



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

ORKUÖFLUN HITAVEITU AKUREYRAR
Staða og horfur 1993

Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir, Grímur Björnsson

Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar

OS-93025/JHD-06

Desember 1993

ISBN 9979-827-20-3



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610 609

ORKUÖFLUN HITAVEITU AKUREYRAR
Staða og horfur 1993

Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir, Grímur Björnsson

Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar

OS-93025/JHD-06

Desember 1993

ISBN 9979-827-20-3

ÁGRIP

Orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar jókst milli árana 1991 og 1992 úr 228 GWh í 237,1 GWh eða um 3,9%. Skýringar á þessu er aðallega að leita í óhagstæðara veðurfari en árið áður. Þar sem heldur dró úr orkuvinnslu með varmadælum jókst heildaorkuvinnsla úr jarðhitasvæðunum heldur meir, eða um 5,5% milli ára. Vatnsborðsbreytingar á árinu 1992 urðu svipaðar og reiknað var með. Efnagreiningar á vatni úr vinnsluholum sýndu óverulegar breytingar frá fyrri árum. Hiti vatns úr holu HN-10 virðist hafa lækkað um 1°C á árinu en hiti út öðrum vinnsluholum var óbreyttur frá fyrra ári.

Vatnsborðsspár frá árinu 1988 hafa verið endurskoðaðar og tekið tillit til vinnslusögu síðustu 5 ára. Samkvæmt nýju vinnsluspánum er vinnslugeta jarðhitasvæðanna sem hér segir (tölur í svigum eru spátölur frá 1988): Laugaland 46 l/s (46 l/s), Ytri-Tjarnir 33 l/s (29 l/s), Botn 30 l/s (29 l/s) og Glerárdalur 15 l/s (19 l/s). Tölurnar sýna í öllum tilvikum meðalvinnslu fram til ársins 2005 miðað við að niðurdráttur verði ekki meiri en núverandi dæludýpi leyfir. Samkvæmt nýju spánni er heildarvinnslugetan nú talin vera 124 l/s á móti 123 l/s í spánni frá 1988.

Með tengingu Laugalands á Þelamörk við dreifikerfi hitaveitunnar og rafhitun vatns af Glerárdal úr 60°C í 80°C mun orkumáttur hitaveitunnar aukast í liðlega 300 GWh á ári. Miðað við að orkunotkun á veitusvæði hitaveitunnar vaxi ekki yfir 2% á ári dugar sú orka fram til ársins 2005 ef jafnframt verður gripið til þess ráðs að setja Redadælu í holu HN-10 á Botni. Aflþurrðar færi þó væntanlega að gæta um 5 árum fyrr.

Þrátt fyrir ofangreindar ráðstafanir er nauðsynlegt að halda áfram að hvíla Laugaland í Eyjafjarðarsveit sem mest. Borholur á Laugalandi geta gefið mikið afl í skamman tíma ef vatnsborð í þeim er ekki of neðarlega. Ef svæðinu er ekki hlíft utan álagstíma gæti orðið alvarleg aflþurrð hjá hitaveitunni á kaldasta tíma ársins þrátt fyrir vatn frá Þelamörk og nóg uppsett afl í rafskauta- og olfukötlum.

Taldar eru allgóðar líkur á að finna megi meira heitt vatn í nágrenni vinnslusvæða hitaveitunnar á tiltölulega ódýran hátt. Því er talið að ekki þurfi að sækja vatn til Reykja í Fnjóskadal fyrr en talsvert er komið fram á 21 öldina. Með þessu móti ætti að skapast hluti þeirra forsendna sem þarf til að orkuverð á Akureyri geti með tíð og tíma orðið sambærilegt við það sem gengur og gerist hjá hagkvæmari hitaveitum landsins. Gerðar eru tillögur um meginstefnu í rannsóknum næstu ára sem hafa þetta að leiðarljósi.

EFNISYFIRLIT

	Bls.
ÁGRIP	2
TÖFLUSKRÁ	3
MYNDASKRÁ	4
1. VINNSLA OG VATNSBORD	5
1.1 Gagnasöfnun	5
1.2 Orkuvinnsla 1992	7
1.3 Vatnsborðsbreytingar	9
2. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM	16
3. ENDURSKOÐAÐIR HERMIREIKNINGAR	19
4. EFNAEFTIRLIT	27
5. ORKU- OG AFLPÖRF HITAVEITU AKUREYRAR	37
5.1 Afl og aflþörf	37
5.2 Orkuvinnsla og orkuþörf	38
6. HELSTU KOSTIR TIL FREKARI ORKUÖFLUNAR	42
6.1 Laugaland á Pelamörk	42
6.2 Hitun með rafskautakatli	42
6.3 Aukin dæling úr HN-10	43
6.4 Niðurdæling í vinnslusvæðin	43
6.5 Virkjun annarra svæða	44
6.5.1 Grýta	44
6.5.2 Stokkahláðir	44
6.5.3 Botn	44
6.5.4 Kristnes	44
6.5.5 Aðrir staðir í nágrenni Akureyrar	44
6.5.6 Reykir í Fnjóskadal	44
7. FORGANGSRÖÐUN RANNSÓKNA	46
8. HEIMILDIR	47

TÖFLUSKRÁ

Tafla	Bls.
1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1992	5
2. Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar	8
3. Efnasamsetning vatns við Botn	29
4. Efnasamsetning vatns við Laugaland og Ytri-Tjarnir	29
5. Efnasamsetning vatns á Glerárdal	30
6. Uppsett afl á vinnslusvæðum hitaveitunnar með núverandi dælubúnaði og kynditækjum	38
7. Yfirlit um orkuvinnslu og orkunotkun Hitaveitu Akureyrar	39

MYNDASKRÁ

Mynd	Bls.
1. Yfirlit um vinnslusvæði Hitaveitu Akureyrar	6
2. Vikuleg heildarvinnsla árin 1991 og 1992	7
3. Vinnsla og vatnsborð í holu HN-10 á Botni árin 1991-1992	10
4. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1991 og 1992	10
5. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1991 og 1992	11
6. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1991 og 1992	11
7. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1991 og 1992	12
8. Vinnsla og vatnsborð holu HN-10 á Botni árin 1981-1992	12
9. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1982-1992	13
10. Vinnsla á Syðra-Laugalandi árin 1976-1992 og vatnsborð í holum sem tengjast jarðhitakerfinu	13
11. Vatnsborðssveiflur í holu HW-9 við Hrafnagil á tímabilinu 1981-1992	14
12. Vinnsla úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum 1978-1992 og vatnsborð í TN-2 og RW-7	14
13. Vinnsla og vatnsborð í holu GY-7 á Glerárdal árin 1981-1991	15
14. Vinnsla og vatnsborð í holu RWN-7 á Reykhúsum 1987-1992	15
15. Hiti vatns úr holu GY-7 á Glerárdal	16
16. Hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum	17
17. Hiti vatns úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi	17
18. Hiti vatns úr holu LJ-7 á Syðra-Laugalandi	17
19. Hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi	18
20. Hiti vatns úr holu HN-10 á Botni	18
21. Hiti vatns úr holu BN-1 á Botni	18
22. Botn: Samanburður á raunverulegu vatnsborði og reiknuðu skv. líkani frá 1988	20
23. Syðra-Laugaland: Samanburður á raunverulegu vatnsborði og reiknuðu vatnsborði	21
24. Ytri-Tjarnir: Samanburður á mældu vatnsborði árin 1988-1992 og reiknuðu vatnsborði	21
25. Glerárdalur: Samanburður á mældu vatnsborði árin 1988-1992 og reiknuðu vatnsborði	22
26. Botn: Vatnsborð samkvæmt endurskoðuðum hermireikningum	22
27. Syðra-Laugaland: Vatnsborð samkvæmt endurskoðuðum hermireikningum	23
28. Ytri-Tjarnir: Vatnsborð samkvæmt endurskoðuðum hermireikningum	23
29. Glerárdalur: Vatnsborð samkvæmt endurskoðuðum hermireikningum	24
30. Ný vatnsborðsspá fyrir holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi	24
31. Ný vatnsborðsspá fyrir holu TN-4 á Ytri-Tjörnum	25
32. Ný vatnsborðsspá fyrir holu G-7 á Glerárdal	25
33. Spár um vatnsborð í holu HN-10 við mismikla vinnslu fram til ársins 2010	26
34. Styrkur nokkurra efna í vatni úr holu BN-1	31
35. Styrkur nokkurra efna í vatni úr holu HN-10	32
36. Styrkur nokkurra efna í vatni úr holu LJ-5	33
37. Styrkur nokkurra efna í vatni úr holu LJ-12	34
38. Styrkur nokkurra efna í vatni úr holu TN-4	35
39. Styrkur nokkurra efna í vatni úr holu GY-7	36
40. Einfaldað yfirlit yfir uppbyggingu orkuvinnslu og dreifikerfis	40
41. Einfaldað yfirlit yfir orkuvinnslu og dreifikerfi að viðbættum rafskautskatli	40
42. Orkunotkun, orkuþörf og orkumáttur hitaveitunnar frá 1981 til og með 1992	41

1. VINNSLA OG VATNSBORÐ

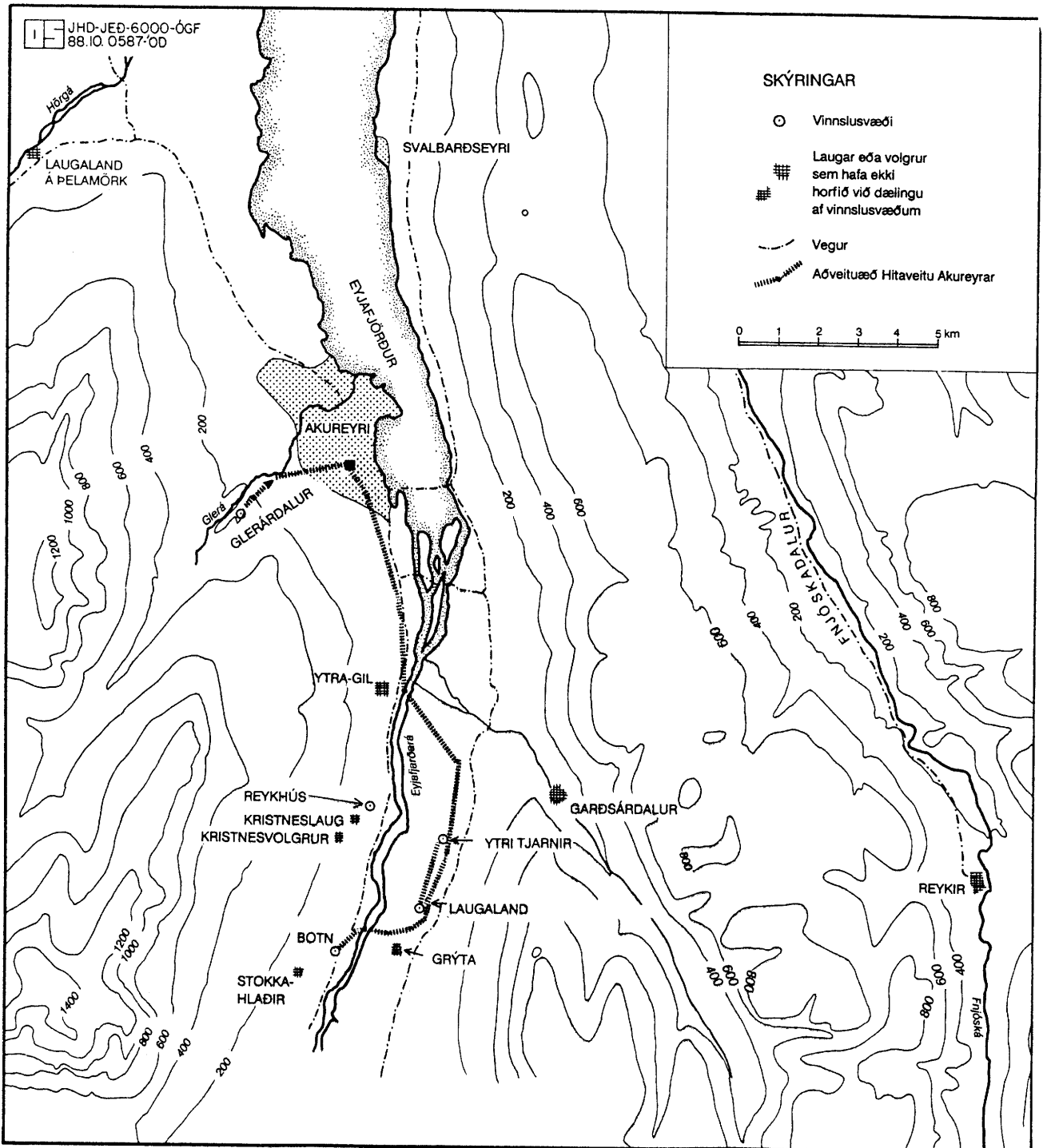
1.1 Gagnasöfnun

Hitaveita Akureyrar vinnur nú heitt vatn á fjórum svæðum: á Botni, Ytri-Tjörnum og Syðra-Laugalandi í Eyjafjarðarsveit og á Glerárdal. Jafnframt er vatn úr borholum hitaveitunnar á Reykhúsum í Eyjafjarðarsveit, Reykjum í Fnjóskadal og Laugalandi á Þelamörk nýtt til staðbundinnar hitunar, auk þess sem dælt hefur verið til reynslu úr nýrri holu á Laugalandi á Þelamörk, LPN-11, síðan í nóvember 1992. Mynd 1 sýnir staðsetningu vinnslusvæða hitaveitunnar.

Eins og undanfarinn áratug safnaði Hitaveita Akureyrar vikulega gögnum um vinnslu og vatnsborð á vinnslusvæðunum árið 1992. Vinnsla var mæld með aflestrum af rennismælum og vatnsborð 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 1992.

Vinnslusvæði	Hola	Meðalvinnsla, augnabliksrennsli og hiti vatns	Vatnsborð
BOTN	BN-1 HN-10 BÝ-2 BÝ-3 HW-9	mælt vikulega mælt vikulega	mælirör bilað mælt vikulega mælt stöku sinnum u.þ.b. vikulega u.þ.b. vikulega
SYÐRA- LAUGALAND	LJ-5 LJ-7 LN-12 LJ-8 LN-10 GG-1	mælt vikulega mælt vikulega mælt vikulega	mælirör bilað mælirör bilað mælirör bilað mælt vikulega mælt vikulega u.þ.b. 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
LAUGALAND Á ÞELAMÖRK	L-2 LPN-11	mælt vikulega mælt vikulega	mælt vikulega mælt vikulega



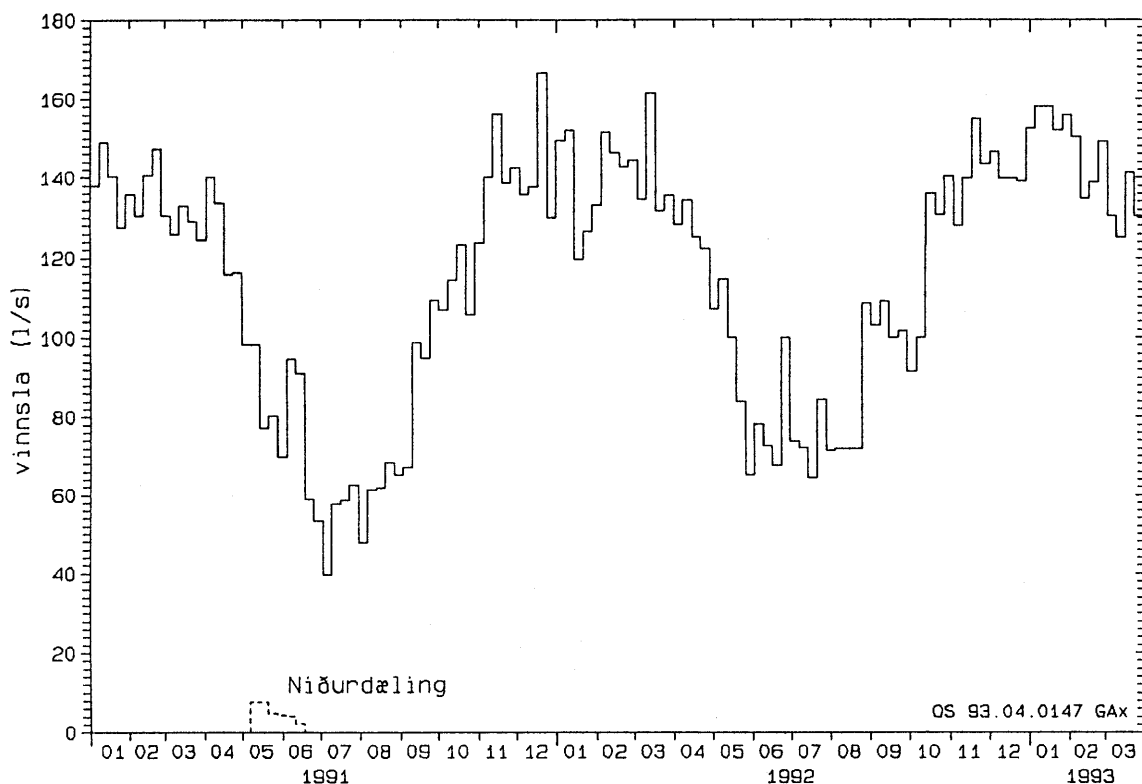
Mynd 1. Yfirlit um vinnslusvæði Hitaveitu Akureyrar.

1.2 Orkuvinnsla 1992

Í töflu 2 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu og orkuvinnslu á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar til og með árinu 1992 ásamt orkuvinnslu varmadælna. Mynd 2 sýnir heildarvinnslu jarðhita árin 1991 og 1992, ásamt niðurdælingunni í LJ-8 á Syðra-Laugalandi vorið 1991. Á töflunni sést að heildarvinnslan árið 1992 var töluvert meiri en árið 1991. Alls var dælt um 114 l/s að meðaltali úr jarðhitasvæðunum fjórum og nam heildarorkuvinnslan alls um 237 Gígawattstundum (GWh) sem er um 5,5% meiri orkuvinnsla en árið 1991. Skýringin er fyrst og fremst að veðurfar var mjög hagstætt árið 1991 en ekki árið 1992. Þetta sést m.a. á því að sumarvinnslan er mun meiri árið 1992 en árið 1991 (mynd 2). Ársmeðalvinnslan var svipuð og undanfarin ár á Botni, heldur minni á Syðra-Laugalandi, um helmingi meiri á Ytri-Tjörnum en heldur minni á Glerárdal.

Til viðbótar orkuvinnslu á jarðhitasvæðunum voru varmadælnar notaðar eins og undanfarin ár. Þó var orkuframleiðsla þeirra aðeins um 9,6 GWh á síðasta ári miðað við 12,3 GWh árin 1990 og 1991.

Ef við lítum á vinnslu á einstökum vinnslusvæðum árið 1992 og berum hana saman við nýja áætlun um vinnslugetu svæðanna til ársins 2005, sem birtar eru í töflu 2, sést að árið 1992 var vinnsla á Botni og Ytri-Tjörnum jöfn áætlaðri vinnslugetu. Vinnsla á Syðra-Laugalandi var aftur á móti nokkuð undir áætlaðri vinnslugetu og vinnsla á Glerárdal töluvert minni. Nánar verður fjallað um þetta nýja mat á vinnslugetu svæðanna fjögurra seinna í þessari skýrslu.



Mynd 2. Vikuleg heildarvinnsla árin 1991 og 1992.

Tafla 2. Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar. Við umreikning í gígavattssundir (GWh) er miðað við nýtingu í 30°C.

Ár	Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar													
	Botn 85°C		Syðra- Laugaland 95°C		Ytri- Tjarnir 80°C		Glerár- dalur 60°C		Samtals		Varma- dætur	Heildar- orku- vinnsla		
	l/s	GWh	l/s	GWh	l/s	GWh	l/s	GWh	l/s	GWh	GWh	GWh		
1981	3,8	7,6	82,1	195,8	41,6	76,3	3,3	3,6	130,8	283,4	0	283,4		
1982	28,5	57,5	65,8	157,0	28,1	51,6	23,4	25,8	145,8	291,9	0	291,9		
1983	33,0	66,6	50,4	120,2	36,2	66,4	30,0	33,0	149,6	286,4	0	286,4		
1984	32,7	66,0	38,3	91,4	35,0	64,2	27,3	30,0	133,3	251,6	13,5	265,1		
1985	30,8	62,2	39,7	94,7	24,9	45,7	23,1	25,4	118,5	228,0	19,8	247,8		
1986	30,3	61,2	30,9	73,7	21,7	39,8	18,8	20,7	101,7	195,4	15,1	210,5		
1987	30,6	61,8	34,7	82,8	18,5	33,9	15,6	17,2	99,4	195,7	13,1	208,8		
1988	28,4	57,3	42,5	101,4	19,6	36,0	15,3	16,8	105,8	211,5	12,3	223,8		
1989	29,9	60,3	43,8	104,5	18,7	34,3	13,5	14,8	105,9	213,9	14,0	227,9		
1990	28,9	58,3	47,2	112,6	19,1	35,1	15,9	17,4	111,1	223,4	12,3	235,3		
1991	28,1	56,7	44,0	104,9	20,8	38,2	14,5	15,9	107,4	215,7	12,3	228,0		
1992	29,4	59,5	42,3	100,5	29,8	53,4	12,9	14,1	114,4	227,5	9,6	237,1		
Vinnslugeta til 2005	30	61	46	110	33	61	15	16	124	248	12	260		
Meðalnýting 1992 (%)	98	98	92	92	89	89	87	88	92	92	80	91		

1.3 Vatnsborðsbreytingar

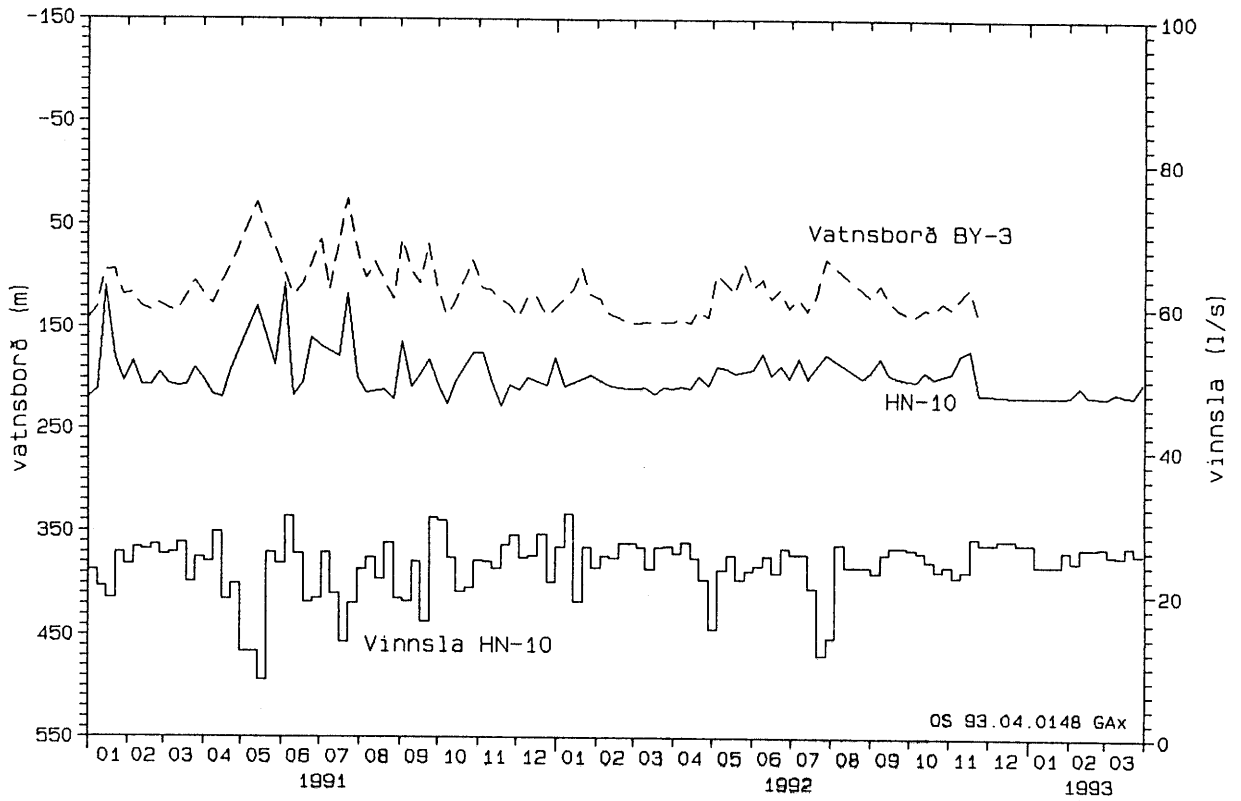
Vatnsborðs- og vinnslugögn ársins 1992 fyrir vinnslusvæðin fjögur eru birt á myndum 3 - 7. Þar eru einnig birt til samanburðar gögn ársins 1991. Á myndum 8 - 14 eru birt vatnsborðs- og vinnslugögn frá upphafi vinnslu fyrir hvert vinnslusvæðanna og holu RW-7 á Reykhúsum. Þar eru auk þess birt gögn um vatnsborð í holu GG-1 og holu HW-9 (mynd 10). Mynd 11 sýnir svo nákvæmar vatnsborðsbreytingar í holu HW-9 frá lokum árs 1981.

