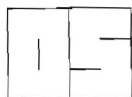


Gæði gufu í orkuverum 3 og 5 í Svartsengi á
árinu 2001

Magnús Ólafsson

Greinargerð MÓ-2002-05



Gæðu gufu í orkuverum 3 og 5 í Svartsengi á árinu 2001

Orkustofnun hefur um langt árabíl annast eftirlit með efnasamsetningu jarðhitavökva og -gufu í orkuveri Hitaveitu Suðurnesja í Svartsengi. Á árinu 2001 var tekið upp reglubundið eftirlit með gæðum gufu í orkuverum 3 og 5. Sýni til greininga á steinefnum í þéttivatni og gasi í gufu voru tekin á u.þ.b. mánaðarfresti í orkuverunum og niðurstöður birtar eins fljótt og auðið var á sérstakri vefsíðu á jarðhitavef ROS. Tilgangur þessara greinargerðar er að gefa yfirlit yfir þau gögn sem söfnuðust á árinu 2001. Að auki eru sýndar niðurstöður sýnatöku frá því í janúar á þessu ári. Allar þessar niðurstöður hafa áður birst á vefsíðunni. Í greinargerðinni eru fyrst sýndar niðurstöður fyrir orkuver 3 og þar á eftir fyrir orkuver 5.



Orkuverið í Svartsengi, 17. október 2001

ORKUVER 3

Í orkuveri 3 eru sýni til greininga á gas og gasmagni tekin um stút á gufulögn að hverfli eins og sýnt er á mynd 1. Gasi og gufu er safnað í sérstakar lofttæmdar gasflöskur, sem áður hefur verið bætt í þekktu magni af lút (10 N NaOH). Koldíoxíð- og brennisteingös leystast upp í lútnum og má þá greina styrk þeirra á einfaldan hátt með titrun. Önnur gös, s.s. vetni, köfnunarefni og metan, safnast saman ofan við lútinn og þau má greina með þar til gerðum gasgreini. Styrkur gastegunda, annarra en koldíoxíðs og brennisteinsvetnis, er hverfandi í jarðhitagasi í Svartsengi. Af þeim sökum þykir ekki ástæða til að greina önnur gös en þessi tvö í þessu reglubundna eftirliti með gæðum gufunnar.

Sýni til mælinga á leiðni og greininga á steinefnum eru tekin úr stút neðan á þéttivatnslögn norðan við stöðvarhús, eins og sést á mynd 2. Þéttivatnið er kælt og sýnum er safnað beint á plastflöskur. Í sýnum þessum eru greind eftirfarandi efni: Natríum (Na), kalíum (K), kalsíum (Ca) og ammóníak (NH₄), auk þess sem leiðni er mæld.

Niðurstöður mælinga og efnagreininga eru sýndar í töflum 1 og 2 og á myndum 3 til 10 hér að neðan. Þar kemur fram að styrkur koldíoxíðs hefur verið á bilinu 4000 til 4500 mg/kg, styrkur brennisteinsvetnis um 100 mg/kg og hlutur gass í gufu á bilinu 0,41 til 0,46%. Styrkur steinefna í þéttivatni hefur lítið breyst á tímabilinu, ef frá er skilið eitt sýni frá því í ágúst 2001. Þar mældist styrkur natríums, kalíums og kalsíums mjög lágur en styrkur ammóníaks aftur á móti óvenju hár. Engar óreglur í gasstyrk sáust á sama tíma. Efnagreiningar á þéttivatni sýna að skiljunýtni í orkuverinu liggur á bilinu 99,9 til 99,99%, þar sem skiljunýtni er reiknuð út frá vökva úr holu 8 (sýni 2000-0170). Fyrst var heildarsamsetning jarðhitavökvans reiknuð við 238°C og sá vökvi síðan soðin við 162°C (6,5 bar-a), sem á að vera nærri þeim hita og þrýstingi sem skiljur eru reknar við.



Mynd 1. Sýnatökustaður á gufulögn við hverfil, orkuver 3.



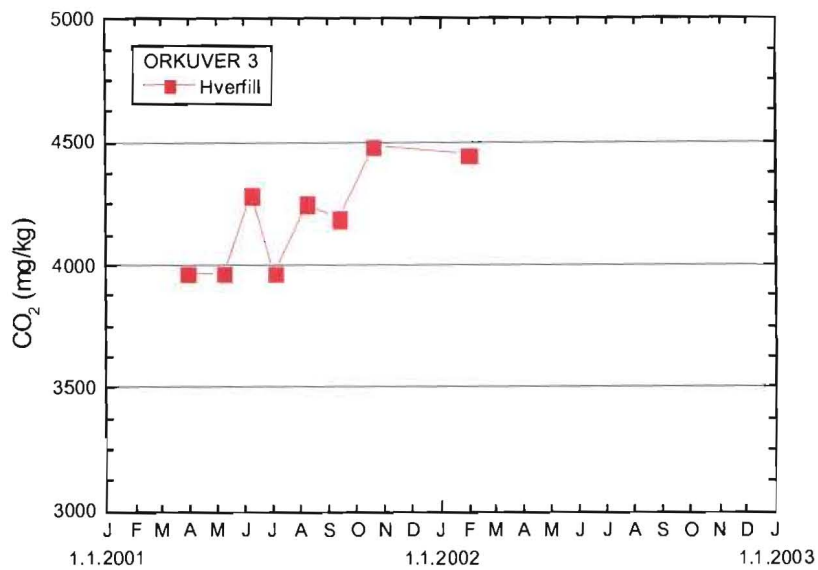
Mynd 2. Sýnatökustaður á þéttvatnslögn, orkuver 3.

Tafla 1. Inntaka á hverfil, orkuver 3.

