

6EM18026
Hermann Þórðarson

Umhverfisvöktun Hvaleyraholti
Mælingar í lofti

Mæligögn 2019

Janúar 2020
Efnagreiningar
Nýsköpunarmiðstöð

Ágrip

Teknar eru saman niðurstöður mælinga í lofti á Hvaleyrarholti fyrir árið 2019. Mælingar á Hvaleyrarholti eru hluti af umhverfissrannsóknnum fyrir Rio Tinto á Íslandi (ISAL), iðjuvers Rio Tinto í Straumsvík. Niðurstöður þessar eru unnar af Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 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 mældist 5,7°C, meðalvindhraði í Straumsvík mældist 4,6 m/s og algengustu áttir voru suðlægar og suðaustlægar áttir. Suðvestanáttir sem bera mengun yfir Hafnarfjörð og Reykjavík hafa verið óalgengar mörg undanfarin ár og sú var raunin 2019 er tíðni þeirra var með lægsta móti eða ráðandi um 10% tímans. Í heild var árið 2019 gott, hiti yfir meðallagi og langir góðveðurskaflar einkenndu vorið og sumarið sunnanlands, en svalara og úrkomusamara var þá norðanlands og austan. Haustið var sveiflukennndara bæði í hlýindum og úrkomu.

Svifryk

Ryk árið 2019 var með hærra móti miðað við fyrri ár. Eindregnir vindar með ryki úr suðaustri voru greinilegir í apríl sem var vindasamastur mánaða ársins. Á tímabilinu 6.-14.4. mældist verulegt svifryk í austan og suðaustan golu eða kalda og tvö stundargildi PM₁₀ gildi fóru yfir 200 µg/m³. Mánuðir háir í ryki voru vor- og sumarmánuðir þegar úrkoma var í minna lagi.

Ársmeðaltal PM₁₀ var 8,1 µg/m³ og PM_{2,5} 4,1 µg/m³. Hæsta meðalgildi dags var PM₁₀ 73 µg/m³ þ. 12.4. og var eini dagurinn sem mældist yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m³) í PM₁₀ svifryki. Hæsta meðalgildi PM_{2,5} var 21 µg/m³ þ. 30.7., en þann dag var mjög hægur breytilegur norðan andvari.

Brennisteinstvíoxíð

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO₂) á mælistöðinni var 1,3 µg SO₂/m³ og er í meðallagi. Hæsta meðaltal dags þ. 20.3. mældist 12 µg SO₂/m³ í vestsuðvestan stinningskalda og er langt undir heilsuverndarmörkum (125 µg/m³). Hæsta meðaltal klst var 45 µg SO₂/m³, einnig langt undir heilsuverndarmörkum (350 µg/m³) en það mældist kl.13 þ. 27.3 í suðvestan allhvössum vindi, en í mars gerði tvo allsnarpa suðvestanáttarkafli með háu SO₂ útslagi.

Brennisteinsvetni

Ársmeðaltal loftkennds brennisteinsvetnis (H₂S) á mælistöðinni var 2,7 µg H₂S/m³, sem er undir ársheilsuverndarmörkum (5 µg H₂S/m³) en nokkuð hærra en undanfarin ár. Hæsta meðaltal klukkustundar var 75 µg H₂S/m³ þ. 14.12. á miðnætti í austan andvara. Hæsta meðaltal dags mældist 22 µg H₂S/m³ 13.11. í austankuli og er undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring (50 µg/m³).

Flúor

Meðaltöl ársins voru mjög svipuð og undanfarin ár og mörg mæligildi undir greiningarmörkum mæliaðferðarinnar. Meðaltalið fyrir gaskenndan flúor, reiknaðan sem HF er $0,031 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$ og er langt undir gróðurverndarmörkunum $0,3 \mu\text{g HF}/\text{m}^3$. Hæstu mæligildi upp á $0,10 \mu\text{g F}/\text{m}^3$ mældust í byrjun júlí (5.-9.7 – 5 daga sýni) í miklu hægviðri og breytilegri átt og svipaðan topp mátti sjá snemma í september (7-11.9) en þá daga voru breytilegar sunnan til vestanáttir allt frá andvara upp í stinningskalda.

Nituroxíð

Ársmeðaltal niturtvíoxíðs (NO_2) á mælistöðinni var $5,8 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ og var í hærra lagi. Þetta gildi hefur farið hækkandi á lengri tíma og töluverð hækkun eða um tvöföldun mælt í heild frá 2009, þó nokkur breytileiki sé milli ára. Hæsta meðaltal dags mældist $50 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ þ. 23.12. í logni og er undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring ($75 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal klukkustundar var $118 \mu\text{g NO}_2/\text{m}^3$ kl.15 sama dag, sem er undir heilsuverndarmörkum klukkustundar ($200 \mu\text{g}/\text{m}^3$) en þann dag mældust há gildi yfir daginn í logni eða mjög hægri breytilegri átt.

Ársmeðaltal nituroxíða (NO_x) á mælistöðinni er $8,5 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$. Meðaltal ársins er vel undir gróðurverndarmörkum ($30 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Hæsta meðaltal dags mældist $79 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$. Hæsta meðaltal klukkustundar var $253 \mu\text{g NO}_x/\text{m}^3$. Þessi hæstu gildi mældust á sama degi og tíma og háværk NO_2 .

| 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 | 4,1 | | 40/20 | Heilsuv.m. PM ₁₀ /PM _{2,5} |
| Hæsta dagsgildi | 73 | 21 | (1) | 50 (35)* | Hvm. PM ₁₀ |
| Hæsta gildi 24 hl.st. | | | | | |
| Hæsta stundargildi | 180 | 200 | | | |
| Brennisteinstvíoxíð | SO₂ | | | | |
| Ársmeðaltal | 1,3 | | | 20 | Gróðurv.m. |
| Hæsta dagsgildi | 12 | | | 125(3) | Heilsuv.m. |
| Hæsta gildi 24 hl.st. | | | | | |
| Hæsta stundargildi | 45 | | | 350(24) | Heilsuv.m. |
| Brennisteinsvetni | H₂S | | | | |
| Ársmeðaltal | 2,7 | | | 5 | Heilsuv.m. |
| Hæsta dagsgildi | 22 | | | 50 (5) | Heilsuv.m. |
| Hæsta gildi 24 hl.st. | | | | | |
| Hæsta stundargildi | 75 | | | | |
| Flúor | HF | F_{ryk} | F_{alls} | HF | |
| Meðaltal apr-okt | 0,03 | <0,01 | 0,03 | 0,3 | Gróðurv.m. |
| Hæsta dagsgildi | | | | | |
| Hæsta 5 daga gildi | 0,10 | 0,08 | 0,10 | | |
| Nituroxíð | NO | NO₂ | NO_x | NO₂ | |
| Ársmeðaltal | 2,7 | 5,8 | 8,5 | 40/30 | Hvm.NO ₂ / Grvm.NO _x |
| Hæsta dagsgildi | 29 | 50 | 79 | 75(7) | Heilsuv.m. |
| Hæsta gildi 24 hl.st. | | | | | |
| Hæsta stundargildi | 135 | 118(0) | 253 | 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 | 12 |
| Flúor | 15 |
| Nituroxíð | 17 |
| Tilvísanir | 20 |
| Viðauki 1. Mælingar og gröf | 21 |

1. Inngangur

Mælingar í lofti á Hvaleyrarholti

Fjallað er um niðurstöður mælinga í lofti á Hvaleyrarholti fyrir árið 2019. Mælingar þessar eru hluti af umhverfissvöktun Rio Tinto á Íslandi (ISAL), iðjuvers Rio Tinto í Straumsvík. Niðurstöður þessar eru unnar af Efnagreiningum, Nýsköpunarmiðstöð Íslands, 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.

