



ORKUSTOFNUN

Vatnamælingar

Hiti í Lagarfljóti

**Magnús Á. Sigurgeirsson
Hákon Aðalsteinsson**

Unnið fyrir Landsvirkjun


1998

OS-98079

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

Skýrsla nr.: OS-98079	Dags.: Desember 1998	Dreifing: <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Hiti í Lagarfljóti	Upplag: 100	
	Fjöldi síðna: 36	
Höfundar: Magnús Á. Sigurgeirsson Hákon Aðalsteinsson	Verkefnisstjóri: Kristinn Einarsson	
Gerð skýrslu / Verkstig: Mæliniðurstöður, samantekt	Verknúmer: 7-547760	
Unnið fyrir: Landsvirkjun		
Samvinnuaðilar:		
Útdráttur: Teknar eru saman allar þekktar hitamælingar í Lagarfljóti þar sem hiti hefur verið mældur í dýptarsniðum. Frá árunum 1974 til 1994 er einungis um stopular mælingar að ræða. Samfelldar kerfisbundnar mælingar hófust 1995 á vegum Orkustofnunar og Landsvirkjunar. Markmið þeirra er að afla gagna til að gera líkan af viðbrögðum vatnsins við breytingum í innrennsli. Fjallað er um varmanám í djúpum vötnum og útreikning fyrir Þingvallavatn og Lagarfljót. Í stórum og djúpum vötnum með langa viðstöðu vatns skiptir innrennslshitinn litlu máli fyrir þróun sumarhita, heldur lofthiti, inngeislun og vindur.		
Lykilorð: Lagarfljót, vatnsfall, mælingar, hitastig, stöðuvötn, varmanám	ISBN-númer:	
	Undirskrift verkefnisstjóra: 	
	Yfirfarið af: KE, HA	

Magnús Á. Sigurgeirsson
Hákon Aðalsteinsson

Hiti í Lagarfljóti

Unnið fyrir Landsvirkjun

OS-98079

Desember 1998

EFNISYFIRLIT

1. Inngangur	3
2. Stakar mælingar 1974-1995	3
3. Hitamælingar Vatnamælinga 1995-1998	7
3.1 Hitamælingar í Lagarfljóti árið 1995	8
3.2 Hitamælingar í Lagarfljóti árið 1996	12
3.3 Hitamælingar í Lagarfljóti árið 1997	14
3.4 Hitamælingar í Lagarfljóti árið 1998	16
3.5 Hitamælingar úr sírita	18
4. Um varmanám í djúpum vötnum með skírskotun til Lagarfljóts	20
4.1 Inngeislun	20
4.2 Mælingar á dvínun ljóss	20
4.3 Varmanám stöðuvatna	21
4.3.1 Varmanám í Þingvallavatni og Lagarfljóti	23
4.3.2 Varmanám í stórum vötnum á Íslandi	24
4.4 Lagarfljót fyrir og eftir veitu	25
4.5 Niðurstöður	25
5. Tilvitnanir	26
VIÐAUKI I: Túlkun á hitamælingum ársins 1995	27
VIÐAUKI II: Hitamælingar úr hitaskynjurum	29
VIÐAUKI III: Hitamælingar Kristins A. Guðjónssonar árið 1995	35

TÖFLUR

1. Stakar hitamælingar í Lagarfljóti 1974-1995	3
2. Mælingamenn Vatnamælinga 1995-1998	7
4. Mælingar við Freysnes 1995	8
4. Mælingar við Hafursá 1995	9
5. Mælingar við Lagarfljótsbrú 1995	10
6. Mælingar á þversniði út af Freysnesi 1995	10
7. Mælingar á þversniði út af Hafursá 1995	11
8. Mælingar við Freysnes 1996	12
9. Mælingar við Hafursá 1996	13
10. Mælingar við Freysnes 1997	14
11. Mælingar við Hafursá 1997	15
12. Mælingar við Freysnes 1998	16
13. Mælingar við Hafursá 1998	17

MYNDIR

1. Stakar hitamælingar frá 1974 og 1975	4
2. Hitamælingar í Lagarfljóti í júlí og ágúst 1994 (KAJ)	5
3. Hitamælingar í Lagarfljóti í júlí 1994	6
4. Hitamælingar í Lagarfljóti í júlí 1995	6

1. Inngangur

Teknar eru saman allar þekktar hitamælingar í Lagarfjótí. Elstu þekktu mælingarnar eru frá 1974. Fram til ársins 1994 var eingöngu um stakar mælingar að ræða en frá og með árinu 1995 var hitastig mælt reglulega á vegum Vatnamælinga Orkustofnunar. Orkustofnun og Landsvirkjun hafa staðið straum af kostnaði við þær. Tilgangur mælinganna hefur verið að afla vitneskju um varmaástand Lagarfjóts. Síðan 1995 hefur gögnum verið safnað sem hægt er að nýta við gerð líkans sem sagt geti fyrir um varmaástand Lagarfjóts við breytilegt innrennsli og aurstyrk Jökulsár í Fljótssdal. Með hjálp slíks líkans væri hægt að spá fyrir um áhrif virkjunar í Fljótssdal á varmaástand Lagarfjóts, og frekari veitna jökulvatns til fljótsins.

Í 4. kafla er byggt á greinargerð Hákonar Aðalsteinssonar frá 1995 um varmanám í djúpum vötnum á Íslandi með þeim breytingum að nú er stuðst við allar tiltækar hitamælingar í dýptarsniðum, þar sem mælt er frá yfirborði til botns eða á nokkurra tuga metra dýpi.

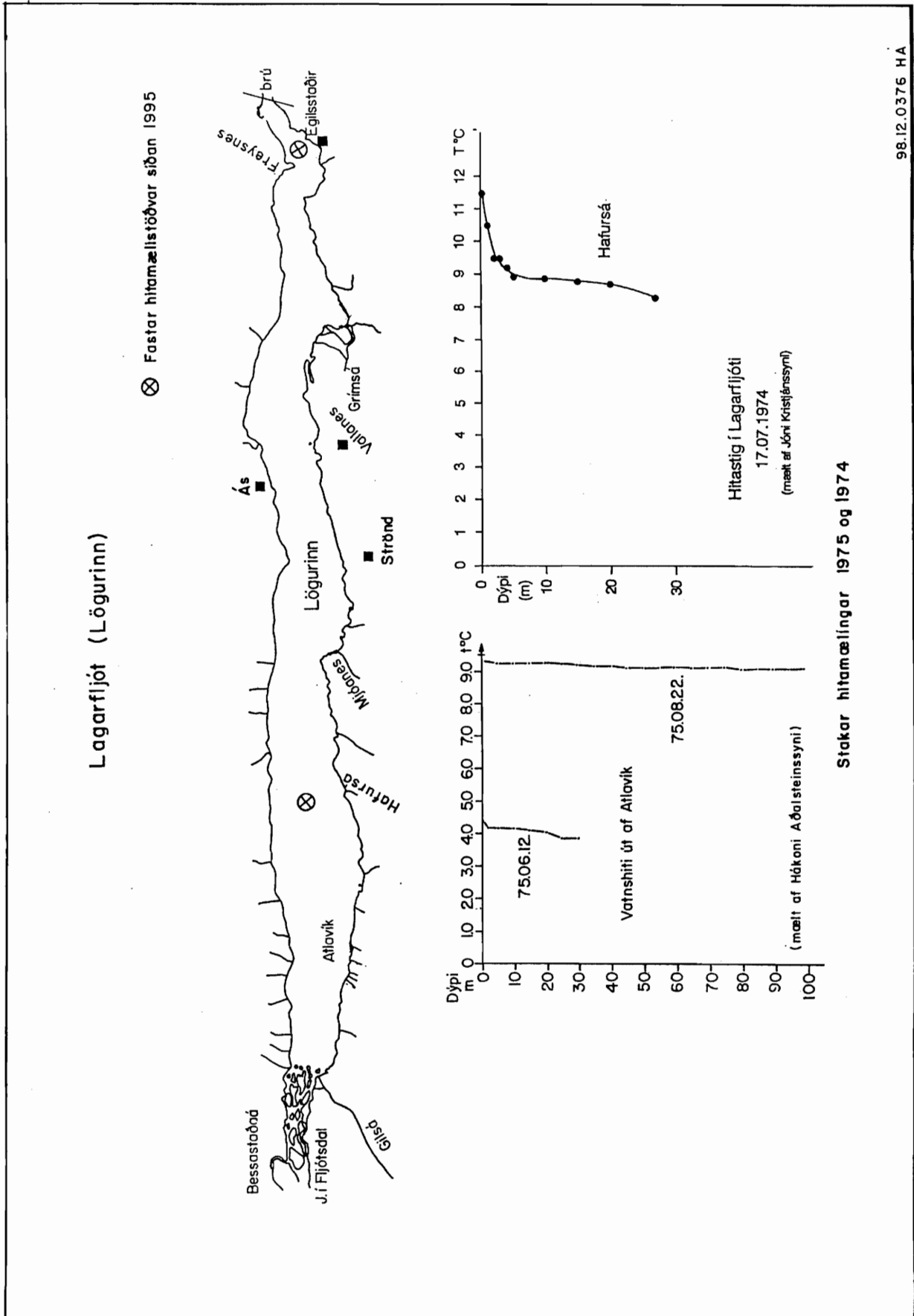
Í viðauka I eru myndir sem sýna túlkun á mælingum ársins 1995 í tvívíðu sniði, þ.e. eftir tíma og dýpi. Í viðauka II hafa verið teknar saman mælingar úr hitaskynjurum frá tveimur stöðum á Héraði, þ.e. Jökulsá í Fljótssdal, við Hól, og Kelduá, gegnt Klúku. Mælingarnar í Jökulsá hófust árið 1995 en 1996 í Kelduá. Ekki hefur verið unnið úr þessum mælingum enn sem komið er.

2. Stakar mælingar 1974-1995

Í töflu 1 eru teknar saman upplýsingar um stakar mælingar árána 1974-1995, stund og stað og mælingamenn. Niðurstöður eru sýndar á myndrænu formi á myndum 1-4. Á kort af Lagarfjótí á mynd 1 hafa verið merkt inn þau örnefni sem koma við sögu. Mælingar Jóns Kristjánssonar frá 1974 og Hákonar Aðalsteinssonar frá 1975 hafa áður birst á prenti (Jón Kristjánsson 1975; Hákon Aðalsteinsson 1976) en aðrar mælingar hafa ekki verið birtar fyrr. Í viðauka III eru mælingar Kristins A. Guðjónssonar frá árinu 1995, en hann hefur góðfúslega veitt aðgang að hitamælingum sínum.

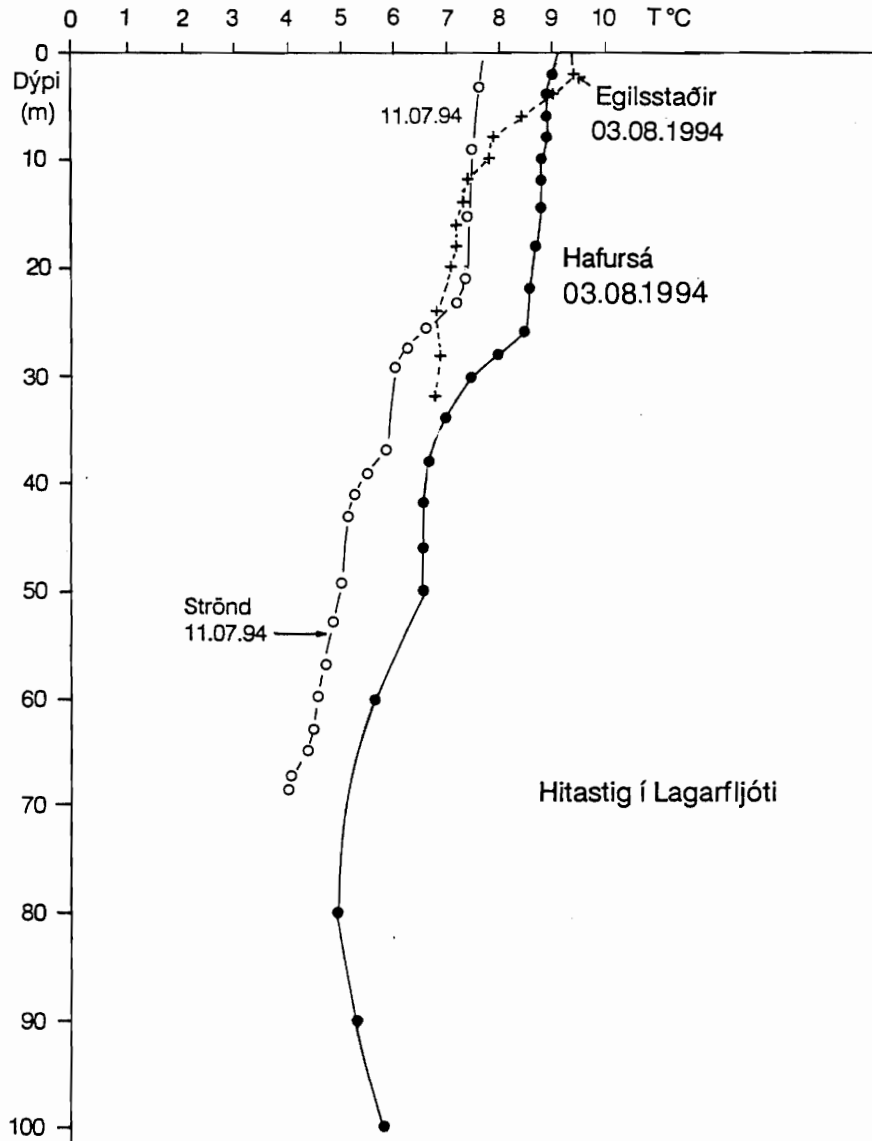
Tafla 1. Stakar hitamælingar í Lagarfjótí 1974-1995.

Dags	Mælistaður	Mælingamaður	Athugasemd	Tilvísun
17/7 1974	Hafursá	Jón Kristjánsson		Mynd 1
12/6 1975	Atlavík	Hákon Aðalsteinsson	Dýptarbil 0-30 m	Mynd 1
22/8 1975	Atlavík	Hákon Aðalsteinsson	Dýptarbil 0-100 m	Mynd 1
3/8 1994	Egilsstaðir	Hákon Aðalsteinsson		Mynd 2
3/8 1994	Hafursá	Hákon Aðalsteinsson		Mynd 2
9/7 1994	Ás í Fellum	Kristinn A. Guðjónsson	Ónákvæm mæling. Rek á báti	Mynd 3
11/7 1994	Strönd á Völlum	Kristinn A. Guðjónsson	Dýpi 68 m	Mynd 2
27/7 1995	Strönd á Völlum	Kristinn A. Guðjónsson	Dýpi 67 m	
28/7 1995	Strönd á Völlum	Kristinn A. Guðjónsson	Til kvörðunar á mælitækjum	Mynd 4

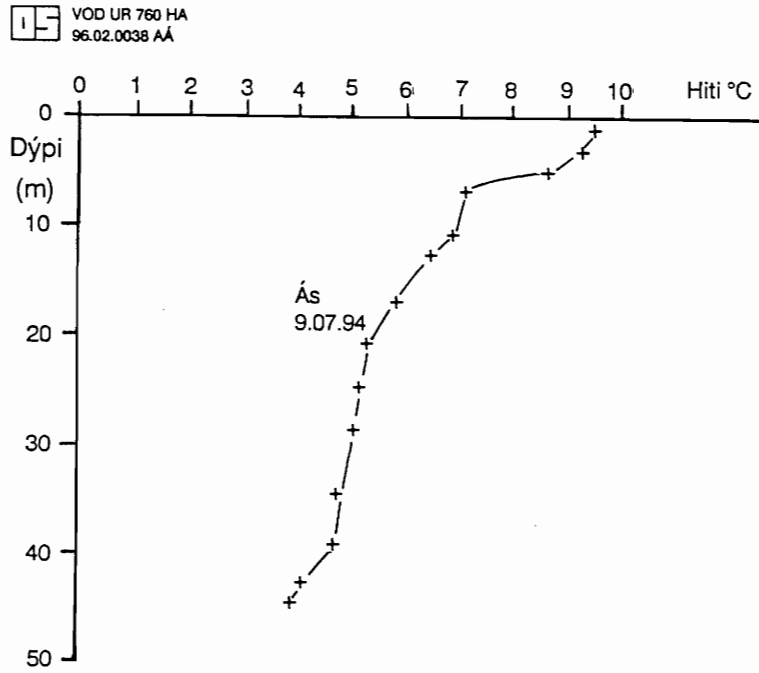


Mynd 1. Stakar hitamælingar frá 1974 og 1975. Sýndir eru fastir mælistaðir Vatnamælinga 1995-1998.