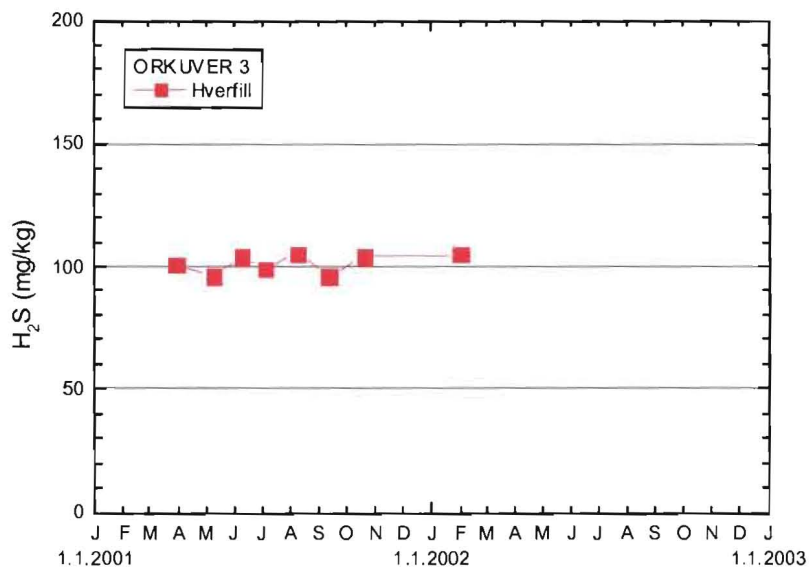
Dags.	Tími	Númer	CO ₂ (mg/kg)	H ₂ S (mg/kg)	Gas í gufu (%)
29.03.2001	16:00	2001-0086	3965	101	0,41
09.05.2001	12:00	2001-0160	3965	96	0,41
08.06.2001	14:15	2001-0184	4283	104	0,44
03.07.2001	14:10	2001-0201	3966	99	0,41
08.08.2001	14:00	2001-0218	4250	105	0,44
11.09.2001	11:15	2001-0267	4187	96	0,43
19.10.2001	11:15	2001-0341	4481	104	0,46
31.01.2002	14:00	2002-0031	4447	105	0,46

Tafla 2. Þéttvatnslögn, orkuver 3.

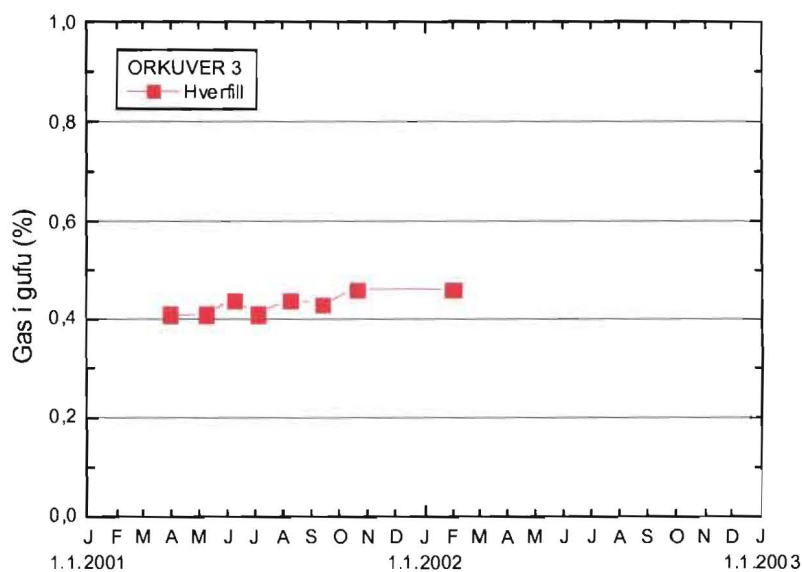
Dags.	Tími	Númer	Leiðni (μ S/cm)	Na (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	NH ₄ (mg/kg)
29.03.2001	17:15	2001-0088	33	2,94	0,45	0,52	1,23
09.05.2001	12:50	2001-0161	37	3,36	0,50	0,83	1,26
08.06.2001	14:30	2001-0185	39	3,80	0,56	0,62	1,25
03.07.2001	14:30	2001-0202	35	3,15	0,43	0,45	1,11
08.08.2001	14:15	2001-0219	37	0,35	0,06	0,15	3,30
11.09.2001	11:30	2001-0268	31	2,71	0,49	0,52	1,42
19.10.2001	11:45	2001-0342	36	2,89	0,46	0,48	1,21
31.01.2002	14:15	2002-0032	29	2,42	0,32	0,27	1,37



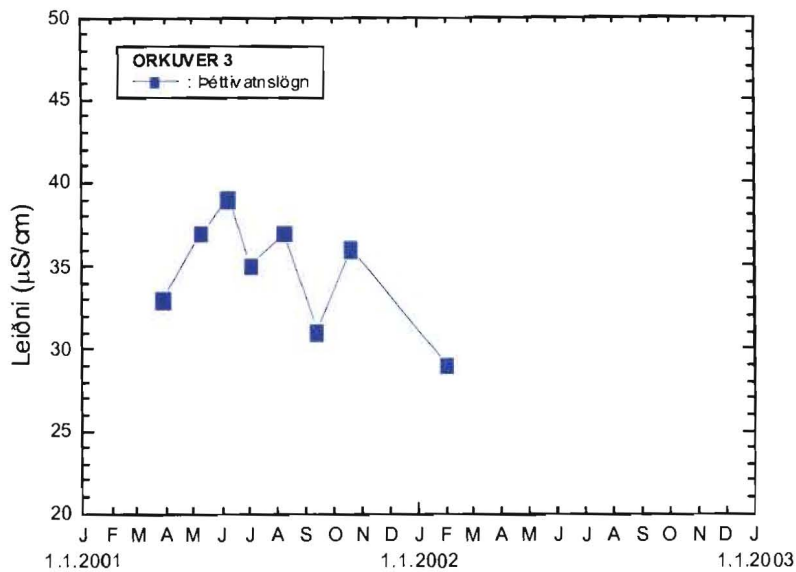
Mynd 3. Styrkur koldíoxíðs í gasi.



