



**ORKUSTOFNUN**

**RANNSÓKNASVIÐ – Reykjavík, Akureyri**

## **NORÐURORKA**

**Eftirlit með jarðhitasvæðum og  
orkubúskapur veitunnar 2000**

**Steinunn Hauksdóttir  
Guðni Axelsson  
Ólafur G. Flóvenz**

**Unnið fyrir Norðurorku**

**2001**

**OS-2001/030**



# **ORKUSTOFNUN**

## **Rannsóknasvið**

Verknr. 8-600609

**Steinunn Hauksdóttir**  
**Guðni Axelsson**  
**Ólafur G. Flóvenz**

# **NORÐURORKA**

**Eftirlit með jarðhitasvæðum og  
orkubúskapur veitunnar 2000**

**OS-2001/030**

**Apríl 2001**

ORKUSTOFNUN – RANNSÓKNASVIÐ

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

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

Sími 463 0957 – Fax 463 0999

Netfang: [os@os.is](mailto:os@os.is) – Veffang: <http://www.os.is>

<b>Skýrsla nr:</b> OS-OS-2001/030	<b>Dags:</b> Apríl 2001	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> NORÐURORKA Eftirlit með jarðhitasvæðum og orkubúskapur veitunnar 2000	<b>Upplag:</b> 30	<b>Fjöldi síðna:</b> 27
	<b>Verkefnisstjóri:</b> Ólafur G. Flóvenz	
<b>Höfundar:</b> Steinunn Hauksdóttir, Guðni Axelsson Ólafur G. Flóvenz	<b>Verknúmer:</b> 8-610609	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Árlegt vinnslueftirlit, mat á orkubúskap		
<b>Unnið fyrir:</b> Norðurorku		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Gerð er grein fyrir eftirliti með jarðhitasvæðum Hitaveitu Akureyrar/Norðurorku á árinu 2000. Fjallað er um vinnslu og vatnsborð á veitusvæðunum, breytingar á hita og efnainnihaldi vatns úr vinnsluholum, orkubúskapur veitunnar og framtíðarhorfur. Helstu niðurstöður eru: Orkuvinnsla jókst um 0,4% frá 1999 sem jafngildir 2,3% aukningu að teknu tilliti til veðurfars. Orkuvinnsla úr jarðhita jókst um 1,1% en dróst saman úr varmadælum og úr rafskauta- og olfuköttlum. Á Glerárdal var vinnslan verulega umfram langtíma vinnslugetu en á Botni, S-Laugalandi og Pelamörk nokkuð undir vinnslugetu svæðanna, en heldur ofan hennar á Ytri-Tjörnum. Vatnsborð í borholum, hiti og leiðni í vatni úr vinnsluholum og breytingar á efnastyrk voru í meginatriðum í samræmi við vinnsluspár fyrir einstök svæði. Niðurdæling á Laugalandi hefur greinilega haldið uppi vatnsborði þar. Kæling, sem rekja má til niðurdælingar, mælist aðeins í holu LN-12. Talsverð viðbótarorka hefur fengist við dýpkun holu LP-10 á Pelamörk. Í lok skýrslunnar eru settar fram nokkrar ábendingar til orkuveitunnar varðandi eftirlitsmælingar og frekari orkuöflun.		
<b>Lykilorð:</b> Hitaveita, lághitasvæði, vinnsla, vatnsborð, hiti, efnastyrkur, niðurdæling, orkubúskapur, Akureyri	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b>	
	<b>Yfirfarið af:</b> ÓGF, PI	

## EFNISYFIRLIT

1.	INNGANGUR .....	5
2.	VINNSLA OG VATNSBORÐ .....	7
2.1.	Gagnasöfnun .....	7
2.2.	Orkuvinnsla 2000 .....	8
2.3.	Vatnsborðsbreytingar .....	11
3.	HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM .....	15
4.	EFNAINNIHALD .....	17
4.1.	Efnasamsetning vatns í vinnsluholum .....	17
4.2.	Leiðni .....	19
5.	ORKUBÚSKAPUR .....	21
6.	SAMANTEKT OG ÁBENDINGAR .....	26
7.	HEIMILDIR .....	27

## MYNDIR

Mynd 1.	Yfirlitsmynd af vinnslusvæðum Norðurorku .....	6
Mynd 2.	Vikulegt meðalafll jarðhitavinnslu Norðurorku síðustu fimm árin .....	8
Mynd 3.	Vinnsla og vatnsborð á Botni árin 1999 - 2000. ....	13
Mynd 4.	Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1976 – 2000 ásamt vatnsborði í holu GG-1, Grísará. ....	13
Mynd 5.	Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1978 - 2000 .....	14
Mynd 6.	Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1993 - 2000. ....	14
Mynd 7.	Hiti vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1981 - 2000. ....	16
Mynd 8.	Hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi árin 1982 - 2000. ....	16
Mynd 9.	Styrkur kísils sem fall af tíma í holu HN-10, Botni. ....	19
Mynd 10.	Styrkur kísils sem fall af tíma í holu RWN-7, Reykhúsum. ....	20
Mynd 11.	Súlurit sem sýnir þróun orkubúskapar frá 1981 til 2000 og líklega þróun fram til 2010. ....	23
Mynd 12.	Heildarorkuflæði um dreifikerfi Norðurorku árið 2000. ....	23
Mynd 13.	Heildarmassaflæði um dreifikerfi Norðurorku árið 2000 .....	24

## TÖFLUR

Tafla 1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Norðurorku árið 2000.....	7
Tafla 2. Ársmeðalvinnsla og orkuvinnsla á jarðhitasvæðum Norðurorku.....	9
Tafla 3. Leiðréttur meðalhiti vatns úr vinnsluholum 1992-2000 (°C).....	16
Tafla 4. Yfirlit um ýmsa þætti varðandi orkubúskap Norðurorku vegna hitaveitu Akureyrar.....	22

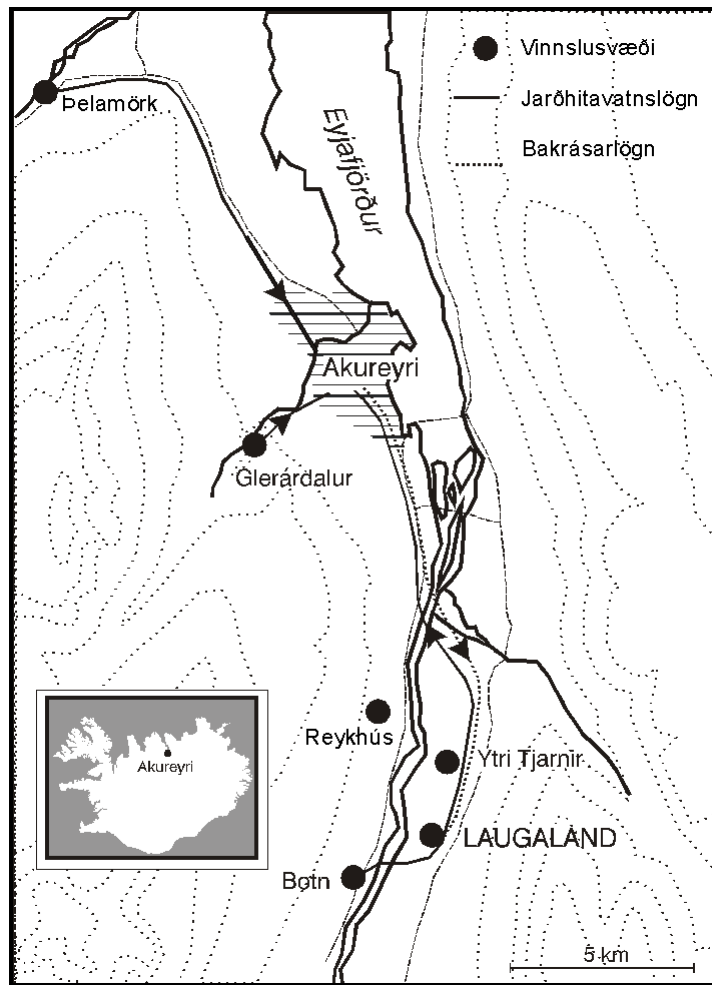
## 1. INNGANGUR

Í þessari skýrslu er fjallað um orkubúskap og eftirlit með vinnslu jarðhita á vinnslusvæðum Hita- og vatnsveitu Akureyrar/Norðurorku, árið 2000. 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 í fyrra, þ.e. umfangsminni en lengst af áður, m.a. vegna þess að myndum hefur verið fækkað umtalsvert. Aðeins eru birtar myndir sem fjallað er sérstaklega um í skýrslunni. Allar myndirnar eru hins vegar birtar á jarðhitavef Orkustofnunar líkt og myndir vegna ársins 1999 [www.os.is/ros/jardhitavefur/hva](http://www.os.is/ros/jardhitavefur/hva).

Árið 2000 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 afstöðu þessara svæða. Þá var haldið áfram niðurdælingu bakrásarvatns á Syðra-Laugalandi í Eyjafjarðarsveit, sem hófst í tilraunaskyni árið 1997.

Sumarið 2000 var borað á ská út úr botni holu LP-10 á Þelamörk á um 900 m dýpi og inn undir Hörgá. Var markmiðið að hitta á NA-læga sprungu skammt frá á um 1000 m dýpi og á vatnsleiðandi bergganga nokkru neðar (Bjarni Gautason og Ólafur G. Flóvenz, 2000). Þar var vonast eftir opnari vatnsæðum og hærri hita samkvæmt efnahitamælum. Þetta gekk eftir og tókst borunin þrýðisvel. Í ljós kom að æðarnar í sprungunni voru tregar en því betri við ganginn. Rúmlega 100°C vatn fæst nú úr holunni og í talsvert meira magni en áður fékkst úr holu LP-11. Lausleg mat á holunni út frá skammtíma dæluprófunum gefur til kynna að afköst svæðisins kunni að aukast um 90% við þessa borun. Þeirri tölu ber þó að taka með mikilli varúð enda fæst ekki áreiðanleg mat á svæðið fyrr en eftir a.m.k. árs dælingu. Skýrsla um borunina er í vinnslu.

Staðsett var djúp rannsóknarhola við Sigtún í Eyjafjarðarsveit (Arnar Hjartarson og Ingunn María Þorbergsdóttir, 2000b) og hún boruð í byrjun sumars 2000 með jarðbornum Sleipni. Verulegir erfiðleikar urðu í borun vegna hruns og þurfti að hætta við borun þegar holan var um 1000 djúp. Var það bagalegt því verulega skiptir fyrir niðurstöður rannsókna að hafa holuna um 200-400 m dýpri til að fá hitamælingu nógu djúpt niður. Úrvinnsla gagna frá boruninni verður gerð á árinu 2001 en ljóst er að ekki hefur tekist að fá svör við því hvort þarna er eftir meira vatni að slægjast.



