

6EM16019
Kristmann Gíslason
Wojciech Sasinowski

Mæling á þungmálmum í ryki
í ræstilofti kerskála

Norðurál,
Grundartanga

Sumar 2016

Ágrip

Mælt var magn ákveðinna málma í ryki í ræstilofti kerskála. Mældar voru tvær mæliraðir á tveim mismunandi stöðum á þaki kerskálanna. Meðaltal mæliraðanna má í töflu 1 hér að neðan.

Tafla 1

Efnispáttur	Meðaltal mæliraða $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Staðal- Frávik $\mu\text{g}/\text{m}^3$
As	0,5	0,13
Cd	0,04	0,009
Cr	0,04	0,02
Cu	0,13	0,02
Hg	0,00	0,00
Mo	0,004	0,002
Ni	3,2	0,5
Pb	0,10	0,03
V	0,18	0,04
Zn	0,24	0,06

Efnisyfirlit

Ágrip.....	2
Efnisyfirlit	3
Inngangur	4
Framkvæmd	4
Niðurstöður	6
VIÐAUKI – Mæligögn	7

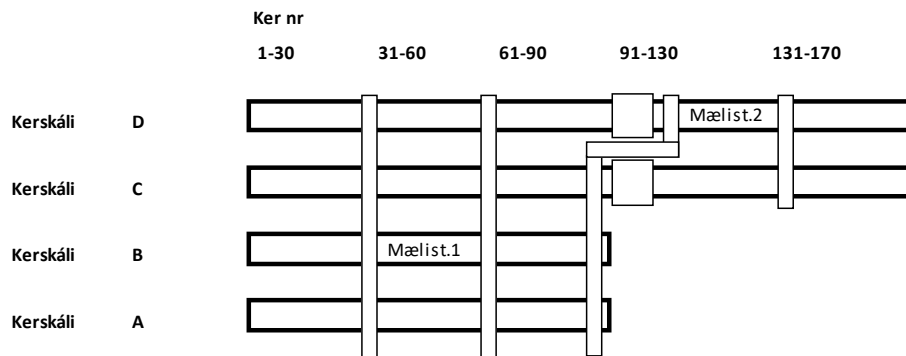
Inngangur

Magn þungmálma arseník (As), kadmíum (Cd), Króm (Cr), kopar (Cu), kvikasilfur (Hg), molýbdenum (Mo), nikkell (Ni), blý (Pb), vanadíum (V) og zink (Zn) var mælt í rjáfri álvers Norðuráls á Grundartanga á tímabilinu 24.6.-3.7.2016.

Framkvæmd

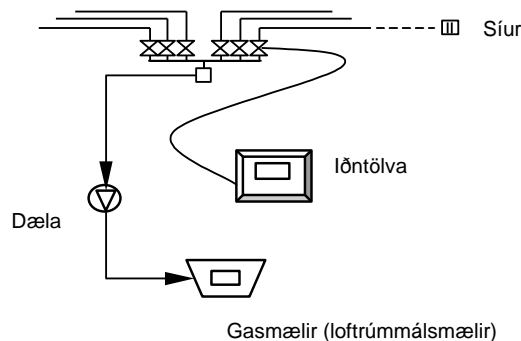
Búnaður og sýnataka

Settur var upp síubúnaður í rjáfri kerskála Norðuráls fyrir sýnatöku úr útstreymi frá kerskálum. Í hverri mæliröð voru 6 síur og tvær blanksíur. Búnaði var komið fyrir í rjáfri eða mænisopi kerskála og náði yfir um 170 m bil á mæniásnum. Bil á milli sía var um 30 m og síurnar voru hengdar niður um opið. Sýnatöku var þannig háttað að sogað var í 10 mín. í gegnum hverja síu á hverri klukkustund. Sýnataka var keyrð að jafnaði 3 sólarhringa á hverri mæliröð og alls voru teknar 2 nothæfar síuraðir á tímabilinu á tveim stöðum, sbr. mynd.



Mynd 1. Mælistaðir

Sýnatökubúnaður samanstendur af gasmæli, loftdælu og iðntölvu sem stjórnar sýnatöku í gegnum 6 innganga eða síur. Forritun iðntölvunnar er einföld, skipt er stöðugt á milli sía á 10 mínútna fresti. Með 6 síum þýðir þetta að síað er í 10 mín. í gegnum hverja síu á hverri klst. eins og fram kom hér ofar.



Mælíbúnaður

Mynd 2. Uppstilling búnaðar

Síur

Síunum var komið fyrir í 37 mm síuhöldurum. Hver síuhaldari innihélt ryksíu (membranesía) og ómeðhöndlaða íssogssíu til stuðnings.

