



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

ÚTLÁN
Bókasafn Orkustofnunar

HITAVEITA AKUREYRAR

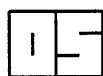
Vinnslueftirlit 1996

**Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir
Ólafur G. Flóvenz**

Unnið fyrir Hita- og Vatnsveitu Akureyrar

1997

OS-97053



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 609

Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir
Ólafur G. Flóvenz

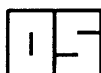
HITAVEITA AKUREYRAR

Vinnslueftirlit 1996

Unnið fyrir Hita- og Vatnsveitu Akureyrar

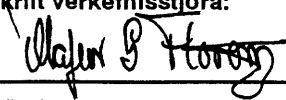
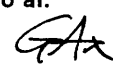
OS-97053

Október 1997

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

Skýrsla nr.: OS-97053	Dags.: Október 1997	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: HITAVEITA AKUREYRAR Vinnslueftirlit 1996	Upplag: 30	
	Fjöldi síðna: 60	
Höfundar: Guðni Axelsson Guðrún Sverrisdóttir Ólafur G. Flóvenz	Verkefnisstjóri: Ólafur G. Flóvenz	
Gerð skýrslu / Verkstig: Árlegt vinnslueftirlit	Verknúmer: 610 609	
Unnið fyrir: Hita- og Vatnsveitu Akureyrar		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Í skýrslunni er fjallað um eftirlit með jarðhitavinnslu Hitaveitu Akureyrar árið 1996, þ.e. vinnslu og vatnsborð, breytingar á vatnshita og efnainnihaldi, leiðnimælingar, orkubúskap veitunnar og framtíðarhorfur. Vinnslusvæði veitunnar eru á Botni, Ytri-Tjörnum, Syðra-Laugalandi, Glerárdal og Laugalandi á Þelamörk. Árið 1996 var heildarorkuvinnsla um 265 GWh. Þar af nam jarðhita-vinnslan um 250 GWh. Um 2% minni heildarorkuvinnsla en 1995 er aðallega vegna betra veðurfars. Ekki urðu verulegar vatnsborðsbreytingar milli ára. Breytingar á hita vatns úr vinnsluholum mældust aðeins í holum HN-10, sem hélt áfram að kólna, og LPN-11. Ekki urðu heldur marktækar breytingar á efnainnihaldi frá 1995 til 1996, ef undan eru skildar holur HN-10, en þar mælast breytingar í takt við hægfara kólnun, og LPN-11, þar sem miklar efnabreytingar hafa orðið frá upphafi nýtingar og eru merki um innstreymi kaldara vatns inn í jarðhitakerfið á Laugalandi á Þelamörk. Staða orkuöflunar Hitaveitu Akureyrar er nú vel viðunandi og í raun betri en hún hefur verið um árabíl. Útlit er fyrir að viðbótarorka þurfi að vera tiltæk á árunum 2003 - 2008.		
Lykilorð: Lághitasvæði, vinnsla, eftirlit, vatnsborð, hiti, efnastyrkur, leiðni, orkubúskapur	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: 	

ÁGRIP

Árið 1996 var heildarorkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar um 265 GWh, sem er um 2% minni vinnsla en árið 1995; og er það aðallega hagstæðu veðurfari að þakka. Jarðhitavinnslan nam um 121 l/s að jafnaði, sem jafngildir um 250 GWh, og stóð hún í stað frá árinu áður. Á jarðhitasvæðinu á Botni var heildarvinnslan jöfn áætlaðri vinnslugetu svæðisins líkt og verið hefur undanfarin ár. Á Syðra-Laugalandi var vinnslan um 80% af vinnslugetunni, og hafði enn minnkað frá fyrra ári. Á Ytri-Tjörnum jókst vinnslan töluvert frá árinu 1995 og nálgadist áætlaða vinnslugetu. Á Glerárdal og Laugalandi á Þelamörk var heildarvinnslan árið 1996 um 70% af áætlaðri vinnslugetu hvors svæðis. Vinnslan á Glerárdal minnkaði verulega frá árinu áður, en stóð í stað á Laugalandi á Þelamörk.

Ekki virðast hafa orðið verulegar vatnsborðsbreytingar á vinnslusvæðunum frá 1995 til 1996. Vatnsborð á Syðra-Laugalandi, sem hefur verið á hægri uppleið undanfarin ár, hækkaði þó lítilsháttar milli ára. Athygli vakti að á Ytri-Tjörnum lækkaði vatnsborð ekki milli ára, þrátt fyrir aukna vinnslu. Er það talið stafa af þrýstingnum milli Syðra-Laugalands og Ytri-Tjarna þannig að minnkandi vinnsla á Syðra-Laugalandi hafi jákvæð áhrif á vatnsborð á Ytri-Tjörnum. Vatnsborðsbreytingar undanfarinna ára hafa verið í samræmi við vatnsborðsspár reiknaðar 1993 og 1994, að svo miklu leyti sem hægt er að bera þær saman án útreikninga.

Ekki mældust breytingar á hita vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar árið 1996 utan þær að vatn úr holu HN-10 hélt áfram að kólna, auk þess sem meðalhiti vatns úr holu LÞN-11 mældist 0,7°C lægri 1996 en 1995. Ekki er þó enn ljóst hvort sú kólnun, sem spáð var að yrði við langtímadælingu úr holu LÞN-11, sé þar með farin að koma fram.

Fylgst er með breytingum á efnainnihaldi vatns úr vinnsluholum veitunnar á þrjá vegu. Með árlegri heilsýnatöku Orkustofnunar, ársfjórðungslegri hlutsýnatöku og nokkuð tíðum leiðnimælingum hitaveitunnar. Nokkur óvissa er þó í leiðnimælingunum fyrir árið 1996, vegna skekkju í leiðnimæli. Ekki virðast hafa orðið marktækar breytingar á efnainnihaldi milli árána 1995 og 1996, ef undan eru skildar holur HN-10 á Botni og LÞN-11 á Laugalandi á Þelamörk. Í holu HN-10 hafa síðustu ár orðið hægfare breytingar sem taldar eru í samræmi við þá kólnun sem orðið hefur í jarðhitakerfinu á Botni. Miklar efnabreytingar hafa orðið í holu LÞN-11 frá því nýting hennar hófst, sem benda til innstreymis kaldara vatns í jarðhitakerfið á Laugalandi á Þelamörk, eins og reyndar var búið að segja fyrir um.

Ef borinn er saman núverandi orkumáttur Hitaveitu Akureyrar og orkuvinnsla síðustu ára, sést að staða orkuöflunar er nú vel viðunandi og í raun betri en hún hefur verið um árabíl. Ef miðað er við að niðurdæling á Laugalandi gefi 25 GWh viðbótarorku á ári næstu árin og að æskilegt sé að orkunotkun í meðalári fari ekki yfir 90% af orkumætti veitunnar, er útlit fyrir að viðbótarorka þurfi að vera tiltæk fyrir Hitaveitu Akureyrar á árunum 2003 - 2008, ef orkunotkun vex um 1 - 2 % á ári.

Í skýrslunni er eftirfarandi lagt til: (1) að hola BÝ-3 verði í framtíðinni nýtt sem aðalvatnsborðsholan á Botni, (2) að reynt verði að mæla vatnsborð í holu GÝN-7 í vinnsluhléum, (3) að sýni verði tekið af bakrásarvatni á Reykhúsum til kísilgreiningar, (4) og að reynsla undanfarinna ára verði borin nákvæmlega saman við viðbrögð líkana af jarðhitakerfinu á Þelamörk við vinnslunni eins og hún hefur verið frá því að prófun svæðisins lauk.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	2
1. INNGANGUR	5
2. VINNSLA OG VATNSBORÐ	6
2.1 Gagnasöfnun	6
2.2 Orkuvinnsla 1996	6
2.3 Vatnsborðsbreytingar	9
3. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM	10
4. EFNAINNIHALD	21
5. LEIÐNIMÆLINGAR	36
6. ORKUBÚSKAPUR HITAVEITU AKUREYRAR 1996	46
7. FRAMTÍÐARHORFUR	53
8. HEIMILDIR	57
VIÐAUKI: Leiðrétting vatnshitamælinga	59

MYNDASKRÁ

1. Yfirlitsmynd af vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar	5
2. Vikuleg heildarvinnsla jarðhita síðustu fimm árin	7
3. Vinnsla og vatnsborð á Botni árin 1995 og 1996	11
4. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1995 og 1996	12
5. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1995 og 1996	12
6. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1995 og 1996	13
7. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1995 og 1996	13
8. Vinnsla, niðurdæling og vatnsborð á Reykhúsum árin 1995 og 1996	14
9. Vinnsla úr HN-10 og vatnsborð í HN-10 og BÝ-3 árin 1982 - 1996	14
10. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1982 - 1996	15
11. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1976 - 1996	15
12. Vatnsborð í holu HW-9 á Hrafnagili og holu GG-1 á Grísará árin 1982 - 1996	16
13. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1978 - 1996	16
14. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1982 - 1996	17
15. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1992 - 1996	17
16. Vinnsla og vatnsborð holu RWN-7 á Reykhúsum árin 1984 - 1996	18
17. Hiti vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1981 - 1996	18
18. Hiti vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1983 - 1996	19
19. Hiti vatns úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1996	19
20. Hiti vatns úr holu LJ-7 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1996	19
21. Hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi árin 1982 - 1996	20

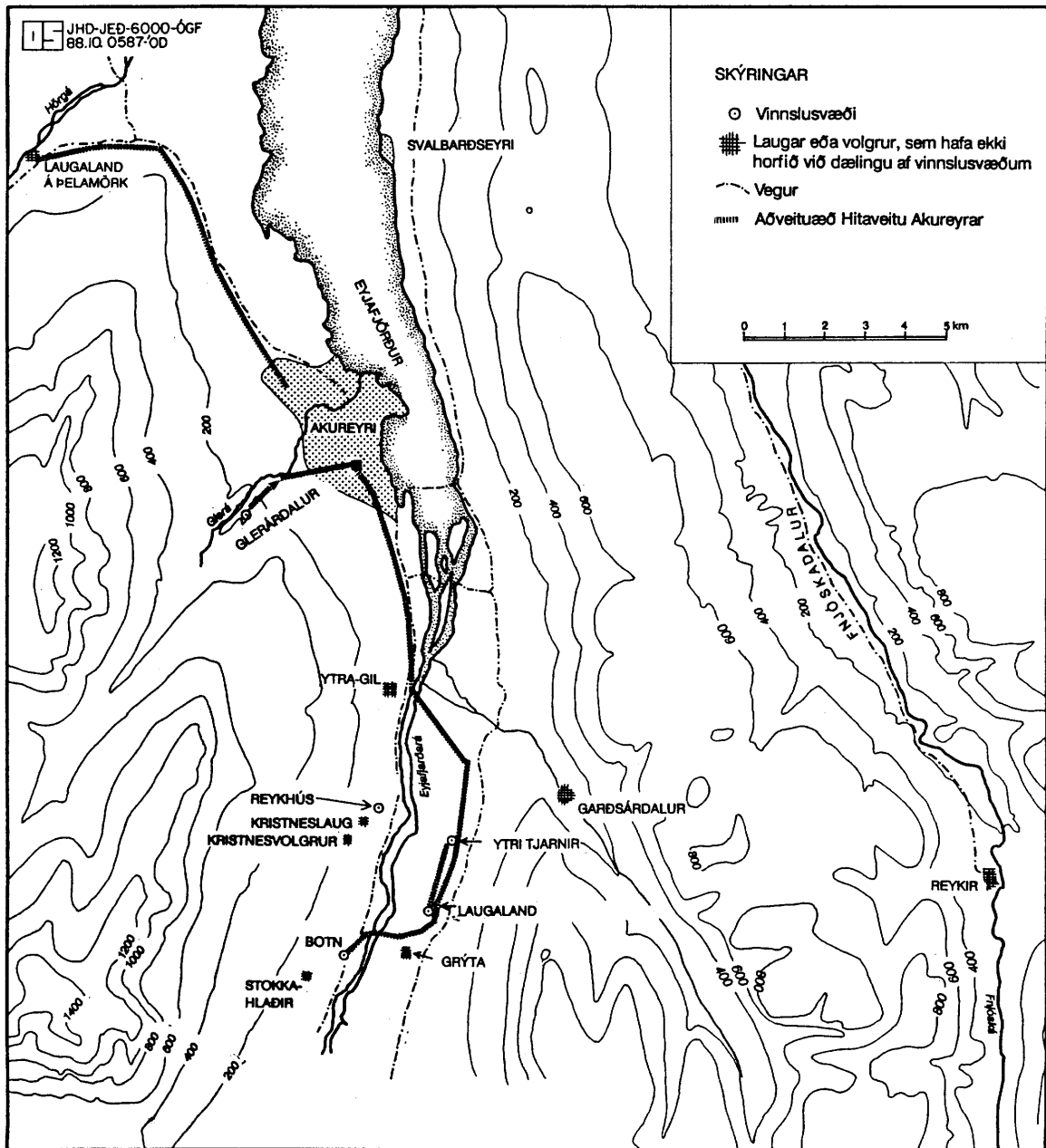
22. Hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árin 1981 - 1996	20
23. Hiti vatns úr holu GÝN-7 á Glerárdal árin 1982 - 1996	20
24. Hiti vatns úr holu LÞN-11 á Laugalandi á Þelamörk árin 1992 - 1996	21
25. Styrkur nokkurra efna í holu BN-1 sem fall af tíma	27
26. Styrkur nokkurra efna í holu HN-10 sem fall af tíma	28
27. Styrkur nokkurra efna í holu LJ-5 sem fall af tíma	29
28. Styrkur nokkurra efna í holu TN-4 sem fall af tíma	30
29. Styrkur nokkurra efna í holu RWN-7 sem fall af tíma	31
30. Styrkur nokkurra efna í holu GÝN-7 sem fall af tíma	32
31. Styrkur nokkurra efna í holu LÞN-11 sem fall af tíma	33
32. Styrkur kálíums og súlfats í holu HN-10 frá upphafi vinnslu	34
33. Styrkur kálíums og karbónats í holu TN-4 frá upphafi vinnslu	34
34. Styrkur súlfats og magnesíums í holu LÞN-11 frá upphafi vinnslu	35
35. Samanburður reiknaðs kalsedónhita og mælds hita fyrir holu LÞN-11	35
36. Mælingar Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar á leiðni vatns úr holu BN-1	39
37. Mælingar Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar á leiðni vatns úr holu HN-10	39
38. Mælingar Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar á leiðni vatns úr holu LJ-5	40
39. Mælingar Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar á leiðni vatns úr holu TN-4	40
40. Mælingar Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar á leiðni vatns úr holu GÝN-7	41
41. Mælingar Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar á leiðni vatns úr holu LÞN-11	41
42. Leiðrétt leiðni vatns og vinnsla úr holu BN-1	42
43. Leiðrétt leiðni vatns og vinnsla úr holu HN-10	42
44. Leiðrétt leiðni vatns og vinnsla úr vinnsluholum á Syðra-Laugalandi	43
45. Leiðrétt leiðni vatns og vinnsla úr holu TN-4	43
46. Leiðrétt leiðni vatns og vinnsla úr holu GÝN-7	44
47. Leiðrétt leiðni vatns og vinnsla úr holu LÞN-11	44
48. Styrkur karbónats í vatni úr holu HN-10 á Botni	45
49. Styrkur karbónats í vatni úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum	45
50. Massaflæði um kerfi Hitaveitu Akureyrar árið 1996	49
51. Orkuflæði um kerfi Hitaveitu Akureyrar árið 1996	51
52. Orkuöflun, orkuvinnsla og orkumáttur Hitaveitu Akureyrar	55

TÖFLUSKRÁ

1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1996	6
2. Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar	8
3. Leiðréttur meðalhiti vatns úr vinnsluholum 1992-1996	11
4. Jarðhitasvæðið við Botn. Efnasamsetning vatns úr holu BN-1	22
5. Jarðhitasvæðið við Botn. Efnasamsetning vatns úr holu HN-10	22
6. Jarðhitasvæðið að Laugalandi. Efnasamsetning vatns úr holum LJ-5 og LN-12	23
7. Jarðhitasvæðið að Ytri-Tjörnum. Efnasamsetning vatns úr holu TN-4	24
8. Reykhús og Glerárdalur. Efnasamsetning vatns úr holum RWN-7 og GÝN-7	25
9. Laugaland á Þelamörk. Efnasamsetning vatns úr holu LÞN-11	26
10. Efnasamsetning vatns í dreifikerfi	26
11. Samanburður leiðnimælinga	36
12. Yfirlit um ýmsa þætti varðandi orkubúskap Hitaveitu Akureyrar 1996	48

1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um eftirlit með vinnslu jarðhita á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1996. Er þetta sjöunda árlega skýrslan um vinnslueftirlitið, og er fjallað um vinnslu og vatnsborð, breytingar á hita og efnainnihaldi vatns úr vinnsluholum, leiðnimælingar og að lokum orkubúskap veitunnar árið 1996 og framtíðarhorfur. Árið 1996 vann hitaveitan heitt vatn á fimm jarðhitasvæðum: á Botni, Ytri-Tjörnum og Syðra-Laugalandi í Eyjafjarðarsveit, á Glerárdal og á Laugalandi á Þelamörk. Árið 1996 var annað árið sem hitaveitan nýtti jarðhitann á Laugalandi á Þelamörk. Mynd 1 sýnir staðsetningu þessara svæða.



Mynd 1. Yfirlitsmynd af vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar.

2. VINNSLA OG VATNSBORÐ

2.1 Gagnasöfnun

Hitaveita Akureyrar safnar vikulega gögnum um vinnslu og vatnsborð á vinnslusvæðunum. Vinnslan er mæld með aflestrum af rennslismælum og vatnsborð mælt í þeim vinnsluholum þar sem mælirör eru í lagi. Jafnframt er vatnsborð mælt í allmörgum öðrum borholum. Þær eru þó orðnar færri en var fyrir nokkrum árum. Í töflu 1 er gefið yfirlit um mælingar á vinnslu og vatnsborði í holum Hitaveitu Akureyrar árið 1996.

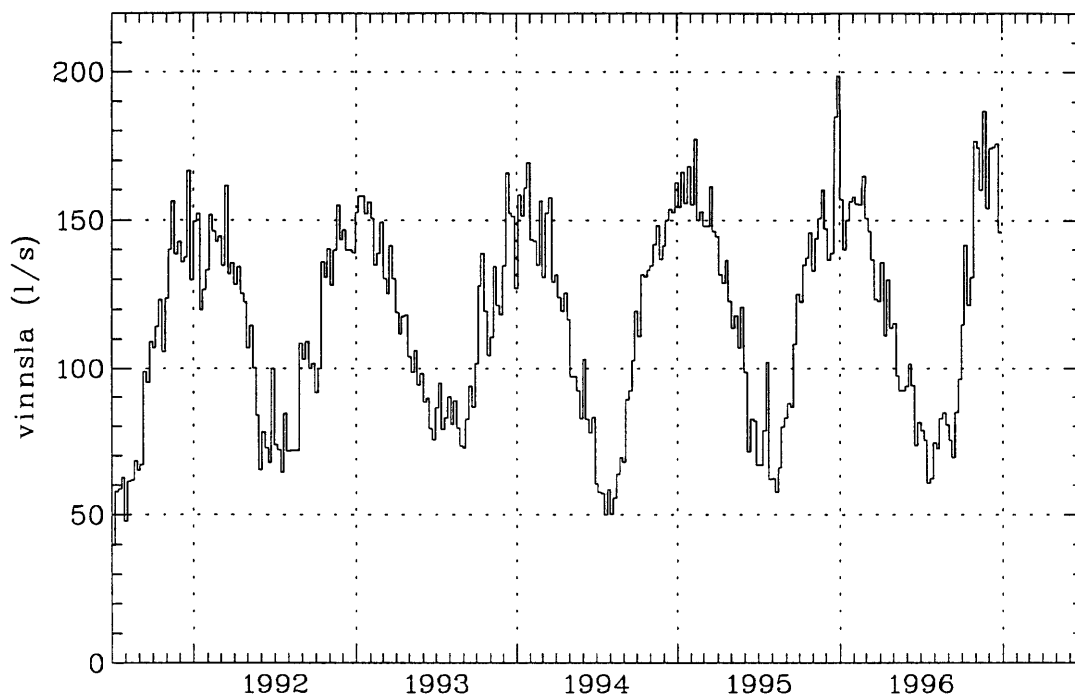
Tafla 1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1996.

Vinnslusvæði	Hola	Meðalvinnsla, augnabliksrennsli og hiti vatns	Vatnsborð
BOTN	BN-1 HN-10 BÝ-3	mælt vikulega mælt vikulega	mælirör bilað mælirör bilað mælt reglulega
SYÐRA-LAUGALAND	LJ-5 LJ-7 LN-12 LJ-8 LN-10	mælt vikulega mælt vikulega mælt vikulega	mælirör bilað mælirör bilað mælirör bilað mælt vikulega mælt vikulega
YTRI-TJARNIR	TN-4 TN-2	mælt vikulega	mælibún. bilaður mælt vikulega
GLERÁRDALUR	GÝN-7	mælt vikulega	mælt vikulega
LAUGALAND Á ÞELAMÖRK	LÞN-11	mælt vikulega	mælt vikulega
REYKHÚS GRÍSARÁ	RWN-7 GG-1	u.þ.b. hálfsmán.lega	u.þ.b. hálfsmán.lega mælt reglulega

2.2 Orkuvinnsla 1996

Í töflu 2 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu og orkuvinnslu á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar, ásamt annarri orkuvinnslu, til og með árinu 1996. Tölur um orkuvinnslu eru reiknaðar út frá sömu forsendum og í síðustu vinnsluefirlitsskýrslum (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994b). Mynd 2 sýnir vikumeðaltöl heildarvinnslu jarðhita síðustu fimm árin. Ef eingöngu er litið til jarðhitavinnslunnar sést á töflunni að örlítið dró úr ársmeðalvinnslunni (í l/s) frá árinu 1995, en orkuvinnslan (í GWh) var óbreytt. Í reynd má segja að jarðhitavinnslan hafi nokkurn veginn staðið í stað árið 1996, eftir að hafa aukist töluvert á árinu 1995, miðað við næstu þrjú árin þar á undan. Samtals var dælt um 121 l/s að meðaltali úr jarðhitasvæðunum fimm og nam heildarorkuvinnslan á þessum svæðum alls um 250 Gígawattstundum (GWh). Á Botni var meðalvinnslan mjög ná-

lægt meðalvinnslu undangenginna ára. Á Syðra-Laugalandi hélt ársmeðalvinnslan áfram að minnka líkt og undanfarin fimm ár, en á Ytri-Tjörnum var meðalvinnslan töluvert meiri árið 1996 en árið 1995. Á Glerárdal dró verulega úr vinnslunni, en á Laugalandi á Þelamörk stóð ársmeðalvinnslan nokkurn veginn í stað.



Mynd 2. Vikuleg heildarvinnsla jarðhita síðustu fimm árin.

Eins og undanfarin ár var vatn úr borholum hitaveitunnar á Reykhúsum í Eyjafjarðarsveit og Reykjum í Fnjóskadal jafnframt nýtt til staðbundinnar hitunar. Auk þess hafa um 1,5 l/s af frárennslisvatni verið látnir renna í holu RW-9 á Reykhúsum frá því í byrjun október 1995. Þess ber að geta að vinnslan á Syðra-Laugalandi var í raun nokkru minni en kemur fram í töflunni. Er það vegna þess að heitt vatn er látið renna niður í þær vinnsluholur, sem ekki eru í notkun hverju sinni. Er talið að það niðurrennsli jafngildi u.þ.b. 1 l/s að meðaltali á ári.

Til viðbótar orkuvinnslu á jarðhitasvæðunum voru varmadætur og rafskautakatlar hitaveitunnar nýttir til orkuframleiðslu. Orkuframleiðsla varmadælnanna var um 7,8 GWh á síðasta ári, sem er nokkru minna en árið 1995. Auk þess voru 7,3 GWh framleiddar í rafskautakötlunum tveimur. Heildarorkuframleiðslan árið 1996 var því 264,9 GWh, sem er um 2% minni framleiðsla en árið áður.

Minni orkuvinnsla, eða orkuframleiðsla, árið 1996 en árið 1995 skýrist aðallega af hagstæðara veðurfari.

Ef litið er á vinnslu á einstökum vinnslusvæðum árið 1995 og hún borin saman við tölur yfir áætlaða vinnslugetu svæðanna til aldamóta, sem birtar eru í töflu 2, sést að árið 1996 var vinnslan á Botni nákvæmlega jöfn áætlaðri vinnslugetu. Vinnsla á Syðra-Laugalandi var tæplega 80% af áætlaðri vinnslugetu. Vinnsla á Ytri-Tjörnum var mjög nálægt áætlaðri vinnslugetu. Á Glerárdal og Laugalandi á Þelamörk var vinnslan milli 70 og 73% af langtíma vinnslugetu svæðanna.

Tafla 2. Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar. Við umreikning í gígavattstundir (GWh) er miðað við nýtingu í 27°C.

Ár	Botn 82-86°C		Syðra- Laugaland 95°C		Ytri- Tjarnir 81°C		Glerár- dalur 60°C		Laugaland á Þelamörk 91°C		Samtals		Varma- dætur	Raf- skauta- katlar	Svart- olíu- ketill	Heildar- orku- vinnsla
	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
1981	3,8	8,0	82,1	197,6	41,6	80,3	3,3	3,9	0,0	0,0	130,8	289,8	0,0	0,0	0,0	289,8
1982	28,5	58,8	65,8	158,4	28,1	54,3	23,4	27,9	0,0	0,0	145,8	299,4	0,0	0,0	0,0	299,4
1983	33,0	68,7	50,4	121,3	36,2	69,9	30,0	35,8	0,0	0,0	149,6	295,7	0,0	0,0	0,0	295,7
1984	32,7	68,7	38,3	92,4	35,0	67,8	27,3	32,7	0,0	0,0	133,3	261,6	13,5	0,0	0,0	275,1
1985	30,8	63,8	39,7	95,6	24,9	48,1	23,1	27,6	0,0	0,0	118,5	235,1	19,8	0,0	0,0	254,9
1986	30,3	62,5	30,9	74,4	21,7	41,9	18,8	22,4	0,0	0,0	101,7	201,2	15,1	0,0	0,0	216,3
1987	30,6	62,7	34,7	83,5	18,5	35,7	15,6	18,6	0,0	0,0	99,4	200,5	13,1	0,0	0,0	213,6
1988	28,4	58,6	42,5	102,6	19,6	37,9	15,3	18,3	0,0	0,0	105,8	217,4	12,3	0,0	0,0	229,7
1989	29,9	61,0	43,8	105,4	18,7	36,1	13,5	16,1	0,0	0,0	105,9	218,6	14,0	0,0	0,0	232,6
1990	28,9	58,8	47,2	113,6	19,1	36,9	15,9	19,0	0,0	0,0	111,1	228,3	12,3	0,0	0,0	240,6
1991	28,1	56,6	44,0	105,9	20,8	40,2	14,5	17,3	0,0	0,0	107,4	220,0	12,3	0,0	0,0	232,3
1992	29,5	59,3	42,0	101,3	30,1	58,3	12,9	15,4	0,0	0,0	114,5	234,3	9,6	0,0	0,0	243,9
1993	29,8	59,4	42,3	101,8	26,2	50,6	16,0	19,1	0,0	0,0	114,3	230,9	11,5	1,4	1,2	245,0
1994	30,7	60,8	41,3	99,4	25,5	49,2	12,1	14,4	4,9	11,2	114,5	235,0	10,9	4,6	0,0	250,5
1995	29,6	58,0	38,2	91,9	24,6	47,5	16,2	19,3	14,0	32,0	122,6	248,9	9,2	11,6	0,0	269,7
1996	30,0	58,3	36,1	87,1	30,9	59,8	10,5	12,6	13,8	31,3	121,3	249,1	7,8	7,4	0,0	264,3
Vinnslugeta til 2005	30,0	58,3	46,0	110,8	33,0	63,8	15,0	17,9	19,0	43,2	143,0	294,6	12,0	14,0		320,6
Meðalnýting 1996 (%)	100	100	79	79	94	94	70	70	73	73	85	85	65	53		82

2.3 Vatnsborðsbreytingar

Vinnslu- og vatnsborðsgögn ársins 1996 fyrir hin fimm vinnslusvæði Hitaveitu Akureyrar, ásamt Reykhúsum, eru birt á myndum 3 - 8 hér á eftir. Þar eru gögn ársins 1995 einnig birt til samanburðar. Á myndum 9 - 16 eru svo birt vinnslu- og vatnsborðsgögn frá upphafi vinnslu fyrir hvert svæðanna og fyrir holu RWN-7 á Reykhúsum. Þar eru auk þess birt gögn um vatnsborð í holum GG-1 á Grísará og HW-9 á Hrafnagili (myndir 11 og 12).

