

Eesti Keskkonnauuringute Keskus



Kaasrahastanud
Euroopa Liit



Eesti
tuleviku heaks

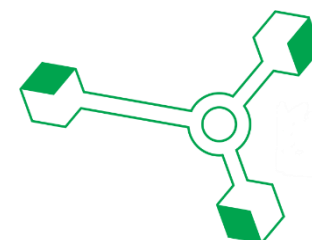
Õhukvaliteet Eestis

Erik Teinemaa

Õhukvaliteedi ja kliimaosakonna juhataja



Tallinn, 05. detsember 2023 a.



Õhukvaliteedi seirevõrgustiku arendamine ja täiendamine ning asukohapõhise terviseriski hinnangute süsteemi loomine



**Kaasrahanud
Euroopa Liit**



**Eesti
tuleviku heaks**

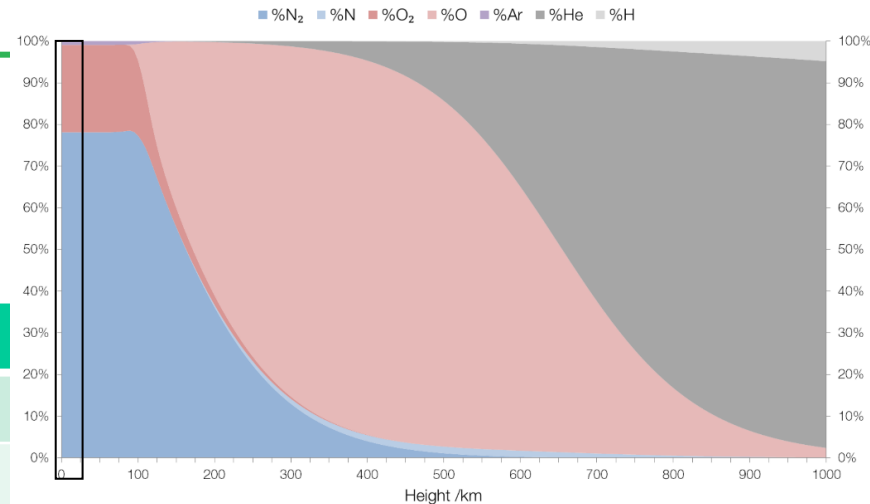


Mis on õhukvaliteet?



- Õhukvaliteet $\neq$ kvaliteetne õhk
- Teatud ainete sisaldus
 - Kindlate ainete sisaldus madalam piirväärtusest?
 - Mingite keemiliste ühendite kokkuleppeline sisaldus?
 - Mõju tervisele puudub või ei ole mõõdetav?
 - Ainult looduslikest allikatest pärinevad keemilised ühendid?

Välisõhk

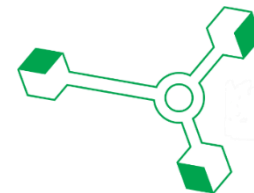


Gaas	%	
Lämmastik	78,08	
Hapnik	20,95	
Argoon	0,93	9300
Süsihappegaas	0,042	420
Neoon	0,0018	18
Heelium	0,0005	5,2
Metaan	0,000187	1,87
Krüptoon	0,000111	1,1
Dilämmastikoksiid	0,00003	0,3
Vesinik	0,00005	0,5
Osoon	0,000004	0,04

Nende ainete sisaldused kokku on ligi 100%

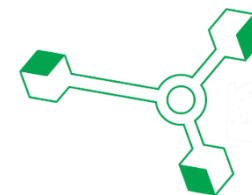
Kõik ülejäänud välisõhus sisalduvad ained mahuvad kümnetuhandiku % sisse....

Välisõhu saasteained?



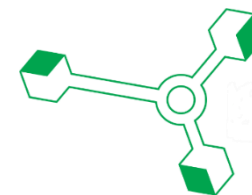
- Saasteaine mõiste ja saasteainete loetelu on aja jooksul muutunud ja muutub ilmselt ka edaspidi
- Keemilise ühendi nimetamine saasteaineeks:
 - Inimtekkeline päritolu
 - Mõju inimese tervisele
 - Mõju ökosüsteemidele (hapestumine, eutrofeerumine)
 - Mõju kliimale
 - Mõju stratosfääri osoonile
 - Mõju materjalidele
 - Mõõdetavast tasemest kõrgemad sisaldused?

Saasteainete sisaldus õhus



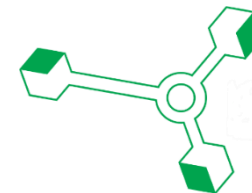
- Gaasiliste saasteainete ja osakeste tasemed välisõhus on mg/m^3 (0,001 g) ja mg/m^3 (0,000001 g) suurusjärgus
- Ohtlikel raskmetallidel, kantserogeensetel orgaanilistel saasteainetel jms ng/m^3 (0,000000001 g) või pg/m^3 (0,0000000000001 g) suurusjärgus
- Dioksiinid, furaanid, PCB tasemed välisõhus fg/m^3 (0,00000000000000001 g) suurusjärgus
- **Välisõhk tundub päris lahja kokteil?**

Saasteained ühes hingetõmbes



- Ühes hingetõmbes on ligikaudu $1,3 \times 10^{22}$ gaasimolekuli
- Näiteks NO_2 sisaldus linnaõhus on suurusjärgus 10 ppb
 - Sellises õhus on igas hingetõmbes ca 2×10^{14} lämmastikdioksiidi molekuli
- Inimesel on ca 700 miljonit alveooli
- Igasse alveooli jõuab seega iga hingetõmbega ligikaudu 200 000 lämmastikdioksiidi molekuli
- Inimese kehas on ligikaudu 37 triljonit rakku, neist 70% punased verelibled
- Iga keharaku kohta teeks see teoreetiliselt 5 lämmastikdioksiidi molekuli
- Ööpäevas hingab inimene ca 20 000 korda.....

Sisalduse piiramine

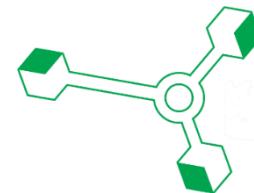


- Tagamaks ohutut sisaldust on kokku lepitud piirväärtused vms kokkuleppelised tasemed
- Direktiividest tulenevad “prioriteetsed saasteained”
 - NO_2 , SO_2 , CO , O_3 , PM_{10} , PM_{25} , BaP, Pb, As, Cd, Ni, Hg ja benseen
 - Nende ainete puhul piir- ja sihtväärtused on EL ülesed
- Siseriiklikud piirväärtused veel 25 aine ja aineklassi jaoks

- Pidev nu kasutata sisaldust

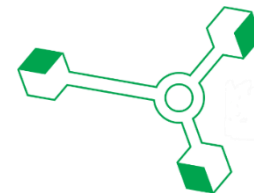
Indeks	Indeksi väärtus	Saasteaine tunnikeskmine kontsentratsioon ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			
		NO_2	PM_{10}	O_3	$\text{PM}_{2.5}$
Väga madal	0-25	0-50	0-25	0-60	0-15
Madal	25-50	50-100	25-50	60-120	15-30
Keskmine	50-75	100-200	50-90	120-180	30-55
Kõrge	75-100	200-400	90-180	180-240	55-110
Väga kõrge	Üle 100	Üle 400	Üle 180	Üle 240	Üle 110

Välisõhu mõõtmised



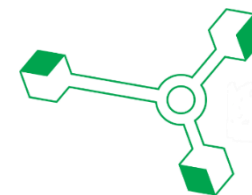
- Üldjuhul enamuse saasteainete tasemed väga madalad (välja arvatud saasteallikate vahetus läheduses)
- Korraga sisaldub õhuproovis väga palju erinevaid komponente, mis võivad määramist segada
- Välisõhk on pidevas liikumises ja muutumises – vajalik mõõta pidevalt
- Tuleb arvestada paljude segavate teguritega nagu liiga kõrge või madal temperatuur ja suur niiskus, tolmuosakeste kõrge kontsentratsioon
- **Õhukvaliteedi mõõtmine on keeruline ja kallis**

Välisõhu mõõtmised



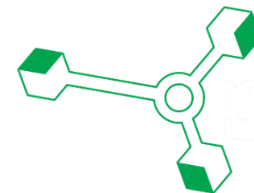
- Mõõtmised või seire ei ole eesmärk omaette
 - Mõõtmine ei muuda olukorda
- Mõõtmiste eesmärgiks on
 - Rahvusvahelised kohustused
 - Keskkonnapoliitika kujundamine
 - Keskkonnapoliitika ja meetmete tulemuslikkuse hindamine
 - Asjakohase informatsiooni andmine ressursside mõistlikuks kasutamiseks (probleemsed piirkonnad ja sektorid)
 - Riskitegurite hindamine, tervisemõju arvutamine

Välisõhu mõõtmised



- Kvaliteedi hindamise aluseks on peamiselt mõõtmised
- Eestis mõõdetakse välisõhu kvaliteeti
 - kuues automaatses linnaõhu seirejaamas (Tallinnas Kesklinn, Õismäe ja Põhja-Tallinn, Kohtla-Järve, Narva ja Tartu)
 - kolmes automaatses taustajaamas (Lahemaa, Vilsandi, Saarejärve)
 - Tahkuse foonijaamas
- Linnaõhus mõõdetakse pidevalt SO_2 , NO_2 , PM_{10} , $\text{PM}_{2,5}$, CO , O_3 ning pisteliselt As, Cd, Ni, Pb, PAH, benzo(a)püreen ja benseeni kontsentratsiooni
- Õismäe seirejaamas mõõdetakse lisaks pidevalt BTX taset
- Liivalaia ning Tartu jaamades mõõdetakse BC sisaldust
- Narvas ja Kohtla-Järvel mõõdetakse H_2S sisaldust

Välisõhu mõõtmised



- Taustajaamades mõõdetakse SO_2 , NO_2 , O_3 ja $\text{PM}_{2,5}$ kontsentratsioone
- Lahemaal lisaks EC/OC, CO, karbonüülide ja Hg sisaldust
- Kord nädalas määratakse Lahemaal kogutud peente osakeste proovist raskmetallide, PAH ja benzo(a)püreeni sisaldust
- Sademetest määratakse järgmiseid parameetreid:
 - anioone (sulfaat, kloriid, nitraat)
 - katioone (ammoonium, kaltsium, magneesium, naatrium, kaalium)
 - raskmetalle (Cd, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Hg)
 - Lahemaa seirejaamas lisaks sademevees PAH ja kloororgaanilisi ühendeid (PCB, pestitsiidid)

