

Eesti Keskkonnauuringute Keskus

# Välisõhu kvaliteedi seire ja modelleerimine

**Erik Teinemaa**



# Välisõhu kvaliteet ja saasteained



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

# Miks seirata?

- Õhusaasteained kanduvad üle riigipiiride suurte vahemaade taha
- Tasemete alandamiseks ei piisa reeglina ühe riigi poolt rakendatud meetmetest
- Vajalik on reguleerida teatud probleemsete ühendite emissioone igas piirkonna riigis
- Rakendatud meetmete efektiivsust hinnatakse õhuseirega
- Mõju inimtervisele ja ökosüsteemidele hinnatakse seire käigus mõõdetud tasemete põhjal

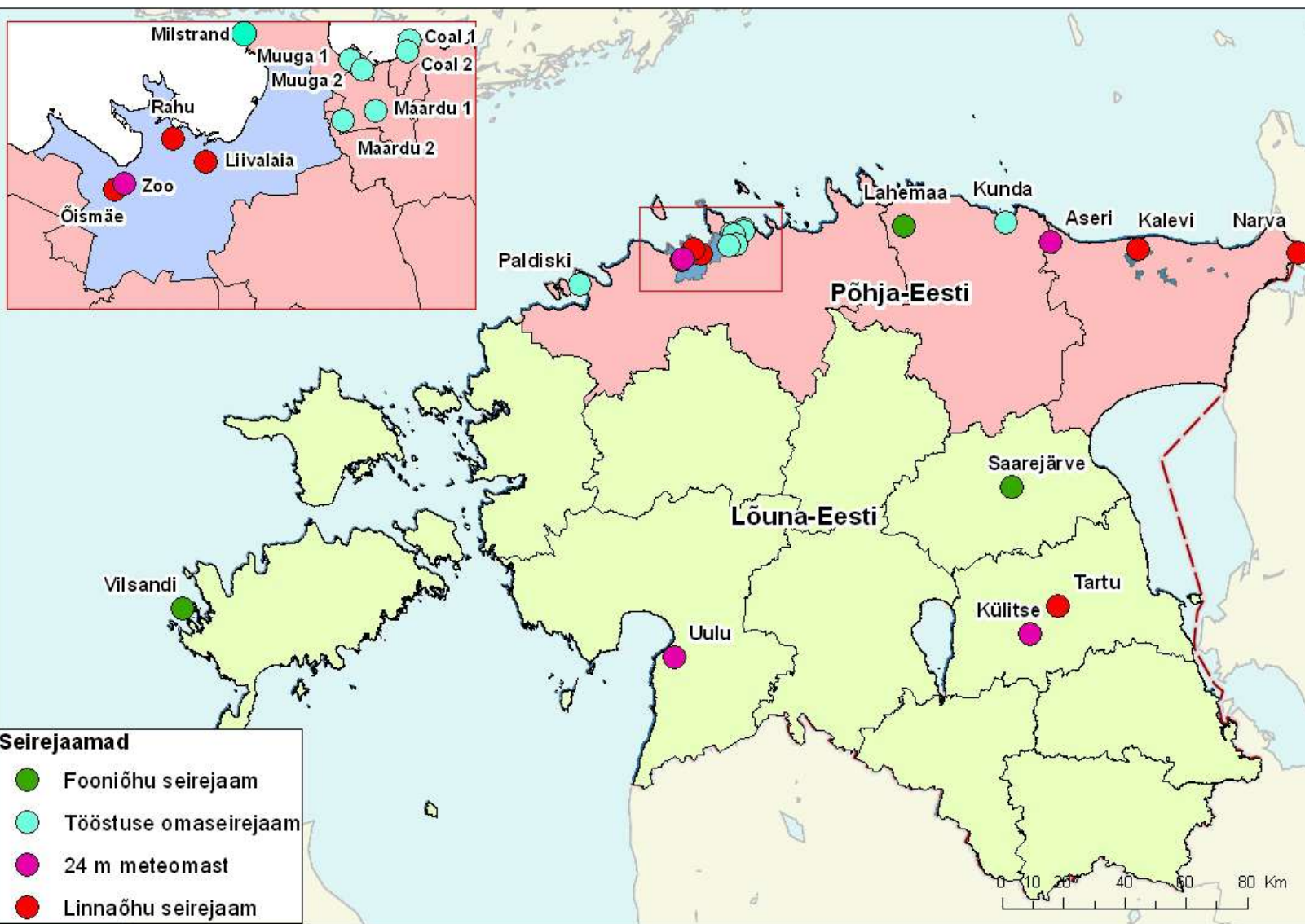
# Mida seirata?

- Prioriteetsed saasteained Euroopa Liidus (2008/50/EC)
  - vääveldioksiid
  - lämmastikdioksiid
  - peened ja ülipeened 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

# Kus seirata?

- Erinevates piirkondades on erinevad probleemid
  - Mõju tervisele
    - Linnades – tänava tasemel ("halvim"), linnataust (keskmine mõju)
    - Tööstuste läheduses
  - Maapiirkondades
    - mõju ökosüsteemidele
    - kaugkanne (piiriülene mõju)
  - Linnad, väikelinnad, maapiirkonnad / külad

# Õhukvaliteedi seirevõrgustik





# Linnaõhu seirejaamad



# Linnaõhu seires määratavad parameetrid



| Parameeter               | Linnastud |        |      |              |           | Piirkonnad |         |
|--------------------------|-----------|--------|------|--------------|-----------|------------|---------|
|                          | Tallinn   |        |      | Kohtla-Järve |           | L-Eesti    | P-Eesti |
|                          | Liivalaia | Õismäe | Rahu | Kalevi       | Järveküla | Tartu      | Narva   |
| SO <sub>2</sub>          | X         | X      | X    | X            |           | X          | X       |
| NO <sub>x</sub>          | X         | X      | X    | X            |           | X          | X       |
| O <sub>3</sub>           | X         | X      | X    | X            |           | X          | X       |
| CO                       | X         | X      | X    | X            |           | X          | X       |
| TSP grav.                | X         |        |      |              |           |            |         |
| PM <sub>10</sub> grav.   |           | X      |      |              |           |            |         |
| PM <sub>10</sub> autom.  | X         | X      | X    | X            |           | X          | X       |
| PM <sub>2.5</sub> autom. |           | X      |      |              |           | X          | X       |
| BaP                      |           | X      |      |              |           |            |         |
| Raskmetallid             |           | X      |      |              |           |            |         |
| H <sub>2</sub> S         |           |        |      | X            | X         |            | X       |
| NH <sub>3</sub>          |           |        |      | X            | X         |            |         |
| Fenool                   |           |        |      |              | X         |            |         |
| Formaldehüüd             |           |        |      |              | X         |            | X       |
| Benseen                  |           | X      |      | X            |           |            |         |



# Vilsandi fooniõhu seirejaam



Tegutseb praeguses asukohas  
alates 1994 aastast



# Fooniõhu seirejaamades määratavad parameetrid

| Parameeter                                       | Foonijaamad |          |            |
|--------------------------------------------------|-------------|----------|------------|
|                                                  | Lahemaa     | Vilsandi | Saarejärve |
| SO <sub>2</sub>                                  | X           | X        | X          |
| NO <sub>x</sub>                                  | X           | X        | X          |
| O <sub>3</sub>                                   | X           | X        | X          |
| CO                                               | X           |          |            |
| PM <sub>10</sub> grav.                           | X           |          |            |
| BaP                                              | X           |          |            |
| Raskmetallid                                     | X           |          |            |
| NH <sub>3</sub> /NH <sub>4</sub> gaas/osake suhe | X           |          |            |
| Karbonüülid (alates 2007 lõpp)                   | X           |          |            |
| Meteoroloogia                                    | X           | X        | X          |

# Ettevõtete pidevseire Eestis määratavad parameetrid

| Parameeter | Muuga Sadam |         | AS E.O.S.       |                        | Coal Operator AS |        | Mil-<br>strand | Paldiski<br>Alexela | KNC | VKG Oil |
|------------|-------------|---------|-----------------|------------------------|------------------|--------|----------------|---------------------|-----|---------|
|            | Muuga 1     | Muuga 2 | EOS-<br>Termoil | EOS-<br>Trend-<br>gate | Coal 1           | Coal 2 |                |                     |     |         |
| NMHC       | X           | X       | X               | X                      |                  |        | X              | X                   |     |         |
| BTEX       | X           | X       |                 |                        |                  |        | X              | X                   |     |         |
| H2S        | X           | X       | X               | X*                     |                  |        |                |                     |     | X*      |
| SO2        |             |         |                 |                        |                  |        |                |                     | X*  | X*      |
| TSP        |             |         |                 |                        | X                | X      |                |                     |     |         |
| PM10       |             |         |                 |                        | X                | X      |                |                     | X*  |         |
| PM2.5      |             |         |                 |                        |                  | X      |                |                     | X*  |         |
| NO2        |             |         |                 |                        |                  |        |                |                     | X*  |         |
| CO         |             |         |                 |                        |                  |        |                |                     | X*  |         |

