



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA AKUREYRAR

Vinnslueftirlit 1994

Ólafur G. Flóvenz
Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar

OS-95030/JHD-04 Reykjavík, júní 1995



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 609

HITAVEITA AKUREYRAR

Vinnslueftirlit 1994

Ólafur G. Flóvenz
Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar

OS-95030/JHD-04 Reykjavík, júní 1995

ISBN 9979-827-58-0

ÁGRIP

Talsverðar breytingar urðu á orkuframleiðslu Hitaveitu Akureyrar haustið 1994. Þá tók Þelamerkurvirkjun til starfa og tekin var í notkun rafskautaketill sem hitar vatnið úr holu GYN-7 á Glerárdal úr 60°C í 80°C. Við þetta jókst orkumáttur hitaveitunnar úr 265 GWh/ári í 320 GWh á ári. Miðað við óbreytta vinnslutilhöggun er reiknað með að orkumátturinn minnki í um 305 GWh á ári árið 2008 vegna hægfara kólnunar í jarðhitakerfunum. Miðað við á móta vöxt í orkunotkun og undanfarin ár má búast við að þörf sé á nýjum orkugjafa á fyrsta áratug nýrrar aldar.

Orkuframleiðsla árið 1994 nam 250,4 GWh miðað við heilt ár samanborið við 249,3 GWh árið 1993, sem er 0,4% aukning. Ef hins vegar orkunotkun í Glæsibæjarhreppi, sem bættist við á árinu 1994, er dregin frá kemur í ljós að orkunotkun minnkadi um 6,4 GWh eða 2,6%. Ástæðan er heldur hagstæðara veðurfar árið 1994 en árið 1993, einkum um sumarið.

Engra óvæntra breytinga varð vart á vinnslusvæðum hitaveitunnar á árinu. Þó hefur verið að koma í ljós að kæling vatns úr holu HN-10 er heldur hraðari en spár gerðu ráð fyrir. Af þeim sökum er talið hæpið að mæla með síkkun á dælu og meiri vinnslu úr HN-10, eins og fyrri tillögur gerðu ráð fyrir. Vatnsborð á Laugalandi og Ytri-Tjörn-um heldur áfram að falla í samræmi við vatnsborðsspár.

Bent er á að lagfæra þurfi mælingar á vatnsborði á Botni og á Glerárdal. Einnig er bent á að æskilegt sé að bæta við hita- og rennismælum á nokkrum stöðum í dreifikerfinu til að fá áreiðanlegt yfirlit um orkubúskap kerfisins.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	3
TÖFLUR	3
MYNDIR	4
1. VINNSLA OG VATNSBORÐ	5
1.1 Gagnasöfnun	5
1.2 Orkuvinnsla 1994	7
1.3 Vatnsborðsbreytingar	9
2. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM	17
3. EFNAINNIHALD	20
3.1 Jarðhitasvæðið við Botn	20
3.2 Syðra-Laugaland	21
3.3 Ytri-Tjarnir	22
3.4 Reykhús og Glerárdalur	22
3.5 Laugaland á Þelamörk	23
3.6 Aðrar athuganir á efnasamsetningu gerðar í nóvember	25
4. LEIÐNI VATNS	34
5. ORKUBÚSKAPUR HITAVEITU AKUREYRAR	37
5.1 Árið 1994	37
6. HEIMILDIR	47

TÖFLUR

1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1994	5
2. Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar.	8
3. Jarðhitasvæðið við Botn. Efnasamsetning vatns árið 1993 (mg/l)	20
4. Jarðhitasvæðið að Laugalandi. Efnasamsetning vatns árið 1994 (mg/l)	21
5. Jarðhitasvæðið að Ytri Tjörnum. Efnasamsetning vatns árið 1994 (mg/l)	22
6. Reykhús og Glerárdalur. Efnasamsetning vatns árið 1994 (mg/l)	23
7. Laugaland á Þelamörk. Efnasamsetning vatns árið 1994 (mg/l)	24
8. Yfirlit um ýmsa þætti varðandi orkubúskap Hitaveitu Akureyrar 1994	39

MYNDIR

1. Yfirlitsmynd af vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar	6
2. Vikuleg heildarvinnsla jarðhita síðustu fimm árin	7
3. Vinnsla úr holu HN-10 og vatnsborð á Botni árin 1993 og 1994	10
4. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1993 og 1994	11
5. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1993 og 1994	11
6. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1993 og 1994	12
7. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1993 og 1994	12
8. Vinnsla og vatnsborð holu HN-10 árin 1982 - 1994	13
9. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1982 - 1994	13
10. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1976 - 1994 og vatnsborð í holum GG-1 og HW-9	14
11. Vatnsborð í holu HW-9 á Hrafnagili og holu GG-1 á Grísará árin 1982 - 1994	14
12. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1978 - 1994 og í holu RWN-7	15
13. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1982 - 1994	15
14. Vinnsla og vatnsborð holu RWN-7 á Reykhúsum árin 1984 - 1994	16
15. Leiðréttur hiti vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1981 - 1994	17
16. Leiðréttur hiti vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1983 - 1994	18
17. Leiðréttur hiti vatns úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1994	18
18. Leiðréttur hiti vatns úr holu LJ-7 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1994	18
19. Leiðréttur hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi árin 1982 - 1994	19
20. Leiðréttur hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árin 1981 - 1994	19
21. Leiðréttur hiti vatns úr holu GY-7 á Glerárdal árin 1982 - 1994	19
22. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu BN-1	26
23. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu HN-10	27
24. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu LN-12	28
25. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu LJ-5	29
26. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu TN-4	30
27. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu RWN-7	31
28. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu GYN-7	32
29. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu ÞN-11	33
30. Leiðni vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1993 og 1994	35
31. Leiðni vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1993 og 1994	35
32. Leiðni vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árin 1993 og 1994	35
33. Leiðni vatns úr holu GY-7 á Glerárdal árin 1993 og 1994	36
34. Leiðni vatns úr holum á Syðra-Laugalandi árin 1993 og 1994	36
35. Massaflæði í kerfi Hitaveitu Akureyrar 1994	41
36. Orkuflæði í kerfi Hitaveitu Akureyrar 1994	43
37. Orkuöflun, orkuþörf og orkumáttur Hitaveitu Akureyrar	45

1. VINNSLA OG VATNSBORÐ

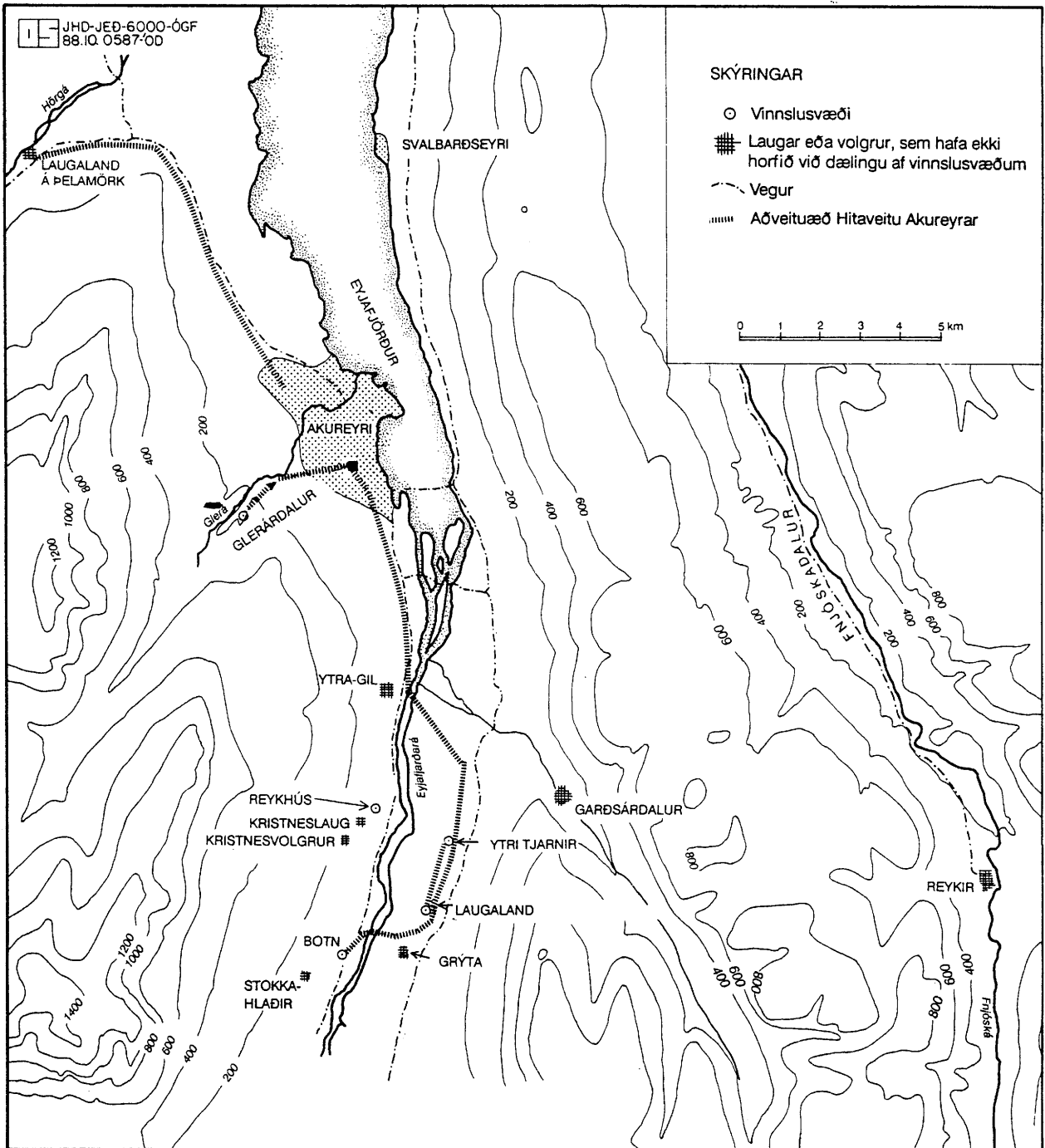
1.1 Gagnasöfnun

Árið 1994 vann Hitaveita Akureyrar heitt vatn á eftirtöldum jarðhitasvæðum: á Botni, Ytri-Tjörnum og Syðra-Laugalandi í Eyjafjarðarsveit og á Glerárdal. Í byrjun nóvember bættist síðan Laugaland á Þelamörk við sem vinnslusvæði hitaveitunnar. Mynd 1 sýnir staðsetningar þessara svæða. Jafnframt er vatn úr borholum hitaveitunnar á Reykhúsum í Eyjafjarðarsveit og Reykjum í Fnjóskadal nýtt til staðbundinnar hitunar.

Undanfarin 13-14 ár hefur Hitaveita Akureyrar safnað vikulega gögnum um vinnslu og vatnsborð á vinnslusvæðunum. Vinnslan er mæld með aflestrum af rennismælum og vatnsborð mælt í vinnsluholum þar sem búnaður til þess er 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 1994. Þess má geta að árið 1994 var vatnsborð ekki mælt í eftirtöldum holum, sem vatnsborð hefur annars verið mælt af og til í undanfarin ár; GY-5 á Glerárdal, L-2 á Laugalandi á Þelamörk, HÝ-12 á Hrafnagili, LJ-6 og LG-9 á Syðra-Laugalandi, BÝ-4 á Botni og KW-2 á Klauf.

Tafla 1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1994.

Vinnslusvæði	Hola	Meðalvinnsla, augnabliksrennsli og hiti vatns	Vatnsborð
BOTN	BN-1 HN-10 BÝ-2 BÝ-3 HW-9	mælt vikulega mælt vikulega	mælirör bilað mælirör bilað mælt nokkuð reglulega mælt stöku sinnum mælt nokkuð reglulega
SYÐRA-LAUGALAND	LJ-5 LJ-7 LN-12 LJ-8 LN-10 GG-1	mælt vikulega mælt vikulega mælt vikulega	mælirör bilað mælirör í lagi mælirör bilað mælt vikulega mælt vikulega mælt nokkuð reglulega
YTRI-TJARNIR	TN-4 TN-2	mælt vikulega	mælib. bilaður mælt vikulega
GLERÁRDALUR	GY-7	mælt vikulega	mælt vikulega
REYKHÚS	RWN-7	u.þ.b. hálfsmán.lega	u.þ.b. hálfsmán.lega
LAUGALAND Á ÞELAMÖRK	LÞN-11	mælt vikulega	mælt vikulega

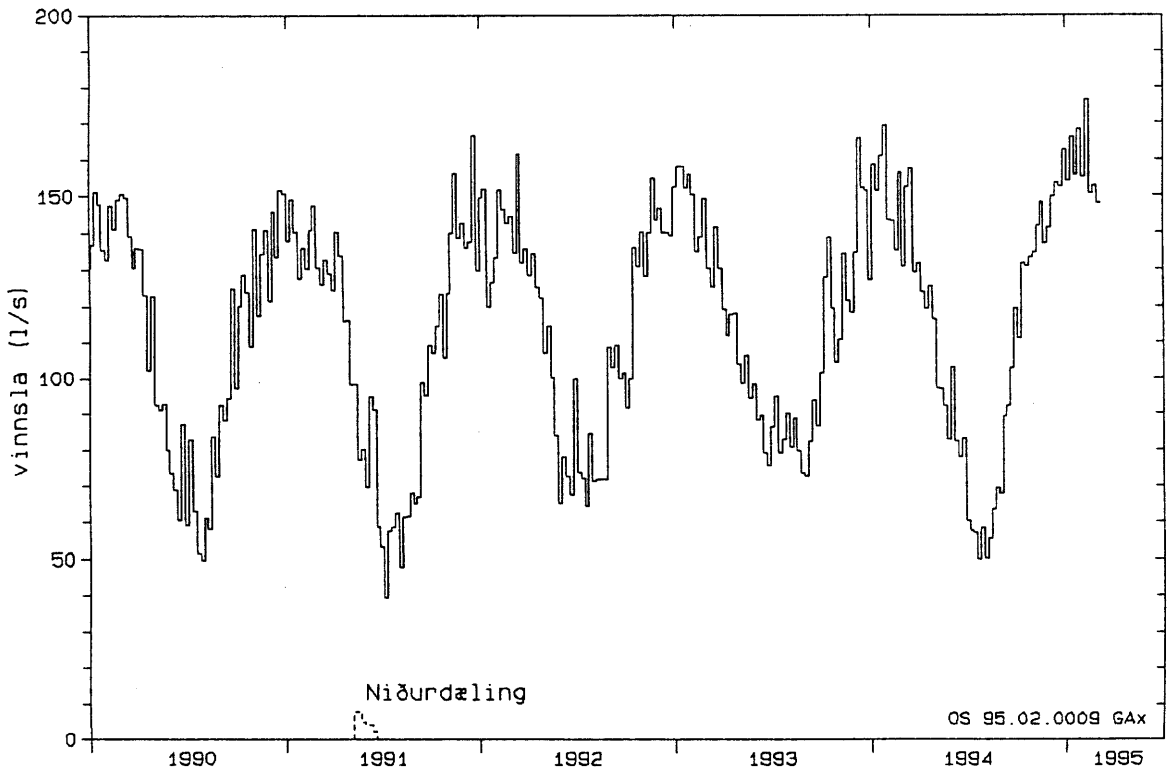


Mynd 1. Yfirlitsmynd af vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar.

1.2 Orkuvinnsla 1994

Í töflu 2 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu og orkuvinnslu á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar til og með árinu 1994 ásamt annarri orkuvinnslu. Þess ber að geta að tölur um orkuvinnslu (GWh) voru endurreiknaðar í skýrslu á síðasta ári út frá nákvæmari forsendum en áður og er þeim hætti haldið hér (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994). Mynd 2 sýnir vikumeðaltöl heildarvinnslu jarðhita síðustu fimm árin. Á töflunni sést að heildarvinnslan var í raun svipuð árið 1994 og árin 1992 og 1993. Samtals var dælt um 115 l/s að meðaltali úr jarðhitasvæðunum fimm og nam heildarorkuvinnslan á þessum svæðum alls um 235 Gígawattstundum (GWh). Þó þarf að hafa í huga að vinnslan sem tilgreind er í töflunni á Laugalandi á Þelamörk skilaði sér ekki nema að litlu leyti til Akureyrar, því Laugaland á Þelamörk var ekki tengt dreifikerfi hitaveitunnar fyrr en um mánaðarmótin október/nóvember. Fram að því var vatnið úr holunum á Þelamörk eingöngu nýtt í hluta Glæsibæjarhrepps, sem nú bætist við veitusvæði Hitaveitu Akureyrar. Því er ljóst að orkunotkunin á Akureyri var ívið minni árið 1994 en næstu tvö ár þar á undan, sem virðist fyrst og fremst mega þakka hagstæðu sumarveðri.

Rétt er að geta þess að vinnslan á Syðra-Laugalandi er í raun nokkru minni en kemur fram í töflunni vegna þess að heitt vatn er látið renna niður í þær vinnsluholur, sem ekki eru í notkun. Gæti það niðurrennsli hafa jafngilt u.þ.b. 1 l/s að meðaltali á síðasta ári. Einnig ber að geta þess að grunsemdir hafa vaknað um það að rennslismælir við holu GY-7 mæli ekki rétt, en ekki hefur fengist endanleg staðfesting á því hve mikla skekkju er hér um að ræða.



Mynd 2. Vikuleg heildarvinnsla jarðhita síðustu fimm árin.

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

Ár	Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar															
	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- kattlar	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	11,0	114,5	234,8	10,9	4,6	0,0	250,3
Vinnslugeta til 2005	30,0	59,4	46,0	110,8	33,0	63,8	15,0	17,9	19,0	42,5	143,0	294,4	12,0	14,0		320,4
Meðalnýting 1994 (%)	102	102	90	90	77	77	81	81	26	26	80	80	91	33		78

Mynd 2 sýnir greinilega töluvert minni sumarvinnslu sumarið 1994, en næstu tvö árin á undan. Það endurspeglar mun betra veður það sumar, en aftur á móti var sumarið 1993 eitt kaldasta sumar á Norðurlandi um langt skeið. Ársmeðalvinnslan 1994 var svipuð og árið 1993 á Botni, Syðra-Laugalandi og Ytri-Tjörnum, en nokkru minni á Glerárdal.

Til viðbótar orkuvinnslu á jarðhitasvæðunum voru varmadælnar nýttar í svipuðum mæli og undanfarin ár. Orkuframleiðsla þeirra var 10,9 GWh á síðasta ári. Auk þess voru 4,6 GWh framleiddar í rafskautakötlunum tveimur.

Ef lítið er á vinnslu á einstökum vinnslusvæðum árið 1994 og hún borin saman við tölur yfir áætlaða vinnslugetu svæðanna til aldamóta, sem birtar eru í töflu 2, sést að árið 1994 var vinnsla á Botni örlítið yfir áætlaðri vinnslugetu. Vinnsla á Syðra-Laugalandi var um 10 % minni en áætluð vinnslugeta og vinnsla á Ytri-Tjörnum og Glerárdal um 20 % undir langtíma vinnslugetu svæðanna.

1.3 Vatnsborðsbreytingar

Vatnsborðs- og vinnslugögn ársins 1994 fyrir vinnslusvæði Hitaveitu Akureyrar eru birt á myndum 3 - 7 hér á eftir. Á þeim myndum eru gögn ársins 1993 einnig birt til samanburðar. Á myndum 8 - 14 eru birt vatnsborðs- og vinnslugögn frá upphafi vinnslu fyrir hvert vinnslusvæðanna og fyrir holu RW-7 á Reykhúsum. Þar eru auk þess birt gögn um vatnsborð í holum GG-1 og HW-9 (myndir 10 og 11). Engin mynd er birt frá Laugalandi á Þelamörk, enda hefur vinnslan þar aðeins staðið í nokkra mánuði.

