

6EM18001
Hermann Þórðarson

Svifryk áramót 2017/2018 – mæling á málmum og PAH

Mars 2018
Efnagreiningar
Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Ágrip

Teknar eru saman niðurstöður mælinga á svifryki frá mælistöðvum á höfuðborgarsvæðinu um síðastliðin áramót 2017/2018, þ.e. mælistöðvum á Norðurhelli og Hvaleyrarholti í Hafnarfirði, Dalsmára í Kópavogi og í Reykjavík á Hringbraut, Eiríksgötu, Grensásvegi og Fjölskyldu og húsdýragarðinum í Laugardal. Mældir efnisþættir voru svifryk (PM₁₀) í lofti, ólífræn snefilefni og fjölhringa kolefnissambönd (PAH) í svifrykinu.

Veður

Þessa daga um áramót voru yfirleitt hægar austlægar áttir á Norðurhelli, svolítið breytilegar eftir dögum og tíma, en í megindráttum úr norðaustri, austri eða suðaustri. Þó gerði norðanandvara strax eftir miðnætti á gamlárskvöld fram til hádegis á nýjárstag. Veður var kalt, hiti var á bilinu -10°C – 0°C og yfirleitt lítils háttar andvari nema að 2.janúar og fram á 3.janúar gerði allt að stinningsgolu. Þessi lýsing á við um höfuðborgarsvæðið í megindráttum.

Svifryk

Veruleg aukning var á hlutfalli ýmissa málma í svifryki á Norðurhelli sem mældist um áramótin, s.s. K, Mg, Ba, Sr og Cu miðað við dagana á undan og eftir. Þá var greinileg hækkun einnig á As og Pb þessa daga. Meðaltal þungmálma sem áður hafa verið mældir á Norðurhelli virðist hins vegar tiltölulega sambærilegt, fyrir utan kopar sem mældist miklu hærri. Greinileg hækkun varð á PAH efnum í svifryki um áramót miðað við daga á undan og eftir og bensó(a)pýren greindist bæði á gamlársdag og nýjárstag í rykinu.

Mælingar annars staðar í borginni sýna svipaða mynd málmamengunar, nema hvað styrkirnir nær hjarta borgarinnar mældust miklu hærri í takt við hærri svifryksstyrk. Mælingarnar benda til að gera megri ráð fyrir gróflega hlutfallslegu samhengi flugeldasvifryks og annarra mengunarefna eins og málma eða PAH. Það er eðlilegt samhengi í ljósi þess hversu sértæk og yfirgnæfandi mengunaruppsprettan er, þó vissulega megri gera ráð fyrir töluverðum frávikum í samsetningu flugelda og að nokkur frávik geti verið eftir hverfum, þar sem sala og drefing flugelda getur verið nokkuð hverfisbundin og bundin tilteknum drefingar- og söluaðilum.

Í heild verðu svifrykið frá flugeldum um áramótin að teljast afar varasamt. Það mælist afar hátt, stór hluti þess virðist mjög fínn, það er málmríkt, kolefnisríkt, brennisteinsríkt og klórríkt og í því mælast efni eins og bensó(a)pýren.

