

Pienhiukkasaltistuksen reaaliaikainen mittaus

ÄLYKKÄÄT KAUPUNGIT- sää- ja
ympäristötiedon älykkäiden palveluiden
ekosysteemit

Erkka Saukko
erkka.saukko@pegasor.fi

COORSTEK
Amazing Solutions®

pegasor

Sisältö

- Hiukkasten laaja kirjo
- Keuhkojen nanohiukkasaltistus
- Sähköisen hiukkasmittaus ilmanlaadun mittauksessa

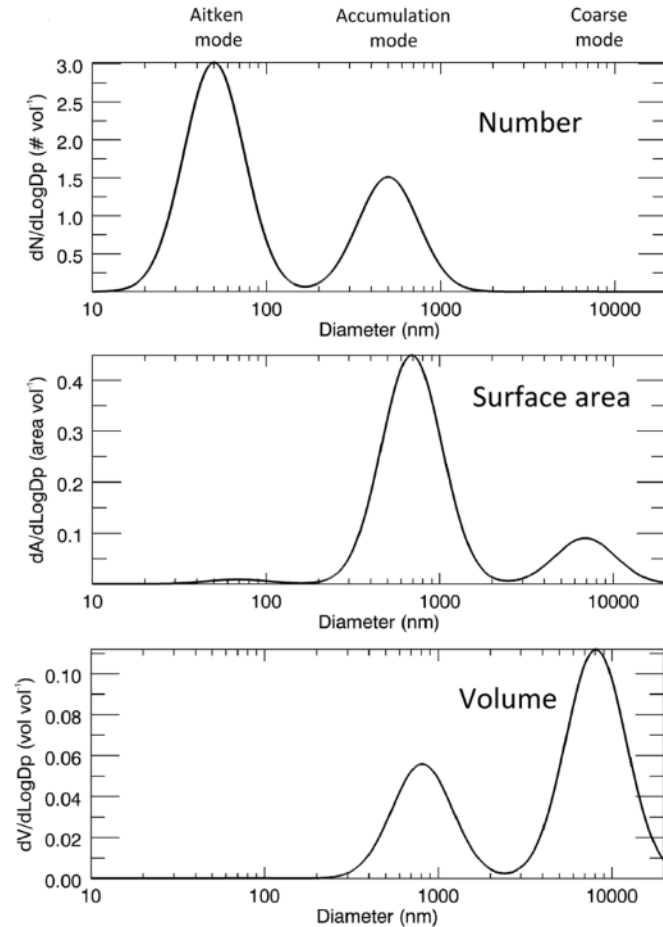
Hiukkasten ominaisuudet

Eri asiaa mitattaessa eri hiukkaslähteet dominoivat:

- Hiukkaslukumäärä: polttoprosessit ja ilmakehän kemia
- Pinta-ala: noki, ikääntyneet, kertymällä kasvaneet hiukkaset (kaukokulkeuma)
- Massa: Hiekka, katupöly, merisuola; paikalliset lähteet

Laaja ymmärrys ja mittausinfra hiukkaslähteistä tarpeen!

Mikä on eri hiukkasten terveysvaikutus?



"Synthetic aerosol distribution in number area and volume space". Licensed under CC0 via Wikipedia

Keuhkocodepositio

Nanohiukkasten terveysvaikutukset tunnetaan huonosti, mutta:

- Riippuu materiaalista
- Riippuu koosta
- Riippuu muodosta
- Riippuu kohteesta

Mekanistinen argumentti:

1. Nanohiukkaset ovat suurelta osin pintaa
2. Nanohiukkasten pinta toimii vektorina haitallisille aineille
3. Kudokset vuorovaikuttavat hiukkasten pinnan kanssa