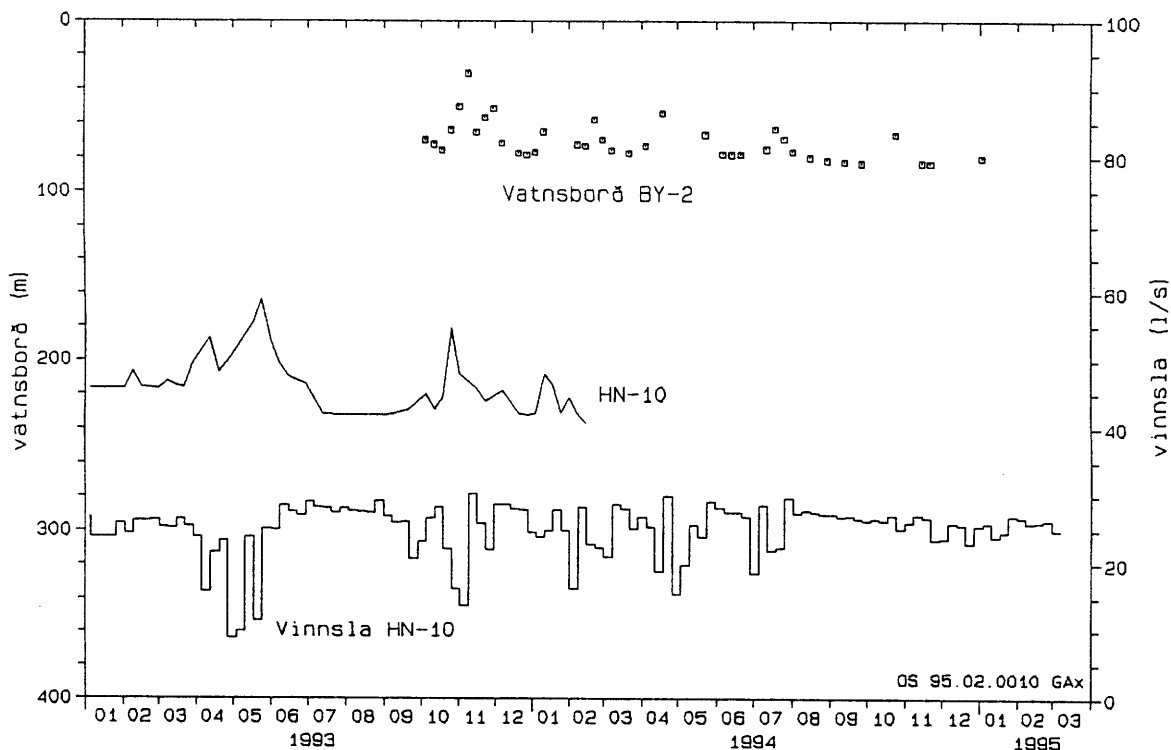
Um vatnsborðsbreytingar árið 1994 má segja eftirfarandi:

- Vatnsborð í holu HN-10 á Botni var aðeins mælt fyrstu vikur ársins, en þá bilaði mælirör í holunni. Vatnsborð í holu BY-2 var hins vegar mælt nokkuð reglulega í staðinn. Ekki virðist það lækka mikið árið 1994, en þó má e.t.v. greina 5 m lækkun. Er það í samræmi við það sem áður hefur komið fram að mjög líttill langtímaniðurdráttur verður í jarðhitakerfinu á Botni, þrátt fyrir stöðuga vinnslu frá ári til árs. **Ástæða væri til að leggja frekar áherslu á mælingar í holu BÝ-3 þegar mælirör-ið er bilað í HN-10, enda er BÝ-3 nær HN-10 og sýnir meiri vatnsborðssveiflur.**
- Vatnsborð á Syðra-Laugalandi fór mjög djúpt í byrjun árs 1994, eða niður á 190 m dýpi í holu LJ-8, og er það dýpra en það hefur farið síðan árið 1985. Um sumarið fór vatnsborð í holunni hæst í um 125 m dýpi og hefur vatnsborð á svæðinu ekki staðið svo lágt að sumri til síðan 1983. Þetta er annars í beinu framhaldi af því að vatnsborð á Syðra-Laugalandi hefur farið hægt lækkandi frá árinu 1986, sem sést vel á mynd 10. Í byrjun mars 1995 er vatnsborð í holu LJ-8 á rúmlega 180 m dýpi, sem er svipað og á sama tíma á síðasta ári. Eitthvað minni vinnsla á Syðra-Laugalandi, vegna tilkomu Laugalands á Þelamörk, virðist því skila sér í hægari lækkun vatnsborðs.
- Vatnsborð á Ytri-Tjörnum hefur farið lækkandi undanfarin ár og fór lægra vorið 1994 en það hafði farið í 10 ár. Þetta stafar af því að árin 1992-94 var vinnslan mun meiri en næstu sex ár þar á undan. Nú í byrjun mars 1995 er vatnsborð í holu TN-2 á 280 m dýpi, sem er nokkru neðar en á sama tíma á síðasta ári. Útbúnaður til vatnsborðsmælinga í holu TN-4 var bilaður allt árið 1994.

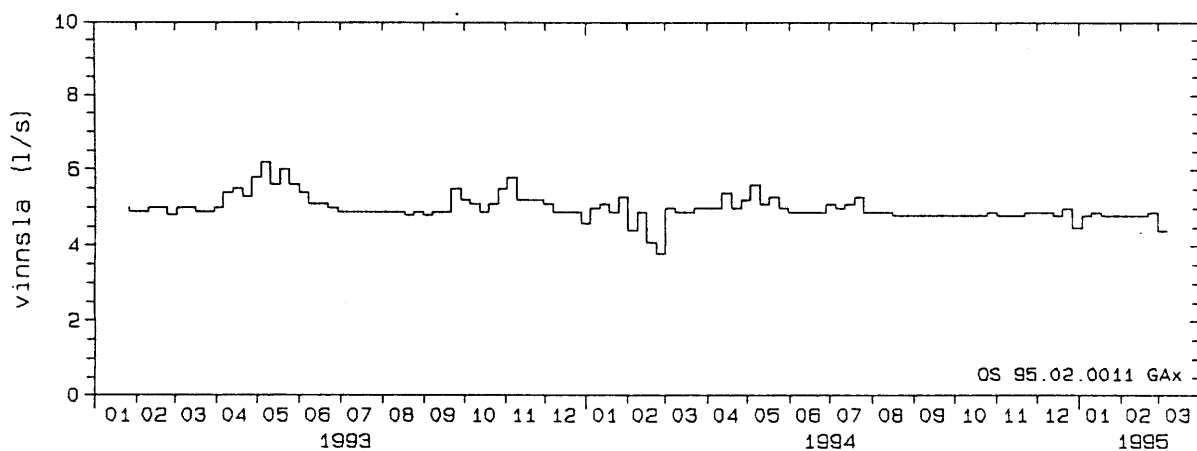
- Vatnsborð á Glerárdal hefur haldist á svipuðu róli undanfarin ár hvort sem lítið er á hæsta eða lægsta vatnsborð hvers árs. Í byrjun mars 1995 var vatnsborð í holu GY-7 á rúmlega 180 m dýpi, sem er nokkuð hærra en á sama tíma á síðasta ári, en það stafar af mun lengra sumarhléi 1994 en 1993. Því miður var vatnsborð í holu GY-5 ekki mælt á síðasta ári og vatnsborð í holu GY-7 ekki í sumarhléinu 1994.

Ekkert óvænt kemur fram í vatnsborðsmælingum síðasta árs og eru þær í samræmi við nýjar vatnsborðsspár sem reiknaðar voru fyrir vinnslusvæðin fjögur í byrjun árs 1993 (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1993). Ósamræmis er heldur varla að vænta á svo skömmum tíma.

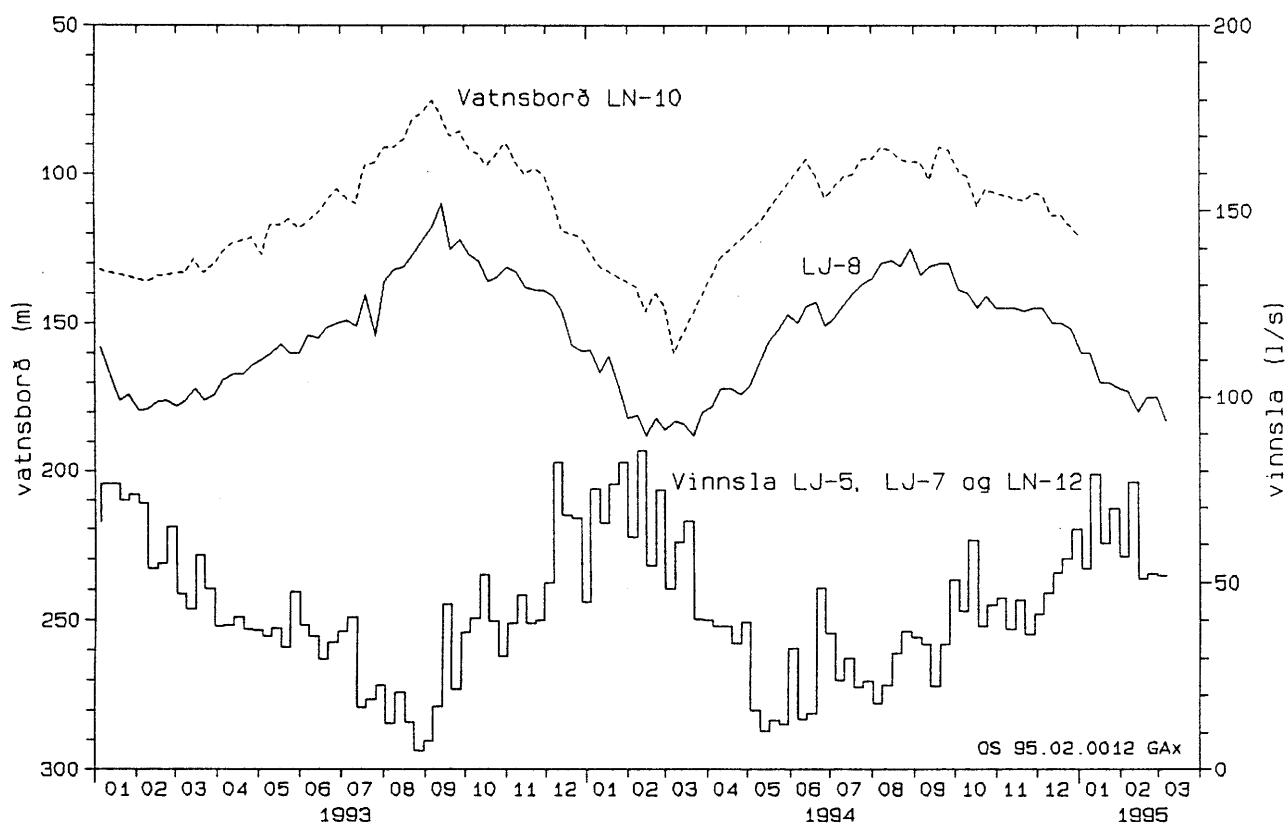
Á myndum 10 og 11 sést að vatnsborð í holum HW-9 og GG-1 breytist í takt við vinnslu og vatnsborð á Syðra-Laugalandi, eins og lengi hefur verið vitað. Á það bæði við um árssveiflur og langtímabreytingar. Vatnsborð í þessum holum hefur farið lækkanandi frá árinu 1987. Á myndum 12 og 13 sést jafnframt að langtímabreytingar í holu RW-7 fylgja langtímabreytingum á Ytri-Tjörnum þó vatnsborðstoppar og aðrar skammtímabreytingar í RW-7 séu bæði tengdar breytingum í vinnslu úr holunni sjálfri og breytingum á Ytri-Tjörnum, eins og áður hefur verið bent á.



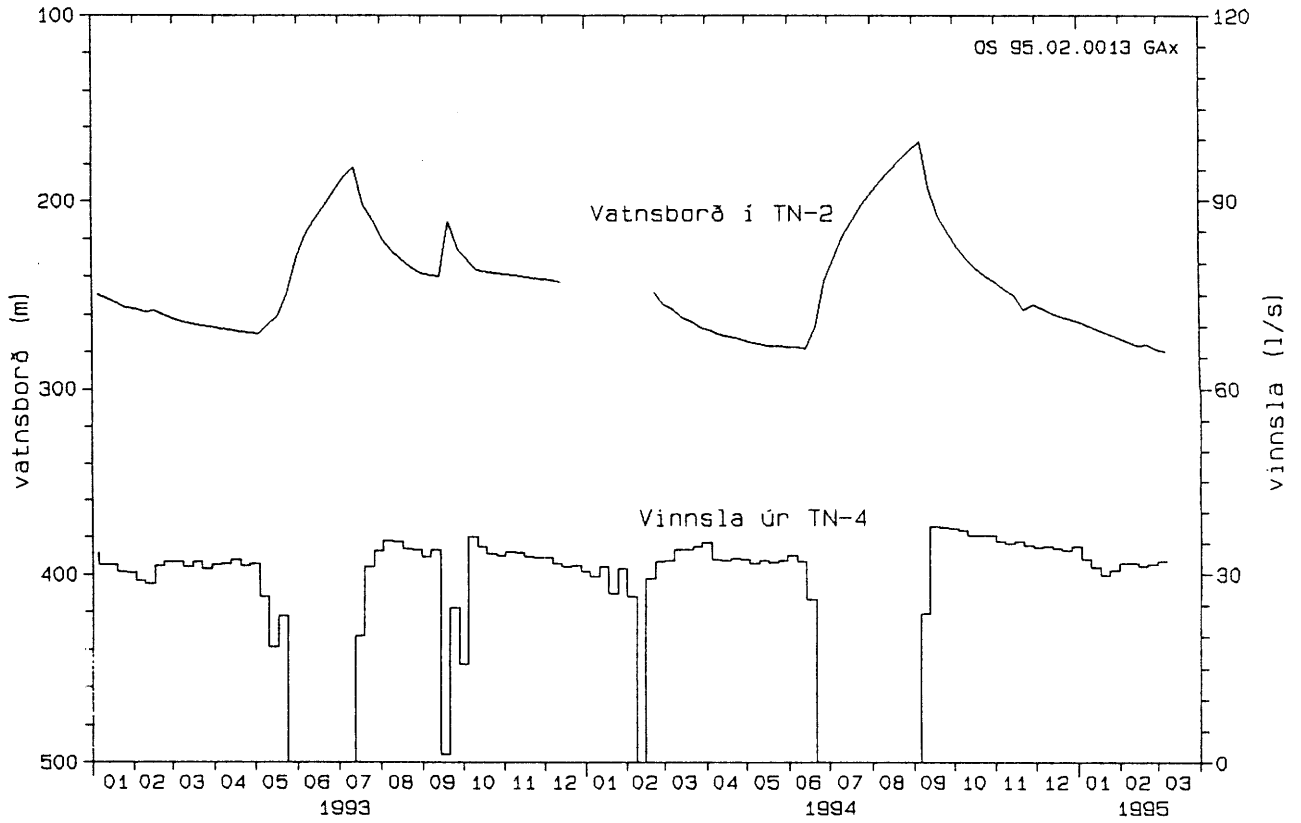
Mynd 3. Vinnsla úr holu HN-10 og vatnsborð á Botni árin 1993 og 1994.



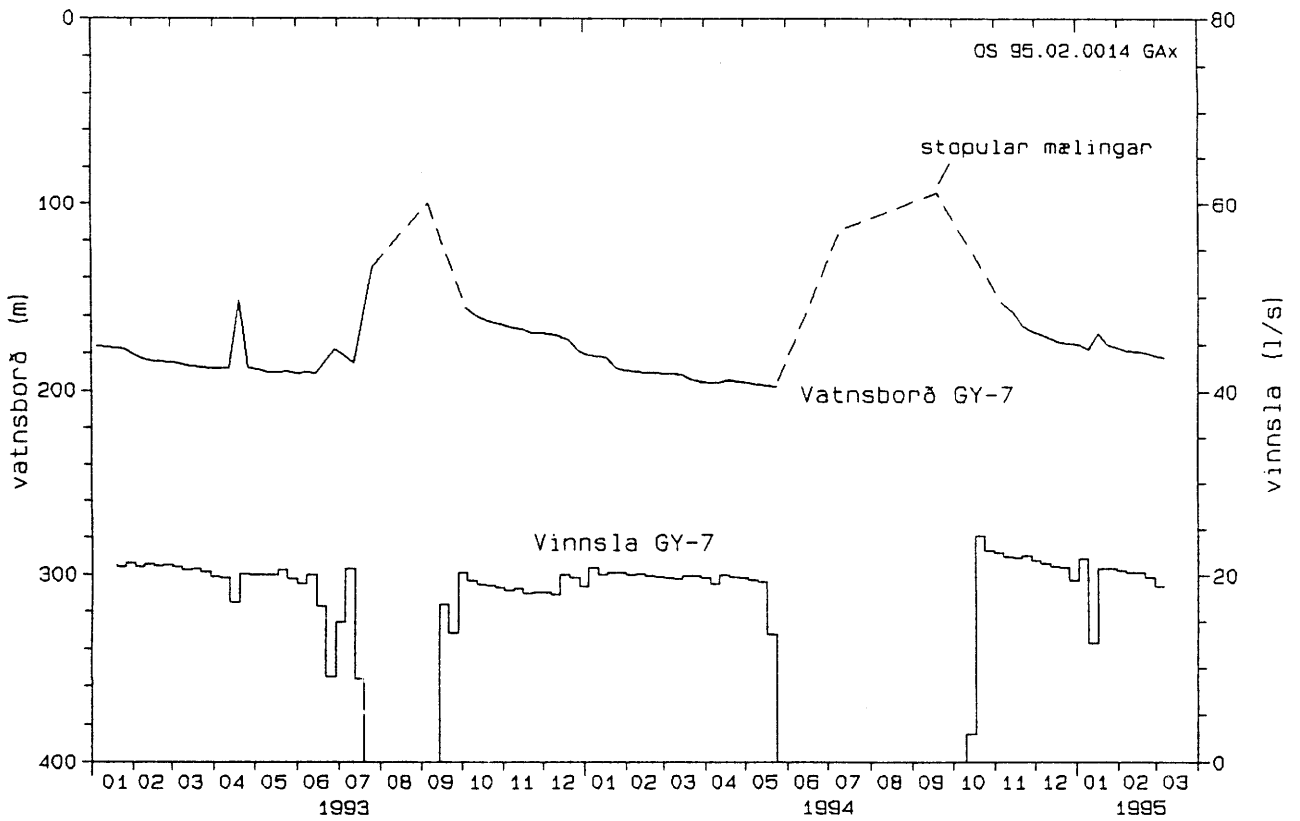
Mynd 4. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1993 og 1994.



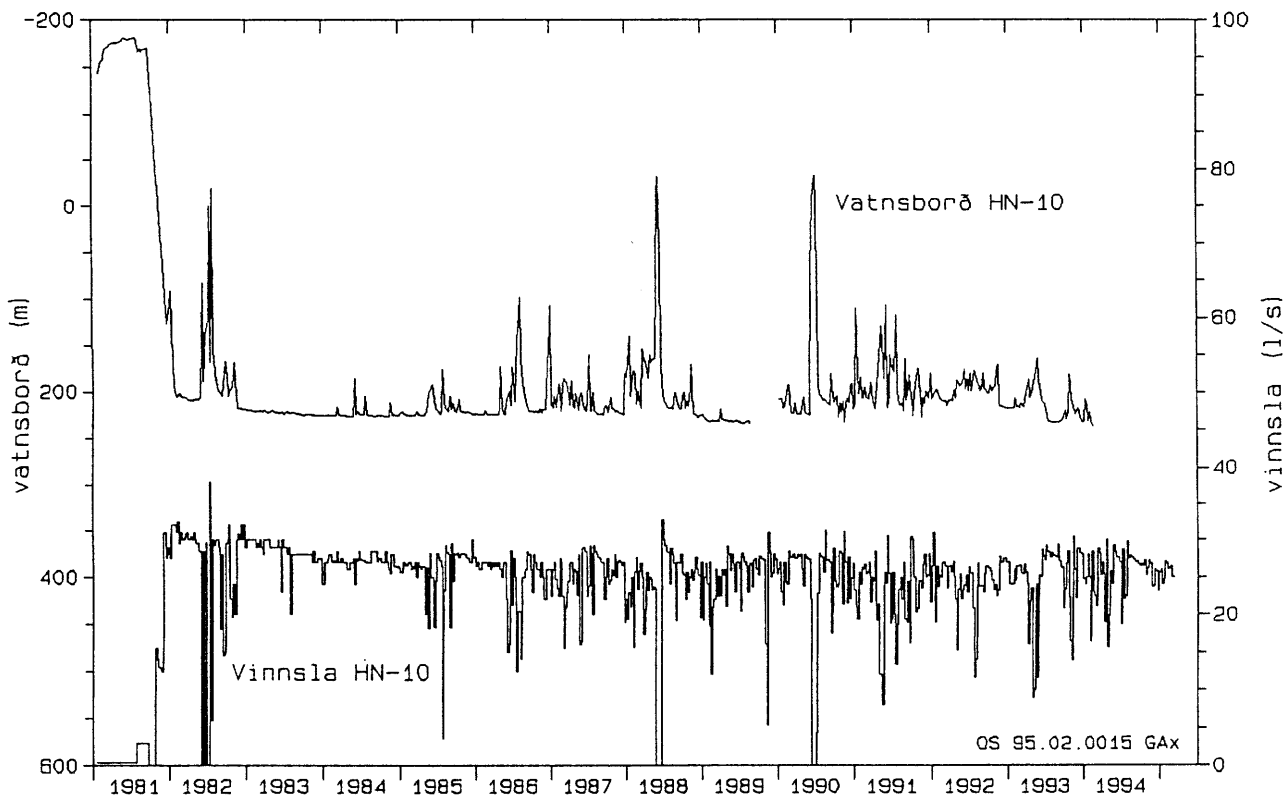
Mynd 5. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1993 og 1994.



