

Mælingar á fjölhringja kolefnissamböndum og  
frumefnum í svifryki áramótin 2018-2019

Nóvember 2019

## Efnisyfirlit

Inngangur .....	3
Helstu niðurstöður .....	4
Framkvæmd mælinga .....	5
Sýni frá mælistöð við Grensásveg í Reykjavík.....	5
Sýni frá mælistöð í Dalsmára í Kópavogi .....	5
Greining sýna og úrvinnsla gagna .....	5
Nánari upplýsingar um einstaka mæliþætti .....	7
Styrkur svifryks í síum.....	7
Styrkur frumefna. Almenn umfjöllun um báðar mælistöðvarnar.....	7
Niðurstöður mælinga á frumefnum.....	10
Grensásvegur .....	10
Dalsmári .....	13
Niðurstöður mælinga á PAH efnunum við Grensásveg .....	15
Viðaukar. Tölur með niðurstöðum efnagreininga .....	17
Niðurstöður mælinga á frumefnum við Grensásveg í Reykjavík.....	18
Niðurstöður mælinga á frumefnum við Dalsmára í Kópavogi .....	19
Niðurstöður mælinga á PAH efnunum við Grensásveg í Reykjavík.....	20

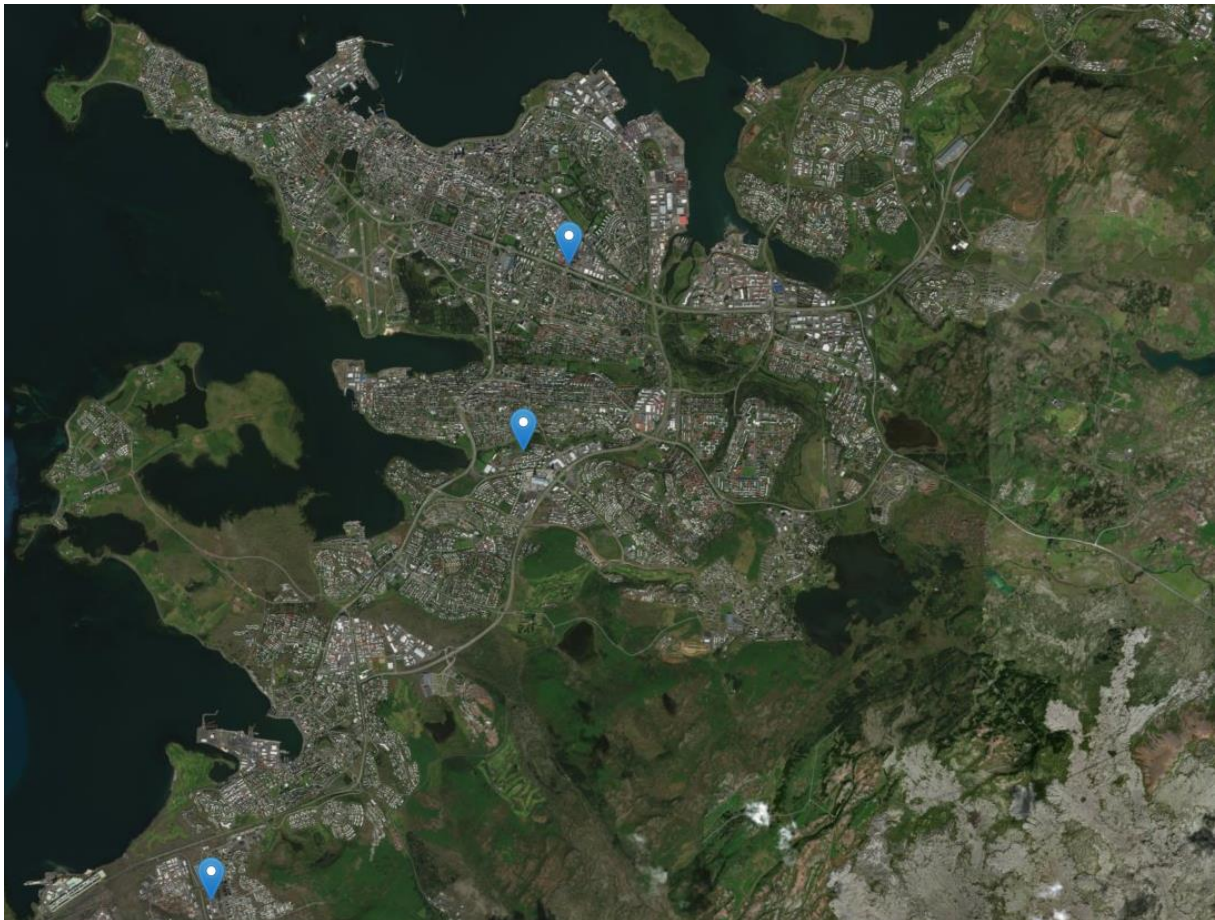
## Inngangur

Um áramótin 2017-2018 var óvenju mikil loftmengun á höfuðborgarsvæðinu af völdum flugelda. Þau áramót lét Umhverfisstofnun gera efnagreiningar á svifryki og var þá sýnum safnað á loftgæðamælistöð Heilbrigðiseftirlits Hafnarfjarðar- og Kópavogssvæðis sem er staðsett við Norðurhelli í Hafnarfirði. Ástæða þess að sýnum var safnað á þeirri mælistöð er að þar var þegar til staðar tækjabúnaður til að safna sýnum af svifryki. Sá tækjabúnaður var settur upp á sínum tíma til að vakta mengun frá iðnaðarsvæðinu á Völlunum. Staðsetningin hentaði vel til að mæla mengun frá iðnaðarsvæðinu en þetta var hins vegar ekki besta staðsetningin til að vakta flugeldamengun sem, eðli málsins samkvæmt, er mest í íbúðarhverfum.

Fyrir áramótin 2018-2019 ákvað Umhverfisstofnun að auka enn frekar efnagreiningar á svifryki um áramótin. Í kjölfarið gerðu stofnunin og umhverfis- og auðlindaráðuneytið með sér samning um mælingu á efnasamsetningu svifryks o. fl. Markmið með samningnum var m.a. að greina efnasamsetningu svifryks í kringum áramótin 2018-2019 og fá upplýsingar til að draga úr neikvæðum áhrifum flugelda á lýðheilsu og að bæta loftgæði í landinu. Sýnatökubúnaður sem áður var staðsettur á mælistöðinni við Norðurhelli var fluttur og settur upp á mælistöð Umhverfisstofnunar við Grensásveg og einnig var settur upp sýnatökubúnaður á mælistöð Heilbrigðiseftirlits Hafnarfjarðar- og Kópavogssvæðis sem staðsett er við Dalsmára í Kópavogi. Sýnatökubúnaður á báðum þessum stöðum er í eigu Umhverfisstofnunar. Þessar staðsetningar þóttu heppilegri til að mæla flugeldamengun heldur en Norðurhella. Á báðum þessum mælistöðvum var sýnum safnað á síur frá 27. desember 2018 til 10. janúar 2019. Safnað var í 24 klst. á hverja síu og skipt var um síu á hádegi dag hvern. Dagsetning hvorrar síu ræðst af þeim degi þegar söfnun líkur, þannig að sía sem var í mælitækinu frá hádegi á gamlársgang til hádegis á nýársdag fær merkinguna 1. janúar 2019. Að beiðni Umhverfisstofnunar sáu Efnagreiningar á Nýsköpunarmiðstöð Íslands um sýnatöku, efnagreiningar og úrvinnslu gagna og verkefnið var styrkt af umhverfis- og auðlindaráðuneytinu, samkvæmt framangreindum samningi. Staðsetningu mælistöðvanna má sjá á kortinu á mynd 1.

Eftirfarandi efnisþættir voru mældir:

- Heildarmagn svifryks ( $PM_{10}$ )
- 16 gerðir af fjölhringja kolefnissamböndum (PAH16)
- Frumefnin Natríum (Na), kalíum (K), magnesíum (Mg), kalsíum (Ca), brennisteinn (S), ál (Al), baríum (Ba), kopar (Cu), járn (Fe), strontíum (Sr), sink (Zn), arsen (As), kadmíum (Cd), króm (Cr), kvikasilfur (Hg), nikkell (Ni) og blý (Pb).



**Mynd 1.** Staðsetning loftgæðamælistöðva þar sem mæld hafa verið innihaldsefni í svifryki. Áramótin 2018-2019 var mælt við Grensásveg í Reykjavík og við Dalsmára í Kópavogi. Áramótin 2017-2018 var mælt við Norðurhelli í Hafnarfirði.

