

Mengun vegna umferðar: Áhrif á heilsu

Þróstur Þorsteinsson

thorstur@hi.is

Umhverfis-og auðlindafræði & Jarðvísindastofnun, Háskóli Íslands

Dánartíðni, sjúkdómar, ...

- Oftast er dánartíðni notuð
 - hversu margir dóu vegna mengunar
 - „Einfaldur“ mælikvarði
- DALY (disability adjusted life years) betri mælikvarði
 - “mælir” ár sem tapast vegna ótímabærra dauðsfalla og ár sem lifa þarf með sjúkdóm.
- Ekki einfalt að finna áhrif mengunar í „lágum“ styrk á lýðheilsu
 - Margar breytur
 - Þarf góð gögn
 - Stórt þýði
 - ...

Hefur mengun vegna umferðar áhrif á heilsu?

Stutta svarið er já!



Hvað vitum við

- Mengun (vegna umferðar) veldur aukningu í sjúkdómum og dánartíðni af völdum hjarta- og æðasjúkdóma og lungnakrabbameins, og einnig sykursýki, taugaskemmdum og áhrifum á fóstur ...
- WHO segir “Sjúkdómsbyrði sem rekja má til loftmengunar er nú talin vera á pari við aðra heilsufarsáhættu eins og óholtt mataræði og tóbaksreykingar, loftmengun er nú viðurkennd sem stærsta einstaka umhverfisógnin við heilsu manna.”
- Leggja til strangari heilsuverndarmörk fyrir svifryk og NO₂.

Helstu mengunarefni vegna umferðar

Sem tengjast heilsu

- **Svifryk** – PM – PM10, PM2.5, ...
 - Slit gatna, útblástur bíla, byggingarframkvæmdir, flugeldar, brennur
 - Auk þess náttúrulegar uppsprettur t.d., gróðureldar, sandfok og öskufok
 - Stór hluti (massa) af svifryki er vegna slits, bæði PM2.5 (60%) og PM10 (73%).
 - Margskonar agnir (Sót (BC), örplast (óljóst enn sem komið er, en ekki gott) og fleira)
- **Köfnunarefnisoxíð** – NO_x (NO₂ og NO)
 - Útblástur bíla, skipa og annarra véla

Hvað vitum við um uppsprettur ...

- Þekkjum nokkuð vel hvað kemur út með útblæstri
 - Líka gengið nokkuð vel að draga úr mengun vegna útblásturs
- Þekkingin á ögnum vegna slits (non-exhaust) er mun minni
 - Einnig lítið þekkt um eiturefnafræði og faraldsfræði þeirra – ekki skýr mynd komin á áhrif á heilsu ...

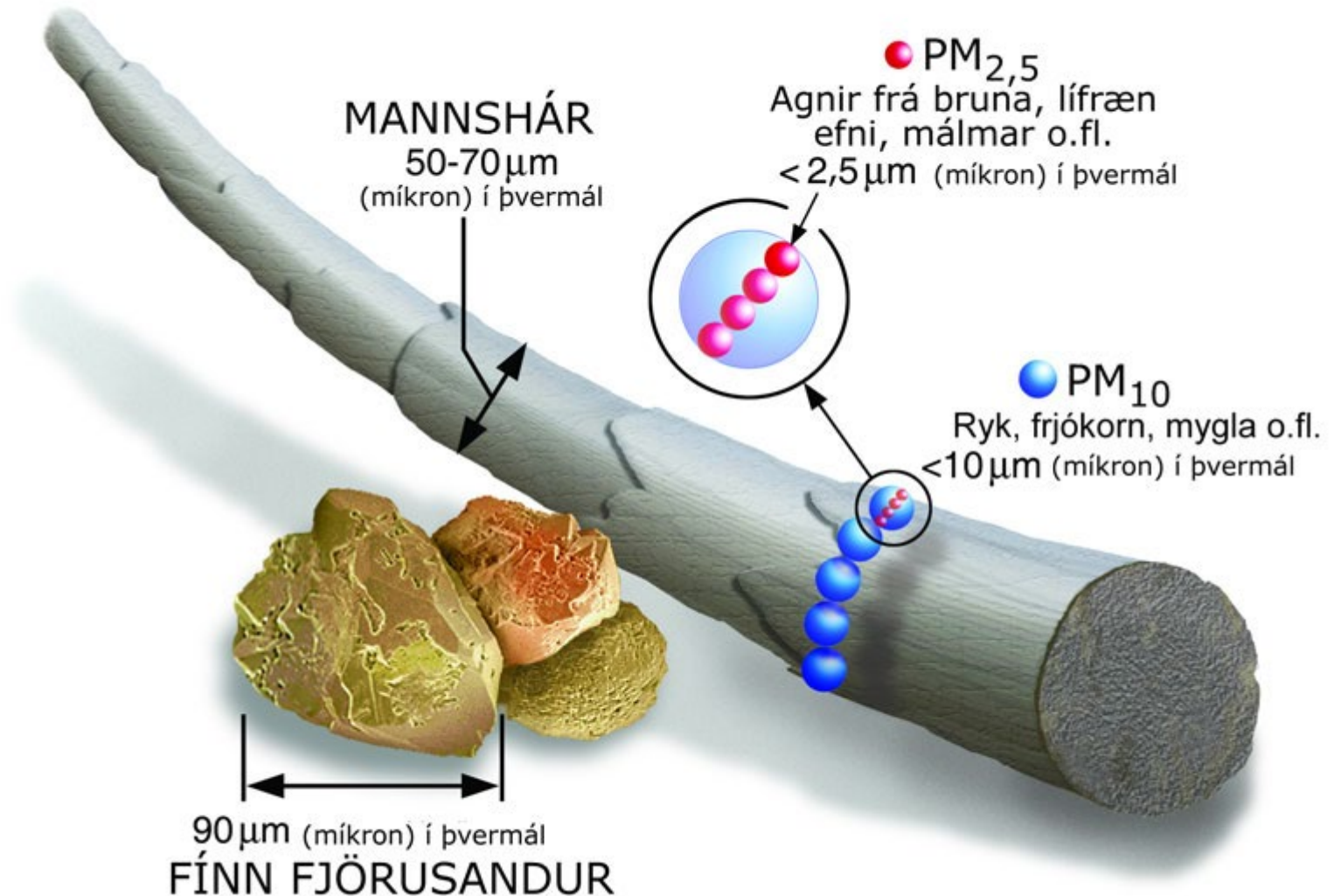


Áhrif köfnunarefnisdíoxíð (NO₂) á heilsu

- Ertandi fyrir öndunarfæri og eykur áhættu á öndunarfærasýkingum
- Aukning á astma
- Getur leitt til versnandi einkenna hjarta- og æðasjúkdóma
- Heilablóðföll

Svifryk

- Agnir með þvermál minna en $10\ \mu\text{m}$ → PM10
- Agnir með þvermál minna en $2.5\ \mu\text{m}$ → PM2.5
- Uppsprettur vegna umferðar:
 - Vegslit
 - Dekkjaslit
 - Bremsuslit
 - Útblástur



