

Eesti Keskkonnauuringute Keskus

Välisõhu kvaliteet Eestis ning selle võimalik mõju mesilastele ja korjetaimedele

Erik Teinemaa



Ülevaade



- Välisõhu saastamine, saasteained ja välisõhu kvaliteet
- Kuidas ja mida välisõhus mõõdetakse
- Milline on välisõhu kvaliteet Eestis
- Välisõhu saasteainete võimalik mõju mesindusele Eestis

Välisõhu kvaliteet

- Mida mõistame välisõhu kvaliteedi all?
 - Vastavus kehtestatud piirväärtustele
 - Ohutu inimese tervisele / ökosüsteemidele / teatud organismidele
 - Lõhnatu, tolmuta
 - Nähtavus
- **Põhiline tegur on inimese tervis**

Välisõhu saasteained

- Saasteaine mõiste ja saasteainete loetelu on ajas pidevas muutumises
- Saasteaineteks jagamise aluseks võib olla:
 - Inimtekkeline päritolu
 - Mõju inimese tervisele ja/või ökosüsteemidele
 - Mõõdetavast tasemest kõrgemad sisaldused
 - Mõju globaalsele kliimale
 - Mõju stratosfääri osoonikihi

Välisõhu saasteained

- Õhusaasteained võib jagada kolmeks suureks rühmaks:
 - Kasvuhoonegaasid (CO_2 , CH_4 , fluoreeritud süsivesinikud, N_2O jms)
 - Osoonikihti kahandavad ained (klorofluorosüsinikud ehk freoonid)
 - Inimese tervist ja ökosüsteeme kahjustavad saasteained (PM, NO_x , SO_2 PAH, raskemetallid jne)

Välisõhu saasteained

- Prioriteetsed saasteained Euroopa Liidus (2008/50/EC)
 - vääveldioksiid
 - lämmastikdioksiid ja lämmastiku oksiidid
 - peened ja eriti peened osakesed (PM_{10} , $PM_{2.5}$)
 - raskmetallid (Pb, As, Cd, Ni, Hg)
 - osoon
 - benseen
 - süsinikoksiid (vingugaas)
 - polüaromaatsed süsivesinikud (BaP)
- Siseriiklikult on reguleeritud lisaks ca. 70 aine ja aineklassi maksimaalsed lubatud sisaldused välisõhus

Välisõhu seire

- Õhusaasteained kanduvad suurte vahemaade taha, üle riigipiiride
- Vaid ühe riigi poolt rakendatud meetmetest mõne saasteaine tasemete langetamiseks ei piisa
- Vajalik on reguleerida teatud ühendite eraldumist välisõhku igas piirkonna riigis
- Rakendatud poliitiliste või tehnoloogiliste meetmete efektiivsust hinnatakse **õhuseirega**

Välisõhu seire Eestis

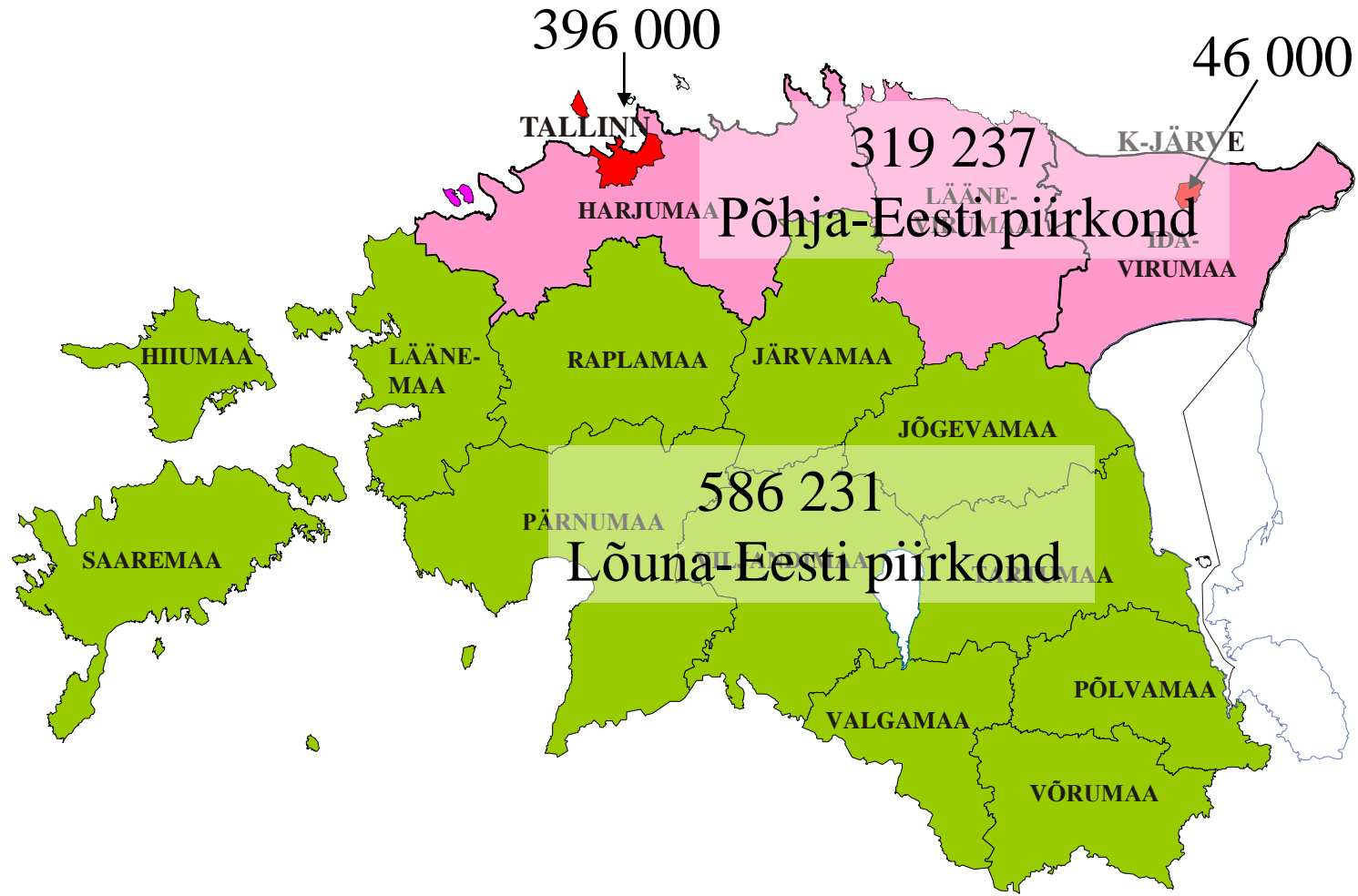


- Aluseks on
 - **EL õhukvaliteedi direktiivid**
 - Välisõhu kaitse seadus
 - keskkonnaministri määrus nr 120 “Välisõhu saastatuse taseme määramise kord”
 - keskkonnaministri määrus nr 117 “Tiheasustusega piirkondade välisõhus kohustuslikult määratavate saasteainete nimekiri” 22. septembri 2004
 - Riiklik seireprogramm

