



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA AKUREYRAR
Vinnslueftirlit 1990

Ólafur G. Flóvenz
Guðni Axelsson
Auður Ingimarsdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar

OS-91009/JHD-02 B

Mars 1991



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 611601

HITAVEITA AKUREYRAR
Vinnslueftirlit 1990

Ólafur G. Flóvenz
Guðni Axelsson
Auður Ingimarsdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar

OS-91009/JHD-02 B

Mars 1991

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	3
1. VINNSLA OG VATNSBORÐ	3
2. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM	5
3. HITAMÆLINGAR Í HOLU HN-10 VIÐ BOTN	5
4. EFNAEFTIRLIT	6
HEIMILDIR	7

TÖFLUR

1. Ársmeðalvinnsla vinnslusvæða Hitaveitu Akureyrar	4
2 og 3. Efnasamsetning vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar	8
4. Efnasamsetning vatns úr dælustöðvum og dreifikerfi	9
5. Efnasamsetning vatns frá Laugalandi á Þelamörk	9

MYNDIR

1. Heildarvinnsla jarðhita árin 1989 og 1990	10
2. Árleg orkuvinnsla. Spá um vinnslu og orkuþörf	11
3. HN-10 Botni. Vinnsla og vatnsborð 1989 og 1990	12
4. BN-1 Botni. Vinnsla 1989 og 1990	12
5. Botn. Vinnsla HN-10, vatnsborð BY-2 og BY-3	13
6. Botn. Samband vatnsborðs í nokkrum borholum	13
7. Syðra-Laugaland. Vinnsla og vatnsborð 1989 og 1990	14
8. Ytri-Tjarnir. Vinnsla og vatnsborð 1989 og 1990	14
9. Glerárdalur. Vinnsla og vatnsborð 1989 og 1990	15
10. Reykhús. Vinnsla og vatnsborð 1989 og 1990	15
11. HN-10 Botni. Vinnsla og vatnsborð frá 1982	16
12. Laugaland, Hrafnagil og Grísará. Vinnsla og vatnsborð frá 1976	16
13. Ytri-Tjarnir og Reykhús. Vinnsla og vatnsborð frá 1978	17
14. Glerárdalur. Vinnsla og vatnsborð frá 1982	17
15. Hrafnagil. Vatnsborð í holu HW-9	18
16. Botn. Mældur hiti vatns úr HN-10	18
17. Botn. Mældur hiti vatns úr BN-1	18
18. Syðra-Laugaland. Mældur hiti vatns úr LJ-7	19
19. Syðra-Laugaland. Mældur hiti vatns úr LJ-5	19
20. Syðra-Laugaland. Mældur hiti vatns úr LN-12	19
21. Ytri-Tjarnir. Mældur hiti vatns úr TN-4	20
22. Glerárdalur. Mældur hiti vatns úr GY-7	20
23. Botn. Hitamælingar í HN-10 frá upphafi	21
24. Glerárdalur GYN-7. Styrkur kísils	22
25. Glerárdalur GYN-7. Styrkur súlfats	22
26. Glerárdalur GYN-7. Styrkur flúoríðs	22
27. Reykhús RN-7. Styrkur kísils	23
28. Reykhús RN-7. Styrkur súlfats	23
29. Reykhús RN-7. Styrkur flúoríðs	23
30. Botn HN-10. Styrkur kísils	24
31. Botn HN-10. Styrkur súlfats	24
32. Botn HN-10. Styrkur flúoríðs	24
33. Botn BN-1. Styrkur kísils	25
34. Botn BN-1. Styrkur súlfats	25
35. Botn BN-1. Styrkur flúoríðs	25
36. Laugaland LJ-5. Styrkur kísils	26
37. Laugaland LJ-5. Styrkur súlfats	26
38. Laugaland LJ-5. Styrkur flúoríðs	26
39. Laugaland LN-12. Styrkur kísils	27
40. Laugaland LN-12. Styrkur súlfats	27
41. Laugaland LN-12. Styrkur flúoríðs	27
42. Ytri-Tjarnir TN-4. Styrkur kísils	28
43. Ytri-Tjarnir TN-4. Styrkur súlfats	28
44. Ytri-Tjarnir TN-4. Styrkur flúoríðs	28

ÁGRIP

Á árinu 1990 jókst orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar um 28 GWh (11 l/s), eða um tæp 4,5%, og nam hún 223 GWh. Öll þessi aukning kom frá Syðra-Laugalandi. Samanlögð vinnslugeta jarðhitasvæðanna fjögurra er um 240 GWh á ári þannig að svæðin verða væntanlega fullnýtt innan örfárra ára.

Vatnsborð á vinnslusvæðunum breytist í aðalatriðum í samræmi við vatnsborðsspá frá 1988 og hiti vatns úr vinnsluholum breytist lítið nema úr holu HN-10 þar sem hægfara kólnun hefur átt sér stað. Hitamæling sem gerð var í HN-10 sýnir að æðin á 489 m dýpi hefur kólnað um a.m.k. 3-4°C frá árinu 1980 en æðin á botni holunnar er jafnheit nú og þá.

Reglubundið efnæftirlit sýnir engar óvæntar breytingar í efnastyrk heita vatnsins frá síðastliðnu ári. Efnainnihald vatnsins úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar hefur lítið breyst nema á Botni þar sem hægfara lækkun hefur mælst í styrk kísils, sulfats og flúóríðs og á Glerárdal þar sem örlítill lækkun hefur orðið í kísilstyrk. Þessar breytingar benda til innrennslis á kaldara vatni í jarðhitakerfin eða til kólnunar þeirra. Mælingar á sulfíti og súrefni í dreifikerfi benda til þess að íblöndun sulfíts sé heldur lítil.

Efnainnihald vatns úr holu LPÝ-5 á Laugalandi á Þelamörk er nánast eins og úr holu 2.

1. VINNSLA OG VATNSBORÐ

Eins og undanfarin ár safnaði Hitaveita Akureyrar árið 1990 reglulega gögnum um vinnslu og vatnsborð á vinnslusvæðum veitunnar. Vikuleg meðalvinnsla var mæld með aflestrum af rennslismælum vinnsluholanna BN-1 og HN-10 á Botni; LJ-5, LJ-7 og LN-12 á Laugalandi; TN-4 á Ytri-Tjörnum og GY-7 á Glerárdal. Vatnsborð var mælt vikulega í holum HN-10, LJ-5, LJ-8, TN-2 og GY-7. Einnig var fylgst með vatnsborði í holum BY-2, BY-3 og BY-4 á Botni, HY-12 og HW-9 á Hrafnagili og GG-1 á Grísará, þó ekki eins reglulega. Síritandi vatnsborðsmælir var reyndar á holu BY-2. Auk ofangreinds var fylgst með vinnslu og vatnsborði í holu RWN-7 á Reykhúsum.

Í töflu 1 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar til og með árinu 1990 og mynd 1 sýnir heildarvinnslu jarðhita árin 1989 og 1990. Í töflunni sést að heildarvinnslan hefur aukist um 11 l/s, eða tæplega 28 GWh, frá því hún var minnst árin 1986 og 1987. Þessari auknu notkun hefur hitaveitan svo til eingöngu mætt með aukinni vinnslu á Syðra-Laugalandi. Ársmeðalvinnslan hefur lítið breyst á Botni, Ytri-Tjörnum og Glerárdal undanfarin ár.

Á mynd 2 er sýnd varmaorkunotkun Hitaveitu Akureyrar frá 1981 til og með 1990. 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 og fleiri (1988). Þar sést að orkunotkunin er farin að nálgast samanlagða vinnslugetu núverandi vinnslusvæða og afköst varmadælu. Með sama vexti í orkunotkun og verið hefur undanfarin ár mun vinnslugetunni verða náð innan fárra ára. Vöxtur undangenginna ára er þó að einhverju leyti vegna yfirtöku hitaveitunnar á rafhitamarkaðnum og er því ólíklegt að vöxturinn verði jafn hraður á næstu árum.

Vatnsborðs- og vinnslugögn ársins 1990 fyrir vinnslusvæðin fjögur og holu RWN-7 á Reykhúsum eru birt á myndum 3-10 hér á eftir. Á myndum 3, 4, 7, 8, 9 og 10 eru einnig birt til samanburðar gögn ársins 1989. Á myndum 11-14 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 12) ásamt gögnum um vatnsborð í holu RWN-7 (mynd 13). Mynd 15 sýnir svo

TAFLA 1. 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
VINNSLU- GETA til 2000	29	58,5	46	109,7	29	53,2	19	20,9	123	242,3

nákvæmar vatnsborðsbreytingar í holu HW-9 frá lokum árs 1981. Nánar verður fjallað um þessi gögn hér á eftir.

Ef við lítum á vinnslu á einstökum vinnslusvæðum og berum hana saman við spár um vinnslugetu svæðanna (Guðni Axelsson o.fl., 1988), sem einnig eru birtar í töflu 1, sést að árið 1990 var vinnsla á Syðra-Laugalandi meiri en langtíma vinnslugeta þess svæðis. Er það að einhverju leyti vegna bilunar dælu í TN-4 frá mars til maí 1990 og aukningar sem varð í vinnslu á Laugalandi vegna þess (mynd 7). Vinnsla á Botni er svipuð og núverandi vinnslugeta, en samkvæmt spánni virðist mega auka meðalvinnslu á Ytri-Tjörnum um 10 l/s og meðalvinnslu á Glerárdal um nokkra l/s.

Um vatnsborðsbreytingar á vinnslusvæðunum má segja eftirfarandi:

- Vatnsborð í holu HN-10 á **Botni** virðist ekkert hafa lækkað undanfarin ár, enda hefur meðalvinnslan lítið breyst. Árið 1990 var einnig fylgst með vatnsborðsbreytingum í rannsóknarholunum fjórum (BY-2, BY-3, BY-4 og HY-12), sem boraðar voru á Botnssvæðinu í árslok 1989. Vatnsborð í BY-2 og BY-3 er sýnt á mynd 5 og samband vatnsborðs í BY-2 og BY-3 annars vegar og BY-4 og BY-3 hins vegar á mynd 6. Á þessum myndum sést að mjög skýrt samband er milli vatnsborðs í holunum og að mestar vatnsborðsbreytingar verða í BY-4 en minnstar í BY-2. Vatnsborð í HY-12 hélst svo til óbreytt á rúmlega 80 m dýpi, ef undan er skilin hækkun í júní 1990. Nánar er fjallað um vatnsborðsbreytingar í rannsóknarholunum af Ólafi G. Flóvenz og fleirum (1991).
- Vatnsborð í holu LJ-8 á **Laugalandi**, sem hefur farið hægt lækkandi frá árinu 1986 vegna vaxandi vinnslu, hélt áfram að lækka á árinu 1990. Er það eðlilegt þar sem vinnsla á svæðinu hefur vaxið að jafnaði um 11 % á ári síðan 1986. Vatnsborð á Laugalandi fór lægst um mánaðarmótin mars/apríl 1990, en þá hafði dælan í TN-4 verið biluð um nokkurt skeið og vinnsla á Laugalandi verið aukin til þess að mæta því. Á mynd 7 eru einnig sýndar vatnsborðsbreytingar í holu LJ-5 á árinu 1990. Nokkuð meiri niðurdráttur er í LJ-5, þegar hún

er í vinnslu, en í holu LJ-8.

- Vatnsborð í holu TN-2 á **Ytri-Tjörnum** var svipað á árinu 1990 og undanfarin ár enda hefur meðalvinnslan lítið breyst á því svæði.
- Vatnsborð á **Glerárdal** virðist einnig hafa verið svipað árið 1990 og undanfarin ár. Þó fór það eitthvað lægra í apríl og maí 1990 en það fór 1989 og 1988, enda jókst meðalvinnslan á Glerárdal lítið eitt frá árinu 1989.

Alment 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.

Á mynd 12 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 og fl., 1989, 1990). Á mynd 15 sést vel að vatnsborð í HW-9 hefur lækkað nokkuð undanfarin ár í takt við aukna vinnslu á Laugalandi. Einnig virðist einhverra áhrifa gæta frá Ytri-Tjörnum á vatnsborð í RWN-7 (mynd 13).

2. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM

Eins og undanfarin ár var hiti vatns sem dælt var úr vinnsluholum hitaveitunnar mældur reglulega árið 1990. Mánaðarmeðaltöl hita vatns úr einstökum holum, frá árinu 1981, eru sýnd á myndum 16 - 22. Hafa þarf í huga 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.

