.3

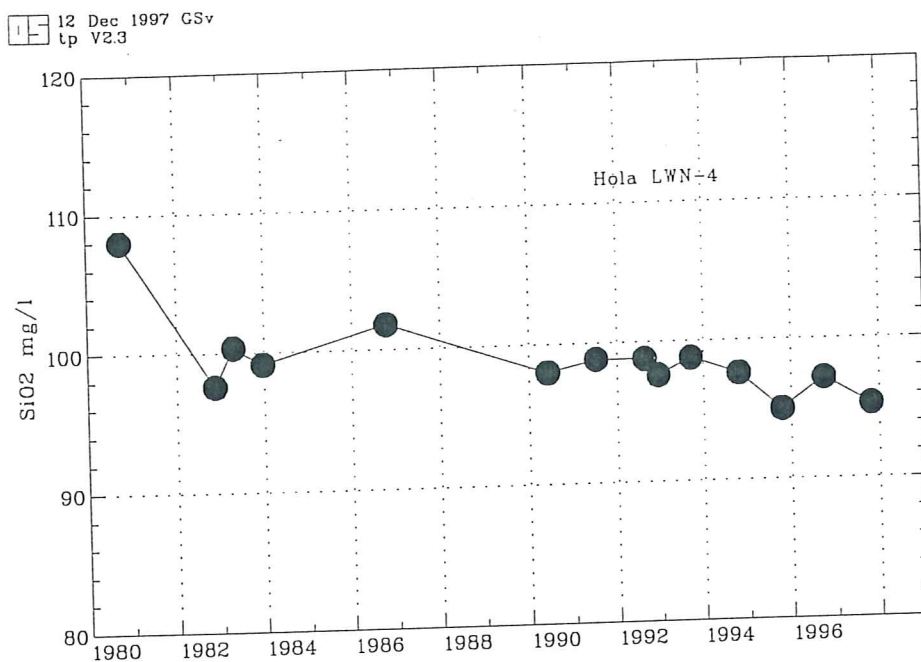


Mynd 1: Breytingar í styrk klóríðs í vatni úr holu LWN-4, 1980-1997.