## Helstu niðurstöður

Veruleg aukning er á hlutfalli ýmissa efna í svifryki sem mælist um áramótin 2018-2019, svo sem S, K, Mg, Ba, Sr og Cu miðað við dagana á undan og eftir. Þá er greinileg hækkun einnig á As, Cr, Cd og Pb. Að auki var mikil hækkun á PAH efnum í svifryki um áramótin 2018-2019 miðað við dagana á undan og eftir og heildarstyrkur þeirra virtist fylgja styrk svifryks gróflega. Mælingarnar staðfesta að gera megri ráð fyrir grófri fylgni flugeldasvifryks og annarra mengunarefna eins og málma og PAH efna.

Hlutfallsleg samsetning einkennandi málma sem rekja má til flugeldamengunar er svipuð á Grensásvegi og í Dalsmára. Það er eðlilegt samhengi í ljósi þess hversu sértæk og yfirgnæfandi mengunarpúpprettan er. Þau efni sem hækka langmest 1. janúar 2019 eru efni sem mætti kalla einkennisefni fyrir mengun frá flugeldum. Það er því ljóst þessi efni eru ekki koma frá öðrum uppsprettum eins og t.d. brennum. Ryk með þessa efnasamsetningu verður að teljast varasamt. Það mælist afar hátt um áramótin, stór hluti þess er mjög fínn, það er málmríkt, kolefnisríkt, brennisteinsríkt og í því mælast efni eins og bensó(a)þýren í hlutfallslega háum styrk.

Mengunarálagið sem stafaði af áramótum 2018-2019 þar sem það mældist hæst má meta gróflega til jafngildis 5-15 daga hefðbundins álags í úthverfi ef eingöngu er horft til heildarmagns svifryks. Fyrir einstök efni sem mældust í svifrykinu jafngildir mengunarálagið talsvert lengra tímabili. Fyrir blý og arsen jafngildir mengunarálagið um áramót gróflega þriggja vikna hefðbundnu mengunarálagi og styrkur kadmíum og brennisteins um áramót jafngildir gróflega eins mánaðar hefðbundnu

mengunarálagi. Rétt er að taka fram að brennisteinssambönd sem safnast á síurnar og mælist í þessari aðferð eru eingöngu brennisteinssambönd á agna eða dropaformi eins og t.d. súlfatsambönd (SO<sub>4</sub>). Brennisteinsdíoxíð (SO<sub>2</sub>) mælist ekki með þessari aðferð enda er það gastegund og fer í gegnum síurnar. Brennisteinsdíoxíðið mælist hins vegar á sjálfvirku gasmælunum sem eru í báðum þessum mælistöðum en þær niðurstöður eru ekki til umfjöllunar í þessari skýrslu.

Áramótin 2017-2018 voru eingöngu gerðar mælingar á efnainnihaldi svifryks á mælistöðinni við Norðurhellu. Þau áramót var ekki mælt efnainnihald í svifryki við Grensásveg eða Dalsmára, aðeins var mældur þar svifryksins. Styrkur svifryks var talsvert meira á þessum tveimur mælistöðum áramótin 2017-2018 heldur en áramótin 2018-2019.. Líklegt verður því að teljast að styrkur efna í andrúmslofti hafi verið í réttu hlutfalli við styrk svifryksins þau áramót. Því er viðbúið að styrkur þessara frumefna og PAH efna í andrúmslofti hafi verið meiri á mælistöðvunum við Grensásveg og Dalsmáraáramótin 2017-2018 heldur en kemur fram í þessar skýrslu um áramótin 2018-2019.

## Framkvæmd mælinga

Að beiðni Umhverfisstofnunar sáu Efnagreiningar á Nýsköpunarmiðstöð Íslands um sýnatöku, undirbúning sýna fyrir efnagreiningar og greiningu frumefna. Greining PAH efna fór fram hjá Eurofins í Hamborg í Þýskalandi.

### Sýni frá mælistöð við Grensásveg í Reykjavík

Lofti var safnað á 150 mm kvartssíur með Digital safnara, sem safnar um 720 m<sup>3</sup> á sólarhring (leiðrétt að 20°C og 1000 hPa). Síur eru látnar 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 settir í safnarann af umsjónarmanni sýnatöku. Safnarinn skipti um síu daglega á hádegi. Tvær kvartssíur voru blanksíur, þ.e. fara í safnarann en ekki er safnað á þær lofti. Eftir sýnatöku er síum komið til baka í rannsóknastofu og eru þær þá látnar 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 og blanksíum. 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).

### Sýni frá mælistöð í Dalsmára í Kópavogi

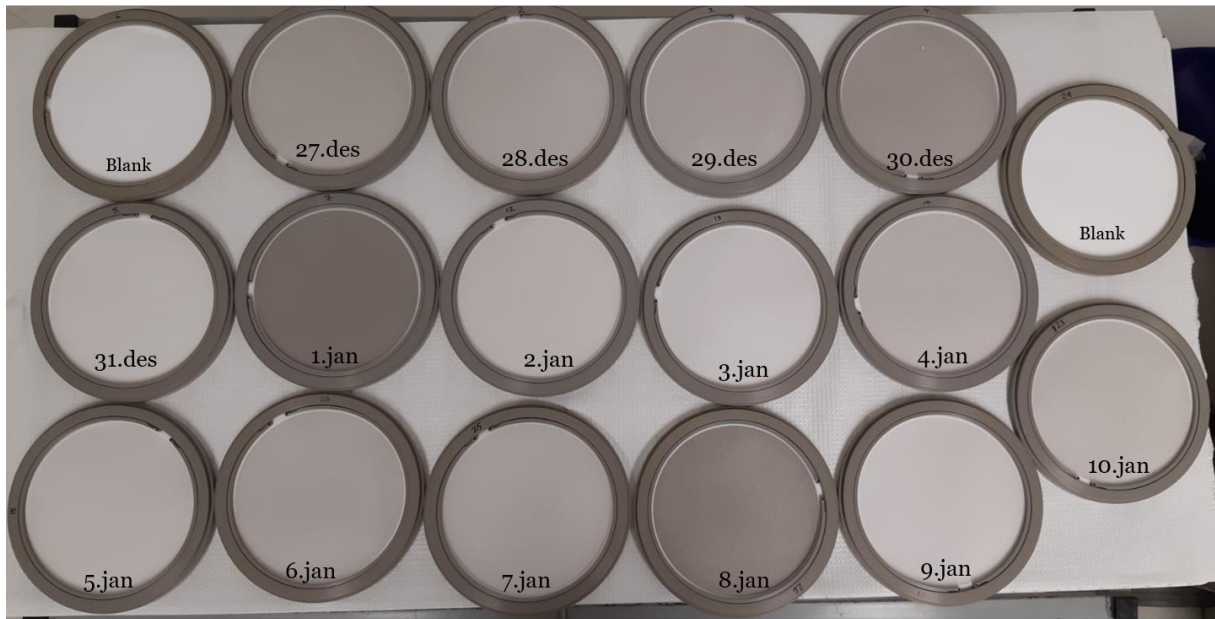
Lofti var safnað á 48 mm kvartssíur með Partisol Plus safnara, sem safnar um 24 m<sup>3</sup> á sólarhring (leiðrétt að 20°C og 1000 hPa). Síur eru þurrkaðar við 100°C, hitatempraðar í þurrkaski og þá forvegnar ásamt rannsóknastofu-blönkum á snúningsvægisvog. Þá er þeim komið fyrir í síuhaldara og settar í ferðahólk. Hlaðnir síuhaldarar eru þá settar í safnarann af umsjónarmanni sýnatöku. Safnarinn skiptir um síu daglega á hádegi. Tvær kvartssíur voru blanksíur, þ.e. fara í safnarann en ekki er safnað á þær lofti. Eftir sýnatöku er síum komið til baka í rannsóknastofu og þær þurrkaðar og vegnar með sama hætti og áður. Leiðrétting er gerð á þyngdarbreytingu þeirra ef þörf krefur með hliðsjón af þyngdarbreytingum á blönkum. 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).

## Greining sýna og úrvinnsla gagna

Málmur voru greindir í kvartssíum bæði frá Dalsmára og Grensásvegi. Skorinn var hluti af síunni og ólífræn snefilefni dregin út með upplausn af saltpétursýru og vetnisperoxíði undir þrýstingi og hita í

lokuðum teflonhylkjum í örbylgjuofni. Að því loknu er sýnalausnin mæld í rafgasmassagreini (ICP-MS). Við mælingar á ólífrænu snefilefnum 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 PM<sub>10</sub> efnivið af síum og nota skal í tengslum við tilskipun ESB (2004/107) um loftgæði. Hluti af hverri síu frá Grensásvegi var sendur til Eurofins í Hamborg í Þýskaklandi til greininga á PAH efnunum. Greind voru 16 PAH efni samkvæmt Eurofins aðferð GFU42 (GLS OC 300, GC/MS).

Úrvinnsla gagna fór fram hjá Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands og þessi skýrsla er byggð á efnagreiningarskýrslu Nýsköpunarmiðstöðvar númer 6EM19003.



