

## SIIVOUSKEMIKAALIEN JA BIOSIDIEN VAIKUTUKSET MITATTUUN JA KOETTUUN SISÄILMAN LAATUUN

Leila Kakko<sup>1</sup>, Eija Reunanen<sup>1</sup>, Kati Järvi<sup>2</sup>, Tuomas Alapieti<sup>2</sup>, Raimo Mikkola<sup>2</sup>, Maria Andersson<sup>2</sup>, Hanna Leppänen<sup>3</sup>, Martin Täubel<sup>3</sup>, Anne Hyvärinen<sup>3</sup> ja Heidi Salonen<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Tampereen ammattikorkeakoulu

<sup>2</sup> Aalto-yliopisto

<sup>3</sup> Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

### TIIVISTELMÄ

Aalto-yliopiston, Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen sekä Tampereen ammattikorkeakoulun yhteistyöhankkeena käynnistyi syksyllä 2017 kaksivuotinen hanke ”Sisätiloissa käytettyjen siivouskemikaalien ja biosidien vaikutukset mitattuun ja koettuun sisäilman laatuun koulu- ja päiväkotirakennuksissa (SIBI-hanke)”. Hankkeessa tutkitaan pääkaupunkiseudun lukiossa ja päiväkodeissa käytettyjen siivouskemikaalien sekä biosidien vaikutuksia koettuun ja mitattuun sisäilman laatuun. Tutkimus sisältää kenttä- ja laboratoriotutkimuksia sekä kirjallisuuskatsauksen.

### TAUSTA JA TAVOITTEET

Kosteus- ja homevaurioiden sekä materiaaleihin liittyvien ongelmien lisäksi yhdeksi sisäilmaongelmien aiheuttajiksi epäillään erilaisia rakennuksien huollossa ja ylläpidossa käytettyjä kemikaaleja, kuten siivouskemikaaleja ja ilmanraikasteita, sekä käyttäjien mukana sisäilmaan kulkeutuvien hygieniatuotteiden ja käsienpesuaineiden hajusteita ja antimikrobisia aineita /1-9/. Ajantasaista tutkimustietoa näiden kemikaalien vaikutuksista sisäilman laatuun ja tilojen käyttäjien terveyteen on kuitenkin olemassa hyvin vähän.

Uudessa Asumisterveysasetuksessa 2015 /10/ annetaan toimenpiderajoja joillekin kemiallisille epäpuhtauksille, joiden lähteenä oletetaan olevan pääasiassa rakennusmateriaalit ja ulkoilma. Osa toimenpiderajoista perustuu ongelmien tunnistamiseen ja osa on terveysperusteisia. Useissa julkisissa rakennuksissa yhdeksi mahdolliseksi sisäilmaongelmien aiheuttajiksi on epäilty erilaisia siivouskemikaaleja /1,2, 11/.

Tarvitaan kuitenkin lisää tietoa oppilaitoksissa ja päiväkodeissa käytettävien kemikaalien määrästä ja laadusta sekä erilaisten siivousmenetelmien ja siivouskemikaalien välittömistä ja välillisistä vaikutuksista sisäilman laatuun ja mikrobiomiin erilaisissa olosuhteissa. Rakennuksissa käytettyjen kemikaalien määrä ja laatu korostuvat tulevaisuudessa energiatehokkuus-direktiivin (EPBD) 2010(31) EU myötä. Direktiivi edellyttää energian säästöä myös ilmanvaihdon osalta, jolloin ilmanvaihto on helposti alimitoitettu rakennuksen kemikaalikuormaan /12/ nähden.

Tutkimuksessa selvitetään monitieteisesti energiatehokkaiden uudisrakennusten siivous ja huoltoprosessien vaikutusta työympäristöjen mitattuun ja koettuun sisäilman laatuun. Erityistarkastelun kohteena ovat uudistetut siivousprosessit, jotka eivät lisää rakennuksen sisäilman kemikaalikuormaa mutta kuitenkin takaavat pölyttömän ja haitta-aineesta puhtaan työympäristön.