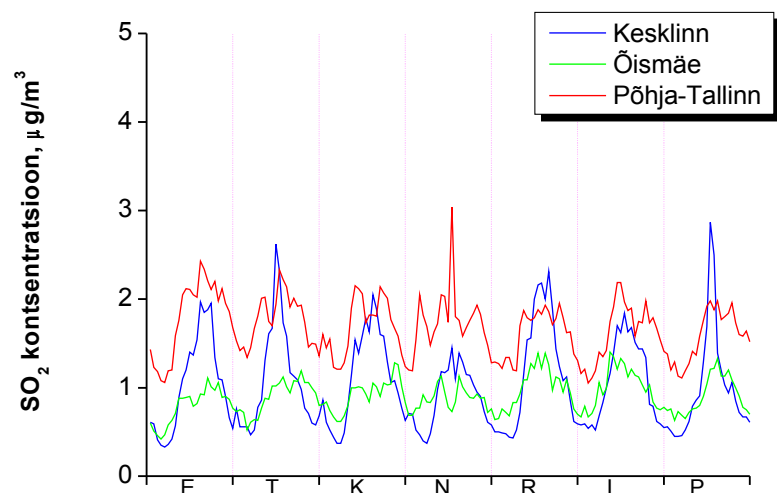
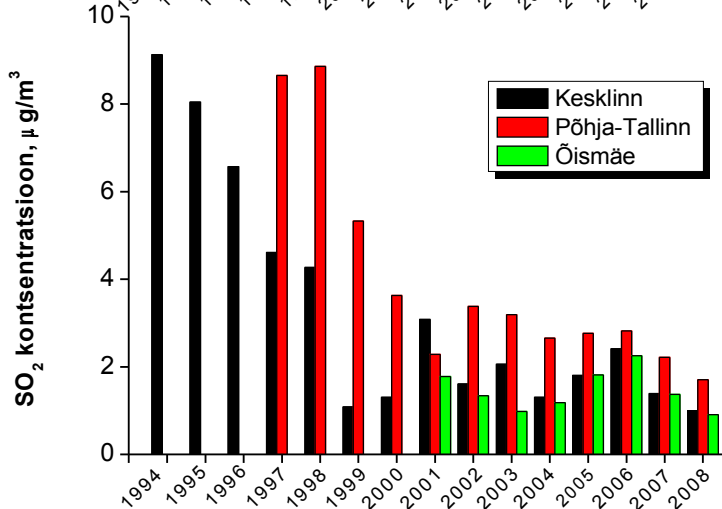
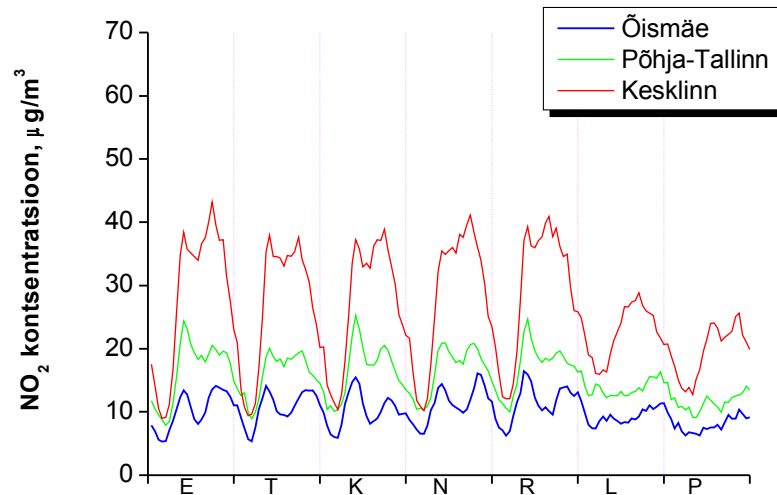
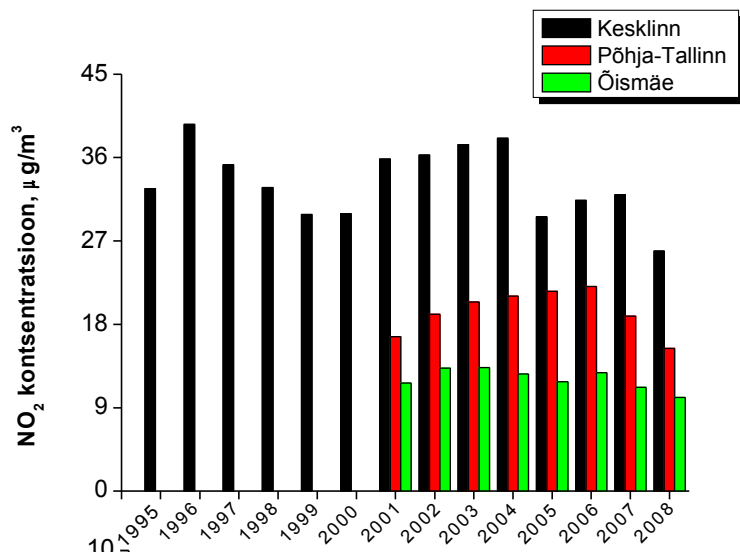
\* andmed ei ole reaalaajas avalikud

# Muude piirkondade õhukvaliteedi hindamine

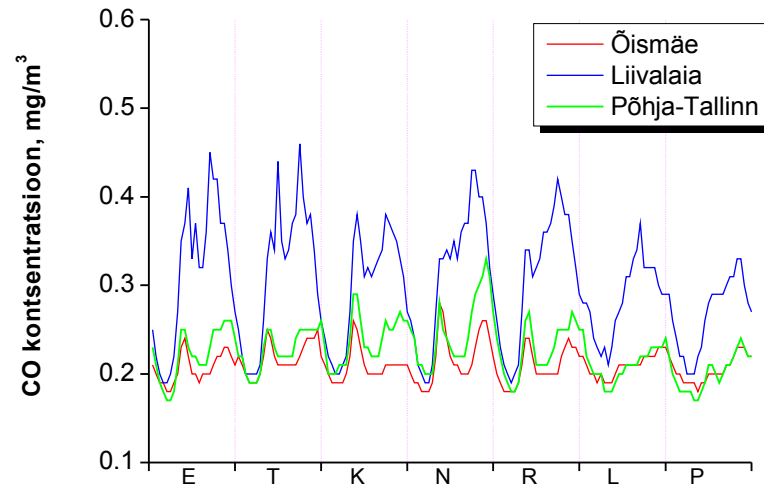
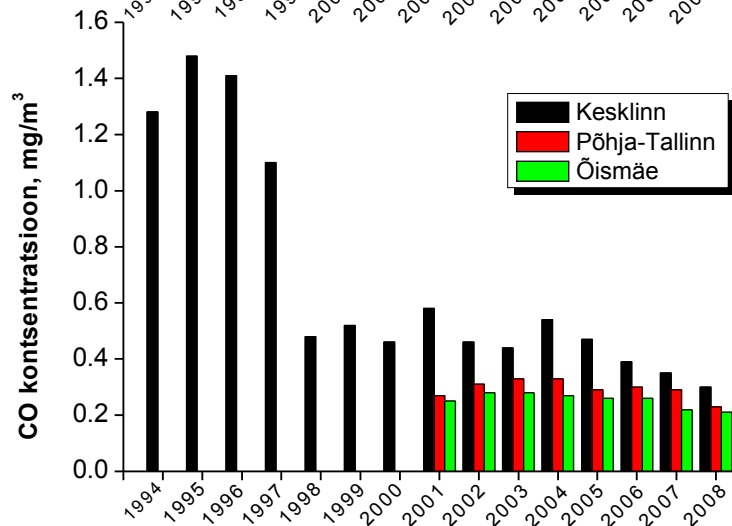
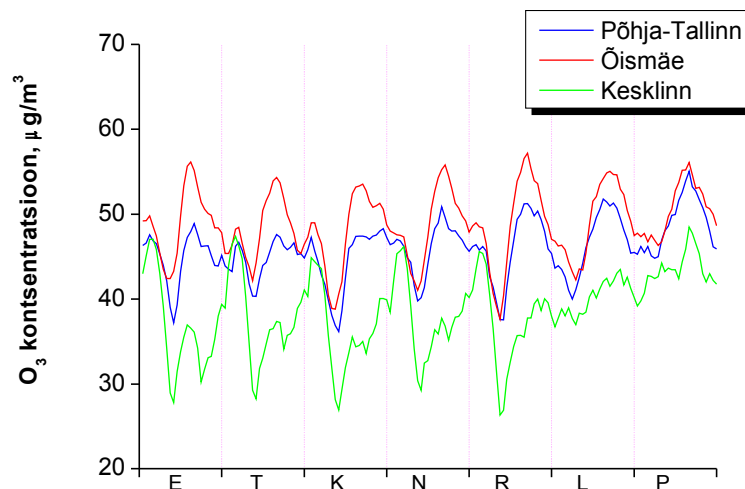
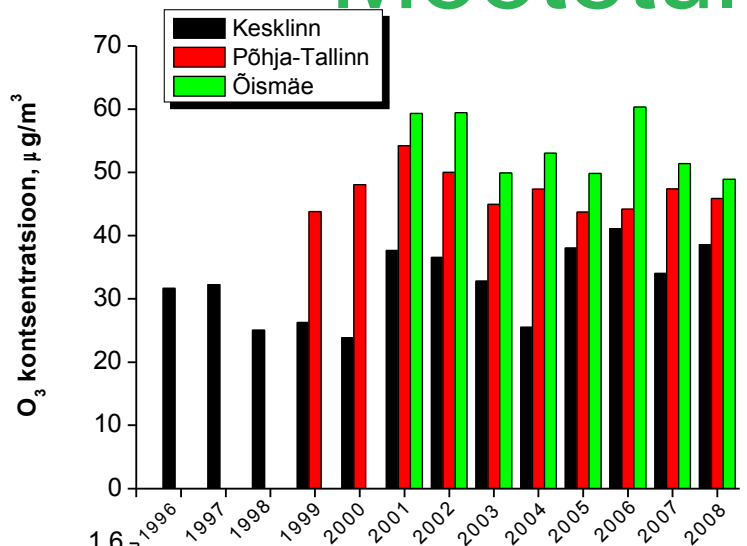
- Ajutised seirejaamad