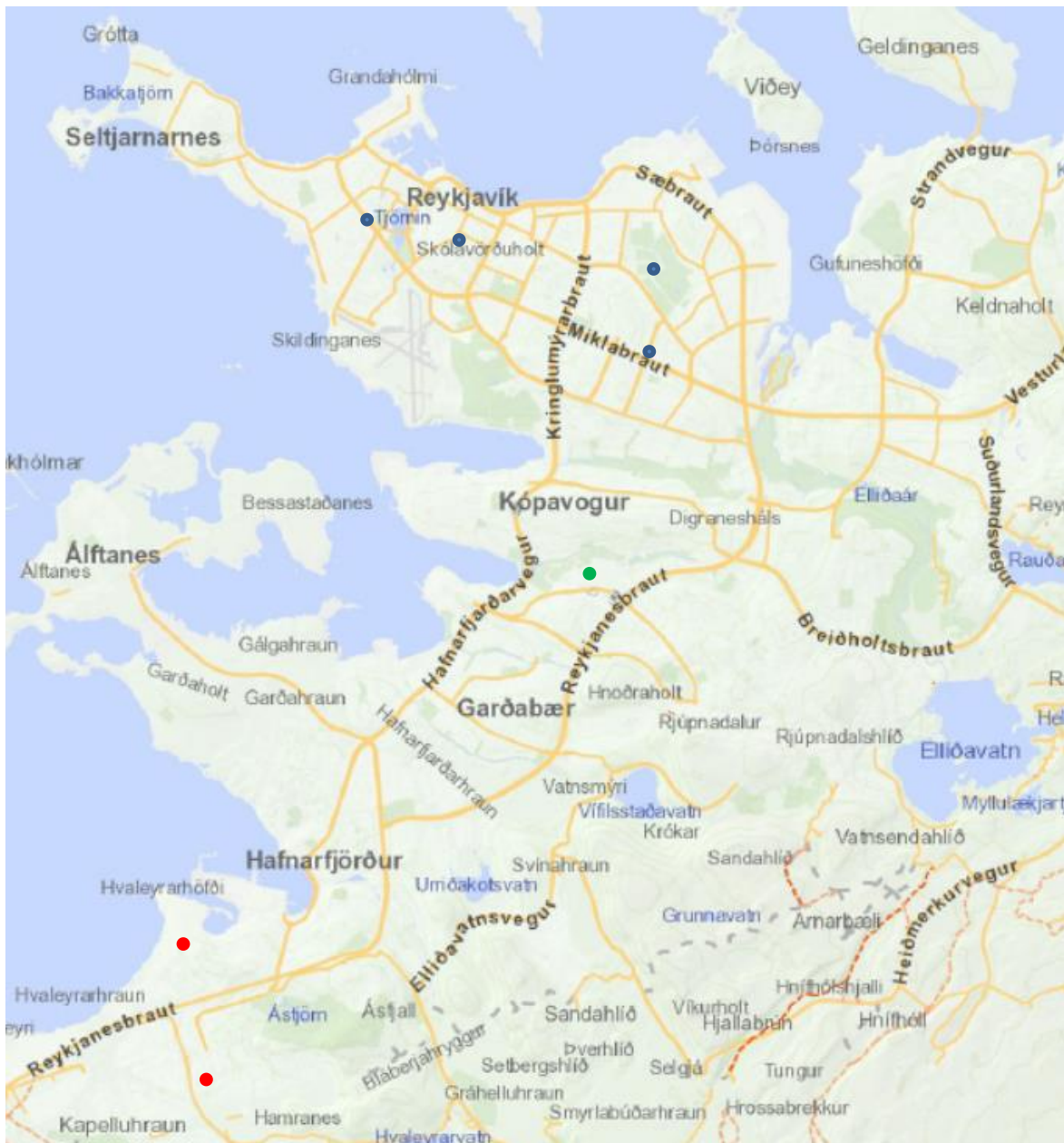
Efnisyfirlit

Ágrip.....	2
Inngangur	4
Framkvæmd mælinga.....	5
Veður.....	6
Svifryk.....	6
Fjölhringa kolefnissambönd PAH, kvartssíur Norðurhelli	7
Ólífræn snefilefni, kvartssíur Norðurhelli	8
Mælingar í borðum svifryksmælitækja frá Norðurhelli og Hvaleyrarholti	11
Mælingar í borðum svifryksmælitækja frá Reykjavík og Kópavogi	11
Niðurstaða	13

Inngangur

Fjallað er um niðurstöður mælinga í PM_{10} svifryki á Norðurhelli 29. desember 2017 – 3. janúar 2018 teknar á kvarssíur og mælingar á svifryki víðar af höfuðborgarsvæðinu sem safnað var á borða svifryksmælitækja. Verkefni er unnið af Efnagreiningum Nýsköpunarmiðstöð í samvinnu við Umhverfisstofnun, Heilbrigðiseftirlit Reykjavíkur og Heilbrigðiseftirlit Hafnarfjarðar og Kópavogssvæðis.

Á mynd 1 má sjá staðsetningu stöðvanna merкта inn á kort. Aðeins á Norðurhelli var búnaður ætlaður til að taka sýni til nákvæmrar greiningar á samsetningu ryksins, þ.e. sýnatökubúnaður sem tekur nægilega stór sýni og á hreinan efnivið (kvarssíur).



Mynd 1. Mælistöðvar Norðurhelli og Hvaleyrarholti (rauðar), Dalsmára (græn) og Hringbraut, Eiríksgötu, Grensás og FHG Laugardal (bláar). (Kort af kortavefja.is)

Framkvæmd mælinga

Umsjón sýnatöku var hjá Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð, svo og undirbúningur sýna fyrir málmamælingu og greining. Greining PAH efna var hjá Eurofins, Hamborg.

Sýni frá mælistöð Norðurhelli, Hafnarfirði:

Lofti var safnað á kvartssíur með Digital safnara, sem safnar um 720 m³ á sólarhring (leiðrétt að 20°C og 1000 hPa).

Síur eru láttnar jafna sig í vigtarherbergi að herbergisraka og herbergishita og þá forvegnar ásamt 2-4 rannsóknastofublönkum. Þá er þeim komið fyrir í síuhaldara og settar í ferðakassa. Hlaðnir síuhaldarar eru þá settar í safnarann af umsjónarmanni sýnatöku. Safnarinn skiptir um síu daglega á miðnætti. Ein kvartssía var blanksía, þ.e. fer í safnarann en ekki er safnað á hana lofti. Eftir sýnatöku er síum komið til baka í rannsóknastofu og eru þá síur láttnar laga sig að herbergisraka og vegnar með sama hætti og áður. Leiðrétting er gerð á þyngdarbreytingu þeirra ef þörf krefur með hliðsjón af þyngdarbreytingum á rannsóknastofublönkum. Rafræn skráning er á sýnatökurúmmáli í safnarannum og er svifryk reiknað út frá mældri þyngdarbreytingu og sýnatökurúmmáli hvers sólarhrings. Sýnatökurúmmál er leiðrétt að 20°C og 1000 hPa (STP).

Kvartssíur fara þá í málmagreiningu og er skorinn hluti af síunni og ólífræn snefilefni dregin út með upplausn af saltpétursýru og vetnisperoxíði undir þrýstingi. Að því loknu eru sýnalausn mæld í rafgasmassagreini (ICP-MS). Við mælingar á ólífrænu snefilefnunum er því sá hluti mældur sem losnar við sýrumeðhöndlun á sýnunum, þ.e. ólífræn snefilefni í steindum mælast ekki með þessari aðferð. Þetta er í samræmi við staðal ÍST EN 14902:2005 um aðferðafræði mælinga á Pb, Cd, As og Ni í PM₁₀ efnivið af síum og nota skal í tengslum við tilskipun ESB (2004/107) um loftgæði.

Hluti af nokkrum síum var sendur til greininga á PAH efnunum.