Tutkimuksen päätavoitteet kenttä-, laboratorio-, ja kirjallisuustutkimuksissa ovat seuraavat:

- 1) Selvittää, kuinka paljon oppilaitoksissa ja päiväkodeissa käytetään kemikaaleja sekä käytettyjen siivouskemikaalien ja biosidien vaikutusta mitattuun ja koettuun sisäilman laatuun erilaisten siivousprosessien aikana ja niiden jälkeen.
- 2) Selvittää erilaisten materiaalien ja siivousaineiden vuorovaikutusten merkitystä kemiallisiin emissioihin erilaisissa lämpö- ja kosteusolosuhteissa.
- 3) Selvittää siivouskemikaalien ja biosidien mitokondriotoksisuutta nisäkässoluille ja potentiaalisesti patogeenisille mikrobeille.
- 4) Selvittää siivouskemikaalien ja biosidien kiihdyttäviä ja inhiboivia vaikutuksia eri homekantojen ja lajien itiöiden germinaatioon.
- 5) Selvittää julkaistua tietoa kouluissa käytettyjen siivouskemikaalien ja biosidien vaikutuksista mitattuun sisäilman laatuun sekä tilankäyttäjien terveyteen ja hyvinvointiin.

Tutkimushanketta rahoittaa Työsuojelurahasto ja yhteistyökumppaneina ovat Helsingin, Espoon ja Vantaan kaupungit, Työterveyslaitos, STM, Aalto-yliopistokiinteistöt, Sisäilmatutkimuspalvelut Elisa Aattela Oy, Poistoa Group Oy, Vileda Professional sekä KiiltoClean Oy.

## TUTKIMUSHANKEEN AINEISTO JA MENETELMÄT

Tutkimuskohteina on 14 lukiorakennusta ja yksi päiväkotikiinteistö pääkaupunkiseudulta. Tutkittavat kohteet valittiin hankkeen johtoryhmässä yhdessä kaupunkien kanssa.

Laboratoriotutkimuksissa tarvittava tutkimusaineisto saadaan lukio- ja päiväkotirakennuksien kenttätutkimuksissa kerätyistä mikrobiologisista ja kemiallisista näytteistä.

Koetun sisäilman laadun ja työympäristöön liittyvän oireilun selvittämisessä käytetään THL:llä kehitettyä kyselyä ja hyödynnetään Helsingin kaupungin kouluissa keväällä 2017 toteutettua laajaa oire- ja olosuhdekyselyä. Lukioiden oppilaille ja opetushenkilökunnalle sekä päiväkodin henkilökunnalle suunnattuun kyselyyn vastaaminen tapahtuu pääasiallisesti käyttämällä omaa mobiililaitetta, kuten puhelinta tai tablettia.

Taustatietoa siivousmenetelmien ja -kemikaalien käytöstä lukio- ja päiväkotirakennuksissa ja niiden mahdollisesta haitallisuudesta selvitetään kirjallisuuskatsauksen ja haastatteluiden avulla.

Kenttämittaukset toteutetaan kolmessa vaiheessa, kaksi viikkoa kerrallaan:

1. Käytettävät siivousmenetelmät ja -aineet ovat kohteessa päivittäisessä käytössä olevia.
2. Siivouksessa ei käytetä ollenkaan kemikaaleja vaan ainoastaan vesijohtovettä ja mikrokuitutuotteita sekä käytävien lattiapinnoille uutta yhdistelmäkonetta.
3. Palataan kohteen alkuperäiseen omaan siivoukseen menetelmien ja aineiden osalta

Kemikaalittomaan siivoukseen siirryttäessä ennen mittauksia on kahden viikon siirtymäaika. Kohteissa tehtävät tutkimukset ja niissä käytettävät menetelmät on koottu taulukkoon 1.