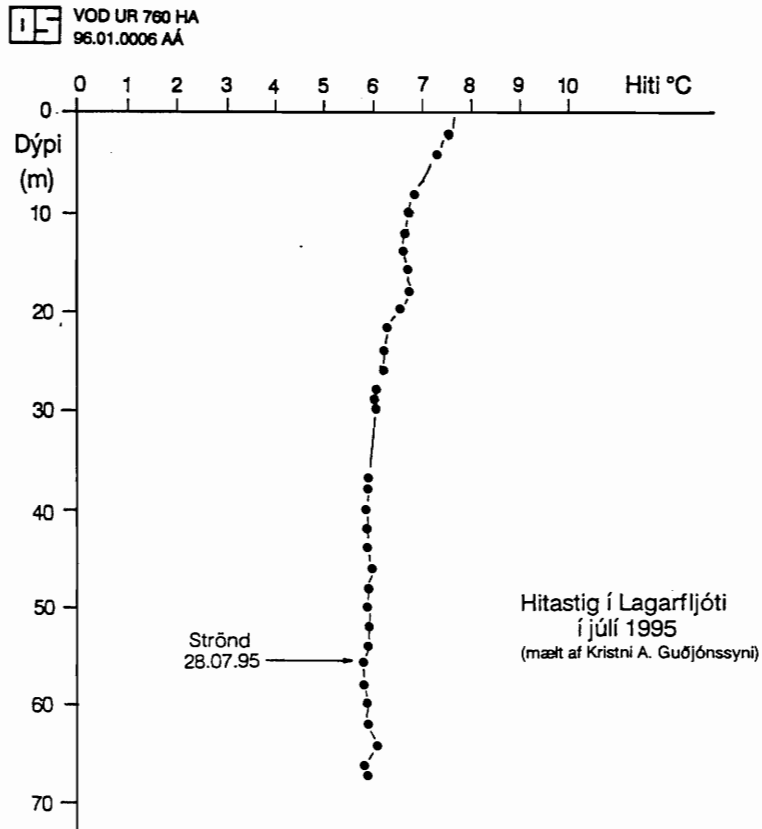
VOD UR 730 HA
94.08.0305 SyJ



Mynd 2. Hitamælingar í Lagarfljóti í júlí og ágúst 1994.
Mælingin frá 11. júlí við Strönd er frá Kristni A. Guðjónssyni.



Mynd 3. Hitamælingar í Lagarfljóti í júlí 1994.



Mynd 4. Hitamælingar í Lagarfljóti í júlí 1995.

3. Hitamælingar Vatnamælinga 1995-1998

Mælingar fara þannig fram að siglt er á staði sem staðsettir hafa verið með GPS-tæki og hitastig mælt á tveggja metra bili frá yfirborði niður á botn. Notaður er borholuhitamælir með ca. 150 m löngum kvörðuðum kapli (handrúlla nr. 31). Mælt er á þriggja til fjögurra vikna fresti eða því sem næst þann tíma sem er íslaust. Stutt lýsing á veðri er skrifuð niður samhliða mælingu. Sumarið 1995 var hitastig mælt í þversniðum á þremur stöðum í Lagarfljóti til að kanna hitadreifinguna. Í framhaldi af því voru tveir staðir valdir til áframhaldandi mælinga. Staðirnir sem valdir voru eru annars vegar út af Freysnesi í Fellum og hins vegar út af Hafursá sem er við norðurmörk Hallormsstaðarskógar (mynd 1). Á þessum fjórum árum sem mælt hefur verið hafa alls fimmtán menn lagt þar hönd á plóg. Í töflu 2 er listi yfir þessa menn og þær skammstafanir sem notaðar eru í eftirfarandi umfjöllun um mælingarnar. Skýrsla var gefin út með mælingum ársins 1997 (Magnús Á. Sigurgeirsson 1997). Frá árinu 1996 hefur síritandi hitamælir verið við vatnshæðarmæli 7 á Lagarfljótsbrú við Lagarfell. Mælingarnar hafa verið teknar saman og eru sýndar á gröfum í kafla 3.5. Mælingar frá nóvember 1997 eru gallaðar vegna bilunar í sírita. Hann var endurnýjaður í desember 1998.

Tafla 2. Mælingamenn Vatnamælinga 1995-1998.

Skammst.	Mælingamaður
Ari	Ari Guðvarðsson, aðstoðarm. VM
ÁG	Ásgeir Gunnarsson, Vatnamælingum
ÁSn	Árni Snorrason, Vatnamælingum
JGG	Jósep G. Guðvarðsson, aðstoðarm. VM
JB	Júlíus Brynjarsson, Vatnamælingum
KE	Kristinn Einarsson, Vatnamælingum
MS	Magnús Á. Sigurgeirsson, Vatnamælingum
MÓG	Magnús Ó. Gunnarsson, Rarik Egilsstöðum
OS	Oddur Sigurðsson, Vatnamælingum
ÓGS	Óli Grétar Sveinsson, Vatnamælingum
PJ	Páll Jónsson, Vatnamælingum
SÁ	Sigvaldi Árnason, Vatnamælingum
SH	Sigurjón Hannesson, Rarik Egilsstöðum
SS	Sigfinnur Snorrason, Vatnamælingum
ÞÞ	Þórhallur Þorsteinsson, Rarik Egilsstöðum

3.1 Hitamælingar í Lagarfljóti árið 1995

Hitastig í Lagarfljóti var mælt þann 18. júní af ÁSn/SS, 18. júlí, 1. ágúst og 15. ágúst af ÁG/ÓGS, 30. ágúst af ÁG/SH og 26. og 29. september af SS/OS. Þann 1. ágúst var logn, sól og 18°C hiti á Egilsstöðum. Þann 15. ágúst var NA-gola og hálfskýjað við Freysnes en SV-gola og sólskin við Hafursá. Þann 30. ágúst var logn og léttskýjað.

Tafla 3. Mælingar við Freysnes 1995.

Freysnes							
Dags kl.	18/6 '95 14:46-14:50	18/7 '95 13:20-13:24	1/8 '95 15:45-16:10	15/8 '95 10:20-10:25	30/8 '95 11:00-11:06	26/9 '95	31/10'95 15:21
Staðs.		65°15.82 14°26.05	65°15.89 14°26.07	65°15.82 14°26.19	65°15.91 14°26.02	65°15.78 14°26.09	
Dýpi [m]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]
0	4.8	5.9	13.2	10.1	8.6	7.4	4.1
2	4.6	5.9	8.7	10.2	8.4	7.4	4.2
3					8.1		
4	4.6	5.9	8.7	10.1	8.1	7.3	4.2
6	4.4	5.8	8.6	10.1	8.0	7.3	4.2
8	4.4	5.8	8.6	10.1	8.0	7.3	4.2
10	4.4	5.8	8.6	10.0	8.0	7.3	4.2
12	4.4	5.8	8.5	10.0	7.9		
14	4.4	5.7	8.4			7.3	
15				10.0			4.2
16		5.7	8.1		7.8		
17					7.2		
18		5.7	7.4		7.1		
20	4.4	5.7	7.1	9.7	7.1	7.3	4.2
21				9.5			
22	4.3		6.6	8.8			
23				8.3			
24			6.2	7.8	7.0		
25		5.7		7.2	6.9		
26	4.3		6.0	7.1			
28				6.7			
30	4.3	5.7		6.5	6.8	7.3	4.3
31				6.3			
32			6.0				
34	4.3		5.9				
35		5.7					
36		5.6	5.8				
38	4.3					7.3	4.3

Tafla 4. Mælingar við Hafursá 1995.

Hafursá							
Dags kl.	18/6 '95 13:15-13:22	18/7 '95 10:55-11:00	1/8 '95 14:05-14:10	15/8 '95 08:30-09:10	30/8 '95 09:30-09:35	29/9 '95 09:50-09:55	31/10 '95 14:20
Staðs.		65°07.92 14°42.87	65°07.9 14°42.8	65°07.8 14°42.6	65°07.9 14°43.0		
Dýpi [m]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]
0	3.2	5.8	8.9	8.4	9.6	7.0	5.5
2	3.0	5.7	7.0	8.3	8.9	7.0	5.6
4	3.0	5.7	6.8	8.3	8.7	7.0	5.6
6	3.2	5.7	6.6	8.3	8.6	7.0	5.6
8	3.0	5.6	6.5	8.3	8.6	7.0	5.6
10	3.0	5.6	6.4	8.3	8.6	7.0	5.6
12			6.3	8.2		7.0	5.6
14				7.8			
15	3.0	5.6	6.1	7.5	8.5		5.6
16						7.1	
17				7.5			
20	3.0	5.6	6.0	7.1	8.4	7.1	5.6
22					8.3		
25				6.6			
26					8.2		
27					7.7		
28					7.5		
29					7.4		
30	3.0	5.6	5.8	6.0	7.2	7.1	5.6
32					7.1		
34					7.0		
40	3.0	5.4	5.6	6.0	6.8	7.1	5.6
45					6.6		
50	3.0	5.4	5.5	6.3	6.5	7.1	5.6
60	3.0	5.4	5.4	6.2	6.6	7.1	5.6
70	3.0	5.3	5.4	6.3	6.8	7.1	5.6
80	3.0	5.2	5.4	6.4	6.8	7.1	5.6
90	3.1	5.2	5.4	6.4	6.9	7.1	5.6
95			5.6				
100	3.1	5.2	6.0	6.3	6.9	7.1	5.6
102			6.3				
104						6.9	
106						6.7	
108			5.9				
110	3.2	5.0	5.8	6.2		6.8	
115		4.7					
120	3.2	4.6	5.8			6.7	

Þann 18. júní kl.15:26 mældu ÁSn og SS einnig hitastig í Lagarfjótí af Lagarfjótisbrú. Mælt var á u.þ.b. 0.5 m dýpi milli brúarstöpla frá austurenda brúar. Niðurstöður mælinga voru eftirfarandi.

Tafla 5. Mælingar við Lagarfjótisbrú 1995.

Lagarfjótisbrú	
Stöplabil	Hiti [°C]
2	5.2
6	4.7
10	4.6
20	4.6
28	4.7

Þann 1. ágúst var hitastig mælt í þversniði út af Freysnesi í átt til Egilsstaðabýlis. Þversniðinu var skipt í átta dýptarsnið.

Tafla 6. Mælingar á þversniði út af Freysnesi 1995.

Þversnið út af Freysnesi								
1. ágúst 1995 kl.15:45-16:10								
Staðs.	65°15.93 14°26.28	65°15.93 14°26.19	65°15.90 14°26.13	65°15.89 14°26.07	65°15.90 14°25.97	65°15.89 14°25.84	65°15.90 14°25.71	65°15.89 14°25.55
Dýpi [m]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]
0	10.6	12.3	12.9	13.2	12.8	12.0	12.3	11.9
2	9.0	8.8	8.8	8.7	8.7	8.8	8.8	8.8
4	9.0	8.6	8.6	8.7	8.6	8.7	8.7	8.8
6			8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.7
8			8.6	8.6	8.6	8.6	8.6	8.7
10			8.5	8.6	8.6	8.6	8.6	8.6
12			8.5	8.5	8.5	8.6	8.6	
14			8.3	8.4	8.4	8.5	8.5	
16			7.8	8.1	8.1	8.3	8.4	
18			7.4	7.4	7.7	7.7	7.9	
20			7.1	7.1	7.1	7.2	7.2	
22				6.6	6.7	6.7	6.3	
24				6.2	6.1	6.2		
26				6.0	6.0	5.9		
32				6.0	5.9			
34				5.9	5.8			
36				5.8	5.8			
36.7				botn				

Þann 15. ágúst var hitastig mælt í þversniði út af Hafursá. Þversniðinu var skipt í sex dýptarsnið.

Tafla 7. Mælingar á þversniði út af Hafursá 1995.

<i>Þversnið út af Hafursá</i>						
15. ágúst 1995 kl.08:30-09:10						
<i>Staðs.</i>	65°07.46 14°42.00	65°07.58 14°42.22	65°07.78 14°42.57	65°07.98 14°42.75	65°08.26 14°43.54	65°08.34 14°43.91
<i>Dýpi</i> [m]	<i>Hiti</i> [°C]	<i>Hiti</i> [°C]	<i>Hiti</i> [°C]	<i>Hiti</i> [°C]	<i>Hiti</i> [°C]	<i>Hiti</i> [°C]
0	8.6	8.5	8.4	8.2	7.7	6.3
2	8.6	8.5	8.3	8.2	7.7	6.1
4	8.5	8.4	8.3	8.2	7.6	6.1
6	8.5	8.4	8.3	8.1	7.4	6.1
7					7.2	
8	8.4	8.3	8.3	8.1	6.9	6.1
10		8.3	8.3	8.0	6.6	6.1
12			8.2	7.8	6.3	
14			7.8	7.6		
15		8.3	7.5		6.2	6.1
17		8.1	7.5		6.2	
18						6.1
20		7.8	7.1	7.0	6.1	
25		6.5	6.6	6.8	6.1	
27				6.7		
29				6.2		
30		6.3	6.0	6.1	6.0	
40		6.2	6.0	6.0	6.0	
50			6.3	5.8	6.1	
60			6.2	6.2	6.1	
70			6.3			
80			6.4			
90			6.4			
100			6.3			
110			6.2			

3.2 Hitamælingar í Lagarfljóti árið 1996

Hitastig í Lagarfljóti var mælt þann 30. apríl af ÁG/SÁ, 12. júní af ÁG/ÓGS, 19. júlí af ÓGS, 2. ágúst af MS/ÓGS, 21. ágúst af MS/PJ; 3. september af MS/MÓG, 17. september af MS/MÓG, þann 18. október af MS/MÓG og þann 23. nóvember af MÁS/JGG. Vegna bilunar í hitamæli tókst ekki að mæla hitastig úti fyrir Freysnesi þann 30. apríl. Þann 18. október var hitamælir óstöðugur og lengi að ná jafnvægi. Þann 23. nóvember var Lagarfljót ísilaft undan Freysnesi. Þann 12. júní var N-gola og sól. Þann 19. júlí var S-kaldi og hálfskýjað. Þann 2. ágúst var sólskin. Sunnan andvari út af Freysnesi en logn við Hafursá. Þann 21. ágúst var sólskin og andvari/gola. Þann 3. september var sólskin og gola. Þann 17. september var logn/andvari út af Hafursá en SA- stinningskaldi við Freysnes. Alskýjað var þennan dag. Þann 18. október var andvari/gola og skúrir. Þann 23. nóvember var N-kaldi, léttskýjað og 7-8 stiga frost.

Tafla 8. Mælingar við Freysnes 1996.

Freysnes							
Dags kl.	12/6 '96 14:45	19/7 '96 12:40	2/8 '96 12:10	21/8 '96 14:05	3/9 '96 11:25	17/9 '96 11:25	18/10 '96 11:40
Staðs.	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06
Dýpi [m]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]
0	4.8	7.9	8.8	9.5	10.3	10.5	6.2
2	4.8	7.9	7.7	9.6	10.0	10.6	
4	4.7	7.8	7.0	8.3	10.0	10.6	6.2
6	4.7	7.8	6.9	8.1	10.0	10.6	
8	4.6	7.8	6.9	8.1	10.0	10.5	
10	4.7	7.7	6.8	8.1	10.0	10.5	6.2
12	4.6	7.8	6.8	8.0	10.0	10.5	
14	4.5	7.7	6.7	8.0	10.0	10.6	6.2
16		7.7	6.6	7.9	9.9	10.6	
18		7.6	6.6	7.9	9.7	10.6	
20	4.5	7.7	6.6	7.9	8.5	10.8	6.2
22		7.6	6.6	7.9	7.9	10.6	
24	4.5	7.4	6.6	7.9	7.9	10.6	6.2
26		7.4	6.5	7.9	7.9	10.6	
28	4.4	5.6	6.5	7.9	7.7	10.5	
30		5.3	6.4	7.7	7.7	9.9	6.2
32	4.4	5.3	6.4	7.7	7.5	8.8	
34		5.5	6.4	7.7	7.5	8.0	6.3
36	4.4	5.4	6.4	7.7	7.5	8.0	
38		5.1	6.4	7.1	7.5	7.8	
40	4.4	5.5	6.2	7.2	7.3	7.8	6.4
42		5.4	6.1	7.4	7.3	7.7	
44	4.3		6.0	7.4	7.3	7.7	6.4
48	4.2		6.0	7.5	7.3	7.6	6.3

Tafla 9. Mælingar við Hafursá 1996.