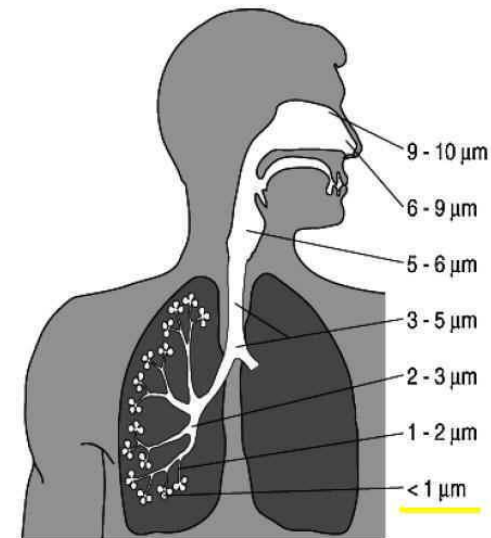
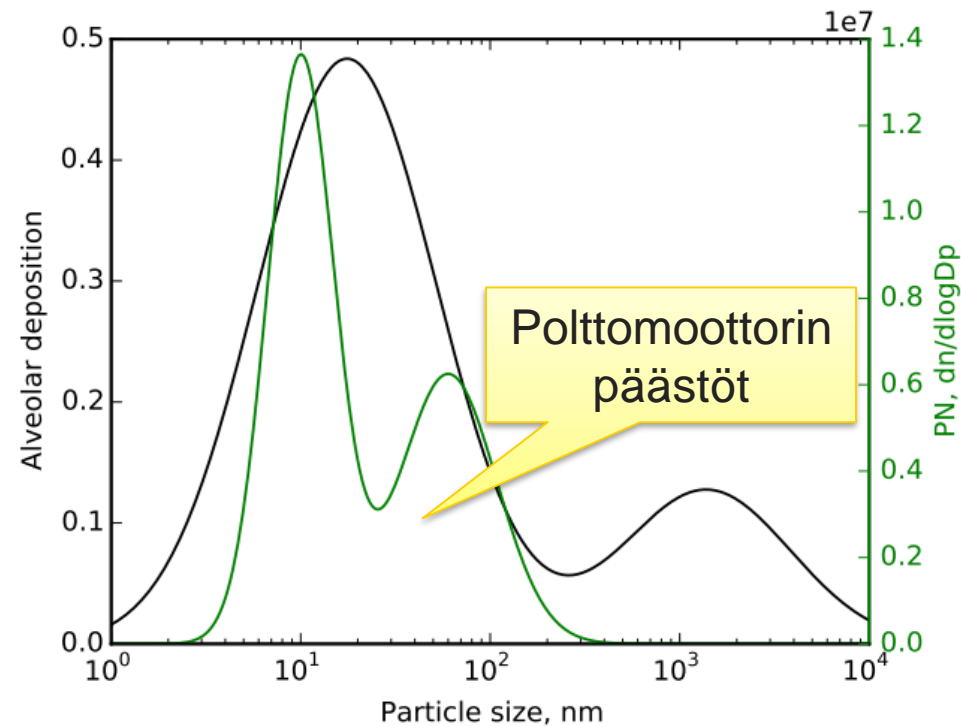