Á vinnslusvæðunum fimm urðu vatnsborðsbreytingar árið 1996 eins og hér greinir:

- Vatnsborð í holu HN-10 á **Botni** var ekki mælt, því mælirör í holunni hefur verið bilað frá því í byrjun árs 1994. Í stað hennar var vatnsborð mælt nokkuð reglulega í holu BÝ-3 á síðasta ári. Eðlilegt er að hún verði áfram nýtt sem eftirlitshola, enda sú hola á Botni sem næst er vinnsluholunum, og er hér með lögð áhersla á það að vatnsborð verði mælt vikulega í holu BÝ-3 í framtíðinni. Mynd 9 sýnir vatnsborð í holu HN-10 til 1994 og þær mælingar sem til eru úr holu BÝ-3. Samkvæmt myndinni virðist lítil sem enginn langtímaniðurdráttur hafa orðið í jarðhitakerfinu á Botni síðasta áratuginn a.m.k. Er það í samræmi við núverandi hugmyndalíkan kerfisins, en þar er gert ráð fyrir því að kaldara innrennsli, ásamt innstreymi jarðhitavats af meira dýpi, hafi náð jafnvægi við meðalvinnslu síðustu ára (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1996). Kalda innrennslið veldur því hins vegar að grynustu æðar vinnsluholnanna kólna með tíma.
- Eftir að vatnsborð á **Syðra-Laugalandi** lækkaði mjög í byrjun árs 1994, eða niður á 190 m dýpi í holu LJ-8, hefur það verið á hægri uppleið. Er það vegna minnkandi vinnslu á Syðra-Laugalandi síðustu árin (tafla 2). Í lok vetrar 1996 fór vatnsborð í holu LJ-8 dýpst í 177 m samanborið við 185 m árið áður, en sumarið 1996 fór það hæst í 97 m. Sumarið 1995 fór það hins vegar hæst í 110 m dýpi.
- Árið 1996 fór vatnsborð á **Ytri-Tjörnum** lægst í lok ársins, eða niður á 290 m dýpi í holu TN-2. Árið 1995 fór vatnsborð lægst í lok vetrar, einnig niður á 290 m dýpi. Engin vatnsborðslækkun hefur því orðið frá 1995 til 1996, þrátt fyrir verulega aukningu í vinnslu (tafla 2) milli þessara ára. Ekkert sumarhlé var gert á dælingu á síðasta ári, einungis mánaðarhlé vegna dælubílnar. Það að engin vatnsborðslækkun greinist á Ytri-Tjörnum þrátt fyrir þessa aukningu vekur athygli, en stafar líklegast af minnkandi vinnslu á Syðra-Laugalandi. Minni vinnsla þar veldur vatnsborðshækkun á Ytri-Tjörnum, sem vegur upp á móti þeirri vatnsborðslækkun sem ella hefði orðið vegna vaxandi vinnslu. Minna má á það að í byrjun árs 1996 sáust greinileg tengsl milli þessara svæða eins og fjallað var um í vinnslueftirlitsskýrslu fyrir árið 1995. Útbúnaður til vatnsborðsmælinga í holu TN-4 var bilaður allt árið 1995.
- Vatnsborð á **Glerárdal** hefur lítið breyst frá ári til árs undanfarið. Í lok árs 1996 stóð vatnsborð um 10 m hærra en á sama tíma árið áður. Það stafar af lengra sumarhléi árið 1996 en árið 1995. Vatnsborð var ekki mælt í holu GÝN-7 í sumarhléinu 1996 og væri rétt að bæta úr því næsta sumar. Vatnsborð hefur ekki verið mælt í holu GÝ-5 undanfarin ár, eins og gert var áður fyrr.
- Eftir að vinnsla hófst á **Laugalandi á Pelamörk**, í nóvember 1994 hefur vatnsborð í holu LÞN-11 sveiflast í takt við vinnsluna. Það hefur jafnframt haldist ofan 160 m dýpis, og ekki er hægt að greina langtímaniðurdrátt í vatnsborðsgögnum úr holunni.

Ekkert óvenjulegt kemur fram í vatnsborðsmælingum síðasta árs, ef undan eru skilin tengslin sem virðist hafa orðið vart milli Syðra-Laugalands og Ytri-Tjarna. eru mælingarnar í samræmi við vatnsborðsspár sem reiknaðar voru fyrir fjögur vinnslusvæðanna í byrjun árs 1993 (Ólafur G. Fló-

venz o.fl., 1993), að svo miklu leyti sem hægt er að bera mælingarnar og spárnar saman án útreikninga. Jafnframt virðast vatnsborðsbreytingar á Laugalandi á Þelamörk vera sambærilegar eða minni en gera hefði mátt ráð fyrir samkvæmt vatnsborðsspám reiknuðum að lokinni prófun svæðisins (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994a). Áhugavert væri að bera reynslu undanfarinna ára nákvæmlega saman við viðbrögð líkananna af jarðhitakerfinu á Þelamörk við vinnslunni eins og hún hefur verið.

Á myndum 11 og 12 sést greinilega að vatnsborð í holum HW-9 og GG-1 breytist, eins og hingað til, í takt við vinnslu og vatnsborð á Syðra-Laugalandi. Reyndar var vatnsborð í þeirri fyrrnefndu ekki mælt árið 1996. Á það bæði við um árssveiflur og langtímabreytingar. Vatnsborð í þessum holum hefur greinilega farið hækkandi frá 1994 eftir að draga tók úr vinnslu á Syðra-Laugalandi.

Vatnsborð og vinnsla á Reykhúsum er sýnd á myndum 8 og 16. Langtímabreytingar í holu RWN-7 hafa virst fylgja langtímabreytingum á Ytri-Tjörnum, en vatnsborðstoppur og aðrar skammtímabreytingar fylgja bæði breytingum í vinnslu úr holunni sjálfri og breytingum á Ytri-Tjörnum. Frá því í byrjun október 1995 hafa um 1,5 l/s af frárennslisvatni verið látnir renna í holu RW-9 á Reykhúsum, eins og sýnt er á mynd 8. Þar sjást áhrif niðurrennslisins (niðurdælingarinnar) greinilega í hækkun vatnsborðs í holu RWN-7, sem virðist nema u.þ.b. 20 m.

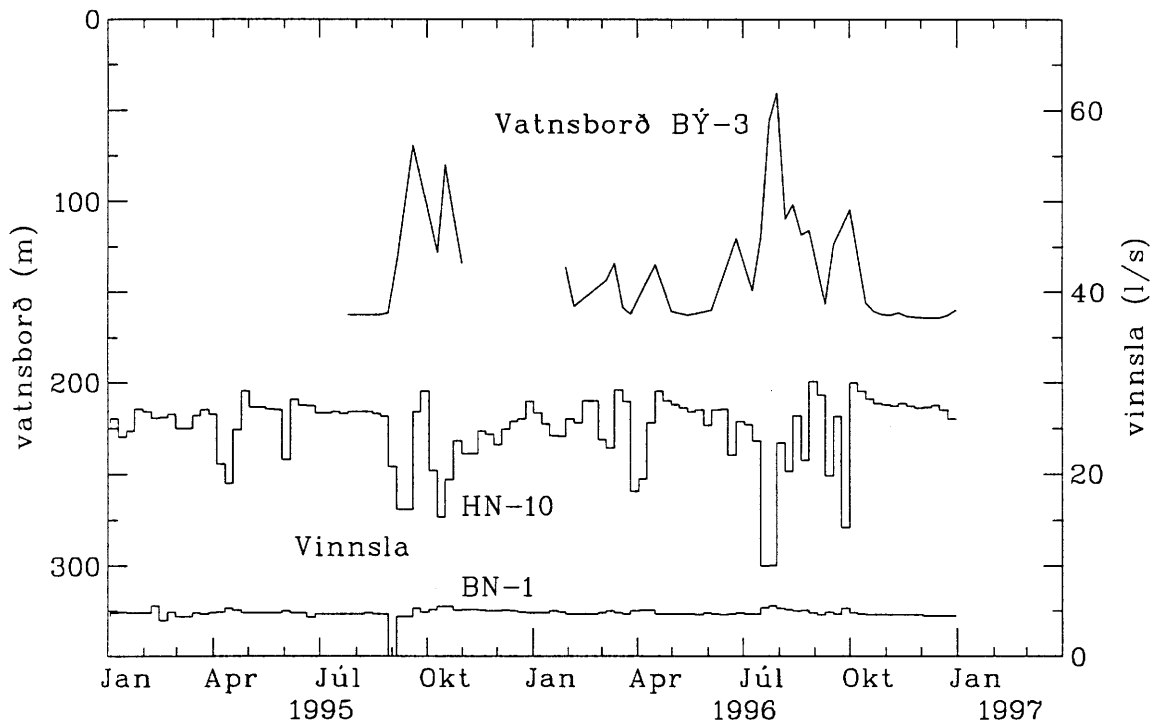
3. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM

Hiti vatns úr öllum vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar er mældur vikulega, og eru mánaðarmeðaltöl hitamælinga úr einstökum holum, allt frá árinu 1981, sýnd á myndum 17 - 24 (bls. 20 - 23). Jafnframt er ársmeðalhiti vatnsins úr sömu holum síðustu fimm árin birtur í töflu 3 hér að neðan. Á myndunum og í töflunni eru birt leiðrétt gildi, því nokkrum sinnum hefur verið skipt um hitamæla eða aðrar breytingar gerðar, sem valdið hafa innbyrðis ósamræmi í mælingunum (sjá viðauka). Frá því í lok árs 1995 mælist hiti vatns úr holu BN-1 tæpum 2°C lægri en að öllu jöfnu hafði mælst, væntanlega vegna einhverra breytinga í mælinum, og voru eldri gildi leiðrétt til samræmis við nýjustu mælingarnar.

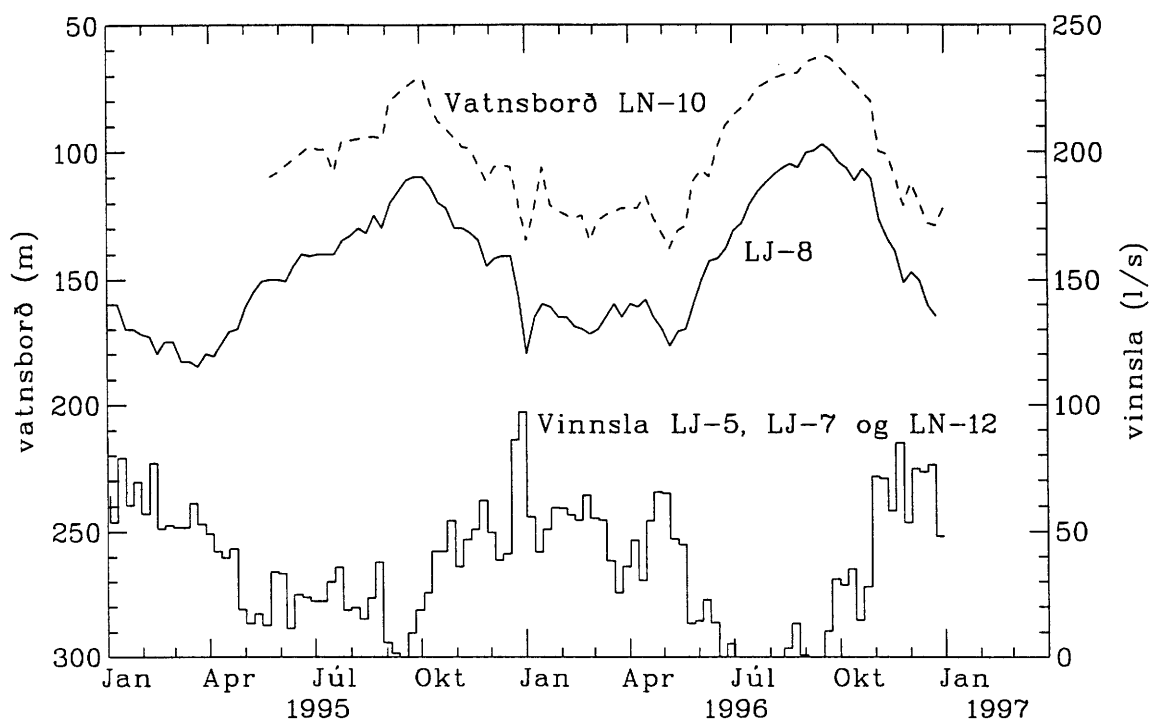
Eins og áður þá eru einu verulegu breytingarnar á vatnshita þær að hiti vatns úr holu HN-10 heldur áfram að lækka, og er meðalhitinn um 0,7°C lægri 1996 en 1995. Meðalhiti vatns úr holu LÐN-11 er einnig um 0,7°C lægri 1996 en 1995. Ekki er ljóst hvort hér er um hægfara lækkun að ræða, eins og spáð hefur verið (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994a), eða áhrif breytilegrar vinnslu. Næstu ár skera úr um það. Hiti vatns úr holu LJ-5 fór lækkandi á árinu 1996, en hiti vatns úr henni hefur alltaf sveiflast nokkuð og gæti lækkunin tengst breytingum í vinnslu. Hiti vatns úr öðrum holum breyttist ekki marktækt á síðasta ári.

Tafla 3. Leiðréttur meðalhiti vatns úr vinnsluholum 1992-1996 (°C).

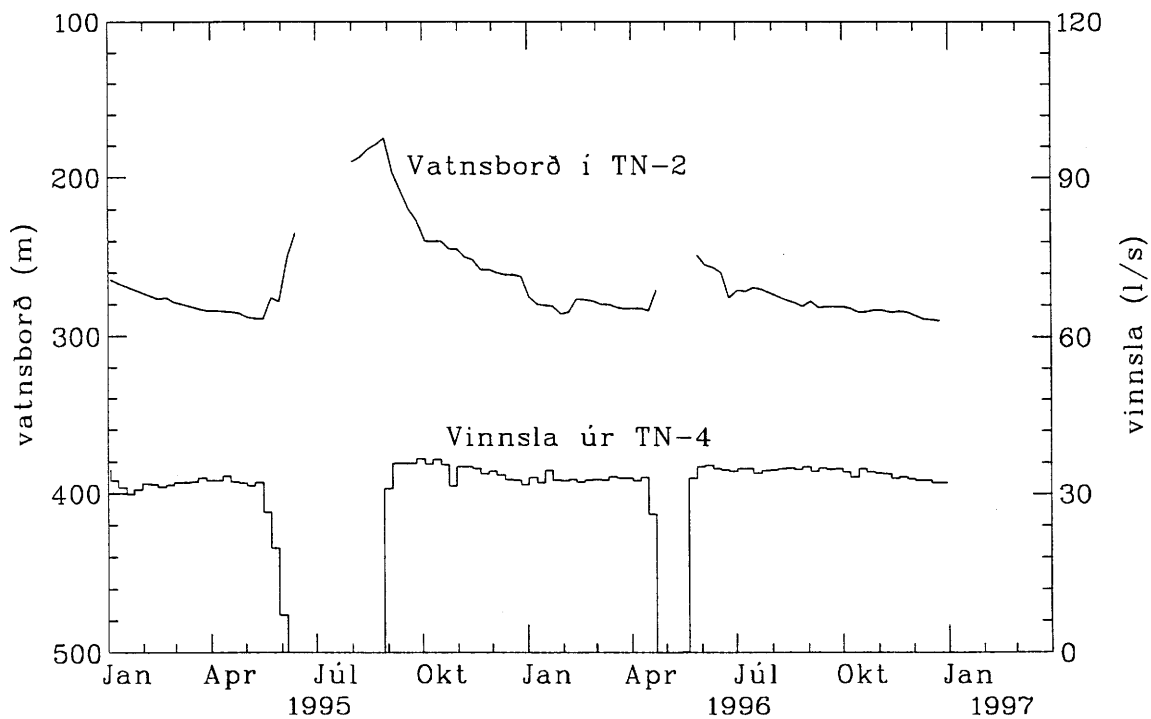
Vinnsluhola	1992	1993	1994	1995	1996
HN-10 Botni	81,0	80,8	80,5	80,1	79,4
BN-1 Botni	91,3	91,8	91,8	91,3	91,8
LJ-5 S-Laugalandi	93,9	94,1	94,1	94,1	93,3
LJ-7 S-Laugalandi		94,8	94,2	94,1	94,3
LN-12 S-Laugalandi	96,0	95,8	95,8	96,0	96,0
TN-4 Ytri-Tjörnum	81,1	81,0	80,7	80,6	80,6
GÝN-7 Glerárdal		60,0	60,0	60,0	60,3
LPN-11 Laugalandi á Þelamörk			91,1	91,4	90,7



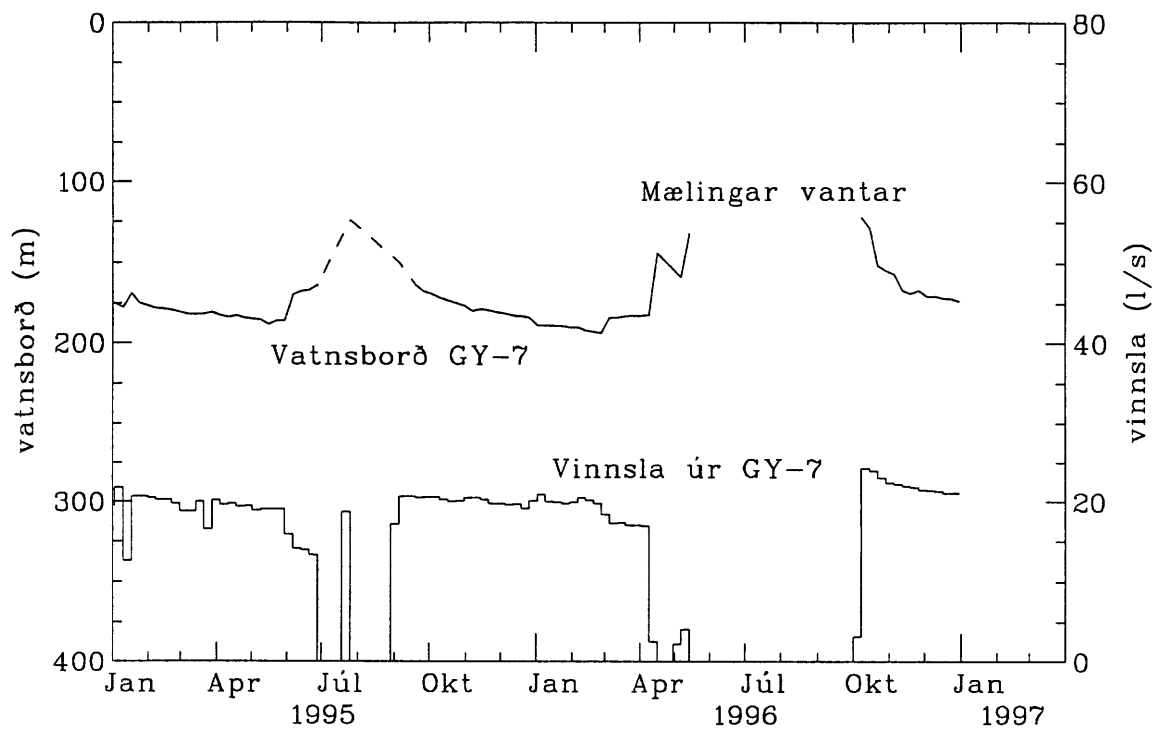
Mynd 3. Vinnsla og vatnsborð á Botni árin 1995 og 1996.



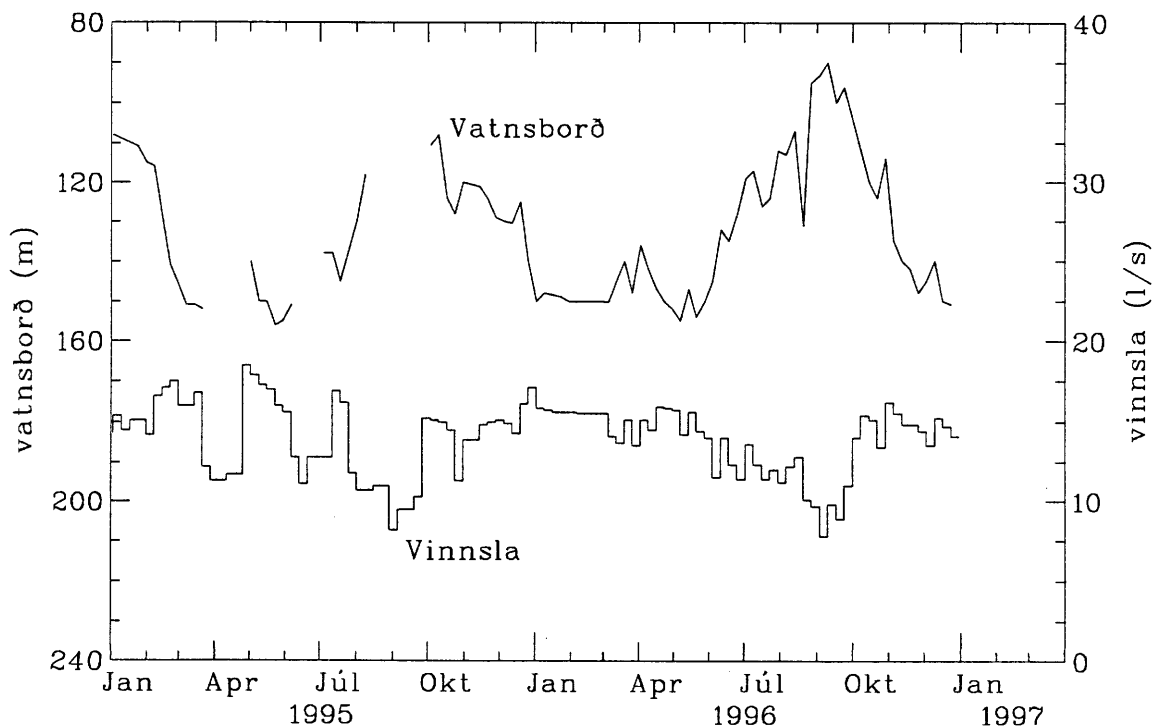
Mynd 4. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1995 og 1996.



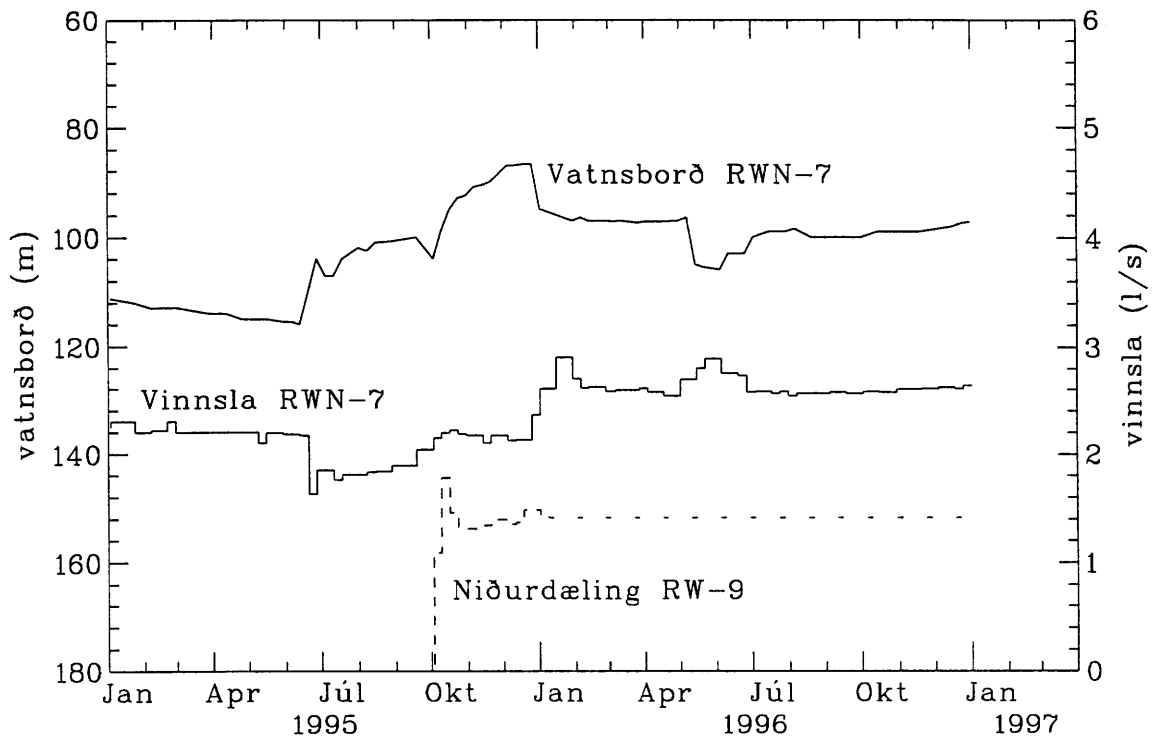
Mynd 5. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1995 og 1996.



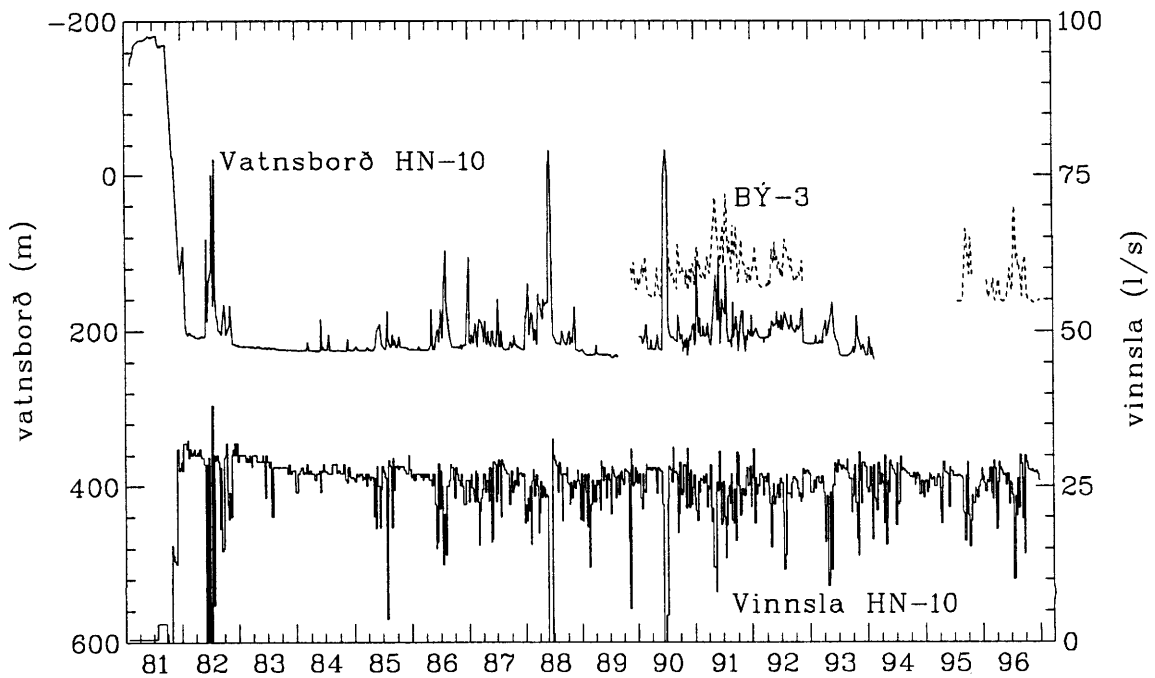
Mynd 6. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1995 og 1996.



