



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HITAVEITA AKUREYRAR
Vinnslueftirlit 1993

Ólafur G. Flóvenz
Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar

OS-94011/JHD-03

Apríl 1994

útlán



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 610609

HITAVEITA AKUREYRAR
Vinnslueftirlit 1993

Ólafur G. Flóvenz
Guðni Axelsson
Guðrún Sverrisdóttir

Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar

OS-94011/JHD-03 Apríl 1994

ISBN 9979 - 827 - 42 - 4

ÁGRIP

Árið 1993 nam heildarorkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar 245 GWh sem er um 0,6% aukning frá árinu 1992. Þar af komu 230,9 GWh beint frá jarðhitasvæðunum, 11,5 GWh frá varmadælum og 2,6 GWh frá rafskauta- og olíukötlum. Að þessu sinni var gerð svolítil breyting á útreikningi á orkuframleiðslu jarðhitasvæðanna. Nú er tekið tillit til breytilegs eðlismassa vatns með hita og viðmiðunarmörk orkunýtingar færð úr 30°C í 27°C til samræmis við raunveruleikann. Af þessum sökum eru tölur um orkuframleiðslu í þessari skýrslu ekki sambærilegar við þau gildi sem sýnd eru í eldri skýrslum.

Að meðaltali voru 92% af áætlaðri vinnslugetu jarðhitasvæðanna nýtt á árinu, enda þurfti að grípa lítillga til kyndingar með kötlum á kaldasta tíma ársins. Það styrkir þá viðmiðunarreglu að ekki sé við því að búast að ná megi meira en 90% af áætlaðri orkuvinnslugetu jarðhitasvæðanna án þess að til kyndingar þurfi að koma.

Engra óvæntra breytinga varð vart á vinnslusvæðunum á árinu, vinnsla var svipuð og búast mátti við og vatnsborðssveiflur eðlilegar. Áframhald varð á hægfara kólnun vatns úr holu HN-10 en hiti í öðrum holum hélst stöðugur. Ekki varð heldur vart óvæntra breytinga í efna-innihaldi vatns úr borholum hitaveitunnar, einungis sjást vægar breytingar á Botni sem eru í samræmi við kólnun HN-10.

Niðurstöður leiðnimælinga, sem gerðar hafa verið nokkuð reglulega í heilt ár, sýna að leiðnin er mjög næm fyrir efnabreytingum í vatni úr borholunum og þar með ákjósanlegt töl til reglulegs vinnslueftirlits.

Gerð var allitarleg könnun á sambandi veðurfarssveiflna og orkunotkunar á Akureyri. Einnig voru veðurgögn á árunum 1924 til 1993 skoðuð til að meta sveiflur í orkunotkun vegna veðurfarssveiflna. Í ljós kom að árið 1993 var mjög nálægt því að vera meðalár. Ef veðurlag verður eins óhagstætt og verst hefur orðið á síðustu 100 árum má búst við að orkunotkun verði 11% meiri en í meðalári, en við hagstæðustu skilyrði um 11% minni en í meðalári. Mjög ólíklegt er, í ljósi veðurfarssögu síðustu 100 ára, að tvö mjög köld ár komi í röð.

Erfitt er að meta hvernig orkunotkun muni vaxa á næstu árum. Ef tekið er mið af spám Orkuspárnefndar má reikna með árlegri aukningu á bilinu 0,7-1,2%. Ef lítið er á notkun síðustu 4 ára og hún leiðrétt fyrir veðurfarsáhrifum kemur í ljós að árleg aukning hefur aðeins verið um 0,2%. Ef hins vegar er lítið til þess að orkunotkun á Akureyri er lítil miðað við stærð hitunarmarkaðs þar og að orkuverð geti lækkað nokkuð á næstu 10 árum, þá má búast við verulegri aukningu í orkunotkun vegna lækkandi verðs. Líklegt er að sá þáttur geti ráðið hvað mestu um vöxt orkunotkunar næstu árin.

Á árinu 1994 er ráðgert að hefja rafhitun vatns af Glerárdal úr 60°C í 80°C og jafnframt að virkjun á Laugalandi á Þelamörk komist í gagnið. Miðað við 2% árlegan vöxt í orkunotkun og að ekki sé unnt að nýta nema 90% af vinnslugetu jarðhitasvæðanna á hverju ári, þarf nýr kostur í orkuöflun að vera tiltækur um aldamót. Þennan frest má lengja með því að auka dælingu úr holu HN-10 á Botni. Eins lengist þessi tími ef árleg aukning í orkunotkun verður minni en 2%.

Mælt er með að hitaveitan hafi tryggt sér nýjan kost í orkuöflun um aldamót.

EFNISYFIRLIT

ÁGRIP	2
1. VINNSLA OG VATNSBORÐ	5
1.1 Gagnasöfnun	5
1.2 Orkuvinnsla 1993	7
1.3 Vatnsborðsbreytingar	9
2. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM	16
3. EFNAINNIHALD	19
4. LEIÐNI VATNS	27
5. ORKUBÚSKAPUR HITAVEITU AKUREYRAR	32
5.1 Yfirlit fyrir árið 1993	32
5.2 Áætluð orkuvinnsla næstu árin	34
5.3 Áhrif veðurfars á orkunotkun	36
5.4 Húshitunarspá Orkuspárnefndar	40
5.5 Samband orkunotkunar og orkuverðs	41
6. SAMANTEKT	42
7. HEIMILDIR	43

TÖFLUSKRÁ

1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1993	5
2. Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar. Við umreikning í gígavattsstundir (GWh) er miðað við nýtingu í 27°C	8
3. Jarðhitasvæðið við Botn. Efnasamsetning vatns (mg/l)	20
4. Jarðhitasvæðið að Laugalandi. Efnasamsetning vatns (mg/l)	22
5. Jarðhitasvæðið að Ytri-Tjörnum. Efnasamsetning vatns (mg/l)	24
6. Reykhús og Glerárdalur. Efnasamsetning vatns (mg/l)	25
7. Yfirlit um ýmsa þætti varðandi orkubúskap Hitaveitu Akureyrar 1993	33
8. Yfirlit um veðurfar á Akureyri 1924 - 1993	38
9. Áhrif árssveiflna í veðurfari á dælingu	40

MYNDASKRÁ

1. Yfirlitsmynd af vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar	6
2. Vikuleg heildarvinnsla jarðhita síðustu fimm árin	9
3. Vinnsla úr holu HN-10 og vatnsborð á Botni árin 1992 og 1993	10
4. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1992 og 1993	10
5. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1992 og 1993	11
6. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1992 og 1993	11
7. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1992 og 1993	12
8. Vinnsla og vatnsborð holu HN-10 árin 1982 - 1993	12
9. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1982 - 1993	13
10. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1976 - 1993 og vatnsborð í holum GG-1 og HW-9	13
11. Vatnsborð í holu HW-9 á Hrafnagili og holu GG-1 á Grísará árin 1982 - 1993	14
12. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1978 - 1993 og í holu RWN-7	14
13. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1982 - 1993	15
14. Vinnsla og vatnsborð holu RWN-7 á Reykhúsum árin 1984 - 1993	15
15. Leiðréttur hiti vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1981 - 1993	17
16. Leiðréttur hiti vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1983 - 1993	17
17. Leiðréttur hiti vatns úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1993	17
18. Leiðréttur hiti vatns úr holu LJ-7 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1993	17
19. Leiðréttur hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi árin 1982 - 1993	18
20. Leiðréttur hiti vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árin 1981 - 1993	18
21. Leiðréttur hiti vatns úr holu GY-7 á Glerárdal árin 1982 - 1993	18
22. Breytingar á styrk nokkurra efna í holu BN-1	21
23. Breytingar á styrk nokkurra efna í holu HN-10	21
24. Breytingar á styrk nokkurra efna í holu LN-12	23
25. Breytingar á styrk nokkurra efna í holu LJ-5	23
26. Breytingar á styrk nokkurra efna í holu TN-4	24
27. Breytingar á styrk nokkurra efna í holu RWN-7	26
28. Breytingar á styrk nokkurra efna í holu GYN-7	26
29. Leiðni vatns úr holu HN-10 á Botni árið 1993	28
30. Leiðni vatns úr holu BN-1 á Botni árið 1993	28
31. Leiðni vatns úr holum á Syðra-Laugalandi árið 1993	29
32. Leiðni vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árið 1993	29
33. Leiðni vatns úr holu GY-7 á Glerárdal árið 1993	30
34. Samband leiðni vatns og vinnslu úr holu BN-1	30
35. Samband leiðni vatns úr LJ-5 og vinnslu á Syðra-Laugalandi	31
36. Orkuöflun, orkuþörf og orkumáttur Hitaveitu Akureyrar	35
37. Samband meðaldælingar og vindleiðréttis útihita á Akureyri 1991	37
38. Samband meðaldælingar og mismunar úti og innihita á Akureyri 1991	37
39. Orkunotkun á Akureyri 1981-1993 leiðrétt fyrir veðurfarssveiflum	39
40. Ársmeðalhiti á Akureyri 1924-1993	39
41. Tíðnidreifing ársmeðalhita árána 1924-1993	40

1. VINNSLA OG VATNSBORÐ

1.1 Gagnasöfnun

Árið 1993 vann Hitaveita Akureyrar heitt vatn á fjórum jarðhitasvæðum: á Botni, Ytri-Tjörn-um og Syðra-Laugalandi í Eyjafjarðarsveit og á Glerárdal. Nú í ár mun Laugaland á Pelamörk auk þess bætast við sem vinnslusvæði hitaveitunnar. Mynd 1 sýnir staðsetningar þessara svæða. Jafnframt er vatn úr borholum hitaveitunnar á Reykhúsum í Eyjafjarðarsveit, Reykj-um í Fnjóskadal og Laugalandi á Pelamörk nýtt til staðbundinnar hitunar.

Eins og undanfarinn áratug safnaði Hitaveita Akureyrar vikulega gögnum um vinnslu og vatnsborð á vinnslusvæðunum árið 1993. Vinnsla var mæld með aflestrum af rennslismælum 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. Auk þess fóru fram mjög ítarlegar vatnsborðsmælingar (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1993a) í tengslum við níu mánaða reynsludælingu úr holu LÞN-11 á Laugalandi á Pelamörk.

Tafla 1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar árið 1993.

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 mælt stöku sinnum mælt nokkuð reglulega
SYÐRA-LAUGALAND	LJ-5 LJ-7 LN-12 LJ-8 LN-10 GG-1	mælt vikulega mælt vikulega mælt vikulega	mælirör bilað mælirör bilað mælirör bilað mælt vikulega mælt vikulega mælt nokkuð reglulega
YTRI-TJARNIR	TN-4 TN-2	mælt vikulega	mælib. bilaður mælt vikulega
GLERÁRDALUR	GY-7 GY-5	mælt vikulega	mælt vikulega mælt stöku sinnum
REYKHÚS	RWN-7	u.þ.b. hálfsmán.lega	u.þ.b. hálfsmán.lega
LAUGALAND Á PELAMÖRK	L-2 LÞN-11	mælt vikulega	mælt vikulega mælt vikulega

1.2 Orkuvinnsla 1993

Í töflu 2 eru birtar tölur um ársmeðalvinnslu og orkuvinnslu á vinnslusvæðum Hitaveitu Akureyrar til og með árinu 1993 ásamt annarri orkuvinnslu. Vinnslan er fundin út frá rúmmetramælum á borðholum hitaveitunnar. Notaðir eru fyrsti og síðasti aflestur ársins og sú tala framreiknuð hlutfallslega til heils árs. Síðan er orkan reiknuð út frá þeim hita sem mældur er á holutoppi og gert er ráð fyrir 27°C hita við neðri nýtingarmörk. Orkuframleiðsla á Glerárdal er reiknuð út á sama hátt. Vakin er athygli á því að tölur um orkuvinnslu (GWh) hafa nú verið endurreiknaðar út frá nákvæmari forsendum en notaðar voru í fyrri skýrslum um vinnslueftirlit (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1993b). Breytingarnar eru þrjúþættar. Í **fyrsta lagi** eru viðmiðunarmörk nýtingar lækkuð úr 30°C í 27°C sem er nálægt því að vera meðalhiti bakrásarvatns á Akureyri. Með þessu móti fást nákvæmari tölur um raunverulega orkunotkun. Þessi breyting veldur 5 - 10 % hækkun á útreiknaðri orkuframleiðslu svæðanna, mest á þeim svæðum þar sem hiti vatnsins er lægstur. Í **öðru lagi** er nú tekið tillit til breytinga í eðlismassa vatns með hita þegar orkuvinnsla úr einstökum svæðum er reiknuð. Áður var notað eitt fast gildi fyrir allar holur. Þessi breyting veldur 1 - 4 % lækkun á reiknaðri orkuvinnslu, mest á þeim svæðum sem gefa heitasta vatnið. Í **þriðja lagi** er nú tekið tillit til hægfara kólnunar holu HN-10. Fyrir önnur svæði er notað fast hitastig enda hafa ekki mælst marktækar breytingar á hita vatns úr borðholum á Ytri-Tjörnum, Laugalandi og Glerárdal.

Tafla 2 sýnir að heildarvinnslan var mjög svipuð árið 1993 og árið 1992. Samtals var dælt um 114 l/s að meðaltali úr jarðhitasvæðunum fjórum og nam heildarorkuvinnslan alls um 245 Gígawattstundum (GWh). Vinnslan jókst hins vegar töluvert frá árunum 1990 og 1991 en þau ár var orkuþörf með minna móti vegna hagstæðs veðurfars.

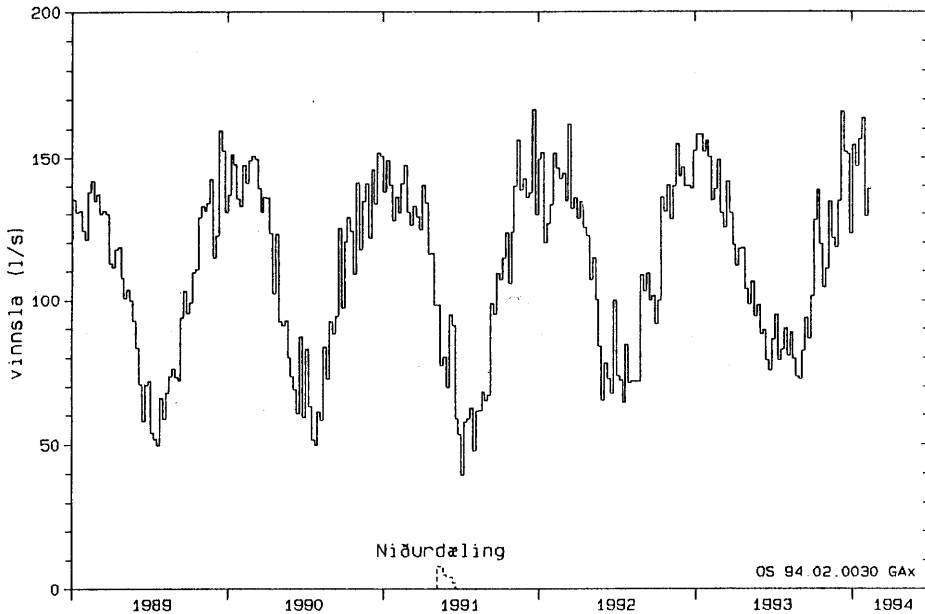
Mynd 2 sýnir vikumeðaltöl heildarvinnslu jarðhita síðustu fimm árin. Ef vinnslan þessi ár er skoðuð nánar vekur athygli hve sumarvinnslan er mikil síðustu tvö árin enda var sumarið 1993 eitt kaldasta sumar á Norðurlandi í langan tíma. Í ársbyrjun 1993 var vinnslan einnig óvenju mikil en um vorið var vinnslan orðin svipuð og síðastliðin fimm ár. Haustið 1993 brá hins vegar svo við að vinnslan var töluvert minni en undanfarin ár enda var veður með hlýjasta móti. Í heild var þó árið 1993 mjög nærri meðaltali í veðurfarslegu tilliti. Ársmeðalvinnslan 1993 var svipuð og undanfarin ár á Botni og Syðra-Laugalandi, en nokkru meiri á Ytri-Tjörnum og Glerárdal.

Til viðbótar orkuvinnslu á jarðhitasvæðunum voru varmadælurnar nýttar í svipuðum mæli og undanfarin ár. Orkuframleiðsla þeirra var 11,5 GWh á síðasta ári. Auk þess voru 2,6 GWh framleiddar í rafskautakatli og svartolíukatli Hitaveitu Akureyrar.

Ef við lítum á vinnslu á einstökum vinnslusvæðum árið 1993 og berum hana saman við tölur yfir áætlaða vinnslugetu svæðanna til ársins 2005 (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1993b), sem birtar eru í töflu 2, sést að árið 1993 var vinnsla á Botni jöfn áætlaðri vinnslugetu. Vinnsla á Syðra-Laugalandi var nokkru minni og vinnsla á Ytri-Tjörnum var töluvert undir áætlaðri vinnslugetu. Vinnsla á Glerárdal var nokkuð umfram langtíma vinnslugetu svæðisins.

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

Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla Hitaveitu Akureyrar														
Ár	Botn 83-86°C		Syðra- Laugaland 95°C		Ytri- Tjarnir 81°C		Glerár- dalur 60°C		Samtals		Varma- dætur	Raf- skauta- ketill	Svart- ollu- ketill	Heildar- orku- vinnsla
	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
1981	3,8	8,0	82,1	197,6	41,6	80,3	3,3	3,9	130,8	289,8	0	0	0	289,8
1982	28,5	58,8	65,8	158,4	28,1	54,3	23,4	27,9	145,8	299,4	0	0	0	299,4
1983	33,0	68,7	50,4	121,3	36,2	69,9	30,0	35,8	149,6	295,7	0	0	0	295,7
1984	32,7	68,7	38,3	92,4	35,0	67,8	27,3	32,7	133,3	261,6	13,5	0	0	275,1
1985	30,8	63,8	39,7	95,6	24,9	48,1	23,1	27,6	118,5	235,1	19,8	0	0	254,9
1986	30,3	62,5	30,9	74,4	21,7	41,9	18,8	22,4	101,7	201,2	15,1	0	0	216,3
1987	30,6	62,7	34,7	83,5	18,5	35,7	15,6	18,6	99,4	200,5	13,1	0	0	213,6
1988	28,4	58,6	42,5	102,6	19,6	37,9	15,3	18,3	105,8	217,4	12,3	0	0	229,7
1989	29,9	61,0	43,8	105,4	18,7	36,1	13,5	16,1	105,9	218,6	14,0	0	0	232,6
1990	28,9	58,8	47,2	113,6	19,1	36,9	15,9	19,0	111,1	228,3	12,3	0	0	240,6
1991	28,1	56,6	44,0	105,9	20,8	40,2	14,5	17,3	107,4	220,0	12,3	0	0	232,3
1992	29,5	59,3	42,0	101,3	30,1	58,3	12,9	15,4	114,5	234,3	9,6	0	0	243,9
1993	29,8	59,4	42,3	101,8	26,2	50,6	16,0	19,1	114,3	230,9	11,5	1,4	1,2	245,0
Vinnslugeta til 2005	30,0	59,9	46,0	110,8	33,0	63,8	15,0	17,9	124,0	252,4	12,0			264,4
Meðalnýting 1993 (%)	99	99	92	92	79	79	107	107	92	92	96			93



Mynd 2. Vikuleg heildarvinnsla jarðhita síðustu fimm árin.

