

Svifryksmengun í Reykjavík árin 1995-2005

Sigurður B. Finnsson, Snjólaug Ólafsdóttir

Maí, 2006

Leiðrétt útgáfa gerð í janúar 2007

Svifryksmengun í Reykjavík árin 1995-2005

Efnisyfirlit

1.	Um skýrsluna	4
1.1	Um mæligögn sem notuð eru í skýrslunni	4
2.	Samantekt.....	4
3.	Frekari rannsóknir á svifryki.....	7
3.1	Mat á núverandi ástandi.....	7
3.1.1	Upptök svifryks, frekari rannsóknir.....	7
3.1.2	Efnasamsetning og stærðardreifing svifryks.....	7
3.2	Framtíðarþróun svifryks	7
3.2.1	Losun frá umferð	7
3.2.2	Mat á upptökum öðrum en umferð	8
3.2.3	Áhrif veðurfars / dreifilíkan	8
4.	Aðgerðir til að takmarka svifryksmengun.....	8
4.1	Tillögur Umhverfissviðs Reykjavíkur	8
5.	Þróun svifryksmengunar á síðasta áratug.....	9
6.	Úrkoma og umferð.....	10
6.1	Ársgildi úrkomu og svifryks.....	10
6.2	Sólarhringsgildi úrkomu.....	11
6.2.1	Svifryk sem þyrlast upp	12
6.3	Líkan sem sýnir tengsl svifryks, úrkomu og umferðar	12
6.3.1	Gloppur í svifryksgögnum fyrir aldamót	13
6.3.2	Þróun umferðar	14
6.3.3	Fylgni svifryks við umferð og úrkomu	15
6.3.4	Er umferð nauðsynleg forsenda fyrir ársmeðaltali svifryks?	16
6.3.5	Eðlisfræðileg tengsl svifryks við úrkomu og umferð.....	16
6.4	Fylgni líkans við ársmeðaltöl	17
6.5	Ósamræmi líkana við úrkomu ársins 2005	17
6.6	Þróun svifryks næstu árin og sveiflur í úrkomu síðan 1961	18
7.	Köfnunarefnisoxíð og svifryk	18
8.	Upptök svifryks.....	19
8.1	Bakgrunnsstyrkur svifryks.....	19
9.	Vindátt og upptök svifryks.....	21
9.1	Staðbundin upptök?	22
9.1.1	Samanburður við köfnunarefnisoxíð.....	23
9.1.2	Árið 2004, nálægð við byggingarframkvæmdir.....	25
9.1.3	Niðurstaða.....	26

1. Um skýrsluna

Skýrslan er unnin af Umhverfisstofnun (UST) í samvinnu við Umhverfissvið Reykjavíkurborgar (UHR). Skýrslan er unnin fyrir starfshóp á vegum Umhverfisráðuneytisins um rykmengun á höfuðborgarsvæðinu.

1.1 Um mæligögn sem notuð eru í skýrslunni

Í skýrslunni eru m.a. notaðar niðurstöður loftmælinga frá mælistöðvum við Grensásveg, í Fjölskyldu- og Húsdýragarðinum, við Miklartorg og frá Hvaleyrarholti í Hafnarfirði.

Mælingar við Grensásveg hafa staðið yfir síðan í lok ársins 1993 og var stöðin í upphafi rekin af Umhverfissviði Reykjavíkurborgar (áður Heilbrigðiseftirlit Reykjavíkurborgar en síðar Umhverfis- og Heilbrigðisstofa Reykjavíkurborgar). Árið 2002 hófst samstarf Umhverfisstofnunar og Umhverfissviðs Reykjavíkurborgar um rekstur Grensásstöðvarinnar auk nýrrar mælistöðvar sem gangsett var sama ár í Fjölskyldu- og Húsdýragarðinum. Mörg loftefni eru mæld á Grensásvegi (s.s. svifryk, köfnunarefnisoxíð, óson, brennisteinsdíoxíð o.fl.). Í Fjölskyldu- og Húsdýragarðinum er mælt svifryk, óson og köfnunarefnisoxíð. Á báðum mælistöðvum eru að auki mældir grunnþættir veðurfars.

Svifryk var mælt við Miklartorg árin 1986 til 1992 og 1994 til 2002, Hollustuvernd Ríkisins (sem í dag er hluti Umhverfisstofnunar) sá um rekstur stöðvarinnar.

Stöðin á Hvaleyrarholti í Hafnarfirði er samstarf Heilbrigðiseftirlits Hafnarfjarðar- og Kópavogssvæðis og Umhverfisstofnunar og hefur Iðnaðarráðuneytið styrkt mælingarnar. Mælingar hafa staðið yfir frá árinu 1994 og er tilgangur stöðvarinnar að meta áhrif álversins í Straumsvík á loftgæði. Þar er mælt svifryk og brennisteinsdíoxíð ásamt flúorinnihaldi lofts og svifryks.

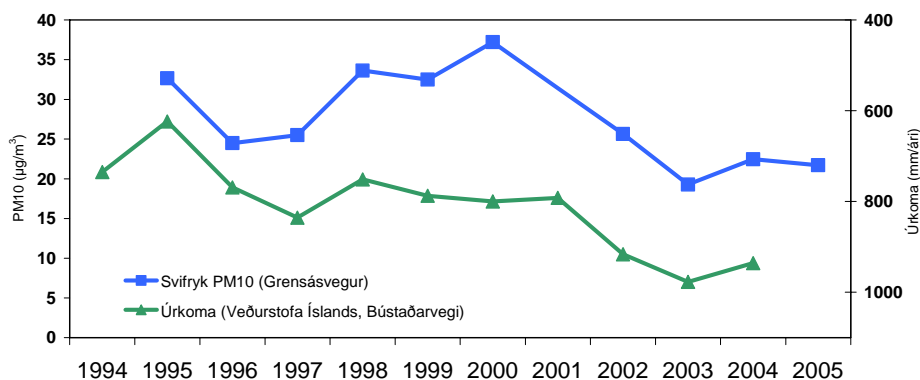
Annarra heimilda er getið þar sem við á.

2. Samantekt

Eitt meginmarkmið verkefnisins var að athuga tengsl veðurfars og svifryksmengunar í Reykjavík. Hér er yfirlit yfir helstu niðurstöður.

Samanburður árgilda svifryks og úrkomu

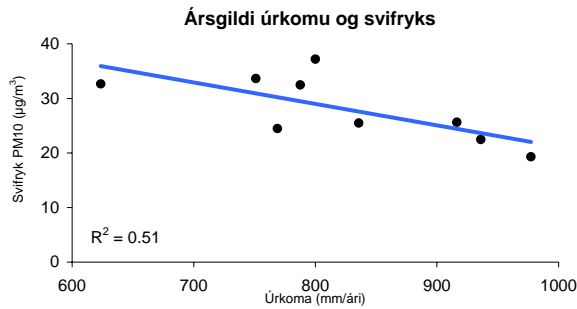
(úrkoma er sýnd spegluð)



Svifryk er næmt fyrir úrkomu

Greinileg fylgni er á milli heildarúrkomu yfir árið og ársmeðaltals svifryks eins og línuritið sýnir hér að ofan. Til að draga betur fram tengslin var línuriti úrkomunnar snúið við. Úrkoma dregur mikið úr svifryki í andrúmsloftinu, þetta sést á línuritinu þar sem aukning úrkomu á milli ára er oft samhliða lækkun svifryksmengunar. Punkturitið hér að neðan sýnir sömu gögn, nema í þessu tilfalli er svifryk sýnt sem fall af úrkomu.

Svifryksmengun í Reykjavík árin 1995-2005

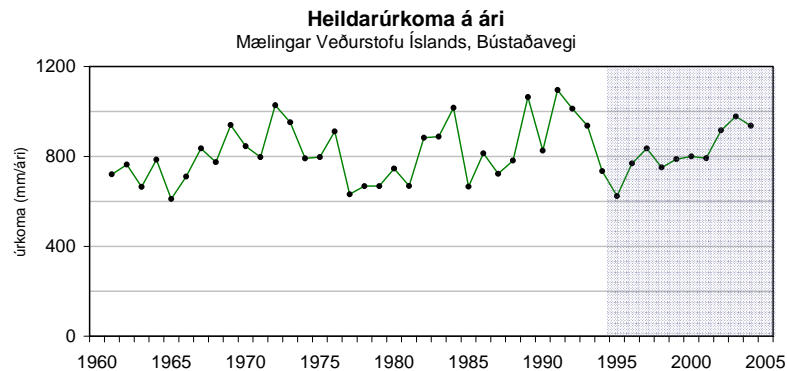


Séu einstakir sólarhringar skoðaðir sjást þessi áhrif enn skýrar. Úrkoma hefur mjög afdráttarlaus áhrif á sólarhringsmeðaltöl svifryks. Í gögnum frá Grensásvegi árin 1995 til 2005 fannst enginn sólarhringur með yfir 6 mm úrkomu þar sem svifryk fer yfir heilsuverndarmörk ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$) nema í tveimur undantekningar-tilfellum sem hægt var að útskýra. Hér er “sólarhringur” miðaður við tímabilið frá kl. 9:00 til 9:00 næsta dag vegna þess hvernig mæligögn Veðurstofu Íslands eru tímasett.

Auk úrkomu verður að gera ráð fyrir breytingum í umferð til að útskýra þróun svifryks á milli ára

Eins og við má búast skiptir þróun umferðarpunga máli þegar svifryksmengun er skoðuð. Umferð hefur aukist yfir 60% í Ártúnsbrekku á milli áruna 1994 til 2004 og kemur þessi aukning fram í svifryksmælingum á Grensásvegi. Það fæst mun betri samsvörun við ársmeðaltöl svifryks ef umferðargögn og úrkoma eru skoðuð saman.

Í hnotskurn er niðurstaðan sú að heildarlosun svifryks hefur aukist með vaxandi umferð, en mikil aukning úrkomu á eftir aldamót hefur haft sterkari áhrif og náð að draga úr styrk svifryksmengunarinnar.¹ Eftirfarandi línurit sýnir heildarúrkomu á ári frá árinu 1961. Þar sést að ekki gengur að slá neinu föstu með þróun úrkomu næstu ára, sama má því segja um svifryksmengun sem skv. ofangreindu er mjög háð úrkomunni.



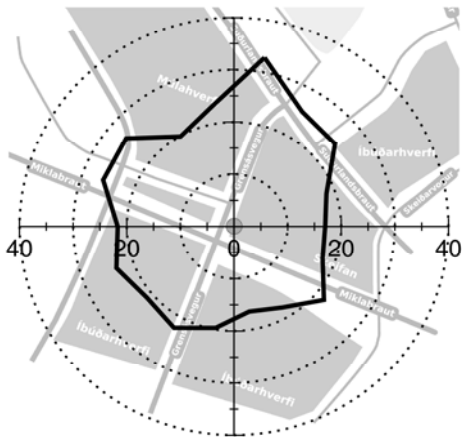
Svifrykstoppar sem koma úr ólíkum vindáttum eru flestir tengdir umferð. Í Húsdýragarðinum eru merki um áhrif af nálægum athöfnum í Laugardalnum.

