

# **TEKSTIILIMATTOJEN YHTEYS SISÄILMAONGELMIIN: TARKASTELUSSA VOC- JA HIUKKASPÄÄSTÖT**

Hannele Luoma  
Tekstiilimattojen yhteys sisäilmaongelmiin: Tarkastelussa VOC- ja hiukkaspäästöt  
Pro Gradu -tutkielma  
Ympäristötiede  
Itä-Suomen yliopisto, Ympäristö- ja biotieteiden laitos  
Helmikuu 2019

ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO, Luonnontieteiden ja metsätieteiden tiedekunta

Ympäristötiede

Hannele Luoma: Tekstiilimattojen yhteys sisäilmaongelmiin: Tarkastelussa VOC- ja hiukkaspäästöt

Pro Gradu -tutkielma 68 sivua, 2 liitettä (4 sivua)

Tutkielman ohjaajat: Marko Hyttinen, Itä-Suomen yliopisto ja Pertti Pasanen, Itä-Suomen yliopisto

Helmikuu 2019

---

avainsanat: tekstiilimatto, VOC, PM, sisäilmaongelmat, sairas rakennus -oireyhtymä (SBS)

## TIIVISTELMÄ

Sisäilmaongelmat ovat yleisiä toimistorakennuksissa. VOC-yhdisteet ja hiukkaset voivat aiheuttaa haittoja terveydelle. Tekstiilipinnoitetut lattiat ovat suosittuja nykyaikaisissa toimistoympäristöissä. Tekstiilimattojen osuutta sisäilmaongelmissa on tutkittu vähän ja olemassa olevat tiedot ovat keskenään ristiriitaisia. Tekstiilimattojen yhteys VOC- ja hiukkaspäästöihin on myös epäselvä. Tutkimuksen tavoitteena oli selvittää, esiintyikö tutkituissa kohteissa sisäilmaongelmia, johtuivatko mahdolliset sisäilmaongelmat VOC- ja hiukkaspäästöistä ja olivatko tekstiilimatot mahdollisten sisäilmaongelmien ja VOC- ja hiukkaspäästöjen aiheuttajia.

Tutkimuksen kohteet olivat kaksi erillistä toimistorakennusta Oulussa. Ensimmäisessä kohteessa oli sekä tekstiilimatto- että linoleumilattiatiloja. Toisessa kohteessa oli vain tekstiilimattotiloja. Vertailukohteena toimi Itä-Suomen yliopiston Kuopion kampuksen Café Snellari, jossa oli tekstiilimatto. Kohteissa tehtiin VOC- ja hiukkaskeräykset, sisäilmastokyselyt työntekijöille ja siivoojien haastattelut. VOC-näytteiden keräämiseen käytettiin Tenax TA-adsorbenttiputkia. Näytteet analysoitiin TD-GC-MS-laitteistolla. Kaasukromatografi oli Agilent Technologies 7890A, massaselektiivinen detektori Agilent Technologies 5975C ja termodesorptioliite Markers TD-100. Yhdisteet tunnistettiin ja niiden pitoisuustasot laskettiin tolueniekvivalentteina. Hiukkasia mitattiin IOM-keräimillä ja optisilla hiukkasmittareilla, jotka olivat Opticle Particle Sizer, Dust Trak DRX ja Dust Trak. Sisäilmastokyselyissä käytettiin Työterveyslaitoksen MM40-sisäilmastokyselyä kohteiden työntekijöille ja siivoojien haastatteluissa 2-sivuista kyselylomaketta kohteiden siivouksesta.

Mitatut VOC- ja hiukkaspäästöt olivat alhaiset molemmissa kohteissa eivätkä ne aiheuta sisäilmaongelmia. Sen sijaan sisäilmastokyselyjen perusteella ensimmäisessä kohteessa koettiin sisäilmaongelmia. Suurinta oireilu oli ensimmäisen kohteen tekstiilimattotiloissa. Tämän tutkimuksen perusteella tekstiilimatot eivät aiheuta VOC- ja hiukkaspäästöjä. Tekstiilimatot saattavat kuitenkin aiheuttaa sisäilmaongelmia, mikä tuli esille sisäilmastokyselyissä. Lisätutkimuksia aiheesta tarvitaan. Toisessa kohteessa käytettiin sisäkenkiä, mutta ensimmäisessä kohteessa ei. Toisessa kohteessa oli siistimpää. Ensimmäisen kohteen työntekijöille voisikin suositella sisäkenkien käyttöä.

UNIVERSITY OF EASTERN FINLAND, Faculty of Science and Forestry

Environmental Science

Hannele Luoma: The connection between carpeting and indoor air problems: analyzing VOCs and PM emissions

MSc Thesis 68 pages, 2 appendices (4 pages)

Supervisors: Marko Hyttinen, University of Eastern Finland and Pertti Pasanen, University of Eastern Finland

February 2019

---

keywords: carpeting, wall-to-wall carpet, VOC, PM, indoor air problems, sick building syndrome (SBS)

## ABSTRACT

Indoor air problems are common in the office environment. VOCs and PM may cause problems for health. Carpeting is popular in modern office buildings. The impact of carpeting on indoor air problems have been studied slightly and the results are contradictory with each other. The connection between carpeting and VOCs and PM emissions is unclear. The objective of this study was to research if indoor air problems occur in the examined buildings, if VOCs and PM emissions are the reason for the possible indoor air problems and if carpeting causes possible indoor air problems and VOCs and PM emissions.

Two different office buildings in Oulu were examined. There were carpeting, and linoleum floors used in the first building and only carpeting in the second building. Café Snellari in Kuopio in the University of Eastern Finland was used as a comparison site. Carpeting was used there. VOCs and PM collections, indoor air questionnaire for the personnel and the interviews of cleaning personnel were used. Tenax TA adsorbent tubes were used for the VOC sample collection. Samples were analyzed using TD-GC-MS-instrumentation. Gas chromatography was Agilent Technologies 7890A, mass-selective detector was Agilent Technologies 5975C and thermal desorber was Markers TD-100. Compounds were recognized, and the concentration levels were calculated as toluene equivalents. PM was measured with IOM collectors and optical particulate meters called Opticle Particle Sizer, Dust Trak DRX and Dust Trak. The MM40 indoor air questionnaire of the Finnish Institute of Occupational Health was used for the personnel and the 2-sided form about cleaning of the buildings for the cleaning personnel.

VOCs and PM emissions were low in both buildings and they did not cause indoor air problems. Instead, according to the indoor air questionnaire indoor air problems occurred in the first building. There were most symptoms in the carpeting areas of the first building. According to this study carpeting does not cause VOCs and PM emissions. However, carpeting can cause indoor air problems which was discovered in the indoor air questionnaire. More studies from the topic is needed. There were indoor shoes used in the second building but not in the first building. Second building was tidier. Indoor shoes can be recommended also for the workers of the first building.

## **ESIPUHE**

Tämä pro gradu -tutkielma käsittelee tekstiilimattojen yhteyttä sisäilmaongelmiin ja VOC- ja hiukkaspäästöihin. Tutkimus tehtiin yhteistyössä Senaatti-kiinteistöjen kanssa ja mittaukset suoritettiin sen omistamissa tiloissa Oulussa. Vertailumittaukset suoritettiin Itä-Suomen yliopiston Kuopion kampuksen Café Snellarissa. Mittaukset suoritettiin keväällä 2016 ja tulokset analysoitiin kevään ja kesän 2016 aikana Itä-Suomen yliopiston ympäristötieteen laitoksen ja ilmatieteenlaitoksen laboratorioissa. Tutkimuksen kirjallinen osio on suoritettu syksyn 2016 ja talven 2018–2019 välisenä aikana.

Haluan kiittää Senaatti-kiinteistöjä mielenkiintoisesta työskentelymahdollisuudesta tekstiilimattojen ja sisäilman parissa sekä hankkeen rahoituksesta. Haluan kiittää erityisesti tutkijatohdori Marko Hyttistä hänen tuestaan ja tutkielman hyvästä ohjauksesta. Kiitokset kuuluvat myös tutkielman toiselle ohjaajalle tutkimusjohtaja Pertti Pasaselle sekä nuoremmalle tutkijalle Joonas Ruokolaiselle, joka toimi perehdyttäjänä ja opastajana mittausten teossa ja tulosten analysoinnissa sekä tutkielman toisena tarkastajana. Lopuksi lämmin kiitos myös läheisilleni, jotka kannustivat ja tukivat minua läpi tutkielman teon.

Honkajoella 21.2.2019

Hannele Luoma

# SISÄLLYSLUETTELO

<b>1. JOHDANTO</b> .....	7
<b>2. KIRJALLISUUSKATSAUS</b> .....	8
<b>2.1 SISÄILMAONGELMAT</b> .....	8
<b>2.2 SAIRAS RAKENNUS -OIRYHTYMÄ</b> .....	9
<b>2.3 VOC-YHDISTEET</b> .....	11
<b>2.4 HIUKKASET</b> .....	14
<b>2.5 TEKSTIILIMATOT</b> .....	16
2.5.1 Tekstiilimattojen historiaa .....	16
2.5.2 Tekstiilimattojen rakenne .....	16
2.5.3 Tekstiilimattojen hyödyt ja haitat .....	19
2.5.4 Tekstiilimattojen ylläpito ja siivous .....	21
<b>3. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET</b> .....	22
<b>4. AINEISTO JA MENETELMÄT</b> .....	23
<b>4.1 VOC-NÄYTTEET</b> .....	25
<b>4.2 HIUKKASMITTAUKSET IOM-KERÄIMILLÄ JA HIUKKASMITTAREILLA     MITATTUNA</b> .....	27
<b>4.3 SISÄILMASTOKYSELYT, SIIVOOJEN HAASTATTELUT JA MUIDEN     TIETOJEN KERÄÄMINEN</b> .....	28
<b>5. TULOKSET</b> .....	30
<b>5.1 VOC-NÄYTTEET</b> .....	30
<b>5.2 HIUKKASNÄYTTEET</b> .....	33
5.2.1 IOM-keräys .....	33
5.2.2 Hiukkaskeräykset .....	34
<b>5.3 SISÄILMASTOKYSELYT</b> .....	43
<b>5.4 HAASTETTELUJEN TULOKSET</b> .....	53
<b>5.5 ILMANVAIHTO, LÄMPÖTILA JA ILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS</b> .....	53
<b>6. TULOSTEN TARKASTELU</b> .....	55
<b>6.1 VOC-NÄYTTEET</b> .....	55
<b>6.2 HIUKKASNÄYTTEET</b> .....	56
<b>6.3 SISÄILMASTOKYSELYT</b> .....	57
<b>6.4 HAASTATTELUT</b> .....	60
<b>6.5 ILMANVAIHDON, LÄMPÖTILAN JA ILMAN SUHTEELLISEN KOSTEUDEN     MERKITYS</b> .....	61
<b>7. JOHTOPÄÄTÖKSET</b> .....	62

<b>8. LÄHDELUETTELO</b> .....	64
-------------------------------	----

**LIITTEET**

**LIITE 1. TYÖTERVEYSLAITOKSEN SISÄILMASTOKYSELY (MM40)**

**LIITE 2. TYÖTAPOJEN JA OIREIDEN KUVAUSLOMAKE**

## 1. JOHDANTO

Tekstiilipinnoitteet ovat erilaisista tekstiileistä valmistettuja kerroksellisia mattoja, joita käytetään yleistyvässä määrin esimerkiksi toimistoissa. Niitä alettiin käyttää enemmän 1950-luvulla. Aiemmin tekstiilimatot eivät olleet yhtä laadukkaita kuin nykyään ja ne saattoivat aiheuttaa terveysongelmia. (Palomäki 2011) Tekstiilimatot ovat yleistyneet, koska nykyään niiden materiaalit ovat parempia, niiden ylläpitosiivoukseen suhtaudutaan positiivisemmin ja avotoimistot ovat lisääntyneet (Hongisto 2008, Palomäki 2011). Palomäen (2011) mukaan ne auttavat myös esimerkiksi akustiikan parantamisessa.

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet saattavat aiheuttaa haittoja terveydelle, kuten nenän ja hengitysteiden ärsytysoireita, päänsärkyä ja syöpää (Dai ym. 2017, Sarkhosh ym. 2017, Shuai ym. 2018, EPA 2019). Alhaiset haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet eivät kuitenkaan tietävästi aiheuta oireita (TTL 2015). Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä huoneilmaan voivat vapauttaa muun muassa rakennusmateriaalit, huonekalut, tekstiilit, toimistotarvikkeet, kosmetiikkatuotteet, maalit, puhdistusaineet, polttoaineet ja autotuotteet (TTL 2015, EPA 2019). Karkeilla hengittävillä hiukkasilla tarkoitetaan halkaisijaltaan 2,5–10 µm kokoisia hiukkasia ja pienhiukkasilla halkaisijaltaan alle 2,5 µm kokoisia hiukkasia (Pope ja Dockery 2006). Hiukkasilla on haitallisia terveysvaikutuksia (Hengityслиitto 2019A). Ne pääsevät tunkeutumaan syvälle hengityselimistöön ja jopa verenkiertoon asti. (Pope ja Dockery 2006, Heinzerling ym. 2016, Hengityслиitto 2019A) Hiukkasten päästölähteitä ovat esimerkiksi liikenne ja erilaiset polttoprosessit (Hengityслиitto 2019A).

Tekstiilimatoilla on epäilty olevan yhteys sisäilmaoireiluun ja sairas rakennus -oireyhtymään. Tekstiilimattoja ja niiden yhteyttä sisäilmaongelmiin on tutkittu, mutta aiheesta on vähän tietoa ja ne ovat ristiriitaisia keskenään. (EPA 1991, Hodgson ym. 1993, Norbäck ym. 1995, Foarde ja Berry 2004, Palomäki 2011, Becher ym. 2018, Takkunen 2018, CRI 2019A). Tässä tutkimuksessa haluttiin selvittää, onko tekstiilimatoilla yhteys sisäilmaoireiluun. Tutkimuksessa selvitettiin tekstiilipinnoitettujen tilojen sisäilman laatua ja tilojen ylläpidon toimivuutta kahdessa kohteessa Oulussa. Toisessa kohteessa käyttäjät olivat raportoineet sisäilmaongelmista ennen tutkimusta. Tällä tutkimuksella haluttiin selvittää, oliko kohteessa kyse sisäilmaongelmista ja olivatko tekstiilipinnoitteet niiden mahdollinen aiheuttaja. Tutkittavista kohteista mitattiin haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ja hiukkasia normaalin käytön ja siivouksen aikana. Tilojen käyttäjät ja siivoojat täyttivät sisäilmastokyselyn (MM40). Lisäksi tutkimuksessa haastateltiin tilojen siivoojia tilojen siivouksesta.

## 2. KIRJALLISUUSKATSAUS

### 2.1 SISÄILMAONGELMAT

Sisäilman laatuun vaikuttavat monet tekijät. Niihin kuuluvat rakennuksen ilmanvaihtoratkaisut, sijainti, rakennustapa, rakennusmateriaalit, rakennuksen käyttö ja ulkona vallitsevat sääolot. Sisäilman laatua alentavia tekijöitä ovat veto, alhainen, korkea tai vaihteleva huonelämpötila, kylmä lattia, kuiva ilma, kosteuden tiivistyminen pinnoille, tunkkaisuus, hajut ja melu. Sisäilmaongelmat ovat yleisiä toimistorakennuksissa. Niissä ongelmien syynä on usein ilmanvaihto. (Sisäilmayhdistys 2008B)

Hellgrenin ym. (2011) mukaan huonoon ilmanvaihtoon liittyy osittain veto, kuiva ilma, vaihteleva tai alhainen huonelämpötila, melu, heikko valaistus tai heijastukset, pöly ja lika ja homeen haju. Huonon ilmanvaihdon aiheuttamia ärsytysoireita ovat nenän ärsytys, kuivat tai punertavat kasvot, väsymys, käheä, kuiva kurkku, silmien kutina, kirvely ja ärsytys, yskä, hengityksen vinkuminen, kuivat kädet ja päänahan tai nenän punainen iho ja hilseily tai kutina. Täytyy kuitenkin huomioida, että mainittu tutkimus tehtiin sairaaloissa, joten tulokset eivät ole suoraan sovellettavissa toimisto-olosuhteisiin.

Reijulan ja Sundman-Digertin (2004) mukaan joka viikko koettujen työympäristöhavaintojen ylittäessä 30 %, on niitä enemmän kuin normaalisti työympäristöissä. Lisäksi jos joka viikko koettuja työperäisiä oireita esiintyy enemmän kuin 20 %, on niitä normaalia enemmän. Jos nämä arvot ylittyvät, saattaa kyseessä olla sisäilmaongelma ja lisätutkimukset ovat tarpeen. Heidän tutkimuksessaan käytettiin MM40-lomaketta, joka oli käytössä myös tässä tutkimuksessa. Reijula ja Sundman-Digertin (2004) mukaan yleisimpiä joka viikko esiintyviä työympäristöongelmia toimistoissa olivat kuiva ilma (35 % vastanneista työntekijöistä), tunkkainen ilma (34 %), pöly ja lika (25 %) ja veto (22 %). Näistäkin vain kuiva ilma ja tunkkainen ilma ylittävät 30 %:n rajan. Lisäksi joskus esiintyviä työympäristöongelmia toimistoissa olivat vaihteleva huonelämpötila (53 % vastanneista työntekijöistä), liian matala lämpötila (51 %), liian korkea lämpötila (48 %), epämiellyttävät hajut (46 %) ja veto (44 %). Yleisimpiä sisäilmaan liittyviä oireita olivat nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto (20 % vastaajista) ja silmien kutina, kirvely tai vuoto (17 %). Näistä kumpikaan ei ylittänyt 20 %:n rajaa. Lisäksi tarkasteltaessa työperäisiä ja muita oireita yleisimpiä oireita olivat nenään liittyvät oireet (29 %), väsymys (28 %), käsien kuivuminen (26 %), silmäoireet (22 %) ja käheys tai kuiva kurkku (20 %).

Huono sisäilman laatu aiheuttaa terveyshaittoja. Niiden esiintymiseen vaikuttavat altisteen laatu, pitoisuus ja altistusaika. (Sisäilmayhdistys 2008A) Sisäilmasta johtuvat terveyshaitat



vaihtelevat viihtyisyshaitoista vakaviin sairauksiin. Terveyshaittoihin kuuluvat esimerkiksi allergiaoireet, nuha, päänsärky, väsymys, astma ja keuhkosityöpi. Terveiden ja viihtyvyyden lisäksi huono sisäilma alentaa tuottavuutta. (Sisäilmayhdistys 2008A) Sisäilmaongelmiin on lukuisia syitä. Niistä esimerkkejä ovat haihtuvat orgaaniset yhdisteet eli VOC-yhdisteet, hiukkaset, tupakka, asbesti ja melu (Sisäilmayhdistys 2008A). Vasta 2000-luvun alussa rakennuksissa alettiin kiinnittää enemmän huomiota niiden toimivuuden, esteettisyyden ja taloudellisten arvojen lisäksi sisätiloissa olevien materiaalien aiheuttamiin mahdollisiin terveysvaikutuksiin. Sisätilojen sisustus- ja rakennusmateriaaleista emittoituvat haihtuvat ja puolihaihtuvat orgaaniset yhdisteet ja pienhiukkaset ovat mahdollisia sisäilman laadun alentajia. (Jaakkola ym. 2006)

## **2.2 SAIRAS RAKENNUS -OIREYHTYMÄ**

Sairas rakennus -oireyhtymään kuuluu epämääräisiä oireita, kuten väsymystä, päänsärkyä ja silmien ja kurkun kuivumista. Oireet ilmenevät henkilön oleskeltua jossakin tietyssä rakennuksessa. Monien työntekijöiden kohdalla sairaus rakennus -oireyhtymän oireet saattavat johtua työpaikalla vallitsevasta henkisestä ja sosiaalisesta ilmapiiristä. Tällöin työntekijän oireet eivät välttämättä katoa parantamalla pelkästään fyysistä työympäristöä. Sairas rakennus -oireyhtymä on tila, jossa 25–30 % työpaikalla työskentelevistä henkilöistä tuntee heillä olevan rakennukseen liittyviä oireita. (Terveyskirjasto 2006) Joshin (2008) mukaan suurin osa oireilevista henkilöistä tuntee helpotusta jätettyään rakennuksen. Pidempiaikaisia neurotoksiinisia vaikutuksia saattaa tosin ilmetä. Vaikka aiheesta on tehty monia tutkimuksia, työympäristön fyysisten ominaisuuksien yhteyttä oireisiin ei ole pystytty luotettavasti todistamaan (Terveyskirjasto 2006).

