



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

REYKJANES

Vinnslueftirlit júlí 1994 - júlí 1995

Verkfræðistofan Vatnaskil hf

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

OS-95041/JHD-26 B

Júlí 1995



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 630 222

REYKJANES

Vinnslueftirlit júlí 1994 - júlí 1995

Verkfræðistofan Vatnaskil hf

Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja

OS-95041/JHD-26 B Júlí 1995

EFNISYFIRLIT

1.	INNGANGUR	3
2.	VINNSLA ÚR JARÐHITASVÆÐINU	3
3.	ÞRÝSTIMÆLINGAR	5
4.	REIKNILÍKAN	6
5.	HEIMILDASKRÁ	7

MYNDIR	9
--------------	---

VIÐAUKI: Frumgögn	17
-------------------------	----

TÖFLUSKRÁ

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

MYNDASKRÁR

1.	Aflferill holu 9	10
2.	Vinnsla úr holu 9	11
3.	Holutoppsprýstingur í holu 9	12
4.	Vinnsla úr holu 9 1994 - 1995	13
5.	Holutoppsprýstingur í holu 9 1994 - 1995	14
6.	Heildarvinnsla	15

1. INNGANGUR

Þessi skýrsla er sú fjórða í röðinni sem Verkfræðistofan Vatnaskil vinnur fyrir Orkustofnun vegna eftirlits með vinnslu úr jarðhitasvæðinu á Reykjanesi. Efni skýrslunnar er úrvinnsla gagna um holutoppsþrýsting 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. Bragi Eyjólfsson vélstjóri hefur haft umsjón með skráningunni.

Forritið sem notað hefur verið til gagnaskráningar í Svartsengi var aðlagð gögnum frá Reykjanesi og hafa starfsmenn hitaveitunnar skráð 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 1994 til 1. júlí 1995.

2. VINNSLA ÚR JARÐHITASVÆÐINU

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. Þá mældist streymi úr holunni 180 kg/s við 21 bara þrýsting og 32 kg/s við 41 bara þrýsting. Þessar mælingar eru sýndar á mynd 1. Holutoppsþrýstingur 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 holutoppsþrýstingur í bar abs og d er þvermál blendu í metrum. Vermí 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 holutoppsþrýstingur í um 21 bar abs og mældur var móttþrýstingur 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:

$$Q = CP_o^x$$

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

Afkastageta holunnar frá árinu 1985 fram á mitt ár 1995 er sýnd á mynd 1, til samanburðar við upphaflegan aflferil. Afköst holunnar eru lítið háð holutoppsþrýsting en á árinu 1993 var ákveðið 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 lækkandi 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. Frá maí 1994 hefur verið 53.5 mm blenda í holunni og hola þá verið með rúmlega 40 bara holutoppsþrýsting og um 30 kg/s rennslis. Vinnsla úr holunni frá upphafi er sýnd á myndum 2 og 3. Þau gögn eru notuð við gerð afkastamælinga á mynd 1, þar sem

síðari afköst holunnar eru borin saman við afköst hennar þegar hún var ný. Á síðasta ári var rekstri saltverksmiðjunnar á Reykjanesi hætt í lok apríl, en holan var látin blása eftir það og var gufan notuð til rafmagnsframleiðslu ásamt því sem nokkur orka var seld til smávæglegrar atvinnustarfssemi á staðnum. Vinnsla úr holunni er sýnd á mynd 4 fyrir tímabilið 1. júlí 1994 til 1. júlí 1995. Holutoppssprýstingur er sýndur fyrir sama tímabil á mynd 5. Heildarvinnsla er sýnd á mynd 6 og í töflu 2. Frumgögn eru birt í viðauka. Sömu upplýsingar er að finna á PC-tölvudisklingi sem er í vasa innar á bakkápu. Í skránni, LESTU.MIG er frekari lýsingu að finna.

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	39,50	51,7
1995*	40,00	31,7

* Til 1. júlí 1995

3 og 4. Ekki er um mikla þrýstilækkun að ræða þrátt fyrir að tekin hafi verið 40 milljón tonn úr svæðinu.