*Taulukko 1. SIBI- hankkeessa koulu – ja päiväkotikohteissa tehtävät tutkimukset ja käytetyt menetelmät.*

Tutkimus	Tutkimusmenetelmä	Mittauskohde ja kesto
<b>Kemialliset näytteet</b>		1 luokkahuone / koulu tai päiväkot 2 viikkoa * 3
TVOC, T, RH, CO <sub>2</sub> , CO, rikkivety, arsiini, ammoniakki ja otsoni	Graywolf mittauspaketti: TG 501 ja IQ 610 –anturit,	
VVOC ja VOC	Aktiivinäytteenotto Tenax TA – adsorbenttiputkiin, 8 l / 40 min ISO 16017-2:2003 /13/	
Ilmanäytteiden aldehydit	Aktiivinäytteenotto Sep-Pak Xposure -keräimiin 100 l / 100 min ISO 16000-3 /14/	
<b>Mikrobinäytteet</b>		1 luokkahuone / koulu tai päiväkot 2 viikkoa * 3
Ilmanäytteet mikrobi- ja bakteerimäärityksiä varten	RCS High Flow Touch-keräin, agar-liuskat (home- ja bakteeripesäkkeet) 100 l / 1 minuutti	
Pyyhintäpölynäyte tutkimustilojen pinnoilta	Minigrip-pussi (analysointi elektronimikroskoopilla)	
Elinkykyiset mikrobit	Laskeumamaljat	
Bakteeri- ja sienimikrobiomin NGS (Next-Generation Sequencing)	Laskeumamaljat	
Siivouksellinen laatu	Hygicult TPC Pro-Clean pintahygieniatesti	2-3 * tutkimuksen aikana
Huurrevesinäyte	E-keräin (Kerätyn veden toksisuusmittaukset käyttäen bakteeri- ja nisäkässoluja)	
<b>Kyselyt, haastattelut ja havainnointit</b>		
Siivouskemikaalien ja –menetelmien käytön havainnointi kohteissa	Haastattelu ja havainnointi	14 lukiota 1 päiväkot
Oire- ja olosuhdehaittakysely oppilaille ja opettajille	Oma puhelin / tabletti / tietokone	Opetus- ja päiväkodin henkilöstö ja lukion oppilaat

## TUTKIMUKSESTA SAATAVA HYÖTY

Hanke tarjoaa merkittävää uutta tietoa oppilaitos- ja päiväkotirakennuksissa käytettyjen siivousmenetelmien, sekä siivous- ja ylläpitokemikaalien välittömistä (kemiaaliset, mikrobiologiset ja hiukkasmaiset altisteet) ja välillisistä (käytettyjen kemikaalien vaikutukset mm. mikrobiomin lajikirjoon ja in vitro toksisuus) vaikutuksista mitattuun ja koettuun sisäilman laatuun.

Tutkimustuloksia voidaan hyödyntää kunnallisessa päätöksenteossa päätettäessä kiinteistöjen siivousmenetelmistä sekä käytettävistä siivous- ja ylläpitokemikaaleista ja saadun tutkimustiedon avulla voitaneen pienentää rakennusten kemikaalikuormaa sekä tilankäyttäjien kemikaalialtistumista.

Hankkeesta saatavaa tutkimustietoa voidaan hyödyntää laajasti suomalaisen työelämän ja työterveyden hyväksi erilaisissa julkisissa rakennuksissa. Oikeiden siivousmenetelmien ja siivousaineiden valinnan lisäksi tutkimuksemme auttaa kehittämään uusia menetelmiä sisäilman ja sisäympäristön laadun arviointiin sekä kehittämään jo olemassa olevia menetelmiä. Tuloksia ja hankkeesta kehitettyjä menetelmiä voidaan hyödyntää myös tulevaisuudessa kansallisissa ja kansainvälisissä hankkeissa sekä laadittaessa määräyksiä ja suosituksia rakennusten huollosta.

