

6EM16003
Hermann Þórðarson

**Umhverfisvöktun
á Grundartanga og í Hvalfirði:
Mælingar í lofti og úrkomu**

Janúar-deseember 2016

Febrúar 2016
Efnagreiningar
Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Ágrip

Teknar eru saman niðurstöður mælinga á Grundartanga og í Hvalfirði fyrir árið 2016. Mælt var á þrem mælistöðvum þetta árið. Mælistöð við Kríuvörðu norðaustan verksmiðjús væðisins og mælistöð við Gröf suðvestur af Grundartanga eru reknar samfelld allt árið. Að auki voru mæld brennisteinstvíoxíð og brennisteinsvetni á stöðinni á Stekkjarási austan undir Akrafjalli, nánast allt árið, en þeim mælingum var hætt um miðjan desember.

Veðurgögn

Í heild var árið 2016 býsna hagstætt suðvestanlands og víða um landið, þó veturinn í upphafi hafi verið fremur kaldur. Vindar voru með hægara móti og áfram um vorið, sem var í þurrara lagi en sæmilega hlýtt. Sumarið var tiltölulega hlýtt og hægviðrasamt og þurrt. Áfram var og óvenju hlýtt um haustið en einnig mjög úrkomusamt. Varla gerði nein vetrarveður fyrr en alveg undir lok ársins.

Ársmeðalhiti á veðurstöð á Grundartanga mældist 6,8°C og vindhraði um 6,3 m/s. Á Kríuvörðu mældist ársmeðalhiti 5,8°C og vindhraði 5,2 m/s og á Gröf mældist ársmeðalhiti 5,9°C og vindhraði 5,1 m/s. Meðalhiti á Grundartanga á tímabilinu apríl – október mældist 9,7°C, meðalvindhraði 5,7 m/s og algengasta átt var norðaustanátt yfir tímabilið apríl – október. Norðaustan- og austanáttir reiknast ráðandi ríflega helming tímabilsins eins og jafnan áður.

Svifryk betagreining

Ryk á Kríuvörðu og Gröf mældist í meðallagi. Hæstu meðalgildi dags á Kríuvörðu voru PM₁₀ 23 µg/m³ og PM_{2,5} 17 µg/m³ þ. 8.6. í mjög hægum vestanandvara. Sami dagur er einnig hæstur á Gröf með PM₁₀ 28 µg/m³ og PM_{2,5} 13 µg/m³. Enginn dagur mælist því yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m³). Hæstu stundargildi mældust e.h. 18.6. í suðaustanstinningsgolu þegar PM₁₀ fór í 86 µg/m³ á Gröf og 68 µg/m³ á Kríuvörðu. Á sama tíma mældust einnig mjög há gildi á Hvaleyrarholti sunnan Hafnarfjarðar og líkleg ástæða þessa er sand- eða öskufok af Suðurlandi.

Brennisteinn

Á Kríuvörðu, Gröf og Stekkjarási er SO₂ mælt með flúrljómun í sjálfvirkum tækjabúnaði. Samanburður undanfarin ár hefur verið erfiður vegna áhrifa eldgosa. Árið 2016 var laust við áhrif af því tagi og SO₂ mældist miklum mun lægra en undanfarin ár og má líka telja að styrkur SO₂ sé fremur lágur miðað við þau ár þegar þegar engra áhrifa eldgosa hefur gætt.

Meðaltal tímabilsins apríl-okt á Kríuvörðu var 2,6 µg/m³ fyrir SO₂ og hefur ekki mælst lægra frá 2010 þegar farið var að mæla SO₂ með þessum hætti þar. Á Gröf mældist þá (apríl - okt) 2,5 µg SO₂/m³ sem er einnig lægsta meðaltal þar frá upphafi mælinga 2014. Brennisteinstvíoxíð á Stekkjarási mældist (apríl - okt) 4,6 µg SO₂/m³. Það er eilítið undir meðaltali á þeirri stöð til lengri tíma mælt á síur, en meðaltal slíkrar mælingar á árabílinu 2006-2013 var 5,7 µg SO₂/m³.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs var 5,3 µg SO₂/m³ á Kríuvörðu, 3,1 µg SO₂/m³ á Gröf og 5,2 µg SO₂/m³ á Stekkjarási. Hæstu meðaltöl klukkustundar á árinu á Kríuvörðu, Gröf og Stekkjarási voru 175, 226 og 120 µg SO₂/m³ en ekkert þeirra er yfir heilsuverndarmörkum (350 µg/m³).

Hæsta meðaltal dags mældist $122 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 23.1. á Kríuvörðu í suðvestankalda, en engir dagar mælast á Kríuvörðu yfir heilsuverndarmörkum ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) á árinu. Hæsta meðaltal dags á Gröf mældist $62 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 3.1. í norðnorðaustangolu og á Stekkjarási var hæsta meðaltal dags $34 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 9.12. í austnorðaustan stinningskalda.

Flúor

Flúorgildi í lofti hafa verið mæld á vaxtartímabili gróðurs frá apríl til október, en að þessu sinni var mælt áfram út árið og verður mælt alla mánuði ársins framvegis. Meðaltöl á vaxtartímabili (apríl-okt.) fyrir flúor alls í lofti eru $0,13 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Kríuvörðu og $0,03 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Gröf og eru þessi gildi með lægsta móti. Meðaltöl alls mælitímabilsins (apríl-des.) fyrir flúor alls í lofti eru $0,20 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Kríuvörðu og $0,03 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Gröf. Hæsta meðaltal gaskennds flúoríðs (HF) fyrir gróðurtímabilið apríl-september er á Kríuvörðu og er $0,12 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ sem er undir viðmiðunarmarkinu $0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ fyrir það tímabil. Hæsta dagsgildi mældist $2,08 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Kríuvörðu og $0,10 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Gröf.

Efnainnihald í úrkomu

Meðaltöl þessa tímabils voru í lægra lagi hvað varðar brennistein, en flúor í meðallagi. Þá var úrkoma á Gröf ekki mjög súr að meðaltali eða pH 6,1. Heldur súrari úrkoma féll á Kríuvörðu til jafnaðar, pH 4,8.

Magnmæling úrkomu er einnig gerð á Gröf og Kríuvörðu árið um kring. Úrkoma var nokkuð misjöfn yfir tímabilið apríl-október og nokkur munur á stöðvunum tveimur, bæði í magni og úrkomuátt, þó ekki sé langt á milli þeirra. Framan af tímabilinu var yfirleitt í þurrara lagi á Kríuvörðu en í október rigndi gríðarlega. Á Gröf var mun blautara í maí og júní en á Kríuvörðu og ekki mældist jafn mikil rigning þar í október en annars svipað.

PAH efni í svifryki

Mæld voru PAH₁₆ efni í svifryki (PM₁₀) sem safnað var á Kríuvörðu. Heildarmeðaltal PAH₁₆ var $0,032 \text{ ng}/\text{m}^3$ á tímabilinu, þar af mældist bensó(a)pýrene $0,0008 \text{ ng}/\text{m}^3$. Um mjög lágan styrk er að ræða. Aðeins eru sett mörk fyrir BaP og umhverfismörk eru $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ BaP (almanaksársmeðaltal) en neðri og efri viðmiðunarmörk eru 40 og 60% af umhverfismörkum (viðmiðunarmörk teljast hafa verið rofin hafi styrkur farið yfir þau í þrjú ár af fimm). Mæligildi BaP eru einungis lítið brot af viðmiðunarmörkum eða á bilinu $0,0003\text{-}0,0022 \text{ ng}/\text{m}^3$.

Tafla	Samantekt Kríuvarða				
	Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$, nema PAH og BaP í ng/m^3				
Svifryk	PM ₁₀ μm	PM _{2,5} μm	Fjöldi skipta yfir mörk	Mörk*	
				PM ₁₀	PM _{2,5}
Ársmeðaltal	6,1	(4,4)		40	20
Hæsta dagsgildi	23	(17)	0	50(35)	-
Hæsta stundargildi	68	(30)			
Brennist.tvíoxíð	SO₂			SO₂	
Ársmeðaltal	5,3			20	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	122		0	125(3)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	175			350(24)	Heilsuv.m.
Brennisteinsvetni	H₂S				
Ársmeðaltal	0,6			5	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	6,0		0	50 (5)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	24				
Brennisteinn í ryki	S				
Ársmeðaltal**	0,14				
Flúor	HF	Fryk	Falls	HF	
Meðaltal apr-okt	0,12	0,02	0,13	0,3	Gróðurv.m.
Ársmeðaltal**	0,17	0,04	0,20		
Hæsta dagsgildi			2,08		
Nituroxíð	NO₂	NO	NO_x	NO₂	
Ársmeðaltal	1,0	0,3	1,4	40/30	Hlsv./Grvm.
Hæsta dagsgildi	38	3	38	75(7)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	165	11	166	200(18)	Heilsuv.m.
Fjölhr.vetniskolefni	PAH₁₆	BaP		BaP	
Ársmeðaltal	0,032	0,0008		1	Umhv.m.

*Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega innan sviga

**Hluta tímabils vantar vegna bilana eða mælt er hluta úr ári

Tafla	Samantekt Gröf				
	Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
Svifryk	PM ₁₀ μm	PM _{2,5} μm	Fjöldi skipta yfir mörk	Mörk*	
				PM ₁₀	PM _{2,5}
Ársmeðaltal	6,5	3,8		40	20
Hæsta dagsgildi	28	14	0	50(35)	-
Hæsta stundargildi	86	48			
Brennist. tvíoxíð	SO₂			SO₂	
Ársmeðaltal	3,1			20	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	62		0	125(3)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	226			350(24)	Heilsuv.m.
Brennisteinsvetni	H₂S				
Ársmeðaltal	0,6			5	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	8,6		0	50 (5)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	36				
Brennisteinn í ryki	S				
Ársmeðaltal**	0,15				
Flúor	HF	Fryk	Falls	HF	
Meðaltal apr-okt	0,02	0,01	0,03	0,3	Gróðurv.m.
Ársmeðaltal**	0,02	0,01	0,03		
Hæsta dagsgildi			0,10		
Nituroxíð	NO₂	NO	NO_x	NO₂	
Ársmeðaltal	2,1	0,3	2,4	40/30	Hlsv./Grvm.
Hæsta dagsgildi	20	3	22	75(7)	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	53	18	64	200(18)	Heilsuv.m.

*Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega innan sviga

**Hluta tímabils vantar vegna bilana eða mælt er hluta úr ári

Tafla	Samantekt Stekkjarást					
	Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Svifryk	PM₁₀ μm	PM_{2,5} μm	Fjöldi skipta yfir mörk	Mörk*		
				PM₁₀	PM_{2,5}	
Ársmeðaltal**				40	20	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi				50(35)	-	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi						
Brennisteinstvíoxíð	SO₂			SO₂		
Ársmeðaltal**	5,2			20		Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	34		0	125(3)		Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	120			350(24)		Heilsuv.m.
Brennisteinsvetni	H₂S					
Ársmeðaltal**	1,2			5		Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	8,1		0	50 (5)		Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi	36					
Brennisteinn í ryki	S					
Ársmeðaltal**						
Flúor	HF	Fryk	Falls	HF		
Meðaltal apr-okt				0,3		Gróðurv.m.
Ársmeðaltal**						
Hæsta dagsgildi						

Tafla	Samantekt Hálsnes†					
	Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$					
Svifryk	PM₁₀ μm	PM_{2,5} μm	Fjöldi skipta yfir mörk	Mörk*		
				PM₁₀	PM_{2,5}	
Ársmeðaltal**				40	20	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi				50(35)	-	Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi						
Brennisteinstvíoxíð		SO₂ síum.		SO₂		
Ársmeðaltal**				20		Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi				125(3)		Heilsuv.m.
Hæsta stundargildi				350(24)		Heilsuv.m.
Brennisteinn í ryki	S					
Ársmeðaltal**						
Flúor	HF	Fryk	Falls	HF		
Meðaltal apr-okt				0,3		Gróðurv.m.
Ársmeðaltal**						
Hæsta dagsgildi						

*Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega innan sviga

**Hluta tímabils vantar vegna bilana eða mælt er hluta úr ári

† Eingöngu mælt SO₂ og H₂S, stöð tekin úr rekstri á árinu 2016

‡ Engin mæling 2016, næst mælt 2018

Efnisyfirlit

Ágrip.....	1
1. Inngangur.....	7
Loftgæðamælingar á Grundartanga og í Hvalfirði	7
2. Mælistöðvar og mælipættir.....	7
3. Niðurstöður	10
Veðurgögn ársins	10
Sviryk (PM _{2,5} og PM ₁₀), sjálfvirkir mælar	12
Brennisteinstvíoxíð (flúorljómun), sjálfvirkir mælar	14
Brennisteinn í ryki, safnað á síur.....	17
Nituroxíð (efnaljómun), sjálfvirkir mælar.....	18
Flúor, safnað á síur.....	19
Efnainnihald í úrkomu.....	21
Fjölhringa vetniskolefni (PAH)	23
4. Samantekt	26
Heimildir	27
Viðauki 1 Samanteknar niðurstöður.....	28

1. Inngangur

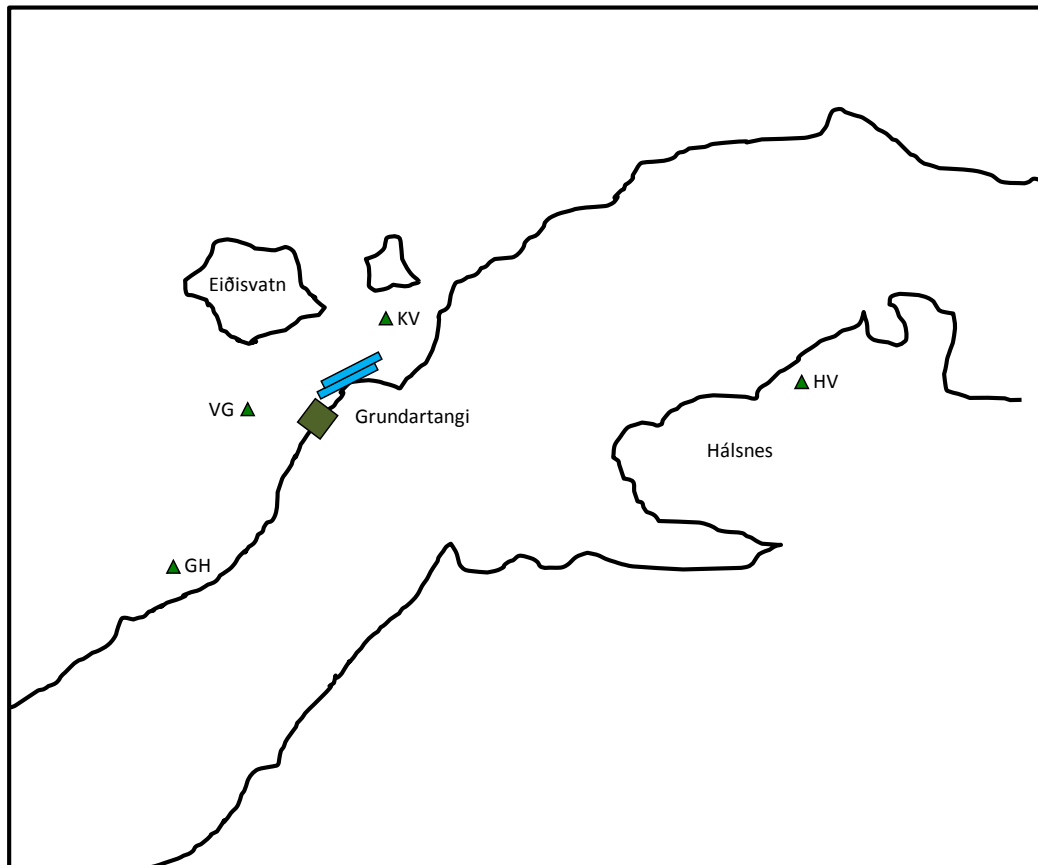
Loftgæðamælingar á Grundartanga og í Hvalfirði

Fjallað er um niðurstöður loftgæðamælinga fyrir árið 2016. Að jafnaði hefur umfjöllunin verið bundin við tímabilið apríl til og með október, en á mælistöðvum á Gröf og á Kríuvörðu eru mælingar samfelldar árið um kring. Flúor hefur hingað til verið mældur einungis á tímabilinu apríl-okt, en var mældur frá apríl og út árið 2016 og verður mældur alla mánuði ársins framvegis.

Mælingar þessar eru hluti af umhverfsvöktunaráætlun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga og unnar fyrir Norðurál, Elkem Ísland, Kratus og GMR. Mælingar þessar eru unnar af Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands.

2. Mælistöðvar og mælipættir

Mælt var á þrem mælistöðvum þetta árið. Mælistöðvar við Kríuvörðu (KV) og við Gröf (GH) eru reknar samfelld allt árið. Að auki voru mæld brennisteinstvíoxíð og brennisteinsvetni nánast allt árið á stöðinni á Stekkjarási (VG) austan undir Akrafjalli, en þeim mælingum var hætt um miðjan desember. Stöð á Hálsnesi (HV) sunnan Hvalfjarðar var ekki í rekstri og er það í samræmi við vöktunaráætlun.



Kríuvörða og Gröf

Á Gröf og Kríuvörðu eru samfelldar sjálfvirkar mælingar árið um kring á svifryki (PM_{10} og $PM_{2,5}$), brennisteinstvíoxíði (SO_2) og brennisteinsvetni (H_2S) og nituroxíðum (NO , NO_2/NO_x) og mæligögn eru skráð sem 10 mín. meðaltöl í rafrænt gagnasafn. Flúor er mældur með svipuðum hætti og áður, þ.e. safnað er á síur í 1 og 5 daga í senn.

Mæld eru PAH₁₆ efni í svifryki á Kríuvörðu sem safnað er á síu sólarhring í senn á 6 daga fresti og skipt um síuna mánaðarlega. Þá er mælt klóríð, nítrat, brennisteinn, flúoríð og pH í úrkomusýnum sem safnað er yfir mánaðartímabil sex mánuði ársins, apríl-september. Á Gröf og Kríuvörðu eru gerðar vind- og veðurmælingar. Vind- og veðurgögnum er líka safnað á veðurstöð við Grundartangahöfn.

Stekkjarás og Hálsnes

Mæliþættir í lofti á eldri stöðvum hafa verið: Svifryk, flúoríð í ryki og gaskennt flúoríð, brennisteinn í ryki og sem gaskennt SO₂-S. Einnig er mælt klóríð, nítrat, brennisteinn, flúoríð og pH í úrkomusýnum sem safnað er yfir mánaðartímabil. Svifryki er safnað sólarhring í senn á 6 daga fresti á síu, sem skipt er um mánaðarlega. Af flúor og brennisteini eru tekin 1 dags (24 st. samfelld) og 5 daga sýni (12 mín. á hverri klst.) til skiptis á vaxtartímabili gróðurs frá apríl til október. Þessar stöðvar voru ekki í notkun árið 2016, en það er í samræmi við vöktunaráætlun. Þó var áfram í notkun sjálfvirkur mælir til símælinga á SO₂/H₂S á mælistöðinni á Stekkjarási fram í miðjan desember, en reiknað er með að þessi mælir verði fluttur á nýjan stað og stöðin á Stekkjarási verði lögð niður, enda var nýlegri stöð á Gröf ætlað að koma í stað hennar.

Til einföldunar og samræmis er magn brennisteinstvíoxíðs gefið upp sem slíkt í þessari skýrsluumfjöllun, þ.e. SO₂ en ekki sem SO₂-S eins og hefð hafði verið fyrir í fyrri skýrslum fram til ársins 2010. Munur þessara mælieininga er nánast nákvæmlega tvöfaldur, SO₂ gildi eru tölulega tvöfalt hærri en sami styrkur gefinn upp sem SO₂-S. Skal gætt að þessu í samanburði við eldri skýrslur.

Mælitímabil

Stöðvar á Kríuvörðu og Gröf eru í gangi árið um kring og í umfjöllun um þær stöðvar er miðað við allt árið þegar það á við. Í eldri skýrslum hefur jafnan einungis verið fjallað um tímabilið apríl-október, sem var skilgreint sem vöktunartímabil í umhverfisvöktunaráætlun iðjuveranna á Grundartanga og er samanburður milli ára og við aðrar stöðvar áfram tiltekinn fyrir tímabilið apríl-október. Þá er umhverfisviðmið flúormælinga áfram vaxtartímabil gróðurs eins og áður, þ.e. í apríl-október, þó framvegis verði flúor mældur allt árið.

Skilgreiningar

Svifryk PM₁₀ Svifryk í lofti í µg/m³, agnir sem eru minni en 10 µm í þvermál.

Svifryk PM_{2,5} Svifryk í lofti í µg/m³, agnir sem eru minni en 2,5 µm í þvermál.

Flúor rykkennt Sá hluti flúoríðs sem mælist sem rykkennt eða bundið ryki.

Flúor gaskennt Sá hluti flúoríðs sem mælist sem gaskennt efni og óbundið ryki.

HF gaskennt Sá hluti flúoríðs sem mælist gaskennt og óbundið ryki, umreiknað sem vetnisflúoríð, HF.

Flúor alls Summa rykkennds og gaskennds flúoríðs.

