



**ORKUSTOFNUN**

**Rannsóknasvið**

**REYKJANES**

**Vinnsluefirlit  
júlí 1997 - júlí 1998**

**Verkfræðistofan Vatnaskil sf**

**Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja**

**1998**

**OS-98045**





**ORKUSTOFNUN**  
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknr. 630 222

**Verkfræðistofan Vatnaskil sf**

## **REYKJANES**

**Vinnslueftirlit júlí 1997 - júlí 1998**

**Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja**

**OS-98045**

**Júlí 1998**

**ORKUSTOFNUN**

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Lykilsíða

<b>Skýrsla nr.:</b> OS-98045	<b>Dags.:</b> Júlí 1998	<b>Dreifing:</b> <input checked="" type="checkbox"/> Opin <input type="checkbox"/> Lokuð til
<b>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill:</b> REYKJANES Vinnslueftirlit júlí 1997-júlí 1998	<b>Upplag:</b> 25	
	<b>Fjöldi síðna:</b> 14	
<b>Höfundar:</b> Verkfræðistofan Vatnaskil sf	<b>Verkefnisstjóri:</b> Sverrir Þórhallsson	
<b>Gerð skýrslu / Verkstig:</b> Gagnaskýrsla, árlegt vinnslueftirlit	<b>Verknúmer:</b> 630 222	
<b>Unnið fyrir:</b> Hitaveitu Suðurnesja		
<b>Samvinnuaðilar:</b>		
<b>Útdráttur:</b> Skýrslan fjallar um úrvinnslu gagna um holutoppsprýsting og vinnslu úr jarðhitasvæðinu á Reykjanesi, en öll vinnslan er úr einni holu, holu 9. Vegna fyrirhugaðra framkvæmda á Reykjanesi sem væntanlega kalla á stórauðna gufuframleiðslu var kannað með reiknilíkani hver áhrif aukinnar vinnslu væru á þrýsting og hitastig. Reiknilíkanið var keyrt í 25 ár til ársins 2023 með sömu vinnslu í Svartsengi og var í ár en vinnsla úr Reykjanesi var aukin í 300 kg/s sem svarar til tæplega 2 milljóna tonna á ári af gufu. Birtar eru niðurstöður fyrir tímabilið júlí 1996 til júlí 1997. Vermisvæðing úr holunni er áætlað 1317 kJ/kg. Ennfremur er vinnslusaga holu 9 frá upphafi sýnd á myndum. Frá maí 1994 hefur verið 53,5 mm blenda í henni og holutoppsprýstingur verið rúmlega 40 bar og rennsli um 30 kg/s. Tímabilið 1997-1998 var meðalvinnsla 31,5 kg/s og heildarvinnsla tæpar 43 milljónir tonna. Frumgögn eru birt í viðauka og á tölvudisklingi sem fylgir með.		
<b>Lykilorð:</b> Reykjanes, jarðhitasvæði, háhiti, vinnsla, eftirlit, hiti, þrýstingur	<b>ISBN-númer:</b>	
	<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	
	<b>Yfirfarið af:</b> SP	

## EFNISYFIRLIT

1.	INNGANGUR.....	3
2.	VINNSLA ÚR JARÐHITASVÆÐINU.....	3
3.	ÞRÝSTIMÆLINGAR.....	4
4.	REIKNILÍKAN.....	5
5.	HEIMILDASKRÁ.....	6
	MYNDIR.....	7
	VIÐAUKI: Frumgögn.....	13

## TÖFLUSKRÁ

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

## MYNDASKRÁR

1.	Vinnsla úr holu 9.....	8
2.	Holutoppsþrýstingur í holu 9.....	9
3.	Vinnsla úr holu 9 1997 - 1998.....	10
4.	Holutoppsþrýstingur í holu 9 1997 - 1998.....	11
5.	Vatnsborðslækkun á Reykjanesi.....	12

## 1. INNGANGUR

Þessi skýrsla er sú sjöunda 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 regluleg skráning gagna í umsjón starfsmanna hitaveitunnar á sama hátt og gert hafði verið frá upphafi vinnslu í Svartsengi hófst ekki fyrr en í byrjun árs 1991. 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 því. 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 1997 til 1. júlí 1998.