Um vatnsborðsbreytingarnar má segja eftirfarandi:

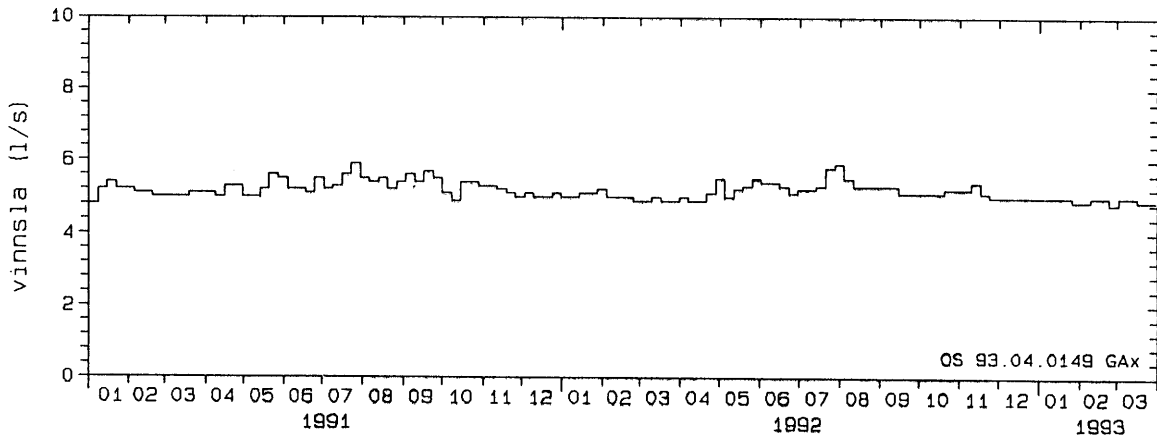
- Vatnsborð í holu HN-10 á Botni hélst á svipuðu dýpi og undanfarin ár. Það sveiflaðist þó minna en árið 1991, enda var vinnslan stöðugri. Árið 1992 var einnig fylgst reglulega með vatnsborðsbreytingum í holu BY-3 eins og sýnt er á mynd 3. Vatnsborð í holu BY-3 fylgir vel vatnsborði í holu HN-10 nema hvað það er um 70 m ofar.
- Vatnsborð á Syðra-Laugalandi hefur farið hægt lækkandi frá árinu 1986. Það lækkaði enn á árinu 1992 þrátt fyrir minni ársmeðalvinnslu en árin þar á undan. Þetta sést vel á vatnsborði holu LJ-8 á mynd 10. Vatnsborð á Syðra-Laugalandi fór síðan mjög djúpt í byrjun árs 1993, eða niður á nálægt 180 m dýpi í holu LJ-8, enda hafði vinnslan þá verið mjög mikil um nokkurt skeið. Á mynd 5 eru einnig sýndar vatnsborðsbreytingar í holu LN-10 frá því í maí 1992. LN-10 er um 20 m lægra í landinu en LJ-8 og er um 20 - 40 m munur á vatnsborði í holunum.
- Undir lok árs 1992, og í byrjun árs 1993, fór vatnsborð á Ytri-Tjörnum lægra en gerst hefur síðan 1985. Það stafar af því að árið 1992 var vinnslan mun meiri en undanfarin ár vegna þess að vinnsla var ekki stöðvuð í nokkra mánuði yfir sumarið líkt og á árunum 1987 - 1991. Á mynd 6 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 voru svipaðar árið 1992 og undanfarin ár. Þar hefur meðalvatnsborð haldist nokkuð stöðugt síðan árið 1987.

Eins og áður hefur verið bent á þá er erfitt að sjá á myndunum hvort vatnsborðsbreytingar undanfarinna ára eru í nákvæmu samræmi við vatnsborðsspár frá árinu 1988 (Guðni Axelsson o.fl., 1988) vegna árssveifna í vatnsborði á vinnslusvæðunum. Til þess að kanna það nánar voru reiknuð viðbrögð Ífkananna, sem þá voru notuð, við vinnslusögu svæðanna frá og með árinu 1988 og þau borin saman við mældar vatnsborðsbreytingar. Niðurstöðurnar ásamt endurskoðuðu mati á vinnslugetu svæðanna eru birtar seinna í þessari skýrslu.

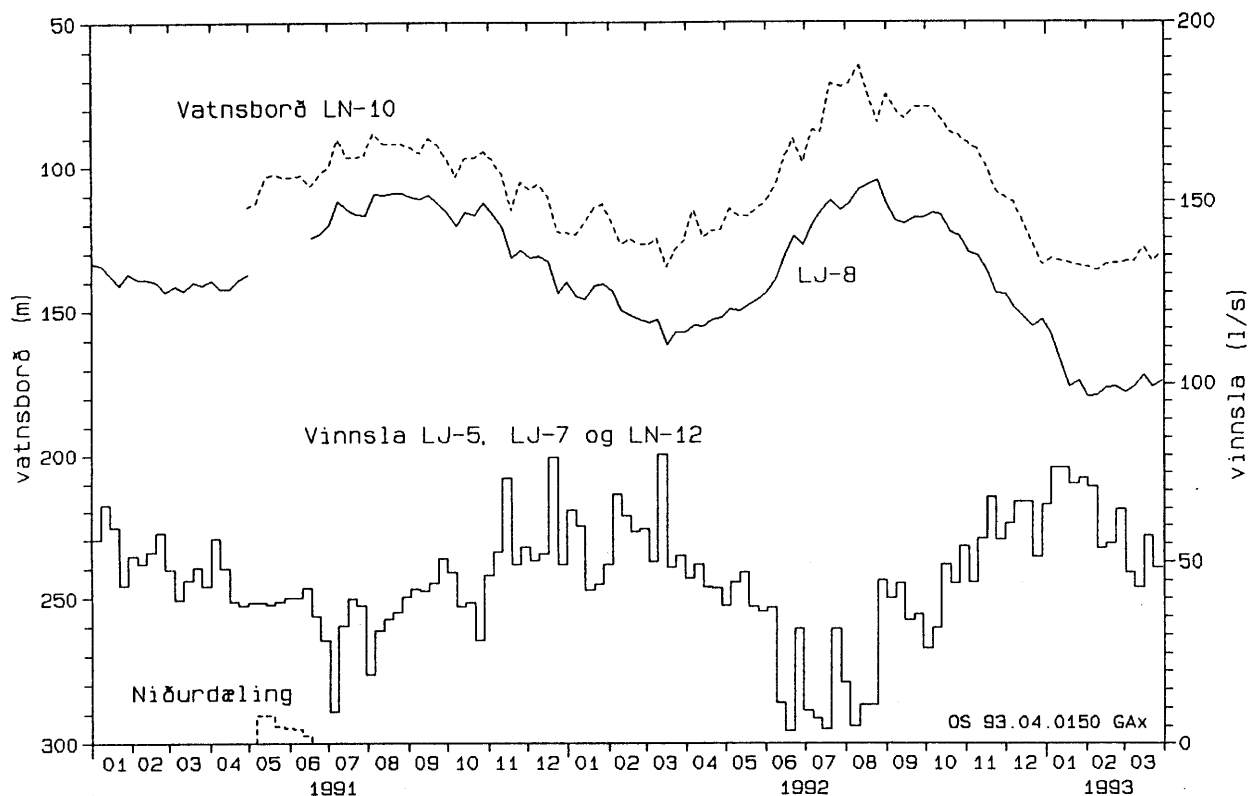
Á myndum 10 og 11 sést að vatnsborð í holum HW-9 og GG-1 breytist í takt við vinnslu og vatnsborð á Syðra-Laugalandi, eins og áður hefur verið fjallað um. Hóla RW-7 er í svipaðri fjarlægð frá Ytri-Tjörnum og holur HW-9 og GG-1 eru frá Syðra-Laugalandi. Ljóst er að vatnsborðsbreytingar í RW-7 eru að nokkru leyti tengdar breytingum í vinnslu úr holunni sjálfri (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1992). Einnig sést greinilega á mynd 12 að langtímabreytingar í RW-7 fylgja langtímabreytingum á Ytri-Tjörnum þó ekki sjáist greinileg tengsl milli vatnsborðstoppa í gegnum árin.



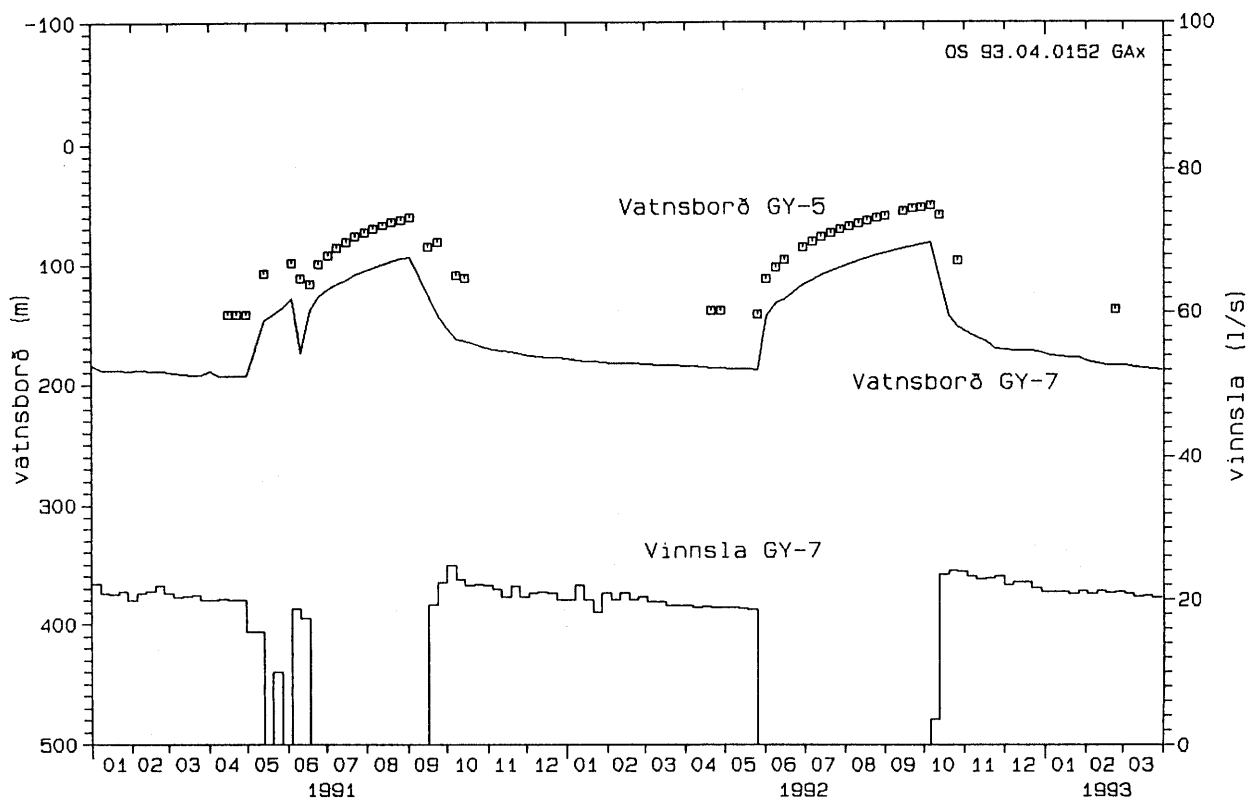
Mynd 3. Vinnsla og vætnsborð í holu HN-10 á Botni árin 1991-1992.



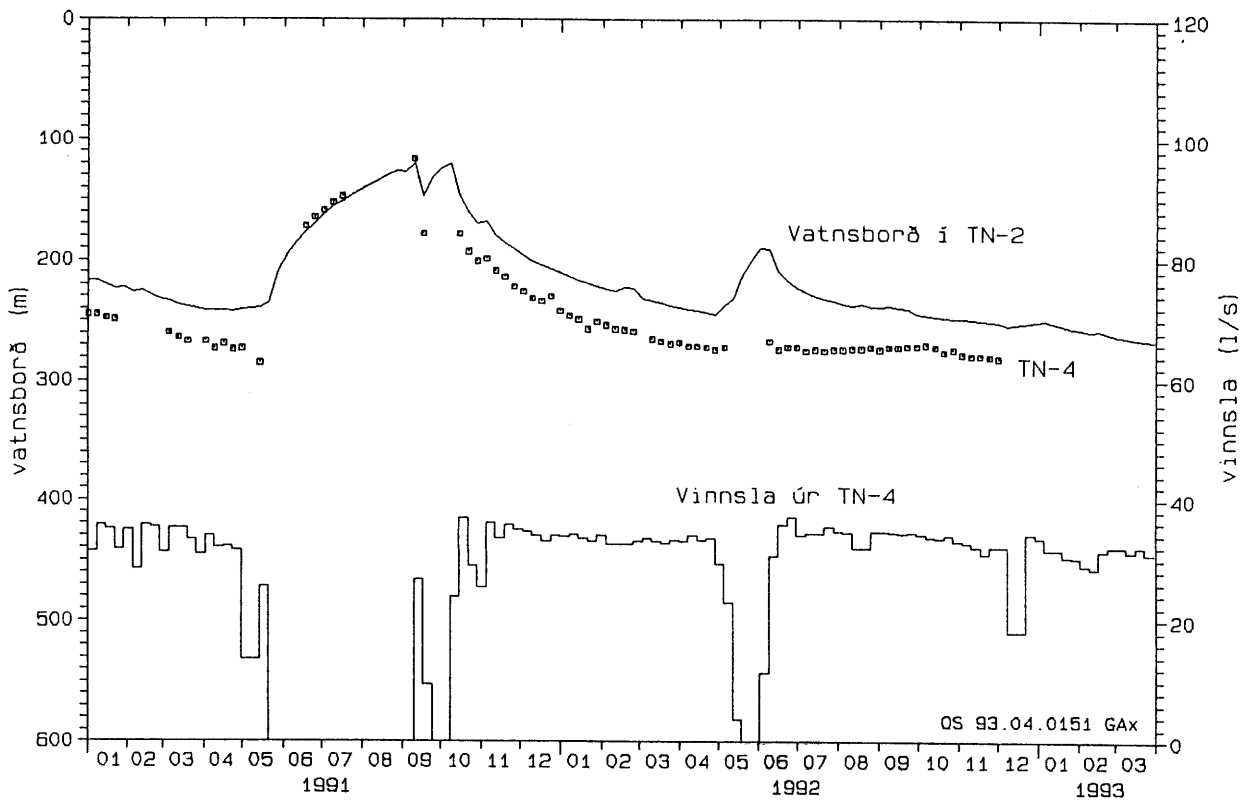
Mynd 4. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1991 og 1992.



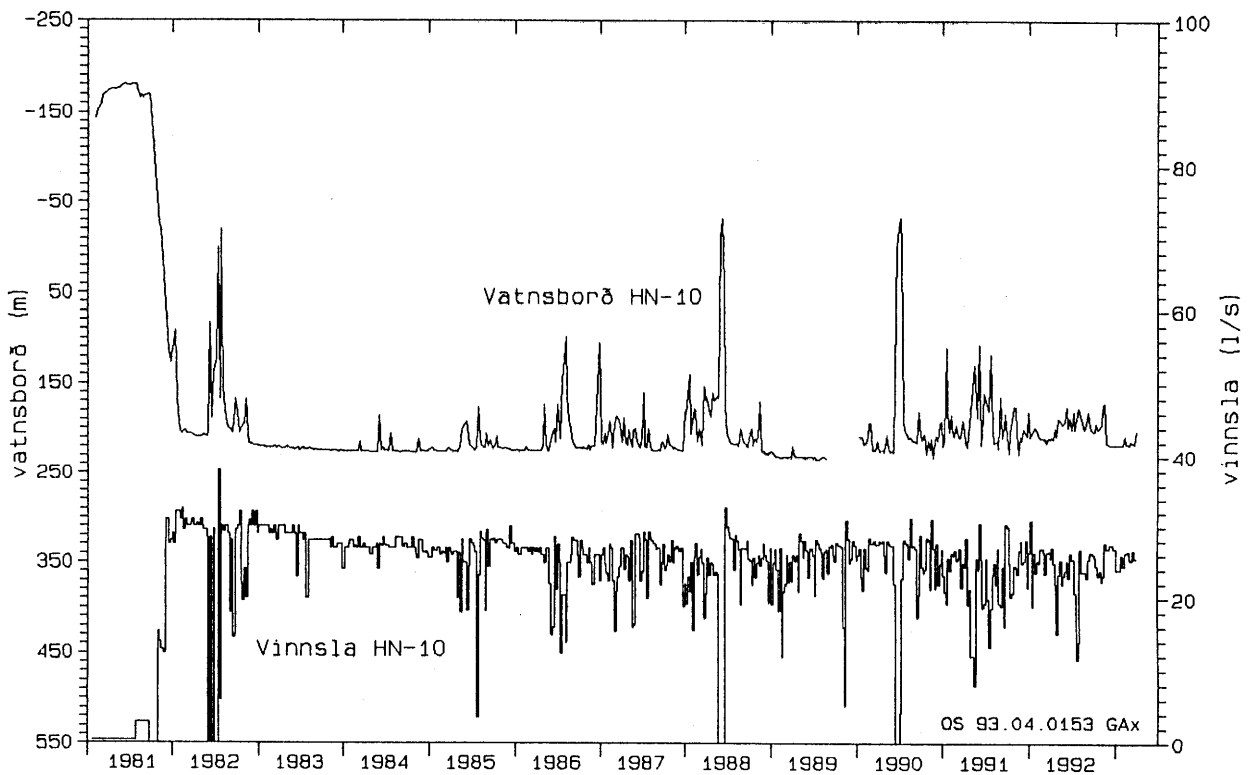
Mynd 5. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1991 og 1992.



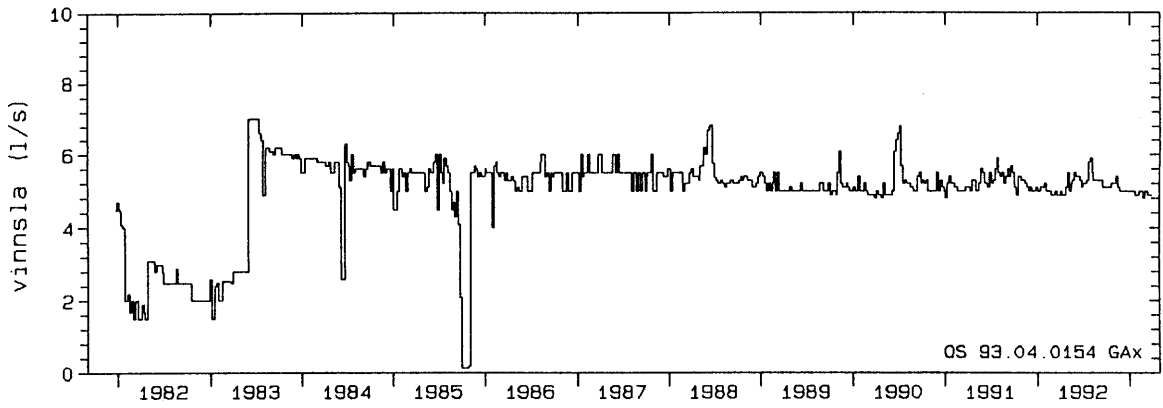
Mynd 6. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1991 og 1992.



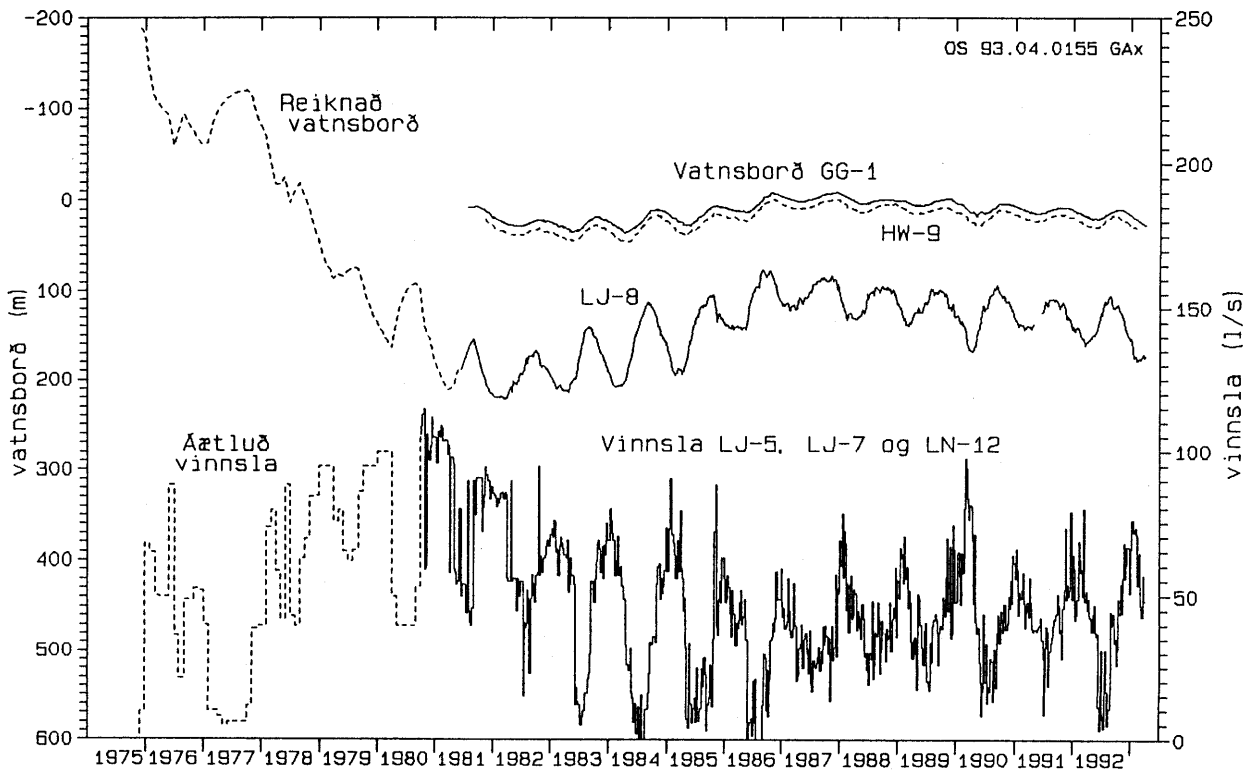
Mynd 7. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1991 og 1992.



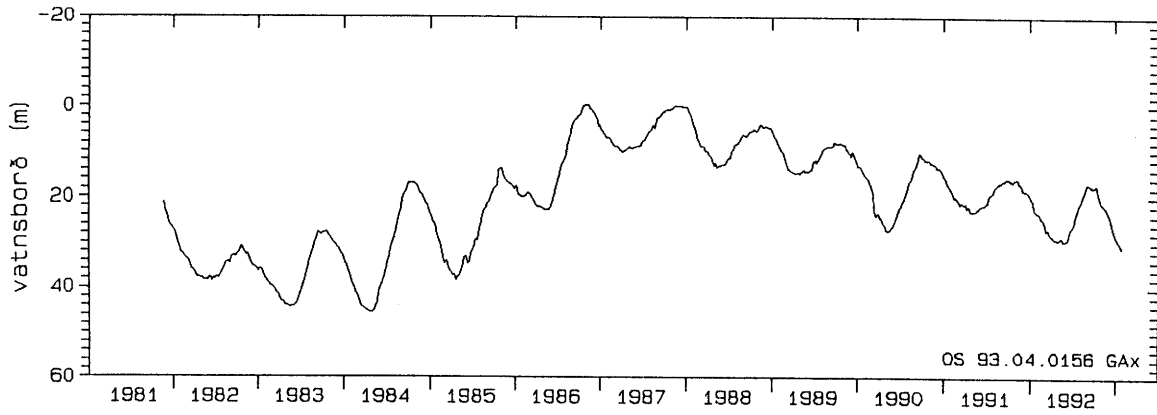
Mynd 8. Vinnsla og vatnsborð holu HN-10 á Botni árin 1981-1992.



