

6EM13043
Hermann Þórðarson

Umhverfisvöktun
á Grundartanga og í Hvalfirði

Janúar-deseember 2013

Febrúar 2014
Efnagreiningar
Nýsköpunarmiðstöð Íslands

Ágrip

Teknar eru saman niðurstöður mælinga á Grundartanga og í Hvalfirði fyrir árið 2013. Mælt var á tveimur mælistöðvum þetta árið. Mælistöð við Kríuvörðu, skammt norðaustan verksmiðjувæðisins er rekin allt árið. Stöð á Stekkjarási við Akrafjall var rekin tímabilið apríl-okt. Starfsemi Norðuráls og Elkem er svipuð og frá árinu 2008 eftir nokkrar breytingar og aukningu áranna þar á undan. Nokkur aukning er þó á starfsemi fleiri fyrirtækja á Grundartanga. Í megindráttum er mæld mengun í samræmi við það sem búast má við miðað við framleiðslumagn á Grundartanga og spár sem hægt er að gera út frá mæliröðum fyrri ára.

Veðurgögn

Tíðarfar var lengst af hagstætt en þó taldist vorið fremur óhagstætt víða um landið norðan- og austanvert og sumarið var lakara sunnanlands heldur en verið hefur um alllangt skeið. Ársmeðalhiti á veðurstöð á Grundartanga mældist 5,5°C og vindhraði um 6,5 m/s. Á Kríuvörðu mældist ársmeðalhiti 4,9°C og vindhraði 5,3 m/s. Meðalhiti á Grundartanga á tímabilinu apríl – október mældist 7,6°C, meðalvindhraði 5,9 m/s, og algengasta átt var austnorðaustanátt yfir tímabilið apríl – október. Á Kríuvörðu mældist meðalhiti á sama tímabili 7,1°C og vindhraði 4,8 m/s. Austanáttir reiknast vera ráðandi ríflega helming tímabilsins eins og jafnan áður.

Svifryk

Meðaltöl ársins PM₁₀ fyrir apríl-okt eru 9,2 µg/m³ á mælistöðinni á Stekkjarási (VG). Ryk mældist lægra en mörg undanfarin ár við Stekkjarás. Ástæður þessa eru líklega þær að sumarið var mun úrkomusamara en næstu ár á undan en umferðarryk er töluvert í grennd við þessa stöð í þurrum árum frá nærliggjandi malarvegi.

Ryk er mun lægra á Kríuvörðu og meðaltöl reiknast þau sömu og 2012, en PM₁₀ mældist 6,5 µg/m³ og PM_{2,5} mældist 4,5 µg/m³. Rykrósinn er svipuð þeirri frá fyrra ári og hæstu meðaltalsgildin koma fram í suðvestanátt. Hæstu meðalgildi dags eru PM₁₀ 28 µg/m³ og PM_{2,5} 40 µg/m³ og engir dagar mældust yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m³) í PM₁₀. Hæstu stundargildi eru PM₁₀ 63 µg/m³ og PM_{2,5} 65 µg/m³. Þess ber að geta að um fimmtung ársins vantaði í mælimengi PM₁₀ og um fjórðung í PM_{2,5}.

Brennisteinn

Brennisteinstvíoxíð á Stekkjarási mælist 3,8 µg/m³ sem er með lægra móti miðað við undanfarin ár. Meðaltal sama tímabils (apríl - október) á Kríuvörðu er 7,1 µg/m³ fyrir SO₂ mælt með flúrljómun í rauntímamælingu, en mælingar lágu niðri 29.5-6.8 vegna bilunar. Meðaltalið er 5,3 µg/m³ mælt á síur. Heildarmæling (ryk+gas) á brennisteini reiknað sem SO₂ á síur á Kríuvörðu mælist 5,7 µg/m³. Meðaltal SO₂ mælt með sjálfvirkum hætti á Stekkjarási fyrir tímabilið 15.júlí út árið mældist 3,3 µg/m³. Á sama tímabili mælist SO₂ 8,0 µg/m³ á Kríuvörðu.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs varð 7,0 µg/m³ á Kríuvörðu en var 8,5 µg/m³ árið 2012. Hæsta meðaltal klukkustundar á árinu á Kríuvörðu var 208 µg SO₂/m³ sem er undir heilsuverndarmörkum (350 µg/m³). Hæsta meðaltal dags mældist 108 µg SO₂/m³ en alls mælast 9 dagar á Kríuvörðu yfir gróðurverndarmörkum og lægri heilsuverndarmörkum (50 µg/m³) sem er minna en á síðastu 2 árum en þá var 15 og 21 dagur yfir mörkum. Því miður vantar 70 daga í mælimengi ársins þannig að árið í ár er ekki vel samanburðarhæft.

Flúor

Flúorgildi í lofti eru mæld á vaxtartímabili gróðurs frá síðari hluta apríl til og með loka október 2013. Meðaltöl ársins eru 0,07 $\mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Stekkjarási og 0,22 $\mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Kríuvörðu. Flúorgildi á Kríuvörðu eru ívið hærri en árin á undan, líklega vegna aukinna tíðni vestanáttu í júlí og ágúst.

Efnainnihald í úrkomu

pH meðalgildi á Stekkjarási (VG) er 4,6 í úrkomu og flúormagn í úrkomunni var 11 mg/m^2 og $\text{SO}_4\text{-S}$ 126 mg/m^2 . Einu sýni var sleppt í útreikningi meðaltals, sakir mengunar. Á Kríuvörðu (KV) var pH meðalgildið 4,4 í úrkomu, flúormagn mældist 17 mg/m^2 og $\text{SO}_4\text{-S}$ 127 mg/m^2 . Flúorgildi eru ekki há og pH gildi eru með lægsta móti.

PAH efni í svifryki

Mæld voru PAH16 efni í svifryki sem safnað var á Stekkjarási og Kríuvörðu. Mörk fyrir andrúmsloft í Evrópu miða við styrk PAH-efna í PM10-ögnum. Heildarmeðaltal PAH16 var 0,04 ng/m^3 á tímabilnu, þar af mældist bensó(a)þýrene undir 0,002 ng/m^3 . Um mjög lágan styrk er að ræða. Aðeins eru mörk fyrir BaP og umhverfismörk eru 1 ng/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 þremur árum af fimm). Allar niðurstöðurnar þessa sex mánuði eru undir 1% af lægri viðmiðunarmörkunum eða á bilinu 0,3-1,7 pg/m^3 .

Tafla	Samantekt Kríuvarða				
	Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
Svifryk	PM10 μm	PM 2,5 μm	Fjöldi skipta yfir mörk	Mörk	
Ársmeðaltal**	(6,5)	(4,5)		20	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	28	40	0	50 (7)*	Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	63	65			
Brennisteinstvíoxíð	SO₂				
Ársmeðaltal**	(7,0)			20	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	108		9	125/50	Hlsv./Grvm.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	208			350	Heilsuv.m.
Brennisteinsvetni	H₂S				
Ársmeðaltal	0,7			5	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	9,6			50 (5)	Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	28				
Flúor	HF	Fryk	Falls		
Ársmeðaltal**	0,19	0,03	0,22	0,3	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi			1,33		(Norsk v.m.)
(af 30 dagsgildum)					
Nituroxíð	NO₂	NO	NO_x	NO₂	
Ársmeðaltal	1,1	0,1	1,2	30	Hlsv./Grvm.
Hæsta dagsgildi	7	2	8	75(7)	Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	28	15	38	110(175)/ 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

Efnisyfirlit

Ágrip.....	1
1. Inngangur.....	5
2. Mælistöðvar og mælipættir.....	5
3. Niðurstöður.....	7
Veðurgögn ársins.....	7
Svifryk, söfnun á síur (PM ₁₀ Hi-vol).....	9
Brennisteinn.....	11
Flúor.....	14
Efnainnihald í úrkomu.....	16
Fjölhringa vetniskolefni (PAH).....	17
4. Samantekt.....	20
Heimildir.....	21
Viðauki 1 Samanteknar niðurstöður.....	23

