

6EM21021
Elín Jónsdóttir

Umhverfivöktun Hvaleyraholti
Mælingar í lofti

Mæligögn 2021

Mars 2022
Efnagreiningar
Hafrannsóknastofnun

Ágrip

Teknar eru saman niðurstöður mælinga í lofti á Hvaleyrarholti fyrir árið 2021. Mælingar á Hvaleyrarholti eru hluti af umhverfissrannsóknnum fyrir Rio Tinto á Íslandi (ISAL), iðjuvers Rio Tinto í Straumsvík. Niðurstöður þessar eru unnar af Efnagreiningum, Hafrannsóknastofnun, fyrir ISAL.

Mælipættir og mælistaður

Mælipættir í lofti eru: Svifryk, PM₁₀ og PM_{2,5}, nituroxíð (NO, NO₂, NO_x), brennisteinstvíoxíð (SO₂), brennisteinsvetni (H₂S) og flúoríð (F gask. og F í ryki). Unnið er úr mæligögnum sem safnað er í stöð ISAL og Umhverfisstofnunar á Hvaleyrarholti. Gögn eru 10 mín. meðaltöl og unnin yfir í meðaltöl klukkustundar og dags. Veðurgögnum (10 mín. meðaltöl) er safnað í Straumsvík.

Veðurfar

Meðalhiti á Hvaleyrarholti var metinn 6,6°C, meðalvindhraði í Straumsvík mældist 5,26 m/s og algengustu áttir voru suðlægar og suðaustlægar áttir. Suðvestanáttir eru óalgengar en árið 2021 var tíðni þeirra ráðandi um 15% tímans, sem er sambærilegt fyrra ári. Árið var í heild mjög gott og illviðri fátíð. Ársmeðalhiti var lítilega hærri en undanfarin ár. Sumarið var óvenju hlýtt á austan- og norðaustanverðu landinu en öllu svalara suðvestan- og vestanlands. Árið var tiltölulega þurr um allt land.

Svifryk

Ryk árið 2021 var með herra móti miðað við fyrri ár. Stórir áhrifaþættir voru flugeldar um áramótin og eldgos við Fagradalsfjall. Bilun varð á PM₁₀ tæki og því bærust engin mæligögn seinni hluta árs. PM₁₀ niðurstöður sýna því ekki rétta mynd.

Ársmeðaltal PM₁₀ var 8,1 µg/m³ og PM_{2,5} 4,4 µg/m³. Hæsta meðalgildi dags var PM₁₀ 58 µg/m³ og PM_{2,5} 66 µg/m³ þ. 1.1 og var eini dagurinn mældist yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m³).

Hæstu stundargildi mældust PM₁₀ 1140 µg/m³ kl. 00 þ. 1.1 og PM_{2,5} 1348 µg/m³ á sama tíma. Alls mældust 5 stundir yfir 50 µg/m³ af PM₁₀ og 8 stundir af PM_{2,5}.

Brennisteinstvíoxíð

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO₂) á mælistöðinni var 2,5 µg SO₂/m³ og er það hæsta sem mælt hefur hefur síðan 2014 þegar eldgos í Holuhrauni stóð yfir. Gróðurverndarmörk árs eru 20 µg SO₂/m³. Eldgos við Fagradagsfjall hafði greinileg áhrif á brennisteinsmælingar og olli hærri gildum en í venjulegu árferði. Hæstu toppar SO₂ sem mældust á árinu voru meðan á eldgosinu stóð og ef tekið væri meðaltal SO₂ fyrir og eftir gos er það 0,9 µg/m³.

Hæsta meðaltal dags þ. 19.7 mældist 117 µg SO₂/m³ í norðnorðvestan kuli og er rétt undir heilsuverndarmörkum (125 µg/m³). Hæsta meðaltal klst mældist sama dag og var 522 µg SO₂/m³, sem er nokkuð langt yfir heilsuverndarmörkum (350 µg/m³). Alls mældist meðaltal klst 5 sinnum yfir heilsuverndarmörkum, allt innan sama sólarhrings. Uppruni SO₂ sem mældist í umhverfi stöðvarinnar er nokkuð blandaður en mikill meirihluti mældist úr suðvest- og vestlægum áttum. Í suðvestanáttum eru álverið og iðnararhverfin í Kapellu- og Hellnabrauni líklegasta uppsprettan en árið 2021 hefur eldgos við Fagradalsfjall einnig haft mikil áhrif og aukið verulega SO₂ mælt úr þessum áttum. Úr öðrum áttum er umferð líkleg uppspretta.

Brennisteinsvetni

Ársmeðaltal loftkennds brennisteinsvetnis (H_2S) á mælistöðinni var $2,6 \mu g H_2S/m^3$, sem er undir ársheilsuverndarmörkum ($5 \mu g H_2S/m^3$).

Hæsta meðaltal dags mældist $24 \mu g H_2S/m^3$ 22.12 í austlægri golu og er undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring ($50 \mu g/m^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var $68 \mu g H_2S/m^3$ þ. 19.2 kl. 07 í austan golu. Í tilviki H_2S koma hæstu styrkir fram í austan-áttum og jafnframt mælist langmestur hluti H_2S einnig í austanáttum og er uppruni þess jarðhitasvæði Reykvíkinga á Hengilssvæðinu og Helligheiði.

Flúor

Meðaltöl ársins voru svipuð og undanfarin ár. Meðaltalið fyrir gaskenndan flúor, reiknaðan sem HF, er $0,025 \mu g HF/m^3$ á vaxtartímabili gróðurs 1.4-30.9 og er langt undir gróðurverndarmörkunum $0,3 \mu g HF/m^3$. Hæsta mæligildi upp á um $0,08 \mu g F/m^3$ mældist 29.9. Meginuppspretta flúors er álverið til suðvesturs af mælistöðinni en þetta árið hefur eldgos við Fagradalsfjall líklega einnig haft áhrif.

Nituroxíð

Ársmeðaltal niturtvíoxíðs (NO_2) á mælistöðinni var $4,1 \mu g NO_2/m^3$. Þetta gildi hefur farið hækkandi á lengri tíma og töluverð hækkun mælst í heild frá 2009, þó nokkur breytileiki sé milli ára.

Hæsta meðaltal dags mældist $32 \mu g NO_2/m^3$ þ. 11.1 í suðsuðaustan kuli og er undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring ($75 \mu g/m^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var $77 \mu g NO_2/m^3$ kl. 9 þ. 17.11 í suðlægu kuli, sem er undir heilsuverndarmörkum klukkustundar ($200 \mu g/m^3$).

Ársmeðaltal nituroxíða (NO_x) á mælistöðinni er $5,4 \mu g NO_x/m^3$. Meðaltal ársins er vel undir gróðurverndarmörkum ($30 \mu g/m^3$). Hæsta meðaltal dags mældist $44 \mu g NO_x/m^3$ þ. 11.1 í suðsuðaustan kuli. Hæsta meðaltal klukkustundar var $160 \mu g NO_x/m^3$ þ. 24.2 kl. 9 í norðaustan andvara.

Heildarsamantekt

Nokkrar breytingar frá fyrra ári mátti merkja á niðurstöðum ársins sem komu að mestu til vegna eldgoss og breytinga á veðráttu. Suðvestanáttir eru óalgengar en árið 2021 var tíðni þeirra ráðandi um 15% tímans sem er sambærilegt fyrra ári. Ráðandi áttir eru sem fyrr sunnan- til austanáttir og svo norðnorðaustanátt þar á eftir. Í heild mátti sjá hækkun á öllum mælipáttum, þó mismikið, og hefur eldgos við Fagradalsfjall líklega haft mikil áhrif. Mælingar á árinu fóru nokkrum sinnum yfir umhverfismörk fyrir svifryk og brennisteinstvíoxíð og áttu uppruna í flugelda og mengum af völdum eldgoss.

Tafla	Samantekt				
	Öll gildi í $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
Svifryk	PM ₁₀ μm	PM _{2,5} μm	Fjöldi skipta yfir mörk	Mörk	
Ársmeðaltal	8,1	4,4		40/20	Heilsuv.m. PM ₁₀ /PM _{2,5}
Hæsta dagsgildi	58	66	(2)	50 (35)*	Hvm. PM ₁₀
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	1140	1348	(11)		
Brennisteinstvíoxíð	SO₂				
Ársmeðaltal	2,5			20	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	117			125(3)	Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	522		(5)	350(24)	Heilsuv.m.
Brennisteinsvetni	H₂S				
Ársmeðaltal	2,6			5	Heilsuv.m.
Hæsta dagsgildi	24			50 (5)	Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	68				
Flúor	HF	F_{Ryk}	F_{Falls}	HF	
Meðaltal apr-okt	0,03	0,01	0,04	0,3	Gróðurv.m.
Hæsta dagsgildi	0,04	0,04	0,08		
Hæsta 5 daga gildi	0,06	0,01	0,07		
Nituroxíð	NO	NO₂	NO_x	NO₂	
Ársmeðaltal	1,3	4,1	5,4	40/30	Hvm.NO ₂ / Grvm.NO _x
Hæsta dagsgildi	12	32	44	75(7)	Heilsuv.m.
Hæsta gildi 24 hl.st.					
Hæsta stundargildi	90	77(0)	160	200(18)	Heilsuv.m.