Mynd 2. Síurnar úr svifrykksafnaranum við Grensásveg. Þvermál hvorrar síu er 150 mm. Dagsetning hvorrar síu miðast við daginn sem söfnun lauk á hverja síu. Safnað var alla dagana frá hádegi til hádegis. Þær síur sem merktar eru „Blank“ fóru í gegnum allt vinnslu- og greiningarferlið nema hvað ekki var safnað sýni á þær. Mynd: Hermann Þórðarson

## Nánari upplýsingar um einstaka mæliþætti

### Styrkur svifryks í síum

Þegar sýnum af svifryki er safnað á síur til efnagreininga eru síurnar viktaðar fyrir og eftir sýnatöku. Þannig fæst heildarmagn svifryks á söfnunartímabilinu. Safnað er á hverja síu í 24 klst. Skipt var um síu á hádegi hvern dag og dagsetning hverrar síu miðast við daginn sem sýnatöku lýkur. Styrk svifryks samkvæmt þessum síumælingun við Grensásveg og Dalsmára má sjá í töflu 1.

**Tafla 1.** Styrkur svifryks í síum við Grensásveg og í Dalsmára áramótin 2018-2019.

Dagsetning	Grensásvegur [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]	Dalsmári [ $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ]
27.12.2018	5,1	1,0
28.12.2018	12,8	10,3
29.12.2018	10,2	11,1
30.12.2018	9,9	6,5
31.12.2018	7,2	6,3
01.01.2019	81,5	114,9
02.01.2019	17,4	20,7
03.01.2019	8,0	14,9
04.01.2019	7,0	10,9
05.01.2019	6,2	6,4
06.01.2019	12,3	11,8
07.01.2019	19,4	11,0
08.01.2019	90,9	18,7
09.01.2019	5,9	5,6
10.01.2019	31,4	Ekki mælt þennan dag

### Styrkur frumefna. Almenn umfjöllun um báðar mælistöðvarnar

Sautján frumefni, þar á meðal nokkrir þungmálmur, voru mæld í síum frá bæði Dalsmára og Grensásvegi um áramótin 2018-2019. Eins og árið áður, kemur fram að nokkur breyting verður á samsetningu svifryksins um áramót. Svifryksgildin sjálf hækka á bilinu fimmfalt til tuttugfalt eftir því hvaða dag er miðað við. Styrkur sumra frumefnanna eykst verulega umfram það, jafnvel allt að 50 til 250 faldast. Það gildir bæði um frumefni sem mælast tiltölulega há (K, Cu, Sr) og einnig þau sem mælast í lægri styrk (As, Pb). Hins vegar eru ekki öll frumefni sem fylgja svifryksstyrk, dæmi um það er t.d. járn (Fe).

Þær efnamælingar sem hér er fjallað um eru allar gerðar á síum þar sem ryki er safnað í 24 klst., frá hádegi til hádegis næsta dag. Allar niðurstöður eru því meðaltal hvers 24 klst. tímabils. Sjálfvirkir svifryksmælar ná hins vegar að mæla styrk svifryks í mun meiri tímaupplausn, sumir jafnvel niður í tíu mínútna upplausn. Þannig má sjá að frá hádegi og fram undir kvöldmat á gamlársdag í Dalsmára var styrkur svifryks ( $\text{PM}_{10}$ ) mjög lágur, á bilinu 1-7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Eftir kvöldmat fara svifryksgildi að hækka og hæsta tíu mínútna gildi er kl. 00:30 eftir miðnætti (1. janúar 2019), rúmlega 1600  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Því má áætla að styrkur þungmálma og PAH efna sveiflist í sama takti, þ.e. styrkur þeirra sé lang hæstur fljótlega eftir miðnætti.

**Tafla 2.** Styrkur nokkurra frumefna við Grensásveg og Dalsmára 1. janúar 2019 í samanburði við meðaltal annara daga mælitímabilsins 28.des 2018-10.jan 2019.

Efni	Grensásvegur 1. jan. 2019 [ng/m <sup>3</sup> ]	Grensásvegur Aðrir dagar meðaltal [ng/m <sup>3</sup> ]	Dalsmári 1. jan. 2019 [ng/m <sup>3</sup> ]	Dalsmári. Aðrir dagar meðaltal [ng/m <sup>3</sup> ]
Mg	2120	313	2571	285
Al	1790	285	1787	157
Ba	1060	10	1231	10
Cu	562	10	814	45
Sr	393	4,6	516	4,2
Cr	28	1,3	36	<1
Pb	11,7	0,4	18,6	1,1
As	1,15	0,06	1,0	0,06
Hg	0,015	0,005	0,033	0,029
Cd	0,161	0,007	0,163	0,003
K	16391	170	26557	169
S	5817	234	9922	223

Mikil hækkun er á flestum mældum efnum um áramótin 2018-2019. Öll efni sem hækka umtalsvert eiga það sameiginlegt að vera innihaldsefni í flugeldum eða myndast við bruna flugeldapúðurs, í mismiklu mæli þó. Sum þeirra teljast óæskileg heilsu. Allar þær mæliniðurstöður sem settar eru fram í þessari skýrslu eru niðurstöður fyrir sýni sem safnað er í 24 klst. Engin sólarhringsmörk eru hinsvegar til fyrir þungmálma og PAH efni í íslenskum reglugerðum, aðeins mörk fyrir ársmeðaltal. Þau efni sem hafa skilgreind mörk fyrir ársmeðaltal má sjá í töflu 3 og einnig upplýsingar um mældan styrk viðkomandi efna um áramótin 2018-2019. Alla jafna eru mjög lágir styrkir þungmálma og PAH efna að mælast í lofti á Íslandi. Þó veruleg hækkun sé á flestum þessara efna um áramót fara þau samt ekki yfir umhverfismörk. Æskilegt er þó að takamarka sem mest alla losun þungmálma og PAH efna í andrúmsloftið þar sem um er að ræða varasöm efni sem geta haft neikvæð áhrif á heilsu manna.

**Tafla 3.** Mældur styrkur þeirra efna sem hafa skilgreind umhverfismörk. Styrkur efnanna 1. janúar 2019 og samanburður við meðaltalsstyk þeirra aðra daga á mælitímabilinu 27. desember 2018 - 10. janúar 2019.

Efni	Mæling 1.jan við Grensásveg	Meðaltöl annara daga við Grensásveg	Mæling 1.jan við Dalsmára	Meðaltöl annara daga við Dalsmára	Mörk fyrir ársmeðaltal í íslenskum reglugerðum
Blý (Pb)	11,7 ng/m <sup>3</sup> *	0,4 ng/m <sup>3</sup> *	19 ng/m <sup>3</sup> *	1,1 ng/m <sup>3</sup> *	500 ng/m <sup>3</sup> *
Arsen (As)	1,15 ng/m <sup>3</sup>	0,06 ng/m <sup>3</sup>	1,0 ng/m <sup>3</sup>	0,06 ng/m <sup>3</sup>	6 ng/m <sup>3</sup>
Kadmíum (Cd)	0,161 ng/m <sup>3</sup>	0,007 ng/m <sup>3</sup>	0,16 ng/m <sup>3</sup>	0,003 ng/m <sup>3</sup>	5 ng/m <sup>3</sup>
Nikkel (Ni)	1,3 ng/m <sup>3</sup>	0,615 ng/m <sup>3</sup>	0,7 ng/m <sup>3</sup>	0,2 ng/m <sup>3</sup>	20 ng/m <sup>3</sup>
Bensó[a]pýren	72 pg/m <sup>3</sup> *	5,8 pg/m <sup>3</sup> *	Ekki mælt	Ekki mælt	1000 pg/m <sup>3</sup> *

\*Umhverfismörk fyrir styrk blýs og bensó[a]pýren eru í reglugerðum gefin upp í öðrum einingum heldur en notaðar eru hér í skýrslunni. Hér í töflunni eru mörk þeirra umreiknuð til samræmis við þær einingar sem notaðar eru í þessari skýrslu.



Hlutfall tiltekinna málma í svifryki um áramótin 2018-2019 við Dalsmára og Grensásveg má sjá í töflu 4 ásamt samanburði við áætlun út frá mælingu úr filterborðum úr þessum sömu mælistöðvum í rafeindasmásjá (SEM) frá áramótum 2017-2018 (árið áður). Aðferðarfræðin er ólík og ekki er hægt að tengja SEM mælingu beint við styrk í lofti. Þetta styður það að gera megi ráð fyrir að styrkur efnanna í andrúmslofti fylgi vel styrk svifryks í andrúmsloftinu. Talsvert meiri styrkur svifryks mældist á þessum mælistöðum áramótin 2017-2018 heldur en áramótin 2018-2019. Líklegt verður að teljast að styrkur efna í andrúmslofti hafi verið í réttu hlutfalli við styrk svifryksins þau áramót. Því er viðbúið að styrkur þessara efna í andrúmslofti hafi verið meiri á þessum mælistöðum áramótin 2017-2018 heldur en kemur fram í þessar skýrslu um áramótin 2018-2019.