Í skýrslu Ólafs G. Flóvenz og fleiri (1990) um vinnslueftirlit ársins 1989 er fjallað um breytingar á hita vatns úr holunum á árunum 1981 til 1989. Við þá umfjöllun er litlu að bæta þar sem óverulegar breytingar mældust á hita vatnsins á árinu 1990. Þó er rétt að benda á það að hiti vatns úr BN-1 (mynd 17) lækkaði lítilsháttar um mitt ár 1990 vegna stöðvunar dælu í HN-10. Einnig lækkaði hiti vatns úr LJ-5 (mynd 19) verulega í lok árs 1990. Ástæða þess er þó einfaldlega sú að þá var dregið verulega úr dælingu úr LJ-5 en LN-12 tók við sem aðal vinnsluhola á Syðra-Laugalandi. Við þetta virðist koma hlutfallslega meira úr efri æðum LJ-5. Loks er rétt að benda á það að vatn úr HN-10 fer hægt kólnandi (mynd 16), virðist hafa kólnað um 3-4°C á 9 árum, líklega vegna innstreymis á köldu grunnvatni.

3. HITAMÆLINGAR Í HOLU HN-10 VIÐ BOTN

Þegar dæla var tekin upp úr holu HN-10 í júní 1990 var tækifærið notað og holan hitamæld, en það var síðast gert í desember 1981, áður en dæling hófst úr henni. Á mynd 23 eru sýndar þær hitamælingar sem gerðar hafa verið í HN-10 frá upphafi. Um er að ræða fjórar mælingar. Fyrsta mælingin var gerð með handrúllu, en allar aðrar mælingar voru gerðar frá mælingabílum Orkustofnunar.

Fyrsta mælingin var gerð 11. nóvember 1980 að loknu helgarfríu bormanna. Holan var þá orðin 636 m djúp. Hún nær aðeins niður í æðarnar á 489 og 531 m dýpi og sýnir að hiti þeirra hefur þá verið nálægt 85°C. Næsta mæling var gerð 26. nóvember 1980, 5 dögum eftir að borun lauk. Hún sýnir fjórar æðar, á 489 m, 531 m, 850 m og nærri botni holunnar. Samkvæmt þessari mælingu er hitinn á botnæðinni um 88°C. Mælingin frá 2. desember 1981 er gerð meðan á þrýstiprófun holu BN-1 stóð, strax að lokinni borun. BN-1 hafði þá verið lokuð með pakkara á 684 m dýpi í um 12 klst og þrýstingur neðan pakkarans vaxið í 18,8 kg/cm². Þessi mæling er

2-3°C heitari en aðrar mælingar. Virðist svo sem heitt vatn hafi borist upp holu BN-1 úr háþrýstri æð á 1756 m dýpi og yfir í holu HN-10 gegnum grynri æðar.

Holan var síðan mæld nú í júní 1990. Þá voru liðnir 3 1/2 dagar frá því dæling var stöðvuð og vatnsborðið því að hækka jafnt og þétt. Mælingin sýnir að vatn rennur upp holuna úr æðum á 850 m og við botn holunnar og inn í æðina á 489 m. Því er hærrí þrýstingur á neðri æðum holunnar en á æðinni í 489 m dýpi. Hiti í dýpstu æð HN-10 mældist hinn sami og í nóvember 1980 en æðin á 850 m sýnist nú um 1°C kaldari. Svo þarf þó ekki að vera því allt eins getur verið að tiltölulega meira rennsli sé nú úr æðinni á 850 m en þegar mælt var árið 1981. Hins vegar er greinilegt að æðin á 489 m hefur kólnað um a.m.k. 3-4°C frá árinu 1980. Það má ráða af því að hitinn rétt ofan þeirrar æðar mælist nú 81-82°C, sem er hámarkshiti þar sem stutt er síðan dælingu var hætt úr holunni, en mælingin frá 11. nóvember 1980 sýnir að hiti hefur þá verið um 85°C. Því virðist mega draga þá ályktun að sú kólnun sem mælst hefur á vatni úr HN-10 síðustu 10 árin stafi af kólnun æðarinnar í 489 m.

4. EFNAEFTIRLIT

Í byrjun ágúst mánaðar og seint í nóvember 1990 voru tekin sýni af heitu vatni til efnagreininga á öllum vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar. Sýnin voru tekin úr sjö vinnsluholum (GYN-7, RWN-7, HN-10, BN-1, LJ-5, LN-12 og TN-4), dælustöðvum á Syðra-Laugalandi og við Þórunnarstræti á Akureyri og úr dreifikerfinu á Akureyri. Sýni var tekið úr HN-10 í bæði skiptin en annars eitt sýni úr hverri holu. Einnig var tekið sýni úr holu LPÝ-5 á Laugalandi á Þelamörk.

Niðurstöður efnagreininga eru birtar í töflum 2-5 ásamt niðurstöðum frá 1989. Sýnið úr holu 5 á Laugalandi á Þelamörk er fyrsta heilsýnið úr holunni. Því til samanburðar er í töflu 5 birt efnagreining sýnis úr holu 2 frá árinu 1989. Á myndum 24-44 eru sýndar breytingar á styrk efnanna kísils (SiO_2), sulfats (SO_4^{2-}) og flúoríðs (F^-) allt frá því að holurnar voru teknar í notkun.

Á Botni (myndir 30-35) sést hægfara lækkun í styrk áðurnefndra efna, sérstaklega þó í holu HN-10. Styrkur kísils virðist lækka örur í HN-10 í árslok 1990 og væri áhugavert að fá sýni til kísil- og sulfatgreininga sem fyrst til að sjá hvort hér er um varanlega lækkun að ræða. Þessari lækkun í efnastyrk fylgir hægfara lækkun á hita vatns úr HN-10 (mynd 16).

Á Glerárdal hefur styrkur kísils einnig farið hægt lækkandi þegar litið er yfir lengra tímabil (mynd 24). Sambærileg lækkun hefur ekki orðið í styrk annarra efna. Hækkun kísilstyrks, sem mælist 2 síðustu ár, er innan skekkjumarka. Ólafur G. Flóvenz o.fl. (1990) benda á að samfelld, hægfara lækkun í kísilstyrk geti bent til innstreymis kalds vatns sem ekki nær kísiljafnvægi.

Á Reykhúsum, Laugalandi og Ytri-Tjörnum sjást ekki marktækar breytingar á efnasamsetningu jarðhitavökvans (myndir 27-29 og 36-44). Sveiflur í efnainnihaldi hola á Laugalandi eru taldar standa í sambandi við breytingar á dælingu sem valda því að mismikið kemur úr grunnum og djúpum æðum sem hafa eilítið mismunandi efnasamsetningu.

Fram til ársins 1990 mældist ætíð vottur af súrefni í vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar. Á síðasta ári var súrefnið hins vegar með öllu horfið úr borholuvökvunum (töflur 2 og 3). Það ár var tekinn í notkun nýr og endurbættur búnaður til súrefnismælinga. Sú breyting sem kemur fram í súrefnisstyrknum milli árana 1989 og 1990 stafar eingöngu af notkun hins nýja tækjabúnaðar.

Í dælustöðvunum á Laugalandi og í Þórunnarstræti mældist enn nokkuð súrefni. Til að kanna hvort magn natríumsúlfíts (Na_2SO_3), sem blandað er í jarðhitavatnið við Ytri-Tjarnir, væri hæfilegt voru gerðar súlfítgreiningar á vatni í Þórunnarstræti, Hafnarstræti 88, við varmadælu 1 og undir tanki í Þórunnarstræti (tafla 4). Styrkur súrefnisins lækkar nokkuð á leið vökvans frá Laugalandi til Akureyrar og súrefnið er horfið úr vökvnum í Hafnarstræti. Styrkur natríumsúlfítsins lækkar stöðugt á leið vökvans um dreifikerfið og er orðinn lægri en 0,05 mg/kg við endastöð vökvans undir tanki í Þórunnarstræti. Æskilegt er að styrkur súlfíts á endastöð sé 2-3 ppm. Þessar niðurstöður nú benda til þess að súlfítblöndunin sé fulllítill.

Efnasamsetning vatns í holu 2 og holu LPÝ-5 á Laugalandi á Þelamörk er mjög svipuð (tafla 5). Niðurstöður samsætumælinga benda til að hér sé um vatn af sama uppruna að ræða.

HEIMILDIR

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

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

Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Ásgrímur Guðmundsson, 1991: *Jarðhitarannsóknir við Botn og Hrafnagil 1989-1990. Rannsóknarboranir og dæluþrófun*. Orkustofnun, OS-91008/JHD-02. Unnin fyrir Hitaveitu Akureyrar.

TÖFLUR 2 OG 3, Efnasamsetning vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar (mg/kg).

Staður	GYN-7		RWN-7		HN-10			BN-1	
Dagsetning Númer	890831 890065	901125 900290	890829 890054	901125 900292	890830 890063	900803 900217	901125 900293	890830 890062	901125 900294
Hiti (°C)	59,9	60,5	76,5	77,2	81,6	84,0	80,7	90,6	92,4
Sýrustig (pH/°C)	10,05/18	10,02/17	9,91/20	9,87/20	9,84/24	9,78/19	9,88/22	9,78/25	9,85/19
Kísill (SiO ₂)	74,4	75,0	93,0	92,6	74,3	74,0	71,8	88,8	89,3
Natríum (Na)	48,0	49,4	54,9	55,7	45,9	45,2	46,4	54,1	55,8
Kalíum (K)	0,7	0,6	1,1	1,0	1,0	0,9	0,9	1,3	1,4
Kalsíum (Ca)	2,7	2,7	3,5	3,8	3,4	3,3	3,4	4,5	4,6
Magnesium (Mg)	<0,01	<0,01	0,04	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01	<0,01
Karborat (CO ₂)	16,0	15,8	15,9	16,3	17,3	19,5	18,0	15,9	15,6
Súlfat (SO ₄)	33,3	31,2	47,3	44,7	38,7	36,1	35,0	55,4	52,7
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,04	0,05	0,05	0,08	0,05	0,06	0,06	0,06	0,07
Klórið (Cl)	10,3	10,4	12,5	13,0	7,6	7,7	7,7	12,0	12,1
Flúoríð (F)	0,60	0,59	0,57	0,56	0,52	0,52	0,51	0,56	0,56
Uppleyst efni	208	203	236	246	214	187	194	253	251
Járn (Fe)	<0,025	-	<0,025	-	<0,025	-	-	<0,025	-
Bór (B)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Súrefni (O ₂)	0,010	0	0,020	0	0,015	0	0	0,010	0
δ ¹⁸ O o/oo	-13,9*	-	-14,0*	-	-13,7*	-	-	-13,7*	-
δ D o/oo	-98,6*	-	-98,6*	-	-96,0*	-	-	-98,0*	-

Staður	LJ-5		LN-12		TN-4	
Dagsetning Númer	890830 890061	900803 900216	871029 870177	901124 900289	890830 890060	900803 900218
Hiti (°C)	92,6	94,0	92,7	95,7	79,3	81
Sýrustig (pH/°C)	9,80/23	9,83/21	9,76/20	9,87/19	9,93/21	9,86/19
Kísill (SiO ₂)	98,2	98,4	97,8	97,3	88,4	89,3
Natríum (Na)	53,0	53,4	50,6	53,8	54,8	54,4
Kalíum (K)	1,2	1,4	1,1	1,3	1,0	0,97
Kalsíum (Ca)	3,0	2,7	3,1	2,9	3,4	3,5
Magnesium (Mg)	0,01	0	<0,01	<0,01	0,04	<0,01
Karborat (CO ₂)	20,6	19,3	19,3	17,9	13,2	13,2
Súlfat (SO ₄)	40,8	37,7	38,8	37,3	45,8	44,1
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,07	0,07	0,08	0,08	0,07	0,07
Klórið (Cl)	13,5	12,2	11,3	11,0	13,1	13,3
Flúoríð (F)	0,36	0,38	0,41	0,40	0,45	0,45
Uppleyst efni	256	238	237	240	249	226
Járn (Fe)	<0,025	-	0	-	<0,025	-
Bór (B)	-	-	-	-	-	-
Súrefni (O ₂)	0,010	0	0,010	0	0,010	0
δ ¹⁸ O o/oo	-13,3*	-	-13,36	-	-13,9*	-
δ D o/oo	-94,4*	-	-95,06	-	-98,8*	-

- ekki mælt

* mælt við háskólann í Akita, Japan

TAFLA 4, Efnasamsetning vatns úr dælustöðvum og dreifikerfi (mg/kg).

