



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

**REYKJANES**

**Vinnslueftirlit júlí 1993 - júlí 1994**

Verkfræðistofan Vatnaskil hf

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

OS-94035/JHD-20 B

Ágúst 1994



**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 630 222

## **REYKJANES**

**Vinnslueftirlit júlí 1993 - júlí 1994**

Verkfræðistofan Vatnaskil hf

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

OS-94035/JHD-20 B

Ágúst 1994

**EFNISYFIRLIT**

1.	INNGANGUR .....	3
2.	VINNSLA ÚR JARÐHITASVÆÐINU .....	3
3.	ÞRÝSTIMÆLINGAR .....	6
4.	HEIMILDASKRÁ .....	8
	MYNDIR .....	9
	VIÐAUKI: Frumgögn .....	13

**TÖFLUSKRÁ**

1.	Holutoppsprýstingur og blendustuðlar .....	5
2.	Vinnsla úr jarðhitasvæðinu .....	6
3.	Þrýstimælingar í holu 8 .....	6
4.	Þrýstimælingar í holu 9 .....	7

**MYNDASKÁR**

1.	Vinnsla úr jarðhitasvæðinu í kg/s .....	10
2.	Holutoppsprýstingur í bary .....	11
3.	Heildarvinnsla .....	12

## 1. INNGANGUR

Þessi skýrsla er sú þriðja í röðinni sem Verkfræðistofan Vatnaskil vinnur fyrir Orkustofnun vegna eftirlits með vinnslu úr jarðhita-svæðinu á Reykjanesi. Efni skýrslunnar er úrvinnsla gagna um holutoppsprýsting og vinnslu úr jarðhitasvæðinu á Reykjanesi. Gögn voru mjög mismunandi aðgengileg. Hitaveita Suðurnesja tók við rekstri svæðisins í ágúst 1988 en fyrst í byrjun árs 1991 hefst regluleg skráning gagna af starfsmönnum Hitaveitunnar á sama formi og gert hefur verið frá upphafi vinnslu í Svartsengi. Önnur gögn eru fengin úr safni Orkustofnunar auk þess sem dagbókarfærslur Sigurðar Hallssonar, efnaverkfræðings og Gunnars Hessler, vélstjóra höfðu að geyma mikilvægar upplýsingar, sérstaklega um vinnslusögu holu 8.

Forritið sem notað hefur verið til gagnaskáningar í Svartsengi var aðlagð gögnum frá Reykjanesi og munu starfsmenn hitaveitunnar héðan í frá skrá gögn beint með forritinu. Með forritinu eru öll gögn færð í frumskrá, þar sem þau eru tiltæk til frekari úrvinnslu með forritinu. Allar niðurstöður er síðan hægt að skoða sem myndir á tölvuskjá eða prenta þær út. Í skýrslu þessari eru dregnar saman helstu niðurstöður tímabilsins 1. júlí 1993 til 1. júlí 1994.

## 2. VINNSLA ÚR JARÐHITASVÆÐINU

Rannsókn á Reykjanesi hófust árið 1956 með borun fyrstu holunnar á svæðinu. Holan var 162 m djúp og var mesti hiti í henni 185°C. Holan blés 3-4 kg/s í um það bil tíu ár. Á árunum 1968 til 1969 voru sjö holur boraðar til viðbótar. Fjórar holanna, holur 2,3,4 og 8, voru djúpar með háum hita en holur 5,6 og 7 voru grunnar og kaldar holur. Borun holnanna gekk erfiðlega, þannig var aldrei lokið við holu 2, hola þrjú hrundi þegar henni var hleypt upp og sama gerðist með holu 4. Hola 8 var því boruð og sett í hana raufuð fódoring og reyndist hún vera mjög öflug hola frá upphafi.

Borun holu 8 lauk 22. nóv. 1969 og var hún sett í gos í október 1970. Í upphafi mældust heildarafköst holunnar 85 kg/sek, en á árunum 1973-74 mældust afköst 57 kg/sek. Síðasta afkastamæling áður en lokað var fyrir holuna í október 1974, sýndi 57,6 kg/sek við 5,8 bar abs. mótprýsting á holutoppi. Mælt var með 8" stút.

Borholan stóð svo lokuð frá 1974 fram á haust 1977 þegar undir-búningsfélagið að saltvinnslu lét koma holunni í blástur. Afkastamæling sýndi þá 43 kg/sek við 4 bar abs. mótprýsting mælt á 8" stúti. Fékkst staðfesting á því, að holan væri nothæf í tilraunarekstur.

Hinsvegar báru nánari athuganir á holunni það með sér að fyrirstaða væri í holunni. Við víddarmælingar kom í ljós, að þrengingar voru á 257 m og 1370 m dýpi. Þótti nauðsynlegt að hreinsa holuna áður en tilraunarekstur hæfist, og fór sú hreinsun fram í nóvember 1978. Holan var sett í blástur í janúar 1979 og var í blæstri til júní 1987 þegar henni var lokað.