Loftmengun er helsta umhverfisógnin

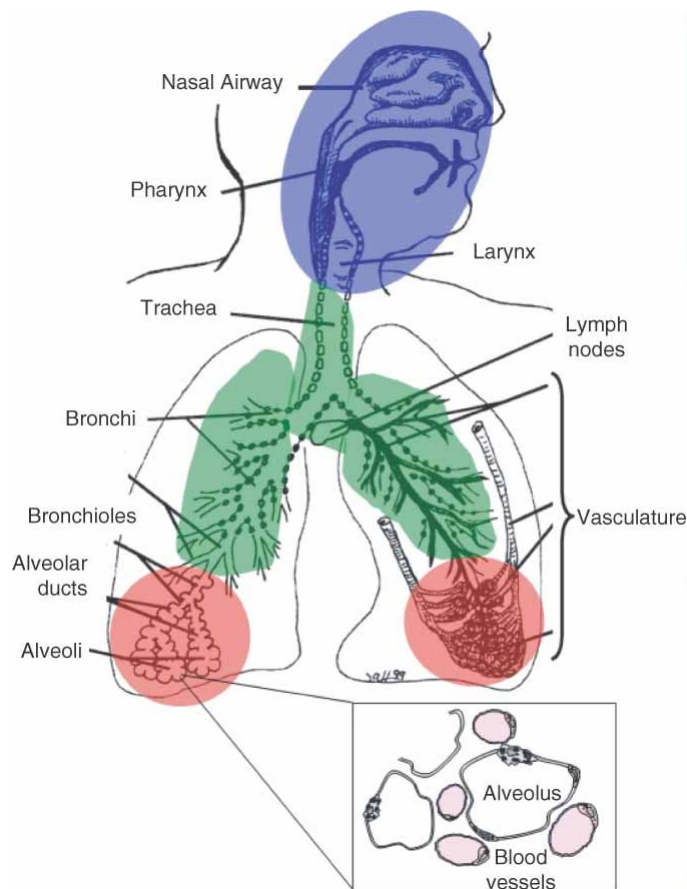
- Alþjóðaheilbrigðisstofnunin (WHO) skilgreinir loftmengun sem eitt helsta umhverfisvandamál nútímans.
 - Hægt að rekja allt að 7 milljónir dauðsfalla í heiminum á ári til loftmengunar og talið er að flest þeirra orsakist af fínu svifryki.
 - 4.1 milljónir (GBD), annað mat 8.7 milljónir (mismunandi ERF)
 - Metur að loftmengun utandyra dragi árlega 4.6 milljón manns ótímabært til dauða
- Ein helsta loftmengunin sem ógnar Evrópu er svifryk

Líka á Íslandi

- Umhverfisstofnun Evrópu (2021) metur að allt að **55 (69) ótímabær dauðsföll** megi rekja til útsetningar svifryks **PM2.5** á Íslandi á ári.
- Einnig eru **<1 (28) dauðsföll** vegna útsetningar á **NO2**.
(WHO_2005_HRAPIE_Scen_Base (WHO_2021_AQG_Scen_Sensitivity_2))

Heilsufarsáhrif svifryks

Stöðugt bætast við rannsóknir sem sýna skaðleg áhrif svifryksmengunar á heislu.

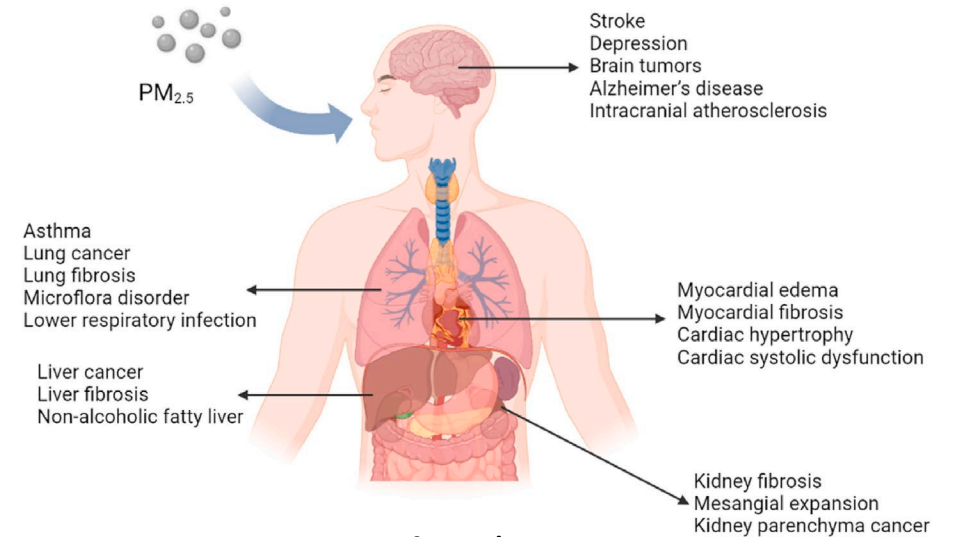
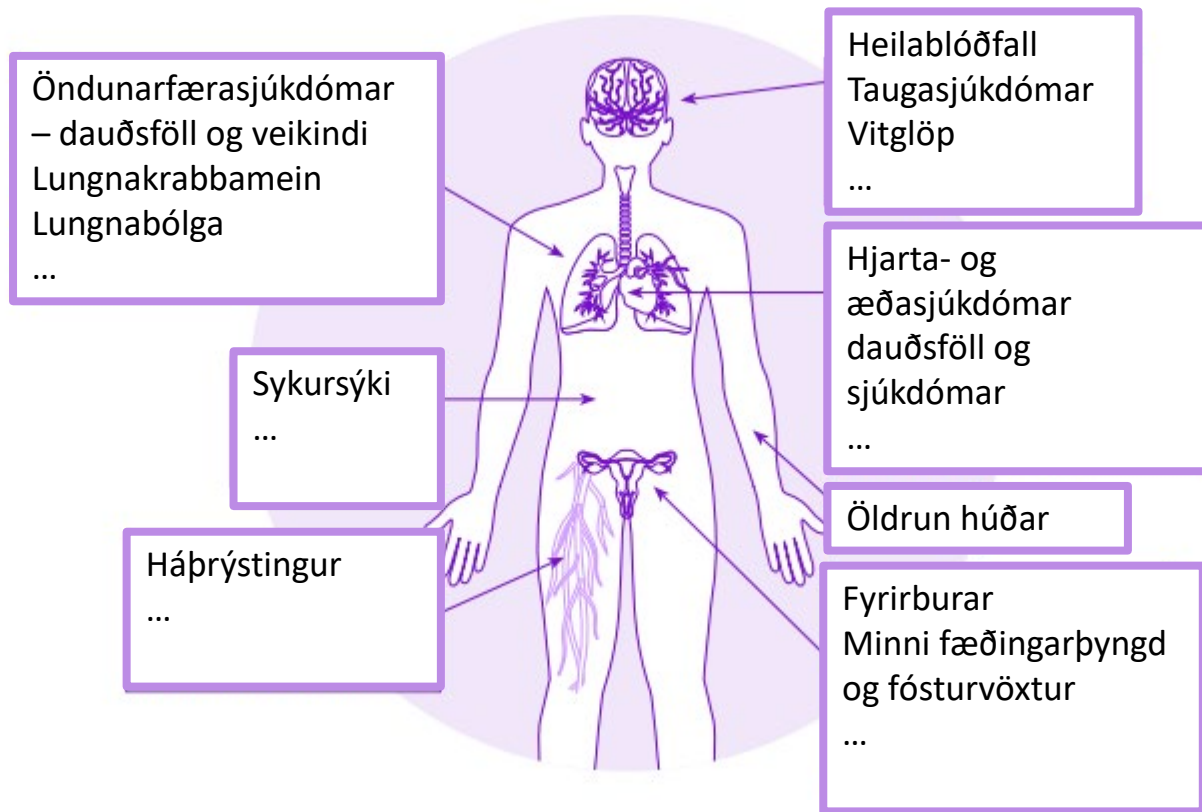


Stærri agnir en PM10 eru síðar út í nefi og nefholi, en **PM10** ná niður í lungnaberkjurnar og **allra smæstu agnirnar (PM2.5)** komast niður í lungnablöðrur og þaðan í blóðrásarkerfið.