Hafursá									
Dags kl.	30/4 '96	12/6 '96 13:45	19/7 '96 11:30	2/8 '96 11:05	21/8 '96 11:50	3/9 '96 10:15	17/9 '96 10:11	18/10 '96 10:00	23/11 '96 13:30
Staðs.	65°07.9 14°42.8	65°07.78 14°42.84	65°07.78 14°42.84	65°07.78 14°42.84	65°07.78 14°42.84	65°07.78 14°42.84	65°07.85 14°42.97	65°08.50 14°42.84	65°07.85 14°42.84
Dýpi [m]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]
0	1.6	3.7	7.9	10.8	10.5	9.5	9.5	6.5	3.7
2	1.6	3.6	7.9	9.9	9.5	9.5	9.5	6.5	3.7
4	1.6	3.6	7.9	9.8	9.5	9.5	9.5	6.5	3.7
6	1.6	3.6	7.8	9.7	9.5	9.4	9.5	6.5	3.7
8	1.6	3.7	7.8	9.6	9.5	9.4	9.5	6.5	3.7
10	1.6	3.6	7.8	9.3	9.5	9.3	9.5	6.5	3.7
12			7.7	9.3	9.5	9.3	9.5	6.5	
14		3.6	7.4	9.2	9.5	9.3	9.5	6.5	3.7
16			7.4	8.9	9.5	9.2	9.4	6.5	
18			7.3	8.8	9.5	9.2	9.4	6.4	3.7
20	1.6	3.6	7.3	8.6	9.5	9.1	9.4	6.4	3.7
22			7.2	8.5	9.5	8.9	9.3	6.4	
24			7.2	8.4	9.3	8.9	9.3	6.4	3.7
26			7.1	8.2	9.1	8.9	9.2	6.4	
28			7.0	8.1	9.4	8.5	9.0	6.4	3.7
30	1.6	3.6	6.9	7.9	8.7	8.4	8.7	6.4	3.7
32				7.5	8.5	8.1	8.3	6.4	
34			6.9	7.4	8.4	8.1	7.9	6.4	3.7
36				7.3	8.1	8.0	7.9	6.4	
38			6.9	7.2	8.0	7.9	7.9	6.4	3.7
40	1.6	3.5	6.7	7.2	8.0	7.7	7.7	6.4	
42			6.7	7.1	7.5	7.5	7.5	6.4	3.7
44			6.6	6.6	7.5	7.5	7.4	6.4	
46			6.4	6.5	7.4	7.5	7.3	6.4	3.7
48				6.3	7.3	7.5	7.3	6.4	
50	1.6	3.5	6.2	6.2	7.1	7.3	7.2	6.4	3.7
54				6.1	6.7	7.0	7.0	6.4	3.7
58				5.8	6.5	6.9	6.9	6.4	3.7
60		3.5	5.8	5.7	6.5	6.9	6.9	6.4	3.8
70		3.5	5.6	5.8	6.4	6.5	6.7	6.4	3.8
80		3.4	5.4	5.6	6.3	6.3	6.3	6.4	3.8
90		3.4	5.4	5.4	6.0	6.0	6.3	6.4	3.8
100		3.5	5.3	5.3	5.9	6.0	6.0	6.4	3.8
110		3.5	5.2	5.1	5.4	5.5	5.9	6.2	3.8
118		3.3	5.1	5.1	5.4	5.5	5.9	6.2	4.0

3.3 Hitamælingar í Lagarfljóti árið 1997

Hitastig í Lagarfljóti var mælt þann 3. maí af MS/JGG, 30. maí af MS/JB, 16. júní af MS/JB, 7. júlí af MS/JB, 30. júlí af MS/JB, 22. ágúst af MS/JB, 13. september af MS/Ara, 27. september af MS/Ara, þann 27. október af MS/JGG, þann 20. nóvember af MS/JGG, þann 18. desember af MS. Þann 3. maí var N-gola/kaldi og skýjað. Þann 30. maí var S-andvari/gola og léttskýjað. Þann 16. júní var breytileg vindátt, gola/kaldi, skýjað. Við Freysnes var talsvert rek á báti. Þann 7. júlí var logn/NA-gola og skýjað. Þann 30. júlí var NA-gola og skýjað. Þann 22. ágúst var hálfskýjað og logn/andvari. Þann 13. september var hálfskýjað og NA-gola. Þann 27. september var S-strekk-ingur. Ekki var hægt að mæla við Freysnes vegna öldugangs. Þann 27. október var logn/andvari og hálfskýjað. Þann 20. nóvember var logn, skýjað og súld, þann 18. desember var SA-gola og léttskýjað.

Tafla 10. Mælingar við Freysnes 1997.

Freysnes										
Dags kl.	3/5 '97 12:15	30/5 '97 11:10	16/6 '97 11:50	7/7 '97 11:15	30/7 '97 11:10	22/8 '97 11:45	13/9 '97 11:20	27/10 '97 15:15	20/11 '97 12:00	18/12 '97 12:15
Staðs.	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06
Dýpi [m]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]
0.	1.9	3.8	4.6	6.7	7.5	8.7	6.9	2.4	3.8	2.4
2	1.9	3.7	4.5	6.4	7.4	8.6	6.9	2.3	3.8	2.4
4	1.9	3.6	4.1	6.4	7.4	8.5		2.3	3.8	2.4
6	1.9	3.6	3.9	6.4	7.3	8.1	6.9	2.3	3.7	2.4
8	1.9	3.6	3.8	6.4	7.3	7.8		2.3	3.7	2.5
10	1.9	3.5	3.8	6.4	7.3	7.5	6.9	2.3	3.7	2.6
12	1.9	3.5	3.8	6.4	7.3	7.4		2.3	3.7	2.7
14	1.9	3.4	3.8	6.3	7.0	7.3	6.9	2.3	3.7	2.7
16	1.9	3.4	3.8	6.3	6.6	7.2		2.3	3.7	2.7
18	1.9	3.4	3.8	6.3	6.4	7.1	6.9	2.3	3.7	2.7
20	1.9	3.4	3.8	6.3	6.2	7.0		2.3	3.7	2.7
22	1.9	3.4		6.3	5.8	6.9	6.9	2.3	3.7	2.7
24	1.9	3.4	3.8	6.3	5.4	6.9		2.3	3.7	2.7
26	1.9	3.5		6.3	5.3	6.8	6.9	2.3	3.7	2.7
28	1.9	3.4	3.8	6.3	5.2	6.8		2.3	3.7	2.7
30	2.0	3.4		6.2	5.1	6.8	6.9	2.3	3.7	2.7
32	2.0	3.5	3.8	6.2	5.1	6.6		2.3	3.7	2.7
34	2.0	3.5		6.2	5.0	5.7	6.9	2.3	3.7	2.7
36	2.0	3.5	3.8	6.2	5.0	5.6	6.9	2.3	3.7	2.7
38	2.0	3.5	3.7	6.2	5.0	5.5	6.9	2.3	3.7	2.7
40	2.0	3.3	3.7	5.9	4.9	5.3	6.7	2.5	3.9	2.8
42	2.1	3.3	3.7	5.2	4.7	5.2	6.7	2.6	4.0	2.8
44	2.2	3.3	3.8	5.2	4.7	5.2	6.7	2.6	4.0	2.8
48	2.2	3.2	3.8	5.2	4.6	5.2	6.6	2.6	4.1	2.8

Tafla 11. Mælingar við Hafursá 1997.

Hafursá											
Dags kl.	3/5 '97 11:15	30/5 '97 10:00	16/6 '97 10:50	7/7 '97 10:15	30/7 '97 10:15	22/8 '97 10:45	13/9 '97 10:20	27/9 '97 11:15	27/10 '97 14:15	20/11 '97 11:00	18/12 '97 11:00
Staðs.	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.50 14°42.84	85°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84
Dýpi [m]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]
0	1.2	2.2	3.4	5.7	8.4	8.5	7.2	6.8	3.5	4.7	3.2
2	1.2	2.1	3.3	5.2	8.4	8.4	7.2	6.8	3.4	4.7	3.2
4	1.2	2.1	3.3	5.2	8.2	8.4	7.2	6.8	3.4	4.7	3.3
6	1.2	2.1	3.3	5.2	8.1	8.4	7.2	6.8	3.3	4.7	3.2
8	1.2	2.1	3.2	5.2	7.8	8.4	7.2	6.8	3.3	4.7	3.2
10	1.2	2.1	3.2	5.2	7.7	8.3	7.2	6.8	3.3	4.7	3.2
12		2.1	3.2	5.2	7.7	8.1	7.2		3.4	4.7	3.2
14	1.2	2.1	3.2	5.2	7.5	8.1		6.8	3.4	4.7	3.2
16			3.2	5.2	7.1	8.1	7.2		3.4	4.7	3.2
18		2.1	3.2		7.0	8.0		6.8	3.4	4.7	3.2
20	1.2	2.1	3.2	5.2	7.0	8.0	7.2		3.3	4.7	3.2
22					6.9	7.7		6.8	3.3	4.7	3.2
24	1.2	2.1	3.2	5.2	6.5	7.6	7.2		3.3	4.7	3.2
26		2.2			6.6	7.5		6.8	3.3		3.2
28		2.2	3.2	5.2	6.6	7.4	7.2		3.3	4.7	3.2
30	1.2	2.1			6.4	7.3		6.8	3.3	4.7	3.2
32			3.2	5.2	6.3	6.9	7.2	6.8	3.3		3.2
34	1.2	2.1			6.1	6.2				4.7	3.2
36			3.2	5.2	5.9	6.2	7.2	6.8	3.3		3.2
38					5.3	6.1				4.7	3.2
40	1.2	2.1	3.2	5.1	5.1	6.0	7.2	6.8	3.3	4.7	3.2
42		2.1			5.1	5.9					3.2
44	1.2	2.1	3.2		5.0	5.8	7.2	6.8	3.3	4.7	3.2
46		2.2		5.0	4.9	5.8					3.2
48		2.2	3.2	4.8	4.9	5.7	7.2	6.8	3.4	4.7	3.2
50	1.3	2.1	3.2	4.2	5.0	5.7		6.8	3.5	4.7	3.2
54	1.3	2.2	3.2	3.8	5.0	5.7	7.2		3.5	4.7	3.2
58	1.3		3.2	4.1	5.3	5.7	7.2	6.8	3.5	4.7	3.2
60	1.3	2.2	3.2	4.2	5.4	5.6	7.2	6.8	3.5	4.7	3.2
70	1.3	2.2	3.2	4.6	5.3	5.8	7.2	6.8	3.4	4.7	3.2
80	1.3	2.2	3.2	4.6	5.3	5.9	7.1	6.7	3.4	4.7	3.3
90	1.4	2.2	3.2	4.6	5.2	6.0	6.7	6.7	3.4	4.6	3.3
100	1.4	2.2	3.1	4.8	5.3	5.9	6.4	6.6	3.3	4.5	3.3
110	1.5	2.2	3.1	4.6	5.5	6.0	6.3	6.3	3.1	4.5	3.3
118	1.5	2.2	3.1	4.5	5.4	6.0	6.2	6.3	3.1	4.5	3.3

3.4 Hitamælingar í Lagarfljóti árið 1998

Hitastig í Lagarfljóti var mælt þann 19. maí af MS, þann 8. júní af MS/JB, þann 29. júní af MS/JB, þann 13. júlí af MS/JB, þann 31. júlí af MS/JB, þann 17. ágúst af MS, þann 24. september af MS/KE, þann 20. október af MS/ÞÞ, þann 3. desember af ÁG/ÞÞ. Þann 19. maí var logn/andvari og skýjað. Þann 8. júní var logn/gola og léttskýjað. Þann 29. júní var logn/NA-gola og skýjað. Þann 13. júlí var andvari/NA-gola og alskýjað. Þann 31. júlí var logn/andvari og skýjað. Þann 17. ágúst var logn og skýjað. Þann 24. september var A-gola/kaldi og skýjað. Talsvert rek var á báti við Hafursá. Þann 20. október var SV-gola og skýjað.

Tafla 12. Mælingar við Freysnes 1998.

