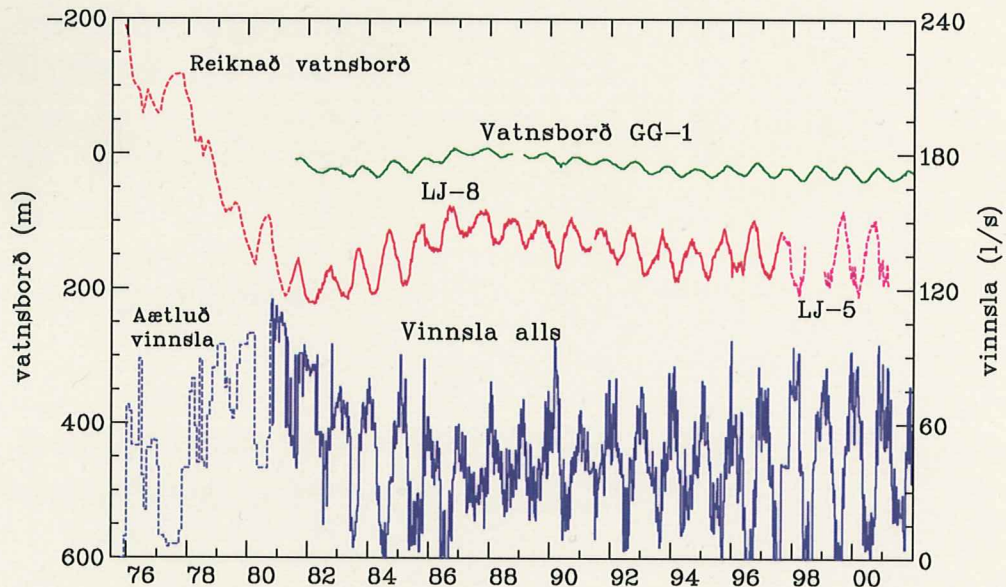




Norðurorka

Eftirlit með jarðhitasvæðum og orkubúskapur veitunnar 2001



Steinunn Hauksdóttir, Guðni Axelsson, Bjarni Gautason, Þorsteinn Egilsson, Ólafur G. Flóvenz

Unnið fyrir Norðurorku

Steinunn Hauksdóttir, ritstjóri
Guðni Axelsson
Bjarni Gautason
Þorsteinn Egilsson
Ólafur G. Flóvenz

Norðurorka

Eftirlit með jarðhitasvæðum og orkubúskapur veitunnar 2001

Unnið fyrir Norðurorku

OS-2002/056

Desember 2002

ORKUSTOFNUN – RANNSÓKNASVIÐ

Reykjavík: Grensásvegi 9, 108 Rvk. – Sími: 569 6000 – Fax: 568 8896

Akureyri: Háskólinn á Akureyri, Sólborg v. Norðurslóð, 600 Ak.

Sími: 463 0559 – Fax: 463 0560

Skýrsla nr.: OS-2002/056	Dags.: Desember 2002	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Norðurorka Eftirlit með jarðhitasvæðum og orkubúskap veitunnar 2001	Upplag: 30	
	Fjöldi síðna: 32	
Höfundar: Steinunn Hauksdóttir, ritstjóri Guðni Axelsson, Bjarni Gautason, Þorsteinn Egilsson, Ólafur G. Flóvenz	Verkefnisstjóri: Ólafur G. Flóvenz	
Gerð skýrslu / Verkstig: Árlegt vinnslueftirlit, mat á orkubúskap	Verknúmer: 8-610609	
Unnið fyrir: Norðurorku		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Fjallað er um orkubúskap og eftirlit með vinnslu jarðhita á vinnslusvæðum Norðurorku árið 2001. Unnið var heitt vatn á sex jarðhitasvæðum. Orkuvinnsla jókst um 4,2% frá árinu 2000 sem jafngildir 4,1% aukningu að teknu tilliti til veðurfars. Orkuvinnsla á Glerárdal dróst saman um 11,7% en er samt 20% umfram langtímvinnslugetu svæðisins. Á öðrum vinnslusvæðum var orkuvinnslan nokkuð undir vinnslugetu þeirra. Vatnsborð í borholum, hiti og leiðni í vatni úr vinnsluholum og breytingar á efnastyrk voru í meginatriðum í samræmi við vinnsluspár fyrir einstök svæði, að Þelamörk frátalinni. Þar kom í árslok 2001 fram veruleg lækkun á vatnsborði í holu LP-10 líklega vegna stíflu í holunni. Niðurdæling á Syðra-Laugalandi hefur greinilega haldið uppi vatnsborði þar. Kæling vegna niðurdælingar á Laugalandi er óveruleg og mælist aðeins í einni holu. Í lokin er bent á nokkur atriði sem varða mælingar í borholum og framtíðarorkuöflun Norðurorku.		
Lykilorð: Hitaveita, lághitasvæði, vinnsla, vatnsborð, hiti, efnastyrkur, niðurdæling, orkubúskapur, Akureyri	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra:	
	Yfirfarið af: ÓGF, StH, PI	

EFNISYFIRLIT

1.	INNGANGUR	6
2.	VINNSLA OG VATNSBORÐ.....	8
2.1.	Gagnasöfnun.....	8
2.2.	Orkuvinnsla 2001	10
2.3.	Vatnsborðsbreytingar.....	13
2.4.	Hiti vatns í vinnsluholum.....	17
3.	EFNAINNIHALD.....	21
3.1.	Efnastyrkur vatns í vinnsluholum.....	21
3.2.	Leiðnimælingar	23
4.	ORKUBÚSKAPUR	24
5.	SAMANTEKT OG ÁBENDINGAR.....	31
6.	HEIMILDIR	32

MYNDIR

Mynd 1.	Yfirlitsmynd af vinnslusvæðum Norðurorku.	7
Mynd 2.	Vikulegt meðalafl Norðurorku síðustu fimm árin.	12
Mynd 3.	Vikuleg meðalvinnsla og vikulegt meðalafl.....	12
Mynd 4.	Vinnsla og vatnsborðsmælingar á Botni árin 2000 og 2001..	14
Mynd 5.	Vinnsla og vatnsborðsmælingar á Syðra-Laugalandi	15
Mynd 6.	Vinnsla og vatnsborðsmælingasaga á Syðra-Laugalandi og við Grísará.....	15
Mynd 7.	Vinnsla og vatnsborðsmælingar á Ytri-Tjörnum árin 1990 til 2001.	16
Mynd 8.	Vatnsborð og vinnsla á Þelamörk.	16
Mynd 9.	Mælingar á vatnshitanum í TN-4.....	18
Mynd 10.	Vatnshiti í vinnsluholunum við Botn.	18
Mynd 11.	Vatnshiti í vinnsluholunum á Laugalandi á Þelamörk.	19
Mynd 12.	Vatnshiti og vinnsla úr LN-12 á S-Laugalandi árin 1996–2001.	19
Mynd 13.	Breytingar í styrk klórs (Cl) of kísils (Si) með tíma í holu LÞN-11	22
Mynd 14.	Breytingar í styrk klórs og súlfats sem fall af tíma í holu TN-4.....	22
Mynd 15.	Súlurit sem sýnir þróun orkubúskapar hitaveitu Norðurorku.....	27
Mynd 16.	Heildarorkuflæði um dreifikerfi Norðurorku árið 2001.....	28

Mynd 17. Heildarmassaflæði um dreifikerfi Norðurorku árið 2001.	28
Mynd 18. Veðurleiðrétt orkunotkun og veðurfar á Akureyri 1981–2001.....	29
Mynd 19. Þróun orkuframleiðslu, íbúafjölda, og rúmmáls hitaðs húsrýmis.....	30

TÖFLUR

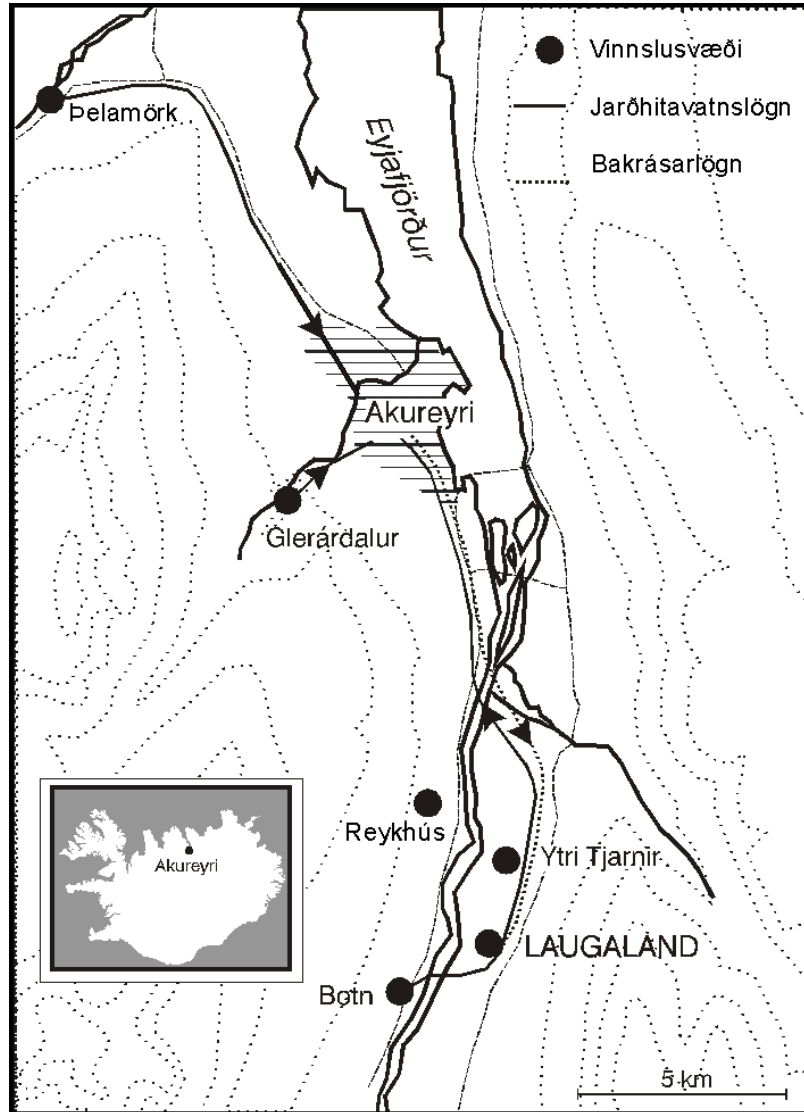
Tafla 1. <i>Yfirlit yfir mælingar á vinnslusvæðum Norðurorku árið 2001</i>	8
Tafla 2. <i>Ársmeðalvinnsla á jarðhitasvæðum Norðurorku</i>	9
Tafla 3. <i>Leiðréttur meðalhiti vatns úr vinnsluholum 1993–2001 (°C)</i>	20
Tafla 4. <i>Yfirlit um ýmsa þætti varðandi orkubúskap Norðurorku</i>	26

1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um orkubúskap og eftirlit með vinnslu jarðhita á vinnslusvæðum Norðurorku árið 2001. Að venju er fjallað um vinnslu og vatnsborð á vinnslusvæðunum, breytingar á hita og efnainnihaldi vatns úr vinnsluholum, orkubúskap veitunnar og framtíðarhorfur. Skýrslan er með sama sniði og s.l. tvö ár, þ.e. í styttri formi þar sem myndum hefur verið fækkað frá því sem venja var áður. Aðeins eru birtar myndir tengdar efni sem sérstaklega er fjallað um í skýrslunni. Allar myndirnar eru hins vegar birtar á jarðhitavef Orkustofnunar www.os.is/ros/jardhitavefur/hva og Norðurorku. Hluti skýrslunnar um vinnslu og vatnsborð er unninn af Guðna Axelssyni og Þorsteini Egilssyni, Bjarni Gautason skrifaði um efnainnihald og Ólafur G. Flóvenz tók saman kafla um orkubúskap. Steinunn Hauksdóttir sá um ritstjórn og samræmingu gagna, auk þess að uppfæra jarðhitavefinn.

Árið 2001 vann hitaveitan heitt vatn á sex jarðhitasvæðum: á Botni, Ytri-Tjörnum, Syðra-Laugalandi og Reykhúsum í Eyjafjarðarsveit, á Glerárdal og á Laugalandi á Þelamörk. Mynd 1 sýnir staðsetningu þessara svæða. Þá er haldið áfram niðurdælingu bakrásarvatns á Laugalandi í Eyjafjarðarsveit, sem hófst árið 1997 og hefur reynst mikilsverð til að viðhalda afköstum svæðisins.