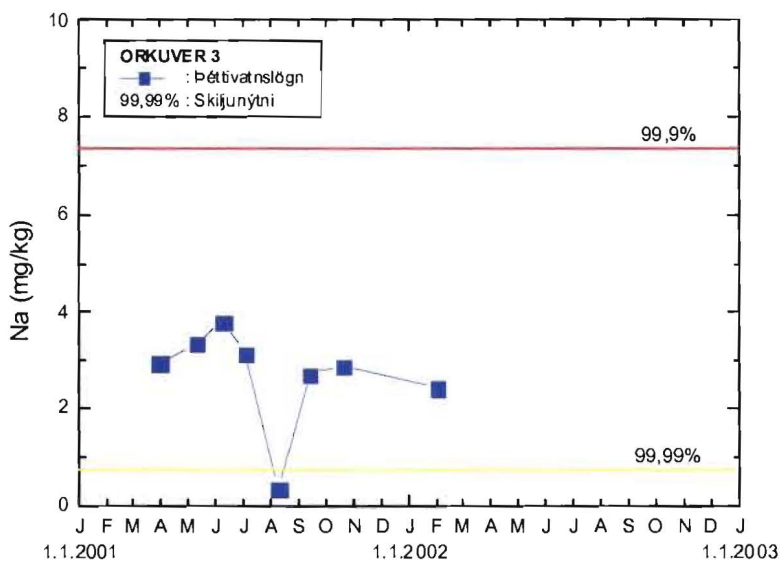
Mynd 4. Styrkur brennisteinsvetnis í gasi.



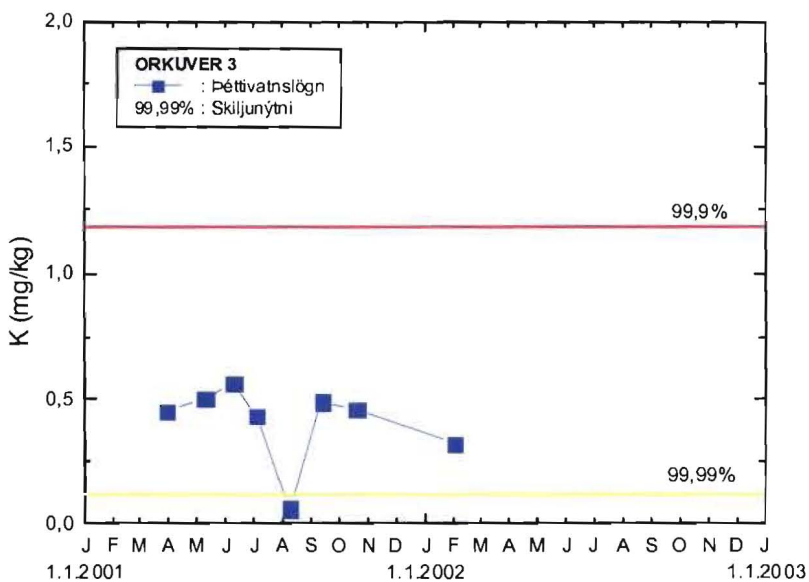
Mynd 5. Magn gass í gufu.



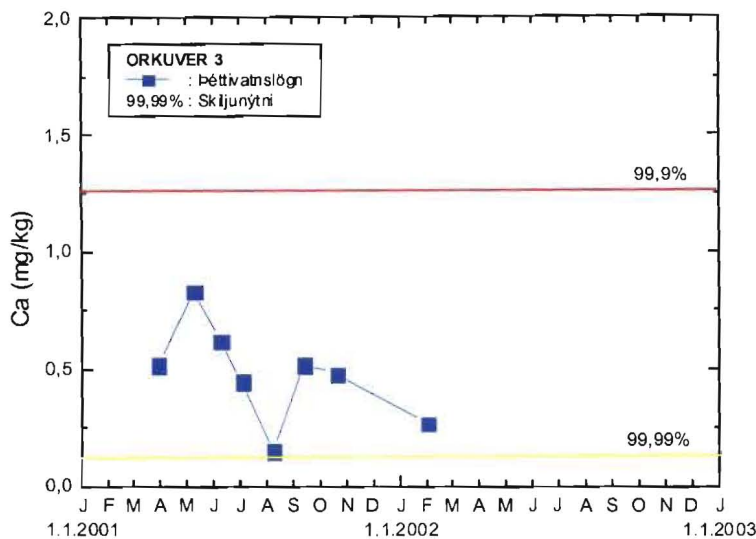
Mynd 6. Leiddni þéttivatns.



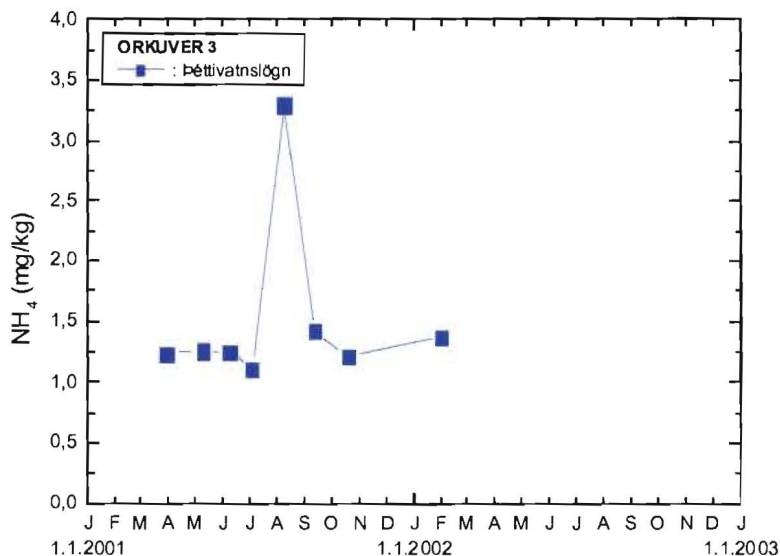
Mynd 7. Styrkur natríums í þéttivatni.