Välisõhu seire Eestis

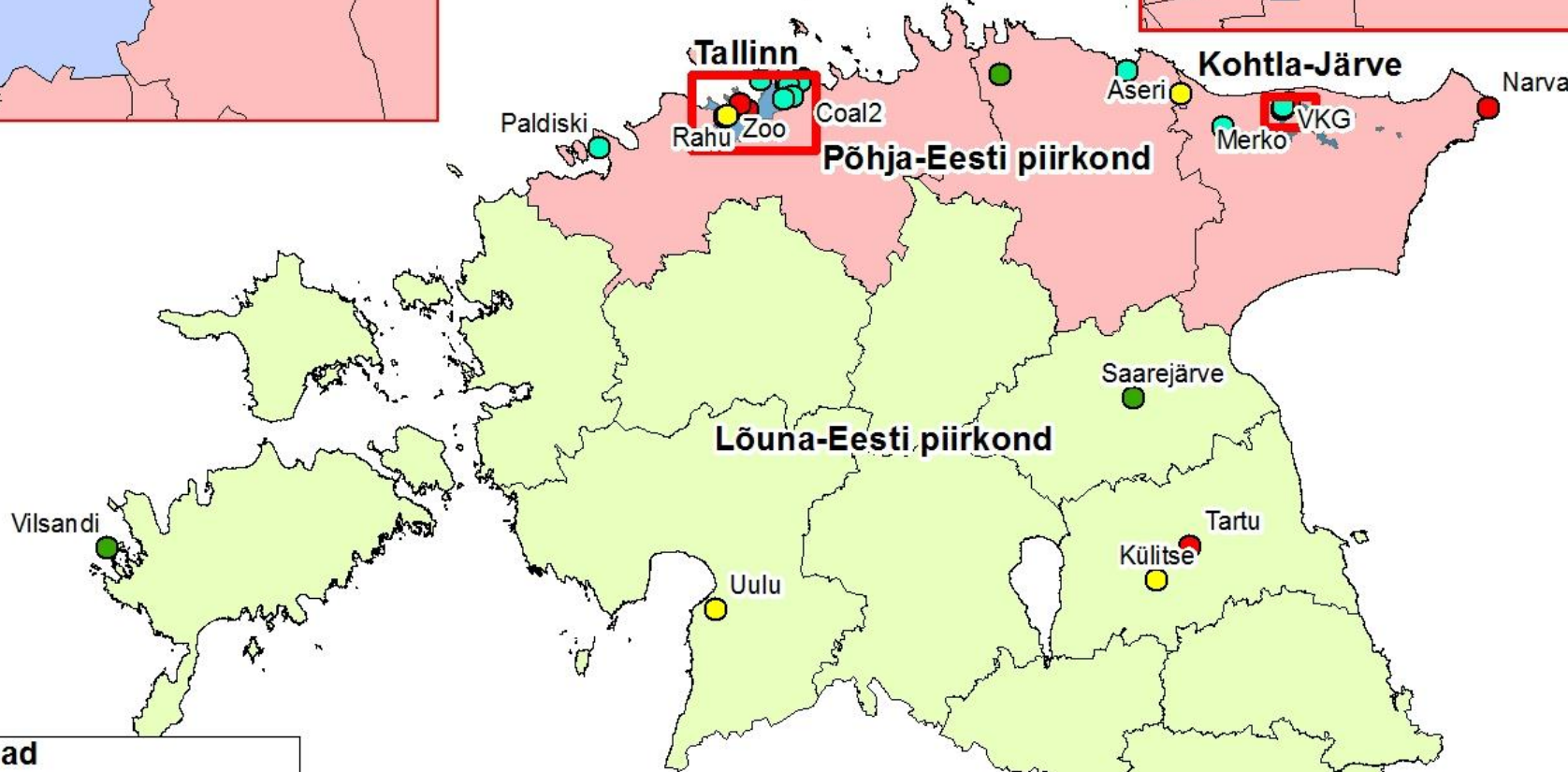
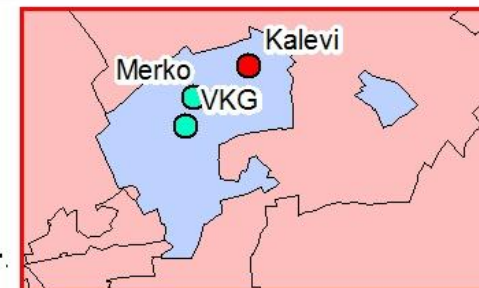
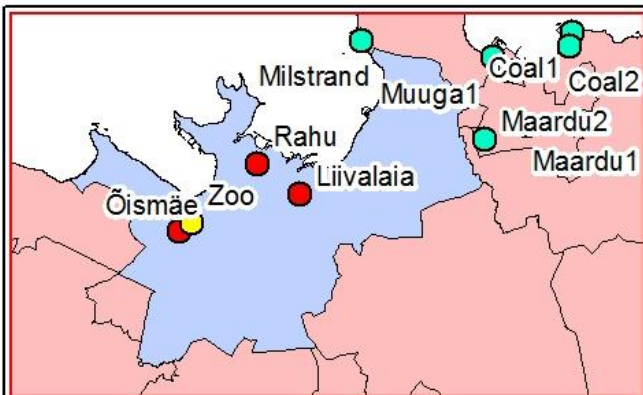
- Seire korraldamiseks jaotatakse iga riik piirkondadeks, mille aluseks võib olla
 - Riigi territoriaalne jaotus
 - Õhukvaliteedi seisund
 - Rahvastiku tihedus
 - Saasteallikate iseloom
- Eesti on jagatud kaheks piirkonnaks ja kaheks linnastuks

Riigi jaotus piirkondadeks

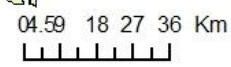


Kus mõõta?

- Erinevates piirkondades on erinevad probleemid
 - Linnades – mõju inimese tervisele (ja materjalidele): tänava tasemel ("halvim"), linnataust (keskmine mõju)
 - Maapiirkondades – mõju ökosüsteemidele: kaugkanne (piiriülene mõju), pikaajalised trendid
 - Linnades erinevad nõuded: kesklinn, magalad, tööstuspiirkondade mõjuga (tööstus)linnad, väikelinnad, maapiirkonnad / külad jms.
 - Inimeste tervise kaitsmiseks tehtavad mõõtmised piirkondades, mis oleks võimalikult esinduslikud ja tulemused kataks võimalikult palju elanikke



- Seirejaamad**
- Fooniõhu seirejaam
 - Linnaõhu seirejaam
 - Meteoroloogiline mast
 - Tööstuse omaseirejaam



Kuidas mõõta?

- Gaasiliste saasteainete ja osakeste tasemed välisõhus on mg/m^3 (0,001 g) ja $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (0,000001 g) suurusjärgus
- Raskmetallidel, polüaromaatsetel süsivesinikel jms ng/m^3 (0,000000001 g) või pg/m^3 (0,000000000001 g) suurusjärgus
- Dioksiinid, furaanid, PCB tasemed välisõhus fg/m^3 (0,0000000000000001 g) suurusjärgus

Kuidas mõõta?

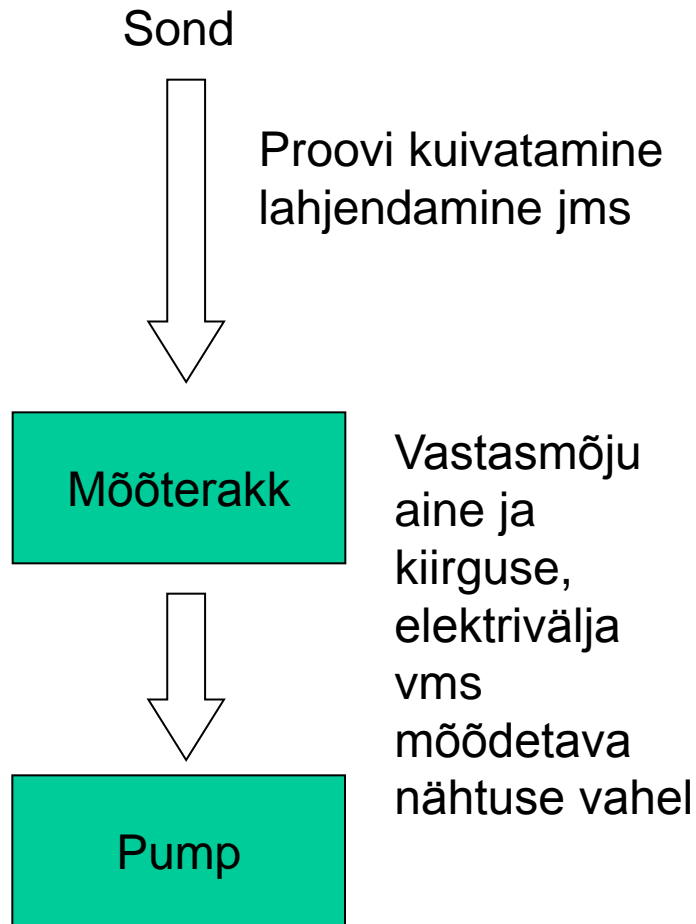
- Tingituna madalatest tasemetest on välisõhu mõõtmised keerulised (üpris kulukad)
- Kuna õhk on pidevas liikumises ja muutumises, siis ei ole üldjuhul eriti kasu ühekordsetest lühiajalistest mõõtmistest
- Vajalik pidev ja pikaajaline mõõtmine
- Pidevalt saab mõõta vaid osasid aineid, mille sisaldused välisõhus on suhteliselt kõrged

Kuidas mõõta?

