



SAMSETNING SVIFRYKS Í REYKJAVÍK

**Rannsóknarverkefni
Vegagerðarinnar 2012**

September 2013



SKÝRSLA - UPPLÝSINGABLAÐ

Titill skýrslu Samsetning svifryks í Reykjavík		Tegund skýrslu Rannsóknarskýrsla	
Verkheiti Svifryk í Reykjavík		Verkkaupi Vegagerðin	
Verkefnisstjóri – Efla Páll Höskuldsson		Verkefnisstjóri / fulltrúi verkkaupa Þórir Ingason	
Höfundar Páll Höskuldsson	Skýrslunúmer 2	Verknúmer 2970-170	Fjöldi síðna 13

Samantekt

Tilgangur þessa verkefnisins er að greina samsetningu svifryks í Reykjavík og kanna hvort markverðar breytingar hafi orðið á samsetningu svifryksins á þeim áratug sem liðinn er frá síðustu rannsókn. Svifrykssýni voru tekin yfir þriggja mánaða tímabil, frá byrjun febrúar til lok apríl 2013 með sérstökum svifrykssafnara. Sýnin voru efnagreind m.t.t. ákveðinna frumefna en auk þess er mælt endurvarp ljóss af sýnunum á sýnilegu og nær-innrauðu bylgjusviði. Útbúin voru upprunasýni frá helstu uppsprettum sem eru taldar valda mestri svifryksmengun. Upprunasýnin eru meðhöndluð á sama máta og svifrykssýnin þ.e. þeim er safnað á samskonar síur og eru þau síðan greind á sama hátt og svifrykssýnin. Niðurstöður efnagreininganna og ljósgleypnimælinganna eru svo sett í sérstakt reiknimódel þar sem magn einstakra upprunaefna er reiknað út þar sem beitt er tölfræðilegri fjölbreytugreiningu. Skoðaðir voru sérstaklega þeir dagar þar sem svifryksmengun var í hámarki og reiknað út meðaltalshlutfall upprunaefna í þeim sýnum. Eftirfarandi niðurstöður fengust:

Aska	Bremsur	Sót	Jarðvegur	Malbik	Salt
18%	14%	30%	18%	17%	3%

Niðurstöðurnar voru bornar saman við síðustu rannsókn sem gerð var árið 2003 en þar var niðurstaðan eftirfarandi fyrir svifryk yfir vetrartíma:

Aska	Bremsur	Sót	Jarðvegur	Malbik	Salt
0%	2%	7%	25%	55%	11%

Töluvert magn af ösku mælist núna en hún var ekki til staðar í fyrri rannsókninni. Hlutfall svifryks frá bremsum og hlutfall sóts frá útblæstri bifreiða eykst töluvert. Á móti minnkar hlutfall malbiks og salts í svifrykinu töluvert. Einnig minnkar hlutfall jarðvegs lítillega.

Lykilorð

Svifryk, mengun, loftgæði, uppsprettur, bílaumferð, vegaslit

Staða skýrslu

- Í vinnslu
 Drög til yfirlustrar
 Lokið

Dreifing skýrslu og upplýsingablaðs

- Opin
 Dreifing með leyfi verkkaupa
 Trúnaðarmál

Útgáfusaga

Nr.	Höfundur		Rýnt		Samþykkt	
	Nafn	Dags.	Nafn	Dags.	Nafn	Dags.
1	Páll Höskuldsson	16.09.13	Helga J. Bjarnadóttir	17.09.13	Páll Höskuldsson	20.09.13

EFNISYFIRLIT

Myndaskrá	vii
Töfluskrá	vii
1 Inngangur og bakgrunnur	1
2 Framkvæmd	4
3 Niðurstöður	7
4 Umræður	10
Heimildaskrá	13

MYNDASKRÁ

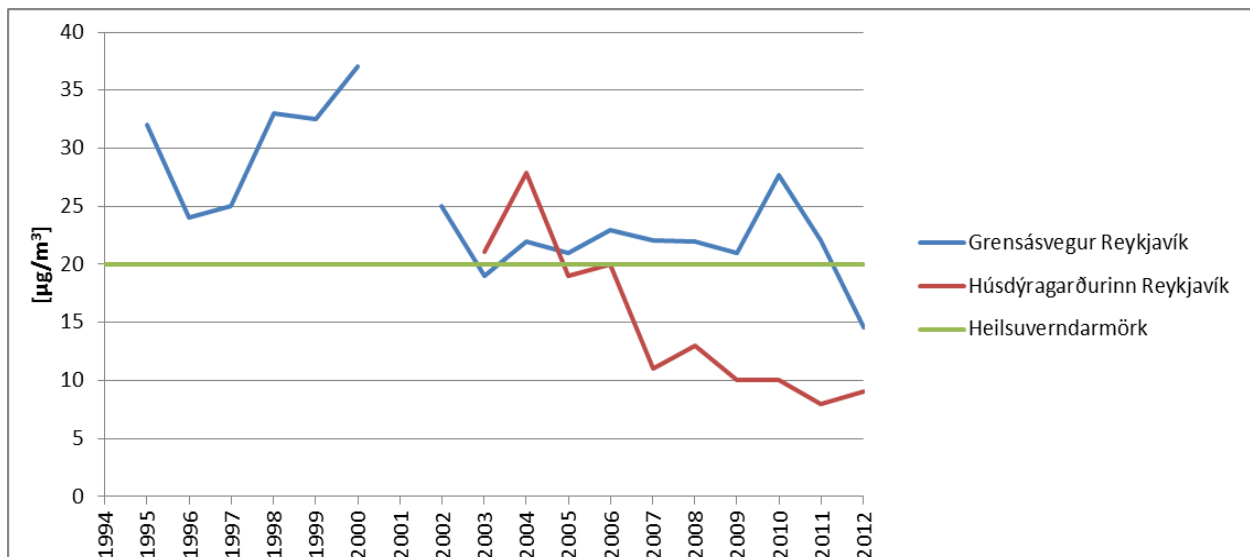
Mynd 1	Ársmeðaltalsstyrkur svifryks við Grensásveg og í Húsdýragarðinum.	1
Mynd 2	Fjöldi daga á ári sem meðaltalssólarhringsstyrkur svifryks fer yfir viðmiðunarmörk.	2
Mynd 3	Þróun í notkun negldra og ónegldra dekkja á frá 2000 til 2013.....	3
Mynd 4	Staðsetning sýnataka við gatnamót Miklubrautar og Grensásvegar.....	5
Mynd 5	Sýnataki staðsettur uppi á þaki loftgæðastöðvar við gatnamót Grensásvegar og Miklubrautar.	6
Mynd 6	Hlutfall einstakra upprunaefna í greindum svifrykssýnum.....	10
Mynd 7	Samsetning svifryks vetur 2013.....	11
Mynd 8	Samsetning vetrasýna skv. verkefni frá 2003 [4].....	11