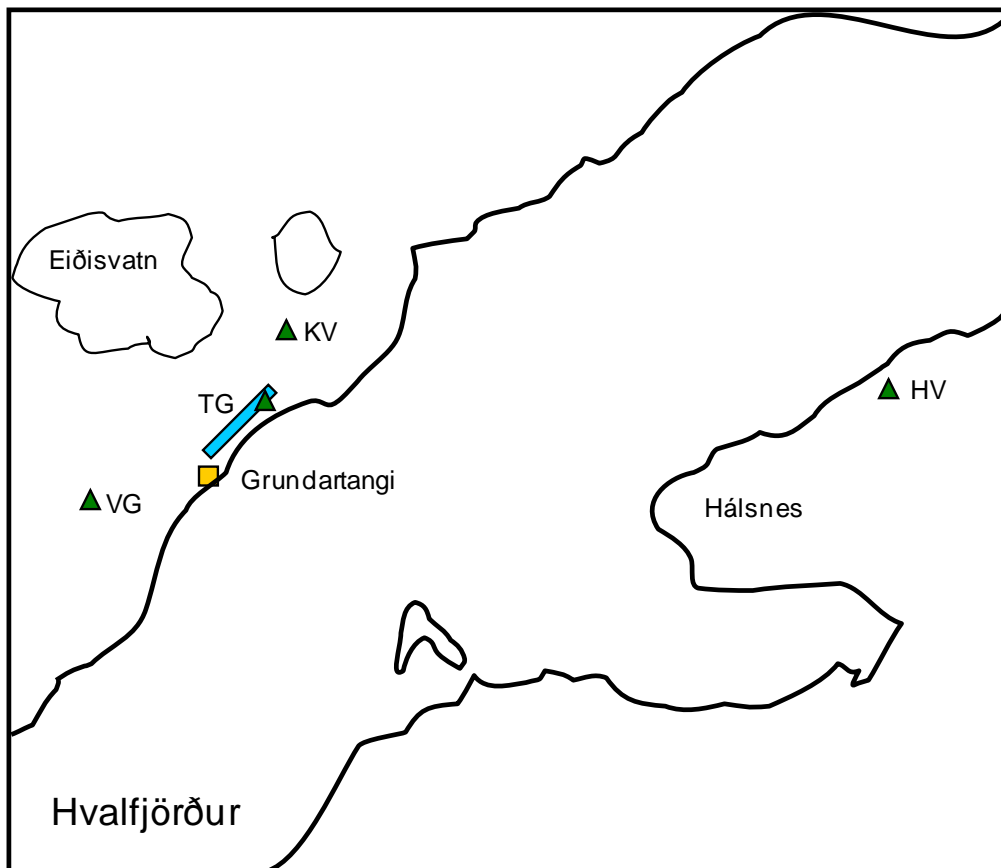
1. Inngangur

Loftgæðamælingar á Grundartanga og í Hvalfirði

Fjallað er um niðurstöður loftgæðamælinga fyrir árið 2013. Að jafnaði hefur umfjöllunin verið bundin við tímabilið síðari hluta apríl til og með október, en með nýlegri mælistöð á Kríuvörðu eru mælingar samfelldar árið um kring á flestum mælipáttum, þó ekki flúor. Mælingar þessar eru hluti af umhverfissóknnum vegna iðjuvera Norðuráls og Elkem Íslands á Grundartanga. Mælingar þessar eru unnar af Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, fyrir Norðurál og Elkem Ísland.

2. Mælistöðvar og mælipættir

Mælt var á tveimur mælistöðvum þetta árið. Mælistöð við Kríuvörðu, skammt norðaustan verksmiðjussvæðisins er rekin allt árið. Stöð á Stekkjarási við Akrafjall var rekin tímabilið apríl-okt, en stöð á Hálsnesi sunnan Hvalfjarðar var ekki í rekstri þetta árið skv. vöktunaráætlun. Stöð á túni við Smáholt (TG) hefur verið lögð niður.



Kríuvörða

Á stöðinni að Kríuvörðu eru samfelldar 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). Mælingarnar eru jafnframt aðgengilegar á vefsíðu. Flúor er mældur með svipuðum hætti og áður, þ.e. safnað er á síur í 1 og 5 daga í senn á tímabilinu apríl - október. Mæld eru PAH16 efni í svifryki sem safnað er á svifrykssafnara á 6 daga

fresti og skipt um síu mánaðarlega. Á stöðinni eru gerðar vind- og veðurmælingar. Vind- og veðurgögnum er líka safnað á veðurstöð við Grundartangahöfn.

Stekkjjarás

Mæliþættir í lofti á eldri stöðvum hafa verið og eru: Svifryk, flúoríð í ryki og gaskennt flúoríð, brennisteinn í ryki og sem gaskennt SO₂-S. Einnig er mælt klóríð, nítrat, súlfat, flúoríð og pH í úrkomusýnum sem safnað er yfir mánaðartímabil. Svifryki er safnað á 6 daga fresti á síu, sem skipt er um mánaðarlega. Í þessum sýnum frá Stekkjarási voru jafnframt mæld PAH16 efni þetta árið. Af flúor og brennisteini eru tekin 1 dags (24 st. samfelld) og 5 daga sýni (12 mín. á hverri klst.) til skiptis og mæld á vaxtartímabili gróðurs frá apríl til október 2013.

Til einföldunar og samræmis verður magn brennisteinstvíoxíðs gefið upp sem slíkt í þessari skýrsluumfjöllun, þ.e. SO₂ en ekki sem SO₂-S eins og hefð hefur 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

Í fyrri skýrslum hefur jafnan einungis verið fjallað um tímabilið apríl-október, sem hefur hingað til verið skilgreint sem vöktunartímabil í umhverfismörkunaráætlun iðjuveranna á Grundartanga. Nú er stöðin á Kríuvörðu í gangi árið um kring og í umfjöllun um þá stöð er þegar það á við miðuð við allt árið. Þó eru flúormælingar áfram einungis gerðar á vaxtartímabili gróðurs eins og áður, þ.e. í apríl-október. Og samanburði milli ára og við aðrar stöðvar er haldið við apríl-október.

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.

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

Flúor alls Summa rykkennt og gaskent flúoríðs

PAH16 Fjölríngi arómatísk vetniskolefni, hér mæld í svifryki PM₁₀.

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 (PM₁₀ og PM_{2,5}). Skýrslur um umsjón búnaðar og kvörðun eru fyrirliggjandi (1). Rekstur sjálfvirks búnaðar á Kríuvörðu var ekki án töluverðra hnökra, bilanir urðu í bæði PM_{2,5} svifryksmæli og SO₂/H₂S mæli sem ollu því að færa þurfti þessi tæki til viðgerðar um 2-3 mánaða skeið. Þá komu fram gallar í mælingu beggja PM tækja sem svo var lagfært með hugbúnaðaruppfærslu.

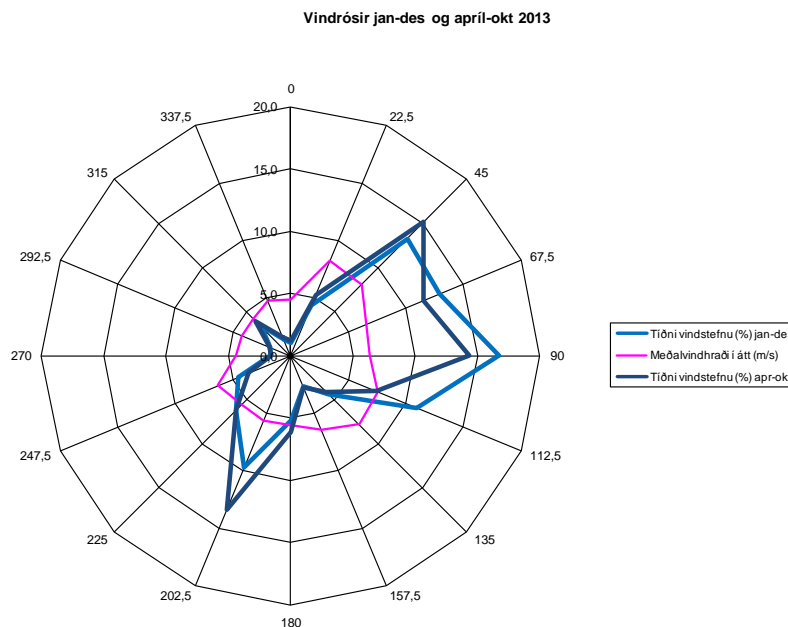
Rafræn gögn frá Kríuvörðu og Grundartangahöfn :

Nýtt var gagnasafnið af vefsíðu og 10 mínútna grunnmælingar og klukkustundar-meðaltöl eins og þau liggja fyrir á vefsíðunni notuð 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. Einnig eru gerðar lítilsháttar leiðréttingar á núllstöðu mælinga á nituroxíðum, brennisteinstvíoxíði og brennisteinsvetnis og þær færðar til samræmis yfir árið. Neikvæð gildi sem koma fram vegna óvissuflökts í mælingu eru látin standa, enda eðlilegur hluti mælingar. Þessar leiðréttingar á núllstöðu eru undir reiknuðum greiningarmörkum tækjanna en eru greinanlegar yfir lengri tímabil og geta skipt máli þegar meðalmæligildi eru lág. Milli þeirra gagna sem sett eru fram hér og grunnagnanna 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. Vindrós Grundartangahöfn, apríl-okt. og allt árið 2013, allar mælingar (10 mín).

Tíðarfar var lengst af hagstætt en þó taldist vorið fremur óhagstætt víða um landið norðan- og austanvert og sumarið var lakara sunnanlands heldur en verið hefur um alllangt skeið (2).

Ársmeðalhiti á veðurstöð á Grundartanga mældist 5,5°C og vindhraði um 6,5 m/s. Á Kríuvörðu mældist ársmeðalhiti 4,9°C og vindhraði 5,3 m/s. Meðalhiti á Grundartanga á tímabilinu apríl – október mældist 7,6°C, meðalvindhraði 5,9 m/s, og algengasta átt var austnorðaustanátt yfir tímabilið apríl – október. Á Kríuvörðu mældist meðalhiti á sama tímabili 7,1°C og vindhraði 4,8 m/s. Austanáttir reiknast vera ráðandi riflega helming tímabilsins eins og jafnan áður.

Óvenjuleg hlýindi voru fyrstu tvo mánuði ársins, en í öðrum mánuðum var hiti nærri meðallaginu 1961 til 1990; einna kaldast að tiltölu í apríl¹. Óvenjusnarpt kuldakast gerði um mánaðamótin apríl/maí. Sumarið var gott um landið norðaustanvert en tíð var óhagstæð um landið sunnan- og vestanvert með þrálátri úrkomu. Kalt var í september og tíð óhagstæð. Október var óvenjuþurr um landið vestanvert, vindar voru lengst af hægir. Síðasti hluti ársins var umhleyplingasamur og óvenjuúrkomusamt um landið austanvert í desember.

