

Please note! This is a self-archived version of the original article.

Huom! Tämä on rinnakkaistalenne.

To cite this Article / Käytä viittauksessa alkuperäistä lähdettä:

Kakko, L., Reunanen, E., Kylmäkorpi, P., Alapieti, T., Täubel, M., Mikkola, R. & Salonen, H. (2019) Siivouskemikaalien ja –menetelmien vaikutukset koulu- ja päiväkotiympäristön mikrobistoon ja sisäilman laatuun. Teoksessa Vinha, J. & Raunima, T. (toim.) Rakennusfysiikka 2019, Uusimmat tutkimustulokset ja hyvät käytännön ratkaisut 28.–30.10.2019, Tampere. Tampereen yliopisto, Rakennustekniikka, Rakennusfysiikka. Seminaarijulkaisu 6., osa 1, s. 165-170.

Siivouskemikaalien ja –menetelmien vaikutukset koulu- ja päiväkotiympäristön mikrobistoon ja sisäilman laatuun

Leila Kakko¹, Eija Reunanen¹, Paula Kylmäkorpi² Tuomas Alapieti³, Martin Täubel⁴, Raimo Mikkola³ ja Heidi Salonen³

¹ Tampereen Ammattikorkeakoulu, Tampere

² Espoon kaupunki, Espoo

³ Aalto-yliopisto, Rakennustekniikan laitos, Espoo

⁴ Terveyden- ja hyvinvoinnin laitos, Terveysturvallisuusosasto, Ympäristöterveys, Kuopio

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 selvitetään 14 pääkaupunkiseudun lukiossa ja yhdessä päiväkodissa käytettäviä kemikaaleja ja erilaisten siivousmenetelmien ja siivouskemikaalien välittömiä ja välillisiä vaikutuksia sisäilman laatuun ja mikrobiomiin erilaisissa olosuhteissa.

Siivouskemikaalien käyttöä ja siivousmenetelmiä kartoitettiin kohteiden siivoushenkilökunnalle kohdistetulla haastattelututkimuksella ja samalla havainnoitiin käytänteitä. Lisäksi kahdessa lukiossa ja yhdessä päiväkodissa tehtiin sisäilmamittauksia, joiden aikana kohteissa siivottiin aivan normaalisti ja sen lisäksi tehtiin siivouksen interventio, jolloin siivottiin ilman kemikaaleja, käyttäen uusia mikrokuituisia siivoustekstiilejä ja tavallista vesijohtovettä.

Kohteissa ei ollut havaittavissa selkeitä eroja eri kaupunkien koulujen välillä, käytettävät menetelmät ja siivouskemikaalien käyttö on ollut tarkoituksenmukaista. Mikrobitasojen mittaustuloksissa ei voitu havaita johdonmukaista muutosta eri siivousjaksojen välillä.

1. Johdanto

Koulujen sisäilma on puhuttanut päättäjiä viime vuosina. Sisäilmaoireilu sekä oppilaiden, että henkilökunnan aiheuttaa sairauspoissaoloja, kustannuksia ja työtehon laskua. Yhtenä osasyynä on pidetty kemikaaleille herkistymistä ja siksi on esitetty toiveita kemikaalikuorman vähentämisestä. Siivouksen rakennuksille aiheuttamaa kemikaalikuormaa ei juurikaan ole tutkittu. Menetelmä valinnoilla ja koneiden käytön lisäämisellä voitaneen vaikuttaa siivouskemikaalien leviämiseen ilmaan ja kertymiseen pinnoille. Ammattimaisen siivouksen käsite myös vaihtelee eri maissa. [1-9].

Kemiallisille epäpuhtauksille, jotka ovat peräisin rakennusmateriaaleista ja ulkoilmasta on olemassa toimenpiderajoja Asumisterveysasetuksessa 2015 [10]. Osa toimenpiderajoista perustuu ongelmien tunnistamiseen ja osa on terveysperusteisia. Useissa julkisissa rakennuksissa yhdeksi mahdolliseksi sisäilmaongelmien aiheuttajiksi on epäilty erilaisia siivouskemikaaleja [1,2, 11].

Oppilaitoksissa ja päiväkodeissa käytettävistä kemikaaleista, niiden koostumuksesta ja annostelusta sekä määrästä tarvitaan lisää tietoa. Käytettävien siivousmenetelmien ja siivouskemikaalien välittömistä ja välillisistä vaikutuksista sisäilman laatuun ja mikrobiomiin erilaisissa olosuhteissa tarvitaan lisää tietoa.

Rakennuksissa käytettyjen kemikaalien määrä ja laatu korostuivat energiatehokkuus-direktiivin (EPBD) (EU) 2018/844 myötä. Direktiivi edellyttää energian säästöä myös ilmanvaihdon osalta, jolloin ilmanvaihto on helposti alimitoitettu rakennuksen kemikaalikuormaan [12] nähden.