Álfraframleiðsla 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 200.000 tonn á ári en skv. gildandi starfsleyfi hefur Rio Tinto á Íslandi leyfi til framleiðslu allt að 460.000 tonn/ár.

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 vel fyrir utan bilanir í tæki til mælinga á nituroxíðum, en um 29 daga vantar inn í mælingar á þeim í júlí og ágúst vegna þess.

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, H₂S og NO₂ árið 2018.

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

3. Niðurstöður og úrvinnsla

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

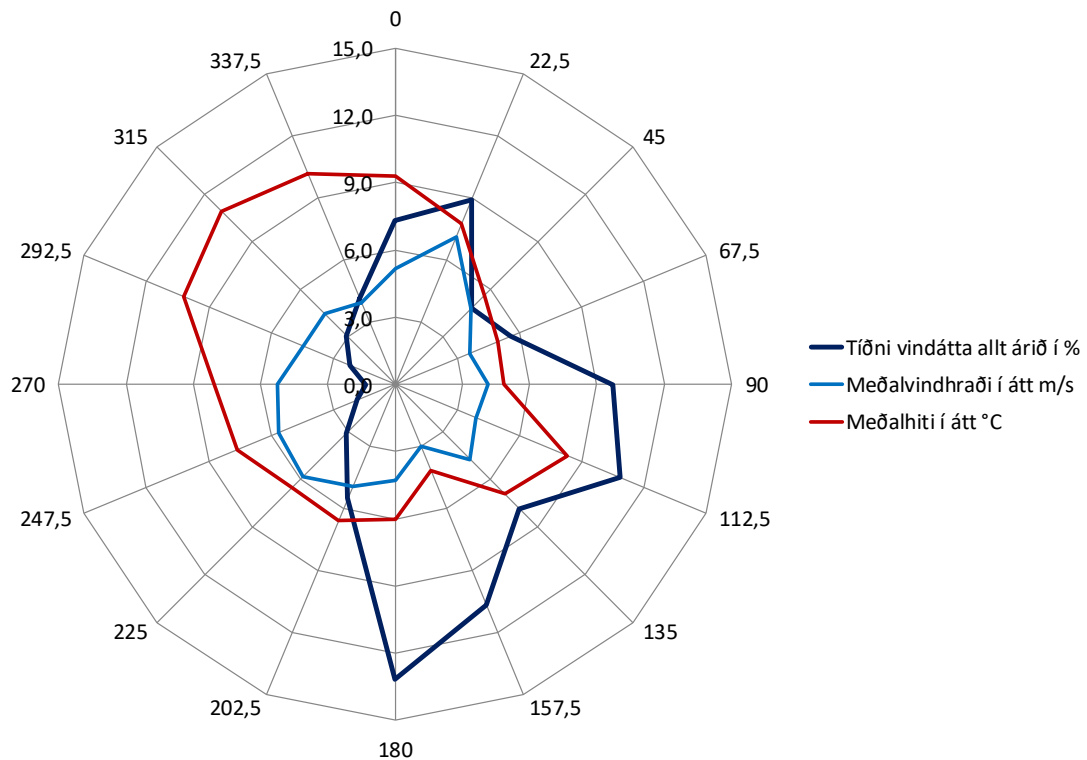
Veðurgögn og veðurlýsing ársins

Meðalhiti á Hvaleyrarholti mældist 5,7°C, meðalvindhraði í Straumsvík mældist 4,6 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 og sú var raunin 2019 er tíðni þeirra var með lægsta móti eða ráðandi um 10% tímans.

Tafla 1 Veðurgögn meðaltöl

| | 2019 | Meðalhiti °C | Meðal- vindhraði m/s | 2019 | Meðalhiti °C | Meðal- vindhraði m/s |
|---------------|---------|-----------------|----------------------------|-----------|-----------------|----------------------------|
| Straumsvík | Jan-des | 5,7 | 4,6 | Apríl-okt | 8,6 | 4,4 |
| Hvaleyrarholt | Jan-des | 6,9 | | Apríl-okt | 10,0 | |



Mynd 1. Vindrós Straumsvík 2019, 10 mín. mæligögn.

Í heild var árið 2019 gott, hiti yfir meðallagi og langir góðveðurskaflar einkenndu vorið og sumarið sunnanlands, en svalara og úrkomusamara var þá norðanlands og austan. Haustið var sveiflukenndara bæði í hlýindum og úrkomu.

Veðurlýsing ársins (2)

Óvenju mikil hlýindi einkenndu fyrri hluta janúar, hiti var langt yfir meðallagi um land allt og snjólétt víðast hvar. Seinni hluti mánaðarins var mun kaldari og þá sérstaklega síðustu dagarnir. Töluverður snjór var víða um land, vindur hægur og nokkuð bjart í veðri. Úrkoma í Reykjavík og Akureyri mældust nokkuð umfram meðallag árána 1961 til 1990. Fyrri hluti febrúar var kaldur og þónokkur snjór var á landinu. Þurrt og bjart var suðvestanlands en úrkomusamara norðanlands. Mikil hlýindi einkenndu síðari hluta mánaðarins. Marsmánuður var nokkuð hagstæður. Hiti var yfir meðallagi árána 1961 til 1990 en undir meðallagi síðustu tíu ára. Norðaustlægar áttir voru ríkjandi fyrri helming mánaðarins á meðan seinni hlutinn einkenndist af suðvestlægum áttum. Vindhraði var nærri meðallagi.

Óvenjulega hlýtt var á landinu öllu í apríl. Þetta var hlýjasti aprílmánuður frá upphafi mælinga víða um land. Suðaustlægar áttir voru ríkjandi. Þurrt og bjart var norðanlands en blautara syðra. Úrkoma í Reykjavík mældist vel umfram meðallag árána 1961 til 1990 en lítið rigndi á Akureyri. Maí var nokkuð hlýr og sólríkur um vestanvert landið á meðan svalara var norðan- og austanlands. Þurrt var um allt land. Norðaustlægar áttir voru ríkjandi. Loftþrýstingur var óvenju hár í mánuðinum. Júnímánuður var óvenju þurr. Langur þurrkakaflí var á Suður- og Vesturlandi fram eftir mánuðinum. Mjög sólríkt var í þeim landshlutum og fremur hlýtt á meðan svalara var norðan- og austanlands. Norðaustlægar áttir voru ríkjandi.

Í júlí var tíð sérlega hlý um landið sunnan- og vestanvert. Í Reykjavík var mánuðurinn sá hlýjasti frá upphafi mælinga, og á fáeinum stöðvum öðrum meðal þeirra 3 til 4 hlýjustu. Svalara var og tíð mun daufari um landið norðan- og austanvert en þó var hiti ofan meðallags síðustu tíu ára á flestum veðurstöðvum. Ágúst var fremur kaldur um land allt, sérstaklega um landið norðan- og norðaustanvert. Þurrt og bjart var um landið sunnan- og vestanvert en blautara norðaustanlands. Norðaustlægar áttir voru ríkjandi. September var hlýr og úrkomusamur. Óvenju hlýtt var síðustu viku mánaðarins og veður með besta móti. Mánuðurinn var sérlega úrkomusamur um landið vestanvert. Miklar rigningar voru á Vesturlandi dagana 18. til 20.

