



ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

HITAVEITA AKUREYRAR

**Orkubúskapur og eftirlit
með jarðhitasvæðum 1997**

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

Unnið fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar

1998

OS-98032



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 609

Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir
Ólafur G. Flóvenz

HITAVEITA AKUREYRAR

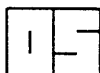
Orkubúskapur og eftirlit með jarðhitasvæðum 1997

Unnið fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar

OS-98032

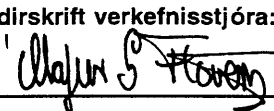
Júlí 1998

ISBN 9979-68-020-2

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

Skýrsla nr.: OS-98032	Dags.: Júlí 1998	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: HITAVEITA AKUREYRAR Orkubúskapur og eftirlit með jarðhitasvæðum 1997	Upplag: 30	
	Fjöldi síðna: 56	
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: Skýrslan fjallar um orkubúskap og eftirlit með vinnslu jarðhita á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1997, þ.e. vinnslu og vatnsborð, breytingar á hita og efnainnihaldi vatns úr vinnsluholum, samband orkunotkunar og veðurfars, og framtíðarhorfur. Unnið var vatn á sex jarðhitasvæðum: Botni, Ytri-Tjörnum, Syðra-Laugalandi, Reykhúsum, Glerárdal og Laugalandi á Þelamörk. Einnig er greint frá tilraun sem hófst á árinu með niðurdælingu bakrásarvatns á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit. Árið 1997 var heildarorkuvinnslan um 267 GWh. Þar af nam jarðhitavinnslan um 122 l/s að jafnaði, eða um 250 GWh. Orkuvinnsla veitunnar hefur lítið breyst síðustu þrjú árin, en vegna niðurdælingartilraunarinnar á Syðra-Laugalandi jókst vinnslan þar um 10% en minnkaði á hinum svæðunum nema Glerárdal. Ekki urðu verulegar vatnsborðsbreytingar á vinnslusvæðunum milli ára, og hiti vatns í vinnsluholum breyttist óverulega. Ekki urðu heldur marktækar breytingar á efnainnihaldi vatns frá 1996 til 1997 nema á Botni og Laugalandi á Þelamörk. Athugun á sambandi orkunotkunar og veðurfars bendir til að aftoppar hafi vaxið allt að tvöfalt hraðar en meðalorkunotkun síðan 1992. Hvað varðar öflun heildarorku er staða Hitaveitu Akureyrar nú vel viðunandi, en ekki að því er varðar aflgetu. Útlit er fyrir að viðbótarorka þurfi að vera tiltæk upp úr 2003.		
Lykilorð: Akureyri, hitaveita, lághitasvæði, vinnsla, vatnsborð, hiti, efnastyrkur, niðurdæling, orkubúskapur	ISBN-númer: 9979-68-20-2	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: ÓGF, GAX, PI	

ÁGRIP

Árið 1997 var heildarorkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar um 267 GWh. Jarðhitavinnslan nam um 122 l/s að jafnaði, eða um 250 GWh, en orkuframleiðsla varmadælna og rafskautakatla nam 17 GWh. Orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar hefur lítið breyst síðustu þrjú árin (1995 - 1997), eftir að hafa aukist verulega milli 1994 og 1995. Vegna tilraunar með niðurdælingu bakrásravatns, sem hófst á Syðra-Laugalandi á árinu, breyttist vinnslan á vinnslusvæðunum fimm innbyrðis. Hún jókst um 10% á Syðra-Laugalandi, en minnkaði á hinum svæðunum, nema Glerárdal.

Ekki urðu verulegar vatnsborðsbreytingar á vinnslusvæðunum milli 1996 og 1997. Þó stóð vatnsborð ofar á Botni, Glerárdal og Laugalandi á Þelamörk í lok árs 1997 en í lok árs 1996, vegna minni vinnslu haustið 1997 en haustið 1996. Vatnsborð á Syðra-Laugalandi fór ekki eins hátt í lok sumars 1997 og árin áður, því stöðug vinnsla hófst þar fyrr en venjulega vegna niðurdælingarverkefnisins. Vatnsborð á Ytri-Tjörnum fór neðar vorið 1997 en gerst hefur til þessa, eða í 306 m dýpi. Var það vegna þess að hola TN-4 hafði þá verið svo til stöðugt í gangi frá lokum sumars 1995. Vatnsborð á Ytri-Tjörnum hætti að lækka í lok maí 1997, þrátt fyrir stöðuga vinnslu, vegna áhrifa frá minnkandi vinnslu á Syðra-Laugalandi. Vatnsborð í holu TN-2 má fara niður á u.þ.b. 340 m dýpi án þess að vatnsborð í holu TN-4 nálgist dælu of mikið.

Hiti vatns úr holu BN-1 mældist nokkru lægri árið 1997 en árið áður, væntanlega vegna minni vinnslu úr holu HN-10 en áður. Meðalhiti vatns úr holu LJ-5 mældist einnig lægri en áður, sennilega vegna þess að holan var minna notuð en lengst af áður. Hiti vatns úr öðrum holum breyttist óverulega. Vatnshitamælingar úr holu HN-10 voru þó ekki marktækar, vegna mæliskekkju, en vatn úr þeirri holu hefur kólnað síðustu ár.

Fylgst er með breytingum á efnainnihaldi vatns úr vinnsluholum veitunnar á þrjá vegu. Með árlegri heilsýnatöku Orkustofnunar, ársfjórðungslegri hlutsýnatöku og nokkuð tíðum leiðnimælingum hitaveitunnar. Mæliskekkja, sem olli því að niðurstöður leiðnimælinga eru óvissar mestan hluta ársins 1997, var leiðrétt í lok ársins. Ekki virðast hafa orðið marktækar breytingar á efnainnihaldi milli árána 1996 og 1997, ef undan eru skildar holurnar á Botni og LPN-11 á Laugalandi á Þelamörk. Á Botni urðu breytingar sem talið er að rekja megi til vinnslubreytinga þar. Efnabreytingar í holu LPN-11, sem bent hafa til innstreymis kaldara vatns í jarðhitakerfið, héldu áfram, en þó hægði töluvert á þeim, væntanlega vegna minni vinnslu.

Athugun á sambandi orkunotkunar og veðurfars bendir til þess að afltoppar hafi vaxið allt að tvöfalt hraðar en meðalorkunotkun síðan 1992. Lágmarksvinnsla á sumrin hefur hins vegar staðið í stað. Af þessum sökum þarf að tryggja að veitan muni ráða við mestu afltoppa sem vænta má. Það verður best gert með því að finna ný vinnslusvæði, eða finna meira vatn á þeim svæðum sem fyrir eru.

Ef borinn er saman núverandi orkumáttur Hitaveitu Akureyrar og orkuvinnsla síðustu ára, sést að staða orkuöflunar er nú vel viðunandi. Þetta gildir þó eingöngu um heildarorkumagn en ekki aflgetu. Ef miðað er við að niðurdæling á Syðra-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 upp úr 2003, ef orkunotkun vex um 1 - 2 % á ári, og helst fyrr til að tryggja aflgetuna.

Í skýrslunni er lagt til að mælibúnaður í veitukerfinu verði betrubættur á nokkrum stöðum til að fá gleggri mynd af orkubúskap veitunnar, og að kvörðun vatnshitamæla verði yfirfarin. Ætlunin er að endurskoða vatnsborðs- og vatnshitaspár fyrir svæðin í næstu vinnslueftirlitsskýrslu.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	2
1. INNGANGUR	5
2. VINNSLA OG VATNSBORÐ	6
2.1 Gagnasöfnun	6
2.2 Orkuvinnsla 1997	7
2.3 Vatnsborðsbreytingar	9
3. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM	18
4. NIÐURDÆLING Á LAUGALANDI Í EYJAFJARÐARSVEIT	22
5. EFNAINNIHALD	23
6. ORKUBÚSKAPUR HITAVEITU AKUREYRAR 1997	39
7. SAMBAND ORKUNOTKUNAR OG VEDURFARS	47
8. UMRÆÐA OG TILLÖGUR	50
8.1 Orkuvinnsla og orkunotkun	50
8.2 Aftoppar	50
8.3 Tillögur um úrbætur á mælingum	51
9. HEIMILDIR	56

MYNDASKRÁ

1. Yfirlitsmynd af vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar	5
2. Vikuleg heildarvinnsla jarðhita síðustu fimm árin	7
3. Vikulegt meðalafliHitaveitu Akureyrar síðustu fimm árin	9
4. Vinnsla og vatnsborð á Botni árin 1996 og 1997	11
5. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1996 og 1997	12
6. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1996 og 1997	12
7. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1996 og 1997	13
8. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1996 og 1997	13
9. Vinnsla úr HN-10 og vatnsborð í HN-10 og BÝ-3 árin 1982 - 1997	14
10. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1982 - 1997	14
11. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1976 - 1997	15
12. Vatnsborð í holu HW-9 á Hrafnagili og holu GG-1 á Grísará árin 1982 - 1997	15
13. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1978 - 1997	16
14. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1982 - 1997	16
15. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1992 - 1997	17
16. Vinnsla og vatnsborð holu RWN-7 á Reykhúsum árin 1984 - 1997	17
17. Hiti vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1981 - 1997	19
18. Hiti vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1983 - 1997	19
19. Hiti vatns úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1997	19
20. Hiti vatns úr holu LJ-7 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1997	20
21. Hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi árin 1982 - 1997	20

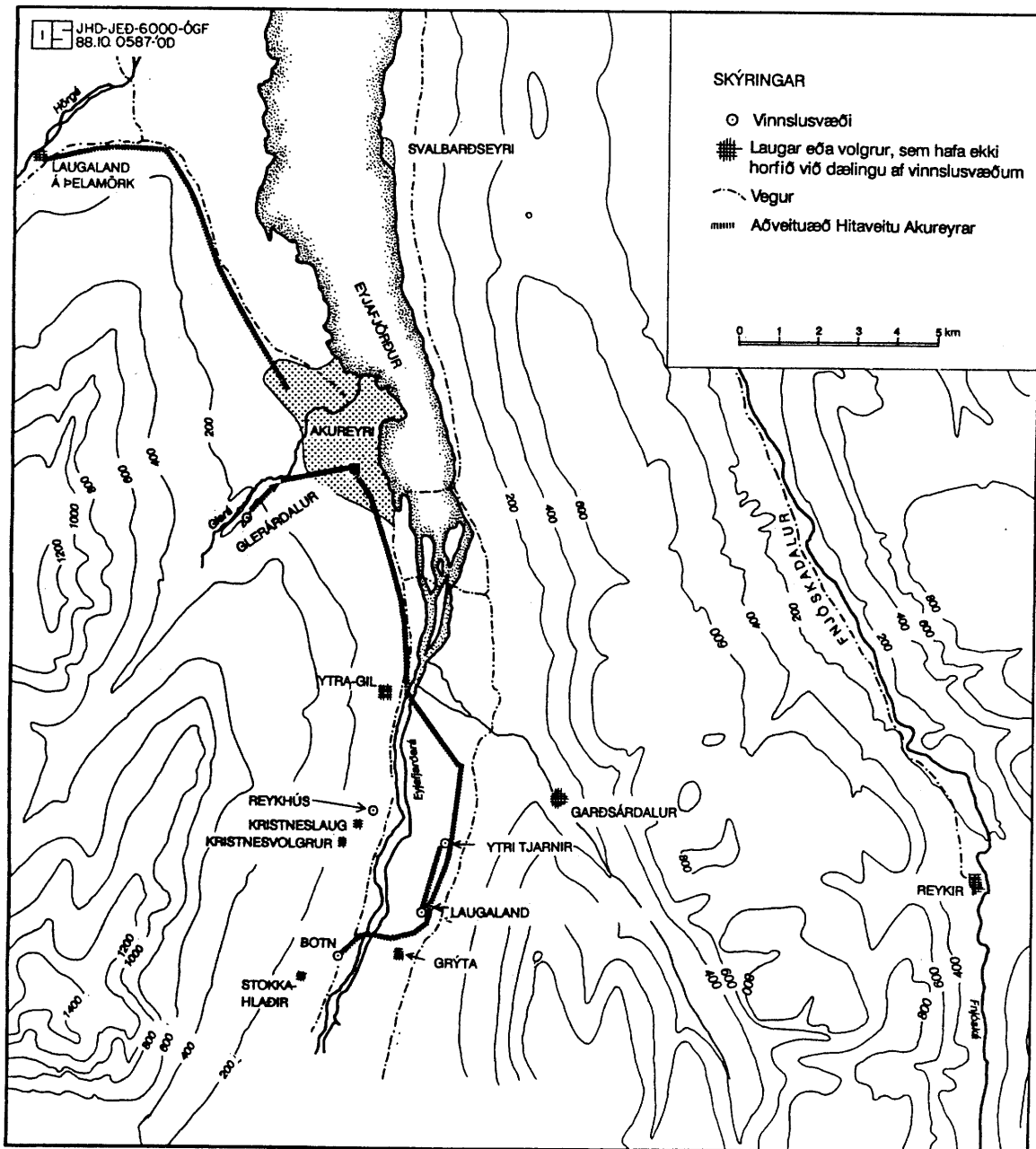
22. Hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árin 1981 - 1997	20
23. Hiti vatns úr holu GÝN-7 á Glerárdal árin 1982 - 1997	21
24. Hiti vatns úr holu LÞN-11 á Laugalandi á Þelamörk árin 1992 - 1997	21
25. Niðurdæling og toppþrýstingur holu LJ-8 seinni hluta 1997	22
26. Vinnsla, niðurdæling og vatnsborð á Laugalandi seinni hluta 1997	23
27. Styrkur nokkurra efna í holu BN-1 sem fall af tíma	30
28. Styrkur nokkurra efna í holu HN-10 sem fall af tíma	31
29. Styrkur nokkurra efna í holu LN-12 sem fall af tíma	32
30. Styrkur nokkurra efna í holu TN-4 sem fall af tíma	33
31. Styrkur nokkurra efna í holu RWN-7 sem fall af tíma	34
32. Styrkur nokkurra efna í holu GÝN-7 sem fall af tíma	35
33. Styrkur nokkurra efna í holu LÞN-11 sem fall af tíma	36
34. Samanburður mælds hita og reiknaðs kalsedónhita fyrir holu LÞN-11	37
35. Styrkur karbónats í holu HN-10 frá upphafi vinnslu	37
36. Styrkur karbónats í holu TN-4 frá upphafi vinnslu	38
37. Samanburður á leiðnimælingum HVA og Orkustofnunar, dæmi úr holu TN-4	38
38. Massaflæði um kerfi Hitaveitu Akureyrar árið 1997	43
39. Orkuflæði um kerfi Hitaveitu Akureyrar árið 1997	45
40. Vindleiðrétt vikumeðalgildi útihita á Akureyri	48
41. Tvö dæmi um samband vindleiðréttis útihita og heildararfs HVA	48
42. Breytingar í afli við -15°C síðustu fimm árin	49
43. Orkuöflun, orkuvinnsla og orkumáttur Hitaveitu Akureyrar	53
44. Yfirlit um veðurfar, heildarorkunotkun og veðurleiðréttta orkunotkun HVA	55

TÖFLUSKRÁ

1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1997	6
2. Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar	8
3. Leiðréttur meðalhiti vatns úr vinnsluholum 1992-1997	18
4. Jarðhitasvæðið við Botn. Efnasamsetning vatns úr holu BN-1	24
5. Jarðhitasvæðið við Botn. Efnasamsetning vatns úr holu HN-10	25
6. Jarðhitasvæðið á Syðra-Laugalandi. Efnasamsetning vatns úr holum LN-12 og LJ-7	25
7. Jarðhitasvæðið á Ytri-Tjörnum. Efnasamsetning vatns úr holu TN-4	26
8. Jarðhitasvæðið við Reykhús. Efnasamsetning vatns úr holu RWN-7	27
9. Jarðhitasvæðið á Glerárdal. Efnasamsetning vatns úr holu GÝN-7	27
10. Laugaland á Þelamörk. Efnasamsetning vatns úr holu LÞN-11	28
11. Efnasamsetning vatns í dreifikerfi	29
12. Yfirlit um ýmsa þætti varðandi orkubúskap Hitaveitu Akureyrar 1997	41

1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um orkubúskap og eftirlit með vinnslu jarðhita á vinnslusvæðum Hita-veitu Akureyrar árið 1997. Fjallað er um vinnslu og vatnsborð, breytingar á hita og efnainnihaldi vatns úr vinnsluholum, leiðnimælingar og að lokum orkubúskap veitunnar árið 1997 og framtíð-
arhorfur. Árið 1997 vann hitaveitan heitt vatn á sex jarðhitasvæðum: á Botni, Ytri-Tjörnum, Syðra-Laugalandi og Reykhúsum í Eyjafjarðarsveit, á Glerárdal og á Laugalandi á Þelamörk. Mynd 1 sýnir staðsetningu þessara svæða. Árið 1997 hófst í tilraunaskyni niðurdæling bakrásar-
vatns á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit. Þess er vænst að niðurdæling muni auka orkumátt þess
svæðis umtalsvert í framtíðinni.



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 rennismælum og vatnsborð mælt í þeim vinnsluholum þar sem mælirör eru í lagi. Jafnframt er vatnsborð mælt í allmörgum öðrum borholum. Í töflu 1 er gefið yfirlit um mælingar á vinnslu og vatnsborði í holum Hitaveitu Akureyrar árið 1997. Þessu til viðbótar hefur tölvustýrður stjórn- og eftirlitsbúnaður verið tengdur holu LÞN-11 síðan í árslok 1994, og holum LJ-5 og LN-12 frá því í haust.

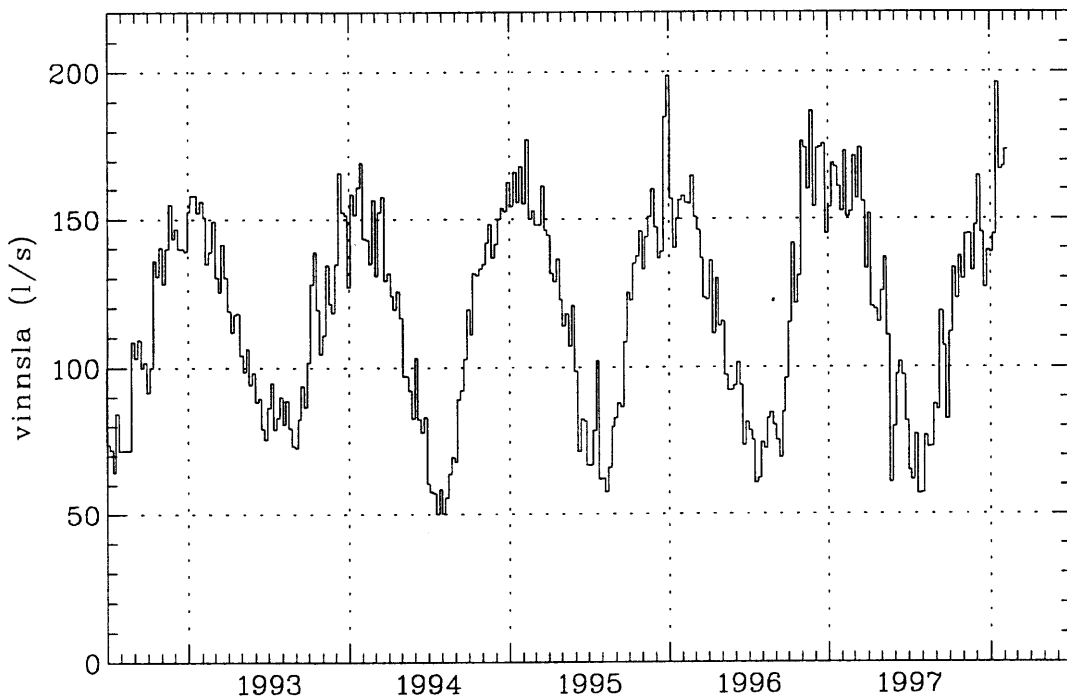
Tafla 1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1997.

Vinnslusvæði	Hola	Meðalvinnsla, augnabliksrennsli og hiti vatns	Vatnsborð
BOTN	BN-1 HN-10 BÝ-3	mælt vikulega mælt vikulega	mælirör bilað mælirör bilað mælt vikulega
SYÐRA-LAUGALAND	LJ-5 LJ-7 LN-12 LJ-8 LN-10	mælt vikulega mælt vikulega mælt vikulega	mælt u.þ.b. vikulega 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

Auk ofangreindra mælinga hefur verið fylgst mjög nákvæmlega með niðurdælingunni eftir að hún hófst, m.a. með tölvustýrðum eftirlitsbúnaði. Fjallað verður nánar um niðurdælinguna hér á eftir.

2.2 Orkuvinnsla 1997

Í töflu 2 eru birtar tölur um ársmeðaldælingu og orkuvinnslu á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar, ásamt annarri orkuvinnslu, til og með árinu 1997. Tölur um orkuvinnslu eru reiknaðar út frá sömu forsendum og í síðustu vinnslueftirlitsskýrslum (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994b). Mynd 2 og 3 sýna síðan vikumeðaltöl heildardælingar af jarðhitasvæðunum fimm, annars vegar, og vikulegt meðalafi hins vegar, síðustu fimm árin. Sú síðarnefnda sýnir samanlagða orkuvinnslu á jarðhitasvæðunum ásamt orkuvinnslu með varmadælum og rafskautakötlum, sem numið hefur um 6% af heildarorkuvinnslunni að jafnaði þessi fimm ár.



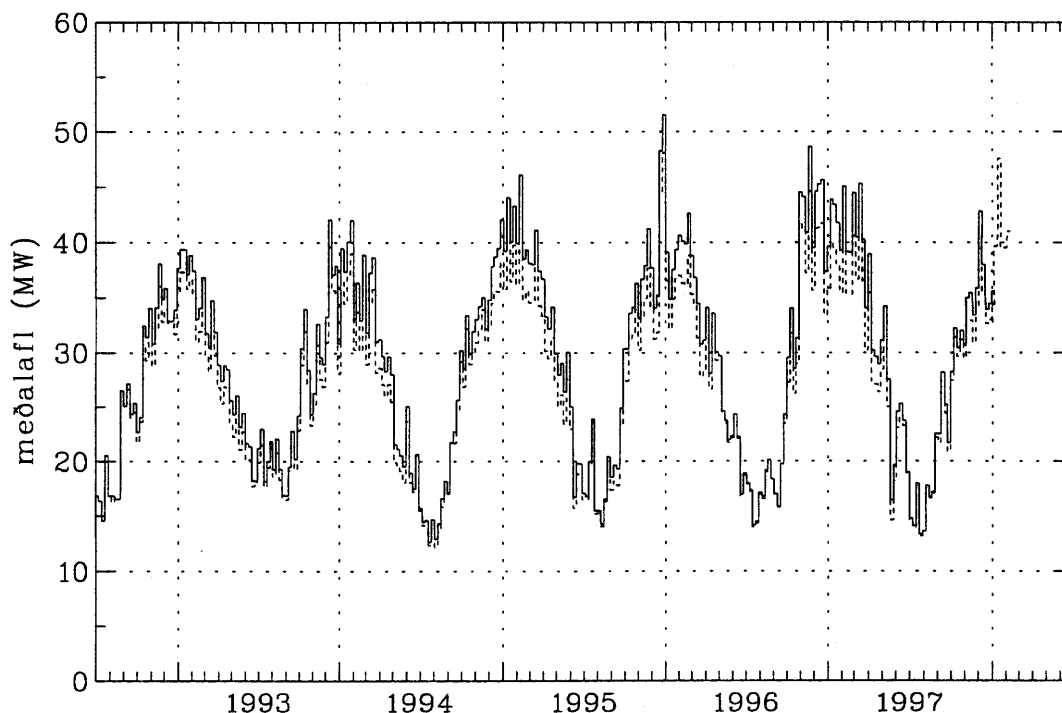
Mynd 2. Vikuleg heildarvinnsla jarðhita síðustu fimm árin.