TÖFLUSKRÁ

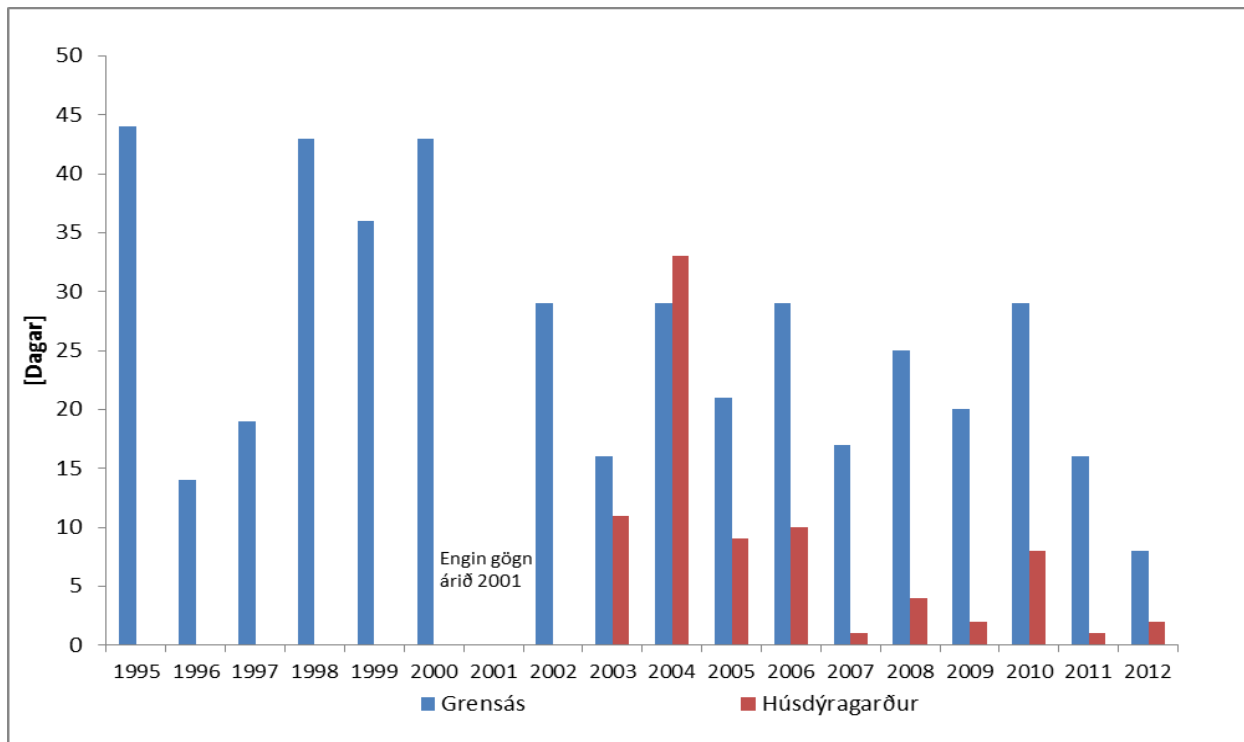
Tafla 1	Styrkur svifryks og veðuraðstæður.....	8
Tafla 2	Listi yfir þau sýni sem notuð voru til frekari greiningar í reiknimódeli.....	9
Tafla 3	Samsetning einstakra sýna.....	9

1 INNGANGUR OG BAKGRUNNUR

Svifryk (PM10) eru agnir sem eru minni en 10 míkrometrar (μm) að stærð og eiga greiða leið ofan í öndunarfærin. Svifryksmengun er ein af helstu ástæðum heilbrigðisvandans sem rekja má til mengunar í borgum. Sett hefur verið í reglugerð (nr. 251/2002) [1] um heilsuverndarmörk fyrir svifryk til að tryggja lágmarksáhrif á heilsu fólks. Samkvæmt reglugerðinni má meðaltalssólarhringsstyrkur fyrir svifryk vera hæstur $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ og má styrkurinn fara að hámarki 7 sinnum á ári yfir þessi mörk. Einnig eru sett umhverfismörk fyrir ársmeðaltaksstyrk svifryks sem má vera hæstur $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Svifryk er mælt reglulega í tveimur föstum mælistöðvum í Reykjavík, á Grensásvegi og í Fjölskyldu- og húsdýragarðinum og auk þess eru í notkun tvær færanlegar mælistöðvar. Á mynd 1 og mynd 2 er að finna samantekt á svifryksmælingum við Grensásveg og í Fjölskyldu- og húsdýragarðinum [2]. Mynd 1 sýnir ársmeðaltalsstyrk svifryks og mynd 2 sýnir fjölda skipta á ári sem meðaltalssólarhringsstyrkur svifryks fer yfir viðmiðunarmörk.



Mynd 1 Ársmeðaltalsstyrkur svifryks við Grensásveg og í Húsdýragarðinum.



Mynd 2 Fjöldi daga á ári sem meðaltalssólarhringsstyrkur svifryks fer yfir viðmiðunarmörk.

