

6EM13123
Hermann Þórðarson

Umhverfisvöktun
Norðurhella, Hafnarfirði

Desember 2014 – Nóvember 2015

Mars 2016
Efnagreiningar
Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Ágrip

Teknar eru saman niðurstöður mælinga frá mælistöð á Norðurhelli, Hafnarfirði, fyrir tímabilið des 2014 – nóv 2015. Mældir efnispættir eru svifryk (PM_{10}) og ólífræn snefilefni (As, Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb, Zn) í lofti.

Veðurgögn

Meðalhiti ársins í Straumsvík mældist $4,8^{\circ}C$, meðalvindhraði mældist $5,4$ m/s og algengustu áttir voru suðsuðaustlægar (mynd 2). Að mestu rigndi í suðaustanáttum. Í heild var árið 2015 kalt sé tekið mið af undanförunum árum, tíðarfar ekki gott og úrkomusamt, en einkum rigndi á vor- og haustmánuðum og sumarið var undir meðallagi í úrkomu suðvestanlands.

Svifryk

Meðaltal PM_{10} fyrir tímabilið (jan-nóv) á árinu 2015 var $14,4$ $\mu g/m^3$ á mælistöðinni á Norðurhelli. Á Hvaleyrarholti mældist PM_{10} $7,8$ $\mu g/m^3$ á sama tímabili.

Á Norðurhelli mældist svifryk allhátt í norðaustlægum og suðvestlægum áttum. Á rykrós (mynd 4) má sjá að svifryksgildi eftir átt voru yfirleitt yfir 10 $\mu g/m^3$ og upp í $15-20$ $\mu g/m^3$ í þeim áttum sem þau mældust hæst. Hæsta dagsgildi á árinu sem mældist á Norðurhelli var um 72 $\mu g/m^3$ og dagsgildi fóru 5 sinnum yfir heilsuverndarmörk 50 $\mu g/m^3$.

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	8
Ólífræn snefilefni	12

Tafla 1		Samantekt Norðurhella								
		Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$								
Svifryk	PM10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	Fjöldi skipta yfir mörk			Mörk $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Ársmeðaltal***	14,4				20	Heilsuv.m.				
Hæsta dagsildi	72	5			50 (7)*	Heilsuv.m.				
	As	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn		
	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	ng/m^3	
Meðaltal árs***	0,43	0,15	1,74	1,64	0,16	1,14	0,42	8,00		
Vikmörk m 99% líkum	0,17	0,03	0,24	0,33	0,10	0,27	0,11	3,13		
Meðaltal blankar**										
des-ágúst	0,06	0,07	0,91	0,58	0,31	0,41	0,08	1,21		
sept-okt	0,02	0,03	3,14	0,51	0,68	1,93	0,31	23,0		
Meðaltal leiðr. m.blanki	0,38	0,08	0,52	1,07	-0,21	0,52	0,30	3,72		
Greiningarmörk	1,77	0,20	1,75	2,97	1,29	0,58	0,61	3,51		
	0,54	0,07	2,22	1,16	1,95	4,55	1,68	63,2		
Niðurstaða										
des-ágúst	< 1,8	< 0,2	< 1,8	< 3,0	< 1,3	< 0,6	< 0,7	4		
sept-okt	< 0,6	< 0,1	< 2,3	< 1,2	< 1,3	< 5	< 1,7	< 65		
Hámark mælt	2,0	0,7	4,7	5,8	1,5	3,7	1,8	58,1		
Lágmark mælt	-0,8	0,0	0,5	0,3	-0,4	-0,3	0,1	1,0		
Viðmið Íslands/ESB	6	5				20	500			

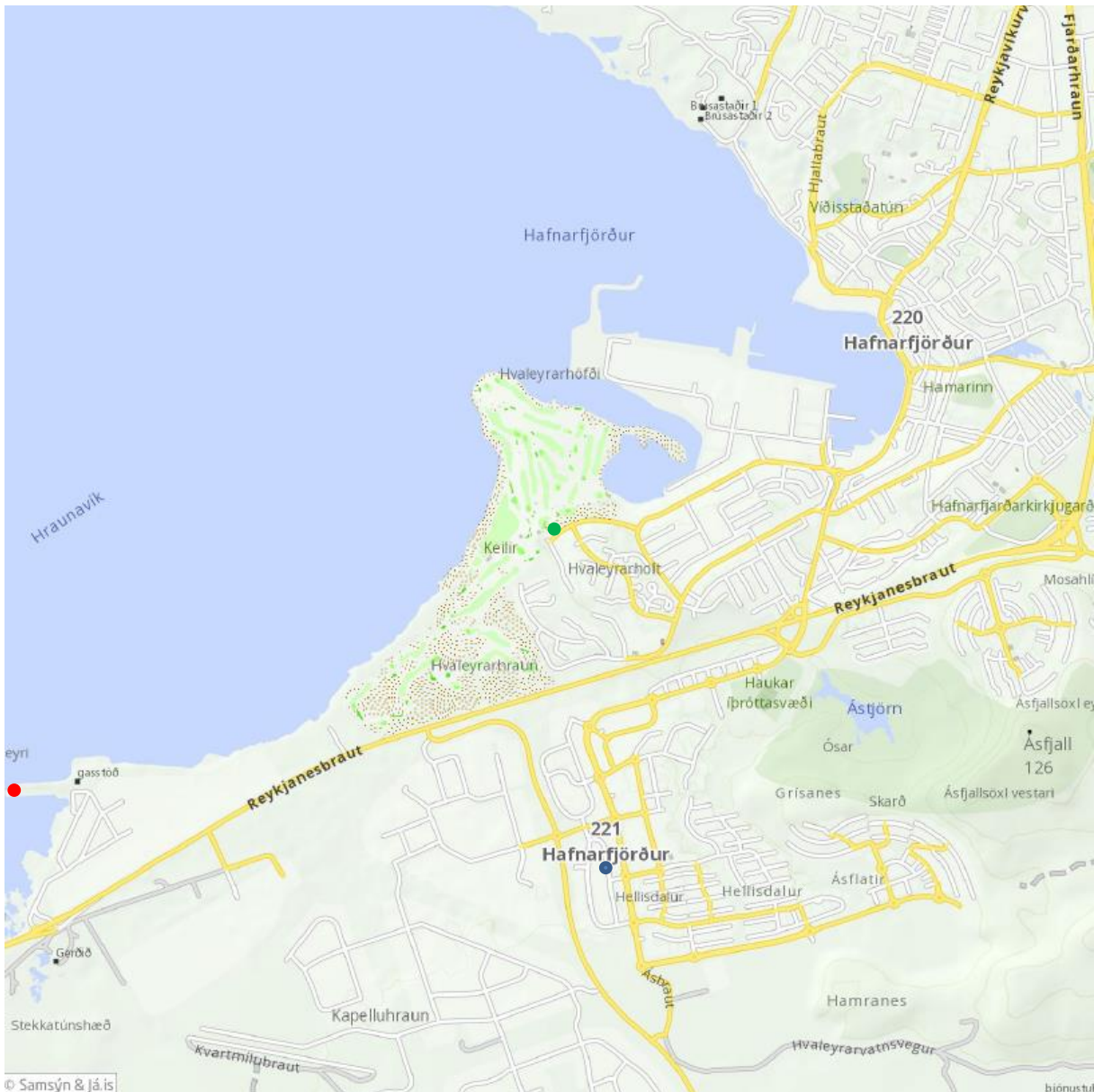
*Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega innan sviga