1.3 Vatnsborðsbreytingar

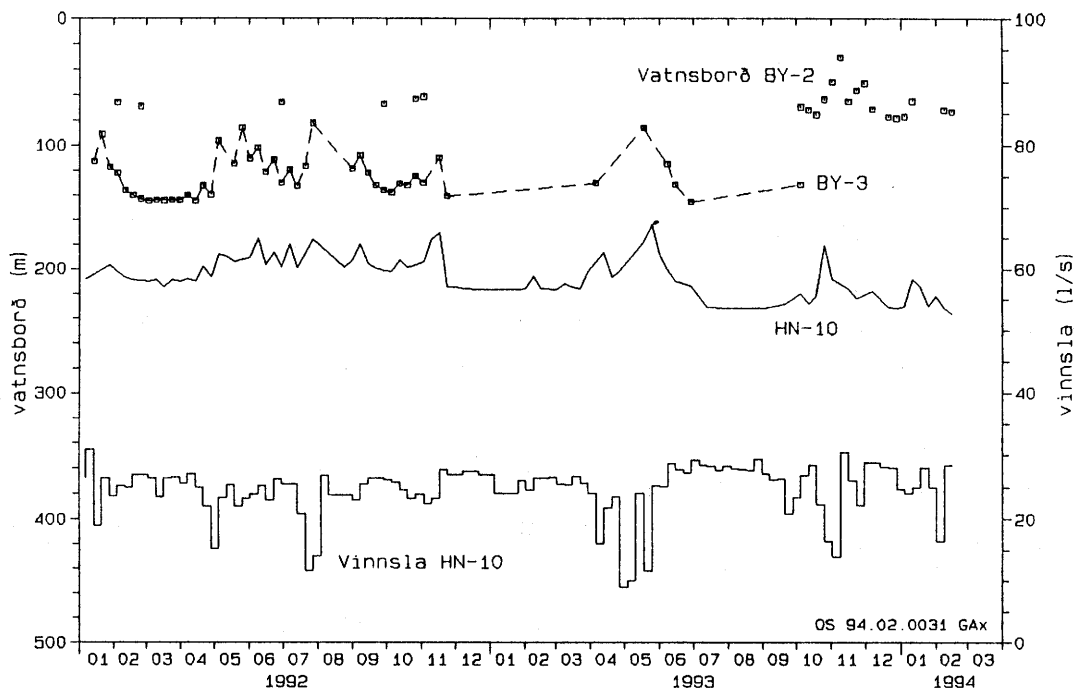
Vatnsborðs- og vinnslugögn ársins 1993 fyrir vinnslusvæði Hitaveitu Akureyrar eru birt á myndum 3 - 7 hér á eftir. Einnig eru gögn ársins 1992 birt til samanburðar. Á myndum 8 - 14 eru birt vatnsborðs- og vinnslugögn frá upphafi vinnslu fyrir hvert svæðanna og fyrir holu RW-7 á Reykhúsum. Þar eru auk þess birt gögn um vatnsborð í holum GG-1 og HW-9 (myndir 10 og 11).

Um vatnsborðsbreytingar árið 1993 má segja eftirfarandi:

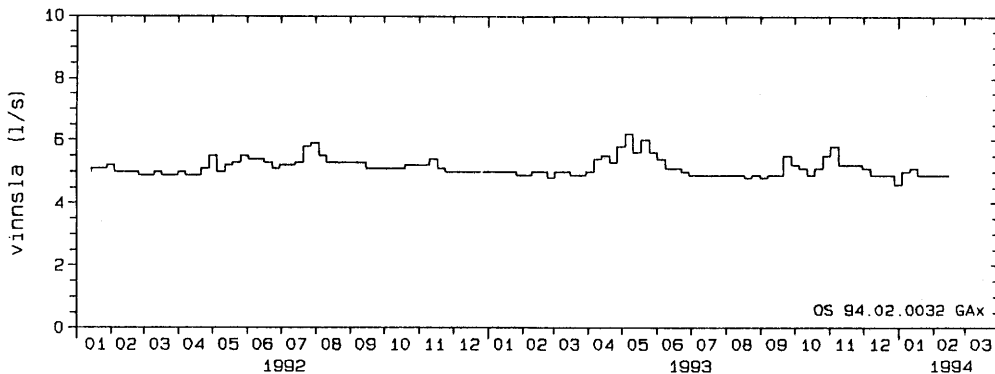
- Vatnsborð í holu HN-10 á **Botni** fór nokkru neðar seinni hluta ársins en það hefur farið undanfarin ár. Var það vegna þess að vinnsla úr holu HN-10 hafði þá verið aukin nokkuð. Annars virðist vera mjög lítil langtímaniðurdráttur í jarðhitakerfinu á Botni þrátt fyrir stöðuga vinnslu frá ári til árs. Ekki var fylgst reglulega með vatnsborði í öðrum holum á svæðinu árið 1993. Þó var fylgst reglulega með vatnsborði í holu BY-2 síðustu mánuði ársins og virðist það um 150 m ofar en vatnsborð í HN-10. Mynd 4 sýnir greinilega hvernig afköst holu BN-1 aukast þegar dregið er úr vinnslu úr holu HN-10.
- Vatnsborð á **Syðra-Laugalandi** fór mjög djúpt í byrjun árs 1993. Komst það niður á nálægt 180 m dýpi í holu LJ-8, og er það dýpra en það hefur farið síðan árið 1985. Nú um miðjan febrúar (1994) er vatnsborð í LJ-8 farið að nálgast 190 m dýpi, en þess ber að geta að dæla í holu TN-4 hefur verið biluð í u.þ.b. viku. Annars hefur vatnsborð á Syðra-Laugalandi farið hægt lækkandi frá árinu 1986, sem sést vel á vatnsborði holu LJ-8 á mynd 10.
- Í lok apríl 1993 fór vatnsborð á **Ytri-Tjörnum** lægra en gerst hefur síðan 1985, sem stafaði af því að árið 1992 var vinnslan mun meiri en verið hafði árin þar á undan. Í lok árs 1993 stendur vatnsborð þó nokkuð hærra en ári áður, enda var sumarhléið 1993 mun lengra en sumarhléið 1992. Útbúnaður til vatnsborðsmælinga í holu TN-4 var bilaður allt árið 1993.
- Meðalvatnsborð á **Glerárdal** hefur haldist nokkuð stöðugt síðan árið 1987. Vatnsborð í holu GY-5 var aðeins mælt stöku sinnum á síðasta ári og vatnsborð í holu GY-7 var ekki mælt í sumarhléinu 1993.

Ekkert óvænt kemur fram í vatnsborðsmælingum síðasta árs. Nýjar vatnsborðsspár voru reiknaðar fyrir vinnslusvæðin fjögur í byrjun ársins (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1993b), en of stuttur tími er liðinn til þess hægt sé að meta samræmi spánna og mældra vatnsborðsbreytinga árið 1993.

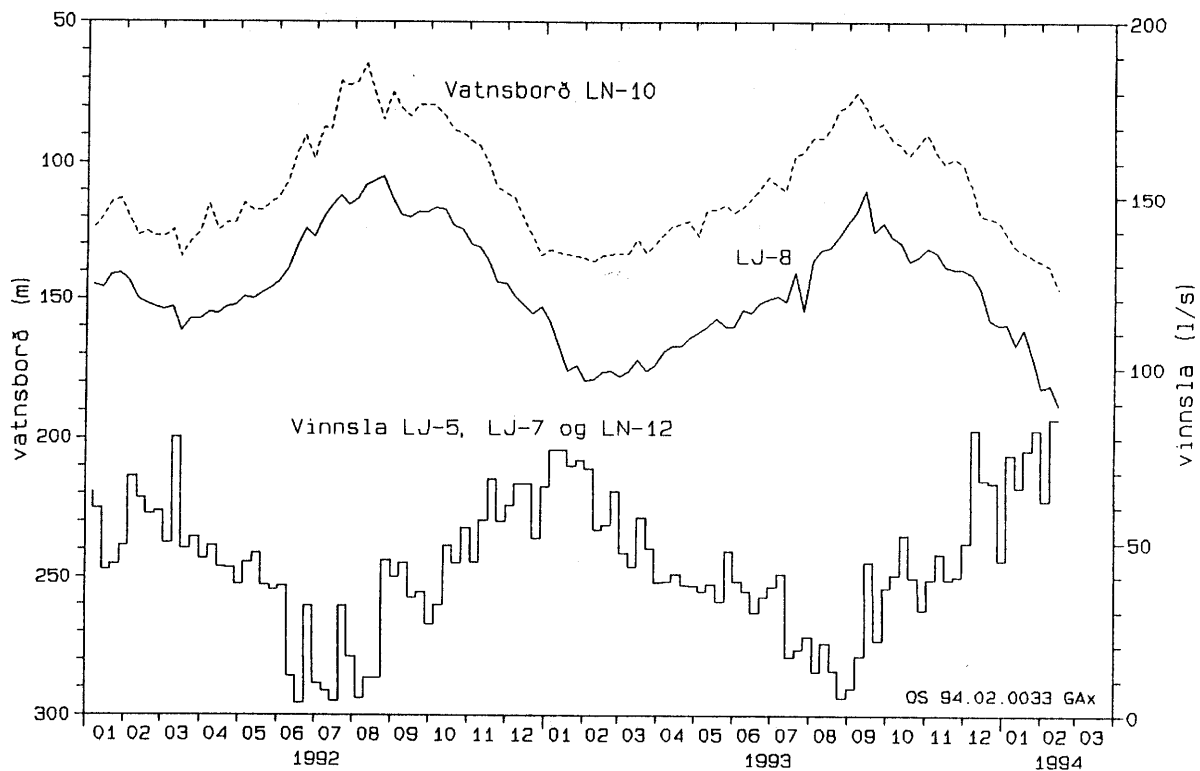
Á myndum 10 og 11 sést að vatnsborð í holum HW-9 og GG-1 breytist í takt við vinnslu og vatnsborð á Syðra-Laugalandi, og á það bæði við um árssveiflur og langtímabreytingar. Á myndum 12 og 13 sést jafnframt greinilega að langtímabreytingar í holu RW-7 fylgja langtímabreytingum á Ytri-Tjörnum, en RW-7 er í svipaðri fjarlægð frá Ytri-Tjörnum og holur HW-9 og GG-1 eru frá Syðra-Laugalandi. Þó er ljóst að vatnsborðstoppar og aðrar skammtímabreytingar í RW-7 eru bæði tengdar breytingum í vinnslu úr holunni sjálfri og breytingum á Ytri-Tjörnum.



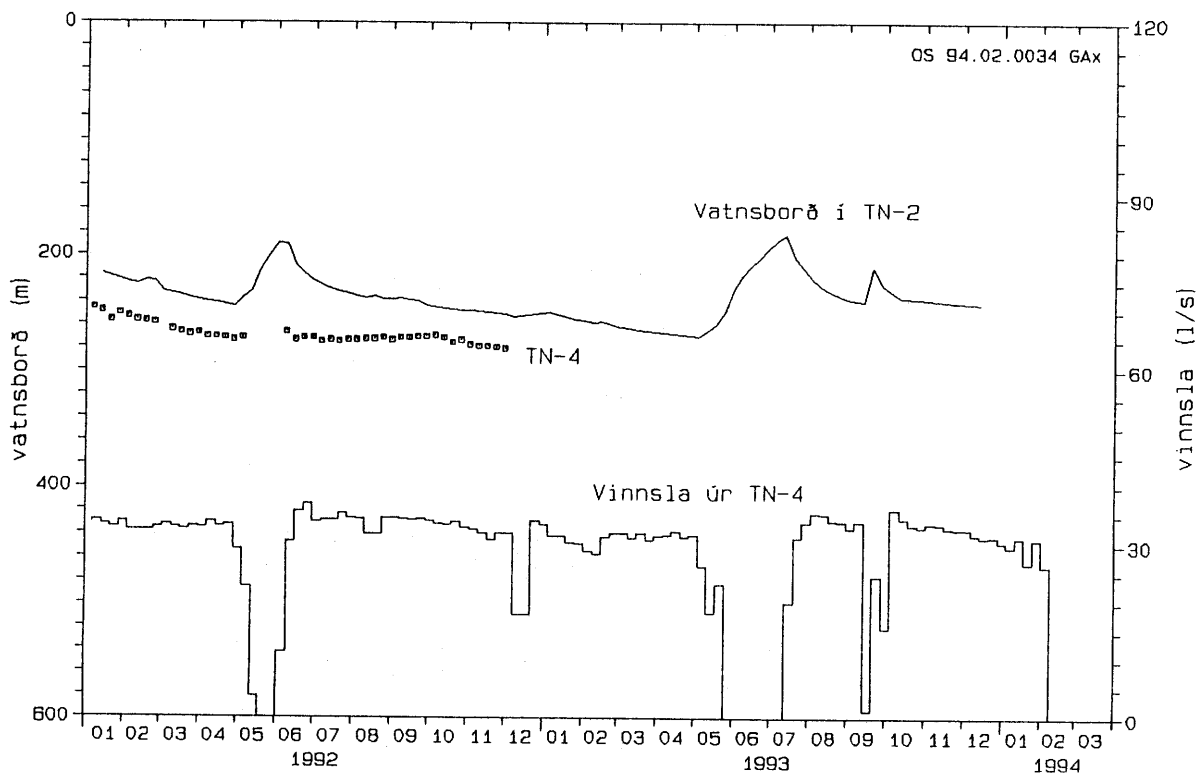
Mynd 3. Vinnsla úr holu HN-10 og vatnsborð á Botni árin 1992 og 1993.



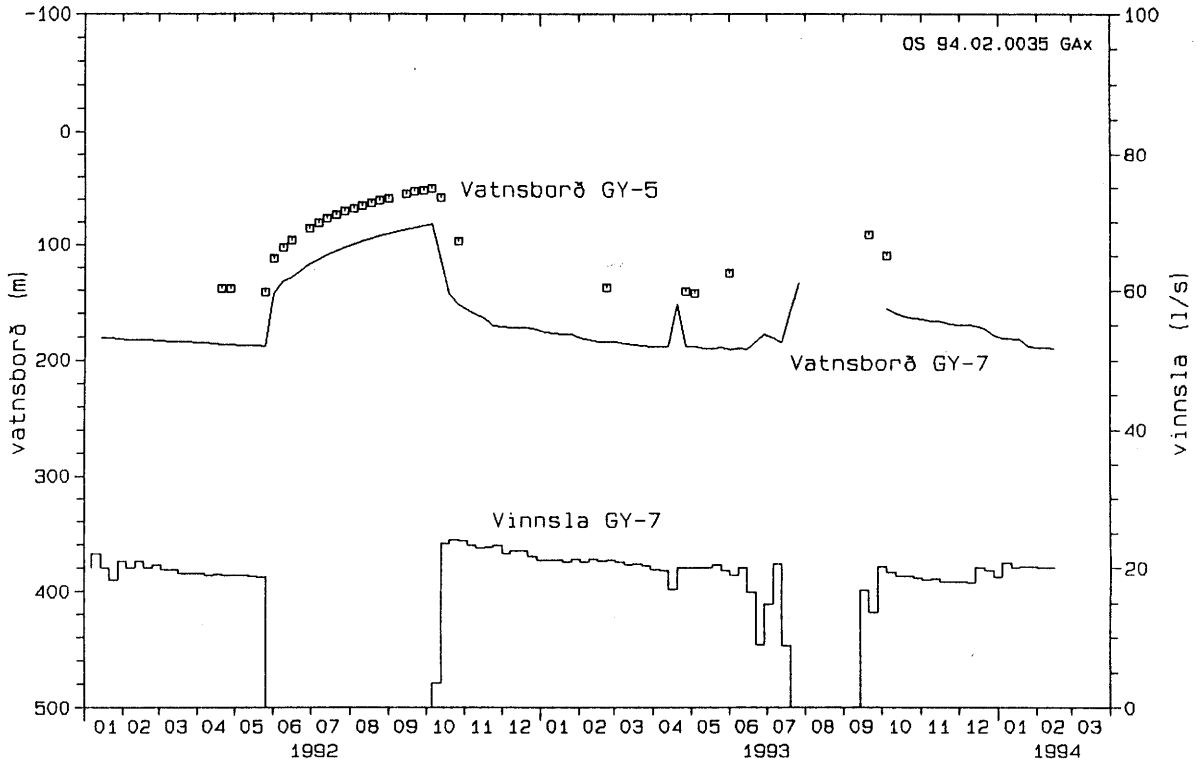
Mynd 4. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1992 og 1993.



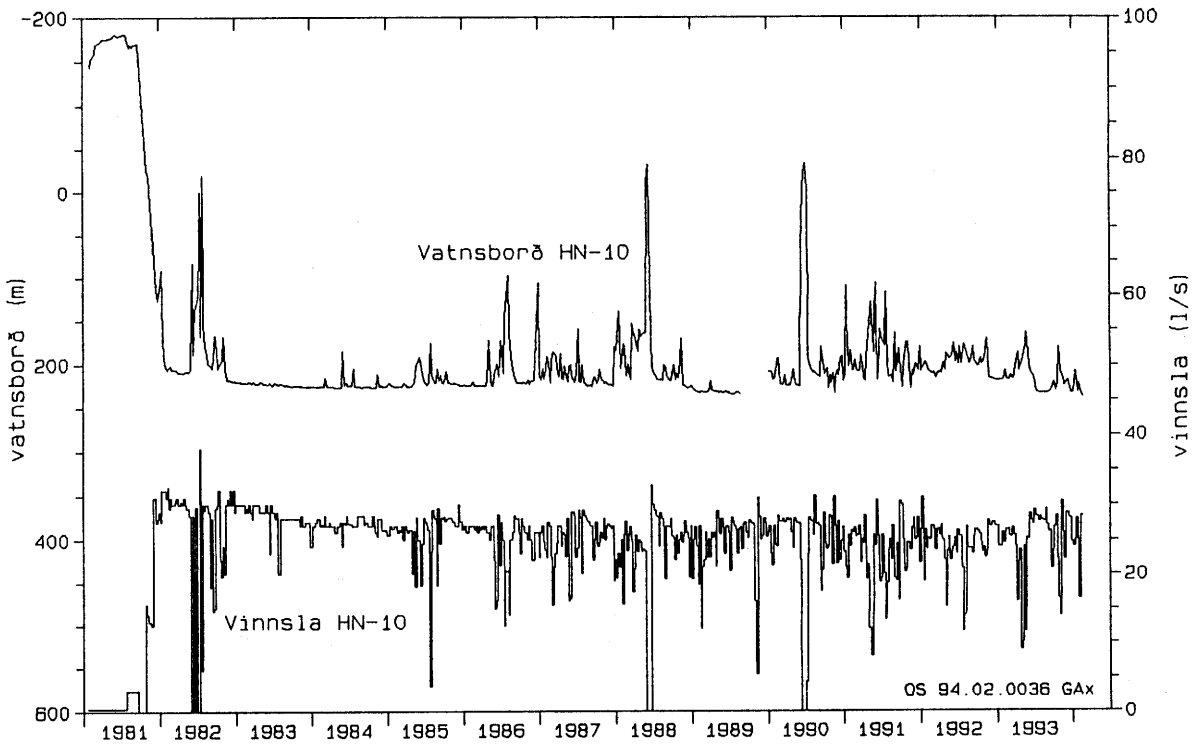
Mynd 5. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1992 og 1993.



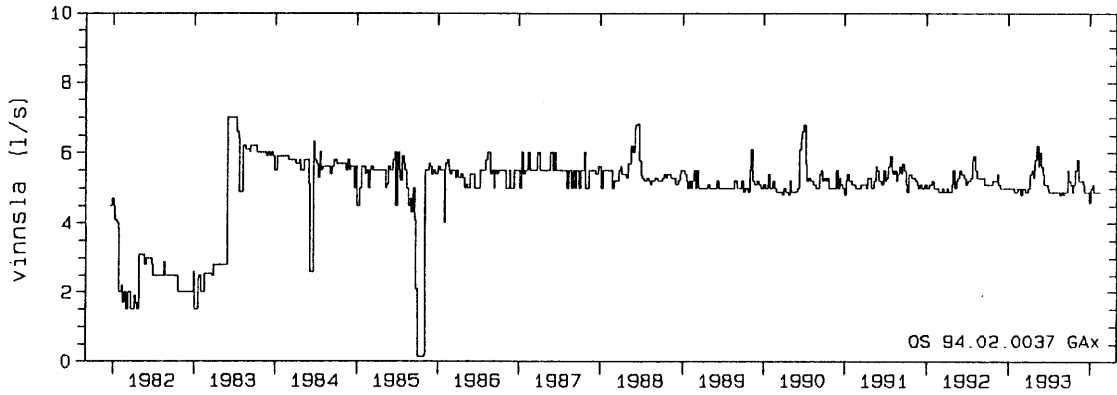
Mynd 6. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1992 og 1993.