## TUTKIMUKSEN AIKATAULU

Hanke aloitettiin syyskuussa 2017 ja loppuraportin on tarkoitus valmistua vuoden 2019 loppuun mennessä.

## LÄHDELUETTELO

1. Wolkoff P., Schneider T., Kildesø J., Degerth R., Jaroszewski M., Schunk H. 1998. Risk in cleaning: chemical and physical exposure. *Science of the total Environment* 23 135-156.
2. Nazaroff W., Weschler C. 2004. Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants. *Atmospheric environment*. 38; issue 18. pp 2841-2865.
3. Mitro S., Dodson R., Singla V., Adamkiewicz G., Elmi F., Tilly T., Zota A. 2016. Consumer Product Chemicals in Indoor Dust: A Quantitative Meta-analysis of U.S. *Studies Environ. Sci. Technol.* 2016, 50, 10661–10672.
4. Nørgaard AW., Kofoed-Sørensen V, Mandin C, Ventura G, Mabilia R, Perreca E, Cattaneo A, Spinazzè A, Mihucz VG, Szigeti T, de Kluizenaar Y, Cornelissen HJ, Trantallidi M, Carrer P, Sakellaris I, Bartzis J, Wolkoff P. 2014. Ozone-initiated terpene reaction products in five European offices: replacement of a floor cleaning agent. *Environ Sci Technol.* 48:13331-13339.
5. Nørgaard AW, Kudal JD, Kofoed-Sørensen V, Koponen IK, Wolkoff P. 2014. Ozone-initiated VOC and particle emissions from a cleaning agent and an air freshener: risk assessment of acute airway effects. *Environ Int.* 68:209-218.
6. Wessels S, Ingmer H. 2013. Modes of action of three disinfectant active substances: A review. *Regulatory Toxicology and Pharmacology* 67: 456–467.
7. Gameiro A, Coutinho I., Ramos L., Goncalo M. 2014. Methyisothiazolinone: second epidemic” of isothiazolinone sensitization. *Contact Dermatitis*, 70, 238-260.

8. Potera C. 2011. INDOOR AIR QUALITY: Scented Products Emit a Bouquet of VOCs Environ Health Perspect. 119: A16.
9. Lundov M.D., Zachariae, C., Menné, T. and Johansen J.D. 2012 Airborne exposure to preservative methylisothiazolinone causes severe allergic reactions. BMJ. 4, 345.
10. Asumisterveysasetus. 2015. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista.  
<http://stm.fi/documents/1271139/1408010/Asumisterveysasetus/>.
11. Rufo J. C, Madureira J., Paciência I., Sousa J. R. B, Oliveira Fernandes E., Slezakova K., Pereira M. C., Aguiar L., Teixeira J. P., Pinto M., Delgado L., and Moreira A. 2016 Exposure to emissions from cleaning products in primary schools: A test chamber study. In book: Occupational Safety and Hygiene IVEdited by Pedro M. Arezes, João Santos Baptista, Monica P. Barroso, Paula Carneiro, Patrício Cordeiro, Nelson Costa, Rui B. Melo, A. Sergio Miguel, and Gonçalo Perestrelo CRC Press 2016 Pages 25–28.
12. Sundell J., Levin H., Nazaroff WW., Cain WS., Fisk WJ., Grimsrud DT., Gyntelberg F., Li Y., Persily AK., Pickering AC., Samet JM., Spengler JD., Taylor ST., Weschler CJ. 2011. Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. Indoor Air 3:191-204.
13. ISO 16017-2:2003 Indoor, ambient and workplace air -- Sampling and analysis of volatile organic compounds by sorbent tube/thermal desorption/capillary gas chromatography -- Part 2: Diffusive sampling ISO (International Organization for Standardization), Geneva, Switzerland.
14. ISO 16000-3:2011- Indoor air -- Part 3: Determination of formaldehyde and other carbonyl compounds in indoor air and test chamber air -- Active sampling method. ISO (International Organization for Standardization), Geneva, Switzerland.

