



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA AKUREYRAR

Vinnslueftirlit 1995

Ólafur G. Flóvenz
Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar

OS-96035/JHD-06

Maí 1996



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 609

HITAVEITA AKUREYRAR

Vinnslueftirlit 1995

Ólafur G. Flóvenz
Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar

OS-96035/JHD-06 Maí 1996

ISBN 9979-827-74-2

ÁGRIP

Árið 1995 var fyrsta heila árið í rekstri Hitaveitu Akureyrar sem virkjunin á Pelamörk og rafskautaketillinn við Súluveg voru í notkun. Við það jókst orkumáttur verulega og afhendingaröryggi orkunnar einnig.

Á árinu jókst orkuvinnsla um nálega 7,7% frá árinu 1994. Aukninguna má að talsverðu leyti rekja til óhagstæðara veðurfars en einnig til stækkandi markaðar, einkum í Glæsibæjarhreppi.

Þróun vatnsborðs og hita í vinnsluholum HVA var yfirleitt í samræmi við spár þar að lútandi. Engrar kólnunar hefur þó enn orðið vart í holu LPN-11 á Pelamörk og hola HN-10 hefur kólnað heldur hraðar en gert var ráð fyrir. Ástand jarðhitasvæðanna á Laugalandi, Ytri-Tjörnum og Glerárdal virðist stöðugt.

Breytingar frá fyrra ári á efnasamsetningu vatns úr borholum veitunnar reyndust mjög óverulegar nema á Pelamörk þar sem gætur minnkandi efnastyrks eins og búist var við. Mæling á súlfítmagni í dælustöð í Þórunnarstræti sýndi helst til lág gildi þannig að vatnið er viðkvæmt fyrir súrefnismengun úti í dreifikerfinu. Ástæða er til að auka heldur við súlfítíblöndun þannig að 2-3 mg/l af súlfíti verði afgangur í vatninu.

Leiðnimælingar sýna mjög stöðugt ástand á vatni úr holum við Ytri-Tjarnir, Laugaland og Glerárdal. Á Pelamörk sveiflast leiðnin í takt við breytingar á efnastyrk en í holu HN-10 á Botni mælist hægfara aukning í leiðni þrátt fyrir lækkandi styrk flestra uppleystra efna. Þessi leiðni-breyting er rakin til aukningar á heildarstyrk karbónats í vatninu.

Hitamælingar voru gerðar í tengslum við dæluupptektir í holum BN-1 á Botni, RWN-7 á Reykhúsum og GÝN-7 á Glerárdal. Í ljós kom að í holum RWN-7 og GÝN-7 er væg kólnun neðan aðalvatnsæða holanna. Þetta koma nokkuð á óvart, einkum hvað Glerárdal varðar, og þýðir að báðar holurnar eru staðsettar eitthvað til hliðar við meginuppstreymi heita vatnsins. Ekki reyndist unnt að mæla lengra en á 895 m dýpi í holu BN-1 vegna stíflu.

Ástand vatnsöflunar hjá Hitaveitu Akureyrar er nú betra en það hefur verið oftast áður. Talið er æskilegt að orkumáttur veitunnar sé að staðaldri að minnsta kosti 10% meiri en árleg orkunotkun í meðalári. Miðað við að væntanleg niðurdæling á Laugalandi gefi 25 GWh á ári nægja núverandi orkugjafar til að mæta orkþörf hitaveitunnar fram til ársins 2001-2008 miðað við 1-2% árlega aukningu í orkunotkun og að fullnægjandi umframafi sé til staðar. Nýr kostur í orkuöflun þarf því að vera tiltækur á fyrsta áratug 21. aldar. Þá er bent á að rétt sé að fara varlega í að lækka gjaldskrá veitunnar því veruleg gjaldskrárlækkun mun að öllum líkindum kalla á talsverða aukningu í orkunotkun sem aftur gæti kallað á meiri framkvæmdir til orkuöflunar.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	3
1. VINNSLA OG VATNSBORÐ	7
1.1 Gagnasöfnun	7
1.2 Orkuvinnsla 1995	8
1.3 Vatnsborðsbreytingar	11
2. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM	12
3. EFNAINNIHALD	23
4. LEIÐNIMÆLINGAR	37
5. HITAMÆLINGAR Í VINNSLUHOLUM	43
5.1 Hola GYN-7 á Glerárdal	43
5.2 Hola RWN-7 við Reykhús	43
5.3 Holur BN-1 og BÝ-3 á Botni	43
6. ORKUBÚSKAPUR HITAVEITU AKUREYRAR 1995	49
7. SPÁR UM KÓLNUN VATNS ÚR HOLU HN-10	57
8. FRAMTÍÐARHORFUR	61
9. HEIMILDIR	65

MYNDASKRÁ

1. Yfirlitsmynd af vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar	7
2. Vikuleg heildarvinnsla jarðhita síðustu fimm árin	9
3. Vinnsla úr holum HN-10 og BN-1 á Botni árin 1994 og 1995	13
4. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1994 og 1995	13
5. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1994 og 1995	14
6. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1994 og 1995	14
7. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1994 og 1995	15
8. Vinnsla, niðurdæling og vatnsborð á Reykhúsum árin 1994 og 1995	15
9. Vinnsla og vatnsborð holu HN-10 árin 1982 - 1995	16
10. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1982 - 1995	16
11. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1976 - 1995	17
12. Vatnsborð í holu HW-9 á Hrafnagili og holu GG-1 á Grísará árin 1982 - 1995	17
13. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1978 - 1995 og í holu RWN-7	18
14. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1982 - 1995	18
15. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1992 - 1995	19
16. Vinnsla og vatnsborð holu RWN-7 á Reykhúsum árin 1984 - 1995	19
17. Hiti vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1981 - 1995	20
18. Hiti vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1983 - 1995	20
19. Hiti vatns úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1995	20
20. Hiti vatns úr holu LJ-7 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1995	21
21. Hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi árin 1982 - 1995	21

22.	Hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árin 1981 - 1995	21
23.	Hiti vatns úr holu GYN-7 á Glerárdal árin 1982 - 1995	22
24.	Hiti vatns úr holu LPN-11 á Laugalandi á Þelamörk árin 1992 - 1995	22
25.	Styrkur nokkurra efna í holu BN-1 sem fall af tíma	28
26.	Styrkur nokkurra efna í holu HN-10 sem fall af tíma	29
27.	Styrkur klóríðs og flúoríðs í holu HN-10 tímabilið 1992 - 1995	30
28.	Styrkur kísils og flúoríðs í holu HN-10 tímabilið 1992 - 1995	31
29.	Styrkur nokkurra efna í holu LJ-5 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 LPN-11 sem fall af tíma	36
34.	Leiðni vatns úr holum á Syðra-Laugalandi árin 1993 - 1995	39
35.	Leiðni vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árin 1993 - 1995	39
36.	Leiðni vatns úr holu GYN-7 á Glerárdal árin 1993 - 1995	40
37.	Leiðni vatns úr holu LPN-11 á Laugalandi á Þelamörk árin 1993 - 1995	40
38.	Leiðni vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1993 - 1995	41
39.	Leiðni vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1993 - 1995	41
40.	Leiðni vatns sem fall af mólstyrk jóna	42
41.	Hitamælingar í holu GÝN-7 á Glerárdal	45
42.	Hitamælingar í holu RWN-7 við Reykhús	46
43.	Hitamælingar í holu BN-1 við Botn	47
44.	Hitamælingar í holu BÝ-3 við Botn	48
45.	Massaflæði um kerfi Hitaveitu Akureyrar	53
46.	Orkuflæði um kerfi Hitaveitu Akureyrar	55
47.	Einfalt líkan sem hermir áhrif niðurstreymis kaldara vatns í jarðhitakerfum	57
48.	Mældur og reiknaður kísilstyrkur (ársmeðaltöl) vatns úr holu HN-10	58
49.	Mældur og reiknaður hiti (ársmeðaltöl) vatns úr holu HN-10	58
50.	Spár um hita vatns úr holu HN-10 til ársins 2032	60
51.	Spár um árlega orkuvinnslu úr holum HN-10 og BN-1 fyrir mism. vinnslutilfelli	60
52.	Orkuöflun, orkuvinnsla og orkumátur hitaveitunnar	63

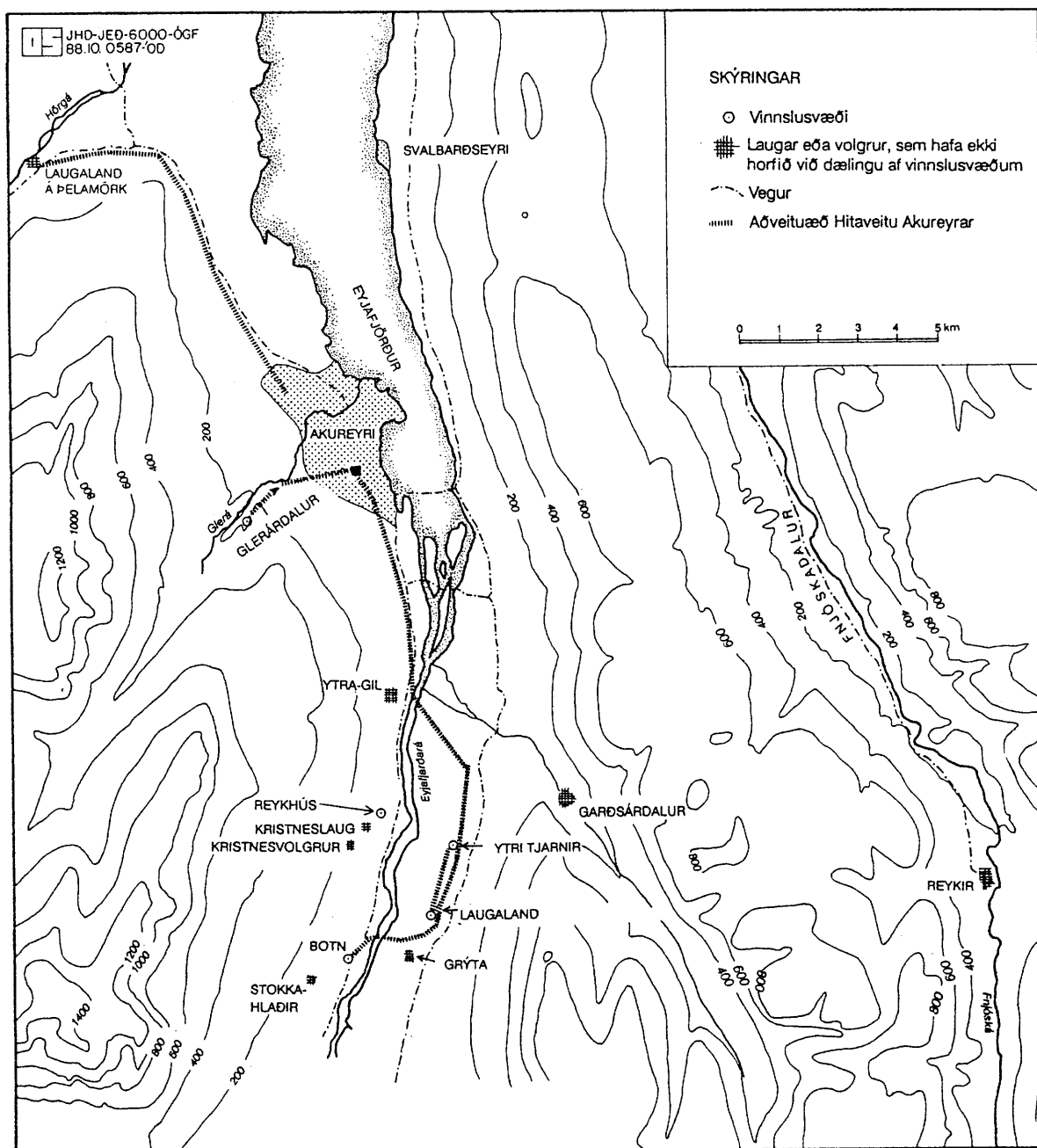
TÖFLUSKRÁ

1.	Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1995	8
2.	Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar	10
3.	Jarðhitasvæðið við Botn. Efnasamsetning vatns árið 1995	23
4.	Jarðhitasvæðið að Laugalandi. Efnasamsetning vatns árið 1995	24
5.	Jarðhitasvæðið að Ytri-Tjörnum. Efnasamsetning vatns árið 1995	25
6.	Reykhús og Glerárdalur. Efnasamsetning vatns árið 1995	26
7.	Laugaland á Þelamörk. Efnasamsetning vatns árið 1995	26
8.	Efnasamsetning vatns úr holu BN-1 í september 1995	27
9.	Yfirlit um ýmsa þætti varðandi orkubúskap Hitaveitu Akureyrar 1995	51

1. VINNSLA OG VATNSBORÐ

1.1 Gagnasöfnun

Árið 1995 vann Hitaveita Akureyrar heitt vatn á fimm jarðhitasvæðum: á Botni, Ytri-Tjörnum og Syðra-Laugalandi í Eyjafjarðarsveit, á Glerárdal og á Laugalandi á Þelamörk. Þetta var fyrsta heila árið sem hitaveitan nýtti jarðhitann á Laugalandi á Þelamörk. Mynd 1 sýnir staðsetningar þessara svæða. Eins og undanfarin ár var vatn úr borholum hitaveitunnar á Reykhúsum í Eyjafjarðarsveit og Reykjum í Fnjóskadal jafnframt nýtt til staðbundinnar hitunar. Auk þess hafa um 1,5 l/s af frárennslisvatni verið látnir renna í holu RW-9 á Reykhúsum frá því í byrjun október 1995.



Mynd 1. Yfirlitsmynd af vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar.

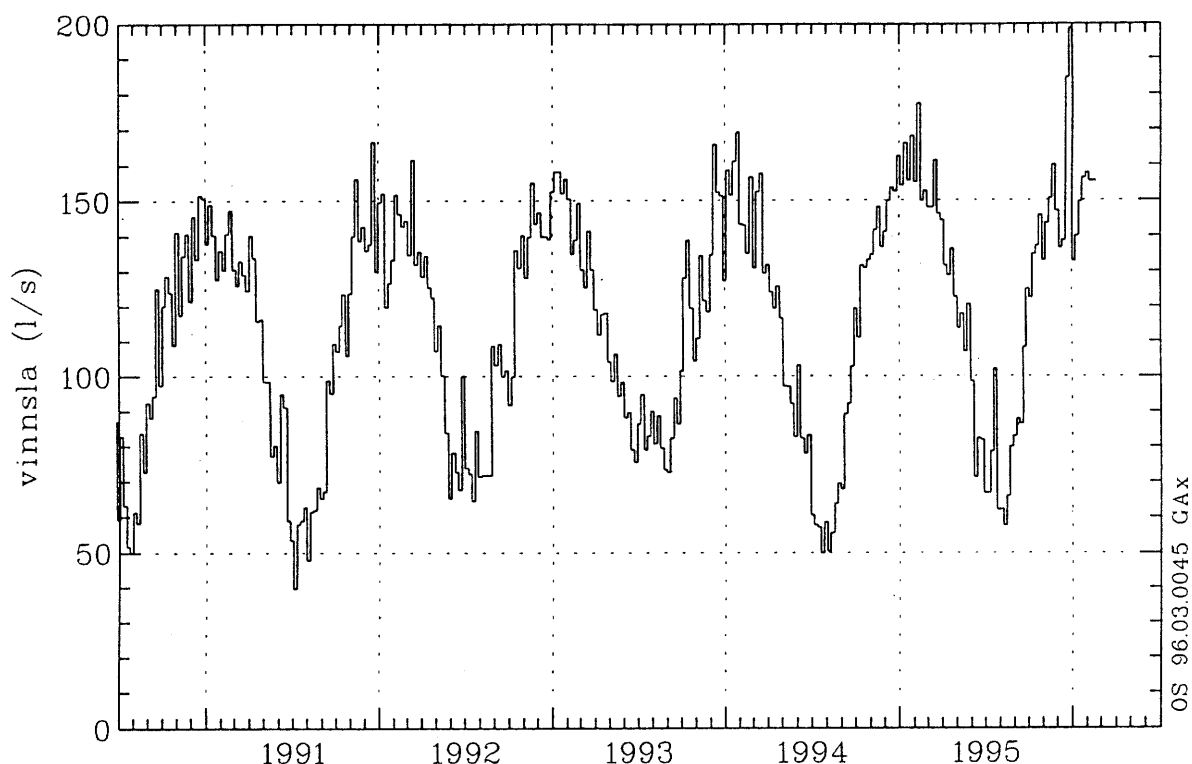
Hitaveita Akureyrar safnar vikulega gögnum um vinnslu og vatnsborð á vinnslusvæðunum. Vinnslan er mæld með aflesturum af rennslismælum og vatnsborð mælt í þeim vinnsluholum þar sem mælirör eru í lagi. Jafnframt er vatnsborð mælt í allmörgum öðrum borholum. Í töflu 1 er gefið yfirlit um mælingar á vinnslu og vatnsborði í holum Hitaveitu Akureyrar árið 1995. Auk þess var fylgst með hita og magni vatns sem rann niður í holu RW-9. Árið 1995 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 Pelamörk, HÝ-12 á Hrafnagili, LJ-6 og LG-9 á Syðra-Laugalandi, BÝ-2 og BÝ-4 á Botni og KW-2 á Klauf.

Tafla 1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1995.

Vinnslusvæði	Hola	Meðalvinnsla, augnabliksrennsli og hiti vatns	Vatnsborð
BOTN	BN-1 HN-10 BÝ-3	mælt vikulega mælt vikulega	mælirör bilað mælirör bilað mælt stöku sinnum
SYÐRA-LAUGALAND	LJ-5 LJ-7 LN-12 LJ-8 LN-10	mælt vikulega mælt vikulega mælt vikulega	mælirör bilað mælirör bilaði á árinu mælirör bilað mælt vikulega mælt vikulega
YTRI-TJARNIR	TN-4 TN-2	mælt vikulega	mælibún. bilaður mælt vikulega
GLERÁRDALUR	GYN-7	mælt vikulega	mælt vikulega
LAUGALAND Á PELAMÖRK	LÞN-11	mælt vikulega	mælt vikulega
REYKHÚS HRAFNAGIL GRÍSARÁ	RWN-7 HW-9 GG-1	u.þ.b. hálfsmán.lega	u.þ.b. hálfsmán.lega mælt reglulega mælt reglulega

1.2 Orkuvinnsla 1995

Í töflu 2 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu og orkuvinnslu á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar, ásamt annarri orkuvinnslu, til og með árinu 1995. Tölur um orkuvinnslu (GWh) eru nú reiknaðar út frá nákvæmari forsendum en áður, líkt og í síðustu tveimur vinnslueftirlitsskýrslum (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994b, 1995). Mynd 2 sýnir vikumeðaltöl heildarvinnslu jarðhita síðustu sex árin. Á töflunni sést að jarðhitavinnslan jókst nokkuð á árinu 1995, miðað við næstu þrjú árin þar á undan. Samtals var dælt um 123 l/s að meðaltali úr jarðhitasvæðunum fimm og nam heildarorkuvinnslan á þessum svæðum alls um 249 Gígawattstundum (GWh), sem er u.þ.b. 6 % aukning frá fyrra ári. Á Botni og Ytri-Tjörnum var meðalvinnslan þó ívið minni árið 1995



Mynd 2. Vikuleg heildarvinnsla jarðhita síðustu fimm árin.

en árið 1994 auk þess sem meðalvinnslan var töluvert minni á Syðra-Laugalandi. Hins vegar jókst ársmeðalvinnslan fyrst og fremst á Laugalandi á Þelamörk, eða úr 5 l/s í 14 l/s, til viðbótar við nokkra aukningu á Glerárdal.

Til viðbótar orkuvinnslu á jarðhitasvæðunum voru varmadælurnar nýttar í svipuðum mæli og undanfarin ár. Orkuframleiðsla þeirra var 9,7 GWh á síðasta ári. Auk þess voru 11,6 GWh framleiddar í rafskautakötlunum tveimur. Heildarorkuvinnslan 1995 var því 269,5 GWh og hafði aukist um 19,2 GWh frá árinu áður, eða um 7,7%.

Aukna heildarvinnslu má að hluta skýra með köldu veðurfari fyrstu mánuði ársins. Einnig þarf að hafa í huga að hluti Glæsibæjarhrepps bættist við veitusvæði Hitaveitu Akureyrar í nóvember 1994. Athygli vekur gríðarmikil vinnsla síðustu tvær vikur ársins (mynd 2), eða hátt í 200 l/s seinni vikuna. Ástæða þessa er að mjög kalt var í veðri þessar vikur.

Vinnslan á Syðra-Laugalandi var í raun nokkru minni en kemur fram í töflunni. Er það vegna þess að heitt vatn er látið renna niður í þær vinnsluholur, sem ekki eru í notkun hverju sinni (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1995). Er talið að það niðurrennsli jafngildi u.þ.b. 1 l/s að meðaltali á ári.

Ef litið er á vinnslu á einstökum vinnslusvæðum árið 1995 og hún borin saman við tölur yfir áætlaða vinnslugetu svæðanna til aldamóta, sem birtar eru í töflu 2, sést að árið 1995 var vinnsla á Botni mjög nálægt áætlaðri vinnslugetu. Vinnsla á Syðra-Laugalandi var töluvert minni en hún hefur verið árum saman, eða rúmlega 80% af áætlaðri vinnslugetu. Vinnsla á Ytri-Tjörnum og Laugalandi á Þelamörk var um 75% af langtíma vinnslugetu svæðanna. Á árinu 1995 var Glerárdalur eina svæðið þar sem vinnslan var nokkuð yfir áætlaðri vinnslugetu.

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

Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar																
Ár	Botn 82-86°C		Syðra- Laugaland 95°C		Ytri- Tjarnir 81°C		Glerár- dalur 60°C		Laugaland á þelamörk 91°C		Samtals		Varma- dætur	Raf- skauta- katlar	Svart- olíu- ketill	Heildar- orku- vinnsla
	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
1981	3,8	8,0	82,1	197,6	41,6	80,3	3,3	3,9	0,0	0,0	130,8	289,8	0,0	0,0	0,0	289,8
1982	28,5	58,8	65,8	158,4	28,1	54,3	23,4	27,9	0,0	0,0	145,8	299,4	0,0	0,0	0,0	299,4
1983	33,0	68,7	50,4	121,3	36,2	69,9	30,0	35,8	0,0	0,0	149,6	295,7	0,0	0,0	0,0	295,7
1984	32,7	68,7	38,3	92,4	35,0	67,8	27,3	32,7	0,0	0,0	133,3	261,6	13,5	0,0	0,0	275,1
1985	30,8	63,8	39,7	95,6	24,9	48,1	23,1	27,6	0,0	0,0	118,5	235,1	19,8	0,0	0,0	254,9
1986	30,3	62,5	30,9	74,4	21,7	41,9	18,8	22,4	0,0	0,0	101,7	201,2	15,1	0,0	0,0	216,3
1987	30,6	62,7	34,7	83,5	18,5	35,7	15,6	18,6	0,0	0,0	99,4	200,5	13,1	0,0	0,0	213,6
1988	28,4	58,6	42,5	102,6	19,6	37,9	15,3	18,3	0,0	0,0	105,8	217,4	12,3	0,0	0,0	229,7
1989	29,9	61,0	43,8	105,4	18,7	36,1	13,5	16,1	0,0	0,0	105,9	218,6	14,0	0,0	0,0	232,6
1990	28,9	58,8	47,2	113,6	19,1	36,9	15,9	19,0	0,0	0,0	111,1	228,3	12,3	0,0	0,0	240,6
1991	28,1	56,6	44,0	105,9	20,8	40,2	14,5	17,3	0,0	0,0	107,4	220,0	12,3	0,0	0,0	232,3
1992	29,5	59,3	42,0	101,3	30,1	58,3	12,9	15,4	0,0	0,0	114,5	234,3	9,6	0,0	0,0	243,9
1993	29,8	59,4	42,3	101,8	26,2	50,6	16,0	19,1	0,0	0,0	114,3	230,9	11,5	1,4	1,2	245,0
1994	30,7	60,8	41,3	99,4	25,5	49,2	12,1	14,4	4,9	11,0	114,5	234,8	10,9	4,6	0,0	250,3
1995	29,6	58,0	38,2	91,9	24,6	47,5	16,2	19,3	14,0	32,0	122,6	248,7	9,2	11,6	0,0	269,5
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 1995 (%)	98	98	83	83	74	74	108	108	74	75	86	84	77	83		84

1.3 Vatnsborðsbreytingar

Vatnsborðs- og vinnslugögn ársins 1995 fyrir vinnslusvæði Hitaveitu Akureyrar, ásamt Reykhúsum, eru birt á myndum 3 - 8 hér á eftir. Á þeim myndum eru gögn ársins 1994 einnig birt til samanburðar. Á myndum 9 - 16 eru birt vatnsborðs- og vinnslugögn frá upphafi vinnslu fyrir hvert vinnslusvæðanna og fyrir holu RWN-7 á Reykhúsum. Þar eru auk þess birt gögn um vatnsborð í holum GG-1 og HW-9 (myndir 11 og 12).

Á hinum mismunandi svæðum urðu vatnsborðsbreytingar árið 1995 eins og hér greinir:

- Vatnsborð í holu HN-10 á **Botni** var ekki mælt, því mælirör í holunni hefur verið bilað frá því í byrjun árs 1994. Lagt hefur verið til að hola BÝ-3 sé nýtt sem eftirlitshola, sérstaklega þegar svo stendur á. Vatnsborð í henni var þó aðeins mælt um tíma seinni hluta ársins. Vatnsborð í holu BÝ-2 var aðeins mælt einu sinni á árinu. Því er lítið hægt að segja um vatnsborðsbreytingar á svæðinu. Reyndar er talið að mjög líttill langtímaniðurdráttur verði í jarðhitakerfinu á Botni. Ástæða væri til að leggja áherslu á það að vatnsborð verði mælt vikulega í holu BÝ-3 í framtíðinni.
- Eftir að vatnsborð á **Syðra-Laugalandi** fór mjög djúpt í byrjun árs 1994, eða niður á 190 m dýpi í holu LJ-8, hefur það verið á hægri uppleið. Er það vegna minnkandi vinnslu á Syðra-Laugalandi eftir tilkomu vinnslu á Laugalandi á Þelamörk. Fyrri hluta árs 1995 fór vatnsborð í holu LJ-8 dýpst í 185 m, en um sumarið fór það hæst í 110 m. Sumarið 1994 fór það hins vegar hæst í um 125 m dýpi. Mjög snögg vatnsborðslækkun verður í lok ársins (mynd 4) þegar vinnslan var aukin mikið í tveggja vikna kuldakasti. Vatnsborðið jafnaði sig svo aftur eftir að dregið var úr dælingunni á ný. Vatnsborð í holu LN-10 fylgir vatnsborði í holu LJ-8 líkt og áður.
- Vatnsborð á **Ytri-Tjörnum** heldur áfram að lækka líkt og undanfarin ár. Vorið 1995 fór vatnsborð í holu TN-2 niður á 290 m dýpi, sem er um 10 m neðar en árið áður. Þessi lækkun stafar af því að árin 1992-95 var vinnslan mun meiri en næstu árin þar á undan. Nú í febrúarlök 1995 er vatnsborð í holu TN-2 á svipuðu dýpi og á sama tíma ári áður. Athygli vekur um 10 - 15 m lækkun vatnsborðs í holu TN-2 í janúar og febrúar 1996, sem síðan gengur til baka. Þessi lækkun á sér ekki skýringu í aukinni vinnslu á Ytri-Tjörnum. Líklegast er hér um áhrif frá hinni miklu aukningu í vinnslu sem varð á Syðra-Laugalandi í lok árs 1995. Þarna sjást greinileg tengsl milli þessara svæða. Útbúnaður til vatnsborðsmælinga í holu TN-4 var bilaður allt árið 1995.
- Vatnsborð á **Glerárdal** hefur haldist á svipuðu róli undanfarin ár. Þó fór vatnsborð fyrri hluta ársins ekki eins djúpt og árið áður, eða í um 188 m, sem stafar af mun lengra sumarhléi 1994 en 1993. Nú í febrúar 1996 var vatnsborð í holu GYN-7 á rúmlega 190 m dýpi, sem aftur stafar af styttra sumarhléi 1995 en 1994. Vatnsborð var hvorki mælt í holu GY-5 á síðasta ári né í holu GYN-7 í sumarhléinu 1995.
- Eftir að vinnsla hófst á **Laugalandi á Þelamörk**, í nóvember 1994 hefur vatnsborð í holu LPN-11 sveiflast í takt við vinnsluna, en þó haldist ofan 160 m dýpis.

