

**6EM13123**  
**Hermann Þórðarson**

**Umhverfisvöktun**  
**Norðurhella, Hafnarfirði**

**Október 2015 - júní 2016**

**Nóvember 2016**  
**Efnagreiningar**  
**Nýsköpunarmiðstöð Íslands**

## Ágrip

Teknar eru saman niðurstöður mælinga frá mælistöð á Norðurhelli, Hafnarfirði, fyrir tímabilið október 2015-júní 2016. Mældir efnisþættir eru svifryk ( $PM_{10}$ ) í lofti og ólífræn snefilefni (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) í svifrykinu.

### Veðurgögn

Haustið 2015 var skaplegt, en nokkur umskipti urðu í nóvember með miklum snjó og nokkrum illviðrum undir lok ársins. Veturinn var svo í kaldara lagi miðað við nýliðin ár en ekki í langtímasamhengi. Vorið 2016 var aftur þurr og hlýtt og sumarið sömuleiðis og veðrið fyrrihluta ársins 2016 var hagstætt í heildina á suðvesturhorni landsins, tiltölulega hlýtt og þurr og hægviðrasamt.

### Svifryk

Meðaltal alls ársins 2015 á Norðurhelli mældist  $14,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $10,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tímabilið jan-jún 2016. Nokkur munur er á svifrykinu á þessum tímabilum, en ekki er augljós skýring á því. Til samanburðar þá mældist meðaltal svifryks á Hvaleyrarholti árið 2015  $7,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og  $7,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tímabilið jan-jún 2016.

Á Norðurhelli á tímabilinu okt2015-jún2016 reyndist einn dagur yfir heilsuverndarmörkum ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), en svifryk þann dag mældist mjög hátt eða  $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Á Norðurhelli mældist svifryk allhátt í norðaustlægum, vestlægum og suðaustlægum áttum. Hásmörk koma fram í svipuðum áttum á þessum tveimur stöðum, í vestnorðvestanátt og suðaustanátt.

### Málmar

Mælingar á ólífrænum snefilefnum við Norðurhelli benda til að styrkur þeirra sé almennt lágur og vel undir viðmiðunarmörkum um andrúmsloft á Íslandi þegar slík mörk eru fyrir hendi (As, Cd, Ni, Pb) og sé sambærilegur og gerist á lítt menguðum svæðum.

**Efnisyfirlit**

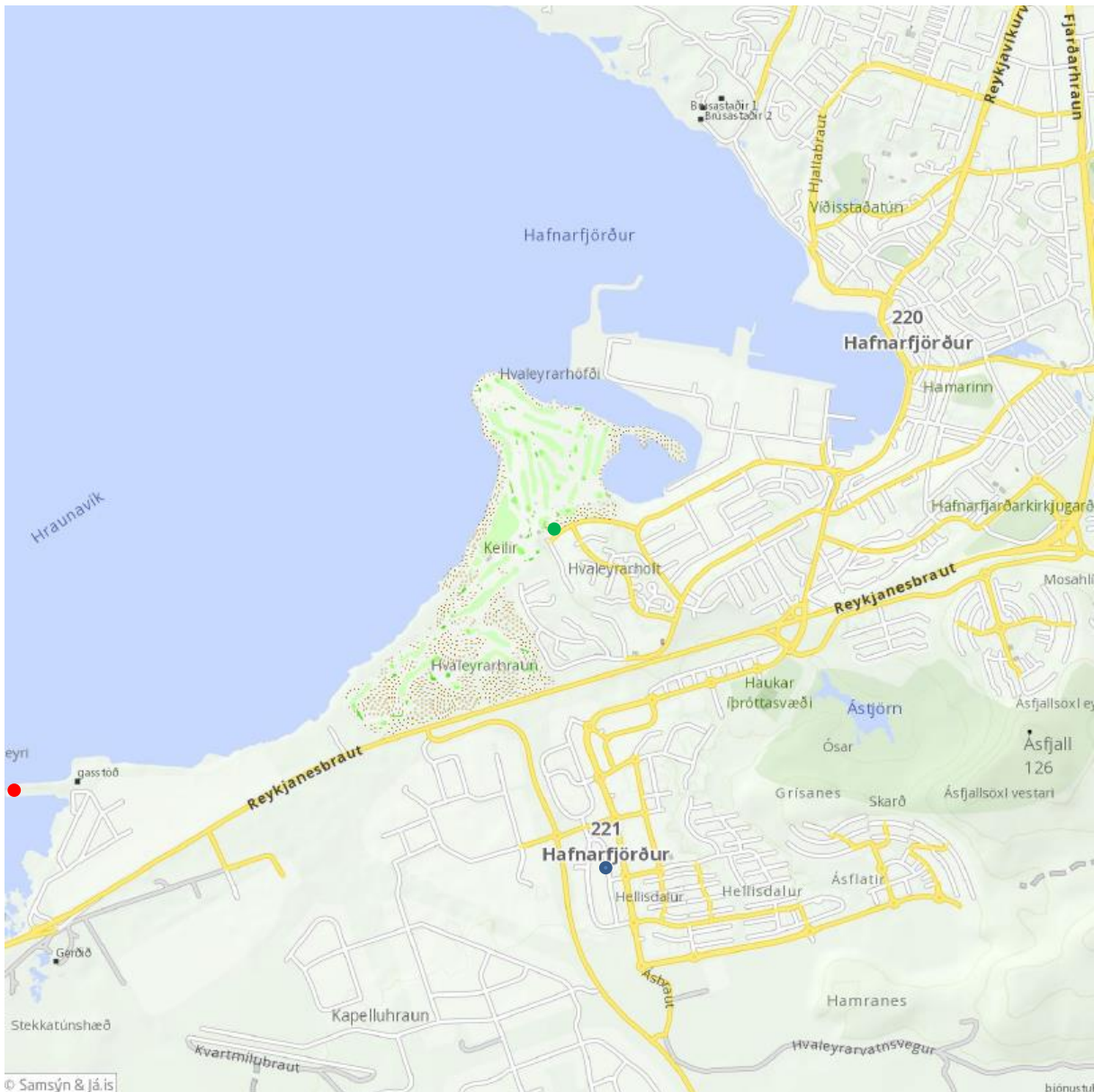
Ágrip .....	2
Inngangur .....	4
Framkvæmd mælinga.....	5
Veðurgögn.....	6
Svifryk .....	7
Ólífræn snefilefni .....	10