**Tafla 4.** Hlutfall nokkurra frumefna í ryki áramótin 2017-2018 og 2018-2019. Tölur frá 2017-2018 byggja á rafeindasmásjárgreiningu en tölur frá 2018-2019 byggja á efnagreiningu sem lýst er í kaflanum um ramkvæmd mælinga. Aðferðarfræðin er ólík og ekki er hægt að tengja SEM mælingu beint við styrk í lofti.

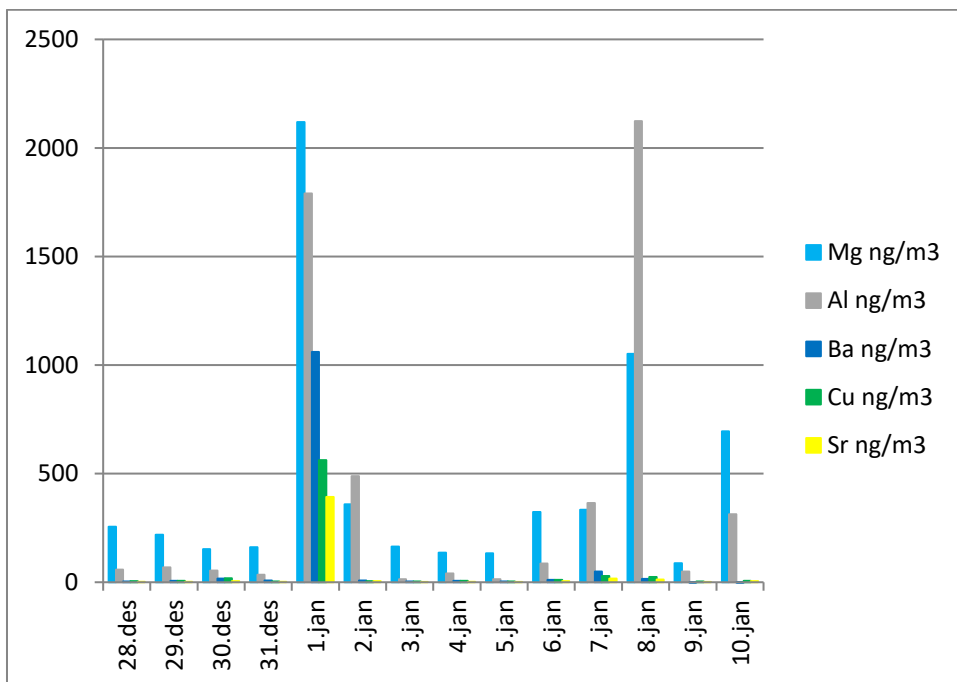
Efnispáttur	Hlutfall í ryki [%] Dalsmári 2018-2019	Hlutfall í ryki [%] Grensásvegur 2018-2019	SEM mæling, hlutfall í ryki [%] Áramót 2017-2018
<b>K</b>	23,2	20,1	5-30
<b>Mg</b>	2,2	2,6	1-3
<b>S</b>	8,7	7,1	3-15
<b>Al</b>	1,6	2,2	1-2
<b>Ba</b>	1,1	1,3	
<b>Cu</b>	0,7	0,7	0-1
<b>Sr</b>	0,5	0,5	

## Niðurstöður mælinga á frumefnum

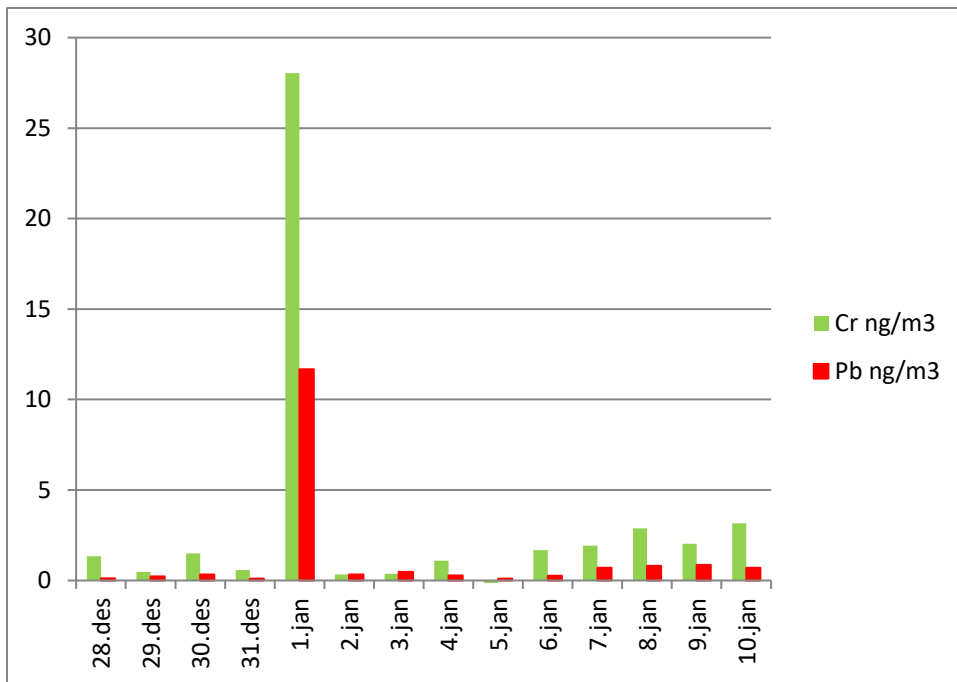
### Grensásvegur

Á myndum 3-7 hér á eftir má sjá mælingar á ýmsum frumefnum, mældum í síum við Grensásveg. Niðurstöður hafa, eins og áður, verið umreiknaðar yfir í  $\text{ng}/\text{m}^3$  og leiðréttar fyrir sambærilegu ígildi fyrir meðaltal blanksía.

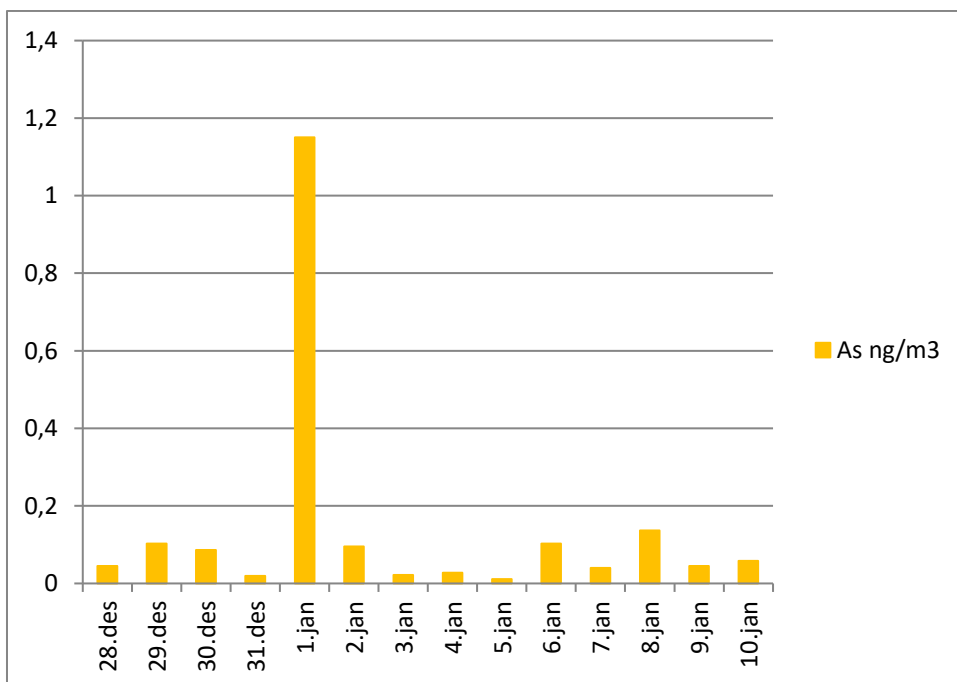
Mjög svipuð niðurstaða fæst á Grensásvegi og í Dalsmára en sjá má verulega hækkun um áramótin 2018-2019 á t.d. S, K, Mg, Ba, Sr og Cu miðaða við dagana á undan og eftir. Greinileg hækkun er einnig á Cr, Pb, As og Cd miðað við dagana á undan og eftir. Þetta sést skýrt á myndum 3-7.