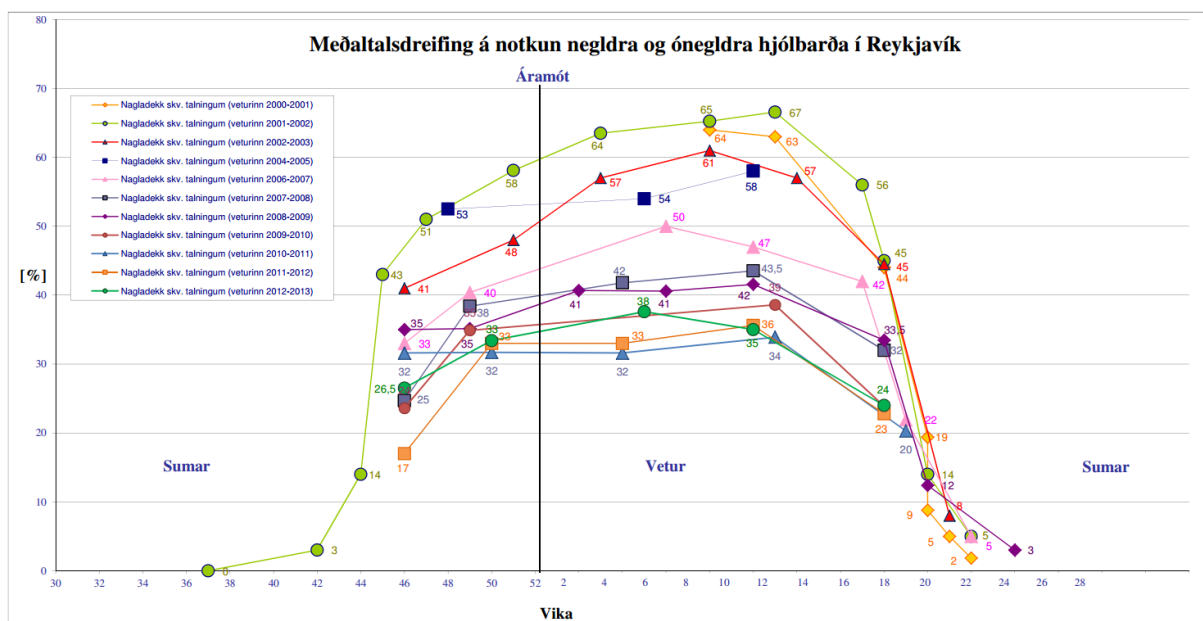
Þegar styrkleiki svifryks fer yfir heilsuverndarmörk í borginni er mat lagt á uppruna mengunarinnar. Matið byggir m.a. á skoðun veðurgagna. Orsakir eru flokkaðar t.d. í umferð, uppþryllun svifryks frá götum eða vegna framkvæmda eða vegna jarðvegs og ösku sem berst til borgarinnar með vindum. Auk þess er metið hvort fara eigi út í mótvægisaðgerðir á hverjum tíma og þá hverjar. Mesta svifryksmengunin er talin vera við gatnamót Miklubrautar og Grensásvegjar þar sem ein fjölförnustu gatnamót borgarinnar eru. Mælistöðin við Grensásveg mælir þessa mengun og eru mæliniðurstöður birtar jafnóðum á heimasíðu Reykjavíkurborgar.

Uppruni svifryksins getur verið af ýmsum toga en gerðar hafa verið tvær rannsóknir við mat á uppsprettum svifryks í Reykjavík. Efla verkfræðistofa (áður Línuhönnun) vann á árinu 2000 rannsóknarverkefnið „Magn og uppspretta svifryks – Rannsókn á loftmengun í Reykjavík“ sem styrkt var af Nýsköpunarsjóði námsmanna, Vegagerðinni og sveitarfélögum á höfuðborgarsvæðinu. Þar var kannað með samanburði á loftgæðamælingum hvernig samsetningu á svifryki í borginni væri háttáð [3]. Niðurstöður þessara rannsókna bentu til að um helmingur alls svifryks í Reykjavík kæmi frá umferðinni og stór áhrifaþáttur þar væri notkun nagladekkja.

Á árinu 2003 var unnin rannsókn á svifryki undir ritstjórn Bryndísar Skúladóttur „Method for determining the composition of airborne particle pollution. Composition of particle air pollution in Reykjavík“ [4]. Skýrslan kom út á árinu 2003 og er jafnframt nýjasta skýrslan í málaflokknum. Þróuð var aðferð til að meta samsetningu svifryksmengunar. Svifryk sem safnað var á teflon-ryksíur á árunum 1999-2002 við Miklubrautina í Reykjavík var frumefnagreint en auk þess var mælt endurvarp ljóss af sýnunum á sýnilegu og nær-innrauðu bylgjusviði. Einstök upprunasýni voru útbúin (malbik, jarðvegur, götusalt, sót og bremsuborðar) og meðhöndluð á sama hátt. Niðurstöður efnagreininganna og ljósgleypnimælinganna voru sett í sérstakt reiknimódel þar sem beitt er tölfraðilegri fjölbreytugreiningu við magngreiningu einstakra uppruna efna. Niðurstöður rannsóknarinnar sýndu að

stærstan hluta svifryks í Reykjavík megi rekja til slits á á götum. Samsetning vetrarsýna var að meðaltali: malbik 55%, jarðvegur 25%, sót 7%, salt 11% og bremsuborðar um 2%.

Í umfjöllun um svifryksmengun í Reykjavík er oft vitnað til rannsóknarinnar frá 2003 en gera má ráð fyrir að sú mynd sem þar fékkst sé nokkuð breytt og þörf sé á uppfærslu hennar. Rannsóknin frá 2003 sýndi að um 55% af svifryki sem mældist í borginni á uppsprettu í sliti á götum og talið að akstur ökutækja á negldum hjólbörðum ætti stóran hluta þar á. Frá árinu 2000 hefur notkun nagladekkja verið könnuð árlega og niðurstöður þeirrar rannsóknar má sjá á mynd 3. Greinilegt er að notkun nagladekkja hefur minnkað töluvert frá upphafi mælinga til dagsins í dag. Veturinn 2000-2001 mældist hlutfallið hæst 67% en fyrir síðasta vetur þ.e.veturinn 2012-2013 er hlutfallið mun lægra og komið niður í 38%.



Mynd 3 Þróun í notkun negldra og ónegldra dekkja á frá 2000 til 2013

Auk minnkunar á notkun nagladekkja hafa orðið breytingar á malbikstegundum og malbikunaraðferðum sem hefur áhrif á slitþol malbiksins og um leið magn og gerð svifryks frá malbikinu. Samdráttur hefur orðið í byggingarframkvæmdum og jarðvinnu en hvoru tveggja eru framkvæmdir sem geta valdið svifryksmengun. Tvö eldgos hafa átt sér stað í millitíðinni með mikilli öskumyndun sem lagst hefur við aðra svifryksmengun í borginni. Allt eru þetta atriði sem geta haft áhrif á samsetningu svifryksins og reikna má með að töluverðar breytingar hafi orðið á samsetningu svifryks, t.d. megi búast við að lægra hlutfalli svifryks vegna gatnaslits en áður.