Nituroxíð NO_x Summa nituroxíðanna NO og NO₂

PAH₁₆ Fjölhvinga arómatísk vetniskolefni, hér mæld í svifryki PM₁₀.

BaP Bensó[a]pýren, efnisþáttur í PAH₁₆.

Umhverfismörk Leyfileg hámarksgildi mengunar, sett í því skyni að draga úr eða koma í veg fyrir skaðleg áhrif á heilsu manna og dýra. Umhverfismörk geta átt við

umhverfið í heild eða tiltekna þætti þess (s.s. heilsuverndarmörk, gróðurverndarmörk) og tiltekin tímabil (s.s. sólarhring, árstíð eða ár).

Mælibúnaður og skráning

Mælingar eru gerðar í sérhæfðum mælibúnaði sem ætlaður er til þessara nota og uppfyllir skilyrði reglugerðar nr. 251/2002, viðauka XI, um mat á styrk brennisteinstvíoxíðs, köfnunarefnistvíoxíðs og köfnunarefnisoxíða, svifryks (PM_{10} og $PM_{2,5}$). Skýrslur um umsjón búnaðar og kvörðun eru fyrirliggjandi (1). Rekstur sjálfvirks búnaðar var viðunandi, en nokkrar bilanir og vandamál komu upp. Þannig voru þó nokkrum sinnum vandamál með færslu á ryksafnborða í svifryksmælum bæði á Gröf og Kríuvörðu. Þá hefur vatn nokkrum sinnum farið niður í loftdælur svifryksmælanna á Gröf og stöðvað mælana, en þar virðist vatnssíki stöku sinnum yfirfyllast í rigningum í inntakshaus. Þá var truflun í svifryksmæli ($PM_{2,5}$) á Kríuvörðu síðari hluta sumars og fram á haust, sem nokkurn tíma tók að finna af hverju stafaði, en var líklega óhreinindaleif vegna flugu í betamælihaus tækisins. Nokkuð mikið grunnlínurek var á SO_2 -mæli á Stekkjarási, sem leiðrétt var fyrir. Þá varð bilun í Peltierkæli í NO_x -mæli á Gröf í ágúst og skyndilegt óútskýrt frávik á sama NO_x -mæli í lok nóvember.

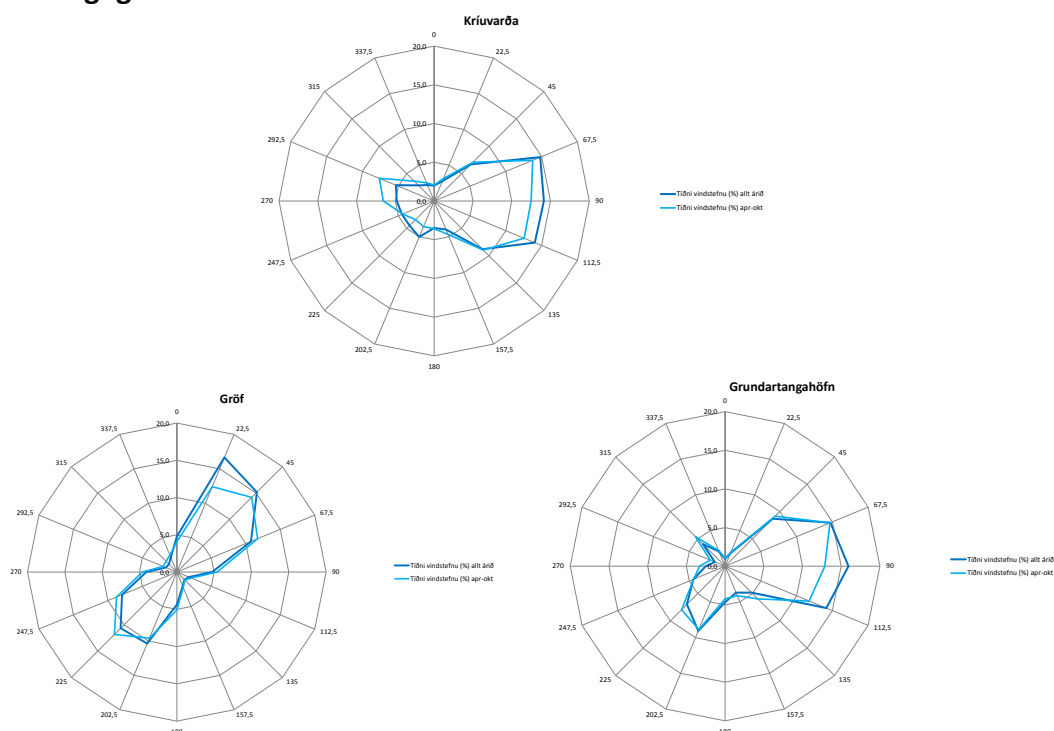
Rafræn gögn

10 mínútna grunnmælingar eins og þær liggja fyrir í rafrænu gagnasafni voru notaðar sem grunnur fyrir frekari úrvinnslu. Farið er yfir gögnin og vinsað burtu það sem ekki tilheyrir eðlilegri mælingu, svo sem toppar vegna kvarðana, frávik vegna bilana eða prófunar á tækjabúnaði og frávik sem geta komið fram vegna mikils veðurhams eða úrhellisrigningar. Einnig eru gerðar lítilsháttar leiðréttingar á núllstöðu mælinga á nituroxíðum, brennisteinstvíoxíði og brennisteinsvetnis og þær færðar til samræmis yfir árið. Þessar leiðréttingar á núllstöðu eru greinanlegar yfir lengri tímabil og geta skipt máli þegar meðalmæligildi eru lág. Neikvæð gildi sem koma fram vegna óvissuflökts í mælingu eru látin standa, enda eðlilegur hluti mælingar. Milli þeirra gagna sem sett eru fram hér og grunn gagnanna á vefsíðunni er því eðlilega eitthvert misræmi.

3. Niðurstöður

Samantekt yfir allar niðurstöður eftir mánuðum er að finna í viðauka 1.

Veðurgögn ársins



Mynd 1. Vindrósir Hvalfirði, apríl-okt.og allt árið 2016, allar mælingar (10 mín).
T.v. Gröf, o.f.m. Kríuvarða, t.h. Grundartangahöfn

Á vindrósunum sem voru mældar í Hvalfirði má sjá nokkurn mun. Algengustu áttir eru norðaustlægar á Gröf, en austlægar á Grundartanga og Kríuvörðu. Vindrós á Gröf fylgir stefnu fjallshlíðar Akrafjalls, sem augljóslega mótar vindrósina með afgerandi hætti. Austanáttir snúast meira til norðaustanáttar og suðlægar áttir til suðvestlægrar áttar eftir legu fjallsins á þessum stað. Á Kríuvörðu virðist svolítið skjól fyrir beinni suðvestanátt, líklegast vegna þess að álverið skýli fyrir suðvestanvindinum. Vindhraði var að jafnaði mestur á Grundartanga en kaldast á Kríuvörðu, sjá töflu 1. Hitastig árið 2016 var um 1,5°C hærra en var á árinu 2015, sem var tiltölulega kalt miðað við undanfarin ár.

Tafla 1 Veðurgögn meðaltöl

	2016	Meðal-		2016	Meðal-	
		Meðalhiti	vindhraði		Meðalhiti	vindhraði
		°C	m/s		°C	m/s
Grundartangi	Jan-des	6,8	6,3	Apríl-okt	9,7	5,7
Gröf	Jan-des	5,9	5,1	Apríl-okt	8,8	4,4
Kríuvarða	Jan-des	5,8	5,2	Apríl-okt	8,6	4,6

Í heild var árið 2016 býsna hagstætt suðvestanlands, þó veturinn í upphafi hafi verið fremur kaldur. Vindar voru þó með hægara móti og áfram um vorið, sem var í þurrara lagi en sæmilega hlýtt. Sumarið var tiltölulega hlýtt og hægviðrasamt og þurrt. Áfram var mjög hlýtt um haustið en einnig mjög úrkomusamt. Varla gerði nein vetrarveður fyrr en alveg undir lok ársins.

Veðurlýsing ársins(2)

Tíð var fremur hagstæð í janúar; hiti þó neðan meðallags síðustu tíu ára. Kalt var í veðri inn til landsins á landinu norðanverðu. Úrkoma var undir meðallagi um meginhluta landsins og sums staðar um landið norðvestanvert var þetta þurrasti janúar um langt skeið. Kalt var í veðri í febrúar, sérstaklega inn til landsins. Víða var snjópungt, en vindar voru oftast hægir. Úrkoma var yfir meðallagi um landið norðaustan- og austanvert en nærri meðallagi eða lítillaga undir því um landið suðvestan- og vestanvert. Í mars var tíðarfar hagstætt að mestu og lengst af hlýtt í veðri utan fáeinna daga í upphafi mánaðarins og enda. Nokkuð illviðrasamt var í fáeinna daga um miðjan mánuð.

Tíðarfar í apríl var hagstætt að mestu, hiti sæmlegur, en þó var að tiltölu kaldara um landið austanvert heldur en í öðrum landshlutum. Úrkoma var mikil austast á landinu en þurrviðrasamt og sólríkt um landið vestanvert. Snjór var víðast hvar minni en í meðalári nema inn til landsins á Norðausturlandi. Þokkalegt tíðarfar var í maí, þurrkur háði þó víða gróðri langt fram eftir mánuði. Hiti var ofan meðallags 1961 til 1990 en þó kaldara um landið suðvestanvert. Þrátt fyrir þurrviðri var veður heldur þungbúið lengst af um landið sunnan- og vestanvert.

Tíð var góð í júní, þurrkur háði sums staðar gróðri en í heild varð úrkoma nærri meðallagi. Mjög hlýtt var í mánuðinum um nær allt land, á hálendinu er þetta hlýjasti júní síðan mælingar hófust þar fyrir rúmri hálfri öld og um meginhluta landsins er mánuðurinn í hópi þriggja til sjö hlýjustu júnímánaða frá upphafi mælinga. Sólskinsstundir voru venju fremur fáar suðvestanlands. Í júlí var tíðin sérlega hagstæð um landið sunnan- og vestanvert en nyrðra var hún daufari og jafnvel talin óhagstæð á stöku stað. Mánuðurinn telst þó veðragóður um land allt og lítið var um illviðri. Úrkoma var með allra mesta móti sums staðar austast á landinu en víðast hvar nokkuð eða talsvert undir meðallagi vestanlands. Sólríkt var suðvestanlands. Ágúst var hlýr og hagstæður um mikinn hluta landsins og úrkoma var víðast hvar undir meðallagi að magni til. Sólríkt var áfram suðvestanlands. Fyrsta vika mánaðarins var fremur svöl en síðan gerði mjög góðan hlýindakafla sem stóð nærri því til mánaðamóta. Í september var úrkomusamt víða norðaustan- og austanlands og sömuleiðis norðantil á Vestfjörðum en að öðru leyti var tíð hagstæð. Óvenjuhægviðrasamt var lengst af. Nokkrar frostnætur komu inn til landsins en víðast hvar var alveg frostlaust allan mánuðinn.