Tíð í október var nokkuð sveiflukennd. Í mánuðinum voru allmargir hlýir dagar en einnig kaldir dagar á milli. Að tiltölu var hlýjast vestanlands en svalara og úrkomusamara norðan- og austanlands. Hiti yfir meðallagi suðvestanlands. Nóvember var óvenju hægviðrasamur og tíð hagstæð. Óvenju þurrt var um landið norðanvert og var mánuðurinn víða þurrasti nóvembermánuður um áratugaskeið. Að tiltölu var kaldast á Norðausturlandi en hlýrra vestantil á landinu. Tíð var óhagstæð á norðanverðu landinu í desember en betri sunnanlands. Mikið norðanóveður gekk yfir landið dagana 10. til 11. desember sem olli miklu tjóni. Mánuðurinn var óvenju úrkomusamur á norðanverðu landinu og mældist úrkoman þar víða sú mesta sem vitað er um í desember.

Svifryk (PM₁₀ og PM_{2,5})

Mælt mánaðarmeðaltal og ársmeðaltal má sjá hér í töflu:

| Mán. | Árs- og mánaðarmeðaltöl svifryks í µg/m ³ | | | |
|-----------|---|-----------|---------|-----------|
| | 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 | 2018 |
| | | | 7,1 | 3,5 |
| Janúar | 7,4 | 3,1 | 7,2 | 4,0 |
| Febrúar | 7,5 | 3,5 | 9,9 | 4,4 |
| Mars | 8,3 | 3,8 | 9,2 | 3,8 |
| Apríl | 16,6 | 5,6 | 8,7 | 4,3 |
| Maí | 6,7 | 3,4 | 8,8 | 3,7 |
| Júní | 8,8 | 4,8 | 5,2 | 2,9 |
| Júlí | 10,4 | 6,5 | 5,8 | 3,3 |
| Ágúst | 7,4 | 4,2 | 5,6 | 3,1 |
| September | 7,2 | 4,6 | 6,2 | 3,0 |
| Október | 6,5 | 3,3 | 6,6 | 2,8 |
| Nóvember | 5,4 | 3,2 | 5,6 | 2,7 |
| Desember | 5,4 | 2,5 | 6,6 | 4,4 |

Í töflunni má sjá meðaltöl áranna 2015-2019, mánaðarmeðaltöl ársins 2019 og ársins 2018 til samanburðar.

Ryk árið 2019 var með hærra móti miðað við fyrri ár. Árið var góðviðrasamt og langir þurrkakaflar áberandi. Eindregnir vindar með ryki úr suðaustri voru greinilegir í apríl sem var vindasamastur mánaða ársins. Á tímabilinu 6.-14.4. mældist verulegt svifryk í austan og suðaustan golu eða kalda og tvö stundargildi PM₁₀ gildi fóru yfir 200 µg/m³. Rykið var fremur gróft og líklega skammt að komið fremur en af söndum á suðurströndinni, sem stundum gerist í slíku roki. Mánuðir háir í ryki voru vor- og sumarmánuðir þegar úrkoma var í minna lagi. Þá kunna vegaf framkvæmdir við breikkun Reykjanesbrautar að hafa haft áhrif á svifryk á seinni hluta ársins.

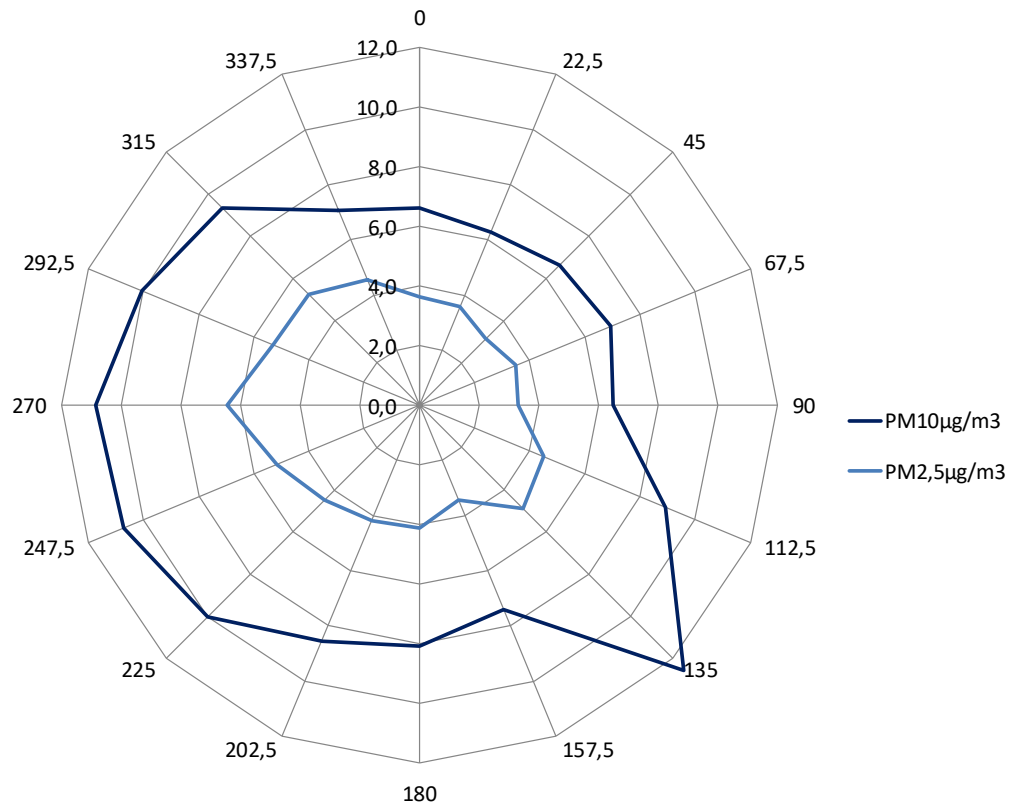
Hlutfall PM₁₀ er í hærra lagi miðað við PM_{2,5}. Þessi munur getur bent til þess að PM₁₀ rykið sé komið mjög stutt að, t.d. af bílastæði í grennd við stöðina, en ryk sem kemur lengra að er yfirleitt jafnara í PM_{2,5} og PM₁₀. Staðsetning stöðvarinnar er má segja ekki heppileg m.t.t. svifryksmælinga, allnokkurt bílastæði er vestan við stöðina og annað minna stendur upp á hæð austan megin og er þar alveg í þakhæð við stöðina.

Ársmeðaltal PM₁₀ var 8,1 µg/m³ og PM_{2,5} 4,1 µg/m³. Hæsta meðalgildi dags var PM₁₀ 73 µg/m³ þ. 12.4. og var eini dagurinn sem mældist yfir heilsuverndarmörkum (50 µg/m³) í PM₁₀ svifryki. Hæsta meðalgildi PM_{2,5} var 21 µg/m³ þ. 30.7., en þann dag var mjög hægur breytilegur norðan andvari.

Hæstu stundargildi mældust PM₁₀ 222 µg/m³ þ. 9.4., kl. 18, í suðaustan stinningsgolu og PM_{2,5} 130 µg/m³, mælt á fyrsta tímanum eftir miðnætti á nýjarsdag 2019, en þá var suðaustan hægviðri og hefur verið flugeldaryk frá nærliggjandi byggð. Alls

mældust 87 stundir yfir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ af PM_{10} og 16 stundir af $\text{PM}_{2,5}$ og eru mun fleiri en árið á undan þegar þessi fjöldi var 28 og 4.

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 2019 mældist hæsta $\text{PM}_{2,5}$ gildið af völdum flugelda eins og árin tvö á undan, en PM_{10} gildið kom fram í þurrki og vindi og gæti hafa verið skammt að komið. Þá hefur meðaltal svifryks á Hvaleyrarholti gjarnan verið hæst í suðvestan- eða suðaustanáttum. Á árinu 2019 mældust hæstu PM_{10} meðalgildi í suðaustanátt, en hæstu $\text{PM}_{2,5}$ meðalgildi í vestanátt. Mynd 2 sýnir meðalstyrk svifryks sem fall af vindátt.