Sairaassa rakennuksessa työskentelevillä henkilöillä on huomattavan paljon erilaisia allergia-, hengitystie-, ja neurologisia sekä muita oireita tai sairauspoissaoloja eikä niille ole löydetty yhtä selvää syytä. Näin ollen korjaustoimenpiteiden pohtiminenkin on hankalaa eikä tuloksista ole varmuutta. Sairas rakennus -oireyhtymän voivat aiheuttaa sisäilmaongelmat, jotka ärsyttävät limakalvoja ja aiheuttavat väsymystä. Tämä aiheutuu usein kemikaalialtistumisesta sisäilman mukana. Syitä sairaus rakennus -oireyhtymään voivat olla esimerkiksi maalien, liimojen ja lakkojen sisältämät ainesosat ja muut yhdisteet, jotka haihtuvat kalusteista ja pinnoilta tai muovimaton kemiallinen hajoaminen, joka johtuu kosteusvauriosta. Usein syynä on kuitenkin lukuisa määrä yhdisteitä, jotka esiintyvät pieninä pitoisuuksina. Niiden tarkkaa merkitystä oireiden ja huonon sisäilman laadun aiheuttajana ei kuitenkaan tiedetä kunnolla. (Tuomisto 2014)

Rakennuksen kosteus voi aiheuttaa sekä kemiallisia että mikrobiologisia vahinkoja. Täten rakennuksessa voi olla samanaikaisesti kemikaalinen ongelma ja homeongelma. Ei ole kuitenkaan tiedossa, millaisia yhteisvaikutuksia kemikaaleilla ja mikrobeilla on ärsytysoireiden syntyyn. Myös puutteellinen tai huono ilmanvaihto ja epämiellyttävät lämpöolosuhteet voivat aiheuttaa sisäilmasta johtuvaa oireilua. Läheskään aina sisäilmaongelmien aiheuttajia ei kuitenkaan saada selville. (Tuomisto 2014)

Norbäckin ym. (1990) mukaan sairas rakennus -oireyhtymään vaikuttavat monet tekijät, joihin kuuluvat ympäristötekijät, kuten VOC-yhdisteet ja hengitettävä pöly, ympäristöindikaattorit, kuten rakennuksen ikä ja tekstiilimatot ja henkilökohtaiset tekijät, kuten tupakointi, ylivilkkkaus ja psykososiaalinen tyytymättömyys. Heidän tutkimuksessaan selvitettiin kuuden eri koulun henkilökunnan oireilua Uppsalassa, Ruotsissa vuosina 1982–1986. Osassa kouluista oli käytössä tekstiilimatot ja osassa kovat lattiapinnoitteet. Osa kouluista oli myös vanhempia ja osa uudempia. Kaikki koulut oli kuitenkin rakennettu ennen vuotta 1974. Osassa kouluista oli koneellinen ilmanvaihto ja osassa taas ei. Neljän vuoden tutkimusjakson aikana tekstiilimatot poistettiin niistä kouluista, joissa se oli käytössä ja korvattiin kovalla PVC-lattiapäällysteellä. Tekstiilimattojen poistamisen lisäksi muita muutoksia ei tehty. Tekstiilimattojen poisto vähensi oireilua ja siirtyminen vanhasta rakennuksesta uuteen lisäsi sitä. Täten, tekstiilimatot saattavat lisätä sisäilmaoireilua ja vanhat rakennukset saattavat olla sisäilmaltaan parempia kuin uudet.

Skovin ym. (1987, ref. Norbäck ym. 1990) tutkimus tukee Norbäckin ym. (1990) tutkimusta, sillä heidänkin mukaansa vuoden 1974 jälkeen rakennetuissa rakennuksissa on enemmän oireilua kuin ennen vuotta 1974 rakennetuissa. Norbäckin ym. (1990) tutkimusta vahvistaa myös EPA (1991), jonka mukaan tekstiilimatot ovat yhteydessä sairas rakennus -oireyhtymään. On kuitenkin syytä huomioda, että koulujen tekstiilimatot ovat ilmeisesti likaisempia kuin toimistojen (Mølhav ym. 1986, ref. Norbäck ym. 1990). Täten Norbäckin ym. (1990) tutkimus ei suoraan kerro toimistotiloissa työskentelevien henkilöiden työympäristöstä. On myös syytä huomioda, että kyseinen tutkimus tehtiin lähes 30 vuotta sitten, joten tulokset eivät päde suoraan nykypäivänä vaan niihin pitää suhtautua kriittisesti.

Sairas rakennus -oireyhtymän oireita esiintyy enemmän, kun huonelämpötila nousee yli 22 °C:een (Jaakkola ym. 1989, ref. Norbäck ym. 1990). Sisäilman tavoitelämpötila on 21–22 °C (Uotila 2002). Norbäckin ym. (1990) mukaan sairas rakennus -oireyhtymään vaikuttaa huonelämpötilan lisäksi myös ilmankosteus. Sopiva sisäilman suhteellinen kosteus on 20–40 % talvella ja 50–70 % kesällä. (Hengitysliitto 2019D). Tosin alle 25 % ilma on kuivaa, jolloin myös

sisäilmaoireita esiintyy enemmän (Uotila 2002). Talvella kylmä ulkoilma voi tehdä sisäilman suhteellisen kosteuden hyvinkin alhaiseksi (Hengitysliitto 2019D).

Myös ilmanvaihdolla on merkitystä sairas rakennus -oireyhtymän oireiden ilmenemiseen. Ilmanvaihto tulee olla säädetty oikein. Sekä liian korkea että matala ilmanvaihtoteho lisää riskiä oireilulle. (Jaakkola ja Miettinen 1995) Toimistoissa ilmanvaihdon ohjearvo on 6 l/s henkilöä kohden (Suomen säädöskokoelma 2017). Ilmanvaihtoasteen kasvaessa työn tuottavuus ja oppimistulokset paranevat. Työn tuottavuuden kohdalla tulokset paranevat aina 10–20 l/s henkilöä kohden asti. (Seppänen ym. 2017) Hiukkasmaisten epäpuhtauksien, fysikaalisten, kemiallisten ja mikrobiologisten tekijöiden esiintyminen sisäilmassa siten, että ne aiheuttavat haittaa terveydelle, ei ole hyväksyttyä. Myöskään hajuja, jotka haittaavat toistuvasti viihtyisyyttä, ei saa esiintyä. (Suomen säädöskokoelma 2017) Koska suurin osa teollistuneen maailman nuorista viettää paljon aikaa kouluissa, niiden sisäilmalla voi olla merkittäviä negatiivisia vaikutuksia terveyteen (Norbäck ym. 1990.) Koska monet ihmiset työskentelevät sisätiloissa sama pätee myös muuhun väestöön. Apten ja Daiseyn (1999), Zamanin ym. (2013) ja Zhangin ym. (2014) ja mukaan VOC-yhdisteet ja hengitettävät hiukkaset vaikuttavat sairas rakennus -oireyhtymään. Koska sisäilman laatuun vaikuttavat myös ulkoiset tekijät, tulisi sisäilmatutkimuksissa kiinnittää päästölähteiden, kuten VOC-yhdisteiden ja hiukkasten, lisäksi huomiota huonelämpötilaan, ilmankosteuteen ja ilmanvaihtoon.

### **2.3 VOC-YHDISTEET**

VOC-yhdisteet ovat rajoittamaton määrä haihtuvien orgaanisten yhdisteiden seosta. Niiden fysikaaliset, kemialliset ja toksiset ominaisuudet vaihtelevat suuresti. (Salonen 2009) WHO:n (1987, ref. Salonen 2009) määritelmän mukaan VOC-yhdisteiden sulamispisteet ovat alle huonelämpötilan ja kiehumispisteet ovat 50–260 °C:ta. VOC-pitoisuudet ovat korkeampia sisäilmassa kuin ulkoilmassa (EPA 2019). Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuutta kutsutaan nimellä TVOC (TTL 2012).

VOC-yhdisteitä vapautuu ilmaan lukuisista eri lähteistä (EPA 2019). Työterveyslaitoksen (2015) mukaan VOC-yhdisteitä huoneilmaan voivat vapauttaa esimerkiksi rakennusmateriaalit, huonekalut, tekstiilit, toimistotarvikkeet ja kosmetiikkatuotteet. Yhdysvaltain ympäristönsuojeluvirasto EPA (2019) mainitsee edellä mainittujen päästölähteiden lisäksi muun muassa maalit, maalinpoistoaineet ja muut liuottimet, kyllästeet, ponnekaasusuihkeet, puhdistus- ja desin-

fiointiaineet, hyönteiskarkotteet ja ilmanraikastimet, polttoaineet ja autotuotteet, harrastusvälineet, kemiallisesti pestyt vaatteet, torjunta-aineet ja sisustustarvikkeet. Kimin ym. (2007) mukaan rakennuksen sisustusmateriaalit ovat normaalisti syynä sisäilman TVOC-päästöihin. Ne ovat ensimmäinen asia, johon tulee kiinnittää huomiota sisäilman laatua parannettaessa. Ympäristöystävälliset materiaalit saattavat olla ratkaisu sisäilmalaadun parantamiseen, mutta se vaatii lisätutkimusta. Myös Hon ym. (2011) mukaan rakennuksissa olevista huonekaluista haihtuu ilmaan VOC-yhdisteitä. Esimerkkejä VOC-yhdisteistä ovat dekametyylisyklopentasiloksaani (D5) ja limoneeni, jotka liittyvät tilojen käyttäjistä ja toiminnoista emittoituviin yhdisteisiin. D5 on väritön, haihtuva neste, jonka mahdollisia lähteitä ovat hygieniatuotteet, puhdistuskemikaalit, liimat, tiivisteet ja pinnoitteet (Sage Journals 2017, PubChem 2019A). Myös limoneeni on väritön, haihtuva neste, mutta se haisee sitruunalle. Sitä onkin sitrushedelmissä ja kasveissa. Limoneenia käytetään myös esimerkiksi hajusteissa, siivoustuotteissa ja liuottimissa. (PubChem 2019B)

TVOC-pitoisuuden toimenpideraja huoneilmassa on  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja yksittäisen VOC-yhdisteen  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  tolueenivasteella laskettuna. Muutamille VOC-yhdisteille on omat toimenpiderajansa: 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyraatti (TXIB)  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , 2-etyyli-1-heksanoli (2EH)  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , naftaleeni  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja styreeni  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Naftaleenin kohdalla ei saa myöskään esiintyä hajua. (STM 2015) Tavanomaisesti sisäilman TVOC-pitoisuus on 50–250  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . Työterveyslaitos on määrittänyt toimistotyyppisten työpaikkojen TVOC-pitoisuuden viitearvoksi  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Sen ylittyessä kannattaa tutkia mahdollisia päästölähteitä ja miettiä mahdollisia torjuntatoimenpiteitä, joilla päästöjä ja altistumista voidaan vähentää. (TTL 2012) WHO:n (2000) mukaan TVOC-pitoisuuksille ei voida asettaa terveyteen perustuvia raja-arvoja nykyisen tiedon mukaan. On myös mahdollista, että TVOC-pitoisuuden ollessa erityisen alhainen, kuten  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , tilojen käyttäjät kokevat ilmanlaadun huonoksi tai hengitysilman koostumukseltaan epätavalliseksi. Tämä voi olla mahdollista, jos tilassa on esimerkiksi yksittäisiä epämiellyttävän hajuisia yhdisteitä. Tällöin TVOC-pitoisuus voi peittää hajut, kunhan pitoisuus pysyy kohtuullisella tasolla. (Klotz ja Lahm 2006, ref. TTL 2012) TVOC:in viitearvo ja TVOC:in ja yksittäisten VOC-yhdisteiden toimenpiderajat on koottu taulukkoon 1.

Taulukko 1. TVOC-pitoisuuden viitearvo toimistoissa ja toimenpideraja ja yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuuksien toimenpideraja.

Yhdiste	Viitearvo toimistoissa	Toimenpideraja
TVOC	250 µg/m <sup>3</sup>	400 µg/m <sup>3</sup>
Yksittäinen VOC-yhdiste		50 µg/m <sup>3</sup>
TXIB (2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyaatti)		10 µg/m <sup>3</sup>
2EH (2-etyyli-1-heksanoli)		10 µg/m <sup>3</sup>
Naftaleeni		10 µg/m <sup>3</sup> , ei saa esiintyä hajua
Styreeni		40 µg/m <sup>3</sup>

Useiden tutkimusten mukaan VOC-yhdisteet saattavat aiheuttaa haittoja terveydelle. Niihin kuuluvat lyhyt- ja pitkäkestoiset haitat terveydelle, kuten nenän ja hengitysteiden ärsytysoireet, päänsärky, keskittymiskyvyttömyys, pahoinvointi, maksa- ja munuaisvauriot ja syöpä. (Dai ym. 2017, Sarkhosh ym. 2017, Shuai ym. 2018, EPA 2019) VOC-yhdisteille altistumiseen on yhdistetty lukuisia oireita. Niitä ovat esimerkiksi sidekalvon ärsytys, epämukavuus nenässä ja kurkussa, päänsärky, allergiset iho-oireet, hengenahdistus, pahoinvointi, oksentaminen, nenäverenvuoto, väsymys ja huimaus. VOC-yhdisteiden aiheuttamat oireet vaihtelevat suuresti. Jotkin yhdisteet ovat hyvin toksisia, kun taas toisten ei tiedetä aiheuttavan mitään oireita. Myös altistustasolla ja -ajalla on merkitystä oireiden ilmenemiseen. (EPA 2019) Becherin ym. (1996) mukaan VOC-pitoisuuksien tulisi olla 100–1000 kertaa normaalin sisä- ja ulkoilman pitoisuuksia suurempia, jotta ne vaikuttaisivat terveyteen. TVOC-pitoisuuden on arveltu myös korreloivan sairas rakennus -oireyhtymän oireiden esiintyvyyssasteen kanssa (Godish 2000, ref. Salonen 2009). Norbäckin ym. (1995) mukaan uusien huonekalujen VOC-yhdisteet voivat aiheuttaa astmankaltaisia oireita. Heidän mukaansa sisäilman laatua voidaan parantaa rakennusmateriaalin- ja tavan ja sisällä tapahtuvan toiminnan oikealla valinnalla. Alhaiset VOC-pitoisuudet eivät kuitenkaan tiettävästi aiheuta oireita (TTL 2015).

TVOC-pitoisuutta käytetään rakennusten terveyden indikaattorina (Salonen 2009). Tilojen käyttäjät valittavat lähes aina sisäilman laadusta, kun TVOC-pitoisuus ylittää 3000 µg/m<sup>3</sup>. Sisäilman TVOC-pitoisuuden ollessa 300–3000 µg/m<sup>3</sup> käyttäjät saattavat kokea hajua, ärsytystä ja epämukavuutta (Bluyssen ym. 1996, ref. Salonen 2009, Mølhav 2003, ref. Salonen 2009) Tyypillisimmin toimistojen TVOC-pitoisuudet vaihtelevat epämukavuutta aiheuttavan tason

molemmin puolin (Nathanson 1995). Toisaalta TVOC-pitoisuuden käyttämistä sisäilman laadun mittarina on kyseenalaistettu. Syynä tähän on suuret erot terveysvaikutuksissa eri VOC-yhdisteiden kohdalla ja eri sisäilmaympäristöissä esiintyvät erilaiset VOC-yhdisteseokset. (Zhang ja Smith 2003)

## 2.4 HIUKKASET

Hengitysilmassa olevilla hiukkasilla on kaupungeissa suuri ilmanlaatua alentava merkitys (Hengityслиitto 2019B). Hiukkaspitoisuuksille ei ole olemassa turvallista alarajaa (Pope ja Dockery 2006). Hiukkasten vaikutuksille herkkiä ovat vanhukset, lapset ja ihmiset, joilla on keuhko-, sydän- ja verisuonisairauksia (Phalen 2004).

Hiukkaset voidaan jakaa kokonsa perusteella eri luokkiin. Hiukkaset, joiden halkaisija on 2,5–10  $\mu\text{m}$  pystyvät tunkeutumaan keuhkoputkiin saakka. Ne ovat nimeltään karkeita hengitettäviä hiukkasia. (Pope ja Dockery 2006) Niiden aiheuttamiin terveyshaittoihin kuuluvat muun muassa silmien ja ylähengitysteiden ärsytysoireet. Lisäksi ne saattavat pahentaa keuhkosairauksia, kuten astmaa ja keuhkohtaumaa. Kaupungeissa karkeiden hengitettävien hiukkasten tärkein päästölähde on liikenne. Autojen renkaiden koskettaessa hiekkaa ja asfalttia syntyy katupölyä. Karkeisiin hengitettäviin hiukkasiin kuuluu myös esimerkiksi homeitiöitä, siitepölyä, tuulen mukana leijailemaa merisuolaa ja hiekkapölyä. (Hengityслиitto 2019A) Katupölyn määrä vaihtelee vuodenaikojen mukaan. Usein maaliskuussa ja kuivina ja tyyninä talvipäivinä katupölyä esiintyy runsaasti. Sen sijaan sateessa katupöly sitoutuu maan kosteaan pintaan. Silloin hengitysilmassa katupölyä on vähemmän. (Hengityслиitto 2019A)

Hiukkaset, joiden halkaisija on alle 2,5  $\mu\text{m}$  ovat nimeltään pienhiukkasia (Pope ja Dockery 2006). Koska ne ovat hyvin pieniä, ne pystyvät kulkeutumaan keuhkojen ääreisosiin, keuhkorakkuloihin asti. (Pope ja Dockery 2006, Hengityслиitto 2019A) Halkaisijaltaan alle 0,1  $\mu\text{m}$  olevia hiukkasia kutsutaan ultrapieniksi hiukkasiksi. Ne saattavat kulkeutua keuhkorakkuloista verenkiertokulkuun asti ja olla elimistössä pitkään. (Heinzerling ym. 2016, Hengityслиitto 2019A) Pienhiukkasista noin 50 % kulkeutuu Suomeen sen rajojen ulkopuolelta. (Hengityслиitto 2019A) Ne voivat kulkeutua ilman mukana tuhansia kilometrejä. Tätä kutsutaan kaukokulkeutumaksi. (Hengityслиitto 2019C) Pienhiukkasista loput 50 % tulee erilaisista polttoprosesseista, joihin kuuluvat energiantuotanto, puun pienpolto ja liikenne. Haitallisimpia ovat pienhiukkaset, jotka ovat peräisin epätäydellisestä palamisesta. Jo lyhytaikaisella altistumisella pienhiukkasille on

vaikutuksia terveyteen. Hengitystieinfektiot voivat lisääntyä ja astma, keuhkohtauma- ja sepelvaltimotauti voivat pahentua. Pitkäaikaisella altistumisella pienhiukkasille voi olla jo hyvin vakavat seuraukset. Sillä on vaikutusta jopa eliniän lyhenemiseen. (Hengitysliitto 2019A)

Hiukkasille on määritelty sekä ohjearvot että raja-arvot. Ohjearvot ovat tavoitteita, joilla pyritään ohjaamaan ilman hiukkaspitoisuuksia riittävän alhaisiksi tarkasteltuna lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. Raja-arvo taas kertoo ilman epäpuhtauden suurimman sallitun pitoisuuden. Hiukkasten kokonaisleijuman (TSP) ohjearvo on  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  laskettuna vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipisteenä tai  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  käytettäessä vuosikeskiarvoa.  $\text{PM}_{10}$ -pitoisuuden ohjearvo on  $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$  laskettuna kuukauden toiseksi suurimpana vuorokausiarvona. (Ympäristöhallinto 2019B) Sosiaali- ja terveysministeriön (2015) mukaan sisäilman  $\text{PM}_{10}$ -pitoisuus 24 tunnin mittauksen aikana saa olla korkeintaan  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja  $\text{PM}_{2,5}$ -pitoisuus  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Taulukkoon 2 on koottu hiukkasten kokonaisleijuman,  $\text{PM}_{10}$ - ja  $\text{PM}_{2,5}$ -pitoisuuksien ohjearvot ja raja-arvot.

Taulukko 2. Hiukkasten kokonaisleijuman (TSP),  $\text{PM}_{10}$ - ja  $\text{PM}_{2,5}$ -pitoisuuksien ohjearvot ja raja-arvot eri tavoin määriteltynä.