Tutkimushankkeessa 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 kokonaistavoitteena oli selvittää oppilaitoksissa ja päiväkodissa käytettävien kemikaalien määrää ja laatua sekä erilaisten siivousmenetelmien ja siivouskemikaalien välittömiä ja välillisistä vaikutuksista sisäilman laatuun ja mikrobiomiin. Tässä julkaisussa käsitellään tutkimuksen osaa, jossa tavoitteena oli selvittää, kuinka paljon oppilaitoksissa ja päiväkodeissa käytetään pesu- ja puhdistusaineita ja käytetäänkö niitä ohjeistusten mukaisesti.

2. Aineisto ja menetelmät

Tutkimuskohteina oli pääkaupunkiseudulta 13 lukiorakennusta ja yksi päiväkotiki, kolmen eri kaupungin alueelta. Kohteiden valinta tehtiin yhteistyössä kaupunkien kanssa hankkeen ohjausryhmässä. Kohteissa ei ollut tiedossa olevia sisäilmaongelmia.

Siivouskemikaalien ja –menetelmien vaikutusta sisäilman laatuun selvitettiin mikrobiologisilla ja kemiallisilla tutkimuksilla, joissa mm. määritettiin laskeutuneen pölyn mikrobitasoja ja elinkykyisiä mikrobeja sekä kerättiin VOC- ja karbonyyliyhdisteitä. Mittaukset tehtiin kolmessa eri vaiheessa aina kaksi viikkoa kerrallaan. Ennen toisen ja kolmannen vaiheen tutkimusjaksoa oli kahden viikon siirtymäaika, jolloin käytössä oli tulevan tutkimusjakson aikainen siivousmenetelmä

Eri vaiheiden (I, II, III) aikana käytetyt siivousmenetelmät olivat:

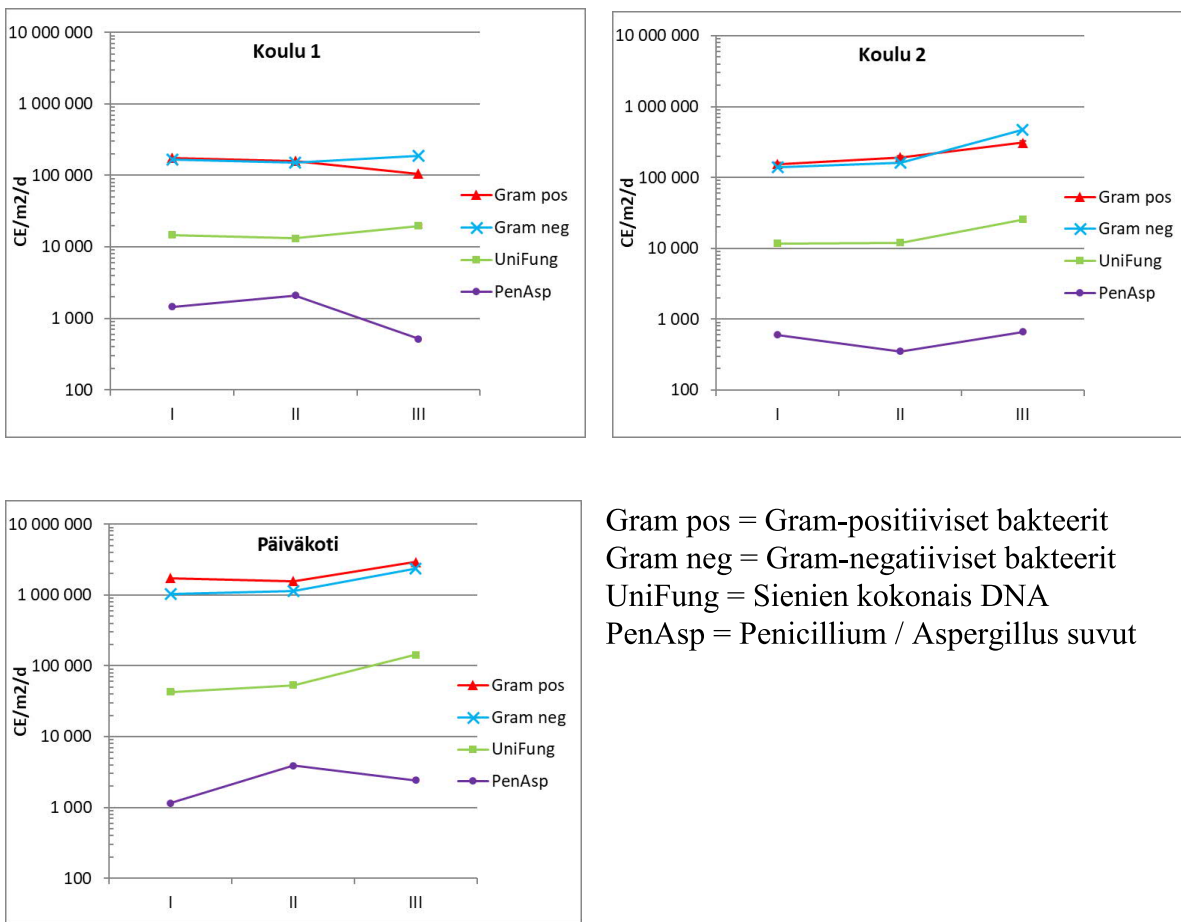
- I. Siivousmenetelmät ja –aineet olivat kohteen päivittäisessä käytössä olevia.
- II. Siivouksessa ei käytetty ollenkaan kemikaaleja vaan ainoastaan vesijohtovettä ja uusia mikrokuitutuotteita sekä moppeja. Siivoustekstiilit pestiin omina koneellisinaan ja pyykinpesuainetta käytetään minimiannostusmäärä. Aina ennen siivoustekstiilien pesemistä pyykinpesukoneella ajettiin välihuuteluohjelma.
- III. Siivousmenetelmät ja –aineet olivat kohteen päivittäisessä käytössä olevia.