# Mõõtetulemused

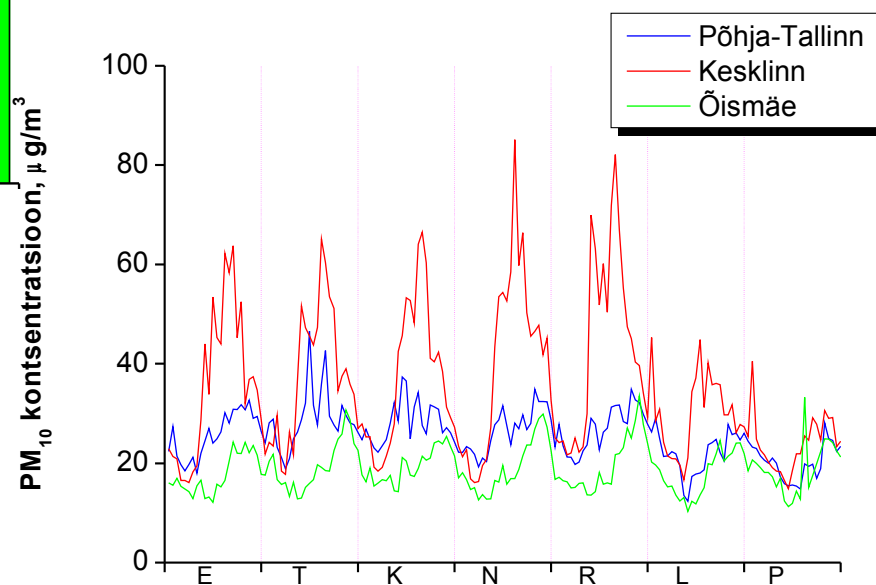
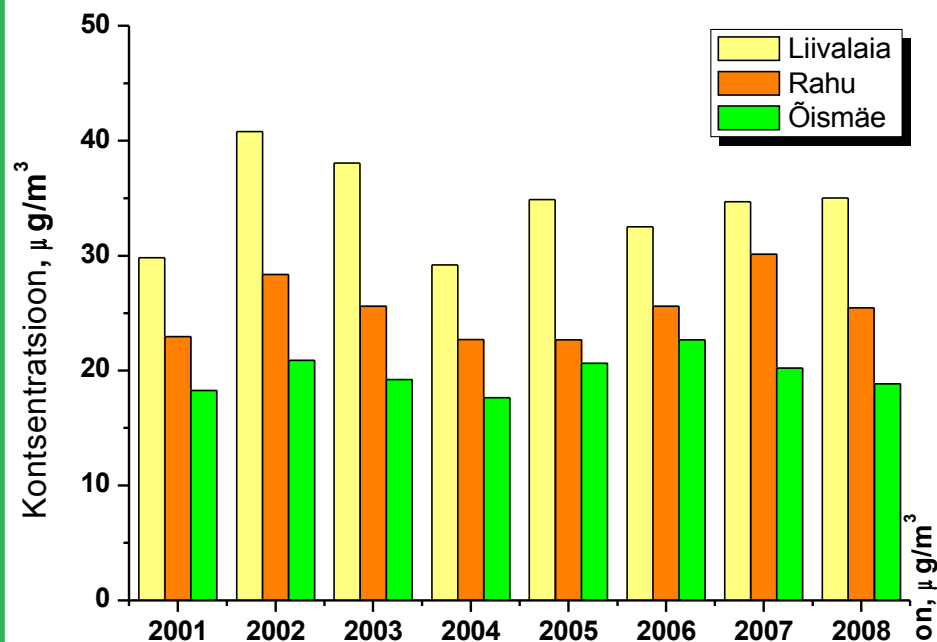


# Mõõtetulemused

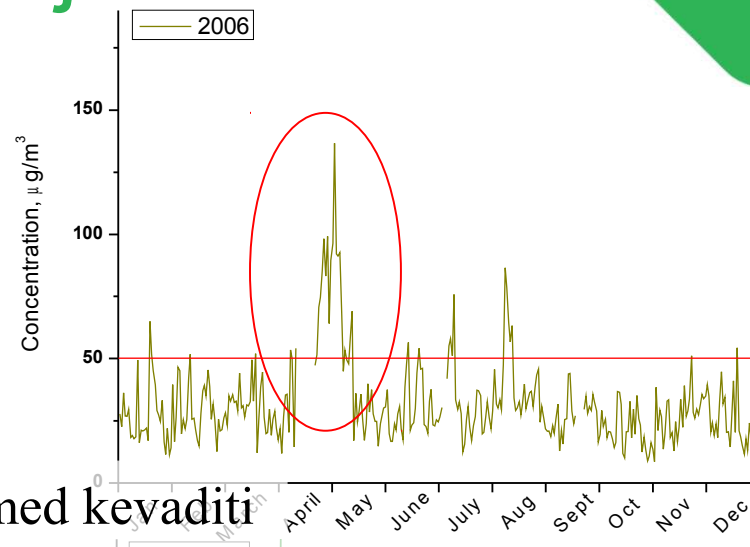
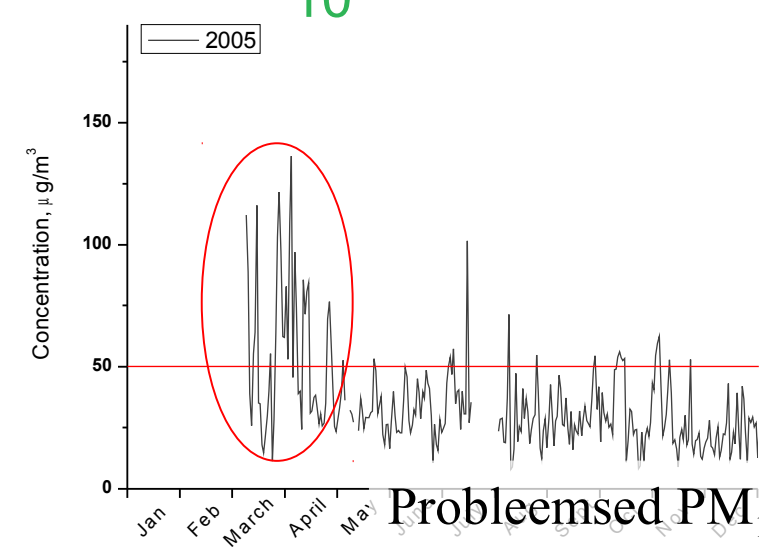




