



Työsuojelurahasto
Arbetarskyddsfonden
The Finnish Work Environment Fund

LOPPURAPORTTI
TSR Hanke nro 113272

**SIIVOUSALAN TYÖOLOSUHTEET JA SIIVOUSTYÖHÖN LIITTYVIEN RISKIEN
ARVIOINTI**

Hyttinen, M.¹, Ruokolainen J.¹, Aarni T.¹, Suontamo T.², Halonen, R.³, Korhonen E.⁴,
Leppänen M.¹, Pasanen P.¹

¹Itä-Suomen yliopisto, Ympäristötieteen laitos, Sisäympäristön ja työhygienian
tutkimusryhmä

²Tuula Suontamo Oy, Puhtausalan asiantuntijapalvelut

³Itä-Suomen yliopisto, Kiinteistö- ja huoltopalvelu

⁴Suomen kuntaliitto, Alueet ja yhdyskunnat -yksikkö

Grano Oy
Kuopio, 2015

Itä-Suomen yliopiston kirjasto
PL 107, 80101 Joensuu
puh. +358-50-3058396
<http://www.uef.fi/kirjasto>

ISBN: 978-952-61-1833-8 (nid.)
ISBN: 978-952-61-1834-5 (PDF)

Siivoojien työolosuhteet ja siivoustyöhön liittyvien riskien arviointi
Hytinen M., Ruokolainen J., Aarni T., Suontamo T., Halonen, R., Korhonen E., Leppänen
M., Pasanen P.

Loppuraportti 35 sivua, 2 liitettä
Kesäkuu 2015

avainsanat: Siivous, riskien arviointi, altisteet, otsonoitu vesi

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin siivousalan työoloja ja eri siivousmenetelmiin liittyviä riskejä. Tutkimus toteutettiin Itä-Suomen ja Jyväskylän yliopistojen tiloissa, päiväkodeissa, koulurakennuksissa, vanhusten palvelutalossa Kuopiossa, Jyväskylässä ja Äänekoskella. Tutkimukseen osallistui 60 siivoojaa. Siivousalan työoloja selvitettiin haastatteleamalla työntekijöitä riskinarviointi- ja oirekyselylomakkeiden (MM-40) avulla sekä mittaamalla siivoojien altistumista pienhiukkasille ja kemiallisille altisteille. Mittaukset tehtiin ylläpito- ja perussiivouksen aikana. Tutkimuksessa selvitettiin myös 10 siivouskeskuksen ilman laatua mittaamalla ilmamäärät, lämpötilaa, ilman suhteellista kosteutta ja haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (volatile organic compounds, VOC). Lisäksi hankkeessa tutkittiin veden otsonointiin perustuvan siivousmenetelmän toimivuutta mittaamalla kemiallisten altisteiden (otsoni, VOC-yhdisteet, pienhiukkaset) määrää menetelmää käytettäessä.

Siivoustyöhön liittyvistä riskeistä esille nousi työn kiireellisyys, jota kokivat lähes kaikki siivoojat. Kiireen lisäksi siivoojien haastatteluissa esille nousivat ergonomia sekä kemialliset vaaratekijät. Haastattelujen perusteella tehdyt arviot riskitasoista olivat kuitenkin maltillisia (merkityksettömästä riskistä kohtalaiseen riskiin).

Siivouskeskusten ilmanvaihtokerroimet vaihtelivat 0,4-11,7 1/h välillä. Siivouskeskusten lämpötilat olivat suhteellisen korkeita, keskimäärin 23,8°C (maksimi 27,2°C mitattiin tilasta jossa ilmanvaihtokerroin oli pienin). Siivouskeskusten pesukoneiden tuottama lämpökuorma on suuri ja tästä johtuen siivouskeskusten poistoilmamäärien tulee olla riittävän suuria.

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet olivat ylläpitosiivouksen aikana matalia (yleensä alle 400 µg/m³), mutta pitoisuudet kasvoivat huomattavasti vahan poiston ja vahauksen aikana, jolloin niiden pitoisuudet vaihtelivat 3000-31000 µg/m³. Vaikka VOC-pitoisuudet eivät ylittäneet työhygieenisiä ohjearvoja, niin vahauksen aikana tilan tulee olla hyvin tuuletettu (tehostettu ilmanvaihto päällä jos mahdollista).

Hiukkaspitoisuudet nousivat yläpölyjen pyyhinnän aikana sekä mekaanisen vahan poiston aikana merkittävälle tasolle (hengittyvän pölyn keskiarvo n. 1,0-1,6 mg/m³) ollen muuten suhteellisen matalalla tasolla: 0,04-0,55 mg/m³ (ylläpitosiivous ja kemiallinen vahanpoisto). Siivoojien tulisi käyttää hengityksen suojainta kyseisissä pölyä vapauttavissa työtehtävissä. Mekaanista vahanpoistoa lukuun ottamatta siivoojat eivät käyttäneet hengityksen suojaimia siivoustyön aikana.

Tutkimuksessa selvitettiin myös otsonoidun veden toimivuutta siivouksessa. Ilmanlaatu-
mittausten (otsoni ja VOC-yhdisteet) avulla selvitettiin menetelmään liittyviä riskejä
siivoojien ja tilan käyttäjien kannalta. Lisäksi tutkimuksessa mitattiin veden otsonipitoisuutta

ja sen säilyvyyttä vedessä. Kyselytutkimuksen avulla selvitettiin käyttäjien kokemuksia otsonoidun veden käytöstä siivouksessa. Mittauksia tehtiin Kuopiossa ja Jyväskylässä kaupunkien omistuksessa olevissa julkisissa kiinteistöissä.

Otsonivesi tuotettiin Lotus pro (Tersano Inc) nimisellä laitteella, joka oli sijoitettu siivouskeskukseen. Otsoniveden tuotosta vapautui siivouskeskuksen ilmaan otsonia hetkellisesti yli sille säädettyjen 8 tunnin (50 ppb) ja 15 minuutin (200 ppb) työhygieenisten ohjearvojen (HTP, haitalliseksi tunnettu pitoisuus). Ilman otsonipitoisuus laski kuitenkin siivouskeskuksessa nopeasti ja sen vähenemisnopeuteen vaikutti oleellisesti tilan ilmanvaihtokerroin. Siivoustilanteessa otsonoidusta vedestä ei enää vapautunut ilmaan merkittäviä määriä otsonia vaan ilman otsonipitoisuus pysyi taustapitoisuuden tasolla. VOC-yhdisteiden pitoisuuksissa ei myöskään havaittu merkittäviä muutoksia otsoniveden tuoton (siivouskeskukset) tai sen käytön (puhdistettavat tilat) yhteydessä.

Veden otsonipitoisuus oli mittauksissa 0,4-0,8 mg/l välittömästi otsoniveden valmistamisen jälkeen. Otsonin todettiin hajoavan vedestä nopeasti ja puoliintumisaika vaihteli vedenlaadusta (mm. lämpötila, pH) riippuen 15-60 minuutin välillä. Otsonivesilaitteiston havaittiin alentavan veden pH:ta ja vähentävän veden kovuutta poistamalla vedestä kovuutta aiheuttavia mineraaleja, kuten kalsiumia. Mikäli otsonivedellä tapahtuvan siivouksen teho perustuu vain otsoniin, on laitteiston tuottama otsonivesi tehokasta korkeintaan noin tunnin ajan sen tuotosta.

Käyttäjäkyselyn mukaan siivoojat olivat pääasiallisesti tyytyväisiä otsonivedellä saavutettavaan puhtaustasoon, mutta joukossa oli myös tapauksia, joissa otsoniveden käyttö romahdutti siivottavan kohteen puhtaustason. Siivoojat kokivat otsoniveden käytön olevan turvallista.

Esipuhe

Siivousala on tärkeä mutta aliarvostettu toimiala, jota ilman työpaikkojen viihtyisyys ja ilmapiiri kärsisivät pahasti. Siivooja saa harvoin kiitosta tekemästään työstään. Sen sijaan siivoustyön tekemättömyydestä annetaan palautetta herkästi. Siivoojan tulee tehdä työnsä tehokkaasti ja huomaamattomasti. Silloin kun kukaan ei anna mitään palautetta voi työn todeta menneen hyvin tai kohtuullisesti.

Tässä Työsuojelurahaston (hanke nro 113272) rahoittamassa hankkeessa perehdyttiin siivoojien työolosuhteisiin ja siivoustyöhön liittyviin riskeihin. Tutkimus alkoi 1.1.2014 ja se päättyi 30.6.2015. Tutkimukseen osallistui 60 siivoojaa. Heitä haastateltiin ja heidän työtään seurattiin ylläpito- ja perussiivouksen aikana, jolloin samalla mitattiin kemiallisia altisteita (haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ja pölyä). Lisäksi tutkimuksessa selvitettiin siivouskeskusten ilmanlaatua, jotka usein toimivat myös siivoojien taukotupina. Tutkimuksessa selvitettiin myös otsonoidun veden toimivuutta siivouksessa. Kyseistä menetelmää on markkinoitu voimakkaasti ja otsonivesi (tai nykyisin aktiivivesi) laitteita on useissa julkisten tilojen siivouskeskuksissa.

Tutkimusryhmän ohjausryhmään kuuluivat tutkijoiden lisäksi Anne Myllyntaus (Jyväskylän yliopisto), Annika Viljakainen (Jyväskylän tilapalvelu), Tiina Tuppurainen (ISS Siivous), Anne-Marie Kurka (Työsuojelurahasto). Tutkijat kiittävät ohjausryhmän jäseniä aktiivisesta ja asiantuntevasta osallistumisesta hankkeen edistämiseen. Hankkeen aikana pidetyt ohjausryhmänkokoukset olivat erittäin keskusteleuvia ja antoisia.

Tutkimusryhmä kiittää hankkeen mahdollistanutta rahoittajaa, Työsuojelurahastoa ja Jyväskylän kaupunkia. Lisäksi tutkijat kiittävät yhteistyöstä ISS palvelut Oy:ta, Itä-Suomen yliopistoa, Jyväskylän kaupunkia, Jyväskylän yliopiston siivouspalveluja, Servicaa, Suomen Kuntaliittoa, Tuula Suontamo Oy:tä sekä Äänekosken tilapalveluja. Erityiskiitokset kuuluvat tutkimukseen osallistuneille palveluohjaajille ja siivoojille.

Kuopiossa 15.6.2015

Tekijät

Sisällysluettelo

Esipuhe.....	5
Johdanto	7
Menetelmät	8
Tulokset ja niiden tarkastelu	10
Riskinarviointi.....	10
MM-40-kyselyt ja oirepäiväkirjat	10
Siivouskeskusten ilmanlaatu	17
Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC).....	18
Pölypitoisuudet	22
Otsonoitu vesi	24
Yhteenveto	31
Liitteet	32
Lähdeluettelo.....	32

Johdanto

Siivouustyö on tärkeää rakennuksen ylläpidon ja tilan käyttäjien kannalta. Hyvin tehty siivous lisää tilojen viihtyisyyttä, ehkäisee sisäilmaongelmia ja pidentää rakennusten käyttöikää. Siivoustyön toteutus on kuitenkin muuttunut viime vuosikymmenien aikana. Vielä 90-luvulla yrityksillä oli yleensä omat siivoajat ja siivoustyön kilpailutuksesta ei juurikaan puhuttu. Nykyisin siivoustyö toteutetaan usein ostopalveluna, jolloin siivoajien määrä on tarkkaan laskettu ja siivottavien alueiden koko on mahdollisimman suuri. Siivoustyö on raskasta ja henkisesti kuormittavaa, kun siivoajan täytyy olla samaan aikaan nopea, huomaamaton ja tehokas. Lisäksi siivoajat altistuvat työssään lialle, pölylle ja puhdistuskemikaaleille sekä vaihteleville lämpöolosuhteille.

Siivouksen yhteydessä vapautuu ilmaan merkittävä määrä puhdistuskemikaaleja joille siivoajat altistuvat (Wolkoff ym. 1998, Bello ym. 2009). Siivouskemikaaleista vapautuviin aineisiin kuuluu mm. aminoalkoholeja, glykoleita, glykolieettereitä, estereitä sekä terpeenejä (Nazaroff ja Weschler 2004, Bello ym. 2009). Lisäksi puhdistettavilta pinnoilta kuten lattioista, seinistä, huonekaluista ja sisustusmateriaaleista voi siivouksen aikana (esim. veden ja reaktiivisten pesuaineiden, pyyhinnän ja harjauksen vaikutuksesta) vapautua ilmaan uusia haitta-yhdisteitä (Nazaroff ja Weschler 2004, Teittinen 2007, Korhonen 2011). Orgaanisten yhdisteiden lisäksi siivous nostattaa ultrapienien hiukkasten pitoisuutta ilmassa. Pölyjen pyyhintä nosti sisäilman PM_{2.5} pienhiukkasten pitoisuuden yli 1,7 kertaiseksi ja imurointi lähes 1,5 kertaiseksi taustapitoisuuteen verrattuna (He ym. 2004). Siivoajat suojaantuvat em. epäpuhtauksilta huonosti. Suojausvälineinä toimivat periaatteessa vain työvaatteet ja suojakäsineet, joita käytetään lähinnä vain saniteettitilojen puhdistuksessa (Korhonen 2011).