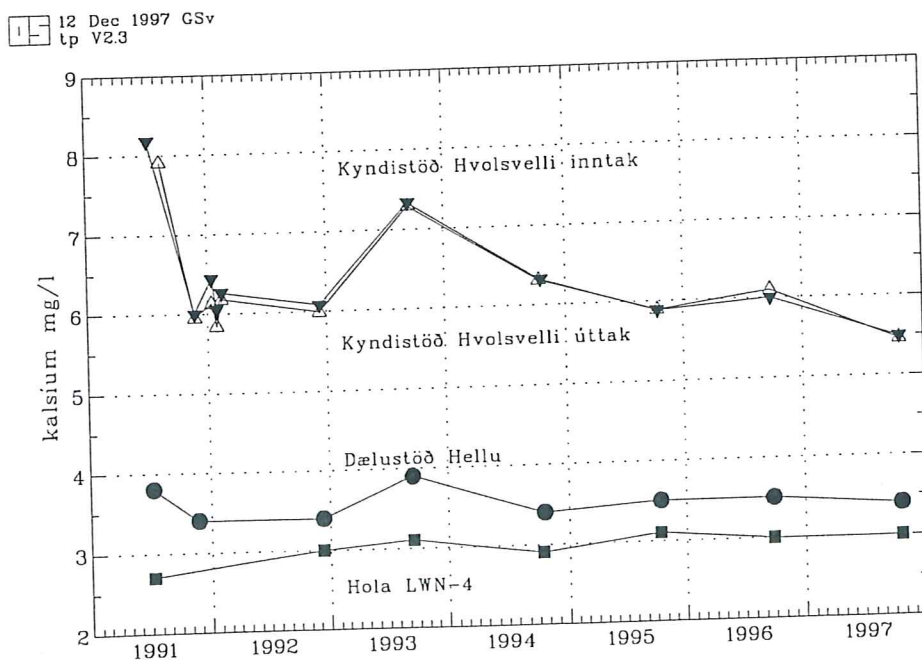
12 Dec 1997 GSv
tp V2.3



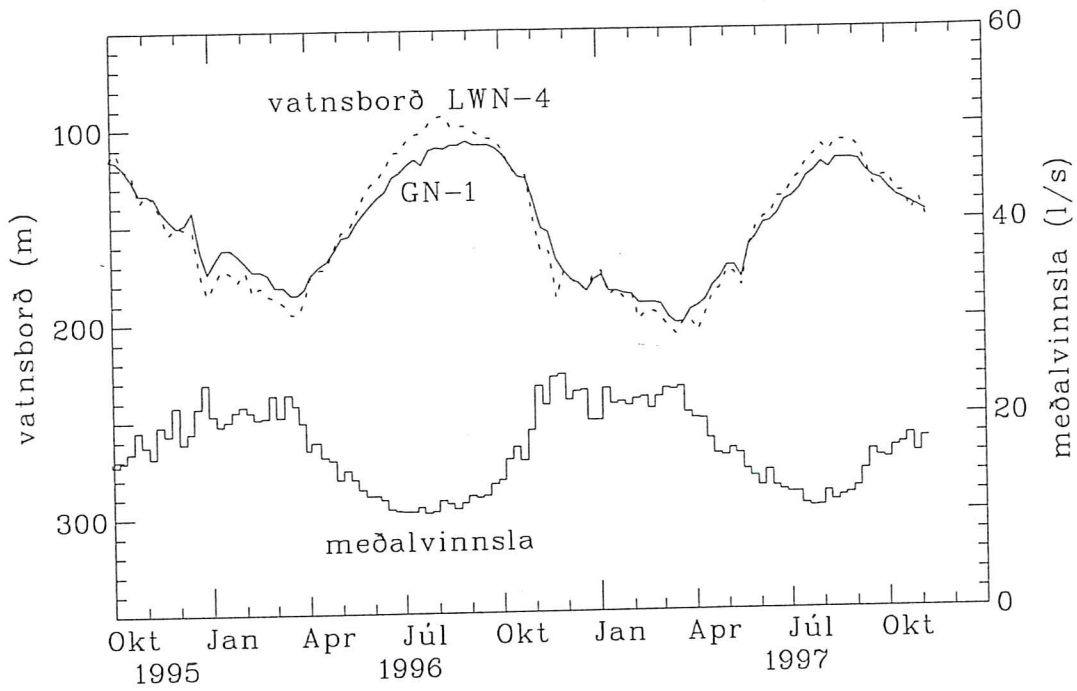
Mynd 2: Breytingar í styrk natríúms í vatni úr holu LWN-4, 1980-1997.



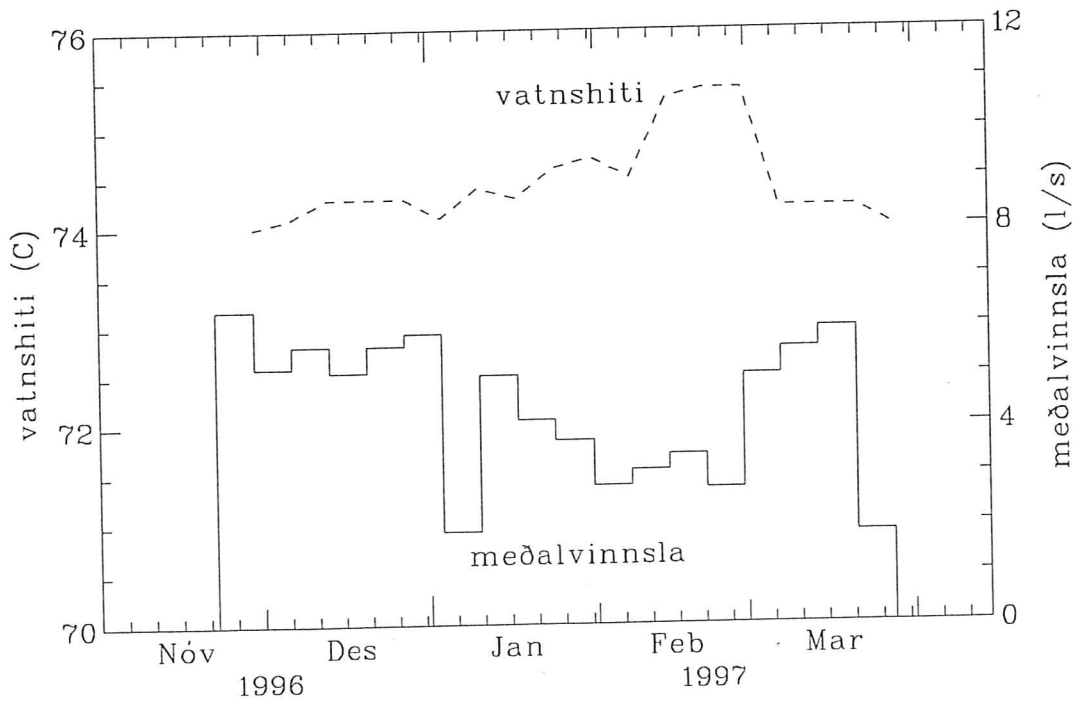
Mynd 3: Breytingar í styrk kísils í vatni úr hólunni LWN-4, 1980-1997.