Nánari heimildir um rannsókn jarðhitasvæðisins er að finna í heildarskýrslunni frá Orkustofnun (1971), í grein eftir Jón Steinar Guðmundsson (1981), og í skýrslu um styrk efna í jarðsjó frá Orkustofnun (1981).

Hola 9 var boruð vorið 1983 fyrir Sjóefnavinnsluna hf. Holan var látin blása haustið 1983 og eru það nær einu beinu mælingarnar sem til eru um heildarstreymi úr holunni. Holutoppsprýstingur var skráður af og til þar til Hitaveita Suðurnesja hóf reglubundið eftirlit í byrjun árs 1991. Afkastamælingum í holu 9 er lýst í skýrslum Orkustofnunar (1984, 1985, 1987). Massastreymi holu 9 er reiknað fyrir krítískt streymi í blendu samkvæmt jöfnunni:

$$Q=160,743 P_o^{1,08961} d^2$$

þar sem Q er rennsli í kg/s,  $P_o$  er holutoppsprýstingur í bar abs og d er þvermál blendu í metrum. Vermi vökvans er áætlað fasti, 1317 kJ/kg og breytist ofangreind jafna með tilliti til þess.

Hinn 6. júní 1993 var skipt um blendu í holu 9 og hún stækkuð í 150 mm. Við það lækkaði holutoppsprýstingur í um 21 bar abs og mældur var mótþrýstingur rúmlega 15 bör abs. Við það var ekki lengur krítískur þrýstingur yfir blenduna og er streymi nú í blendunni háð bakþrýstingi. Á tímabilinu var nokkrum sinnum skipt um blendu og var þrýstingur ekki alltaf krítískur yfir blenduna. Í töflu 1 er gefin dagsetning þegar skipt var um blendu ásamt blendustærð, bakþrýstingi og rennslisstuðlum sem notast við útreikning á massastreymi í gegnum blendu samkvæmt eftirfarandi jöfnu.

$$Q=C \cdot P_o^x$$

Þessi jafna er eingöngu gild fyrir þau skilyrði sem talin eru hér að ofan og miðað við að vermi vökvans sé 1317 kJ/kg.

**Tafla 1 Holutoppsþrýstingur og blendustuðlar**

Dags.	Þvermál blendu mm	Holutopps- þrýstingur bar abs	Bakþrýstingur bar abs	C	x
930611	150	21	15,5	0,3528	1,81565
930809	150	20	14,5	0,6924	1,61772
931001	100	29	11,0	2,2714	1,04992
931008	109	26	10,8	1,5175	1,02194
931012	120	22	11,0	3,2696	1,05125
931210	120	27	11,5	1,7755	1,21074
940318	125	25	12,0	3,5671	1,05002
940503	53,5	40	11,5	0,4273	1,15106

Massastreymi úr holu 8 er áætlað út frá afkastamælingu frá janúar 1980, með því að lesa af massastreymið út frá þekktum holutoppsþrýstingi

Vinnsla úr holu 9 er sýnd á mynd 1. Holutoppsþrýstingur er sýndur fyrir sama tímabil á mynd 2. Heildarvinnsla er sýnd á mynd 3 og í töflu 1. Frumgögn eru birt í viðauka. Sömu upplýsingar er að finna á PC-tölvudisklingi sem er í vasa innan á bakkápu. Í skránni, LESTU.MIG er frekari lýsingu að finna.

Hitaveita Suðurnesja ákvað í nóvember 1993 að láta gera upp holutoppinn á holu 8, svo að nota mætti hana sem varaholu fyrir Saltverksmiðjuna og jafnframt var ákveðið að hreinsa útfellingar í holu 9, en um sumarið hafði holutoppsþrýstingur farið lækkanði í henni og þótti það benda til að útfellingar væru að myndast í holunni, samanber greinagerð Orkustofnunar (1994). Við aðgerðina stíflaðist hola 8 og var talin óhæf til vinnslu og ef til vill hættuleg og var vinnslufóðring hennar því fyllt af steypu. Hreinsun holu 9 tókst hins vegar vel og hefur hola þá bætt afköst sín verulega við hreinsunina. Þetta sést af myndum 1 og 2 þar sem afköst aukast um 25 kg/s og holutoppsþrýstingur fer úr 21 bar í 25 bör við sömu blendustærð.