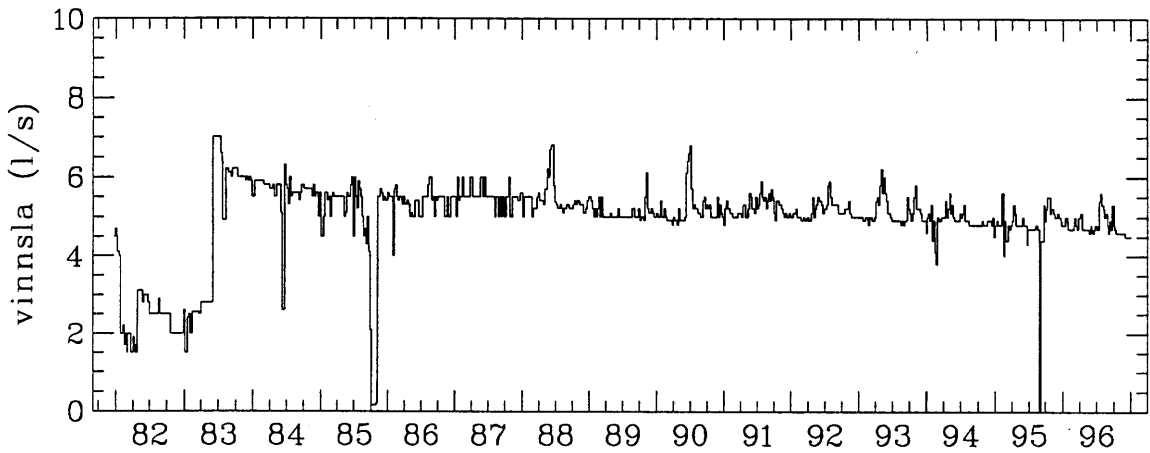
Mynd 7. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1995 og 1996.



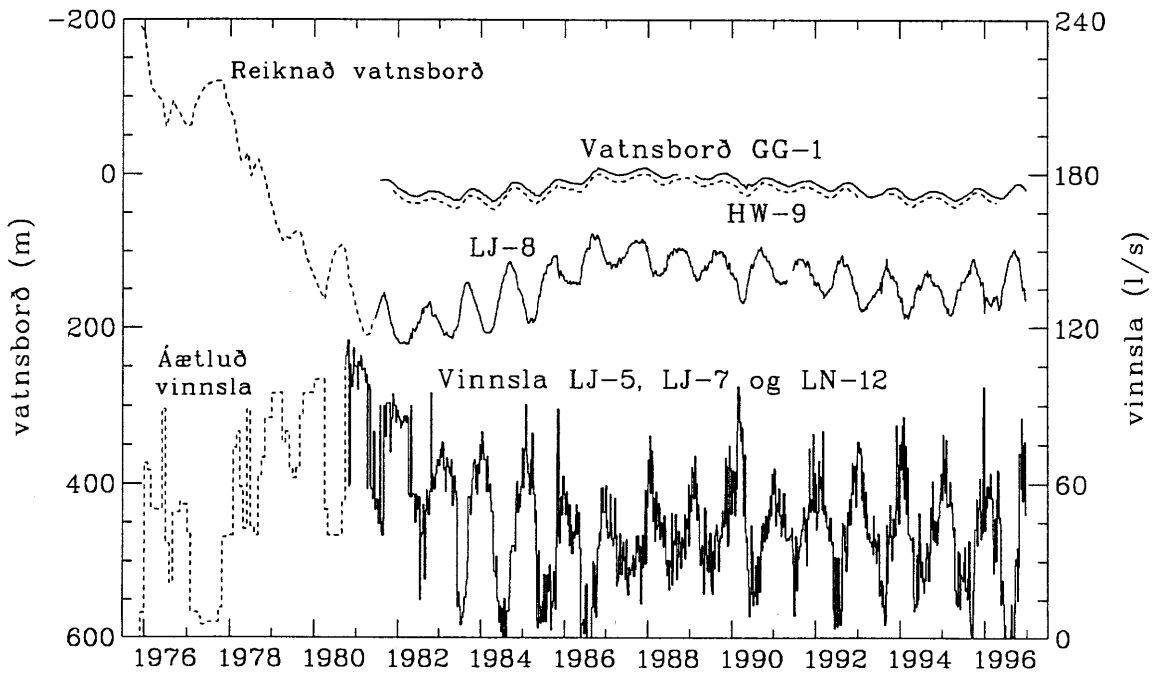
Mynd 8. Vinnsla, niðurdæling og vatnsborð á Reykhúsum árin 1995 og 1996.



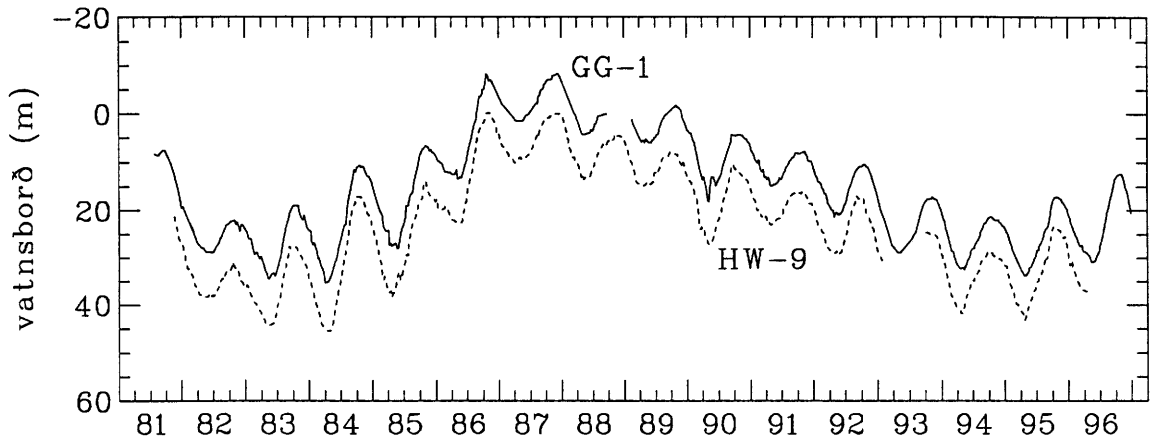
Mynd 9. Vinnsla úr HN-10 og vatnsborð í HN-10 og BÝ-3 árin 1982 - 1996.



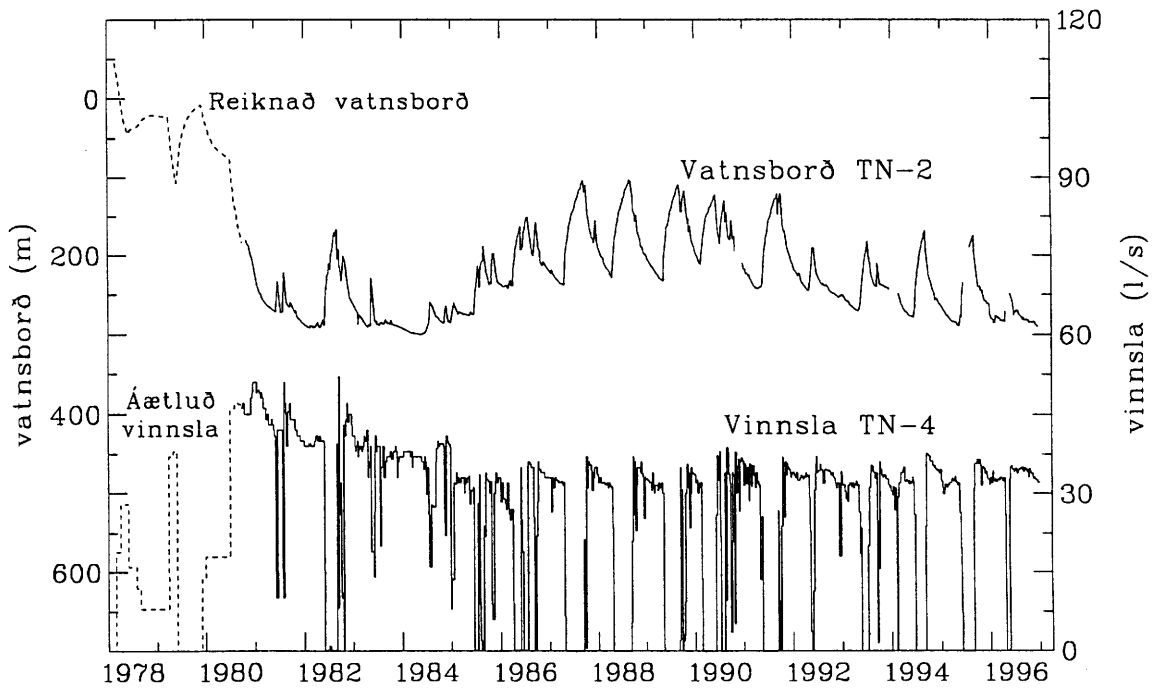
Mynd 10. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1982 - 1996.



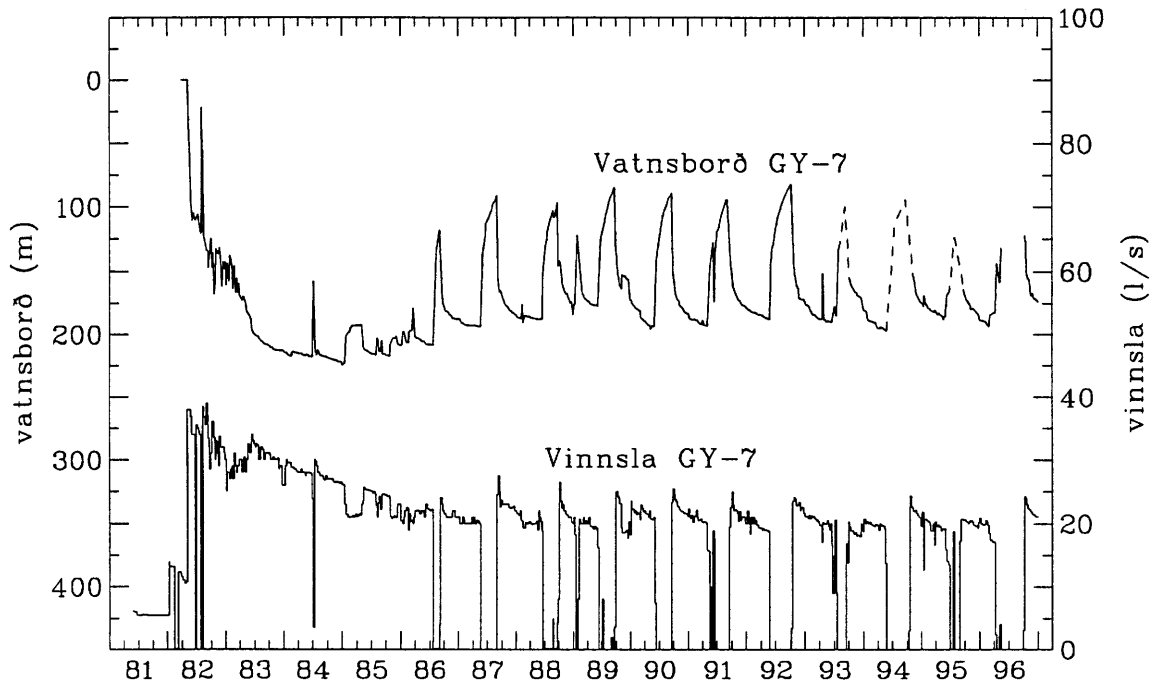
Mynd 11. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1976 - 1996 og vatnsborð í holum GG-1 og HW-9.



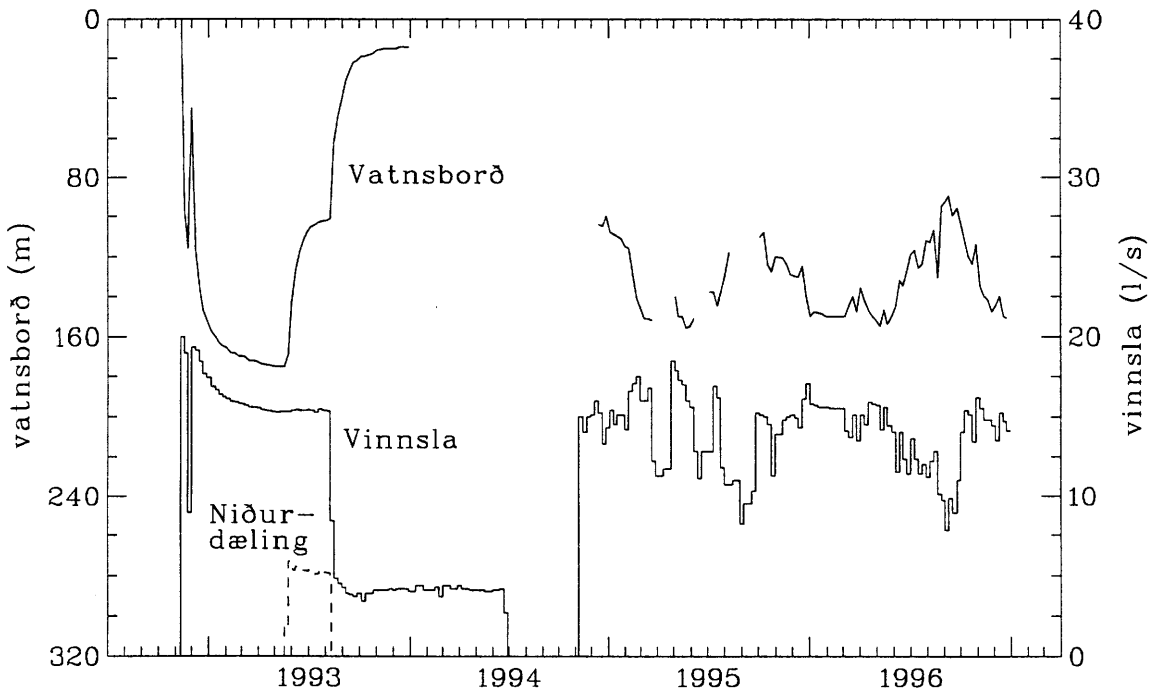
Mynd 12. Vatnsborð í holu HW-9 á Hrafnagili og holu GG-1 á Grísar árin 1982 - 1996.



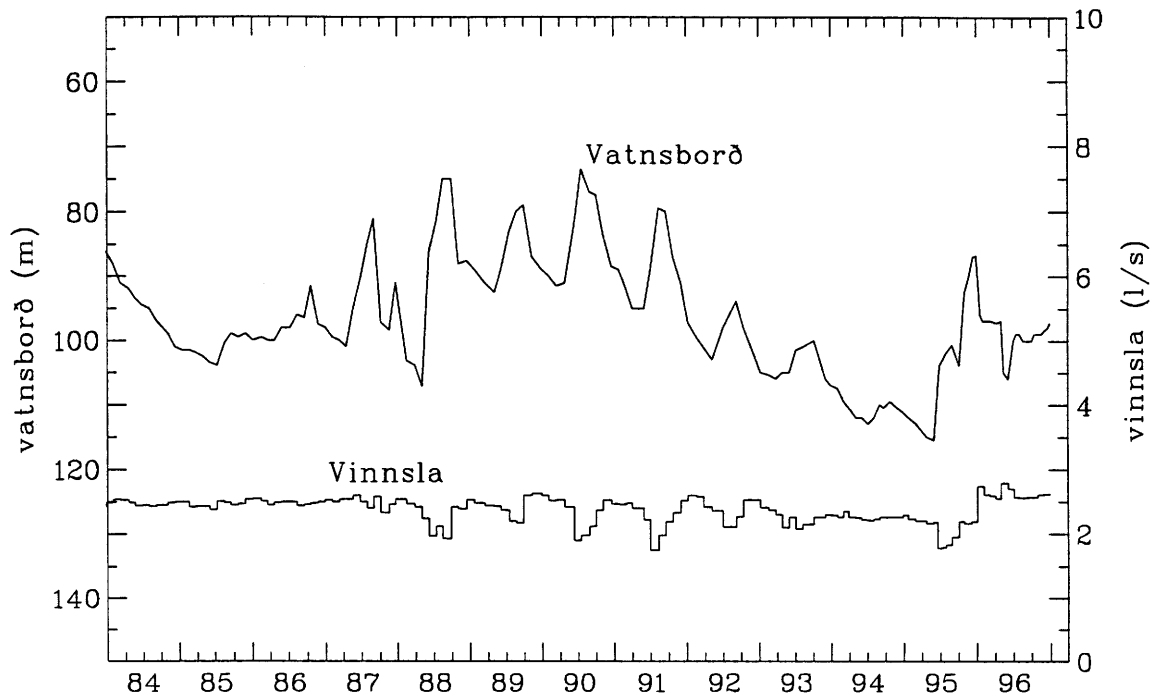
Mynd 13. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1978 - 1996.



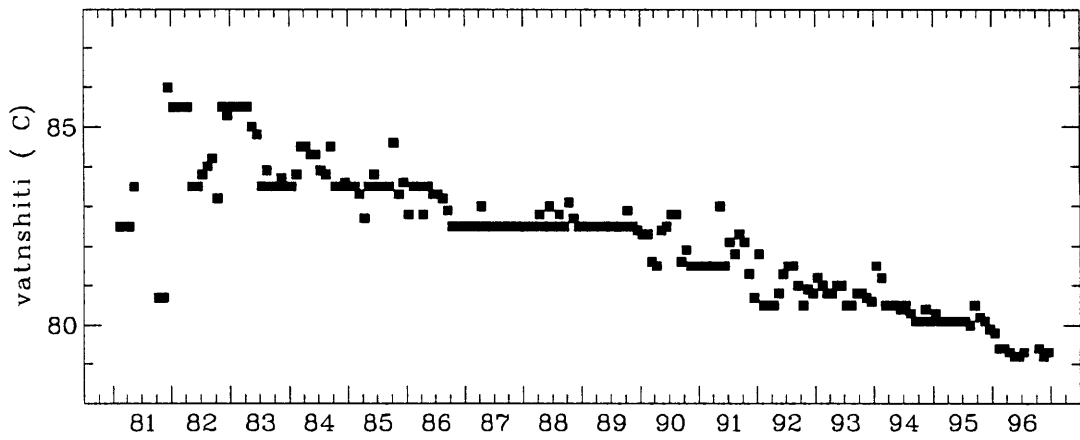
Mynd 14. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1982 - 1996.



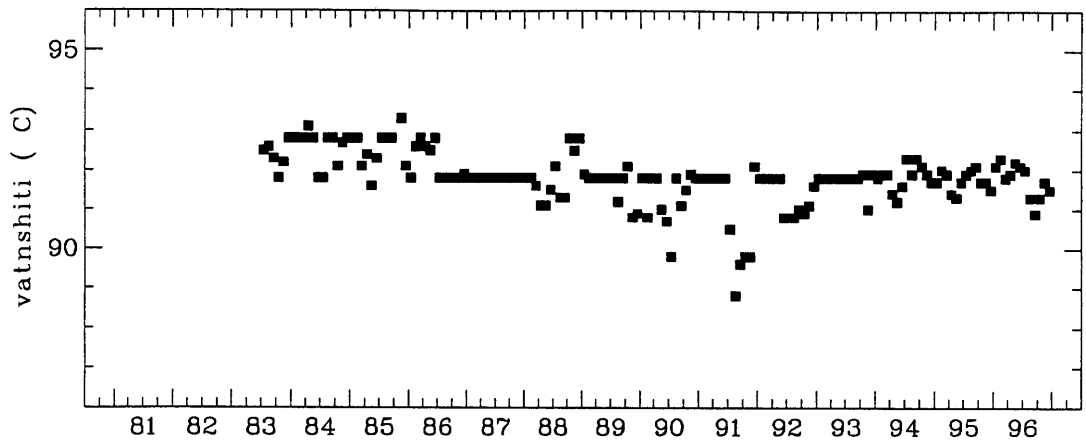
Mynd 15. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Pelamörk árin 1992 - 1996.



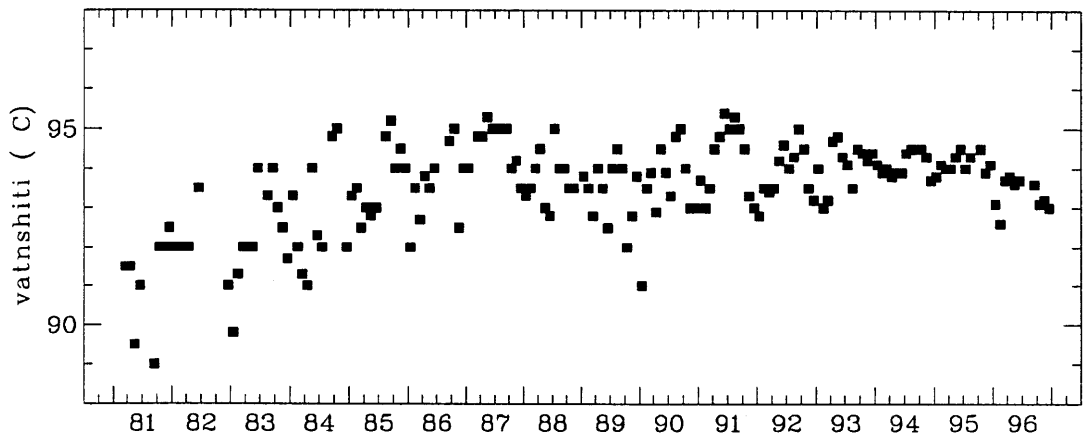
Mynd 16. Vinnsla og vatnsborð holu RWN-7 á Reykhúsum árin 1984 - 1996.



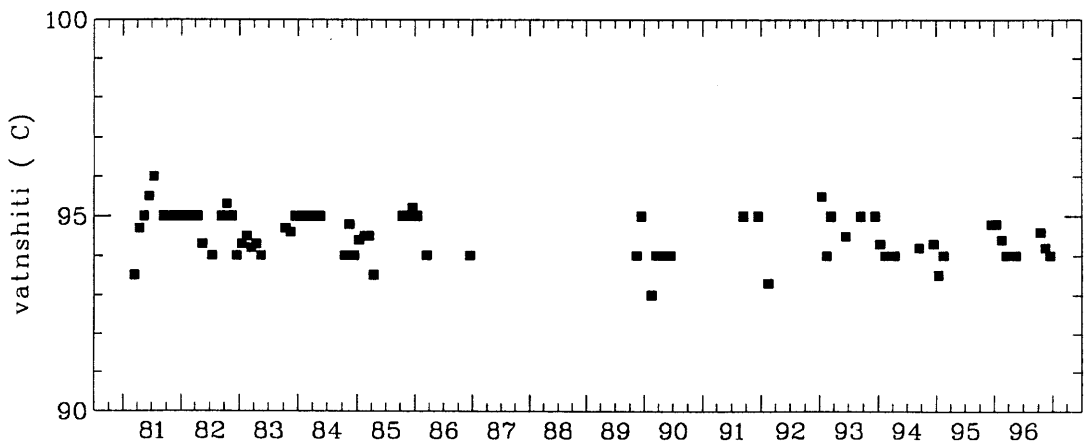
Mynd 17. Hiti vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1981 - 1996.



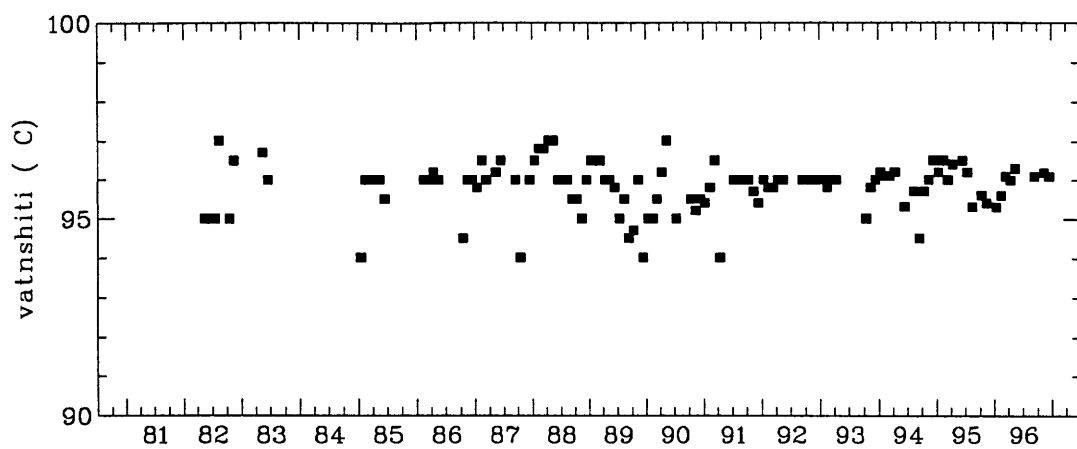
Mynd 18. Hiti vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1983 - 1996.



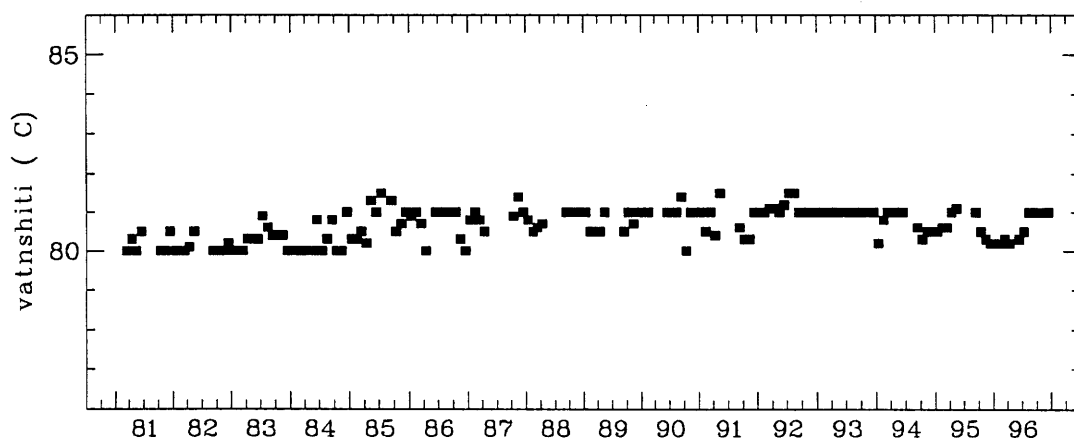
Mynd 19. Hiti vatns úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1996.



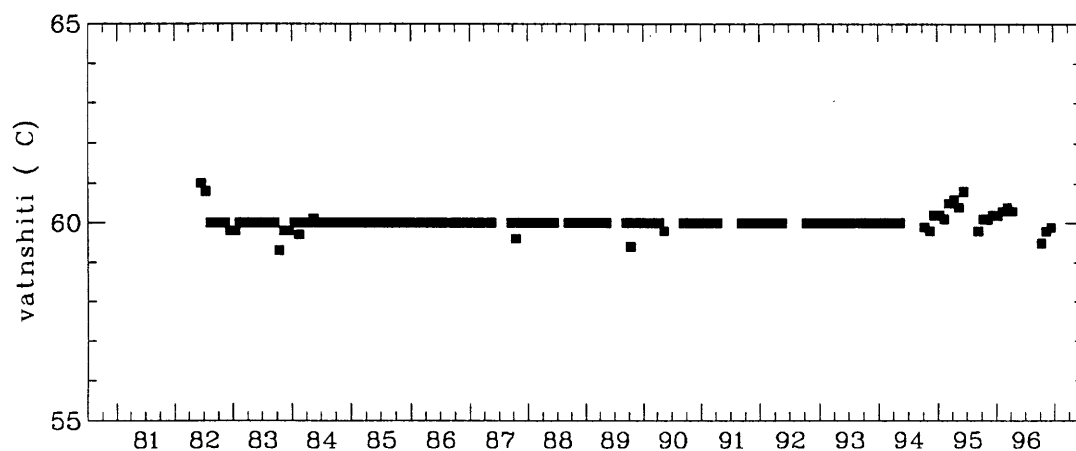
Mynd 20. Hiti vatns úr holu LJ-7 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1996.