Undir lok árs 2001 fór að bera á minnkandi afköstum holu LÞN-10 á Laugalandi á Þelamörk, hegðan sem síðan ágerðist fyrstu mánuði ársins 2002. Grunsemdir vöknudu um áreiðanleika mælinga á rennsli úr holum á Þelamörk sem ástæða þótti til að kanna áður en skýrsla um eftirlit með jarðhitasvæðum árið 2001 yrði gefin út. Af þessum ástæðum var lokavinnu við þessa skýrslu frestað en hún hefði átt að koma út í byrjun sumars 2002 skv. venju. Líklegast þykir nú að einhvers konar stífla í holunni hafi valdið þessu, stífla sem opnast að einhverju leyti þegar dæling er aukin úr holunni. Um athuganir á þessu verður ekki fjallað hér, en vísað til greinargerða Guðna Axelssonar og Arnars Hjartarsonar (2002) og Guðna Axelssonar og Ólafs G. Flóvenz (2002) og væntanlegrar skýrslu um vinnslueftirlit ársins 2002.



Mynd 1. Yfirlitsmynd af vinnslusvæðum Norðurorku.

2. VINNSLA OG VATNSBORÐ

2.1. Gagnasöfnun

Norðurorka safnar vikulega gögnum um vinnslu og vatnsborð á jarðhitasvæðunum, eins og verið hefur síðustu tvo áratugi. Vinnslan er mæld með aflestrum af rennslismælum og vatnsborð mælt í þeim vinnsluholum þar sem mælirör eru í lagi. Jafnframt er vatnsborð mælt í allmörgum öðrum borholum. Nú er svo komið að tölvustýrður stjórn- og eftirlitsbúnaður hefur verið tengdur við allar vinnsluholur hitaveitunnar, sem skráir mjög þétt vinnslu og vatnshita, ásamt fleiri þáttum. Enn er vatnsborð þó mælt handvirkt í flestum vatnsborðsholum, að undanskilinni holu LN-10, auk holu LJ-8 þar sem toppþrýstingur er einnig mældur samfellt. Eina vinnsluholan sem ekki hefur enn verið tengd stjórn- og eftirlitsbúnaðnum er hola RWN-7 á Reykhúsum.

Tafla 1. Yfirlit yfir mælingar á vinnslusvæðum Norðurorku árið 2001.

Vinnslusvæði	Hola	Vinnsla og vatnshiti	Vatnsborð
Botn	BN-1 HN-10 BÝ-3	mæld samfellt mæld samfellt	ekki mælirör bilað mælirör mælt vikulega
Syðra-Laugaland	LJ-5 LJ-7 LN-12 LJ-8 LN-10	mæld samfellt mæld samfellt mæld samfellt niðurdæling mæld samfellt	mælt vikulega bilað mælirör bilað mælirör samfelld þrýstimæling mælt samfellt
Ytri-Tjarnir	TN-2 TN-4	mæld samfellt	mælt vikulega ekki mælt
Glerárdalur	GÝN-7	mæld samfellt	bilað mælirör
Þelamörk	LÞN-11 LÞ-10	mæld samfellt mæld samfellt	mælt vikulega mælt a.m. vikulega
Reykhús	RWN-7	mæld hálfsmánaðarlega	mælt hálfsmánaðarlega bilað mælirör
Grísará	GG-1		mælt u.þ.b. vikulega

Tafla 2. Ársmeðalvinnsla á jarðhitasvæðum Norðurorku ásamt annarri orkuvinnslu. Við umreikning í gígavattstundir (GWh) er miðað við nýtingu í 27°C.

Ár	Ársmeðalvinnsla á jarðhitasvæðum og önnur orkuvinnsla Norðurorku															
	Botn 81-86°C		Syðra- Laugaland 94-95°C		Ytri- Tjarnir 81°C		Glerár- dalur 60°C		Laugaland á Þelamörk 91-103°C		Samtals		Varma- dætur	Raf- skauta- katlar	Svart- olíu- ketill	Heildar- orku- vinnsla
	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	I/s	GWh	GWh	GWh	GWh	GWh
1981	3,8	8,0	82,1	197,6	41,6	80,3	3,3	3,9	0,0	0,0	130,8	289,8	0,0	0,0	0,0	289,8
1982	28,5	58,8	65,8	158,4	28,1	54,3	23,4	27,9	0,0	0,0	145,8	299,4	0,0	0,0	0,0	299,4
1983	33,0	68,7	50,4	121,3	36,2	69,9	30,0	35,8	0,0	0,0	149,6	295,7	0,0	0,0	0,0	295,7
1984	32,7	68,7	38,3	92,4	35,0	67,8	27,3	32,7	0,0	0,0	133,3	261,6	13,5	0,0	0,0	275,1
1985	30,8	63,8	39,7	95,6	24,9	48,1	23,1	27,6	0,0	0,0	118,5	235,1	19,8	0,0	0,0	254,9
1986	30,3	62,5	30,9	74,4	21,7	41,9	18,8	22,4	0,0	0,0	101,7	201,2	15,1	0,0	0,0	216,3
1987	30,6	62,7	34,7	83,5	18,5	35,7	15,6	18,6	0,0	0,0	99,4	200,5	13,1	0,0	0,0	213,6
1988	28,4	58,6	42,5	102,6	19,6	37,9	15,3	18,3	0,0	0,0	105,8	217,4	12,3	0,0	0,0	229,7
1989	29,9	61,0	43,8	105,4	18,7	36,1	13,5	16,1	0,0	0,0	105,9	218,6	14,0	0,0	0,0	232,6
1990	28,9	58,8	47,2	113,6	19,1	36,9	15,9	19,0	0,0	0,0	111,1	228,3	12,3	0,0	0,0	240,6
1991	28,1	56,6	44,0	105,9	20,8	40,2	14,5	17,3	0,0	0,0	107,4	220,0	12,3	0,0	0,0	232,3
1992	29,5	59,3	42,0	101,3	30,1	58,3	12,9	15,4	0,0	0,0	114,5	234,3	9,6	0,0	0,0	243,9
1993	29,8	59,4	42,3	101,8	26,2	50,6	16,0	19,1	0,0	0,0	114,3	230,9	11,5	1,4	1,2	245,0
1994	30,7	60,8	41,3	99,4	25,5	49,2	12,1	14,4	4,9	11,2	114,5	235,0	10,9	4,6	0,0	250,5
1995	29,6	58,0	38,2	91,9	24,6	47,5	16,2	19,3	14,0	32,0	122,6	248,9	9,2	11,6	0,0	269,7
1996	30,0	58,3	36,1	87,1	30,9	59,8	10,5	12,6	13,8	31,3	121,3	249,1	7,8	7,4	0,0	264,3
1997	27,4	53,9	39,8	95,8	29,2	56,3	12,4	14,8	12,9	29,2	121,7	250,0	8,1	9,2	0,0	267,3
1998	27,1	52,2	43,3	104,2	31,1	60,0	15,4	18,4	13,0	29,5	129,9	264,3	5,9	9,2	1,8	281,2
1999	29,0	55,4	45,1	107,7	33,5	64,6	8,8	10,5	14,2	32,2	130,6	270,4	8,1	5,6	1,1	285,2
2000	25,8	50,7	44,4	105,9	32,1	62,2	19,0	22,8	13,8	31,8	135,1	273,4	7,5	5,4	0,0	286,3
2001	29,5	57,4	45,0	107,0	25,1	48,5	16,8	20,1	18,3	48,7	134,6	281,7	8,8	7,8	0,0	298,3
Vinnslugeta til 2010	30,5	58,0	48,5	116,0	31,5	61,0	14,0	17,0	21,0	56,0	145,5	308,0	22,0	14,0		344,0
Meðalnýting 2001 (%)	97	99	93	92	80	80	120	118	87	87	93	91	40	56		87

2.2. Orkuvinnsla 2001

Í töflu 2 eru birtar tölur um ársmeðaldælingu og orkuvinnslu á vinnslusvæðum Norðurorku, ásamt annarri orkuvinnslu, til og með árinu 2001. Tölur um orkuvinnslu eru reiknaðar út frá sömu forsendum og undanfarin ár (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994b). Mynd 2 sýnir síðan vikulega heildarorkuvinnslu síðustu fimm árin. Sú mynd sýnir samanlagða orkuvinnslu á jarðhitasvæðunum og orkuvinnslu með varmadælum, rafskautakötlum og svartolíukatli veitunnar, sem hefur numið um 4,5–6 % af heildarorkuvinnslunni þessi fimm ár. Mynd 3 sýnir vikulega meðalvinnslu og vikulegt meðal-afl sem unnið hefur verið úr jarðhitakerfunum s.l. sex ár.

Tafla 2 sýnir að heildarorkuvinnslan jókst um 4,2 % milli árána 2000 og 2001, en að meðaltali um 2,2% síðustu fimm árin. Bent hefur verið á að væntanlega vex orkuþörfin á Akureyri jafnt og þétt, en mismunandi árferði veldur því að aukningin í orkuvinnslu er mun sveiflukenndari. Orkuvinnsla með varmadælum og rafskautakötlum sveiflast einnig milli ára, en árið 2001 var hlutur þeirra 5,6% af heildarorkuframleiðslunni í stað 4,5% árið áður.

Ef eingöngu er litið til jarðhitavinnslunnar árið 2001 sést á töflunni að hún jókst um 3,0% frá árinu áður, en síðustu fimm árin hefur hún aukist að meðaltali um 2,4% á ári. Vert er að veita því athygli að massatakan úr jarðhitasvæðunum minnkaði um 0,4% á milli árána 2000 og 2001 og liggur munurinn í því að frá Þelamerkursvæðinu kemur nú mun orkuríkara vatn eftir dýpkun holu LÞN-10. Massatakan hefur á síðustu fimm árum aukist um 2,0% að meðaltali á ári.

Á Syðra-Laugalandi var ársmeðalvinnslan 45 l/s árið 2001, sem er örlítið meira en árið áður. Reynslan sem nú er að fást af niðurdælingunni sýnir að svæðið þolir nú meiri massatöku en árin 1995–1997 er vinnslan á svæðinu var í lágmarki. Árið 2001 massatakan á Syðra-Laugalandi 24,7% meiri en árið 1996 og tilsvarendi aukning í orkuvinnslu er 22,8%. Á Botni var vinnslan 29,5 l/s að meðaltali, sem er 14,3% meira en árið á undan, en þá fékk svæðið töluverða hvíld vegna dæluupptektar í holu HN-10. Á sama tíma jókst orkuvinnslan um 13,2%. Á Ytri-Tjörnum var meðalvinnslan 25,1 l/s, sem er mun minna en árin fimm þar á undan, og er um að ræða um 22% mun frá fyrra ári, bæði í massatöku og orkuvinnslu. Árið 2001 var ársmeðalvinnslan á Laugalandi á Þelamörk 18,3 l/s, sem er veruleg aukning frá því sem verið hefur og kemur þar til aukin dæling eftir dýpkun LÞ-10. Um er að ræða 32,6% aukningu í massatöku, sem gerir rúmlega 53% aukningu í orkuvinnslu enda fæst nú mun heitara vatn af svæðinu en áður. Á Glerárdal var vinnslan minnkuð frá árinu áður eða í 16,8 l/s, sem er 11,7% minnkun milli ára. Er þetta annað árið í röð sem ekki er gert sumarhlé á dælingu á Glerárdalnum.

Að lokinni vel heppnaðri niðurdælingartilraun á Syðra-Laugalandi er niðurdæling orðin fastur liður í rekstri svæðisins. Á árinu 2001 var alls um 458.000 m³ dælt niður í holu LJ-8, sem jafngildir 14,5 l/s meðalniðurdælingu.

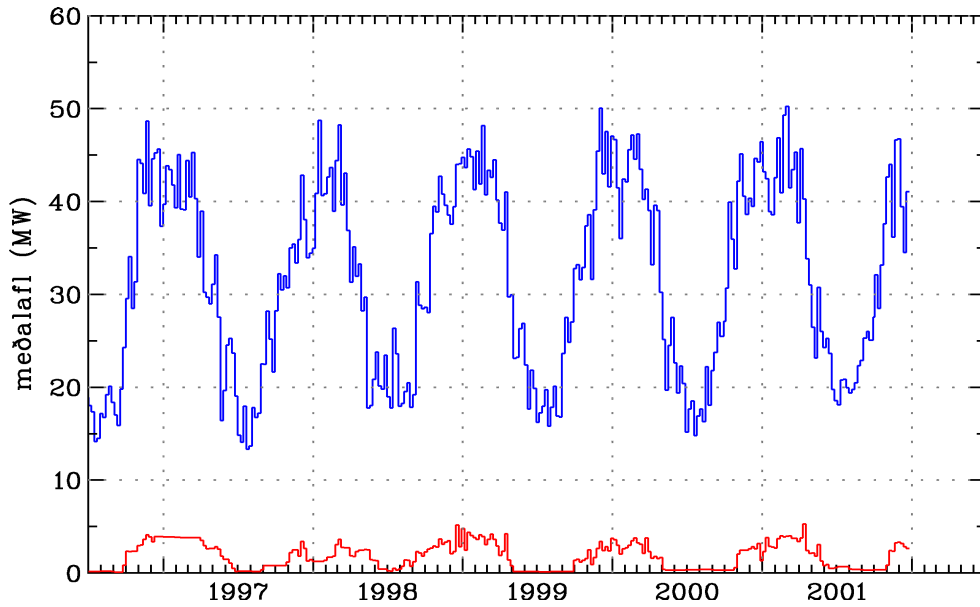
Auk þess sem kemur fram í töflunni er vatn úr borholum hitaveitunnar á Reykhúsum í Eyjafjarðarsveit og Reykjum í Fnjóskadal nýtt til staðbundinnar hitunar. Úr holu RWN-7 á Reykhúsum var ármeðalvinnslan 2,4 l/s líkt og verið hefur, auk þess sem tæplega 1,4 l/s af frárennslisvatni runnu niður í holu RW-9 á árinu 2001. Þá er nettóvinnslan á Syðra-Laugalandi í raun nokkru minni en fram kemur í töflunni, vegna þess að heitt vatn er látið renna niður í þær vinnsluholur, sem ekki eru í notkun hverju sinni. Er talið að það niðurrennsli jafngildi u.þ.b. 1,0 l/s að meðaltali á ári, líkt og undanfarin ár.