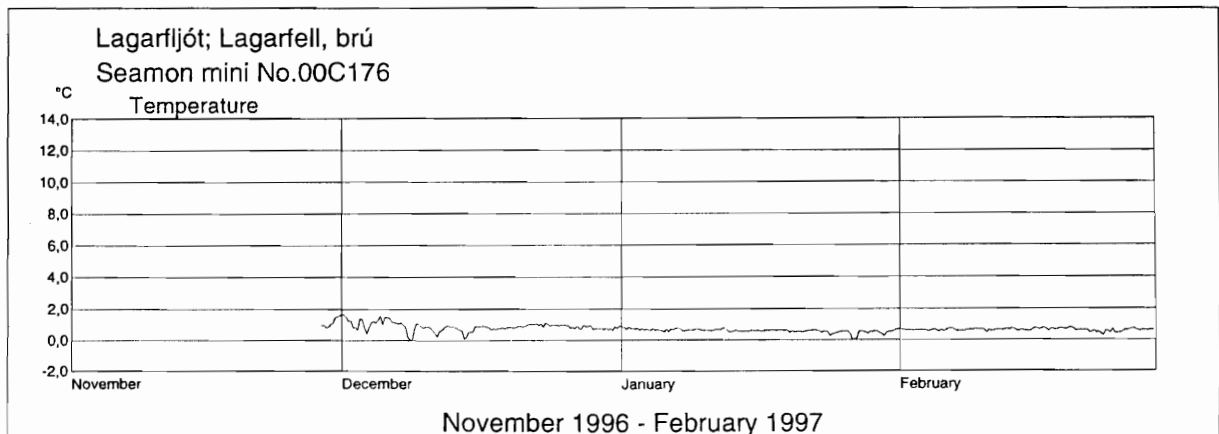
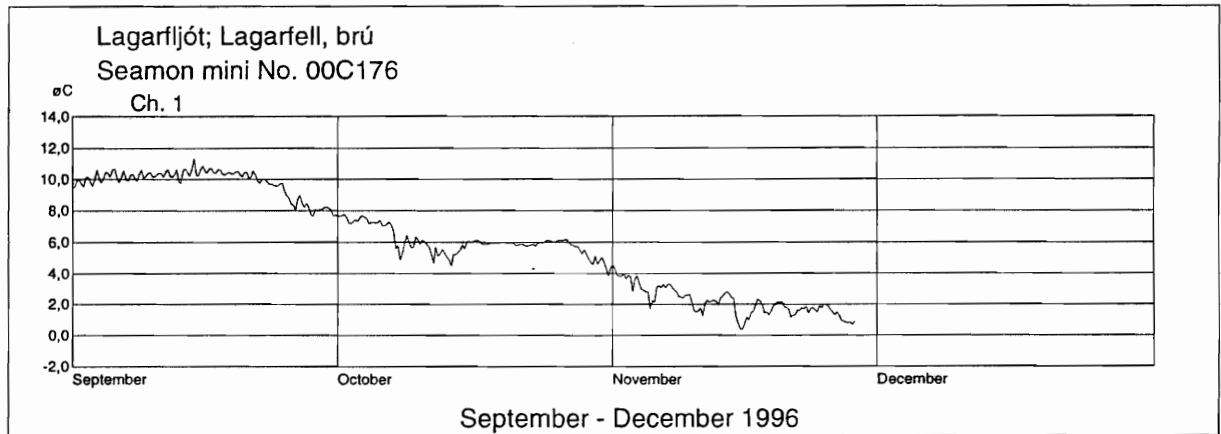
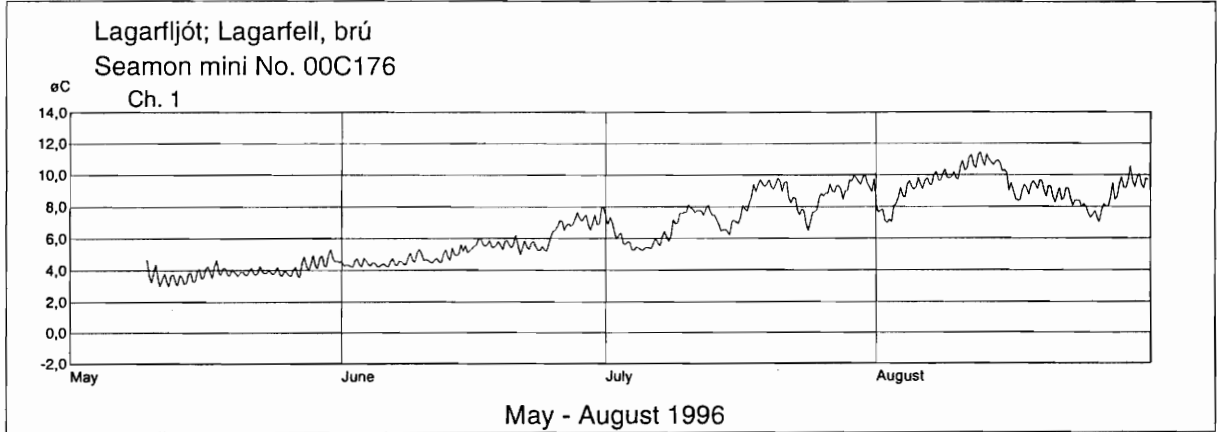
Freysnes									
Dags kl.	19/5 '98 11:30	8/6 '98 11:30	29/6 '98 11:35	13/7 '98 11:20	31/7 '98 11:00	17/8 '98 11:30	24/9 '98 11:25	20/10 '98 10:40	3/12 '98 11:30
Staðs.	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06	65°15.85 14°26.06
Dýpi [m]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]
0	3.0	4.8	5.6	5.8	6.8	9.7	6.5	4.5	2.6
2	3.0	4.6	5.4	5.7	6.4	9.0	6.5	4.5	2.6
4	3.0	4.3	5.2	5.4	6.2	8.9	6.5	4.6	2.6
6	3.0	4.3	5.2	5.4	6.2	8.9	6.4	4.6	2.7
8	2.9	4.3	5.2	5.2	6.2	8.8	6.4	4.6	2.7
10	2.9	4.3	5.2	5.3	6.1	8.7	6.4	4.6	2.7
12	2.9	4.3	5.2	5.3	6.1	8.4	6.4	4.6	2.7
14	2.9	4.3	5.1	5.3	6.0	7.9	6.4	4.6	2.7
16	2.9	4.2	5.1	5.3	6.0	7.3	6.4	4.6	2.7
18	2.9	4.2	5.1	5.3	6.0	7.1	6.4	4.6	
20	2.9	4.2	5.1	5.3	6.0	6.9	6.4	4.6	2.7
22	2.9	4.2	5.1	5.3	6.0	6.8	6.4	4.6	
24	2.9	4.2	5.1	5.2	6.0	6.7	6.4	4.5	2.7
26	2.9	4.2	5.1	5.2	5.9	6.6	6.4	4.5	
28	3.0	4.2	5.0	5.2	5.9	6.5	6.4	4.5	
30	3.0	4.2	5.0	5.2	5.9	6.4	6.4	4.5	2.7
32	3.0	4.2	5.0	5.1	5.9	6.3	6.4	4.5	
34	3.0	4.2	5.0	5.1	5.9	6.3	6.4	4.5	
36	3.0	4.2	5.0	5.1	5.9	6.2	6.4	4.5	
38	3.0	4.1	5.0	5.1	5.8	6.1	6.4	4.6	
40	2.9	3.9	5.0	4.9	5.5	5.8	6.4	4.9	2.7
42	2.9	3.9	4.8	4.8	5.5	5.8	6.3	4.9	
44	2.9	3.8	4.8	4.8	5.5	5.7	6.2	5.0	2.9
48	2.9	3.8	4.8	4.8	5.5	5.7	6.2	5.0	

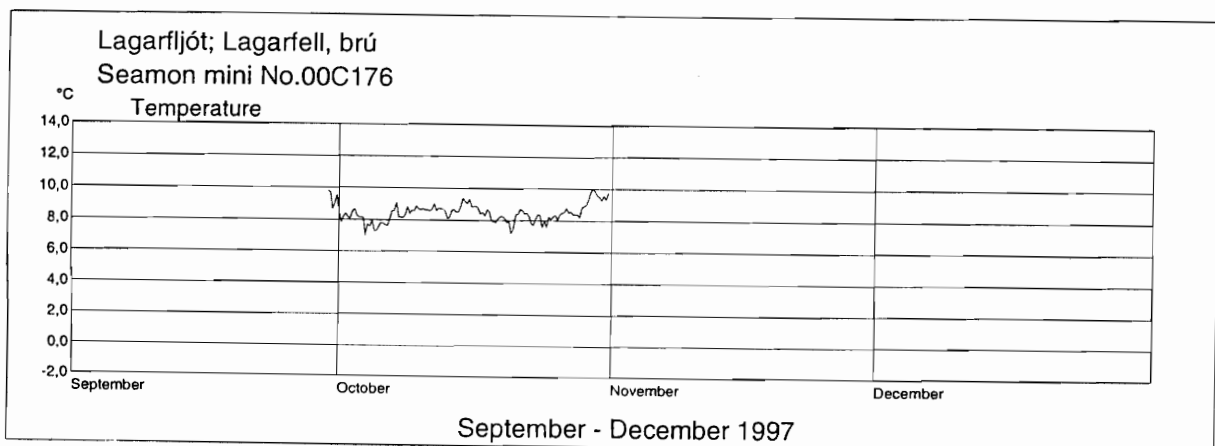
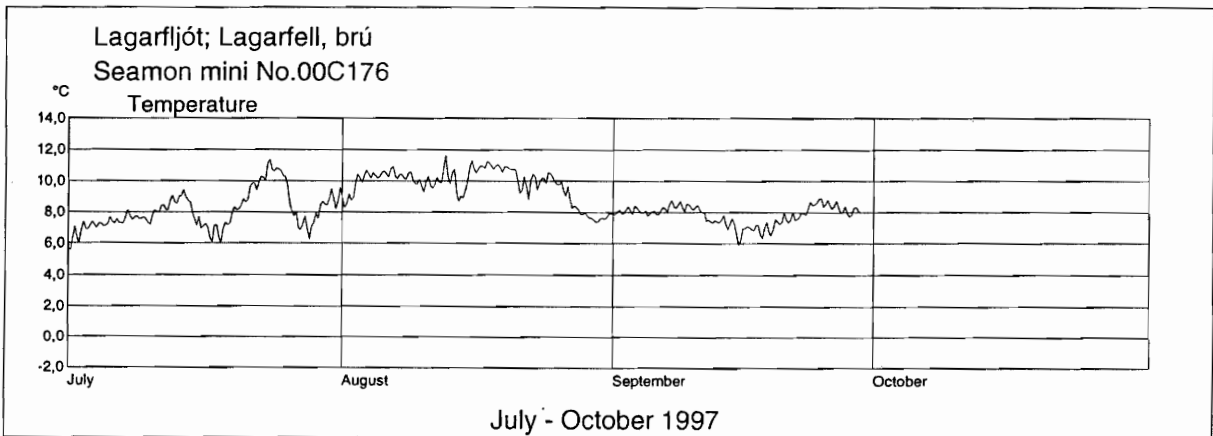
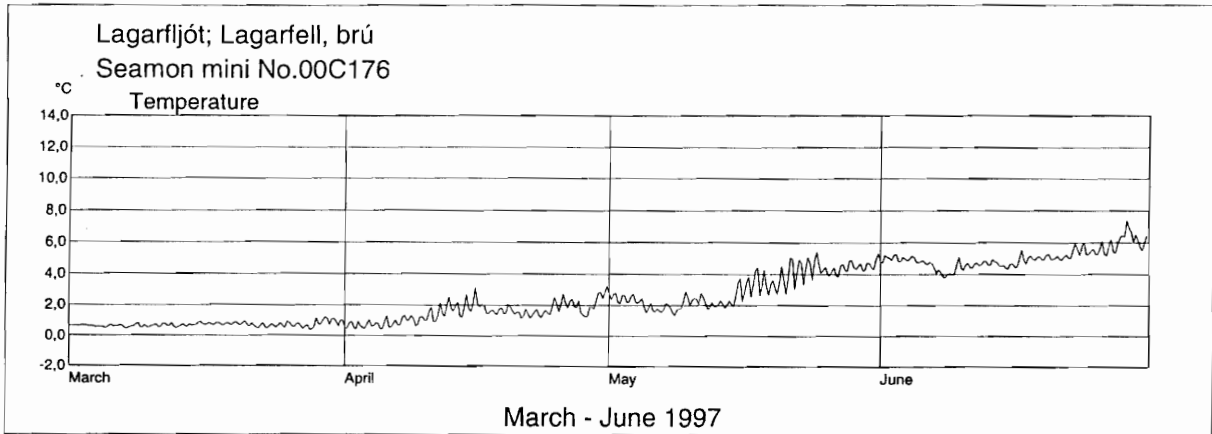
Tafla 13. Mælingar við Hafursá 1998.

Hafursá									
Dags kl.	19/5 '98 10:30	8/6 '98 10:35	29/6 '98 10:35	13/7 '98 10:25	31/7 '98 10:05	17/8 '98 10:30	24/9 '98 10:20	20/10 '98 09:30	3/12 '98 14:30
Staðs.	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.85 14°42.84	65°07.50 14°42.84	65°07.85 14°42.84
Dýpi [m]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]	Hiti [°C]
0	1.9	3.4	4.9	5.9	8.0	7.8	7.1	5.8	4.8
2	1.9	3.2	4.7	5.9	7.8	7.5	7.1	5.8	4.9
4	1.8	3.2	4.5	5.8	7.7	7.5	7.1	5.8	4.7
6	1.8	3.2	4.5	5.7	7.7	7.5	7.1	5.8	4.7
8	1.8	3.3	4.5	5.5	7.6	7.5	7.1	5.8	
10	1.8	3.2	4.5	5.5	7.5	7.4	7.1	5.8	4.6
12		3.3		5.4	7.1	7.4	7.1	5.8	
14	1.8	3.2	4.5	5.3	7.0	7.4	7.1	5.8	4.3
16		3.2		5.3	6.9	7.4	7.1	5.8	4.2
18	1.8			5.3	6.7	7.2	7.1	5.8	4.2
20		3.2	4.5	5.3	6.6	6.6	7.1	5.8	4.1
22	1.8			5.3	6.5	6.4	7.1	5.8	
24		3.2	4.5	5.3	6.3	6.2	7.1	5.8	
26	1.8	3.1		5.2	6.2	6.1	7.1	5.8	4.1
28		3.1		5.2	6.1	6.0	6.9	5.8	
30	1.8		4.5	5.2	6.0	6.0	6.9	5.8	4.1
32	1.9	3.1		5.2	6.0	6.0	6.9	5.8	
34	1.9			5.2	6.0	6.0	6.9	5.8	
36		3.1	4.5	5.2	5.9	6.0	6.9	5.8	
38	1.9			5.2	5.9	6.0	6.9	5.8	
40	1.9	3.1	4.5	5.2	5.8	6.0	6.9	5.8	4.1
42				5.2	5.8	6.0	6.9	5.8	
44	1.9	3.1	4.5	5.2	5.8	5.9	6.9	5.8	
46				5.2	5.8	5.8	6.9	5.8	
48	1.9	3.1		5.2	5.7	5.8	6.9	5.8	
50	1.9		4.5	5.2	5.7	5.7	6.9	5.9	4.1
54	1.9	3.1	4.5	5.1	5.7	5.8	6.9	5.9	
58	1.9		4.5	5.1	5.7	5.8	6.9	5.9	
60	1.9	3.1	4.5	5.1	5.7	5.8	7.0	5.9	4.0
70	1.9	3.1	4.5	5.0	5.6	5.9	6.9	5.9	4.1
80	1.9	3.1	4.5	5.2	5.5	6.0	6.9	5.9	4.0
90	1.9	3.1	4.6	5.5	5.5	6.1	6.9	5.9	4.1
100	2.0	3.1	4.6	5.7	5.4	6.3	6.9	5.9	4.0
110	2.1	3.0	4.6	5.3	5.2	6.1	6.9	5.9	4.0
118	2.1	3.0	4.6	5.2	5.2	6.0	6.8	5.9	4.1

3.5 Hitamælingar úr sírita

Síritandi hitamælir hefur verið í Lagarfljóti, á brúnni við Lagarfell, frá árinu 1996. Mælingarnar eru sýndar hér á línuritum.





4. Um varmanám í djúpum vötnum með skírskotun til Lagarfjólts

4.1 Inngeislun

Meirihluti sólargeislunar sem nær yfirborði stöðuvatna er sýnilegt ljós. Allnokkur hluti er í innrauða hluta litrófsins og óverulegur hluti hefur styttri bylgjulengd en sýnilegt ljós. Stór hluti af þessari geislun nær niður úr yfirborði vatnsins (90%). Af henni ísogast hluti til vatnsins og þess sem í því er, en hluti af geisluninni tvístrast. Af því sem tvístrast endurvarpast hluti upp úr vatninu, og tekur ekki þátt í orkubúskap þess. Um þetta og almenna umfjöllun um efnið er stuðst við kennslu- og handbækur í vatnalíffræði (Ruttner 1952, Hutchinson 1957, Wetzel 1975).

Um helmingur af þeirri inngeislun frá sólinni sem nær í gegnum yfirborð vatna ísogast í vatninu strax á fyrsta metra vatnssúlunnar og breytist í varma. Þar til viðbótar ísogast geislun til efnasambanda og korna (t.d. plöntusvifs og jökulaurs). Mismunandi dvínun inngeislunar með dýpi í stöðuvötnum orsakast fyrst og fremst af mismunandi styrk þessara efna.

Varmanám vatnsins gerist með þeim hætti að ljóseind hittir rafeindir vatnssameinda sem taka við orku ljóssins. Vatnssameindir taka þannig til sín orku og hitna. Hluti þess ljóss sem ekki breytist í varma með þessum hætti endurvarpast vegna áhrifa frá vatnssameindum og kornum. Í tærum vötnum, þar sem lítið er af plöntusvifi og aðskotaefnum, er hlutur vatnssameinda í endurvarpi hlutfallslega stór og þá endurvarpast bláa ljósið innan hins sýnilega hluta litrófsins tiltölulega mest, og hluti þess upp úr vatninu aftur. Þess vegna líta slík vötn út fyrir að vera blá. Meirihluti þess ljóss sem endurvarpast í vatninu, ísogast síðar. Að endingu breytist megnið af orku ljóssins sem kemst niður í vatnið í varma.

Hluti af aurkornum jökulaurs eru nægilega smá til að tvístra sýnilegu ljósi, og þar sem þau tvístra og endurvarpa því í stórum dráttum svipað frá bláu til rauðs, skynjum við lit jökulskotinna stöðuvatna gjarnan sem gráhvít, eins og t.d. Lagarfjót.

Hluti af ljósorkunni nýtist til að binda efnasambönd og byggja upp frumbjarga lífverur. Sá hluti er breytilegur og fer eftir vaxtarskilyrðum plöntusvifs.

4.2 Mælingar á dvínun ljóss

Ljós endurvarpast eða tvístrast (scattering) ef það hittir fyrir ögn sem er af svipaðri stærð og bylgjulengd þess. Það fer eftir legu og lögun kornsins, efnabyggingu þess og efnaeiginleikum hversu mikið af ljósinu ísogast eða endurvarpast. Lega og lögun kornanna hafa áhrif á hvaða stefnu ljósið tekur eftir að það endurvarpast. Aðeins lítið brot hins tvístraða ljóss nær yfirborðinu, og af því sleppur 90% aftur upp úr vatninu.