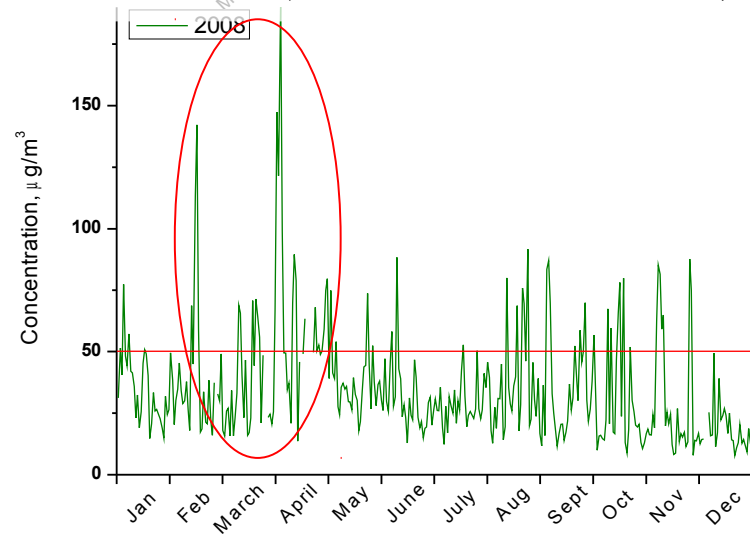
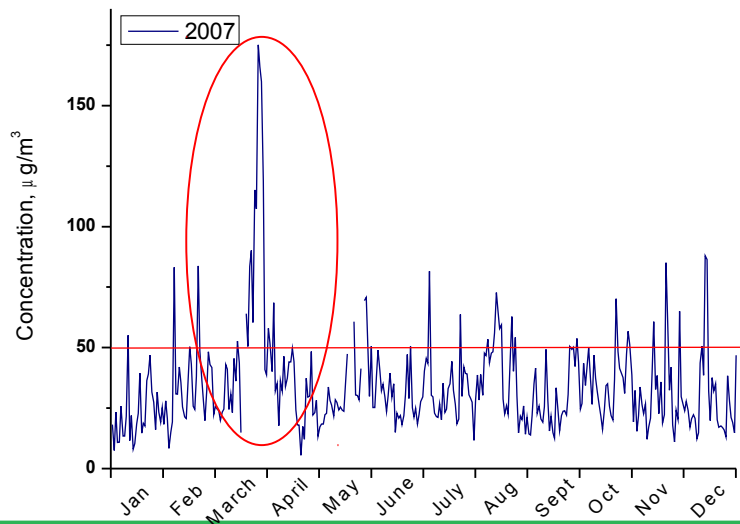
# PM<sub>10</sub> aastakeskmine tase



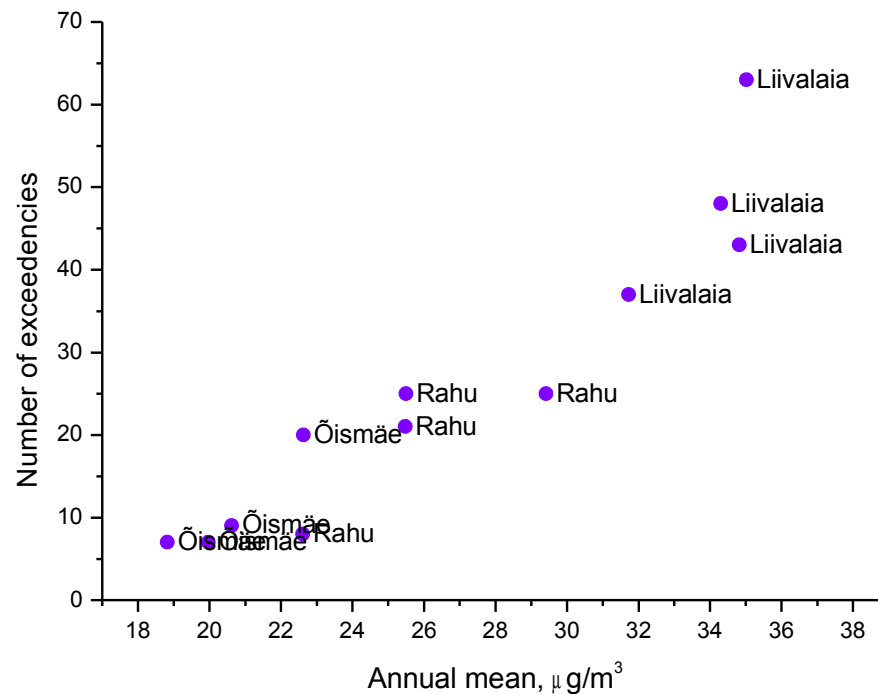
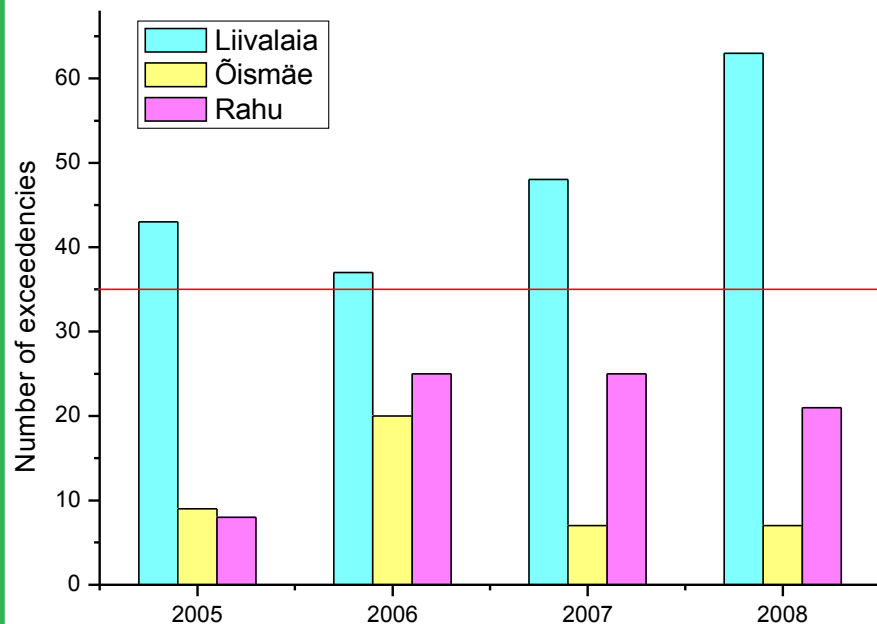
# PM<sub>10</sub> Liivalaia seirejaamas



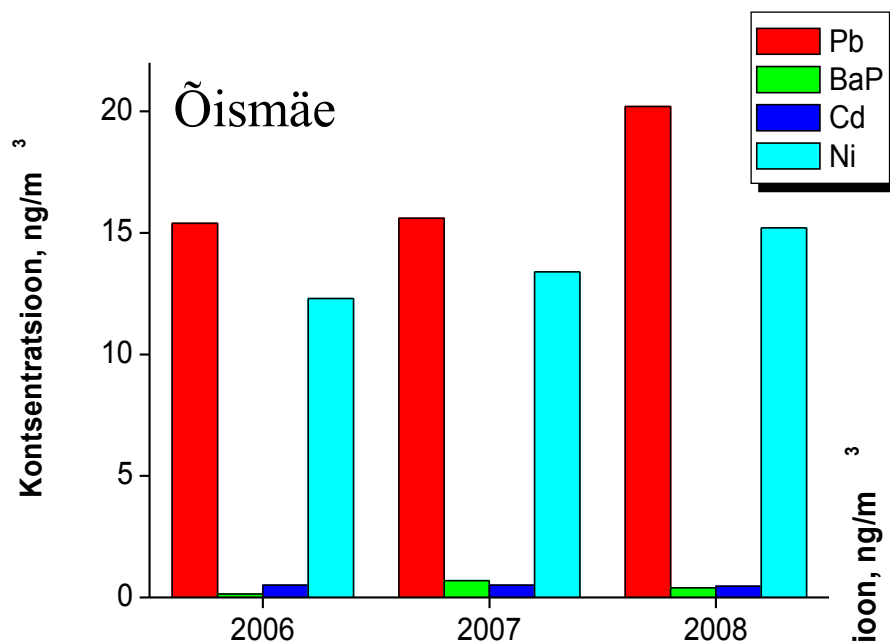
Probleemsed PM<sub>10</sub> tasemed kevaditi



