

Eftirlit með áhrifum af losun
affallsvatns frá Kröflustöð
og Bjarnarflagsstöð

Vöktun og niðurstöður 2007



Landsvirkjun



Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð

Vöktun og niðurstöður 2007

Maí 2008

Skýrsla LV nr: LV-2008/064

Dags: Maí 2008

Fjöldi síðna: 14 Upplag: 5 Dreifing: Opin Takmörkuð til

Titill: Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2007

Höfundar / fyrirtæki: Halldór Ármannsson, Magnús Ólafsson og Mozghan Bagheri

Verkefnisstjóri: Árni Gunnarsson f.h. LV Ásgrímur Guðmundsson f.h. ÍSOR

Unnið fyrir: Unnið af Íslenskum orkurannsóknum fyrir Landsvirkjun ÍSOR-2008/018

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Gerð er grein fyrir reglulegu eftirliti með affallsvatni frá jarðhitavirkjunum í Kröflu og Bjarnarlagi. Í september 2002 var ákveðið í samráði við Umhverfisstofnun (Hollustuvernd ríkisins) að fylgjast árlega með náttúrlegum ferilefnum á borð við arsen frekar en að halda áfram ferilefnaprófunum. Arsen er í margfalt meiri styrk í affallsvatni en í grunnvatni. Í maí 2007 var sýnum safnað á öllum 10 samningsbundnu stöðunum nema Hlíðardalslæk en í september á öllum stöðunum. Frágangur og efnagreiningar fóru fram á hefðbundinn hátt á efnarannsóknarstofu ÍSOR og hjá Analytica í Svíþjóð. Í heild er um litlar breytingar að ræða frá fyrri athugunum. Affallið er svipað að öðru leyti en því að álstyrkur hefur aukist talsvert í vatni í Bjarnarflagslóni en þeirra áhrifa gætir ekki í námunda við Mývatn.

Lykilorð:

Jarhitavirkjanir, grunnvatnsrennsli, affallsvatn, sýnataka, styrkur efna, Mývatnssveit, Krafla, Námafjall, Bjarnarlag, Kröflustöð, Bjarnarflagsstöð

ISBN nr: _____

ISSN nr: _____

Undirskrift verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

Efnisyfirlit

1 Inngangur	7
2 Söfnun árið 2007	7
3 Heimildir	14

Töflur

Tafla 1. Niðurstöður efnagreininga á affallsvatni og vatni úr borholum, gjám og lindum í Mývatnssveit í maí 2007.....	12
Tafla 2. Niðurstöður efnagreininga á affallsvatni og vatni úr borholum, gjám og lindum í Mývatnssveit í september 2007.....	13

Myndir

Mynd 1. Sýnatökustaðir og helstu drættir í grunnvatnsrennsli um svæðið	8
Mynd 2. As-styrkur í sýnum af affalli 2001–2007 og vikmörk og umhverfismörk I og II.....	10
Mynd 3. Styrkur As í holu LUD-04 og lindum við Mývatn 2001–2007 ásamt vikmörkum og umhverfismörkum I og II.	10
Mynd 4. Styrkur áls í affallsvatni ásamt vikmörkum og hugsanlegum umhverfismörkum fyrir lax/skálga (I) og silung/aborra (II).	11
Mynd 5. Styrkur áls í lindum við Mývatn 2001–2007 ásamt vikmörkum og hugsanlegum umhverfismörkum fyrir lax/skálga (I) og silung/aborra (II).	11

1 Inngangur

Aðdraganda að eftirliti með affallsvatni frá Kröflu- og Bjarnarflagsvirkjunum er lýst í skýrslu Halldórs Ármannssonar og Magnúsar Ólafssonar (2004). Staðir þeir sem safna skal sýnum frá eru sýndir á mynd 1 en um söfnunina gildir eftirfarandi:

Eftirlit með efnasamsetningu

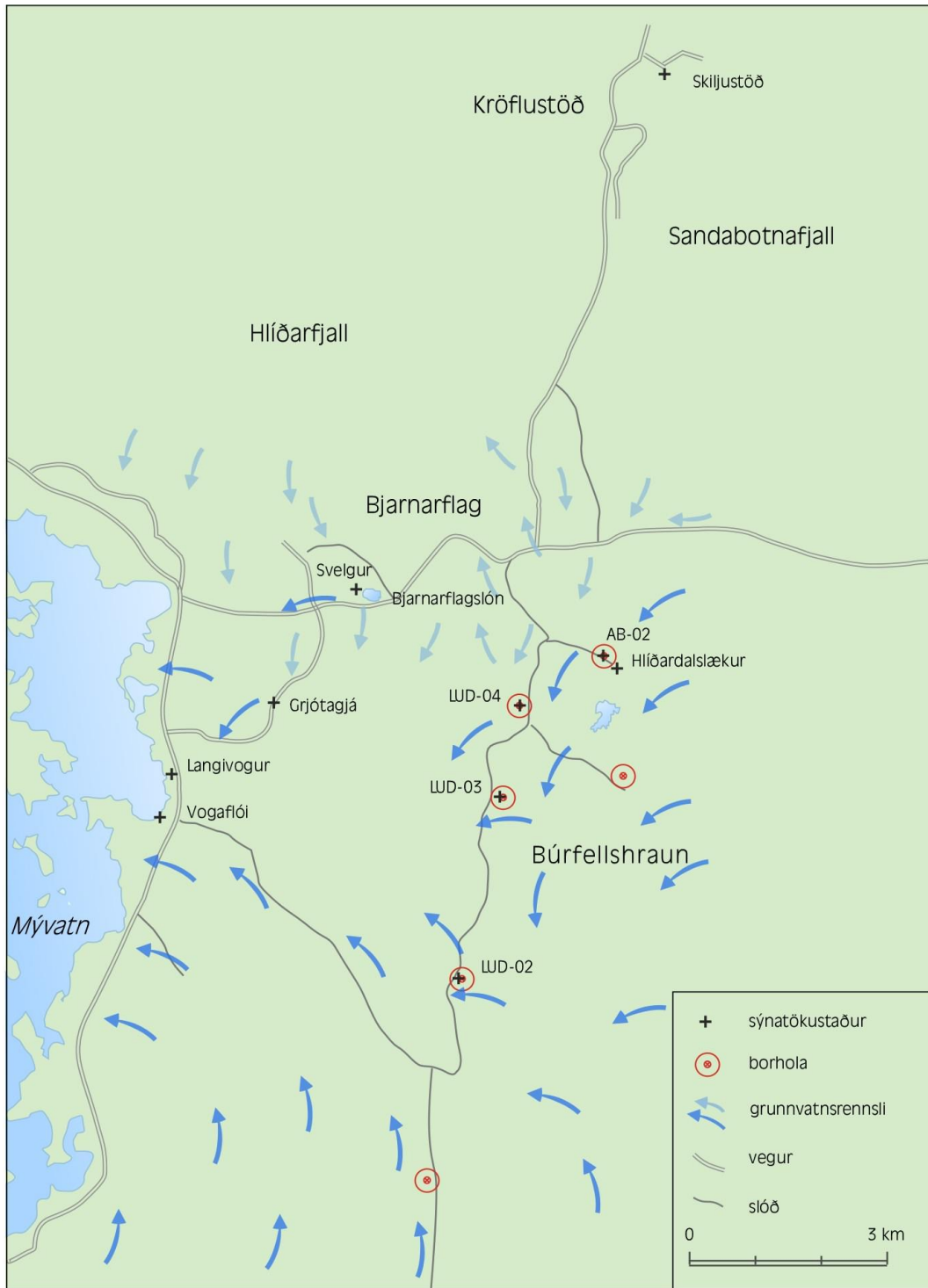
Til eftirlits með affallsvatni verður sýnum til heildargreiningar safnað einu sinni á ári en sýnum til snefilefnagreiningar tvisvar á ári úr frárennsli skiljustöðvar í Kröflu, Hlíðardalslæk, holum AB-02, LUD-02, LUD-03 og LUD-04 í Búrfellshrauni, niðurfalli frá Bjarnarflagslóni, Grjótagjá og lindum í Langavogi og Vogaflóa við Mývatn. Gert er ráð fyrir að ÍSOR sjái um söfnun til heildargreiningar en starfsmaður Kröflustöðvar um söfnun til snefilefnagreiningar.