Mynd 8. Styrkur kalíums í þéttivatni.



Mynd 9. Styrkur kalsíums í péttivatni.



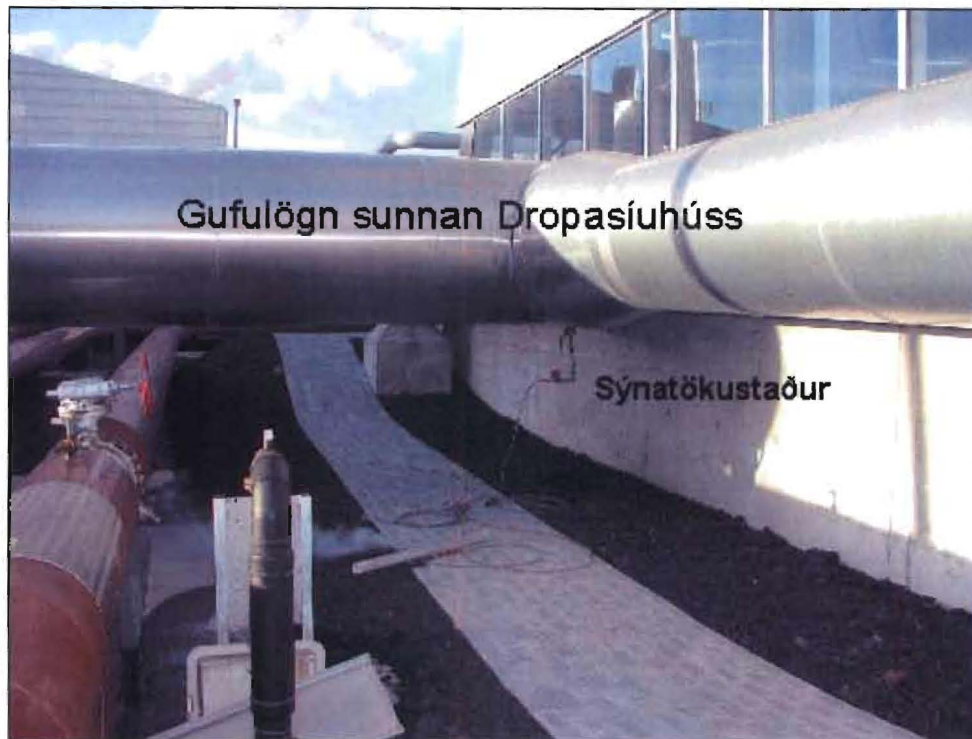
Mynd 10. Styrkur ammóníks í péttivatni.

ORKUVER 5

Við orkuver 5 eru sýni tekin á þremur stöðum. Sýni af gasi, gufu og péttivatni eru tekin úr gufulögn sunnan við Dropasíuhús, mynd 11. Í þessum sýnum er mældur styrkur koldíoxíðs og brennisteins í gasi, gasmagn, leiðni og styrkur natríums, kalíums, kalsíums og ammóníks. Úr gufulögn við inntak á hverfil (mynd 12) eru tekin sýni til greininga á styrk koldíoxíðs og brennsteinsvetnis og mælinga á gasmagni. Loks eru tekið sýni fyrir mælingu á leiðni og greininga á steinefnum úr péttivatns-lögn við vesturvegg í stöðvarhúsi, mynd 13. Nánari lýsing á sýnatöku er að finna á bls. 2, þar sem greint er frá sýnatöku í orkuveri 3.

Niðurstöður mælinga og efnagreininga eru sýndar í töflum 3, 4 og 5 og á myndum 14 til 24 hér að neðan. Ágætt samræmi er í gasstyrk mældum í gufulögn sunnan við Dropasíuhús annars vegar og við inntak á hverfil í orkuveri 5 hins vegar. Fyrrihluta tímabilsins var styrkur koldíoxíðs tæplega 18000 mg/kg, styrkur