Ef eingöngu er lítið til jarðhitavinnslunnar sést á töflunni að hún hefur í raun lítið breyst síðustu þrjú árin (1995 - 97), eftir að hafa aukist verulega milli árunna 1994 og 1995. Gildir þetta jafnt um ársmeðalvinnsluna (í l/s) sem orkuvinnsluna (í GWh). Samtals var dælt um 122 l/s að meðaltali úr jarðhitasvæðunum fimm og nam heildarorkuvinnslan á þessum svæðum alls um 250 Gígawattstundum (GWh). Á Syðra-Laugalandi jókst ársmeðalvinnslan um 10% frá árinu áður, sem var fyrst og fremst vegna þess að hola LN-12 var höfð í gangi allt frá ágústlokum, vegna niðurdælingarverkefnisins. Á Botni minnkaði vinnslan að sama skapi, þar sem hola HN-10 var notuð haustið 1997 til þess að mæta sveiflum í notkun í stað þess að vera í samfelldri notkun. Ástæðan var sú að halda þurfti sem jafnastri vinnslu á Syðra-Laugalandi vegna niðurdælingarverkefnisins. Á Ytri-Tjörnum var meðalvinnslan ívið minni árið 1997 en árið 1996, en þá hafði hún verið aukin umtalsvert frá árunum 1993 - 1995. Á Glerárdal hefur vinnslan rokkað nokkuð frá ári til árs, en var 1997 nokkuð undir meðaltali síðustu ára. Á Laugalandi á Þelamörk var ársmeðalvinnslan heldur minni en árið áður. Því má segja að aukin vinnsla á Laugalandi hafi valdið minni vinnslu á öllum hinum svæðunum.

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- dælur	Raf- skauta- katlar	Svart- öflu- 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
1997	27,4	53,9	39,8	95,8	29,2	56,3	12,4	14,8	12,9	29,2	121,7	250,0	8,1	9,2	0,0	267,3
Vinnslugeta tíl 2005	30,0	58,3	46,0	110,8	33,0	63,8	15,0	17,9	19,0	43,2	143,0	294,0	12,0	14,0		320,6
Meðalnýting 1997 (%)	92	92	86	86	88	88	83	83	68	68	85	85	68	66		83

Auk þess sem kemur fram í töflunni er vatn úr borholum hitaveitunnar á Reykhúsum í Eyjafjarðarsveit og Reykjum í Fnjóskadal nýtt til staðbundinnar hitunar. Þá hafa um 1,5 l/s af frárennslisvatni verið látnir renna í holu RW-9 á Reykhúsum frá því í byrjun október 1995, auk þess sem nettóvinnslan á Syðra-Laugalandi er 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.



Mynd 3. Vikulegt meðalafli Hitaveitu Akureyrar síðustu fimm árin.
Slitna línan sýnir aflið án varmadælna og rafskautakatla.

Til viðbótar orkuvinnslu á jarðhitasvæðunum voru varmadælur og rafskautakatlar hitaveitunnar nýttir til orkuframleiðslu. Orkuframleiðsla varmadælnanna var um 8,1 GWh á síðasta ári, sem er sambærilegt við orkuframleiðslu þeirra árið 1996. Auk þess voru 9,2 GWh framleiddar í rafskautakötluum tveimur. Heildarorkuframleiðsla Hitaveitu Akureyrar árið 1997 var því 267,3 GWh, sem er um 1% meiri framleiðsla en árið áður. Í reynd má segja að heildarorkuvinnslan hafi lítið breyst síðustu þrjú árin.

Ef vinnsla á einstökum vinnslusvæðum árið 1997 er borin saman við tölur um áætlaða vinnslugetu svæðanna til aldamóta, sem birtar eru í töflu 2, sést að árið 1997 var vinnslan á "gömlu svæðunum", þ.e. svæðunum sunnan Akureyrar, á bilinu 8 - 17% undir áætlaðri vinnslugetu. Vinnslan á Laugalandi á Þelamörk var hins vegar 32% undir langtímvinnslugetu svæðisins.

2.3 Vatnsborðsbreytingar

Vinnslu- og vatnsborðsgögn ársins 1997 fyrir hin fimm vinnslusvæði Hitaveitu Akureyrar, ásamt Reykhúsum, eru birt á myndum 4 - 8 hér á eftir. Þar eru gögn ársins 1996 einnig birt til saman-

burðar. 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 1997 eins og hér greinir:

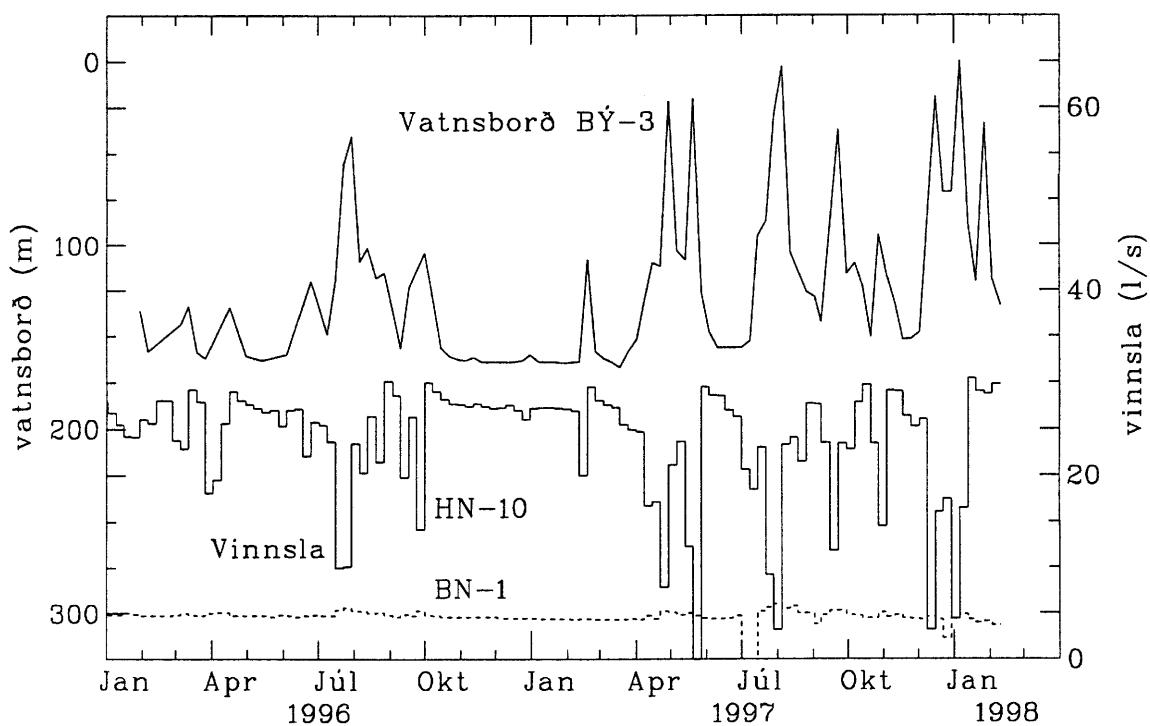
- Hola BÝ-3 hefur nú tekið við sem vatnsborðshola á **Botni** eftir að mælirör bilaði í holu HN-10. Miklar sveiflur mælast í vatnsborðinu seinni hluta 1997 enda voru þá miklar sveiflur í vinnslu úr holu HN-10 (mynd 4). Vegna minni meðalvinnslu stóð meðalvatnsborð á svæðinu þó nokkru ofar í lok ársins en verið hefur (mynd 9). Núverandi hugmyndalíkan jarðhitakerfisins gerir ráð fyrir því að kaldara innrennsli, ásamt innstreymi jarðhitavatns af meira dýpi, hafi náð jafnvægi við meðalvinnslu síðustu ára (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1996). Skýrir það hvers vegna enginn langtímaniðurdráttur hafi orðið í jarðhitakerfinu. Kalda innrennslið veldur því hins vegar að grynustu æðar vinnsluholnanna kólna með tíma. Ef mynd 10, sem sýnir vinnslu úr holu BN-1, er skoðuð vel sést að heldur hefur dregið úr afköstum holunnar þau 15 ár sem hún hefur verið nýtt. Í því sambandi vekur athygli að meira dregur af holunni árið 1997 en undanfarin ár, sem bendir til bilunar í dælubúnaði. Er þetta er skrifað hefur það verið staðfest.
- Vatnsborð á **Syðra-Laugalandi** var á hægri uppleið, vegna minnkandi vinnslu, árin 1994 - 1996 (mynd 11). Í lok vetrar 1997 fór vatnsborð í holu LJ-8 þó dýpra en árið áður, eða í 184 m samanborið við 177 m, sem stafar af meiri vinnslu veturinn 1996/97 en veturinn 1995/96 (mynd 5). Þar sem stöðug vinnsla hófst á Laugalandi í lok ágúst 1997 (LN-12), sem er mun fyrr en venja er, náði vatnsborð ekki að fara eins hátt og venjulega. Þá var hætt að mæla vatnsborð í holu LJ-8 í byrjun september er niðurdæling undir þrýstingi hófst í holuna. Þá var vatnsborð mælt bróðurpartinn úr árinu í holu LJ-5 og allt árið í holu LN-10. Vatnsborð stóð nokkurn veginn í stað í þeirri síðarnefndu allt haustið, þrátt fyrir stöðuga dælingu. Var það vegna niðurdælingarinnar í holu LJ-8. Hún hafði ekki sömu áhrif á holu LJ-5, en vatnsborð í henni hætti þó nokkurn veginn að lækka er niðurdælingin hófst (mynd 5).
- Vatnsborð á **Ytri-Tjörnum** fór neðar, en gerst hefur til þessa, vorið 1997 (mynd 13). Fór það niður í 306 m dýpi í holu TN-2, en hafði áður farið dýpst í 300 m vorið 1984. Ástæðan er sú að hola TN-4 var stöðugt í gangi frá því í lok sumars 1995 fram í lok ágúst 1997, að undanskildu tæplega mánaðarhléi vorið 1996. Athygli vekur að vatnsborð í holunni hættir að lækka í lok maí 1997, og hækkar reyndar örlítið, þó vinnsla úr TN-4 haldist stöðug. Hér er um áhrif frá Syðra-Laugalandi að ræða, en þar dró verulega úr vinnslu um þetta leyti. Um þessi áhrif var fjallað í síðustu vinnslueftirlitsskýrslu (Guðni Axelsson o.fl., 1997). Ástæða væri til að túlka þessi áhrif nánar. Þess má geta að samkvæmt eldri gögnum er vatnsborð um 30 - 35 m neðar í holu TN-4 en í holu TN-2, þegar dælt er úr þeirri fyrrnefndu. Þar af leiðandi virðist vatnsborð í holu TN-2 ekki mega fara neðar en á u.þ.b. 340 m dýpi, þar sem dælan í TN-4 er nú á 385 m dýpi.
- Meðalvatnsborð á **Glerárdal** hefur lítið breyst undanfarin ár. Í lok árs 1997 stóð vatnsborð þó mun hærra en á sama tíma árið áður. Það stafar af minni vinnslu þá um haustið, þar sem GÝ-7 var að einhverju leyti látin mæta breytilegri vatnspörf í stað holna á Syðra-Laugalandi, en að öllu jöfnu er vinnsla á Glerárdal að mestu stöðug.
- Eftir að vinnsla hófst á **Laugalandi á Þelamörk**, í nóvember 1994 hefur vatnsborð í holu LÞN-11 sveiflast í takt við vinnsluna. Það stóð ofar í lok árs 1997 en árið áður, vegna nokkuð

minni vinnslu en haustið 1996.

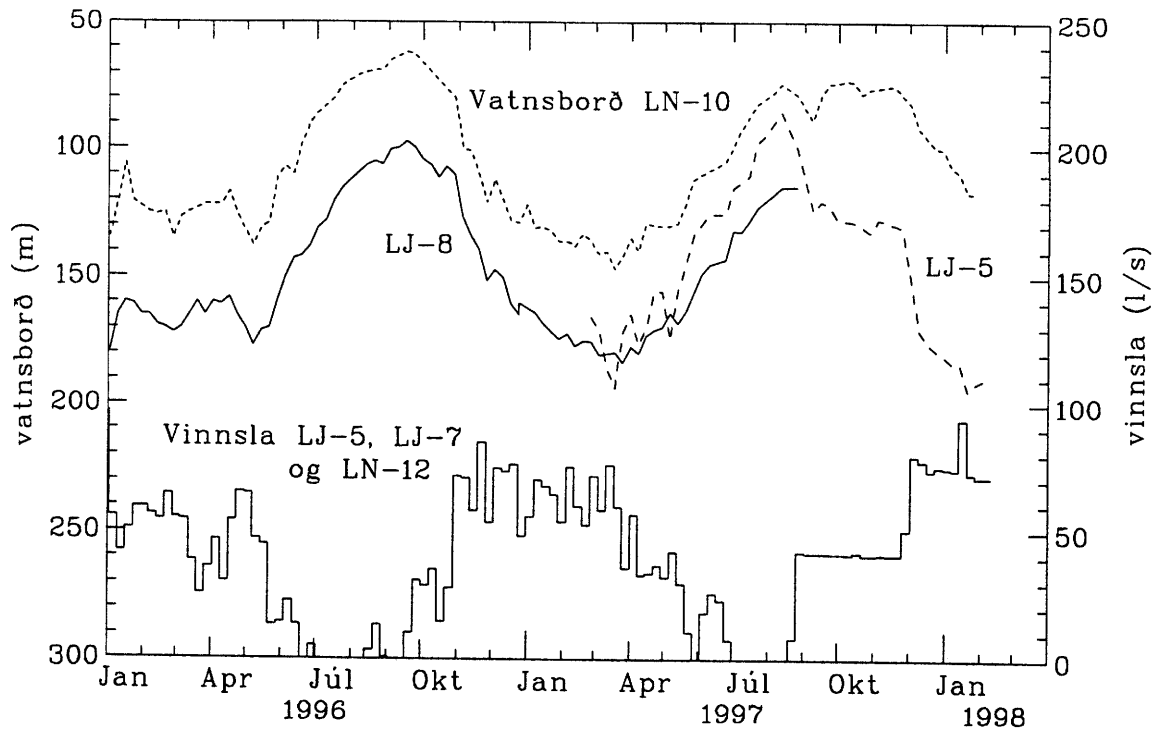
Ekkert óvænt kemur fram í vatnsborðsbreytingum í fyrra og virðast þær í samræmi við vinnslu-sögu ársins. Jafnframt virðast vatnsborðsmælingarnar í samræmi við vatnsborðsspár sem reikn-aðar voru 1993 og 1994 (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1993; Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994a), að svo miklu leyti sem hægt er að bera mælingarnar og spárnar saman án útreikninga. Ætlunin er að kanna það samræmi nánar fyrir vinnslueftirlitsskýrslu næsta árs með því að reikna viðbrögð lík-ananna sem þá voru notuð við vinnslusögu síðustu ára og bera niðurstöðurnar saman við raun-veruleikann. Einnig er ætlunin að endurskoða líkönin og endurreikna vatnsborðsspárnar.

Myndir 11 og 12 sýna greinilega eins og áður hvernig vatnsborð í holum HW-9 og GG-1 breytist í takt við vinnslu og vatnsborð á Syðra-Laugalandi, jafnt til skemmri og lengri tíma. Vatnsborð í þeirri fyrrnefndu hefur þó ekki verið mælt síðustu tvö árin. Meiri sveifla en venjulega sést m.a. frá sumri 1996 til vetrar 1997, sveiflu sem einnig gætir á Syðra-Laugalandi.

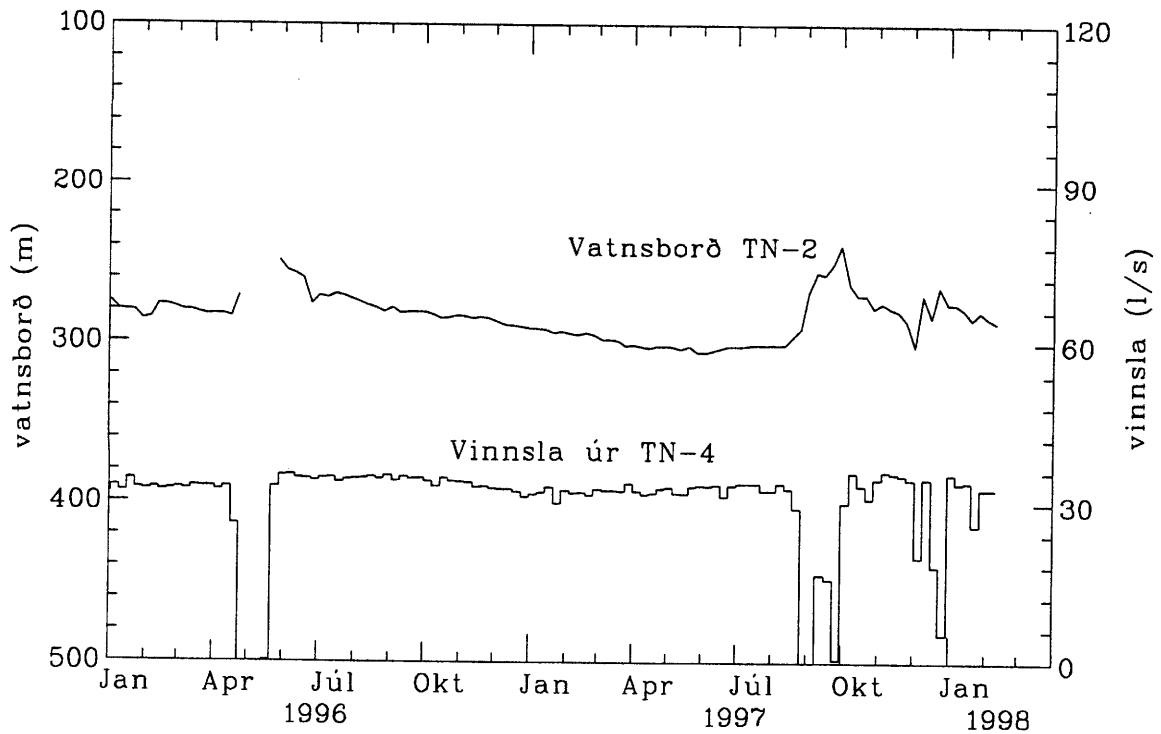
Vatnsborð og vinnsla fyrir holu RWN-7 á Reykhúsum eru sýnd á mynd 16, en þar hafa langtíma-breytingar fylgt Ytri-Tjörnum, en vatnsborðstoppar og aðrar skammtímabreytingar hafa bæði fylgt breytingum í vinnslu úr holunni sjálfri og breytingum á Ytri-Tjörnum. Frá því í byrjun októ-ber 1996 hafa um 1,5 l/s af frárennslisvatni verið látnir renna í holu RW-9. Fyrir áhrif niður-rennslisins (niðurdælingarinnar) hefur vatnsborð í holu RWN-7 farið hækkandi. Jafnframt hefur verið erfitt að greina áhrif frá Ytri-Tjörnum síðustu árin, bæði vegna niðurdælingarinnar og vegna minni vatnsborðsbreytinga á Ytri-Tjörnum.



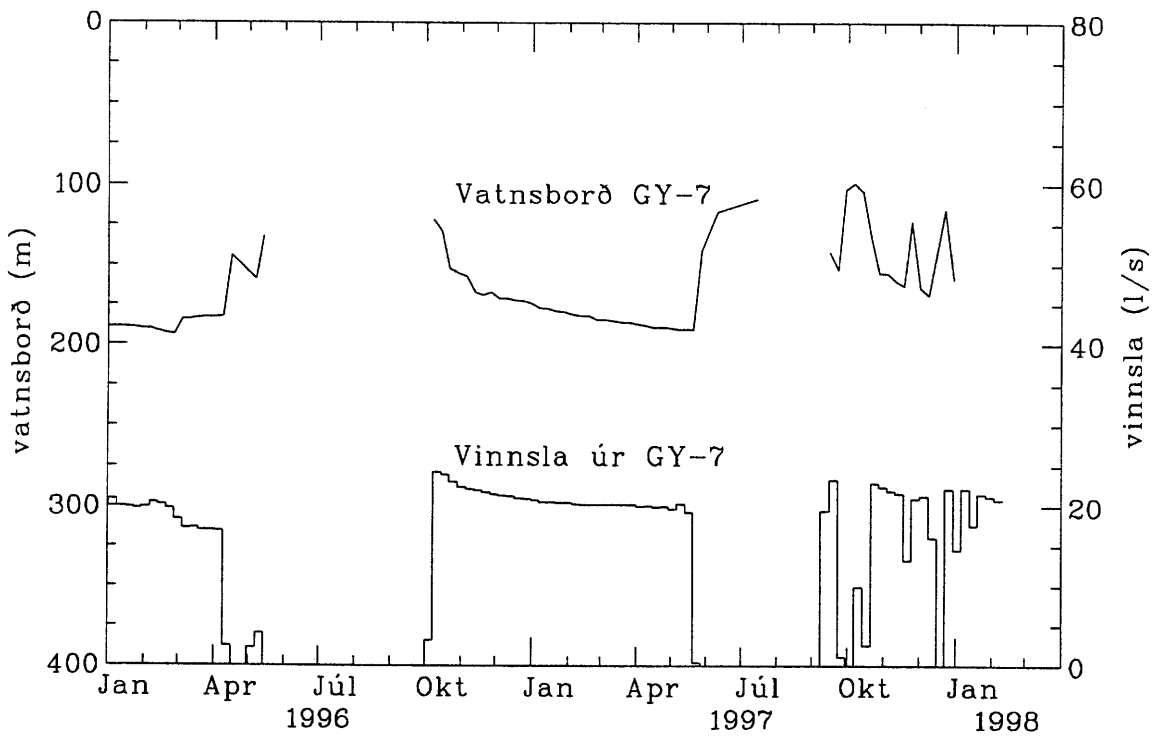
Mynd 4. Vinnsla og vatnsborð á Botni árin 1996 og 1997.