Aine	Ohjearvo	Raja-arvo
TSP	$120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vuoden vuorokausiarvojen 98. prosenttipiste)  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (vuosikeskiarvo)	-
$\text{PM}_{10}$	$70 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (kuukauden toiseksi suurin vuorokausiarvo)	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 tunnin keskiarvo)
$\text{PM}_{2,5}$	-	$25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (24 tunnin keskiarvo)

Ympäristöhallinnon mukaan (2019A) hiukkasten kokonaisleijuman, hengitettävien hiukkasten ja pienhiukkasten päästöt ovat laskeneet vuodesta 1990 lähtien. Sekä hengitettävien hiukkasten että pienhiukkasten pitoisuustasot ulkoilmassa ovat pysyneet alle raja-arvojen ainakin viimeisten parinkymmenen vuoden aikana mitattuna useassa eri suomalaisessa kaupungissa (Ilmatie-

teenlaitos 2019A, Ilmatieteenlaitos 2019B). Viime vuosina hengitettävien hiukkasten pitoisuustasot ulkoilmassa vuosikeskiarvoina tarkasteltuina ovat olleet suurimmaksi osaksi noin 9–19  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ilmatieteenlaitos 2019A). Viime vuosina pienhiukkasten pitoisuustasot ulkoilmassa ovat olleet noin 3–8,5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  (Ilmatieteenlaitos 2019B).

## **2.5 TEKSTIILIMATOT**

### **2.5.1 Tekstiilimattojen historiaa**

Tekstiilimattojen käyttö alkoi yleistyä Suomessa 1950-luvulla. Tuolloin käytetyt neula-huopamatot olivat runsaassa käytössä myös 1960- ja 1970-luvuilla. Niiden laatu ei kuitenkaan ollut paras mahdollinen eivätkä ne aina soveltuneet hyvin niiden käyttötarkoituksiin. Osittain tämän vuoksi niiden suosio laski jyrkästi 1980-luvulla. Silloin tekstiilimattojen arveltiin aiheuttavan osaltaan terveydellisiä ongelmia. Suurimpana haittana pidettiin ylähengitysteiden allergioita. Jälkikäteen kuitenkin selvisi, että tekstiilimatot eivät yksinään aiheuttaneet terveydellisiä haittoja, vaan niihin vaikutti myös niiden puutteellinen ylläpitosiivouksen laatu. Tosin silloin tekstiilimatoissa oli erilainen rakenne ja materiaalit ja täten ne aiheuttivat päästöjä ilmaan. Aiemmin tekstiilimatoissa ollut pohjarakenne oli yleensä tehty lateksivaahdosta ja kosteus ja kulutus muuttivat sen ympäristöön leviäväksi pölyksi. Tekstiilimattojen kiinnityskin saattoi aiheuttaa aikanaan ongelmia. Esimerkki tällaisesta ongelmasta oli betonin liiallinen kosteus. (Palomäki 2011)

Tekstiilimattoja käytetään Suomessa koko ajan yhä enemmän. Materiaalit ovat parempia ja niiden ylläpitoon suhtaudutaan paremmin. Maailmalla tekstiilimatot ovatkin toimistoissa suosituin lattiamateriaali. (Hongisto 2008) Yhtenä syynä tekstiilimattojen yleistymiseen on avotoimistojen lisääntyminen. Tekstiilimatot auttavat niiden akustiikan parantamisessa. Tekstiilimattojen nopeasta yleistymisestä huolimatta niitä on Suomessa vielä vähän. Suomessa tekstiilimattojen osuus oli vain 3 % kaikista myydyistä lattiapinnoitteista vuonna 2007, kun esimerkiksi Amerikassa, Keski-Euroopassa ja Iso-Britanniassa tekstiilimatot ovat olleet suosittuja jo vuosien ajan. Niissä vastaava luku on selvästi yli 50 %. (Palomäki 2011) Täytyy tosin huomioda, että tiedot ovat yli 10 vuotta vanhoja, joten tämänhetkistä tilannetta ei voida varmuudella sanoa.

### **2.5.2 Tekstiilimattojen rakenne**

Tekstiilimatot ovat rakenteeltaan kerroksellisia. Kerrokset ovat pintakerros, välikerros ja pohjakerros. Pintakerros on usein nukkainen, mutta myös nukaton pinta, joka on kudottu ja

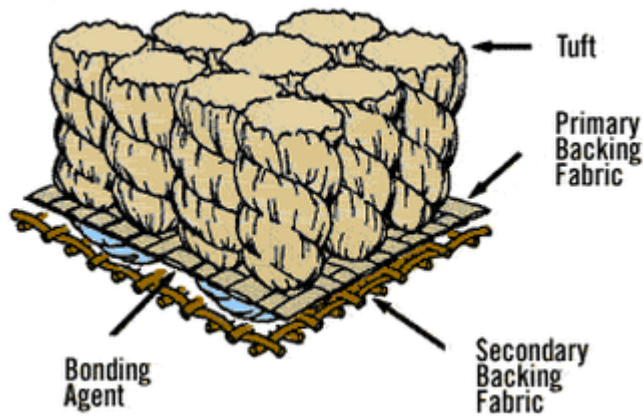


muistuttaa tekstiilikangasta, on mahdollinen. Tekstiilimatot ovat lähes aina likaa hylkiviä ja antistaattisia. Väli- ja pohjakerroksessa voi olla useita kerroksia, kuten liima-, sideaine-, pohjakangas- ja vahvistuskerroksia. Välikerros liittää pinta- ja pohjakerroksen yhteen. Sen tehtävänä voi olla myös suojata pohjakerrosta kosteutta vastaan. Pohjakerros taas tulee pinnoitteen alustaa vasten ja tukee sitä. Näin pinnoite kestää ja pysyy kunnossa paremmin. (Palomäki 2011)

Tekstiilimatot luokitellaan niiden valmistustekniikan perusteella (Palomäki 2011). Yleisimmät tekstiilimattotyypit ovat tuftattu matto ja kudottu matto. Molemmat mattotyypit ovat hyviä ja teknillisesti laadukkaita. (CRI 2019B) Tuftatut matot ovat tavallisin tekstiilimattotyyppi tänä päivänä (Palomäki 2011). CRI:n mukaan (2019B) 95 % valmistetuista matoista on tuftattuja mattoja. Muita tekstiilimattotyyppisiä ovat flokatut, neulatut ja poimupuristetut matot. Näistä flokatut matot yleistyvät koko ajan niiden hyvän kulutuskestävyyden ja puhdistettavuuden helppouden ansiosta. (Palomäki 2011)

Tuftattuja mattoja valmistetaan monineulaisilla ompelukoneilla. Neulat lävistävät pohjakankaan työntäen nukkalangan siitä läpi. Näin nukkalangat pysyvät paikoillaan. Matoissa käytetään myös toista pohjakangasta ensimmäisen pohjakankaan alla. Sen tyyppi riippuu siitä, millaiseen käyttöön matto on tarkoitettu. (CRI 2019B) Ensimmäinen pohjakangas liimataan lateksilla kiinni toiseen pohjakankaaseen. Lateksinen välikerros ei päästä lävitseen vettä. Pohjakankaan materiaalina käytetään juuttia, keinokuitua ja vaahtolateksia. Tuftattujen mattojen nukka-pinta voi olla leikattu auki, silmukkanukkainen tai niiden yhdistelmä. Jos maton nukka on syntetistä, siitä tehdään likaa hylkivä. Keinokuituisille matoille vastaavaa ei tehdä. Nukan kuiduista voidaan tehdä myös pysyvästi antistaattisia. (Palomäki 2011) Tuftatun maton rakenne on havainnollistettu kuvassa 1.

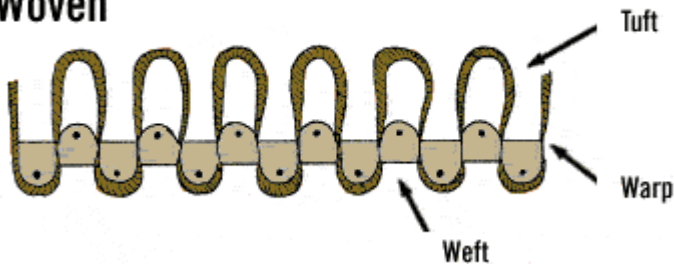
## Tufted



Kuva 1. Tuftatun maton rakenne. Nukkalangat (tuft), jotka muodostavat mattoon nukkapinnan, on pistetty läpi ensimmäisestä pohjakankaasta (primary backing fabric). Ensimmäinen pohjakangas on kiinnitetty liimalla (bonding agent) toiseen pohjakankaaseen (secondary backing fabric). (Kuva CRI 2019B)

Vanhin tekstiilimattotyyppi on kudottu matto. Aina 1950-luvulle asti se oli ainoa tekstiilimattotyyppi. (Palomäki 2011) Kudotussa matossa on vain yksi pohjakangas. Kudotut matot valmistetaan kangaspuilla punomalla langat yhteen. Tämän takia toista pohjakangasta ei tarvita. (CRI 2019B) Kuvassa 2 on kudotun maton rakenne.

## Woven



Kuva 2. Kudotun maton rakenne. Loimeen (warp) kudotaan langat, joista muodostuu kude (weft) ja mattoon tulee nukkapinta (tuft). (Kuva CRI 2019B)

Tekstiilimattojen kuitumateriaaleina käytetään esimerkiksi nailonia, polyesteriä, polypropeenia, triextaa ja villaa. Ne ovat viisi pääkuitumateriaalia ainakin Yhdysvalloissa käytettävissä matoissa. Synteettiset kuidut matoissa ovat enemmistössä ainakin Yhdysvalloissa valmistetuissa matoissa. Tekstiilimatoissa käytettävät kuidut eroavat toisistaan muun muassa kestävyys-, tahrojen sietokyvyn, siivouksen helppouden ja värien pysyvyyden suhteen. Tämän vuoksi

onkin tärkeää valita matto, jonka ominaisuudet sopivat sen käyttötarkoitukseen parhaiten. (CRI 2019B)

Kaikissa matoissa on jonkinlainen tukijärjestelmä tai kemia, joka pitää nukkalangat paikoillaan. Tukijärjestelmien materiaalivalikoima on laaja ja niissä voi olla mukana myös suojaavia ominaisuuksia, kuten mikrobeja tai likaa hylkiviä ominaisuuksia tai antistaattisuus. Maton käyttötarkoitus ja siten myös sen tarvitsema tuki määräävät mitä ominaisuuksia matossa tulee olla. Asioita, jotka tulee ottaa huomioon mattoa valitessa ovat muun muassa kuluminen, kosteuden kestävyys ja käyttöaste. Tukisysteemeissä on yleensä yhdistetty ensimmäinen pohjakangas ja kemiallinen sidosaine. Usein myös toinen pohjakangas on mukana. Yleisin tapa on sellainen, jossa lanka on kiinnitetty ensimmäiseen pohjakankaaseen synteettisellä lateksilla ja toinen tukikangas, joka voi olla myös pehmuste, on liitetty siihen liimalla tai sidosaineella. Tällöin toinen pohjakangas tuo lisätukea matolle. (CRI 2019B)

### **2.5.3 Tekstiilimattojen hyödyt ja haitat**

Tekstiilimattojen käytön hyödyistä ja haitoista on ristiriitaista tietoa. Niiden ominaisuuksista on tehty tutkimuksia ja koitettu selvittää, kannattaako niitä käyttää, mutta tulokset ovat olleet hyvin erilaisia. CRI:n (2019A) mukaan tekstiilimatot alentavat melutasoa, mutta Takkusen (2018) mukaan ne eivät paranna ääniympäristöä. CRI:n (2019A) mukaan tekstiilimatoilla on alhaiset VOC-päästöt, mutta Hodgsonin ym. (1993) mukaan on epäselvää, voivatko tekstiilimattojen VOC-päästöt aiheuttaa terveys- ja mukavuusongelmia. Toisaalta taas Norbäck ym. (1995) eivät ole löytäneet yhteyttä tekstiilimattojen ja VOC-yhdisteiden välillä. Tulee kuitenkin ottaa huomioon, että sekä Hodgsonin ym. (1993) että Norbäckin ym. (1995) tutkimukset on tehty yli 20 vuotta sitten, joten niiden tulokset eivät välttämättä päde enää nykyisin ja niihin tulee suhtautua kriittisesti. Toisaalta Becherin ym. (2018) mukaan tekstiilimatot voivat vapauttaa ympäristöönsä VOC-yhdisteitä, jotka saattavat haista ja ärsyttää herkkien ihmisten limakalvoja.

CRI (2019A) lupaa tekstiilimattoja käyttämällä rahaa säästävän pitkällä aikavälillä. Toisaalta taas Takkusen (2018) mukaan tekstiilimattojen haittana on niiden korkeat ylläpitokustannukset. Foarden ja Berryn (2004) mukaan tekstiilimatot toimivat likanieluina, mutta Norbäckin ym. (1995) mukaan ne keräävät epäpuhtauksia. On mahdollista, että Foarde ja Berry (2004) ovat nähneet tekstiilimatot liian sisäänsä pidättävinä nieluina, mutta Norbäck ym. (1995) ovat oletta-

neet niiden vapauttavan likaa ympäristöönsä, jolloin jälkimmäiset ovat nähneet asian tekstiilimattojen haittana. Tulee ottaa myös huomioon, että Norbäckin ym. (1995) tutkimus on vanhempi kuin Foarden ja Berryn (2004) ja tekstiilimatot ovat kehittyneet. CRI:n (2019A) mukaan tekstiilimatot keräävät allergeenejä ja muita hiukkasia ilmasta, jolloin ne eivät häiritse tiloissa, mutta Becherin ym. (2018) mukaan tekstiilimatot lisäävät pölyä, allergeenejä ja pieneliöitä sisäilmassa. Palomäen (2011) mukaan alemmat huonepölypitoisuudet verrattuna kovapintaisiin lattiapinnoitetiloihin ovat mahdollisia tekstiilimattoja käytettäessä, mutta Takkusen (2018) mukaan tekstiilimatot lisäävät ilman hiukkaspitoisuutta. Takkunen ei suosittelekaan tekstiilimattoja avotoimistotiloihin. Sen sijaan hän suosittelee sisäkenkien käyttöä tekstiilimattotiloissa ja ruokailutilojen pitämistä tekstiilimattovapaina. Palomäen (2011) mukaan nykyään tekstiilimattojen materiaaleilla ja valmistuksella on laatuvaatimukset ja päästörajoitukset. Hänen mukaansa tekstiilimatot eivät todennäköisesti aiheuta allergisia sairauksia, mikäli ne hoidetaan ja siivotaan oikein. Koska lika piiloutuu helposti tekstiilimattoihin, on niiden hoito ja siivous tärkeää. Ylläpitosiivouksella on iso merkitys sisäilman laatuun.

Tekstiilimattojen käyttöä puoltavat liukastumisen ja kaatumisen väheneminen, tilojen pysyminen lämpimämpinä, jolloin energiaa säästyy, se, että niiden puhdistamiseen tarvitaan vähemmän kemikaaleja, positiiviset käyttäjien kokemukset julkisissa tiloissa olevista tekstiilimatoista, allergiajärjestöjen hyväksynnät ja rahan säästö pitkällä aikavälillä (Palomäki 2011, CRI 2019A). Tekstiilimattojen käyttöä vastaan ovat niiden yhteys sairas rakennus -oireyhtymään, se, ettei niiden terveysvaikutuksista ole tietoa, nykymattojen ongelmattomuudesta ei ole vertaisarvioitua kirjallisuutta ja se, että astmankaltaiset oireet ovat mahdollisia. (Norbäck ym. 1990, EPA 1991, Norbäck ym. 1995, Becher ym. 2018)

Becher ym. (2018) kehottavat ihmisiä tarkkaavaisuuteen käytettäessä tekstiilimattoja toimitoissa. Heidän tutkimuksensa mukaan tekstiilimattojen mahdollisista terveysvaikutuksista tarvitaan lisätietoa. Varsinkin uusia tekstiilimattoja, jotka ovat tulleet markkinoille vasta viime vuosina tulisi tutkia lisää. Takkusen (2018) tavoin Becher ym. (2018) eivät löytäneet vertaisarvioitua kirjallisuutta, joka osoittaisi nykyaikaiset tekstiilimatot ongelmattomiksi. Sen sijaan he löysivät tietoa tekstiilimattoja vastaan. Täten ei voida sanoa, aiheuttavatko tekstiilimatot mahdollisesti terveysongelmia, vaan tarvitaan lisätutkimusta. Lisätutkimusten puolesta puhuu myös se, että useat tekstiilimattoja koskevat tutkimukset ovat vanhoja ja niiden tulokset eivät välttämättä päde enää nykyään.

#### 2.5.4 Tekstiilimattojen ylläpito ja siivous

Tekstiilimattoja tulee hoitaa ennakoivasti (Hammarén 2017). Hammarénin (2017) mukaan lattioiden siivous ja hoito vie noin 70 % kiinteistön siivouskustannuksista. Tekstiilimattojen hoidossa auttaa, että ylläpito- ja perussiivous jaksotetaan oikein, käytettävissä on sopivat välineet ja lattianhoitosuunnitelma. Lisäksi likaantumista voidaan estää esimerkiksi tuulikaappimatoilla ja vaihtomatoilla.

Tekstiilimaton puhdistus ja siivous koostuu kolmesta osa-alueesta, jotka ovat käyttöönottopuhdistus, ylläpitosiivous ja peruspuhdistus. Ylläpitosiivous riippuu tekstiilimattojen likaantumisesta ja käytöstä. Siinä käytettyjä siivousmuotoja ovat imurointi, tahrojen poisto ja jaksottaiset puhdistukset. Ylläpitosiivouksessa imuroinnin rooli oli tärkein. Sillä on myös suurin rooli tekstiilimaton kustannuksissa. Tekstiilimattojen säännöllinen ja huolellinen imurointi ja paljon käytettyjen kohtien päivittäinen imurointi on olennaista. Tahrat tulee poistaa heti. Imurin tulisi olla harjaava mattoimuri, joka sopii ammattimaiseen siivoukseen. Tahrojen poisto tapahtuu vedellä ja mikrokuitupyyhkeellä, tylpällä kaapimella, tahranpoistoaineella, imeyttämällä paperiin tai kankaaseen tai erikoisaineilla tahran tyypistä riippuen. Usein tekstiilimatoissa on erilaisia suojauskäsittelyitä, joita voi uusida aina välillä. Peruspuhdistuksessa on syytä noudattaa tekstiilimatolle suunnattuja ohjeita. Peruspuhdistuksessa käytetään imurointia, tahranpoistoa, huuhtelua ja kuivausta. (Hammarén 2017)

Flokattu Flotex-tekstiilimatto tulee imuroida aina tarvittaessa. Se on tärkein työvaihe. Imurin tulee olla tehokas ja varustettu pyörivällä moottoroidulla harjasuulakkeella. Imurointiin ei suositella käytettäväksi koville pinnoille tarkoitettua imuria tai suulaketta. Kunnossapitosiivous voidaan tehdä suurimmalla osalla standardipuhdistuskoneita. Eri siivousvälineitä ja -menetelmiä, joita Flotex-tekstiilimattoon käytetään ovat imuroinnin lisäksi sylinterikoneet ja teleharjapesurit, kuumavesipuhdistus, kuivapuhdistus, yhdistelmäkonet, imulaikkapuhdistus, runsas huuhtelu vedellä ja harjaus. (Travico 2014)

### 3. TUTKIMUKSEN TAVOITTEET

Tämän pro gradu -tutkielman tavoitteena oli selvittää tekstiilipinnoitettujen tilojen sisäilman laatua ja tilojen ylläpidon toimivuutta kahdessa toimistorakennuksessa Oulussa. Toisessa kohteessa käyttäjät olivat raportoineet sisäilmaongelmista ennen tutkimusta. Tutkimuksessa haluttiin selvittää mahdollisten sisäilmaongelmien syitä.

Tutkimuksen tavoitteena oli

- 1) selvittää, oliko tutkituissa kohteissa sisäilmaongelmia
- 2) johtuivatko mahdolliset sisäilmaongelmat VOC- ja hiukkaspäästöistä
- 3) olivatko tekstiilimatot mahdollisten sisäilmaongelmien ja VOC- ja hiukkaspäästöjen aiheuttajia
- 4) keksiä parannusehdotuksia tekstiilipinnoitettujen tilojen ylläpitoon ja toimivuuteen.