Staður	LAUGALAND dælustöð		AKUREYRI dælustöð		AKUREYRI		
					Hafnarstr. 88	varmadæla 1	undir tanki
Dagsetning Númer	881016 880173	901124 900288	881018 880178	901125 900295	901126 900296	901126 900297	901126 900298
Hiti (°C)	92,0	86,4	76,6	77,4	-	49,4	16,7
Sýrustig (pH/°C)	9,75/16	9,89/18	10,05/20	9,90/20	-	9,94/23	9,89/23
Kísill (SiO ₂)	92,4	88,1	85,3	86,0	-	79,8	86,7
Natríum (Na)	54,1	52,9	53,0	51,1	-	51,7	52,7
Kalíum (K)	1,1	1,1	0,9	1,0	-	0,8	1,0
Kalsíum (Ca)	3,6	3,3	3,5	3,3	-	2,9	3,3
Magnesium (Mg)	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	-	<0,01	<0,01
Karbónat (CO ₂)	14,6	16,0	15,5	17,9	-	15,1	17,3
Súlfat (SO ₄)	43,9	40,1	43,1	40,7	-	35,3	40,6
Súlfít (SO ₃)	-	-	-	2,05	1,5	-	<1,0
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,03	0,05	<0,03	<0,03	-	<0,03	<0,03
Klóríd (Cl)	13,4	11,5	11,6	11,4	-	10,9	11,6
Flúoríd (F)	0,42	0,44	0,50	0,46	-	0,53	0,46
Uppleyst efni	266	233	248	230	-	212	229
Járn (Fe)	-	-	-	-	-	-	-
Bór (B)	0,18	-	0,17	-	-	-	-
Súrefni (O ₂)	0,015	0,020	0,020	0,015	0	0	0

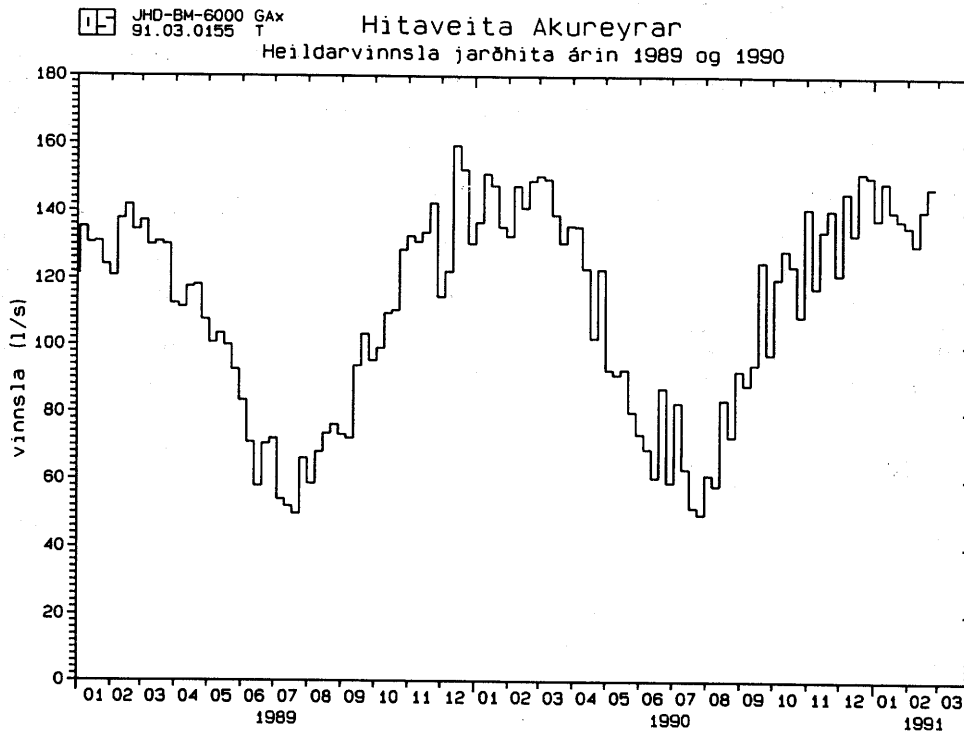
- ekki mælt

TAFLA 5, Efnasamsetning vatns frá Laugalandi á Þelamörk (mg/kg).

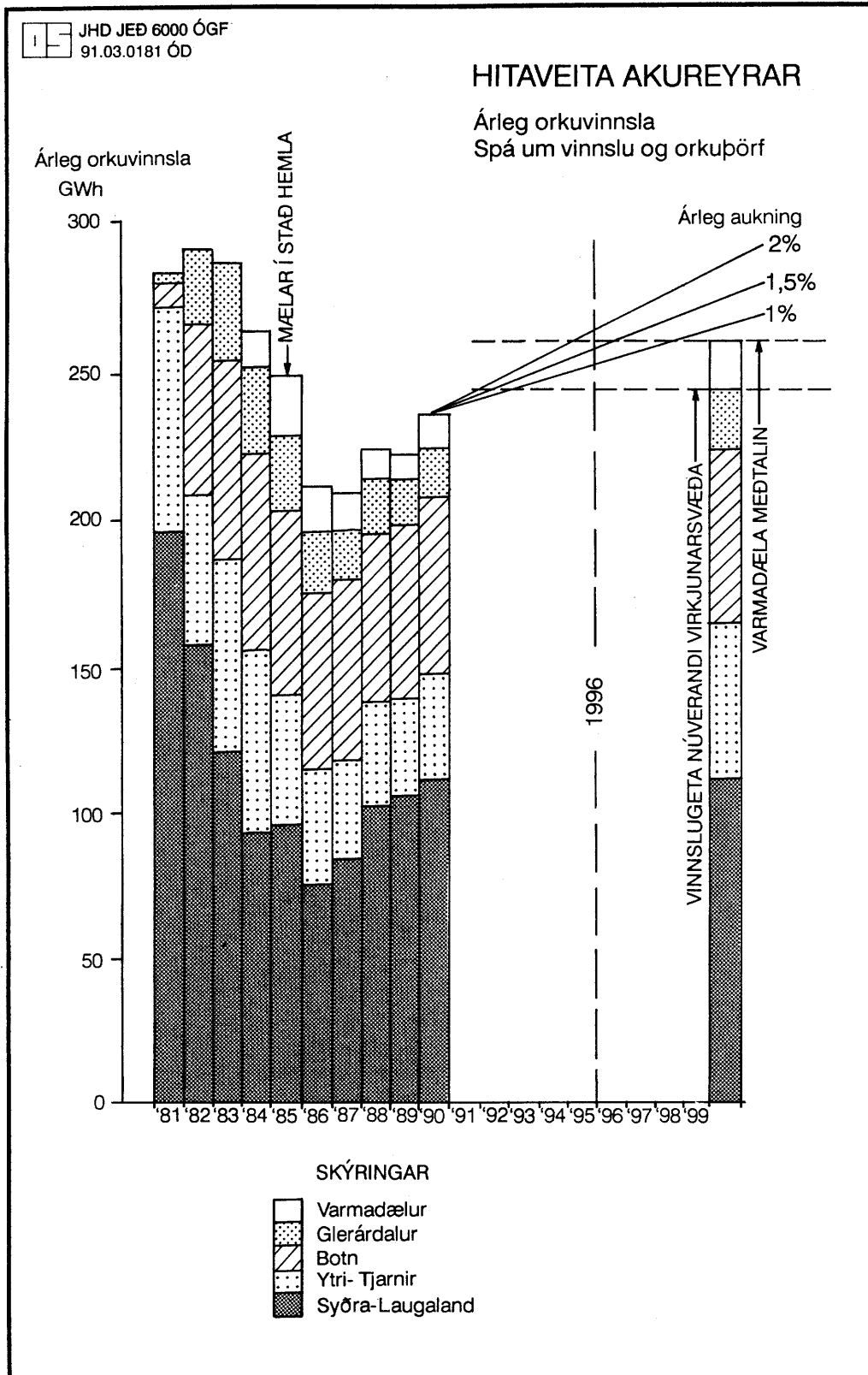
Staður	Hola 2	LPÝ-5
Dagsetning Númer	890831 890066	901125 900291
Hiti (°C)	84,3	83,2
Sýrustig (pH/°C)	9,90/18	9,80/19
Kísill (SiO ₂)	127,2	125,0
Natríum (Na)	58,2	59,8
Kalíum (K)	1,6	1,5
Kalsíum (Ca)	2,1	2,1
Magnesium (Mg)	<0,01	<0,01
Karbónat (CO ₂)	22,0	24,9
Súlfat (SO ₄)	32,8	30,6
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,19	0,19
Klóríd (Cl)	13,3	13,4
Flúoríd (F)	0,83	0,82
Uppleyst efni	279	276
Járn (Fe)	<0,025	-
Bór(B)	-	-
Súrefni (O ₂)	-	0
δ ¹⁸ O ‰	-14,2*	-14,17
δ D ‰	-101,0*	-102,8

- ekki mælt

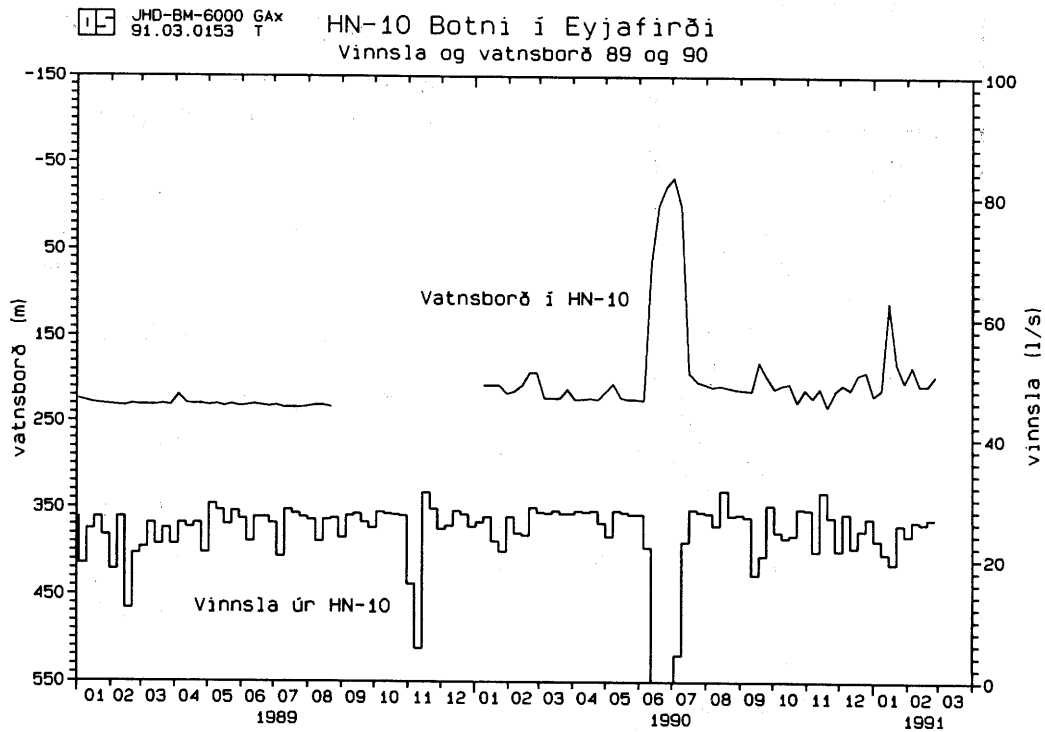
* mælt við háskólann í Akita, Japan



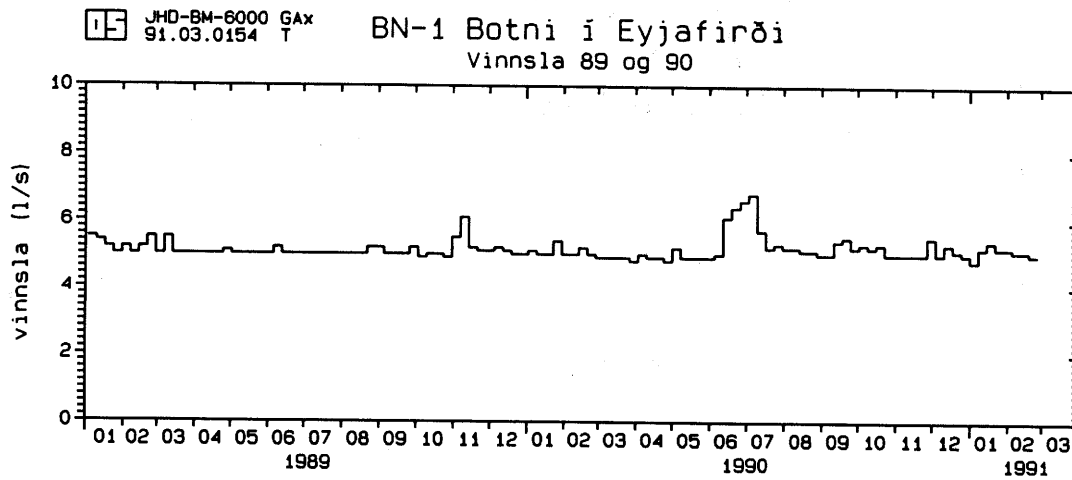
MYND 1. Heildarvinnsla jarðhita árin 1989 og 1990