Októbermánuður var sérlega hlýr og víða á landinu sá hlýjasti síðan mælingar hófust. Tíð var mjög hagstæð um mestallt land, en sums staðar á Suður- og Vesturlandi var þetta úrkomusamasti októbermánuður sem vitað er um. Mánuðurinn var alveg frostlaus víða við strendur landsins og telst það óvenjulegt. Hlýtt var á landinu í nóvember. Mjög úrkomusamt var sunnanlands og nyrðra var úrkoma einnig ofan meðallags víða. Tíð var talin mjög hagstæð og veðragóð um mikinn hluta landsins, en veður var samt harla þungbúið og drungalegt lengst af. Tíð var lengst af hagstæð og snjólítil í desember. Óvenjuhlýtt var í veðri og um austanvert landið var mánuðurinn sums staðar sá hlýjasti frá upphafi mælinga og í hópi þeirra hlýjustu um land allt. Úrkomusamt var og dimmt. Ekki var mikið um illviðri að undanskildum fáeinum hvössum dögum undir lok mánaðar þegar kólnaði nokkuð.

Sviryk (PM_{2,5} og PM₁₀), sjálfvirkir mælar

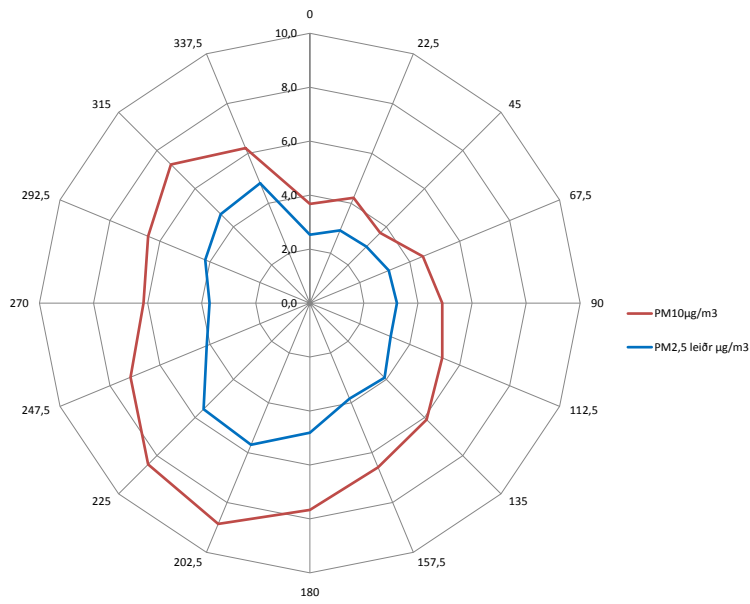
Mæld mánaðarmeðaltöl sjálfvirku stöðvanna á Kríuvörðu og Gröf fyrir árið 2016 og meðaltöl fyrri ára og fyrir tímabilið apríl-okt má sjá hér í töflu 2.

Tafla 2	Mánaðarmeðaltöl ¹ svifryks í µg/m ³			
	Kríuvörða KV, PM _{2,5}	Kríuvörða KV, PM ₁₀	Gröf GH, PM _{2,5}	Gröf GH, PM ₁₀
2016				
Jan.	3,6	5,4	2,5	5,0
Feb.	3,2	5,0	2,9	5,4
Mars	4,9	6,9	3,9	(7,8)
Apríl	3,7	6,2	3,8	7,1
Maí	3,7	5,7	3,9	6,2
Júní	7,3	9,1	5,9	9,7
Júlí	4,3	4,7	4,6	5,3
Ágúst	-	5,9	4,3	7,2
Sept.	-	3,7	3,3	4,1
Okt.	-	5,9	3,6	(7,3)
Nóv.	4,7	6,1	3,8	5,2
Des.	4,2	7,9	3,7	8,0
2012	3,9	6,2		
2013	4,7	6,6		
2014	3,8	6,2	4,4	6,6
2015	3,8	5,8	3,6	5,7
2016	(4,4)	6,1	3,8	6,5
Apríl – okt. '12	4,5	6,5		
Apríl – okt. '13	4,5	6,5		
Apríl – okt. '14	5,6	6,7	5,0	6,7
Apríl – okt. '15	4,4	5,6	3,9	5,3
Apríl – okt. '16	(4,7)	6,0	4,2	6,6

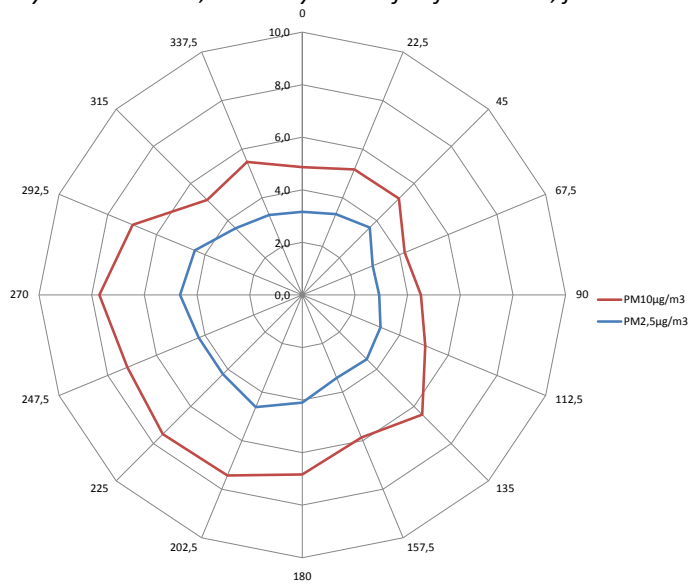
Ryk á Kríuvörðu og Gröf mældist í meðallagi. Hæstu meðalgildi dags á Kríuvörðu voru PM₁₀ 23 µg/m³ og PM_{2,5} 17 µg/m³ þ. 8.6. í mjög hægum vestanandvara. Sami dagur er einnig hæstur á Gröf með PM₁₀ 28 µg/m³ og PM_{2,5} 13 µg/m³. Enginn dagur mælist því yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m³). Hæstu stundargildi mældust e.h. 18.6. í suðaustanstinningsgolu þegar PM₁₀ fór í 86 µg/m³ á Gröf og 68 µg/m³ á Kríuvörðu. Á sama tíma mældust einnig mjög há gildi á Hvaleyrarholti sunnan Hafnarfjarðar og líkleg ástæða þessa er sand- eða öskufok af Suðurlandi. Nokkrar truflanir komu fram í PM_{2,5} mæli á Kríuvörðu síðari hluta sumars og fram á haust, líklega vegna flugu.

Rykrósín er fremur svipuð á báðum stöðvum og hæstu meðaltalsgildin koma fram í suðvestanáttum. Líklegar uppsprettur svifryks eru umferð í grennd og höfuðborgarsvæðið. Starfsemin á Grundartanga kann einnig að vera nokkur uppspretta svifryks, því eins og áður eru svifryksgildi ívið hærrí úr suðvestri á Kríuvörðu en á Gröf. Þá eru tvær malarnámur í grennd, við Stóru Fellsöxl austan Akrafjalls, um 1 km norðan við Stekkjarás og Hólabrú sunnan Akrafjalls, rúma 3 km vestan við Gröf.

¹ Gögn frá heilum mánuðum/tímabilum ekki alltaf fyrirbyggjandi – gefið til kynna með sviga



Mynd 3. Rykrós Krúuvörðu, meðalstyrkur í lofti eftir vindátt, jan-des. 2016, klst mælingar



Mynd 4. Rykrós Gröf, meðalstyrkur í lofti eftir vindátt, jan-des 2016, klst mælingar

Brennisteinstvíoxíð (flúrljómun), sjálfvirkir mælar

Mánaðarmeðaltöl á gaskenndu SO₂ í lofti má sjá í töflunni hér neðar.

Tafla 4	Mánaðarmeðaltöl ² SO ₂ ³ (gask.) í lofti í µg/m ³		
	Kríuvörða KV	Gröf GH	Stekkjars VG
2016			
Jan.	7,8	5,8	8,2
Feb.	3,9	8,3	7,4
Mars	9,1	1,5	5,0
Apríl	2,0	1,8	3,9
Maí	4,1	1,2	3,0
Júní	4,2	1,9	2,7
Júlí	1,2	4,7	9,1
Ágúst	2,0	3,1	5,6
Sept.	1,4	4,1	6,4
Okt.	3,6	0,6	1,1
Nóv.	8,9	2,0	3,6
Des.	14,7	2,9	(9,4)
2012	8,5		
2013	6,8		(3,5)
2014	14,3	14,1	(4,2)
2015	12,1	3,8	(4,8)
2016	5,3	3,1	5,2
Apríl – okt. '12	6,2		
Apríl – okt. '13	(7,1)		(3,3)
Apríl – okt. '14	15,2	12,9	(2,2)
Apríl – sept. '14†	7,4	2,9	2,2
Apríl – okt. '15	8,4	3,4	(4,7)
Apríl – okt. '16	2,6	2,5	4,6

†Styttra tímabil, án mikilla áhrifa eldgoss í Holuhrauni

Brennisteinstvíoxíð var mælt með flúrljómun í sjálfvirkum tækjabúnaði á Kríuvörðu, Gröf og Stekkjarási árið 2016. Samanburður undanfarin ár hefur verið erfiður vegna áhrifa eldgosa. Þá var mæling á Stekkjarási lánaður frá september 2014 – maí 2015 til Vopnafjarðar vegna mengunarmælinga til almannanota vegna eldgossins í Holuhrauni. Árið 2016 var laust við áhrif af þessum toga og SO₂ mældist miklum mun lægra en undanfarin ár og má líka telja að styrkur SO₂ sé fremur lágur miðað við ár þegar engra áhrifa eldgosa hefur gætt.