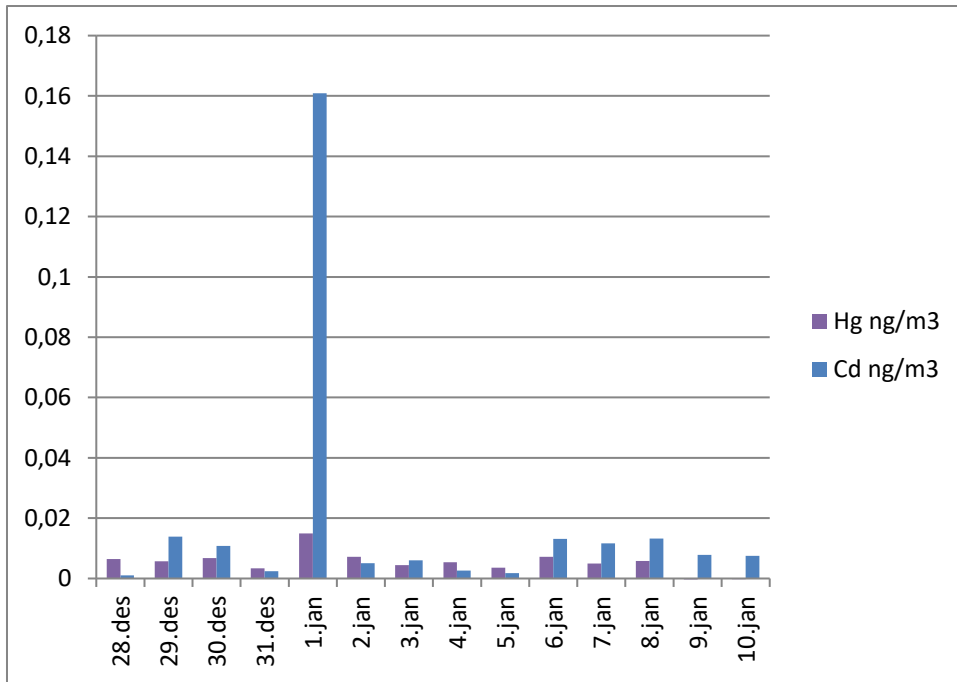
**Mynd 3.** Mg, Al, Ba, Cu og Sr mæld á Grensásvegi áramótin 2018-2019.



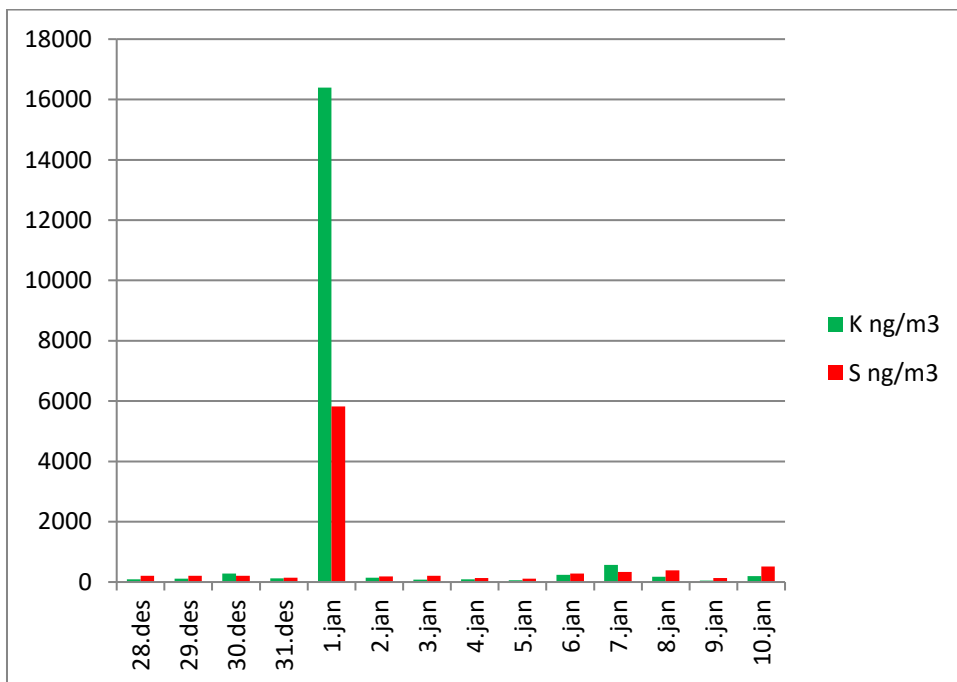
**Mynd 4.** Króm og blý mæld á Grensásvegi áramótin 2018-2019.



**Mynd 5.** Arsen mælt á Grensásvegi áramótin 2018-2019.



**Mynd 6.** Kvikasilfur og kadmín mæld á Grensásvegi áramótin 2018-2019.

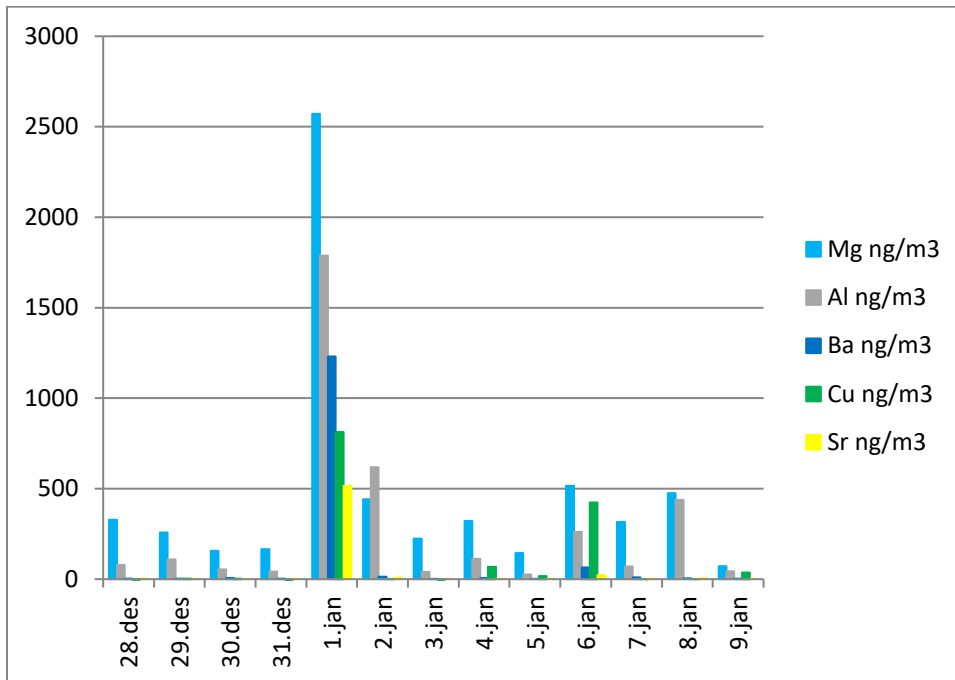


**Mynd 7.** Kalíum og brennisteinn mæld á Grensásvegi áramótin 2018-2019.

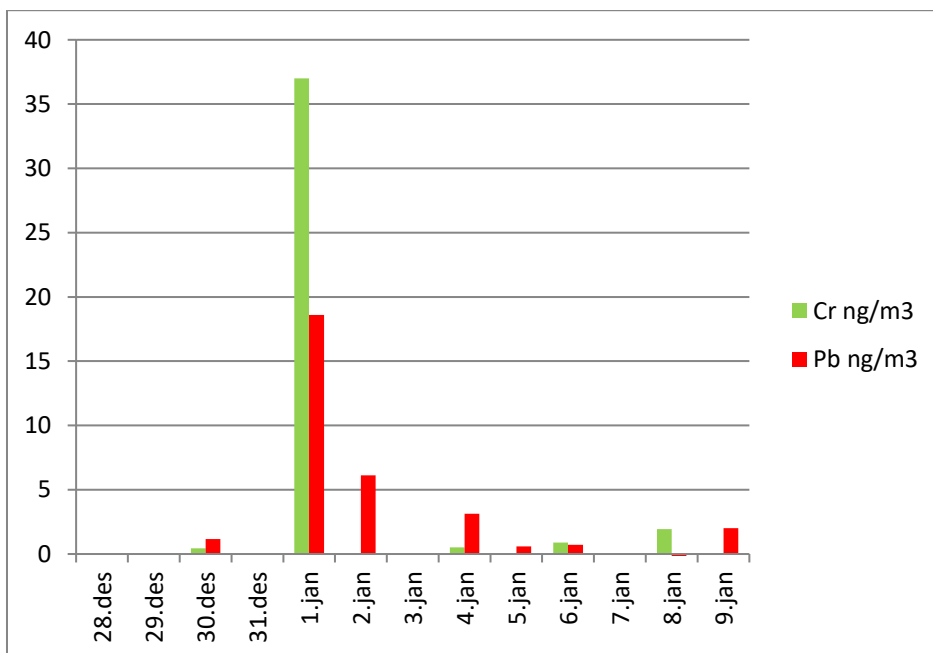
## Dalsmári

Á myndum 8-11 hér að aftan má sjá niðurstöður mælinga á ýmsum frumefnum, mældum í síum frá Dalsmára. Niðurstöður hafa verið umreiknaðar yfir í  $\text{ng}/\text{m}^3$  og leiðréttar fyrir sambærilega reiknuðu ígildi fyrir meðaltali blanksía.

