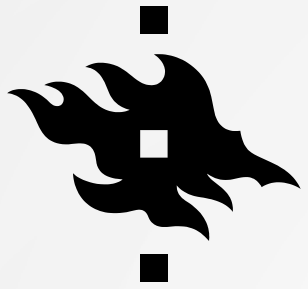


Nanohiukkasten muodostumisen ja mittaamisen perusteet

Arttu Yli-Kujala

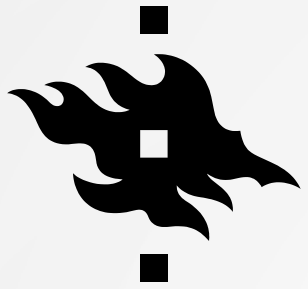
[1]





SISÄLLYSLUETTELO

1. Johdanto
2. Nanohiukkaset
3. PSM 2.0
 - 3.1 Mittausmenetelmä
 - 3.2 Hiukkasen elämä
4. Mittaustulokset
5. Tiivistelmä
6. Viitteet

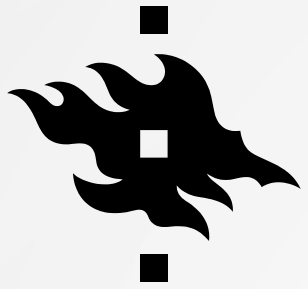


1. JOHDANTO

Miksi nanohiukkasten tutkimus on tärkeää?

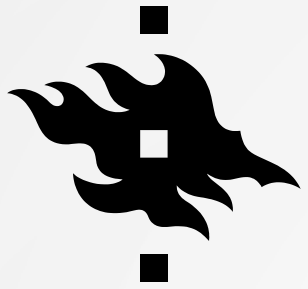
- Terveysvaikutukset
 - Tunkeutuvat hengitysteihin ja verenkiertoon
 - Aiheuttavat tulehduksia, keuhkosairauksia ja sydän- ja verisuonitauteja

- Ympäristövaikutukset
 - Ilmastovaikutukset
 - Pilvien muodostuminen ja auringon säteilyn heijastuminen
 - Saastuminen
 - Ekosysteemi



2. NANOHIUKKASET

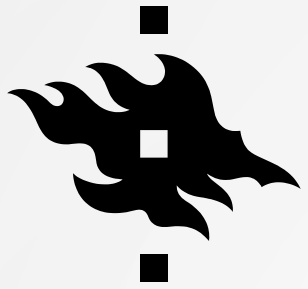
- 1-100 nm kokoisia hiukkasia
- Syntyy:
 - Luonnolisissa prosesseissa
 - Kasveista haihtuvat orgaaniset yhdisteet
 - Ihmisen aiheuttamat
- Hiukkasten kasvuprosessit
 - Homogeeninen
 - Heterogeeninen



3 PSM 2.0

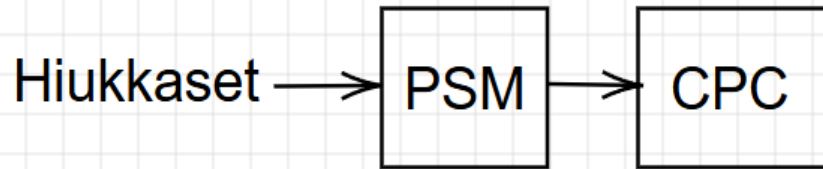
- Pystyy mittamaan alle 1nm kokoisia hiukkasia
- Työaineena yleisesti DEG (dietyyliglykoli)