Tafla 3 Þrýstimælingar í holu 8

Mæli- dagur	2/4 '70 (bör-y)	1/7 '77 (bör-y)	26/7 '77 (bör-y)	29/4 '92 (bör-y)
Dýpi				
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

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

3. ÞRÝSTIMÆLINGAR

Engar þrýstimælingar voru gerðar tímabilið 1994 - 1995, þar sem þrýstimælir komst ekki í holuna vegna slitins leiðara. Mælingar frá fyrri árum eru sýndar í töflum

4. REIKNILÍKAN

Eins og fram kemur í skýrslunni benda þrýstimælingar til að þrýstilækkun á Reykjanesi sé lítil þrátt fyrir mikla vinnslu úr svæðinu og vinnslu í Svartsengi í tæp tuttugu ár. Jarðhitalíkan sem notað hefur verið fyrir Svartsengissvæðið gaf hinsvegar til kynna mun meiri þrýstilækkun. Því var ákveðið að endurskoða það líkan. Það hefur nú verið gert og er niðurstöðum lýst í vinnsluefirlitsskýrslu fyrir Svartsengi tímabilið 1. júlí 1994 - 1. júlí 1995.

Til að skýra mikla þrýstilækkun í Svartsengi en litla lækkun á Reykjanesi er nauðsynlegt að gera ráð fyrir að þéttar jarðmyndanir séu á milli Reykjanness og Eldvarpa auk þess að Reykjannessvæðið sé í beinu þrýstisambandi við sjóinn fyrir utan á Reykjanes hrygg. Samkvæmt reiknilíkaninu má búast við að þrýstilækkun sem svarar til 0,6 metra fyrir hvert kg/s sem tekið er úr svæðinu, auk þess sem aukin vinnsla eykur hættu á streymi kalds jarðsjávar að utan. Áður en sú hættu er metin reiknislega er nauðsynlegt að afla frekari gagna og er þá brýnast að mæla þrýsting að nýju í Eldvörpum og á Reykjanesi.

5. 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-13 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, Sæþór L. Jónsson og Sverrir Þórhallsson (1985): **Tölvuforrit til skráningar og úrvinnslu afkastamælinga.** Orkustofnun, september 1985. OS-85080/JHD-39 B.