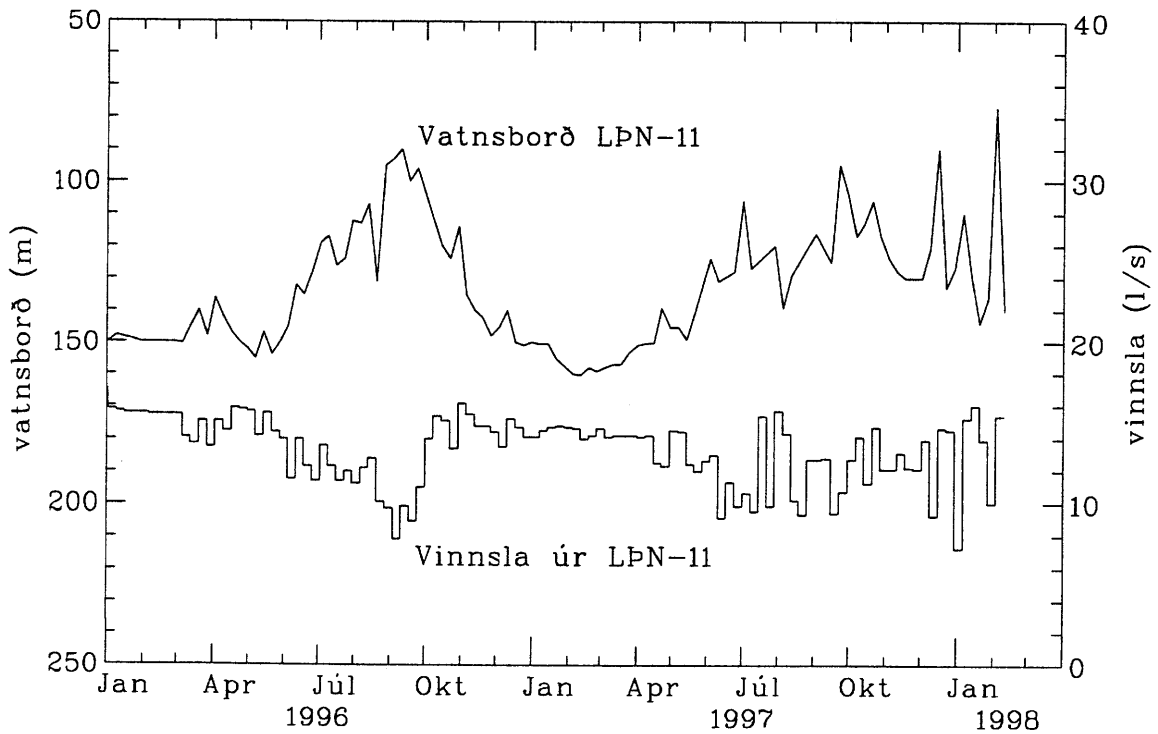
Mynd 5. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1996 og 1997.



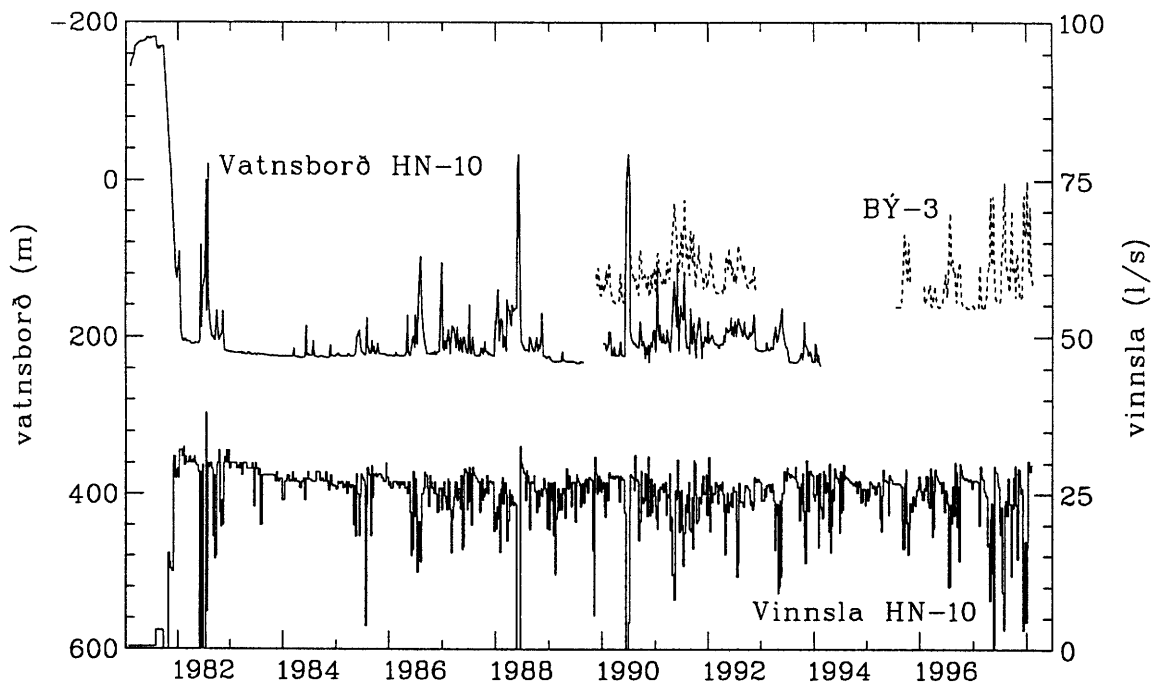
Mynd 6. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1996 og 1997.



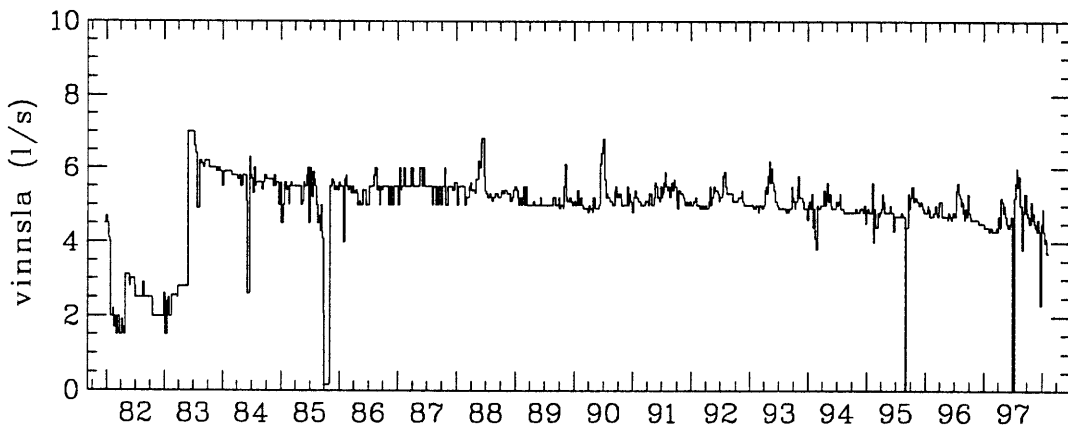
Mynd 7. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1996 og 1997.



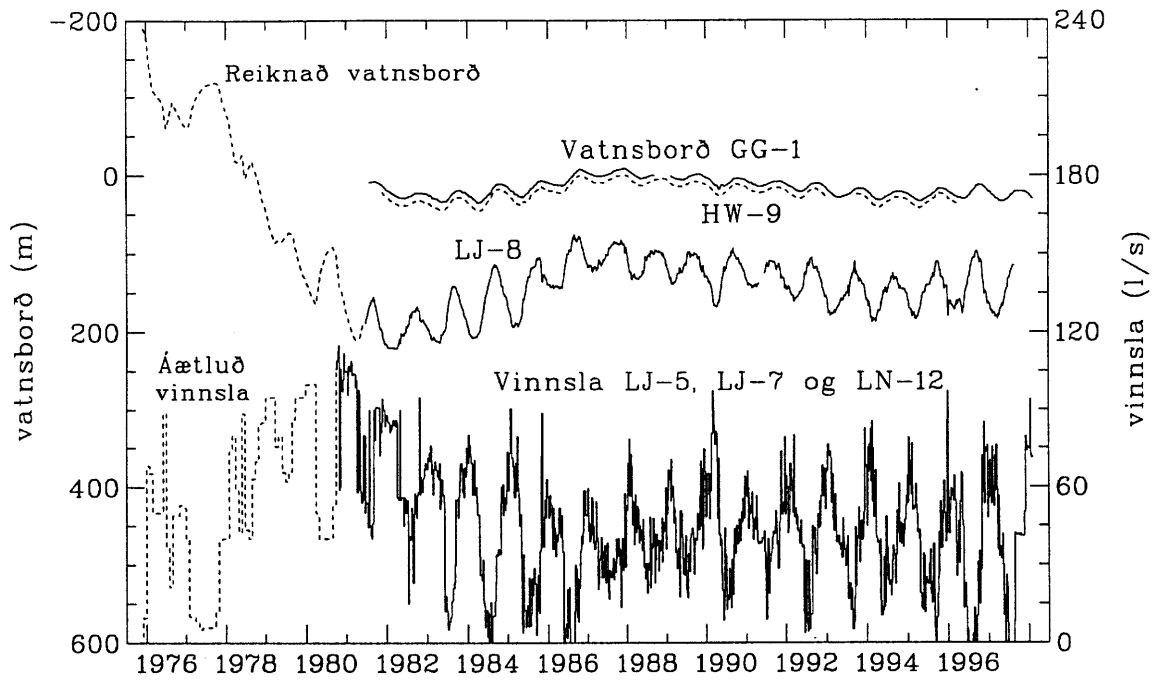
Mynd 8. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1996 og 1997.



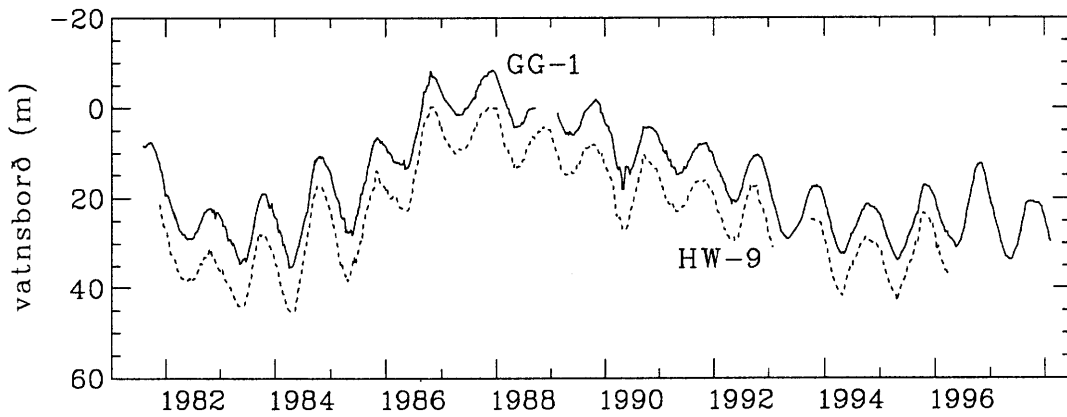
Mynd 9. Vinnsla úr HN-10 og vatnsborð í HN-10 og BÝ-3 árin 1982 - 1997.



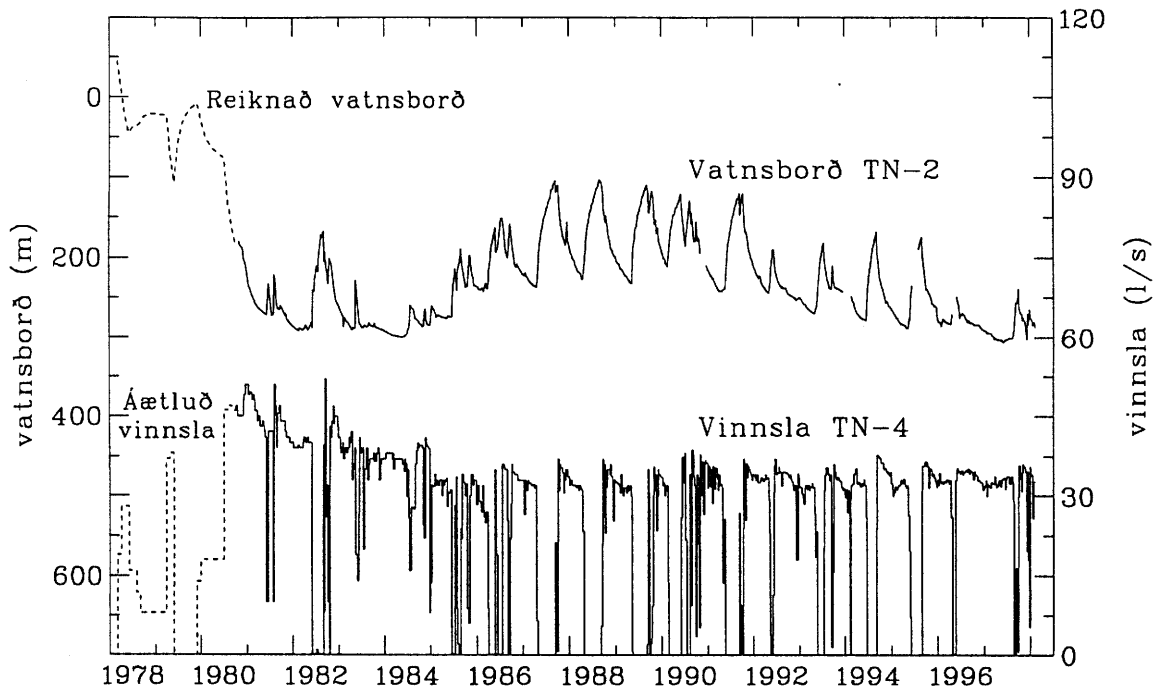
Mynd 10. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1982 - 1997.



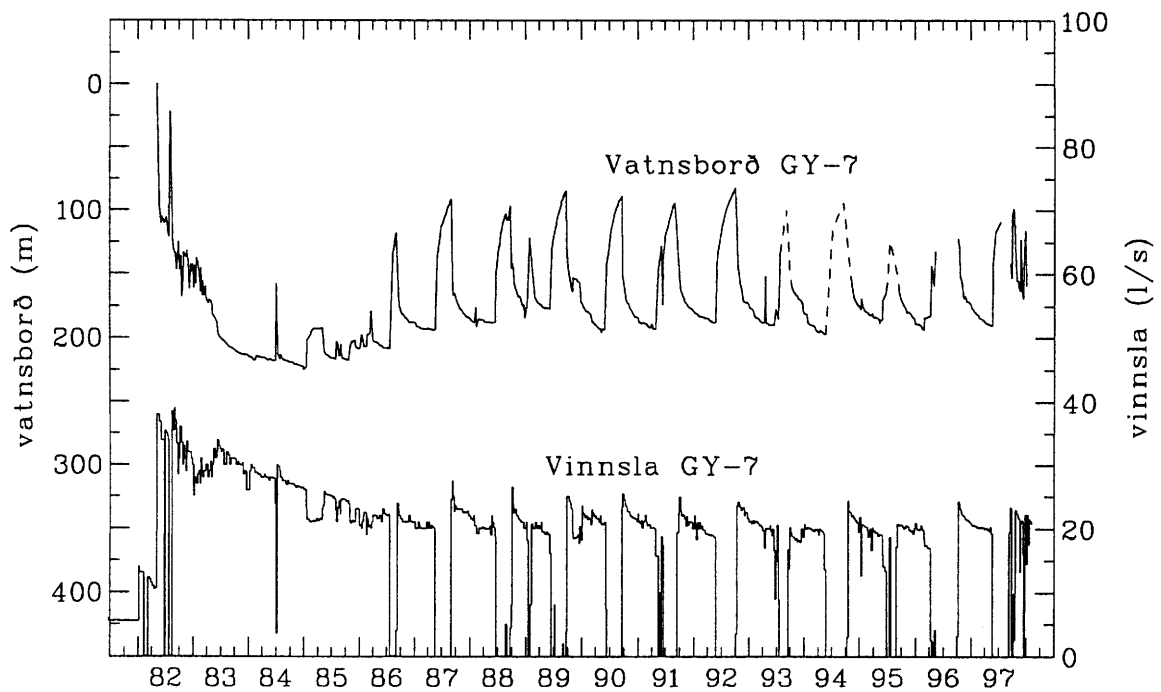
Mynd 11. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1976 - 1997 og vatnsborð í holum GG-1 og HW-9.



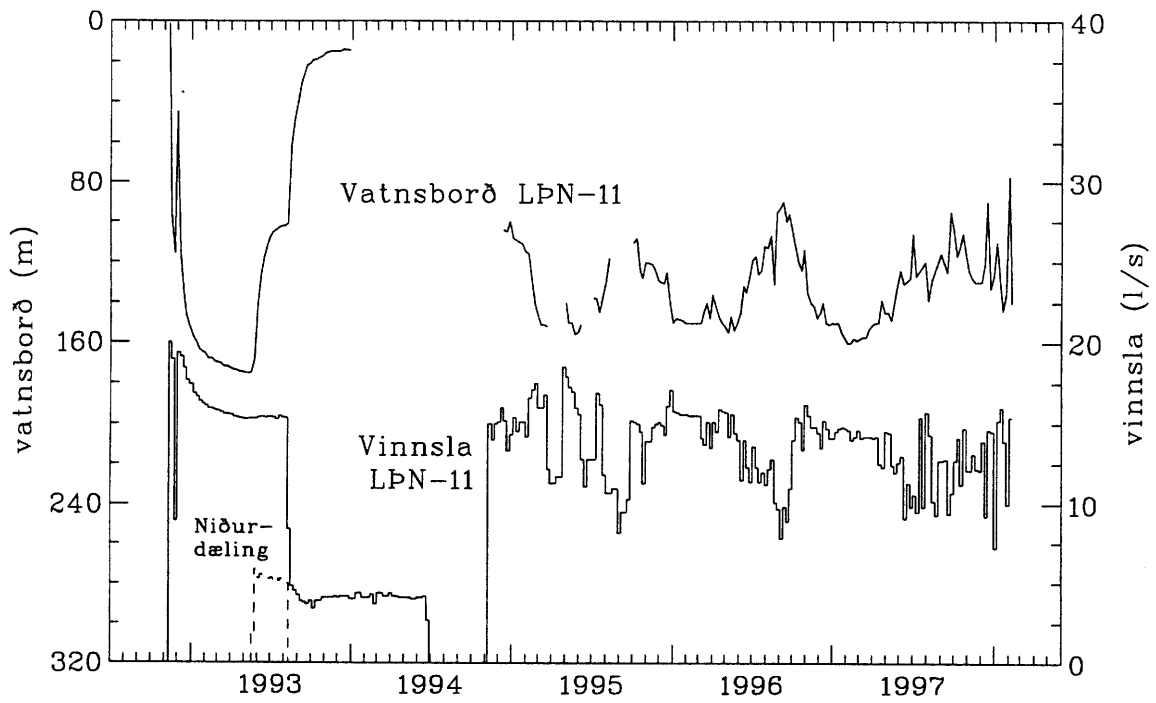
Mynd 12. Vatnsborð í holu HW-9 á Hrafnagili og holu GG-1 á Grísará árin 1982 - 1997.



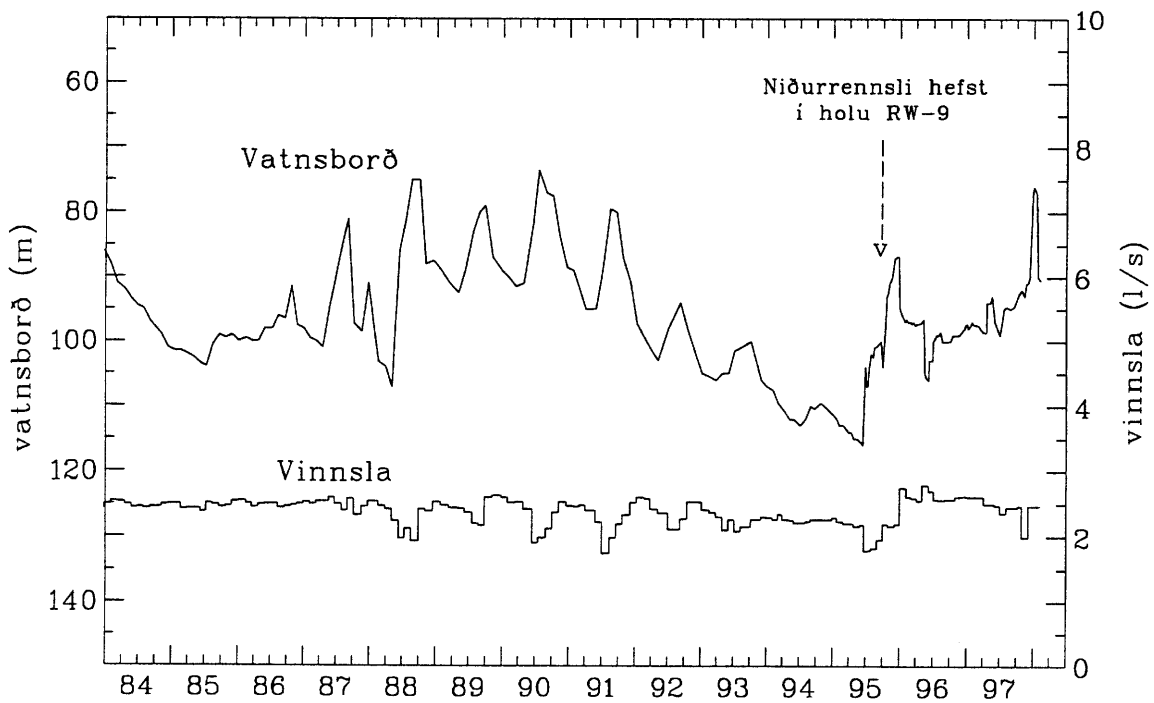
Mynd 13. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1978 - 1997.



Mynd 14. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1982 - 1997.



Mynd 15. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1992 - 1997.



Mynd 16. Vinnsla og vatnsborð holu RWN-7 á Reykhúsum árin 1984 - 1997.

3. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM

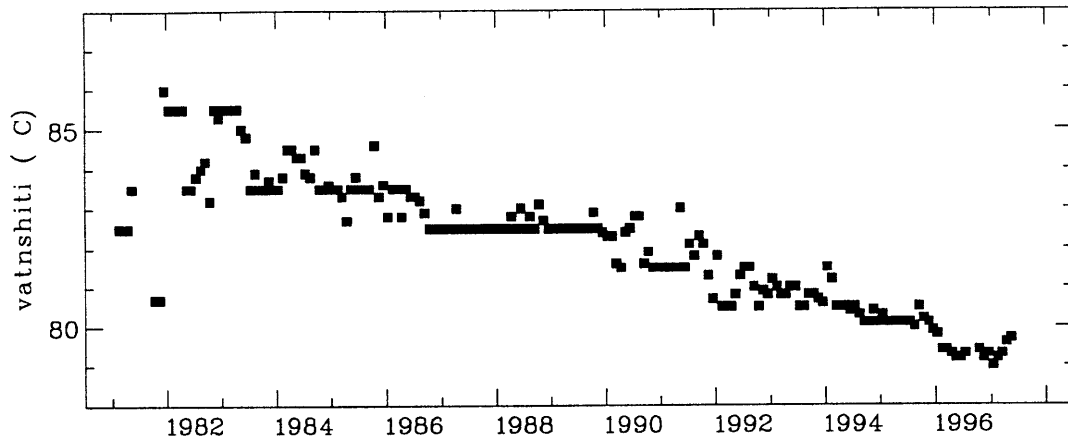
Hiti vatns úr öllum vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar er mældur a.m.k. vikulega, og eru mánaðarmeðaltöl hitamælinga úr einstökum holum, allt frá árinu 1981, sýnd á myndum 17 - 24. Jafnframt er ársmeðalhiti vatnsins úr sömu holum síðustu sex árin birtur í töflu 3 hér að neðan. Á myndunum og í töflunni 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 hjá Guðna Axelssyni o.fl, 1997). Einhver óregla kom fram í mælingunum fyrir HN-10 á árinu 1997, vatnshitinn tók skyndilega að hækka. Talið er að hér sé um mæliskekkju að ræða og þeim mælingum sleppt á mynd 17, enda eru þær ekki í samræmi við mælingar starfsmanna Orkustofnunar. Þessum mælingum þarf að koma í lag. Einhver óregla kom líka fram í mælingum á hita vatns úr holu TN-4, og er þeim mælingum sleppt á mynd 22.

