



Aalto University
School of Engineering

Siivouskemikaalien ja –menetelmien vaikutukset sisäympäristön mikrobistoon ja sisäilman laatuun

Sisäilmastoseminaari 2019

*Tuomas Alapieti, Martin Täubel, Raimo Mikkola, Maria Valkonen, Hanna Leppänen,
Anne Hyvärinen, Heidi Salonen*

Yleistä

- Tutkimus on osa SIBI-hanketta, jonka toteuttajina Aalto-yliopisto, THL ja TAMK
- Hanke sisältää kirjallisuuskatsauksen, kenttätutkimuksia, haastattelututkimuksen sekä sisäilmastokyselyjä
- Tutkimuskohteina 14 lukiorakennusta ja yksi päiväkotit pääkaupunkiseudulta. Kenttätutkimuksissa 2 lukiota ja 1 päiväkotit.
- Alkoi syksyllä 2017 ja päättyy vuoden 2019 loppuun

Kenttätutkimukset

- Kolmivaiheiset kenttätutkimukset talven ja kevään 2018 aikana
 - I. Kohteissa ns. normaali siivous
 - II. Siivous pelkällä vesijohtovedellä sekä uusilla mikrokuitutuotteilla ja mopeilla
 - III. Palataan kohteiden normaaliin siivoukseen

	Vaihe I	Vaihe II		Vaihe III	
	2 viikon jakso	2 viikon jakso	2 viikon jakso	2 viikon jakso	2 viikon jakso
Koulu I	29.1.-13.2.	26.2. ->	12.3. ->	26.3. ->	9.4.-23.4.
Koulu II	30.1.-13.2.	27.2. ->	13.3. ->	27.3. ->	10.4.-24.4.
Päiväkoti	31.1.-13.2.	28.2. ->	14.3. ->	28.3. ->	11.4.-25.4.
Siivous	Tavallinen	Kemikaaliton	Kemikaaliton	Tavallinen	Tavallinen
Tutkimusjakso		Ei tutkimuksia	Tutkimusjakso	Ei tutkimuksia	Tutkimusjakso

- Tutkimuskohteet tavallisia luokkia, joissa ei havaittuja kosteus- tai homevaurioita

Tutkimusmenetelmät

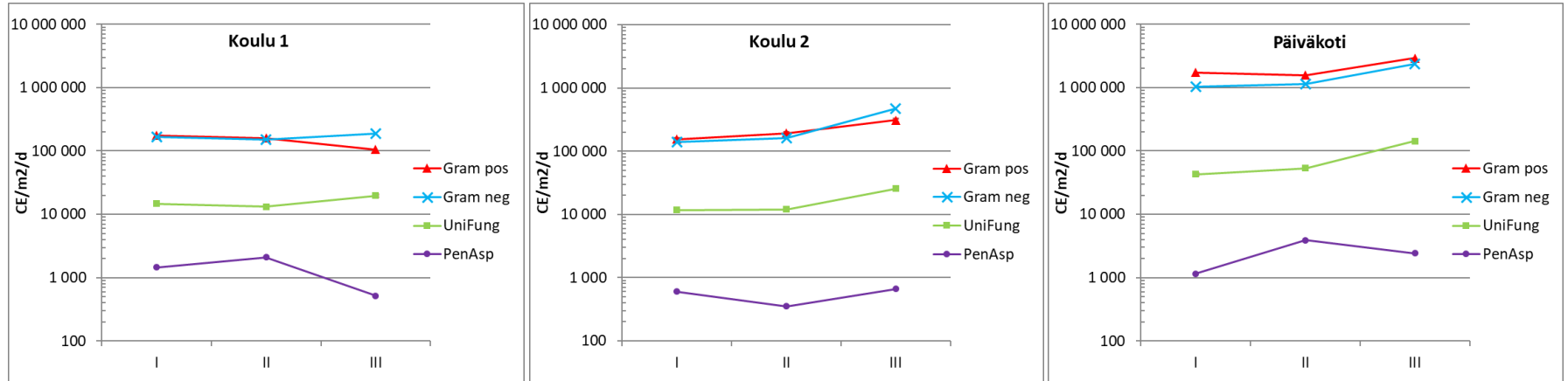
- **Mikrobiologiset tutkimukset**

- Mikrobitasojen määrittäminen laskeutuneesta pölystä qPCR-menetelmällä
 - Kahden viikon keräysaika, 6 luokkaa per koulu, 4 ryhmätilaa päiväkodissa
 - Gram-positiiviset ja –negatiiviset bakteerit, *Penicillium* ja *Aspergillus* ryhmät (PenAsp) ja sienien kokonais DNA (UniFung)
- Elinkykyisten mikrobien määrittäminen RCS-mikrobikeräimen ilmanäytteestä
 - Näytteet yhdestä tilasta per kohde. Bakteerit, hiivat ja homeet TC liuskoilla, hiivat ja homeet erikseen YM liuskoilla

- **Kemialliset tutkimukset**

- VOC-yhdisteet Tenax TA-keräimillä (1 tila / kohde)
- Karbonyyliyhdisteet DNPH-keräimillä (1 tila / kohde)

Mikrobitasot laskeutuneesta pölystä



Gram pos = Gram-positiiviset bakteerit
Gram neg = Gram-negatiiviset bakteerit
UniFung = Sienien kokonais DNA
PenAsp = Penicillium / Aspergillus suvut