**Tímabili skipt v breytinga á efniviði sía

***Mælingar svifryks jan-nóv 2015, mælingar málma des 2014 - okt 2015

Inngangur

Fjallað er um niðurstöður mælinga á Norðurhelli tímabilið desember 2014 - nóvember 2015. 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 m³ á sólarhring. Sýnum er safnað samfellt yfir árið, en notaðar eru tvær gerðir af síum, glertrefjasíur og kvartstrefjasíur. Svifryk er mælt í báðum gerðum, en málmar í kvartssíum, vegna lægri blankgilda í síunum. Safnað var sýnum á kvartssíur á 57 dögum des.2014 – okt.2015, að jafnaði um 4-7 slík sýni í mánuði, en þessi sýni voru tekin nokkuð tilviljunarkennt.

Síur eru látnar jafna sig í vigtarherbergi að herbergisraka 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 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. 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).

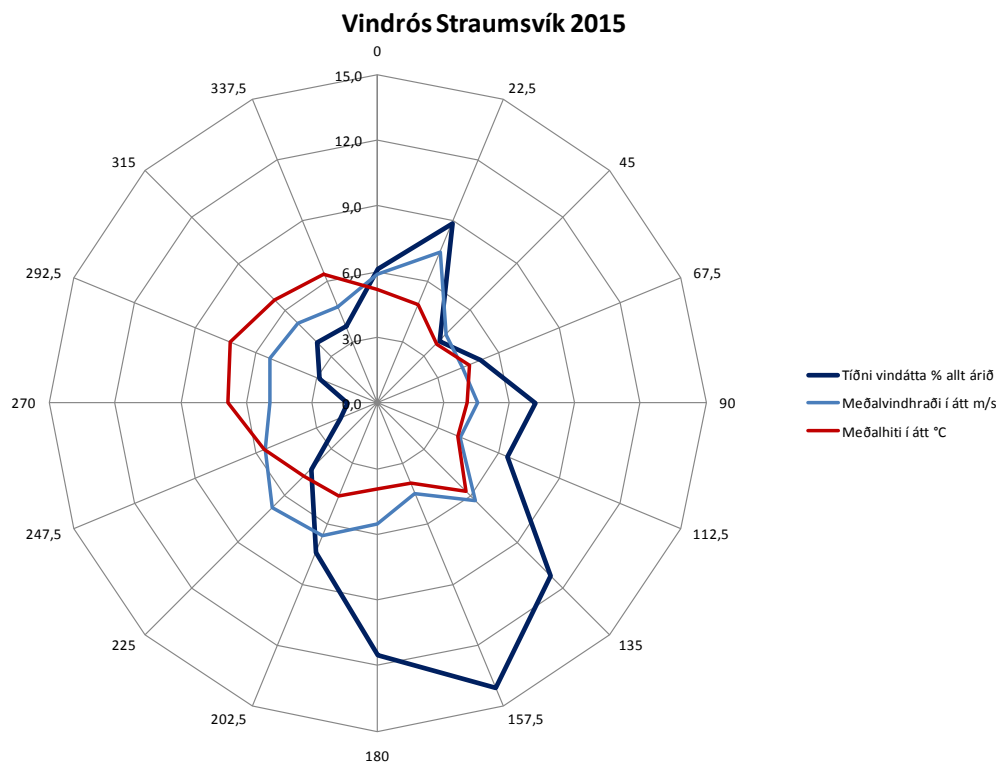
Við mælingar á ólífrænu snefilefnunum er því sá hluti mældur sem losnar við sýrumeðhöndlun á sýnunum, þ.e. ólífræn snefilefni í steindum mælast ekki með þessari aðferð. Þetta er í samræmi við staðal ÍST EN 14902:2005 um aðferðafræði mælinga á Pb, Cd, As og Ni í PM₁₀ efnivið af síum og nota skal í tengslum 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 PM₁₀ 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.

Meðalhiti ársins í Straumsvík mældist 4,8°C og meðalvindhraði mældist 5,4 m/s. Að mestu rigndi í suðaustanáttum. Á mynd 2 má sjá tíðni vindátta sem mældar eru í Straumsvík á árinu 2015, en þar kemur fram að suðsuðaustanátt var algengust 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.



Mynd 2. Vindrós Straumsvík 2015, klst mæligögn.

Í heild var árið 2015 kalt sé tekið mið af undanförunum árum, tíðarfar ekki gott og úrkomusamt. Vetrarmánuðir voru kaldir og veðurlag stórgert. Vorið var áfram kalt og gróður tók lítt við sér. Sumarið var víðast kalt og úrkomusamt, þó ekki rétt suðvestanlands þar sem það var að hluta sólríkt og hiti í tæpu meðallagi. Haustið var þó skaplegt, en nokkur umskipti urðu í nóvember með miklum snjó og nokkrum illviðrum undir lok ársins. Árið 2015 var í heild vætusamt en einkum rigndi á vor- og haustmánuðum og sumarið var undir meðallagi í úrkomu.