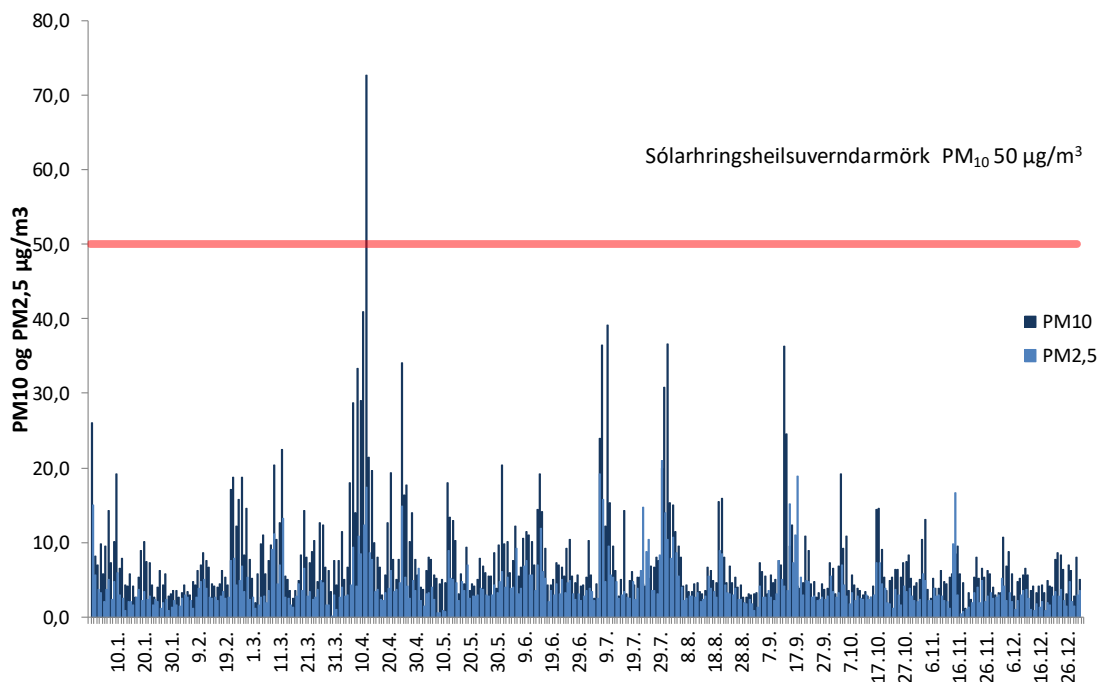
Mynd 2. Meðalstyrkur svifryks ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) 2019 sem fall af vindátt.

Stór hluti svifryks sem mælist á svæðinu fæst úr suðaustanáttum, enda er það algengasta vindáttin. Færð hafa verið rök fyrir því áður að líkleg meginuppspretta ryks í kringum stöðina í venjulegu árferði sé umferðarryk. Árið 2019 voru einnig töluverðar framkvæmdir við breikkun Reykjanesbrautar og gerð hljóðmana milli Krísuvíkurveggar og Strandgötu frá maí og til ársloka. Líklegt er að hámarkið í suðaustri og grófleika ryksins í þeirri átt megi rekja til þessara framkvæmda að einhverju leyti.



Mynd 3. Magnuppspretta svifryks 2019 sem fall af vindátt.

Sjá má á mynd 3 að eins og áður á þessari stöð er hlutfallslega meira fínryk að finna í norðanáttum en suðlægum áttum. Það kann að stafa af því að þetta svifryk er umferðaryrk sem borist hefur svolítið lengri leið frá Reykjavík og grófari korn fallið úr því á leiðinni. Og líklegt er að svifrykið sem berst að stöðinni úr suðaustan og suðvestan til vestan eigi sér uppsprettu nær í umferð og framkvæmdunum í vegagerð í grennd við stöðina. Þá er ljóst að suðaustanáttin getur lagt til ryk frá suðurströnd Íslands.



Mynd 4. Svifryk 2019, dagsmeðaltöl.

Mynd 4 sýnir öll sólarhringsmeðaltöl PM₁₀ og PM_{2,5} fyrir 2019.

Brennisteinstvíoxíð og brennisteinsvetni

Mánaðarmeðaltöl á brennisteinssamböndum í lofti má sjá í töflu 2.

| Tímabil | Mánaðarmeðaltöl brennisteinsefna í lofti í µg/m ³ | | | |
|-----------|---|--|--|--|
| | Brenni- steins- tvíoxíð SO ₂ | Brenni- steinsvetni H ₂ S | Brenni- steins- tvíoxíð SO ₂ | Brenni- steinsvetni H ₂ S |
| 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 | 2018 | 1,2 |
| | | | | 2,1 |
| Janúar | 2,0 | 3,1 | 1,7 | 3,9 |
| Febrúar | 1,4 | 3,6 | 2,0 | 1,5 |
| Mars | 2,6 | 2,6 | 1,3 | 2,3 |
| Apríl | 1,0 | 2,9 | 0,7 | 2,4 |
| Maí | 1,2 | 1,4 | 1,6 | 0,7 |
| Júní | 1,3 | 0,7 | 0,8 | 0,6 |
| Júlí | 0,4 | 1,5 | 0,2 | 0,6 |
| Ágúst | 1,0 | 1,5 | 0,4 | 1,3 |
| September | 0,8 | 2,3 | 1,1 | 1,3 |
| Október | 1,4 | 2,0 | 1,9 | 1,9 |
| Nóvember | 1,5 | 7,1 | 1,3 | 5,2 |
| Desember | 0,9 | 3,2 | 1,7 | 3,3 |

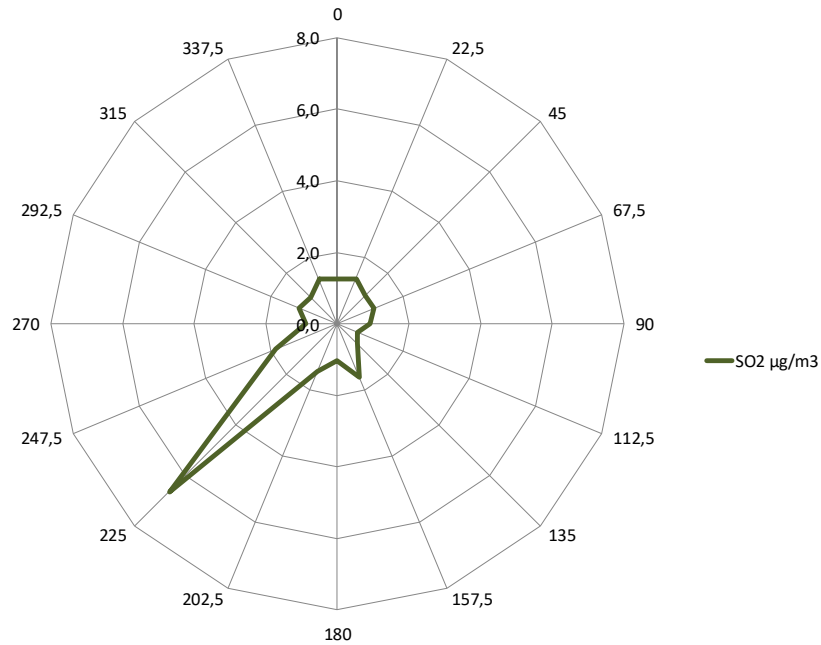
Í töflunni má sjá meðaltöl áranna 2015-2019, mánaðarmeðaltöl ársins 2019 og ársins 2018 til samanburðar.