Ekkert óeðlilegt kemur fram í vatnsborðsmælingum síðasta árs og eru þær í samræmi við vatnsborðsspár sem reiknaðar voru fyrir vinnslusvæðin fjögur í byrjun árs 1993 (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1993). Jafnframt eru vatnsborðsbreytingar á Laugalandi á Þelamörk í góðu samræmi við vatnsborðsspár reiknaðar að lokinni prófun svæðisins (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994a).

Á myndum 11 og 12 sést að vatnsborð í holum HW-9 og GG-1 breytist, eins og hingað til, í takt við vinnslu og vatnsborð á Syðra-Laugalandi. Á það bæði við um árssveiflur og langtíma-breytingar. Vatnsborð í þessum holum tók að hækka á ný eftir að hafa farið lækkandi frá árinu 1987.

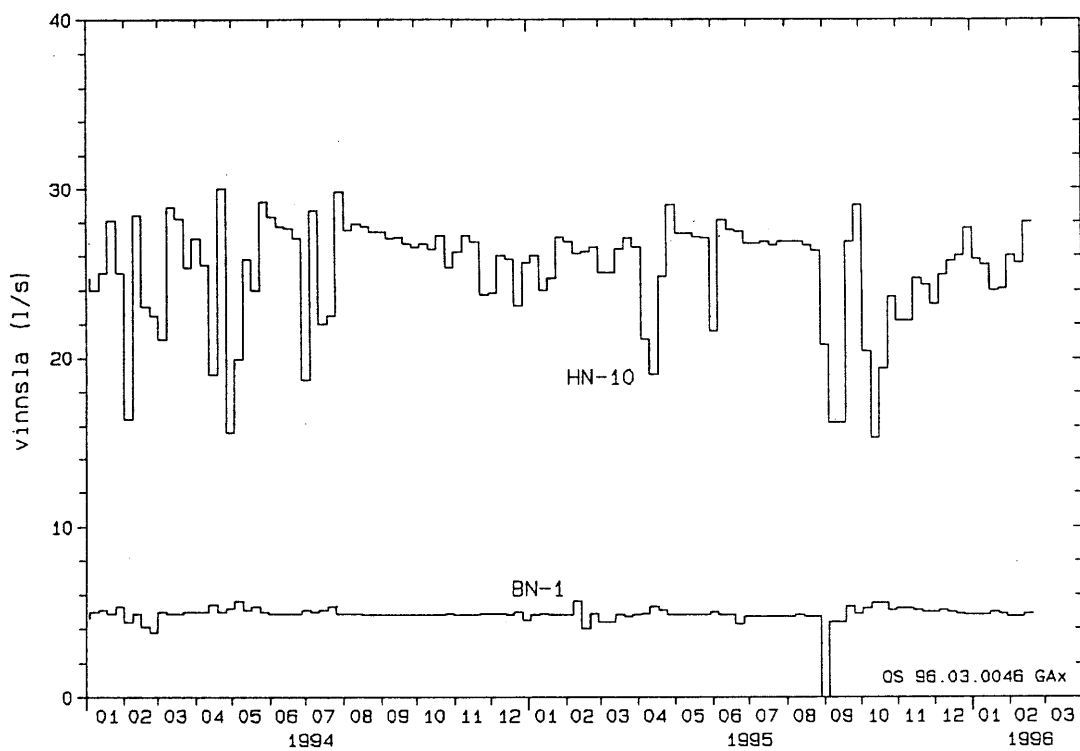
Vatnsborð og vinnsla á Reykhúsum er sýnd á myndum 8 og 16. Langtímabreytingar í holu RWN-7 hafa jafnan verið taldar fylgja langtímabreytingum á Ytri-Tjörnum, en vatnsborðstopp- ar og aðrar skammtímabreytingar virðast bæði tengjast breytingum í vinnslu úr holunni sjálfri og breytingum á Ytri-Tjörnum. Frá því í byrjun október 1995 hafa um 1,5 l/s af frárennslis- vatni verið látnir renna í holu RW-9 á Reykhúsum, eins og sýnt er á mynd 8. Þar sjást greini- lega áhrif niðurrennslisins, eða niðurdælingarinnar, í hækkun vatnsborðs í holu RWN-7. Virð- ist sú hækkun nema um 20 - 30 m.

2. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM

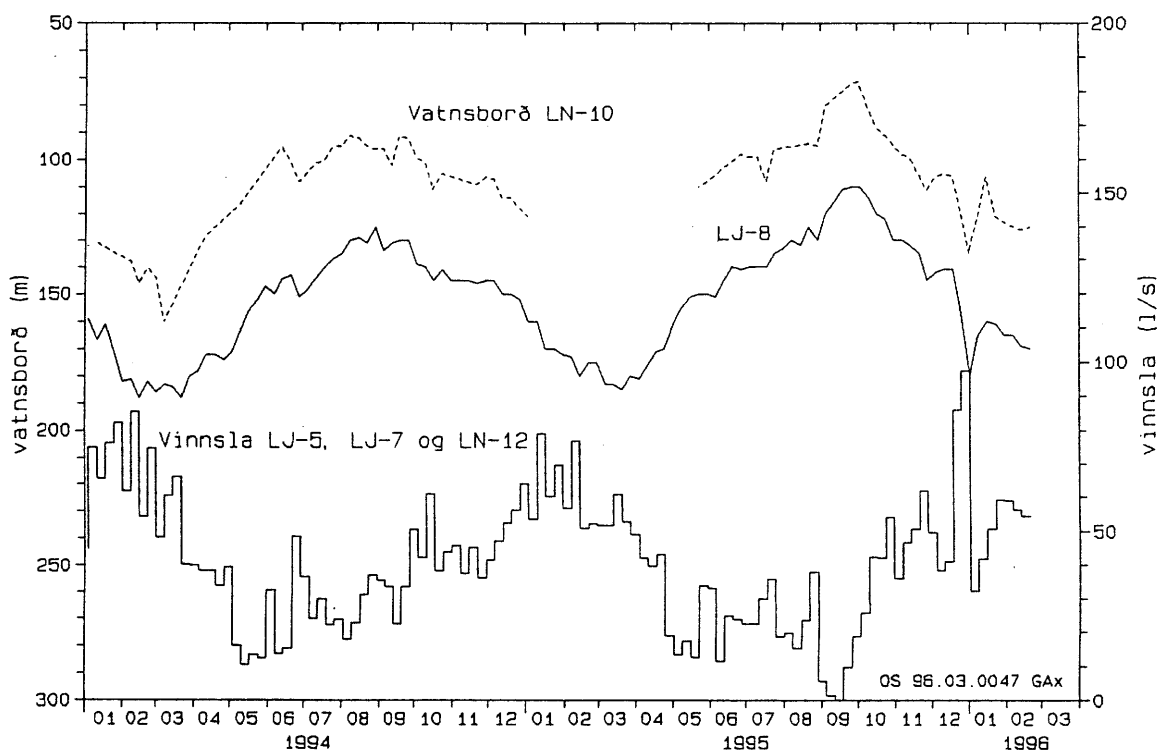
Hiti vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar er mældur vikulega (tafla 1). Nokkrum sinnum hefur verið skipt um hitamæla eða aðrar breytingar gerðar, sem valdið hafa innbyrðis ósamræmi í mælingunum, og hefur verið reynt að leiðrétta eldri mælingar fyrir þessu ósamræmi (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994b). Mánaðarmeðaltöl hitamælinga úr einstökum holum, allt frá árinu 1981, eru sýnd á myndum 17 - 24 (bls. 20-22).

Eins og áður þá eru einu verulegu breytingarnar á vatnshita þær að hiti vatns úr holu HN-10 heldur áfram að lækka. Í lok árs 1995 mælist hiti vatns úr holunni í fyrsta skipti undir 80 °C. Seinna í þessari skýrslu verður fjallað nánar um kólnun vatns úr holu HN-10. Hvað varðar hita vatns úr öðrum holum, þá mælist nokkru lægri hiti úr holu BN-1 í lok árs 1995 en að jafnaði áður. Lækkun hita vatns úr holu LPN-11 í lok sumars 1993 tengist minnkun vinnslu úr holunni (mynd 15). Hiti úr öðrum holum sveiflast nokkuð á síðasta ári, en ekki marktækt að talið er. Meðalhiti vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar var sem hér segir árið 1995:

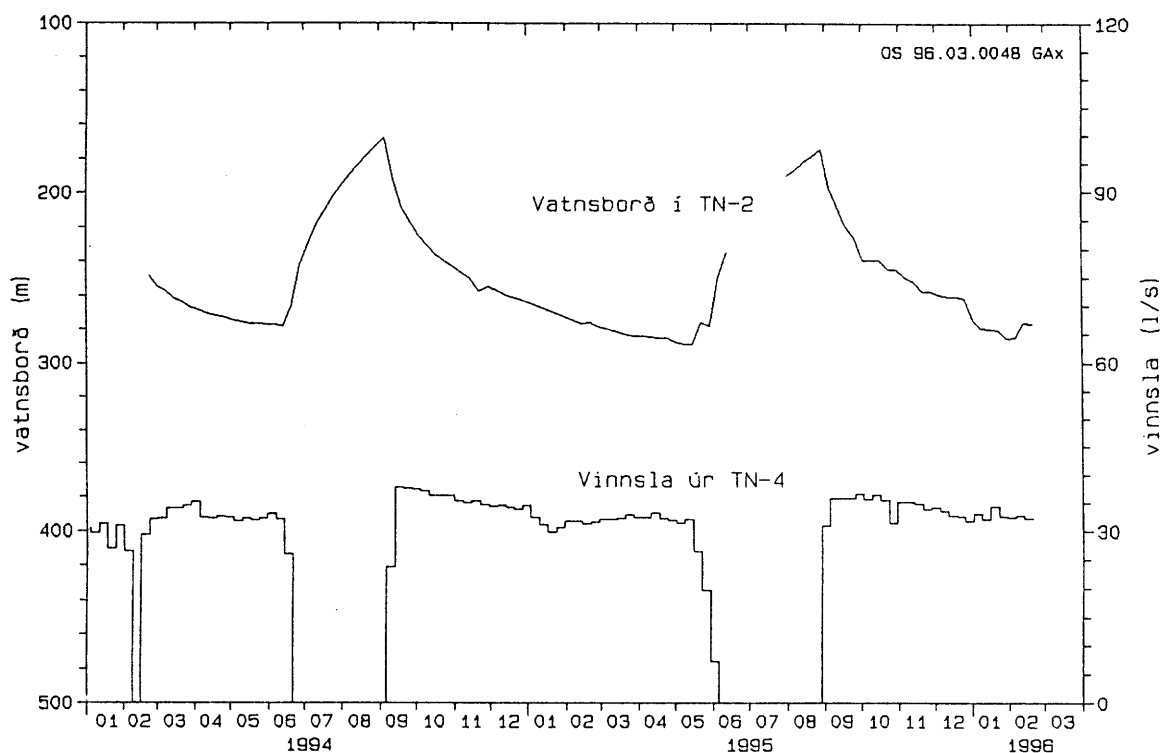
HN-10 Botni	80,1 °C
BN-1 Botni	93,0 °C
LJ-5 Syðra-Laugalandi	94,1 °C
LJ-7 Syðra-Laugalandi	94,1 °C
LN-12 Syðra-Laugalandi	96,0 °C
TN-4 Ytri-Tjörnum	80,6 °C
GYN-7 Glerárdal	60,3 °C
LPN-11 Laugalandi á Þelamörk	91,4 °C



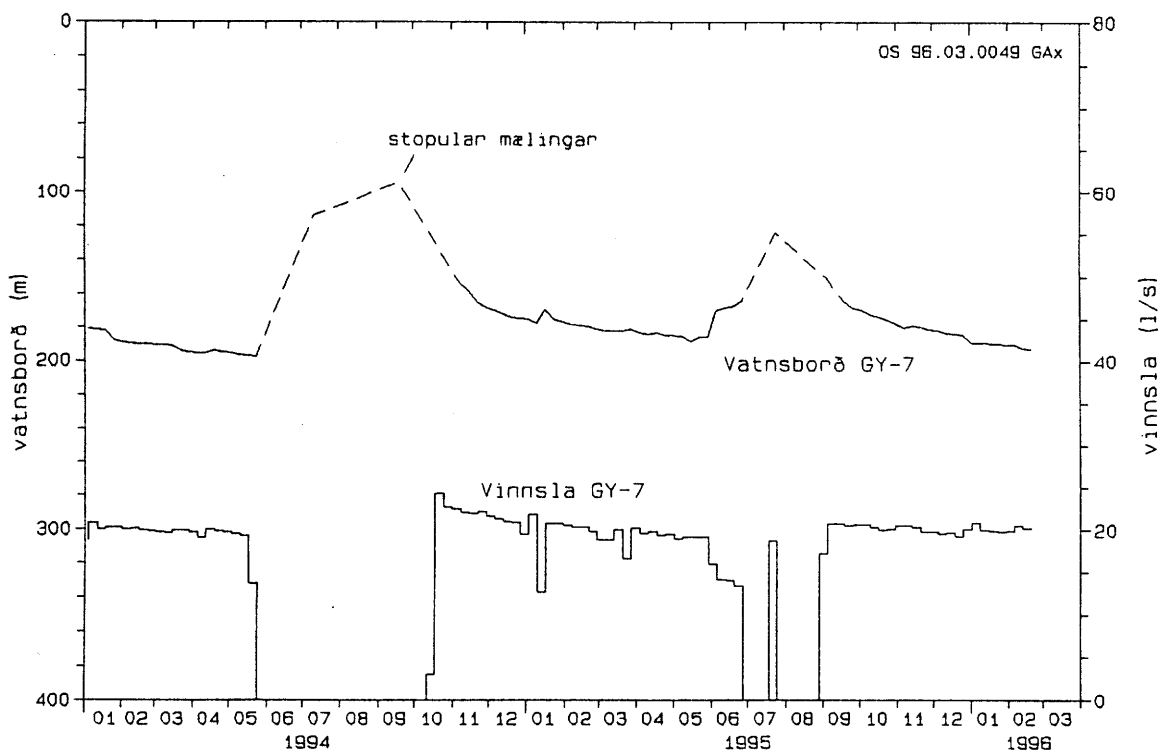
Mynd 3. Vinnsla úr holum HN-10 og BN-1 á Botni árin 1994 og 1995.



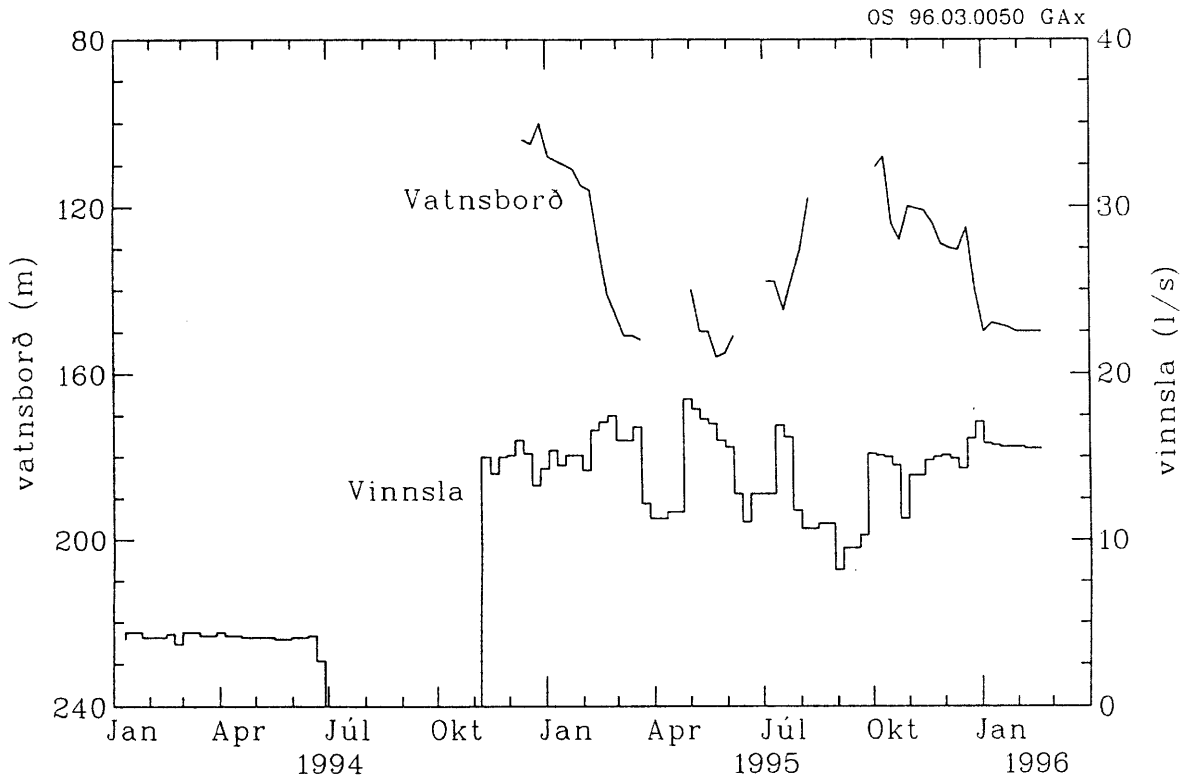
Mynd 4. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1994 og 1995.



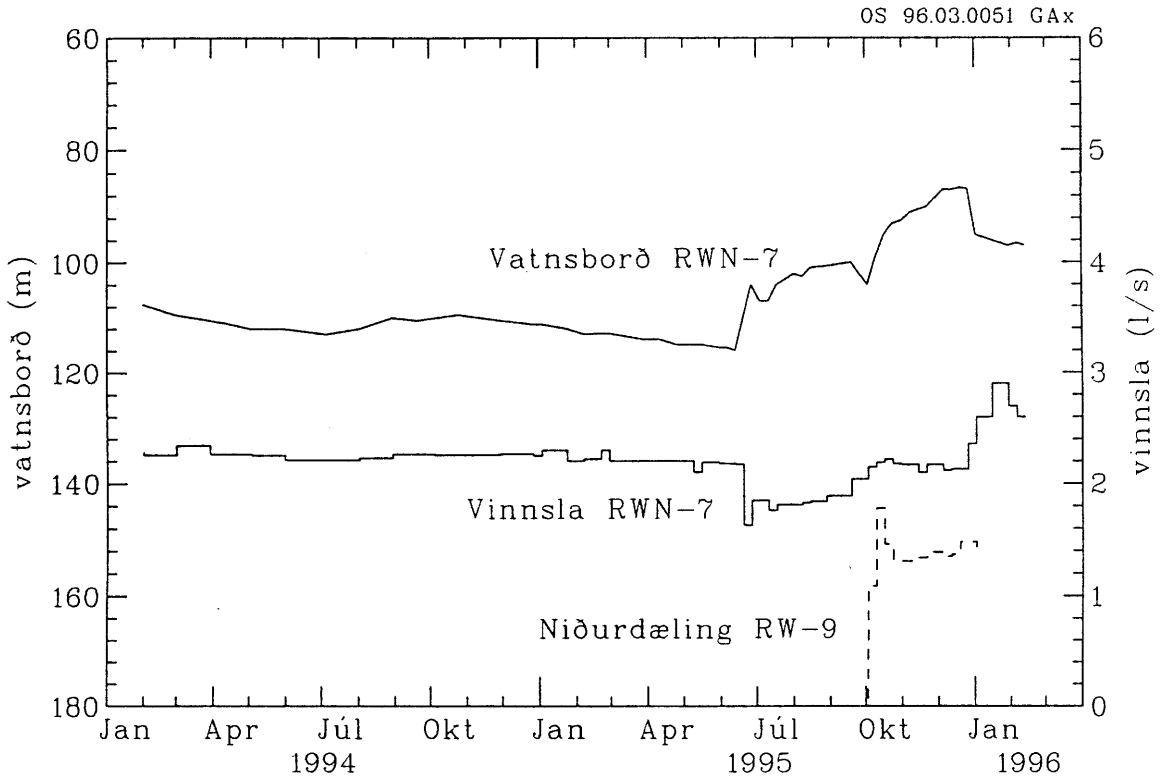
Mynd 5. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1994 og 1995.



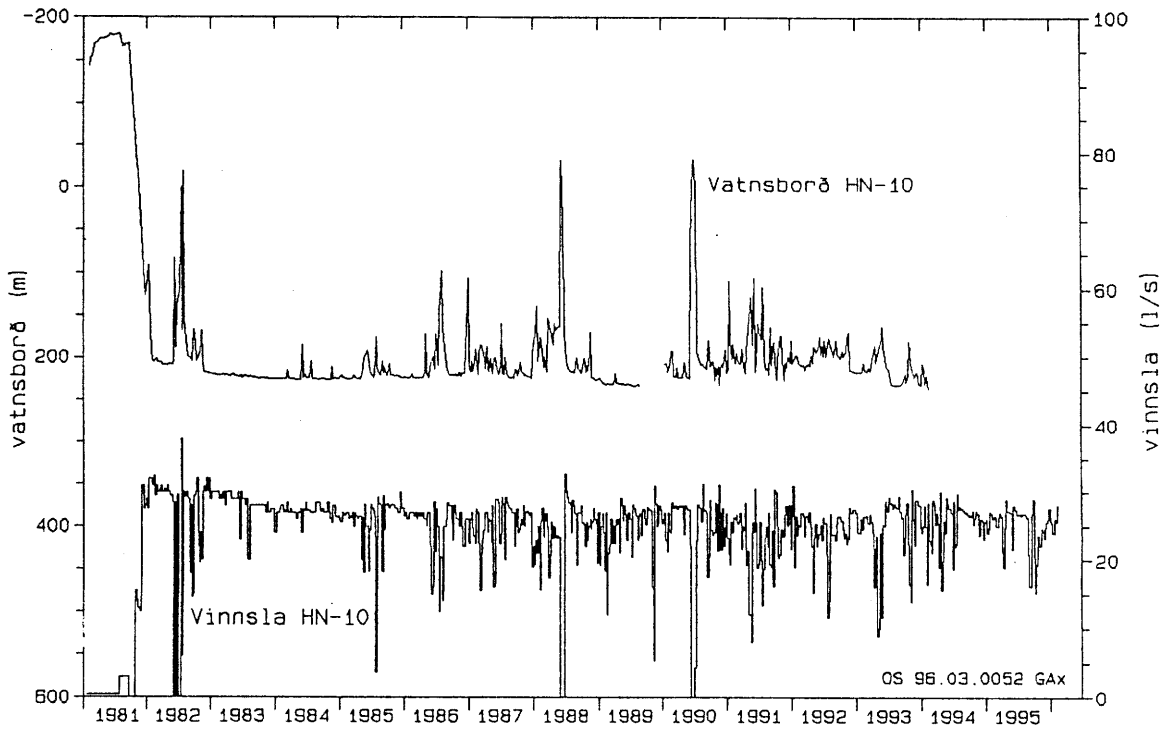
Mynd 6. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1994 og 1995.



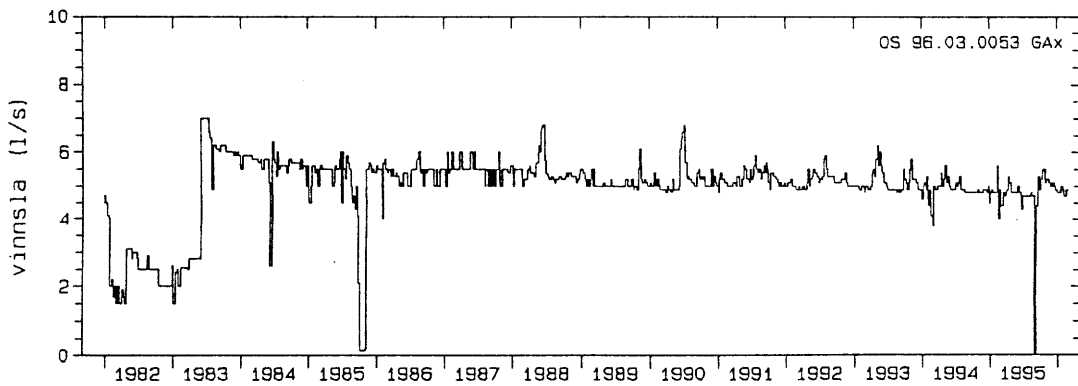
Mynd 7. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1994 og 1995.



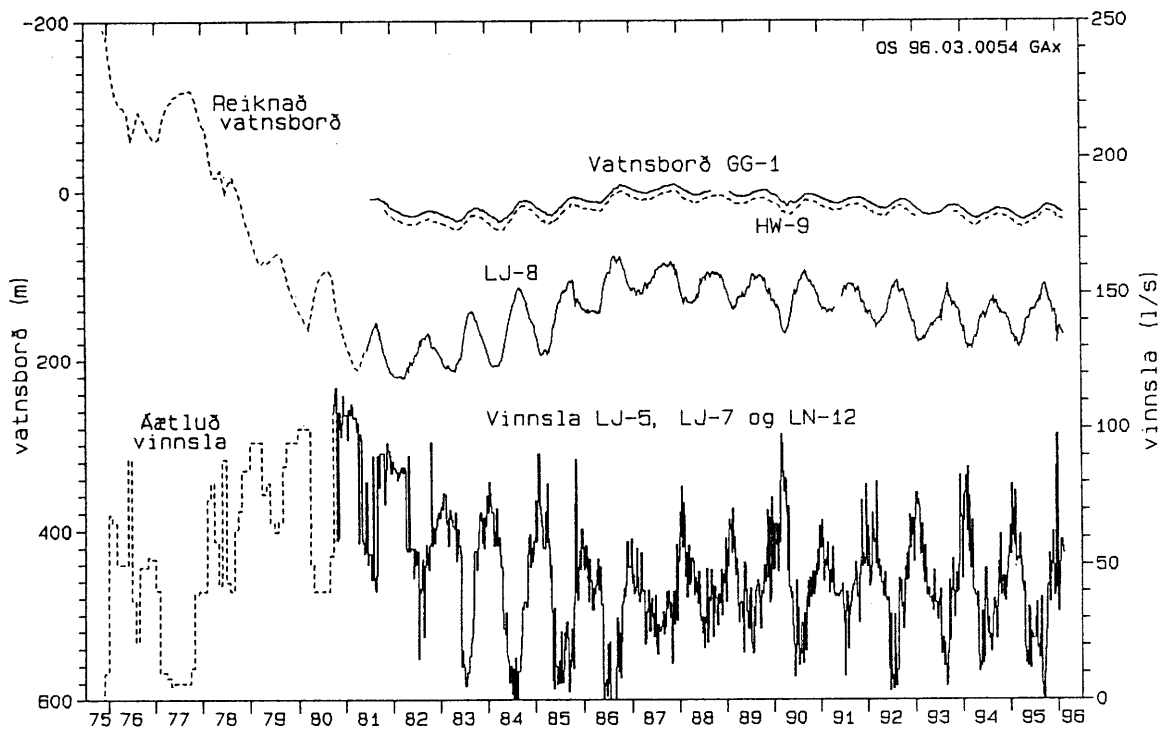
Mynd 8. Vinnsla, niðurdæling og vatnsborð á Reykhúsum árin 1994 og 1995.



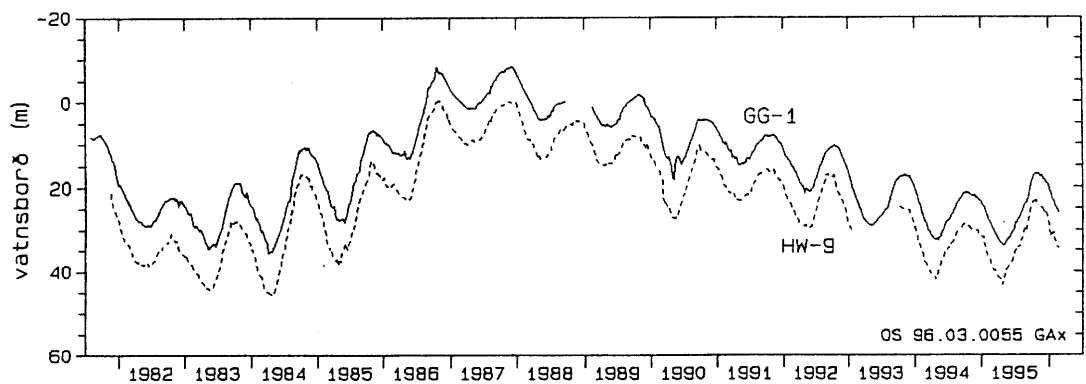
Mynd 9. Vinnsla og vatnsborð holu HN-10 árin 1982 - 1995.