Sýni frá mælistöðvum á Grensás, í Fjölskyldu- húsdýragarði, við Hringbraut og Eiríksgötu Reykjaík, Dalsmára, Kópavogi og á Hvaleyrarholti, Hafnarfirði:

Síuborðum var safnað frá stöðvunum skömmu eftir áramót þ. 5.janúar, yfirleitt bæði PM₁₀ og PM_{2,5}. Borði var klipptur og nægilega stórt sýni tekið þ.a. a.m.k. mánaðartímabil væri á borðanum. Reiknað var með að hver punktur svaraði til eins dags og safnað væri á hann um 1 m³/klst eða 24 m³ á dag. Eftir á að hggja er þetta líklega ekki rétt ályktun í þeim tilfellum þegar svifryk er mjög mikið, þá er líklegt að tækin færi borðann oftar en einu sinni á dag, sem getur riðlað nokkuð dagsetningum, ef talið er út frá tilteknum stað. Hins vegar virtust punktar frá gamlársdag og nýjársgötu yfirleitt afar greinilegir og voru teknir sem viðmið. En eftir skoðun á stöðunum þar sem svifryk var hæst, kann að vera að dregin hafi verið röng ályktun, 2 dekkstu punktarnir geta hafa verið báðir frá nýjársgötu svo dæmi sé tekið. Því miður verður ekki að þessu gert, tækin merkja ekki punktana né færslur á borða sérstaklega. Sýni voru tekin af ónotuðum borða til samanburðar. Gerð var samskonar greining á borðum og kvartssíum sem lýst var hér ofar. Borðar voru einnig greindir í rafeindasmásjá án sérstaks undirbúnings.

Veður

Þessa daga um áramót voru yfirleitt hægar austlægar áttir á Norðurhelli, svolítið breytilegar eftir dögum og tíma, en í megindráttum úr norðaustri, austri eða suðaustri. Þó gerði norðanandvara strax eftir miðnætti á gamlárskvöld fram til hádegis á nýjársdag. Veður var kalt, hiti var á bilinu $-10^{\circ}\text{C} - 0^{\circ}\text{C}$ og yfirleitt lítils háttar andvari nema að 2.janúar og fram á 3.janúar gerði allt að stinningsgolu. Þessi lýsing á við um höfuðborgarsvæðið í megindráttum einnig, yfirleitt var austanhægvíðri, þó brygði til norðlægrar eða norðvestlægrar áttar. Veður var óvenju stillt og svifryks vegna flugeldanna gætti óvenju mikið af þeim sökum.

Svifryk

Svifryk PM_{10} var mælt á síunum á Norðurhelli. Til samanburðar má sjá mælingar á svifryki $\text{PM}_{2,5}$ mælt með betageislunargreiningu á sama tíma og PM_{10} mælt með agnatalningu með leysiljósi. Mælingum á síur og $\text{PM}_{2,5}$ ber allvel saman en agnatalningin virðist með skekkju allt að $-5 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tafla 1

Eining $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Norðurhella		
	PM10 Grimm	PM2,5 betagr	PM10 síur
Dagur			
29.12.2017	-3,8	1,1	1,2
30.12.2017	0,0	2,6	4,1
31.12.2017	0,3	6,0	5,9
1.1.2018	9,7	13,9	13,8
2.1.2018	-2,0	1,1	3,6
3.1.2018	4,4	3,4	5,3

Tafla 2

PM ₁₀ dagsgildi	Hringbr	Eiríksg	Grensás	FHG	Dalsmári	Hvaleyh
29.12.2017	59	24	80	21	8	5,2
30.12.2017	14	7	11	5	10	4,4
31.12.2017	17	25	38	15	39	8,7
1.1.2018	69	135	382	248	391	17
2.1.2018	12	7	9	4	6	4
3.1.2018	30	19	41	9	14	7

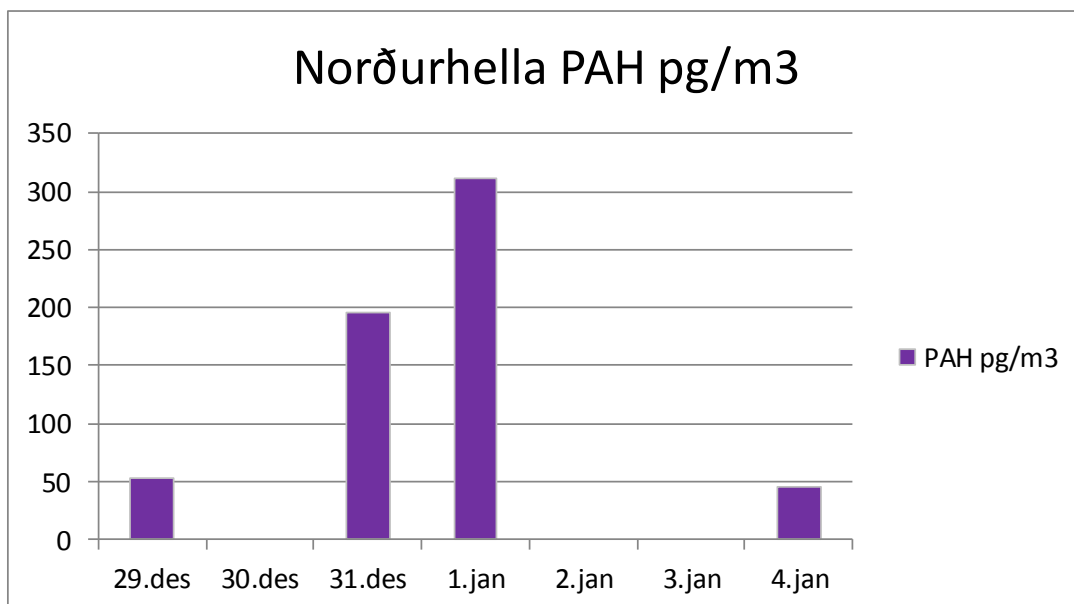
Sjá má PM_{10} mælingar annars staðar af höfuðborgarsvæðinu hér til samanburðar, þar sem svifryksgildi urðu sums staðar afar há. Svifryksgildi á Norðurhelli voru fremur lág, jafnvel á nýjársdag var meðalgildið ekki nema í meðallagi hátt fyrir stakt dagsgildi og svipað og langtímameðalgildi sem stundum hefur mælst á Norðurhelli, þó sum tímabil hafi mælst lægri.