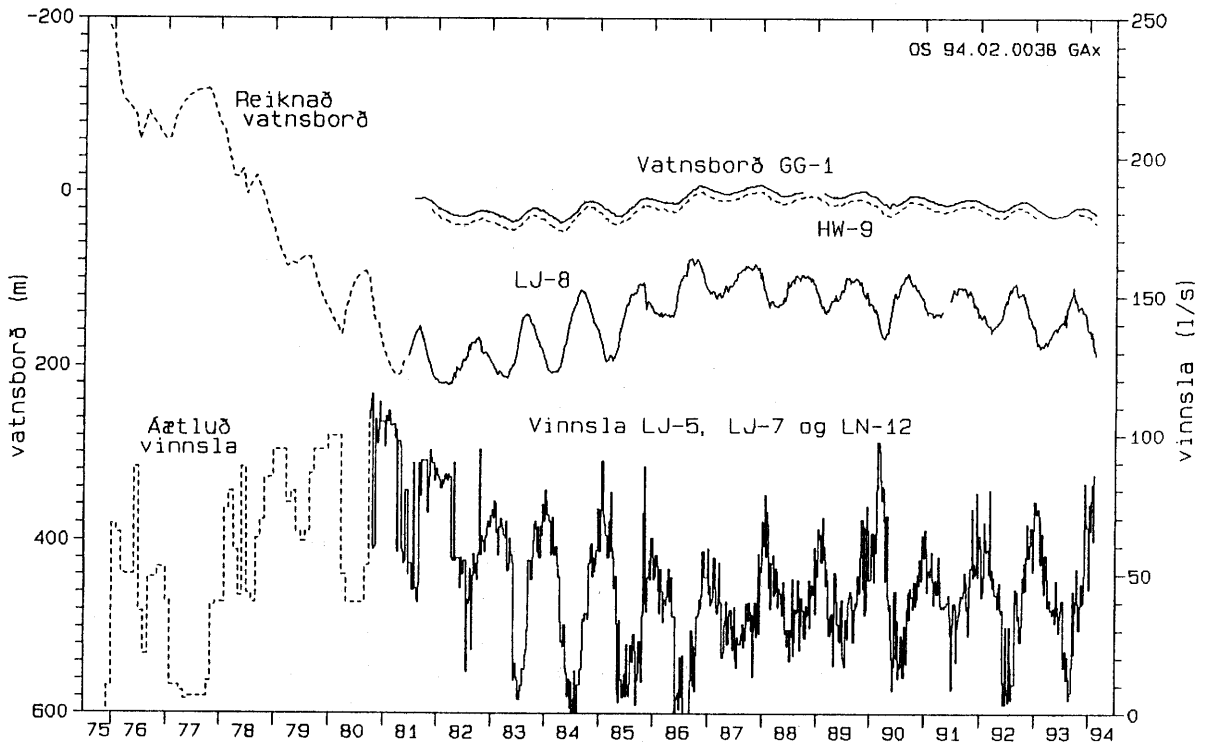
Mynd 7. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1992 og 1993.



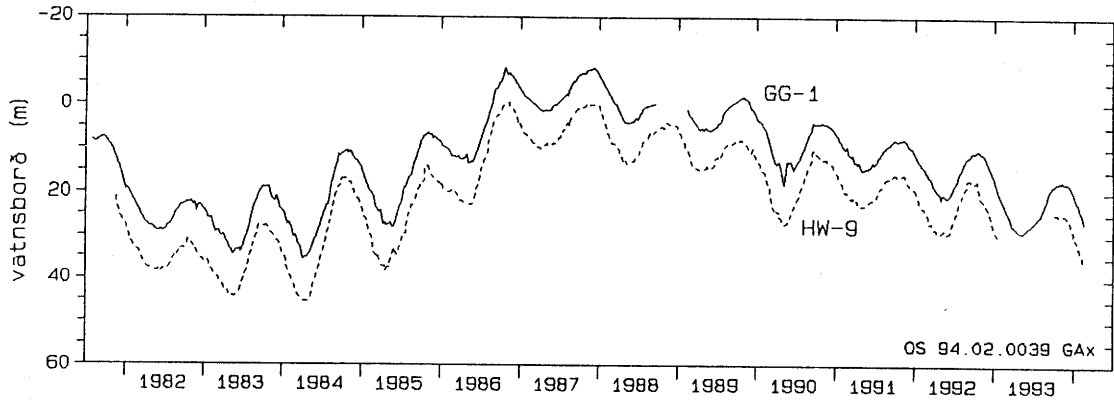
Mynd 8. Vinnsla og vatnsborð holu HN-10 árin 1982 - 1993.



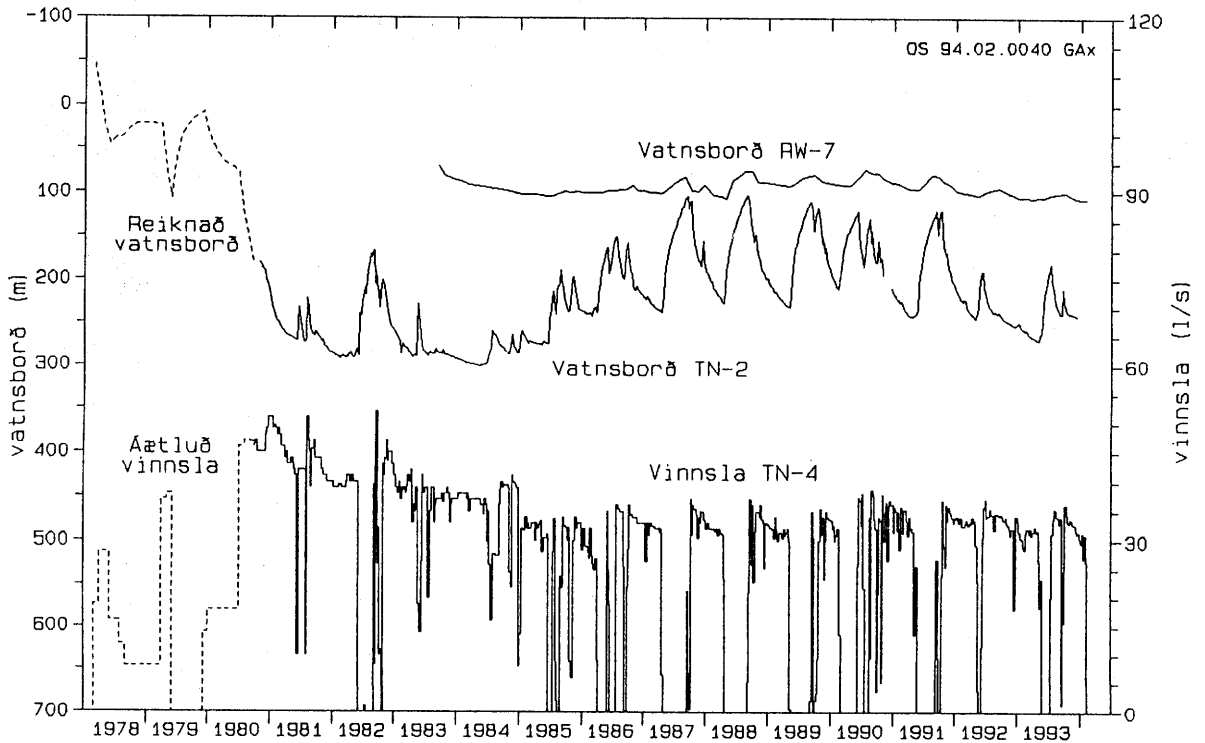
Mynd 9. Vinnsla úr holu BN-1 á Botni árin 1982 - 1993.



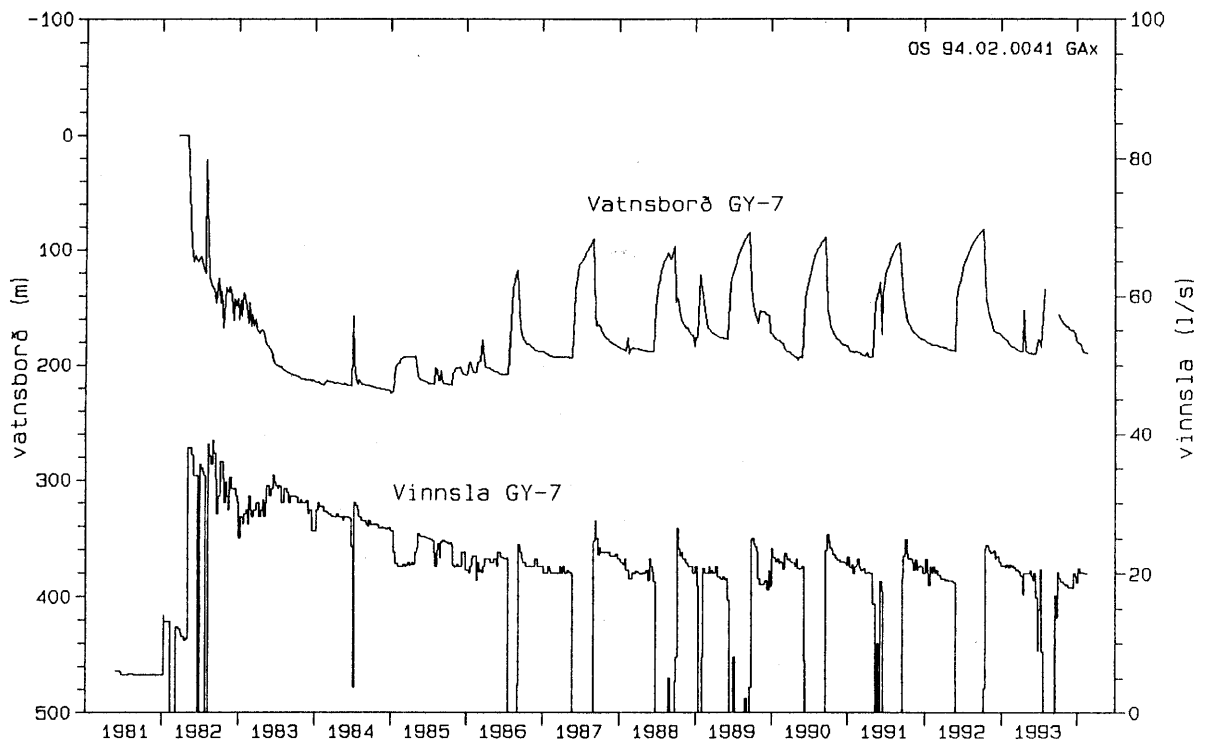
Mynd 10. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1976-1993 og vatnsborð í holum GG-1 og HW-9.



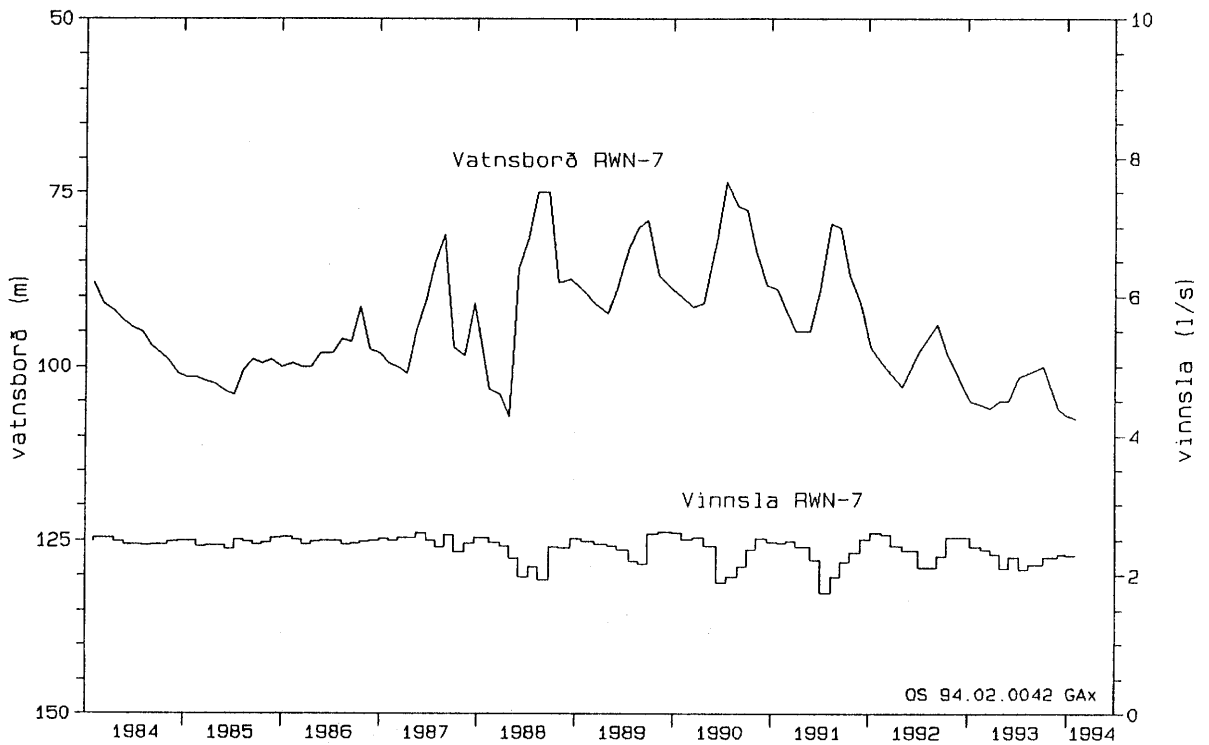
Mynd 11. Vatnsborð í holu HW-9 á Hrafnagili og holu GG-1 á Grísará árin 1982-1993.



Mynd 12. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1978 - 1993 og í holu RWN-7.



Mynd 13. Vinnsla og vatnsborð á Glerárdal árin 1982 - 1993.



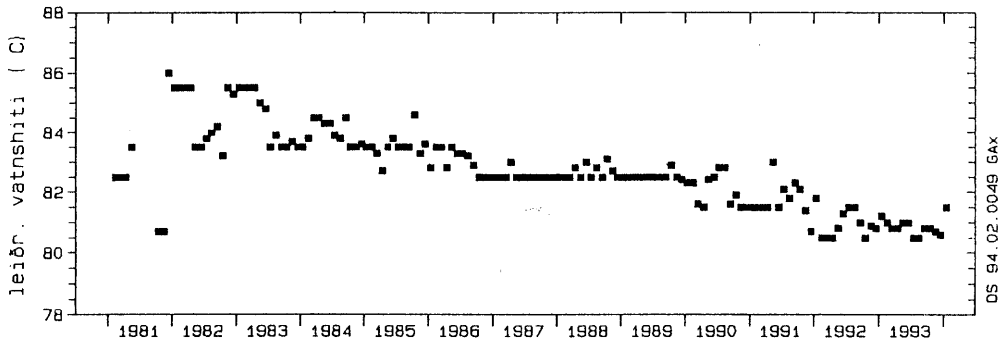
Mynd 14. Vinnsla og vatnsborð holu RWN-7 á Reykhúsum árin 1984 - 1993.

2. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM

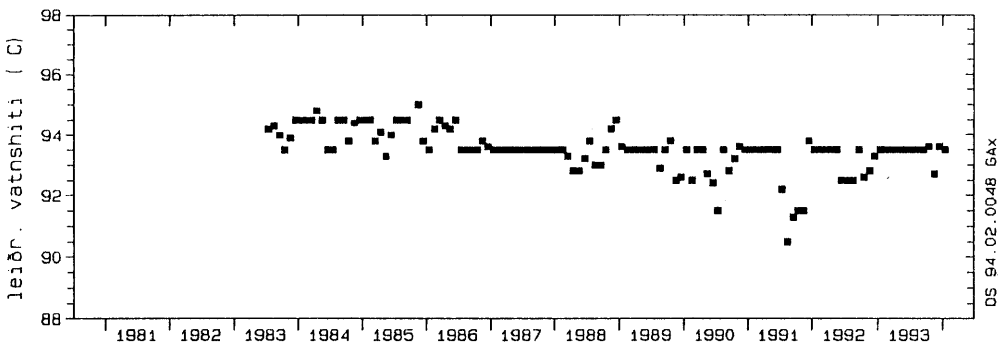
Hiti vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar hefur verið mældur reglulega síðasta áratuginn. Á þessum tíma hefur nokkrum sinnum verið skipt um hitamæla eða aðrar breytingar gerðar, sem valdið hafa innbyrðis ósamræmi í mælingunum (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1993b). Nú hefur verið gerð tilraun til þess að leiðrétta mælingarnar fyrir þessu ósamræmi og er það breyting frá fyrri vinnslueftirlitsskýrslum. Leiðrétt mánaðarmeðaltöl hitamælinga úr einstökum holum, frá árinu 1981, eru sýnd á myndum 15 - 21.

Einu verulegu breytingarnar á vatnshita sem sjást á myndunum eru þær að hiti vatns úr holu HN-10 lækkar áfram. Virðist hann hafa lækkað um 4 - 5 °C frá árinu 1982. Er það ívið meiri kólnun en spáð er í skýrslu Guðna Axelssonar og Gríms Björnssonar (1992) um líkanreikninga fyrir jarðhitakerfið á Botni. Hiti vatns úr öðrum holum virðist ekki hafa breyst marktækt. Þó sjást sveiflur í hita vatns úr holu LJ-5, sem tengjast vinnslu og vatnsborði á Syðra-Laugalandi. Er það vegna samspils tveggja æða í holunni sem áður hefur verið fjallað um (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1993b; Guðni Axelsson o.fl., 1993). Leiðréttur meðalhiti vatns úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar var sem hér segir árið 1993:

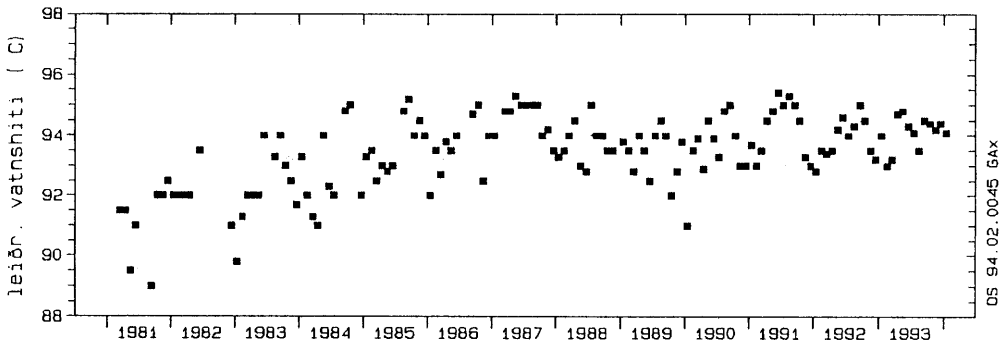
HN-10 Botni	80,8 °C
BN-1 Botni	93,5 °C
LJ-5 Syðra-Laugalandi	94,1 °C
LJ-7 Syðra-Laugalandi	94,8 °C
LN-12 Syðra-Laugalandi	95,8 °C
TN-4 Ytri-Tjörnum	81,0 °C
GY-7 Glerárdal	60,0 °C



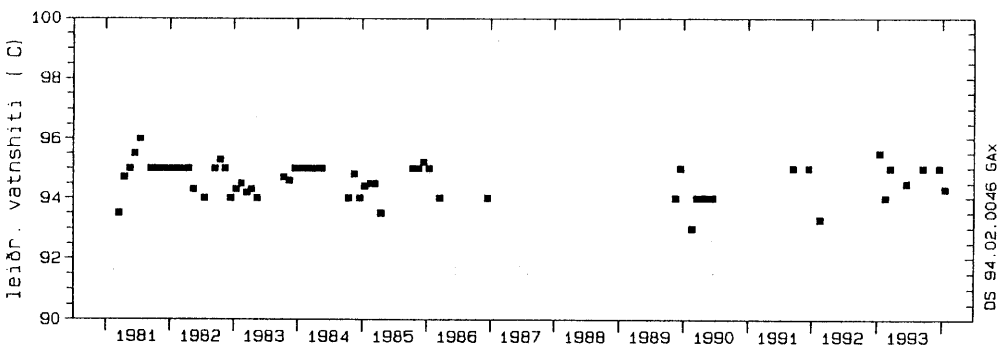
Mynd 15. Leiðréttur hiti vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1981 - 1993.