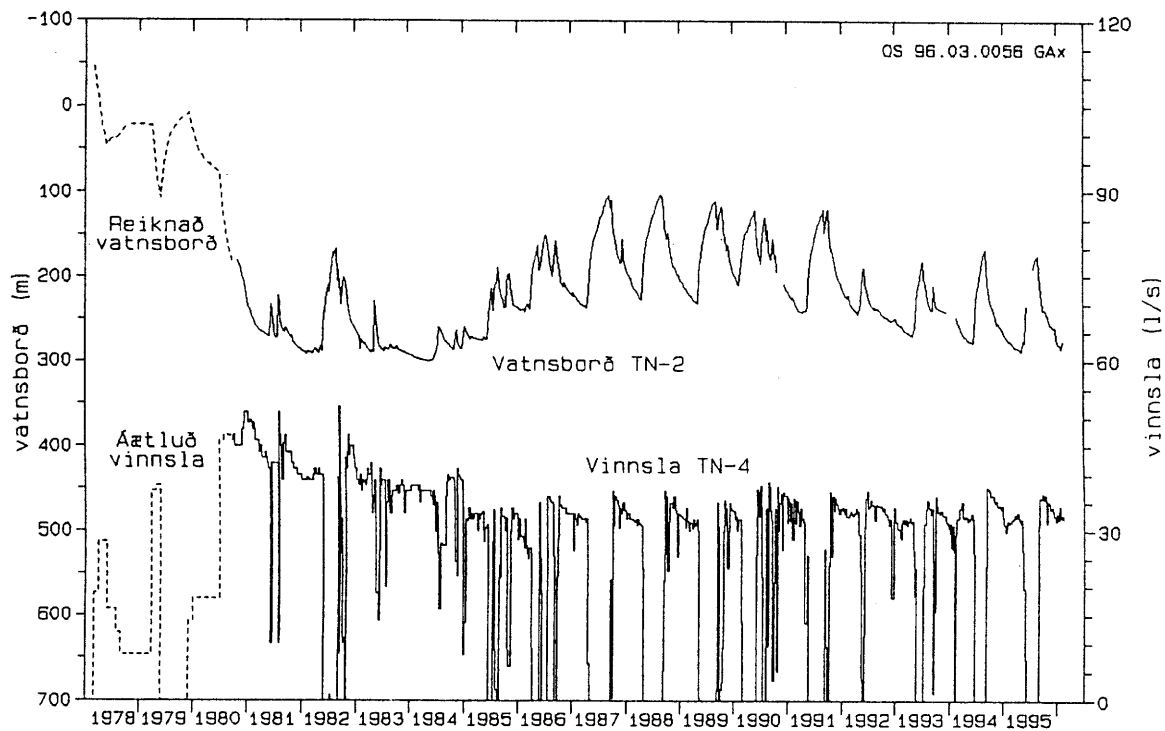
Mynd 10. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1982 - 1995.



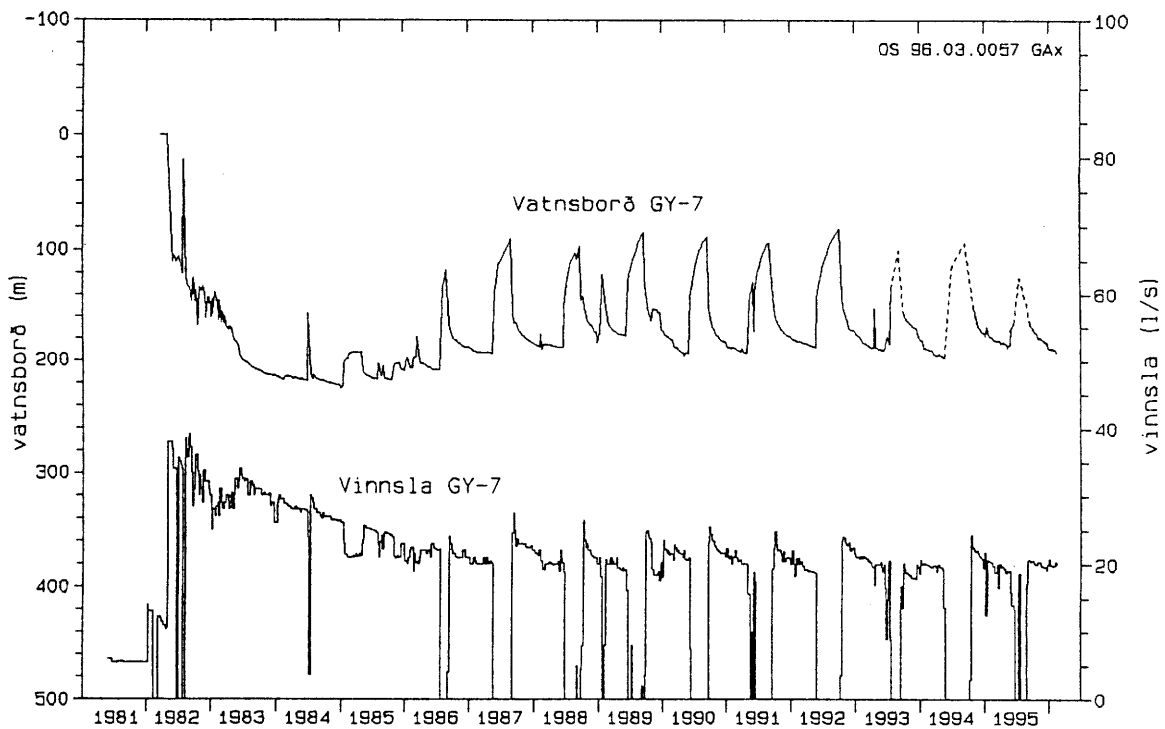
Mynd 11. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1976 - 1995 og vatnsborð í holum GG-1 og HW-9.



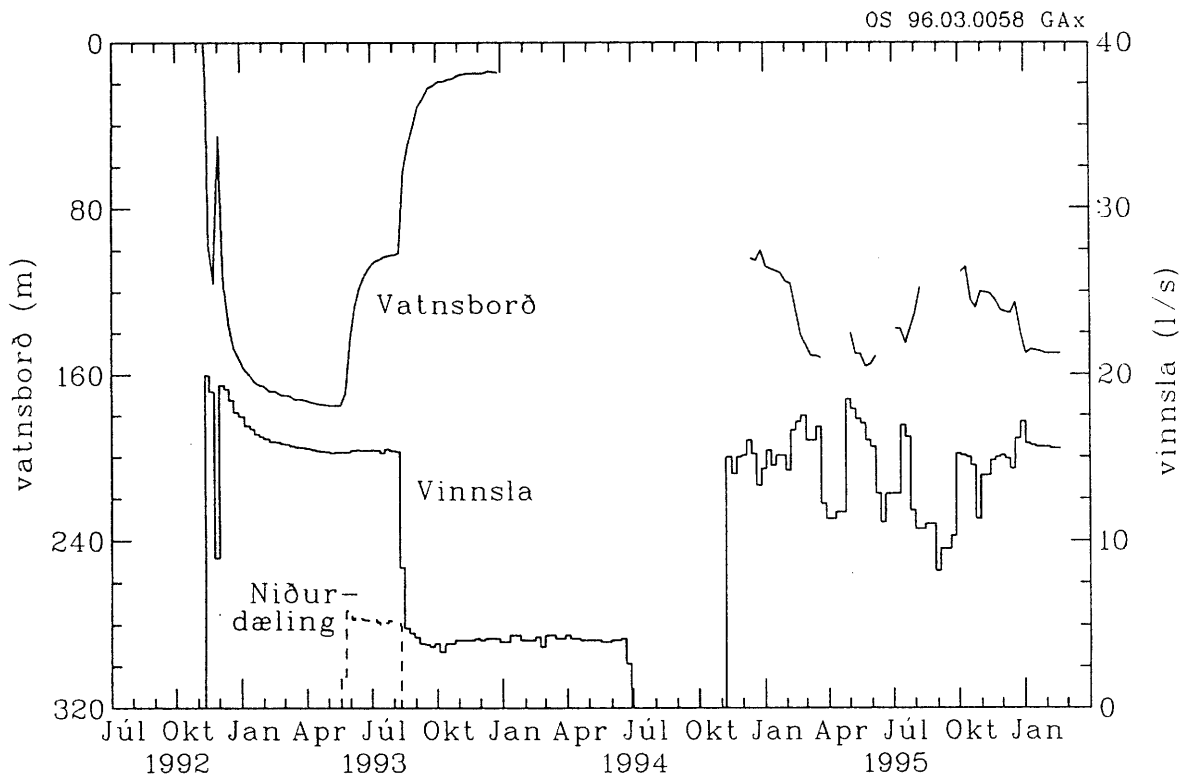
Mynd 12. Vatnsborð í holu HW-9 á Hrafnagili og holu GG-1 á Grísará árin 1982 - 1995.



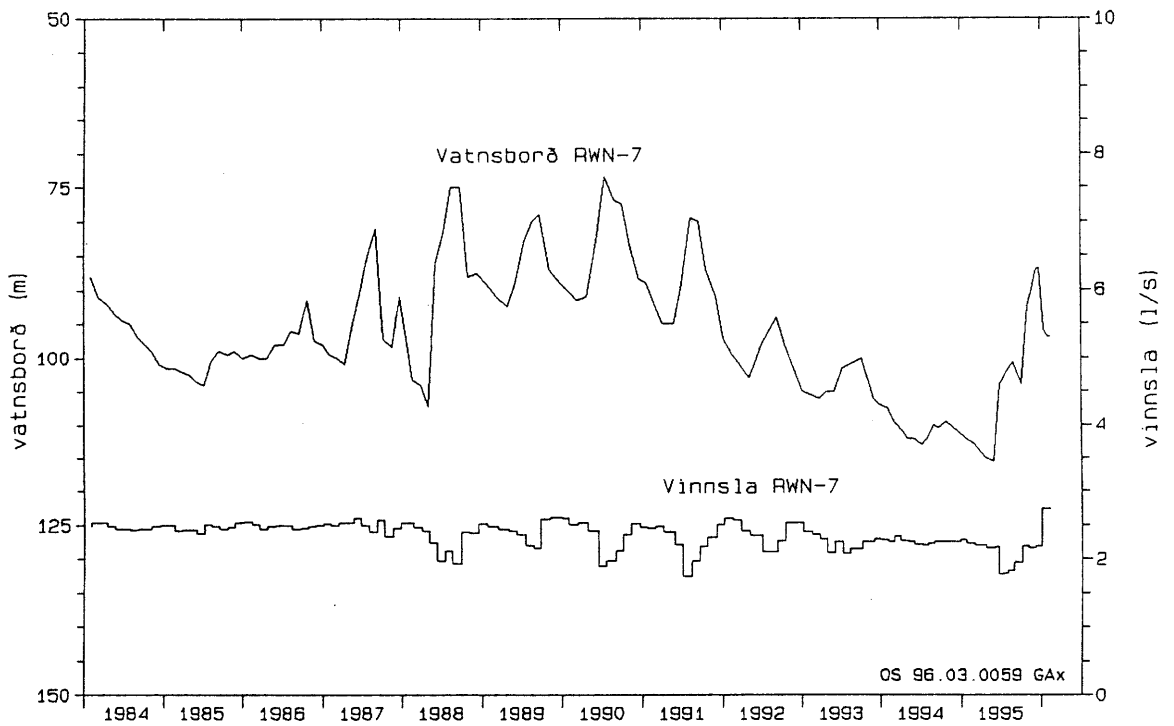
Mynd 13. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1978 - 1995 og í holu RWN-7.



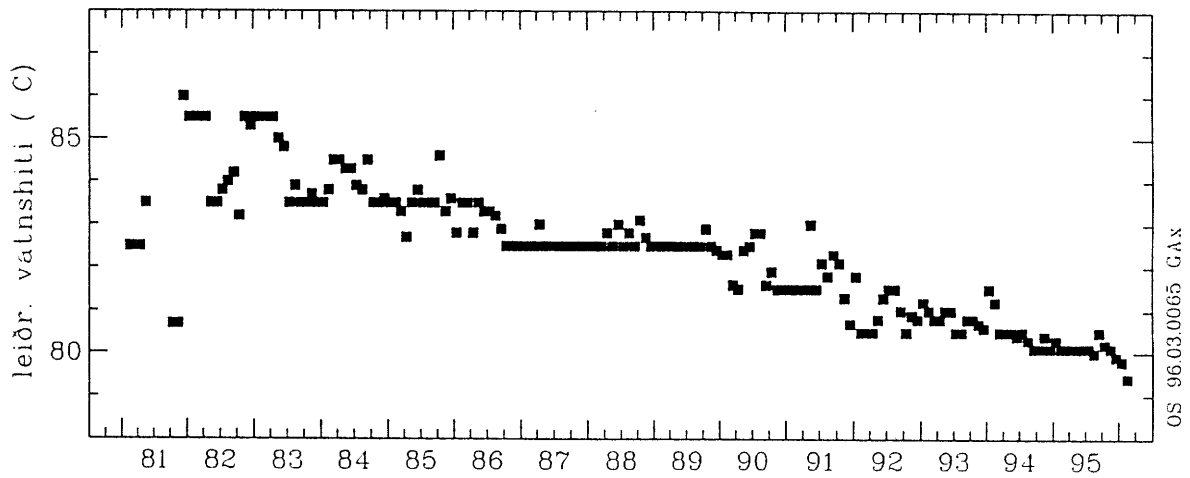
Mynd 14. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1982 - 1995.



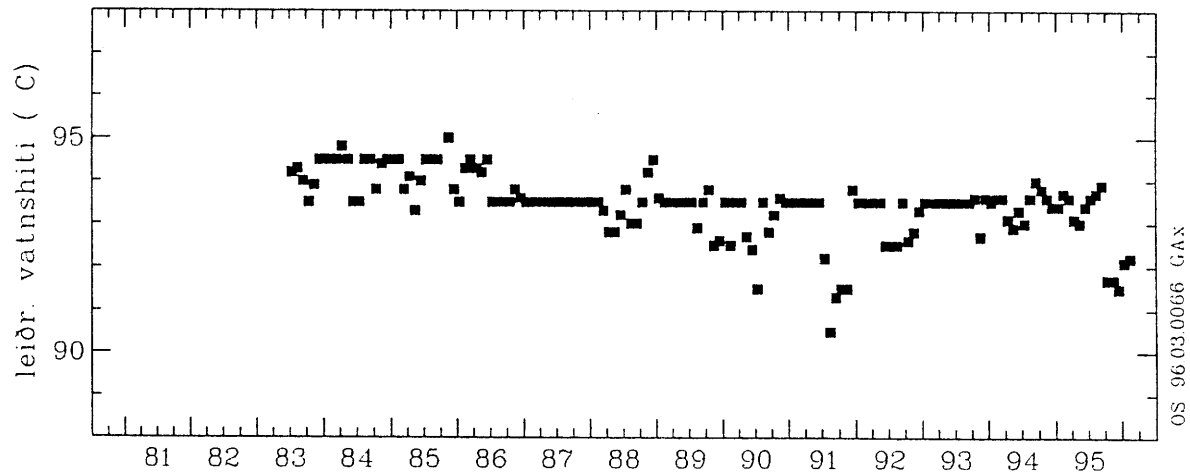
Mynd 15. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1992 - 1995.



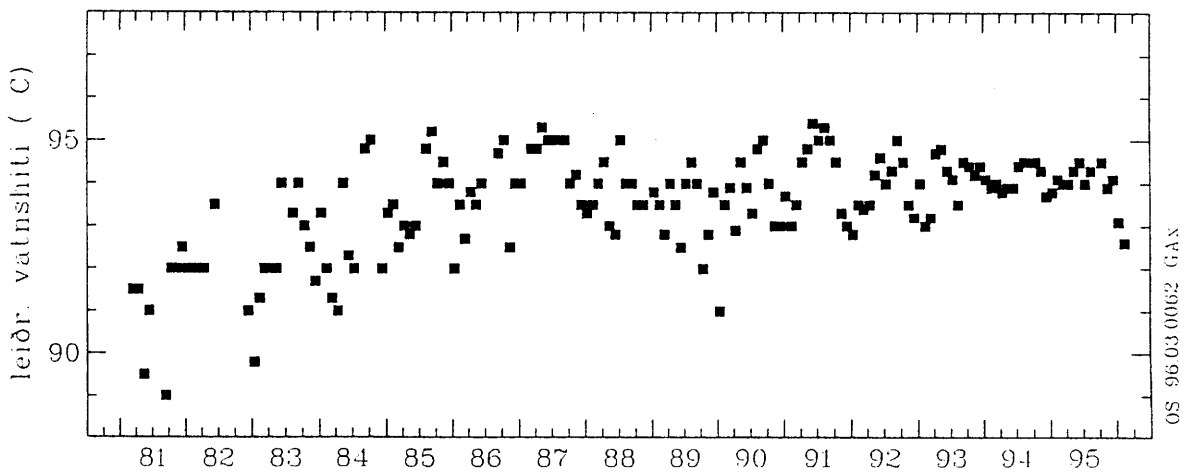
Mynd 16. Vinnsla og vatnsborð holu RWN-7 á Reykhúsum árin 1984 - 1995.



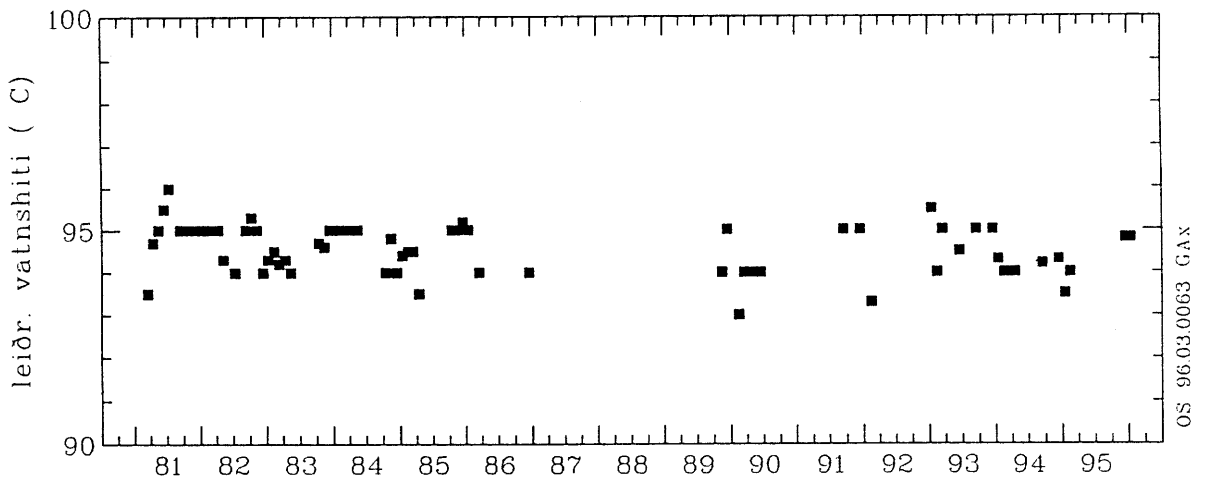
Mynd 17. Hiti vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1981 - 1995.



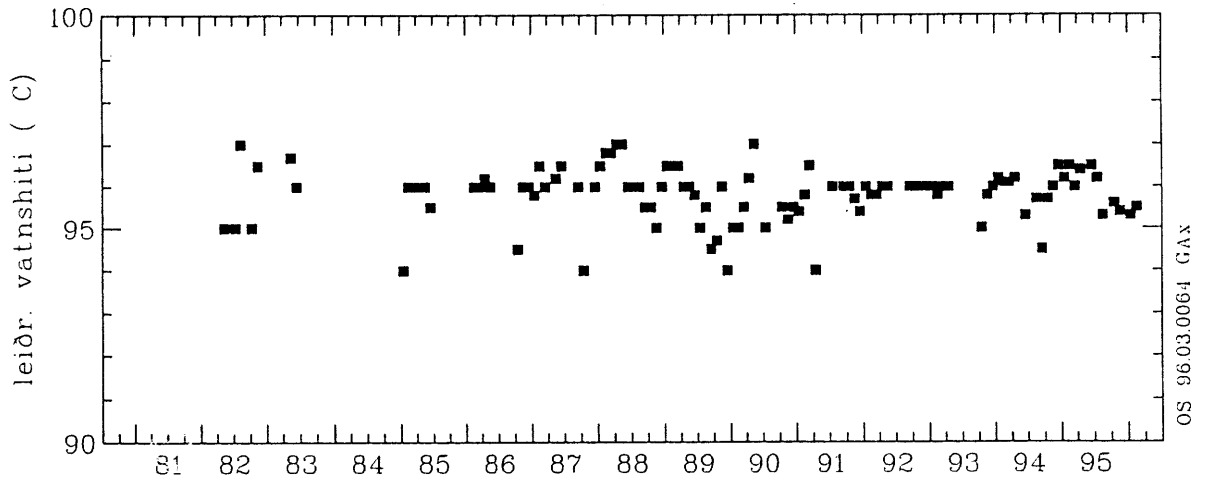
Mynd 18. Hiti vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1983 - 1995.



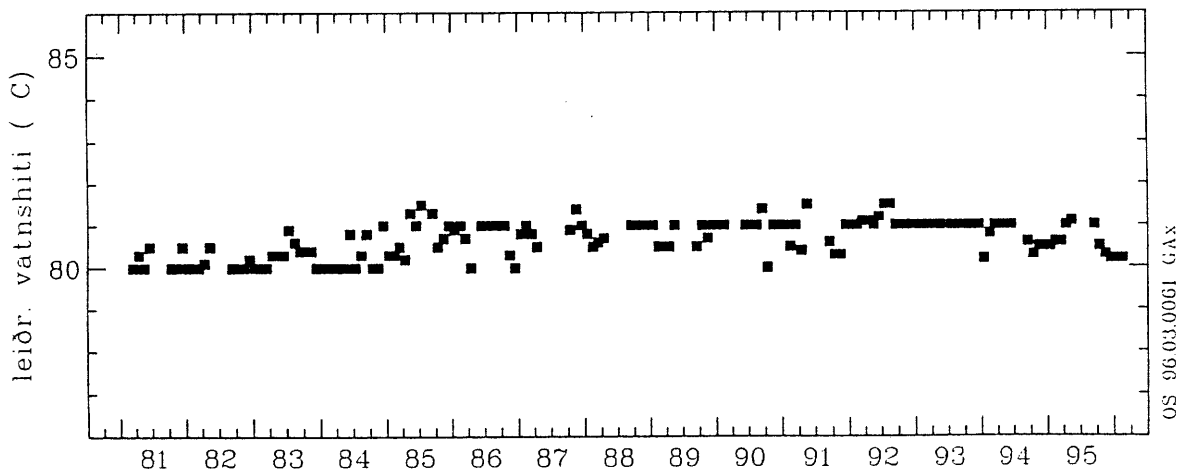
Mynd 19. Hiti vatns úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1995.



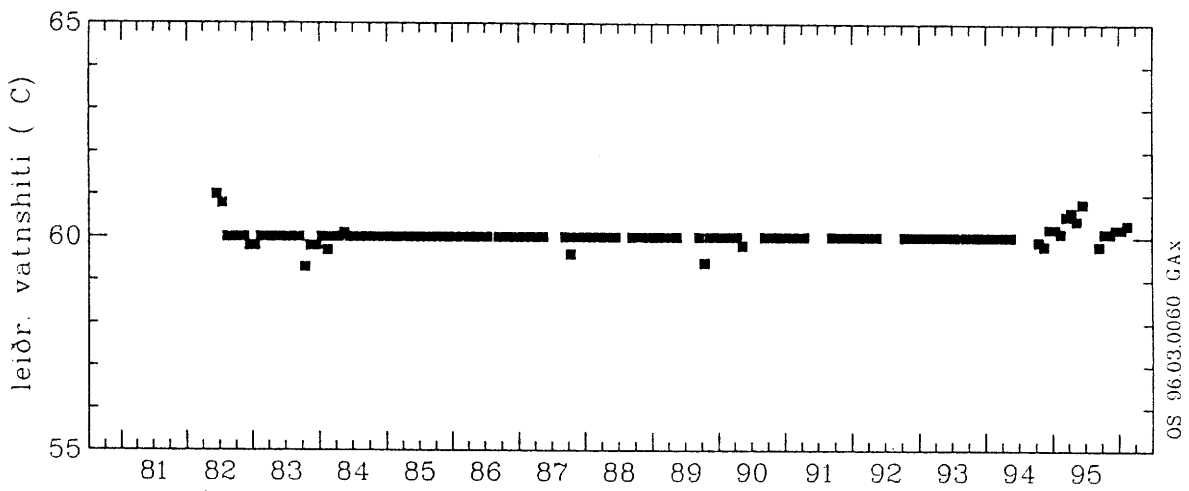
Mynd 20. Hiti vatns úr holu LJ-7 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1995.



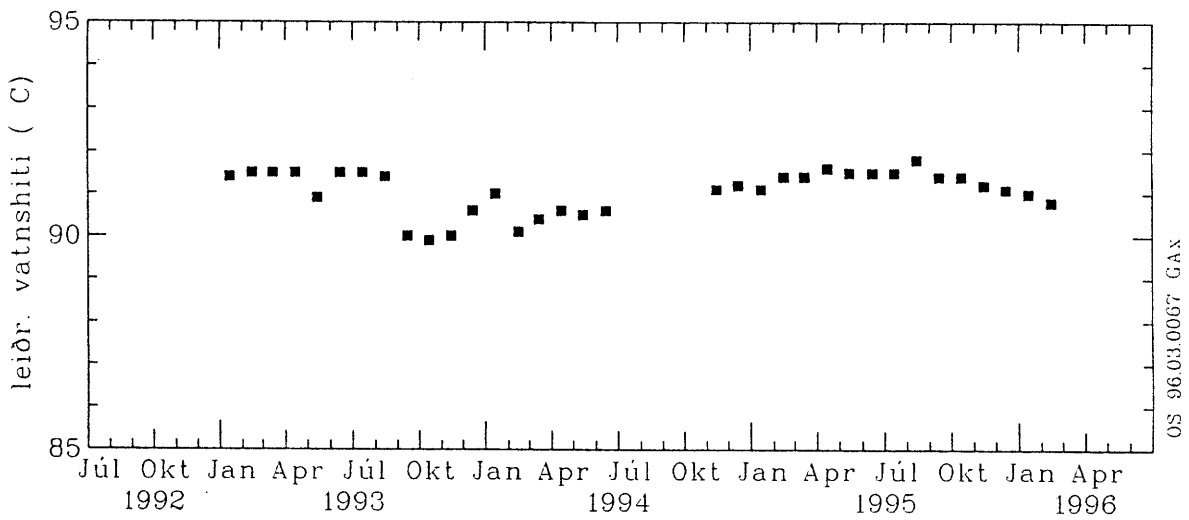
Mynd 21. Hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi árin 1982 - 1995.



Mynd 22. Hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árin 1981 - 1995.



Mynd 23. Hiti vatns úr holu GYN-7 á Glerárdal árin 1982 - 1995.



Mynd 24. Hiti vatns úr holu LPN-11 á Laugalandi á Þelamörk árin 1992 - 1995.

3. EFNAINNIHALD

Haustið 1995 voru tekin sex sýni til heildarefnagreiningar af vatni úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar. Starfsmenn Orkustofnunar tóku þessi sýni í nóvember og um leið var samkvæmt venju mælt súrefni bæði úr holum og á kerfinu, auk þess sem sulfít var mælt til að kanna hvort íblöndun í kerfið væri hæfileg. Starfsmaður Hitaveitunnar tók síðan sýni til hlutgreininga í febrúar, maí og september úr nokkrum holum. Hversu margar þær voru hverju sinni réðist af því hvaða holur voru í gangi þegar sýnataka fór fram. Þannig liggja nú fyrir ársfjórðungslegar efnagreiningar nokkurra aðalefna úr þremur holum, þrjár greiningar úr öðrum þremur holum, en ein eða tvær úr tveimur holum. Niðurstöður þessarar greininga eru birtar í töflum 3-7. Þá eru að venju niðurstöður greininga fjögurra aðalefna teiknuð inn á myndir 25 - 33 sem sýna breytileika þeirra frá upphafi vinnslu. Í september 1995, þegar tekin var upp dæla úr holu BN-1, voru tekin djúpsýni úr holunni til að freista þess að ná sýnum af einstökum vatnsæðum og kanna efnasamsetningu þeirra. Starfsmaður Orkustofnunar tók sýnin. All voru tekin 3 sýni, eitt á 890 m dýpi (dýpra varð ekki komist), eitt á 500 m dýpi og eitt við holutopp. Heildarefnagreining var gerð á sýninu frá 890 m dýpi og eru niðurstöður birtar í töflu 8 (bls. 25).

