



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

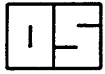
HITAVEITA AKUREYRAR
Vinnslueftirlit 1991

Ólafur G. Flóvenz
Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar

OS-92020/JHD-07 B

Maí 1991



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610609

HITAVEITA AKUREYRAR
Vinnslueftirlit 1991

Ólafur G. Flóvenz
Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar

OS-92020/JHD-07 B

Maí 1991

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	3
1. VINNSLA OG VATNSBORÐ	4
1.1 Gagnasöfnun	4
1.2 Orkuvinnsla 1991	5
1.3 Vatnsborðsbreytingar	6
2. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM	7
3. EFNAEFTIRLIT	9
4. FYRIRKOMULAG VINNSLUEFTIRLITS Á NÆSTU ÁRUM	12
4.1 Tilgangur vinnslueftirlits	12
4.2 Fyrirkomulag vinnslueftirlits	13
4.3 Vikuleg skráning	13
4.4 Mánaðarleg skráning	14
4.5 Ársfjórðungsleg sýnataka	14
4.6 Vinnslueftirlitsskýrsla	15
4.7 Sýni úr dreifikerfi	15
4.8 Sýni til heildargreiningar	16
4.9 Hitamælingar í borholum	16
5. HEIMILDIR	16

TÖFLUSKRÁ

1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1991	4
2. Ársmeðalvinnsla vinnslusvæða Hitaveitu Akureyrar	5
3. Efnasamsetning vatns í vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar	8
4. Efnasamsetning vatns í vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar	9
5. Efnasamsetning vatns í dælustöðvum og dreifikerfi	10
6. Laugaland á Pelamörk. Efnasamsetning vatns	11

MYNDASKRÁ

1. Staðsetning vinnslusvæða Hitaveitu Akureyrar	17
2. Heildarvinnsla jarðhita árin 1990 og 1991	17
3. Árleg orkuvinnsla. Spá um vinnslu og orkuþörf	18
4. Botn HN-10, vinnsla og vatnsborð 1990 og 1991	19
5. Botn BN-1, vinnsla 1990 og 1991	19
6. Botn, vinnsla úr HN-10, vatnsborð BY-2 og BY-3	20
7. Syðra-Laugaland, vinnsla og vatnsborð 1990 og 1991	20
8. Syðra-Laugaland, vatnsborð í mælingaholum árið 1991	21
9. Ytri-Tjarnir, vinnsla og vatnsborð 1990 og 1991	21
10. Glerárdalur, vinnsla og vatnsborð 1990 og 1991	22
11. Reykhús, vinnsla og vatnsborð 1990 og 1991	22

12. Botn HN-10, vinnsla og vatnsborð frá 1982	23
13. Laugaland, Hrafnagil og Grísará, vinnsla og vatnsborð frá 1976	23
14. Ytri-Tjarnir og Reykhús, vinnsla og vatnsborð frá 1978	24
15. Glerárdalur, vinnsla og vatnsborð frá 1982	24
16. Hrafnagil, vatnsborð í HW-9	25
17. Botn, mældur hiti vatns úr HN-10	25
18. Botn, mældur hiti vatns úr BN-1	25
19. Syðra-Laugaland, mældur hiti vatns úr LJ-5	26
20. Syðra-Laugaland, mældur hiti vatns úr LJ-7	26
21. Syðra-Laugaland, mældur hiti vatns úr LN-12	26
22. Ytri-Tjarnir, mældur hiti vatns úr TN-4	27
23. Glerárdalur, mældur hiti vatns úr GY-7	27
24. Botn HN-10, styrkur kísils	28
25. Botn HN-10, styrkur klóríðs	28
26. Botn HN-10, styrkur súlfats	28
27. Botn HN-10, styrkur flúoríðs	28
28. Botn BN-1, styrkur kísils	29
29. Botn BN-1, styrkur klóríðs	29
30. Botn BN-1, styrkur súlfats	29
31. Botn BN-1, styrkur flúoríðs	29
32. Laugaland LJ-5, styrkur kísils	30
33. Laugaland LJ-5, styrkur klóríðs	30
34. Laugaland LJ-5, styrkur súlfats	30
35. Laugaland LJ-5, styrkur flúoríðs	30
36. Laugaland LN-12, styrkur kísils	31
37. Laugaland LN-12, styrkur klóríðs	31
38. Laugaland LN-12, styrkur súlfats	31
39. Laugaland LN-12, styrkur flúoríðs	31
40. Ytri-Tjarnir TN-4, styrkur kísils	32
41. Ytri-Tjarnir TN-4, styrkur klóríðs	32
42. Ytri-Tjarnir TN-4, styrkur súlfats	32
43. Ytri-Tjarnir TN-4, styrkur flúoríðs	32
44. Glerárdalur GYN-7, styrkur kísils	33
45. Glerárdalur GYN-7, styrkur klóríðs	33
46. Glerárdalur GYN-7, styrkur súlfats	33
47. Glerárdalur GYN-7, styrkur flúoríðs	33
48. Reykhús RN-7, styrkur kísils	34
49. Reykhús RN-7, styrkur klóríðs	34
50. Reykhús RN-7, styrkur súlfats	34
51. Reykhús RN-7, styrkur flúoríðs	34

ÁGRIP

Orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar af jarðhitasvæðunum í Eyjafirði minnkaði úr 223,4 GWh árið 1990 í 215,7 GWh árið 1991, miðað við nýtingu í 30°C, eða um 3,5 %. Hagstætt tölur árið 1991 er talið valda þar mestu um. Að auki voru um 12,3 GWh framleiddar með varmadælum hitaveitunnar, þannig að heildarorkuframléiðslan var 228 GWh árið 1991. Heildarvinnslugeta jarðhitasvæðanna er metinn um 242 GWh á ári þannig að hitaveitan nýtti um 89 % af vinnslugetu jarðhitasvæðanna á árinu 1991. Miðað við svipaða aukingu í vinnslu og verið hefur að meðaltali síðustu 5-6 ár verða vinnslusvæðin fullnýtt um næstu aldamót. Þó er rétt að benda á það að mikil munur er á orkunotkun frá ári til árs, m.a. vegna breytilegs tölurars. Einnig er líklegt að til aflskorts komi í frosthörkum þegar nálgast fer aldamótin.

Á árinu 1991 var vinnsla minni en árið áður á öllum vinnslusvæðum veitunnar nema Ytri-Tjörn-um, þar sem vinnsla jókst lítillega. Vatnsborð virðist almennt hegða sér í samræmi við það sem gert er ráð fyrir í vatnsborðsspám frá 1988 þótt erfitt sé að meta það nákvæmlega vegna árlegra sveiflna í vinnslu og vatnsborði.

Híti vatnsins úr holu HN-10 á Botni heldur áfram að lækka hægt og rólega og virðist hafa lækkað um nálega 1°C á síðustu tveimur árum. Híti vatns úr holu BN-1 breyttist ekki marktækt. Ekki varð heldur vart marktækra breytinga á hita vatns úr holum LN-12 á Laugalandi og GÝ-7 á Glerárdal. Skipt var um hitamæla við holur LJ-5 og TN-4 á árinu 1991 ásamt því að skipt var um dælu í holu TN-4 sumarið 1991. Þetta veldur því að ósamræmi er á milli eldri og nýrri mælinga á hita vatns úr þessum holum.

Árleg efnasýnataka fór fram í nóvember 1991. Ekki komu fram marktækar breytingar í efnasamsetningu vatnsins frá vinnslusvæðunum milli ára, en þegar þróun efnastyrks frá upphafi vinnslu er skoðuð má sjá vægar breytingar á Botni, og e.t.v. á Laugalandi og Glerárdal. Ekki er ástæða til að hafa áhyggjur af þessum breytingum.

Á árinu 1991 fundust útfellingar magnesíumsilfkata í dreifikerfi hitaveitunnar. Af samsetningu þeirra virðist mega ráða að kalt vatn hafi náð að komast inn í dreifikerfið með einhverju móti t.d. gegnum blöndunartæki einhvers staðar í bænum. Ástæða er til að fylgjast vel með slíku og upplýsa notendur um orsök og afleiðingar millirennslis í dreifikerfinu.

Lagt er til að vinnslueftirliti næstu ára verði breytt nokkuð frá því sem verið hefur undanfarin ár. Breytingarnar felast einkum í því að tekin verði fleiri efnasýni næstu tvö árin en áður í þeim tilgangi að greina betur sveiflur í efnastyrk einstakra hola.

1. VINNSLA OG VATNSBORÐ

1.1 Gagnasöfnun

Hitaveita Akureyrar vinnur nú heitt vatn á fjórum stöðum í Eyjafirði: á Botni, Ytri-Tjörnum, og Laugalandi í Eyjafjarðarsveit og á Glerárdal. Að auki er vatn úr borholum hitaveitunnar á Laugalandi á Þelamörk, Reykhúsum í Eyjafjarðarsveit og Reykjum í Fnjóskadal nýtt til staðbundinnar hitunar. Mynd 1 sýnir staðsetningar vinnslusvæða hitaveitunnar.

Eins og undanfarinn áratug safnaði Hitaveita Akureyrar vikulega gögnum um vinnslu og vatnsborð á vinnslusvæðunum árið 1991. Meðalvinnsla var mæld með aflestrum af rennismælum vinnsluhola og vatnsborð var mælt í vinnsluholum þar sem búnaður til þess er í lagi. Jafnframt var mælt vatnsborð í allmörgum öðrum borholum. Í töflu 1 er gefið yfirlit um mælingar á vinnslu og vatnsborði í holum Hitaveitu Akureyrar.

Tafla 1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1991.

Vinnslusvæði	Hola	Meðalvinnsla, augnabliksrennsli og hiti vatns	Vatnsborð
BOTN	BN-1 HN-10 BÝ-2 BÝ-3 HW-9 HÝ-12	mælt vikulega mælt vikulega	mælirör bilað mælt vikulega u.þ.b. vikulega u.þ.b. vikulega mælt vikulega mælt stöku sinnum
LAUGALAND	LJ-5 LJ-7 LN-12 LJ-8 LN-10 LJ-6 LG-9 GG-1	mælt vikulega mælt vikulega mælt vikulega	mælirör bilað mælirör bilað mælirör bilað mælt vikulega mælt vikul. frá maí '91 u.þ.b. vikul. frá maí '91 u.þ.b. vikul. frá maí '91 mælt vikulega
YTRI-TJARNIR	TN-4 TN-2	mælt vikulega	u.þ.b. vikulega mælt vikulega
GLERÁRDALUR	GY-7 GY-5	mælt vikulega	mælt vikulega mælt yfir sumarið
REYKHÚS	RWN-7	u.þ.b. hálfsmán.lega	u.þ.b. hálfsmán.lega

1.2 Orkuvinnsla 1991

Í töflu 2 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar til og með árinu 1991 og hefur ársmeðalvinnslan á Laugalandi verið leiðrétt fyrir niðurdælingunni í LJ-8 vorið 1991 (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1991b). Mynd 2 sýnir heildarvinnslu jarðhita árin 1990 og 1991, ásamt niðurdælingunni. Í töflunni sést að heildarvinnslan árið 1991 er nokkru minni en árið 1990. Alls var dælt um 107 l/s að meðaltali úr borholum á jarðhitasvæðunum og nam orkuvinnslan alls tæpum 215 Gígawattstundum (GWh) sem er um 3,5% minni orkuvinnsla en árið 1990. Orsakanna er líklega að leita í hagstæðu tíðarfari árið 1991. Þó sést á mynd 2 að vinnslan er meiri síðustu tvo mánuði ársins 1991, en síðustu tvo mánuði ársins á undan. Ársmeðalvinnslan var minni árið 1991 en árið 1990, á öllum vinnslusvæðunum, nema Ytri-Tjörnum.

Til viðbótar orkuvinnslu á jarðhitasvæðunum voru varmadælurnar notaðar með svipuðu móti og undanfarin ár. Samkvæmt upplýsingum Magnúsar Finnssonar hjá Hitaveitu Akureyrar nam orkuframléiðsla þeirra 12,3 GWh árið 1991. Orkuframléiðsla með olfukatli veitunnar var óveruleg. Því var heildarorkuframléiðsla Hitaveitu Akureyrar 228 GWh á árinu.

Tafla 2. Ársmeðalvinnsla vinnslusvæða Hitaveitu Akureyrar.
Við umreikning í gígawattstundir (GWh) er miðað við nýtingu í 30°C.

Ár	Ársmeðalvinnsla af vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar									
	Botn 85°C		Syðra- Laugaland 95°C		Ytri- Tjarnir 80°C		Glerár- dalur 60°C		Samtals	
	l/s	GWh	l/s	GWh	l/s	GWh	l/s	GWh	l/s	GWh
1981	3,8	7,6	82,1	195,8	41,6	76,3	3,3	3,6	130,8	283,4
1982	28,5	57,5	65,8	157,0	28,1	51,6	23,4	25,8	145,8	291,9
1983	33,0	66,6	50,4	120,2	36,2	66,4	30,0	33,0	149,6	286,4
1984	32,7	66,0	38,3	91,4	35,0	64,2	27,3	30,0	133,3	251,6
1985	30,8	62,2	39,7	94,7	24,9	45,7	23,1	25,4	118,5	228,0
1986	30,3	61,2	30,9	73,7	21,7	39,8	18,8	20,7	101,7	195,4
1987	30,6	61,8	34,7	82,8	18,5	33,9	15,6	17,2	99,4	195,7
1988	28,4	57,3	42,5	101,4	19,6	36,0	15,3	16,8	105,8	211,5
1989	29,9	60,3	43,8	104,5	18,7	34,3	13,5	14,8	105,9	213,9
1990	28,9	58,3	47,2	112,6	19,1	35,1	15,9	17,4	111,1	223,4
1991	28,1	56,7	44,0	104,9	20,8	38,2	14,5	15,9	107,4	215,7
VINNSLU- GETA til 2000	29	58,5	46	109,7	29	53,2	19	20,9	123	242,3

Mynd 3 sýnir varmaorkunotkun Hitaveitu Akureyrar frá 1981 til og með 1991. Þar er einnig sýnd áætluð aukning í notkun miðað við 1%, 1,5% og 2% árlegan vöxt í orkunotkun ásamt áætlaðri vinnslugetu hitaveitunnar samkvæmt spám í skýrslu Guðna Axelssonar o.fl. (1988). Þar sést að orkunotkunin undanfarin ár er farin að nálgast vinnslugetu núverandi vinnslusvæða og varmadælu þótt hagstætt tíðarfar hafi dregið úr orkunotkun á árinu 1991. Með 1 - 2% vexti í orkunotkun mun vinnslugetunni verða náð öðru hvoru megin við aldamótin. Þetta er nokkru seinna en útlit var fyrir á síðasta ári (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1991a). Þess ber þó að gæta að óhagstætt veðurfar gæti hæglega aukið orkuþörfina um 5-7% frá því sem hún var 1991 þannig að svæðin yrðu full-

nýtt fyrr. Einnig þarf að hafa í huga að þegar nær dregur fullnýtingu svæðanna verður líklegt að til aflsskorts komi í frosthörkum að vetrarlagi.

Ef við lítum á vinnslu á einstökum vinnslusvæðum og berum hana saman við spár um vinnslugetu svæðanna til aldamóta (Guðni Axelsson o.fl., 1988), sem einnig eru birtar í töflu 2, sést að árið 1991 var vinnsla á Syðra-Laugalandi og Botni eilítið undir áætlaðri vinnslugetu. Samkvæmt spánum virðist mega auka meðalvinnslu á Ytri-Tjörnum og Glerárdal um nokkra l/s á hvoru svæði.

1.3 Vatnsborðsbreytingar

Vatnsborðs- og vinnslugögn ársins 1991 fyrir vinnslusvæðin fjögur og holu RW-7 á Reykhúsum eru birt á myndum 4-11 hér á eftir. Á myndum 4 - 7 og 9 - 11 eru einnig birt til samanburðar gögn ársins 1990. Á myndum 12 - 15 eru birt vatnsborðs- og vinnslugögn frá upphafi vinnslu fyrir hvert vinnslusvæði. Þar eru auk þess birt gögn um vatnsborð í holu GG-1 og holu HW-9 (mynd 13) ásamt gögnum um vatnsborð í holu RW-7 (mynd 14). Mynd 16 sýnir svo nákvæmar vatnsborðsbreytingar í holu HW-9 frá lokum árs 1981. Nánar verður fjallað um þessi gögn hér á eftir.

Um vatnsborðsbreytingar á vinnslusvæðunum má segja eftirfarandi:

- Vatnsborð í holu HN-10 á Botni virðist hafa sveiflast meira árið 1991 en undanfarin ár, enda var vinnslan þar öllu sveiflukenndari en venja er. Jafnframt virðist meðalvatnsborð í HN-10 hafa verið heldur hærra árið 1991 en árin þar á undan. Það er í samræmi við nokkru minni ársmeðalvinnslu. Árið 1991 var einnig fylgst reglulega með vatnsborðsbreytingum í holum BY-2 og BY-3 eins og sýnt er á mynd 6.
- Vatnsborð á Laugalandi, sem hefur farið hægt lækkandi frá árinu 1986, hélt áfram að lækka á árinu 1991. Þetta sést vel á vatnsborði holu LJ-8 á mynd 13. Á árinu 1991 fór vatnsborð á Laugalandi lægst um mánaðarmótin febrúar/mars. Árssveiflan í vatnsborði var þó minni en oft áður enda vinnslan á Laugalandi frekar lítil veturinn 1990/1991 og í meira lagi sumarið 1991. Á mynd 7 eru einnig sýndar vatnsborðsbreytingar í holu LN-10 frá því í maí 1991. Sú hola virðist ekki síður vera heppileg sem vatnsborðshola en LJ-8. LN-10 er nær vinnsluholunum, en um 20 m lægra í landinu, sem skýrir fastan mun sem er á vatnsborði í holunum. Mynd 8 sýnir síðan vatnsborðsbreytingar í fjórum holum á Laugalandssvæðinu. Í öllum holunum sést árssveifla. Hún er minnst í holu LJ-6, sem er í mestri fjarlægð frá vinnsluholunum. Einnig virðist árssveiflan minni í holu LG-9, en í holum LJ-8 og LN-10, ef tekið er tillit til þess að hola LG-9 er álfka hátt yfir sjó og hola LJ-8.
- Vatnsborðsbreytingar í holu TN-2 á Ytri-Tjörnum voru svipaðar á árinu 1991 og undanfarin ár. Þó fór vatnsborð eitthvað lægra í apríl en síðustu ár enda jókst meðalvinnslan lítið eitt. Á mynd 9 er einnig sýnt vatnsborð í vinnsluholunni TN-4. Vegna iðustreymistaps er það nokkru lægra í holu TN-4 í vinnslu en í holu TN-2.
- Vatnsborðsbreytingar á Glerárdal virðast einnig hafa verið svipaðar árið 1991 og undanfarin ár.