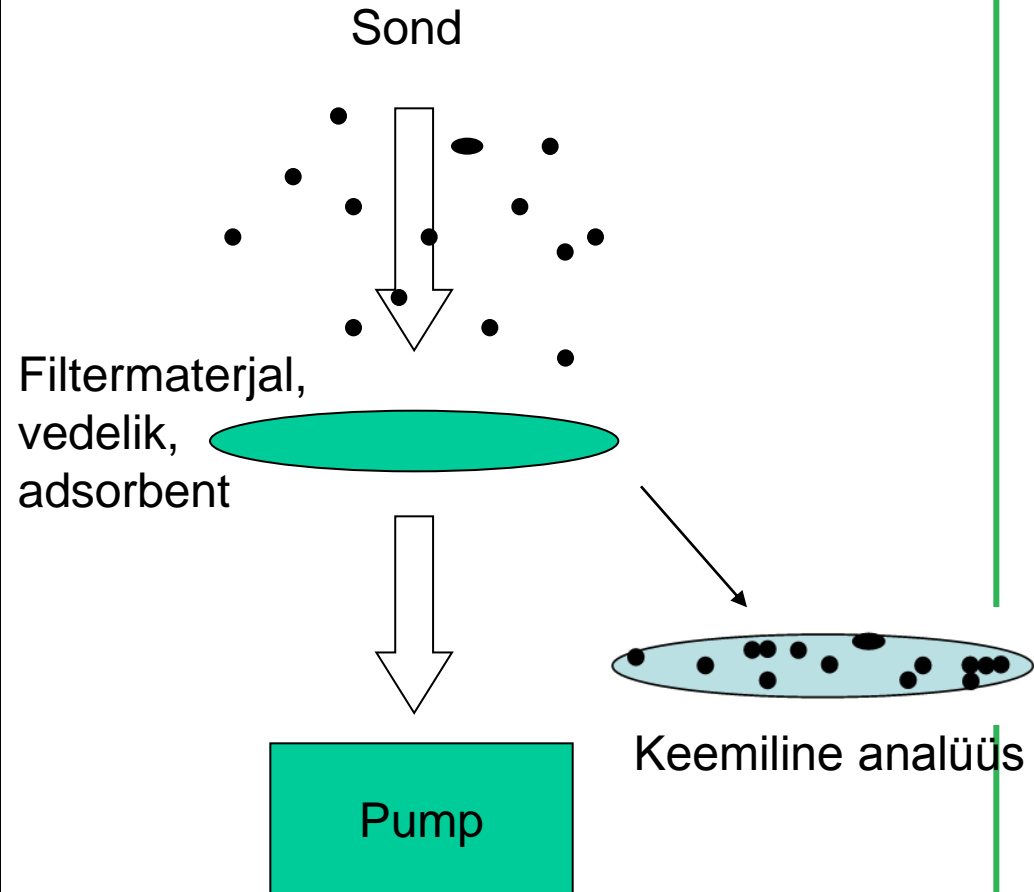
- Enamuse saasteainete jaoks vajalik aine kogumine ja kontsentreerimine õhufaasist sobivale kandjale ja seejärel proovi laboratoorne analüüs
- Suurem osa ohtlike aineid ei ole gaasid, vaid vähelenduvad või tahked ained ehk nad esinevad õhus osakestele adsorbeerunult
- Kogumiseks ja kontsentreerimiseks sobivad ka mõningad indikaatororganismid, mis antud ainet endas akumulatsioonivad

Kuidas mõõta?

Mõõtmine *in situ* reaalajas



Mõõtmised hilisema laborianalüüsiga



Linnaõhu seirejaamad



Mobiilsed seirejaamad

Spetsiifiliste välisõhu probleemide lahendamiseks ja saastetasemete kaardistamiseks.



Linnaõhu seire

Parameeter	Linnastud					Piirkonnad	
	Tallinn			Kohtla-Järve		L-Eesti	P-Eesti
	Liivalaia	Õismäe	Rahu	Kalevi	Järveküla	Tartu	Narva
SO ₂	X	X	X	X		X	X
NO _x	X	X	X	X		X	X
O ₃	X	X	X	X		X	X
CO	X	X	X	X		X	X
PM ₁₀ grav.		X		X		X	X
PM ₁₀ autom.	X	X	X	X		X	X
PM _{2.5} autom.		X		X		X	X
BaP		X		X		X	X
Raskmetallid		X		X		X	X
H ₂ S				X	X		X
NH ₃				X	X		
Fenool					X		
Formaldehüüd					X		X
Benseen		X		X			

Fooniõhu seire

Parameeter	Foonijaamad		
	Lahemaa	Vilsandi	Saarejärve
SO ₂	X	X	X
NO _x	X	X	X
O ₃	X	X	X
CO	X		
PM ₁₀ grav.	X		
BaP	X		
Raskmetallid	X		
NH ₃ /NH ₄ gaas/osake suhe	X		
Karbonüülid	X		
Meteoroloogia	X	X	X
Hg gaasifaasis	X		
EC/OC PM _{2.5} faasis	X		
PM _{2.5}	X	X	X

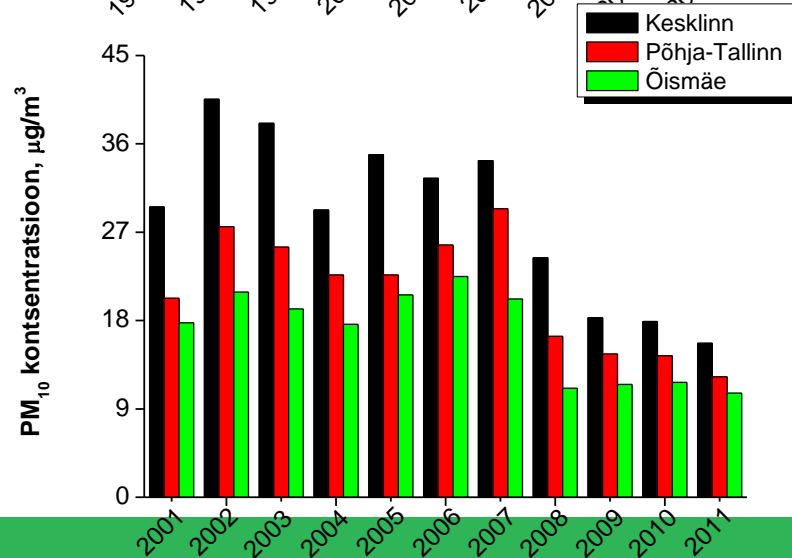
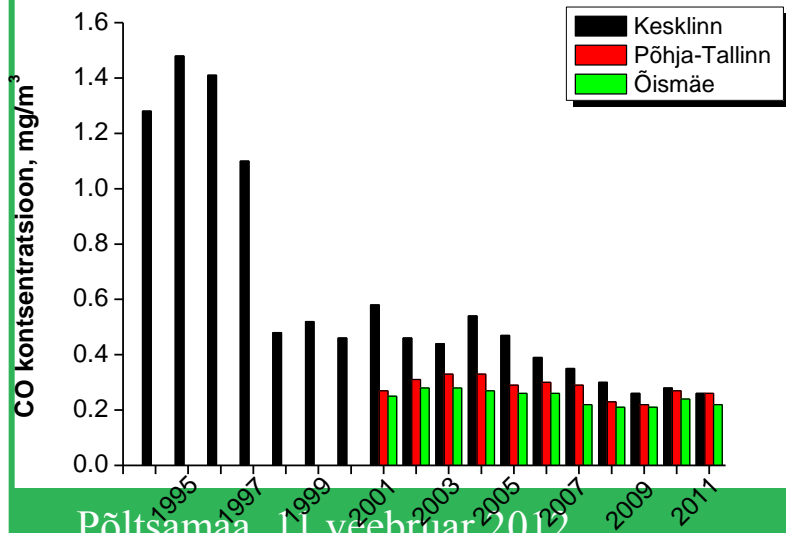
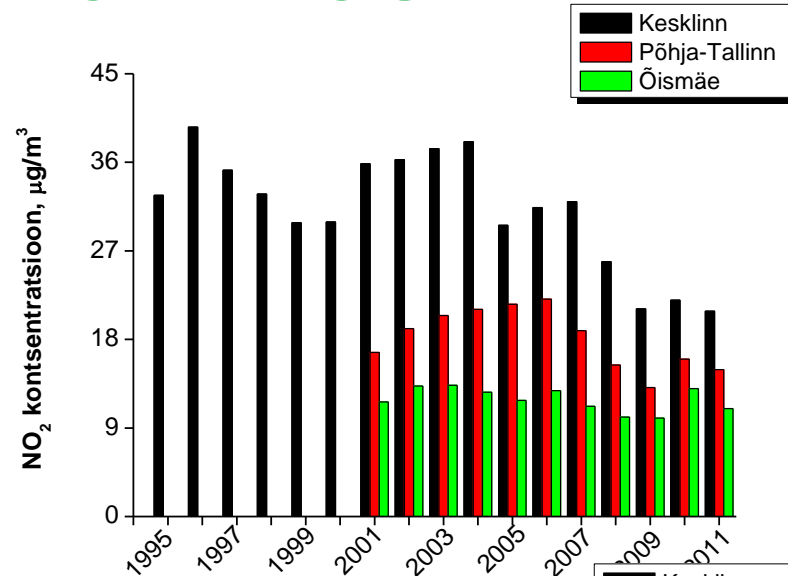
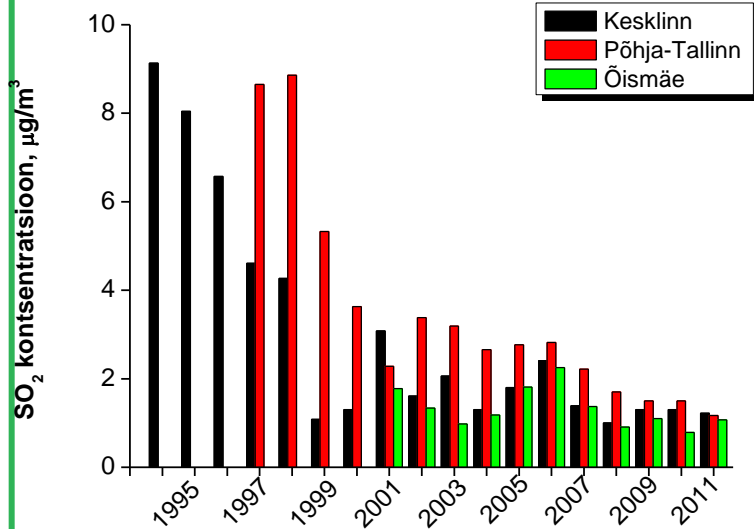
EMEP II tase