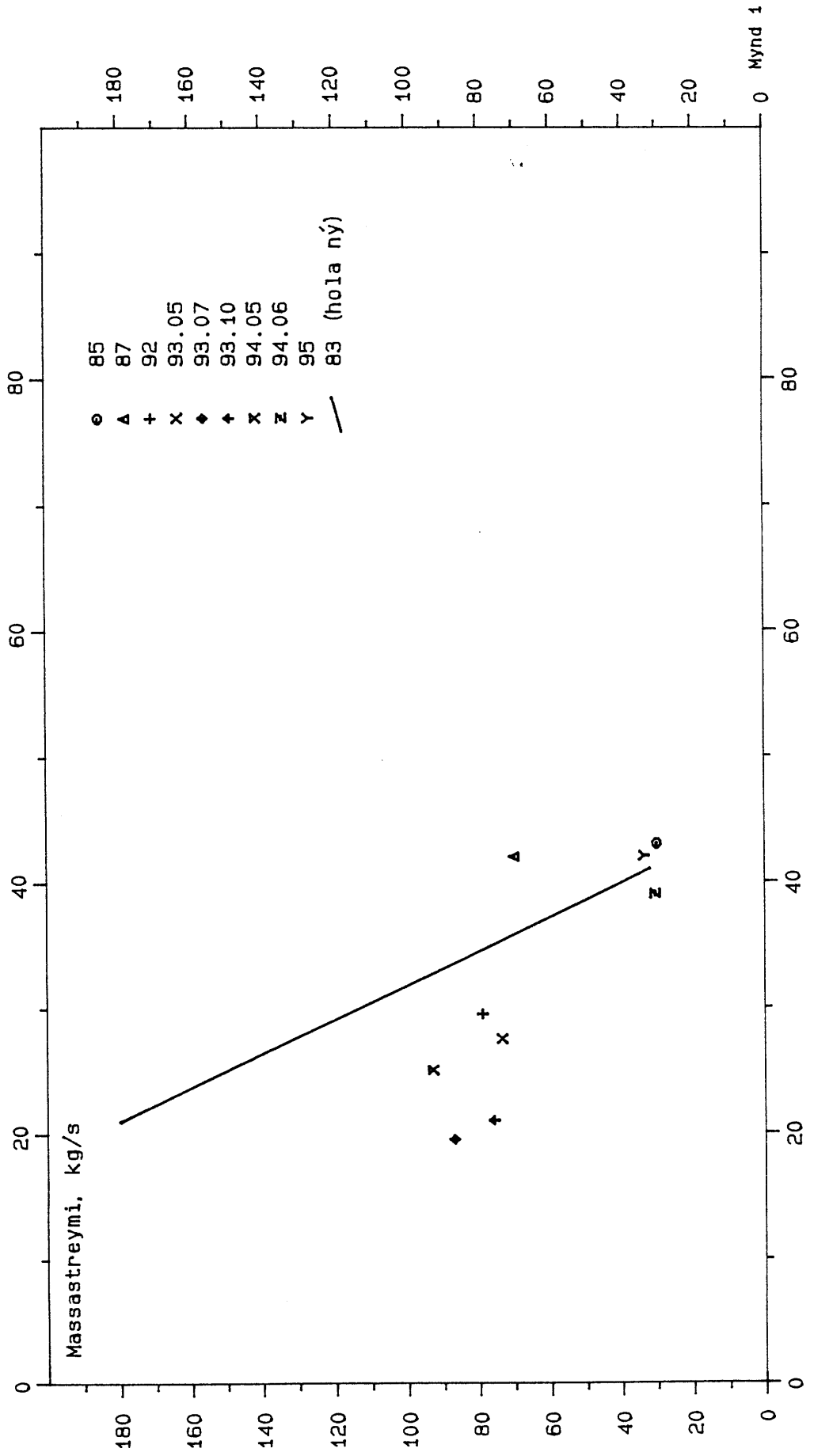
MYNDIR

VERKFRÆÐISTOFAN 95.08
VATNASKIL 95-08-16 SPK

HITAVEITA SUÐURNESJA

REYKJANES

Aflferill holu 9



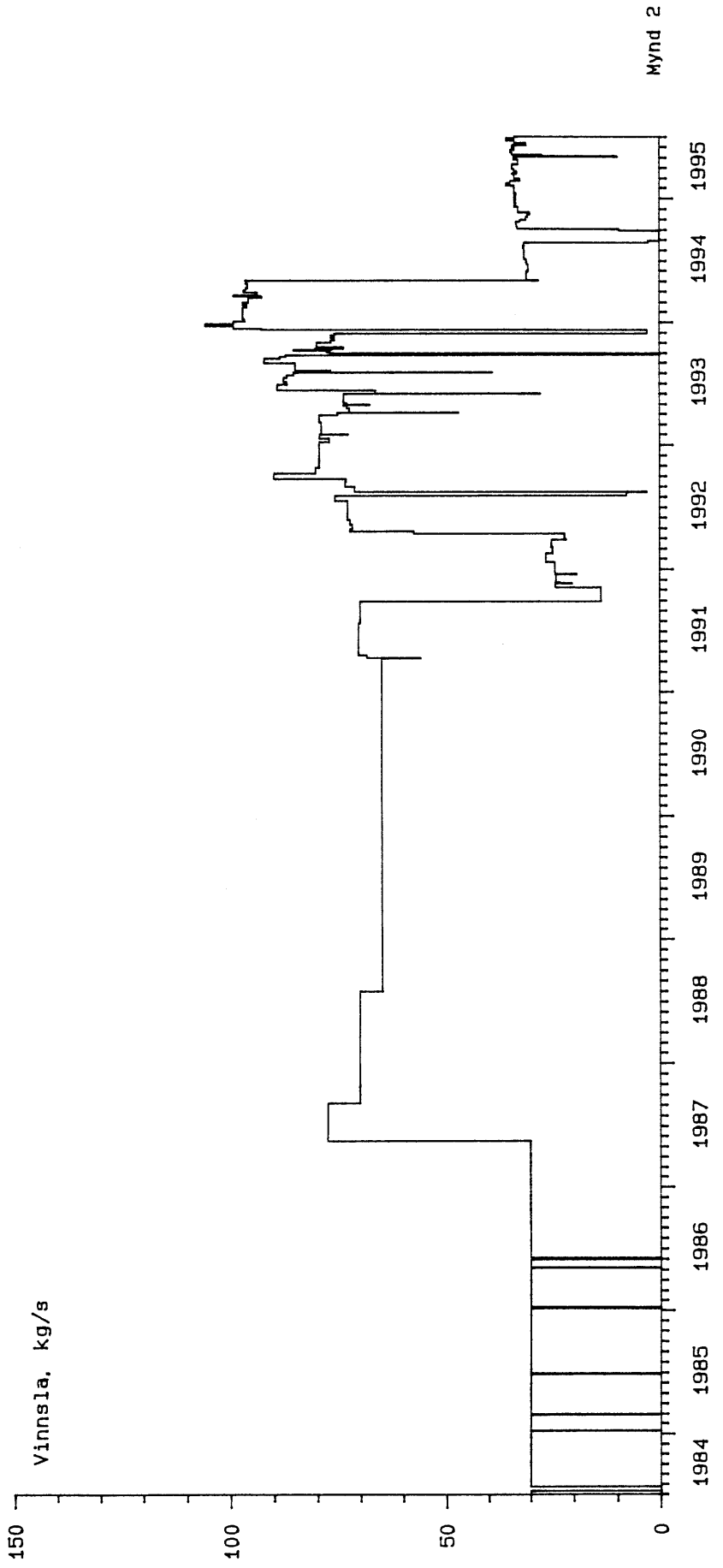
Holutoppsbrýstingur, bary

VERKFRÆÐISTOFAN 93.01
VATNASKIL 95-08-16 SPK

HITAVEITA SUÐURNESJA

REYKJANES

Vinnsla úr holu 9



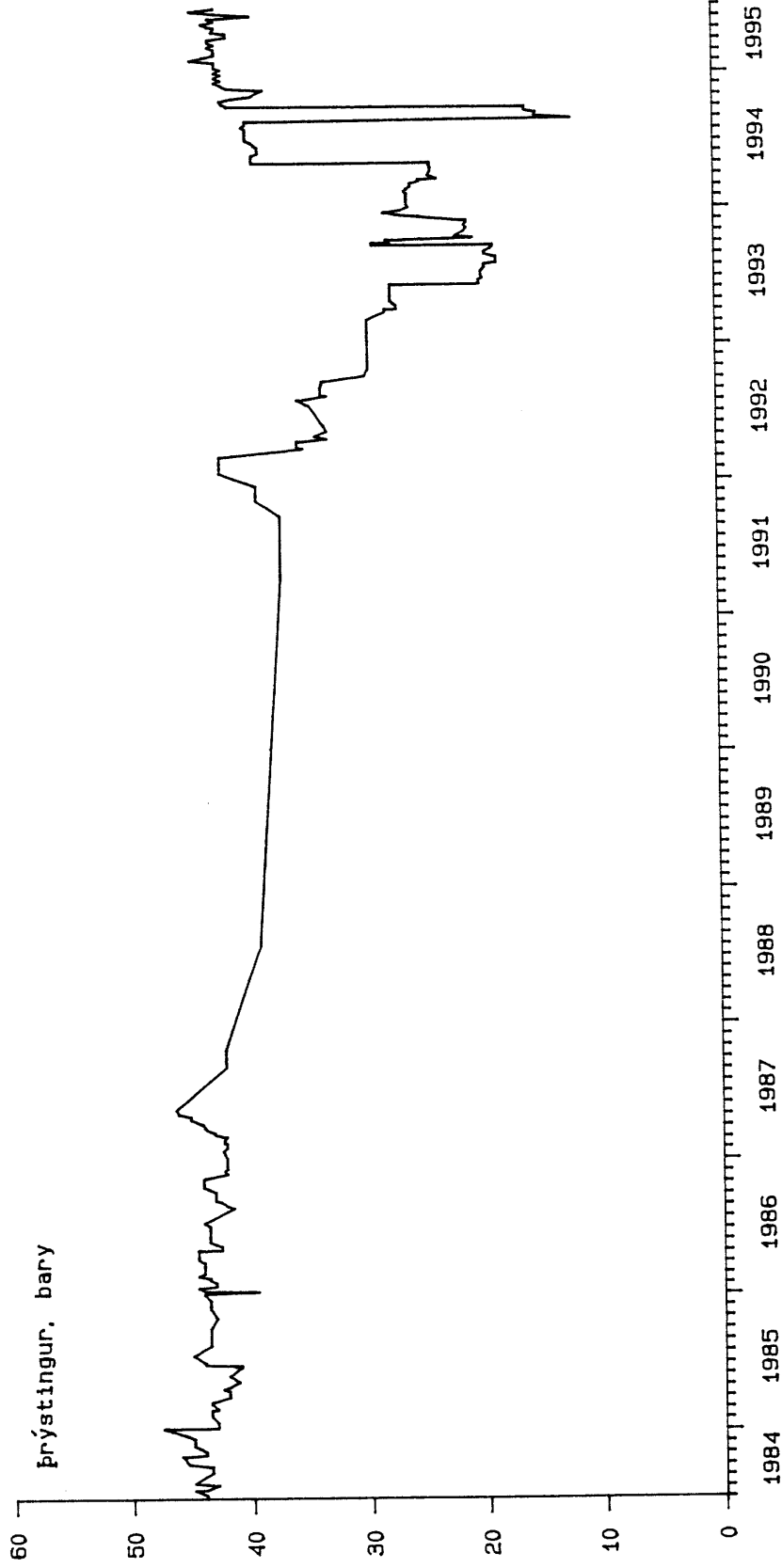
Mynd 2

VERKFRÆÐISTOFAN 99.01
VATNASKIL 95-08-16 SPK

HITAVEITA SUDURNESJA

REYKJANES

Hólutoppsbrýstingur í hól 9

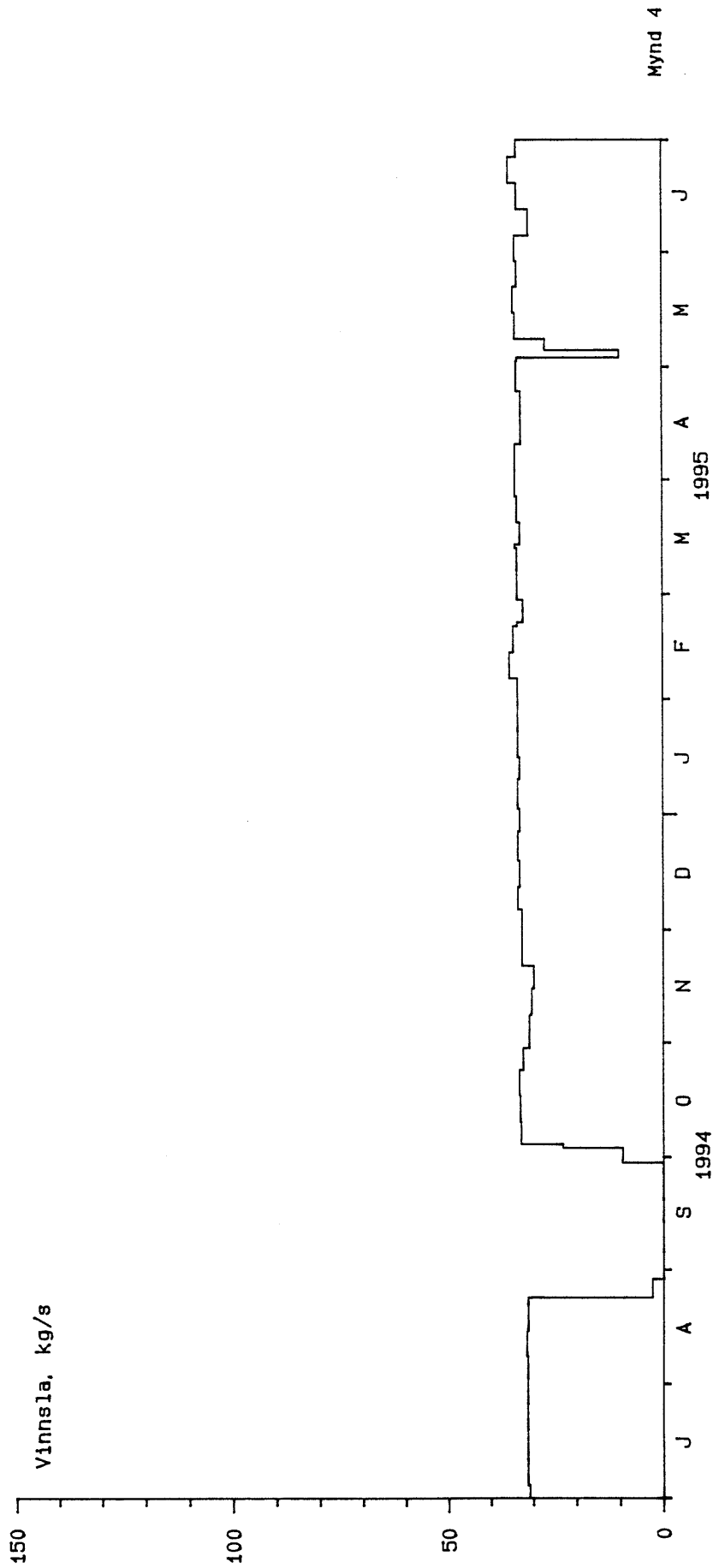


VERKFRÆÐISTOFAN 93.01
VATNASKIL 95-08-16 SPK

HITAVEITA SUÐURNESJA

REYKJANES

Vinnsla úr hölu 9 1994 - 1995

