



ILMATIETEEN LAITOS
METEOROLOGISKA INSTITUTET
FINNISH METEOROLOGICAL INSTITUTE

Ilmanlaadun älykäs mallintaminen kaupunkiympäristössä

Lasse Johansson

16.8.2019





FMI-ENFUSER ilmanlaatumalli

• Paikallisen skaalan ilmanlaatumalli

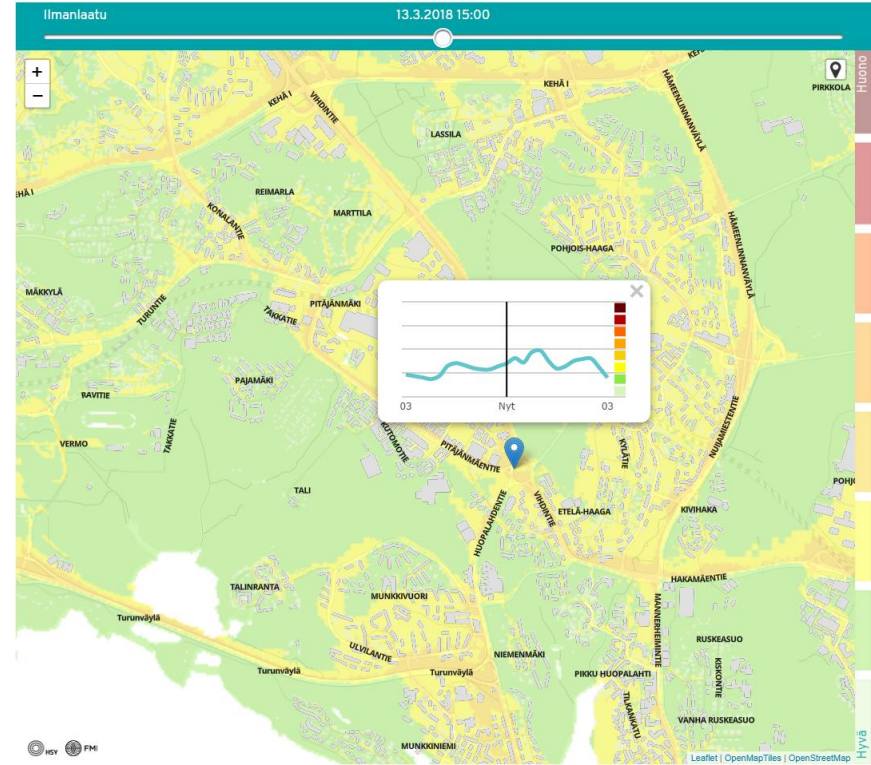
- Tuottaa pääkaupunkiseudulle ennusteita 3/2018 lähtien osana CITYZER ja HAQT hankkeita
- Siirrettävissä myös muihin kohteisiin (esim. Nanging Kiina, Delhi, Intia)

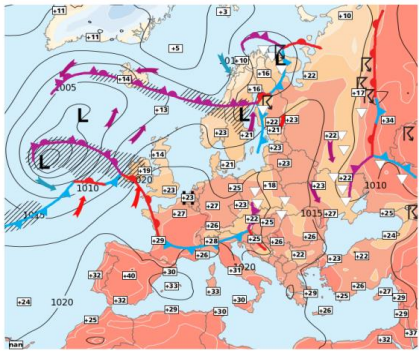
• Nopea päivityssykli

- Mallitulokset päivitetään esim. kerran tunnissa ja saatetaan pikaisesti käyttäjien saataville

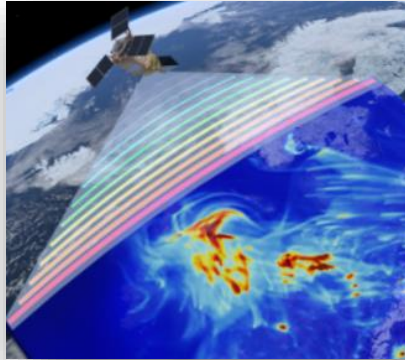
• Mallin erikoisuus: Mittausinformaation jatkuvatoiminen hyödyntäminen ja datafuusio