Työterveyslaitoksen teettämässä tutkimuksessa todettiin siivoajilla 3-4 kertaa enemmän sairauspoissaolopäiviä kuin matalan sairastavuuden ammattiteissa (esim. lääkäri, opettaja, tekninen asiantuntija) (Kauppinen ym. 2012). Työn raskaus sekä altistuminen pesun aikana muodostuville epäpuhtauksille ovat osasy sivoajien suureen sairastavuuteen ja työkyvyn heikkenemiseen. Lisäksi siivouskeskusten ahtaus ja puutteellinen ilmanvaihto, korkea lämpötila sekä ilmaan vapautuneet puhdistuskemikaalit ja pienhiukkaset heikentävät työoloja ja lisäävät siivoajien oireilua. Siivoajien kokemia oireita ovat tavallisimmin limakalvo- ja silmäoireet, päänsärky, jäsensärky ja väsymys.

Siivoajille tilastoidaan noin 200 ammattitautia tai ammattitautiepäilyä Suomessa vuosittain (SSTL, 2011). Kemiallisten tekijöiden osuus taudeissa on noin 2/3. Uusimmissa tilastoissa biologiset tekijät ovat kuitenkin lisääntyneet. Siivoajien kolme yleisintä ammattitautia vuosien 2003–2006 välillä olivat ihotaudit, rasisusvammat ja hengitystieallergiat (SSTL, 2011). Karjalainen (2002) ja Zock (2002) ovat todenneet tutkimuksissaan siivoajilla lisääntyneen riskin aikuisiän astman puhkeamiseen. Altistumiseen ja työoloihin ei ole osattu puuttua riittävän ajoissa, joten huomattavan usein sairastavuus ja työkyvyn alenema jatkuu johtaen lopulta työstä luopumiseen.

Puhdistusalalle on tullut menetelmä joka vähentää puhdistuskemikaalien käyttöä ja sillä on saavutettu alustavasti hyviä tutkimustuloksia puhdistustehokkuuden, ympäristö- sekä käyttäjäystävällisyyden kautta (Suontamo 2013). Kyseinen menetelmä on yksinkertainen,

sillä pintojen puhdistus toteutetaan otsonoidulla vedellä. Veden otsonointi on itsessään vanha tekniikka ja sitä käytetään mm. veden puhdistamoissa. Sen käyttö muiden siivouskemikaalien korvaajana pintojen siivouksessa on Suomessa uutta. Menetelmää käytetään tällä hetkellä julkisten tilojen ylläpitosiivouksessa ja sen käyttö on lisääntynyt vauhdilla.

Puhdistusmenetelmän työturvallisuutta ei kuitenkaan ole tutkittu riittävästi ja mm. kuntaliiton mukaan kyseisen menetelmän käyttöä ja turvallisuutta tulee vielä tutkia tarkemmin. Otsonin haittavaikutuksista ilmassa on paljon tutkittua tietoa eikä sen käyttöä ilman puhdistamiseen suositella (EPA 1996). Tämän tutkimuksen edetessä menetelmän markkinoinnissa otsonivettä on alettu kutsua aktiivivedeksi.

Tämän tutkimuksen tarkoituksena oli tuottaa tietoa siivousalan työoloista ja eri siivousmenetelmiin liittyvistä riskeistä. Tutkimuksessa selvitettiin siivoojien kokemia oireita ja terveysriskejä haastattelujen/kyselytutkimusten avulla ja lisäksi selvitettiin eri siivoustyövaiheiden kuten moppaamisen, imuroinnin, vahauksen, pyyhinnän ja harjauksen osuutta siivoojien altistumiseen kemiallisille tekijöille. Yhtenä tavoitteena oli myös selvittää otsoniveden toimivuutta ja siihen liittyviä riskejä siivouksessa.

Menetelmät

Tutkimukseen osallistui 60 siivoojaa Jyväskylästä, Kuopiosta ja Äänekoskelta. Itä-Suomen yliopistossa (n=11), Jyväskylän kaupungilla (n=12) ja Äänekoskella (n=5) siivouksen toteutti ulkopuolinen siivouspalveluja tarjoava yritys. Jyväskylän yliopiston siivouksen toteuttivat yliopiston omat siivoojat (n=32). Siivoojille tehtiin työpaikalla riskinarviointi haastatteleamalla heidät Sosiaali- ja terveysministeriön laatimien riskinarviointilomakkeiden avulla. Riskien arviointilomakkeet löytyvät työturvallisuuskeskuksen sivuilta (TTK, 2015). Lomakkeilla kartoitettiin siivoojien ergonomiaan, biologisiin, kemiallisiin ja fysikaalisiin tekijöihin, tapaturmiin sekä henkiseen kuormittavuuteen liittyviä vaaratekijöitä. Tutkittavien työolosuhteita ja työhyvinvointia selvitettiin MM40- ja oirepäiväkirjojen avulla. Siivoojat täyttivät MM-40 kyselylomakkeen riskinarviointihaastattelun yhteydessä. Oirepäiväkirja jaettiin kaikille siivoojille haastattelun jälkeen ja sitä pyydettiin täyttämään keskimäärin 3 kuukauden ajan. Malliesimerkki oirepäiväkirjasta on esitetty liitteessä 1.

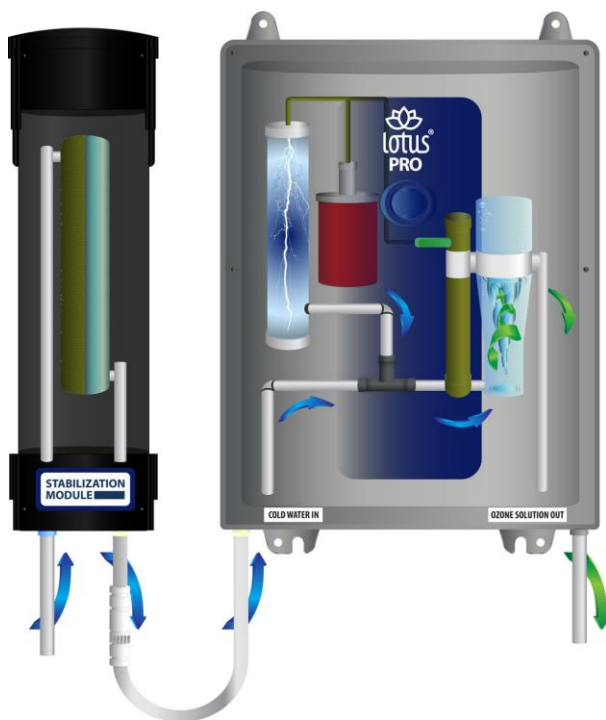
Siivouskeskusten ilman laatua selvitettiin mittaamalla tulo- ja poistoilmamäärät yleismittarilla (Swema 3000) joka oli yhdistetty balometriin (Swema Flow 125). Keskuksista mitattiin lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus (Vaisala HMI41). Siivouskeskusten VOC-yhdisteet kerättiin AirChek 3000 ja 222 –pumppujen (valmistaja SKC Inc.) avulla Tenax XR adsorbenttiin, joka soveltuu haihtuvien orgaanisten yhdisteiden keräämiseen (soveltavuus heksaani - heksadekaani).

VOC-yhdisteitä kerättiin em. pumppujen ja keräimien avulla siivoojan hengitysvyöhykkeeltä ja kiinteistä mittapisteistä. Siivouksen vaikutusta arvioitiin tekemällä VOC-mittaukset ennen siivousta, siivouksen aikana ja siivouksen jälkeen. Mittausten aikana tapahtuva siivous oli ylläpitosiivousta (nihkeäpyyhintää ja moppausta) sekä perussiivousta (lattioiden vahanpoistoa ja vahausta). VOC-näytteet analysoitiin termodesorption (Markes TD-100) jälkeen kaasukromatografilla (Agilent 7890) joka oli yhdistetty massaselektiiviseen detektoriin

(Agilent 5975C). Yhdisteet tunnistettiin ja niiden pitoisuustasot laskettiin ns. tolueneiekvivalenttina jota käytetään yleisesti haihtuvien orgaanisten yhdisteiden sisäilmamittauksissa (ISO 16000-6).

Hengittyvien hiukkasten (<100 µm) pitoisuuksia mitattiin siivouksen aikana IOM-keräimillä (SKC Inc.) käyttäen AirChek 224 pumppuja (SKC Inc.). Suodattimina käytettiin Milliporen selluloosaesteriasetaattikalvosuodatinta (halkaisija 25 mm, huokoskoko 0,8 µm). Suodattimet punnittiin ennen ja jälkeen mittausten standardien mukaisesti vakio-olosuhteissa. Näytteitä kerättiin sekä kiinteistä mittauspisteistä että henkilökohtaisina mittauksina. Mittauksissa seurattiin eri siivoustyövaiheiden kuten lattiapintojen puhdistus (moppaus, imurointi, vahanpoisto, vahaus) ja pölyjen pyyhintä menetelmien vaikutusta hiukkaspitoisuuksiin. Lisäksi hiukkaspitoisuutta seurattiin DustTrak-aerosolimonitorilla (TSI Inc.).

Tutkimuksessa selvitettiin otsonoidun veden valmistukseen ja käyttöön liittyviä riskejä sekä otsonoidun veden säilyvyyttä ja laatua. Otsonivesi tuotettiin Lotus pro (Tersano Inc.) nimisellä laitteella joka oli sijoitettu siivouskeskuksiin. Laitteita oli käytössä Jyväskylässä, Kuopiossa ja Äänekoskella (Kuva 1). Siivouskeskusten ja siivottavien tilojen ilmanlaatua selvitettiin otsoniveden tuoton ja käytön aikana mittaamalla otsonipitoisuutta ja haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) pitoisuutta ilmasta. Ilman otsonipitoisuutta mitattiin UV-fotometrillä (Environnement s.a. O3 42M) ja VOC-yhdisteet kerättiin Tenax adsorbenttiputkien avulla. Otsoniveden mittaukset tehtiin spektrofotometrillä (Hach DR 2800) ja röntgenfluoresenssilaitteistolla (PANalytical epsilon3-XL ja Bruker S2 Picofox). Veden otsonipitoisuusmittausten lisäksi otsoniveden toimivuutta siivouksessa selvitettiin siivoojille tehdyllä kyselytutkimuksella (liite 2).



Kuva 1. LotusPro-veden otsonointilaitte. Kraanavesi kulkee stabilisaattorin (kraanaveden puhdistusosan) lävitse otsonaattorille. Otsonoitu vesi kerätään pulloon tai sankoon (lähde: Tersano inc. 2015)

Tulokset ja niiden tarkastelu

Riskinarviointi

Taulukossa 1 on esitetty riskinarviointilomakkeiden tulokset %-osuuksina vastauksista. Suurin osa esitetyistä vaaroista kuului kohtaan merkityksetön riski. Henkinen kuormittuminen, ergonomia sekä kemialliset ja biologiset vaaratekijät saivat eniten muita kuin ”merkityksetön riski” vastauksia.

Taulukko 1. Riskinarviointilomakkeiden kokonaistulokset %-osuuksina vastauksista

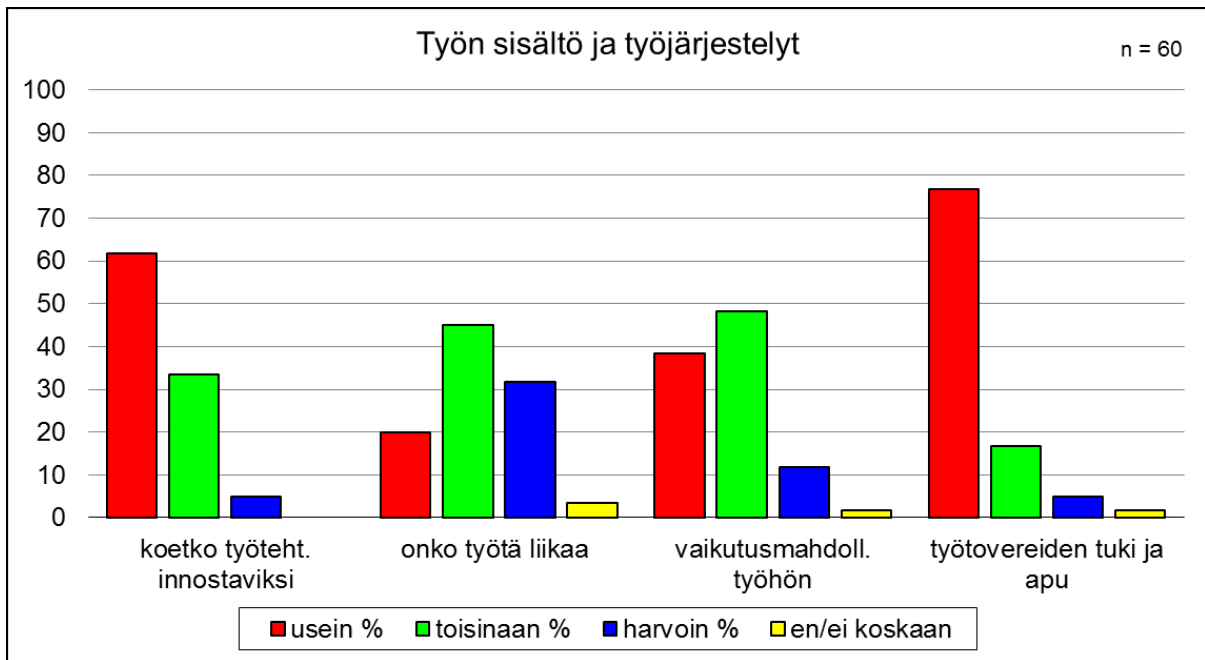
	Riski 1, merkityksetön riski	Riski 2, Vähäinen riski	Riski 3, Kohtalainen	Riski 4, Merkittävä	Riski 5, Sietämätön	Ei tietoa
Ergonomia	71,5	24,8	2,9	0,0	0,0	0,7
Tapaturman vaarat	74,6	21,3	3,0	0,0	0,0	1,2
Fysikaaliset vaaratekijät	79,1	13,4	0,8	0,0	0,0	6,7
Kemialliset ja biologiset vaaratekijät	73,2	14,0	3,7	0,2	0,0	9,0
Henkinen kuormittuminen	70,3	25,9	2,2	0,0	0,0	1,5
Keskiarvo	73,7	19,9	2,5	0,0	0,0	3,8

Ergonomiaan liittyvistä vastauksista nousivat esille: selän asento (43 % riskitaso 2, 11 % riskitaso 3), työn tauotus (43 % riskitaso 2, 6 % riskitaso 3) ja jatkuvasti samana toistuvat työliikkeet (42 % riskitaso 2, 11 % riskitaso 3). Tapaturman vaaroista esille nousi liukastuminen (57 % riskitaso 2, 15 % riskitaso 3) ja fysikaalisista vaaratekijöistä työpaikan lämpötila (”kesällä kuuma, talvella kylmä”) (47 % riskitaso 2).