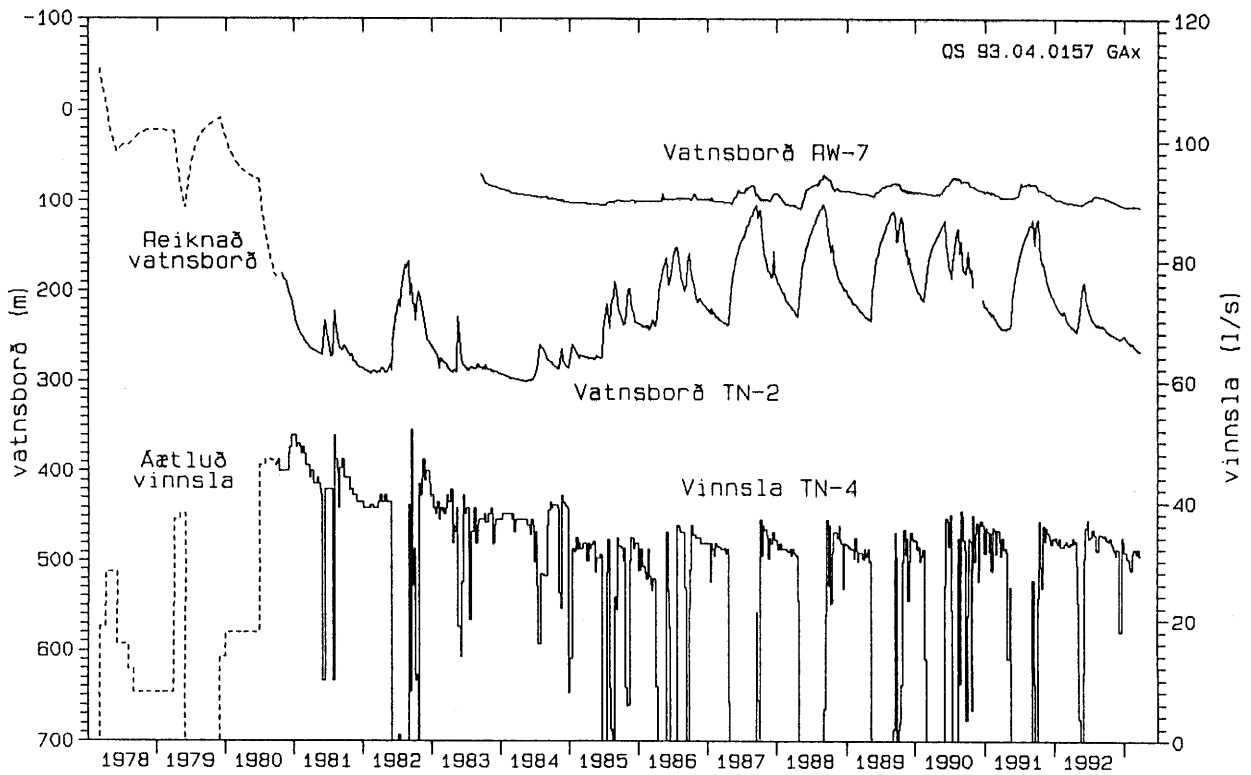
Mynd 9. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1982-1992.



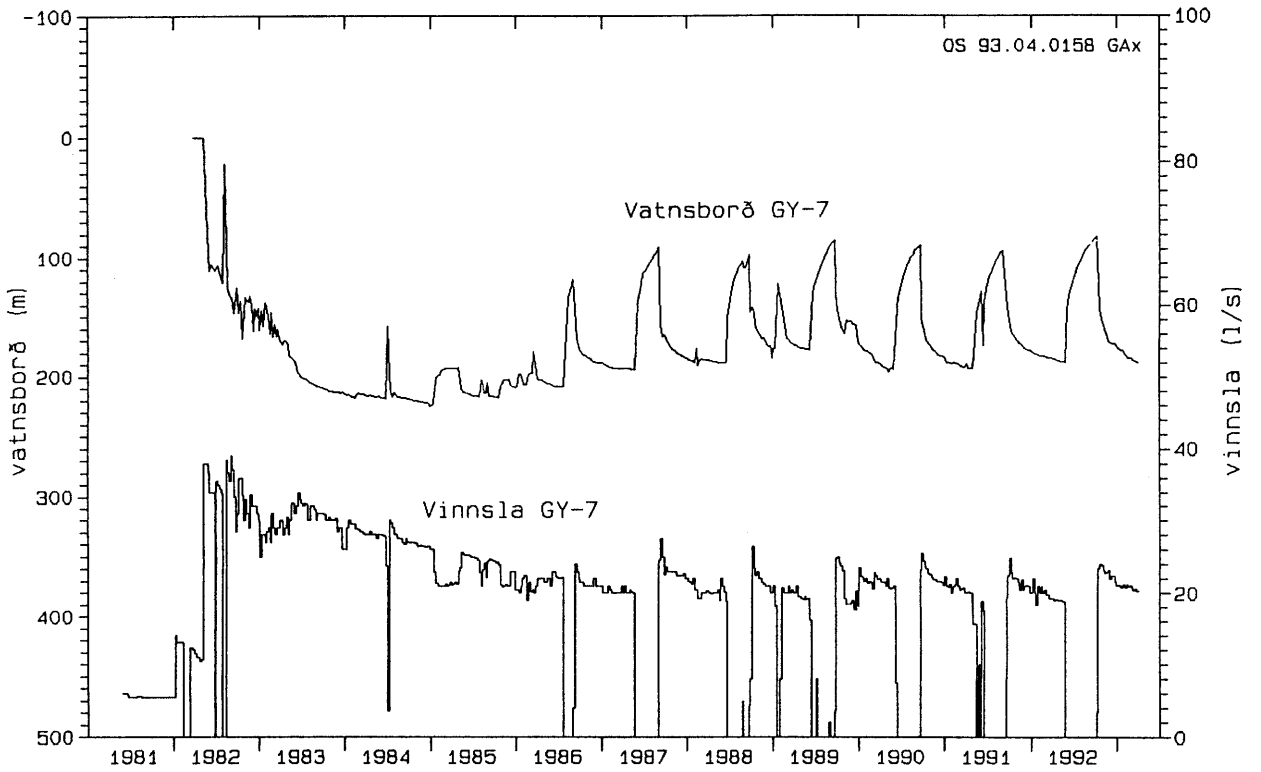
Mynd 10. Vinnsla á Syðra-Laugalandi árin 1976-1992 og vatnsborð í holum sem tengjast jarðhitakerfinu þar.



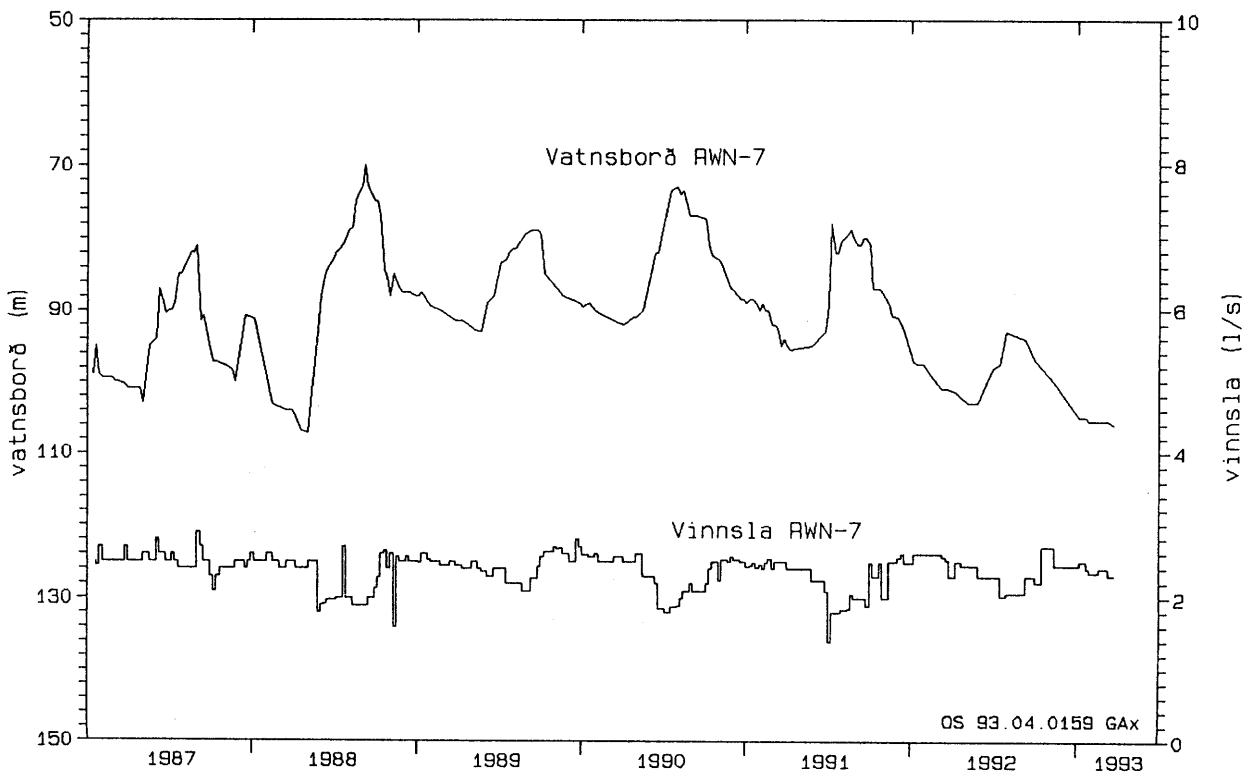
Mynd 11. Vatnsborðssveiflur í holu HW-9 við Hrafnagil á tímabilinu 1981-1992.



Mynd 12. Vinnsla úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum 1978-1992 og vatnsborð í TN-2 og RW-7.



Mynd 13. Vinnsla og vatnsborð í holu GY-7 á Glerárdal árin 1981-1991.



Mynd 14. Vinnsla og vatnsborð í holu RWN-7 á Reykhúsum 1987-1992.

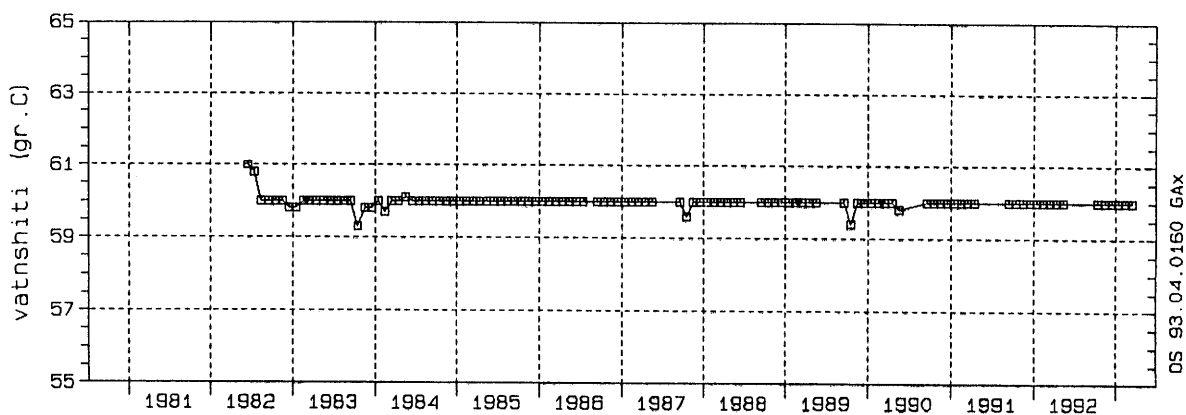
2. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM

Eins og undanfarin ár var vatnshiti mældur reglulega árið 1992. Mánaðarmeðaltöl hita vatns úr einstökum holum, frá árinu 1981, eru sýnd á myndum 15 - 21. Eins og áður hefur verið bent á þarf að hafa í huga að aflestrarnákvæmni mælna sem hitaveitan notar er aðeins 0,5 - 1,0°C og að mælar á Syðra-Laugalandi og Botni voru einangraðir í september 1988 (Ólafur G. Flóvenz o. fl., 1992). Einnig var skipt um mæli við LJ-5 í lok árs 1990 og við TN-4 í febrúar 1992. Auk þess kunna aðstæður við hitamælinn á Ytri-Tjörnum að hafa breyst við dæluskipti sumarið 1992.

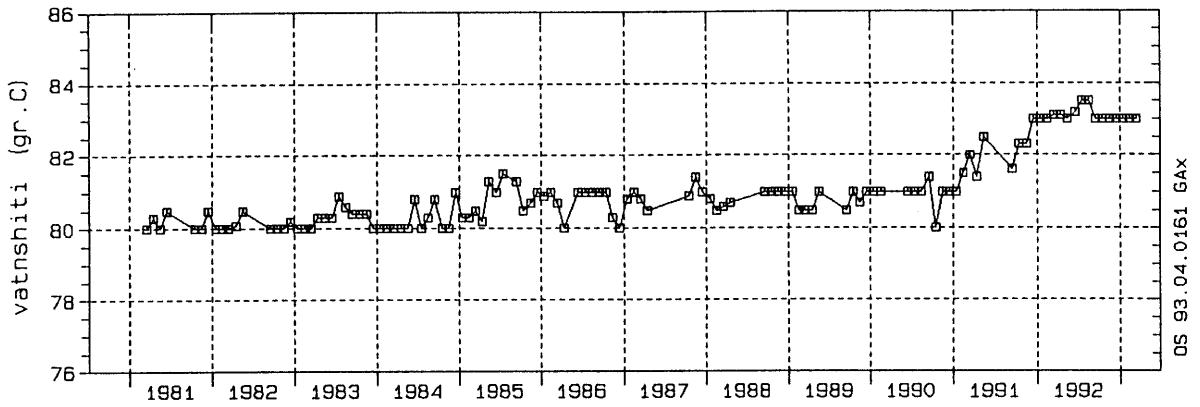
Hiti vatns úr holu HN-10 lækkar áfram og virðist hafa lækkað um 1 °C milli árunna 1991 og 1992. Hiti vatns úr holu BN-1 virðist lítið hafa breyst.

Á Syðra-Laugalandi mældist hiti vatns úr holu LJ-5 um 2-3 °C lægri nú en árin 1989 og 1990, en eins og áður segir er nú nýr mælir við holuna. Hitamælingarnar árin 1991 og 1992 sýna sveiflu sem fellur saman við vatnsborðssveiflur. Virðist holan kólna við aukinn niðurdrátt. Meðalhitinn hefur þó mælst svipaður síðustu tvö árin. Hóla LJ-7 var lítið notuð árið 1992, en hiti vatns úr holu LN-12 mældist nokkuð stöðugt um 97 °C.

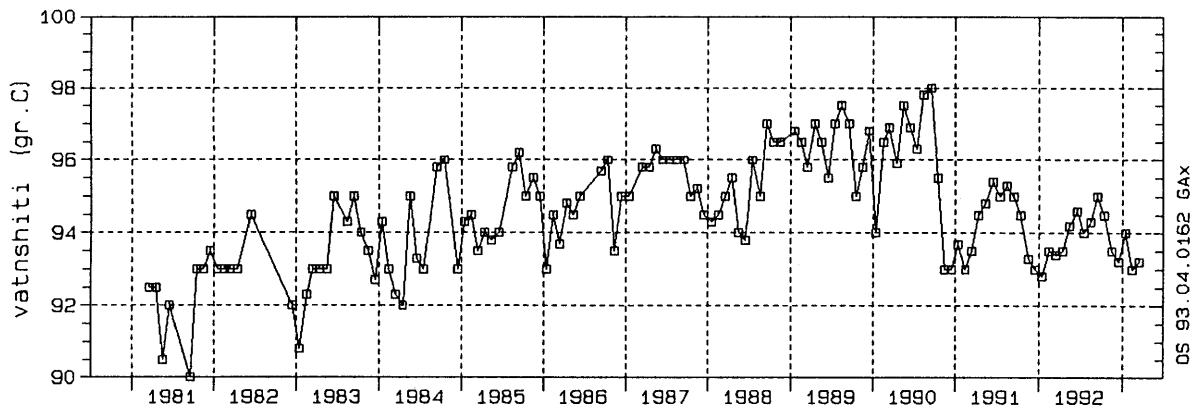
Hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum mældist um 83 °C árið 1992. Það er um 2 °C hærra hiti en mældist fram til 1991. Eins og bent hefur verið á er líklegast að þessi breyting tengist því að skipt var um hitamæli og síðan dælu í holunni á árinu 1991 (Ólafur G. Flóvenz o. fl., 1992). Hiti vatns úr GY-7 breyttist ekki árið 1992 fremur en undanfarin ár.



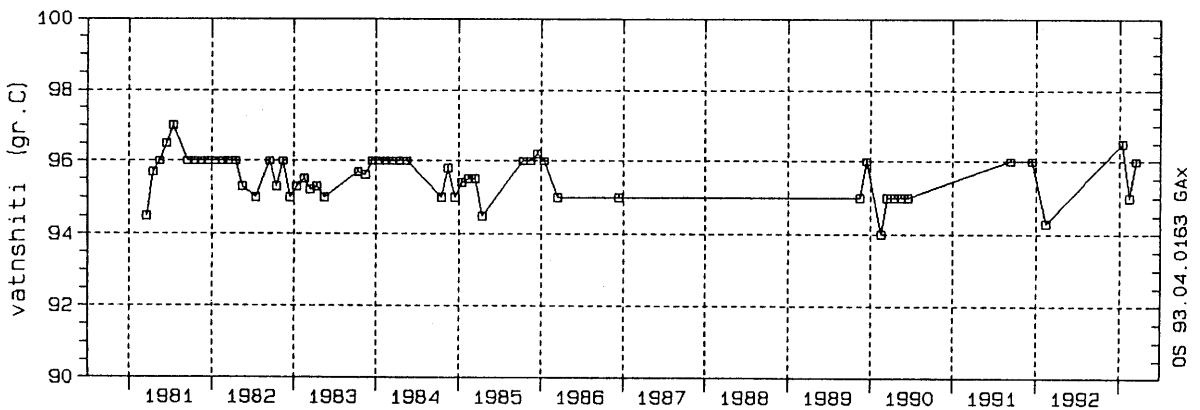
Mynd 15. Hiti vatns úr holu GY-7 á Glerárdal.



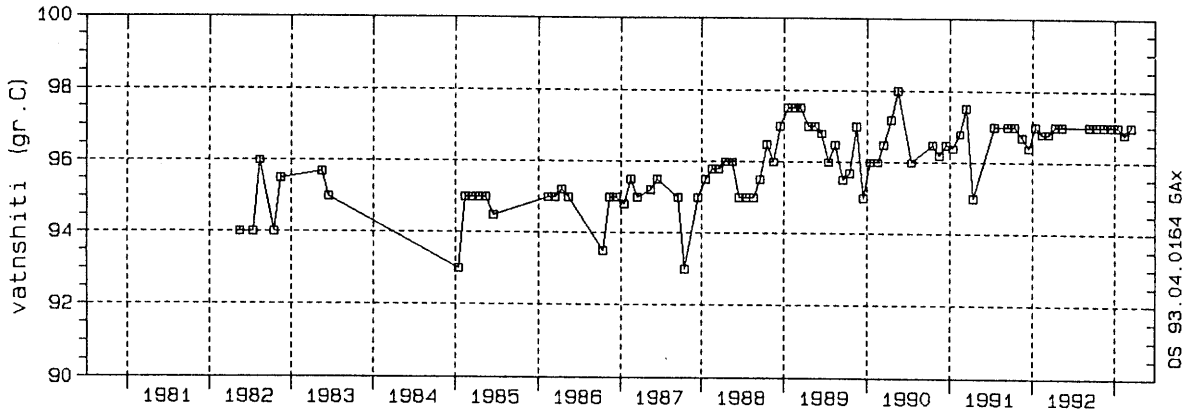
Mynd 16. Hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum.



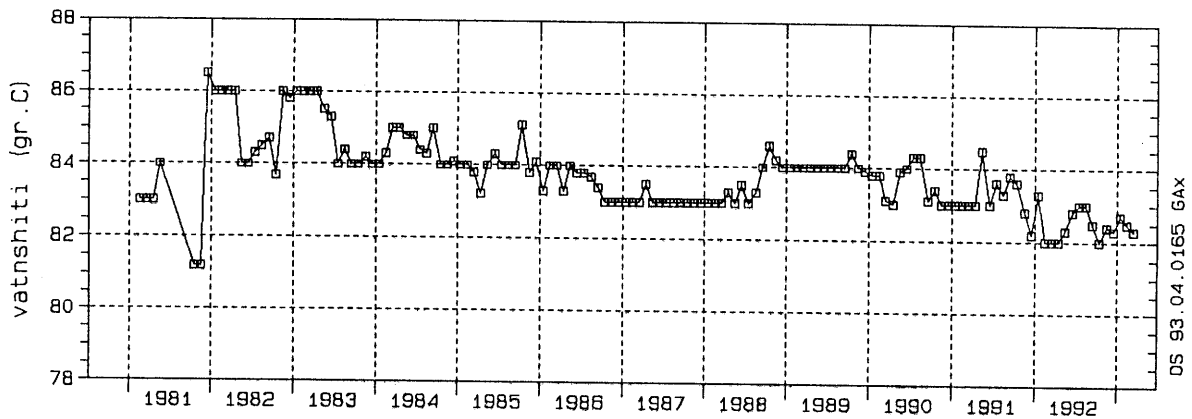
Mynd 17. Hiti vatns úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi.



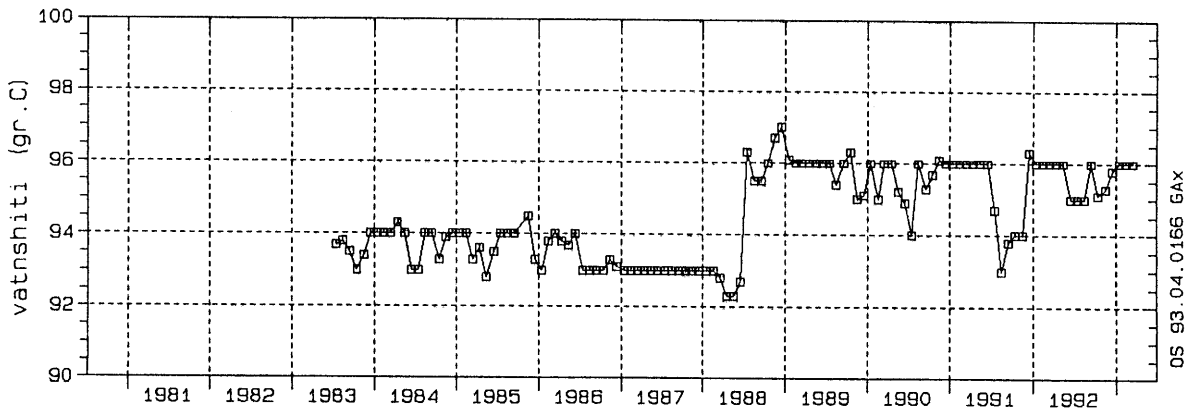
Mynd 18. Hiti vatns úr holu LJ-7 á Syðra-Laugalandi.



Mynd 19. Hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi.



Mynd 20. Hiti vatns úr holu HN-10 á Botni.



Mynd 21. Hiti vatns úr holu BN-1 á Botni.

3. ENDURSKOÐAÐIR HERMIREIKNINGAR

Árið 1988 voru reiknaðar vatnsborðsspár til aldamóta fyrir vinnslusvæðin fjögur og vinnslugeta þeirra áætluð (Guðni Axelsson o. fl., 1988). Við reikningana voru notuð þjöppuð líkön af jarðhitakerfunum, sem hermdu þau gögn sem þá voru tiltæk um vatnsborð og vinnslu. Nú eru fimm ár liðin síðan þessir reikningar voru gerðir og þótti því ástæða til að endurreikna vatnsborðsspárnar og taka tillit til þeirra gagna sem nú eru tiltæk til viðbótar.

Áður en líkönin voru endurskoðuð var kannað hversu gott samræmi væri milli mældra vatnsborðsbreytinga síðustu fimm árin og vatnsborðsbreytinga samkvæmt líkönunum. Á þann hátt er hægt að meta áreiðanleika líkananna. Niðurstöðurnar eru birtar á myndum 22 til 25. Líkönin frá 1988 byggðu á mælingum sem sýndar eru með svörtum kössum á myndunum. Reiknað vatnsborð er sýnt með heildregnum ferlum, sem bera má saman við mælt vatnsborð eftir 1988 sýnt með opnum kössum.

Á myndunum sést að gott samræmi er milli reiknaðs og mælds vatnsborðs síðustu árin á Botni og Glerárdal. Samræmið er aftur á móti ekki eins gott á Syðra-Laugalandi og Ytri-Tjörnum. Þar hefur vatnsborð mælst allt að 40 m dýpra en gömlu líkönin spá. Líklegast er talið að þessu ósamræmi valdi áhrif milli þessara tveggja svæða. Ekki var gert ráð fyrir slíkum áhrifum í eldri líkönum en þó reynt að taka tillit til þeirra í mati á vinnslugetu svæðanna.