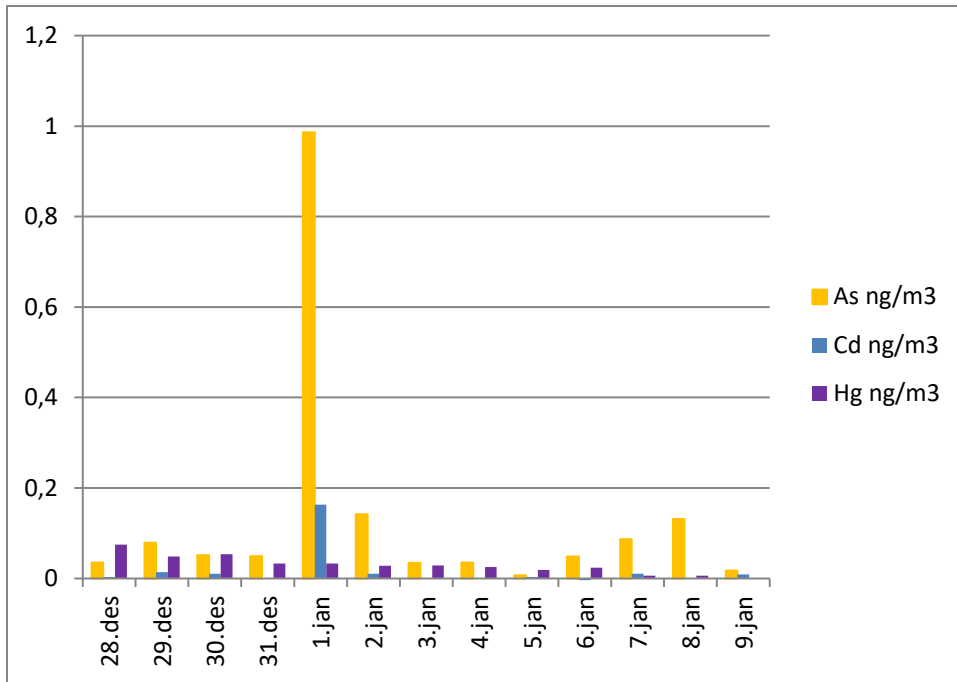
Af niðurstöðum mælinga ólífrænna snefilefna í Dalsmára má ótvírætt sjá verulega hækkun um áramótin 2018-2019 á As, Cd, Cr, Pb, Zn, K, S, Mg, Ba, Sr og Cu miðað við dagana á undan og eftir. Þetta sést skýrt á myndum 8-11 hér að aftan. Breytileiki í öðrum snefilefnum er fullmikill til að hægt sé að fullyrða um samhengi við svifryk yfir áramótin.



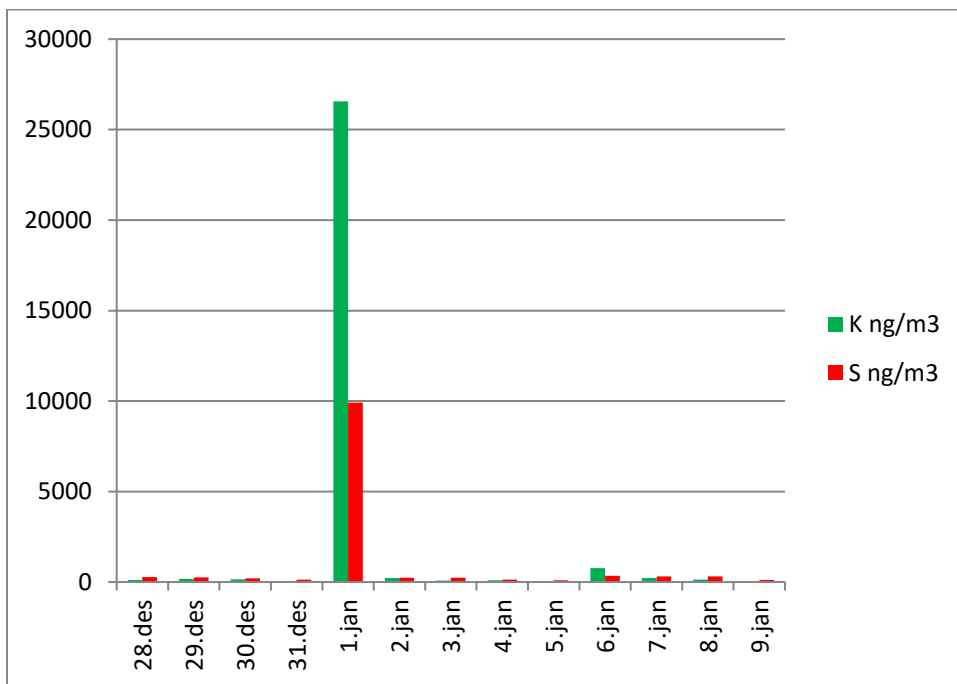
**Mynd 8.** Mg, Al, Ba, Cu og Sr mæld í Dalsmára áramótin 2018-2019.



**Mynd 9.** Króm og blý mæld í Dalsmára áramótin 2018-2019.



**Mynd 10.** Arsen, kadmín og kvikasilfur mæld í Dalsmára áramótin 2018-2019.



**Mynd 11.** Brennisteinn og kalíum mæld í Dalsmára áramótin 2018-2019.

## Niðurstöður mælinga á PAH efnum við Grensásveg

PAH efni voru aðeins mæld á Grensásvegi en ekki við Dalsmára. Ástæðan er sú að til að mæla PAH þarf mun stærra sýnarúmmál heldur en til að mæla þungmálma. Svifrykksafnarinn á Grensásvegi safnar 30 m<sup>3</sup>/klst og hentar því vel til að mæla PAH efni. Safnarinn í Dalsmára safnar hins vegar aðeins 1 m<sup>3</sup>/klst en það rúmmál hentar vel til að mæla heildar magn svifryks og þungmálma en er ekki nægjanlega mikið til að mæla PAH efni. Á Grensásvegi voru mæld 16 PAH efnasambönd í 14 síum og tveimur blanksíum. Sjá má heildarmagn PAH efna sem mælast ofan greiningarmarka eftir dögum á mynd 12.

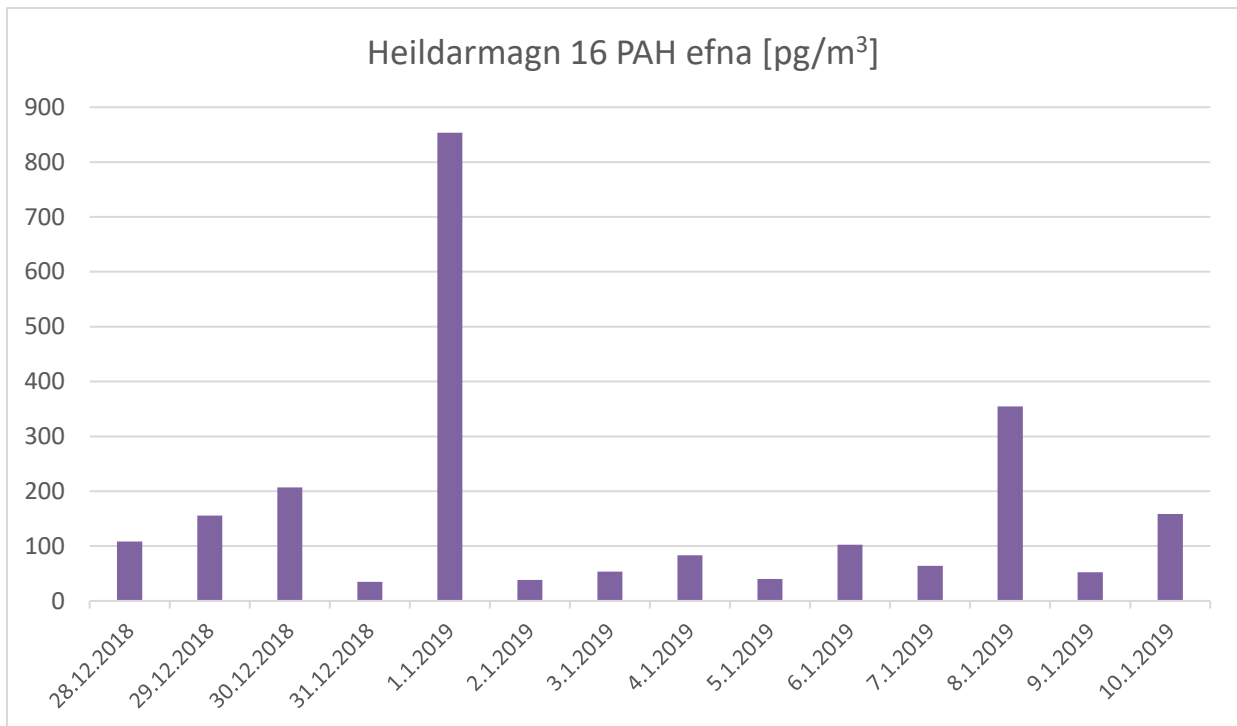
Í töflu 5 má sjá styrk PAH efna um áramótin 2018-2019 (1. janúar 2019) og svo meðaltal annarra daga sem mældir voru (28. desember 2018 til 10. janúar 2019). Niðurstöður hafa verið reiknaðar yfir í  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sýnis og sambærilegt ígildi í blanki. Mjög greinileg hækkun var yfir áramóti og nokkur fylgni er við styrk svifryks.