Mynd 1. Yfirlitsmynd af vinnslusvæðum Norðurorku.



## 2. VINNSLA OG VATNSBORÐ

### 2.1. Gagnasöfnun

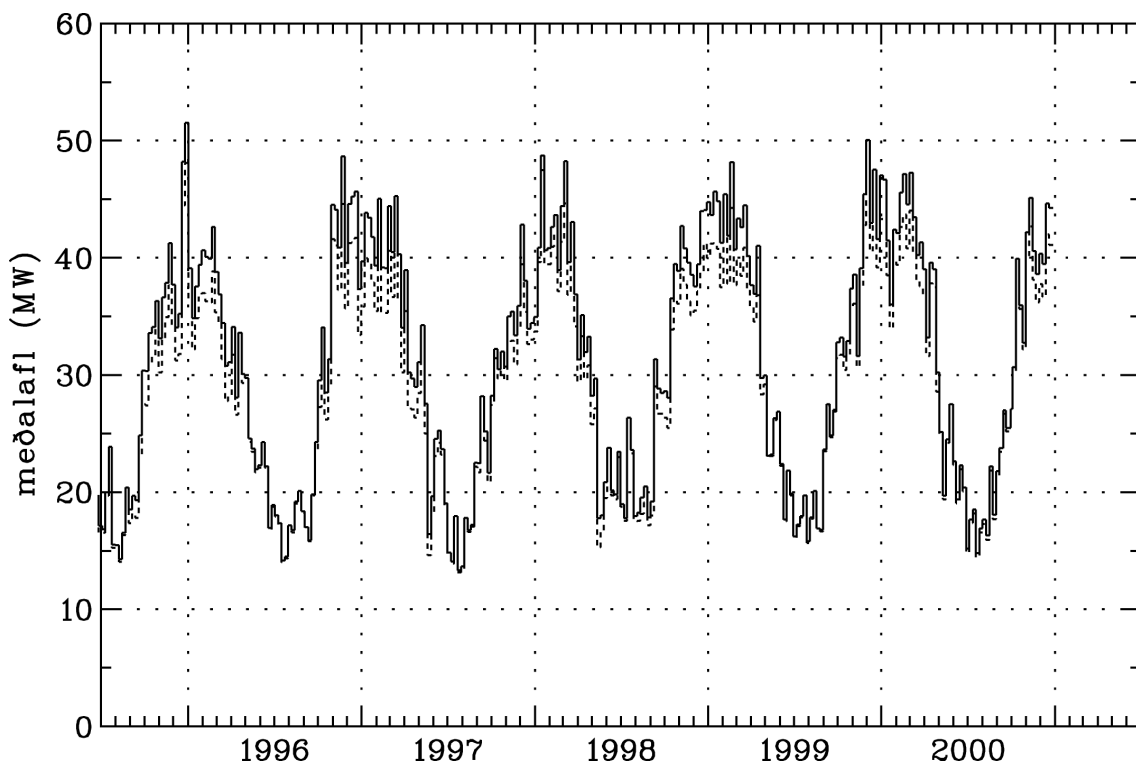
Norðurorka safnar vikulega gögnum um vinnslu og vatnsborð á jarðhitasvæðunum, eins og verið hefur síðustu tvo áratugi. Vinnslan er mæld með aflestrum af rennslismælum og vatnsborð mælt í þeim vinnsluholum þar sem mælirör eru í lagi. Jafnframt er vatnsborð mælt í allmörgum öðrum borholum. Nú er svo komið 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, og þá er toppþrýstingur á LJ-8 einnig mældur samfelld. Eina vinnsluholan sem ekki hefur enn verið tengd stjórn- og eftirlitsbúnaðnum er hola RWN-7 á Reykhúsum. Í töflu 1 er gefið yfirlit um eftirlitsmælingarnar árið 2000.

*Tafla 1. Yfirlit um mælingar á vinnslusvæðum Norðurorku árið 2000.*

Vinnslusvæði	Hola	Vinnsla	Vatnsborð og vatnshiti
Botn	BN-1	mæld samfelld	ekkert mælirör
	HN-10	mæld samfelld	mælirör bilað
	BÝ-3		mælt vikulega
Syðra-Laugaland	LJ-5	mæld samfelld	mælt u.þ.b. vikulega
	LJ-7	mæld samfelld	mælirör bilað
	LN-12	mæld samfelld	mælirör bilað
	LJ-8	niðurd.mæld samfelld	þrýst. mældur samf.
	LN-10		mælt samfelld
Ytri-Tjarnir	TN-4	mæld samfelld	ekki mælt
	TN-2		mælt vikulega
Glerárdalur	GÝN-7	mæld samfelld	mælirör bilað
Laugaland á Þelamörk	LÞN-11	mæld samfelld	mælt vikulega
	LÞ-10	mæld þétt	mælt þétt
Reykhús	RWN-7	mæld hálfsmánarlega	mælt hálfsmánaðarlega mælirör bilað
Grísará	GG-1		mælt vikulega

## 2.2. Orkuvinnsla 2000

Í töflu 2 eru birtar tölur um ársmeðaldælingu og orkuvinnslu á jarðhitasvæðum Norðurorku, ásamt annarri orkuvinnslu, til og með árinu 2000. 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 ásamt orkuvinnslu með varmadælum, rafskautakötlum og svartolíukatli veitunnar, sem samtals hefur numið um 5-6 % af heildarorkuvinnslunni þessi fimm ár.



**Mynd 2.** Vikulegt meðalafli jarðhitavinnslu Norðurorku síðustu fimm árin. Slitna línan sýnir aflið án varmadælna og rafskauta- og oliukatla.

**Tafla 2.** Ársmeðalvinnsla á jarðhitasvæðum Norðurlorku ásamt annarri orkuvinnslu. Við umreikning í gígavattstundir (GWh) er miðað við nýtingu í 27°C. Tölur um vinnslugetu Laugaland á Þelamörk byggja aðeins á hollu LFN-11.

Ár	Ársmeðalvinnsla á jarðhitasvæðum og önnur orkuvinnsla Norðurlorku															
	Botn 82-86°C		Syðra- Laugaland 94-95°C		Ytri- Tjarnir 81°C		Glerár- dalur 60°C		Laugaland á Þelamörk 91-92°C		Samtals		Varm- dætur	Raf- skauta- katlar	Svart- ölfu- 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
Vinnslugeta til 2010	30,5	58,0	48,5	116,0	31,5	61,0	14,0	17,0	17,0	39,0	141,5	291,0	22,0	14,0		327,0
Meðalnýting 2000 (%)	86	86	91	91	102	102	135	135	81	81	95	94	34	39		88

Taflan sýnir að heildarorkuvinnslan jókst aðeins um 0,4% milli árana 1999 og 2000, en að meðaltali um 1,2% síðustu fimm árin. Eins og bent hefur verið á þá eykst orkuþörfin á Akureyri væntanlega jafnt og þétt, en mismunandi árferði veldur því að orkuvinnsluaukningin er mun sveiflukenndari. Um þetta er nánar fjallað í kafla 5.

Ef eingöngu er litið til jarðhitavinnslunnar árið 2000 sést á töflunni að hún jókst um 1,1%. Nokkuð dró úr annarri orkuvinnslu. Massataka úr jarðhitasvæðunum jókst hins vegar enn meira, eða um 3,4%. Þessi munur á massatöku og orkuvinnslu stafar af minni vinnslu á þeim svæðum sem gefa orkuríkara vatn, og meiri vinnslu á orkurárrari svæðum.

Á Syðra-Laugalandi var ársmeðalvinnslan 2000 rúmlega 44 l/s, sem er örlítið minna en árið áður, en verulega meira en árin 1995 - 1997 er vinnslan á svæðinu var í lágmarki. Á Botni var vinnslan tæplega 26 l/s að meðaltali, sem er um 10% minni en hún hefur verið lengst af, vegna dæluupptektar í holu HN-10. Árið 2000 var ársmeðalvinnslan á Laugalandi á Þelamörk um 14 l/s, sem er svipað og árið áður. Á Ytri-Tjörnum var meðalvinnslan um 32 l/s, sem er svipað og undanfarin 3-4 ár. Á Glerárdal var vinnslan um 19 l/s, sem er meiri vinnsla en verið hefur í einn og hálfan áratug. Var það vegna þess að svo til ekkert sumarhlé var gert á vinnslu þar, andstætt venju, til að mæta dæluhléi í holu HN-10.

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 ársmeðalvinnslan 2,6 l/s líkt og verið hefur, auk þess sem tæplega 1,9 l/s af frárennslisvatni runnu niður í holu RW-9 á árinu 2000. 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 l/s að meðaltali á ári, líkt og undanfarin ár.

Að lokinni vel heppnaðri niðurdælingartilraun á Syðra-Laugalandi er niðurdæling orðin fastur liður í rekstri svæðisins. Á árinu 2000 var alls um 495.000 m<sup>3</sup> dælt niður í holu LJ-8, sem jafngildir 15,6 l/s meðalniðurdælingu.

Til viðbótar orkuvinnslu á jarðhitasvæðunum voru varmadælur, rafskautaketill og olíuketill hitaveitunnar nýttir til orkuframleiðslu árið 2000. Vegna takmarkana á afhendingu ótryggrar orku voru varmadælur og rafskautaketilinn nýtt minna en gert var til og með 1998. Orkuframleiðsla varmadælnanna var þó svipuð og áður (7,5 GWh), vegna betri nýtni nýrra varmadælna. Aftur á móti voru aðeins framleiddar 5,4 GWh með rafskautakatlinum. Heildarorkuframleiðsla jarðhitasvæða Norðurorku árið 2000 var því 286,3 GWh, sem er aðeins um 0,4% meiri framleiðsla en árið áður, eins og áður segir.

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 nokkurrar viðbótar í vinnslugetu Laugalands á Þelamörk, vegna u.þ.b. 3 l/s niðurdælingar (Steinunn Hauksdóttir o.fl., 2000). Ekki er í töflunni gert ráð fyrir vinnsluaukningu á síðastnefnda svæðinu eftir dýpkun holu LÞ-10, þó ljóst sé að vinnslugeta svæðisins hafi aukist. Úrvinnslu gagna þar að lútandi, sem safnað hefur verið, er enn ekki lokið, auk þess sem nýting holunnar

hófst ekki fyrr en í lok árs 2000. 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 86% af vinnslugetunni, enda ekki dælt úr holu HN-10 í rúma tvo mánuði vegna dæluupptektar. Á Syðra-Laugalandi var vinnslan um 91% af vinnslugetunni. Á Ytri-Tjörnum fór vinnslan örlítið (2%) fram úr áætlaðri langtíma vinnslugetu. Glerárdalur var hins vegar nýttur langt umfram vinnslugetu, eða um 35%. Segja má að það vegi upp á móti takmarkaðri nýtingu árið 1999, **en varlega þarf að fara í slíka umframnýtingu, m.a. í ljósi þess að ekki eru til upplýsingar um vatnsborðsbreytingar á svæðinu síðustu árin.** Á Laugalandi á Þelamörk var vinnslan 2000 um 19% undir áætlaðri vinnslugetu fyrir tilkomu LÞ-10. Árið 2000 var samanlögð vinnslan á jarðhitasvæðunum aðeins um 5-6% undir áætlaðri heildarvinnslugetu, eftir því hvort litið er til massa eða orku. Eins og áður segir er ástæða til að telja að dýpkun holu 10 á Þelamörk muni skila töluverðri aukningu í vinnslugetu.