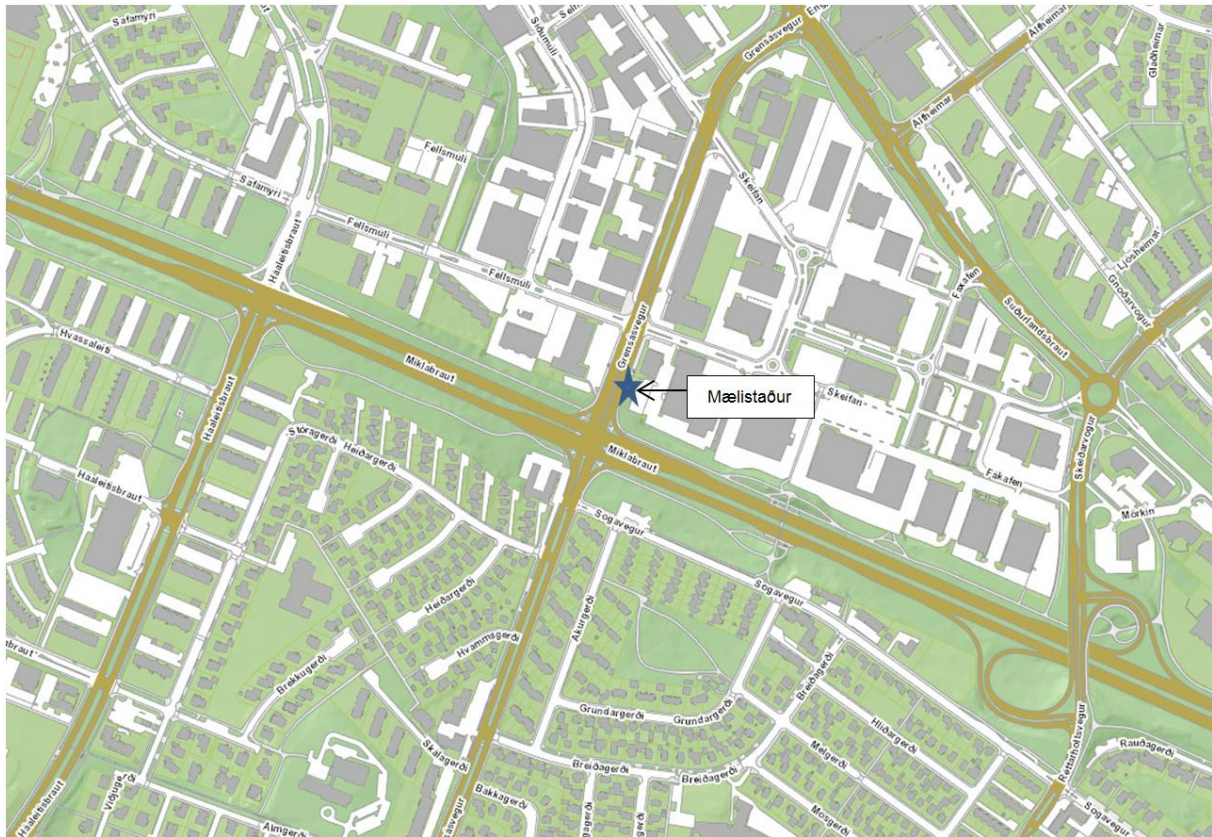
Tilgangur þessa verkefnisins er að greina samsetningu svifryks í Reykjavík og kanna hvort markverðar breytingar hafa orðið á samsetningu svifryksins á þeim áratug sem liðinn er frá síðustu rannsókn. Markmiðið er að afla nýrra upplýsinga um samsetningu svifryks sem gætu nýst meðal annars við vinnu við mat á loftgæðum í tengslum við mat á umhverfisáhrifum vegna vegafarmkvæmda. Niðurstöðurnar munu einnig nýtast við túlkun á niðurstöðum vöktunarmælinga á loftgæðum og í umfjöllun um svifryksmengun í Reykjavík og styðja spár um svifryksmengun sem Heilbrigðiseftirlitið gerir.

2 FRAMKVÆMD

Upphaflega stóð til að framkvæma mælinguna á sambærilegan máta og gert var í rannsókninni árið 2003 [4] og nota það reiknilíkan sem þróað var þá. Í upphafi verkefnisins kom í ljós að sá mælíbúnaður og greiningartæki sem notuð voru þá voru ekki lengur til staðar. Því þurfti að útvega nýjan sýnataka og endurskoða greiningaraðferðir. Einnig þurfti að bæta við nýjum uppsprettusýnum af ösku úr Eyjafjallajökli þar sem eldgos varð 2010 og Grímsvötnum sem gaus árið 2011. Við bæði þessi eldgos myndaðist mikil aska og hluti af henni hefur borist alla leið til Reykjavíkur með tilheyrandi svifryksmengun. Sýni voru tekin að vetri til og sérstaklega horft til þeirra daga sem svifryksmengunin er mest. Í verkefninu frá 2003 kom í ljós að sýni tekin að sumri til voru ekki nothæf þar sem í þeim voru þættir sem ekki var hægt að rekja til upprunasýna. Þó ekki hafi verið hægt að framkvæma mælingarnar núna með nákvæmlega sama hætti og var gert í verkefninu 2003, þá er aðferðarfræðin í grunninn sú sama. Svifryksýnum PM10 þ.e. rykagnir minni en 10 µm er safnað á síur og send í greiningu. Sýnin eru efnagreind m.t.t. ákveðinna frumefna en auk þess er mælt endurvarp ljóss af sýnunum á sýnilegu og nær-innrauðu bylgjusviði. Útbúin eru upprunasýni frá helstu uppsprettum sem eru taldar valda mestri svifryksmenguninni. Upprunasýnin eru meðhöndluð á sama máta og svifryksýnin þ.e. þeim er safnað á sams konar síur og eru síðan greind á sama hátt og svifryksýnin. Niðurstöður efnagreininganna og ljósgleypnimælinganna eru svo sett í sérstakt reiknimódel þar sem magn einstakra upprunaefna er reiknað út þar sem beitt er tölfræðilegri fjölbreytugreiningu.

Sýnataka.