Mjög hlýtt var í janúar og var hann í hópi þeirra tíu hlýjustu sem mælst hafa víðast um landið. Úrkomusamt var um meginhluta landsins nema á sumum stöðvum norðvestan- og norðanlands. Febrúarmánuður var sérlega hlýr, annar til fjórði hlýjasti febrúar frá upphafi mælinga. Úrkomusamt var um landið sunnanvert og var mánuðurinn sums staðar sá úrkomusamasti frá upphafi mælinga. Tíðarfar taldist fremur hagstætt í mars að undanskildum nokkrum dögum snemma í mánuðinum. Þá gerði talsverða frosthörku og slæm hríð gekk yfir meginhluta landsins. Eftir þetta batnaði tíð og síðari hluti mánaðarins var hagstæður, vindur lengst af hægur og úrkoma lítil. Aprílmánuður var kaldur á landinu. Kaldast var inn til landsins á norðaustan- og austanverðu landinu. Fyrstu fjórir dagarnir voru hlýir en síðan ríkti kuldatíð. Þurr og sólríkur suvestanlands. Tíðarfar í maí var nærri meðallagi á landinu að slepptum fyrstu dögnum sem voru óvenjukaldir.

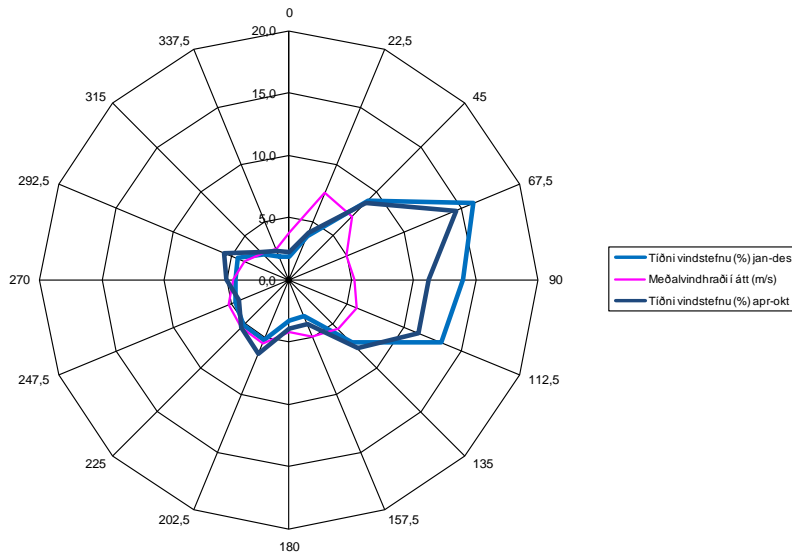
Hlýtt var í júní og tíðarfar telst hagstætt að því undanskildu að sólarlítið var um landið suðvestanvert og úrkoma þar yfir meðallagi. Þurrt var um landið norðan- og austanvert. Tíð í júlí var óhagstæð um landið sunnan- og vestanvert lengi fram eftir mánuðinum, með úrkomu og sólarleysi, en batnaði þá og varð síðasti þriðjungur mánaðarins hagstæður. Um landið norðaustan- og austanvert var tíð lengst af hagstæð. Úrkoma nokkuð yfir meðallagi suðvestanlands. Tíð í ágúst var lengst af óhagstæð um landið sunnan- og vestanvert með þrálátri úrkomu og þungbúnu veðri. Mun hagstæðara tíðarfar ríkti um landið norðan- og austanvert.

Hiti í september var nærri meðallagi árána 1961 til 1990, en víðast hvar rúmlega 1 stigi undir meðallagi síðustu tíu ára. Úrkomusamt var á landinu. Hiti á landinu í október var í meðallagi árána 1961 til 1990, eða rétt undir því. Mánuðurinn var með allra þurrasta móti um landið suðvestanvert. Aftur á móti var úrkoma með meira móti um landið norðaustanvert. Vindar voru hægir. Tíð var rysjótt í nóvember. Venju fremur kalt var í kringum miðjan mánuð en síðasta vikan var mjög hlý. Úrkoma var yfir meðallagi um meginhluta landsins, þó ekki norðanlands. Tíð var óróleg í desember. Mikið kuldakast gerði snemma í mánuðinum, en annars var hiti ekki langt frá meðallagi. Úrkoma var undir meðallagi suðvestanlands en annars yfir því, langmest þó á Austfjörðum.

Sjá má hér að undir vindrós frá Kríuvörðu fyrir tímabilið apríl-okt og allt árið 2013. Munurinn er á vindrósum á Grundartanga og Kríuvörðu er sá, að á Kríuvörðu virðist svolítið skjól fyrir beinni suðvestanátt og á því er sú skýring líklegust að álverið skýli fyrir suðvestanvindi sem kemur þá í staðinn að stöðinni úr vestri. Sá vestanvindur kann raunar að vera að hluta upprunninn úr vindstreng sem kæmi norðan megin Akrafjalls í suðvestanátt. Lítil munur er á vindrós tímabilsins apríl-október og vindrós alls ársins eins og sjá má.

¹ Veðurlýsing af vef Veðurstofu Íslands, nokkuð stytta.

Vindrósir jan-des og apríl-okt 2013



Mynd 2. Vindrós Kríuvörðu, apríl-okt og allt árið 2013, allar mælingar (10 mín).

Svifryk, söfnun á síur (PM₁₀ Hi-vol)

Mælt mánaðarmeðaltal og fyrri ársmeðaltöl stöðvanna þriggja má sjá hér í töflu:

Mán.	Mánaðarmeðaltöl svifryks ² í µg/m ³			
	Hálsnes HV PM10	Tún TG PM10	Vatnsth.VG PM10	Vatnsth. betagr. VG
Apríl – okt. '00	6,3	8,1	7,8	(4,2)
Apríl – okt. '01	5,5	6,4	6,9	5,6
Apríl – okt. '02			8,4	(8,8)
Apríl – okt. '03	6,7	7,4	8,8	
Apríl – okt. '04			10,6	15,5
Apríl – okt. '05			15,4	
Apríl – okt. '06	7,6	13,7	13,5	(15,9)
Apríl – okt. '07			14,2	
Apríl – okt. '08			13,6	
Apríl – okt. '09	11,1		14,3	
		Kríuvarða KV, PM10	Kríuvarða KV, PM2,5	
Apríl – okt. '10		7,1	3,9	13,7
Apríl – okt. '11		6,1	4,3	11,4
Apríl – okt. '12	9,4	6,5	4,5	13,3
Apríl – okt. '13		6,5	4,5	9,2
2013				
Apríl				
Maí		6,1	4,1	8,4
Júní		7,0	5,7	8,9
Júlí		7,3	6,2	11,0
Ágúst		5,3	4,9	11,2
Sept.		8,1	2,6	9,6
Okt.		4,0	2,4	6,0

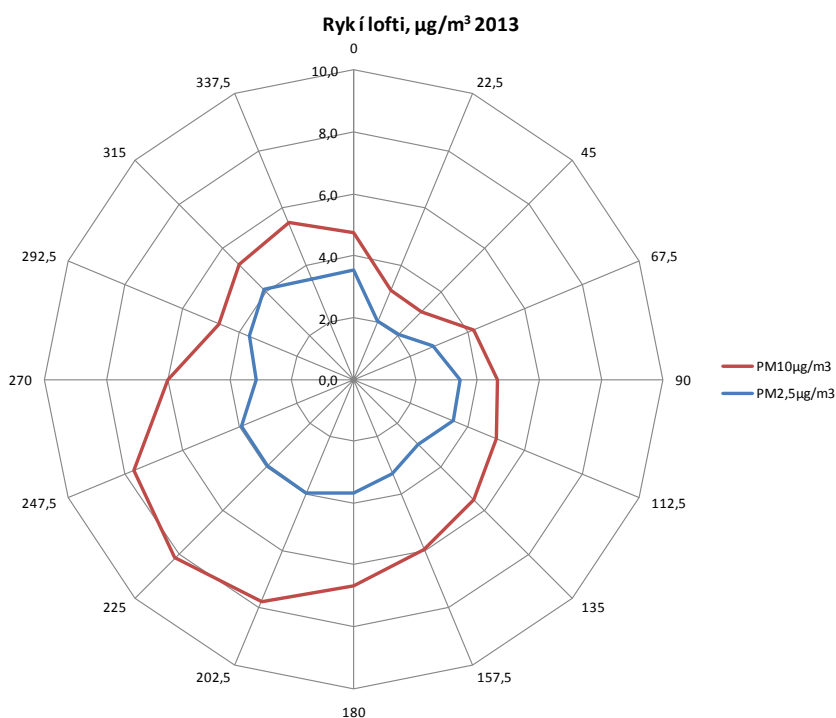
² Gögn frá heilum mánuðum eða tímabili ekki alltaf fyrirliggjandi, gefið til kynna með gildi í sviga.

Ryk mældist lægra en mörg undanfarin ár við Stekkjarás. Ástæður þessa eru líklega þær að sumarið var mun úrkomusamara en næstu ár á undan en umferðarrik er töluvert í grennd við þessa stöð í þurrum árum frá nærliggjandi malarvegi.

Ryk er mun lægra á Kríuvörðu og meðaltöl mjög svipuð og árin 2011 og 2012. Rykrósinn er svipuð þeirri frá fyrra ári og hæstu meðaltalsgildin koma fram í suðvestanátt. Hæstu meðalgildi dags eru PM_{10} $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $PM_{2,5}$ $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og engir dagar mældust yfir heilsuverndarmörkum ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) í PM_{10} . Hæstu stundargildi eru PM_{10} $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $PM_{2,5}$ $65 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Þess ber að geta að um fimmtung ársins vantaði í mælímengi PM_{10} og um fjórðung í $PM_{2,5}$.