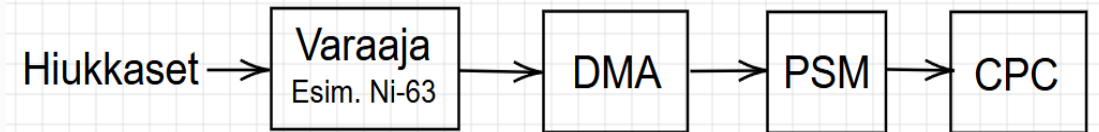


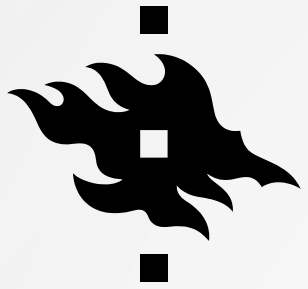
3.1 MITTAUSMENETELMÄT

- PSM (Particle Size Magnifier) eli hiukkaskoon suurentaja

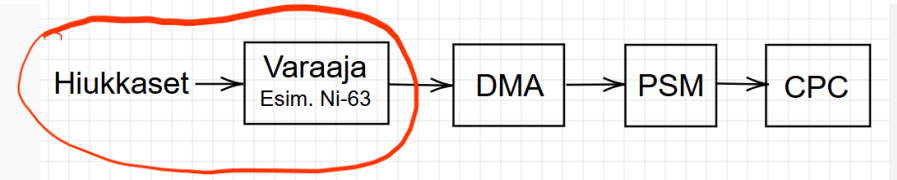


- DMPS (Differential Mobility Particle Sizer) eli erotusliikkuvuusmittari



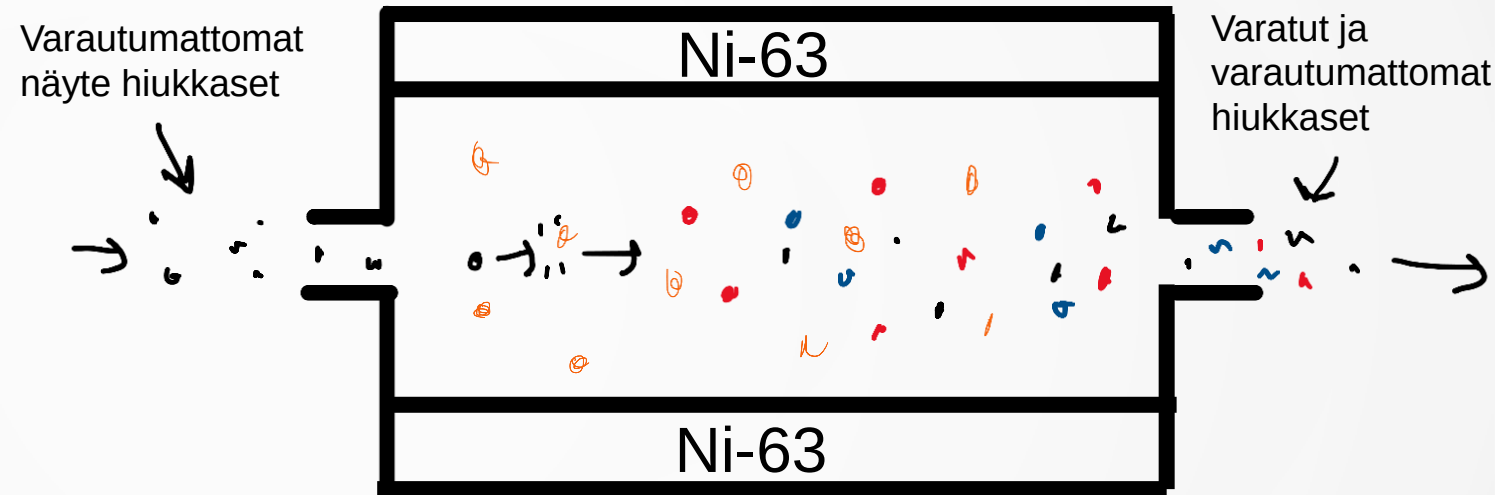


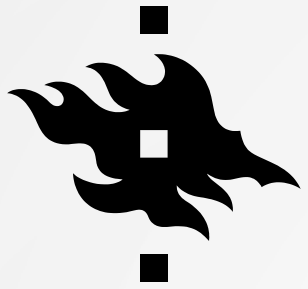
3.2 HIUKKASEN ELÄMÄ



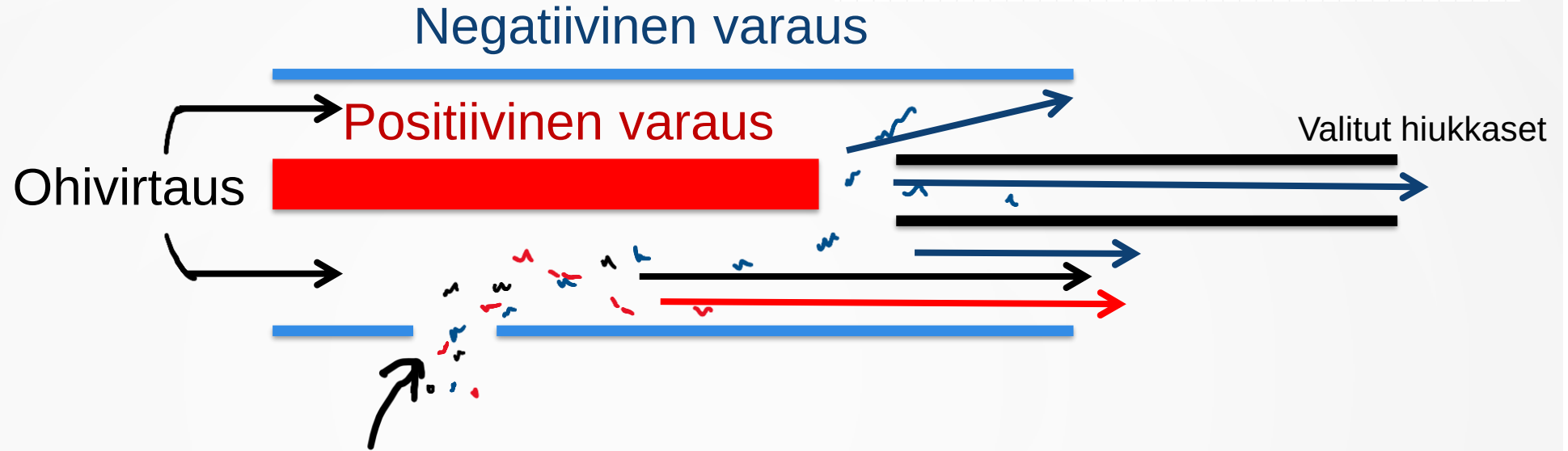
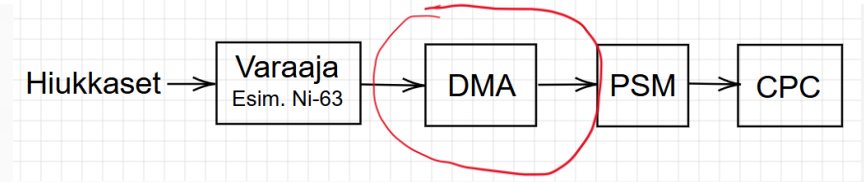
1. Varaaja

- Bipolaarinen varaaja (Ni-63)
- Vain noin 8% 1nm hiukkasista varautuu
- Näytehiukkaset törmäävät ionisoituneisiin hiukkasiin ja varautuvat