Veðurlýsing¹

Janúar var kaldur miðað við janúar undanfarinna ára. Úrkomusamt var um nær allt land, þrálátur snjór, vindáttir óstöðugar og stormasamt en vindhraði þó í meðallagi í heild. Febrúar var kaldur miðað við febrúar undanfarinna ára og einnig undir meðallagi árána 1961 til 1990 um landið sunnan- og suðvestanvert og víða vestanlands. Úrkomusamt var um nær allt land. Umhleyppingasamt var og veðurlag nokkuð stórgert og meðalvindhraði óvenjuhár. Mars var illviðra- og úrkomusamur, sérstaklega um landið sunnan- og vestanvert. Mun skárri tíð var norðaustan- og austanlands. Hiti var vel yfir meðallagi árána 1961 til 1990 um land allt, en undir meðallagi síðustu tíu ára á Suður- og Vesturlandi. Veðurlag var stórgert og meðalvindhraði óvenjuhár.

Mjög kalt var í byrjun apríl og sömuleiðis í síðustu vikunni. Tíð var lengst af hagstæð um landið norðaustan- og austanvert, en síðri annarsstaðar. Úrkomusamt var norðan til á Vestfjörðum og sums staðar norðanlands, en úrkoma undir meðallagi um landið suðvestan- og vestanvert. Mjög kalt var á landinu í maí. Tíðarfar var óhagstætt og gróður tók lítt við sér. Kuldinn var að tiltölu mestur á hálendinu, en þar var hiti allvíða -3 til -4 stig undir meðallagi síðustu tíu ára. Fyrstu tvær vikurnar voru sérlega kaldar og tíð þá erfið en síðari hluta mánaðarins var tíðin skárri og heldur hlýrra. Þurr var vestanlands en talsverð úrkoma á Austfjörðum.

Júnímánuður var kaldur en þó nærri meðallagi sé miðað við tímabilið 1961 til 1990. Að tiltölu var kaldast á hálendinu og inn til landsins á Austurlandi en hlýjast um hluta Vesturlands þar sem var hagstæð tíð síðari hluta mánaðarins. Annars var tíðarfar óhagstætt lengst af og gróður tók seint við sér. Þurrviðrasamt var á Vestur- og Norðurlandi. Júlímánuður var mjög kaldur um mestallt land. Á litlu svæði um landið suðvestanvert var hann þó lítillaga hlýrri en meðaltal árána 1961 til 1990 en meir en 2 stig undir því víða inn til landsins um landið norðaustan- og austanvert. Óvenjuþurr var við landið vestanvert, en úrkoma yfir meðallagi norðaustanlands og austan. Sólarlítið var um landið norðaustanvert en sólríkt suðvestanlands. Tíðarfar í ágúst var talið óhagstætt allvíða um landið norðan- og austanvert en annars skárri. Hiti var nærri meðallagi árána 1961 til 1990 en víðast hvar nokkuð undir meðallagi síðustu tíu ára. Sérlega úrkomusamt var á norðanverðu Austurlandi og úrkoma sums staðar í útsveitum norðanlands og á Ströndum meiri en hún hefur áður mælst í ágústmánuði. Suðvestanlands var úrkoma nærri meðallagi.

Tíðarfar í september var almennt talið hagstætt á landinu og hlýtt var í veðri í austlægum og suðlægum áttum. Úrkoma var lítillaga yfir meðallagi um landið sunnanvert, en víðast undir meðallagi fyrir norðan og óvenjuþurr þar sumstaðar. Tíð í október var hagstæð um meginhluta landins þótt úrkomusamt í meira lagi þætti um landið suðvestan- og sunnanvert. Hlýtt var á landinu, sérstaklega þó norðaustan- og austanlands með áframhaldandi suðlægum og austlægum áttum. Tíð var lengst af hagstæð í nóvember. Framan af mánuðinum var hlýtt í veðri, úrkoma var þá mikil um landið sunnanvert en þurrviðrasamt nyrðra. Nokkuð skipti um eftir miðjan mánuð, fór að gera kuldaköst og þá snjóaði óvenjumikið á höfuðborgarsvæðinu. Í heild var hiti í mánuðinum nærri meðallagi.

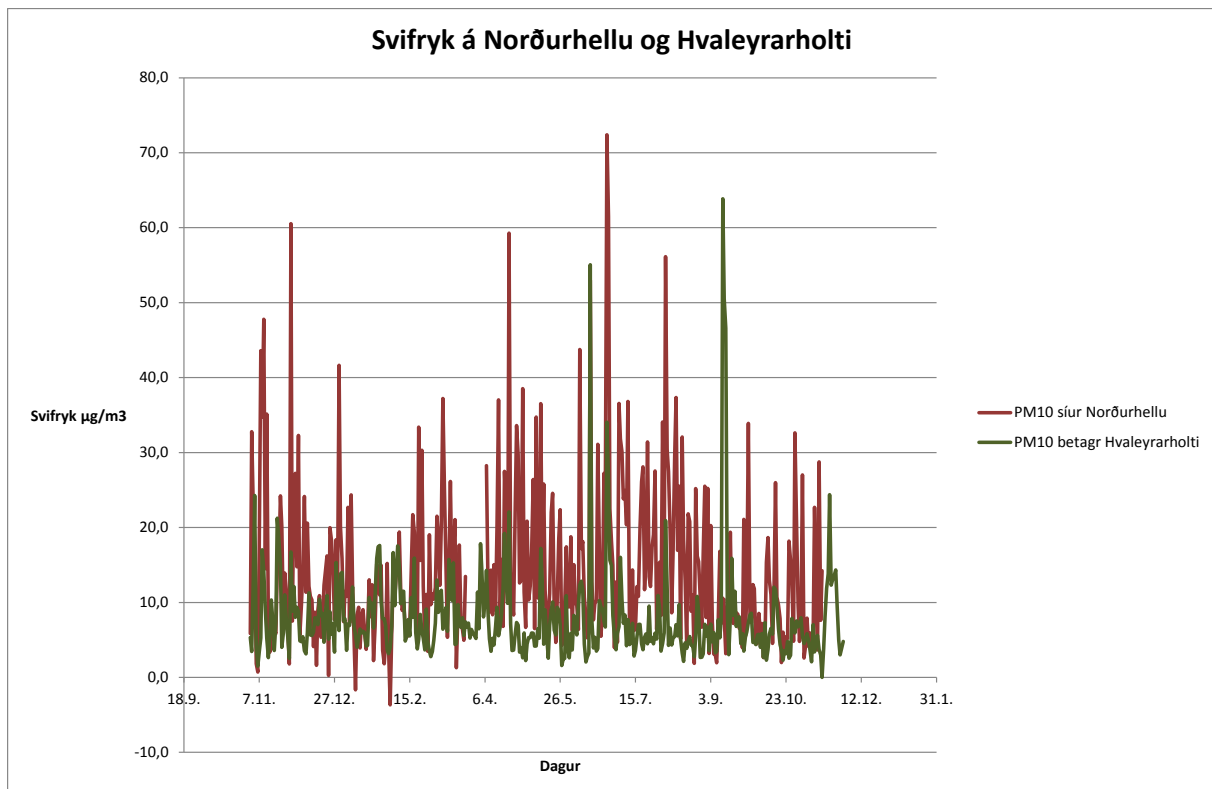
¹ Veðurlýsing ársins 2015 byggð á lýsingu á heimasíðu Veðurstofu Íslands, nokkuð stytt.