Almennt má segja að vatnsborðsbreytingar undanfarinna ára séu í samræmi við vatnsborðsspár frá árinu 1988 (Guðni Axelsson o.fl., 1988) þó erfitt sé að meta það nákvæmlega vegna mikillar árssveiflu í vatnsborði á vinnslusvæðunum. Til þess að kanna það nánar mætti reikna viðbrögð líkananna, sem þá voru notuð, við vinnsluögu svæðanna frá og með árinu 1988 og bera saman

við mældar vatnsborðsbreytingar. Um lítið verk er að ræða, sem t.d. mætti gera á næsta ári er 5 ár verða liðin frá því spárnar voru reiknaðar.

Á mynd 13 sést að vatnsborð í holum HW-9 og GG-1 breytist í takt við vinnslu og vatnsborð á Laugalandi, eins og áður hefur verið bent á (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1991a). Á mynd 16 sést vel að vatnsborð í HW-9 hefur lækkað hægt og sígandi undanfarin ár eins og vatnsborð á Laugalandi.

Lengi hefur verið talið að greinilegra áhrifa gætti frá Ytri-Tjörnum á vatnsborð í RW-7 (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1989 og 1991a). Ef gögnin eru skoðuð nánar (myndir 11 og 14) sést að svo er ekki. Að vísu hækkar vatnsborð í RW-7 frá 1984 til 1988 eins og á Ytri-Tjörnum og einnig er greinilega um áhrif að ræða árin 1987, 1988 og 1989, en þau ár fór vatnsborð hæst á Ytri-Tjörnum. Áhrif frá hléum í vinnslu árin 1985 og 1986 sjást hins vegar ekki og toppar í vatnsborði RW-7 árin 1990 og 1991 virðast frekar tengdir minni vinnslu úr holunni sjálfri. Ekki hefur enn fundist skýring á þessari einkennilegu hegðan.

2. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM

Eins og undanfarin ár var hiti vatns, sem dælt var úr vinnsluholum hitaveitunnar, mældur reglulega árið 1991. Mánaðarmeðaltöl hita vatns úr einstökum holum, frá árinu 1981, eru sýnd á myndum 17 - 23. Hafa þarf í huga, eins og komið hefur fram í fyrri skýrslum, að aflestrarnákvæmni mælanna sem hitaveitan notar er aðeins 0,5 - 1,0°C og að mælar á Laugalandi og Botni voru einangraðir í september 1988. Einnig var skipt um mæli við LJ-5 í lok árs 1990 og við TN-4 í febrúar 1991. Auk þess kunn aðstæður við hitamælinn á Ytri-Tjörnum að hafa breyst við dælu-skipti sumarið 1991.

Hiti vatns úr holu HN-10 virðist halda áfram að lækka hægt og sígandi og virðist hafa verið um 1 °C lægri að meðaltali árið 1991 en árin 1989 og 1990. Hiti vatns úr holu BN-1 lækkaði nokkuð seinni hluta árs 1991, væntanlega vegna nokkuð minni vinnslu úr holu HN-10.

Á Laugalandi mældist hiti vatns úr holu LJ-5 um 2-3 °C lægri en undanfarin ár, en eins og áður segir er nú nýr mæli við holuna. Hitamælingarnar árið 1991 sýna reglubundna sveiflu sem virðist falla saman við vatnsborðssveiflur. Jafnframt sýna klóríðgreiningar á fjölmörgum sýnum úr LJ-5 á tímabilinu maí 1991 til mars 1992 umtalsverðar sveiflur í klóríðstyrk sem einnig gætu staðið í sambandi við þrýstingsbreytingar í jarðhirtakerfinu. Virðist holan kólna og klóríðstyrkur vaxa við aukinn niðurdrátt. Hola LJ-7 var lítið notuð árið 1991, en hiti vatns úr holu LN-12 breyttist ekki marktækt frá því sem hann mældist árin 1989 og 1990.

Hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum mælist allt að 2 °C hærri í lok árs 1991 en áður. Líklegast er að þessi breyting tengist því að skipt var um hitamæli í febrúar 1991 ásamt því að skipt var um dælu í holunni þá um sumarið, en hún síðan ekki nýtt að ráði fyrr en í október það ár. Hiti vatns úr GY-7 breyttist ekki árið 1991 frekar en undanfarin ár.

TAFLA 3. Efnasamsetning vatns í vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar (mg/kg).

Staður	GYN-7				RN-7				HN-10				BN-1			
	890831 890065	901125 900290	911024 910206	890829 890054	901125 900292	911021 910192	890830 890063	900803 900217	901125 900293	911021 910193	890830 890062	901125 900294	911024 910202			
Hiti (°C)	59,9	60,5	60,0	76,5	77,2	77,4	81,6	84,0	80,7	81,2	90,6	91,0				
Sýrustig (pH/°C)	10,05/18	10,02/17	10,00/21	9,91/20	9,87/20	10,00/18	9,84/24	9,78/19	9,88/22	10,04/18	9,78/25	9,85/19				
Kísill (SiO ₂)	74,4	75,0	75,5	93,0	92,6	93,4	74,3	74,0	71,8	73,5	88,8	89,8				
Natríum (Na)	48,0	49,4	48,2	54,9	55,7	55,8	45,9	45,2	46,4	46,6	54,1	53,7				
Kallíum (K)	0,7	0,6	0,6	1,1	1,0	0,9	1,0	0,9	0,9	0,8	1,3	1,1				
Kalsíum (Ca)	2,7	2,7	2,7	3,5	3,8	3,8	3,4	3,3	3,4	3,4	4,5	4,3				
Magnesium (Mg)**	0,005	0,001	0,003	0,040	0,002	0,005	0,007	0,002	0,002	0,005	0,011	0,004				
Karbonat (CO ₂)	16,0	15,8	16,4	15,9	16,3	15,8	17,3	19,5	18,0	16,9	15,9	15,8				
Súlfat (SO ₄)	33,3	31,2	31,7	47,3	44,7	45,9	38,7	36,1	35,0	36,7	55,4	50,6				
Brennist.veitni (H ₂ S)	0,04	0,05	0,05	0,05	0,08	0,06	0,05	0,06	0,06	0,07	0,06	0,07				
Klóríð (Cl)	10,3	10,4	10,7	12,5	13,0	12,6	7,6	7,7	7,7	7,8	12,0	11,4				
Flúoríð (F)	0,60	0,59	0,60	0,57	0,56	0,58	0,52	0,52	0,51	0,52	0,56	0,58				
Uppleyst efni	208	203	212	236	246	252	214	187	194	202	253	243				
Járn (Fe)	<0,025	-	-	<0,025	-	-	<0,025	-	-	-	<0,025	-				
Brómíð (Br)	0,024	0,020	0,026	0,030	0,030	0,031	0,022	-	0,020	0,022	0,028	0,029				
Bór (B)	0,22	0,22	0,22	0,24	0,25	0,26	0,15	0,15	0,15	0,16	0,19	0,19				
Al (Al)	0,047	0,047	0,054	0,078	0,092	0,087	0,140	-	0,170	0,157	0,168	0,192				
Súrefni (O ₂)	0,010	0	0	0,020	0	0,005	0,015	0	0	0	0,010	0				
δ ¹⁸ O o/oo	-13,9*	-	-	-14,0*	-	-	-13,7*	-	-	-13,6	-13,7*	-				
δ D o/oo	-98,6*	-	-	-98,6*	-	-	-96,0*	-	-	-	-98,0*	-				

- ekki mælt

* mælt við háskólann í Akita, Japan

** magnesium mælt með sýnum frá 1989

3. EFNÆFTIRLIT

Í október 1991 voru tekin sýni til efnagreininga af vatni á vinnslusvæðum hitaveitunnar. Tekin voru sýni úr holum GÝ-7, RWN-7 HN-10, BN-1, LN-12 og TN-4. Einnig voru tekin sýni úr holu LPÝ-5 á Laugalandi á Pelamörk og úr dælustöðvum á Laugalandi og í Þórunnarstræti. Vegna útfellinga, sem fundust í dreifikerfi veitunnar, voru tekin nokkur sýni úr því í mars 1992, fyrst og fremst til greininga á magnesíum. Niðurstöður efnagreininganna eru sýndar í töflum 3-6 ásamt niðurstöðum efnagreininga 1989 og 1990. Á myndum 24-51 eru teiknaðar upp niðurstöður greininga valinna efna frá upphafi sýnatöku. Sýndur er styrkur kísils, klóríðs, súlfats og flúóríðs.

Tafla 4. Efnasamsetning vatns í vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar (mg/kg).

Staður	LJ-5		LN-12		TN-4		
	890830 890061	900803 900216	901124 900289	911024 910207	890830 890060	900803 900218	911024 910203
Hiti (°C)	92,6	94,0	95,7	95,5	79,3	81,0	80,5
Sýrustig (pH/°C)	9,80/23	9,83/21	9,87/19	9,78/24	9,93/21	9,86/19	9,98/19
Kísill (SiO ₂)	98,2	98,4	97,3	99,2	88,4	89,3	89,1
Natríum (Na)	53,0	53,4	53,8	49,0	54,8	54,4	55,9
Kalíum (K)	1,2	1,4	1,3	1,1	1,0	1,0	0,8
Kalsíum (Ca)	3,0	2,7	2,9	2,9	3,4	3,5	3,7
Magnesíum (Mg)**	0,008	0,001	0,001	0,002	0,035	0,001	0,004
Karborat (CO ₂)	20,6	19,3	17,9	17,9	13,2	13,2	14,5
Súlfat (SO ₄)	40,8	37,7	37,3	38,1	45,8	44,1	46,3
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,07	0,07	0,08	0,09	0,07	0,07	0,07
Klóríð (Cl)	13,5	12,2	11,0	11,2	13,1	13,3	14,5
Flúóríð (F)	0,36	0,38	0,40	0,41	0,45	0,45	0,45
Uppleyst efni	256	238	240	243	249	226	251
Járn (Fe)	<0,025	-	-	-	<0,025	-	-
Brómíð (Br)	0,03	-	0,02	0,04	-	0,037	-
Bór (B)	0,15	0,15	0,16	0,16	0,20	0,20	0,20
Ál (Al)	0,132	0,156	0,175	0,172	0,085	-	0,100
Súrefni (O ₂)	0,010	0	0	0	0,010	0	0
δ ¹⁸ O o/oo	-13,3*	-	-	-	-13,9*	-	-
δ D o/oo	-94,4*	-	-	-	-98,8*	-	-

- ekki mælt

* mælt við háskólann í Akita, Japan

** magnesíum mengun í sýnum frá 1989

Engar marktækar breytingar sjást í efnainnihaldi vatnsins síðustu þrjú árin. Þær sveiflur sem fram koma eru innan skekkjumarka mælinga, eða orsakast af náttúrulegum skammtímasveiflum í styrk, t.d. vegna samspils mismunandi vatnsæða í holum.

Ef litið er á myndir 24-51 má greina marktækar breytingar á nokkrum efnum í sumum holanna ef litið er til langs tíma. Á Botni lækkaði styrkur kísils marktækt í upphafi vinnslu en hefur síðan breyst óverulega, örlítil lækkun með tíma síðari árin er varla marktæk. Þessi hegðun er í góðu samræmi við viðbrögð forðafraeðilfkans af svæðinu (Guðni Axelsson og Grímur Björnsson, 1992). Engar marktækar breytingar er að sjá í kóríðstyrk en sjá hægfara lækkun er í styrk súlfats og flúóríðs, a.m.k. fram til ársins 1986.

Tafla 5. Efnasamsetning vatns í dælustöðvum og dreifikerfi (mg/kg).

Staður	LAUGALAND dælustöð		AKUREYRI dælustöð		AKUREYRI brunnur 510	AKUREYRI brunnur 518	AKUREYRI varmadæla
	901124 900288	911024 910204	901125 900295	911024 910208	920303 920047	920303 920048	920303 920049
Hiti (°C)	86,4	83,5	77,4	77,0	29,0	59,5	45,0
Sýrustig (pH/°C)	9,89/18	9,96/19	9,90/20	9,86/26	-	-	-
Kísill (SiO ₂)	88,1	82,2	86,0	81,7	-	-	-
Natríum (Na)	52,9	51,2	51,1	50,4	-	-	-
Kalíum (K)	1,1	0,8	1,0	0,8	-	-	-
Kalsíum (Ca)	3,3	3,6	3,3	3,3	-	-	-
Magnesium (Mg)	0,001	0,002	0,001	0,002	0,013	0,008	0,013
Karbonsat (CO ₂)	16,0	16,0	17,9	17,3	-	-	-
Súlfat (SO ₄)	40,1	42,0	40,7	42,6	-	-	-
Súlfít (SO ₃)	-	-	2,05	0,75	-	-	-
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,05	<0,03	<0,03	<0,03	-	-	-
Klóríð (Cl)	11,5	11,1	11,4	11,5	-	-	-
Flúoríð (F)	0,44	0,50	0,46	0,51	-	-	-
Uppleyst efni	233	226	230	240	-	-	-
Járn (Fe)	-	-	-	-	-	-	-
Bór (B)	-	-	-	-	-	-	-
Brómíð (Br)	0,030	0,029	0,030	0,025	-	-	-
Súrefni (O ₂)	0,020	0,03	0,015	0,005	-	-	-

- ekki mælt

Á Laugalandi sjást engar marktækar breytingar í styrk einstakra efna. Í tengslum við niðurdælingu á Laugalandi 1991 (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1991) voru á tímabilinu maí 1991 til mars 1992 tekin mjög mörg sýni af vatni úr holu LJ-5. Þar koma fram verulegar sveifur í klóríði sem líklega stafa af samspili mismunandi vatnskerfa sem holan tengist. Virðast klóríð gildin geta sveiflast á bilinu 10-16 ppm og falla allar greiningar á klóríði úr LJ-5 frá upphafi innan þessara marka.

Frá upphafi vinnslu á Ytri-Tjörnum hafa ekki greinst marktækar breytingar á styrk einstakra efna. Hið sama gildir um Reykhús. Á Glerárdal eru breytingar nánast innan skekkjumarka, helst að greina megi hægfara lækun kísils fram til 1988 en örlitla aukningu síðan eftir að dregið var úr vinnslu þar.

Eins og fram kemur í töflu 5 var styrkur magnesíums mældur í vatni úr dreifikerfi Hitaveitu Akureyrar, þar sem útfellingar magnesíumsílkata höfðu fundist í kerfinu. Líklegasta skýringin á myndun þeirra var talin vera millirensli í dreifikerfinu þannig að kalt vatn kæmist inn í það gegnum blöndunartæki eða með öðrum hætti (Guðrún Sverrisdóttir, 1991). Styrkur magnesíums í köldu ferskvatni er þúsundfalt hærri en í hitaveituvatni. Talsverð hækkun mældist í styrk magnesíums í dreifikerfinu miðað við vatn frá dælustöðvunum í Þórunnarstræti og á Laugalandi. Mjög líklegt er að kalt innstreymi í dreifikerfið sé óreglulegt og því ekki víst að mælst hafi hámarksstyrkur í þetta sinn. Á hinn bóginn er styrkurinn nægjanlegur til að valda verulegri yfirmettun og útfellingum, sem gæti safnast saman og orðið vel merkjanleg með tímanum. Þá hlýtur súrefnismengun að fylgja millirensli af þessu tagi og þarf að fylgjast með því að nægjanleg sblöndunarefni séu í vatninu. Rétt er að minna á í þessu sambandi að æskilegt er að fylgjast reglulega með styrk súlfíts í vatninu.

Tafla 6. Laugaland á Pelamörk. Efnasamsetning vatns (mg/kg).

Staður Dagsetning Númer	Hola 2 890831 890066	Hola 5 901125 900291	Hola5 911022 910197
Hiti (°C)	84,3	83,2	83,9
Sýrustig (pH/°C)	9,90/18	9,80/19	9,90/21
Kísil (SiO ₂)	127,2	125,0	126,6
Natríum (Na)	58,2	59,8	58,3
Kalíum (K)	1,6	1,5	1,4
Kalsíum (Ca)	2,1	2,1	2,1
Magnesium (Mg)	0,002	0,003	0,002
Karbónat (CO ₂)	22,0	24,9	22,0
Súlfat (SO ₄)	32,8	30,6	31,8
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,19	0,19	0,19
Klóríð (Cl)	13,3	13,4	13,6
Flúoríð (F)	0,83	0,82	0,83
Uppleyst efni	279	276	285
Járn (Fe)	<0,025	-	-
Brómíð (Br)	0,032	0,030	0,035
Bór(B) -	-	0,26	0,26
Ál (Al)	0,075	0,069	0,068
Súrefni (O ₂)	-	0	0,002
δ ¹⁸ O o/oo	-14,2*	-14,2	-
δ D o/oo	-101,0*	-102,8	-

- ekki mælt

* mælt við háskólann í Akita, Japan

4. FYRIRKOMULAG VINNSLUEFTIRLITS Á NÆSTU ÁRUM

Nýlega var tekin saman greinargerð um fyrirkomulag vinnslueftirlits næstu ára (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1992). Þar eru lagðar til vissar breytingar á vinnslueftirlitinu næstu tvö árin, einkum hvað efnafræðilega þáttinn varðar. Hér á eftir fer sá hluti þeirrar greinargerðar sem fjallar um tilgang og fyrirkomulag vinnslueftirlits næstu tveggja ára.