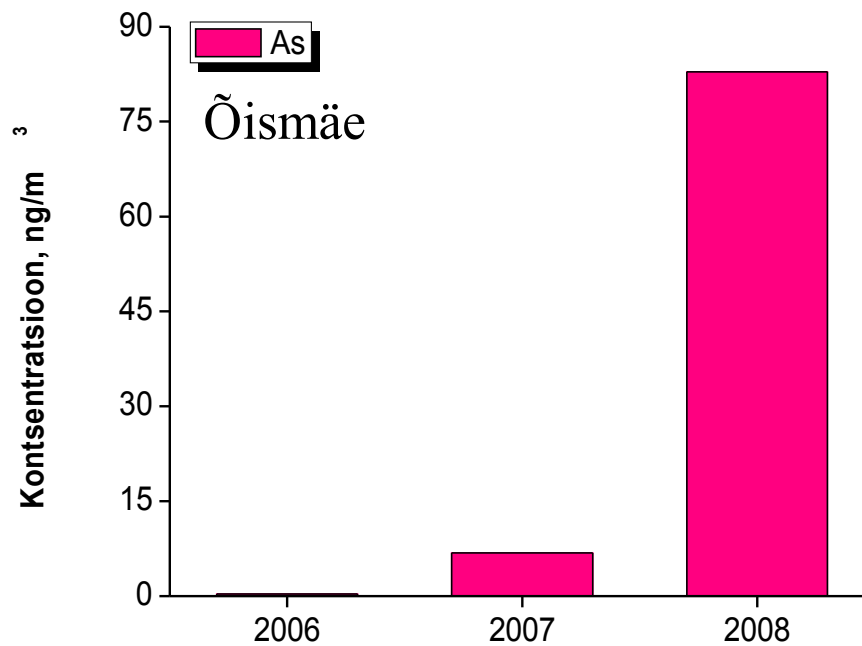
# Piirväärtuste ületamine



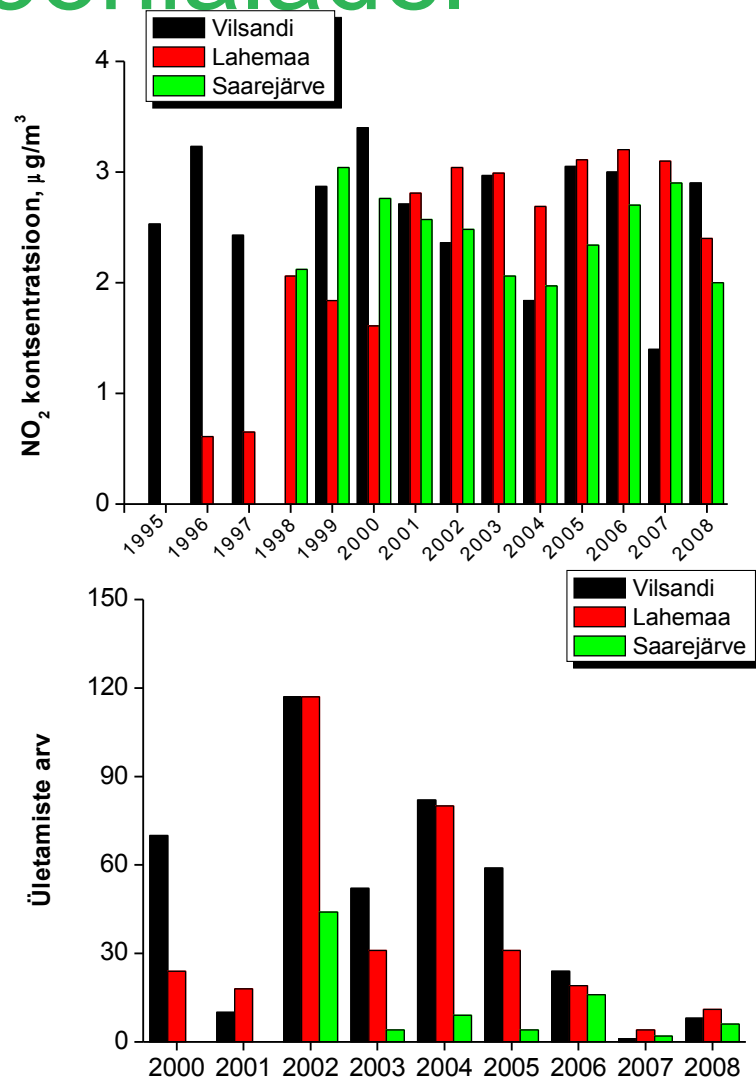
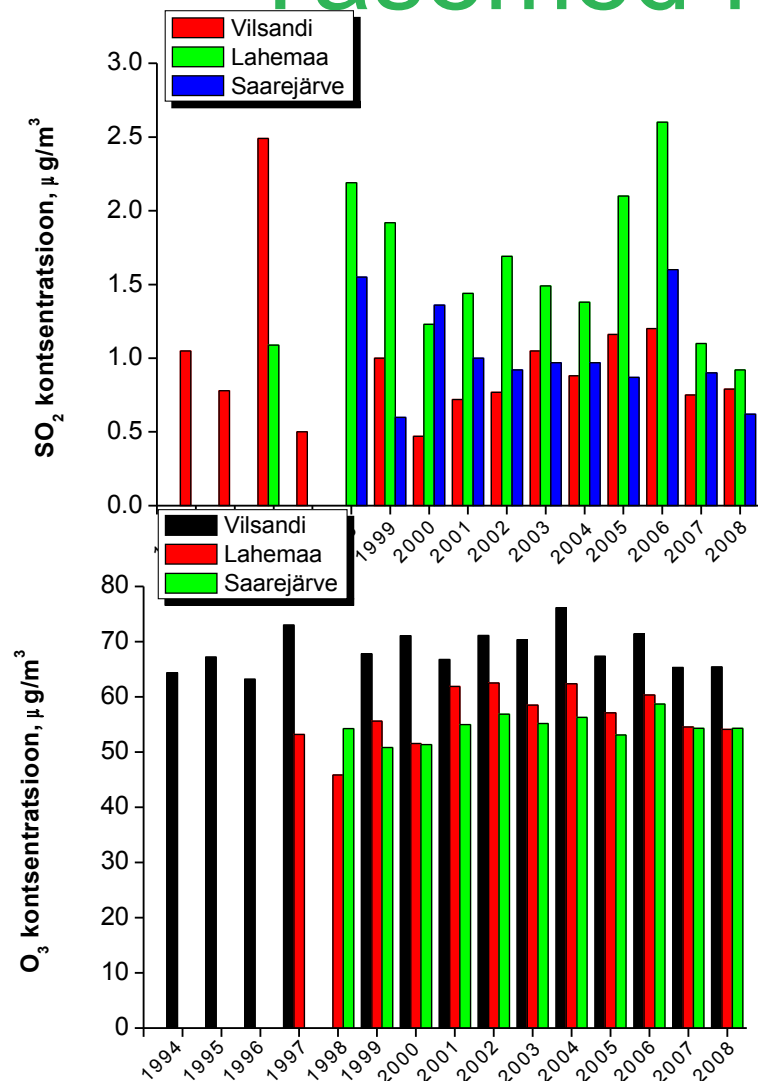
# Raskmetallid ja BaP



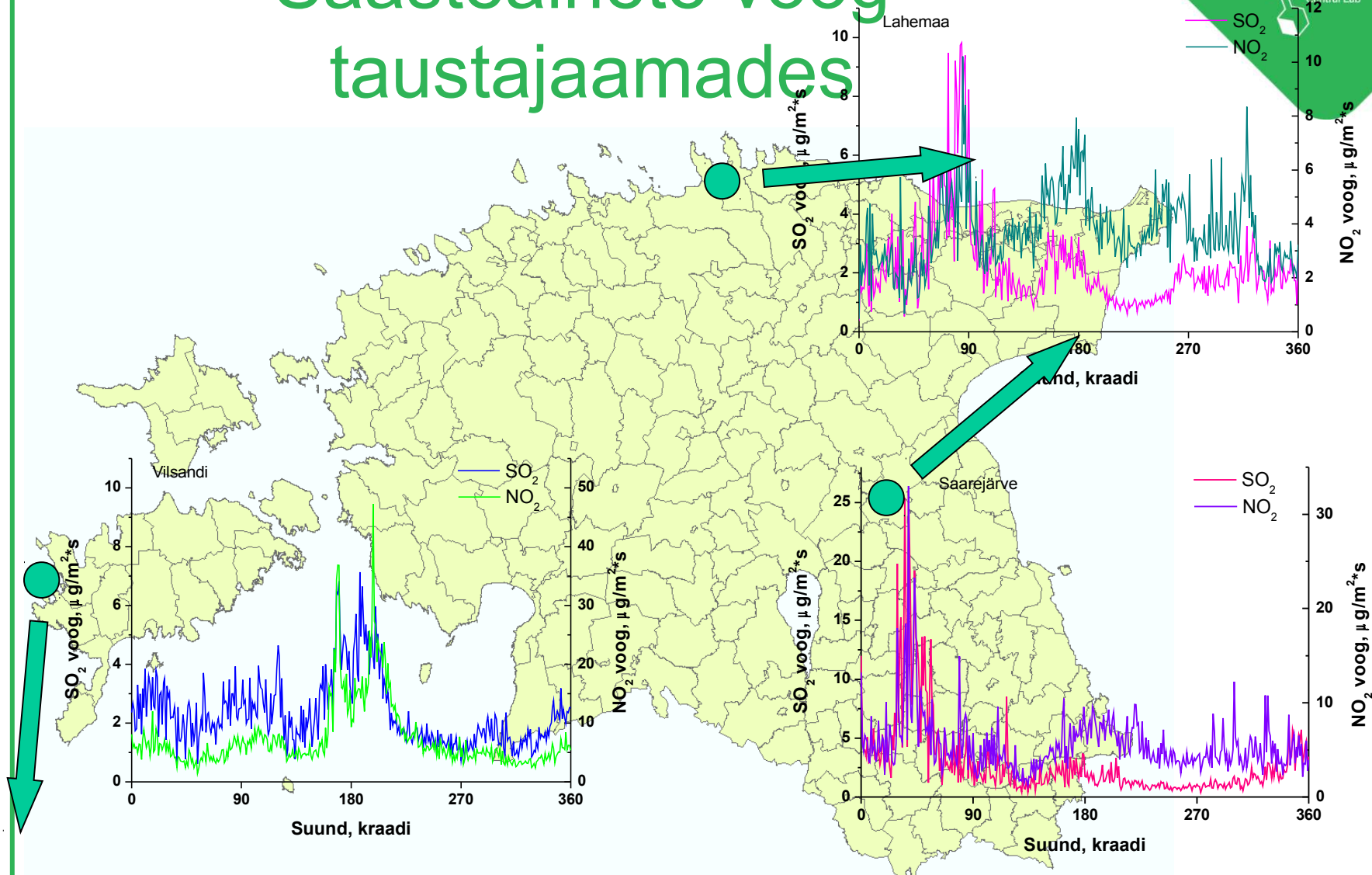
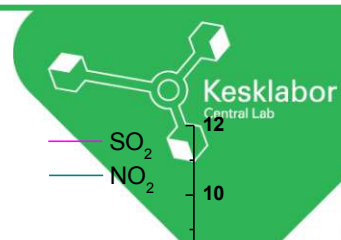
Tartus tehtud pisteliste  
mõõtmiste tuvastati nikli  
anomaalselt kõrged tasemed