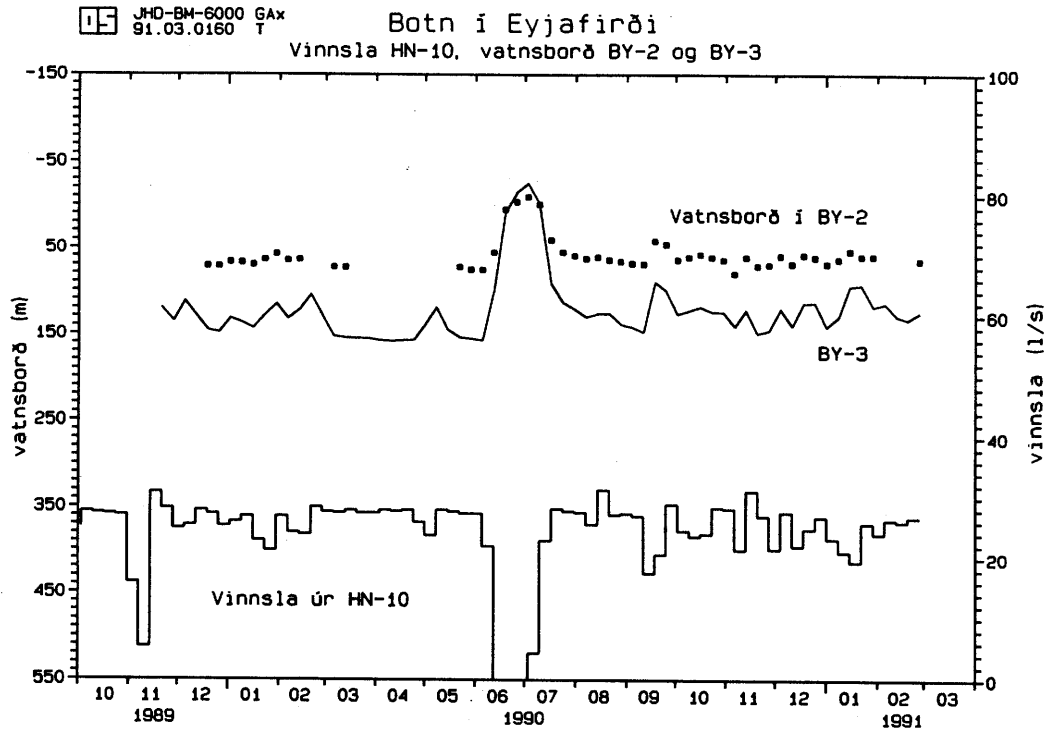
MYND 2. Árleg orkuvinnsla. Spá um vinnslu og orkupörf



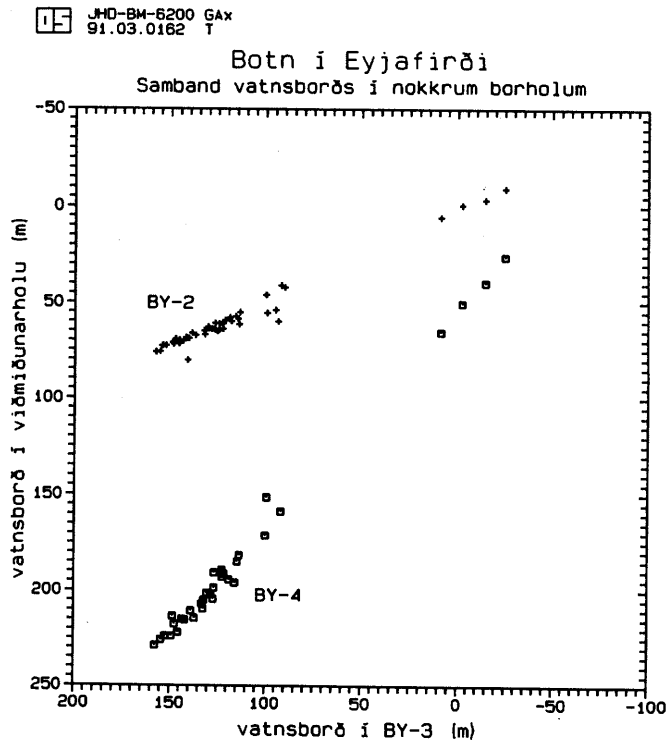
MYND 3. HN-10 Botni. Vinnsla og vatnsborð 1989 og 1990



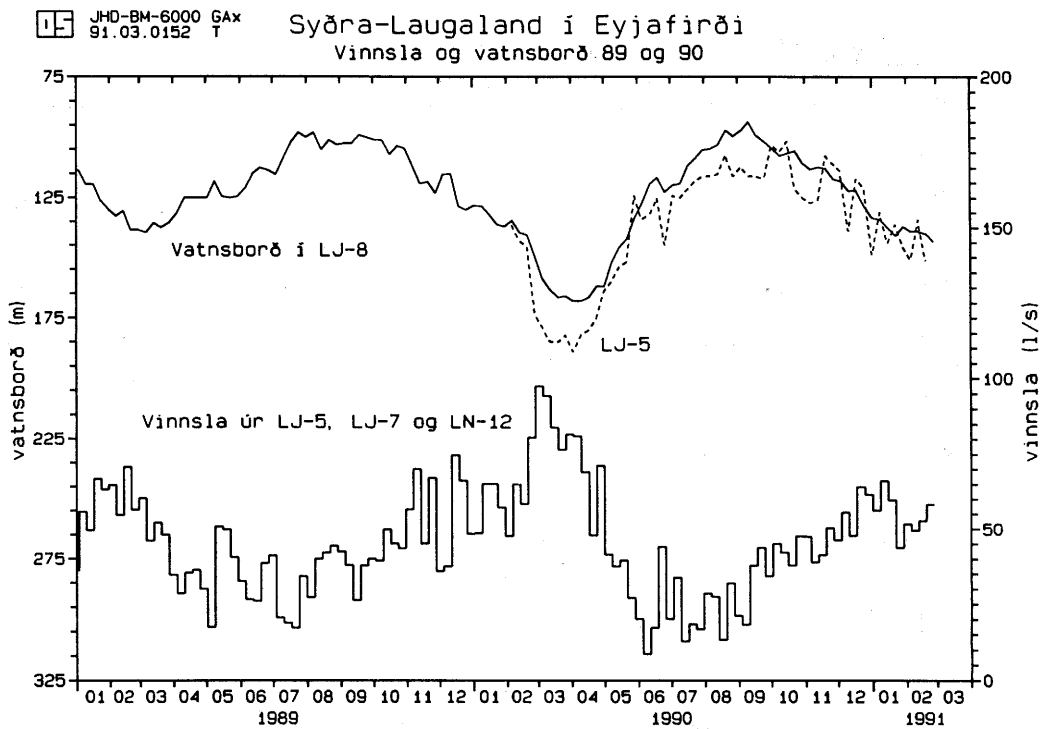
MYND 4. BN-1 Botni. Vinnsla 1989 og 1990



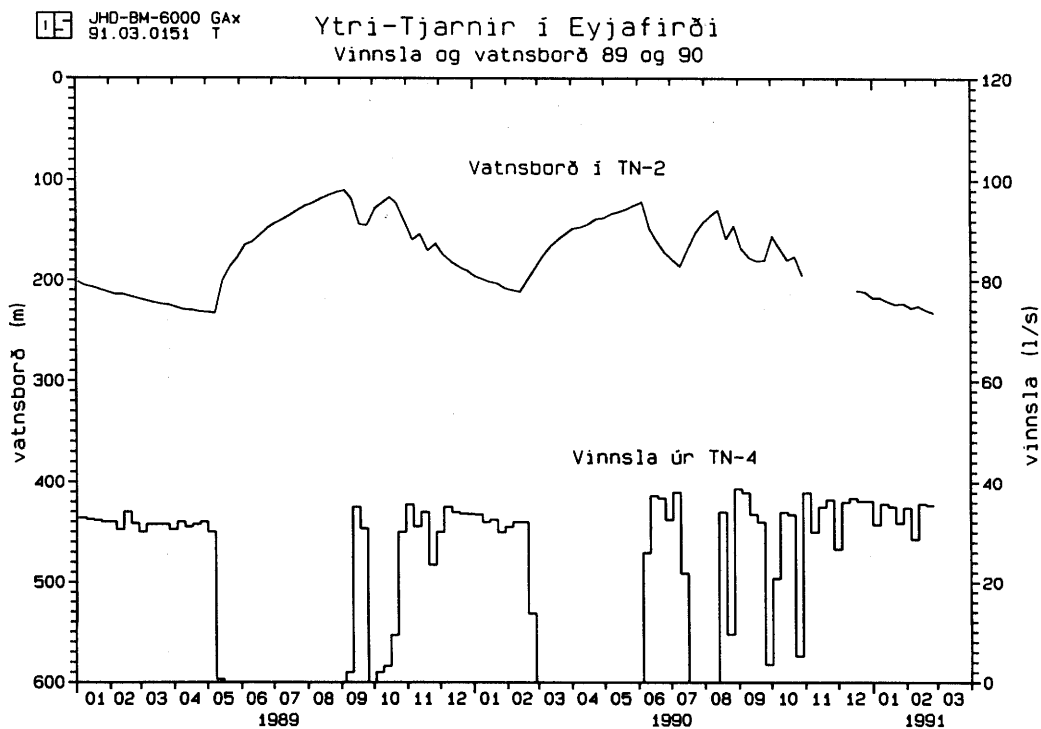
MYND 5. Botn. Vinnsla HN-10, vatnsborð BY-2 og BY-3



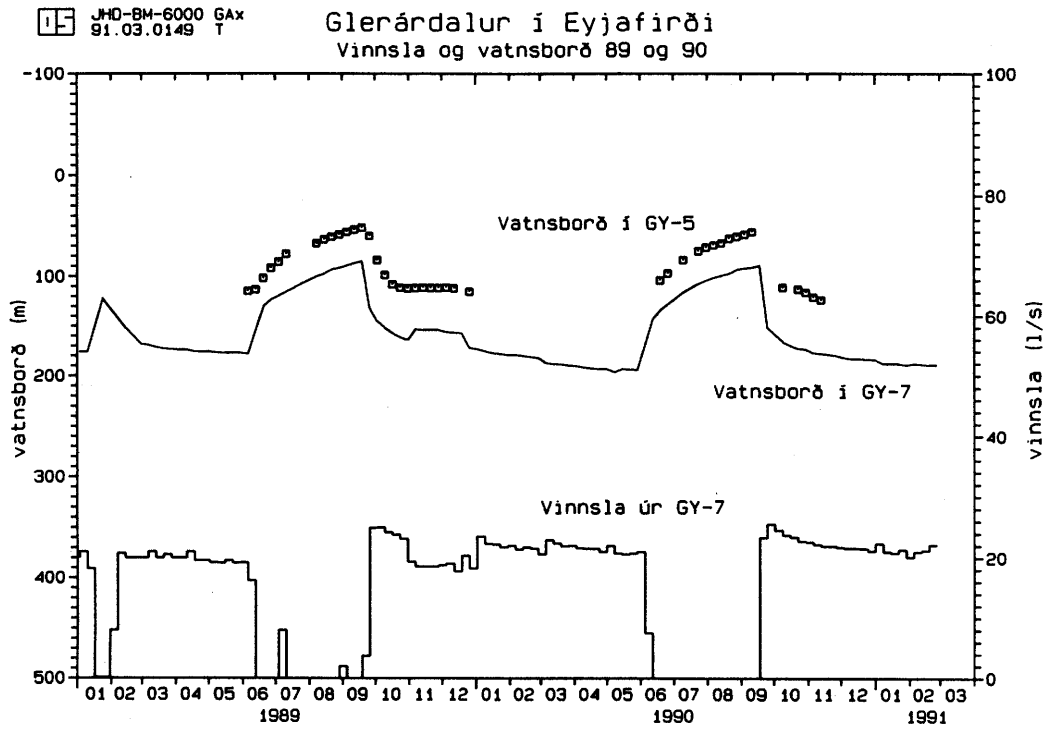
MYND 6. Botn. Samband vatnsborðs í nokkrum borðum