#### 4. AINEISTO JA MENETELMÄT

Mittauskohteet, niiden lattiamateriaali, niissä tehdyt mittaukset ja muut tutkimukset on esitetty taulukossa 3. VOC- ja hiukkasnäytteet kerättiin kolmesta paikasta, joista kaksi oli tutkimuskohteita ja yksi verrokkikohde. Tutkimuskohteista käytetään tässä tutkimuksessa nimiä kohde 1 ja kohde 2. Ne sijaitsivat toimistorakennuksissa Oulussa. Kohteessa 1 oli raportoitu sisäilmaongelmista ennen tutkimuksen suorittamista. Verrokkikohde oli Itä-Suomen yliopiston Café Snellari Kuopiossa. Kaikkien kohteiden siivoojia myös haastateltiin tilojen siivouskäytännöistä. Kaikissa kohteissa oli käytössä tekstiilimatot. Kohteessa 1 tekstiilimatot olivat avotoimistotiloissa, jotka olivat keskenään samankaltaisia. Vertailun vuoksi kohteessa 1 tutkittiin myös tiloja, joissa oli kova lattiapinta. Niiden materiaalina oli linoleumi. Kohteessa 2 oli niin kutsutut normaali ja hiljainen puoli. Normaalilla puolella oli avotoimistoja ja työntekijät puhuivat normaalisti. Hiljaisella puolella oli suljettuja pieniä tiloja ja siellä ei pidetty ääniä. Café Snellarissa tekstiilimatot olivat kahvilan tiloissa.

Taulukko 3. Mittauskohteet, niiden lattiamateriaali, niissä tehdyt mittaukset ja muut tutkimukset.

Mittauskohde	Lattiamateriaali	Tehdyt mittaukset	Muut tutkimukset
Kohde 1	Tekstiilimatto	VOC- ja hiukkaskeräykset	Sisäilmastokysely, siivoojan haastattelu
Kohde 1	Linoleumi	VOC- ja hiukkaskeräykset	Sisäilmastokysely, siivoojan haastattelu
Kohde 2	Tekstiilimatto	VOC- ja hiukkaskeräykset	Sisäilmastokysely, siivoojien haastattelut
Café Snellari	Tekstiilimatto	VOC- ja hiukkaskeräykset	Siivoojan haastattelu

Kohteissa 1 ja 2 oli Eco Tec 280008/52742 -tekstiilimatot (CarpetConcept/Oy Vallila Interiors AB) ja Café Snellarissa Flotex -tekstiilimatto (Travico Oy). Näytteenottotilanteet ovat kuvattuina kuvissa 3 ja 4. Kohteessa 1 tekstiilimattotiloja oli n. 440 m<sup>2</sup> ja kohteessa 2 n. 850 m<sup>2</sup>. Kohteen 1 tekstiilimatot olivat 2 ja kohteen 2 1,5 vuotta vanhoja. Tutkituissa tiloissa ei esiintynyt hajuja lukuun ottamatta kohteessa 1 sijaitsevaa tilaa palopostin läheisyydessä.



Kuva 3. Näytteenottotilanne kohteen 1 2. kerroksen etummaisesta osasta. Kuvassa vasemmalla on IOM-hiukkaskeräin ja optiset hiukkasmittarit kärryssä ja IOM-hiukkaskeräin ja VOC-keräin telineessä kärryn takana sekä oikealla VOC-keräin telineessä.



Kuva 4. Näytteenottotilanne kohteen 2 hiljaisen puolen aulassa. Pöydällä ja tuolilla on optiset hiukkasmittarit ja lattialla IOM-hiukkaskeräin ja VOC-keräin.



#### 4.1 VOC-NÄYTTEET

Taulukkoon 4 on koottu VOC-näytteiden keräyspaikka, tilan lattiamateriaali, kerättiinkö näyte imuroinnin aikana vai ei, keräysaika, otettiinkö näyte kiinteästä pisteestä vai hengitysvyöhykkeeltä ja mahdolliset lisätiedot. Hengitysvyöhykkeeltä kerätty näyte otettiin liikkumalla keräimen kanssa imurin perässä koko ajan. Kiinteän pisteen näyte taas kerättiin laittamalla keräin tiettyyn pisteeseen keräyksen ajaksi. VOC-näytteiden keräämiseen käytettiin Tenax TA-adsorbenttiputkia, jotka asetettiin 120–170 senttimetrin korkeudelle lattiasta. Keräyksen jälkeen Tenax-näytteet analysoitiin käyttäen termodesorptio-kaasukromatografi-massaspektrometriä (TD-GC-MS-laitteisto). Kaasukromatografi oli Agilent Technologies 7890A, massaselektiivinen detektori Agilent Technologies 5975C ja termodesorptiolaitte Markers TD-100. Yhdisteet tunnistettiin ja niiden pitoisuustasot laskettiin niin sanottuina tolueeniekvivalentteina, joita käytetään yleisesti haihtuvien orgaanisten yhdisteiden sisäilmamittauksissa (ISO 2011).

Taulukko 4. VOC-näytteiden keräyspaikka, lattiamateriaali, keräys imuroinnin aikana vai ei, keräysaika, oliko kyseessä kiinteä vai hengitysvyöhykkeeltä kerätty näyte ja lisätiedot.

Näyte	Keräyspaikka	Lattia-materiaali	Imurointi	Keräys-aika (min)	Kiinteä piste (kp) vai hengitysvyöhyke (hv)	Lisätiedot
Kohde 1A	2. kerros, etummais- osan keskellä	Tekstiili- matto	Kyllä	40	kp	
Kohde 1B	2. kerros, etummais- osan keskellä	Tekstiili- matto	Kyllä	40	kp	Rinnakkainen näyte Kohde 1A:n kanssa
Kohde 1C	2. kerros, etummais- osan edessä lä- hellä sisäänkäyntiä	Tekstiili- matto	Kyllä	30	kp	
Kohde 1D	2. kerros, etummais- osan edessä lä- hellä sisäänkäyntiä	Tekstiili- matto	Kyllä	30	kp	Rinnakkainen näyte Kohde 1C:n kanssa
Kohde 1E	2. kerros, sisään- käynnin luona palo- postin päällä	Linoleumi	Ei	90	kp	
Kohde 1F	4. kerros	Linoleumi	Ei	60	kp	
Kohde 1G	4. kerros	Linoleumi	Ei	60	kp	Rinnakkainen näyte Kohde 1F:n kanssa
Kohde 2A	Normaalin puolen aula	Tekstiili- matto	Ei	40	kp	
Kohde 2B	Hiljaisen puolen aula	Tekstiili- matto	Ei	40	kp	
Kohde 2C	Normaalin puolen aula	Tekstiili- matto	Ei	40	kp	
Kohde 2D	Hiljaisen puolen aula	Tekstiili- matto	Ei	40	kp	
Kohde 2E	Normaalin puolen toimistot	Tekstiili- matto	Kyllä	15	kp	
Kohde 2F	Normaalin puolen toimistot	Tekstiili- matto	Kyllä	10	hv	Näyte kerättiin kulkemalla imurin perässä
Café Snellari 1	2. kerros	Tekstiili- matto	Ei	30	kp	
Café Snellari 2	2. kerros	Tekstiili- matto	Kyllä	30	kp	
Café Snellari 3	2. kerros	Tekstiili- matto	Kyllä	40	hv	Näyte kerättiin kulkemalla imurin perässä

#### 4.2 HIUKKASMITTAUKSET IOM-KERÄIMILLÄ JA HIUKKASMITTAREILLA MITATTUNA

Hiukkasten mittaukseen käytettiin IOM-keräimiä ja erilaisia optisia hiukkasmittareita. IOM-keräin keräsi kaikki hiukkaset eikä pelkästään hengitettäviä hiukkasia vaan myös halkaisijaltaan yli 10µm:iä suuremmat hiukkaset. Kutakin näytettä kerättiin 40–1123 minuutin ajan riippuen siitä kerättiinkö näyte päivällä vai yöllä. Keräimet punnittiin ennen ja jälkeen keräyksen. Tuloksista vähennettiin nollanäyte. Taulukkoon 5 on koottu IOM-näytteiden keräyspaikka, tilan lattiamateriaali, kerättiinkö näytteet imuroinnin aikana vai ei, keräysaika, otettiinkö näyte kiinteästä pisteestä vai hengitysvyöhykkeeltä ja kestikö keräys yön yli. Hengitysvyöhykkeeltä kerätty näyte otettiin kiinnittämällä keräin siivoojan rintamukseen, jolloin se liikkui imurin mukana koko ajan. Kiinteän pisteen näyte taas kerättiin laittamalla keräin tiettyyn pisteeseen keräyksen ajaksi.

Taulukko 5. IOM-näytteiden keräyspaikka, lattiamateriaali, keräys imuroinnin aikana vai ei, keräysaika, oliko kyseessä kiinteä vai hengitysvyöhykkeeltä kerätty näyte ja kestikö keräys yön yli.

Näyte	Keräyspaikka	Lattia- materiaali	Imurointi	Keräysaika (min)	Kiinteä piste (kp) vai hengitysvyöhyke (hv)	Yön yli
Kohde 1A	2. kerros, etummaisesta osan keskellä	Tekstiilimatto	Kyllä	476	kp	Ei
Kohde 1B	2. kerros, etummaisesta osan edessä	Tekstiilimatto	Kyllä	472	kp	Ei
Kohde 1C	4. kerros	Linoleumi	Ei	364	kp	Ei
Kohde 1D	2. kerros, takimmaisesta osan edessä	Tekstiilimatto	Ei	1028	kp	Kyllä
Kohde 2A	Hiljaisen puolen aula	Tekstiilimatto	Ei	344	kp	Ei
Kohde 2B	Normaalien puolen aula	Tekstiilimatto	Ei	334	kp	Ei
Kohde 2C	Hiljaisen puolen aula	Tekstiilimatto	Ei	1119	kp	Kyllä
Kohde 2D	Normaalien puolen aula	Tekstiilimatto	Kyllä	1123	kp	Kyllä
Café Snellari 1	2. kerros	Tekstiilimatto	Kyllä	40	hv	Ei
Café Snellari 2	2. kerros	Tekstiilimatto	Ei	870	kp	Kyllä

Hiukkasnäytteitä tutkittiin kolmella optisella hiukkasmittarilla, jotka olivat Opticle Particle Sizer, Dust Trak DRX ja Dust Trak. Opticle Particle Sizer laski hiukkasten lukumäärät seitsemän kokoluokan mukaan. Kokoluokat olivat halkaisijaltaan 0–0,3 µm, 0,3–0,5 µm, 0,5–1,0 µm, 1,0–3,0 µm, 3,0–5,0 µm, 5,0–8,0 µm ja 8,0–10,0 µm. Dust Trak DRX ja Dust Trak mittasivat hiukkasten massapitoisuuksia. Dust Trak keräsi vain PM<sub>10</sub>-kokonaishiukkaspitoisuuden, mutta Dust Trak DRX erotteli sen lisäksi eri kokoisten hiukkasten pitoisuudet. Dust Trak DRX:n hiukkaskokoluokat olivat PM<sub>1</sub>, PM<sub>2,5</sub>, PM<sub>4</sub> ja PM<sub>10</sub>. Taulukkoon 6 on koottu tiedot mittauskohteista, joissa hiukkasmittareita käytettiin.

Taulukko 6. Eri hiukkasmittareilla tehdyt mittaukset eri kohteissa. (OPS=Opticle Particle Sizer, DRX=Dust Trak DRX ja DT=Dust Trak)

Mittauskohde	OPS	DRX	DT
Kohde 1, 2. kerros, etummainen osa, tekstiilimatto	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kohde 1, 2. kerros, takimmainen osa, tekstiilimatto	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kohde 1, 4. kerros, linoleumi	Ei	Ei	Kyllä
Kohde 2, hiljainen puoli, tekstiilimatto	Kyllä	Kyllä	Kyllä
Kohde 2, normaali puoli, tekstiilimatto	Ei	Ei	Kyllä
Café Snellari, tekstiilimatto	Kyllä	Kyllä	Kyllä

Kyllä=Näytteitä kerätty kyseisestä tilasta, Ei=Näytteitä ei kerätty kyseisestä tilasta

#### 4.3 SISÄILMASTOKYSELYT, SIIVOOJIEN HAASTATTELUT JA MUIDEN TIETOJEN KERÄÄMINEN

Sisäilmastokyselyihin käytettiin Työterveyslaitoksen MM40-sisäilmastokyselyä (liite 1). Sisäilmastokyselyillä kerättiin työntekijöiden taustatietoja, joita olivat ikä, sukupuoli, tupakointitottumukset ja työskentelyaika nykyisessä rakennuksessa. Lisäksi kerättiin havaintoja työympäristöstä, työjärjestelyistä ja oireista sekä sairaushistoria. Sisäilmastokyselyt tehtiin kohteessa 1 26 tekstiilimattotiloissa ja 20 linoleumilattiatiloissa työskentelevälle henkilölle. Kohteessa 2 kyselyt tehtiin 45 henkilölle (taulukko 3). Jokainen ryhmä käsiteltiin erikseen. Lisäksi kaikkien tilojen siivoojat, joita oli yhteensä 2, käsiteltiin omana ryhmänään.

Siivoojia haastateltiin tilojen siivouskäytännöistä. Kohteessa 1 haastateltiin yhtä siivoojaa ja kohteessa 2 haastateltiin siivoojan lisäksi myös siivoojien palveluesimiestä. Haastatteluihin käytettiin työtapojen ja oireiden kuvauslomaketta (liite 2). Siivoojilta kysyttiin siivouskohteisiin käytetystä ajasta, siivousmenetelmistä, pesukemikaaleista ja siivousvälineistä. Lisäksi kysyttiin tarkentavia kysymyksiä liittyen ainoastaan tekstiilipinnoitettuihin tiloihin koskien niiden

siivousmääriä ja -menetelmiä, ajan käyttöä, työn raskautta, havaintoja tai huomioita tilojen siivottavuudesta, oireilua ja parannusehdotuksia.

Tilojen lämpötilat ja ilman suhteelliset kosteudet mitattiin erillisellä laitteella. Jokaisen tilan kohdalla lukemat mitattiin erikseen. Lisäksi kohteissa tilojen ilmanvaihdosta kysyttiin tietoja niistä vastaavilta kiinteistöhoitajilta.

## **5. TULOKSET**

### **5.1 VOC-NÄYTTEET**

Kohteissa 1 ja 2 ja Café Snellarissa kerättyjen VOC-näytteiden pitoisuudet on esitetty taulukoissa 7, 8 ja 9. Taulukossa on esitetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudet (TVOC) sekä pääkomponenttien pitoisuudet mittauskohteissa. TVOC-pitoisuudet olivat kaikissa kohteissa pieniä. Suurimmat TVOC-pitoisuudet mitattiin kohteen 1 tekstiilipinnoitetuissa tiloissa. Kohteen 1 linoleumilattiatilojen mitatut pitoisuudet olivat myös keskimäärin suuremmat kuin kohteen 2 ja Café Snellarin tekstiilimattotiloissa mitatut pitoisuudet.

Taulukko 7. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet kohteessa 1 yksikössä  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

VOC	Kohde 1A, tekstiili-matto, imurointi, kp	Kohde 1B, tekstiili-matto, imurointi, kp	Kohde 1C, tekstiili-matto, imurointi, kp	Kohde 1D, tekstiili-matto, imurointi, kp	Kohde 1E, linoleumi, paloposti, ei imurointi, kp	Kohde 1F, linoleumi, ei imurointi, kp	Kohde 1G, linoleumi, ei imurointi, kp
TVOC	68	89	102	115	34	85	79
Alfa-pineeni	2,7	3,5	4,6	4,0	2,1	3,7	3,1
Bentsoehappo	0,5	1,2	2,0	7,2	1,3	2,4	1,9
D-limoneeni	1,2	2,0	1,6	1,6	3,0	3,7	3,5
Dekametyyli-syklopentasiloksaani (D5)	20,3	36,8	37,0	36,5	7,5	18,1	17,9
Dekanaali	3,8	6,3	3,9	4,2	1,8	2,2	2,0
Dietoksimetaani	0	0	0	0	0	1,2	0,4
1,3-/1,4-diklooribentseeni	5,2	7,6	13,0	13,1	0,7	0,3	0
2-(2-etoksi-etoksi)etanoli	0	0	0	0	0	8,1	8,0
Heksametyyli-syklotrisiloksaani	9,2	1,2	2,6	2,5	0,7	1,1	1,0
1-metoksi-2-propanoli	0	0	0	0	0	0	0
Nonanaali	3,4	4,7	4,1	4,2	1,9	3,4	3,0
Styreeni	0	0	0	0	0	0	0
Ilmankosteus (%)	28,3	28,3	28,3	28,3	28,3	25,6	25,6
Lämpötila (°C)	23,7	23,7	23,7	23,7	23,7	23,1	23,1

kp = kiinteä mittauspiste, hv = hengitysvyöhyke

Taulukko 8. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet kohteessa 2 yksikössä  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

VOC	Kohde 2A, tekstiili-matto, normaali puoli, ei imurointia, kp	Kohde 2B, tekstiili-matto, hiljainen puoli, ei imurointia, kp	Kohde 2C, tekstiili-matto, normaali puoli, ei imurointia, kp	Kohde 2D, tekstiili-matto, hiljainen puoli, ei imurointia, kp	Kohde 2E, tekstiili-matto, normaalin puolen toimistot, imurointi, kp	Kohde 2F, tekstiili-matto, normaalin puolen toimistot, imurointi, hv
TVOC	46	50	20	60	63	55
Alfa-pineeni	1,8	4,3	1,6	3,6	1,9	1,3
Bentsoehappo	0,8	0,7	0,5	0,8	0	1,3
D-limoneeni	4,4	1,0	1,4	1,5	5,7	4,3
Dekametyylisyklopentasiloksaani (D5)	19,2	9,4	1,9	14,3	4,0	4,0
Dekanaali	2,2	3,2	3,1	4,4	6,0	7,4
Dietoksimetaani	0,5	5,2	0,6	5,3	1,6	0
1,3-/1,4-diklooribentseeni	0	0	0	0	0	0
2-(2-etoksietoksi)etanoli	0	0	0	0	0	0
Heksametyylisyklo-trisiloksaani	1,1	1,0	1,4	1,8	3,3	4,1
1-metoksi-2-propanoli	0	0,6	0	0	23,1	13,3
Nonanaali	2,3	2,9	2,5	4,4	5,0	7,7
Styreeni	0	0	0	0	0	0
Ilmankosteus (%)	27,9	26,7	27,9	26,7	27,9	27,9
Lämpötila (°C)	22,2	22,7	22,2	22,7	22,2	22,2

kp = kiinteä mittauspiste, hv = hengitysvyöhyke



Taulukko 9. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet Café Snellarissa yksikössä  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

VOC	Café Snellari 1, tekstiilimatto, ei imurointia, kp	Café Snellari 2, tekstiilimatto, imurointi, kp	Café Snellari 3, tekstiilimatto, imurointi, hv
TVOC	50	49	75
Alfa-pineeni	1,0	0,7	0
Bentsoehappo	0,7	2,0	2,9
D-limoneeni	1,1	0,6	0,7
Dekametyylisyklopentasiloksaani (D5)	18,2	17,8	31,8
Dekanaali	2,6	4,4	5,7
Dietoksimetaani	0	0	0
1,3-/1,4-diklooribentseeni	0	0	0
2-(2-etoksietoksi)etanoli	0	0	0
Heksametyylisyklotrisiloksaani	3,0	1,6	2,7
1-metoksi-2-propanoli	0	0	0
Nonanaali	3,0	6,2	6,8
Styreeni	4,3	2,4	2,7
Ilmankosteus (%)	19,4	19,4	19,4
Lämpötila (°C)	22,3	22,3	22,3

kp = kiinteä mittauspiste, hv = hengitysvyöhyke

## 5.2 HIUKKASNÄYTTEET

### 5.2.1 IOM-keräys

Kohteissa 1 ja 2 ja Café Snellarissa kerätyt hiukkaspitoisuudet on esitetty taulukossa 10. Tu-  
loksista on vähennetty nollanäyte. Hiukkaspitoisuudet kiinteissä mittauspisteissä ovat hyvin  
pieniä eikä eri näytteiden välillä ole suuria eroja lukuun ottamatta Café Snellarin näytettä, joka  
kerättiin työntekijän hengitysvyöhykkeeltä imuroinnin aikana.

Taulukko 10. Hiukkaspitoisuudet ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) IOM-keräintyyppillä kerätyissä näytteissä kohteissa 1 ja 2 ja Café Snellarissa.