Áhrif á heilsu af völdum svifryks

- Aukin tíðni m.a.:
 - lungnasjúkdóma,
 - krabbameina,
 - hjarta- og æðasjúkdóma,
 - heildardánartíðni
 - ...
- Áhrifanna gætir bæði vegna skammtíma útsetningar (klukkustundir, dagar) og langtíma mengunar (mánuðir, ár)
- Hvers vegna?
 - Bólgur, skemmdir á vefjum, ...
- Hvernig vitað?
 - Áhrifin sjást m.a. í aukinni tíðni á komum á bráðamóttökum, auknum fjölda innlagna á sjúkrahús, lyfjanotkun og aukinni dánartíðni

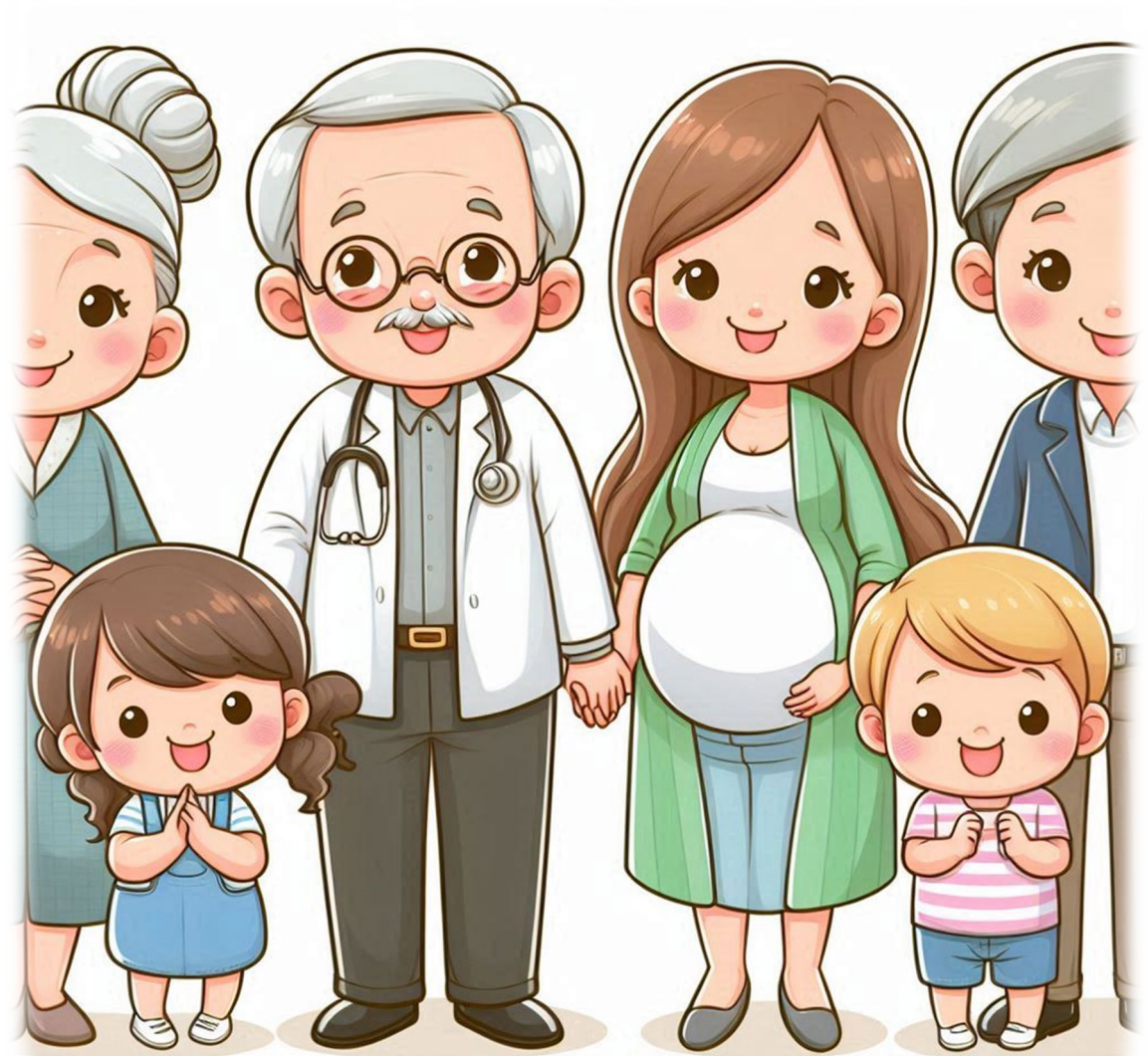
Áhrif svifryks á heilsu – margskonar



Astmi
Lifrarsjúkdómar
Sjúkdómar í heila
Hjartavöðva sjúkdómar
Nýrnasjúkdómar

Viðkvæmir hópar

- Eldri einstaklingar
- Þungaðar konur
- Börn
- Þeir sem þjást af undirliggjandi sjúkdómum



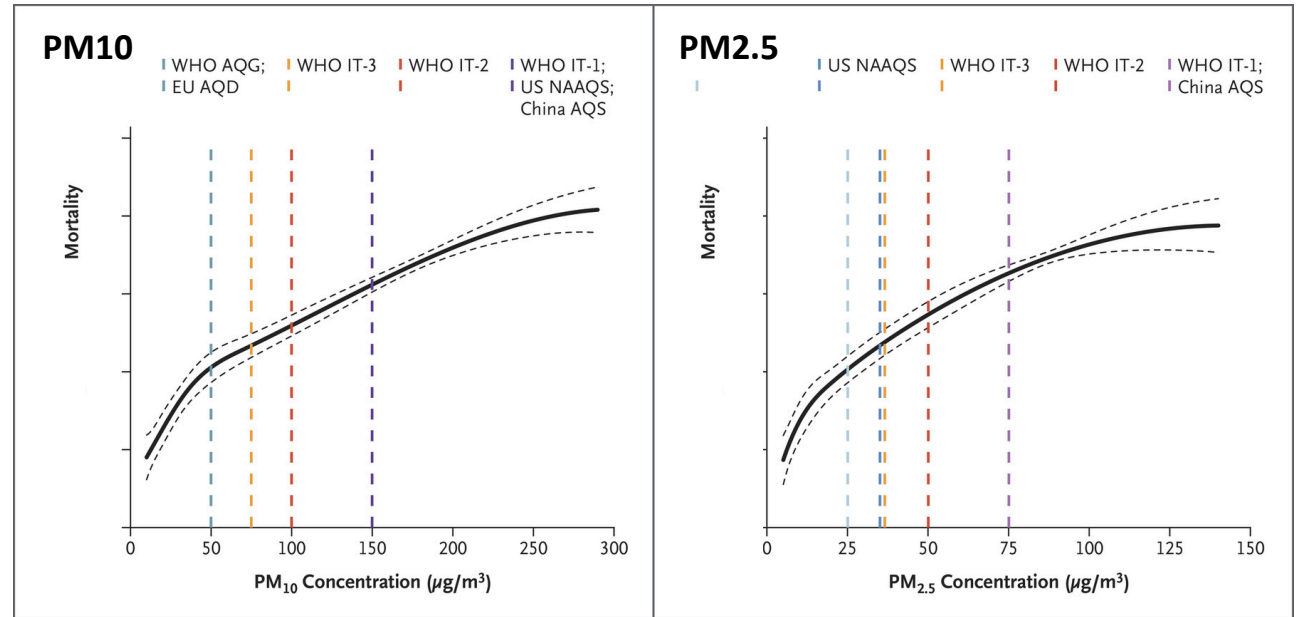
Áhrif við lágan styrk

- Svifryk hefur áhrif jafnvel við lágan styrk
- Raunar eru engin lægri mörk þar sem engin áhrif verða.
- Langtíma útsetning.
Aukin dánartíðni tengd við NO₂ (3% per IQR) og PM_{2.5} (2% per IQR) í norður-Svíþjóð
- Skammtíma útsetning.
Gróft svifryk, Stokkhólmi. 1.68% aukning [95% CI: 0.20%, 3.15%] í daglegri dánartíðni per 10- $\mu\text{g}/\text{m}^3$ aukningu PM_{2.5}–10