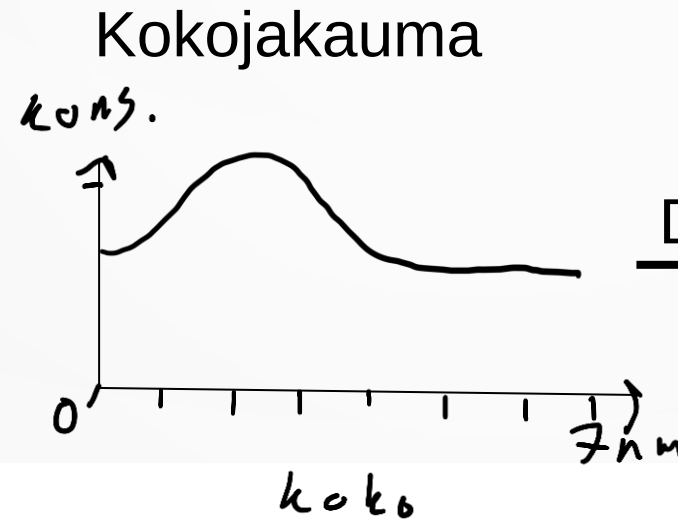




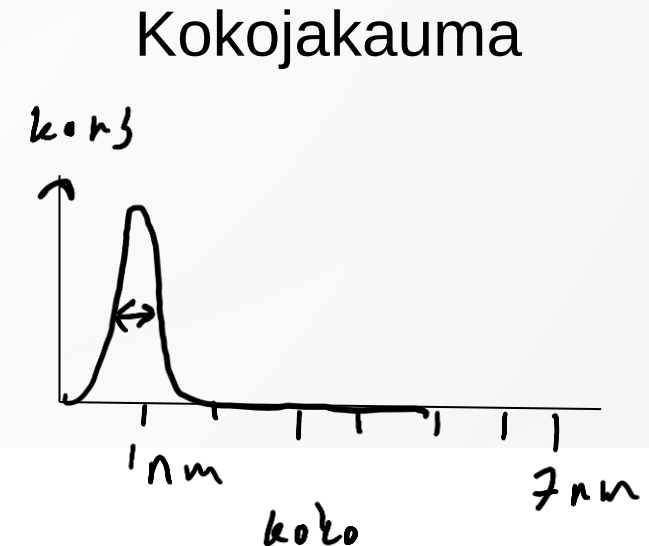
3.2 HIUKKASEN ELÄMÄ

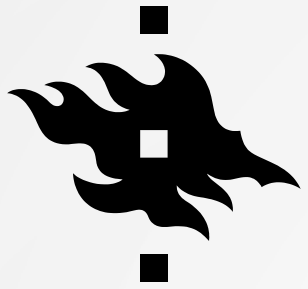


- 2. DMA
 - DMA valitsee hiukkasen sähköisen liikkuvuuden perusteella
 - Noin 65 % 1nm hiukkasista selviää

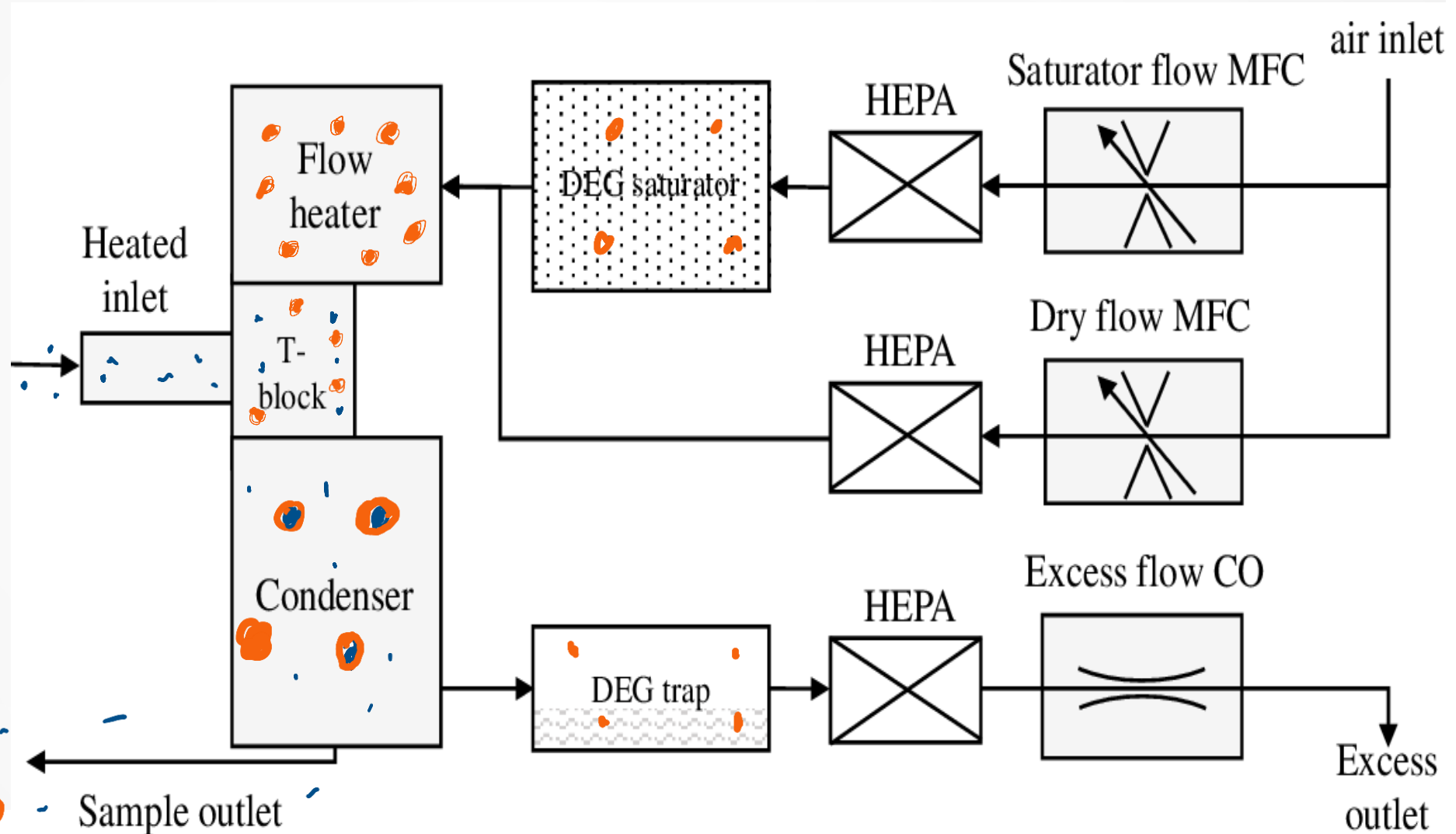
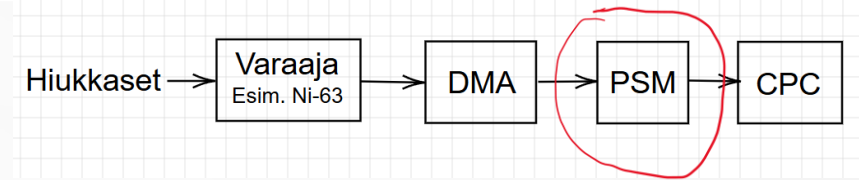