EMEP I tase

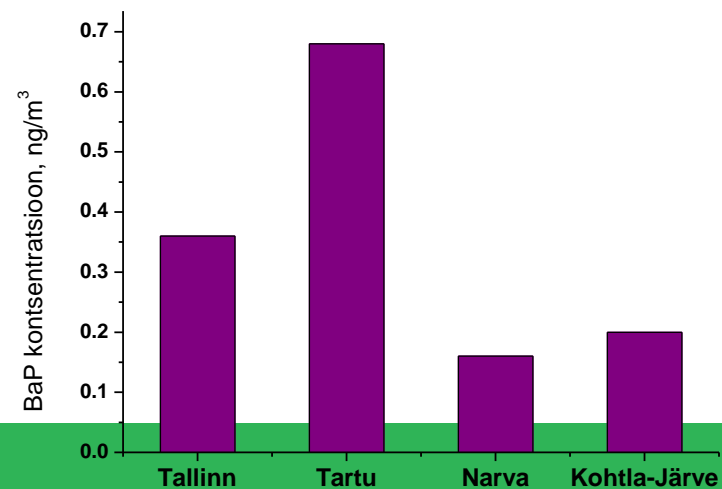
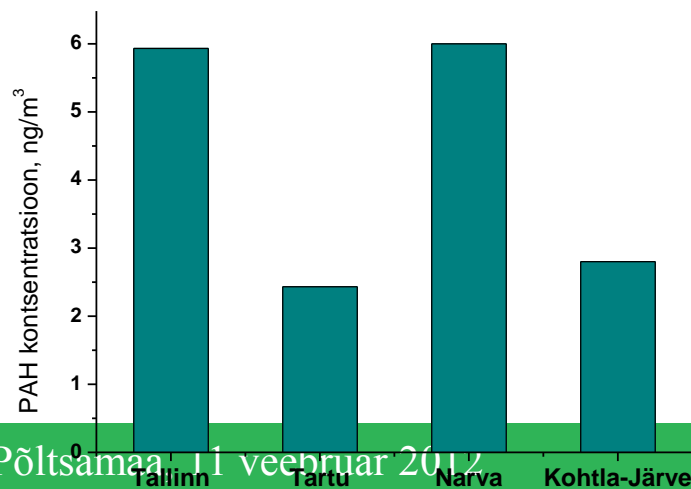
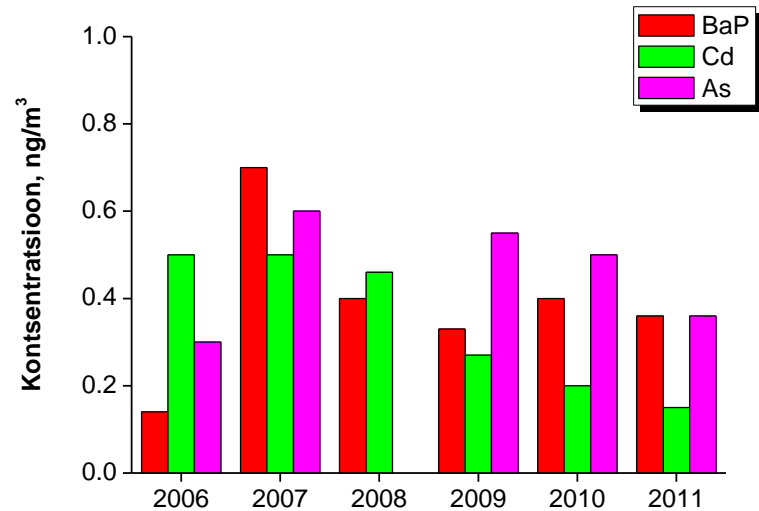
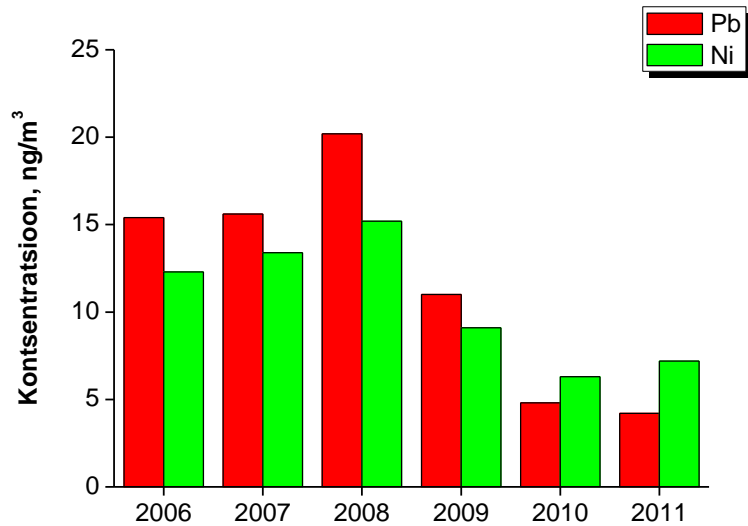
Mõõdetavad saasteained

- Regulaarselt mõõdetakse nii öelda tavapäraseid saasteaineid
- Mõõtmised katavad vaid väga väikest osa riigi territooriumist
- Täpne ülevaade puudub erinevate ohtlike ainete kohta – dioksiinid, PCB
- Modelleerimine aitab katta ülejäänud piirkondi eeldusel, et on piisav ja reaalsusele vastav ülevaade õhuheitmete kohta