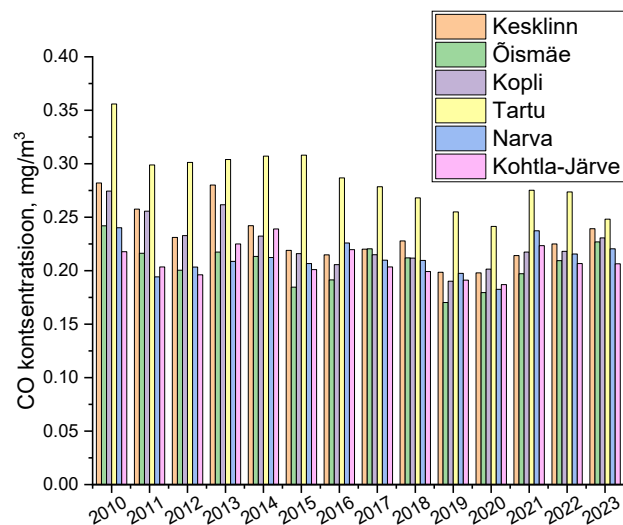
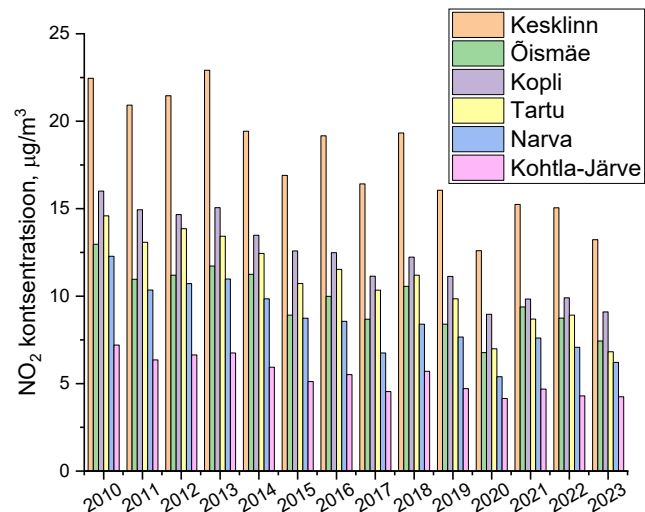
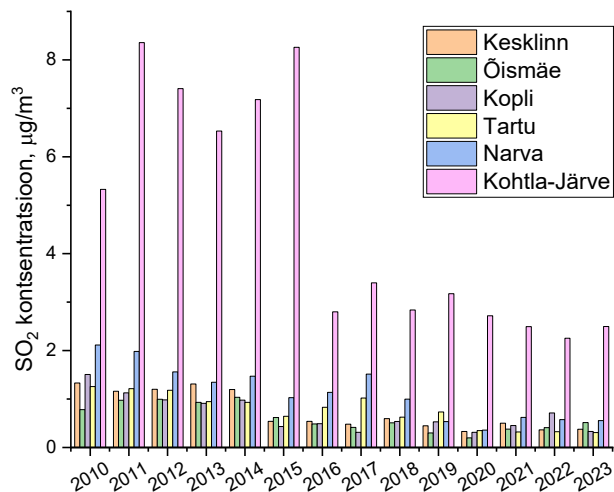
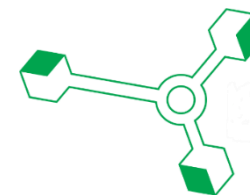
Seirejaamad

- foonijaam
- linnaõhu seirejaam
- tööstuse omaseirejaam





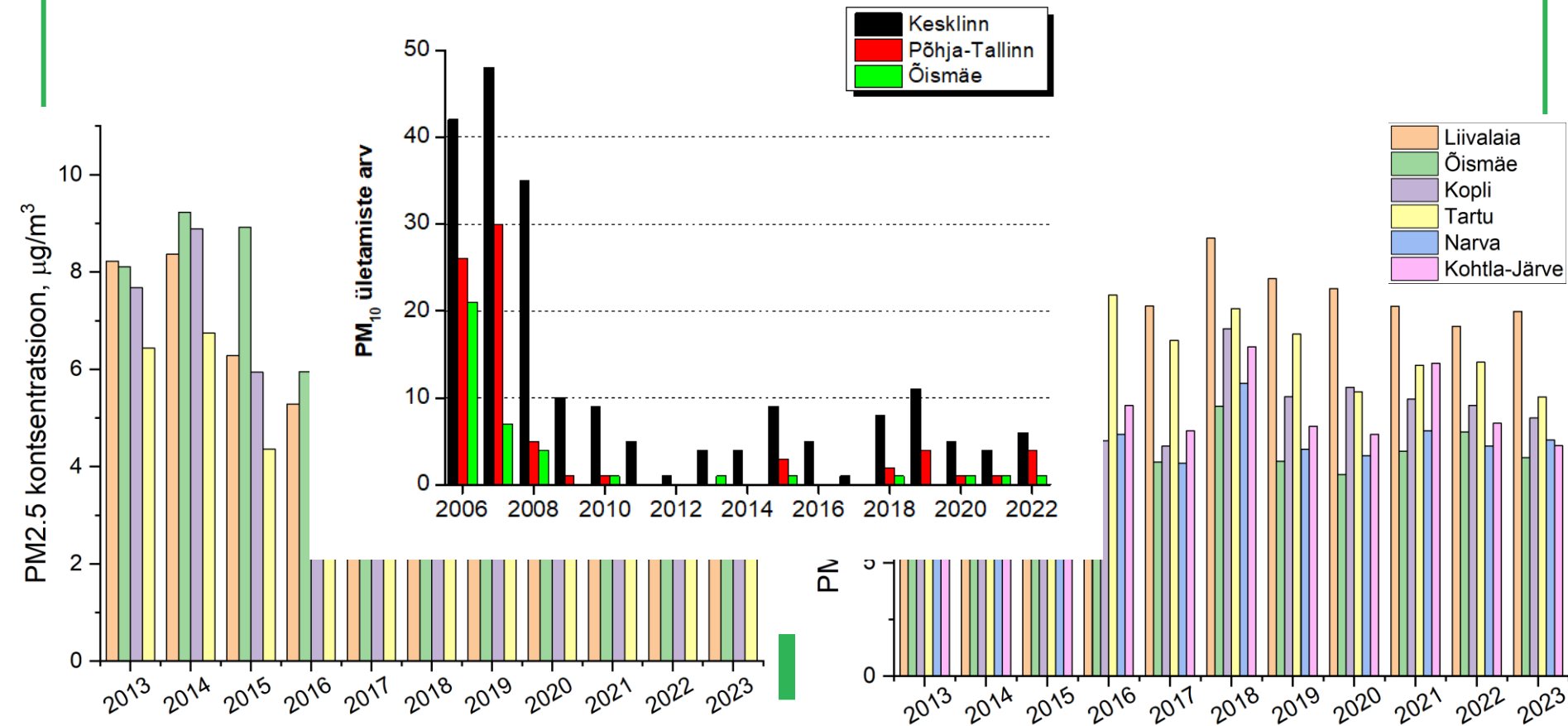
Õhukvaliteet linnades



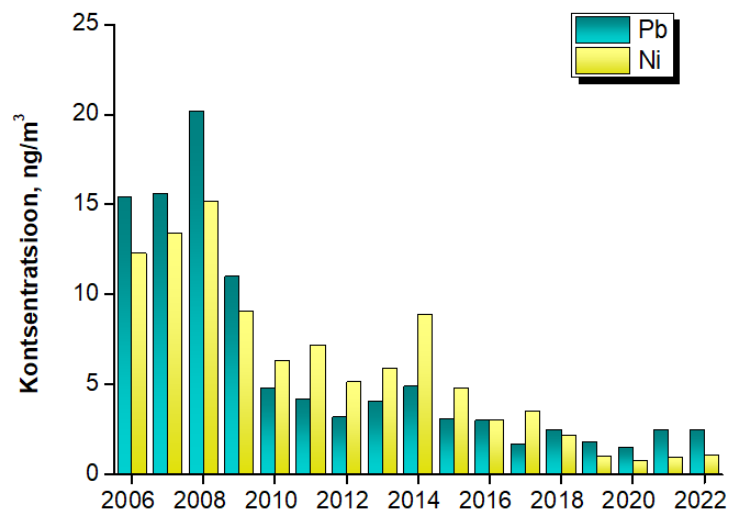
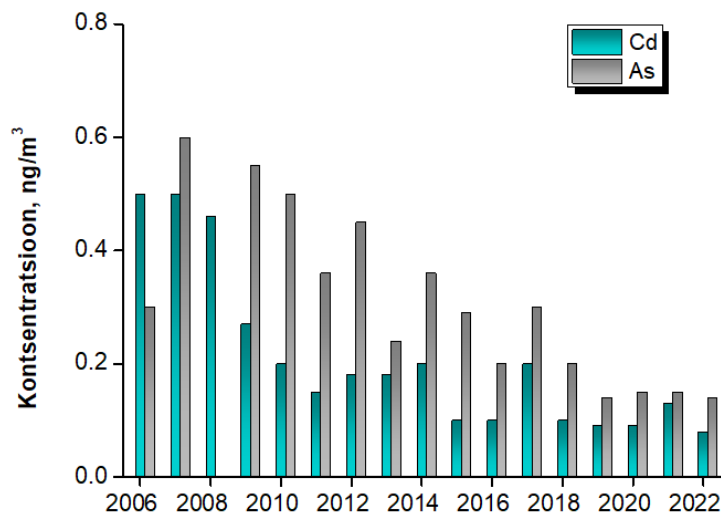
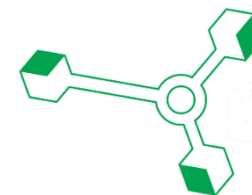
Osakeste tasemed



- Osakeste tasemed langesid linnaõhus kuni 2010-ndate alguseni, seejärel on tasemed olnud küllalt stabiilsed.
- PM10 piirväärtuse ületamisi siiski esineb