4.1 Tilgangur vinnslueftirlits

Vinnslueftirlit felst í því að fylgjast með vinnslu úr jarðhitakerfum og mæla þær breytingar sem verða á þeim við vinnslu. Tilgangurinn er í meginráttum þrjúþættur:

- að fylgjast með gæðum vatnsins sem dælt er upp, þrýstingsbreytingum í jarðhitakerfinu og öðrum þáttum sem hafa áhrif á daglegan rekstur þess.
- að fá upplýsingar um eðli og hegðan jarðhitakerfisins með það í huga að geta spáð fyrir um hegðan þess og afköst í framtíðinni.
- að fylgjast með áhrifum jarðhitavinnslunnar á umhverfið.

Til þess að ná þessum markmiðum þarf að mæla reglulega ýmsa þætti tengda vinnslunni. Hvað mælt er og hvernig getur verið breytilegt frá einu jarðhitasvæði til annars. Síðasta áratug eða svo hefur vinnslueftirlit hjá Hitaveitu Akureyrar verið í föstum skorðum. Vinnsla og hiti í öllum vinnsluholum eru skráð og vatnsborð í fjölmörgum öðrum holum samkvæmt ákveðnu prógrammi. Þá hafa verið tekin sýni árlega til heildarefnagreininga úr öllum vinnsluholum og af tveimur stöðum í dreifikerfinu. Einnig hefur hiti í ónotuðum borholum verið mældur stöku sinnum til að kanna hugsanlegt niðurrennsli vatns og kælingu jarðhitakerfanna. Þetta vinnslueftirlit hefur aflað mjög mikilvægra upplýsinga um eðli vatnskerfanna og er grundvöllur að vinnsluspám sem ásamt mati á orkuþörf ráða hvernig heppilegast er að nýta jarðhitasvæðin og hvenær þörf er á frekari orkuöflun. Engar sérstakar mælingar hafa verið gerðar til að fylgjast með áhrifum vinnslunnar á umhverfið, utan þess sem felst í ofangreindum þáttum.

Efnaeftirlitið beinist einkum að tveimur markmiðum, annars vegar að því að fylgjast með innstreymi kalds vatns inn í vinnslusvæðin og meta áhrif þess á vinnslueiginleika vatnsins, hins vegar að því að sjá samspil mismunandi vatnskerfa á vinnslusvæðunum. Í báðum tilvikum er æskilegt að hafa sem tðastar mælingar en mismunandi er hvers konar greininga er þörf fyrir hvort tilvik. Áhrif innstreymis kalds vatns sjást fyrst og fremst í röskun efnajafnvægja og geta komið fljótlega fram í breyttu sýrustigi, hlutfalli stöðugra samsæta (súrefni, vetni), og breyttum styrk ýmissa efna, einkum þeirra sem eru í mjög mismunandi magni í heita og kalda vatninu. Hversu mikil áhrif sjást í hinum ýmsu þáttum er einnig háð hita vatnskerfanna og því hve stutt og greið leiðin er frá innstreymisstað að vinnsluholu.

Nú er lokið gerð reiknilkans af jarðhitakerfinu á Botni (Guðni Axelsson og Grímur Björnsson, 1992). Þar voru öll tiltæk gögn frá Botni notuð til að búa til hugmyndalíkan af jarðhitakerfinu, sem reiknilkanið var byggt á, en það var síðan slápað þannig til að það hermír nú mjög vel alla vinnslusögu svæðisins og hegðan þess. Í ljósi þeirrar reynslu sem fengist hefur við þessa líkanagerð og með tilliti til 10-12 ára reynslu af vinnslueftirlitinu eins og það er nú, þykir ástæða til að staldra við og endurskoða fyrirkomulag þess þannig að það falli sem best að þeim markmiðum sem sett eru með vinnslueftirlitinu og eru innan skynsamlegra fjárhagslegra marka.

4.2 Fyrirkomulag vinnslueftirlits

Vinnslueftirlitinu má í meginráttum skipta í tvo hluta, daglegt vinnslueftirlit og langtíma-vinnslueftirlit. Hið fyrirtalda er alfarið í höndum starfsmanna Hitaveitu Akureyrar og verður ekki fjallað um það hér. Orkustofnun kemur hins vegar inn í hið síðartalda.

Langtímaeftirlitið er í aðalatriðum samsett úr þrenns konar athugunum, vatnsborð- og vinnslu-mælingum, efnagreiningum og hitamælingum í borholum. Reynslan sýnir að vatnsborðs- og vinnslumælingar (rennsli, hiti) hafa verið gerðar á fullnægjandi hátt, sömuleiðis hitamælingar í borholum. Efnæftirlitið hefur hins vegar miðast við lágmarkseftirlit.

Lagt er til að langtímaeftirlitinu verði skipt í eftirfarandi flokka og það síðan endurskoðað eftir tveggja ára reynslu:

1. Vikuleg skráning vatnsborðs, dælingar og hita og leiðni vatns í vinnsluholum hitaveitunnar og mælingar á vatnsborði í völdum athugunarholum.
2. Mánaðarleg skráning vatnsborðs í völdum borholum sem ekki falla undir lið 1 hér að ofan.
3. Ársfjórðungsleg sýnataka af vatni úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar og greining á styrk valinna efna og hlutfalli súrefnissamsæta.
4. Árleg efnasýnataka til heildarefnagreiningar úr völdum vinnsluholum.
5. Árleg vinnslueftirlitsskýrsla. Hún verði jafnan gefin út síðla vetrar eða að vori. Þar komi fram yfirlit um vinnslu hitaveitunnar undangengið ár, mælingar á vatnsborði, niðurstöður efnagreininga og samanburður reynslu liðins árs við fyrirliggjandi vinnsluspár. Ennfremur mat á ástandi og endingu vinnslusvæðanna miðað við fyrirsjáanlegan vöxt markaðarins og ábendingar um hugsanlegar aðgerðir til að auka orkuöflun ef með þarf.
6. Sýnataka og greining á vatni úr aðveitu og dreifikerfi veitunnar. Tíðni sýnatöku og framkvæmd greininga fer eftir nánari ákvörðun hverju sinni.
7. Sýnataka og heildarefnagreining sýna úr öllum vinnsluholum hitaveitunnar og að auki úr helstu laugum í grennd vinnslusvæða. Þetta verði gert 4-5. hvert ár eða oftár ef ársfjórðungssýnin gefa tilefni til.
8. Mælingar á hita í völdum borholum þarf að gera á 5-10 ára fresti til að kanna hugsanlegt niðurrennsli í holum og kælingu vinnslusvæðanna. Þó þarf að mæla mun oftár ef hafist verður handa við niðurdælingu vatns.

4.3 Vikuleg skráning

Gert er ráð fyrir að vikuleg skráning verði framkvæmd með hefðbundnum hætti líkt og undanfarinn áratug. Starfsmenn HA sjái um skráninguna og sendi gögnin jafnóðum til Orkustofnunar. Þar verði gögnin skráð á tölvutækt form í gagnagrunn stofnunarinnar. Möguleikar eru á að HA geti síðar tengst þeim gagnagrunni símleiðis. Í framtíðinni eru líkur á að þessi skráning verði gerð sjálfvirk og gögn flutt um síma frá skráningartækjum til tölvu. Í viðbót við þær mælingar sem gerðar hafa verið er lagt til að starfsmenn hitaveitunnar mæli leiðni vatnsins í hinni vikulegu mælingaferð.

Þær holur sem vatnsborð verði skráð í vikulega auk vinnsluhola eru holur GY-5, TN-2, LJ-8, LN-10, BÝ-3, GG-1 og HW-9.

4.4 Mánaðarleg skráning

Gert er ráð fyrir að starfsmenn HA muni sjá um mánaðarlegt eftirlit með vatnsborði í tilgreindum holum í grennd vinnslusvæðanna og fylgist að auki með rennsli og hita í nokkrum laugum sem ekki hafa horfið við vinnslu. Lagt er til að mánaðareftirlitið nái til eftirtalinnna hola: GW-1 á Grýtu, BÝ-2 og BÝ-4 á Botni, KW-2 á Klauf, LJ-6 og LG-9 á Laugalandi, HY-7, HY-11 og HÝ-12 á Hrafnagili, GY-6, og GY-8 á Glerárdal, RÝ-9 á Reykhúsum og KY-4 á Kristnesi. Þá er lagt til að reglulega verði fylgst með Kristneslaug, Grýtulaug og Stokkahlaðalaug. Um fyrirkomulag vinnslueftirlits á Laugalandi á Pelamörk verður fjallað þegar niðurstöður borunar LPN-10 liggja fyrir. Gögnin verði send Orkustofnun jafnóðum og þeirra er aflað þar sem þau verða skráð í gagnagrunn stofnunarinnar.

4.5 Ársfjórðungsleg sýnataka

Lagt er til að starfsmenn Hitaveitu Akureyrar taki ársfjórðungslega sýni úr öllum vinnsluholum hitaveitunnar og sendi til greiningar hjá Orkustofnun. Lögð verði m.a. áhersla á að mæla þá þætti sem eru líklegastir til að sýna hvort og hve mikið kalt grunnvatn er komið í jarðhitakerfin.

Grundvöllur þess að sjá megi slíkt innstreymi grunnvatns er að munur sé í efnaeiginleikum kalda vatnsins og þess heita. Því er lagt til að eftirtaldir þættir verði mældir:

1. Hlutfall súrefnissamsæta.
Hlutfall súrefnissamsæta í köldu vatni í Eyjafirði er talið vera nálægt $-11,6\text{‰}$. Fáar greiningar eru þó til á köldu vatni úr nágrenni jarðhitasvæðanna og er nauðsynlegt að bæta þar úr. Í heita vatninu er hlutfallið um $-13,6\text{‰}$. Munurinn er um 2‰ . Skekkjumörk í hverri einstakri mælingu er um $0,05 - 0,1\text{‰}$ sem samsvarar 2,5 - 5% fblöndun kalds vatns í það heita. Þá hafa samsætuhlutföllin þann ótvífræða kost að raskast nær örugglega ekki á leið sinni um bergið frá niðurstreymisstað að borholu. Þessar mælingar yrðu gerðar á Raunvísindastofnun Háskólans.
2. Styrkur kfsils.
Verulegur munur er á styrk kfsils í heita og kalda vatninu. Reynslan hefur sýnt að styrkur kfsils hefur lækkað á Botni í takt við kólnun vatnsins þar. Kfsillinn er hins vegar vandnotaður vegna þess að hann tekur þátt í efnahvörfum við bergið.
3. Styrkur magnesíums.
Verulegur munur er á styrk magnesíum í köldu vatni og heitu. Styrkurinn er hár í því kalda en mjög óverulegur í því heita. Magnesíum fellur hins vegar hratt út úr vatninu þegar það hitnar og kemst í snertingu við kfsilríkt og basískt vatn jarðhitakerfanna. Tilraunir sem gerðar hafa verið á Orkustofnun og í samvinnu Orkustofnunar við Hitaveitu Reykjavíkur gefa tilefni til að ætla að magnesíum silikat falli út úr vatninu á fáeinum dögum. Þó getur verið talsverður munur á styrk magnesíum í mismunandi æðum sem nota mætti við mat á blöndunarhlutföllum mismunandi æða í holu. Aukinn styrkur magnesíums í vatni úr vinnsluholum bendi til kalds innstreymis í eða mjög nærri holunni. Við þetta má svo bæta að Orkustofnun hefur nýverið fengið tæki sem gera henni kleift að mæla magnesíum í mun minni styrk en áður var unnt.
4. Styrkur klóríðs, flúoríðs og súlfats.
Reynslan sýnir að vægar breytingar hafa sést í styrk flúoríðs og súlfats með tíma. Þessi efni eru hins vegar erfið í túlkun þar sem þau taka þátt í efnahvörfum við steindir í jarðhitakerf-

inu og þessi efnahvörf eru illa þekkt. Klóríð gengur hins vegar ekki í samband við steindir bergsins og því hentugt til að aðgreina vatnskerfi.

5. Leiðni vatnsins.

Hægt er að mæla rafleiðni vatns mjög nákvæmlega. Þar sem rafleiðni vatnsins er beinn mælikvarði á heildarstyrk jóna í vatninu er líklegt að innstreymi kalds grunnvatns í jarðhitakerfin endurspeglar vel í breytingum á leiðni vatnsins. Því er lagt til að leiðni vatnsins úr vinnsluholum verði mæld vikulega og jafnframt við ársfjórðungslega sýnatöku.

Vegna mæliskekkju, sem alltaf er til staðar, væri heppilegra að hafa mun fleiri sýni til þess að draga úr skekkjunni auk þess sem árssveifla gæti hugsanlega komið fram. Með því að taka sýni ársfjórðungslega og endurgreina jafnframt síðustu sýni má auka talsvert áreiðanleika greiningarinnar.

Lagt er til að framkvæmd sýnatöku og greininga verði eftirfarandi: Ílát og búnaður til sýnatöku verði send til Hitaveitu Akureyrar fjórum sinnum á ári, í mars, júní, september og desember. Tekin verði sýni úr 7-8 holum, þeim vinnsluholum á Laugalandi sem eru í notkun hverju sinni, HN-10, BN-1, TN-4, RWN-7 og GYN-7 og einni holu á Þelamörk. Ákveðinn starfsmaður HA taki sýnin samkvæmt leiðbeiningum sérfræðinga OS og sendi strax suður til greiningar. Jafnframt sjái hann um mælingar á leiðni vatnsins. Mikilvægt er að sami maður sjái að um alla sýnatöku. Tekið verði nægjanlega mikið magn til að geyma megi hluta sýnanna til greiningar með næsta sýnahóp. Á Orkustofnun verði mældur styrkur kísils, magnesíums, klóríðs, flúoríðs og súlfats auk þess sem hlutfall súrefnissamsæta verði greint hjá Raunvísindastofnun HÍ.

4.6 Vinnslueftirlitsskýrsla

Árlega verði gerð skýrsla um vinnslueftirlitið. Hún verði með svipuðu sniði og undanfarin ár. Þar komi fram yfirlit um vinnslu hitaveitunnar á einstökum svæðum og í heild á liðnu ári og samanburður gerður við áætlaða orkuþörf hitaveitunnar í framtíðinni og gerðar tillögur um frekari orkuöflun ef við á. Ennfremur verði gert yfirlit um þróun vatnsborðs og hita á vinnsluvæðunum og það borið saman við gildandi vinnsluspár. Birtar verði niðurstöður efnaeftirlits og dregnar af því viðeigandi ályktanir. Sérstaklega verði athugað hvort hugsanlegar breytingar í efnastyrk séu í samræmi við vinnslulíkön þar sem þau eru fyrir hendi. Skýrslan skal jafnan koma út að vori eða síðla vetrar. Ef gerðar hafa verið heildarefnagreingar, greiningar á sýnum úr dreifkerfi eða laugum, eða hitamælingar í borholum vegna vinnslueftirlits skal birta þær í vinnslueftirlitsskýrslunum.

4.7 Sýni úr dreifikerfi

Skynsamlegt kann að vera að taka af og til sýni úr dreifikerfi til að fylgjast með hugsanlegu innrennsli kalds vatns í dreifikerfið og eins til að fylgjast með styrk súlfíts. Gera þarf nánari áætlun um hvernig þessari sýnatöku verði háttað og hvað verði greint. Þó er mælt með því hér að starfsmenn hitaveitunnar mæli styrk súlfíts a.m.k. einu sinni í mánuði til að fylgjast með fblönduninni og hugsanlegri uppsöfnun súlfíts vegna blöndunar við bakrennslisvatn.

4.8 Sýni til heildargreiningar

Tekin verði sýni til heildarefnagreiningar á haustin eins og undanfarin ár. Tekin verði alls 5 sýni, 2 frá Botni, eitt frá Laugalandi, eitt frá Ytri-Tjörnum og eitt frá Glerárdal. Þessi sýni verði tekin af sérfræðingum Orkustofnunar.

4.9 Hitamælingar í borholum

Gert er ráð fyrir að á 5-10 ára fresti verði gerðar hitamælingar í völdum holum á vinnslusvæðunum til að fylgjast með hugsanlegu niðurrennsli og kólnun svæðanna. Ef niðurdæling verður hluti af vinnsluferli hitaveitunnar þarf að mæla hita mun oftár. Þessar mælingar verði gerðar með mælifl frá Orkustofnun. Síðast voru slíkar mælingar gerðar 1989.

5. HEIMILDIR

Guðrún Sverrisdóttir 1992: *Greining útfellinga fyrir Hitaveitu Akureyrar* Orkustofnun, greinargerð, GSv-92/01, 1s.

Guðni Axelsson, og Grímur Björnsson, 1992: *Botn í Eyjafjarðarsveit. Líkanreikningar fyrir jarðhitakerfið*. Orkustofnun, OS-92012/JHD-01, 71s.

Guðni Axelsson, Helga Tulinius, Ólafur G. Flóvenz og Þorsteinn Thorsteinsson, 1988: *Vatnsöflun Hitaveitu Akureyrar. Staða og horfur 1988*. Orkustofnun, OS-88052/JHD-10, 33s., unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.