# Tasemed foonialadel

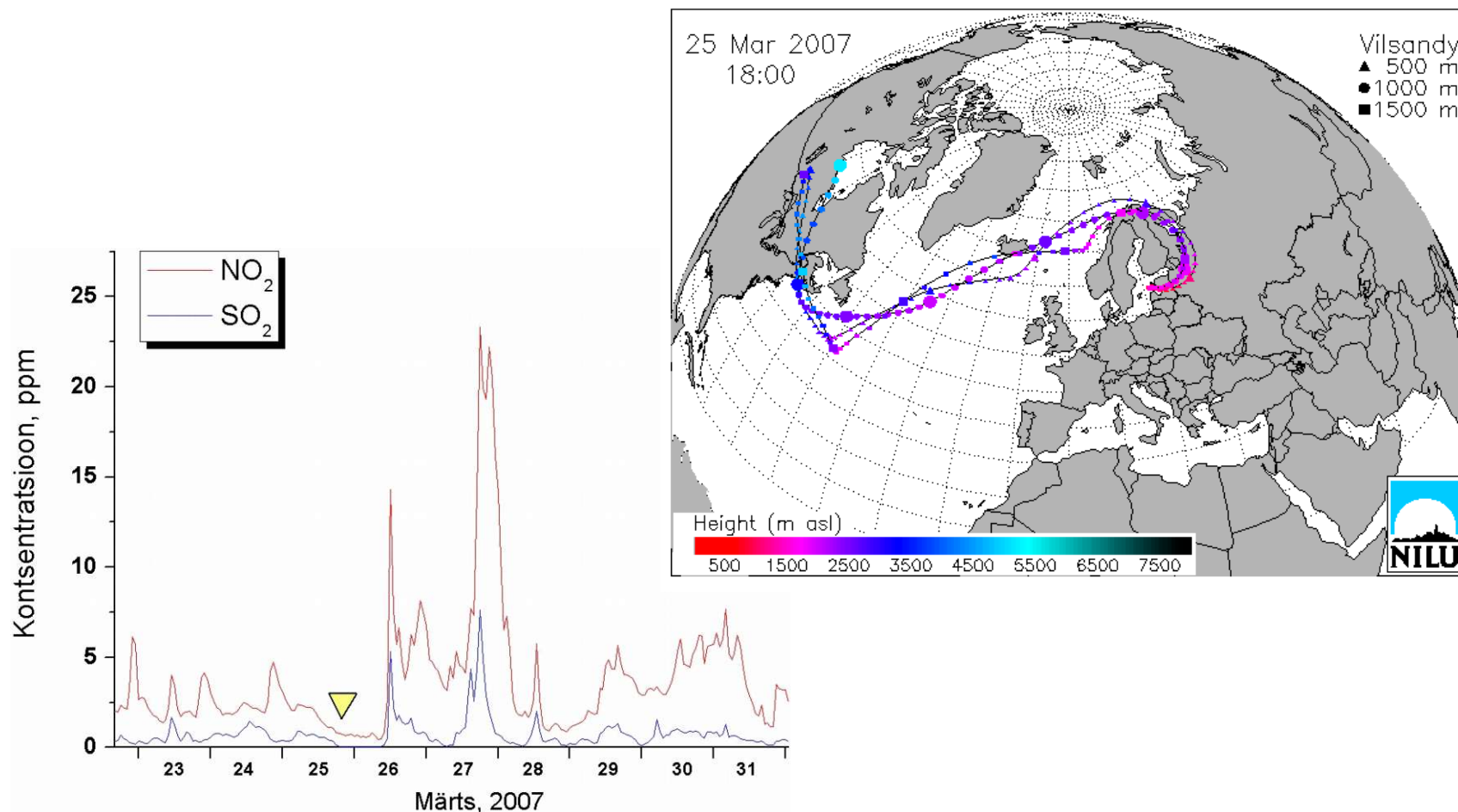


# Saasteainete voog taustajaamades





# EMEP jaamades saasteainete trajektoorarvutused



# Mõõtmiste piiratus

- Kõikjal ja kogu aeg ei ole (tehniliselt) võimalik ja (majanduslikult) mõistlik seiret läbi viia
- Pidevad ja pistelised mõõtmised hõlmavad suhteliselt väikest ruumilist ja ajalist mõõdet
- Olemasolevaid andmeid saab teatud mööndustega ajas ja ruumis liigutada meid huvipakkuvatele perioodidele ja piirkondadele

# Modelleerimine



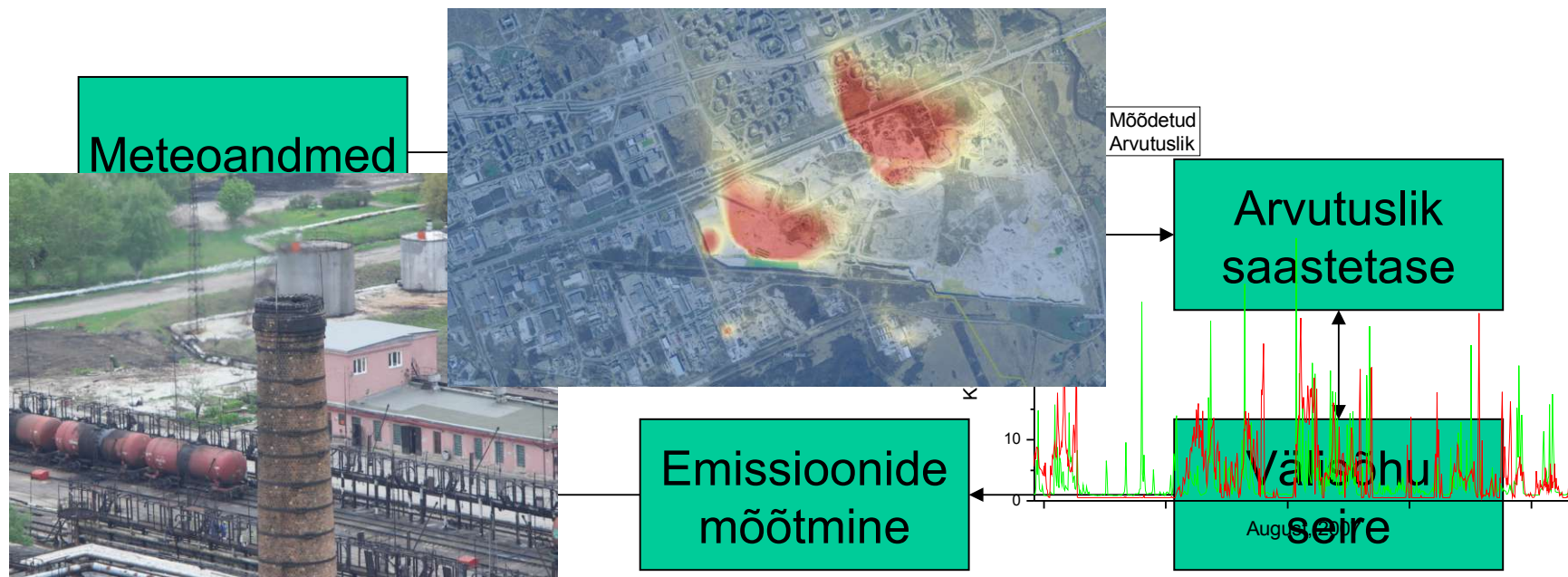
# Modelleerimine

- Saastetasemete arvutuslik hindamine
  - Võimaldab hinnata olukordi tagasiulatuvalt
  - Saab prognoosida muutusi tulevikus
  - Mängida läbi mitmesuguseid arenguid
  - Katta piirkondi ja perioode, kus seireandmed puuduvad
  - Hinnata elanike ekspositsiooni ja arvutada välja mõju tervisele, eluea lühenemist jms



# Modelleerimine

Emissiooniandmete ja meteoparameetrite põhjal arvutatakse matemaatiliselt saasteainete sisaldus ja levik välisõhus. Arvutuslikke saastetasemeid kontrollitakse omakorda välisõhu mõõtmistega. Tulemuste erinevuse puhul kontrollitakse emissiooniandmeid reaalse emissioonimõõtmise teel.