Til viðbótar orkuvinnslu á jarðhitasvæðunum voru varmadælur og rafskautaketill hitaveitunnar nýttir til orkuframleiðslu árið 2001. Orkuframleiðsla varmadælnanna var 8,8 GWh sem er 17% aukning frá fyrra ári. Þá voru framleiddar 7,8 GWh með rafskautakatlinum en það er 44% aukning milli ára. Heildarorkuframleiðsla Norðurorku árið 2001 var því 298,3 GWh, sem er 4,2% meiri framleiðsla en árið áður eins og fyrr getur.

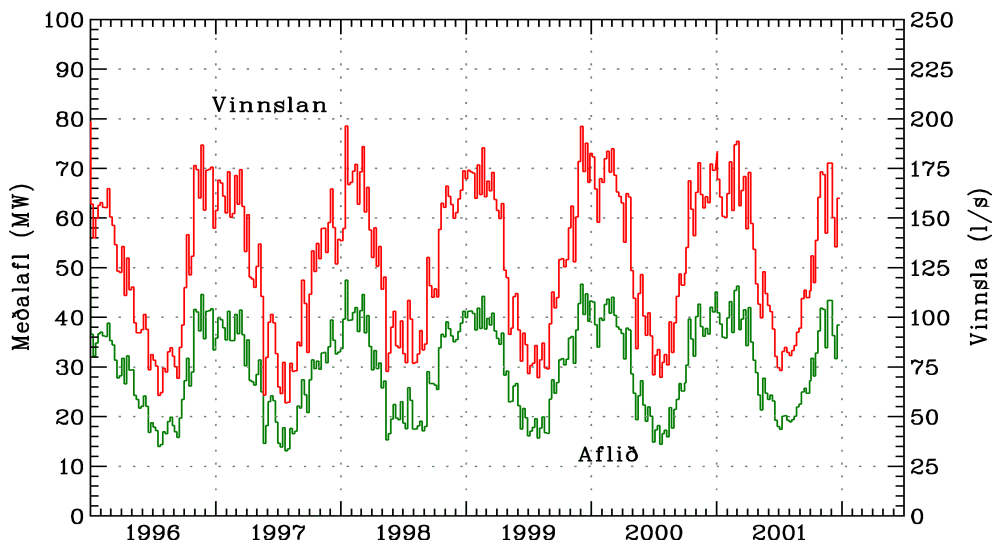
Niðurstöður endurskoðaðs mats á vinnslugetu jarðhitasvæðanna eru birtar sem tölur um vinnslugetu í töflu 2 (Guðni Axelsson o.fl., 1999). Þar er gert ráð fyrir því að svæðin á Botni og Ytri-Tjörnum séu nýtt fyrir grunnafl, Glerárdalur sé nýttur með sumarhléi, en Laugalöndin tvö mæti árssveiflunni. Að auki er gert ráð fyrir 10 l/s aukningu í vinnslugetu Syðra-Laugalands vegna niðurdælingar og um 48% viðbót í vinnslugetu Laugalands á Þelamörk eftir dýpkun holu LÞN-10 (Arnar Hjartarson o.fl., 2001). Matið á vinnslugetu LÞN-10 er nú í endurskoðun eftir skyndilega breytingu á hegðunarmynstri holunnar frá því í desember 2001 (Guðni Axelsson og Arnar Hjartarson, 2002).

Ef vinnsla á einstökum vinnslusvæðum árið 2000 er borin saman við þessar tölur um vinnslugetu svæðanna til ársins 2010 (tafla 2) sést eftirfarandi: Vinnslan á Botni var um 90% af vinnslugetunni. Á Syðra-Laugalandi var vinnslan um 92% af vinnslugetunni. Á Ytri-Tjörnum var vinnslan 80% af áætlaðri langtímvinnslugetu. Glerárdalur var hins vegar nýttur töluvert umfram vinnslugetu eða um 20%. Þetta er annað árið í röð sem svæðið er keyrt umfram áætlaða getu og því er ráðlagt að hægt verði á vinnslunni, ekki síst þar sem vatnsborðsupplýsingar á svæðinu vantar síðustu árin. Þó er rétt að benda á það að vinnslugetuáætlunin fyrir Glerárdal er miðuð við vinnslu með sumarhléi, þar sem vetrarvinnslan er um 21 l/s en ársmeðalvinnslan 14 l/s. Ef svæðið er rekið án sumarhlés er vinnslugetan áætluð nokkru meiri, miðuð við meðaldælingu, eða um 17 l/s í stað 14 l/s (Guðni Axelsson o.fl., 1999). Á Laugalandi á Þelamörk var vinnslan 2001 um 13% undir endurskoðaðri áætlun á vinnslugetu eftir dýpkun LÞ-10.

Árið 2001 var samanlögð vinnslan á jarðhitasvæðunum um 7,5–8,5% undir áætlaðri heildarvinnslugetu, eftir því hvort litið er til massa eða orku. Þarna er ekki mikið uppá að hlaupa, ef horft er til aukningar í orkunotkun á veitusvæði Norðurorku síðustu árin, þrátt fyrir aukninguna sem fékkst með dýpkun holu 10 á Þelamörk.



Mynd 2. Vikulegt meðalafli Norðurorku síðustu fimm árin. Blái ferillinn sýnir heildaraflið og rauði ferillinn sýnir samanlagt afl varmadælna og rafskautakátla.



Mynd 3. Vikulegt meðalvinnsla og vikulegt meðalafli úr jarðhitakerfunum síðustu sex árin.

2.3. Vatnsborðsbreytingar

Vinnslu- og vatnsborðsgögn ársins 2001 eru ekki birt hér í heild sinni, eins og áður segir. Á heimasíðum Orkustofnunar og Norðurorku má finna myndir sem sýna þessi gögn fyrir vinnslusvæðin fimm, bæði myndir sem sýna gögn ársins 2001 ásamt gögnum ársins 2000 til samanburðar, auk mynda sem sýna vinnslu- og vatnsborðsgögn frá upphafi vinnslu fyrir hvert svæðanna og fyrir holu RWN-7 á Reykhúsum. Þar eru auk þess birt gögn um vatnsborð í holum GG-1 á Grísará og HW-9 á Hrafnagili. Nokkrar myndir eru þó birtar hér á eftir tengdar þeim atriðum, sem fjallað er sérstaklega um.

Á vinnslusvæðunum fimm urðu vatnsborðsbreytingar árið 2001 eins og hér greinir:

Vatnsborðmælingar á Botni eru gerðar í holu BÝ-3 en hún er aðalvatnsborðsholan þar. Á mynd 4 er sýnt hvernig vatnsborðið hefur haldist í hendur við vinnsluna s.l. tvö ár og undirstrikar þessi mynd þá eiginleika jarðhitakerfisins á Botni að óverulegur langtímaníðurdráttur hefur orðið í jarðhitakerfinu á Botni í gegnum tíðina og það hve jarðhitakerfið er fljótt að jafna sig (ná upp þrýstingi) í dæluhléum.

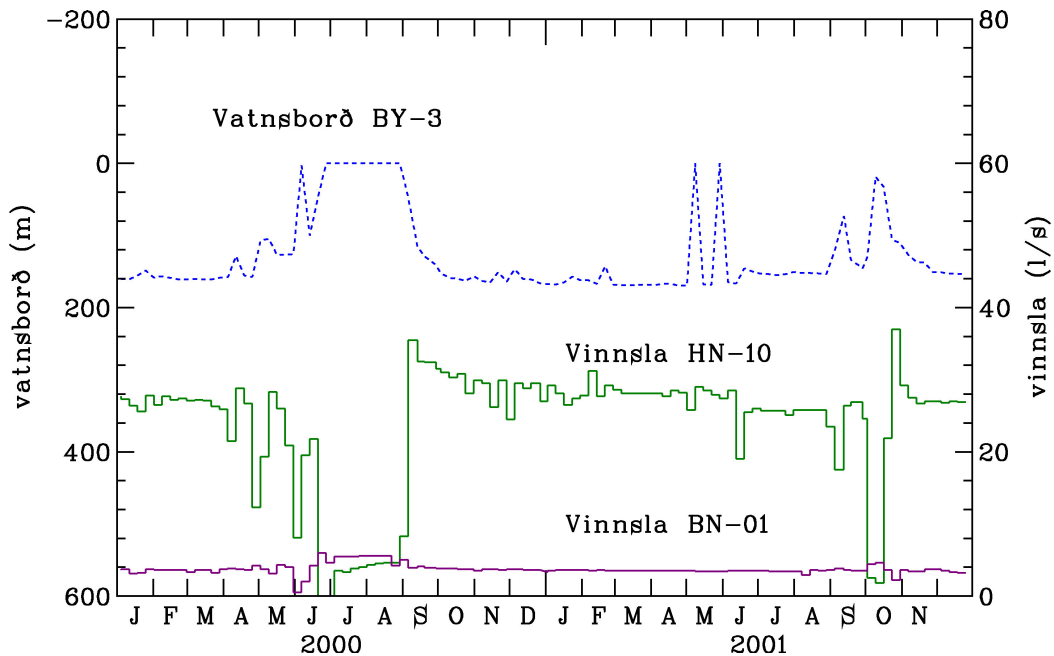
Miðað við undanfarin ár hafa ekki orðið breytingar á vatnsborði á Syðra-Laugalandi, að undanskilinni ársveiflu. Vatnsborð var mælt í holu LJ-8 fram að því að niðurdæling í holuna hófst í september 1997. Eftir það hefur vatnsborð aðallega verið mælt í holu LJ-5 og eru vatnsborðs- og vinnslugögn frá svæðinu sýnd á mynd 5. Vegna þessarar breytingar er ekki eins hægt um vik að meta vatnsborðsbreytingar í jarðhitakerfinu og áður. Eins truflar það að mælingarnar í holu LJ-5 eru ýmist gerðar í dælingu eða ekki. Þó virðist ljóst að vatnsborð á Laugalandi hefur ekki lækkað verulega, síðustu árin. Þetta er svo þrátt fyrir það að vinnsla á svæðinu hafi nú aukist um tæplega 10 l/s frá 1996. Vatnsborðsmælingar í holu GG-1 á Grísará styðja þetta, en þar hefur meðalvatnsborð staðið nokkurn veginn í stað, sjá mynd 6. Án niðurdælingarinnar hefði vatnsborð á Laugalandi (og á Grísará) væntanlega lækkað verulega síðustu árin. Mynd 5 sýnir að vatnsborðsmælingar skortir í LJ-5 mestan hluta ársins 2001 og er það vegna bilaðs mælirörs.

Vatnsborð á Ytri-Tjörnum hefur verið mjög lágt undanfarin ár og er ástæðan sú að hola TN-4 hefur verið nær stöðugt í gangi frá því í lok sumars 1995. Þó hefur lækkinin verið hæg, þrátt fyrir aukna vinnslu, líklegast að einhverju leyti fyrir áhrif niðurdælingarinnar á Syðra-Laugalandi. Mynd 7 sýnir tengslin á milli vinnslu í TN-4 og vatnsborðs í TN-2 fyrir tímabilið 1990 til 2001. Rétt er að ítreka að samkvæmt eldri gögnum er vatnsborð um 30–35 m neðar í holu TN-4 en í holu TN-2, þegar dælt er úr þeirri fyrrnefndu og einnig er ítrekað að vatnsborð í holu TN-2 má ekki fara neðar en á u.þ.b. 340 m dýpi, þar sem dælan í TN-4 er nú á 385 m dýpi.