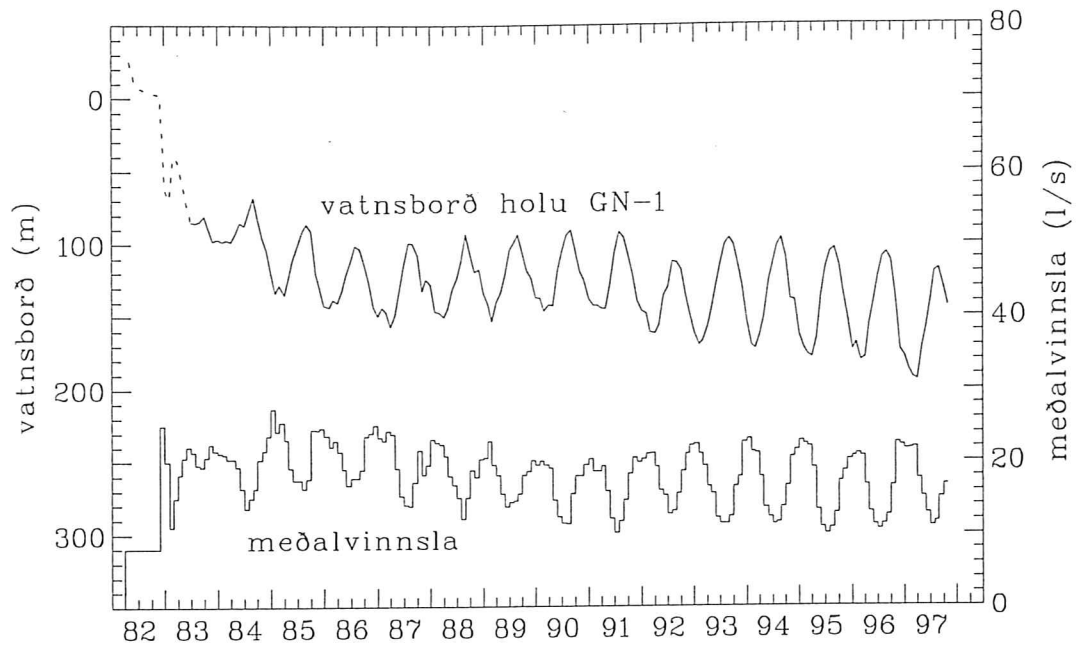
Mynd 4: Styrkur kalsíums í vatni í dreifikerfi Hitaveitu Rangæinga, 1991-1997.