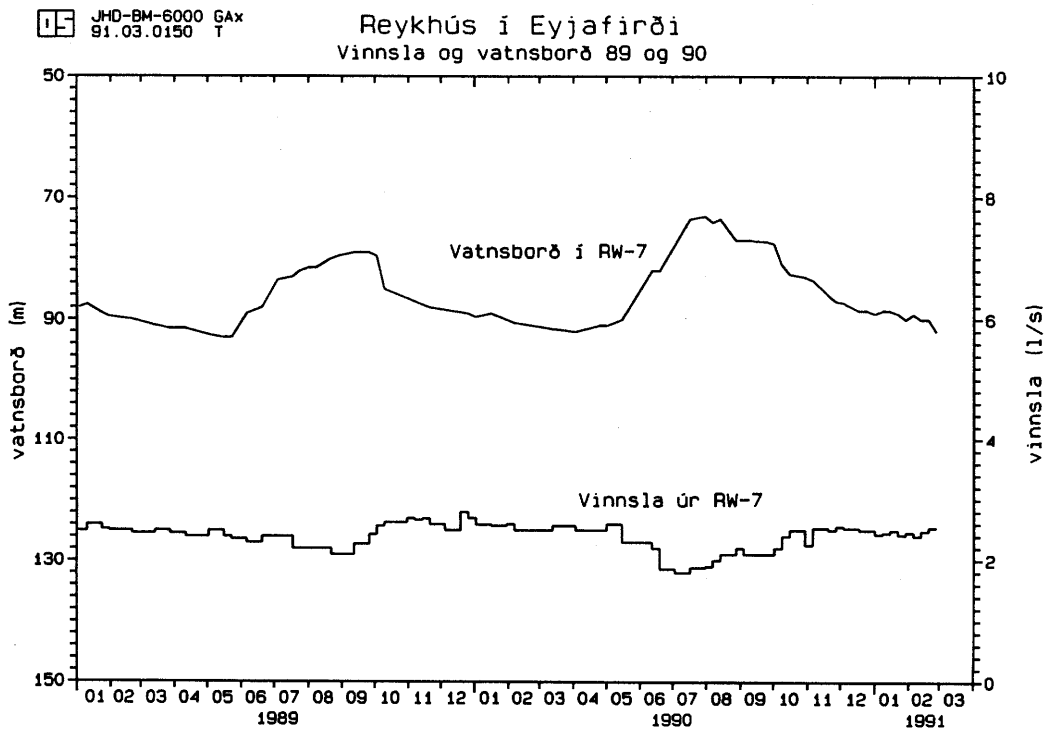
MYND 7. Syðra-Laugaland. Vinnsla og vatnsborð 1989 og 1990



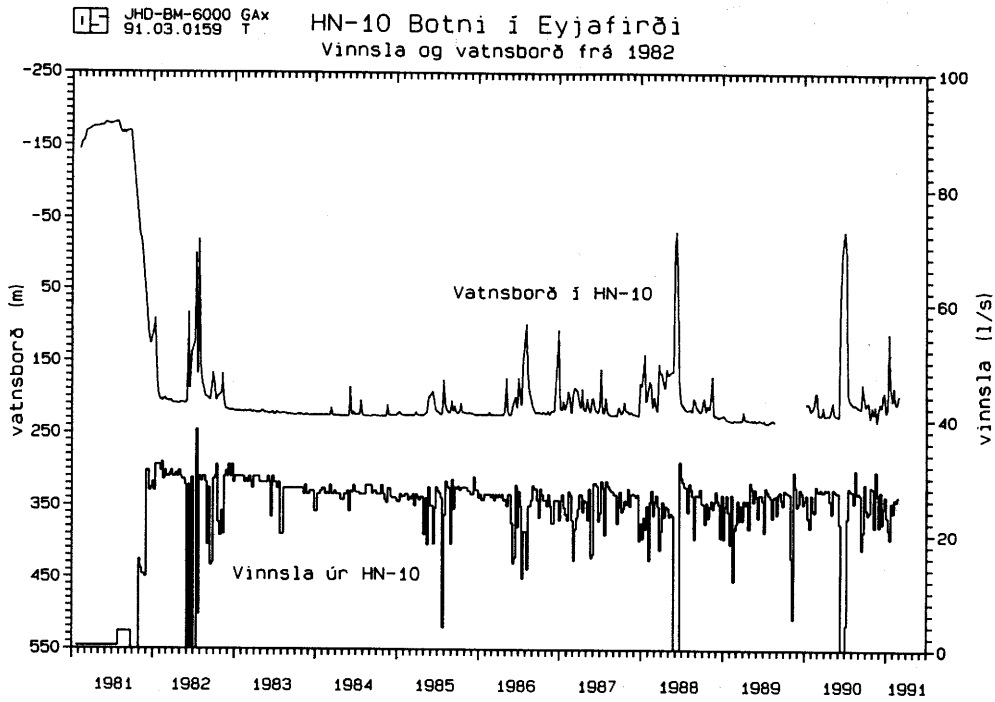
MYND 8. Ytri-Tjarnir. Vinnsla og vatnsborð 1989 og 1990



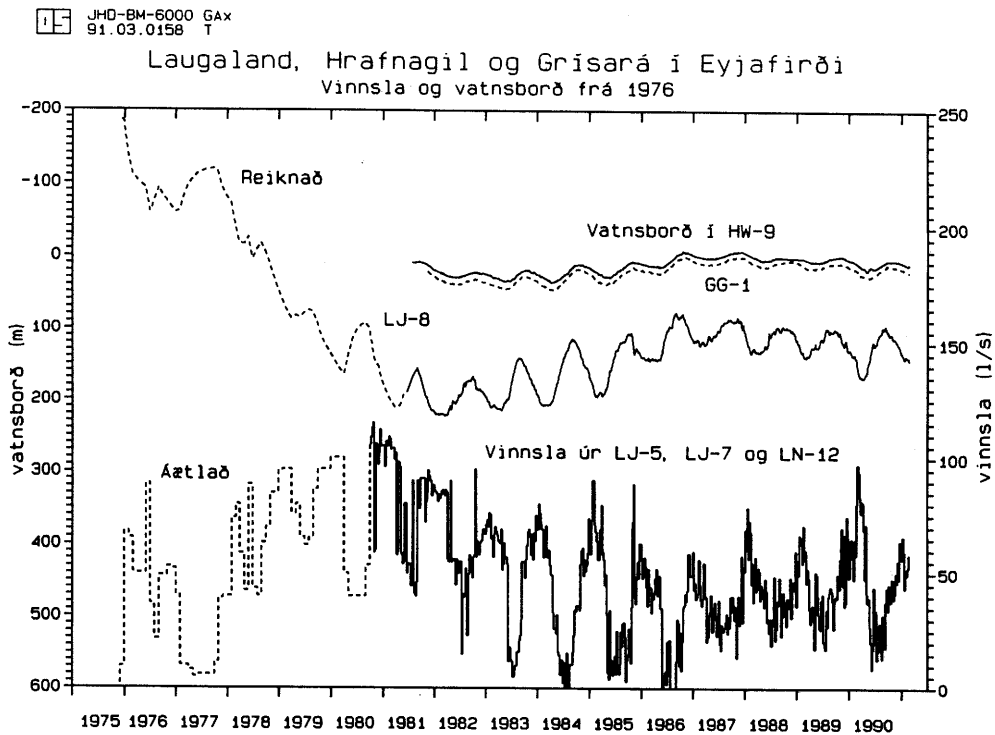
MYND 9. Glerárdalur. Vinnsla og vatnsborð 1989 og 1990



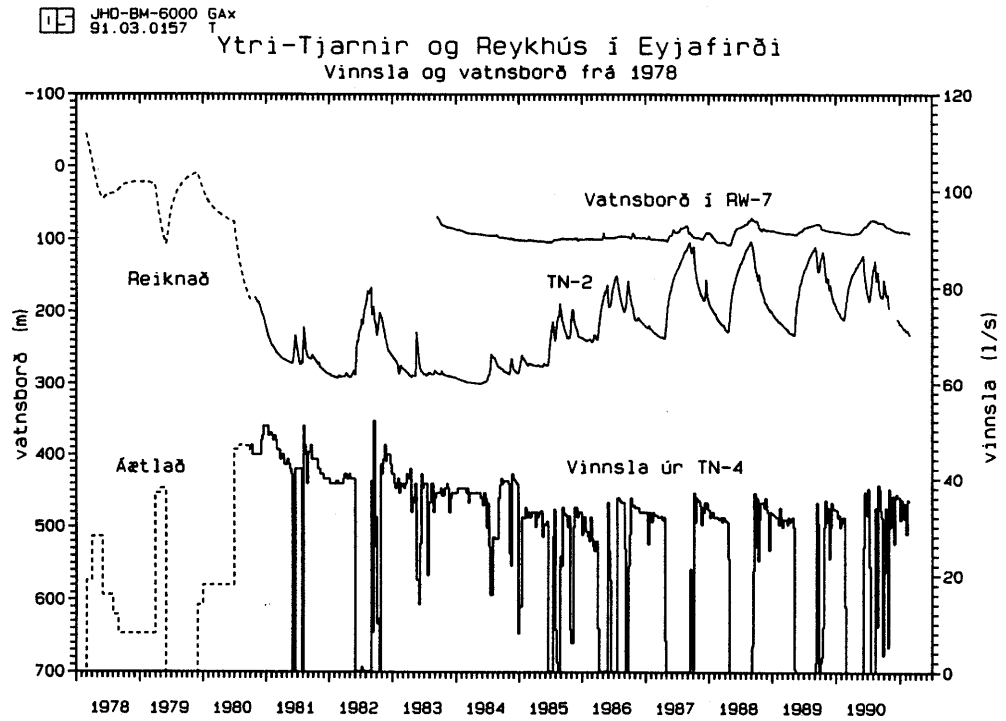
MYND 10. Reykhús. Vinnsla og vatnsborð 1989 og 1990



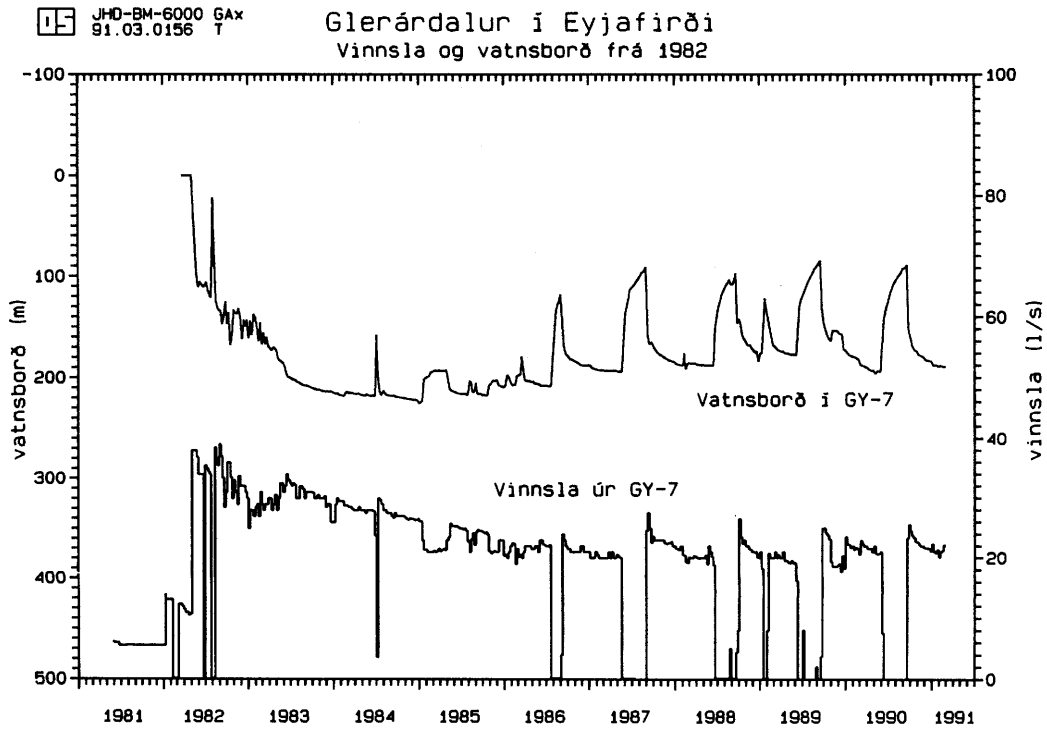
MYND 11. HN-10 Botni. Vinnsla og vatnsborð frá 1982



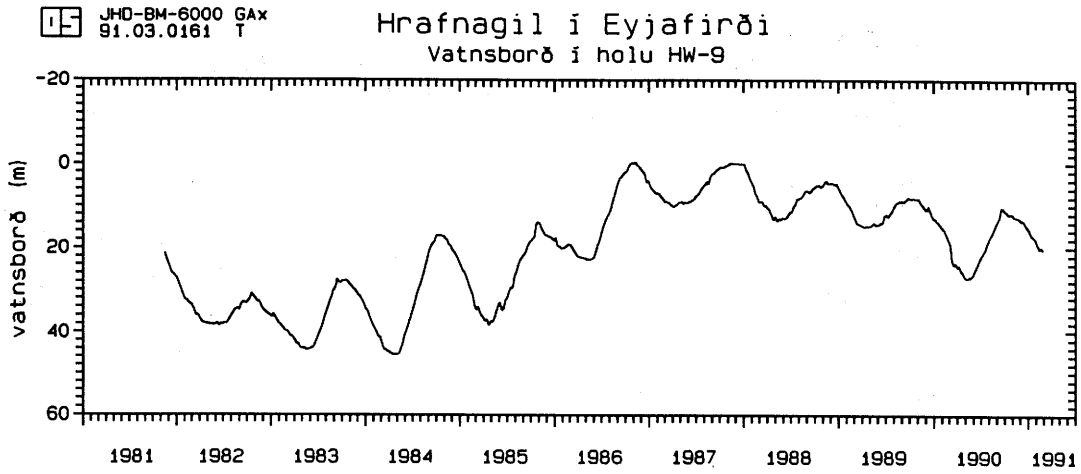
MYND 12. Laugaland, Hrafnagil og Grísará. Vinnsla og vatnsborð frá 1976