Svifryk

Svifryk hefur verið mælt á Norðurhelli þegar þetta er skrifað fram að 16.11.2015 og má sjá niðurstöður til þess tíma á mynd 3. Til samanburðar má sjá mælingar á svifryki á Hvaleyrarholti á sama tíma.

Meðaltal árs (17.11.2014-16.11.2015) mældist $14,4 \pm 1,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vikmörk meðaltals með 99% líkum). Meðaltal á Hvaleyrarholti á sama tímabili reyndist $7,8 \pm 0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Greiningarmörk svifryks á síur eru $3,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og meðaltalsígildi blanka reyndist $< 0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

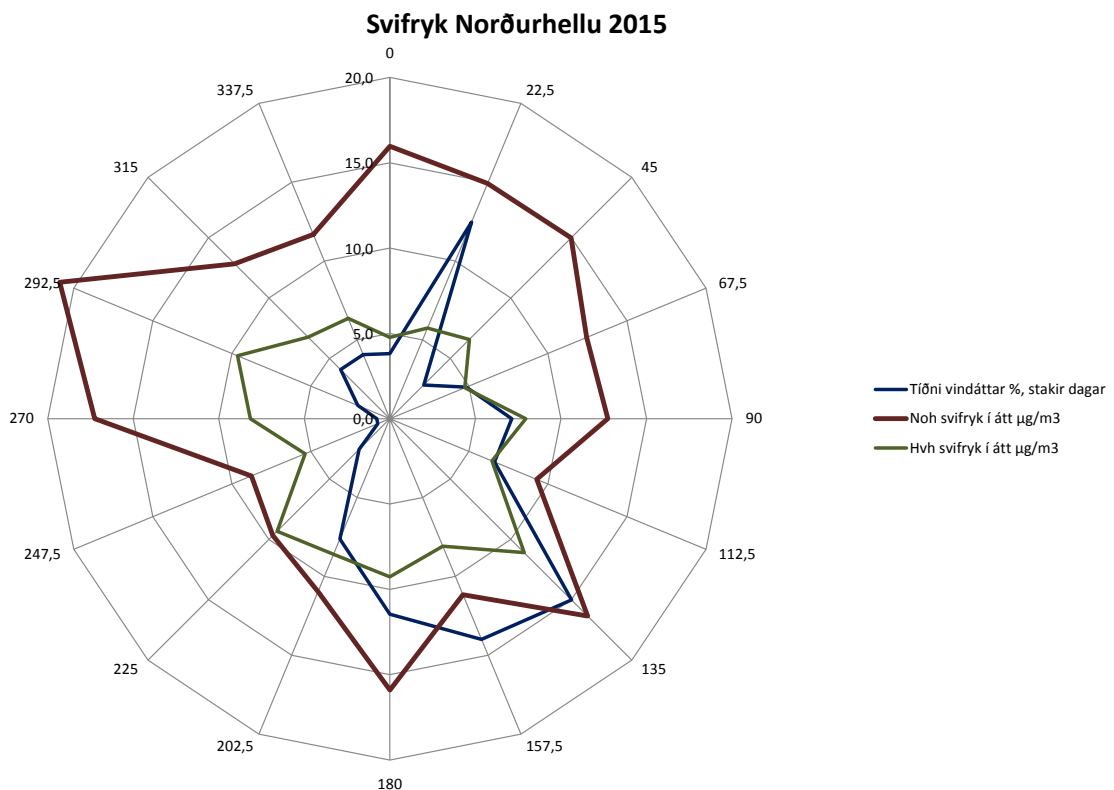
Eins og í fyrri samantekt kemur fram nokkur munur á svifryksmæligögnum frá Norðurhelli og Hvaleyrarholti. Í heild mældist marktækt meira svifryk á Norðurhelli og munurinn er ívið meiri en árið á undan. Í fyrri samantekt var þess getið að munurinn virtist að nokkru leyti vera tengdur veðri. Ljóst er að 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 betagreiningu á Hvaleyrarholti.



Mynd 3. Svifryk

Eins og sjá má á mynd 3 mældist svifryk yfirleitt mun hærra á Norðurhelli nánast allt árið, sem er breyting frá síðasta ári sem var meira kaflaskipt, með tímabilum þegar svifryk var áþekkt á þessum stöðum.

Á mynd 4 má sjá rykrós (brúnlita) fyrir svifryksmælingar PM₁₀ síur á Norðurhelli sem byggjast á stökum dögum og flokkun þeirra í algengustu átt dagsins í Straumsvík. Á myndinni má einnig sjá rykrós fyrir PM₁₀ mælingar frá Hvaleyrarholti (grænlit) og svo vindrós (blálit) sem byggist á slíkri flokkun á myndinni. Hafa ber í huga að slíkar niðurstöður geta orðið dálítið ýktar og tilviljanakenndar fyrir vindáttir sem eru óalgengar (þar sem tíðni í vindrós gengur nærri núlli) og fjöldi mældidaga í ákveðinni átt eru tiltölulega fáir. Veruleg frávik af þessum völdum koma þó ekki fram í niðurstöðum ársins. Einnig ber 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 ekki gerðar veðurmælingar á sýnatökustöðvunum sjálfum.