Fjölhringa kolefnissambönd PAH, kvartssíur Norðurhelli

Mæld voru fjölarómatísk PAH16 kolefnissambönd í 4 síum og einni blanksíu. Niðurstöður urðu eins og hér segir í töflu 3. Niðurstöður hafa verið reiknaðar yfir í pg/m^3 sýnis og sambærilegt ígildi í blanki. Mjög greinileg hækkun er gamlársdag og nýjársgdag og báða þá daga mælist t.d. bensó(a)pyren sem greinist annars ekki. Því miður eru ekki til aðrar fyrri mælingar á PAH á þessum stað og samanburður ekki mögulegur.

Tafla 3

Efnispáttur - eining pg/m^3	29.des	31.des	1.jan	4.jan	blank
Naphthalin	<46	<46	<53	<51	<46
Acenaphthylen	<5	<5	8	<6	<5
Acenaphthen	<13	<13	<15	<14	<13
Fluoren	26	12	36	24	<10
Phenanthren	<16	20	24	<18	<16
Anthracen	<5	<5	<6	<6	<5
Fluoranthen	6	15	19	7	<5
Pyren	<6	12	15	7	<6
Benz(a)anthracen	6	12	13	<6	<5
Chrysen	7	24	34	<6	<5
Benzo(b/j)fluoranthen	8	42	73	7	<5
Benzo(k)fluoranthen	<5	11	16	<6	<5
Benzo(a)pyren	<5	12	18	<6	<5
Dibenz(a,h)anthracen	<5	<5	<6	<6	<5
Indeno(1,2,3-cd)pyren	<5	17	27	<6	<5
Benzo(ghi)perylene	<5	17	27	<6	<5
Summa 16 EPA-PAH utan grm.	53	195	311	46	ND
Summa 16 EPA-PAH með grm.	171	271	392	180	149



Mynd 2. PAH efni mæld á Norðurhelli

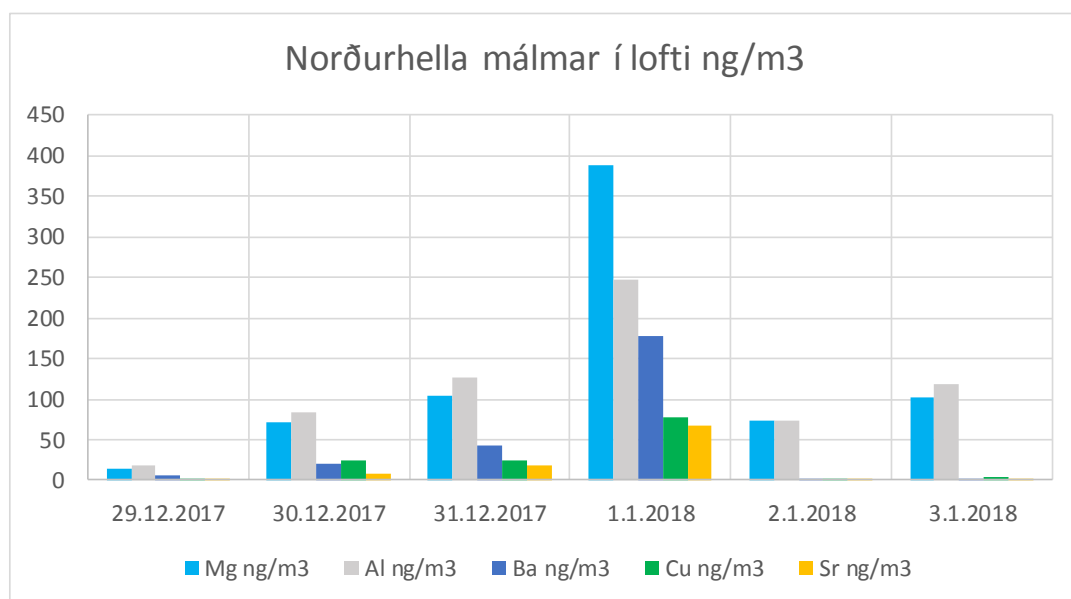
Ólífræn snefilefni, kvartssíur Norðurhelli

Í töflum hér undir má sjá mælingar á ýmsum frumefnum, mæld úr síunum. Niðurstöður hafa verið umreiknaðar yfir í ng/m³ fyrir síurnar og sambærilegt ígildi fyrir blanksíu. Greiningarmörk eru tilgreind sem ígildi greiningarmarka í ng/m³ og birt eru raunar tvenns konar mörk. Annars vegar greiningarmörk í mælingu á ICP-MS, sem yfirleitt eru mjög lág miðað við styrk í sýni. Hins vegar verður að áætla greiningarmörk vegna breytileika í efni við í blanksíu, þar sem aðeins var mæld ein slík, en áætlunin byggist að hluta á fyrri reynslu af mælingum frá Norðurhelli.

Af niðurstöðum er hins vegar ótvírætt að sjá má verulega hækkun um áramót á málmum eins og K, Mg, Ba, Sr og Cu miðað við dagana á undan og eftir. Þá er greinileg hækkun einnig á As og Pb. Breytileiki í öðrum málmum er fullmikill til að hægt sé að fullyrða um samhengi við svifryk yfir áramótin.

Tafla 4a – Ýmis frumefni í síum Norðurhelli 29.12-3.1.