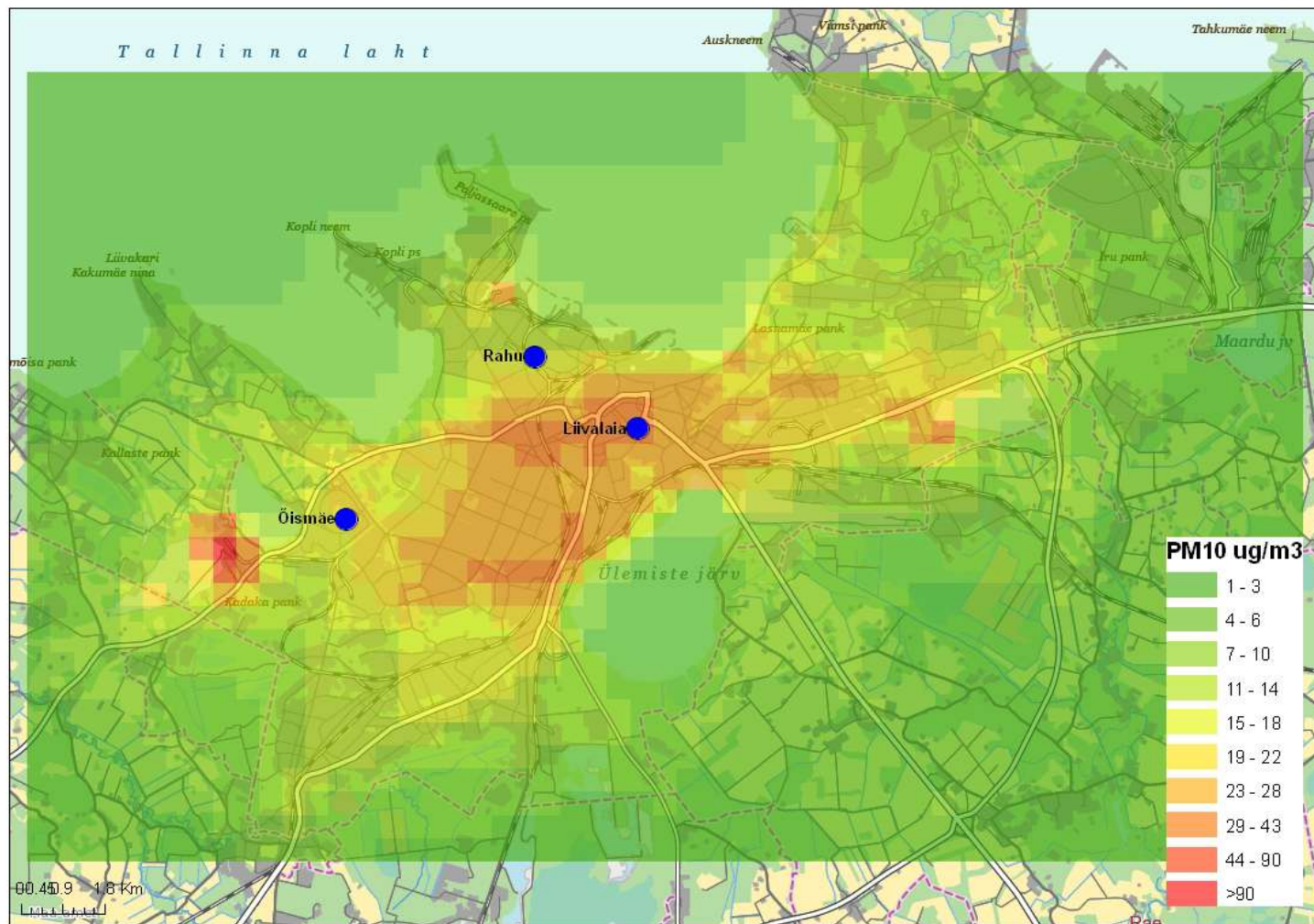


# Modelleerimine





# Modelleerimine





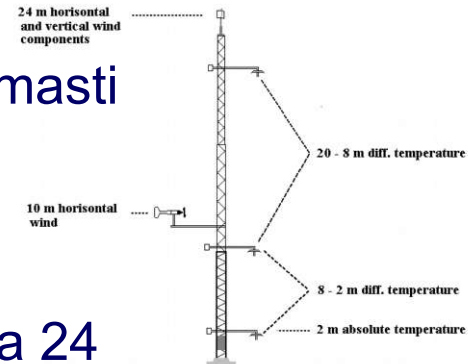
# Emissioonandmed

- Riiklikud andmekogud
  - Välisõhu saasteload (KLIS)
  - Ettevõtete aruanded (OSIS)
- Liiklustiheduse loendus ja modelleerimine
- Uuringud, teaduspublikatsioonid
- Muude riikide emissioonitegurid
- Materjalibilansi põhjal arvutamine

# Meteoandmed

Neli 24 m kõrgust meteomasti tagavad andmesisendi matemaatiliste hajumismudelite tarbeks

- Tuule kiirus 10 m ja 24 m kõrgusel
- Temperatuurid 2 m, 8 m ja 22 m kõrgusel
- Niiskus
- Sademed
- Vertikaalne tuul 24 m kõrgusel
- Puhangud
- Päikesekiirgus



# Mobiilsed seirejaamad



PM sampling in  
lime quarry





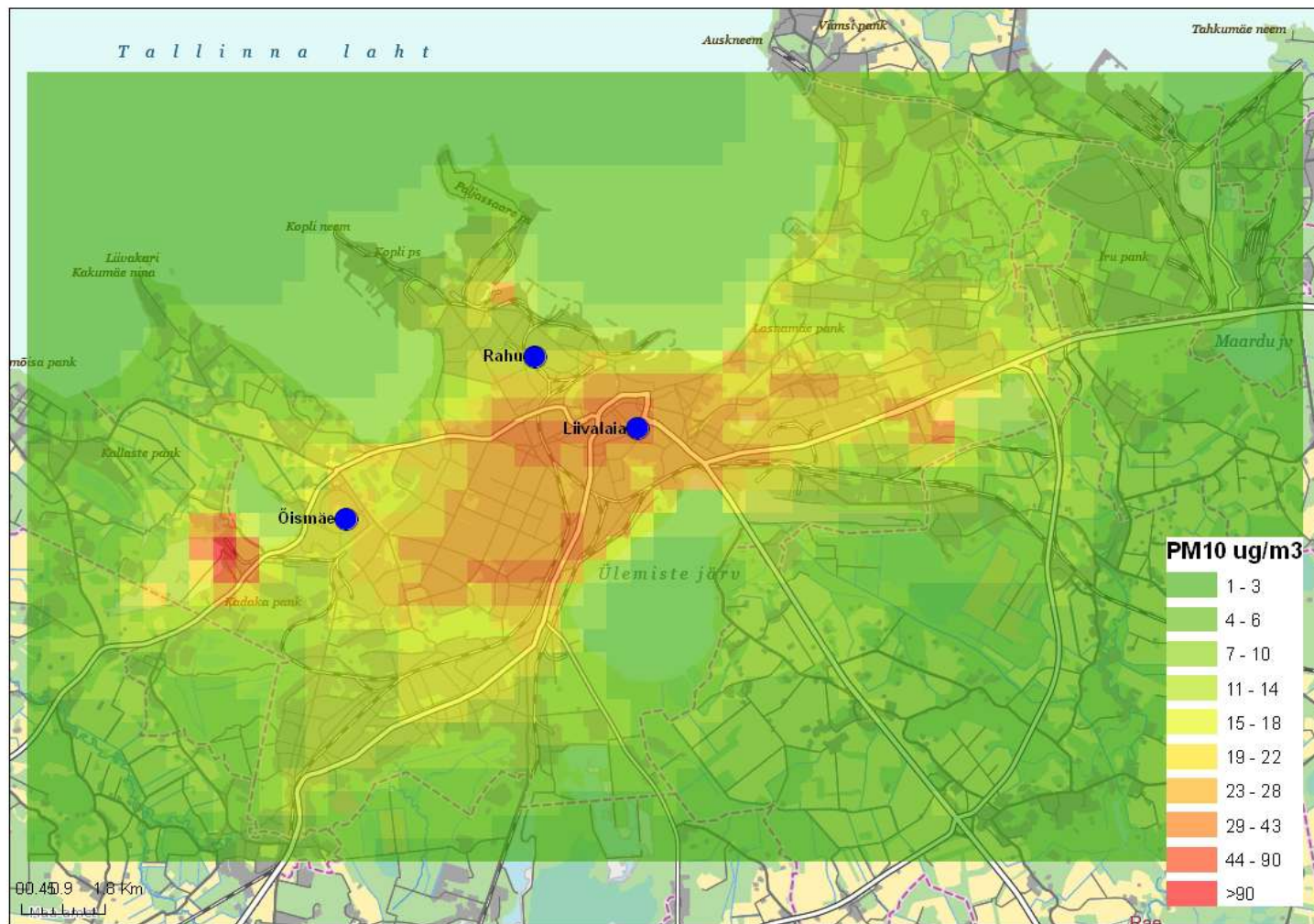
# Teisaldatavad konteinerjaamad



Emissiooniandmete kontrollimiseks ja spetsiifiliste saastepisoodide uurimiseks ja saasteallikate tuvastamiseks.