Ársmeðaltal brennisteinstvíoxíðs (SO₂) á mælistöðinni var 1,3 µg SO₂/m³ og er í meðallagi. Gróðurverndarmörk árs eru 20 µg SO₂/m³. 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 µg SO₂/m³ 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 símælingu á flúrljómun ljósörvaðs brennisteinstvíoxíðs í loftsýni. Meðaltal áranna 2008-2013 úr mælingum með þeirri mælitækni var 1,2 µg SO₂/m³. Reikna má með óvissu upp á um ± 0,7 µg/m³ í ársmeðaltali þar sem stærsti hluti óvissunnar er vegna mats á núllgildi yfir mælitímabilið.

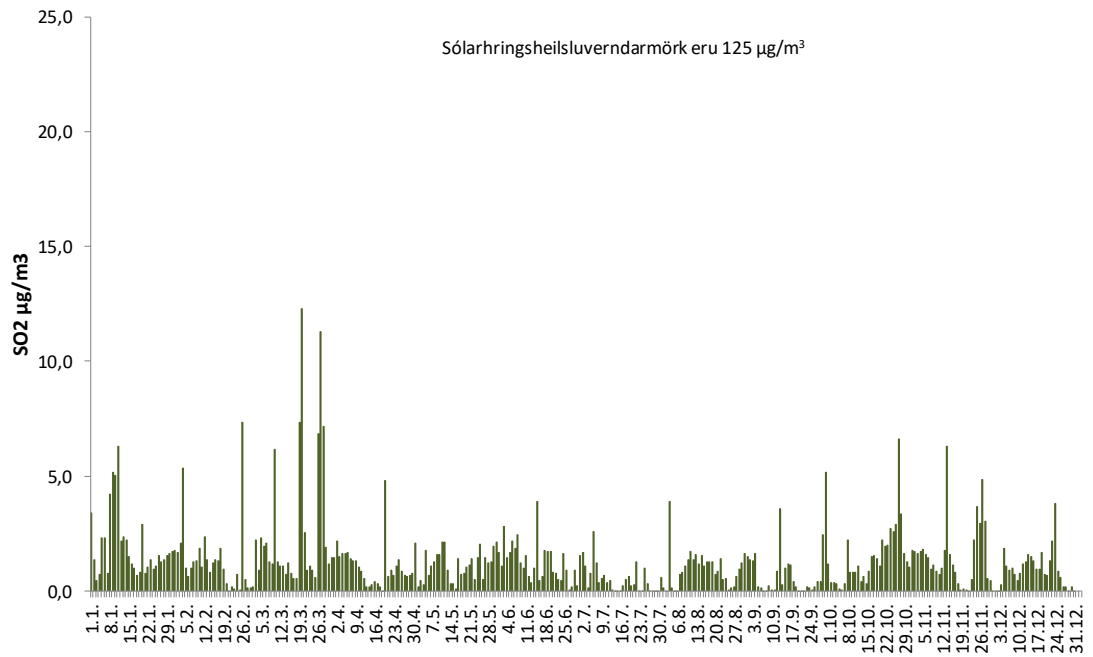
Hæsta meðaltal dags þ. 20.3. mældist 12 µg SO₂/m³ í vestsuðvestan stinningskalda og er langt undir heilsuverndarmörkum (125 µg/m³). Hæsta meðaltal klst var 45 µg SO₂/m³, einnig langt undir heilsuverndarmörkum (350 µg/m³) en það mældist kl.13 þ. 27.3 í suðvestan allhvössum vindi, en í mars gerði tvo allsnarpa suðvestanáttar-kafla með háu SO₂ útslagi.

Uppruni SO₂ sem mælist í umhverfi stöðvarinnar er nokkuð blandaður en hæstu meðalgildi í átt mældust úr suðvestri eins og sjá má á mynd 5. Hlutfall þess SO₂ sem

alls mældist í umhverfi stöðvarinnar árið 2019 var að um fjórðungi upprunnið í suðvestanáttum með álverið og iðnaðarhverfin í Kapellu- og Hellnahrauni sem líklegar uppsprettur, þrjár fjórðu hlutar bárust að mestu úr öðrum áttum með umferð sem líklegustu uppsprettu.

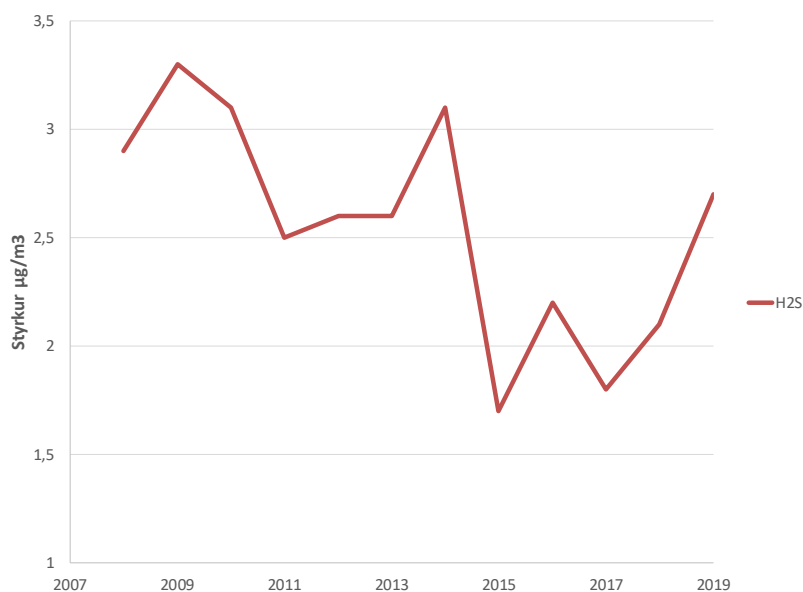


Mynd 5. Meðalstyrkur brennisteinstvíoxíðs 2019 sem fall af vindátt.



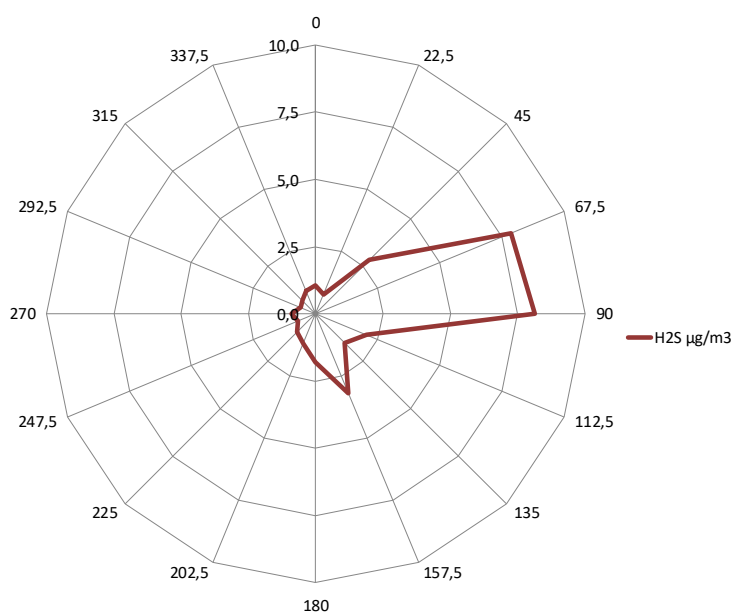
Mynd 6. Brennisteinstvíoxíð, SO₂, dagsmeðaltöl 2019.

Ársmeðaltal loftkennds brennisteinsvetnis (H_2S) á mælistöðinni var $2,7 \mu g H_2S/m^3$, sem er undir ársheilsuverndarmörkum ($5 \mu g H_2S/m^3$) en nokkuð hærra en undanfarin ár. Meðaltal brennisteinsvetnis á Hvaleyrarholti fór lækkandi á tímabilinu 2008-2018 með nokkrum breytileika, sjá mynd 7.