*Fjöldi skipta sem má fara yfir mörk árlega innan sviga

Efnisyfirlit

Ágrip.....	1
Efnisyfirlit.....	4
1. Inngangur.....	5
2. Mælingar.....	5
3. Niðurstöður og úrvinnsla	7
Veðurgögn og veðurlýsing ársins	7
Svifryk (PM ₁₀ og PM _{2,5}).....	8
Brennisteinstvíoxíð og brennisteinsvetni	11
Flúor	14
Nituroxíð	16
Tilvísanir.....	19
Viðauki 1. Mælingar og gröf.....	20

1. Inngangur

Mælingar í lofti á Hvaleyrarholti

Fjallað er um niðurstöður mælinga í lofti á Hvaleyrarholti fyrir árið 2021. Mælingar þessar eru hluti af umhverfismælingum Rio Tinto á Íslandi (ISAL), iðjuvers Rio Tinto í Straumsvík. Niðurstöður þessar eru unnar af Efnagreiningum, Hafrannsóknastofnun, fyrir ISAL.

Skv. starfsleyfi álvers ISAL í Straumsvík skal rekstraraðili framkvæma reglubundnar mælingar á styrk brennisteinstvíoxíðs (SO₂) og flúoríðs (HF og F í ryki) í andrúmslofti og gangast fyrir árlegum mælingum á flúoríði í vatni og gróðri (grasi, laufi og barri). Mælistaðir skulu annars vegar vera við byggð næst álverinu og hins vegar þar sem dreifireikningar sýna að styrkur mengunarefna verði mestur. Mælitíðni skal vera í samræmi við ákvæði reglugerðar nr. 920/2016, um brennisteinstvíoxíð, köfnunarefnistvíoxíð og köfnunarefnisoxíð og svifryk í andrúmslofti og upplýsingar til almennings. Mælingar skulu gerðar samkvæmt áætlun sem Umhverfisstofnun hefur samþykkt.

Áframleiðsla hófst hjá ISAL í Straumsvík árið 1969. Framleiðslugeta álversins var í upphafi um 33.000 tonn á ári í 120 kerum, en síðar var verkmiðjan stækkuð fjórum sinnum. Árið 1970 voru 40 ker til viðbótar tekin í rekstur, eftir að fyrsti kerskálinn hafði verið lengdur, og 1972 var fyrri áfangi kerskála 2 tekinn í notkun. Síðari áfanginn (40 ker) var svo byggður nokkrum árum seinna og þar hófst framleiðsla árið 1980. Þá var framleiðslugetan orðin um 100.000 tonn á ári. 1995 var ákveðið að stækka verksmiðjuna og byggja kerskála 3 sem var tekinn í notkun síðla árs 1997. Framleiðslugetan er nú um 204.000 tonn á ári en skv. gildandi starfsleyfi hefur Rio Tinto á Íslandi leyfi til framleiðslu allt að 460.000 tonn/ár. Framleiðsla ársins 2021 var 202.811 tonn.

2. Mælingar

Mælipættir og mælistaðir

Mælipættir í lofti eru: Svifryk, PM₁₀ og PM_{2,5}, nituroxíð (NO, NO₂, NO_x), brennisteinstvíoxíð (SO₂), brennisteinsvetni (H₂S) og flúoríð (HF og F í ryki í lofti). Unnið er úr mæligögnum sem safnað er í stöð ISAL og Umhverfisstofnunar við Steinholt 1 á Hvaleyrarholti. Gögn eru 10 mín. meðaltöl og unnin yfir í meðaltöl klukkustundar og dags. Vindgögnum (10 mín. meðaltöl) er safnað í veðurstöð við Straumsvík sem rekin er af Hafnarfjarðarhöfnum.

Mælingar eru gerðar í sérhæfðum mælibúnaði sem ætlaður er til þessara nota og uppfyllir skilyrði reglugerðar nr. 920/2016, viðauka IX, um mat á styrk brennisteinstvíoxíðs, köfnunarefnistvíoxíðs og köfnunarefnisoxíða og svifryks (PM₁₀ og PM_{2,5}).

Skýrslur um umsjón búnaðar og kvörðun eru fyrirbyggjandi (1).

Í heild gekk rekstur tækjabúnaðar nokkuð vel. Bilun varð þó á PM₁₀ mælitæki og engin gögn bárust frá því á tímabilinu 13.3-16.4 og 12.5-31.12. Vegna þessara bilunar bárust ekki heldur lofthita- og loftþrýstingsgögn frá PM₁₀ mælinum á þessum tímabilum. Þessi gögn voru því tekin frá PM_{2,5} mæli og aðlöguð í samræmi við mælingar undanfarinna ára. Einnig hefur orðið bilun á vindmæli í Straumsvík frá lok september til miðjan nóvember og vantar því hluta vindáttar- og vindhraðamælinga á því tímabili.

Skilgreiningar

Svifryk PM₁₀	Svifryk í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$, agnir sem eru minni en 10 μm í þvermál.
Svifryk PM_{2,5}	Svifryk í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$, agnir sem eru minni en 2,5 μm í þvermál.
SO₂	Brennisteinstvíoxíð
H₂S	Brennisteinsvetni

Flúor í náttúrulegu ástandi er yfirleitt á formi flúoríðs, getur verið sem gastegundin vetnisflúoríð, HF eða sem rykkennd sölt eða steindir, s.s. CaF₂. Vetnisflúoríð ásogast auðveldlega á rykagnir eða í úrkomu í lofti. Í skýrslunni er flúor mældur og gefinn upp sem flúorhlutinn eingöngu, nema þar sem starfsleyfi krefst samanburðar og umreiknings til gaskennds vetnisflúoríðs (HF).

Flúor rykkenndur	Flúor sem mælist sem rykkenndur eða bundinn ryki.
Flúor gaskenndur	Flúor sem mælist gaskenndur og óbundinn ryki.
Flúor alls	Summa rykkennds og gaskennds flúors.
Vetnisflúoríð	HF, gaskennt vetnisflúoríð.

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).

Rafræn gögn

Nýtt var gagnasafn af vefsíðu Vista og 10 mínútna grunnmælingar eins og þær liggja fyrir á vefsíðunni 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.

Neikvæð gildi sem koma fram vegna óvissuflökts í mælingu eru látin standa, enda eðlilegur hluti mælingar. Ef þörf krefur eru gerðar lítilsháttar leiðréttingar á núllstöðu mælinga SO₂, H₂S, NO og NO_x og þær færðar til samræmis yfir árið. Þessar leiðréttingar eru oft innan skammtímagreiningarmarka tækjanna en eru greinanlegar yfir lengri tímabil og geta skipt máli þegar meðalmæligildi eru lág. Gerðar voru leiðréttingar af þessu tagi á núllstöðu mælinga SO₂ árið 2021.

Milli þeirra gagna sem sett eru fram hér og grunn gagnanna á vefsíðunni getur verið af ofangreindum ástæðum lítils háttar misræmi.