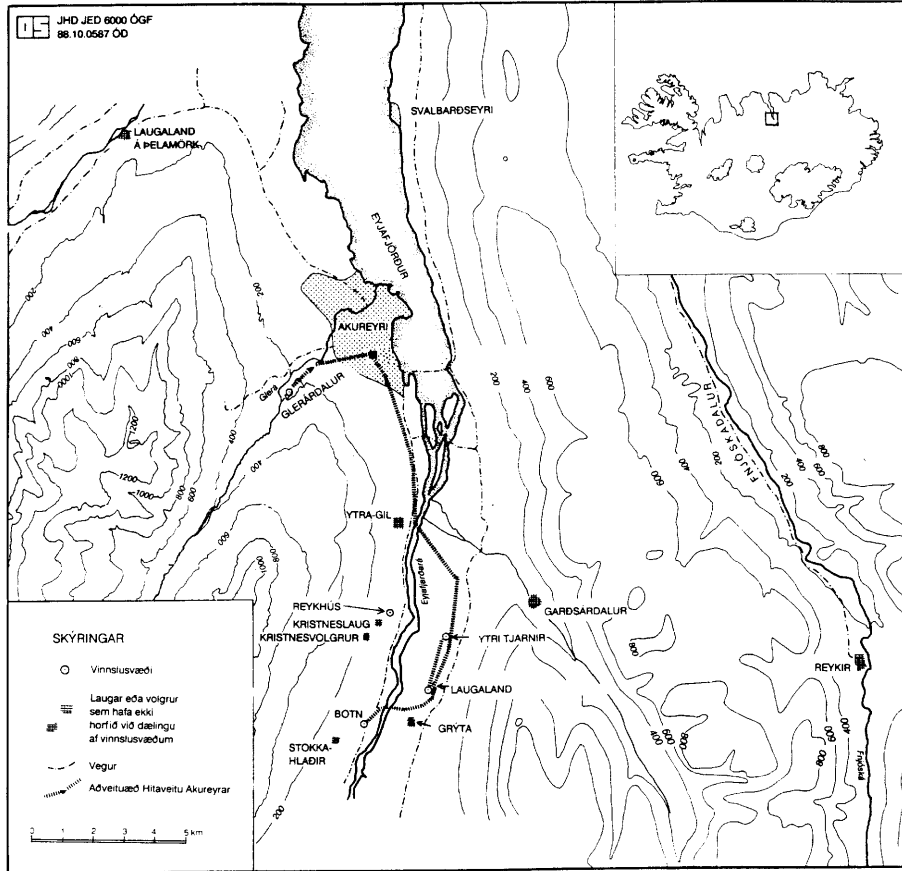
Ólafur G. Flóvenz, Ásgrímur Guðmundsson, Þorsteinn Thorsteinsson og Gylfi P. Hersir, 1989: *Botn í Hrafnagilshreppi. Niðurstöður jarðhitarannsóknna 1981-1989*. Orkustofnun, OS-89018/JHD-03, 92s, unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.

Ólafur G. Flóvenz, Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson, Hilmar Sigvaldason og Auður Ingimarsdóttir, 1990: *Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1989*. Orkustofnun, OS-90019/JHD-08 B, 60s., unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.

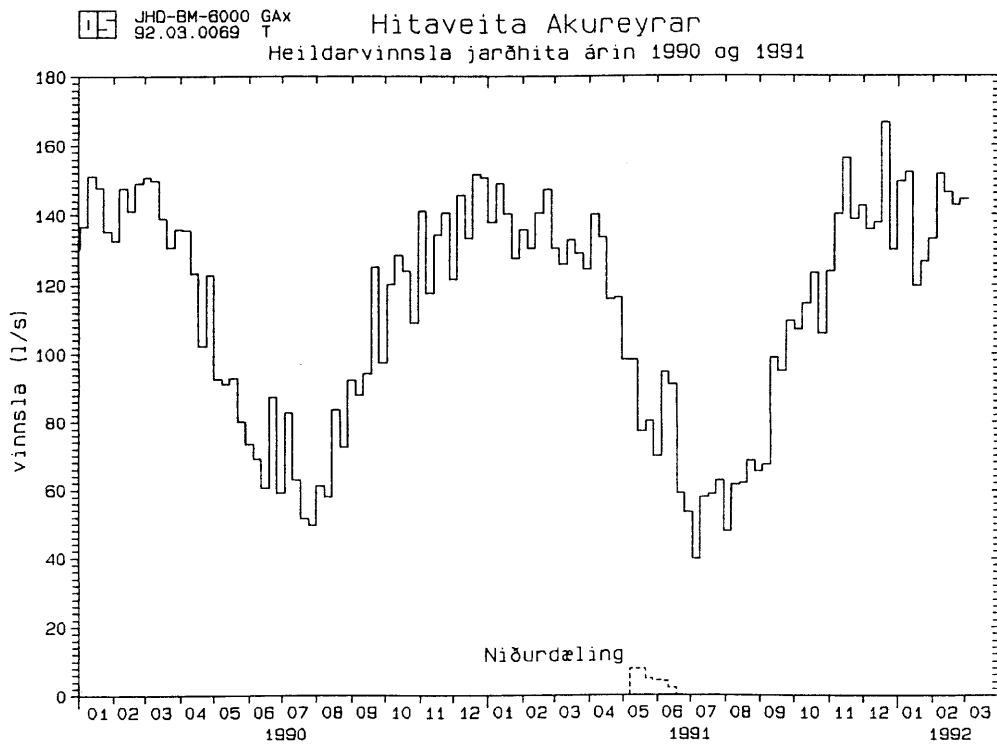
Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Auður Ingimarsdóttir, 1991a: *Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1990*. Orkustofnun, OS-91009/JHD-02 B, 28s., unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.

Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Hrefna Kristmannsdóttir, 1991b: *Niðurdæling vatns á lág-hitasvæðum*. Erindi flutt á Orkuþingi 91, Reykjavík, nóvember 1991, 5s.

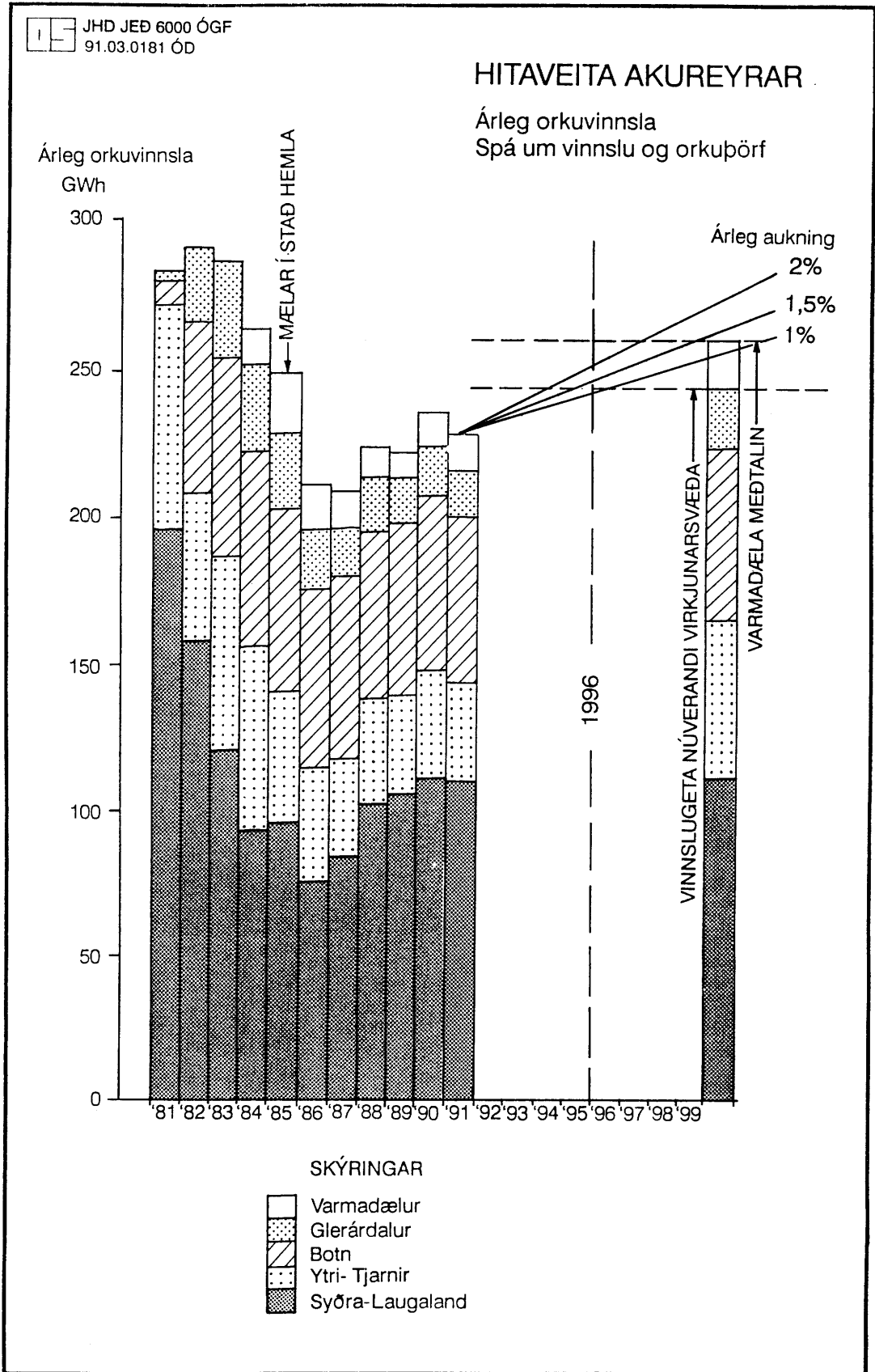
Ólafur G. Flóvenz Guðni Axelsson, Hrefna Kristmannsdóttir og Magnús Ólafsson, 1992: *Vinnslueftirlit hjá Hitaveitu Akureyrar, Verklýsing*. Orkustofnun, greinargerð ÓGF-GAX-HK-MÓ-92/03.



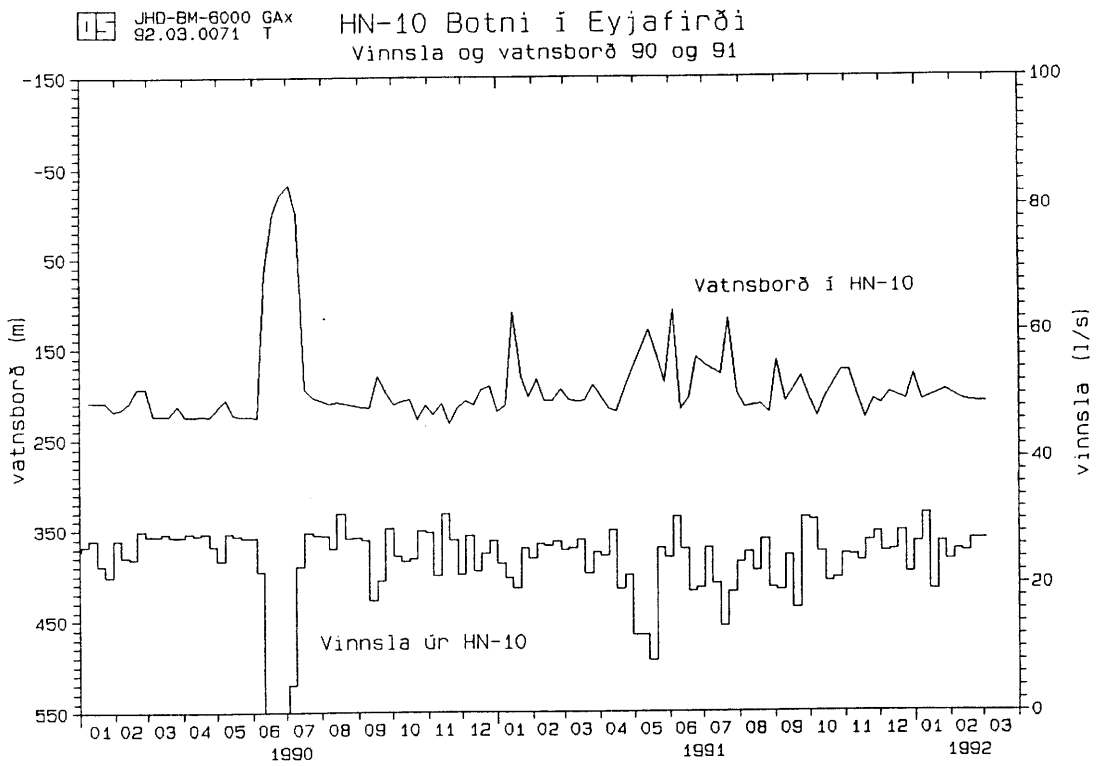
Mynd 1. Staðsetning vinnslusvæða Hitaveitu Akureyrar.



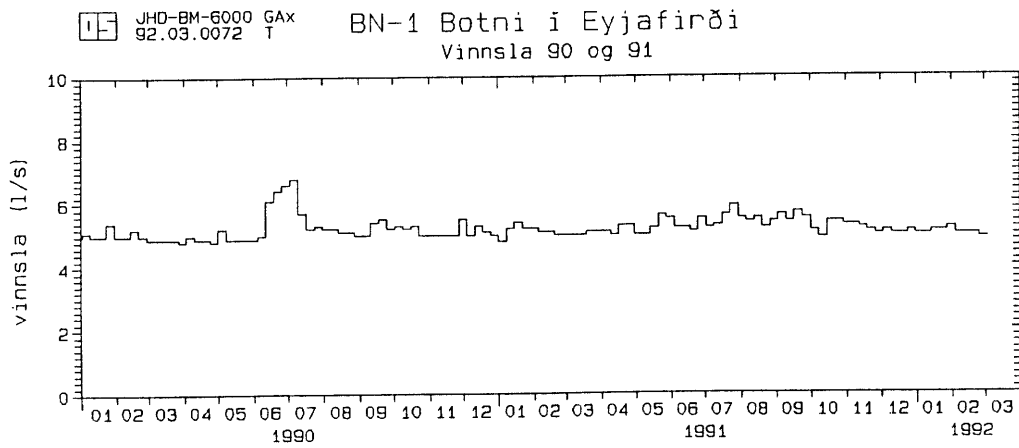
Mynd 2. Heildarvinnsla jarðhita árin 1990 og 1991.



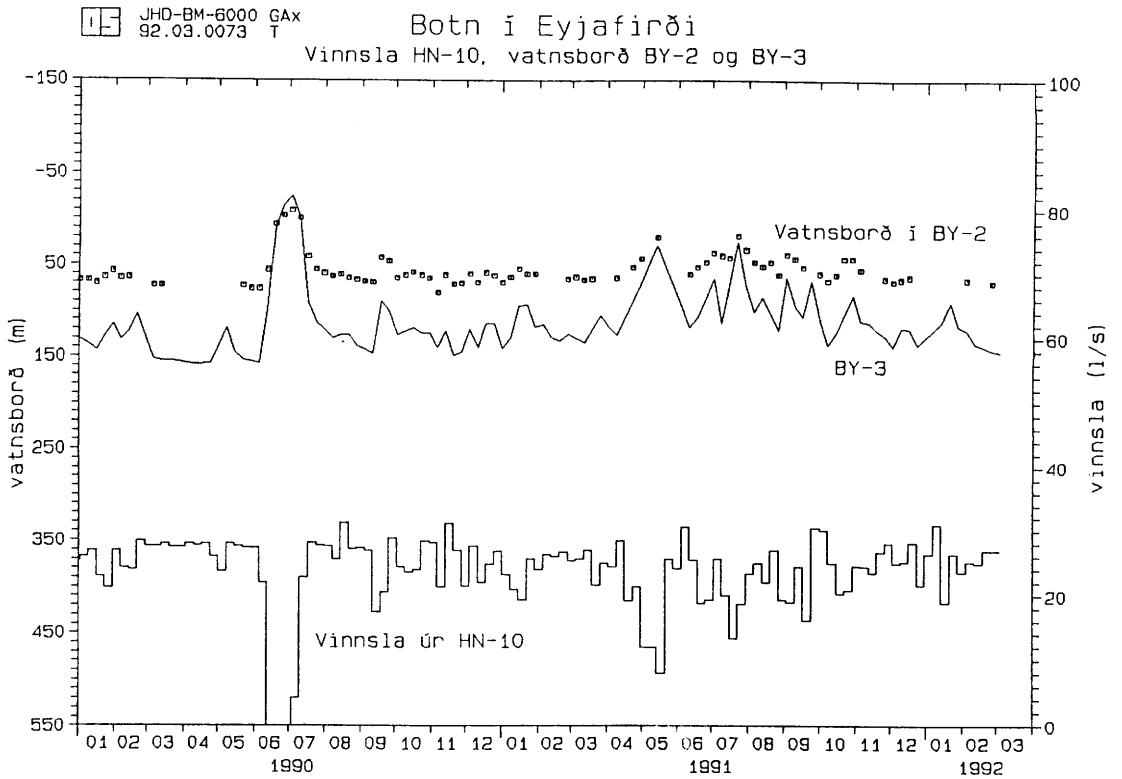
Mynd 3. Árleg orkuvinnsla. Spá um vinnslu og orkupörf.



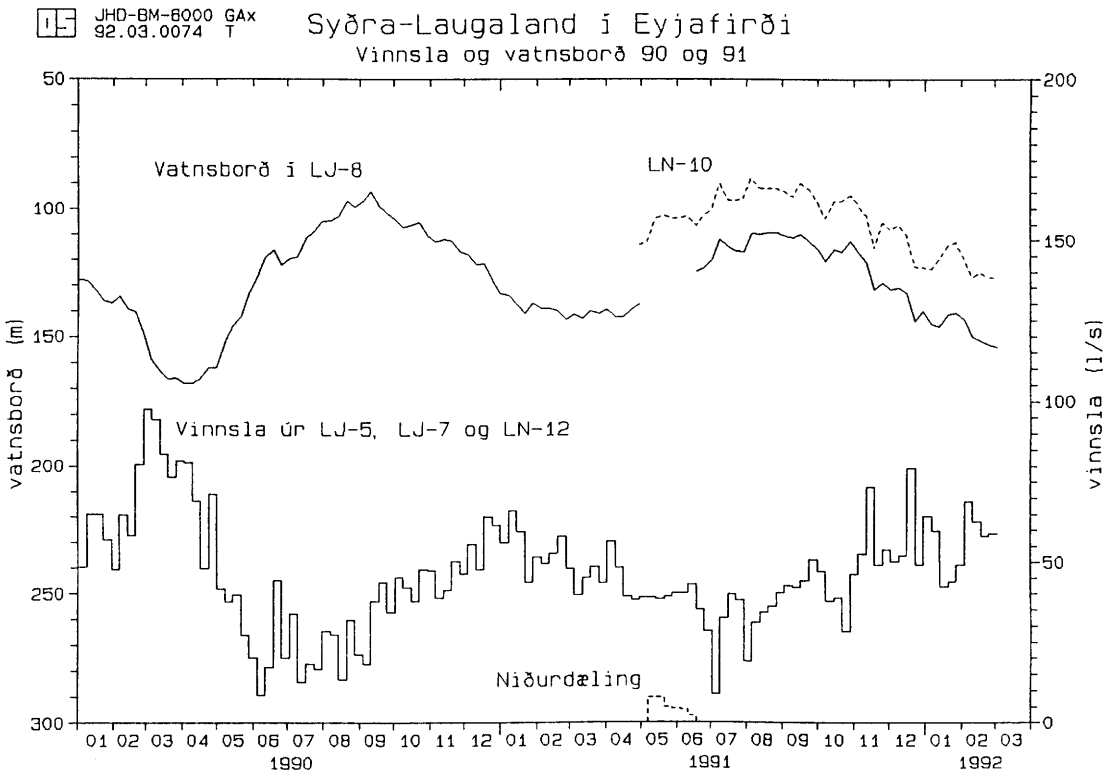
Mynd 4. Botn HN-10, vinnsla og vatnsborð 1990 og 1991.