Miðjur eftirfarandi vindrósa eru við mælistöðina á Grensásvegi (Sjá yfirlitskort í kafla 9). Norður vísar upp og er ársmeðalstyrkur svifryks úr ólíkum vindáttum sýndur með fjarlægð línunnar frá miðju. Háþörl svifryksmengunar í mismunandi vindáttum eru greinilega tengd umferð sé miðað við umferðarmannvirki. Frekari staðfesting á þessu fæst með athugun köfnunarefnisoxíða (NO_x) sem er hluti af útblásturs-

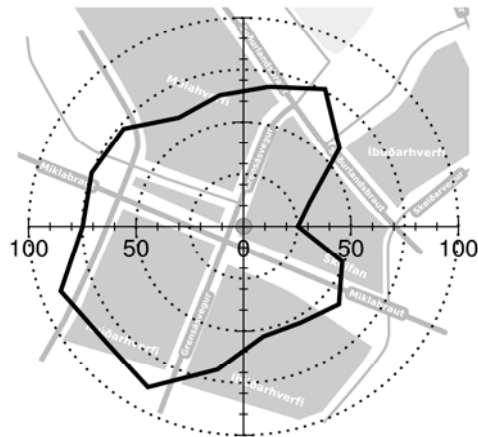
¹ Nýlegar úrkomutölur frá Veðurstofu Íslands fyrir árið 2005 sýna mikla lækkun úrkomu m.v. árin þar á undan. Skv. niðurstöðum hér að ofan ætti svifryksmengun því að hafa aukist, en það gerðist ekki. Ekki náðist að skoða þetta fyrir útgáfu skýrslunnar (nánar má lesa um þetta í kafla 6.5).

lofttegundum bílvéla. NO_x hefur háþrúka í svipuðum vindáttum og svifryk sem styður að svifryksmengunin sé að stærstum hluta tengd umferð.

Meðaltal PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) eftir vindátt
Grensásvegur 2005



Meðaltal NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) eftir vindátt
Grensásvegur 2005



Í Húsdýragarðinum er breytileiki meiri á milli ára, en svifryksstyrkur þar er nokkuð hár miðað við fjarlægð frá þéttri byggð og umferðarmannvirkjum. Hugsanlega er viðvarandi svifryksmengun í Húsdýragarðinum vegna ýmissar starfsemi s.s. umönnunar dýra. Breytileiki á milli ára bendir einnig til áhrifa af tímaþvöndnum athöfnum í nágrenni stöðvarinnar.

Árið 2004 jókst svifryk í Húsdýragarðinum eins og við mátti búast vegna nálægðar mælistöðvarinnar við byggingarsvæði hjá Laugardalshöll (stöðin er í 150 metra fjarlægð). Framkvæmdum lauk árið 2005 og minnkar þá svifryk að sama skapi.

Í rúmlega kílómetra fjarlægð sunnan af Laugardalshöll er mælistöðin að Grensásvegi. Athugað var hvort byggingarframkvæmdirnar væru merkanlegar í mæligögnum stöðvarinnar árið 2004. Miðað við árin 2003 og 2005 er merkanleg hlutfallsleg aukning á svifryki úr þeim vindáttum sem koma af Laugardalshöll. Þessi athugun gefur vísbendingar en dugar ekki ein og sér til að staðfesta að aukningin sé vegna framkvæmdanna þar sem stærri sveiflur hafa sést á milli ára. Aðrar ástæður gætu verið breytingar í veðurfari fyrir ólíkar vindáttir.

Bakgrunnsgildi borgarinnar og hugsanleg áhrif manlegra uppspretta af jarðvegi

Með bakgrunnsgildi er hér átt við náttúrulegan svifryksbakgrunn borgarinnar sem verður t.d. til vegna foks af heiðum og melum. Engar mælingar á bakgrunnsgildum eru til frá nágrenni borgarinnar, en með mælingum á öðrum stöðum utan þéttbýlis má búast við að ársmeðaltal svifryksbakgrunnssins sé á bilinu 5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Áður hafa verið gerðar beinar mælingar á mismunandi upptökum fyrir svifryk innan borgarinnar¹, skv. þeim er jarðvegur u.þ.b. 25% af heildarsvifryki. Ef gert er ráð fyrir að sá jarðvegur sé hluti af náttúrulegum bakgrunni borgarinnar myndi þetta þýða að svifryksbakgrunnurinn sé í raun 5-9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ á ári (reiknað sem 25% af mældu ársmeðaltali svifryks). Þessum niðurstöðum ber ágætlega saman við áætlaðan bakgrunn borgarinnar hér að ofan.

Þessar niðurstöður má einnig nota til að setja hugsanlegar skorður á áhrif af hugsanlegum upplástri jarðvegs innan borgarinnar vegna manlegra athafna (t.d. vegna opinna húsagrunna). Slík svifryksmengun myndi bætast við náttúrulegan bakgrunn. Skv. samanburðinum hér að ofan er ólíklegt að samanlögð áhrif slíkra uppspretta hækki ársmeðaltal svifryks meira en sem nemur í hæsta lagi nokkrum $\mu\text{g}/\text{m}^3$ á ári.

¹ Sjá nánar “Samsetning svifryksmengunar í Reykjavík”, verkefnisstjóri var Bryndís Skúladóttir, verkefnið var unnið hjá Iðntæknistofnun 2001 til 2003. Sjá vef Iðntæknistofnunar: <http://www.iti.is>.

Hinsvegar er erfitt að setja þessar skorður í formlegar tölur þar sem grunnrannsóknir á bakgrunni borgarinnar vantar (sjá tillögur í kafla 3) og er fyrirvari tekinn á því að slíkar rannsóknir gefi óvæntar niðurstöður.

Þessi niðurstaða útilokar ekki skammtímaáhrif einstakra uppspretta í næsta nágrenni við þær, sbr. áhrif nýbyggingar Laugardalshallar árið 2004 sem minnst var á hér að ofan.

3. Frekari rannsóknir á svifryki

Auknar kröfur um að dregið sé úr svifryksmengun eru til komnar vegna áhrifa mengunarinnar á heilsufar almennings. Rannsóknir á svifryksmengun miðast við að kortleggja helstu upptök, samsetningu svifryks, dreifingu o.fl. Slíkar rannsóknir geta meðal annars nýst til að draga úr og jafnvel koma í veg fyrir mengun af þessu tagi. Þær eru gagnlegar við gerð framtíðarskipulags byggðar þar sem þær gefa bæði þekkingu á núverandi ástandi og möguleika til að meta hugsanleg áhrif breytinga í umhverfinu á íbúa, t.d. vegna fyrirhugaðra umferðarmannvirkja eða breytinga á byggð.

Eftirfarandi eru hugmyndir um verkefni sem þyrfti að framkvæma til að afla betri þekkingar á hegðun svifryksmengunar í Reykjavík. Listinn er ekki tæmandi og hugsanlegt að skipta þurfi vissum verkefnum niður í minni rannsóknarverkefni.

3.1 Mat á núverandi ástandi

3.1.1 Upptök svifryks, frekari rannsóknir

Í rannsókn Bryndísar Skúladóttur (sjá kafla.8) voru upptök svifryks metin. Þetta var mjög áhugaverð rannsókn sem þyrfti að fylgja eftir með mælingum á stærra úrtaki sýna. Gera þarf svipaða rannsókn í Reykjavík þar sem metin eru upptök svifryks á mismunandi árstíðum.

Spurningar sem slík rannsókn svarar er m.a. hlutfallsleg áhrif ólíkra þátta s.s. umferðar og salts. Sé rannsóknin gerð fyrir og eftir aðgerðir sem miða að minnkun áhrifa af umferð (t.d. fækkun nagladekkja) gæti hún sagt til um gagnsemi aðgerðanna.

3.1.2 Efnasamsetning og stærðardreifing svifryks

Svifryk er afar fjölbreytilegur flokkur agna og hafa mismunandi gerðir þeirra ólík áhrif á heilsu fólks. Afla þarf upplýsinga um stærðardreifingu og efnissamsetningu rykagna í umhverfi borgarinnar. Slíkt væri hægt að skoða á nokkrum völdum stöðum til að fá hugmynd um ástand nálægt tiltekinni umferðaræð eða borgarhverfi. Þessari rannsókn svipar til fyrrnefndrar rannsóknar á upptökum svifryks nema að tilgangurinn er fyrst og fremst að rannsaka efnissamsetningu og stærðardreifingu agnanna sjálfra, frekar en upptök þeirra. Rannsóknirnar skarast svo það má athuga að vinna þær sem eina rannsókn.

3.2 Framtíðarþróun svifryks

Svifryksmengun er háð losun frá mismunandi þáttum s.s. umferð, framkvæmdum eða náttúrulegum upptökum eins og t.d. sjávarsalti eða uppblæstri. Ofan á þetta bætast áhrif veðurs sem eru mikil, og sérstaklega hér á landi þar sem miklar sveiflur eru í veðurfari. Mat á samspili þessara þátta gefur möguleika á að meta heilsufarslegt langtímaálag innan mismunandi svæða í borginni t.d. í íbúðarhverfi nálægt umferðargötum. Einnig er hægt að segja fyrir um hvort mengun fari yfir umhverfismörk næstu daga með hjálp veðurspár.

Hér er listi af hugsanlegum verkefnum sem miða að því að sjá fyrir þróun svifryksmengunar:

3.2.1 Losun frá umferð

Losun svifryks frá umferð fer eftir mörgum þáttum s.s. fjölda og þyngd ökutækja, notkun nagladekkja, gerð malbiks, gerð vélar (t.d. dísel eða bensín), ökuhraða og aksturslagi almennt. Mikil þróun hefur orðið í gerð líkana sem lýsa losun og mætti aðlaga erlent líkan að íslenskum aðstæðum. Í sama verkefni mætti aðlaga líkan sem einnig reiknar losun annarra mengandi lofttegunda frá umferð þ.e. NO_x, CO, SO₂ o.fl.

Þekking sem aflaðist við gerð á slíku losunarlíkani nýtist til að spá um losun frá mismunandi gerðum ökutækja. Það væri gagnlegt til að meta áhrif hugsanlegra aðgerða til að sporna við svifryksmengun. Einnig væri hægt að kanna langtímaáhrif af mismunandi þróun í samsetningu bílaflorens að gefnum ólíkum forsendum.

3.2.2 Mat á upptökum öðrum en umferð

Hver er svifryksbakgrunnur Reykjavíkur? Hve mikið salt kemur frá hafi og hvernig tengist það veðurfari? Þó bakgrunnurinn sé hér áætlaður á stærðargráðunni 5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ þá hefur það ekki verið mælt. Það þyrfti að þekkja bakgrunninn og hvernig hann þróast yfir árið. Slíkar athuganir auka nákvæmni við mat á áhrifum veðurfars.

3.2.3 Áhrif veðurfars / dreifilíkan

Þessi skýrsla sýnir hve mikilvægt er að þekkja tengsl veðurfars og svifryksmengunar. En til að segja fyrir svifryksmengun út frá losun eða útblæstri svifryks verður að þekkja betur áhrif veðurs dag frá degi. Einnig væri hugsanlegt að þróa dreifilíkan sem notar veðurfarsgögn og reiknar dreifingu svifryksmengunar frá upptökum. Hér er í raun um að ræða mismunandi rannsóknarverkefni allt eftir því hverju á að svara.

Betri þekking á áhrifum veðurfars getur auðveldað spá nokkra daga fram í tímann um hvort svifryksmengun fari yfir heilsuverndarmörk, en það gefur möguleika á að vara fólk við í gegnum fjölmiðla.

Dreifilíkon ásamt upplýsingum um losun svifryks nýtast til að kortleggja heilsufarsálag í hverfum borgarinnar. Með hjálp rauntímamælinga frá mælistöðvum, umferðartalningu og veðurspám má áætla mengun í mismunandi hlutum borgarinnar fyrir næstu daga. Til lengri tíma, t.d. yfir næstu ár, geta svipuð líkön notast við mat á heilsufarsálagi m.v. gefnar forsendur í þróun umferðar, veðurfars, vegna fyrirhugaðra breytinga á umferðarmannvirkjum og annarra þátta.

