

A transmission electron micrograph showing a cross-section of biological cells. The image displays various cellular structures, including membranes and internal organelles. A prominent feature is a large, dark, circular structure, possibly a nucleus or a large organelle, located in the lower-left quadrant. The background is filled with intricate patterns of membranes and smaller, dark, granular structures. A white scale bar is located in the bottom-left corner, labeled '500 nm'.

Liikenteen päästöt ja niiden linkittyminen ilmanlaatuun

Topi Rönkkö

Aerosolifysiikan laboratorio, Tampereen yliopisto

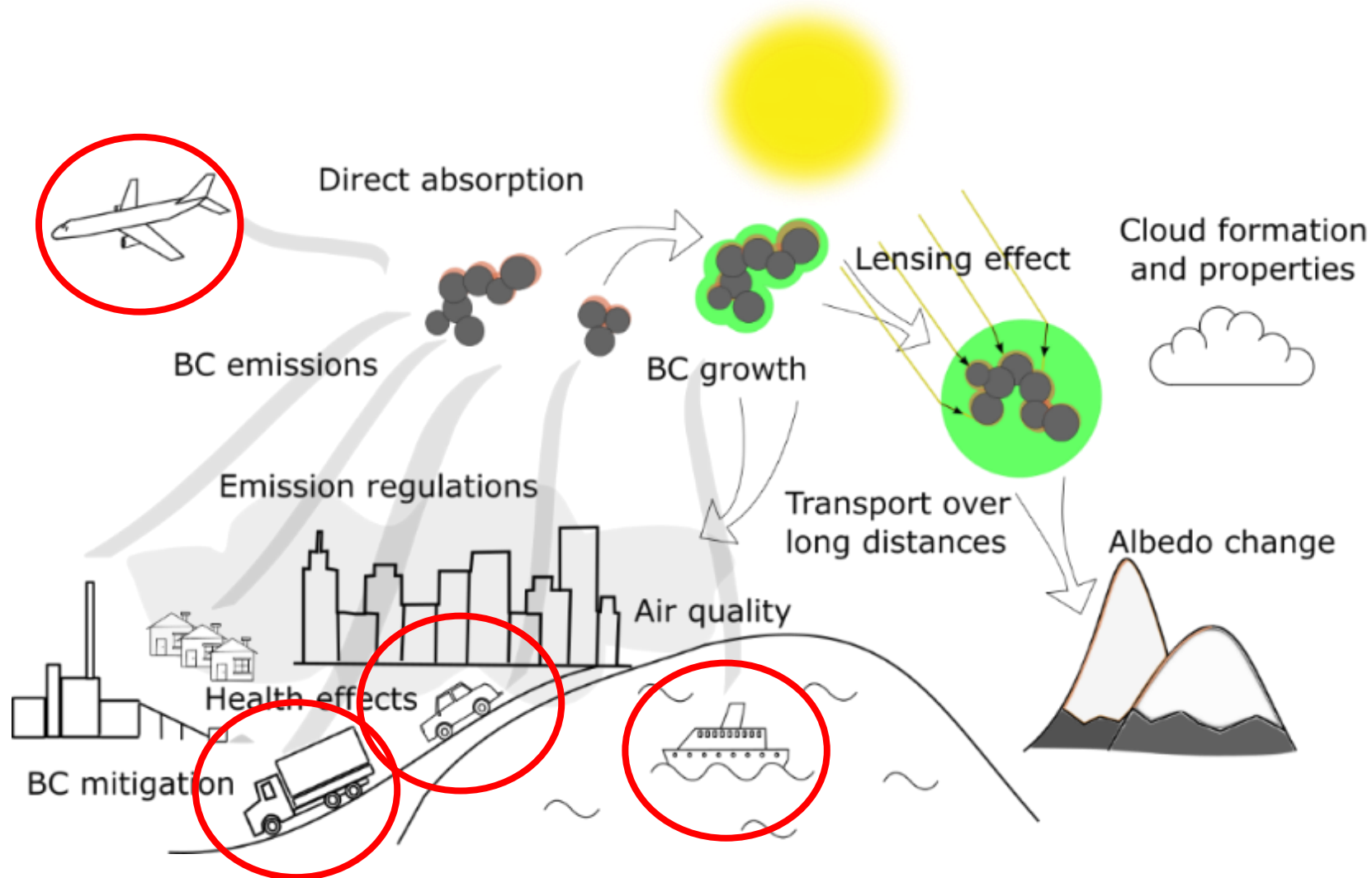
PIK-työpaja 29. marraskuuta 2024

500 nm

Image: Aerosol Physics Lab, Lund Univ.,
Tampere Microscopy Center

Polttoprosessien päästöillä on vaikutus sekä ilmastoon että ilmanlaatuun

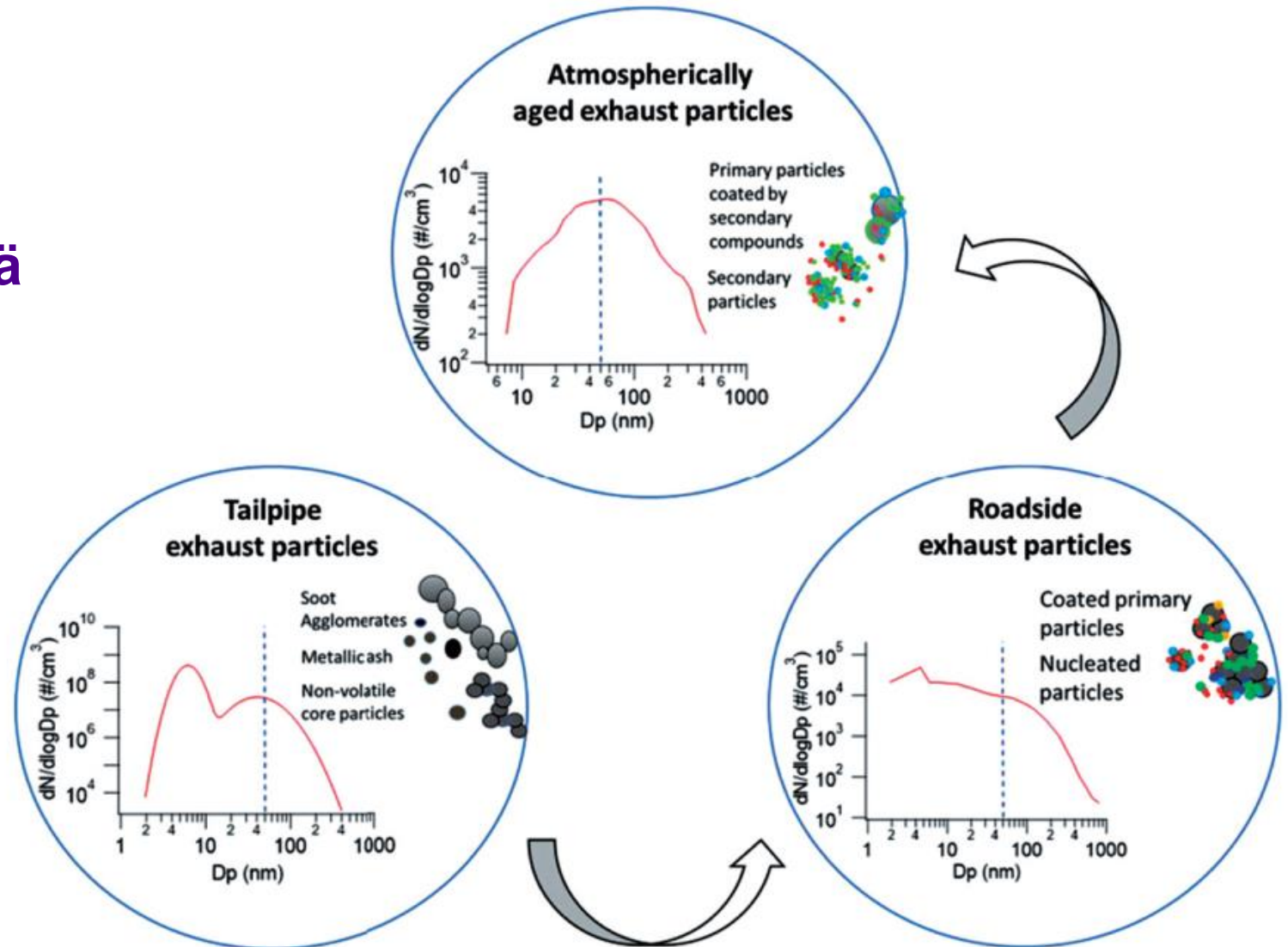
Kuvassa hahmoteltu mustahiilihiukkasen lähteitä ja vaikutuksia