Þjöppuðu líkönin voru síðan endurskoðuð og þau látin herma þau vatnsborðsgögn sem tiltæk eru í dag. Niðurstöðurnar eru birtar á myndum 26 til 29. Þar sést að endurskoðuðu líkönin herma nú nokkuð vel vatnsborðssögur svæðanna.

Endurskoðuð líkönin voru að síðustu notuð til þess að reikna vatnsborðsspár til ársins 2010 fyrir vinnslusvæðin á Laugalandi, Ytri-Tjörnum og Glerárdal. Spárnar voru reiknaðar fyrir tvö til þrjú vinnslutilfelli fyrir hvert svæði og eru niðurstöðurnar birtar á myndum 30 til 32. Myndirnar sýna áætlað lægsta vatnsborð í vinnsluholunum LJ-5, TN-4 og GY-7 þar sem tekið hefur verið tillit til árssveiflu í vatnsborði auk iðustreymistaps í holunum. Spárnar voru reiknaðar fyrir meðalvinnslu síðustu tveggja ára, fyrir vinnslugetu svæðanna eins og hún var áætluð 1988 (Guðni Axelsson o. fl., 1988) og fyrir nokkur önnur vinnslutilfelli. Fyrir vinnslusvæðið að Botni er sýnd vinnsluspá sem byggir á kubballskani af jarðhitakerfinu (Grímur Björnsson o. fl. 1993, Guðni Axelsson o. fl. 1992).

Vatnsborðsspárnar fyrir hvert svæði eru jafnframt meðaltöl spáa sem reiknaðar voru með opnum og lokuðum þjöppuðum líkönum. Í opnum líkönum næst jafnvægi milli innrennslis og vinnslu og vatnsborð hættir að lækka eftir nokkurn tíma ef vinnsla helst óbreytt. Spár reiknaðar með opnum líkönum eru því bjartsýnar. Í lokuðum líkönum næst ekki slíkt jafnvægi og vatnsborð lækkar jafnt og þétt með tímanum. Spár reiknaðar með lokuðum líkönum eru því mjög svartsýnar. Þess er að vænta að raunveruleg viðbrögð jarðhitakerfanna verði einhvers staðar þarna á milli og því voru meðaltölin reiknuð.

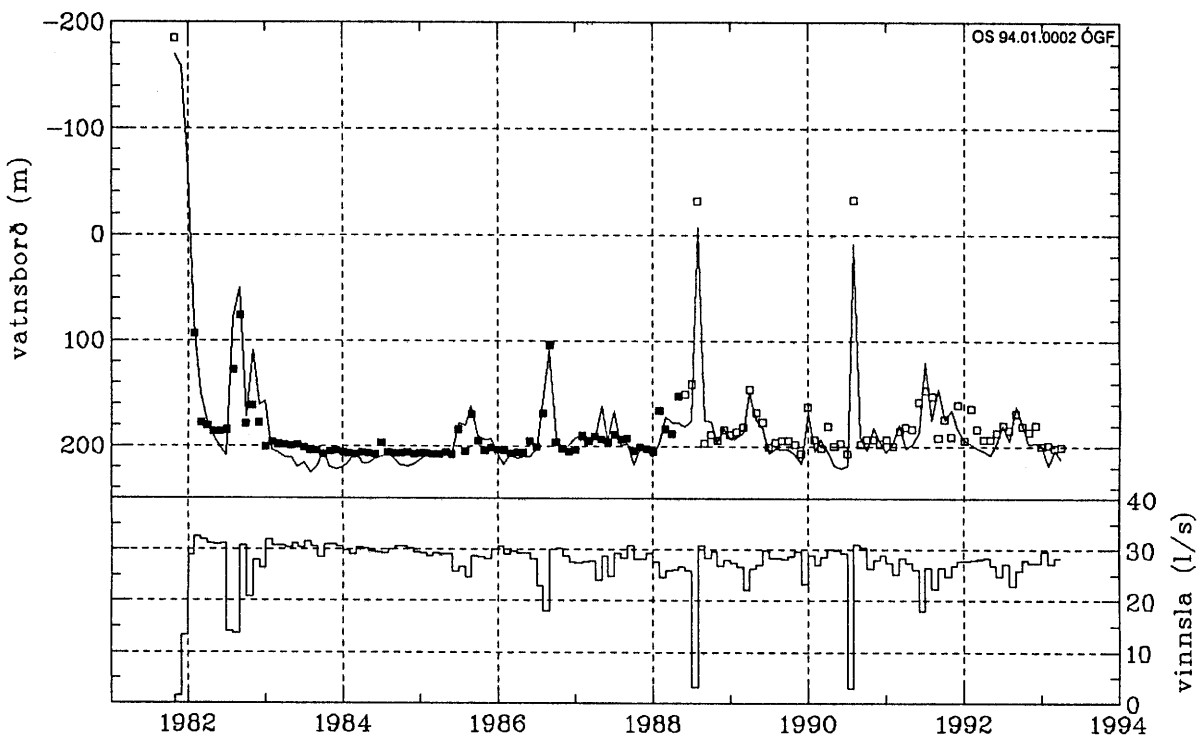
Um spárnar fyrir einstök svæði má segja eftirfarandi:

- Á Botni voru reiknaðar vatnsborðsspár fyrir sjö vinnslutilfelli úr holu HN-10 á bilinu 24 - 36 l/s. Jafnframt er gert ráð fyrir að unnir séu 5,5 l/s úr holu BN-1. Miðað við núverandi dælubúnað virðist vinnslugeta svæðisins, fram til ársins 2005, vera um 30 l/s. Það er sambærilegt við það sem áætlað var 1988. Hins vegar má búast við að vatnið úr holu HN-10 kólni um 1°C ef vinnsla úr HN-10 verður óbreytt (24 l/s) en um 2°C ef hún verður aukin í

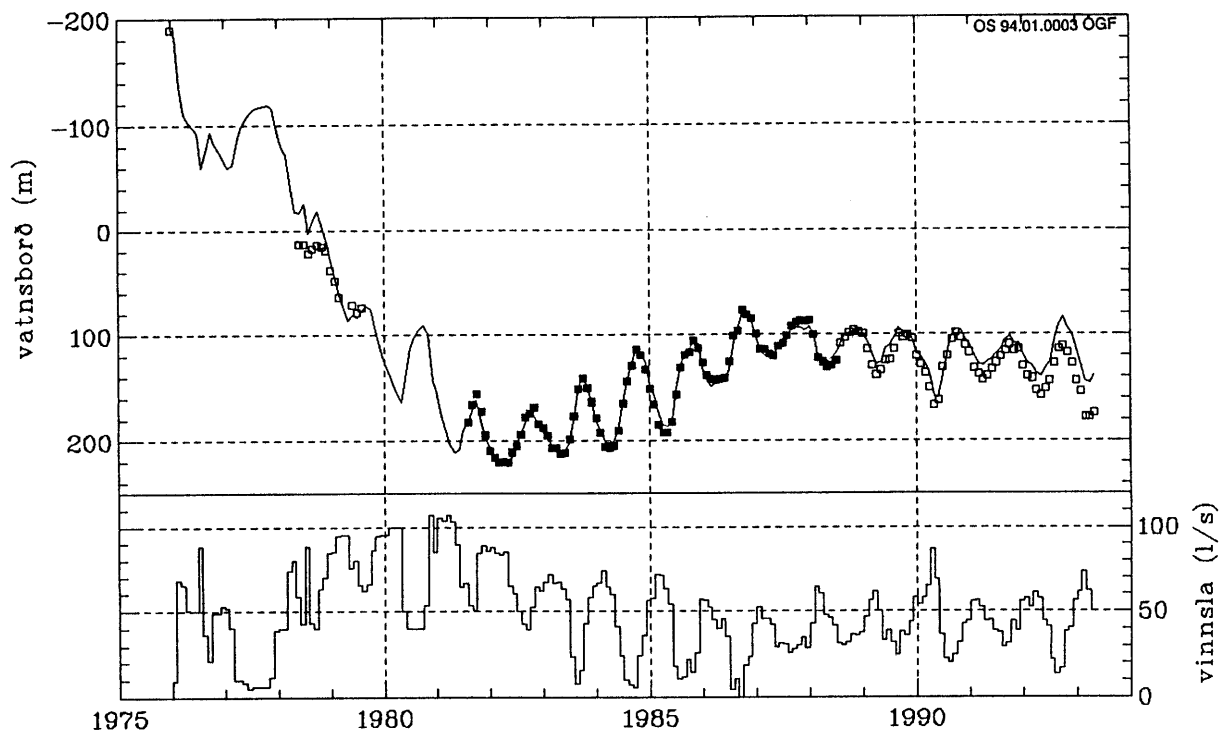
32 l/s (Grímur BJörnsson og fleiri, 1993).

- Á Syðra-Laugalandi voru einng reiknaðar vatnsborðsspár fyrir þrjú vinnslutilfelli; meðalvinnslu síðustu tveggja ára (43 l/s), áætlun á vinnslugetu svæðisins frá 1988 (46 l/s) og eitt tilfelli enn meiri vinnslu (55 l/s). Miðað við núverandi dælubúnað virðist vinnslugeta svæðisins, fram til ársins 2005, vera um 46 l/s. Það er sama vinnslugeta og áætluð var 1988. Þá var vinnslugetan áætluð nokkru minni en vatnsborðsspár gáfu tilefni til vegna hugsanlegra áhrifa frá Ytri-Tjörnum. Nú er talið að þeirra áhrifa gæti í gögnunum sem vatnsborðsspárnar eru byggðar á.
- Á Ytri-Tjörnum voru reiknaðar vatnsborðsspár fyrir þrjú vinnslutilfelli; meðalvinnslu síðustu tveggja ára (24 l/s), áætlun á vinnslugetu svæðisins frá 1988 (29 l/s) og eitt tilfelli enn meiri vinnslu (34 l/s). Miðað við núverandi dælubúnað virðist vinnslugeta svæðisins, fram til ársins 2005, vera um 33 l/s. Það er töluvert meiri vinnslugeta en áætluð var 1988. Þá var vinnslugetan áætluð nokkru minni en vatnsborðsspár gáfu tilefni til vegna hugsanlegra áhrifa frá Syðra-Laugalandi. Nú er talið að þeirra áhrifa gæti í gögnunum sem vatnsborðsspárnar eru byggðar á.
- Á Glerárdal voru reiknaðar vatnsborðsspár fyrir tvö vinnslutilfelli; meðalvinnslu síðustu tveggja ára (14 l/s) og fyrir 1988 áætlun á vinnslugetu svæðisins (19 l/s). Miðað við núverandi dælubúnað virðist vinnslugeta svæðisins, fram til ársins 2005, aðeins vera um 15 l/s. Það er nokkru minni vinnslugeta en áætluð var 1988, en þess ber að geta að sú áætlun gildi aðeins til ársins 2000.

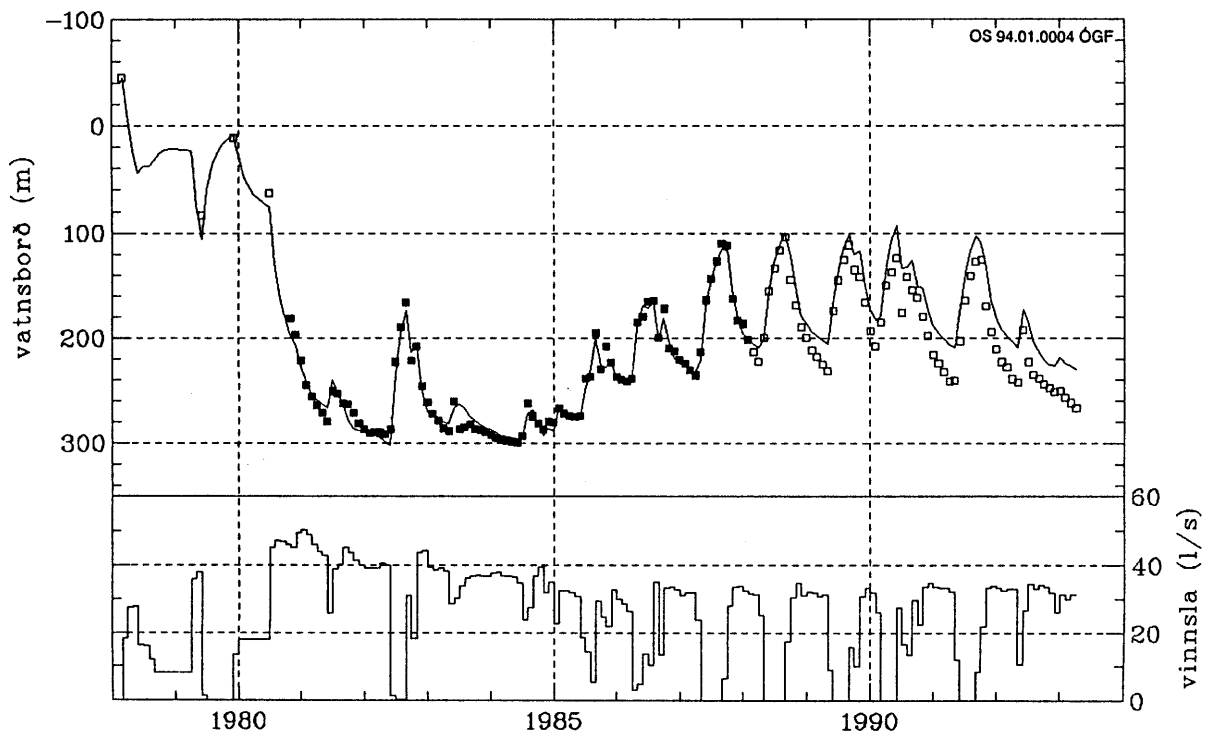
Ofangreindar áætlanir á vinnslugetu eru einnig birtar í töflu 2 hér að framan.



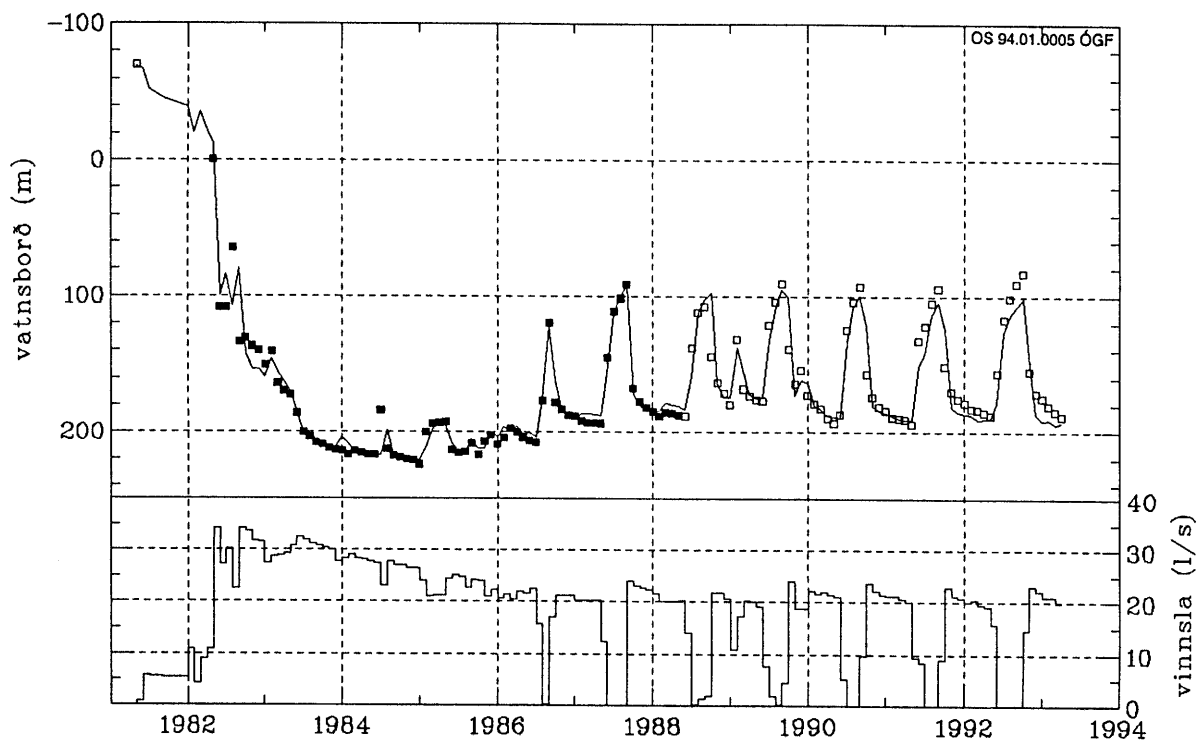
Mynd 22. Botn: Samanburður á raunverulegu vatnsborði og reiknuðu skv. líkani frá 1988.



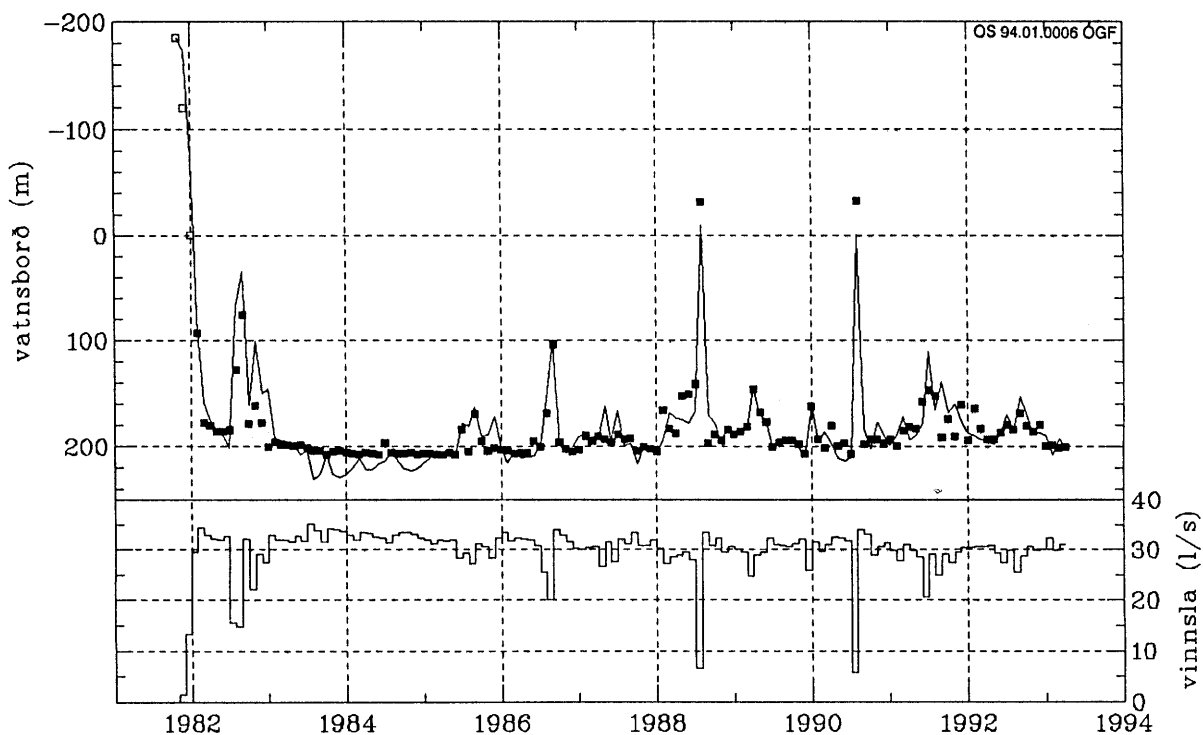
Mynd 23. Syðra-Laugaland: Samanburður á raunverulegu vatnsborði og reiknuðu vatnsborði samkvæmt líkani frá 1988.



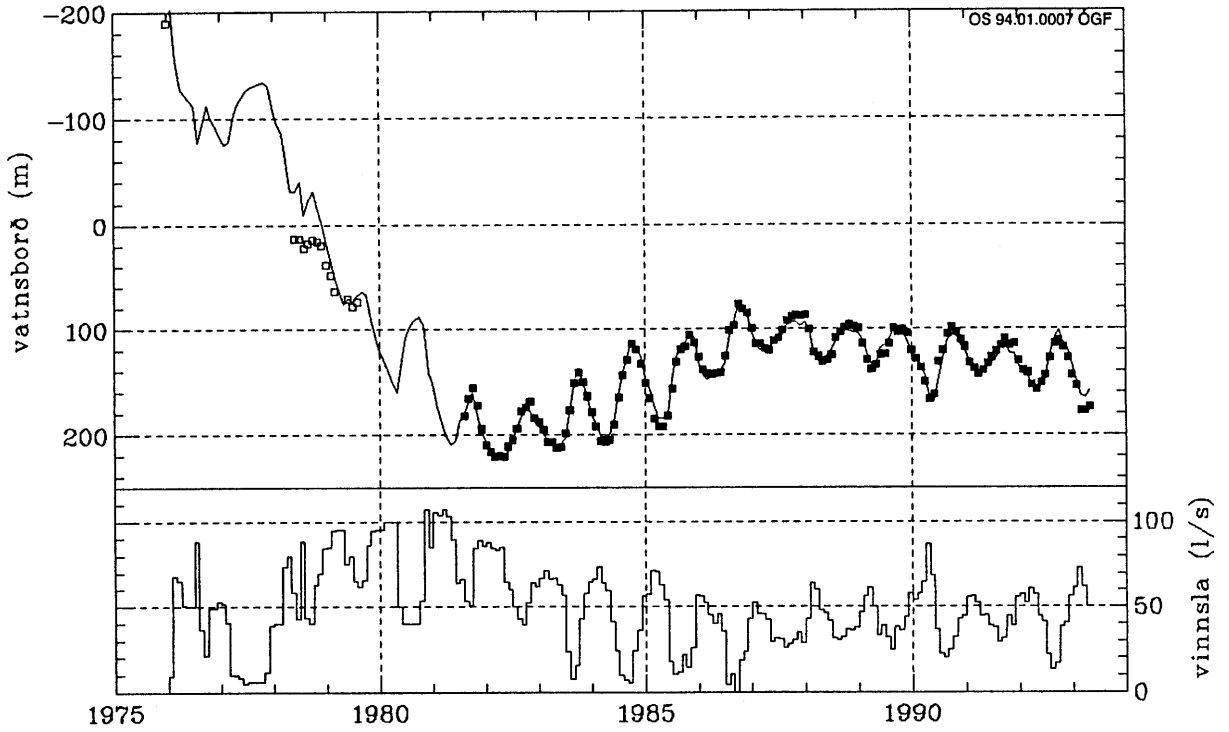
Mynd 24. Ytri-Tjarnir: Samanburður á mældu vatnsborði árin 1988-1992 og reiknuðu vatnsborði samkvæmt líkani frá 1988.



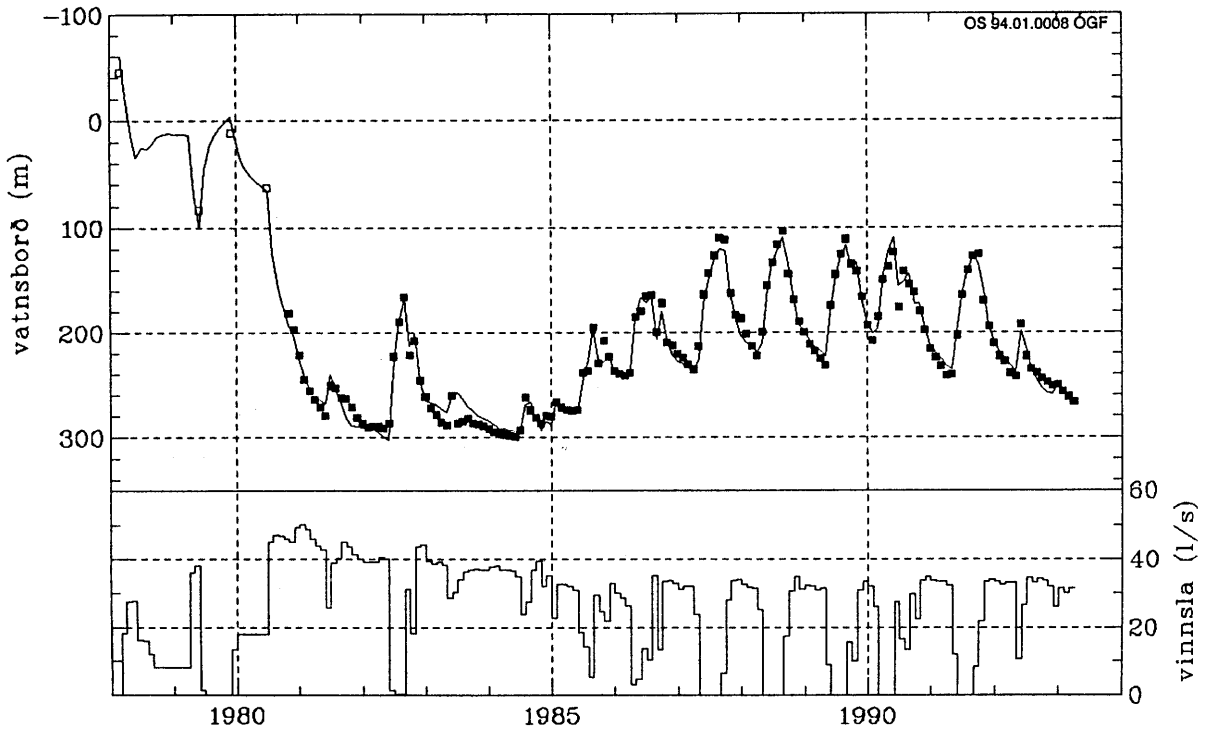
Mynd 25. Glerárdalur: Samanburður á mældu vatnsborði árin 1988-1992 og reiknuðu vatnsborði samkvæmt líkani frá 1987.