### 2.3. Vatnsborðsbreytingar

Vinnslu- og vatnsborðsgögn ársins 2000 eru ekki birt hér í heild sinni, eins og áður segir. En á heimasíðum Orkustofnunar og Norðurorku má finna myndir sem sýna þessi gögn fyrir vinnslusvæðin fimm ([www.os.is/ros/jardhitavefur/hva](http://www.os.is/ros/jardhitavefur/hva)). Bæði eru birtar myndir sem sýna gögn ársins 2000 ásamt gögnum ársins 1999 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 1999 eins og hér greinir:

Verulegar breytingar urðu á vatnsborði í holu BÝ-3, sem nú er aðalvatnsborðsholan á Botni, eins og sést á mynd 3. Er það aðallega vegna tveggja mánaða dæluhlés, sem hófst undir lok maí. Í hléinu byrjaði fljótt sjálfrennsli úr holu HN-10 (4-5 l/s) auk þess sem rennsli úr holu BN-1 jókst verulega. Á sama tíma fylltist hola BÝ-3 einnig. Þetta staðfestir það enn og aftur að óverulegur langtímaniðurdráttur hefur orðið í jarðhitakerfinu á Botni í gegnum tíðina. Dæluhléinu fylgdu einnig breytingar í vatnshita og efnainnihaldi, sem fjallað verður um hér á eftir.

Eins og bent er á í síðustu vinnslueftirlitsskýrslu þá minnkuðu afköst holu BN-1 úr u.þ.b. 5 l/s niður í um 3,5 l/s árið 1998. Þessi afköst virtust haldast óbreytt á síðasta ári, en ekki er ljóst hvað veldur afkastaminnkuninni sem ástæða væri til að kanna frekar (Steinunn Hauksdóttir o.fl., 2000).

Vatnsborð á Syðra-Laugalandi 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 4. 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 hafi ekki lækkað, síðustu árin. Þrátt fyrir það að vinnsla á svæðinu hafi nú aukist um tæplega 10 l/s frá 1996. Vatnsborðsmælingar í holu GG-1

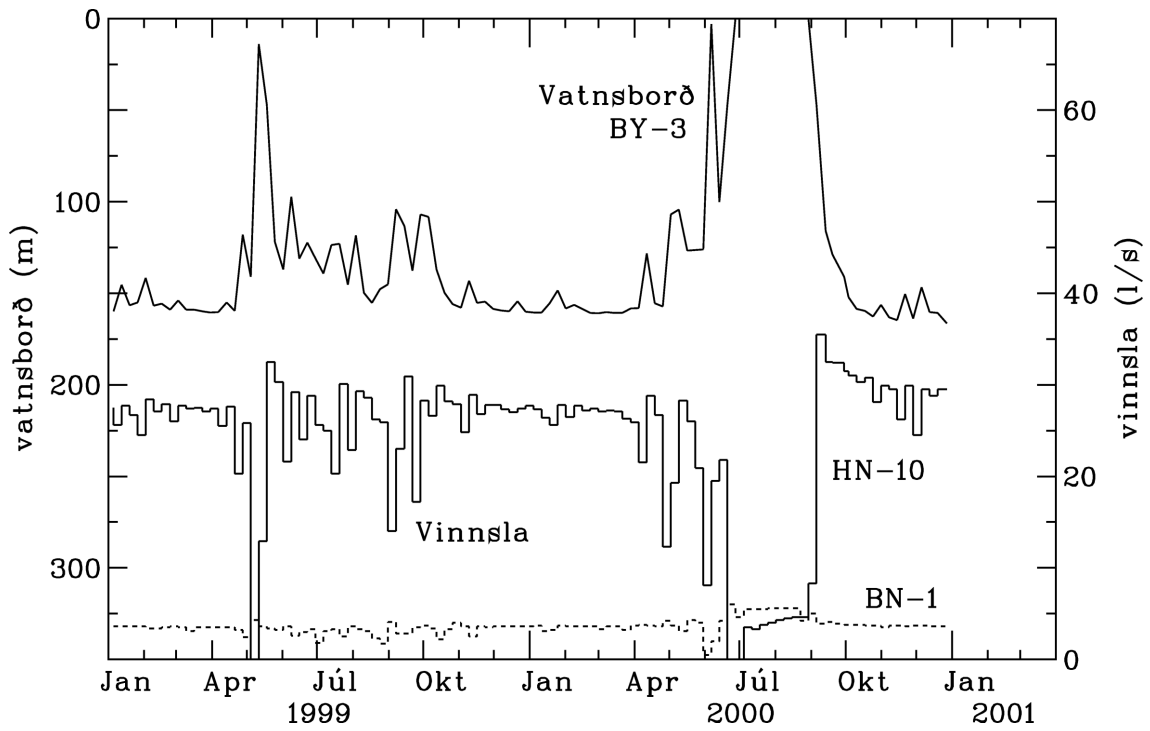
á Grísará styðja þetta, en þar hefur meðalvatnsborð staðið nokkurn veginn í stað. Án niðurdælingarinnar hefði vatnsborð á Laugalandi (og á Grísará) væntanlega lækkað verulega síðustu árin.

Vatnsborð á Ytri-Tjörnum hefur verið mjög neðarlega undanfarin ár (mynd 5) og er ástæðan sú að hola TN-4 hefur verið nær stöðugt í gangi frá því í lok sumars 1995. Það hefur þó lækkað hægt, þrátt fyrir aukna vinnslu, líklegast fyrir áhrif niðurdælingarinnar á Syðra-Laugalandi. Vorið 2000 fór vatnsborð dýpst í 316 m dýpi í holu TN-2. Líkt og vorin 1997 – 1999 þá hættir vatnsborð í holunni að lækka þegar dregur úr vinnslu á Syðra-Laugalandi. Þá má benda á það að vatnsborð á svæðinu lækkaði mun hraðar á árunum 1990 - 1995, þrátt fyrir minni vinnslu þá. 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. Þar af leiðandi má vatnsborð í holu TN-2 ekki fara neðar en á u.þ.b. 340 m dýpi, þar sem dælan í TN-4 er nú á 385 m dýpi.

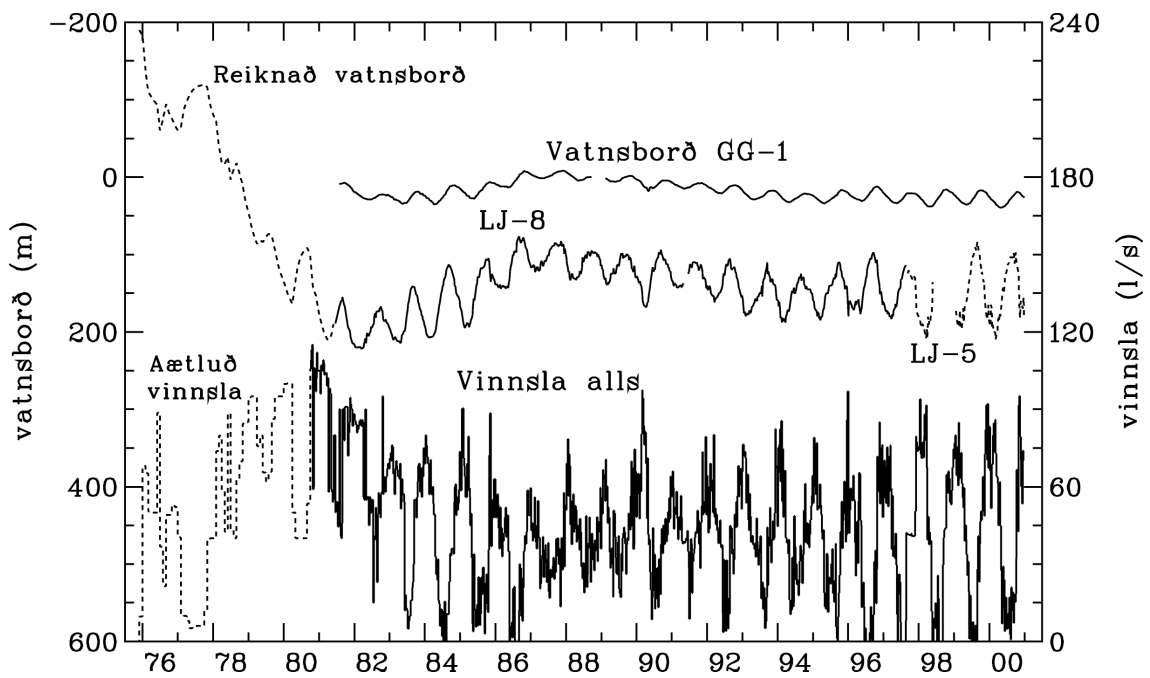
Ekki var hægt að mæla vatnsborð á Glerárdal á árunum 1999 og 2000, þar sem vatnsborðsrör í holu GÝN-7 bilaði undir lok árs 1998. Því eru engar upplýsingar um vatnsborðsbreytingar ársins 1999 tiltækar, sem er mjög bagalegt, einkum ef vinnsla á svæðinu er aukin. **Gera þarf við mælirörið í holu GÝN-7 sem fyrst, auk þess að kanna hvort einhver önnur hola á svæðinu gæti nýst sem vatnsborðseftirlitshola.**

Mynd 6 sýnir gögnin frá Laugalandi á Þelamörk, en þar hefur ekki verið hægt að greina verulegan langtímaniðurdrátt þrátt fyrir sex ára vinnslu. Á myndinni vekur athygli mikil hækkun vatnsborðs þegar dæling úr holu LPN-11 er stöðvuð undir lok ársins, en þá hófst nokkurra mánaða prófun sem ætlað var að svara spurningunni um hve mikið vinnslugeta svæðisins hefði aukist við dýpkun holu LP-10. Síðan byrjar vatnsborð í holunni að lækka aftur er dæling hefst úr holu LP-10 (um 20 l/s). Það er þó enn ofan 80 m dýpis í lok ársins. Fjallað verður um niðurstöður prófunarinnar í lokaskýrslu, sem áætlað er að komi út í lok ársins 2001.