DMA





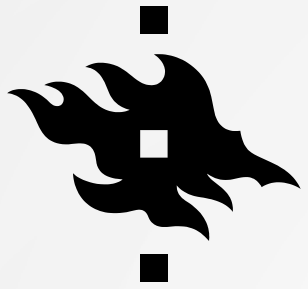
3.2 HIUKKASEN ELÄMÄ



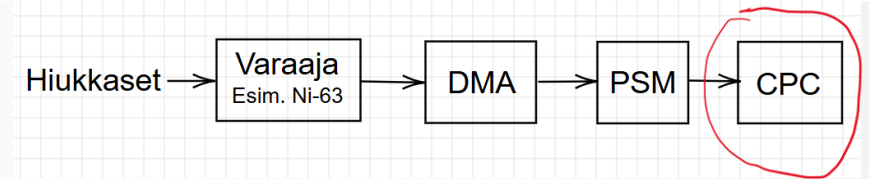
3. PSM 2.0

- Supersaturaatio
- Vaihteleva DEG saturaatio virtaus T-lohkossa 0.05-1.9 l/min

CPC

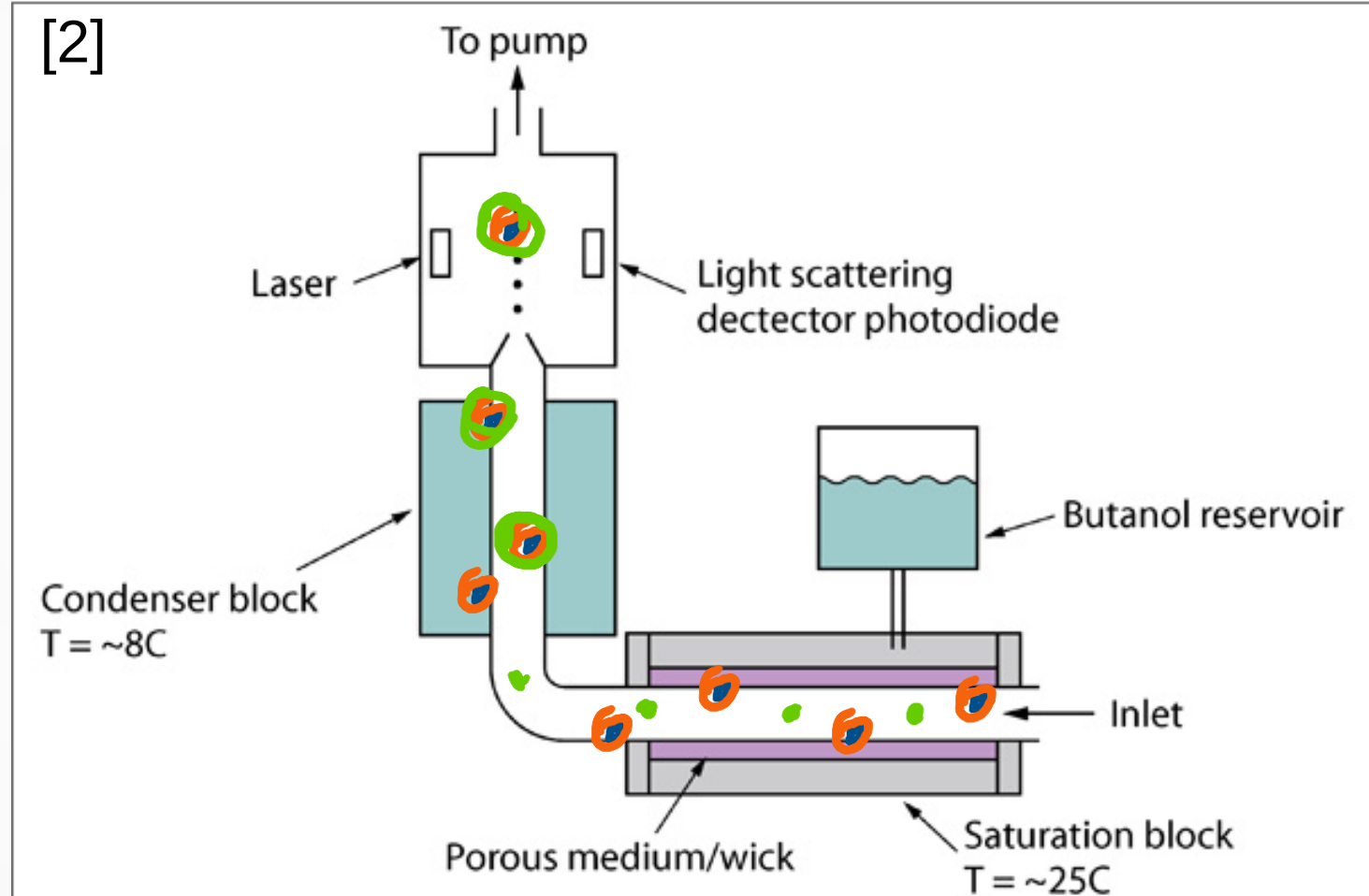


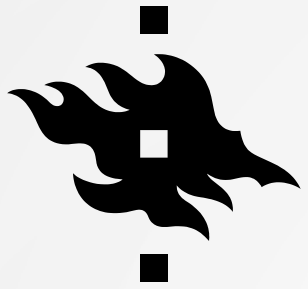
3.2 HIUKKASEN ELÄMÄ



4. CPC

- Työaineena toimii butanoli
- Optinen laser, jolla saadaan mitattua
- Hiukkaskoko on suurennettu ja CPC tunnistaa sen helpommin