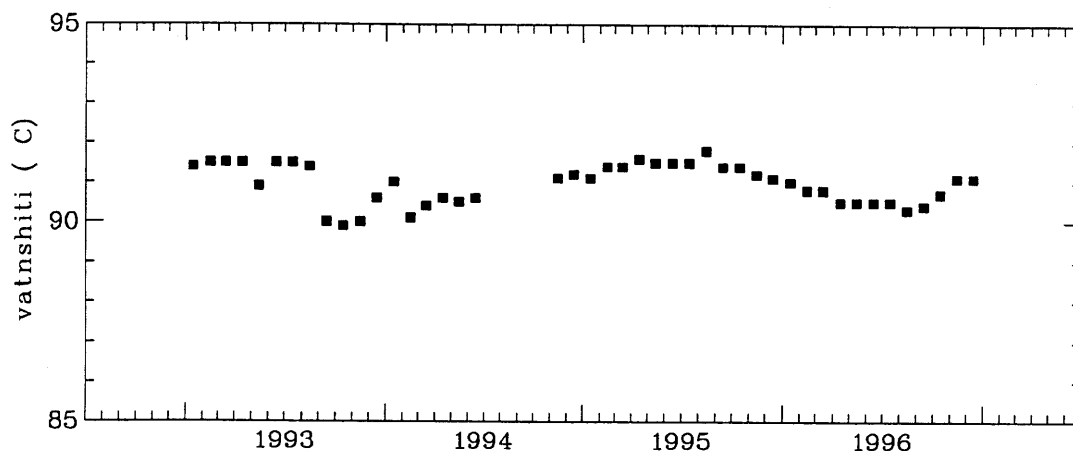
Mynd 21. Hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi árin 1982 - 1996.



Mynd 22. Hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árin 1981 - 1996.



Mynd 23. Hiti vatns úr holu GÝN-7 á Glerárdal árin 1982 - 1996.



Mynd 24. Hiti vatns úr holu LPN-11 á Laugalandi á Þelamörk árin 1992 - 1996.

4. EFNAINNIHALD

Undanfarin ár hefur efnaeftirliti Hitaveitu Akureyrar verið hagað þannig að starfsmenn Orkustofnunar hafa tekið sýni til heildarefnagreininga úr helstu vinnsluholunum einu sinni á ári, í október eða nóvember. Árið 1996 var þessu breytt á þann hátt að nú eru heilsýnin tekin í lok vetrar, þegar vinnsla hefur verið í hámarki í nokkurn tíma. Væntanlega gefur það betri mynd af efnaástandi vatnsins við hámarksnýtingu. Að öðru leyti var efnaeftirlitið óbreytt. Sýni til hlutgreininga voru tekin úr vinnsluholunum í júlí og nóvember. Starfsmenn Orkustofnunar mældu styrk súlfíts og súrefnis í dælustöð veitunnar á Akureyri að venju, svo og styrk brennisteinsvetnis í vatni frá Þelamörk. Þá sá starfsmaður Hitaveitunnar um vikulega mælingu á leiðni úr öllum vinnsluholum. Niðurstöður heilgreininga og hlutgreininga eru birtar í töflum 4 - 9. Síðan eru niðurstöður greininga fjögurra aðalefna vatnsins teiknaðar á myndum 25 - 31 ásamt greiningum úr holunum frá upphafi vinnslu. Á þeim ætti að sjást í fljótu bragði ef einhverjar breytingar hafa orðið. Þá eru myndir 32 - 35 dregnar upp til nánari skýringar.

Jarðhitasvæðið við Botn

Töflur 4 og 5 sýna niðurstöður efnagreininga vatnssýna sem tekin voru á árinu úr holum BN-1 og HN-10, ásamt greiningu heilsýna frá 1995 til samanburðar. Mynd 25 sýnir breytingar í fjórum aðalefnum í holu BN-1 frá upphafi vinnslu. Engin marktæk breyting sést á árinu 1996, frekar en undanfarin ár.

Tafla 4. Jarðhitasvæðið við Botn. Efnasamsetning vatns úr holu BN-1 (mg/l).

Hola	BN-01			
	95-11-08 Númer 95-0310	96-03-28 96-0064	96-07-02 96-0156	96-11-05 96-0394
Hiti (°C)	91,0	91,7	92,0	91,2
Sýrustig (pH/°C)	9,87/17,3	9,82/21,8	-	-
Kísill (SiO ₂)	89,6	91,1	91,5	90,1
Natríum (Na)	54,5	56,1	-	-
Kalíum (K)	1,1	1,2	-	-
Kalsíum (Ca)	4,5	4,4	-	-
Magnesium (Mg)	0,000	0,002	0,007	0,003
Karbónat (CO ₂)	19,8	19,3	-	-
Súlfat (SO ₄)	51,4	54,8	54,6	52,7
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,09	0,09	-	-
Klóríð (Cl)	11,7	11,8	11,9	11,9
Flúoríð (F)	0,58	0,56	0,58	0,59
Brómíð (Br)	-	-	-	-
Bór (B)	-	0,18	-	-
Uppleyst efni	233	241	-	-
Súrefni (O ₂)	0	0	-	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,78	-13,81	-13,79	-13,81

- ekki mælt

Tafla 5. Jarðhitasvæðið við Botn. Efnasamsetning vatns úr holu HN-10 (mg/l).

Hola	HN-10			
	95-11-08 Númer 95-0309	96-03-28 96-0063	96-07-02 96-0157	96-11-05 96-0398
Hiti (°C)	-	79,2	79,2	79,6
Sýrustig (pH/°C)	9,93/16,9	9,88/21,9	-	-
Kísill (SiO ₂)	71,0	70,4	71,0	70,5
Natríum (Na)	46,3	46,3	-	-
Kalíum (K)	0,7	0,7	-	-
Kalsíum (Ca)	3,6	3,4	-	-
Magnesium (Mg)	0,000	0,003	0,006	0,003
Karbónat (CO ₂)	28,8	23,1	-	-
Súlfat (SO ₄)	36,3	37,2	36,3	36,5
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,07	0,07	-	-
Klóríð (Cl)	7,8	7,6	7,7	7,7
Flúoríð (F)	0,50	0,52	0,51	0,50
Brómíð (Br)	-	-	-	-
Bór (B)	-	0,14	-	-
Uppleyst efni	158	201	-	-
Súrefni (O ₂)	0	0	-	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,56	-13,45	-13,56	-13,54

- ekki mælt

Mynd 26 sýnir breytingar í styrk sömu efna í holu HN-10. Þar sjást ekki heldur breytingar árið 1996, en áberandi eru sveiflur í styrk flúoríðs líkt og reyndar í holu BN-1, auk hægfara breytinga frá upphafi vinnslu. Þegar unnið er úr þeim gögnum sem safnað er við efnaeftirlit er rýnt í öll gögn og greiningar þó ekki séu þau öll teiknuð upp. Svo virðist sem styrkur súlfats og kalíums lækki fljótt ef um kólnun í jarðhitakerfi er að ræða, einkum virðist kalíum næmt fyrir breytingum. Þá hækkar styrkur magnesíums strax ef um innrennsli af köldu grunnvatni er að ræða, beint inn í eða mjög nálægt viðkomandi holu. Magnesíum og súlfat eru mæld ársfjórðungslega, en kalíum aðeins í heilsýnum. Ekki sjást breytingar á styrk þessara efna árið 1996 fremur en öðrum, en sú hægfara breyting sem hefur komið fram við vinnslu úr holunni sést jafnvel greinilegar í þessum efnum en öðrum, einkum kalíum (sjá mynd 32). Þetta er í samræmi við þá kólnun sem hefur orðið á vatni úr holunni, en ekki virðist þó um að ræða beint innstreymi grunnvatns mjög nærri holunni, þar sem styrkur magnesíums hækkar ekki.

Syðra-Laugaland

Tafla 6 sýnir niðurstöður greininga sem voru gerðar á árinu úr holum LN-12 og LJ-5 á Laugalandi, ásamt greiningu heilsýnis úr LJ-5 frá 1995 til samanburðar. Eitt heilsýni var tekið úr holu LJ-5 í mars 1996 og sitt hlutsýnið úr hvorri holu í nóvember. Mynd 27 sýnir breytingar á styrk aðalefnanna í vatni úr holu LJ-5, frá upphafi vinnslu úr holunni. Ekki virðast hafa orðið neinar marktækar breytingar á árinu 1996, en þó þarf að hafa í huga að aðeins voru tekin 3 sýni úr þremur vinnsluholum á Laugalandi árið 1996.

Tafla 6. Jarðhitasvæðið að Laugalandi. Efnasamsetning vatns úr holum LJ-5 og LN-12 (mg/l).

Hola	LN-12	LJ-05		
Dagsetning	96-11-05	95-11-08	96-03-28	96-11-05
Númer	96-0401	95-0313	96-0062	96-0396
Hiti (°C)	96,1	93,6	93,2	93,1
Sýrustig (pH/°C)	-	9,88/17,3	9,79/21,7	-
Kísill (SiO ₂)	97,3	98,8	97,6	98,0
Natríum (Na)	-	53,4	54,2	-
Kalíum (K)	-	1,1	1,2	-
Kalsíum (Ca)	-	2,9	2,8	-
Magnesíum (Mg)	0,002	0,00	0,001	0,001
Karborat (CO ₂)	-	13,1	21,0	-
Súlfat (SO ₄)	37,5	38,6	40,1	39,0
Brennist.vetni (H ₂ S)	-	0,09	0,09	-
Klóríð (Cl)	11,7	13,6	14,2	13,1
Flúoríð (F)	0,41	0,38	0,42	0,38
Uppleyst efni	-	243	245	-
Súrefni (O ₂)	-	0	0	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,34	-13,31	-13,26	-13,30

- ekki mælt

Ytri-Tjarnir

Tafla 7 sýnir niðurstöður greininga ársins 1996 á vatni úr holu TN-4 að Ytri-Tjörnum, ásamt greiningu heilsýnis frá 1995. Mynd 28 sýnir samanburð við fyrri ár. Ekki sést að mikið hafi breyst nema ef vera skyldi að klóríðstyrkur hafi hækkað lítillega frá og með árinu 1991. Þegar betur er skoðað sést að kalíum hefur lækkað örlítið á sama tíma og karbónatstyrkur þokast hægt upp (mynd 33). Þessar breytingar eru mjög litlar og nánar verður rætt um þær í kafla um leiðni-mælingar hér á eftir.

Tafla 7. Jarðhitasvæðið að Ytri-Tjörnum. Efnasamsetning vatns úr holu TN-4 (mg/l).

Hola	TN-04			
	95-11-08 Númer 95-0312	96-03-28 96-0061	96-07-02 96-0159	96-11-05 96-0395
Hiti (°C)	80,2	81,1	80,2	81,0
Sýrustig (pH/°C)	10,0/17,1	9,91/21,7	-	-
Kísill (SiO ₂)	88,8	87,6	88,1	88,3
Natríum (Na)	56,9	57,4	-	-
Kalíum (K)	0,7	0,9	-	-
Kalsíum (Ca)	3,9	3,6	-	-
Magnesíum (Mg)	0,00	0,002	0,003	0,001
Karbónat (CO ₂)	15,4	17,6	-	-
Súlfat (SO ₄)	45,6	47,4	46,7	45,9
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,08	0,07	-	-
Klóríð (Cl)	15,6	15,7	15,6	15,7
Flúoríð (F)	0,43	0,46	0,45	0,44
Uppleyst efni	220	249	-	-
Súrefni (O ₂)	0	-	-	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-14,01	-13,94	-13,93	-13,98

- ekki mælt

Reykhús og Glerárdalur

Tafla 8 sýnir niðurstöður greininga úr RWN-7 og GÝN-7 á síðasta ári, ásamt greiningu heilsýnis úr GÝN-7 frá 1995 til samanburðar. Mynd 29 sýnir styrk helstu efna í holu RWN-7 á vinnslutím-anum. Sýnataka úr þessari holu er mjög strjál og hefur ekki verið tekið heilsýni úr henni frá því 1994. Styrkur kísils mælist áberandi lágur í nóvember 1996, án þess að álíka breytingu sé að sjá í öðrum efnum. Ekki er ólíklegt að hér sé um áhrif niðurrennslisins í holu RW-9 að ræða, sem hófst í lok árs 1995. Lagt er til að tekið verði sýni af niðurrennslisvatninu til greininga á styrk kísils m.a. efna.

Mynd 30 sýnir styrk helstu efna í holu GÝN-7 frá upphafi vinnslu. Ekki hefur orðið marktæk breyting þar undanfarin ár.

Laugaland á Þelamörk

Tafla 9 sýnir efnasamsetningu vatns úr holu LÞN-11 frá árinu 1996, ásamt greiningu heilsýnis frá 1995. Á mynd 31 sést að þetta er eina hola sem hefur breyst marktækt, hvað efnasamsetningu varðar, milli árana 1995 og 1996, og raunar einnig frá fyrri hluta árs 1996 til síðari hlutans. Á myndinni sjáum við að styrkur kísils, klóríðs og flúoríðs hefur lækkað og hlutfall súrefnisísótópa hækkað. Ef fleiri efni eru skoðuð sést að styrkur súlfats lækkar, en styrkur magnesíums hækkar (sjá mynd 34). Þessar efnabreytingar eru í samræmi við innstreymi kaldara vatns í jarðhitakerfið, sem reyndar var búið að spá eftir prófun holunnar 1993 (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1994). Það að magnesíum hækkar sker raunar úr um það að hér er um kalt grunnvatn að ræða en ekki kaldara jarðhitavatn, og að innstreymið er nálægt holunni. Þetta innstreymi er vissulega lítið, og nær að hitna upp áður en það kemur upp úr holunni. Hins vegar hefur reiknað kalsedónhitastig lækkað jafnt og þétt á vinnslutímanum, vegna innstreymisins, eins og sést vel á mynd 35.

Tafla 8. Reykhús og Glerárdalur. Efnasamsetning vatns úr holum RWN-7 og GÝN-7 (mg/l).

Hola	RWN-07	GÝN-07		
Dagsetning Númer	96-11-05 96-0399	95-11-08 95-0311	96-03-29 96-0066	96-11-05 96-0400
Hiti (°C)	76,3	60,1	60,5	59,5
Sýrustig (pH/°C)	-	10,04/16,9	9,98/21,5	-
Kísill (SiO ₂)	89,1	76,2	75,7	74,2
Natríum (Na)	-	48,8	49,1	-
Kalíum (K)	-	0,5	0,6	-
Kalsíum (Ca)	-	2,7	2,5	-
Magnesíum (Mg)	0,002	0,00	0,001	0,005
Karborat (CO ₂)	-	17,7	23,9	-
Súlfat (SO ₄)	45,7	31,5	33,0	32,1
Brennist. vetni (H ₂ S)	-	0,06	0,06	-
Klóríð (Cl)	12,2	10,9	10,6	11,5
Flúoríð (F)	0,55	0,59	0,59	0,60
Brómíð (Br)	-	-	-	-
Bór (B)	-	-	0,21	-
Uppleyst efni (TDS)	-	194	205	-
Súrefni (O ₂)	-	0	-	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-14,01	-13,89	-13,85	-13,84

- ekki mælt

Aðrar athuganir á efnasamsetningu í mars 1996.

Hluti af árlegu efnaeftirliti sem starfsmenn Orkustofnunar annast, og nú fór fram í tengslum við heilsýnatökuna í mars 1996, eru mælingar á súrefnisstyrk í veitukerfinu og eftirlit með því hvort nægilegu súlfíti sé bætt í vatnið til að eyða súrefni. Þá er einnig mælt brennisteinsvetni í veitunni, en byrjað var á því eftir að vinnsla á Laugalandi á Þelamörk hófst. Þessar mælingar voru

gerðar í dælustöð í Þórunnarstræti og í Sjafnarhúsi þar sem vatnið frá Þelamörk kemur inn í bæinn. Tafla 10 sýnir niðurstöður þessarar mælinga.

Ekkert súrefni mældist á þessum stöðum. Í Sjafnarhúsi mældist jafn mikið brennisteinsvetni og úr holu LÞN-11, sem sýnir að ekkert súrefni kemur inn í lögninni þaðan. Súlfít sem er mælt er raunar sá afgangur af íblönduninni sem er í vatninu þegar það hefur eytt því súrefni sem kemur hugsanlega inn í lögnunum. Nægilegt þykir að afgangurinn sé 2-3 mg/l til að súrefni sé örugglega eytt. Styrkurinn sem mældist í Þórunnarstræti má því ekki lægri vera. Þetta er þó svipað og mælt hefur undanfarin ár og hefur nægt til að halda kerfinu súrefnissnauðu. Ef hins vegar kæmi fram óvæntur súrefnisleki væri súlfítið sem eftir er fljótt að hverfa. Súlfít sem mældist í Sjafnarhúsi er neðan greiningarmarka.

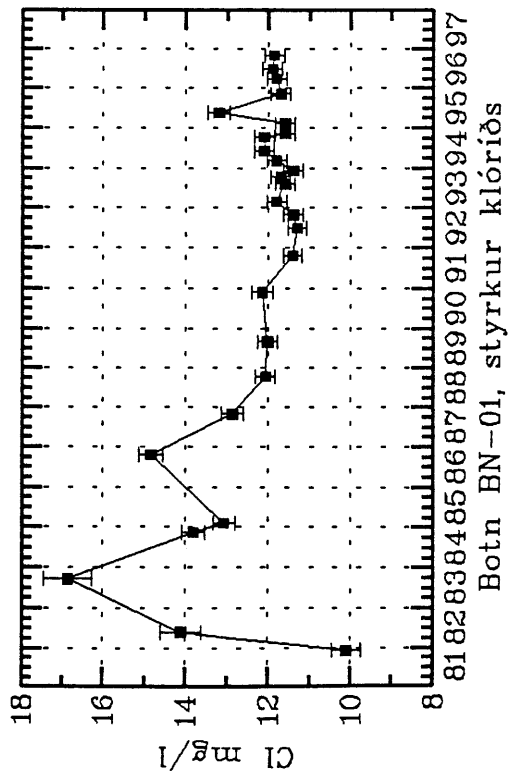
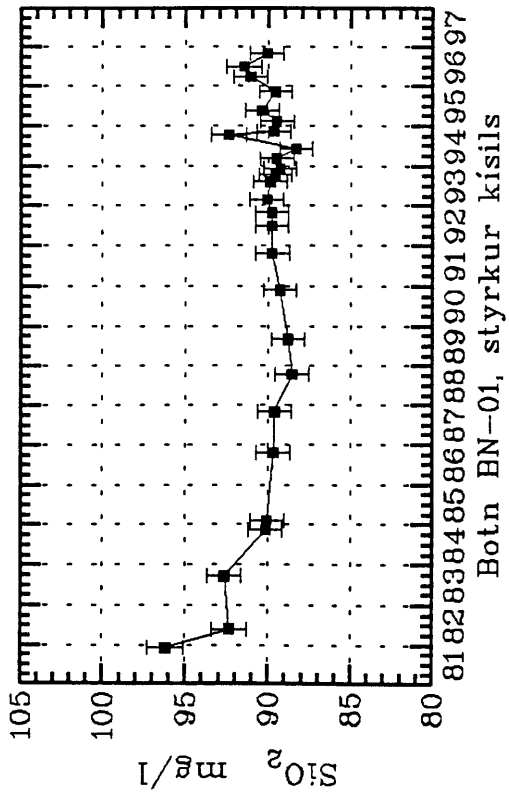
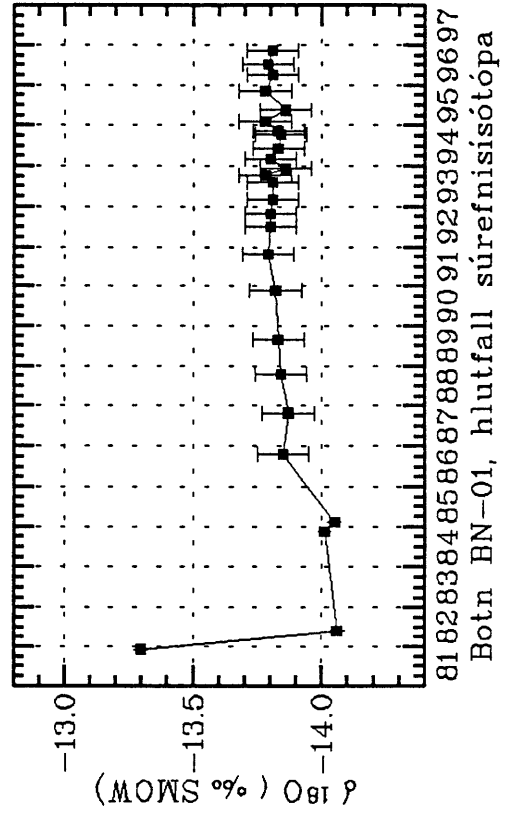
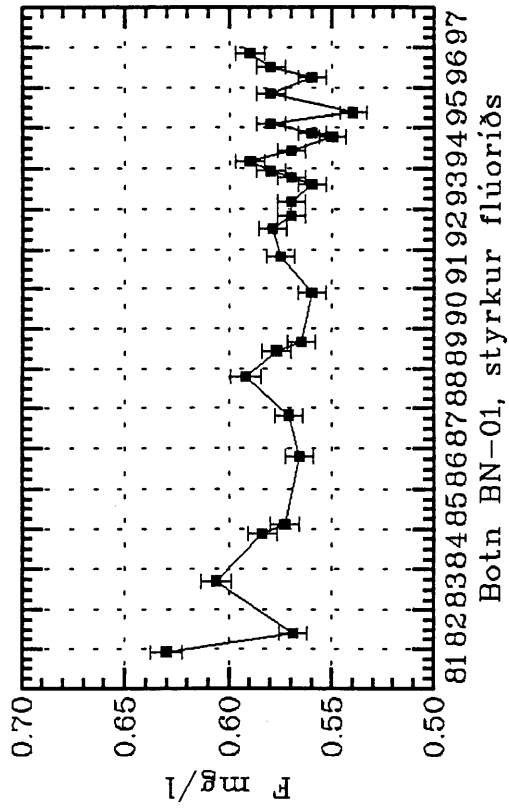
Tafla 9. Laugaland á Þelamörk. Efnasamsetning vatns úr holu LÞN-11 (mg/l).

Dagsetning Númer	95-11-15 95-0321	96-03-28 96-0065	96-07-02 96-0158	96-11-05 96-397
Hiti (°C)	90,1	89,7	90,2	91,2
Sýrustig (pH/°C)	9,89/16,6	9,81/21,7	-	-
Kísill (SiO ₂)	122,1	121,2	122,0	118,8
Natríum (Na)	55,5	55,5	-	-
Kalíum (K)	1,2	1,3	-	-
Kalsíum (Ca)	1,9	1,7	-	-
Magnesíum (Mg)	0,009	0,007	0,005	0,015
Karbónat (CO ₂)	24,2	26,9	-	-
Súlfat (SO ₄)	24,3	25,1	24,6	22,9
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,17	0,18	-	-
Klóríð (Cl)	12,8	11,6	11,7	11,3
Flúoríð (F)	0,75	0,70	0,75	0,70
Uppleyst efni (TDS)	229	258	-	-
Súrefni (O ₂)	0	0	-	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,98	-13,96	-13,88	-13,90

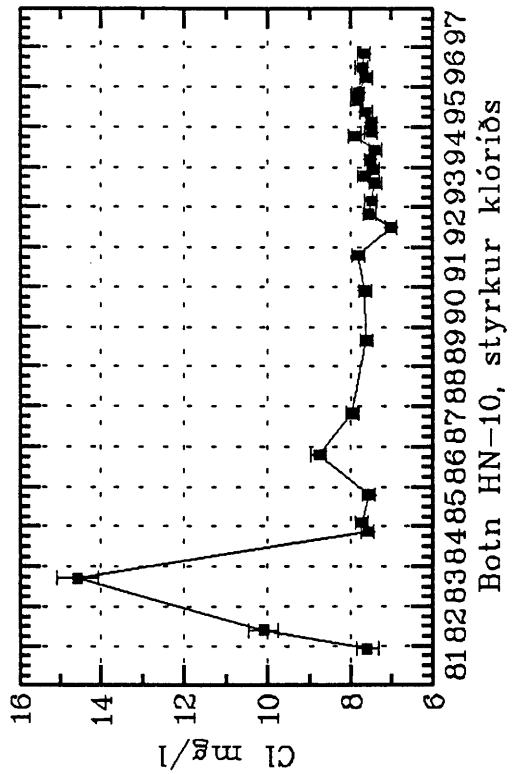
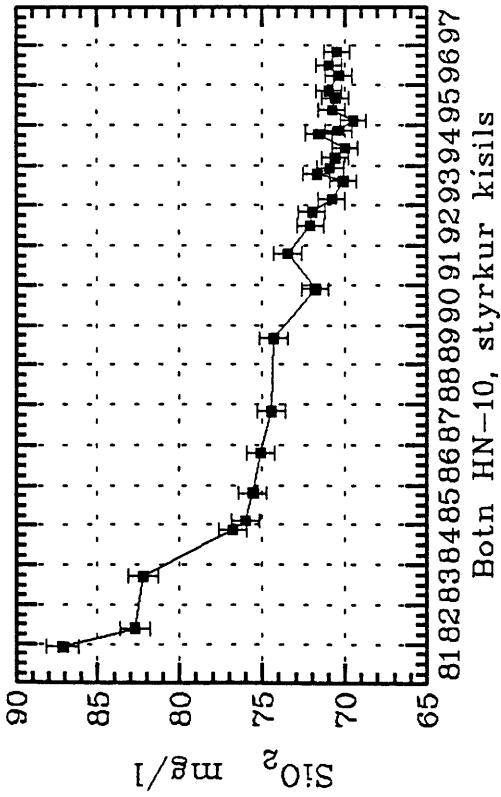
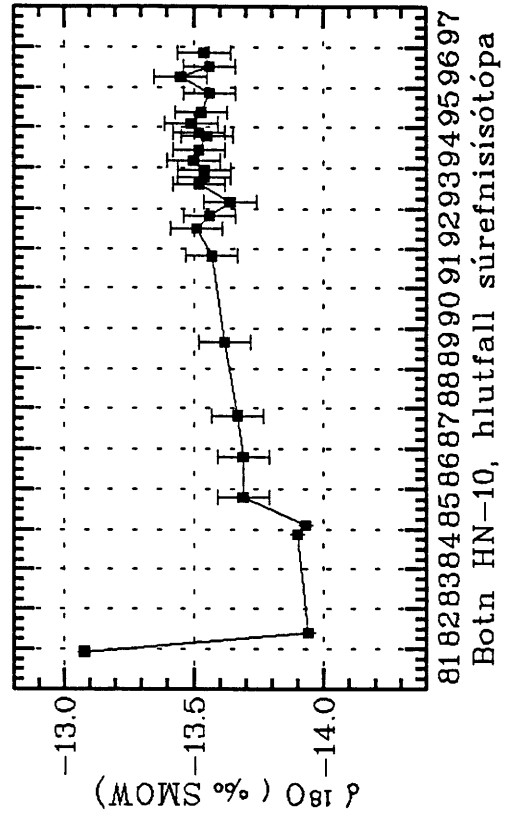
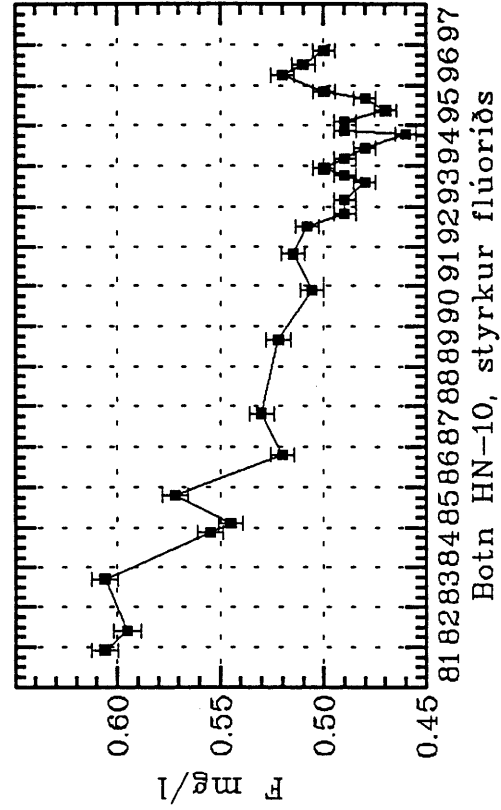
- ekki mælt

Tafla 10. Efnasamsetning vatns í dreifikerfi (mg/l).