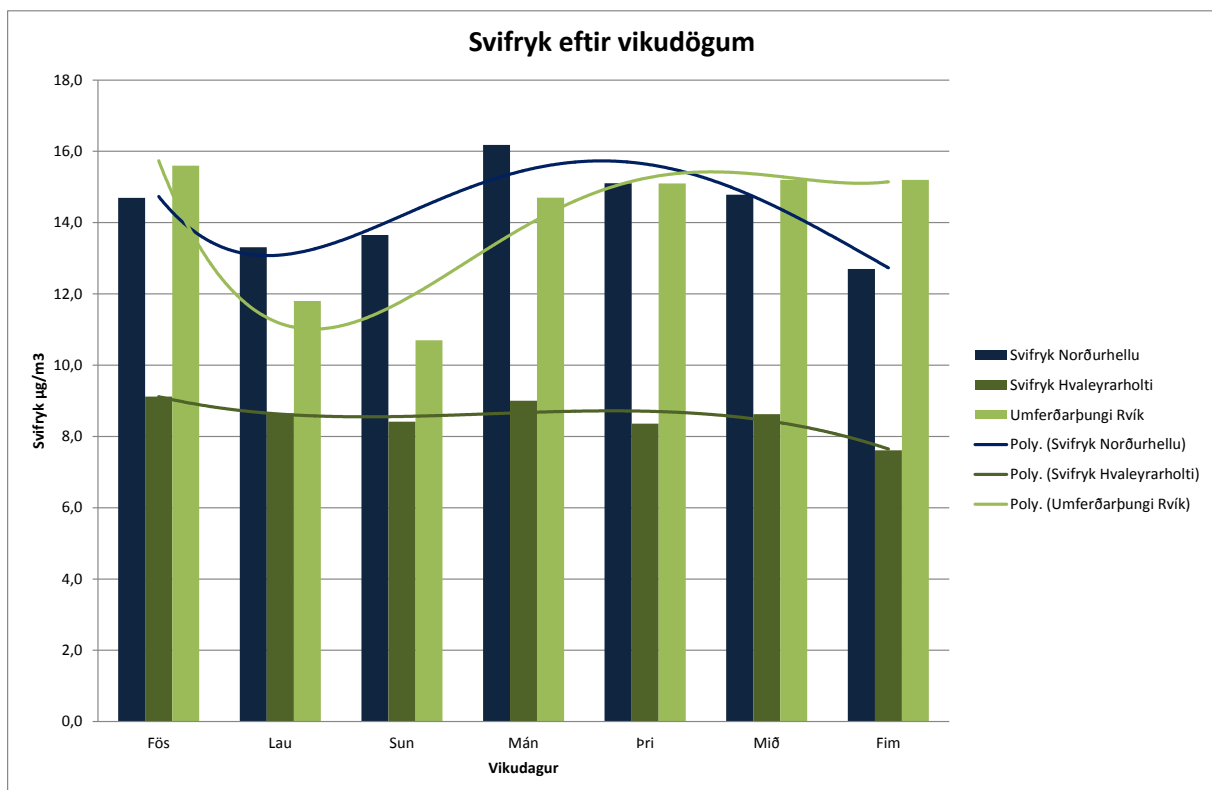


Mynd 4. Svifryksrósir Norðurhelli og Hvaleyrarholti ásamt vindrós

Eins og sjá má eru megináttir í rykrósunum ekki alveg ólíkir. Hámörk 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. Tiltölulega fáir mældidagar eru að baki gildi í vestlægri átt og vestsuðvestanátt, einungis 3 dagar í hvorri átt. En svifryksgildi eftir átt á Norðurhelli voru yfirleitt hærri en 10 µg/m³ og yfir 20 µg/m³ í þeirri átt sem þau mældust hæst. Á Hvaleyrarholti mældist svifryk einna hæst í suðlægum áttum auk vestnorðvestanátt, en mæligildi öll heldur lægri eða á bilinu 5-11 µg/m³ og er það mjög svipað og árið áður. Þessi greining byggist á samfelldum mæligögnum (10 mín. gildum) sem hafa verið unnin yfir í heila mældidaga sem flokkaðir eru í algengustu átt, þannig að úrvinnsla gagnanna er nokkuð sambærileg.

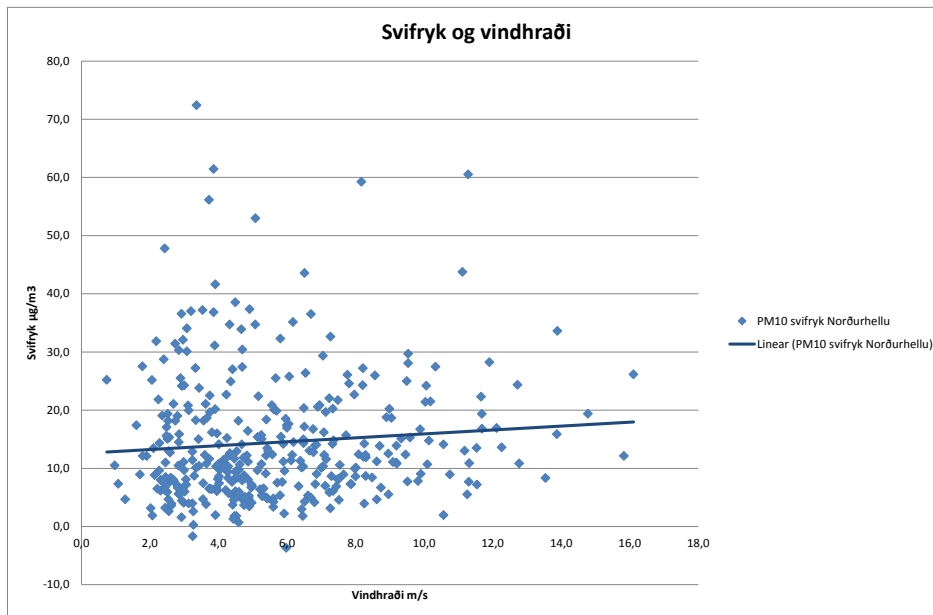
Það hefur verið metið svo að hærra svifryk á Norðurhelli skýrist af nálægð við íbúabyggð og iðnaðarsvæði og auknum líkum á rykmengun vegna umferðar norðaustan við mælistöð og starfsemi vestur af mælistað. Þá eru ákveðnar landfræðilegar aðstæður á Hvaleyrarholti sem geta stuðlað að því að svifryk mælist 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 rykmengandi starfsemi. Að þessu leyti telst þessi munur líklega eðlilegur.