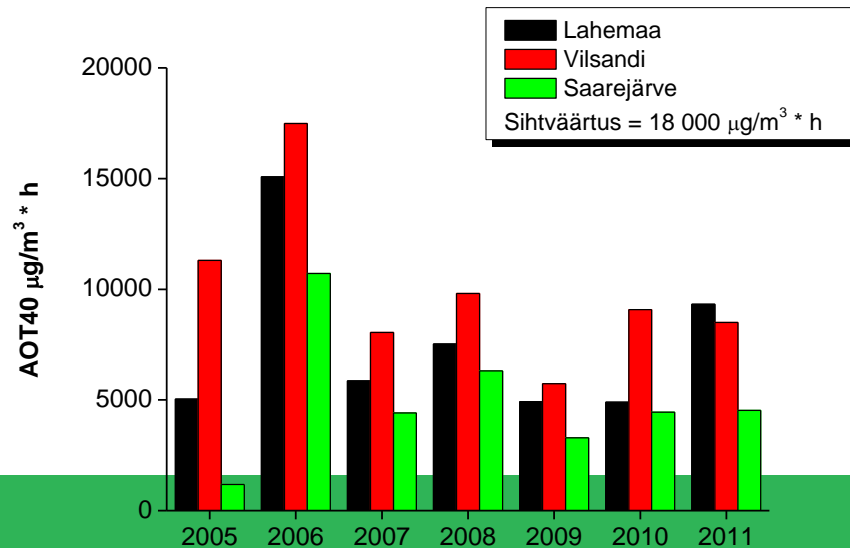
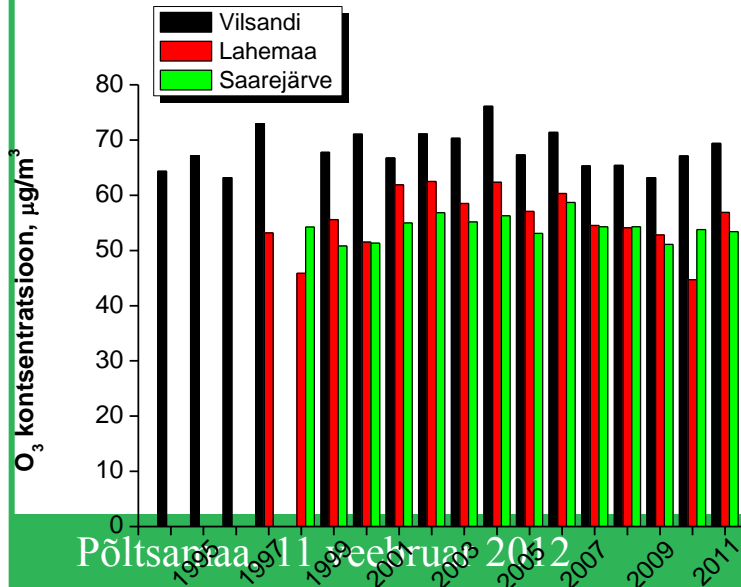
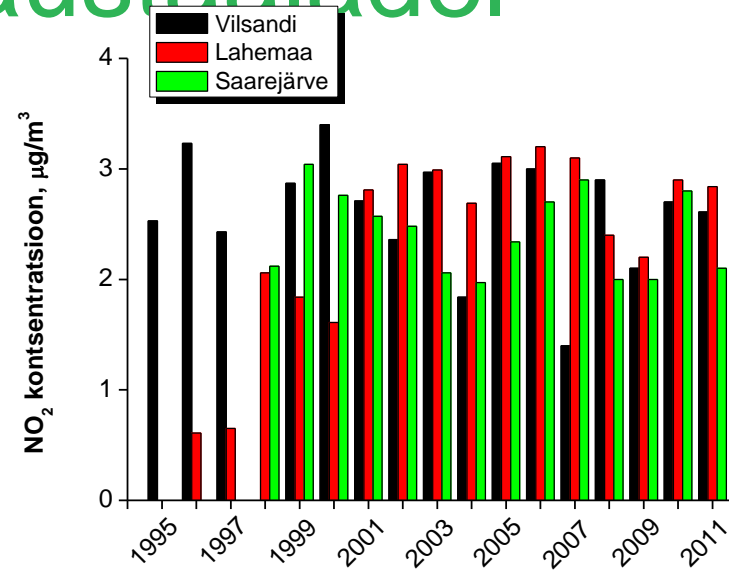
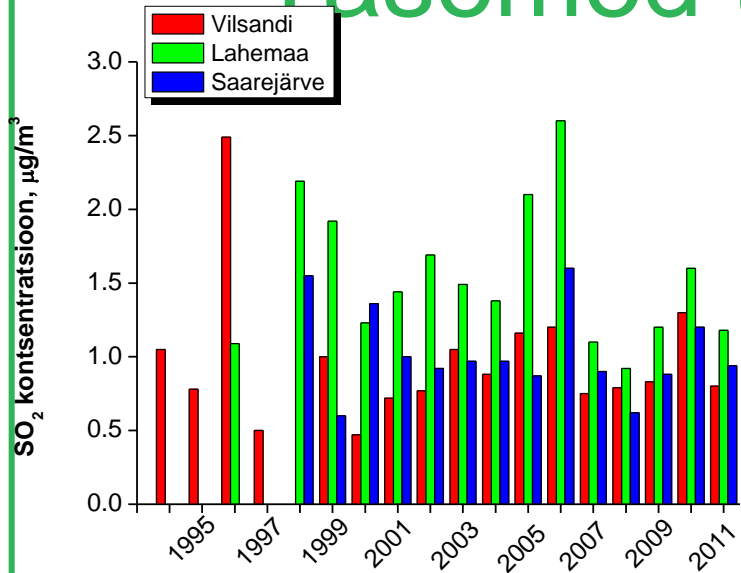
Tasemed Tallinnas