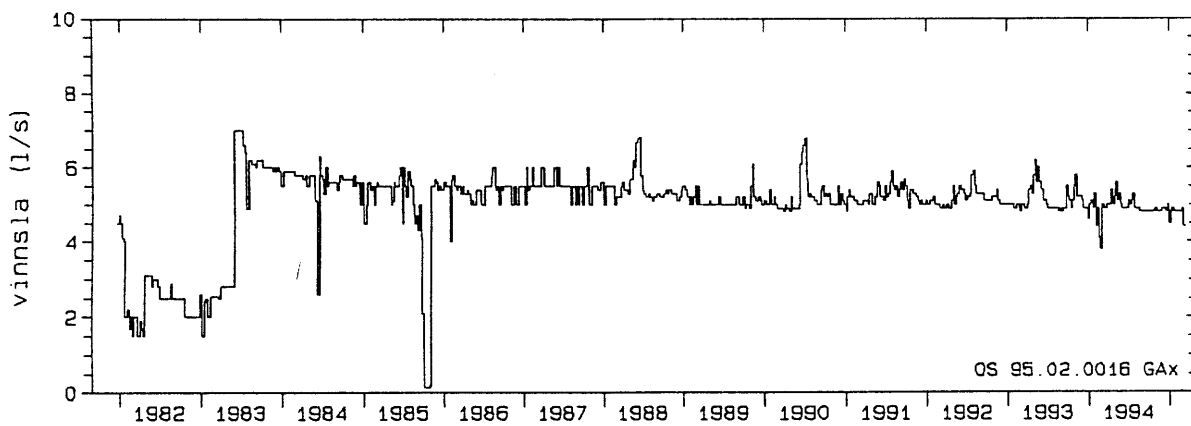
Mynd 6. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1993 og 1994.



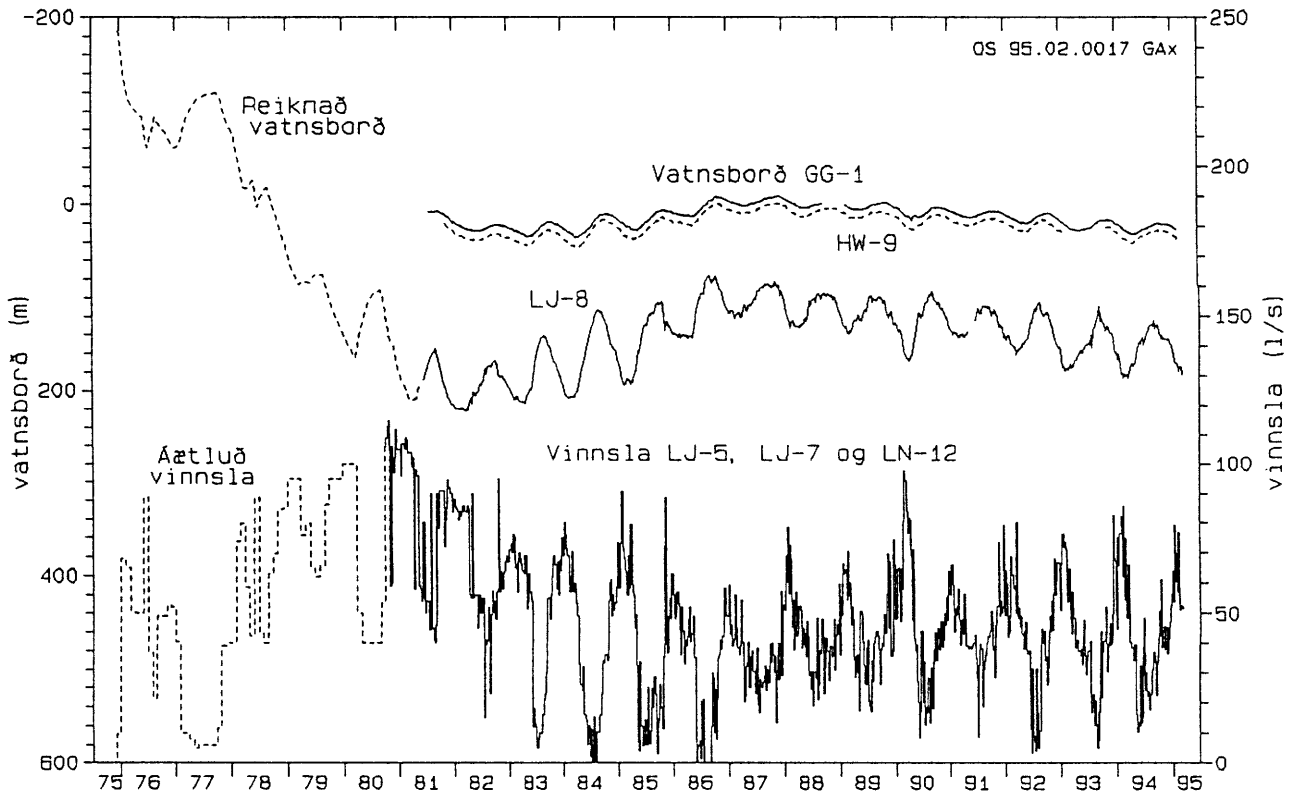
Mynd 7. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1993 og 1994.



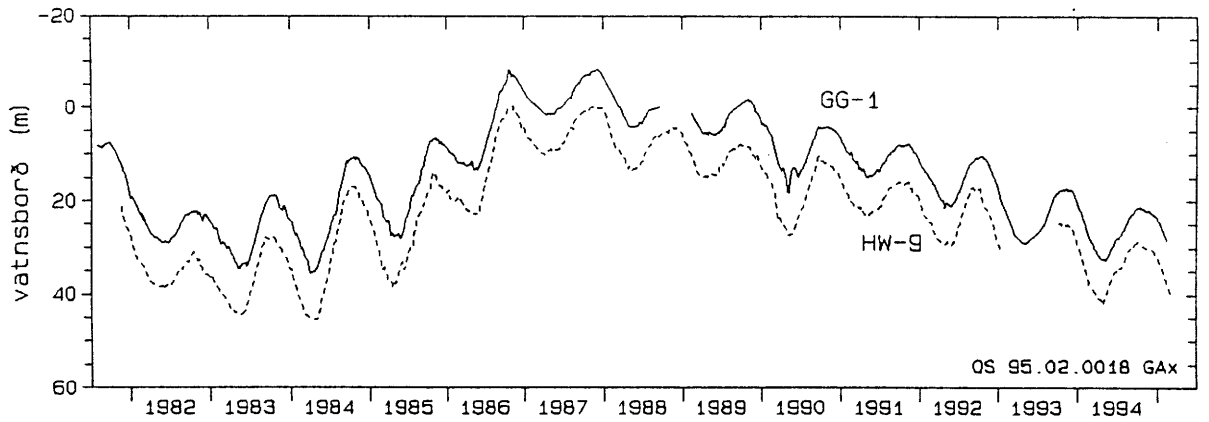
Mynd 8. Vinnsla og vatnsborð holu HN-10 árin 1982 - 1994.



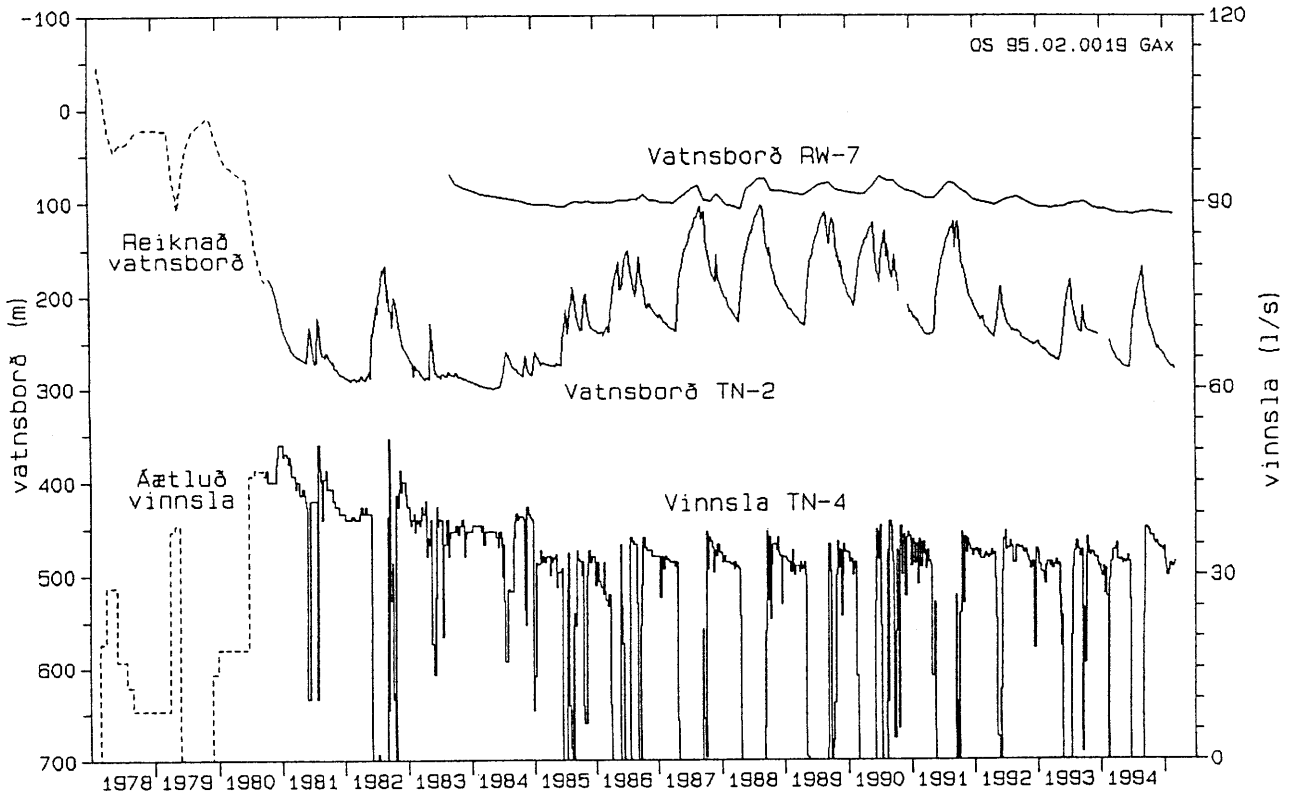
Mynd 9. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1982 - 1994.



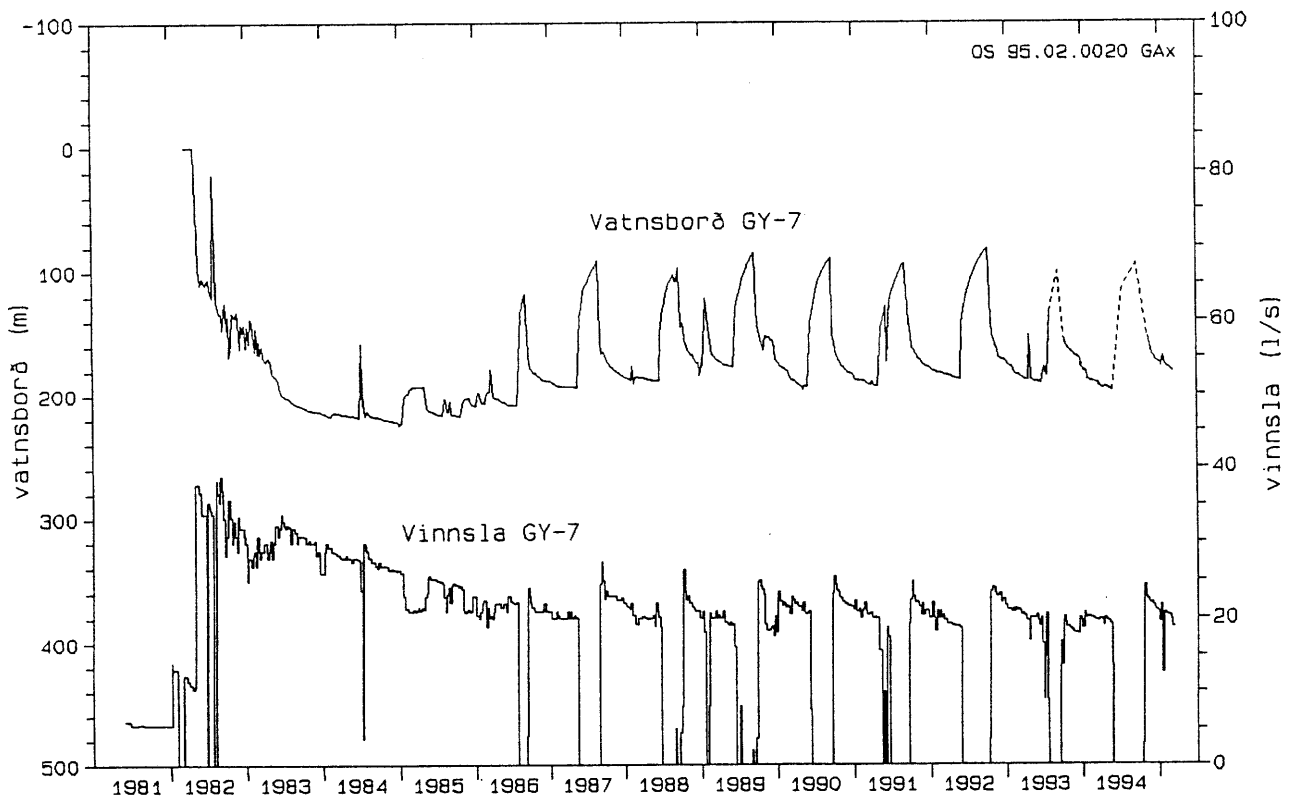
Mynd 10. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1976 - 1994 og vatnsborð í holum GG-1 og HW-9.



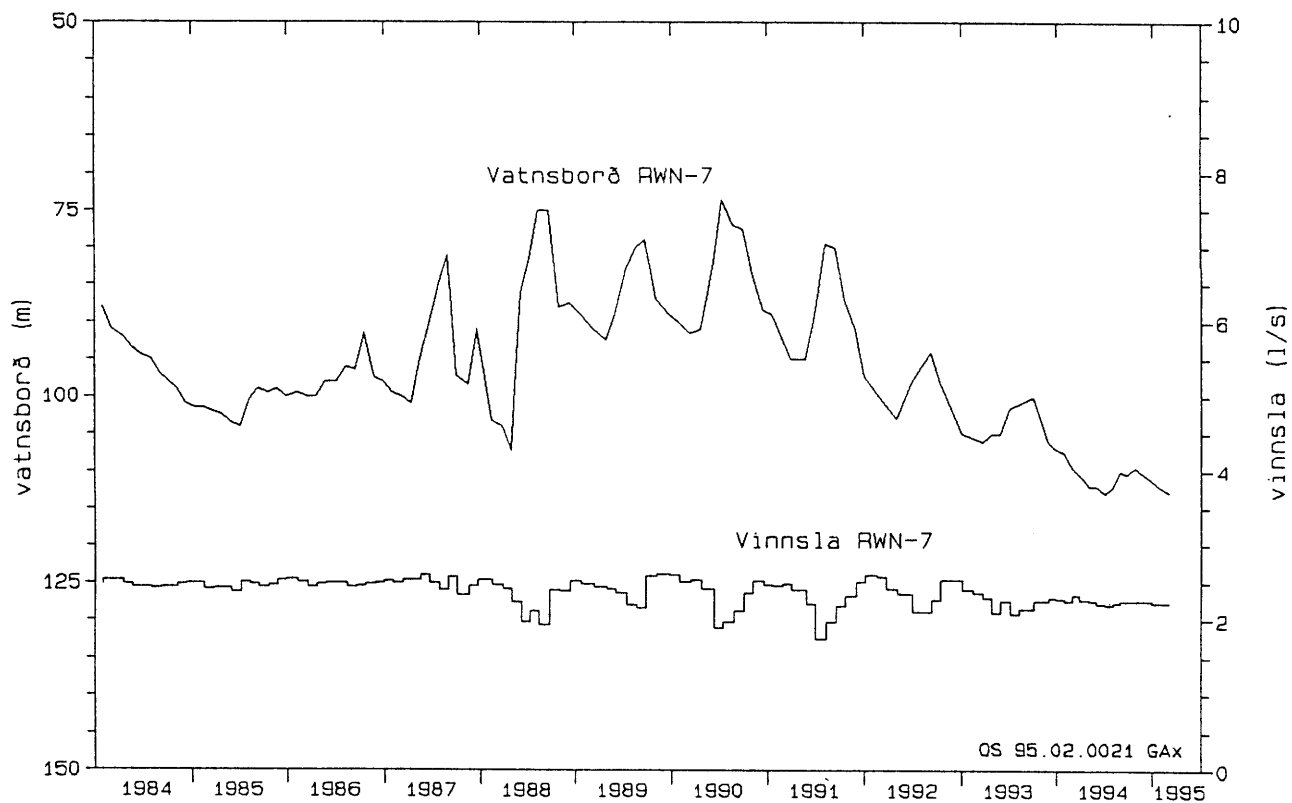
Mynd 11. Vatnsborð í holu HW-9 á Hrafnagili og holu GG-1 á Grísará árin 1982 - 1994.



Mynd 12. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1978 - 1994 og í holu RWN-7.



Mynd 13. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1982 - 1994.



Mynd 14. Vinnsla og vatnsborð holu RWN-7 á Reykhúsum árin 1984 - 1994.

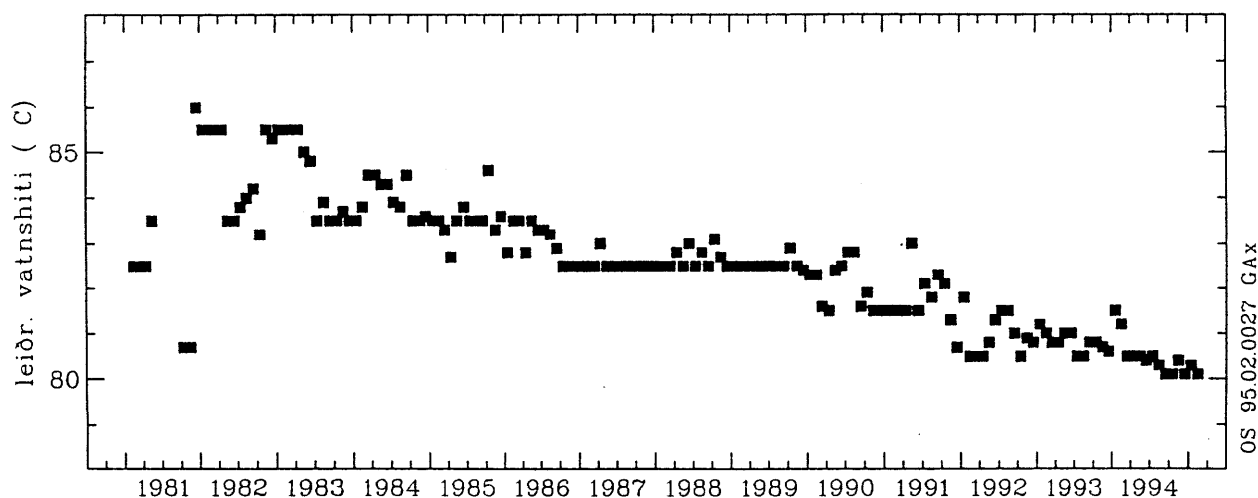
2. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM

Hiti vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar er mældur vikulega, en eins og áður hefur verið fjallað um þá hefur á þessum tíma verið skipt nokkrum sinnum um hitamæla eða aðrar breytingar gerðar, sem valdið hafa innbyrðis ósamræmi í mælingunum (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1993). Því var í síðustu vinnslueftirlitsskýrslu reynt að leiðrétta mælingarnar fyrir þessu ósamræmi og er þeim hætti haldið hér (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994). Leiðrétt mánaðarmeðaltöl hitamælinga úr einstökum holum, frá árinu 1981, eru sýnd á myndum 15 - 21.

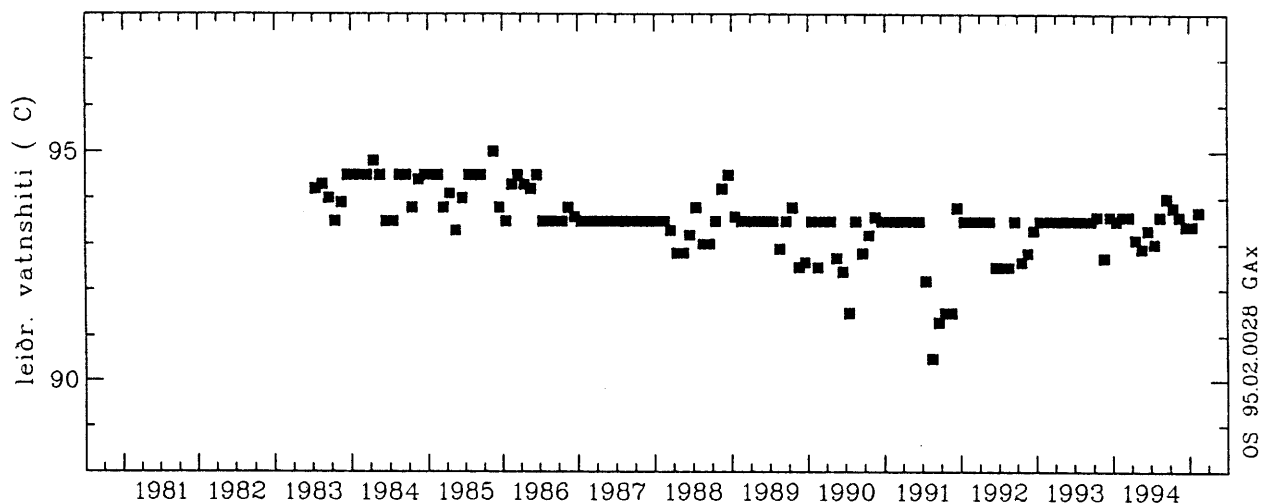
Eins og áður þá eru einu verulegu breytingarnar á vatnshita þær að hiti vatns úr holu HN-10 lækkar áfram. Virðist hann hafa lækkað um 5 °C frá árinu 1982, þar af um 2 °C frá 1990. Er það nokkuð meiri kólnun en spáð er í skýrslu Guðna Axelssonar og Gríms Björnssonar (1992) um líkanreikninga fyrir jarðhitakerfið, en þar er spáð innan við 1 °C kólnun frá 1990. Þetta vekur efasemdir um það hvort það borgi sig að setja REDA dælu í HN-10 þegar Hitaveitan þarf á meiri orku að halda, því hætt er við að þá herði verulega á kælingunni.