Meðaltal tímabilsins apríl-okt á Kríuvörðu er 2,6 µg/m³ fyrir SO₂ og hefur ekki mælst lægra frá 2010 þegar farið var að mæla SO₂ með þessum hætti þar. Á Gröf mælist þá (apríl - okt) 2,5 µg SO₂/m³ sem er einnig lægsta meðaltal þar frá upphafi mælinga 2014. Brennisteinstvíoxíð á Stekkjarási mælist (apríl - okt) 4,6 µg SO₂/m³. Það er eilítið undir meðaltali á þeirri stöð til lengri tíma mælt á síur, en meðaltal slíkrar mælingar á árabílinu 2006-2013 var 5,7 µg/m³.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs var 5,3 µg SO₂/m³ á Kríuvörðu en var 6,8 µg SO₂/m³ árið 2013. Á Gröf var ársmeðaltalið 3,1 µg SO₂/m³. Hæstu meðaltöl klukkustundar á

² Gögn frá heilum mánuðum/tímabilum ekki alltaf fyrirbyggjandi – gefið til kynna með sviga

³ Gefið upp sem SO₂ (en ekki SO₂-S) frá og með 2010

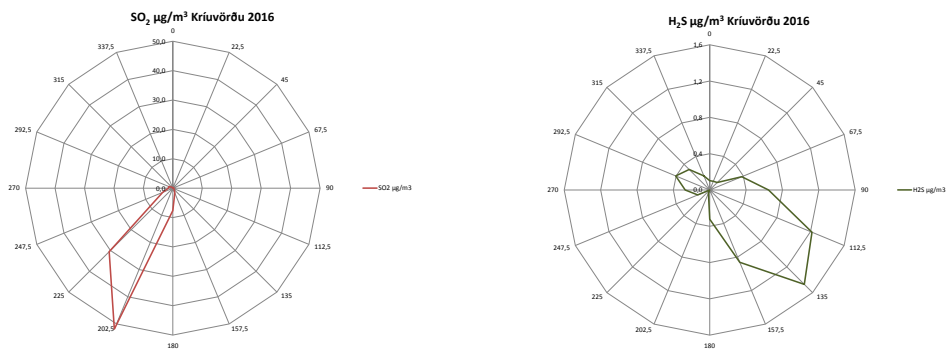
árinu á Kríuvörðu, Gröf og Stekkjarási voru 175, 226 og 120 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ en ekkert þeirra er yfir heilsuverndarmörkum ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

Hæsta meðaltal dags mældist 122 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 23.1. á Kríuvörðu í suðvestankalda, en engir dagar mælast á Kríuvörðu yfir heilsuverndarmörkum ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$) á árinu. Hæsta meðaltal dags á Gröf mældist 62 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 3.1. í norðnorðaustangolu og á Stekkjarási var hæsta meðaltal dags 34 $\mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 9.12. í austnorðaustan stinningskalda.

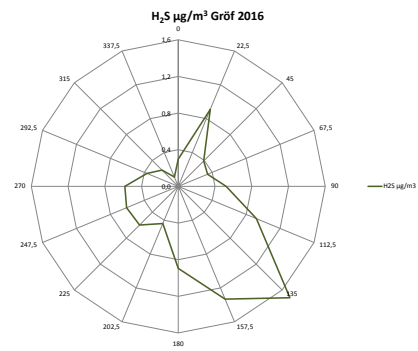
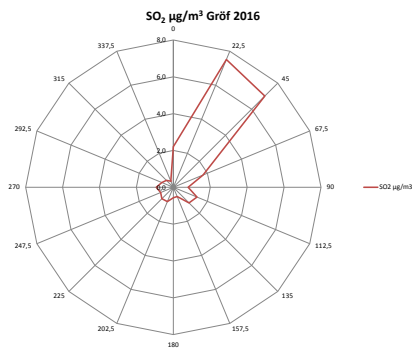
Ársmeðaltal loftkennds brennisteinsvetnis (H_2S) á Kríuvörðu var 0,6 $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ sem er mjög svipað og árin á undan, meðaltalið á Gröf var einnig 0,6 $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$. Meðaltal á Stekkjarási reyndist 1,2 $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$. Munurinn kann að liggja í skekkjumörkum á Stekkjarási, nokkurt grunnlínurek var á mælinum, sem þurfti leiðréttingar við, en brennisteinsvetni hefur yfirleitt mælst svolítið hærra á Stekkjarási en á hinum stöðvunum.

Hæsta meðaltal klukkustundar á Kríuvörðu var 24 $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ þ. 27.2. kl.20; á Gröf mældust 36 $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ þ. 10.6. kl.23 og á Stekkjarási mældust 36 $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ þ. 18.8. kl.23, en þessi gildi eru vel undir tilkynningaskyldum aðvörunarmörkum ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal dags mældist 6,0 $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ þ. 17.7. á Kríuvörðu; 8,6 $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ á Gröf 11.6. og 8,1 $\mu\text{g H}_2\text{S}/\text{m}^3$ sama dag á Stekkjarási, sem einnig er vel undir heilsuverndarmörkum ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

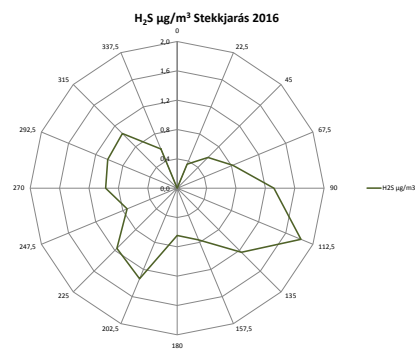
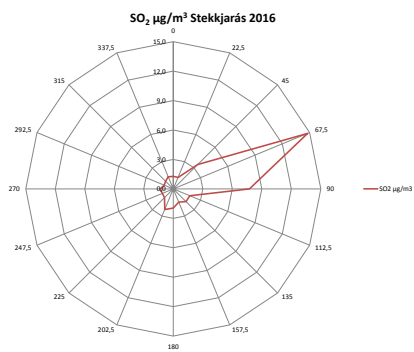
Uppsprettuáttir brennisteinstvíoxíðs og brennisteinsvetnis eins og þær mælast á Kríuvörðu og Gröf má sjá hér undir á myndum 4a-b, þar sem sjá má meðalstyrk efnanna í lofti eftir vindátt. Brennisteinstvíoxíðið mælist hæst í suðsuðvestanátt á Kríuvörðu og að norðaustanáttum á Gröf og meginupsprettan er verksmiðjusvæðið á Grundartanga. Brennisteinsvetnið kemur að suðaustan frá jarðhitasvæðum Reykvíkinga. Þessar efnastyrksrósir eru í öllum atriðum alveg sambærilegar við niðurstöður fyrri ára.



Mynd 4a. Mælingar á SO_2 og H_2S á Kríuvörðu, jan-des. 2016, klst gögn.



Mynd 4 b. Mælingar á SO_2 og H_2S Gröf, jan-des. 2016, klst gögn.



Mynd 4 c. Mælingar á SO_2 og H_2S á Stekkjarási, jún-des. 2016, klst gögn.

Sjá má samskonar gögn fyrir brennisteinstvíoxíð og brennisteinsvetni á Stekkjarási á mynd 4c. Þess ber þó að gæta að vindáttir eru ekki mældar á mælistöðinni sjálfri en notast er við vindrósr frá Grundartangahöfn.

Brennisteinn í ryki, safnað á síur

Tímabil	Mánaðarmeðaltöl ⁴ S í ryki í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	Hálsnes HV	Kríuvörða KV	Gröf GH	Stekkjars VG
2016				
Apríl		0,3	0,1	
Maí		0,2	0,2	
Júní		0,3	0,3	
Júlí		0,1	0,2	
Ágúst		0,1	0,2	
Sept.		0,0	0,1	
Okt.		0,1	0,1	
Nóv.		0,1	(0,1)	
Des.		0,1	0,1	
2016		0,14	0,15	
Apríl – okt. '12	0,21	0,28		0,26
Apríl – okt. '13		0,21		0,25
Apríl – okt. '14		0,34	0,43	0,27
Apríl – sept. '14†		0,30	0,41	0,26
Apríl – okt. '15	0,13	0,21	0,28	0,19
Apríl – okt. '16		0,15	0,16	

†Styttra tímabil, án mikilla áhrifa eldgoss í Holuhrauni

Meðaltal brennisteins í ryki er óvenju lágt á Kríuvörðu og Gröf en ekki var mælt á öðrum stöðum árið 2016. Brennisteinn í ryki á sér ekki eina uppsprettu, það kann að vera upprunnið úr sjó, úr jarðvegsryki vegna umferðar og svo ásogað brennisteinstvíoxíð á svifryk frá verksmiðjum á Grundartanga. Mældir meginþættir sem hafa áhrif á þessa mælingu eru með lægra móti, s.s. brennisteinstvíoxíð. Þá var allnokkuð um hægviðri og úrkomu sem einnig stuðla að lágu gildi á brennisteini í ryki.

⁴ Gögn frá heilum mánuðum ekki alltaf fyrirleggjandi – gefið til kynna með sviga

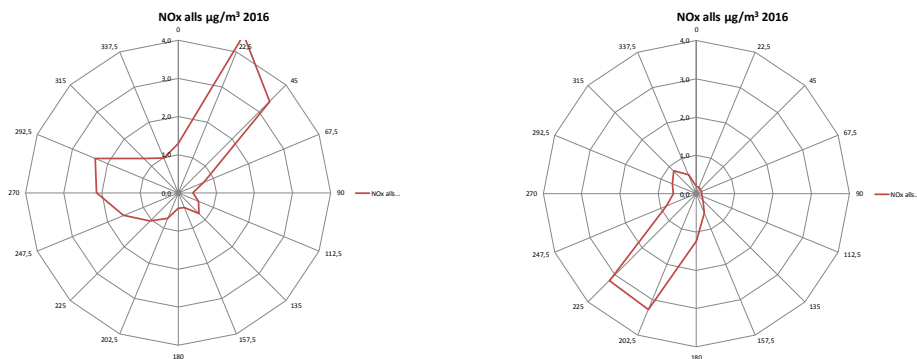
Nituroxíð (efnaljómun), sjálfvirkir mælar

Mánaðarmeðaltöl á nituroxíðum í lofti má sjá í töflu 6 hér undir.

Tafla 6	Mánaðarmeðaltöl ⁵ NO ₂ og NO í lofti í µg/m ³			
	Kríuvörða KV, NO ₂	Kríuvörða KV, NO	Gröf GH, NO ₂	Gröf GH, NO
2016				
Jan.	1,2	0,1	3,3	0,3
Feb.	2,0	0,2	4,4	0,5
Mars	1,2	0,6	1,9	0,2
Apríl	0,2	1,4	1,5	0,2
Maí	0,2	0,3	1,2	0,2
Júní	0,7	0,1	2,1	0,3
Júlí	0,4	0,1	(2,2)	(0,5)
Ágúst	0,4	0,2		
Sept.	1,0	0,2	(2,0)	(0,3)
Okt.	2,0	0,3	1,0	0,1
Nóv.	2,1	0,2	2,1	0,2
Des.	1,2	0,2	1,9	0,1
2012	(0,6)	(0,2)		
2013	1,1	0,1		
2014	1,0	0,1	2,3	0,3
2015	1,9	0,3	2,0	0,3
2016	1,0	0,3	(2,1)	(0,3)

Nituroxíð voru mælt með efnaljómun í sjálfvirkum tækjabúnaði á Kríuvörðu og Gröf árið 2016. Mæld er summa nituroxíða NO og NO_x en mismunur þeirra reiknaður sem NO₂. Meðaltal á Gröf er yfirleitt ívið hærra en á Kríuvörðu, líklega vegna nálægðar við umferð, en meginuppsprettur nituroxíða gætu verið umferð og verksmiðjувæðið.