Toksilised metallid ja kantseroogeenid



Tasemed taustaaladel

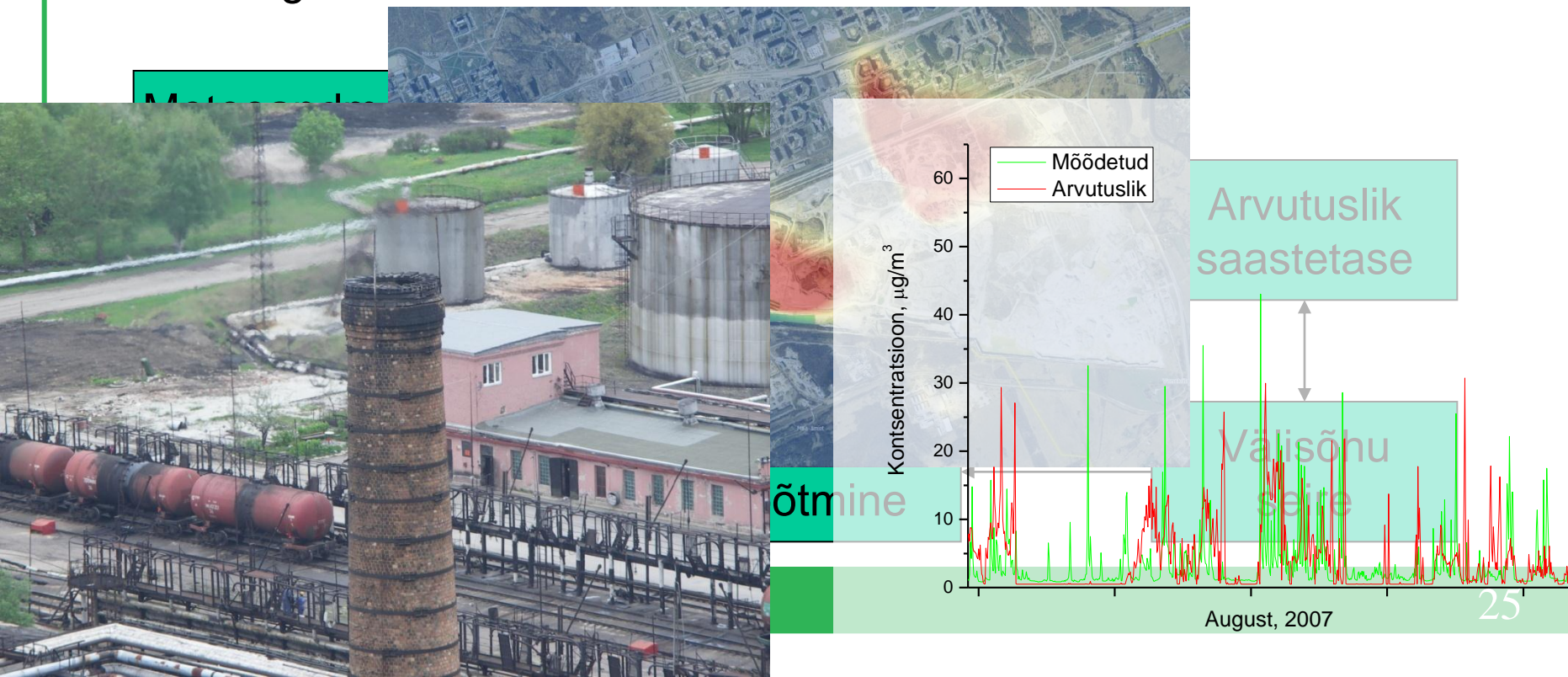


Põltsamaa 11. veebruar 2012

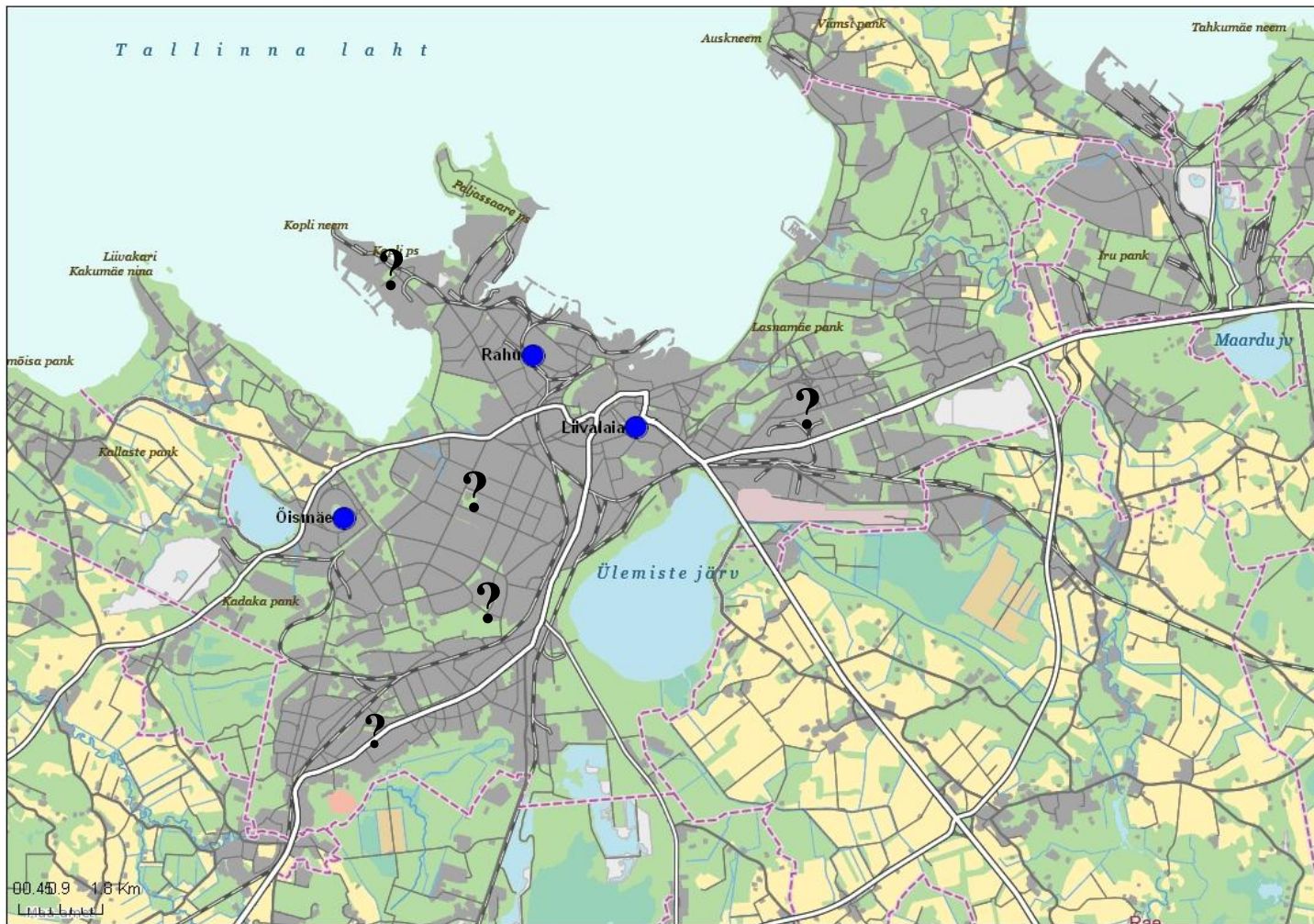
Õhukvaliteedi modelleerimine

Meteoparameetrite, saasteallikate parameetrite, topograafia ja saasteainete heitkoguste põhjal arvutatakse matemaatiliselt saasteainete kontsentratsioon ja levik välisõhus.

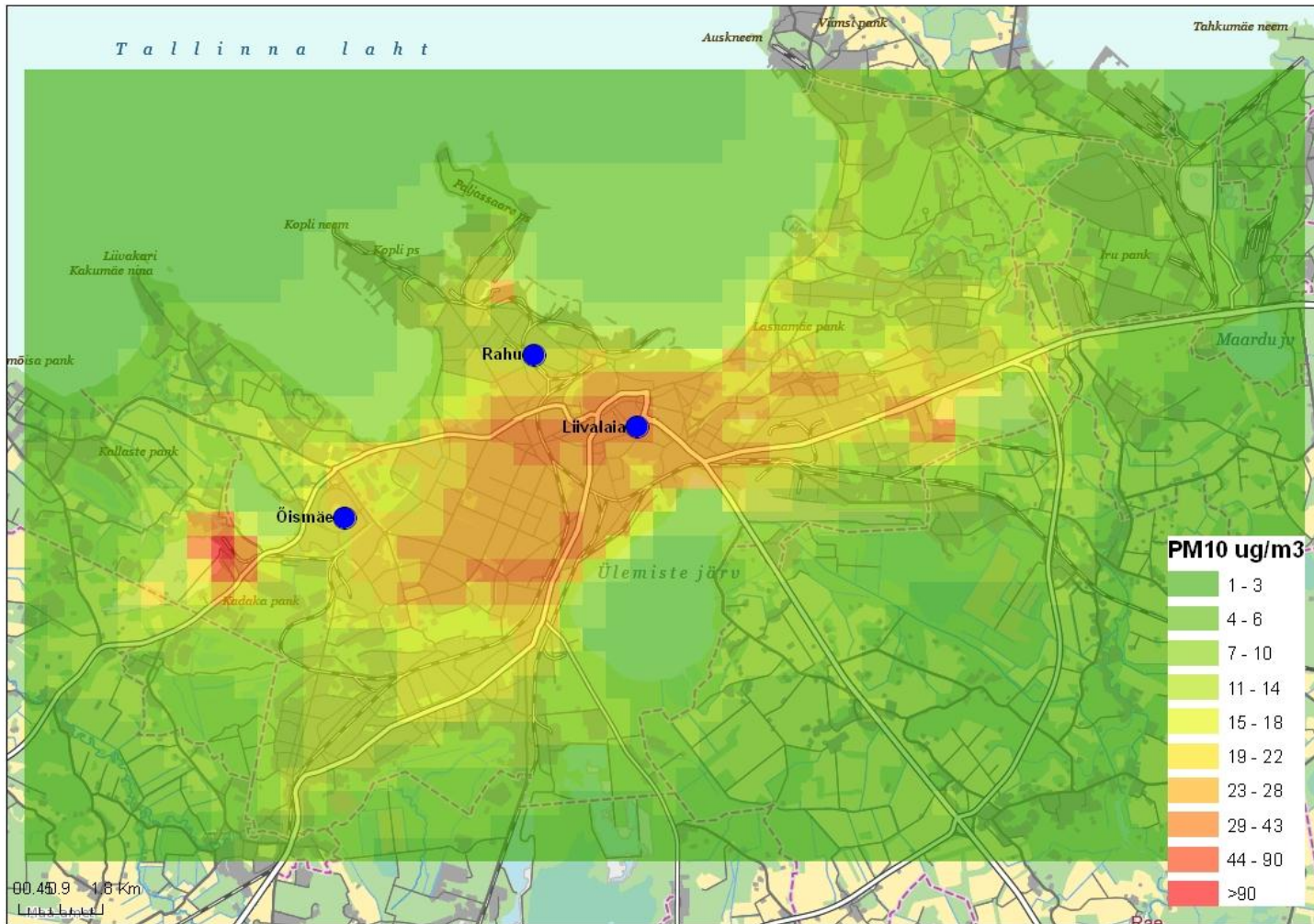
Arvutuslikke saastetasemeid kontrollitakse omakorda välisõhu mõõtmistega.