- Mukauttaa mallintamisen mittausdataan perustuen
- Oppii tuottamaan tarkempia ennusteita

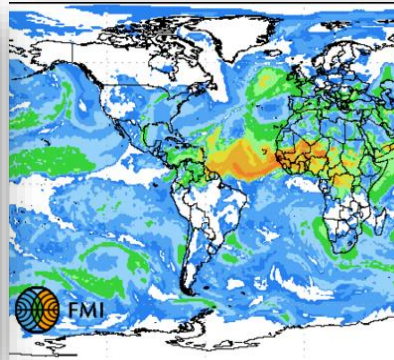




Meteorologinen data



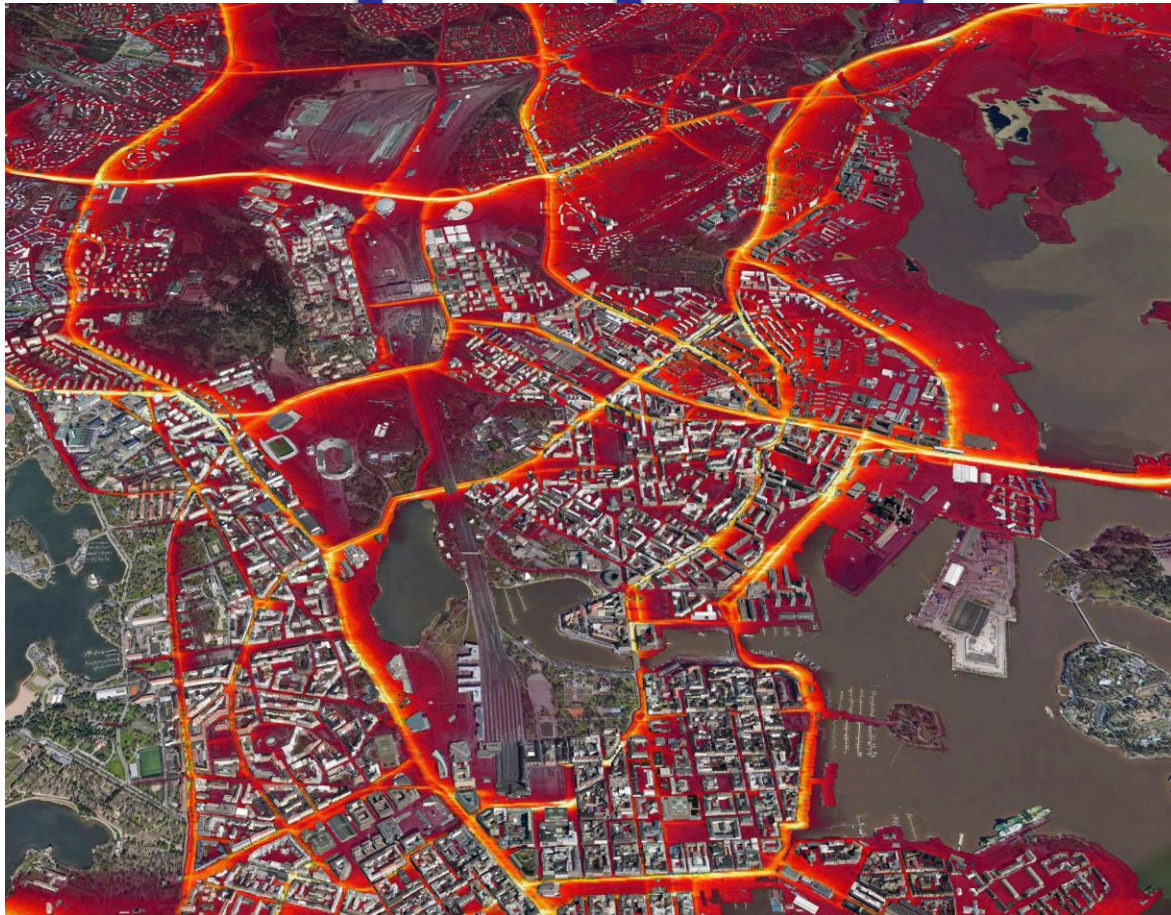
Satelliittimittaukset



Kaukokulkeuma



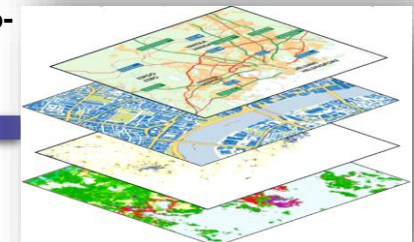
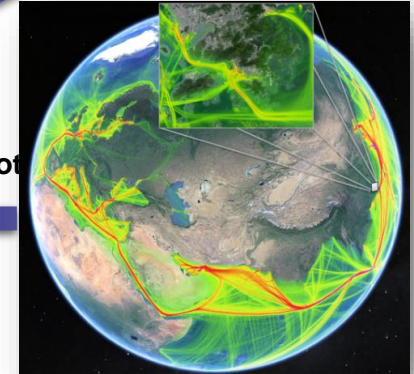
Mittaukset, asemat/sensorit