Engin neðri mörk á áhrifum á heilsu



- Áhrif á heilsu fyrir ákveðinn styrk mengunar (Concentration-response functions) sýnir engin neðri mörk
- Áhrif við lágan styrk



The concentration–response associations of daily mean PM₁₀ and PM_{2.5} concentrations with all-cause mortality were positive, and the curves showed a consistent increase with no discernible thresholds

PM og dagleg dánartíðni

- Gögn frá 652 borgum um allan heim
- Að meðaltali veldur aukning PM10 um $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ í 2-daga meðal styrk (dánardagur og dagurinn á undan) aukningu um
 - 0.44% (95% CI, 0.39 to 0.50) in daily all-cause mortality, 0.36% (95% CI, 0.30 to 0.43) in daily cardiovascular mortality, and 0.47% (95% CI, 0.35 to 0.58) in daily respiratory mortality.
 - Fyrir PM_{2.5} eru tölurnar 0.68% (95% CI, 0.59 to 0.77), 0.55% (95% CI, 0.45 to 0.66), and 0.74% (95% CI, 0.53 to 0.95).

Heilsuverndarmörk –efni sem hér til skoðunar

Loftmengunarefni	Tími mælinga	Heilsuverndarmörk
PM _{2,5}	Ársmeðaltal	20 µg/m ³
	Sólarhringsmeðaltal	
PM ₁₀	Ársmeðaltal	40 µg/m ³
	Sólarhringsmeðaltal	50 µg/m ³
<i>ekki má fara yfir oftar en 35 sinnum á almanaksári</i>		
NO ₂	Ársmeðaltal	40 µg/m ³
	Sólarhringsmeðaltal	75 µg/m ³
	Klst-meðaltal	200 µg/m ³

WHO (2021)

Pollutant	Averaging time	AQG level
PM _{2.5} , µg/m ³	Annual	5
	24-hour ^a	15
PM ₁₀ , µg/m ³	Annual	15
	24-hour ^a	45
NO ₂ , µg/m ³	Annual	10
	24-hour ^a	25

Dæmi um PM2.5 ársmeðaltöl

- Ársskýrsla um loftgæði 2021

Tafla 5. Ársmeðaltalsstyrkur og hæsta sólarhringsmeðaltal fins svifryks árið 2021.

Staðsetning	Ársmeðaltal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Hæsta sólarhringsmeðaltal ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
Grensásvegur, Reykjavík	12,6	95,8
Norðurhella, Hafnarfirði	4,2	28,9
Hvaleyjarholt, Hafnarfirði	4,4	66,0
Dalsmári, Kópavogi	4,9	110,4
Gröf, Grundartanga	3,9	24,5
Kríuvarða, Grundartanga	6,0	36,9
Héðinsvík, Húsavík	2,7	22,7
Húsavíkurléiti, Húsavík	2,0	15,8

Skiptir máli hvar staðsettur varðandi útsetningu

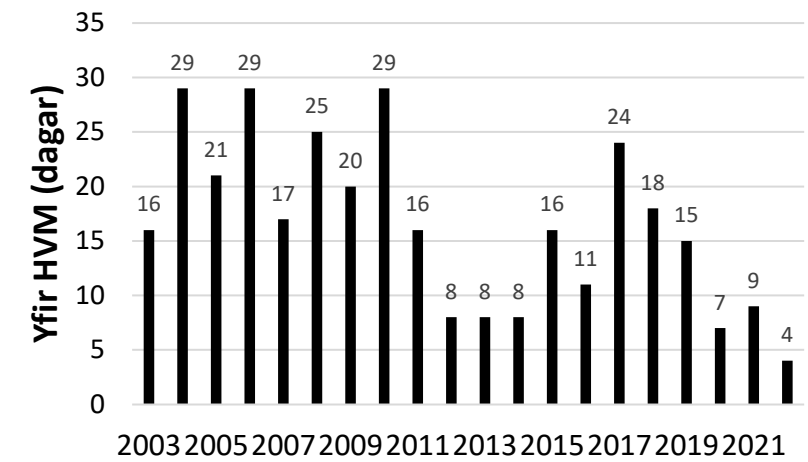
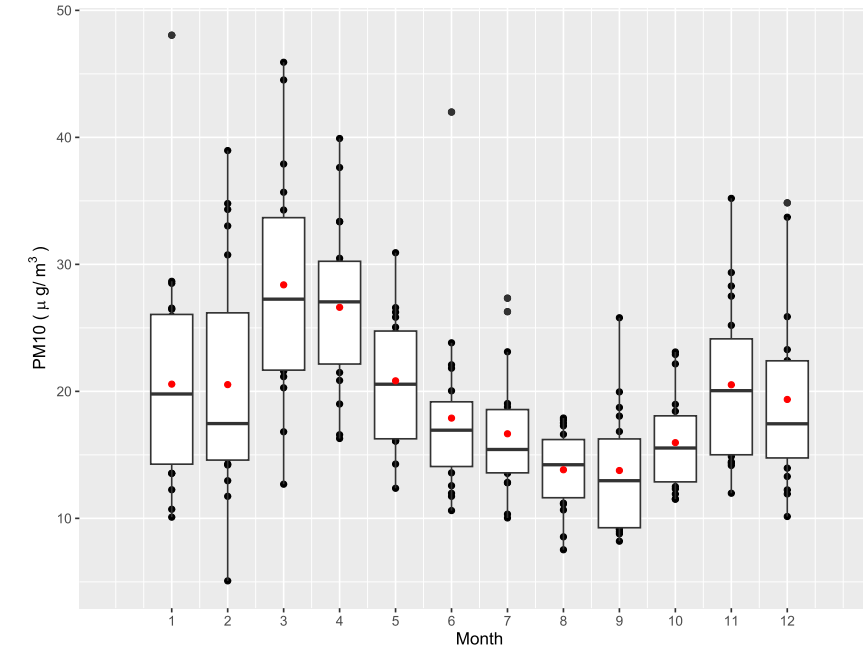
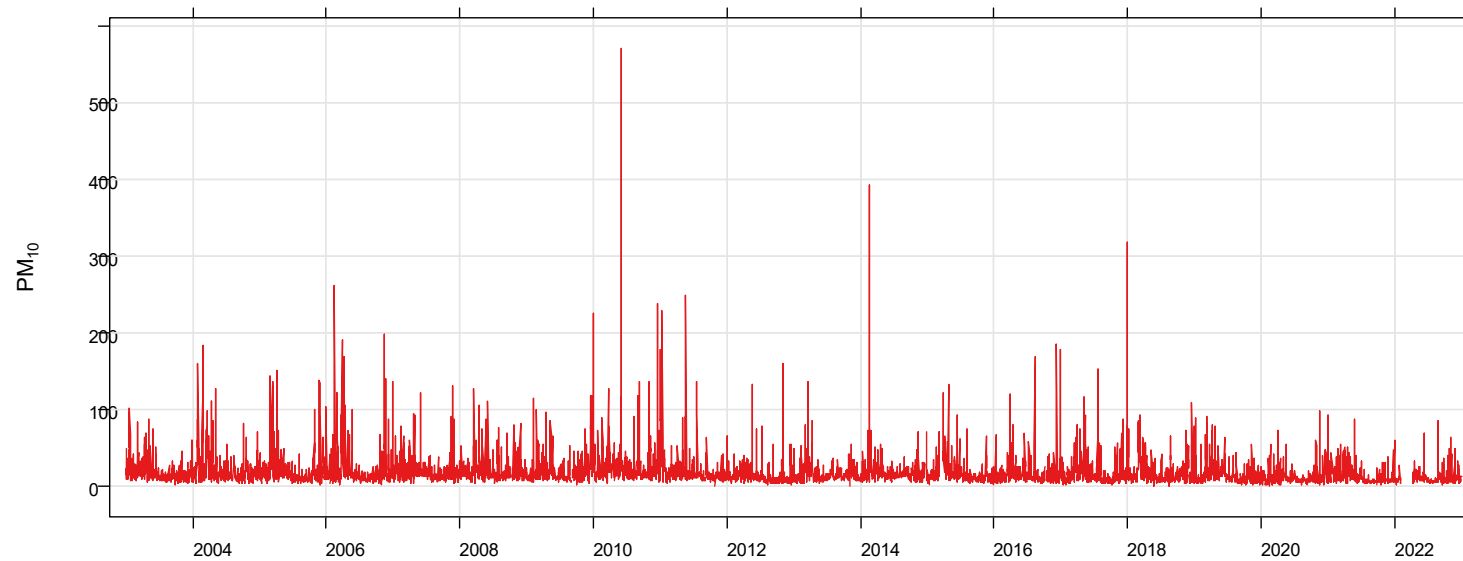
Tafla 12. Ársmeðaltalsstyrkur fins svifryks frá árinu 2009 til 2021.