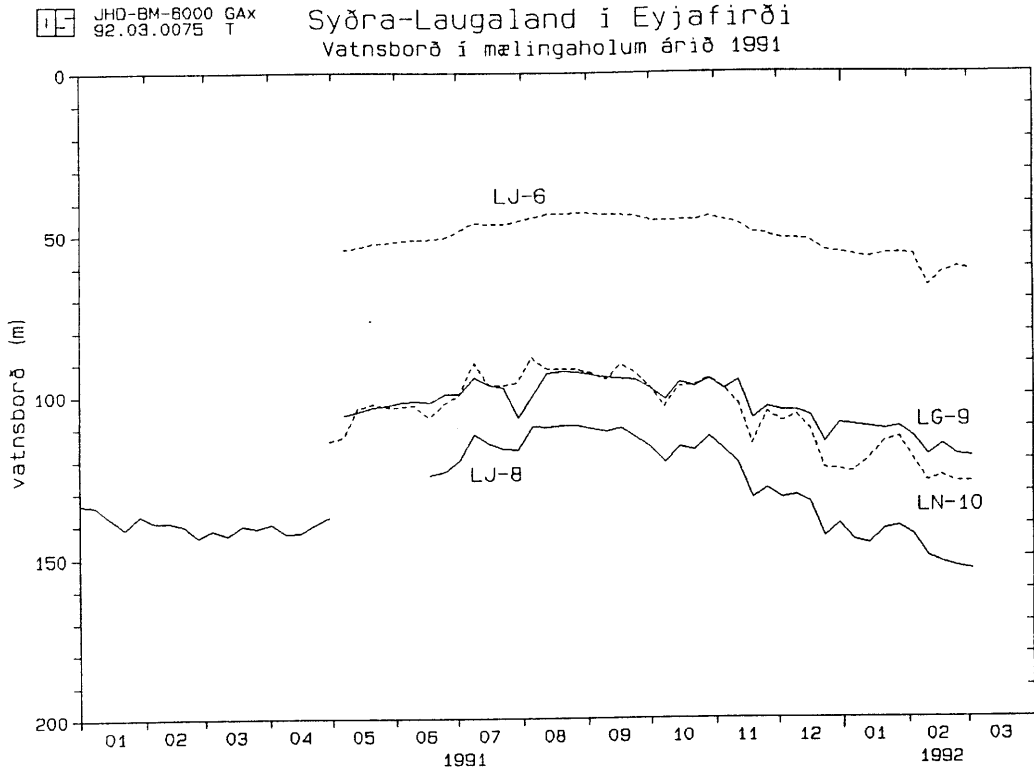
Mynd 5. Botn BN-1, vinnsla 1990 og 1991.



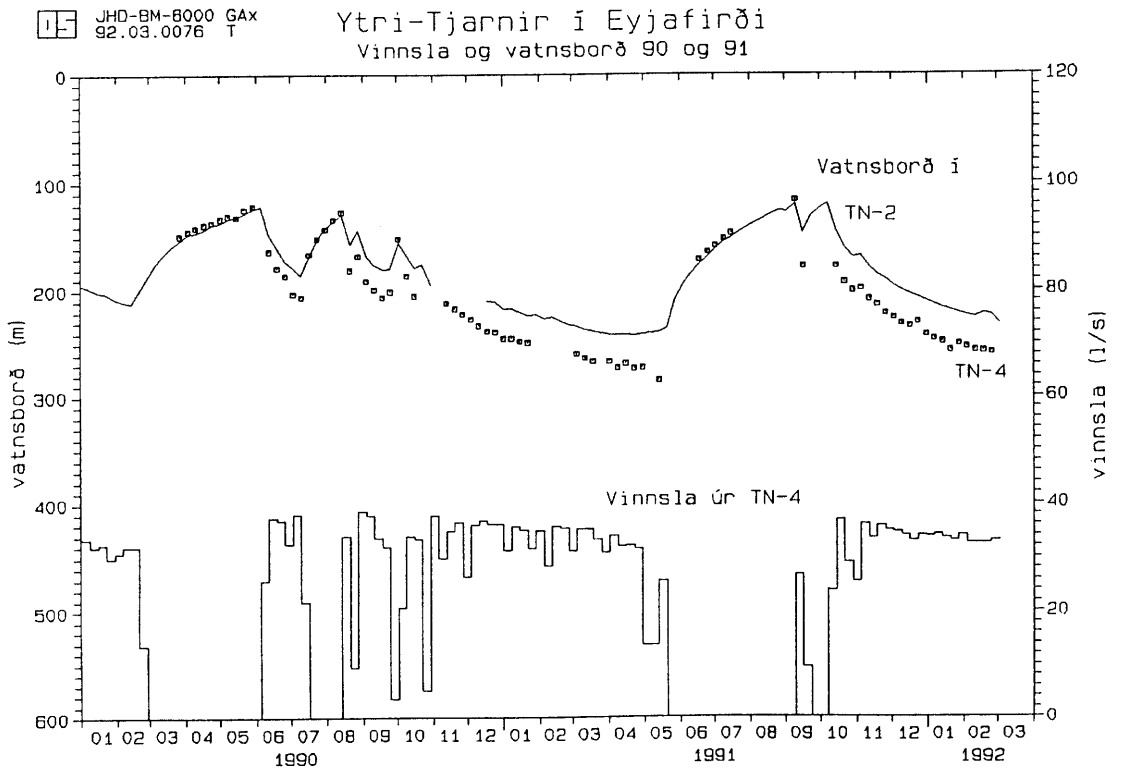
Mynd 6. Botn, vinnsla úr HN-10, vatnsborð BY-2 og BY-3.



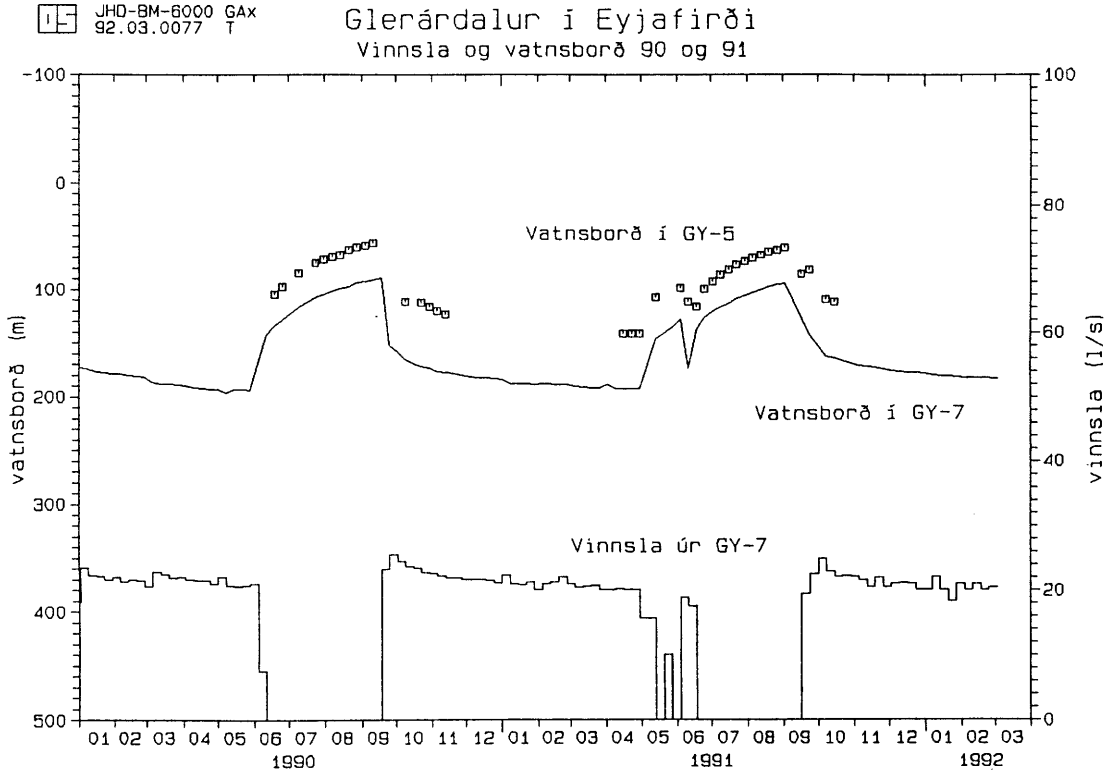
Mynd 7. Syðra-Laugaland, vinnsla og vatnsborð 1990 og 1991.



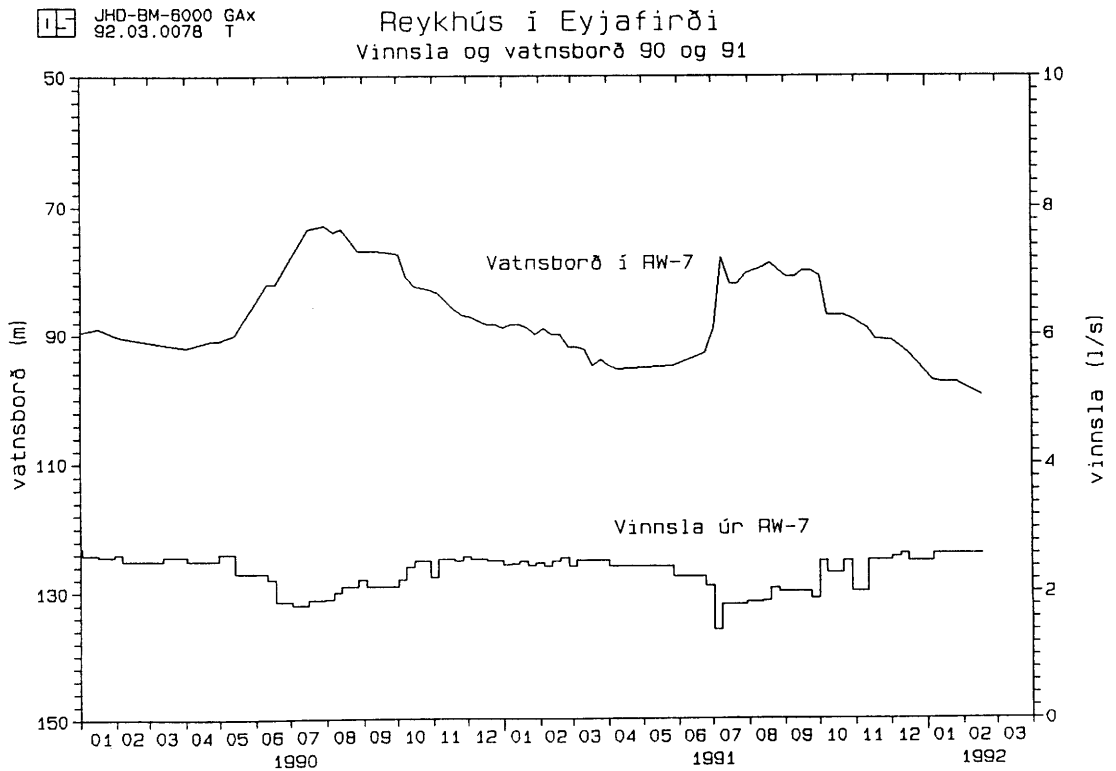
Mynd 8. Syðra-Laugaland, vatnsborð í mælingaholum árið 1991.



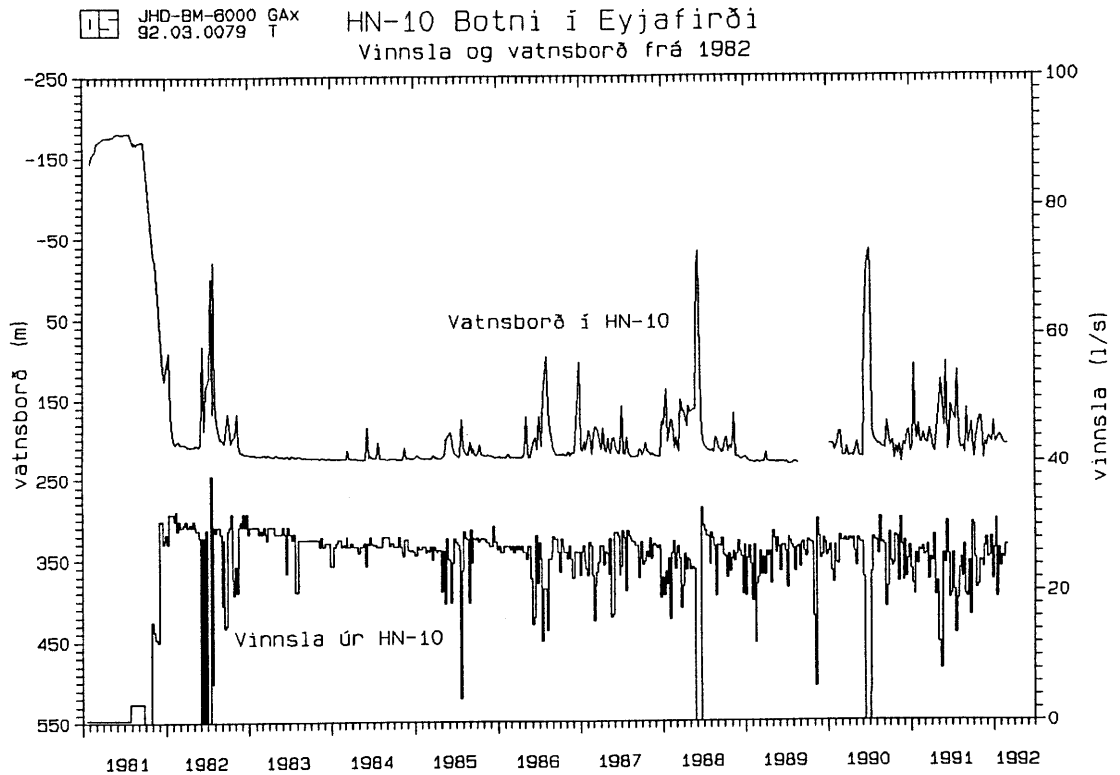
Mynd 9. Ytri-Tjarnir, vinnsla og vatnsborð 1990 og 1991.



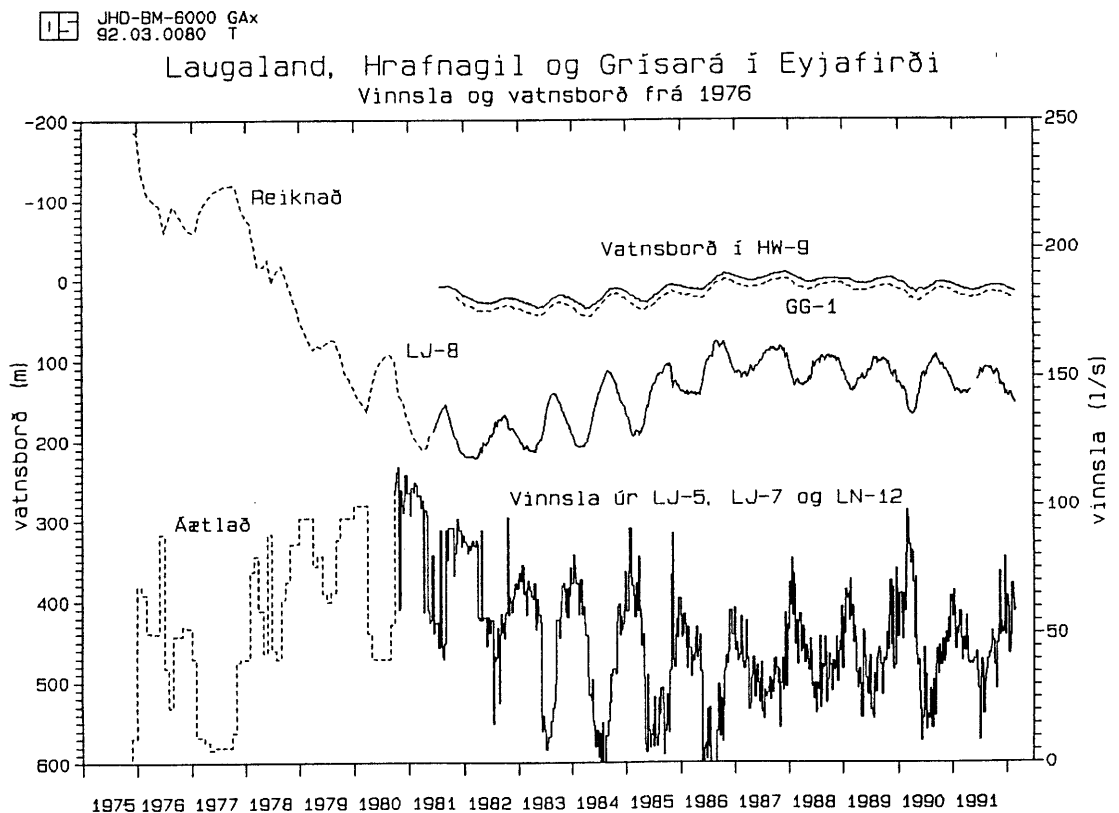
Mynd 10. Glerárdalur, vinnsla og vatnsborð 1990 og 1991.