Päästö-
inventaariot

Ympäristö-
kuvays

aktiviteetit

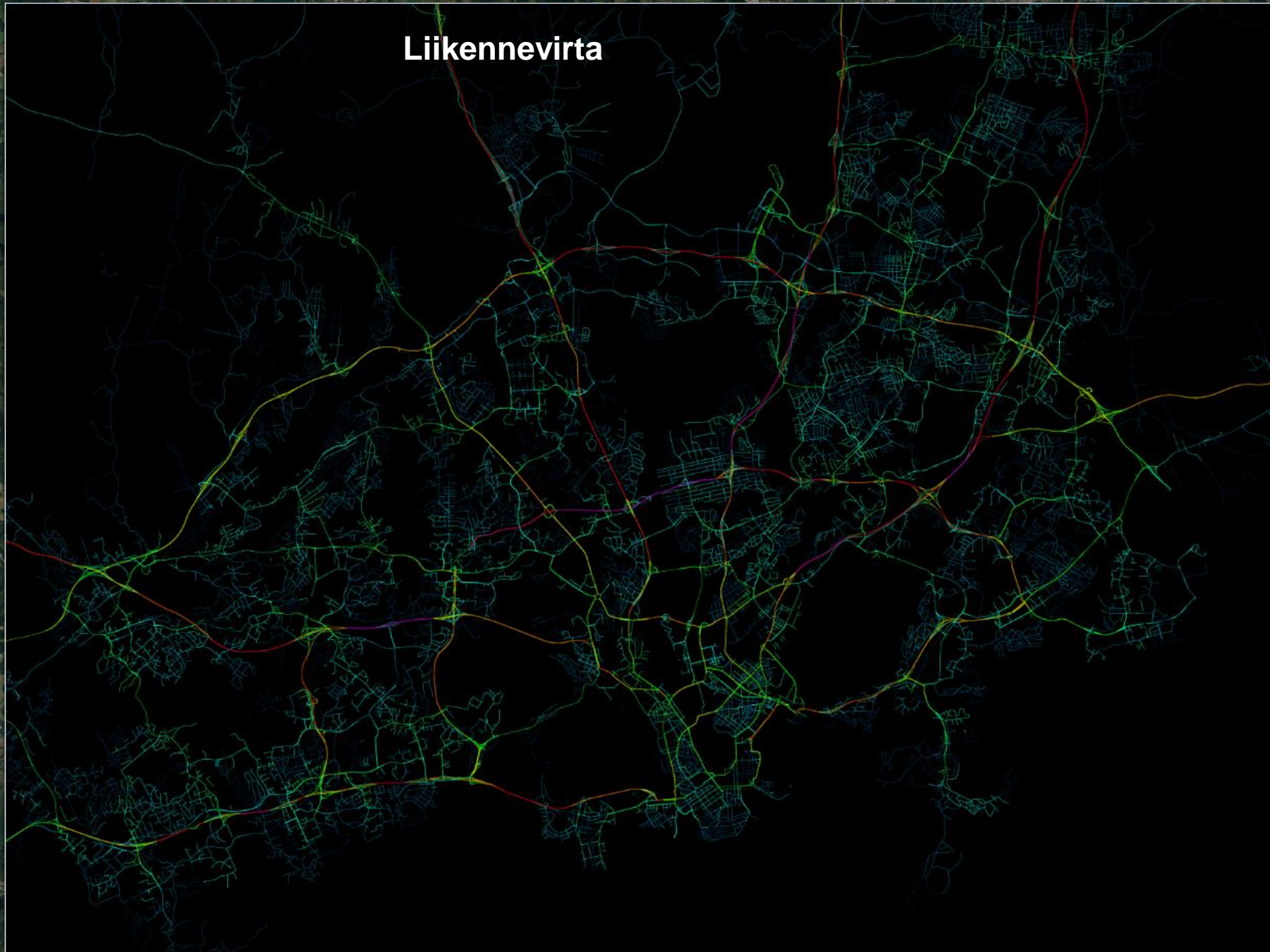




Älykkään ilmanlaatumallintamisen kulmakivi: Data

- **Datan jatkuva haaliminen**
 - Avoimia rajapintoja onneksi saatavilla aina vain enemmän
- **Datan prosessointi ja hyödyntäminen**
 - Monet tietolähteet vain epäsuorasti kytköksissä ilmanlaatuun
 - Jotta ilmanlaatu voidaan ennustaa yksityiskohtaisesti kaupungissa, pitää mallintaa miten **itse kaupunki toimii ja sen asukkaat käyttäytyvät**
- **Koneoppiminen datan perusteella**