<b>Tafla 1</b>		<b>Samantekt Norðurhella</b>							
		<b>Öll gildi í <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>							
<b>Svifryk</b>	<b>PM10 <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>	<b>Fjöldi skipta yfir mörk</b>	<b>Mörk <math>\mu\text{g}/\text{m}^3</math></b>						
Ársmeðaltal 2015	14,3		20	Heilsuv.m.					
Hæsta dagsgildi 2015	72	5	50 (7)*	Heilsuv.m.					
Meðaltal jan-jún 2016	10,5		20	Heilsuv.m.					
Hæsta dagsgildi 2016	113	1	50 (7)*	Heilsuv.m.					
	<b>As</b>	<b>Cd</b>	<b>Cr</b>	<b>Cu</b>	<b>Hg</b>	<b>Ni</b>	<b>Pb</b>	<b>Zn</b>	
	<b><math>\text{ng}/\text{m}^3</math></b>	<b><math>\text{ng}/\text{m}^3</math></b>	<b><math>\text{ng}/\text{m}^3</math></b>	<b><math>\text{ng}/\text{m}^3</math></b>	<b><math>\text{ng}/\text{m}^3</math></b>	<b><math>\text{ng}/\text{m}^3</math></b>	<b><math>\text{ng}/\text{m}^3</math></b>	<b><math>\text{ng}/\text{m}^3</math></b>	
<b>Niðurstaða tímabils</b>									
okt 2015-júní 2016	0,08	0,03	3,7	1,8	0,02	1,0	0,7	44	
Meðaltal blanka	0,01	0,02	3,1	0,6	0,01	0,4	0,3	47	
Meðaltal leiðr.m.bl.	0,08	0,01	0,6	1,2	0,01	0,6	0,4	-3	
Greiningarmörk	0,02	0,05	4,1	0,9	0,07	0,7	0,5	84	
<b>Niðurstaða</b>	<b>0,08</b>	<b>&lt;0,05</b>	<b>&lt;4,1</b>	<b>1,2</b>	<b>&lt;0,07</b>	<b>&lt;0,7</b>	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;84</b>	
Hámark mælt	0,31	0,07	6,9	5,4	0,15	5,4	6,4	<84	
Lágmark mælt	<0,02	<0,05	<4,1	<0,9	<0,07	<0,7	<0,5	<84	
<b>Viðmið Íslands/ESB</b>	<b>6</b>	<b>5</b>				<b>20</b>	<b>500</b>		

\*Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega innan sviga

## Inngangur

Fjallað er um niðurstöður mælinga á Norðurhelli tímabilið október 2015 - júní 2016. Mælingar þessar eru unnar fyrir Hafnarfjarðarbæ í samvinnu við Heilbrigðiseftirlit Hafnarfjarðar og Kópavogssvæðis sem hafði umsjón með rekstri mælistöðvar á Norðurhelli og sýnatöku. Niðurstöður þessar eru unnar af Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, sem sá um undirbúning sía, svifryksmælingar og úrvinnslu gagna og samantekt. Undirbúningur sýna fyrir málmamælingu og greining var unninn af Efnagreiningu ehf, Hvanneyri.



**Mynd 1.** Mælistöð Norðurhelli (blá), mælistöð Hvaleyrarholti (græn), veðurmælistöð Straumsvík (rauð).

Á mynd 1 má sjá staðsetningu stöðvarinnar á Norðurhelli merkt inn á kort með bláum punkti, ásamt mælistöð á Hvaleyrarholti (grænn punktur) og veðurmælistöð í Straumsvíkurhöfn (rauður punktur).

## Framkvæmd mælinga

Lofti er safnað á síur með Digital safnara, sem safnar um 730 m<sup>3</sup> á sólarhring. Sýnum er safnað samfellt yfir árið, en notaðar eru tvær gerðir af síum, glertrefjasíur og kvartstrefjasíur. Svifryk PM<sub>10</sub> er mælt í báðum gerðum, en málmar í kvartssíum vegna lægri blankgilda í síunum. Safnað var sýnum á kvartssíur á 45 dögum okt2015 –jún2016, að jafnaði um 4-7 slík sýni í mánuði, en þessi sýni voru tekin nokkuð tilviljunarkennt.

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 (HHK). Safnarinn skiptir um síu daglega á miðnætti. Ein kvartssía í mánuði a.m.k. verður 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 eru settar í plastpoka (ziploc) og merktar dags. vigtunar og hlaupandi númeri síuhaldara, en áður hefur verið skráð dagsetning sýnatöku af umsjónarmanni sýnatöku. 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 rafgasgreini (ICP-OES).

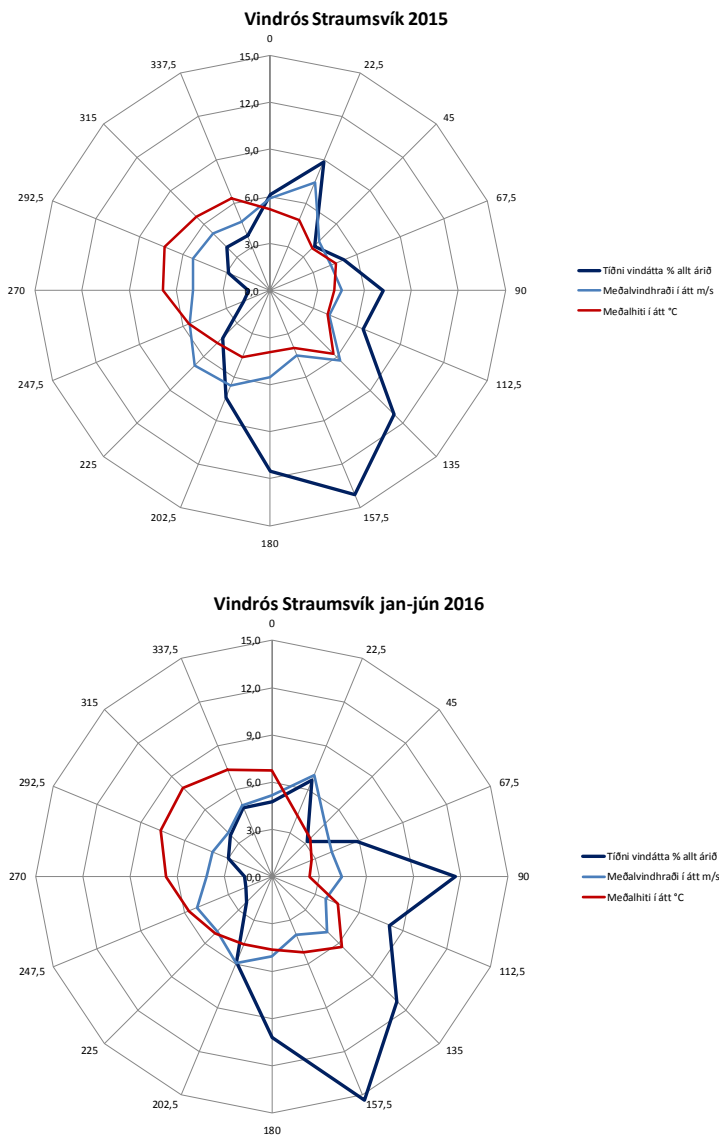
Við mælingar á ólífrænu snefilefnunum er því sá hluti mældur sem losnar við sýrumeðhöndlun á sýnunum, þ.e. ólífræn snefilefni í steindum mælast ekki með þessari aðferð. Þetta er í samræmi við staðal ÍST EN 14902:2005 um aðferðafræði mælinga á Pb, Cd, As og Ni í PM<sub>10</sub> efnivið af síum og nota skal í tengslum við tilskipun ESB (2004/107) um loftgæði.