Í þessum skýrslum hefur jafnan verið haldið fram að venjubundin starfsemi á verksmiðjussvæðinu á Grundartangi sé ekki veruleg uppspretta svifryks en þetta ár eins og næsta ár á undan mælast hæstu gildin dreift í suðvestri, sem líklegast tengist verksmiðjussvæðinu. Gildin eru ekki mjög há sem mælast á Kríuvörðu, en munurinn er ríflega tvöfaldur á lofti í suðvestanáttum og lofti úr norðaustanátt.

Rétt er að geta þess að mæliaðferðir eru mjög ólíkar á Stekkjarási og Kríuvörðu. Safnað er á síur á sex daga fresti á Stekkjarási, en samfelld þoka- og betagreining á Kríuvörðu. Hér undir má sjá úrvinnslu úr mælingum á Kríuvörðu.



Mynd3. Rykrós Kríuvörðu, jan-des. 2013, klst mælingar

Brennisteinn

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

Tafla 2	Mánaðarmeðaltöl ³ SO ₂ ⁴ (gask.) í lofti í µg/m ³				
	Hálsnes HV	Tún TG		Vatnsth. VG	Írafoss
Tímabil	síur	síur		síur	síur
Apríl – okt. '00	0,20	0,96		2,36	0,26
Apríl – okt. '01	0,28	1,54		2,56	0,22
Apríl – okt. '02				2,38	0,26
Apríl – okt. '03	0,86	1,26		2,64	0,28
Apríl – okt. '04				2,56	0,22
Apríl – okt. '05				2,02	0,24
Apríl – okt. '06	0,32	2,48		5,26	0,18
Apríl – okt. '07				4,42	0,24
Apríl – okt. '08				5,92	
Apríl – okt. '09	0,94			6,72	
		Kríuvörða	Kríuvörða	Vatnsth.	Vatnst.
		KV†, síur	KV‡, flúrlj.	VG†, síur	VG‡, flúrlj.
Apríl – okt. '10		3,18		6,40	
Apríl – okt. '11		4,79	6,74	7,26	
Apríl – okt. '12	1,16	4,92	6,21	5,55	
Apríl – okt. '13		5,27	(7,08)	3,83	(3,25)
2013					
Apríl		2,5	1,7	1,9	
Maí		8,3	7,9	9,1	
Júní		4,9		3,5	
Júlí		7,5		2,1	(3,1)
Ágúst		7,5	13,1	2,5	5,0
Sept.		4,2	10,1	1,8	1,7
Okt.		2,1	2,5	1,9	3,1
Nóv.			7,3		3,0
Des.			7,7		5,0

† Mæling á síur

‡ Mæling flúrljómun, samfelld

Brennisteinstvíoxíð er nú mælt með tvennum hætti, bæði á Kríuvörðu og Stekkjarási. Annars vegar er því safnað á síur (þær sömu og flúor er líka mældur í) og svo er SO₂ mælt með flúrljómun í sjálfvirkum tækjabúnaði. Settur var upp slíkur búnaður um sumarið á Stekkjarási, sams konar og verið hefur á Kríuvörðu.

Brennisteinstvíoxíð á Stekkjarási mælist 3,8 µg/m³ sem er með lægra móti miðað við undanfarin ár. Meðaltal sama tímabils (apríl - október) á Kríuvörðu er 7,1 µg/m³ fyrir SO₂ mælt með flúrljómun í rauntímamælingu, en mælingar lágu niðri 29.5-6.8 vegna bilunar. Meðaltalið er 5,3 µg/m³ mælt á síur. Heildarmæling (ryk+gas) á brennisteini reiknað sem SO₂ á síur á Kríuvörðu mælist 5,7 µg/m³. Meðaltal SO₂ mælt með sjálfvirkum hætti á Stekkjarási fyrir tímabilið 15.júlí út árið mældist 3,3 µg/m³. Á sama tímabili mælist SO₂ 8,0 µg/m³ á Kríuvörðu.

Nokkur munur er sem fyrr á mælingum á síur og sjálfvirkum mælingum. Samkvæmni verður þó mun betri ef borin eru saman nákvæmlega sömu dagar og sama mælitímabil og síumælingar dagvegna (1 og 5 dagar) en ekki tekið einfalt meðaltal

³ Gögn frá heilum mánuðum ekki alltaf fyrirliggjandi – gefið til kynna með sviga

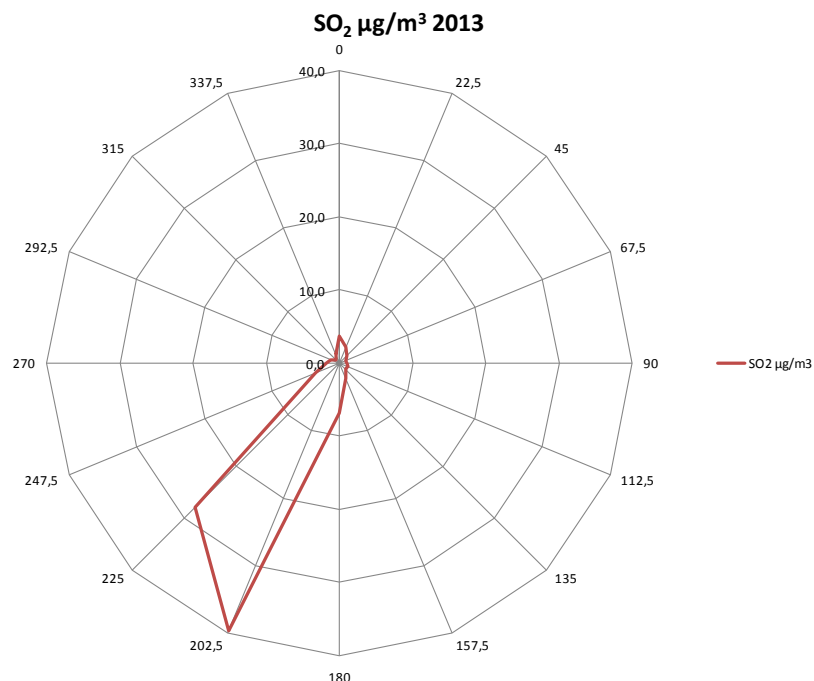
⁴ Gefið upp nú sem SO₂, en ekki SO₂-S eins og í fyrri skýrslum

af síunum. Þá fæst t.d. að meðaltal daga mælt með sjálfvirkum hætti á Kríuvörðu er $6,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og meðaltal sömu daga mælt á síur er SO_2 gask. $6,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ef sömu dagar eru bornir saman á Stekkjarási með sama hætti fæst að meðaltal sjálfvirku mælingarinnar er $2,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en meðaltal SO_2 gask. á síum er $3,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

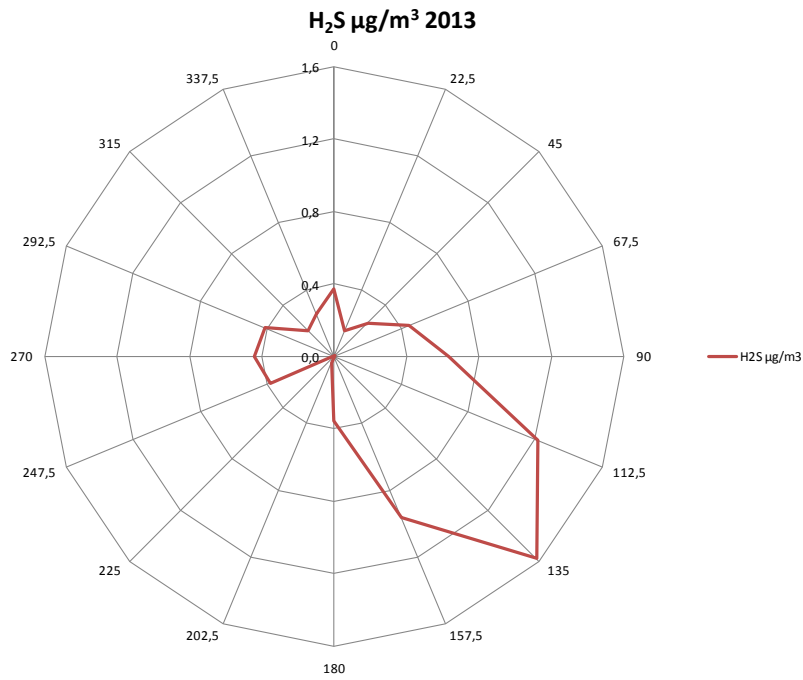
Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs varð $6,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á Kríuvörðu en var $8,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ árið 2012. Hæsta meðaltal klukkustundar á árinu á Kríuvörðu var $208 \mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2/m^3 sem er undir heilsuverndarmörkum ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal dags mældist $108 \mu\text{g}/\text{m}^3$ SO_2/m^3 en alls mælast 9 dagar á Kríuvörðu yfir gróðurverndarmörkum og lægri heilsuverndarmörkum ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) sem er minna en á síðastu 2 árum en þá var 15 og 21 dagur yfir mörkum. Því miður vantar 70 daga í mælímengi ársins þannig að árið í ár er ekki vel samanburðarhæft.