Kohteiden siivousta kartoitettiin haastatteleamalla palveluntuottajia kevään ja kesän 2018 aikana. Sama henkilö teki kaikki haastattelut tutkimuskohteissa ja samalla havainnoitiin kohteen siivoukseen liittyviä käytänteitä. Haastattelussa oli apuna kyselylomake, joka toimitettiin haastateltaville etukäteen. Lomakkeen kysymykset oli jaoteltu asiakokonaisuuksien mukaisesti: taustakysymykset, siivoukseen ja siivottavuuteen liittyvät kysymykset ja viimeksi sisäilmaan käsittelevä osuus. Haastateltavina olivat tutkimuskohdetta siivoava siivoaja sekä hänen esimiehensä. Kaikki haastattelut tehtiin suomeksi.

3. Tulokset ja tulosten tarkastelu

Mikrobitasojen mittaustuloksissa ei voitu havaita johdonmukaista muutosta eri siivousjaksojen välillä. Kaikki tiloja tarkasteltaessa minkään mikrobiryhmän määrät eivät eronneet pelkällä

vedellä siivotun jakson osalta verrattuna kohteiden normaaliin siivoukseen. Myöskään kouluissa ja päiväkodissa ei havaittu mitään johdonmukaista muutosta tarkastelussa olevien mikrobityhmien osalta kemikaalittomaan siivouksen aiheuttamana. (Kuva 1).



Kuva 1. Mikrobitasot laskeutuneesta pölystä Kuvissa esitetyt tasot ovat kuuden luokkahuoneen (koulut) ja neljän ryhmätilan (päiväkoti) keskiarvoja. Tulokset esitetään soluekvivalenteina per m² per päivä

Mikrobikeräimellä määritettyjen bakteerimäärien ja kemiallisten yhdisteiden pitoisuuksien huomattiin olevan hieman korkeampia kemikaalittoman siivouksen aikana.

Kaikista haastatelluista kohteista **siivous** oli ulkoistettu kymmenessä kohteessa ja neljästä vastasi kaupungin oma siivousorganisaatio. Mittauskohteissa yhdessä siivous tehtiin ostopalveluna ja muissa kahdessa oli kaupungin oma siivous.

Kohteissa tutkimusalueita oli vain luokkahuoneet mutta siivoajien alueet käsittivät myös muita tiloja, joten siivousvaunuissa oli mukana myös muiden tilojen siivoukseen käytettäviä siivousaineita. Kaikissa tutkimuskohteissa käytettiin esivalmisteltua siivousta ja mikrokuituisia siivoustekstiilejä. Pyyhkeet ja mopit kostutettiin yleispuhdistusaineliuoksella ja sen oikea annostus mitattiin annostelupumpulla. Kohteissa lisäkostutus tehtiin tasopinnoille usein ainoastaan vesijohtovedellä myös kemikaalisiivouksen aikana, kun taas moppien kostuttamiseen käytettiin käyttöliuoksia.

Kaikissa kohteissa oli tekstiilipintaisia huonekaluja ja niiden puhdistaminen vaihteli päivittäin tehtävästä puhdistuksesta vain 1-2 kertaa vuodessa tehtävään puhdistukseen. Käytetyt menetelmät vaihtelivat kohteittain mikrokuitupyhkeellä pyyhinnästä painehuuhtelu-koneella pesuun.