Õhukvaliteedi modelleerimine



PM₁₀ arvutuslik aastakeskmine



Seireandmed

- Pidevalt mõõdetavate saasteainete tasemed on reaajas nähtavad veebis: <http://www.klab.ee/ohuseire>

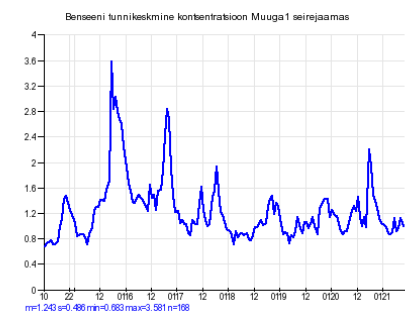
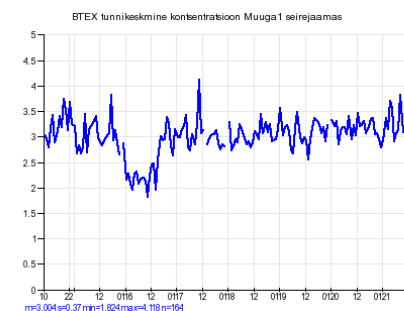
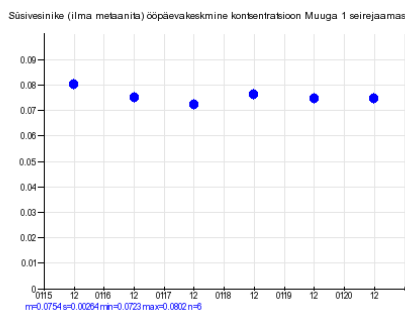
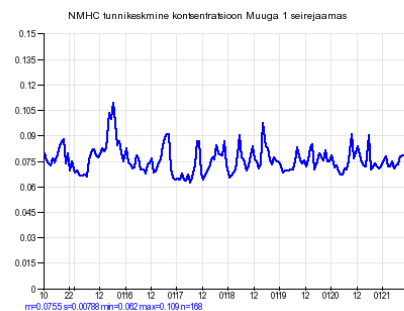
Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteem
Seire, modelleerimine, infomaterjalid

Eesti Õhukvaliteedi Juhtimissüsteem
Seire, modelleerimine, infomaterjalid

- Ülevaade
- Infomaterjalid
- Õhusaaste indeks
- Seirevõrgustik
- Linnaõhu andmed
- Fooniõhu andmed
- Ettevõtete omaseire

Muuga 1 seirejaama mõõtetulemused

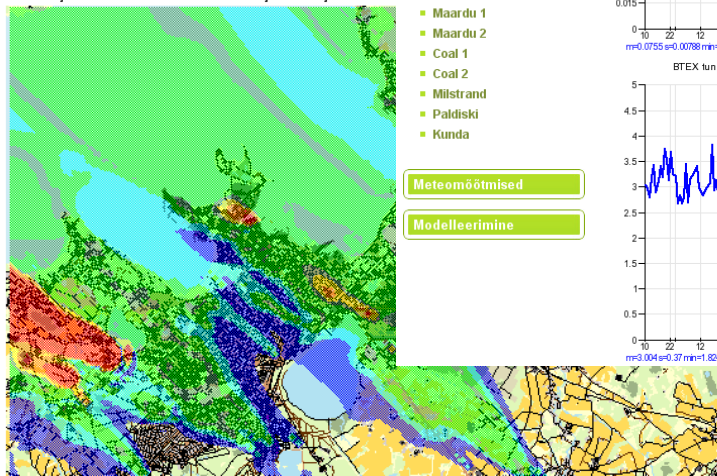
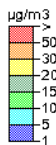
Joonistel on toodud viimase nädala seireandmed, mida uuendatakse jooksvalt iga tund. Siit on võimalik teha andmebaasi päringuid.



Automaatne õhukvaliteedi modelleerimine Tallinnas

Peened osakesed

EU, TALLINN, nr 1001: TALLINN 1001, PM10, 100121



- Muuga 1
- Muuga 2
- Maardu 1
- Maardu 2
- Coal 1
- Coal 2
- Milstrand
- Paldiski
- Kunda

- Meteomõõtmised
- Modelleerimine

- Ülevaade
- Infomaterjalid
- Õhusaaste indeks
- Seirevõrgustik
- Linnaõhu andmed
- Fooniõhu andmed
- Ettevõtete omaseire
- Meteomõõtmised
- Modelleerimine

- Tallinn
- Tartu
- Pärnu
- Narva
- Kohtla-Järve

Seireandmete kokkuvõte

- Enamiku mõõdetavate saasteainete sisaldused on madalamad kui kehtiv piirväärtus
- Ületamisi esineb linnades peente osakeste osas ja Ida-Virumaal vesiniksulfiidi osas
- Taustaaladel on probleemiks sihtväärtust ületavad osooni tasemed
- Tööstuse omaseirejaamades vesiniksulfiidi ja peente osakeste ületamised
- Leeliselised sademed Kirde-Eestis (kahanev trend)

Välisõhu probleemid

- Sügisperioodil madalad tasemed tingituna sademetest – pestakse efektiivselt atmosfäärist välja
- Suvel üldjuhul saastetasemed oluliselt madalamad tingituna headest hajumistingimustest
- Enamuse saasteainete tasemed kõrgemad talvisel ja kevadisel perioodil

Välisõhu probleemid

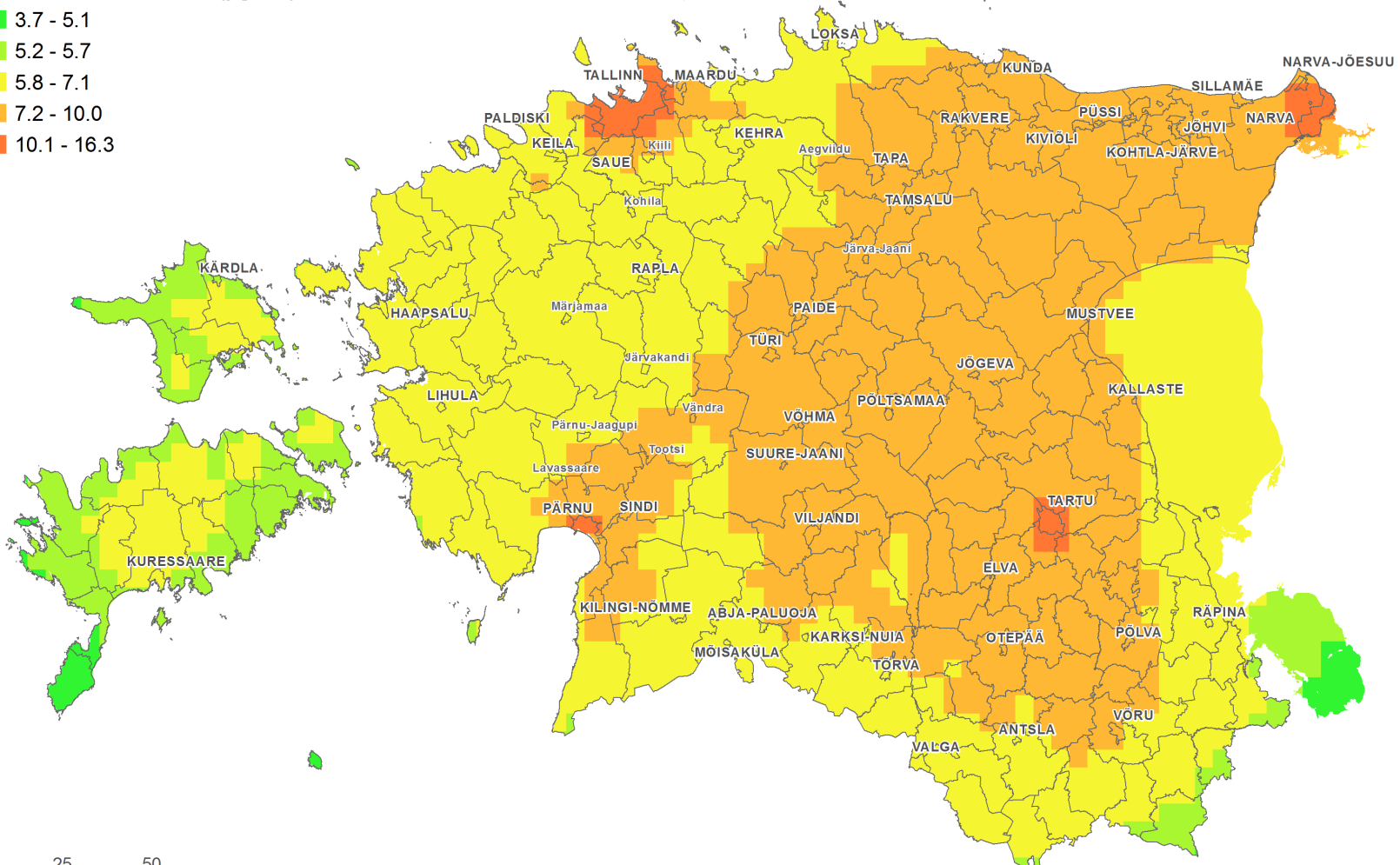
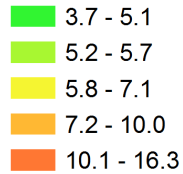
- Talvel ja kevadel rohkem kütmist ja liiklusest tulenev saaste kogus suurem
- Kõrged tasemed linnades eramupiirkondades ja liiklussõlmedes
- Tööstusettevõtete vahetus naabruses
- Põllumajandus – lõhnaprobleemid
- Kaugkanne – saasteainete import