3. Niðurstöður og úrvinnsla

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

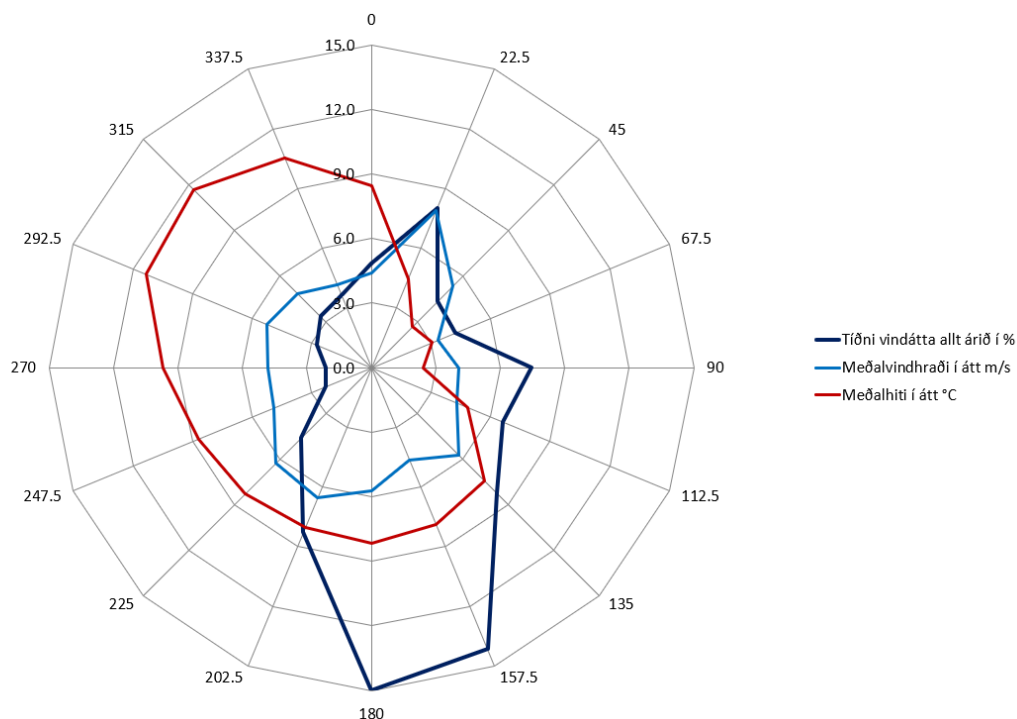
Veðurgögn og veðurlýsing ársins

Meðalhiti á Hvaleyrarholti var metinn 6,6°C, meðalvindhraði í Straumsvík mældist 5,26 m/s og algengustu áttir voru suðlæg og suðaustlægar áttir (mynd 1). Nýtt eru gögn frá vindmælistöð Hafnarfjarðarhafna á vesturenda Straumsvíkurhafnar.

M.t.t. mengunaráhrifa í nærliggjandi íbúabyggð þá má segja að vindáttir séu afar hagstæðar. Algengustu vindáttir að sunnan til suðaustan blása af iðjuverinu út á haf og langt er til byggðar þegar blæs úr norðnorðaustanátt. Suðvestanáttir sem bera mengun yfir Hafnarfjörð og Reykjavík hafa verið óalgengar mörg undanfarin ár en árið 2021 var tíðni þeirra ráðandi um 15% tímans, sem er sambærilegt síðasta ári.

Tafla 1 Veðurgögn meðaltöl

	2021	Meðalhiti °C	Meðal- vindhraði m/s	2021	Meðalhiti °C	Meðal- vindhraði m/s
Straumsvík	Jan-des		5,3	Apríl-okt		5,0
Hvaleyrarholt	Jan-des	6,6		Apríl-okt	10,7	



Mynd 1. Vindrós Straumsvík 2021, 10 mín. mæligögn.

Í heild var árið 2021 gott og illviðri fátíð. Ársmeðalhiti var rétt yfir meðallagi síðustu 30 ára en sumarið einkenndist af miklum hlýindum á austur- og norðausturlandi. Á suðvesturlandi var nokkuð svalara en tiltölulega þurr. Haustið var úrkomusamt en veturinn snjóléttur um land allt.

Veðurlýsing ársins (2)

Veðurfar ársins 2021 var hagstætt, tíð var góð og illviðri fátíð. Hiti var rétt yfir meðallagi árána 1991 til 2020 og það var tiltölulega þurr um land allt. Árið var óvenju snjólétt suðvestanlands. Alhvítir dagar voru aðeins 17 í Reykjavík og hafa aðeins einu sinni verið færri. Sumarið var óvenju hlýtt, sólríkt og þurr á Norður- og Austurlandi. Víða var sumarið það hlýjasta frá upphafi mælinga í þessum landshlutum og allmörg hitamet voru slegin.

Veturinn 2020 til 2021 (desember 2020 til mars 2021) var nokkuð hagstæður. Sér í lagi suðvestanlands, þar var tiltölulega hlýtt, þurr og óvenju snjólétt. Úrkomusamara var norðaustanlands. Illviðri voru fremur fátíð þennan veturinn.

Vorið og langt fram í júní var kalt, þurr og sólríkt. Gróður fór seint af stað. Í lok júní hlýnaði hratt, sérstaklega á Austur- og Norðausturlandi og fór hitinn þar víða vel yfir 20 stig nokkra daga í röð. Hlýndunum fylgdu miklar leysingar eftir kalt vor með miklum vatnavöxtum í ám og lækjum.

Við tóku óvenjuleg og nánast óslitin hlýindi á Norður- og Austurlandi sem stóðu fram í byrjun september. Sumarið var það hlýjasta frá upphafi mælinga m.a. á Akureyri, Egilsstöðum, Dalatanga og á Grímsstöðum á Fjöllum. Dagar þegar hámarkshiti mældist 20 stig eða meira einhversstaðar á landinu hafa aldrei verið fleiri. Sumarmánuðirnir voru óvenju sólrík og þurrir á Norður- og Austurlandi. Sólskinsstundir hafa aldrei mælst fleiri í júlímánuði á Akureyri og ágúst mánuður var víða sá þurrasti frá upphafi mælinga á þessum slóðum. Á meðan var þungbúnara og tiltölulega svalara suðvestanlands, en þó tiltölulega þurr.

Það varð svo úrkomusamara þegar leið á árið. September og október voru blautir á Norður- og Austurlandi og september og nóvember voru úrkomusamir suðvestan- og vestanlands.

Desember var óvenju hægviðrasamur og tiltölulega snjóléttur um land allt.

Svifryk (PM₁₀ og PM_{2,5})

Mælt mánaðarmeðaltal og ársmeðaltal má sjá hér í töflu:

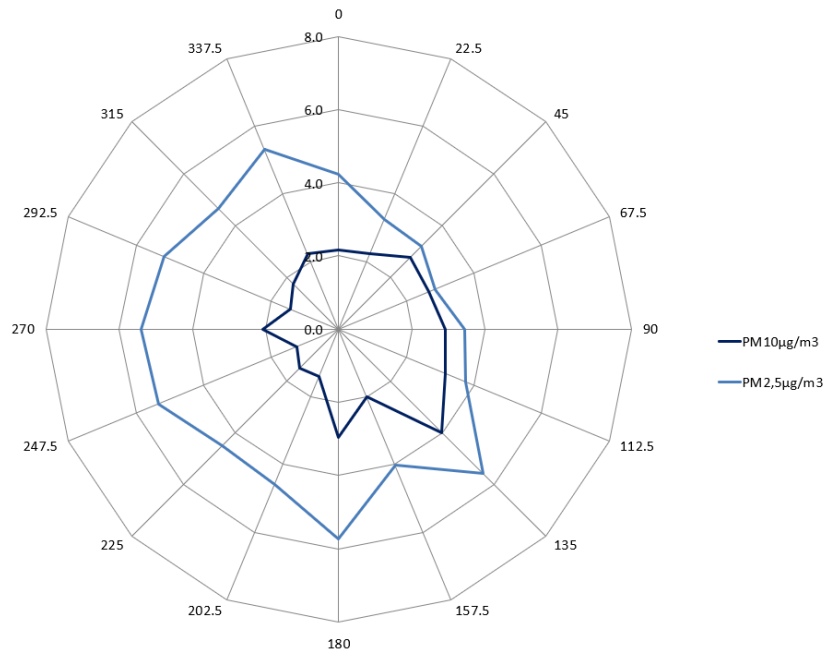
Tafli 1	Árs- og mánaðarmeðaltöl svifryks í µg/m ³					
	Mán.	PM10 µm	PM 2,5 µm	PM10 µm	PM 2,5 µm	
	2015	7,6	3,6			
	2016	7,2	3,6			
	2017	7,8	3,8			
	2018	7,1	3,5			
	2019	8,1	4,1			
	2020	6,9	3,4			
	2021	8,1	4,4	2020	6,9	3,4
Janúar		9.0	5.4	7,9	3,2	
Febrúar		7.9	3.7	6,0	2,6	
Mars		6.0	3.4	7,5	3,3	
Apríl		10.8	5.0	7,6	3,5	
Maí		5.5	5.4	11,2	4,1	
Júní		-	4.5	6,8	3,5	
Júlí		-	5.8	6,1	3,3	
Ágúst		-	5.9	5,3	3,7	
September		-	3.8	5,9	3,9	
Október		-	3.3	6,3	3,9	
Nóvember		-	2.9	6,9	3,3	
Desember		-	3.0	6,2	3,3	

Í töflunni má sjá meðaltöl áranna 2015-2021, mánaðarmeðaltöl ársins 2021 og ársins 2020 til samanburðar.

Ryk árið 2021 var með hærra móti miðað við fyrri ár. Árið byrjaði á mjög háum gildum en þau eru tilkomin vegna flugelda. Veður var óvenju stillt áramótin 2020-2021 og lítið sem ekkert skyggivegna mengunar. Eldgos við Fagradalsfjall hafði einnig áhrif á ryk, en gildi eru greinilega hærri á meðan því stóð (mars-september). Bilun varð á PM_{10} tæki og því bárust engin mæligögn á tímabilinu 13.3-16.4 og 12.5-31.12. PM_{10} niðurstöður sýna því ekki rétta mynd.