- Liikenteen päästöt
 - Mopot, moottoripyörät, autot, raskaat ajoneuvot, työkoneet, laivat, lentokoneet
 - Säänneltyjä, mutta erilaisia päästörajoja eri lähteille
 - Hiukkaset: Hiukkasmassa, kiinteiden hiukkasten lukumäärä
 - Kaasut: NO_x, HC, CO jne
 - Liikenteestä myös sääntelemättömiä päästöjä
 - Ei-pakokaasuperäiset päästöt
 - Sekundääriseen hiukkasmuodostukseen vaikuttavia yhdisteitä säädelty vain epäsuorasti
 - Pienimmät hiukkaset
 - Ajoneuvotekniikat muuttuvat koko ajan → päästöt muuttuvat
- Ilmanlaatu
 - Päästölähteet lähellä
 - Ilmansaasteiden kulkeutuminen
 - Ilmakehän olosuhteet
 - Rakennettu ympäristö
- Seurattavia parametrejä useita, esim. PM_{2.5}, NO₂, CO, O₃
- Tämänhetkinen ilmanlaadun monitoroinnin kehitys ”nopeaa”

Liikenteen aerosolipäästöt muuntuvat ilmakehässä

- Tuoreiden kaasumaisten päästöjen nukleaatio ja kondensaatio
- Ilmakehässä ikääntyneiden yhdisteiden nukleaatio ja kondensaatio
- Vaikutukset hiukkasten pitoisuuteen, kokojakaumaan, koostumukseen



Rönkkö and Timonen, 2019

Methods in experimental traffic emission studies

Engine and vehicle laboratories



Highly controlled environment and test conditions, repeatability



PEMS



Realistic driving conditions



Chasing vehicles on road



Realistic driving conditions and exhaust dilution and cooling



Roadside / on-road in traffic



Emissions of whole vehicle fleet



Chamber studies



Atmospheric ageing taken into account



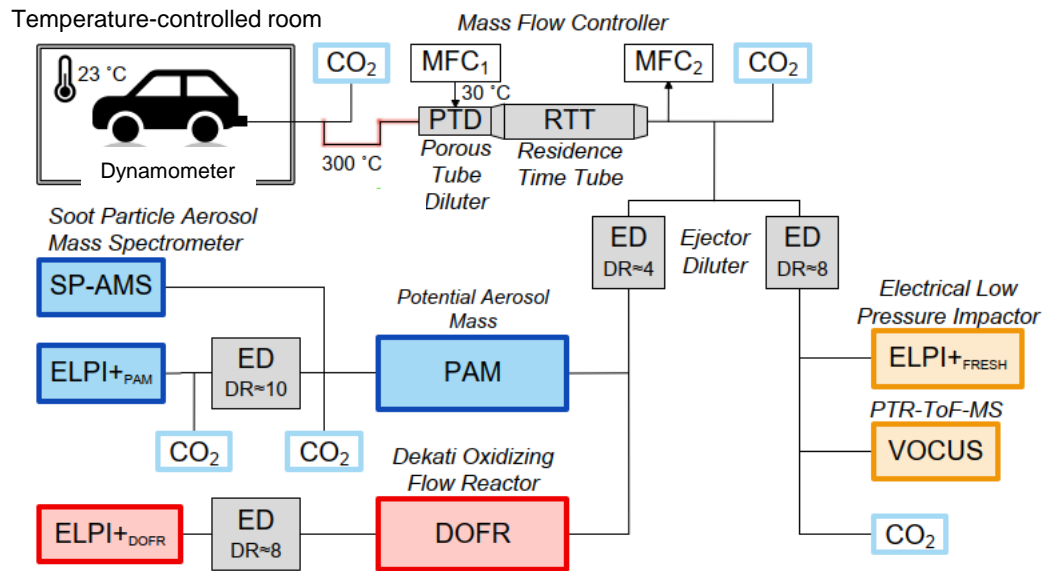
Effects of fuels, filtration, catalysts, engine oils, engine loading...

PAREMPI-projektin laboratoriomittaukset henkilöautojen päästöille

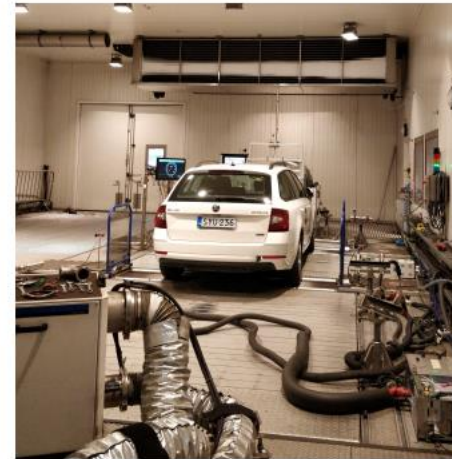
Katariina Kylmäen diplomityö, julkaistaan pian Suomeksi

- Euro 4 dieselauto
- Euro 6 kaasuauto

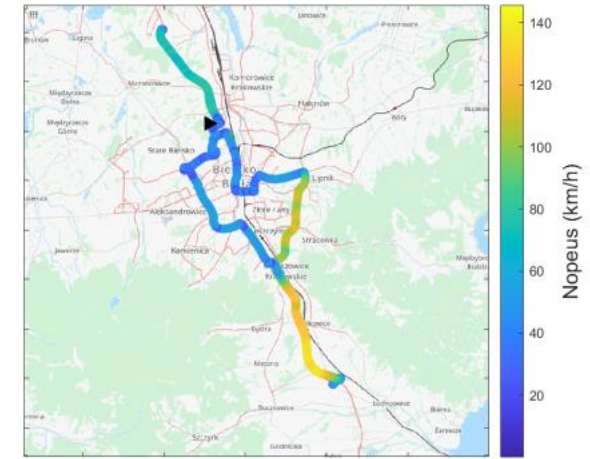
(+ 5 muuta autoa, tuloksia ei vielä julkaistu)