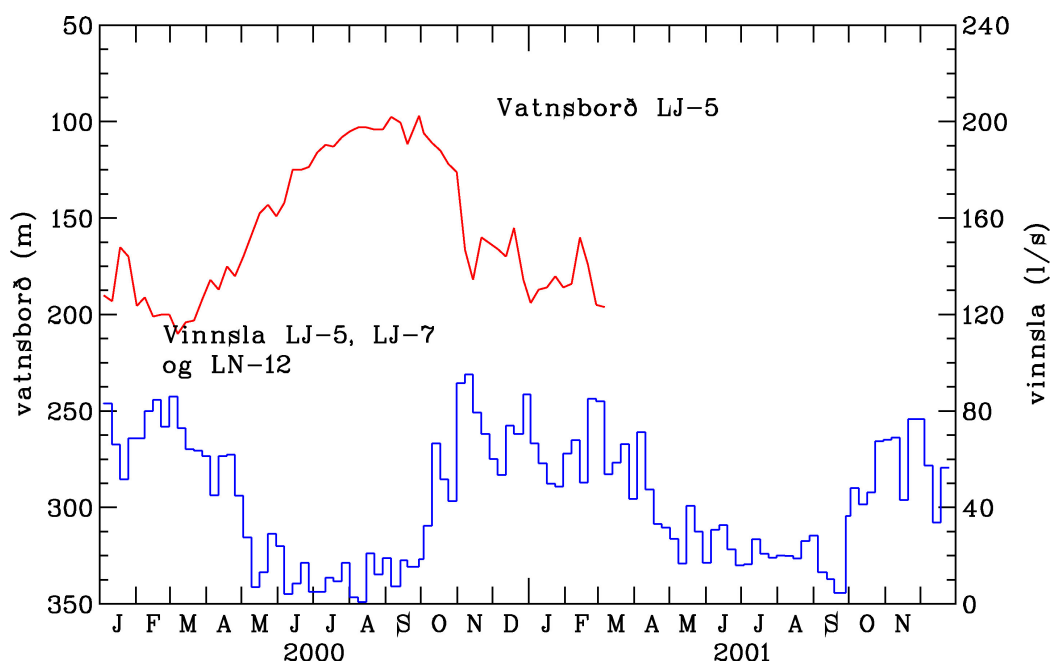
Ekki hefur verið mælt vatnsborð á Glerárdal síðan snemma árs 1999 þegar mælirörið í GÝN-7 bilaði þ.a. engar upplýsingar um vatnsborðsbreytingar á því svæði eru tiltækar. Þetta er sérstaklega óheppilegt þar sem vinnslan á svæðinu hefur s.l. tvö ár verið umfram það sem svæðið er talið þola til lengri tíma (36% árið 2000 og 20% 2001). Þar sem viðgerð á mælirörinu í GÝN-7 er ekki fyrirhuguð fyrr en á næsta ári samhliða dæluupptekt er eindregið ráðlagt að gerðar verði ráðstafanir til að komast í aðrar holur á svæðinu, t.d. holu GÝ-5, til að ganga úr skugga um forðabúskap svæðisins og til að nýta sem vatnsborðseftirlitsholu til frambúðar.

Mynd 8 sýnir vatnsborðs- og vinnslugögn frá Laugalandi á Þelamörk. Þar sést að þau sex ár sem hola LP-11 var í stöðugri vinnslu, þ.e. 1995-2000, er ekki hægt að greina verulegan langtímaniðurrátt. Á myndinni sést einnig að eftir að hola LP-10 er tekin í notkun í lok árs 2000 lækkar vatnsborð töluvert, en að mestu í samræmi við aukna vinnslu (massatakan var 33% meiri 2001 en 2000). Skyndileg 20 m lækkun í lok árs 2001 er þó ekki í samræmi við vinnsluna. Þessi hegðan (minnkandi afköst, hugsanlega vegna stíflu) ágerðist síðan fyrstu mánuði ársins 2002, eins og minnst er á í upphafi þessarar skýrslu. Um þetta er fjallað í greinargerðum Guðna Axelssonar og Arnars Hjartarsonar (2002) og Guðna Axelssonar og Ólafs G. Flóvenz (2002).

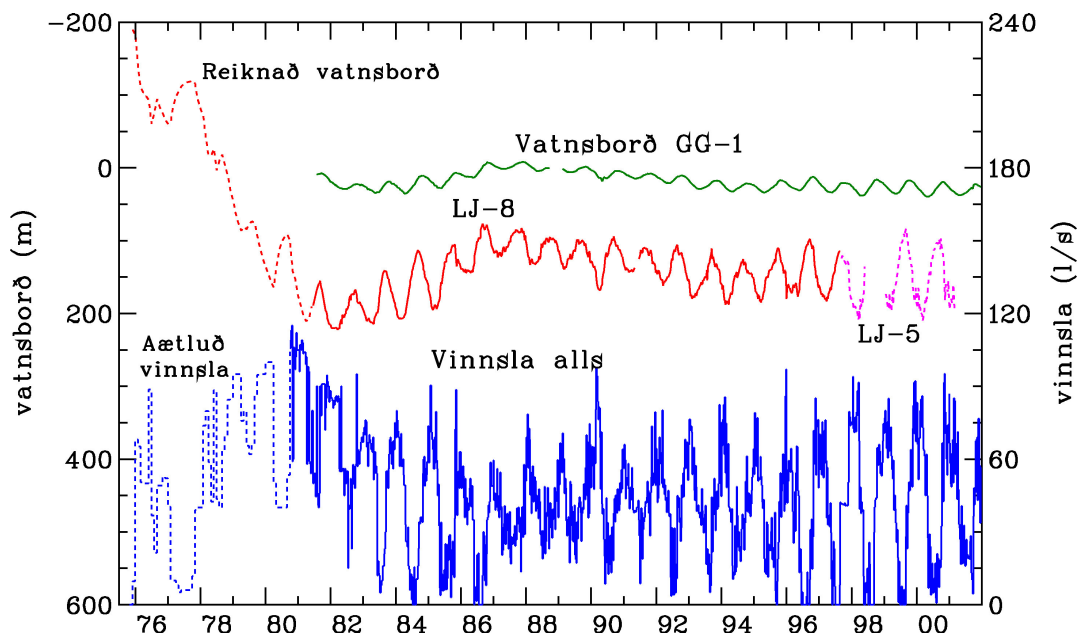
Ekkert óvenjulegt kemur fram í vatnsborðsbreytingum ársins 2001 á vinnslusvæðum Norðurorku, fyrir utan afkastaminnkun holu LP-10 á Þelamörk. Vatnsborðsbreytingarnar eru í samræmi við vinnslu ársins og vatnsborðsspár (Guðni Axelsson o.fl., 1999; Arnar Hjartarson o.fl., 2001). Niðurdælingin á Syðra-Laugalandi hefur greinilega haft jákvæð áhrif á vatnsborð svæðisins, eins og vænst var. Fljótlega fer að verða tímabært að reyna að endurmeta aukninguna í afkastagetu svæðisins, sem niðurdælingin frá 1997 hefur valdið. Einnig er ánægjulegt að sjá hve vatnsborð hefur lítið lækkað á Ytri-Tjörnum, þrátt fyrir mikla vinnslu, væntanlega að einhverju leyti fyrir áhrif frá Syðra-Laugalandi.



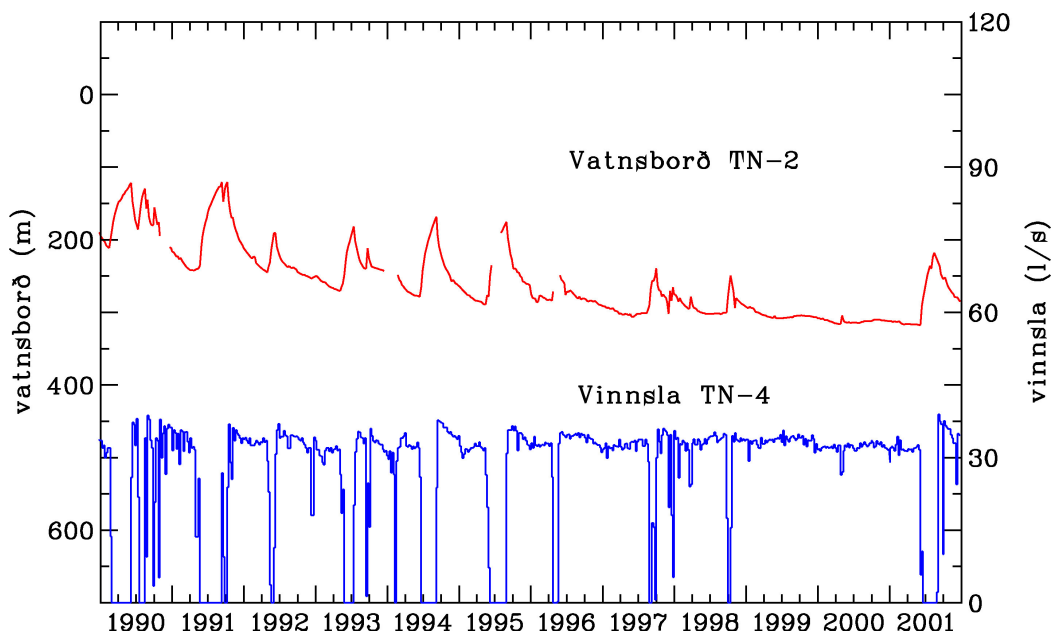
Mynd 4. Vinnsla og vatnsborðsmælingar á Botni fyrir árin 2000 og 2001. Myndin sýnir skýrt hve fljótt vatnsborðið á svæðinu hækkar í dæluhléum.



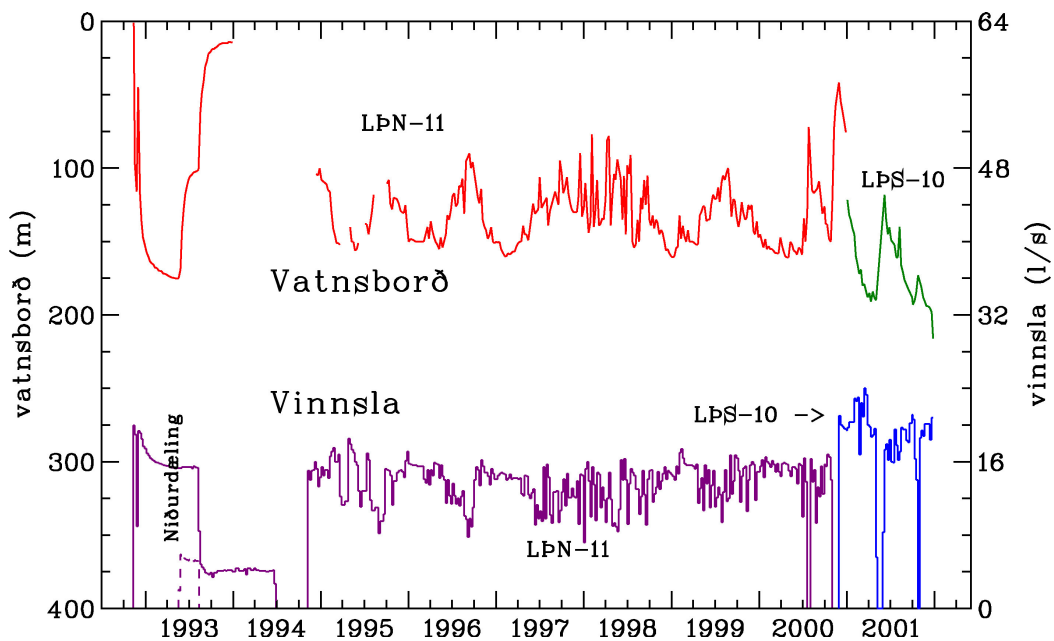
Mynd 5. Vinnsla og vatnsborðsmælingar á Syðra-Laugalandi árin 2000 og 2001.



Mynd 6. Vinnsla og vatnsborðsmælingasaga á Syðra-Laugalandi og við Grísará.



Mynd 7. Vinnsla og vatnsborðsmælingar á Ytri-Tjörnum árin 1990 til 2001. Myndin undirstrikar að vatnsborð svæðisins lækkar hægt þrátt fyrir langtímadælingu úr TN-4.



Mynd 8. Vatnsborð og vinnsla á Þelamörk.

2.4. Hiti vatns í vinnsluholum

Mánaðarmeðaltöl vikulegra hitamælinga úr einstökum vinnsluholum Norðurorku, allt frá árinu 1981, eru sýnd á myndum á áðurnefndum heimasíðum, en sérstaklega verður hér getið hitafars í holum TN-4, LPS-10 og LPN-11, HN-10 og BN-1 og LN-12, sem sýnt er á myndum 9 til 12. Holur LN-12 og HN-10 eru einu holurnar sem einhverjar verulegar breytingar hafa orðið í. Ársmeðalhiti vatnsins úr öllum holunum síðustu átta árin er að auki birtur í töflu 3 hér að neðan. Á myndunum og í töflunni eru birt leiðrétt gildi, því nokkrum sinnum hefur verið skipt um hitamæla eða aðrar breytingar gerðar, sem valdið hafa innbyrðis ósamræmi í mælingunum (sjá viðauka hjá Guðna Axelssyni o.fl., 1997). Þess má geta að nú er vatnshiti allra vinnsluholnanna skráður samfelld af stjórn- og eftirlitsbúnaði veitunnar.