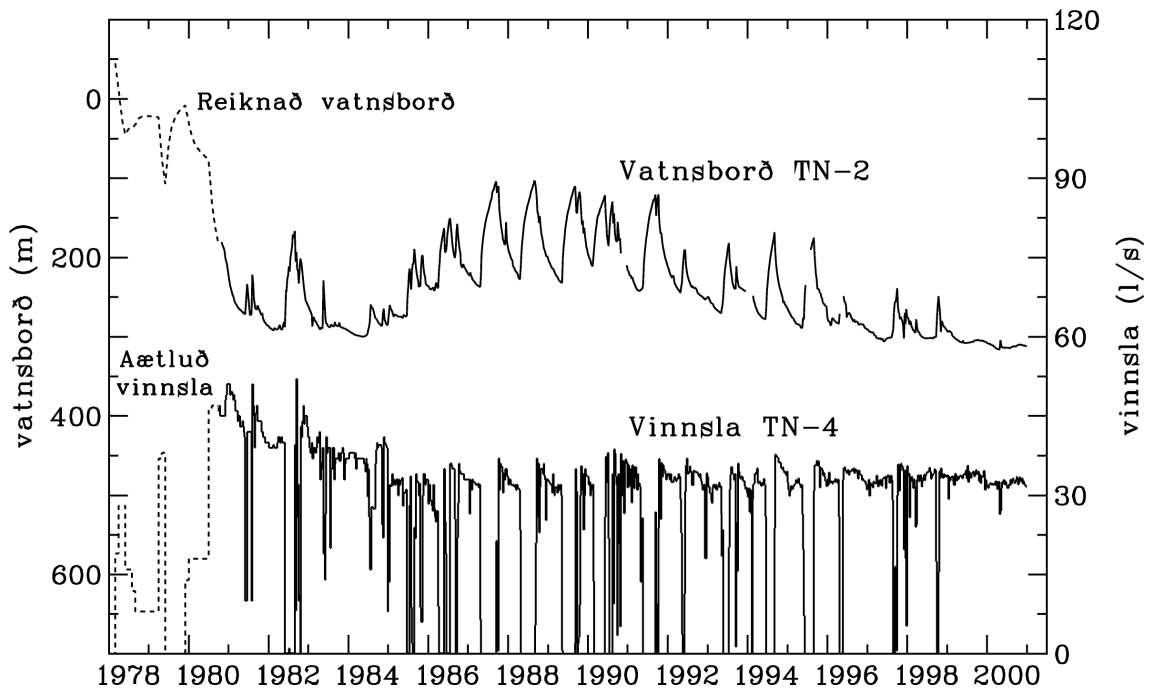
Ekkert óvenjulegt kemur fram í vatnsborðsbreytingum ársins 2000, sem eru í samræmi við vinnsluna og vatnsborðsspár, en mesta athygli vekja þó áhrif niðurdælingarinnar á vatnsborð á Syðra-Laugalandi, auk líklegra áhrifa hennar á Ytri-Tjörnum. Þá staðfestir snögg hækkun vatnsborðs á Botni við dælustöðvun það að ekki dregur úr afköstum þess svæðis þrátt fyrir nærri tveggja áratuga langa vinnslu.



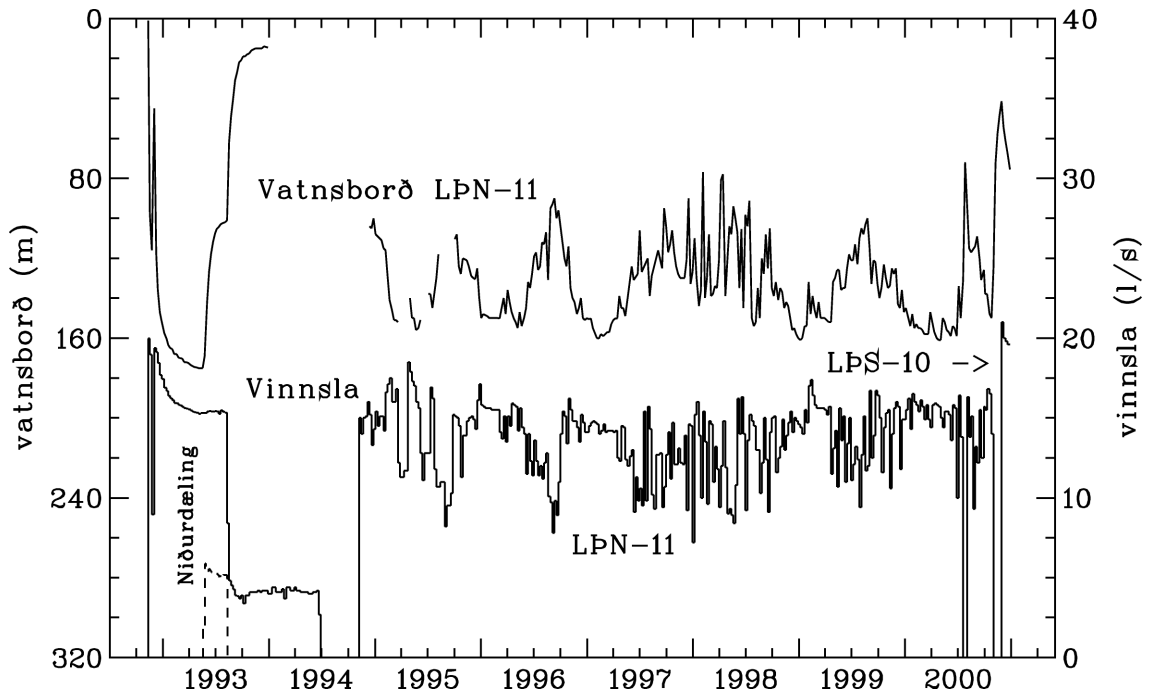
Mynd 3. Vinnsla og vatnsborð á Botni árin 1999 - 2000.



Mynd 4. Vinnsla og vatnsborð á Syðra-Laugalandi árin 1976 – 2000 ásamt vatnsborði í holu GG-1, Grísará.



Mynd 5. Vinnsla og vatnsborð á Ytri-Tjörnum árin 1978 - 2000.



Mynd 6. Vinnsla og vatnsborð á Laugalandi á Þelamörk árin 1993 - 2000.



### 3. HITI VATNS ÚR VINNSLUHOLUM

Mánaðarmeðaltöl vikulegra hitamælinga úr einstökum vinnsluholum jarðhitasvæða Norðurorku, allt frá árinu 1981, eru sýnd á myndum á áðurnefndum heimasíðum. Myndir 7, 8 og 9 sýna þó þessi gildi fyrir holur HN-10, LN-12 og LÞN-11, en það eru einu holurnar sem einhverjar breytingar hafa orðið í. Ársmeðalhiti vatnsins úr öllum holunum síðustu níu 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 samfellt af stjórn- og eftirlitsbúnaði veitunnar.

Hiti vatns úr holu HN-10 hækkar verulega og fer hæst um 5°C hærra en í upphafi ársins. Þarna er talið að um áhrif dælustöðvunarinnar sé að ræða og er hiti sjálfrennslis úr holunni u.þ.b. jafn hár og upphafshiti hennar. Í lok ársins er vatnshitinn enn um 1°C hærri en í upphafi ársins. Þess má geta að meðan sjálfrennslis var úr holu HN-10 jókst rennslis úr holu BN-1 og hiti vatnsins lækkaði. Sambærilegar breytingar hafa áður sést við líkar aðstæður (Guðni Axelsson o.fl., 1999).

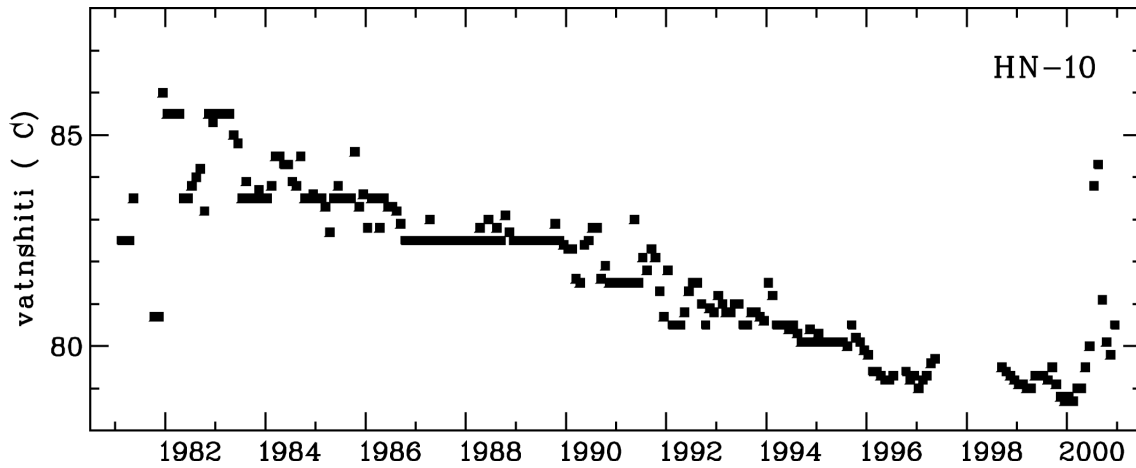
Mældur hiti vatns úr holu LN-12 virðist hafa lækkað nokkuð (a.m.k. 2°C) síðustu árin og er að einhverju leyti um áhrif niðurdælingarinnar að ræða. Þó er talið að líka sé um ósamræmi í mælingum að ræða, því vatnshitamælingar sem gerðar voru í tengslum við niðurdælingarverkefnið benda ekki til svo mikillar kólnunar (Guðni Axelsson o.fl., 2000). Kólnun holu LN-12 árið 2000 er þó aðallega vegna þess að holan er nú mun lengur að hitna en áður, hvort sem er eftir lengri eða skemmri dæluhlé, en holan var mikið notuð til þess að mæta vinnslusveiflum á síðasta ári. 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.

Að lokum má geta þess að hiti vatns úr holu LÞN-11 virðist hafa lækkað örlítið (~1°C) frá því vinnsla úr holunni hófst (mynd 9), þó það sé á mörkum þess að teljast marktækt. Því var spáð eftir prófun holunnar 1994 að vatn úr henni myndi kólna við langtímadælingu (Ólafur G. Flóvenz o.fl., 1994a). Hiti vatns úr holu LÞN-11 er um 90-91°C, en hiti vatns úr holu LÞ-10 er um 102-103°C eftir dýpkunina. Því er vatn úr holu LÞ-10 um 17% orkuríkara en vatn úr LÞN-11.