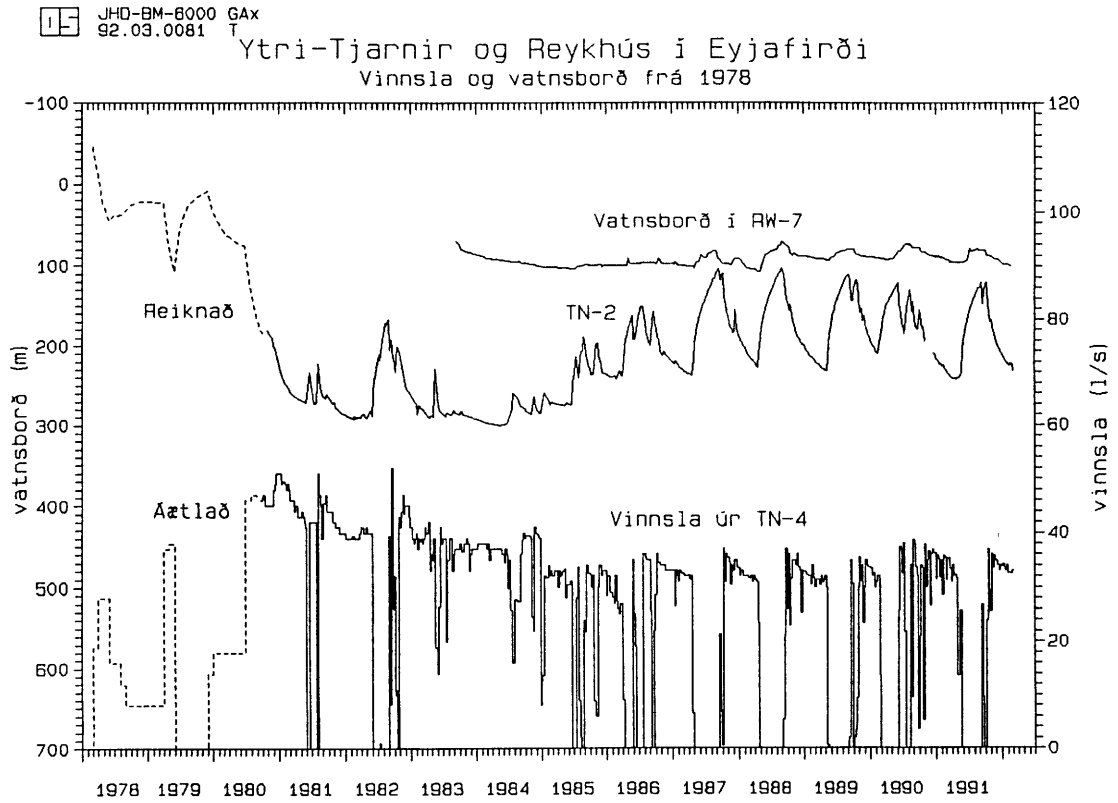
Mynd 11. Reykhús, vinnsla og vatnsborð 1990 og 1991.



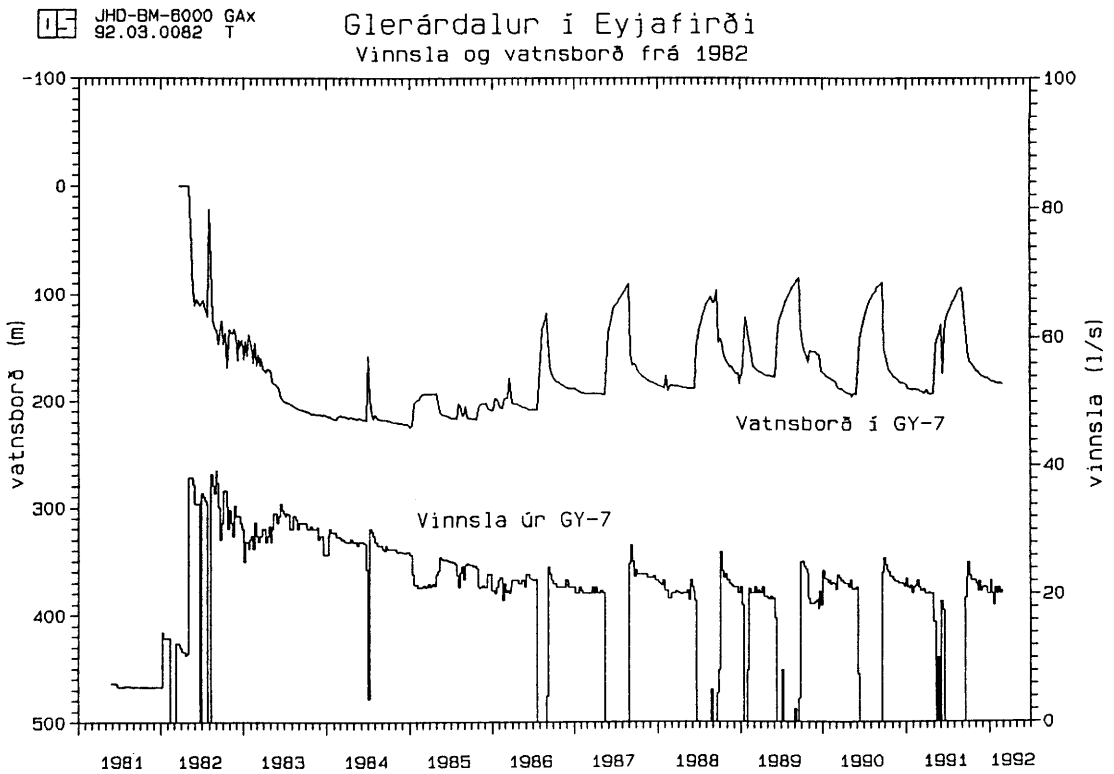
Mynd 12. Botn HN-10, vinnsla og vatnsborð frá 1982.



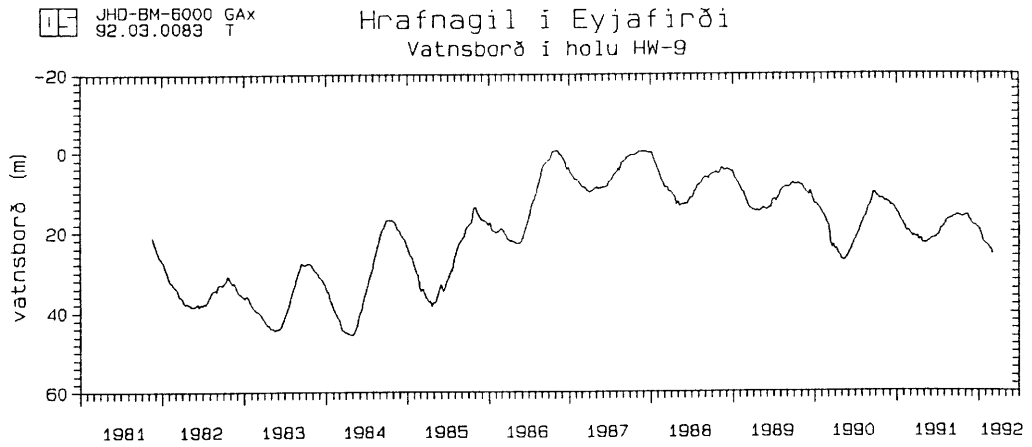
Mynd 13. Laugaland, Hrafnagil og Grísar á, vinnsla og vatnsborð frá 1976.



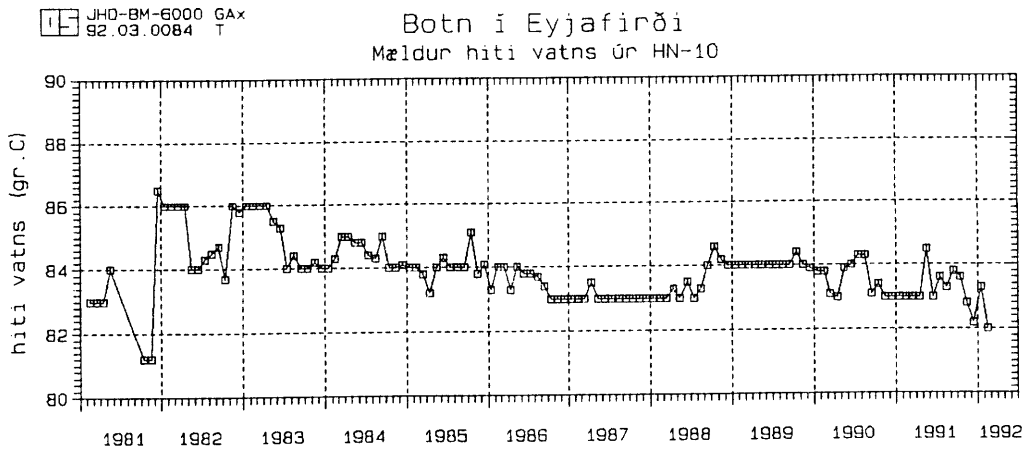
Mynd 14. Ytri- Tjarnir og Reykhús, vinnsla og vatnsborð frá 1978.



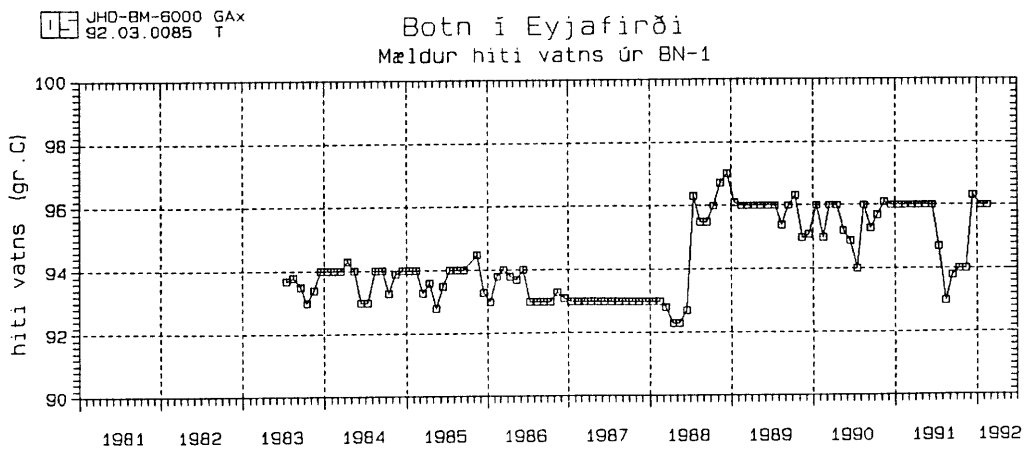
Mynd 15. Glerárdalur, vinnsla og vatnsborð frá 1982.



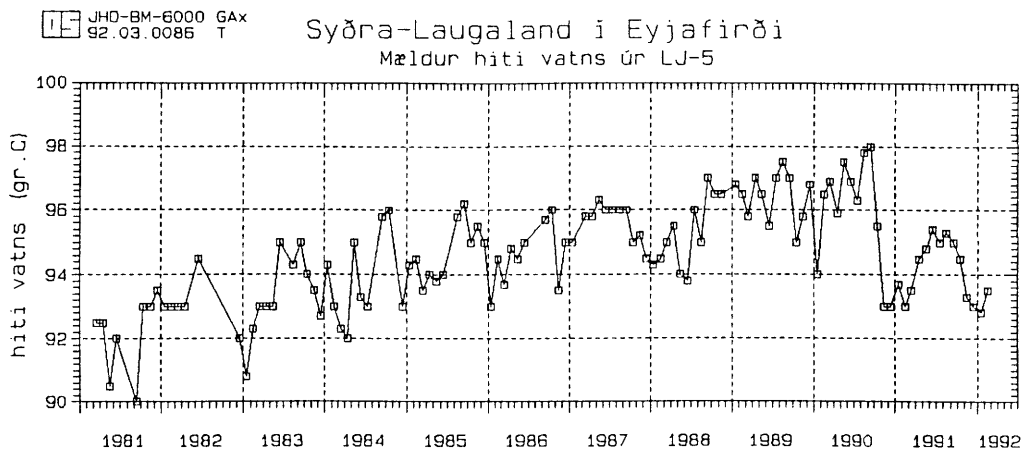
Mynd 16. Hrafnagil, vatnsborð í HW-9.



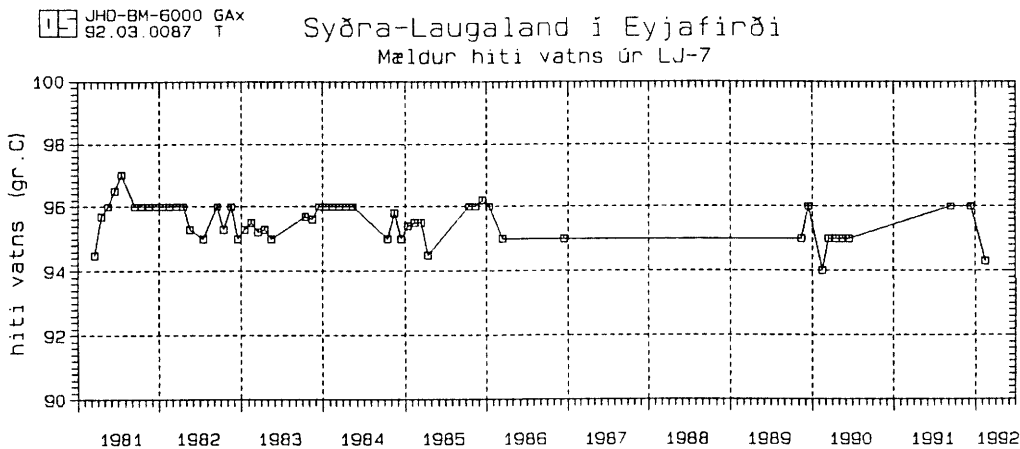
Mynd 17. Botn, mældur hiti vatns úr HN-10.



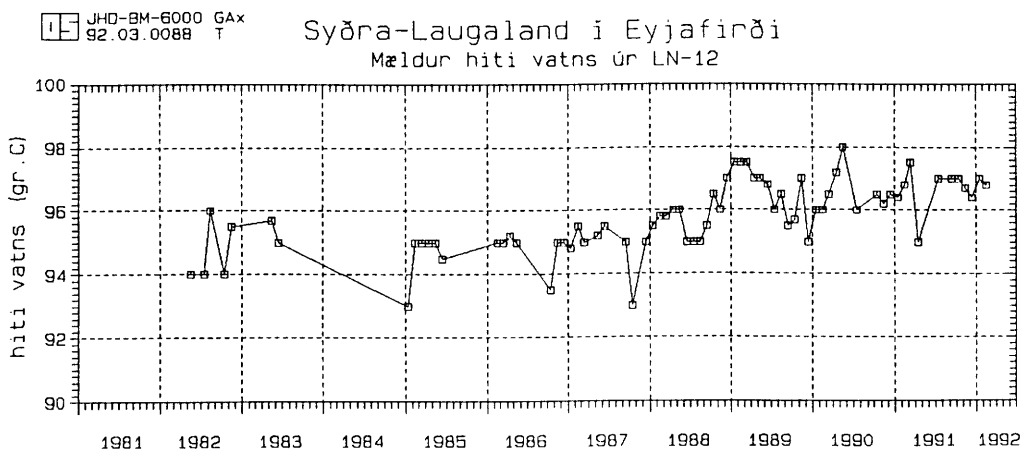
Mynd 18. Botn, mældur hiti vatns úr BN-1.



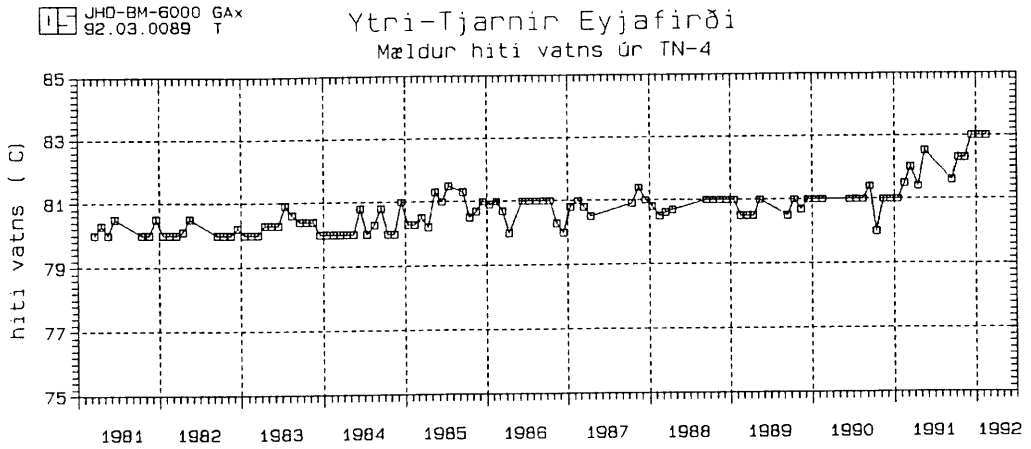
Mynd 19. Syðra-Laugaland, mældur hiti vatns úr LJ-5.



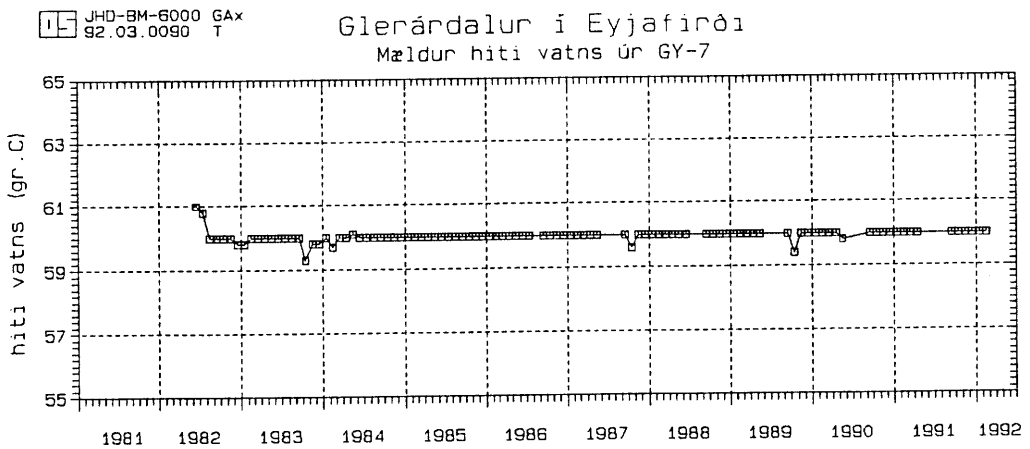
Mynd 20. Syðra-Laugaland, mældur hiti vatns úr LJ-7.