Hiti vatns úr öðrum holum virðist ekki hafa breyst marktækt. Leiðréttur meðalhiti vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar var sem hér segir árið 1994:

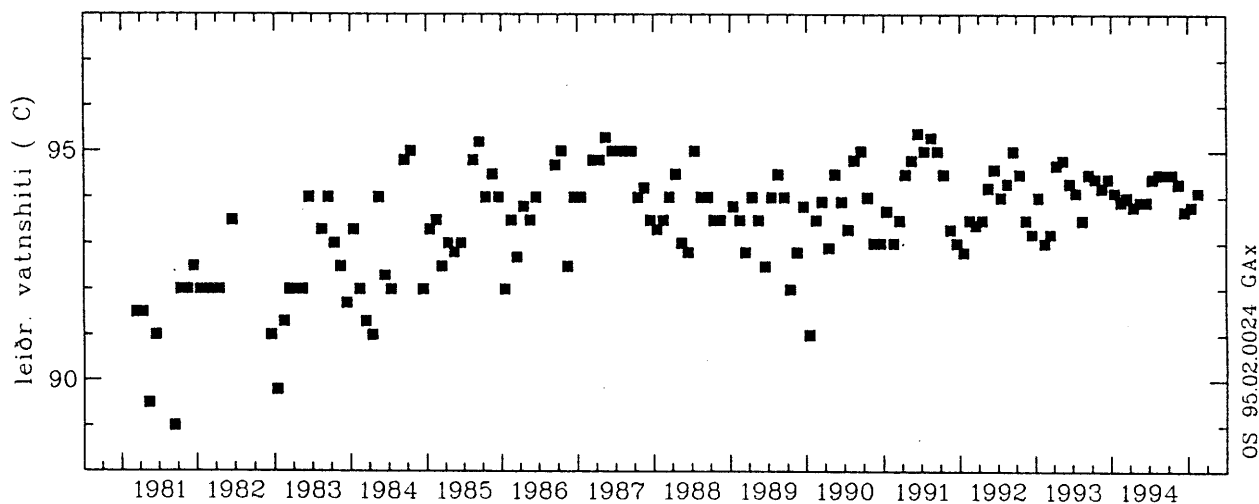
HN-10 Botni	80,5 °C
BN-1 Botni	93,5 °C
LJ-5 Syðra-Laugalandi	94,1 °C
LJ-7 Syðra-Laugalandi	94,2 °C
LN-12 Syðra-Laugalandi	95,8 °C
TN-4 Ytri-Tjörnum	80,7 °C
GY-7 Glerárdal	60,0 °C
LÞN-11 Laugalandi á Þelamörk	91,1 °C



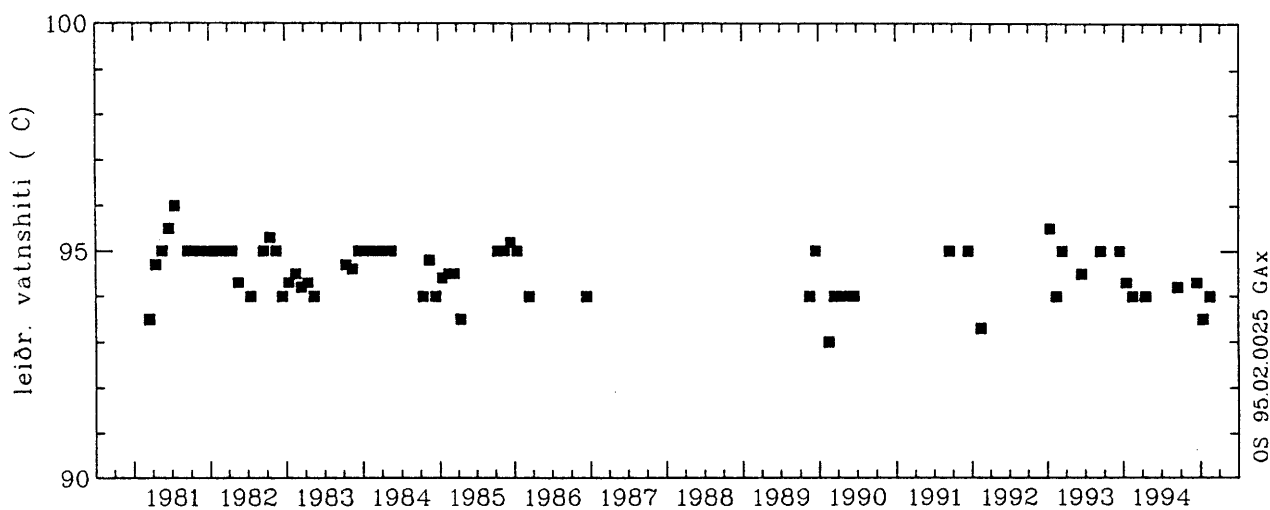
Mynd 15. Leiðréttur hiti vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1981 - 1994.



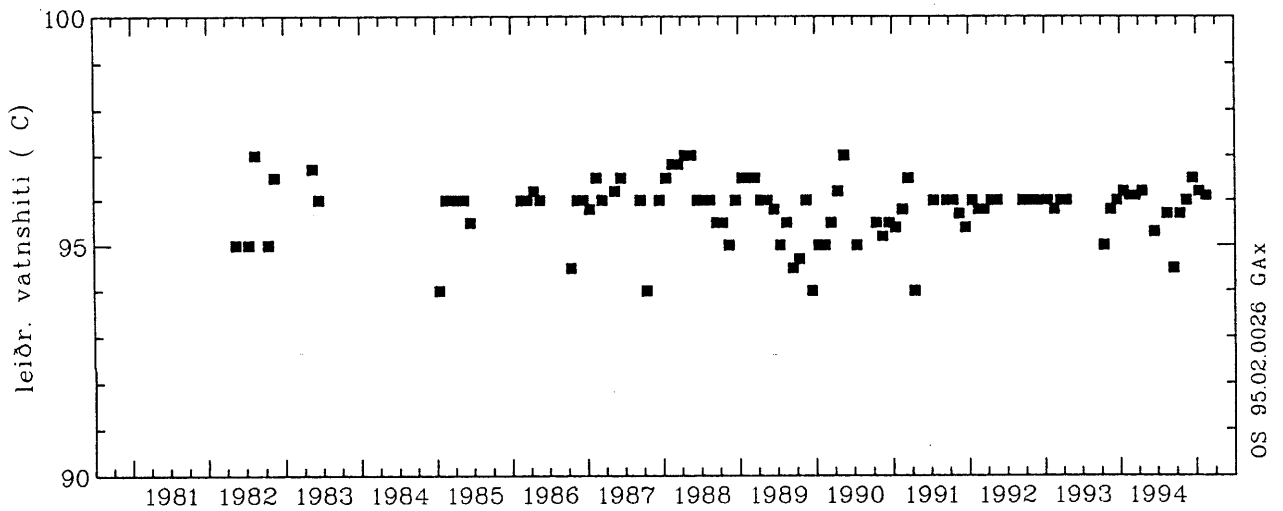
Mynd 16. Leiðréttur hiti vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1983 - 1994.



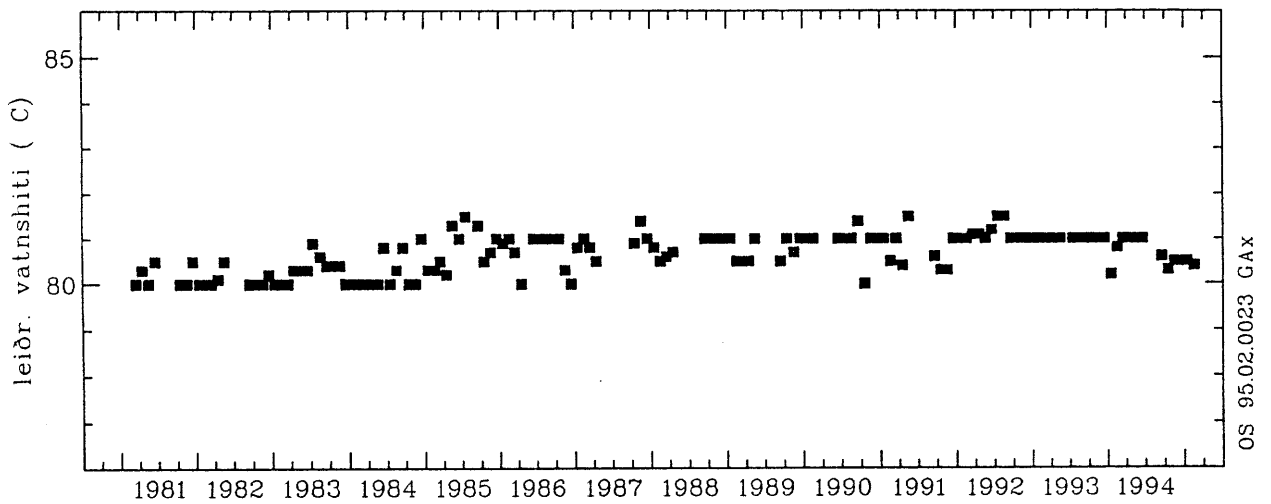
Mynd 17. Leiðréttur hiti vatns úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1994.



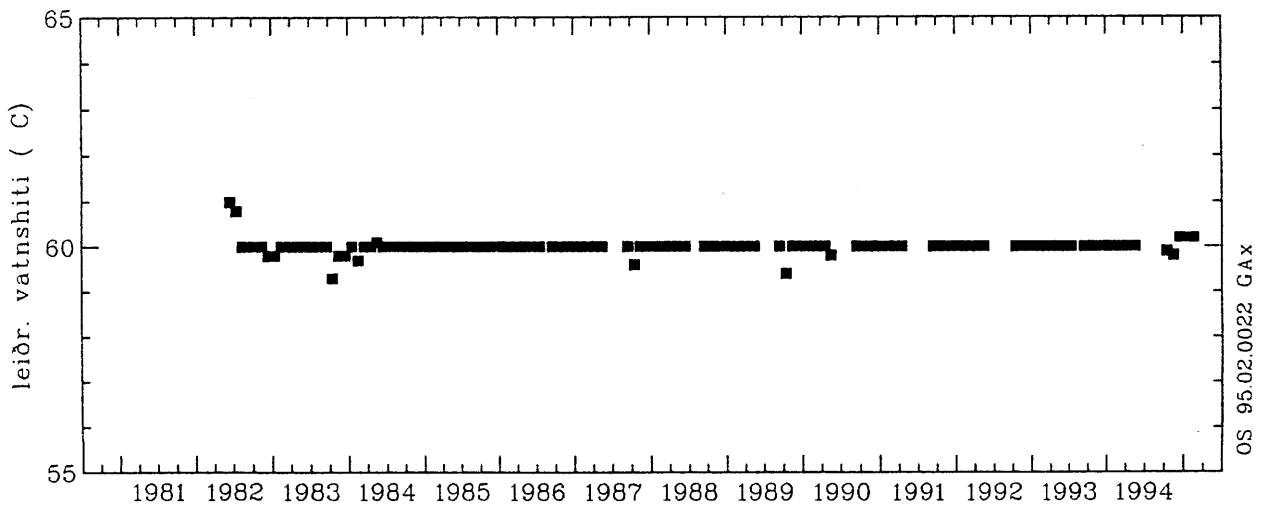
Mynd 18. Leiðréttur hiti vatns úr holu LJ-7 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1994.



Mynd 19. Leiðréttur hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi árin 1982 - 1994.



Mynd 20. Leiðréttur hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnnum árin 1981 - 1994.



Mynd 21. Leiðréttur hiti vatns úr holu GY-7 á Glerárdal árin 1982 - 1994.

3. EFNAINNIHALD

Í nóvember 1994 voru tekin 6 sýni til heildarefnagreiningar af vatni úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar. Starfsmenn Orkustofnunar tóku þessi sýni. Þá var mældur styrkur súlfíts í dælustöð og súrefni og brennisteinsvetni á kerfinu þar sem starfsmönnum HVA þótti ástæða til. Einnig tók starfsmaður HVA sýni til hlutgreininga í mars, júní og október. Nokkur óregla hefur verið á tímasetningu hlutsýnatöku frá því hún hófst árið 1992. Ákveðið var að taka sýni í mars, júní, september og desember. Það er einkum haustin sem sýnatökutími hefur riðlast, þar sem sýnataka í september og desember hefur þótt óþarflega stutt frá árlegri heilsýnatöku. Því hefur nú verið ákveðið að taka sýnin árið 1995 í febrúar, maí, ágúst og nóvember. Sýnin í nóvember eru raunar heilsýnin sem starfsmenn Orkustofnunar taka, þannig að ein hlutsýnataka fellur þá niður. Í hlutsýnunum er greindur kísill, klóríð, flúoríð, súlfat og magnesíum, og hlutfall súrefnisisótópa er mælt. Einnig sjá starfsmenn Hitaveitunnar um að mæla og skrá vikulega leiðni vatns úr holunum.

Niðurstöður efnagreininga heilsýna og hlutsýna ársins 1994 eru sýndar í töflum 3-7. Á myndum 22-29 er sýndur breytileiki efnasamsetningar vatnsins allt frá því vinnsla hófst úr holunum. Ekki eru gögnin þó alveg sambærileg fyrir allt tímabilið. Fram til ársins 1992 var tekið eitt heilsýni á ári, þannig að eftir þann tíma sjást sveiflur á smærri mælikvarða en eitt ár. Þá er óvissa greininga ekki sú sama yfir allt tímabilið (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1994).

3.1 Jarðhitasvæðið við Botn

Tafla 3. Jarðhitasvæðið við Botn. Efnasamsetning vatns árið 1993 (mg/l).

Hola	BN-01				HN-10			
	94-03-08 94-0027	94-06-08 94-0075	94-10-11 94-0367	94-11-12 94-0330	94-03-08 94-0025	94-06-08 94-0079	94-10-11 94-0368	94-11-12 94-0329
Hiti (°C)	93,5	92,4	94,0	92,1	80,6	80,1	80,3	79,3
Sýrustig (pH/°C)	-	-	-	9,96/17	-	-	-	10,0/17
Kísill (SiO ₂)	89,5	88,3	92,4	89,7	70,6	70,0	71,6	70,4
Natríum (Na)	-	-	-	55,3	-	-	-	46,4
Kalíum (K)	-	-	-	1,1	-	-	-	0,7
Kalsíum (Ca)	-	-	-	4,8	-	-	-	3,6
Magnesíum (Mg)	0,002	0,004	0,000	0,001	0,005	0,003	0,001	0,002
Karborat (CO ₂)	-	-	-	16,5	-	-	-	20,8
Súlfat (SO ₄)	53,8	55,3	55,2	53,7	35,7	36,0	37,0	36,3
Brennist.vetni (H ₂ S)	-	-	-	0,08	-	-	-	0,06
Klóríð (Cl)	11,8	12,1	12,1	11,6	7,5	7,4	7,9	7,5
Flúoríð (F)	0,59	0,57	0,55	0,56	0,49	0,48	0,46	0,49
Brómíð (Br)	-	-	-	0,028	-	-	-	0,023
Bór (B)	-	-	-	-	-	-	-	0,135
Uppleyst efni	-	-	-	185	-	-	-	197
Súrefni (O ₂)	-	-	-	0	-	-	-	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,80	-13,83	-13,84	-13,83	-13,50	-13,52	-13,55	-13,52

- ekki mælt

Tafla 3 sýnir niðurstöður efnagreininga frá árinu 1994 af vatni úr vinnsluholunum BN-1 og HN-10. Mynd 22 sýnir breytileikann í nokkrum efnum úr holu BN-1 frá upphafi vinnslu. Ekki virðist hafa orðið mikil breyting á árinu. Þó virðist gæta nokkurra óregla í

einstökum greiningum. Hafa þarf í huga að hola BN-1 er ófóðruð og í henni eru vatnsæðar á mjög mismunandi dýpi sem væntanlega hafa ekki sömu efnasamsetningu. Efri æðar BN-1 eru tengdar HN-10 en þær neðri ekki, þannig að smávægilegar óreglur í dælingu úr HN-10 eða BN-1 geta skapað óreglur í efnasamsetningu holanna.

Mynd 23 sýnir styrk sömu efna í holu HN-10. Eins og áður hefur komið fram (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1994), hefur orðið dálítill breyting á efnasamsetningu vatns úr þessari holu á löngum tíma. Kemur þessi breyting gleggst fram í styrk kísils, flúoríðs og hlutfalli súrefnisísótópa. Vatnið hefur kólnað um nálega 5°C frá upphafi vinnslu, og styrkur helstu efna minnkað. Þessi hægfara breyting er ekki sjáanleg milli árána 1993 og 1994, en árstíðasveiflur eru greinilegar. Árið 1993 lækkaði styrkur kísils og flúoríðs jafnt og þétt, en hækkaði aftur um haustið. Svipað virðist gerast árið 1994, og eru þessi efni að mestu í fasa. Styrkur klóríðs virðist fylgja sveiflunni þó styrkbreytingar séu ekki marktækar. Haustið 1994 fylgjast kísill og klóríð að í sveiflunni, en styrkur flúoríðs er lægstur í október þegar hin efnin eru í hámarki. Svo virðist sem flúoríð hegði sér öðruvísi en hin efnin, en hæpið er þó að draga ályktun af einni mælingu.

3.2 Syðra-Laugaland

Tafla 4. Jarðhitasvæðið að Laugalandi. Efnasamsetning vatns árið 1994 (mg/l).

Hola	LN-12		LJ-05			
	94-03-08 94-0030	94-10-11 94-0365	94-03-08 94-0029	94-06-08 94-0077	94-10-11 94-0364	94-11-12 94-0331
Hiti (°C)	96,1	95,9	94,1	94,2	93,0	93,3
Sýrustig (pH/°C)	-	-	-	-	-	9,87/17
Kísill (SiO ₂)	99,0	100,4	98,1	96,9	98,8	98,5
Natríum (Na)	-	-	-	-	-	54,0
Kalíum (K)	-	-	-	-	-	1,1
Kalsíum (Ca)	-	-	-	-	-	3,0
Magnésíum (Mg)	0,002	0,003	0,002	0,002	0,002	0,001
Karbónat (CO ₂)	-	-	-	-	-	20,3
Súlfat (SO ₄)	38,3	39,0	39,0	39,0	39,8	39,0
Brennist.vetni (H ₂ S)	-	-	-	-	-	0,06
Klóríð (Cl)	11,4	11,5	14,6	13,3	14,4	13,4
Flúoríð (F)	0,40	0,40	0,35	0,36	0,36	0,35
Uppleyst efni	-	-	-	-	-	257
Súrefni (O ₂)	-	-	-	-	-	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,28	-13,20	-13,33	-13,24	-13,30	-13,20

- ekki mælt

Tafla 4 sýnir niðurstöður efnagreininga ársins 1994 á vatni úr holum á Syðra-Laugalandi. Tvö hlutsýni voru tekin úr LN-12, en alls fjögur sýni úr LJ-5, þar af eitt heilsýni. Mynd 24 sýnir styrk fjögurra efna í vatninu úr holu LN-12 frá upphafi. Engin breyting varð á síðasta ári, en aðeins voru tekin tvö sýni á árinu svo ekki er von á að árstíðasveifla, lík þeirri sem varð 1993, sjáist í ár. Mynd 25 sýnir sömu efni í LJ-5. Þar sést mótfasa sveifla í styrk klóríðs og flúoríðs líkt og árið 1993, þó er breyting í styrk flúoríðs minni en þá. Styrkur klóríðs er í hámarki í mars bæði árin, en þá er styrkur flúoríðs jafnframt í lágmarki. Þessar sveiflur sjást ekki jafn vel í styrk kísils. Aðeins í júní sl. fellur saman lágmark í kísli og klóríði. Þessar sveiflur endurspeglar greinilega þátt mis-

munandi æða í vinnslunni. Þegar vinnsla er mikil verður vatn úr klóríðríkari æð stærri hlutur vinnsluvatnsins. Hvers vegna sú æð er jafnframt flúoríðsnauðari hefur ekki verið skýrt. Sennilega sýnir þetta þó fyrst og fremst að styrkur flúoríðs í vatni sé mjög næmur mælikvarði á efnasamsetningu bergsins sem það hefur runnið um. Af þessu sést líka að vatnið í einstökum vatnsæðum getur verið mjög vel aðskilið frá öðrum vatnsæðum á sama svæði.

3.3 Ytri-Tjarnir

Tafla 5 sýnir niðurstöður efnagreininga á fjórum sýnum sem voru tekin úr holu TN-4 árið 1994. Þar af er ein heilgreining. Mynd 26 sýnir styrk sömu efna og í hinum holunum teiknaðan móti tíma. Hér vottar fyrir hægfara lækkun á styrk kísils samfara hækkun á styrk klóríðs síðustu tvö árin. Þessi breyting er þó ekki marktæk enn sem komið er, og gæti líka verið um misstórar árstíðasveiflur að ræða, þar sem styrkur klóríðs er hæstur að vorlagi. Síðasta ár sýndi flúoríð gagnstæða hegðun við klóríð, en fyrir þann tíma er það óljóst.