Styrkur PAH efna 1. janúar 2019 er verulega hærri en aðra daga fyrir og eftir áramótin. PAH efni mælast um 6-8 falt hærri en aðra daga að meðaltali. Eins og kemur fram hér að framan er heildarstyrkur PAH efna í grófu hlutfalli við svifryksstyrk. Þó virðist sem að styrkur PAH efna eins og bensó(b,j,k)flúoranten, bensó(a)pýren og indenó(1,2,3-cd)pýren sé hlutfallslega hár í svifrykinu um áramót og myndist í meiri mæli en í rykinu þann 8. janúar 2019 sem líklega er umferðarýrk. Það er einnig líklegt að skammtímagildi bensó(a)pýrens nái um 1 ng/m<sup>3</sup> styrk um áramót hvort sem er á Grensásvegi eða í Dalsmára ef horft er til skammtímagildis svifryks og reiknað með hlutfallslegum styrk PAH efna.

Þá má benda á að bensó(a)pýren mælist alla daga á Grensásvegi, en greindist aðeins einn dag, nýársdag 2018, Norðurhelli á mælitímabilinu kringum áramótin 2017-2018.

Þegar þessar efnagreiningar um sitthvor áramótin eru bornar saman verður að hafa í huga að sýnatökustaðir eru ekki þeir sömu. Stöðin við Norðurhelli er í Hellnahverfi, iðnaðarsvæðinu í Hafnarfirði. Talsvert lægri styrkir efna mældust í svifrykinu við Norðurhelli 1. janúar 2018 heldur en við Grensásveg og Dalsmára 1. janúar 2019. Það gerist þrátt fyrir að talsvert meiri mengun hafi mælst á öllum mælistöðvum á höfuðborgarsvæðinu 1. janúar 2018 heldur en 1. janúar 2019. Skýringin á því liggur í staðsetningu mælistöðvarinnar við Norðurhelli.

Ekki voru gerðar efnagreiningar á svifryki við Grensásveg og Dalsmára um áramótin 2017-2018. Talsvert meiri styrkur svifryks mældist á þeim mælistöðum áramótin 2017-2018 heldur en áramótin 2018-2019. Því er viðbúið að styrkur PAH efna í andrúmslofti hafi verið meiri á þessum mælistöðum við Grensásveg og Dalsmára áramótin 2017-2018 heldur en kemur fram í þessar skýrslu um áramótin 2018-2019.



**Mynd 12.** Heildarmagn 16 PAH efna á Grensásvegi áramótin 2018-2019. Aðeins eru sýnd efni sem mældust yfir greiningarmörkum.

**Tafla 5.** Samanburður á styrk 16 PAH efna á Grensásvegi 1. janúar 2019 við meðaltal annarra daga í kringum áramótin 2018-2019. Allar einingar í pg/m<sup>3</sup>.

Efnispáttur	1.jan. 2019 (pg/m <sup>3</sup> )	Aðrir dagar meðaltal (pg/m <sup>3</sup> )	Blankar (pg/m <sup>3</sup> )
Naphthalin	33	<6	<6
Acenaphthylen	12	<3	<3
Acenaphthen	12	9	12
Fluoren	<12	<12	25
Phenanthren	47	<13	<10
Anthracen	<9	<9	<9
Fluoranthen	48	<11	<8
Pyren	41	<16	<16
Benz(a)anthracen	55	8	<3
Chrysen	89	11	<3
Benzo(b/j)fluoranthen	154	12	<3
Benzo(k)fluoranthen	40	<3	<3
Benzo(a)pyren	72	6	<3
Dibenz(a,h)anthracen	15	<3	<3
Indeno(1,2,3-cd)pyren	116	10	<3
Benzo(ghi)perylene	120	19	5
<b>Summa 16PAH utan greiningarmarka</b>	<b>854</b>	<b>112</b>	<b>40</b>
<b>Summa 16PAH með greiningarmörkum</b>	<b>874</b>	<b>162</b>	<b>116</b>



## **Viðaukar. Tölur með niðurstöðum efnagreininga**

Í töflum 6-11 hér að aftan má sjá niðurstöður mælinga á ýmsum frumefnum, mældum í síum frá Grensásvegi og Dalsmára. Niðurstöður hafa verið umreiknaðar yfir í  $\text{ng}/\text{m}^3$  fyrir síurnar og leiðréttar fyrir sambærilega reiknuðu ígildi fyrir meðaltali blanksía. Greiningarmörk eru tilgreind sem ígildi greiningarmarka í  $\text{ng}/\text{m}^3$  og birt eru tvenns konar mörk. Annars vegar greiningamörk í mælingu á ICP-MS, (Grm.mæling) sem yfirleitt eru mjög lág miðað við styrk í sýni. Hins vegar greiningarmörk metin út frá breytileika í efnivið í blanksíum (Grm.blankar). Greiningarmörk eru mun lægri á Grensásvegi en í Dalsmára, þar sem rúmmál sýnis er mun stærra á Grensásvegi.

## Niðurstöður mælinga á frumefnum við Grensásveg í Reykjavík

Tafla 6. Na, K, Mg, Ca og S í síum frá Grensásvegi áramótin 2018-2019.

Sýni	Na [ng/m <sup>3</sup> ]	K [ng/m <sup>3</sup> ]	Mg [ng/m <sup>3</sup> ]	Ca [ng/m <sup>3</sup> ]	S [ng/m <sup>3</sup> ]
28.des	2587	93	256	110	202
29.des	1875	114	219	98	203
30.des	1364	276	152	72	202
31.des	1865	122	162	77	148
1.jan	2953	16391	2120	403	5817
2.jan	1876	147	359	495	190
3.jan	1472	82	165	65	207
4.jan	1871	94	136	91	135
5.jan	1294	59	134	78	114
6.jan	4031	240	323	212	281
7.jan	1633	572	334	315	334
8.jan	3071	170	1052	1868	386
9.jan	1031	43	88	68	130
10.jan	4692	199	695	446	510
Grm.mæling	1,3	11	0,4	0,6	1,5
Grm.blankar	133	11	5	7	11

Tafla 7. Al, Ba, Cu, Fe, Sr og Zn í síum frá Grensásvegi áramótin 2018-2019.

Sýni	Al [ng/m <sup>3</sup> ]	Ba [ng/m <sup>3</sup> ]	Cu [ng/m <sup>3</sup> ]	Fe [ng/m <sup>3</sup> ]	Sr [ng/m <sup>3</sup> ]	Zn [ng/m <sup>3</sup> ]
28.des	58	4,2	5,4	192	1,6	3
29.des	68	6,9	6,3	187	2,1	5
30.des	54	16,6	19,1	401	4,6	7
31.des	35	8,0	4,0	87	2,8	3
1.jan	1790	1060	562	721	393	60
2.jan	489	8,5	4,9	919	4,7	3
3.jan	14	4,2	4,1	121	1,4	2
4.jan	41	6,9	7,1	227	2,2	4
5.jan	15	3,7	3,7	112	1,0	4
6.jan	86	11,6	10,5	181	5,1	5
7.jan	365	48,9	28,6	500	16,6	7
8.jan	2123	15,1	24,1	2799	12,3	26
9.jan	49	-0,2	2,9	142	0,6	1
10.jan	313	-0,2	7,1	519	5,3	5
Grm.mæling	0,1	0,002	0,0	0,0	0,02	0,2
Grm.blankar	14	1,0	0,1	12	0,6	4

Tafla 8. As, Cd, Cr, Hg, Ni og Pb í síum frá Grensásvegi áramótin 2018-2019.