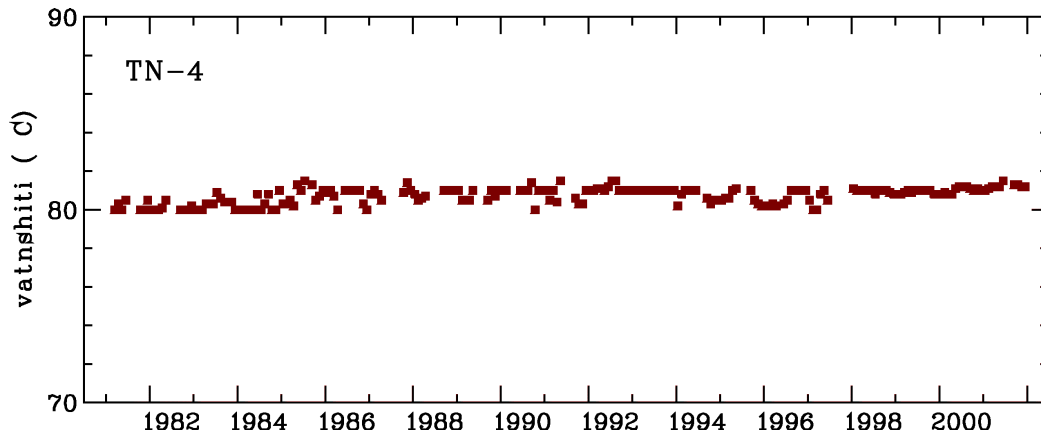
Hitamælingar á Ytri-Tjörnum sýna svo ekki verður um villst að niðurdælingin í LJ-8 á Syðra-Laugalandi hefur ekki árið hitastigið í vinnsluholu TN-4 þrátt fyrir mikla langtímadælingu (myndir 7 og 9).

Á Botni gæti nú hækkunar hitastigs eftir dæluhléið 1997–1998 (mynd 10) en frá 1990 til ársloka 1997 lækkaði hitastigið úr tæpum 83°C í 79°C sem gerir um 6% orku-minnkun. Einnig vekur athygli að hitastigið í BN-1 hefur hækkað aðeins eftir að dæluhléinu í HN-10 lauk.

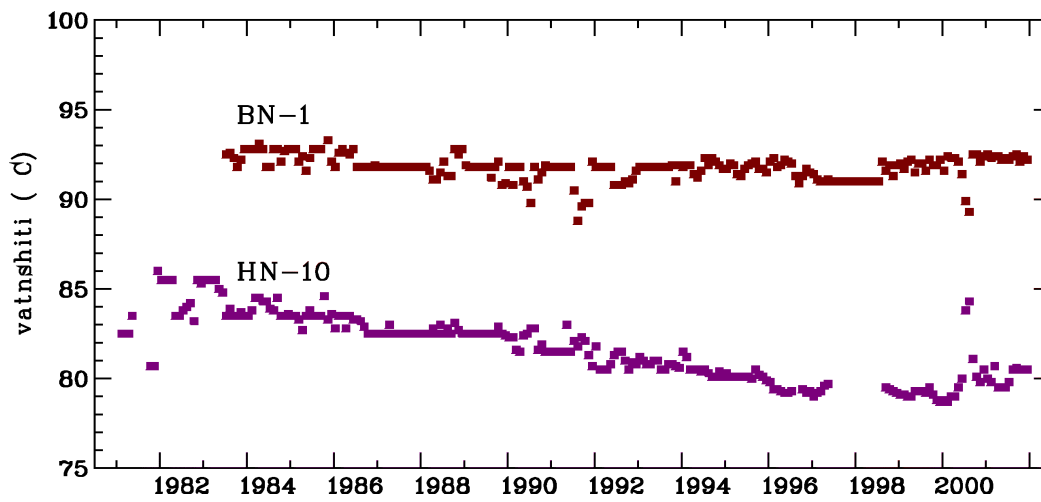
Eftir dýpkun holu LP-10 mælist hiti vatns úr holunni um 103–104°C, eins og sést á mynd 11. Fram að því virtist hiti vatns úr holu LP-11 jafnvel hafa lækkað örlítið (~1°C), þó það sé á mörkum þess að teljast marktækt, en lækkun er í samræmi við spár reiknaðar eftir prófun holunnar 1994 (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994a). Vatn úr holu LP-10 er um 20% orkuríkara en vatn úr LPN-11.

Mældur hiti vatns úr holu LN-12 hefur lækkað nokkuð síðustu árin og er talið að þar sé að einhverju leyti um áhrif niðurdælingarinnar að ræða. Þó er talið að líka sé um ósamræmi í mælingum að ræða, því vatnshitamælingar sem gerðar voru í tengslum við niðurdælingarverkefnið benda ekki til svo mikillar kólnunar (Guðni Axelsson o.fl., 2000). Kólnun holu LN-12 árin 2000 og 2001 er að mestu talin stafa af því að holan er lengur að hitna nú en áður, hvort sem er eftir lengri eða skemmri dæluhlé, en holan var mikið notuð til þess að mæta vinnslusveiflum þessi tvö ár. Lengri upphitunartími er væntanlega vegna þess að í dæluhléum er niðurrennsli í holunni, úr efri æðum, sem nú hafa kólnað vegna niðurdælingarinnar, niður og út í aðalæðar holunnar. Á mynd 12 er sýnt hvernig hitastigið í LN-12 breytist með vatnstöku. Vinnslan er álgasstýrð sem hefur í för með sér miklar sveiflur í vinnslunni. Því miður valda þessar vinnslusveiflur neikvæðum sveiflum í hitastigi vegna umtalsverðrar kólnunar þegar vinnslan dregst saman. Með þessu er verið að minnka afl holunnar og athuganir sýna að orkunýtingin er að jafnaði 2,0 kJ/l minni í vinnslusveiflum heldur en þegar vinnslunni er haldið jafnri.

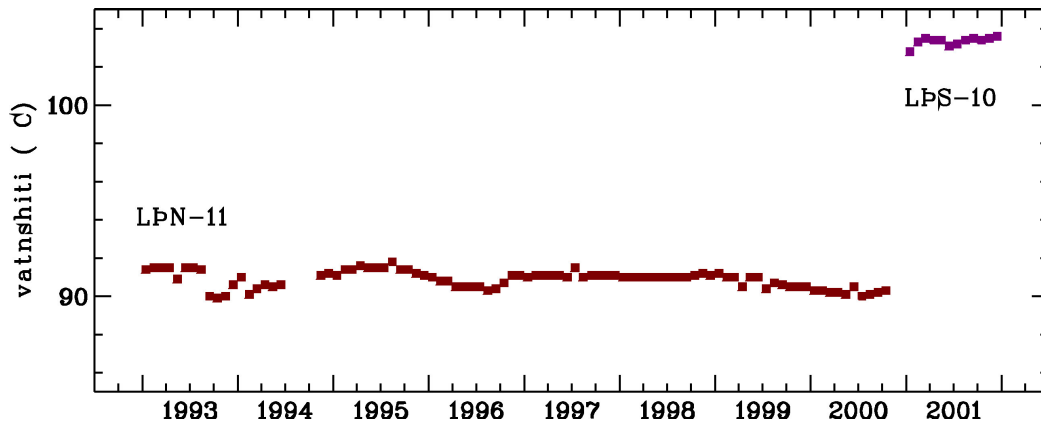
Það er aldrei ofbrýnt hversu mikilvægar nákvæmar og áreiðanlegar hitamælingar á vatni úr vinnsluholum jarðhitasvæða eru til þess að hægt sé að greina breytingar þar á, bæði vegna kaldara innrennslis og niðurdælingar. Í ljósi þess er mikilvægt að þeir mælur, sem notaðir eru til mælinganna, séu að yfirfarnir reglulega og að tryggt sé að samræmi sé milli vikulegra mælinga starfsmanna Norðurorku og tölvuvæddu mælinganna.



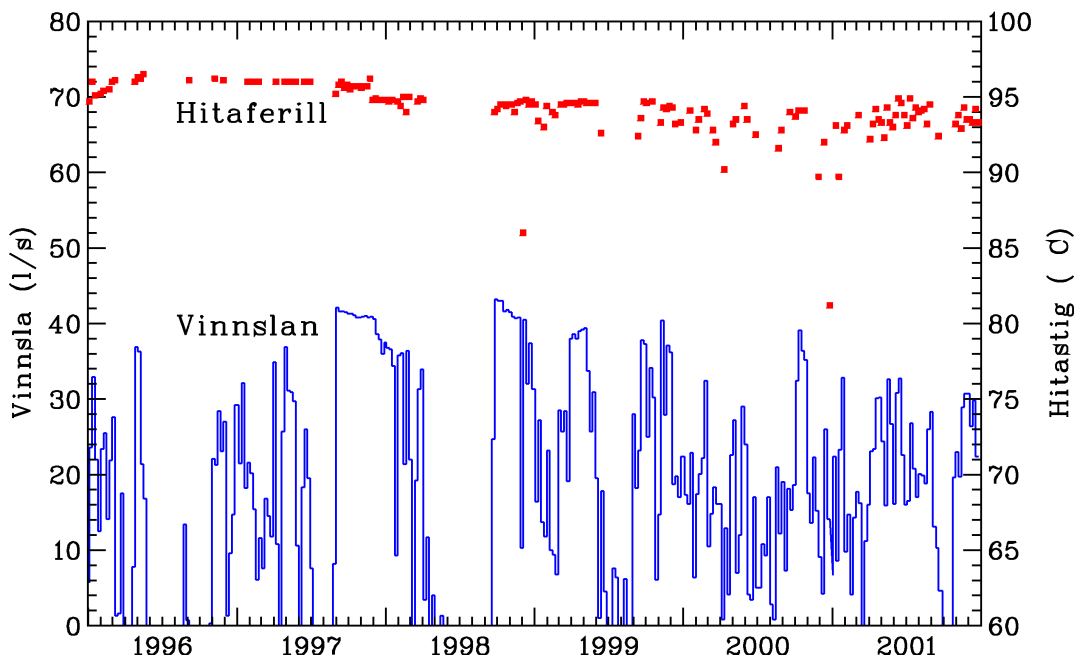
Mynd 9. Mælingar á vatnshitanum í TN-4 sýna vel að niðurdælingin í LJ-8 hefur ekki haft áhrif á Ytri-Tjörnum, hvorki til lengri né skemmri tíma lítið.



Mynd 10. Vatnshiti í vinnsluholunum við Botn. Eftir dæluhlé í HN-10 árið 2000 gætir nú hækkaðs vatnshita, en eins og sjá má lækkað hitinn jafnt og þétt fram að því.



Mynd 11. Vatnshiti í vinnsluholunum á Laugalandi á Þelamörk.



Mynd 12. Vatnshiti og vinnsla úr LN-12 á Syðra-Laugalandi árin 1999–2001. Áhrifa niðurdælingarinnar í LJ-8, sem hófst í september 1997, gætir greinilega í lækkuðu hitastigi. Einnig sést að með jafnri vinnslu til nokkurra mánaða hækkar hitastigið í stöðug gildi.

3. EFNAINNIHALD

Sýnataka á árinu 2001 var með svipuðum hætti og síðustu ár. Starfsmenn Norðurorku tóku hlutsýni í janúar og september en starfsmenn ROS tóku sýni til heildarefnagreininga í maí. Ekki náðist að taka hlutsýni í desember mánuði eins og gert hefur verið ráð fyrir. Hér á eftir er fjallað stuttlega um efnfræðilegar breytingar í jarðhitakerfunum sem Norðurorka nýtir. Á jarðhitavef (<http://www.os.is/ros/jardhitavefur/>) Rannsóknasviðs Orkustofnunar er að finna myndir og töflur sem sýna breytingar í styrk allra aðalefna í jarðhitavatni þessara kerfa síðustu árin. Hér er aðeins dregið á það helsta.

3.1. Efnastyrkur vatns í vinnsluholum

Botn og Hrafnagil: Engar marktækar breytingar er að sjá í efnainnihaldi vatns úr holunum BN-1 og HN-10 frá því sem verið hefur síðustu ár. Í HN-10 virðist sem súlfat innihald hafi hækkað hægt og sígandi frá því um 1990. Það eru þó sveiflur frá ári til árs eða frá einu sýni til annars. Þessar sveiflur er hægt að skýra með því að æðar í holunni leggi til mismikið vatn og líta megi á vatnið sem blöndu vatns úr nokkrum æðum. Þessar sveiflur gera erfiðara um vik að sjá hægfareng langtímabreytingar í efnainnihaldi.

Glerárdalur: Á Glerárdal hefur hola GYN-7 verið í notkun undanfarin ár. Dæling hefur verið með mesta móti og hola ekki fengið sumarhvíld undanfarin tvö ár eins og áður hefur komið fram. Þrátt fyrir þetta er ekki að sjá verulega breytingu í efnafræði vatnsins sem bent gæti til innstreymis á köldu vatni. Þannig er t.d. styrkur klórs vel innan við 0,01 (mg/l) í öllum sýnum frá 2001.