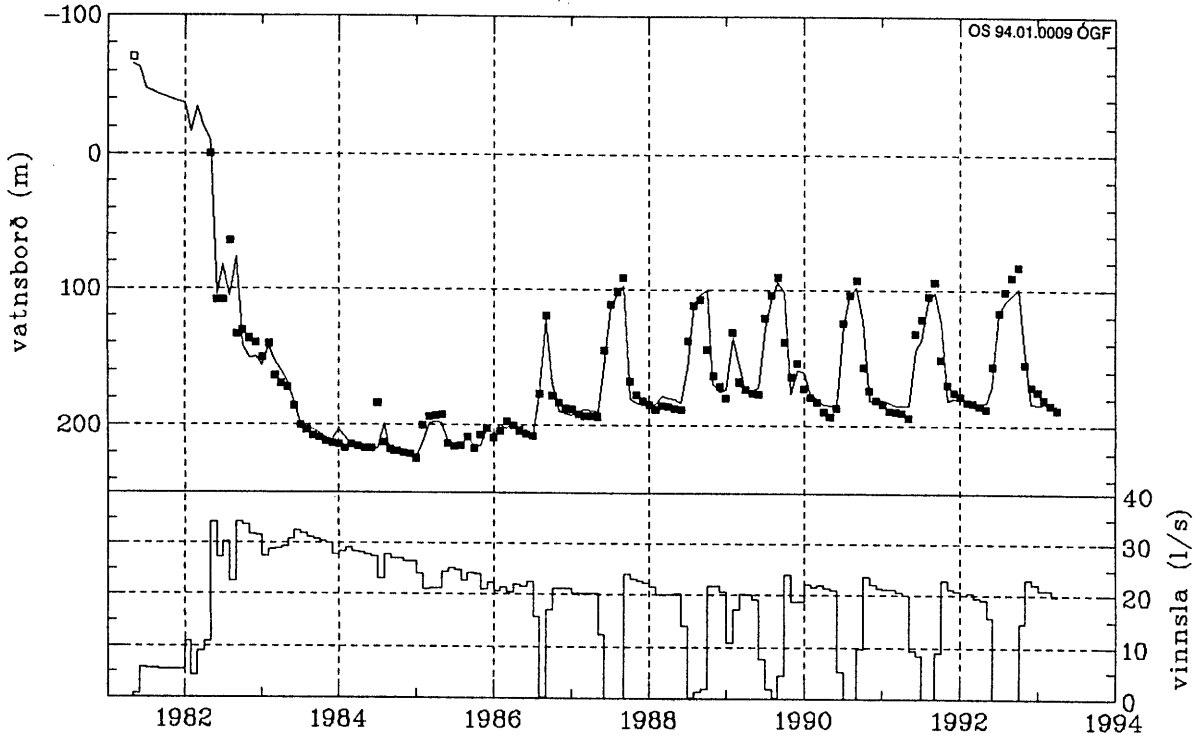
Mynd 26. Botn: Vatnsborð samkvæmt endurskoðuðum hermireikningum.



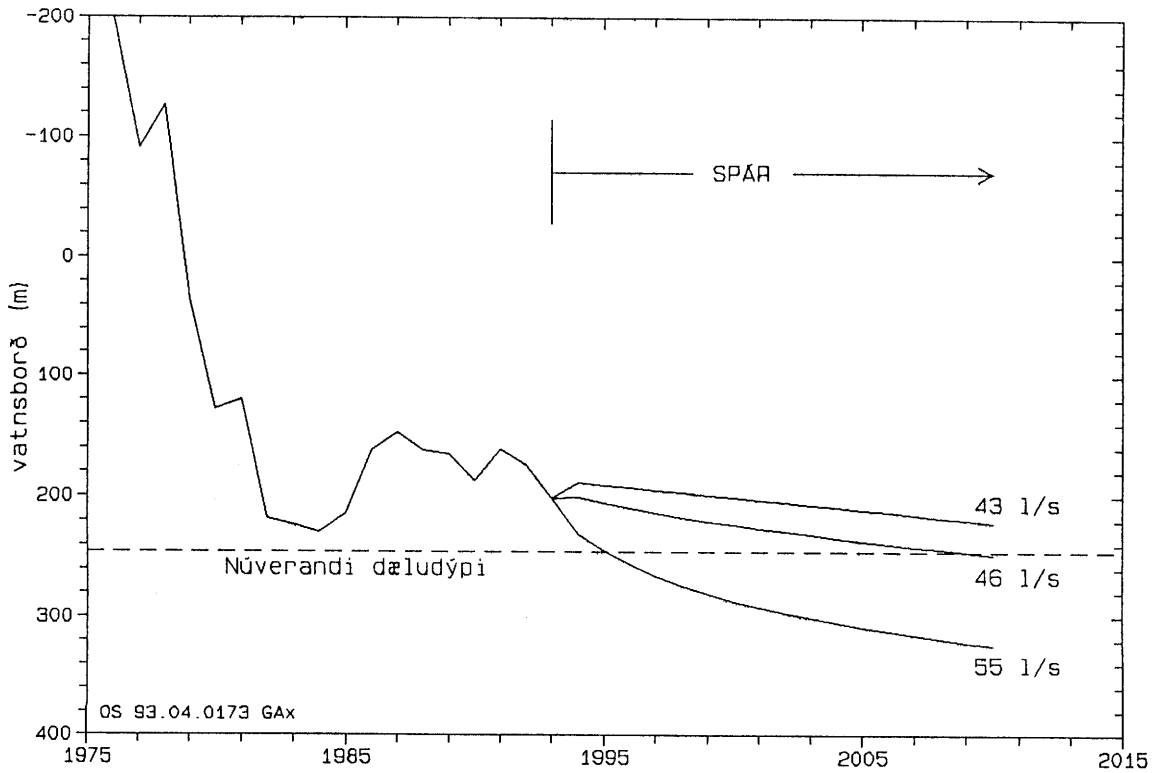
Mynd 27. Syðra-Laugaland: Vatnsborð samkvæmt endurskoðuðum hermireikningum.



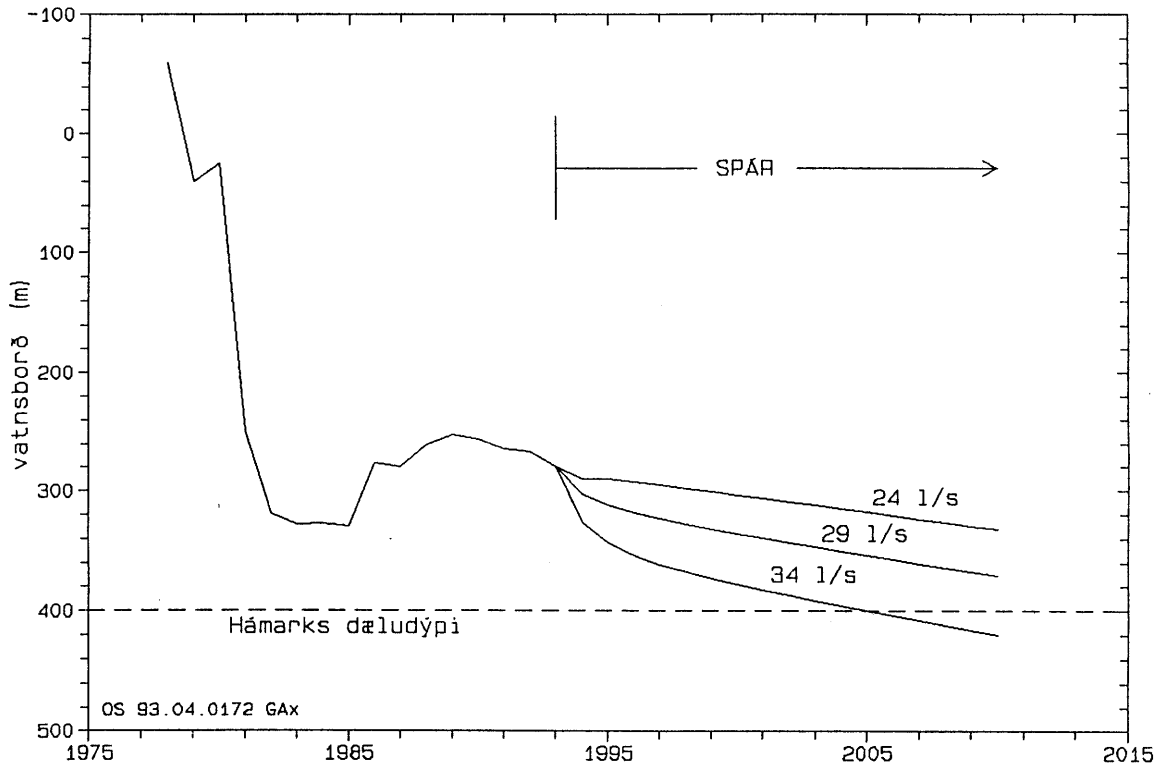
Mynd 28. Ytri-Tjarnir: Vatnsborð samkvæmt endurskoðuðum hermireikningum.



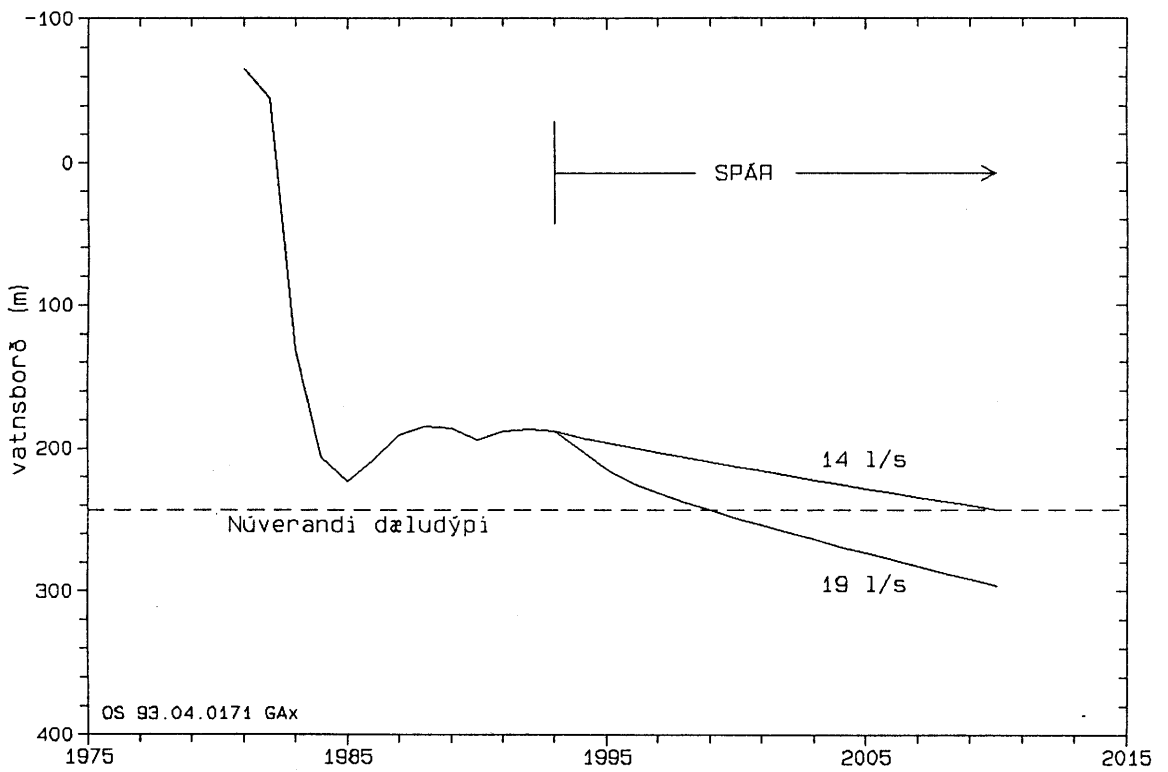
Mynd 29. Glerárdalur: Vatnsborð samkvæmt endurskoðuðum hermireikningum.



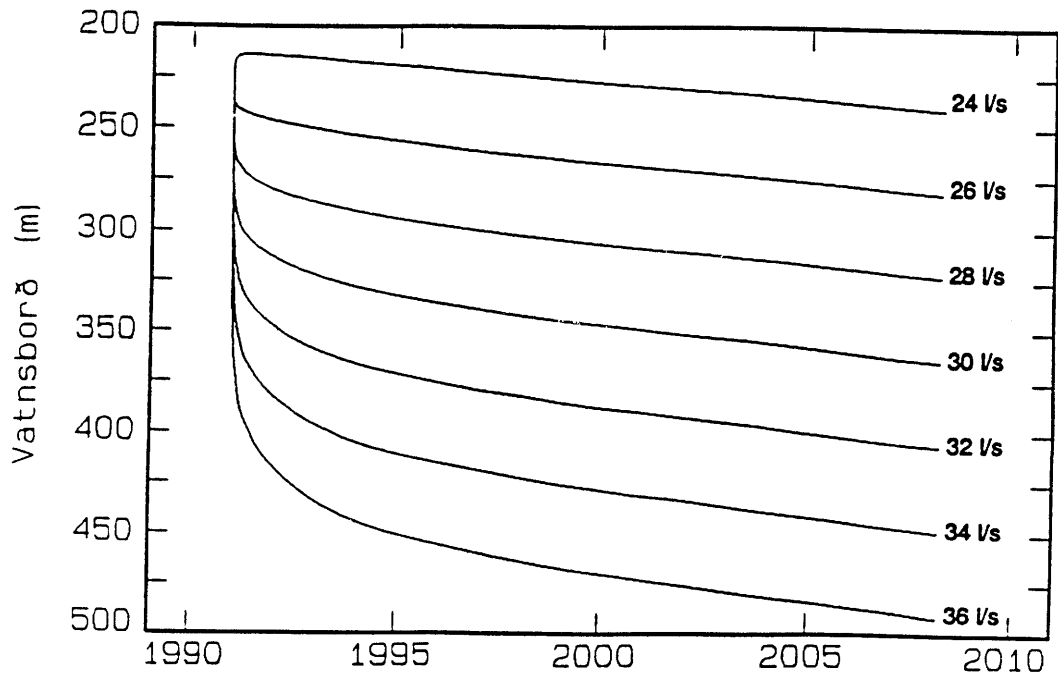
Mynd 30. Ný vatnsborðsspá fyrir holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi.



Mynd 31. Ný vatnsborðsspá fyrir holu TN-4 á Ytri-Tjörnum.



Mynd 32. Ný vatnsborðsspá fyrir holu G-7 á Glerárdal.



Mynd 33. Spár um vatnsborð í holu HN-10 við mismikla vinnslu fram til ársins 2010.

4. EFNAEFTIRLIT

Samkvæmt nýrri tilhögun vinnslueftirlits, sem ákveðin var árið 1992, tóku starfsmenn Orkustofnunar sýni til heildarefnagreininga úr fimm vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar síðastliðið haust. Sýnin voru tekin úr holum LJ-5, TN-4, BN-1, HN-10, og GÝN-7. Þá var mælt súrefni og sulfít í dælustöð samkvæmt venju.

Hin nýja tilhögun gerir auk þess ráð fyrir að starfsmenn hitaveitunnar taki sýni úr vinnsluholum ársfjórðungslega, í júní, september, desember og mars, og sendi Orkustofnun til greininga á völdum efnum. Mæla skal í vatninu styrk kfsils, klóríðs, magnesíums, flúoríðs og sulfats auk hlutfalls súrefnissótöpa. Ennfremur hefur leiðni vatns úr holunum verið mæld vikulega frá því snemma árs 1993. Í júlí bárust Orkustofnun fyrstu ársfjórðungssýnin og voru þau tekin úr holum BN-1, HN-10, og TN-4. Ákveðið var að heilsýnataka að hausti kæmi í stað hlutsýnatöku í september. Þar sem heilsýnataka dróst svo fram að mánaðamótum október-nóvember, var sýnatöku í desember sleppt líka. Hlutsýnataka í mars 1993 fór hins vegar fram eins og áætlað var. Þá voru tekin sýni úr holum BN-1, HN-10, LJ-5, LN-12 og TN-4.

Nú liggja fyrir greiningar á öllum sýnunum, og eru niðurstöður þeirra birtar í töflum 3-5. Þar er og ein eldri greining úr hverri holu til samanburðar. Þá er styrkur nokkurra efna úr holunum allan vinnslutímann, sýndur á myndum 34-39. Nánar er fjallað um niðurstöður efnagreininga fyrir hvert vinnslusvæða hitaveitunnar hér á eftir.

Jarðhitasvæðið við Botn

Í töflu 3 eru sýndar niðurstöður greininga ársins 1992 úr holum BN-1 og HN-10 á Botni. Þar eru einnig greiningar frá árinu 1991 til samanburðar. Ekki er að sjá neina marktæka breytingu í efnasamsetningu milli ára úr holu BN-1. Á myndum 34a-d er klóríð, kfsill, flúoríð og hlutfall súrefnissamsæta teiknað á móti tíma fyrir allan vinnslutíma holunnar. Kfsilstyrkur hefur ekkert breyst frá árinu 1984, en á fyrstu árum vinnslunnar var hann dálítið hærri. Klóríðstyrkur virðist sveiflast allmikið fyrstu árin, en taka verður með í reikninginn að greiningar á klóríði og sulfati fyrir árið 1984 eru ekki sambærilegar við þær sem síðar koma. Það var fyrst árið 1984 sem jónagreininir var tekinn í notkun á efnafræðistofu, og greiningar á þessum efnum fyrir þann tíma höfðu mun hærri óvissumörk og voru óreiðanlegri. Klóríð virðist hafa lækkað lítillega frá árinu 1984, en lækkunin er sveiflukennd. Sulfat sýnir svipuð einkenni og klóríð, en engin marktæk breyting sést í flúoríðstyrk. Magnesíumstyrkur er hvorki teiknaður né túlkaður hér, þar sem nákvæmar efnagreiningar á svo lágum styrk urðu fyrst mögulegar með tilkomu hins nýja atómisogstækis efnafræðistofu sem var tekið í notkun snemma á síðasta ári. Færri greiningar eru til af hlutfalli súrefnissamsætna en öðrum efnum og greiningarnar eru ekki sambærilegar allt árabilið, þar sem þær hafa verið gerðar á mismunandi rannsóknarstofum. Því verður að taka myndir af breytileika þess yfir langan tíma með fyrirvara, og hafa í huga að skekkjumörk sem Raunvísindastofnun Háskóla Íslands gefur upp gilda ekki fyrir öll sýnin. Svo virðist sem hlutfallið sé heldur herra eftir 1987 en hefur ekki breyst að ráði síðan.

Í töflu 3 sést að í holu HN-10 hefur orðið svolítill breyting milli árána 1991 og 1992. Þetta sést betur á myndum 35a-d. Á mynd 35b sést að kfsill er lægri í sýnunum frá 1992 og 1993, en í sýni frá 1991. Munurinn er meiri en tvö staðalfrávik mæliaðferðarinnar, þannig að hér er um marktækan mun að ræða. Þessi breyting sést líka í klóríði, flúoríði og sulfati. Hlutfall súrefnissamsætna er herra bæði árin 1991 og 1992, en það hefur verið áður, en virðist lækka örlítið

aftur í upphafi þessa árs. Þetta bendir til dálftillar hægfara kælingar í kerfinu eða endurspeglar mismikinn hlut einstakra vatnsæða í holuvatninu á þeim tíma sem sýnatakan fór fram. Efri æðar holunnar tengjast grunnvatnskerfinu í Eyjafirði og þar á sér stað eilítið innrennsli af köldu grunnvatni. Neðri æðarnar tengjast hins vegar fremur háþrýsta kerfinu sem BN-1 nemur vatn sitt úr (Guðni Axelsson og Grímur Björnsson, 1992). Ef gögnin frá vinnslutímanum eru skoðuð vandlega sést hægfara breyting í efnasamsetningu með tíma. Hún kemur fram í örlítið lækkuðum kísilstyrk, sulfatstyrk og styrk flúoríðs. Hlutfall súrefnissamsætna hefur einnig farið hækkandi. Sú hækkun hefur þó aðallega orðið milli árunna 1985 og 1987 en vafasamt er að túlka þá breytingu á sama hátt og hin efnin, þar sem mælingar fram til ársins 1987 voru gerðar á rannsóknarstofu í Kaupmannahöfn en frá og með árinu 1987 á Raunvísindastofnun Háskóla Íslands. Algengt er að nokkur munur geti verið á niðurstöðum samsætumælinga eftir því hvar þær eru gerðar, eins og getið er um hér að framan. Ekki sést nein marktæk breyting í klóríðstyrk. Í heild eru þessar breytingar í góðu samræmi við líkanreikninga af jarðhitasvæðinu við Botn (Guðni Axelsson og Grímur Björnsson, 1992) þar sem hægfara kælingu er spáð.

Laugaland og Ytri-Tjarnir

Í töflu 4 eru niðurstöður efnagreininga ársins 1992 úr holum LN-12, LJ-5 og TN-4. Til samanburðar eru greiningar frá árinu 1990 úr holu LJ-5 þar sem ekki var tekið heilsýni þar 1991. Úr holum LN-12 og TN-4 eru sýni til samanburðar frá 1991. Engar marktækar breytingar í efnasamsetningu sjást í holunum á Laugalandi síðan árið 1990, og á myndum 36a-d, og 37a-d sést að engar reglubundnar breytingar hafa orðið á efnasamsetningu vatns í holunum á vinnslutímanum. Sýni úr holu LJ-5 frá í mars 1993 hafa dálítið hærri styrk klóríðs og jafnframt lægri styrk flúoríðs og kísils en mælst hefur undanfarið. Þessi breyting er þó lítil og ekki marktæk ein sér. Ef lítið er á hlutfall súrefnissamsætna í holum LJ-5 og LN-12 sést að það er nokkuð hærra en á öðrum vinnslusvæðum hitaveitunnar. Það þarf því að fara varlega í að túlka hækkað hlutfall sem vott um innrennsli kalds vatns. Þar sem Laugaland er jafnframt gjöfulasta jarðhitasvæðið gæti skýringarinnar á hærri samsætuhlutfalli þó verið að leita í stærri hlutdeild staðbundins regnvatns í jarðhitakerfinu þar en annars staðar.

Myndir 38a-d sýna efnasamsetningu í holu TN-4. Þar hefur ekki heldur orðið nein marktæk breyting. Nokkrar sveiflur í klóríðstyrk eru sennilega vegna breytilegs hlutfalls æða með mismunandi klóríðstyrk.

Glerárdalur

Tafla 5 sýnir niðurstöður efnagreininga úr holu GÝN-7 frá árunum 1992 og 1991. Ekki hefur orðið marktæk breyting þar á, og ekki heldur á lengra tímabili eins og sést á myndum 39a-d.