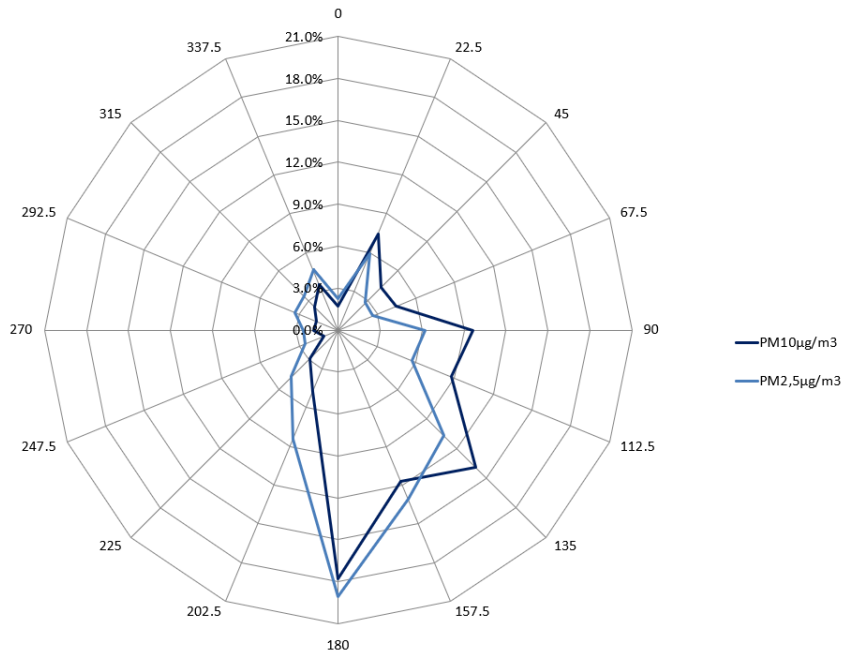
Ársmeðaltal PM_{10} var $8,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $PM_{2,5}$ $4,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hæsta meðalgildi dags var PM_{10} $58 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og $PM_{2,5}$ $66 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þ. 1.1 og var eini dagurinn mældist yfir heilsuverndarmörkum ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæstu stundargildi mældust PM_{10} $1140 \mu\text{g}/\text{m}^3$ kl. 00 þ. 1.1 og $PM_{2,5}$ $1348 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á sama tíma. Alls mældust 5 stundir yfir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ af PM_{10} og 8 stundir af $PM_{2,5}$.

Hæstu einstök rykgildi koma að jafnaði fram í norðaustan- og suðaustanáttum og orsakir þessara rykgilda hafa verið margvíslegar: sandstormar frá þurrum svæðum á hálendinu eða jökulsöndum á suðurströndinni eða eldgos eða aska frá þeim. Árið 2021 mældust hæstu $PM_{2,5}$ og PM_{10} gildi af völdum flugelda. Þá komu hæstu einstök gildi fram í hægri suður og sauðaustur átt og rykið gæti hafa verið skammt að komið. Meðaltal svifryks á Hvaleyrarholti var hins vegar hæst í suðvestanáttum árið 2021. Mynd 2 sýnir meðalstyrk svifryks sem fall af vindátt.

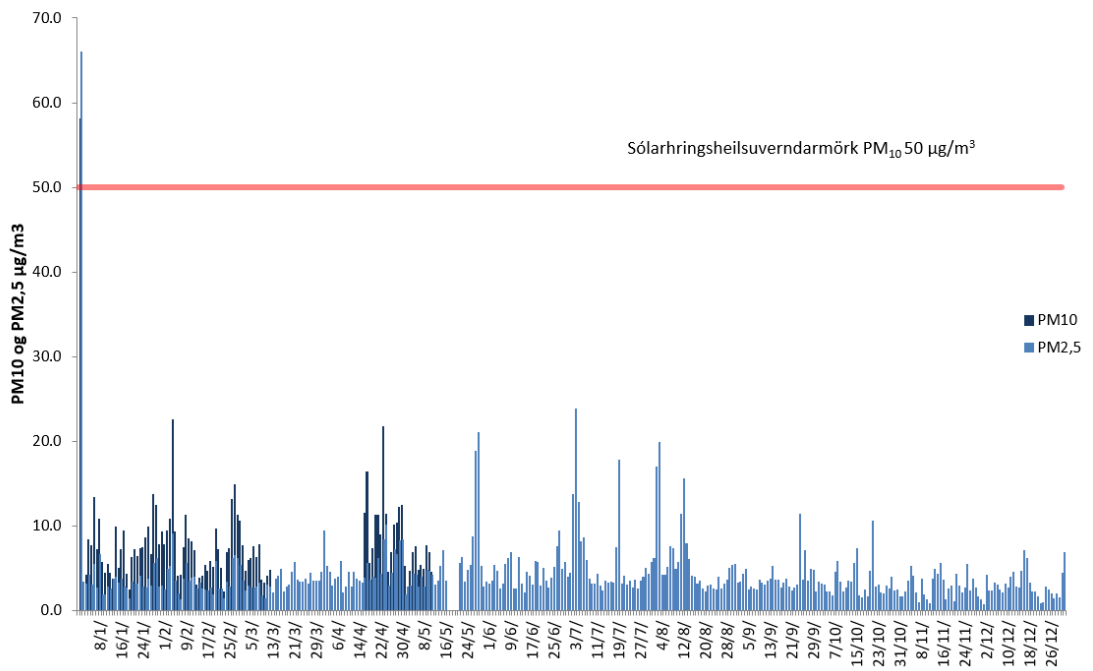


Mynd 2. Meðalstyrkur svifryks ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 2021 sem fall af vindátt.

Stór hluti svifryks sem mælist á svæðinu fæst úr sunnan- og suðaustanáttum, eins og sjá má mynd 3, enda eru það algengar vindáttir og geta borið að ryk frá mikilli umferðaræð, Reykjanesbraut. Færð hafa verið rök fyrir því áður að líkleg meginuppspretta ryks í kringum stöðina í venjulegu árferði sé umferðaryrk.



Mynd 3. Magnuppspretta svifryks 2021 sem fall af vindátt.



Mynd 4. Svifryk 2021, dagsmeðaltöl.

Mynd 4 sýnir öll sólarhingsmeðaltöl PM₁₀ og PM_{2,5} fyrir 2021.

Brennisteinstvíoxíð og brennisteinsvetni

Mánaðarmeðaltöl á brennisteinssamböndum í lofti má sjá í töflu 2.

Tímabil	Mánaðarmeðaltöl brennisteinsefna í lofti í $\mu\text{g}/\text{m}^3$				
	Brenni- steins- tvíoxíð SO_2	Brenni- steinsvetni H_2S	Brenni- steins- tvíoxíð SO_2	Brenni- steinsvetni H_2S	
2015	1,8	1,7			
2016	1,0	2,2			
2017	1,4	1,8			
2018	1,2	2,1			
2019	1,3	2,7			
2020	1,3	2,2			
2021	2,5	2,6	2020	1,3	2,2
Janúar	1.2	3.9	2,9	2,5	
Febrúar	0.8	5.8	0,5	4,4	
Mars	3.3	1.4	1,5	3,2	
Apríl	5.4	1.2	1,0	2,0	
Maí	1.9	3.1	0,6	1,8	
Júní	3.5	1.4	0,1	0,9	
Júlí	8.9	1.1	1,0	0,4	
Ágúst	1.2	1.1	0,3	0,7	
September	1.2	1.2	0,9	2,4	
Október	0.1	2.9	1,3	1,9	
Nóvember	1.0	3.6	2,8	3,3	
Desember	1.5	5.3	3,0	2,3	

Í töflunni má sjá meðaltöl áranna 2015-2021, mánaðarmeðaltöl ársins 2021 og ársins 2020 til samanburðar.