Jarðhitasvæðið við Botn

Tafla 3 sýnir niðurstöður efnagreininga sem voru gerðar á árinu á vatni úr holum BN-1 og HN-10. Við skulum fyrst skoða holu BN-1. Mynd 25 sýnir breytileikann í kísli, flúoríði, klóríði, og hlutfalli súrefnisísótópa frá upphafi vinnslu. Í stuttu máli virðist engin marktæk breyting hafa orðið í efnasamsetningu vatnsins í allmörg ár, en ársfjórðungsleg sýnataka hefur leitt í ljós talsverðar sveiflur í styrk sumra efna. Svo virðist sem klóríðríkar vatnsæðar séu jafnframt flúor-snauðar.

Tafla 3. Jarðhitasvæðið við Botn. Efnasamsetning vatns árið 1995 (mg/l).

Hola	BN-01			HN-10			
	95-02-07 Númer 95-0011	95-05-16 95-0079	95-11-08 95-0310	95-02-07 95-0009	95-05-16 95-0078	95-09-05 95-0271	95-11-08 95-0309
Hiti (°C)	93,7	93,4	91,0	80,0	80,1	80,0	-
Sýrustig (pH/°C)	-	-	9,87/17,3	-	-	-	9,93/16,9
Kísill (SiO ₂)	89,5	90,4	89,6	69,5	70,8	70,6	71,0
Natríum (Na)	-	-	54,5	-	-	-	46,3
Kalíum (K)	-	-	1,1	-	-	-	0,7
Kalsíum (Ca)	-	-	4,5	-	-	-	3,6
Magnesium (Mg)	0,003	0,004	0,000	0,004	0,005	0,003	0,000
Karboronat (CO ₂)	-	-	19,8	-	-	-	28,8
Sulfat (SO ₄)	53,4	54,2	51,4	36,3	36,5	36,5	36,3
Brennist. vetni (H ₂ S)	-	-	0,09	-	-	-	0,07
Klóríð (Cl)	11,6	13,2	11,7	7,5	7,6	7,8	7,8
Flúoríð (F)	0,58	0,54	0,58	0,49	0,47	0,48	0,50
Brómíð (Br)	0,027	-	-	0,021	-	-	-
Bór (B)	-	-	-	-	-	-	-
Uppleyst efni	-	-	233	-	-	-	158
Súrefni (O ₂)	-	-	0	-	-	-	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,78	-13,86	-13,78	-13,49	-13,53	-	-13,56

- ekki mælt

Í töflu 8 eru sýndar niðurstöður greininga á djúpsýnum, sem voru tekin við upptekt dælu síðastliðið haust. Sýni af 890 m dýpi var heildarefnagreint, en í sýnum af 500 m dýpi og við holutopp voru aðeins greind fáein efni. Haft var í huga að ef kæmi fram munur á þeim efnum væri rétt að heildarefnagreina þau sýni líka. Enginn munur kom fram í efnasamsetningu eftir dýpi. Það útlókar þó ekki mun á vatni úr æðum í holunni, en sýnir einungis að ein samsetning muni vera ráðandi í rennslinu upp holuna.

Breyting í helstu efnum í holu HN-10 er sýnd á mynd 26. Þar hefur orðið breyting á styrk helstu efna frá upphafi vinnslu og fram til ársins 1992 að minnsta kosti. Þessar breytingar sjást fyrst og fremst í lækkuðum styrk kísils og flúoríðs, og hækkun í hlutfalli súrefnissíótópa. Til þess að glöggva sig á hvort þessi sama breyting í efnasamsetningu heldur áfram eftir 1992 eru styrkur þriggja efna teiknaður sem fall af tíma fyrir tímabilið 1992 - 1995 en í stærri mælikvarða (myndir 27 og 28). Mynd 27 sýnir klóríð og flúoríð á sömu mynd, en mynd 28 sýnir kísil og flúoríð á sömu mynd. Breytingin er ekki tölfræðilega marktæk, en ákveðin tilhneiging virðist þó vera fyrir hendi líkt og á tímabilinu 1987-1992. Styrkur klóríðs virðist vera að hækka, en styrkur kísils og flúoríðs að lækka. Vatnið úr holunni hefur kólnað um 5°C frá upphafi vinnslu.

Syðra-Laugaland

Á árinu 1995 voru alls tekin fjögur sýni úr holum að Syðra-Laugalandi. Eitt hlutsýni var tekið úr holu LJ-7, tvö hlutsýni og eitt heilsýni úr holu LJ-5. Niðurstöður eru í töflu 4. Hóla LJ-7 hefur ekki verið undir reglubundnu eftirliti undanfarin ár. Efnasamsetning þessa hlutsýnis er sambærileg við samsetninguna þegar síðast var efnagreint úr holunni 1993. Mynd 29 sýnir að ekki hefur orðið marktæk langtímabreyting á efnasamsetningu í holu LJ-5 síðustu árin, en sveiflur sjást vel frá 1992.

Tafla 4. Jarðhitasvæðið að Laugalandi. Efnasamsetning vatns árið 1995 (mg/l).

Hóla	LJ-07	LJ-05		
	95-02-07 95-0010	95-02-07 95-0013	95-05-16 95-0081	95-11-08 95-0313
Hiti (°C)	93,7	94,1	94,2	93,6
Sýrustig (pH/°C)	-	-	-	9,88/17,3
Kísill (SiO ₂)	98,6	98,1	96,7	98,8
Natríum (Na)	-	-	-	53,4
Kalíum (K)	-	-	-	1,1
Kalsíum (Ca)	-	-	-	2,9
Magnesíum (Mg)	0,003	0,003	0,002	0,00
Karbónat (CO ₂)	-	-	-	13,1
Súlfat (SO ₄)	38,0	39,0	38,7	38,6
Brennist.vetni (H ₂ S)	-	-	-	0,09
Klóríð (Cl)	10,9	14,9	13,3	13,6
Flúoríð (F)	0,41	0,35	0,37	0,38
Uppleyst efni	-	-	-	243
Súrefni (O ₂)	-	-	-	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,30	-13,30	-13,36	-13,31

- ekki mælt

Ytri-Tjarnir

Tafla 5 sýnir efnasamsetningu fjögurra sýna sem tekin voru árið 1995 úr holu TN-4. Þar af er eitt heilsýni. Ekki sjást þar marktækar breytingar en á mynd 30 sjást sveiflur líkt og í öðrum holum.

Tafla 5. Jarðhitasvæðið að Ytri-Tjörnum. Efnasamsetning vatns árið 1995 (mg/l).

Hola	TN-04			
	95-02-07 Númer 95-0016	95-05-16 95-0083	95-09-05 95-0272	95-11-08 95-0312
Hiti (°C)	80,0	81,2	81,0	80,2
Sýrustig (pH/°C)	-	-	-	10,0/17,1
Kísill (SiO ₂)	89,4	87,8	88,7	88,8
Natríum (Na)	-	-	-	56,9
Kalíum (K)	-	-	-	0,7
Kalsíum (Ca)	-	-	-	3,9
Magnesíum (Mg)	0,003	0,002	0,002	0,00
Karborat (CO ₂)	-	-	-	15,4
Súlfat (SO ₄)	45,7	47,1	45,3	45,6
Brennist. vetni (H ₂ S)	-	-	-	0,08
Klóríð (Cl)	14,8	16,3	14,5	15,6
Flúoríð (F)	0,45	0,43	0,44	0,43
Uppleyst efni	-	-	-	220
Súrefni (O ₂)	-	-	-	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-14,07	-14,01	-	-14,01

- ekki mælt

Reykhús og Glerárdalur

Tafla 6 sýnir efnasamsetningu þeirra sýna sem voru tekin á árinu úr holum RWN-7 og GYN-7. Aðeins var tekið heilsýni úr GY-7. Á myndum 31 og 32 sést yfirlit um breytingar í þessum holum. Þær eru ekki marktækar seinasta áratuginn, en sveiflur eru til staðar.

Laugaland á Þelamörk

Tafla 7 sýnir efnasamsetningu sýna úr holu LPN-11 frá síðasta ári. Við sjáum strax á töflunni að einhver breyting hefur orðið frá febrúar fram í nóvember, styrkur flestra efna sem mæld voru í öllum sýnunum hefur lækkað. Mynd 33 sýnir breytileika sömu fjögurra efna og í hinum holunum á vinnslutímanum. Vinnsla hófst í nóvember 1994, og meðalvinnsla ársins 1995 var um 14 l/s. Frá þeim tíma hefur styrkur kísils og flúoríðs lækkað marktækt, og raunar styrkur súlfíðs einnig þó það sé ekki sýnt á mynd 33. Styrkur klóríðs er nokkru sveiflukenndari, en virðist þó einnig vera að lækka. Hlutfall súrefnisísótópa virðist ósnortnast af vinnslunni, en er þó hærra í síðasta sýni ársins 1995. Ef við skoðum myndirnar nánar sést önnur niðursveifla í þessum efnunum frá nóvember 1992 fram í ágúst 1993. Það var einmitt meðan vinnsluprófun fór fram, með dælingu 16 l/s. Síðan leið rúmt ár þar sem dæling var ýmist lítil eða algjörlega stöðvuð. Mældur hiti í holunni hefur ekki lækkað marktækt frá upphafi. Hins vegar hefur reiknaður kalsedónhiti lækkað um 5°C frá því í desember 1992 eða skömmu eftir að vinnsluprófun hófst, þar til í nóvember 1995.

Tafla 6. Reykhús og Glerárdalur. Efnasamsetning vatns árið 1995 (mg/l).

HOLA	RWN-07		GY-07		
	Dagsetning Númer	95-02-07 95-0012	95-05-16 95-0080	95-02-07 95-0014	95-09-05 95-0273
Hiti (°C)	76,5	76,5	60,5	59,7	60,1
Sýrustig (pH/°C)	-	-	-	-	10,04/16,9
Kísill (SiO ₂)	93,2	94,2	74,7	73,0	76,2
Natríum (Na)	-	-	-	-	48,8
Kalíum (K)	-	-	-	-	0,5
Kalsíum (Ca)	-	-	-	-	2,7
Magnesíum (Mg)	0,003	0,002	0,004	0,003	0,00
Karbónat (CO ₂)	-	-	-	-	17,7
Súlfat (SO ₄)	44,4	45,6	31,6	32,2	31,5
Brennist. vetni (H ₂ S)	-	-	-	-	0,06
Klóríð (Cl)	11,7	14,3	10,0	11,9	10,9
Flúoríð (F)	0,57	0,54	0,59	0,58	0,59
Brómíð (Br)	0,027	-	0,024	-	-
Uppleyst efni (TDS)	-	-	-	-	-
Súrefni (O ₂)	-	-	-	-	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-14,06	-14,04	-14,00	-	-13,89

- ekki mælt

Tafla 7. Laugaland á Þelamörk. Efnasamsetning vatns árið 1995 (mg/l).

Dagsetning Númer	95-02-07 95-0015	95-05-16 95-0082	95-09-05 95-0274	95-11-15 95-0321
Hiti (°C)	91,4	91,4	91,5	90,1
Sýrustig (pH/°C)	-	-	-	9,89/16,6
Kísill (SiO ₂)	125,6	122,2	121,4	122,1
Natríum (Na)	-	-	-	55,5
Kalíum (K)	-	-	-	1,2
Kalsíum (Ca)	-	-	-	1,9
Magnesíum (Mg)	0,003	0,003	0,004	0,009
Karbónat (CO ₂)	-	-	-	24,2
Súlfat (SO ₄)	28,5	27,9	26,1	24,3
Brennist. vetni (H ₂ S)	-	-	-	0,17
Klóríð (Cl)	12,4	13,4	12,1	12,8
Flúoríð (F)	0,81	0,74	0,76	0,75
Uppleyst efni (TDS)	-	-	-	229
Súrefni (O ₂)	-	-	-	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-14,14	-14,11	-	-13,98

Það er augljóst að holan bregst við vinnslu með því að draga inn vatn úr æð sem hefur minni efnastyrk og er líklega kaldari en aðalæðin. Þetta gæti verið jarðhitavatn sem er heldur kaldara, og þá í talsverðu magni, en einnig gæti það verið kalt grunnvatn en þá mjög lítið magn. Eitt bendir til að um kalt vatn gæti verið að ræða, en það er örlítill hækkun magnesíums í sýni frá í nóvember 1995. Þessi greining er þó ekki marktæk ein sér. Vel þarf að fylgjast með þróun efnasamsetningar í holunni á næstu árum. Þessar breytingar í efnasamsetningu eru í samræmi við það sem búast mátti við út frá vinnsluprófunum og boðar þá kólnun á vatni sem vinnsluspár frá 1994 gera ráð fyrir (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1994).

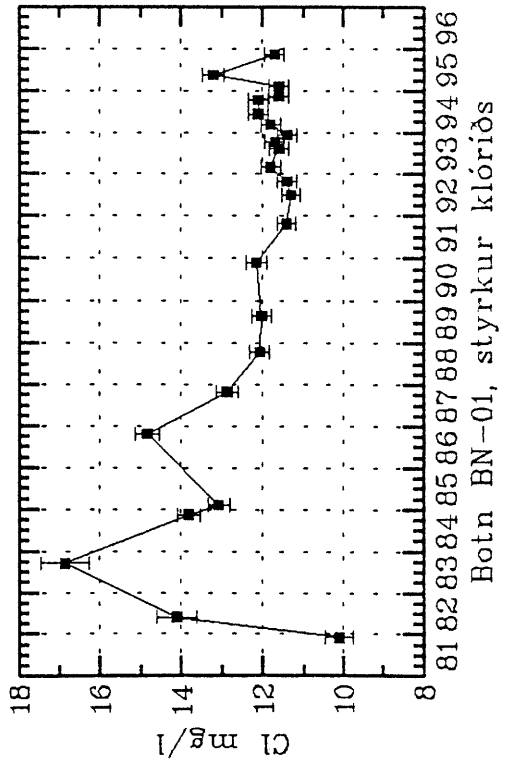
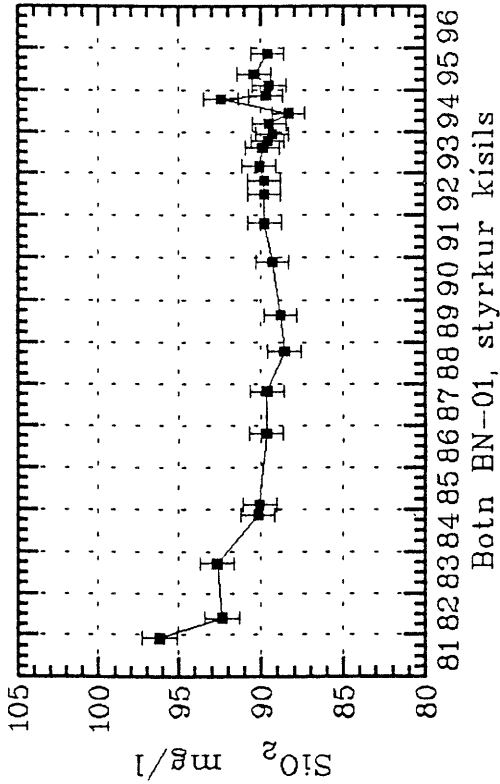
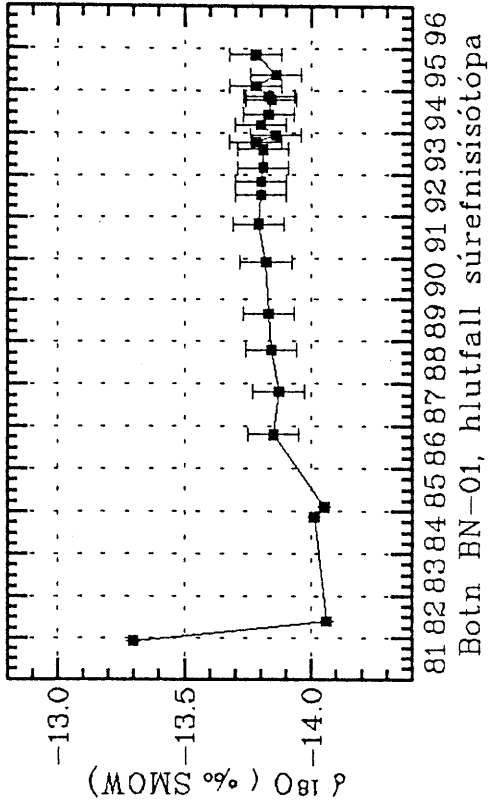
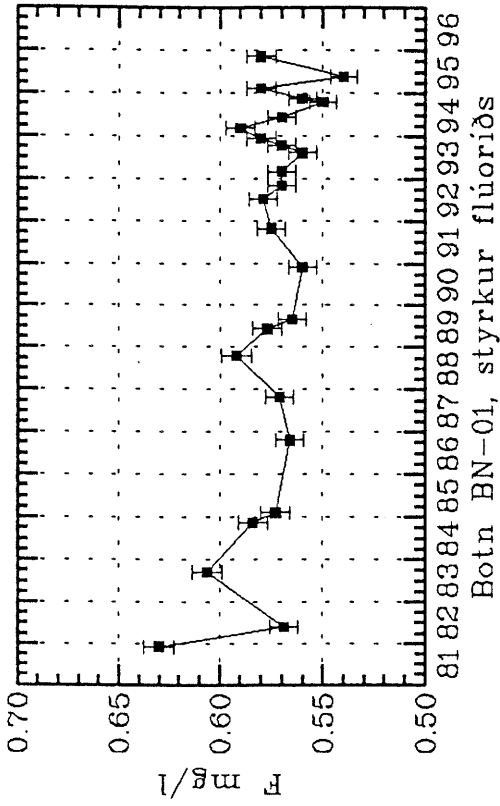
Tafla 8. Efnasamsetning vatns úr holu BN-01 í sept. 1995 (mg/l).

Dýpi	890 m	500 m	Við holutopp
Dagsetning	95-09-05	95-09-05	95-09-05
Númer	95-0136	95-0137	95-0138
Hiti (°C)	-	-	-
Sýrustig (pH/°C)	9,78/23	-	-
Kísill (SiO ₂)	91,0	92,0	92,3
Natríum (Na)	54,8	-	-
Kalíum (K)	1,1	-	-
Kalsíum (Ca)	4,5	-	-
Magnesíum (Mg)	0,008	0,022	0,007
Karbónat (CO ₂)	16,8	-	-
Súlfat (SO ₄)	53,6	53,8	54,3
Brennist.vetni (H ₂ S)	0	-	-
Klóríð (Cl)	12,2	12,0	12,0
Flúoríð (F)	0,58	0,59	0,60
Uppl. efni (TDS)	226	-	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,82	-13,81	-13,73

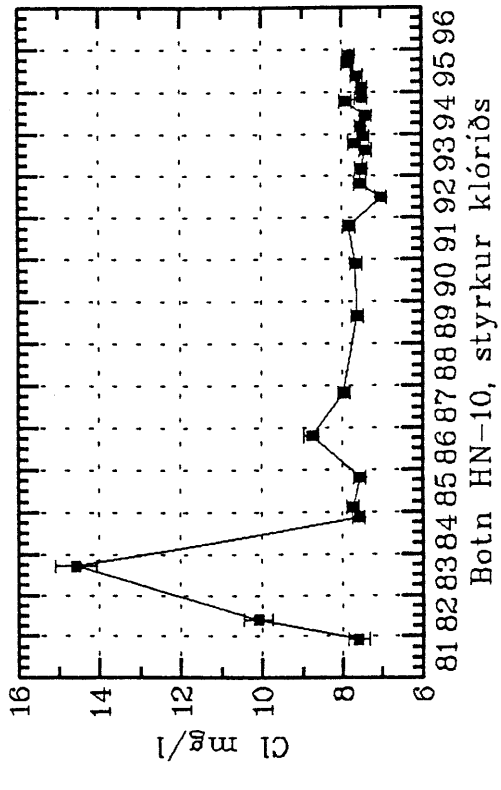
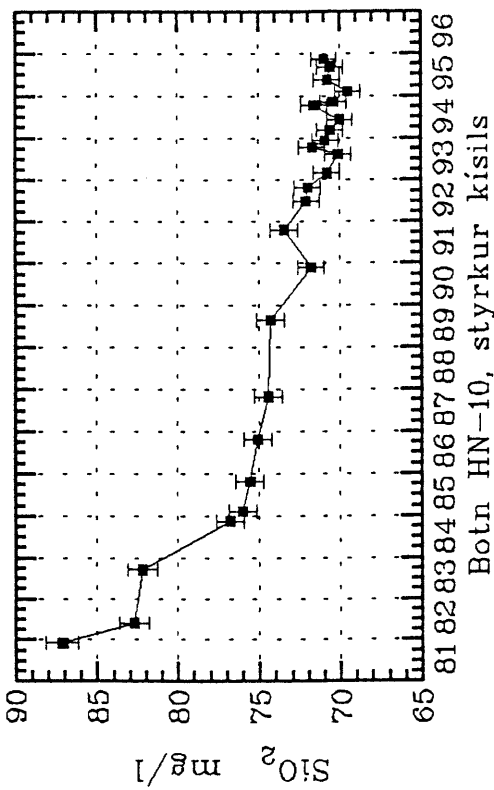
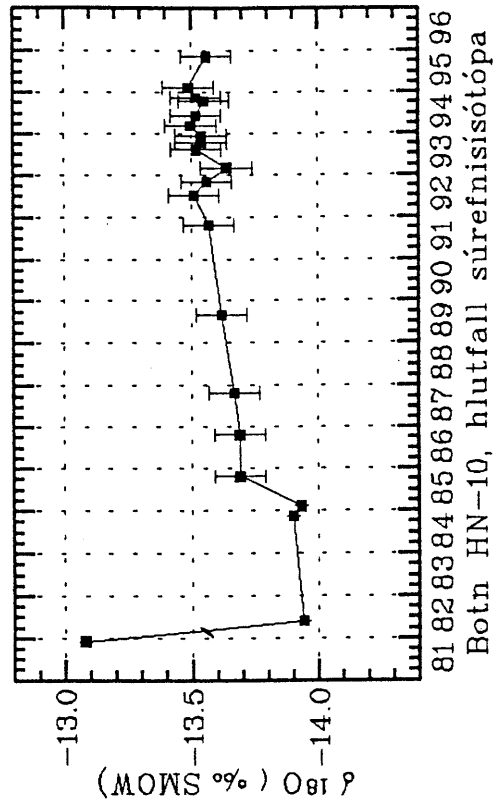
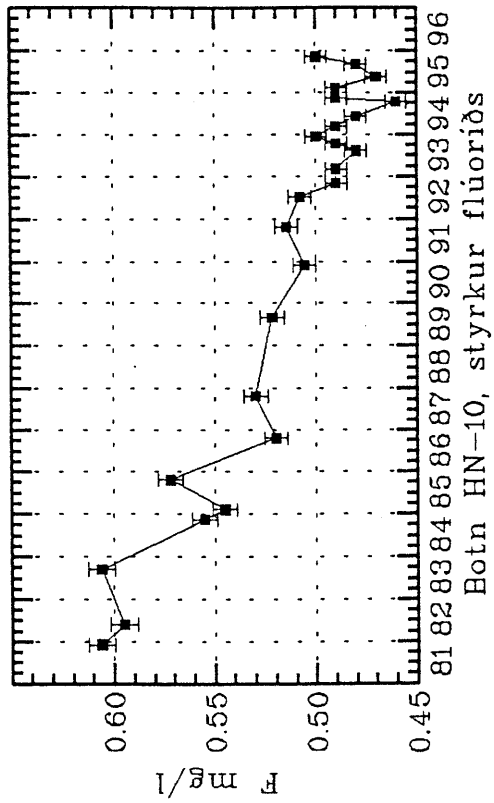
- ekki mælt

Aðrar athuganir á efnasamsetningu haustið 1995.

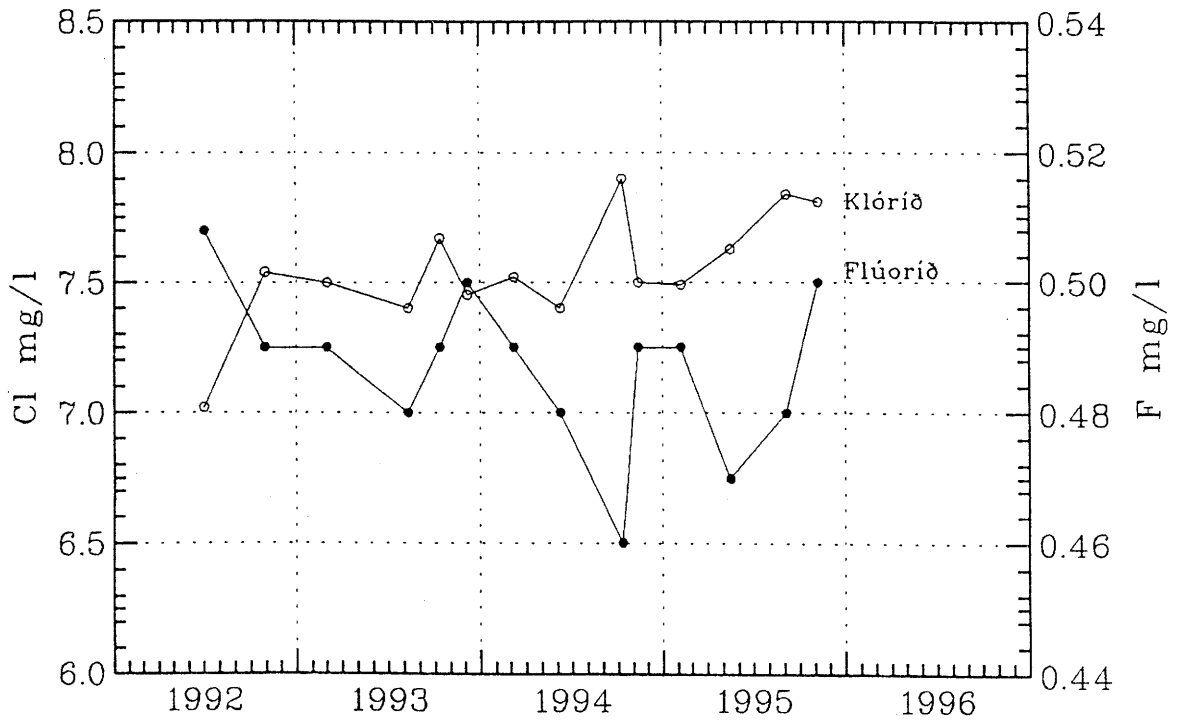
Súrefni var mælt á þremur stöðum á dreifikerfi hitaveitunnar; í dælustöð við Þórunnarstræti, við tank á Glerárdal, og í Sjafnarhúsi þar sem vatnið frá Þelamörk kemur inn. Ekkert súrefni mældist á þessum stöðum. Þá var að venju mælt afgangssúlfít í dælustöðinni við Þórunnarstræti til að kanna hvort íblöndun natríumsúlfíts sé næg til að eyða súrefni sem kann að koma inn í kerfið. Nægilegt þykir að 2-3 mg/l séu afgangi í vatninu. Súlfít mældist aðeins rúmlega 1 mg/l sem er lægsti mælanlegi styrkur. Þó ekki hafi mælst súrefni þarna sl. haust er ljóst að ekkert súlfít er afgangi til að eyða súrefni sem hugsanlega kæmi inn eftir að vatnið hefur farið gegn um dælustöðina. Í Sjafnarhúsi var mældur styrkur brennisteinsvetnis í þeim tilgangi að kanna hvort hluti af því hefði eyðst á leiðinni frá Þelamörk, sem aftur gæfi til kynna súrefnisleka á löginni. Þar mældist brennisteinsvetni 0,20 mg/l, sem er jafnvel meira en í holunni, en þar mældust 0,17 mg/l. Þetta er þó sennilega innan óvissumarka.