Elinkykyiset mikrobit RCS-keräimellä

	Koulu 1 Vaihe			Koulu 2 Vaihe			Päiväkoti Vaihe		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Mikrobit									
RCS-ilmanäyte [cfu/m ³]									
Kokonaismäärä (sisänäyte)	180	290	210	80	500	250	460	685	345
Kokonaismäärä (ulkonäyte)	160	10	50	60	55	65	40	190	85
Hiivat ja homeet (sisänäyte)	0	1	0	0	1	1	0	6	1
Hiivat ja homeet (ulkonäyte)	50	5	95	30	5	30	20	15	90

Elinkykyiset mikrobit RCS-keräimellä

	Koulu 1 Vaihe			Koulu 2 Vaihe			Päiväkoti Vaihe		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Mikrobit									
RCS-ilmanäyte [cfu/m ³]									
Kokonais määrä (sisänäyte)	180	290	210	80	500	250	460	685	345
Kokonais määrä (ulkonäyte)	160	10	50	60	55	65	40	190	85
Hiivat ja homeet (sisänäyte)	0	1	0	0	1	1	0	6	1
Hiivat ja homeet (ulkonäyte)	50	5	95	30	5	30	20	15	90

Elinkykyiset mikrobit RCS-keräimellä

	Koulu 1 Vaihe			Koulu 2 Vaihe			Päiväkoti Vaihe		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Mikrobit									
RCS-ilmanäyte [cfu/m ³]									
Kokonaismäärä (sisänäyte)	180	290	210	80	500	250	460	685	345
Kokonaismäärä (ulkonäyte)	160	10	50	60	55	65	40	190	85
Hiivat ja homeet (sisänäyte)	0	1	0	0	1	1	0	6	1
Hiivat ja homeet (ulkonäyte)	50	5	95	30	5	30	20	15	90

Sisäilman kemialliset yhdisteet

	Koulu 1 Vaihe			Koulu 2 Vaihe			Päiväkoti Vaihe		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Kemialliset yhdisteet									
VOC-yhdisteet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]									
TVOC	10	20	<10	10	30	20	30	50	40
Tunnistetut yhdisteet yhteensä	17	24	6	19	33	31	45	71	69
Karboonyliyhdisteet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]									
Yhteispitoisuus	4	6	8	8	13	14	16	21	20
Asetoni	2	3	5	4	5	9	8	6	8
Formaldehydi	1	2	2	2	3	2	3	4	4

Sisäilman kemialliset yhdisteet

	Koulu 1 Vaihe			Koulu 2 Vaihe			Päiväkoti Vaihe		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Kemialliset yhdisteet									
VOC-yhdisteet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]									
TVOC	10	20	<10	10	30	20	30	50	40
Tunnistetut yhdisteet yhteensä	17	24	6	19	33	31	45	71	69
Karboonyliyhdisteet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]									
Yhteispitoisuus	4	6	8	8	13	14	16	21	20
Asetoni	2	3	5	4	5	9	8	6	8
Formaldehydi	1	2	2	2	3	2	3	4	4

Sisäilman kemialliset yhdisteet

	Koulu 1 Vaihe			Koulu 2 Vaihe			Päiväkoti Vaihe		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Kemialliset yhdisteet									
VOC-yhdisteet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]									
TVOC	10	20	<10	10	30	20	30	50	40
Tunnistetut yhdisteet yhteensä	17	24	6	19	33	31	45	71	69
Karboonyliyhdisteet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]									
Yhteispitoisuus	4	6	8	8	13	14	16	21	20
Asetoni	2	3	5	4	5	9	8	6	8
Formaldehydi	1	2	2	2	3	2	3	4	4

Sisäilman kemialliset yhdisteet

	Koulu 1 Vaihe			Koulu 2 Vaihe			Päiväkoti Vaihe		
	I	II	III	I	II	III	I	II	III
Kemialliset yhdisteet									
VOC-yhdisteet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]									
TVOC	10	20	<10	10	30	20	30	50	40
Tunnistetut yhdisteet yhteensä	17	24	6	19	33	31	45	71	69
Karboonyliyhdisteet [$\mu\text{g}/\text{m}^3$]									
Yhteispitoisuus	4	6	8	8	13	14	16	21	20
Asetoni	2	3	5	4	5	9	8	6	8
Formaldehydi	1	2	2	2	3	2	3	4	4

Yhteenveto ja hankkeen jatko

- Kemikaalittomalla siivousjaksolla ei johdonmukaisia vaikutuksia pölystä määritettyihin mikrobimääriin
- Mikrobikeräimellä määritettyjen bakteerimäärien huomattiin olevan korkeampia kemikaalittoman siivouksen aikana
- Myös kemiallisien yhdisteiden pitoisuudet olivat hieman korkeampia
- Kenttätutkimuksia jatkuvat samoissa kohteissa kuluvana talvena pidennetyillä siivousjaksoilla
- Tutkimusmenetelmät samoja, mutta laskeutunutta pölyä analysoidaan myös sekvensoimalla (NGS, next generation sequencing), mikä helpottaa tunnistamaan muutoksia mikrobien monimuotoisuudessa, eliöyhteisöjen koostumuksissa sekä yksittäisissä bakteeri- ja sienilajistoissa