Siivottavuuteen vaikuttavia epäkohtia havaittiin jonkin verran ja niistä erikseen mainittiin kalusteiden epäjärjestys, tahallinen roskaaminen, tiloissa olevat ylimääräiset kalusteet ja tasopinnoilla olevat ylimääräiset tavarat.

Verhojen säännöllisestä puhdistamisesta huolehdittiin vain osassa kohteista, sillä ne eivät yleensä kuulu siivoussopimukseen. Siivouksen laatu varmistettiin aistinvaraisesti sekä siivoojien, että esimiesten toimesta. Joissakin kohteissa laatua tarkkaili myös asiakas tai ulkopuolinen toimija, tällöin tarkistuksia tehtiin harvemmin kuin oman työn laadunvalvontaa. Kenttätutkimuksen kohteissa käytetyt puhdistusaineet on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. Kenttätutkimuskohteissa käytetyt puhdistusaineet haastattelupäivinä

Kohde	Puhdistus- aine	Annostelu	Tehoaineet	Käyttökohde	Muut huomiot
Päivä- koti	Käyttövalmis yleispuhdistus-aine	Suihkutetaan sellaisenaan puhdistettavalle pinnalle tai siivouspyyhkeeseen	Ionittomia tensidejä (< 5 %)	Tasopinnot	Pyyhkeiden manuaalinen kostutus pelkällä vedellä, tarvittaessa puhdistusainetta suihkutetaan pinnoille tai pyyhkeeseen Joutsenmerkki, Biohajoava tuote
	Heikosti emäksinen yleispuhdistus-aine 1	1-5 ml / 1 l vettä.	Ionittomia tensidejä (< 5 %) Saippuaa (< 5 %)	Lattiapinnat	Pesukoneessa kostutukseen Joutsenmerkki, Biohajoava tuote
Koulu 1	Heikosti emäksinen yleispuhdistus-aine 2	2 ml / 5 l vettä	Ionittomia pinta-aktiivisia aineita 15 - 30 %	Taso- ja lattiapinnat	Kostutus vedellä, tarvittaessa aine Joutsenmerkki
Koulu 2	Puhdistus- ja hoitoaine	0,5-2 ml / 1 l vettä	Ionittomia tensidejä (5-15 %) Polykarboksylaattia (< 5 %) Saippuaa (< 5 %)	Lattiapinnat	Manuaalinen kostutus vedellä, tarvittaessa yleispuhdistusaine
	Heikosti emäksinen yleispuhdistus-aine 3	2 ml / 5 l vettä	Polykarboksylaattia (< 5 %) Saippuaa (< 5 %)	Tasopinnot	

4. Yhteenveto

Tutkimuskohteissa tehtyjen haastattelujen tulokset olivat vastauksiltaan samankaltaisia ja kohteiden välillä ei havaittu merkittäviä eroja. Siivouskemikaalien käyttö oli vähäisempää kuin oli oletettu. Kohteissa käytettiin lisäkostutukseen usein vain pelkkää vesijohtovettä.

Siivoustiloissa säilytettiin jonkin verran vanhoja ja/tai muuten käytöstä poistettuja siivousaineita. Tämä voi johtaa harhaan runsaasta siivouskemikaalien käytöstä.

Kaikissa kohteissa ei ollut tietoa meneillään olevasta hankkeesta, joten tiedottamiseen eri osapuolille pitää jatkossa kiinnittää enemmän huomiota.

Haastattelukysymyksiä ei kaikilta osin ymmärretty, joka johtunee osaltaan siivoushenkilöstön puutteellisesta suomen kielen taidosta ja ehkä osassa kohteista myös ammattitaidon puutteesta.

Kenttätutkimuksia jatkettiin vielä keväällä 2019 samoissa kohteissa mutta pidennetyillä siivousjaksoilla. Tutkimusmenetelmät ovat samoja, mutta laskeutunutta pölyä analysoidaan myös sekvensoimalla (NGS, next generation sequencing), mikä helpottaa tunnistamaan muutoksia mikrobien monimuotoisuudessa, eliöyhteisöjen koostumuksissa sekä yksittäisissä bakteeri- ja sienilajistoissa.

Tutkimushanke on vielä kesken, joten saatuja haastattelujen tuloksia tullaan analysoimaan lisää yhdessä myös toisen mittausjakson datan kanssa. Siivouskemikaalien kohdekohtaisia käyttömääriä ei haastattelussa saatu selvitettyä vaan siihen pitää palata vielä erikseen. Hankeen loppuraportti valmistuu alkuvuonna 2020.

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 Metaanalysis of U.S. Studies. *Environmental Science & Technology*. 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 IV* Edited 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] Euroopan parlamentin ja neuvoston direktiivi (EU) 2018/844.2018 <http://data.europa.eu/eli/dir/2018/844/oj>