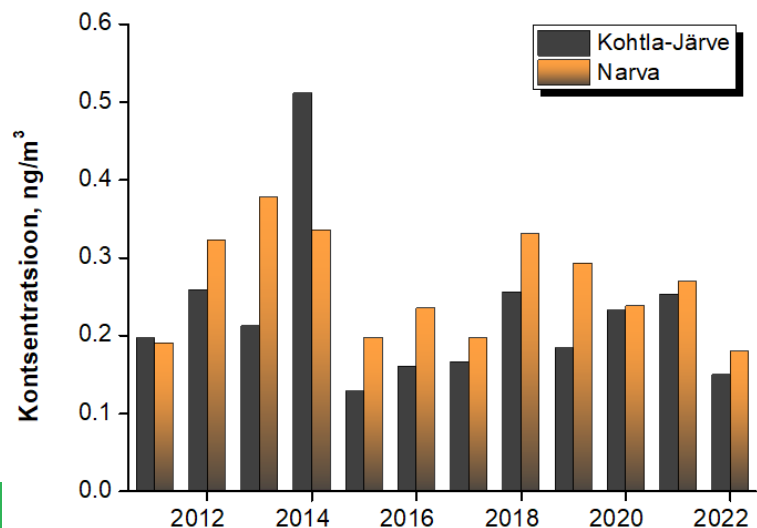
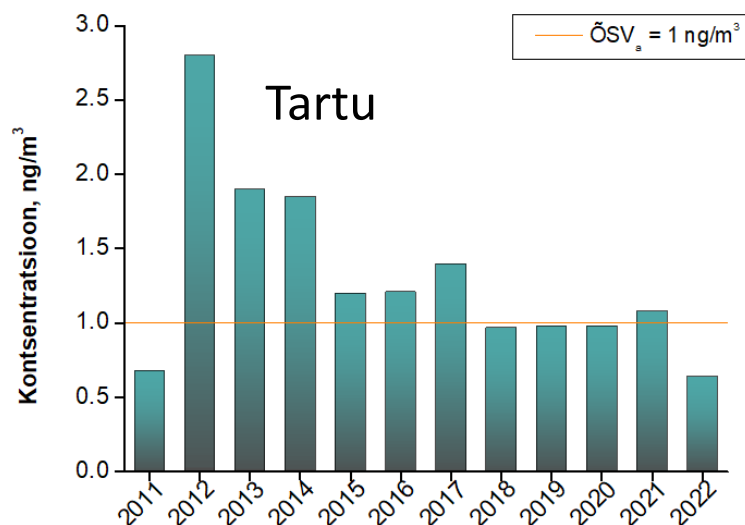
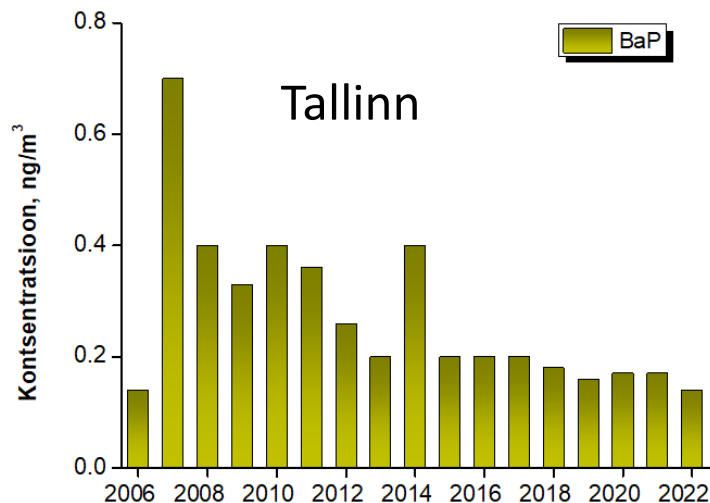
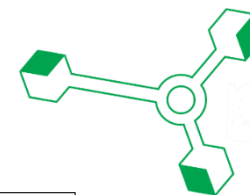


Raskmetallid Tallinnas



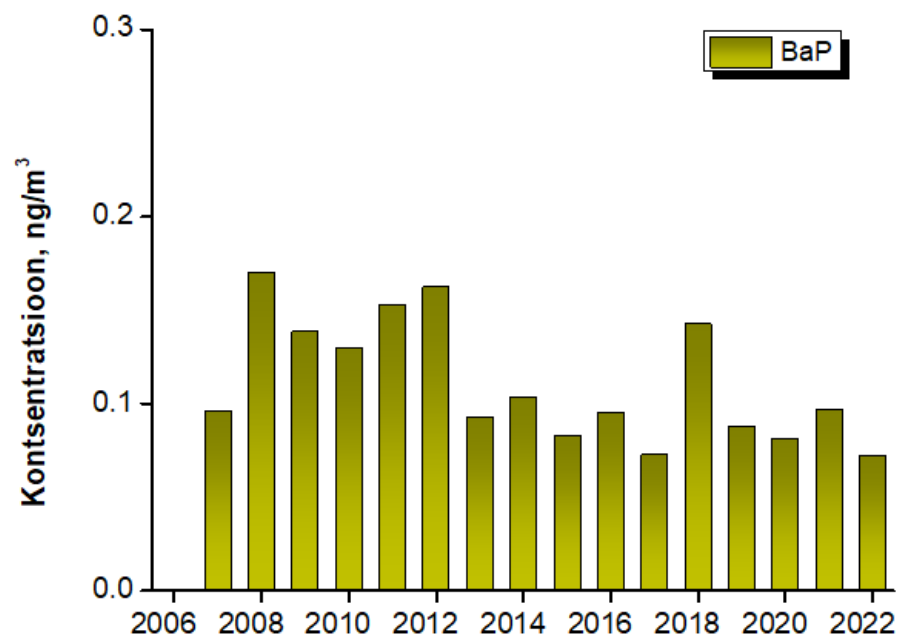
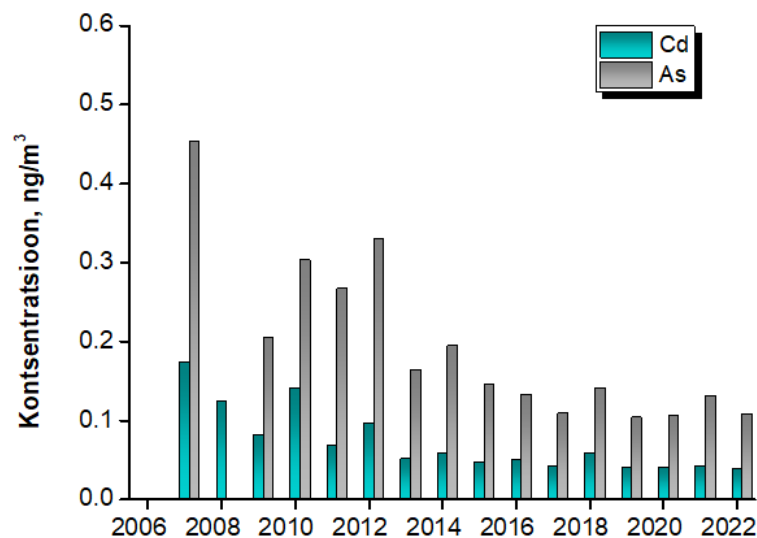
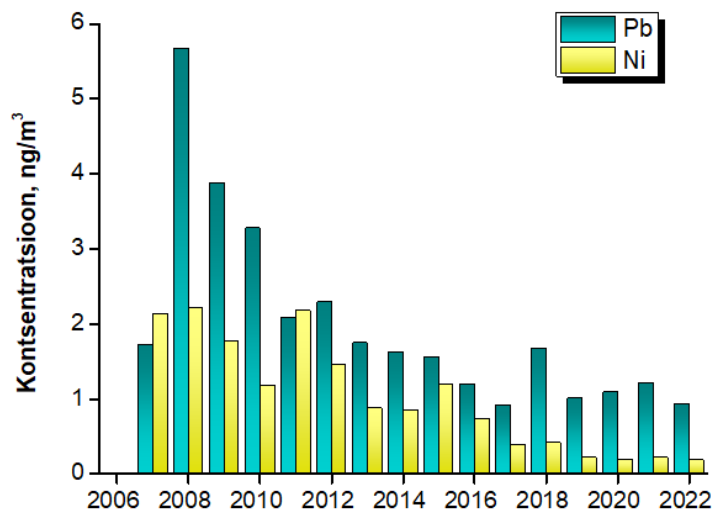
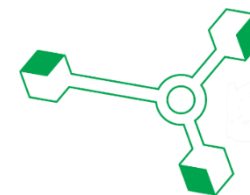
- Raskmetallide tasemed on langenud ja piirväärtuste tagamine ei ole Eestis üldjuhul probleemiks
- Sarnande olukord on ka muudes Eesti linnades