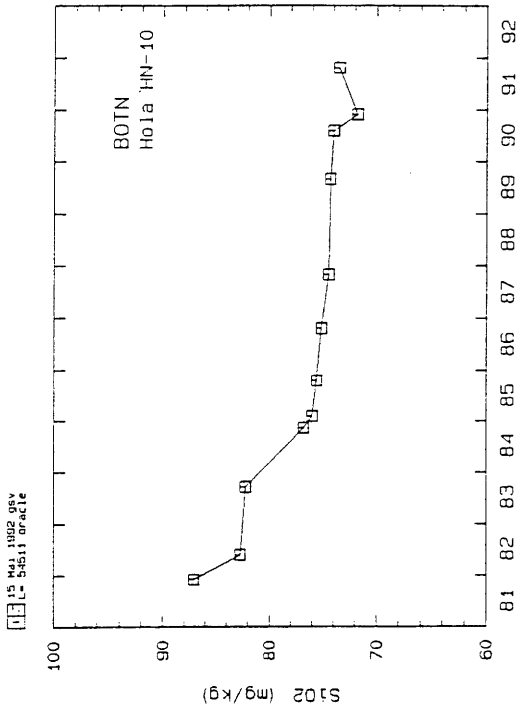
Mynd 21. Syðra-Laugaland, mældur hiti vatns úr LN-12.



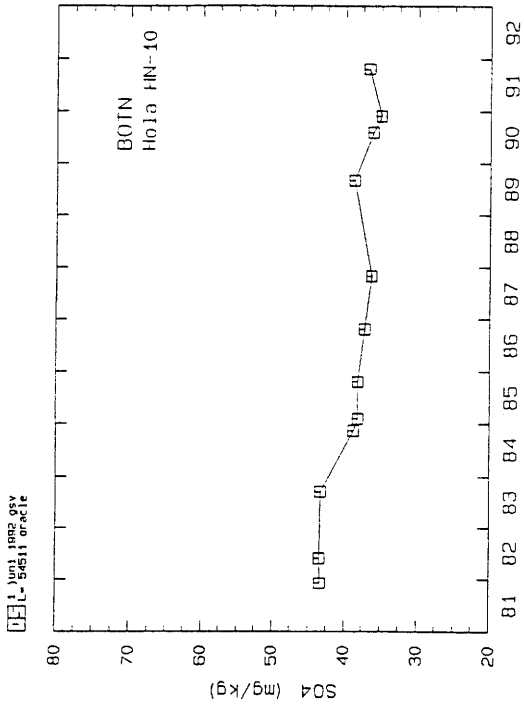
Mynd 22. Ytri-Tjarnir, mældur hiti vatns úr TN-4.



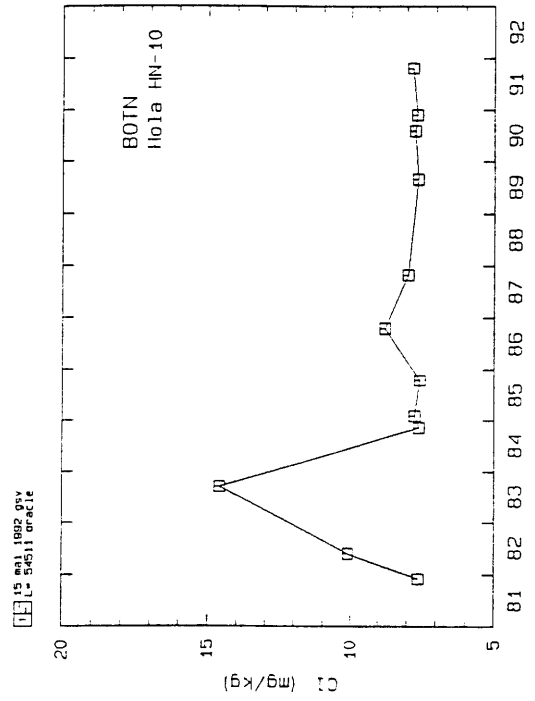
Mynd 23. Glerárdalur, mældur hiti vatns úr GY-7.



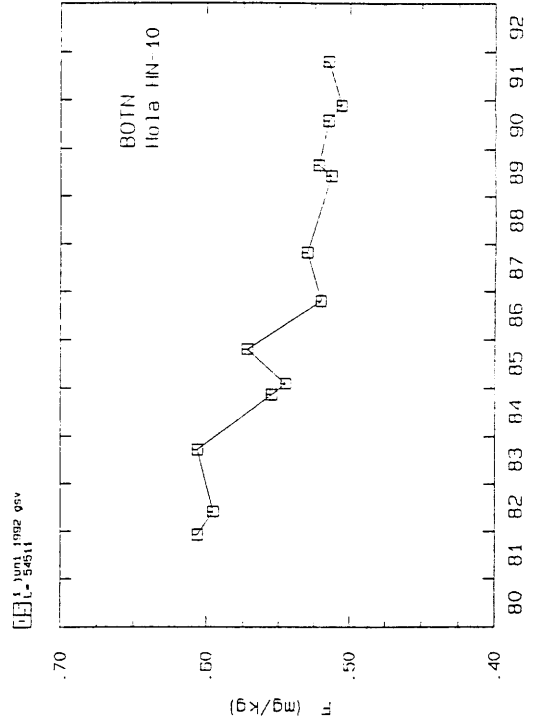
Mynd 24. Botn HN-10, styrkur kísils.



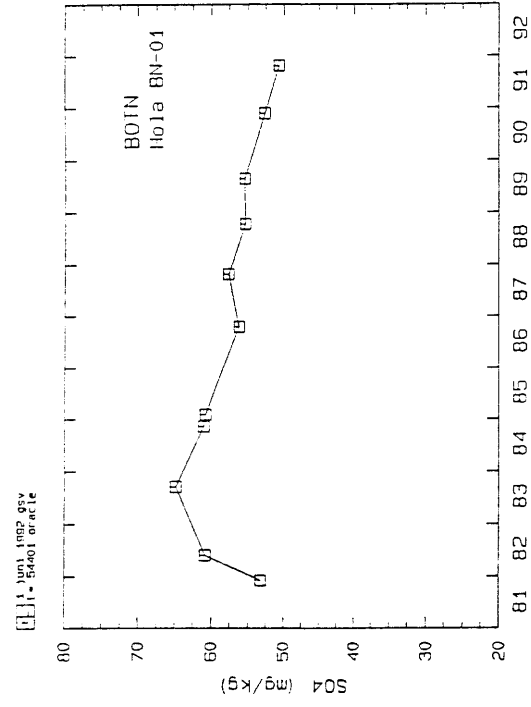
Mynd 26. Botn HN-10, styrkur súlfats.



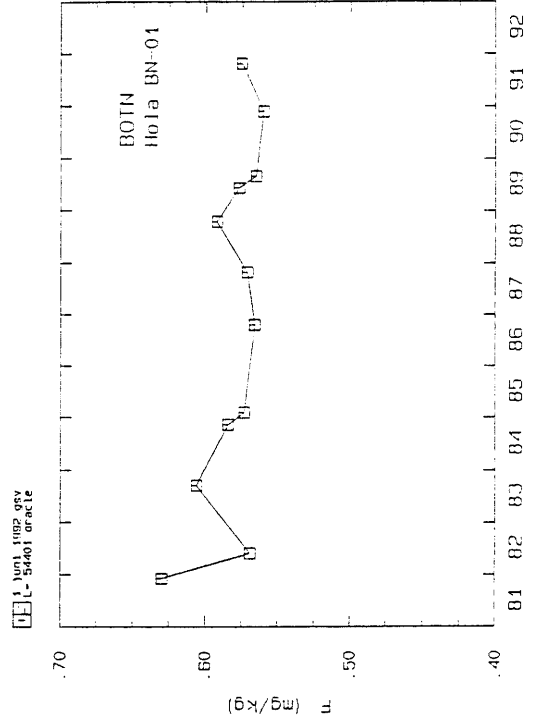
Mynd 25. Botn HN-10, styrkur klóríðs.



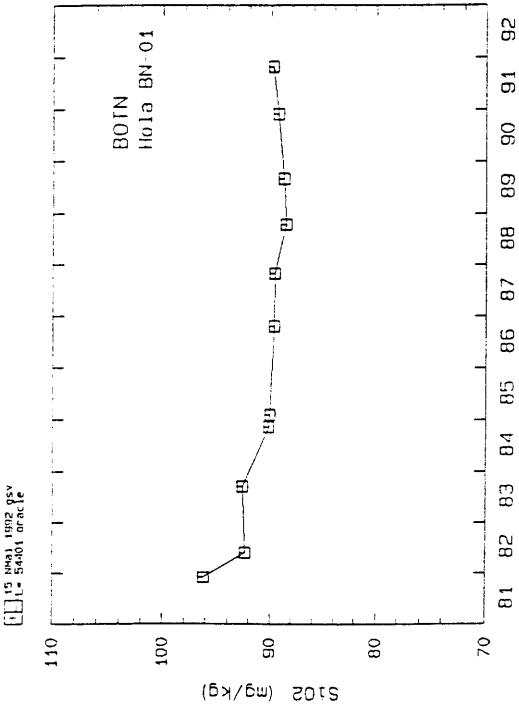
Mynd 27. Botn HN-10, styrkur flúoríðs.



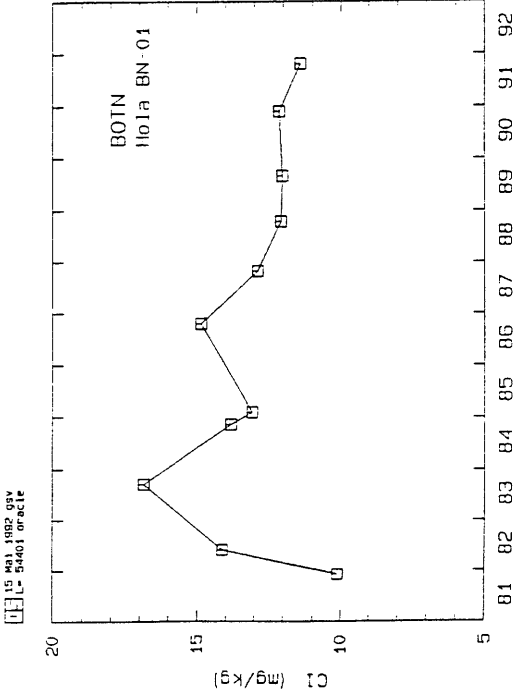
Mynd 30. Botn BN-1, styrkur súlfats.



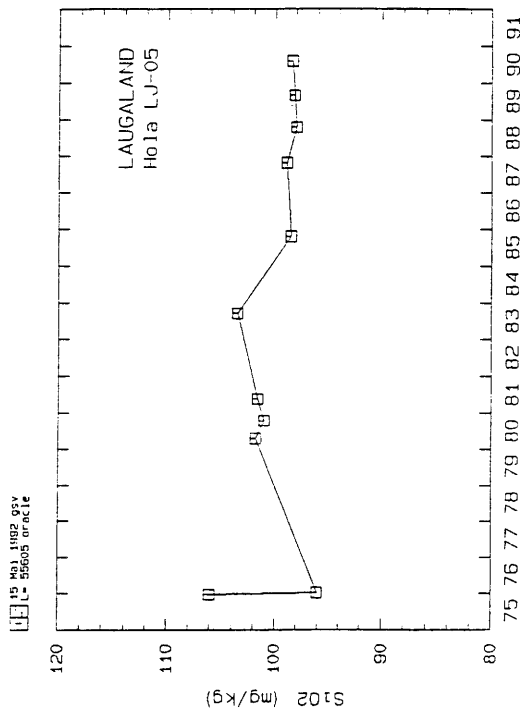
Mynd 31. Botn BN-1, styrkur flúoríðs.



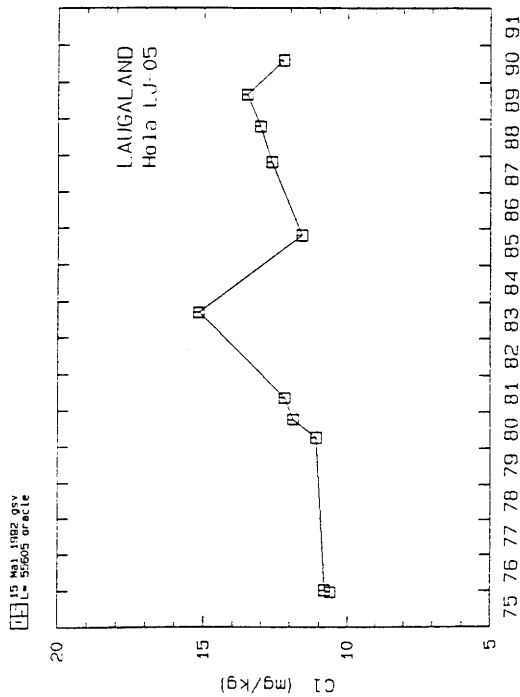
Mynd 28. Botn BN-1, styrkur kísils.



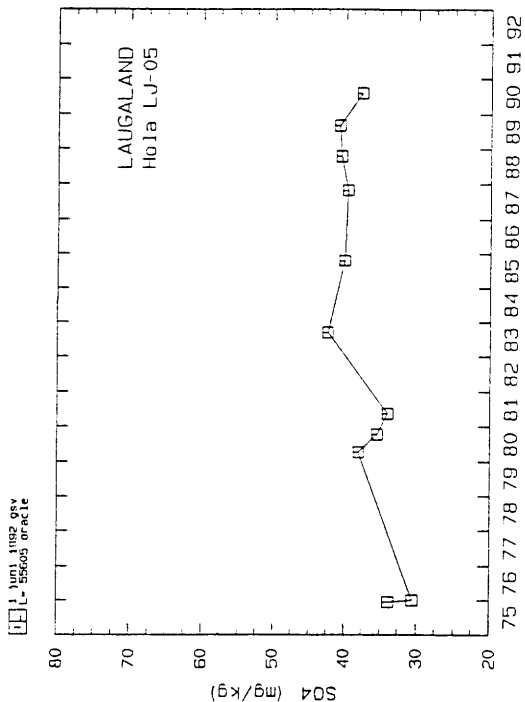
Mynd 29. Botn BN-1, styrkur klóríðs.



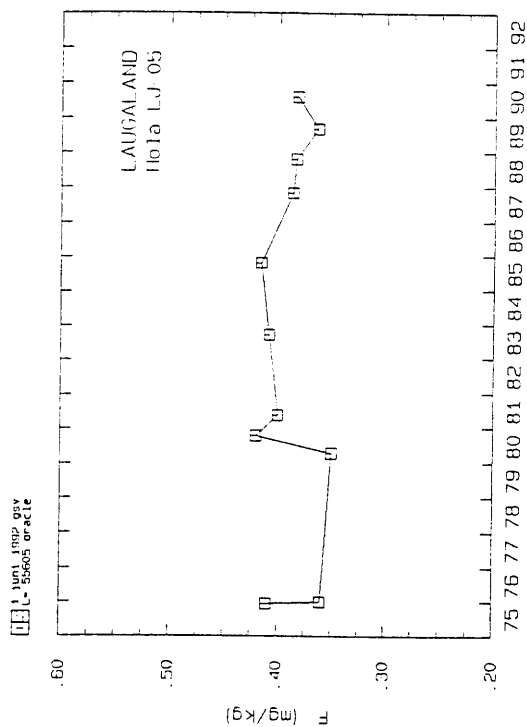
Mynd 32. Laugalande LJ-5, styrkur kísíls.



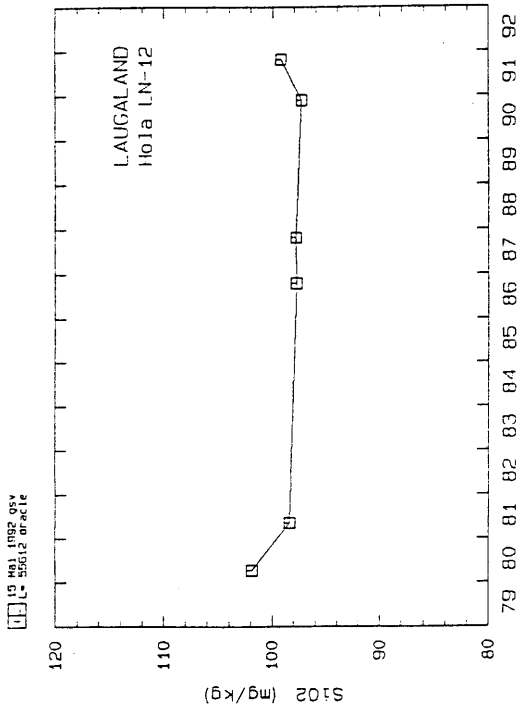
Mynd 33. Laugalande LJ-5, styrkur klóríðs.



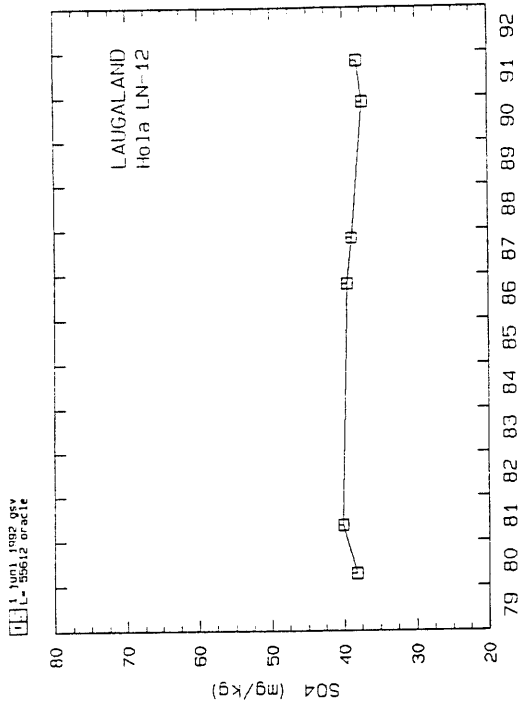
Mynd 34. Laugalande LJ-5, styrkur súlfats.