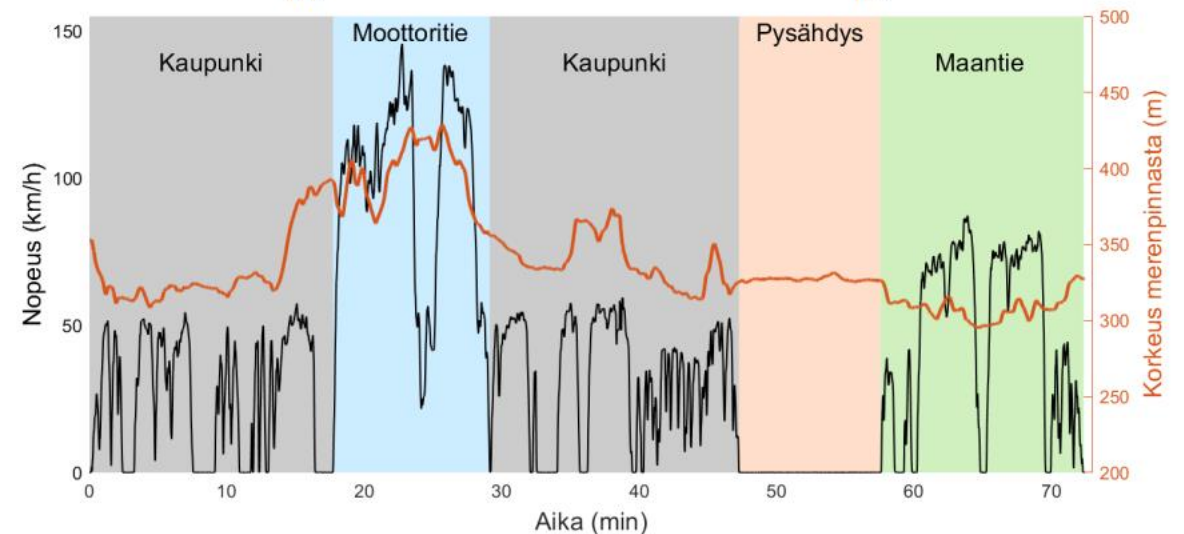
Mittauslaitteisto



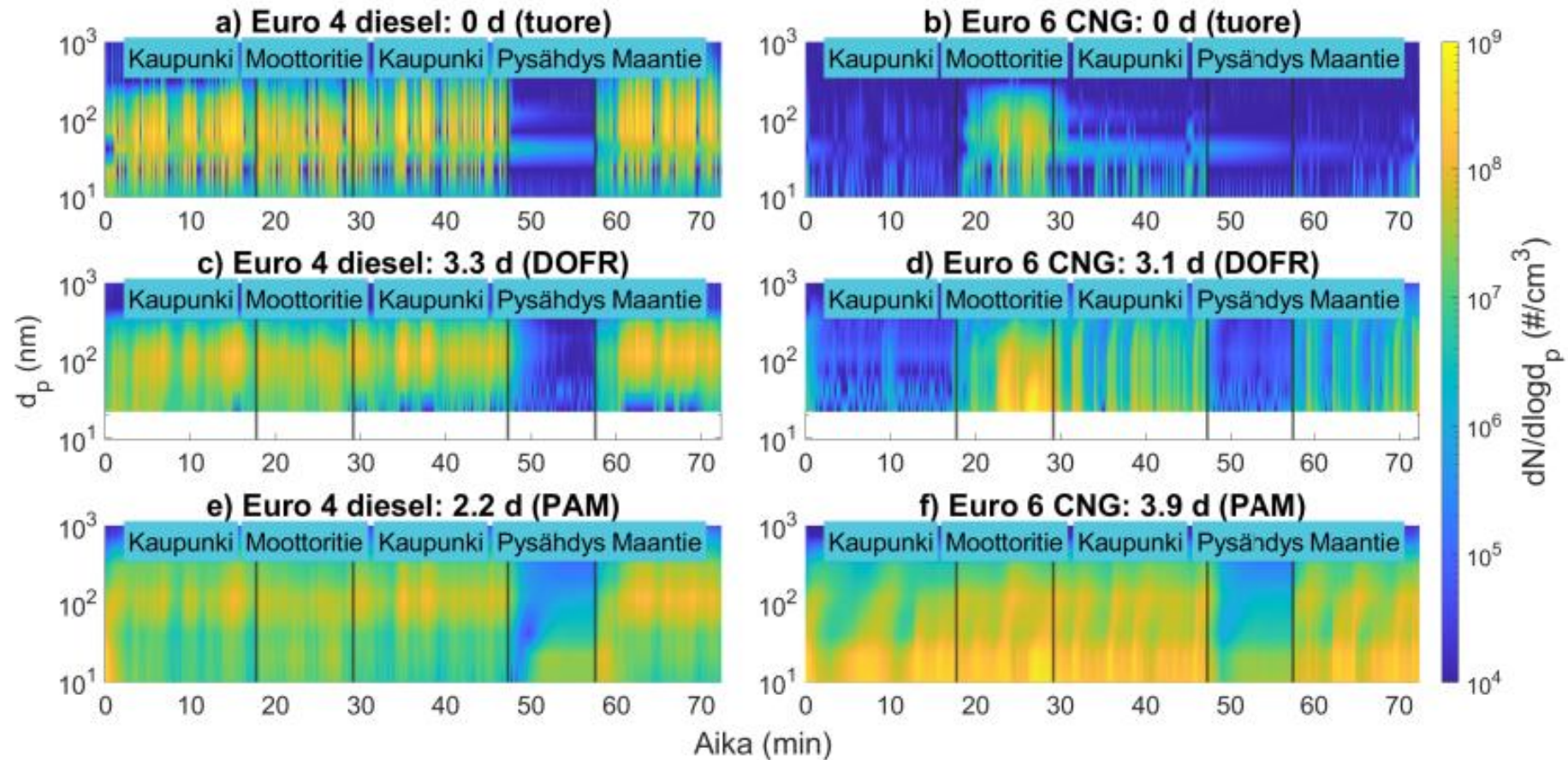
(a)



(b)



Esimerkkituloksia PAREMPI-projektista



Tuoreen (a,b) ja ikääntyneen (c-f) pakokaasun hiukkasten kokojakaumia testisykliä ajalta. Alustava tulos.