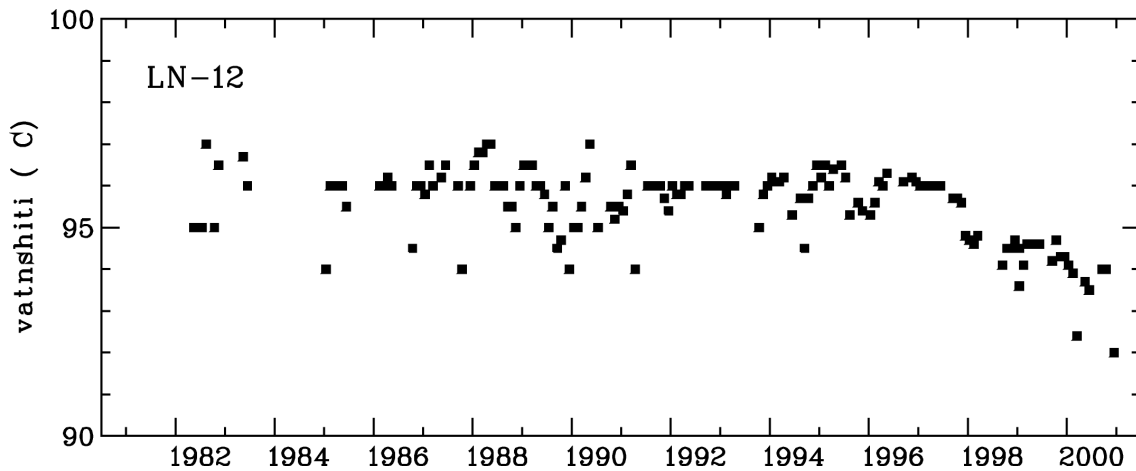
Nákvæmar og áreiðanlegar mælingar á hita vatns úr vinnsluholum er afar mikilvægar, til þess að hægt sé að greina breytingar þar á, bæði vegna kaldara innrennslis og niðurdælingar. Í ljósi þess er mikilvægt að þeir mælar, sem notaðir eru til mælinganna, séu yfirfarnir reglulega og að tryggt sé að samræmi sé milli vikulegu- og tölvuvæddu mælinganna.

**Tafla 3.** Leiðréttur meðalhiti vatns úr vinnsluholum 1992-2000 (°C).

Vinnsluhola	1992	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000
HN-10 Botni	81,0	80,8	80,5	80,1	79,4	(79,4)	79,3	79,1	80,4
BN-1 Botni	91,3	91,8	91,8	91,3	91,8	91,1	91,4	91,9	91,7
LJ-5 S-Laugalandi	93,9	94,1	94,1	94,1	93,3	92,2	93,4	93,7	93,5
LJ-7 S-Laugalandi		94,8	94,2	94,1	94,3	94,0	94,1	94,6	94,6
LN-12 S-Laugalandi	96,0	95,8	95,8	96,0	96,0	95,8	94,6	94,4	93,5
TN-4 Ytri-Tjörnum	81,1	81,0	80,7	80,6	80,6	(80,5)	81,0	80,9	81,0
GÝN-7 Glerárdal	60,0	60,0	60,0	60,3	60,1	60,0	60,0	60,1	60,1
LbN-11 Þelamörk			91,1	91,4	90,7	91,1	91,0	90,7	90,2



**Mynd 7.** Hiti vatns úr holu HN-10 á Botni árin 1981 - 2000.



**Mynd 8.** Hiti vatns úr holu LN-12 á Syðra-Laugalandi árin 1982 - 2000.

## 4. EFNAINNIHALD

Sýnataka og athugun á efnainnihaldi úr vinnsluholum jarðhitasvæða Norðurorku var með hefðbundnu sniði árið 2000 með þeirri undantekningu að ekki náðist að taka hlutsýni samkvæmt áætlun í desember. Starfsmenn Norðurorku tóku hlutsýni í júní og september og sendu til greininga á Orkustofnun en starfsmaður ROS tók sýni til heildarefnagreininga í febrúar.

Á jarðhitavef ROS má finna niðurstöður greininga á heilsýnum síðastliðinna fjögurra ára auk hlutgreininga síðustu tveggja ára. Þá er efnastyrkur valinna efna teiknaður sem fall af tíma fyrir allar vinnsluholurnar og eru þær myndir einnig á vefnum. Hér fer á eftir stutt samantekt um hvert jarðhitasvæðanna sem virkjað er af Norðurorku með hliðsjón af þeim niðurstöðum sem birtar eru á vefnum ([www.os.is/ros/jardhitavefur/hva](http://www.os.is/ros/jardhitavefur/hva)).

### 4.1. Efnasamsetning vatns í vinnsluholum

Tvö sýni voru tekin úr holu HN-10 á Botni á árinu, heilsýni í febrúar og hlutsýni í september. Í seinna sýninu gætir nokkurrar hækkunar í styrk kísils (mynd 9) og lækkunar súrefnisísótópahlutfalls en þessir þættir benda til þess að heitara vatn sé að koma inn í holuna í september. Þetta er afleiðing dælustopps í holu HN-10 sl. sumar og kemur það einnig fram í hækkun hita vatns úr holunni (mynd 7). Þrjú sýni bárust til efnagreininga úr holu BN-1, heilsýni frá febrúar og tvö hlutsýni í júní og september. Sýnið frá febrúar sýnir óbreytt ástand frá fyrra ári en niðurstöður efnagreininga sýnisins frá því í júní gefa til kynna kólnun vegna blöndunar kaldara efnasnaðara vatns í holuna. Þessa verður vart með lækkun á hita vatns, styrk kísils, flúoríðs, klóríðs og súlfats auk þess sem hlutfall súrefnisísótópa hefur hækkað. Samspil í vinnslu og gæfni æða í holunum að Botni skýrir þessar breytingar en því hefur áður verið lýst (Guðni Axelsson o.fl., 1999). Við minni vinnslu úr HN-10 eykst styrkur efna í þeirri holu en lægri efnastyrkur mælist í BN-1. Í efnasýninu frá september kemur í ljós að breytingar í efnasamsetningu hafa að mestu leyti gengið til baka.

Úr holu LJ-5 á Syðra-Laugalandi var tekið eitt sýni til heildarefnagreininga á árinu 2000 og sýna niðurstöður þeirra engar breytingar á efnastyrk frá árinu 1998, þegar síðast var tekið heilsýni úr holunni.

Síðastliðin tvö ár hafa einungis verið tekin tvö sýni á ári úr holu LJ-7 og af niðurstöðum greininga á þeim er ekki hægt að merkja breytingar á efnasamsetningu vatnsins. Holan var gangsett sólarhring fyrir sýnatökuna í febrúar 2000 og hefur náð fullum hita og efnastyrkur bendir til að hún sé búin að ná jafnvægi þegar sýnið er tekið.

Eitt heilsýni og eitt hlutsýni voru tekin af vatni úr holu LN-12 til eftirlits á efnastyrk. Á árinu 2000 urðu ekki markverðar breytingar á styrk efna í jarðhitavatninu og ekki hægt að segja að áhrif niðurdælingar í holu LJ-8 verði vart þannig í holu LN-12 þó einhver lækkun hafi orðið í hita vatns í holunni, sem er aðalvinnsluhola svæðisins (mynd 8).

Úr holu TN-4 á Ytri-Tjörnum barst eitt hlutsýni auk heilsýnis sem starfsmaður ROS tók í febrúar 2000. Á niðurstöðum greininga er ekki hægt að merkja neinar breytingar í jarðhitavatninu í TN-4. Vinnsla hefur verið mikil og stöðug undanfarin þrjú ár og vatnsborð mjög neðarlega (sjá kafla 2.3). Á þeim tíma hefur ekki orðið vart við að vinnslan valdi kólnun eða inndrætti á kaldara vatni.

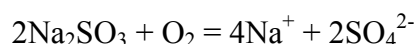
Þrjú sýni voru tekin úr holu GÝN-7 á Glerárdal á árinu 2000 og samkvæmt niðurstöðum greininga á þeim verður ekki vart breytinga á efnastyrk jarðhitavatnins.

Efnasamsetning vatns í holu RWN-7 á Reykhúsum hefur breyst eftir að niðurrennsli bakrásarvatns hófst í holu RWN-9 í október 1996. Styrkur kísils lækkaði töluvert fyrstu tvö árin en síðastliðin tvö ár hefur hægt á þeirri breytingu. Þessi breyting bendir þó til að vatn með efnafræðileg auðkenni kaldara vatns sé að renna í holuna, en svo ætti ekki að vera ef bakrásarvatnið inniheldur eingöngu vatnið sem tekið er úr holu RWN-7. Þannig væri eingöngu að vænta breytinga í hitastigi í holu RWN-7 en auk þess hefur einnig styrkur kísils lækkað frá árinu 1996 (mynd 10), þá má merkja nokkra hækkun í styrk klóríðs og flúoríðs frá 1998 eftir að klóríðstyrkur hafði lækkað lítillega á árunum 1996-1998. Styrkur súlfats hefur breyst mikið frá því að mikil lækkun varð árið 1990 en síðan 1998 hefur hann aukist aftur og reyndar mælist árið 2000 hærri en hann hefur áður mælst. Efnastyrkur í holu RWN-7 virðist því að komast í fyrra horf, frá því áður en niðurrennslið hófst ef frá eru taldar breytingar sem hafa orðið á styrk kísils. Hlutfall súrefnisísótópa og magnesíumstyrkur hafa ekki breyst á þessum tíma og því ekki á þessum þáttum að merkja að kaldara vatn blandist í holu RWN-7. Ástæður þess að styrkur kísils lækkar eru ekki ljósar, en athuga þarf hvort einhver blöndun verði á leið vatnsins í dreifikerfi Kristness. Síðastliðin 2-3 ár hefur dælingu varið haldið stöðugri yfir árið og gæti hér verið um breytingu á gæfni æða vegna hækkunar vatnsborðs í kjölfar niðurrennslisins.

Á árinu 2000 var hola LÞN-11 á Þelamörk enn í notkun en seint á því ári hófst vinnsla úr holu LÞ-10 sem nú hefur tekið við. Nokkur kólnun hafði orðið í holu LÞN-11 á undanförunum árum og síðastliðin tvö ár hefur einnig orðið vart við magnesíumsílikatútfellingar vegna blöndunar kaldara grunnvatns í holuna. Á jarðhitavef ROS eru niðurstöður efnagreininga úr einu sýni úr holu LÞ-10 frá 4. desember 2000 birtar í töflu og teiknaðar ásamt eldri gögnum úr holu LÞN-11. Á samanburði á þeim gögnum sést að styrkur efna úr holu LÞ-10 er sambærilegur við það sem mældist í holu LÞN-11 við upphaf vinnslu úr henni.

Kalsedónhiti var reiknaður út fyrir sýnið sem tekið var úr holu LÞ-10 og reyndist hann vera 98°C en það er nálægt því sem reiknað var fyrir vatn úr holu LÞN-11 í upphafi vinnslu hennar 1992.