Mælingar í Lagarfjóliti og öðrum stöðuvötnum á Íslandi sýna að ljós dvínar hratt í jökulskotnum vötnum (Hákon Aðalsteinsson 1981).

Mæling ljóssins var gerð með svonefndri fótosellu sem er látin síga ofan í vatnið þannig að hún mælir það sem fellur á hana að ofan en ekki ljós sem gæti verið að endurvarpast að neðan. Það er hinsvegar nokkuð augljóst, þegar athugað er hve mikið dvínun ljóssins eykst við tiltölulega lágan aurstyrk (tafla 14), að slíkt ljós er óverulegt í þessu tilliti. Mælingarnar ná aðeins til hins sjáanlega ljóss (bylgjulengd ca 400-700 nm), sem skýrir að í tærum vötnum getur 50% náð lengra en 1 m þrátt fyrir það sem segir almennt um inngeislun í inngangskafli.

Tafla 14. Niðurstöður mælinga á dvínun ljóss, sem sýna hve langt niður mismunandi hlutfall af yfirborðsljósi nær ofan í nokkur stöðuvatn með engum og mismiklum jökulaur.

Stöðuvatn	Aurstyrkur (mg/l)	Hlutfall yfirborðsljóss		
		50% (m)	10% (m)	1% (m)
Þrístikla	0	4	13,5	30
Langisjór	<1	3	9,5	19
Þórisvatn	10	0,6	1,8	3,6
Hvítárvatn	15	0,5	1,6	3,2
Lagarfljót	55	0,2	0,5	0,9
"	90	0,1	0,3	0,6

Vegna þessa endurkasts á milli korna aukast líkur þess að viðkomandi ljóseind ísogist að lokum, ef ekki til aurkornsins þá til vatnsins, því að hafa verður í huga að t.d. 100 mg/l af aur (0,1 g/l) svara til um 0,07 cm³ í lítra eða minna en tíu þúsundustu hluta af rúmmáli vatnsins.

Önnur aðferð til að meta gegnskin í vötnum er að mæla það dýpi þar sem hvít skífa hverfur sjónum (rýni). Í flestum vötnum þar sem ekki gætir að neinu marki framandi efna eða gruggunar er gegnsæi, skilgreint sem það dýpi þar sem enn gætir 1% af yfirborðsljósi, yfirleitt á bilinu 2,5-2,9 sinnum rýnið.

Í jökulskotnum stöðuvötnum hefur það sýnt sig að við tiltekið grugg getur þetta samband rýnis og gegnsæis verið annað; frá 3,5 (Lagarfljót) til 7 (Þórisvatn) sinnum meira en rýnið. Hæst er frávik-ið ef jökulaur er á bilinu 5-10 mg/l, eins og í Þórisvatni (Hákon Aðalsteinsson 1981). Þar er litur vatnsins orðin grænleitur, en auk jökulaurs hafa kísilþörungur væntanlega áhrif á lit vatnsins. Hvað sem því líður er þetta frávik í sambandi rýnis og gegnsæis afleiðing af tvístrun ljóssins við árekstur við aurkorn. Minnst er frávik-ið í Lagarfljóti, þar sem aurstyrkur var á bilinu 50-100 mg/l við mælingarnar. Hærrí aurstyrkur hefur vafalaust valdið aukinni tvístrun ljóssins, en jafnframt tryggt það að ljósinu yrði fyrst og fremst drepið á dreif nærri yfirborði vatnsins í stað þess að hleypa því áfram niður, og jafnframt þá líklega aukið endurvarp út úr vatninu aftur. Mælingarnar í Lagarfljóti voru gerðar 1975 eða 2-3 árum eftir framhlaup Eyjabakkajökuls. Yfirleitt er grugg mun minna í Lagarfljóti, eða á bilinu 20-30 mg/l. Ef að líkum lætur má búast við að gegnsæi vatnsins þá sé allt að fjórum sinnum meiri, og að 1% yfirborðsljóss nái venjulega niðar á 2-2,5 m dýpi (Hákon Aðalsteinsson 1981).

4.3 Varmanám stöðuvatna

Eins og áður greinir ísogast um helmingur af þeirri inngeslun (allar bylgjulengdir) sem kemst niður í vatnið þegar í yfirborðsmetranum. Varmanám stórra og djúpra stöðuvatna á sér því nánast eingöngu stað í yfirborðslögum vatnsins. Vatn í dýpri lögum stöðuvatna hitnar með því að blandast yfirborðsvatni. Vindurinn lætur í té þá orku sem til þess þarf með aðstoð strauma sem vindorkan veldur og viðheldur. Ef sú orka er ekki til staðar tapast varminn aftur úr vatninu í útgeislun.

Varmainnihald stöðuvatns að áliðnu sumri (nettó varmanám) er sá varmi sem þarf til að hækka meðalhita vatnsins frá lægsta til hæsta hita. Í útreikningum hér á eftir er miðað við mismun á hita í vatninu undir ís við ísabrot og hæsta sumarhita. Í vötnum tempraða beltisins, en þar á meðal eru vötn á Íslandi (í kaldari hlutanum), fer varmanám vaxandi með meðaldýpi og flatarmáli. Miðað

við vötn með ákveðið rúmmál (flatarmál x meðaldýpi), eykst upptaka varma á flatareiningu í djúpum vötnum eftir því sem þau eru dýpri (Gorham 1964; í Wetzel 1975).

Í vötnum tempraða beltisins (í hlýrri hlutanum) getur myndast fyrirstaða (hitaskil) sem hindrar flutning varmans niður í dýpri lög vatnsins. Hitaskil stafa af mismunandi eðlismassa vatns eftir hitastigi. Hann er hæstur við 4 °C og dvínar því meir á hverja °C sem hitinn víkur frá 4 °C. Þannig eru hitaskil á bilinu 7-10 °C sterkari en hitaskil á bilinu 4-7 °C. Reyndin er því sú að þegar vötn hitna á vorin (í tempraða beltinu) og á sumrin (hérlendis) hitna þau nokkuð jafnt með dýpi að 6-8 °C (stundum meira, sjaldnar minna, allt eftir veðurfarsaðstæðum). Eftir það þarf ekki marga sólríka og/eða hlýja daga til að mynda hitaskil. Eftir að sterk hitaskil hafa náð að myndast, þarf mikla orku til að brjótast í gegn allt þar til vötnin kólna aftur að hausti. Á hitaskilum getur hiti hæglega fallið um meira en 10 °C á minna en 10 m dýptarbili. Í Þingvallavatni myndast yfirleitt svolítil hitaskil, en þar er hitafallið sjaldan meira en 2 °C á 10 m. Hitaskil í Lagarfljóti hafa mælst 1-2 °C á um 10 m. Oftar virðist þó vera um að ræða hitafall á mun breiðara dýptarbili og ákaflega óstöðug skil.

Annar þáttur sem ræður miklu um varmanám er mismunur lofthita og vatnshita. Varmanám minnkar eftir því sem vatnshiti og lofthiti verða líkari. Í vötnum sem verða íslaus fremur seint á vorin, verður varmanámið þeim mun örara sem lengra er liðið framá er ísinn fer, þannig að hámarkshitastig þeirra er líklega lítið háð því hvenær ísinn fer, heldur fyrst og fremst sumarhita, sbr mælingar í Þingvallavatni (Hákon Aðalsteinsson o.fl. 1992).

Gögn eru tiltæk um vatnshita og hlýnun stórra og djúpra stöðuvatna, þ.e. Þingvallavatn frá 1974-1984, Þórisvatn 1971 (sjá Hákon Aðalsteinsson 1976a) og stakar mælingar í Lagarfljóti frá 1974 (Jón Kristjánsson 1975), 1975 og 1994 (Hákon Aðalsteinsson 1976b og óbirt gögn). Þessi vötn eru svipuð að vatnsmagni (2700-2900 GJ). Með hliðsjón af þessum gögnum má fá eftirfarandi mynd af hlýnun vatnanna:

1. Ísinn fer af Þingvallavatni í apríl (oftast). Þá er hitastig í vatninu um 1 °C. Í Þórisvatni fór ís af vatninu í lok maí, og þá var hitastig í vatninu um 0,2-1 °C.
2. Í lok júní hefur hitastig í Þingvallavatni náð um 7 °C, rösklega 3 °C í Þórisvatni þar sem það er dýpst, en 4,5 °C í Austurbotni Þórisvatns.

Í Lagarfljóti, út af Atlavík 12. júní 1975, var hitinn 4 °C niður á um 30 m dýpi, um 3 °C út af Hafursá 18. júní 1995 (tafla 4 í skýrslunni hér að framan), um 3,5 °C 12 júní 1996 (tafla 9), rösklega 3°C 16 júní 1997 (tafla 11) og um 4,5 °C í lok júní 1998 (tafla 13). Meðalloft-hiti júnímánaðar 1975 var um 2 °C undir meðallagi (1930-1960).

3. Í lok júlí og byrjun ágúst er yfirborðshiti í Þingvallavatni um 10 °C, um 8 °C á 20 m dýpi og um 6 °C á 80 m dýpi. Samsvarandi var hitastig í Þórisvatni um 6,5 °C við yfirborð, rösklega 5 °C á 20 m dýpi og um 5 °C við botn. Í Austurbotni var hiti rösklega 9 °C við yfirborð og um 7,5 °C á um 20 m dýpi.

Þann 3. ágúst 1994 var hitastig í Lagarfljóti út af Hafursá um 9 °C við yfirborð, lækkaði frá 8,5 °C í 7 °C á um 25-40 m dýpi og var um 6 °C á 100 m dýpi. Þann 17. júlí 1974 mældi Jón Kristjánsson fiskifræðingur um 11,5 °C í yfirborði á svipuðum slóðum, en að öðru leyti, þ.e. á 5-30 m dýpi svo til nákvæmlega sama hita og 3. ágúst 1994. Við Egilsstaði var hiti í yfirborði um 9,4 °C og hafði lækkað í um 7 °C á 30 m dýpi (3. ágúst 1994). Meðalhiti var um 7,6 °C, og við Hafursá fékkst sami meðalhiti frá yfirborði niður á 60 m dýpi, en um 1 °C lægri væru neðstu 40 m teknir með. Samsvarandi hitatölur út af Hafursá á árunum

1995 til 1998 voru sem hér segir: Frá um 9 °C í yfirborði til 6,9 °C á 100 m dýpi þann 30. ágúst 1995, frá um 9,5 °C í yfirborði til 5,9°C við botn 17. september 1996, frá um 8,5 °C til 6,0 °C 23. ágúst 1997 og frá um 8 til 6 °C 17. ágúst 1998.

Frá 22. ágúst 1975 er til mæling út af Atlavík sem gefur til kynna að hitastig geti jafnast svo til algerlega frá yfirborði til botns, en þá var hiti rösklega 9 °C við yfirborð en tæplega 9 °C á 100 m dýpi, en það sumar hafði verið mjög hlýtt í júlí og ágúst.

4. Í lok september var yfirborðshiti í Þingvallavatni enn um 8 °C við yfirborð og um 7 °C við botn. Í Þórisvatni var hiti um 6 °C frá yfirborði til botns og tæplega 6,5 °C í Austurbotni.

Í Lagarfljóti vantar enn mælingar í vatninu undir ís. Lægstu mælingar sem liggja fyrir í vatninu út af Hafursá eru frá 30. apríl 1996 er hitastigið var 1,6 °C frá yfirborði niður á 50 m dýpi og 1,2 °C í yfirborði til 1,5 °C við botn þann 3. maí 1997 og 1,9 °C til 2,1 °C þann 19. maí 1998.

Lengst af vorinu og framan af sumri var lofthitinn á Þingvöllum að meðaltali um 2-4 °C hærrí en meðalhiti í efstu 20 m vatnsins á sama tíma. Hámarks lofthiti (mánaðarmeðaltal) og hámarks vatnshiti í yfirborði eru svipaðir eða um 10-11°C.

Meðahiti á Héraði er heldur hærrí á en á Þingvöllum, eða um 11 °C í júlí og ágúst. Hitastig í Lagarfljóti ætti því hæglega að ná svipuðum gildum eða hærrí en í Þingvallavatni. Breytileiki í hita Þingvallavatns frá ári til árs hefur á 10 ára tímabili verið um 1-3 °C í yfirborðslögum og um 1 °C neðan 30 m dýpis. Engin ástæða er til að ætla að breytileikinn í Lagarfljóti sé meiri, eða að þróun hlýnunar vatnsins sé frábrugðin við hliðstæð veðurfarsskilyrði.

Í Þingvallavatni renna um 88 m³/s af 3-4 °C heitu lindarvatni. Í heild renna að meðaltali um 100 m³/s í gegnum vatnið, en það er mjög svipað og rennur að meðaltali í gegnum Lagarfljót. Mælingar í yfirborðslögum (0-20 m) Þingvallavatns sýna að þetta kalda innrennslisvatn hefur lítil áhrif á þróun hitans, mest um 1 °C nyrst í vatninu næst stærstu lindasvæðunum í maí og september og um 0,5 °C í júlí og ágúst.

4.3.1 Varmanám í Þingvallavatni og Lagarfljóti

Til er heilleg árssería af mælingum á hita frá yfirborði til botns í Þingvallavatni (83 km²) frá hausti 1974 til sama tíma 1975. Reikna má nettó varmanám vatnsins yfir sumarið 1975 á grundvelli þess hve mikið vatnið hitnaði frá ísabrotum þar til hæsta sumarhita er náð (tafla 15). Samkvæmt skilgreiningu þarf 1 kaloría (cal) til að verma 1 cm³ af vatni um 1 °C.

Meðalhiti í vatnssúlunni við hámarkshita reiknaðist um 8 °C í Þingvallavatni og 7,4 °C í Lagarfljóti. Varmanám á flatareiningu var samsvarandi um 25.000 cal/cm² í Þingvallavatni og um 36.700 í Lagarfljóti. *Deilt er í varmanám í vatninu í heild með flatarmáli þess.*

Tafla 15. Varmanám Þingvallavatns frá ísabrotum þar til hámarkshita er náð (1974-1975) og Lagarfljóts 1996. (Gert er ráð fyrir sama lágmarkshita og í Þingvallavatni).

Dýptarbil (m)	Þingvallavatn			Lagarfljót		
	Rúmmál (· 10 ⁶ m ³)	Hlýnun (°C)	Varmi (· 10 ¹² cal)	Rúmmál (· 10 ⁶ m ³)	Hlýnun (°C)	Varmi (· 10 ¹² cal)
0-10	800	9,5-0,7	7040	460	9,7-0,7	4140
10-20	600	8,8-0,8	4800	400	9,5-0,8	3480
20-30	450	8,5-0,8	3460	360	9,4-0,8	3100
30-40	400	8,2-0,8	3040	340	8,3-0,8	2550
40-50	240	8,0-1,0	1680	260	7,5-1,0	1690
50-60	200	8,0-1,0	1400	250	6,8-1,0	1450
60-80	100	8,0-1,0	700	350	6,4-1,0	1890
80-110	30	7,5-1,5	150	260	5,9-1,5	1140
Alls:	2820		22300	2690		19400

4.3.2 Varmanám í stórum vötnum á Íslandi

Með því að gefa sér svipaðar forsendur um þróun hitastigs í Lagarfljóti (53 km²) og hér að framan varðandi Þingvallavatn, fást samsvarandi tölur um varmanám (tafla 16). Í töflunni er einnig gróflaga áætlað varmanám fyrir dýpri hluta Þórisvatns (um 50 km²) og Austurhluta þess (Austurbotn, um 20 km²). Með því að Þórisvatn er í svipaðri hæð (570 m y.s) og áformuð miðlunarlón virkjana í stóru Jökulsánum norðan Vatnajökuls (550-610 m y.s.), má nota gildi fyrir Þórisvatn til að meta varmanám í lónunum.

Ef meðaldýpi og meðalhitastig er þekkt (gefið) fæst; varmanám á flatareiningu = hlýnun (cal/cm³) · meðaldýpi (cm); (cal/cm³ · cm = cal/cm²)

Tafla 16. Varmanám í nokkrum djúpum vötnum á Íslandi.