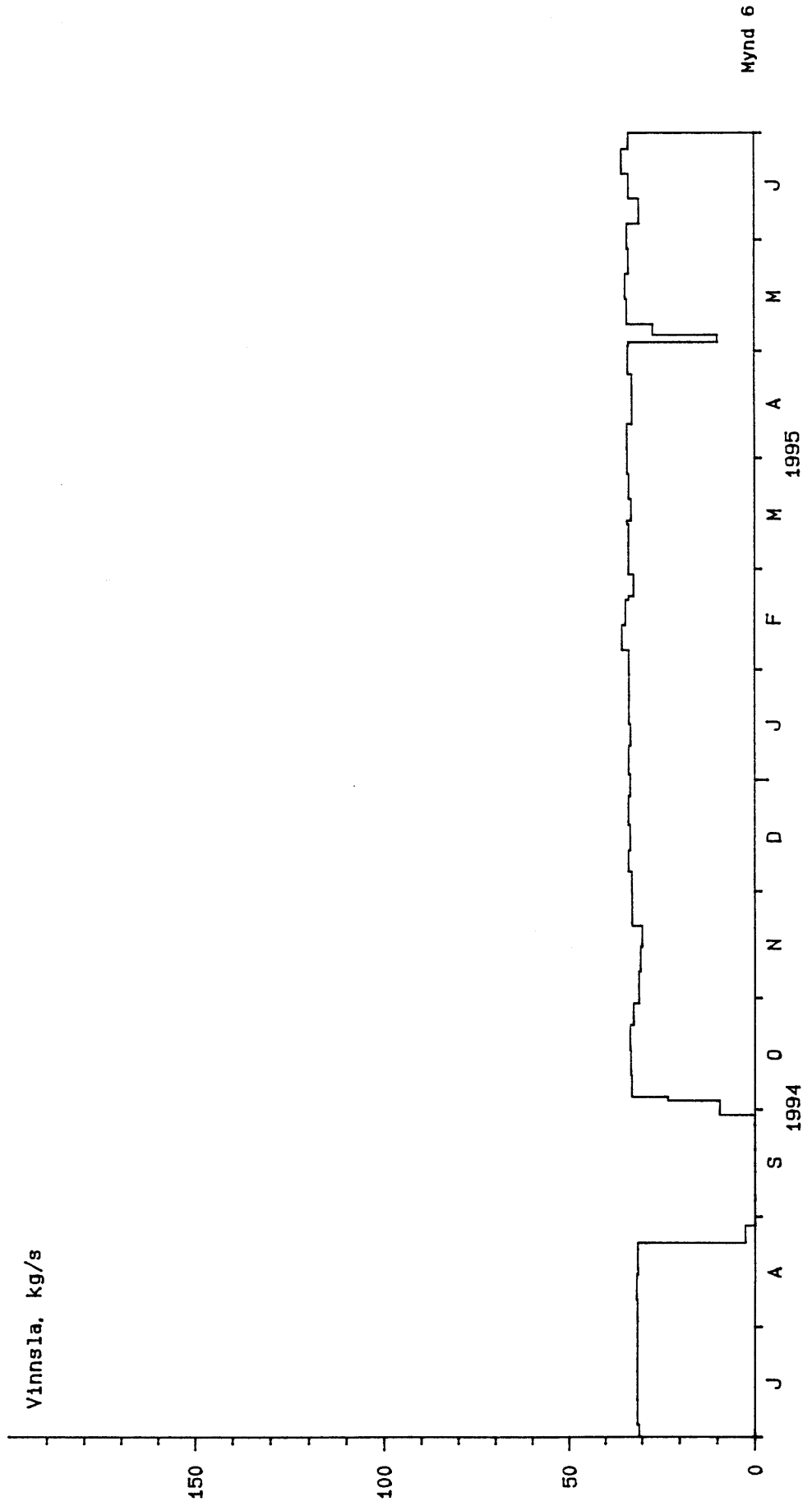


VERKFRÆÐISTOFAN 99.01
VATNASKIL 95-08-16 SPK

HITAVEITA SUÐURNESJA

REYKJANES

Heildarvinnsla



VIÐAUKI: Frumgögn

Dags.	Blenda stærð mm	Þrýstingur		Holan lokuð klst	Opnunartími			Athugasemdir
		P-min bar	P-max bar		Framhjáhl. klst	Hljóðd. klst	Holutoppur klst	
94-07-04	53.5	39.50	39.50					
94-07-11	53.5	39.50	39.50					
94-07-19	53.5	39.50	39.50					
94-07-26	53.5	39.50	39.50					
94-08-02	53.5	39.50	39.50					
94-08-08	53.5	39.80	39.80					
94-08-15	53.5	39.50	39.50					
94-08-22	53.5	39.50	39.50					
94-08-24	53.5	39.50	39.50	110				Viðgerðir.