Hiti vatns úr holu BN-1 mældist nokkru lægri árið 1997 en undanfarin ár. Ástæðan gæti verið minni vinnsla úr HN-10, sem aftur veldur því að grynngri æðar BN-1 gefa meira en ella. Auk þess hafa minni afköst dæluunar í holunni, sem minnst var á hér að ofan, sennilega valdið eitthvað lægri vatnshita. Hiti vatns úr holu LJ-5 mældist töluvert lægri árið 1997 en lengst af áður. Hiti vatns úr holunni hefur alltaf sveiflast nokkuð, en þessi breyting stafar væntanlega af því að holan var minna notuð síðasta ár en oftast áður. Mældur hiti vatns úr holu LN-12 lækkar í lok síðasta árs. Sú lækkan er þó ekki í samræmi við þær ítarlegu vatnshitamælingar sem gerðar voru í tengslum við niðurdælingarverkefnið (Guðni Axelsson, 1998). Hiti vatns úr öðrum holum breyttist ekki marktækt á síðasta ári. Árið 1996 lækkaði mældur meðalhiti vatns úr holu LÞN-11 (Guðni Axelsson o.fl., 1997). Ekki urðu frekari vísbendingar um kólnun vatns úr holunni árið 1997.

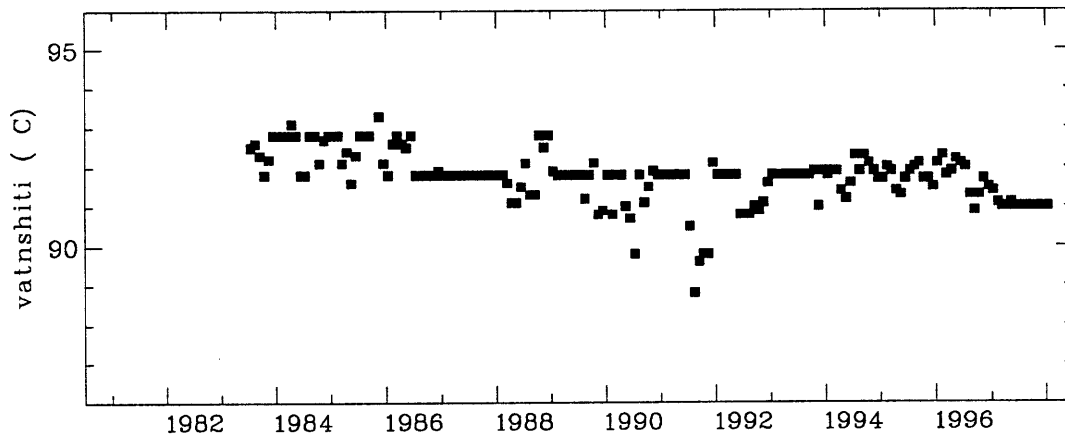
Tafla 3. Leiðréttur meðalhiti vatns úr vinnsluholum 1992-1997 (°C).

Vinnsluhola	1992	1993	1994	1995	1996	1997
HN-10 Botni	81,0	80,8	80,5	80,1	79,4	(79,4)
BN-1 Botni	91,3	91,8	91,8	91,3	91,8	91,1
LJ-5 S-Laugalandi	93,9	94,1	94,1	94,1	93,3	92,2
LJ-7 S-Laugalandi		94,8	94,2	94,1	94,3	94,0
LN-12 S-Laugalandi	96,0	95,8	95,8	96,0	96,0	95,8
TN-4 Ytri-Tjörnum	81,1	81,0	80,7	80,6	80,6	(80,5)
GÝN-7 Glerárdal		60,0	60,0	60,0	60,3	60,1
LÞN-11 Laugalandi á Þelamörk			91,1	91,4	90,7	91,1

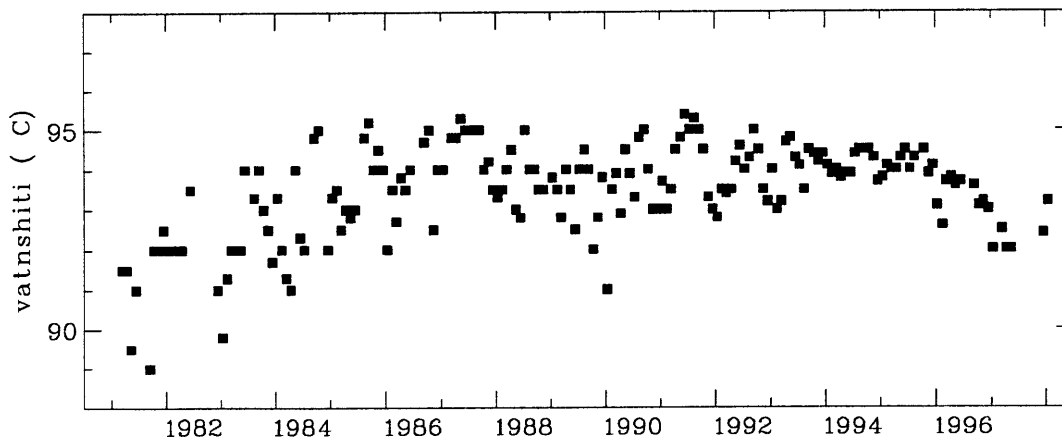
Nákvæmar og áreiðanlegar mælinga á hita vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar er afar mikilvægar. Því er ástæða til að yfirfara nákvæmlega þá mæla sem notaðir eru til mælinganna, vegna óreglu í vatnshitamælingum í HN-10, LJ-5 og TN-4.



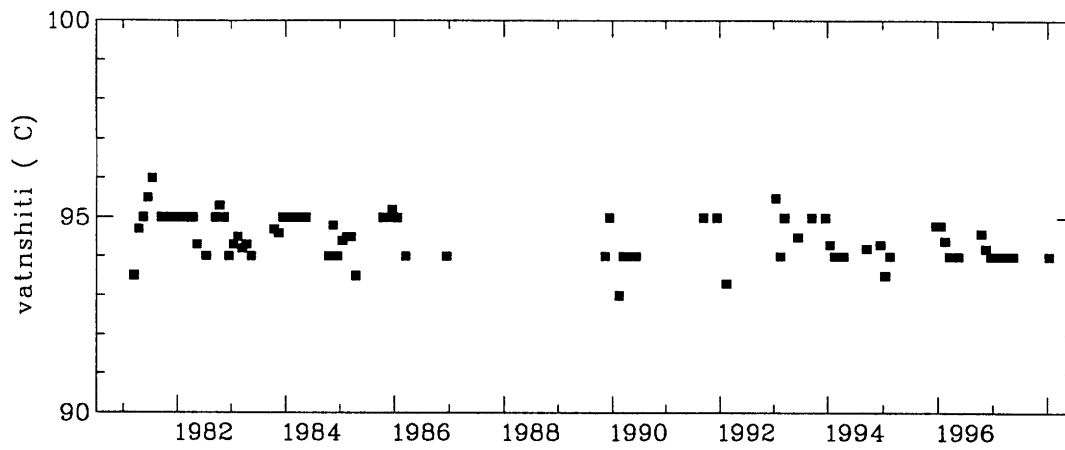
Mynd 17. Hiti vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1981 - 1997.



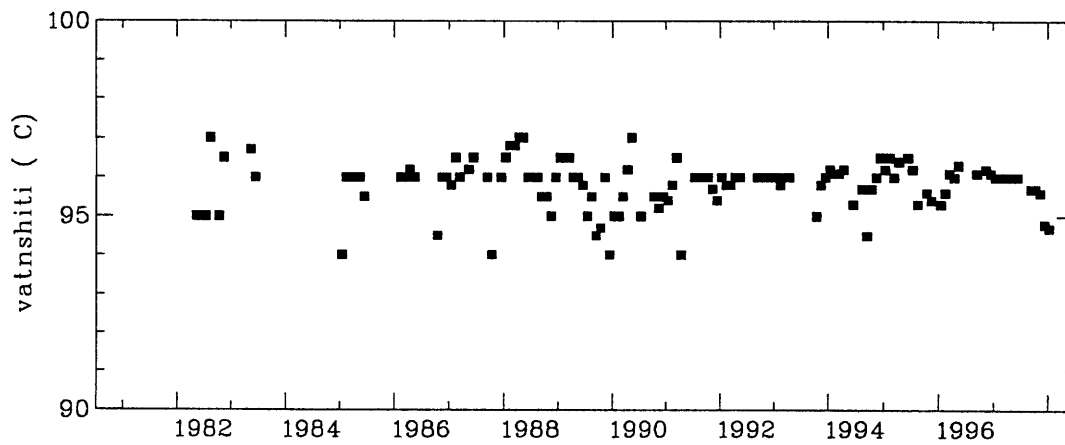
Mynd 18. Hiti vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1983 - 1997.



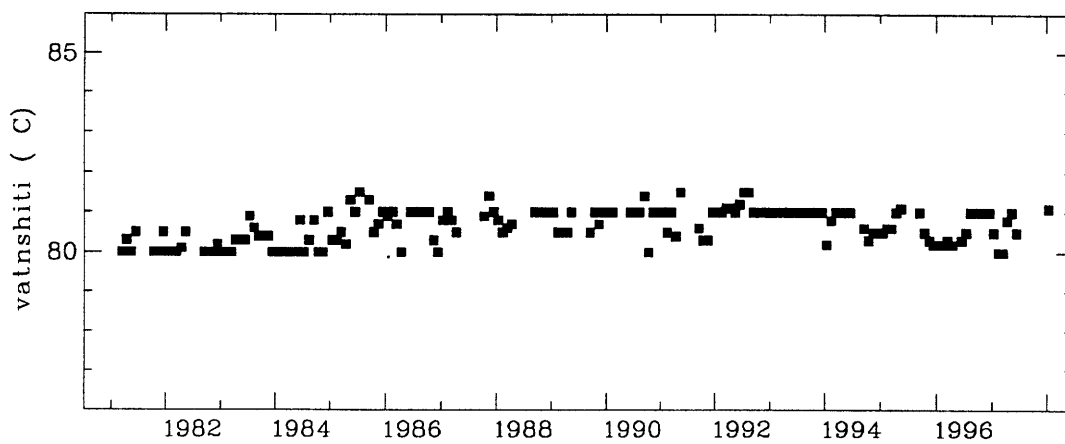
Mynd 19. Hiti vatns úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1997.



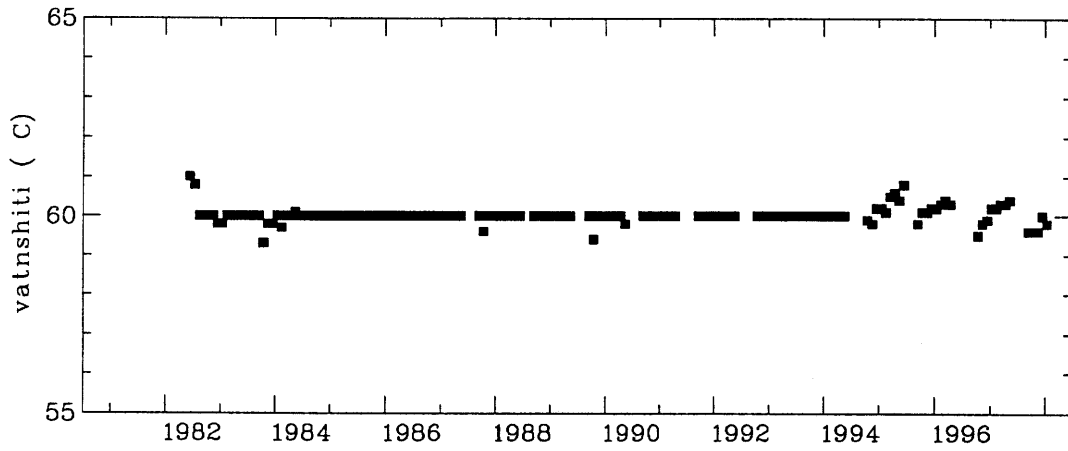
Mynd 20. Hiti vatns úr holu LJ-7 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1997.



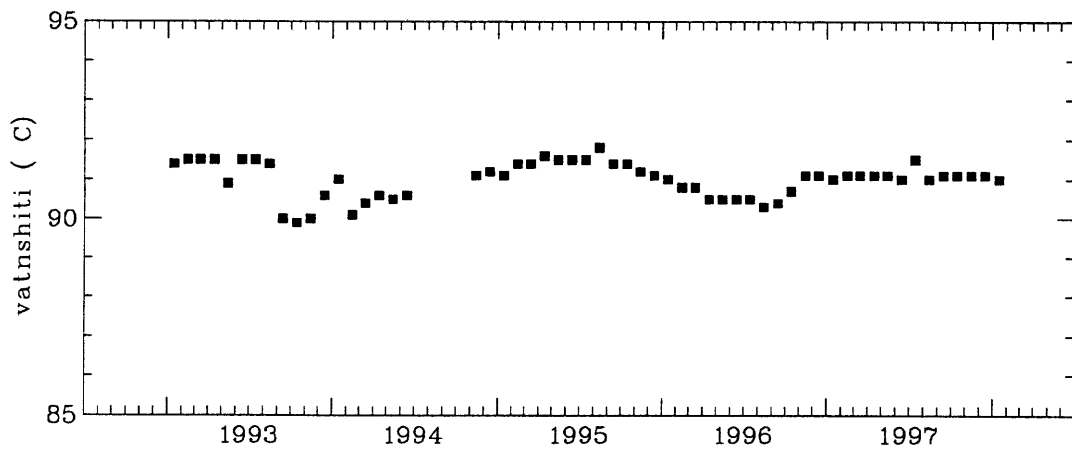
Mynd 21. Hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi árin 1982 - 1997.



Mynd 22. Hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árin 1981 - 1997.



Mynd 23. Hiti vatns úr holu GÝN-7 á Glerárdal árin 1982 - 1997.

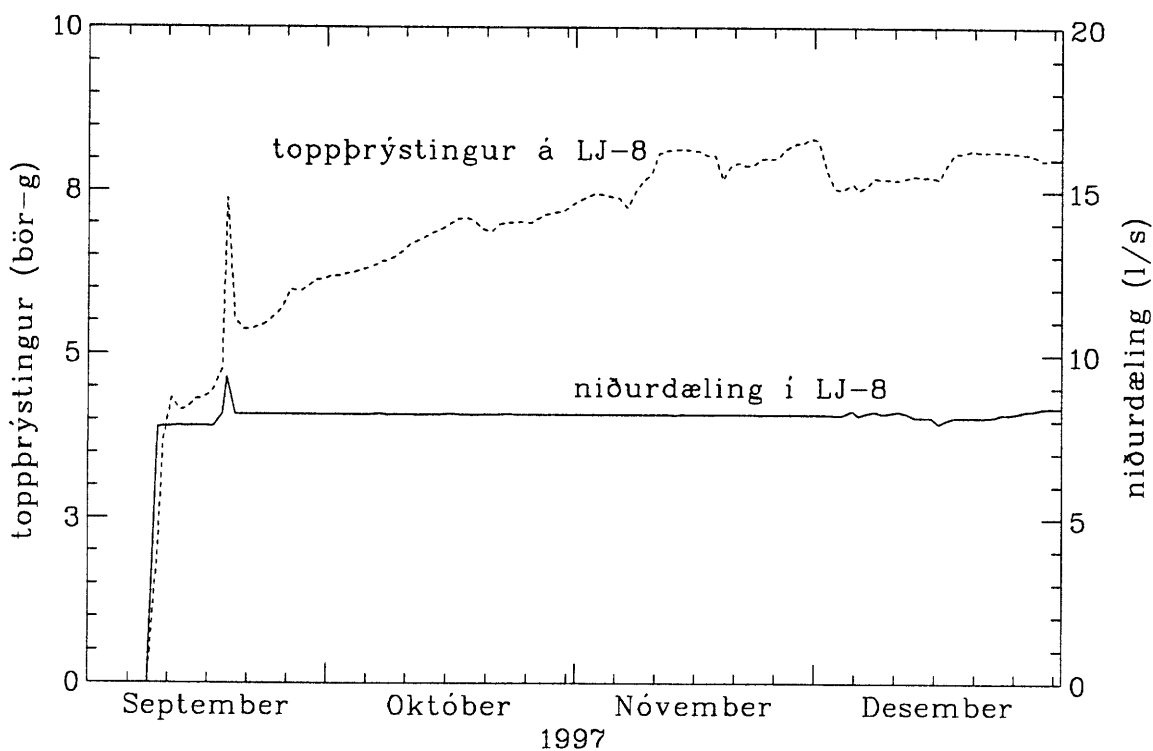


Mynd 24. Hiti vatns úr holu LÞN-11 á Laugalandi á Þelamörk árin 1992 - 1997.

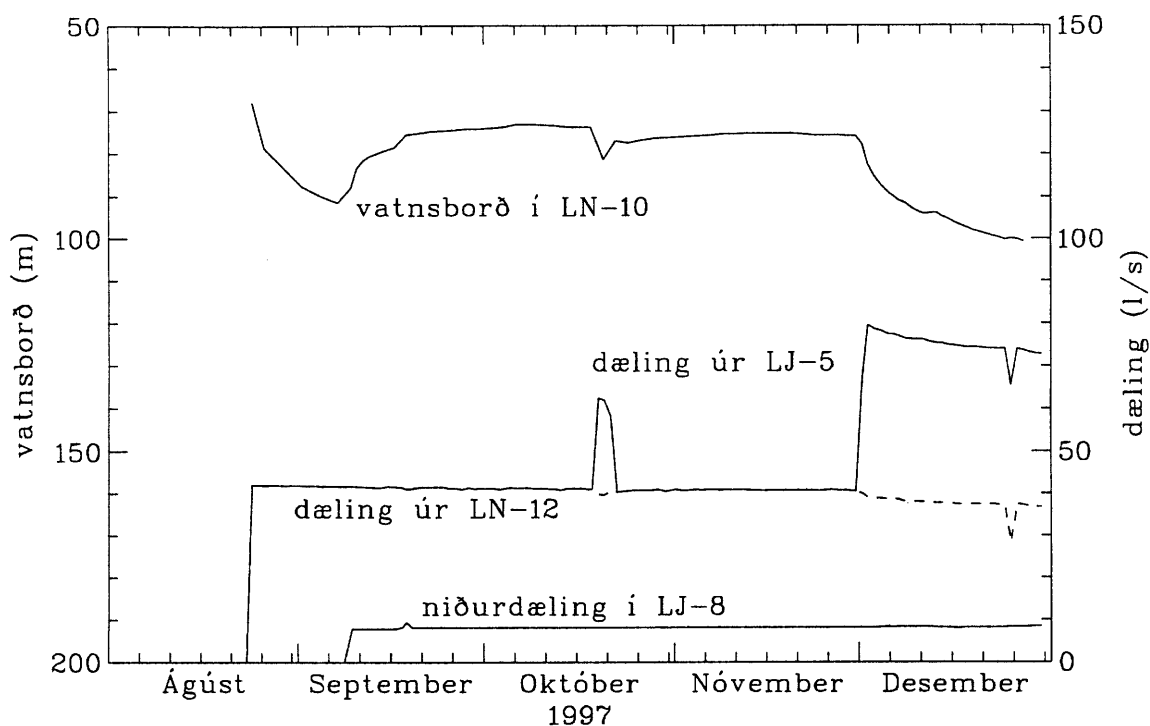
4. NIÐURDÆLING Á LAUGALANDI Í EYJAFJARÐARSVEIT

Niðurdæling bakrásarvatns í jarðhitakerfið á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit hófst þann 8. september 1997. Niðurdælingin er meginþáttur umfangsmikils samvinnuverkefnis, sem styrkt er af Evrópusambandinu og er tilgangur þess að sýna fram á að auka megi orkuvinnslu úr lághitakerfum með niðurdælingu. Laugaland er fyrsta lághitakerfið á Íslandi þar sem slíkt er reynt. Verkefnið hefur gengið að miklu leyti samkvæmt áætlun, en ekki er ætlunin að fjalla mikið um það hér. Það hefur þegar verið gert í tveimur greinargerðum og einni ráðstefnugrein (Guðni Axelsson, 1997, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1998; Guðni Axelsson o.fl., 1998). Út árið 1997 var dælt stöðugt niður í holu LJ-8, um 8 kg/s að jafnaði. Fylgst hefur verið nákvæmlega með viðbrögðum jarðhitakerfisins við niðurdælingunni, m.a. með tölvustýrðum eftirlitsbúnaði. Hann skráir ýmsa þætti, svo sem rennsli í og úr holum, vatnshita, toppþrýsting og vatnsborð. Myndir 25 og 26 sýna hluta af þeim upplýsingum sem safnað var á árinu 1997 í tengslum við niðurdælinguna. Nánari upplýsingar ásamt frumtúlkun þeirra er að finna í ofangreindum greinargerðum.

Fyrirliggjandi niðurstöður benda til þess að niðurdæling muni auka orkumátt jarðhitasvæðisins á Syðra-Laugalandi verulega. Fyrstu áætlanir benda til þess að um eða yfir 2/3 af því magni, sem dælt verður niður í holu LJ-8, geti skilað sér í aukinni vinnslu. Þá benda niðurstöður ferilprófana til þess að langtímaniðurdæling í holu LJ-8 muni aðeins valda vægri kælingu vinnsluholnanna. Svo virðist sem hola LN-10 muni ekki verða eins gagnleg sem niðurdælingarhola, einkum vegna þess að of mikið af niðurdælingunni skili sér út í efsta hluta jarðhitakerfisins (aðeins fóðruð í 9 m). Þessar niðurstöður á eftir að staðfesta með frekari prófunum og líkanreikningum.



Mynd 25. Niðurdæling og toppþrýstingur holu LJ-8 seinni hluta 1997.



Mynd 26. Vinnsla, niðurdæling og vatnsborð á Laugalandi seinni hluta 1997.

5. EFNAINNIHALD

Sýni til heildarefnagreininga voru tekin úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar í byrjun apríl 1997. Þá tók starfsmaður Hitaveitunnar hlutsýni í ágúst auk þess sem starfsmenn Orkustofnunar gerðu nokkrar viðbótarmælingar í nóvember sama ár. Þetta voru liðir í föstu eftirliti fyrir Hitaveituna. Önnur sýnataka og efnagreiningar sem Orkustofnun gerði á árinu tengdust niðurdælingarverkefni-
inu á Syðra-Laugalandi. Verður fjallað um niðurstöður þeirra á öðrum vettvangi, að frátöldu heil-
sýni úr holu LN-12 á því svæði, sem tekið var í septemberbyrjun og fjallað er um hér. Hér fara á
eftir niðurstöður greininga ársins og umfjöllun um þær.