Kemiallisista vaaratekijöistä esille nousi terveydelle vaaralliset kemikaalit (esim. yliopistojen laboratorioden siivous, vahanpoisto, vahaus) (25 % riskitaso 2, 32 % riskitaso 3, 8 % ei tietoa). Eniten epä tietoisuutta työntekijöillä oli fysikaalisissa ja kemiallisissa riskeissä, mikä johtui siitä, että työntekijät eivät tieneet esimerkiksi mitä kemikaaleja tai säteilylähteitä laboratoriotiloissa käsitellään. Lisäksi 15 % vastaajista ei tiennyt missä sijaitsevat ensiapuvälineet. Henkiseen kuormittumiseen liittyvistä vastauksista nousi eniten esille kiire, jota kokivat työssään lähes kaikki (68 %, riskitaso 2, 15 % riskitaso 3). Myös tiedon kulku ylhäältä alaspäin oli vastaajien mukaan puutteellista (51 % riskitaso 2).

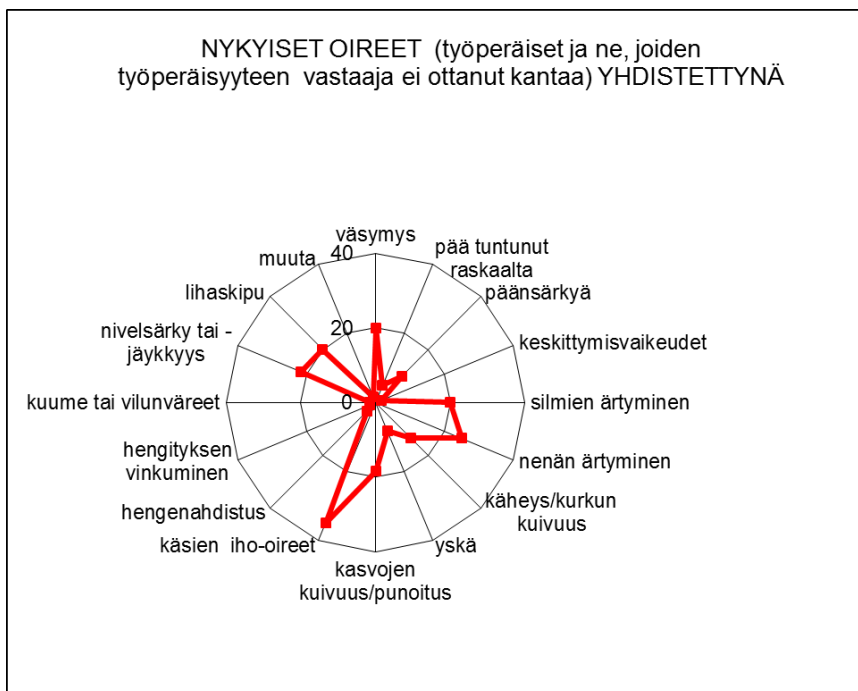
MM-40-kyselyt ja oirepäiväkirjat

MM-40 -kyselyn tulokset on esitettyä Kuvissa 2-8. MM-40 kyselyyn osallistuivat kaikki siivoojat (n=60). Vastaajista hieman yli 60 % koki työn sisällön usein innostavaksi. Vastaajista n. 20 % koki työtä olevan usein liikaa ja n. 45 % koki sitä olevan toisinaan liikaa. Siivoojat kokivat pystyvänsä vaikuttamaan työhön usein tai melko usein. Lisäksi siivoojista suurin osa (n. 76 %) sai usein tukea ja apua työtovereilta.

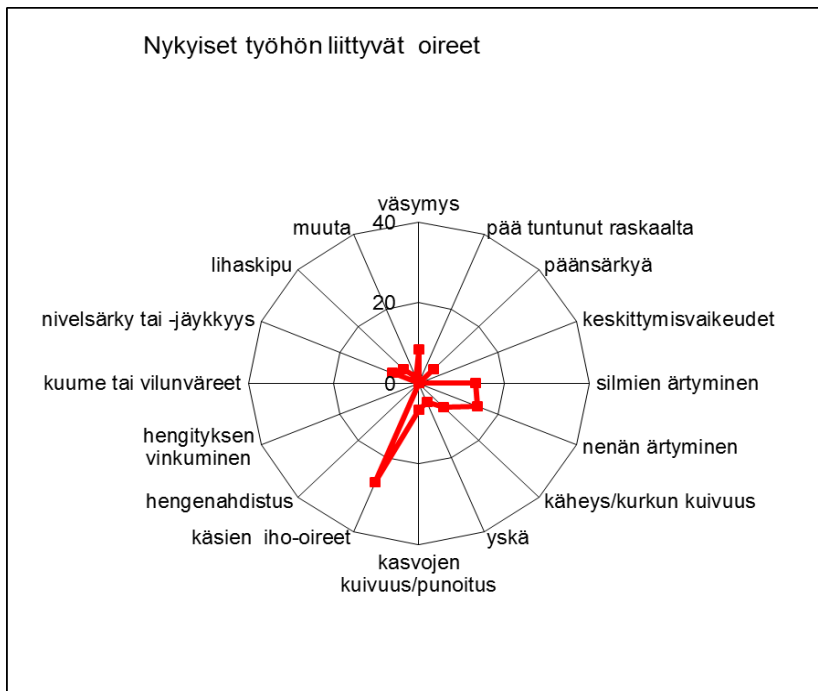


Kuva 2. MM-40 kysely. Työn sisältö ja työjärjestelyt (n=60)

Kuvissa 3 ja 4 on esitetty kaikkien oirekyselyiden tulokset. Kuvassa 4 on esitetty oireilut, jotka vastaajat kokivat varmasti liittyvän nykyiseen työhön. Tuloksista nousi esille käsien iho-oireet ja nenän ärtyminen, jotka yhdistettiin selkeämmin liittyvän nykyiseen työhön.

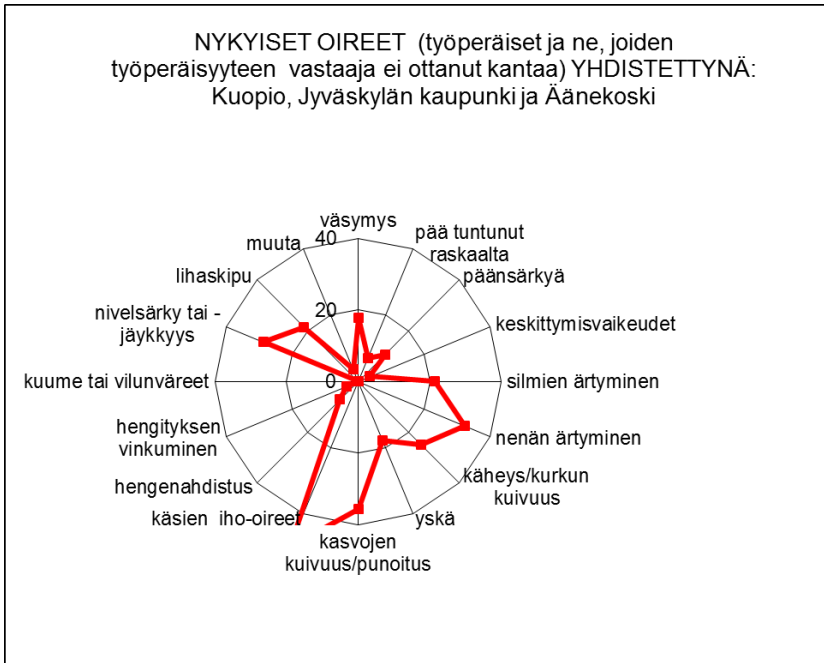


Kuva 3. Kaikkien oirekyselyiden tulokset (n=60)

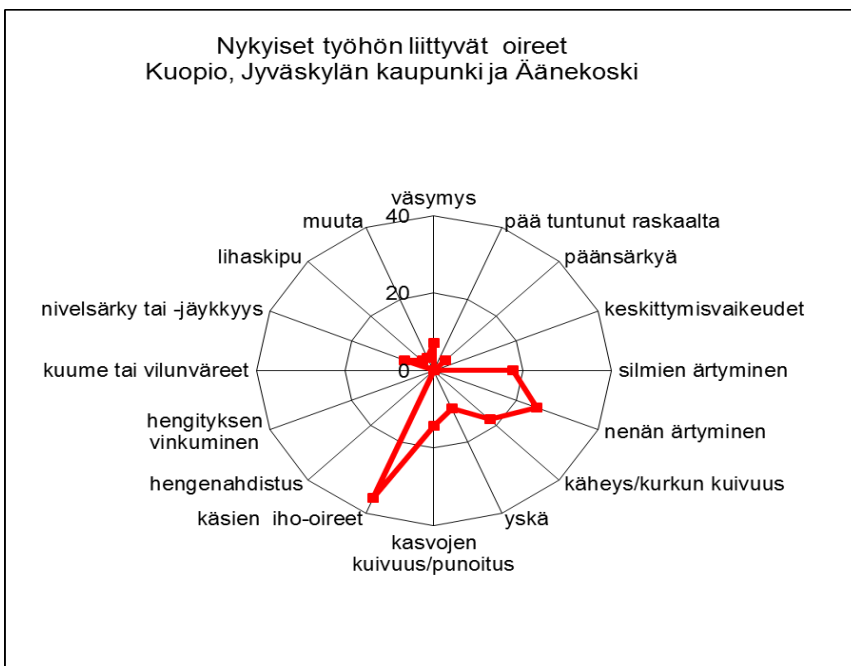


Kuva 4. Kaikkien oirekyselyiden tulokset. Vastaukset jotka liittyvät nykyiseen työhön (n=60)

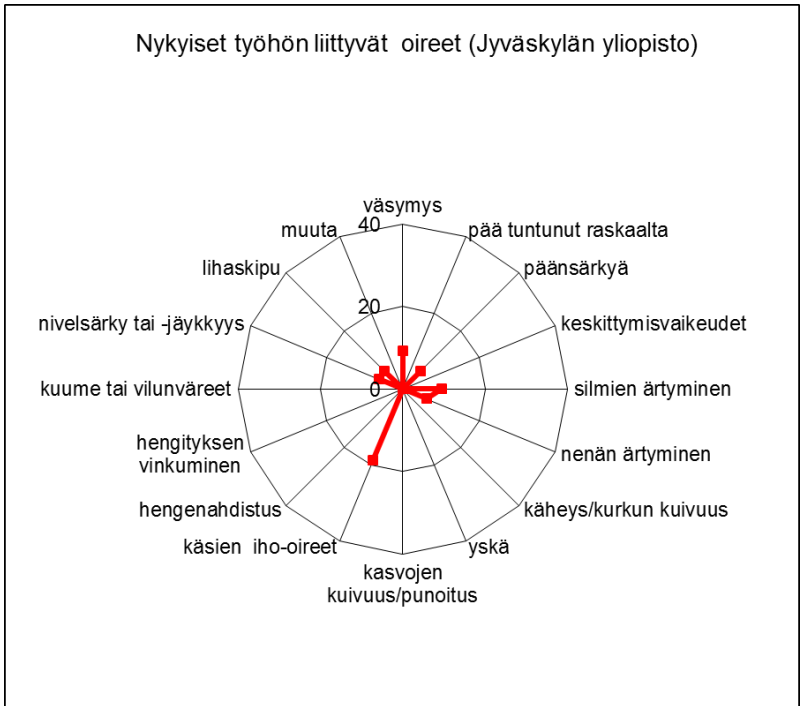
MM-40 kyselyn tuloksista nousi selkeästi esille myös Jyväskylän kaupungin ja Jyväskylän yliopiston siivoojien merkittävästi pienempi oireilu verrattaessa tuloksia Kuopiossa Itä-Suomen yliopistolla ja Äänekoskella työskenteleviin siivoojiin (vrt. kuvat 5-8). Siivoojien stressaantuminen oli myös pienempää Jyväskylän yliopistolla kuin Itä-Suomen yliopistolla (kuvat 9 ja 10). Kuopion siivoojien oireilun yhdeksi tekijäksi esitettiin Kuopiossa ISS:n vuodenvaihteen (2013/2014) aikaisten YT-neuvotteluiden tuomaa stressiä, sillä kysely tehtiin alkuvuodesta 2014. Vastaajien määrä jäi Kuopiossa (n=11) selvästi Jyväskylää (n=32) pienemmäksi.