Figure 2 Particle deposition in respiratory system

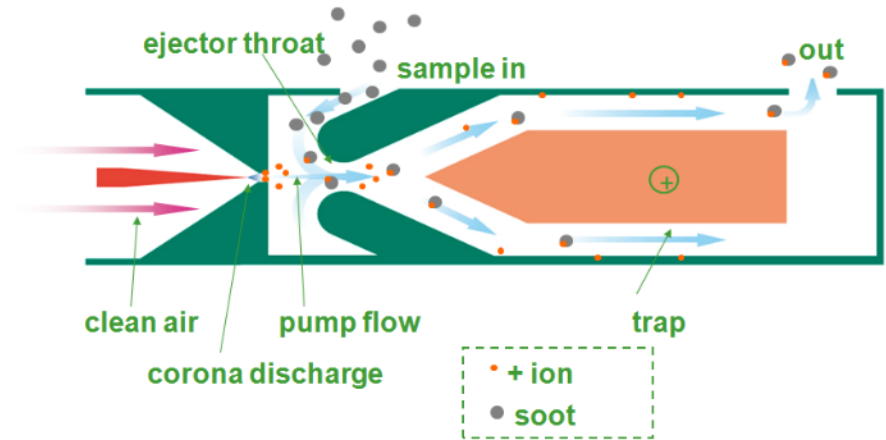


ICRP, 1994

Sähköinen hiukkasmittaus

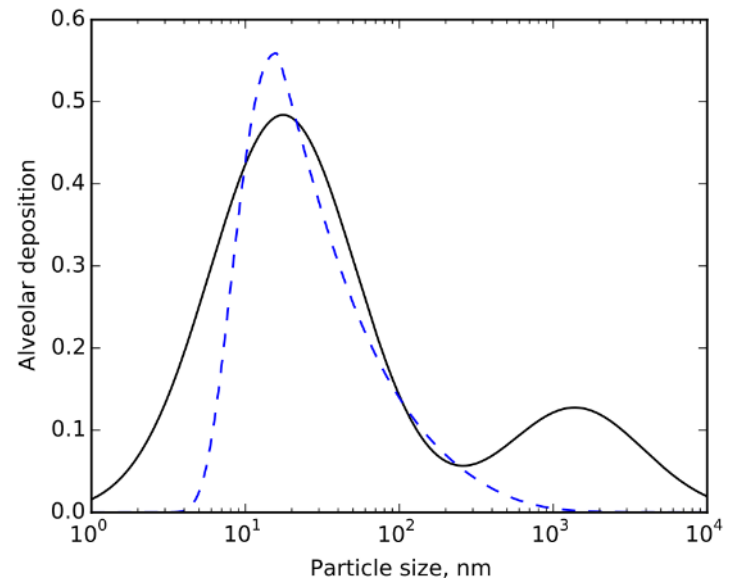
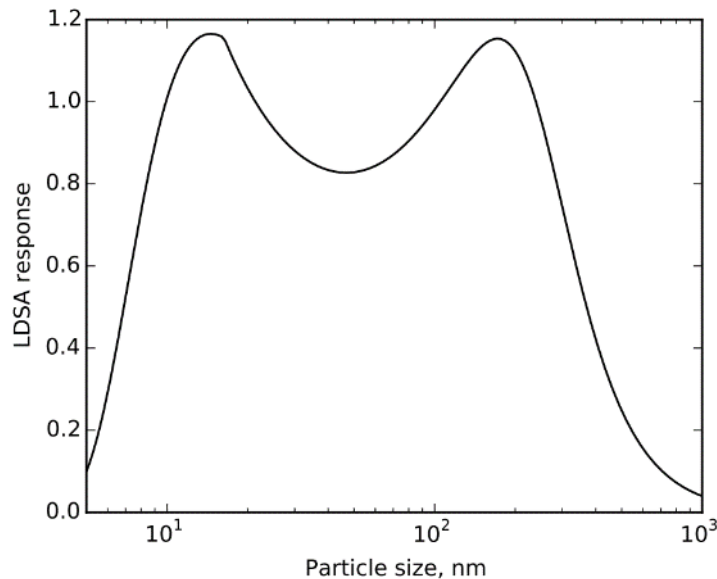
Sähköinen mittaus perustuu hiukkasten varaamiseen ja varattujen hiukkasten kuljettamien varausten mittaamiseen

- Voidaan erottaa anturin aktiiviset osat kuormittuvista osista
- Lyhyt ja vakaa polku ilmiöstä mittaustulokseen
- Laaja dynamiikka
- Nopea vaste



Keuhkocodeposituva pinta-ala

- Diffuusiovaraajaan perustuvan laitteen vaste on ”jotain lukumäärän ja massan väliltä”
- Vaste on hyvin lähellä keuhkocodeposituvaa pinta-alaa (Lung Deposited Surface Area, LDSA) laajalla kokoalueella juuri siellä missä hiukkasia on paljon



Ilmanlaadun mittaus

- Helsingin seudun ”projektiryppäessä” ~10 AQ Urban –mittalaitetta
- Tuloksena yhteistyössä projektikumppanien kanssa laadukas, edelleen jatkuva datasarja ja anturivalidointi sekä edistyneitä lisäominaisuuksia anturin mittausdataan
- Julkaistua dataa antureiden toiminnasta pitkällä aikavälillä
- Tieto reaaliaikaisena kansalaisten käyttöön

Yhteenveto

Keuhkocodepoituva pinta-ala (LDSA):

- kuvaa keuhkorakkuloiden nanohiukkasaltistusta
- voidaan mitata sähköisesti laajalla kokoalueella

Sähköinen hiukasmittaus:

- löytää nanohiukkaset helpommin ympäristöstä kuin esim. massamittaukset
- on robusti hiukasmittausmenetelmä monenlaisiin ympäristöihin
- tarjoaa luotettavan, nopean ja jatkuvan mittaustavan

Suomalaiset referenssit:

Helsingin seutu:

- Reaaliaikainen mittaus:
<https://www.hsy.fi/fi/asiantuntijalle/ilmansuojelu/mittaustulokset/Sivut/hiukkasten-ldsasa.aspx>
- Raportointi: https://www.hsy.fi/sites/Esitteet/EsitteetKatalogi/Julkaisusarja/4-2019_ilmanlaatu_paakaupunkiseudulla_vuonna_2018.pdf

Tampere: https://www.tampere.fi/tiedostot/t/Ozj6uyuXT/ilma_01_2019.pdf

KIITOS!