Til samanburðar við mælingar á svifryki á Norðurhelli eru mælingar á svifryki á Hvaleyrarholti, sem er mælistöð RioTintoAlcan og Umhverfisstofnunar. Þar er PM<sub>10</sub> svifryk mælt samfellt með svokallaðri betagreiningu og gefur mæligildi á 10 mín.fresti. Þessar mælingar eru umreiknaðar í meðaltal dags.

## Veðurgögn

Veðurmælingar eru ekki gerðar á mælistöðinni á Norðurhelli, en notast er við veðurmælingar gerðar í Straumsvík. Af mögulegum veðurstöðvum er veðurmælingastöð í Straumsvík næst mælistöðinni á Norðurhelli og skásti kosturinn ef horft er til landslags.

Á mynd 2 má sjá tíðni vindátta sem mældar eru í Straumsvík á árinu 2015 og á fyrri hluta ársins 2016 (jan-jún). Megindrættir eru þeir að suðsuðaustanátt algengust vindátta og austanáttir í heild eru miklu algengari en vestanáttir. Hrein vestanátt er óalgeng. Vindhraði er hægari þegar hann er á norðvestan en meiri á suðvestan, norðnorðaustan eða suðaustan. Á árinu 2016 er austanátt nokkuð áberandi, en norðnorðaustan sjaldgæfari en að jafnaði.



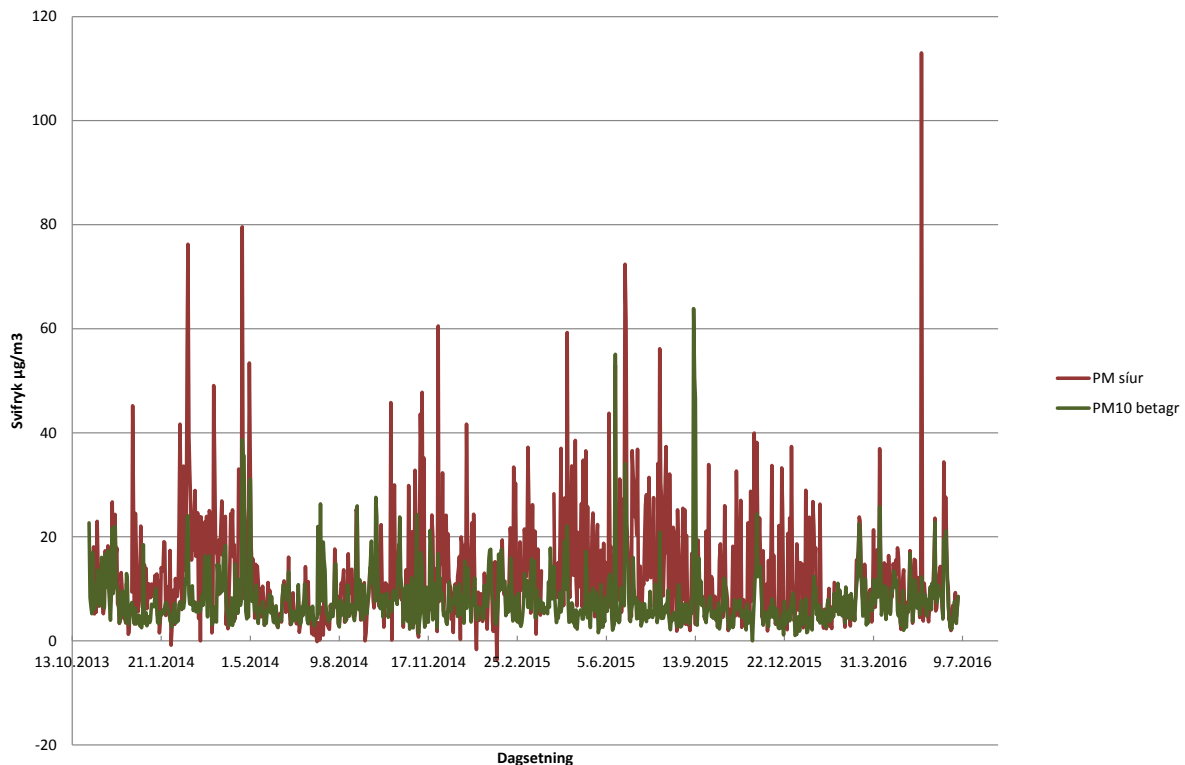
**Mynd 2.** Vindrósir Straumsvík 2015 ofar og f.hl.árs 2016 neðar, 10 mín. mæligögn.

Meðalhiti ársins 2015 í Straumsvík mældist 4,8°C og meðalvindhraði mældist 5,4 m/s. Að mestu rigndi í suðaustanáttum. Í heild var árið 2015 kalt sé tekið mið af undanförunum árum, tíðarfar ekki gott og úrkomusamt. Haustið 2015 var skaplegt, en nokkur umskipti urðu í nóvember með miklum snjó og nokkrum illviðrum undir lok ársins. Veturinn var svo í kaldara lagi miðað við nýliðin ár en ekki í

langtímasamhengi. Vorið 2016 var aftur þurr og hlýtt og sumarið sömuleiðis og veðrið fyrrihluta ársins 2016 var hagstætt í heildina á suðvesturhorni landsins, tiltölulega hlýtt og þurr og hægviðrasamt.