Meðaltal loftkennds brennisteinsvetnis (H_2S) á mælistöðinni er $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sem er svipað og árin á undan. Hæsta meðaltal klukkustundar var $28 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sem er undir tilkynningaskyldum aðvörunarmörkum ($150 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal dags mældist $9,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sem er vel undir heilsuverndarmörkum ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Meðaltal H_2S mælt með sjálfvirkum hætti á Stekkjarási fyrir tímabilið 15.júlí út árið mældist $0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og alveg það sama fyrir sama tímabil á Kríuvörðu.

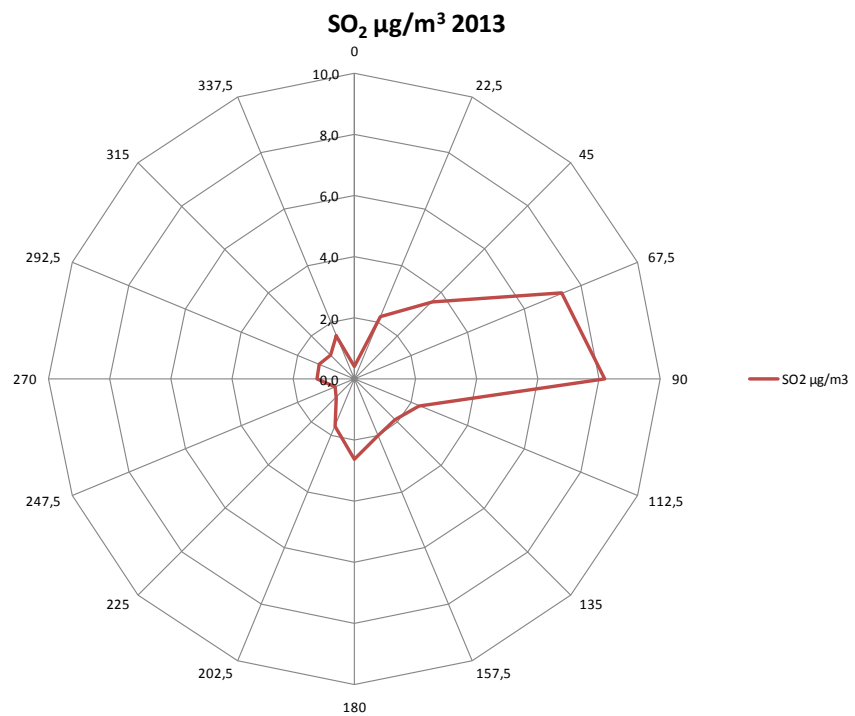
Uppsprettuáttir brennisteinstvíoxíðs og brennisteinsvetnis eins og þær mælast á Kríuvörðu má sjá hér undir. Brennisteinstvíoxíðið kemur úr suðsuðvestanátt frá verksmiðjusvæðinu og brennisteinsvetnið kemur að suðaustan frá jarðhitasvæðum Reykvíkinga. Þessar efnastyrksrósir eru í öllum atriðum alveg sambærilegar og fyrir niðurstöður.



Mynd 4a. Mælingar á Kríuvörðu, jan-des. 2013, klst gögn.



Mynd 4 b. Mælingar á Kríuvörðu, jan-des. 2013, klst gögn.



Mynd 4c. Mælingar á Stekkjarási, 15.júlí-31.des. 2013, klst gögn.

Hér má sjá efnastyrksrós brennisteinstvíoxíðs á Stekkjarási. Uppsprettuáttin er í austri, ætti að vera í háaustri miðað við afstöðu verksmiðjanna til stöðvarinnar. Vindmæling er ekki gerð á Stekkjarási heldur notast við vindgögn frá Kríuvörðu.

Flúor

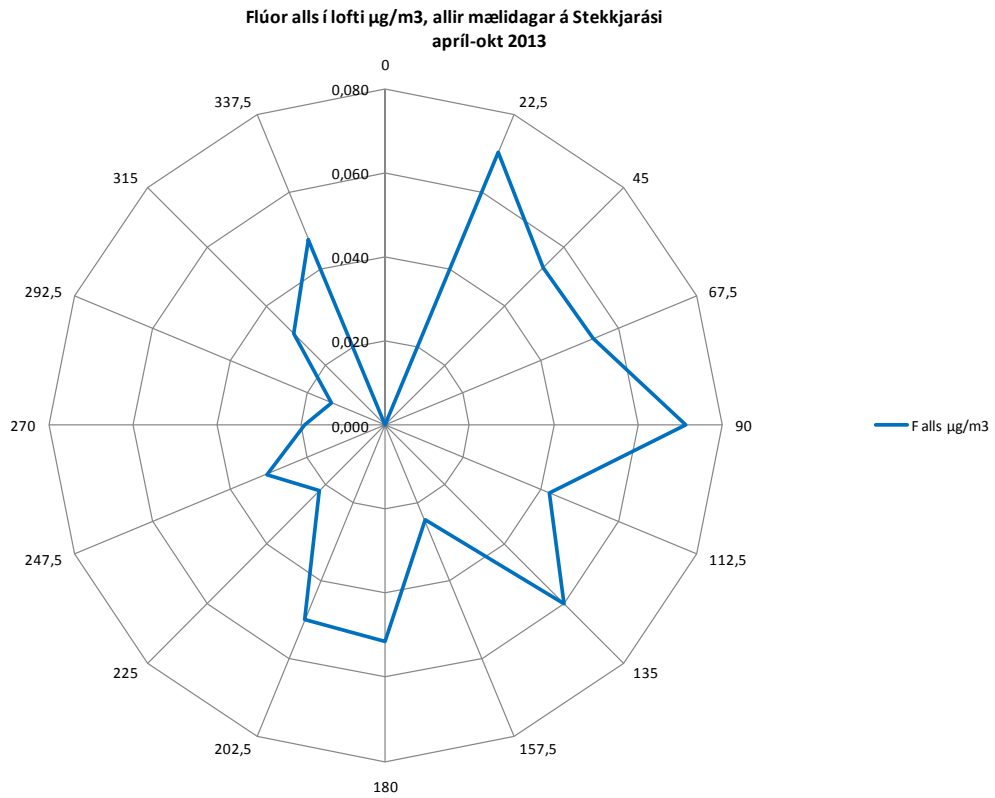
Mánaðarmeðaltöl á heildarflúor í lofti má sjá í töflunni hér neðar.

Tímaabil	Mánaðarmeðaltöl ⁵ flúors (alls) í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$		
	Hálsnes HV	Tún, Gr.tanga TG	Vatnst.-hús VG
Apríl – okt. '00	0,03	0,08	0,06
Apríl – okt. '01	0,03	0,09	0,05
Apríl – okt. '02			0,07
Apríl – okt. '03	0,02	0,03	0,03
Apríl – okt. '04			0,05
Apríl – okt. '05			0,06
Apríl – okt. '06	0,09	0,40	0,21
Apríl – okt. '07			0,09
Apríl – okt. '08			0,09
Apríl – okt. '09	0,02		0,08
		Kríuvarða KV	
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
2013			
Apríl		(0,06)	(0,04)
Maí		0,21	0,11
Júní		0,18	0,06
Júlí		0,32	0,03
Ágúst		0,38	0,12
Sept.		0,20	0,03
Okt.		0,13	

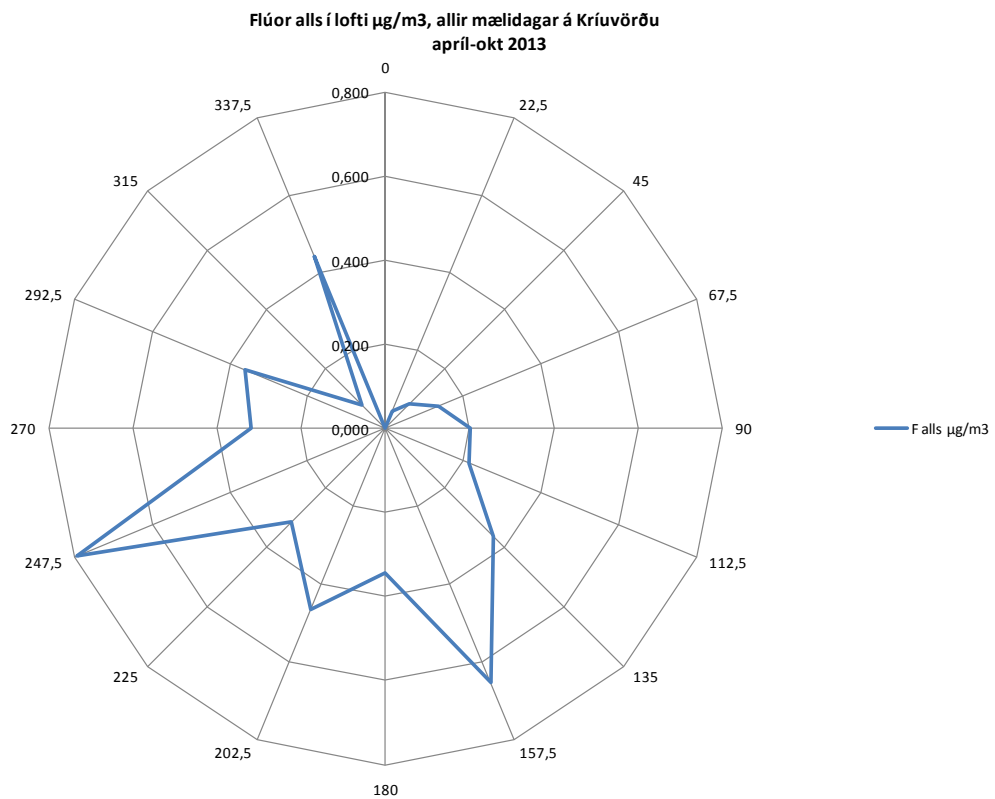
Meðaltöl ársins eru þá 0,07 $\mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Stekkjarási og 0,22 $\mu\text{g F}/\text{m}^3$ á Kríuvörðu. Hærra gildi á Kríuvörðu skýrist sennilega af svolítið aukinni tíðni á suðvestanáttum í júlí og ágúst, miðað við undanfarin ár, en þessir mánuðir mælast hæstir.