4. Aðgerðir til að takmarka svifryksmengun

Aðgerðir gegn svifryksmengun eru mikilvægar í þéttbýli. Það eru ekki margir staðir á landinu þar sem slíkar aðgerðir eru nauðsynlegar, en auk Reykjavíkur er hafa gildi mælst yfir heilsuverndarmörkum á Akureyri.

Niðurstöður sýna að umferð valdi á milli 55% og 65% svifryksins í þéttbýli borgarinnar. Þó svifryk sveiflist á milli ára með veðurfari, þá er hlutfallslega hægt að minnka svifryk talsvert með takmarkandi aðgerðum.

Liklegt er að þeir staðir á landinu sem verða að grípa til takmarkandi aðgerða þurfi á vissum sveigjanleika að halda við val á aðgerðum og útfærslu þeirra. Því er mikilvægt að tryggja að rammi reglugerðanna gefi sveitarfélögunum þau verkfæri sem þarf án þess að binda hendur þeirra um leið.

4.1 Tillögur Umhverfissviðs Reykjavíkur

Nefnd á vegum Reykjavíkur hefur þegar lagt fram tillögur sem gætu spornað við svifryksmengun¹. Þetta er góð samantekt á hugsanlegum aðgerðum og í sjálfu sér er litlu við að bæta, en hér á eftir eru helstu aðgerðir skýrslunnar taldar upp.

Í tillögunum er talað um fræðslu til almennings um nagladekk sem hjálpar fólki til að taka upplýsta ákvörðun um notkun þeirra. Þar yrði talað um kosti og galla, hugsanlega valkosti, heilsufarsleg áhrif fyrir samfélagið og kostnað vegna slits á malbiki.

Um takmarkanir á notkun negldra nagladekkja er lagt til að gripið verði til einhverra aðgerða þar sem fræðsla dugir ekki ein og sér. Nefnd er gjaldtaka sem hugsanleg leið og sagt frá að Osló hafi reynt slíkt árið 2001. Það ár varð minni svifryksmengun í borginni sem talin er vera vegna fækkunar nagladekkja.¹

¹ Sjá nánar "Lausn vandamála tengd notkun nagladekkja í Reykjavík – tillögur til úrbóta frá vinnuhópi um notkun nagladekkja í Reykjavík", tekið saman af Framkvæmdasviði og Umhverfissviði Reykjavíkur, janúar 2006.

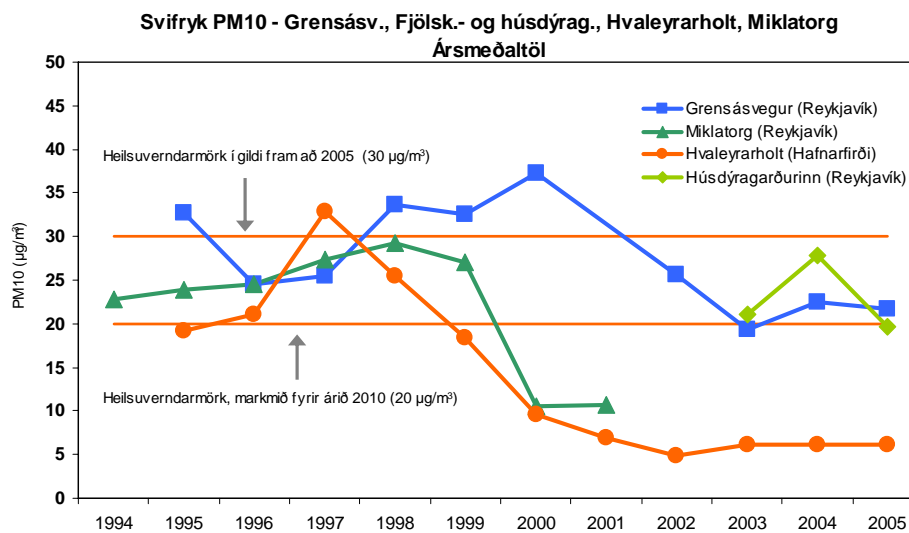
Tímabundin lækkun hámarkshraða er möguleg en slíkri aðgerð er hægt að beita með litlum fyrirvara. Með hjálp mengunarspáa eins og talað er um í kafla 3.2 er mögulegt að spá fyrir mengun næsta dags, þá er hægt t.d. með dags fyrirvara að ákveða hvort takmarka eigi hámarkshraða. Mælingar í Osló sýna að lækkun meðalhraða um 8-13 km/klst leiddi til 10-15% minnkunar svifryks.

Einnig er talað um hreinsun gatna, og gagnsemi þess að halda götunum almennt hreinum. Bent er á að skyndipvottur þegar svifryk sé hátt gagnist lítið þar sem hæstu topparnir verði oft í froststillum, en þá er ekki hægt að þvo vegna frostsins.

Fleiri tillögur eru nefndar, m.a. notkun sérstaks salts sem bindur svifryk og hindrar að það þyrlist upp.

Þá er hugsanlegt að til lengri tíma lítið sé hægt að stuðla að meiri notkun almenningsvagna og þannig minnka umferðabunga.

5. Þróun svifryksmengunar á síðasta áratug

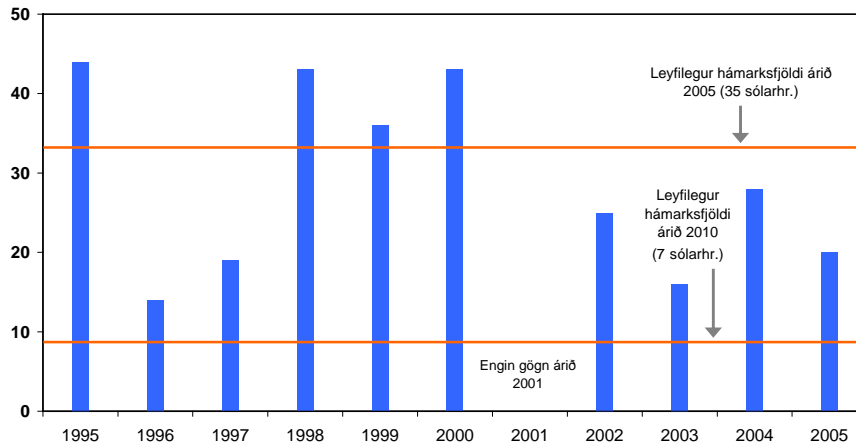


Reglulegar svifryksmælingar hafa staðið yfir í Reykjavík og nágrenni síðan árið 1994. Línuritið sýnir ársmeðaltöl fjögurra stöðva. Styrkur svifryks hefur sveiflast mikið til og ekki er auðvelt að lesa af línuritinu hver líkleg þróun sé næstu árin. Lárétta línurnar tvær sýna heilsuverndarmörk ársmeðaltals. Fram að 2005 voru þau 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, en fara nú lækkandi ár frá ári þar til markmiðinu, 20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, er náð árið 2010. Því er spurt hvort búast megi við að svifrykið haldi áfram að sveiflast, eða hvort við séum að nálgast markmiðið árið 2010.

Áhugavert er að ársmeðaltöl frá Miklartorgi og Hvaleyrarholti eru frekar ólík ársmeðaltölum við Grensásveg. Það er einnig mjög merkilegt að mismunur ársmeðaltala við Hvaleyrarholt er u.þ.b. fimmfaldur árið 1997 miðað við árin 2003-2005. Ekki er vitað af hverju stöðvarnar eru svo mismunandi, en hluti skýringarinnar gæti hugsanlega legið í mismunandi mælíbúnaði stöðvanna.

¹ (frá höf.): Skv. skýrslu frá Noregi er talið að 10% lækkun í notkun nagladekkja hafi skilað sér í 1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ lækkun á ársmeðaltali þegar tekið var tillit til veðurfarsbreytinga. Á þessu stigi er ómögulegt að segja til hvort áhrifin yrðu þau sömu í Reykjavík. Skýrsluna má nálgast á vefsíðu NILU, www.nilu.no. Tilvísun: "Utvikling í luftforurensningen 1991-2001", A. Bartonova, S. Larsen, L.O. Hagen, NILU 2002, NILU tilvísunarnúmer: O-101093, ISBN 82-425-1341-1.

Svifryk PM10 - Reykjavík, Grensásvegur
Fjöldi sólarhringa yfir umhverfismörkum, $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$



Heilsuverndarmörk fyrir sólarhring eru $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Það mátti fara 35 sinnum yfir þessi mörk hvert ár, en eftir árið 2005 lækka þessi mörk árlega þar til eingöngu verður leyfilegt að fara 7 sinnum yfir þau árið 2010. Súluritið hér að ofan sýnir hve oft var farið yfir mörkin á hverju ári, m.v. mælingar á Grensásvegi. Það sést strax að súluritið er mjög áþekkt línuriti ársmeðaltala hér að ofan.

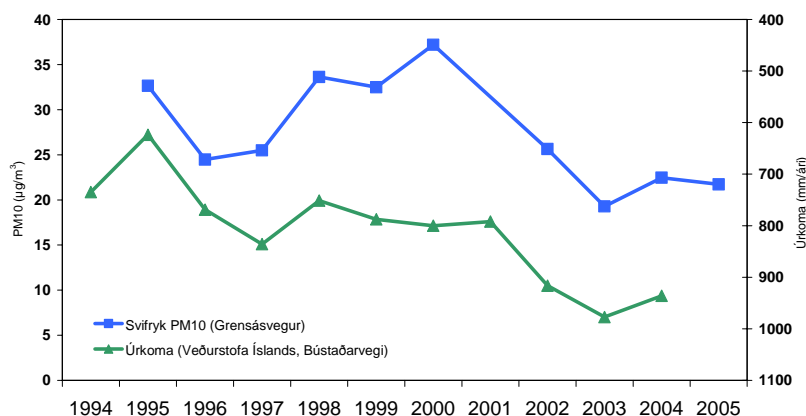
Þessar miklu sveiflur á milli ára koma að vissu leyti á óvart. Svifryksmengun er að stórum hluta vegna umferðar, en umferð hefur aukist jafnt og þétt síðustu ár og ætti ekki svifryksmengunin að gera slíkt hið sama?

Þessi rannsókn hefur leitt í ljós að sveiflur svifryksmengunar á milli ára sé að stærstum hluta vegna breytinga í heildarúrkomu. En það sést einnig í mæligögnum hvernig svifryksmengun eykst marktækt vegna aukinnar umferðar.

6. Úrkoma og umferð

6.1 Ársgildi úrkomu og svifryks

Samanburður árgilda svifryks og úrkomu
(úrkoma er sýnd spegluð)



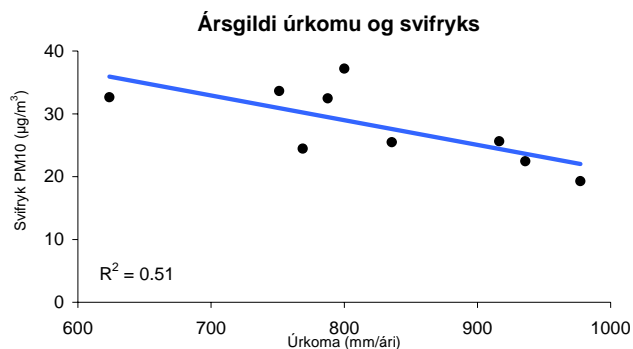
Á línuritinu hér að ofan eru ársmeðaltöl svifryks borin saman við heildarúrkomu á ári, svifrykið er mælt á Grensásvegi en úrkoman er mæld hjá Veðurstofu Íslands að Bústaðavegi í Reykjavík. Línuriti

heildarúrkoman er “snúð við” þannig að línan lækkar þegar úrkoman eykst, einnig er teyggt úr því til að draga betur fram mismun á milli ára.