Auðir reitir sýna að mælingar áttu sér ekki stað það árið.

Ár	Grensásvegur,	Húsdýragarður,	Hvaleyjarholt,	Norðurhella,	Dalsmári,
	Rvk.	Rvk.	Hfj.	Hfj.	Kóp.
2009	17,4	8,1	3,9		
2010	21,0		5,3		
2011	11,4		4,2		
2012	12,0	5,3	3,9		
2013	13,8	6,1	4,0		
2014	13,5	6,9	4,8		
2015	11,0	6,6	3,6		4,7
2016	13,4	5,7	3,6	3,5	5,1
2017	12,9	6,6	3,8	3,8	5,9
2018		6,8	3,5	3,7	5,8
2019	10,7	7,5	4,0	3,9	6,6
2020	10,0	6,5	3,5	3,5	6,2
2021	12,6		4,4	4,2	4,9

PM10 við GRE

- Gróflega eru 60% - 100% skipta yfir heilsuverndar-
mörkum vegna umferðar



Dæmi um rannsóknir áhrifum loftmengunar á heilsu

Íslenskar rannsóknir

- Úttektir lyfja við hjartaöng jukust í kjölfar hækkunar á NO₂ í Reykjavík en sjá mátti 14% hækkun í hjartalyfjaút tektum sama dag og loftmengun jókst.
- Skammtíma aukning á NO₂ styrk var tengd við hjartasjúkdóm (atrial fibrillation and flutter)
- Skammtíma aukning á PM₁₀ styrk tengd hjartaáföllum
 - Fleiri, margar tengdar eldgosum ...

Finnbjornsdottir et al. (2013). Association of air pollution and use of glyceryl trinitrate against angina pectoris: a population-based case-crossover study. *Environ Health*; 12: 38.

Halldorsdottir et al. (2022). Ambient Nitrogen Dioxide Is Associated with Emergency Hospital Visits for Atrial Fibrillation: A Population-Based Case-Crossover Study in Reykjavik, Iceland. *Environmental Health: A Global Access Science Source*, vol. 21, no. 1, BioMed Central Ltd, Dec. 2022, pp. 1–12, doi:10.1186/S12940-021-00817-9/TABLES/4.

Halldorsdottir et al. (2022). *Ambient Air Pollution and Emergency Department Visits and Hospitalisation for Cardiac Arrest: A Population-Based Case-Crossover Study*. June 2022, doi:10.21203/RS.3.RS-1734491/V1.

Astmi í börnum

- Rannsókn á útsetningu mæðra á meðgöngu og barna fyrstu 3 árin á Íslandi (norræna NordicWelfAir verkefnið)
- Greinileg áhrif PM2.5 (mest áhrif) og fleiri loftmengandi efna

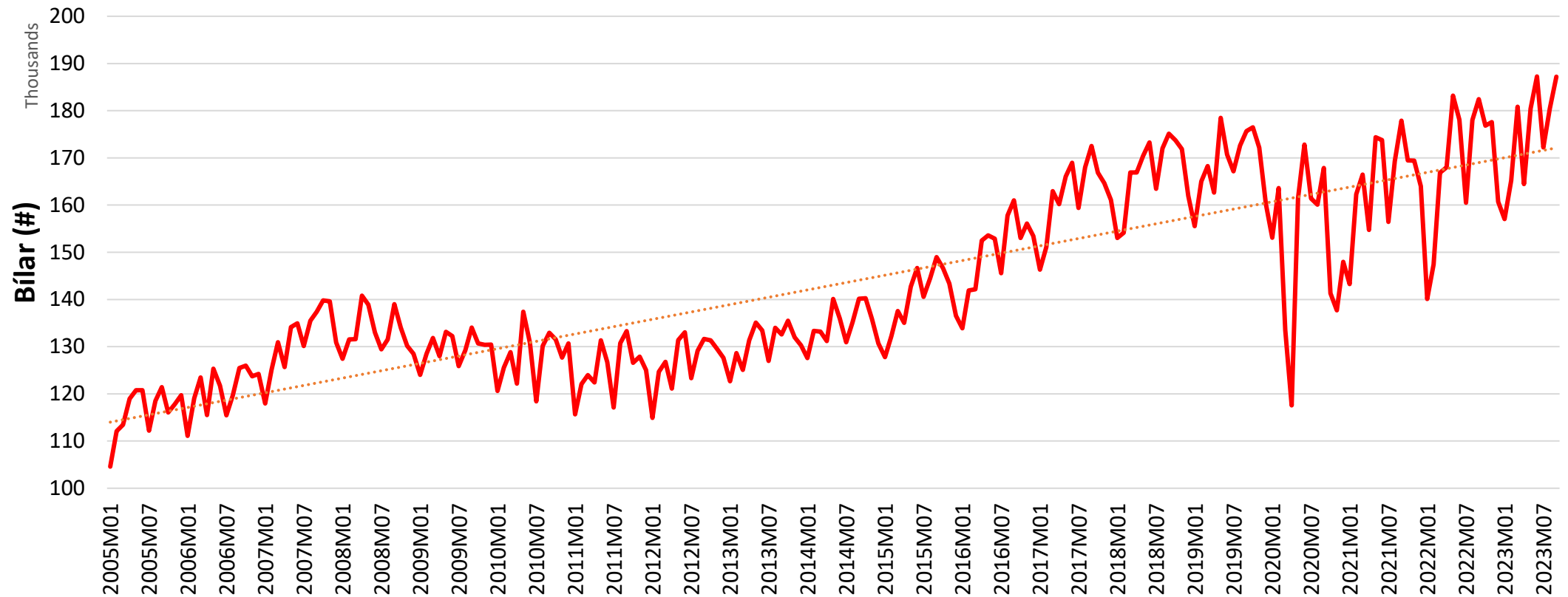
Ferðamáti og útsetning

- Ýmsar rannsóknir hafa sýnt að útsetning fyrir PM mengun er mest fyrir þá sem hjóla, svo þá sem fara með strætó og minnst fyrir þá sem eru í bílum
(Bai et al., 2022; Peng et al., 2021; Zheng et al., 2021a)
- Þurfum að vernda þá sem hjóla og ganga