Laugaland á Þelamörk: Árið 2000 var borað út úr holu LÞN-10 og hún dýpkuð og sveigð til VNV. Þessi hola var svo tekin í notkun sem vinnsluhola undir lok ársins í stað holu LÞN-11 sem hafði verið notuð sem vinnsluhola frá því 1994.

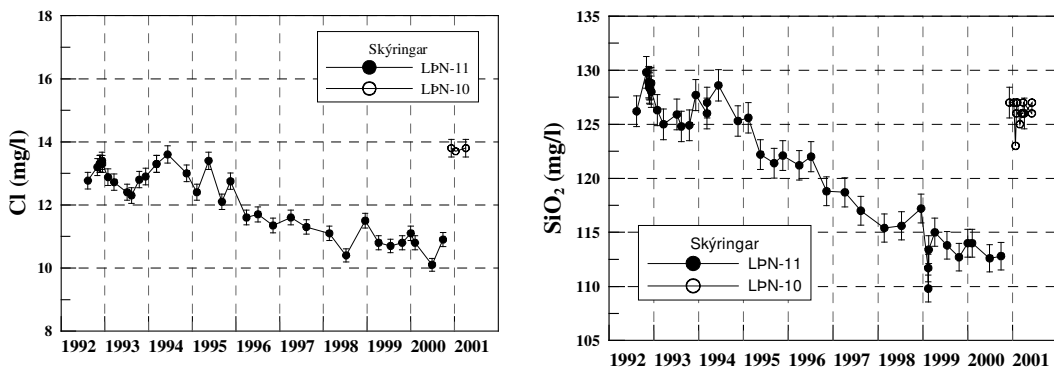
Hola LÞN-11 er aðeins 450 m djúp og voru aðalæðar hennar á 430 m dýpi tengdar berggangi sem hola sker. Við vinnsla úr æðum á svo litlu dýpi er ávallt hætt við að kaldara efnasnaðara vatn blandist jarðhitavatni við dælingu úr kerfinu og niðurdrátt í því. Þessi áhrif hafa verið augljós í efnafræði vatnsins úr LÞN-11 á vinnslutímanum (mynd 13).

Eftir að vinnsla hófst úr LÞN-10 er aftur farið að vinna efnaauðugt vatn úr kerfinu. Aðalæðar LÞN-10 eru á meira en 1,5 km dýpi og er ekki búist við því að efnafræðilegar breytingar á vatninu verði eins hraðar í framtíðinni og þær voru í holu LÞN-11.

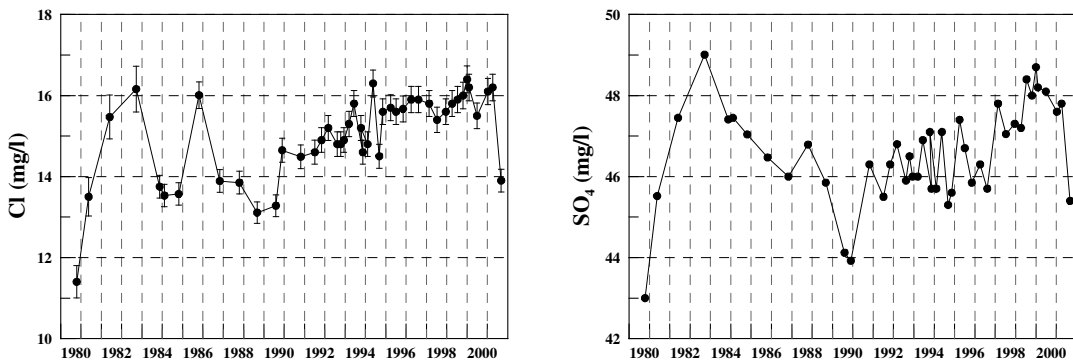
Reykhús: Heilsýni var tekið úr RWN-7 í apríl og hlutsýni í janúar og september. Engar marktækar breytingar eru að sjá í efnafræði vatnsins úr RWN-7 á Reykhúsum.

Syðra-Laugaland: Sýni voru tekin úr þremur vinnsluholum á syðra Laugalandi. Heilsýni voru tekin úr LJ-5, LJ-7 og LN-12 í apríl. Aðeins var tekið hlutsýni úr LN-12 í janúar. Engar marktækar breytingar er að sjá í efnafræði svæðisins. Hér að framan er rætt um jákvæð áhrif niðurdælingar á svæðinu. Þar sem efnasamsetning bakrásarvatnsins er svipuð samsetningu jarðhitavatnsins er ekki við því að búast að breytingar í efnafræði jarðhitavatnsins sem kunna að verða tengist niðurdælingunni beint.

Ytri-Tjarnir: Heilsýni var tekið úr TN-4 í apríl og hlutsýni í janúar og september. Efnainnihald flestra efna er svipað og það hefur verið undanfarin ár en vart verður nokkurrar lækkunar í styrk klórs og sulfats í hlutsýni frá því í september (mynd 14). Undanfarin ár hefur styrkur þessara efna vaxið hægt og sígandi. Líklegasta skýringin á skyndilegri lækkun er sú að vægi efnasnaðari æða er meira í jarðhitavökvanum í þessu sýni en verið hefur til langs tíma. Það tengist líklega dælustöðvun í júlí (sbr. umræðu hér á undan) en við þá stöðvun gekk vatnsborðslækkun í TN-2 hratt til baka eins og fram hefur komið. Styrkur Mg er vel innan við 0,01 (mg/l) í öllum sýnum svo ekki er um innstreymi kalds grunnvatns að ræða. Breytingar í styrk klórs og sulfats í TN-4 munu líklega ganga til baka á næstu misserum.



Mynd 13. Breytingar í styrk klórs (Cl) og kísils (Si) með tíma í holu LPN-11 og fyrstu mælingar úr holu LPN-10 eftir dýpkun og skáborun.



Mynd 14. Breytingar í styrk klórs og sulfats sem fall af tíma í holu TN-4.

3.2. Leiðnimælingar

Starfsmaður Norðurorku hefur mælt leiðni í jarðhitavatni úr vinnsluholum vikulega síðan 1993. Starfsmenn ROS mæla leiðni í hlut- og heilsýnum sem tekin eru 3 til 4 sinnum á ári. Niðurstöður leiðnimælinga eru á jarðhitavef ROS og eru þau gögn uppfærð reglulega.

Botn og Hrafnagil: Í bæði BN-1 og HN-10 hefur leiðni farið hægt vaxandi frá miðju ári 2000 fram á mitt á 2001. Þá verður allmikið stökk í leiðni vatnsins í báðum holum. Ekki eru augljós tengsl við breytingar í dælingu úr holunum (sjá jarðhitavef ROS).

Glerárdalur: Eins og í öðrum holum á vinnslusvæði Norðurorku er nokkuð mikil sveifla í leiðnigildum vatns úr GÝN-7, en að jafnaði verður að segja að leiðni vatnsins hafi verið svipuð síðustu 2 árin.

Laugaland á Pelamörk: Leiðni vatns úr LÞN-10 er töluvert hærri en í LÞN-11 eins búast mátti við. Leiðni í LÞN-10 hefur var stöðug allt árið 2001.

Reykhus: Engar marktækar breytingar er að sjá í leiðni vatns úr RWN-7 á Reykhúsum við Kristnes.

Syðra-Laugaland: Leiðnimælingar Norðurorku gefa miklu lægra gildi eftir að skipt var um próbu eins og kom fram m.a. vinnslueftirlitsskýrslu síðasta árs (Steinunn Hauksdóttir o.fl., 2001). Á miðju ári 2001 lækkar leiðni mjög mikið í reglubundnum mælingum Norðurorku. Líklegasta skýringin er sú að hér gæti niðurdælingar í holu LJ-8 og minnkandi vinnslu úr LJ-12 yfir sumartímann. Eins og kom fram hér á undan er áberandi lækun í hita samfara minnkandi vinnslu. Leiðni vatns úr LJ-5 og LJ-7 er nokkuð stöðug.

Ytri-Tjarnir: Leiðni hefur verið nokkuð stöðug síðustu 2 árin í vatni úr TN-4 en gildin virðast heldur vera lækka. Nokkrar sveiflur eru þó í mælingum sem gera erfiðara um vik að lesa hægfareng langtímabreytingar.

4. ORKUBÚSKAPUR

Í töflu 4 eru gefnar ýmsar upplýsingar um orkubúskap hitaveitunnar á árinu 2001. Þessar upplýsingar eru jafnframt birtar á Jarðhitavefnum og þar er gerð grein fyrir því hvernig hinar ýmsu stærðir eru reiknaðar út. Mynd 15 sýnir yfirlit um orkuvinnslu hitaveitunnar frá 1981 til ársloka 2001 og áætlaðan orkumátt veitunnar til ársins 2010 samkvæmt nýjustu forðafraeðilíkönum. Þegar þetta er ritað, haustið 2002, stendur yfir vinnsluprófun á nýrri borholu, HJ-19 á Arnarnesi, en borun þeirra holu lauk sumarið 2002. Niðurstöður prófunarinnar liggja ennþá ekki fyrir en holan gefur nú um 40 l/s af 87°C heitu vatni í sjálfrennsli ef hún er höfð fullopin. Með því að lækka þrýsting á holutoppi um nokkra metra má auka þetta rennsli. Hér er skotið á að holan geti gefið 45 l/s af 87°C vatni fram til ársins 2010 sem jafngildir 100GWst á ári. Á bak við þessa tölu eru engir forðafraeðilegir útreikningar, aðeins slumpað á hvað holan gæti gefið til að fá megi einhverja mynd af framtíðarhorfunum. Áreiðanlegri talna er að vænta fyrir árslok 2002.

Mynd 15 sýnir einnig hvernig orkunotkun mun vaxa í framtíðinni miðað við árlegan 1% og 2,1% vöxt í orkuþörf. Loks er sýnd lína sem sýnir 85% af orkumætti veitunnar en ekki er talið ráðlegt að ársmeðalnotkunin fari yfir þá línu vegna hættu á að til aflþurrðar geti komið í kuldaköstum síðla vetrar. Þá sýna myndir 16 og 17 hvernig orku- og massaflæðið var um dreifikerfi veitunnar árið 2001.

Eins og fram kemur hér að framan var talsverður vöxtur í orkunotkun milli áráanna 2000 og 2001 eða 4,2%. Þegar verið er að bera saman orkunotkun milli ára er nauðsynlegt að taka veðurfar með í reikninginn. Mynd 18 sýnir hvernig veðurleiðrétt orkunotkun hefur vaxið. Þar sést að aukning orkunotkunar milli áráanna 2000 og 2001 stafar ekki af óhagstæðara veðri á árinu. Þannig var orkuaukningin um 4,1% á árinu 2001 þegar tekið hefur verið tillit til veðurfars. Skýringarinnar er því fyrst og fremst að leita í auknum íbúafjölda og aukningu hituðu húsrými. Þetta er sýnt nánar á mynd 19. Hún er samsett og sýnir hvernig orkuframleiðsla, íbúafjöldi og hitað húsrými hefur vaxið á tímabilinu 1993 til 2001. Jafnframt er sýnd þróunin í rúmmáli hitaðs húsnæðis á hvern íbúa, orkuframleiðslu á íbúa og orkuframleiðslu á hvern hitaðan rúmmetra. Á þessu 8 ára tímabili hefur orkuframleiðslan vaxið um 21% en hitað húsrými um 22% sem þýðir jafnframt að orkunotkun á hvern hitaðan rúmmetra hefur nánast staðið í stað. Íbúafjöldinn á veitusvæðinu hefur aðeins vaxið um 6% á sama tíma þannig að orkunotkun á hvern íbúa hefur vaxið. Þessi aukning á hvern íbúa er væntanlega samsett úr tvennu, annars vegar því að herra hlutfall íbúanna hefur nú tekið inn hitaveitu og hins vegar að talsvert hefur verið byggt af stórum byggingum á veitusvæðinu. Hlutfall íbúa með hitaveitu hefur hækkað um 3,6 prósentustig frá árinu 1994 þannig að líklega má rekja um 4 prósentustig af orkuaukningunni á hvern íbúa til hækkaðs hlutfalls íbúa með hitaveitu.

Á mynd 15 er sýnd lína sem táknar árlega 2,1% aukningu í orkuvinnslu frá árinu 1996. Í heild er aukningin á tímabilinu nálægt því að vera 2,1% ári að meðaltali og gildir sú tala í raun alveg frá árinu 1986. Þessi vöxtur er talsvert umfram íbúapróun. Ólíklegt er að orkunotkun á hvern íbúa vaxi til langframa. Nú þegar eru 96,2% íbúanna á veitusvæðinu komnir með hitaveitu þannig að ekki er að búast við umtalsverðri aukningu

vegna þess að fleiri núverandi íbúar tengist veitunni og vöxtur húsnæðis á hvern íbúa hlýtur fyrr eða síðar að minnka verulega. Þó gæti orðið nokkur aukning orkunotkun á íbúa ef verð lækkar eins og vonir standa til. Af fyrirbyggjandi gögnum verður ekki séð að slík áhrif séu ennþá komin fram. Að öllu samanlögðu er því óvarlegt að reikna með minna en 2% árlegum vexti orkunotkunar að meðaltali.