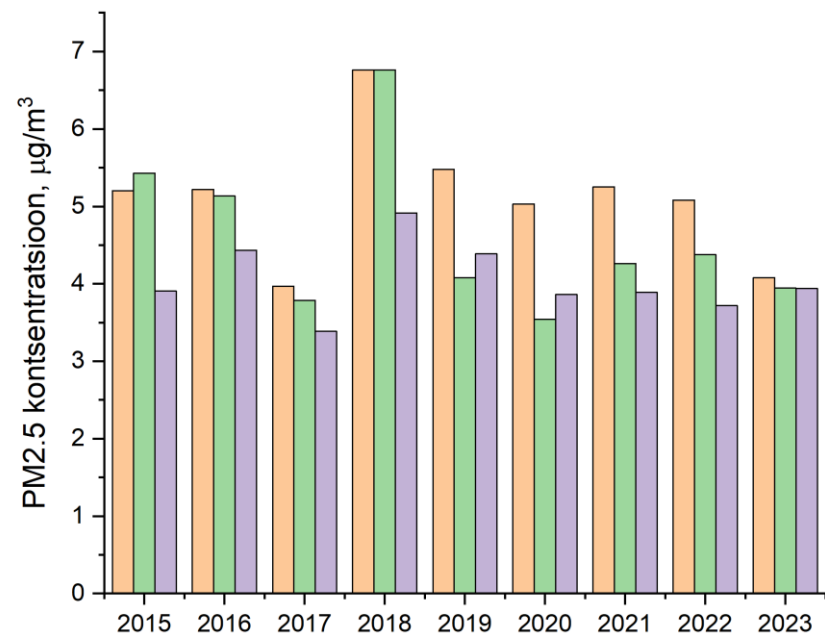
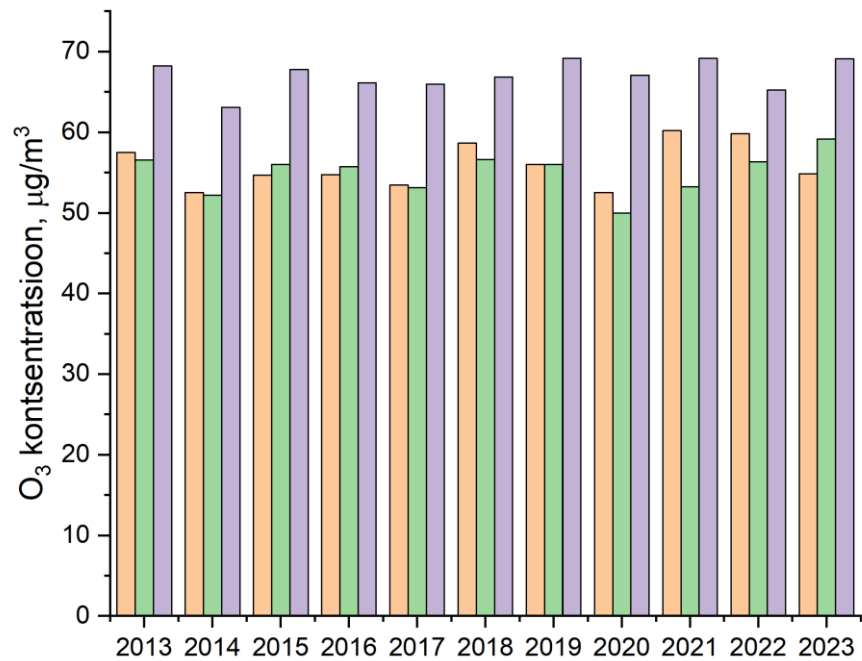
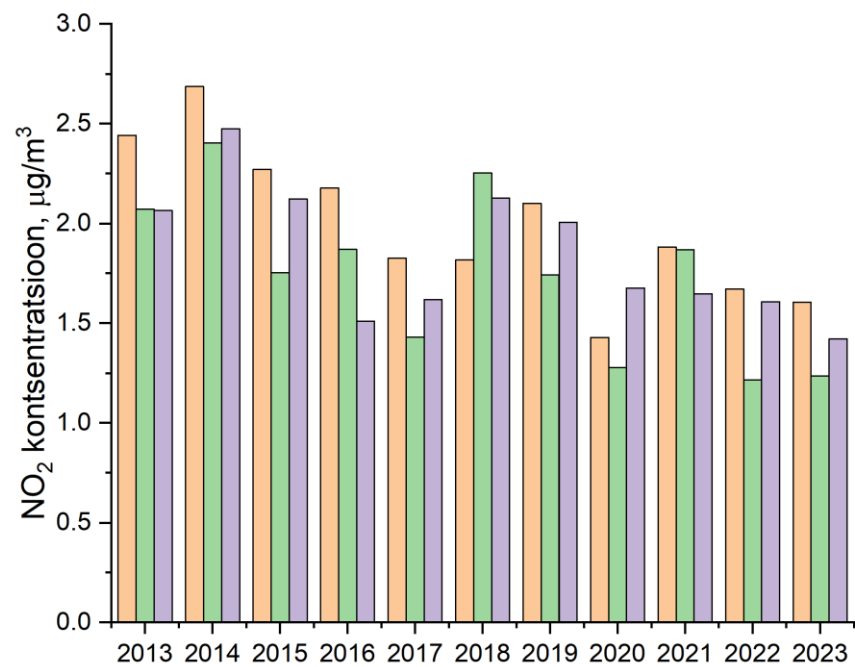
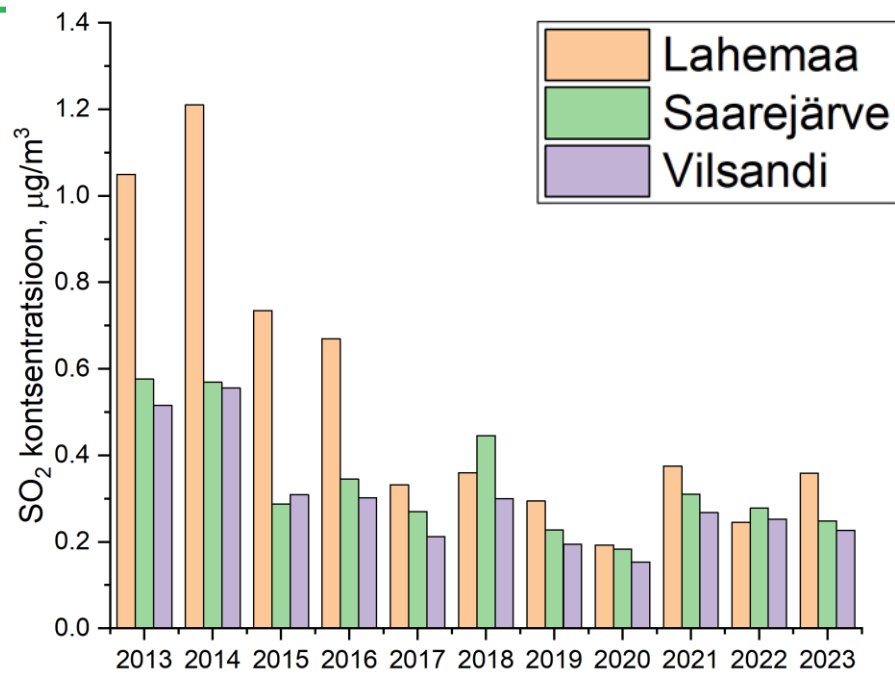
BaP tasemed linnades



- Benso(a)püreen on probleemiks enamuses tiheasustusega kohtküttepiirkondades
- WHO soovituslik aastakeskmise piirväärtus on vaid 0,12 ng/m³

Raskmetallid ja BaP Lahemaal



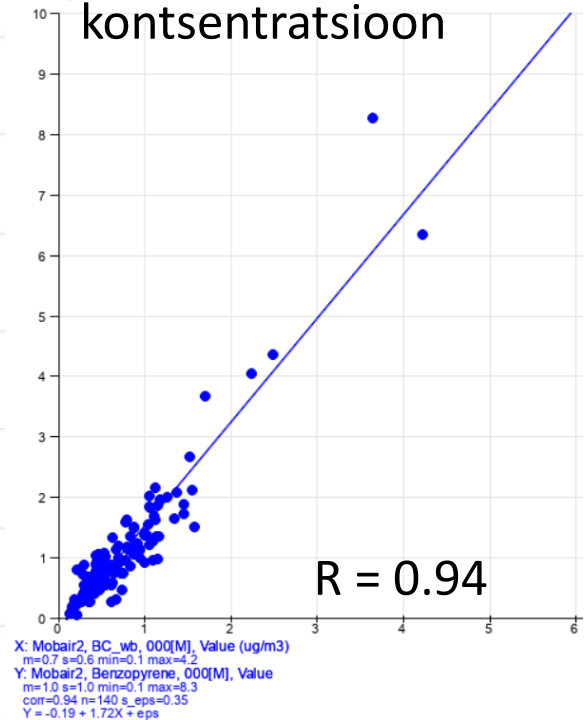
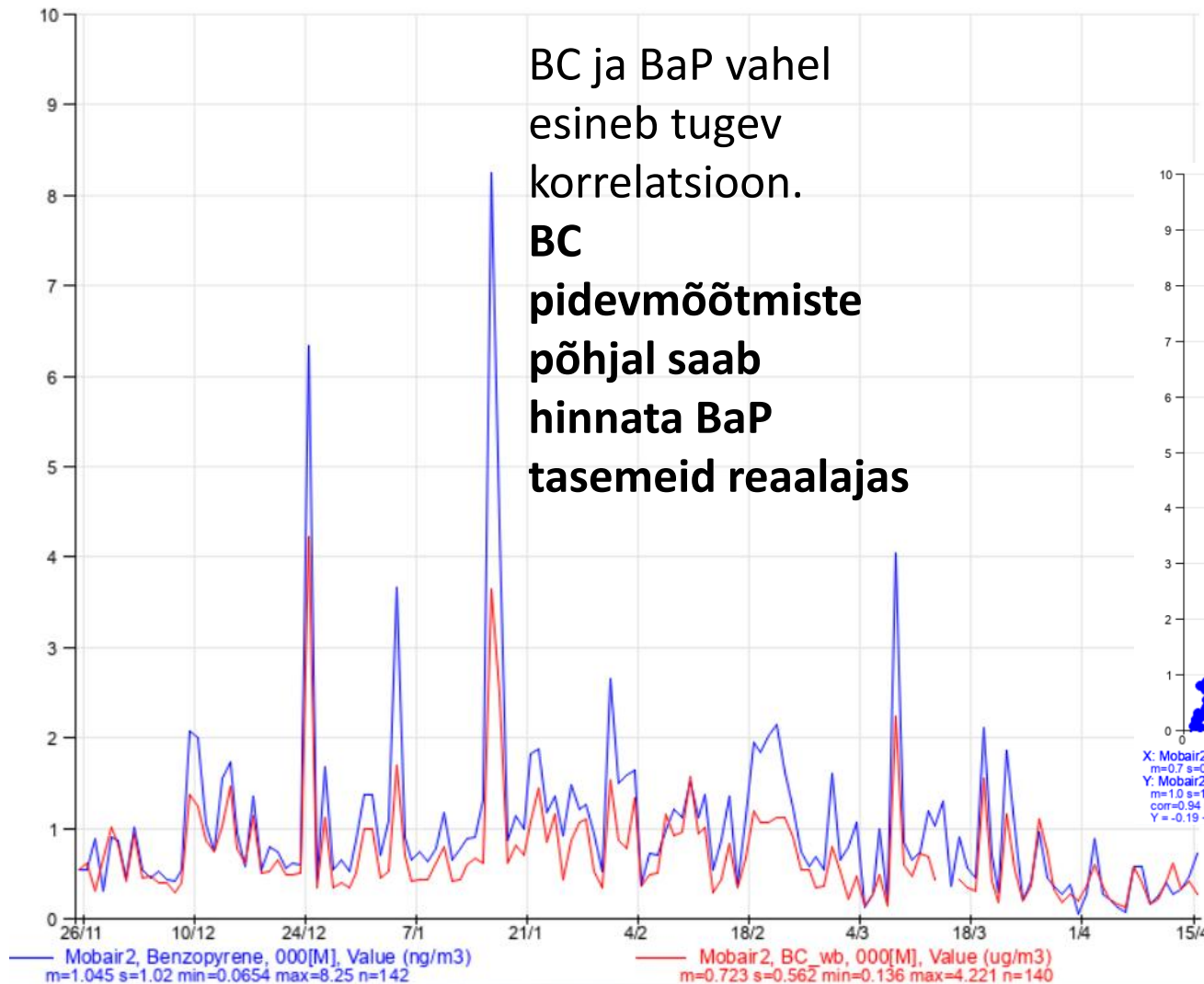


BC_{wb} ja BaP



BC ja BaP vahel
esineb tugev
korrelatsioon.
BC
pidevmõõtmiste
põhjal saab
hinnata BaP
tasemeid reaajas