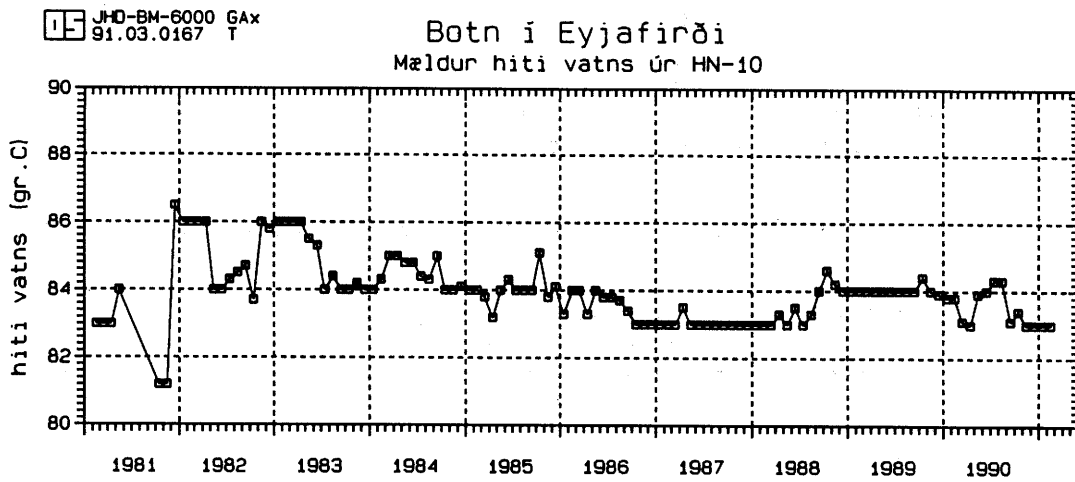
MYND 13. Ytri-Tjarnir og Reykhús. Vinnsla og vatnsborð frá 1978



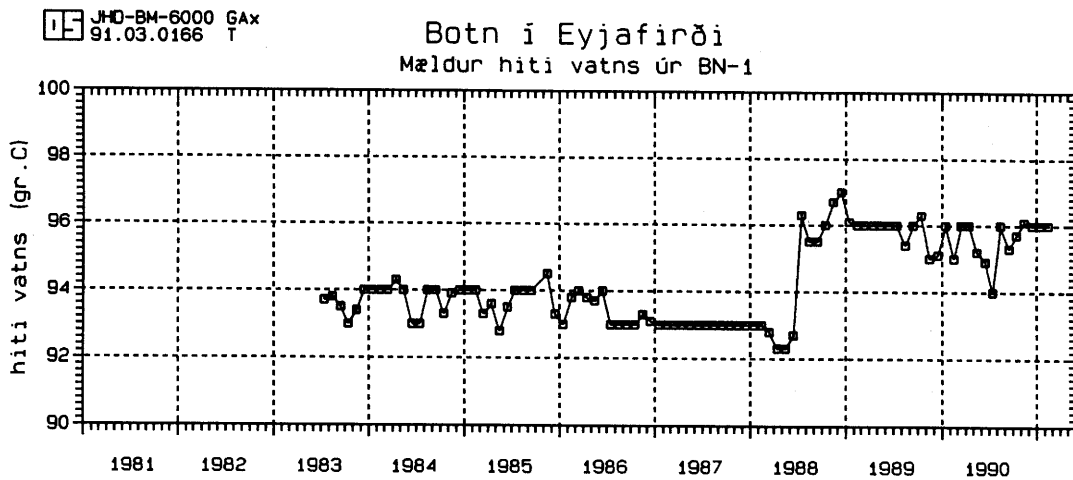
MYND 14. Glerárdalur. Vinnsla og vatnsborð frá 1982



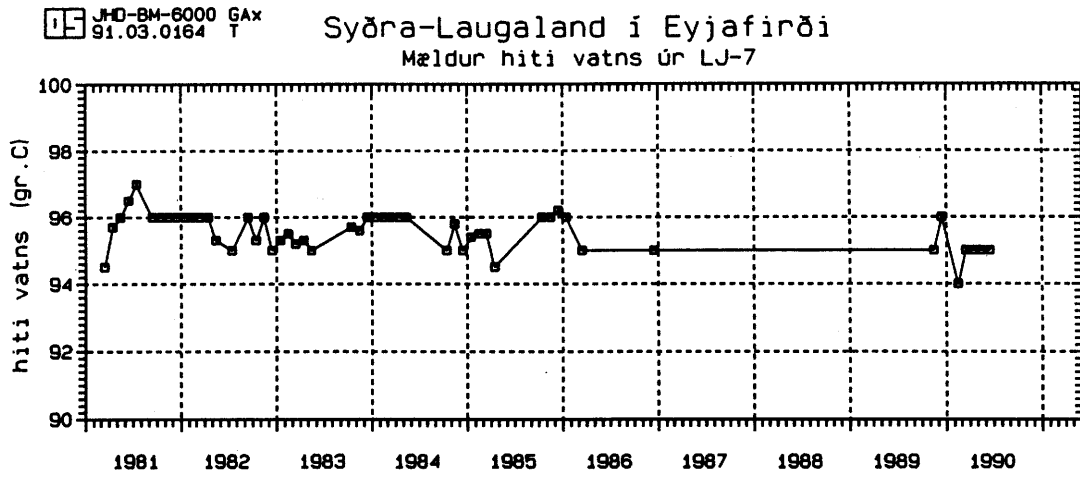
MYND 15. Hrafnagil. Vatnsborð í holu HW-9



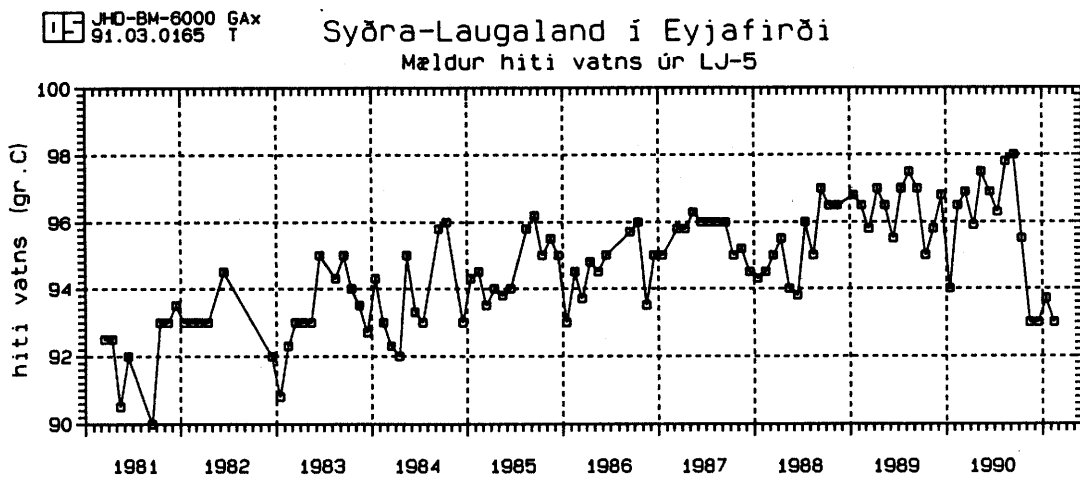
MYND 16. Botn. Mældur hiti vatns úr HN-10



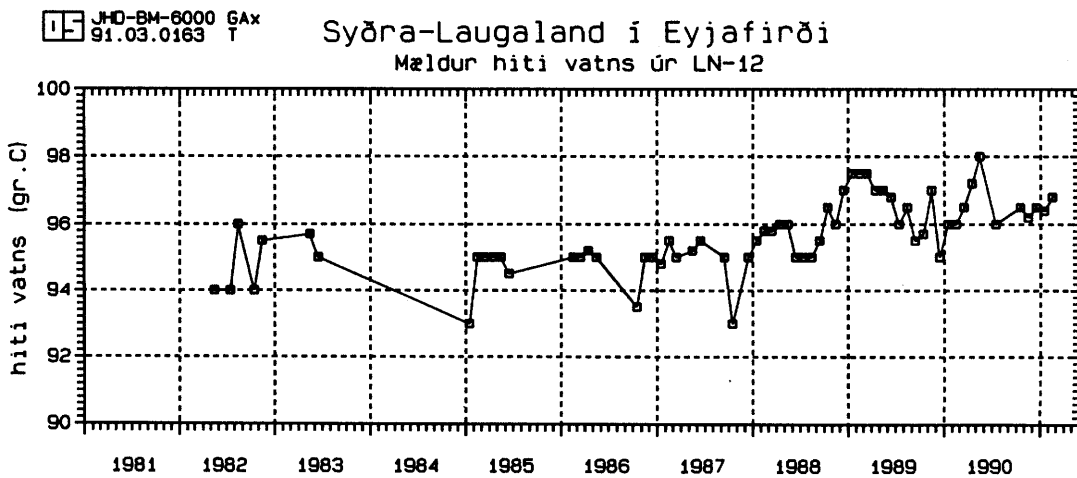
MYND 17. Botn. Mældur hiti vatns úr BN-1



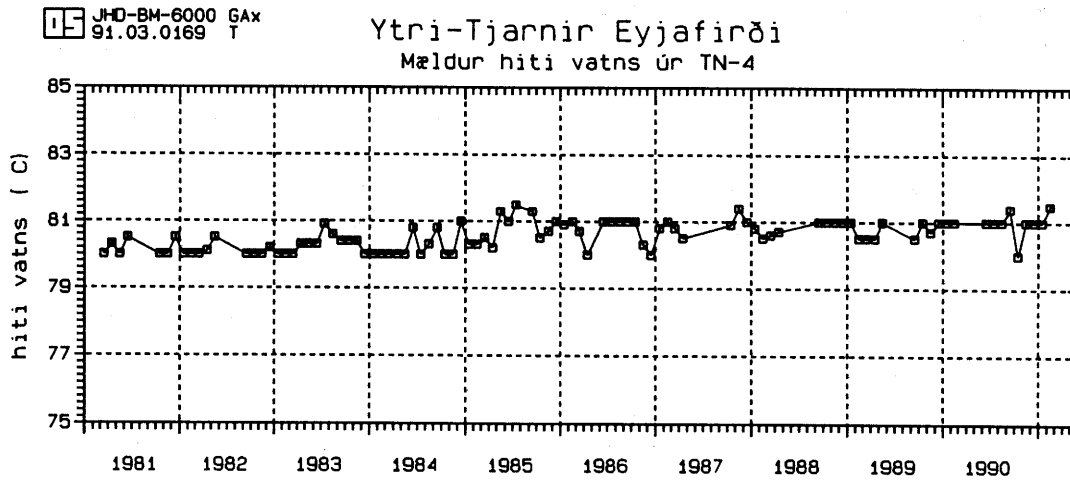
MYND 18. Syðra-Laugaland. Mældur hiti vatns úr LJ-7



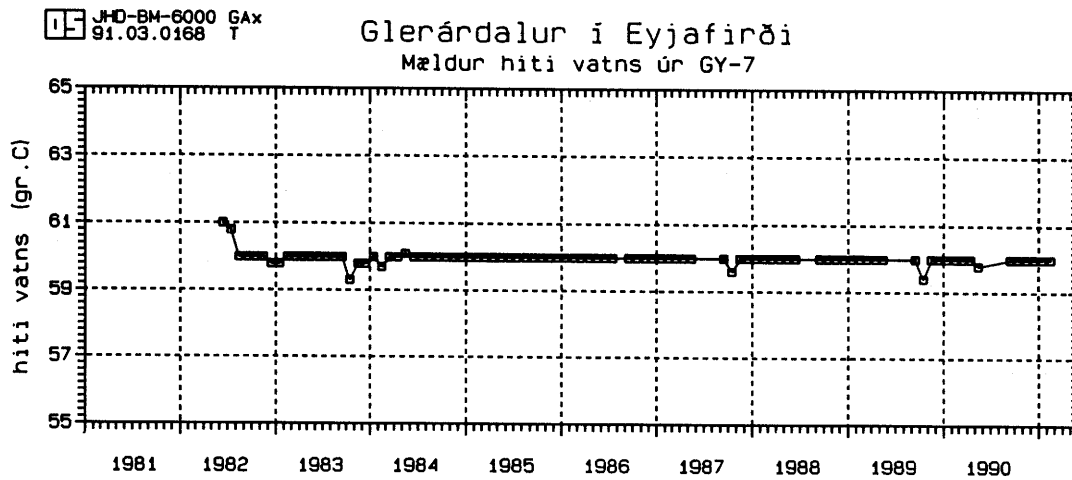
MYND 19. Syðra-Laugaland. Mældur hiti vatns úr LJ-5