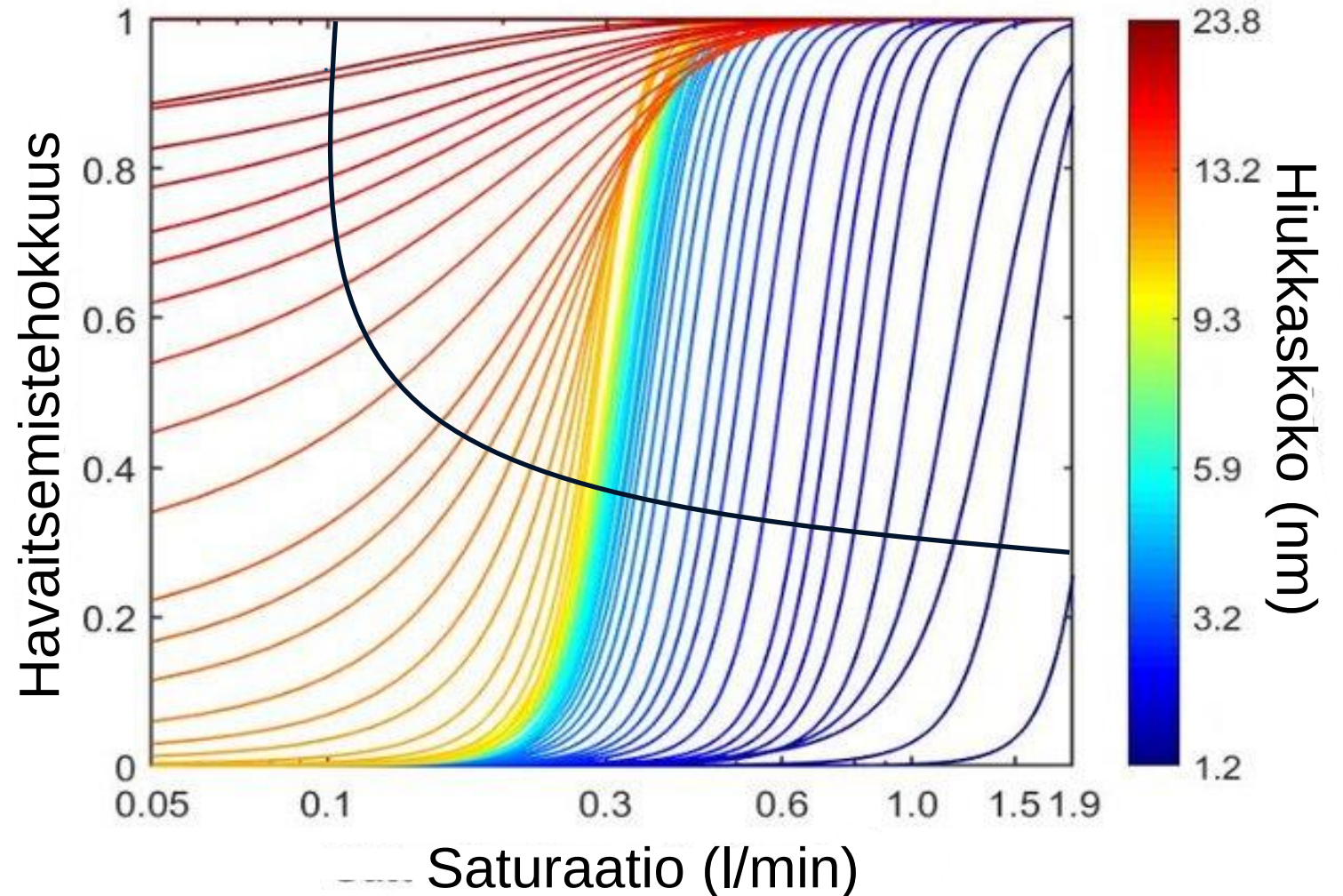


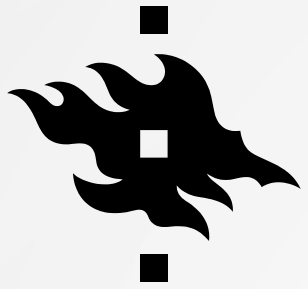


4. MITTAUSTULOKSET

DMPS mittaus

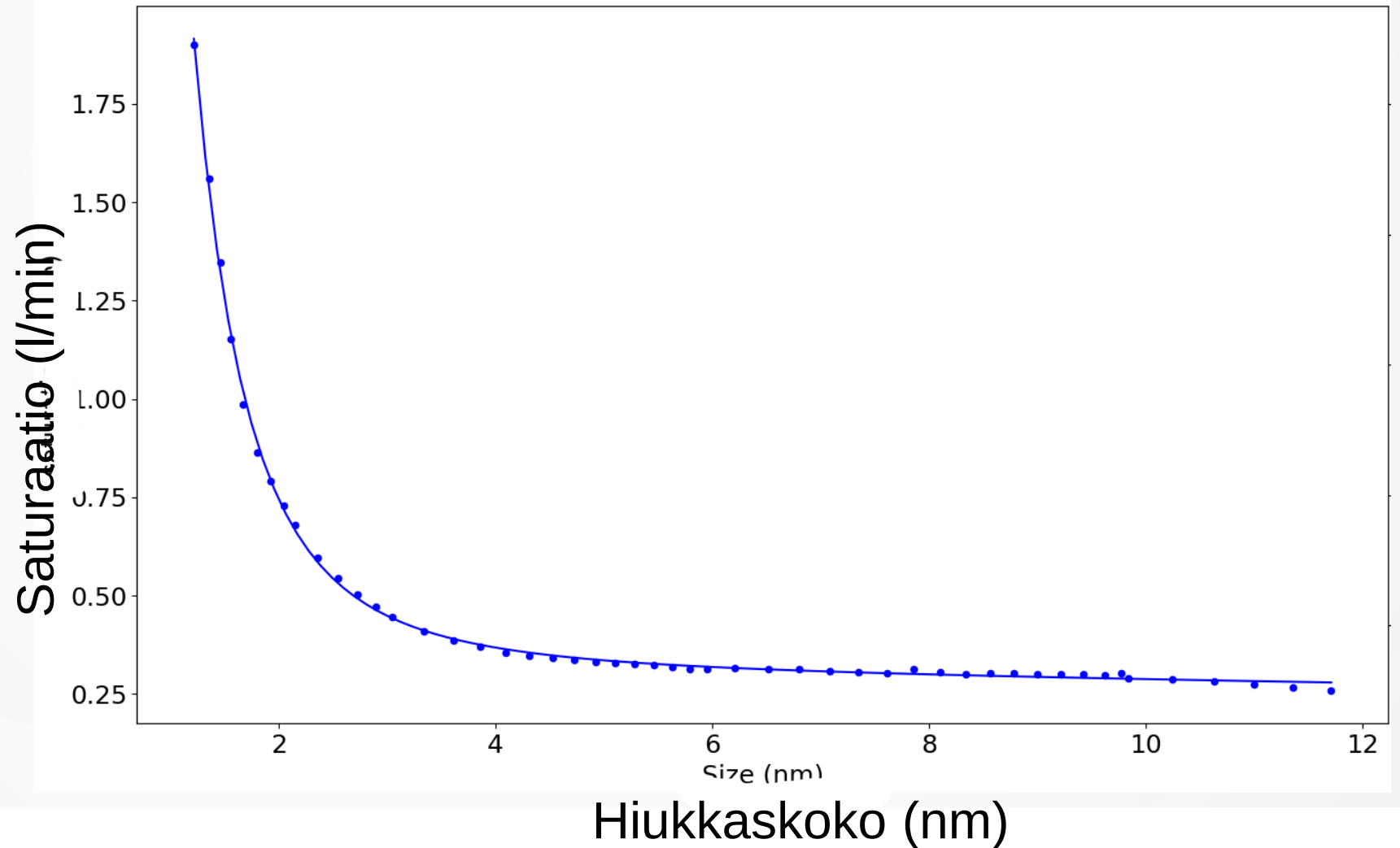
- Mittaus toistetaan eri hiukkaskoilla
- Saadaan kuvaaja, josta nähdään kuinka suurella saturaatiolla DEG kondensoituu eli “aktivoituu”