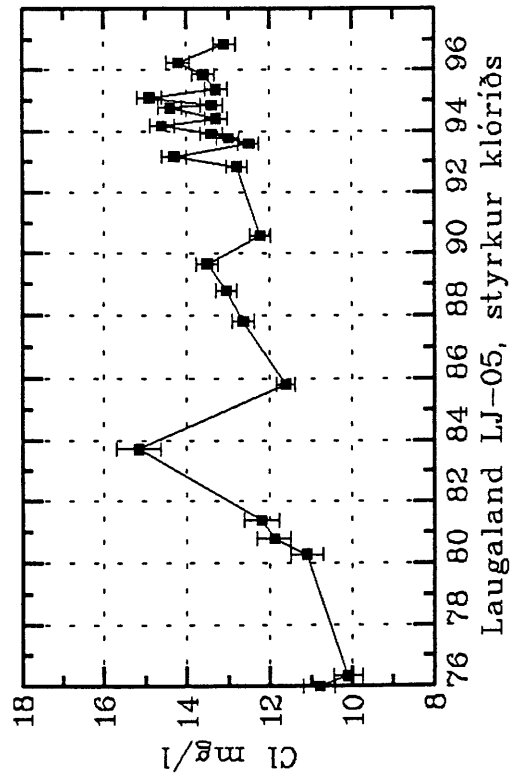
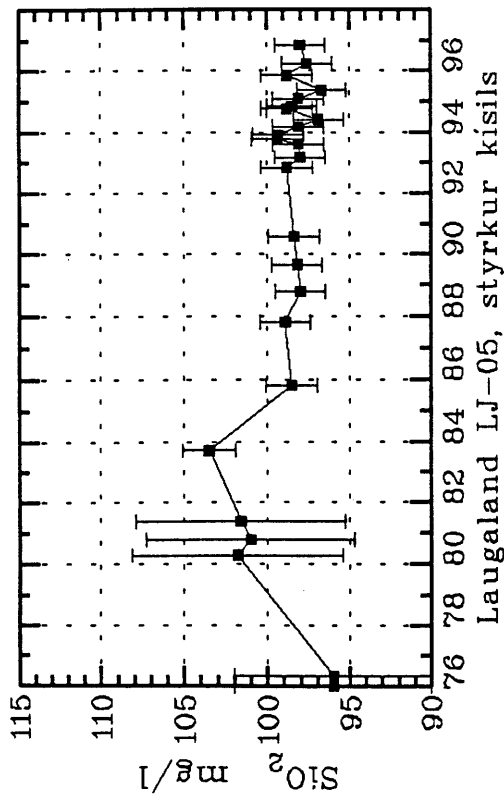
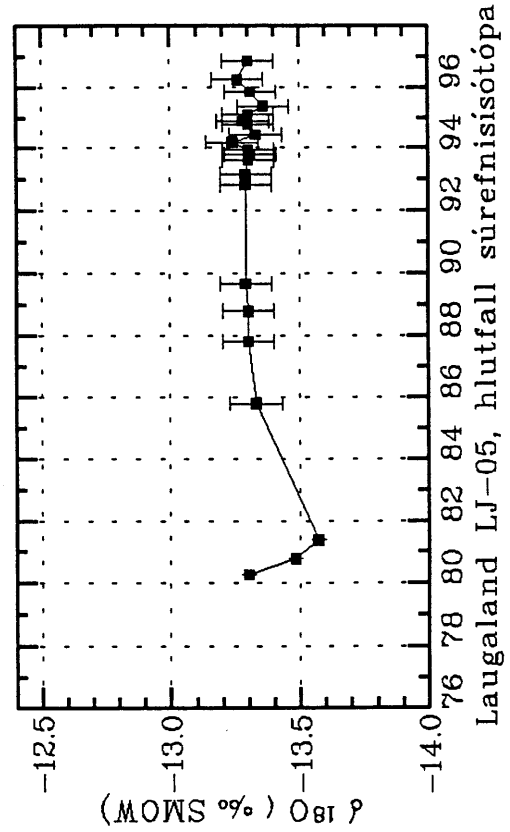
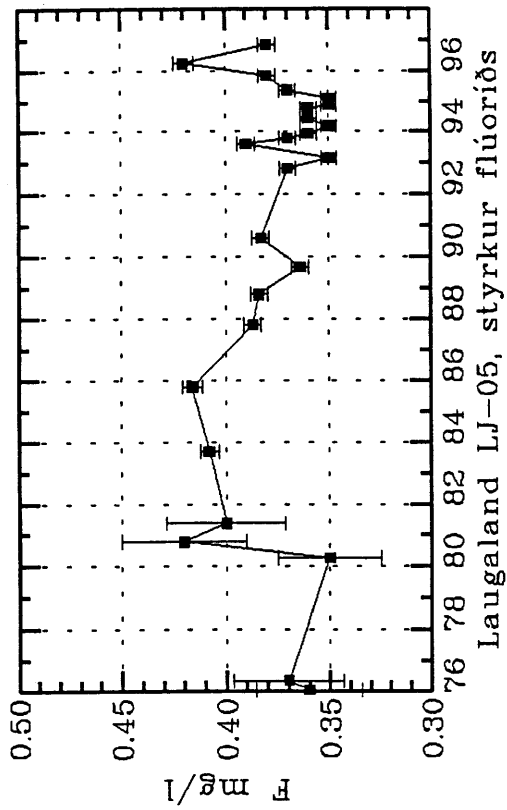
Staður	Sjafnarhús	Þórunnarstræti
Dagsetning Númer	96-03-29 96-0067	96-03-29 96-0068
Súrefni (O ₂)	0	0
Brennisteinsvetni (H ₂ S)	0,18	<0,03
Súlfít (SO ₃ ²⁻)	0,59	1,09



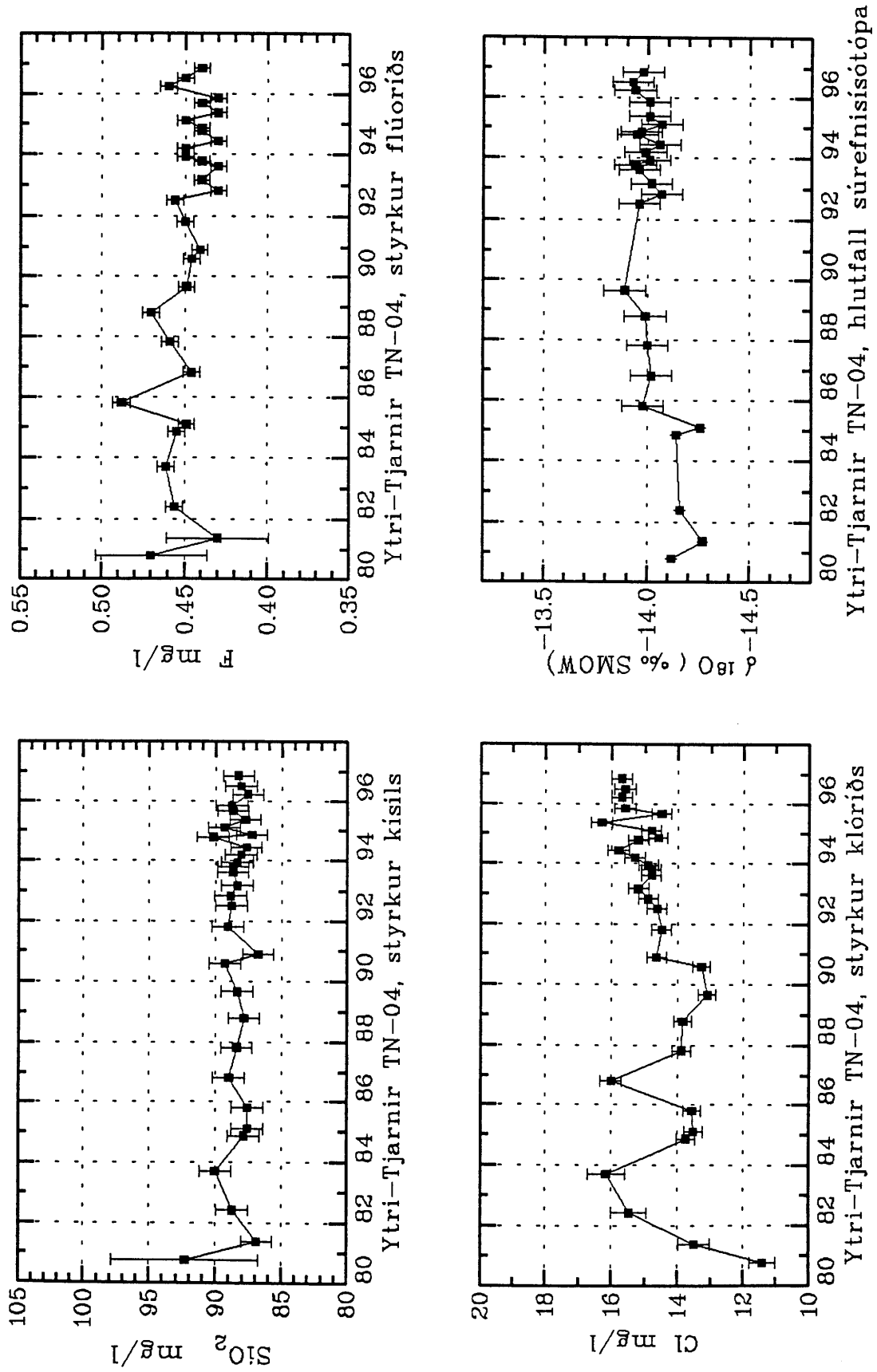
Mynd 25. Styrkur nokkurra efna í holu BN-1 sem fall af tíma.



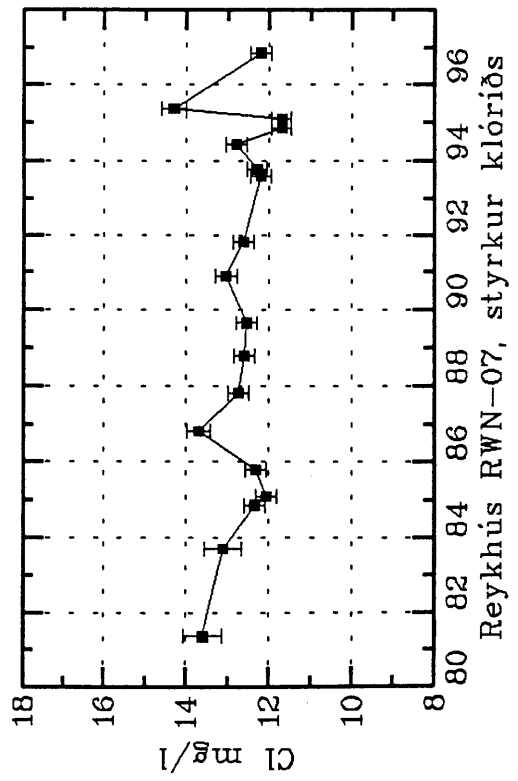
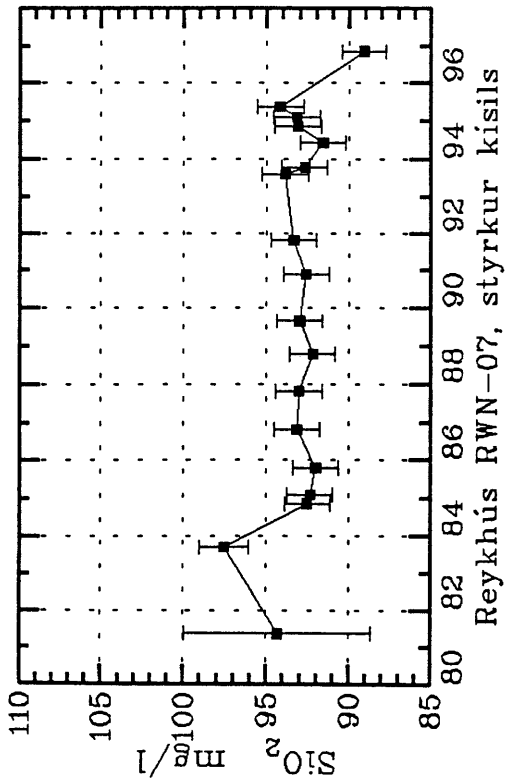
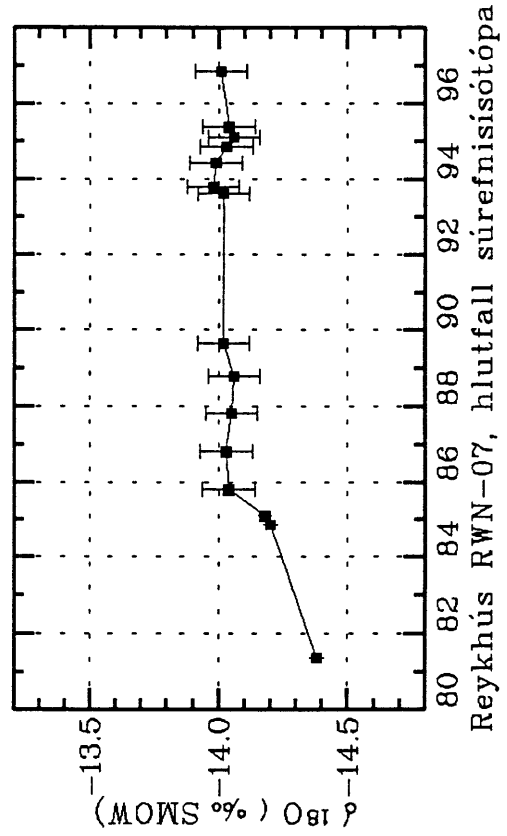
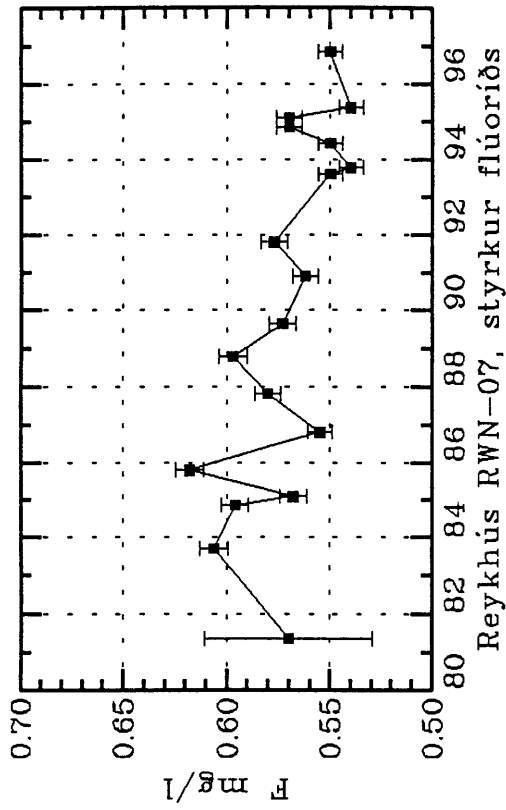
Mynd 26. Styrkur nokkurra efna í holu HN-10 sem fall af tíma.



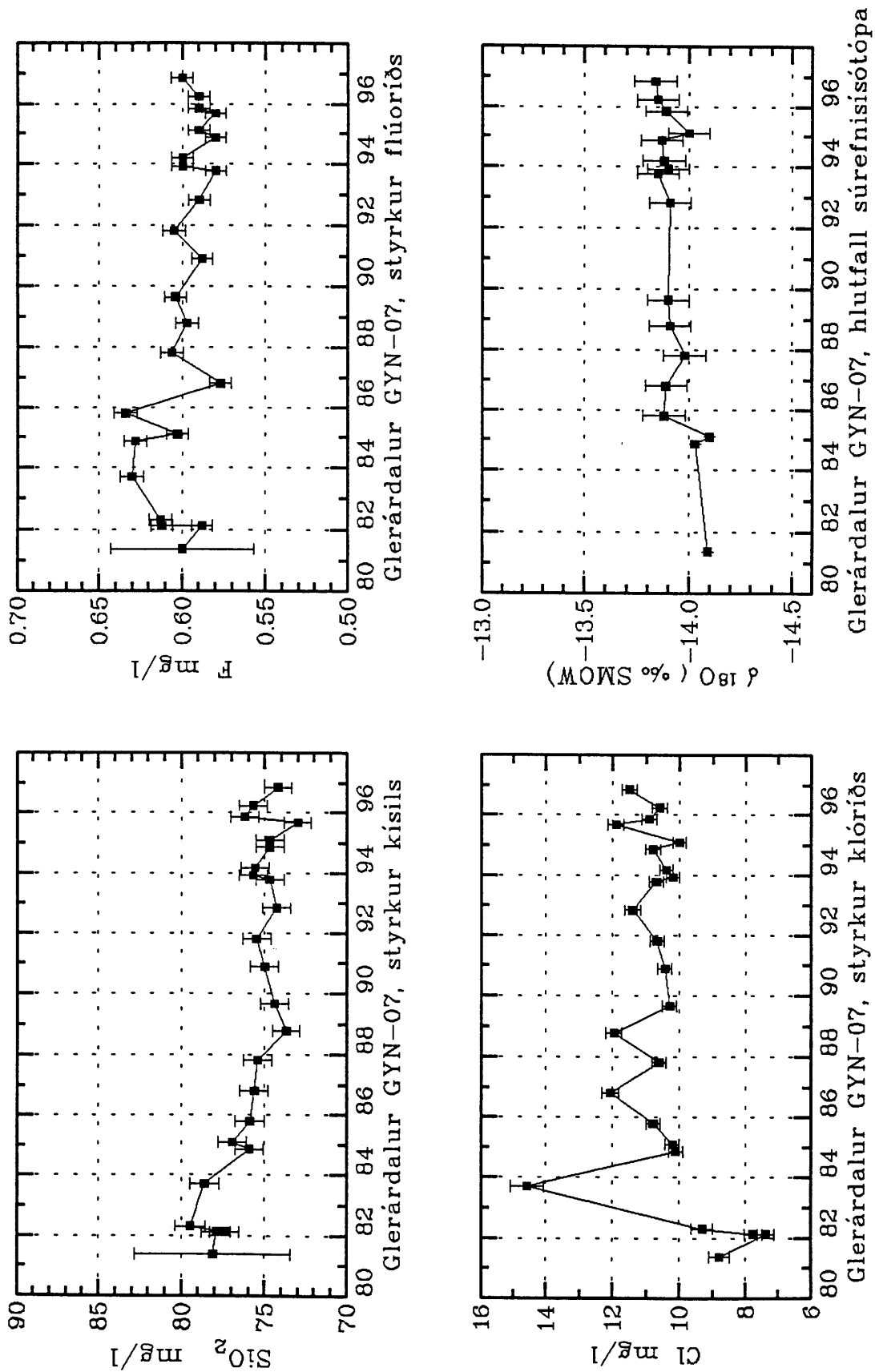
Mynd 27. Styrkur nokkurra efna í holu LJ-5 sem fall af tíma.



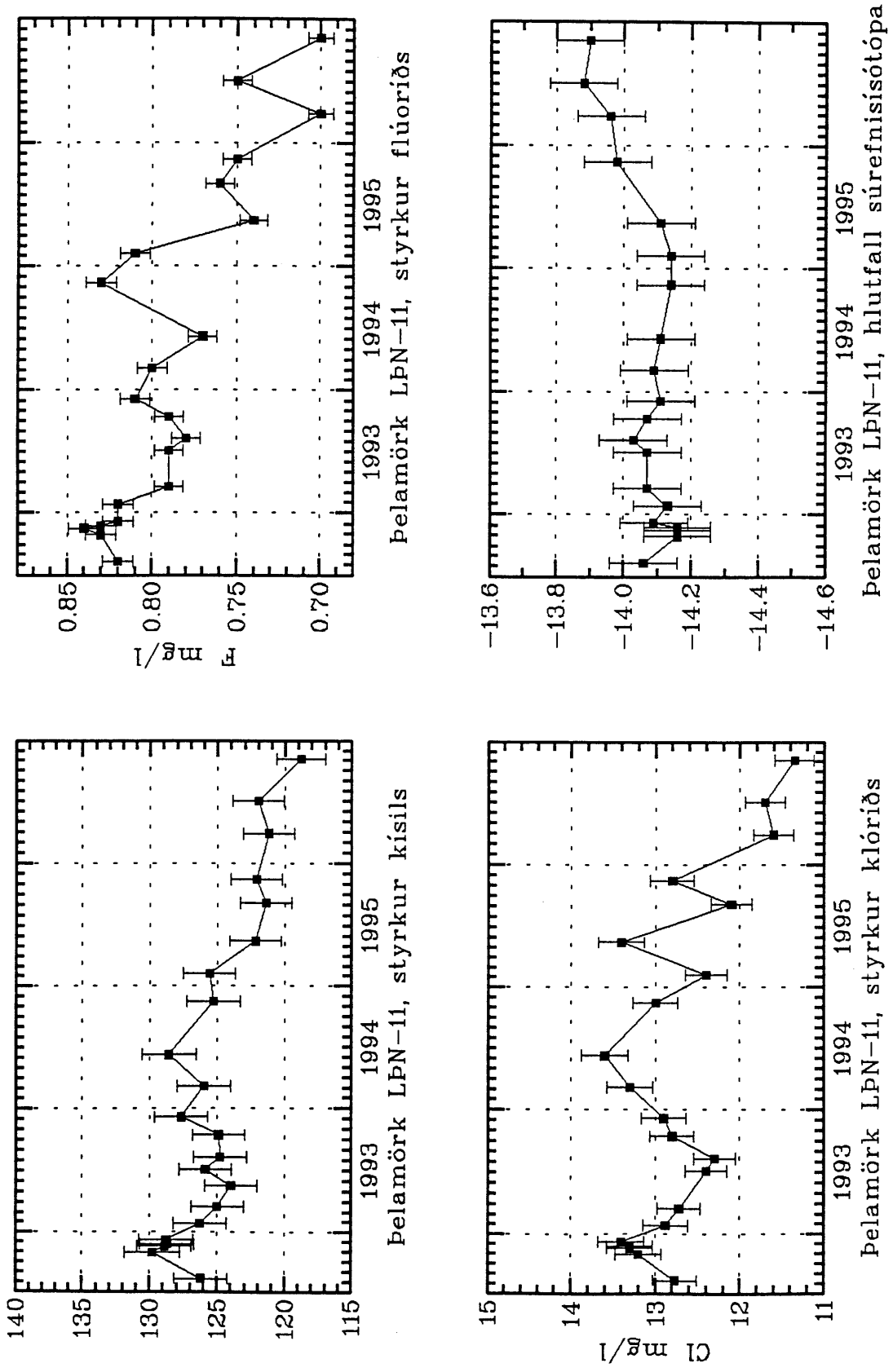
Mynd 28. Styrkur nokkurra efna í holu TN-4 sem fall af tíma.



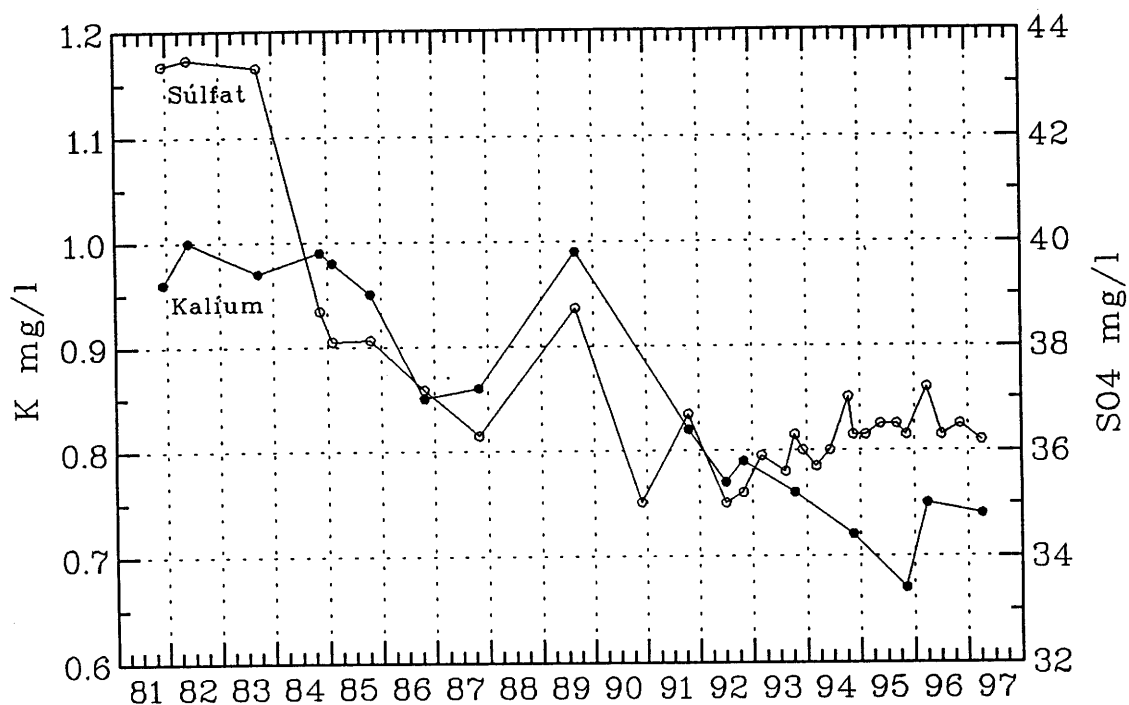
Mynd 29. Styrkur nokkurra efna í holu RWN-7 sem fall af tíma.



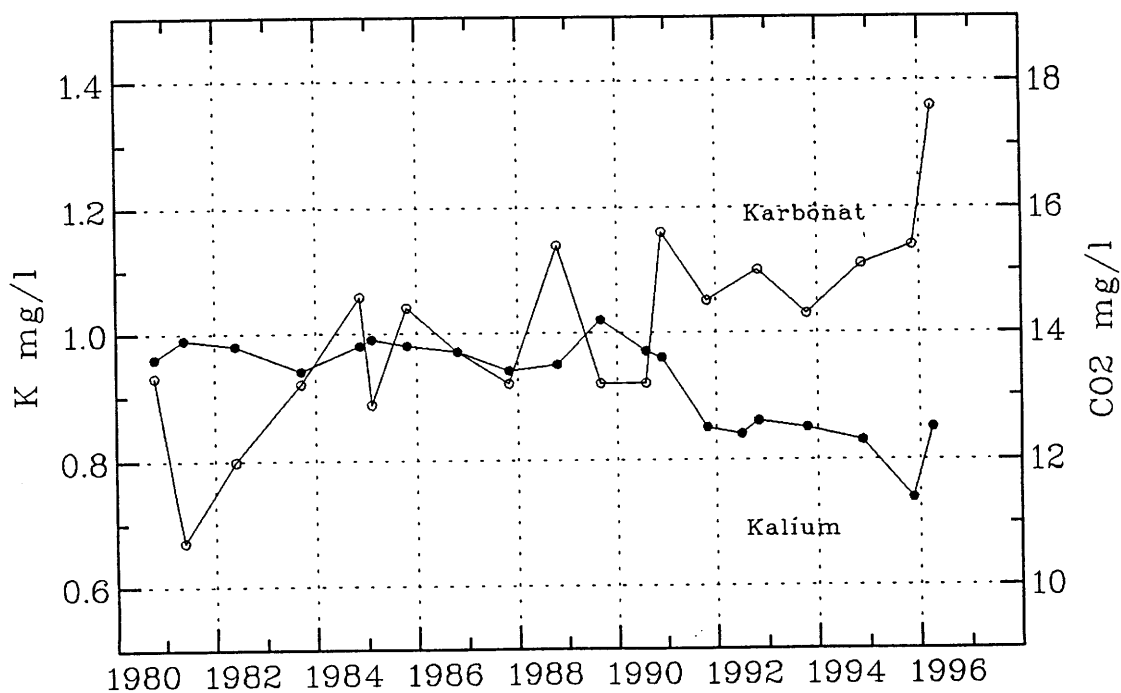
Mynd 30. Styrkur nokkurra efna í holu GYN-7 sem fall af tíma.