## Svifryk

Svifryk PM<sub>10</sub> var mælt á síum á Norðurhelli fram til 4.júlí, 2016 og má sjá niðurstöður frá upphafi mælinga á Norðurhelli frá nóvember 2013 á mynd 3. Til samanburðar má sjá mælingar á svifryki PM<sub>10</sub> mælt með betagreiningu á Hvaleyrarholti á sama tíma. Mælingar á Norðurhelli eru brúnlitar á grafinu en grænlitar á Hvaleyrarholti.



**Mynd 3.** Svifryk Norðurhelli og Hvaleyrarholti, nóv.2013-júní 2016.

Meðaltal ársins 2015 á Norðurhelli mældist  $14,3 \pm 1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (vikmörk meðaltals með 99% líkum). Meðaltal á Hvaleyrarholti árið 2015 reyndist  $7,6 \pm 0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Meðaltal jan-jún 2016 á Norðurhelli mældist  $10,5 \pm 1,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en reyndist  $7,5 \pm 0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  á sama tímabili á Hvaleyrarholti. Greiningarmörk svifryks á síur eru  $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$  og meðaltalsígildi blanka reyndist  $< 0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Á tímabilinu okt2015-jún2016 reyndist einn dagur yfir heilsuverndarmörkum ( $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) á Norðurhelli, en svifryk þann dag (24.5.2016) mældist mjög hátt eða  $113 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Ekki er vitað hvað olli, sían reyndist mjög áberandi grábrún og þetta kann að eiga sér einhverja tilfallandi staðbundna skýringu eins og t.d. nálægt jarðvegsrask með tengdri umferð, en svifryk þann sama dag á Hvaleyrarholti var miklu lægra eða  $12,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

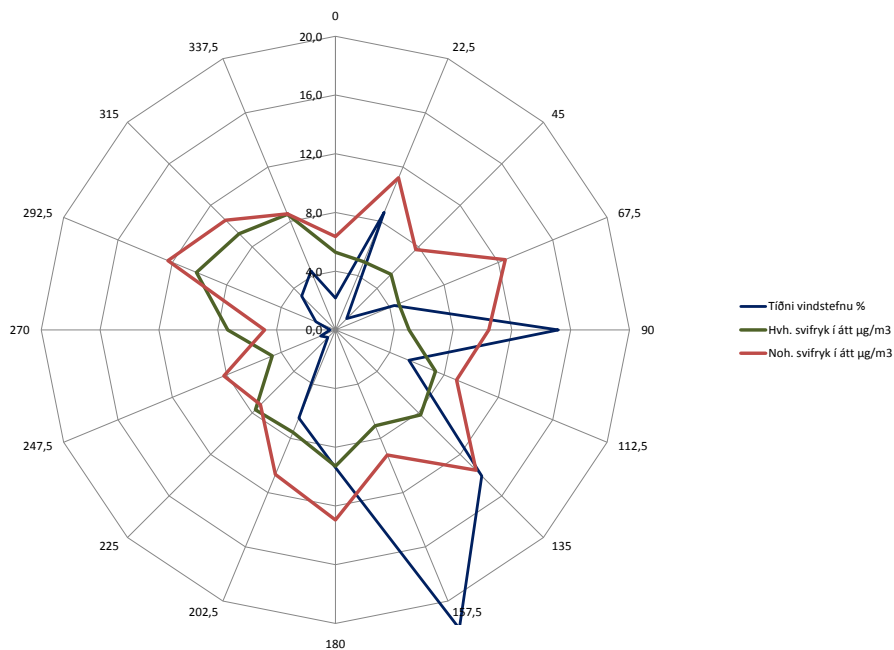
Nokkur munur kom fram á svifryksmæligögnum frá Norðurhelli og Hvaleyrarholti og mældist svifryk yfirleitt töluvert hærra á Norðurhelli en þó komu tímabil þegar mælingarnar reyndust áþekkar, eins og t.d. um nokkurra mánaða skeið á árinu 2014 og svo aftur frá febrúar 2016. Í fyrri samantektum

var þess getið að munurinn virtist að nokkru leyti vera tengdur veðri. Ljóst er að munurinn er nokkur eftir vindátt, í norðlægum áttum er munurinn meiri en í suðlægum áttum. Þess ber að geta að mæliaðferðirnar eru mjög ólíkar, svifryk er mælt á síur á Norðurhelli en með svokallaðri betagreiðingu á Hvaleyrarholti.

Svifryk mældist með hæsta móti á Norðurhelli á árinu 2015 en lægsta móti á fyrri hluta ársins 2016, en ekki er augljós skýring á því og breytileiki eftir tímabilum er nokkur. Svifryk hefur mælst eftir misserum svo:

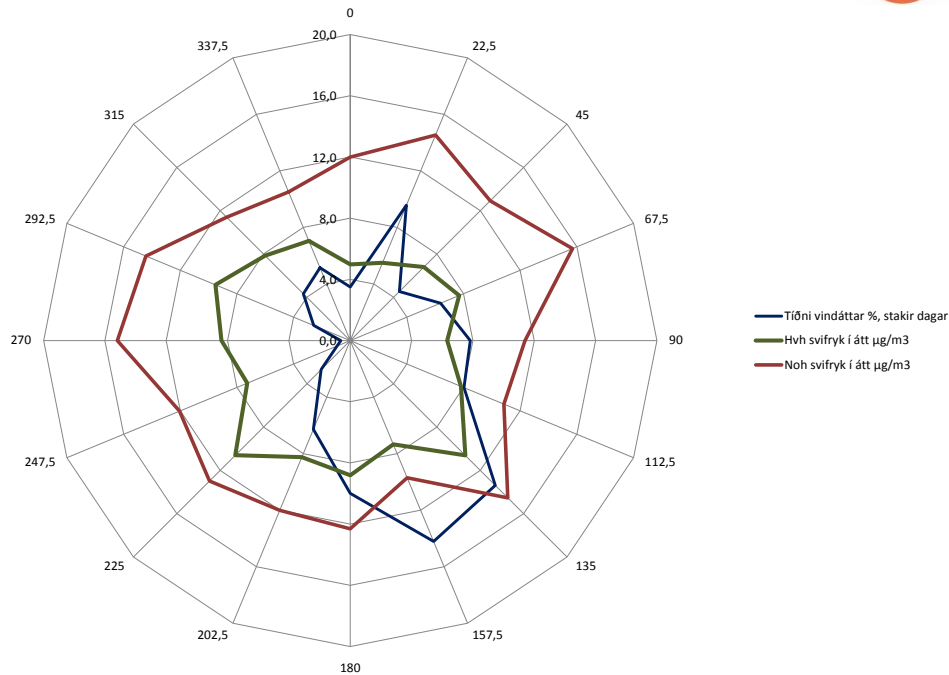
Ár		Svifryk
2013	nóv-des	(11,8)
2014	jan-jún	14,1
2014	júl-des	11,0
2015	jan-jún	14,8
2015	júl-des	13,8
2016	jan-jún	10,6