## 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. 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 fyrst í 150 mm en breytt nokkrum sinnum næsta árið eins og sýnt er í töflu 1. Við það lækkaði holutoppsþrýstingur 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. Frá maí 1994 að lokinni hreinsiborun hefur krítískt þrýstifall verið yfir blenduna (hljóðhraði í blendugati).

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 Holutoppsprýstingur og blendustuðlar**

Dags.	Þvermál blendu mm	Holutoppsprýstingur bar abs	Bakprýstingur 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

Frá maí 1994 hefur verið 53,5 mm blenda í holunni og hún því verið með rúmlega 40 bara holutoppsprýsting og um 30 kg/s rennsli. Vinnsla úr holunni frá upphafi er sýnd á mynd 1 og prýstingur á mynd 2. Í lok apríl 1994 var rekstri saltverksmiðjunnar á Reykjanesi hætt, en holan var látin blása eftir það og var gufan notuð til rafmagnsframleiðslu og nokkur orka var seld til smávæðilegrar atvinnustarfssemi á staðnum. Vinnsla úr holunni er sýnd á mynd 3 fyrir tímabilið 1. júlí 1997 til 1. júlí 1998. Holutoppsprýstingur er sýndur fyrir sama tímabil á mynd 4. Heildarvinnsla er sýnd í töflu 2. Frumgögn eru birt í viðauka. Sömu upplýsingar er að finna á PC-tölvudisklingi sem er í vasa innan á bakkápu. Í skránni, LESTU.MIG eða LESTU.DOC er frekari lýsingu að finna.

### 3. ÞRÝSTIMÆLINGAR

Engar þrýstimælingar voru gerðar tímabilið 1997 – 1998, en mælingar frá fyrri árum eru sýndar í töflum 3 og 4. Ekki er um mikla þrýstilækkun að ræða þrátt fyrir að tekin hafi verið tæplega 43 milljón tonn úr svæðinu.

**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	40,42	29,5
1996	41,43	31,7
1997	42,42	31,4
1998*	42,91	31,5

\* Til 1. júlí 1998

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

Mælidagur	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	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. REIKNILÍKAN

Í skýrslu sem Verkfræðistofan Vatnaskil vann fyrir Orkustofnun vegna Hitaveitu Suðurnesja (Svartsengi, Reiknilíkan af jarðhitakerfi (OS-89031/JHB-05), ágúst 1989) er gerð grein fyrir reiknilíkani sem líkir eftir vatnsborðsstækkun í Svartsengi, Eldvörpum og Reykjanesi. Niðurstöðum reiknilíkansins ber vel saman við þrýstimælingar á þessum stöðum. Niðurstöður mælinga og reiknilíkans sýna að þrýstingur lækkar stöðugt í Svartsengi og Eldvörpum en lítillar þrýstilækkunar gætir á Reykjanesi. Vegna fyrirhugaðra framkvæmda á Reykjanesi sem væntanlega kalla á stóraukna gufuframleiðslu var kannað með reiknilíkani hver áhrif aukinnar vinnslu væru á þrýsting og hitastig. Vegna takmarkaðra gagna um hita- og þrýstidreifingu í jarðhitasvæðinu á Reykjanesi var gert ráð fyrir að þrýstilækkun væri innan við 2 bör í dag og kólnunar væri farið að gæta. Hér er því um svartsýna spá að ræða, en er eigi að síður háð mikilli óvissu vegna takmarkaðra gagna um jarðhitasvæðið. Reiknilíkan var stillt af þannig að í dag væri þrýstilækkun eins og áður sagði innan við 2 bör á Reykjanesi og breytingar á vermi væru að koma í ljós. Reiknilíkanið var síðan keyrt í 25 ár til ársins 2023 með sömu vinnslu í Svartsengi og var í ár en vinnsla úr Reykjanesi var aukin í 300 kg/s sem svarar til tæplega 2 milljón tónna á ári af gufu. Niðurstöður fyrir þrýstilækkun eru sýndar á mynd 5 og hitalækkun á tímabilinu reiknaðist rúmlega 5°C.