**Tafla 2 Vinnsla úr jarðhitasvæðinu**

Tímabil	Vinnsla millj. tonn	Meðalvinnsla kg/s
1970-1992.12.31	35.50	48
1993	37,87	75,2
1994*	39,07	76,7

\* Til 1. júlí 1994

### 3. ÞRÝSTIMÆLINGAR

Engar vatnsborðsmælingar er að finna í holum á Reykjanesi en holur 8 og 9 hafa verið þrýstimældar nokkrum sinnum og eru niðurstöður Amerada þrýstimælinga sýndar í töflum 2 og 3 (Oracle gagnagrunnur Orkustofnunar). Ekki er að sjá, að um neina þrýstilækkun hafi verið að ræða þrátt fyrir að tekin hafi verið tæplega 40 milljón tonn úr svæðinu.

**Tafla 3 Þrýstimælingar í holu 8**

Mældidagur ----- Dýpi (m)	2/4 '70 (bör-y)	1/7 '77 (bör-y)	26/7 '77 (bör-y)	29/4 '92 (bör-y)
100		5.0		23.1
200				30.0
300		23.5		35.7
400				40.2
500		41.5		44.2
600		50.2		48.6
700		59.3		54.3
726				59.5
800		68.1	68.4	61.2
900		77.0	77.5	65.4
1000	80.9	86.5	86.3	72.6
1100		95.3	95.3	80.3
1134				87.9
1200		103.9	104.0	90.
1300		112.3	112.5	
1365		117.9		
1367			118.2	
1400	116.3			
1700	143.5			

Tafla 4 Þrýstimælingar í holu 9

Mælidagur ----- Dýpi (m)	31/5 '83 (bör-y)	10/9 '83 (bör-y)	8/3 '92 (bör-y)
		51.0	20.7
100	6.4	51.6	
200	15.4	51.6	24.3
300	24.2	50.7	
400	32.5	50.6	36.5
500	40.8	52.8	43.6
600	49.1	55.6	50.1
700	56.9	61.6	58.3
800	64.8	68.2	66.3
900	72.9	75.1	73.8
1000	80.7	82.7	81.3
1100	88.8	90.1	89.0
1200	96.7	97.4	96.7
1300	104.8	104.9	104.3
1400	113.2	113.0	
1404	113.3		
1405			112.4



#### 4. HEIMILDASKRÁ

Jón Steinar Guðmundsson, Trausti Hauksson og Jens Tómasson (1981): **The Reykjanes Geothermal Field in Iceland: Subsurface exploration and well discharge characteristics. Proceedings seventh Workshop Geothermal Reservoir Engineering, Stanford University.:** 61-69.

Jón Örn Bjarnason (1984): **REYKJANES. Efnasamsetning jarðsjávar og gufu úr holu RnG-9.** Orkustofnun, maí 1984. OS-84049/JHD-3 B.

Jón Örn Bjarnason (1987): **REYKJANES. Niðurstöður efnagreininga nokkurra sýna.** Orkustofnun, júní 1987. OS-87026/JHD-17 B.

Orkustofnun (1971): **REYKJANES, Heildarskýrsla um rannsókn jarðhitasvæðisins.** Febrúar 1971.

Orkustofnun (1994): **Hreinsun holu RNG-9 á Reykjanesi haustið 1993. Greinargerð BS/GrB -94/01.**

Trausti Hauksson (1981): **REYKJANES. Styrkur efna í jarðsjó.** Orkustofnun, ágúst 1981, OS81015/JHD10.

Trausti Hauksson, Hjörleifur Jakobsson, Sæpór L. Jónsson og Sverrir Þórhallsson (1985): **Tölvuforrit til skráningar og úrvinnslu afkastamælinga.** Orkustofnun, september 1985. OS-85080/JHD-39 B.