Á mynd 4a má sjá rykrós (brúnlita) fyrir svifryksmælingar  $PM_{10}$  síur á Norðurhelli fyrir tímabilið október 2015-júní 2016 og fyrir allt umrætt tímabil frá nóvember 2013 – júní 2016 á mynd 4b, þar sem svifryksmælingar eru flokkaðar eftir algengustu átt dagsins í Straumsvík. Á myndinni má einnig sjá til samanburðar rykrós fyrir  $PM_{10}$  mælingar frá Hvaleyrarholti (grænlit) og svo vindrós (blálit) sem byggist á slíkri flokkun á myndinni. Rétt er að hafa í huga að myndin byggist á vindmælingu í Straumsvík, sem líklega gefur þokkalega mynd af vindáttum á Norðurhelli og Hvaleyrarholti, en vindáttir á hvorum stað gætu vikið frá þeirri mynd eftir aðstæðum. Því miður eru (voru) ekki gerðar veðurmælingar á sýnatökustöðvunum sjálfum.



**Mynd 4a.** Svifryksrós Norðurhelli og Hvaleyrarholti ásamt vindrós tímabilið okt2015-jún2016.





**Mynd 4b.** Svifryksrós Norðurhelli og Hvaleyrarholti ásamt vindrós tímabilið nóv2013-jún2016

Eins og bent hefur verið á í fyrri samantekt eru megindrættir í rykrósunum á stöðvunum tveimur ekki alveg ólíkir. Háþörm koma fram í svipuðum áttum, í vestnorðvestanátt og suðaustanátt. Munurinn er meiri milli rykrósanna í norðanáttum en sunnanáttum. Á Norðurhelli mældist svifryk allhátt í norðaustlægum, vestlægum og suðaustlægum áttum. Á Hvaleyrarholti mældist svifryk einna hæst í suðlægum áttum auk vestnorðvestanátt, en mæligildi öll heldur lægri. Á Hvaleyrarholti er unnið úr samfelldum mæligögnum (10 mín. gildum) yfir í heila mælidaga sem flokkaðir eru í algengustu átt, þannig að úrvinnsla gagnanna er nokkuð sambærileg.

Það hefur verið metið svo að herra svifryk á Norðurhelli skýrist af nálægð við íbúabyggð og iðnaðarsvæði og auknum líkum á rykmengun vegna umferðar norðaustan við mælistöð og starfsemi vestur af mælistöð. Þá eru ákveðnar landfræðilegar aðstæður á Hvaleyrarholti sem geta stuðlað að því að svifryk mælist lægra þar. Mælistöð á Hvaleyrarholti er utan í hæð sem skýlir að hluta fyrir umferðarmengun frá Reykjanesbraut og norður af þeirri stöð er golfvöllur og sjór. Það má segja að rykmeðaltal á Hvaleyrarholti sé tiltölulega eðlilegt fyrir byggð með léttri eða lítilli umferð. Á Norðurhelli er byggð á allar hliðar og stöðin er staðsett á athafnasvæði í námunda við í iðnaðarhverfi, þar sem er að finna rykmyndandi starfsemi.

## Ólífræn snefilefni

Mæld voru 45 sýni á tímabilinu 16.11.2015 – 4.7.2016 ásamt 9 blönkum í tveimur mæliлотum. Fyrri mæliлотa innhélt síur frá síðasta hluta ársins 2015, en sú síðari síur frá upphafi árs 2016 og út mælitímabilið. Mæld voru eftirfarandi snefilefni: As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, og Zn og má sjá samanteknar niðurstöður í töflu 2 hér undir. Í heild má telja niðurstöður svipaðar og árið á undan, en niðurstöður þess má einnig sjá til samanburðar í töflunni.

Tafla 2	As ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Cr ng/m <sup>3</sup>	Cu ng/m <sup>3</sup>	Hg ng/m <sup>3</sup>	Ni ng/m <sup>3</sup>	Pb ng/m <sup>3</sup>	Zn ng/m <sup>3</sup>
<b>Niðurstaða tímabils</b>								
<b>okt 2015-júní 2016</b>	0,08	0,03	3,7	1,8	0,02	1,0	0,7	44
<b>Meðaltal blanka</b>	0,01	0,02	3,1	0,6	0,01	0,4	0,3	47
<b>Meðaltal leiðr.m.bl.</b>	0,08	0,01	0,6	1,2	0,01	0,6	0,4	-3
<b>Greiningarmörk</b>	0,02	0,05	4,1	0,9	0,07	0,7	0,5	84
<b>Niðurstaða</b>	<b>0,08</b>	<b>&lt;0,05</b>	<b>&lt;4,1</b>	<b>1,2</b>	<b>&lt;0,07</b>	<b>&lt;0,7</b>	<b>&lt;0,5</b>	<b>&lt;84</b>
<b>Hámark mælt</b>	0,31	0,07	6,9	5,4	0,15	5,4	6,4	<84
<b>Lágmark mælt</b>	<0,02	<0,05	<4,1	<0,9	<0,07	<0,7	<0,5	<84
<b>Viðmið Íslands/ESB</b>	6	5				20	500	

Sjá má allar mælingar í töflu 1 í viðauka. Algengasta vindátt hvers dags og meðalvindhraði eru einnig í töflunni. Greiningarmörk eru metin út frá síublönkum tímabilsins. Sjá má blankmælingar í töflu 3 í viðauka. Því miður voru greiningarmörk hærrí í sinki og krómi en mælendur hefðu viljað, en ástæða þess er allnokkur breytileiki í blankmælingu á þessum efnun í nýrri lotu í kvarssíunum, sem tekin var í gagnið árið 2015.