Tafla 5. Jarðhitasvæðið að Ytri-Tjörnum. Efnasamsetning vatns árið 1994 (mg/l).

Hola	TN-04			
Dagsetning	94-03-08	94-06-08	94-10-11	94-11-12
Númer	94-0028	94-0076	94-0366	94-0332
Hiti (°C)	83,0	83,0	80,3	80,5
Sýrustig (pH/°C)	-	-	-	10,0/17
Kísill (SiO ₂)	88,1	87,7	90,2	87,3
Natríum (Na)	-	-	-	56,9
Kalíum (K)	-	-	-	0,8
Kalsíum (Ca)	-	-	-	3,9
Magnesíum (Mg)	0,002	0,002	0,001	0,001
Karbónat (CO ₂)	-	-	-	15,1
Súlfat (SO ₄)	46,0	46,9	47,1	45,7
Brennist.vetni (H ₂ S)	-	-	-	0,05
Klóríð (Cl)	15,3	15,8	15,2	14,6
Flúoríð (F)	0,45	0,43	0,44	0,44
Uppleyst efni	-	-	-	246
Súrefni (O ₂)	-	-	-	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,99	-14,06	-13,95	-13,97

- ekki mælt

3.4 Reykhús og Glerárdalur

Tafla 6 sýnir niðurstöður efnagreininga ársins 1994 úr holu RWN-7 að Reykhúsum og holu GYN-7 á Glerárdal. Tvö hlutsýni og tvö heilsýni voru tekin úr hvorri holu. Mynd 27 sýnir styrk viðmiðunarefnanna fjögurra í holu RWN-7 frá upphafi. Ekki sjást marktækar breytingar milli árana 1993 og 1994, aðeins mótfasa árstíðasveiflur í styrk klóríðs og flúoríðs. Mynd 28 sýnir sömu efni fyrir GYN-7. Ekki eru heldur neinar breytingar þar, þó votti fyrir sveiflu í flúoríði og klóríði.

Tafla 6. Reykhús og Glerárdalur. Efnasamsetning vatns árið 1994 (mg/l).

HOLA	RWN-07		GY-07	
	94-06-08 94-0080	94-11-12 94-0328	94-03-08 94-0026	94-11-15 94-0348
Hiti (°C)	76,5	76,7	60,0	59,3
Sýrustig (pH/°C)	-	9,98/17	-	10,07/17
Kísill (SiO ₂)	91,6	93,1	75,6	74,7
Natríum (Na)	-	56,0	-	48,9
Kalíum (K)	-	0,9	-	0,6
Kalsíum (Ca)	-	3,7	-	2,6
Magnesium (Mg)	0,002	0,002	0,003	0,001
Karbónat (CO ₂)	-	17,2	-	-
Súlfat (SO ₄)	46,0	44,5	31,7	31,6
Brennist.vetni (H ₂ S)	-	0,09	-	0,06
Klóríð (Cl)	12,8	11,7	10,4	10,8
Flúoríð (F)	0,55	0,57	0,60	0,58
Brómíð (Br)	-	0,028	-	-
Bór (B)	-	0,233	-	-
Uppleyst efni (TDS)	-	-	-	208
Súrefni (O ₂)	-	0	-	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,99	-14,03	-13,88	-13,87

- ekki mælt

3.5 Laugaland á Þelamörk

Tafla 7 sýnir niðurstöður efnagreininga frá árinu 1994 úr holu LPN-11 á Þelamörk. Þrjú hlutsýni voru tekin og eitt heilsýni. Mynd 29 sýnir styrk valinna efna í vatninu frá því holan var boruð sumarið 1992. Það verður að taka fram að tímaás þessarar myndar er í öðrum mælikvarða en tímaás myndanna hér að framan. Vegna þess hve holan hefur verið skamman tíma í notkun eru allar efnagreiningarnar gerðar með nýjustu tækjum og nákvæmni góð. Ef myndirnar hér að framan eru skoðaðar sést vel að spönn styrks efnagreininganna var meiri fyrir á árum, þannig að ef aðeins væru teiknaðar niðurstöður frá síðustu fjórum til fimm árum mætti nota mun þrengri mælikvarða á y-ás, svipað og gert er fyrir Laugaland á Þelamörk. Myndin sýnir nokkrar sveiflur í efnastyrk úr holu LPN-11 og eru þær greinilega í takt við vinnsluna. Styrkur flestra efna lækkaði meðan á vinnsluprófun stóð sumarið 1993, en þá var að jafnaði dælt 16 l/s úr holunni. Vinnsluprófun lauk í ágúst 1993 og eftir það var dælt 4 l/s að meðaltali úr holunni fram í júlíbyrjun 1994. Á því tímabili hækkar styrkur efna aftur, einkum klóríðs og kísils. Í júlí 1994 er svo dæla í holunni stöðvuð og ekki gangsett aftur fyrir en 7. nóvember, og fyrstu vikuna er dæling 15 l/s að meðaltali. Sýni var svo tekið 14. nóvember, og þá var styrkur klóríðs og kísils tekinn að lækka aftur. Flúoríð hagar sér öðruvísi, er lágt eftir dæluhvöld en hækkar eftir að dæling hófst í nóvember. Efnasamsetning vatns úr holu LPN-11 virðist fljót að svara breytingu í dælingu, en vinnslusaga hennar er enn of stutt til að sjá hver áhrif langtímadæling hefur á efnasamsetningu.

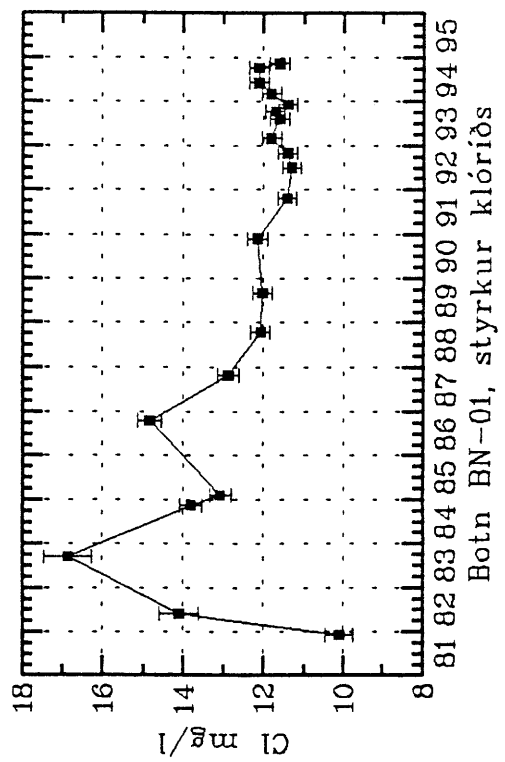
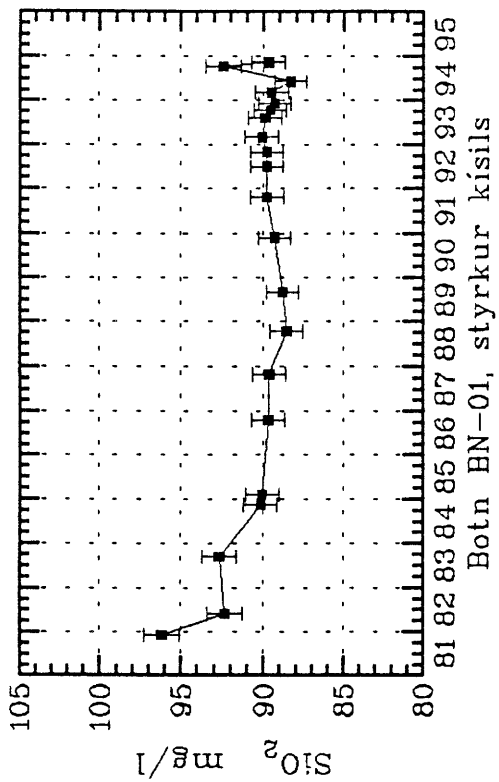
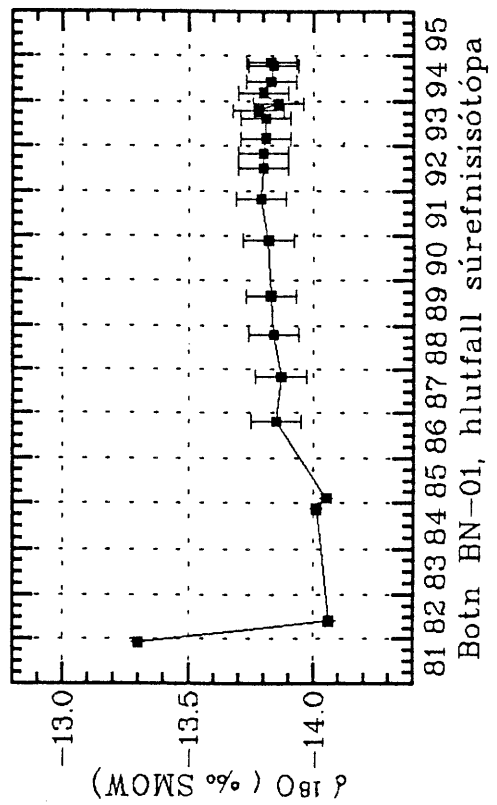
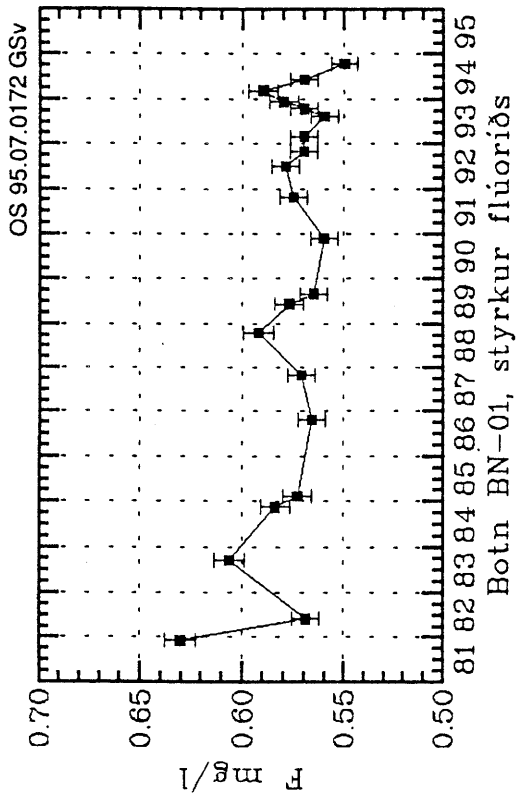
Tafla 7. Laugaland á Þelamörk. Efnasamsetning vatns árið 1994 (mg/l).

Dagsetning Númer	94-03-07 94-0031	94-03-08 94-0032	94-06-08 94-0078	94-11-14 94-0341
Hiti (°C)	90,8	90,6	90,0	90,4
Sýrustig (pH/°C)	-	-	-	9,87/17
Kísill (SiO ₂)	126,0	127,0	128,6	125,3
Natríum (Na)	-	-	-	59,1
Kalíum (K)	-	-	-	1,4
Kalsíum (Ca)	-	-	-	2,0
Magnesíum (Mg)	0,002	0,002	0,002	0,005
Karbónat (CO ₂)	-	-	-	23,4
Súlfat (SO ₄)	30,1	30,1	31,4	30,7
Brennist.vetni (H ₂ S)	-	-	-	0,17
Klóríð (Cl)	13,3	13,3	13,6	13,0
Flúoríð (F)	0,80	0,81	0,77	0,83
Uppleyst efni (TDS)	-	-	-	285
Súrefni (O ₂)	-	-	-	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-14,09	-14,11	-14,11	-14,14

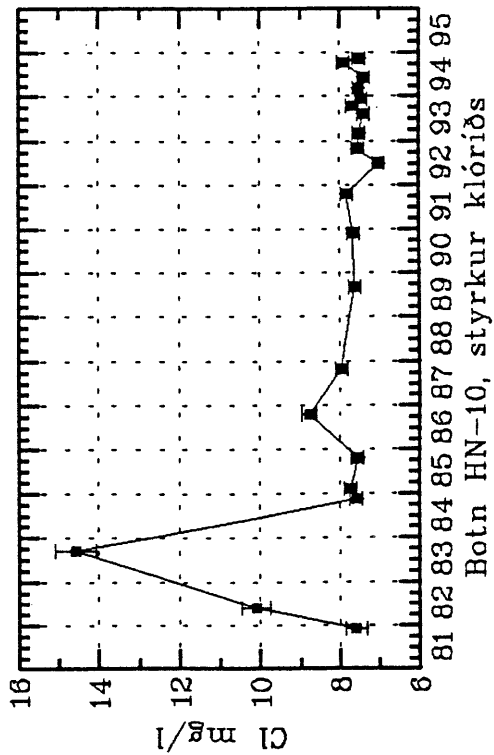
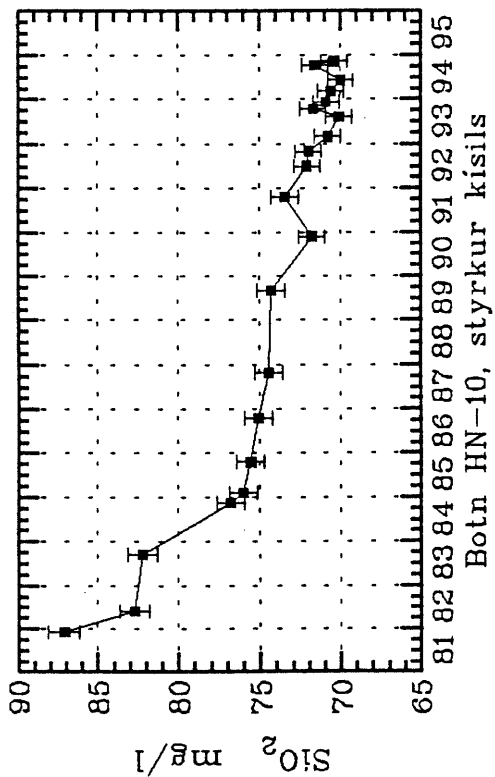
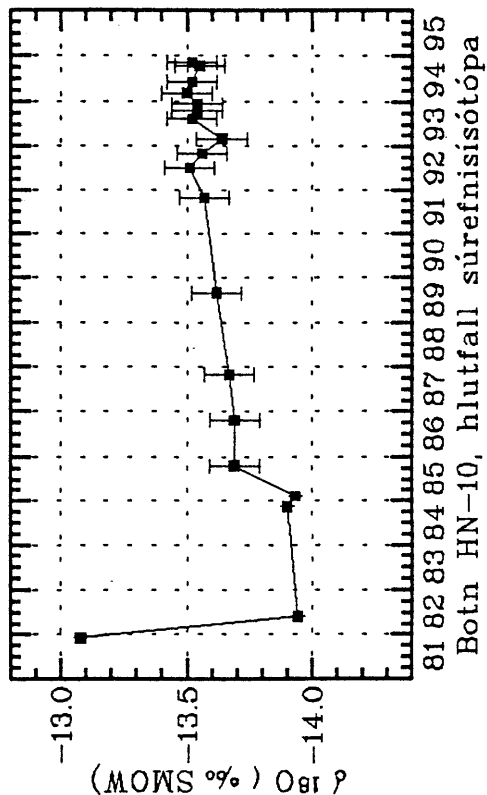
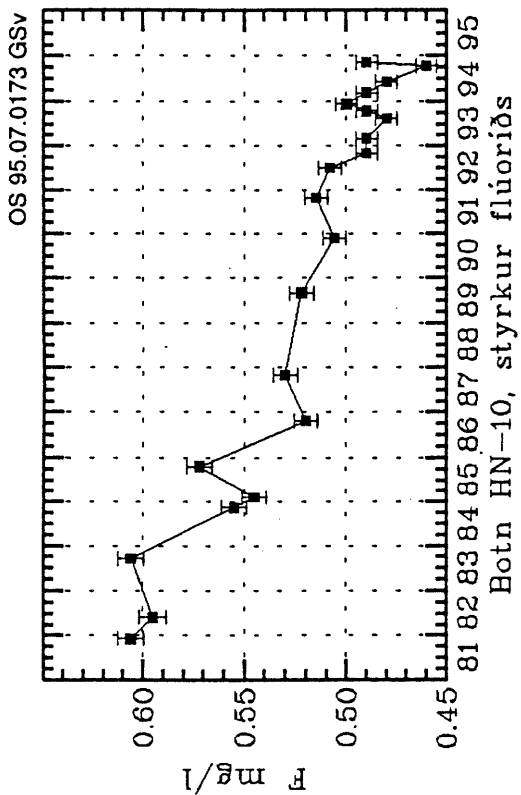
Í sumum vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar koma fram sveiflur í efnasamsetningu sem eru tengdar árstíðabundnum sveiflum í vinnslu. Oftast er hægt að túlka sveiflunar sem einkenni mismunandi æða í holunum. Hitamunur á þeim þarf ekki að vera mikill. Hins vegar geta svona sveiflur verið merki um að aukin dæling dragi kaldara vatn inn í kerfið. Erfitt getur verið að sjá hvort vatnið sem dregst inn er kaldara jarðhitavatn, eða kalt grunnvatn. Mikið innstreymi af dálítið kaldara jarðhitavatni getur valdið svipuðum breytingum á styrk sumra efna og lítil íblöndun kalds grunnvatns. Því kaldara sem jarðhitavatn er, því lægri er styrkur flestra uppleystra efna í því. Kalt grunnvatn hefur þó lægstan heildarstyrk uppleystra efna. Magnesíum hefur þá sérstöðu að í jarðhitavatni er styrkur þess mjög lágur, en margfalt hærri í köldu grunnvatni. Styrkur kalsíums er líka hærri í köldu vatni en heitu, en ekki munar eins miklu. Það hefur sýnt sig að magnesíum fellur gjarnan út sem magnesíumsilíkat þegar það blandast jarðhitavatni. Þetta gerist yfirleitt á skömmum tíma. Þegar kalt grunnvatn dregst inn í heitar vinnsluholur mælist aukinn styrkur magnesíums mjög fljótt ef innrennslið er það nærri vinnsluholunni að efnið hafi ekki fallið út á leiðinni. Sem dæmi má taka að kalt vatn komst inn um gat á fóðringu í holu 5 á Blönduósi. Við það fjórfaldaðist styrkur magnesíums við ca 1 % innrennsli af köldu vatni. Kalsít féll þar út og sýndi því miklu minni styrk aukningu (Guðrún Sverrisdóttir og Hrefna Kristmannsdóttir 1993, Ragna Karlsdóttir o.fl. 1993). Því er aukinn styrkur magnesíums í heita vatninu sennilega besta viðvörðunin um innstreymi kalds vatns ef innstreymið er í holunni sjálfri, t.d. vegna fóðringaskemmda, eða í næsta nágrenni hennar. Magnesíum hefur verið mælt með mikilli næmni í vatni úr borholum Hitaveitu Akureyrar síðustu þrjú árin. Ekki hefur sést marktæk breyting á styrk magnesíums í holum Hitaveitu Akureyrar undanfarin ár, jafnvel ekki þar sem kólnun hefur átt sér stað, eins og í holu HN-10. Þó hola LPN-11 svari dælingu fremur fljótt með vægri þynningu vatnsins, hefur styrkur magnesíums ekki aukist að sama skapi. Það bendir til þess að vatnið sem dregst inn við vinnsluna sé úr æð af efnasnaðara og kaldara jarðhitavatni. Sé um kalt grunnvatn að ræða hlýtur það að hafa blandast jarðhitavatninu nokkurn tíma áður en það kemur inn í vinnsluholuna.