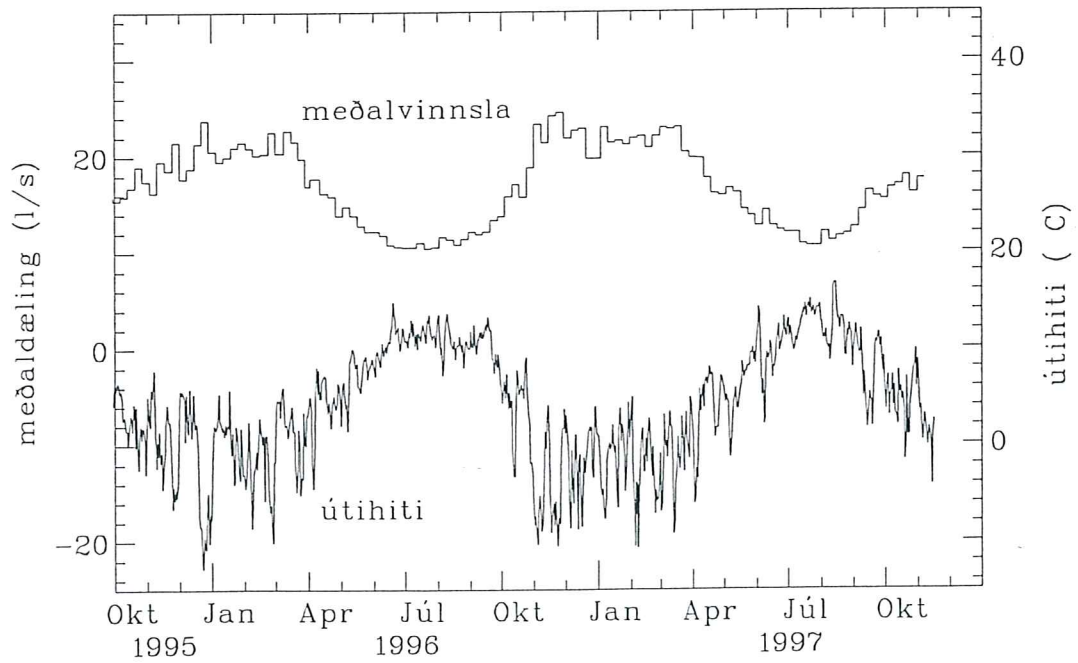
Mynd 5: Vatnsborð í holum LWN-4 og GN-1 ásamt vinnslu, okt. 1996 til nóv. 1997.



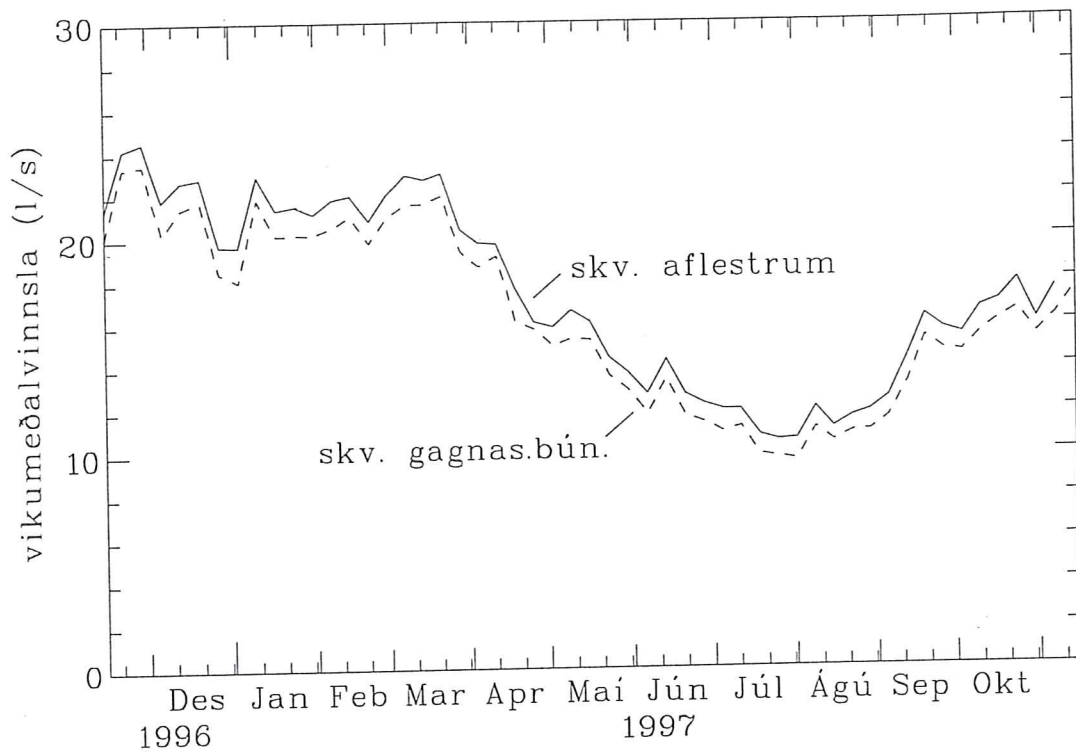
Mynd 6: Hiti vatns og vinnsla úr holu GN-1 veturinn 1996/97.



