

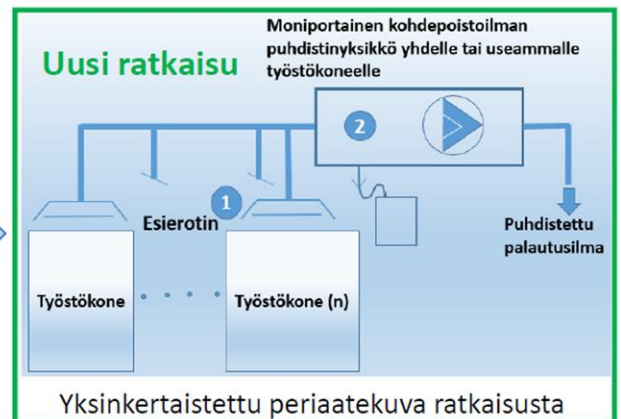
# Aerosolihallinta työstökoneympäristössä

## Loppuraportti 15.5.2019

Dnro:4441 / 31 / 2016 (TAMK), päähanke

Dnro:4618 /31 / 2016 (TTL) rinnakkaishanke, erillisraportti

Innovatiivinen **AerOff-ratkaisu** parantamaan työstökonesalien työskentelyilmaolosuhteita



Pirkko Pihlajamaa, projektipäällikkö  
Lasse Hillman  
Hanna Pihlajarinne  
Jussi-Pekka Juvela

## 1. TAUSTA JA LÄHTÖTILANNE

Tällä hetkellä länsimaissa jokaiseen työstökoneeseen hankitaan kohdepoistoilman puhdistin, varsinkin, mikäli ko. ilma palautetaan työskentelytilaan. Markkinoilla on kuitenkin ainoastaan tarjolla hiukkaspuhdistimia, joista kaasumaiset aerosoliosuudet pääsevät läpi poistoilman mukana työntekijöiden hengittämään sisäilmaan. Tutkimustulosten perusteella nimenomaan näille aerosoleille (esim. alkanoliamiinit) altistuminen aiheuttaa työntekijöille työterveydellisiä haittoja. Ilman laadun parantamiselle on siis selvää tarvetta.

AerOff TUTLI-hanketta edelsi Työsuojelurahaston pääosin rahoittama hanke: ”Kohdepoistoilman suodattaminen ja palauttaminen metallin työstössä - kannattavuus ja vaikutukset työilman laatuun”, joka toteutettiin Työterveyslaitoksen, Teknologian tutkimuskeskus VTT Oy:n ja Tampereen ammattikorkeakoulun yhteistyönä.

Tässä edeltävässä hankkeessa selvitettiin nykyisin käytössä olevien kohdepoistojen suodatuslaitteiden toimintaa ja niiden vaikutusta työilman laatuun ja työntekijöiden altistumiseen sekä suodatuksen aiheuttamia vaikutuksia. Tarkasteluun otettiin mukaan myös vaihtoehtoiset kohdepoistoilman käsittelymenetelmät. Hankkeen tuloksena laadittiin suositukset metallintyöstönesteellä likaantuneen kohdepoistoilman käsittelylle eri tilanteissa. Loppuraportti valmistui syyskuussa 2016 ja se on löydettävissä netistä Työterveyslaitoksen julkaisuista: Metallityöstön kohdepoistoilman hallinta (TSR loppuraportti nro 113256): [http://urn.fi/URN:ISBN%20978-952-261-668-5\(PDF\)](http://urn.fi/URN:ISBN%20978-952-261-668-5(PDF)).

Em. taustahankkeen yhteydessä keksittiin uusi entisiä oleellisesti tehokkaampi ratkaisumalli, jonka kaupallistamisselvityksiä varten käynnistettiin tämä Business Finlandin pääosin rahoittama TUTLI-hanke. Uudessa ratkaisussa palautusilmasta on tarkoitus poistaa nyt myös kaasumaiset epäpuhtaudet mahdollisimman hyvin.