Línuritin tvö eru nokkuð samstíga, aukning úrkomu dregur að jafnaði úr svifryki. Sambandið er nokkuð greinilegt þó reglan sé ekki algild. Á milli áruna 1996-1997 og 1999-2000 eykst bæði svifryk og úrkoma. Þó heildarúrkoma ársins hafi mikil áhrif er hún ekki eini þátturinn sem stjórnar svifryksþróun, aðrir þættir veðurfars s.s. vindur, hitastig og rakastig hafa áhrif auk umferðar. Gloppur í gögnum yfir árið geta einnig skekkt ársmeðaltal. Árið 2000 vantar öll sumargildi, en svifryk að sumri er venjulega lægst og því er ársmeðaltal þess árs hugsanlega ýkt. Árið 1996 vantar mikið af gögnum bæði að sumri og vetri, það er ekki augljóst hvernig það breytir ársmeðaltalinu þó slá megi föstu að einhver frávik verði frá réttu gildi vegna þess.

Vegna bilunar sem varð í mælitækjum er slæmt ástand á svifryksgögnum frá árinu 2001, þau eru því ekki notuð í þessari skýrslu.

Fyrsta skref til að mæla fylgni svifryks og úrkomu er að skoða þau á punktariti (“scatter plot”) og reikna út R^2 , sem er mælikvarði á línulega fylgni þeirra¹. Í skýrslunni er eingöngu leitað að línulegri fylgni á milli mælistærða og því er ekki útilokað að annað mun flóknara samband sé til.



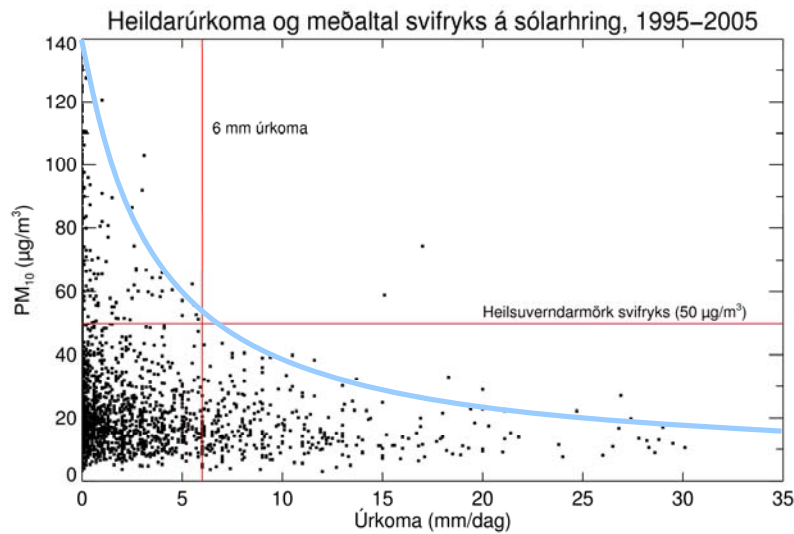
Fylgnin er þökkaleg skv. punktaritinu, sýnd er lína sem sýnir bestu nálgun fyrir línulegri fylgni sem finnst á milli stærðanna. Árin 1996 og 2000 eru áberandi fjærst frá línunni sbr. texta hér að ofan. Fylgnistuðullinn er $R^2=0,51$ sem er í lægri kantinum. Þessi lága fylgni segir að hægt sé að skýra breytingar á svifryki með breytingum í úrkomu að einhverju leyti, en að eitthvað veigamikilið vanti upp á. Síðar í textanum er sýnt hvernig megi finna betra samband á milli árgildanna (orðið árgildi visar hér til ársmeðaltals svifryks og árlegrar heildarúrkomu).

6.2 Sólarhringsgildi úrkomu

Hægt er að nota punktarit til að kanna sólarhringsgildi (þ.e. heildarúrkomu á sólarhring ásamt meðaltali svifryks). Þetta hefur verið gert í næstu mynd. Gögnin ná frá árinu 1995 og fram til mitt árs 2005. Hér er greinilegt að úrkoman setur þak á svifryk, t.d. virðist 6 mm úrkoma eða meiri hindra að svifryk geti farið yfir heilsuverndarmörk² sem er $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ á sólarhring. Til leiðbeiningar fyrir augað er dregin ljós lína sem sýnir nokkurn veginn hámark svifryksgilda fyrir ákveðið magn úrkomu (línan er ekki nákvæmt teiknuð). Punktaritið sýnir að ekki þarf mikla úrkomu til að draga úr svifrykstoppum og eru áhrifin mjög sterk strax við 2-3 mm úrkomu.

¹ R^2 mælir línulega fylgni tveggja mælistærða. Best getur fylgnin orðið $R^2=1,0$ og myndu punktarit þá raða sér í beina línu (100% línuleg fylgni). Verst getur fylgnin orðið $R^2=0$ sem þýðir að ekkert samband sé á milli mælistærðanna, þá myndu punktarit dreifast um allt punktaritið líkt og stjörnur á himni.

² Reyndar sést að tveir sólarhringar brjóta þessa reglu, þessa tvo daga kom mikil úrkoma að nóttu til þegar umferð, og þessvegna svifryk, var í lágmarki. Því náði úrkoman ekki að þynna stærsta toppinn sem kom að degi til.



Þó punktaritið sýni greinilega áhrif á hæstu gildi svifryks þá hefur úrkoma jafnt áhrif á daga með bæði mikið og lítið svifryk. Úrkoma sem fellur “skolar” andrúmsloftið og þynnir svifrykið. Til einföldunar má hugsa sér að sama úrkoma þynni svifryksmengun ávallt í sama hlutfalli, sama hve mikil svifryksmengun in var til að byrja með. Þetta er vissulega mikil einföldun sem gefur þó hugmynd, í raun ræður gerð úrkomunnar og aðrar aðstæður þynningunni að hluta (t.d. dropastærð, vindhraði sem ræður brautarlengd fallandi regndropa, tími og lengd úrkomunnar, féll úrkomann sem snjór eða rigning, hvernig er stærð og gerð svifryksins?).

Þar sem lítil aukning á úrkomu eykur mikið þynningu svifryks er sennilegt að jafnvel lítilsháttar aukning úrkomu yfir marga daga skili sér fljótt í lækkandi svifryksmengun. Aukning úrkomunnar hefur einnig mest áhrif á daga með mjög háa svifrykstoppa.

Tökum dæmi um tvo þurra dagar, annar hefur svifryksmengun upp á $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og hinn með svifryksmengun upp á $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Hefði svipuð úrkoma fallið báða dagana þá þynnir hún mengunina jafnt. Til dæmis ef þynningin væri 50% þá hefði fyrri dagurinn fallið úr $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$ niður í $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$, en sá síðari úr $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og niður í $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Í fyrri tilfellinu er um að ræða mun kröftugri lækkun á svifryksmengun. Því getur lítil aukning úrkomu komið fljótt fram í ársmeðaltali svifryks, sérstaklega ef úrkomann eykst yfir daga sem annars hefðu haft mjög háa svifrykstoppa.

Samkvæmt þessu má því búast við frekar skýrum tengslum á milli árlegrar úrkomu og ársmeðaltals svifryks.

6.2.1 Svifryk sem þyrlast upp

Úrkoma dregur ekki eingöngu úr svifryki þegar hún fellur, heldur hefur snjór eða bleyta á jörðu eða malbiki þau áhrif að binda svifryk og hindra að það þyrlist upp. Þessi áhrif eru sterk og getur stutt regnskúr bundið svifryk á meðan jörðin helst blaut. Þessi áhrif auka enn frekar á næmni ársmeðaltals fyrir aukningu úrkomu.

6.3 Líkan sem sýnir tengsl svifryks, úrkomu og umferðar

Í kafla 6.1 var samband ársmeðaltals og úrkomu sýnt. Fylgnin $R^2=0,51$ var þökkaleg, enu að síður er bendir svo lág fylgni til þess að enn sé til óþekktur þáttur sem hafi mikil áhrif á gögnin. Hér á eftir er lýst líkani sem reiknar út svifryksmengun sem fall af úrkomu og umferð, einnig er athugað hvort nauðsynlegt sé að taka tillit til umferðar til að skýra út þróunina.

6.3.1 Gloppur í svifryksgögnum fyrir aldamót

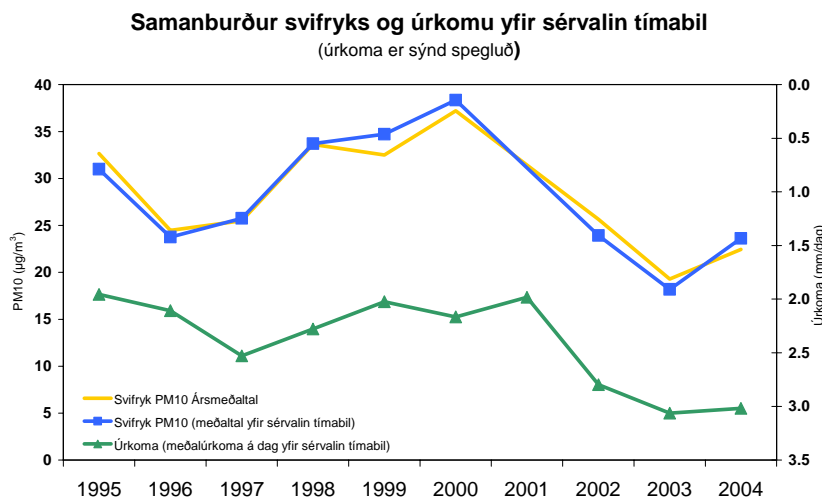
Það er vandamál við úrvinnslu gagnanna að svifryksmælingar á Grensásvegi voru ekki stöðugar árin 1995-2000. Mælistöðin var flutt til á milli staða á nokkurra mánaða fresti. Þetta gerir gögnin gloppótt, ársmeðaltalið getur skekkst og fylgnin við úrkomugögnin versnað.

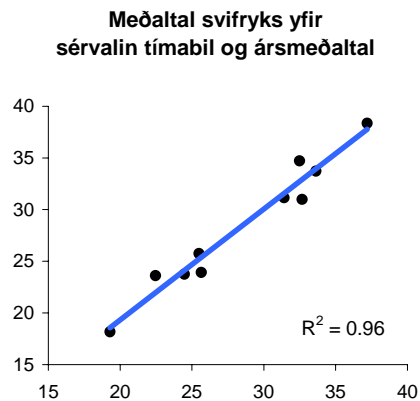
Sem lausn á þessu voru fundin tímabil á hverju ári þar sem mælingar fóru reglulega fram öll árin. Hugmyndin er einföld, ef eingöngu eru notuð þessi sérvöldu tímabil frá hverju ári, þá ættu sveiflur á milli ára að vera háðar raunverulegum breytingum á milli ára en ekki misgöðum gögnum. Í reynd er þetta ekki svo einfalt, þessi tímabil verða að ná yfir nægilega stóran hluta ársins til að sýna langtímasveiflur án þess að truflast af skammtímasveiflum. Erfitt var að finna slík tímabil yfir öll árin. Í töflunni hér að neðan eru þrjú slík tímabil sýnd. Í dálknum til hægri eru tilgreind þau ár þar sem marktæk mæligildi ná yfir minna en 85% af mælitímanum, þessi ár eru samt sem áður tekin með þar sem um fá ár er að ræða og talið að þau séu frekar til bóta en ekki þegar finna þarf samband við svifryksmælingar.

Tímabil	Ár með 85% eða færri marktæk klst. gildi
18.febrúar – 29.apríl	1995(65%)
23.júlí – 9.september	1996(38%), 2000(36%)
2.október – 30.desember	1996(40%)

Við útreikninga eru tímabilin þrjú reiknuð saman fyrir hvert ár, fyrir hvert ár eru tímabilin notuð til að reikna út meðaltal svifryks og heildarúrkomu.