Vatn	Hlýnun (°C)	Meðaldýpi (cm)	Varmanám (cal/cm ²)
Þingvallavatn (1975)	8-1	3400	25.000
Lagarfljót (15.08.'95)	7,1-1	5100	31.000
" (21.08.1996)	7,4-1	5100	33.000
" (22.08.1975)	9-1	5100	41.000
Þórisvatn (1971)	6-1	4500	22.000
Austurbotn (1971)	8-1	2500	18.000
Hálslón	6-1	5000	25.000
Arnardalslón	8-1	2000	14.000

Samkvæmt þessum útreikningum er líklegt að varmanám í Lagarfljóti sé að meðaltali einhversstaðar á bilinu 30-40.000 cal/cm². Búast má við að varmanám sé meira í Lagarfljóti en í Þingvallavatni, að því gefnu að veðurfar sé svipað, ef miðað er við þá reglu að mismunur á varmanámi vatna með svipað rúmmál, eins og í þessu tilfelli, fari eftir dýpi þeirra, eins og áður getur. Þessar tölur sem hér eru reiknaðar eru á sama róli og í vötnum tempraða beltisins (Wetzel 1975. Table 6-2). Í djúpum norðlægum vötnum og vötnum í fjallendi sunnar er varmanám oft á bilinu 10-20.000 cal/cm², en nær 30.000 í djúpum vötnum sunnar.

Svo háar tölur sem þær er reiknuðust fyrir Lagarfljót 1975 koma aðeins fyrir í mjög stórum og djúpum vötnum. Meginástæða þess að hérlandis fást viðlíka tölur og sunnar þar sem vötn eru mun lengur íslaus, er að þau vötn eru yfirleitt hitalagskipt eða búa við kyrrlátara veður og tapa því miklum varma upp úr yfirborði vatnsins í stað þess að hann nýtist til að hita dýpri lög þess.

4.4 Lagarfljót fyrir og eftir veitu

Gert er ráð fyrir því að jökulaur muni aukast umtalsvert í Lagarfljóti eftir að Jöklu hefur verið veitt þangað, og líklega verða meiri en hann var 1975 (Hákon Aðalsteinsson og Oddur Sigurðsson 1993). Hár styrkur jökulaurs í Lagarfljóti 1975 á rætur að rekja til framhlaups Eyjabakkajökuls í september 1972. Jökulaur Jöklu mun auka aur í Lagarfljóti, fyrst og fremst vegna þess hve mikið hún ber fram í heild, þótt styrkur fínkorna aurs sé þar hlutfallslega miklu minni en í Jökulsá í Fljótsdal. Aurstyrkur í Lagarfljóti mun ekki aukast við veitu úr Jökulsá á Fjöllum umfram það sem Jökla veldur vegna þess hve styrkur fínkorna aurs er lágur í Jökulsá á Fjöllum.

Rúmmál Lagarfljóts er um 2700 Gl og til þess renna nú um 3200 Gl árlega. Að jafnaði þýðir það að viðstöðutími innrennslisins sé um 310 dagar eða 10 mánuðir.

Ef veitu úr Jöklu yrði bætt við innrennslu til Lagarfljóts, lækkar viðstöðutími vatnsins í 5 mánuði. Gert er ráð fyrir að vatn úr Jöklu komi til með að hafa svipað hitastig og dýpri hluti Þórisvatns og verði að jafnaði um 3 °C kaldara en Lagarfljót.

Ef til viðbótar kæmi veita úr Jökulsá á Fjöllum yrði viðstöðutími vatnsins í Lagarfljóti um 100 dagar eða rösklega 3 mánuðir. Vatn sem veitt yrði frá lóni í Jökulsá á Fjöllum hefði að líkindum að jafnaði svipaðan hita og í grynri hluta Þórisvatns, Austurbotni, og svipaðan og í Lagarfljóti.

4.5 Niðurstöður

Þingvallavatn, sem hefur ámóta langan viðstöðutíma vatns (320 dagar) og Lagarfljót (310 dagar), hitnar í samræmi við hækun lofthita frá vori fram á síðari hluta sumars, þrátt fyrir stöðugan lágan hita (3-4 °C) innrennslisvatns (lindavatn).

Til Lagarfljóts rennur eingöngu yfirborðsvatn, sem fylgir náíð lofthita (Hákon Aðalsteinsson 1982). Það er oftast heitara en Lagarfljót, og virðist engu breyta um hlýnun (varmanám) þess, vegna þess hve viðstöðutíminn er langur.

Þótt viðstöðutíminn styttest við veitu úr Jöklu í um 150 daga er hann talin nógu langur til að tryggja svo til óbreytt hitaástand í Lagarfljóti, enda má búast við að hiti vatns í veitunni verði lengst af hærri en 3-4 °C. Innstreymi vatns með þennan hita virðist ekki breyta miklu fyrir hlýnun Þingvallavatns, sem fyrr segir.

Þótt veitu úr Jökulsá á Fjöllum yrði bætt við og viðstöðutími vatnsins enn stytur í um 100 daga, mun það litlu breyta vegna þess að lengst af yrði hiti þess viðbótarvatns svipaður og í Lagarfljóti.

Í Þingvallavatni mátti merkja staðbundin áhrif af köldu lindainnrennsli, en þó ekki frávik umfram 1 °C í efstu 20 metrum vatnsins næst lindunum. Í maí var hitastig þar um 1 °C lægra en almennt í vatninu, yfir sumarið um 0,5 °C lægra, en allt að 1 °C hærra í september.

Líklegt er að hiti við yfirborð innst í Lagarfljóti lækki eitthvað miðað við það sem nú er, þótt sýna megi fram á að í heild verði lítil breyting. Varla er þess að vænta að frávikid verði meira en 1 °C innst í vatninu, oftast minna ef marka má reynslu frá Þingvallavatni. Samkvæmt álitserð Veðurstofunnar um Blöndulón (Flosi Hrafn Sigurðsson og Eyjólfur Þorbjörnsson 1979) varðandi hugsanleg áhrif þess á sitt nánasta umhverfi, yrðu áhrif af slíkri lækkun vatnshita í takmörkuðum hluta Lagarfljóts að sama skapi vart merkjanleg nema rétt við bakka vatnsins. Þær litlu breytingar sem ætla má að verði samfara veitu Jöklu og e.t.v. einnig Jökulsár á Fjöllum til Lagarfljóts koma því ekki til með að breyta neinu um gróðurskilyrði á Héraði.

5. Tilvitnanir

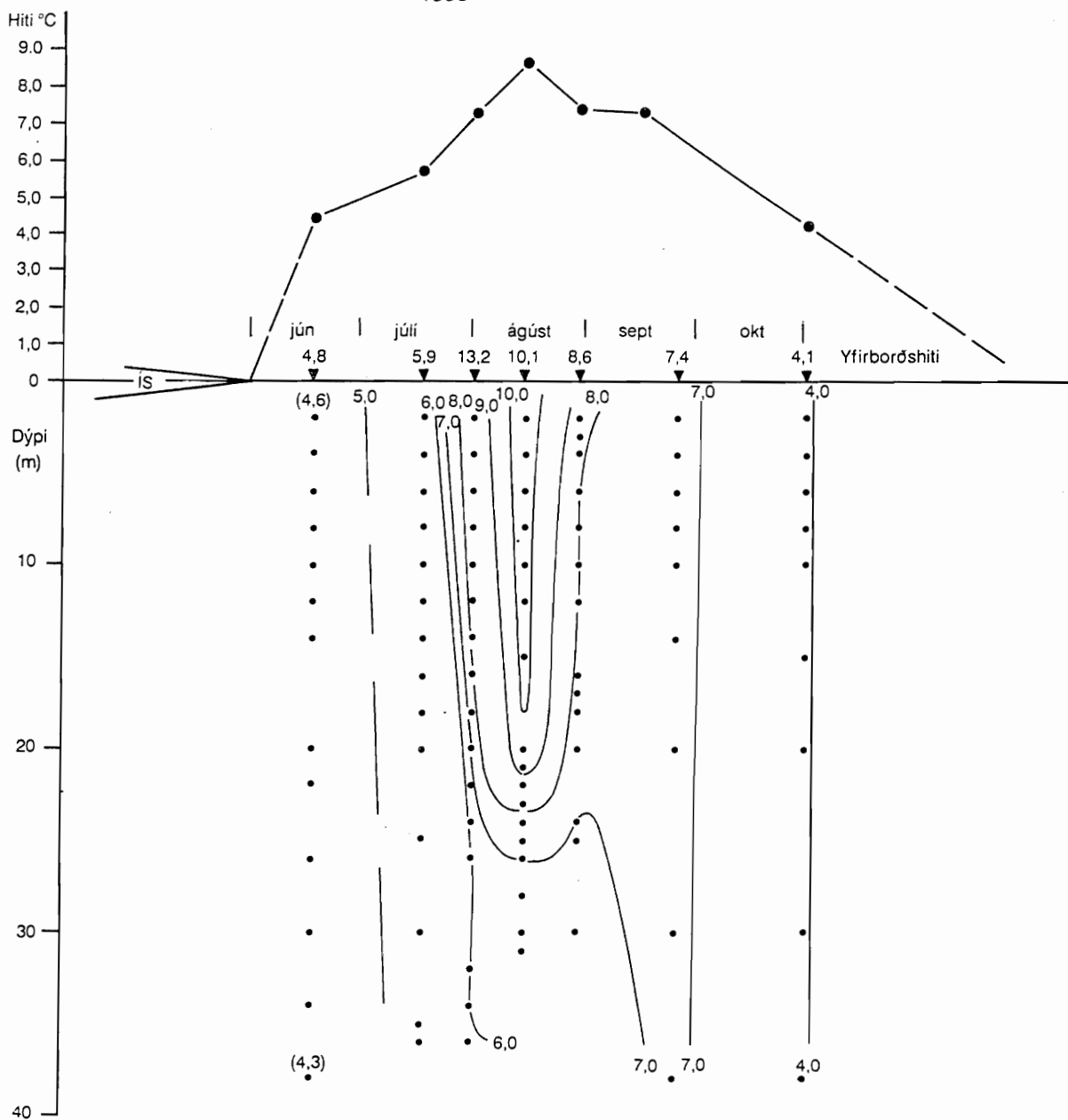
- Flosi Hrafn Sigurðsson og Eyjólfur Þorbjörnsson 1979. *Um veðurfarsleg áhrif Blöndulóns og greinargerð Orkustofnunar um það efni*. Orkustofnun, OS-79038/ROD-14, bls. 5-26.
- Gorham, E. 1964. Morphometric control of annual heat budgets in temperate lakes. *Limnol. Oceanogr.* 9:525-529.
- Hákon Aðalsteinsson 1976a. *Þórisvatn, áhrif miðlunar og Köldukvísarveitu á lífsskilyrði svífs*. Orkustofnun, OS-ROD 7643, 10 bls. + töflur og myndir.
- Hákon Aðalsteinsson 1976b. *Lögurinn, svifaur, gegnsæi og lífríki*. Orkustofnun, OS-ROD 7609, 47 bls.
- Hákon Aðalsteinsson 1981. *Tengsl svifaurs og gegnsæis í jökulskotnum stöðuvötnum*. Orkustofnun, OS-81027/VOD-12, 30 bls.
- Hákon Aðalsteinsson 1982. *Um fiskræktarskilyrði á Héraði*. Veiðifélag Fljótsdalshéraðs, maí 1982. 79 bls.
- Hákon Aðalsteinsson, Pétur M. Jónasson og Sigurjón Rist 1992. Physical characteristics of Thingvallavatn, Iceland. *Oikos* 64:121-135.
- Hákon Aðalsteinsson og Oddur Sigurðsson 1993. *Austurlandsvirkjun, áhrif á framburð og strandrof við Héraðsflóa og Öxarfjörð, grugg og hitastig í Lagarfljóti, og ástand strandsjáv-ar*. Orkustofnun, OS-93070/VOD-07, 43 bls.
- Hutchinson, G.E. 1957. *A treatise on Limnology. Volyme I, geography, physics and chemistry*. John Wiley & Sons, London, 1015 bls.
- Jón Kristjánsson 1975. *Rannsóknarferð til Austurlands í júlí 1974*. Bréfskýrsla, Veiðimálastofnun, maí 1975, 13 bls.
- Magnús Á. Sigurgeirsson 1997. *Hitamælingar í Lagarfljóti út af Hafursá og Freysnesi 1997*. Orkustofnun, Vatnamælingar, OS-97076, 4 bls.
- Ruttner, F. 1952. *Fundamentals of Limnology*. University of Toronto Press (3. ed), 295 bls.
- Wetzel, R.G. 1975. *Limnology*. Saunders, Philadelphia, 741 bls.