**MYNDIR**

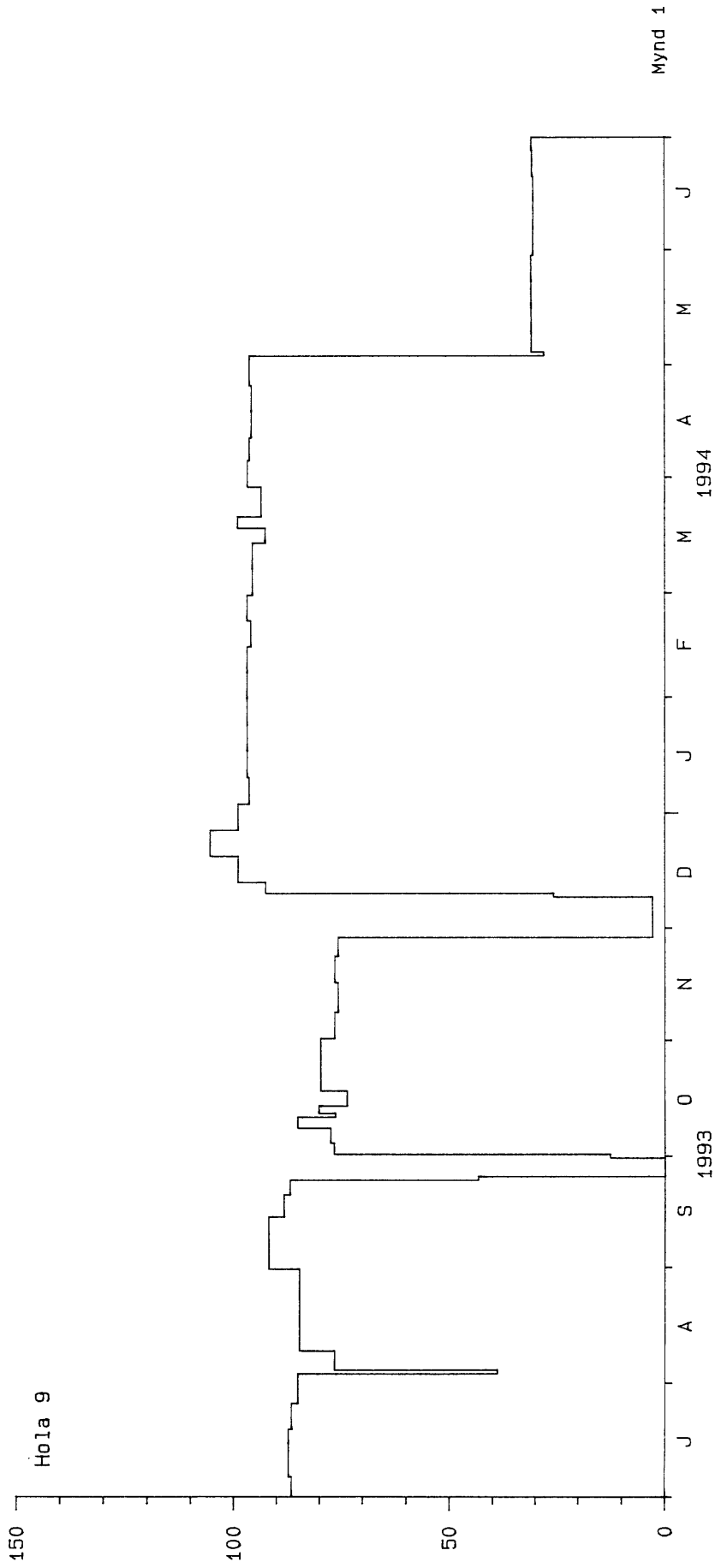


VERKFRÆÐISTOFAN 93.01  
VATNASKIL 94-07-29 SLH

# HITAVEITA SUÐURNESJA

REYKJANES

Vinnsla úr jarðhitasvæðinu í kg/s