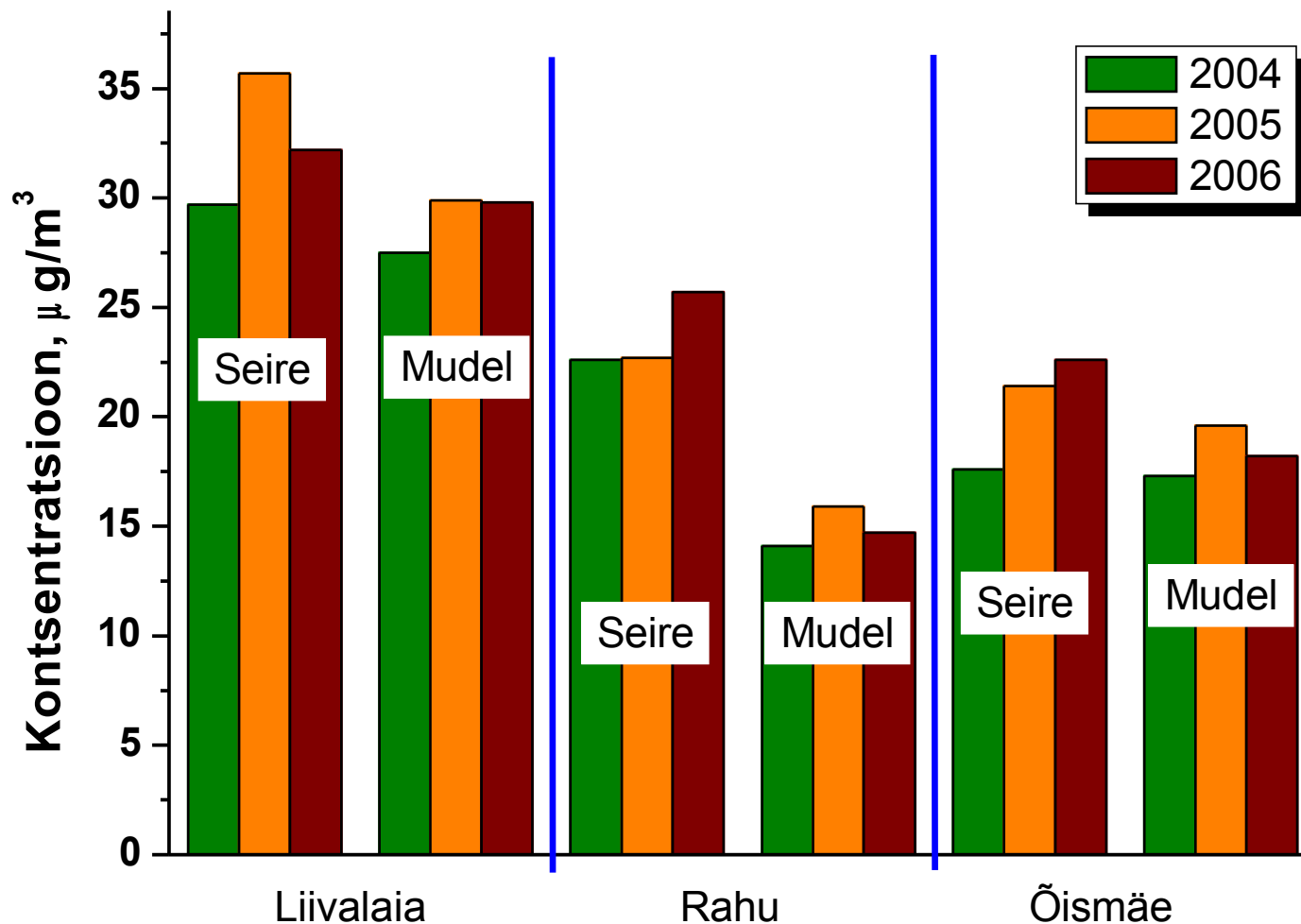


# Modelleerimine

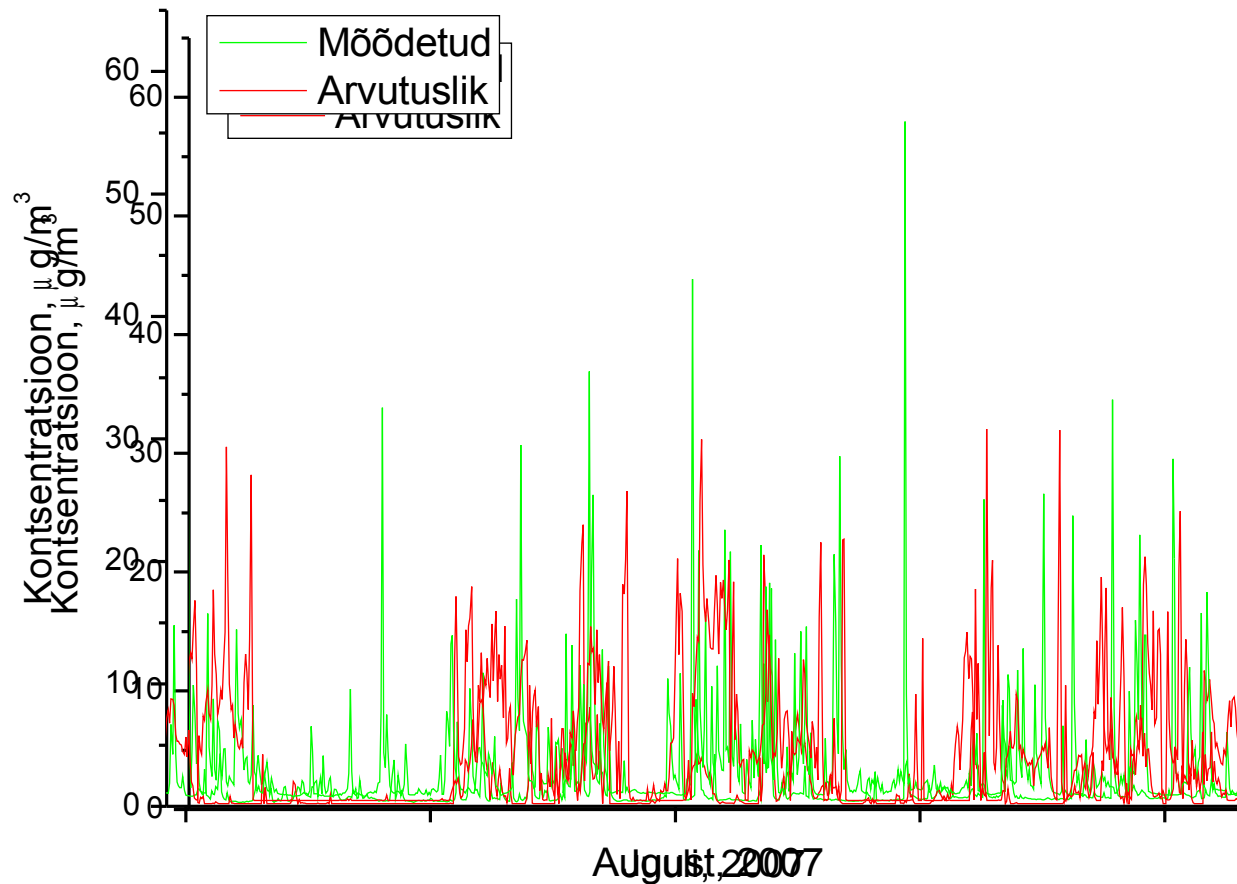




# Mõõdetud ja modelleeritud tasemete võrdlus



# Mõõdetud ja modelleeritud tasemete võrdlus



# Kokkuvõte

- Suurimad probleemid peente osakestega linnapiirkondades
- Mõningate raskmetallide (As ja Ni) anomaalselt kõrged tasemed
- Modelleerimine on muutumas peamiseks seire tööriistaks, reaalsed mõõtmised on seiret toetavaks ja kontrollivaks funktsiooniks
- Arvutuslike tasemeid seob reaalsusega siiski ainult mõõtmine

Eesti Keskkonnauuringute Keskus

**Täna tähelepanu eest!**  
**[erik.teinemaa@klab.ee](mailto:erik.teinemaa@klab.ee)**