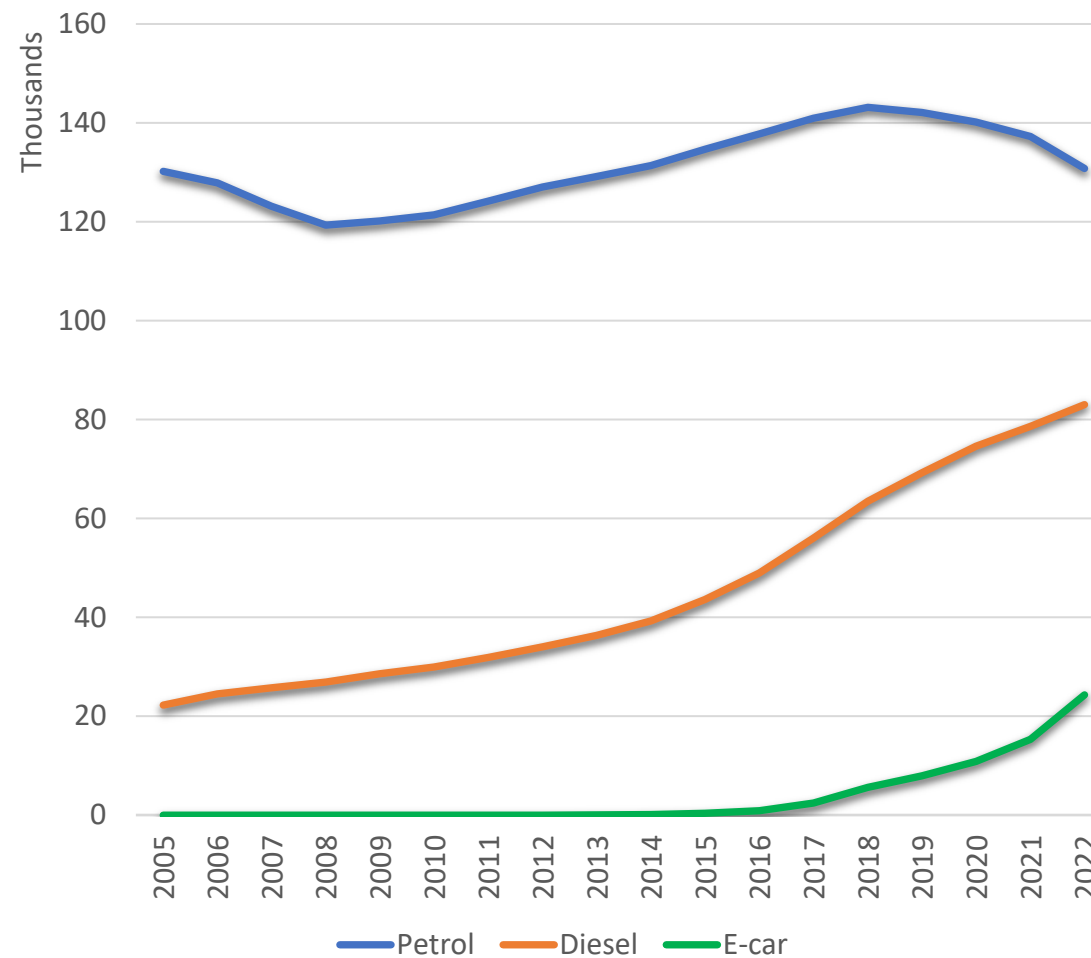
Umferðin – ekki minnkandi

- Summa 3 þversniða (bílar á dag, mánaðarmeðaltal)
 - Höfuðborgarsvæði - Hafnarfjarðarvegur sunnan Kópavogslækjar
 - Höfuðborgarsvæði - Reykjanesbraut við Dalveg í Kópavogi
 - Höfuðborgarsvæði - Vesturlandsvegur (Nesbraut) móts við Skeljung, (ofan Ártúnsbrekku)

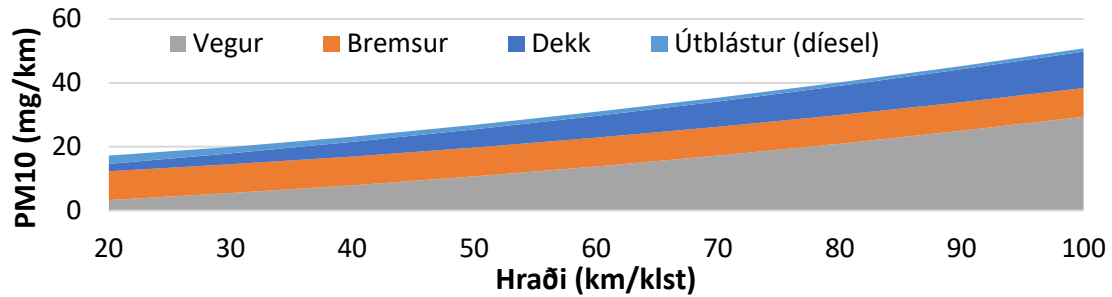
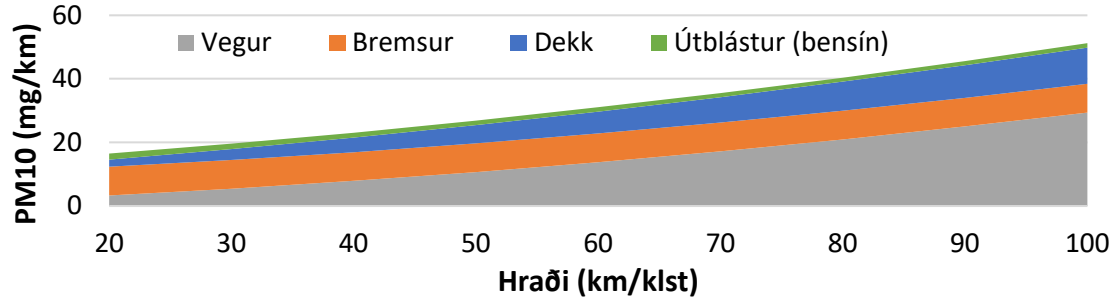


Aukning í dísel bílum og rafbílum (einkabílar)

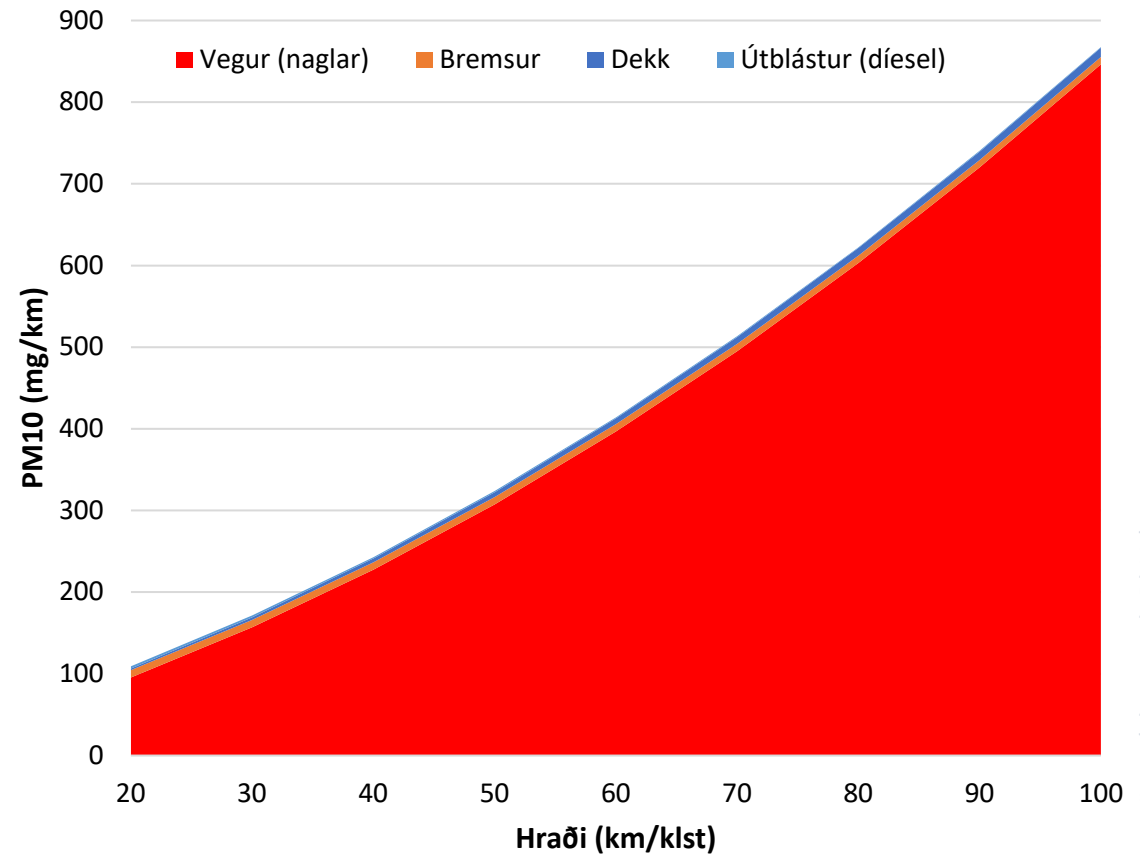
- Fjöldi dísel bifreiða aukist
 - 1995 voru þeir 5.5%, 2022 voru þeir 34.9%
- Rafmagnsbílar, enginn útblástur, en
 - Þyngri (?),
 - Samskonar hlutfall á nagladekkjum?