	Na ng/m ³	K ng/m ³	Mg ng/m ³	Ca ng/m ³	Al ng/m ³		Ba ng/m ³	Cu ng/m ³	Fe ng/m ³	Sr ng/m ³	Ti ng/m ³
Bl	861	12	35	22	12		0,5	0,4	11	0,2	1,2
29.12.	1198	27	50	16	30		7	1,1	48	0,9	2,1
30.12.	1419	617	107	33	96		22	25	134	8,6	8,6
31.12.	1834	1339	141	35	140		43	24	51	19	5,4
1.1.	1921	4149	420	83	258		178	77	82	67	13
2.1.	2283	54	106	28	86		2,1	2,1	97	1,1	11
3.1.	1858	73	134	36	130		3,3	3,3	213	1,2	17
Grn.ev.	200	2	5	10	2		0,1	0,1	3	0,1	0,3
Grn.mæl.	0,9	1,5	0,08	0,4	0,2		0,004	0,001	0,01	0,004	0,01
Leiðr m blanki											
	Na ng/m ³	K ng/m ³	Mg ng/m ³	Ca ng/m ³	Al ng/m ³		Ba ng/m ³	Cu ng/m ³	Fe ng/m ³	Sr ng/m ³	Ti ng/m ³
29.12.	292	14	14	-8	18		6,7	0,74	37	0,7	0,9
30.12.	542	605	72	10	84		21	25	123	8,4	7,4
31.12.	936	1327	105	12	128		43	24	40	18	4,2
1.1.	1139	4138	388	63	248		178	77	72	67	12
2.1.	1455	42	73	7	74		1,7	1,7	86	0,9	10
3.1.	1079	63	103	16	119		2,9	3,0	204	1,1	16

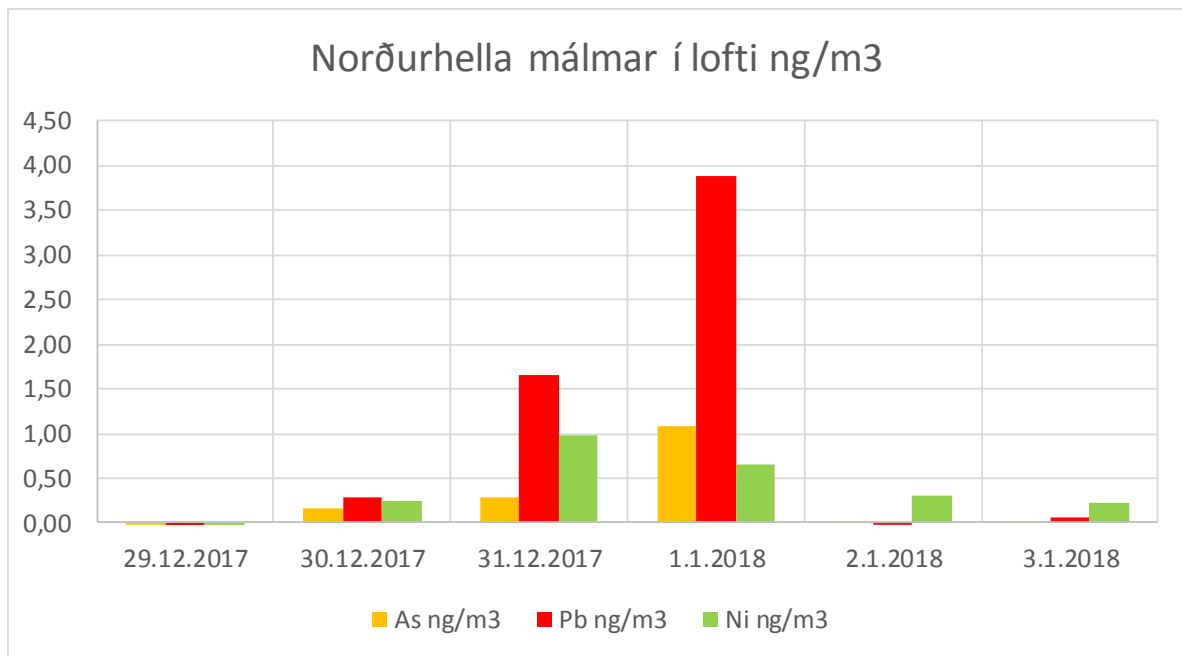


Mynd 3. Nokkrir málmur mældir á Norðurhelli, kvartssíur

Tafla 4b

	As ng/m ³	Cd ng/m ³	Cr ng/m ³	Mo ng/m ³	Mn ng/m ³	Ni ng/m ³	Pb ng/m ³	Sb ng/m ³	V ng/m ³	Zn ng/m ³
Bl	-0,01	0,00	14	0,2	0,2	0,3	0,1	0,02	0,0	1,5
29.12.	-0,03	0,00	11	0,2	0,9	0,3	0,0	0,06	0,1	-1,2
30.12.	0,15	0,00	15	0,3	2,3	0,6	0,4	0,22	0,6	5,2
31.12.	0,28	0,03	16	0,3	1,3	1,3	1,8	0,20	0,3	5,1
1.1.	1,07	0,05	18	0,4	3,6	1,0	4,0	0,22	0,8	20
2.1.	0,01	0,00	15	0,2	1,8	0,6	0,1	0,08	0,3	1,4
3.1.	0,00	0,00	15	0,3	3,1	0,5	0,2	0,15	0,4	10
Grm.ev.	0,1	0,01	5	0,1	0,1	0,1	0,03	0,01	0,004	10
Grm.mæl.	0,01	0,004	0,001	0,002	0,004	0,01	0,001	0,002	0,002	0,01
Leiðir m blanki										
	As ng/m ³	Cd ng/m ³	Cr ng/m ³	Mo ng/m ³	Mn ng/m ³	Ni ng/m ³	Pb ng/m ³	Sb ng/m ³	V ng/m ³	Zn ng/m ³
29.12.	-0,02	0,01	-3,7	0,0	0,7	0,0	-0,1	0,04	0,1	-2,8
30.12.	0,16	0,00	1,0	0,1	2,1	0,2	0,3	0,20	0,5	3,6
31.12.	0,29	0,03	1,0	0,1	1,1	1,0	1,7	0,18	0,3	3,5
1.1.	1,08	0,05	5,3	0,2	3,4	0,6	3,9	0,20	0,8	19
2.1.	0,01	0,00	1,2	0,0	1,6	0,3	0,0	0,05	0,3	0,0
3.1.	0,01	0,01	1,9	0,1	3,0	0,2	0,1	0,13	0,4	8,6

Ljóst er að nokkur breyting verður á svifrykinu um áramót. Svifryksgildið sjálf hækkar ekki verulega milli daga, þó á bilinu þrefalt til tífalt eftir því hvaða dag er miðað við. Styrkur sumra málma hins vegar allt að fimmtíufaldast og gildir bæði um frumefni sem mælast tiltölulega há (K, Cu, Sr) og lág (As, Pb). Hins vegar eru ekki öll frumefni sem fylgja svifryksstyrk, dæmi um það er t.d. járn (Fe).