Jarðhitasvæðið við Botn

Tafla 4 sýnir niðurstöður greininga sem voru gerðar á vatni úr holu BN-01 árið 1997, ásamt grein-
ingu frá 1996 til samanburðar. Á mynd 27 sést breytileiki fjögurra efna í vatninu frá upphafi
vinnslu. Ekki er miklar breytingar að sjá, en þó hefur styrkur kísils lækkað marktækt á árinu og
smávegis lækkun í styrk annarra efna sést einnig. Þá er hlutfall súrefnisísótópa hærra í seinna
sýninu frá árinu 1997 en verið hefur. Þessar breytingar eru í samræmi við lægri mældan vatnshita
árið 1997, sem skýrður var með meira vægi grynri æða BN-1 en áður, vegna minni vinnslu úr
holu HN-10. Reiknað djúphitastig skv. gögnunum í töflu 4 hefur ekki lækkað marktækt.

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

Dagsetning Númer	96-03-28 96-0064	97-04-02 97-0114	97-08-08 97-0459
Hiti (°C)	91,7	90,7	91,0
Sýrustig (pH/°C)	9,82/21,8	9,82/21	-
Kísill (SiO ₂)	91,1	88,0	87,5
Natríum (Na)	56,1	54,8	-
Kalíum (K)	1,2	1,1	1,0
Kalsíum (Ca)	4,4	4,3	-
Magnesíum (Mg)	0,002	0,000	0,006
Karbónat (CO ₂)	19,3	17,6	-
Súlfat (SO ₄)	54,8	53,6	49,5
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,09	0,09	-
Klóríð (Cl)	11,8	11,8	11,6
Flúoríð (F)	0,56	0,56	0,55
Bór (B)	0,18	0,18	-
Uppleyst efni	241	262	-
Súrefni (O ₂)	0	0	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,81	-13,84	-13,71

- ekki mælt

Tafla 5 sýnir niðurstöður greininga ársins 1997 úr holu HN-10 ásamt einu eldra sýni til samanburðar. Mynd 28 sýnir breytileika fjögurra efna frá upphafi vinnslu. Hér sjást einnig lítils háttar breytingar, en í öfuga átt við breytingarnar í holu BN-1. Styrkur kísils og fleiri efna hækkað aðeins og hlutfall súrefnisísótópa lækkar. Þetta gæti stafað af minni vinnslu úr holunni og styður þar með tilgátuna um orsök breytinganna (vatnshiti og efnainnihald) í holu BN-1.

Syðra-Laugaland

Hola LN-12 er sú hola sem mest var dælt úr á Laugalandi árið 1997. Hún er eina hola sem voru tekin tvö heilsýni úr á árinu 1997, og eru niðurstöður greininga á þeim sýndar í töflu 6 ásamt greiningu frá 1993 til samanburðar, en þá var síðast tekið heilsýni úr holunni. Breytileikinn til langs tíma er sýndur á mynd 29 og þar sést að sýnataka úr holunni hefur verið strjál á vinnslutím-anum. Það ræðst af því að aðrar holur á svæðinu hafa verið í gangi á þeim tíma er sýnataka fór fram. Ekki er neinar marktækar breytingar að sjá frá síðustu sýnatöku, nema þá helst lækkun í styrk flúoríðs á síðasta ári.

Tafla 6 sýnir einnig niðurstöður greininga úr holu LJ-7. Þar var mælt eitt heilsýni á árinu, en það hefur ekki verið gert frá því 1985. Ekki hafa orðið miklar breytingar á þessum tíma. Þó virðast hitastig og kísilstyrkur hafa lækkað dálítið og ísótópahlutfall hafa hækkað. Munurinn sem sést á gildum fyrir súrefni og brennisteinsvetni stafar af bættri mælitækni við greiningu þessara efna.

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

Dagsetning Númer	96-03-28 96-0063	97-04-03 97-0113	97-08-08 97-0460
Hiti (°C)	79,2	78,6	-
Sýrustig (pH/°C)	9,88/21,9	9,87/21	-
Kísill (SiO ₂)	70,4	70,7	73,5
Natríum (Na)	46,3	46,0	-
Kalíum (K)	0,7	0,7	0,8
Kalsíum (Ca)	3,4	3,4	-
Magnesíum (Mg)	0,003	0,000	0,003
Karbónat (CO ₂)	23,1	19,5	-
Súlfat (SO ₄)	37,2	36,2	39,5
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,07	0,07	-
Klóríð (Cl)	7,6	7,9	8,0
Flúoríð (F)	0,52	0,47	0,53
Bór (B)	0,14	0,14	-
Uppleyst efni	201	215	-
Súrefni (O ₂)	0	0	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,45	-13,59	-13,66

- ekki mælt

Tafla 6. Jarðhitasvæðið á Syðra-Laugalandi. Efnasamsetning vatns úr holum LN-12 og LJ-7 (mg/l).

Hola	LN-12			LJ-07	
Dagsetning Númer	93-10-12 93-0187	97-04-03 97-0120	97-09-08 97-0484	85-02-05 85-0097	97-04-02 97-0111
Hiti (°C)	94,4	94,4	95,8	94,9	93,2
Sýrustig (pH/°C)	9,75/16	9,83/21	9,76/22	9,80/21	9,81/21
Kísill (SiO ₂)	97,5	99,0	99,2	99,6	97,4
Natríum (Na)	51,7	52,6	50,8	52,1	52,2
Kalíum (K)	1,2	1,1	1,1	1,4	1,1
Kalsíum (Ca)	2,9	2,8	2,9	2,9	2,8
Magnesíum (Mg)	0,001	0,000	0,004	0,000	0,000
Karbónat (CO ₂)	14,7	18,4	18,2	18,5	22,8
Súlfat (SO ₄)	38,6	37,7	37,9	41,3	37,5
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,09	0,14	0,08	<0,03	0,10
Klóríð (Cl)	11,3	11,8	11,6	11,4	11,5
Flúoríð (F)	0,41	0,39	0,37	0,39	0,39
Bór (B)	0,17	0,15	0,16	-	0,16
Uppleyst efni	182	250	246	240	253
Súrefni (O ₂)	0	0	0	0,03	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,32	-13,32	-13,31	-13,52	-13,35

- ekki mælt

Ytri-Tjarnir

Tafla 7 sýnir niðurstöður efnagreininga á tveimur sýnum frá 1997 úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum. Borið er saman við sýni frá 1996 og engar breytingar sjást. Mynd 30 sýnir langtímabreytingar sem eru sáralitlar. Minni sveiflur síðustu ár má skýra með nákvæmari efnagreiningartækni og stöðugari vinnslu.

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

Dagsetning Númer	96-03-28 96-0061	97-04-02 97-0112	97-08-08 97-0458
Hiti (°C)	81,1	80,5	81,0
Sýrustig (pH/°C)	9,91/21,7	9,92/21	-
Kísill (SiO ₂)	87,6	88,1	88,6
Natríum (Na)	57,4	57,0	-
Kalíum (K)	0,9	0,8	0,8
Kalsíum (Ca)	3,6	3,7	-
Magnesíum (Mg)	0,002	0,000	0,005
Karborat (CO ₂)	17,6	15,8	-
Súlfat (SO ₄)	47,4	46,3	45,7
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,07	0,10	-
Klóríð (Cl)	15,7	15,9	15,9
Flúoríð (F)	0,46	0,43	0,45
Bór (B)	0,21	0,20	-
Uppleyst efni	249	255	-
Súrefni (O ₂)	0	0	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,94	-14,04	-13,97

- ekki mælt

Reykhús

Tafla 8 sýnir efnagreiningar tveggja sýna úr holu RWN-7 að Reykhúsum sem voru tekin árið 1997, ásamt greiningu síðasta heilsýnis sem var tekið árið 1994. Mynd 31 sýnir lengri tíma breytileika í nokkrum efnum. Ekki sjást aðrar breytingar en að kísill er mun lægri árin 1996 og 1997, en hann hefur áður verið. Eins og bent er á í vinnslueftirlitsskýrslu fyrir 1996 þá er líklegt að hér sé um áhrif niðurrennsli bakrásarvatns í holu RW-9 að ræða (Guðni Axelsson o.fl., 1997). Taka þarf sýni af bakrásarvatninu við tækifæri. Hitastig er óbreytt.

Glerárdalur

Úr holu GYN-7 á Glerárdal var aðeins tekið eitt sýni árið 1997, heilsýni. Greiningar á því eru í töflu 9 ásamt tveimur greiningum frá 1996. Mynd 32 sýnir langtímabreytileika. Engar breytingar hafa orðið á efnasamsetningu þessa vatns síðustu árin.

Tafla 8. Jarðhitasvæðið við Reykhús. Efnasamsetning vatns úr holu RWN-7 (mg/l).

Dagsetning Númer	94-11-12 94-0328	97-04-02 97-0115	97-08-08 97-0456
Hiti (°C)	76,7	75,8	76,3
Sýrustig (pH/°C)	9,98/17	9,83/21	-
Kísill (SiO ₂)	93,1	89,3	89,7
Natríum (Na)	56,0	54,6	-
Kalíum (K)	0,9	0,9	0,9
Kalsíum (Ca)	3,7	3,6	-
Magnesíum (Mg)	0,002	0,00	0,005
Karbónat (CO ₂)	17,2	19,4	-
Súlfat (SO ₄)	44,5	45,0	45,1
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,09	0,10	-
Klóríð (Cl)	11,7	11,9	12,3
Flúoríð (F)	0,57	0,53	0,55
Bór (B)	0,23	0,24	-
Uppleyst efni (TDS)	-	256	-
Súrefni (O ₂)	0	0	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-14,03	-13,96	-13,99

- ekki mælt

Tafla 9. Jarðhitasvæðið á Glerárdal. Efnasamsetning vatns úr holu GÝN-7 (mg/l).

Dagsetning Númer	96-03-29 96-0066	96-11-05 96-0400	97-04-03 97-0117
Hiti (°C)	60,5	59,5	60,2
Sýrustig (pH/°C)	9,98/21,5	-	9,99/21
Kísill (SiO ₂)	75,7	74,2	75,4
Natríum (Na)	49,1	-	48,6
Kalíum (K)	0,6	-	0,6
Kalsíum (Ca)	2,5	-	2,6
Magnesíum (Mg)0,001	0,005	0,000	
Karbónat (CO ₂)	23,9	-	21,2
Súlfat (SO ₄)	33,0	32,1	30,9
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,06	-	0,07
Klóríð (Cl)	10,6	11,5	10,7
Flúoríð (F)	0,59	0,60	0,58
Bór (B)	0,21	-	0,21
Uppleyst efni (TDS)	205	-	203
Súrefni (O ₂)	0	-	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,85	-13,84	-13,91

- ekki mælt

Laugaland á Þelamörk

Tvö sýni voru tekin úr LÞN-11 á Þelamörk árið 1997 og eru niðurstöður greininga á þeim í töflu 10 ásamt sýni frá 1996. Mynd 33 sýnir breytingu á styrk nokkurra efna frá upphafi vinnslu árið 1992. Í töflunni sést að styrkur kísils og nokkurra annarra efna hefur lækkað lítillega frá 1996. Á mynd 33 sést að sú breyting er þó mun minni en breytingin sem varð frá árinu 1994, er nýting svæðisins hófst, til ársins 1996. Á því tímabili lækkaði styrkur uppleystra efna talsvert og jafnframt hækkaði hlutfall súrefnisísótópa. Sýnt þykir að eitthvað af kaldara vatni dragist inn í jarðhitakerfið við vinnsluna, en þó er útlit fyrir að það hafi staðið í stað, eða minnkað, frá 1996, væntanlega vegna minni vinnslu 1997 en 1996. Mynd 34 sýnir mældan hita og reiknaðan kalsedónhita í holunni á vinnslutímanum. Mældur hiti er mjög stöðugur en kalsedónhitinn lækkaði stöðugt fram til ársins 1996, en síðan stendur hann í stað líkt og mælda hitastigið. Er þetta í samræmi við efnabreytingarnar.

Tafla 10. Laugaland á Þelamörk. Efnasamsetning vatns úr holu LÞN-11 (mg/l).

Dagsetning Númer	96-03-28 96-0065	97-04-03 97-0116	97-08-11 97-0457
Hiti (°C)	89,7	89,8	91,0
Sýrustig (pH/°C)	9,81/21,7	9,83/20	-
Kísill (SiO ₂)	121,2	118,7	117,0
Natríum (Na)	55,5	54,4	-
Kalíum (K)	1,3	1,3	0,8
Kalsíum (Ca)	1,7	1,7	-
Magnesium (Mg)	0,007	0,001	0,008
Karbónat (CO ₂)	26,9	22,5	-
Súlfat (SO ₄)	25,1	22,8	22,9
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,18	0,19	-
Klóríð (Cl)	11,6	11,6	11,3
Flúoríð (F)	0,70	0,69	0,67
Bór (B)	0,22	0,21	-
Uppleyst efni (TDS)	258	275	-
Súrefni (O ₂)	0	0	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,96	-13,91	-13,87

- ekki mælt

Aðrar athuganir á efnasamsetningu 1997

Styrkur súrefnis og súlfíts var að venju mældur í dælustöðinni við Þórunnarstræti og eru niðurstöður í töflu 11 ásamt mælingum síðustu tveggja ára. Það er gert til að kanna hvort nægu magni af natríumsúlfíti sé bætt í vatnið til að ná að eyða súrefni úr vatninu.

Tafla 11. Efnasamsetning vatns í dælustöð í Þórunnarstræti (mg/l).

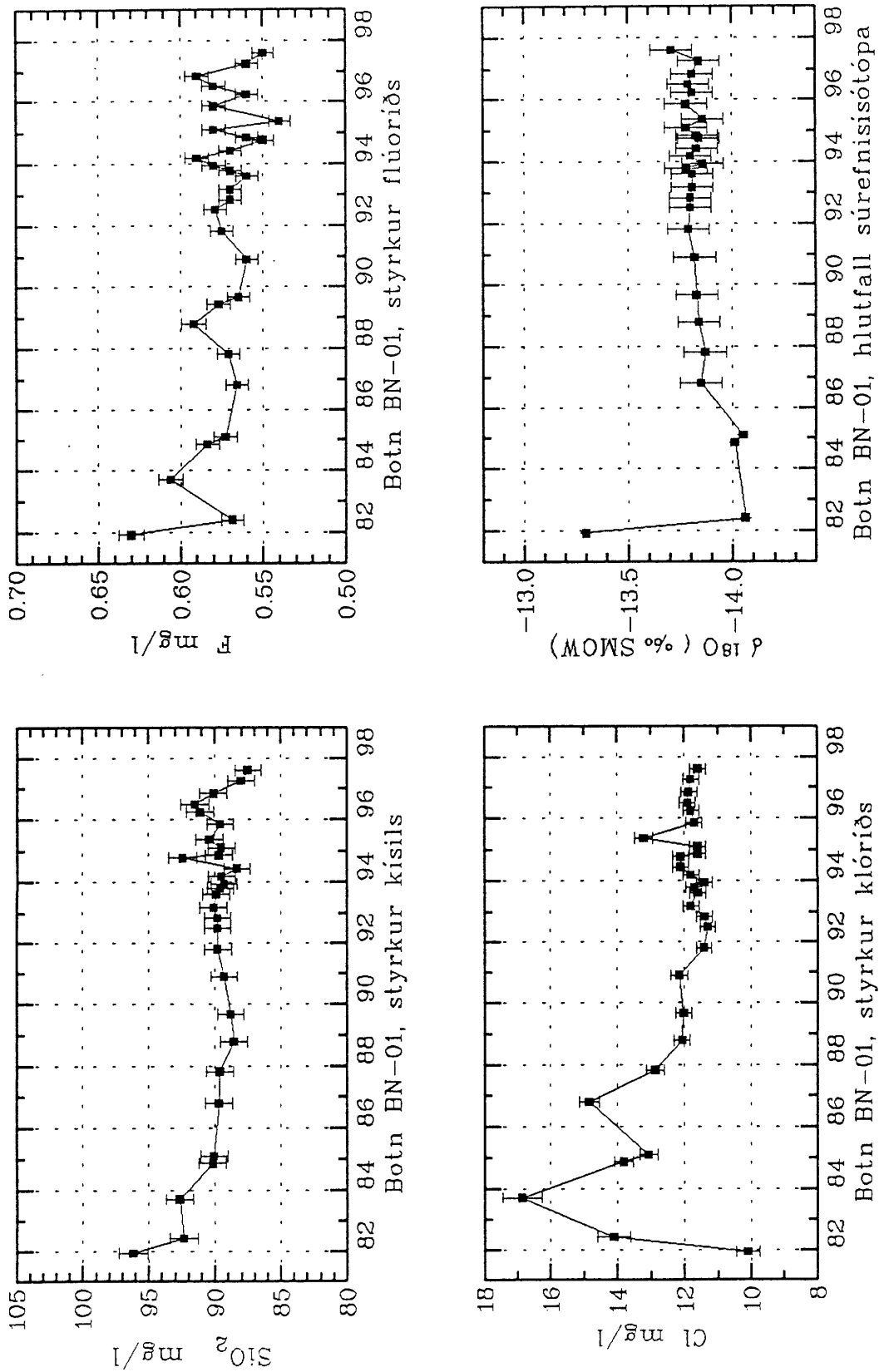
Dagsetning Númer	95-11-17 95-0333	96-03-29 96-0068	97-11-18 97-0720
Súrefni (O ₂)	0	0	0
Súlfít (SO ₃ ²⁻)	1,03	1,09	0,23

Ekkert súrefni mældist í vatninu og styrkur súlfíts aðeins 0,23 mg/l sem er nærri greiningarmörkum. 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. Hæfilegt þykir að afgangurinn sé 2-3 mg/l til að súrefni sé örugglega eytt. Styrkurinn sem mældist í Þórunnarstrætinu er mun lægri og raunar minni en áður hefur mælst. Þetta hefur þó nægt til að halda kerfinu súrefnissnauðu. Ef hins vegar kæmi fram óvæntur súrefnisleki inn í kerfið væri súlfítið sem eftir er fljótt að hverfa.

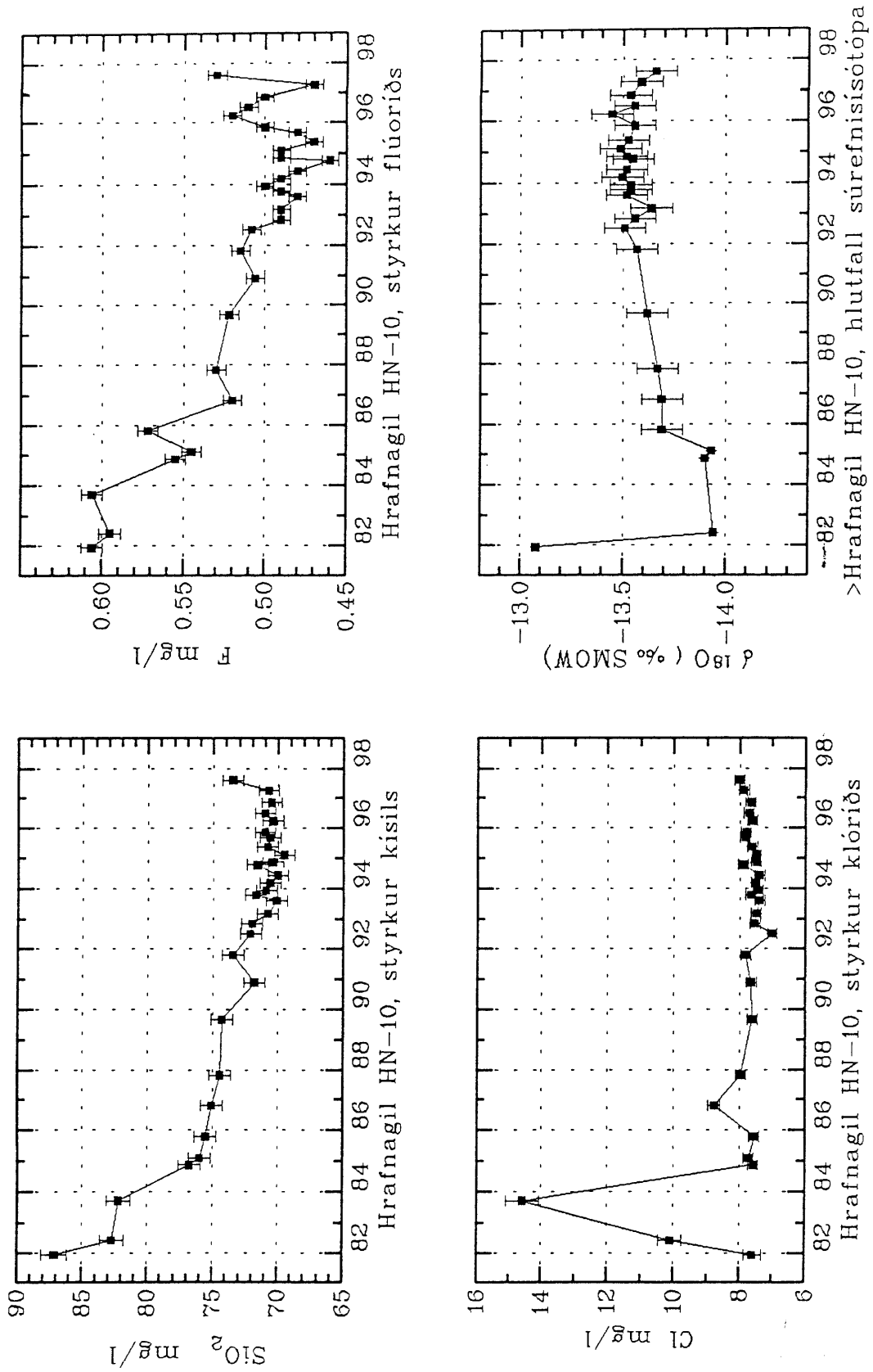
Styrkur karbónats var mældur í sýnum úr tveimur holum síðastliðið haust, holum TN-4 og HN-10. Ástæða þess var að í lok árs 1995 og í mars 1996 hafði styrkur karbónats í þessum holum mælst heldur hærri en venjulega. Myndir 35 og 36 sýna að þetta hefur verið tímabundin hækkun og styrkur CO₂ mældist svipaður árið 1997 og verið hefur á undanförunum árum.