 - Mallin ennusteet versus mittauspisteet – mitä enemmän mittauspisteitä sitä paremmat edellytykset koneoppimiselle

Liikennevirta



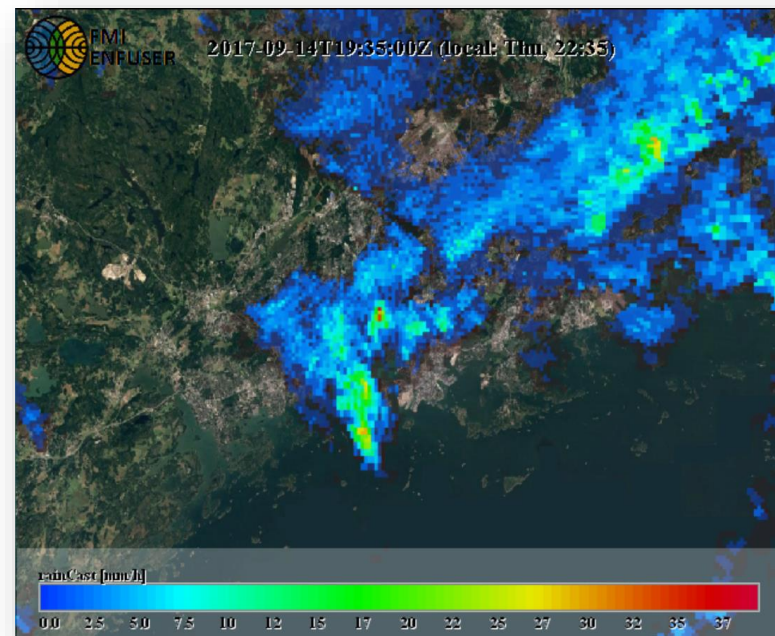
Mallinnusta tukevat epäsuorat tietolähteet

- **Laivojen aktiviteettitieto (AIS)**
 - Saatavilla reaaliajassa joko vastaanottimella tai kaupallisista palveluista
 - Laivapäästöt: aktiviteetit kytketty FMI-STEAM laivapäästömalliin
- **Tieliikenteen ruuhkat (HERE)**
 - Vaikutus ilmanlaatuun alentuneen liikennenopeuden myötä
- **Katujen kunnossapitotyöt**
 - Itäinen Helsinki
 - Esim. Hiekoitus, suolaus, pölynsidonta...
 - Vaikutus katupölyyn