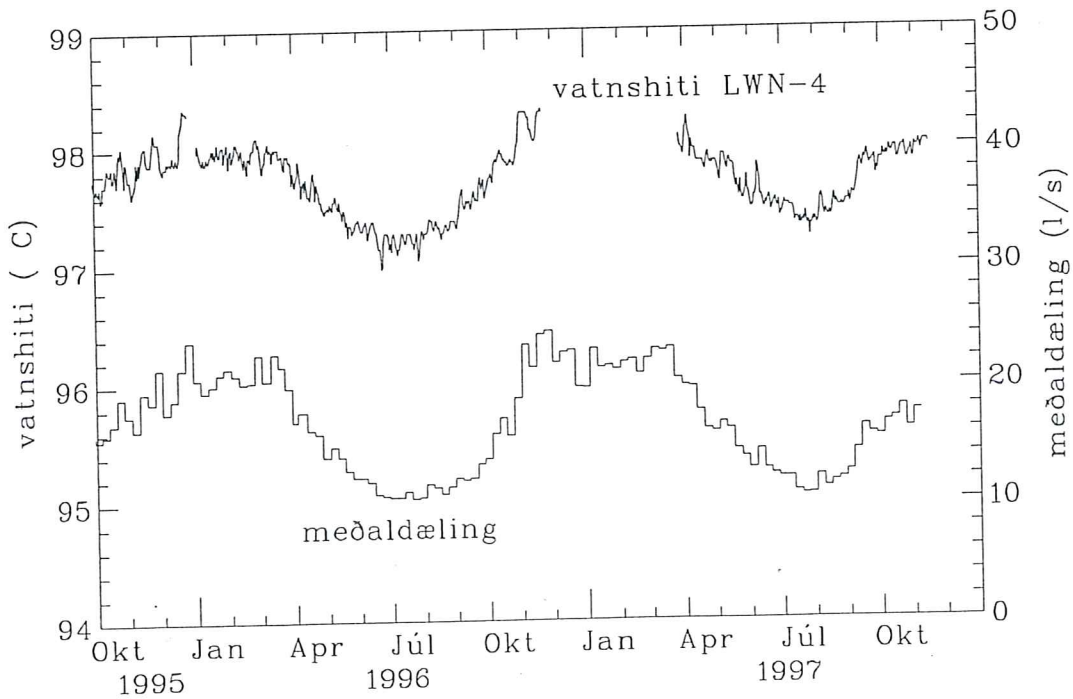
Mynd 7: Vatnsborð og vinnsla á Laugalandi frá 1982.



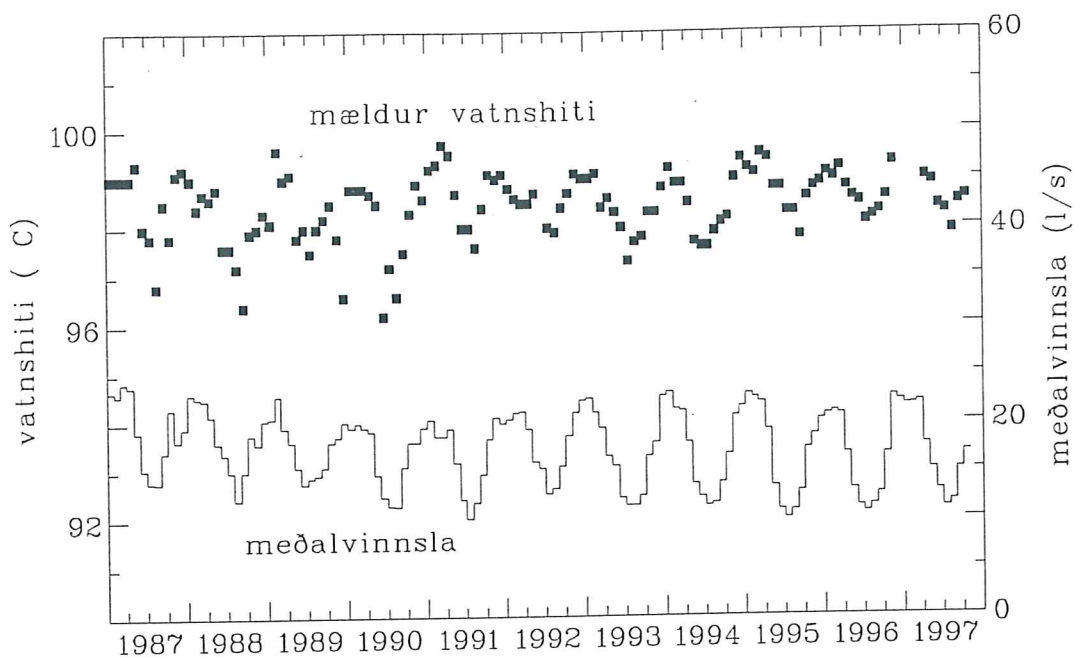
Mynd 8: Vikumeðaldæling úr LWN-4 og úthiti, október 1996 til nóvember 1997.