## 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.

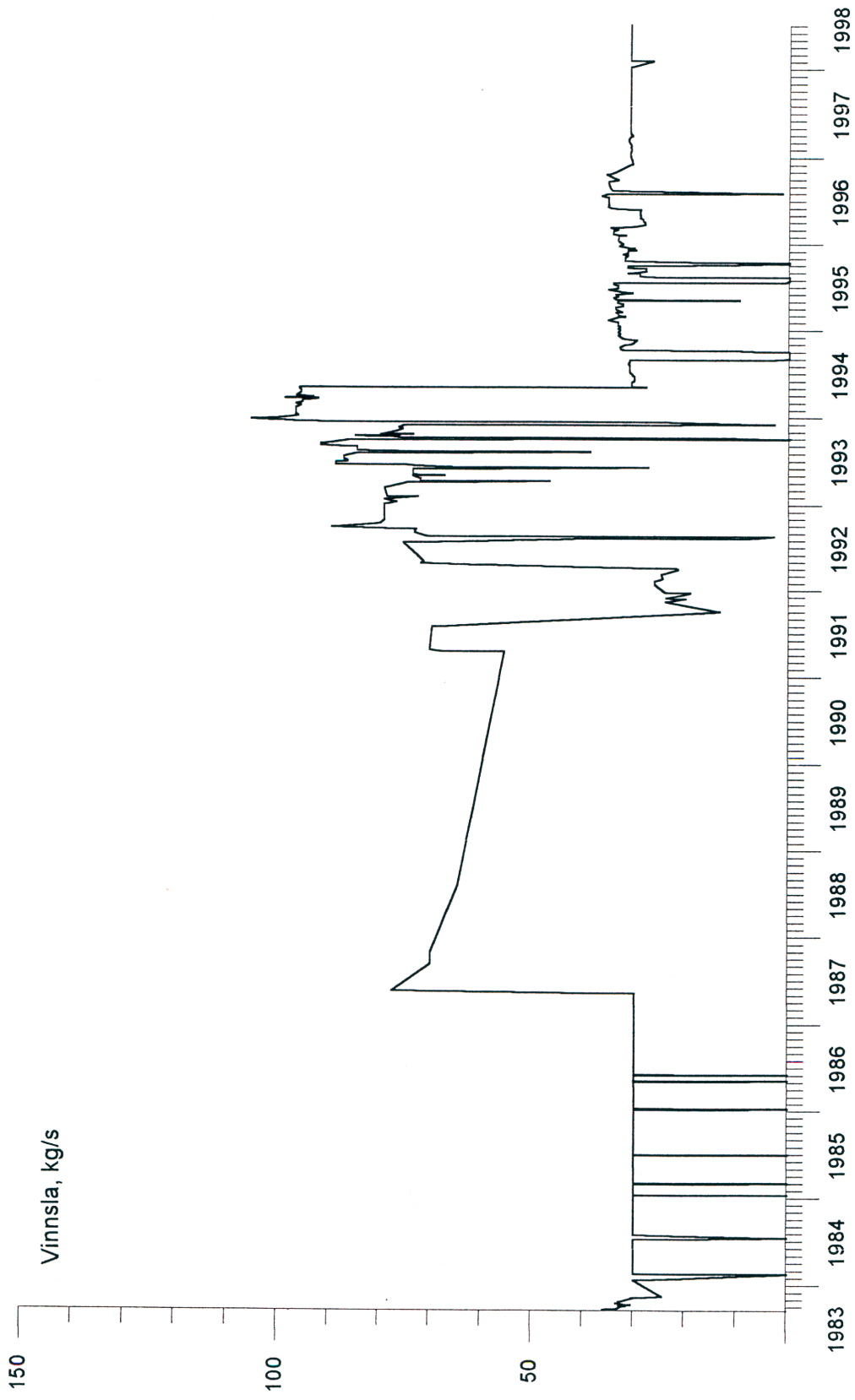
Trausti Hauksson, Hjörleifur Jakobsson, Sæþór L. Jónsson og Sverrir Þórhallsson (1985): **Tölvuforrit til skráningar og úrvinnslu afkastamælinga.** Orkustofnun, september 1985. OS-85080/JHD-39 B.