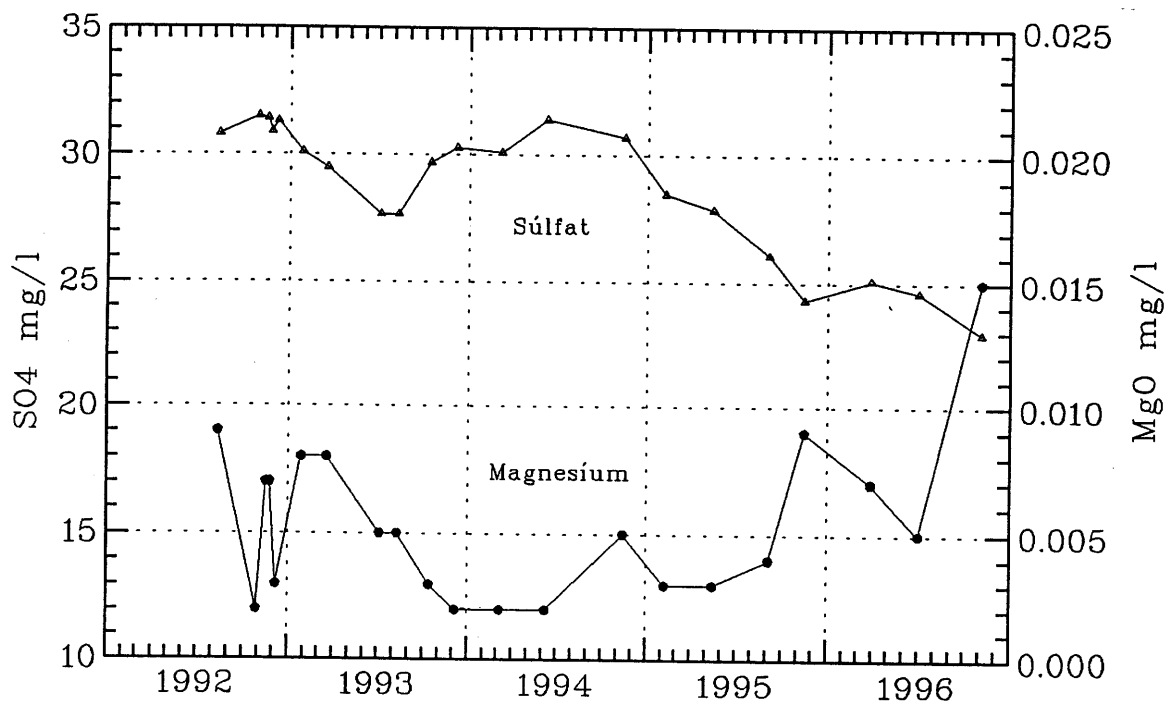
Mynd 31. Styrkur nokkurra efna í holu LpN-11 sem fall af tíma.



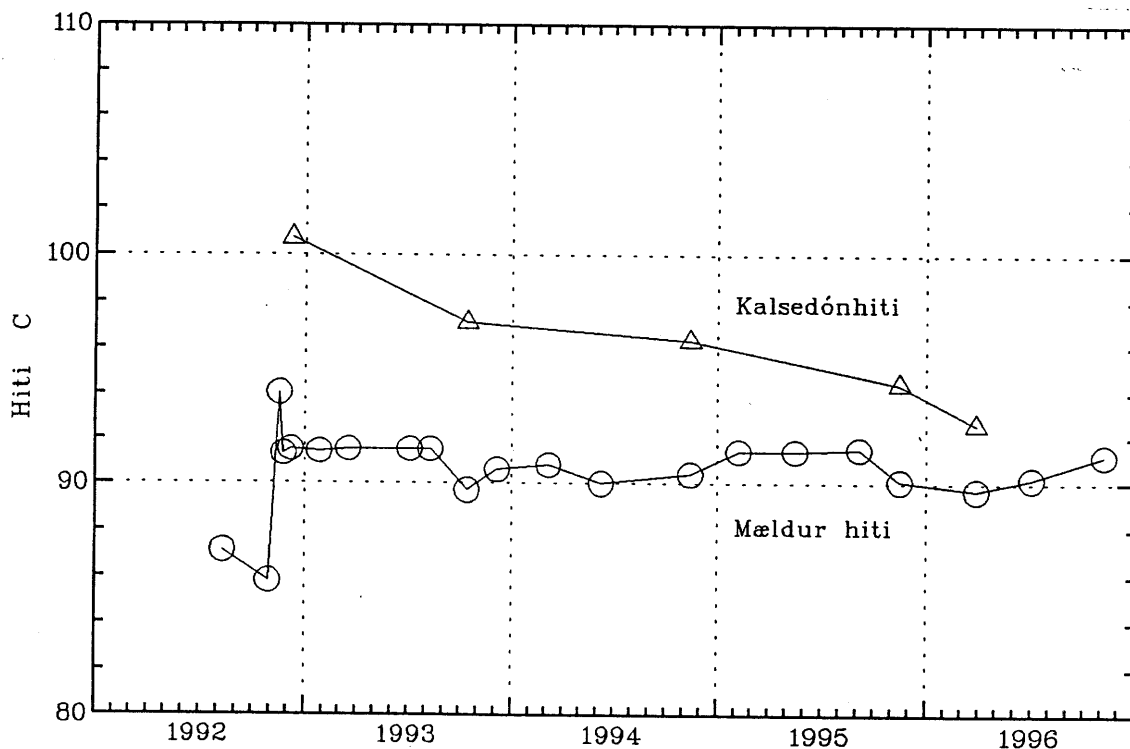
Mynd 32. Styrkur kalíums og sulfats í holu HN-10 frá upphafi vinnslu.



Mynd 33. Styrkur kalíums og karbónats í holu TN-4 frá upphafi vinnslu.



Mynd 34. Styrkur súlfats og magnesíums í holu LFN-11 frá upphafi vinnslu.



Mynd 35. Samanburður reiknaðs kalsedónhita og mældis hita fyrir holu LFN-11.

5. LEIÐNIMÆLINGAR

Leiðni vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar hefur verið mæld reglulega frá árinu 1993, vikulega seinustu tvö árin. Leiðni vatnsins er mælikvarði á styrk uppleystra efna sem eru klofin í jónir í vatninu og breyting á leiðni er næmur mælikvarði á efnabreytingar. Yfirleitt er leiðni í réttu hlutfalli við heildarstyrk uppleystra efna, en þó hafa efni, sem eru að miklu leyti klofin í jónir við ríkjandi aðstæður, mun meiri áhrif á leiðnina en þau sem eru minna klofin. Af þessu leiðir að þó kalt vatn sé efnasnaðara en jarðhitavatn er ekki ófrávíkjanleg regla að leiðni lækki þó kalt vatn blandist jarðhitavatni og heildarstyrkur uppleystra efna lækki. Ef leiðni breytist snögglega er því nauðsynlegt að greina a.m.k. nokkur efni í vatninu til að finna orsökina. Nánar var rætt um gildi leiðnimælinga við efnaeftirlit í vinnslueftirlitsskýrslu fyrir 1995 (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1996).

Um mælingarnar.

Það vekur athygli að svo virðist sem leiðni sé að hækka í flestum holum nú á síðustu mánuðum (sjá myndir 36 - 41). Vegna þess að ekki sjást efnabreytingar í samræmi við hækkunina þótti til efni til að huga að gæðum mælinganna. Þegar starfsmaður Orkustofnunar fór í árlega sýnatökuferð í Eyjafjörðinn nú í byrjun apríl 1997 tók hann með sér nýjan leiðnimæli og bar niðurstöður saman við mælingar hitaveitunnar. Tafla 11 sýnir niðurstöður þessarar mælinga.

Tafla 11. Samanburður leiðnimælinga ($\mu\text{S/cm}$).

Hola	OS-mælir			HA-mælir		
Mæl. nr.	1	2	3	1	2	3
TN-4	290	289	289	284	303	306
RWN-7	270	275	275	270	290	292
LJ-7	250	257	258	258	272	272
GÝN-7	233	240	240	238	254	255
LÞN-11	243	252	252	261	268	268
BN-01	278	283	283	290	299	300
HN-10	232	234	234	246	249	249
LJ-12	255	259	259	268	274	275
Staðallausn HA	708	715	716	717	737	741

Að venju er hvert sýni mælt í þremur flátum og er fyrsta mælingin til þess að mælipróban hreinsig af hugsanlegum loftbólum eða dropa af eimaða vatninu sem hún var þvegin úr. Seinasta mælingin er öruggust og er því sú sem er skráð. Í þessari töflu kemur fram munur á mælunum tveimur sem nemur u.þ.b. 15 $\mu\text{S/cm}$. Sambærilegur munur kemur líka fram í staðallausninni, en hún hefur leiðnina 718 $\mu\text{S/cm}$. Af því sést að skekkjan er ekki vegna þess að lausnin hafi breyst. Líkleggra er að rek sé í mælinum þannig að kvarða þurfi hann á ný, eða þá einhver önnur bilun.

Mikilvægt þótti að athuga hvort þessi munur hefði breyst undanfarið, og var það gert. Þegar reglulegar leiðnimælingar hófust hjá Hitaveitu Akureyrar árið 1993 voru ekki stundaðar nákvæmar leiðnimælingar á efnafræðistofu Orkustofnunar því mælingin var aðeins notuð til að meta gróflega heildarstyrk efna. Gamlir mælar voru þá í notkun, sömu mælar voru notaðir við þunnar lausnir og saltar, og staðallausn var ekki mæld hverju sinni heldur aðeins viðmiðunarsýni með þekkt gildi. Því reyndist staðalfrávik eldri mælinga á Akureyrarsýnum hátt og þær ekki marktækar til samanburðar. Því voru öll eldri sýni frá HA sem til eru, mæld á ný. Það var gert með nýjum mæli sem var stilltur með 718 $\mu\text{S}/\text{cm}$ lausn jafnóðum. Áður var gerð tilraun með geymslu sýna í hálfum plastflöskum, og reyndist leiðni ekki breytast við geymslu í lokuðum flátum, a.m.k. ekki í allt að tvo mánuði.

Myndir 36 til 41 sýna niðurstöður leiðnimælinga, sem gerðar hafa verið af starfsmanni Hitaveitu Akureyrar síðastliðin 4 ár, ásamt nýju leiðnimælingunum, af sýnum úr sömu holu, sem fjallað er um hér að ofan. Ekki voru til eldri sýni en frá 1994. Á þessum myndum sést að mælingar HA hafa alltaf gefið hærri niðurstöður. Einnig sést að sá munur er lengst af fastur, um sem nemur 10 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Það er hinsvegar síðari hluta ársins 1996 sem þetta virðist breytast, og eykst munurinn, einnig um nokkuð fasta stærð, 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Sú hækkun sem sést í flestum holu síðustu mánuði er því ekki marktæk nema hún sé meiri en 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Að öðru leyti er gott samræmi milli mælinganna. Til dæmis kemur hækkun í leiðni veturinn 1994 til 1995 vel fram í báðum mælingunum í holu HN-10 og TN-4. Þá virðist einhver hækkun nú í mars 1996 í sömu holu vera raunveruleg. Það gæti skýrst af hækkunni karbónati, sem kemur fram í báðum þessum holu.

Ástæðan fyrir þessari vaxandi skekkju í mælingum Hitaveitu Akureyrar er sennilega einhver bilun, eða rek, í mælinum sem hitaveitan notar, eins og nefnt var hér að framan. Sú ályktun er studd af því að staðallausnin var mæld með mæli Orkustofnunar og reyndist þá rétt. Hafi skekkjan alltaf verið föst rýrir hún ekki gildi mælinganna sem starfsmaður Hitaveitu Akureyrar hefur gert, því allar breytingar sjást eftir sem áður. Jafnvel þó skekkjan sé eitthvað breytileg má reyna að leiðrétta fyrir henni.

Um niðurstöður mælinganna.

Myndir 42 - 47 sýna melda leiðni í vinnsluholum veitunnar ásamt dælingu úr sömu holu allt frá því reglulegar leiðnimælingar hófust. Mælingar frá seinni hluta árs 1996 hafa verið leiðréttar fyrir bakgrunnsskekkjunni sem rætt var um hér að framan, þ.e. gildin lækkuð um 5 $\mu\text{S}/\text{cm}$, en mælingum frá apríl 1996 til október 1996 sleppt, þar sem ekki eru til samanburðarmælingar frá því tímabili. Ekki hafa komið fram svo snöggar breytingar á leiðni vatnsins að ástæða hafi þótt til sérstakra efnagreininga. Í sumum tilfellum sjást hinsvegar vægar sveiflur í leiðninni, sem oft má tengja breytilegri dælingu.

Mynd 42 sýnir gögn úr holu BN-1 á Botni. Þar hafa alltaf sést nokkrar sveiflur í leiðni í takt við dælingu, þar sem lægðir í leiðni fylgja toppum í vinnslu. Þetta sést þó ekki vel á síðasta ári vegna skorts á marktækum gögnum.

Mynd 43 sýnir gögn úr holu HN-10 á Hrafnagili. Þarna sést mjög hægfara hækkun leiðni árin 1993 og 1994, sem virðist hafa stöðvast árið 1995. Leiðni í þessari holu hækkar meðan styrkur efna eins og kísils, kalíums, flúoríðs og sulfats lækka. Þetta er öfug fylgni leiðni við það sem yfirleitt er, t.d. í holu LÞN-11. Í vinnslueftirlitsskýrslu frá síðasta ári (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1996) er sýnt fram á að þetta muni stafa af hækkun karbónatstyrks í vatninu, en jafnvel lítil hækkun á styrk karbónats hefur mikil áhrif á leiðni, þar sem stór hluti karbónats er klofið í jónir við þessar aðstæður. Karbónat er aðeins unnt að mæla í heilsýnum, sem eru tekin á loftþétt flát. Mynd 48

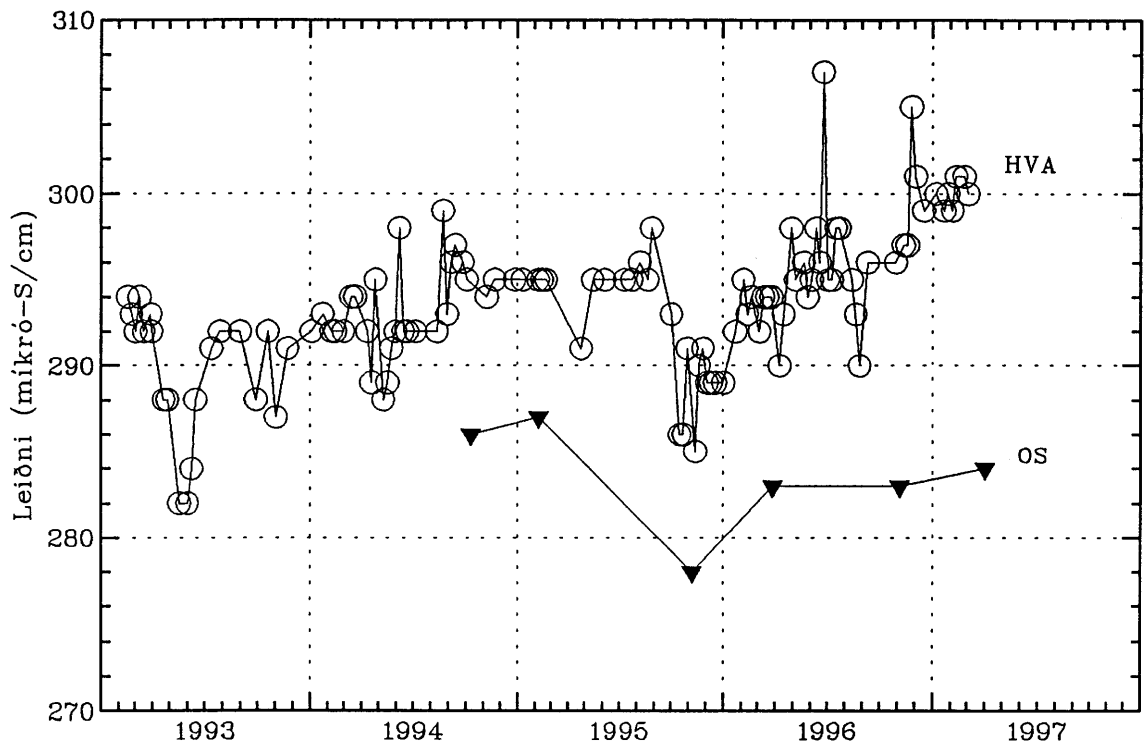
sýnir heildarstyrk karbónats í vatni úr HN-10 frá upphafi. Skýring á þessum aukna karbónatstyrk er sennilega hægfara innrennsli grunnvatns í jarðhitakerfið, og að grunnvatnið hafi hærri styrk karbónats en jarðhitavatnið. Innrennslið kemur ekki fram í auknum magnesíumstyrk, væntanlega vegna þess hve það er fjarri holunni og hægfara.

Mynd 44 sýnir gögn úr borholum á Laugalandi. Þar sjást mjög greinilega sveiflur í leiðni vatns úr holu LJ-5, sem eru í takt við dælingu úr svæðinu, og kemur slíkt fram sl. haust eins og fyrri ár. Þetta stafar af því að æðar í holu LJ-5 eru missaltar og hlutur þeirra fer eftir því hve dæling er mikil. Á Laugalandi er það því fyrst og fremst mismunandi klóríðstyrkur sem leiðnin endurspeglar.

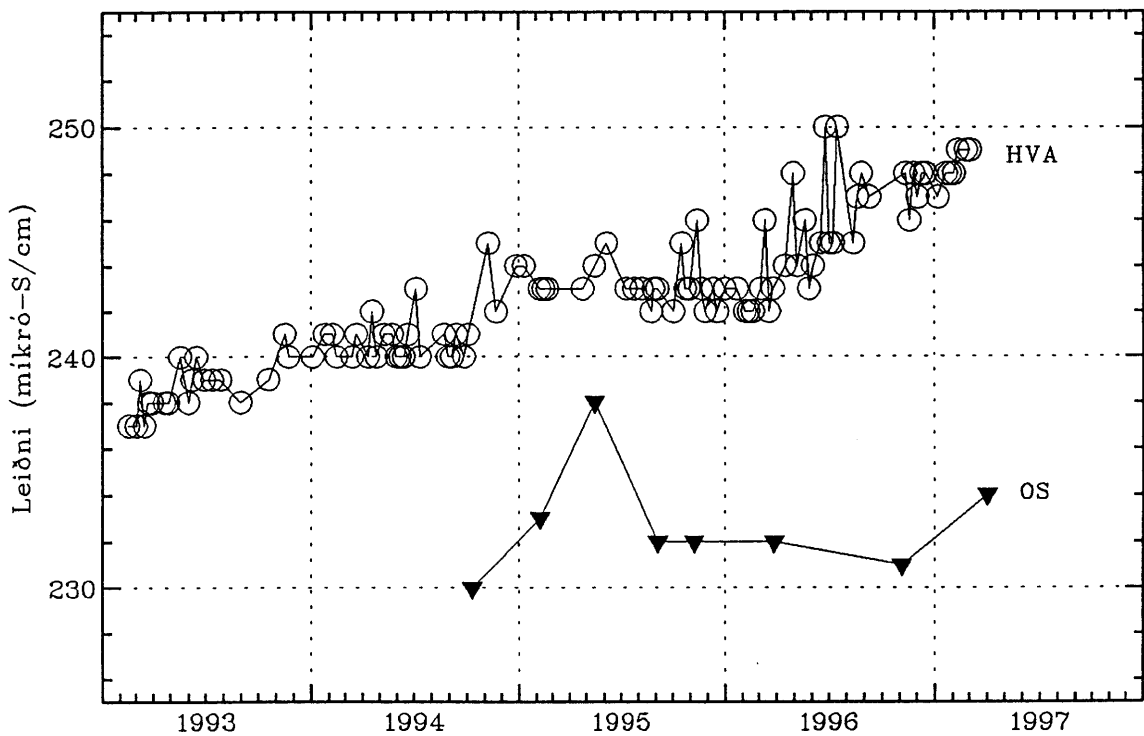
Mynd 44 sýnir gögn úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum. Þar hækkar leiðni lítillega í upphafi árs 1996 og sennilega hefur hún verið lítið eitt hærri allt árið þó ekki sé hægt að sýna það með martækum gögnum á þessari mynd. Á mynd 41 hér að framan sýnist einhver hækkun vera raunveruleg. Þetta gæti verið eðlilegt þar sem heildarvinnsla úr holunni var á síðasta ári meiri en hún hefur verið undanfarin ár. Mynd 49 sýnir karbónatstyrk úr holu TN-4 frá upphafi vinnslu. Þar sést að karbónatstyrkur virðist einnig hafa hækkað lítillega með tíma þar, líkt og í holu HN-10, og mælist hæstur þar á síðasta ári.

Mynd 46 sýnir gögn úr holu GÝN-7 á Glerárdal. Þar koma engar marktækar breytingar fram.

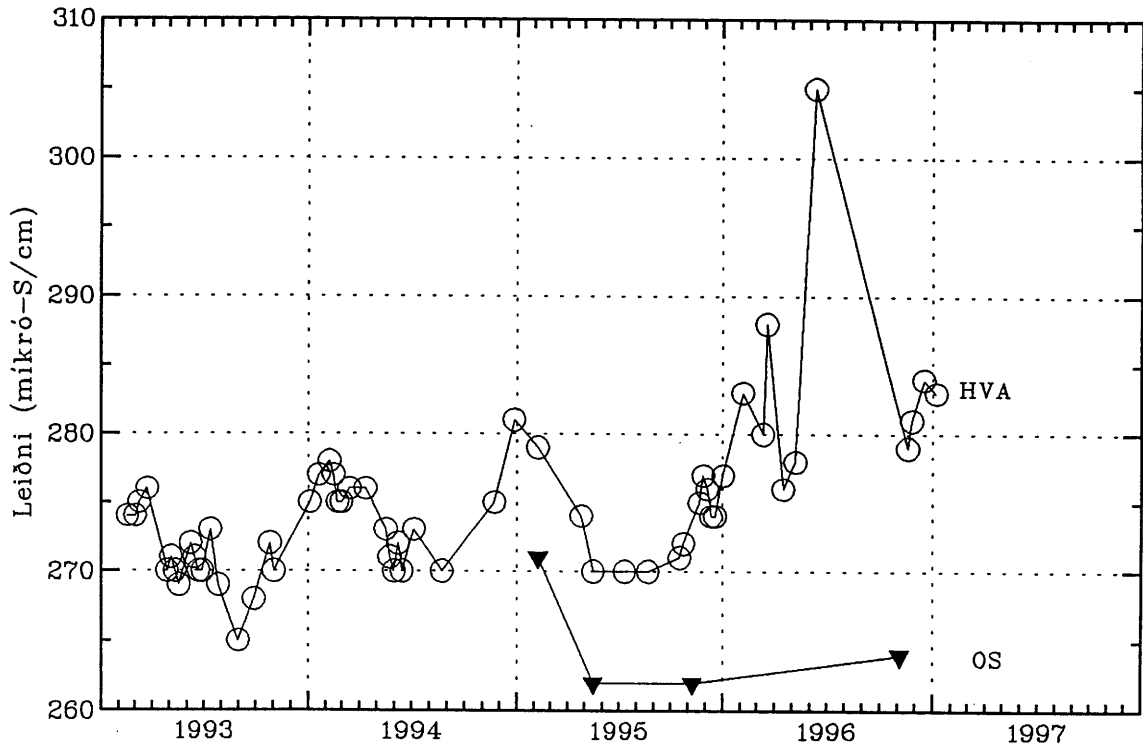
Mynd 47 sýnir gögn úr holu LÞN-11 á Laugalandi á Þelamörk. Þar sést að leiðnin hefur lækkað hratt síðan nýting holunnar hófst, þó ekki sjáist á myndinni hvernig það var um miðbik síðasta árs. Þarna lækkar leiðnin um leið og styrkur margra uppleystra efna svo sem kísils, flúoríðs, súlfats og kalíums (mynd 31). Þetta sýnir að hér eru leiðnibreytingarnar vegna þess að kaldara vatn er að koma inn í kerfið en ekki vegna missaltra æða.



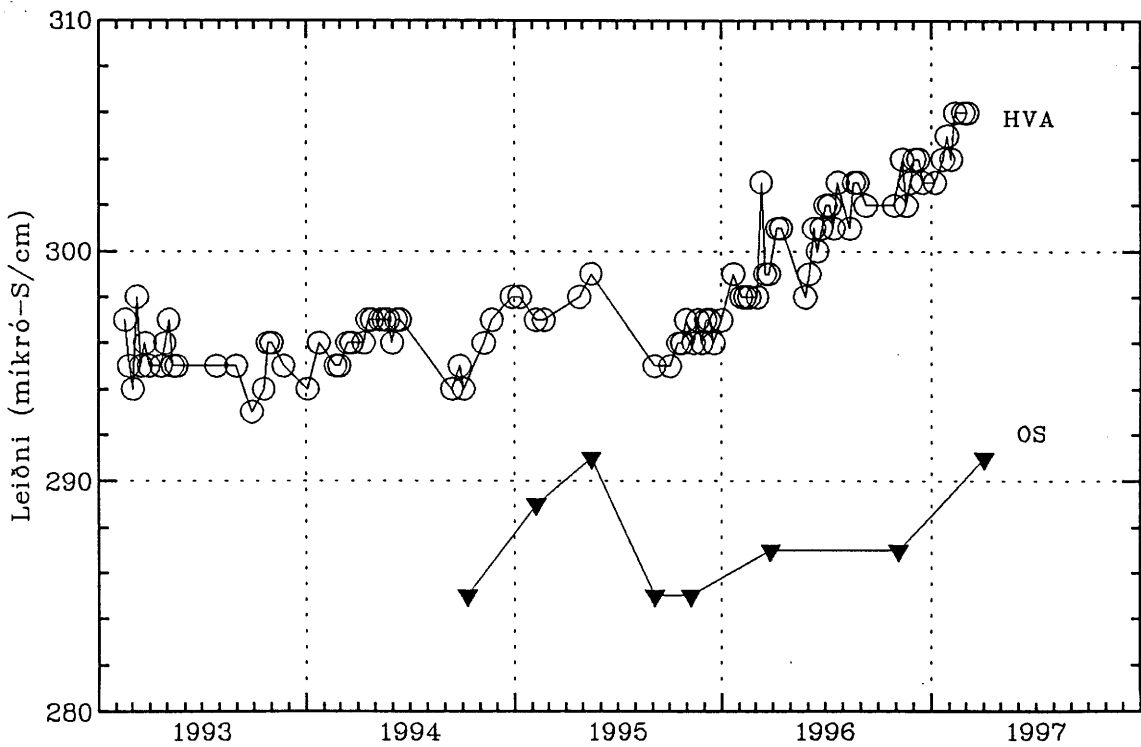
Mynd 36. Mælingar Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar á leiðni vatns úr holu BN-1.