Það var einnig metið svo árið 2014 að svifryk á báðum stöðum væri umferðartengt að einhverju leyti því meðaltal laugardaga og sunnudaga var ívið lægra en annarra daga. Á Norðurhelli árið 2015 eru meðaltöl fyrir laugardaga og sunnudaga tiltölulega lág, en þó lægst á fimmtudögum, sjá mynd 5. Sama leitni er milli vikudaga á báðum stöðvum, en leitnin er ekki sterk á Hvaleyrarholti. Þar má reyndar hugsanlega búast við nokkurri umferð í lok vikunnar vegna áhrifa golfvallarins að sumarlagi, en gera má þá ráð fyrir að umferð um völinn sé eitthvað meiri um helgar sem vegur þá upp á móti minni annarri umferð. Sjá má til samaburðar mældan umferðarpunga í Reykjavík eftir vikudögum² á grafinu í einingunni tugþúsundir bíla á ferð við þrjú mæliþversnið í Reykjavík.



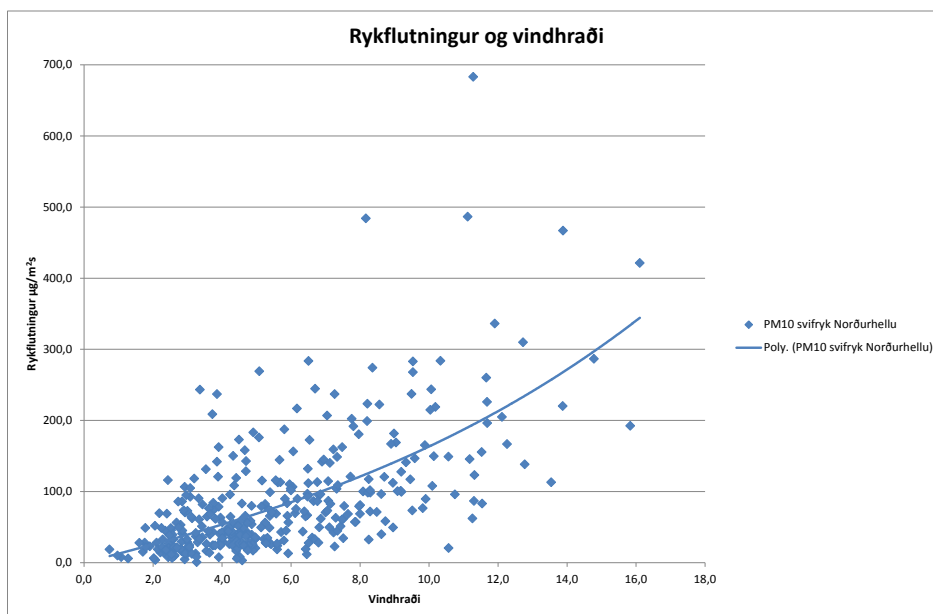
Mynd 5. Svifryk Norðurhelli og Hvaleyrarholti eftir vikudögum

² [http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Samtals_hb_2016/\\$file/Hb_%C3%A1_net%C3%B0_2016.pdf](http://www.vegagerdin.is/vefur2.nsf/Files/Samtals_hb_2016/$file/Hb_%C3%A1_net%C3%B0_2016.pdf)



Mynd 6a. Svifryk Norðurhelli og vindhraði

Samband svifryks safnað á síur og vindhraða (mynd 6a) er ekki mjög sterkt, það er þó yfirleitt lágt að meðaltali í hægum vindi, en dreifing gilda er veruleg og meðaltalið eykst einungis lítillega með vindhraða á bilinu 3-16 m/s. Það geta komið fram tiltölulega há gildi í hægum vindi frá tilfallandi uppsprettu s.s. jarðvegsflutningi, eða öðrum tilteknum uppsprettum, s.s. umferð eða atvinnutengdri starfsemi og slík há gildi eru að sumu leyti afleiðing þess að vindur er það hægur að lítil blöndun á sér stað á loftinu. Að sumu leyti er lærdómsríkt að skoða rykflutning (particulate flux), þ.e. margfeldi lofthraða og rykstyrks, sem má skoða sem það ryk sem flyst í vindátt í eins fermetra þversniði. Þegar það er gert sjást vel áhrif vindsins til rykflutnings (mynd 6b).



Mynd 6b. Rykflutningur Norðurhelli og vindhraði

Ólífræn snefilefni

Mæld voru 57 sýni á tímabilinu 12.12.2014 – 16.10.2015 ásamt 8 blönkum. Mældir 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 ³	Cd ng/m ³	Cr ng/m ³	Cu ng/m ³	Hg ng/m ³	Ni ng/m ³	Pb ng/m ³	Zn ng/m ³
Niðurstaða 2015***								
des-ágúst**	< 1,8	< 0,2	< 1,8	< 3,0	< 1,3	< 0,6	< 0,7	4
sept-okt**	< 0,6	< 0,1	< 2,3	< 1,2	< 1,3	< 5	< 1,7	< 65
Hámark mælt	2,0	0,7	4,7	5,8	1,5	3,7	1,8	58,1
Lágmark mælt	-0,8	0,0	0,5	0,3	-0,4	-0,3	0,1	1,0
Niðurstaða 2014	< 0,5	0,10	< 1,1	1,90	< 0,2	< 0,8	< 1,1	5,35
Viðmið Íslands/ESB	6	5				20	500	

**Tímabili skipt v breytinga á efniviði sía

***Mælingar málma des 2014 - okt 2015

Sjá má allar mælingar í töflu 1 í viðauka. Algengasta vindátt hvers dags og meðalvindhraði eru einnig í töflunni.