94-08-29	53.5	12.00	12.00	168				
94-09-05	53.5	15.20	15.20	192				
94-09-13	53.5	15.00	15.00	144				
94-09-19	53.5	16.00	16.00	168				
94-09-26	53.5	16.00	16.00	72				Opnað á blendu.
94-09-29	53.5	16.00	16.00	14				
94-10-03	53.5	41.00	41.00	7				Viðgerðir.
94-10-04	53.5	41.00	41.00		3			Viðgerðir.
94-10-10	53.5	41.40	41.40					
94-10-17	53.5	41.60	41.60					
94-10-24	53.5	40.60	40.60					
94-10-30	53.5	39.00	39.00					
94-11-08	53.5	38.50	38.50					
94-11-15	53.5	38.00	38.00					
94-11-21	53.5	41.00	41.00					
94-12-06	53.5	42.00	42.00					
94-12-12	53.5	41.50	41.50					
94-12-19	53.5	42.00	42.00					
94-12-27	53.5	41.50	41.50					
95-01-02	53.5	42.00	42.00					
95-01-10	53.5	41.50	41.50					
95-01-16	53.5	42.00	42.00					
95-01-23	53.5	42.00	42.00					
95-01-30	53.5	42.00	42.00					
95-02-06	53.5	44.00	44.00					
95-02-13	53.5	43.00	43.00					
95-02-20	53.5	42.00	42.00					
95-02-21	53.5	42.00	42.00	3				Blenda skoðuð.
95-02-24	53.5	42.00	42.00	3				Viðgerðir.
95-02-27	53.5	42.00	42.00					
95-03-07	53.5	42.00	42.00					
95-03-13	53.5	42.50	42.50					
95-03-14	53.5	42.50	42.50		5			Viðgerðir.
95-03-20	53.5	42.00	42.00					
95-03-27	53.5	42.50	42.50					
95-04-03	53.5	42.50	42.50					
95-04-10	53.5	41.00	41.00					
95-04-18	53.5	41.00	41.00					
95-04-24	53.5	42.20	42.20					
95-05-02	53.5	42.00	42.00					
95-05-03	53.5	42.00	42.00	34				Viðgerðir.

Dags.	Blenda stærð mm	Þrýstingur		Holan lokuð	Blenda lokunart. klst	O p n u n a r t í m i			Athugasemdir
		P-min bar	P-max bar			Framhjáhl. klst	Hljóðd. klst	Holutoppur klst	
95-05-05	53.5	42.00	42.00		14				Viðgerð lokið.
95-05-08	53.5	42.50	42.50						
95-05-15	53.5	43.00	43.00						
95-05-22	53.5	42.00	42.00						
95-05-29	53.5	42.50	42.50						
95-06-05	53.5	39.00	39.00						
95-06-12	53.5	42.00	42.00						
95-06-19	53.5	44.00	44.00						
95-06-26	53.5	42.00	42.00						