VÍÐAUKI I

Túlkun á hitamælingum ársins 1995

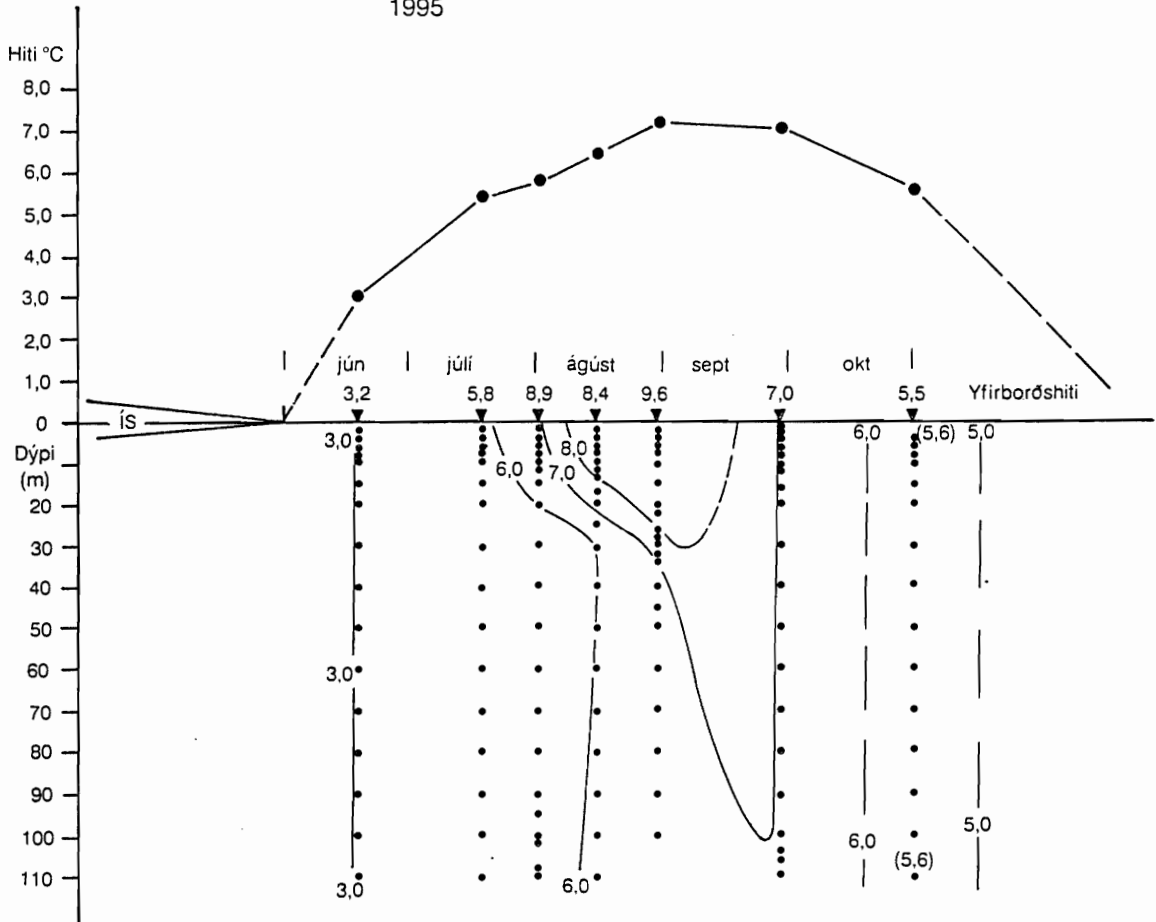
VOD UR 760 HA
96.01.0003 AA

Hiti í Lagarflióti
Egilsstaðir-Freysnes
1995



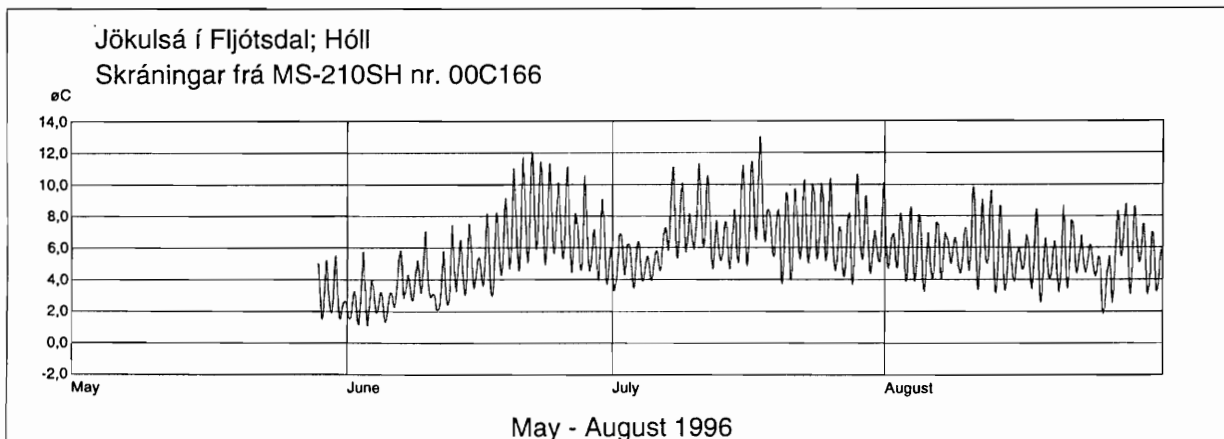
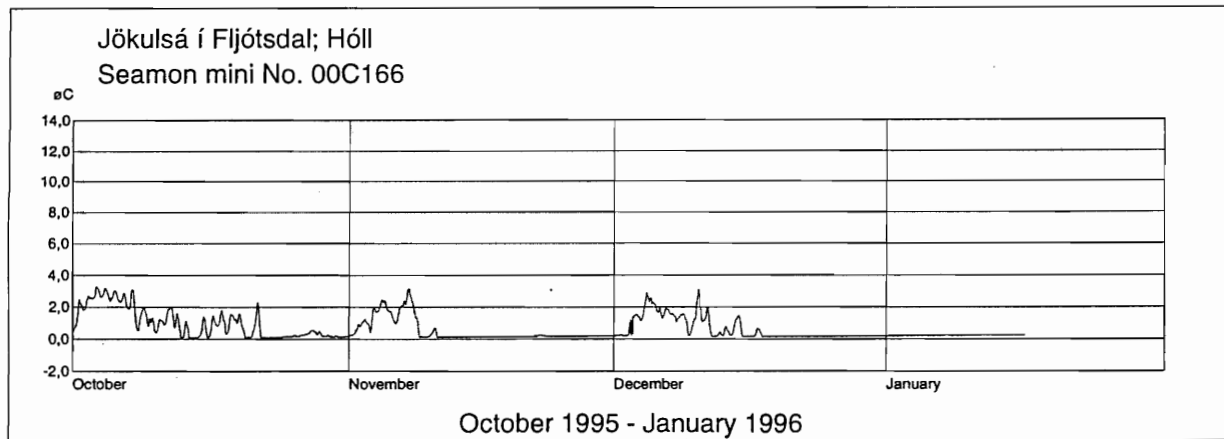
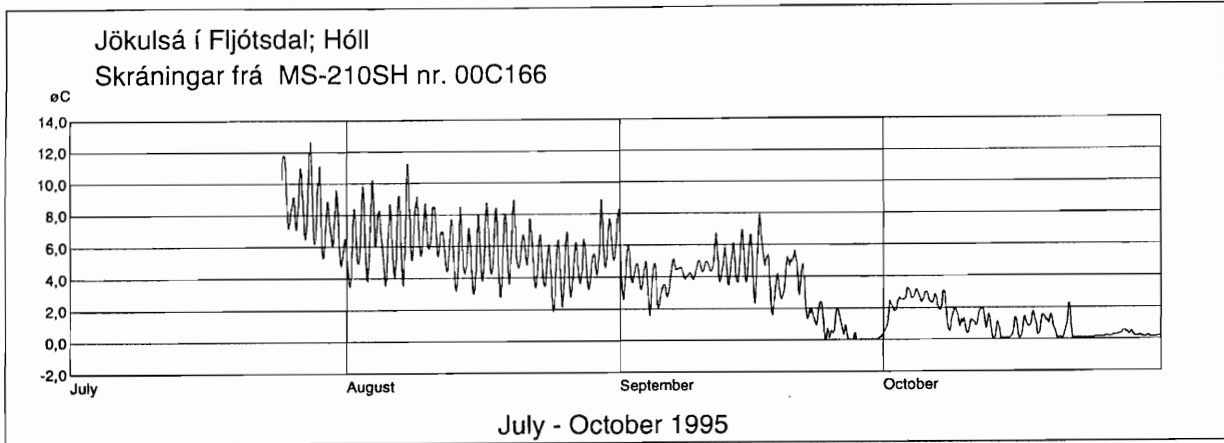
VOD UR 760 HA
96.01.0004 AA

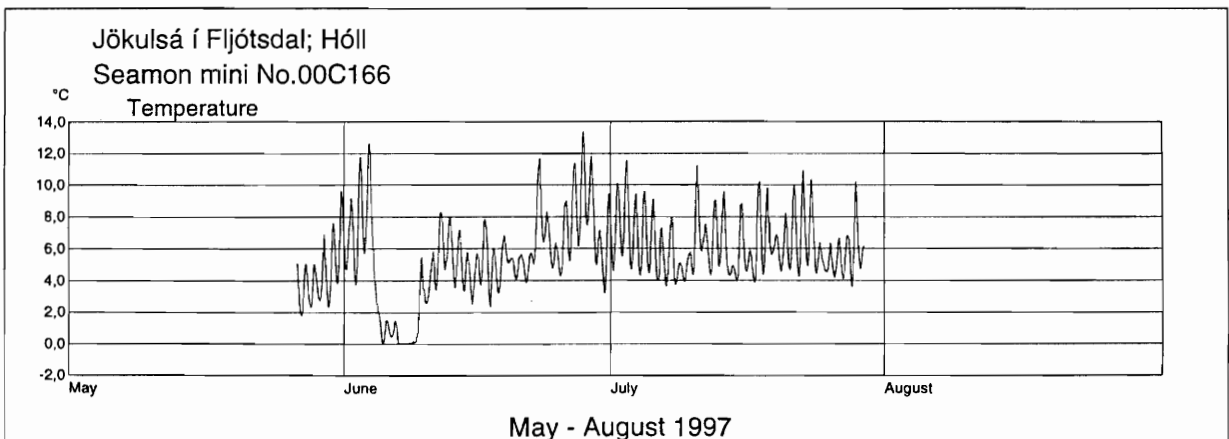
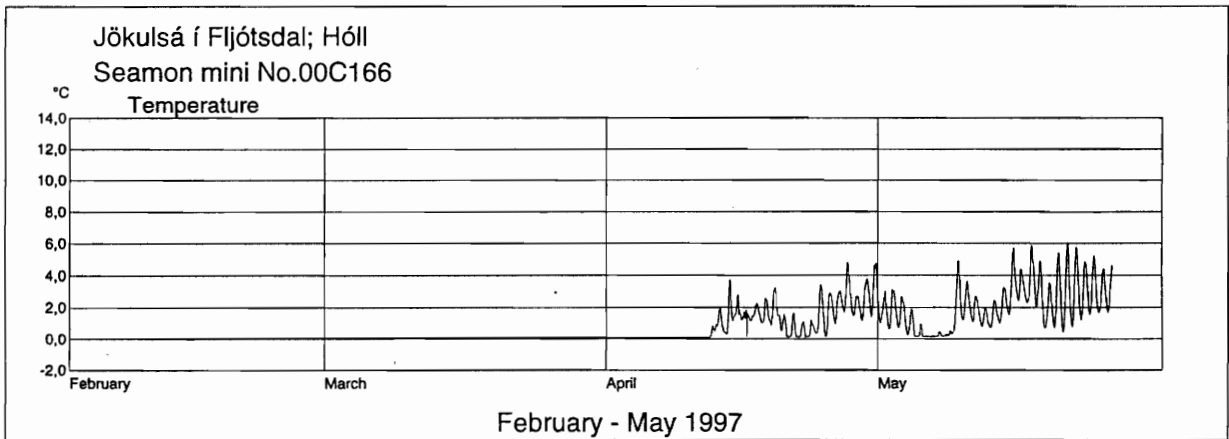
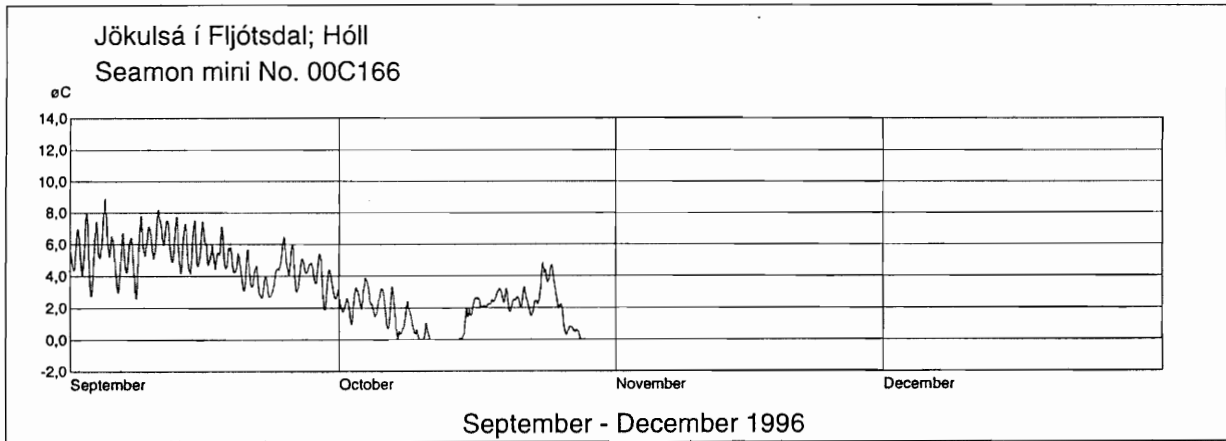
Hiti í Lagarfljóti
út af Hafursá
1995

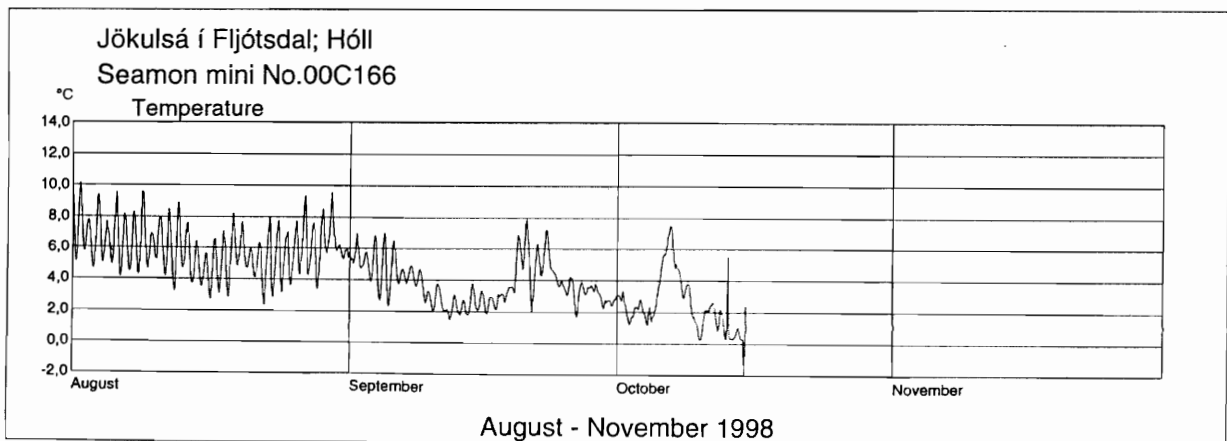
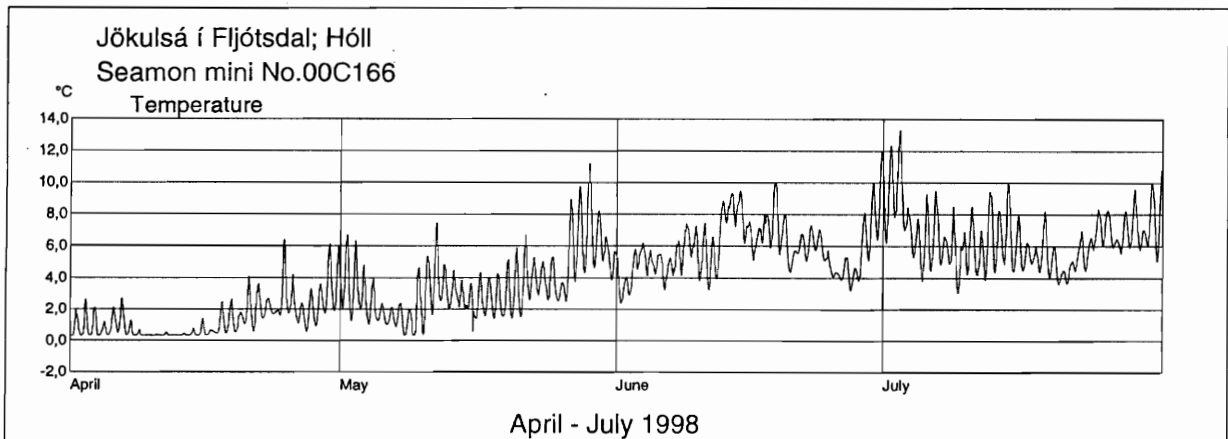
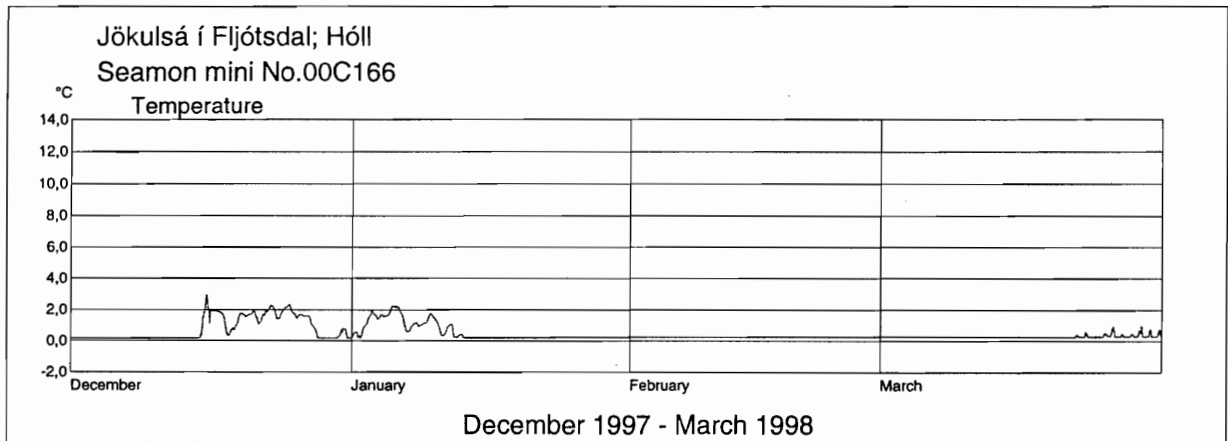
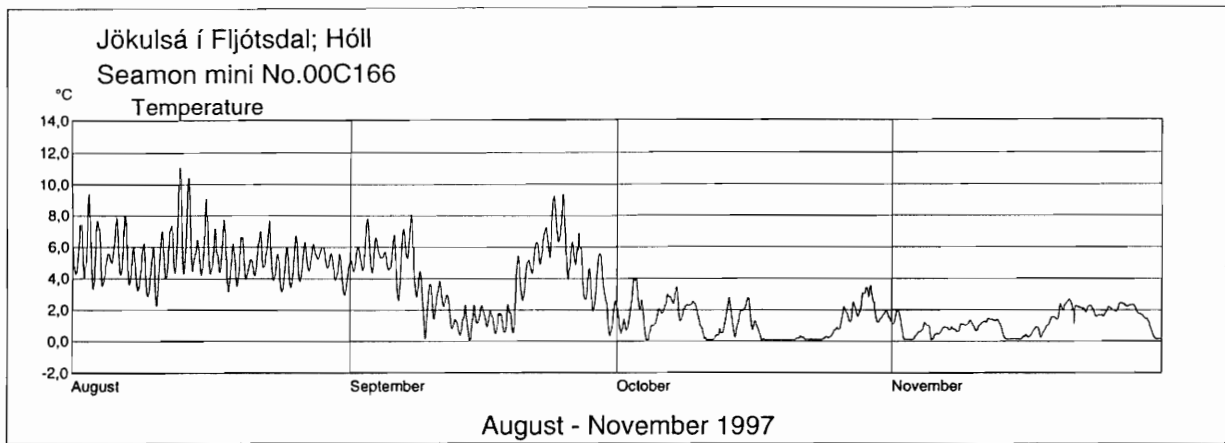