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 PM₁₀ efnivið af síum og nota skal í tengslum við tilskipun ESB (2004/107) um loftgæði.

Greiningarmörk metin út frá síublönkum tímabilsins. Sjá má blankmælingar í töflu 3 í viðauka. Því miður voru greiningarmörk heldur hærri þetta tímabil heldur en árið á undan. Ein ástæða er að á tímabilinu var tekin ný lota af kvarssíum í gagnið, sem er töluvert frábrugðin eldri síum, þrátt fyrir að vera af sömu gerð og tilætluð til þessara nota. Brugðið var á það ráð að skipta tímabilinu upp, eftir síulotum. Sérstaklega virðist munur í krómi, nikkeli og sinki. Þá er meiri breytileiki í greiningu á málum í blönkum. Við það verða blankar á hvoru tímabili heldur færri en æskilegt er og greiningarmörk því hærri eins og sjá má í töflu 2 hér ofar.

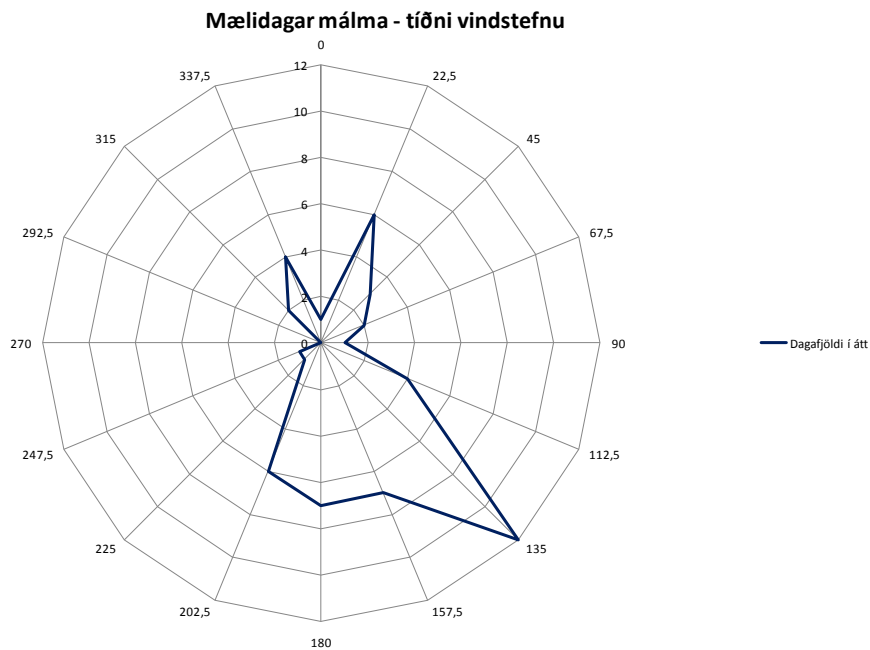
Viðmiðunarsýni voru einnig mæld, NIST 1648a (Urban Particulate Matter) og má sjá niðurstöður þeirra mælinga í töflu 4 í viðauka. Þess ber að gæta að vottuð gildi í þessum viðmiðunarefni taka til heildarmagns snefilefnanna, þ.e. einnig þess hluta sem bundinn er steindum. Af þessum sökum mælist Cr með sýruupplausn aðeins um fimmtungur af heildarmagni sem stafar líklega af því 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 9-25 % 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 enn hærri óvissu í niðurstöðunum.

Miðað við viðmiðunarmörk málma við söfnun á PM₁₀ 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 svifryki. (Tilskipun ESB (2004/107) kveður á um að Hg sé mælt í PM₁₀-svifögnum auk kvikasilfurs í gasfasa, því venjulega er langstærsti hluti Hg í andrúmslofti í gasfasa).

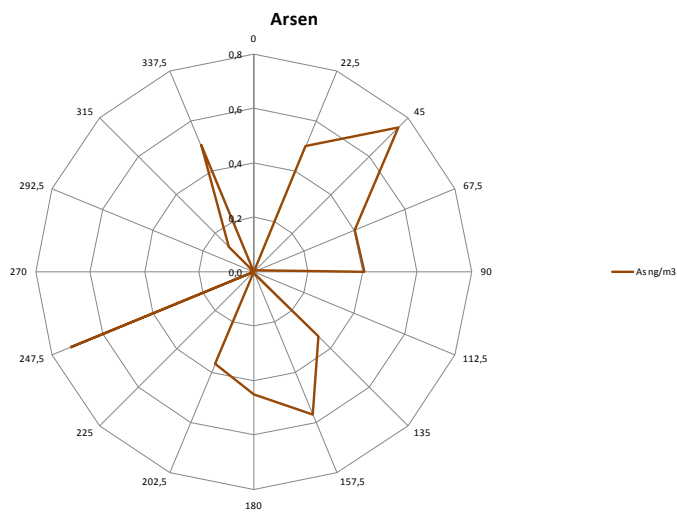
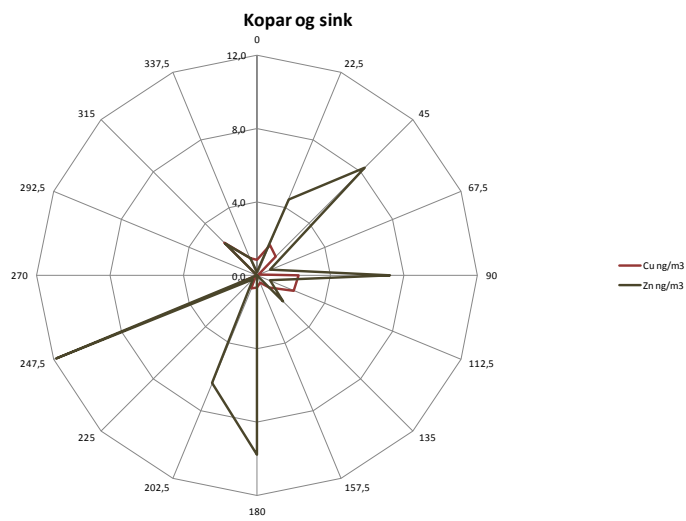
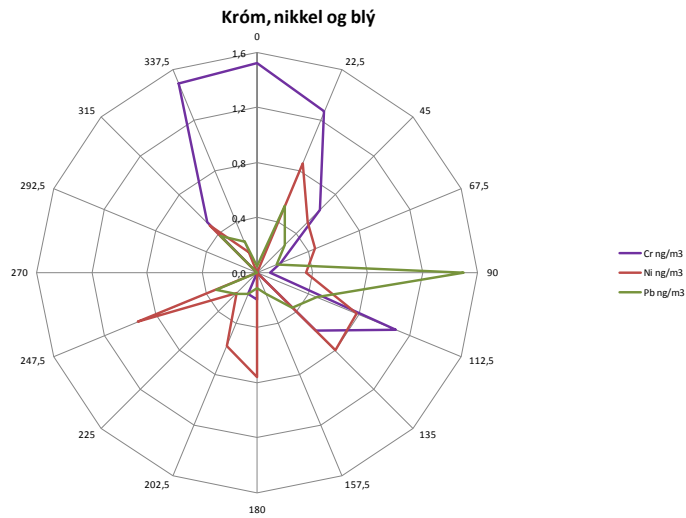
Mældidagar og vindstefna