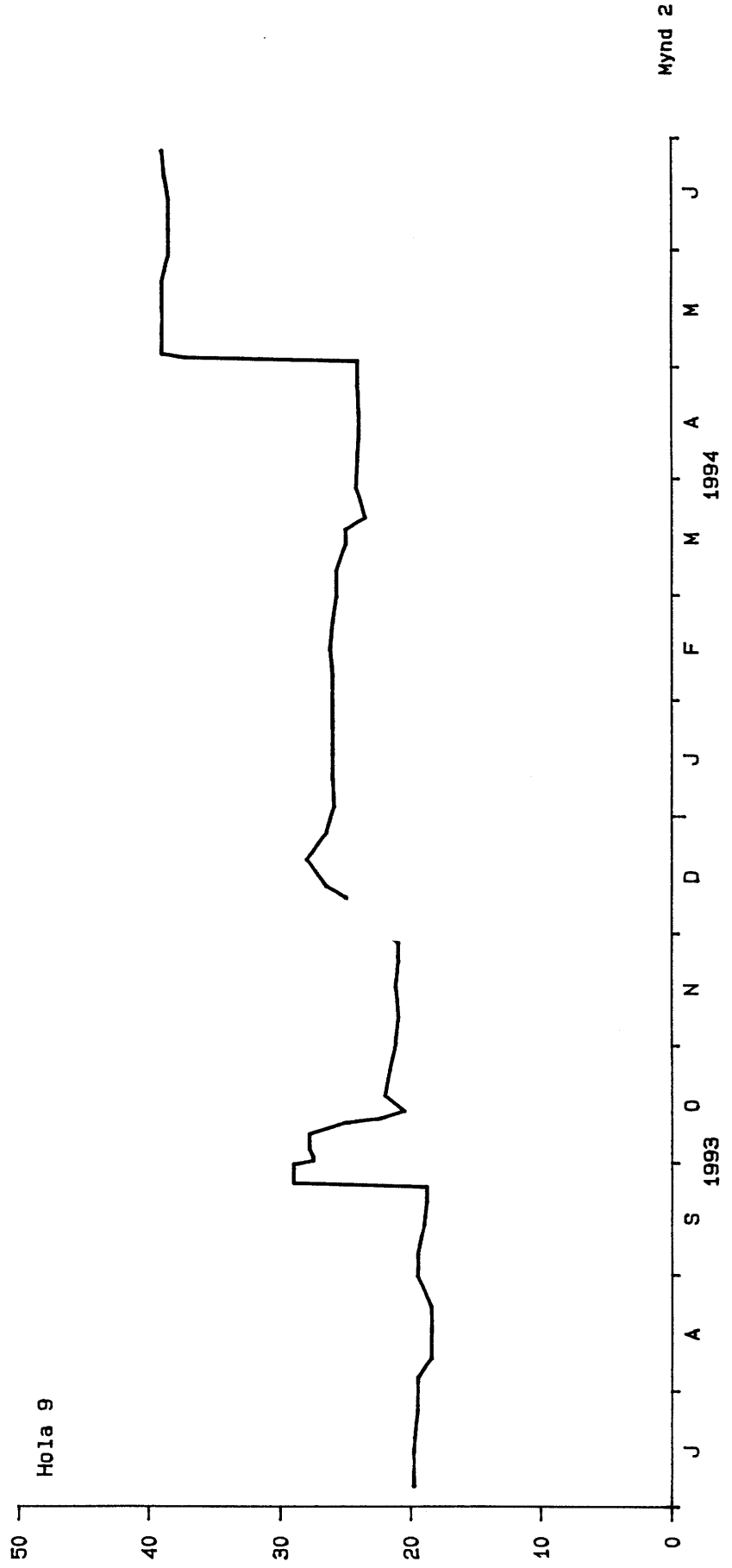


VERKFRÆÐISTOFAN 93.01  
VATNASKIL 94-07-29 SLH

# HITAVEITA SUÐURNESJA

## REYKJANES