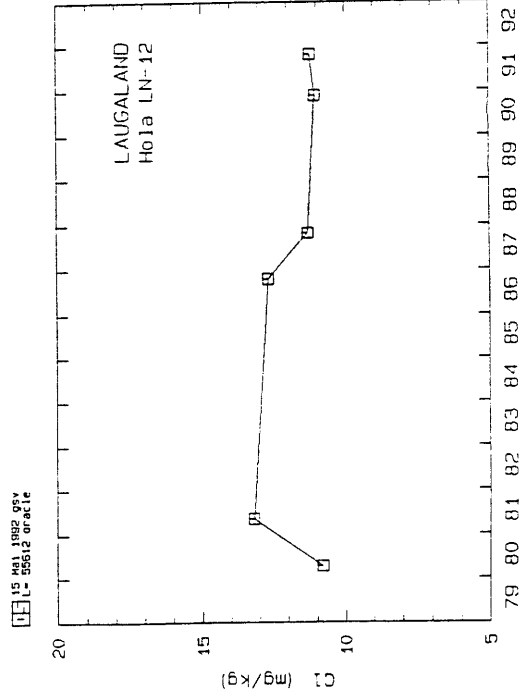
Mynd 35. Laugalande LJ-5, styrkur flúoríðs.



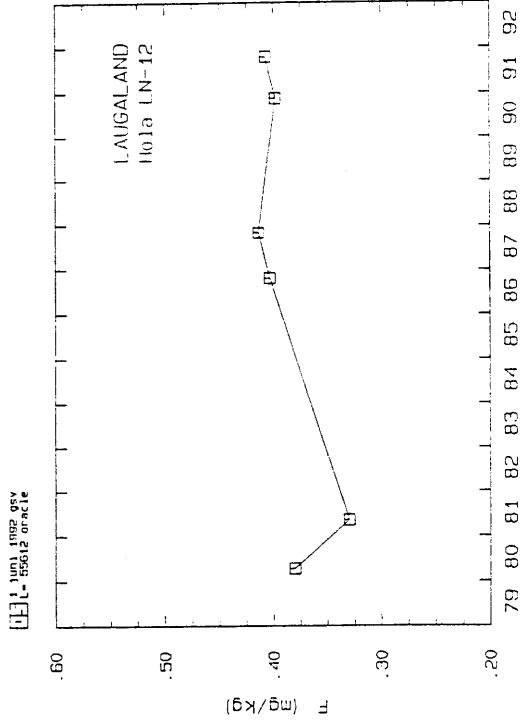
Mynd 36. Laugalande LN-12, styrkur kísíls.



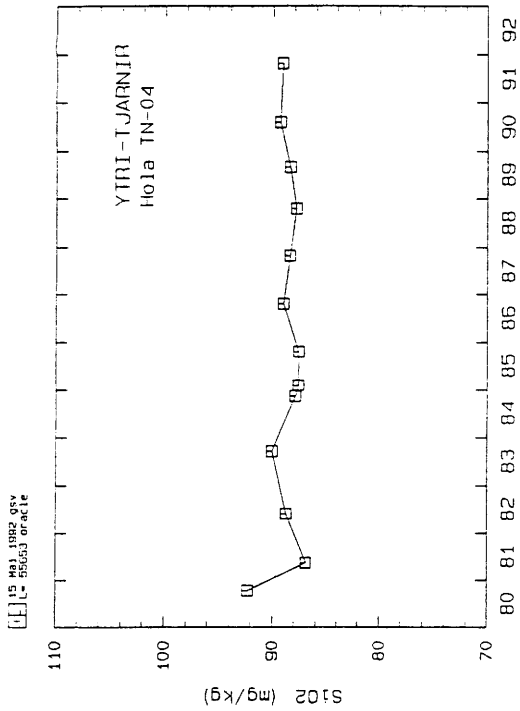
Mynd 38. Laugalande LN-12, styrkur súlfáts.



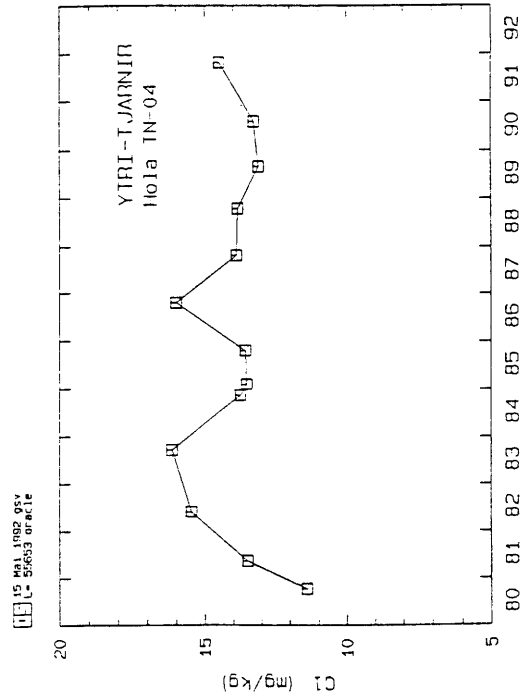
Mynd 37. Laugalande LN-12, styrkur klórífs.



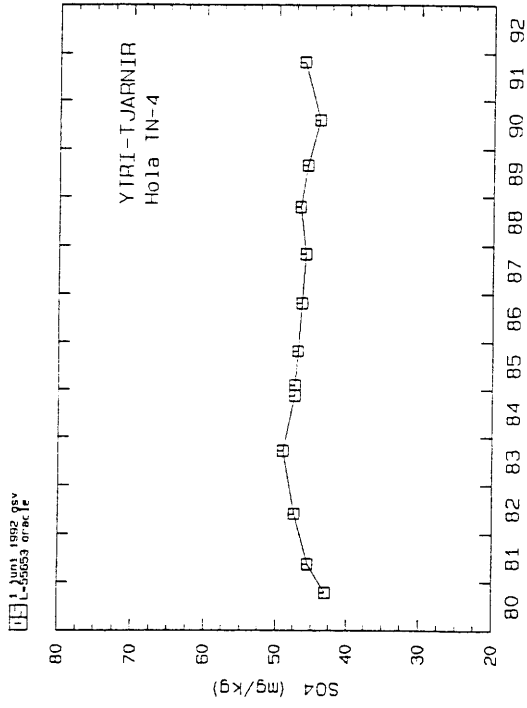
Mynd 39. Laugalande LN-12, styrkur flúorífs.



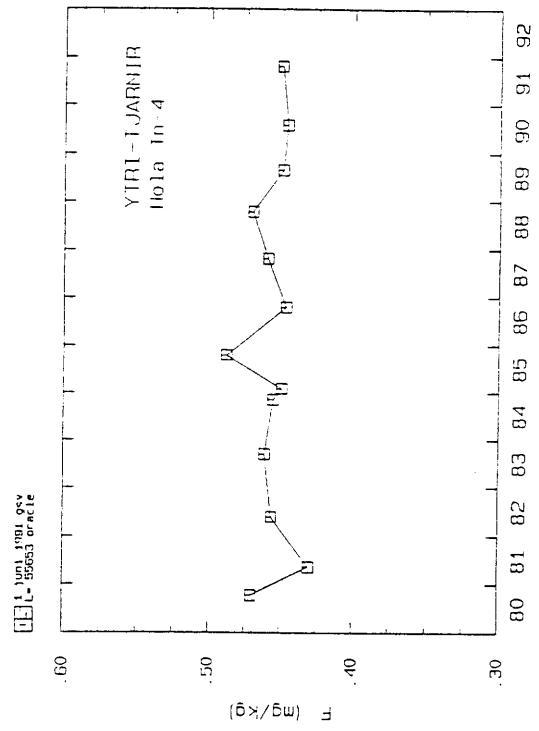
Mynd 40. Ytri-Tjarnir TN-4, styrkur kísils.



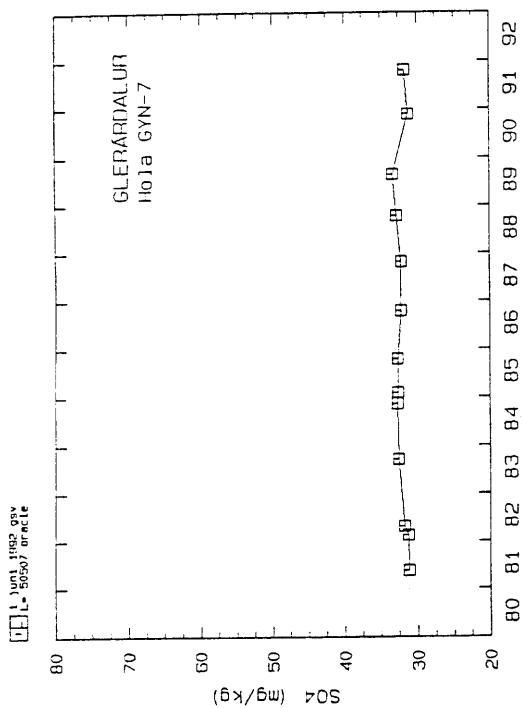
Mynd 41. Ytri-Tjarnir TN-4, styrkur klóríðs.



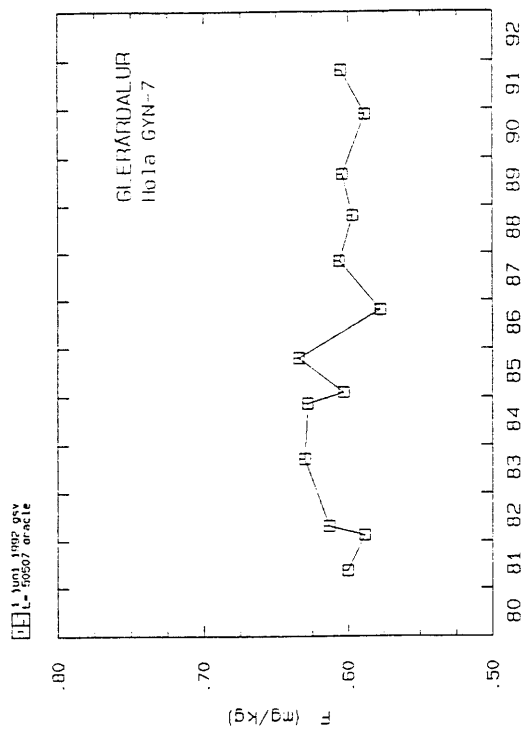
Mynd 42. Ytri-Tjarnir TN-4, styrkur súlfats.



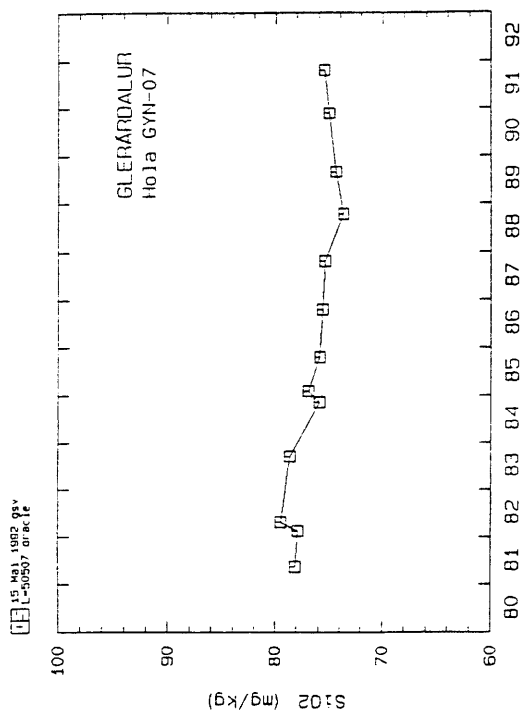
Mynd 43. Ytri-Tjarnir TN-4, styrkur flúoríðs.



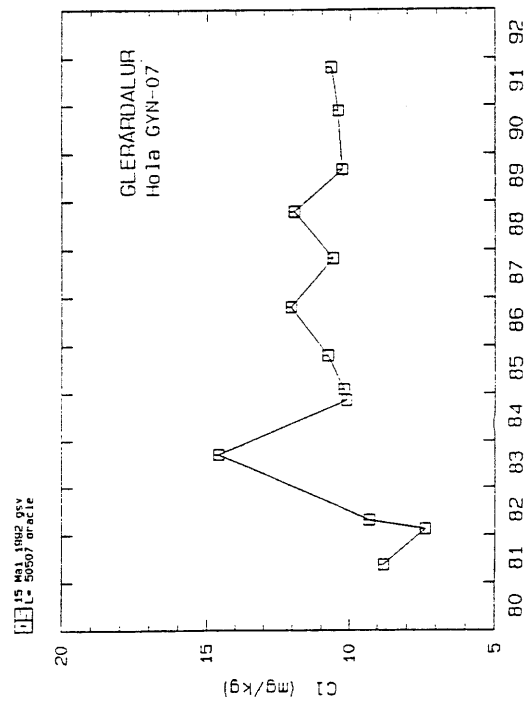
Mynd 46. Glerárdalur GYN-7, styrkur súlfáts.



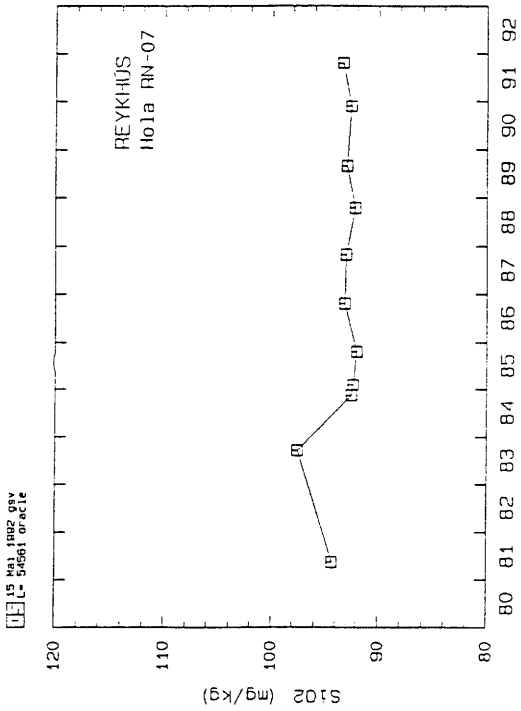
Mynd 47. Glerárdalur GYN-7, styrkur flúorfóts.



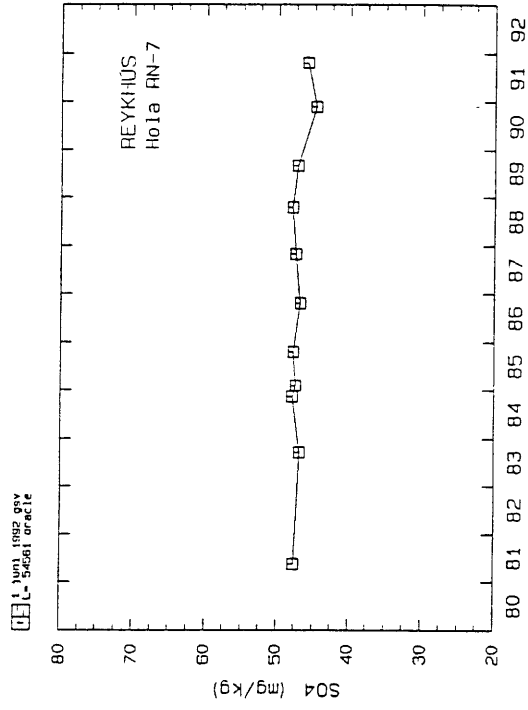
Mynd 44. Glerárdalur GYN-7, styrkur kísíls.



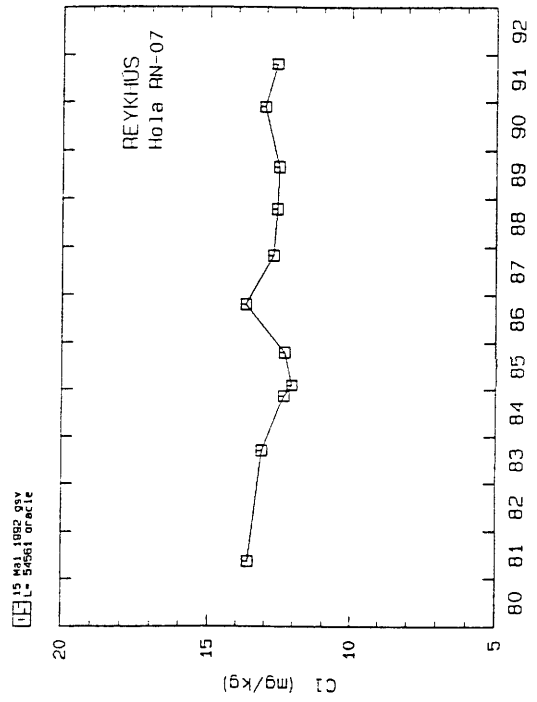
Mynd 45. Glerárdalur GYN-7, styrkur klórífs.



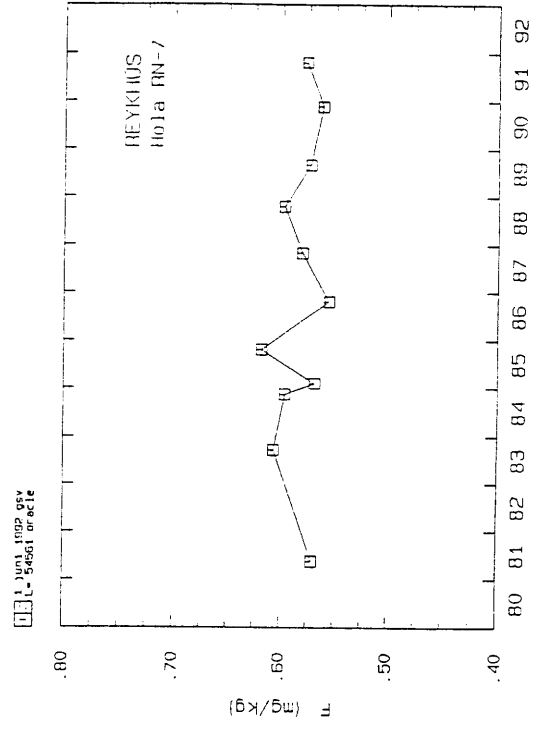
Mynd 48. Reykhús RN-7, styrkur kísíls.



Mynd 50. Reykhús RN-7, styrkur súlfáts.



Mynd 49. Reykhús RN-7, styrkur klórífs.



Mynd 51. Reykhús RN-7, styrkur flúorífs.