3.6 Aðrar athuganir á efnasamsetningu gerðar í nóvember

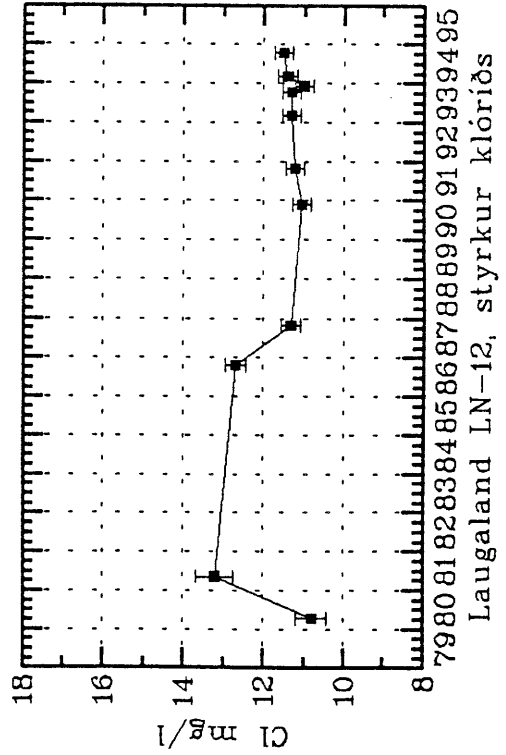
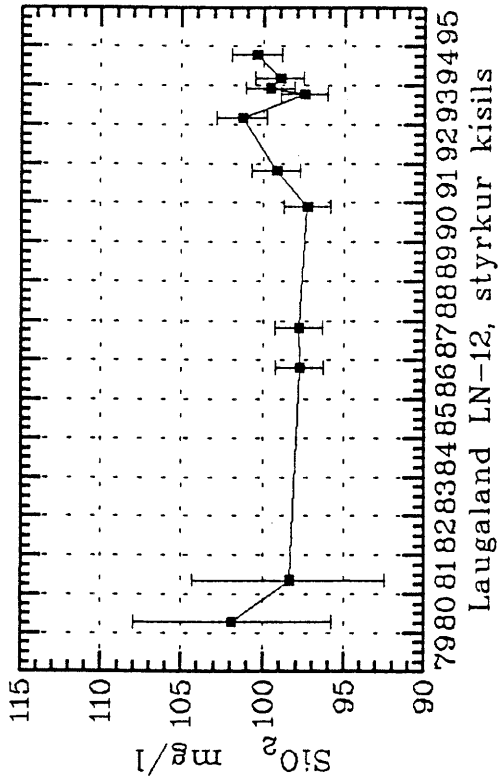
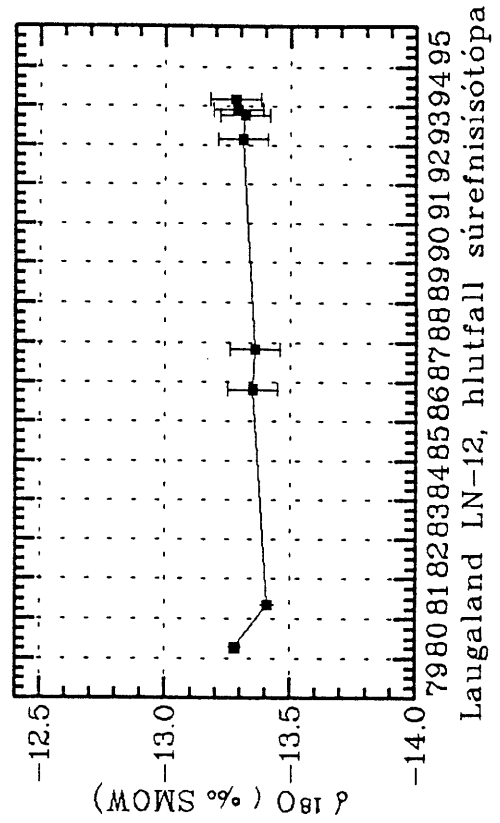
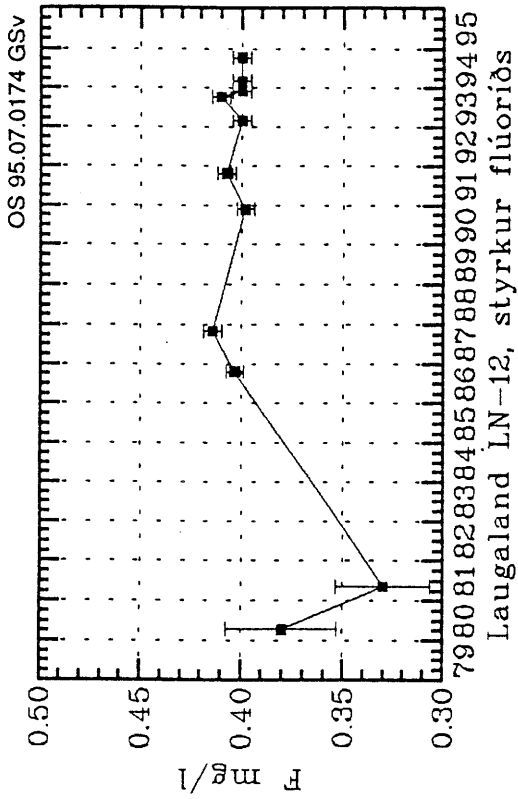
Að venju mældu starfsmenn Orkustofnunar súrefni og súlfít í dælustöð við Þórunnarstræti. Það er gert til að kanna hvort íblöndun natríumsúlfíts í vatnið sé næg til að eyða súrefni úr því. Svo reyndist ekki vera að þessu sinni. Afgangssúlfít í vatninu mældist aðeins 1,2 mg/l en gott þykir að það sé 2-3 mg/l þegar því hefur verið ætlað að eyða öllu súrefni. Enda mældist vottur af súrefni í vatninu. Þessar mælingar eru annars framkvæmdar reglulega af starfsmanni Hitaveitunnar. Þá var mælt súrefni við inntak tanks á Glerárdal. Ekkert súrefni mældist þar. Súrefni og brennisteinsvetni voru mæld í vatninu í dælustöðinni í Sjafnarhúsinu, en þar kemur vatnið frá Laugalandi á Þelamörk inn á kerfið. Hugmyndin var að kanna hvort eitthvað af brennisteinsvetninu, sem er í vatninu úr LFN-11, eyddist á leiðinni til bæjarins, en það myndi gefa til kynna súrefnisleka inn á lögnina. Sá galli er þó á tengingum lagna þarna að ekki er hægt að tengja við Þelamerkurlögnina fyrr en vatnið hefur náð að blandast hitaveituvatninu af hinu kerfinu. Þarna mældist ekkert súrefni, en brennisteinsvetnið mældist jafnvel hærra en það var í holuvatninu, 0,20 mg/l en aðeins 0,17 mg/l úr holunni. Í fyrstu var talið að hér væri um mælingaskekkju að ræða, en við rannsókn á svipuðu fyrirbæri hjá Hitaveitu Suðurnesja í haust (Jón Örn Bjarnason og Guðrún Sverrisdóttir, 1995) kom í ljós að þegar vatni sem inniheldur brennisteinsvetni (súlfíð) er blandað í vatn sem inniheldur súlfít, verður svokölluð sjálfoxun þannig að hluti súlfítsins breytist í súlfíð. Það er sennilega skýringin á að brennisteinsvetnið mælist hærra eftir að vatninu frá Þelamörk hefur verið blandað við hitaveituvatn með súlfítíblöndun.



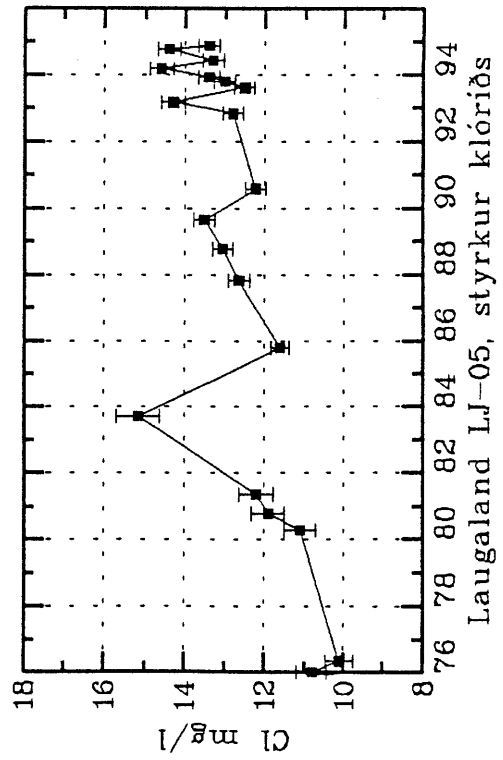
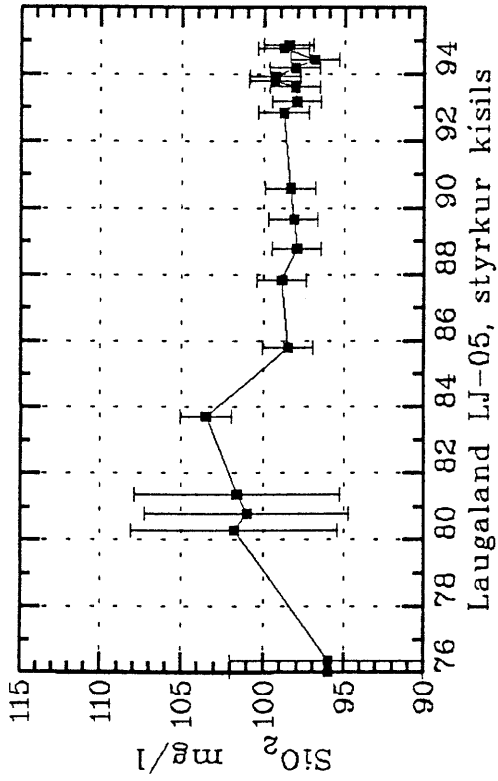
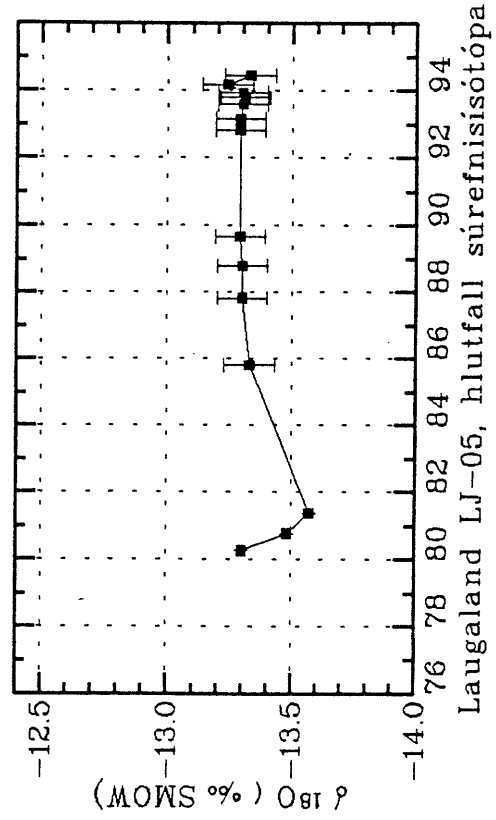
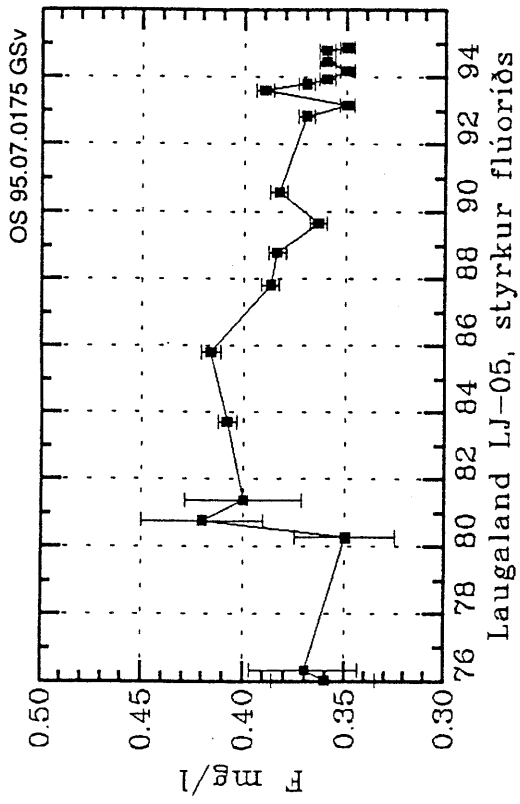
Mynd 22. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu BN-1.



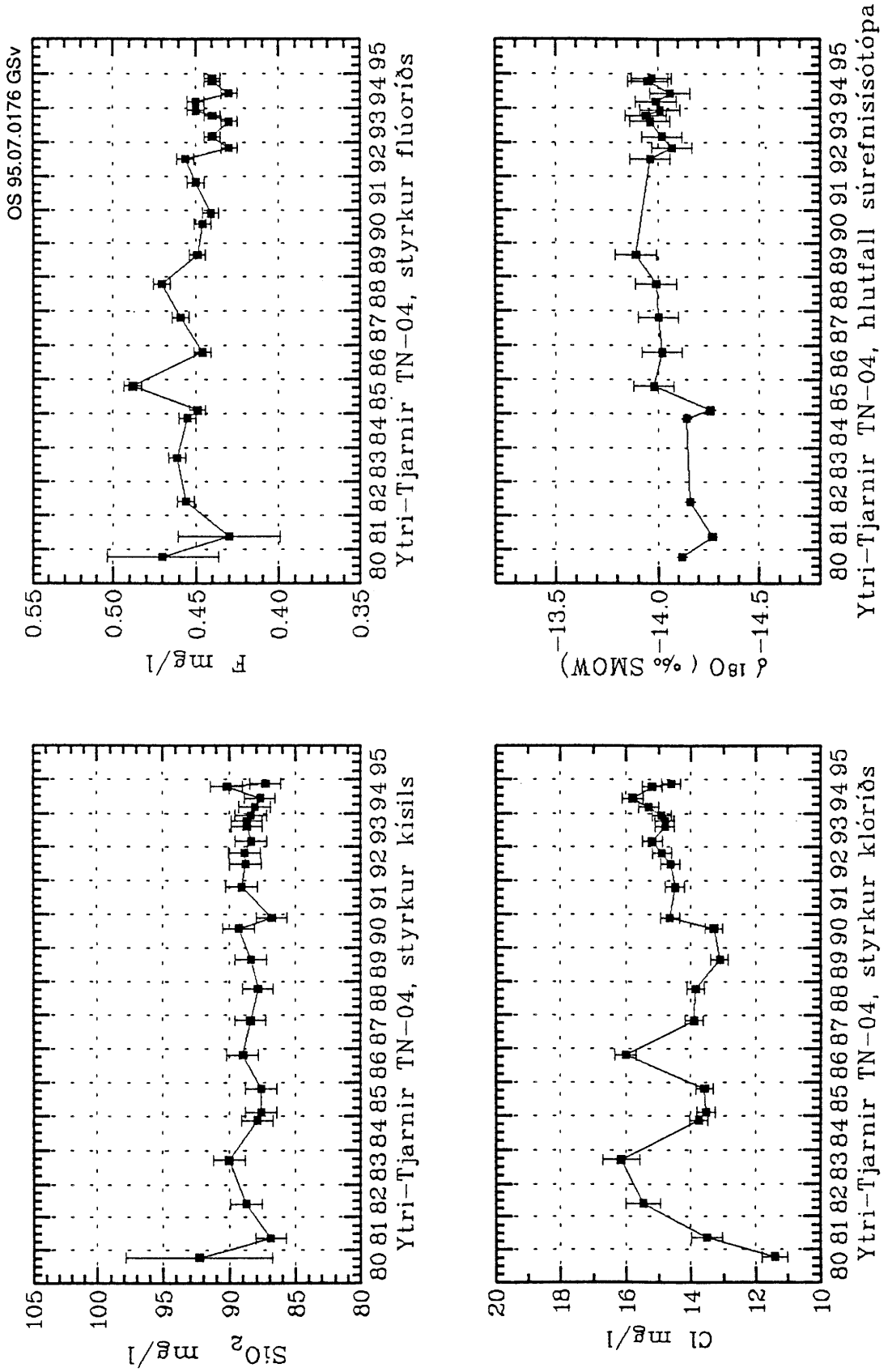
Mynd 23. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu HN-10.



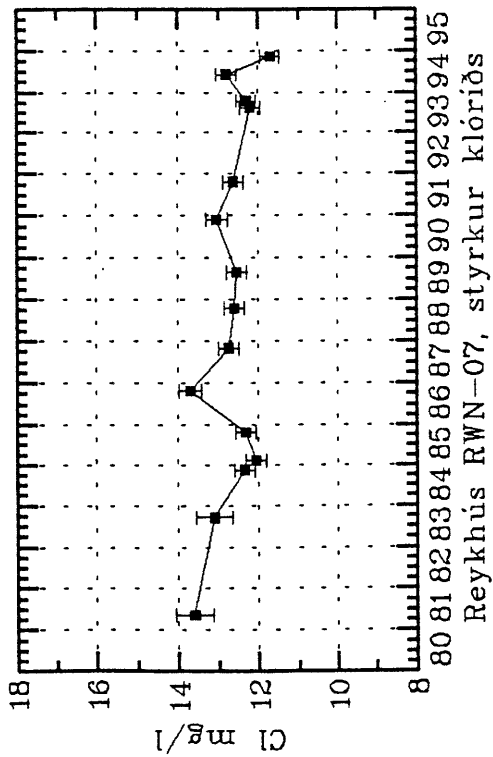
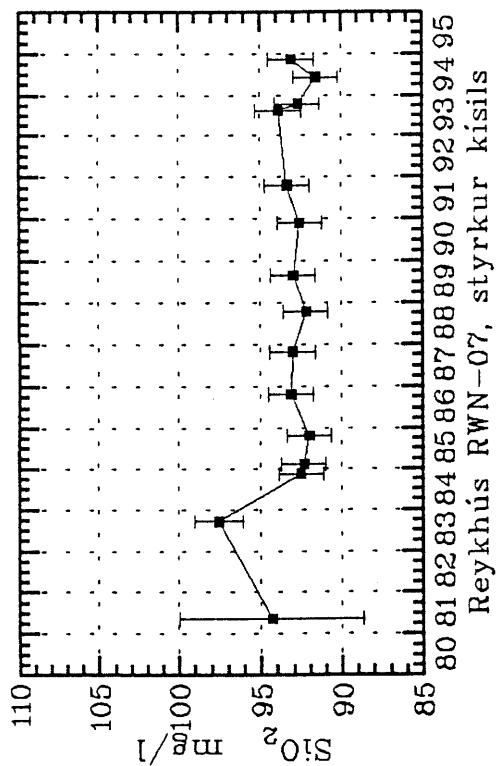
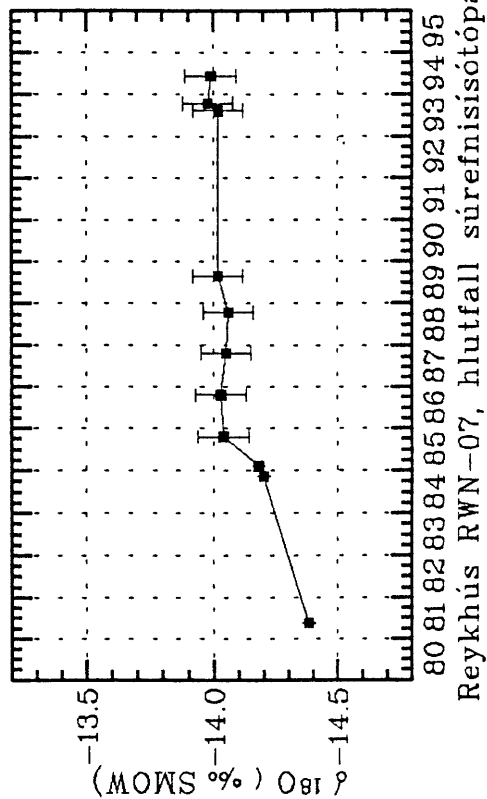
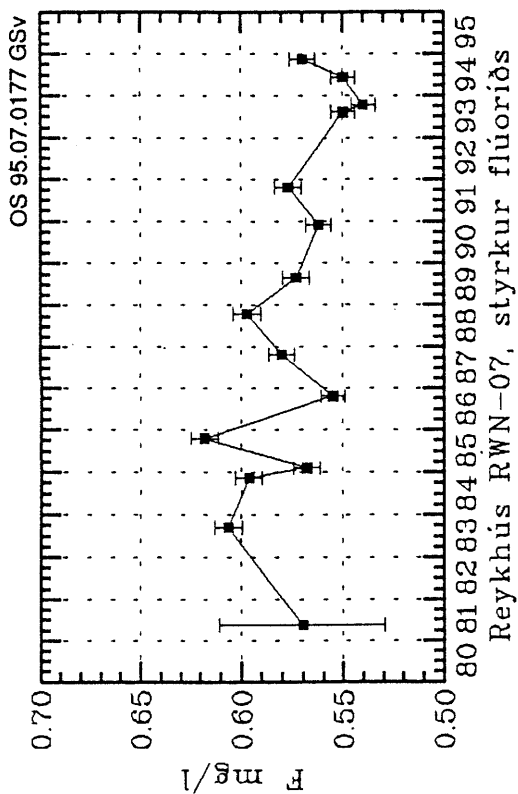
Mynd 24. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu LN-12.