Mõju inimese tervisele

- Sissehingatavas õhus olevatel gaasilistel saasteainetel on üldjuhul teatud läviväärtused ehk tasemed, millest madalamad kontsentratsioonid ei avalda tervisele mõõdetavat mõju
- Peente osakeste puhul praeguste teadmiste korral selline madalaim ohutu tase puudub

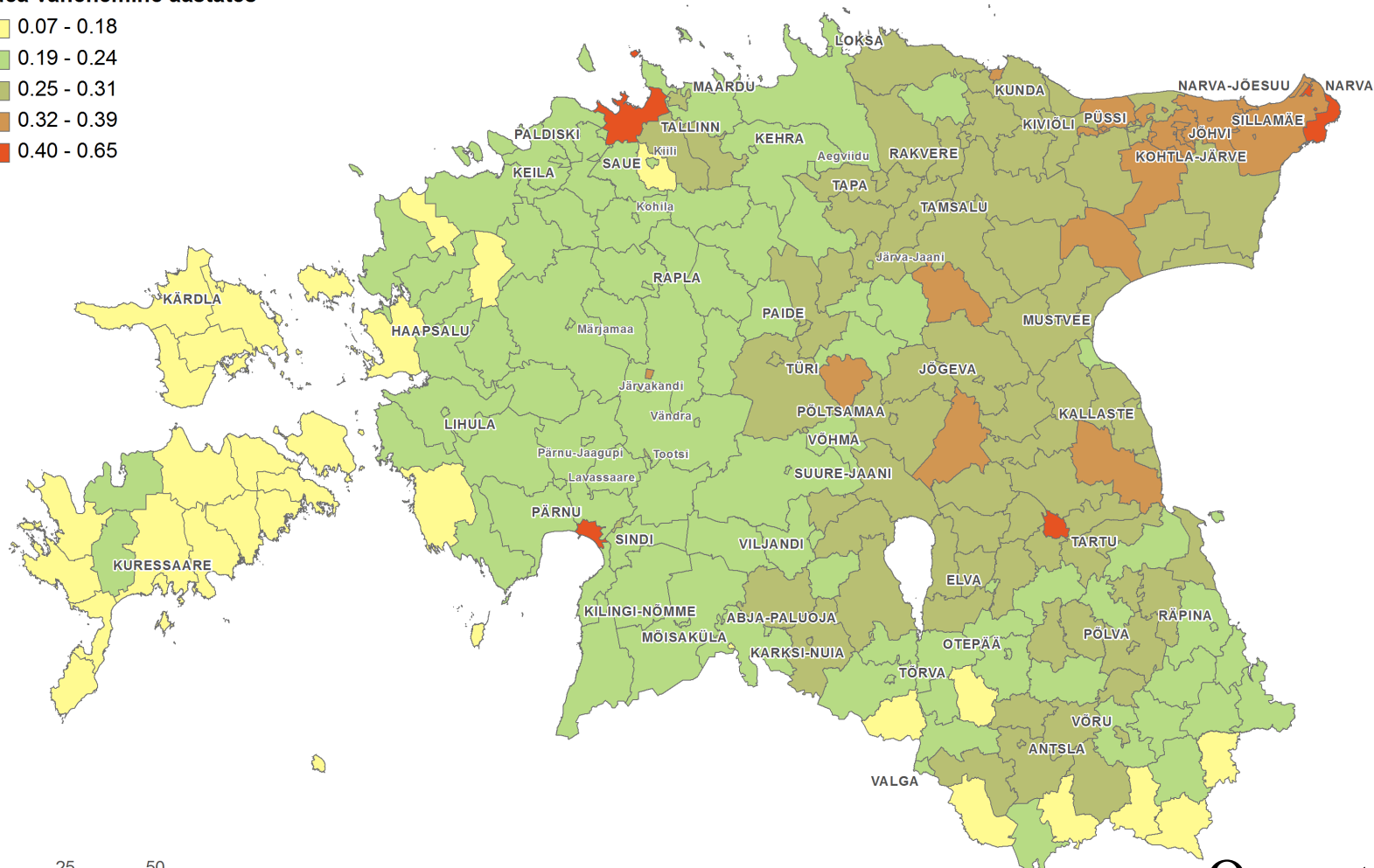
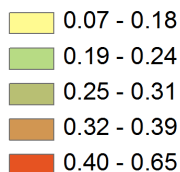
Modelleeritud PM_{2.5} aastakeskmine tase

PM_{2.5} 5x5 km ruutudes (µg/m³)



Statistilise keskmise eluea lühenemine PM_{2.5} tõttu

Eluea vähenemine aastates



Võimalik mõju mesindusele

- Riikliku seire raames mõõdetavate saasteainete mõju praktiliselt olematu
- Osooni kõrgenenud tasemete mõju teatud taimeliikidele taustaaladel
- Ökosüsteemide muutumine (leeliselised või happelised sademed) ja korjetaimede liigilise mitmekesisuse muutused
- Erinevate saasteainete ja keemiliste ühendite sünergia küsimus

Võimalik mõju mesindusele

- Kuna mõõtmistega on katmata mõningate toksiliste ühendite sisaldused õhus, siis on raske hinnata nende võimalikku mõju
- Paljude (kantserogeensete, toksiliste) ainete füsioloogiline toime on sarnane, siis eluea erinevuse tõttu ei teki kõrgematel organismidel esinevaid tervisehädasid
- Mõningate keemiliste ühendite sarnasus feromoonidega, ksenobiootikumide küsimus laiemalt (häired käitumises jms)

Võimalik mõju mesindusele

- Saasteainete kombinatsioon kui üldine stressifaktor ja elusorganismide immuunvastuse nõrgendaja
- Erinevate saasteainete mõju madalamatele organismidele ei ole väga põhjalikult uuritud
- Teaduskirjanduse põhjal võib õhusaaste kui määrava teguri CCD esinemises välistada
- Võimalik õhusaasteainete kaasmõju muude teguritega just vastuvõtlikkuse suurendamisel viirusnakkustele ja parasiitidele

Eesti Keskkonnauuringute Keskus

Täna tähelepanu eest!

www.klab.ee/files/teinemaa.pdf

erik.teinemaa@klab.ee