Mynd 16. Leiðréttur hiti vatns úr holu BN-1 á Botni árin 1983 - 1993.



Mynd 17. Leiðréttur hiti vatns úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1993.



Mynd 18. Leiðréttur hiti vatns úr holu LJ-7 á Syðra-Laugalandi árin 1981 - 1993.

3. EFNAINNIHALD

Á síðastliðnu ári voru efnagreind fimm heilsýni úr vinnsluholum Hitaveitu Akureyrar. Starfsmenn Orkustofnunar tóku sýnin í október eins og venja er. Einnig voru tekin sýni til hlutgreininga í mars, ágúst og desember. Starfsmenn hitaveitunnar sáu um þá sýnatöku, en sýnin voru efnagreind á Orkustofnun og hlutfall súrefnisísótópa mælt á Raunvísindastofnun Háskólans. Í hlutsýnunum var greindur kísill, klóríð, flúoríð, súlfat og magnesíum, og hlutfall súrefnisísótópa mælt. Tölur 3-6 sýna niðurstöður efnagreininganna frá árinu 1993, bæði heilsýna og hlutsýna. Myndir 22-28 sýna breytileika nokkurra efna í vinnsluholunum frá upphafi vinnslu.

Á myndunum er auk mælipunkta teiknað inn óvissubíl hverrar mælingar. Þetta er þó ekki einfalt mál þar sem gögnin eru frá löngu tímabili, en á þeim tíma hafa aðferðir við efnagreiningar breyst og ný tæki verið tekin í notkun. Því þarf að gera nokkra grein fyrir hvernig óvissa er ákvörðuð fyrir mælingarnar sem eru sýndar á þessum myndum. Frá árinu 1991 hefur kerfisbundið verið unnið úr gögnum um samkvæmni greininga á öllum aðalefnum sem greind eru í vatni á efnafræðistofnu Orkustofnunar. Að vísu hafði lengi verið fylgst með samkvæmni greininga, en kerfisbundin skráning og tölfræðileg úrvinnsla ekki unnin jafnóðum. Staðalfrávik er reiknað fyrir hverja mælingu og á myndirnar eru teiknuð tvö staðalfrávik sem gefa 95% öryggismörk. Árið 1981 var síðast tekin saman greinargerð um samkvæmni efnagreininga á efnafræðistofnunni (Gestur Gíslason, 1981). Þá reyndist óvissa mun meiri en hún er nú. Fyrir tímabilið 1982-1990 hefur ekki verið unnið úr gögnum um samkvæmni, enda tími mikilla breytinga í aðferðum og tækjabúnaði. Árið 1984 var jónagreinin tekinn í notkun sem bætti mikið greiningar á klóríði og súlfati. Ástæða er til að ætla að greiningar á katjónum (Mg, Ca, Na, Ca) hafi á árunum 1988-1989 ekki verið jafn góðar og fyrr eða síðar, vegna þess að eldra atómisogstæki stofunnar var að ganga úr sér. Nýtt tæki var tekið í notkun árið 1990.

Við framsetningu þessara mynda hefur verið valin sú leið að fyrir gögn frá 1981 og eldri eru teiknuð þau óvissumörk sem Gestur Gíslason (1981) reiknaði út árið 1981. Samkvæmni síðustu þriggja ára er notuð aftur til ársins 1982 fyrir kísil og flúoríð. Greiningaraðferðir við kísil og flúoríð eru að grunni til þær sömu og fyrir 1981, en samkvæmni er nú betri. Fyrir klóríð er samkvæmni síðustu þriggja ára notuð aftur til ársins 1984 þegar mælingar með jónagreini hófust. Fyrir þann tíma eru notuð gögn frá Gesti Gíslasyni (1981). Þetta er vissulega nálgun fyrir tímabilið 1982-1990, en samkvæmni greininga á efnafræðistofnu fór mjög fram snemma á síðasta áratug. Fyrir mælingar á hlutfalli súrefnisísótópa er teiknuð föst óvissa við mælingar sem Raunvísindastofnun Háskólans gerir, en eldri mælingar voru gerðar í Kaupmannahöfn og óvissa þeirra mælinga er ekki þekkt, en sennilega er hún svipuð. Hins vegar er hliðrun á niðurstöðum milli þessara tveggja gagnasafna, sem nemur u.þ.b. 0,2 einingum (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1990).

Jarðhitasvæðið við Botn

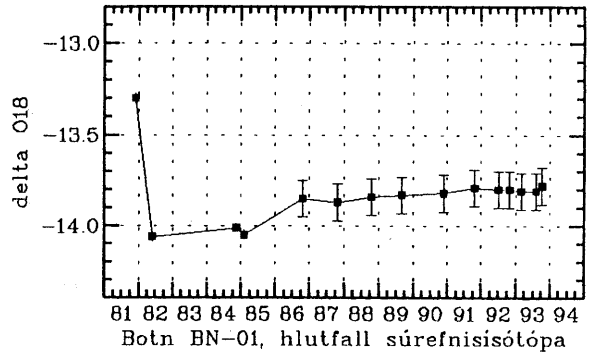
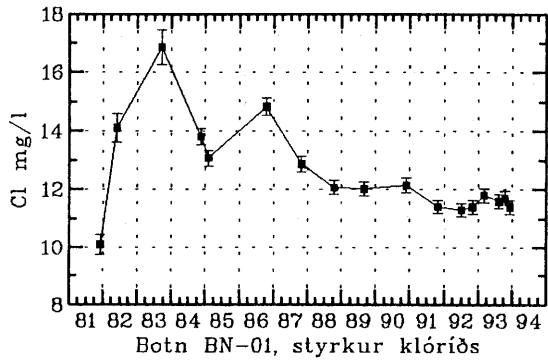
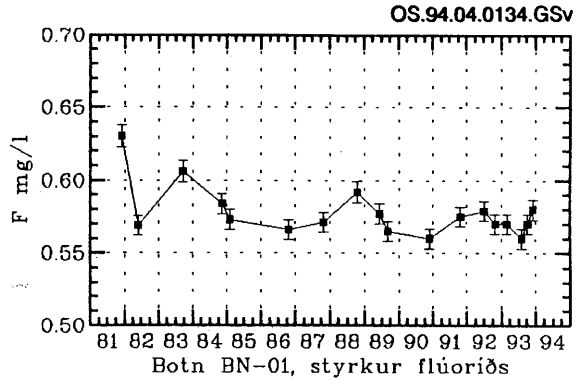
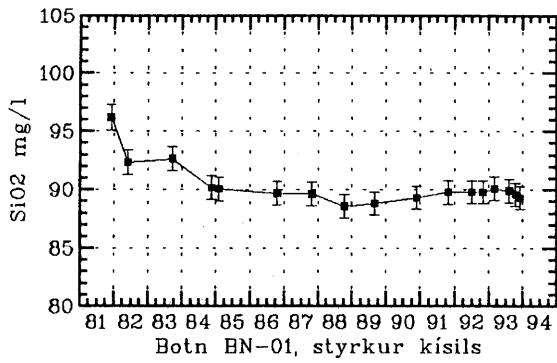
Tafla 3 sýnir niðurstöður efnagreininga sem gerðar voru á árinu 1993 á vatni úr vinnsluholunum tveimur, BN-1 og HN-10. Það eru þrjár hlutgreiningar og ein heilgreining úr hvorri holu. Mynd 22 sýnir breytileika í styrk kísils, flúoríðs og klóríðs, svo og hlutfall súrefnisísótópa í vatni úr holu BN-1, aftur til ársins 1981. Á myndunum sést ekki marktæk breyting á efnasamsetningu vatnsins milli árána 1992 og 1993. Þó sjá megi smáar sveiflur, eru þær yfirleitt innan óvissumarka greiningarinnar. Undantekning er flúoríð sem eykst marktækt frá miðju ári. Ef hins vegar er lítið á langtímabreytingar, sést að styrkur flúoríðs hefur alltaf verið sveiflukennður og er í sjálfu sér áhugavert að skoða það til langs tíma. Annars eru langtímabreytingar í holunni litlar. Styrkur kísils var dálítið hærri á fyrstu árum vinnslunnar, og sveiflur í styrk klóríðs og flúoríðs meiri. Eins og fram kom hér á undan er samkvæmni klóríðgreininganna mun betri eftir 1984, og fyrir þá styrkspönn sem hér um ræðir er veruleg hætta á lélegum greiningum með þeirri aðferð sem notuð var áður, og gætu sveiflur að einhverju leyti stafað af því. Styrkur klóríðs hefur lækkað dálítið eftir 1990, en klóríð er mjög næmur mælikvarði á hlut einstakra vatnsæða í holuvatni.

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

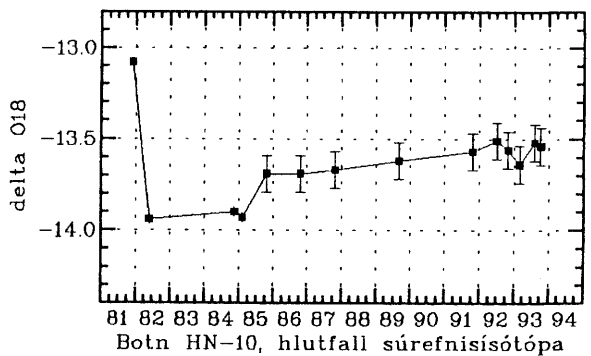
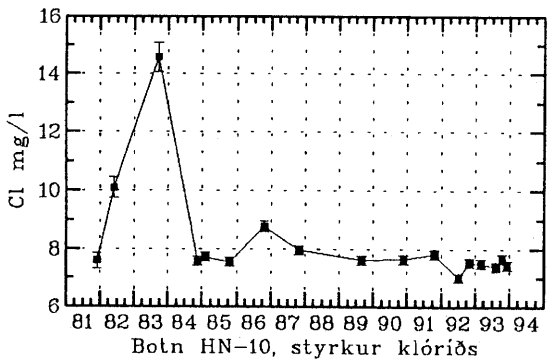
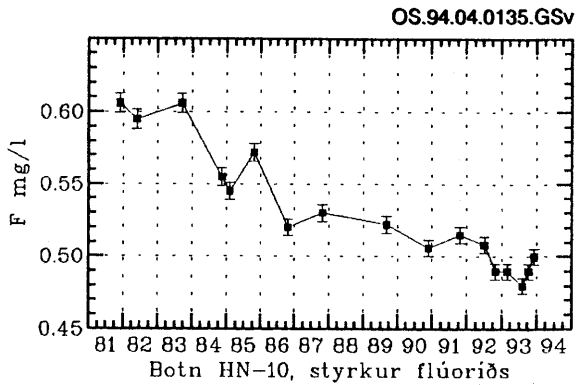
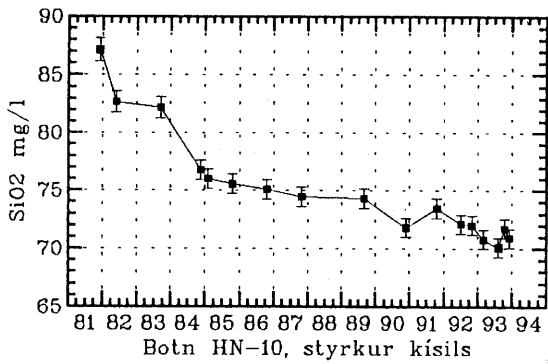
Höla	BN-1				HN-10			
	93-03-02 93-0021	93-08-10 93-0118	93-10-12 93-0190	93-12-07 93-0242	93-03-02 93-0024	93-08-10 93-0121	93-10-12 93-0189	93-12-07 93-0241
Hiti (°C)	96,0	96,0	92,2	93,3	82,5	82,0	80,1	80,6
Sýrustig (pH/°C)	-	-	9,85/19	-	-	-	9,93/19	-
Kísill (SiO ₂)	90,1	89,9	89,6	89,3	70,8	70,1	71,7	70,9
Natríum (Na)	-	-	55,5	-	-	-	46,5	-
Kalíum (K)	-	-	1,2	-	-	-	0,8	-
Kalsíum (Ca)	-	-	4,4	-	-	-	3,5	-
Magnesium (Mg)	0,002	0,003	0,001	0,005	0,003	0,004	0,002	0,004
Karbonsat (CO ₂)	-	-	15,8	-	-	-	18,8	-
Súlfat (SO ₄)	54,1	53,5	53,8	52,5	35,9	35,6	36,3	36,0
Brennist.vetni (H ₂ S)	-	-	0,10	-	-	-	0,07	-
Klóríð (Cl)	11,8	11,6	11,7	11,4	7,5	7,4	7,7	7,4
Flúoríð (F)	0,57	0,56	0,57	0,58	0,49	0,48	0,49	0,50
Bór (B)	-	-	0,18	-	-	-	-	-
Uppleyst efni	-	-	198	-	-	-	188	-
Súrefni (O ₂)	-	-	0	-	-	-	0	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-13,81	-13,81	-13,78	-	-13,64	-13,52	-13,54	-

- ekki mælt

Mynd 23 sýnir styrk sömu efna í holu HN-10. Þar hefur orðið hægfara breyting í efnasamsetningu vatnsins á löngum tíma. Þetta sést best í lækkandi styrk kísils og flúoríðs, en einnig hefur hlutfall súrefnisísótópa hækkað lítillega. Þessi breyting heldur áfram á árinu 1993, styrkur kísils og flúoríðs hefur ekki fyrr mælst jafn lágur og síðasta sumar. Seint á árinu hefur styrkur þessara efna svo aukist aftur. Þessar breytingar endurspeglar innrennsli á köldu grunnvatni í efri hluta jarðhitakerfisins (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1993b). Dálítið innrennsli af grunnvatni í jarðhitakerfið veldur þeirri hægfara kólnun sem mælst hefur í holunni.



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



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

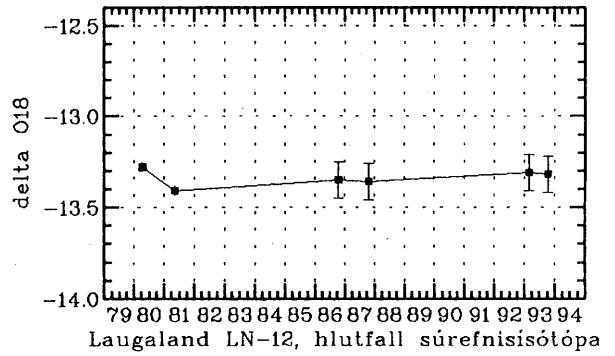
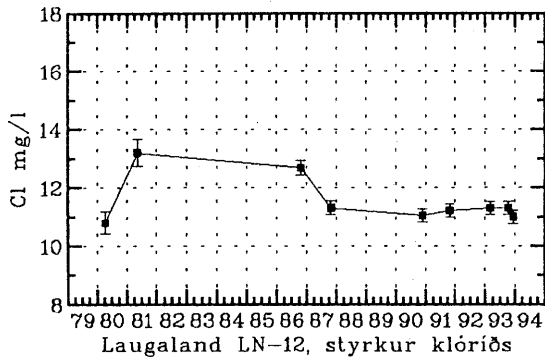
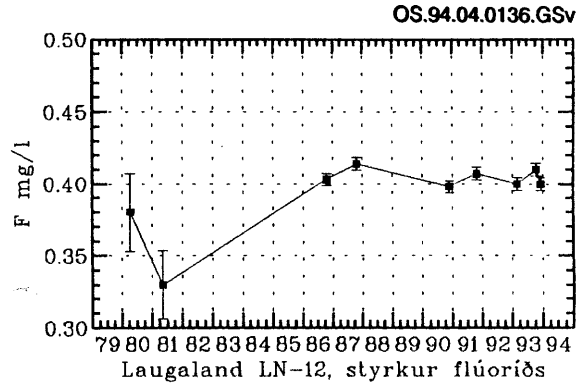
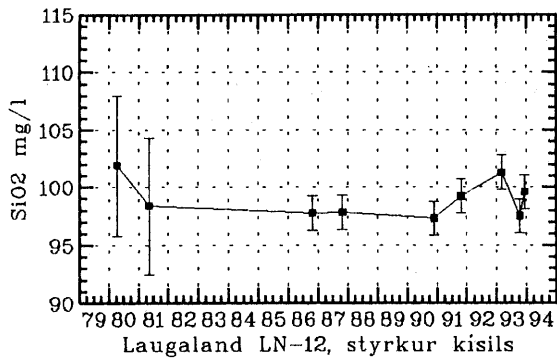
Syðra-Laugaland

Tafla 4 sýnir niðurstöður efnagreininga ársins 1993 frá Syðra-Laugalandi. Frá Laugalandi voru alls greind 8 sýni á árinu, 7 hlutsýni og 1 heilsýni. Heilgreiningin var úr holu LN-12. Úr holu LJ-7 var tekið eitt sýni, þrjú úr holu LN-12 og fjögur úr holu LJ-5. Á mynd 24 er teiknaður styrkur fjögurra efna úr holu LN-12 allt frá árinu 1979, og á mynd 25 styrkur sömu efna úr holu LJ-5 aftur til ársins 1976. Allstór sveifla mælist í styrk kísils árið 1993. Minni sveifla sést í flúoríði og sýnir öfugt samband við kísilinn. Ekki er vitað hvað það þýðir og raunar er erfitt að túlka þessar smærri sveiflur fyrr en hlutgreiningar nokkurra ára liggja fyrir. Í holu LJ-5 sjást engar marktækar breytingar í kísli, en styrkur klóríðs og flúoríðs sveiflast í mótfasa. Þegar klóríð mælist hátt mælist flúoríð lágt og öfugt. Þessar sveiflur eru marktækar miðað við mælingasamkvæmni. Þó þetta endurspeglir sennilega hlut mismunandi æða í vatninu sem dælt er hverju sinni, er mjög forvitnilegt að athuga fylgni þessara tveggja efna á lengra tímabili, svo og tengsl þeirra við styrk kísils. Styrkur flúoríðs í jarðhitavatni er einkum háður berggerð í jarðhitageyminum, eins og styrkur bórs og klóríðs, en er einnig tengdur hitaháðum efnajafnvægjum sem ekki eru vel þekkt.