Súrefni mældist hvergi í vinnsluholum Norðurorku. Vottur að súrefni reyndist vera í vatni sem fer frá dælustöðinni á Syðra-Laugalandi áður en blandað er natríumsúlfíti í vatnið við holu TN-4. Það eyðir súrefni samkvæmt efnahvarfinu:



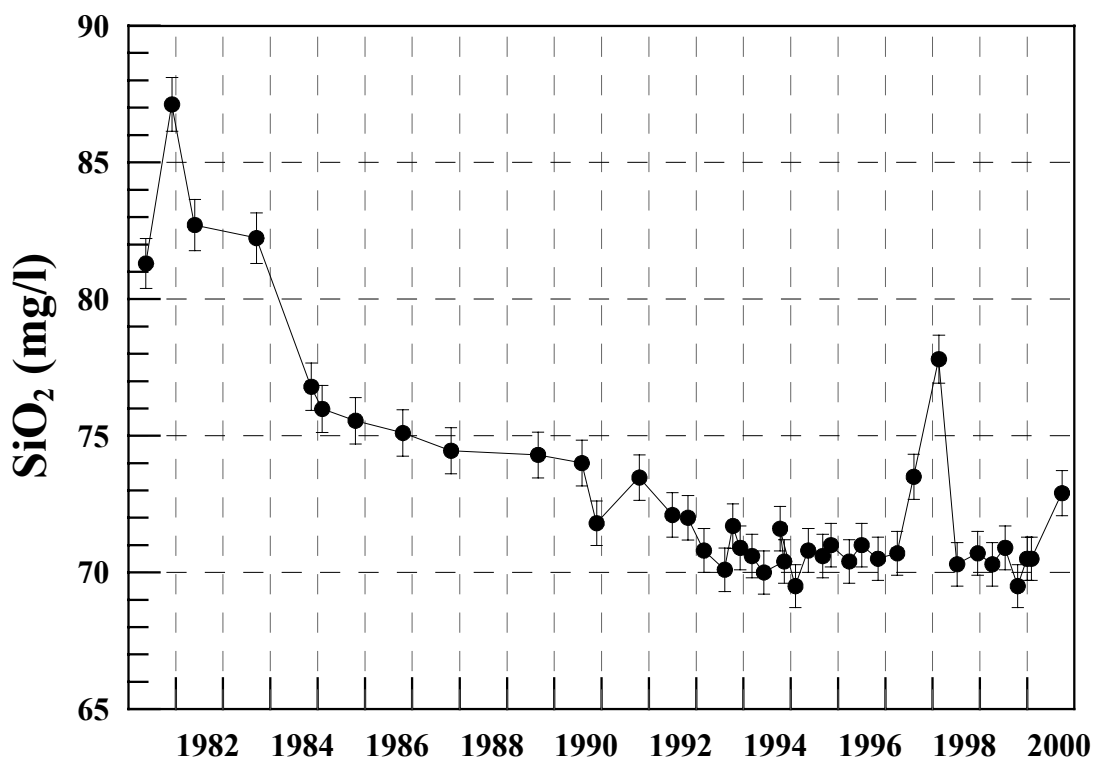
Styrkur umframsúlfits var einnig mældur í dælustöð við Þórunnarstræti og reyndist hann vera 0,31 mg/l. Styrkur súlfits í vatninu í dælustöðinni hefur verið mældur árlega og mælist nú nokkuð lægri en á árinu 1999 þegar styrkur þess reyndist vera 0,63 mg/l. Þetta er nokkuð lægri styrkur en þau 2-3 mg/l sem mælt er með að vatnið innihaldi til

Þess að bregðast við súrefnisleikum inn á dreifikerfið, sér í lagi ef það er eins stórt og á Akureyri. **Íblöndun er því með minnsta móti en á móti kemur að vatnið sem Norðurorka nýtir til húshitunar á Akureyri og nágrenni er mjög efnasnautt og því er tæringarhætta ekki mikil.**

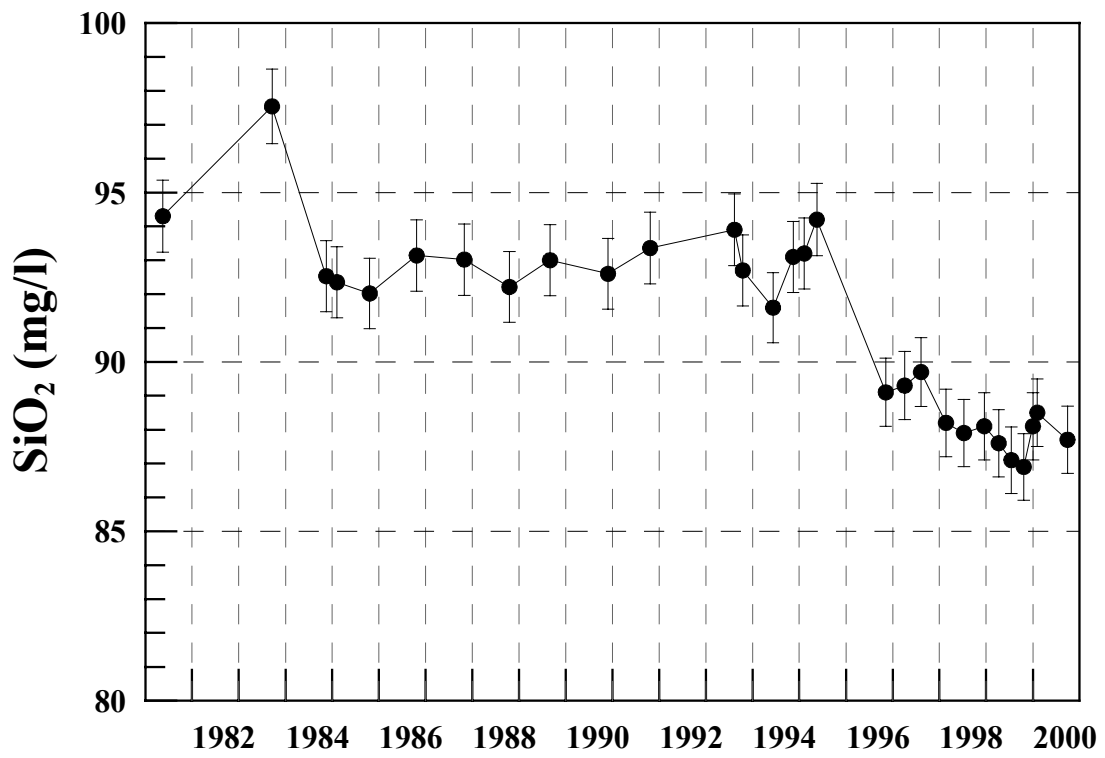
## 4.2. Leiðni

Leiðni er mæld vikulega í sýnum úr vinnsluholum Norðurorku til eftirlits. Á jarðhitavef ROS er að finna niðurstöður þeirra mælinga ásamt niðurstöðum árlegra mælinga ROS til samanburðar.

Vegna breytinga á ástandi leiðniþróbu eru mælingar Norðurorku og ROS ekki alveg sambærilegar enda hvorki notaðir sömu mælar né sömu sýni til greininga. Tvisvar hefur þurft að leiðrétta mælingar Norðurorku þar sem rek hefur komið fram í niðurstöðum mælinganna og við leiðréttingu kemur fram stökk í ferilinn sem lýsir leiðni sem falli af tíma. Eftir síðustu leiðréttingu lækkuðu gildi Norðurorku nokkuð og hafa síðan í árslok 1999 mælst nokkuð lægri en mælingar ROS. Ef litið á mælingar Norðurorku á leiðni yfir árið 2000 eru ekki sjáanlegar miklar breytingar fyrir vinnsluholurnar. Svólitlar sveiflur eru í leiðni vatns í holunum á Botni og töluverðar sveiflur hafa orðið í holu LN-12 á Laugalandi. Ástæður þessa eru líklega tengdar breytinga í vinnslu og vinnslustoppum. Leiðni vatns í Glerárdal, Reykhúsum og Tjörnum helst nokkurn veginn sú sama yfir árið. Á þelamörk er ljóst að leiðni vatns í nýdýpkaðri holu LÞ-10 er mun hærri en mældist í holu LÞN-11 enda heitara og efnaríkara vatn þar á ferðinni.



Mynd 9. Styrkur kísils sem fall af tíma í holu HN-10, Botni.



Mynd 10. Styrkur kísils sem fall af tíma í holu RWN-7, Reykhúsum.

## 5. ORKUBÚSKAPUR

Í töflu 4 eru gefnar ýmsar upplýsingar um orkubúskap Norðurorku vegna hitaveitu Akureyrar á árinu 2000. Þessar upplýsingar eru jafnframt birtar á Jarðhitavefnum og þar er gerð grein fyrir því hvernig hinar ýmsu stærðir eru reiknaðar út. Mynd 11 sýnir yfirlit um orkuvinnslu hitaveitunnar frá 1981 til 2000 og áætlaðan orkumátt veitunnar til ársins 2010 samkvæmt nýjustu forðafræðilíkönunum. Á myndinni er áætluð aukning í vinnslugetu Þelamerkursvæðisins vegna dýpkunar holu LÞ-10 tekin með, gagnstætt því sem gert er í töflu 2. Sú viðbót sem talið er að þessi nýja hola gefi er einungis gróf ágiskun, byggð á skammtímadælingu úr holunni og ber því að taka með mikilli varúð. Þarna er gert ráð fyrir að vinnslugeta Þelamerkur hafi aukist í 80 GWst á ári árið 2001 en síðan dragi jafnt og þétt af svæðinu þannig að vinnslugetan verði komin í 50 GWst árið 2010. Þessi hjöðnun vinnslugetu með tíma er hrein ágiskun og styðst ekki við neina forðafræðilegt útreikninga. Vinnslusaga nýju holunnar eftir fyrsta árið og forðafræðileg hermun hennar munu væntanlega gefa áreiðanlegra mat á afköstum svæðisins undir árslok 2001.

Mynd 11 sýnir einnig hvernig orkunotkun mun vaxa í framtíðinni miðað við árlegan 1% og 2% vöxt í orkuþörf. Loks er sýnd lína sem sýnir 85% af orkumætti veitunnar en ekki er talið ráðlegt að ársmeðalnótkunin fari yfir þá línu vegna hættu á að til aflþurrðar geti komið í kuldaköstum síðla vetrar. Þá sýna myndir 12 og 13 hvernig orku- og massaflæðið var um dreifikerfi veitunnar árið 2000.