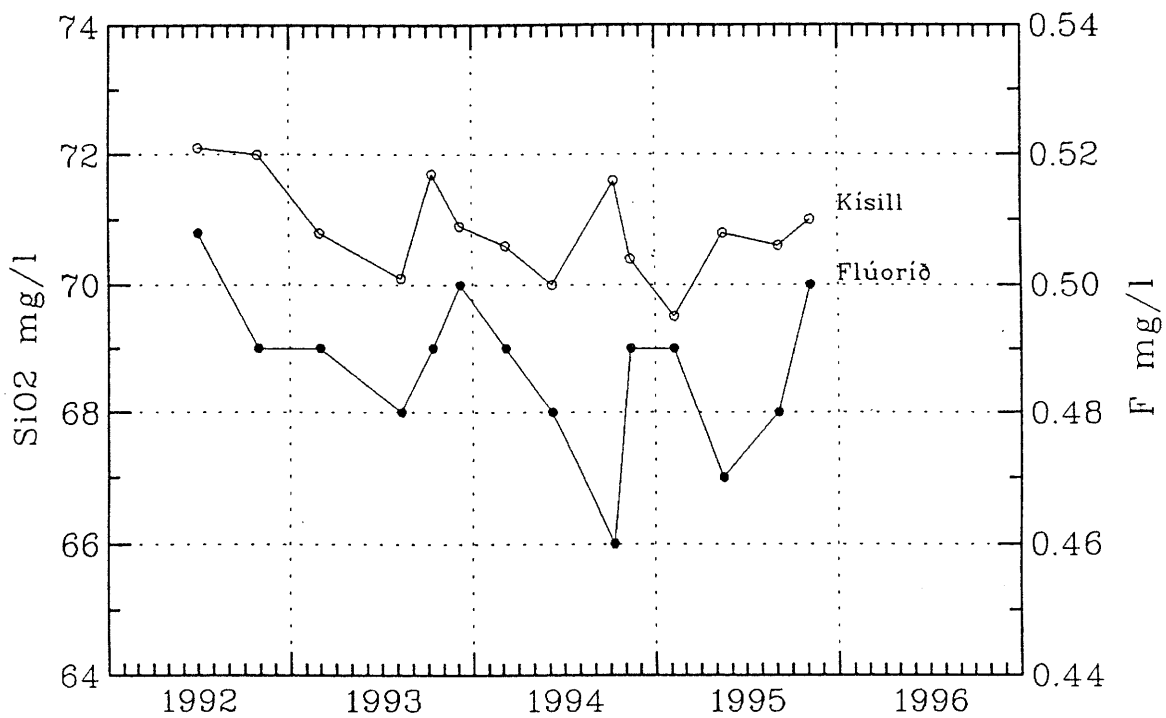
Mynd 25. Styrkur nokkurra efna í holu BN-1 sem fall af tíma.



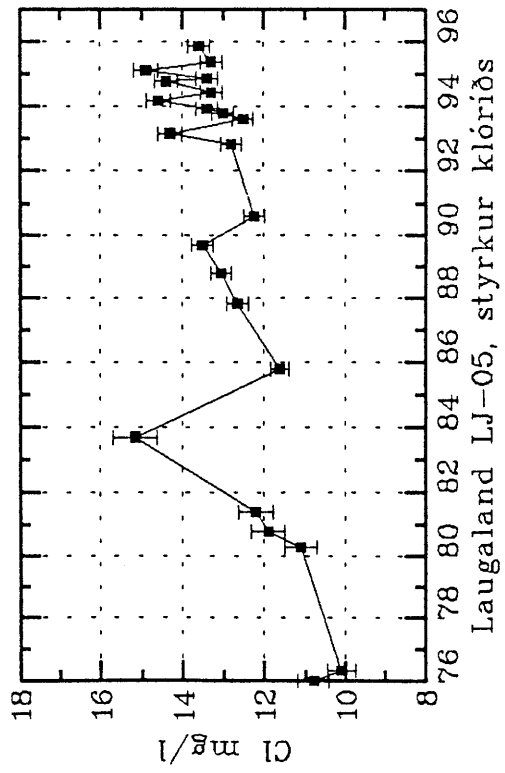
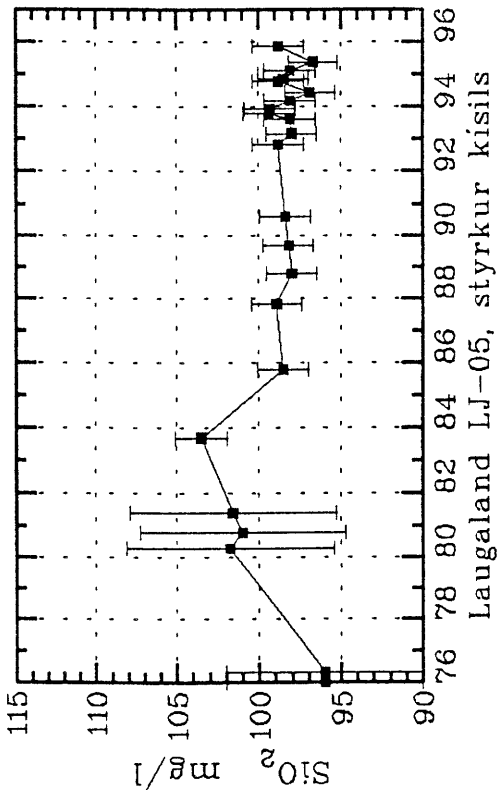
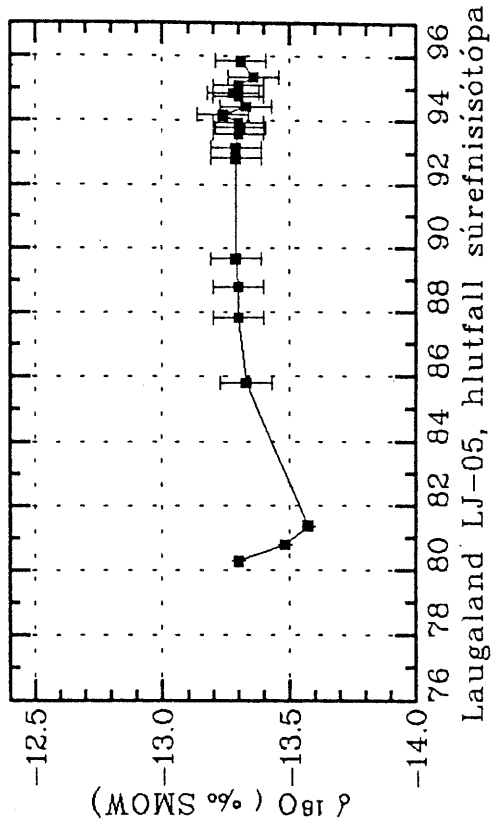
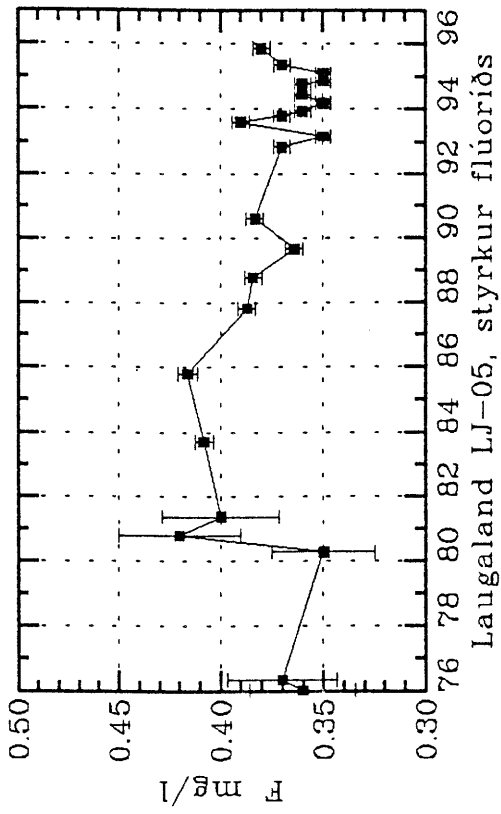
Mynd 26. Styrkur nokkurra efna í holu HN-10 sem fall af tíma.



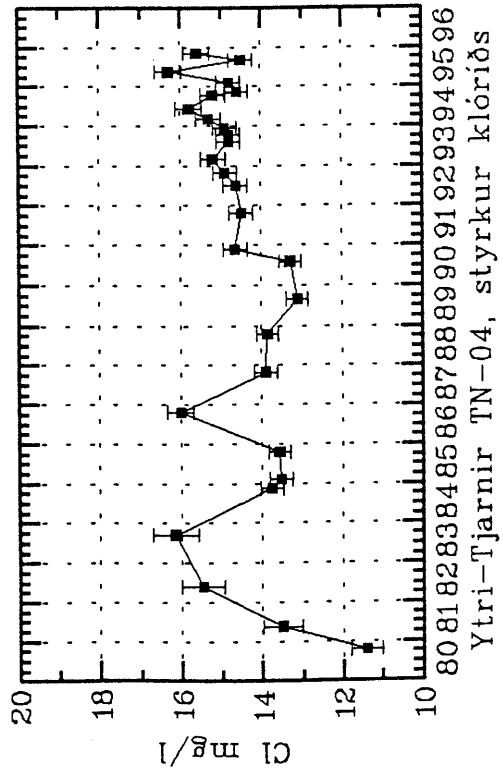
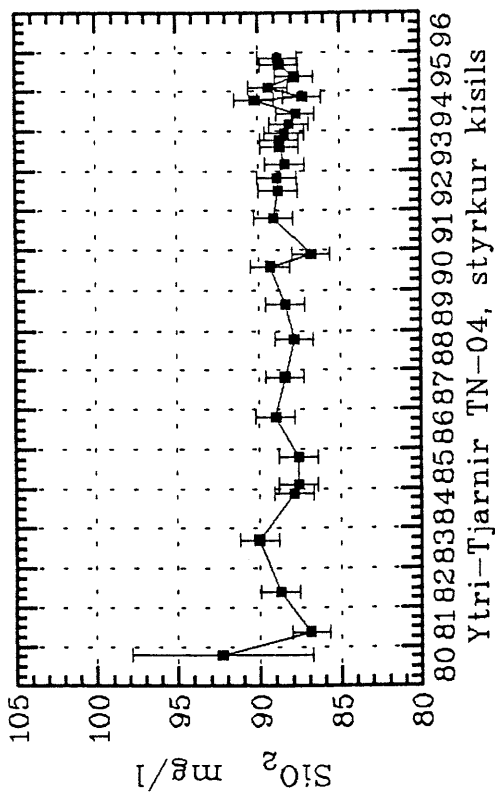
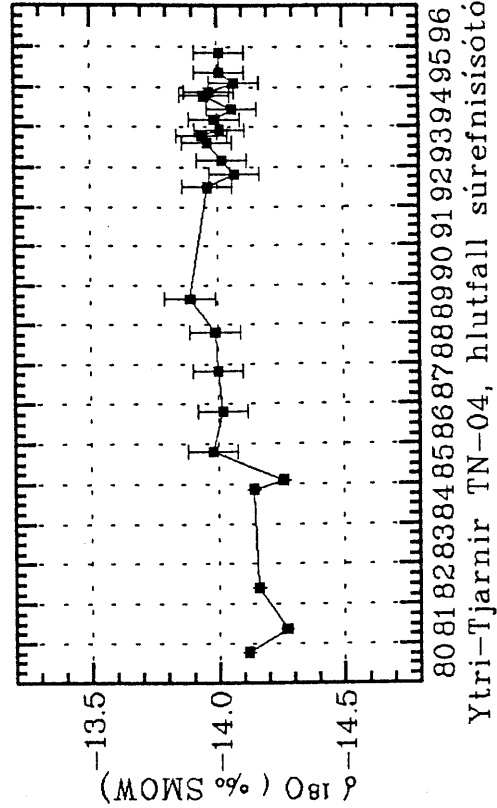
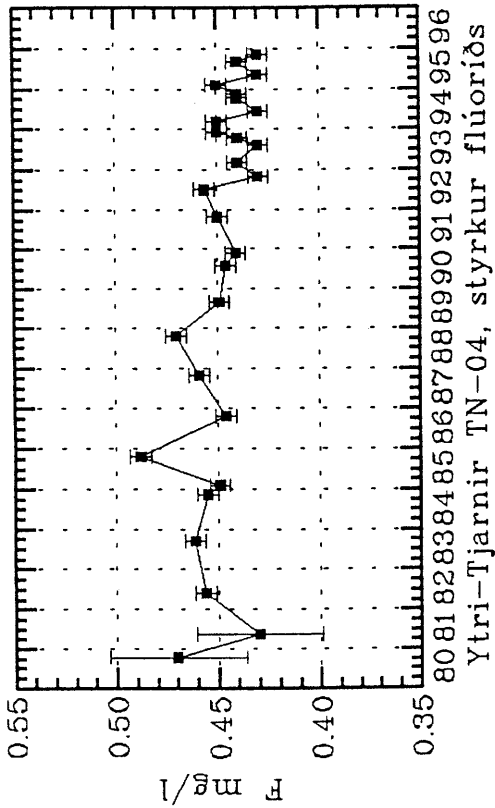
Mynd 27. Styrkur klóríðs og flúoríðs í holu HN-10 tímabilið 1992 - 1995



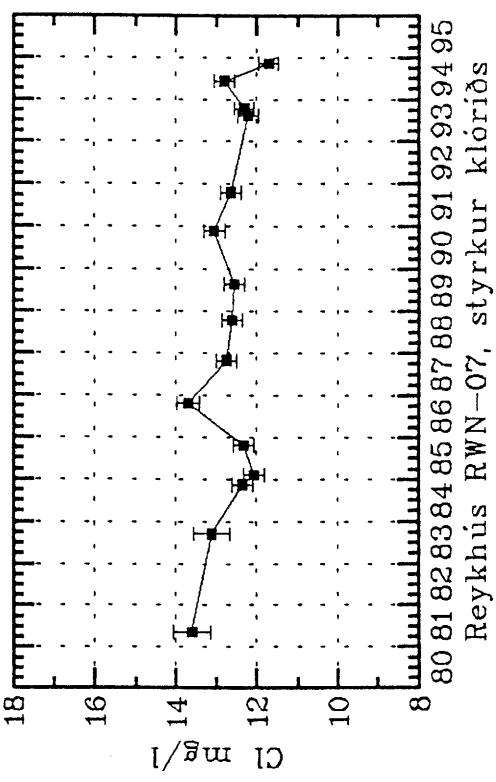
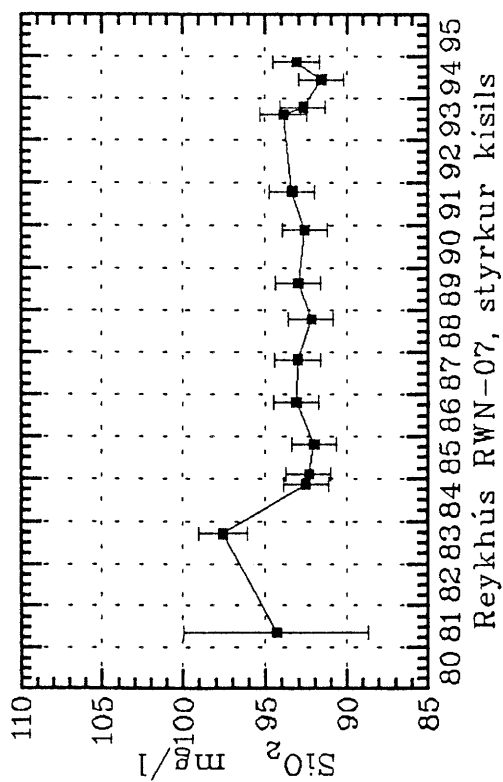
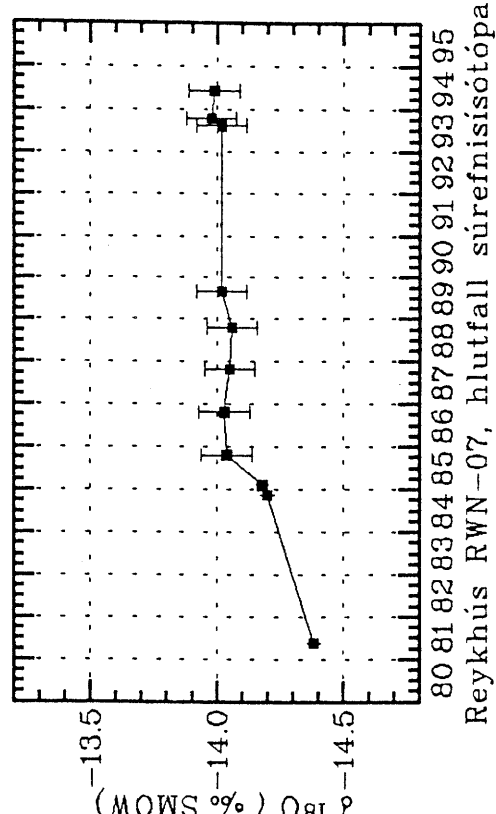
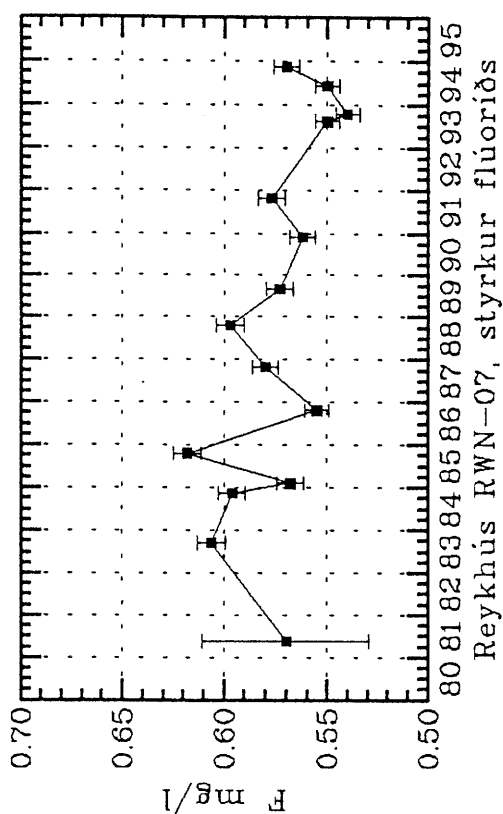
Mynd 28. Styrkur kísils og flúoríðs í holu HN-10 tímabilið 1992 - 1995,



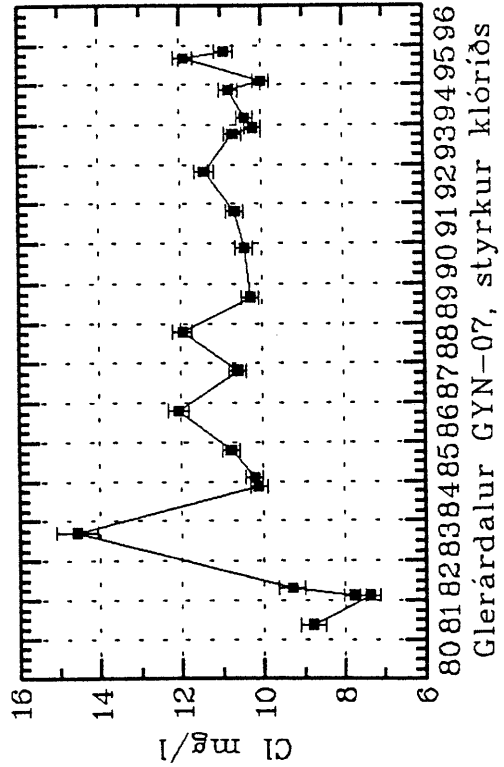
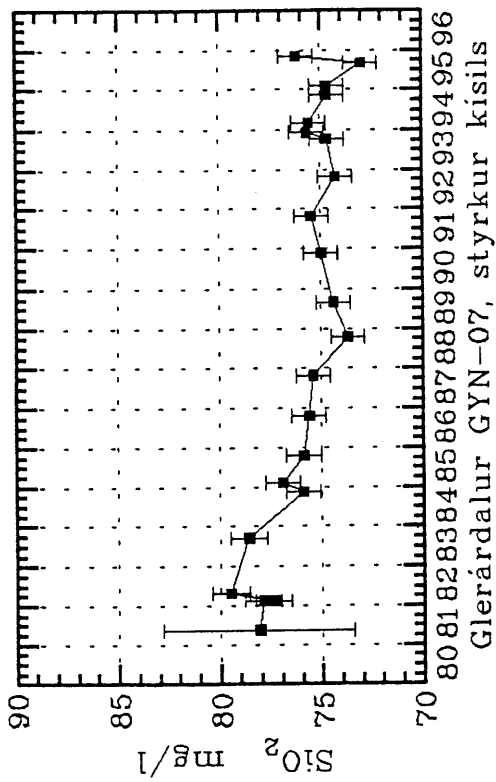
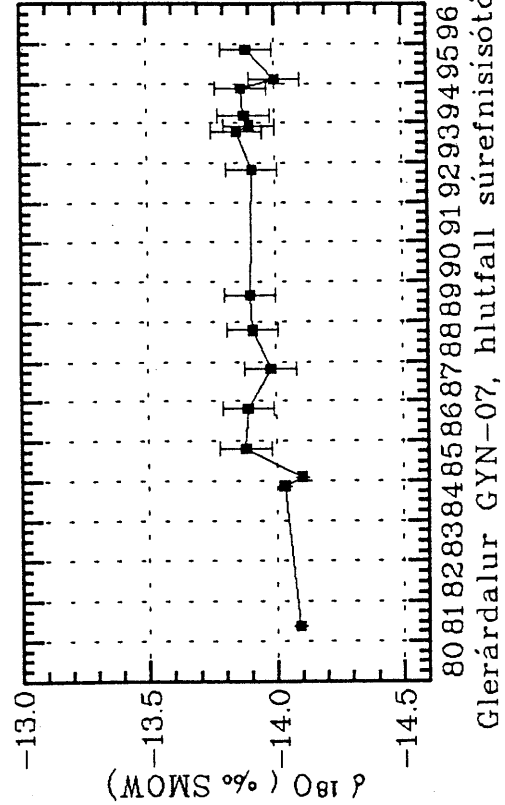
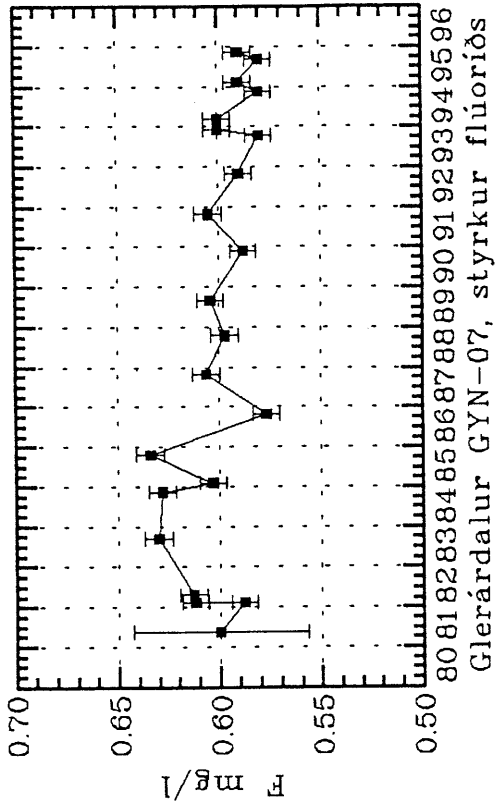
Mynd 29. Styrkur nokkurra efna í holu LJ-5 sem fall af tíma.



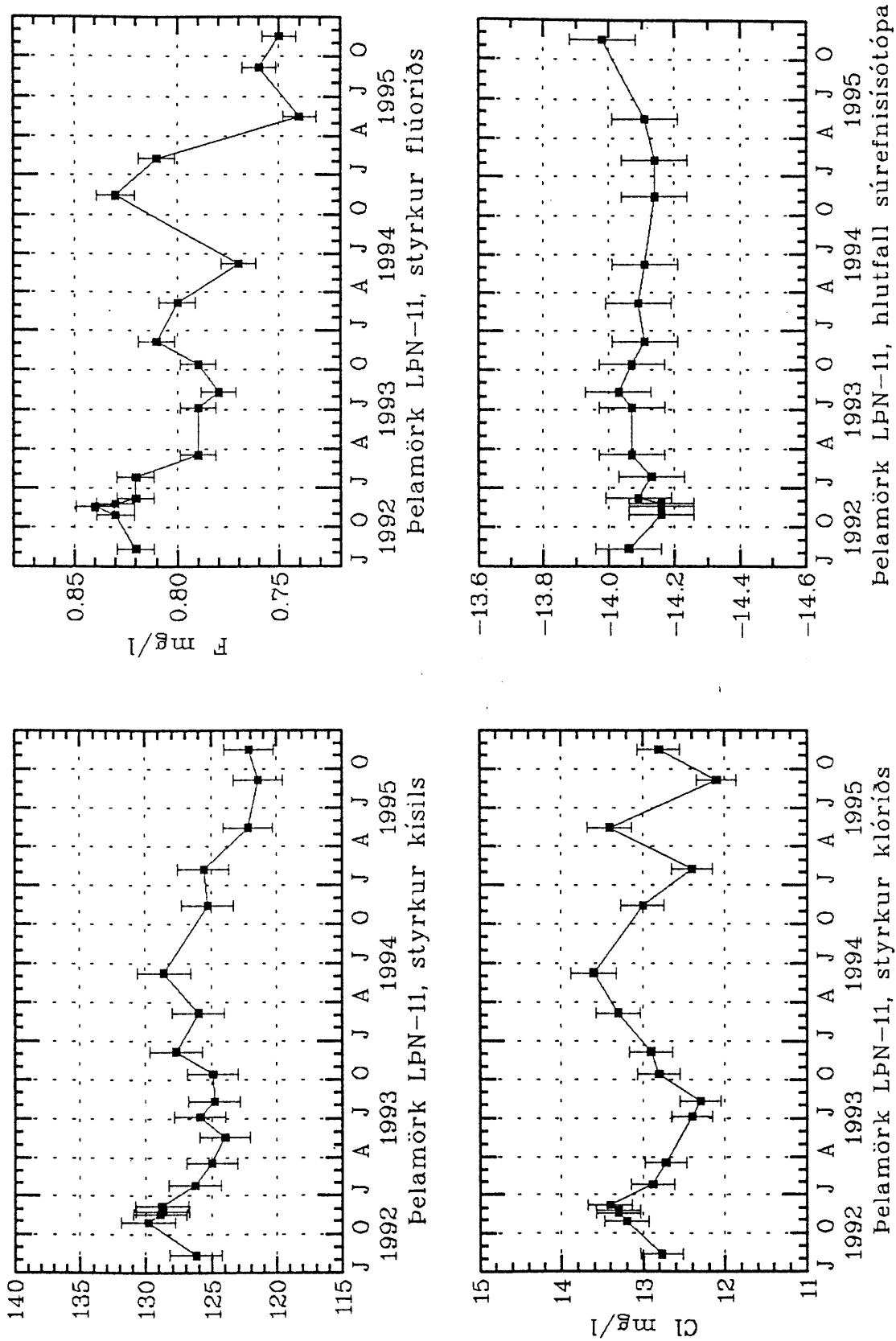
Mynd 30. Styrkur nokkurra efna í holu TN-4 sem fall af tíma.



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



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



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

4. LEIÐNIMÆLINGAR

Frá árinu 1993 hafa leiðnimælingar verið gerðar nokkuð reglulega í vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar, síðasta ár allt að vikulega í hverri holu. Leiðni vatns er næmur mælikvarði á styrkbreytingu uppleystra efna. Þannig myndi breyting um 0,5 ppm í styrk NaCl ein sér valda leiðni-breytingu upp á $1\mu\text{Siemens/cm}$, sem er aflestrarnákvæmni leiðnimælisins, sem notaður er á Akureyri.

Rafleiðni vatns endurspeglar heildarstyrk jóna í vatninu, sem aftur er nátengdur magni uppleystra efna. Kalt grunnvatn er yfirleitt efnasnaðara en jarðhitavatn. Þegar kalt grunnvatn berst inn í jarðhitakerfið má reikna með að efnastyrkur lækki og fljótt á lítið er því eðlilegt að búast við að leiðni lækki með minnkandi heildarstyrk uppleystra efna. Svo þarf þó ekki að vera eins og fram kemur hér á eftir.

Myndir 34 - 39 sýna mælda leiðni í vatni úr vinnsluholum hitaveitunnar ásamt dælingu úr sömu holu. Fram koma nokkrar sveiflur í leiðni sem eiga sér samsvörun í sveiflum í dælingu.

Mynd 34 sýnir gögn úr borholum á Laugalandi. Mælingar í holum LJ-7 og LN-12 eru nokkuð stopular enda þær fremur lítið notaðar. Í holu LJ-5 sjást aftur á móti áberandi leiðnisveiflur í takt við dælingu, þannig að við meiri vinnslu hækkar leiðni vatnsins. Þessi hegðun endurspeglar fyrst og fremst mismunandi framlag dýpri og grynri æða í holunni eftir því hve miklu er dælt upp.

Mynd 35 sýnir leiðnimælingar á vatni úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum. Afar litlar leiðnibreytingar er að sjá í holunni sem er í góðu samræmi litlar við sveiflur í dælingu, langtímaefnasamsetningu (mynd 30) og hita vatnsins úr holunni (mynd 22). Ástand jarðhitakerfisins á Ytri-Tjörnum virðist því mjög stöðugt miðað við svipaða vinnslu og undanfarin 10-12 ár.