Ársmeðaltal niturtvíoxíðs var 1,0 µg NO₂/m³ á Kríuvörðu. Á Gröf var ársmeðaltalið 2,1 µg NO₂/m³. Hæstu meðaltöl klukkustundar á árinu á Kríuvörðu og Gröf voru 11 og 53 µg NO₂/m³ sem er vel undir heilsuverndarmörkum (200 µg/m³). Hæsta meðaltal dags mældist 3,4 µg NO₂/m³ á Kríuvörðu þ. 1.5. í suðaustan og austan hægvíðri. Hæsta meðaltal dags á Gröf mældist 20,1 µg NO₂/m³ þ. 3.1. í norðaustan-golu. Engir dagar mælast yfir heilsuverndarmörkum (75 µg/m³).



Mynd 5. Mælingar á NO_x, meðalstyrkur í lofti eftir vindátt á Gröf t.v. og Kríuvörðu t.h., jan-des. 2016.

⁵ Gögn frá heilum mánuðum/tímabilum ekki alltaf fyrirleggjandi – gefið til kynna með sviga

Flúor, safnað á síur

Mánaðarmeðaltöl á heildarflúor í lofti má sjá í töflu 7 hér undir.

Tafla 7	Mánaðarmeðaltöl ⁶ flúors (alls) í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$			
	Hálsnes HV	Kríuvörða KV	Gröf GH	Stekkjars VG
2016				
Apríl		0,17	0,02	
Maí		0,20	0,02	
Júní		0,18	0,05	
Júlí		0,07	0,05	
Ágúst		0,12	0,04	
Sept.		0,11	0,02	
Okt.		0,10	0,02	
Nóv.		0,34	(0,01)	
Des.		0,64	0,01	
2016		0,20	0,03	
Apríl – okt. '10		0,17		0,05
Apríl – okt. '11		0,17		0,08
Apríl – okt. '12	0,02	0,15		0,07
Apríl – okt. '13		0,22		0,07
Apríl – okt. '14		0,33	0,04	0,09
Apríl – okt. '15	0,02	0,23	0,05	0,06
Apríl – okt. '16		0,13	0,03	

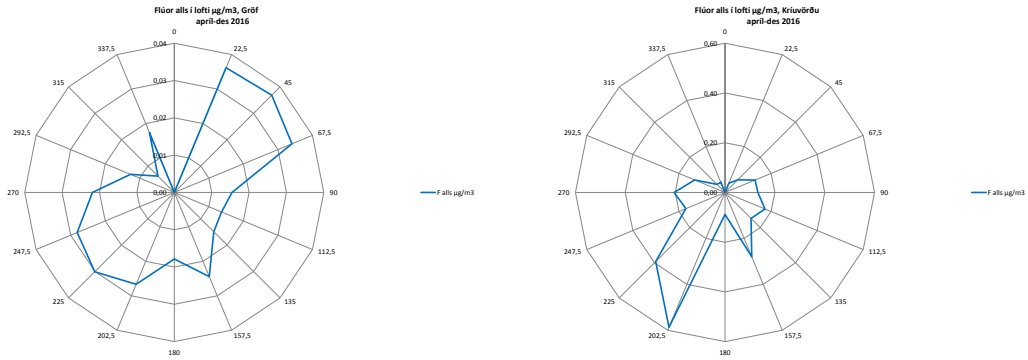
Flúor var safnað á síur í 1 og 5 daga í senn á tímabilinu apríl – desember. Flúor er mældur aðgreint sem bundinn ryki í lofti og svo gaskenndur flúor og summa þeirra er flúor alls í lofti.

Meðaltöl apríl-okt fyrir flúor alls á Kríuvörðu fyrir tímabilið var $0,13 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ og $0,03 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Gröf og hefur ekki verið lægra þau ár sem stöðvarnar hafa verið reknar. Áberandi hæstu gildin sjást á Kríuvörðu á síðasta hluta ársins þegar gerði suðvestanáttir. Hæsta staka dagsgildi mældist $2,08 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Kríuvörðu og $0,10 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Gröf.

Viðmiðunarmark meðaltals tímabilsins fyrir gróður er $0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ og eru mælingar undir þeim mörkum á báðum stöðvum, hæsta meðaltal gaskennds flúoríðs (reiknað sem vetnisflúoríð, HF) fyrir gróðurtímabilið apríl-september er á Kríuvörðu og er $0,12 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ (svarar til $0,11 \mu\text{g F}/\text{m}^3$) sem er vel undir viðmiðunarmarkinu $0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$.

Munur á flúoríði er nokkur á þessum stöðvum og mestur munur mælist helst í styrk á gaskenndu flúoríði, sem mælist yfirleitt hæst á stöðinni við Kríuvörðu. Þá er að sjálfsgöðu misjafnt í hvaða vindátt flúormengunar gætir á stöðvunum. Hærri mæligildi á flúor á Gröf koma fram í norðaustanáttum en Kríuvörða liggur nokkuð beint við suðvestanátt frá álverinu og hæstu gildin mælast í suðvestanáttum. Dreifing á mæligildum eftir vindáttum allra mældidaga (1 og 5 daga gildi) sýnir þetta þokkalega þrátt fyrir að reikna megi með miklum breytileika í vindátt í 5 daga sýnum, sjá mynd 6. Núllgildi í vissum áttum geta stafað af því að engir dagar hafi flokkast í viðkomandi átt á mælitímanum.

⁶ Gögn frá heilum mánuðum eða tímabilum ekki alltaf fyrirliggjandi - gefið til kynna með gildi innan sviga



Mynd 6. Mælingar flúors apríl-des. 2016, á Gröf t.v., á Krúuvörðu t.h., allir mældagar (1 og 5 d.) flokkaðir í vindátt

Athugið að ekki er sami kvarði á myndunum hér að ofan, kvarðinn fyrir Krúuvörðu er upp í 0,60 en 0,04 fyrir Gröf.

Síðasta hluta ársins, í nóvember og desember mega flúorgildi á Krúuvörðu teljast há. Ástæða þessa háu gilda voru tíðar suðvestan- og suðsuðvestanáttir á þessu tímabili, en slíkar áttir geta valdið afar háu útslagi á stöðinni bæði í brennisteinstvíoxíði og flúor og jafnan er mjög góð fylgni milli mælinga á þessum tveimur efnispáttum á Krúuvörðu. Raunar má gera ráð fyrir miklum og áþekktum breytileika í mælingum á þessum þáttum á Krúuvörðu, vegna afstöðu stöðvarinnar til verksmiðjusvæðisins og vegna þess hve nærri stöðin er svæðinu. Í heild eru suðvestanáttir ekki algengar en tíðni þeirra er nokkuð breytileg innan ársins og líka milli ára. Þetta veldur því að meðalgildi ársins m.t.t. þessara efnispátta getur sveiflast mikið og munur á hæstu og lægstu meðalgildum tímabilsins apríl-október getur verið allt að þrefaldur eftir árum og munur á mánaðargildum innan árs getur auðveldlega verið tífaldur eða meira.

Efnainnihald í úrkomu

Mæligildi hvers mánaðar fyrir brennistein, pH og flúoríð má sjá í töflu 8. Gegnum árin hafa þessi mæligildi verið mjög sveiflukennd enda sýnatökubúnaðurinn mjög einfaldur, safnað er í opin ílát í svokallaðri Bergerhoff grind í um mánaðarskeið hvert sýni. Sýni geta verið nokkuð menguð á köflum af flugu og frjókornum í góðviðri.

Safnað var sýnum á Gröf og Kríuvörðu. Sýni voru yfirleitt þokkalega tær. Niðurstöður eru reiknaðar sem áfall mengunarefna á hvern fermetra á mánuði á þeim stað sem sýnið er tekið, en pH er bein mæling í úrkomu. Niðurstöður geta endurspeglað að nokkru úrkomumagn, áfallsgildi verða eðlilega hærri í meiri úrkomu.

Tafla 8 Mánaðarmeðaltal S, pH og F í úrkomu (S og F í mg/m²)

2016	Kríuvörða KV			Gröf GH			Stekkjars VG		
	S	F	pH	S	F	pH	S	F	pH
Apríl	49	24	4,7	35	4	5,7			
Maí	47	27	4,6	34	4	6,2			
Júní	76	31	4,4	63	9	6,9			
Júlí	44	4	4,9	124	8	5,8			
Ágúst	98	15	6,1	77	6	6,3			
September	54	9	4,8	68	16	6,8			
Október	188	47	4,3	103	6	5,3			
Apríl – okt. '12	71	31	4,6				100	14	5,7
Apríl – okt. '13	127	17	4,4				126	11	4,6
Apríl – okt. '14	172	27	4,2	150	5	5,2	230	17	5,0
Apríl – sept. '14†	111	26	4,4	77	5	5,5	155	15	5,3
Apríl – okt. '15	187	56	4,9	138	14	5,6	174	22	5,5
Apríl – okt. '16	79	22	4,8	72	8	6,1			
	Hálsnes HV								
	S	F	pH						
Apríl – okt. '12	54	3	5,8						
Apríl – okt. '15	43	4	6,3						

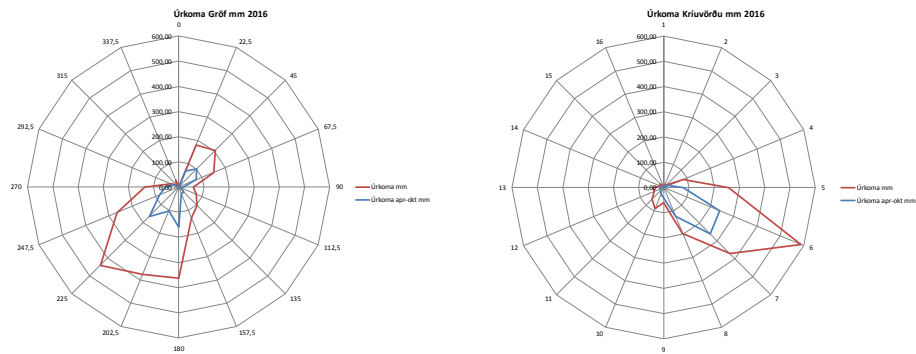
†Styttra tímabil, án mikilla áhrifa eldgoss í Holuhrauni

Meðaltöl þessa tímabils voru í lægra lagi hvað varðar brennistein, en flúor í tæpu meðallagi. Þá var úrkoma á Gröf ekki mjög súr að meðaltali eða pH 6,1. Heldur súrari úrkoma féll á Kríuvörðu til jafnaðar, pH 4,8.