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

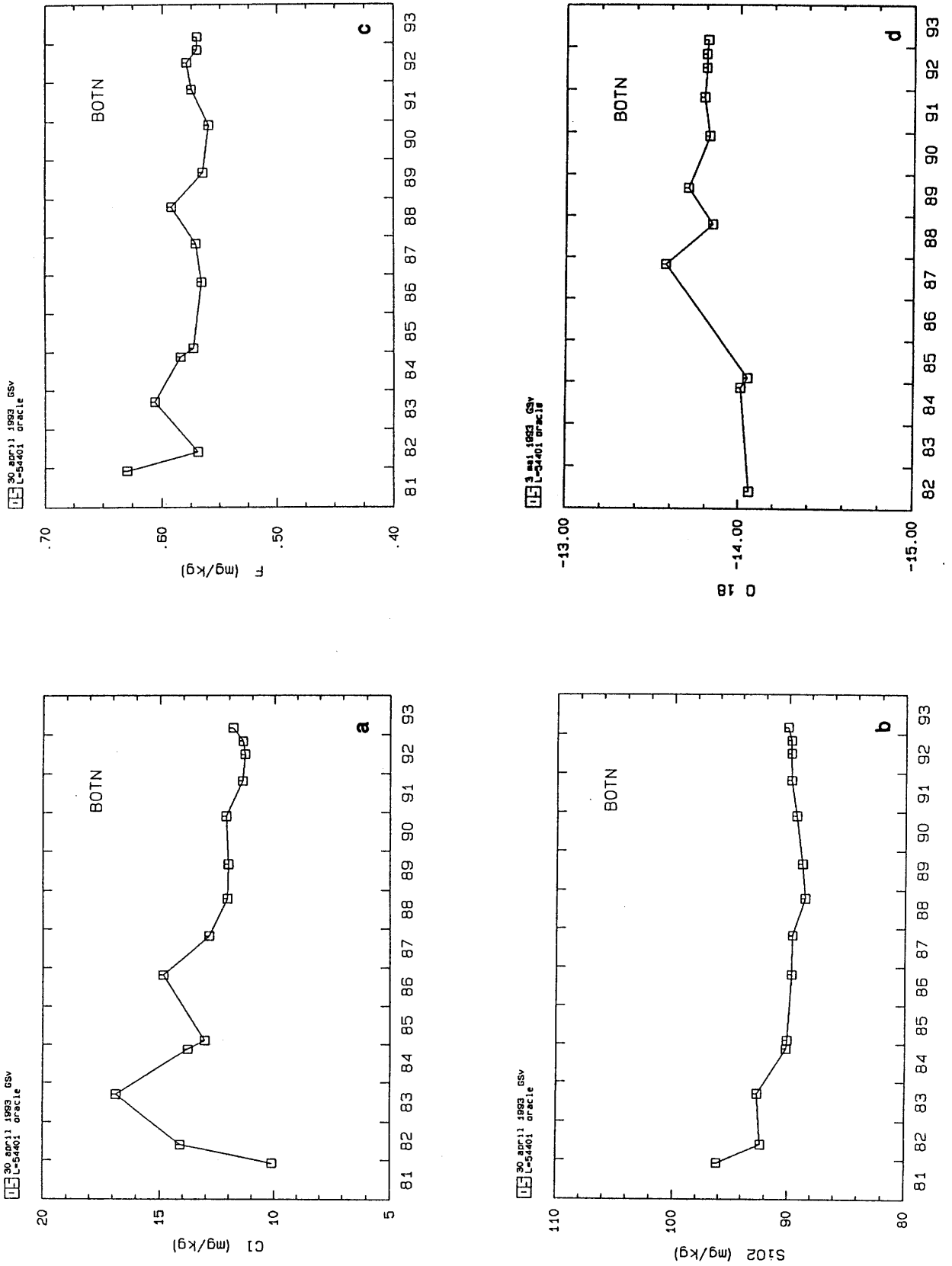
Hola	BN-1				HN-10			
Dagsetning Númer	91-10-24 91-0202	92-07-02 92-0152	92-10-30 92-0258	93-03-02 93-0021	91-10-21 91-0193	92-07-02 92-0154	92-10-30 92-0259	93-03-02 93-0024
Hiti (°C)	91,0	95,0	89,2	96,0	81,2	80,0	80,0	82,5
Sýrustig (pH/°C)	9,87/20	-	9,88/20	-	10,04/18	-	9,90/20	-
Kísill (SiO ₂)	89,8	89,8	89,8	90,1	73,5	72,1	72,0	70,8
Natríum (Na)	53,7	-	54,8	-	46,6	-	45,5	-
Kalíum (K)	1,1	-	1,2	-	0,8	-	0,8	-
Kalsíum (Ca)	4,3	-	4,5	-	3,4	-	3,5	-
Magnesium (Mg)	0,004	0,003	0,001	0,002	0,005	0,002	0,002	0,003
Karborat (CO ₂)	15,8	-	16,3	-	16,9	-	20,0	-
Súlfat (SO ₄)	50,6	52,5	52,9	54,1	36,7	35,0	35,2	35,9
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,07	-	0,08	-	0,07	-	0,05	-
Klórfíð (Cl)	11,4	11,3	11,4	11,8	7,8	7,0	7,5	7,5
Flúorfíð (F)	0,58	0,58	0,57	0,57	0,52	0,51	0,49	0,49
Brómíð (Br)	0,029	-	0,030	-	0,022	-	0,020	-
Bór (B)	0,19	-	0,19	-	0,16	-	0,16	-
Uppleyst efni	243	-	242	-	202	-	192	-
Súrefni (O ₂)	0	-	0	-	-	0	0	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,79	-13,80	-13,80	-13,81	-13,57	-13,51	-13,56	-13,64

Tafla 4. Jarðhitasvæðin við Laugaland og Ytri-Tjarnir. Efnasamsetning vatns (mg/l).

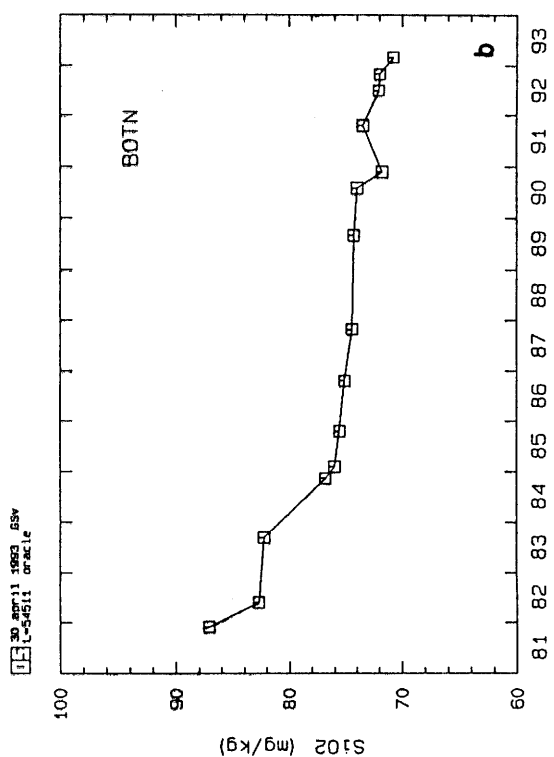
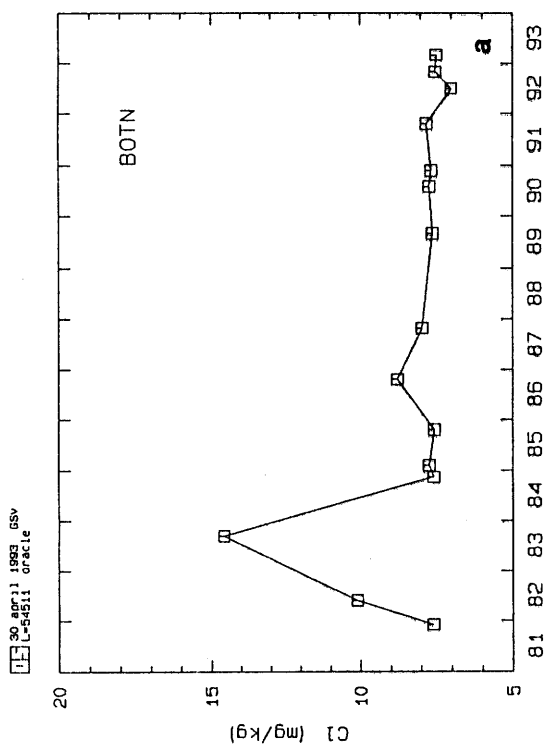
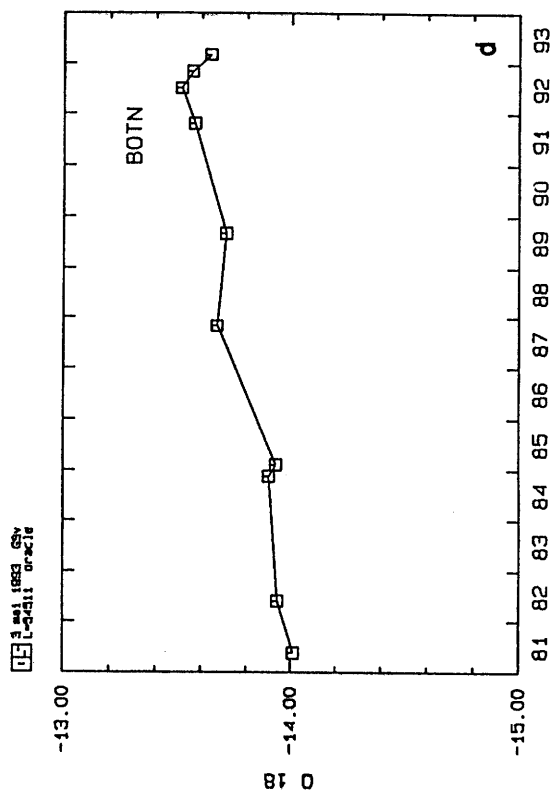
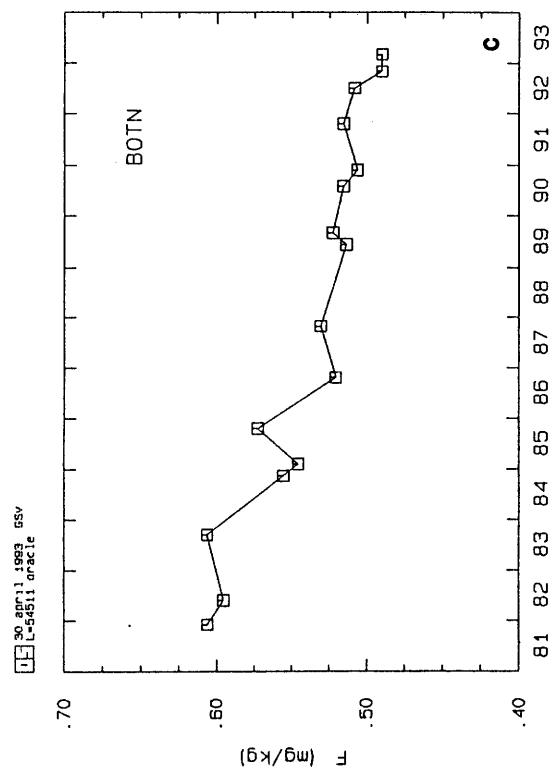
Hola	LN-12		LJ-5			TN-4			
Dagsetning Númer	91-10-24 91-0207	93-03-02 93-0020	90-08-03 90-0216	92-10-30 92-0257	93-03-02 92-0023	91-10-24 91-0203	92-07-02 92-0153	92-10-30 92-0256	92-03-02 93-0022
Hiti (°C)	95,5	97,0	94,0	91,2	92,5	80,5	83,5	80,2	83,0
Sýrustig (pH/°C)	9,78/24	-	9,83/21	9,82/18	-	9,98/19	-	9,98/17	-
Kísill (SiO ₂)	99,2	101,3	98,4	98,8	98,0	89,1	88,8	88,9	88,4
Natríum (Na)	49,0	-	53,4	53,9	-	55,9	-	56,6	-
Kalíum (K)	1,1	-	1,4	1,2	-	0,8	-	0,9	-
Kalsíum (Ca)	2,9	-	2,7	2,9	-	3,7	-	3,8	-
Magnesium (Mg)	0,002	0,002	0,001	0,001	0,001	0,004	0,002	0,001	0,001
Karborat (CO ₂)	17,9	-	19,3	17,9	-	14,5	-	17,0	-
Súlfat (SO ₄)	38,1	39,0	37,7	39,2	39,6	46,3	45,5	46,3	46,8
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,09	-	0,07	0,06	-	0,07	-	0,08	-
Klórfíð (Cl)	11,2	11,3	12,2	12,8	14,3	14,5	14,6	14,9	15,2
Flúorfíð (F)	0,41	0,40	0,38	0,37	0,35	0,45	0,46	0,43	-0,44
Brómíð (Br)	0,04	-	-	0,03	-	-	-	0,04	-
Bór (B)	0,16	-	0,15	0,16	-	0,20	-	-	-
Uppleyst efni	243	-	238	236	-	251	-	251	-
Súrefni (O ₂)	0	-	0	0	-	0	-	0	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-	-13,31	-	-13,29	-13,29	-	-13,96	-14,07	-14,02

Tafla 5. *Glerárdalur. Efnasamsetning vatns (mg/l).*

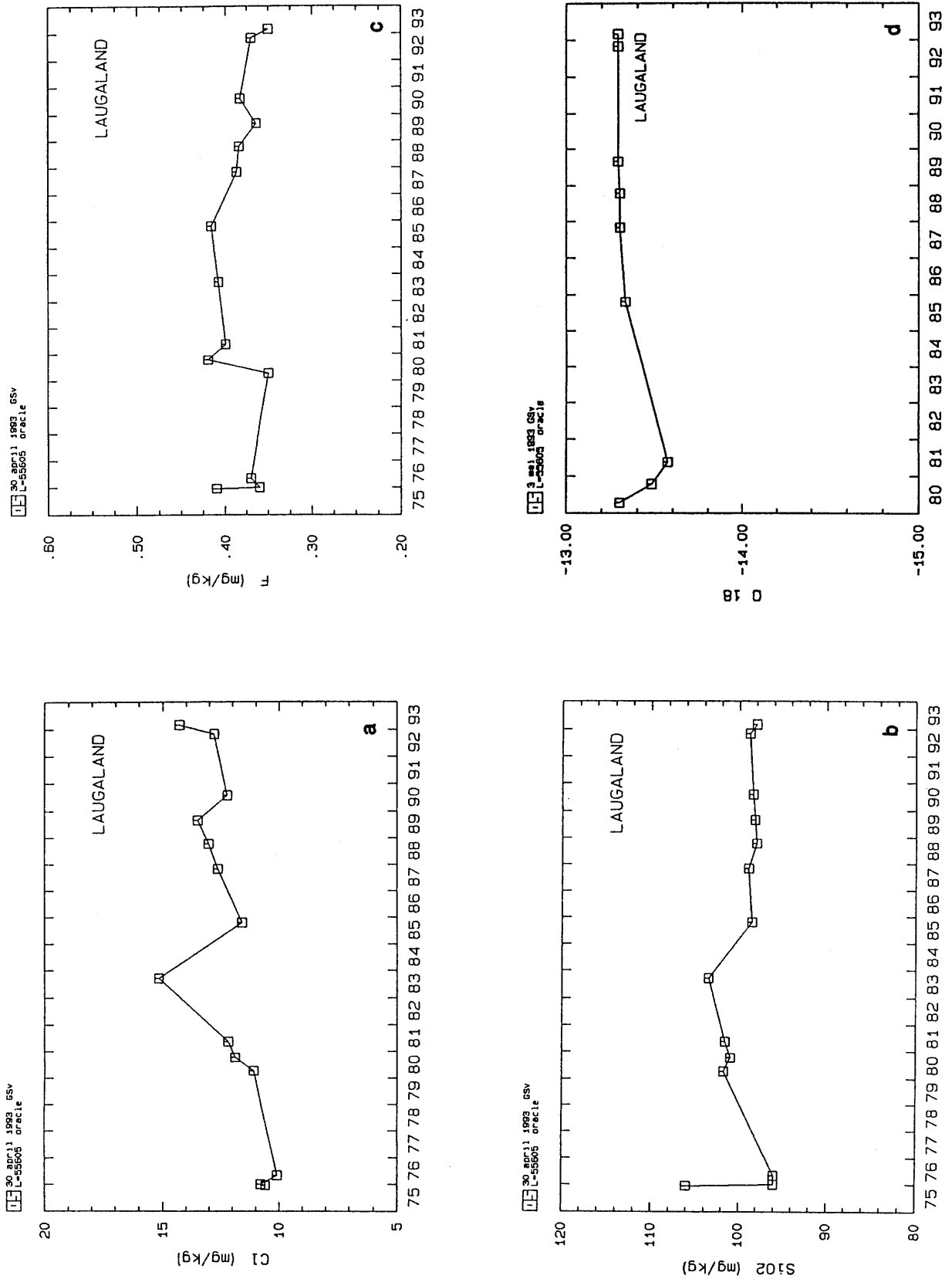
Hola	GYN-7	
Dagsetning Númer	91-10-24 91-0206	92-10-30 92-0263
Hiti (°C)	60,0	59,0
Sýrustig (pH/°C)	10,00/21	9,98/19
Kísill (SiO ₂)	75,5	74,3
Natríum. (Na)	48,2	49,0
Kalíum (K)	0,6	0,6
Kalsíum (Ca)	2,7	2,8
Magnesíum (Mg)	0,003	0,004
Karbónat (CO ₂)	16,4	16,9
Súlfat (SO ₄)	31,7	32,1
Brennist.vetni (H ₂ S)	0,05	0,06
Klóríð (Cl)	10,7	11,4
Flúoríð (F)	0,60	0,59
Brómíð (Br)	0,026	0,020
Bór (B)	0,22	0,23
Uppleyst efni	212	200
Súrefni (O ₂)	0	0
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-	-13,91



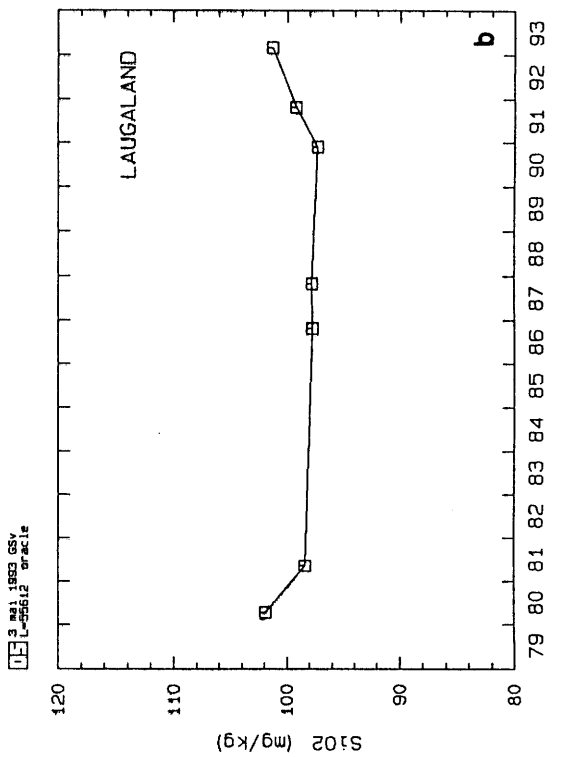
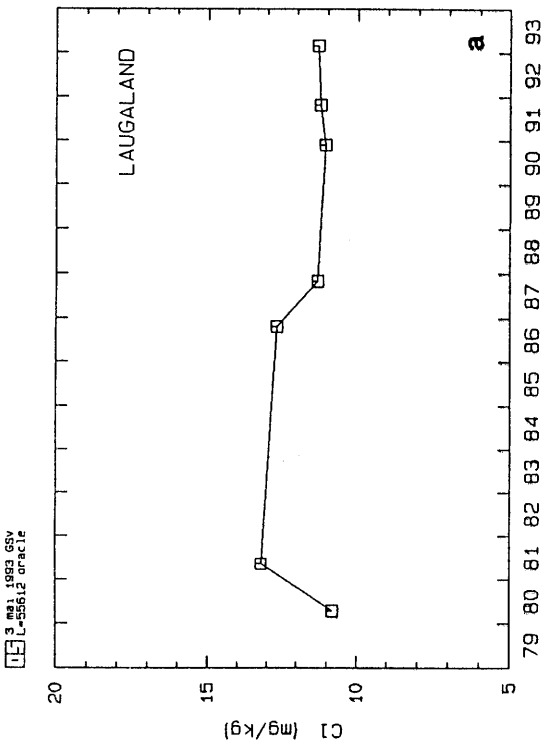
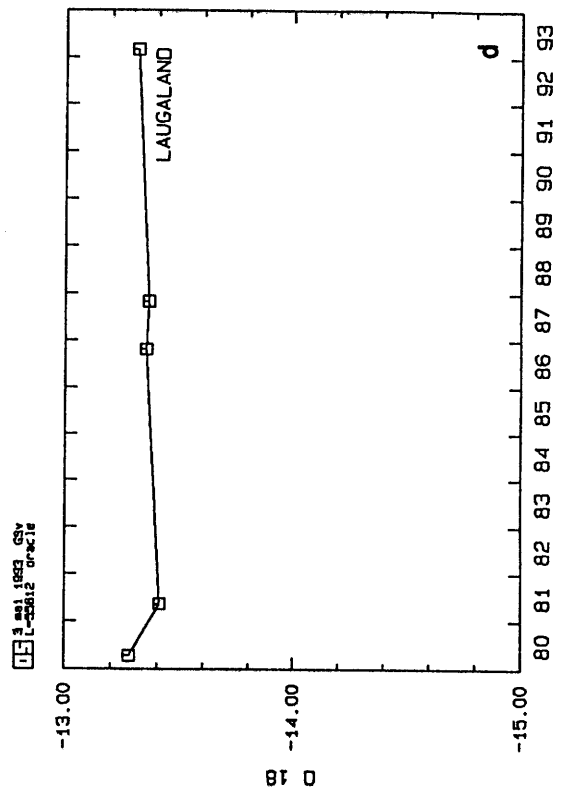
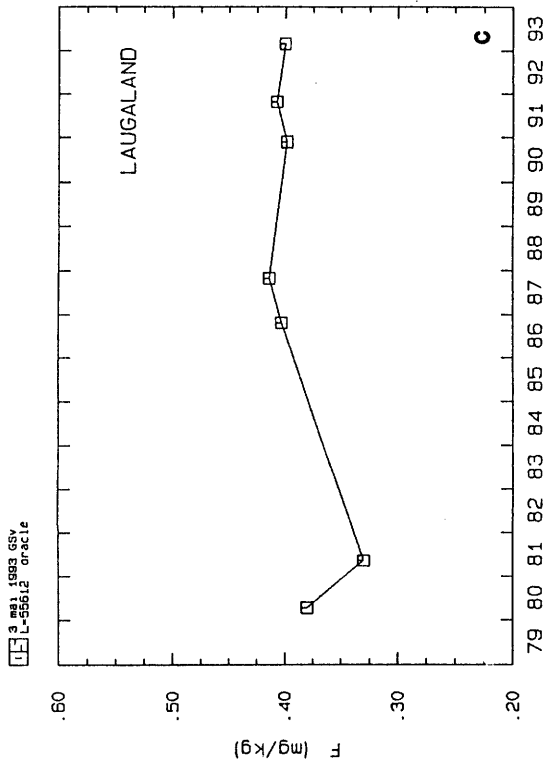
Mynd 34 a-d. Styrkur klóríðs, kísils, flúoríðs og súrefnissamsæta í vatni úr holu BN-1.