Sjá má vindrós fyrir dagana sem málmar eru mældir á mynd 8. Ásinn sýnir fjölda daga sem flokkast í viðkomandi átt. Dagarnir eru alls 57 og mælingar fást í flestum áttum, en dreifingin er býsna ójöfn. Enginn dagur flokkast í vestanátt eða vestnorðvestanátt, en að baki öðrum áttum eru 1-12 dagar. Vindrós mældidaga málma er að útliti til mjög svipuð og heildarvindrós tímabilsins (mynd 4), suðaustanátt er algengust og toppur í norðnorðaustanátt.



Mynd 8. Vindrós málmamældidaga

Sjá má efnarósir málma á myndum 9 a-c. Ekki er hægt að greina verulega fylgni milli mælds málmstyrks og vindstefnu. Þó er meðaltalið yfirleitt með lægra móti í algengustu átt, þ.e. suðaustanátt. Dreifing gildanna er hins vegar nokkuð mikil til að hægt sé að benda á greinilegar uppsprettuáttir. Króm virðist mælast helst í norðanátt, kopar, sink og arsen hafa toppa í norðaustan, sunnan og suðvestanátt.



Mynd 9 a, b og c). Málmar og vindstefna

Samanburður við önnur svæði

Við skoðun á niðurstöðunum er almennt um lágan styrk að ræða. Til samanburðar var litið til mælinga, sem fram hafa farið á þungmálum í heildarryki (aerosol) á Stórhöfða, Vestmannaeyjum (þ.e. ekki í svifryki eins og PM₁₀). 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 3^{3,4}.

Tafla 3 Styrkur málma við söfnun á heildarryki á Stórhöfða 2011.

Snefilefni	Stórhöfði 2011 Meðaltal og spönn Allt ryk ng/m³	Stórhöfði 2009 Meðaltal og spönn Allt ryk ng/m³	Norðurhella 2015 Meðaltal og spönn PM₁₀ ng/m³
As	0,06 (0,02-0,13)	0,06 (0,01-0,15)	<1,8/<0,6 (<0,6-2)
Cd	0,07 (0,01-0,29)	0,03 (<0,001-0,28)	<0,2/<0,1 (<0,2-0,7)
Cr	7,38 (0,216-16,64)	7,24 (0,65-21,59)	<1,8/<2,3 (<1,8-4,7)
Cu	0,86 (0,33-1,69)	1,02 (0,25-4,40)	<3,0/<1,2 (<1,2-5,8)
Hg	0,00356 (0,00190-0,00715)	0,00228 (0,00063-0,00528)	<1,3/<1,3 (<1,3-1,5)
Ni	5,02 (1,22-9,91)	4,16 (0,64-11,66)	<0,6/<5 (<0,6-3,7)
Pb	2,28 (0,11-9,46)	1,11 (0,07-11,29)	<0,7/<1,7 (<0,7-1,8)
Zn	23,66 (1,67-180,22)	9,78 (0,64-73,76)	4/<65 (1-58,1)

Þó niðurstöður fyrir Stórhöfða séu fyrir allt ryk þá er ljóst að styrkur málma við söfnun á PM₁₀ á Norðurhella 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 tíma³. Hins vegar má ætla að almennt sé styrkur málma í heildarryki jafn hár eða hærri í heildarryki en í PM₁₀. Almennt er stærðargráða mælinga sambærileg þar sem hægt er að bera þær 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 PM₁₀ í t.d. í Yarner Wood, þjóðgarði á SV-Englandi (Cornwall), í áður nefndri skýrslu frá NILU³, sjá töflu 4.

³ Aase, W., and Breivik, K. 2013. Heavy metals and POP measurements, 2011. NILU Report 4/2013.

⁴ Aase, W., and Breivik, K. 2011. Heavy metals and POP measurements, 2009. NILU Report 3/2011.

Tafla 4 Styrkur málma við söfnun á PM₁₀ í Yarner Wood, SV-Englandi, 2011.

Snefilefni	Yarner Wood Meðaltal og spönn PM₁₀ ng/m³	Norðurhella 2014 Meðaltal og spönn PM₁₀ ng/m³
As	0,43 (0,09-1,96)	<1,8/<0,6 (<0,6-2)
Cd	0,06 (0,01-0,22)	<0,2/<0,1 (<0,2-0,7)
Cr	0,49 (0,24-1,43)	<1,8/<2,3 (<1,8-4,7)
Cu	1,58 (0,12-6,85)	<3,0/<1,2 (<1,2-5,8)
Hg	0,00376 (0,00180-0,00595)	<1,3/(<1,3-1,5)
Ni	0,83 (0,06-4,85)	<0,6/<5 (<0,6-3,7)
Pb	2,41 (0,36-8,30)	<0,7/<1,7 (<0,7-1,8)
Zn	7,86 (5,99-21,06)	4/<65 (1-58,1)

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

Niðurstaða

Þær upplýsingar, sem liggja nú fyrir úr mælingum á ólífrænum snefilefnum við Norðurhella, 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.