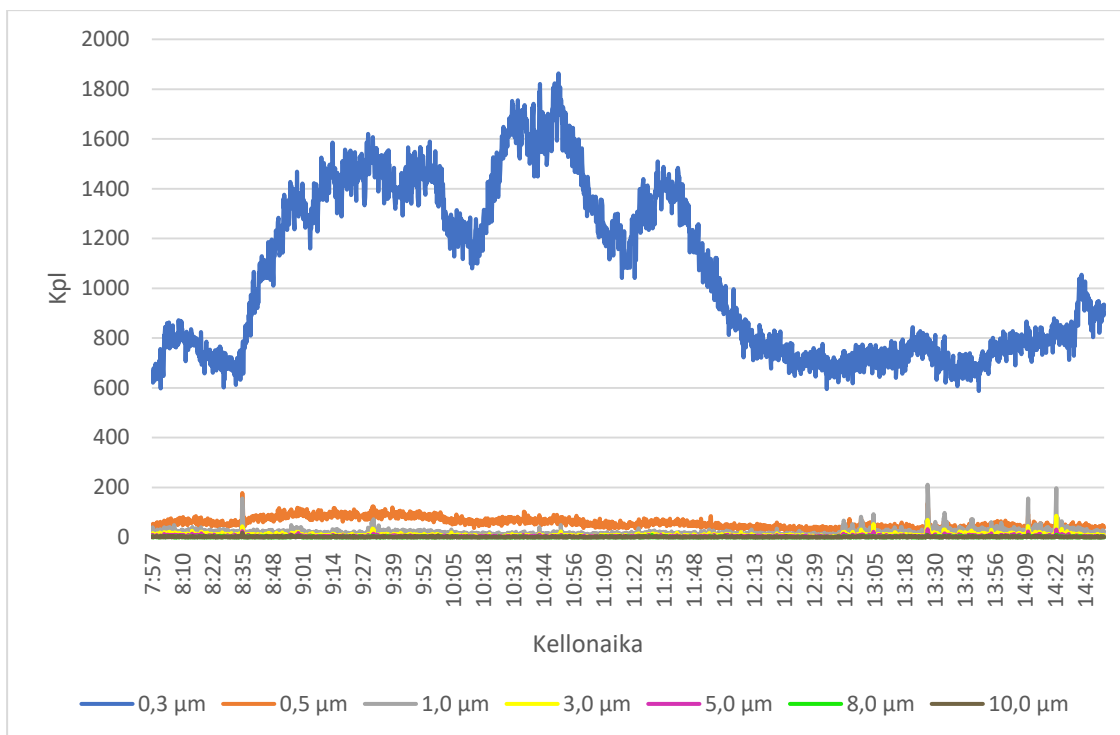
Kohde	Mittauspiste	Hiukkaspitoisuus ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Kohde 1A	Etummainen osa, tekstiilimatto, imurointi, kp	24
Kohde 1B	Etummainen osa, tekstiilimatto, imurointi, kp	32
Kohde 1C	Linoleumi, ei imurointia, kp	31
Kohde 1D	Takimmainen osa, tekstiilimatto, ei imurointia, kp, yön yli keräys	16
Kohde 2A	Hiljainen puoli, tekstiilimatto, ei imurointia, kp	-
Kohde 2B	Normaali puoli, tekstiilimatto, ei imurointia, kp	36
Kohde 2C	Hiljainen puoli, tekstiilimatto, ei imurointia, kp, yön yli keräys	4
Kohde 2D	Normaali puoli, tekstiilimatto, imurointi, kp, yön yli keräys	24
Café Snellari 1	Tekstiilimatto, imurointi, hv	286
Café Snellari 2	Tekstiilimatto, ei imurointia, kp, yön yli keräys	3

kp = kiinteä piste, hv = hengitysvyöhyke

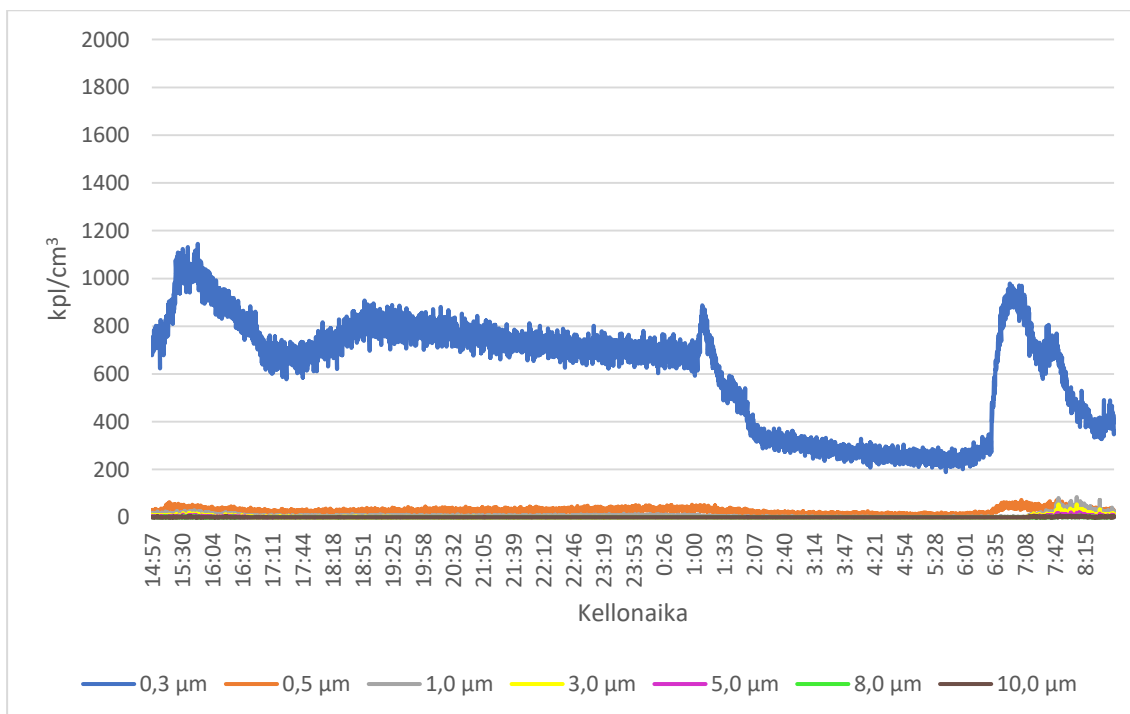
- = ei tulosta

### 5.2.2 Hiukkaskeräykset

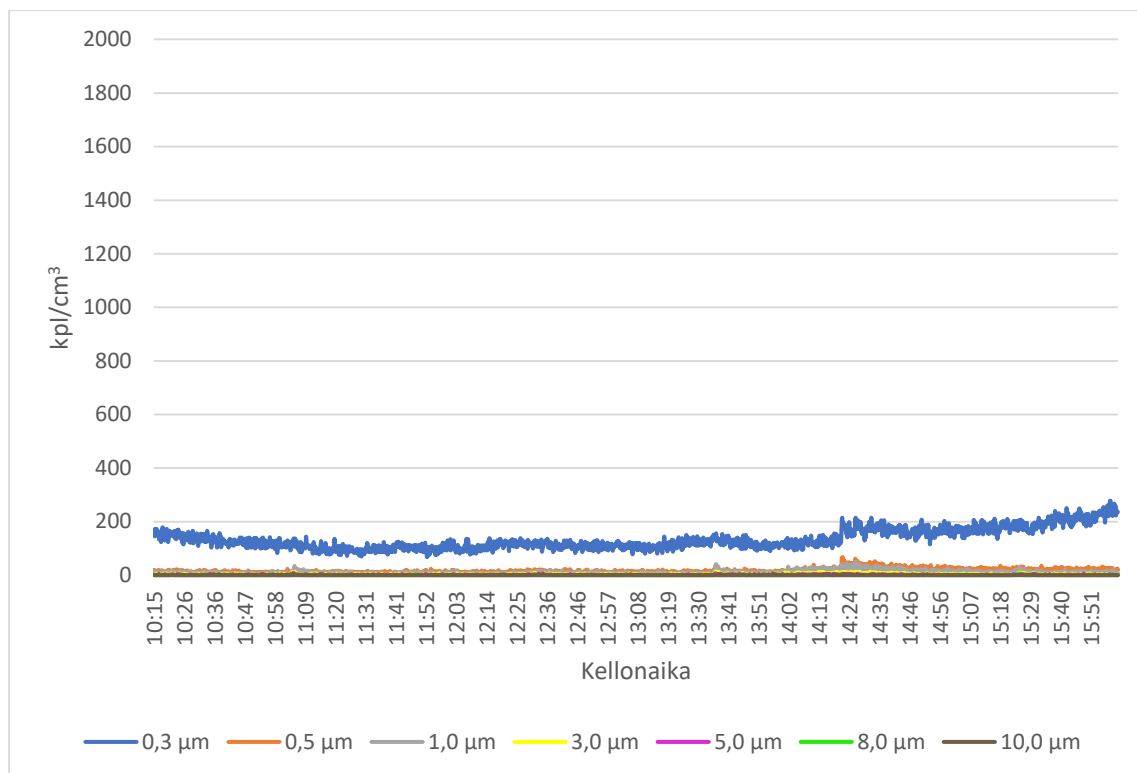
Kaikissa tiloissa esiintyi eniten 0,0–0,3  $\mu\text{m}$ :n kokoisia hiukkasia ja vähiten 8,0–10,0  $\mu\text{m}$ :n kokoisia hiukkasia lukumäärien laskiessa mentäessä pienimmästä hiukkaskoosta isoimpaan (kuvat 5–9). Hiukkasten lukumäärät olivat selvästi korkeammat kohteessa 1 kuin kohteessa 2 tai Café Snellarissa. Kohteessa 2 oli ainoastaan yksi korkea lukema klo 19 jälkeen illalla. Kohteessa 1 hiukkasia oli enemmän päivällä kuin yöllä (kuvat 5 ja 6), mutta kohteessa 2 tilanne oli päinvastoin (kuvat 7 ja 8). Kohteessa 1 hiukkasmäärien erot päivän ja yön välillä olivat suuret, mutta kohteessa 2 vuorokauden ajalla ei ollut suurta merkitystä.



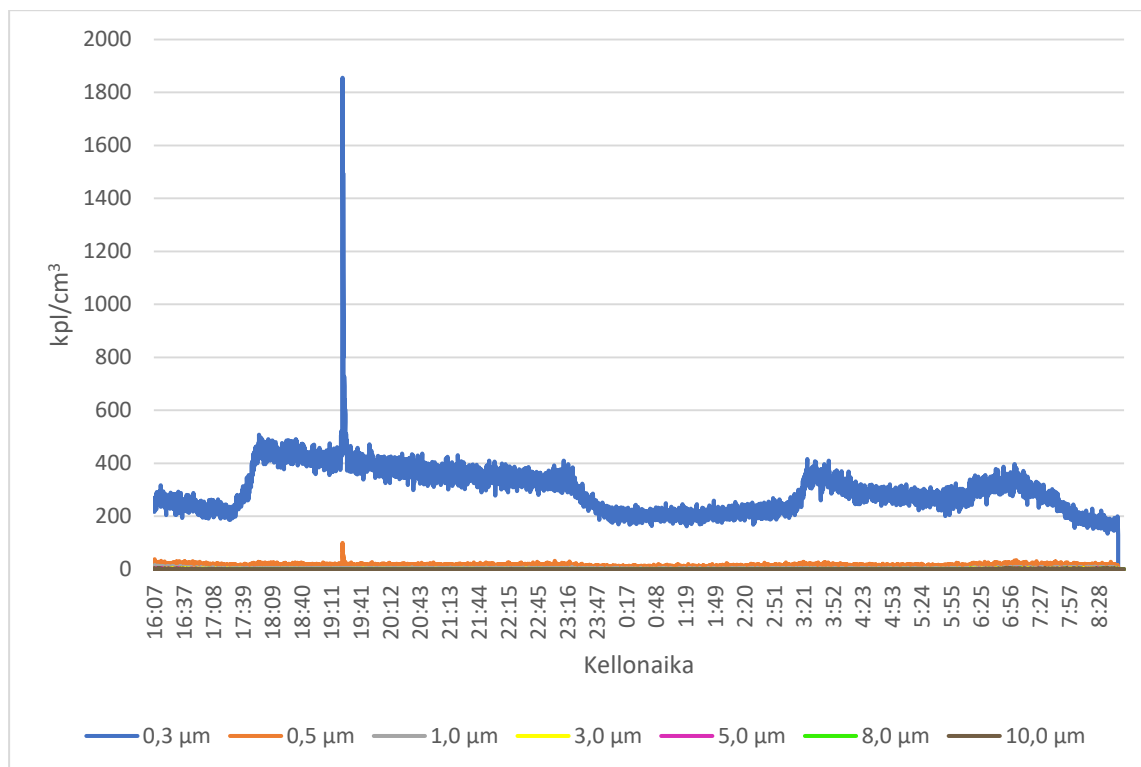
Kuva 5. Hiukkasten kappalemäärät koon mukaan eroteltuina aamulla, päivällä ja iltapäivällä 18.4.2016 kohteen 1 2. kerroksen etummaisessa osassa, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Opticle Particle Sizerillä.



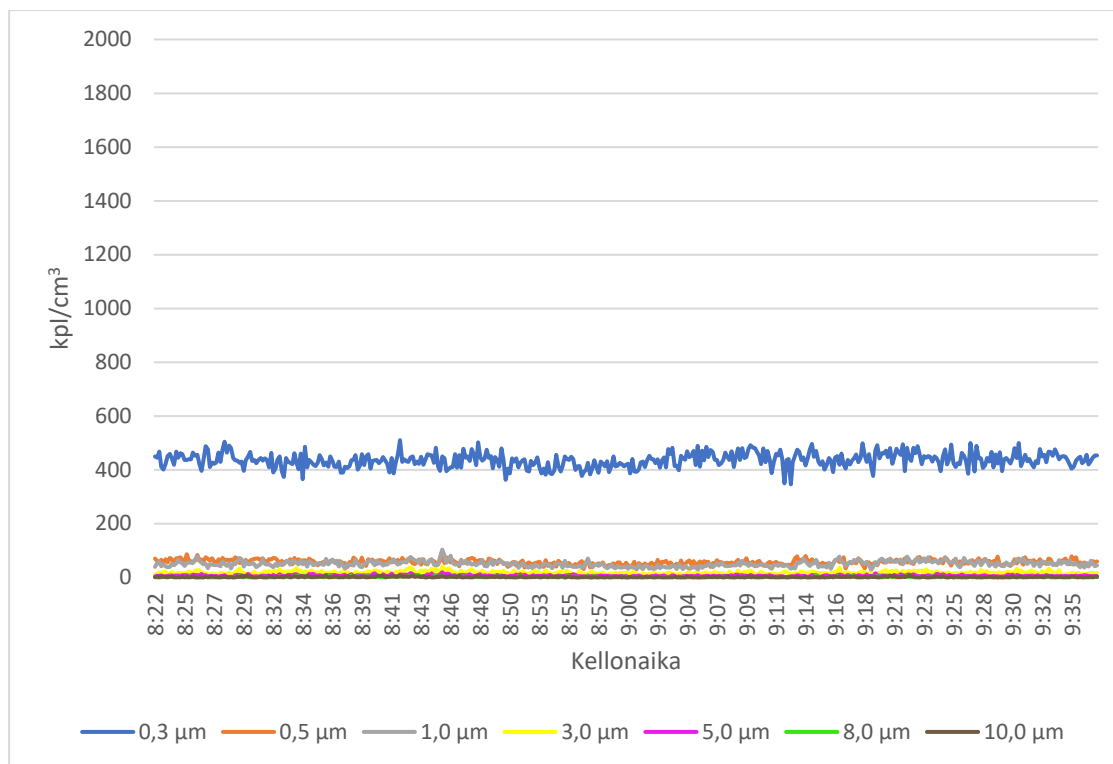
Kuva 6. Hiukkasten kappalemäärät koon mukaan eroteltuina iltapäivällä, illalla, yöllä ja aamulla 18.–19.4.2016 kohteen 1 2. kerroksen takimmaisessa osassa, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Opticle Particle Sizerillä.



Kuva 7. Hiukkasten kappalemäärät koon mukaan eroteltuina päivällä ja iltapäivällä 19.4.2016 kohteen 2 hiljaisella puolella, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Opticle Particle Sizerillä.

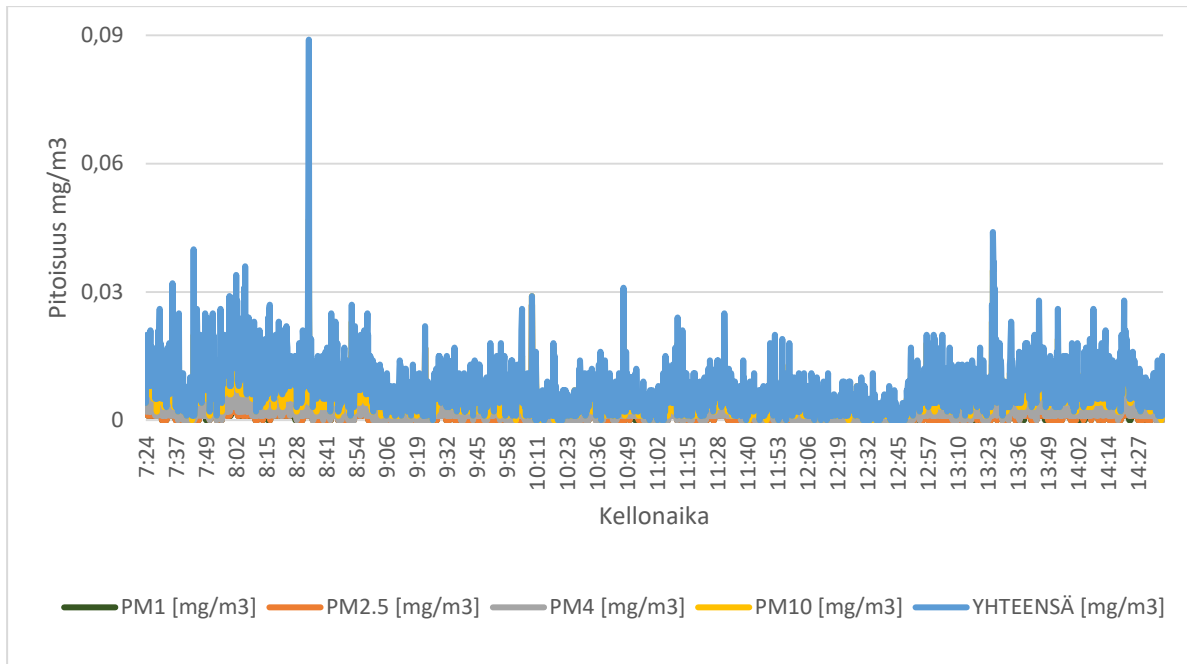


Kuva 8. Hiukkasten kappalemäärät koon mukaan eroteltuina iltapäivällä, illalla, yöllä ja aamulla 19.–20.4.2016 kohteen 2 hiljaisella puolella, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Opticle Particle Sizerillä.

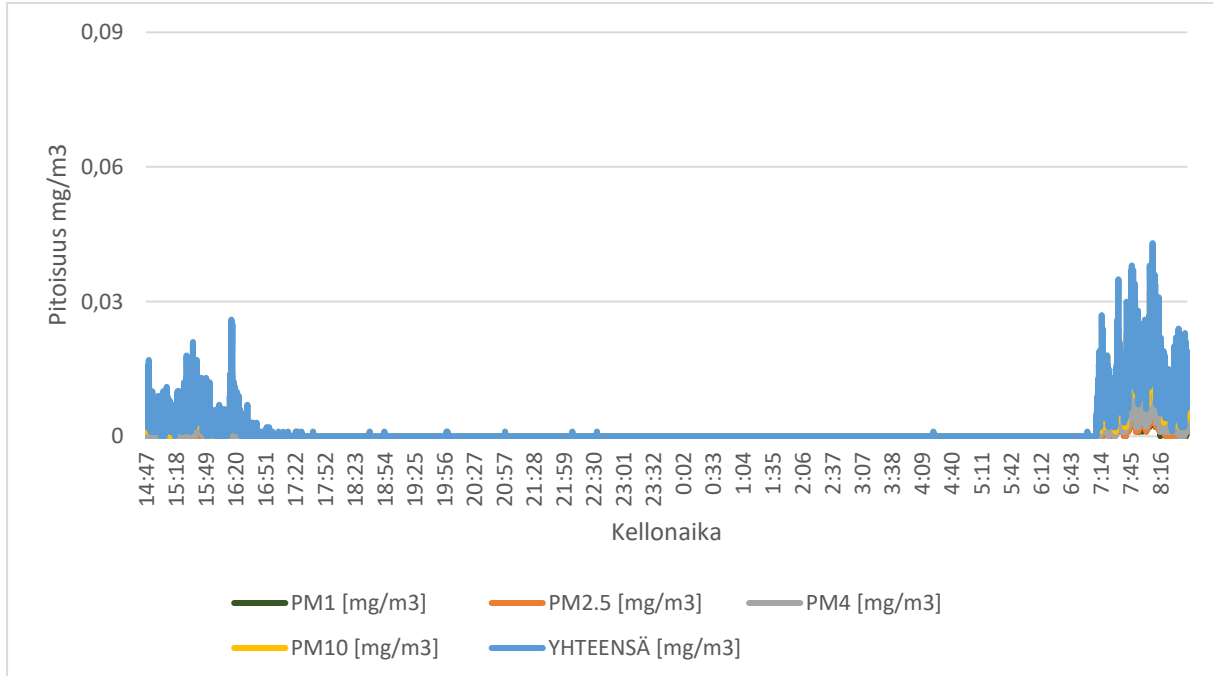


Kuva 9. Hiukkasten kappalemäärät koon mukaan eroteltuina aamulla 13.4.2016 Café Snellariissa, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Opticle Particle Sizerillä.