Samsetning PM10 - nýlegur bíll



- Nagladekk yfirgnæfa allt annað



pröstur (ThrosturTh@hi.is)

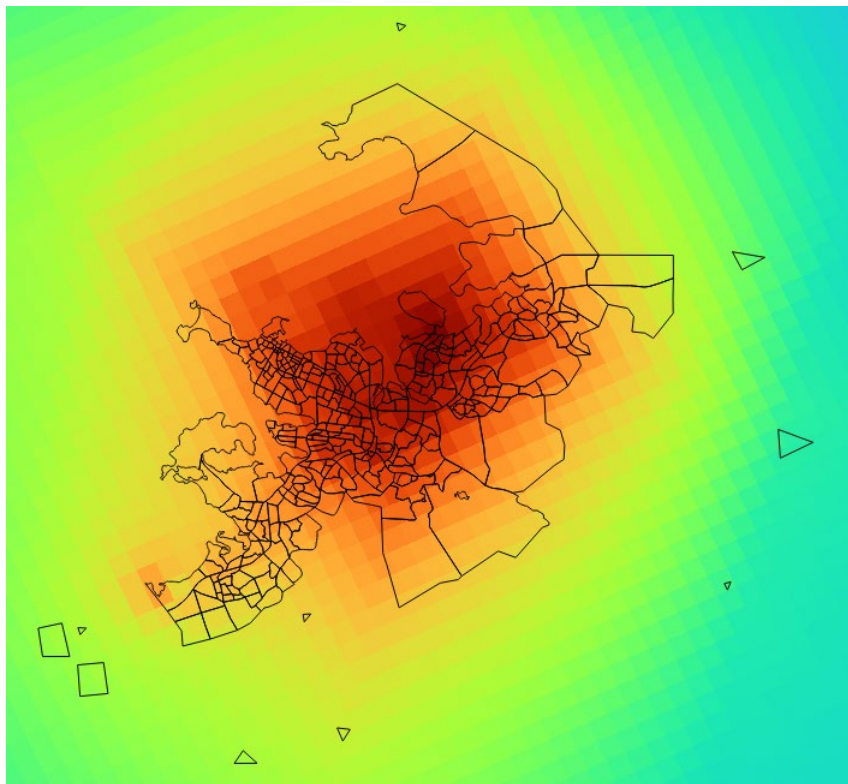
Útreikningar á áhrifum mengunar

- Skali
 - Upplausn gagna
 - Mælingar
 - Módel
- Reikna áhrif
 - Hvaða stuðla að nota (ERF)
- Finna áhrif
 - Hvaða gögn hægt að nota

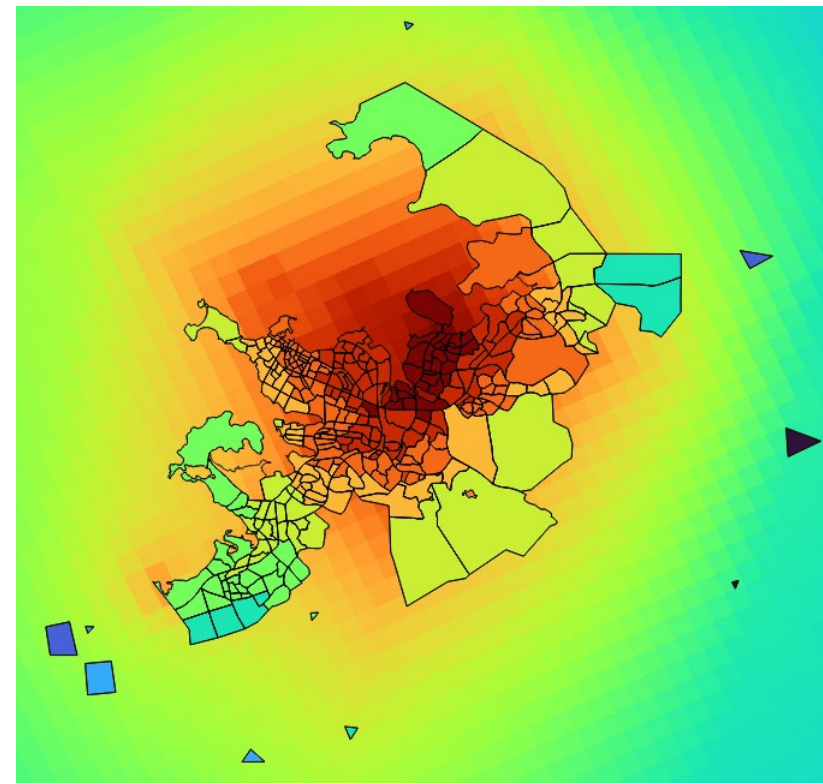


Mengun og heilsa

- Mengun reiknuð fyrir stór svæði – 1 km x 1 km
- Verður býsna gróft!