Tampereen yliopiston mobiililaboratorio (ATMo-Lab):

- Alusta monenlaisille mittalaitteille
- Näytteenotto ulkoilman aerosoleille
- Hyödynnetty esim.
 - kaupunkiympäristöjen aerosolien tutkimuksessa Suomessa ja muualla Euroopassa,
 - todellisten ajoneuvopäästöjen tutkimuksessa,
 - ja jopa sisäympäristöjen aerosolien mittaamisessa

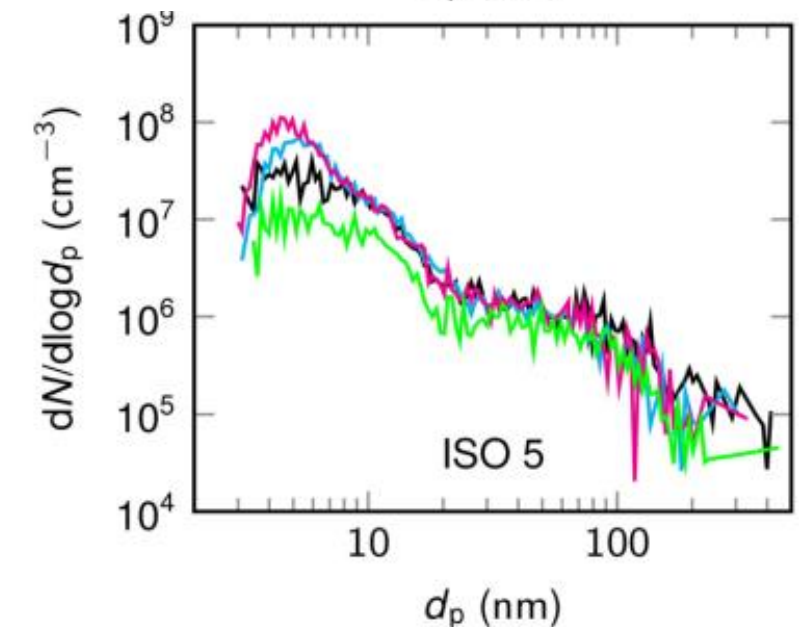
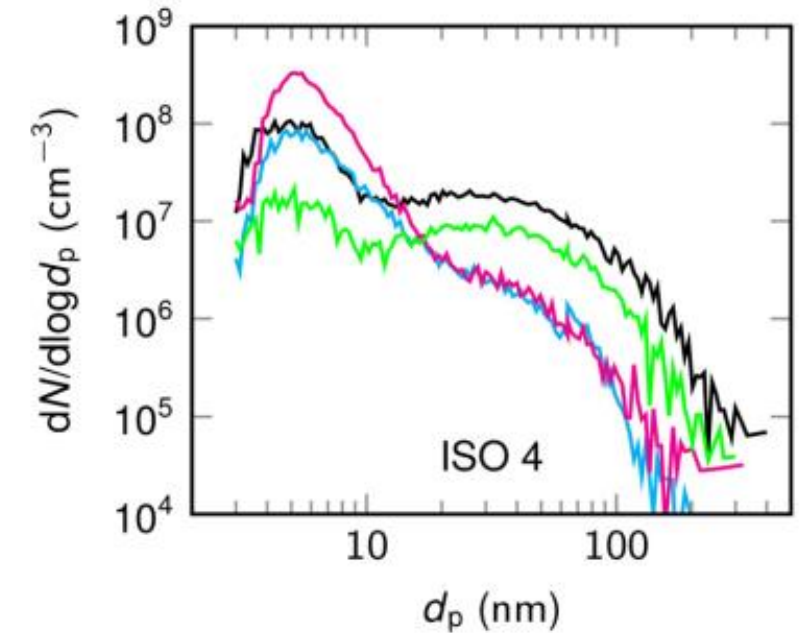


Photo: Niina Kuittinen

Polttoaineen vaikutus dieselkäyttöisen työkonemoottorin primäärihiukkasiin

- 4-sylinterinen, turboahdettu, työkonemoottori ilman pakokaasun jälkikäsitteilyä
 - Polttoaineet
 - Fossiilinen diesel (EN 590:2014-04)
 - SME (soybean methyl ester)
 - RME (rapeseed methyl ester)
 - RPD (renewable paraffinic diesel)
- uusiutuvat polttoaineet voivat muuttaa moottoreiden päästöä paljonkin

Primäärihiukkasten kokojakaumia



Kuinka siirtymä kaasumaisiin polttoaineisiin mahtaisi vaikuttaa hiukkaspäästöihin?

Wärtsilä Vasa 4R32 merimoottori (1.4 MW 4-sylinterinen keskinopea), muutettu kaksipolttoainemoottoriksi, moottorin kuorma 40%.

Elektronimikroskooppikuvia hiukkasista kun polttoaineena

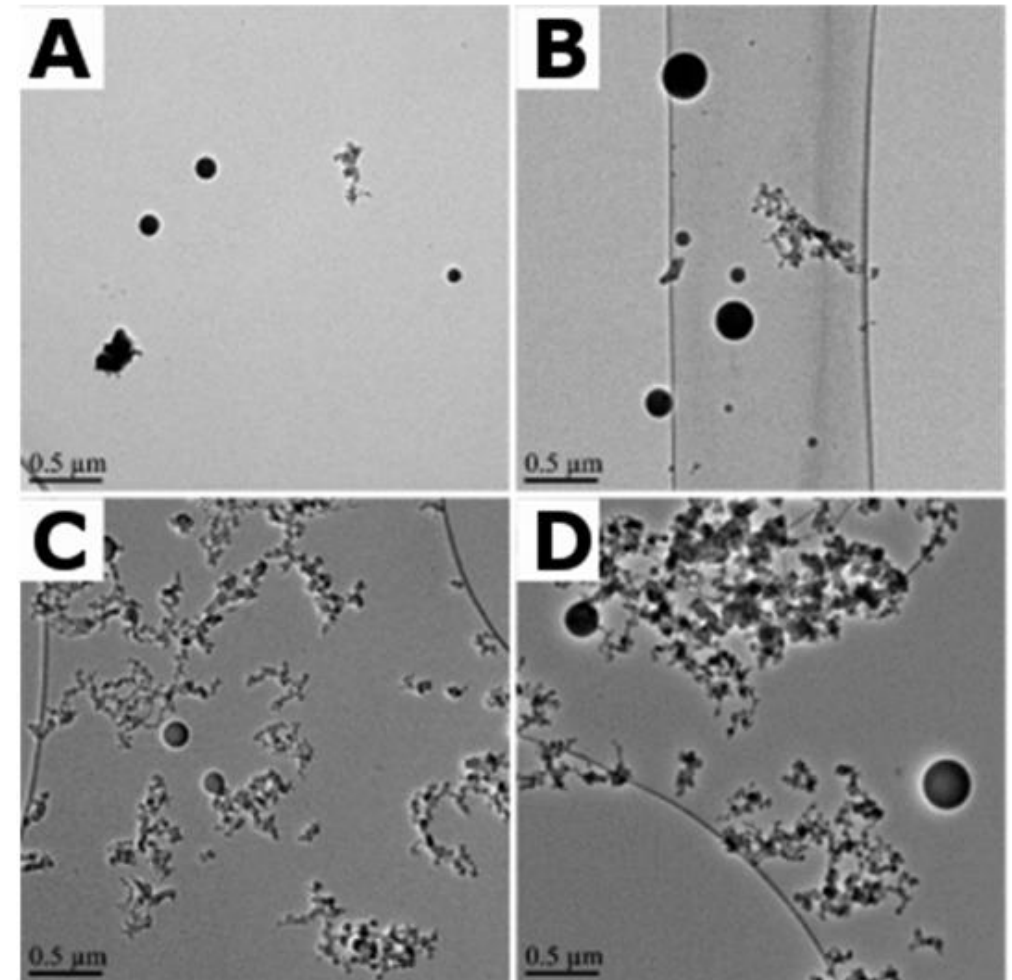
(A) maakaasu, matala PIQ,

(B) maakaasu, korkea PIQ

(C) MGO (marine gas oil)