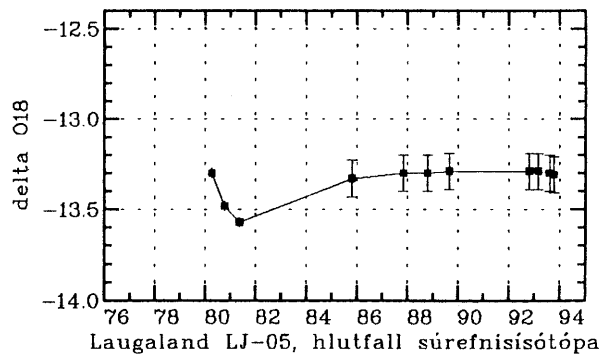
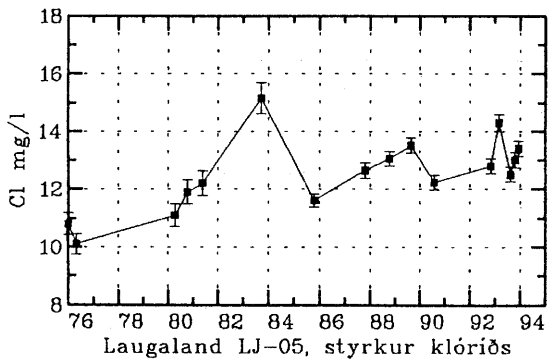
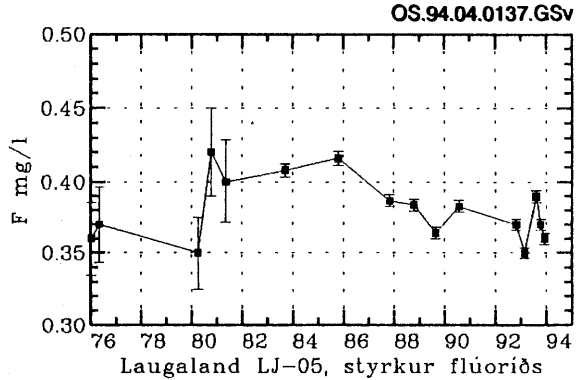
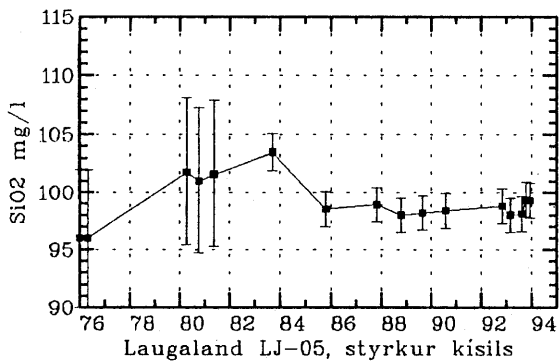
Tafla 4. Jarðhitasvæðið að Laugalandi. Efnasamsetning vatns árið 1993 (mg/l).

Hola	LJ-7	LN-12			LJ-5			
Dagsetning	93-12-09	93-03-02	93-10-12	93-12-07	93-03-02	93-08-10	93-10-14	93-12-07
Númer	93-0245	93-0020	93-0187	93-0246	93-0023	93-0117	93-0197	93-0244
Hiti (°C)	93,0	97,0	94,4	96,1	92,5	94,0	93,2	94,0
Sýrustig (pH/°C)		-	9,75/16		-	-	-	-
Kísill (SiO ₂)	97,9	101,3	97,5	99,6	98,0	98,1	99,4	99,3
Natríum (Na)	-	-	51,7	-	-	-	-	-
Kalíum (K)	-	-	1,2	-	-	-	-	-
Kalsíum (Ca)	-	-	2,9	-	-	-	-	-
Magnesium (Mg)	0,002	0,002	0,001	0,002	0,001	0,003	0,002	0,002
Karbónat (CO ₂)	-	-	14,7	-	-	-	-	-
Súlfat (SO ₄)	38,5	39,0	38,6	38,5	39,6	38,2	39,9	39,8
Brennist.vetni (H ₂ S)	-	-	0,09	-	-	-	-	-
Klóríð (Cl)	10,4	11,3	11,3	11,0	14,3	12,5	13,0	13,4
Flúoríð (F)	0,42	0,40	0,41	0,40	0,35	0,39	0,37	0,36
Bór (B)	-	-	0,17	-	-	-	-	-
Uppleyst efni	-	-	182	-	-	-	-	-
Súrefni (O ₂)	-	-	0	-	-	-	-	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-	-13,31	-13,32	-	-13,29	-13,30	-13,31	-

- ekki mælt



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



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

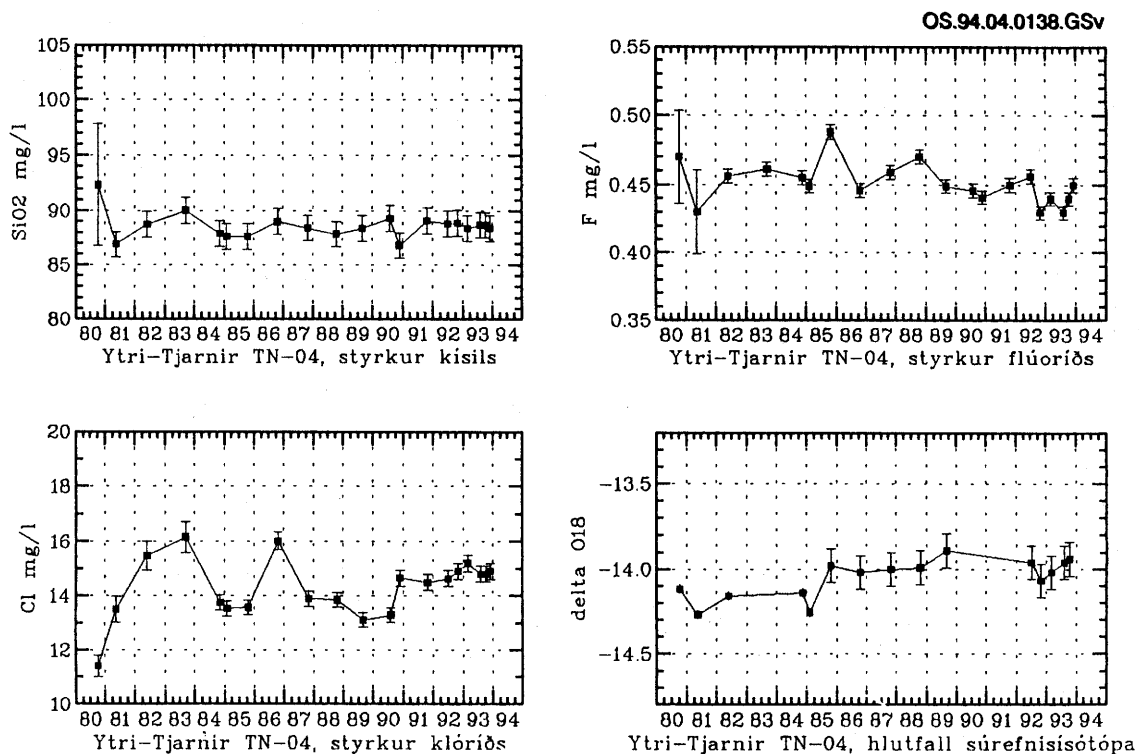
Ytri-Tjarnir

Tafla 5 sýnir niðurstöður fjögurra greininga sem voru gerðar úr holu TN-4 árið 1993, þar af einnar heilgreiningar. Á mynd 26 eru teiknuð sömu efni og í hinum holunum allt frá árinu 1980. Engar marktækar breytingar sjást frá 1992 til 1993, og langtímabreytingar eru óreglulegar.

Tafla 5. Jarðhitasvæðið að Ytri-Tjörnum. Efnasamsetning vatns árið 1993 (mg/l).

Hola	TN-4			
Dagsetning Númer	93-03-02 93-0022	93-08-10 93-0119	93-10-12 93-0188	93-12-07 93-0240
Hiti (°C)	83,0	83,0	81,2	81,5
Sýrustig (pH/°C)	-	-	9,97/16	-
Kísill (SiO ₂)	88,4	88,7	88,7	88,4
Natríum (Na)	-	-	57,3	-
Kalíum (K)	-	-	0,8	-
Kalsíum (Ca)	-	-	3,8	-
Magnesium (Mg)	0,001	0,002	0,001	0,004
Karbónat (CO ₂)	-	-	14,3	-
Súlfat (SO ₄)	46,8	45,9	46,5	46,0
Brennist.vetni (H ₂ S)	-	-	0,09	-
Klórið (Cl)	15,2	14,8	14,8	14,9
Flúoríð (F)	0,44	0,43	0,44	0,45
Bór (B)	-	-	0,20	-
Upplýst efni	-	-	241	-
Súrefni (O ₂)	-	-	0	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-14,02	-13,96	-13,94	-

- ekki mælt



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

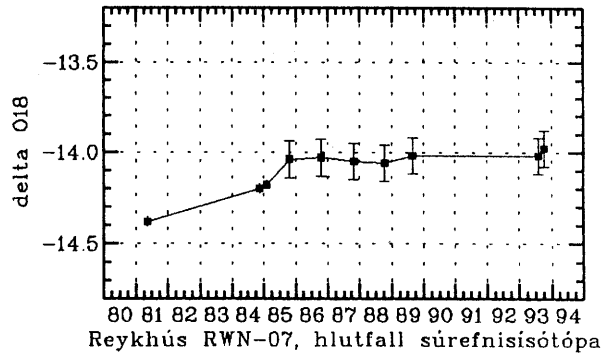
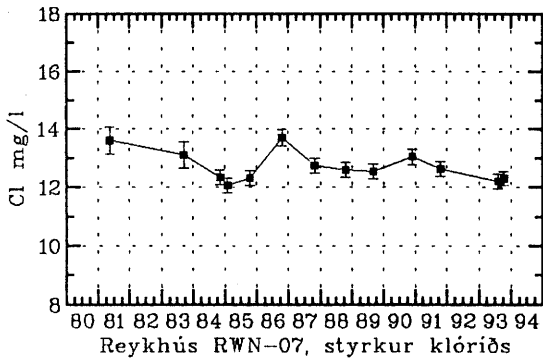
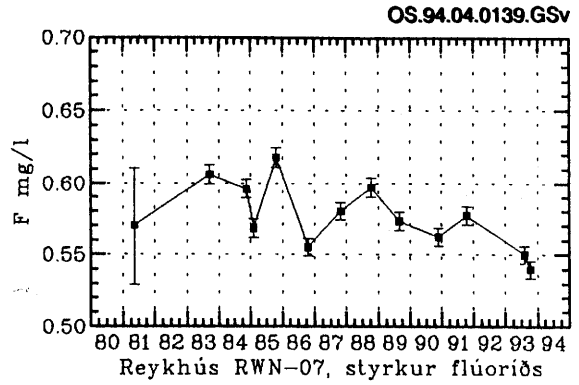
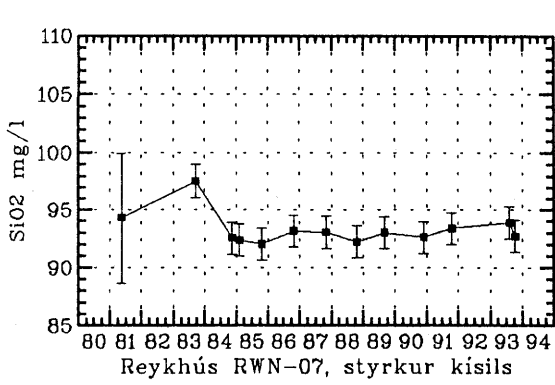
Reykhús og Glerárdalur

Tafla 6 sýnir niðurstöður greininga úr holu RWN-7 að Reykhúsum, og holu GYN-7 á Glerárdal. Úr fyrrnefndu holunni voru tekin tvö hlutsýni á árinu 1993. Mynd 27 sýnir breytileik í efnasamsetningu frá árinu 1981. Engin heildarbreyting varð í efnasamsetningu vatns úr þeirri holu fram til ársins 1991, þegar sýni var seinast tekið. Tvö sýni sem voru tekin í lok síðasta árs sýna vísbendingu um einhverja breytingu. Eina marktæka breytingin er þó í styrk flúoríðs, reyndist hann lægri en áður hefur mælst. Á mynd 28 er sýnd efnasamsetning úr holu GYN-7 aftur til ársins 1981. Langtímabreytingar eru ekki marktækar, nema helst eru það stórar sveiflur í styrk klóríðs og flúoríðs sem engin skýring hefur fundist á. Munur á samsetningu þeirra tveggja hlutsýna sem voru tekin síðari hluta árs 1993 er marktækur fyrir klóríð og flúoríð, klóríð er lægra í seinna sýninu en flúoríð hærra. Ef að er gáð eru stóru sveiflurnar í þessum eignum frá árunum 1986-1989 einnig í mótfasa.

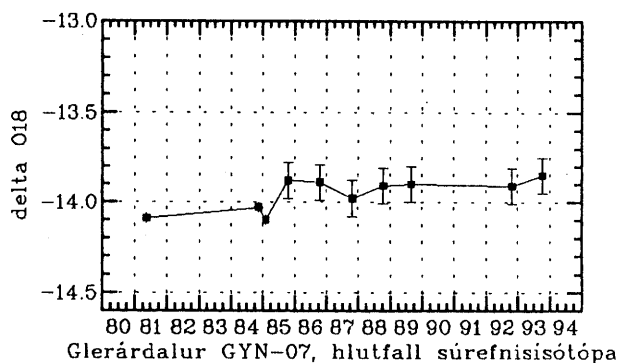
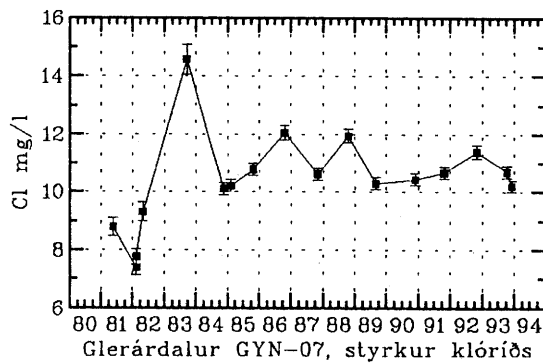
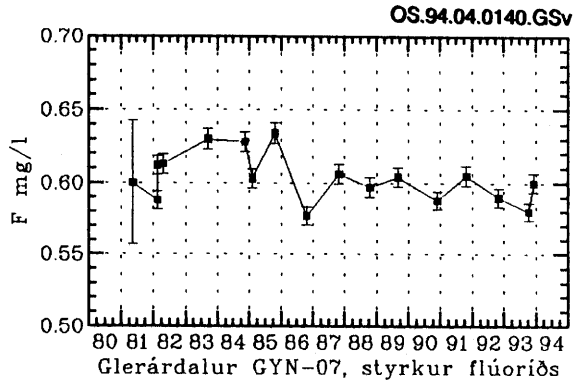
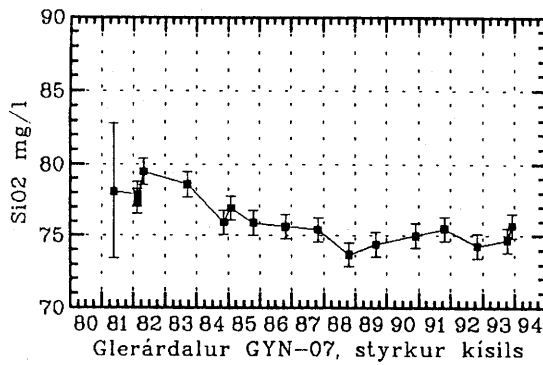
Tafla 6. Reykhús og Glerárdalur. Efnasamsetning vatns árið 1993 (mg/l).

Hola	RWN-7		GY-7	
	93-08-10 Númer	93-10-14 93-0198	93-10-12 93-0186	93-12-07 93-0243
Hiti (°C)	76,5	76,6	60,3	60,0
Sýrustig (pH/°C)	-	-	10,0/16	-
Kísill (SiO ₂)	93,9	92,7	74,7	75,7
Natríum (Na)	-	-	48,3	-
Kalíum (K)	-	-	0,6	-
Kalsíum (Ca)	-	-	2,8	-
Magnesíum (Mg)	0,004	0,002	0,004	0,003
Karbónat (CO ₂)	-	-	15,1	-
Súlfat (SO ₄)	44,7	46,1	31,8	31,8
Brennist.vetni (H ₂ S)	-	-	0,06	-
Klóríð (Cl)	12,2	12,3	10,7	10,8
Flúoríð (F)	0,55	0,54	0,58	0,60
Bór (B)	-	-	0,22	-
Uppleyst efni (TDS)	-	-	208	-
Súrefni (O ₂)	-	-	0	-
δ ¹⁸ O (‰ SMOW)	-14,02	-13,98	-13,85	-

- ekki mælt



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



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

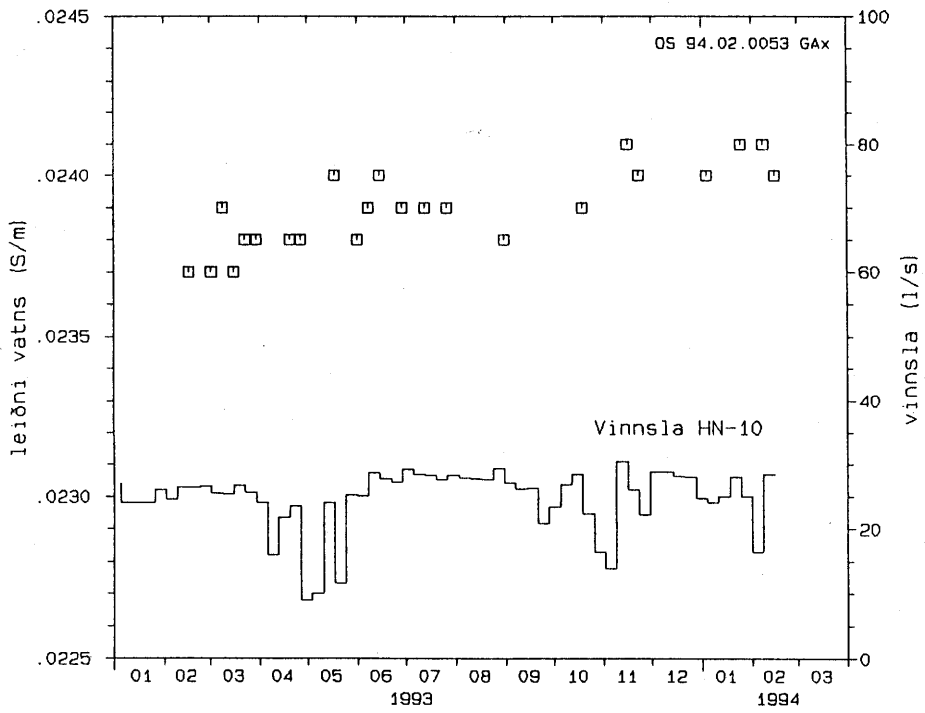
4. LEIÐNI VATNS

Samkvæmt nýrri tilhögun vinnslueftirlits hjá Hitaveitu Akureyrar var leiðni vatns úr vinnsluholunum mæld nokkuð reglulega árið 1993 (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1992). Er það gert í þeim tilgangi að kanna hvort þannig megi fylgjast með breytingum í efnainnihaldi á ódýran og einfaldan hátt. Ari Rögnvaldsson hjá Hitaveitu Akureyrar hefur annast mælingarnar af mikilli alúð og natni, en slíkt er forsenda þess að nægilega nákvæmar niðurstöður fáiast. Til mælinganna er notaður stafrænn leiðnimælir frá "Cole-Parmer Instrument Company" model 1481-60. Mælirinn leiðréttir leiðnigildin sjálfkrafa fyrir hita. Engu að síður er reynt að gæta þess að mæla ávallt við sem líkastan hita og skrá hann sjálfstætt. Leiðnin er lesin af mælinum í einingunni $\mu\text{Siemens/cm}$ ($\mu\text{S/cm}$). Leiðni vatnsins er yfirleitt nærri 250 $\mu\text{S/cm}$ og er aflestrarnákvæmni 1 $\mu\text{S/cm}$. Flökt á mæliniðurstöðum frá einni mælingu til annarrar gefur einnig til kynna að óvissan í hverri mælingu sé nálægt því að vera $\pm 1 \mu\text{S/cm}$. Til að gefa hugmynd um hvað það þýðir í breytingum í efnastyrk þá jafngildir breyting í leiðni um 1 $\mu\text{S/cm}$ u.þ.b. 0,5 ppm breytingu í styrk NaCl-lausrar. Leiðnimæling ætti því að vera góð til að fylgjast með breytingum á efnainnihaldi, t.d. vegna skyndilegs innrennslis á köldu vatni um skemmd fóðurör.