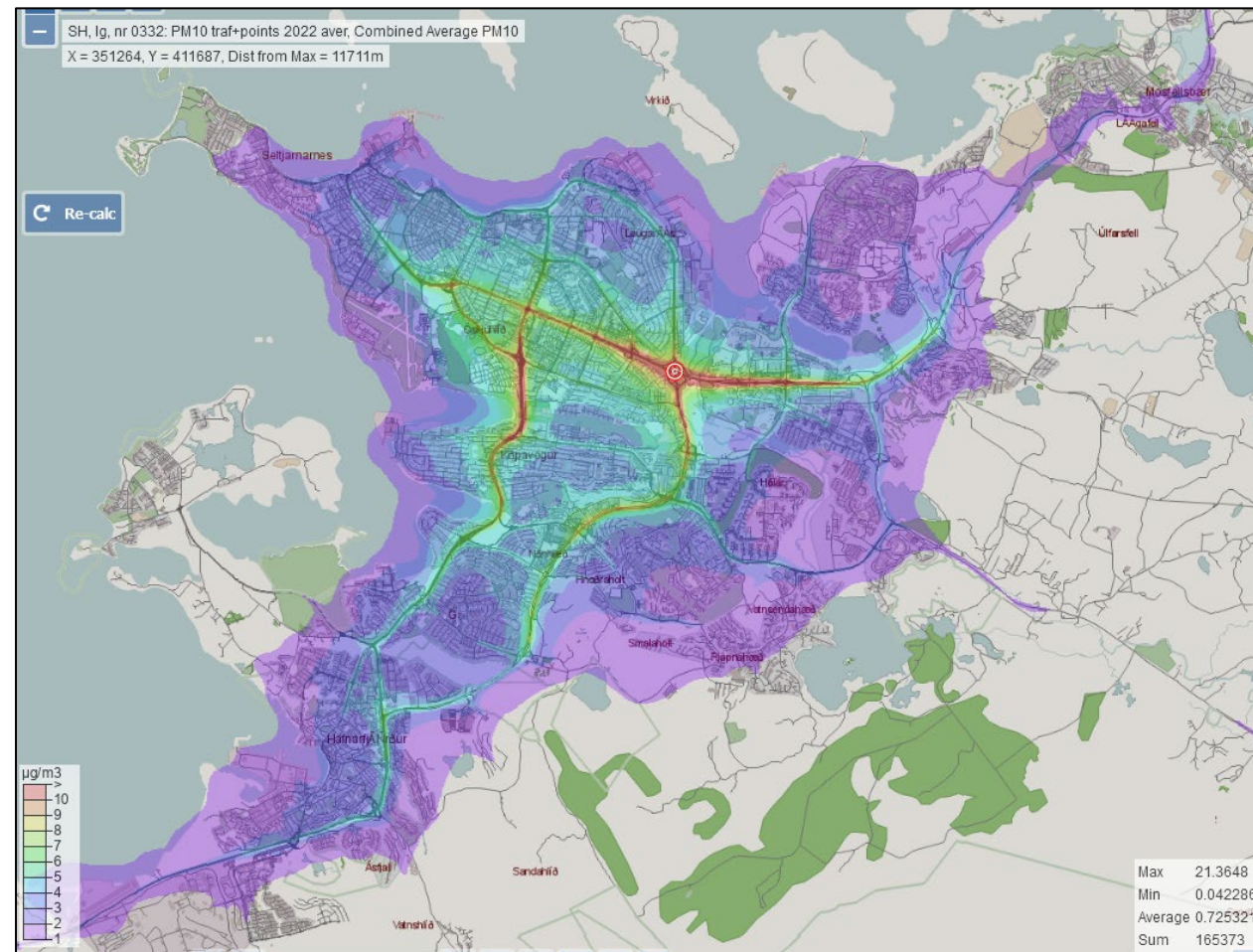
Styrkur PM2.5 með líkaninu UBM fyrir 2011 (NWA).



*Meðal gildi PM2.5 frá UBM líkaninu í hverjum reit.
Annar litaskali.*

AirViro – keyrt með NORTRIP – PM10

- Há upplausn (~50 m)
 - Sýnir betur staðbundin áhrif
- Umferð lang mikilvægust
 - Iðnaður, skipaumferð – mjög lítið



(Frumniðurstöður; Lars Gidhagen, Apertum).

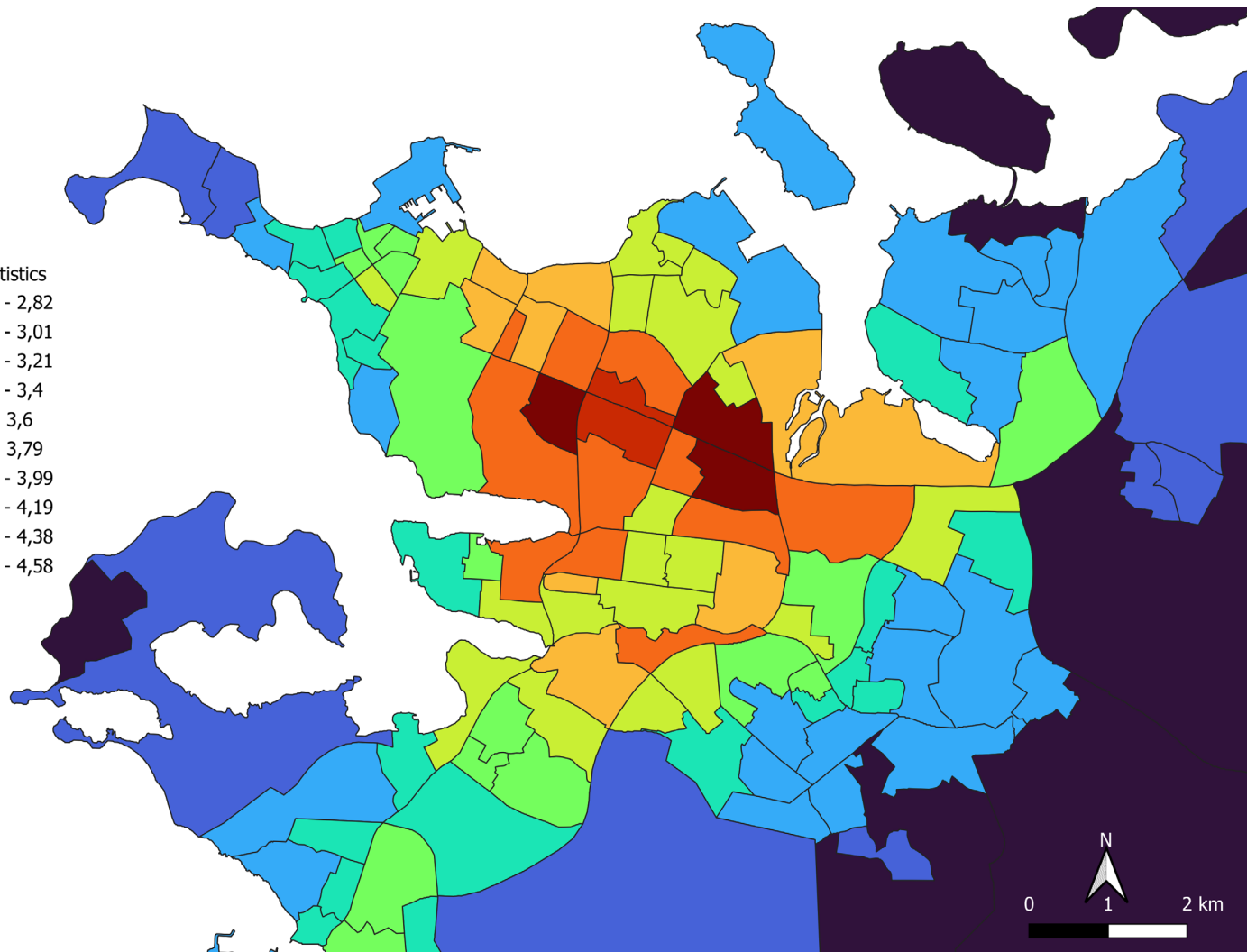
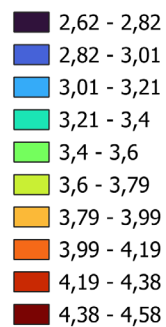
Áhrif mengunar á heilsu



- Getum farið að skoða áhrif á heilsu á fínna skala
 - Eftir aldri, kyni, ...
- Mikilvægt þegar finna skal áhrif á heilsu vegna mengunar

PM2.5

Zonal Statistics



Samantekt

- Mengun vegna umferðar hefur áhrif á heilsu
 - Amk 50 – 100 dauðsföll á ári á Íslandi skv. EEA
- Rafbílar leysa vanda vegna útblásturs, en ekki vegna slits
- Margvísleg áhrif á heilsu og tengsl ákveðinnar tegundar mengunar (tegundar agna) eftir að koma betur í ljós

ENDIR

Þröstur Þorsteinsson
thorstur@hi.is