Mynd 15 sýnir að miðað við ofangreindar forsendur er orkunotkun þegar komin yfir þau mörk sem núverandi orkugjafar anna með öruggum hætti. Það þýðir að umtalsverð hætta er á því að til aflþurrðar geti komið á komandi vetri verði hann mjög kaldur. Við þessu hefur þegar verið brugðist með því að síkka dælu í holu LP-10 á Þelamörk sem gefur möguleika á aukinni vinnslu um nokkurra mánaða skeið. Jafnframt eru stjórnendur veitunnar vel meðvitaðir um stöðuna og munu grípa tímanlega til olíuketils ef það stefnir í aflþurrð.

Þrátt fyrir erfitt útlit veturinn 2002–2003 er nú bjartara framundan í orkuöflun hitaveitunnar en verið hefur frá upphafi hennar. Niðurstaða jarðhitaleitar við Hjalteyri virðist hafa skilað meiri og betri árangri en nokkur þorði að vona, eða a.m.k. segja upphátt. Í skýrslu um eftirlit með jarðhitasvæðum árið 2000 (Steinunn Hauksdóttir o.fl. 2001) segir að varfærnislega metið mætti reikna með því að jarðhitasvæðið við Hjalteyri gæti gefið 30 l/s af 80°C vatni til langframa. Flest bendir til að árangur borunarinnar þar sé umtalsvert meiri. Því eru yfirgnæfandi líkur til þess að með virkjun á Arnarnesi við Hjalteyri sé orkuframleiðsla hitaveitunnar trygg næsta áratuginn eða svo, þótt árlegur vöxtur í orkunotkun verði svipaður og áður.

Auk jarðhitans við Hjalteyri eru litlu utar með firðinum tvö önnur gjöful jarðhitasvæði, Birnunesborgir og Ytri-Vík á Árskógsströnd þar sem vænta má að orkumáttur sé langt umfram það sem byggðin á Árskógsströnd og í nágrenni þurfa til eigin nota. Þarna blasa því við álitleg jarðhitasvæði sem tryggt gætu orkuvinnslu Norðurorku úr jarðhita til enn lengri framtíðar miðað við hóflegan vöxt orkunotkunar. Því er lagt til að leitað verði samninga við eigendur jarðhitaréttinda á þessum stöðum.

Í framtíðinni basir sú mynd við að byggðarlögin í Eyjafirði frá Dalvík og suður í Eyjafjarðarsveit verði samtengd í eitt aðveitukerfi. Slík samtenging myndi auka öryggi í vatnsöflun fyrir öll byggðarlögin, ekki síst fyrir Dalvík þar sem hætta er á stórum jarðskjálftum og rekstrartruflunum af þeim.

Tafla 4. Yfirlit um ýmsa þætti varðandi orkubúskap Norðurorku vegna hitaveitu.

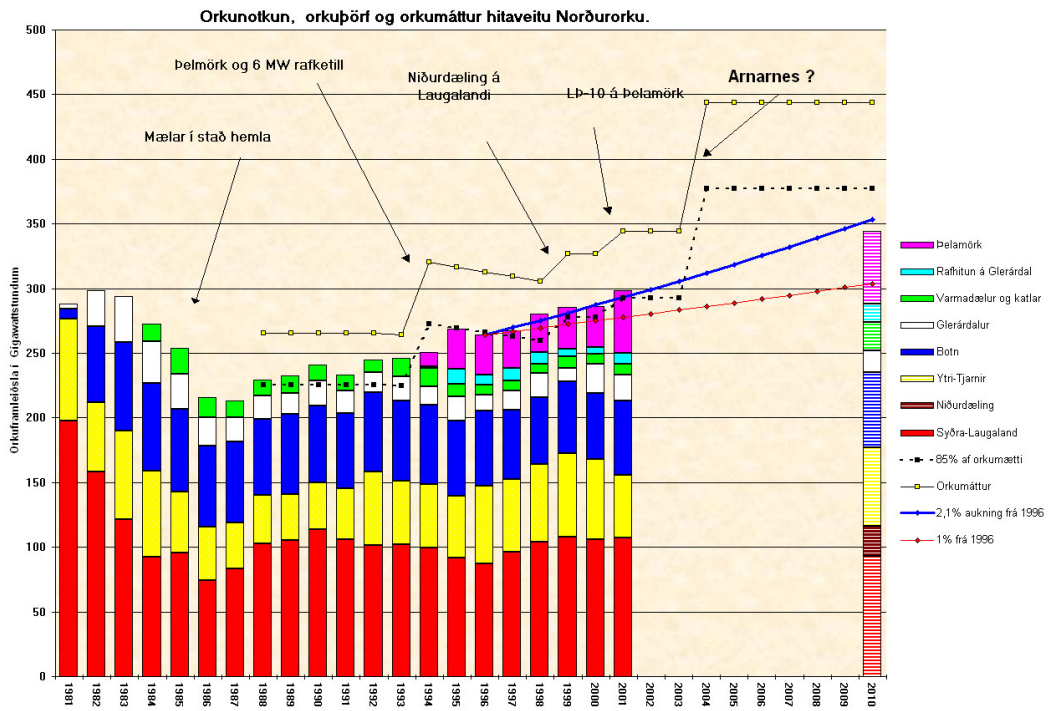
Orkuframleiðsla		GWst	
	Jarðhitasvæðin í Eyjafjarðarsveit	217,1	71,7%
	Glerárdalur	20,1	6,6%
	Laugaland á Þelamörk	48,7	16,6%
	Varmadælur	8,9	2,9%
	Rafskauta- og olúkatlar	7,9	2,6%
	Heildarorkuframleiðsla¹	302,7	100%
Varmaorkunotkun			
	Dreifikerfi á Akureyri	254,9	84,3%
	Heildarnotkun í Eyjafjarðarsveit	22,0	7,3%
	Notkun í Glæsibæjarhreppi	6,5	2,1%
	Eigin notkun í Eyjafjarðarsveit	7,1	2,3%
	Orkutap í aðveitukerfi ²	11,9	3,9%
	Heildarorkunotkun	302,3	100,0%
Raforkunotkun		kWst	
	Dælur í Eyjafjarðarsveit	4.613.620	
	Niðurdæling	371.340	
	Dælur á Akureyri	1.266.362	
	Dælur á Þelamörk	890.400	
	Varmadælur	1.965.600	
	Rafskautakatlar	7.868.000	
	Raforkunotkun alls	17.446.042	
Bakrásarvatn			
	Endurheimt bakrásarvatn	48,4 l/s	
	Meðalhiti bakrásarvatns (ágiskað)	27°C	
Íbúafjöldi			
	Akureyri	15.635	
	Eyjafjarðarsveit	981	
	Hörgárbyggð	389	
	Samtals	17.005	
Akureyri ýmsar upplýsingar			
	Rúmmál hitaðs húsrýmis ³	3.921.646 m ³	
	Aukning í hituðu húsrými frá fyrra ári	86.080 m ³	
	Orkuframleiðsla á íbúa kWst/íbúa	17.529	
	Rúmmetrar vatns á íbúa á ári	290	
	Orkuframleiðsla á rúmmetra húsnæðis	76,01 kWst/m ³	
	Rúmmetrar vatns á rúmmetra húsnæðis	1,26	
Orkuverð án vsk			
	Fastagjald í árslok	8.910 kr	
	Rúmmetragejald í árslok	100 kr/m ³	
	Meðalorkuverð á framleidda kWst ⁴	1,71 kr	
	Meðalrúmmetraverð út á dreifikerfið	103,4 kr	
Veðurfar		2001	1981-2001
	Ársmeðalhiti (°C)	4,23	3,58
	Meðalvindur (hnútar)	9,08	8,82
	Vindleiðréttur meðalhiti	0,91	0,30

¹ Reykhús meðtalin

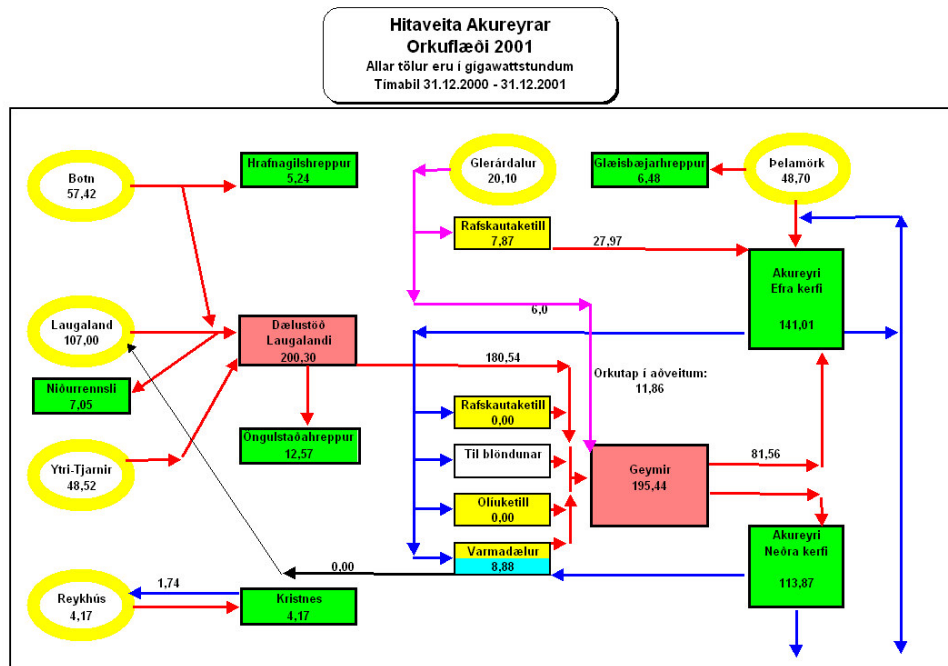
² Mjög ónákvæmar tölur

³ Á Akureyri, í Eyjafjarðarsveit og í Hörgárbyggð

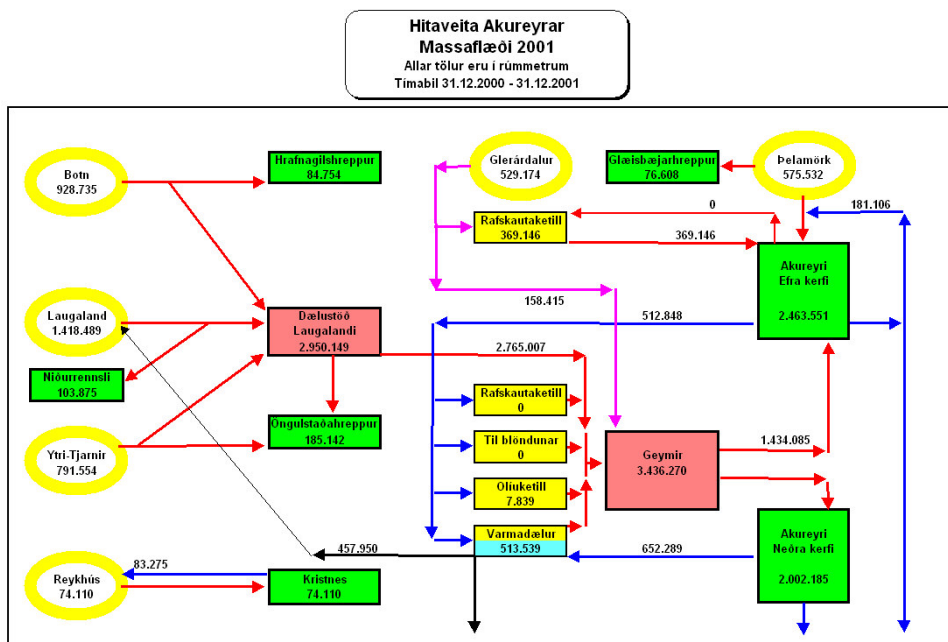
⁴ Heildarorkusala í krónum á hverja framleidda kílóvattstund