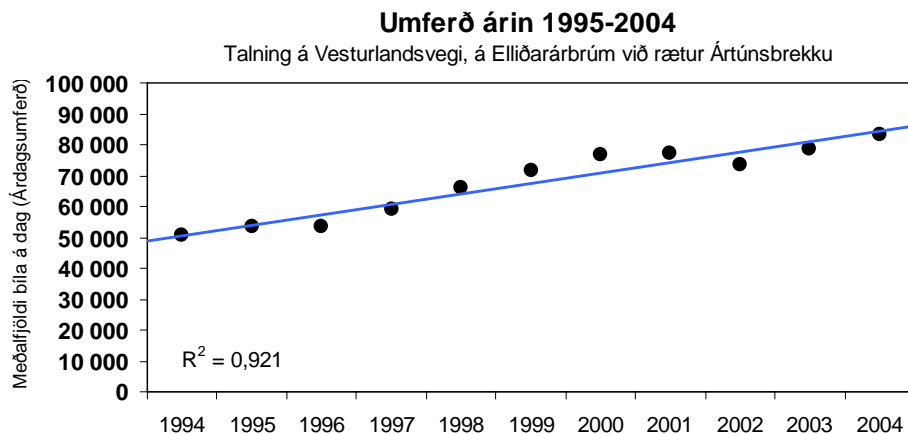
Línuritíð sýnir samanburð svifryksmeðaltals og úrkomu yfir ofangreind tímabil. Úrkomunni var snúið við og umreiknuð í meðalúrkomu á dag fyrir tímabilin. Til samanburðar er einnig sýnt ársmeðaltal svifryks sem reiknað er úr öllum tiltækum mæligögnum.





Punkturitið ber saman meðaltal sérvöldra tímabila og ársmeðaltal. Fylgnin R^2 er nálægt 1 og því afar góð. Því er þróun svifryks á milli ára mjög svipuð hvort sem skoðuð eru ársmeðaltöl eða sérvöldu tímabilin þrjú. Í raun mætti því nota ársmeðaltölin, en í von um að sérvöldu tímabilin gefi aðeins betri mynd og vegna samanburðar við lítil frávík í aukningu umferðar á milli ára (sjá kafla 6.3.4) verða þau í staðinn notuð við útreikninga í þessum kafla.

6.3.2 Þróun umferðar



Umferð hefur aukist mikið undanfarin ár. Sem mælikvarði á aukningu umferðar í nágrenni Grensásvegjar voru fengin gögn úr umferðartalningum¹. Línuritið sýnir niðurstöður talninga á Vesturlandsvegi við rætur Ártúnsbrekku (á Elliðarárbrúm). Sýnd er meðalumferð á dag yfir árið (s.k. árdagsumferð). Þróunin hefur ekki verið eins öflug allsstaðar í Reykjavík, sennilega er þessi aukning að miklu leyti tilkomin vegna uppbyggingar hverfa í Grafarvog, Grafarholti og Mosfellsbæ.

Það er ekki öruggt að umferð við rætur Ártúnsbrekku endurspegli umferð nálægt mælistöðinni á Grensásvegi. Sumir bílar beygja niður að Sæbraut eða Breiðholtsbraut. Einnig eru bílar sem keyra eftir sjálfum Grensásvegi og beygja vestur eftir Miklubraut og koma því ekki fram í talningu. En það sem skiptir mestu máli í línulegum líkönum er að talningin gefi mynd af hlutfallslegri aukningu umferðar á milli ára í nágrenni mælistöðvarinnar. Í von um að svo sé voru gögnin notuð, en frekari rökstuðningur fyrir notagildi þeirra er í kafla 6.3.4.

¹ Gögn úr umferðartalningu voru fengin frá Umhverfis- og tæknisviði Reykjavíkurborgar.

6.3.3 Fylgni svifryks við umferð og úrkomu

Ef línuritið yfir meðaltöl svifryks í kafla 6.3.1 er skoðað nánar þá sést að þó úrkoman sé greinilega tengd magni svifryks þá er eins og halli línuritanna sé ekki sá sami. Úrkoman virðist aukast hraðar heldur en lækkun svifryksmengunarinnar. Hvað veldur þessu?

Þetta er annað merki um að úrkoman sé ekki eini stóri áhrifavaldurinn á sveiflum svifryks. Þar sem bilið á milli úrkomugilda og svifryksgilda hvert ár virðist aukast með n.k. veginn jöfnum takti er líklegt að nægilegt sé að bæta við línulegum þætti sem vex jafnt á milli ára. Þar sem umferðin hefur vaxið svo til línulega liggur beint við að nota hana. Einnig væri merkilegt ef umferðaraukning yfir 60% skili sér ekki í mælingum á svifryki.

Til að skoða þetta eru gerð afar einföld línuleg líkön sem lýsa tengslum svifryks við umferð og úrkomu. Slík líkön eru einfaldar jöfnur þar sem gert er ráð fyrir að visst samband gildi. Til að stilla líkanið af eru fastar í líkaninu fundnir með aðstoð nálgunaraðferða (í þessu tilfelli með hjálp hugbúnaðar sem gerir slíkt sjálfvirkt).

Gert er ráð fyrir að svifryk (P) sé tengt úrkomu (R) og umferð (U) skv. líkaninu:

$$P_i \approx \alpha_0 + \alpha_1 R_i + \alpha_2 U_i \quad (a)$$

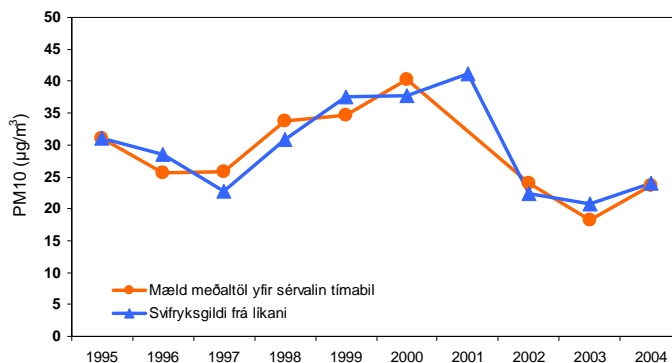
Hér er α_1 og α_2 fastar sem þarf að ákveða með línulegri nálgun fyrir margar breytur¹ (þ.e.a.s. með s.k. "regressional analysis"), i merkir árið sem reiknað er fyrir. Besta nálgunin fékkst fyrir

$$P_i \approx 45,3 - 19,7 R_i + 4,6 \cdot 10^{-4} \cdot U_i$$

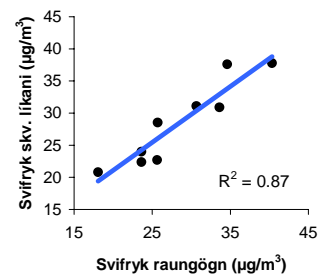
þ.e.a.s. fyrir fastana $\alpha_0 = 45,3$, $\alpha_1 = -19,7$ og $\alpha_2 = 4,6 \cdot 10^{-4}$.

Fastinn α_1 verður neikvæður þar sem svifryksmengun og úrkoma eru í öfugu hlutfalli við hvort annað.

Svifryk PM10 - Meðaltöl og áætluð líkanagildi
(Reiknað yfir sérválin tímabil, samtals 210 dagar á ári)



Fylgni við líkan
(Yfir sérválin tímabil, 210 dagar á ári)



Línuritið til vinstri sýnir gildi líkansins borin saman við mælingar. Skekkja líkansins er hæst 15% frá réttu gildi (sjá einnig fyrirvara í kafla 6.5)

Punkturitið til hægri sýnir fylgni líkansins við mælingar. Fylgni líkansins er $R^2 = 0,87$ sem er nokkuð góð fylgni.

Líkan fyrir svifryks við úrkomu að slepptri umferð

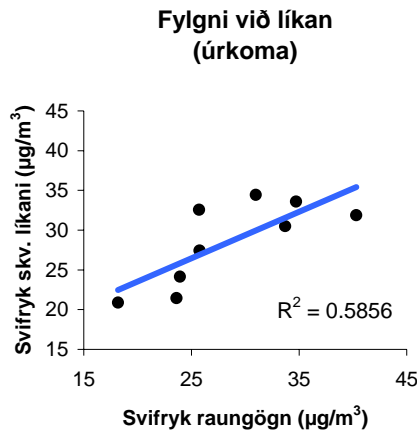
Til samanburðar er athugað líkan fyrir eingöngu svifryk og úrkomu án umferðar.

¹ Línulega nálgunin var gerð með skipuninni regress() í hugbúnaðinum IDL 6.0.

Líkanið verður

$$P_i \approx \alpha_0 + \alpha_1 R_i \quad (b)$$

Með sömu aðferð og við gerð líkans (a) fæst einungis fylgnin $R^2 = 0,59$. Sjá punktarit hér að neðan:



6.3.4 Er umferð nauðsynleg forsenda fyrir ársmeðaltali svifryks?

Nokkrar útgáfur af líkönum voru reyndar þar sem umferð og úrkoma voru notuð sem einu forsendur svifryksmengunar. Ef eingöngu var gert ráð fyrir úrkomu var R^2 undantekningalaust á bilinu 0,5 til 0,6. Ef umferðartalningar voru teknar með í líkanið skaust R^2 ávallt upp á milli 0,80 til 0,87.

Þetta sýnir, eins og við er að búast, að taka verði tillit til breytinga í umferð þegar leitað er að ástæðum fyrir sveiflum í svifryksmengun. Þessu til nánari rökstuðnings eru hér tvö atriði:

Til að bæta líkөн byggð á úrkomu þurfti að bæta við línulegum og vaxandi þætti. Eini þekkti umhverfisþátturinn sem vex n.k. veginn línulega við Grensásveg er umferðin.

En eru umferðartalningar við Ártúnsbrekku góður mælikvarði á umferð nálægt mælistöðinni við Grensásveg? Umferðin hefur ekki vaxið fullkomlega línulega á milli ára, örlítill frávik eru frá beinni línu eins og sjá mátti á línuritinu í kafla 6.3.2. Ef þessi frávik styrkja, frekar en draga úr, fylgni líkananna við mælingar bendir það til að umferð hegði sér svipað við Grensásveg. Ef tölum umferðartalningarinnar var skipt út og í staðinn notuð “fölsuð” gögn sem vaxa fullkomlega línulega á milli ára (þ.e. eru bein lína á grafi) þá fæst líkan sem hefur fylgnina $R^2=0,78$ í stað $R^2=0,87$. Samsagt, ef frávikum er sleppt þá minnkar fylgni líkansins við mælingar. Þetta styður að gögn úr umferðartalningu við Ártúnsbrekku séu nothæfur mælikvarði fyrir aukningu umferðar við Grensásveg.

6.3.5 Eðlisfræðileg tengsl svifryks við úrkomu og umferð

Ef túlka á líkan (a) eðlisfræðilega lendir maður í vandræðum. Ef úrkoma væri aukin en umferð væri haldið eins á milli ára, þá segir líkan (a) að heildarsvifryk myndi minnka en framlag umferðarinnar væri fasti. Einnig myndi aukning bíla um ákveðið magn alltaf leiða til sömu aukningar svifryks óháð því hve úrkoman væri mikil. Þetta er óeðlilegt þar sem að framlag umferðar í mældu heildarársmeðaltali ætti að vera háð úrkomu.

Í staðinn var eftirfarandi líkan reynt, skv. þessu líkani er svifryksmengun í öfugu hlutfalli við úrkomuna, auk þess er úrkoman látin þynna framlag umferðarinnar.

$$P_i \approx \alpha_0 + \alpha_1 \frac{1}{R_i} + \alpha_2 \frac{U_i}{R_i} \quad (c)$$

Þetta líkan gaf fylgnina $R^2=0,82$ sem er mjög gott en þó ekki eins gott og líkan (a).