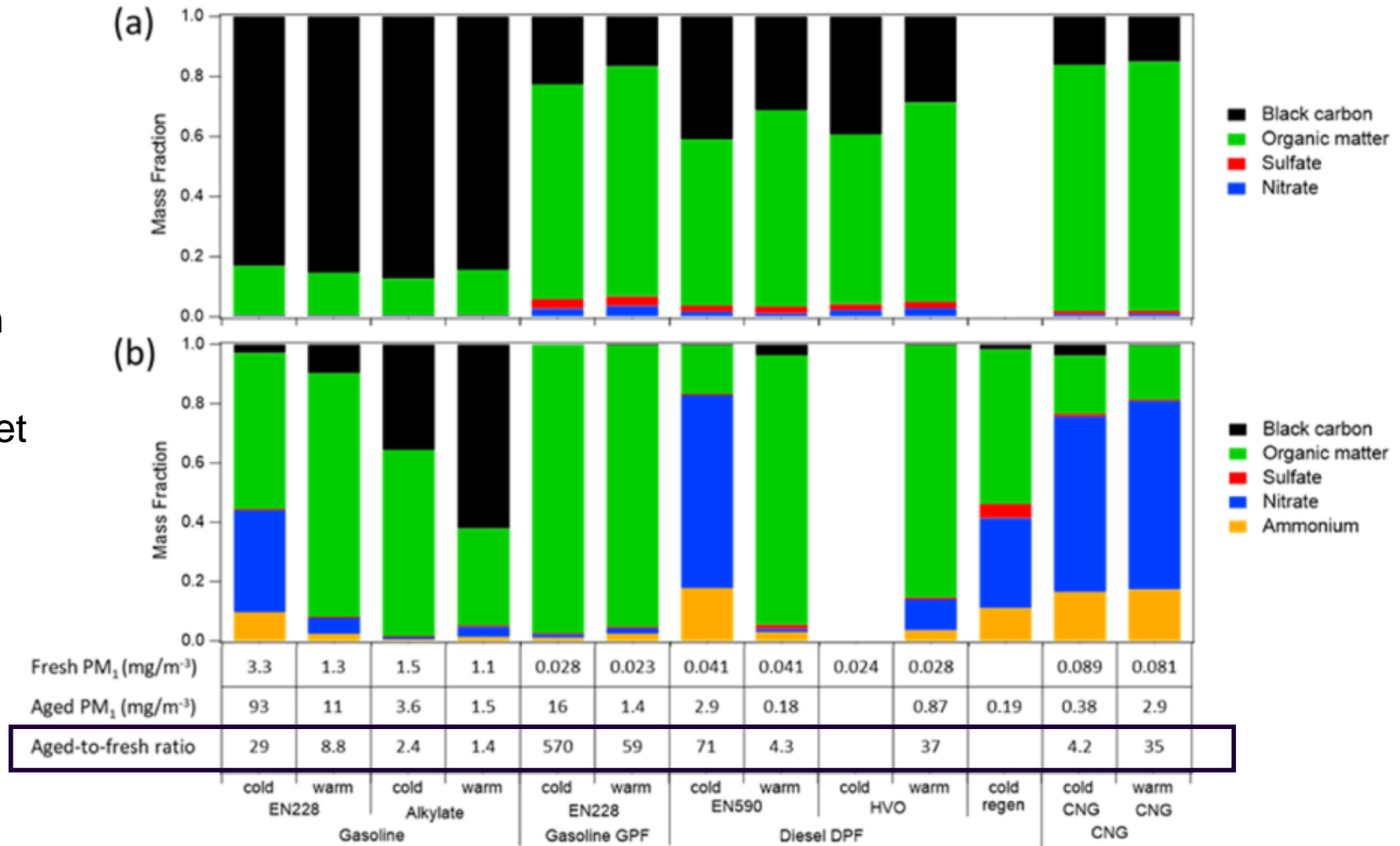
(D) MDO (marine diesel oil).

Nokihiukkaspäästön osuus pienentyy kun siirrytään D→A.