Við mælingar á ólífrænu snefilefnunum er sá hluti mældur sem losnar við sýrumeðhöndlun á sýnunum, þ.e. málmar 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.

Viðmiðunarsýni voru einnig mæld, NIST 1648a (Urban Particulate Matter) og má sjá niðurstöður þeirra mælinga í töflu 4 í viðauka. Þess ber að gæta að vottuð gildi í þessum viðmiðunarefnivið taka til heildarmagns snefilefnanna, þ.e. einnig þess hluta sem bundinn er steindum. Af þessum sökum mælist Cr með sýruupplausn aðeins um þriðjungur af heildarmagni sem stafar líklega af því að króm er í ríkum mæli í torleystum steindum. Önnur frumefni mælast nálægt 100 % heimtum að meðaltali með sýrumeðhöndlun sem þýðir að þau eru að öllu leyti óbundin steindum og því auðleyst með sýru. Hlutfallslegt staðalfrávik er á bilinu 2-11 % fyrir mæld frumefni sem endurspeglar óvissu í mælingum við þennan styrk með þeirri mælitækni sem beitt var. Við lægri styrki eins og í sýnum þessarar rannsóknar má búast við hærri óvissu í niðurstöðunum.

Miðað við viðmiðunarmörk málma við söfnun á PM<sub>10</sub> á Íslandi og ESB, þá eru mæld gildi yfirleitt tiltölulega lág. Ekki fundust gögn um viðmiðunarmörk fyrir kvikasilfur, kopar, króm og sink. Athuga ber að mælt kvikasilfur er agnabundið, þ.e. bundið svífryki. (Tilskipun ESB (2004/107) kveður á um að Hg sé mælt í PM<sub>10</sub>-svifögnum auk kvikasilfurs í gasfasa, því venjulega er langstærsti hluti Hg í andrúmslofti í gasfasa.)

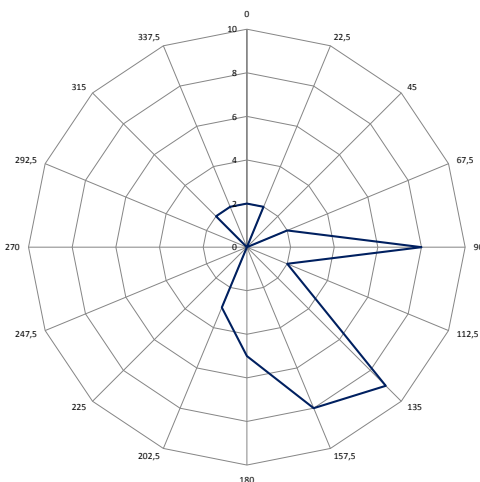
Skoða má niðurstöður í heild frá árinu 2014 til miðs árs 2016 í töflu 3. Ljóst er að styrkir í lofti eru vel undir viðmiðum þar sem þau hafa verið sett.

Tafla 3	As ng/m <sup>3</sup>	Cd ng/m <sup>3</sup>	Cr ng/m <sup>3</sup>	Cu ng/m <sup>3</sup>	Hg ng/m <sup>3</sup>	Ni ng/m <sup>3</sup>	Pb ng/m <sup>3</sup>	Zn ng/m <sup>3</sup>
<b>Niðurstaða 2014</b>								
nóv2013-des2014	< 0,5	(0,10)	< 1,1	1,90	< 0,2	< 0,8	< 1,1	5,35
<b>Niðurstaða 2015</b>								
des2014-ág2015	< 1,8	< 0,2	< 1,8	< 3,0	< 1,3	< 0,6	< 0,7	4
sept-okt2015	< 0,6	< 0,1	< 2,3	< 1,2	< 1,3	< 5	< 1,7	< 65
<b>Niðurstaða 2016</b>								
okt2015 – jún2016	0,08	<0,05	<4,1	1,2	<0,07	<0,7	<0,5	<84
<b>Viðmið Íslands/ESB</b>	6	5				20	500	

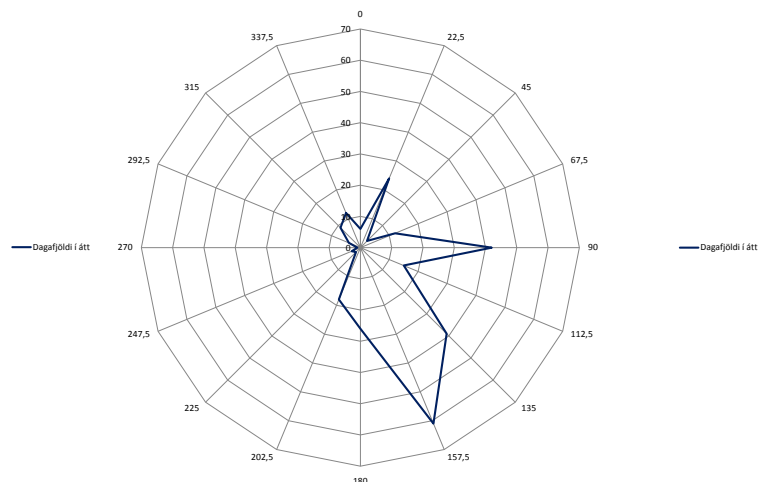
Það sem setur nákvæmni þessara mælinga takmörk er þrennt: Gæði síá m.t.t. blanks, sem því miður reyndust breytileg fyrir Cr, Ni og Zn á síðara hluta tímabilsins. Hægt er að kaupa síur sem eru nokkuð dýrari til að bæta úr þessu. Magn loftskýnis hefur verið bundið við sólarhringssöfnun á lofti í safnara. Það væri hægt að lengja þennan sýnatökutíma, t.d. í viku til að bæta greiningarmörk. Á móti kemur að illmögulegt verður að greina stefnu að uppsprettu mengunar. Þá verður hægt að auka mælinákvæmni með bættum tækjabúnaði frá og með næsta ári.