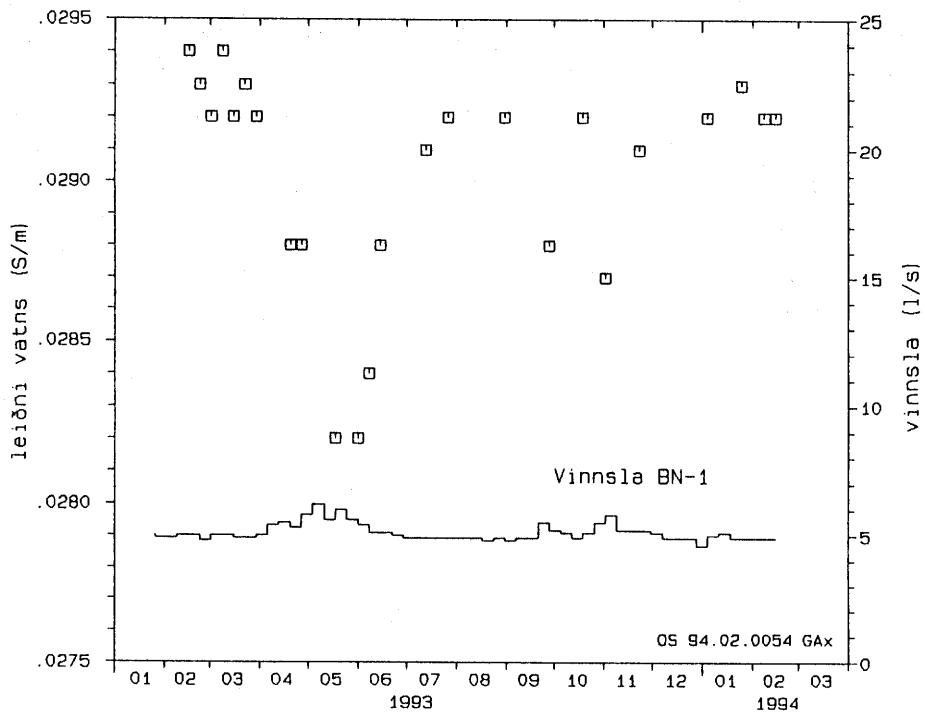
Niðurstöður leiðnimælinganna eru birtar á myndum 29 til 33. Marktækar breytingar sjást aðeins á leiðni vatns úr holum BN-1 og LJ-5. Smávægileg hækkun á leiðni vatns úr holu HN-10 getur vart talist marktæk.

Greinilegt er að sveiflurnar í leiðni vatns úr holum LJ-5 og BN-1 tengjast breytingum í vinnslu á Laugalandi og Botni. Þetta sést vel á mynd 34, sem sýnir samband leiðni og vinnslu á Laugalandi, og á mynd 35, sem sýnir samband leiðni og vinnslu úr holu BN-1. Aukningin í leiðni vatns úr holu LJ-5 með vaxandi vinnslu er talin endurspeglar hærri efnastyrk, sem stafi af auknum hlut efri æða holunnar. Sveiflur, sem skýra má á sama hátt, hafa einnig sést í klóríðstyrk og vatnshita (Guðni Axelsson o.fl., 1993). Þegar vinnsla á Laugalandi er lítil er leiðni vatnsins svipuð úr öllum holunum, væntanlega vegna þess að þá er djúpa æðin í LJ-5 ráðandi. Vinnsla úr holu BN-1 eykst þegar dregið er úr vinnslu úr holu HN-10, eða hún stöðvuð. Þá bregður svo við að leiðni vatnsins snarlækkar. Er það talið vera vegna þess að þá eykst verulega hlutur grunnrar æðar í holunni, sem líklega hefur mun lægri efnastyrk en aðalæð holunnar. Leiðni vatns úr grunnu æðinni er væntanlega svipuð leiðni vatns úr holu HN-10 (mynd 33).

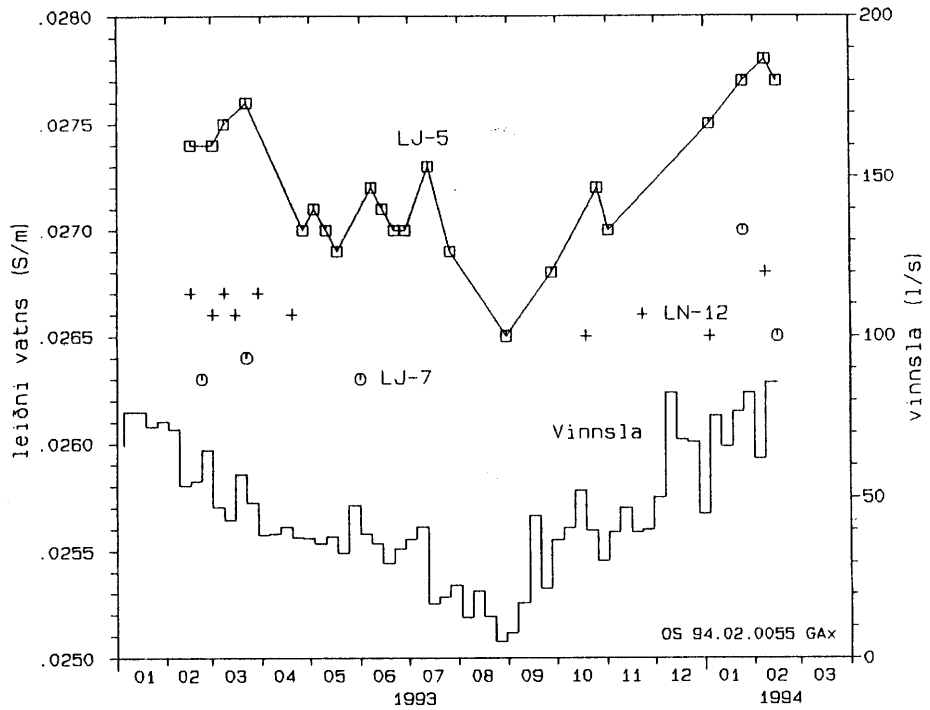
Leiðnimælingar síðasta árs sýna á afgerandi hátt að þær má nota til að skoða hvort efnasveiflur verða í vatni úr vinnsluholunum.



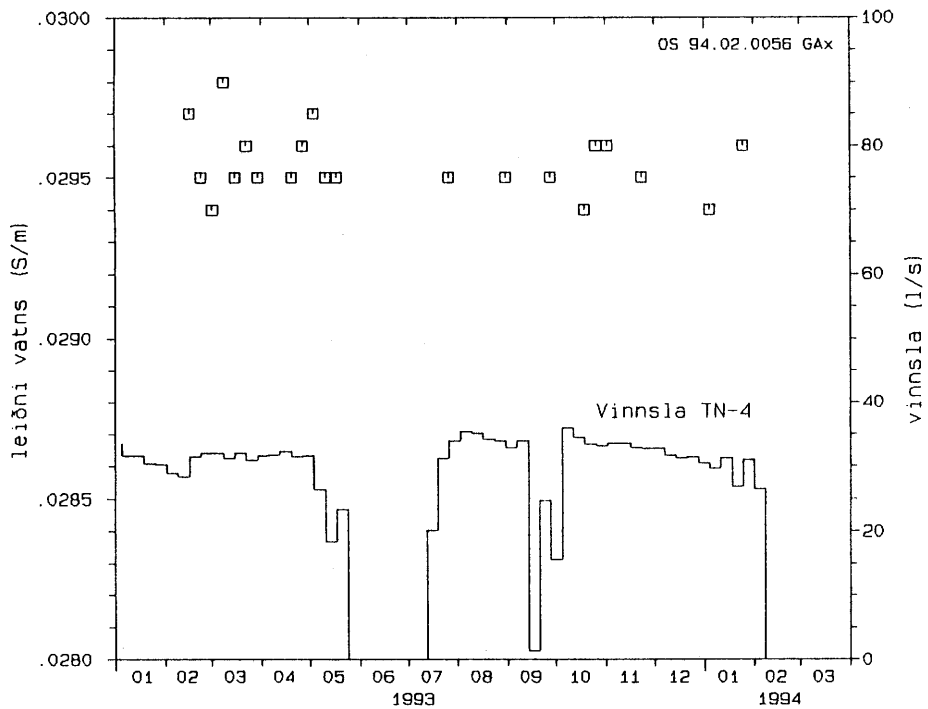
Mynd 29. Leiðni vatns úr holu HN-10 á Botni árið 1993.



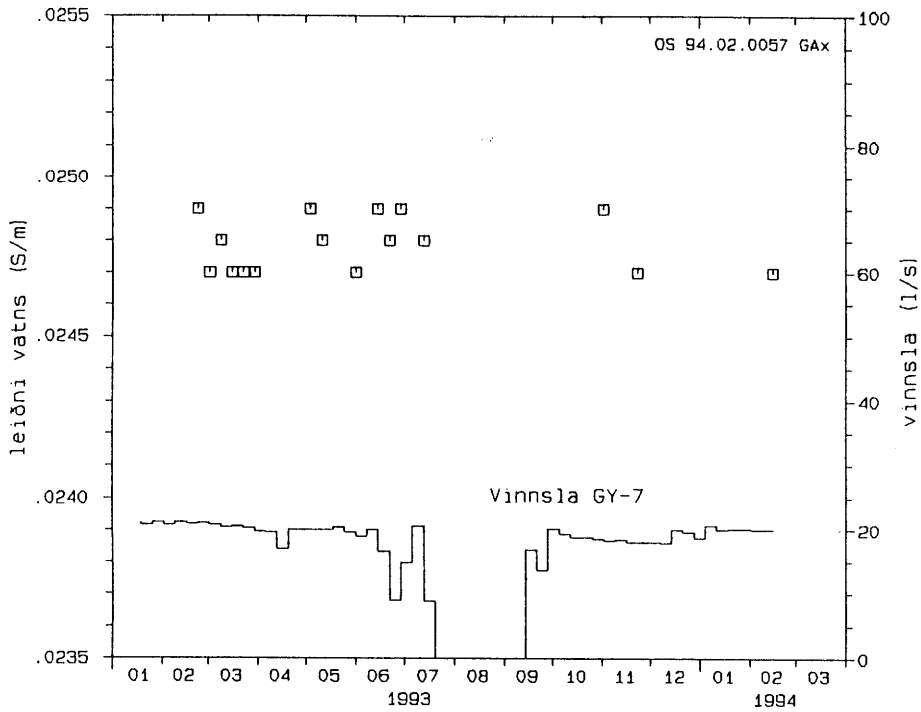
Mynd 30. Leiðni vatns úr holu BN-1 á Botni árið 1993.



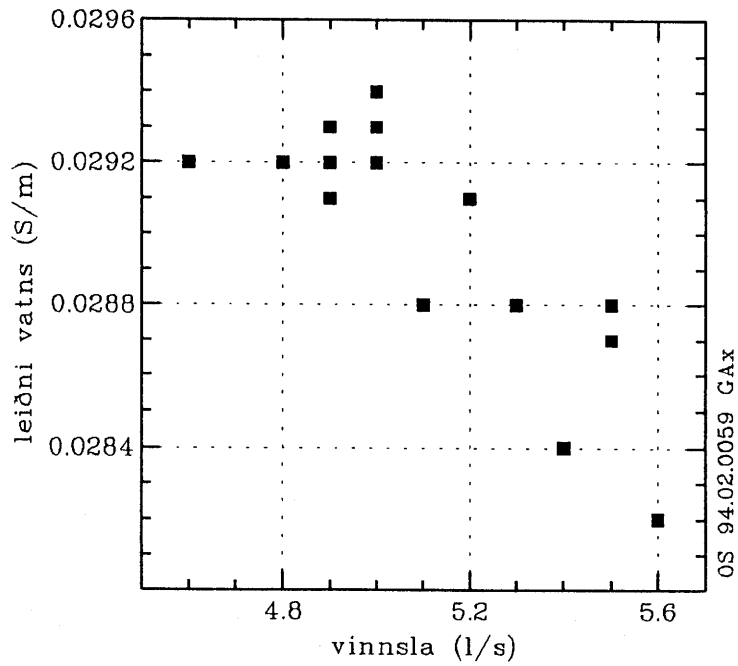
Mynd 31. Leiðni vatns úr holum á Syðra-Laugalandi árið 1993.



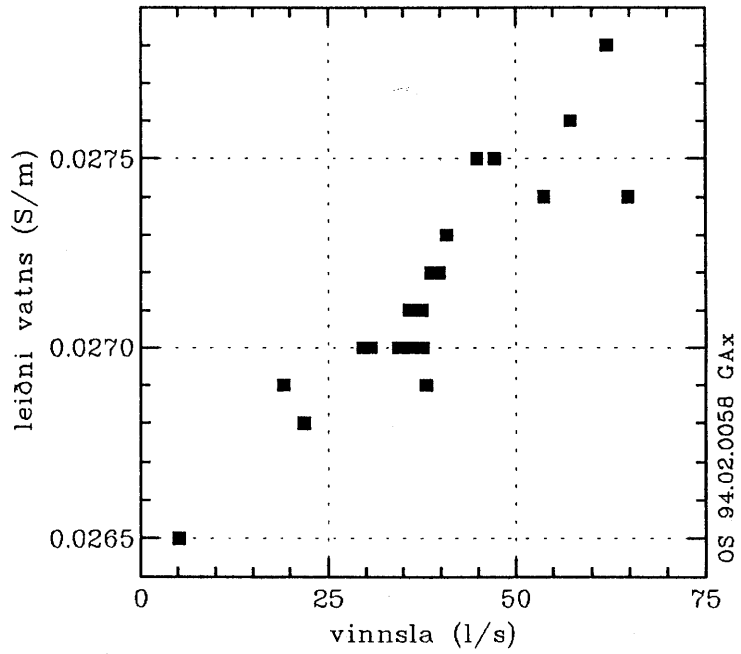
Mynd 32. Leiðni vatns úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum árið 1993.



Mynd 33. Leiðni vatns úr holu GY-7 á Glerárdal árið 1993.



Mynd 34. Samband leiðni vatns og vinnslu úr holu BN-1.



Mynd 35. Samband leiðni vatns úr LJ-5 og vinnslu á Syðra-Laugalandi.

5. ORKUBÚSKAPUR HITAVEITU AKUREYRAR

5.1 Yfirlit fyrir árið 1993

Í töflu 7 er að finna yfirlit yfir helstu stærðir er varða orkubúskap Hitaveitu Akureyrar á árinu 1993. Þar eru tilgreindar ýmsar upplýsingar sem fengist hafa úr ýmsum áttum. Hér á eftir er gerð grein fyrir hvernig þessar upplýsingar eru fengnar eða reiknaðar út.

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

1. Heildarorkuvinnsla er reiknuð eins og í töflu 1 nema vatnsvinnsla úr holu RWN-7 við Reykhús er þarna meðtalin.
2. Orkuframleiðsla varmadælnanna er reiknuð út frá raforkunotkun þeirra með því að gefa sér að nýtnistuðull þeirra (COP) hafi verið 3,0. Sama útkoma fæst ef gert er ráð fyrir að aflíð út af hvorri dælu sé 1,05 MW og sú tala margfölduð með nýtingartíma dælnanna á árinu.
3. Orkuframleiðsla rafskautaketilsins í Þórunnarstræti er reiknuð út frá raforkunotkun hans og miðað við 95% nýtni. Orkuframleiðsla svartolífuketilsins er reiknuð út frá olíunotkun hans og er miðað við 85% nýtni.

Varmaorkunotkunin er reiknuð á eftirfarandi hátt.

1. Notkunin á Akureyri er fengin út frá mælingum á magni og hita vatns sem sent er út á kerfið frá litla tanknum í Þórunnarstræti. Orkunotkunin sem þarna er mæld inniheldur því bæði notkun einstakra notenda og varmatap í dreifikerfi bæjarins.
2. Notkunin í Eyjafjarðarsveit er reiknuð út frá söluskýrslum Hitaveitu Akureyrar, yfirliti um frívatn, yfirliti um vatn sem Hrafnagilsveita fær og dælingu úr holunni við Reykhús. Miðað er við meðalhita vatns úr holum í Eyjafjarðarsveit við útreikningana þannig að orkutap í dreifikerfi Eyjafjarðarsveitar er meðtalið í orkunotkuninni.
3. Eigin notkun Hitaveitu Akureyrar í Eyjafjarðarsveit er áætluð tala. Um er að ræða notkun í dælustöðinni á Laugalandi og það vatn sem látið er renna ofan í dæluholur sem ekki eru í gangi til að halda öxlum heitum.
4. Orkutapið í aðveitukerfi er fundið sem mismunur orkuframleiðslu og orkunotkunar. Það reiknast 13 GWh sem jafngildir 3,6°C hitafalli í kerfinu frá borholum og að útstreymisstað úr tanki í Þórunnarstræti.

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

Íbúafjöldinn er samkvæmt upplýsingum Hagstofu Íslands um íbúafjölda 1. desember 1993.

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

Upplýsingar um orkuverð eru þrenns konar. Í fyrsta lagi er birt orkuverð eins og það er samkvæmt gjaldskrá í árslok. Í raun er þar ekki um orkuverð að ræða heldur gjald fyrir hvern rúmmetra sem notandi fær. Hann getur verið misorkuríkur. Í öðru lagi er birt tala um meðalorkuverð á framleidda kílóvattstund. Þarna er einfaldlega um að ræða heildartekjur Hitaveitu

Tafla 7. Yfirlit um ýmsa þætti varðandi orkubúskap Hitaveitu Akureyrar 1993.

Orkuframleiðsla:			
Jarðhitasvæðin í Eyjafjarðarsveit ¹⁾	216,1 GWh	86,7%	
Jarðhitassvæðið á Glerárdal	19,1 GWh	7,7%	
Varmadælur	11,5 GWh	4,6%	
Rafskauta- og olíukatlar	2,6 GWh	1,0%	
Heildarorkuframleiðsla ¹⁾	249,3 GWh	100%	
Varmaorkunotkun:			
Dreifikerfi á Akureyri	212 GWh	85,2%	
Heildarnotkun í Eyjafjarðarsveit ¹⁾	21 GWh	8,4%	
Eigin notkun í Eyjafjarðarsveit ²⁾	3 GWh	1,2%	
Orkutap í aðveitukerfi	13 GWh	5,2%	
Heildarorkunotkun	249 GWh	100%	
Raforkunotkun:			
Borholudælur og dælustöð á Laugalandi	5,6 GWh		
Dælustöðvar á Akureyri	0,7 GWh		
Varmadælur	3,8 GWh		
Rafskautaketill	1,5 GWh		
Raforkunotkun, alls	11,6 GWh		
Bakrásarvatn:			
Endurheimt bakrásarvatn (meðaltal)	37 l/s		
Meðalhiti bakrásarvatns	27 °C		
Íbúafjöldi:			
Akureyri	14.799		
Eyjafjarðarsveit	971		
Glæsibæjarhreppur	231		
Akureyri, ýmsar upplýsingar:			
Rúmmál hitaðs húsrýmis á Akureyri	3.206.812 m ³		
Orkunotkun á rúmmetra húsrýmis	66 kWh/m ³		
Heitavatnsnotkun á rúmmetra húsr.	1,2m ³ /m ³		
Varmaorkunotkun á íbúa	14.326 kWh/íbúa		
Heitavatnsnotkun á íbúa	257 m ³ /íbúa		
Aukning í hituðu húsrými frá 1992	30.000 m ³		
Orkuverð án VSK:			
Fastagjald í árslok (15 mm mælir)	8460 kr		
Rúmmetragjald í árslok	119,50 kr/m ³		
Meðalorkuverð á framleidda kwst ³⁾	1,88 kr/kwh		
Meðalorkuverð út á kerfi ⁴⁾	2,15 kr/kwh		
Meðalrúmmetraverð út á dreifikerfið	120 kr/m ³		
Veðurfar:			
Ársmeðalhiti (°C)	1993 3,64	1981-1993 3,47	Staðalfrávik 0,70
Meðalvindhraði (hnútar)	9,8	8,6	1,3
Fjöldi sólskinsstunda	934	998	92
Vindleiðréttur meðalhiti	0,04	-0,04	

¹⁾ Reykhús meðtalin.

