

Aktiivihiihtisuodattimella varustetun ilmanpuhdistimen suorituskyvyn reaaliaikainen mittaaminen

Petri Nevalainen¹, Markus Metsälä², Olavi Vaittinen¹

¹Raksystems Insinööritoimisto Oy

²Helsingin yliopisto, Kemian osasto

Tutkimuksen tavoite

- Tutkimus osa laajempaa kokonaisuutta (P. Nevalainen, RTA-lopputyö)
- Parantaako ilmanpuhdistimen käyttö sisäilman (kemiallista) laatua?
- Pystytäänkö laadun paranemista seuraamaan reaaliaikaisesti?

Y. Zhang et al., Can commonly-used fan-driven air cleaning technologies improve indoor air quality? A literature review, Atmospheric Environment, 45, 4329 (2011).

I. Mattila, Huonekohtaisten ilmanpuhdistimien suorituskyvyn mittaussuomenetelmät, diplomityö (2018).

Ilmanpuhdistimet: yleisimmät puhdistustekniikat

Hiukkaset:

- Mekaaninen suodatus
- Sähköinen suodatus

Mikrobit:

- UV-säteilytys

Kaasut:

- **Adsorptio**
- Fotokatalyyttinen hapetus
- Plasmasuodatus
- Otsonointi

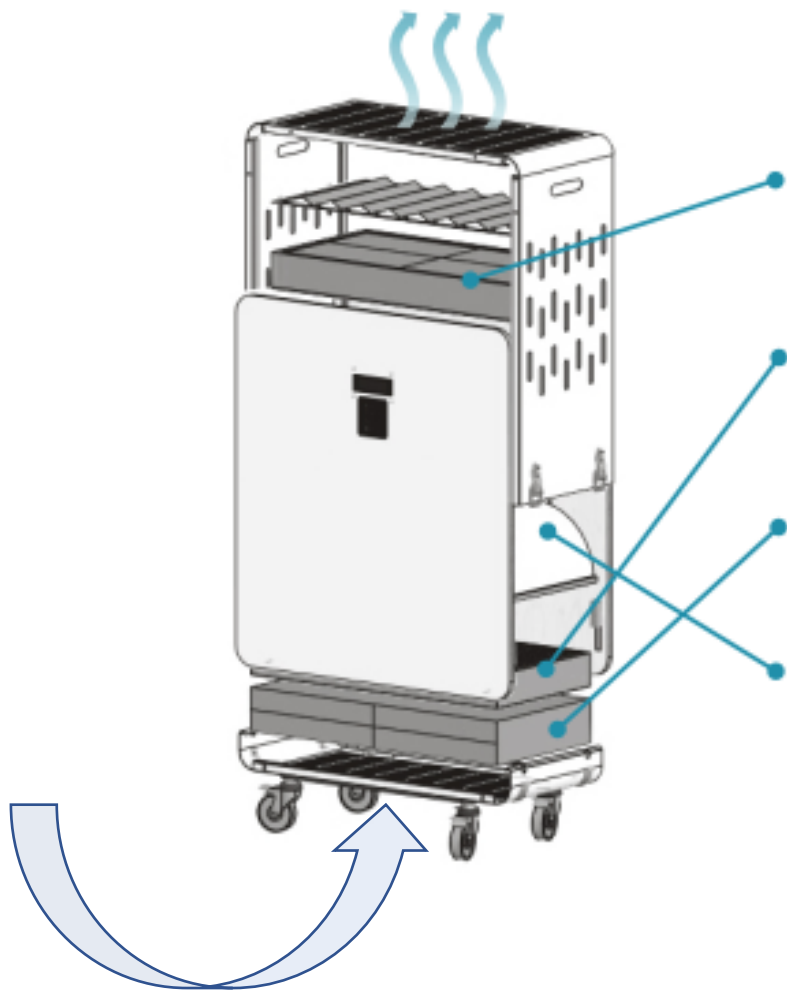
United States Environmental Protection Agency, Residential Air Cleaners, A Technical Summary (2018).