### Mældagar og vindstefna

Sjá má vindrósi á mynd 8 fyrir þá daga sem málmar eru mældir á tímabilinu okt 2015-jún2016. Ásinn sýnir fjölda daga sem flokkast í viðkomandi átt. Dagarnir eru alls 45 og ekki koma allar vindáttir fram því dreifingin er býsna ójöfn. Enginn dagur flokkast til suðvestan- til vestnorðvestanáttar og enginn dagur til norðaustanáttar. En að baki öðrum áttum eru 2-9 dagar. Vindrósi mældidaga máлма er að útliti til áþekk og heildarvindrósi tímabilsins okt2015-júní2016 (mynd 8b) þegar dagar eru flokkaðir í algengustu átt, austanátt er algeng ásamt suðaustanáttum.

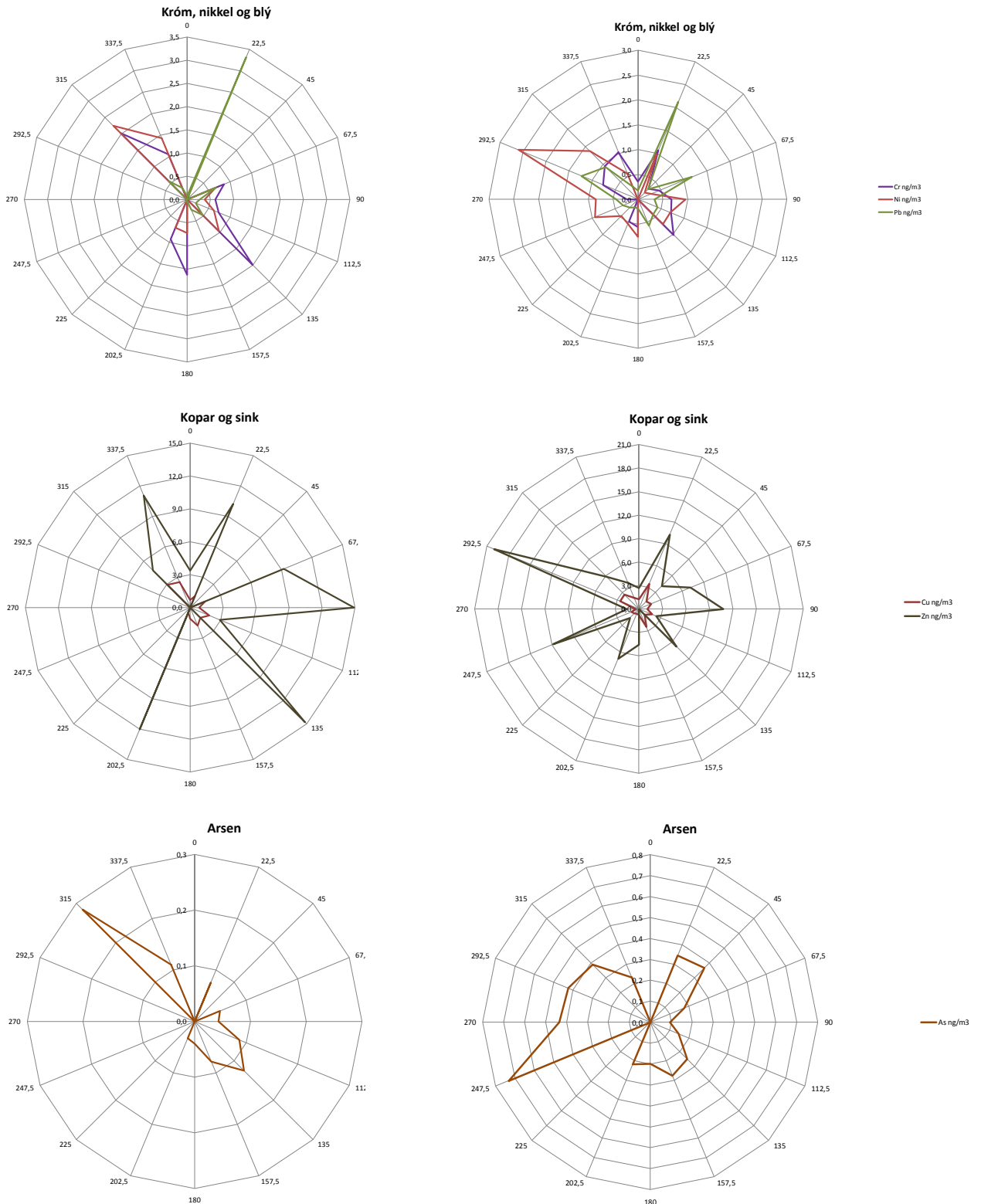


Mynd 8a. Vindrósi málmamældidaga



Mynd 8b. Vindrósi okt 2015-júní 2016, heilir dagar

Sjá má efnarósir málna á myndum 9 a-c fyrir tímabilið okt2015-jún2016 (t.v.) og svo einnig allt mælitímabilið frá nóv2013-jún2016 (t.h.).



Mynd 9 a, b og c). Málnar og vindstefna. Vinstra megin tímabilið okt2015-jún2016, hægra megin nóv2013-jún2016.

Ekki er hægt að greina verulega fylgni milli mælds málmstyrks og vindstefnu, dreifing gildanna er of mikil til að hægt sé að benda á greinilegar uppsprettuáttir. Þó má segja að styrkur er að jafnaði lágur í suðlægum áttum og hærri gildi sjást helst í vestnorðvestlægrri átt. Í þeirri átt er reyndar að finna stórar hugsanlegar uppsprettur, þ.e. vinnsluvæði Furu og Ísal.

#### Samanburður við önnur svæði

Við skoðun á niðurstöðunum er almennt um lágan styrk að ræða. Til samanburðar hefur verið litið til mælinga, sem fram hafa farið á þungmálmum í heildarryki (aerosol) á Stórhöfða, Vestmannaeyjum (þ.e. ekki í svifryki eins og PM<sub>10</sub>). Hvert sýni samanstendur af samfeldri tveggja vikna sýnasöfnun þannig að samtals fást 24 sýni á ári. Fyrir allt árið 2011 og 2009 fengust gildin í töflu 4<sup>1,2</sup>.