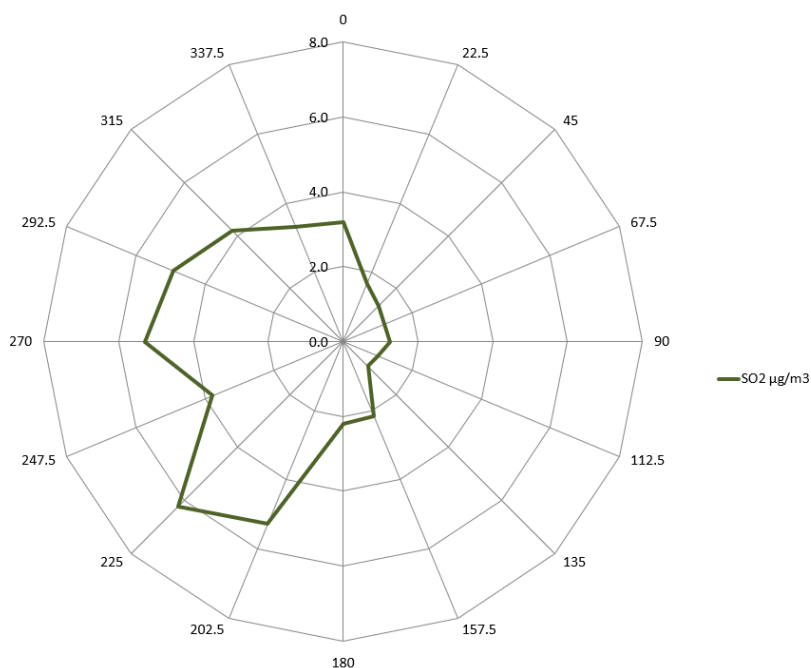
Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO_2) á mælistöðinni var $2,5 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ og er það hæsta sem mælst hefur síðan 2014 þegar eldgos í Holuhrauni stóð yfir. Gróðurverndarmörk árs eru $20 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Eldgos við Fagradagsfjall hafði greinileg áhrif á brennisteinsmælingar og olli hærri gildum en í venjulegu árferði. Hæstu toppar SO_2 sem mældust á árinu voru meðan á eldgosinu stóð og ef tekið væri meðaltal SO_2 fyrir og eftir gos er það $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

Brennisteinsmengunar frá gosinu í Holuhrauni gætti mjög árið 2014 og lítillega árið 2015. Meðaltal áranna 1999-2008 á Hvaleyrarholti fyrir brennisteinstvíoxíð svaraði til $0,80 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ og reyndist nokkuð jafnt í gegnum árin. Þessar eldri mælingar voru gerðar með söfnun brennisteinstvíoxíðs úr lofti á virkt síuefni. Mælingar frá árinu 2008 fela í sér sísmælingu á flúrljómun ljósörvaðs brennisteinstvíoxíðs í loftsyni. Meðaltal áranna 2008-2013 úr mælingum með þeirri mælitækni var $1,2 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$. Reikna má með óvissu upp á um $\pm 0,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í ársmeðaltali þar sem stærsti hluti óvissunnar er vegna mats á núllgildi yfir mælitímabilið.

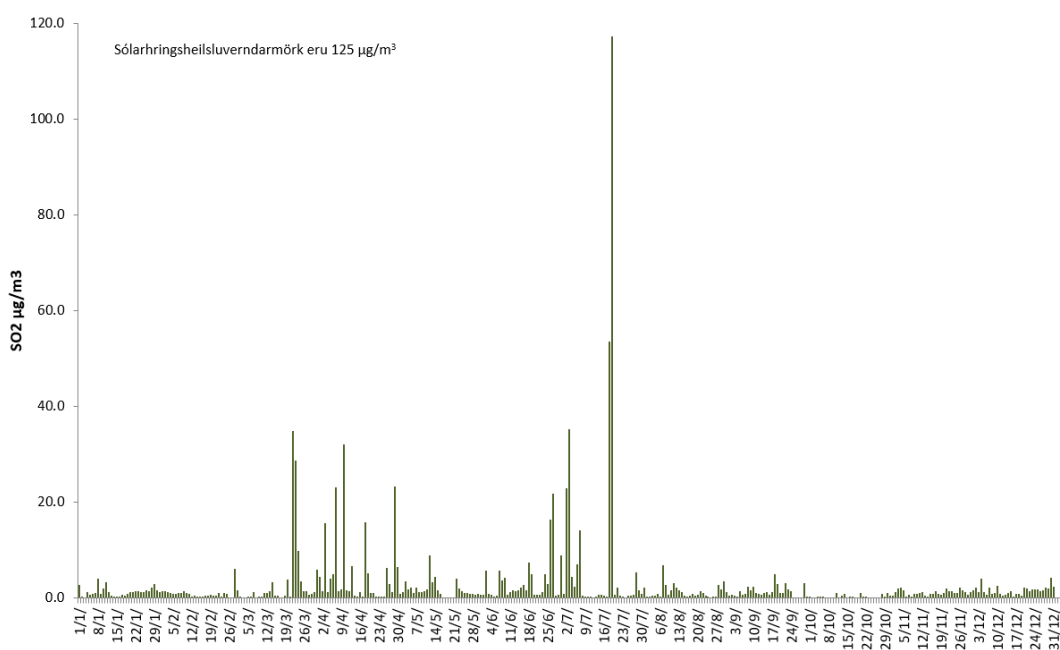
Hæsta meðaltal dags þ. 19.7 mældist $117 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$ í norðnorðvestan kuli og er rétt undir heilsuverndarmörkum ($125 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal klst mældist sama dag og var $522 \mu\text{g SO}_2/\text{m}^3$, sem er nokkuð langt yfir heilsuverndarmörkum ($350 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Alls

mældist meðaltal klst 5 sinnum yfir heilsuverndarmörkum, allt innan sama sólarhrings. Þessi háu gildi koma til vegna eldgossins við Fagradalsfjall, en þennan dag var varað við mikilli gosmóðu yfir höfuðborgarsvæðinu.

Uppruni SO₂ sem mældis í umhverfi stöðvarinnar er nokkuð blandaður en mikill meirihluti mældist úr suðvest- og vestlægum áttum eins og sjá má á mynd 5. Í suðvestanáttum eru álverið og iðnararhverfin í Kapellu- og Hellnahrauni líklegasta uppsprettan en árið 2021 hefur eldgos við Fagradalsfjall einnig haft mikil áhrif og aukið verulega SO₂ mælt úr þessum áttum. Úr öðrum áttum er umferð líkleg uppspretta.



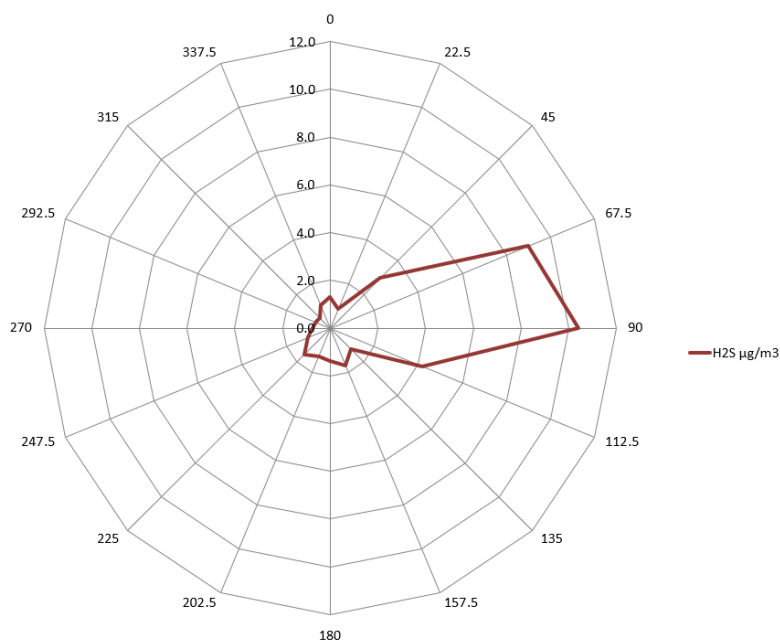
Mynd 5. Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs 2021 sem fall af vindátt.



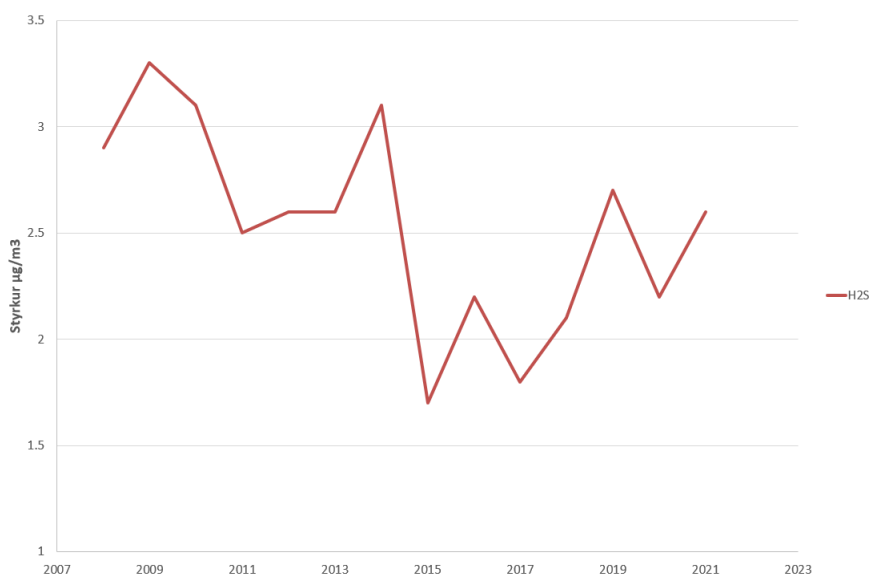
Mynd 6. Brennisteinstvíoxíð, SO₂, dagsmeðaltöl 2021.