Mynd 4. Nokkrir málmar mældir á Norðurhelli, kvartssiur

Með sýnunum var mælt viðmiðunarsýni NIST 3087a, sem er tilbúin sía og fengust yfirleitt ágætar heimtur eða 90% eða betri á þeim frumefnum sem greina má í því viðmiðunarsýni, sjá töflu hér undir.

Tafla 5

Ba	Fe	As	Cd	Cr	Mn	Ni	Pb	V	Zn
99%	100%	90%	92%	101%	98%	99%	95%	99%	93%

Samanburður mælinga á þungmálum við fyrri tímabil á Norðurhelli

Við samanburð á mælingum er ljóst að meðaltal þungmálma sem áður hafa verið mældir á Norðurhelli og sem mælt var um áramót er ekki ósvipað. Þess ver þó að gæta að mælitækni er ekki alveg sú sama, fyrri mælingar voru gerðar með ICP OES og greiningarmörk voru þá hærri en í mælingu sem nú er gerð með ICP MS. Þó má sjá að kopar mælist miklu hærri um áramótin nú en hefur mælst áður. Þess má líka geta að hæstu mæligildi hafa stundum einmitt mælst um áramót á fyrri tímabilum.

Tafla 6 Samanburður við fyrri tímabil á Norðurhelli

Snefilefni	Áramót 2017/2018 Meðaltal og spönn PM ₁₀ ng/m ³	Okt 2015-júní 2016 Meðaltal og spönn PM ₁₀ ng/m ³	Des2014-ág2015 og sept-okt2015 Meðaltal og spönn PM ₁₀ ng/m ³	Nóv2013-des2014 Meðaltal og spönn PM ₁₀ ng/m ³
As	0,25 (0-1,07)	0,08 (<0,02-0,45)	<1,8/<0,6 (<0,6-2)	<0,5 (<0,5-0,7)
Cd	0,018 (0-0,05)	<0,05 (<0,05-0,10)	<0,2/<0,1 (<0,2-0,7)	<0,06 (<0,06-0,55)*
Cr	1,12 (0-5,3)	<4,1 (<4,1-6,9)	<1,8/<2,3 (<1,8-4,7)	<1,1 (<1,1-4,2)
Cu	22 (0,74-77)	1,10 (<0,9-5,4)	<3,0/<1,2 (<1,2-5,8)	1,9 (<1,6-27,0)
Hg		<0,07 (<0,07-0,15)	<1,3/(<1,3-1,5)	<0,1/<0,2
Ni	0,39 (0-1,0)	<0,7 (<0,7-5,4)	<0,6/<5 (<0,6-3,7)	<0,8 (<0,8-8,4)
Pb	0,95 (0-3,9)	<0,5 (<0,5-6,4)	<0,7/<1,7 (<0,7-1,8)	<1,1 (<1,1-13,0)
Zn	5,36 (0-19)	<84 (<84)	4/<65 (1-58,1)	5,35 (<2,2-53,6)

*Mælingar takmarkaðar við 2 mán.

Mælingar í borðum svifryksmælitækja frá Norðurhelli og Hvaleyrarholti

Til samanburðar var gerð tilraun til að mæla ýmsa málma og snefilefna á safnborða PM10 og PM2,5 svifryksmælitækja í Norðurhelli og á Hvaleyrarholti (sem er skammt frá Norðurhelli og svifryksmengun var þar svipuð eða lítillega hærrí). Þessi tæki safna svifryki á glertrefjaborða og mæla með betageislunargreiningu. Efnismagníð er tiltölulega lítið og borðinn er ekki ætlaður til snefilefnagreiningar og inniheldur þó nokkuð af ýmsum þeim efnum sem töldust áhugaverð til mælinga, því miður. Blankgildi í borðanum voru oft allhá, en eitt efni mældist mjög vel, þ.e. kopar og nokkur önnur með sæmilega viðunandi hætti. Hér í töflu 7 hér undir má sjá mælingar frá tveimur borðatækjum, í Norðurhelli (PM2,5) og á Hvaleyrarholti (PM10) bornar saman við mælingar á PM10 kvarssíurnar í Norðurhelli. Samanburður er viðunandi, þó nokkur munur geti verið í einstökum tilfellum. Styrkur svifryks á Hvaleyrarholti og Norðurhelli um áramót var ekki mjög hár og marktæk mæling þarna úr borðunum er eingöngu á kopar og krómi, þó mæld og reiknuð gildi séu birt fyrir fleiri efni. Mæling á PM2,5 borða er ívið lægri en á PM10 borðanum og þarf ekki að koma á óvart.