Liikenteen hiukkaspäästö on muutakin kuin primäärihiukkaspäästö

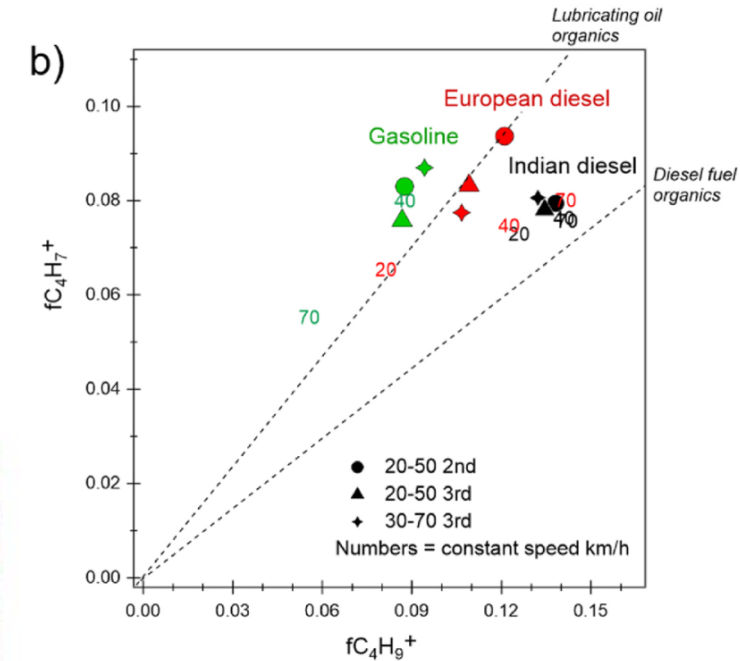
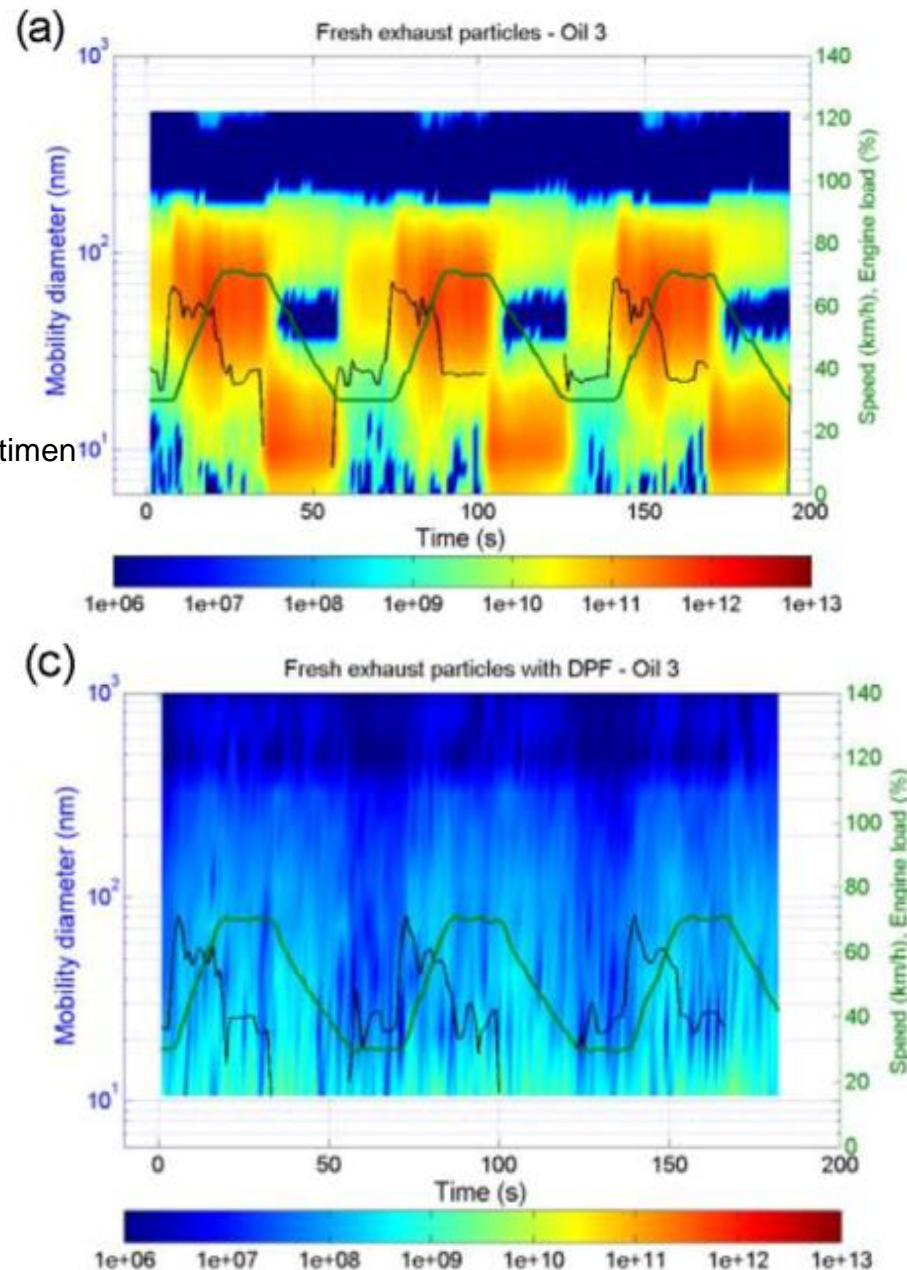
- Pakokaasun jäähtyessä ja laimentuessa syntyvät hiukkaset/hiukkasmassa
- Ilmakehässä syntyvä sekundäärinen aerosoli (kuva)
- Myös ei-pakokaasuperäiset hiukkaset tulee ottaa huomioon: lähteinä esim. jarrut, renkaat, kadun materiaali



Esim. autojen pakokaasun hiukkasiin vaikuttaa useampi tekijä

- Ajo-olosuhde
- Moottoritekniikat
- Pakokaasun puhdistus (suodattimet, katalysaattorit)
- Polttoaine
- Moottoriöljy

Dieselhiukkassuodattimen vaikutus



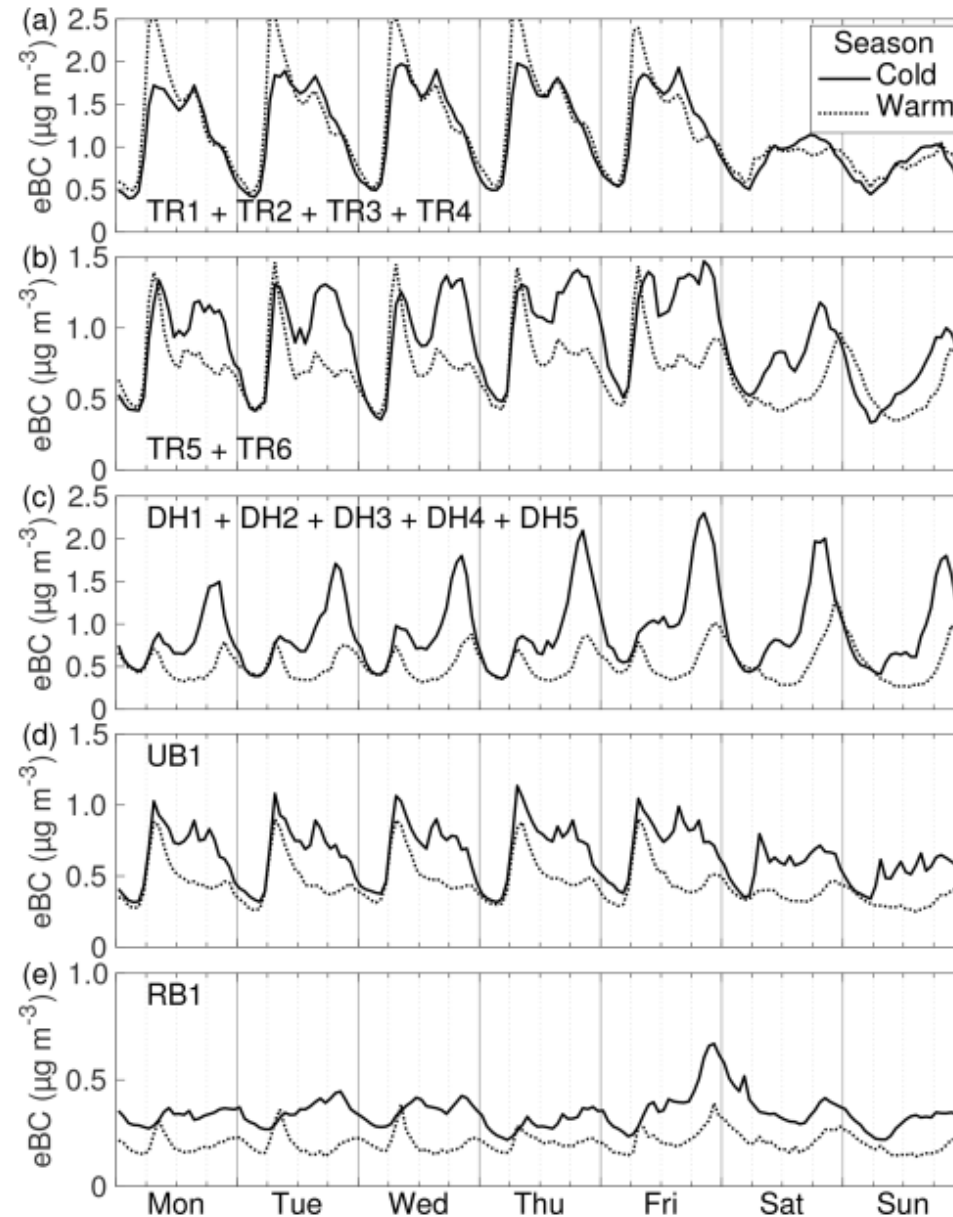
Wihersaari, H., Karjalainen, P., Pirjola, L., Saukko, E., Kuuluvainen, H., Kulmala, K., Keskinen, J., Rönkkö, T. (2020) Particulate emissions of a modern diesel passenger car under laboratory and real-world transient driving conditions. *Environmental Pollution*, 265, art. no. 114948. DOI: 10.1016/j.envpol.2020.114948.