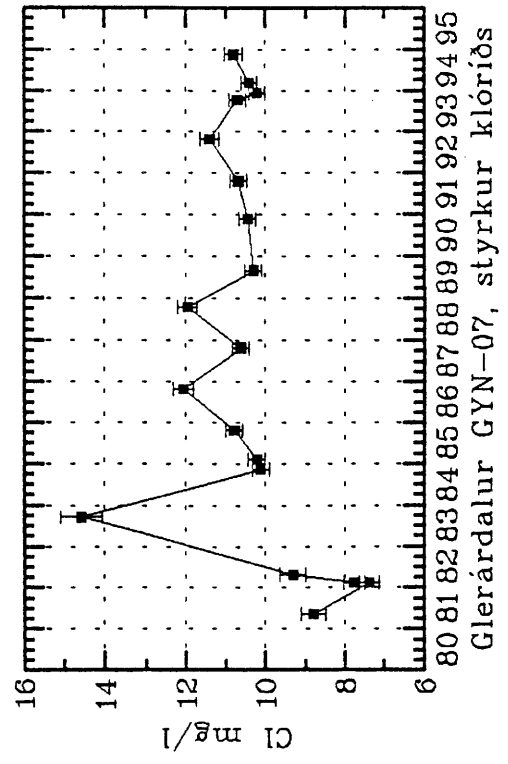
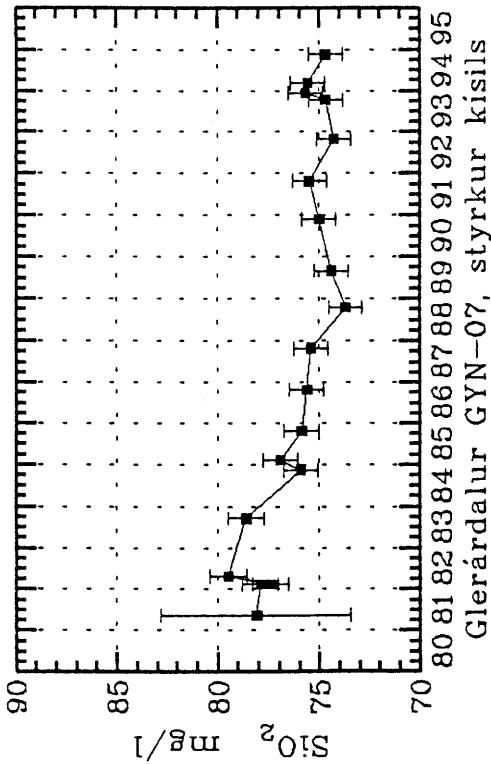
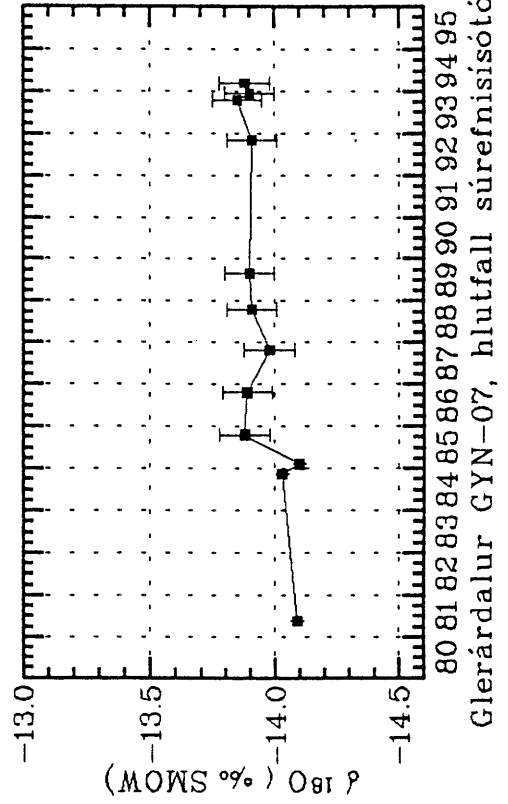
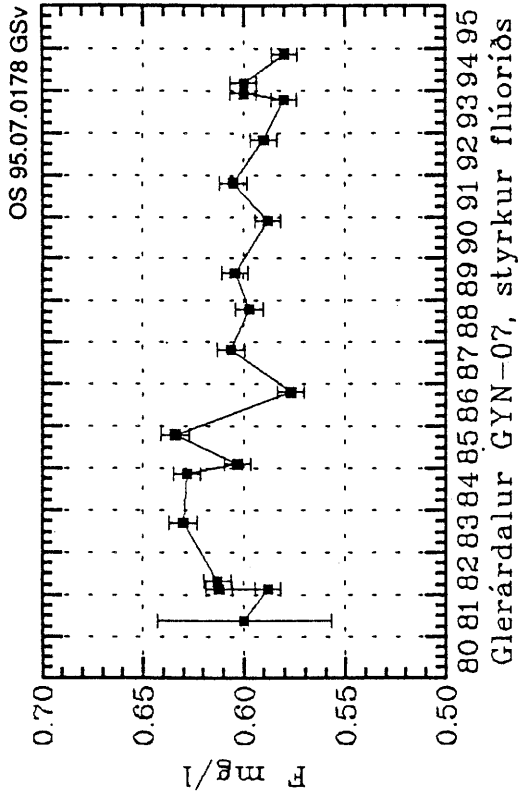
Mynd 25. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu LJ-5.



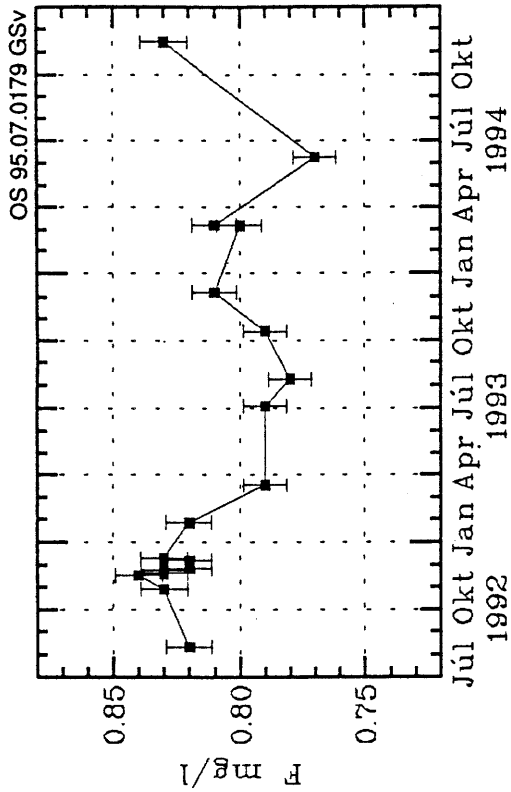
Mynd 26. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu TN-4.



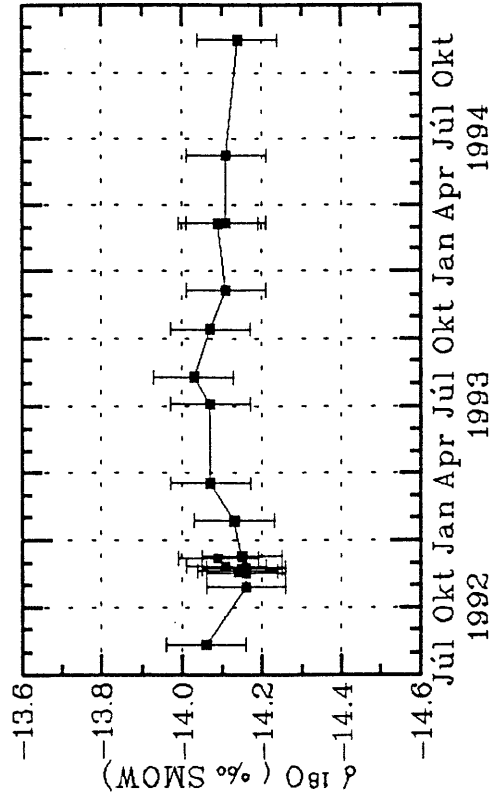
Mynd 27. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu RWN-7.



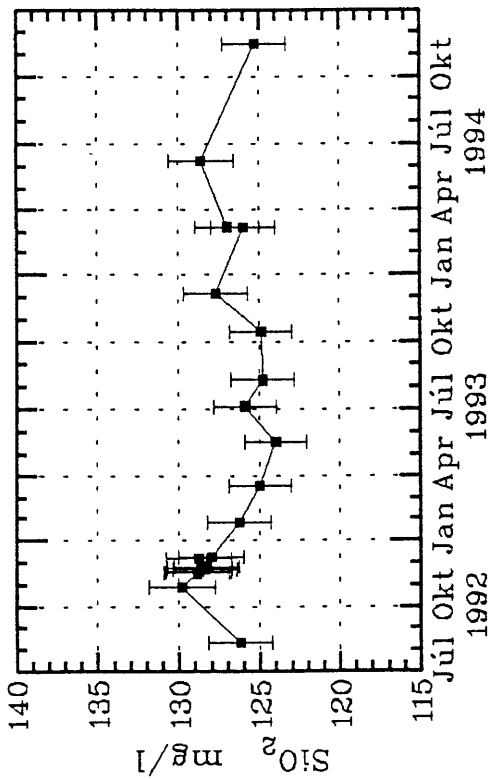
Mynd 28. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu GYN-7.



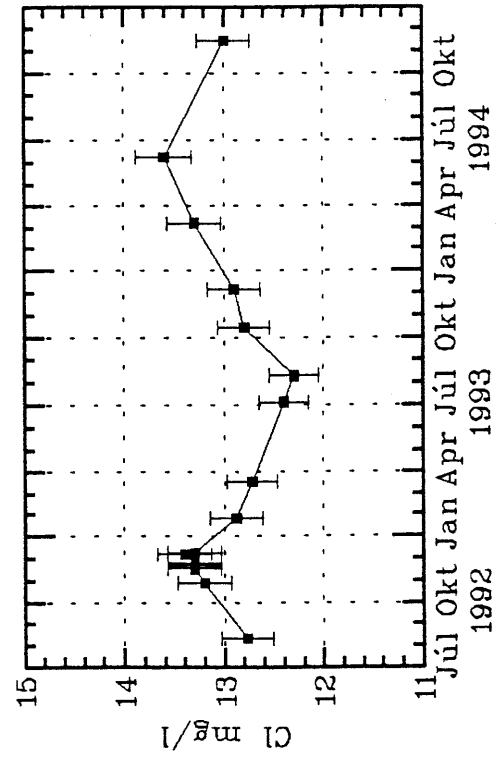
Pelamörk LPN-11, styrkur flúoríðs



Pelamörk LPN-11, hlutfall súrefnisísótópa



Pelamörk LPN-11, styrkur kísils



Pelamörk LPN-11, styrkur klóríðs

Mynd 29. Breytingar í styrk nokkurra efna í holu ÞN-11.

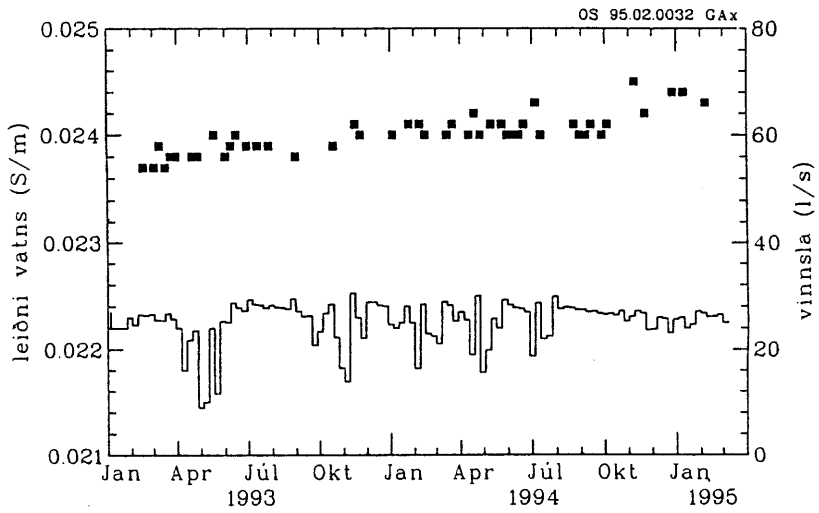
4. LEIÐNI VATNS

Í samræmi við nýja tilhögun vinnslueftirlits hjá Hitaveitu Akureyrar, sem byrjað var að vinna eftir árið 1993, var leiðni vatns úr vinnsluholunum mæld nokkuð reglulega árið 1994 (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1992). Þó voru mælingarnar nokkuð stopular seinni hluta ársins, sérstaklega í holum GY-7 og TN-4. Er þetta gert í þeim tilgangi að kanna hvort þannig megi fylgjast með breytingum í efnainnihaldi á ódýran og einfaldan hátt. Niðurstöðurnar fyrir árin 1993 og 1994 eru birtar á myndum 30 til 34. Marktækar breytingar á leiðni sjást fyrst og fremst fyrir holur BN-1 og LJ-5. Smávægileg hækkun á leiðni vatns úr holu HN-10 er sennilega ómarktæk.

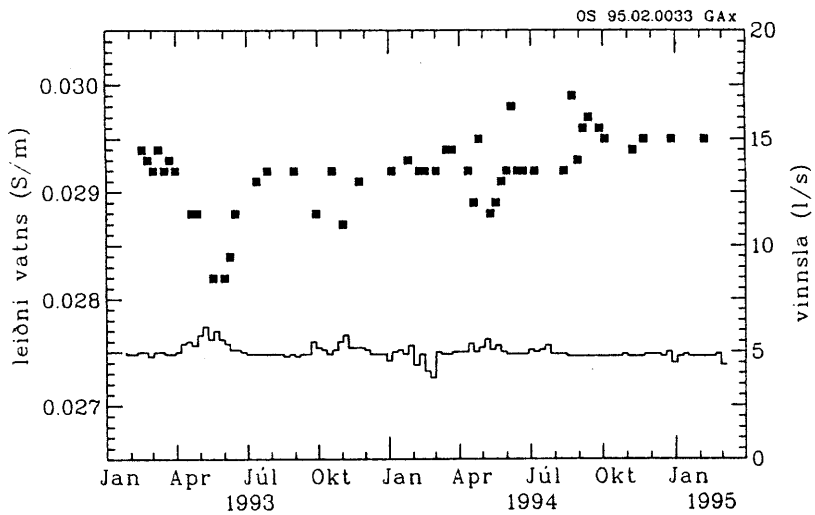
Eins og komið hefur fram þá tengjast sveiflurnar í leiðni vatns úr holum LJ-5 og BN-1 breytingum í vinnslu á Laugalandi og Botni (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994). Leiðni vatns úr holu LJ-5 eykst með vinnslu, og er það talið endurspegla hærri efnastyrk efri æða holunnar. Leiðni vatns úr holu BN-1 lækkar hins vegar þegar vinnsla úr holu BN-1 eykst við það að dregið er úr vinnslu úr holu HN-10, eða hún stöðvuð. Er það talið vera vegna þess að þá eykst hlutur grunnrar æðar í holunni með lægri efnastyrk en aðalæð holunnar.

Dálítill hækkun á leiðni í holu HN-10 er hins vegar ekki í samræmi við lækkun á styrk flestra uppleystra efna í vatninu á sama tíma. Þar sem vitað er að leiðni vatns hækkar með auknum styrk uppleystra efna í vatni, hlýtur mælingin að vera gölluð. Ef niðurstöður leiðnimælinganna eru skoðaðar á smærri mælikvarða sést að bakgrunnur mælipunktanna virðist hafa hækkað í tveimur þrepum, fyrst haustið 1993 og aftur haustið 1994. Þetta má líka sjá í holu BN-01, a.m.k. síðara þrepið, en það er óljósara í hinum holunum enda færri mælipunktar til. Þetta er unnt að skýra með því að staðallausn mælinganna hafi verið orðin of gömul. Sennilega þarf að endurnýja hana á nokkurra mánaða fresti.

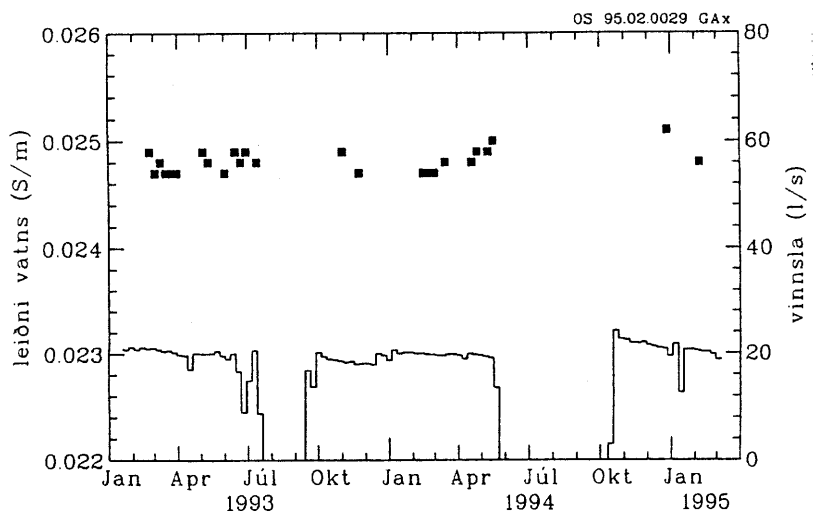
Leiðnimæling virðist vera næmur mælikvarði á sveiflur í heildarstyrk uppleystra efna. Breyting á styrk einstakra efna hefur þó mismikil áhrif á leiðnina. Efni sem eru að miklu leyti klofin í jónir hafa mest áhrif, og svo virðist sem breyting á styrk klóríðs hafi greinilegust áhrif á leiðnina. Vegna þess hve næm aðferðin er, er hún líka viðkvæm t.d. fyrir mengun aðskotaefna, og er leiðnihækkun staðallausnarinnar dæmi um það.



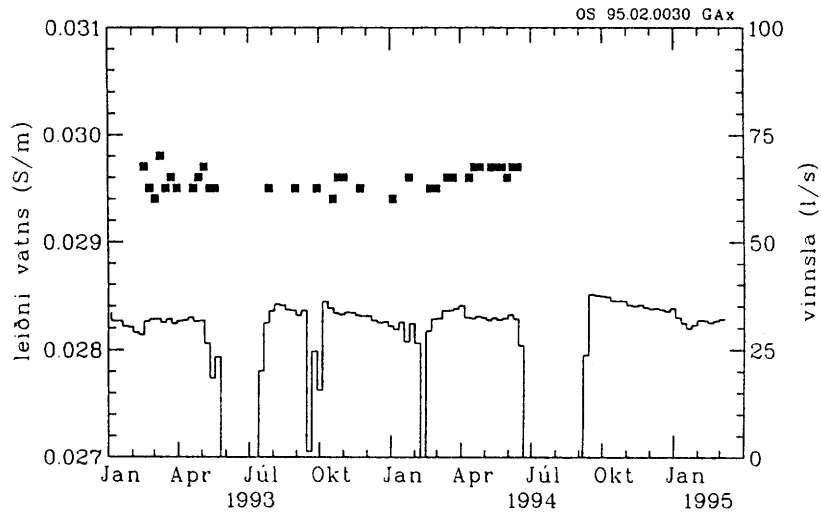
Mynd 30. Leiðni vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1993 og 1994.



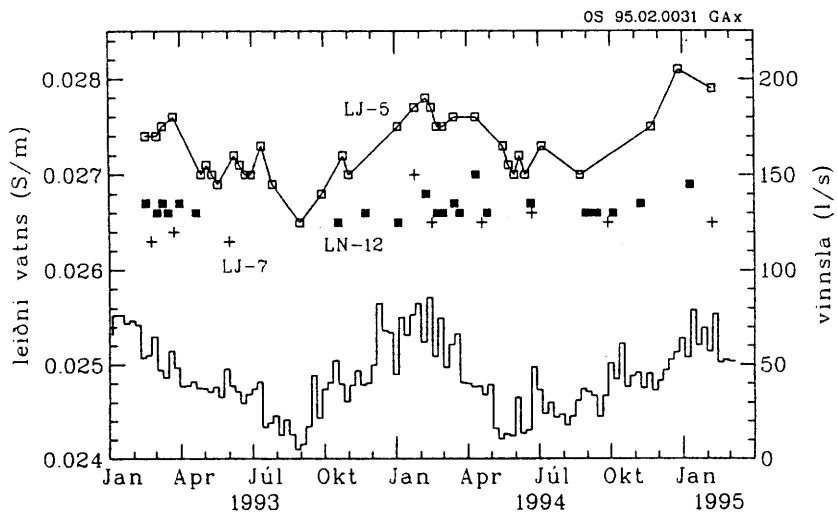
Mynd 31. Leiðni vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1993 og 1994.



Mynd 32. Leiðni vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árin 1993 og 1994.



Mynd 33. Leiðni vatns úr holu GY-7 á Glerárdal árin 1993 og 1994.



Mynd 34. Leiðni vatns úr holum á Syðra-Laugalandi árin 1993 og 1994.

5. ORKUBÚSKAPUR HITAVEITU AKUREYRAR

5.1 Árið 1994

Í töflu 8 er að finna yfirlit yfir helstu stærðir er varða orkubúskap Hitaveitu Akureyrar á árinu 1994. Þar 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.

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

1. Heildarorkuframleiðsla í Eyjafjarðarsveit er fundin út frá rúmmetramælum á borðholum Hitaveitunnar í Eyjafjarðarsveit. Vatnsvinnsla úr holu RWN-7 Reykhús eru þarna meðtalin. Notaðir eru fyrstu og síðustu aflestrar ársins. Þær tölur eru ekki framreiknaðar til heils árs þannig að tölurnar í töflunni taka til 364 daga. Síðan er orkan reiknuð út frá þeim hita sem mældur er á holutoppi og gert er ráð fyrir 27°C hita við neðri nýtingarmörk. Orkuframleiðsla á Glerárdal og Þelamörk er reiknuð út á sama hátt.
2. Orkuframleiðsla varmadælanna er reiknuð út frá raforkunotkun þeirra með því að gefa sér að nýtnistuðull þeirra (COP) hafi verið 3,25. Sama útkoma fæst ef gert er ráð fyrir að aflið út af hvorri dælu sé 1,05 MW og sú tala margfölduð með nýtingartíma dælanna á árinu.
3. Orkuframleiðsla rafskautaketilsins í Þórunnarstræti er reiknuð út frá raforkunotkun hans og miðað við 95% nýtni. Orkuframleiðsla svartolfuketilsins er reiknuð út frá olfunotkun hans og er miðað við 85% 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 tanknum í Þórunnarstræti. Við þá tölu er bætt því sem kemur inn á kerfið um rafskautaketilinn við Súluveg og í dælustöð í Sjafnarhúsi. Hita vatnsins varð hins vegar að áætla að þessu sinni vegna þess að upplýsingar skorti. Gengið var út frá sama meðalhita út á kerfið og 1993, 76°C. Orkunotkunin sem þarna er mæld inniheldur því bæði notkun einstakra notenda og varmatap í dreifikerfi bæjarins. Áætlað var að meðalhiti bakrásarvatnsins sé 27°C eins og hann mældist 1993.
2. Notkunin í Eyjafjarðarsveit er reiknuð út frá söluskýrslum HVA, 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 meðtalið í orkunotkuninni.
3. Eigin notkun HVA í Eyjafjarðarsveit er mismunatala 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 dæluholur sem ekki eru í gangi til að halda öxlum heitum.
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 mismunatala orkuframleiðslu og orkunotkunar. Það reiknast 13,1 GWh sem jafngildir um 3,5°C hitafalli í kerfinu frá borholum og að bæjarkerfi.