Magnmæling úrkomu er einnig gerð á Gröf og Kríuvörðu árið um kring. Úrkoma var nokkuð misjöfn yfir tímabilið apríl-október. Framan af tímabilinu var yfirleitt í þurrara lagi á Kríuvörðu en í október rigndi gríðarlega. Á Gröf var mun blautara í maí og júní en á Kríuvörðu og ekki mældist jafn mikil rigning þar í október en annars svipað.

Úrkomuáttir voru eins og sjá má á mynd 7. Munur á stöðvunum virðist afar mikill. Þannig rignir að mestu í suðvestanátt á Gröf en suðaustanátt á Kríuvörðu. Rétt er þó að hafa í huga að suðaustanátt á Kríuvörðu getur mælst ýmist sem suðvestanátt eða norðaustanátt á Gröf vegna áhrifa Akrafjalls. Engu að síður virðist vera um nokkurn raunverulegan mun að ræða og rigna meira í suðvestanátt á Gröf en á Kríuvörðu og getur það talist eðlilegt í ljósi staðsetningar stöðvanna og afstöðu til Akrafjalls þó ekki sé langt á milli þeirra. Afstaða stöðvanna til verksmiðjúsveðisins er annars

Þannig að ef rignir í austlægum áttum má búast við meiri mengun á Gröf, en ef rignir í suðvestanátt ætti mengun að skila sér frekar á Kríuvörðu.



Mynd 7. Úrkoma á Gröf t.v. og Kríuvörðu t.h. 2016 og apríl-okt., mm alls, klst gögn flokkuð eftir vindátt.

Í heild verða mengunargildi að teljast lág og kann það að eiga sér einmitt þá skýringu að það rigndi einkum í suðvestanátt á Gröf en í suðaustanátt á Kríuvörðu. Áfall flúors mældist þó nálægt meðaltali á Kríuvörðu árið 2016 eða 22 mg/m².

Fjölhringa vetniskolefni (PAH)

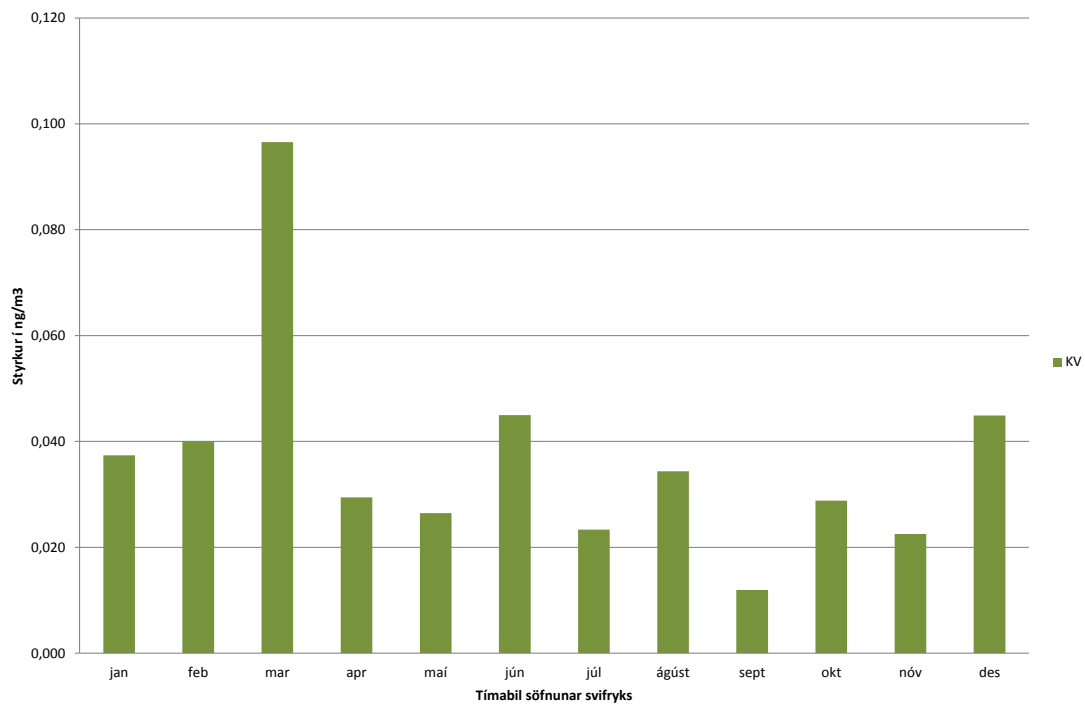
Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (vokvetniskolefni) í lofti eru mæld í mánaðarlegum svifrykssýnum (PM₁₀), þ.e. sýnum sem safnað er sólarhring í senn á 6 daga fresti á kvarssiur. Sýnataka er gerð á Kríuvörðu. Mælt er PAH₁₆ (EPA) mælimengi þessara efna. Niðurstöður (heildarsamtölu mælanlegra PAH₁₆ í ng/m³) þessara mælinga má sjá í töflu 9 og á myndum 8-10.

Tafla 9	Árs- og mánaðarmeðaltöl dagsmælinga rykkennds PAH í lofti í ng/m ³				
	Ár/Mán.	Stekkjarás	Kríuvarða	Blankgildi	Kríuvarða Bensó(a)-pýren BaP
		PAH alls	PAH alls	PAH alls	
	jan		0,037		0,0005
	feb		0,040		0,0004
	mar		0,097		0,0015
	apr		0,029		0,0003
	maí		0,026		0,0012
	jún		0,045	<0,010	0,0014
	júl		0,023		0,0009
	ágúst		0,034		0,0003
	sept		0,012		0,0003
	okt		0,029		0,0003
	nóv		0,023		
	des		0,045	<0,010	
	2012	0,092		0,020	
	2013	0,041	0,038	0,014	
	2014		0,030	<0,010	
	2015		0,035	<0,010	0,0010
	2016		0,032	<0,010	0,0008

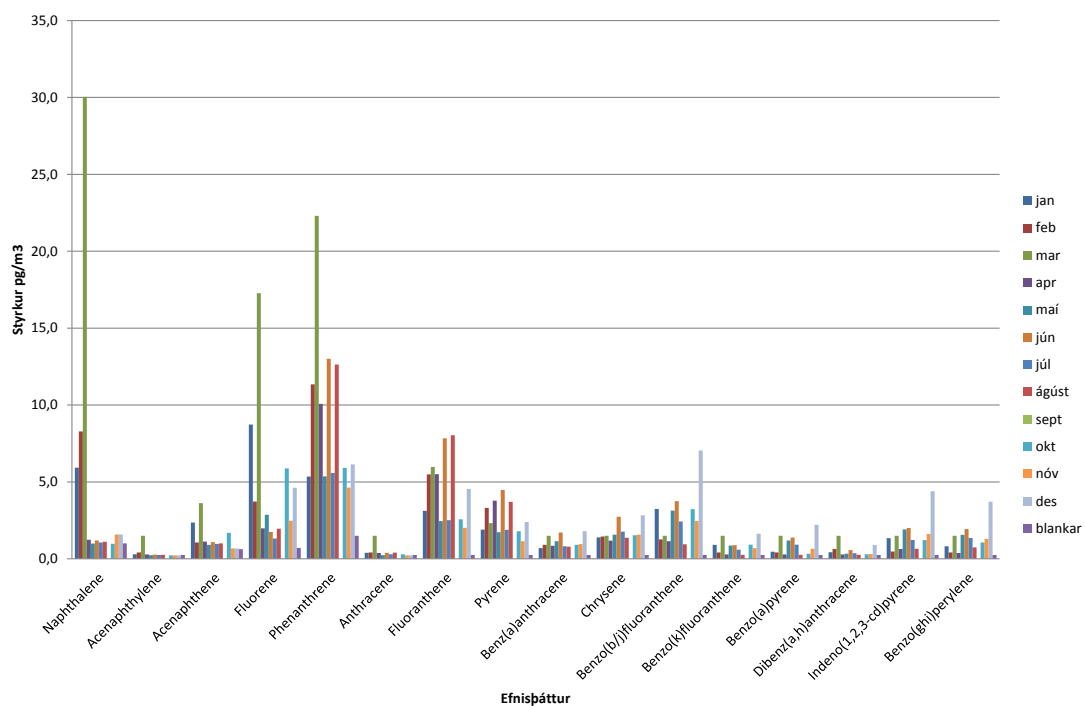
Niðurstaðan 2016 er svipuð og næstu þrjú ár á undan. Greiningarmörk fyrir BaP eru $\leq 0,0003$ ng/m³ og reiknuð magngreiningarmörk (LOQ) eru $\leq 0,0008$ ng BaP/m³. Blankgildi eru undir greiningarmörkum. Umhverfismörk fyrir BaP eru 1 ng/m³.

Um mjög lágan styrk er að ræða. Mörk fyrir andrúmsloft miða við styrk PAH-efna í PM₁₀-ögnum. Aðeins hafa verið sett mörk fyrir BaP en mælt er til að mæld séu sex krabbameinsvaldandi PAH-efni til viðbótar, þ.e. benzó[a]antrasen, benzó[b]flúoranten, benzó[j]flúoranten, benzó[k]flúoranten, indenó[1,2,3-cd]pýren og díbenzó[a,h]antrasen sem grunn fyrir frekari lagasetningu síðar (reglugerð 410/2008 sem byggir á Evróputilskipun 107/2004/EC). Umhverfismörk eru eins og áður sagði 1 ng/m³ BaP (almanaksársmeðaltal) en neðri og efri viðmiðunarmörk eru 40 og 60% af umhverfismörkum (viðmiðunarmörk teljast hafa verið rofin hafi styrkur farið yfir þau í þrjú ár af fimm). Allar niðurstöður þessa árs fyrir BaP eru lægri en 0,4% af neðri viðmiðunarmörkunum eða á bilinu 0,3-2,2 pg/m³.