Sýni	As ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Cr ng/m <sup>3</sup>	Hg ng/m <sup>3</sup>	Ni ng/m <sup>3</sup>	Pb ng/m <sup>3</sup>
28.des	0,045	0,001	1	0,006	0,0	0,12
29.des	0,103	0,014	0	0,006	2,0	0,23
30.des	0,086	0,011	2	0,007	0,2	0,33
31.des	0,020	0,002	1	0,003	0,0	0,11
1.jan	1,150	0,161	28	0,015	1,3	11,7
2.jan	0,095	0,005	0	0,007	0,2	0,33
3.jan	0,022	0,006	0	0,004	0,0	0,48
4.jan	0,028	0,003	1	0,005	0,4	0,29
5.jan	0,011	0,002	0	0,004	0,0	0,10
6.jan	0,103	0,013	2	0,007	0,3	0,27
7.jan	0,040	0,012	2	0,005	0,6	0,70
8.jan	0,137	0,013	3	0,006	3,1	0,81
9.jan	0,045	0,008	2	0,000	0,4	0,85
10.jan	0,058	0,008	3	0,000	0,6	0,70
Grm.mæling	0,003	0,006	0,005	0,009	0,005	0,001
Grm.blankar	0,005	0,0005	3	0,018	0,8	0,02

## Niðurstöður mælinga á frumefnum við Dalsmára í Kópavogi

Tafla 9. Na, K, Mg, Ca og S í síum frá Dalsmára áramótin 2018-2019.

Sýni	Na [ng/m <sup>3</sup> ]	K [ng/m <sup>3</sup> ]	Mg [ng/m <sup>3</sup> ]	Ca [ng/m <sup>3</sup> ]	S [ng/m <sup>3</sup> ]
28.des	2931	110	329	104	270
29.des	2346	169	257	114	261
30.des	910	147	157	10	204
31.des	1292	45	165	120	136
1.jan	2058	26557	2571	324	9922
2.jan	1481	221	441	777	246
3.jan	2877	87	225	92	244
4.jan	4734	96	321	360	133
5.jan	1692	27	145	0	105
6.jan	5522	761	516	428	347
7.jan	2057	214	317	149	318
8.jan	2240	129	476	374	305
9.jan	346	22	72	0	112
Grm.mæling	10	39	0,4	0,6	3
Grm.blankar	1840	83	6	252	66

Tafla 10. Al, Ba, Cu, Fe, Sr og Zn í síum frá Dalsmára áramótin 2018-2019.

	Al [ng/m <sup>3</sup> ]	Ba [ng/m <sup>3</sup> ]	Cu [ng/m <sup>3</sup> ]	Fe [ng/m <sup>3</sup> ]	Sr [ng/m <sup>3</sup> ]	Zn [ng/m <sup>3</sup> ]
28.des	79	3,1	0	116	2	0
29.des	109	3,4	3	51	2	0
30.des	54	6,8	3	122	2	38
31.des	42	3,6	0	22	2	0
1.jan	1787	1231	814	643	516	94
2.jan	618	12,6	1	1054	9	6
3.jan	39	1,4	0	42	1	3
4.jan	112	5,9	68	117	1	51
5.jan	25	1,2	16	28	1	8
6.jan	261	64	424	94	23	0
7.jan	69	9,1	2	62	4	2
8.jan	438	4,9	0	468	4	0
9.jan	43	2,6	36	87	1	16
Grm.mæling	0,6	0,02	0,004	0,04	0,1	1,2
Grm.blankar	16	0,2	51	8	2	25

Tafla 11. As, Cd, Cr Hg, Ni og Pb í síum frá Dalsmára áramótin 2018-2019.

	As ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Cr ng/m <sup>3</sup>	Hg ng/m <sup>3</sup>	Ni ng/m <sup>3</sup>	Pb ng/m <sup>3</sup>
28.des	0,0	0,00	0	0,07	0	0
29.des	0,1	0,01	0	0,05	0,3	0
30.des	0,1	0,01	0	0,05	0,6	1
31.des	0,0	0,00	0	0,03	0	0
1.jan	1,0	0,16	37	0,03	0,7	19
2.jan	0,1	0,01	0	0,03	0,0	6
3.jan	0,0	0	0	0,03	0	0
4.jan	0,0	0	1	0,03	0,4	3
5.jan	0,0	0,00	0	0,02	0	1
6.jan	0,0	0,00	1	0,02	0	1
7.jan	0,1	0,01	0	0,01	0,4	0
8.jan	0,1	0	2	0,01	0,6	0
9.jan	0,0	0,01	0	0,00	0	2
Grm.mæling	0,02	0,05	0,04	0,03	0,04	0,003
Grm.blankar	0,1	0,0001	11	0,02	0,3	2

## Niðurstöður mælinga á PAH efnunum við Grensásveg í Reykjavík

Tafla 12. Niðurstöður mælinga á svifryki og 16 PAH efnunum á Grensásvegi í kvartssíum dagana 28. desember 2018 - 10. janúar 2019.

Efnispáttur	28.des	29.des	30.des	31.des	1.jan	2.jan	3.jan	4.jan	5.jan	6.jan	7.jan	8.jan	9.jan	10.jan	Blank	Blank	Eining
Naphthalin	<5,6	7,2	10	<5,6	33	<5,5	<5,6	<5,6	<5,6	<5,5	<5,5	23,7	<5,5	8,2	<5,5	<5,5	pg/m <sup>3</sup>
Acenaphthylene	<2,8	<2,7	<2,7	<2,8	12,2	<2,7	<2,8	<2,8	<2,8	<2,7	<2,7	3,1	<2,7	<3,1	<2,7	<2,7	pg/m <sup>3</sup>
Acenaphthen	7,1	5,4	4,6	<3,9	11,5	13,2	12,4	9	6,4	6,2	6,9	16,8	6,1	15,8	7,4	16,5	pg/m <sup>3</sup>
Fluorene	<12	14,6	<11,9	<12,1	<11,8	<11,9	<12	<12	<12	<11,9	<11,9	60,9	<12	40,5	<11,9	45,1	pg/m <sup>3</sup>
Phenanthrene	15,7	19,8	23,9	<10,4	47,2	<10,2	<10,3	11,9	<10,3	10,9	<10,3	23,1	<10,3	13,1	<10,3	<10,3	pg/m <sup>3</sup>
Anthracene	<8,6	<8,6	<8,6	<8,7	<8,5	<8,5	<8,6	<8,6	<8,6	<8,5	<8,6	<8,5	<8,6	<9,6	<8,6	<8,6	pg/m <sup>3</sup>
Fluoranthene	15,2	23	22,2	<7,9	47,8	<7,7	<7,8	9,1	<7,8	14,4	<7,8	20,8	<7,8	12,6	<7,8	<7,8	pg/m <sup>3</sup>
Pyrene	<15,7	19,4	21,4	<15,8	40,8	<15,5	<15,7	<15,7	<15,7	<15,5	<15,6	26,8	<15,6	<17,3	<15,6	<15,6	pg/m <sup>3</sup>
Benz(a)anthracene	7,7	8,4	15,4	4,3	55,1	<2,7	3,8	7,7	3,6	6,5	6,2	17,2	5,4	10,1	<2,7	<2,7	pg/m <sup>3</sup>
Chrysene	10,4	11,3	21,4	6,5	89	5,2	6,7	9,4	6,8	11,1	8,8	22,2	8,5	12,1	<2,7	<2,7	pg/m <sup>3</sup>
Benzo(b/j)fluoranthene	12,6	11,2	23,6	4,9	153,6	4,7	6,6	8,1	5,4	12,1	10,6	32,9	7,3	11,2	<2,7	<2,7	pg/m <sup>3</sup>
Benzo(k)fluoranthene	4	3,2	7,1	<2,8	40	<2,7	<2,8	<2,8	<2,8	3,3	<2,7	9,4	<2,7	<3,1	<2,7	<2,7	pg/m <sup>3</sup>
Benzo(a)pyrene	6,1	6,4	9,9	4,1	71,7	3	5,2	5,7	3,3	6,3	4,5	12	3,9	5,4	<2,7	<2,7	pg/m <sup>3</sup>
Dibenz(a,h)anthracene	<2,8	<2,7	<2,7	<2,8	15	<2,7	<2,8	<2,8	<2,8	<2,7	<2,7	4,6	<2,7	<3,1	<2,7	<2,7	pg/m <sup>3</sup>
Indeno(1,2,3-cd)pyrene	10,2	8,7	16,2	4,8	115,8	4	6,2	7,2	5	10,2	9,2	27	6,6	10,2	<2,7	<2,7	pg/m <sup>3</sup>
Benzo(ghi)perylene	18,7	17,1	30,7	10	119,9	7,8	12,6	14,5	9,6	21,3	17,2	53,5	14,2	19,4	4,3	5,6	pg/m <sup>3</sup>
Summa 16 EPA utan grm	108,5	155,7	207,1	35	853,5	38,2	53,6	83	40,3	102,6	63,7	354,4	52,3	158,3	11,7	67,3	pg/m <sup>3</sup>
Summa 16 EPA með grm	155,7	171	233,5	108,1	874,1	108,8	122,3	133,5	109	149,5	132	362,7	120,7	195,5	94	137,6	pg/m <sup>3</sup>
Heildar svifryk	12,8	10,2	9,9	7,2	81,5	17,4	8,0	7,0	6,2	12,3	19,4	90,9	5,9	31,4			µg/m <sup>3</sup>