BC_{wb} (µg/m³) ja
BaP (ng/m³)
kontsentratsioon



Õhukvaliteedi modelleerimine

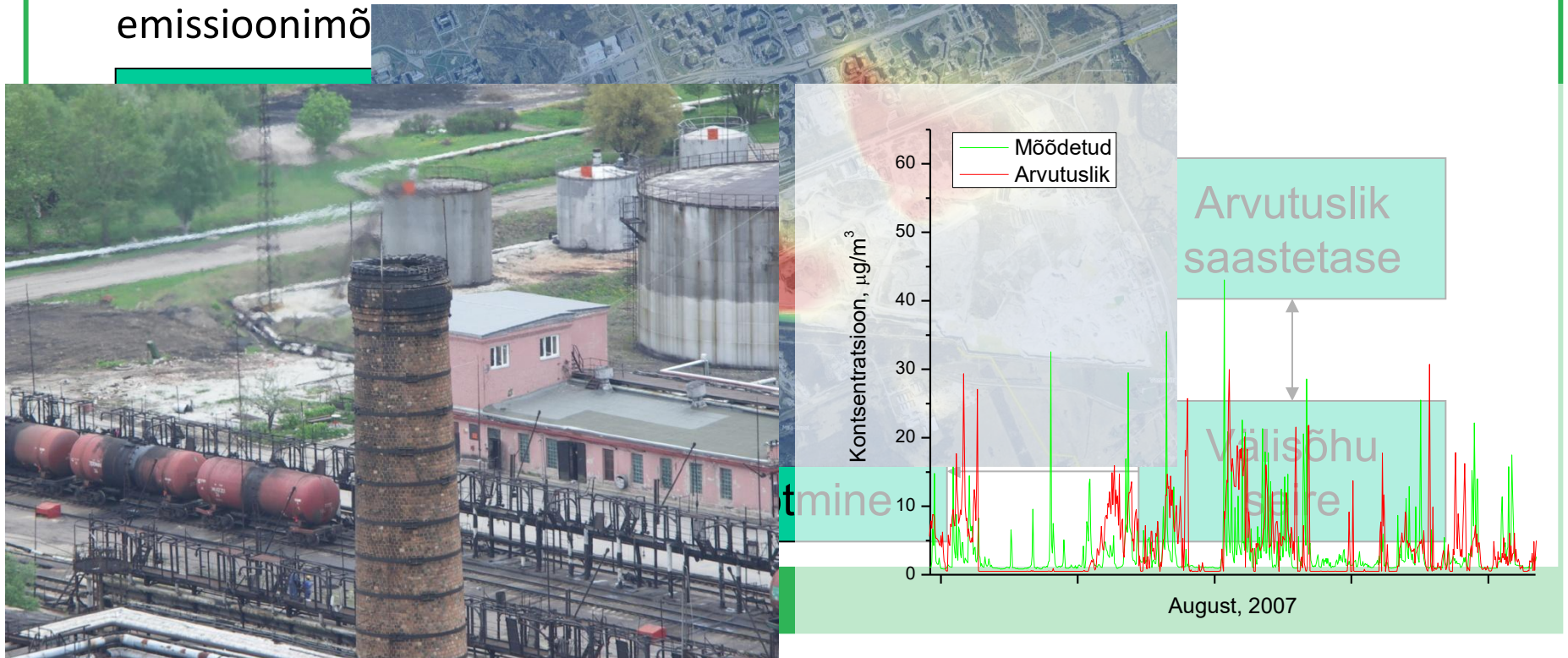


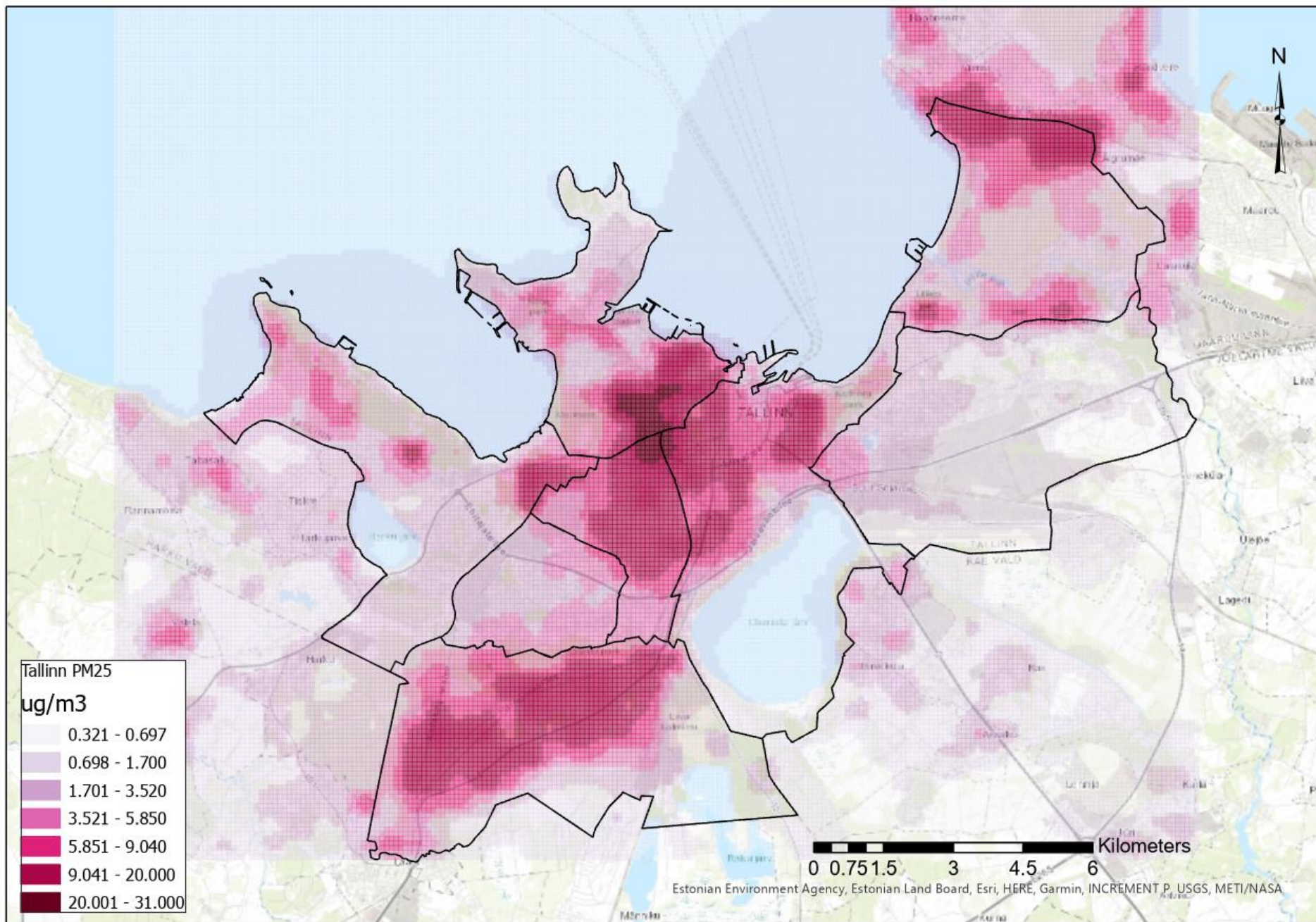
- Regulaarselt mõõdetakse vaid mõningaid saasteaineid – enamasti direktiivide kohustused
- Mõõtmised katavad vaid väga väikest osa riigi territooriumist
- Täpne ülevaade puudub paljude ohtlike ainete kohta – dioksiinid, PCB jms
 - Reaalajas ei ole võimalik neid mõõta
- Modelleerimine aitab teatud (eba)täpsusega katta ülejäänud piirkondi eeldusel, et on piisav ja reaalsusele vastav ülevaade õhuheitmete kohta

Õhukvaliteedi modelleerimine



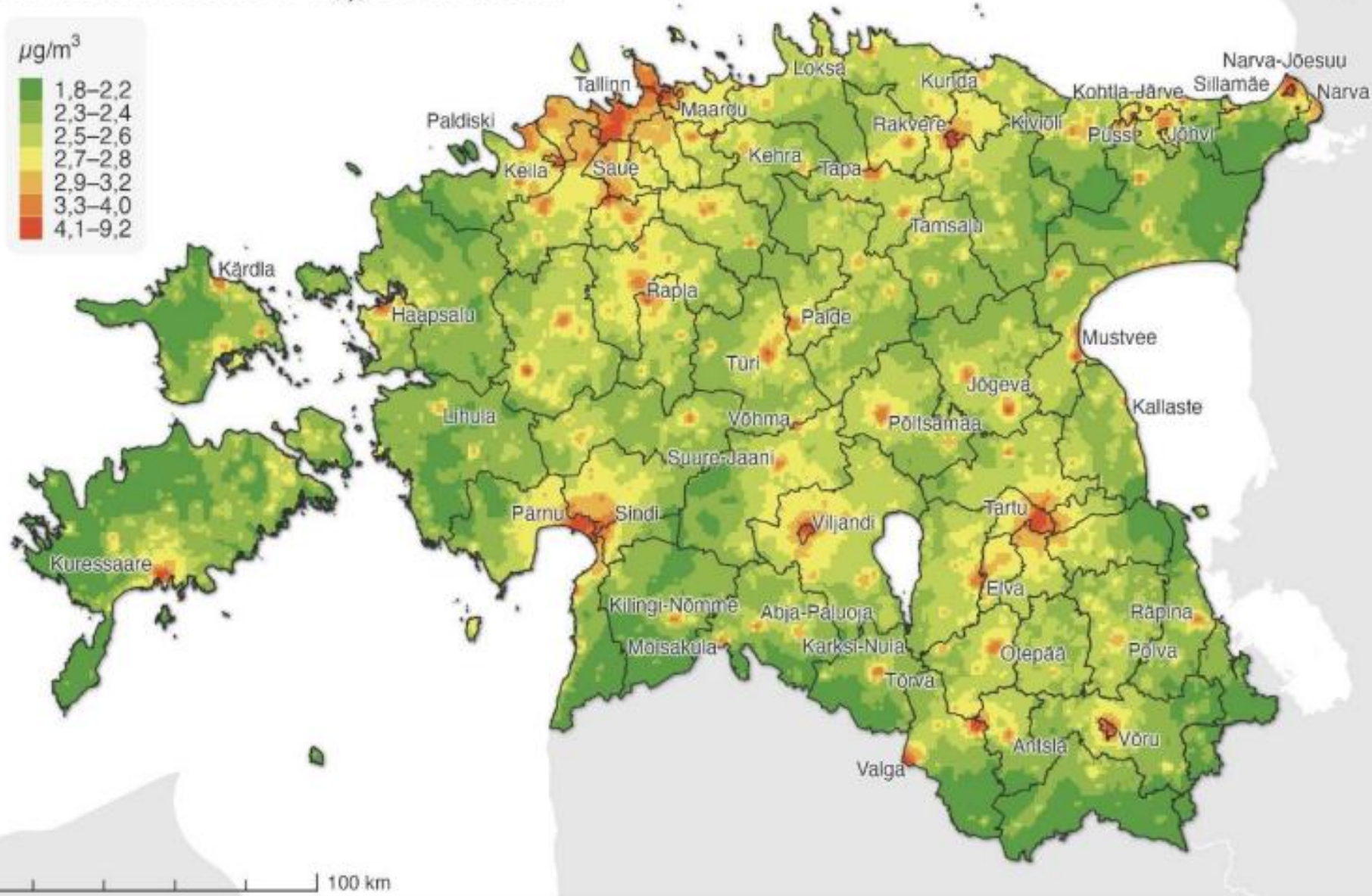
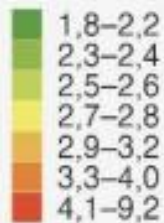
- Meteoparameetrite, saasteallikate parameetrite, topograafia ja emissiooniandmete põhjal arvutatakse matemaatiliselt saasteainete kontsentratsioon
- Arvutuslikke saastetasemeid kontrollitakse omakorda välisõhu mõõtmistega
- Tulemuste erinevuse puhul kontrollitakse emissiooniandmeid reaalse