Næst var n.k. blanda líkans (a) og (c) reynt

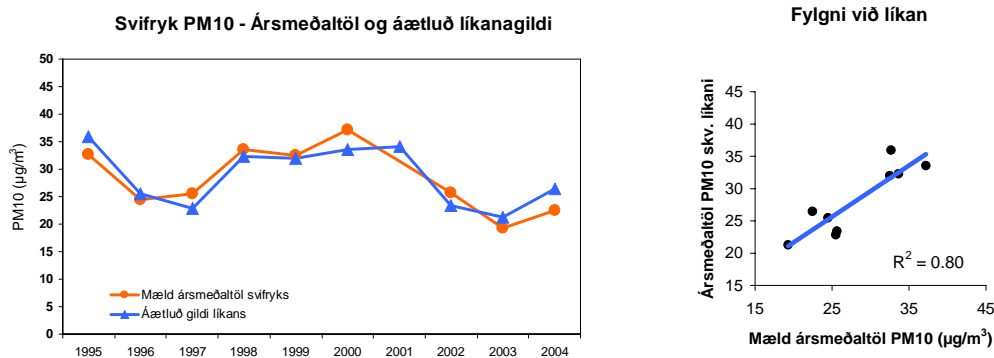
$$P_i \approx \alpha_0 + \alpha_1 R_i + \alpha_2 \frac{U_i}{R_i} \quad (d)$$

Hér er gert ráð fyrir þynningaráhrifum úrkomu á umferð, en nálgunaraðferðinni leyft að nota neikvæðan stuðul á úrkomu liðinn ($\alpha_1 R_i$). Þetta líkan gaf fylgnina $R^2=0,85$ se, er nánast það sama og í líkani (a).

Mat á heildarlosun fyrir hvern ekinn bíl?

Næsta skref væri að meta áhrif aukningar á umferð yfir í einhverskonar mat á aukningu ársmeðaltals fyrir hvern bíl. En þar sem líkönin eru ekki enn augljós í túlkun þarf að skoða líkönin betur áður en slíkar tölur eru formlega settar fram.

6.4 Fylgni líkans við ársmeðaltöl



Til samanburðar er sýnt líkan sem tekur tillit til úrkomu og umferð fyrir allt árið, en ekki eingöngu fyrir sérvöldu tímabilin sem notuð voru hér að ofan. Fylgnin er aðeins verri, eða $R^2=0,80$, og hæsta skekkja frá mældu ársmeðaltali svifryks er 17% (sjá einnig fyrirvara í kafla 6.5).

Skv. þessu var svifryk árið 2001 svipað og árið 2000.

Þetta tilfelli gefur eftirfarandi fasta fyrir líkanið

$$P_i \approx 57,8 - 26,7 \cdot R_i + 4,5 \cdot 10^{-4} \cdot U_i$$

þ.e.a.s. fyrir fastana $\alpha_0 = 57,8$, $\alpha_1 = -26,7$ og $\alpha_2 = 4,5 \cdot 10^{-4}$.

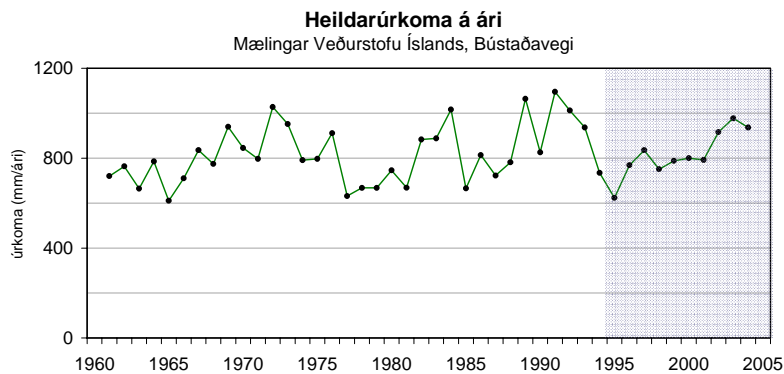
Hér er miðað við að úrkoman (R_i) hafi eininguna mm/dag.

6.5 Ósamræmi líkana við úrkomu ársins 2005

Nýlega staðfestar úrkomutölur fyrir árið 2005 frá Veðurstofu Íslands sýna að úrkoman lækkaði mikið m.v. árin á undan. Skv. líkani (a) hefði svifryk átt að verða nánast tvöfalt meira en það varð í raun. Næsta skref verður að skoða ástæður þessa mikla mismunar. Sennilega er ekki nægilegt að taka eingöngu tillit til heildarúrkomu ársins, heldur verður að skoða nánar hvernig úrkoman dreifist yfir árið. Einnig verður að átta sig enn frekar á samspili annarra veðurþátta s.s. hitastig yfir vetur og áhrif vinds.

Ekki var tími til að skoða þetta frekar fyrir útgáfu skýrslunnar.

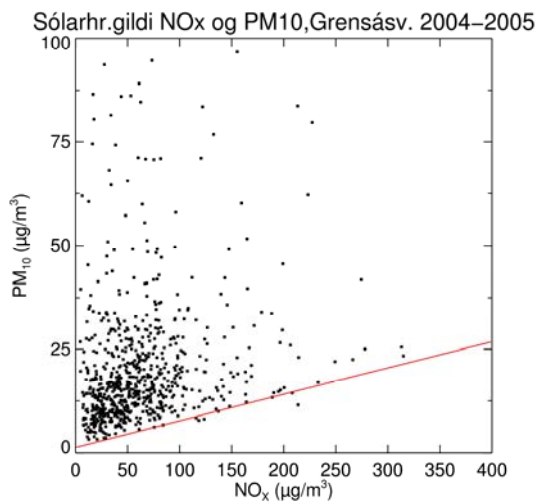
6.6 Þróun svifryks næstu árin og sveiflur í úrkomu síðan 1961



Ef úrkoman hefur mikil áhrif á svifryk, er áhugavert að skoða hvernig þróun úrkomunnar gæti orðið næstu ár. Þessu er erfitt að svara eins og sjá má á línuritinu hér að ofan sem sýnir heildarúrkomu á ári, mældar af Veðurstofu Íslands á Bústaðavegi frá árinu 1961. Árleg úrkoma hefur að jafnaði verið á bilinu 600 til 1000 mm/ár, en töluverðar sveiflur hafa orðið milli ára. Ekki er hægt að sjá ákveðna þróun í úrkomu og er allt eins líklegt að næstu ár sveiflist eins og áratugin þar á undan. Því er ekki hægt að svara því hvort svifryk muni verða undir eða yfir umhverfismörkum næstu árin.

7. Köfnunarefnisoxíð og svifryk

Köfnunarefnisoxíð (NO_x), samanlagður styrkur NO og NO_2 , eru einkennandi útblásturslofttegundir frá bílvéllum og geta því nýst sem mælikvarði á umferð. Ef samband er á milli NO_x og svifryksgilda þá er það svifryk mjög líklega tengt umferð. Hér að neðan er punktarit sem sýnir sólarhringsgildi ryks (PM_{10}) sem fall af NO_x á Grensásvegi.



Punktaritið sýnir að eftir því sem NO_x verður herra, þeim mun hærri eru lægstu svifryksgildin. Rauða línan var dregin til þess að draga þetta samband betur fram í línuritinu. Svifrykið dreifist fyrir ofan línuna, en það fer eftir veðri hverju sinni hve hátt svifrykgildið verður. Þetta samband sýnir að bakgrunnur svifryks aukist með hverjum bíl. Hér þyrfti að skoða gögnin betur þar sem ekki er ljóst af hverju úrkomubinding svifryks er ekki meira áberandi þar sem gögnin voru ekki meðhöndluð með tilliti til þess.

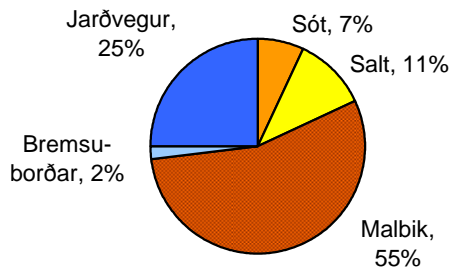
Einnig er mögulegt að þessi tengsl séu að hluta til skýrð með sameiginlegur áhrifum vinds til þynningar á bæði svifryki og NO_x . Þó hefur sama samband verið kannað fyrir vindstyrk á afmörkuðu bili sem sýndi sömu niðurstöðu.

8. Upptök svifryks

Samsetning svifryksmengunar í Reykjavík var könnuð í rannsókn sem Bryndís Skúladóttir¹ stýrði. Valdir voru nokkrir dagar til að kanna efnasamsetningu svifryks sem safnað var við mælingar á Miklatorgi. Tilgangurinn var aðallega að skoða gagnsemi þeirrar aðferðar sem var notuð við efnagreiningu sýnanna. Vissir dagar voru sérvaldir í því skyni að auka möguleika á góðri mælingu, og er því ekki öruggt að niðurstöðurnar gefi hlutlausu mynd af samsetningu svifryksins. Þó þykir líklegt að tölurnar gefi vísbendingar.

Kökuritið sýnir niðurstöður rannsóknarinnar sem gerð var að vetrarlagi, en þá fer svifryk helst yfir heilsuverndarmörk í Reykjavík.

Samsetning svifryks í Reykjavík



Samkvæmt niðurstöðum rannsóknarinnar stafa um 65% af svifryksmengun í borginni frá umferð. Engin augljós tengsl komu fram milli söltunar gatna og saltmagns í sýnum, og því er erfitt að segja hve mikill hluti saltsins kemur frá söltun gatna eða með vindstrengjum frá hafi.

8.1 Bakgrunnsstyrkur svifryks

Hver er bakgrunnsstyrkur svifryks í Reykjavík? Hér er bakgrunnsstyrkur sá náttúrulegi styrkur sem myndi mælast ef borgin væri ekki til staðar, t.d. vegna foks af heiðum og melum. Þessi bakgrunnur bætist ávallt ofan á aðra mengun sem verður til innan borgarinnar. Spurningin er, hve mikið svifryk myndast innan borgarinnar og hve mikið kemur aðbórið utanfrá?

Þessu er ekki hægt að svara með neinni nákvæmni vegna skorts á mælingum. Svifryk var mælt að Alviðru undir Ingólfsfjalli árin 1999-2001². Þar mældust ársmeðaltöl á bilinu 7-9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Aðrar mælingar á svifryki sem gerðar voru við Mývatn árin 2000-2005³ benda til þess venjuleg ársmeðaltöl séu þar á bilinu 4-6 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, að fráteknum sandstormum sem geysa þar stundum á sumrin. Þessar tölur benda til þess að utan þéttbýlis megi lauslega áætla að ársmeðaltöl séu á bilinu 5-10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Þetta passar vel við niðurstöður Bryndísar hér að ofan, en skv. þeim er jarðvegur í svifryki Reykjavíkur um 25%, sem samsvarar svifryki á bilinu 5-9 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (þ.e. 25% af ársmeðaltölum síðasta áratugar). Hér er gert ráð fyrir að allt aðbórið svifryk í

¹ Sjá nánar “Samsetning svifryksmengunar í Reykjavík”, verkefnisstjóri var Bryndís Skúladóttir, verkefnið var unnið hjá Iðntæknistofnun 2001 til 2003. Sjá vef Iðntæknistofnunar: <http://www.iti.is>.

² Mælistöðin á Alviðru var rekin í samstarfi Hollustuverndar Ríkisins (sem heyrir í dag undir Umhverfisstofnun) og Heilbrigðiseftirlits Suðurlands.

³ Umhverfisstofnun sá um rekstur mælistöðvarinnar að Mývatni og vinnslu gagna, umsjón mælitækisins var í höndum Inga Yngvasonar.