A. Hyvärinen et al., Avaimet terveelliseen ja turvalliseen rakennukseen (AVATER) – Yhteenvetoraportti (2017).

Adsorptio: aktiivihiili

- Ilmanpuhdistimissa yleisimmin käytetty suodatinmateriaali
- Aktiivihiilen toiminta perustuu adsorptioon (kemisorptio, fysisorptio)
- Impregnoinnilla voidaan parantaa aktiivihiilen adsorptiota
- Ilmavirran viipymän on oltava riittävän pitkä (vrt. tehoasetus)
- Suodatuksen tehokkuutta voidaan parantaa lisäämällä suodatinkerroksen paksuutta tai poikkipinta-alaa (aktiivihiilen massaa)

Tutkittu ilmanpuhdistin



HEPA H13 -suodatin poistaa haitallisia pienhiukkasia (yli 99,97% 0,3 μm).

Erittäin korkeatasoinen aktiivihiilisuodatin (6 kg) poistaa savua, teollisuuskemikaaleja, myrkyllisiä yhdisteitä ja hajuja.

ISO Coarce 70 % -esisuodatin kerää ilmasta isot pölyhiukkaset.

Energiatehokas hiljainen EC-moottori + äänenvaimennus

CADR = 320 m³/h

Mittalaite - PTR-TOF-MS



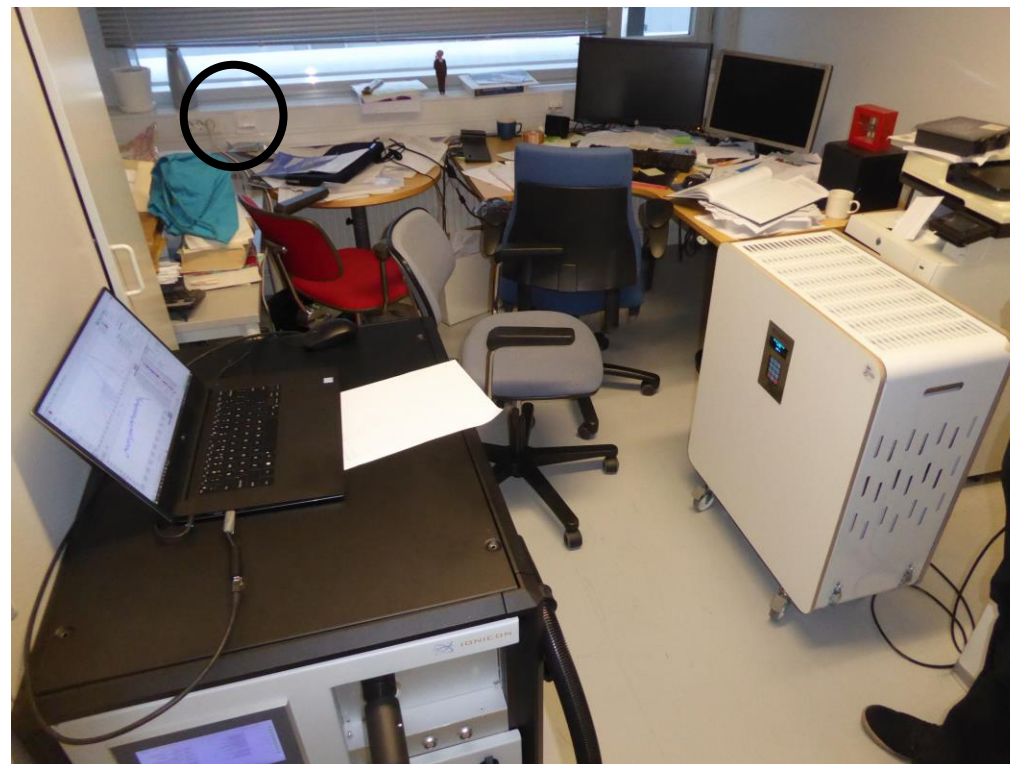
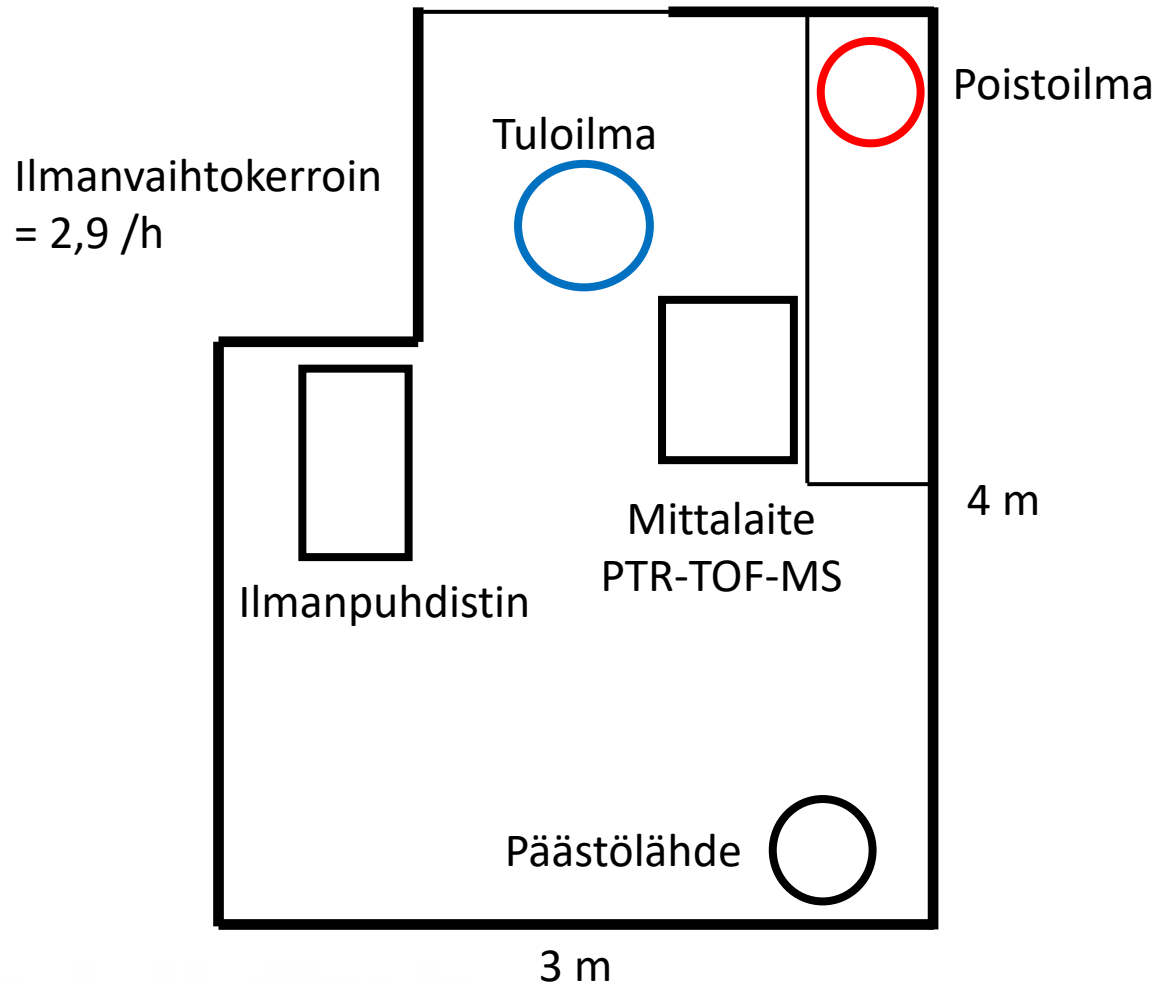
- Ei vaadi näytteen esikäsittelyä
- Massaspektrometri - erottaa molekyylit massan perusteella
- Käytetään enenevässä määrin myös sisäilmamittauksissa (HOMEChem)

- Toteamisraja: 0,1 ppb (1 sekunti)
- Massaerotuskyky ($m/\Delta m$): > 2000
- Aikaerotuskyky: 1 sekunti

Protoninsiirtolentoaikamassaspektrometri

Proton-transfer-reaction time-of-flight mass spectrometer (PTR-TOF-MS)

Tutkimusjärjestely (1)