Eins og fram kemur hér að framan var vöxtur orkunotkunar milli ára aðeins um 0,4%. Þegar verið er að bera saman orkunotkun milli ára er nauðsynlegt að taka verðurfar með í reikninginn. Mynd 14 sýnir hvernig veðurleiðrétt orkunotkun hefur vaxið. Þar sést m.a. að lítil aukning orkunotkunar árið 2000 stafar alfarið af mildara veðri á árinu. Þannig var orkuaukningin um 2,3% á árinu 2000 þegar tekið hefur verið tillit til veðurfars. Á myndinni er einnig sýnd lína sem táknar árlega 2,1% aukningu í orkuvinnslu frá árinu 1986. Í heild er aukningin á tímabilinu 1986 til 2000 nálægt því að vera 2,1% ári að meðaltali en þó eru sýnilegar nokkrar sveiflur sem ekki verða skýrðar með veðurfari. Þannig er óveruleg aukning í orkunotkun milli ára á tímabilinu 1990 - 1994, síðan kemur stórt stökk og loks hefur aukning síðustu 4 ára verið nokkuð yfir 2,1% á ári. Líklegast er að skýringin á stökkinu árin 1994 og 1995 sé tenging stórs hluta Glæsibæjarhrepps við veituna. Þá er freistandi að setja litlu aukninguna 1990 - 1994 og hraðan vöxt 1997-2000 í efnahagslegt samhengi. Á fyrrnefnda tímabilinu var kreppa í efnahagslífinu sem líklegt er að hafi leitt til sparnaðar hjá notendum. Síðustu 4 árin hefur ríkt efnahagslegt góðæri í landinu ásamt því að orkuverðið hefur lækkað nokkuð og það getur hafa leitt til meiri notkunar á hvern íbúa eins og áður hefur verið bent á að geti gerst. Því er áréttað hér að skynsamlegt er að fara gætilega í gjaldskrárlækkanir því þær geta leitt til umtalsverðrar aukningar í orkunotkun sem aftur kallar á hraðari framkvæmdir eða meiri notkun rafskauta- og olíukatla sem síðan gætu kalla fram þörf á gjaldskrárhækkun á ný.

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

Orkuframleiðsla		GWst	
	Jarðhitasvæðin í Eyjafjarðarsveit	223,4	76,8%
	Glerárdalur	22,8	7,8%
	Laugaland á Þelamörk	31,8	10,9%
	Varmadælur	7,5	2,6%
	Rafskauta- og oliukatlar	5,4	1,9%
	<b>Heildarorkuframleiðsla<sup>1</sup></b>	<b>290,84</b>	<b>100%</b>
<b>Varmaorkunotkun</b>			
	Dreifikerfi á Akureyri	248,1	85,6%
	Heildarnotkun í Eyjafjarðarsveit	22,2	7,6%
	Notkun í Glæsibæjarhreppi	9,6	3,3%
	Eigin notkun í Eyjafjarðarsveit	4,2	1,5%
	Orkutap í aðveitukerfi <sup>2</sup>	5,6	1,9%
	<b>Heildarorkunotkun</b>	<b>289,7</b>	<b>100,0%</b>
<b>Raforkunotkun</b>		<b>kWst</b>	
	Dælur í Eyjafjarðarsveit	4.881.320	
	Niðurdæling	431.880	
	Dælur á Akureyri	1.365.541	
	Dælur á Þelamörk	640.000	
	Varmadælur	1.745.400	
	Rafskautakatlar	5.360.000	
	<b>Raforkunotkun alls</b>	<b>14.424.141</b>	
<b>Bakrásarvatn</b>			
	Endurheimt bakrásarvatn	39,8 l/s	
	Meðalhiti bakrásarvatns (ágiskað)	27°C	
<b>Íbúafjöldi</b>			
	Akureyri	15.369	
	Eyjafjarðarsveit	987	
	Glæsibæjarhreppur	257	
	Samtals	<b>16.640</b>	
<b>Akureyri ýmsar upplýsingar</b>			
	Rúmmál hitaðs húsrýmis <sup>3</sup>	3.838.536m <sup>3</sup>	
	Aukning í hituðu húsrými frá fyrra ári <sup>4</sup>	180.136 m <sup>3</sup>	
	Orkuframleiðsla á íbúa kWst/íbúa	17.137	
	Rúmmetrar vatns á íbúa á ári	288	
	Orkuframleiðsla á rúmmetra húsnæðis	74,29 kWst/m <sup>3</sup>	
	Rúmmetrar vatns á rúmmetra húsnæðis	1,25	
<b>Orkuverð án vsk</b>			
	Fastagjald í árslok	8.460 kr	
	Rúmmetragjald í árslok	103 kr/m <sup>3</sup>	
	Meðalorkuverð á framleidda kWst <sup>5</sup>	1,78 kr	
	Meðalrúmmetraverð út á dreifikerfið	105,6 kr	
<b>Veðurfar</b>		<b>2000</b>	<b>1981-2000</b>
	Ársmeðalhiti (°C)	4,21	3,55
	Meðalvindur (hnútar)	9,73	8,81
	Vindleiðréttur meðalhiti	0,78	0,27

<sup>1</sup> Reykhús meðtalin

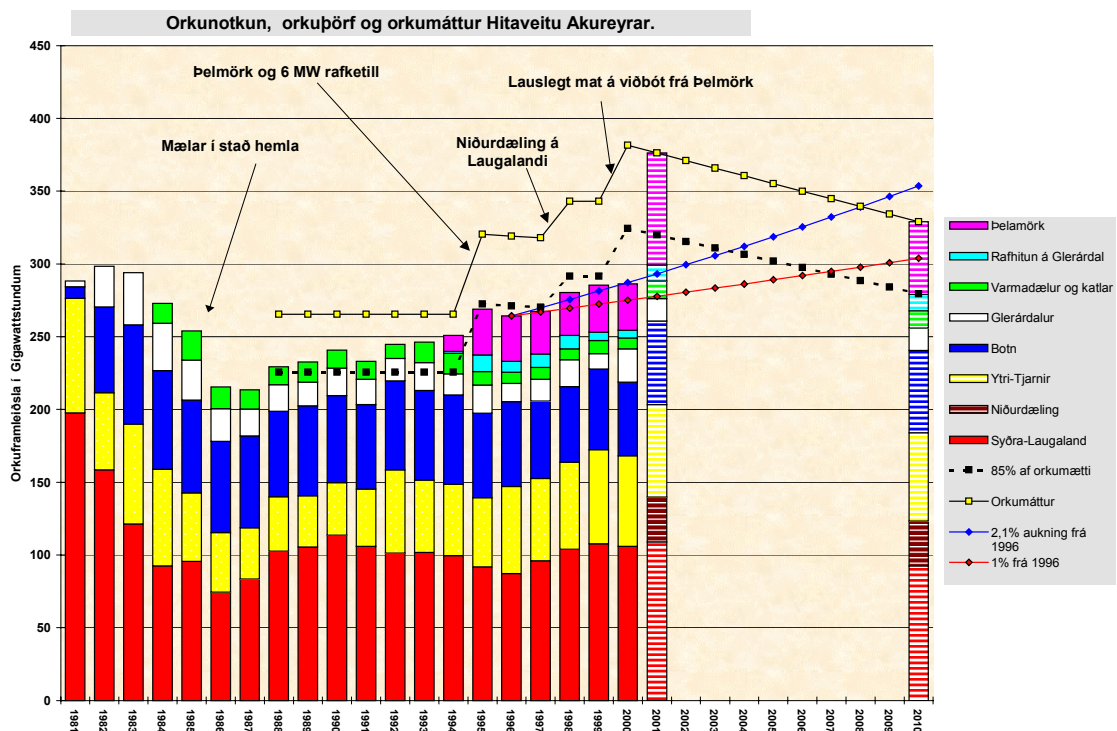
<sup>2</sup> Mjög ónákvæmar tölur

<sup>3</sup> Á Akureyri, í Eyjafjarðarsveit og í Glæsibæjarhreppi

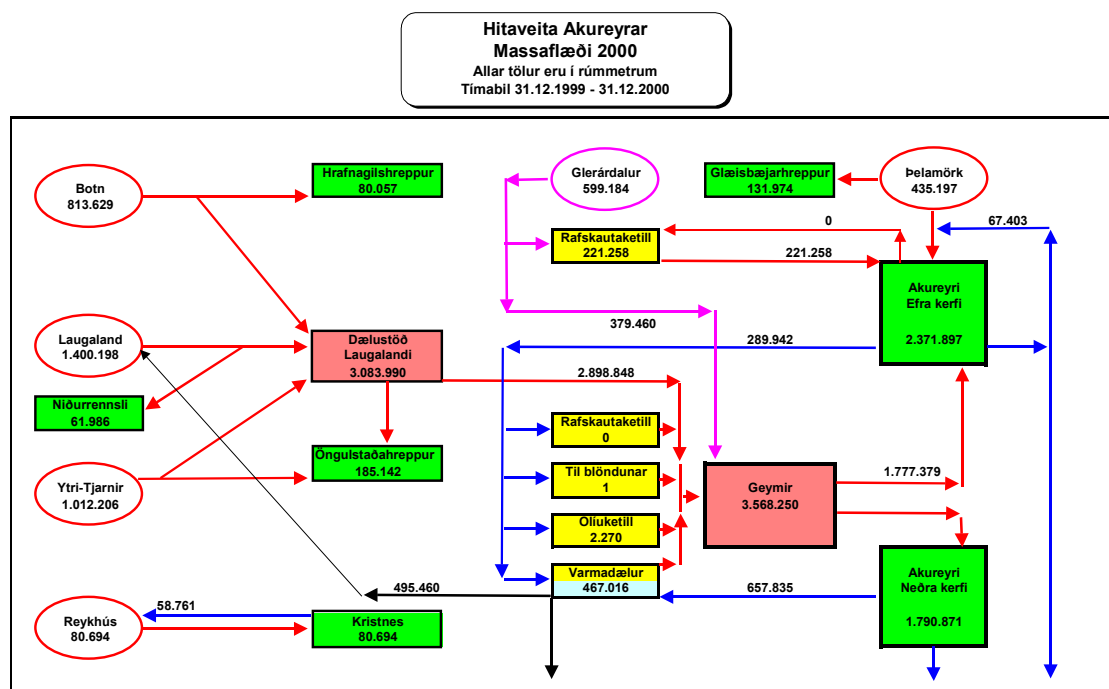
<sup>4</sup> Mismunur á heildarrúmmáli nú og í sambærilegri skýrslu 1999. Ótrúlega há tala.