Tafla 7

Norðurhella PM2,5 borði											
	Svifryk $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mg ng/m^3	K ng/m^3	Cu ng/m^3	Sr ng/m^3	Ti ng/m^3	V ng/m^3	Cr ng/m^3	Mn ng/m^3	Pb ng/m^3	
30.12.	2,6	115	1066	18	11	0,6	0,3	0,6	0,5	2,0	
31.12.	6,0	121	2256	29	19	3,5	0,1	1,2	0,1	2,3	
1.1.	13,9	155	1595	51	21	2,7	0,3	2,2	0,7	3,2	
Greiningarmörk		250	2000	1	80	5	0,3	0,4	5	10	
Hvaleyrarholt PM10 borði											
30.12.	4,4	60	790	0	4	6,8	0,0	0,1	1,5	1,8	
31.12.	8,7	229	2673	61	48	1,9	0,5	3,4	1,8	3,3	
1.1.	16,6	322	3985	98	55	14	0,6	5,6	3,1	3,5	
Greiningarmörk		300	2000	1	100	7	0,5	0,5	5	10	
Norðurhella PM10 síur											
30.12.	4,1	72	605	25	8	7,4	0,54	1,0	2,1	0,3	
31.12.	5,9	105	1327	24	18	4,2	0,31	1,0	1,1	1,7	
1.1.	13,8	388	4138	77	67	12	0,80	5,3	3,4	3,9	
Greiningarmörk		5	2	0,1	0,1	0,3	0,004	5	0,1	0,03	

Gerð var sérstök athugun á því hvort aukinn styrkur efniviðs hefði truflandi áhrif á mælinguna í borðunum vegna þess að mismunur á heildarefnastyrk er nokkur í mælistöðlum og sýnum og reyndist svo ekki vera í teljandi mæli, áhrifin voru um og innan við 5% og ekki var leiðrétt sérstaklega fyrir þessum mun. Gildi í borðum kunna því að vera allt að 5% lægri en efni standa til.

Mælingar í borðum svifryksmælitækja frá Reykjavík og Kópavogi

Sýnum var safnað af borðum úr svifryksmælitækjum í mælistöðvum Ust á Grensás og Fjölskyldu- og húsdýragarðinum, frá farstöðvum UsRvík við Hringbraut og Eiríksgötu og farstöð HHK í Dalsmára Kópavogi og þessi sýni greind með sama hætti og sýni af borðunum frá Norðurhelli og Hvaleyrarholti. Þessi greining gekk að mörgu leyti þokkalega þrátt fyrir að bakgrunnsstyrkur í borðunum væri nokkur en það hjálpaði til að víða á þessum stöðvum var svifryksmengun gríðarhá og mikið efni sem safnaðist í mælipunkta tækjanna.

Upphaflega var það talið einfalt verk að greina í sundur dagana á borðunum, en það er líklega ekki svo auðvelt þegar mikil svifryksmengun er, því þá getur það gerst að tækin færa borðann oft en einu sinni á dag, en tækið gerir það ef breytileiki þyngdar á borðanum er metin há og líkur á því

aukast með meira magni. Það hefur líklega gerst í stöðvunum á Grensás, í Dalsmára og í Fjölskyldu- og húsdýragarðinum. Því gæti verið að það sem upphaflega voru taldir og greindir sem tveir dagar, eða jafnvel þrír, séu einn og sami dagurinn, s.s. 1.janúar. Þetta gæti valdið því sem virðist einkennileg dreifing koparstyrks, sem mælist best af málmunum og gerir að verkum að á þessum stöðum virðist hár styrkur dreifast á nokkra daga og þar er síður línulegt sambengi svifryks og málmainsihalds. Það verður því að meta töluverð óvissu á dagatalningu þar sem svifrykið var mest og verður ekki við gert, því miður. Ef heildarhlutfall kopars og svifryks er reiknað út frá summu hæstu gilda sem mælast í safnpunktum um áramót, þá fæst að hlutfallið er á bilinu 0,2-0,7% með hlutfallið um 0,4-0,7% þar sem svifrykið mælist lægra (Eiríksgata, Hringbraut, Hvaleyraholt og Norðurhella) en um 0,2-0,3% þar sem svifrykið mælist hæst (Dalsmári, Grensás, FHG). Þetta lægra hlutfall kann að stafa af því að hluta ryksins vantar inn í matið, s.s. gamlársdags af ofangreindum ástæðum.

Í heild má samt telja þetta allþokkalega samkvæmni og vísbendingu um að gera megi ráð fyrir gróflaga hlutfallslegu sambengi málmainsihalds og svifryks og svo annarra mengunarefna, eins og PAH, innan nokkurra óvissumarka. Ekki öll efni sýna fylgni við svifryksstyrk, s.s. járn (Fe) og kalsíum (Ca).

Farstöð Eiríksgötu, PM10 borði												
	Svifryk $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mg ng/m^3	K ng/m^3	Ca ng/m^3	Cu ng/m^3	Sr ng/m^3	Fe ng/m^3	Ti ng/m^3	V ng/m^3	Cr ng/m^3	Mn ng/m^3	Pb ng/m^3
14.12.	10	<100	<1000	<100	20	<40	644	7	3	1	5	<2
28.12.	10	<100	1411	<100	4	<40	348	26	3	2	4	<2
31.12.	25	565	5647	<100	186	74	422	37	2	11	8	5
1.1.	135	1748	9988	203	468	264	506	79	5	27	21	8
2.1.	7	153	3521	2156	43	<40	91	6	<1	2	2	4

Farstöð Hringbraut, PM10 borði												
	Svifryk $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mg ng/m^3	K ng/m^3	Ca ng/m^3	Cu ng/m^3	Sr ng/m^3	Fe ng/m^3	Ti ng/m^3	V ng/m^3	Cr ng/m^3	Mn ng/m^3	Pb ng/m^3
11.12.	17	<60	<1000	<100	62	<33	1953	6	2	8	17	4
26.12.	6	<60	<1000	<100	<4	<33	<50	<3	<1	<1	<2	<2
31.12.	17	123	1812	<100	87	33	1110	15	<1	6	12	6
1.1.	69	1586	12481	1630	509	308	259	63	3	28	19	24
2.1.	12	178	1249	1559	66	<33	452	19	<1	4	6	2