**MYNDIR**

VATNASKIL

REYKJANES  
Vinnsla úr holu 9

HITAVEITA SUÐURNESJA

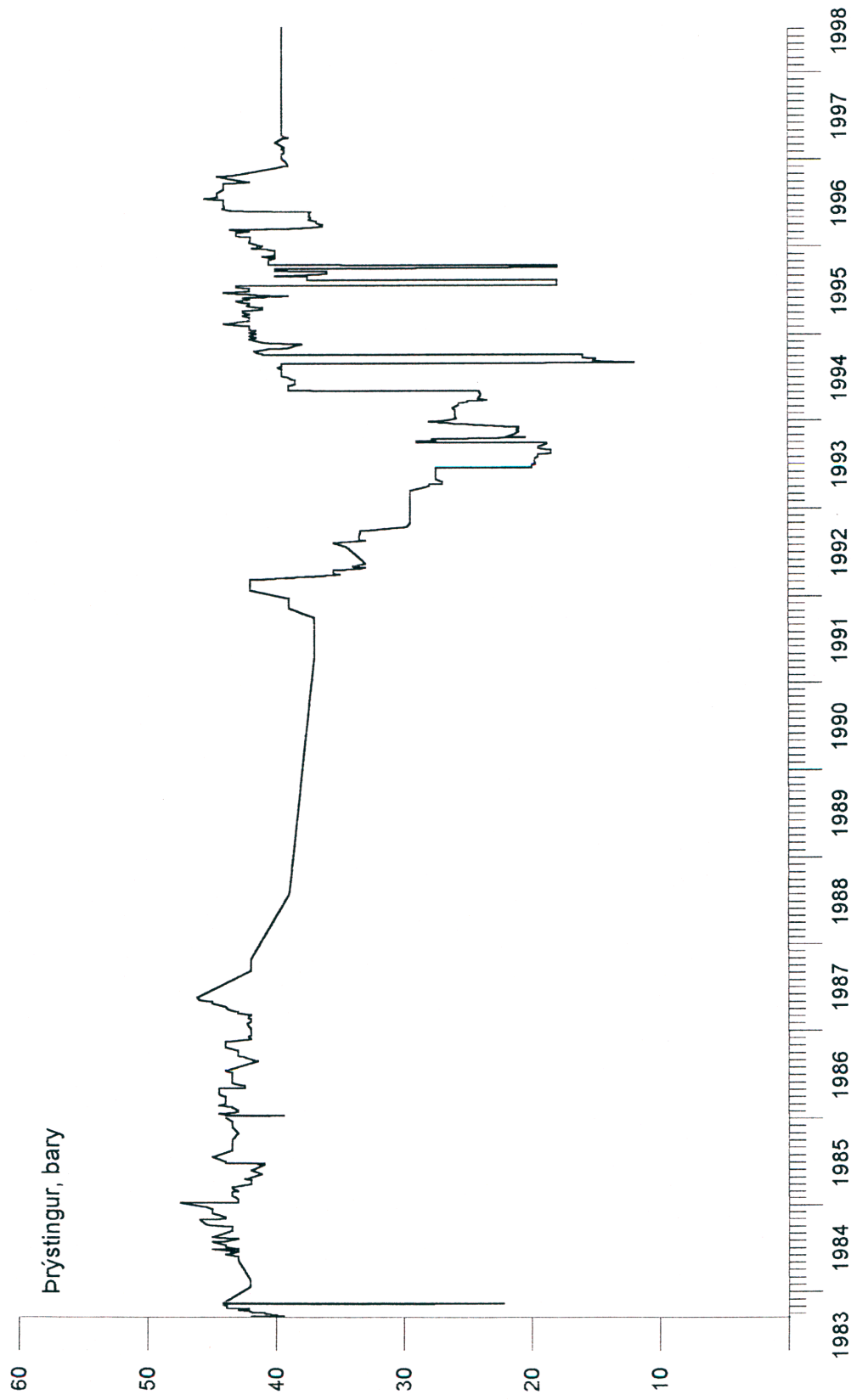


VATNASKIL

REYKJANES

Holutoppsprýstingur í holu 9

HITAVEITA SUÐURNESJA

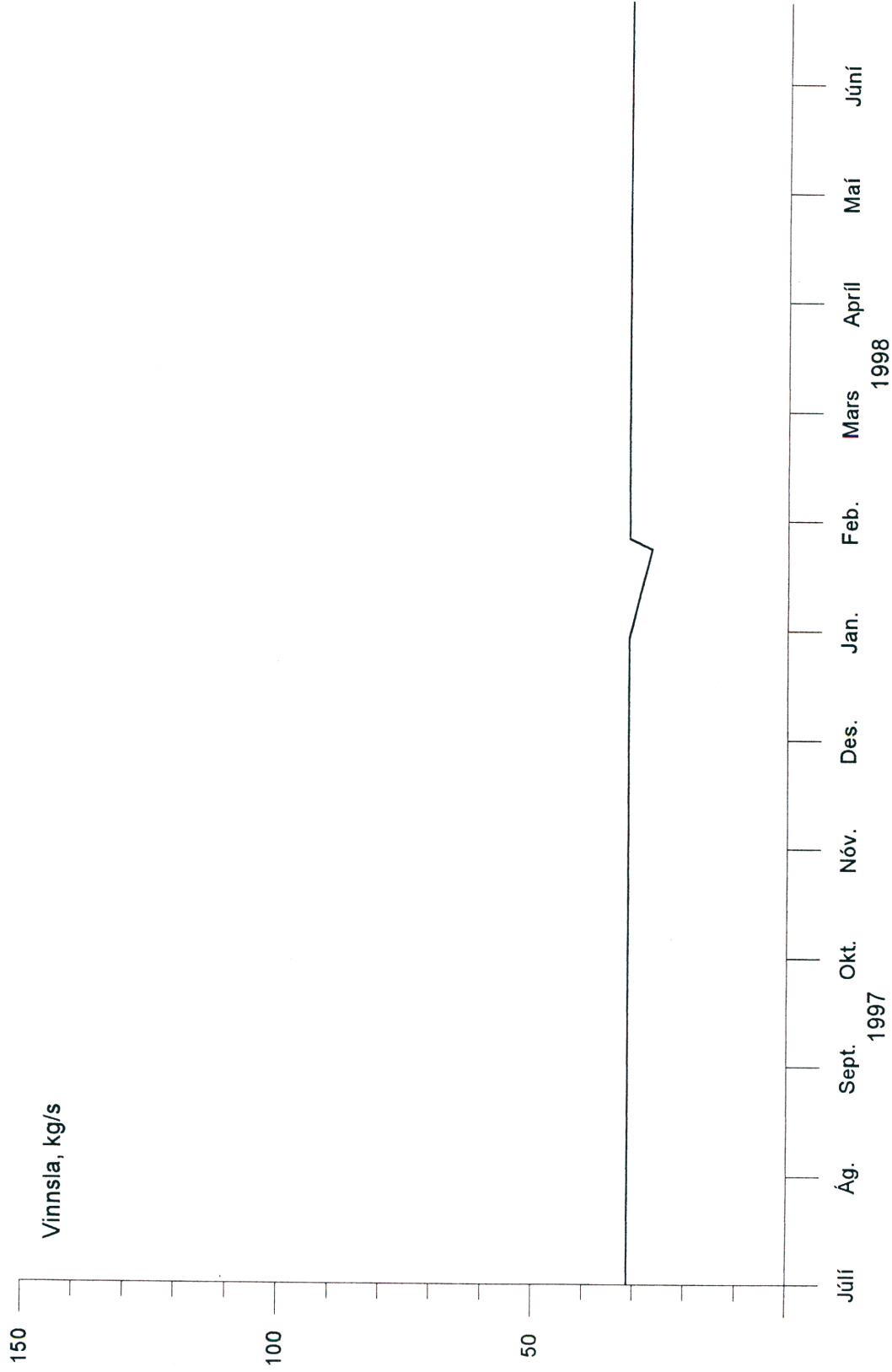


# VATNASKIL

## REYKJANES

Vinnsla úr holu 9 1997 - 1998

# HITAVEITA SUÐURNESJA



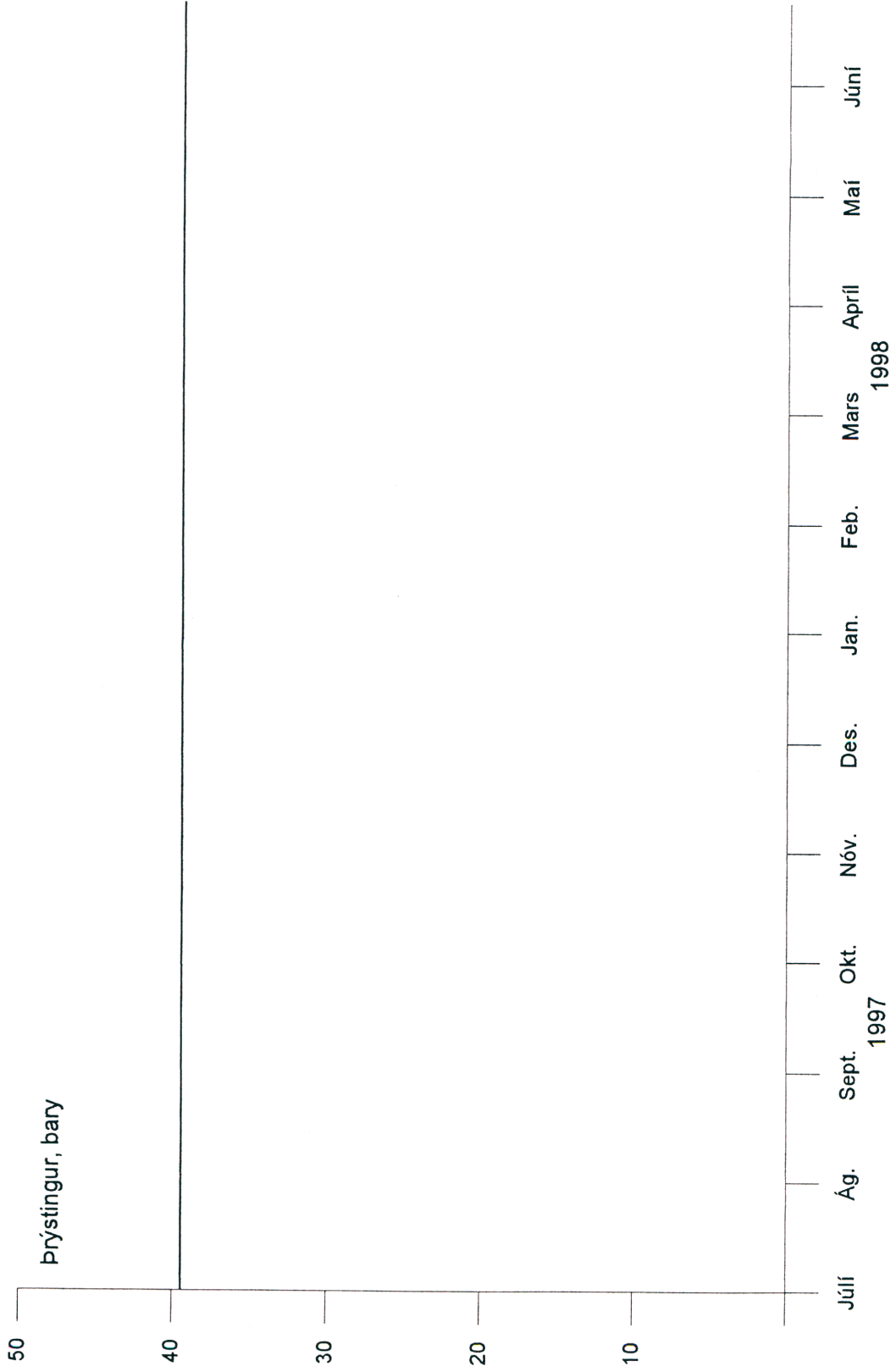


VATNASKIL