Um leiðnimælingarnar

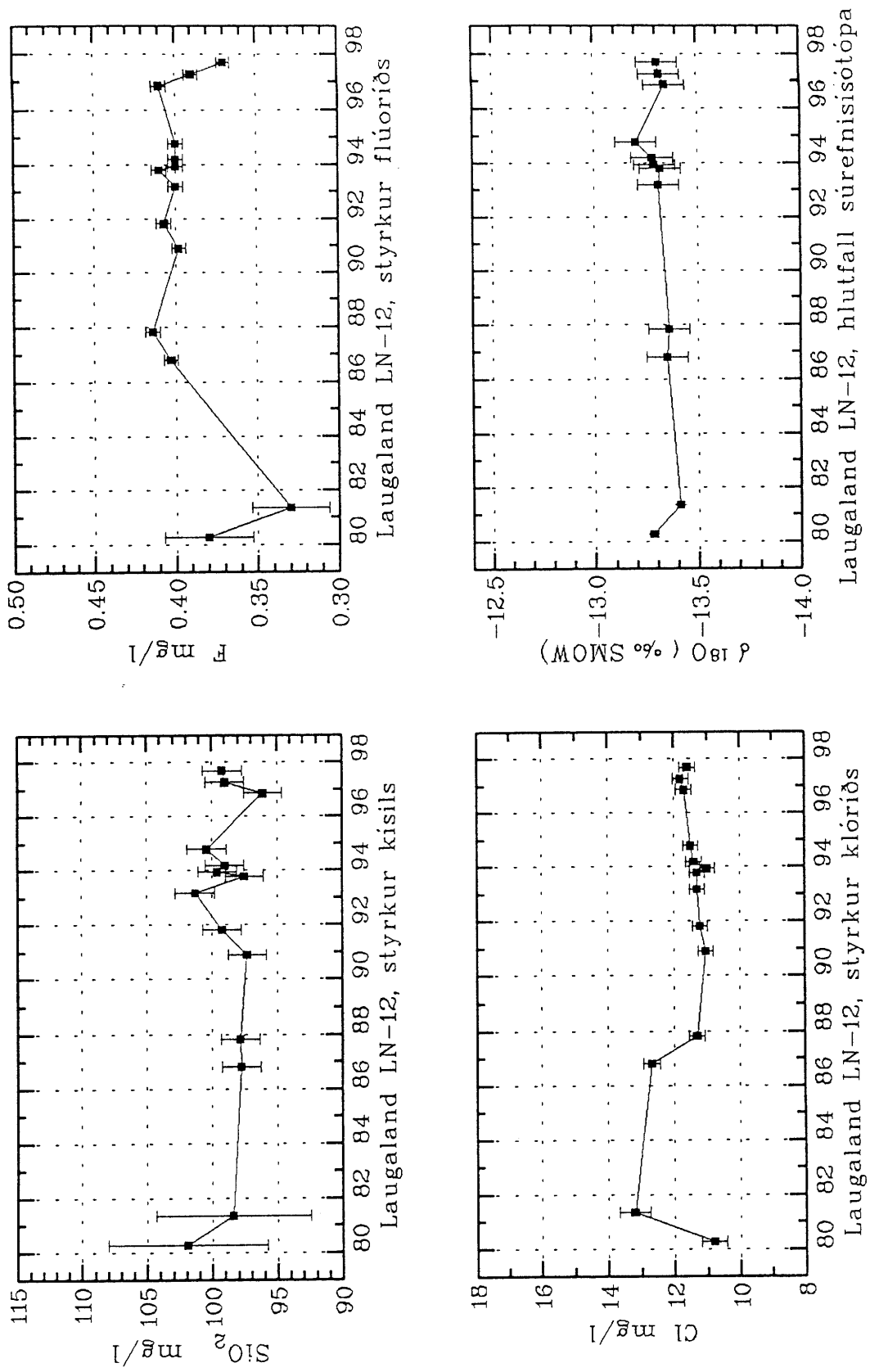
Á síðasta ári kom fram nokkurt misræmi í niðurstöðum leiðnimælinga sem voru gerðar hjá Hita-veitu Akureyrar og á rannsóknarstofunni á Orkustofnun (Guðni Axelsson o.fl., 1997). Mælingar gerðar hjá HVA gáfu kerfisbundið lægri gildi en þær sem voru gerðar með mælum OS. Farið var vandlega ofan í aðferðirnar við mælingu á báðum stöðunum og nú hefur náðst fullt samræmi milli mælinganna eins og sést á mynd 37, sem sýnir dæmi úr holu TN-4. Ekki verður fjallað nánar um leiðnimælingar ársins 1997 hér þar sem samræmið komst ekki á fyrr en í lok ársins. Verið er að vinna að leiðréttingum á öllum mælingunum og verða niðurstöður þess birtar í næstu vinnslueftirlitsskýrslu ásamt þeim mælingum, sem þá verða tiltækar.



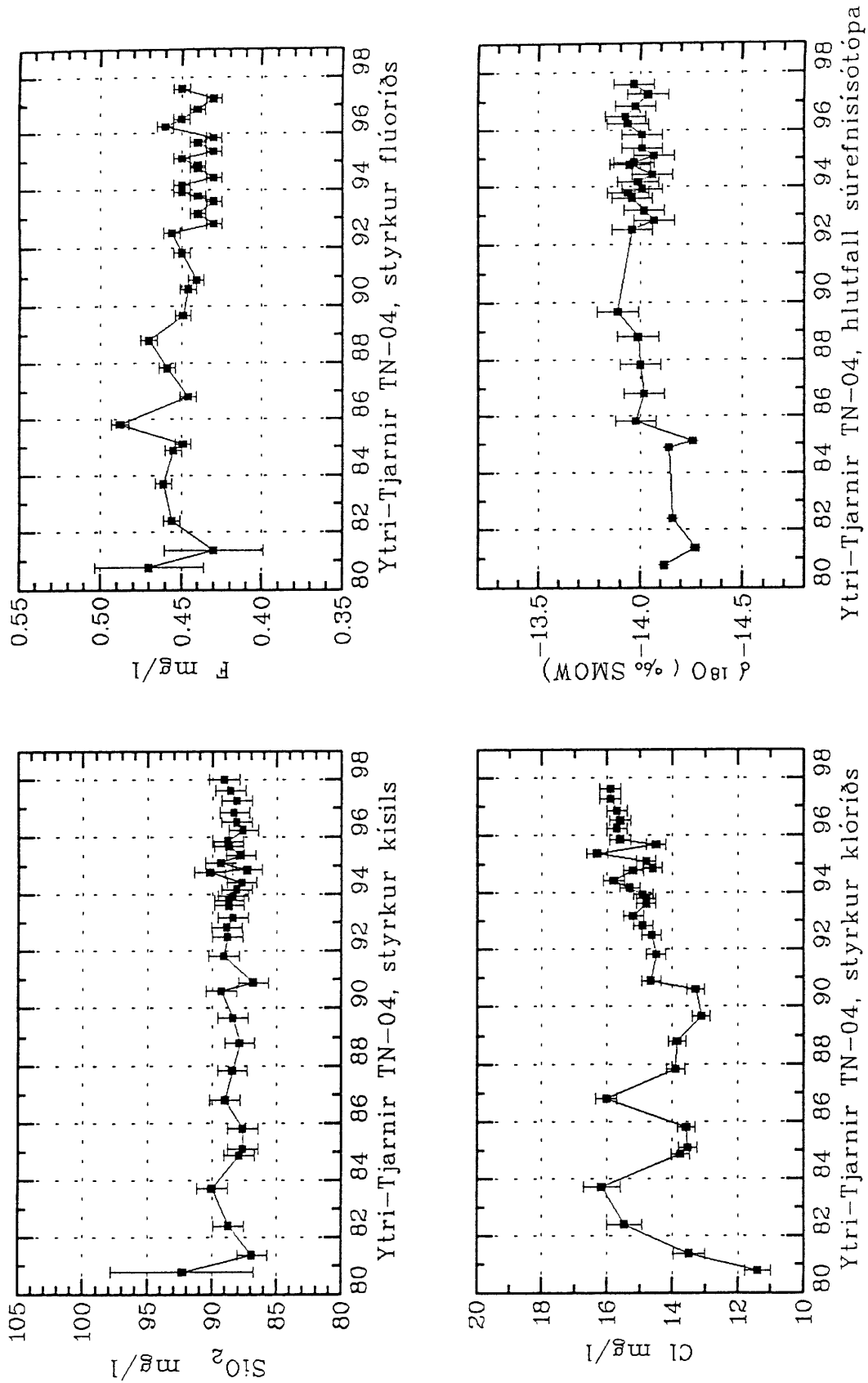
Mynd 27. Styrkur nokkurra efna í holu BN-1 sem fall af tíma.



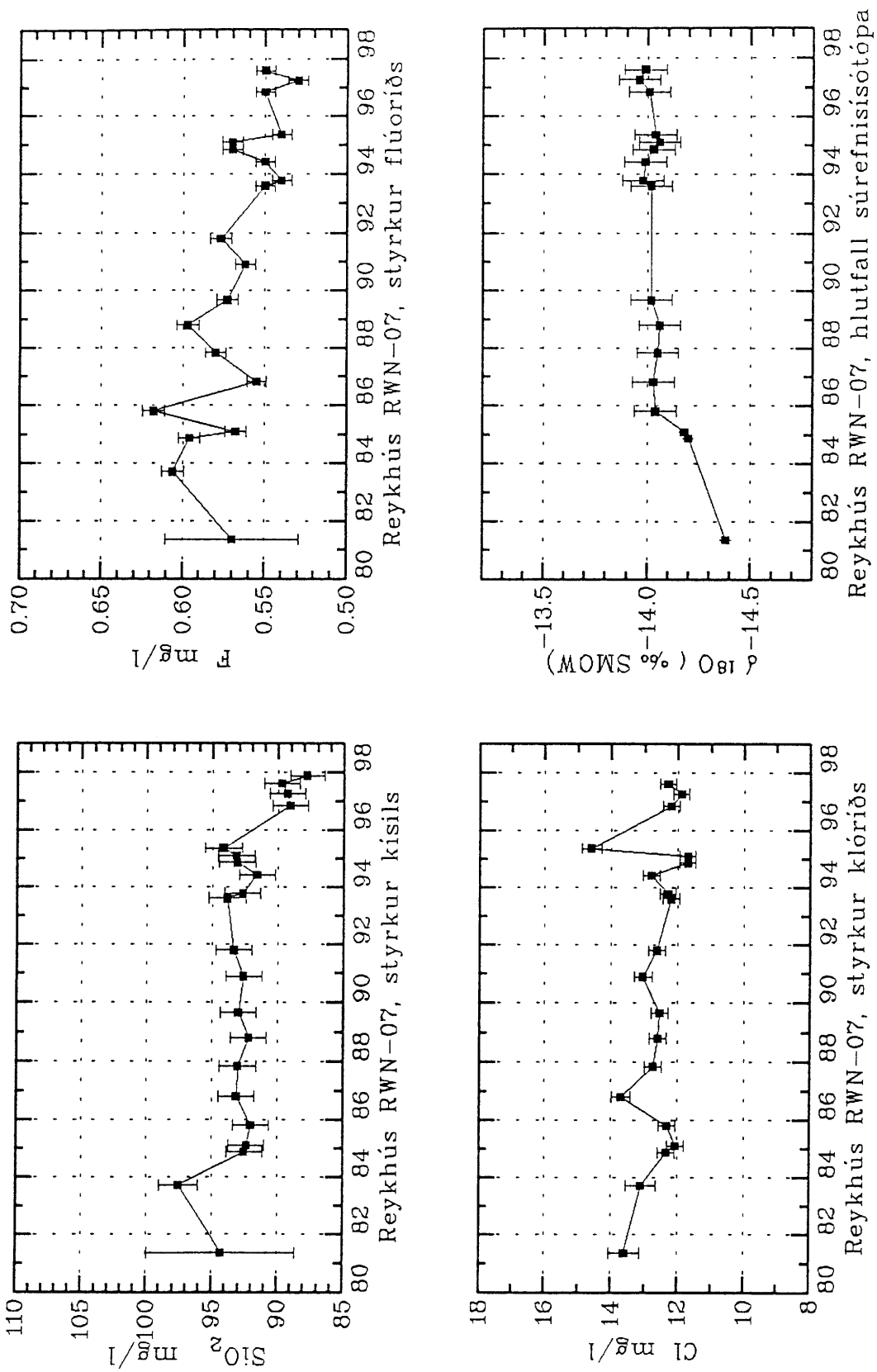
Mynd 28. Styrkur nokkurra efna í holu HN-10 sem fall af tíma.



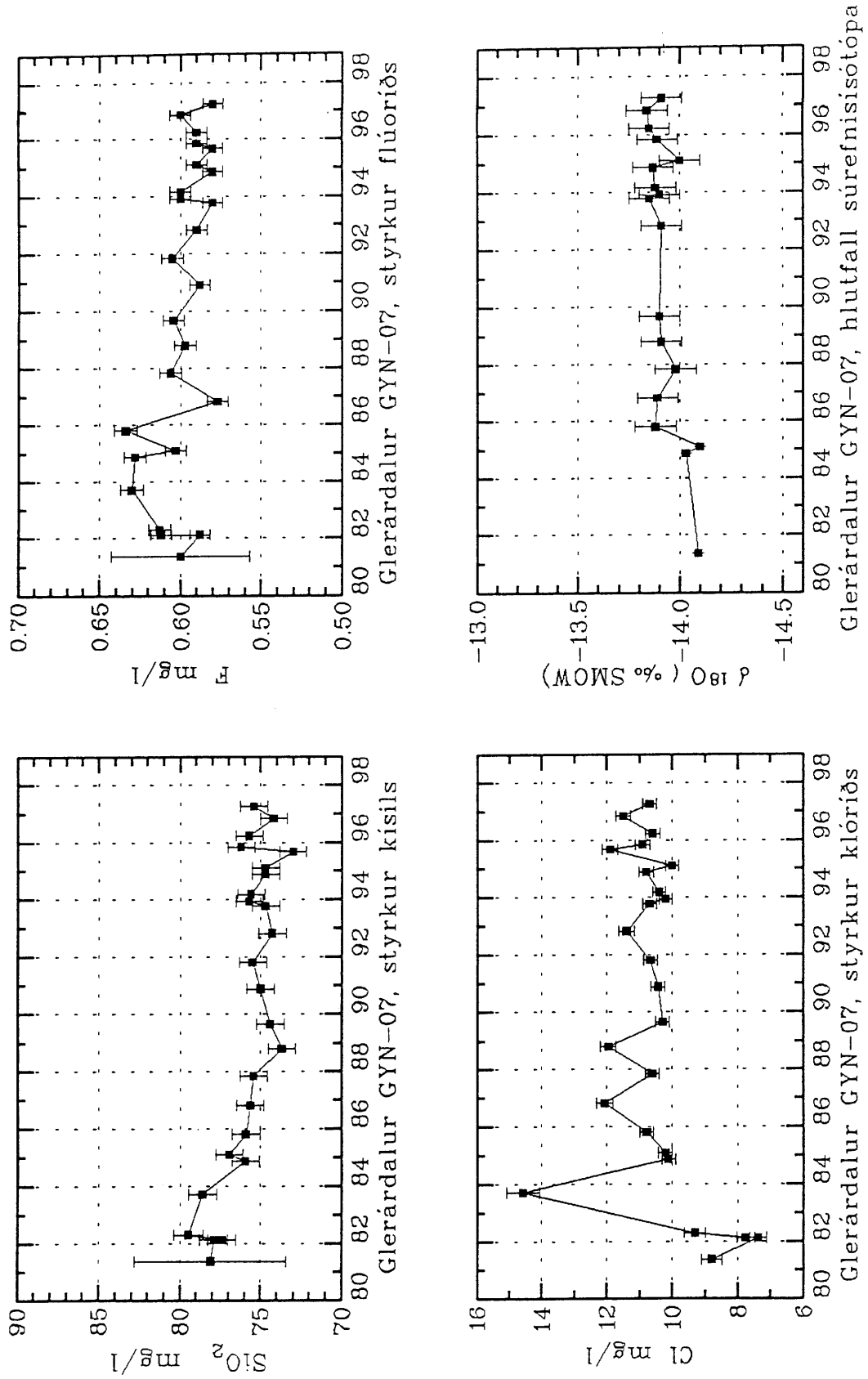
Mynd 29. Styrkur nokkurra efna í holu LN-12 sem fall af tíma.



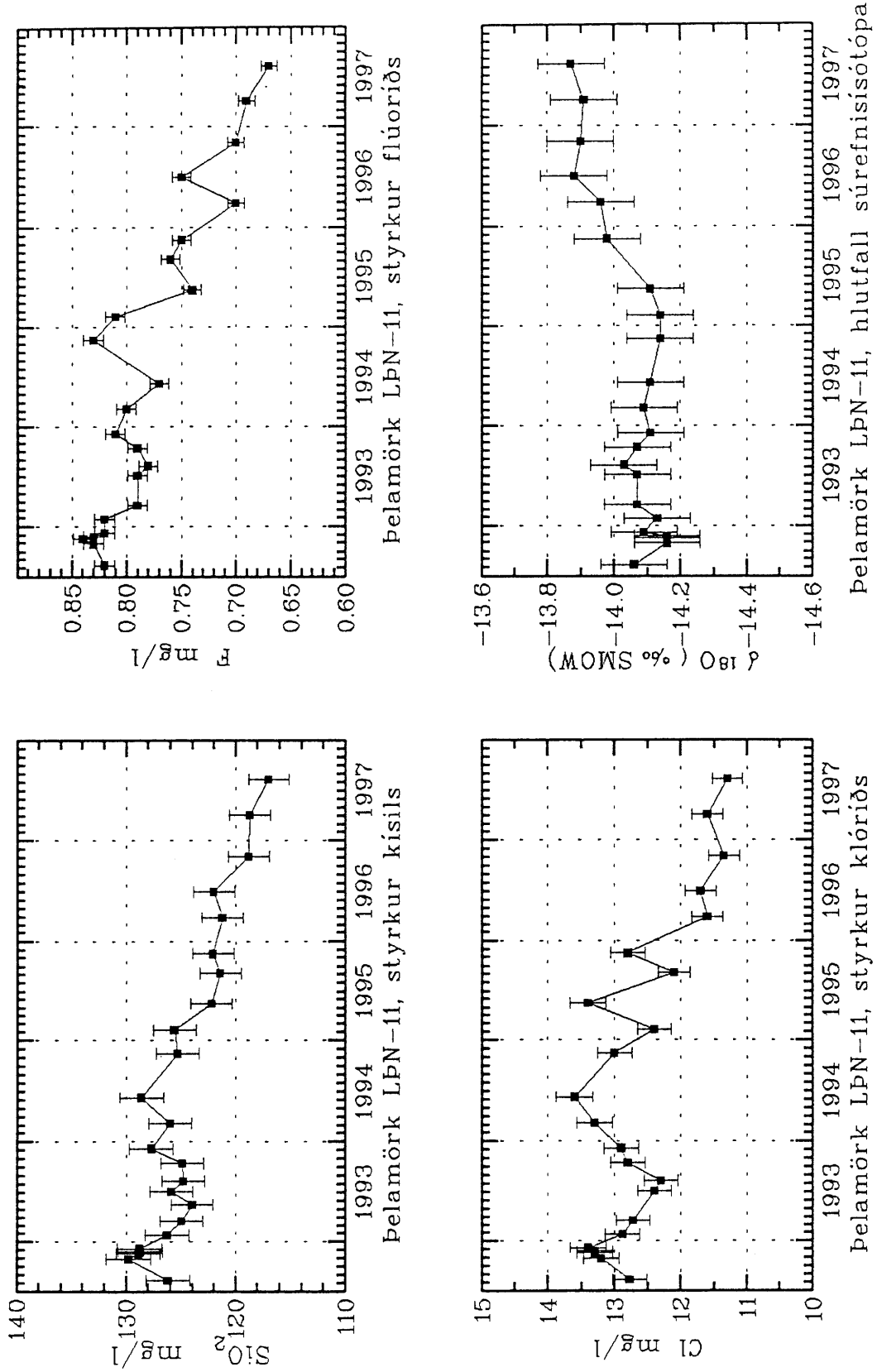
Mynd 30. Styrkur nokkurra efna í holu TN-4 sem fall af tíma.



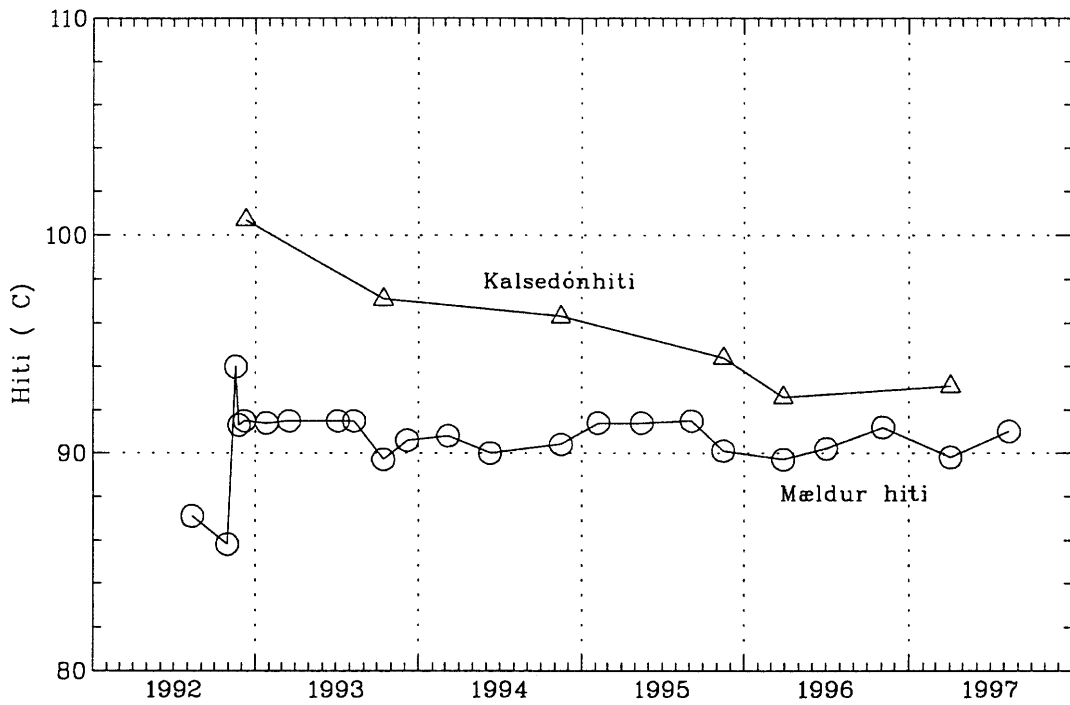
Mynd 31. Styrkur nokkurra efna í holu RWN-7 sem fall af tíma.