Greining

Eftir sýnatökur voru ryksíur meltaðar í 8 mL af HNO₃/2 mL af H₂O₂ í örbylgjuofni. Magn málma í lausnunum var svo mælt í ICP-AES tæki.

Útreikningar

Heildarloftmagnið sem dregið er alls í gegnum síurnar í hverri keyrslu er mælt með gasmæli. Þrýstifall í sýnatökulögninni er langmest í síunum, en þrýstifall í sjálfri lögninni er svolítið enda lengsta leið sýnis frá dælu um 70 m. Munur er því á loftmagni frá síunum sem voru lengst frá loftdælunni og þeim sem voru nær og er leiðrétt fyrir þessu í útreikningi. Hins vegar getur verið einhver munur á milli sía sem ekki er leiðrétt fyrir og reiknað með að sé smávægilegur, enda hefur hann ekki áhrif á meðaltal né heildarniðurstöðu. Loftmagn sem dregið var í gegnum hverja síu er þá reiknað svo

$$V_i = V_{\text{tot}} \times b_i/C$$

þar sem b_i/C er leiðréttingarstuðull fyrir síur eftir fjarlægð frá dælubúnaði (og $\sum_{i=1-6} b_i/C = 1$). Styrkur efnispáttar í $\mu\text{g}/\text{m}^3$ eða mg/m^3 reiknast síðan

$$c = (m - m_{bl})/V_i .$$

Niðurstöður

Meðaltöl fyrir alla mæliþætti þeirra tveggja mæliraða sem teknar voru má sjá hér að neðan. (Tafla 1)

Tafla 1. Meðaltöl mælinga

Efnisþáttur	Meðaltal mæliraða $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Staðalfrávik $\mu\text{g}/\text{m}^3$
As	0,5	0,13
Cd	0,04	0,009
Cr	0,04	0,02
Cu	0,13	0,02
Hg	0,00	0,00
Mo	0,004	0,002
Ni	3,2	0,5
Pb	0,10	0,03
V	0,18	0,04
Zn	0,24	0,06

Tafla 2 sýnir svo niðurstöður einstakra mæliraða:

Tafla 2. Niðurstöður mæliraðanna tveggja

Efnisþáttur	Mæliröð 1		Mæliröð 2	
	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Staðalfrávik	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Staðalfrávik
As	0,6	0,2	0,29	0,08
Cd	0,05	0,01	0,020	0,007
Cr	0,06	0,02	0,02	0,02
Cu	0,19	0,03	0,08	0,02
Hg	0,00	0,00	0,00	0,00
Mo	0,007	0,002	0,001	0,001
Ni	4,4	0,5	1,9	0,5
Pb	0,13	0,04	0,07	0,03
V	0,28	0,07	0,07	0,02
Zn	0,38	0,07	0,11	0,04

VIÐAUKI – Mæligögn

Norðurál mælingar á ræstilofti										
Staðsetning	B31-60									
Málmar nr. 1	Dags.	Kl.	Gasmælir (m3)			kv. St		0,91		
Upphaf	24.6.2016	15:36	v0 (m3)	17141,175						
Lok	27.6.2016	10:50	v1 (m3)	17165,005					BI1.	BI.2
Staðsetning			1	2	3	4	5	6		
Sía nr.			80	81	82	83	84	85	86	87
V (m3)	21,685	21,685	3,286	3,614	3,943	3,943	3,614	3,286	3,6	3,614
Tími alls (klst)	67,2 ca.									
Tími per síu (mín)			671,5	671,5	671,5	671,5	671,5	671,5		
V (L/mín)			4,9	5,4	5,9	5,9	5,4	4,9		
Málmar [µg/mL]	Meðaltal	Staðalfrávik								
As	0,15	0,03	0,2134917	0,1596877	0,14126167	0,1506	0,1191	0,1269987	0,0016609	0,0016609
Cd	0,01	0,00	0,0154907	0,0126447	0,01326567	0,0119717	0,0089787	0,0108307	0,0001002	0,0001002
Cr	0,03	0,00	0,03395	0,024724	0,025955	0,030971	0,031877	0,03414	0,016919	0,014474
Cu	0,05	0,00	0,054807	0,049885	0,044882	0,051495	0,046492	0,044535	0,00108	0,006355
Hg	0,00	0,00	0,0009039	0,0009039	0,00090395	0,0009039	0,0009039	0,0009039	0,0009039	0,0009039
Mo	0,00	0,00	0,0016403	0,0017973	0,00171633	0,0016553	0,0017693	0,0025403	0,0003017	0,0003017
Ni	1,06	0,11	1,120663	1,191663	0,979417	1,138663	1,013663	0,896303	0,003309	0,00269
Pb	0,03	0,01	0,0336343	0,0298223	0,04851333	0,0312013	0,0170963	0,0291903	0,0013643	0,0013643
V	0,07	0,02	0,0786377	0,0913087	0,06049767	0,0684517	0,0561127	0,0497527	0,0002037	0,0003717
Zn	0,09	0,01	0,0844713	0,0805373	0,08464633	0,0959423	0,0996803	0,1147073	0,0035653	0,0019523
Málmar [µg/m3]	Meðaltal	Staðalfrávik								
As	0,6	0,2	0,967	0,656	0,531	0,567	0,487	0,572	0,000	0,000
Cd	0,05	0,01	0,070	0,052	0,050	0,045	0,037	0,049	0,000	0,000
Cr	0,06	0,02	0,083	0,037	0,039	0,058	0,067	0,084	0,005	-0,005
Cu	0,19	0,03	0,233	0,192	0,157	0,182	0,178	0,186	-0,011	0,011
Hg	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mo	0,007	0,002	0,006	0,006	0,005	0,005	0,006	0,010	0,000	0,000
Ni	4,4	0,5	5,102	4,933	3,715	4,321	4,195	4,078	0,001	-0,001
Pb	0,13	0,04	0,147	0,118	0,179	0,114	0,065	0,127	0,000	0,000
V	0,28	0,07	0,358	0,378	0,229	0,259	0,232	0,226	0,000	0,000
Zn	0,38	0,07	0,373	0,323	0,312	0,355	0,402	0,511	0,003	-0,003