Meteorologia

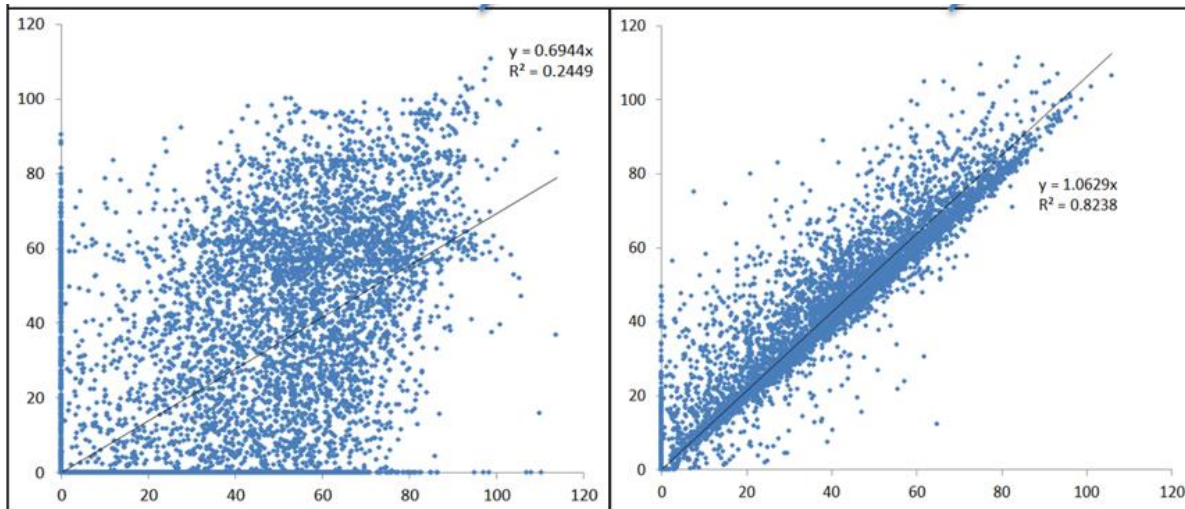
- Tyypillisesti saatavilla oleva meteorologinen informaatio on kilometriskaalassa
 - Tuulikentät tarvittaisiin paikoin muutamien metrien tarkkuudella (esim. katukuilut)
- Pääkaupunkiseudulla ENFUSER-mallissa hyödynnetään mm:
 - "RainNowCast" (CITYZER)
 - Tiesääasemat ja tiesään ennusteet
 - Sääennusteet useasta tietolähteestä
 - Meteorologisen datan prosessointi (downscaling)





Datafuusio

- Älykäs mallintaminen perustuu pitkälti ilmanlaadun mittauksiin ja mallinnettuun taustaan (kaukokulkeumaan)
 - **Mutta: Dataan ei voi koskaan täysin luottaa**
 - Ratkaisu tähän haasteeseen on datafuusio
 - Idea: muodostetaan kokonaiskuva hyödyntäen isoa joukkoa ”eriäviä mielipiteitä”



Ilmanlaatusensori vs. ENFUSER
(NO2 tuntikeskiarvo)

Ilmanlaadun mittausasema vs.
ENFUSER (NO2 tuntikeskiarvo)

Datafuusio mahdollistaa edullisten mittalaitteiden hyödyntämisen virallisen mittausverkon jatkeena.