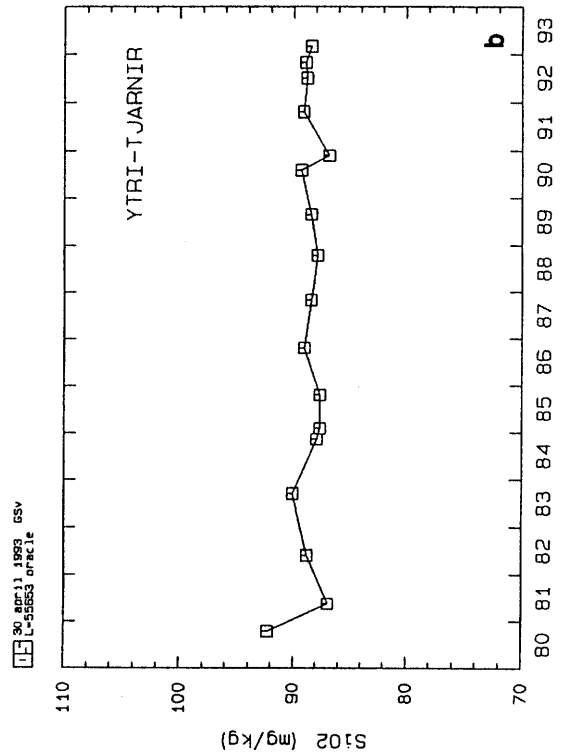
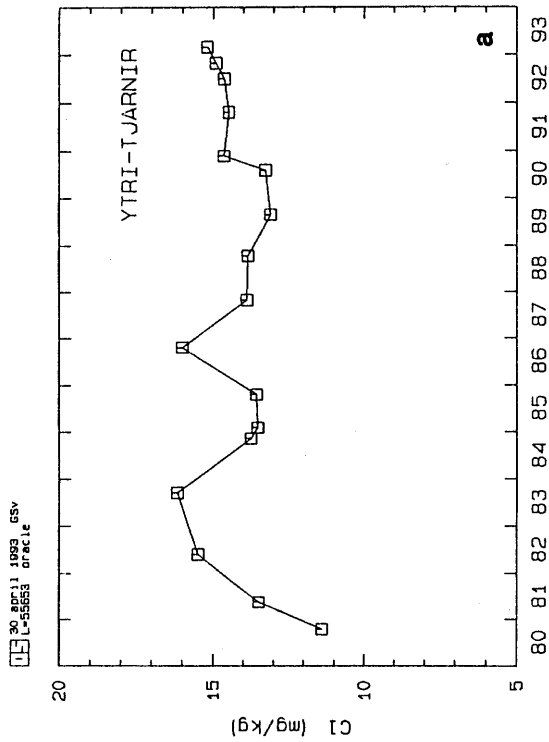
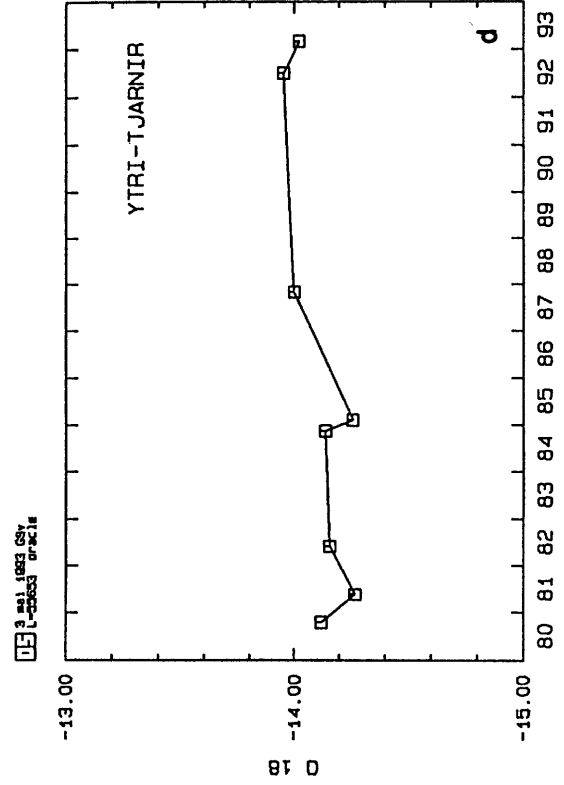
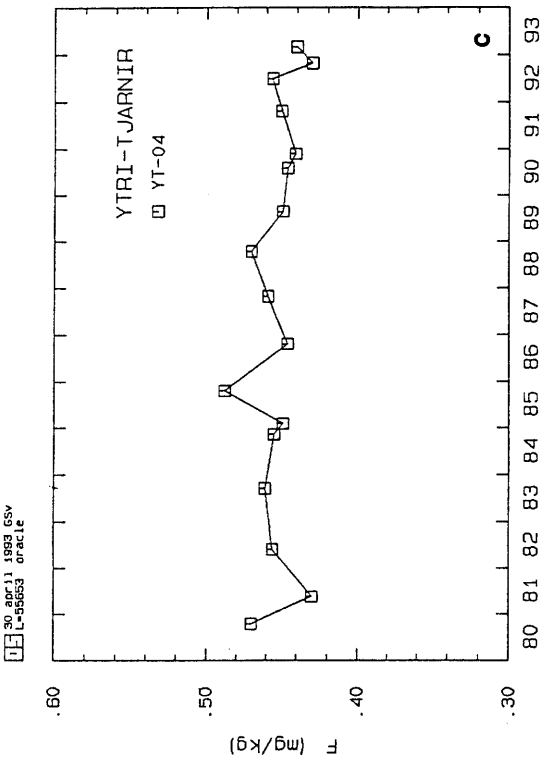
Mynd 35 a-d. Styrkur klóríðs, kísils, flúoríðs og súrefnissamsæta í vatni úr holu HN-10.



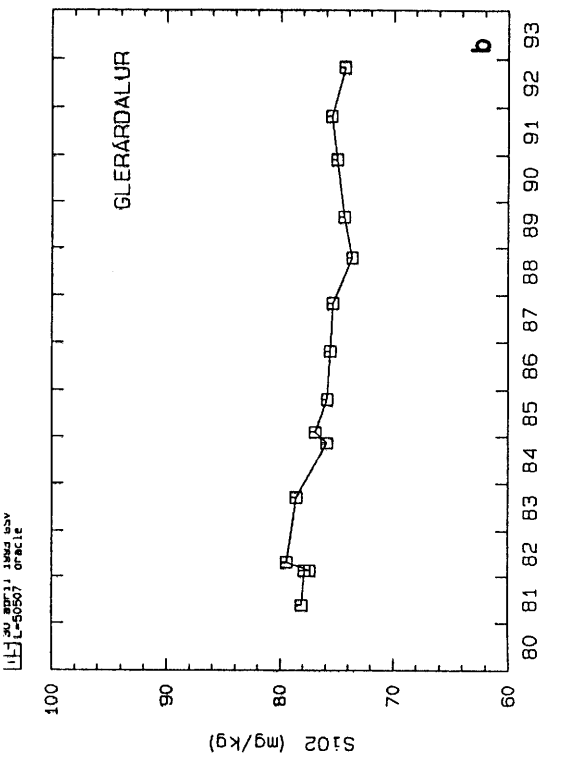
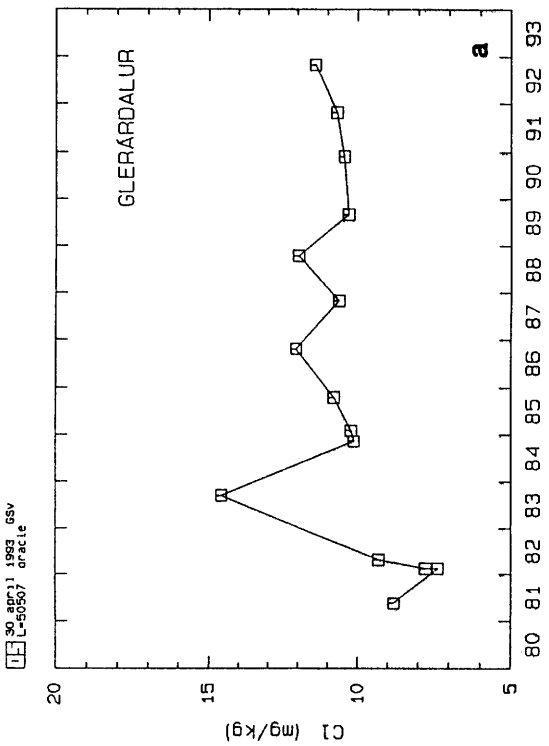
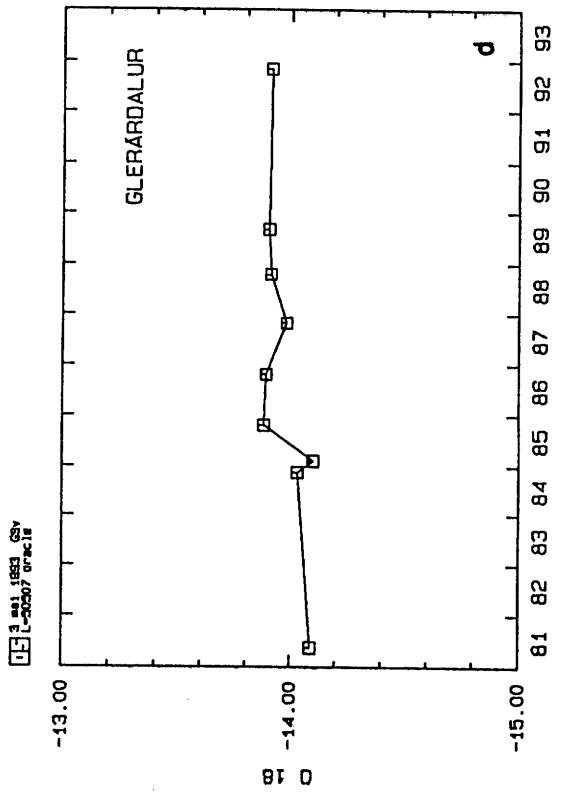
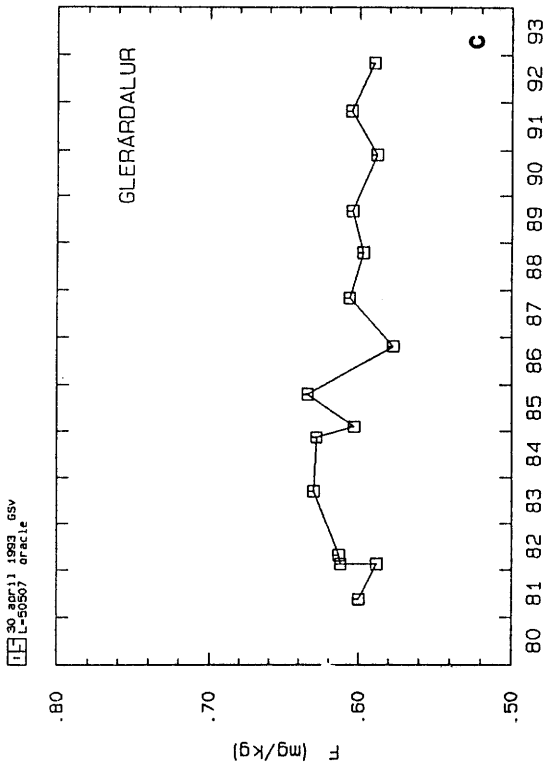
Mynd 36 a-d. Styrkur klóríðs, kísils, flúoríðs og súrefnissamsæta í vatni úr holu LJ-5.



Mynd 37 a-d. Styrkur klóríðs, kísils, flúoríðs og súrefnissamsæta í vatni úr holu LJ-12.



Mynd 38 a-d. Styrkur klóríðs, kísils, flúoríðs og súrefnissamsæta í vatni úr holu TN-4.



Mynd 39 a-d. Styrkur klóríðs, kísils, flúoríðs og súrefnissamsæta í vatni úr holu GY-7.

5. ORKU- OG AFLÞÖRF HITAVEITU AKUREYRAR

Í bráðabirgðaskýrslu frá Orkustofnun um stöðu og horfur í vatnsöflun Hitaveitu Akureyrar frá því í febrúar 1993 (Ólafur G. Flóvenz o. fl. 1993b) voru raktir lauslega helstu kosti sem komið gætu til greina til að anna orku- og aflþörf Hitaveitu Akureyrar næsta áratuginn. Nú hafa þessir kostir verið skoðaðir betur og ýmsilegt skýrst í sambandi við verð og vinnslugetu. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen á Akureyri bar saman orkuverð á nokkrum valkostum til orkuöflunar í skýrslu í júní 1993 og Orkustofnun sendi frá sér niðurstöður af dæluþrófunum á Laugalandi á Þelamörk (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1993a). Í ljósi þessa hefur Hitaveita Akureyrar ákveðið að koma upp rafskautakatli í samvinnu við Mjólkursamslag KEA og virkja jarðhitasvæðið á Laugalandi á Þelamörk á árinu 1994.

Til að fullnægja þörfum hitaveitunnar þarf bæði að vera til staðar næg orka og nóg afl. Jarðhitasvæðin sem hitaveitan notar þurfa að gefa af sér næga orku að meðaltali yfir árið en jafnframt þurfa þau að geta gefið frá sér mikið afl á álagstímum ársins, þ.e. mikla orku á tímaeiningu. Þótt jarðhitasvæðin búi yfir nægri orku er ekki þar með sagt að þau ráði yfir nægu afli í mestu kuldaköstum. Orkan í jarðhitasvæðunum hefur fram að þessu verið næg en farið er að bera á aflskorti á kaldasta tíma ársins.

5.1 Afl og aflþörf

Það er tvennt sem aðallega takmarkar afl jarðhitasvæðanna, dælurnar í holunum og vatnsborðið í holunum þegar mikils afls er þörf. Á sumrin þegar vatnsborð stendur hátt í holum er stærð dælanna hinn takmarkandi þáttur en síðla vetrar er það lágt vatnsborð í holunum. Því skiptir miklu máli að haga vinnslunni þannig að Laugaland, aflmesta svæðið, sé nýtt sem minnst utan álagstíma þannig að vatnsborð standi hátt síðla vetrar þegar mikillar dælingar er þörf.

Auk uppsetts afls í jarðhitasvæðunum eru til staðar um 12,5 MW í olfukatli hitaveitunnar og litlum rafskautakatli. Þessir katlar duga til að hita um það bil 56 l/s af 27°C heitu bakrásarvatni upp í 80°C. Það er nokkru minna en það bakrásarvatn sem fæst við mesta álag (69 l/s). Tafla 6 sýnir uppsett afl veitunnar eins og það er nú og eins og það verður árið 1995 þegar rafskautaketið hefur verið settur upp í Mjólkursamlaginu og Þelamerkursvæðið hefur verið tengt hitaveitunni.

Samkvæmt þessu er uppsett afl veitunnar nóg til að anna áætlaðri hámarksaflþörf ef vatnsborð á Laugalandi leyfir að allar dælur séu í gangi þar samtímis á fullum afköstum. Ef hins vegar vatnsborð á Laugalandi fer mjög neðarlega verður að draga verulega úr dælingu þaðan. Við það minnkar tiltækt afl hitaveitunnar mjög verulega. Er það bæði vegna þess að Laugalandsholurnar eru langaflmestu holurnar og vegna þess að skert vinnsla þaðan dregur úr fánlegu bakrásarvatni og þar með úr aflframleiðslu olú- og rafskautakatta. Af þessum sökum er það gífurlega mikilvægt atriði að spara Laugalandssvæðið eins og frekast er kostur þegar aflþörf er ekki mikil þannig að vatnsborð þar sé aldrei það neðarlega að til aflþurrðar komi í kuldaköstum á veturnum. Ef vatnsborð á Laugalandi fer niður að dælum á kaldasta tíma má búast við að vinnslugetan falli í um 42 l/s. Við þær aðstæður fengjust einungis 132 l/s af jarðhitasvæðunum í heild og bakrásarvatnið minnkaði í um 39 l/s þannig að heildarvatnsmagnið, sem senda mætti út á kerfið, væri aðeins um 171 l/s, sem er talsvert undir hæstu vikumeðalnotkun á síðustu tveimur árum. Í slæmum kuldaköstum gæti því aflskortur á Laugalandi leitt af sér alvarlegt ástand hjá hitaveitunni á versta tíma ársins þrátt fyrir nægt uppsett afl í olú- og rafskautaköttlum.

Tafla 6. Uppsett afl á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar með núverandi dælubúnaði og kynditækjum.

	Núverandi staða			Eftir virkjun Þelamerkur og upps. rafskautsketils í Mjólkursamlagi		
	Hámarks rennsli (l/s)	Varmaafi (MW)	Hámarks rennsli við lægstu vatnsstöðu á Laugalandi (l/s)	Hámarks rennsli (l/s)	Varmaafi (MW)	Hámarks rennsli við lægstu vatnsstöðu á Laugalandi (l/s)
Laugaland	145	39,4	42	145	39,4	42
Ytri-Tjarnir	34	7,5	34	34	7,5	34
Botn	33	8,6	33	33	8,6	33
Glerárdalur	23	2,9	23	23	2,9	23
Laugal. Þelam.				17	3,8	17
Samtals frá jarðhitasvæðum	235	57,4	132	252	61,2	149
Bakrásarvatn	69	0	38,9	74	0	44
Rafhitun/ólíuhitun á öllu bakrásarvatni	56	12,4	38,9	74	16,4	44,0
Samtals uppsett afl	291	69,8	170,9	326	77,6	193
Áætluð hámarksrennsli dagsmeðaltal	230		230	230		230

Áætlað hámarksrennsli er talið vera 10% hærra en hæsta dagsmeðaltal árána 1991 og 1992.

Virkjun Laugalands á Þelamörk og rafhitun vatns af Glerárdal bætir úr þessu. Afl veitunnar vex að vísu ekki nóg til að hitaveitan þoli að missa Laugaland í Eyjafjardarsveit niður í 42 l/s en með því að nota Þelamerkursvæðið og rafhitunina sem grunnafi minnka verulega líkurnar á því að vatnsborð á Syðra-Laugalandi nálgist dæluþýpið.

Til að tryggja hitaveituna gegn því að lenda í aflskorti er nauðsynlegt að hefja kyndingu með varafstöðvum nægjanlega snemma á veturna til að hindra aflþurrð á Laugalandi.

5.2 Orkuvinnsla og orkuþörf

Mynd 40 sýnir einfaldað yfirlit yfir uppbyggingu orkuvinnslu- og dreifikerfis Hitaveitu Akureyrar eins og það er nú. Mynd 41 sýnir kerfið eftir að rafskautskatli, sem staðsettur verður í húsnæði Mjólkursamlagsins, hefur verið bætt við.

Tafla 2 hér að framan sýnir yfirlit um orkuvinnslu jarðhitasvæðanna sem Hitaveita Akureyrar nýtir ásamt orkuvinnslu í varmadælum. Árið 1992 notaði hitaveitan að meðaltali 114 l/s af heitu vatni úr jarðhitasvæðunum sem jafngilda 227,5 GWh af varmaorku við nýtingu í 30°C. Þessu til viðbótar framleiddi hitaveitan 9,6 GWh með varmadælum, alls 237,1 GWh. Af töflunni má enn fremur sjá að á árinu 1992 nýtti hitaveitan um 92% þeirrar orku sem áætlað er að jarðhitasvæðin gefi af sér að meðaltali fram til ársins 2005 og er þá miðað við nýju vinnsluspána. Jarðhitasvæðið á Botni var nánast fullnýtt miðað við núverandi dælubúnað, 92% af orkumætti Laugalands var nýtt, 89% af Ytri-Tjörnum og 88% af Glerárdal. Engu að síður jaðraði við aflskort á kaldasta tíma ársins og var lítillega gripið til kyndistöðvarinnar.

Tafla 7 sýnir síðan yfirlit um orkuvinnslu og orkunotkun hitaveitunnar og hvernig orkunotkunin skiptist milli notenda á Akureyri, notenda í Eyjafjarðarsveit og orkutapa á aðveitukerfi.

Tafla 7. Yfirlit um orkuvinnslu og orkunotkun Hitaveitu Akureyrar. Tölurnar eru meðaltal árunna 1991 og 1992. Talan sem sýnir orkutöp er einungis mismunatala orkunotkunar og orkuvinnslu.

Orkuvinnsla af jarðhitasvæðum	222 GWh		Samkvæmt vinnslueftirliti
Orkuvinnsla með varmadælum	11 GWh		Uppl. Magnúsar Finnssonar
Orka til Eyjafjarðarsveitar		24 GWh	10% % Skv. yfirliti frá HVA 1992
Orka út á bæjarkerfi á Akureyri		197 GWh	85%
Orkutap í aðveitukerfi		12 GWh	5%
Samtals	233	233	

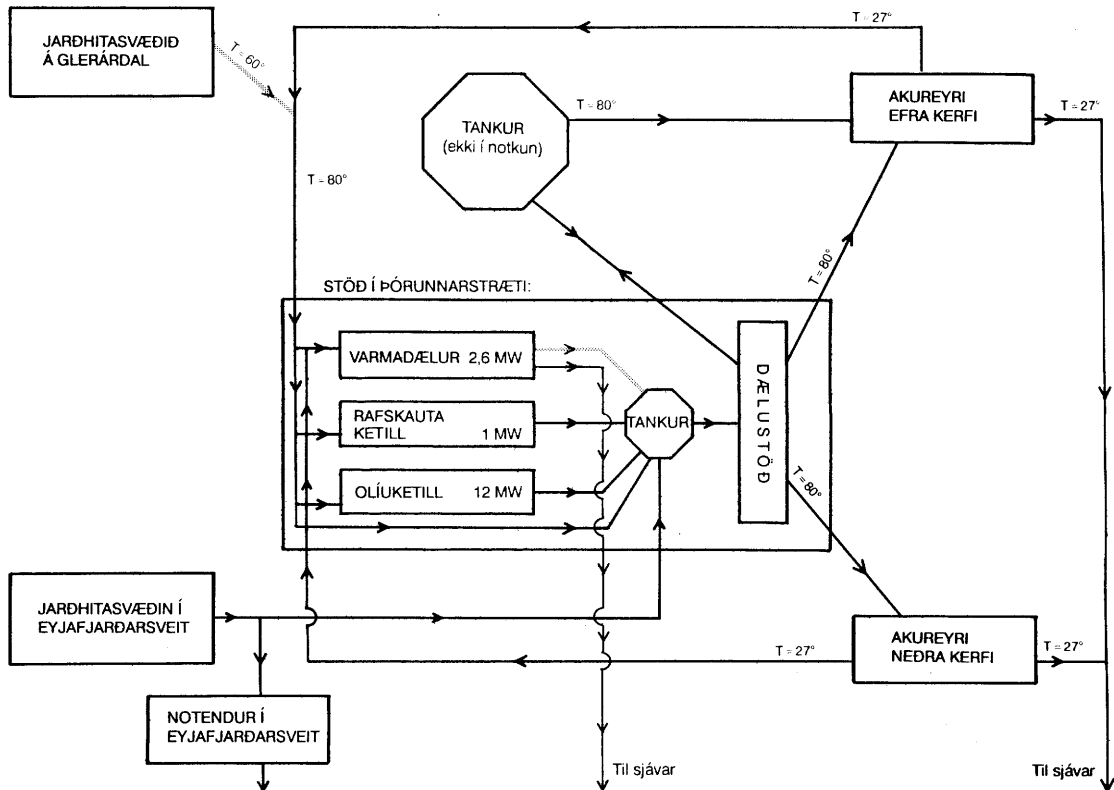
Mynd 42 sýnir varmaorkunotkun Hitaveitu Akureyrar frá 1981 til og með 1992. Þar er einnig sýnd áætluð aukning í notkun miðað við bæði 1% og 2% árlegan vöxt í orkunotkun og það borðið saman við áætlaðan orkumátt (vinnslugetu) hitaveitunnar samkvæmt nýju vatnsborðsspánum. Reynsla undanfarinna ára bendir til að árleg aukning í orkuþörf hitaveitunnar sé á þessu bili. Gert er ráð fyrir að orkumáttur hitaveitunnar vaxi úr um 272 GWh árið 1992 í um 305 GWh árið 1995 með tilkomu tengingar jarðhitasvæðisins á Þelamörk við dreifikerfið á Akureyri og með tilkomu rafskautaketils sem hitar allt vatn af Glerárdal úr 60°C í 80°C. Frá árinu 1995 er gert ráð fyrir hægfara minnkun í orkumætti vegna kælingar vatns úr holu LPN-11 á Þelamörk. Þá er gert ráð fyrir því að orkumáttur hitaveitunnar aukist enn árið 2000 með breytingu á dælubúnaði í holu HN-10 á Botni. Með þessu móti ætti að vera tryggt að orkumáttur veitunnar haldist um 300-310 GWh fram til ársins 2005 eða til þess tíma er vatnsborðsspárnar ná.

Mynd 42 sýnir að með þeim ákvörðunum um aukningu orkumáttar sem nú hafa verið teknar og hugsanlegri breytingu á dælubúnaði í HN-10 þá mun væntanlega takast að anna orkuþörf Hitaveitu Akureyrar fram til ársins 2005 ef árleg aukning í orkuþörf verður ekki meiri en 2%.