### Holutoppssbrýstingur í bary

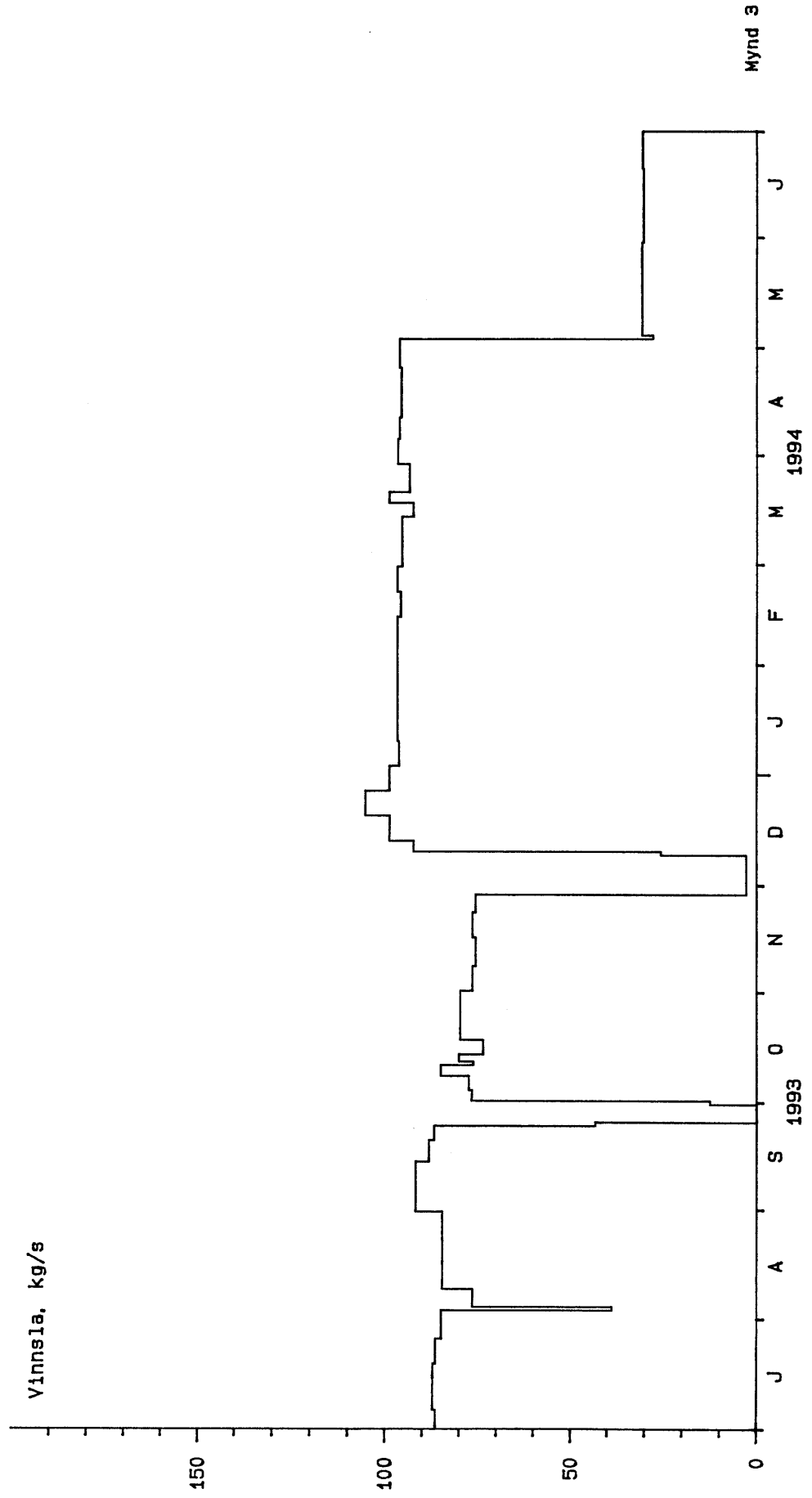




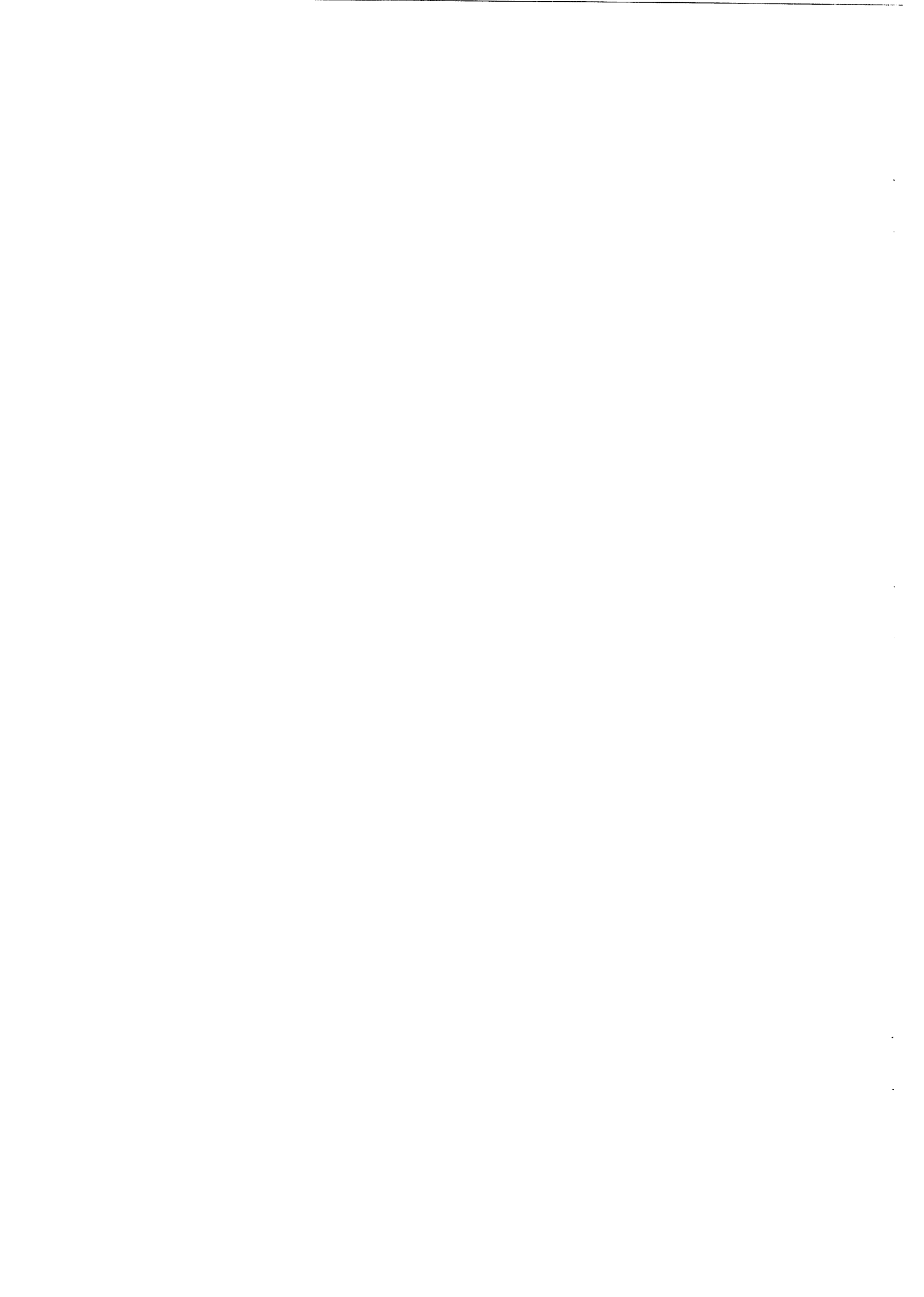
VERKFRÆÐISTOFAN 93.01  
VATNASKIL 94-07-29 SLH