Rönkkö T., Pirjola L., Karjalainen P., Simonen P., Teinilä K., Bloss M., Salo L., Datta A., Lal B., Hooda R.K., Saarikoski S., Timonen H. (2023) Exhaust particle number and composition for diesel and gasoline passenger cars under transient driving conditions: Real-world emissions down to 1.5 nm. *Environmental Pollution*, 338, art. no. 122645. DOI: 10.1016/j.envpol.2023.122645

Ihmiset altistuvat hiukkaspäästölle normaaleissa elinympäristöissä

Kuvassa mustahiilipitoisuuksia pääkaupunkiseudulta

Mustahiilipäästöt ja -pitoisuudet ovat laskeneet hiljalleen



← Liikenneympäristöt, ei puun polton vaikutusta

← Liikenneympäristöt, puun polton vaikutus näkyy

← Pientaloalueet

← Kaupunkitausta

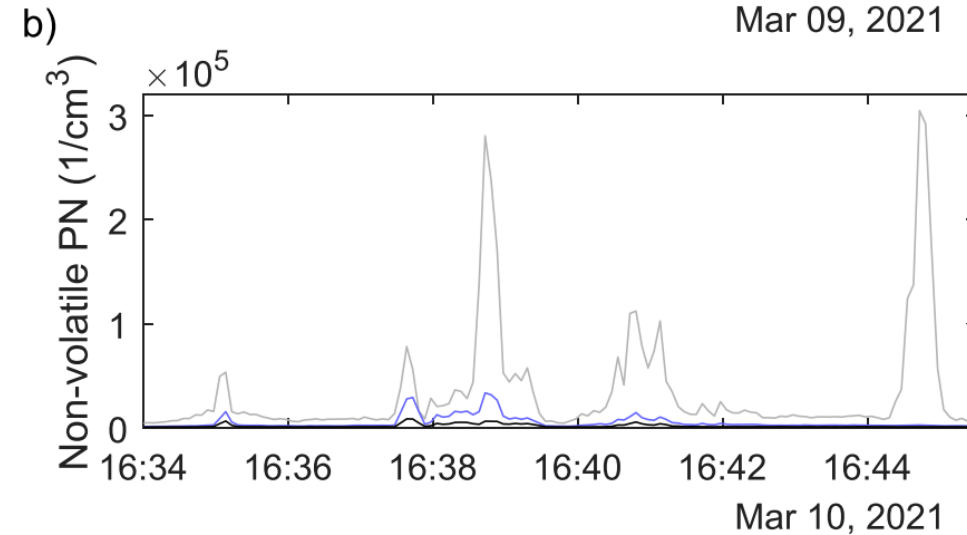
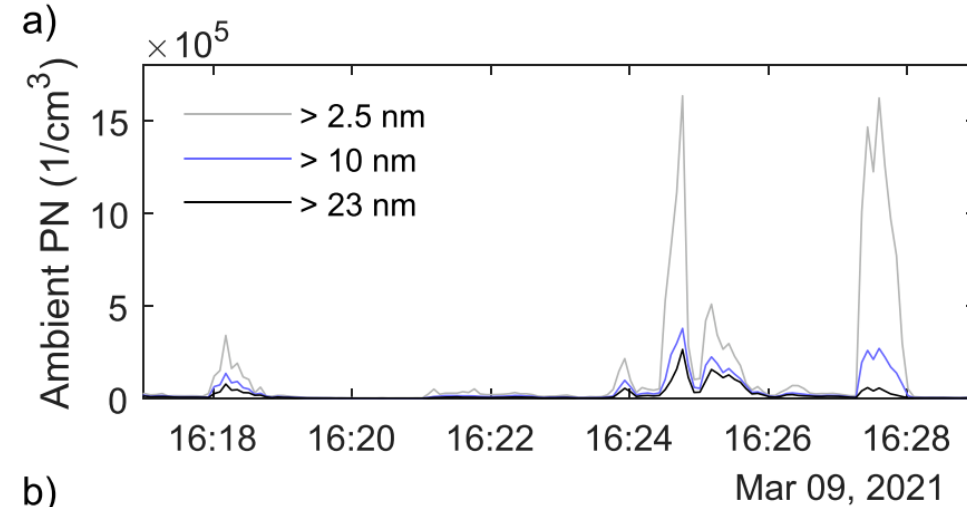
← Alueellinen tausta



Fig. 1. Measurement locations on map. The stationary measurement locations are marked with circles (black: urban background, brown: residential area, red: street canyon, blue: airport). The driving route in the city centre is marked with a red line. Furthermore, pictures from the street canyon, Airport B, and residential area measurement sites are provided.