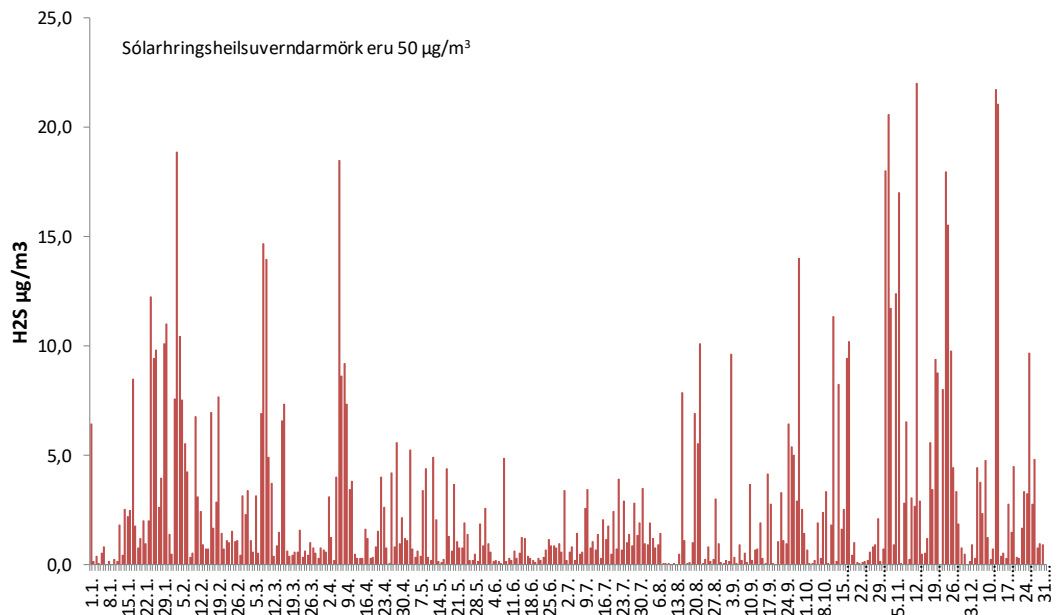


Mynd 7. Ársmeðalstyrkur brennisteinsvetnis 2008-2019.

Hæsta meðaltal klukkustundar var $75 \mu g H_2S/m^3$ þ. 14.12. á miðnætti í austan andvara. Hæsta meðaltal dags mældist $22 \mu g H_2S/m^3$ 13.11. í austankuli og er undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring ($50 \mu g/m^3$). Í tilviki H_2S koma hæstu styrkir fram í austanáttum og jafnframt mælist langmestur hluti H_2S einnig í norðaustanáttum og er uppruni þess jarðhitasvæði Reykvíkinga á Hengilssvæðinu og Hellisheiði.



Mynd 8. Meðalstyrkur brennisteinsvetnis 2019 sem fall af vindátt.



Mynd 9. Brennisteinsvetni, H₂S, dagsmeðaltöl 2019.

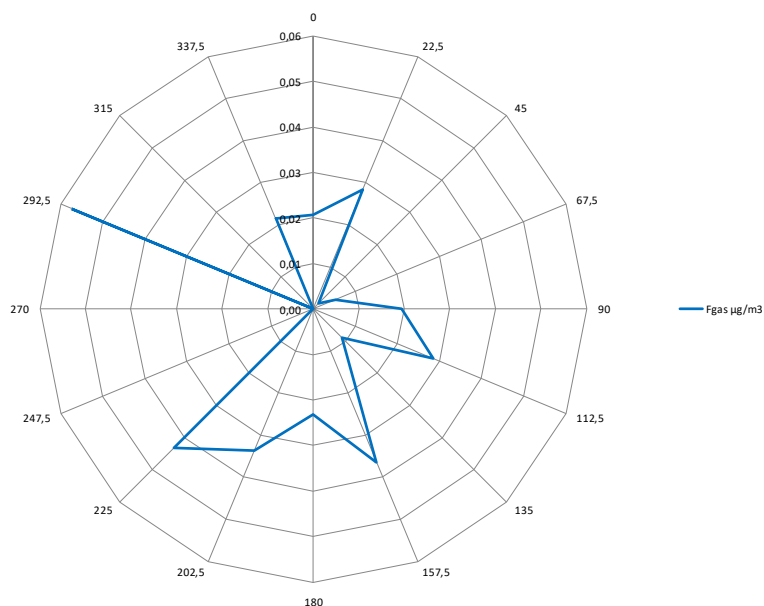
Flúor

Mánaðarmeðaltöl á flúor í lofti má sjá í töflu 3.

| Tímabil | Mánaðarmeðaltöl flúors í lofti í µg/m ³ | | | |
|-----------|---|---------------|-----------|--------------|
| | F rykkennt | F gaskennt | F alls | F alls |
| 2014 | <0,02 | <0,02 | <0,04 | |
| 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 | 2018 0,03 |
| Apríl | <0,01 | <0,01 | 0,01 | 0,02 |
| Maí | <0,01 | 0,02 | 0,01 | <0,02 |
| Júní | <0,01 | 0,03 | 0,03 | 0,03 |
| Júlí | <0,01 | 0,05 | 0,05 | <0,02 |
| Ágúst | <0,01 | 0,03 | 0,03 | <0,02 |
| September | 0,01 | 0,04 | 0,05 | 0,07 |
| Október | 0,01 | 0,01 | 0,02 | 0,05 |
| Nóvember | 0,02 | <0,01 | 0,03 | |

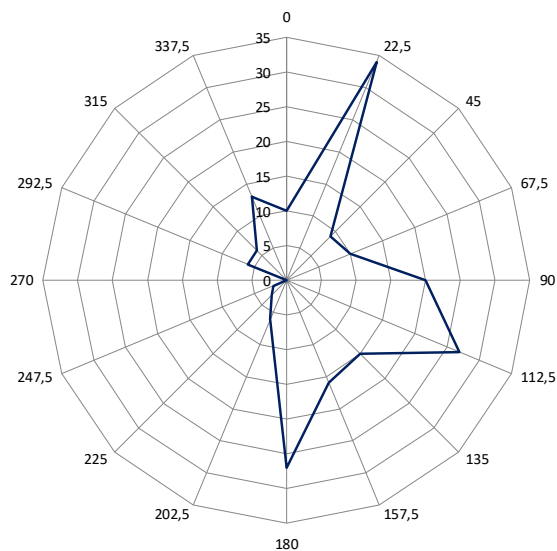
Meðaltöl ársins voru mjög svipuð og undanfarin ár og mörg mæligildi undir greiningarmörkum mæliaðferðarinnar. Meðaltalið fyrir gaskennan flúor, reiknaðan sem HF, er 0,031 µg HF/m³ á vaxtartímabili gróðurs 1.4.-30.9. og er langt undir gróðurverndarmörkunum 0,3 µg HF/m³. Meginuppspretta flúors er álverið til suðvesturs af stöðinni og það greinist sæmlega á mynd 10 af meðalstyrk flúors sem fall af vindátt. Hæstu mæligildi upp á 0,10 µg F/m³ mældust í byrjun júlí (5.-9.7 – 5 daga sýni) í miklu hægviðri og breytilegri átt og svipaðan topp mátti sjá snemma í

september (7-11.9) en þá daga voru breytilegar sunnan til vestanáttir allt frá andvara upp í stinningskalda.