HITAVEITA SUGURNESJA

REYKJANES  
Heildarvinnsla







**VIÐAUKI: Frumgögn**

94-07-05  
2

HITAVEITA SUDURRÆSJA, VINNSLÆFTIRLIT  
Vinnslugögn fyrir hölu RH-09

Dags.	Blenda stærð mm	Prýstingur		Holan		Blenda		Opnunartími		Athugasemdir
		P-min bar	P-max bar	lokunart.	lokunart.	klist	klist	klist	klist	
94-04-18	125.0	24.00	24.00							
94-04-25	125.0	24.10	24.10							
94-05-02	125.0	24.10	24.10							
94-05-03	53.5	37.20	37.20							Blenduskipti.
94-05-04	53.5	39.00	39.00							
94-05-09	53.5	39.00	39.00							
94-05-16	53.5	39.00	39.00							
94-05-23	53.5	39.00	39.00							
94-05-30	53.5	38.50	38.50							
94-06-06	53.5	38.50	38.50							
94-06-14	53.5	38.50	38.50							
94-06-20	53.5	38.80	38.80							
94-06-27	53.5	39.00	39.00							

94-07-05  
1

HITAVEITA SUDURRÆSJA, VINNSLÆFTIRLIT  
Vinnslugögn fyrir hölu RH-09

Dags.	Blenda stærð mm	Prýstingur		Holan		Blenda		Opnunartími		Athugasemdir
		P-min bar	P-max bar	lokunart.	lokunart.	klist	klist	klist	klist	
93-07-06	150.0	19.80	19.80							
93-07-15	150.0	19.80	19.80							
93-07-19	150.0	19.70	19.70							
93-07-26	150.0	19.50	19.50							
93-08-03	150.0	19.50	19.50			13				Lagfæringar.
93-08-04	150.0	19.50	19.50			12				
93-08-09	150.0	18.50	18.50							
93-08-16	150.0	18.50	18.50							
93-08-23	150.0	18.50	18.50							
93-08-31	150.0	19.50	19.50							
93-09-06	150.0	19.50	19.50							
93-09-14	150.0	19.00	19.00							
93-09-20	150.0	18.80	18.80							
93-09-24	150.0	18.80	18.80			12				holunni lokað.
93-09-25	150.0	29.00	29.00			120				Lokað.
93-09-30	100.0	29.00	29.00			20				
93-10-01	100.0	27.50	27.50							Ný blenda.
93-10-02	100.0	27.50	27.50							
93-10-04	100.0	27.80	27.80							
93-10-08	109.0	27.80	27.80							
93-10-11	109.0	25.00	25.00			1				Skipt um blendu.
93-10-12	120.0	22.50	22.50			1				Skipt um blendu.
93-10-14	120.0	20.50	20.50							
93-10-18	120.0	22.00	22.00							
93-11-01	120.0	21.20	21.20							
93-11-16	120.0	21.20	21.20							
93-11-23	120.0	21.00	21.00							
93-11-28	120.0	21.00	21.00			254				Uppborun.
93-12-09	120.0	25.00	25.00			18	0	10		Hreypt upp.
93-12-10	120.0	25.00	25.00							Sama blenda.
93-12-13	120.0	26.50	26.50							
93-12-20	120.0	28.00	28.00							Nýr mælir.
93-12-27	120.0	26.50	26.50							
94-01-03	120.0	25.90	25.90							
94-01-10	120.0	26.00	26.00							
94-01-17	120.0	26.00	26.00							
94-01-24	120.0	26.00	26.00							
94-01-31	120.0	26.00	26.00							
94-02-07	120.0	26.00	26.00							
94-02-14	120.0	26.20	26.20							
94-02-21	120.0	26.00	26.00			3				
94-02-28	120.0	25.70	25.70							
94-03-07	120.0	25.70	25.70							
94-03-14	120.0	25.00	25.00							
94-03-18	125.0	25.00	25.00			1				Blenduskipti.
94-03-21	125.0	23.50	23.50							
94-03-29	125.0	24.20	24.20							
94-04-05	125.0	24.10	24.10							
94-04-11	125.0	24.00	24.00							