Mismunur er nokkur á þessum stöðvum og liggur meginmunur í mælingu á gaskenndu flúoríði, sem er mun hærra á stöðinni við Kríuvörðu. Þá er misjafnt að sjálfsögðu í hvaða vindátt flúormengunar gætir á stöðvunum. Hærra mæligildi á flúor á Stekkjarási koma fram í austanáttum en Kríuvarða liggur nokkuð beint við suðvestanátt frá álverinu og hæstu gildin mælast í sunnan og suðvestanáttum. Dreifing á mæligildum eftir vindáttum allra mælidaga (1+5 daga gildi) sýnir þetta þokkalega þrátt fyrir að reikna megi með miklum breytileika í vindátt í 5 daga sýnum. Allhá gildi í norðnorðvestanátt stafa af því að flokkun heilla daga í eina vindátt er mjög gróf flokkun.

⁵ Gögn frá heilum mánuðum ekki alltaf fyrirbyggjandi



Mynd 5. Mælingar flúors á Stekkjarási, apríl-okt. 2013, allir mældagar (120) flokkaðir í vindátt



Mynd 6. Mælingar flúors á Kríuvörðu, apríl-okt. 2013, allir mældagar (180) flokkaðir í vindátt

Efnainnihald í úrkomu

Mæligildi hvers mánaðar fyrir SO₄-S, pH og F má sjá í töflu 4. Gegnum árin hafa þessi mæligildi verið mjög sveiflukennd enda sýnatökubúnaðurinn mjög einfaldur. Þannig geta sýni verið nokkuð menguð á köflum af flugu og frjókornum í góðviðri.

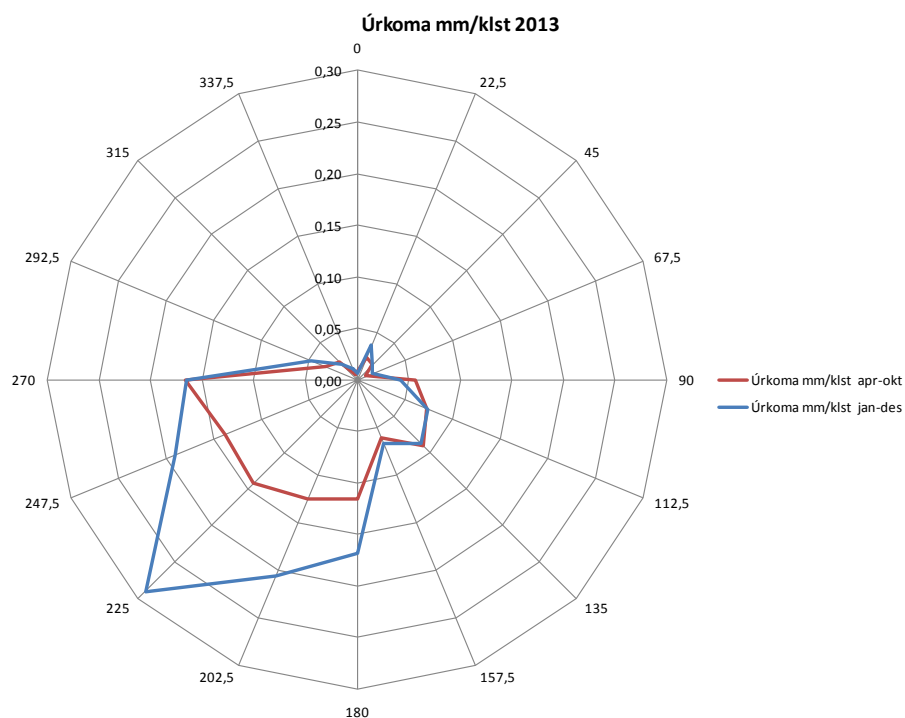
Mán.	Mánaðarmeðaltal SO ₄ -S, pH og F í úrkomu (SO ₄ -S og F í mg/m ²)								
	Hálsnes HV			Tún, Gr.tanga TG			Vatnst.-hús VG		
	SO ₄ -S	pH	F	SO ₄ -S	pH	F	SO ₄ -S	pH	F
Apríl – sept. '00	75	6,8	2	71	6,0	8	106	6,6	7
Apríl – okt. '01	70	6,2	1,6	106	5,6	20	266	6,8	28
Apríl – okt. '02							85	7,2	10
Apríl – okt. '03	210	6,9	2,4	89	6,1	9	90	6,2	9
Apríl – okt. '04							225	5,5	10
Apríl – okt. '05							88	5,7	10
Apríl – okt. '06	41	6,1	9	117	4,3	161	166	5,0	42
Apríl – okt. '07							130	5,1	19
Apríl – okt. '08							152	5,2	15
Apríl – okt. '09	95	6,0	3				203	5,5	16
				Kríuvarða KV					
Apríl – okt. '10				55	5,1	11	186	5,1	21
Apríl – okt. '11				125	4,9	23	137	5,0	13
Apríl – okt. '12	54	5,8	3	71	4,6	31	100	5,7	14
Apríl – okt. '13				127	4,4	17	126	4,6	11
2013									
Apríl-maí				102	4,20	12	89	4,48	11
Júní				82	4,62	12	67	5,00	5
Júlí				122	4,56	28	209	3,65	13
Ágúst*				277	3,84	16	(290)	(7,3)	(103)
Sept				128	4,19	20	244	4,84	22
Okt				49	5,13	16	21	5,10	3

*Ágústssýni VG ekki notað í meðaltali

Gróft mat á fylgni flúors í úrkomu við framleiðslumagn bendir til að búast megi við flúorstyrk á bilinu 15-25 mg/m² á mælistöð í vatnstankshúsi við Stekkjarás (VG). Eitt sýni sker sig úr á Stekkjarási, pH er hærra og flúor mjög hár. Sýnið var allgruggað og hugsanlega mengað af fugladriti, en flest hin sýni ársins þökkalega tær. Ef þessu sýni er sleppt úr meðaltalinu fæst að flúorstyrkur mælist að meðaltali 11 mg/m² á Stekkjarási og pH 4,6. Flúorgildi í úrkomu eru 17 mg/m² á Kríuvörðu og pH gildi 4,4.

Það kemur ekki á óvart að flúorstyrkur mælist tiltölulega lágur á Stekkjarási, úrkoma er tiltölulega mikil úr suðvestanátt sem ekki er mjög menguð þegar rignir úr henni á þeirri stöð. Hins vegar hefði mátt búast við hærra flúorgildi á Kríuvörðu, því stöðin er í þannig afstöðu frá verksmiðjувæðinu að þar má búast við mengun í sunnan- og suðvestanátt sem jafnframt er algeng úrkomuátt. Og árið 2013 féll vel yfir helmingur úrkomu í sunnan- og suðvestanáttum á tímabilinu apríl-okt og úrkoma var með meira móti en undanfarin ár. Um 25% úrkomunnar féll í austan- eða suðaustanáttum, en mengunar úr þeirri átt ætti að gæta meira á Stekkjarási.

Meðalsýrustig sýnanna á báðum stöðvum telst lágt, lægra en undanfarin ár.



Mynd 7. Úrkoma á Kríuvörðu, apríl-okt. og jan-des. 2013, klst gögn flokkuð eftir vindátt.

Fjölhringa vetniskolefni (PAH)