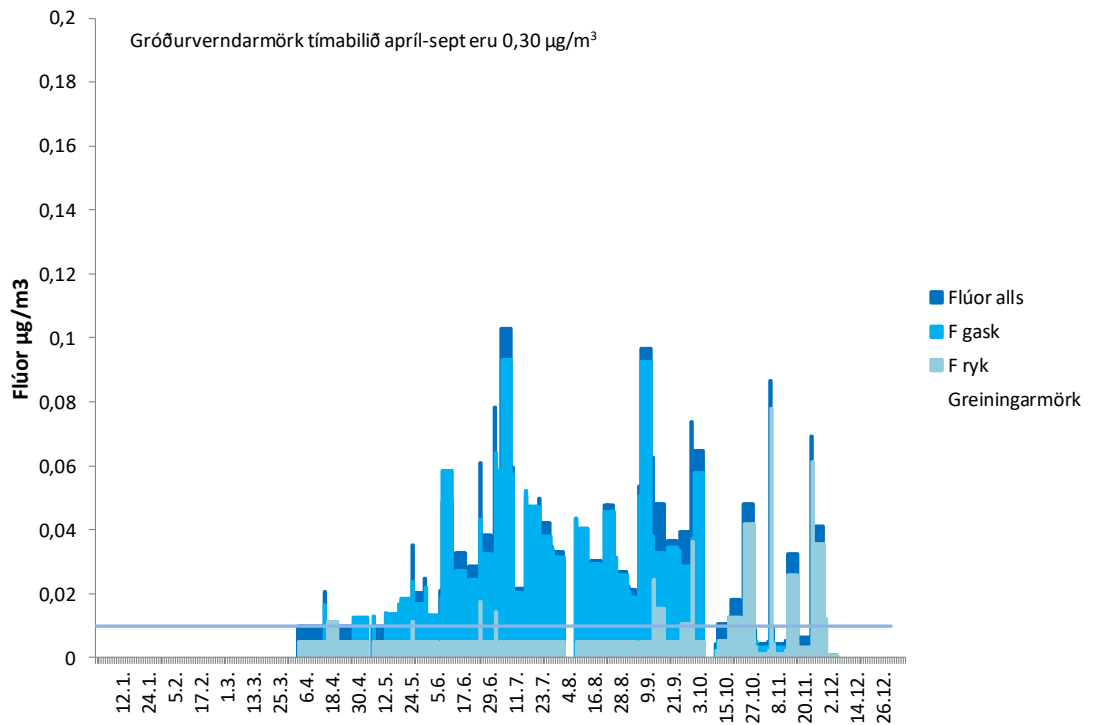
Mynd 10. Flúor í lofti, sem fall af vindátt, stakir mældagur apríl-nóv 2019.

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



Mynd 11. Vindrós, mældagur flúors flokkaðir í megináttir 2019.

Sjá má á mynd 11 vindrós fyrir mældagur flúors á tímabilinu apríl-október, hver dagur flokkaður í eina meginátt sem taldist ríkjandi þann dag. Mæliásinn sýnir fjölda daga sem flokkaðust í hverja átt og alls má t.d. sjá að 3 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 desember.



Mynd 12. Flúor í lofti, 1 dags og 5 daga meðaltöl á vaxtartímabili gróðurs 2019.

Nituroxíð

Mánaðarmeðaltöl á nituroxíðum í lofti má sjá í töflu 4.

| Tafla 4 | | Mánaðarmeðaltöl nituroxíða í lofti í µg/m³ | | | |
|------------------|-----------------------------|--|-------------------------------------|-------------------------------------|--|
| Tímabil | Nitur-einoxíð NO | Nitur-tvíoxíð NO₂ | Nituroxíð NO_x | Nituroxíð NO_x | |
| 2014 | 1,5 | 5,0 | 6,4 | | |
| 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 | 2018 | |
| 2018 | | | | 5,8 | |
| Janúar | 2,2 | 9,9 | 12,1 | 7,1 | |
| Febrúar | 2,7 | 8,6 | 11,3 | 3,8 | |
| Mars | 1,1 | 2,6 | 3,7 | 6,9 | |
| Apríl | 0,8 | 2,3 | 3,2 | 3,8 | |
| Maí | 1,3 | 3,0 | 4,3 | 2,7 | |
| Júní | 0,8 | 2,0 | 2,8 | 3,3 | |
| Júlí | 1,0 | 2,1 | 3,1 | 4,2 | |
| Ágúst | 3,0 | 5,0 | 8,0 | 3,9 | |
| September | 4,1 | 3,4 | 7,5 | 4,5 | |
| Október | 5,4 | 5,6 | 11,1 | 6,2 | |
| Nóvember | 6,5 | 10,8 | 18,3 | 13,4 | |
| Desember | 3,1 | 12,3 | 15,4 | 9,6 | |

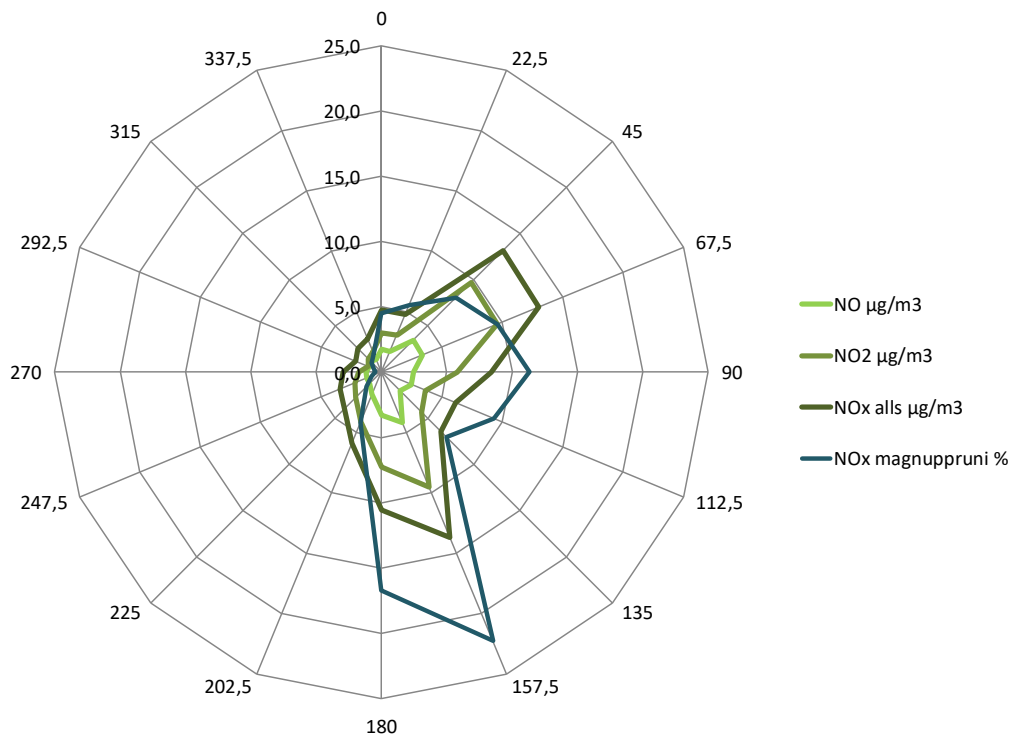
Í töflunni má sjá meðaltöl ársins 2015-2019, mánaðarmeðaltöl ársins 2019 og NO_x mánaðarmeðaltöl ársins 2018 til samanburðar.

Ársmeðaltal niturtvíoxíðs (NO₂) á mælistöðinni var 5,8 µg NO₂/m³ og var í hærra lagi. Þetta gildi hefur farið hækkandi á lengri tíma og töluverð hækkun eða um tvöföldun mælst í heild frá 2009, þó nokkur breytileiki sé milli ára. Hæsta meðaltal dags mældist 50 µg NO₂/m³ þ. 23.12. í logni og er undir heilsuverndarmörkum fyrir sólarhring (75 µg/m³). Hæsta meðaltal klukkustundar var 118 µg NO₂/m³ kl.15 sama dag, sem er undir heilsuverndarmörkum klukkustundar (200 µg/m³) en þann dag mældust há gildi yfir daginn í logni eða mjög hægri breytilegri átt.