Samanaikaisesti rinnakkaishankkeeksi käynnistettiin lähinnä, päähanketta tukevana, akkreditoituja mittauksia varten Työterveyslaitoksen TUTLI-hanke, josta on erillinen loppuraportti: <http://urn.fi/URN:ISBN:9789522618696>.

Tampereen ammattikorkeakoulu(TAMK) keskittyi omassa päähankkeessaan teknisiin ilmanvaihto- ja työstökoneparatkaisuihin pilotoituneeseen, seuranta-anturitestaukseen sekä erilaisten liiketoimintamallien kartoittamiseen ja analysointiin.

Hankkeen onnistumiseen vaikutti ratkaisevasti kohdeyritysten ja ohjausryhmän aktiivinen osallistuminen ja kohdeyrityksistä saatu monipuolinen tuki hankkeelle.

## 2. TOTEUTUSTAPA

Heti hankkeen alusta lähtien oli selvää, että uuden ratkaisumallin eri versioineen pilotointi todellisissa teollisuusympäristöissä on oleellisen tärkeää. Täten hankkeessa pilotoitiin kohdeyrityksissä 3 erilaista teknistä ratkaisumallia, seurattiin niiden toimintaa ja tehtiin mittauksia. Lisäksi rakennettiin TAMK:n konelaboratorioon työstökoneeseen esierottimen vertailukoejärjestely (3 erilaista). Samanaikaisesti selvitettiin ja kehitettiin VOC-seuranta-anturia ja sen soveltuvuutta testattiin kohdeyrityksissä.

Teknisten ponnistelujen rinnalla selvitettiin jakelukanavia, tehtiin liiketoimintamallien SWOT-analyysiä ”business for canvas”-työkalun avulla sekä selvitettiin ja laskettiin hinnoittelumalleja. Myös markkinointimateriaalin synnitys koettiin tärkeäksi heti alusta lähtien.

Tutkijat osallistuivat EMO-messuille Hannoverissa syksyllä 2017 ja saivat sieltä melko kattavan kuvan siitä, missä työstökoneiden kohdepoistoilman puhdistamisessa ollaan kansainvälisellä tasolla: vain hiukkaspuhdistusratkaisuja on tarjolla.

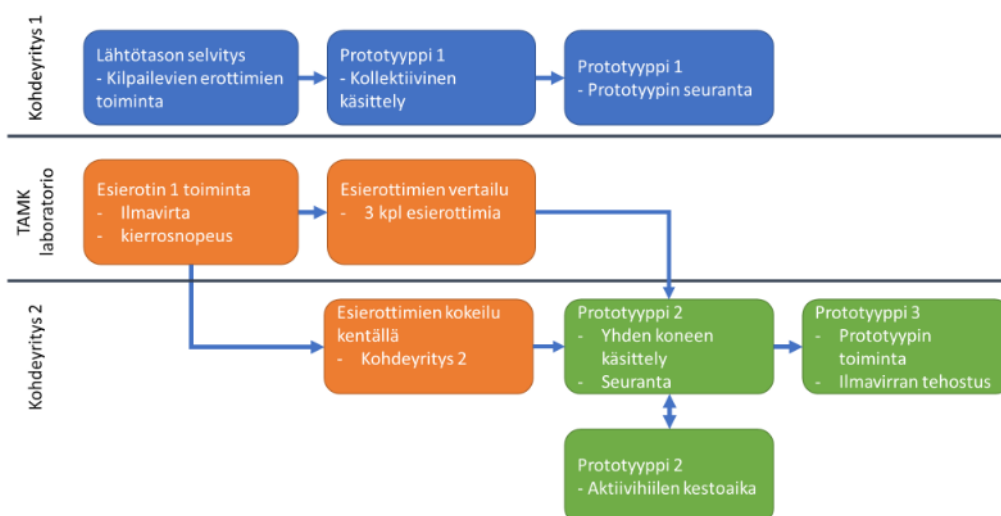
Tutkijoiden lisäksi hankkeeseen osallistui useita opiskelijoita pienimuotoisten ja kohdennettujen projektitöiden tai opinnäytetöiden tekijöinä usealta eri koulutusosalta. Kaikki akkreditoituidut mittaukset teki sovitus Työterveyslaitos.