Mynd 36 sýnir leiðnimælingar á vatni úr holu GÝN-7 á Glerárdal. Þar er svipaða sögu að segja og um Ytri-Tjarnir, engar eða mjög óverulegar langtímabreytingar sjást í efnasamsetningu, leiðni og hita vatns úr holunni. Ástand Glerárdalssvæðisins er þannig mjög stöðugt miðað við vinnslu undanfarins áratugar.

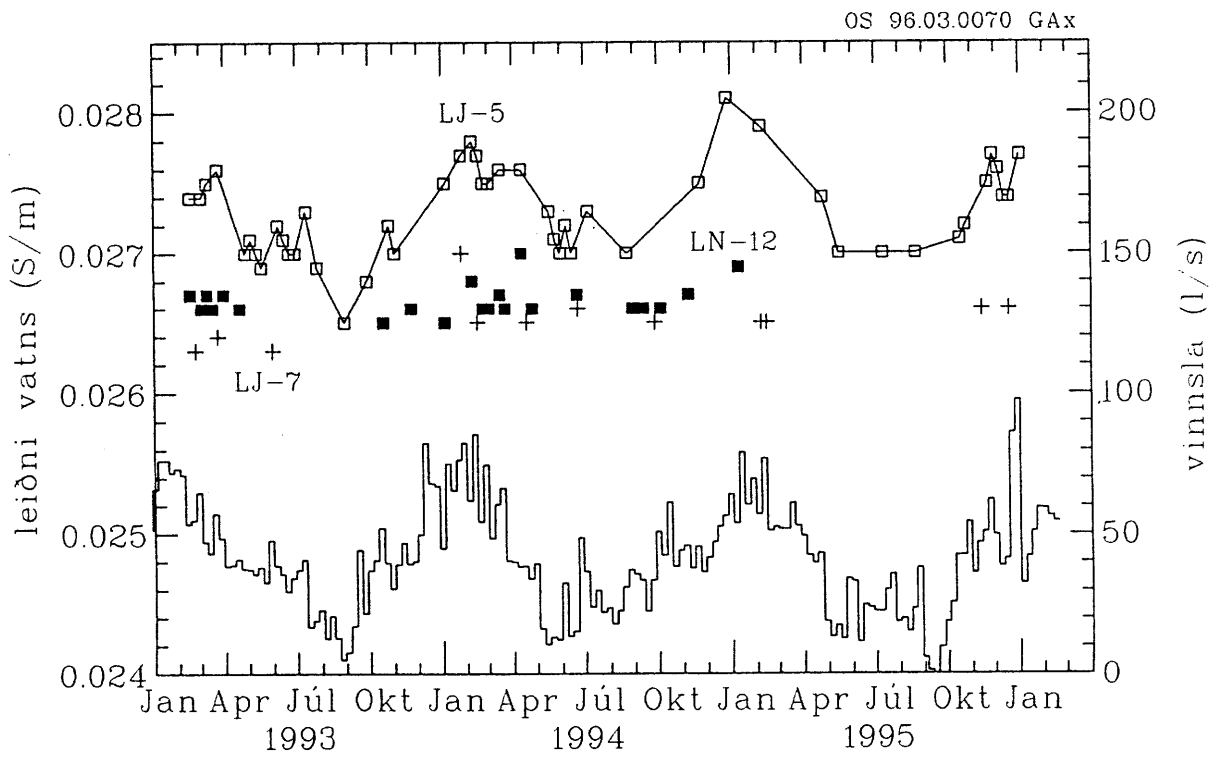
Mynd 37 sýnir leiðnimælingar í holu LPN-11 á Þelamörk ásamt dælingu úr holunni á sama tímabili. Mjög áberandi leiðnibreytingar eru í holunni þannig að leiðnin fer stöðugt lækkandi þegar dælt er úr holunni en hækkar á ný þegar dæling er verulega minnkuð. Jafnframt sýna efnagreiningar áberandi fylgni leiðni við styrk kísils, sulfats og flúoríðs, en breytingar í klóríðstyrk eru litlar og vart marktækar. Þessi hegðun bendir til að efnasnaðara vatn leiti inn í jarðhitakerfið eins og raunar var gert ráð fyrir í forðafræðilíkani af svæðinu. Hugsanlega gæti hluti innrennslisins stafað af niðurrennsli í ónotuðum holu á svæðinu. Það þarf að kanna með hitamælingum í holunum.

Þrátt fyrir að lækkun í efnastyrk í holu LPN-11 sé með svipuðu móti og líkanreikningar gerðu ráð fyrir (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1994) hefur ekki orðið vart með vissu þeirrar kælingar sem vinnsluspár gerðu ráð fyrir. Á því eru tvær skýringar líklegastar. Í fyrsta lagi valda einfaldanir í líkanreikingunum því að tímamunur efnabreytinga og hitalækkunar sést ekki í kólnunarspánni. Í öðru lagi er áætluð kæling samkvæmt líkaninu aðeins um $0,5^\circ\text{C}$ á ári, sem er við skekkjumörk hitamælinganna. Næstu 1 - 2 ár munu skera úr um hvort kæling verður með svipuðum hætti og spáð var.

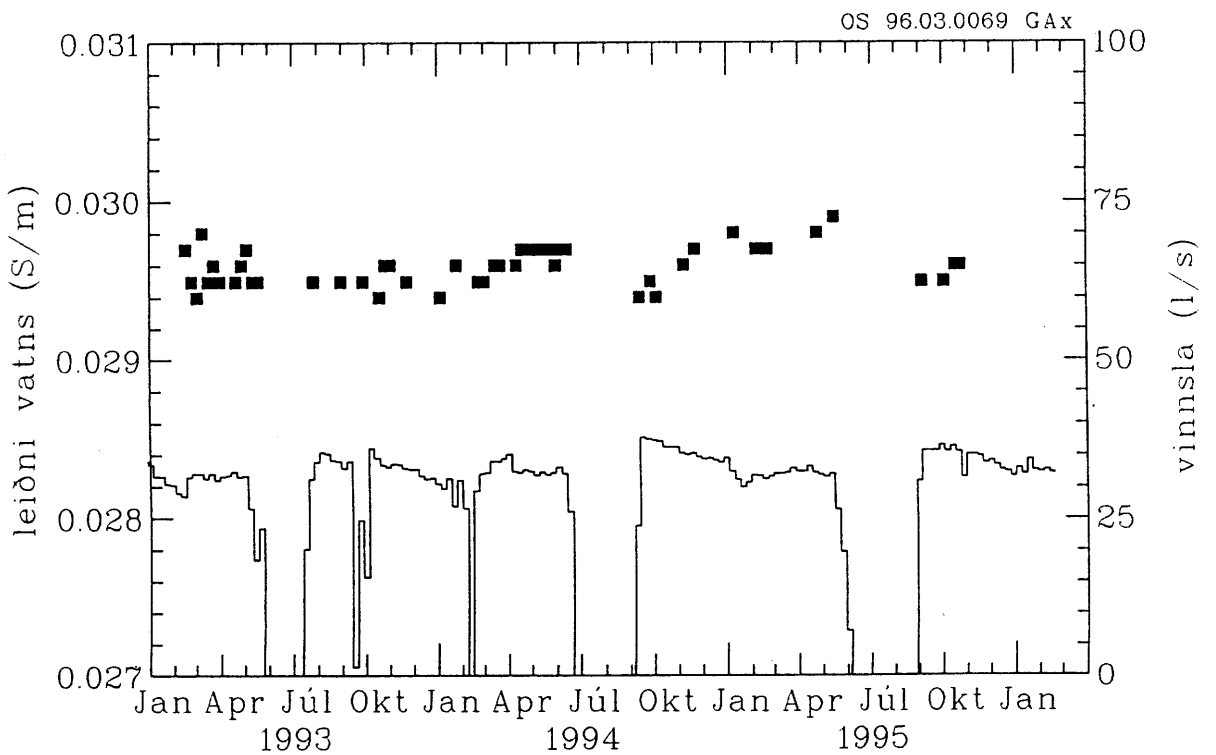
Mynd 38 sýnir leiðni í holu BN-1 sem fall af tíma ásamt dælingu úr holunni. Talsverðar leiðni-sveiflur eru í holunni sem taldar eru stafa af samspili misefnaríkra æða þar sem efri æðar holunnar eru í góðum tengslum við HN-10 en dýpri æðarnar ekki.

Mynd 39 sýnir leiðni úr holu HN-10 sem fall af tíma ásamt dælingu úr holunni. Á myndinni sést nær stöðug hægfara aukning í leiðni sem talin er vel marktæk og verður ekki rakin til neins konar mæliskekkju. Á sama tíma virðist styrkur flestra helstu efna fara lækkandi og hiti vatnsins úr holunni sömuleiðis. Fljótt á litið virðist vera um mótsögn að ræða. Svo er þó ekki þegar betur er að gáð. Leiðni í vökva ræðst af heildarfjölda hleðslubera (jóna) í vökvanum og hreyfanleika þeirra. Breyting á styrk einstakra efna hefur mjög mismikil áhrif á leiðnina. Efni sem eru að miklu leyti klofin í jónir hafa meiri áhrif á leiðni en þau sem eru lítt klofin. Hlutfall klofinna efna ræðst m.a. af tilvist annarra efna í vökvanum og styrkbreytingar annarra efna geta aukið eða minnkað hlutfall klofinna efna (jóna) í lausninni. Forritið WATCH var notað til að reikna út styrk jóna (í milliequivalentum) fyrir þau þrjú heilsýni, sem mæld hafa verið af vatni úr HN-10 síðan leiðnimælingarnar hófust. Í ljós kemur að styrkur jóna í þessum sýnum vex með tíma á sama hátt og leiðnin. Þegar að er gáð, kemur í ljós að aukinn styrk jóna má rekja til aukningar á heildarstyrk karbónats í vatninu, en karbónat er að mestu klofið í jónir við ríkjandi sýrustig. Þetta dæmi sýnir glögglega að leiðnibreytingar einar sér má aðeins nota sem næman mælikvarða á að eitthvað í efnasamsetningu vatnsins sé að breytast en efnagreiningar þarf til að unnt sé að draga af þeim ályktanir um eðli þeirra breytinga.

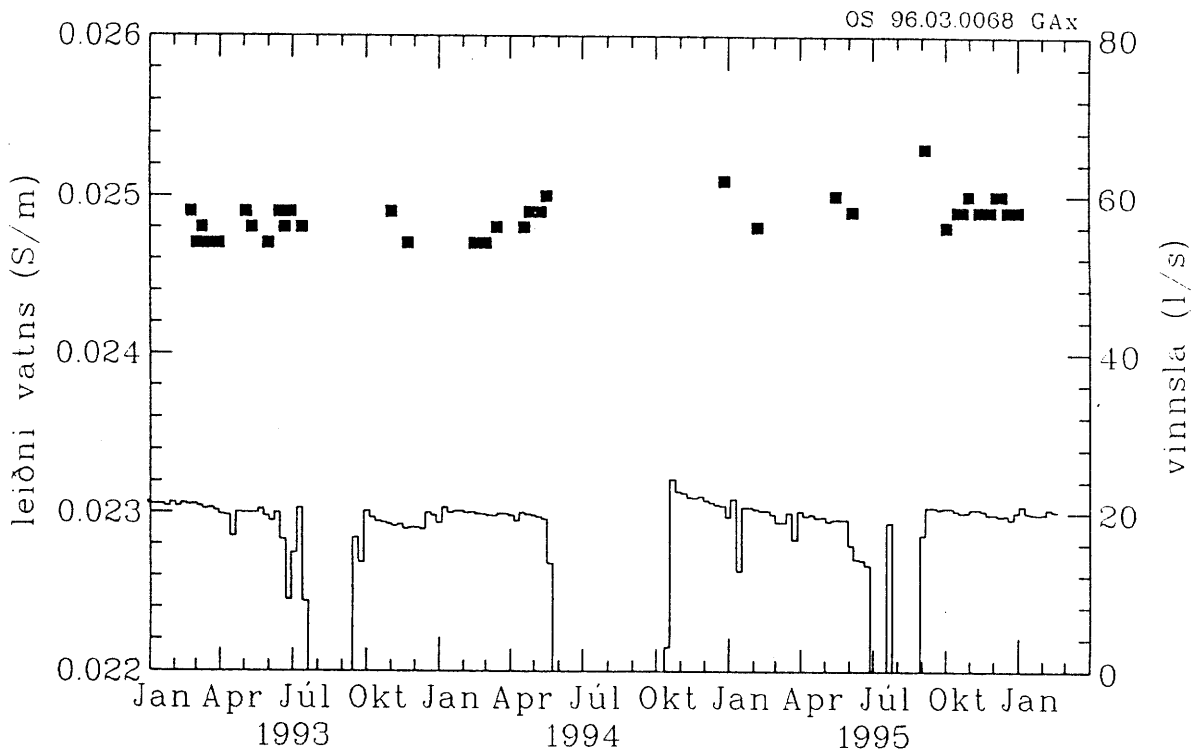
Til að kanna betur samband leiðni og jónastyrks var forritið WATCH notað til að reikna út jónastyrk í öllum heilsýnum úr holum HVA eftir að leiðnimælingar hófust. Á mynd 40 er mæld leiðni sýnd sem fall af jafngildisstyrk jóna samkvæmt útreikningum í WATCH. Á myndinni hefur hver hola sitt ták. Almennt gildir í öllum holum að leiðnin vex með hækkandi jónastyrk og ef litið er á punktasafnið í heild (allar holur) kemur fram greinilegt línulegt samband milli leiðni og styrks.



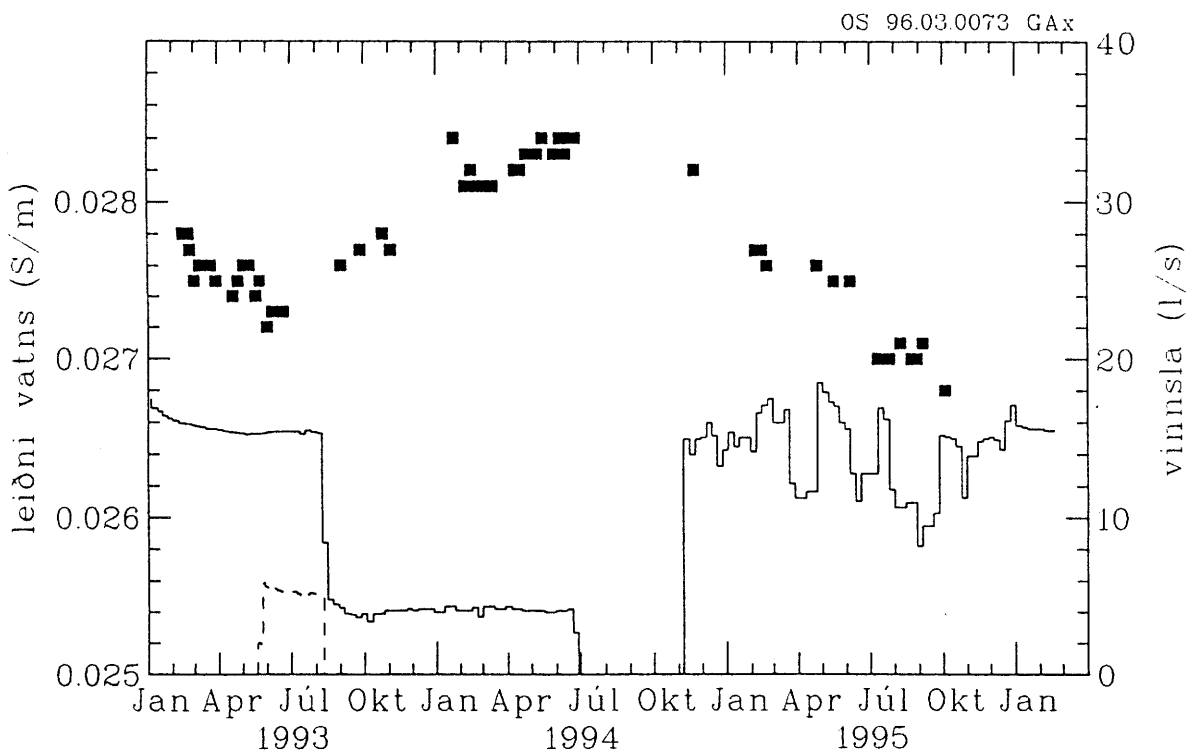
Mynd 34. Leiðni vatns úr holum á Syðra-Laugalandi árin 1993 - 1995.



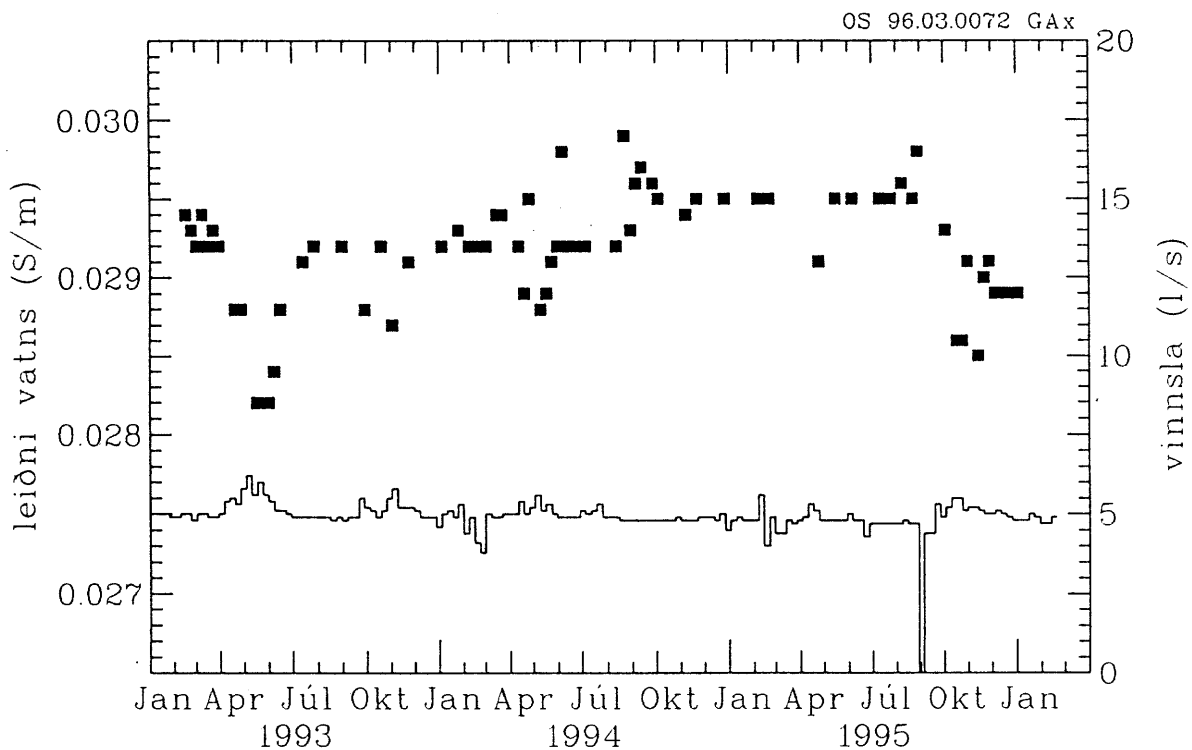
Mynd 35. Leiðni vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árin 1993 - 1995.



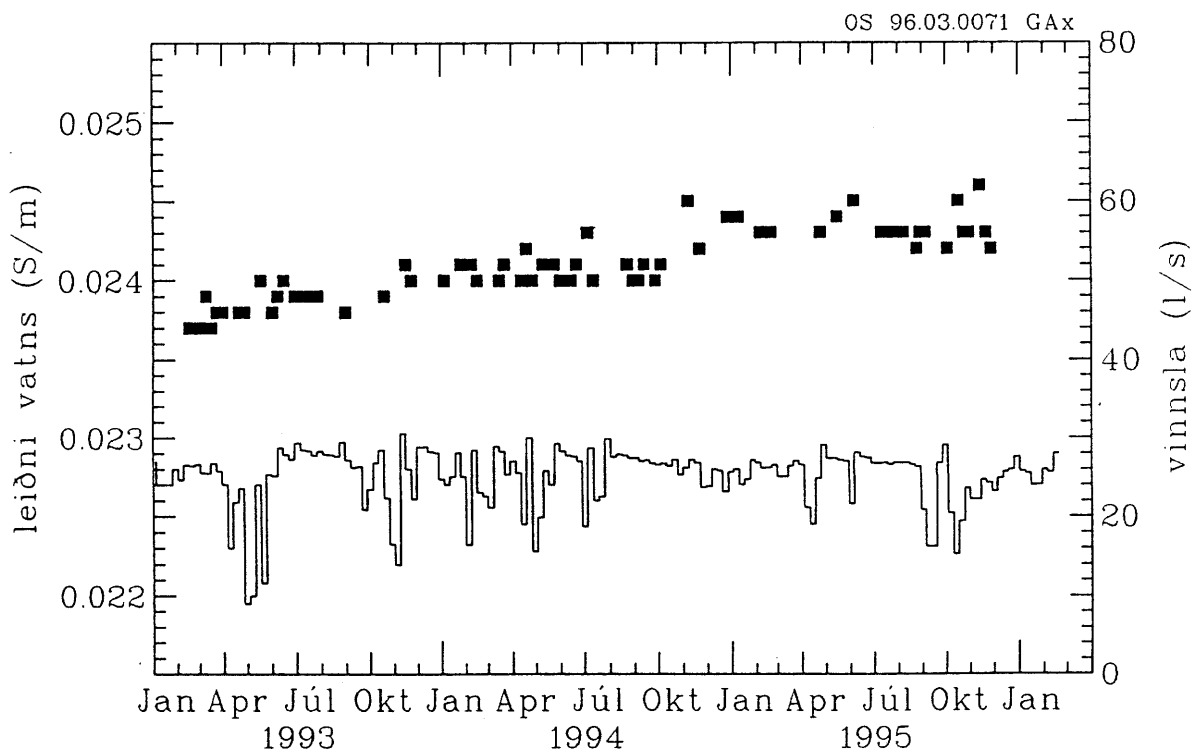
Mynd 36. Leiðni vatns úr holu GYN-7 á Glerárdal árin 1993 - 1995.



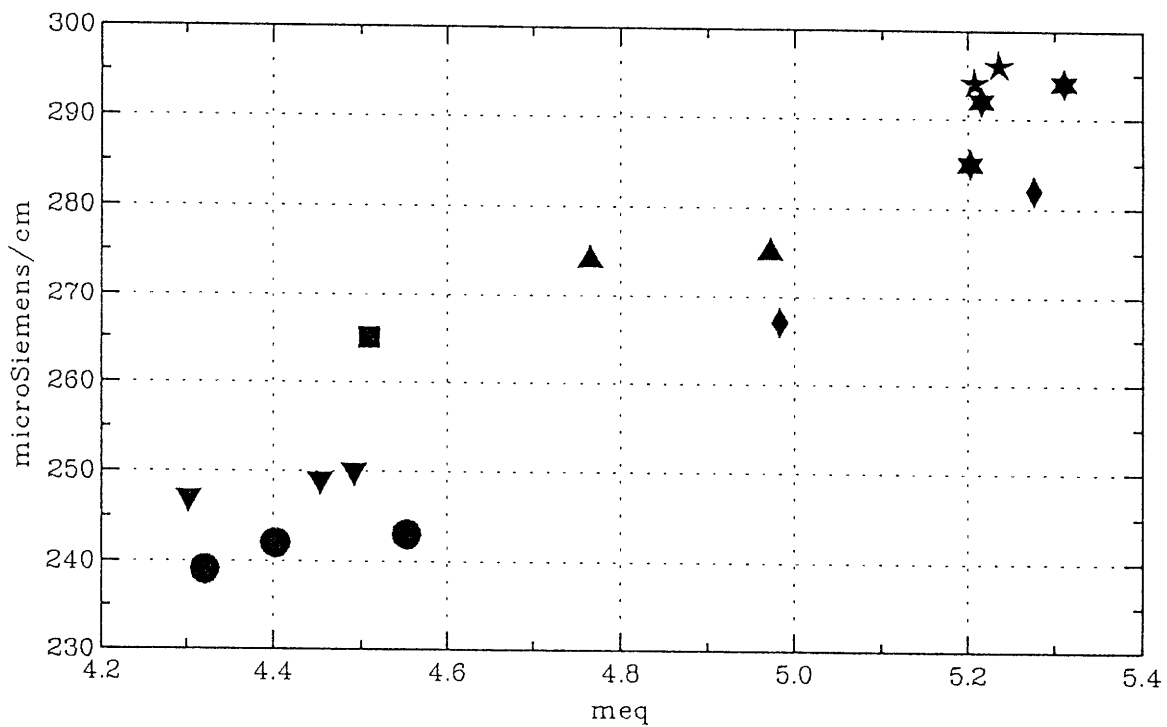
Mynd 37. Leiðni vatns úr holu LPN-11 á Laugalandi á Þelamörk árin 1993 - 1995.



Mynd 38. Leiðni vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1993 - 1995.



Mynd 39. Leiðni vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1993 - 1995.



Mynd 40. Leiðni vatns sem fall af mólstyrk jóna. Mólstyrkurinn er reiknaður með forritinu WATCH út frá heildarefnagreiningum.

5. HITAMÆLINGAR Í VINNSLUHOLUM

Á árinu 1995 voru teknar upp dælar í þremur vinnsluholum, GÝN-7 á Glerárdal, RWN-7 á Reykhúsum og BN-1 á Botni. Við það skapaðist tækifæri á að hitamæla holurnar, en þessar holur höfðu ekki verið hitamældar frá því skömmu eftir að borun þeirra lauk og áður en vinnsla hófst. Jafnframt var hola BÝ-3 á Botni hitamæld til að kanna hugsanlegt niðurrennsli.

5.1 Hola GYN-7 á Glerárdal

Mynd 41 sýnir hitamælinguna úr GÝN-7 ásamt flestum eldri mælingum úr holunni. Á mælingunni kemur í ljós að hiti er hæstur á um 450 m dýpi þar sem aðalæð holunnar er. Þar fyrir neðan kólnar holan og er um 60,5°C á 600 m dýpi. Síðan tekur hún að hitna hægt með dýpi og er orðin 62°C í botni holunnar, á 793 m dýpi. Á um 740 m dýpi er smáæð í holunni sem er um 1°C heitari en bergið umhverfis, sem þýðir að hún er að draga að sér heitara vatn frá hlið.

Kólnun holunnar neðan æðarinnar í 450 m kemur á óvart og bendir eindregið til þess að holan sé staðsett eitthvað til hliðar við meginuppsteymi heita vatnsins gagnstætt því sem talið hefur verið.

Engin merki sjást um að hitinn í æðum holunnar hafi farið lækkandi með tíma enda hefur holan haldið hita sínum í dælingu frá upphafi og ekkert sem bendir til annars en að svo verði áfram.

5.2 Hola RWN-7 við Reykhús

Mynd 42 sýnir hitamælingu úr holunni frá 20.6.1996 ásamt öllum fyrri mælingum sem til eru úr holunni. Allar eldri mælingar sýna snögga kælingu neðan æðarinnar en vegna þess hversu eldri hitamælingarnar voru gerðar stuttu eftir að borun lauk var ekki augljóst hvort og þá hve mikil kælingin neðan æðarinnar er (Ólafur G. Flóvenz ofl. 1981). Nú er ljóst að holan kólnar úr 78,8°C á 450 m dýpi í 75,1°C á 522 m dýpi, eða um 3,7°C. Síðan hitnar hún jafnt og þétt í 90,9°C á botni holunnar á 1800 m dýpi. Kælingin neðan æðarinnar verður ekki skýrð á annan hátt en að vatnið renni nokkra leið lárétt frá uppstreyminu að holunni.

5.3 Holur BN-1 og BÝ-3 á Botni

Mynd 43 sýnir hitamælingu úr BN-1 frá 4. september 1995 ásamt eldri mælingum úr holunni. Ekki var komist dýpra en í 895 m fremur en í síðustu mælingu vegna fyrirstöðu í holunni. Mælingin nú sýnir um 2°C lægri hita á vatninu, sem streymir úr æðum neðan 800 m, heldur en næsta mæling sem mæld var 14 árum fyrr. Þar sem hiti vatnsins ofan 800 m dýpi er mjög viðkvæmur fyrir því hversu mikil vinnsla er í gangi í HN-10 er ekki hægt að draga þá ályktun af þessari mælingu að æðar neðan 895 m hafi kólnað.