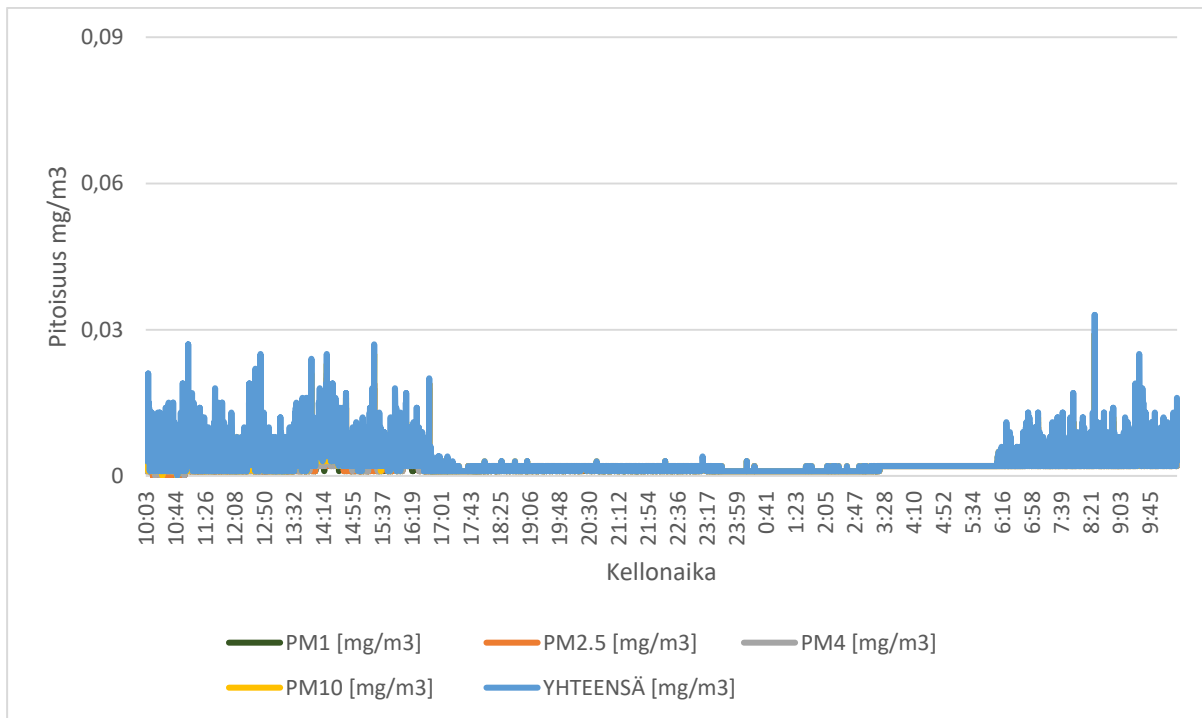
Dust Trak DRX:llä mitattiin hiukkaspitoisuuksia kohteissa 1 ja 2 sekä päivällä että yöllä. Molemmissa kohteissa pitoisuudet olivat korkeampia päivällä (kuvat 10–12). Eri kohteiden välillä ei ollut suuria eroja. Café Snellarin tulokset eivät eronneet kohteista 1 ja 2 (kuva 13). Kaikissa kohteissa pitoisuudeltaan eniten oli isoimpia hiukkasia ( $PM_{10}$ ) ja vähiten pienimpiä hiukkasia ( $PM_1$ ) pitoisuuksien laskiessa mentäessä isoimmasta hiukkaskoosta pienimpään.



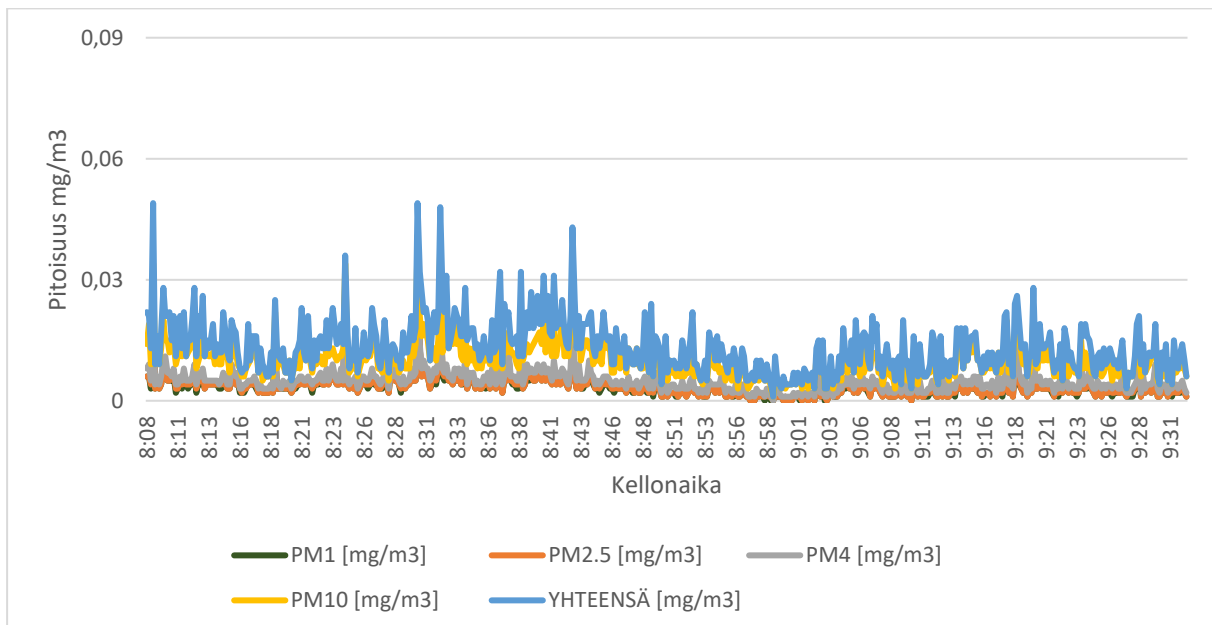
Kuva 10. PM<sub>1</sub>-, PM<sub>2,5</sub>-, PM<sub>4</sub>-, PM<sub>10</sub>- ja kokonaishiukkaspitoisuudet aamulla, päivällä ja ilta-päivällä 18.4.2016 kohteen 1 2. kerroksen etummaisessa osassa, jossa oli tekstiilimatto mitat-tuna Dust Trak DRX:illä.



Kuva 11. PM<sub>1</sub>-, PM<sub>2,5</sub>-, PM<sub>4</sub>-, PM<sub>10</sub>- ja kokonaishiukkaspitoisuudet ilta-päivällä, illalla, yöllä ja aamulla 18.–19.4.2016 kohteen 1 2. kerroksen takimmaisessa osassa, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Dust Trak DRX:illä.

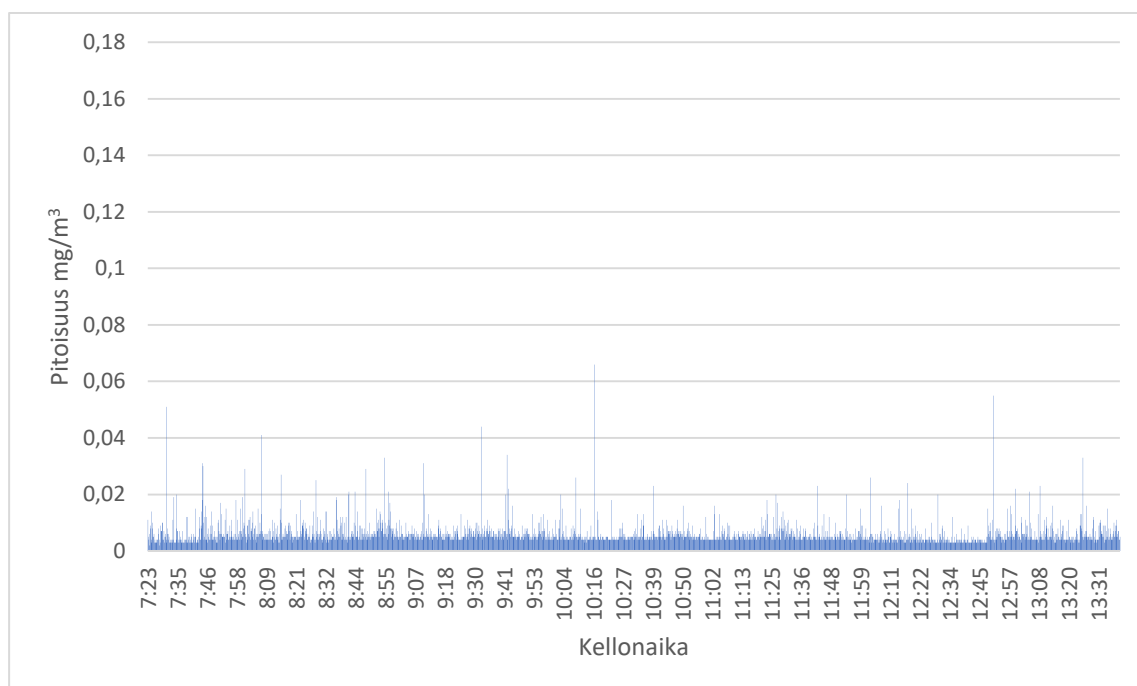


Kuva 12. PM<sub>1</sub>-, PM<sub>2,5</sub>-, PM<sub>4</sub>-, PM<sub>10</sub>- ja kokonaishiukkaspitoisuudet päivällä, iltapäivällä, illalla, yöllä ja aamulla 19.–20.4.2016 kohteen 2 hiljaisella puolella, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Dust Trak DRX:llä.



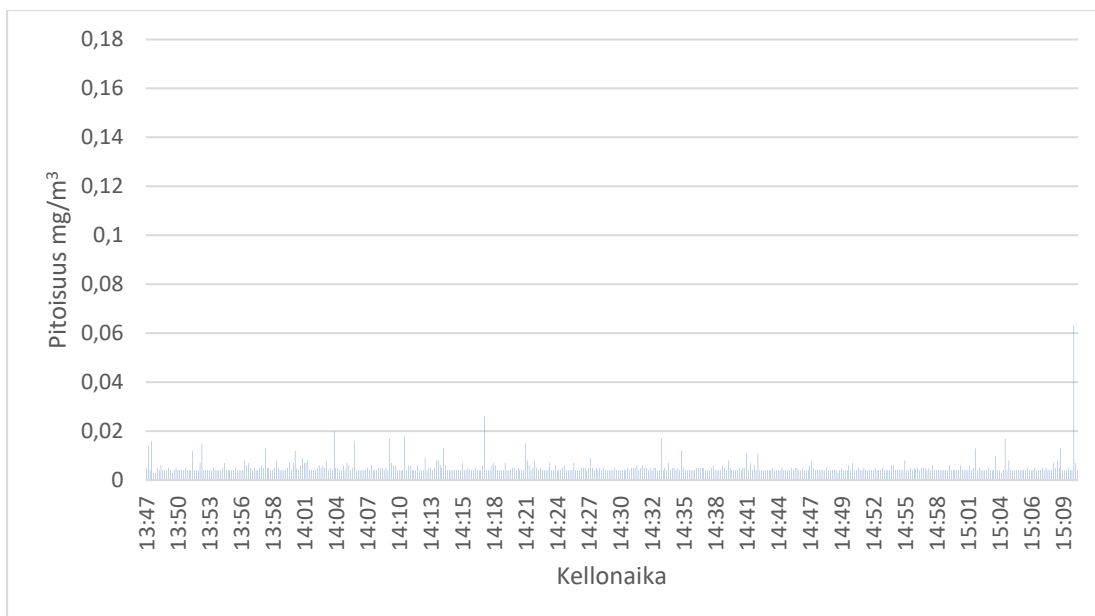
Kuva 13. PM<sub>1</sub>-, PM<sub>2,5</sub>-, PM<sub>4</sub>-, PM<sub>10</sub>- ja kokonaishiukkaspitoisuudet aamulla 13.4.2016 Café Snellarissa, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Dust Trak DRX:llä.

Kohteessa 1 kokonaishiukkaspitoisuudet mitattuna Dust Trakilla olivat hieman korkeammat tekstiilimattotiloissa kuin linoleumilattiatilassa (kuvat 14 ja 15). Yöllä pitoisuudet olivat päivää alhaisemmat tekstiilimattotilassa (kuva 16). Linoleumilattiatilasta ei mitattu hiukkaspitoisuuksia yöllä. Kohteessa 2 kokonaishiukkaspitoisuudet olivat kohteen 1 pitoisuuksia korkeammat päivällä (kuva 17). Myös päivällä esiintyvät kokonaishiukkaspitoisuuksien yksittäiset piikit olivat kohteessa 2 selkeästi kohteen 1 piikkejä korkeammat (kuvat 14 ja 17). Yöllä pitoisuudet olivat samaa luokkaa kohteissa 1 ja 2 (kuvat 16 ja 18). Café Snellarissa pitoisuudet olivat samankaltaisia kuin kohteen 1 tekstiilimattotilassa päivällä (kuva 19).

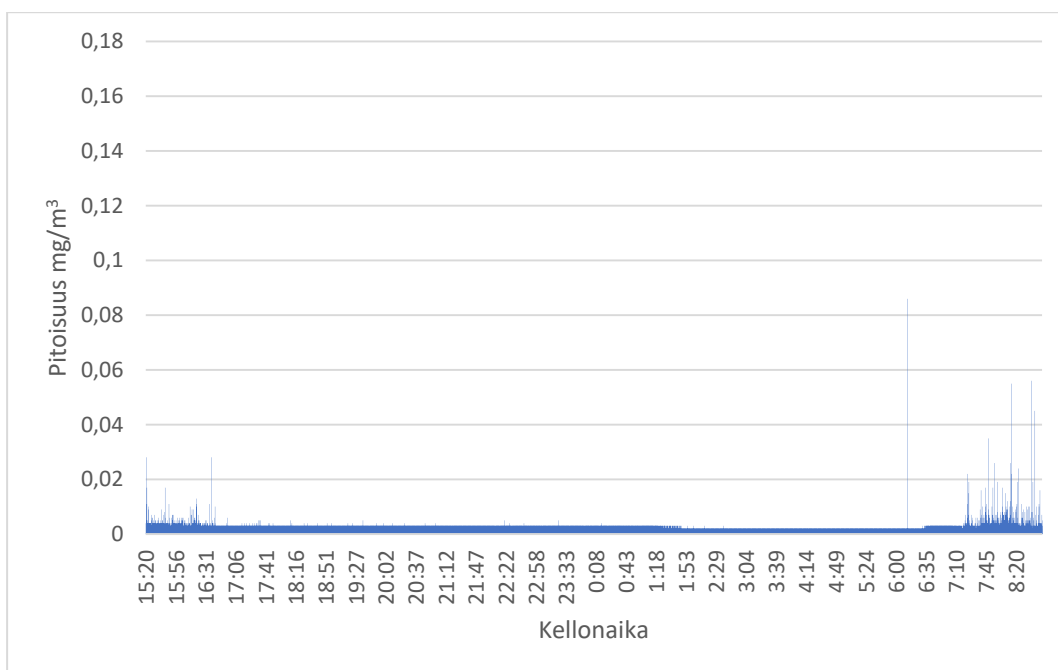


Kuva 14. Kokonaishiukkaspitoisuus aamulla, päivällä ja iltapäivällä 18.4.2016 kohteen 1 2. kerroksen etummaisessa osassa, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Dust Trakilla.

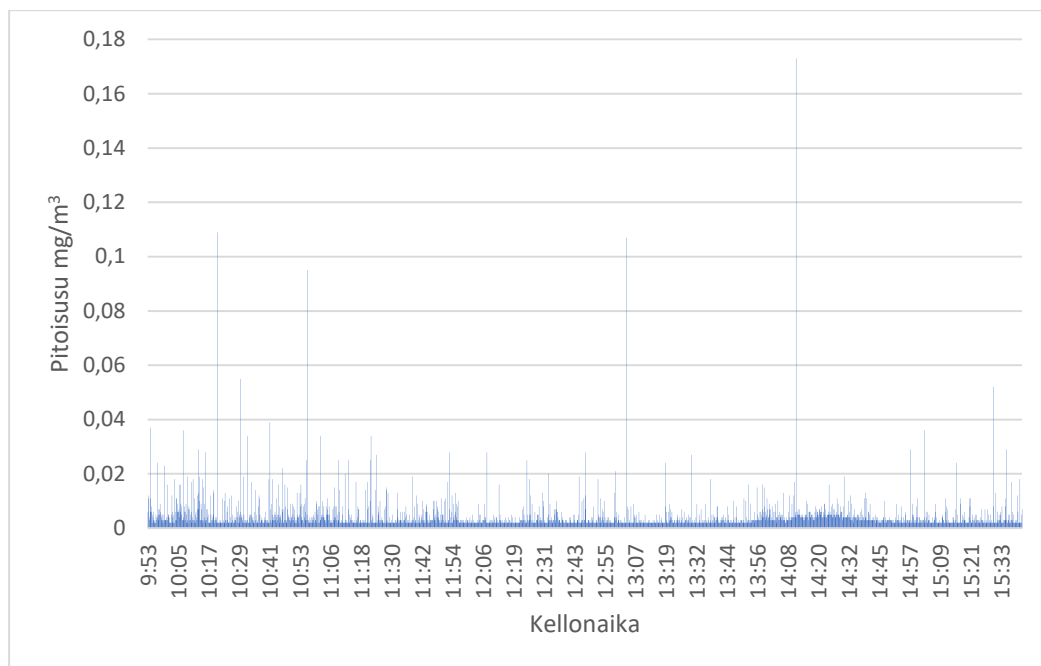




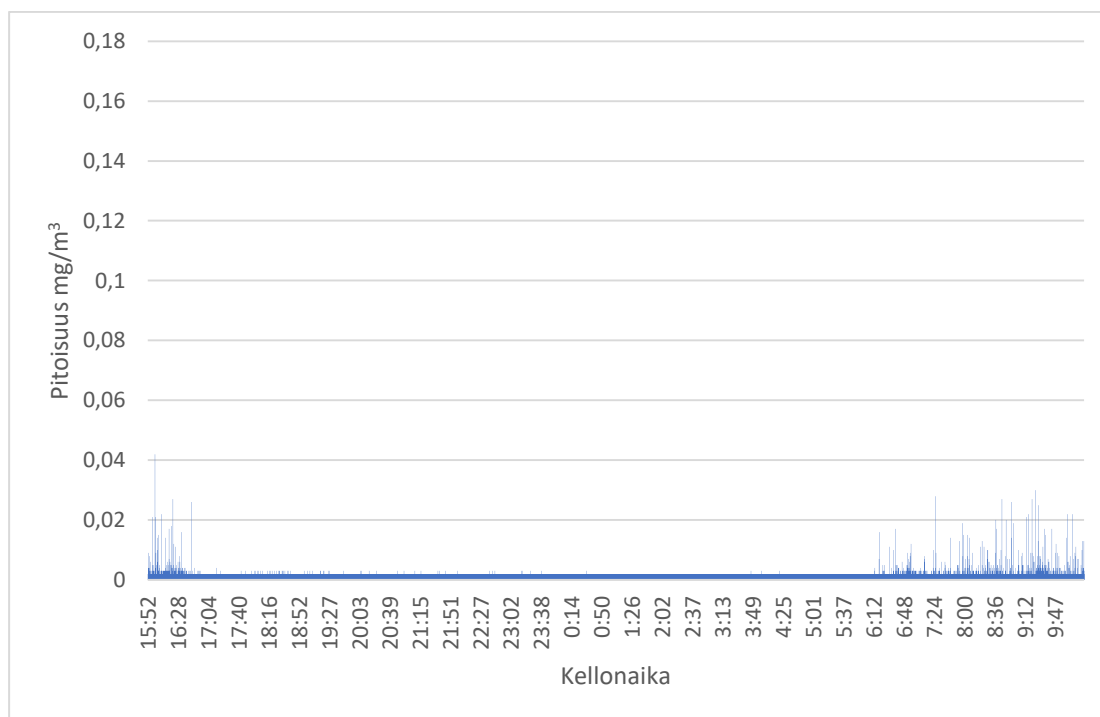
Kuva 15. Kokonaishiukkaspitoisuus iltapäivällä 18.4.2016 kohteen 1 4. kerroksessa, jossa oli linoleumilattia mitattuna Dust Trakilla.