- Umhverfisstofnun verður árlega send skýrsla með niðurstöðum mælinga. Verði frávik eða óvæntar niðurstöður skal vöktunaráætlunin endurskoðuð í samvinnu við Umhverfisstofnun.

2 Söfnun árið 2007

Vésteinn Vésteinsson, starfsmaður Kröflustöðvar, safnaði sýnum 7. maí og Magnús Ólafsson frá ÍSOR, með aðstoð Vésteins, 26. og 27. september. Í maí var safnað sýnum á öllum hinum 10 samningsbundnu stöðum nema Hlíðardalslæk en í september á öllum stöðunum. Frágangur og efnagreiningar fóru þannig fram að pH, anjónir og heildarstyrkur uppleystra efna var greindur í efnarannsóknarstofu ÍSOR og aðalkatjónir og snefilefni hjá Analytica, Luleå í Svíþjóð en vegna vandamála við greiningar stöðugra samsætna hjá Raunvísindastofnun Háskólans fengust engar niðurstöður um þær í þetta sinn. Sýnin eru geymd og verða greind þegar þau vandamál hafa verið leyst. Skýrt verður frá þeim niðurstöðum síðar.

Niðurstöður efnagreininga frá máisöfnuninni eru í töflu 1 en septembersöfnuninni í töflu 2. Í heild er um litlar breytingar að ræða frá fyrri athugunum. Affallið er svipað að öðru leyti en því að álstyrkur hefur aukist talsvert í vatni frá Bjarnarflagslóni en þeirra áhrifa gætir ekki í námunda við Mývatn.



Mynd 1. Sýnatökustaðir og helstu drættir í grunnvatnsrennsli um svæðið (byggt á mynd frá Verkfræðistofunni Vatnaskilum (1999)).

Meðalsamkvæmni með 95% vissu (A_p) fyrir arsen og ál var metin með tilliti til niðurstaðna frá upphafi fyrir þau sýni sem greind hafa verið í tvítaki eins og lýst er í vöktunarskýrslu fyrir árið 2004 (Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson, 2005) og notuð til að ákvarða vikið þau sem sýnd eru á myndum 2–5.

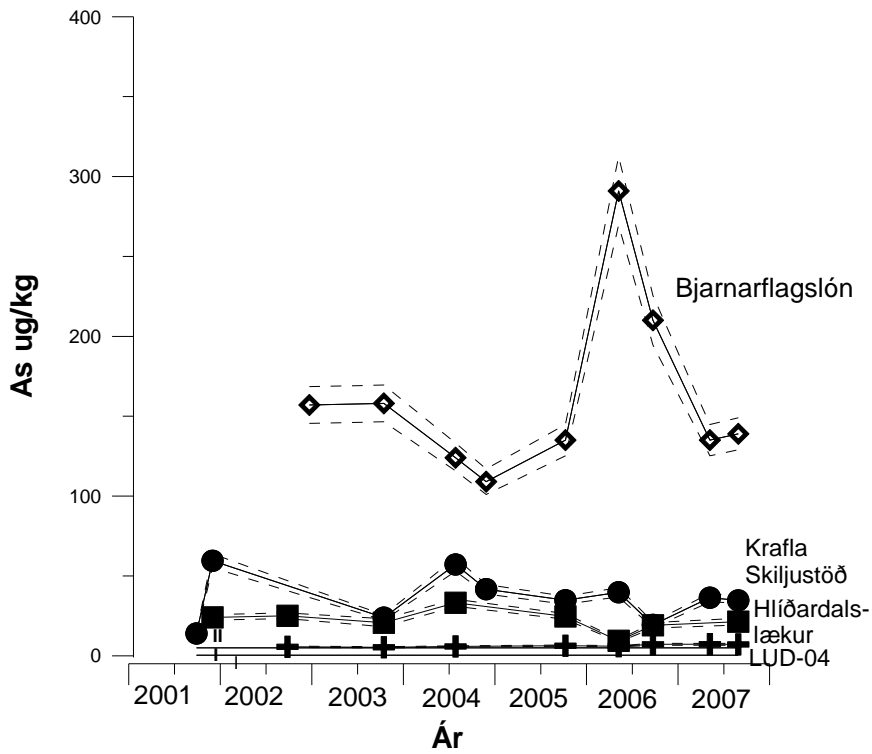
Umhverfismörk fyrir arsen eru gefin í reglugerð nr. 76/1999 frá umhverfisráðuneytinu og eru umhverfismörk I (mjög lítil eða engin hættu á áhrifum) 0,4 µg/l en umhverfismörk II (lítil hættu á áhrifum) 5 µg/l.