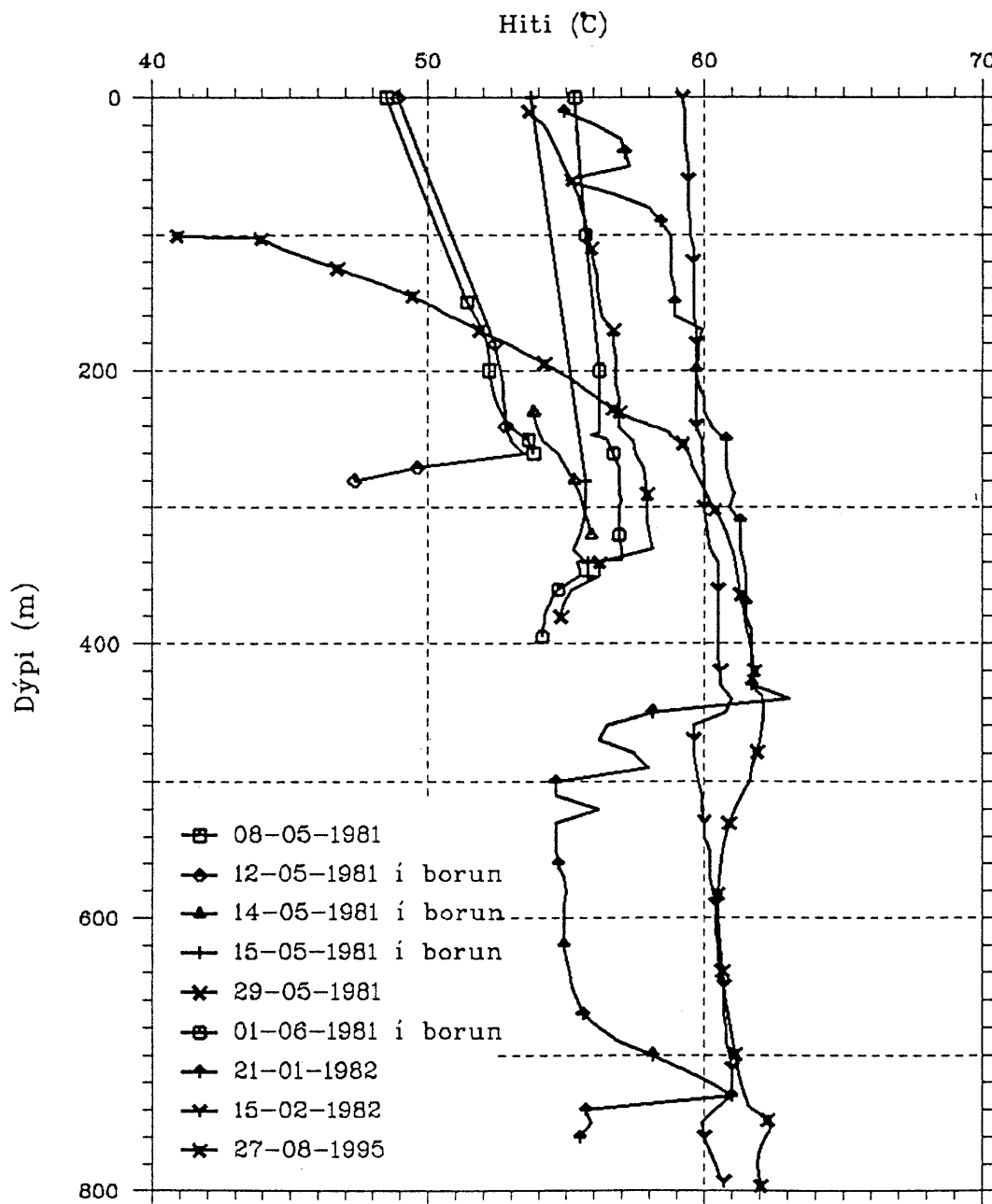
Mynd 44 sýnir hitamælingar, sem gerðar hafa verið í holu BÝ-3. Holan er boruð skammt frá HN-10. Hún er 300 m djúp og sker á 160-180 m og 210-300 m dýpi gang, sem trúlega er hinn sami og gefur vatnið í holu HN-10. Hafa ber í huga við skoðun á mælingunum að vatnsborð í holunni er oftast á um 160 m dýpi en hækkar þó jafnan ört ef slakað er á dælingu í HN-10. Það er því lítið að marka hitamælingar ofan 160 m dýpis.

Mælingarnar frá október 1989 eru truflaðar af boruninni en mælingarnar frá 13.11.1989 og 10.1.1990 sýna að þá hefur hitajafnvægi náðst. Mælingin frá 15.6. 1990 er um 1°C heitari á 180-300 m dýpi en næstu tvær mælingar á undan, að undantekninni kælingu sem sést í æðinni á 260 m dýpi. Trúlega sýnir þessi mæling um 1°C of hátt hitastig, a.m.k. er ólíklegt að hiti í

botnpunkti hafi breyst. Mælingin frá 4.9.1995 sýnir hins vegar verulega kælingu í holunni. Frá vatnsborði (160 m dýpi) og niður að æðinni á 260 m hefur holan kólnað um 2°C, en um 4°C í æðinni sjálfri. Ekki verður séð af mælingunum að þarna sé um niðurstreymi í holunni sjálfri að ræða. Líklegra er um að ræða niðurrennsli eftir æðum sem áður veittu heitu vatni upp í Botns-laug meðfram ganginum sem holan skar.

13 May 1996 ogf
L= 50507 Oracle

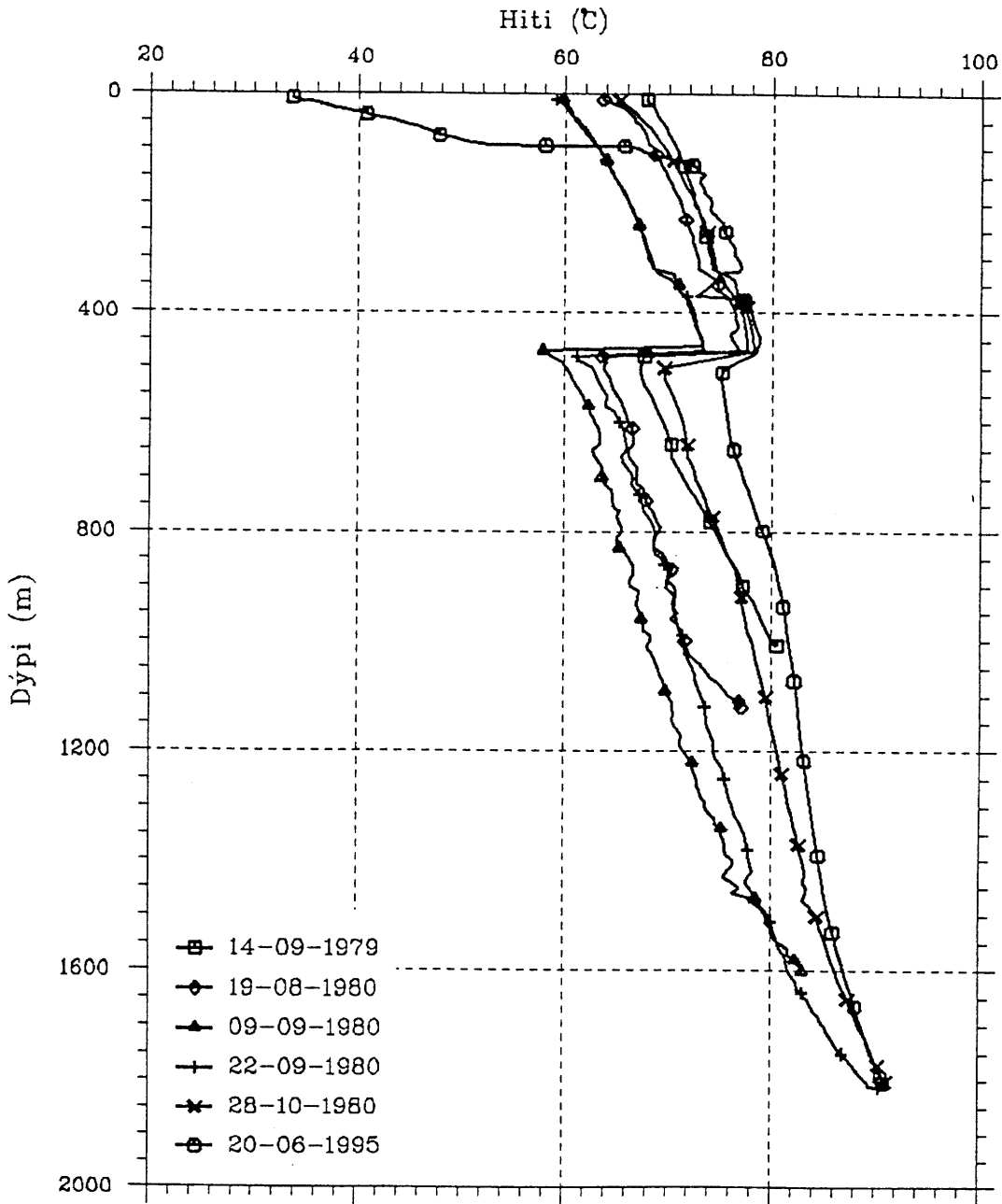
Glerárdalur, Akureyri Hitamælingar Holu GYN-7



Mynd 41. Hitamælingar í holu GYN-7 á Glerárdal.

13 May 1996 ogf
L= 54561 Oracle

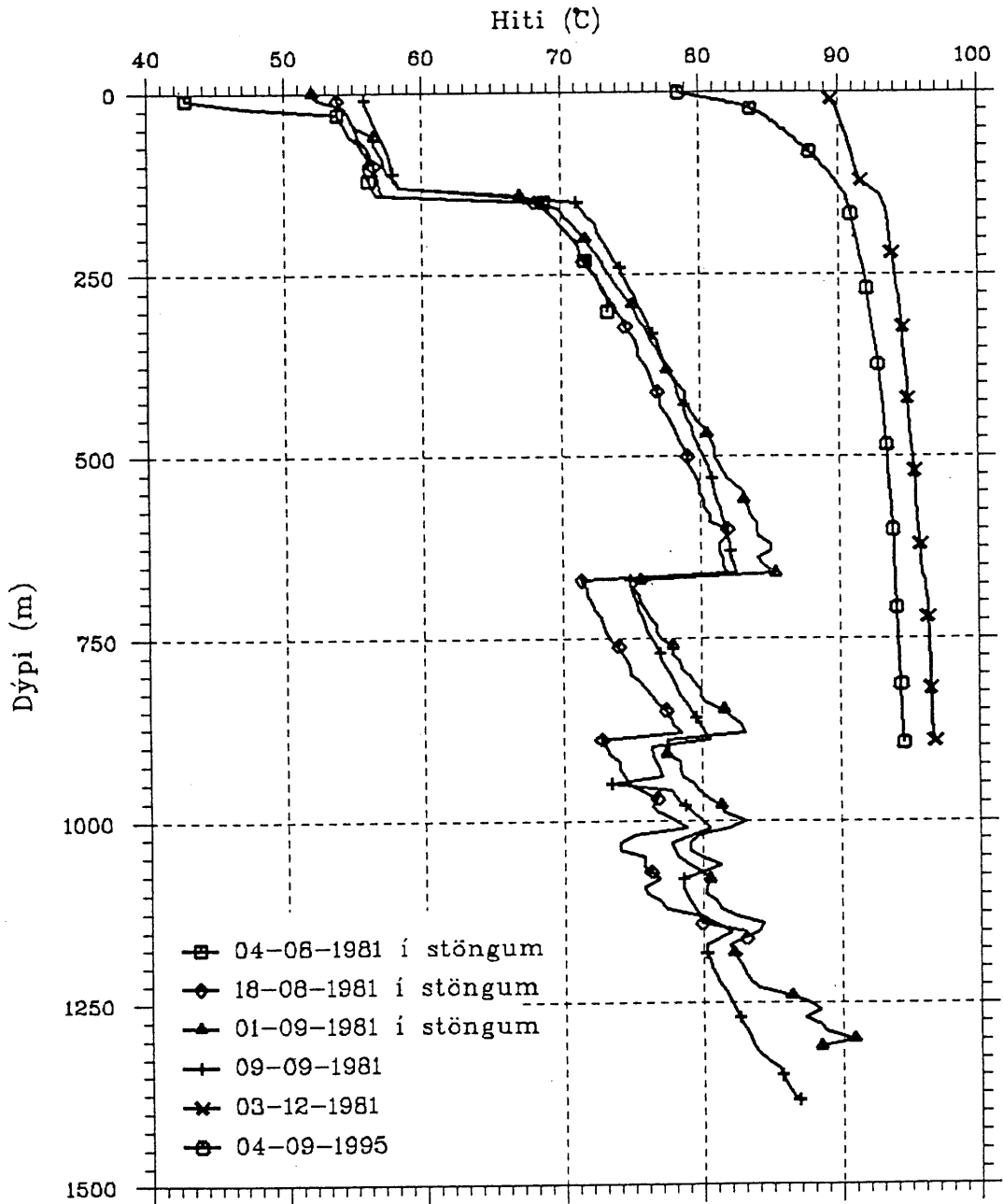
Reykhús í Eyjafjardarsveit Hitamælingar Holu RWN-7



Mynd 42. Hitamælingar í holu RWN-7 við Reykhús.

13 May 1996 ogf
L= 54401 Oracle

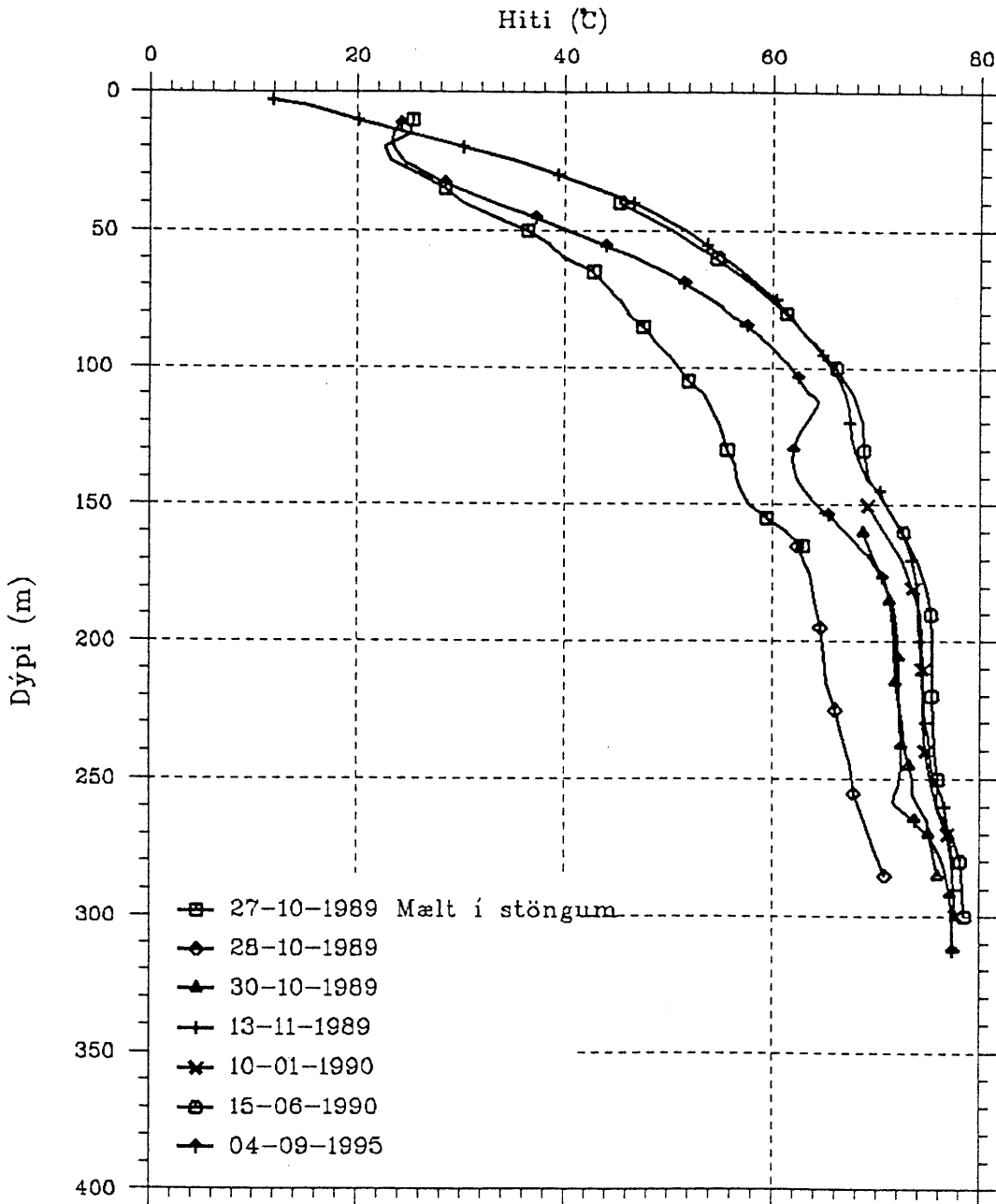
Botn í Eyjafjardarsveit Hitamælingar Holu BN-1



Mynd 43. Hitamælingar í holu BN-1 við Botn.

13 May 1996 ogf
L= 54403 Oracle

Botn í Eyjafjarðarsveit Hitamælingar Holu BÝ-3



Mynd 44. Hitamælingar í holu BÝ-3 við Botn.

6. ORKUBÚSKAPUR HITAVEITU AKUREYRAR 1995

Árið 1995 var fyrsta heila árið sem virkjunin á Þelamörk og rafskautaketillinn við Súluveg voru í notkun. Árið 1995 var því talsvert frábrugðið fyrri árum í orkuframleiðslu.

Í töflu 9 er að finna ýmsar upplýsingar um orkubúskap hitaveitunnar á árinu 1995 og myndir 45 og 46 sýna massa- og orkuflæði um kerfi hitaveitunnar 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.

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

1. Heildarorkuframleiðsla ársins 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 sem taka til 365 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 3,7. 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. Nýtingarstuðullinn virðist hafa hækkað frá fyrra ári, sem er í samræmi við það sem búist var við eftir að hætt var að blanda Glerárdalsvatni saman við bakrásarvatnið áður en það var sent inn á hitunarhlíð varmadælanna.
3. Orkuframleiðsla rafskautaketilsins í Þórunnarstræti er reiknuð út frá raforkunotkun hans og miðað við 95% nýtni. Orkuframleiðsla svartolífuketilsins 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. Þessi tala er mjög ónákvæm af því að hún er lítil tala sem fundin er út sem mismunatala tveggja stórra

mælitalna. Fljótt álitid 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 koma mælum á nið-
urrenslisrörin.

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. Fyrir aðveituna frá Laugalandi reiknast orkutapið 7,3 GWh sem samsvarar um 2,7°C kælingu í aðveitupípunni. Fyrir aðveituna frá Þelamörk reiknast orkutapið 2,2 GWh sem jafngildir 6,4°C kólnun í Þelamerkuraðveitunni. Orkutap í Glerárdalsaðveitu telst með orkutapi í bæjarkerfi og er ekki reiknað eða mælt sérstaklega. Tekið skal fram að tölurnar um orkutöpin eru með vifum óvissumörkum vegna þess að þau eru ekki mæld beint heldur reiknuð út frá öðrum mælistærðum.

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 1995.

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

Tafla 9. Yfirlit um ýmsa þætti varðandi orkubúskap Hitaveitu Akureyrar 1995.

Orkuframleiðsla:			
	Jarðhitasvæðin í Eyjafjarðarsveit ¹⁾	201,1 GWh	73,6%
	Jarðhitasvæðið á Glerárdal	19,3 GWh	7,1%
	Jarðhitasvæðið á Þelamörk	32,0 GWh	11,7%
	Varmadælur	9,2 GWh	3,4%
	Rafskauta- og oliukatlar	11,6 GWh	4,2%
	Heildarorkuframleiðsla ¹⁾	273,2 GWh	100%
Varmaorkunotkun:			
	Dreifikerfi á Akureyri	224,6 GWh	82,2%
	Heildarnotkun í Eyjafjarðarsveit ¹⁾	23,8 GWh	8,7%
	Notkun í Glæsibæjarhreppi	9,1 GWh	3,3%
	Eigin HVA notkun í Eyjafjarðarsveit ²⁾⁹⁾	6,3 GWh	2,3%
	Orkutap í aðveitukerfi ⁶⁾	9,5 GWh	3,5%
	Heildarorkunotkun	273,3 GWh	100%
Raforkunotkun:			
	Borholudælur og dælustöð í Eyjafjarðarsveit	4,6 GWh	
	Dælustöðvar á Akureyri	1,2 GWh	
	Dælur á Þelamörk	0,6 GWh	
	Varmadælur	2,5 GWh	
	Rafskautakatlar	11,7 GWh	
	Raforkunotkun, alls	20,6 GWh	
Bakrásarvatn:			
	Endurheimt bakrásarvatn (meðaltal)	39,5 l/s	
	Meðalhiti bakrásarvatns (ágiskað)	27 °C	
Íbúafjöldi:			
	Akureyri	14.922	
	Eyjafjarðarsveit	933	
	Glæsibæjarhreppur	239	
Akureyri, ýmsar upplýsingar:			
	Rúmmál hitaðs húsrýmis ⁴⁾	3.448.402 m ³	
	Orkunotkun á rúmmetra húsrýmis ⁵⁾	78,2 kWh/m ³	
	Heitavatsnotkun á rúmmetra húsr.	1,3m ³ /m ³	
	Varmaorkuframleiðsla á íbúa	16.749 kWh/íbúa	
	Heitavatsnotkun á íbúa	281 m ³ /íbúa	
	Aukning í hituðu húsrými frá 1994	185.090 m ³	
Orkuverð án VSK:			
	Fastagjald í árslok (15 mm mælir)	8460 kr	
	Rúmmetragjald í árslok	113.00 kr/m ³	
	Meðalorkuverð á framleidda kWh ³⁾	1,82 kr/kwh	
	Meðalrúmmetraverð út á dreifikerfið	108.50 kr/m ³	
Veðurfar:			
	Ársmeðalhiti (°C)	1995 2,87	1981-1995 3,46
	Meðalvindhraði (hnútar)	9,6	8,6
	Fjöldi sólskinsstunda	1026	1011
	Vindleiðréttur meðalhiti	-0,62	0,05
			Staðalfrávik 0,70
			1,3
			0,78

¹⁾ Reykhús meðtalin.

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

³⁾ Heildarorkusala í krónum á hverja framleidda kílóvattstund.

⁴⁾ Á Akureyri, í Eyjafjarðarsveit og Glæsibæjarhreppi.

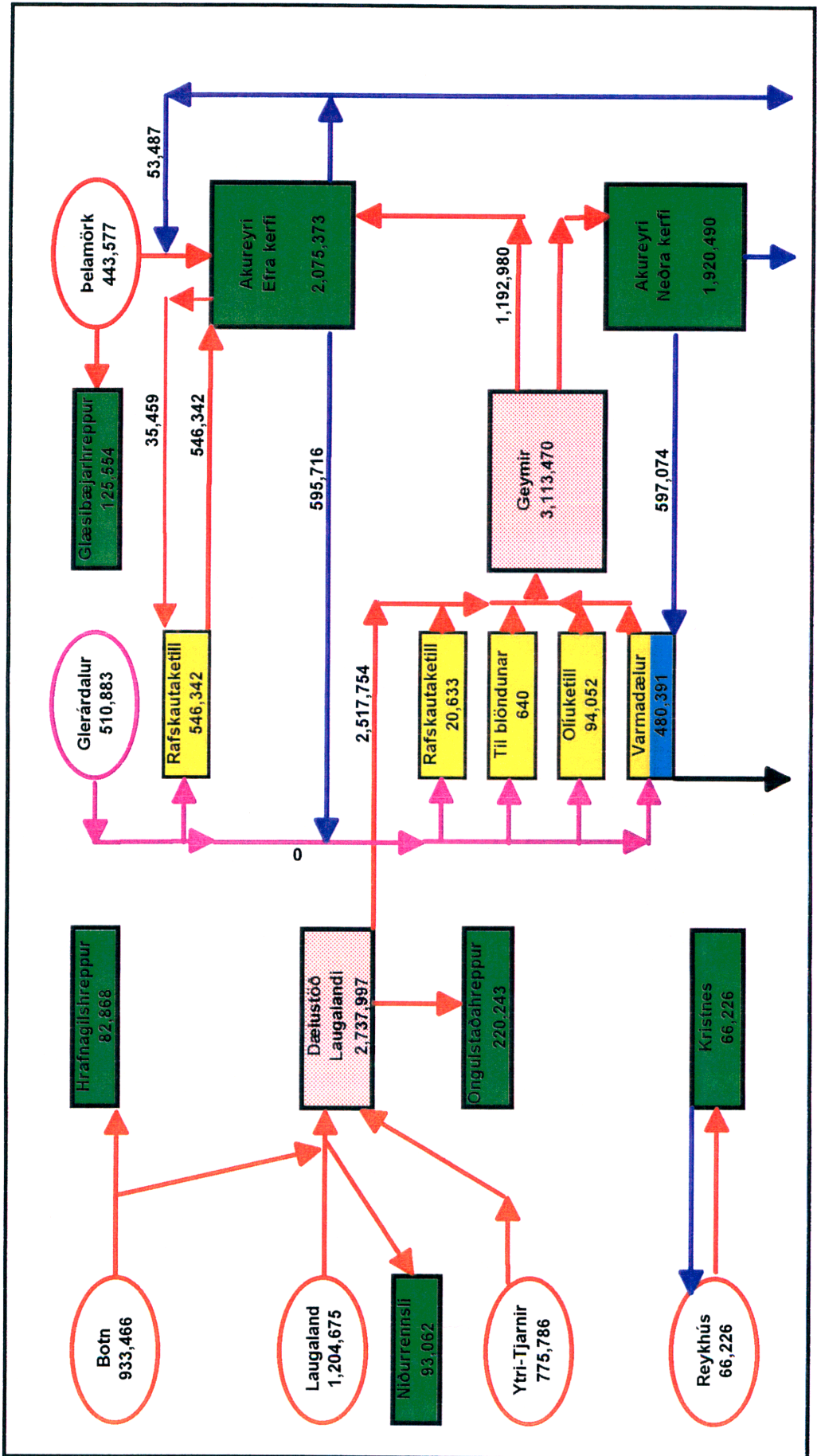
⁵⁾ Orkutöp í aðveitu ekki meðtalin

⁶⁾ Mjög ónákvæmar tölur

Hitaveita Akureyrar

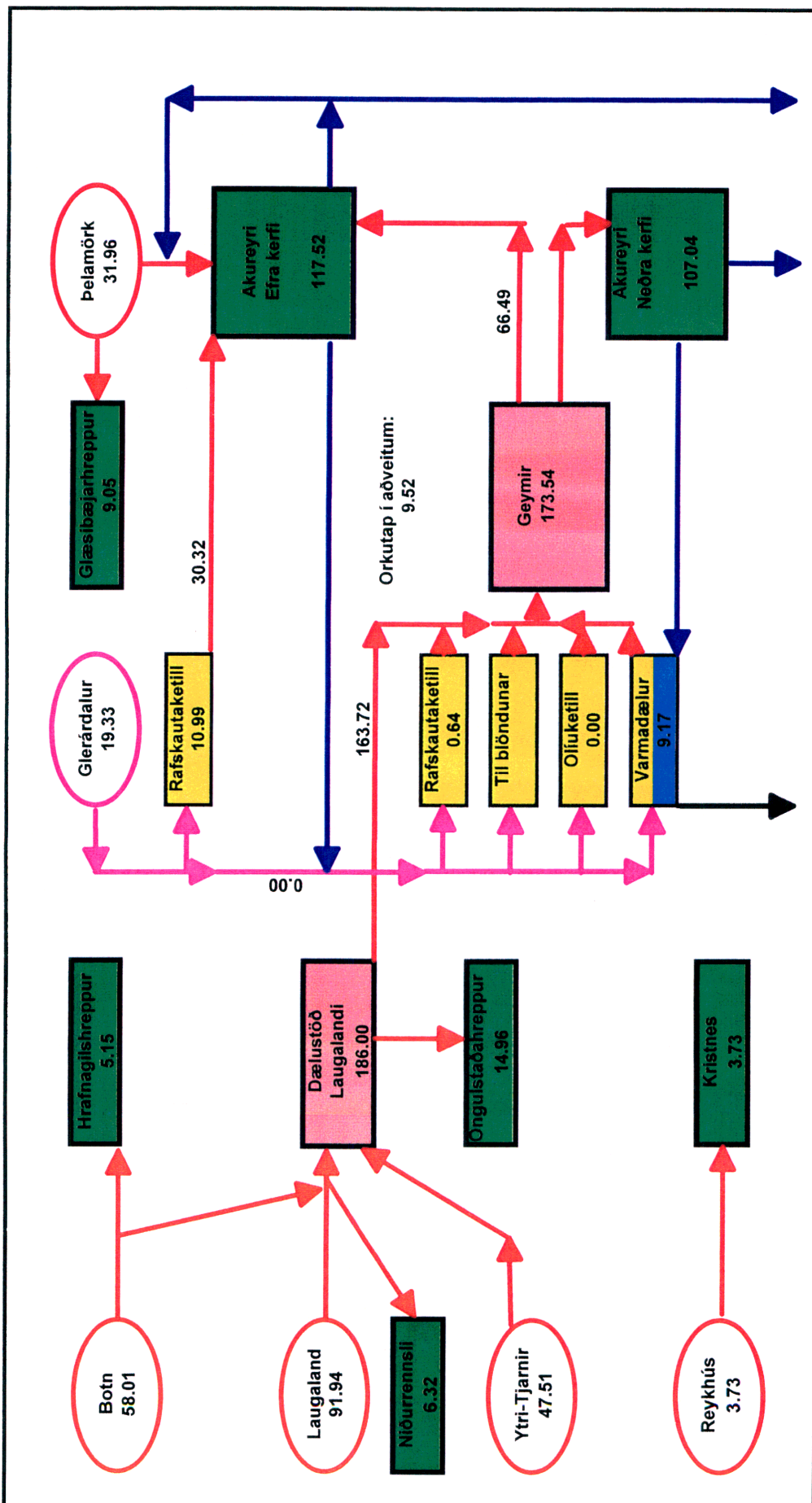
Massaflæði 1995

Allar tölur eru í rúmmetrum
Tímabil 31.12.1994 - 31.12.1995



Mynd 45. Massaflæði um kerfi Hitaveitu Akureyrar.