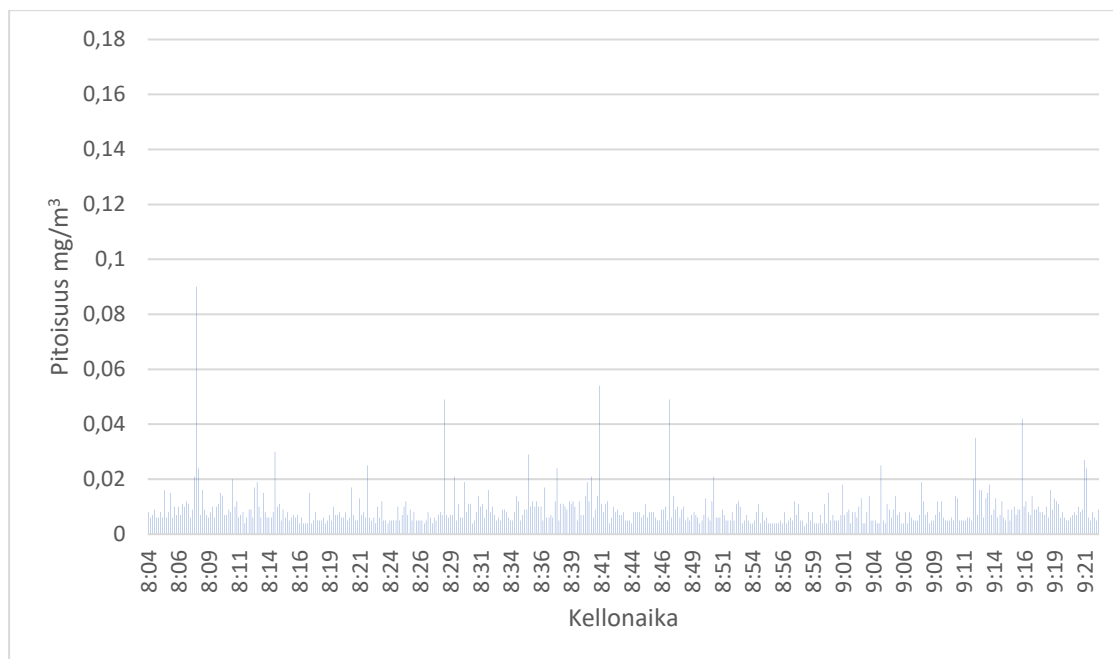
Kuva 16. Kokonaishiukkaspitoisuus iltapäivällä, illalla, yöllä ja aamulla 18.–19.4.2016 kohteen 1 2. kerroksen takimmaisessa osassa, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Dust Trakilla.



Kuva 17. Kokonaishiukkaspitoisuus aamulla, päivällä ja iltapäivällä 19.4.2016 kohteen 2 normaalilla puolella, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Dust Trakilla.



Kuva 18. Kokonaishiukkaspitoisuus iltapäivällä, illalla, yöllä ja aamulla 19.–20.4.2016 kohteen 2 hiljaisella puolella, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Dust Trakilla.



Kuva 19. Kokonaishiukkaspitoisuus aamulla 13.4.2016 Café Snellarissa, jossa oli tekstiilimatto mitattuna Dust Trakilla.

### 5.3 SISÄILMASTOKYSELYT

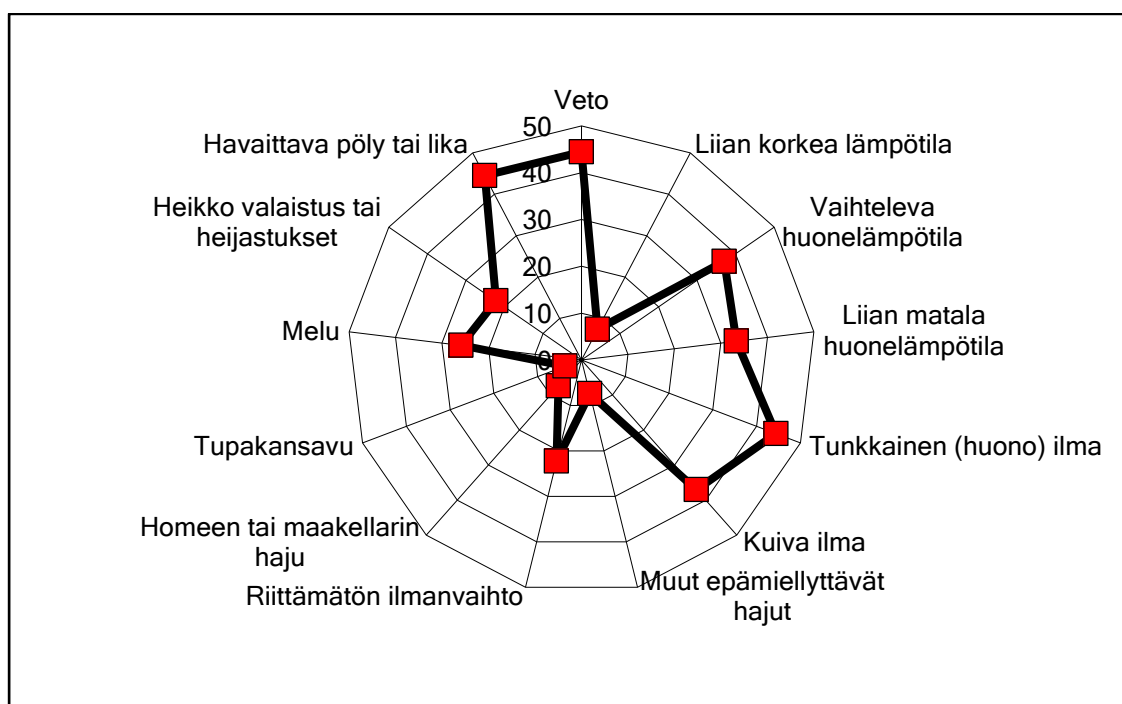
Sisäilmastokyselyiden kohdalla kohteen 1 tekstiilimattotiloissa ja linoleumitiloissa sekä kohteessa 2 työskennelleet ihmiset käsiteltiin omina ryhminään. Lisäksi siivoojat käsiteltiin omana ryhmänään, mutta heidän pienestä lukumäärästään johtuen ryhmän tuloksista ei voitu vetää johtopäätöksiä eikä tuloksia täten esitetty. Sisäilmastokyselyssä kerättiin taustatietoina astma- ja allergiahistoria (taulukko 11). Taulukossa on mukana myös vertailuaineiston arvot, joiden pohjana on käytetty Terveyskirjaston ja Allergia-, Iho- ja Astmaliiton internetsivuilta saatuja tietoja (Hannuksela-Svahn 2015, Allergia-, Iho- ja Astmaliitto 2018, Salomaa 2018). Kohteen 1 tekstiilimatto- ja linoleumitiloissa sekä kohteen 2 tekstiilimattotiloissa työskennelleille henkilöille tehdyn sisäilmastokyselyiden tulokset on koottu kuviin 20–28. Niissä on eritelty työympäristöstä tehdyt havainnot (kuvat 20–22), nykyiset työhön liittyvät oireet (kuvat 23–25) ja kaikki nykyiset oireet, joihin kuuluivat työperäisten oireiden lisäksi oireet, joiden liittymisestä työhön vastaajat eivät ottaneet kantaa (kuvat 26–28). Vastaajien havainnot työympäristöstä, nykyiset työhön liittyvät oireet ja kaikki nykyiset oireet kohteen 1 tekstiilimattotiloissa ja linoleumitiloissa ja kohteessa 2 on ilmoitettu prosentiosuuksina taulukoissa 12–14. Niissä on käytetty vertailuaineistona Reijulan ja Sundman-Digertin (2004) laajaa toimistotyöntekijöiden kyselytutkimusta (n=11 154). Vertailuaineistoa korkeammat arvot on merkitty taulukoissa punaisella.

Taulukko 11. Astman, heinänuhan ja allergisen ihottuman esiintyvyys tutkimuskohteissa sekä vertailuaineistona yleinen esiintyvyys suomalaisella väestöllä.

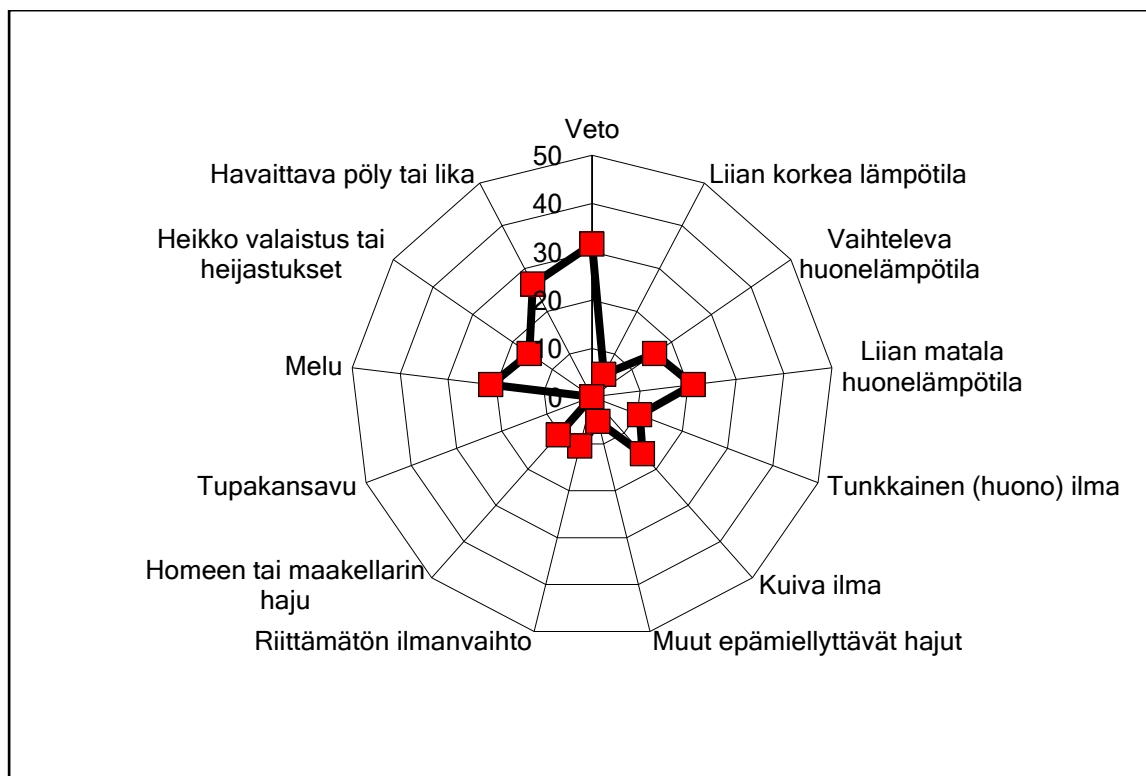
Sairaus	Kohde 1, tekstiilimatto (n=26)	Kohde 1, linoleumi (n=20)	Kohde 2, tekstiilimatto (n=45)	Yleisyys väestössä
Astma	15 %	11 %	16 %	7–10 %
Heinänuha tai muu allerginen nuha	59 %	21 %	33 %	20–30 %
Allerginen ihottuma	19 %	5 %	13 %	15–30 %*

\*atooppinen ihottuma

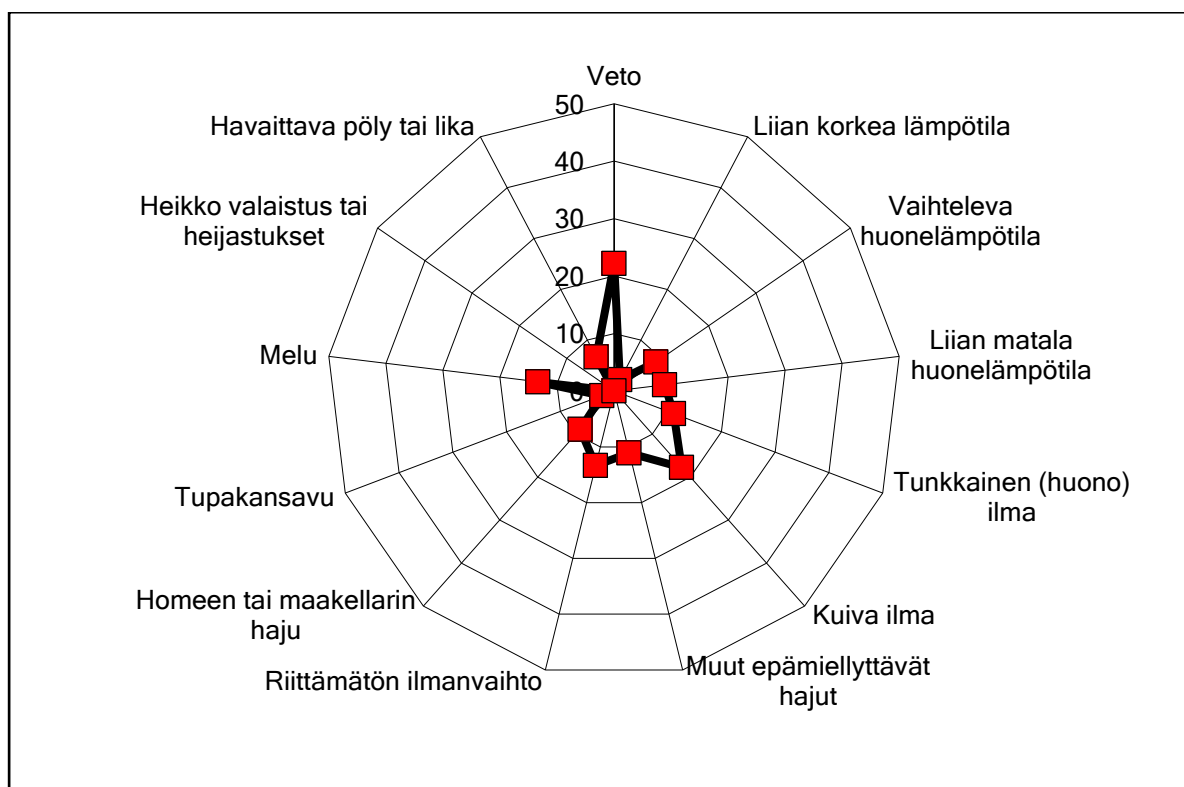
Luvut ovat poikkeavan korkeat astman osalta kaikissa kohteissa ja heinänuhan osalta kohteen 1 tekstiilimattotiloissa ja kohteessa 2 (taulukko 11). Allergista ihottumaa ei esiintynyt enempää kuin yleisesti väestössä missään tilassa ja kohteessa. Eniten kaikkia tutkittuja sairauksia esiintyi kohteen 1 tekstiilimattotiloissa. Lähes kaikilla niillä vastaajilla, joilla esiintyi edellä mainittuja sairauksia, oli niitä jo ennen tutkituissa kohteissa työskentelyn aloittamista.



Kuva 20. Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa työskentelevien henkilöiden havainnot työympäristöstä joka viikko haitanneista ympäristötekijöistä prosentteina 18.–19.4.2016. (n=26)



Kuva 21. Kohteeseen 1 linoleumilattiatiiloissa työskentelevien henkilöiden havainnot työympäristöä joka viikko haitanneista ympäristökijöistä prosentteina 18.–19.4.2016. (n=20)

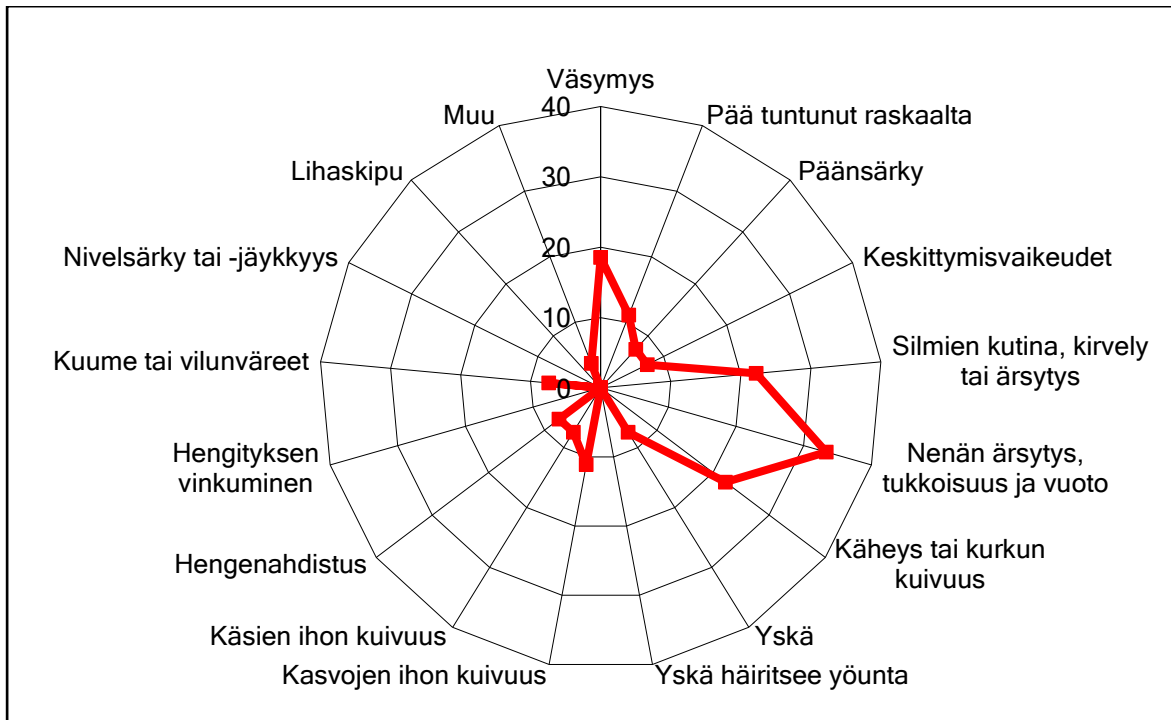


Kuva 22. Kohteessa 2 työskentelevien henkilöiden havainnot työympäristöä joka viikko haitanneista ympäristökijöistä prosentteina 19.–20.4.2016. (n=45)

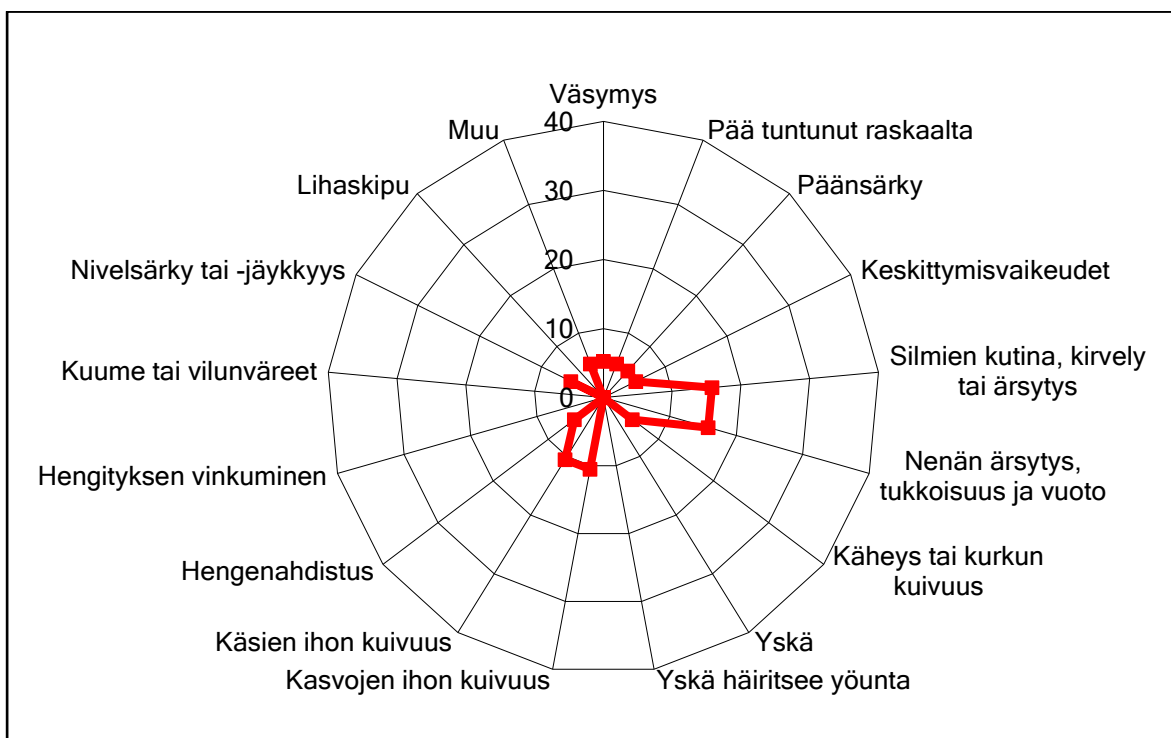
Taulukko 12. Havainnot työympäristöä joka viikko haitanneista ympäristötekijöistä kohteen 1 tekstiilimattotiloissa ja linoleumilattiatiloissa, kohteessa 2 ja vertailuaineiston arvot.