<sup>5</sup> Heildarorkusala í krónum á hverja framleidda kílóvattstund

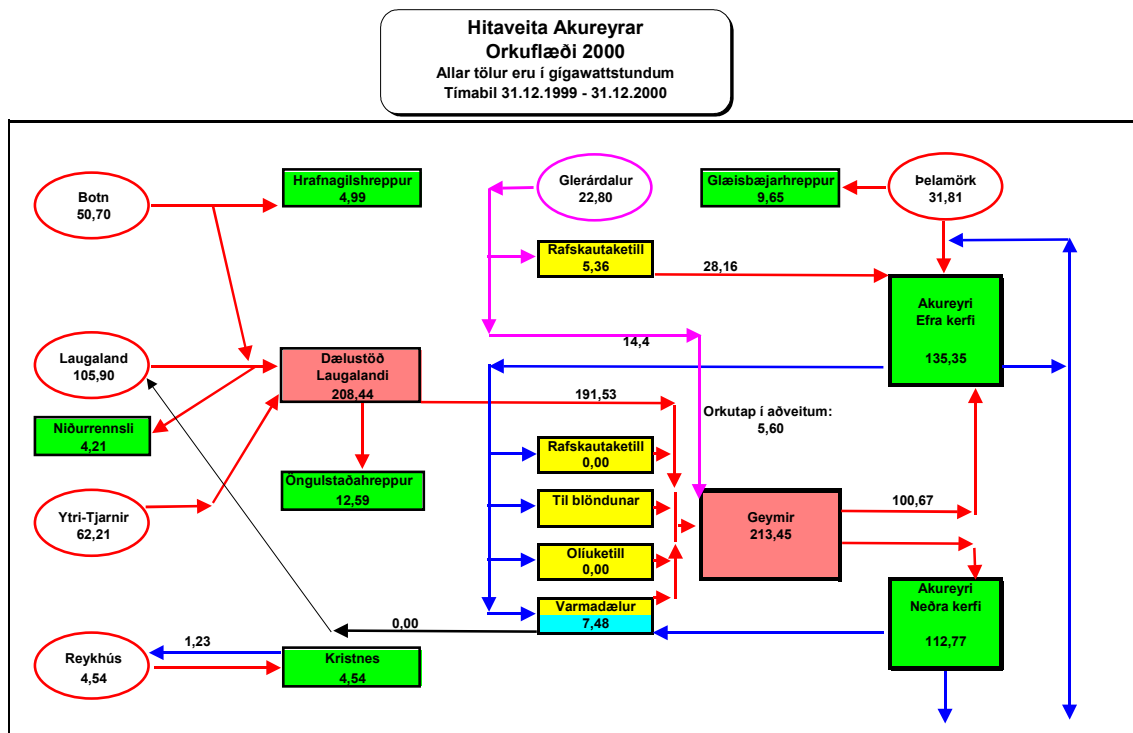




Mynd 11. Súlurit sem sýnir þróun orkubúskapar frá 1981 til 2000 og líklega þróun fram til 2010.



Mynd 12. Heildarorkuflæði um dreifikerfi Norðurorku árið 2000. Tölurnar sýna orkuna sem unnin var úr jarðhitasvæðunum og þá sem framleidd var með öðrum hætti og hvernig hún dreifðist um kerfið.



**Mynd 13.** Heildarmassaflæði um dreifikerfi Norðurorku árið 2000. Tölurnar sýna heildar-rúmmetraflöð sem dælt var úr vinnslusvæðunum og hvernig þeir dreifðust um kerfið.

Mynd 11 sýnir að miðað við ofangreindar forsendur ættu núverandi orkugjafar að anna eftirspurn til ársins 2008 miðað við árlegan 1% vöxt í orkuþörf en til 2004 ef vöxturinn verður 2% á ári. Af þessu má síðan ráða að nýr kostur í orkuvinnslu jarðhita þarf að vera tiltækur á tímabilinu 2004 til 2008 ef ekki á að koma til vaxandi notkunar á rafskauta- og olíukötlum.

Jarðhitaleit hefur verið sinnt í Eyjafirði jafnt og þétt undanfarin ár. Fundist hafa á síðustu árum þrjú álitlega jarðhitasvæði með 70-80°C hita þar sem engin ummerki voru um jarðhita á yfirborði. Þarna er um að ræða Brimnesborgir og Ytri-Vík á Árskógsströnd og Hjalteyri, þar sem leit er enn í fullum gangi. Hvergi hafa verið boraðar dýpri en 500 m holur á þessum stöðum en allar líkur benda til að þarna sé eftir verulegri orku að slægjast, langt umfram það sem byggðarlögin á Árskógsströnd og í Arnarneshreppi þurfa til eigin nota. Varfærnislega metið mætti reikna með að þessi svæði gætu hvert um sig gefið 30 l/s af 80°C vatni til langframa, alls um 90 l/s eða ígildi 180 GWst á ári. Það myndi jafngilda um 60% aukningu í vinnslugetu jarðhitasvæða Norðurorku sem gæti staðið undir 2% orkuaukningu á veitusvæði Norðurorku í um 24 ár! Núverandi og fyrirsjánaleg orkuþörf á Árskógsströnd og í Arnarneshreppi er nánast innan skekkjumark í þessu mati. Þarna blasa því við álitleg jarðhitasvæði sem tryggt gætu orkuvinnslu Norðurorku úr jarðhita um áratuga skeið miðað við hóflegan vöxt orkunotkunar. Því er lagt til að leitað verði samninga við eigendur jarðhitaréttinda á þessum slóðum.

Í framtíðinni blasir 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.

Fjarlægðir að dælustöðinni í Sjafnarhúsinu á Akureyri að vegamótum við Hörgárbrú eru um 7 km, en þaðan eru síðan um 12 km að Hjalteyri, 18 km að Yrti-Vík og 22 km að Brimnesborgum þannig að kostnaður við lagnir ætti ekki að vera óyffirstíganlegur.

Auk þeirra miklu möguleika sem felast í jarðhitavinnslu á Hjalteyri og á Árskógsströnd á Norðurorka enn talsverða von um að geta bætt við orkuvinnslu á núverandi virkjunarstöðum eða í nágrenni þeirra. Þetta ber árangur nýlegrar borunar í dýpri hluta jarðhitakerfisins á Þelamörk glöggt vitni um. Vitað er um meira vatn á Botni, svolitlir möguleikar eru á Glerárdal eða nágrenni hans og líkur eru taldar á að heitt vatn geti fundist við Sigtún og Ytra Gil í Eyjafjarðarsveit og Skipalón í Glæsibæjarhreppi. Á þessum stöðum er því rétt að halda jafnt og þétt áfram jarðhitaleit þar til svör hafa fengist um hvort þarna sé heitt vatn í vinnanlegu magni.

Loks er rétt að minnst á Reyki í Fnjóskadal. Þar er vitað um 90°C vatn, trúlega í talsverðu magni. Þar þarf að prufudæla borholu og halda síðan áfram leit að meginuppstreymi jarðhitans, bora í það og leggja loks mat á vinnslugetu svæðisins.

Af þessri upptalningu má sjá að allar líkur eru á að tryggja megi næga orku úr jarðhita fyrir Eyjafjörð langt fram eftir 21. öldinni.

## 6. SAMANTEKT OG ÁBENDINGAR

Helstu niðurstöður þessara skýrslu eru:

1. Orkuvinnsla jókst um 0,4% milli ára 1999 og 2000. Þetta jafngildir 2,3% aukningu ef tekið er tillit hagstæðara veðurfars árið 2000.
2. Orkuvinnsla úr jarðhita jókst um 1,1% en orkuvinnsla úr varmadælum og rafskauta- og oliukötlum dróst saman.
3. Orkuvinnsla á Glerárdal jókst mikið og er verulega umfram langtíma vinnslugetu svæðisins. Ekki hefur verið unnt að mæla vatnsborðsbreytingar á Glerárdal vegna þessara aukningar, sem er mjög bagalegt.
4. Orkuvinnsla á Botni, S-Laugalandi og Þelamörk var nokkuð undir vinnslugetu þessara svæða en vinnsla á Ytri-Tjörnum heldur ofan 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.
6. Greinilegt er að niðurdælingin á Laugalandi hefur haldið uppi vatnsborði á Laugalandi og hefur að öllum líkindum einnig haft jákvæð áhrif á vatnsborð á Ytri-Tjörnum.
7. Kæling, sem rekja má til niðurdælingar, mælist aðeins í holu LN-12 á S-Laugalandi og þá fyrst og fremst eftir hlé í dælingu. Ástæðan er talin niðurrennsli á ívið kaldara jarðhitavatni vegna niðurdælingarinnar.
8. Ljóst er að talsverð viðbótarorka hefur fengist við dýpkun holu LÞ-10 á Þelamörk. Áreiðanlegt mat á því hversu mikil aukningin er ætti að liggja fyrir í árslok 2001.
9. Íblöndun súlfíts í heita vatnið úr Eyjafjarðarsveit er með minnsta móti.

Helstu ábendingar í skýrslunni eru:

1. Leitað verði samninga við eigendur jarðhitarréttinda á Árskógsströnd og Hjalteyri til að tryggja Norðurorku aðgang að þeirri miklu varmaorku sem þar virðist fólgin í jörðu. Lauslega metið gæti sú orka sem þar er tiltæk dugað til að mæta 2% aukningu í orkunotkun Norðurorku í tæpan aldarfjórðung.
2. Haldið verði áfram jarðhitaleit í grennd núverandi vinnslusvæðia Norðurorku.
3. Hugað verði að næstu skrefum í rannsóknum á jarðhitasvæðinu á Reykjum í Fnjóskadal.

4. Gert verði við mælirör í þeim holum þar sem, þau eru biluð. Þetta er sérlega mikilvægt á Glerárdal.
5. Koma þarf fyrir mæli sem getur mælt það vatnsmagn sem sent er frá Akureyri eftir Þelamerkulögninni.
6. Mæla þarf reglulega hita endurheimts bakrásarvatns.
7. Mæla þarf vel hugsanlega notkun og orkuframleiðslu í olúkatli.
8. Auka þarf aðeins við súlfítíblöndun.

## 7. HEIMILDIR

Arnar Hjartarson og Ingunn María Þorbergsdóttir, 2000. Niðurstöður rannsóknarborana við Grýtu og Sigtún 1999 Orkustofnun, OS-2000/028, 91 s., unnið fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar.

Bjarni Gautason og Ólafur G. Flóvenz, 2000. Staðsetning holu LP-17 við Laugaland á Þelamörk. Orkustofnun, greinargerð BG-ÓGF-2000/01 3 s.

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. Unnið fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar.

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.

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., unnið fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar.

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

Ólafur G. Flóvenz, Guðni Axelsson og Guðrún Sverrisdóttir, 1996: Hitaveita Akureyrar. Vinnslueftirlit 1995. Orkustofnun, OS-96035/JHD-06, 65 s., unnið fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar.

Steinunn Hauksdóttir, Guðni Axelsson og Ólafur G. Flóvenz, 2000. Hitaveita Akureyrar. Eftirlit með jarðhitasvæðum og orkubúskapur 1999. Orkustofnun, OS-2000/067, 27 s., unnið fyrir Hita- og vatnsveitu Akureyrar.