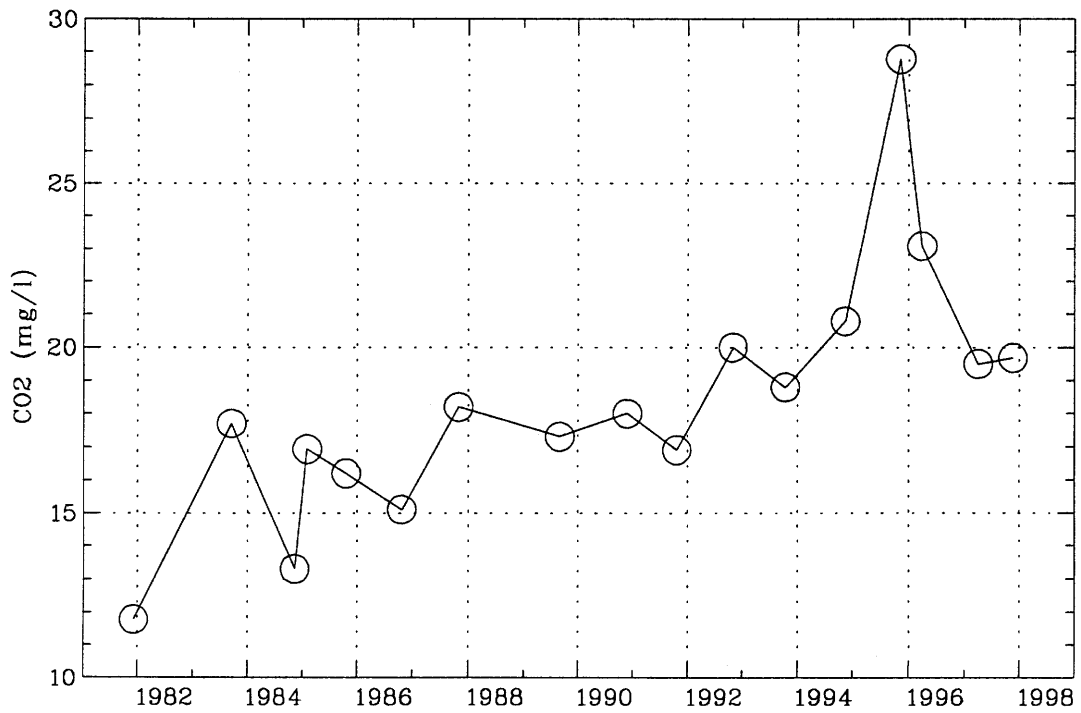
Mynd 32. Styrkur nokkurra efna í holu GYN-7 sem fall af tíma.



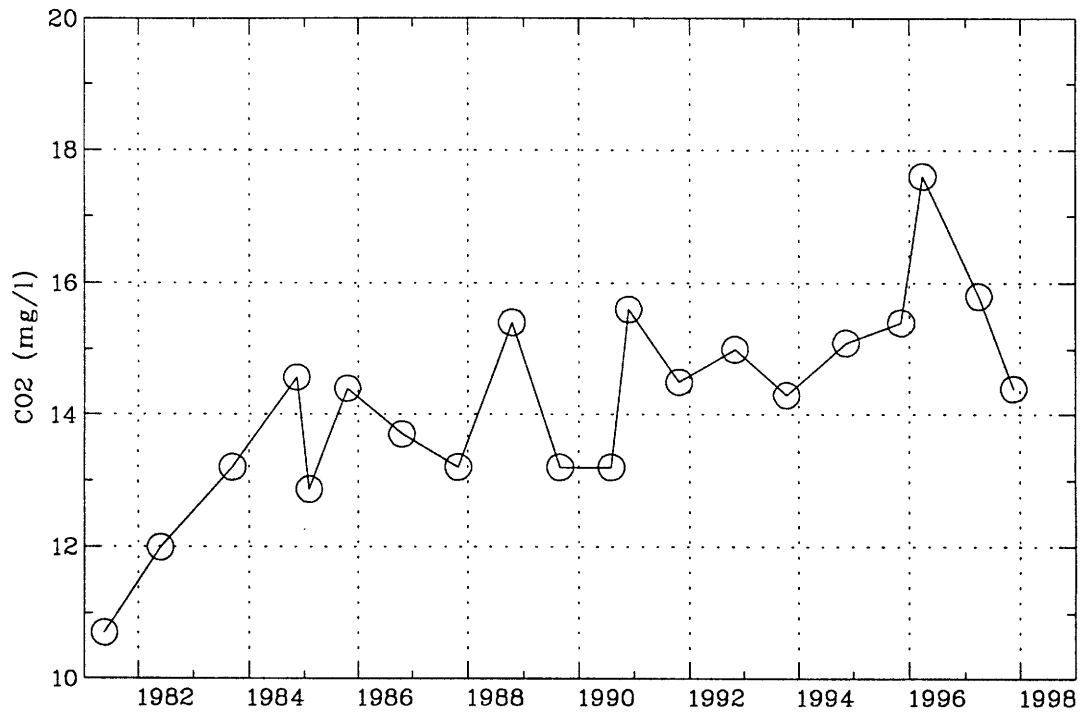
Mynd 33. Styrkur nokkurra efna í holu LpN-11 sem fall af tíma.



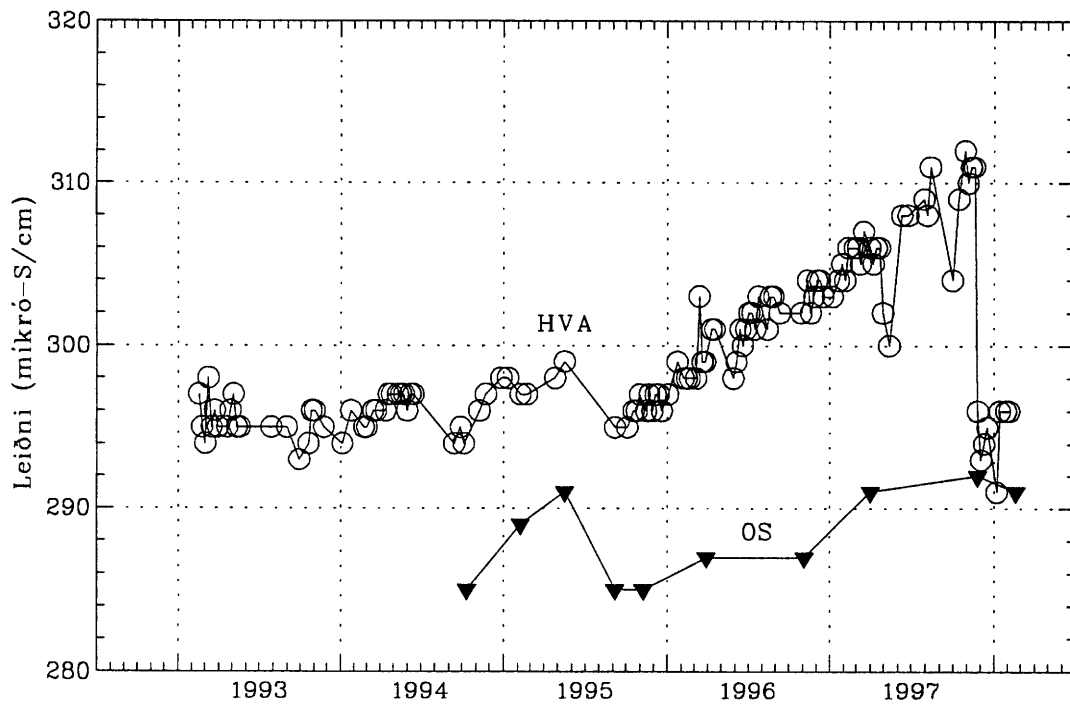
Mynd 34. Samanburður mælds hita og reiknaðs kalsedónhita fyrir holu LFN-11.



Mynd 35. Styrkur karbónats í holu HN-10 frá upphafi vinnslu.



Mynd 36. Styrkur karbónats í holu TN-4 frá upphafi vinnslu.



Mynd 37. Samanburður á leiðnimælingum HVA og Orkustofnunar, dæmi úr holu TN-4.

6. ORKUBÚSKAPUR HITAVEITU AKUREYRAR 1997

Í töflu 11 er að finna ýmsar upplýsingar um orkubúskap Hitaveitu Akureyrar á árinu 1997 auk þess sem myndir 38 og 39 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 vinnslueftirlitsskýrslum.

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 96/97 og 97/98, og leiðrétt að heilu ári með því að áætla daglega vinnslu um áramótin út frá næstu álestrum. 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 3,78. 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 10,3 GWh, sem samsvarar um 3,5°C kælingu í aðveitupípunni. Fyrir aðveituna frá Þelamörk reiknast orkutapið 1,8 GWh, sem jafngildir um 6°C kólnun í Þelamerkuraðveitunni. Orkutap í Glerárdalsaðveitu telst með orkutapi í bæjarkerfi og er hvorki reiknað né 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 1997.

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

Upplýsingar um orkuverð eru tvönnar 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 1997.

Orkuframleiðsla:			
Jarðhitasvæðin í Eyjafjarðarsveit ¹⁾	210,2 GWh	77,4%	
Jarðhitasvæðið á Glerárdal	14,8 GWh	5,4%	
Jarðhitasvæðið á Þelamörk	29,2 GWh	10,8%	
Varmadælur	8,1 GWh	3,0%	
Rafskauta- og olíukatlar	9,2 GWh	3,4%	
Heildarorkuframleiðsla ¹⁾	271,5 GWh	100%	
Varmaorkunotkun:			
Dreifikerfi á Akureyri	225,1 GWh	82,9%	
Heildarnotkun í Eyjafjarðarsveit ¹⁾	22,2 GWh	8,2%	
Notkun í Glæsibæjarhreppi	8,9 GWh	3,3%	
Eigin notkun HVA í Eyjafjarðarsveit ²⁾	3,2 GWh	1,2%	
Orkutap í aðveitukerfi ⁶⁾	12,1 GWh	4,5%	
Heildarorkunotkun ¹⁾	271,5 GWh	100%	
Raforkunotkun:			
Borholudælur og dælustöð í Eyjafjarðarsveit	4,8 GWh		
Dælustöðvar á Akureyri	1,0 GWh		
Dælur á Þelamörk	0,6 GWh		
Varmadælur	2,1 GWh		
Rafskautakatlar	9,2 GWh		
Raforkunotkun, alls	17,7 GWh		
Bakrásarvatn:			
Endurheimt bakrásarvatn (meðaltal)	37,9 l/s		
Meðalhiti bakrásarvatns (ágiskað)	27 °C		
Íbúafjöldi:			
Akureyri	15.048		
Eyjafjarðarsveit	928		
Glæsibæjarhreppur	255		
Akureyri, ýmsar upplýsingar:			
Rúmmál hitaðs húsrýmis ⁴⁾	3.566.400 m ³		
Orkunotkun á rúmmetra húsrýmis ⁵⁾	75,0 kWh/m ³		
Heitavatsnotkun á rúmmetra húsr.	1,2m ³ /m ³		
Varmaorkuframleiðsla á íbúa	16.469 kWh/íbúa		
Heitavatsnotkun á íbúa	269 m ³ /íbúa		
Aukning í hituðu húsrými frá 1996	57.400 m ³		
Orkuverð án VSK:			
Fastagjald í árslok (15 mm mælir)	8460 kr		
Rúmmetragejald í árslok	108,00 kr/m ³		
Meðalorkuverð á framleidda kWh ³⁾	1,77 kr/kWh		
Meðalrúmmetraverð út á dreifikerfið	108,00 kr/m ³		
Veðurfar:			
	1997	1981-1997	Staðalfrávik
Ársmeðalhiti (°C)	4,03	3,53	0,65
Meðalvindhraði (hnútar)	9,1	8,7	1,2
Vindleiðréttur meðalhiti	0,70	0,27	0,73

¹⁾ Reykhús meðtalin.

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

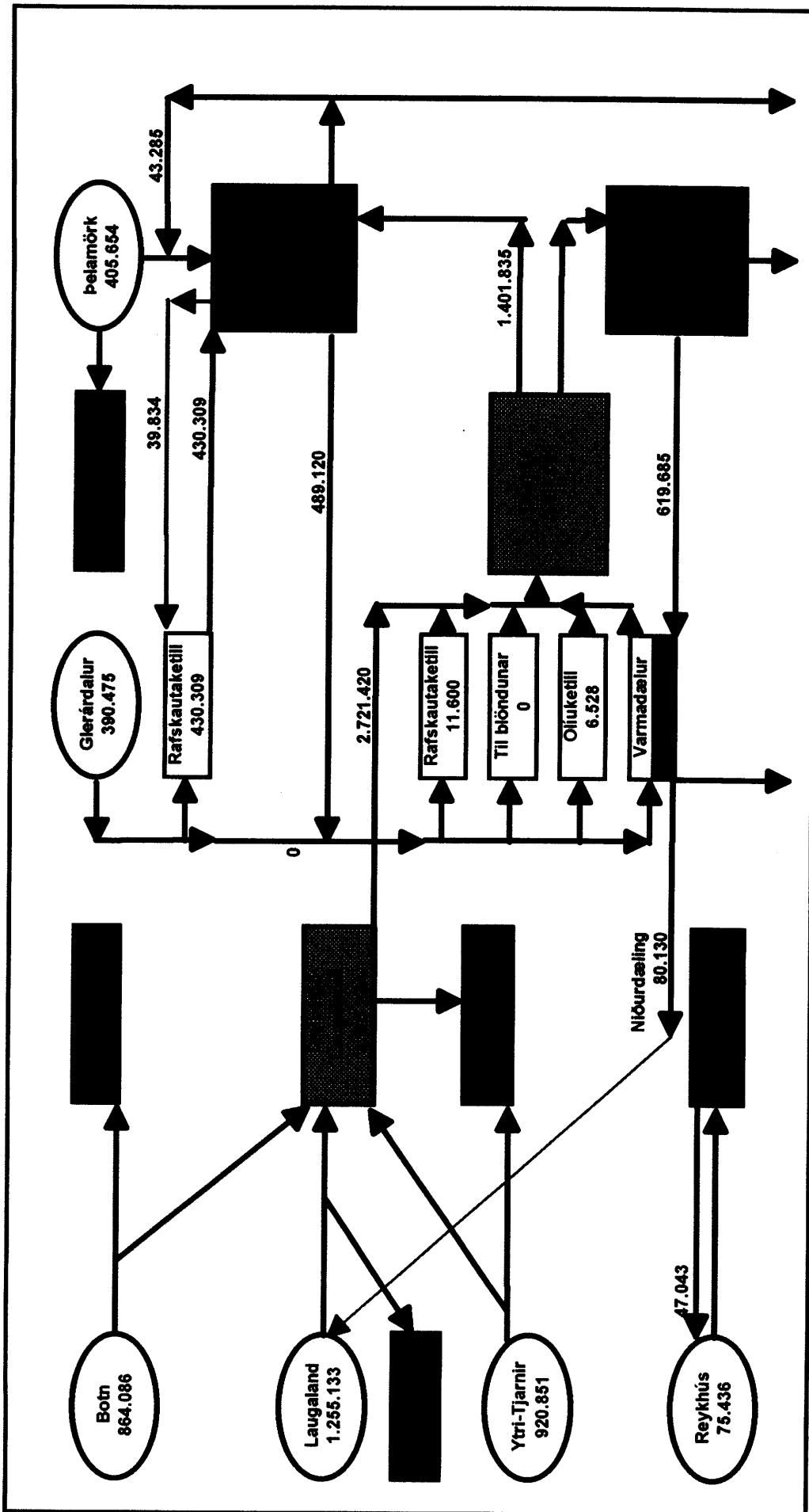
³⁾ Heildarorkusala í krónum á hverja framleidda kílóvattstund.

⁴⁾ Á Akureyri, í Eyjafjarðarsveit og Glæsibæjarhreppi.

⁵⁾ Orkutöp í aðveitu ekki meðtalin

⁶⁾ Mjög ónákvæmar tölur

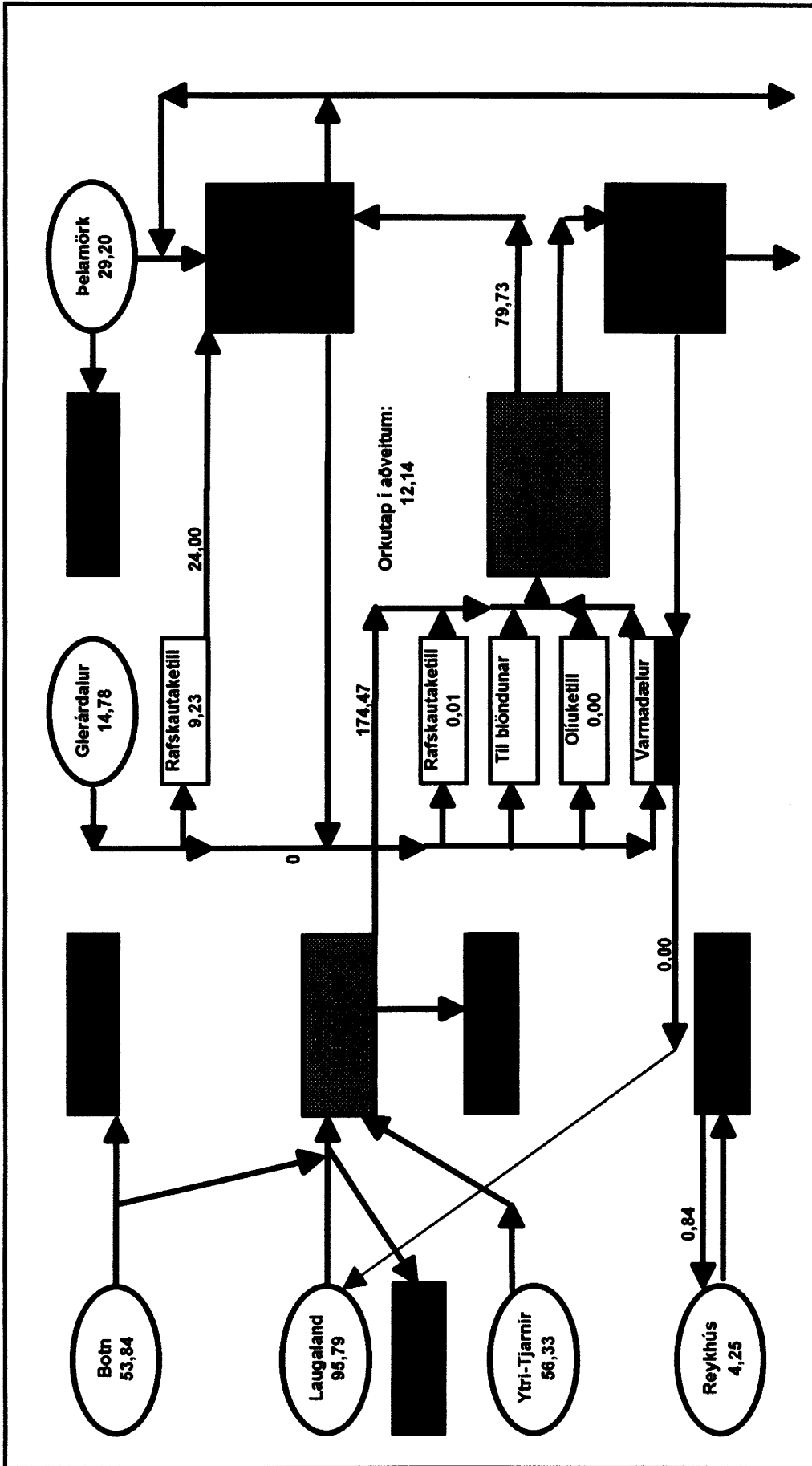
Hitaveita Akureyrar
Massaflæði 1997
 Allar tölur eru í rúmmetrum
 Tímabil 31.12.1996 - 31.12.1997



Mynd 38. Massaflæði um kerfi Hitaveitu Akureyrar árið 1997.



Hitaveita Akureyrar
Orkuflæði 1997
 Allar tölur eru í gígawattstundum
 Tímabil 31.12.1996 - 31.12.1997



Mynd 39. Orkuflæði um kerfi Hitaveitu Akureyrar árið 1997

7. SAMBAND ORKUNOTKUNAR OG VEÐURFARS

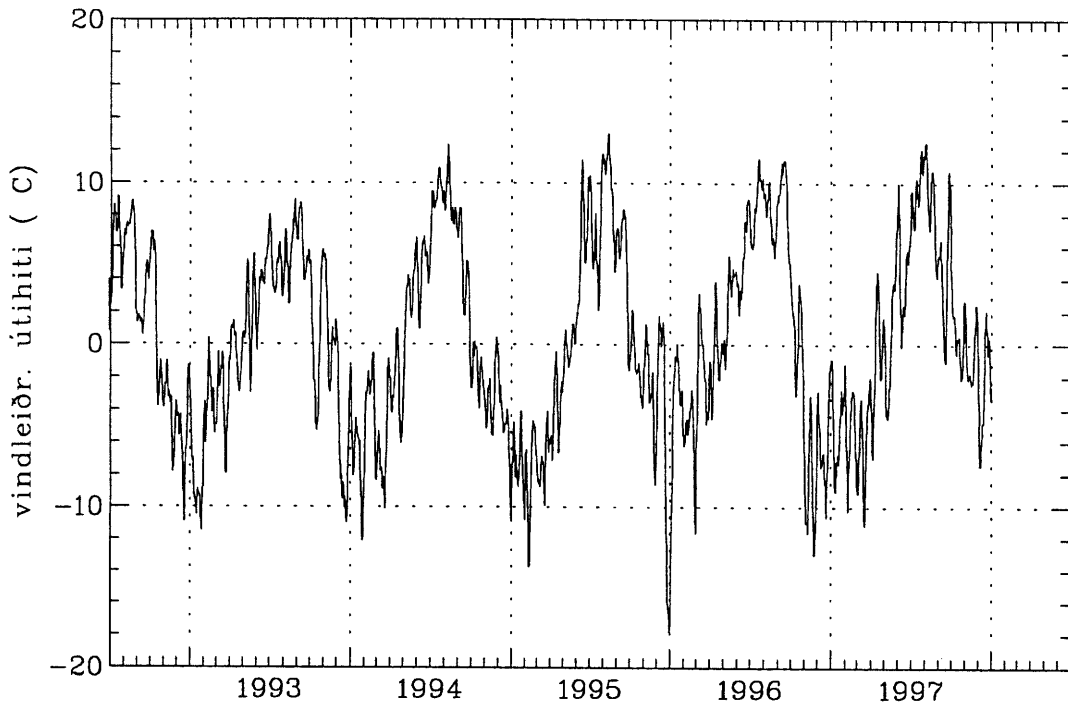
Árið 1994 var gerð ítarleg könnun á sambandi veðurfars og orkunotkunar á Akureyri (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994). Fundið var samband meðaldælingar og vindleiðréttis mismunar úti- og innihita fyrir dagleg gögn frá árinu 1991. Notuð var formúla frá Hitaveitu Reykjavíkur til þess að umreikna útihita þannig að tekið sé tillit til kælingaáhrifa vinds. Jafnaframt voru veðurgögn frá árunum 1924 til 1993 skoðuð til þess að meta sveiflur í orkunotkun vegna veðurfarsbreytinga. Niðurstöður bentu til þess að búast megi við frávikum í orkunotkun frá meðalári, sem geti numið allt að $\pm 11\%$.