Hitaveita Akureyrar
Orkuflæði 1995
 Allar tölur eru í gigawattstundum
 Tímabil 31.12.1994 - 31.12.1995

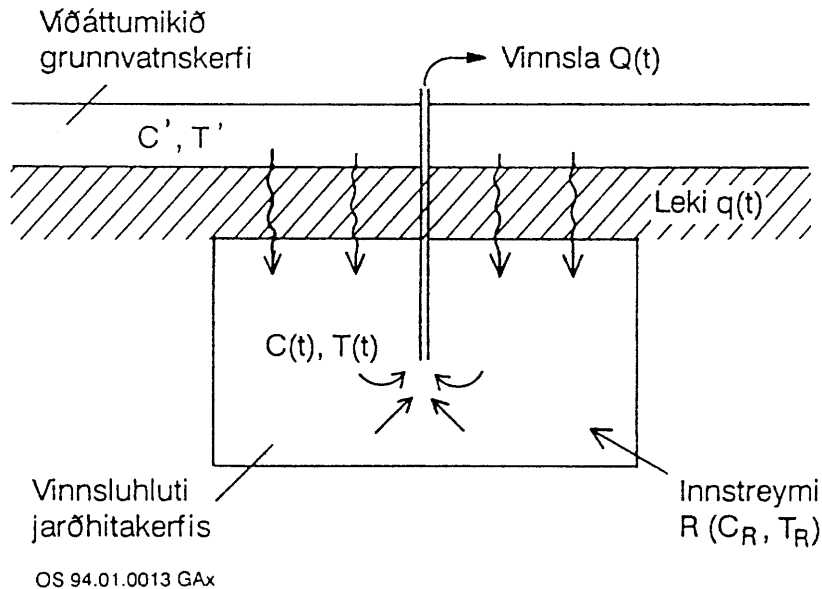


Mynd 46. Orkuflæði um kerfi Hitaveitu Akureyrar.

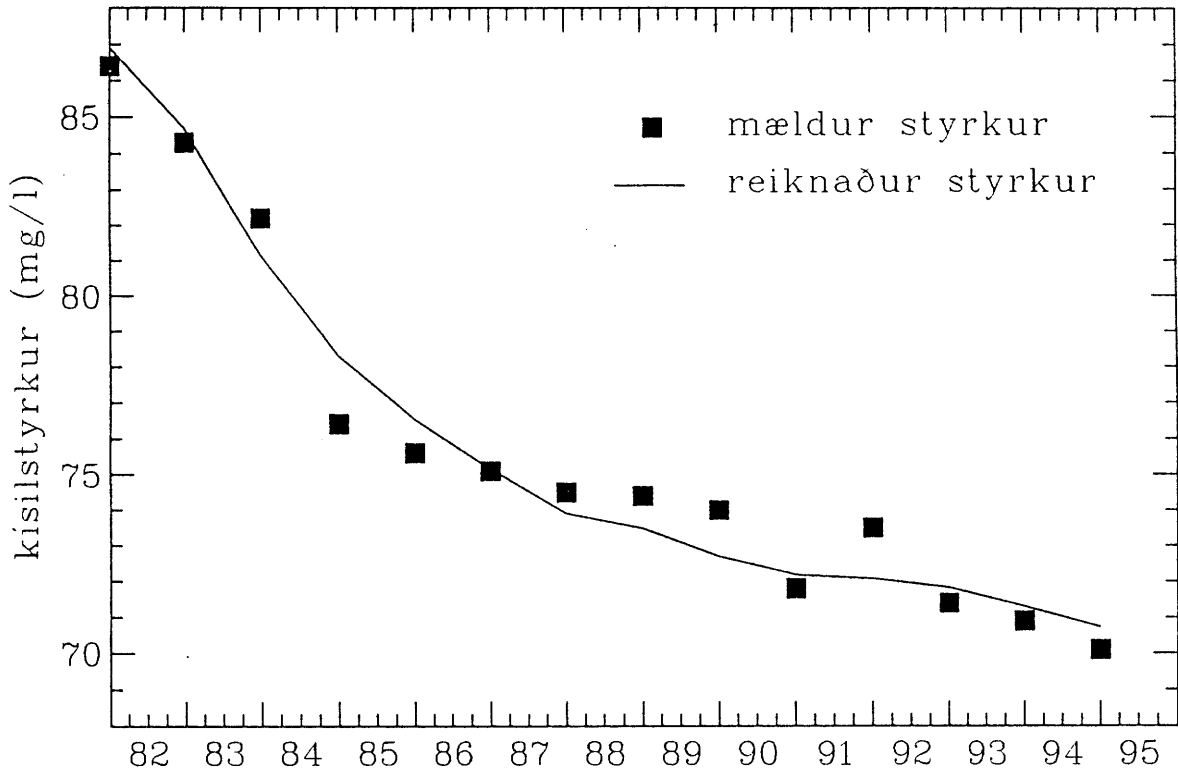
7. SPÁR UM KÓLNUN VATNS ÚR HOLU HN-10

Á undanförunum 14 árum hefur hiti vatns úr holu HN-10 lækkað úr 85 - 86 °C í u.þ.b. 80 °C. Er talið að það sé vegna þess að kalt grunnvatn streymi niður í jarðhitakerfið um þær rásir sem áður hleyptu heitu vatni upp til yfirborðs, t.d. uppstreymisrás Botnslaugar. Þetta niðurrennsli virðist hafa kælt efri æðar (kringum 500 m dýpi) HN-10 verulega. Í kubballíkani af jarðhitakerfinu frá 1992 er gert ráð fyrir þessu niðurrennsli (Guðni Axelsson og Grímur Björnsson, 1992). Kólnunin síðustu árin hefur verið nokkuð meiri, en spár reiknaðar með því líkani bentu til. Því þótti ástæða til að endurskoða spár um vatnshita HN-10.

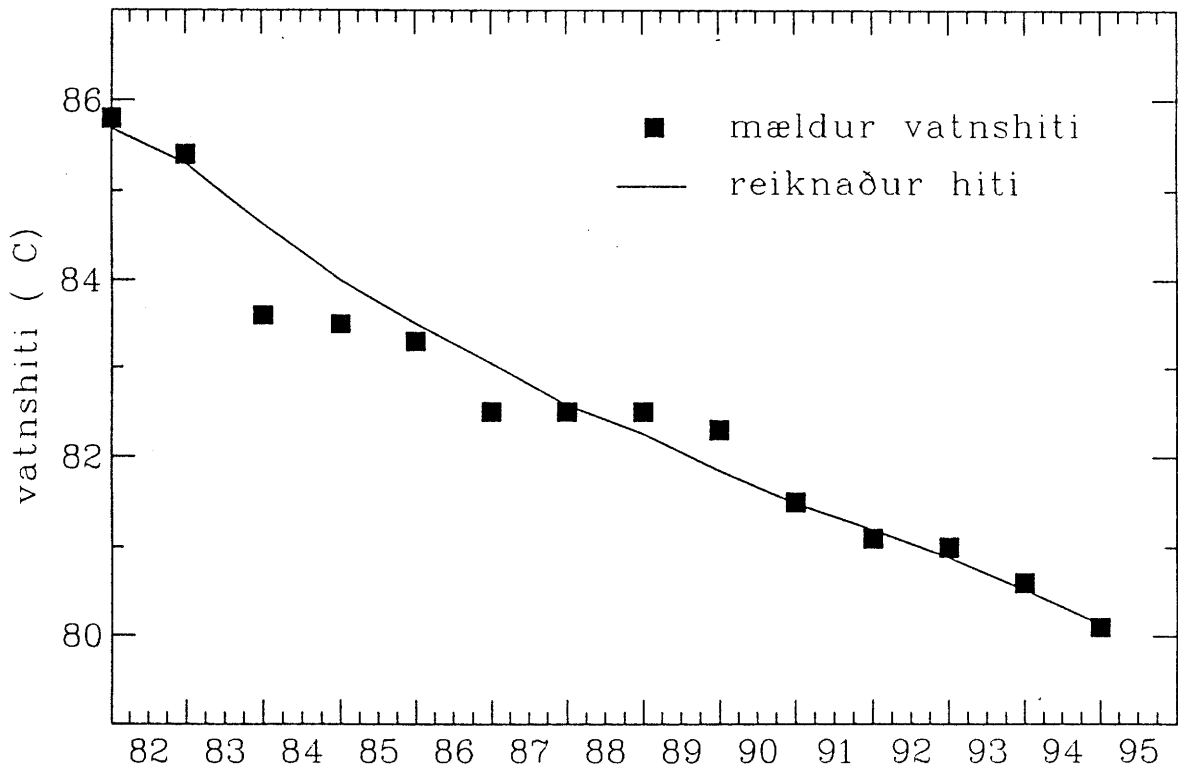
Mjög einfalt líkan, sem sýnt er á mynd 47, var notað við endurskoðunina. Þetta líkan hefur m.a. verið notað til þess að herma áhrif kaldara innstreymis á jarðhitakerfin undir Urriðavatni og á Laugalandi á Þelamörk (Guðni Axelsson, 1991; Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994). Í skýrslunni um síðarnefnda kerfið er ítarleg umfjöllun um líkanið, m.a. í viðauka, sem ekki verður endurtekin hér. Hermireikningar með þessu líkani tóku mun skemmri tíma en endurskoðun kubballíkansins hefði tekið. Efri hluti líkansins er víðáttumikið grunnvatnskerfi, en fyrir neðan það tekur við vinnsluhluti jarðhitakerfisins. Með vinnsluhluta er reyndar átt við þann hluta jarðhitakerfisins þar sem blöndun jarðhitavatns og kaldara vatns á sér stað. Inn í vinnsluhluta líkansins streyma stöðugt R kg/s af heitu vatni úr ytri og dýpri hlutum jarðhitakerfisins. Úr vinnsluhlutanum er síðan dælt Q kg/s og líkir sú dæling eftir vinnslu úr jarðhitakerfinu. Úr grunnvatnskerfinu og niður í vinnsluhlutann leka q kg/s af kaldara vatni, sem valda því að hiti vatnsins sem dælt er og efnastyrkur þess breytast (lækka) með tíma.



Mynd 47. Einfalt líkan sem hermir áhrif niðurstreymis kaldara vatns í jarðhitakerfum.



Mynd 48. Mældur og reiknaður kísilstyrkur (ársmeðaltöl) vatns úr holu HN-10.

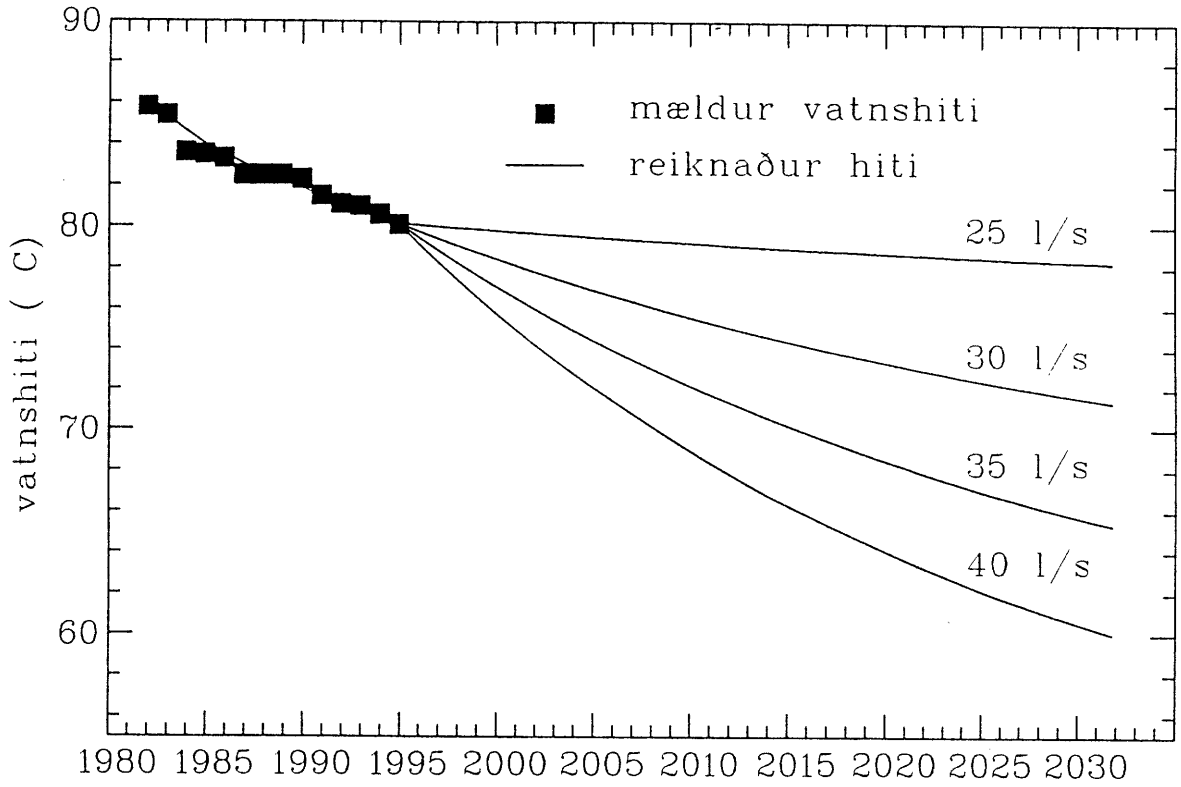


Mynd 49. Mældur og reiknaður hiti (ársmeðaltöl) vatns úr holu HN-10.

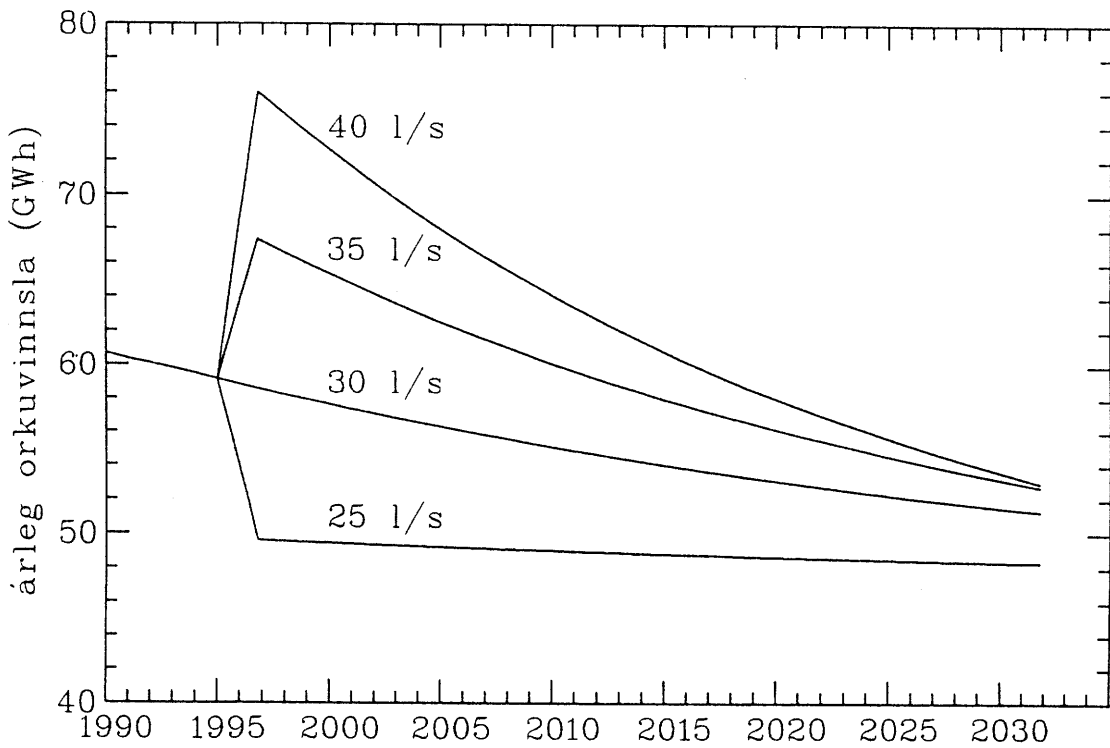
Við hermireikningana var stuðst við breytingar á kísilstyrk og vatnshita úr HN-10 og sýna myndir 48 og 49 samanburð á mældum og reiknuðum breytingum þessara þátta. Eiginleikum líkansins, þ.e. stærð og poruhluta, ásamt hita og kísilstyrk kalda og heita innstreymisins var breytt þar til gott samræmi fékkst milli mældu og reiknuðu breytinganna. Gengið var út frá því að hiti grunnvatnsins væri 10 °C og kísilstyrkur þess 16 mg/kg. Best samræmi fékkst ef gert var ráð fyrir því að fasta innstreymið næmi 22 l/s af 85,7 °C heitu vatni með kísilstyrk 87 mg/kg, og að rúmmál líkansins (þ.e. þess hluta þar sem blöndunin á sér stað) væri 0,075 km³ og poruhluti þess um 8%. Þetta poruhlutagildi er í góðu samræmi við það sem áður hefur verið áætlað fyrir jarðhitakerfi á Eyjafjarðarsvæðinu, sem gerir niðurstöður líkansins trúverðugar. Þó var hægt að draga úr innstreyminu að neðan og auka hlut innstreymis að ofan. Þá þurfti að hækka hita og auka kísilstyrk þess síðarnefnda til þess að líkanið hermdi gögnin jafn vel. Þetta breytti þó litlu um rúmmál og poruhluta líkansins og þar með litlu um þær spár sem reiknaðar voru um vatnshita framtíðarinnar.

Að síðustu var líkanið notað til þess að spá vatnshita úr HN-10 nokkra áratugi fram í tímann, og eru niðurstöðurnar birtar á mynd 50. Reiknaðir voru spáferlar fyrir 25, 30, 35 og 40 l/s ársmeðalvinnslu úr jarðhitakerfinu (HN-10 og BN-1). Samkvæmt líkaninu mun kólnunin halda áfram með svipuðum hraða ef ársmeðalvinnslan helst um 30 l/s, líkt og undanfarin ár. Þá er því spáð að vatnshitinn verði kominn niður í u.þ.b. 77 °C árið 2005, í u.þ.b. 74 °C árið 2015 og í u.þ.b. 72 °C árið 2025. Ef ársmeðalvinnslan verður minnkuð í 25 l/s hægir verulega á kólnuninni skv. líkaninu. Þá er því spáð að vatnshitinn fari ekki mikið niður fyrir 79 °C. Ef vinnslan er á hinn bóginn aukin í 35 l/s herðir á kólnuninni og spáir líkanið því að vatnshitinn verði kominn niður í 74 °C árið 2005, 70 °C árið 2015 og 67 °C árið 2025. Aukning vinnslunnar í 40 l/s veldur því að vatnshitinn fellur enn hraðar, eða í 71 °C árið 2005, í 66 °C árið 2015 og í 62 °C árið 2025, skv. líkaninu.

Þessar spár voru jafnframt umreiknaðar í orkuvinnslu (GWh/ári) og eru niðurstöðurnar sýndar á mynd 51. Þar sést að vegna hraðari kólnunar mun aukning vinnslu aðeins skila sér tímabundið í aukinni orkuframleiðslu. Eftir tvo áratugi verður orkuframleiðslan orðin sambærileg, en þá þarf að hafa í huga aukinn kostnað við aukna dælingu. Samkvæmt líkaninu mun minni vinnsla skila nokkru minni orkuvinnslu. Reyndar þarf að hafa í huga að hér er um spár mjög einfalds líkans að ræða. Spár líkansins til margra áratuga eru væntanlega frekar ónákvæmar auk þess sem ónákvæmnin er einnig meiri fyrir aðra vinnslu en undanfarin ár, þ.e. fyrir 25, 35 og 40 l/s tilfellin.



Mynd 50. Spár um hita vatns úr holu HN-10 til ársins 2032.



Mynd 51. Spár um árlega orkuvinnslu úr holum HN-10 og BN-1 fyrir mismunandi vinnslutilfelli. Miðað er við nýtingu niður í 27 °C.

8. FRAMTÍÐARHORFUR

Þegar horft er til framtíðar eru einkum þrjú meginmarkmið sem höfð eru að leiðarljósi í orkupólítískum ákvörðunum hitaveitunnar:

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

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

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

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

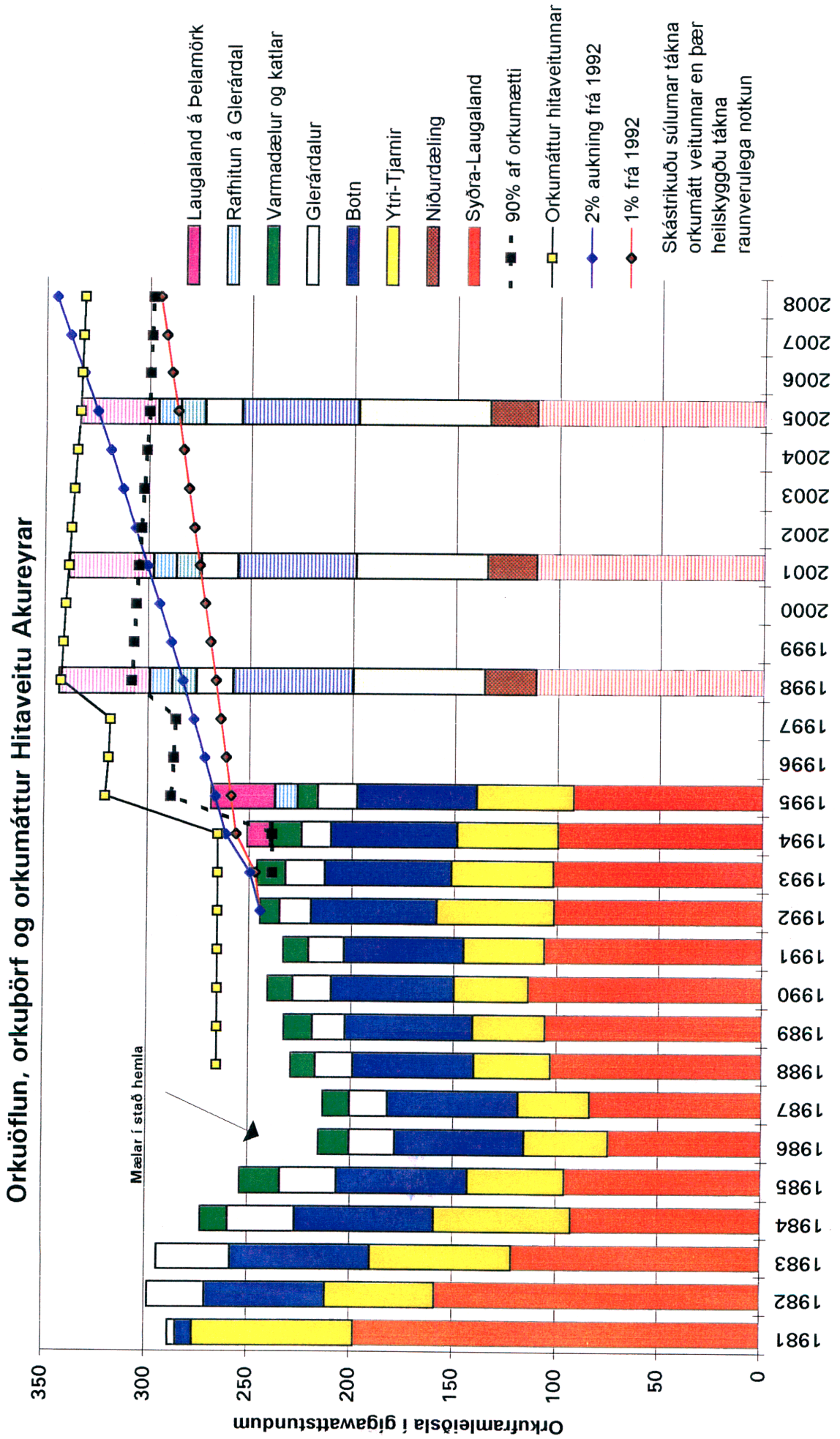
Mynd 52 sýnir þróun orkunotkunar og orkuvinnslu Hitaveitu Akureyrar frá árinu 1981 ásamt orkumætti veitunnar og líklegum vexti orkuþarfarinnar. Jafnframt er sýnd lína, sem sýnir 90% af orkumætti veitunnar en æskilegt er miða við að eiga um 10% umframvinnslugetu í kerfinu til að mæta köldum árum, sem alltaf má búast við að komi.

Við mat á orkumættinum til ársins 2008 er gert ráð fyrir óbreyttri vinnslugetu á Laugalandi, Ytri-Tjörnum og á Glerárdal en tekið er tillit til minnkandi vinnslugetu á Botni og Þelamörk vegna kólnunar vatns í holum HN-10 og LPN-11. Þá er gert ráð fyrir að vinnslugetan aukist um 25 GWh árið 1998 vegna niðurdælingar á Laugalandi. Sú tala er reyndar talsvert óviss en kemur væntanlega í ljós við niðurdælingartilraunir á næstu tveimur árum.

Líklegt er að árlegur vöxtur í orkuþörf verði á bilinu 1-2% á ári næstu árin. Miðað við 1% árlegan vöxt sýnir mynd 52 að notkunin nær 90% af orkumætti árið 2008 en árið 2001 ef vöxturinn verður 2% á ári. Nýr virkjunarkostur þarf því að vera tiltækur einhvern tímann á fyrsta áratug 21. aldarinnar. Ástæða er til að vekja athygli á að orkunotkun til húshitunar á Akureyri er með því lægsta sem gerist 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 lækkað orkuverð kallar á meiri notkun og meiri notkun kallar á örari nýframkvæmdir í orkuöflun sem síðan gætu leitt af sér nauðsyn á gjaldskrárhækkun.

Telja verður að staða orkuöflunar hjá HVA sé vel viðunandi og horfur á að svo geti verið næstu 1-2 áratugi. Afhendingaröryggi orkunnar er einnig með því besta sem gerist á landinu og aðveitukerfið þannig úr garði gert að meiriháttar rekstrartruflanir eru ólíklegar nema til komi langvarandi rafmagnsleysi. Þó þarf að gæta vel að rekstri jarðhitasvæðisins á Laugalandi. Önd-

vert við önnur virkjunarsvæði HVA getur Laugalandssvæðið gefið af sé mikið magn af heitu vatni ef vatnsborð stendur hátt. Þar er því fólginn sá orkuforði sem þarf að vera hægt að grípa til í slæmum kuldaköstum á veturnum. Til þess að það sé gerlegt þarf að haga jarðhitavinnslunni þannig að eins lítið vatn sé tekið frá Laugalandi utan álagstíma og frekast er unnt og geyma þannig forðann á Laugalandi til kuldakasta á veturnum. Sé það ekki gert geta komið upp aðstæður þar sem veruleg aflþurrð yrði í kuldaköstum.



Mynd 52. Orkuöflun, orkuvinnsla og orkumáttur hitaveitunnar.

9. HEIMILDIR

- Guðni Axelsson, 1991: *Jarðhitasvæðið Urriðavatni. Einfaldir hermireikningar og spár um kólnun vatns úr holu 8*. Orkustofnun, OS-91037/JHD-21 B, 15 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.
- 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 vinnsluþrófun 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.