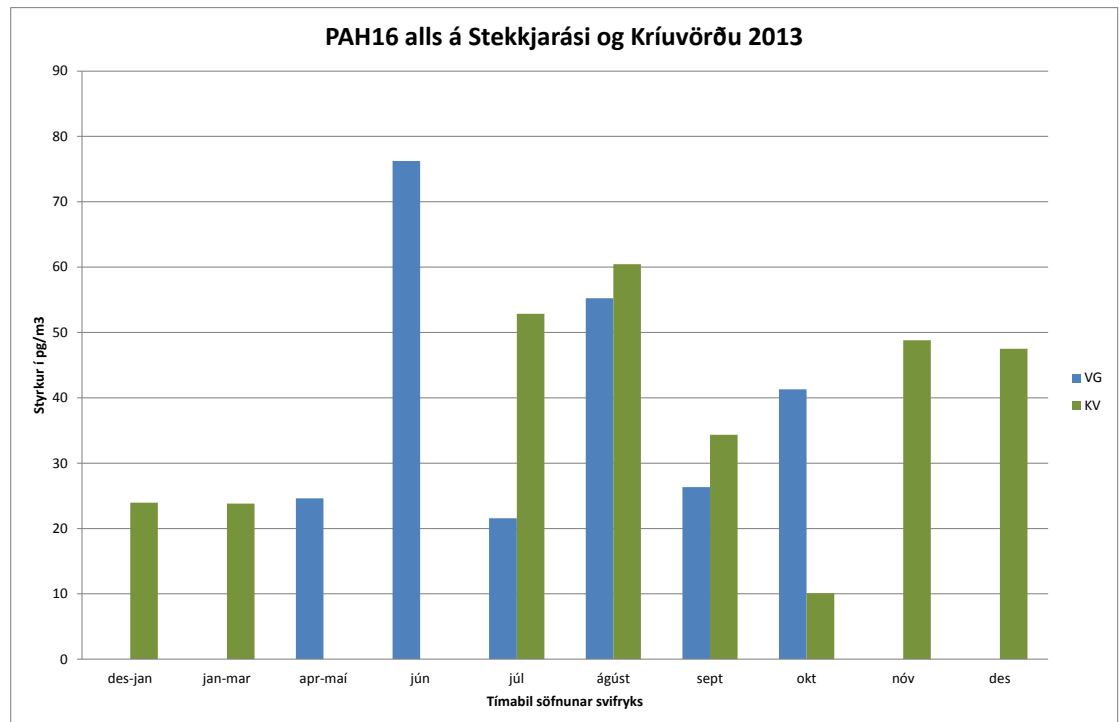
Fjölhringa arómatísk vetniskolefni (vokvetniskolefni) í lofti eru mæld í svifrykksýnum, þ.e. nokkurnvegin mánaðarlegum sýnum sem safnað er á 6 daga fresti á kvarssíur. Komið var upp mælíbúnaði á Kríuvörðu síðla árs 2012 til að safna sýnum þar, en sá búnaður var bilaður á tímabilinu í mars-júlí 2013. Því var einnig safnað á Stekkjarási á tímabilinu apríl-okt, eins og árið 2012. Í þessum síum voru mæld PAH efni í ryki, alls 14 mælingar á rekstrartíma stöðvanna á árinu. Mælt er svokallað PAH16 (EPA) mælimengi þessara efna. Niðurstöður (heildarsamtölu mælanlegra PAH16 í ng/m^3) þessara mælinga má sjá í eftirfarandi töflu:

Ár/Mán.	Árs- og mánaðarmeðaltöl dagsmælinga rykkennds PAH í lofti í ng/m^3				
	Stekkjars PAH alls	Kríuvörða PAH alls	Blankar (3) PAH alls	Stekkjars Bensó(a)-pýren BaP	Kríuvörða Bensó(a)-pýren BaP
2012	0,092		0,020		
2013	0,041	0,038	0,014		
des-jan		0,024			<0,0008
jan-mars		0,024			<0,0008
apr-maí	0,025			0,0009	
maí	0,076	0,053		<0,0008	<0,0008
jún	0,022	0,060		<0,0008	<0,0008
júl	0,055	0,034		0,0009	<0,0008
ágúst	0,026	0,010		0,0009	<0,0008
sept	0,041	0,049		0,0015	0,0017
okt		0,048			<0,0008
nóv		0,038			<0,0008

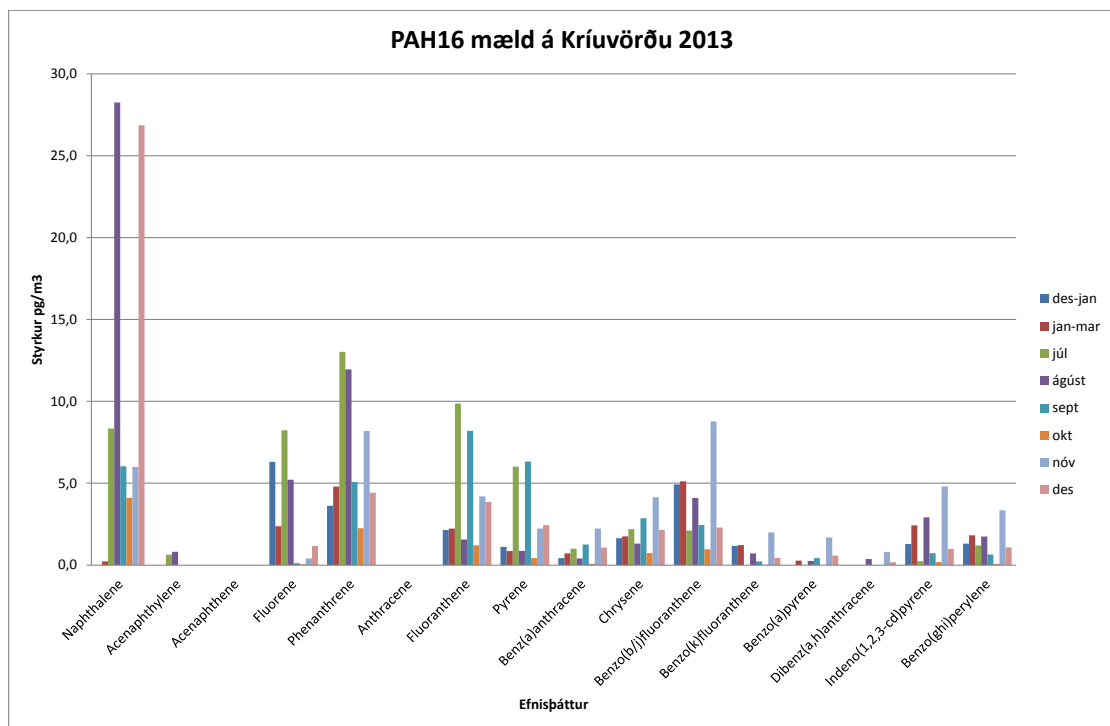
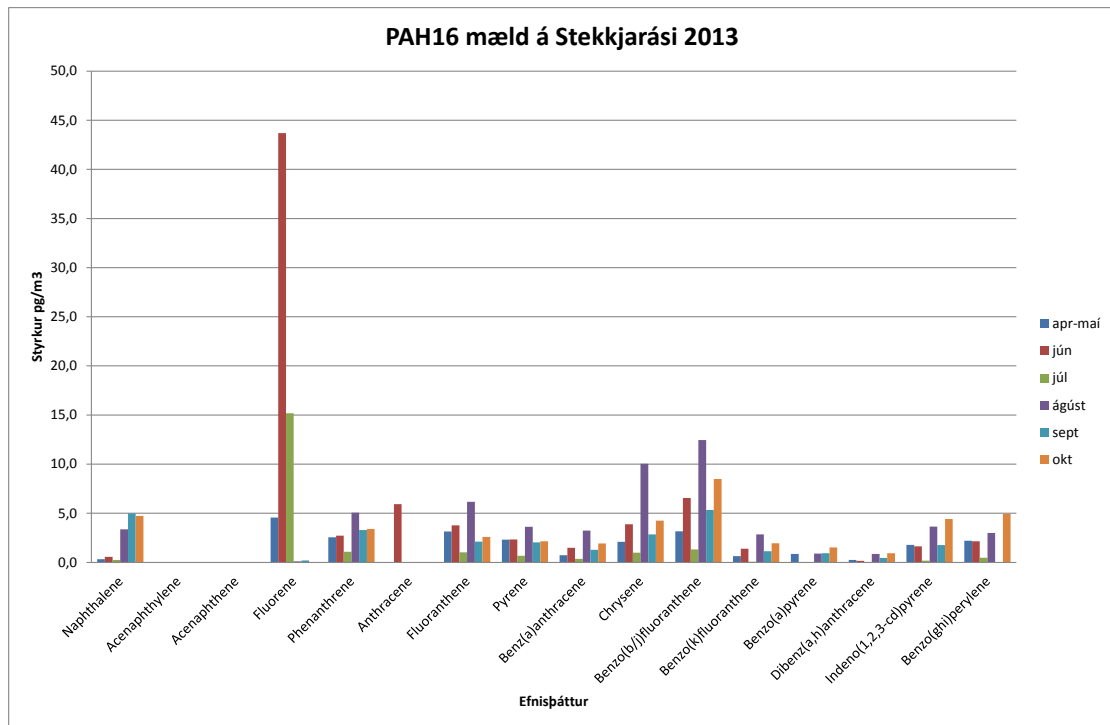
Mæling á bensó(a)þýren gefur tæplega marktæka niðurstöðu nema í einum mánuði, þ.e. í september á báðum stöðvum. Meðalblankgildi reiknast $<0,0004 \text{ ng BaP/m}^3$, greiningarmörk $0,0008 \text{ ng/m}^3$ og reiknuð magngreiningarmörk (LOQ) fyrir BaP gildið er $0,0025 \text{ ng BaP/m}^3$. Umhverfismörk fyrir BaP eru 1 ng/m^3 .

Um mjög lágan styrk er að ræða. Mörk fyrir andrúmsloft í Evrópu miða við styrk PAH-efna í PM_{10} -ögnum. Aðeins eru mörk fyrir BaP en mælst 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]þýren 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/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 þremur árum af fimm). Allar niðurstöður þessa árs eru undir 0,5% af lægri viðmiðunarmörkunum eða á bilinu $0,3\text{-}1,7 \text{ pg/m}^3$. Niðurstöður hafa tilhneigingu til að vera lægri að sumri en vetri og gæti hér komið til hærra hlutfall í gasfasa að sumri og einnig sundrun PAH-efna fyrir áhrif sólarljóss að sumri.