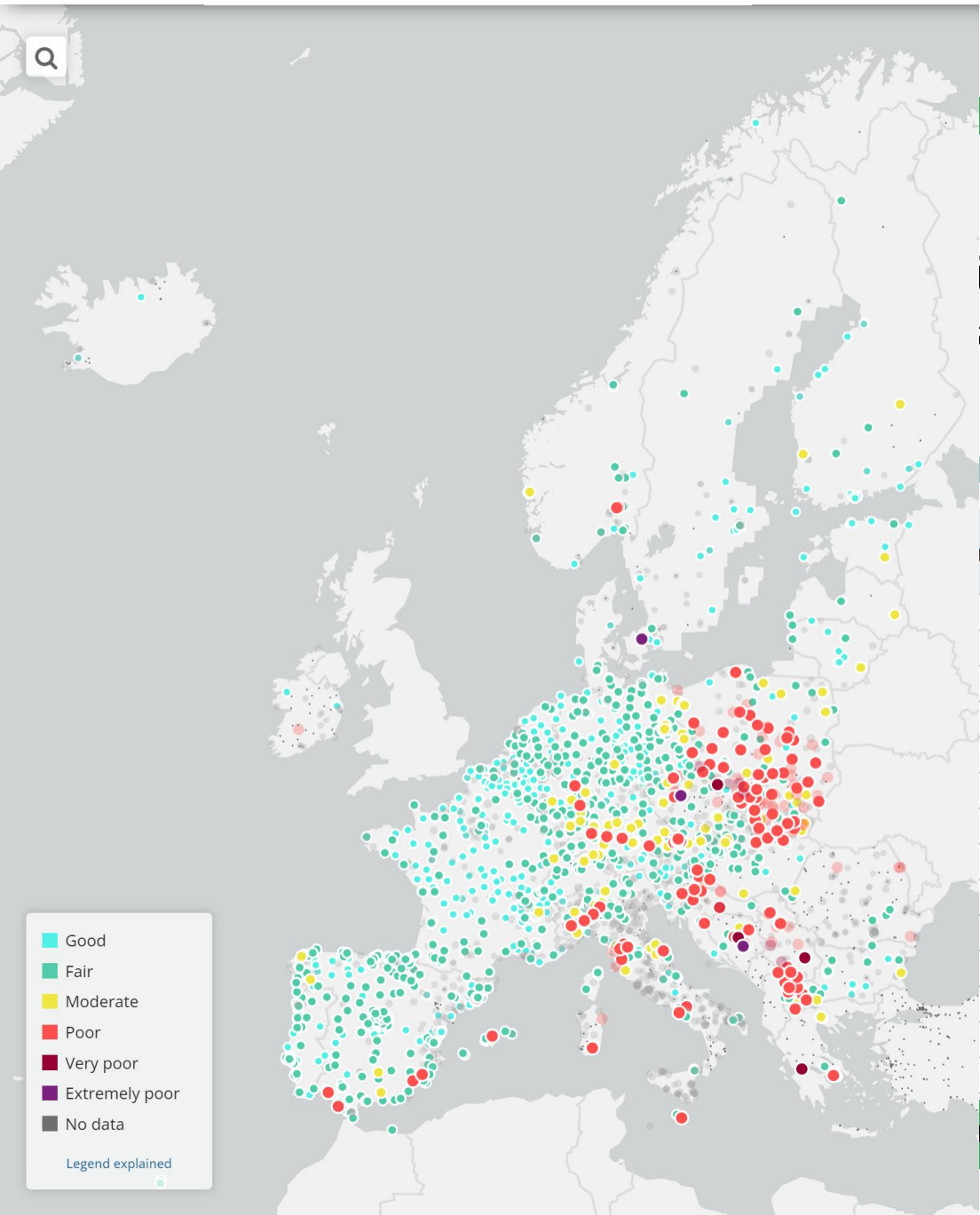




Kohtküttest tulenev PM_{2,5} 2020. aastal

µg/m³





ailmaga



ibi aastate
äitajatega

PM2.5 annual mean concentration,
µg/m3

0 - 5	good	
5 - 10	fair	
10 - 15	moderate	
15 - 25	poor	
> 25	very poor	

luted

atter in ug/m3		Population in the city	
	52836		
	83896		
	73670		
	72399		
	63000		
	62456		
	771069		
	179806		
	210077		
	56529		
	109062		
	294510		
	222292		
	109855		

WHO safe limit = $5\mu\text{g}/\text{m}^3$

2022 Average PM2.5
Concentration ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

0-5

5.1-10

10.1-15

15.1-25

25.1-35

35.1-50

>50

Exceeds safe limit by > 1-2x

2-3x

3-5x

5-7x

7-10x

>10x

Canberra, Australia

2.8

Reykjavik, Iceland

3.3

Helsinki, Finland

5.5

Cape Town, South Africa

6.7

Ottawa, Canada

6.8

All capital cities past this
recorded **unsafe** levels of

Tallinn

Oslo, Norway

6.9

Lisbon, Portugal

7.5

San José, Costa Rica

7.9

Phnom Penh, Cambodia

8.3

Tokyo, Japan

9.2

Kyiv, Ukraine

9.5

Madrid, Spain

9.5

London, UK

9.6

Washington, D.C., U.S.