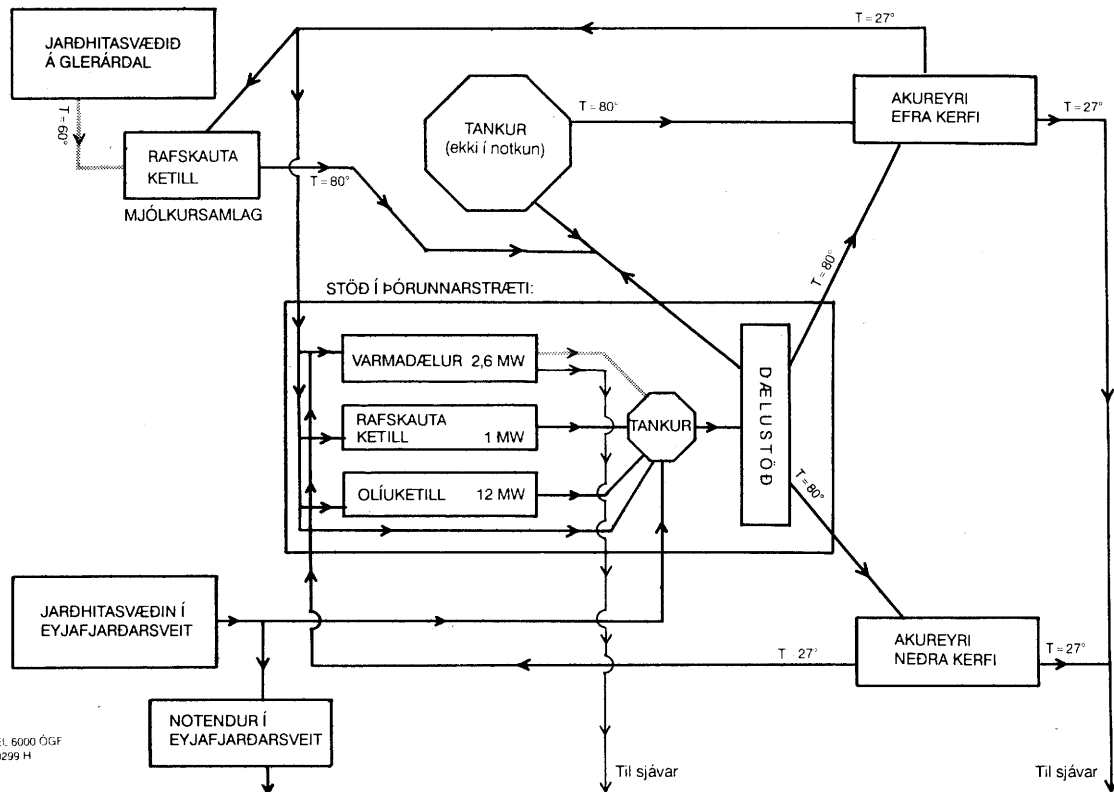
Þótt þannig sé líklegt að orkuþörf hitaveitunnar verði fullnægt a.m.k. til ársins 2005 kemur til með að gæta aflþurrðar fyrr. Reynslan sýnir að aflþurrðar fer að gæta þegar orkuvinnslan nær 90% af árlegum orkumætti. Miðað við 2% árlega aukningu í orkunotkun mætti því fara að búast við aflskorti um eða upp úr aldamótum.

Þær aðgerðir sem nú þegar hafa verið ákveðnar tryggja hitaveitunni næga orku og afl næstu árin án stórfelldra fjárfestinga. Verulega líkur eru einnig til að enn megi talsvert auka orkuvinnslu með því að leita uppi vatnskerfi sem vitað er um í grennd núverandi vinnslusvæða og virkja þau. Ennfremur er líklegt að verulegir möguleikar til aukinnar orkuvinnslu felist í niðurdælingu kalds vatns eða bakrásarvatns í einhver af núverandi vinnslusvæðum hitaveitunnar.

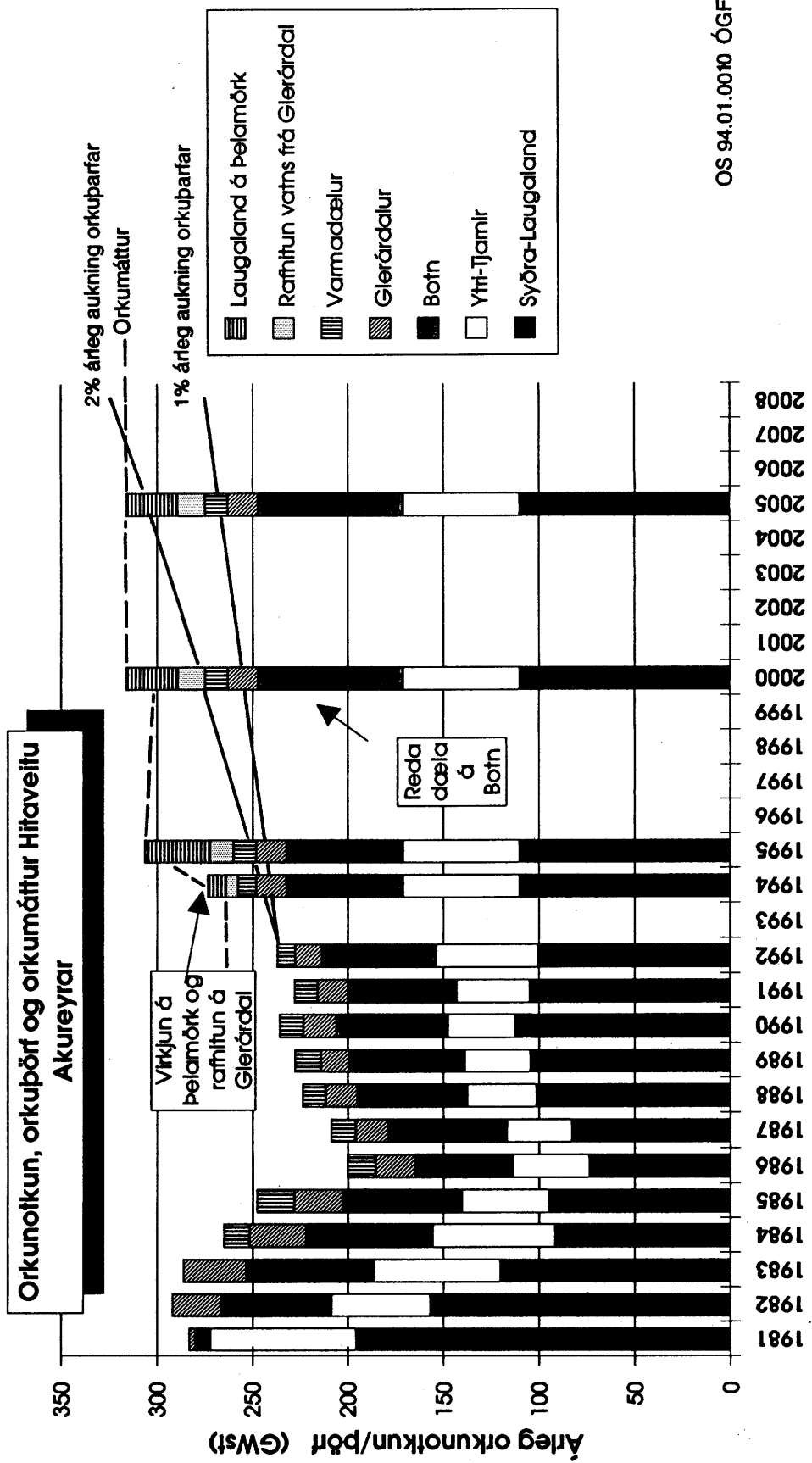
Líklegt er að með skipulegum rannsóknum og hæfilegum framkvæmdahraða við ný virkjunarsvæði á næstu árum megi tryggja hitaveitunni næga ódýra viðbótarorku á næstu 1-3 áratugum án þess að leggja þurfi í stórfelldar fjárfestingar og stuðla þannig að því að orkuverð frá Hitaveitu Akureyrar geti lækkað til samræmis við aðrar hitaveitur landsins.



Mynd 40. Einfaldað yfirlit yfir uppbyggingu orkuvinnslu og dreifikerfis.



Mynd 41. Einfaldað yfirlit yfir uppbyggingu orkuvinnslu og dreifikerfis að viðbættum rafskautakati.



Mynd 42. Orkunotkun, orkupörf og orkumáttur Hitaveitu Akureyrar frá 1981 til og með 1992.

6. HELSTU KOSTIR TIL FREKARI ORKUÖFLUNAR

Til að mæta vaxandi orku- og aflþörf á næstu árum eru nokkrir kostir fyrir hendi. Tveir eru augljóslega nærtækastir, virkjun Laugaland á Þelamörk og rafhitun bakrásarvatns. Þegar hefur verið tekin ákvörðun um að koma upp rafskautakatli í samvinnu við Mjólkursamlagið og nýta ketilinn til þess að hita vatn frá jarðhitasvæðinu á Glerárdal úr 60°C í 80°C og senda það beint út á efra kerfið, hugsanlega í gegnum efri miðlunartankinn (mynd 41). Einnig hefur verið tekin ákvörðun um að virkja Þelamerkursvæðið á árinu 1994. Þá er einfalt að auka vinnslu á Botni með því að skipta um dælu í HN-10 og setja þar Reda dælu í stað öxuldælu.

Að þessum þremur kostum frátöldum eru ýmsir aðrir kostir inni í myndinni, svo sem rafhitun bakrásarvatns, niðurdæling í jarðhitasvæðin, virkjun nýrra svæða í Eyjafjarðarsveit og loks virkjun á Reykjum í Fnjóskadal. Hér á eftir er fjallað um ofangreinda kosti, hagkvæmni þeirra og áhrif á orkubúskap hitaveitunnar.

6.1 Laugaland á Þelamörk

Rannsóknunum á vinnslugæfni jarðhitasvæðisins á Laugalandi lauk haustið 1993. Að undangengnum ítarlegum yfirborðsrannsóknum og borunum grunnra rannsóknarhola var staðsett djúp rannsóknarhola (LPN-10) vorið 1992. Henni var ætlað að skera úr um hvort sprungu sem liggur nær samsíða bökkum Hörgár við Laugaland hallaði til suðausturs eða norðvesturs. Í ljós kom að hallinn var til norðvesturs og þar með missti holan marks. Í beinu framhaldi af borun LPN-10 var hola LPN-11 staðsett norðvestan sprungunnar, eins langt frá henni og unnt var án þess að lenda úti í Hörgá. Holan hitti á sprunguna á um 430 m dýpi þar sem mjög opin vatnsæð kom í holuna. Vegna hruns í holunni við æðarnar varð að hætta borun holunnar á 451 m dýpi.

Að borun lokinni var holan virkjuð og hafist handa um langtímadæluprófun hennar í nóvember 1992. Í maí 1993 var síðan hafist handa við að kanna áhrif niðurdælingar í grunnu rannsóknarholurnar á svæðinu. Dæluprófuninni og niðurdælingunni lauk í ágúst 1993 og lokaskýrsla um niðurstöðurnar er væntanleg í ársbyrjun 1994.

Engu að síður liggur nokkurn veginn ljóst fyrir hver afköst svæðisins eru miðað við núverandi borholur. Þannig virðist svæðið standa vel undir 20 l/s dælingu ef 3 l/s er skilað niður aftur um holur 8 og 6 (Ólafur G. Flóvenz o. fl. 1993a)

Í bráðabirgðaskýrslunni frá febrúar 1993 var orkuverð frá Laugalandi talið verða um 0,27 kr/kWh ef miðað er við þann kostnað sem leggja þarf í til viðbótar til að koma vatninu inn til Akureyrar en 0,44 kr/kWh ef þegar áfallinn stofn- og rannsóknarkostnaður er meðtalinn. Í skýrslu Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen og Hitaveitu Akureyrar frá júní 1993 eru þessar tölur endurmetnar. Samkvæmt því verður orkukostnaður 0,41 kr/kWh ef aðeins er miðað við viðbótarkostnaðinn. Munurinn liggur fyrst og fremst í hærri stofnkostnaði við aðveituæðina í síðarnefnda matinu og heldur minni vinnslu. Ef forsendum þessum er síðan beitt til að reikna út orkuverð miðað við allan kostnað fást 0,56 kr/kWh.

6.2 Hitun með rafskautakatli

Í bráðabirgðaskýrslunni frá febrúar 1993 (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1993b) var orkuverð frá rafskautakatli, sem hitar vatnið af Glerárdal úr 60°C í 80°C, talið verða 1,31 kr/kWh án niðurgreislur úr ríkissjóði. Frá þeim tíma hefur Landsvirkjun boðið verulega verðlækkun raforku og

einnig er stofnkostnaður ketilsins talinn verða mun lægri en þar var ætlað. Þannig metur VST orkuverðið frá katlinum á 0,66 kr/kWh fyrstu 6 árin en 1,01 kr/kWh næstu 4 ár þar á eftir. Ef tekið er tillit til bættrar nýtingu varmadælna verða tölurnar 0,52 kr/kWh og 0,79 kr/kWh.

Þar sem raforkuverð á rafskautaketil verður hagstætt næstu 6 árin er heppilegt að nýta rafskautaketilinn eins og frekast er unnt og hvíla jarðhitasvæðið á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit eins og hægt er. Með því móti mun vatnsborð á Laugalandi hækka verulega og þar með yrði nægt afl tryggt til að mæta hörðum vetrum. Því er rétt að kanna þann möguleika að nýta rafskautaketilinn einnig til að hita hluta bakrásarvatns af efra svæðinu.

6.3 Aukin dæling úr HN-10

Einn þeirra kosta sem nærtækastir eru til aukinnar orkuvinnslu er að auka dælingu úr holu HN-10 á Botni. Til þess að það sé hægt þarf að skipta um dælubúnað í holunni. Hér á eftir er reiknað að með að setja þurfi Reda dælu í holuna til að auka megi vinnslu. Á hitt ber þó að líta að hugsanlega eru þau mörk sem notuð hafa verið sem hámarksdýpi fyrir öxuldælur ekkert heilög. Því er rétt að kanna til hlítar hvort unnt sé með góðu móti að nota öxuldælur niður á 300-400 m dýpi áður en ráðist yrði í skipti yfir í Reda dælu.

Í greinargerð Orkustofnunar í febrúarlok 1993 (Grímur Björnsson o.fl.) var talið að með því að auka vinnslu úr HN-10 um 8 l/s myndi niðurdráttur vaxa um 170 m. Var reiknað með að orkuverð vegna viðbótarinnar sem þannig fengist næmi 0,41 kr/kWh.

Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen á Akureyri endurmat kostnað við dæluskripti í HN-10 í júní 1993. Forsendur voru svipaðar nema reiknað var með að afskrifa þyrfti um 50% af núverandi dælubúnaði þar sem hann nýttist ekki strax annars staðar. Með þessu móti fékkst að orkukostnaður viðbótarinnar sem fengist með dælusfkun næmi 0,50 kr/kWh sem er sambærilegt við aðra nærtæka kosti.

6.4 Niðurdæling í vinnslusvæðin

Nýlega er komin úr skýrsla um niðurdælingartilraun sem gerð var á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit árið 1991 (Guðni Axelsson o.fl., 1993). Þar er komist að þeirri niðurstöðu að auka megi orkuvinnslu á Laugalandi talsvert með því að dæla niður bakrásarvatni eða köldu vatni í holu LJ-8 og ef til vill fleiri holur tengdar jarðhitakerfinu þar. Í bráðabirgðaskýrslunni frá febrúar 1993 var lauslega skotið á hagkvæmni þess að senda bakrásarvatn frá Akureyri fram á Laugaland og dæla því þar niður. Benda líkur til að þetta geti verið hagkvæmur kostur. Hins vegar er augljóst að ekki er unnt að nota sama bakrásarvatnið í margs konar tilgangi; ef t.d. 30 l/s yrði dælt niður í Eyjafjarðarsveit takmarkaðist notagildi vamaðæla og rafskautaketils verulega. Því er hugmyndin um niðurdælingu bakrásarvatns varla raunhæf næstu árin, a.m.k. ekki meðan ódýr raforka er í boði. Öðru máli gegnir um niðurdælingu á köldu vatni í jarðhitakerfið á Laugalandi. Í áðurnefndri skýrslu um niðurdælinguna er lagt til að gerð verði tilraun með niðurdælingu kalds vatns í holu LJ-8. Reynist það vel gæti þar verið um góðan kosta að ræða til að auka orkuvinnslu á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit með litlum tilkostnaði. Einnig gæti niðurdæling þar í skamman tíma yfir háveturinn lyft vatnsborði og komið í veg fyrir afþurrð í kuldatið síðla vetrar. Því er lögð talsverð áhersla á að niðurdælingartilraunum verði haldið áfram á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit.

6.5 Virkjun annarra svæða

6.5.1 Grýta

Heitt vatn rennur enn til yfirborðs í Grýtulaug. Rannsóknaboranir þar á árunum 1980-1982 báru ekki árangur. Viðnámsmælingar og hitamælingar í rannsóknarholunum benda til þess að uppstreymi Grýtulaugar kunni að vera alllangt uppi í hlóðinn ofan Grýtu, e.t.v. austan þjóðvegarsins. Þess vegna var sumarið 1993 boruð liðlega 100 m rannsóknarhola ofan Grýtu, í landi Sigtúns. Sú hola sýndi háan hitastigul. Fylgst er með vatnsborði í holunni til að kanna hvort hún er í þrýstisambandi við Laugaland. Reynist svo ekki vera blasir við að halda jarðhitaleitinni við Grýtu áfram, fyrst með viðnámsniðsmælingum en síðan með hitastigulsborunum. Takist að finna heitt vatn við Grýtu er það auðtengt aðveitukerfi hitaveitunnar og því ódýr virkjunarkostur.

6.5.2 Stokkahláðir

Sumarið 1993 voru boraðar 12 örgrunnar hitastigulsholur við Stokkahláðir. Tilgangurinn var að rekja hvaðan vatnið sem kemur upp í lauginni þar kemur. Úrvinnslu mælinganna er ekki lokið en þó er ljóst að vatnið rennur eftir rás sem hefur norðvestlæga stefnu. Að öllum líkindum kemur það upp djúpt úr jörðu um sprungu sem er mun vestar en Stokkahláðalaugin sjálf. Ljóst er að verulegar rannsóknir þar til viðbótar áður en uppstreymisæðar Stokkahláðalaugar finnast.

6.5.3 Botn

Eins og oft hefur komið fram í skýrslum bendir flest til þess að jarðhitasvæði við Botn sé tengt öðru og öflugra kerfi. Ekki er vitað hvar það kerfi er. Leit út frá Botni krefst hins vegar djúpra hola með mjög óvissum árangri. Því er mælt með því að beðið sé með frekari leit að því kerfi uns leitinni að aðfærsluæðum Stokkahláðalaugar lýkur, því um sama kerfið gæti verið að ræða.

6.5.4 Kristnes

Ljóst er að Kristneslaug er tengd heitavatnskerfi sem ekki hefur orðið fyrir áhrifum dælingar úr vinnslusvæðum hitaveitunnar. Í fyllingu tímans er því rétt að halda þar leit áfram og væntanlega verður þar að beita svipuðum aðferðum og við Stokkahláðir. Eðlilegt er að láta jarðhitaleit við Grýtu og Stokkahláðir hafa forgang fram yfir Kristnes vegna legu jarðhitasvæðanna með tilliti til aðveitunnar.

6.5.5 Aðrir staðir í nágrenni Akureyrar

Auk þeirra staða sem upp hafa verið taldir eru volgrur á Ytra-Gili og við Garðsá. Efnahitamælur benda hins vegar ekki til mjög hás hita þar þannig að rannsóknir á þeim stöðum bíða fjarlægari framtíðar. Þá má einnig nefna að til er ein viðnámsmæling við Jódísarstaði sem sýnir lágt viðnám og gæti því bent til jarðhita. Þar er því möguleiki á að jarðhiti leynist undir og hugsanlega víðar. Þannig má nefna að til eru sagnir um jarðhita við Djúpárbakka á Þelamörk.

6.5.6 Reykir í Fnjóskadal

Ekkert hefur verið átt við rannsóknir á Reykjum í Fnjóskadal síðan hola 7 var boruð þar árið 1982. Skýrsla um boruninna var aldrei gerð né heldur prófanir á holunni, sem gaf mikið rennsli

í loftdælingu. Hitamælingar úr holunni sýndu hins vegar viðsnúinn hitaferil, þ.e. neðan æðarinnar kólnaði holan (Ólafur G. Flóvenz, 1990). Það bendir til þess að umrædd vatnsæð sé til hliðar við uppstreymið. Því er meginuppstreymi jarðhitans á Reykjum enn ófundið og krefst væntanlega talsverðra viðbótarrannsóknna. Miðað við horfur í orkumálum hitaveitunnar er þess ekki að vænta að þörf verði á virkjun Reykja til húshitunar á Akureyri fyrr en vel verður komið fram á 21. öldina. Því mega rannsóknir þar bíða talsvert þótt ástæða sé til að taka saman skýrslu um boranirnar 1982, svo mikilvægar upplýsingar glatist ekki.

7. FORGANGSRÖÐUN RANNSÓKNA

Nú lítur út fyrir að orkuþörf hitaveitunnar verði fullnægt næstu 5-10 árin með tengingu Þelamerkursvæðisins og uppsetningu rafskautaketils. Markmið rannsókna næstu ára hljóta því að vera þau að tryggja að til sé næg viðbótarorka þegar hennar verður þörf. Það er best gert með því að viðhalda stöðugum og markvissum rannsóknum á þeim stöðum sem taldir eru koma til greina sem næstu valkostir í orkuöflun. Að auki þarf að sjálfsögðu að viðhalda jafn góðri reglu á vinnslueftirliti og verið hefur, en gæta þess jafnframt að vinnslueftirliti sé þannig háttáð að það gefi sem bestar upplýsingar um jarðhitakerfið á hverjum tíma.

Lagt er til að rannsóknir næstu ára felist í eftirfarandi aðalþáttum:

1. Áframhaldandi vinnu við líkangerð af jarðhitasvæðinu á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit. Allmikil vinna hefur farið fram á árinu 1993 til undirbúnings þessarar líkangerðar og eðlilegt að halda henni áfram á árinu 1994. Að lokinni líkangerð á Laugalandi yrði gert svipað líkan af jarðhitasvæðinu á Ytri-Tjörnum og loks heildarlíkan af jarðhitasvæðunum í Eyjafjarðarsveit þar sem tekið yrði tillit til innbyrðis tengingar milli þeirra.
2. Gerð verði tilraun með niðurdælingu kalds vatns á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit. Miðað verði við að sú tilraun fari fram árið 1995 þegar lokið verður tengingu Þelamerkursvæðisins við dreifikerfið.
3. Haldið verði áfram jarðhitaleit við Stokkahlaðir. Úrvinnslu hitastigulsborana lýkur snemma árs 1994 og þá verður eðlilegt að meta framhaldið.
4. Haldið verði áfram jarðhitaleit við Grýtu í framhaldi af borun rannsóknaholunnar sumarið 1993 og vatnsborðmælingum í henni.
5. Leitað verði að aðfærsluæðum Kristneslaugar á svipaðan hátt og á Stokkahlöðum.
6. Gerð verði yfirlitskönnun á hugsanlegum jarðhita á fleiri stöðum en þar sem vitað er um jarðhita nú. Miða mætti leitarsvæðið við t.d. allt land sem er innan 10 km fjarlægðar frá aðveitulögnum hitaveitunnar. Þarna yrði líklega aðallega beitt viðnámsmælingum og hitastigulsborunum.

Að ofan eru talin upp helstu rannsóknarverk næstu 10 ára eða svo. Hvert þeirra um sig inniheldur marga rannsóknarþætti og misdýra. Aðalatriðið er þó að fíkra sig áfram skref fyrir skref í rannsóknunum og láta ávallt niðurstöður hver skrefs leiðbeina sér í því hvar næst skuli stígið niður. Jafnframt verður að hafa góða gát á kostnaði og gæta þess að láta staðar numið ef fyrir-séð verður að kostnaður við orkuöflun á einhverju tilteknu svæði stefni í að verða of há.

8. HEIMILDIR

- Grímur Björnsson, Ólafur G. Flóvenz og Guðni Axelsson, 1993: Möguleikar á aukinni vatnsöflun á Botni í Eyjafjarðarsveit. Orkustofnun, greinargerð, GrB/ÓGF/GAx-93/01, 5 s.
- Guðni Axelsson, Ólafur G. Flóvenz, Hrefna Kristmannsdóttir og Guðrún Sverrisdóttir, 1993. Laugaland í Eyjafjarðarsveit. Tilraun með niðurdælingu vatns. OS-93052/JHD-13, 70 s. (Samstarfsverkefni Hitaveitu Akureyrar og Orkustofnunar).
- Guðni Axelsson og Grímur Björnsson, 1992: *Botn í Eyjafjarðarsveit. Líkanreikningar fyrir jarðhitakerfið*. Orkustofnun, OS-92012/JHD-01, 71 s.
- Guðni Axelsson, Helga Tulinius, Ólafur G. Flóvenz og Þorsteinn Thorsteinsson, 1988: *Vatnsöflun Hitaveitu Akureyrar. Staða og horfur 1988*. Orkustofnun, OS-88052/JHD-10, 33 s. (Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar).
- Ólafur G. Flóvenz, Grímur Björnsson og Guðni Axelsson, 1993a: Laugaland á Pelamörk. Niðurstöður dæluþrófunar 1992-1993. Orkustofnun, greinargerð ÓGF-GrB-GAx-93/08, 6 s.
- Ólafur G. Flóvenz, Grímur Björnsson og Guðni Axelsson, 1993b: Vatnsöflun Hitaveitu Akureyrar. Staða og horfur í febrúar 1993. Orkustofnun, OS-93006/JHD-02 B, 18 s.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1992: *Hitaveita Akureyrar. Vinnsluefirlit 1991*. Orkustofnun, OS-92020/JHD-07 B, 34 s. (Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar).
- Ólafur G. Flóvenz, 1990: Áætlun um framhald rannsókna við Reyki í Fnjóskadal. Orkustofnun, greinargerð ÓGF-90/10, 7 s.
- Hitaveita Akureyrar og Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen hf, 1993. Hitaveita Akureyrar. Orkuöflun - Samanburður á valkostum. Júní 1993.