Ársmeðaltal loftkennds brennisteinsvetnis (H_2S) á mælistöðinni var $2,6 \mu g H_2S/m^3$, sem er undir ársheilsuverndarmörkum ($5 \mu g H_2S/m^3$). Hæsta meðaltal dags mældist $24 \mu g H_2S/m^3$ 22.12 í austlægri golu og er undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring ($50 \mu g/m^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var $68 \mu g H_2S/m^3$ þ. 19.2 kl. 07 í austan golu.

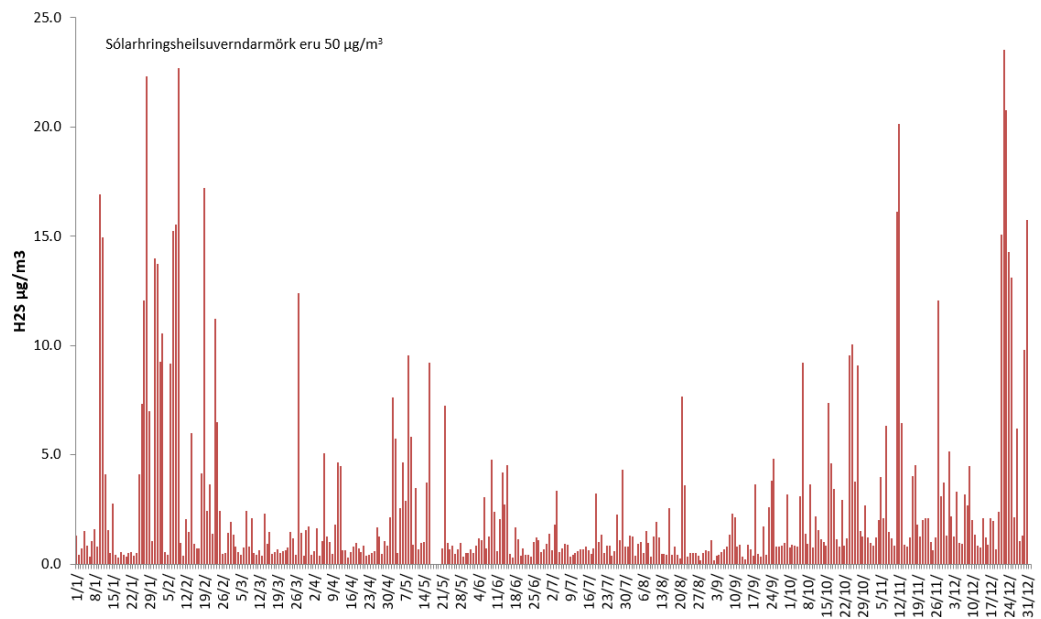
Í tilviki H_2S koma hæstu styrkir fram í austanáttum og jafnframt mælist langmestur hluti H_2S einnig í austanáttum og er uppruni þess jarðhitasvæði Reykvíkinga á Hengilssvæðinu og Hellisheiði. Ársmeðaltal brennisteinsvetnis á Hvaleyrarholti hefur farið lækkandi síðan 2008 með allnokkrum breytileika, sjá mynd 8. Þessi lækkun stafar mögulega af H_2S hreinsistöð sem Orka Náttúrunnar tók í notkun árið 2014 en sjá má að mikil lækkun varð það ár og það næsta. Mögulega hefur eldgos við Fagradalsfjall svo haft áhrif á aukningu H_2S árið 2021.



Mynd 7. Meðalstyrkur brennisteinsvetnis 2021 sem fall af vindátt.



Mynd 8. Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis 2008-2021.



Mynd 9. Brennisteinsvetni, H₂S, dagsmeðaltöl 2021.

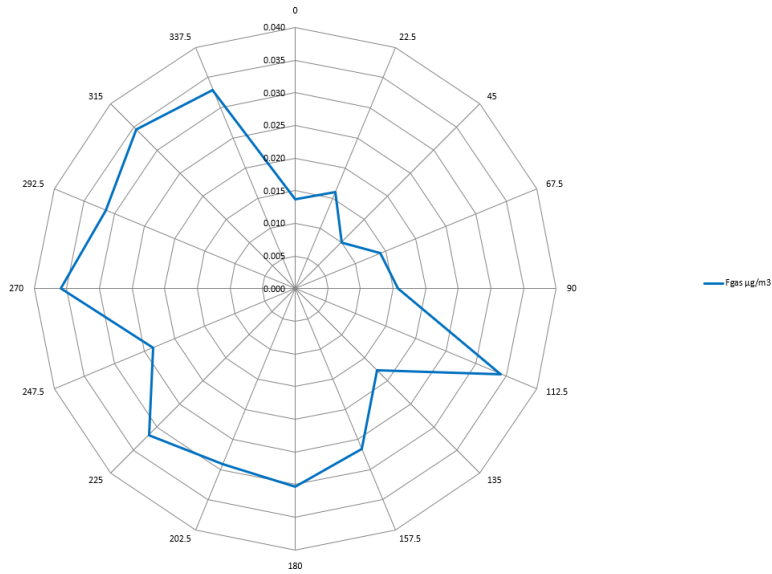
Flúor

Mánaðarmeðaltöl á flúor í lofti má sjá í töflu 3.

Tafla 3		Mánaðarmeðaltöl flúors í lofti í µg/m ³			
Tímabil	F rykkennt	F gaskennt	F alls	F alls	
2015	0,02	0,02	0,04		
2016	0,01	0,02	0,03		
2017	0,01	0,02	0,03		
2018	0,01	0,02	0,03		
2019	<0,01	0,03	0,03	2019 0,03	
2020	(<0,01)	(0,02)	(<0,03)	2020 (<0,03)	
2021	0,01	0,02	0,04		
Apríl	0.02	0.02	0.03	0,03	
Maí	0.01	0.01	0.02	0,02	
Júní	0.01	0.02	0.03	0,04	
Júlí	0.01	0.04	0.05	0,02*	
Ágúst	0.01	0.03	0.04	<0,02*	
September	0.01	0.03	0.04	<0,02*	
Október	0.01	0.02	0.03	0,03	
Nóvember				0,02	

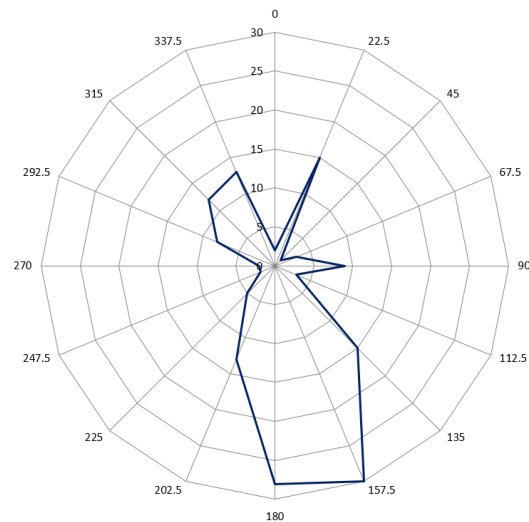
*Galli í sýnatöku 2020.

Meðaltöl ársins voru svipuð og undanfarin ár. Meðaltalið fyrir gaskenndan flúor, reiknaðan sem HF, er 0,025 µg HF/m³ á vaxtartímabili gróðurs 1.4-30.9 og er langt undir gróðurverndarmörkunum 0,3 µg HF/m³. Meginuppspretta flúors er álverið til suðvesturs af stöðinni og það greinist á mynd 10, þó munur á suðvestanáttum og öðrum áttum sé tæplega marktækur. Eldgos við Fagradalsfjall hefur líklega einnig haft áhrif þó þau séu ekki greinileg. Hæsta mæligildi upp á um 0,08 µg F/m³ mældist 29.9.



Mynd 10. Flúor í lofti, sem fall af vindátt, allir mældagar apríl-nóv 2021.