LDSA measurements in different urban environments

Area description	Location	LDSA	LDSA percentiles		PM2.5
		($\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$)	10th	90th	($\mu\text{m}^2/\text{cm}^3$)
TS inner city	Töölöntulli	94	13	203	11.4
TS major road	Malmi	67	15	142	9.6
City center	Mannerheimintie	54	15	101	10.1
RA inner city	Kallio	23	8	40	4.3
RA suburban	Kattilalaakso	15	7	24	11.3
Park area	Hietaniemi	12	4	23	–
Major roads	–	65	14	123	–
City center	–	64	24	119	–
RA 1	Kattilalaakso	17	5	28	–
RA 2	Laaksolahti	17	8	26	–
RA 3	Lintuvaara	16	7	26	–
RA 4	Vartiokylä	26	7	59	–
RA 5	Itä-Hakkila	31	7	61	–
RA 6	Päiväkumpu	27	7	61	–

Kuuluvainen et al., 2016 Atm. Env.

Table 4.3.1. Precision of AQ Urban units compared to the Mäkelänkatu unit.

Unit	Test start time	Test end time	Test duration (days)	R ²	Slope	Intercept
Kumpula	29.11.2018 15:00	14.12.2018 9:00	15	0.996	1.0160	-0.0533
Kallio	29.11.2018 15:00	14.12.2018 9:00	15	0.995	0.9689	-0.0887
Itä-Hakkila	19.12.2018 15:00	3.1.2019 9:00	15	0.996	1.0135	-0.0614
Rekola 2	19.12.2018 15:00	3.1.2019 9:00	15	0.997	0.9891	0.0446
Hiekkaharju	11.1.2019 16:00	23.1.2019 13:00	12	0.999	0.9793	-0.2495
Luukki	11.1.2019 16:00	23.1.2019 13:00	12	0.999	1.0100	-0.2555

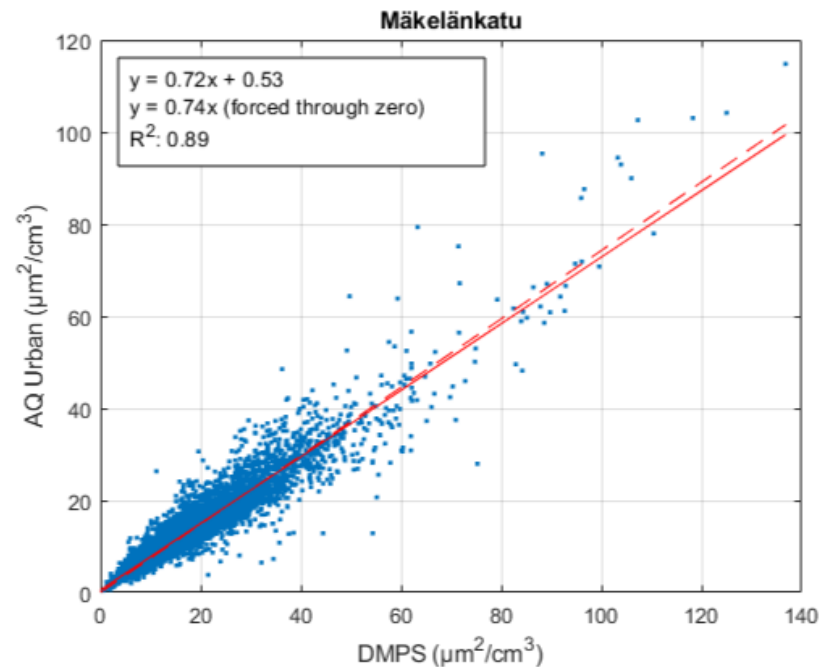


Figure 4.3.2. Hourly LDSA concentrations measured with AQ Urban and DMPS in Mäkelänkatu.