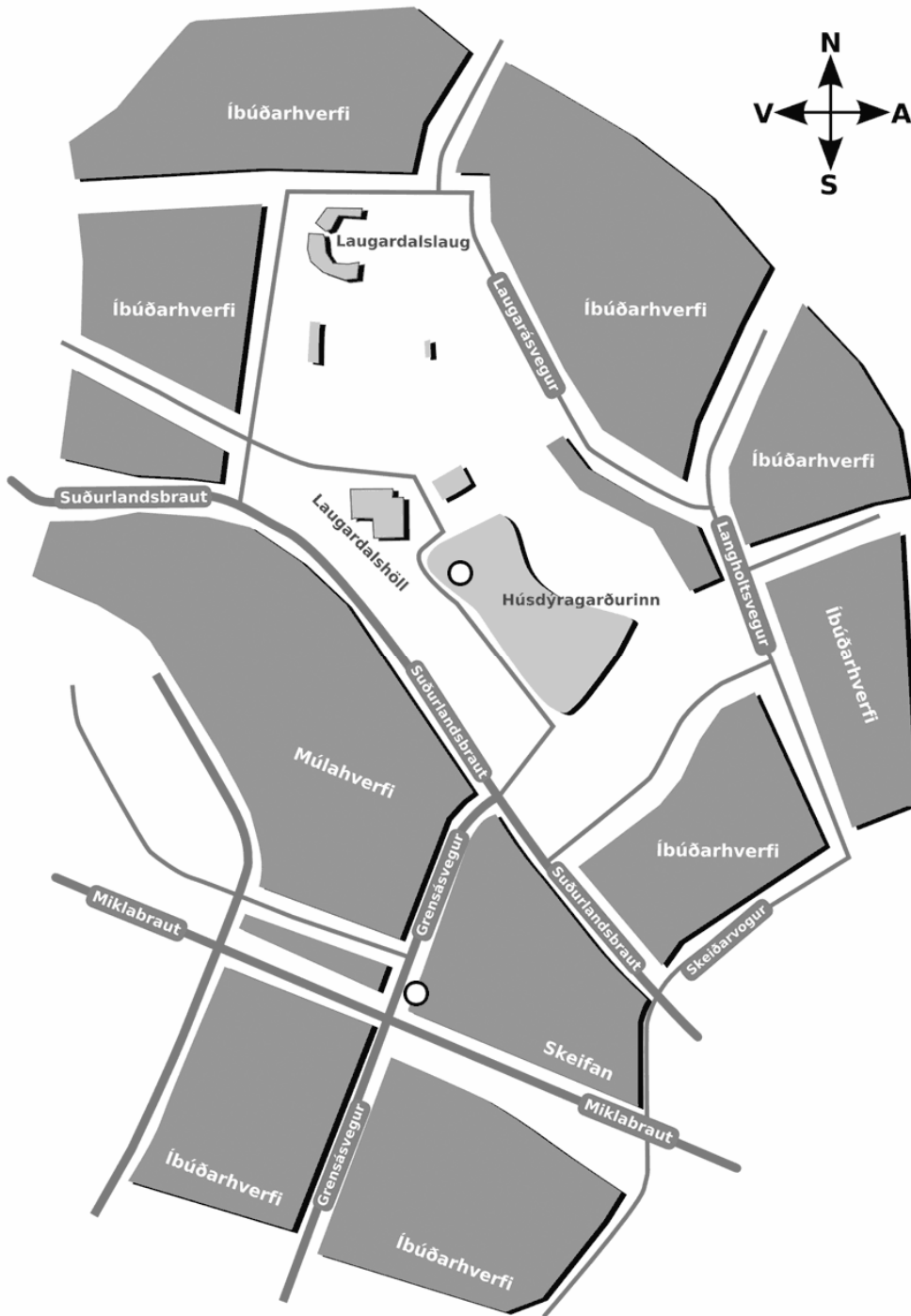
Svifryksmengun í Reykjavík árin 1995-2005

borginni sé jarðvegur, sem er líklegt fyrir náttúruleg upptök. Annað svifryk sem kemur frá salti og umferð er því á bilinu 15-25 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ m.v. ársmeðaltöl síðustu ára..

Þessar niðurstöður er hægt að nota til að setja mörk á áhrif hugsanlegs uppblástur jarðvegs vegna mannlegra athafna innan borgarinnar (t.d. opnir húsa grunnar). Slík svifryksmengun bætist við náttúrulegan bakgrunn. Skv. samanburðinum hér að ofan er ólíklegt að samanlögð áhrif slíkra uppspretta hækki ársmeðaltal svifryks meira en sem nemur í hæsta lagi nokkrum $\mu\text{g}/\text{m}^3$ á ári. Það er þó erfitt að setja mörkin í tölur þar sem grunnrannsóknir á svifryksbakgrunni borgarinnar vantar (sjá tillögur í kafla 3) og er fyrirvari tekinn á því að slíkar rannsóknir gefi óvæntar niðurstöður.

Þessi niðurstaða á ekki við hugsanleg skammtímaáhrif vegna nálægra uppspretta eins og talað er um í kafla 9.1.2.

9. Vindátt og upptök svifryks

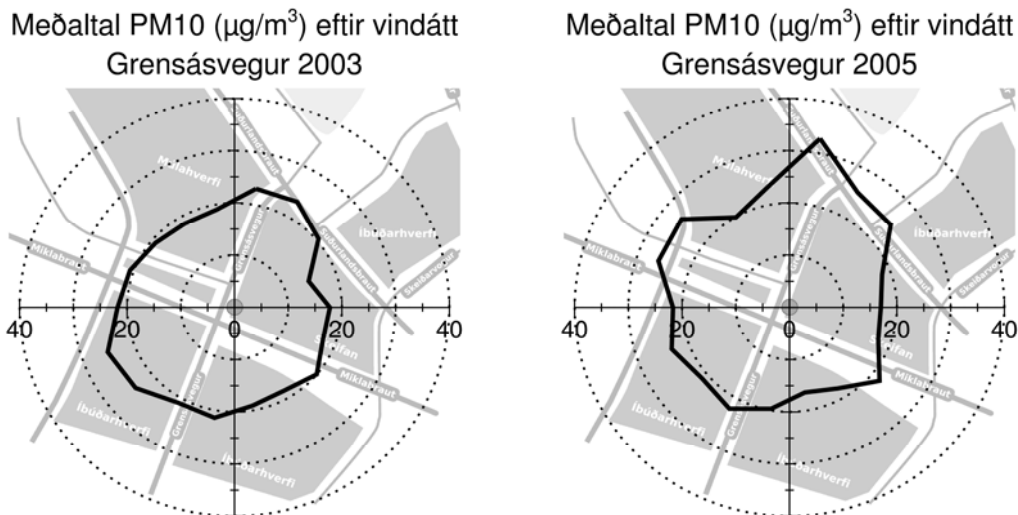


Punktur á kortinu sýna staðsetningu mælistöðvanna við Grensásveg og í Fjölskyldu- og húsdýragarðinum. Um það bil 1 km er á milli mælistöðvanna tveggja.

9.1 Staðbundin upptök?

Eru til viðvarandi, staðbundin upptök sem ekki eru umferðartengd og ráða miklu um svifryksmengun borgarinnar?

Vindrósirnar hér á eftir sýna meðalstyrk svifryks úr ólíkum vindáttum á Grensásvegi árin 2003 og 2005 (árið 2004 er sértílvik vegna nálægra byggingarframkvæmda, um það er fjallað neðar í skýrslunni). Mælistöðin er í miðju myndarinnar og er meðalstyrkur svifryks úr tiltekinni vindátt sýndur með fjarlægð línunnar frá miðju. Kort af umhverfi Grensásvegur er sýnt til viðmiðunar í bakgrunni.



Hægt er að skýra stærstu vindáttartoppa árin 2003 og 2005 með umferðarmannvirkjum í nánasta umhverfi mælistöðvarinnar:

VNV-átt, Miklubraut, Grensásvegur og Fellsmúli

Úr þessari vindátt kemur uppsöfnuð mengun frá Miklubraut og Fellsmúla. Mælistöðin stendur auk þess nokkra metra austan við Grensásveg þar sem oft safnast mikið af bílum við ljósin út á Miklubraut. Þessi toppur er meira áberandi árið 2005.

NA til NNA-átt, Skeifan og Grensásvegur

Úr þessum áttum berst mengun frá Skeifunni þar sem umferð er oft mikil. Handan Skeifunnar liggur Suðurlandsbraut og Skeiðarvogur í 400-600 metra fjarlægð sem bætir við mengun. Toppurinn í NNA-átt er uppsöfnuð mengun frá vindum sem blása meðfram Grensásveg.

SA-átt, meðfram Miklubrautinni

Úr þessari átt berst mikið svifryk vegna vinds sem blæs meðfram Miklubrautinni, en slíkur vindur blæs oft meðfram fjölda bíla og safnar saman miklu svifryki sem berst að mælistöðinni.

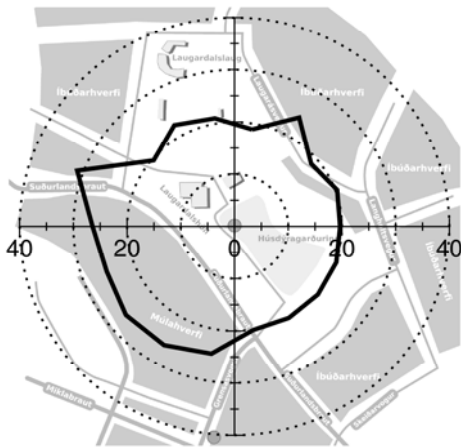
Sunnan til vestanáttir, gatnamót Grensásvegur og Miklubrautar

Í þessum vindáttum liggja gatnamót Grensásvegur og Miklubrautar m.v. mælistöðina. Á gatnamótunum er almennt mikill umferðarþungi.

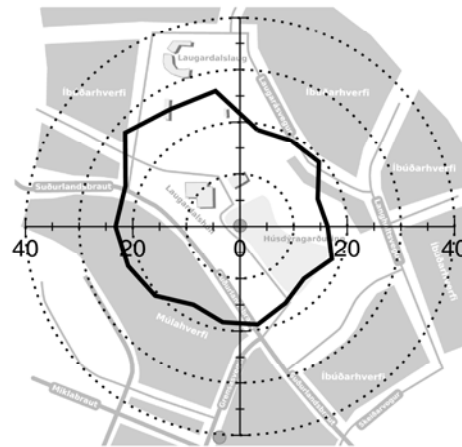
Mismunur á mengun árin 2003 og 2005

Almennt mældist ekki jafn mikil svifryksmengun árið 2003 og árið 2005. Þetta á helst við um norðlægari vindáttir. Árið 2003 var meiri úrkoma sem gæti valdið þessum mun, en það hefur ekki verið skoðað sérstaklega.

Meðaltal PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) eftir vindátt
Húsdýragarðurinn 2003



Meðaltal PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) eftir vindátt
Húsdýragarðurinn 2005



Þessar vindrósir sýna svifryksmengun við mælistöðina í Fjölskyldu- og húsdýragarðinum. Það er merkilegt að árin 2003 og 2005 er ársmeðaltal svifryksmengunar álíka og við Grensásveg jafnvel þótt Húsdýragarðurinn sé fjær umferð. Ástæðan getur að hluta til verið frávik vegna tæknilegra vandamála í svifryksmælitæki stöðvarinnar¹ en einnig er hugsanlegt að mikið ryk sé við stöðina vegna umönnunar dýra í Húsdýragarðinum. Stöðin er staðsett upp. 200 metra frá Suðurlandsbraut (V til S-átt) og 400 metra frá hverfunum í kringum Laugarásveg (NA-átt).