Arsenstyrkur í sýnum af affalli, þ.e. úr Hlíðardalslæk, frá skiljustöð í Kröflu og úr Bjarnarflagslóni er nokkuð breytilegur. Vottur hefur sést í tveimur holum, AB-02 og LUD-04, þegar safnað hefur verið úr þeim. Lítið As hefur komið fram í lindum við Mývatn. Á mynd 2 er styrkur As í sýnum af affalli og vatni úr holu LUD-04 teiknaður inn ásamt vikmörkum og umhverfismörkum. Styrkur As í vatni úr LUD-04 og sýnum úr tveimur lindum við Mývatn, Langavogi, sem virðist taka við affalli frá Bjarnarflagi, og Vogaflóa, sem virðist taka við því sem kemur frá Hlíðardalslæk, er á sama hátt teiknaður á mynd 3 ásamt vikmörkum og umhverfismörkum. Kemur þar greinilega fram að arsenstyrkur í lindunum er neðan umhverfismarkna.

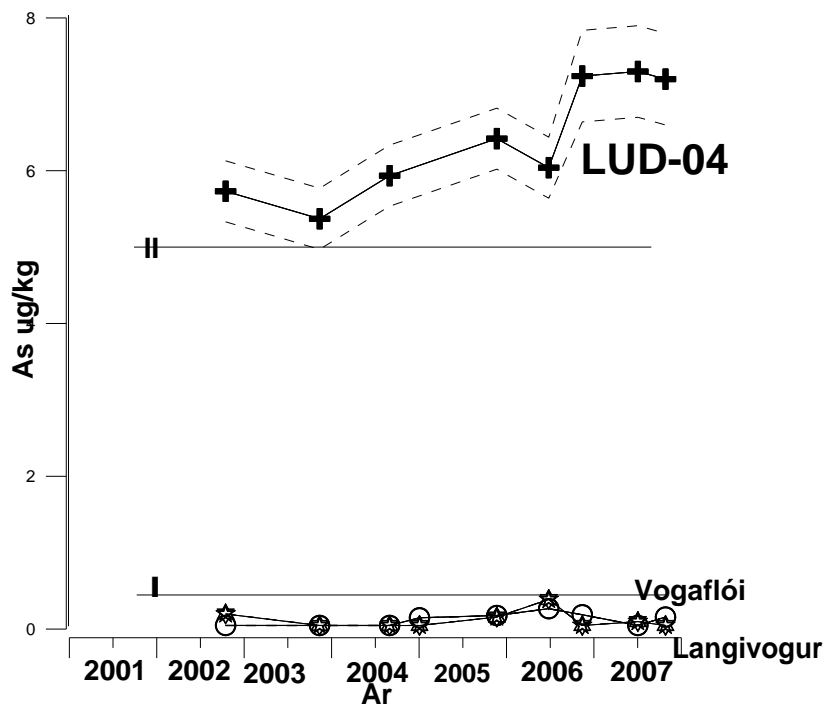
Í skýrslu Halldórs Ármannssonar og Magnúsar Ólafssonar (2005) er gerð grein fyrir því hvers vegna ál (Al) er langálitlegast sem eftirlitsefni ásamt arseni. Vitað er um eituráhrif þess gagnvart fiski og sett hafa verið mörk um hámarksstyrk þess í neysluvatni.