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

³⁾ Heildarorkusala í krónum á hverja framleidda kílóvattstund.

⁴⁾ Heildartekjur af vatnssölu á hverja kWst sem dælt er inn á bæjarkerfið á Akureyri.

Akureyrar af heitavatnssölu deilt niður á hverja framleidda kílóvattstund. Inni í þessari tölu eru því bæði frívatn og orkutap í aðveitukerfi. Í þriðja lagi er gefið upp meðalorkuverð á selda kílóvattstund út á dreifikerfi. Þarna er frívatn og orkutöp ekki meðtalin. Þessi tala er einnig umreiknuð í verð á hvern rúmmetra vatns sem seldur er á Akureyri.

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

5.2 Áætluð orkuvinnsla næstu árin

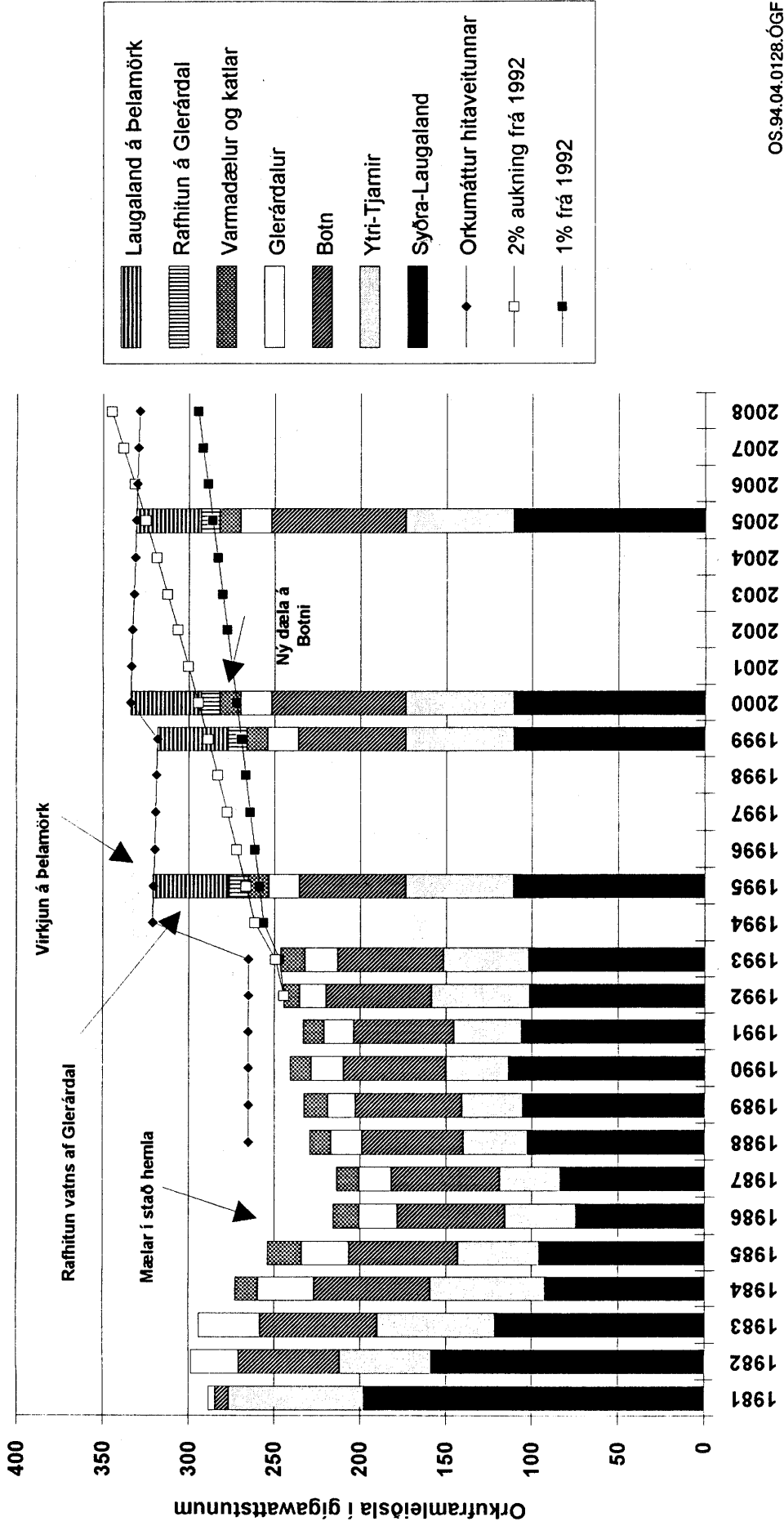
Mynd 36 sýnir yfirlit um orkuöflun, orkuþörf og orkumátt Hitaveitu Akureyrar. Sýnd er orkuöflun fyrir árin 1981-1993 og áætluð orkuþörf fyrir árin 1994-2008 miðað við 1% og 2% árlegan vöxt í orkunotkun. Því til viðbótar er orkuþörf byggðarinnar við Laugaland á Þelamörk bætt við árið 1994 og hún látin vaxa á sama hátt eftir það. Búast má við heldur meiri aukingu í notkun þar verði byggðin á leiðinni frá Þelamörk til Akureyrar tengd veitunni. Jafnframt sýnir myndin áætlaðan orkumátt Hitaveitu Akureyrar miðað við eftirfarandi forsendur:

1. Vatnsborðsspár frá 1993 (Ólafur G. Flóvenz o.fl, 1993b) standist.
2. Laugaland á Þelamörk verði virkjað árið 1994.
3. Vatnsborðs- og kólnunarspár fyrir Laugaland á Þelamörk frá 1993 standist (Ólafur G. Flóvenz o.fl. 1993a). Ekki verði boruð ný djúp hola á Þelamörk sem gæti aukið orkumátt þess svæðis.
4. Rafhitun vatnsins á Glerárdal úr 60°C í 80°C hefjist 1994 og haldist út allt tímabilið.
5. Dæling úr holu HN-10 á Botni verði aukin árið 2000 með því að setja í holuna svipaða dælu og á Ytri-Tjörnum.
6. Ekki verði verulegar langtímabreytingar í veðurfari á Akureyri frá því sem verið hefur síðasta áratuginn.

Reynsla undanfarinna ára sýnir að óvarlegt er að gera ráð fyrir að hægt sé að nýta meira en 90% af orkumætti jarðhitakerfanna hverju sinni. Ástæðan er sú að þegar svæðin nálgast fullnýtingu eykst hættan á aflþurrð í kuldaköstum á vetrum og slíka aflþurrð getur reynst erfitt að ráða við þrátt fyrir mikið uppsett afl í olíu og rafskautakötum vegna skorts á vatni til upphitunar. Ef við miðum við að aukinnar orku verði þörf þegar 90% markinu er náð þarf nýr orkugjafi að vera tiltækur um árið 2002 ef árleg aukning í notkun verður 2%, en fljótlega upp úr 2008 ef aukningin verður 1% á ári.

Samkvæmt ofansögðu ætti að vera tiltölulega auðvelt að fullnægja orkuþörf Hitaveitu Akureyrar a.m.k. næstu 1 - 2 áratugina án mjög verulegra fjárfestinga eins og t.d. virkjunar Reykja í Fnjóskadal. Þessi skoðun byggist hins vegar á því mati að orkuþörf næstu ára vaxi svipað og undanfarin 5-6 ár. Ekki er endilega víst að þær forsendur standist. Því verður í köflunum hér á eftir farið yfir helstu þætti er snerta orkuþörf komandi ára og gætu breytt þeirri mynd sem blasað hefur við síðustu ár.

Orkuöflun, orkupörf og orkumáttur Hitaveitu Akureyrar



OS.94.04.0128.ÓGF

Mynd 36. Orkuöflun, orkupörf og orkumáttur Hitaveitu Akureyrar.

5.3 Áhrif veðurfars á orkunotkun

Ljóst er að áhrif veðurfars á orkunotkun eru talsverð. Sveiflur í veðurfari eru alltaf nokkrar frá ári til árs og verulegar innan hvers árs. Til að skoða samband dælingar og veðurs eru notuð gögn frá árinu 1991. Til eru gögn frá Hitaveitu Akureyrar sem sýna sólarhringsmeðalnotkun Akureyrar allt það ár. Með því að bera hana saman við upplýsingar um sólarhringsmeðaltöl hita og vindhraða má fá fram samhengi þessara stærða. Upplýsingar um veðurfarið eru fengnar hjá Veðurstofu Íslands. Samkvæmt upplýsingum Trausta Jónssonar veðurfræðings hefur Hitaveita Reykjavíkur notað eftirfarandi formúlu til að leiðrétta hitann fyrir kælingaráhrifum vinds:

$$T_c = T - k(T) \cdot v^{1/2} \quad (1)$$

þar sem :

$$\begin{aligned} T &= \text{sólarhringsmeðalhiti í } ^\circ\text{C} \\ T_c &= \text{vindleiðréttur sólarhringsmeðalhiti í } ^\circ\text{C} \\ v &= \text{sólarhringsmeðaltal vindhraða í hnútum} \end{aligned}$$

og

$$k(T) = 1,22 - 0,023 \cdot T \quad (2)$$

Mynd 37 sýnir samband dælingar og vindleiðréttis útihita. Þar kemur fram þokkalegt samband milli þessara stærða. Ef við fellum bestu línu að punktasetninu á myndinni fæst:

$$Q = 119,5 - 5,78 \cdot T_c \quad (3)$$

þar sem Q táknar meðaldælingu á sólarhring.

Í raun er sambandið ekki línulegt. Þegar útihiti fer að nálgast meðalhita inni í húsum, sem er líklega um 22°C , stefnir dælingin ekki á núll heldur fáeina tugi sekúndulíttra. Þar er um að ræða kranavatnsnotkun og það magn sem rennur gegnum illa stillt ofnakerfi í húsum. Einnig verður að vera vissat lágmarksrennsli í dreifikerfi til að viðunandi hiti haldist á kranavatninu. Því vîkur samband hita og dælingar frá línulegu sambandi þegar útihiti nálgast innihitann. Svîp að gerist þegar mjög kalt er í veðri. Þá eykst notkunin ekki eins mikið og ætla mætti út frá línulega sambandinu. Ástæður þessa geta verið þær að varmatap í dreifikerfi minnkar með auknu rennsli, hemlar í mæligrindum hjá notendum takmarka notkunina og loks getur verið að ofnstillingar hjá notendum takmarki rennslið eitthvað.

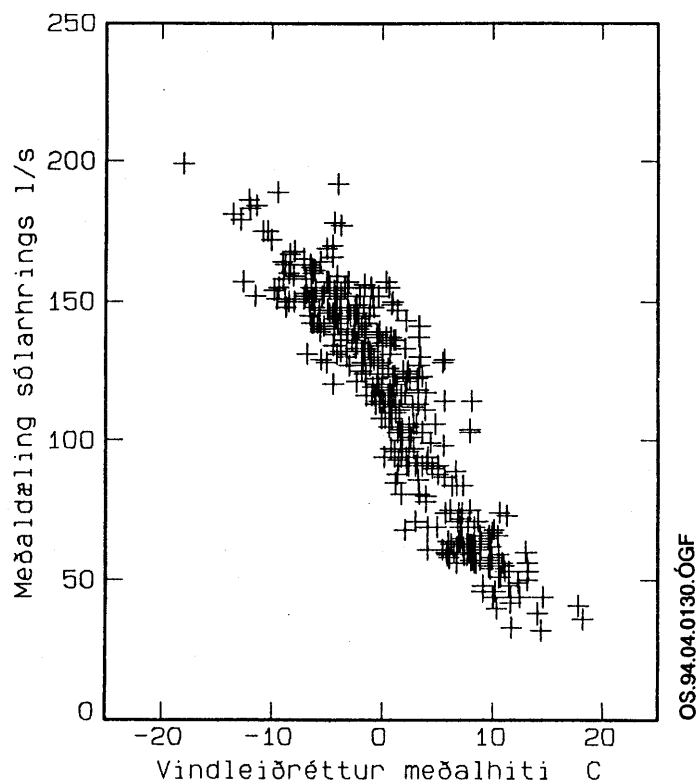
Í raun er það mismunur úti- og innihita sem ræður notkuninni fremur en útihitinn. Mynd 38 sýnir sömu gögnin og mynd 37 nema hvað dælingin er teiknuð sem fall af mismuni innihita (22°C) og vindleiðréttis útihita. Ef við fellum línulegt samband að gögnunum á þessari mynd fæst:

$$Q = 5,78 \cdot (22 - T_c) - 7,77 \quad (4)$$

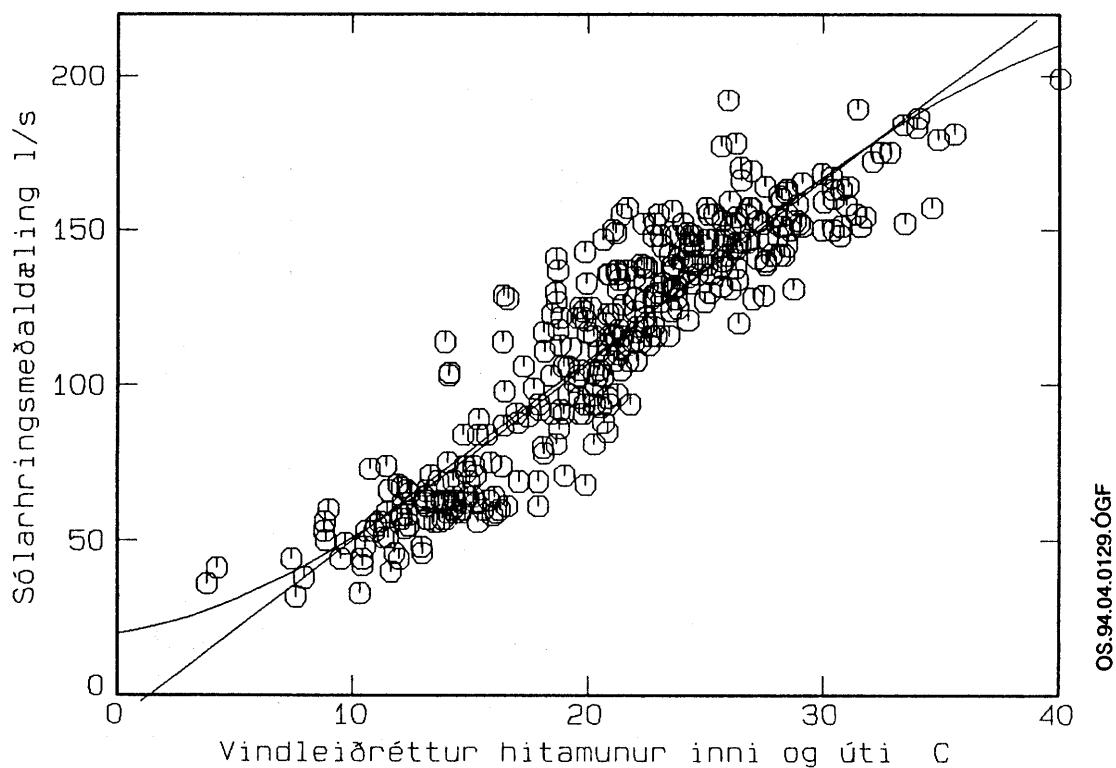
Þessi líking gildir vel á bilinu $10^\circ\text{C} < 22 - T_c < 30^\circ\text{C}$.

Einnig má fella að punktasetninu 3ju gráðu fjöllíðu sem nálgar þá frávikin frá línulega sambandinu við mjög háan og lágan útihita:

$$Q = 20,0 + 1,15 \cdot (22 - T_c) + 0,23 \cdot (22 - T_c)^2 - 0,035 \cdot (T - T_c)^3 \quad (5)$$



Mynd 37. Samband meðaldælingar og vindleiðréttis útihita á Akureyri 1991.



Mynd 38. Samband meðaldælingar og mismunar úti- og innihita á Akureyri 1991.

Þessi líking gildir þokkalega fyrir samband hita og dælingar meðan mismunur úti og innihita er á bilinu 5 - 40 °C.

Árið 1991 var meðalhiti ársins 4,61°C en meðalgildi vindleiðrétts hita (T_c) 1,20°C. Ársmeðaldæling inn á bæjarkerfið á Akureyri nam þetta ár 112,6 l/s. Ef við reiknum ársmeðaldælinguna út frá meðaltali vindleiðrétts hita skv. jöfnu (4) fæst nánast sama talan eða 112,5 l/s. Því má draga þá ályktun að jöfnu (4) megi nota til að reikna út ársmeðalgildi dælingar þótt hún byggji á sólarhringsmeðalgildum.

Jafna (4) er á forminu

$$Q = a \cdot T_c - b$$

Stuðullinn $a = 5,78 \text{ l/s/}^\circ\text{C}$ sýnir samhengi dælingar og hita miðað við vatnsþörf 1991. Hann breytist hins vegar lítið frá ári til árs nema til komi mikil aukning í hituðu húsrými. Því má nota hann til að leiðrétta orkunotkun hitaveitunnar frá 1987 (þ.e. eftir að áhrif sölukerfisbreytingarinnar 1985 eru komin fram) fyrir veðurfarsáhrifum án þess að valda miklum skekkjum. Þetta hefur verið gert og eru niðurstöðurnar sýndar á mynd 39. Þar sést að þegar leiðrétt hefur verið fyrir veðurfarsáhrifum er raunveruleg aukning orkunotkunar mjög lítil eða aðeins um 0,2% á ári á tímabilinu 1989-1993, þ.e. eftir að lokið var við að tengja rafhituðu hverfin við hitaveituna.

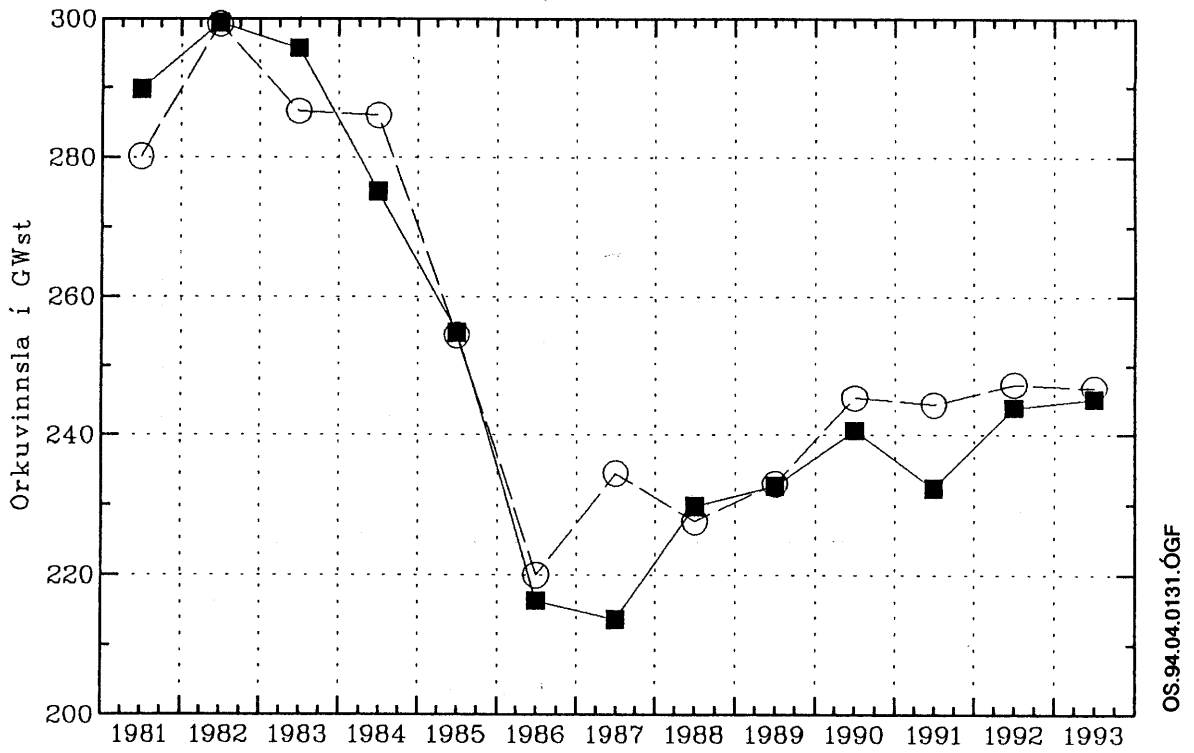
Það er fróðlegt að kanna hversu miklum sveiflum í ársmeðaldælingu má búast við út frá veðurfarssveiflum. Til eru ágætar upplýsingar um veðurfar á Akureyri frá árinu 1924. Mynd 40 sýnir ársmeðalhitann fyrir tímabilið 1924-1993 og mynd 41 sýnir tíðnidreifingu hitans á sama tímabili. Í töflu 8 er gefið yfirlit um veðurfarið á Akureyri.