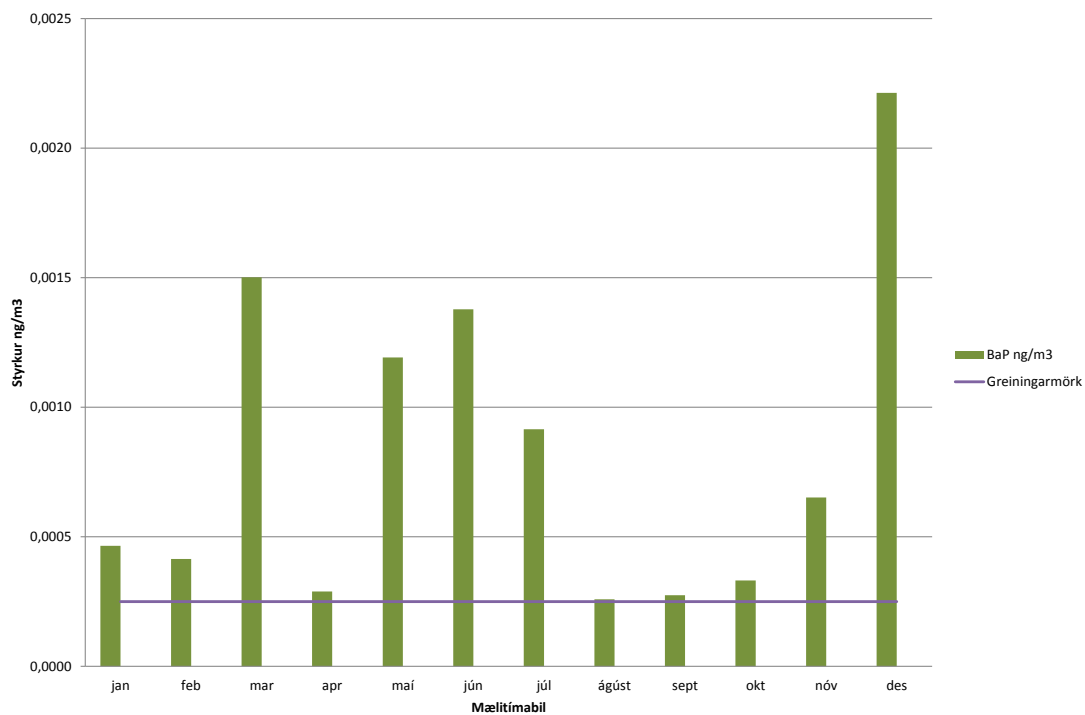
Þess má einnig geta að WHO hefur skilgreint áhættuþátt (unit risk factor UR) fyrir BaP, þ.e. aukna tíðni lungnakrabbna við samfellda innöndun á BaP við 1 ng/m³ í 70 ár (sá líftími sem venjulegast er miðað við). UR er $8,7 \times 10^{-5}$ fyrir BaP styrk í einingunni ng/m³, þ.e. 8,7 tilfelli af 100.000 á 70 árum. Margföldun styrks BaP með UR gefur tíðni lungnakrabbna.



Mynd 8. PAH alls í svifryki, Kríuvörðu 2016



Mynd 9. PAH efni í svifryki, Kríuvörðu 2016



Mynd 10. Benzó(a)pýren í svifryki, Kriuvörðu 2016

Gildi benzó(a)pýrens mega öll teljast lág.

Frekar má gera ráð fyrir að meginuppspretta PAH efna sé úr suðvestri frá verksmiðjusvæðinu og einnig frá höfuðborgarsvæðinu. Lag mælinga gefur hins vegar ekki kost á að greina uppsprettu þeirra.

4. Samantekt

Samanteknar niðurstöður mælinga á mælistöðvum í Hvalfirði fyrir árið 2016 eru í heild með lægra móti, nánast allar mælibreytur eru lægri en undanfarið ár og sumar eru með lægsta móti. Ekki verður lagt mat á hvað veldur, en að jafnaði er veðurfar og vindáttir mjög sterkur áhrifavaldur á mælingu mengunar. Þá kunna líka sveiflur í magni mengunarefna í útblæstri að liggja að baki.

Veðurgögn

Í heild var árið 2016 býsna hagstætt suðvestanlands og víða um landið, þó veturinn í upphafi hafi verið fremur kaldur. Vindar voru með hægara móti og áfram um vorið, sem var í þurrara lagi en sæmilega hlýtt. Sumarið var tiltölulega hlýtt og hægviðrasamt og þurrt. Áfram var og óvenju hlýtt um haustið en einnig mjög úrkomusamt. Varla gerði nein vetrarveður fyrr en alveg undir lok ársins.

Ársmeðalhiti á veðurstöð á Grundartanga mældist 6,8°C og vindhraði um 6,3 m/s. Á Kríuvörðu mældist ársmeðalhiti 5,8°C og vindhraði 5,2 m/s og á Gröf mældist ársmeðalhiti 5,9°C og vindhraði 5,1 m/s. Meðalhiti á Grundartanga á tímabilinu apríl – október mældist 9,7°C, meðalvindhraði 5,7 m/s og algengasta átt var norðaustanátt yfir tímabilið apríl – október. Norðaustanátt og austanáttir reiknast ráðandi ríflega helming tímabilsins eins og jafnan áður.

Svifryk betagreining

Ryk á Kríuvörðu og Gröf mældist í meðallagi. Hæstu meðalgildi dags á Kríuvörðu voru PM₁₀ 23 µg/m³ og PM_{2,5} 17 µg/m³ þ. 8.6. í mjög hægum vestanandvara. Sami dagur er einnig hæstur á Gröf með PM₁₀ 28 µg/m³ og PM_{2,5} 13 µg/m³. Enginn dagur mælist því yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m³). Hæstu stundargildi mældust e.h. 18.6. í suðaustanstinningsgolu þegar PM₁₀ fór í 86 µg/m³ á Gröf og 68 µg/m³ á Kríuvörðu. Á sama tíma mældust einnig mjög há gildi á Hvaleyrarholti sunnan Hafnarfjarðar og líkleg ástæða þessa er sand- eða öskufok af Suðurlandi.

Brennisteinn

Á Kríuvörðu, Gröf og Stekkjarási er SO₂ mælt með flúrljómun í sjálfvirkum tækjabúnaði. Samanburður undanfarin ár hefur verið erfiður vegna áhrifa eldgosa. Árið 2016 var laust við áhrif af því tagi og SO₂ mældist miklum mun lægra en undanfarin ár og styrkur SO₂ er jafnframt fremur lágur miðað við þau ár þegar engra áhrifa eldgosa hefur gætt.

Meðaltal tímabilsins apríl-okt á Kríuvörðu var 2,6 µg/m³ fyrir SO₂ og hefur ekki mælst lægra frá 2010 þegar farið var að mæla SO₂ með þessum hætti þar. Á Gröf mældist þá (apríl - okt) 2,5 µg SO₂/m³ sem er einnig lægsta meðaltal þar frá upphafi mælinga 2014. Brennisteinstvíoxíð á Stekkjarási mældist (apríl - okt) 4,6 µg SO₂/m³. Það er eilítið undir meðaltali á þeirri stöð til lengri tíma mælt á síur, en meðaltal síumælinga á árabílinu 2006-2013 var 5,7 µg SO₂/m³.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs var 5,3 µg/m³ á Kríuvörðu, 3,1 µg/m³ á Gröf og 5,2 µg/m³ á Stekkjarási. Hæstu meðaltöl klukkustundar á árinu á Kríuvörðu, Gröf og Stekkjarási voru 175, 226 og 120 µg SO₂/m³ en ekkert þeirra er yfir heilsuverndarmörkum (350 µg/m³).

Hæsta meðaltal dags mældist 122 µg SO₂/m³ þ. 23.1. á Kríuvörðu í suðvestankalda, en engir dagar mælast á Kríuvörðu yfir heilsuverndarmörkum (125 µg/m³) á árinu.

Hæsta meðaltal dags á Gröf mældist $62 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 3.1. í norðnorðaustangolu og á Stekkjarási var hæsta meðaltal dags $34 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ þ. 9.12. í austnorðaustan stinningskalda.

Flúor

Flúorgildi í lofti hafa verið mæld á vaxtartímabili gróðurs frá apríl til október, en að þessu sinni var mælt áfram út árið og verður mælt alla mánuði ársins framvegis. Meðaltöl á vaxtartímabili (apríl-okt.) fyrir flúor alls í lofti eru $0,13 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Kríuvörðu og $0,03 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Gröf og eru þessi gildi með lágsta móti. Meðaltöl alls mælitímabilsins (apríl-des.) fyrir flúor alls í lofti eru $0,20 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Kríuvörðu og $0,03 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Gröf. Hæsta meðaltal gaskenns flúoríðs (HF) fyrir gróðurtímabilið apríl-september er á Kríuvörðu og er $0,12 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ sem er undir viðmiðunarmarkinu $0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ fyrir það tímabil. Hæsta dagsgildi mældist $2,08 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Kríuvörðu og $0,10 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Gröf.

Efnainnihald í úrkomu

Meðaltöl þessa tímabils voru í lægra lagi hvað varðar brennistein, en flúor í meðallagi. Þá var úrkoma á Gröf ekki mjög súr að meðaltali eða pH 6,1. Heldur súrari úrkoma féll á Kríuvörðu til jafnaðar, pH 4,8.

Magnmæling úrkomu er einnig gerð á Gröf og Kríuvörðu árið um kring. Úrkoma var nokkuð misjöfn yfir tímabilið apríl-október og nokkur munur á stöðvunum tveimur, bæði í magni og úrkomuátt, þó ekki sé langt á milli þeirra. Framan af tímabilinu var yfirleitt í þurrara lagi á Kríuvörðu en í október rigndi gríðarlega. Á Gröf var mun blautara í maí og júní en á Kríuvörðu og ekki mældist jafn mikil rigning þar í október en annars svipað.

PAH efni í svifryki

Mæld voru PAH₁₆ efni í svifryki (PM₁₀) sem safnað var á Kríuvörðu. Heildarmeðaltal PAH₁₆ var $0,032 \text{ ng}/\text{m}^3$ á tímabilinu, þar af mældist bensó(a)pýrene $0,0008 \text{ ng}/\text{m}^3$. Um mjög lágan styrk er að ræða. Aðeins eru sett mörk fyrir BaP og umhverfismörk eru $1 \text{ ng}/\text{m}^3$ BaP (almanaksársmeðaltal) en neðri og efri viðmiðunarmörk eru 40 og 60% af umhverfismörkum (viðmiðunarmörk teljast hafa verið rofin hafi styrkur farið yfir þau í þrjú ár af fimm). Mæligildi BaP eru einungis lítið brot af viðmiðunarmörkum eða á bilinu $0,0003\text{-}0,0022 \text{ ng}/\text{m}^3$.

Heimildir

1. Hermann Þórðarson og Wojciech Sasinowski; Viðhaldsskýrsla mælistöðva Hvalfirði 2016, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 2016.
2. Veðurlýsing ársins er unnin upp úr veðurfarslýsingu ársins 2016 sem aðgengileg er á heimasíðu Veðurstofu Íslands, www.vedur.is.

Viðauki 1 Samanteknar niðurstöður

Daglegar mælingar, meðaltöl klukkustundar, dagsmeðaltöl, mánaðarmeðaltöl

Sjá meðfylgjandi Excel-skrár

Gröf samantekt 2016 send

Krívarða samantekt 2016 send

Stekkjarás samantekt 2016 send

Regnvatn og PAH samantekt 2016 send