Mörk áls (Al) fyrir neysluvatn eru víðast á bilinu 100–200 µg/l (Srinivasan o.fl., 1999) en hér á landi eru þau 200 µg/l samkvæmt reglugerð nr. 536/2001 um neysluvatn (Umhverfisráðuneytið, 2001). Talið er líklegt að mörk fyrir ál í lífríki hér á landi verði svipuð þeim sem stungið hefur verið upp á í Noregi, þ.e. 20 µg/l fyrir lax og skálga en 80 µg/l fyrir silung og aborra (Löfgren og Lydersen, 2002).

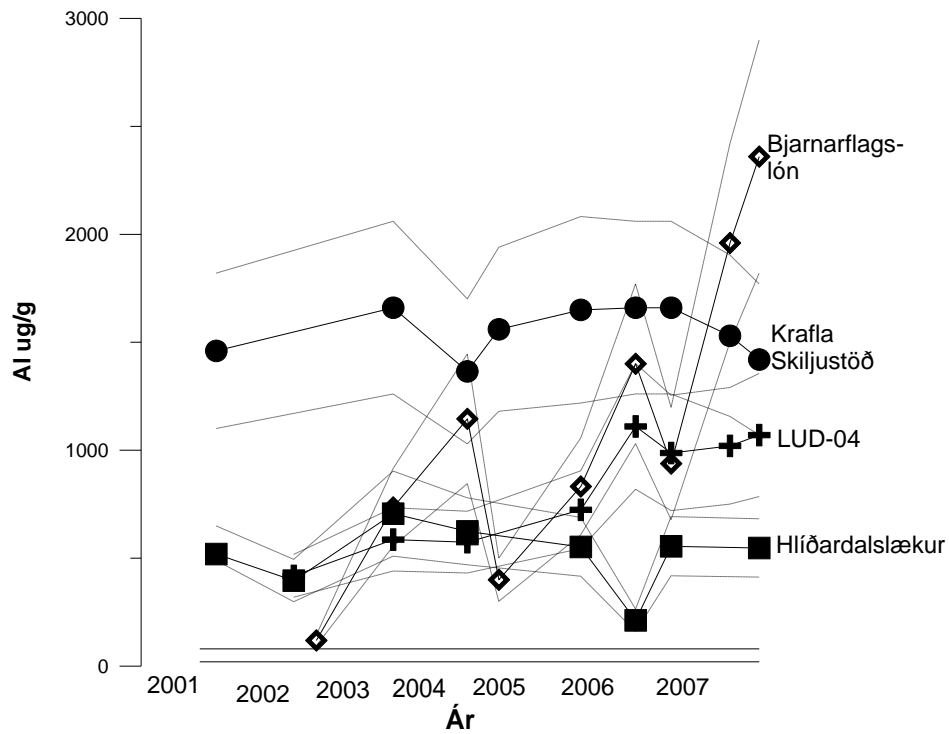
Á mynd 3 er sýndur styrkur áls í affallsvatni og vatni úr holu LUD-04 ásamt ofangreindum umhverfismörkum, sem lögð hafa verið til í Noregi. Sést þar að styrkur áls er enn verulegur í holu LUD-04. Á mynd 4 er sýndur styrkur áls í lindum við Mývatn ásamt ofangreindum hugsanlegum umhverfismörkum og sést að gífurleg þynning verður frá affalli að lindum og að styrkur áls í lindum er yfirleitt neðan við slík mörk. Í tilfelli áls er það að öllum líkindum eingöngu þynning sem veldur styrkminnkun meðan í tilfelli arsens getur að auki verið um aðsog að ræða.