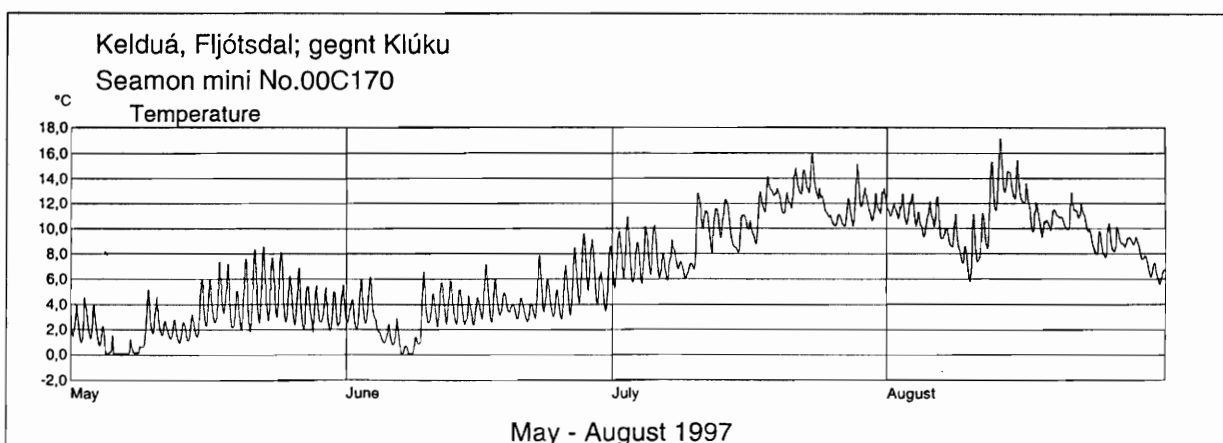
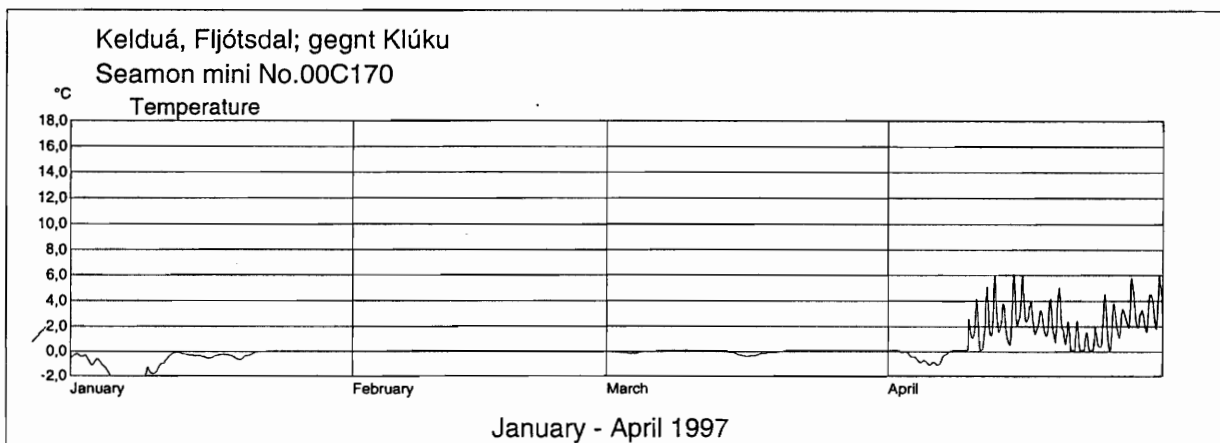
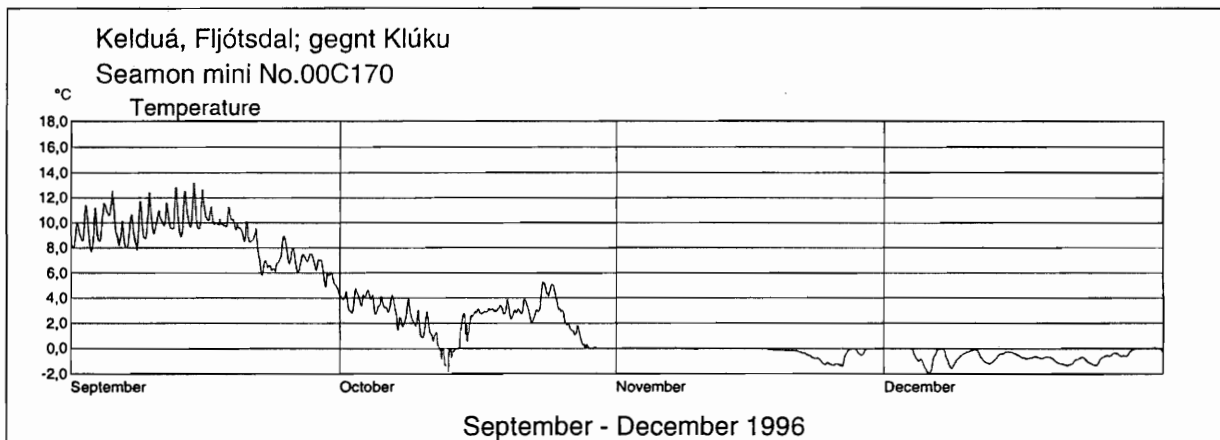
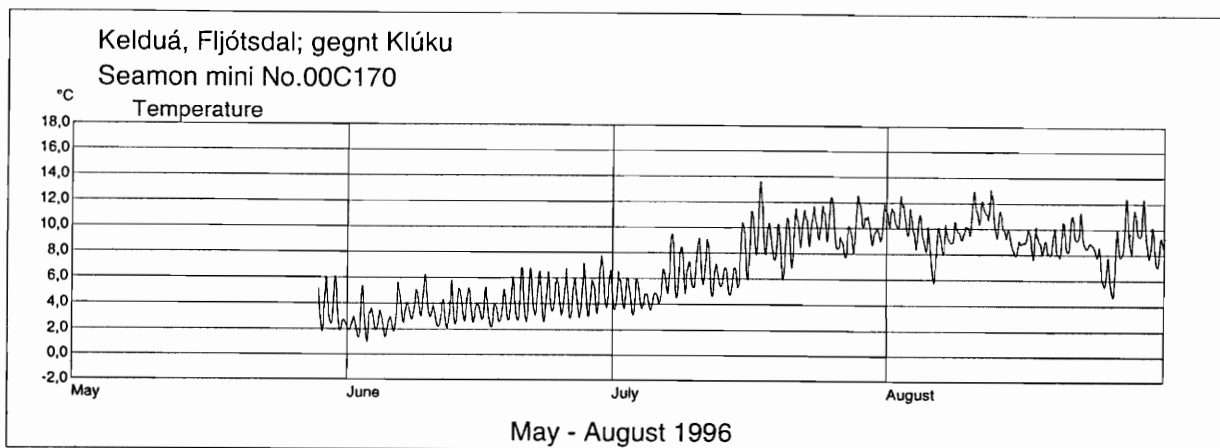
VÍÐAUKI II

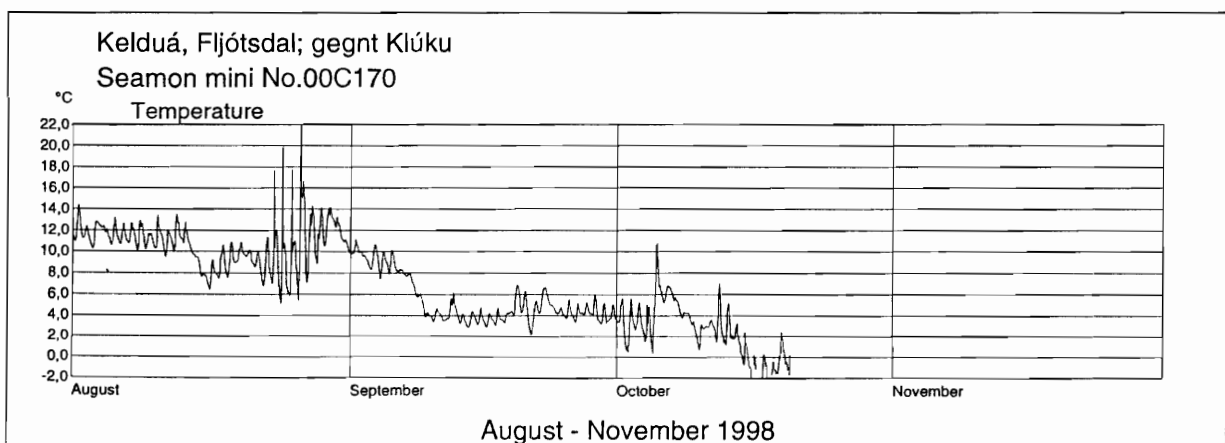
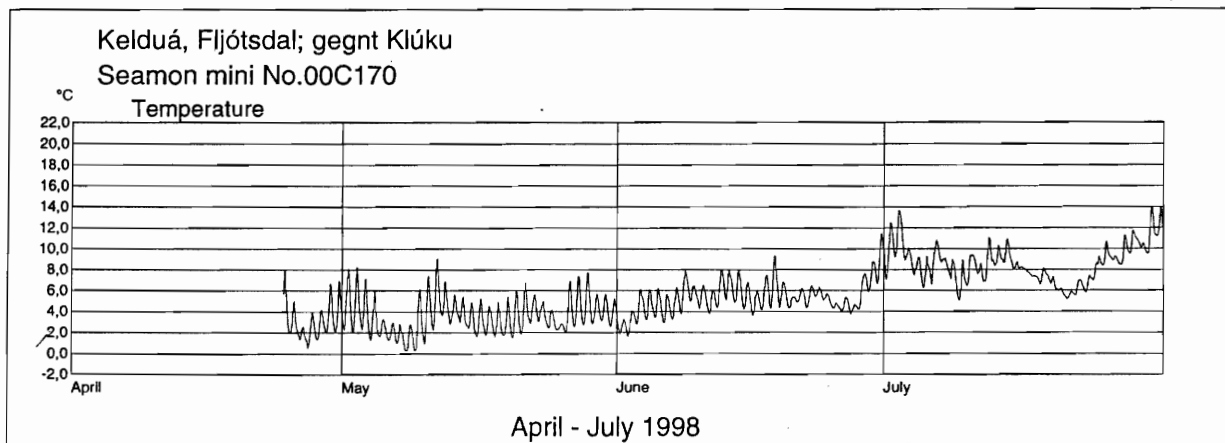
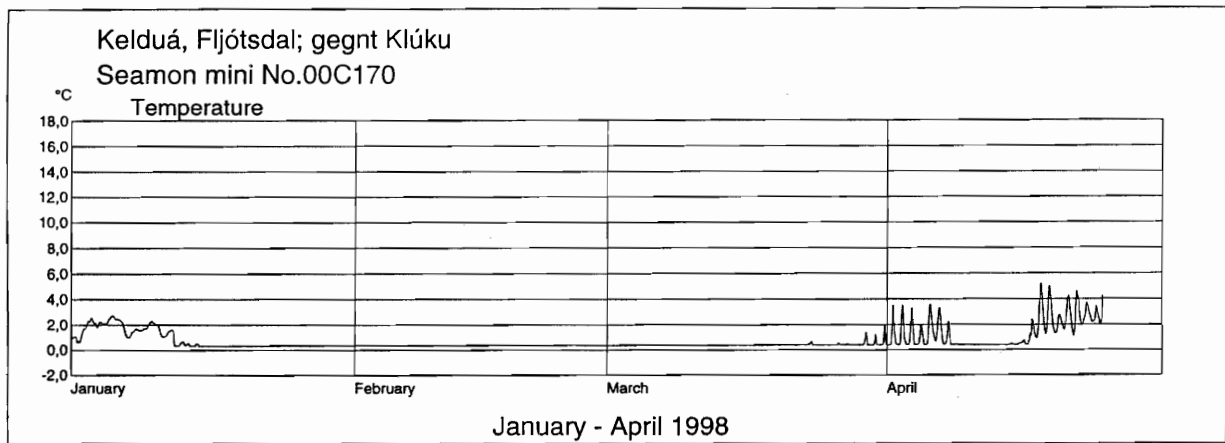
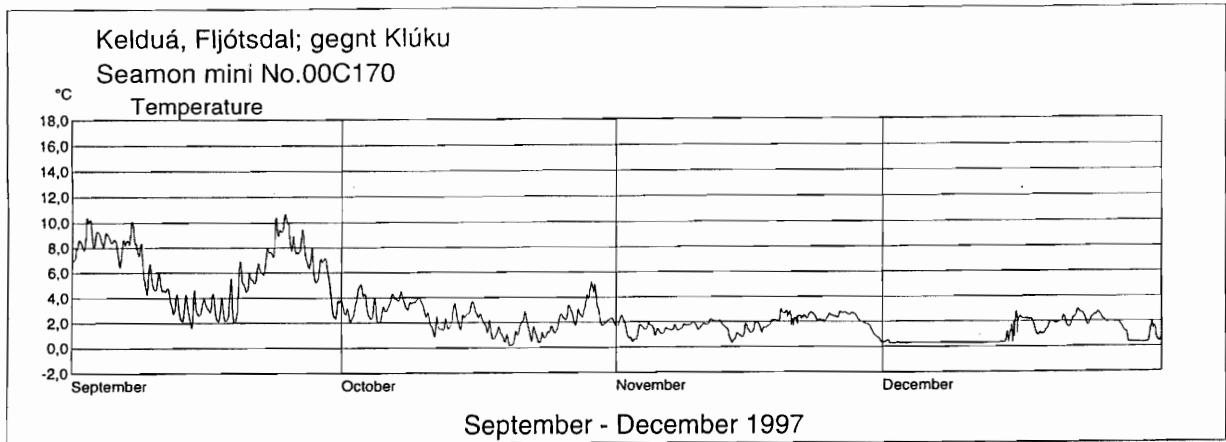
Mælingar úr hitaskynjurum











VIÐAUKI III

Hitamælingar Kristins A. Guðjónssonar út af bænum Strönd árið 1995

<i>Strönd</i>		
<i>Dags</i>	<i>27/7 '95</i>	<i>28/7 '95</i>
<i>Dýpi</i> <i>[m]</i>	<i>Hiti</i> <i>[°C]</i>	<i>Hiti</i> <i>[°C]</i>
0	10.61	7.92
2	7.49	7.54
4	7.24	7.35
6	7.09	7.24
8	6.55	6.91
10	6.36	6.80
12	6.36	6.69
14	6.29	6.65
16	6.22	6.76
18	6.18	6.80
20	6.11	6.55
22	6.11	6.36
24	6.07	6.29
26	6.07	6.25
28	6.04	6.11
30	5.93	6.11
32	5.82	6.00
34	5.78	6.00
36	5.71	6.04
38	5.67	5.89
40	5.67	5.89
42	5.64	5.93
44	5.56	5.96
46	5.49	6.00
48	5.45	5.89
50	5.45	5.93
52	5.45	5.93
54	5.42	5.93
56	5.38	5.78
58	5.38	5.82
60	5.35	5.93
62	5.35	5.96
64	5.35	6.11
66	5.35	5.85
67		5.93