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

Íbúafjöldinn er samkvæmt upplýsingum Hagstofu Íslands um íbúafjölda 1. desember 1994.

Upplýsingar um **rúmmál hitaðs húsrýmis** á Akureyri er fengið úr veituskra HVA.

Upplýsingar um orkuverð eru tvenns konar. Annars vegar er birt orkuverð eins og það var samkvæmt gjaldskrá 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 í aðveitukerfi.

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

Myndir 35 og 36 sýna massa og orkuflæði um veitukerfi hitaveitunnar á árinu 1994, nánar tiltekið frá 28. desember 1993 til 27. desember 1994. Taka verður upplýsingunum á myndunum með nokkrum fyrirvara því upplýsingar um vissa þætti eru takmarkaðir. Með því að koma upp hita- og rennismælum á fáeinum stöðum í viðbót mætti fá mun öruggari myndir af orku- og massaflæðinu.

Mynd 37 sýnir yfirlit um orkuöflun, orkuþörf og orkumátt Hitaveitu Akureyrar. Sýnd er orkuöflun fyrir árin 1981-1993, áætluð orkuþörf fyrir árin 1994-2008 miðað við 1% og 2% árlegan vöxt í orkunotkun. Því til viðbótar er orkuþörf byggðarinnar við Laugaland á Þelamörk bætt við árið 1994 og hún látin vaxa á sama hátt eftir það. Hins vegar má trúlega búast við heldur meiri aukingu í notkun þar verði byggðin á leiðinni frá Þelamörk til Akureyrar tengd veitunni. Jafnframt sýnir myndin áætlaðan orkumátt HVA miðað við eftirfarandi forsendur:

1. Vatnsborðsspár frá 1993 (Ólafur G. Flóvenz o.fl, 1993b) standist.
2. Vatnsborðs- og kólnunarspár fyrir Laugaland á Þelamörk frá 1993 standist (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1993a). Ekki verði boruð ný djúp hola á Þelamörk sem gæti aukið orkumátt þess svæðis.
3. Rafhitun vatnsins á Glerárdal úr 60°C í 80°C haldist út allt tímabilið til 2008.
4. Ekki verði verulegar langtímabreytingar í veðurfari á Akureyri frá því sem verið hefur síðusta áratuginn.

Tafla 8. Yfirlit um ýmsa þætti varðandi orkubúskap Hitaveitu Akureyrar 1994. Gögnin taka til 364 daga á árinu og er ekki leiðrétt að heilu almanaksári.

Orkuframleiðsla:			
	Jarðhitasvæðin í Eyjafjarðarsveit ¹⁾	212,9 GWh	83,9%
	Jarðhitassvæðið á Glerárdal	14,4 GWh	5,7%
	Jarðhitasvæðið á Þelamörk	11,0 GWh	4,3%
	Varmadælur	10,9 GWh	4,3%
	Rafskauta- og olíukatlar	4,6 GWh	1,8%
	Heildarorkuframleiðsla ¹⁾	253,7 GWh	100%
Varmaorkunotkun:			
	Dreifikerfi á Akureyri	209,1 GWh	82,4%
	Heildarnotkun í Eyjafjarðarsveit ¹⁾	20,7 GWh	8,1%
	Notkun í Glæsibæjarhreppi	7,4 GWh	2,9%
	Eigin HVA notkun í Eyjafjarðarsveit ²⁾	3,5 GWh	1,4%
	Orkutap í aðveitukerfi	13,1 GWh	5,2%
	Heildarorkunotkun	253,7 GWh	100%
Raforkunotkun:			
	Borholudælur og dælustöð í Eyjafjarðarsveit	4,7 GWh	
	Dælustöðvar á Akureyri	1,0 GWh	
	Dælur á Þelamörk	0,1 GWh	
	Varmadælur	3,4 GWh	
	Rafskautakatlar	4,7 GWh	
	Raforkunotkun, alls	13,9 GWh	
Bakrásarvatn:			
	Endurheimt bakrásarvatn (meðaltal)	36,2 l/s	
	Meðalhiti bakrásarvatns (ágiskað)	27 °C	
Íbúafjöldi:			
	Akureyri	14.914	
	Eyjafjarðarsveit	967	
	Glæsibæjarhreppur	229	
Akureyri, ýmsar upplýsingar:			
	Rúmmál hitaðs húsrýmis ⁴⁾	3.228.312 m ³	
	Orkunotkun á rúmmetra húsrýmis ⁵⁾	77 kWh/m ³	
	Heitavatsnotkun á rúmmetra húsr.	1,3m ³ /m ³	
	Varmaorkunotkun á íbúa	15.502 kWh/íbúa	
	Heitavatsnotkun á íbúa	260 m ³ /íbúa	
	Aukning í hituðu húsrými frá 1994	56.500 m ³	
Orkuverð án VSK:			
	Fastagjald í árslok (15 mm mælir)	8460 kr	
	Rúmmetragjald í árslok	113.00 kr/m ³	
	Meðalorkuverð á framleidda kwst ³⁾	1,83 kr/kWh	
	Meðalrúmmetraverð út á dreifikerfið	109 kr/m ³	
Veðurfar:			
	Ársmeðalhiti (°C)	1994 3,44	1981-1994 3,27
	Meðalvindhraði (hnútar)	9,0	8,6
	Fjöldi sólskinsstunda	1026	92
	Vindleiðréttur meðalhiti	0,08	0,27

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

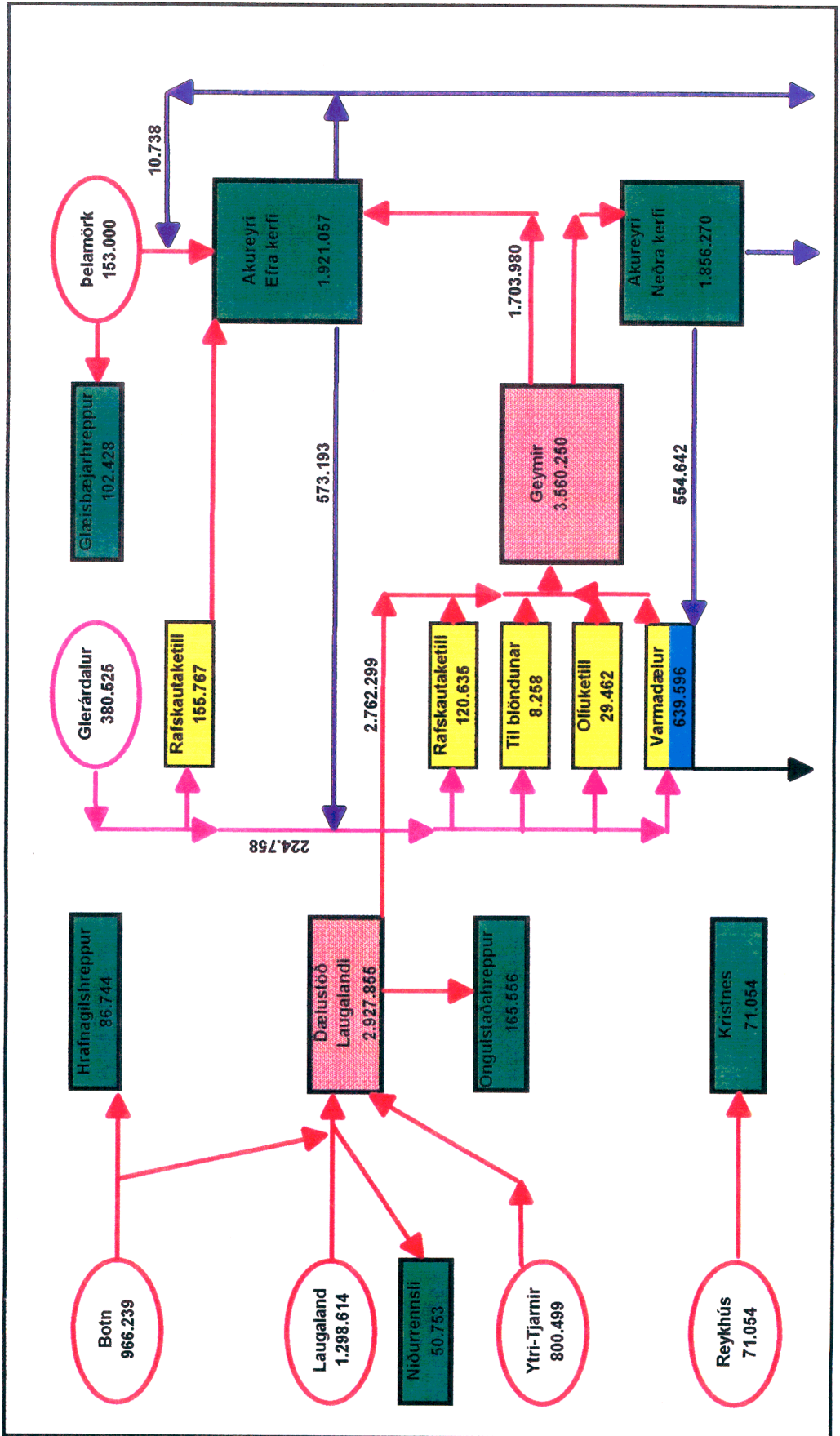
Ekki er gert ráð fyrir að dæling verði aukin úr HN-10 eins og áður hefur verið lagt til. Ástæðan er ívið meiri kólnun vatns úr holu HN-10 en spár gera ráð fyrir.

Reynsla undanfarinna ára sýnir að óvarlegt er að gera ráð fyrir að nýta megi meira en 90% af orkumætti veitunnar hverju sinni. Ástæðan er sú að þegar svæðin nálgast fullnýtingu eykst hættan á aflþurrð í kuldaköstum á vetrum og slíka aflþurrð getur reynst erfitt að ráða við þrátt fyrir mikið uppsett afl í olíu og rafskautakötlum vegna skorts á vatni til að hita upp. Ef við miðum við að aukinnar orku sé þörf þegar 90% markinu er náð þarf nýr orkugjafi að vera tiltækur um árið 2000 ef árleg aukning í notkun verður 2% en í kringum árið 2004 ef aukningin verður 1% á ári.

Samkvæmt ofansögðu ætti að vera tiltölulega auðvelt að fullnægja orkupörf Hitaveitu Akureyrar a.m.k. næsta áratuginn án mjög verulegra fjárfestinga eins og t.d. virkjun Reykja í Fnjóskadal. Þessi skoðun byggist hins vegar á því mati að orkupörf næstu ára vaxi svipað og undanfarin 5-6 ár en ekki er endilega víst að þær forsendur standist. Sérstaklega þarf að huga að áhrifum hugsanlegra gjaldskrárlækkana í framtíðinni á orkunotkunina.

Hitaveita Akureyrar
Massaflæði 1994
 Allar tölur eru í rúmmetrum
 Tímabil 28.12.1993 - 27.12.1994

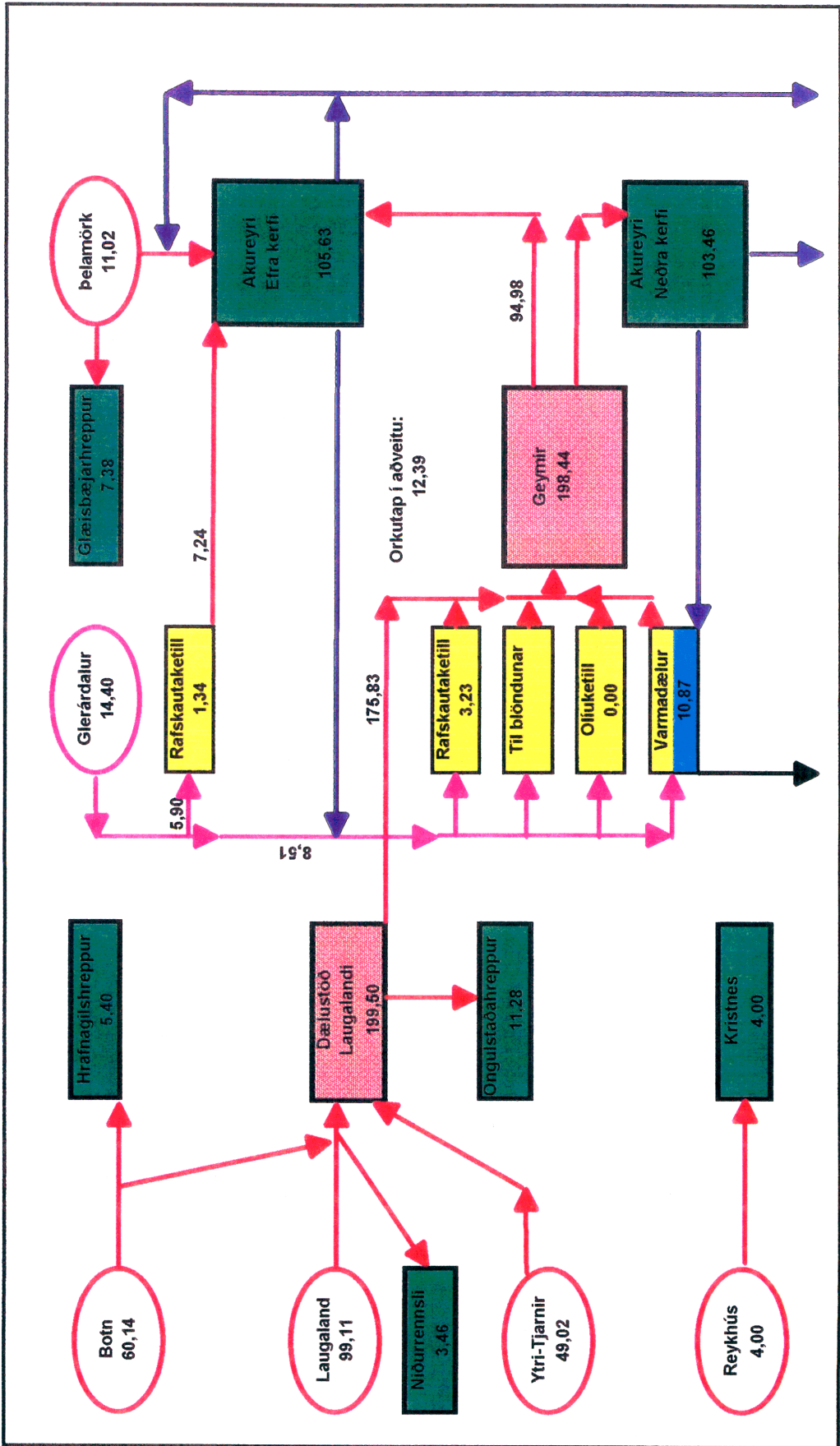
OS 95.07.0180 ÓGF



Mynd 35. Massaflæði í kerfi Hitaveitu Akureyrar 1994.

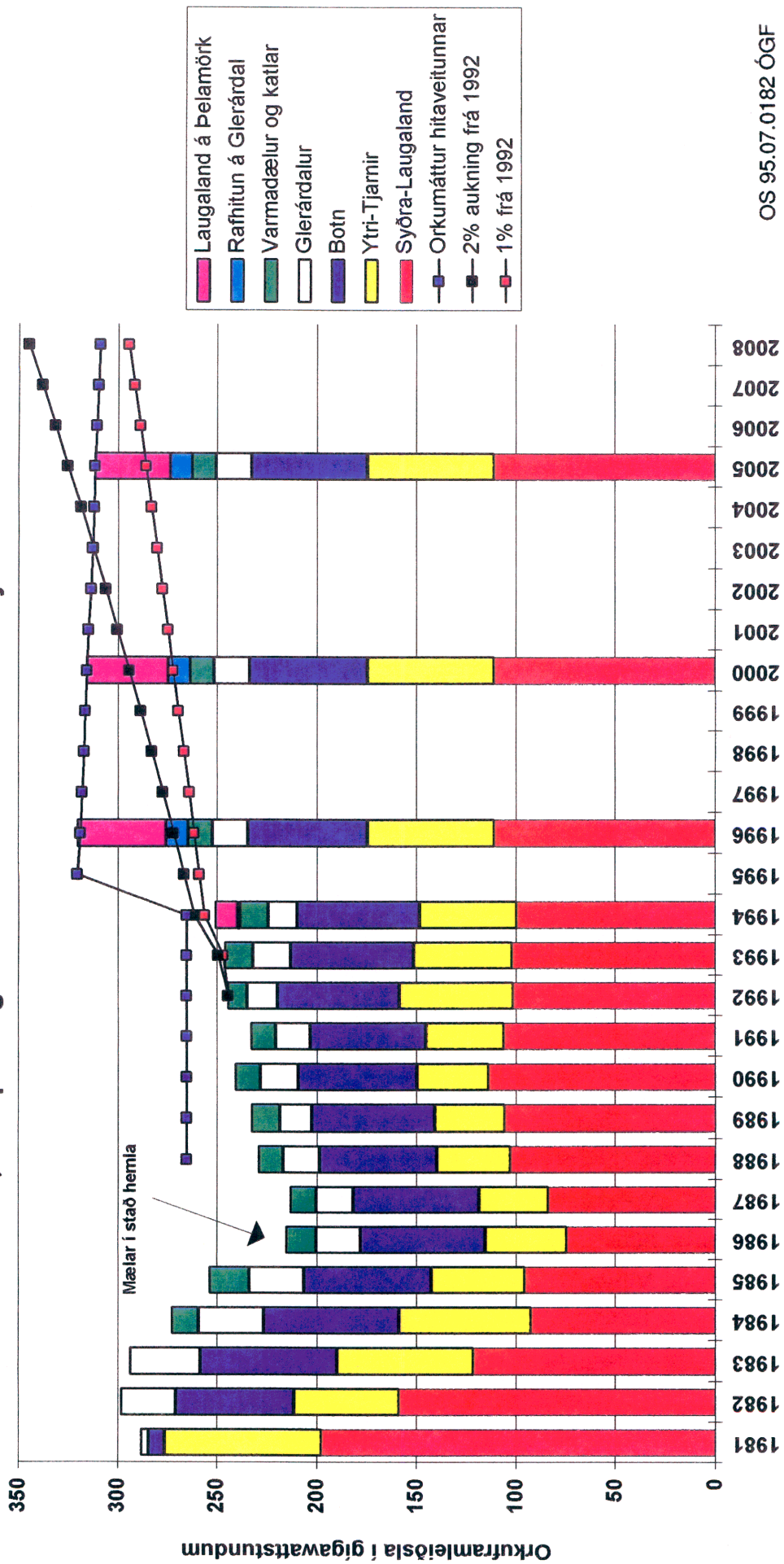
Hitaveita Akureyrar
Orkuflæði 1994
 Allar tölur eru í gígawattstundum
 Tímabil 28.12.1993 - 27.12.1994

OS 95.07.0181 ÓGF



Mynd 36. Orkuflæði í kerfi Hitaveitu Akureyrar 1994.

Orkuöflun, orkupörf og orkumáttur Hitaveitu Akureyrar



OS 95.07.0182 ÓGF

Mynd 37. Orkuöflun, orkupörf og orkumáttur Hitaveitu Akureyrar.

6. HEIMILDIR

- 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 og Grímur Björnsson, 1992: *Botn í Eyjafjarðarsveit. Líkanreikningar fyrir jarðhitakerfið*. Orkustofnun, OS-92012/JHD-01, 71 s.
- Guðrún Sverrisdóttir og Hrefna Kristmannsdóttir, 1993: *Hitaveita Blönduóss. Efnæftirlit 1992*. Orkustofnun, greinargerð. GSv/HK-93/02 Mars 1993.
- Jón Örn Bjarnason og Guðrún Sverrisdóttir, 1995: *Um súlfít og súlfíð í hitaveituvatni*. Orkustofnun, OS-95004/JHD-02 B, 7 s.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1994: *Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1993*. Orkustofnun, OS-94011/JHD-03, 43 s.
- 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.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1992: *Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1991*. Orkustofnun, OS-92020/JHD-07 B, 34 s.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson, Grímur Björnsson, Jens Tómasson, Guðrún Sverrisdóttir, Hilmar Sigvaldason og Sigurður Benediktsson, 1994: *Laugaland á Þelamörk. Boranir og vinnsluþrófun 1992-1993*. Orkustofnun, OS-94032/JHD-07, 121 s.
- Ragna Karlsdóttir, Grímur Björnsson og Magnús Ólafsson, 1993: *Jarðhitarannsóknir á Reykjum við Reykjabraut 1992-1993*. Orkustofnun, OS-93058/JHD-14, 26 s.