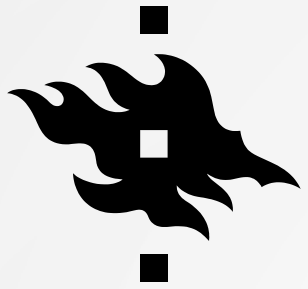




4. MITTAUSTULOKSET

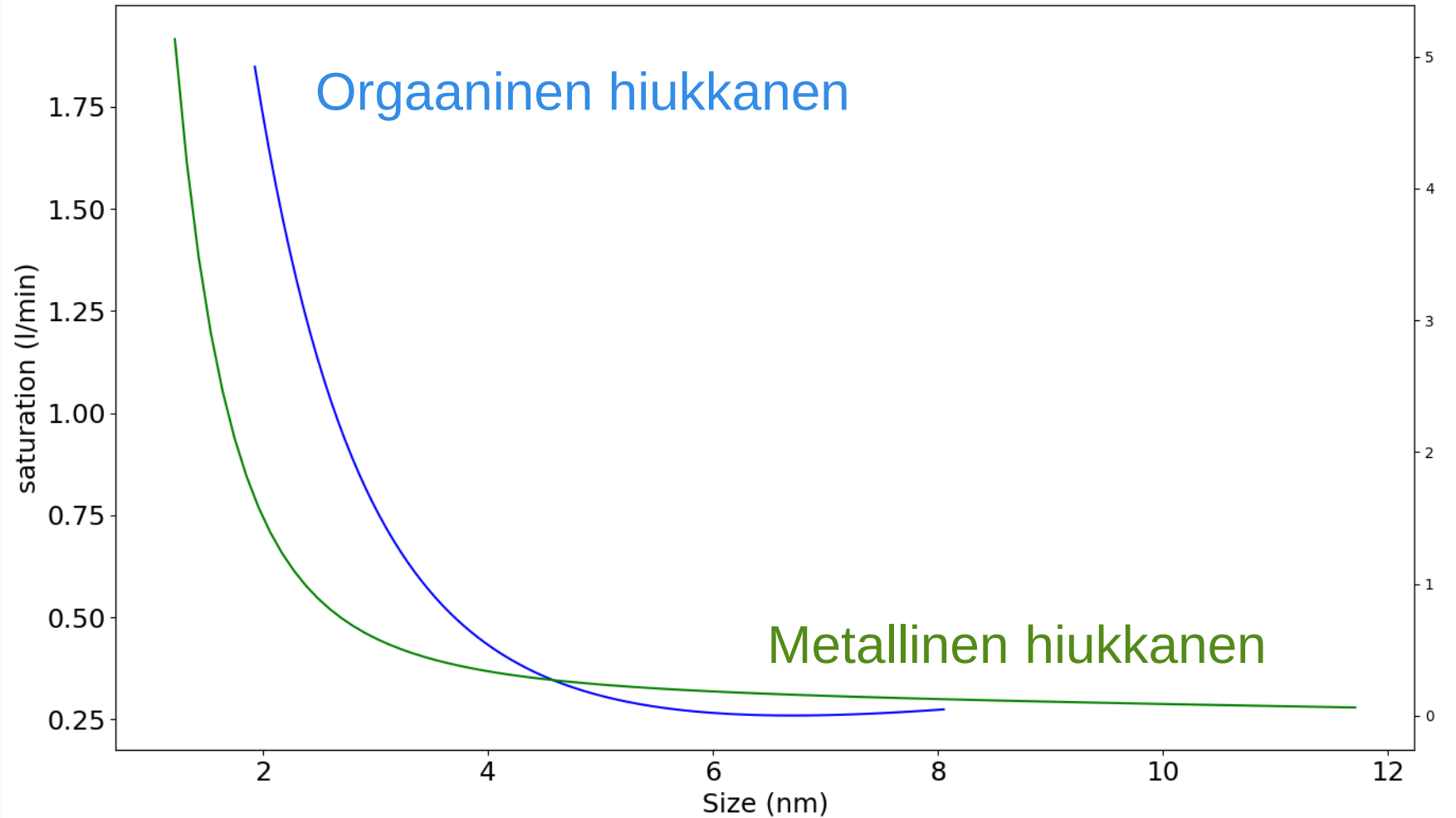
- Käyrien derivaattojen huippukohdista saadaan tehtyä näytteelle ominaiskäyrä
- Kertoo milloin näytehiukkanen aktivoituu