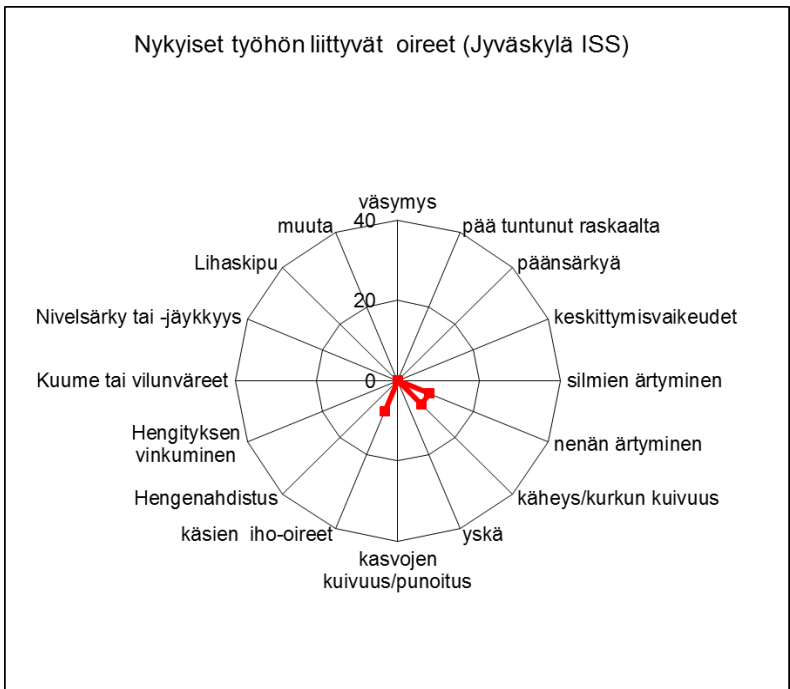
Kuva 5. Kuopion, Jyväskylän ja Äänekosken kaupunkien siivoojien vastaukset (n=28)



Kuva 6. Kuopion, Jyväskylän ja Äänekosken kaupunkien siivoojien vastaukset työhön liittyvistä oireista (n=28)



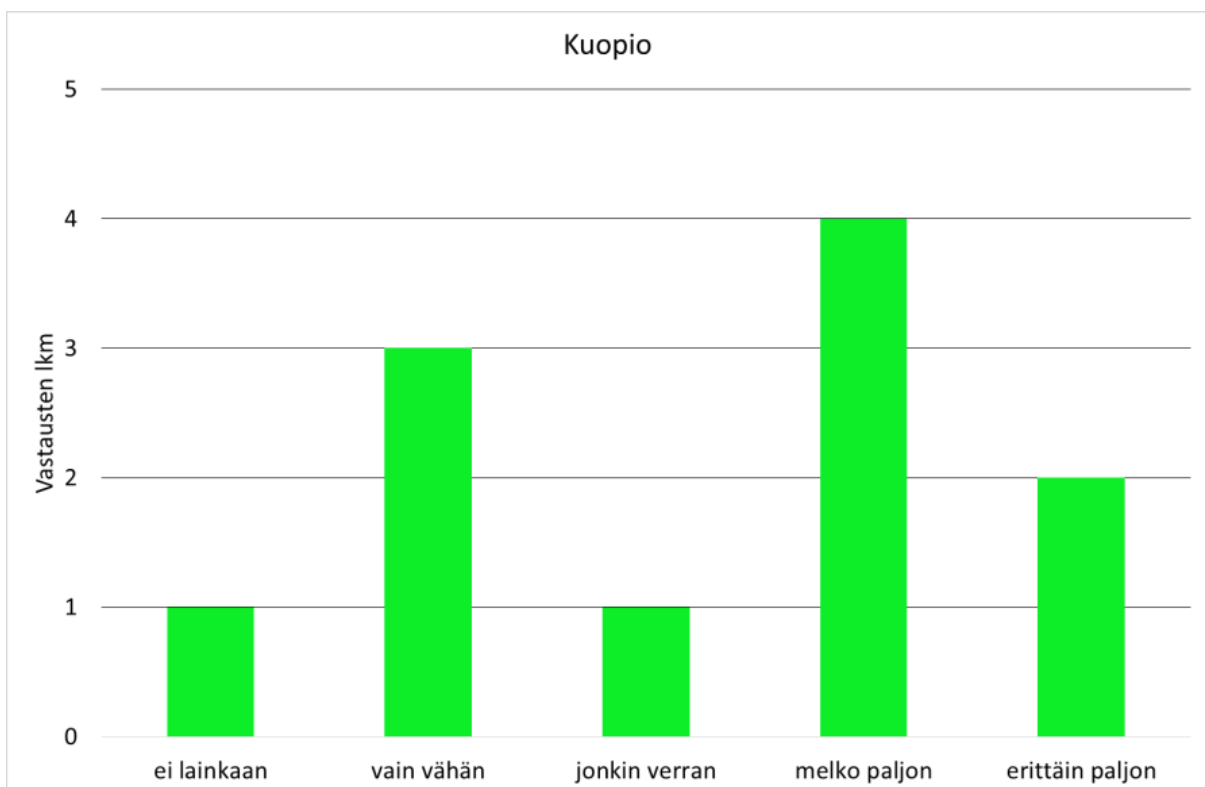
Kuva 7. Jyväskylän yliopiston siivoojien vastaukset (n=32)



Kuva 8. Jyväskylän kaupungin siivoojien vastaukset (n=12)



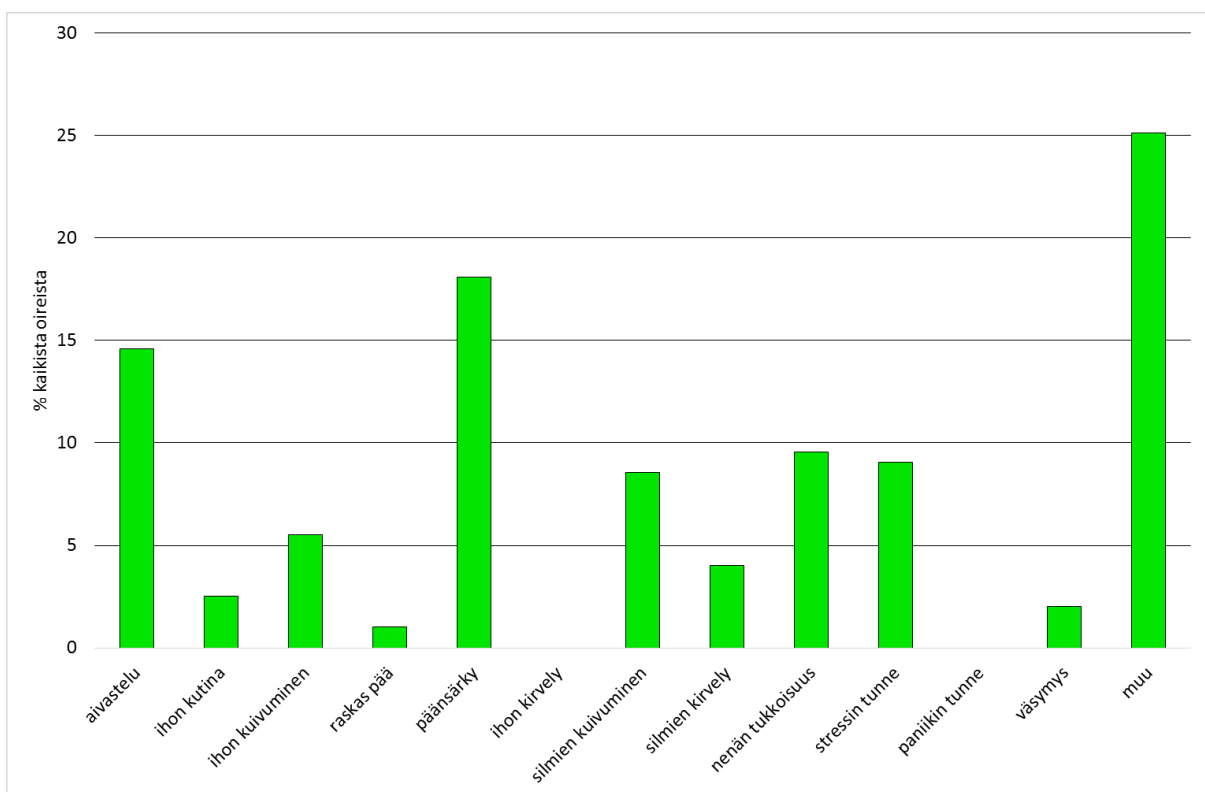
Kuva 9. Stressin kokeminen (MM-40 kysely) Jyväskylän yliopisto (n=32)



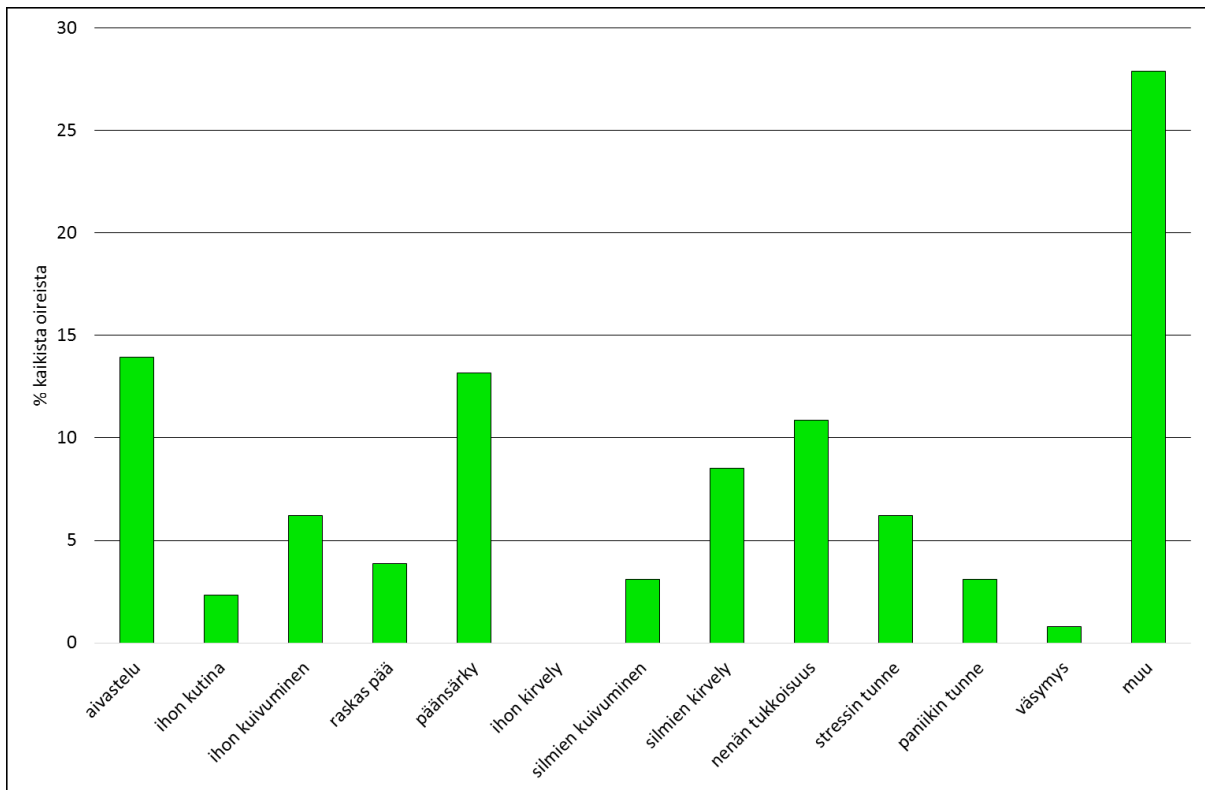
Kuva 10. Stressin kokeminen Kuopio (n=11)

Jyväskylän yliopiston siivoojien havaittiin myös oirepäiväkirjojen vastausten perusteella voivan paremmin kuin muiden tutkimukseen osallistuneiden siivoojien. Lukumääräisesti

eniten merkittyjä oireita ilmoittivat Jyväskylän, Kuopion ja Äänekosken kaupunkien kohteissa toimineet siivoajat (Kuvat 11 ja 12). Oirepäiväkirjojen oirevaihtoehdot olivat: aivastelu (1), ihon kutina (2), ihon kuivuminen (3), raskas pää (4), päänsärky (5), ihon kirvely (6), silmien kuivuminen (7), silmien kirvely (8), nenän tukkoisuus (9), stressin tunne (10), paniikin tunne (11), väsymys (12) ja muu oire (13). Muita oireita olivat mm. silmien punoitus, yskä, suun kuivuminen, nenän kutina, ylähengitystieinfektio, pistely, nuha, kuume, silmien vetisyys, nenäverenvuoto, lihaskivut. Merkittävimmit kirjatuiksi oireiksi nousivat kaikissa kohteissa muu oire, päänsärky ja aivastelu. Oirepäiväkirjat eivät anna täysin oikeaa kuvaa työhön liittyvästä oireilusta, sillä niitä palautettiin alle puolet jaetuista (vastauksia 47 %) ja niitä olivat täyttäneet vain harvat.