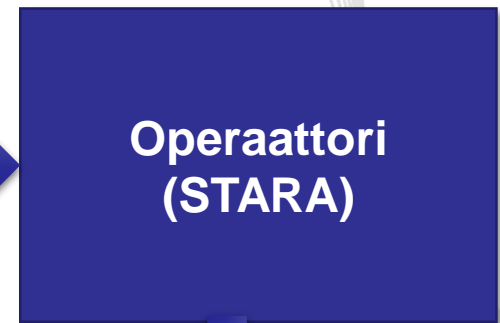
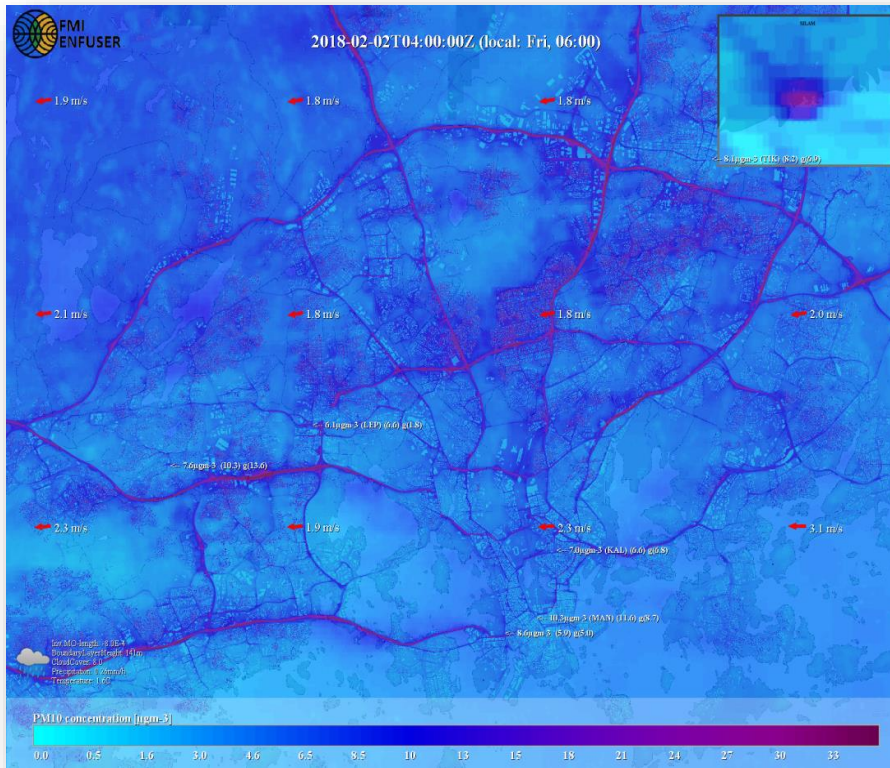
Datafuusion etuja

- **Koneoppiminen suoraan mittausinformaatiosta**
 - Ei tarvitse päivittää esimerkiksi liikenteen päästökertoimia, vaan ne päivittyvät automaattisesti mittausdatan ohjaamana
- **Tarkempi mallinnustulos välittömästi**
 - Mallinnuksen mukautuminen viimeisimpien mittauspisteiden perusteella
- **Tietoa mittausverkon tilasta**
 - Vikatilanteet sensoreissa voidaan tunnistaa mallinnusvaiheessa
 - Mittaukset hyödyntävät mallinnusta **JA** mallinnus hyödyttää mittausverkon ylläpitoa
- **Ennalta tuntemattoman päästölähteen havainnointi**
 - Datafuusioon sisältyy jatkuvatoiminen paikallinen lähdeanalyysi
 - Uuden voimakkaan paikallisen päästölähteen ilmaantuminen mahdollista havaita

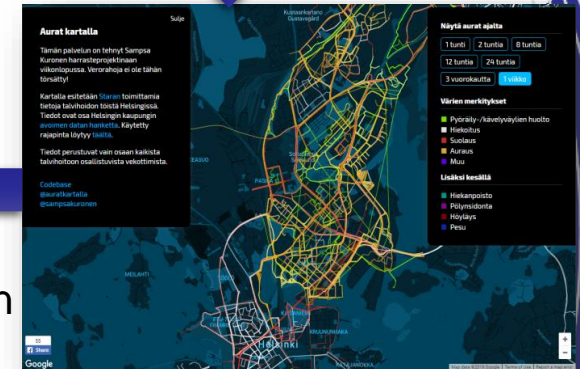
Ilmanlaatu-tiedon älykäs hyödyntäminen

Esimerkki: mallinnettu katupöly (PM10)
kytkettynä katujen kunnossapitoon

Operaattori kohdentaa toimenpiteitä
mallidataa hyödyntäen



Huoltotyöt
kirjataan
tietokantaan



Päivitetyt katujen kunnossapitotyöt luetaan seuraavan malliajon yhteydessä, vaikuttaen katupölyn ennusteeseen



Yhteenveto

- **Älykäs ilmanlaadun mallintaminen kaupunkiympäristössä vaatii**
 - Monipuoliset ja reaaliaikaiset tietolähteet
 - Meteorologia, päästölähteet, aktiviteetit yms.
 - Kohdealueen kartoitus
 - Kattavan ilmanlaadun mittausverkon
 - Yhdistelmä mittausasemista ja sensoreista
 - Kyvykkyys datafuusioon ja koneoppimiseen
 - Kyky pärjätä epätarkan informaation kanssa