HITAVEITA SUÐURNESJA

REYKJANES

Holutoppsþrýstingur í holu 9 1997 - 1998

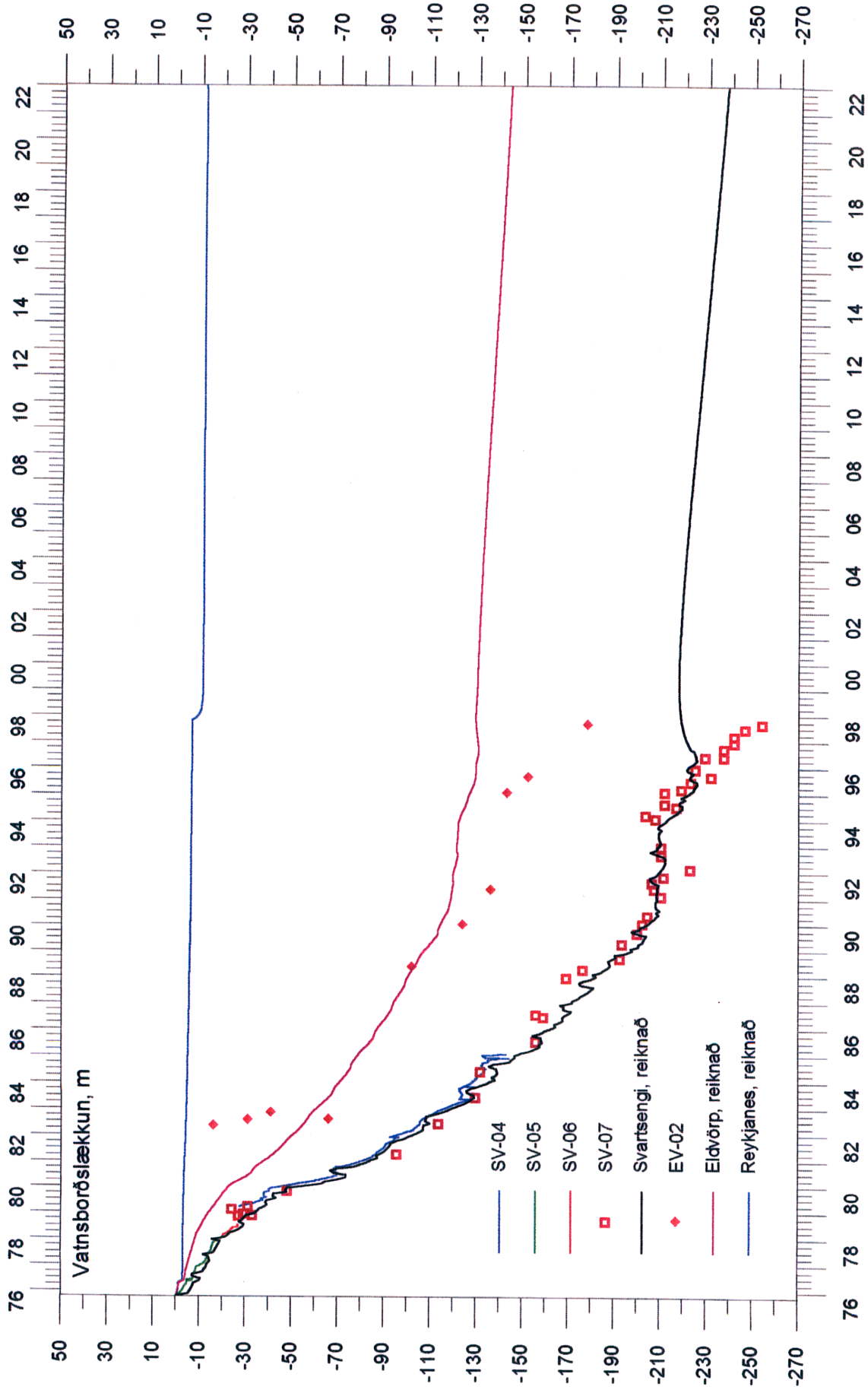


# VATNASKIL

## REYKJANES

## HITAVEITA SUÐURNESJA

Vatnsborðslækkun á Reykjanesi



**VIÐAUKI**  
**Frumgögn**

HITAVEITA SUDURNESJA, VINNSLUEFTIRLIT  
 Vinnslugögn fyrir holu RN-09

98-07-08  
 1

Dags	Tími milli mælinga dagar	Meðal- þrýstingur bar	Meðal- Blenda kg/s	Meðal- Annað kg/s	Heildar Heildar kg/s	Heildar- vinnsla milljón tonn	Athugasemdir
97-07-01	184	39.50	31.26	.00	31.26	21.09	
98-01-01	25	39.50	31.26	.00	31.26	21.59	
98-01-26	3	39.50	26.92	.00	26.92	21.66	Viðgerðir.
98-01-29	152	39.50	31.26	.00	31.26	21.66	
98-06-30	1	39.50	31.26	.00	31.26	22.07	Engar mælingar.

HITAVEITA SUDURNESJA, VINNSLUEFTIRLIT  
 Vinnslugögn fyrir holu RN-09

98-07-08  
 1

Dags.	Blenda stærð mm	Þrýstingur P-min bar	Holan P-max bar	Blenda lokuð lokunart. klst	Opnunartími Framhjáhl. klst	Hljóðd. klst	Holutoppur klst	Athugasemdir
97-07-01	53.5	39.50	39.50					
98-01-01	53.5	39.50	39.50					
98-01-26	53.5	39.50	39.50	10				Viðgerðir.
98-01-29	53.5	39.50	39.50					
98-06-30	53.5	39.50	39.50					Engar mælingar.