Við sýnatökuna var notaður sérstakur sýnataki til svifryksýnatöku að gerðinni Thermo Scientific Partisol-Plus 2025. Sýnatakinn sem er færnanlegur er í eigu Umhverfisstofnunar sem lánaði hann í verkefnið. Sýnatakinn var staðsettur upp á þaki loftgæðastöðvarinnar við gatnamót Miklubrautar og Grensásvegjar (sjá mynd 4 og 5) en það er sá staður sem búast má við hvað mestri svifryksmengun í Reykjavík. Svifryksýnum (PM10) var safnað á 37 mm glertrefjasíur með því að soga loft í gegnum síurnar, 1 m³/klst., í 2 sólarhringa í senn á hverja síu. Sýnataka stóð yfir í þrjú mánuði með hléum, frá mánaðarmótum janúar-febrúar út aprílmánuð. Hlé var gert einu sinn vegna votviðris og einu sinni í stuttan tíma á milli síuskipta þannig að heildar sýnafjöldi varð 38 af tveggja sólarhringa sýnum.



Mynd 4 Staðsetning sýnataka við gatnamót Miklubrautar og Grensásvegur.



Mynd 5 Sýnataki staðsettur uppi á þaki loftgæðastöðvar við gatnamót Grensásvegur og Miklubrautar.

Upprunasýni.

Rannsóknin sem gerð var á samsetningu svifryks árið 2003 [4] leiddi í ljós að svifrykið við Miklubrautina ætti uppruna sinn frá 5 uppsprettum þ.e. malbik, sót, salt, jarðvegur og bremsuborðar. Ekki var talið að miklar breytingar hafi átt sér stað varðandi tegundir upprunasýna og var því reiknað með sömu uppsprettum auk þess sem bætt var við öskusýnum frá síðustu eldgosunum í Eyjafjallajökli og Grímsvötnum sem höfðu gosið í millitíðinni. Í heildina voru útbúin 8 upprunasýni sem notuð voru við gerð reiknilíkansins. Jarðvegssýnin og saltsýnin eru þau sömu og notuð voru rannsókninni 2003 en öll önnur sýni voru útbúin að nýju. Þau sýni sem ekki eru á duffformi eru mulin niður og duftinu síðan þyrlað upp með þrýstilofti í sérstökum plasthólk þar sem sýnin eru síðan safnað á síur með sýnatakanum. Eftirfarandi sýni voru útbúin:

Malbik: Mismunandi tegundir af malbiki eru í notkun á götum Reykjavíkur þar sem notast er við mismunandi grjóttegundir og malbiksaðferðir. Tvær stórar umferðargötur, Miklabraut og Grensásvegur, liggja við mælistöðina. Þessar götur hafa sitt hvora tegundina af malbiki. Miklabraut er lögð malbiki með innfluttu harðri grjóttegund sem sem á gefa mikið slitþol. Grensásvegur er aftur á móti lagður með malbiki með innlendri grjóttegund þar sem slitþolið verður ekki eins mikið og með notkun innflutta grjótsins. Tekin voru tvö malbikssýni, annað úr Miklubrautinni og hitt úr Grensásvegi. Sýnin voru spænd upp með sérstökum nagladekkjahermi og rykinu síðan safnað á síur með ryksýnatakanum.

Bremsuborðar: Fengið var ryksýni frá hemlaverkstæðinu Hemli í Kópavogi. Rykið myndast við viðgerðarvinnu á hemlaborðum og aðallega við slípivinnu á hemlaborðum.

Sót: Sótýni var fengið úr útblæstri bílvéla. Útblástur tveggja bílvéla, annarsvegar díselvélar og hinsvegar bensínvélar var leiddur inn í plasthólk þar sem ryksýni voru tekin með ryksýnatakanum.

Salt: Saltsýni kom frá götusalti sem borið er á götur borgarinnar til hálfuvarnar. Notast var við sama sýni og í rannsókninni árið 2003 [4].

Jarðvegur: Notuð voru sömu sýni og notuð voru við rannsóknina árið 2003 [4]. Sýnin eru valin m.t.t. ríkjandi austlægrar vindáttar í Reykjavík. Sýnin voru tekin á tveimur stöðum. Annað sýnið er tekið við Korpu við austurjaðar Reykjavíkur. Þar var tekið bæði sýni úr yfirborði og svo einnig aðeins undir yfirborðinu. Hitt sýnið er tekið úr námu við Mosfell 20 km NA frá Reykjavík.

Eldfjallaaska: Frá því að svifryksrannsóknin 2003 [4] var gerð hafa orðið tvö eldgos, í Eyjafjallajökli og Grímsvötnum, með mikilli öskumyndun. Aska frá þessum eldgosum hefur borist alla leið til Reykjavíkur þar sem hún hefur átt hlut að svifryksmengun í borginni. Tvö sýni af eldfjallaösku voru útbúin. Eitt sýni frá eldgosinu úr Eyjafjallajökli árið 2010 og hitt úr eldgosinu í Grímsvötnum árið 2011.

Efnagreiningar og útreikningur

Hver sía var vigtuð með greiningarvog með nákvæmni upp á 0,01 mg. Því næst voru sýnin greind með því að mæla endurvarp ljóss af sýnunum á sýnilegu og nær-innrauðu bylgjusviði (Near Infrared and Visible region, Foss 6500 nirsystems). Sýnin voru síðan leyst upp í saltpéturssýru og vetnisperoxíði með hitun í örbylgjuofni undir þrýstingi. Uppleystu sýnin voru svo frumefnagreind með rafgasljósgreiningu (ICP-OES, Jobin Yvon Ultima 2) þar sem mæld voru frumefnin Ca, Mg, K, Na, P, S, Al, Si, Ba, Sr, Ti, Cr, Co, W og Zr. Niðurstöður efnagreininganna og ljósgleypnimælinganna voru sett í sérstakt reiknimódel þar sem beitt er tölfræðilegri fjölbreytugreiningu við magngreiningu einstakra upprunaefna. Um efnagreiningar og útreikninga sá Arngrímur Thorlacius en hann var þáttakandi í verkefninu frá árinu 2003 [4] og þróaði reiknilíkanið sem notað var þá.

3 NIÐURSTÖÐUR

Tekin voru samtals 38 sýni á tímabilinu 31. janúar 2013 til 2. maí 2013. Í töflu *Tafla 1* er að finna yfirlit sýnatökudaga þar sem koma fram veðuraðstæður meðan á sýnatöku stóð og meðalstyrkur svifryks á hverju sýnatöku bili sem stóð yfir í 48 tíma. Veðurupplýsingar eru fengnar frá vefsíðu Reykjavíkurborgar [5].