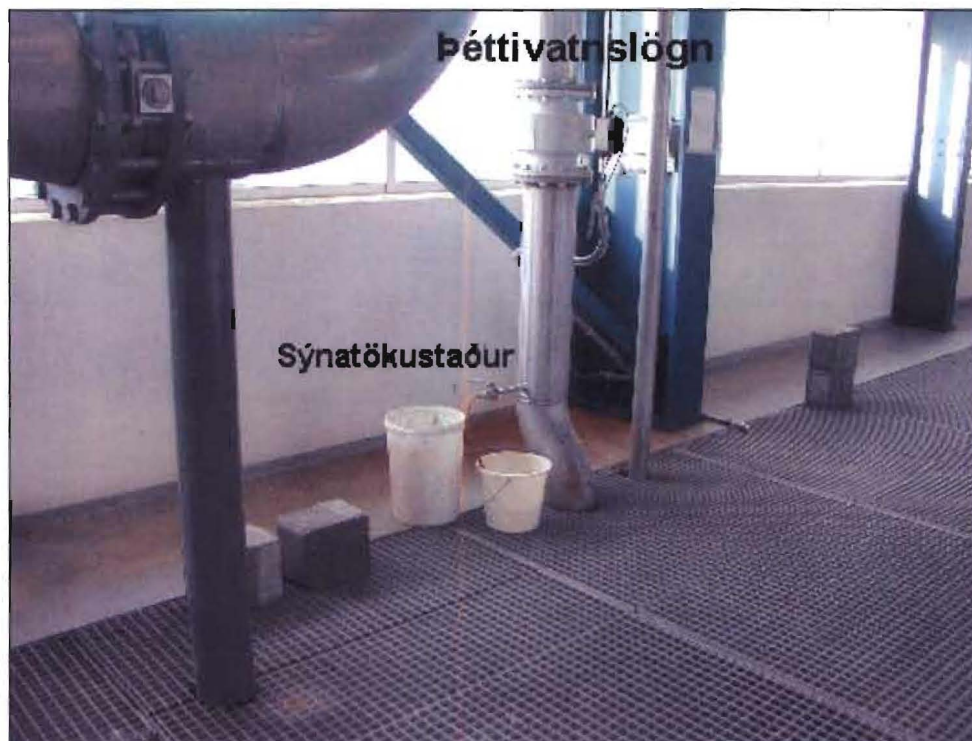
brennisteinsvetnis tæplega 300 mg/kg og gasmagn rétt um 1,8%. Á miðju sumri 2001 hækkaði styrkur koldíoxíðs í u.þ.b. 19000 mg/kg, styrkur brennisteinsvetnis hækkaði lítillega og gasmagn í 1,90 til 1,95%. Styrkur steinefna í þéttivatni í þéttivatnslögn í orkuveri 5 breyttist lítið á tímabilinu og sýndi að skiljunýtni var um 99,99% (sjá útreikninga á skiljunýtni bls. 2). Sýni til mælinga á steinefnum voru einnig tekin úr "Extraction 2" fyrri hluta árs 2001 og sýndu mælingar alltaf talsvert hærri styrk n í þéttivatnslögninni. Sýni til mælinga á steinefnum í þéttivatni úr gufulögn sunnan við Dropasíuhús voru ekki tekin reglulega á árinu 2001. Í þeim tveimur sýnum sem voru tekin reyndist styrkur steinefna þar svipaður eða ögn hærri en í þéttivatnslögninni. Á þessu varð hins vegar breyting í janúar á þessu ári. Þá mældist styrkur steinefna í þéttivatni í gufulögninni sunnan við Dropasíuhús miklu hærri en áður. Talið er líklegt að þá hafi skiljur orkuversins ekki náð að skilja gufuna eins vel og áður og einhver vottur af "sjó" hafi því borist með. Engar breytingar sáust í þéttivatni úr þéttivatnslögninni, þannig að dropasíurnar hafa því náð að hreinsa meðburðinn að mestu burt. Ástæður þessara breytinga var aukið gufuflæði inn á skiljur orkuversins. Nýlega var gufuflæðið minnkað og endurteknar mælingar sína að við það lækkaði styrkur steinaefna í þéttivatni úr gufulögn sunnan við dropasíuhús.



Mynd 11. Sýnatökustaður á gufulögn sunnan við Dropasíuhús, orkuver 5.



Mynd 12. Sýnatökustaðir við inntak á hverfil, orkuver 5.



Mynd 13. Sýnatökustaður á þéttivatnslögn, orkuver 5.

Tafla 3. Gufulögn sunnan Dropasíuhúss, orkuver 5.

Dags.	Tími	Númer	CO ₂ (mg/kg)	H ₂ S (mg/kg)	Gas í gufu (%)
25.10.2000	15:15	2000-0408	17727	278	1,80
29.11.2000	21:00	2000-0488	17519	279	1,78
28.12.2000	12:15	2000-0522	18038	284	1,83
25.01.2001	13:00	2001-0017	17666	285	1,80
28.02.2001	13:45	2001-0068	17904	298	1,82
29.03.2001	13:45	2001-0082	17875	271	1,81
07.05.2001	13:50	2001-0151	17469	280	1,77
08.06.2001	13:30	2001-0180	18407	301	1,87
03.07.2001	12:50	2001-0198	19038	303	1,93
08.08.2001	12:50	2001-0215	18795	301	1,91
11.09.2001	12:45	2001-0269	19173	298	1,95
19.10.2001	12:30	2001-0343	18770	293	1,91
31.01.2002	12:45	2002-0028	19314	299	1,96

Tafla 3 (framhald). Gufulögn sunnan Dropasíuhúss, orkuver 5.

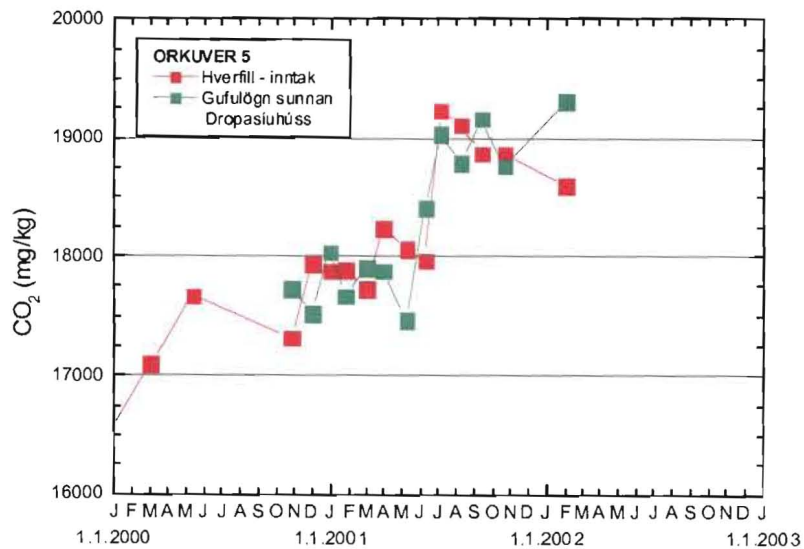
Dags.	Tími	Númer	Leiðni (μ S/cm)	Na (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	NH ₄ (mg/kg)
25.10.2000	15:15	2000-0408	50	0,99	0,2	0,21	-
29.11.2000	21:00	2000-0488	-	-	-	-	-
28.12.2000	12:15	2000-0522	-	-	-	-	-
25.01.2001	13:00	2001-0017	37	0,20	0,07	0,08	3,67
28.02.2001	13:45	2001-0068	-	-	-	-	-
29.03.2001	13:45	2001-0082	-	-	-	-	-
07.05.2001	13:50	2001-0151	-	-	-	-	-
08.06.2001	13:30	2001-0180	-	-	-	-	-
03.07.2001	12:50	2001-0198	-	-	-	-	-
08.08.2001	12:50	2001-0215	-	-	-	-	-
11.09.2001	12:45	2001-0269	-	-	-	-	-
19.10.2001	12:30	2001-0343	-	-	-	-	-
31.01.2002	12:45	2002-0028	153	19,20	2,66	2,60	3,73

Tafla 4. Inntak á hverfil, orkuver 5.