Kuva 11. Oirepäiväkirjat. Oireiden yleisyys, Jyväskylän yliopiston siivoajat (n=22, oireita=199)



Kuva 12. Oirepäiväkirjat. Oireiden yleisyys, Jyväskylän kaupunki, Kuopio ja Äänekoski (n=6, oireita=129)

Siivouskeskusten ilmanlaatu

Taulukossa 2 on esitetty siivouskeskusten koko ja mitatut lämpötilat, kosteudet sekä ilmamäärät. Siivouskeskusten lämpötila oli keskimäärin $23,8 \pm 1,6^{\circ}\text{C}$ (minimi $21,7^{\circ}\text{C}$, maksimi $27,2^{\circ}\text{C}$). Siivouskeskusten ilmanvaihtokerroin vaihteli välillä 0,4-11,7 1/h.

Taulukko 2. Siivouskeskusten ilmanlaatu

Numero	Siivouskeskus	Tilavuus m ³	Lämpötila, °C	RH %	Ilmanpoisto (l/s)	Ilmanvaihtokerroin (1/h)
1	Kuopio, yo1	30	21,7	29,5	33,3	4,0
2	Kuopio, yo2	53	23,2	37,6	32,3	2,2
3	Jyväskylä, päiväkoti 1	25	22,9	32,9	81	11,7
4	Jyväskylä, hoivakoti	30	24,0	21,4	40	4,8
5	Jyväskylä, päiväkoti 2	15	23,0	26,0	27,9	6,7
6	Jyväskylä yo1	44	23,7	17,0	37,5	3,0
	Jyväskylä yo2	40	23,0	17,0	28,6	2,6
7	Jyväskylä yo3	37	22,5	12,0	69	6,7
8	Jyväskylä yo4	34	23,6	15,7	45,4	4,8
9	Äänekoski, päiväkoti	21	24,0	-	23,5	4,0
10.	Jyväskylä, koulu	44	26,5	39		
11.	Äänekoski, koulu	50	27,2	-	5,0	0,4

yo=yliopisto

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Taulukossa 3 on esitetty siivouskeskuksista mitatut VOC-pitoisuudet. Kahta poikkeusta lukuun ottamatta TVOC-pitoisuudet vaihtelivat kohteissa 50-140 µg/m³ välillä.

Ensimmäisestä siivouskeskuksesta mitattiin iso määrä 2-butoksietanolia. Kohteessa numero 2 esiintyi iso määrä aromaattisia hiilivetyjä (mm. ksyleenejä). Syytä VOC-yhdisteiden poikkeaviin pitoisuuksiin ei löydetty. Kohteiden mittaukset toistettiin ja uusintamittauksissa TVOC tasot jäivät mittauksissa selvästi pienemmiksi.

Taulukko 3. Siivouskeskusten VOC-pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Yhdiste	nro 1	nro 2	nro 2	nro 3	nro 4	nro 5	nro 6	nro 7	nro 8	nro 9	nro 10
TVOC ($\text{C}_6\text{-C}_{16}$)	6031	4172	141	50	50	70	35	18	127	88	74
VOC-yhdisteiden kokonaispitoisuus	6031	4206	171	53	56	85	46	23	205	99	87
Etikkahappo	-	4	2	-	-	-	< 1	-	1	< 1	-
2-etyyli-1-heksanoli	5	7	8	-	-	-	-	-	-	1	-
2-butoksi-etanoli	5842	29	8	-	-	-	-	-	-	-	-
Limoneeni	1	16	6	-	8	9	1	< 1	4	1	1
Alfa-pineeni	5	1	< 1	4	2	6	1	-	4	1	1
Nonanaali	3	12	12	3	< 1	3	6	2	7	12	7
Dekanaali	-	8	12	2	< 1	2	6	4	7	7	7
Ksyleeni	4	2686	19	-	2	18	-	-	8	-	-
Tolueeni	5	10	1	-	1	8	< 1	1	2	< 1	-
Bentseeni	3	3	4	9	-	6	< 1	< 1	2	1	< 1
Etyylibentseeni	2	1241	3	-	< 1	-	-	-	3	-	-
TXIB	-	27	-	-	-	1	-	-	72	2	-
Dekametyylisyklo pentasiloksaani	2	37	15	-	18	< 1	4	1	15	25	49

Taulukossa 4 on esitetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden keskimääräiset kokonaispitoisuudet ennen ja jälkeen ylläpitosiivouksen sekä sen aikana. VOC-yhdisteiden pitoisuudet nousivat hieman ylläpitosiivouksen aikana, mutta pysyivät silloinkin kohtuullisen matalalla tasolla (TVOC keskimäärin $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$). VOC-yhdisteistä esille nousivat terpeenit (alfa-pineeni, limoneeni), aldehydit (nonanaali, dekanaali), aromaattiset hiilivedyt (tolueeni, ksyleenit), siloksaanit (dekametyylisyklopentasiloksaani) sekä karboksyylihapot (etikkahappo). Karboksyylihapoista etikkahappoa vapautui erityisesti imuroinnin aikana. Etikkahappo oli todennäköisesti peräisin jo aikaisemmin imuriin kertyneestä pölystä.

Taulukko 4. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden keskimääräiset kokonaispitoisuudet (TVOC) ja yleisimmät yhdisteet ylläpitosiivouksen aikana ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Ennen siivousta	Siivouksen aikana	Siivouksen jälkeen
TVOC (keskiarvo)	46	101	60
TVOC (minimi)	17	31	19
TVOC (maksimi)	67	358	116
alfa-pineeni	0-6	0-7	<1
limoneeni	0-7	0-8	<1
nonanaali	1 - 5	1 -11	2-10
dekanaali	1 - 9	1-18	1-13
tolueeni	1-14	1-20	1-2
etikkahappo	0-5	0-188	0-8
dekametyylisyklopentasiloksaani	1-36	2-42	1-47

VOC-yhdisteiden määrä kasvoi huomattavasti vahanpoiston ja vahauksen aikana (Taulukko 5 ja 6). TVOC-tasot olivat vahanpoiston aikana 2700-7000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja hengitysvyöhykkeeltä otettuna 14100-15700 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Ilmassa esiintyi iso määrä alkoksialkoholeja. Alkoksialkoholien pitoisuudet olivat suurimmillaan vahanpoiston ja/tai välittömästi vahauksen päättymisen jälkeen. Yhdisteiden pitoisuudet olivat koholla vielä seuraavana päivänä vahauksesta (TVOC 880 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).

Vahanpoiston ja vahauksen aikana mitatut VOC-pitoisuudet poikkesivat selvästi kahden eri koulun välillä (vrt. Taulukot 5 ja 6). Taulukossa 5 (Jyväskylän koulurakennus) esitetyt pitoisuudet ovat selvästi suurempia kuin taulukossa 6 (Äänekosken koulurakennus). Äänekoskella työ tehtiin käyttäen yhdistelmäkonetta, kun taas Jyväskylässä käytössä oli hidasnopeuksinen lattianhoitokone (Kuva 13). Kohteissa oli käytössä myös eri vahanpoistomenetelmä ja vahauskemikaalit.



Kuva 13. Koulun lattian vahaus käynnissä Jyväskylässä

Taulukko 5. VOC-pitoisuudet vahanpoiston ja vahauksen aikana (koulurakennus Jyväskylä) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$), kp=kiinteä mittauspiste, hv=hengitysvyöhykkeeltä otettu näyte

Yhdiste	Vahan poisto, kp	Vahan poisto, hv	Vahaus	Vahauksen jälkeen, 10 min	Vahauksen jälkeen 1pv
TVOC	2700 - 7000	14100 - 15700	1400 - 7500	30700	880
2-butoksietanoli	2600 - 6900	13800 - 15300	520 - 630	520	620
1-etoksi-1-metoksietaani	-	-	230 - 1700	16800	-
1-[1-Metyyli-2-(2-propenylioksi)etoksi]-2-propanoli	-	8	-	6700	-
2-(2-etoksietoksi)-etanoli	-	-	330	5900	220
Dipropyleeniglykolimonometyylietteri	-	-	1700	-	28
1-(2-metoksipropoksi)-2-propanoli	-	1 -13	1600	-	95
Dipropyleeniglykolimonometyylietteri	-	-	160 - 1100	-	-

Taulukko 6. VOC-pitoisuudet vahanpoiston ja vahausten aikana (koulurakennus Äänekoski) ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Yhdiste	Vahan poisto	Vahan poiston jälkeen	Vahaus	Vahausten jälkeen, 15min
TVOC	390	330	4560	3770
1-(2-metoksi)propoksi-2-propanoli	70	-	1740	1580
Dipropyleeniglykolimonometyylietteri	20		1700	700
1-(2-metoksi-1-metyylietoksi)-2-propanoli	72		430	650
2-etoksietylietteri	-	82	-	730
1-etoksi-1-metoksietaani	-	-	605	620
2-(2-etoksietoksi)etanoli	73	-	260	580
1-(2-etoksi)propoksi-2-propanoli	-	-	-	575
Dipropyleeniglykoli (2,2'-oxybis-1-Propanol)	-	-	340	260

Pölypitoisuudet

Pölypitoisuudet pysyivät ylläpitosiivouksen aikana pääosin alhaisina (tyypillisesti $0,04-0,55 \text{ mg}/\text{m}^3$). Suurimmat pitoisuudet (henkilökohtainen IOM-keräin) mitattiin yläpölyjen ja kirjojen pyyhinnän aikana ($0,9-1,1 \text{ mg}/\text{m}^3$).

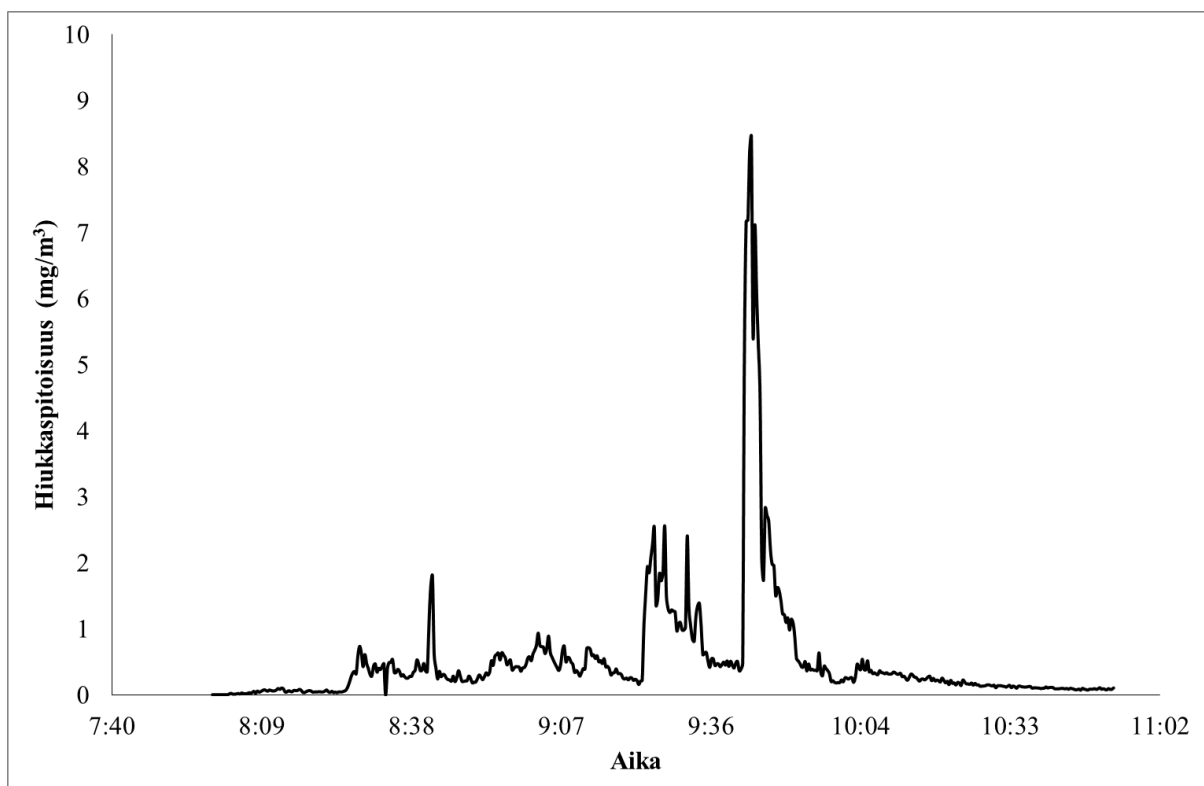
Pölypitoisuudet pysyivät matalina tehtäessä lattioiden vahanpoistoa tai vahausta kemikaalien avulla perussiivouksen aikana. Sen sijaan korkeimmat pölypitoisuudet mitattiin, kun lattian vaha poistettiin kuivavahanpoistotekniikalla (Kuva 14).

Kuivavahanpoiston aikana työntekijän hengitysvyöhykkeellä oleva hengittävän pölyn pitoisuus oli keskimäärin $1,55 \text{ mg}/\text{m}^3$. Imuria käyttäneen työntekijän hengitysvyöhykkeeltä mitattu pölypitoisuus oli keskimäärin $1,41 \text{ mg}/\text{m}^3$ ja kiinteästä pisteestä kerätyssä näytteessä pitoisuus oli $0,96 \text{ mg}/\text{m}^3$. Kohteen taustapitoisuus jäi alle määritysrajan (ennen vahanpoistoa tehty mittaus).