Tafla 1 Styrkur svifryks og veðuraðstæður

Sýni nr.	Dagsetning	Vindstefna Í gráðum	Vindhraði [m/s]	Hitastig [°C]	Raki [%]	Þrýstingur [hPa]	Rigning* [%]	Svifryk PM10 [µg/m ³]
1	31.1.2013	121	3,4	1,5	80	998	19,4	18,8
2	2.2.2013	229	4,5	1,2	90	973	38,8	8,3
3	4.2.2013	126	2,1	0,8	76	1009	0,1	10,4
4	6.2.2013	163	3,9	2,0	88	1007	13,3	8,3
5	8.2.2013	153	4,5	5,5	94	994	45,8	4,2
6	10.2.2013	106	3,3	2,4	75	1008	5,1	16,7
7	12.2.2013	153	1,3	0,4	74	994	0,0	39,6
8	1.3.2013	227	3,7	4,8	89	1017	28,8	18,1
9	3.3.2013	191	3,4	-2,2	70	1007	5,9	29,4
10	5.3.2013	69	6,6	-4,6	74	1009	42,9	26,7
11	7.3.2013	95	7,9	3,1	81	1007	24,1	24,0
12	9.3.2013	90	3,3	2,4	63	1025	0,0	42,5
13	11.3.2013	193	1,2	2,3	80	1025	5,0	39,8
14	13.3.2013	149	1,8	2,8	89	1004	20,5	12,1
15	15.3.2013	113	2,0	-0,8	65	1011	0,0	29,6
16	19.3.2013	100	3,8	0,6	53	1021	1,9	67,3
17	21.3.2013	99	4,0	4,1	61	1024	0,0	29,0
18	23.3.2013	106	3,6	4,3	61	1027	0,0	16,0
19	25.3.2013	101	2,9	3,4	75	1018	1,5	40,4
20	27.3.2013	102	3,2	3,9	82	1009	9,5	22,9
21	29.3.2013	101	3,6	4,8	71	1007	0,0	11,7
22	31.3.2013	102	2,6	5,7	75	1012	6,8	21,7
23	2.4.2013	156	2,2	6,4	77	1024	0,7	25,6
24	4.4.2013	91	3,3	3,3	75	1024	7,4	27,5
25	6.4.2013	170	2,1	2,7	67	1017	0,0	17,1
26	8.4.2013	147	2,4	0,5	69	1006	1,7	31,3
27	10.4.2013	138	3,0	-3,6	50	1006	0,3	42,3
28	12.4.2013	134	3,4	1,0	53	994	1,2	29,4
29	14.4.2013	215	1,9	3,7	59	992	1,7	25,2
30	16.4.2013	177	2,2	1,7	80	1002	23,0	18,8
31	18.4.2013	142	4,8	3,1	79	994	24,5	18,1
32	20.4.2013	155	4,1	3,5	81	980	25,7	12,7
33	22.4.2013	273	2,4	2,8	82	991	24,1	2,7
34	24.4.2013	214	2,9	0,8	65	1019	2,6	20,6
35	26.4.2013	234	4,6	3,6	81	998	12,4	17,9
36	28.4.2013	122	3,1	0,0	51	1017	0,0	15,2
37	30.4.2013	136	3,0	-0,1	66	1019	3,7	16,2
38	2.5.2013	154	2,0	4,1	86	1001	5,6	20,2

* Hlutfallstölur rigningar sýna hlutfall úrkomutíma, þ.e. sá tími sem einhver úrkoma er óháð magni.

Til frekari skoðunar voru þeir dagar þar sem svifryksmengun er í hámarki. Einnig til að fá nákvæma greiningu á sýnum er nauðsynlegt að hafa lágmarksmagn af sýni og því voru valin þau sýni sem mælast með meira en 1 mg af svifryki á síu eða 20,8 µg/m³ til frekari greiningar eða samtals 15 sýni

og eru þau lituð í töflu 1. Sýni númer 7, 17 og 26 voru ekki höfð með þar sem þau misfórust við greiningarvinnuna. Sýnin sem voru tekin til frekari greiningar eru listuð upp í töflu 2 ásamt veðurgögnum.

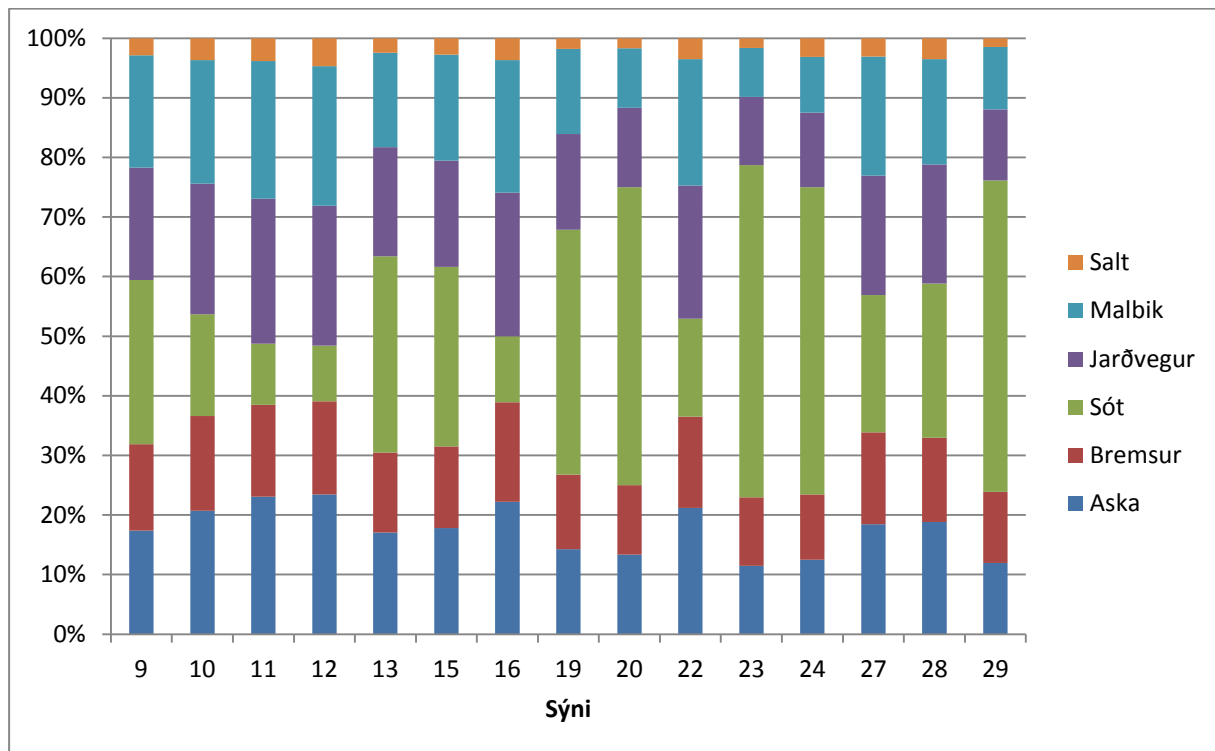
Tafla 2 Listi yfir þau sýni sem notuð voru til frekari greiningar í reiknimódeli.