Norðurál mælingar á ræstilofti										
Staðsetning	D91-130									
Málmar nr. 1	Dags.	Kl.	Gasmælir (m3)			kv. St		0,91		
Upphaf	30.6.2016	13:26	v0 (m3)	17186,826						
Lok	3.7.2016	19:13	v1 (m3)	17218,149					BI1.	BI.2
Staðsetning			1	2	3	4	5	6		
Sía nr.			88	89	90	91	92	93	94	95
V (m3)	28,504	28,504	4,319	4,751	5,183	5,183	4,751	4,319	4,8	4,751
Tími alls (klst)	77,5 ca.									
Tími per síu (mín)			774,7	774,7	774,7	774,7	774,7	774,7		
V (L/mín)			5,6	6,1	6,7	6,7	6,1	5,6		
Málmar [µg/mL]	Meðaltal	Staðalfrávik								
As	0,09	0,03	0,0785777	0,1429647	0,08942867	0,0953	0,0645	0,0851037	0,0016609	0,0016609
Cd	0,01	0,00	0,0067887	0,0101327	0,00601567	0,0070057	0,0040067	0,0053967	0,0001002	0,0001002
Cr	0,02	0,01	0,019003	0,035008	0,016902	0,019466	0,015047	0,016438	0,011317	0,014123
Cu	0,03	0,00	0,02683	0,035988	0,025408	0,025673	0,030668	0,022429	0,003076	0,001233
Hg	0,00	0,00	0,0009039	0,0009039	0,00090395	0,0009039	0,0009039	0,0009039	0,0009039	0,0009039
Mo	0,00	0,00	0,0004343	0,0014243	0,00041633	0,0005173	0,0003017	0,0003017	0,0003017	0,0003017
Ni	0,61	0,15	0,481864	0,849623	0,509031	0,709276	0,452064	0,64002	0,000957	0,000264
Pb	0,02	0,01	0,0223533	0,0397203	0,01784133	0,0228543	0,0117603	0,0221343	0,0013643	0,0013643
V	0,02	0,01	0,0206797	0,0309077	0,02238367	0,0250727	0,0137427	0,0225377	5,687E-05	5,687E-05
Zn	0,04	0,01	0,0309353	0,0373493	0,02314933	0,0325663	0,0343653	0,0525263	0,0025533	0,0006464
Málmar [µg/m3]	Meðaltal	Staðalfrávik								
As	0,29	0,08	0,267	0,446	0,254	0,271	0,198	0,290	0,000	0,000
Cd	0,020	0,007	0,023	0,032	0,017	0,020	0,012	0,018	0,000	0,000
Cr	0,02	0,02	0,022	0,070	0,012	0,020	0,007	0,013	-0,004	0,004
Cu	0,08	0,02	0,086	0,107	0,067	0,068	0,090	0,070	0,003	-0,003
Hg	0,00	0,00	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Mo	0,001	0,001	0,000	0,004	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
Ni	1,9	0,5	1,671	2,681	1,472	2,051	1,425	2,221	0,001	-0,001
Pb	0,07	0,03	0,073	0,121	0,048	0,062	0,033	0,072	0,000	0,000
V	0,07	0,02	0,072	0,097	0,065	0,072	0,043	0,078	0,000	0,000
Zn	0,11	0,04	0,102	0,113	0,062	0,090	0,103	0,177	0,003	-0,003