Kuva 14. Kuivavahanpoisto käynnissä

Kuvassa 15 on esitetty hiukkaspitoisuuden muutos kuivavahanpoiston aikana DRX-hiukkasmittarilla mitattuna. Kuivavahanpoiston aikana hiukkaspitoisuus nousee merkittävästi etenkin laitteen pölypussin ollessa täynnä (klo 9:40-10:00), joten sen tyhjentäminen on tärkeää (pussi olisi hyvä tyhjentää 30-45 minuutin työskentelyn jälkeen).



Kuva 15. Hiukkaspitoisuus kuivavahanpoiston aikana (DRX-mittalaite)

Kuivavahanpoiston aikana haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet kuten esimerkiksi aldehydien, etikkahapon, 2-butoksietanolin ja 2-fenoksietanolin määrät nousivat hieman (taulukko 7). Vahanpoiston lopettamisen jälkeen VOC-pitoisuudet palautuivat puolessa tunnissa taustapitoisuuden tasolle.

Taulukko 7. VOC-pitoisuudet ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) kuivavahanpoiston aikana

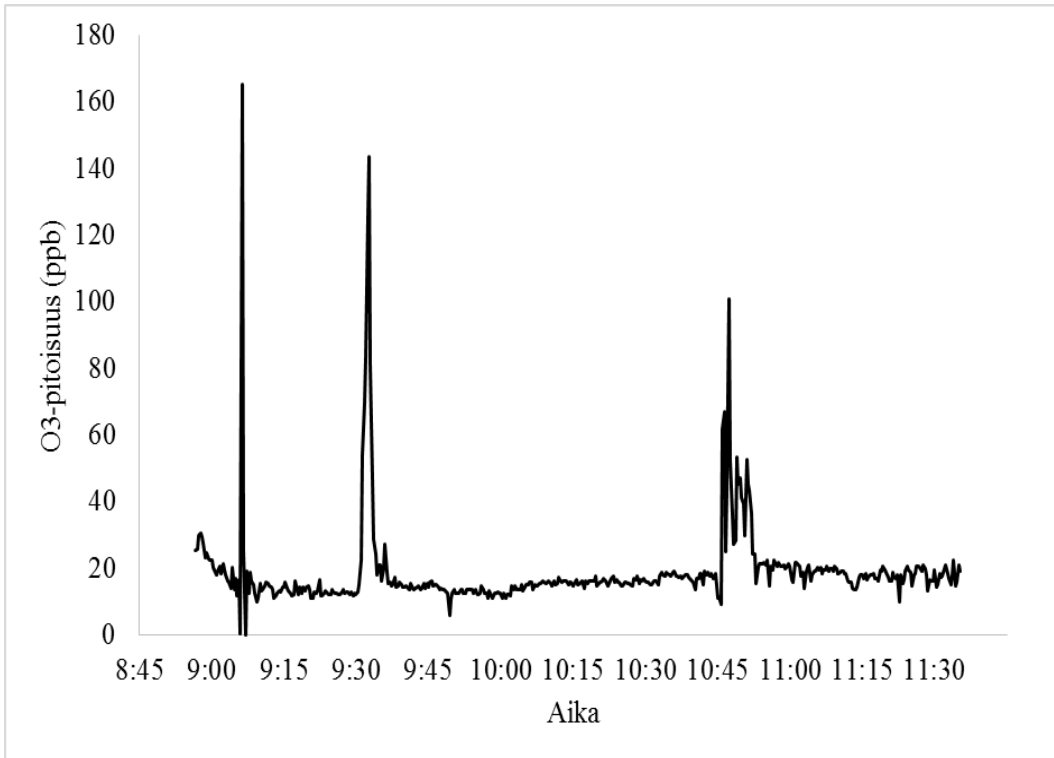
	Ennen	Vahanpoiston aikana	Jälkeen
TVOC	100-105	120-410	98-105
etikkahappo	18-22	21-148	17-22
2-butoksietanoli	-	3-14	1-2
2-fenoksietanoli	1-2	5-13	3-5
2-(2-butoksietoksi)- etyyliasettaatti	1-3	4-12	4-6
nonanaali	2-6	7-21	6-7
dekanaali	2-9	11-31	8-10
undekaani	0-3	2-14	1

Mittauksissa käytettiin tolueenistandardia kaikkien VOC-yhdisteiden pitoisuuksien laskemiseksi. Huomioitavaa on että tolueenivasteella laskettaessa erityisesti happea sisältävien yhdisteiden pitoisuudet ovat todellisia pitoisuuksia pienempiä. Todelliset pitoisuudet voivat olla 1,5-3 kertaa suurempia kuin tolueenivasteella laskettaessa (esim. aldehydit, alkoholit ja karboksyylihapot).

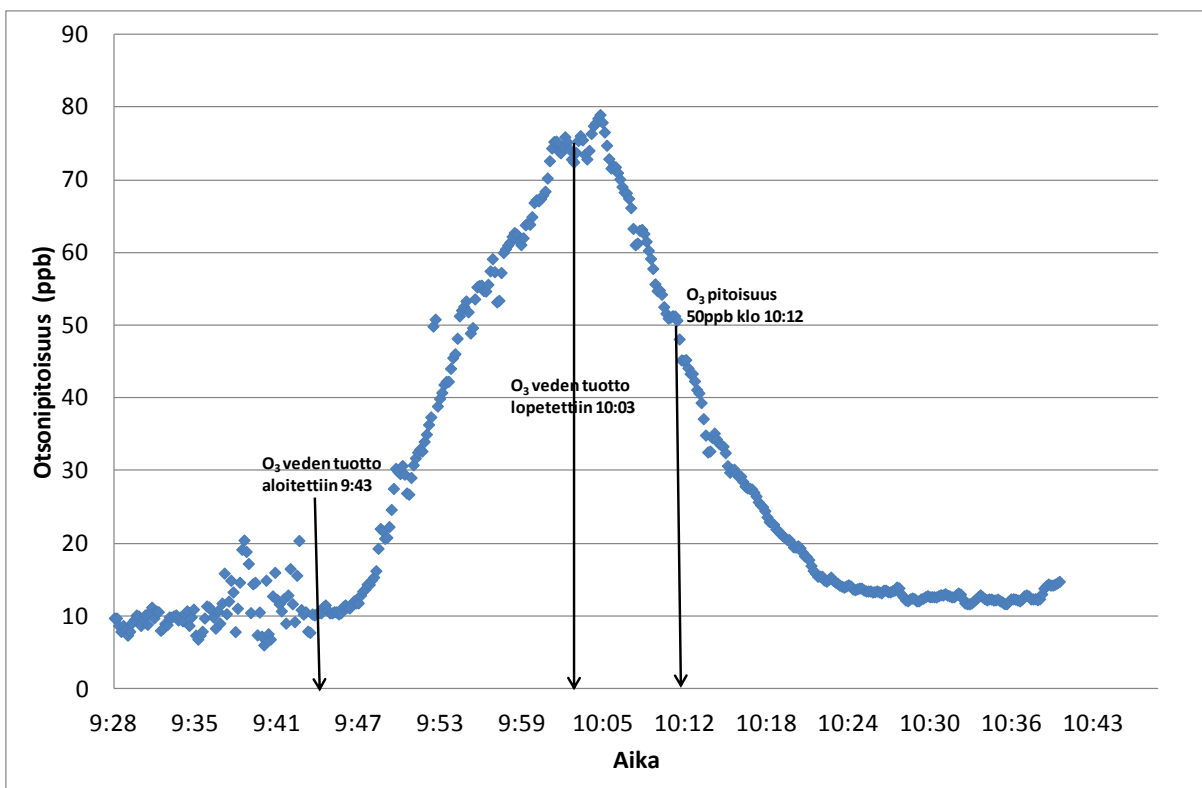
Otsonoitu vesi

Otsonoitua vettä tuotettiin siivouskeskuksissa, joista vesi vietiin sankojen ja/tai pesupullojen avulla siivottavaan kohteeseen. Joissakin tapauksissa otsonoitua vettä lisättiin yhdistelmäkoneeseen.

Otsonoidun veden tuoton aikana siivouskeskuksen ilmaan vapautui hetkellisesti korkeita pitoisuuksia otsonia. Veden valmistus oli kohteissa pääsääntöisesti lyhytaikaista (alle 1 minuutti per pullon täyttökerta) ja tämä näkyi myös otsonipitoisuuden nopeana laskuna (O_3 pitoisuus laskee taustapitoisuuden tasolle n. 1 minuutissa) (Kuva 16). Kohteessa, jossa otsonia tuotettiin yhtäjaksoisesti pitempi aika, kesti pitoisuuden lasku myös pidempään (riippuen tilan ilmanvaihdesta) (Kuva 17). Kuvassa 17 on esitetty otsonipitoisuudet päiväkodin siivouskeskuksessa, jossa otsonin tuotto kesti 20 minuuttia. Musta nuoliviiva esittää ajanhetken, jolloin otsoniveden tuotto alkoi ja milloin se päättyi. Lisäksi kuvassa on esitetty nuolella ajanhetki, jolloin otsonipitoisuus laski alle 50 ppb:n (alle 8 tunnin HTP-arvon). O_3 taustapitoisuus vaihteli välillä 8-20 ppb:tä.

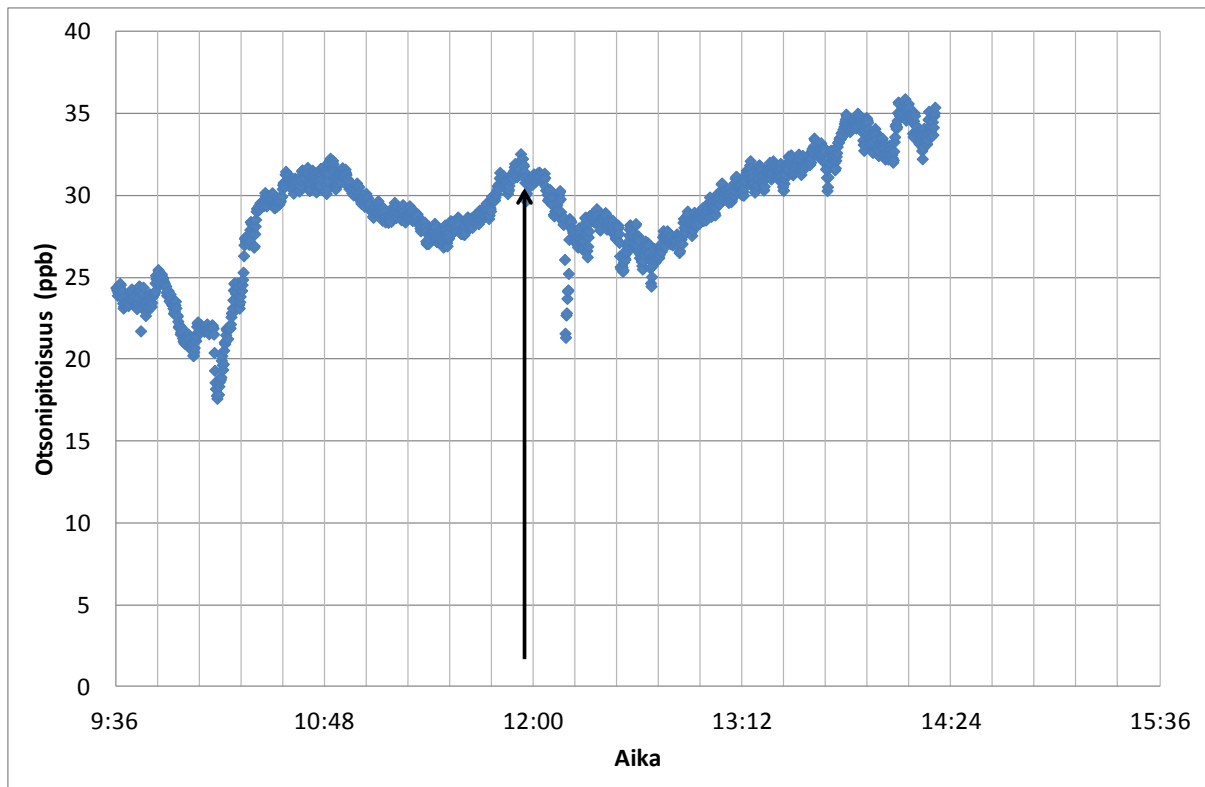


Kuva 16. Otsonipitoisuus siivouskeskuksen ilmassa (ppb) tuottaessa otsonoitua vettä