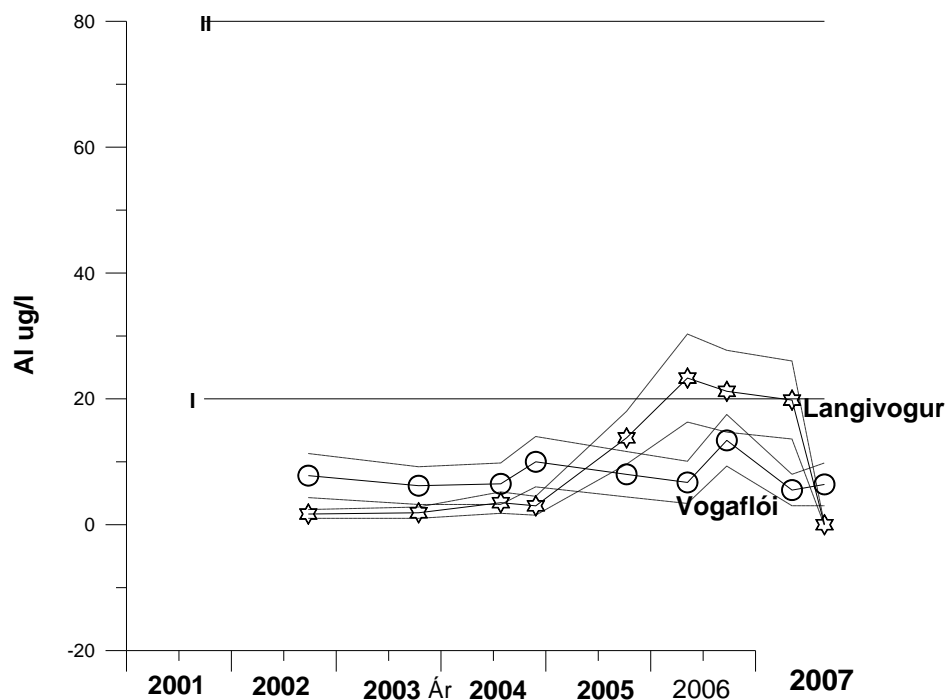
Mynd 2. As-styrkur í sýnum af affalli 2001–2007 ásamt vikmörkum og umhverfismörkum I og II.



Mynd 3. Styrkur As í holu LUD-04 og lindum við Mývatn 2001–2007 ásamt vikmörkum og umhverfismörkum I og II.



Mynd 4. Styrkur áls í affallsvatni ásamt vikmörkum og hugsanlegum umhverfismörkum fyrir lax/skálga (I) og silung/aborra (II).



Mynd 5. Styrkur áls í lindum við Mývatn 2001–2007 ásamt vikmörkum og hugsanlegum umhverfismörkum fyrir lax/skálga (I) og silung/aborra (II).

Tafla 1. Niðurstöður efnagreininga á affallsvatni og vatni úr borholum, gjám og lindum í Mývatnssveit í maí 2007.