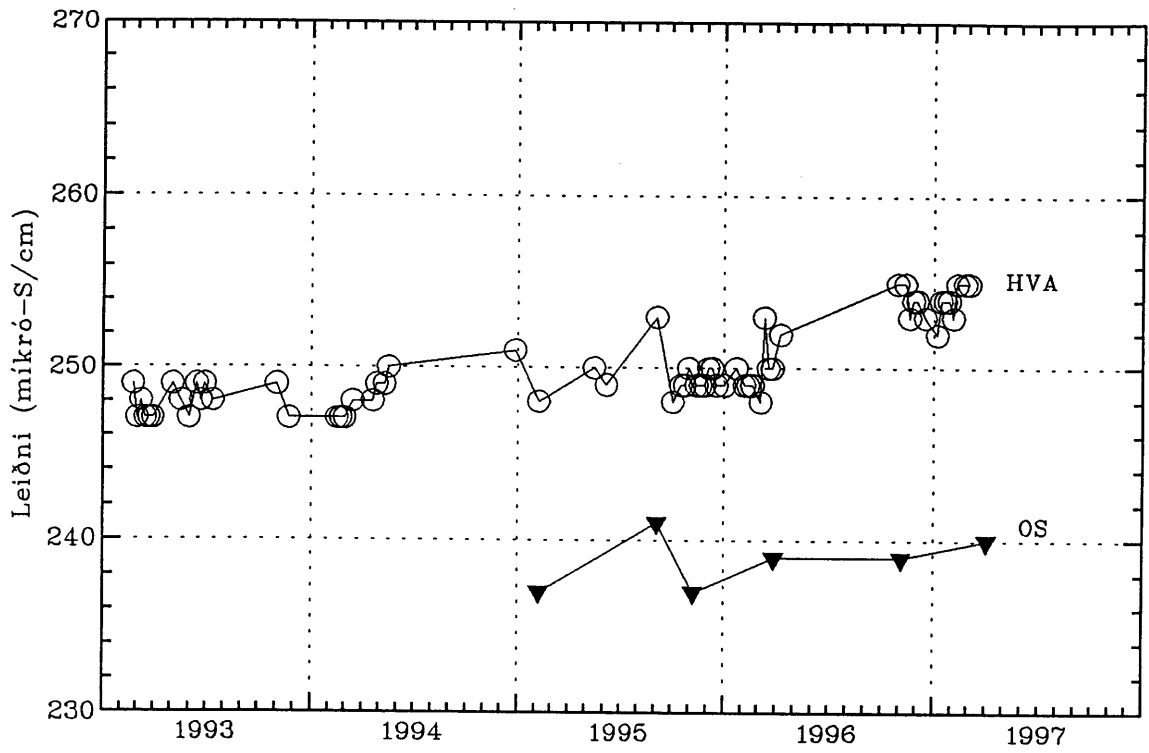
Mynd 37. Mælingar Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar á leiðni vatns úr holu HN-10.



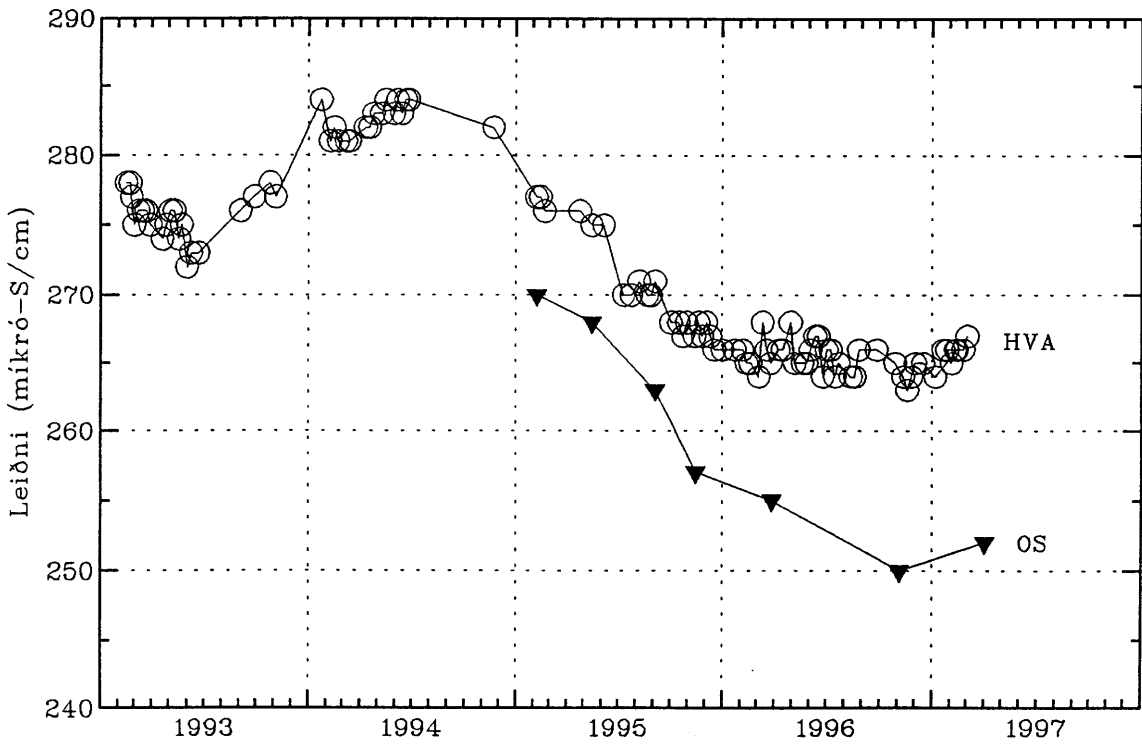
Mynd 38. Mælingar Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar á leiðni vatns úr holu LJ-5.



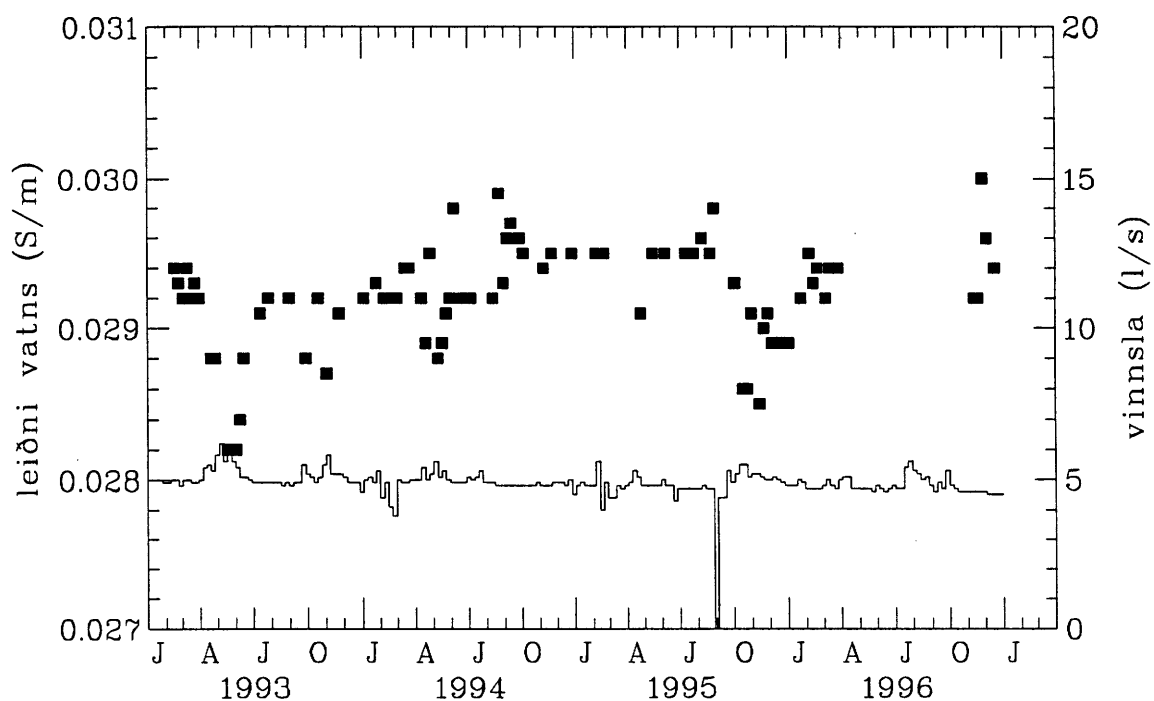
Mynd 39. Mælingar Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar á leiðni vatns úr holu TN-4.



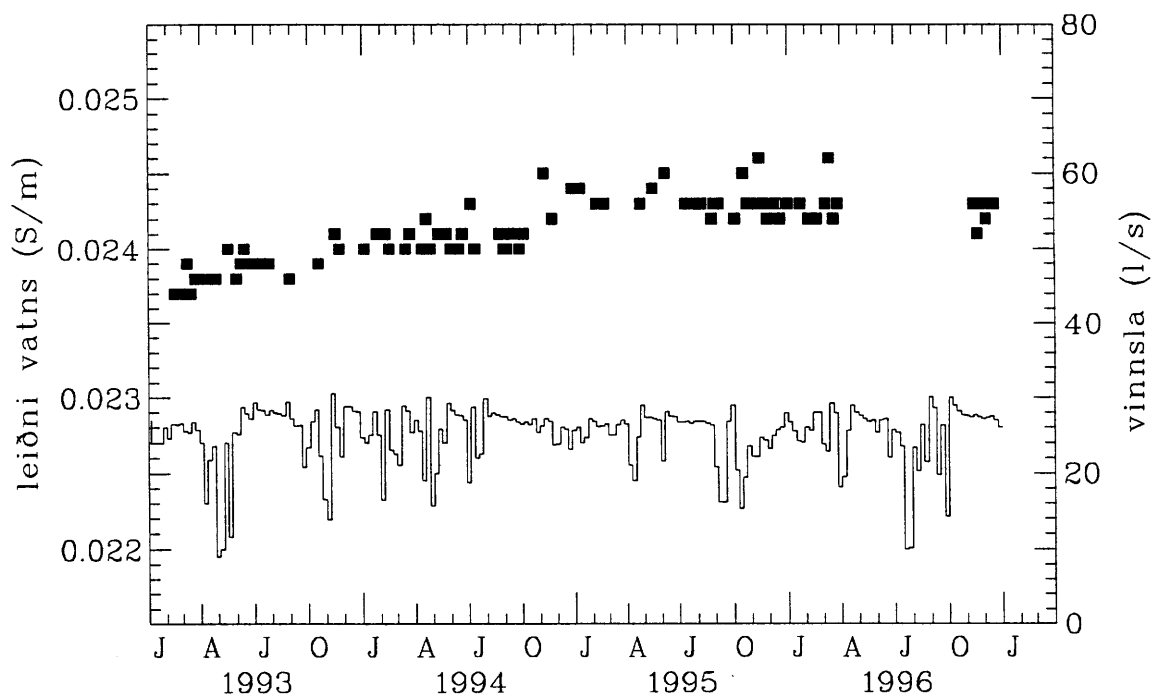
Mynd 40. Mælingar Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar á leiðni vatns úr holu GÝN-7



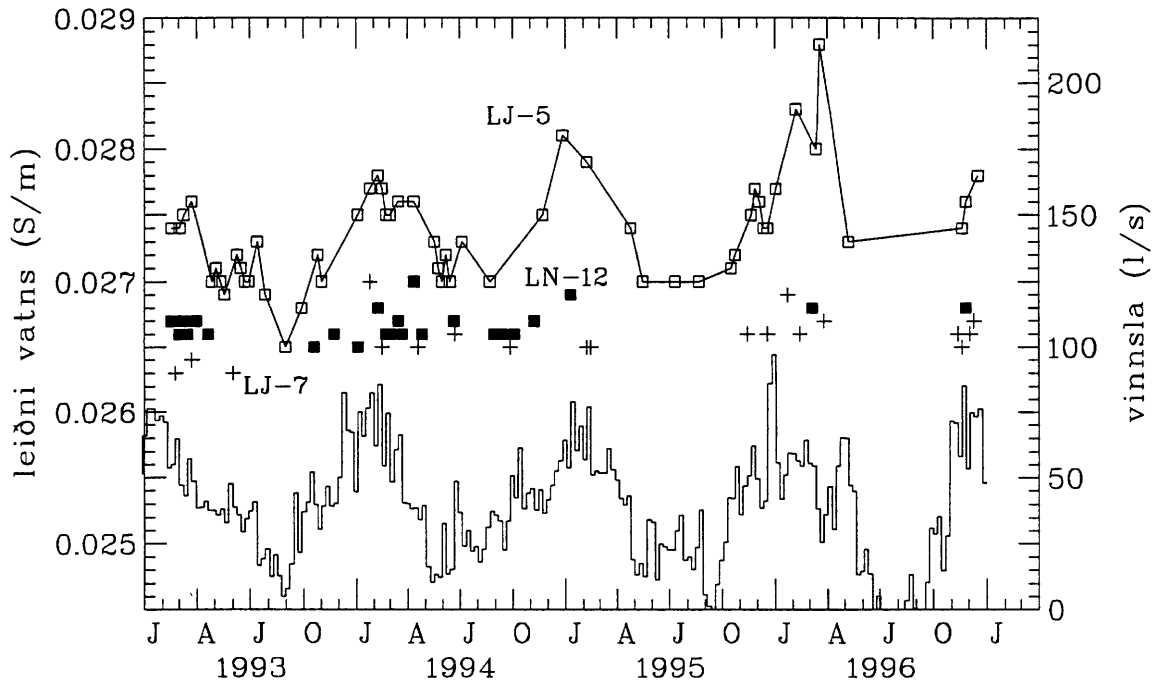
Mynd 41. Mælingar Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar á leiðni vatns úr holu LPN-11.



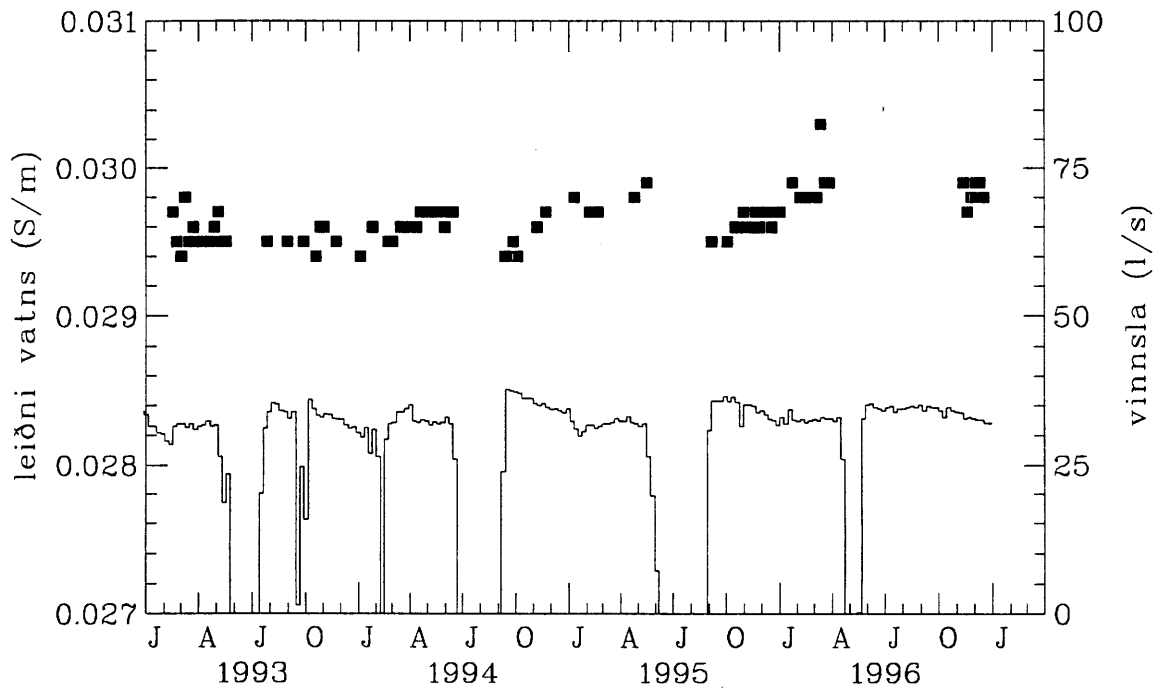
Mynd 42. Leiðrétt leiðni vatns og vinnsla úr holu BN-1.



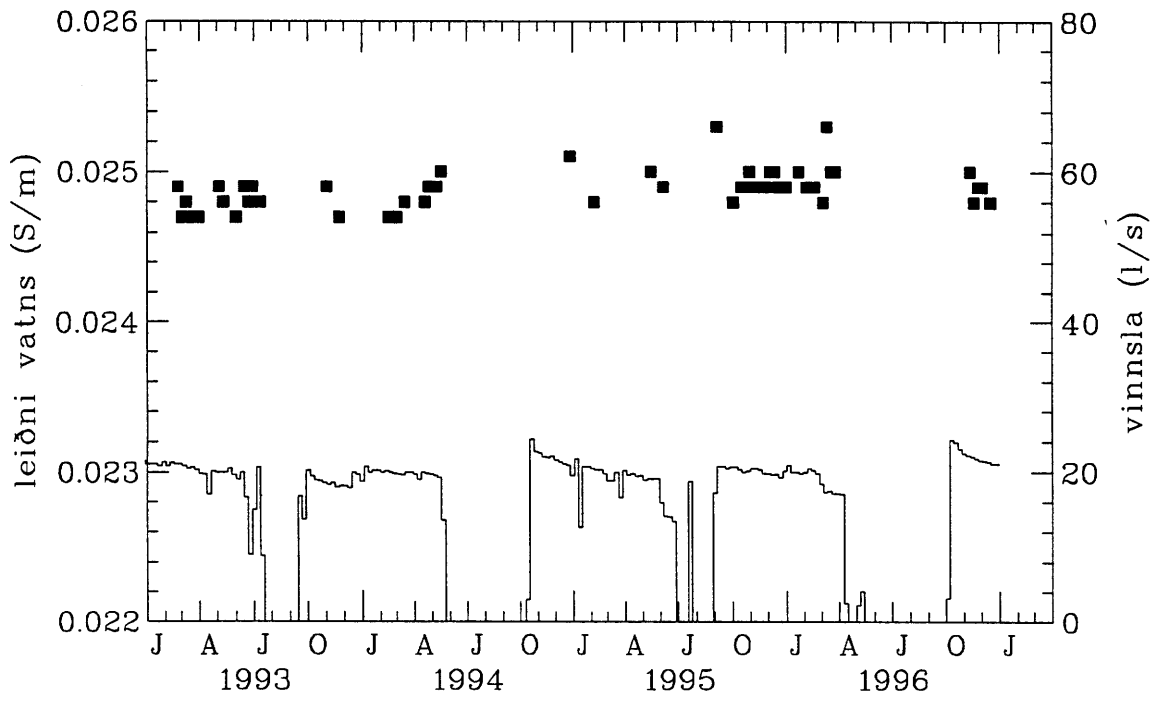
Mynd 43. Leiðrétt leiðni vatns og vinnsla úr holu HN-10.



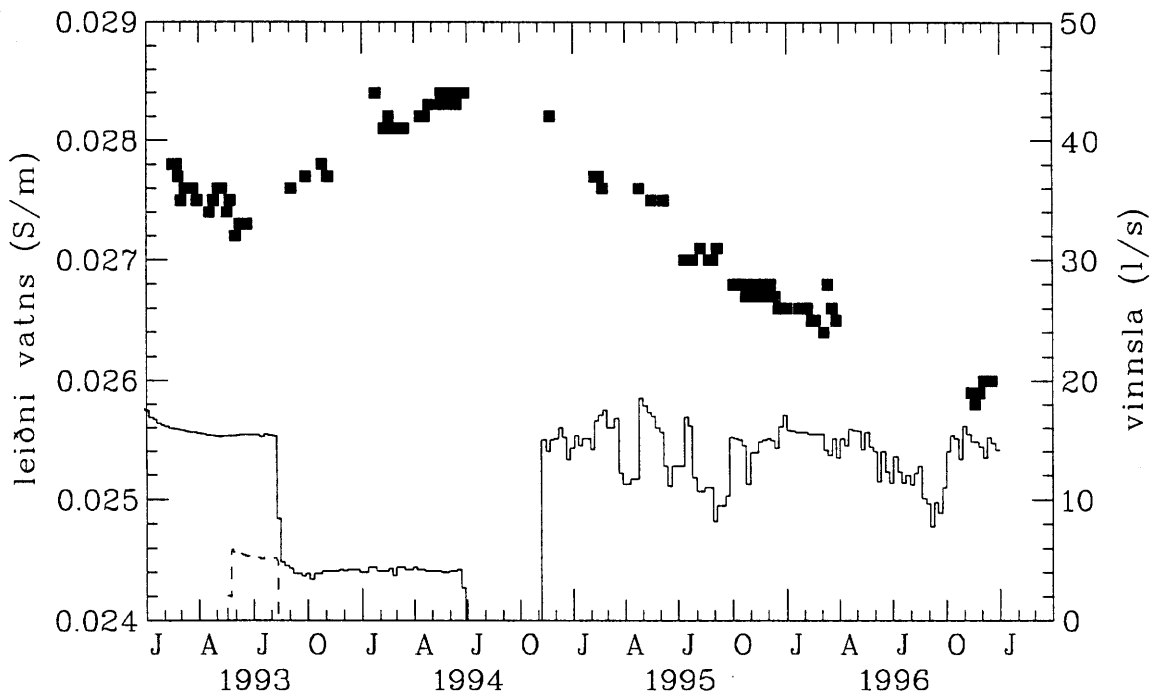
Mynd 44. Leiðrétt leiðni vatns og vinnsla úr vinnsluholum á Syðra-Laugalandi.



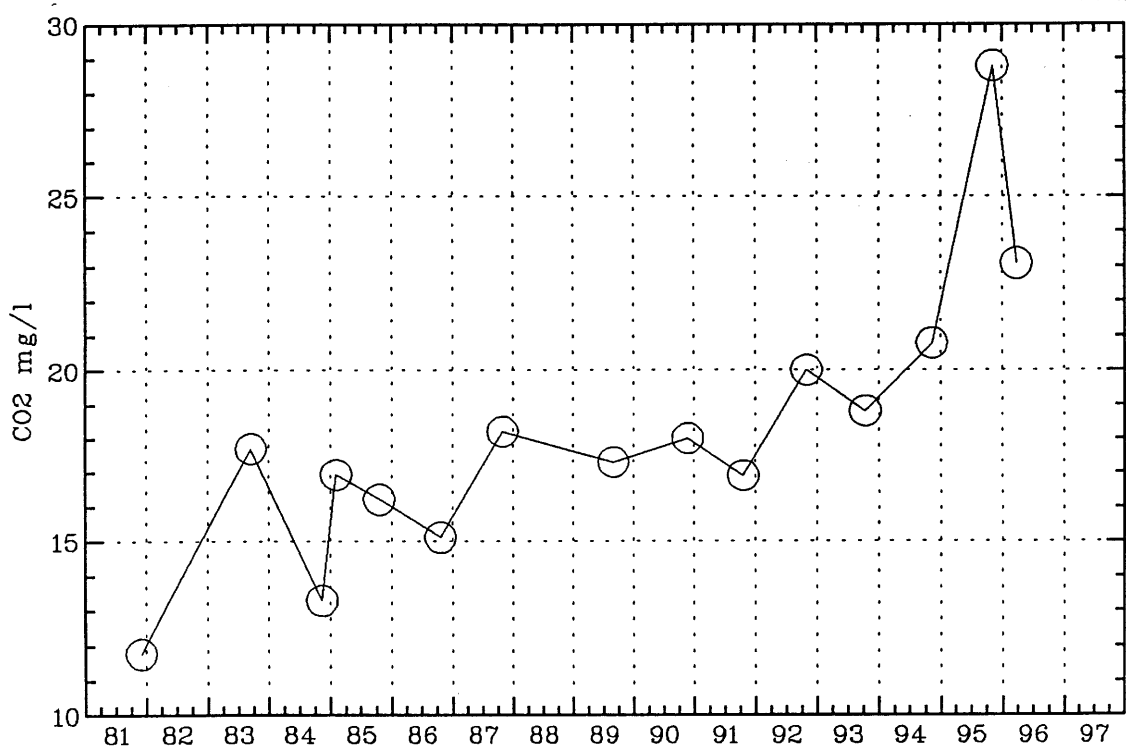
Mynd 45. Leiðrétt leiðni vatns og vinnsla úr holu TN-4.



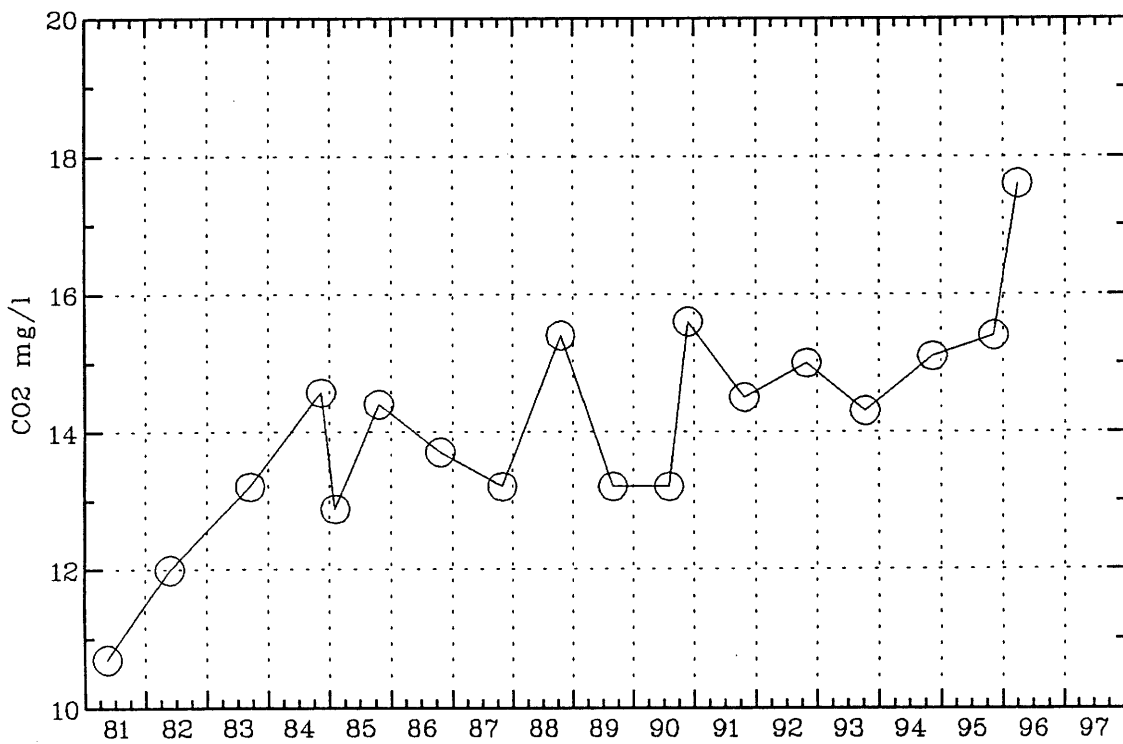
Mynd 46. Leiðrét leiðni vatns og vinnsla úr holu GÝN-7.



Mynd 47. Leiðrét leiðni vatns og vinnsla úr holu LÞN-11.



Mynd 48. Styrkur karbónats í vatni úr holu HN-10 á Botni.



Mynd 49. Styrkur karbónats í vatni úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum.

6. ORKUBÚSKAPUR HITAVEITU AKUREYRAR 1996

Í töflu 12 er að finna ýmsar upplýsingar um orkubúskap Hitaveitu Akureyrar á árinu 1996 auk þess sem myndir 50 og 51 sýna massa- og orkuflæði um kerfi veitunnar á árinu. Í töflunni eru tilgreindar ýmsar upplýsingar, sem tíndar hafa verið til úr ýmsum áttum. Hér á eftir er gerð grein fyrir hvernig þessar upplýsingar eru fengnar eða reiknaðar út. Er sú lýsing nokkurn veginn samhljóða sömu lýsingu í síðustu vinnslueftirlitsskýrslu.

Orkuframleiðslan er gefin upp í GWh og er hún reiknuð á eftirfarandi hátt:

1. Heildarorkuframleiðsla ársins í Eyjafjarðarsveit er fundin út frá rúmmetramælum við borholur hitaveitunnar í Eyjafjarðarsveit. Vatnsvinnsla úr holu RWN-7 við Reykhús er þar meðtalin. Byggt er á aflestrum nálægt áramótum 95/96 og 96/97, sem taka til 371 dags, og gildi færð að einu ári með því að brúa línulega milli síðasta mæligildis 1995 og hins fyrsta 1996. Síðan er orkan reiknuð út frá þeim hita sem mældur er á holutoppi og gert ráð fyrir 27°C hita sem neðri nýtingarmörkum. Orkuframleiðsla á Glerárdal og Þelamörk er reiknuð út á sama hátt.
2. Orkuframleiðsla varmadælnanna er reiknuð út frá raforkunotkun þeirra með því að gefa sér að nýtnistuðull þeirra (COP) hafi verið 3,6. Sama útkoma fæst ef gert er ráð fyrir að aflið út af hvorri dælu sé 1,05 MW og sú tala margfölduð með nýtingartíma dælnanna á árinu.
3. Orkuframleiðsla rafskautaketilsins í Þórunnarstræti er reiknuð út frá raforkunotkun hans og miðað við 95% nýtni.
4. Orkuframleiðsla í rafskautakatli á Súluvegi er lesin beint af orkumæli.