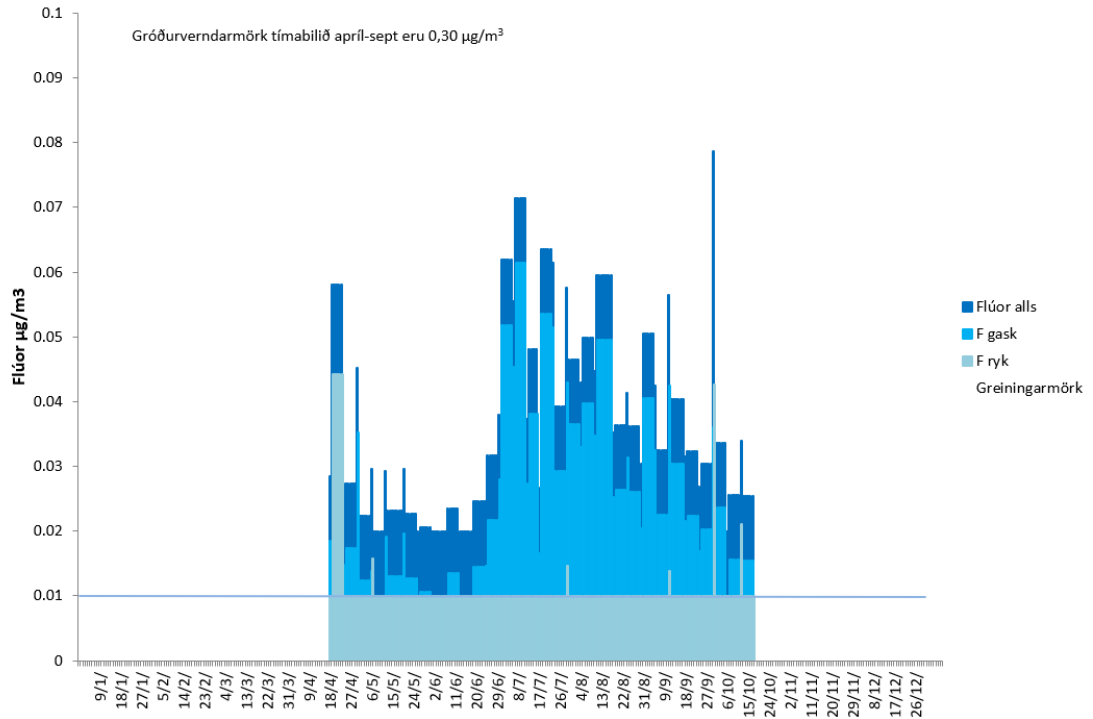
Styrkur flúors ræðst að mestu leyti af vindáttum. Suðvestanáttir þannig að standi af álverinu á stöðina eru ekki algengar og árið 2021 voru 20 dagar á mælitímabilinu sem flokkuðust í suðvestan megináttir (202,5°-247,5°), en árið 2020 voru þeir einnig 20, 11 dagar árið 2019, 27 dagar árið 2018 og 2017 var dagafjöldinn 17.



Mynd 11. Vindrós, mældagar flúors flokkaðir í megináttir 2021.

Sjá má á mynd 11 vindrós fyrir mældaga flúors á tímabilinu apríl-október, hver dagur flokkaður í eina meginátt sem taldist ríkjandi þann dag. Mæliásinn sýnir fjölda daga sem flokkaðir í hverja átt og alls má t.d. sjá að 5 daga telst suðvestanátt (225°) ríkjandi á þessu tímabili. Á mynd 12 má sjá mæligildi flúors (1 og 5 daga) á tímabilinu frá apríl fram í október.

Búast hefði mátt við hærri flúorgildum en sáust í raun, vegna eldgoss við Fagradalsfjall sem stóð yfir frá mars til september 2021. Gróðursýni sem tekin voru á stóru svæði umhverfis álverið sýna hins vegar hærri flúorgildi og sums staðar þau hæstu sem mælst hafa frá 1992 (3). Því er ljóst að eldgosíð hafði meiri áhrif á flúormengun en loftgæðastöðin leiðir í ljós.



Mynd 12. Flúor í lofti, 1 dags og 5 daga meðaltöl á vaxtartímabili gróðurs 2021.

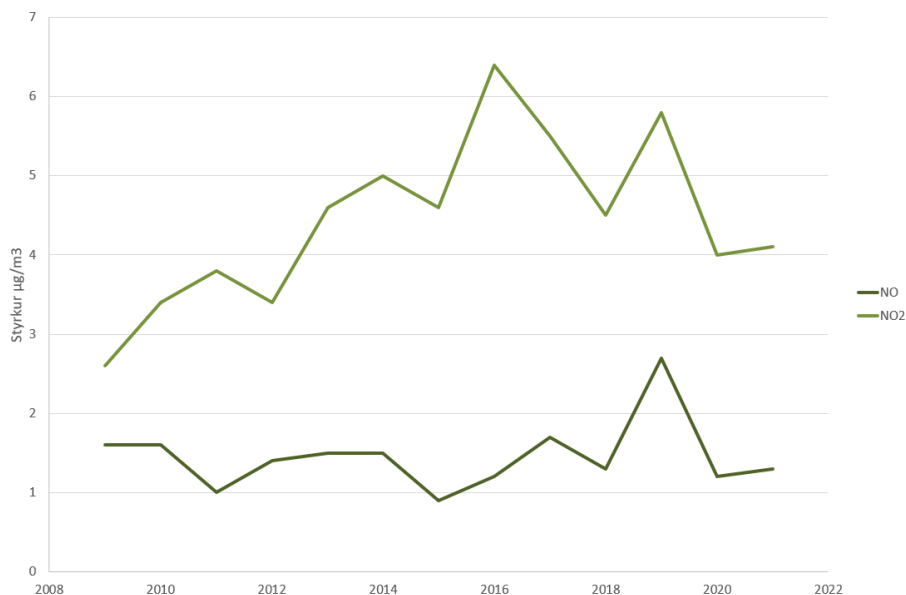
Nituroxíð

Mánaðarmeðaltöl á nituroxíðum í lofti má sjá í töflu 4.

Tafla 4		Mánaðarmeðaltöl nituroxíða í lofti í µg/m ³			
Tímabil	Nitur- einoxíð NO	Nitur- tvíoxíð NO ₂	Nituroxíð NO _x	Nituroxíð NO _x	
2015	0,9	4,6	5,5		
2016	1,2	6,4	7,6		
2017	1,7	5,5	7,2		
2018	1,3	4,5	5,8		
2019	2,7	5,8	8,5		
2020	1,2	4,0	5,3		
2021	1,3	4,1	5,4	2020	5,3
Janúar	1.4	5.9	7.3	9,6	
Febrúar	1.3	5.6	7.0	11,3	
Mars	0.9	4.2	5.1	5,4	
Apríl	0.7	2.6	3.3	3,0	
Maí	1.2	2.4	3.6	2,3	
Júní	1.3	2.0	3.3	2,7	
Júlí	1.3	1.7	3.0	2,4	
Ágúst	1.2	2.0	3.2	2,2	
September	0.9	2.5	3.5	5,1	
Október	1.8	5.4	7.3	5,5	
Nóvember	1.6	6.2	7.8	6,6	
Desember	1.9	8.6	10.6	7,8	

Í töflunni má sjá meðaltöl ársins 2015-2021, mánaðarmeðaltöl ársins 2021 og NO_x mánaðarmeðaltöl ársins 2020 til samanburðar.

Ársmeðaltal niturtvíoxíðs (NO₂) á mælistöðinni var 4,1 µg NO₂/m³. Þetta gildi hefur farið hækkandi á lengri tíma og töluverð hækkun mælst í heild frá 2009, þó nokkur breytileiki sé milli ára.



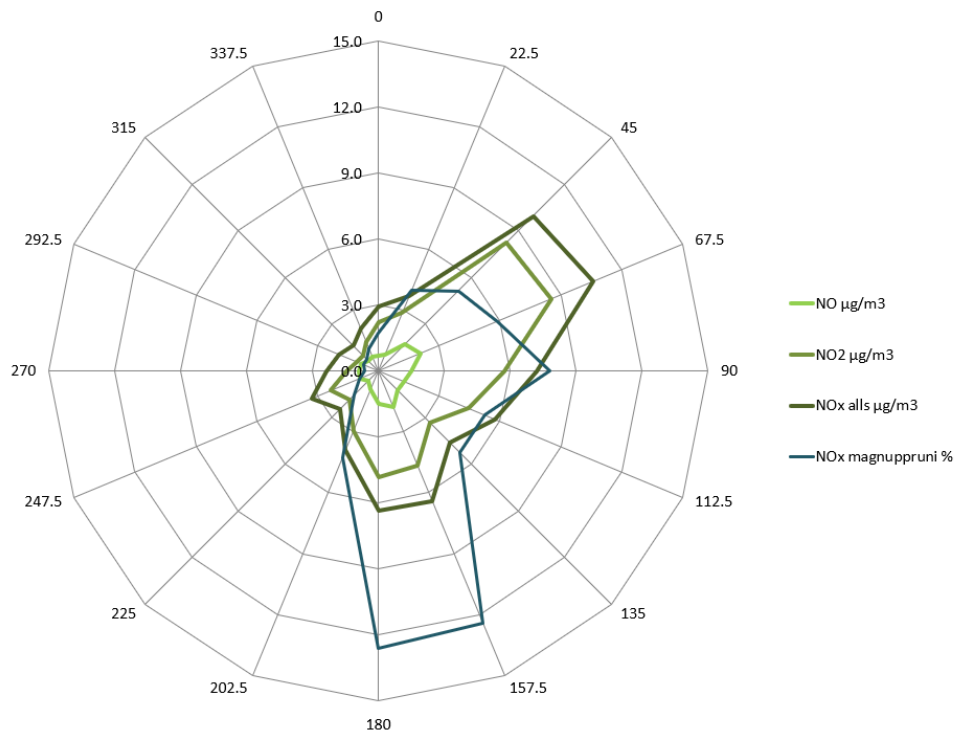
Mynd 13. Ársmeðalstyrkur nituroxíðs og niturtvíoxíðs 2009-2021.