Fjölskyldu- og húsdýragarður, PM10 borði												
*	Svifryk $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mg ng/m^3	K ng/m^3	Ca ng/m^3	Cu ng/m^3	Sr ng/m^3	Fe ng/m^3	Ti ng/m^3	V ng/m^3	Cr ng/m^3	Mn ng/m^3	Pb ng/m^3
11.12.	12	<200	<2000	<200	22	<50	741	<10	1,8	2,2	6	<9
27.12.	5	13	1042	<200	4	<50	101	<10	<1	<1	<5	<9
31.12.	15	1544	11671	3984	459	279	116	63	4,1	26	16	9
1.1.	248	1322	9084	197	357	236	360	46	3,2	24	15	10

Mælistöð Grensás, PM10 borði												
*	Svifryk $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mg ng/m^3	K ng/m^3	Ca ng/m^3	Cu ng/m^3	Sr ng/m^3	Fe ng/m^3	Ti ng/m^3	V ng/m^3	Cr ng/m^3	Mn ng/m^3	Pb ng/m^3
9.12.	14	< 200	< 2000	<200	48	<50	1489	<10	<1	5,5	10,8	<10
27.12.	11	702	3117	3972	222	123,6	176	15,8	1,3	11,5	7,1	<10
31.12.	38	857	12443	129	295	191,5	1177	53,0	2,9	14,8	16,7	21,1
1.1.	382	1203	7331	178	337	203,3	1417	32,4	2,6	21,4	22,0	9,9

Mælistöð Dalsmára, PM10 borði												
*	Svifryk $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Mg ng/m^3	K ng/m^3	Ca ng/m^3	Cu ng/m^3	Sr ng/m^3	Fe ng/m^3	Ti ng/m^3	V ng/m^3	Cr ng/m^3	Mn ng/m^3	Pb ng/m^3
4.12.	17	<250	<2000	<250	26	<80	1063	40	1,4	5	12	<10
28.12.	4	809	12691	<250	228	171	612	35	1,7	10	10	15
31.12.	39	1585	10788	<250	459	291	161	56	4,6	27	17	10
1.1.	391	<250	<2000	5318	109	<80	254	22	0,8	7	<5	<10

*Ekki er víska um að mælingar málna séu frá tilgreindum degi, sjá umfjöllun í texta.

Meginefni greind í borðum svifryksmælitækja í rafeindasmásjá

Ýmis efnasambönd er að finna í flugeldum og hafa þau margs konar hlutverk, s.s. til að gefa lit eða mynda sjónræna effekta eins og glampa og reyk, geta verið hluti af púðrinu sem sprengi- eða brennsluefni og brennsluhvetjandi efni. Búast má við að eftirfarandi frumefni og efnasambönd í flugeldareyk, eins og Al, Ba, Ca, C, Cl, Cu, Fe, K, Li, Mg, Na, P, Sr, Ti, Zn, nítröt og klóröt.

Við athugun á borðum í rafeindasmásjá má sjá þau efni sem mest eru áberandi í rykinu og þau efni sem hægt var að staðfesta voru efni eins og Na, K, Mg, Al, Cu, Ti, Fe, C, S og Cl. Af þessum voru kalíum (K), brennisteinn (S) og klór (Cl) afar áberandi í rykinu um áramótin. Þá virtist af skoðun í rafeindasmásjanni að rykið um áramót væri mjög fínkornótt.

Niðurstaða

Veruleg aukning er á hlutfalli ýmissa málma í svifryki á Norðurhelli sem mælist um áramótin, s.s. K, Mg, Ba, Sr og Cu miðað við dagana á undan og eftir. Þá er greinileg hækkun einnig á As og Pb þessa daga. Meðaltal annarra þungmálma sem áður hafa verið mældir virðist hins vegar tiltölulega sambærilegt, fyrir utan kopar sem mælist miklu hærri. Greinileg hækkun varð á PAH efnum í svifryki um áramót miðað við daga á undan og eftir og bensó(a)pýren greindist bæði á gamlársdag og nýjárðsdag í rykinu.

Mælingar annars staðar í borginni sýna svipaða mynd málmamengunar, nema hvað styrkir nær hjarta borgarinnar mældust miklu hærri í takt við hærri svifryksstyrk. Mælingarnar benda til að gera meggi ráð fyrir gróflega hlutfallslegu samhengi flugeldasvifryks og annarra mengunarefna eins og málma eða PAH. Það er eðlilegt samhengi í ljósi þess hversu sértæk og yfirgnæfandi mengunaruppsprettan er, þó vissulega meggi gera ráð fyrir töluverðum frávikum í samsetningu flugelda og að nokkur frávik geti verið eftir hverfum, þar sem sala og drefing flugelda getur verið nokkuð hverfisbundin og bundin tilteknum drefingar- og söluaðilum.

Í heild verðu svifrykið frá flugeldum um áramótin að teljast afar varasamt. Það mælist afar hátt, stór hluti þess virðist mjög fín, það er málmríkt, kolefnisríkt, brennisteinsríkt og klórríkt og í því mælast efni eins og bensó(a)pýren.

Mengunarálagið sem stafaði af áramótunum þar sem það var hæst má meta til 10-30 daga hefðbundins álags í úthverfi ef bara er horft til svifryksstyrks. Þá er líklegt ef gera má ráð fyrir að styrkur mengunarefna sé hlutfallslegur, að á einhverjum tímamarki þegar og þar sem svifryksstyrkur er hæstur að umhverfismörk fyrir efni eins og bensó(a)pýren séu rofin, þ.e. skammtímagildi þess myndi mælast hærra en 1 ng/m^3 , en dagsmeðaltöl þess mældust 12-18 pg/m^3 á Norðurhelli.

Gott væri að staðfesta þessar niðurstöður með sýnatöku sem gefur kost á nákvæmri greiningu mengunarefna á þeim stöðum þar sem búast má við mikilli svifryksmengun um næstu áramót. Það er raun einnig fullt tilefni til þess að gera slíka úttekt á mengunarefnum á svifryki í höfuðborgarsvæðinu á öðrum tímum.