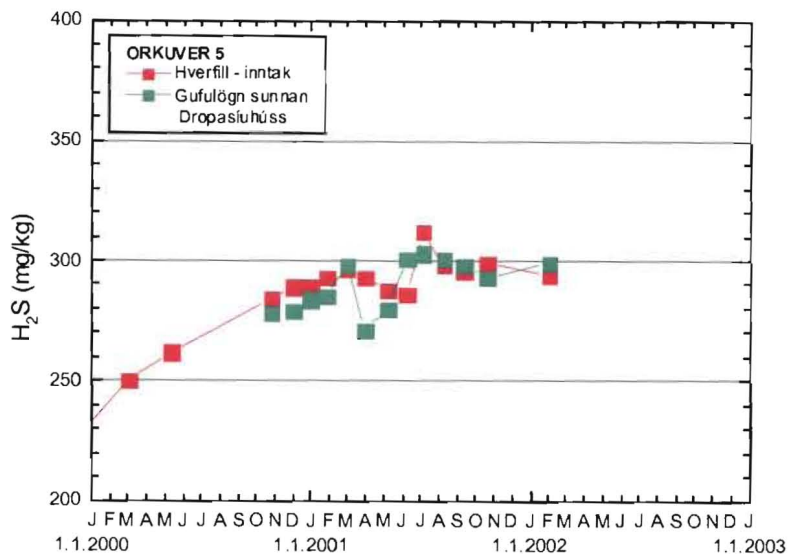
Dags.	Tími	Númer	CO ₂ (mg/kg)	H ₂ S (mg/kg)	% gas
01.03.2000	14:00	2000-0040	17100	250	1,74
11.05.2000	13:50	2000-0150	17673	262	1,79
25.10.2000	13:45	2000-0379	17321	284	1,76
29.11.2000	20:20	2000-0486	17940	289	1,82
28.12.2000	13:00	2000-0523	17876	289	1,82
25.01.2001	13:50	2001-0019	17888	293	1,82
28.02.2001	14:00	2001-0069	17727	297	1,80
29.03.2001	14:30	2001-0084	18234	293	1,85
07.05.2001	13:30	2001-0153	18062	288	1,84
08.06.2001	12:45	2001-0181	17970	286	1,83
03.07.2001	13:20	2001-0200	19238	312	1,96
08.08.2001	13:20	2001-0217	19116	298	1,94
11.09.2001	13:15	2001-0271	18873	296	1,92
19.10.2001	13:00	2001-0345	18863	299	1,92
31.01.2002	13:20	2002-0030	18600	294	1,89

Tafla 5. Þéttvatnslögn, orkuver 5

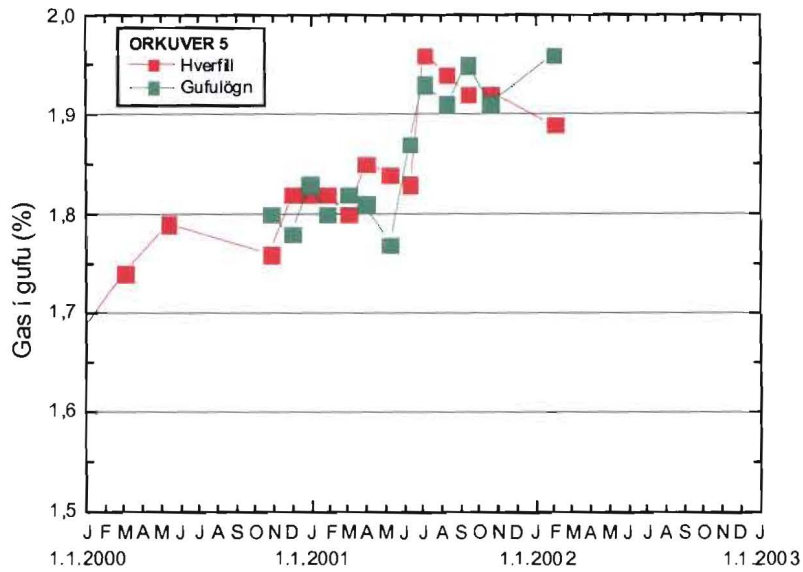
Dags.	Tími	Númer	Leiðni ($\mu\text{S/cm}$)	Na (mg/kg)	K (mg/kg)	Ca (mg/kg)	NH4 (mg/kg)
01.03.2000	15:00	2000-0041	30	0,15	0,26	0,01	3,50
11.05.2000	14:15	2000-0151	30	0,08	0,07	0,04	--
25.10.2000	14:30	2000-0407	28	0,07	0,02	0,04	--
29.11.2000	20:50	2000-0487	29	0,11	0,07	0,03	3,27
28.12.2000	13:15	2000-0524	26	0,08	0,04	0,03	3,79
25.01.2001	13:30	2001-0018	28	0,09	0,02	0,02	3,76
28.02.2001	13:15	2001-0067	29	0,06	0,02	0,03	4,04
29.03.2001	14:00	2001-0083	30	0,08	0,04	0,04	3,67
07.05.2001	13:20	2001-0152	29	0,11	0,09	0,13	3,63
08.06.2001	12:15	2001-0179	29	0,09	0,07	0,05	3,55
03.07.2001	13:10	2001-0199	30	0,03	0,01	0,05	3,43
08.08.2001	13:10	2001-0216	30	0,05	0,01	0,01	3,51
11.09.2001	13:00	2001-0270	28	0,09	0,01	0,15	3,94
19.10.2001	12:45	2001-0344	28	0,06	0,01	0,03	3,86
31.01.2002	13:00	2002-0029	27	0,08	0,01	0,02	3,80