Frá árinu 1993 til 1997 jókst orkuframleiðsla Hitaveitu Akureyrar um 9%, eða um rúmlega 2% á ári að jafnaði. Starfsmönnum veitunnar hefur þó verst orkunotkun köldustu daga aukast enn meira, þ.e. að afltoppar hafi vaxið meira milli ára en sem nemur þessum 2%. Þetta þótti ástæða til að kanna nánar, því erfitt er að bera afltoppa saman frá ári til árs vegna mismunandi veðurfars. Athuginin fór þannig fram:

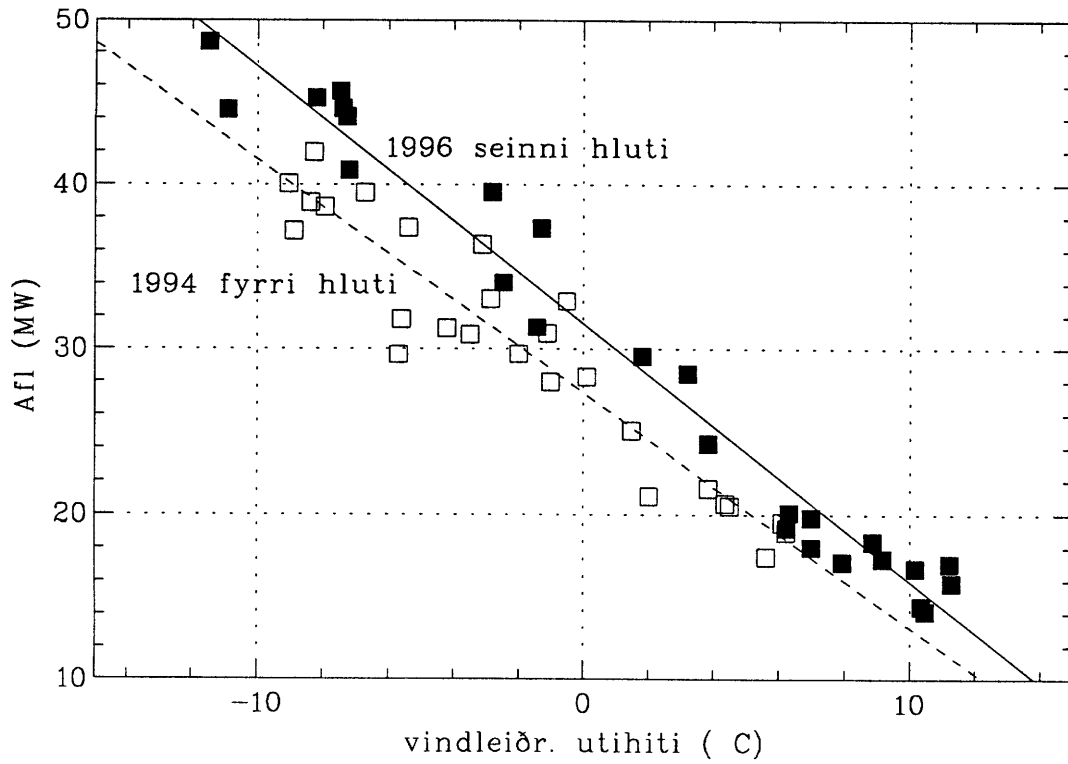
1. Reiknuð voru vikumeðalgildi vindleiðréttis útihita frá seinni helmingi ársins 1992 til og með árinu 1997. Niðurstöðurnar eru sýndar á mynd 40.
2. Þá voru tekin fyrir hálfis árs tímabil, frá seinni helmingi 1992 til seinni helmings 1997, alls 11 tímabil, og teiknað upp samband vikulegrar heildarorkuframleiðslu, eða vikulegs meðalaflls (sjá mynd 3) og vindleiðréttis útihita fyrir hvert tímabil. Felldar voru beinar línur að þessum samböndum og eru tvö dæmi sýnd á mynd 41.
3. Skoðuð voru fjórar stærðir fyrir hverja af hinum 11 línunum. Þær voru reiknuð orkuframleiðsla við -15°C , við 0°C og við 15°C ásamt hallatölu. Mynd 42 sýnir reiknaða orkuframleiðslu við -15°C sem fall af tíma frá seinni hluta 1992 út árið 1997.

Athuginin, sem lýst er hér að ofan, leiddi í ljós að orkuframleiðsla við -15°C hefur vaxið um 3,7% á ári að jafnaði frá seinni hluta 1992. Þetta er um tvöfalt hraðari vöxtur en 2% meðalvöxturinn sem nefndur var hér að ofan. Hins vegar hefur orkuframleiðslan við 15°C nokkurn veginn staðið í stað á sama tíma. Það skýrir hvers vegna meðalorkuframleiðslan hefur vaxið hægar en hámarksorkuframleiðslan. Ástæðan fyrir því lágmarksorkuframleiðslan (þ.e. við 15°C) stendur nokkurn veginn í stað er e.t.v. sú að ákveðið lágmarksrennsli þurfi um dreifikerfið, m.a. til að halda viðunandi hita á kranavatni. Þetta rennsli væri þá lítt háð hægum vexti í rúmmáli tengds húsnæðis.

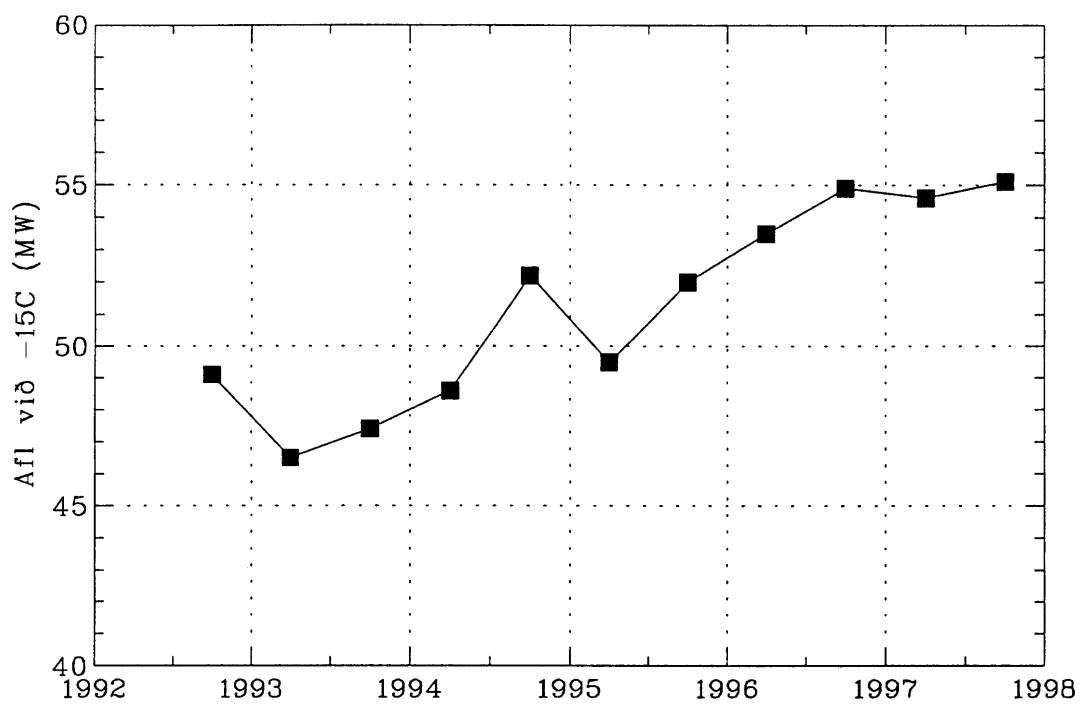
Þessar niðurstöður sýna einnig að í spám þarf hyggja meir að aflnotkun en gert hefur verið. Fjallað verður nánar um það hér á eftir.



Mynd 40. Vindleiðrétt vikumeðalgildi útihita á Akureyri.



Mynd 41. Tvö dæmi um samband vindleiðréttis útihita og vikulegs meðalafls HVA.



Mynd 42. Breytingar í aflí við -15°C síðustu fimm árin.

8. UMRÆÐA OG TILLÖGUR

8.1 Orkuvinnsla og orkunotkun

Mynd 43 sýnir breytingar orkunotkunar og orkuvinnslu Hitaveitu Akureyrar frá árinu 1981 ásamt orkumætti veitunnar og líklegum vexti orkuþarfar. 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. Því til viðbótar þarf að skoða séstaklega aflgetu veitunnar. Á myndinni má sjá nokkrar sveiflur í orkunotkun undanfarinna ára, sem fyrst og fremst má rekja til veðurfarssveiflna. Þetta sést betur á mynd 44 sem sýnir yfirlit yfir veðurfar, heildarorkunotkun veitunnar og veðurleiðréttu orkunotkun.

Við mat á orkumættinum til ársins 2008 er gert ráð fyrir óbreyttri vinnslugetu á Ytri-Tjörnum og á Glerárdal, en tekið 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 á Syðra-Laugalandi aukist um 25 GWh árið 1998 vegna niðurdælingar. Sú tala er enn óviss, en mun skýrast er á líður niðurdælingartilraunina.

Líklegt er að árlegur vöxtur í orkuþörf verði á bilinu 1-2% á ári næstu árin. Miðað við 1% árlegan vöxt sýnir mynd 43 að notkunin mun ná 90% af orkumættinum árið 2008, en árið 2003 ef vöxturinn verður 2% á ári. Því lítur á þessari stundu út fyrir að nýr virkjunarkostur þurfi að vera tiltækur fyrir Hitaveitu Akureyrar árið 2003, u.þ.b., ef horft er eingöngu á orkuþörf.

Vekja má athygli á því að orkunotkun til húshitunar á Akureyri er með því minnsta sem þekkt 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 verðlækkunar 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.

8.2 Aftoppar

Eins og fram kemur í kafla 7 hefur vöxtur hámarksaftoppa verið um tvöfalt meiri en vöxtur meðalorkunotkunar, síðan árið 1993. Þessi þróun á sér eðlilegar skýringar og ekki er víst að hún muni halda áfram. Hlutfallslegur vöxtur aftoppa var það sem búist var við í kjölfar þess að horfið var frá sölu um hemla til sölu um mæla. Sala gegnum hemil er í reynd sala á hámarksaftoppi, án gjaldröku fyrir orku, meðan sala um mæli er í reynd orkusala án gjaldröku fyrir afnotkun. Hemlaveitur halda því niðri aftoppi en stuðla að orkusóun meðan mælaveitur stuðla að orkusparnaði en háum aftoppi. Fyrst eftir að mælar voru settir upp hjá hitaveitunni voru hemlarnir ekki fjarlægðir. Þannig var komið í veg fyrir að óviðráðanlegir aftoppar kæmu í kjölfar sölukerfisbreytingarinnar árið 1995. Áhrif breytingarinnar til orkusparnaðar, ásamt nýjum orkugjöfum, hafa síðan leitt til umtalsverðrar aukningar í aflgetu. Jafnframt hafa hemlar smám saman verið fjarlægðir úr mælagrindum og aftoppar því aukist jafnt og þétt umfram aukningu í orkunotkun.

Það vekur athygli þegar bornar eru saman tölur um orkunotkun og húsnæði milli árána 1996 og 1997 að aukning í hituðu húsnæði skilar sé ekki nema að litlu leyti í aukinni orkusölu; orkunotkun á hvern rúmmetra húsnæðis og á hvern íbúa hefur lækkað. Þarna er líklega um að ræða afleiðingar betri einangrunar nýrra húsa og batnandi stýringar í hitakerfum. Áhrifin eru í senn orkusparnaður og vöxtur hámarksaftoppa.

Þá hefur HVA unnið að því að bæta dreifikerfi sitt þannig að orkutöp í kerfinu hafa minnkað. Það leiðir til minnkandi orkunotkunar en ekki til samsvarandi minnkunar aftoppa því minna orkutap verður alltaf í dreifikerfinu við hámarksnotkun. Þegar orkuþörf eykst í kuldatíð á stöðum þar sem mikið orkutap er í dreifikerfi, eykst rennslisraðinn um kerfið og orkutapið minnkar. Hluti af aftoppnum, sem verður við kuldann, kemur því fram sem minna orkutap í dreifikerfi og því virðist aftoppurinn minni en hann í raun er. Þess vegna leiðir minna orkutap í dreifikerfi af sér hærri aftoppa hjá veitunni.

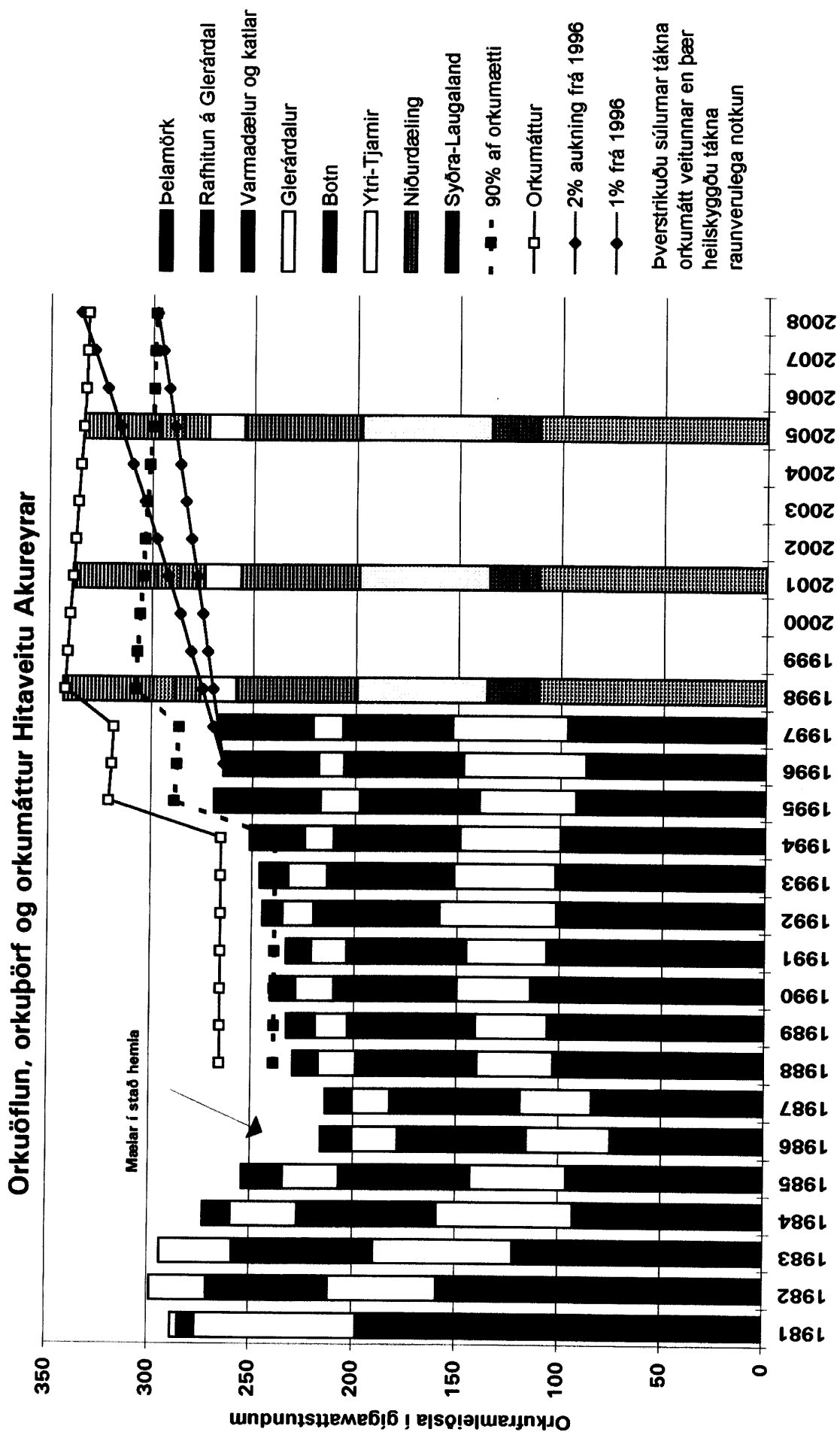
Af framansögðu verður að telja að staða orkuöflunar hjá Hitaveitu Akureyrar sé nú vel viðunandi og horfur á að svo geti orðið næstu 5 ár. Afhendingaröryggi orkunnar er einnig mikið nema til komi meiriháttar rekstrartruflanir á borholum eða aðveitukerfi, t.d. vegna bilana þegar verst gegnir. Hins vegar getur aflgetan vart talist viðunandi. Vegna þess að aftoppurinn hefur farið hlutfallslega vaxandi má óttast að til aflþurrðar geti komið síðla vetrar. Úr þessum ótta má draga með skynsamlegri samkeyrslu jarðhitasvæðanna. Öruggast er þó að finna og koma nýju jarðhitasvæði í rekstur eða leita meira vatns á þeim vinnslusvæðum sem talin eru geta gefið meira af sér.

Eins og bent hefur verið á þarf að gæta vel að rekstri jarðhitasvæðisins á Syðra-Laugalandi. Öndvert við önnur virkjunarsvæði hitaveitunnar getur Laugalandssvæðið gefið af sé mikið magn af heitu vatni (afl) ef vatnsborð þar stendur 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 í jarðhitakerfinu til kuldakasta á vetrum. Niðurdælingin, sem nú er hafin á Laugalandi, miðar einmitt að því að nýta þessa miðlunareiginleika jarðhitakerfisins og auka aflgetu þess.

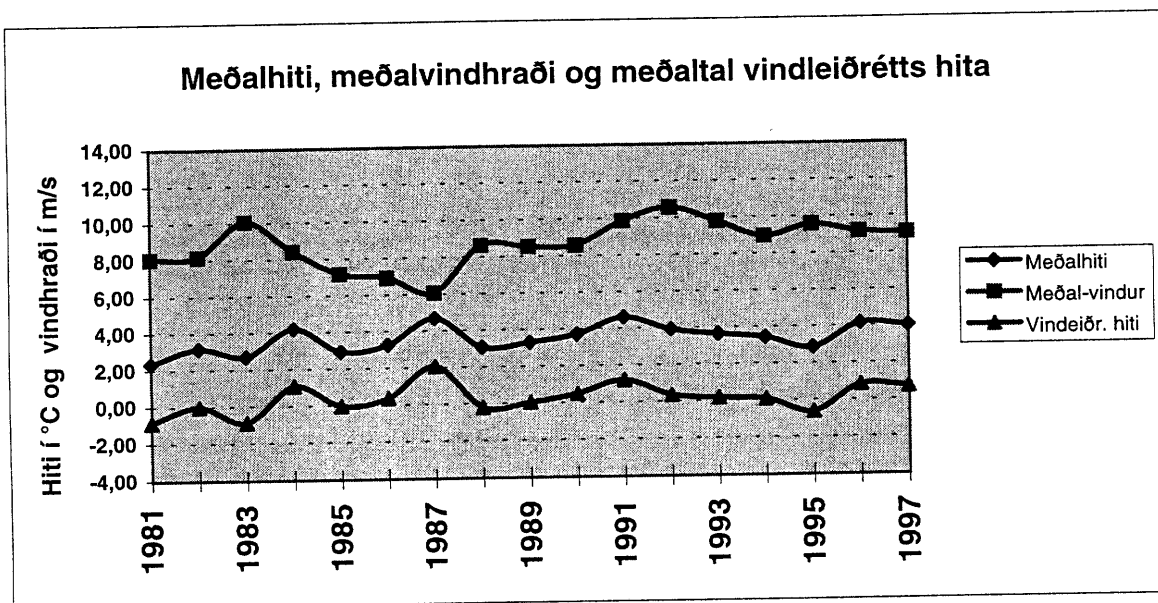
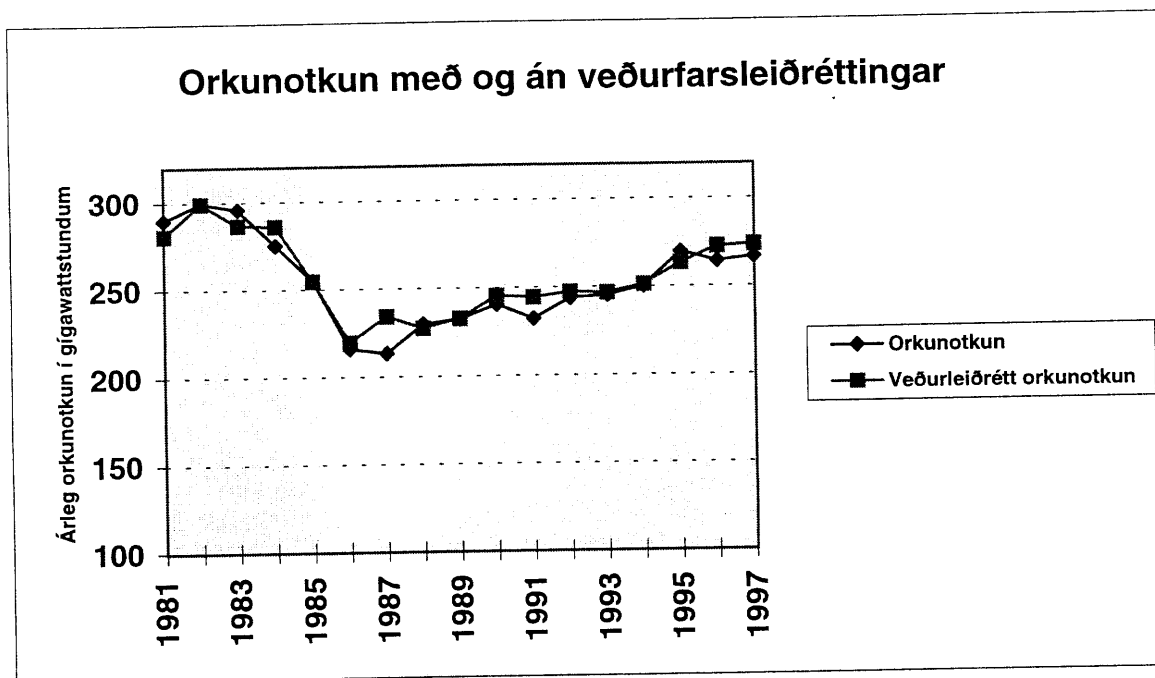
8.3 Tillögur um úrbætur á mælingum

Með því að koma upp nokkrum mælum til viðbótar mætti bæta talsvert yfirsýn yfir orkubúskap veitunnar. Eftirfarandi mæla væri æskilegt að fá setta upp og lesið af reglulega:

- Mæla á allar borholur til að mæla vatn sem látið er renna niður þær til að halda öxlum heitum í dæluhléum.
- Hitamæla á framrás út á kerfið á Akureyri (Þórunnarstræti, Sjöfn).
- Hitamæla á bakrás að Þórunnarstræti og Sjöfn.
- Hitamæla á báða enda aðveitulagnar frá Laugalandi í Eyjafjarðarsveit.
- Rúmmetramæli á Laugalandsaðveitu þar sem hún kemur að dælustöð í Þórunnarstræti.



Mynd 43. Orkuöflun, orkuvinnsla og orkumáttur Hitaveitu Akureyrar.



Mynd 44. Yfirlit um veðurfar, heildarorkunotkun og veðurleiðrétt orkunotkun HVA.

9. HEIMILDIR

- Guðni Axelsson, 1997: Niðurdæling á Syðra-Laugalandi í Eyjafirði. Staða verkefnis í byrjun október 1997. Orkustofnun, greinargerð GAx-97/09, 12 s.
- Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1998: Niðurdæling á Syðra-Laugalandi í Eyjafirði. Staða verkefnis í byrjun maí 1998. Orkustofnun, greinargerð GAx/GSv-98/02, 20 s.
- 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.
- Guðni Axelsson, Guðrún Sverrisdóttir og Ólafur G. Flóvenz, 1997: *Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1996*. Orkustofnun, OS-97053, 59 s., unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.
- Guðni Axelsson, Guðrún Sverrisdóttir, Ólafur G. Flóvenz, Franz Árnason, Árni Árnason og Reynir Böðvarsson, 1998: Long-term reinjection project in the Laugaland low-temperature area in N-Iceland. *Proceedings 16th Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University, USA, Jan. 1998*, 8 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 þelamörk. 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.