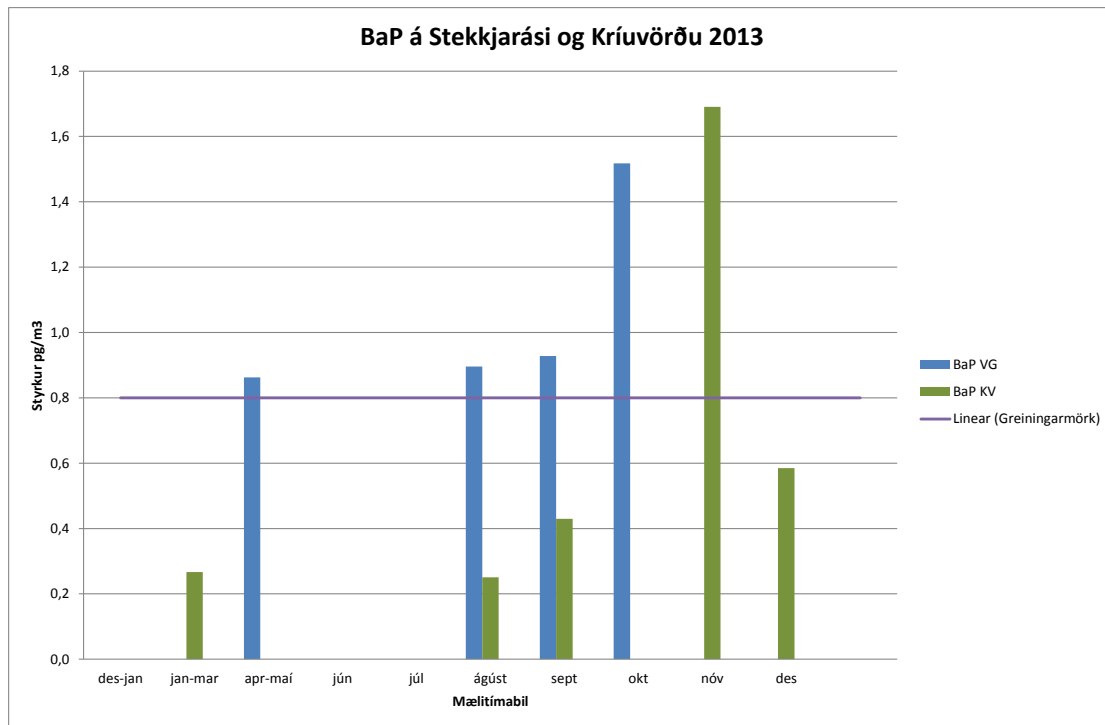
Þess má einnig geta að WHO hefur skilgreint áhættuþátt (unit risk factor UR) fyrir BaP, þ.e. aukna tíðni lungnakrabbna við samfellda innöndun á BaP við 1 ng/m^3 í 70 ár (sá líftími sem venjulegast er miðað við). UR er $8,7 \times 10^{-5}$ fyrir BaP styrk í einingunni ng/m^3 , þ.e. 8,7 tilfelli af 100.000 á 70 árum. Margföldun styrks BaP með UR gefur tíðni lungnakrabbna.



Mynd 8. PAH alls í svifryki, Stekkjarási og Kríuvörðu 2013



Mynd 9 a og 9b. PAH efni í svifryki, Stekkjarási og Kríuvörðu 2013



Mynd 10. Benzó(a)pýren í svifryki, Stekkjarási og Kríuvörðu 2013

4. Samantekt

Teknar eru saman niðurstöður mælinga á Grundartanga og í Hvalfirði fyrir árið 2013. Mælt var á tveimur mælistöðvum þetta árið. Mælistöð við Kríuvörðu, skammt norðaustan verksmiðjувæðisins er rekin allt árið. Stöð á Stekkjarási við Akrafjall var rekin tímabilið apríl-okt. Starfsemi Norðuráls og Elkem er svipuð og frá árinu 2008 eftir nokkrar breytingar og aukningu áranna þar á undan. Nokkur aukning er þó á starfsemi fleiri fyrirtækja á Grundartanga. Í megindráttum er mæld mengun í samræmi við það sem búast má við miðað við framleiðslumagn á Grundartanga og spár sem hægt er að gera út frá mæliröðum fyrri ára.

Veðurgögn

Tíðarfar var lengst af hagstætt en þó taldist vorið fremur óhagstætt víða um landið norðan- og austanvert og sumarið var lakara sunnanlands heldur en verið hefur um alllangt skeið. Ársmeðalhiti á veðurstöð á Grundartanga mældist 5,5°C og vindhraði um 6,5 m/s. Á Kríuvörðu mældist ársmeðalhiti 4,9°C og vindhraði 5,3 m/s. Meðalhiti á Grundartanga á tímabilinu apríl – október mældist 7,6°C, meðalvindhraði 5,9 m/s, og algengasta átt var austnorðaustanátt yfir tímabilið apríl – október. Á Kríuvörðu mældist meðalhiti á sama tímabili 7,1°C og vindhraði 4,8 m/s. Austanáttir reiknast vera ráðandi ríflega helming tímabilsins eins og jafnan áður.

Svifryk

Meðaltöl ársins PM₁₀ fyrir apríl-okt eru 9,2 µg/m³ á mælistöðinni á Stekkjarási (VG). Ryk mældist lægra en mörg undanfarin ár við Stekkjarás. Ástæður þessa eru líklega þær að sumarið var mun úrkomusamara en næstu ár á undan en umferðarryk er töluvert í grennd við þessa stöð í þurrum árum frá nærliggjandi malarvegi.

Ryk er mun lægra á Kríuvörðu og meðaltöl reiknast þau sömu og 2012, en PM₁₀ mældist 6,5 µg/m³ og PM_{2,5} mældist 4,5 µg/m³. Rykrósinn er svipuð þeirri frá fyrra ári og hæstu meðaltalsgildin koma fram í suðvestanátt. Hæstu meðalgildi dags eru PM₁₀ 28 µg/m³ og PM_{2,5} 40 µg/m³ og engir dagar mældust yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m³) í PM₁₀. Hæstu stundargildi eru PM₁₀ 63 µg/m³ og PM_{2,5} 65 µg/m³. Þess ber að geta að um fimmtung ársins vantaði í mælímengi PM₁₀ og um fjórðung í PM_{2,5}.

Brennisteinn

Brennisteinstvíoxíð á Stekkjarási mælist 3,8 µg/m³ sem er með lægra móti miðað við undanfarin ár. Meðaltal sama tímabils (apríl - október) á Kríuvörðu er 7,1 µg/m³ fyrir SO₂ mælt með flúrljómun í rauntímamælingu, en mælingar lágu niðri 29.5-6.8 vegna bilunar. Meðaltalið er 5,3 µg/m³ mælt á síur. Heildarmæling (ryk+gas) á brennisteini reiknað sem SO₂ á síur á Kríuvörðu mælist 5,7 µg/m³. Meðaltal SO₂ mælt með sjálfvirkum hætti á Stekkjarási fyrir tímabilið 15.júlí út árið mældist 3,3 µg/m³. Á sama tímabili mælist SO₂ 8,0 µg/m³ á Kríuvörðu.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs varð 7,0 µg/m³ á Kríuvörðu en var 8,5 µg/m³ árið 2012. Hæsta meðaltal klukkustundar á árinu á Kríuvörðu var 208 µg SO₂/m³ sem er undir heilsuverndarmörkum (350 µg/m³). Hæsta meðaltal dags mældist 108 µg SO₂/m³ en alls mælast 9 dagar á Kríuvörðu yfir gróðurverndarmörkum og lægri heilsuverndarmörkum (50 µg/m³) sem er minna en á síðastu 2 árum en þá var 15 og 21 dagur yfir mörkum. Því miður vantar 70 daga í mælímengi ársins þannig að árið í ár er ekki vel samanburðarhæft.

Flúor

Flúorgildi í lofti eru mæld á vaxtartímabili gróðurs frá síðari hluta apríl til og með loka október 2013. Meðaltöl ársins eru 0,07 µg F/m³ á Stekkjarási og 0,22 µg F/m³ á Kríuvörðu. Flúorgildi á Kríuvörðu eru ívið hærri en árin á undan, líklega vegna aukinna tíðni vestanáttu í júlí og ágúst.

Efnainnihald í úrkomu

pH meðalgildi á Stekkjarási (VG) er 4,6 í úrkomu og flúormagn í úrkomunni var 11 mg/m² og SO₄-S 126 mg/m². Einu sýni var sleppt í útreikningi meðaltals, sakir mengunar. Á Kríuvörðu (KV) var pH meðalgildið 4,4 í úrkomu, flúormagn mældist 17 mg/m² og SO₄-S 127 mg/m². Flúorgildi eru ekki há og pH gildi eru með lægsta móti.

PAH efni í svifryki

Mæld voru PAH16 efni í svifryki sem safnað var á Stekkjarási og Kríuvörðu. Mörk fyrir andrúmsloft í Evrópu miða við styrk PAH-efna í PM₁₀-ögnum. Heildarmeðaltal PAH16 var 0,04 ng/m³ á tímabilinu, þar af mældist bensó(a)þýrene undir 0,002 ng/m³. Um mjög lágan styrk er að ræða. Aðeins eru mörk fyrir BaP og umhverfismörk eru 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 þremur árum af fimm). Allar niðurstöðurnar þessa sex mánuði eru undir 1% af lægri viðmiðunarmörkunum eða á bilinu 0,3-1,7 pg/m³.

Heimildir

1. Hermann Þórðarson og Woiciech Sasinowski; Viðhaldsskýrsla mælistöðva Hvalfirði 2013, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, mars 2014.

2. Veðurlýsing tímabilsins er unnin upp úr veðurfarslýsingu ársins 2013 sem aðgengileg er á heimasíðu Veðurstofu Íslands, www.vedur.is.

Viðauki 1

Samanteknar niðurstöður

Daglegar mælingar, dagsmeðaltöl, mánaðarmeðaltöl

Sjá Samantekt 2013