Sýni nr.	Dagsetning	Vindstefna Í gráðum	Vindhraði [m/s]	Hitastig [°C]	Raki [%]	Þrýstingur [hPa]	Rigning [%]	Svifryk PM10 [µg/m ³]
9	3.3.2013	191	3,4	-2,2	70	1007	5,9	29,4
10	5.3.2013	69	6,6	-4,6	74	1009	42,9	26,7
11	7.3.2013	95	7,9	3,1	81	1007	24,1	24,0
12	9.3.2013	90	3,3	2,4	63	1025	0,0	42,5
13	11.3.2013	193	1,2	2,3	80	1025	5,0	39,8
15	15.3.2013	113	2,0	-0,8	65	1011	0,0	29,6
16	19.3.2013	100	3,8	0,6	53	1021	1,9	67,3
19	25.3.2013	101	2,9	3,4	75	1018	1,5	40,4
20	27.3.2013	102	3,2	3,9	82	1009	9,5	22,9
22	31.3.2013	102	2,6	5,7	75	1012	6,8	21,7
23	2.4.2013	156	2,2	6,4	77	1024	0,7	25,6
24	4.4.2013	91	3,3	3,3	75	1024	7,4	27,5
27	10.4.2013	138	3,0	-3,6	50	1006	0,3	42,3
28	12.4.2013	134	3,4	1,0	53	994	1,2	29,4
29	14.4.2013	215	1,9	3,7	59	992	1,7	25,2

Niðurstöður útreikninga á samsetningu svifrykssýna er að finna í töflu 3 og mynd 6 sýnir niðurstöðurnar í súluriti.

Tafla 3 Samsetning einstakra sýna

Sýna nr.	Aska [%]	Bremsur [%]	Sót [%]	Jarðvegur [%]	Malbik [%]	Salt [%]
9	17	14	28	19	19	3
10	21	16	17	22	21	4
11	23	15	10	24	23	4
12	23	16	9	23	23	5
13	17	13	33	18	16	2
15	18	14	30	18	18	3
16	22	17	11	24	22	4
19	14	13	41	16	14	2
20	13	12	50	13	10	2
22	21	15	16	22	21	4
23	11	11	56	11	8	2
24	13	11	52	13	9	3
27	18	15	23	20	20	3
28	19	14	26	20	18	4
29	12	12	52	12	10	1
Meðaltal	18	14	30	18	17	3

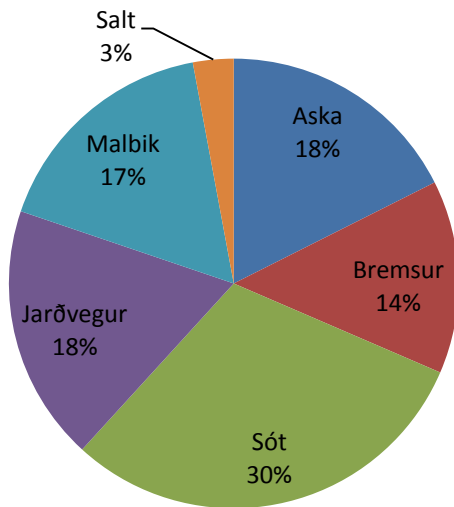


Mynd 6 Hlutfall einstakra upprunaefna í greindum svifrykssýnum

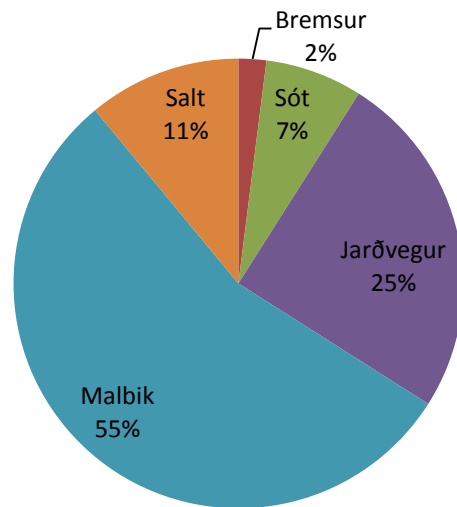
4 UMRÆÐUR

Hafa verður í huga að niðurstöður mælinganna takmarkast við þau sýni og það tímabil sem sem sýnataka stóð yfir þ.e. þegar svifryksmengun er mikil á vetratíma. Vænta má að niðurstöður verði aðrar fyrir daga með minni eða meiri svifryksmengun og að sumarlagi. Veðuraðstæður geta einnig haft mikil áhrif á samsetningu svifryks og samkvæmt verkefninu frá 2003 [4] mælist vegryk hærra á þurrum dögum en sót og salt er meira áberandi þegar úrkoma er eða snjór á jörðu. Frekar votviðrasamt var yfir þessa 3 vetramánuði sem mælingarnar stóðu og voru ekki margir þurrir hægviðrisdagar þegar vænta má mikillar vegmengunar. Magn svifryks mældist að jafnaði ekki mjög hátt og mælist bara einu sinni yfir $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Að meðaltali mældist styrkur svifryks $23,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þá daga sem sýnataka stóð yfir og $32,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ þá daga sem notaðir voru til frekari greiningar. Niðurstöður rannsóknarinnar frá 2003 sem höfð er hér til samanburðar, byggir á greiningu sýna frá 16 dögum sem tekin voru á fjögurra ára tímabili. Meðalsvifryksstyrkur þessara daga mældist $78,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ sem er töluvert hærra en í rannsókninni núna og hafa þarf í huga við samanburð þessara tveggja mælinga. Í rannsókninni frá 2003 kom t.d. í ljós að við hærri svifryksstyrk jókst hlutfall malbiks í svifrykinu.

Mynd 7 og mynd 8 sýna hlutföll upprunaefna í svifryki frá mælingunni sem gerð var núna í vetur 2013 og til samanburðar eru niðurstöður úr verkefninu frá árinu 2003.