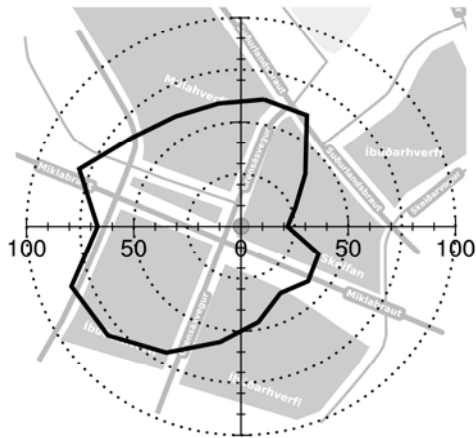
Hugsanleg áhrif hverfisins í kringum Laugarásveg sést í NA-stæðum vindáttum. Úr NV áttum sjást mögulega áhrif vegna athafna og umferðar á svæðunum á milli Laugardalshallar og Laugardalslaugar, þá sérstaklega árið 2005.

9.1.1 Samanburður við köfnunarefnisoxíð

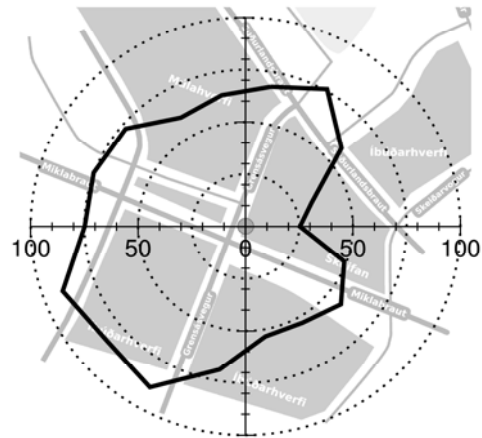
Til þess að athuga enn frekar hvort svifryk í svifrykstoppum komi frá umferð má bera saman vindrósir fyrir köfnunarefnisoxíð (NO_x) og svifryk. Þar sem NO_x er mælikvarði á bílaumferð þá ættu hliðstæðar vindrósir að koma fram fyrir NO_x og svifryk frá umferð. Það verður að hafa í huga að svifryk og NO_x berast ekki á sama hátt um loftið og því geta vindáttartoppur verið ólíkir fyrir bæði efnin, þá sérstaklega stærðarhlutföll toppanna. T.d. virðast NO_x toppar oft verða hlutfallslega kröftugri en hliðstæðir svifrykstoppur. Einnig hefur veðurfar, sérstaklega úrkoma, ekki eins mikil áhrif á NO_x og svifryk og því er útlit NO_x vindrósa stöðugra á milli ára.

¹ Tæknilegt vandamál í svifrykstæki mælistöðvarinnar í Húsdýragarðinum eykur mæld svifryksgildi um 10-15%. Þessi aukning er regluleg og gerist á miðnætti sem gæti t.d. tengt það frekar við vissar kvöldlægar vindáttir. Í þessari skýrslu eru notuð gögn þar sem þetta hefur verið leiðrétt að hluta fyrir árið 2004.

Meðaltal NO_x (µg/m³) eftir vindátt
Grensásvegur 2003



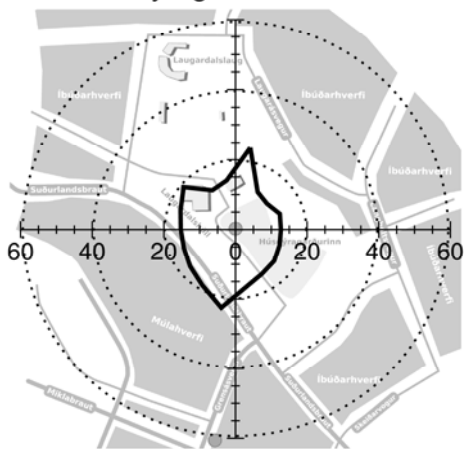
Meðaltal NO_x (µg/m³) eftir vindátt
Grensásvegur 2005



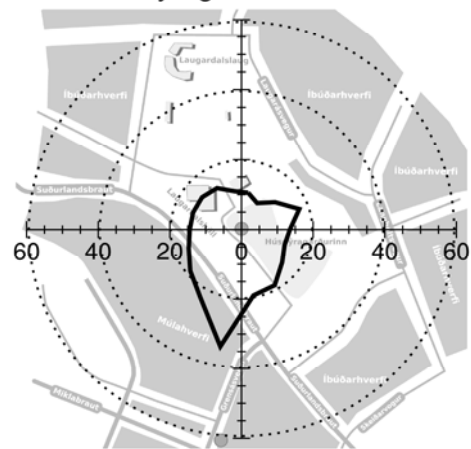
Vindrósirnar fyrir mælistöðina á Grensásveg eru mjög svipaðar að forminu til árin 2003 og 2005, en vindrósin árið 2003 er þó heldur minni um sig.

Á Grensásvegi er hægt að finna flesta þá sömu toppa í NO_x og áður voru sýndir fyrir svifryk. Áhrif Miklubrautar eru hlutfallslega meiri í vindáttum frá suðri til vesturs fyrir NO_x en hjá svifryki.

Meðaltal NO_x (µg/m³) eftir vindátt
Húsdýragarðurinn 2003



Meðaltal NO_x (µg/m³) eftir vindátt
Húsdýragarðurinn 2005

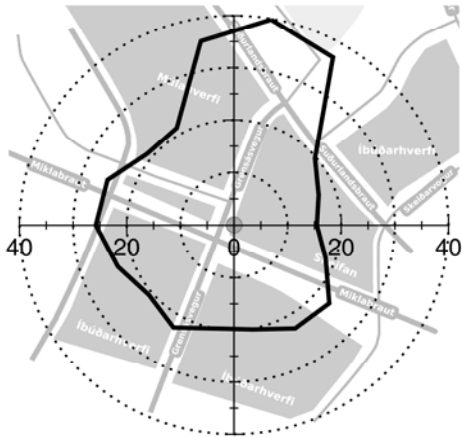


Athugið að stækka varð NO_x vindrósir Húsdýragarðsins m.v. vindrósir frá Grensásvegi. Þessvegna eru stærðarhlutföll ekki þau sömu.

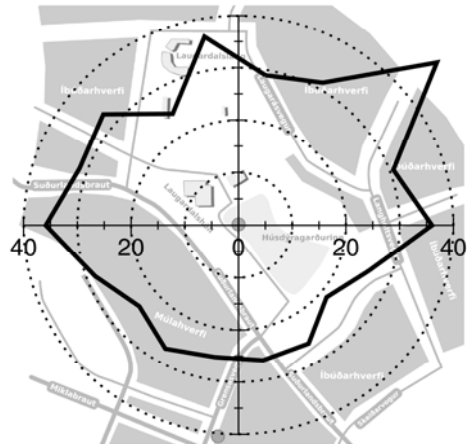
Í Fjölskyldu- og húsdýragarðinum eru tengsl NO_x og svifryks ekki eins skýr og á Grensásveg. Árið 2005 er ekki hægt að sjá aukningu NO_x í NV-átt eins og verður í svifryki. Þetta gæti táknað að svifrykið sé vegna framkvæmda eða ummönnunnar dýra. Toppurinn í SSV-átt stafar frá umferð um Grensásveg og Suðurlandsbraut.

9.1.2 Árið 2004, nálægð við byggingarframkvæmdir

Meðaltal PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) eftir vindátt
Grensásvegur 2004



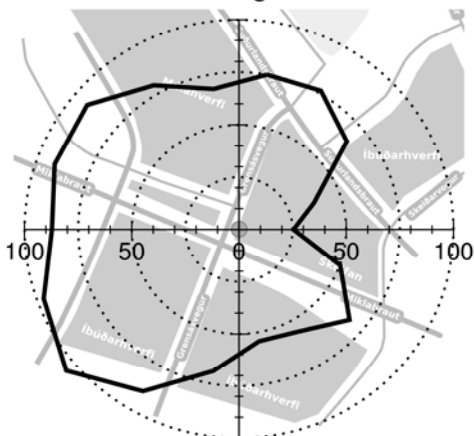
Meðaltal PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) eftir vindátt
Húsdýragarðurinn 2004



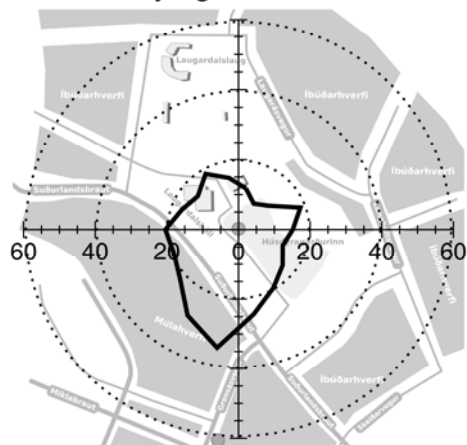
Til vinstri er vindrós frá Grensásvegi árið 2004. Svifryk úr norðan áttum er hlutfallslega mun meira en árin 2003 og 2005. Til samanburðar er til hægri vindrós úr Húsdýragarðinum fyrir árið 2004. Þar eru almennt há gildi úr öllum vindáttum miðað við árin 2003 og 2005. Hvað veldur?

Einungis 150 metra frá mælistöðinni í Húsdýragarðinum stóð yfir bygging á viðbyggingu Laugardalshallar allt árið 2004 svo búast má við að framkvæmdirnar komi fram í auknum styrk svifryks. Einnig er líklegt að hinn norðlægi svifrykstoppur á Grensásvegi sé tilkominn vegna framkvæmdanna, en Laugardalshöll er norðan við mælistöðina á Grensásvegi.

Meðaltal NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) eftir vindátt
Grensásvegur 2004



Meðaltal NO_x ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) eftir vindátt
Húsdýragarðurinn 2004



Til að athuga hvort umferð geti skýrt norðantoppinn á Grensásvegi og almenna aukningu svifryks í Húsdýragarðinum er NO_x athugað. Í Húsdýragarðinum verða ekki stórvægilegar breytingar á styrk NO_x, hvorki í stærð né mynstri vindrósarinnar sem styður það að aukning á svifryki þar árið 2004 sé ekki tilkominn vegna umferðar.

Á Grensásvegi hækkar NO_x nokkuð jafnt úr öllum vindáttum árið 2004 miðað við árið 2003. Ástæðan er ekki ljós en hinsvegar er ekki að sjá að styrkur úr norðanáttum sé hlutfallslega meiri en önnur ár, því er ósennilegt að aukin umferð hafi valdið aukningu svifryks úr norðri á Grensásvegi. Þetta þyrfti að skoða

betur, sveiflur í loftmengun verða á milli ára vegna breyttrar umferðar og veðurfars og því gæti ástæða norðantoppsins verið önnur.

9.1.3 Niðurstaða

Samanburður áráanna 2003 og 2005 á NO_x og PM_{10} gögnum frá Grensásvegi benda til að allar stærstu uppsprettur svifryksmengunar sem mælast þar séu umferðartengdar.

Hliðstæður samanburður fyrir Húsdýragarðinn bendir ekki til að stórar staðbundnar uppsprettur umfram náttúrulegan bakgrunn borgarinnar séu í nágrenni stöðvarinnar árin 2003 og 2005. Breytileg gögn á milli ára benda þó til tengsla við nálægar tímabundnar athafnir í Laugardalnum og einnig í Húsdýragarðinum. Þetta þyrfti að athuga nánar.

Árið 2004 jókst svifryk mikið við stöðina í Húsdýragarðinum vegna nálægðar við framkvæmdir fyrir nýbyggingu Laugardalshallar. Áhrifa framkvæmdanna má að öllum líkindum sjá í gögnum frá mælistöðinni á Grensásveg.