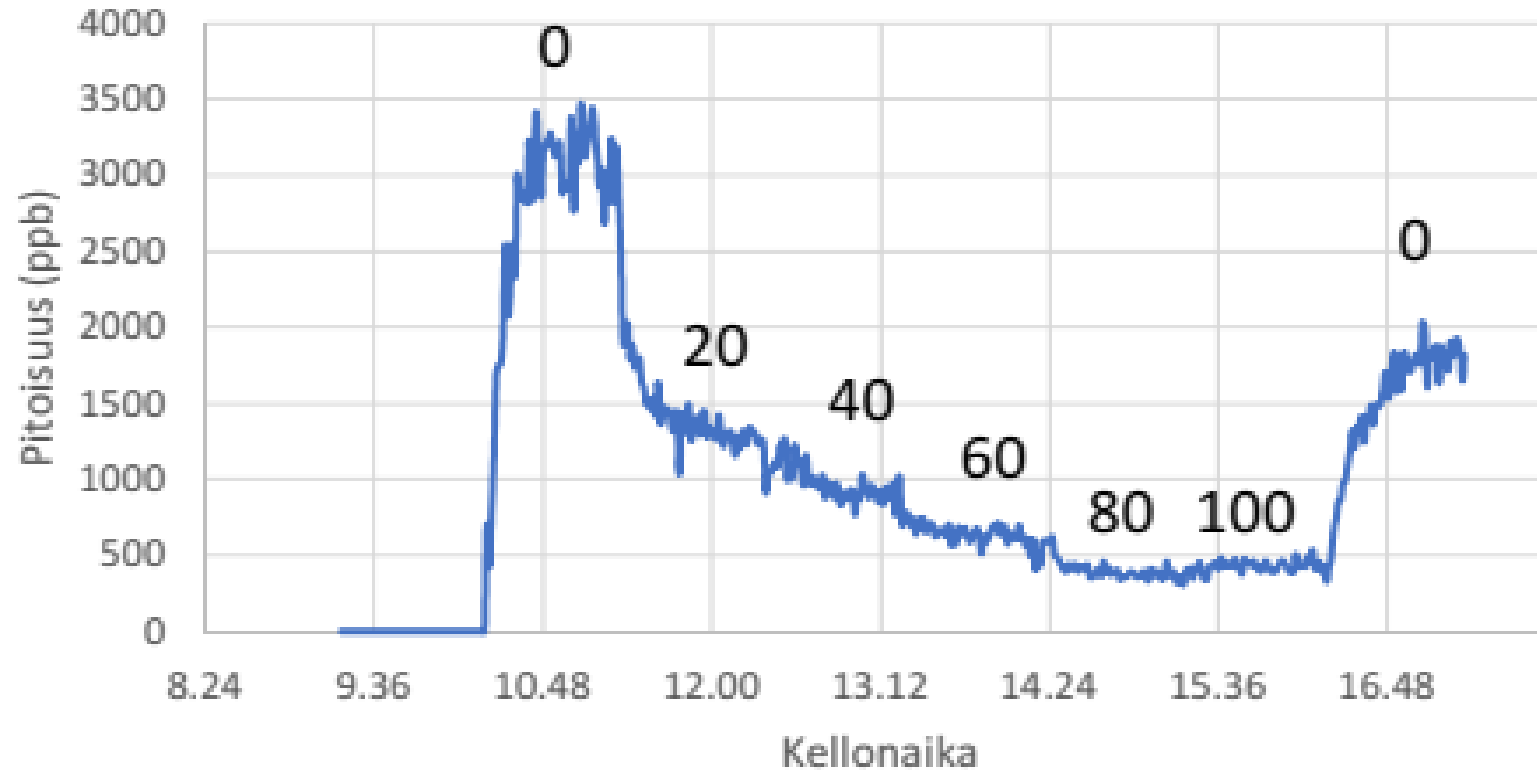


Tutkimusjärjestely (2)

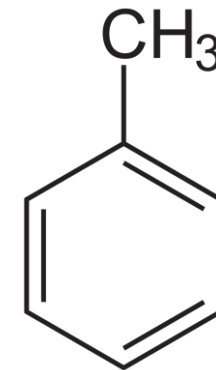
- Tutkittavat yhdisteet: asetoni, etanoli, heksanaali, tolueeni
- Yhdisteiden annettiin haihtua sisäilmaan petrimaljoilta
- Sisäilmapitoisuudet vaihtelivat välillä 15 ppb (heksanaali) – 95 ppm (asetoni)
- Ilmanpuhdistimen tehoasetusta säädettiin sarjassa
0-20-40-60-80-100-0 % maksimitehosta (vaihto noin tunnin välein)
- Tutkimustulokset ovat alustavia ja niihin liittyy huomattava epävarmuus