94-07-05  
2

HITAVEITA SÚÐURNESJA, VINNSLUEFTIRLIT  
Vinnslugögn fyrir holu RN-09

Dags	Tími milli mælinga dagar	Meðal- þrýstingur bar	Blenda kg/s	Heðalstreymi Annað kg/s	Heildar Heildar kg/s	Heildar- vinnsla milljón tonn	Athugasemdir
94-04-18	7	24.00	95.57	.00	95.57	17.97	
94-04-25	7	24.10	96.03	.00	96.03	18.03	
94-05-02	1	24.10	96.03	.00	96.03	18.09	
94-05-03	1	37.20	27.93	.00	27.93	18.10	Blenduskriptl.
94-05-04	5	39.00	30.80	.00	30.80	18.10	
94-05-09	7	39.00	30.80	.00	30.80	18.11	
94-05-16	7	39.00	30.80	.00	30.80	18.13	
94-05-23	7	39.00	30.80	.00	30.80	18.15	
94-05-30	7	38.50	30.34	.00	30.34	18.17	
94-06-06	8	38.50	30.34	.00	30.34	18.19	
94-06-14	6	38.50	30.34	.00	30.34	18.21	
94-06-20	7	38.80	30.62	.00	30.62	18.22	
94-06-27		39.00				18.24	

94-07-05  
1

HITAVEITA SÚÐURNESJA, VINNSLUEFTIRLIT  
Vinnslugögn fyrir holu RN-09

Dags	Tími milli mælinga dagar	Meðal- þrýstingur bar	Blenda kg/s	Heðalstreymi Annað kg/s	Heildar Heildar kg/s	Heildar- vinnsla milljón tonn	Athugasemdir
93-07-06	9	19.80	87.22	.00	87.22	15.91	
93-07-15	4	19.80	87.22	.00	87.22	15.97	
93-07-19	7	19.70	86.46	.00	86.46	16.00	
93-07-26	8	19.50	84.95	.00	84.95	16.06	
93-08-03	1	19.50	38.94	.00	38.94	16.12	Lagfæringar.
93-08-04	5	19.50	76.46	.00	76.46	16.12	
93-08-09	7	18.50	84.58	.00	84.58	16.15	
93-08-16	7	18.50	84.58	.00	84.58	16.20	
93-08-23	8	18.50	84.58	.00	84.58	16.25	
93-08-31	6	19.50	91.70	.00	91.70	16.31	
93-09-06	8	19.50	91.70	.00	91.70	16.36	
93-09-14	6	19.00	88.11	.00	88.11	16.42	
93-09-20	4	18.80	86.69	.00	86.69	16.47	
93-09-24	1	18.80	43.35	.00	43.35	16.50	holunni lokað.
93-09-25	5	29.00	.00	.00	.00	16.50	Lokað.
93-09-30	1	29.00	12.58	.00	12.58	16.50	
93-10-01	1	27.50	76.52	.00	76.52	16.50	Rý blenda.
93-10-02	2	27.50	76.52	.00	76.52	16.51	
93-10-04	4	27.80	77.36	.00	77.36	16.52	
93-10-08	3	27.80	84.95	.00	84.95	16.55	Skipt um blendu.
93-10-11	1	25.00	76.18	.00	76.18	16.57	
93-10-12	2	22.50	80.06	.00	80.06	16.58	Skipt um blendu.
93-10-14	4	20.50	73.48	.00	73.48	16.59	
93-10-18	14	22.00	79.68	.00	79.68	16.62	
93-11-01	7	21.20	76.36	.00	76.36	16.71	
93-11-08	8	21.00	75.53	.00	75.53	16.76	
93-11-16	7	21.20	76.36	.00	76.36	16.81	
93-11-23	5	21.00	75.53	.00	75.53	16.86	
93-11-28	11	21.00	2.86	.00	2.86	16.89	Uppborun.
93-12-09	1	25.00	23.08	2.50	25.58	16.89	Hleypt upp.
93-12-10	3	25.00	92.33	.00	92.33	16.90	Sama blenda.
93-12-13	7	26.50	98.77	.00	98.77	16.92	
93-12-20	7	28.00	105.28	.00	105.28	16.98	
93-12-27	7	26.50	98.77	.00	98.77	17.04	Nýr mæltir.
94-01-03	7	25.90	96.19	.00	96.19	17.10	
94-01-10	7	26.00	96.62	.00	96.62	17.16	
94-01-17	7	26.00	96.62	.00	96.62	17.22	
94-01-24	7	26.00	96.62	.00	96.62	17.28	
94-01-31	7	26.00	96.62	.00	96.62	17.34	
94-02-07	7	26.00	96.62	.00	96.62	17.40	
94-02-14	7	26.20	95.74	.00	95.74	17.45	
94-02-21	7	26.00	96.62	.00	96.62	17.51	
94-02-28	7	25.70	95.33	.00	95.33	17.57	
94-03-07	7	25.70	95.33	.00	95.33	17.63	
94-03-14	4	25.00	92.33	.00	92.33	17.69	
94-03-18	3	25.00	98.79	.00	98.79	17.72	Blenduskriptl.
94-03-21	8	23.50	93.28	.00	93.28	17.74	
94-03-29	7	24.20	96.49	.00	96.49	17.81	
94-04-05	6	24.10	96.03	.00	96.03	17.87	
94-04-11	7	24.00	95.57	.00	95.57	17.92	