Mynd 7 Samsetning svifryks vetur 2013



Mynd 8 Samsetning vetrarsýna skv. verkefni frá 2003 [4]

Við samanburð þessara tveggja mælinga sem gerðar eru með 10 ára millibili má sjá töluverðan mun á samsetningu svifryks. Í fyrsta lagi mælist eldfjallaaska núna sem ekki var á ferðinni í fyrri mælingunni. Magn öskunnar er töluvert og mælist að meðaltali um 18% af heildar magni svifryks. Einnig er áberandi að hlutfall malbiks hefur minnkað töluvert frá fyrri mælingunni. Skýringar á því geta verið af ýmsum toga, t.d. hefur notkun nagladekkja minnkað úr 67% veturinn 2001-2002 í 38% veturinn 2012-2013. Einnig hefur malbik orðið slitþolnara sem ætti að draga úr rykmengun frá malbiki. Veðurfar getur einnig spilað inn í en á mælitímabilinu núna var veður frekar votviðrasamt sem dregur sérstaklega úr mengun frá gatnasliti. Hærri svifryksstyrkur í 2003 mælingunni bendir til mikils þurrviðris í þeim mælingum sem eykur myndun vegryks og þá um leið hlutfall malbiks. Árið 2009 var samþykkt sérstök viðbragðsáætlun um loftgæði í Reykjavík þar sem markvist er unnið að því halda svifryksmengun innan heilsuverndarmarka. Samkvæmt áætluninni er farið í mótvægisáðgerðir ef þurfa þykir og ljóst að slíkar áðgerðir miðast helst að minnkun á vegryki.

Hlutfall svifryks frá sóti og bremsuborðum eykst töluvert. Hvort tveggja á uppruna sinn frá bílaumferð sem hefur aukist mikið frá því fyrir 10 árum síðan. Bílaumferð um Miklubrautina við Grensásveg er áætluð um 57.000 bílar á sólarhring í dag en árið 2000 var umferðin á Miklubrautinni nálægt Bústaðarvegi um 40.500 bílar sem er aukning um 40,7% [6]. Þetta er í takt við meðalfjölda bifreiða á höfuðborgarsvæðinu en hann var á árunum 1999-2002 111.413 bílar en í byrjun árs 2013 var fjöldinn 142.384 bílar sem er aukning um 27,8 %. Hlutfall díselbíla hefur einnig aukist en sótmengun frá díselbílum er meiri en frá bensínbílum. Hlutfall díselbíla jókst frá því að vera 15,1% af heildarfjölda bíla að meðaltali á árunum 1999-2002 í 24,6% af heildarbílafjölda í byrjun árs 2013 [7]. Gatnamótin við Grensásveg og Miklubraut eru ein þau umferðarþyngstu í borginni þar sem mikill fjöldi bifreiða stoppar og tekur af stað með með tilheyrandi svifryksmengun frá bremsum og útblæstri. Hér getur áhrif veðurfars einnig spilað inn í en mikið votviðri á mælitímabilinu dregur meira úr mengun frá gatnasliti en annarri mengun frá bílaumferð sem leiðir til þess að hlutfall sóts og hemlaborða verður hærra.

Hlutfall jarðvegs mælist lítillaga lægra núna og hlutfall salts er töluvert lægra en mældist fyrir 10 árum síðan. Erfitt er að fullrða hvað veldur þessum mun en ýmsir þættir geta haft áhrif á styrk þessara efna eins og jarðvegsframkvæmdir, vindur og götusöltun. Einnig getur staðsetning mælistöðvanna skipt máli en mælistöðin í fyrri mælingunni var staðsett nálægt gatnamótum Miklubrautar og Bústaðarvegar en áhrif sjávarfoks og jarðfoks getur verið önnur þar en við gatnamót Miklubrautar og Grensásvegar.

Niðurstöðurnar benda til að hlutfall malbiks í svifryksmengun hafi minnkað töluvert frá árunum 1999-2002. Einnig virðist hlutur salts hafa minkað umtalsvert. Á móti hefur hlutfall annarra mengunarefna frá bílaumferð aukist umtalsvert þ.e. sót frá útblæstri og ryk frá bremsum. Hlutfall jarðvegs breytist minna og er lítillega lægra en í fyrri mælingunni. Töluvert magn af ösku mælist núna en hún var ekki til staðar í fyrri mælingunni og er hlutfall hennar nálægt fimmtungur af heildar svifryksmagninu.

Höfundur vill þakka Umhverfisstofnun fyrir veitta aðstoð og lán á ryksafnara. Reykjavíkurborg er þakkað fyrir aðstoð við malbikssýnatöku og veittar upplýsingar frá loftgæðastöðinni við Grensásveg. Sérstakar þakkir fær Arngrímur Thorlacius fyrir hans framlag til verkefnisins við sýnatökur, greiningarvinnu og útreikninga.

HEIMILDASKRÁ

- [1] *Reglugerð nr. 251/2002 um brennisteinsdíoxíð, köfnunarefnisdíoxíð og köfnunarefnisoxíð, bensen, kolsýring, svifryk og blý í andrúmsloftinu og upplýsingar til almennings.*, Umhverfisráðuneytið, 25. mars 2002.
- [2] Þorsteinn Jóhannsson, *Tölvupóstur frá 30. 08. 2013.*, Umhverfisstofnun.
- [3] Ylfa Thordarson, „Magn og uppspretta svifryks - Rannsókn á loftmengun í Reykjavík,“ Línuhönnun verkfræðistofa, Reykjavík, 2000.
- [4] Bryndís Skúladóttir, Arngrímur Thorlacius, Steinar Larssen, Guðmundur G. Bjarnason og Hermann Þórðarson, „Method for determining the composition of airborne particle pollution - Composition of particle air pollution in Reykjavík,“ IceTec - Technological Institute of Iceland, Reykjavík, 2003.
- [5] Reykjavíkurborg, „Loftgæðamælingar í Reykjavík,“ [Á neti]. Available: <http://www.loft.rvk.is/>. [Skoðað 18 júní 2013].
- [6] Björg Helgadóttir, *Persónuleg samskipti*, Reykjavíkurborg, september 2013.
- [7] Samgöngustofa - Umferðarstofa, „Tölfræði - Bifreiðartölur,“ [Á neti]. Available: <http://ww2.us.is/node/25>. [Skoðað 16 September 2013].