MYND 20. Syðra-Laugaland. Mældur hiti vatns úr LN-12



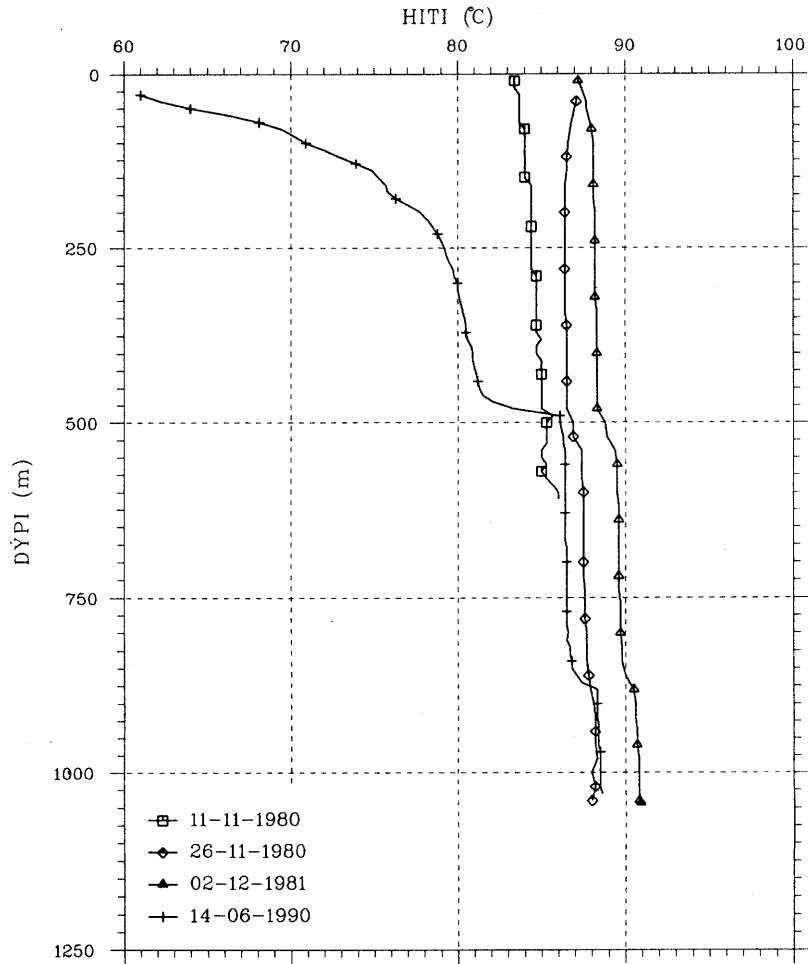
MYND 21. Ytri-Tjarnir. Mældur hitu vatns úr TN-4



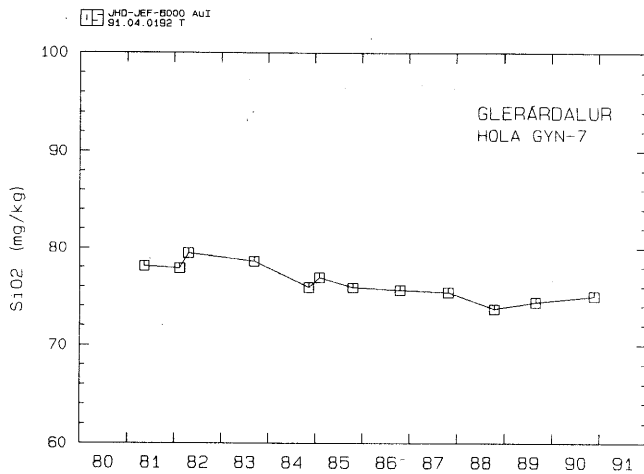
MYND 22. Glerárdalur. Mældur hitu vatns úr GY-7

15 Apr 1991 ogf
L= 54511 Oracle

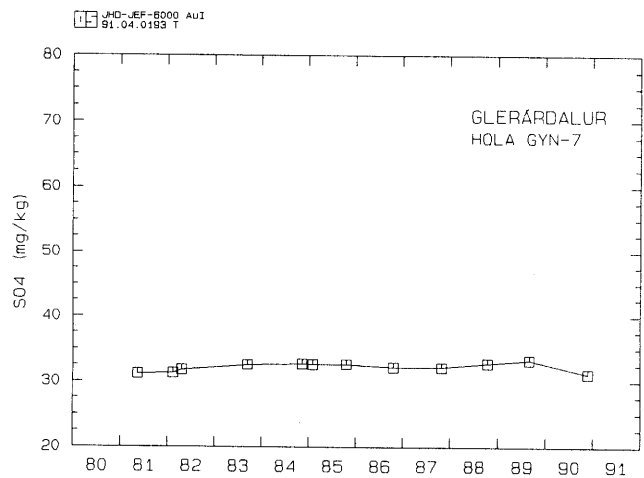
Botn í Eyjafjarðarsveit
Hóla HN-10
Hitamælingar



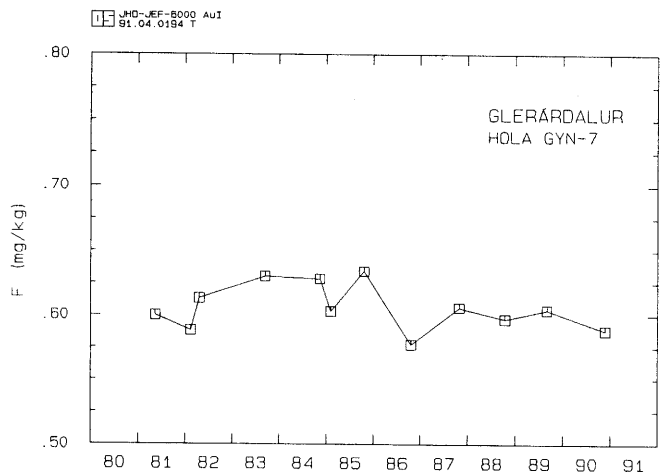
MYND 23. Botn. Hitamælingar í HN-10 frá upphafi



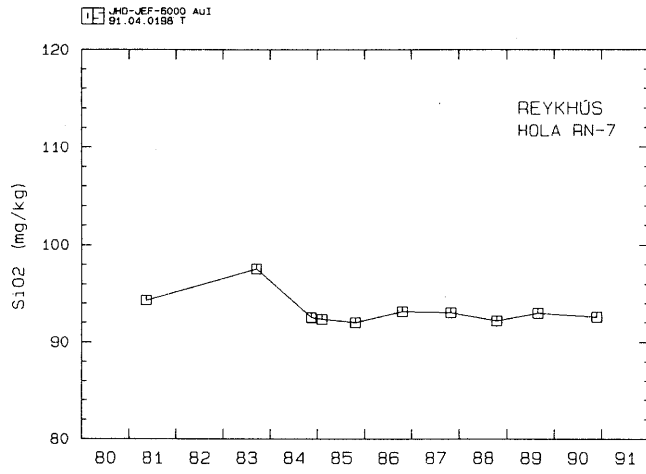
MYND 24. Glerárdalur GYN-7. Styrkur kísils



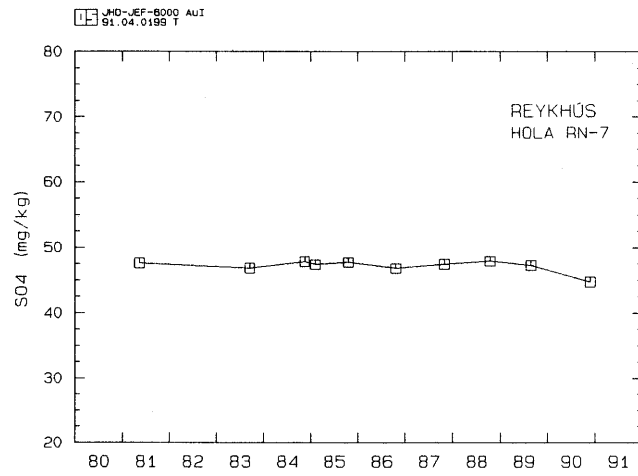
MYND 25. Glerárdalur GYN-7. Styrkur súlfats



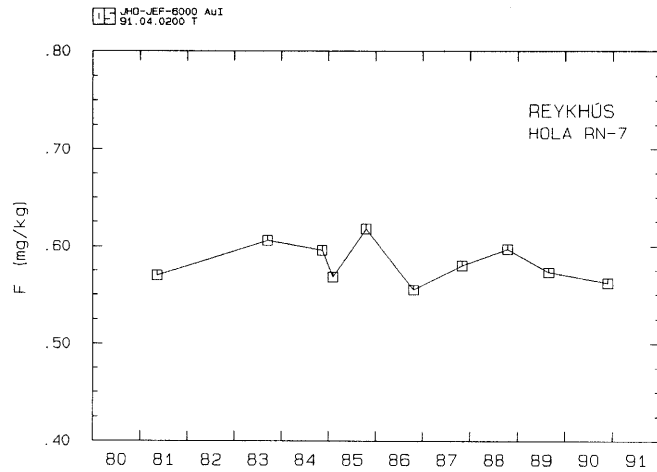
MYND 26. Glerárdalur GYN-7. Styrkur flúoríðs