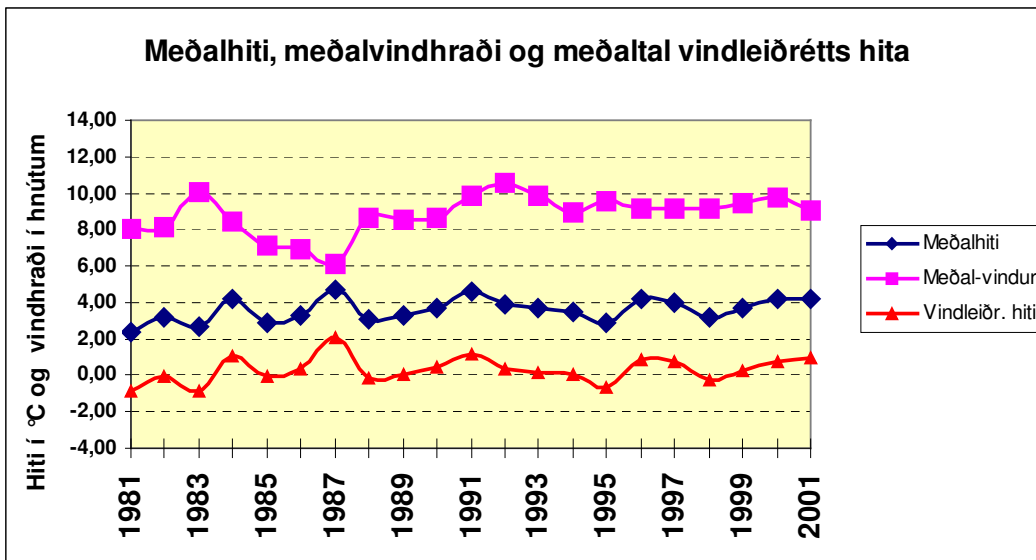
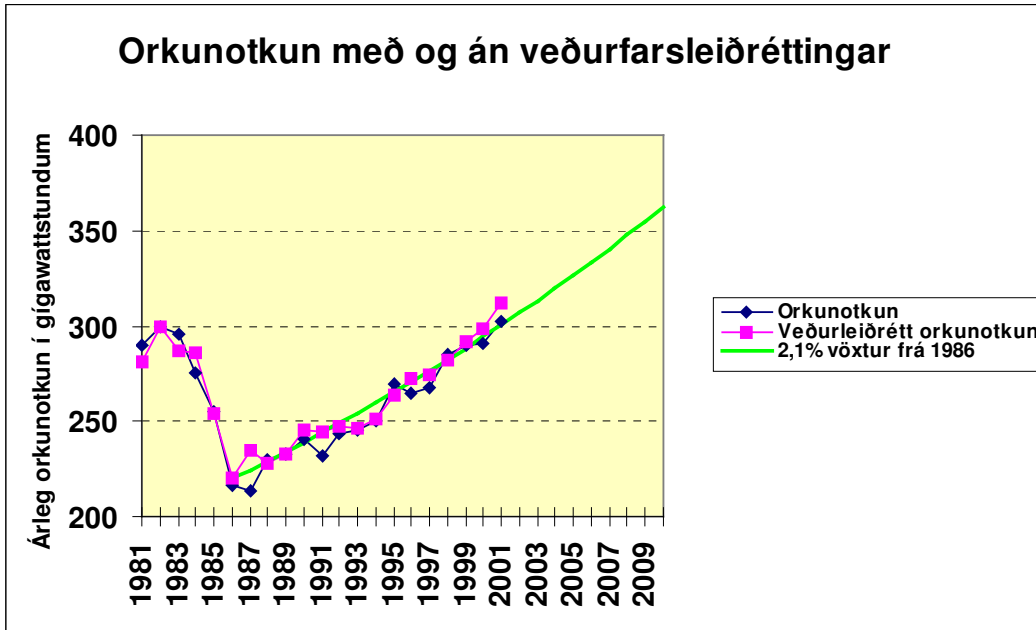
Mynd 15. Súlurit sem sýnir þróun orkubúskapar hitaveitu Norðurorku frá 1981 til 2001 og líklega þróun fram til 2010.



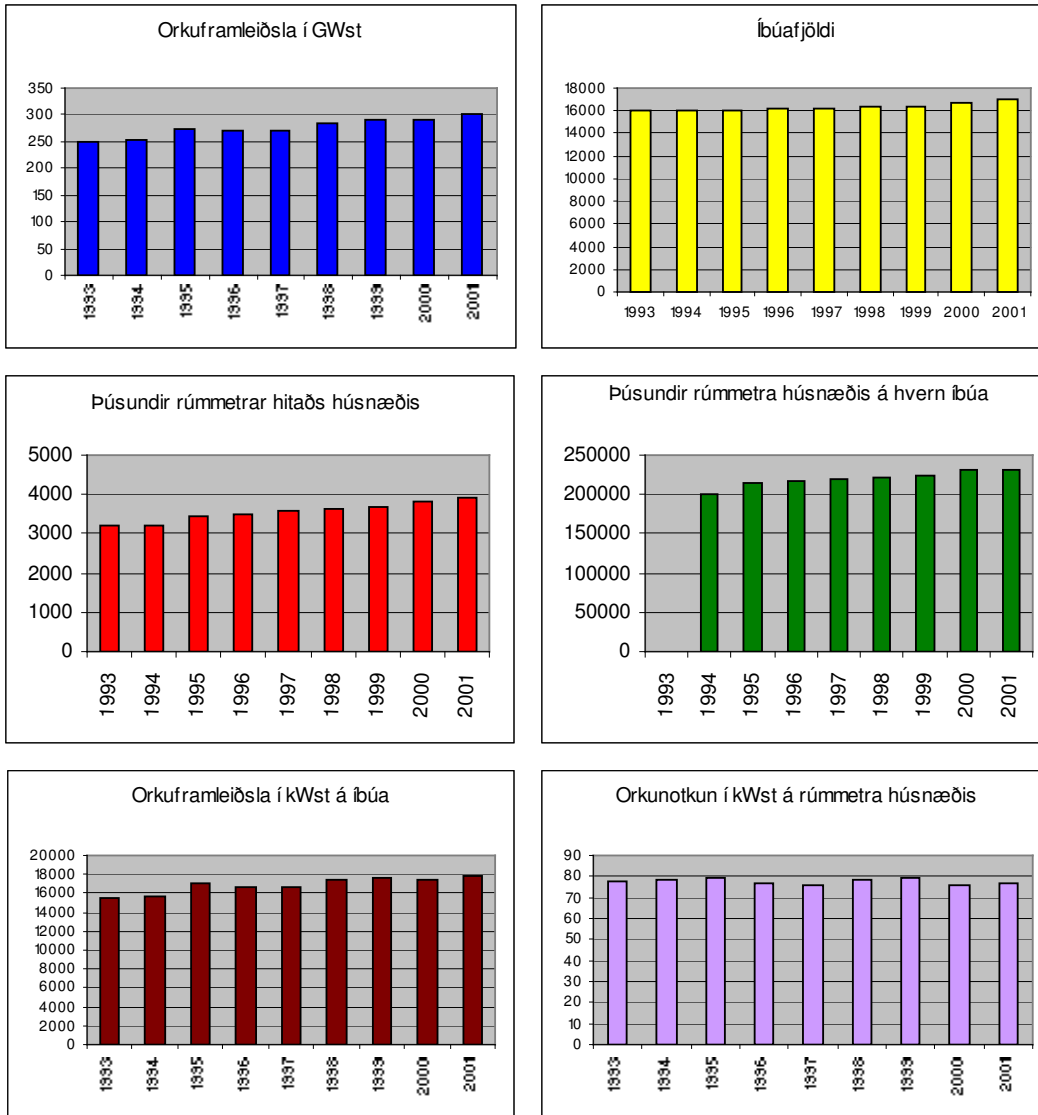
Mynd 16. Heildarorkuflæði um dreifikerfi Norðurorku árið 2001. Tölurnar sýna orkuna sem unnin var úr jarðhitasvæðunum og þá sem framleidd var með öðrum hætti og hvernig hún dreifðist um kerfið.



Mynd 17. Heildarmassaflæði um dreifikerfi Norðurorku árið 2001. Tölurnar sýna massann í rúmmetrum sem unnin var úr jarðhitasvæðunum og hvernig hann dreifðist um kerfið.



Mynd 18. Veðurleiðrétt orkunotkun og veðurfar á Akureyri 1981–2001.



Mynd 19. Þróun orkuframleiðslu, íbúafjölda, og rúmmáls hitaðs húsrýmis á orkuveitusvæði hitaveitu Norðurorku.

5. SAMANTEKT OG ÁBENDINGAR

Helstu niðurstöður þessara skýrslu eru:

1. Orkuvinnsla jókst um 4,2 % milli ára 2000 og 2001. Þetta jafngildir 4,1% aukningu ef tekið er tillit til hagstæðara veðurfars árið 2001.
2. Orkuvinnsla úr jarðhita jókst um 3,0% en hlutdeild orkuvinnslu úr varmadælum og rafskauta- og olíukötlum jókst úr 4,5% í 5,6%.
3. Orkuvinnsla á Glerárdal dróst saman um 11,7% sem er samt sem áður um 20% umfram langtíma vinnslugetu svæðisins. Ekki hefur verið unnt að mæla vatnsborðsbreytingar á Glerárdal vegna þessara aukningar, sem er mjög bagalegt. Nauðsynlegt er að hreinsa holu GY-5 og gera hana að mælingaholu.
4. Orkuvinnsla á öðrum vinnslusvæðum var nokkuð undir vinnslugetu þeirra. Bent er á að fylgjast þurfi vel með því að vatnsborð í dæluholunni á Ytri-Tjörnum fari ekki það neðarlega að það ógni dælunni.
5. Vatnborð í borholum, hiti og leiðni í vatni úr vinnsluholum og breytingar í efnastyrk voru í meginatriðum í samræmi við vinnsluspár fyrir einstök svæði að Þelamörk fráatalinni.
6. Veruleg vatnsborðslækkun kom fram í holu LP-10 á Þelamörk í árslok 2001, sem var ekki í samræmi við vinnsluspár. Líklega er um að ræða einhvers konar stíflu í holunni.
7. Niðurdælingin á Laugalandi hefur augljóslega haldið uppi vatnsborði á Laugalandi og hefur að öllum líkindum einnig haft jákvæð áhrif á vatnsborð á Ytri-Tjörnum.
8. Kæling, sem rekja má til niðurdælingar, mælist aðeins í holu LN-12 á Syðra-Laugalandi og þá fyrst og fremst eftir hlé í dælingu. Ástæðan er talin niðurrennsli á ívið kaldara jarðhitavatni vegna niðurdælingarinnar.

Að lokum skal bent á eftirfarandi atriði:

1. Æskilegt er að leitað verði samninga við eigendur jarðhitaréttinda á Árskógsströnd til að tryggja Norðurorku aðgang að þeirri miklu varmaorku sem þar virðist fólgin í jörðu.
2. Nauðsynlegt er að gert verði við mælirör í þeim holum þar sem þau eru biluð. Þetta er sérlega mikilvægt á Glerárdal þar sem lagt er til að hola GY-5 verði hreinsuð til vatnsborðsmælinga.
3. Æskilegt er að koma þarf fyrir mæli sem getur mælt það vatnsmagn sem sent er frá Akureyri eftir Þelamerkurlögninni.
4. Mæla þarf reglulega hita endurheimts bakrásarvatns.
5. Mæla þarf vel hugsanlega notkun og orkuframleiðslu í olíukatli.

6. HEIMILDIR

Arnar Hjartarson, Guðni Axelsson og Steinunn Hauksdóttir, 2001: Vinnsluprófun holu LPN-10 á Laugalandi á Þelamörk. Orkustofnun, OS-2001/056, 49 s.

Guðni Axelsson og Arnar Hjartarson, 2002: Um viðbrögð og afkastagetu LP-10 á Laugalandi á Þelamörk – Niðurstöður frumathugunar. Orkustofnun, Greinargerð GAx/ArH-2002/01.

Guðni Axelsson og Ólafur G. Flóvenz, 2002. Um nýtingu holu LP-10 á Laugalandi á Þelamörk. Staðan í byrjun vetrar 2002/2003. Orkustofnun, greinargerð GAx/ÓGF-2002/03.

Guðni Axelsson, Steinunn Hauksdóttir, Ólafur G. Flóvenz og Guðrún Sverrisdóttir, 1999: Hitaveita Akureyrar. Eftirlit með jarðhitasvæðum 1998 og horfur í orkubúskap veitunnar. Orkustofnun, OS-99087, 89 s.

Guðni Axelsson, Arnar Hjartarson, Steinunn Hauksdóttir, Ólafur G. Flóvenz, Guðrún Sverrisdóttir, Franz Árnason, Magnús Finnsson, Árni Árnason og Reynir Böðvarsson, 2000: Demonstration of improved energy extraction from a fractured geothermal reservoir. Final report for Thermie Project GE-0060/96, Orkustofnun, OS-2000/016, 219 s.

Guðni Axelsson, Guðrún Sverrisdóttir, Ólafur G. Flóvenz, 1997. Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1996. Orkustofnun, OS-97053 60.

Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson, Grímur Björnsson, Jens Tómasson, Guðrún Sverrisdóttir Hilmar Sigvaldason og Sigurður Benediktsson, 1994a: Laugaland á Þelamörk. Boranir og vinnsluprófun 1992-1993. Orkustofnun, OS-94032/JHD-07, 121 s.

Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1994b: Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1993. Orkustofnun, OS-94011/JHD-03, 43 s.

Steinunn Hauksdóttir, Guðni Axelsson og Ólafur G. Flóvenz, 2001: Norðurorka. Eftirlit með jarðhitasvæðum og orkubúskapur veitunnar 2000. Orkustofnun, OS-2001/030, 27s.