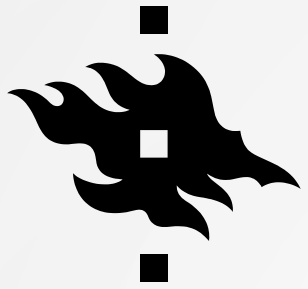




4. MITTAUSTULOKSET

- Ominaiskäyrä riippu näyte hiukkasen kemiallisesta koostumuksesta



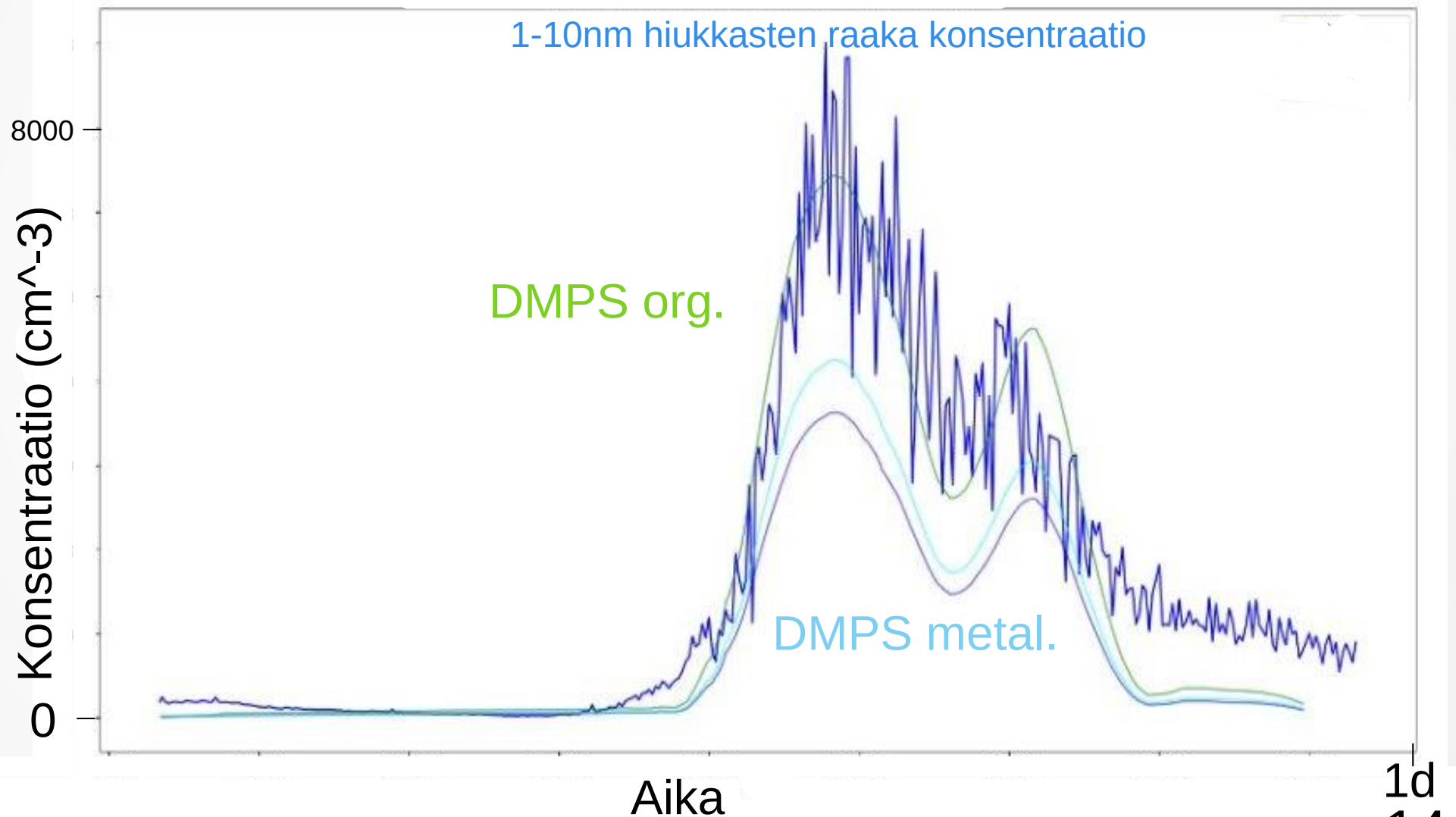


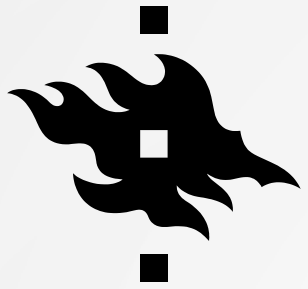
4. MITTAUSTULOKSET

Hyytiälä

PSM
(tummansininen) ja
DMPS
(tasaisemmat
käyrät)

➤ Kuvaajassa
näkyvät ero org. ja
metal.
kalibraation
välillä
raakadataan

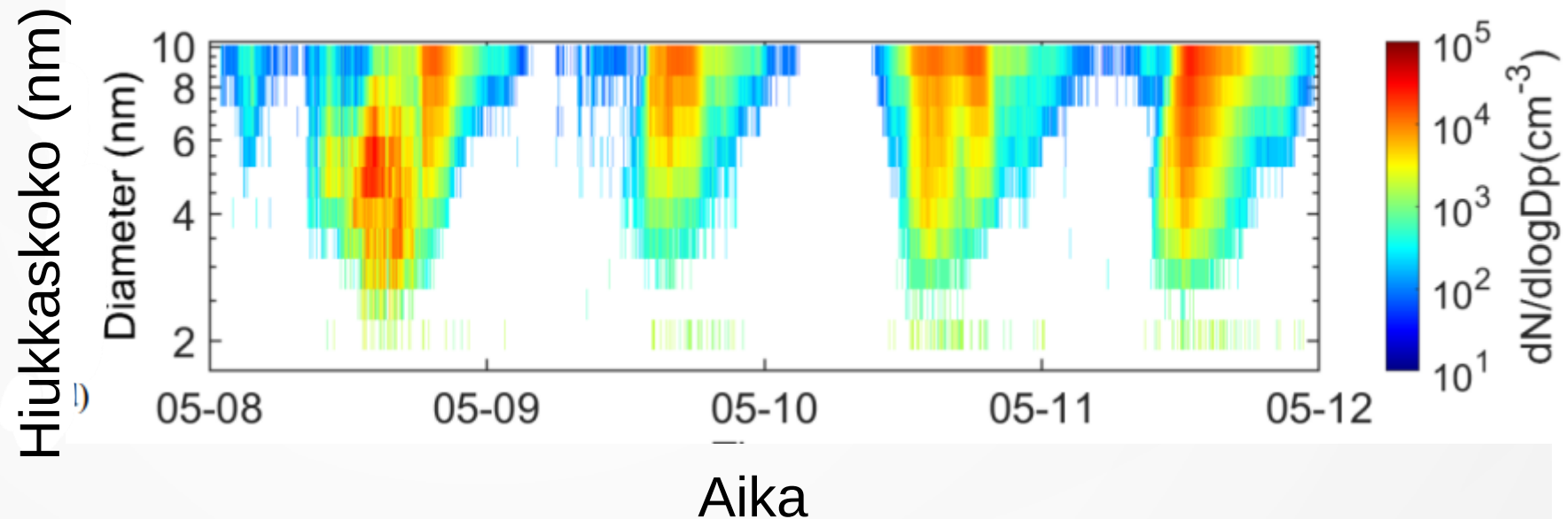




4. MITTAUSTULOKSET

Hyytiälä

- DMPS systemin pitkäaika mittauksilla saadaan tutkittua ympäristötapahtumia
- Kuvaajassa näkyy NPF tapahtuma (New Particle Formation), jossa syntyy uusia aerosoli hiukkasia, jotka toimivat esim. Pilvien ytiminä



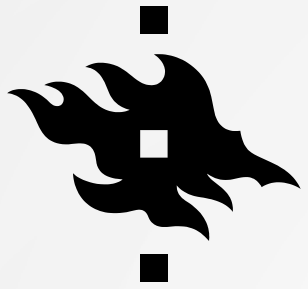


5. YHTEENVETO

- Nanohiukkaset ovat erittäin pieniä, mutta niillä on suuri vaikutus ympäristöön ja terveyteen
- Mittaus on hankalaa, sillä ilmakehässä nanohiukkasten konsentraatiot ovat matalia
- PSM 2.0 antaa uusia mahdollisuuksia mitata jopa alle 1 nm hiukkasia tarkasti
- Uuden teknologian ansiosta ymmärrys muodostumisprosesseista kasvaa ja ennusteet ja mallinukset voivat parantua entisestään.
- Uusi teknologia antaa myös tarkempia tuloksia tutkittaessa näytteen kemiallista rakennetta



KIITOS!



6. VIITTEET

- [1] <https://airmodus.com/products/>
- [2] http://www.cas.manchester.ac.uk/restools/instruments/aerosol/cpc/Schematic%20_CPC/
- [3] Liu, Yiliang & Yli-Kujala, Arttu (2024). Direct calibration using atmospheric particles and performance evaluation of PSM 2.0 for sub-10 nm particle measurements. 10.5194/egusphere-2024-2603.