9.8

Moscow, Russia

10.8

Nairobi, Kenya

11.5

Paris, France

12.7

Singapore, Singapore

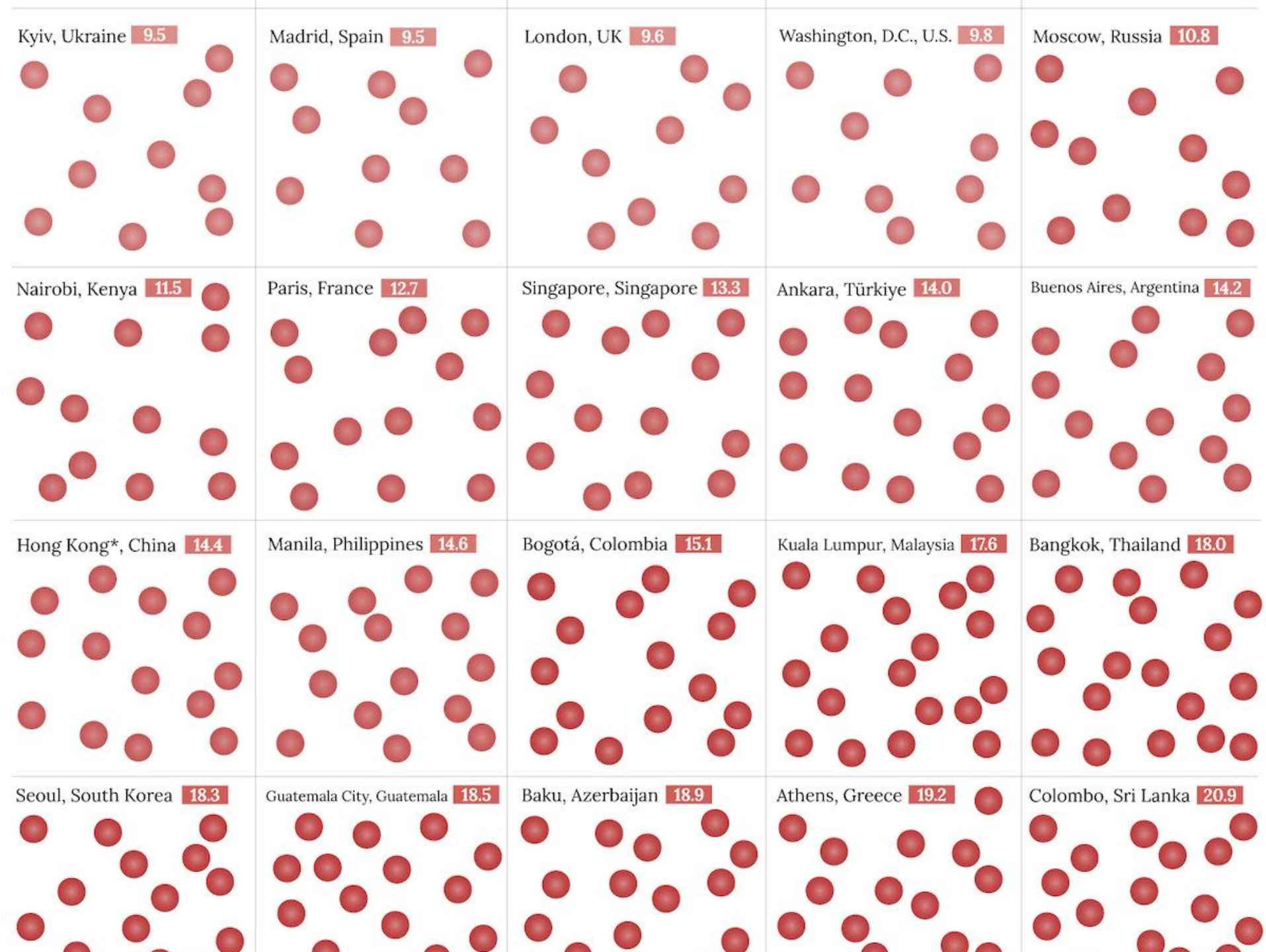
13.3

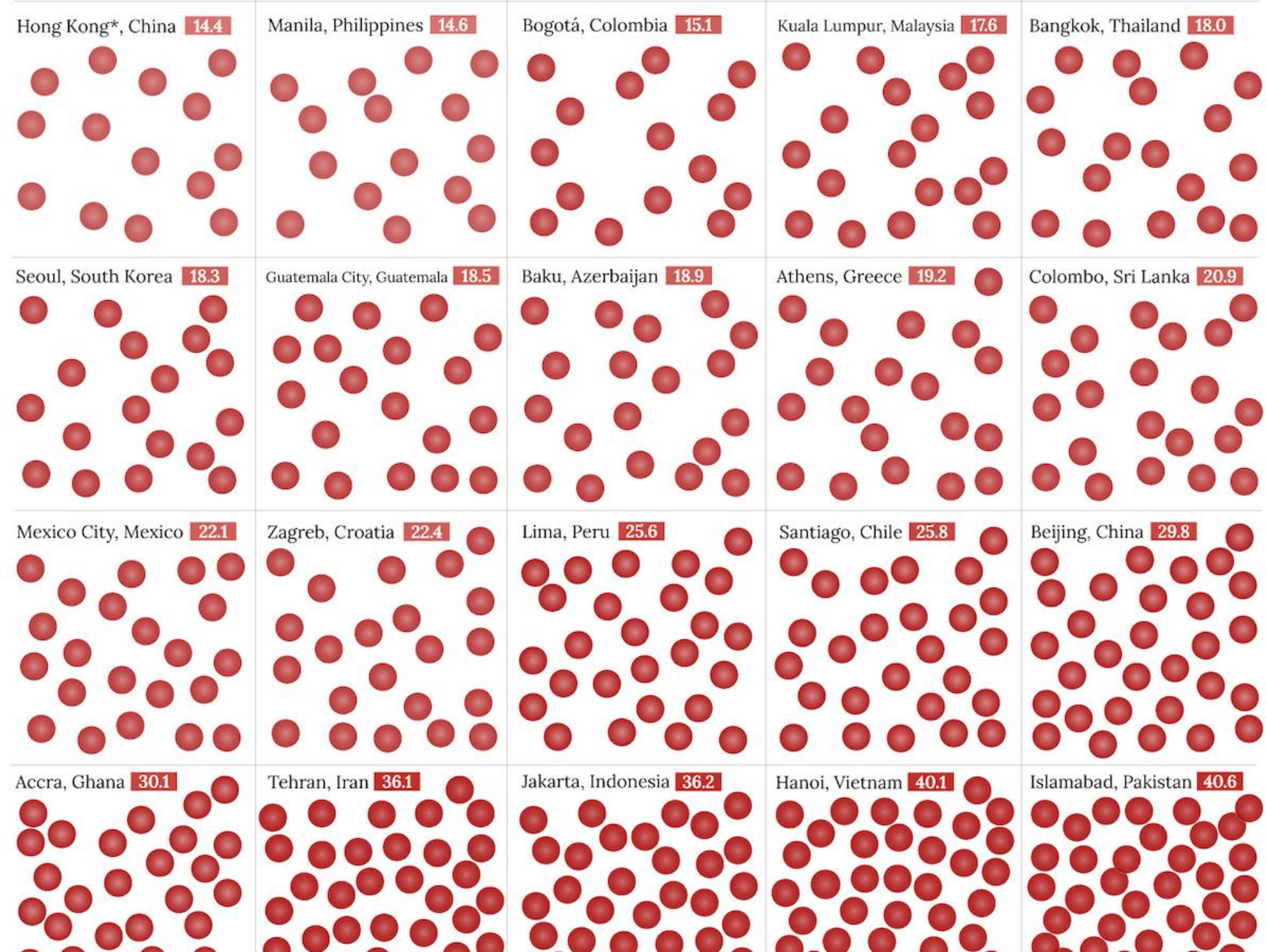
Ankara, Türkiye

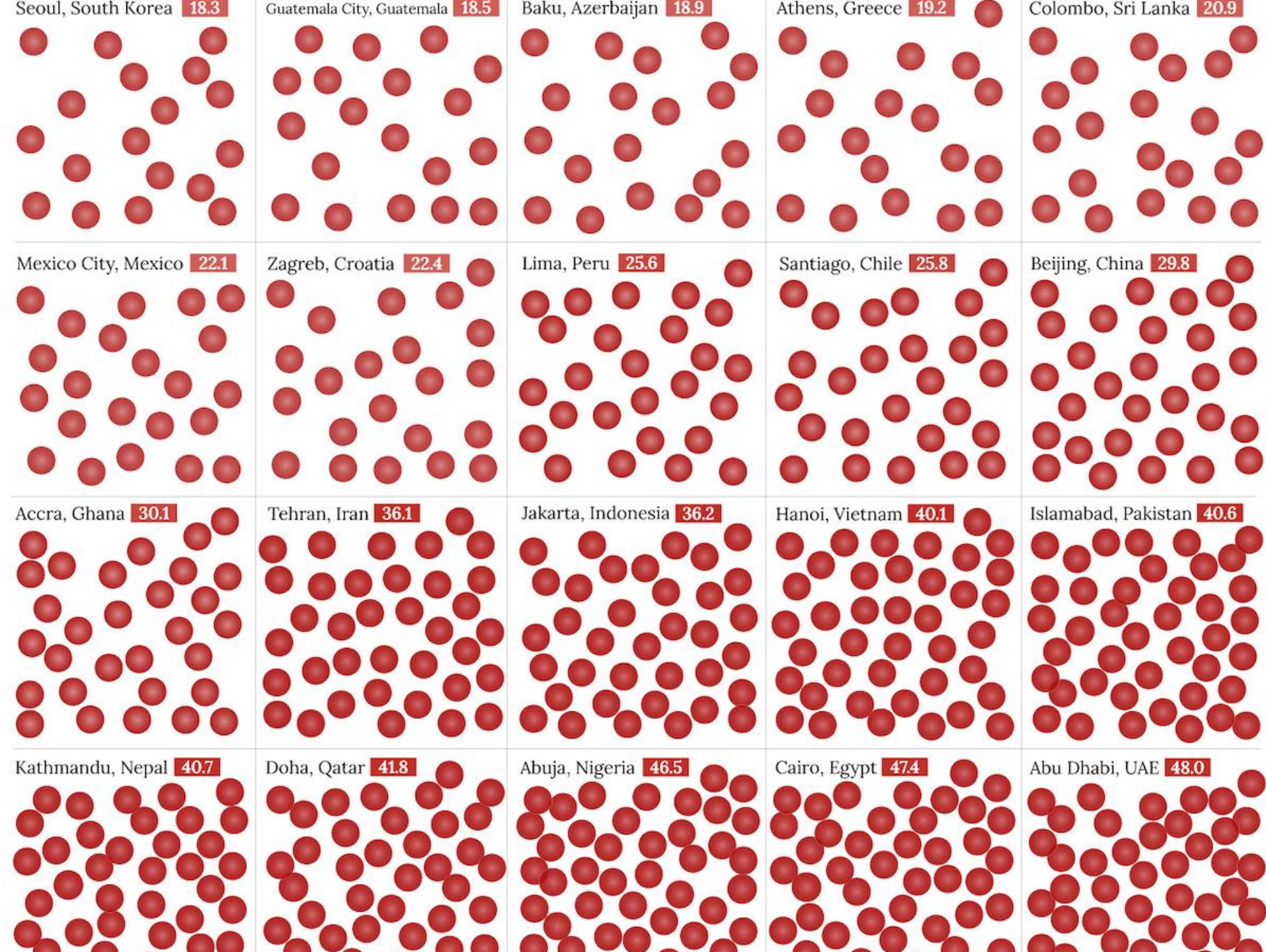
14.0

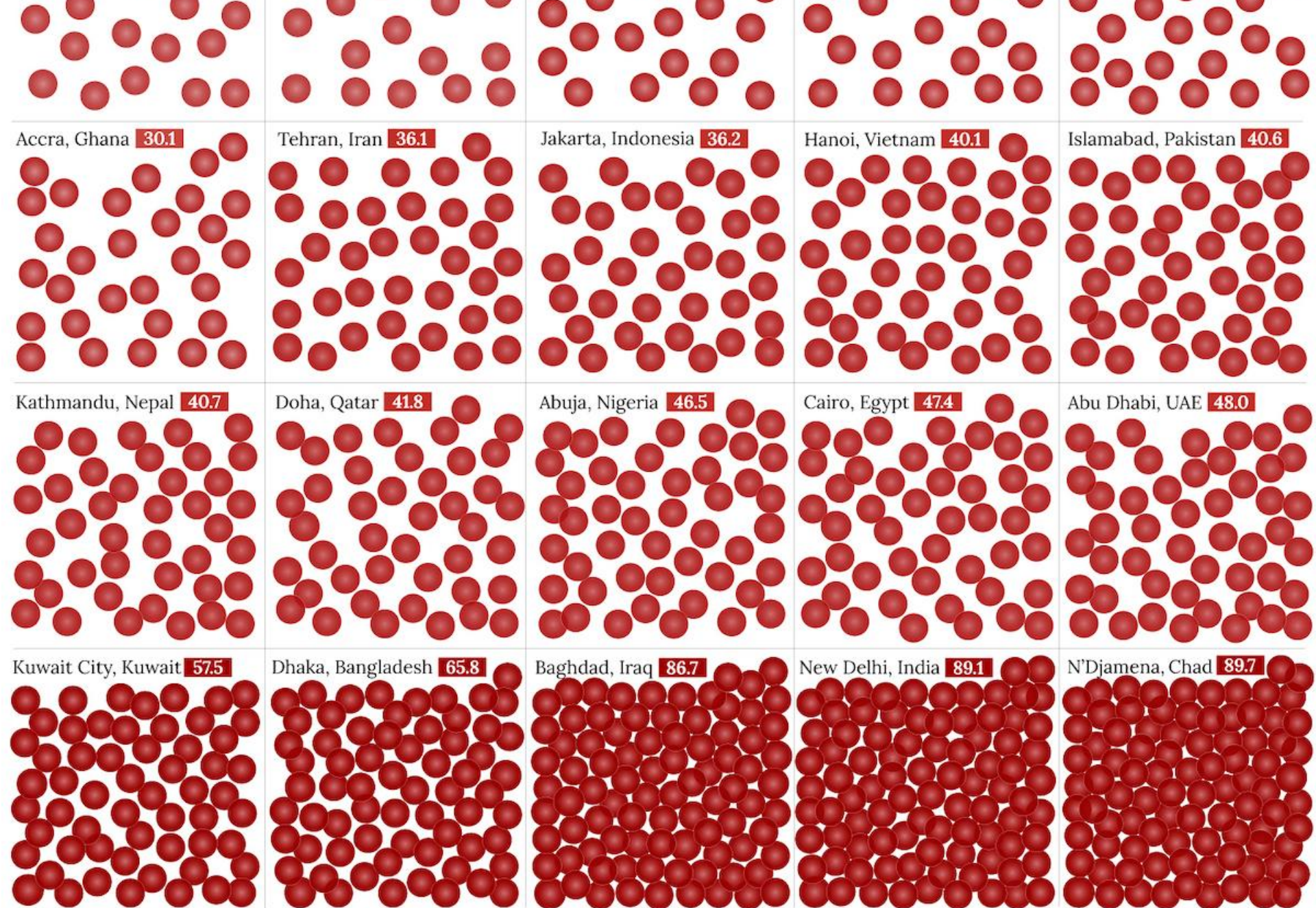
Buenos Aires, Argentina

14.2





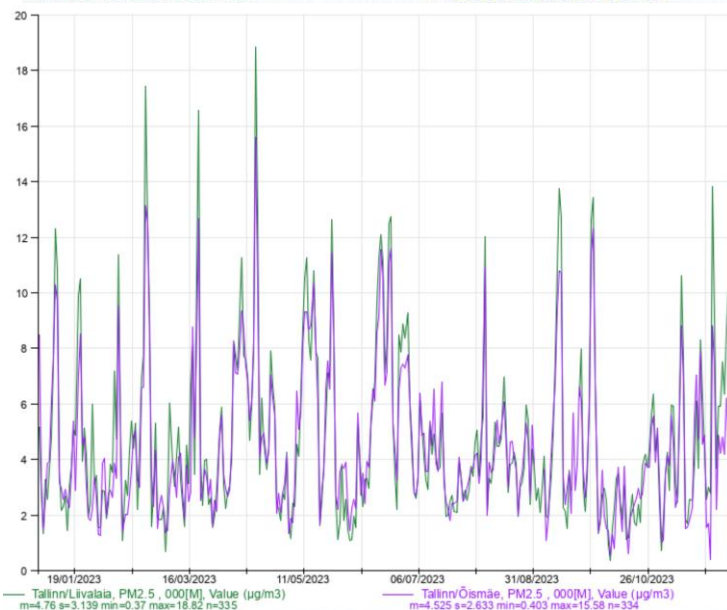
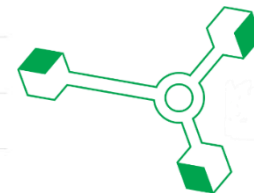
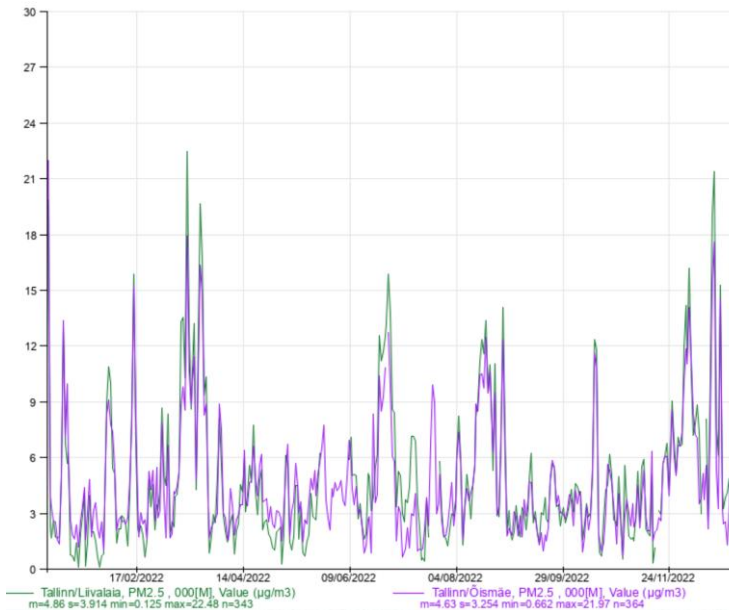
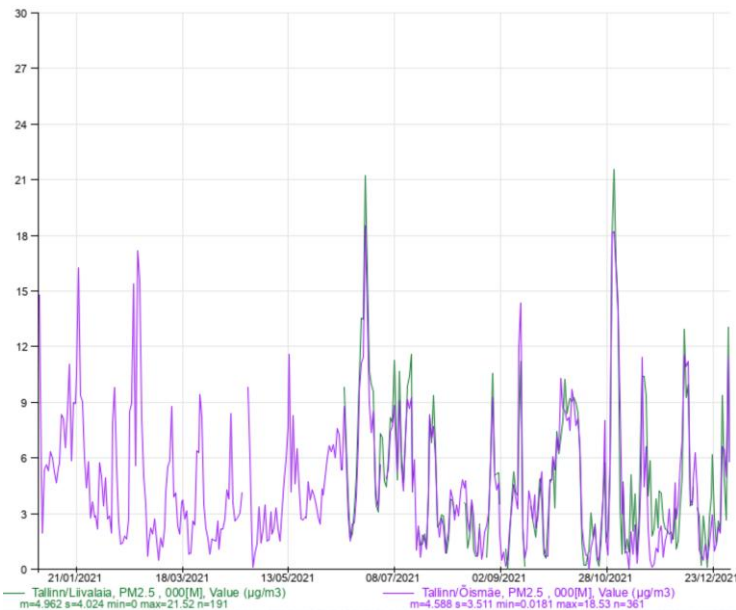




*Hong Kong Special Administrative Region of the People's Republic of China

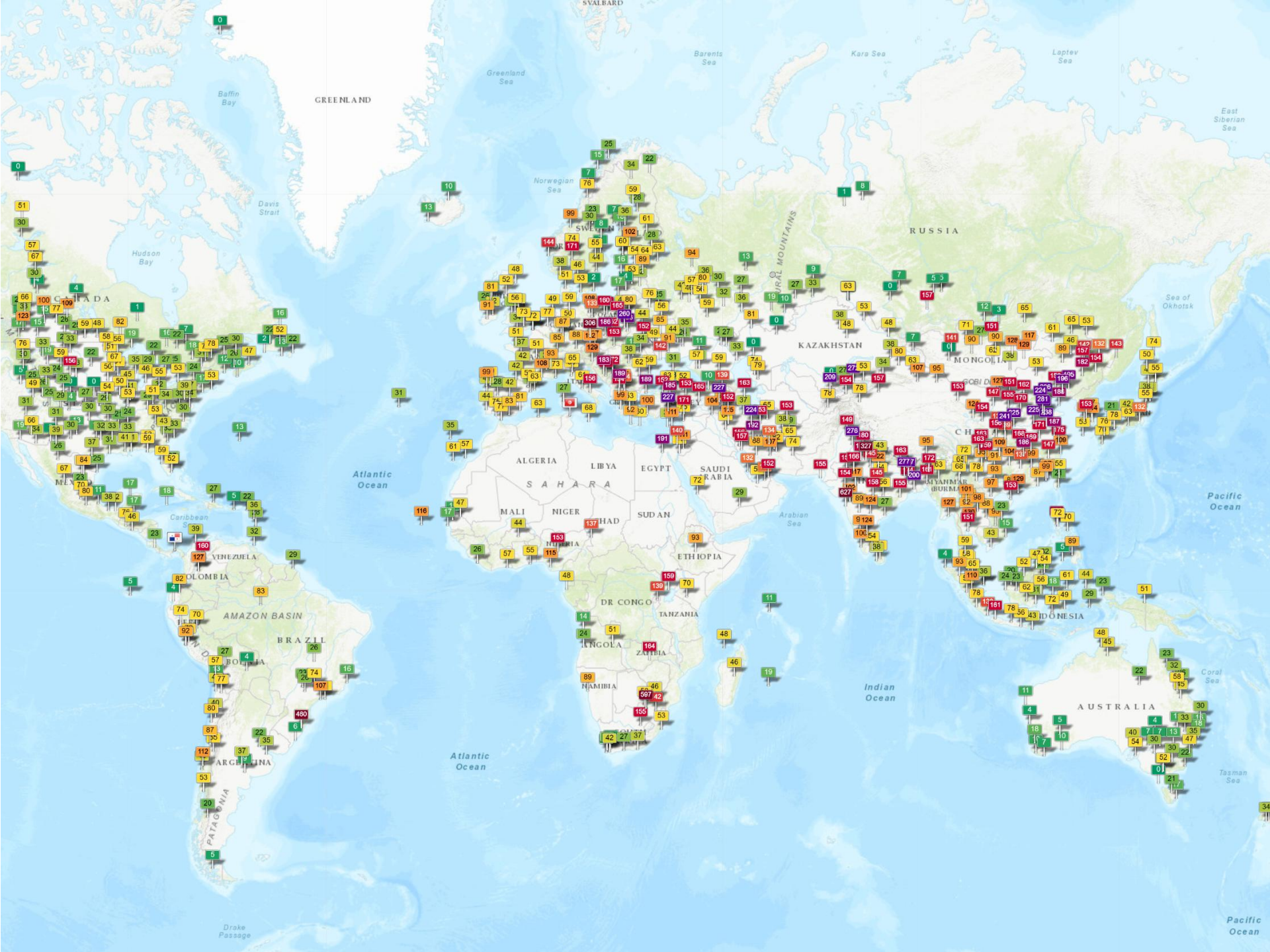
Source: IQAir 2022 World Air Quality Report

**PLANET
ANOMALY**



PM_{2.5} aastakeskmise kontsentratsioon µg/m³

Aasta	Liivalaia	Öismäe
2021	4,96	4,59
2022	4,86	4,63
2023	4,76	4,53



population dP/d ($\log[dC]$)

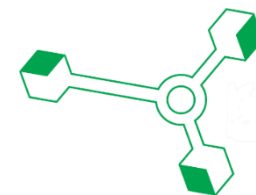


Murekohad

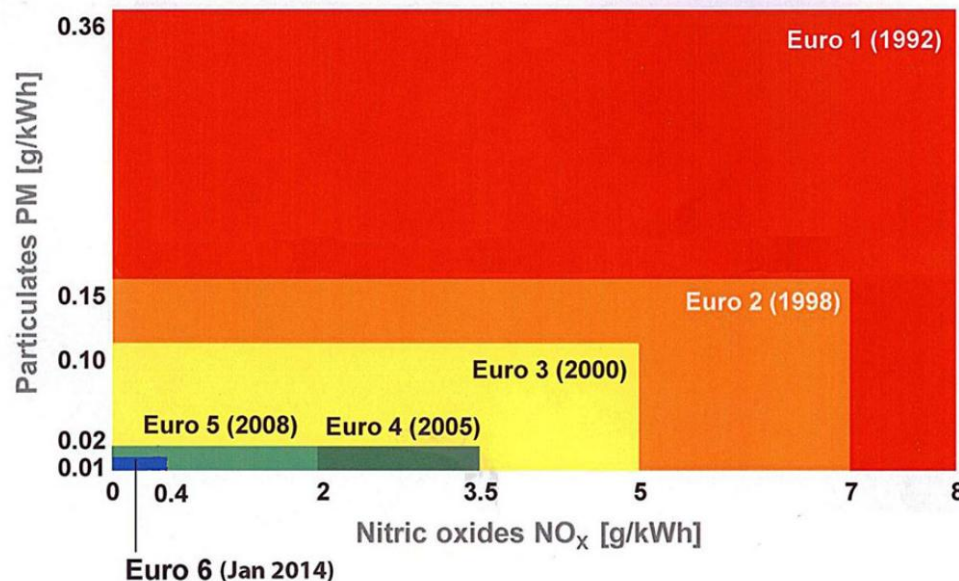


- Üldiselt on saasteainete tasemed langenud
- Suures plaanis on õhukvaliteet Eestis hea
- Probleemid
 - BaP kohtküttepiirkondades (Tartu, Viljandi jne)