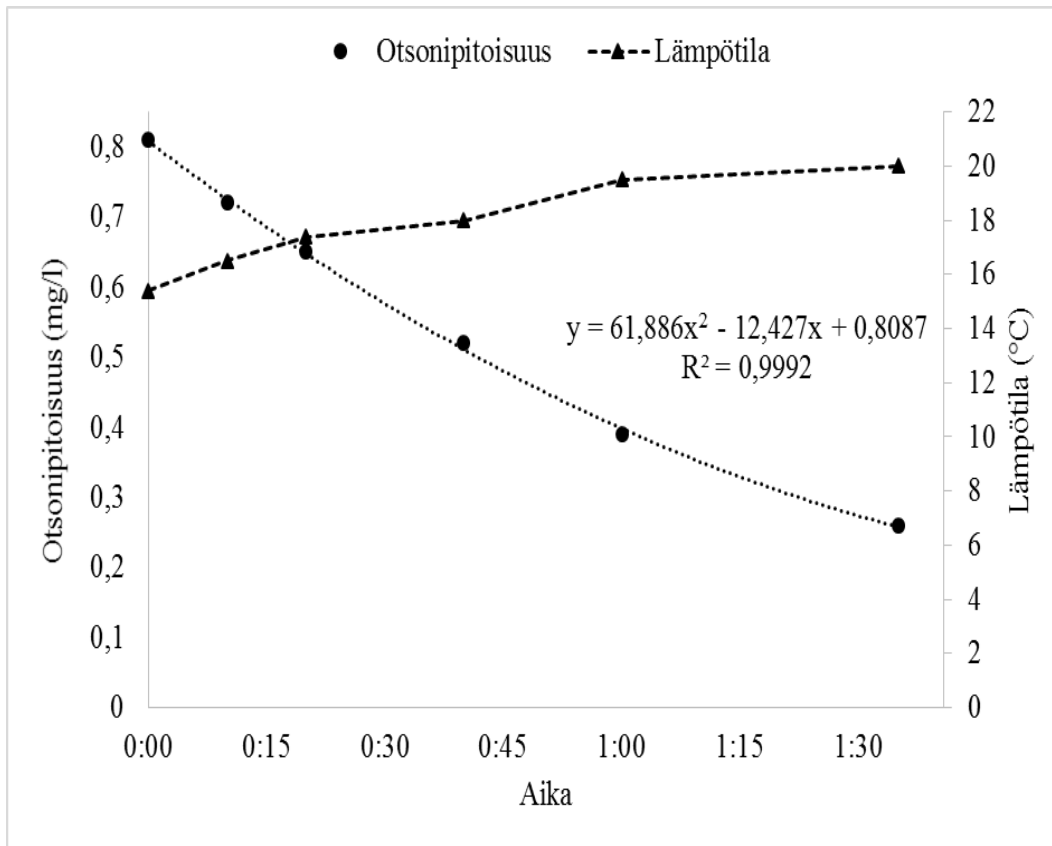
Kuva 17. Ilman otsonipitoisuuden (ppb) vaihtelu päiväkodin siivouskeskuksessa otsonoidun veden tuoton aikana

Siivoustilanteessa (otsonoitu vesi otettu pesupulloon ja viety siivottavaan kohteeseen) ilman otsonipitoisuudet eivät nousseet, vaan noudattivat otsonin taustapitoisuustasoa (Kuva 18). Otsonoidun veden (lyhytaikainen) tuotto tai otsonoidun veden käyttö ei vaikuttanut haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuuksiin. Kaikissa mittauksissa haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC) vaihtelivat välillä 22-120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Kuopion kohteessa otsoniveden tuoton aikana TVOC-pitoisuudet olivat välillä 22 – 23 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (tausta 20,3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$).



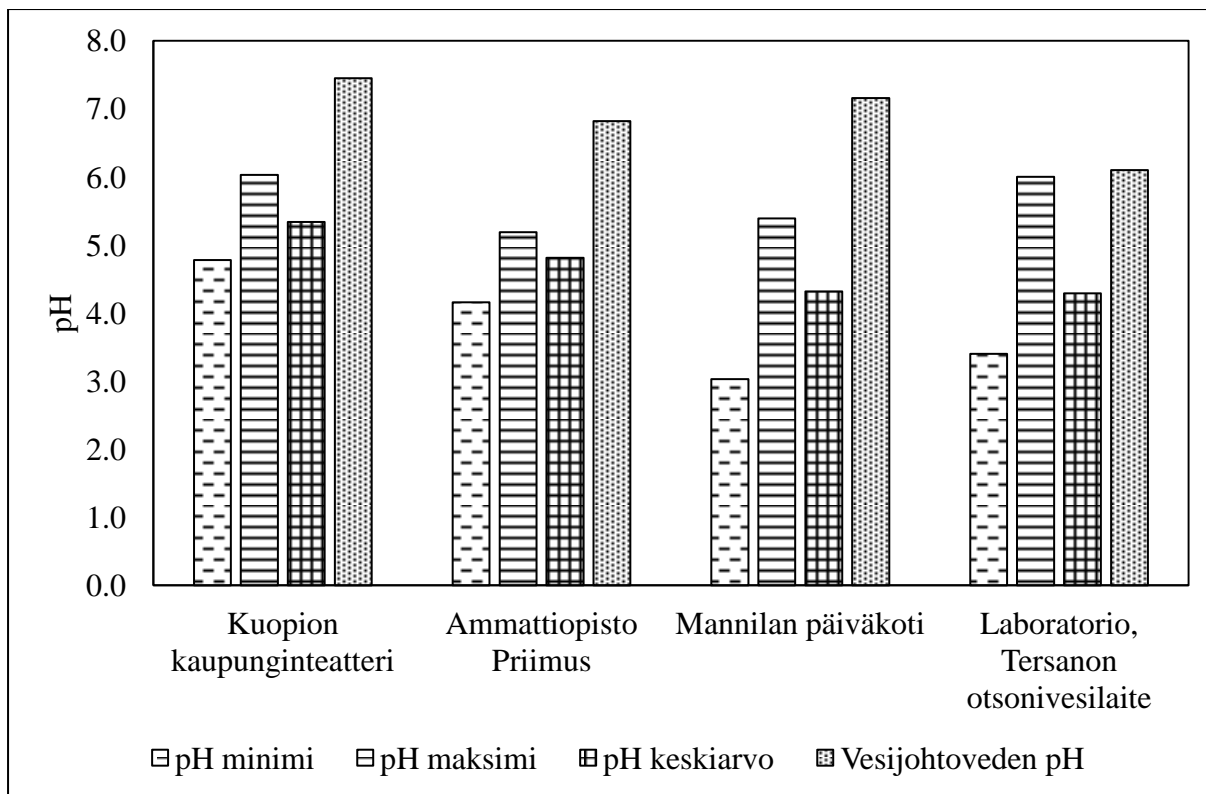
Kuva 18. Ilman otsonipitoisuuden (ppb) vaihtelu päiväkotihuoneessa ennen siivousta ja siivouksen aikana. Siivous aloitettiin n. klo 12 (musta nuoli)

Laitteistolla tuotetun veden otsonipitoisuus oli maksimissaan 0,8 mg/L ja sen pitoisuus laski vedessä suhteellisen nopeasti (Kuva 19). Mittauksia tehtiin kolmessa eri kohteessa ja kaikissa tapauksissa veden O_3 -pitoisuuden lasku oli suhteellisen nopeaa. Kahdessa muussa kohteessa veden O_3 -pitoisuus oli alhaisempi kuin 0,8 mg/L (alussa n. 0,4-0,5 mg/L). Laitteet sijaitsivat eri paikkakunnilla ja kraanaveden laatu saattoi vaikuttaa veden otsonipitoisuuteen.



Kuva 19. Otsonipitoisuus vedessä (mg/L). Mittaus aloitettu välittömästi O₃-veden tuoton jälkeen.

Otsonoidun veden pH oli kaikissa kohteissa hyvin samankaltainen, ollen keskimäärin 4-5 (Kuva 20). Pienet erot ovat selitettävissä veden laadullisilla tekijöillä. Kuvassa on esitetty kohteissa mitatun otsoniveden pH:n minimi-, maksimi- ja keskiarvo. Otsonoidun veden pH ei noudattanut ajallisesti järjestystä, vaan vaihteli mittausten aikana, luultavasti seuraten otsonin hajoamisreaktion vaiheita.



Kuva 20. Otsonoidun veden pH-mittausten tulokset, lisäksi vesijohtoveden pH ennen veden otsonointia.

Röntgenfluoresenssimittauksissa havaittiin otsonivesilaitteen yhteydessä olevan stabilisaattorin/veden puhdistimen sisältävän suuren määrän kalsiumia. Stabilisaattorin havaittiin myös poistavan vedestä kalsiumia ja lisäävän veteen rikkiä (Taulukko 8). Rikkiä havaittiin myös veden otsonoinnin jälkeen kun otsonaattorin stabilisaattori oli ohitettu laitteesta. Tulos voi selittyä sillä, että stabilisaattori on saattanut kyllästyttää otsonaattoriosan rikillä jo aikaisemmin, koska rikkiä mitattiin suurin pitoisuus pelkän stabilisaattorin jälkeen (ilman otsonointia) 12,07 mg/L. Stabilisaattori puhdistin poistaa vedestä lisäksi muita metalleja, kuten kuparia, sinkkiä ja kaliumia sekä klooria.

Taulukko 8. Alkuainepitoisuus (mg/L), mitattu röntgenfluoresenssimittauksilla

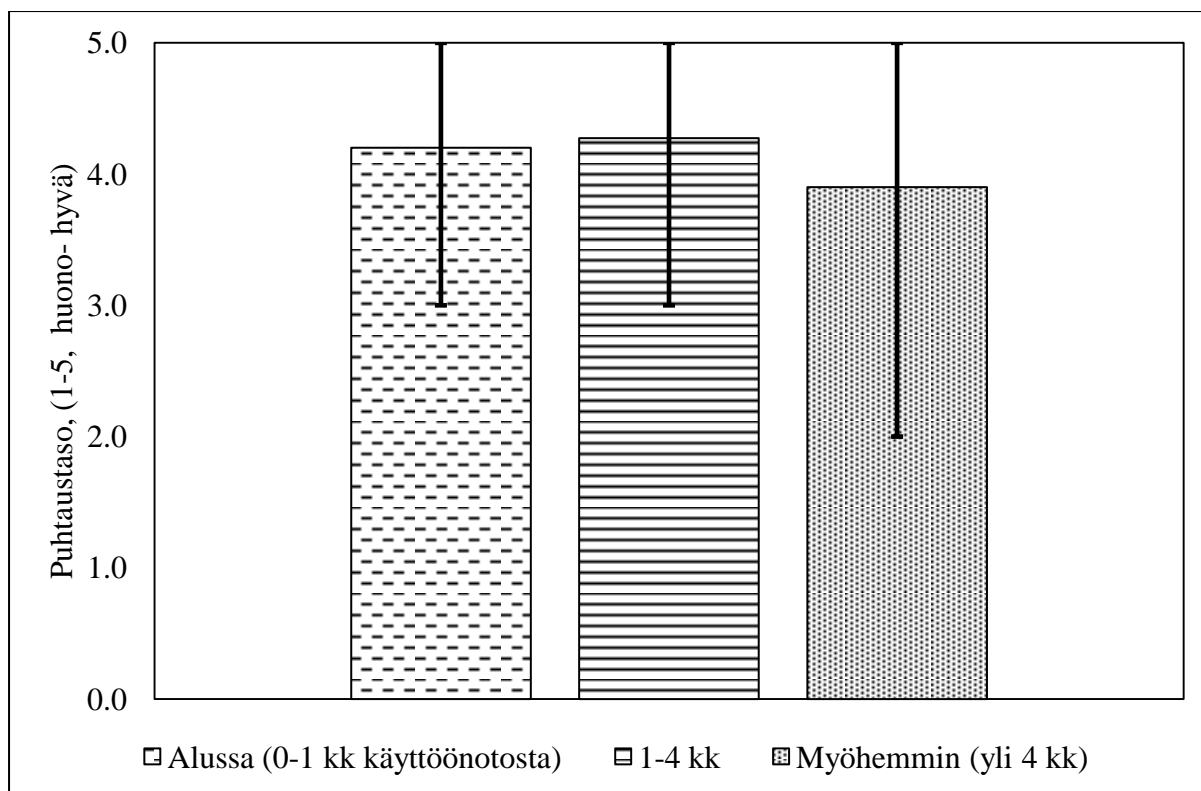
Alkuaine	Ultra-puhdas vesi	O ₃ -vesi*	Kraanavesi	Stabilisoitu (puhdistettu) kraanavesi	Stabilisoitu (puhdistettu) O ₃ -vesi**	Kraanavesi joka otsonoitu O ₃ -vesi***
S	-	0,090	-	12,070	10,730	11,33
Cl	-	-	0,243	-	-	0,572
K	0,326	-	3,436	1,145	1,657	3,302
Ca	0,096	0,164	33,902	-	-	33,125
Fe	-	-	0,051	0,056	0,016	0,057
Ni	-	-	-	-	0,009	-
Cu	-	0,004	0,059	-	-	0,046
Zn	-	-	0,022	-	-	0,034
Br	-	-	0,008	0,001	0,008	0,005
Rb	-	-	0,002	-	-	0,001
Sr	-	-	0,055	-	-	0,058

* Vertailunäytteenä tehtiin otsonivettä käyttäen Erwin Sander Certizon 100 -otsonaattoria, jonka läpi johdettiin ilmaa tasaisella noin 0,5 l/s nopeudella 20 minuutin ajan, otsonoitu ilma johdettiin mitta-astiassa (200 ml) olevaan milliQ-veteen (ultrapuhdas vesi).

**Tersanon otsonivesilaitteella tehty otsonivesi (siivouksessa käytetty vesi)

***Tersanon otsonivesilaitteella tehty otsonivesi vesijohtoveteen, kun suodatinyksikkö oli ohitettu

Siivoojien mielestä otsonoitu vesi toimi hyvin siivottavissa kohteissa. Tyytyväisyys menetelmää kohtaan heikkeni kuitenkin hieman kun menetelmää oli käytetty yli neljä kuukautta, jolloin vastaukset vaihtelivat välillä 2-5 (Kuva 21). Taulukossa 9 on esitetty siivoojien antamia kommentteja otsonivesimenetelmän hyvistä ja huonoista puolista. Vastauksia tuli sekä menetelmän puolesta että sitä vastaan. Siivoojat kertoivat kostuttavansa pyyhkeitä ja moppeja otsonoidulla vedellä ja käyttävänsä tämän jälkeen menetelmää normaaliin tapaan. Joissain kohteissa pinnat kasteltiin suihkuttamalla otsonoitua vettä ja tämän jälkeen ne pyyhittiin kuivalla puhtaalla pyyhkeellä. Otsonoitua vettä käytettiin myös yhdistelmäkoneissa.