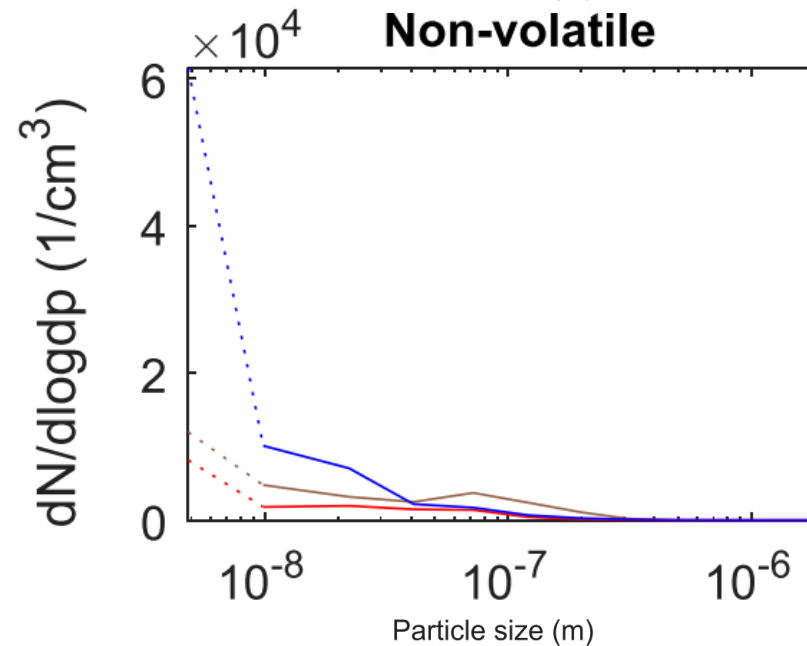
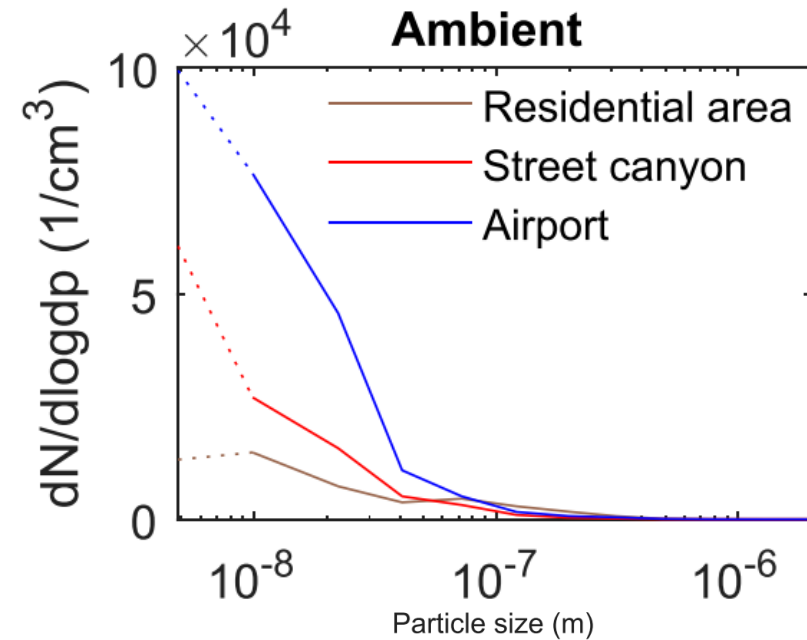
Kaupunki-ilman aerosolit vaihtelevat ajallisesti

- Kuvassa esimerkki lentokentän läheltä:
 - Pitoisuusvaihtelut
 - Hiukkaskokoriippuvuus
 - Haihtuvuus



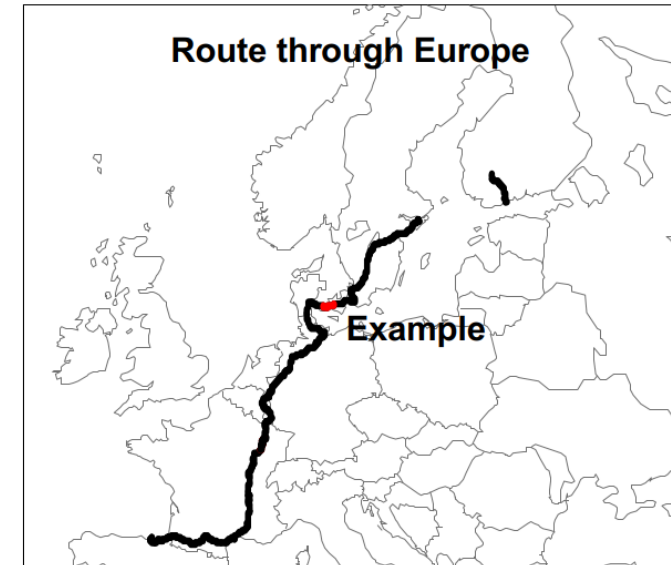
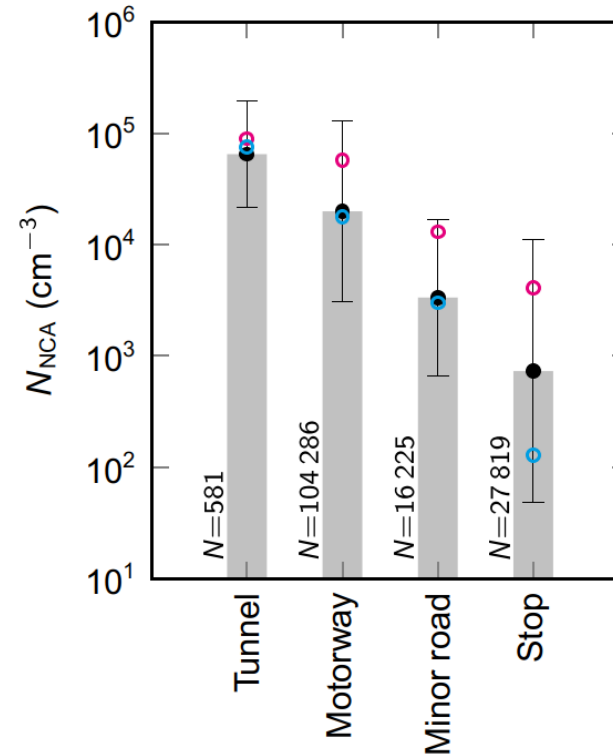
... ja paikasta riippuen.

Kuvassa kaikkien hiukkasten ja haihtumattomien hiukkasten kokojakaumia Helsingin eri alueilta



Aivan pienimpien hiukkasten mittaus läpi Euroopan

...kertoo myös pitoisuuksien suuresta vaihtelusta ja liikenneympäristöjen tärkeydestä.





Non-exhaust emissions in electrifying mining and urban environment

Electrification changes emission profiles of vehicles.

What kind of emissions we have now and in future in mining and urban environment?

How can we reduce emissions and improve air quality?

Mining

Emission sources and air quality
Emissions of new mining explosives
Air quality instrumentation in mining environment
Air quality modelling and digitalization

Brakes and tires

Brake emissions in laboratory
Intelligent tires and tire emissions
Brake and tire emissions in real traffic conditions

Urban environment

Non-exhaust emissions in urban environment
Air quality monitoring methods

Research organizations:



Project duration: 3/2023-2/2026
Part of Sandvik Shift '25 programme
Funded by Business Finland and companies

AIRMODUS



RAMBOLL

TAPOJÄRVİ

BUSINESS FINLAND



pegasor



SATEL

www.nexel.fi

Yhteenveto

- Liikenteen päästössä ultrapienet hiukkaset ovat tärkeässä roolissa
 - Liikennemoodeja useita, päästöihin vaikuttavia teknologioita paljon → päästöjen erilaisuus
 - Liikenteen päästöt muuntuvat ilmakehässä
 - Kaasu-hiukkasmuuntuma ja muut ilmakehän ilmiöt tärkeää tuntea
- todellisten ympäristöjen tutkiminen tärkeää
- mobiilimittauksen hyödyt



Kuva: Niina Kuittinen, TAU

Kiitos mielenkiinnosta!

Esityksen tutkimustulokset ovat hankkeista, joita ovat rahoittaneet Business Finland, EU, Suomen Akatemia, iso joukko suomalaisia yrityksiä, HSY, ja Tampereen kaupunki.

Yhteystiedot: Topi Rönkkö, topi.ronkko @ tuni.fi