Staðarnafn	Krafla Skiljustöð	AB-02	LUD-04	LUD-03	LUD-02	Vogaflói lind	Langivogur lind	Grjótagjá karlagjá	Bjarnarflagslón
Staðarnúmer	M20008	B57842	B58504	B-58503	B58502	K558	H10088	H10085	M20004
Sýni nr.	20070139	20070135	20070136	20070137	20070138	20070130	20070131	20070132	20070133
Al	1,53	0,023	1,02	0,018	0,0302	0,00551	0,0198	0,0145	1,96
As	0,0364	0,000474	0,00726	0,000066	0,000128	<0,00005	0,00005	<0,00005	0,135
Ba	0,00285	0,000391	0,00104	0,000266	0,00032	0,000614	0,0018	0,00261	0,00169
Ca	3,3	11,9	20,7	10,8	12,6	11,3	14,6	13,2	3,4
Cd	0,000005	0,000145	0,000013	0,000008	0,000011	0,000015	0,000086	0,000033	0,000109
Co	0,000009	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	<0,000005	0,000209
Cr	0,000304	0,000458	0,000381	0,00085	0,000865	0,00153	0,000545	<0,00001	0,00348
Cu	0,000213	0,000952	0,00328	0,000561	0,00124	0,00132	0,00133	0,000533	0,00264
Fe	0,0238	0,0172	0,0474	0,0037	0,002	0,0018	0,0027	0,0022	1,49
H₂S	UG	UG	UG	UG	UG	<0.03	UG	UG	UG
Hg	0,000003	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	<0,000002	0,000002	<0,000002	0,000074
K	33,1	1,62	2,58	1,74	1,89	1,7	5,34	7,01	19,3
Mg	<0.09	5,84	13	6,92	7,72	6,4	4,29	2,98	0,86
Mn	0,00259	0,00867	0,00299	0,000329	0,000072	0,000085	0,000176	0,0185	0,0505
Mo	0,00691	0,000477	0,00266	0,000592	0,000664	0,000813	0,000428	0,000158	0,00106
Na	250	11,1	60,9	14,9	18,7	21,6	65,6	73,2	114
NH₃	UG	0,00242	UG	UG	UG	UG	UG	UG	UG
Ni	0,000265	0,000206	0,000186	0,000152	0,00012	0,000129	0,000419	0,00008	0,00101
P	<1	0,554	0,0413	0,0565	0,0417	0,0592	0,0312	0,0205	0,013
Pb	0,000072	0,000029	0,000063	0,000013	0,00002	0,000038	0,000058	0,000038	0,00107
pH/t°C	EÁ	EÁ	EÁ	EÁ	EÁ	8,68	EÁ	EÁ	EÁ
SiO₂	616,1	29,1	69,7	23	25	23,5	113,6	159	633,2
SO₄	764	17,95	131	11,6	16,2	20,7	89	67,1	230,1
Sr	0,0203	0,013	0,0254	0,0112	0,0138	0,0133	0,0187	0,018	0,0129
Zn	0,000796	UG	0,00142	0,000619	0,000869	0,00103	0,00519	0,00153	0,00406
Leiðni_(µs/cm) °C	EÁ	EÁ	EÁ	EÁ	EÁ	199,3	EÁ	EÁ	EÁ

Allar styrkniðurstöður í mg/L. UG: undir greiningarmörkum. EÁ: ekki ákvarðað.

Tafla 2. Niðurstöður efnagreininga á affallsvatni og vatni úr borholum, gjám og lindum í Mývatnssveit í september 2007.