Ársmeðaltal nituroxíða (NO_x) á mælistöðinni er 8,5 µg NO_x/m³. Meðaltal ársins er vel undir gróðurverndarmörkum (30 µg/m³). Hæsta meðaltal dags mældist 79 µg NO_x/m³. Hæsta meðaltal klukkustundar var 253 µg NO_x/m³. Þessi hæstu gildi mældust á sama degi og tíma og hámarks NO₂.

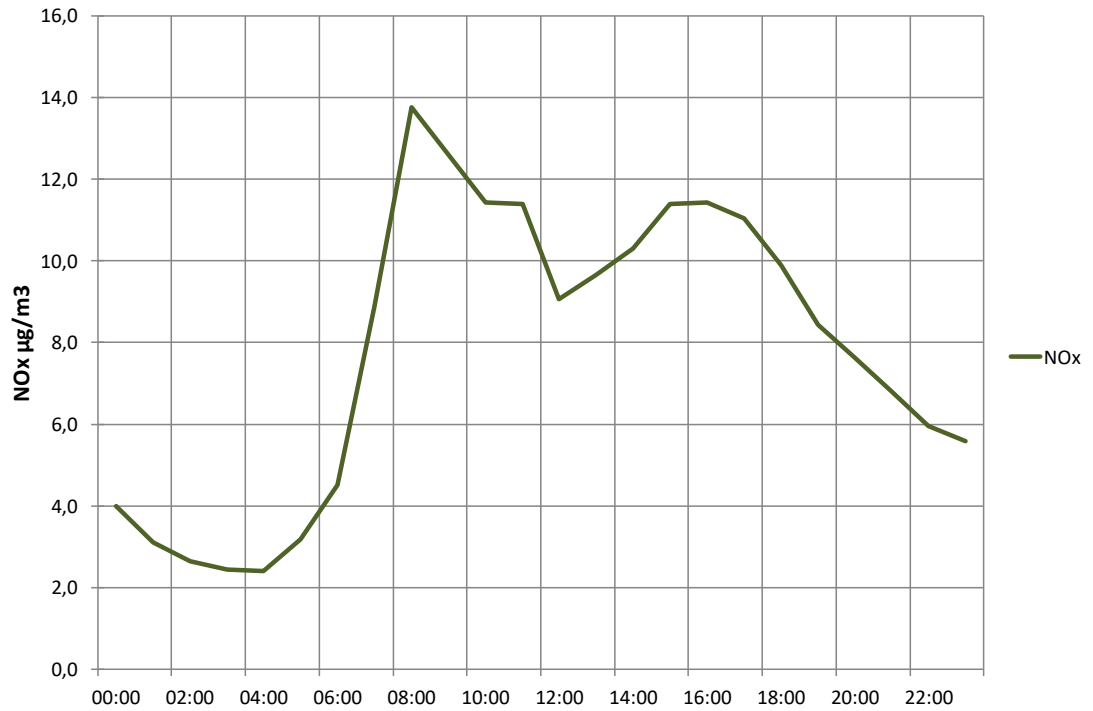
Niturtvíoxíð hefur einnig hækkað frá árinu 2009 og hefur ekki mælst hærra. Stórar uppsprettur nituroxíða virðast vera í norðaustri og í suðaustri. Af þeim mengunarefnum sem eru mæld á Hvaleyrarholti eru nituroxíð þau sem sýna mestan breytileika eftir tíma dags. Meðalstyrkur þeirra rís hratt á morgnana og nær hámarki um 8-9 leytið. Það er því líklegt að meginuppspretta NO_x sé bílaumferð í nærumhverfi og Reykjanesbraut og frá umferð á höfuðborgarsvæðinu úr norðaustri.

Mynd 13 sýnir nituroxíð (NO_x) sem fall af vindátt 2019, 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.

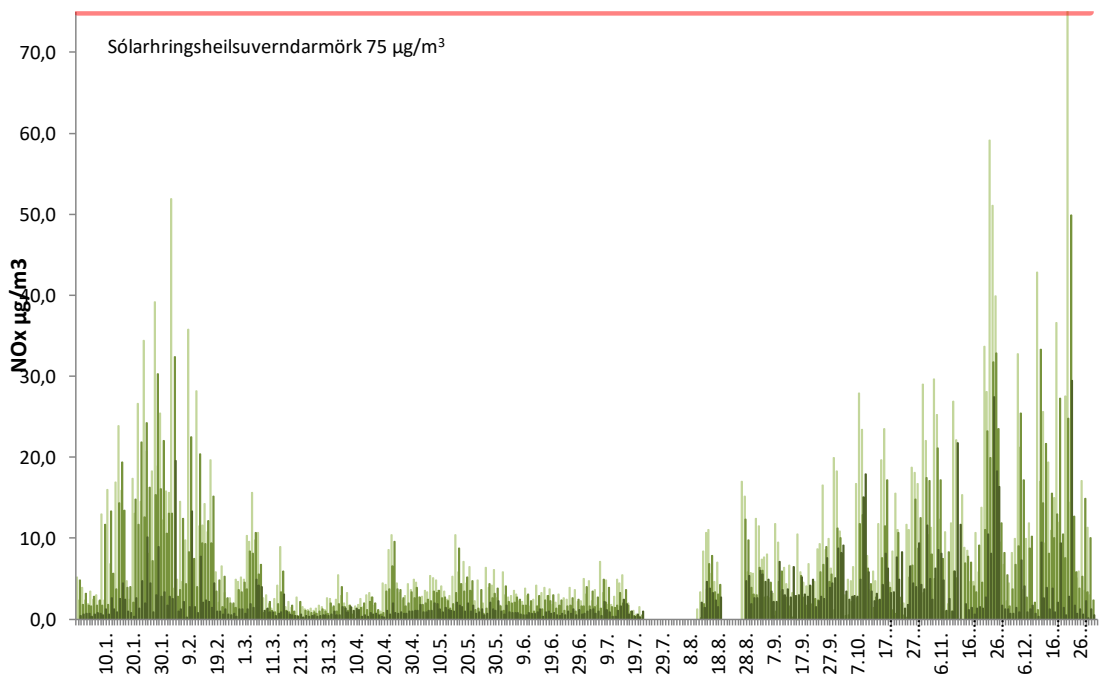


Mynd 13. Nituroxíð (NO_x) 2019 sem fall af vindátt, meðalstyrkur í átt og magnuppruni.

Mynd 14 sýnir breytileika meðaltals nituroxíðs eftir tíma dags.



Mynd 14. Nituroxíð (NO_x) 2019, meðalstyrkur sem fall af tíma dags.



Mynd 15. Nituroxíð, dagsmeðaltöl 2019.

Mynd 15 sýnir öll sólarhringsmeðaltöl NO , NO_2 og NO_x fyrir 2019.

Tilvísanir

- 1 Viðhaldsskýrslur mælistöðvar Hvaleyrarholti, júlí og nóvember 2019, Hermann Þórðarson, Nýsköpunarmiðstöð Íslands.
- 2 Veðurlýsing tímabilsins er unnin upp úr veðurfarslýsingu ársins 2019 sem aðgengileg er á heimasíðu Veðurstofu Íslands, www.vedur.is.

Viðauki 1. Mælingar og gröf

Sjá meðfylgjandi Excel skrá

Samantekt Hvaleyrarholt 2019 send