Varmaorkunotkunin er reiknuð á eftirfarandi hátt:

1. Notkunin á Akureyri er fengin út frá mælingum á því magni sem sent er út á kerfið frá litla tankinum í Þórunnarstræti. Við þá tölu er bætt því magni sem kemur inn á kerfið um rafskautaketilinn við Súluveg og í dælustöð í Sjafnarhúsi. Hita vatnsins varð hins vegar að áætla þar sem upplýsingar um hann skorti. Gengið var út frá sama meðalhita út á kerfið og áður, eða 76°C. Orkunotkunin, sem þarna er reiknuð innifelur því bæði notkun einstakra notenda og varmatap í dreifikerfi bæjarins. Áætlað var að meðalhiti bakrásarvatnsins hafi verið 27°C eins og hann mældist 1993.
2. Notkunin í Eyjafjarðarsveit er reiknuð út frá söluskýrslum Hitaveitu Akureyrar, yfirliti um frívatn, yfirliti um vatn sem Hrafnagilsveita fær og dælingu úr holunni við Reykhús. Miðað er við meðalhita vatns úr holum í Eyjafjarðarsveit við útreikningana þannig að orkutap í dreifikerfi Eyjafjarðarsveitar er innifalið í orkunotkuninni.
3. Eigin notkun hitaveitunnar í Eyjafjarðarsveit reiknast sem mismunur framleiðslu í Eyjafjarðarsveit annars vegar og summu af notkun í Hrafnagilshreppi og því sem fer um skilju á Laugalandi hins vegar. Um er að ræða notkun í dælustöðinni á Laugalandi og það vatn sem látið er renna ofan í vinnsluholur, sem ekki eru í gangi, til að halda dæluöxlum heitum. Þessi tala er mjög ónákvæm af því að hún fæst sem mismunur tveggja stórra mælitalna, sem eru nálægt því að vera jafnstórara. Fljótt á litið virðist hún of há miðað við þær hugmyndir sem menn gera sér um magn þess vatns sem látið er renna niður í holurnar. Ástæða er til að setja upp mæla á niðurrennsliörin.
4. Orkunotkun í Glæsibæjarhreppi er mismunur orkuframleiðslu á Þelamörk og þeirrar orku sem berst til Akureyrar frá Þelamörk.

5. Orkutapið í aðveitukerfi er fundið sem mismunur orkuframleiðslu og orkunotkunar. Fyrir aðveituna frá Laugalandi reiknast orkutapið 7,4 GWh, sem samsvarar um 2,6°C kælingu í aðveitupípunni. Fyrir aðveituna frá Þelamörk reiknast orkutapið 1,9 GWh, sem jafngildir 5,6°C kólnun í Þelamerkuraðveitunni. Orkutap í Glerárdalsaðveitu telst með orkutapi í bæjarkerfi og er hvorki reiknað eða mælt sérstaklega. Tekið skal fram að tölurnar um orkutöpin eru töluvert ónákvæmar vegna þess að þær eru ekki mældar beint heldur reiknaðar út frá öðrum stærðum.

Raforkunotkun hitaveitunnar er fengin úr gagnagrunni hitaveitunnar. Það sama á við um upplýsingarnar um **bakrásarvatnið**.

Íbúafjöldinn er samkvæmt upplýsingum Hagstofu Íslands um íbúafjölda 1. desember 1996.

Upplýsingar um **rúmmál hitaðs húsrýmis** á Akureyri er fengið úr veituskrá hitaveitunnar.

Upplýsingar um orkuverð eru tvenns konar. Annars vegar er birt orkuverð eins og það var samkvæmt gjaldskrá HVA í árslok. Í raun er þar ekki um orkuverð að ræða heldur gjald fyrir hvern rúmmetra sem notandi fær. Hann getur verið misorkuríkur. Hins vegar er birt tala um meðalorkuverð á framleidda kílóvattstund. Þarna er einfaldlega um að ræða heildartekjur HVA af heitavatnssölu deilt niður á hverja framleidda kílóvattstund. Inni í þessari tölu eru því bæði frívatn og orkutöp.

Loks eru upplýsingar um **veðurfar** fengnar frá Veðurstofu Íslands.

Tafla 12. Yfirlit um ýmsa þætti varðandi orkubúskap Hitaveitu Akureyrar 1996.

Orkuframleiðsla:			
	Jarðhitasvæðin í Eyjafjarðarsveit ¹⁾	210,0 GWh	78,1%
	Jarðhitassvæðið á Glerárdal	12,6 GWh	4,7%
	Jarðhitasvæðið á Þelamörk	31,2 GWh	11,6%
	Varmadætur	7,8 GWh	2,9%
	Rafskauta- og olíukatlar	7,4 GWh	2,8%
	Heildarorkuframleiðsla ¹⁾	269,0 GWh	100%
Varmaorkunotkun:			
	Dreifikerfi á Akureyri	222,0 GWh	82,5%
	Heildarnotkun í Eyjafjarðarsveit ¹⁾	23,0 GWh	8,6%
	Notkun í Glæsibæjarhreppi	8,5 GWh	3,2%
	Eigin notkun HVA í Eyjafjarðarsveit ²⁾⁶⁾	6,3 GWh	2,3%
	Orkutap í aðveitukerfi ⁶⁾	9,2 GWh	3,4%
	Heildarorkunotkun ¹⁾	269,0 GWh	100%
Raforkunotkun:			
	Borholudætur og dælustöð í Eyjafjarðarsveit	4,7 GWh	
	Dælustöðvar á Akureyri	0,9 GWh	
	Dætur á Þelamörk	0,6 GWh	
	Varmadætur	2,2 GWh	
	Rafskautakatlar	7,4 GWh	
	Raforkunotkun, alls	15,8 GWh	
Bakrásarvatn:			
	Endurheimt bakrásarvatn (meðaltal)	34,6 l/s	
	Meðalhiti bakrásarvatns (ágiskað)	27 °C	
Íbúafjöldi:			
	Akureyri	15.009	
	Eyjafjarðarsveit	934	
	Glæsibæjarhreppur	237	
Akureyri, ýmsar upplýsingar:			
	Rúmmál hitaðs húsrýmis ⁴⁾	3.509.000 m ³	
	Orkunotkun á rúmmetra húsrýmis ⁵⁾	75,3 kWh/m ³	
	Heitavatsnotkun á rúmmetra húsr.	1,3m ³ /m ³	
	Varmaorkuframleiðsla á íbúa	16.300 kWh/íbúa	
	Heitavatsnotkun á íbúa	271 m ³ /íbúa	
	Aukning í hituðu húsrými frá 1995	60.598 m ³	
Orkuverð án VSK:			
	Fastagjald í árslok (15 mm mælir)	8460 kr	
	Rúmmetragjald í árslok	110,00 kr/m ³	
	Meðalorkuverð á framleidda kWh ³⁾	1,81 kr/kWh	
	Meðalrúmmetraverð út á dreifikerfið	109,40 kr/m ³	
Veðurfar:			
	Ársmeðalhiti (°C)	1996 4,15	1981-1996 3,50
	Meðalvindhraði (hnútar)	9,2	8,7
	Fjöldi sólskinsstunda	1064	1012
	Vindleiðréttur meðalhiti	0,82	0,25
			Staðalfrávik 0,68
			1,2
			0,77

¹⁾ Reykhús meðtalin.

²⁾ Dælustöð og niðurrennsli í dæluholur sem ekki eru í notkun.

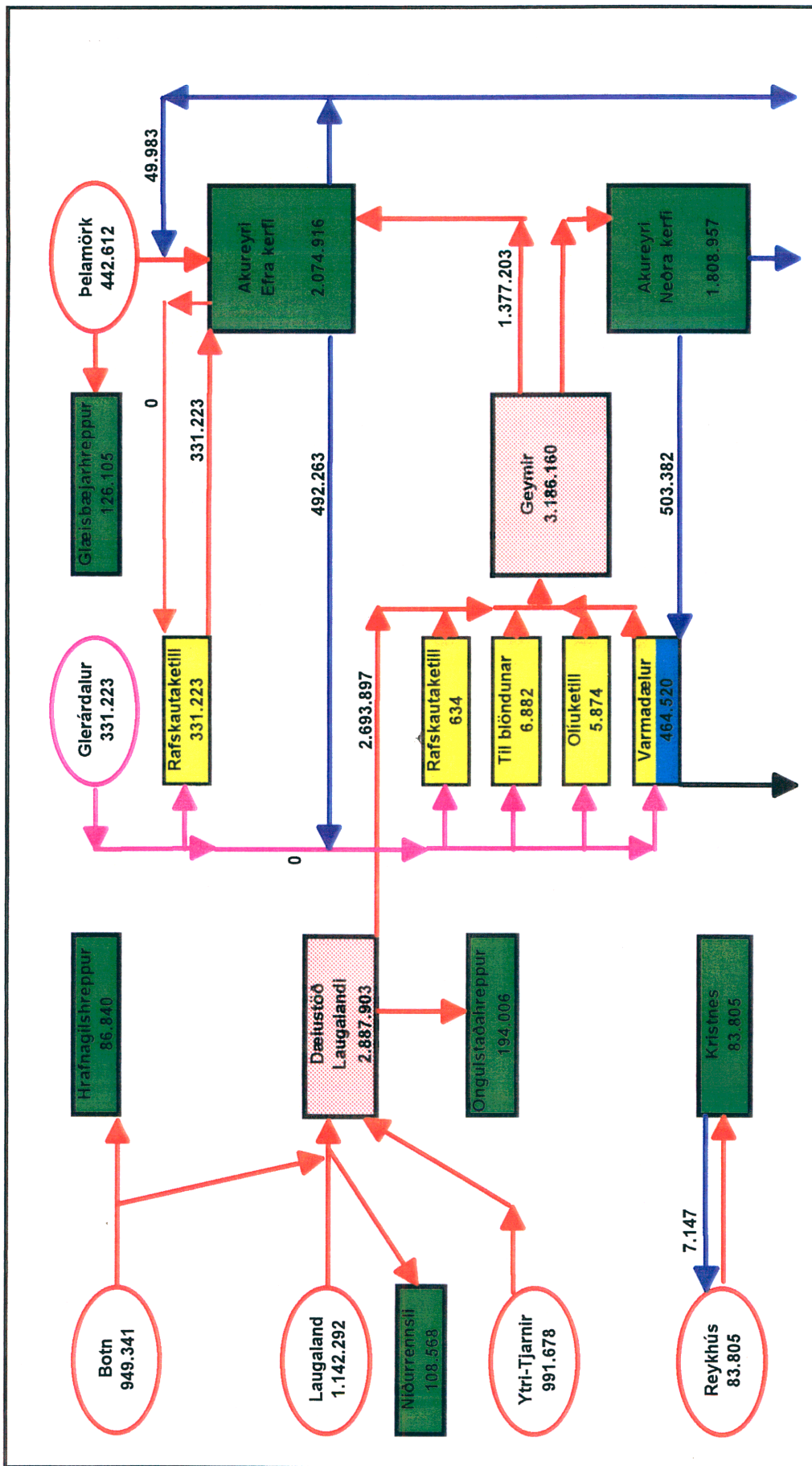
³⁾ Heildarorkusala í krónum á hverja framleidda kílóvattstund.

⁴⁾ Á Akureyri, í Eyjafjarðarsveit og Glæsibæjarhreppi.

⁵⁾ Orkutöp í aðveitu ekki meðtalin

⁶⁾ Mjög ónákvæmar tölur

Hitaveita Akureyrar
Massaflæði 1996
 Allar tölur eru í rúmmetrum
 Tímabil 31.12.1995 - 31.12.1996

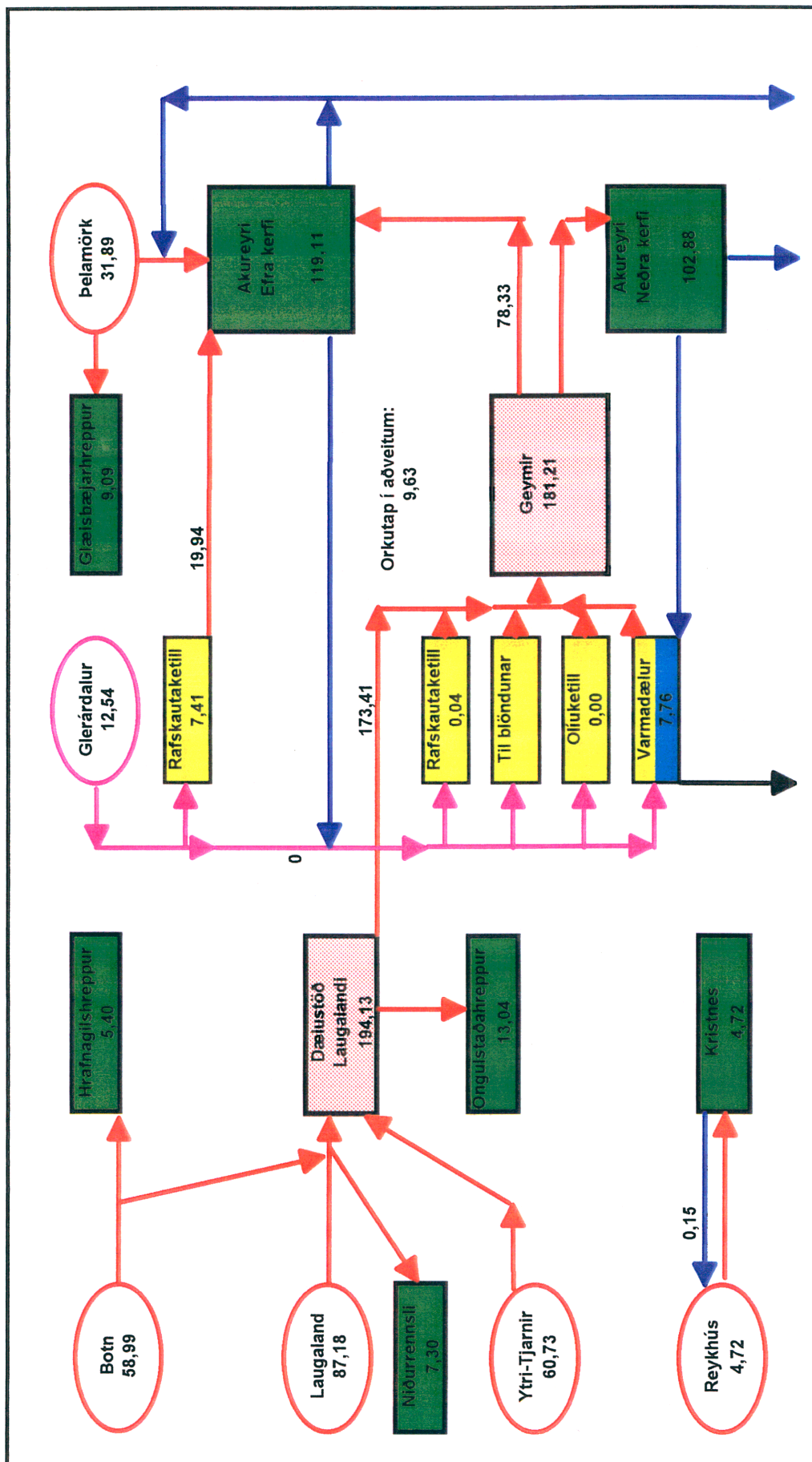


Mynd 50. Massaflæði um kerfi Hitaveitu Akureyrar árið 1996.

Hitaveita Akureyrar

Orkuflæði 1996

Allar tölur eru í gjawattstundum
Tímabil 31.12.1995 - 31.12.1996



Mynd 51. Orkuflæði um kerfi Hitaveitu Akureyrar árið 1996

7. FRAMTÍÐARHORFUR

Þegar horft er til framtíðar eru einkum þrjú meginmarkmið sem höfð eru að leiðarljósi í orkupólítískum ákvörðunum Hitaveitu Akureyrar, eins og fjallað var um í vinnslueftirlistskýrslu síðasta árs. Virkt vinnslueftirlit, eins og hér hefur verið til umfjöllunar, er lykilatriði í því að tryggja að þessi markmið náist. Þau eru:

1. Að tryggja næga orku og afhendingaröryggi hennar
2. Að tryggja fullnægjandi gæði heita vatnsins
3. Að tryggja sem lægst orkuverð til langs tíma litið

Krafan um að tryggja næga orku og afhendingaröryggi felur í sér að jafnan sé horft langt fram í tímann, spáð fyrir um þróun orkuþarfar og afkastagetu vinnslusvæðanna og leitað nýrra orkugjafa eftir því sem þörfin kallar. Hún felur jafnframt í sér að búið sé þannig um hnútana að kerfið sé ekki veilt fyrir truflunum.

Krafan um fullnægjandi gæði felur fyrst og fremst í sér að efnasamsetning vatnsins og hiti séu innan eðlilegra marka og ekki séu í vatninu efni sem valdi tæringu og útfellingum umfram það sem eðlilegt má telja í jarðhitaveitum.

Krafan um lægst mögulegt orkuverð til lengri tíma litið felur fyrst og fremst í sér kröfu um að jarðhiti verði notaður áfram sem meginorkulind og öllum fjárfestingum stillt í hóf. Reynslan sýnir að engin orkulind getur keppt við jarðhitann í orkuverði. Það er iðulega 30% - 50% af verði raforku, nema í undantekningartilvikum þar sem afgangsráforka fæst á lágu verði. Ólíklegt er að slík afgangsráforka verði til í verulegum mæli í langan tíma. Eðlilegt er að nýta afgangsráforku þegar hún fæst á góðu verði með svipuðum hætti og Hitaveita Akureyrar hefur gert undanfarin ár.

Mynd 52 sýnir breytingar orkunotkunar og orkuvinnslu Hitaveitu Akureyrar frá árinu 1981 ásamt orkumætti veitunnar og líklegum vexti orkuþarfarinnar. Jafnframt er sýnd lína, sem sýnir 90% af orkumætti veitunnar, en æskilegt er að miða við að eiga um 10% umframvinnslugetu í kerfinu til að mæta köldum árum, sem alltaf má búast við að komi. Athygli vekur að að orkunotkunin minnkar milli árána 1995 og 1996, einkum vegna hagstæðs veðurfars 1996, en meðalhiti var þá 1,3 °C hærri en árið áður. Slík breyting ára varð síðast milli árána 1990 og 1991.

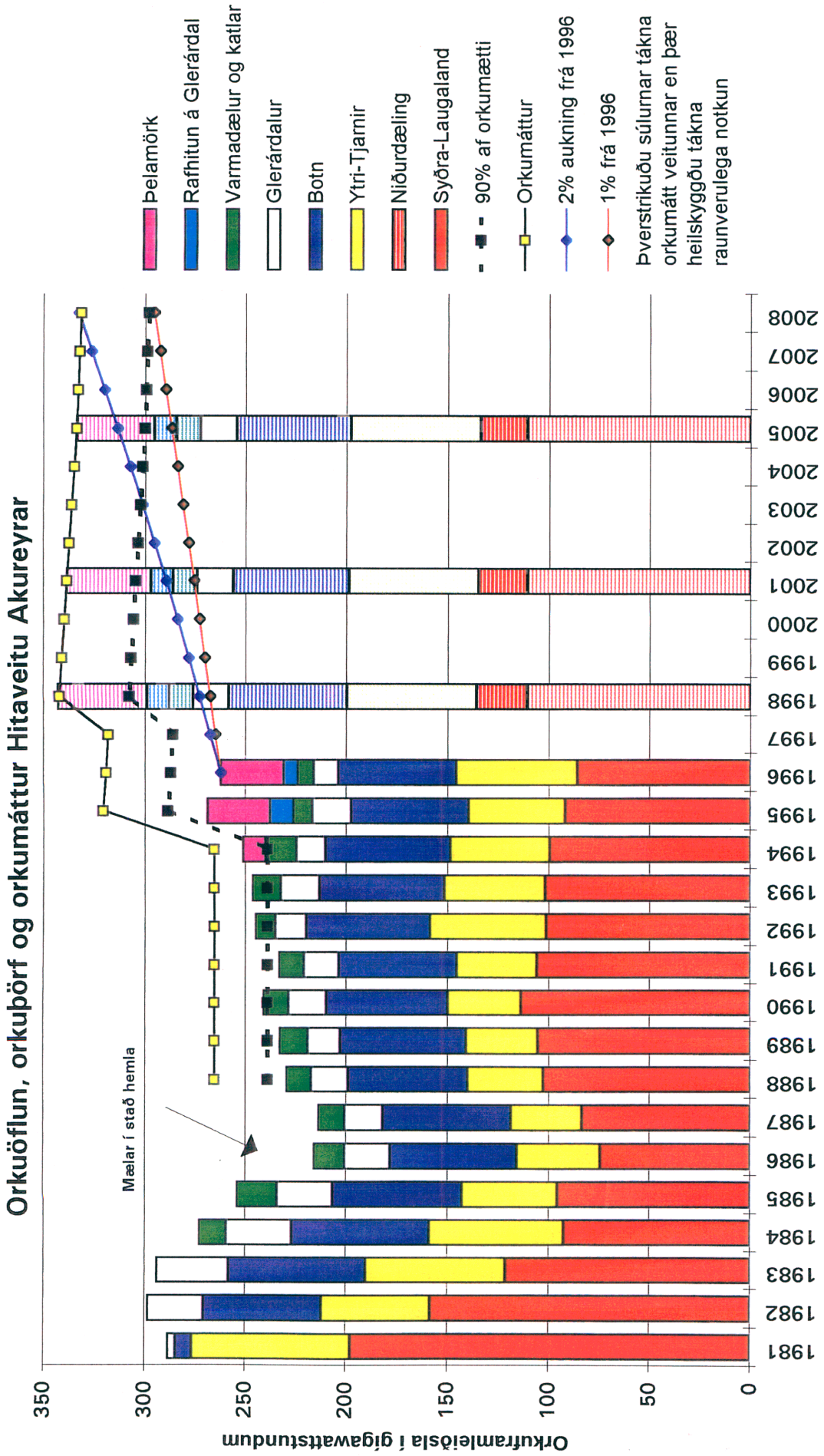
Við mat á orkumættinum til ársins 2008 er gert ráð fyrir óbreyttri vinnslugetu á Laugalandi, Ytri-Tjörnum og á Glerárdal, en tekið er tillit til minnkandi vinnslugetu á Botni og Þelamörk vegna kólnunar vatns úr holum HN-10 og LPN-11. Þá er gert ráð fyrir að vinnslugetan aukist um 25 GWh árið 1998 vegna niðurdælingar á Laugalandi. Sú tala er enn óviss, en hún mun skýrast í niðurdælingartilrauninni, sem nú er nýhafin og standa mun næstu tvö árin.

Líklegt er að árlegur vöxtur í orkuþörf verði á bilinu 1-2% á ári næstu árin. Miðað við 1% árlegan vöxt sýnir mynd 52 að notkunin mun ná 90% af orkumætti árið 2008, en árið 2003 ef vöxturinn verður 2% á ári. Er það heldur seinna en útlit var fyrir á síðasta ári. Því lítur á þessari stundu út fyrir að nýr virkjunarkostur þurfi að vera tiltækur fyrir Hitaveitu Akureyrar á tímabilinu 2003 - 2008.

Af framansögðu verður að telja að staða orkuöflunar hjá Hitaveitu Akureyrar sé vel viðunandi og horfur á að svo geti orðið næstu 5 - 10 ár. Afhendingaröryggi orkunnar er einnig mikið og meiri-háttar rekstrartruflanir á aðveitukerfi verða að teljast ólíklegar. Eins og bent hefur verið á þarf þó

að gæta vel að rekstri jarðhitasvæðisins á Laugalandi. Öndvert við önnur virkjunarsvæði hitaveitunnar getur Laugalandssvæðið gefið af sé mikið magn af heitu vatni ef vatnsborð stendur þar hátt. Þar er því fólgin orkuforði sem þarf að vera hægt að grípa til í slæmum kuldaköstum á vetrum. Til þess að það sé gerlegt þarf að haga jarðhitavinnslunni þannig að eins lítið vatn sé tekið frá Laugalandi utan álagstíma og frekast er unnt og geyma þannig forðann á Laugalandi til kuldakasta á vetrum. Niðurdælingin, sem nú er hafin á Laugalandi, miðar einmitt að því að nýta þessa miðlunareiginleika jarðhitakerfisins.

Aftur er vakin athygli á því að orkunotkun til húshitunar á Akureyri er með því minnsta sem þekkist hjá hitaveitum landsins, líklega vegna hins tiltölulega háa orkuverðs. Vegna þess takmarkaða orkuforða sem hitaveitan ræður yfir er því ástæða til að fara gætilega í verðlækkunir á heita vatninu, jafnvel þótt fjárhagsafkoma leyfi. Ástæðan er sú að lægra orkuverð kallar á meiri notkun og meiri notkun kallar á örari nýframkvæmdir í orkuöflun, sem síðan gætu leitt af sér nauðsyn á gjaldskrárhækkun á ný.



Mynd 52. Orkuöflun, orkuvinnsla og orkumáttur Hitaveitu Akureyrar.

8. HEIMILDIR

- Guðni Axelsson og Grímur Björnsson, 1992: *Botn í Eyjafjarðarsveit. Líkanreikningar fyrir jarðhitakerfið*. Orkustofnun, OS-92012/JHD-01, 71 s., unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.
- Guðni Axelsson, Ólafur G. Flóvenz, Hrefna Kristmannsdóttir og Guðrún Sverrisdóttir, 1993: *Laugaland í Eyjafjarðarsveit. Tilraun með niðurdælingu vatns*. Orkustofnun, OS-93052/JHD-13, 69 s.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1992: *Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1991*. Orkustofnun, OS-92020/JHD-07 B, 34 s., unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson, Guðrún Sverrisdóttir og Grímur Björnsson, 1993: *Vatnsöflun Hitaveitu Akureyrar. Staða og horfur 1993*. Orkustofnun, OS-93025/JHD-06, 47 s., unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson, Grímur Björnsson, Jens Tómasson, Guðrún Sverrisdóttir Hilmar Sigvaldason og Sigurður Benediktsson, 1994a: *Laugaland á Pelamörk. Boranir og vinnsluprófun 1992-1993*. Orkustofnun, OS-94032/JHD-07, 121 s., unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1994b: *Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1993*. Orkustofnun, OS-94011/JHD-03, 43 s., unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1995: *Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1994*. Orkustofnun, OS-95030/JHD-04, 47 s., unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1996: *Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1995*. Orkustofnun, OS-96035/JHD-06, 65 s., unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.

VIÐAUKI: Leiðrétting vatnshitamælinga

Leiðrétting meðalhita vatns úr vinnsluholum 1981-1996, dT (°C).

$$T_{\text{leiðrétt}} = T_{\text{mælt}} + dT$$

Tímabil (mán./ár)	BN-1	HN-10	LJ-5	LJ-7	LN-12	TN-4
02/81 - 04/82		-0,5	-1,0	-1,0		0,0
05/82 - 06/83		-0,5	-1,0	-1,0	+1,0	0,0
07/83 - 06/88	-1,2	-0,5	-1,0	-1,0	+1,0	0,0
07/88 - 08/88	-4,2	-0,5	-1,0	-1,0	+1,0	0,0
09/88 - 10/90	-4,2	-1,5	-3,0	-1,0	-1,0	0,0
11/90 - 01/91	-4,2	-1,5	0,0	-1,0	-1,0	0,0
02/91 - 09/91	-4,2	-1,5	0,0	-1,0	-1,0	-1,0
10/91 - 04/93	-4,2	-1,5	0,0	-1,0	-1,0	-2,0
05/93 - 09/93	-4,2	-1,5	0,0	-1,0	0,0	-2,0
10/93 - 06/94	-1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	-2,0
07/94 - 09/95	-1,7	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
10/95 - 12/96	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0