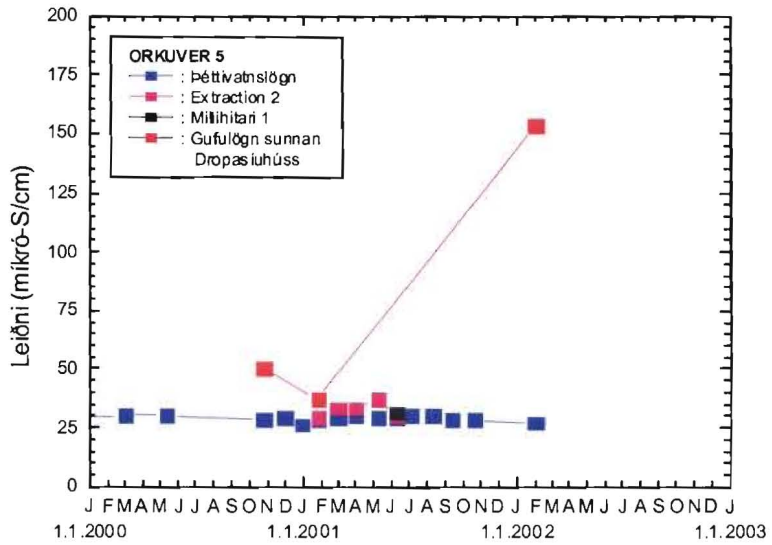
Mynd 14. Styrkur koldíoxíðs.



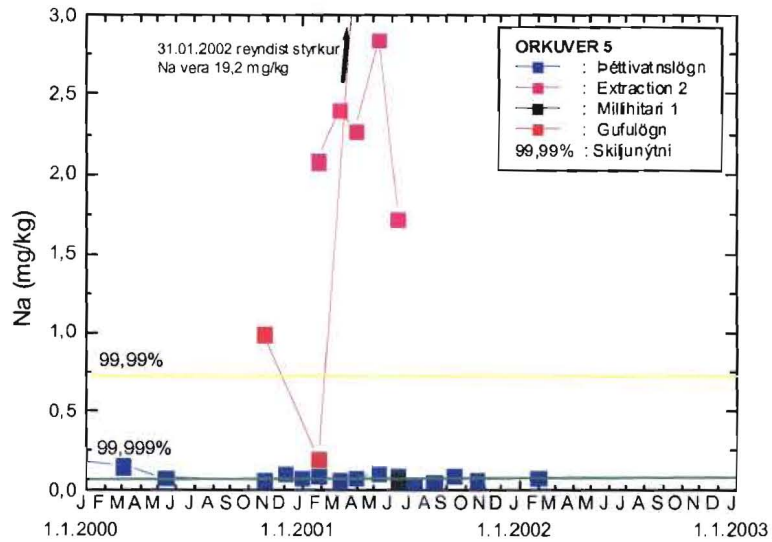
Mynd 15. Styrkur brennisteinsvetnis.



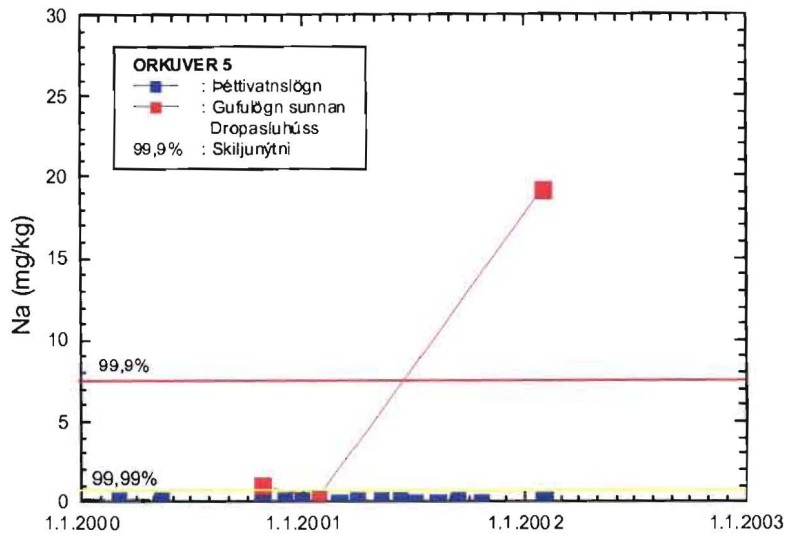
Mynd 16. Magn gass í gufu.



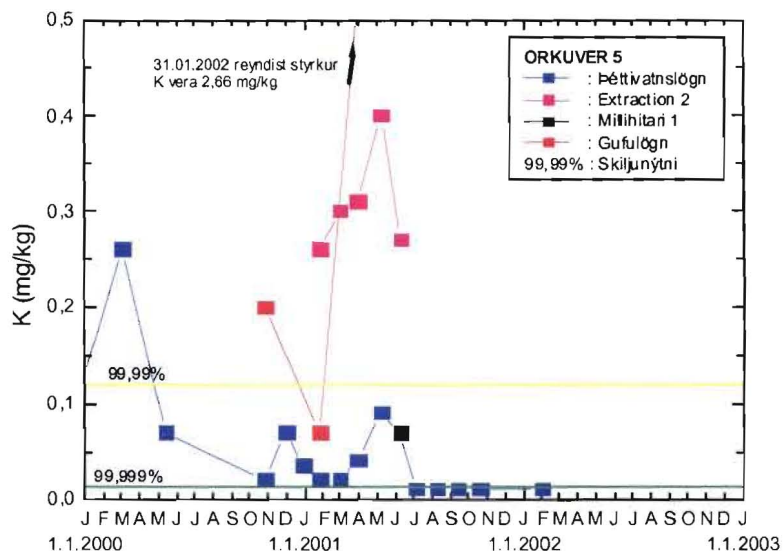
Mynd 17. Leiðni þéttvatns.