Staðarnafn	Krafla Skiljustöð	Hlíðardalslækur við AB-02	AB-02	LUD-04	LUD-03	LUD-02	Vogaflói lind	Langivogur lind	Grjótagjá karlagjá	Bjarnarflagslón
Staðarnúmer	M20008	V2356	B57842	B58504	B-58503	B58502	K558	H10088	H10085	M20004
Sýni nr.	20070369	20070360	20070356	20070357	20070358	20070359	20070361	20070362	20070363	20070368
Al	1,42	0,547	0,00498	1,07	0,011	0,0343	0,00641	<0,00005	0,0129	2,36
As	0,0347	0,0214	0,000534	0,00716	0,00013	0,00031	0,00011	<0,00005	<0,00005	0,139
B	0,98	0,42	0,07	0,33	0,1	0,06	0,06	0,27	0,29	1,46
Ba	0,00301	0,00399	0,000383	0,000874	0,000343	0,000362	0,000407	0,00189	0,00262	0,00149
Ca	3,65	29,8	10,9	20,5	11	12,8	11,2	14,6	12,7	2,48
Cd	<0,000003	<0,000002	0,000011	0,000006	0,000003	0,000005	<0,000002	0,000014	<0,000002	<0,000002
Cl	66,4	27,9	3,66	18,3	4,67	5,49	4,42	15	16	47,6
Co	0,000007	0,00012	<0,000005	0,000015	0,000009	<0,000005	0,00001	0,000018	<0,000005	0,000121
CO ₂	69,1	97,8	50,8	73,2	63	72,8	64,5	81,4	106,5	11,4
Cr	0,000208	0,000492	0,000479	0,00042	0,00084	0,00112	0,00133	0,000317	0,000014	0,000251
Cu	0,00152	0,000413	0,000897	0,00594	0,000674	UG	0,00126	0,00052	0,000516	0,000698
F	1,3	0,57	0,22	0,33	0,18	0,18	0,22	0,36	0,4	0,82
Fe	0,039	0,15	0,0133	0,0521	0,0054	0,0034	0,0015	0,0017	0,0027	0,597
H ₂ S	19,5	<0.03	UG	UG	UG	UG	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Hg	0,000017	0,000012	0,000002	0,000003	0,000003	0,000002	<0,000002	0,000003	0,000004	0,000006
K	33,3	13,4	1,62	2,69	1,88	2,2	1,88	6,07	7,55	19,4
Mg	<0.09	9,13	5,38	13	7,05	7,99	6,46	3,92	2,91	0,753
Mn	0,0032	0,0747	0,000753	0,00371	0,000542	0,000077	0,000416	0,000542	0,0208	0,0161
Mo	0,00812	0,00524	0,000374	0,003	0,000975	0,000866	0,000944	0,000427	0,000185	0,0021
Na	255	113	9,58	63,4	15,8	20,2	22,6	74,1	76,7	112
Ni	0,00032	0,000578	0,000307	0,00023	0,000194	0,000156	0,00065	0,000747	0,000171	0,000474
P	0,00208	0,00981	0,061	0,0402	UG	0,0504	0,052	0,0266	0,0195	0,00432
Pb	0,00003	0,000271	0,00006	0,000075	0,036	0,000025	0,000029	0,000035	0,000055	0,000046
pH/t°C	9,86	8,75	7,95	8,12	8,48	8,5	EÁ	8,55	8,37	6,27
SiO ₂	611,7	256	27,4	41,5	22	23,1	23,75	111,5	147,3	299
SO ₄	262	192	10,3	124	11,2	16,2	20	92,4	63,9	197
Sr	0,0221	0,0491	0,0112	0,024	0,011	0,0136	0,0125	0,0189	0,0175	0,00975
Zn	0,00243	0,00646	0,00819	0,00934	0,00319	0,00345	0,00258	0,00285	0,00268	0,00586
Leiðni _(µs/cm) ^o	1171	686	40.8	462	177,2	205	EÁ	462	414	617

*Allar styrkniðurstöður í mg/L, UG: undir greiningarmörkum, EÁ: ekki ákvarðað

3 Heimildir

- Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson (2004). *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2003*. ÍSOR-2004/005. 14 bls.
- Halldór Ármannsson og Magnús Ólafsson (2005). *Eftirlit með áhrifum af losun affallsvatns frá Kröflustöð og Bjarnarflagsstöð. Vöktun og niðurstöður 2004*. ÍSOR-2005/006. 15 bls.
- Löfgren, S. og Lydersen, E. (2002). Heavy metal concentrations in the Nordic lakes in relation to presently used Critical Limits – a state of the art review. Proc. Workshop on Heavy Metals (Pb, Cd and Hg) in Surface Water Monitoring and Biological Impact, March 18–20, Lillehammer, Norway. *ICP-WATERS Report 67/2002. Trans Boundary Air Pollution Programme on Assessment and Monitoring of Acidification of Rivers and Lakes. Norwegian Institute for Water Research*, 26–27.
- Srinivasan, P. T., Viraraghavan, T. og Subramanian, K. S. (1999). Aluminium in drinking water: An overview. *Water SA*, 25, 47–55.
- Umhverfisstofnun (2001). *Reglugerð nr. 536 um neysluvatn*.
<http://www.umhverfisstofnun.is/lagagogn/reglugerdir>.
- Verkfræðistofan Vatnaskil (1999). *Mývatn – Grunnvatnslíkan af vatnasviði Mývatns*.
Verkfræðistofan Vatnaskil. 82 bls.