Dags	Tími milli mælinga dagar	Meðal- þrýstingur bar	M e ð a l s t r e y m i			Heildar- vinnsla milljón tonn	Athugasemdir
			Blenda kg/s	Annað kg/s	Heildar kg/s		
94-07-04	7	39.50	31.26	.00	31.26	18.26	
94-07-11	8	39.50	31.26	.00	31.26	18.28	
94-07-19	7	39.50	31.26	.00	31.26	18.30	
94-07-26	7	39.50	31.26	.00	31.26	18.32	
94-08-02	6	39.50	31.26	.00	31.26	18.34	
94-08-08	7	39.80	31.54	.00	31.54	18.36	
94-08-15	7	39.50	31.26	.00	31.26	18.38	
94-08-22	2	39.50	31.26	.00	31.26	18.39	
94-08-24	5	39.50	2.61	.00	2.61	18.40	Viðgerðir.
94-08-29	7	12.00	.00	.00	.00	18.40	
94-09-05	8	15.20	.00	.00	.00	18.40	
94-09-13	6	15.00	.00	.00	.00	18.40	
94-09-19	7	16.00	.00	.00	.00	18.40	
94-09-26	3	16.00	.00	.00	.00	18.40	Opnað á blendu.
94-09-29	4	16.00	9.41	.00	9.41	18.40	
94-10-03	1	41.00	23.13	.00	23.13	18.40	Viðgerðir.
94-10-04	6	41.00	32.66	.13	32.79	18.41	Viðgerðir.
94-10-10	7	41.40	33.03	.00	33.03	18.42	
94-10-17	7	41.60	33.22	.00	33.22	18.44	
94-10-24	6	40.60	32.29	.00	32.29	18.46	
94-10-30	9	39.00	30.80	.00	30.80	18.48	
94-11-08	7	38.50	30.34	.00	30.34	18.50	
94-11-15	6	38.00	29.88	.00	29.88	18.52	
94-11-21	15	41.00	32.66	.00	32.66	18.54	
94-12-06	6	42.00	33.60	.00	33.60	18.58	
94-12-12	7	41.50	33.13	.00	33.13	18.60	
94-12-19	8	42.00	33.60	.00	33.60	18.62	
94-12-27	6	41.50	33.13	.00	33.13	18.64	
95-01-02	8	42.00	33.60	.00	33.60	18.66	
95-01-10	6	41.50	33.13	.00	33.13	18.68	
95-01-16	7	42.00	33.60	.00	33.60	18.70	
95-01-23	7	42.00	33.60	.00	33.60	18.72	
95-01-30	7	42.00	33.60	.00	33.60	18.74	
95-02-06	7	44.00	35.48	.00	35.48	18.76	
95-02-13	7	43.00	34.54	.00	34.54	18.78	
95-02-20	1	42.00	33.60	.00	33.60	18.80	
95-02-21	3	42.00	32.20	.00	32.20	18.80	Blenda skoðuð.
95-02-24	3	42.00	32.20	.00	32.20	18.81	Viðgerðir.
95-02-27	8	42.00	33.60	.00	33.60	18.82	
95-03-07	6	42.00	33.60	.00	33.60	18.84	
95-03-13	1	42.50	34.07	.00	34.07	18.86	
95-03-14	6	42.50	32.88	.00	32.88	18.86	Viðgerðir.
95-03-20	7	42.00	33.60	.00	33.60	18.88	
95-03-27	7	42.50	34.07	.00	34.07	18.90	
95-04-03	7	42.50	34.07	.00	34.07	18.92	
95-04-10	8	41.00	32.66	.00	32.66	18.94	
95-04-18	6	41.00	32.66	.00	32.66	18.97	
95-04-24	8	42.20	33.79	.00	33.79	18.98	
95-05-02	1	42.00	33.60	.00	33.60	19.01	
95-05-03	2	42.00	9.80	.00	9.80	19.01	Viðgerðir.

Dags	Tími milli mælinga dagar	Meðal- þrýstingur bar	M e ð a l s t r e y m i			Heildar- vinnsla milljón tonn	Athugasemdir
			Blenda kg/s	Annað kg/s	Heildar kg/s		
95-05-05	3	42.00	27.06	.00	27.06	19.01	Viðgerð lokið.
95-05-08	7	42.50	34.07	.00	34.07	19.02	
95-05-15	7	43.00	34.54	.00	34.54	19.04	
95-05-22	7	42.00	33.60	.00	33.60	19.06	
95-05-29	7	42.50	34.07	.00	34.07	19.08	
95-06-05	7	39.00	30.80	.00	30.80	19.10	
95-06-12	7	42.00	33.60	.00	33.60	19.12	
95-06-19	7	44.00	35.48	.00	35.48	19.14	
95-06-26	7	42.00	33.60	.00	33.60	19.16	