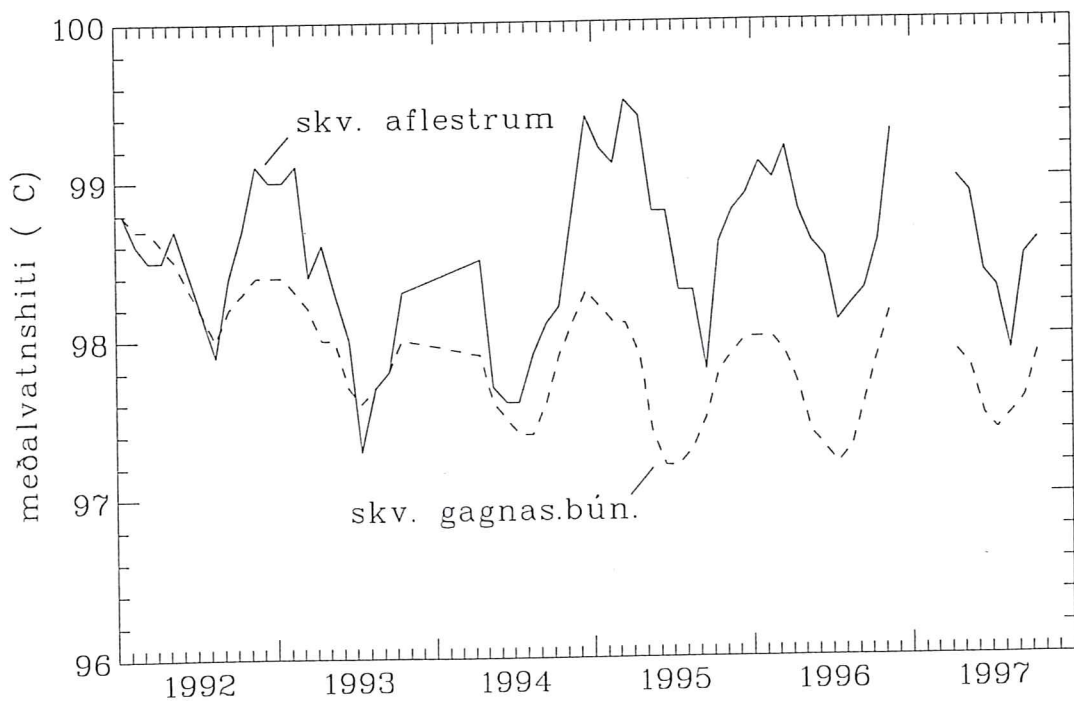
Mynd 9: Samanburður á mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins og Hitaveitunnar á vinnslu.



Mynd 10: Vikumeðaldæling og hiti vatns úr LWN-4, október 1996 til nóvember 1997.



Mynd 11: Hiti vatns úr LWN-4 skv. mælingum Hitaveitunnar og vinnsla á Laugalandi frá 1987.



Mynd 12: Samanburður á mælingum gagnasöfnunarbúnaðarins og Hitaveitunnar á vatnshita.