**Tafla 4 Styrkur málma við söfnun á heildarryki á Stórhöfða 2011.**

Snefilefni	Stórhöfði 2011 Meðaltal og spönn Allt ryk ng/m <sup>3</sup>	Stórhöfði 2009 Meðaltal og spönn Allt ryk ng/m <sup>3</sup>	Norðurhella okt 2015-júní 2016 Meðaltal og spönn PM <sub>10</sub> ng/m <sup>3</sup>
<b>As</b>	0,06 (0,02-0,13)	0,06 (0,01-0,15)	0,08 (<0,02-0,45)
<b>Cd</b>	0,07 (0,01-0,29)	0,03 (<0,001-0,28)	<0,05 (<0,05-0,10)
<b>Cr</b>	7,38 (0,216-16,64)	7,24 (0,65-21,59)	<4,1 (<4,1-6,9)
<b>Cu</b>	0,86 (0,33-1,69)	1,02 (0,25-4,40)	1,10 (<0,9-5,4)
<b>Hg</b>	0,00356 (0,00190-0,00715)	0,00228 (0,00063-0,00528)	<0,07 (<0,07-0,15)
<b>Ni</b>	5,02 (1,22-9,91)	4,16 (0,64-11,66)	<0,7 (<0,7-5,4)
<b>Pb</b>	2,28 (0,11-9,46)	1,11 (0,07-11,29)	<0,5 (<0,5-6,4)
<b>Zn</b>	23,66 (1,67-180,22)	9,78 (0,64-73,76)	<84 (<84)

Þó niðurstöður fyrir Stórhöfða séu fyrir allt ryk þá er ljóst að styrkur málma við söfnun á PM<sub>10</sub> á Norðurhelli er almennt lágur. Styrkur málma er oft sambærilegur í svif- og heildarryki í þeim fáu tilvikum þar sem mælt hefur verið í bæði heildar- og svifryki á sama stað og á sama tíma<sup>1,2</sup>. Hins vegar má ætla að almennt sé styrkur málma í heildarryki jafn hár eða hærri en í þeim hluta ryksins sem telst til PM<sub>10</sub>. Almennt er stærðargráða mælinga sambærileg þar sem hægt er að bera þær

<sup>1</sup> Aase, W., and Breivik, K. 2013. Heavy metals and POP measurements, 2011. NILU Report 4/2013.

<sup>2</sup> Aase, W., and Breivik, K. 2011. Heavy metals and POP measurements, 2009. NILU Report 3/2011.

saman, en greiningarmörk í mælingum í Hafnarfirði eru mun hærri enda sýnin líklega mun minni ef mið er tekið af söfnunartíma.

Annar samanburður sem var litið til var í mælingum við söfnun á PM<sub>10</sub> í t.d. í Yarner Wood, Þjóðgarði á SV-Englandi (Cornwall), í áður nefndum skýrslum frá NILU<sup>1,2</sup>, sjá töflu 5.

**Tafla 5 Styrkur málma við söfnun á PM<sub>10</sub> í Yarner Wood, SV-Englandi, 2011.**

Snefilefni	Yarner Wood Meðaltal og spönn PM <sub>10</sub> ng/m <sup>3</sup>	Norðurhella okt 2015-júní 2016 Meðaltal og spönn PM <sub>10</sub> ng/m <sup>3</sup>	Norðurhella des2014- ág2015 og sept- okt2015 Meðaltal og spönn PM <sub>10</sub> ng/m <sup>3</sup>	Norðurhella nóv2013-des2014 Meðaltal og spönn PM <sub>10</sub> ng/m <sup>3</sup>
As	0,43 (0,09-1,96)	0,08 (<0,02-0,45)	<1,8/<0,6 (<0,6-2)	<0,5 (<0,5-0,7)
Cd	0,06 (0,01-0,22)	<0,05 (<0,05-0,10)	<0,2/<0,1 (<0,2-0,7)	<0,06 (<0,06-0,55)*
Cr	0,49 (0,24-1,43)	<4,1 (<4,1-6,9)	<1,8/<2,3 (<1,8-4,7)	<1,1 (<1,1-4,2)
Cu	1,58 (0,12-6,85)	1,10 (<0,9-5,4)	<3,0/<1,2 (<1,2-5,8)	1,9 (<1,6-27,0)
Hg	0,00376 (0,00180- 0,00595)	<0,07 (<0,07-0,15)	<1,3/(<1,3-1,5)	<0,1/<0,2
Ni	0,83 (0,06-4,85)	<0,7 (<0,7-5,4)	<0,6/<5 (<0,6-3,7)	<0,8 (<0,8-8,4)
Pb	2,41 (0,36-8,30)	<0,5 (<0,5-6,4)	<0,7/<1,7 (<0,7-1,8)	<1,1 (<1,1-13,0)
Zn	7,86 (5,99-21,06)	<84 (<84)	4/<65 (1-58,1)	5,35 (<2,2-53,6)

\*Mælingar takmarkaðar við 2 mán.

Að svo miklu leyti sem hægt er að bera þetta saman, virðist stærðargráða mengunar vera mjög svipuð eða lægri á Norðurhelli og á þessum stað þar sem lítillar mengunar gætir.

### Niðurstaða

Svifryk mældist með hæsta móti á Norðurhelli á árinu 2015 en lægsta móti á fyrri hluta ársins 2016, en ekki er augljós skýring á því. Hins vegar verður að telja meðaltal svifryks allhótt á stöðinni á Norðurhelli á tímabilum og full ástæða til að fylgjast með því áfram. Ekki hefur verið gerð að svo stöddu úttekt á þeim mælingum sem nú fara fram með sjálfvirkum mælíbúnaði á stöðinni, bæði á PM<sub>10</sub> og PM<sub>2,5</sub> svifryki.

Hvað varðar ólífræn snefilefni þá hefur þessi niðurstaða verið sett fram áður: Þær upplýsingar, sem liggja fyrir úr mælingum á ólífrænum snefilefnum við Norðurhelli, benda til að styrkur þeirra sé almennt lágur og vel undir viðmiðunarmörkum um andrúmsloft á Íslandi þegar slík mörk eru fyrir hendi (As, Cd, Ni, Pb) og ekki ósambærilegur og á lítt menguðum stöðum sem hægt er að taka til samanburðar.

Niðurstöður tímabils sem sérstaklega hefur verið fjallað um hér, okt2015-jún2016, gefa ekki tilefni til að breyta þessari almennu ályktun. Þá má telja mælitímabilið í heild frá nóvember 2013 til júní 2016 það langt og mældaga mála, sem samtals svara til um hálfis árs, það marga, að sæmileg víska sé um þessa niðurstöðu. Þetta á við þrátt fyrir að mælistöðin sé í iðnaðarhverfi þar sem málmbræðsla, malbiksframleiðsla, endurvinnsla úrgangsefna auk annarrar iðnframleiðslu á sér stað.