 - Vesiniksulfiid sadamates (Muuga ja Sillamäe) ja Ida-Virumaa tööstuspiirkondades (Kohtla-Järve, Kiviõli linn)
 - PM10 kevadel linnades
 - Lõhnaprobleemid (kasvav trend): Sillamäe, Kohtla-Järve, Muuga ja paljudes põllumajanduspiirkondades

Mida tulevik toob?



- Ennustamine on tänamatu töö
- Prognooside kohaselt kahaneb liikluse mõju heitgaaside osas
- Rehvide ja teekatte heite osas vähenemist ei ole ette näha
- Kohtkütte mõju osas ei ole väga drastilisi muutuseid lähiaastatel ette näha
 - Pikas vaates heide siiski väheneb tänu tehniliselt parematele küttekolletele



Mida tulevik toob?



- Mõningate saasteainete osas on põhi sisuliselt saavutatud ja edasine kahanemine ei ole tõenäoline
 - Vääveldioksiid, süsinikoksiid
- Lämmastikdioksiidi taseme vähenemise eelduseks on muutused tehnoloogias (elektriautod, vesinik)
- Benso(a)püreen, osakesed – tasemete oluline kahanemine lähiaastatel ei ole tõenäoline
- Uued seirekohustused
 - BC (black carbon)
 - Ammoniaak
 - UFP (ultrafine particles)

Eesti Keskkonnauuringute Keskus

Tänan!

erik.teinemaa@klab.ee