### 3. TULOKSET

Pilotointi todellisissa teollisissa kohteissa osoittautui erittäin tärkeäksi, jotta erilaiset reunaehdot ja toimivuushaasteet ratkaisumallin soveltuvuudesta saatiin esille. Protot valmistuivat eri aikaisesti, joten aiemmista pilotoinneista voitiin ottaa oppia ja tehdä korjaavia, karsivia tai täydentäviä muutoksia. Mm. ensimmäisen, useaa työstökoneita palvelevan AerOff-ratkaisun yhteydessä asennettiin paljon lämpötila- ja kosteusmittausantureita, joista useat todettiin joko turhiksi tai epäluotettaviksi käyttötarkoitukseensa.

Protojen toimitusajoissa oli haasteita hankkeen aikana ja hankintaprosessissa opittiin tunnistamaan hankintaketjun kriittisimmät vaiheet ja nimenomaan ne osahankinnat, joilla on pisimmät toimitusajat.

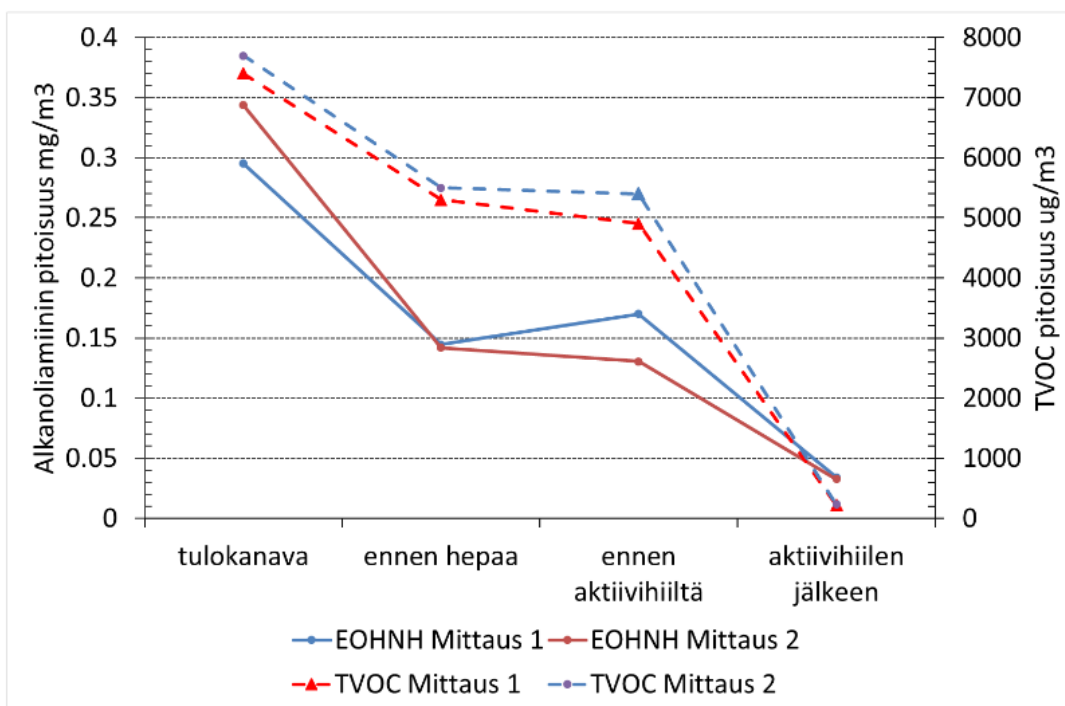
Päähankkeen rinnalla eteni yhteisesti sovitun aikataulun mukaisesti Työterveyslaitoksen akkreditoituihin mittauksiin keskittyvä hanke, jonka tuloksista on erillinen raportti. Ko. raportissa on kuvattu niin mittausprosessi (kuva 1), mittausmenetelmät ja sen eri vaiheiden tulokset.