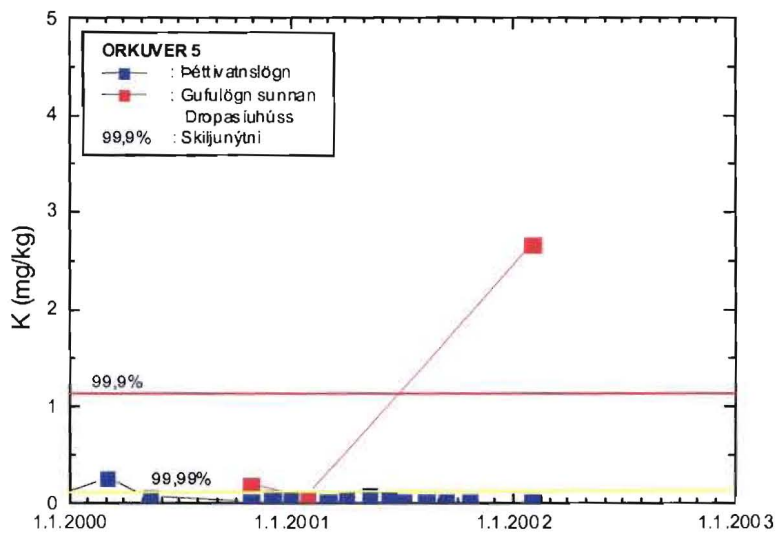
Mynd 18. Styrkur natríums.



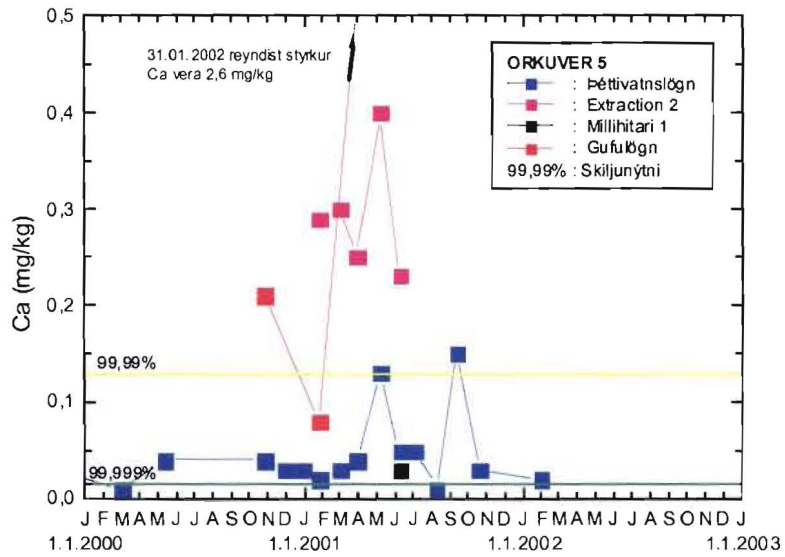
Mynd 19. Styrkur natríums.



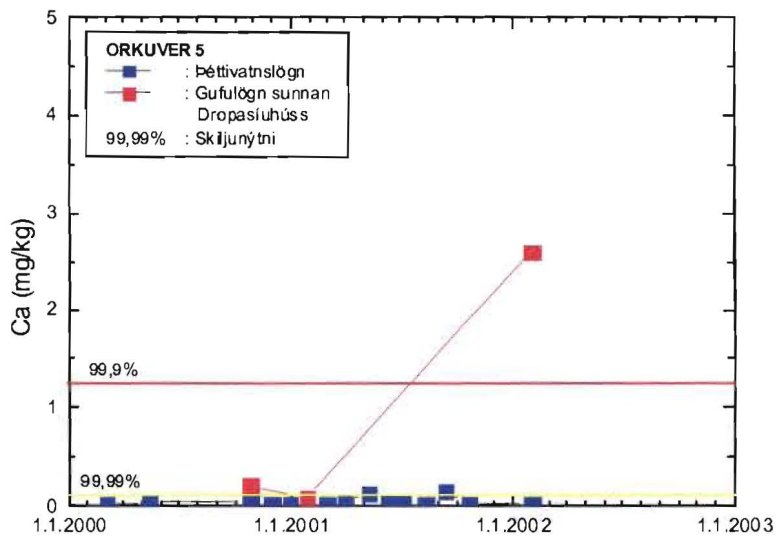
Mynd 20. Styrkur kalíums.



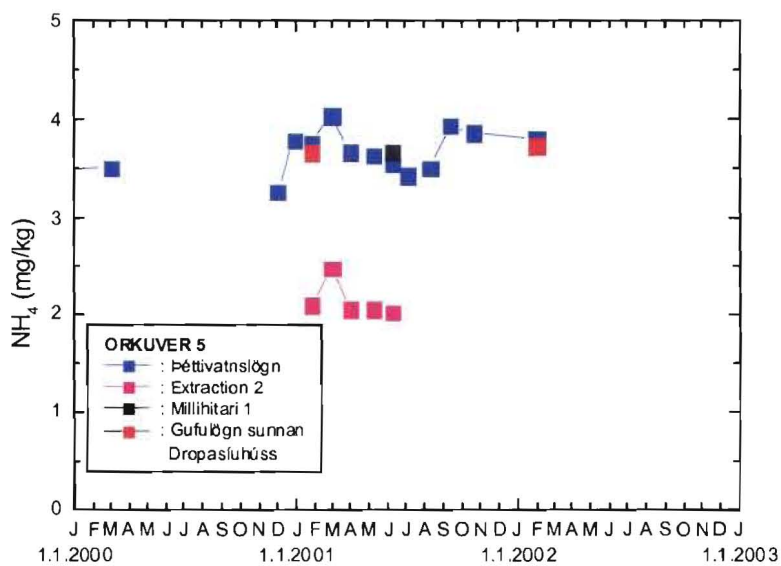
Mynd 21. Styrkur kalíums.



Mynd 22. Styrkur kalsíums.



Mynd 23. Styrkur kalsíums.



Mynd 24. Styrkur ammóníks.