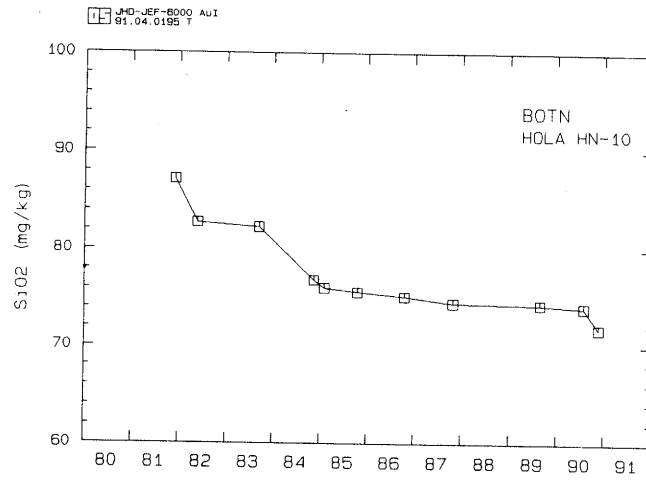
MYND 27. Reykhús RN-7. Styrkur kísils



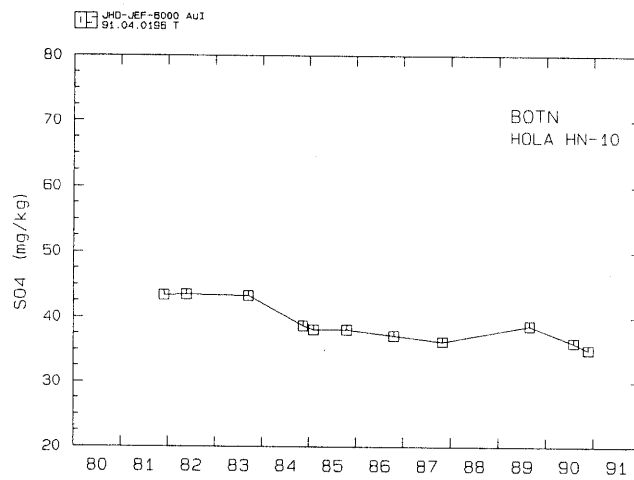
MYND 28. Reykhús RN-7. Styrkur súlfats



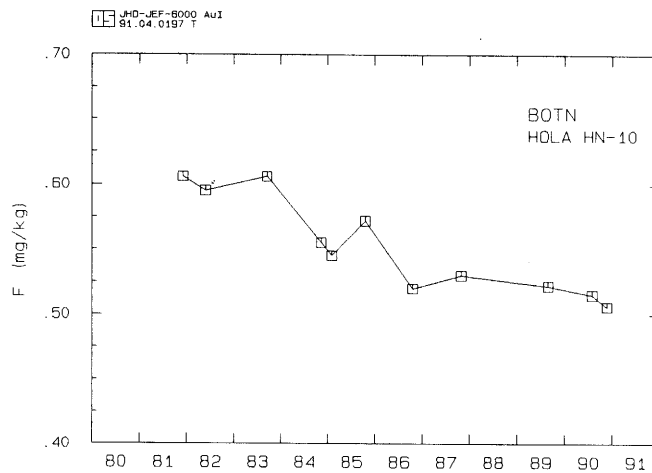
MYND 29. Reykhús RN-7. Styrkur flúoríðs



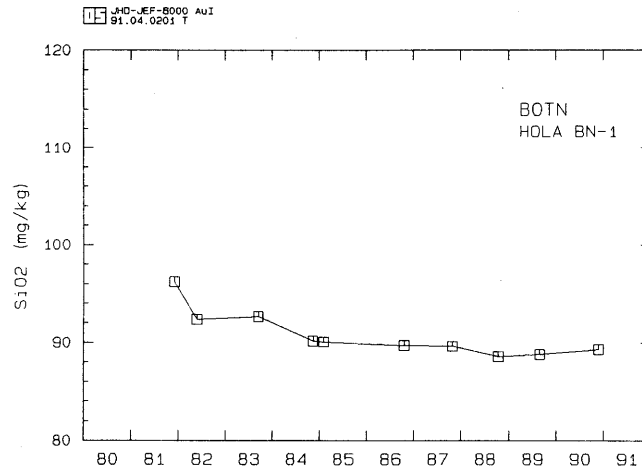
MYND 30. Botn HN-10. Styrkur kísils



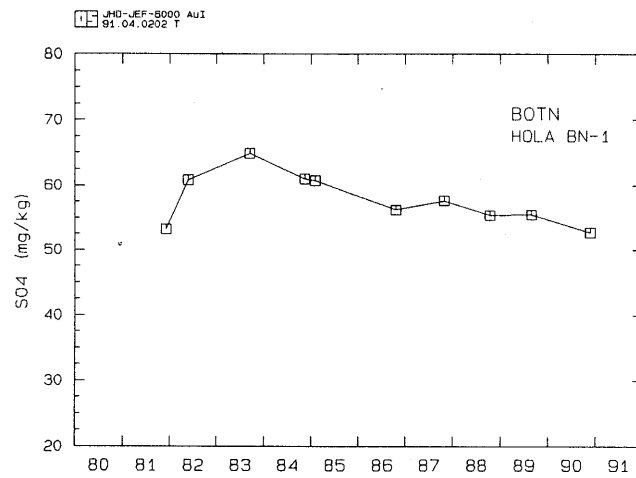
MYND 31. Botn HN-10. Styrkur súlfats



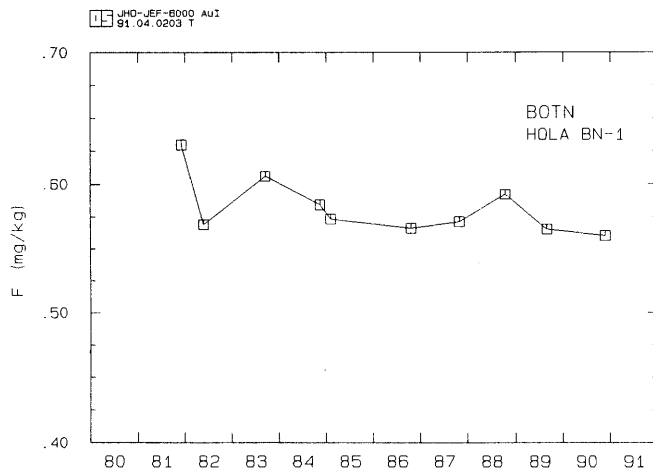
MYND 32. Botn HN-10. Styrkur flúoríðs



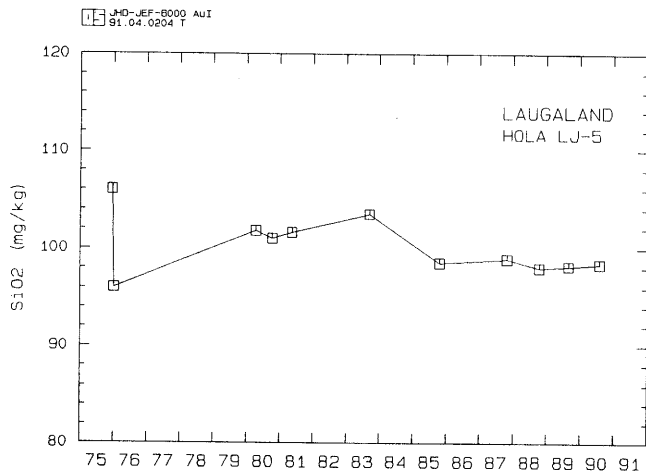
MYND 33. Botn BN-1. Styrkur kásils



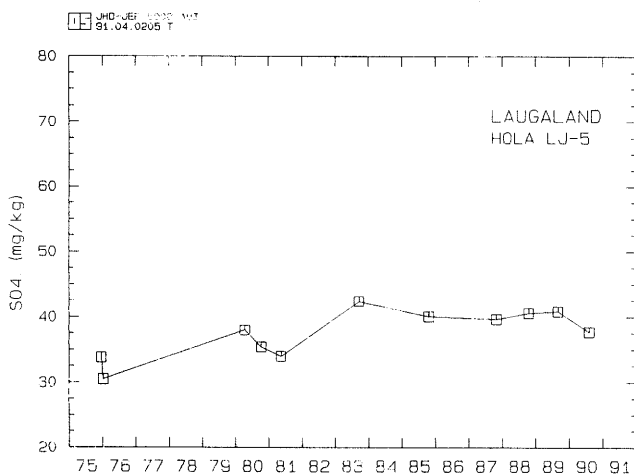
MYND 34. Botn BN-1. Styrkur súlfats



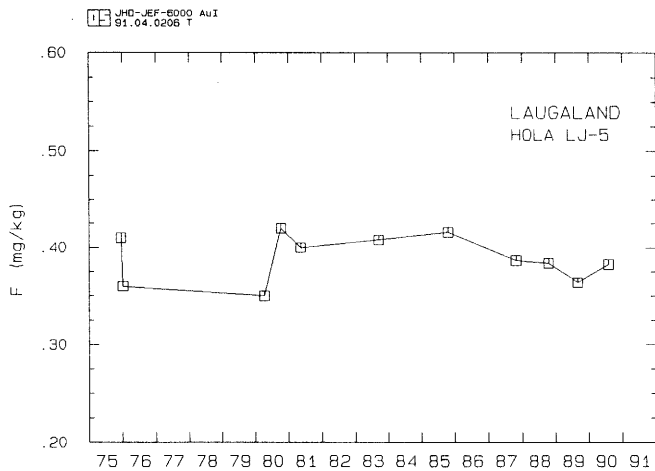
MYND 35. Botn BN-1. Styrkur flúoríðs



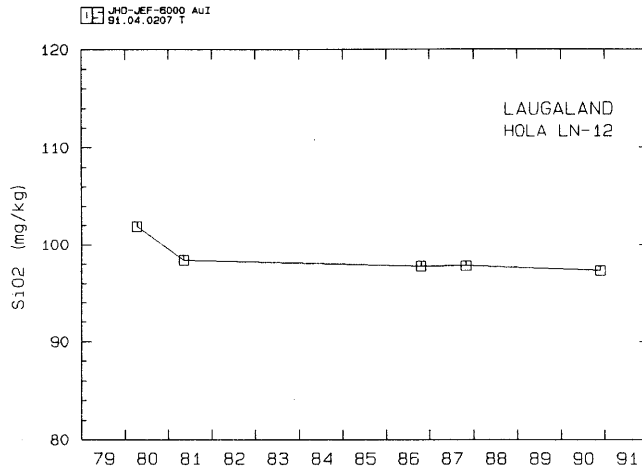
MYND 36. Laugaland LJ-5. Styrkur kísils



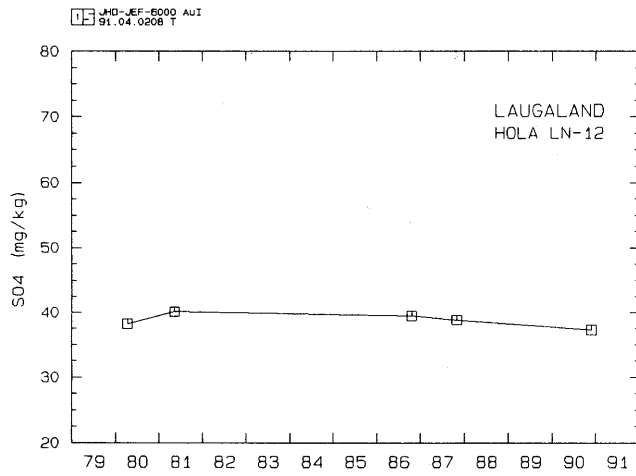
MYND 37. Laugaland LJ-5. Styrkur súlfats



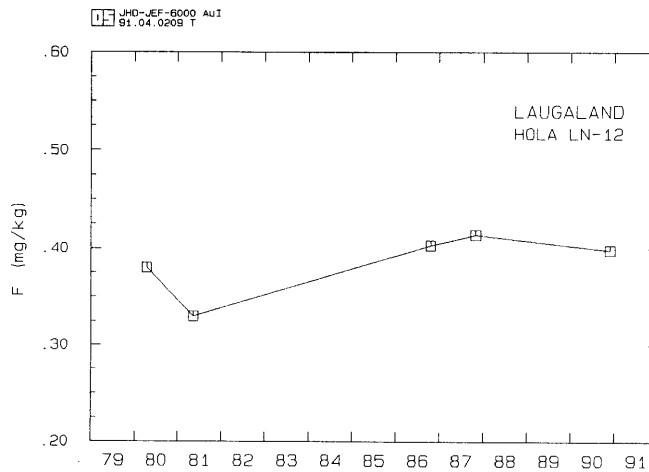
MYND 38. Laugaland LJ-5. Styrkur flúoríðs



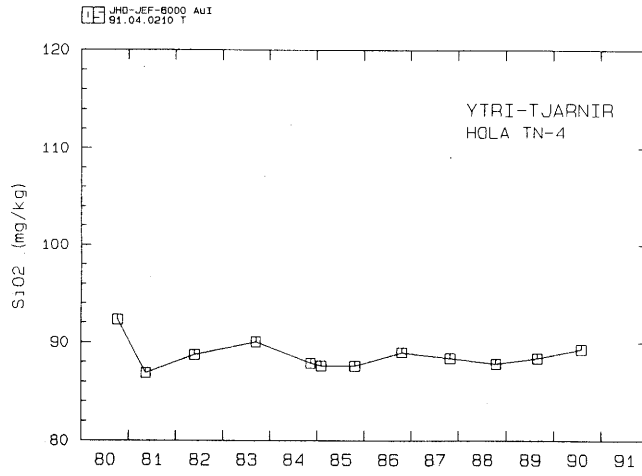
MYND 39. Laugaland LN-12. Styrkur kísils



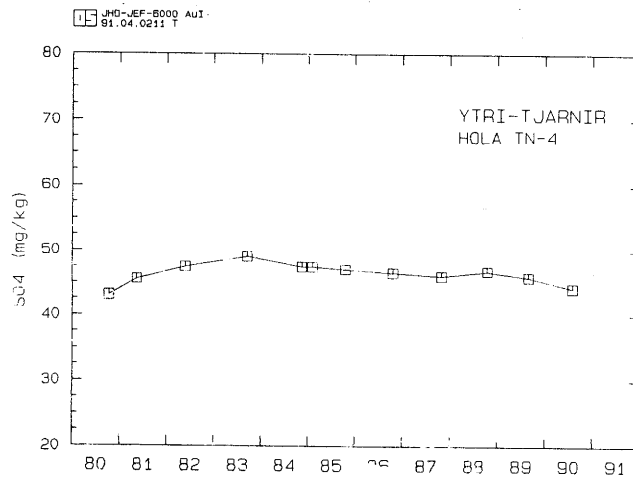
MYND 40. Laugaland LN-12. Styrkur súlfats



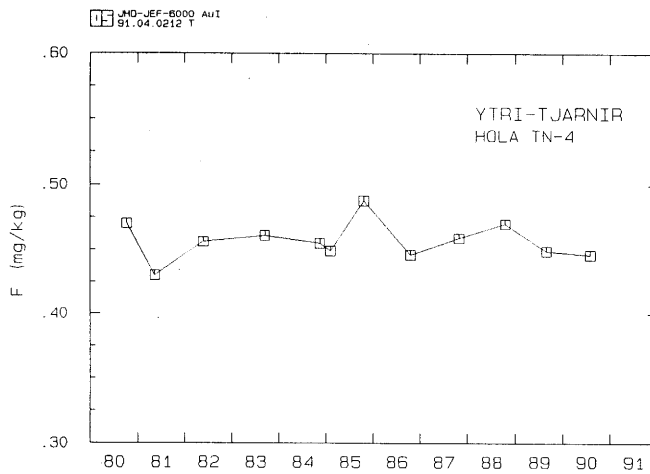
MYND 41. Laugaland LN-12. Styrkur flúoríðs



MYND 42. Ytri-Tjarnir TN-4. Styrkur kísils



MYND 43. Ytri-Tjarnir TN-4. Styrkur súlfáts



MYND 44. Ytri-Tjarnir TN-4. Styrkur flúoríðs