Kuva 1 Akkreditoitujen mittausten eteneminen prosessin eri vaiheissa

Yksi tavoiteltu ja saavutettu tulos oli, että ratkaisumallin toimivuuden ja varsinkin ilmanpuhdistustuloksen seurantaan varten tehdyt TVOC-puolijohdeanturin etsintä- ja kokeiluponnistelut tuottivat tulosta alkuvaikeuksista huolimatta. Puhdistetun ilman puhtauden seuranta-anturin tulosten korrelointia akkreditoituihin Työterveyslaitoksen mittaustuloksiin seurattiin ja tuloksena saatiin synnytettyä käytännön tarpeisiin riittävän luotettava ja edullinen seuranta-anturi.

Tärkein saavutetuista tuloksista (kuva 2) oli, että piloteissa todellisissa teollisuusympäristöissä testatuilla teknisillä ratkaisumalleilla saavutettiin se puhdistetun ilman lopputulos, jota tavoiteltiin: niin alkanoliamiinien kokonaispitoisuuden tavoitetaso  $0,1 \text{ mg/m}^3$  kuin myös TVOC-pitoisuus  $3000 \text{ } \mu\text{g/m}^3$  alitettiin.



Kuva 2 Alkanoliamiinien (EOHNH) ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (TVOC) pitoisuudet eri osissa AerOff-laitteistoa

Liiketoimintamallien selvittelyissä päädyttiin soveltuvimmaksi ensi vaiheen kaupallistamisratkaisuksi spinn-off yritykseen, jonka tavoitteena olisi tarjota mm. yritysten työturvallisuudesta vastaaville henkilöille ratkaisumalli rauhallisia yöunia varten riittävän puhtaan sisäilman ylläpitämiseksi työympäristössä energia- ja materiaalitehokkaasti. Alkuvaiheessa kohdeyritykset profiloituisivat konepajateollisuusyrityksiin. Ratkaisumalli voi sisältää sekä monialaista asiantuntijatyötä että laiteratkaisujen välittämistä. Monialaisuus voi liittyä mm. siihen, että ylipäätään työympäristöongelmaa voitaisiin pienentää tai tuotannon energia- ja materiaalitehokkuuden parantamisponnisteluihin. Aeroff Oy:n perustamisasiakirja allekirjoitettiin 14.5.2019.

Eurooppalainen EP-patenttihakemus (nro 17752727.2) jätettiin 15.6.2018.

Hankkeen aikana synnytettiin myös markkinointimateriaalia: AerOff-logo ja -tavaramerkki, esitteet ja animaatiofilmi.

Hanke on ollut esillä mm. TTT-lehdessä, Talotekniikka-lehdessä ja TAMK/TUNI-julkaisussa: ([https://www.tuni.fi/fi/ajankohtaista/konepajojen-tyoilmaan-parannus-uuden-puhdistusratkaisun-avulla?fbclid=IwAR3LhrHLfuJ3xrguwjw8nLAvoyApaDzu5b0Vcm9fyiL3hT7PF0Y39jyYLq8\)%20](https://www.tuni.fi/fi/ajankohtaista/konepajojen-tyoilmaan-parannus-uuden-puhdistusratkaisun-avulla?fbclid=IwAR3LhrHLfuJ3xrguwjw8nLAvoyApaDzu5b0Vcm9fyiL3hT7PF0Y39jyYLq8)%20) sekä kansainvälisessä Room Ventilation 2018-seminaarissa kesällä 2018: ([https://www.lyyti.fi/reg\\_att/efA658E7F74904eE7C/268dEAAf83cdD48C3378.pdf](https://www.lyyti.fi/reg_att/efA658E7F74904eE7C/268dEAAf83cdD48C3378.pdf)).