Tafla 8. Yfirlit um veðurfar á Akureyri 1924-1993.

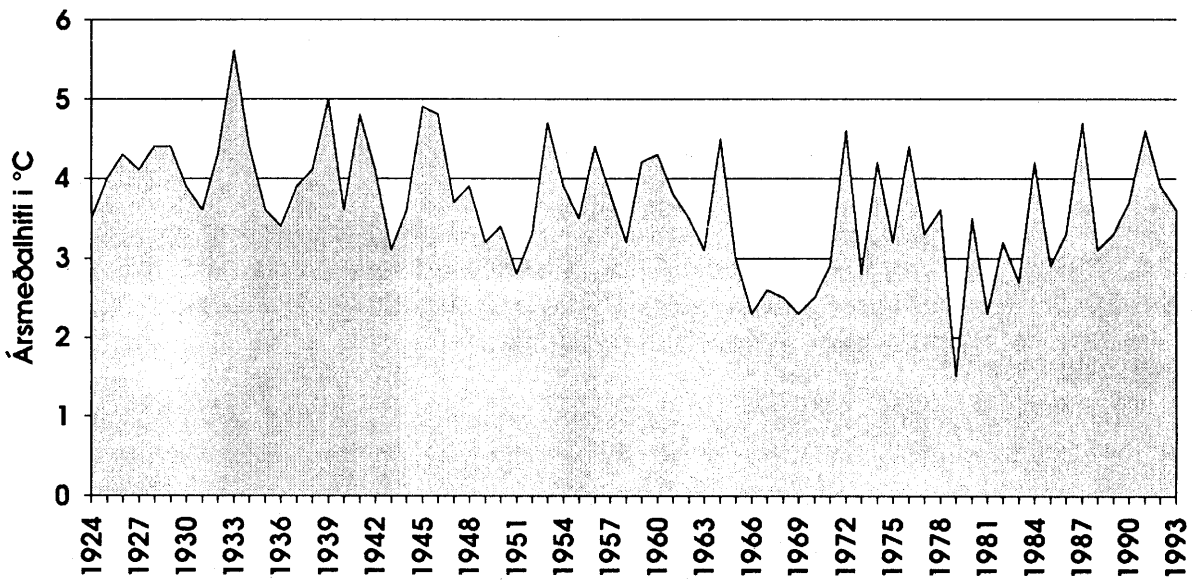
Meðalgildi ársmeðalhita 1924-1993	3,68 °C
Staðalfrávik	0,76°C
Hæsti ársmeðalhiti 1924-1993 (1932)	5,6°C
Lægsti ársmeðalhiti 1924-1993 (1979)	1,5°C
Meðalgildi vindhraða 1966-1993	8,5 hnútar
Staðalfrávik	1,0 hnútar
Hæsta ársmeðalgildi vindhraða 1966-1993 (1992)	10,6 hnútar
Lægsta ársmeðalgildi vindhraða 1966-1993 (1987)	6,1 hnútur

Upplýsingar í töflu 8 má nota til að reikna út hve mikilla sveiflna má vænta í orkunotkun vegna veðurfarssveiflna frá ári til árs. Það er gert á eftirfarandi hátt og niðurstöðurnar sýndar í töflu 8:

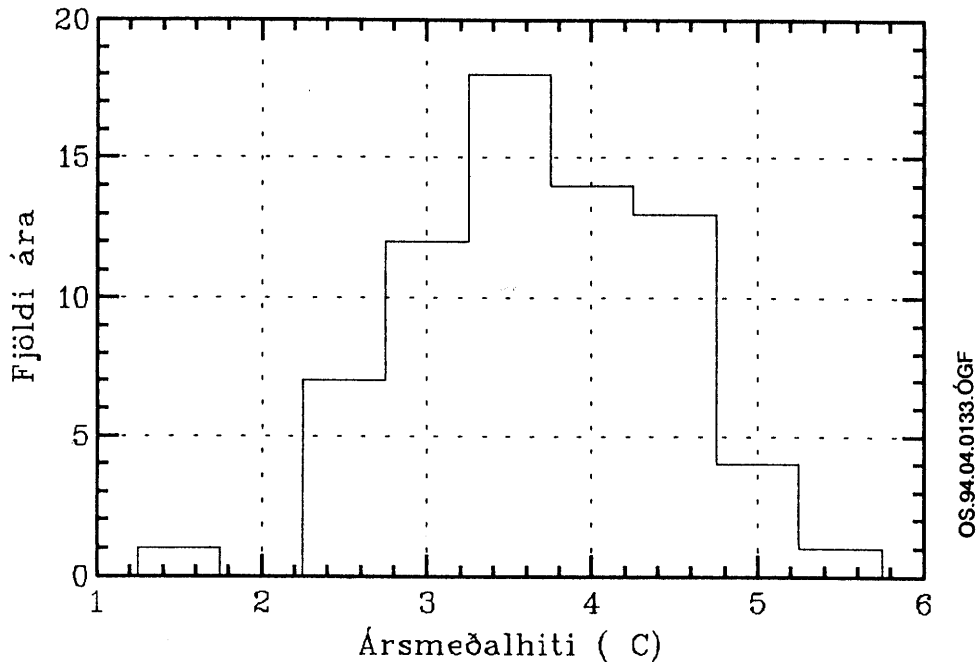
Heildaorkunotkun árið 1993 (245,2 GWh) er umreiknuð í sekúndulíttra af 76°C vatni og síðan leiðrétt að meðalveðurfari skv. jöfnu (4). Því næst eru reiknuð út verstu og bestu veðurfarstilvik dælingar með því að beita jöfnum (1) og (4) á ársmeðalgildin. Þessi aðferð gefur örlítið aðra niðurstöðu fyrir vindleiðréttinguna en að taka meðaltal af vindleiðréttum sólarhringsmeðalgildum, en sú skekkja er óveruleg. Versta tilvikið er fengið með því að gera ráð fyrir að lægsti hiti og mesti vindur fari saman (sem í raun er ólíklegt) og það besta ef hæsti hiti og lægsti vindhraði fara saman sem einnig er ólíklegt.



Mynd 39. Orkunotkun á Akureyri 1981-1993 leiðrétt fyrir veðurfarssveiflum.



Mynd 40. Ársmeðalhiti á Akureyri 1924-1993.



Mynd 41. Tíðnidreifing ársmeðalhita áráanna 1924-1993.

Tafla 9. Áhrif árssveiflna í veðurfari á dælingu.

Tilvik	Ársmeðal- hiti °C	Ársmeðal- vindur (hnútar)	Vindleiðréttur meðalhiti °C	Reiknuð árs- meðaldæling l/s	Frávik frá meðaltilviki %
Meðaltilvik	3,68	8,45	0,38	137,7	
Versta tilvik	1,50	10,6	-2,35	153,5	+11,5
Besta tilvik	5,6	6,1	2,90	123,1	-10,6

Niðurstöður útreikninganna á áhrifum veðurfarsveiflna á dælingu benda því til þess að búast megi við að frávik í dælingu frá meðalári geti numið um 11%. Versta tilvikið sem hér er reiknað svarar nokkurn veginn til veðurfarsins árið 1979 en það ár var kaldasta ár sem komið hefur á Íslandi frá árinu 1892. Vegna miðlunareiginleika svæðanna er hins vegar ekki mjög mikil hættu á að stórvandræði hlytust af einu stöku slæmu ári, a.m.k. ekki ef þess er gætt að hefja olíukyndingu nægjanlega snemma til að forðast aflskort við lægstu vatnsstöðu. Hins vegar gætu mörg slæm ár í röð valdið orkuskorti.

5.4 Húshitunarspá Orkuspárnefndar

Nokkur vandi er á höndum við að spá fyrir um þróunina í orkunotkun næstu 10-15 árin. Til er húshitunarspá sem Orkuspárnefnd hefur gert fyrir allt landið (Orkuspárnefnd, 1992). Sú spá kemur því miður einstökum hitaveitum að mjög takmörkuðu gagni því þar eru einungis gerðar spár fyrir heila landshluta í einu, en ekki einstök veitusvæði. Gera má ráð fyrir að þróun hjá einstökum veitum geti verið verulega frábrugðin því sem ætla má að gildi um heilan lands-

hluta. Samkvæmt húshitunarspánni er reiknað með því að orkuþörfin vaxi að meðaltali á ári frá 1992-2005 sem hér segir:

Landið allt	1,2%
Norðurland	0,7%
Höfuðborgarsvæðið	1,5%

Að baki spánni fyrir Norðurland býr að einungis er gert ráð fyrir 0,2% árlegri aukningu í fólksfjölda yfir sama tímabil. Nú má gera ráð fyrir að þróunin á Norðurlandi í heild sé ekki endilega dæmigerð fyrir Akureyri, trúlega má vænta meiri aukningar þar en að meðaltali fyrir Norðurland. Miðað við að Akureyri vegi um 40% í spátölunni fyrir Norðurland er e.t.v. ekki fráleitt að út frá forsendum Orkuspárnefndar megi geta sér til um að árleg aukning verði nálagst landsmeðaltali eða um 1,2% á ári fram til ársins 2005.

Erfitt er að draga miklar ályktanir af sveiflum frá ári til árs í orkunotkun því þar ráða sveiflur í veðurfari oft meiru en almennur vöxtur orkunotkunar. Til að skoða hinn almenna vöxt þarf annað hvort að leiðrétta orkunotkun fyrir veðurfarsáhrifum eða skoða nægjanlega mörg ár til að ætla megi að veðurfarsáhrifin jafnist út. Ef við lítum t.d. á reynslu síðustu 6 ára (1987-1993) kemur í ljós að meðalaukning orkunotkunar hefur verið 2,4% á ári á þessu tímabili en 1,4% ef miðað er við árin 1988-1993. Hluti af þessari orkuaukningu liggur í því að hitaveitan var að leysa rafhitun af hólmi í hluta bæjarins.

5.5 Samband orkunotkunar og orkuverðs

Þekkt er að samhengi er milli orkuverðs og orkunotkunar. Í húshitunarspá 1992-2000 (Orkuspárnefnd, 1992) er að finna mynd sem byggð er á gögnum frá Árna Ragnarssyni sem sýnir samband orkuverðs (rúmmetragejalds) og orkunotkunar hjá nokkrum hitaveitum miðað við gjaldskrá 1. ágúst 1991. Fundið er línulegt samband milli mæligilda. Þar má lesa út að veita sem selur rúmmetrann á 50 kr/m³ notar um 35% meira magn af heitu vatni en veita sem selur rúmmetrann á 100 krónur. Gögnin, sem þetta línulega samband byggir á, eru mjög takmörkuð og samhengið því lítt áreiðanlegt, þótt það gefi vissulega grófa hugmynd um samhengi orkuverðs og orkunotkunar. Hins vegar er fremur ólíklegt að þetta samband gildi þegar um er að ræða lækkingu á orkuverði ákveðinnar veitu. Ástæðan er sú að þar sem verð er hátt eru menn vanir að fara vel með heita vatnið og hafa væntanlega gætt þess að húskerfin séu vel stillt, einangrun sé í lagi o.s.frv. Gangi vonir og áætlanir manna um lækkingu skulda Hitaveitu Akureyrar eftir má búast við að orkuverð gæti lækkað talsvert fljótlega upp úr aldamótum. Það mun óhjákvæmilega leiða til aukinnar orkunotkunar sem erfitt er að segja til um hve mikil verður. Ef hún yrði 10-20% gjörbreytir hún orkuþörf hitaveitunnar og setur mikinn þrýsting á aukna vatnsöflun. Við slík skilyrði þarf að forðast mjög að lenda í örvæntingarfullri vatnsleit með tilheyrandi kostnaði eins og gerðist undir lok áttunda áratugarins. Í spátölum Orkuspárnefndar er einungis gert ráð fyrir óverulegum breytingum á gjaldskrá og þá einungis til hækkunar. Því má búast við að hugsanleg gjaldskrárlækking hjá Hitaveitu Akureyrar um aldamót muni ráða langmestu um orkuþörfina.

Ef við tökum tillit til þess að vænta má stærri markaðar í Glæsibæjarhreppi og gerum ráð fyrir að notkun muni aukast með lækkingu gjaldskrá er óvarlegt að reikna með því að árleg aukning verði undir 2% og hugsanlega verulega meiri þegar kemur fram yfir aldamót. Ef einnig er haft í huga að fundist gætu heppilegri kostir til orkuöflunar en aukin dæling úr HN-10 er æskilegt að stefna að því að nýr kostur í orkuöflun verði tiltækur um aldamót og að rannsóknum og undirbúningi verði hagað í samræmi við það.

6. SAMANTEKT

Helstu niðurstöður þessarar skýrslu má draga saman í eftirfarandi punkta:

1. Breytt var um reikningsaðferð við útreikning á orkuvinnslu Hitaveitu Akureyrar frá því í fyrri skýrslum. Neðri nýtingarmörk eru nú talin 27°C sem er í samræmi við hita bakrásarvatnsins, tekið er tillit til breytileika í eðlismassa með hita og notaður er mældur meðalhiti vatns úr borholum hvers svæðis. Orkuvinnsla fyrri ára hefur verið endurreiknuð á sömu forsendum.
2. Orkuframleiðsla Hitaveitu Akureyrar á árinu 1993 nam 249,3 GWh sem er um 0,6% aukning frá árinu 1992. Aukninguna má fyrst og fremst rekja til ívið kaldara veðurs en árið áður. Orkuframleiðslan skiptist þannig að 235,2 GWh komu frá jarðhitasvæðunum, 11,5 GWh frá varmadælum og 2,6 GWh frá olíu- og rafmagnskötlum.
3. Orkunotkunin skiptist þannig að 212 GWh (85%) fóru út á dreifikerfið á Akureyri, 21 GWh (8%) út á dreifikerfi í Eyjafjarðarsveit, 3 GWh (5%) til eigin nota Hitaveitu Akureyrar í Eyjafjarðarsveit og orkutap í aðveitukerfi nam 13 GWh (5%).
4. Á árinu 1993 nýtti hitaveitan um 92% af áætlaðri meðalvinnslugetu jarðhitasvæðanna og þurfti lítilla að keyra olíuketil til að forða aflþurrð vegna lágrar vatnsstöðu á Syðra-Laugalandi.
5. Hvorki varð vart óvæntra breytinga á vatnsborði né efnainnihaldi vatns úr vinnsluholum. Myndir sem sýna niðurstöður efnagreininga eru nú gerðar ítarlegri með því að bæta við óvissukrossum á mæligildin.
6. Í fyrri skýrslum um vinnslueftirlit hafa gögn um hita vatns úr vinnsluholum verið birt án nokkurra leiðréttinga. Í þessari skýrslu hefur verið reynt að leiðrétta hitamælingarnar fyrir stökkum sem komið hafa við mælaskipti og öðrum snöggum breytingum sem stafa af breytingum í mæliaðferð. Því eru hitamælingarnar í þessari skýrslu sambærilegar frá einum tíma til annars.
7. Niðurstöður leiðnimælinga sem Hitaveita Akureyrar hefur gert því sem næst vikulega síðasta árið á vatni úr öllum vinnsluholum sýna að leiðnin er mjög næm fyrir sveiflum í efnainnihaldi. Reglulegar leiðnimælingar virðast því ákjósanlegar til að fylgjast með hvort óvæntar breytingar koma fram í efnainnihaldi vatns úr vinnsluholum.
8. Kannað var samband hita, vinds og orkunotkunar á Akureyri. Miðað við veðurlag síðustu 100 ára má gera ráð fyrir að orkunotkun geti vaxið eða minnkað um allt að 11% frá meðalgildi vegna veðurfarsveiflna frá ári til árs. Árið 1993 var mjög nærri því að vera meðalár í veðurfarslegu tilliti.
9. Erfitt er að áætla hvernig orkuþörfin muni vaxa á komandi árum. Orkuspárnefnd gerir ráð fyrir að orka til húshitunar muni vaxa um 1,2% á ári að meðaltali yfir landið á næstu árum, en aðeins 0,7% á Norðurlandi. Ef orkunotkun Hitaveitu Akureyrar er leiðrétt fyrir veðurfarsáhrifum kemur í ljós að mjög óverulegur vöxtur hefur verið í orkunotkun síðustu fjögur ár. Hins vegar sýna athuganir að sterkt samband er milli orkunotkunar og orkuverðs, því lægra verð þeim mun meiri orkunotkun. Því getur vel farið svo að orkuverði sé sá þáttur sem mestu muni ráða um orkuþörf komandi ára. Lækkað orkuverð mun því hugsanlega vega mun þyngra í orkuþörfinni en almennur vöxtur húsrýmis.

10. Ef miðað er við að Laugaland á Þelamörk verði tengt dreifikerfinu árið 1994, sama ár verði hafin rafhitun vatns af Glerárdal úr 60°C í 80°C og vinnsla á Botni verði augin um aldamót, má gera ráð fyrir að næg orka verði til staðar hjá hitaveitunni fram til ársins 2002 ef aukingin verður innan við 2% á ári, en fram yfir 2008 ef aukningin verður innan við 1% á ári.
11. Lagt er til að rannsóknum og framkvæmdum verði þannig háttáð að nýr kostur til orkuöflunar verði tiltækur um aldamót.

7. HEIMILDIR

- Gestur Gíslason, 1981: *Athugun á samkvæmni efnagreininga*. Orkustofnun, greinargerð GG-81/01, 3 s.
- Guðni Axelsson, Ólafur G. Flóvenz, Hrefna Kristmannsdóttir og Guðrún Sverrisdóttir, 1993: *Laugaland í Eyjafjarðarsveit. Tilraun með niðurdælingu vatns*. Orkustofnun, OS-93052/JHD-13, 69 s.
- Guðni Axelsson og Grímur Björnsson, 1992: *Botn í Eyjafjarðarsveit. Líkanreikningar fyrir jarðhitakerfið*. Orkustofnun, OS-92012/JHD-01, 71 s. Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.
- Orkuspárnefnd, 1992: *Húshitunarspá 1992-2020*. Orkustofnun, OS-92023/OBD-01, 147 s.
- Ólafur G. Flóvenz, Grímur Björnsson & Guðni Axelsson, 1993a: *Laugaland á Þelamörk. Niðurstöður dæluþrófunar 1992-1993*. Orkustofnun, greinargerð ÓGF/GrB/GAx-93/08, 6 s.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson, Guðrún Sverrisdóttir og Grímur Björnsson, 1993b: *Vatnsöflun Hitaveitu Akureyrar. Staða og horfur 1993*. Orkustofnun, OS-93025/JHD-06, 47 s. Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.
- Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1992: *Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1991*. Orkustofnun, OS-92020/JHD-07 B, 34 s. Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.
- Ólafur G. Flóvenz, Hrefna Kristmannsdóttir, Guðni Axelsson, Hilmar Sigvaldason og Auður Ingimarsdóttir, 1990: *Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1989*. Orkustofnun OS-90019/JHD-08 B 59 s. Unnið fyrir Hitaveitu Akureyrar.