Tutkimustulokset: tolueeni

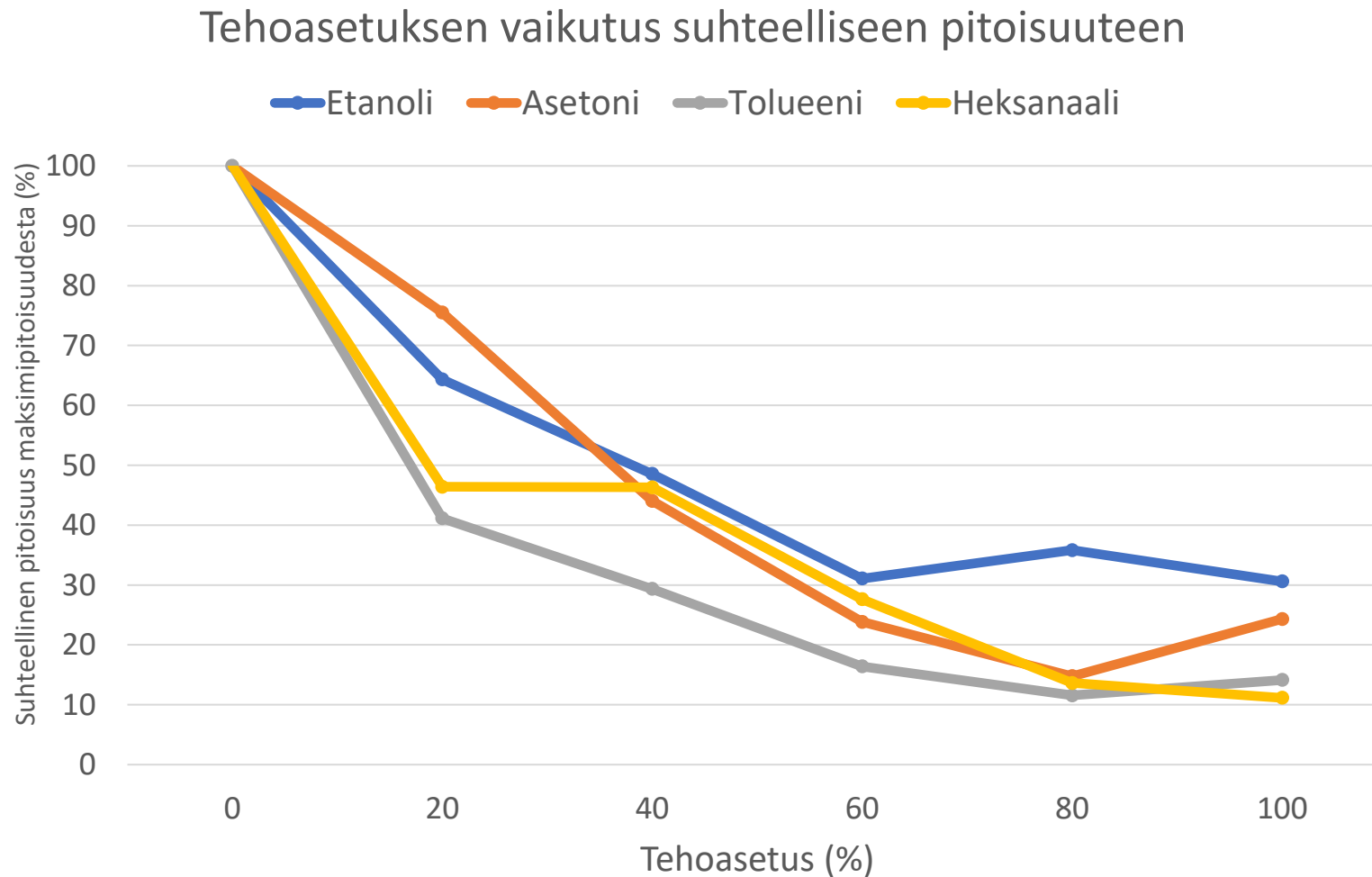
Tolueenin pitoisuus



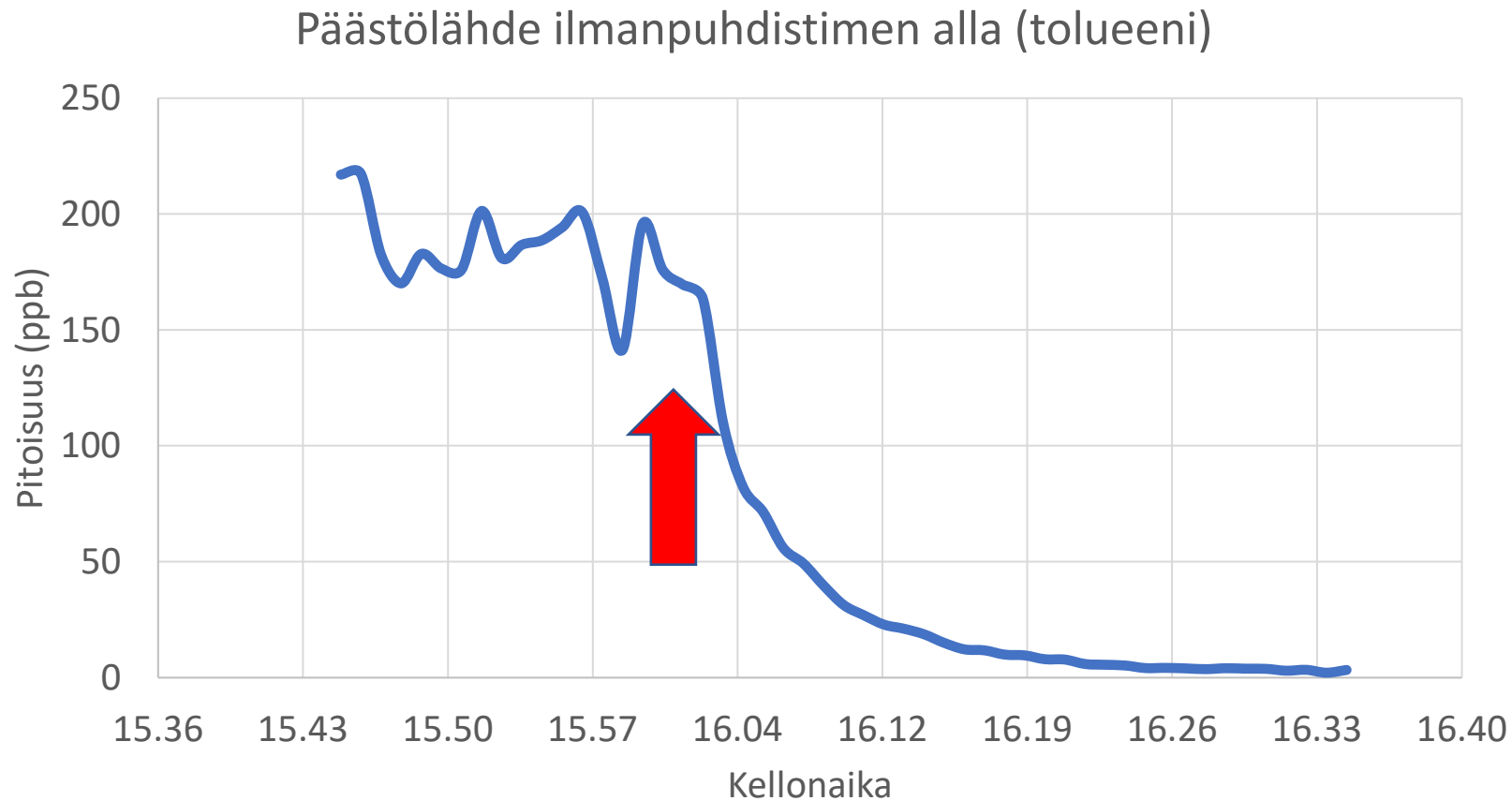
Ilmanpuhdistimen
tehoasetus = 0 – 100 %



Tutkimustulokset: tehoasetuksen vaikutus

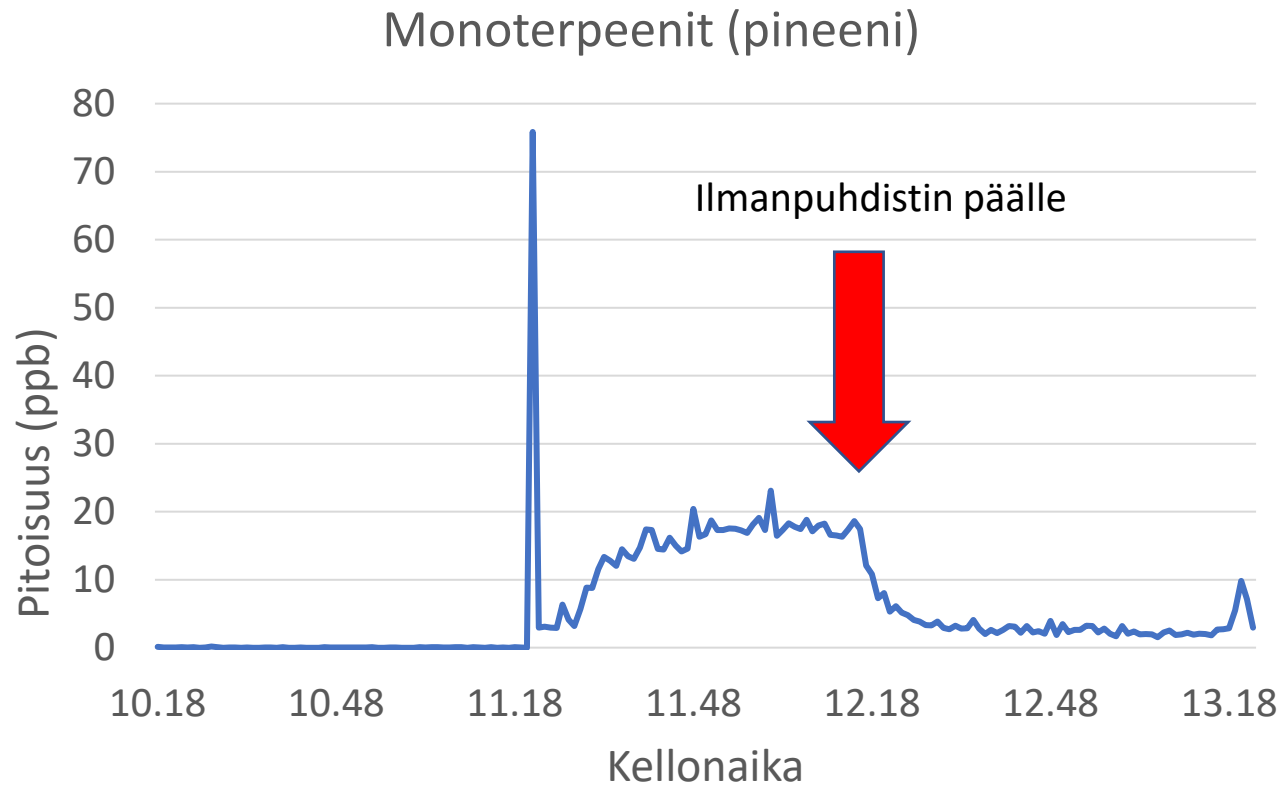


Tutkimustulokset: päästölähteen paikka



Tehoasetus = 50 %

Tutkimustulokset: terpeenit



Ilmanpuhdistimen tehoasetus = 50 %



Yhteenveto

- Aktiivihiilellä varustettu ilmanpuhdistin poistaa tehokkaasti kemiallisia yhdisteitä
- Eri VOC-yhdisteiden vasteet vaihtelevat
- Päästölähteen ja ilmanpuhdistimen keskinäisellä sijainnilla on suuri merkitys
- Pitoisuuksia voidaan seurata reaaliaikaisesti PTR-TOF-MS:llä



Ilmanpuhdistimia tutkittava systemaattisesti käytönaikaisissa oloissa

Lisätietoa

- Petri Nevalainen: Aktiivihiihtisuodattimella varustetun ilmanpuhdistimen toimintaperiaate ja suorituskyky (2019)
- Mikko Salin: Ilmanpuhdistininterventio – Laminaarisen puhtasilmavyöhykkeen vaikutus sisäilmaoireilevien työntekijöiden koettuun terveyteen (2020)

Kiitos!

ISEC