Kuva 21. Siivoojien kokema otsonivesisiivousmenetelmän toimivuus eri ajankohtina otsonivesimenetelmän käyttöönotosta. Y-akselilla koettu toimivuus (väittäjä: ”Otsonivesisiivousmenetelmä on toiminut hyvin”, 0 (ei lainkaan)-5 (erittäin hyvin)).

Taulukko 9. Otsonoidun veden käyttökokemukset

Kohde	Positiiviset kokemukset	Negatiiviset kokemukset
Teatteri	Toimii hyvin, käytetään kaikissa kohteissa	Pinttynyt lika ei irtoa kokolattiamatosta, käytetään muuta puhdistusainetta
Koulu	Ikkunoiden pesussa toiminut, ei pesuainejäämiä, alussa pulpeteista lähtenyt pinttynyt lika irtosi paremmin kuin pesuaineilla	Pinttynyt lika ei irtoa enää pidemmän ajan kuluttua, käytettävä tuoreeltaan. Kädet kuivuvat pesuaineliuoksiin verrattuna herkemmin, käytetään enää satunnaisesti
Päiväkoti	-	Pinttynyt lika ei irronnut. Ei käytössä enää
Vanhustentalo	-	Puhtaustaso romahti pidempiaikaisella käytöllä (ATP- ja Hygiculttestit), ei enää käytetä
Siivouspalveluyritys: kotisiivoukset ym.	Vastaava pesutulos kuin pesuaineilla, välillä nopeampi (vähemmän huuhteluita), käytetään erityisesti keittiön pinnoilla	-

Yhteenveto

Siivoustyöhön liittyvistä riskeistä esille nousivat työn kiireellisyys, ergonomia sekä kemialliset vaaratekijät. Haastattelujen perusteella tehdyt arviot riskitasoista olivat kuitenkin maltillisia (merkityksettömästä riskistä kohtalaiseen riskiin). Kiireen tunnetta kokivat kuitenkin lähes kaikki siivoajat. Siivoajat oireilivat ja kokivat stressiä hyvin kaksijakoisesti: Jyväskylän yliopiston ja Jyväskylän kaupungin siivoajilla oli vähemmän oireilua ja stressin tunnetta MM40-kyselyn mukaan kuin esimerkiksi Kuopion ja Äänekosken siivoajilla. Tulosta voi osittain selittää Jyväskylän yliopiston oma siivouspalveluosasto, kun muilla siivouksen hoitaa ulkopuolinen siivouspalvelun tarjoaja. Toisaalta Jyväskylän kaupungin siivoajien oireilu oli vielä vähäisempää, mutta lukumääräisesti heitä osallistui tutkimukseen vähemmän kuin esim. Jyväskylän yliopiston siivoajia (JKL n=12; JKL yo n=32).

Siivouskeskusten ilmanvaihtomäärät olivat suurimmassa osassa kohteista riittäviä ja tilojen VOC-pitoisuustasot matalia. Sen sijaan tilojen lämpötilat olivat osassa kohteista melko korkeita. Puhdistuslaitteiden suuresta lämpökuormasta johtuen siivouskeskusten ilmamäärien tulee olla riittävän korkeita (D2: 4 l/s,m²).

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet olivat ylläpitosiivouksen aikana matalia, mutta pitoisuudet kasvoivat huomattavasti vahan poiston ja vahauksen aikana. Vaikka VOC-pitoisuudet eivät ylittäneet työhygieenisiä ohjearvoja, niin vahauksen aikana tilan tulee olla hyvin tuuletettu (tehostettu ilmanvaihto päällä jos mahdollista) (vrt. taulukko 10). Toisaalta vahanpoiston ja vahauksen aikana ylittyvät mm. teollisten työympäristöjen yleisilman TVOC pitoisuuden viitearvo 3000 µg/m³ jota pidetään mm. Saksassa työpaikan ilman (sisäympäristöt) raja-arvona (Työterveyslaitos, 2012).

Pölypitoisuudet olivat korkeita yläpölyjen ja kirjaston kirjojen pyyhinnän sekä mekaanisen vahanpoiston aikana. Siivoajien olisi suositeltavaa käyttää hengityksen suojainta em. tehtävien aikana. Taulukossa 10 on esitetty joitakin mitattuja epäpuhtauksia ja niiden määriä suhteutettuna 8 tunnin HTP arvoihin.

Taulukko 10. Mitattuja epäpuhtauksien pitoisuuksia suhteutettuna 8 tunnin HTP-arvoon

Epäpuhtaus	HTP-arvo (mg/m ³)	Mitattu pitoisuus (mg/m ³)	Pitoisuus suhteutettuna HTP-arvoon (%)
Orgaaninen pöly	5	1,1-1,6	22-32
2-butoksietanoli	98	6,9	7
Dipropyleeni glykoli monometyyli eetteri	310	20	6,5

Veden otsonointi lisäsi ilman otsonipitoisuutta siivouskeskuksessa hetkellisesti ylittäen 8 tunnin ja 15 min HTP-arvot (0,05 ppm ja 0,2 ppm). Otsonin todettiin hajoavan vedestä nopeasti (O₃-alkupitoisuus vedessä 0,4-0,8 mg/l) ja puoliintumisaika vedenlaadusta riippuen 15-60 minuuttia. Otsonivesilaitteiston havaittiin alentavan veden pH:ta ja vähentävän veden kovuutta poistamalla vedestä kalsiumia. Siivoustilanteessa otsonoidusta vedestä ei enää vapautunut ilmaan merkittäviä määriä otsonia vaan ilman otsonipitoisuus pysyi taustapitoisuuden tasolla. Käyttäjistä suurin osa oli tyytyväisiä menetelmään, mutta tyytymättömien osuus kasvoi jonkin verran menetelmän käytön jatkuessa yli 4 kk.

Liitteet

Liite 1. Siivoojien oirepäiväkirja

Liite 2. Otsonoidun veden toimivuus siivouksessa kyselytutkimus

Lähdeluettelo

Bello A., Quinn M., Perry M., Milton D., 2009, Characterization of occupational exposure to cleaning products used for common cleaning tasks – a pilot study of hospital cleaners, *Environmental health*, 8, 11.

Environmental Protection Agency, 1996, Air quality criteria for ozone and related photochemical oxidants, Washington, DC, Office of research and development (EPA/600/P-93/004aF).

He C., Morawska L., Hitchins J., Gilbert D., 2004, Contribution from indoor sources to particle number and mass concentrations in residential houses, *Atmospheric environment*, 38, 3405-3415.

Karjalainen A. Martikainen R., Karjalainen J., Klaukka T. & Kurppa K. 2002. Excess incidence of asthma among Finnish cleaners employed in different industries. *European Respiratory Journal* 19: 90–5.

Kauppinen T., Mattila-Holappa P., Perkiö-Mäkelä M., Saalo A., Toikkanen J., Tuomivaara S., Uuksulainen S., Viluksela M., Virtanen S., 2013, Työ ja terveys Suomessa 2012. Seurantatietoa työoloista ja työhyvinvoinnista, Työterveyslaitos Helsinki, 252 s.

Korhonen E., Puhtauspalvelut ja työympäristö, Ostettujen siivouspalveluiden laadun mittaamenetelmät ja laatu sekä siivouksen vaikutukset sisäilman laatuun, tilojen käyttäjien kokemaan terveyteen ja työn tehokkuuteen toimistorakennuksissa, 2011, Jyväskylä studies in Biological and Environmental Science. Väitöskirja, 243 s.

Nazaroff W. and Weschler C., 2004, Cleaning products and air fresheners: exposure to primary and secondary air pollutants, *Atmospheric environment* 38, 2841-2865.

Suontamo T., 2013, Otsonoidun veden puhdistusteho koulusiivouksessa, Tutkimusraportti, 11s.

SSTL, Suomen Siivoustekninen Liitto, 2011, <http://www.puhtausala.fi/siivoojien-tapaturmat-ja-ammattitaudit> (luettu 15.6.2015)

Teittinen E. 2007. Organofosforiyhdisteille (TBEP ja TEHP) altistuminen työpaikoilla. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, ympäristötekniikan koulutusohjelma, diplomityö 2007. Lappeenranta.

Tersano Inc. How the Lotus Pro works. www.tersano.com/downloads/Tersano_lotusPRO_HowItWorks.pdf (luettu 15.6.2015)

TTK, Työturvallisuuskeskus, 2015, <http://www.ttk.fi/riskienarviointi> (luettu 15.6.2015)

Työterveyslaitos, Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa, 2012. Tavoitetaso TY-01-2012.

Villberg, K., ym., Sisäilman laadun hallinta, VTT publications 540, Espoo 2004.

Wolkoff P., Schneider T., Kildesø J., Degerth R., Jaroszewski M. & Schunk H. 1998. Risk in cleaning: chemical and physical exposure. *The Science of the Total Environment* 215: 1-2: 135-156.

Zock J.P., Kogevinas M., Sunyer J., Jarvis D., Toren K. & Anto J.M. 2002. Asthma characteristics in cleaning workers, workers in other risk jobs and office workers. *European Respiratory Journal* 20: 679-685.

LIITE 1.

Siivoojien oirepäiväkirja (Esimerkki päiväkirjan täytöstä.) (nro_pvm) _____

Pvm	Työvaihe	Kesto (tuntia)	Oire	Syy	Poissaolo	Muu huomio
4.1.2014	Vessojen puhdistus	1,0	Käsien kutina	Kumihanskat ilman alushanskaa		
5.1.2014	Moppien puhdistus	0,5	Aivastelu	Mopeista pölyä ilmaan		
17.1.2014				Flunssa	X	
19.1.2014	Pyyhkeiden kostutus	0,5	Käsien kirvely	Puhdistuskemikaalia roiskui käsille		
22.1.2014	Lattioiden moppaus	3	Stressin tunne	Kiire		
5.2.2014	Kalkin poisto	1,0	Silmien polttelu	Ainetta roiskui silmään	X	
3-10.3.2014				Lomalla	X	

SIIVOUSALAN TYÖOLOSUHTEET JA SIIVOUSTYÖHÖN LIITTYVIEN RISKIEN ARVIOINTI -
 tutkimushanke Itä-Suomen yliopisto, Ympäristötieteen laitos Marko Hyttinen puh. 040 355 3220
 sähköposti: marko.hyttinen@uef.fi

Nimi:

Työntaja:

Siivottavat kohteet:

Tuntimäärä: ____ päivässä, ____ viikossa

Siivousmenetelmät:

Otsonivesi ____ tuntia päivässä

Perinteiset ylläpito- ja perussiivousmenetelmät ____ tuntia päivässä

Pvm. _____

Täyttöohjeet:

Vastaa seuraavalta sivulta löytyvään otsoniveden käyttöön liittyvään kyselyyn oman kokemuksesi mukaan.

Jokaiseen kohtaan löytyy viisi vaihtoehtoa: ei lainkaan (1), vain vähän (2), jonkin verran (3), melko paljon(hyvin) (4) ja erittäin paljon(hyvin) (5).

Voit kirjoittaa tarkennuksia/kommentteja lomakkeen kääntöpuolelle/seuraavalle sivulle. Numeroi, mihin kohtaan kommentit liittyvät. Lisäksi voit lyhyesti kertoa risut ja ruusut otsonivesimenetelmästä siivouksessa.

SIIVOUSALAN TYÖOLOSUHTEET JA SIIVOUSTYÖHÖN LIITTYVIEN RISKIEN ARVIOINTI - tutkimushanke Itä-Suomen yliopisto.

1. Otsonivesi-siivousmenetelmä on toiminut hyvin
<i>Alussa (0-1 kk käyttöönotosta)</i>
<i>1-4 kk</i>
<i>Myöhemmin (yli 4 kk)</i>
2. Menetelmällä saatu puhtauden laatu (silmämääräinen arvio) (verrattuna perinteisiin menetelmiin)
<i>huonompi</i>
<i>samanlainen</i>
<i>parempi</i>
3. Menetelmän käytön raskaus (verrattuna perinteisiin menetelmiin)
<i>kevyempi</i>
<i>samanlainen</i>
<i>raskaampi</i>
4. Menetelmän käytön vaatima aika (verrattuna perinteisiin menetelmiin)
<i>lyhyempi</i>
<i>samanlainen</i>
<i>pidempi</i>
5. Aiheutuuko menetelmän käytöstä oireita/oireilua
<i>siivouskeskuksessa</i>
<i>siivouksen aikana</i>
<i>siivoustyön jälkeen</i>
6. Oireiden määrä (verrattuna perinteisiin menetelmiin)
<i>vähemmän</i>
<i>saman verran</i>
<i>enemmän</i>
7. Oireiden tyyppi
<i>silmän oireet (kirvely, kuivuminen ym.)</i>
<i>hengitystieoireet (yskä, kurkkukipu ym.)</i>
<i>nenän tukkoisuus</i>
<i>iho-oireet (kuivuminen, kirvely, kutina ym.)</i>
<i>Pistävää hajua</i>
<i>Muut, mitä? Voit vastata kääntöpuolelle</i>