Hæsta meðaltal dags mældist 32 µg NO₂/m³ þ. 11.1 í suðsuðaustan kuli og er undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring (75 µg/m³). Hæsta meðaltal klukkustundar var 77 µg NO₂/m³ kl. 9 þ. 17.11 í suðlægu kuli, sem er undir heilsuverndarmörkum klukkustundar (200 µg/m³).

Ársmeðaltal nituroxíða (NO_x) á mælistöðinni er 5,4 µg NO_x/m³. Meðaltal ársins er vel undir gróðurverndarmörkum (30 µg/m³). Hæsta meðaltal dags mældist 44 µg NO_x/m³ þ. 11.1 í suðsuðaustan kuli. Hæsta meðaltal klukkustundar var 160 µg NO_x/m³ þ. 24.2 kl. 9 í norðaustan andvara.

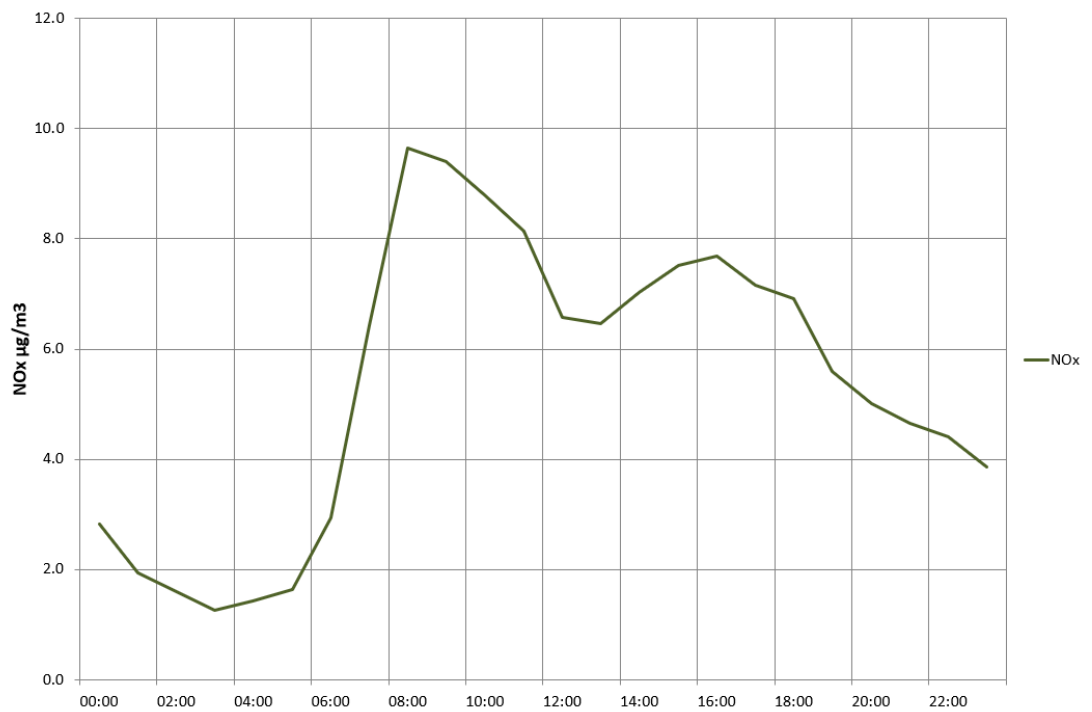
Stórar uppsprettur nituroxíða virðast vera í norðaustri og í suðri. Af þeim mengunarefnum sem eru mæld á Hvaleyrarholti eru nituroxíð þau sem sýna mestan breytileika eftir tíma dags. Meðalstyrkur þeirra rís hratt á morgnana og nær hámarki um 8 leytið. Meginuppspretta NO_x er bílaumferð í nærumhverfi og Reykjanesbraut og frá umferð á höfuðborgarsvæðinu úr norðaustri.

Mynd 14 sýnir nituroxíð (NO_x) sem fall af vindátt 2021, en þar má sjá hvortveggja meðalstyrk sem fall af vindátt og svo hlutfallslega uppsprettu nituroxíðmengunar en vegna algengi sunnan- og austanáttu kemur meginhluti þeirrar mengunar úr þeim áttum.

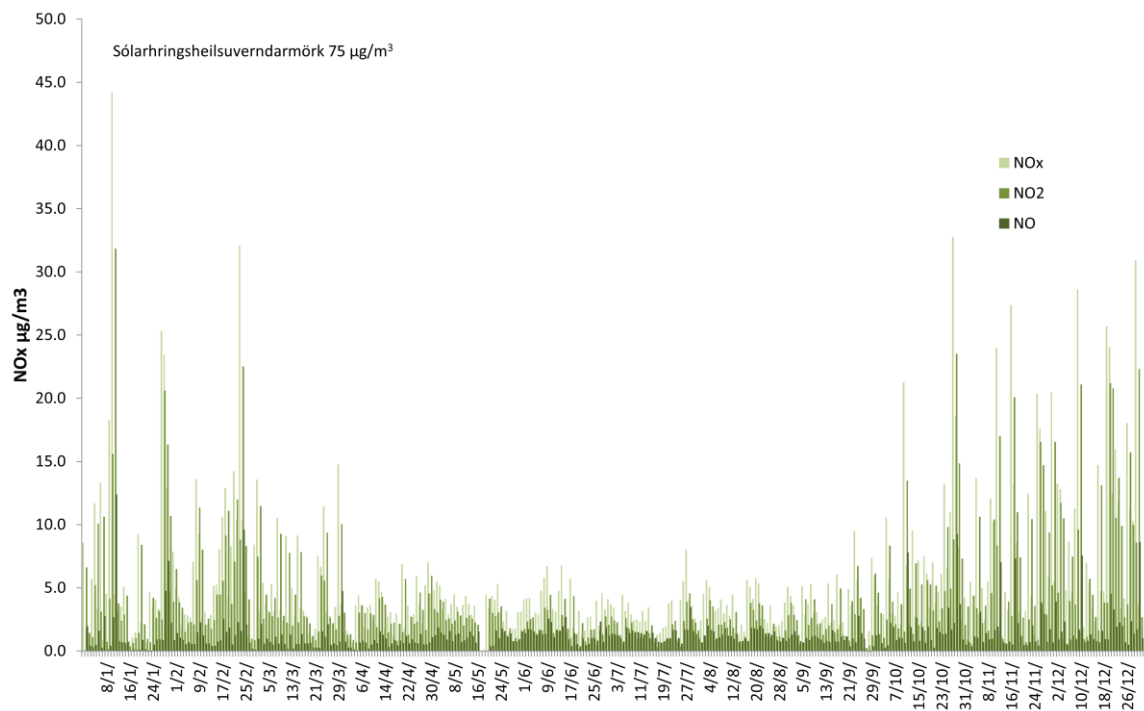


Mynd 14. Nituroxíð (NO_x) 2021 sem fall af vindátt, meðalstyrkur í átt og magnuppruni.

Mynd 15 sýnir breytileika meðaltals nituroxíðs eftir tíma dags.



Mynd 15. Nituroxíð (NO_x) 2021, meðalstyrkur sem fall af tíma dags.



Mynd 16. Nituroxíð, dagsmeðaltöl 2021.

Mynd 16 sýnir öll sólarhringsmeðaltöl NO, NO₂ og NO_x fyrir 2021.

Tilvísanir

- 1 Kvörðunarskýrsla mælistöðvar Hvaleyrarholti, haust 2021, Wojciech Sasinowski, Hafrannsóknastofnun.
- 2 Veðurlýsing tímabilsins er unnin upp úr veðurfarslýsingu ársins 2021 sem aðgengileg er á heimasíðu Veðurstofu Íslands, www.vedur.is.
- 3 Flóurmælingar í gróðri í umhverfi Rio Tinto á Íslandi, Mæligögn 2021, Dr. Kristmann Gíslason, Hafrannsóknastofnun

Viðauki 1. Mælingar og gröf

Sjá meðfylgjandi Excel skrá

Samantekt Hvaleyrarholt 2021 send