Havainnot	Kohde 1, tekstiilimatto	Kohde 1, linoleumi	Kohde 2, tekstiilimatto	Vertailuaineisto
Veto	44 %	32 %	22 %	22 %
Liian korkea lämpötila	7 %	5 %	2 %	17 %
Vaihteleva huonelämpötila	37 %	16 %	9 %	16 %
Liian matala huonelämpötila	33 %	21 %	9 %	13 %
Tunkkainen (huono) ilma	44 %	11 %	11 %	34 %
Kuiva ilma	37 %	16 %	18 %	35 %
Riittämätön ilmanvaihto	22 %	11 %	13 %	-
Homeen tai maakellarin haju	7 %	11 %	9 %	-
Muut epämiellyttävät hajut	7 %	5 %	11 %	17 %
Tupakansavu	4 %	0 %	2 %	4 %
Melu	26 %	21 %	13 %	17 %
Heikko valaistus tai heijastukset	22 %	16 %	0 %	14 %
Havaittava pöly tai lika	44 %	26 %	7 %	25 %

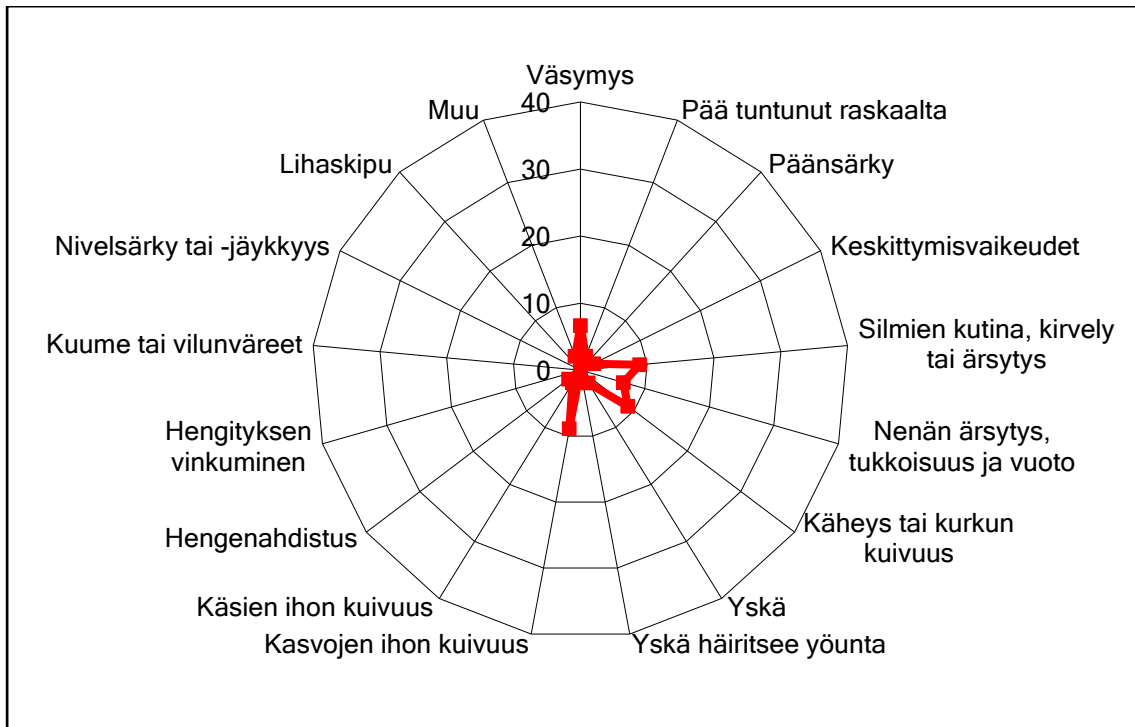
Työympäristön aiheuttamia haittoja esiintyi kohteen 1 tekstiilimattotiloissa vertailuaineistoa enemmän vedon, vaihtelevan huonelämpötilan, liian matalan huonelämpötilan, tunkkaisen ilman, kuivan ilman, melun, heikon valaistuksen tai heijastuksien ja havaittavan pölyn tai lian osalta (taulukko 12). Kohteen 1 linoleumilattiatiloissa vertailuaineiston arvot ylittyivät vedon, liian matalan huonelämpötilan, melun, heikon valaistuksen tai heijastuksien ja havaittavan pölyn tai lian osalta. Kohteen 2 arvot eivät ylittäneet vertailuaineiston arvoja.



Kuva 23. Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa työskentelevien henkilöiden nykyiset joka viikko esiintyneet työhön liittyvät oireet prosentteina 18.–19.4.2016. (n=26)



Kuva 24. Kohteen 1 linoleumilattiatiloissa työskentelevien henkilöiden nykyiset joka viikko esiintyneet työhön liittyvät oireet prosentteina 18.–19.4.2016. (n=20)



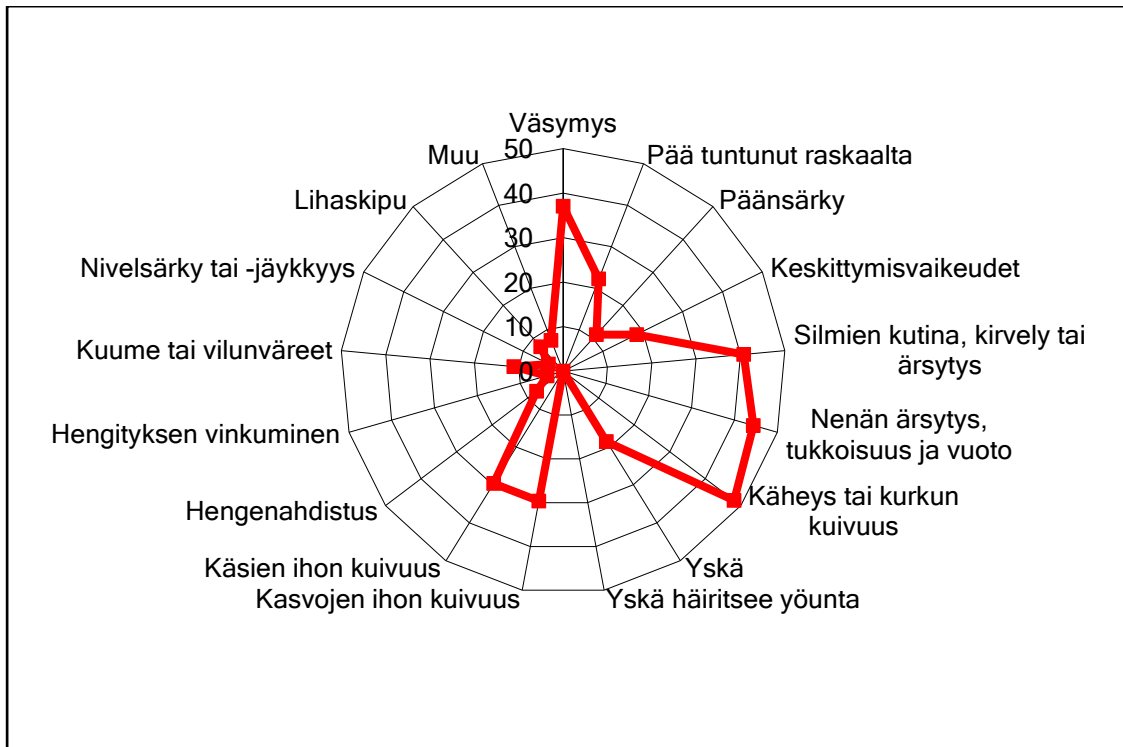
Kuva 25. Kohteessa 2 työskentelevien henkilöiden nykyiset joka viikko esiintyneet työhön liittyvät oireet prosentteina 19.–20.4.2016. (n=45)



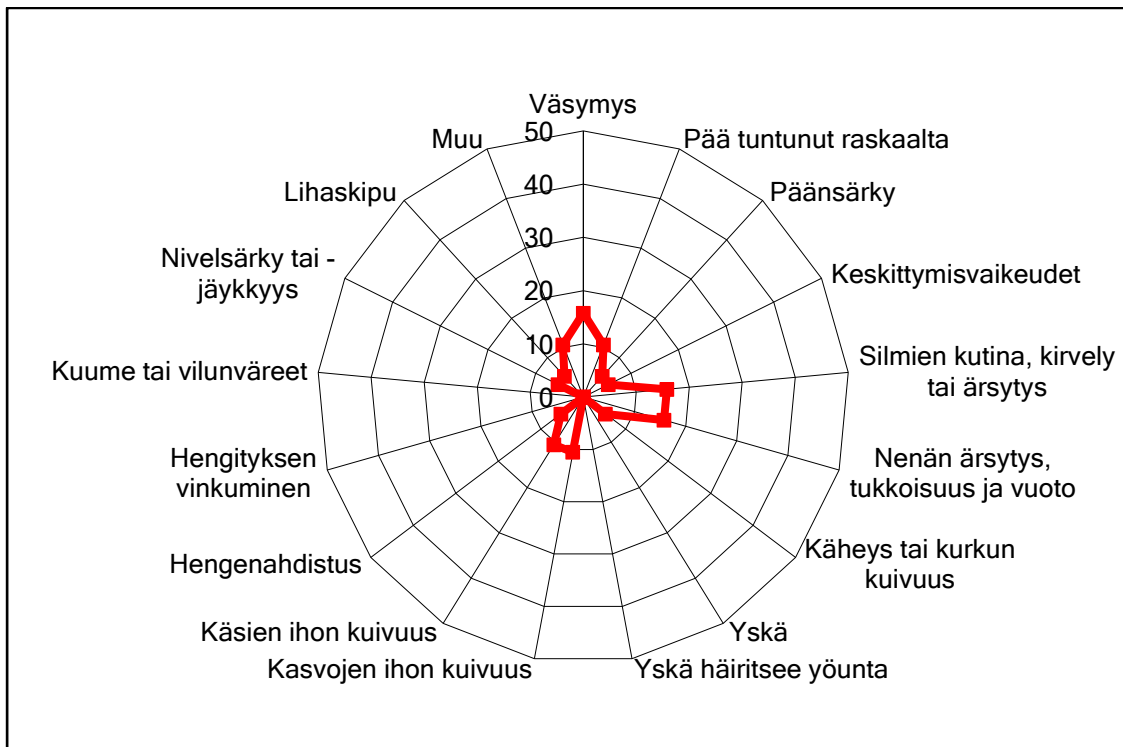
Taulukko 13. Nykyiset joka viikko esiintyneet työhön liittyvät oireet prosentteina kohteen 1 tekstiilimattotiloissa ja linoleumilattiatiloissa, kohteessa 2 ja vertailuaineiston arvot.

Oireet	Kohde 1, tekstiilimatto	Kohde 1, linoleumi	Kohde 2, tekstiilimatto	Vertailuaineisto (tupakoimattomat/tupakoivat)
Väsytys	19 %	5 %	7 %	16 % / 19 %
Pää tuntunut raskaalta	11 %	5 %	2 %	9 % / 12 %
Päänsärky	7 %	5 %	0 %	6% / 7 %
Keskittymisvaikeudet	7 %	5 %	2 %	3 % / 3%
Silmien kutina, kirvely tai ärsytys	22 %	16 %	9 %	16 % / 19%
Nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto	33 %	16 %	7 %	19 % / 21 %
Käheys tai kurkun kuivuus	22 %	5 %	9 %	14 % / 15%
Yskä	7 %	0 %	2 %	5 % / 6%
Yskä häiritsee yöunta	0 %	0 %	0 %	-
Kasvojen ihon kuivuus	11 %	11 %	9 %	10 % / 13%
Käsien ihon kuivuus	7 %	11%	2 %	15 % / 18%
Hengenahdistus	7 %	5 %	2 %	-
Hengityksen vinkuminen	0 %	0 %	0 %	-
Kuume tai vilunväreet	7 %	0 %	0 %	-
Nivelsärky tai -jäykkyys	0 %	5 %	0 %	-
Lihaskipu	0 %	0 %	0 %	-
Muu	4 %	5 %	2 %	-

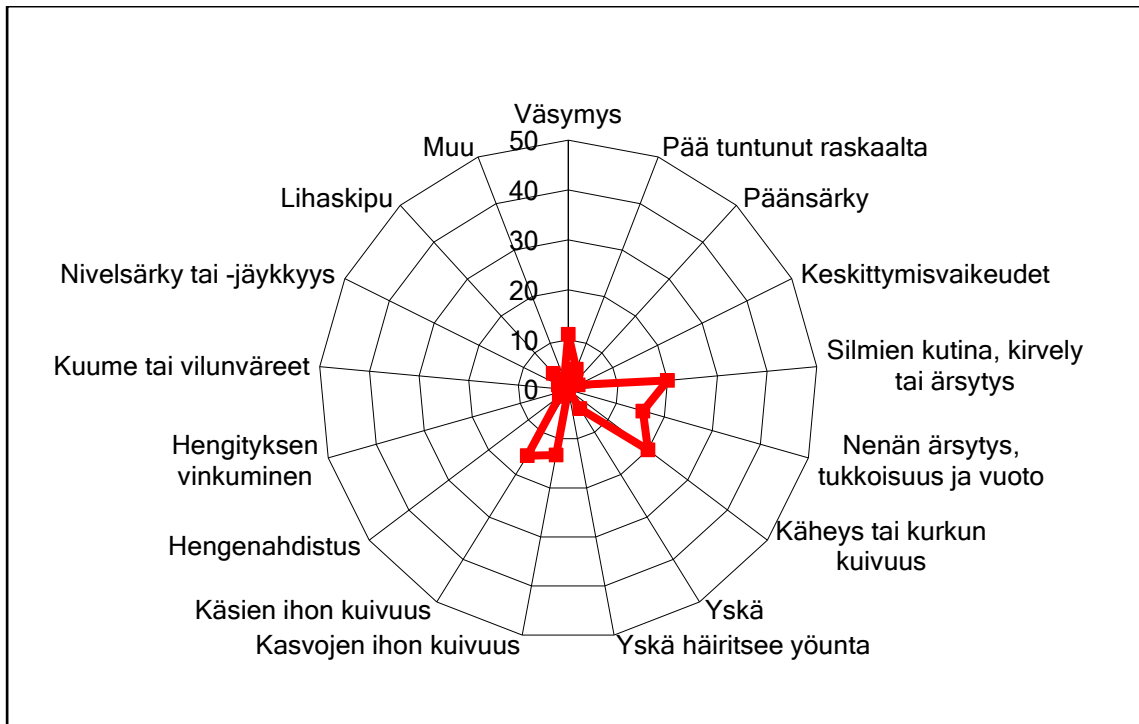
Taulukossa 13 on esitetty vertailuaineistona erikseen prosenttiluvut tupakoimattomille ja tupakoiville henkilöille. Kohteiden 1 ja 2 kohdalla luvut merkittiin vertailuaineistoa korkeammaksi, mikäli ne ylittivät jommankumman, tupakoimattomien tai tupakoivien, arvot. Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa nykyisiä joka viikko esiintyneitä työhön liittyviä oireita, jotka ylittivät vertailuaineiston arvot, olivat väsymys, pään tuntuminen raskaalta, päänsärky, keskittymisvaikeudet, silmien kutina, kirvely tai ärsytys, nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto, käheys tai kurkun kuivuus, yskä ja kasvojen ihon kuivuus (taulukko 13). Kohteen 1 linoleumilattiatiloissa vain keskittymisvaikeudet ja kasvojen ihon kuivuus ylittivät vertailuaineiston arvot. Kohteessa 2 vertailuaineiston arvot eivät ylittyneet.



Kuva 26. Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa työskentelevien henkilöiden nykyiset oireet (työperäiset ja ne, joiden työperäisyyteen vastaajat eivät ottaneet kantaa) prosentteina 18.–19.4.2016. (n=26)



Kuva 27. Kohteen 1 linoleumilattiatiloissa työskentelevien henkilöiden nykyiset oireet (työperäiset ja ne, joiden työperäisyyteen vastaajat eivät ottaneet kantaa) prosentteina 18.–19.4.2016. (n=20)



Kuva 28. Kohteessa 2 työskentelevien henkilöiden nykyiset oireet (työperäiset ja ne, joiden työperäisyyteen vastaajat eivät ottaneet kantaa) prosentteina 19.–20.4.2016. (n=45)

Taulukko 14. Nykyiset oireet (työperäiset ja ne, joiden työperäisyyteen vastaajat eivät ottaneet kantaa) kohteen 1 tekstiilimattotiloissa ja linoleumilattiatiloissa, kohteessa 2 ja vertailuaineiston arvot.

Oireet	Kohde 1, tekstiilimatto	Kohde 1, linoleumi	Kohde 2, tekstiilimatto	Vertailuaineisto
Väsymys	37 %	16 %	11 %	16 %
Pää tuntunut raskaalta	22 %	11 %	4 %	9 %
Päänsärky	11 %	5 %	2 %	7 %
Keskittymisvaikeudet	19 %	5 %	2 %	3 %
Silmien kutina, kirvely tai ärsytys	41 %	16 %	20 %	17 %
Nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto	44 %	16 %	16 %	20 %
Käheys tai kurkun kuivuus	48 %	5 %	20 %	14 %
Yskä	19 %	0 %	4 %	5 %
Yskä häiritsee yöunta	0 %	0 %	0 %	-
Kasvojen ihon kuivuus	30 %	11 %	13 %	11 %
Käsien ihon kuivuus	30 %	11 %	16 %	15 %
Hengenahdistus	7 %	5 %	2 %	-
Hengityksen vinkuminen	4 %	0 %	0 %	-
Kuume tai vilunväreet	11 %	0 %	0 %	-
Nivelsärky tai -jäykkyys	4 %	5 %	2 %	-
Lihaskipu	7 %	5 %	4 %	-
Muu	7 %	11 %	2 %	-

Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa kaikki nykyiset oireet, joihin kuuluivat työperäisten oireiden lisäksi oireet, joiden työperäisyyteen vastaajat eivät ottaneet kantaa, ja jotka esiintyivät myös vertailuaineistossa, ylittivät vertailuaineiston arvot. Ne olivat väsymys, pään tuntuminen raskaalta, päänsärky, keskittymisvaikeudet, silmien kutina, kirvely tai ärsytys, nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto, käheys tai kurkun kuivuus, yskä, kasvojen ihon kuivuus ja käsien ihon kuivuus (taulukko 14). Kohteen 1 linoleumilattiatiloissa vertailuaineiston ylittivät pään tuntuminen raskaalta ja keskittymisvaikeudet ja kohteessa 2 silmien kutina, kirvely tai ärsytys, käheys tai kurkun kuivuus, kasvojen ihon kuivuus ja käsien ihon kuivuus.

## 5.4 HAASTETTELUJEN TULOKSET

Kohteessa 1 siivotaan 7,5 tuntia päivässä 5 päivänä viikossa. Siellä on tekstiilimattotiloja 440 m<sup>2</sup>. Siellä käytetään ulkokenkiä kaikissa tiloissa. Tekstiilimatot imuroidaan ja kovat pinnat mopataan. Käytössä on Jontecin tuotteita. Imuri on Nilfisk VP300 HEPA, jossa on ainakin yksi iso HEPA-suodatin. Tekstiilimatot imuroidaan viitenä kertana viikossa 60 minuutin ajan eli siihen kuluu yhteensä 5 tuntia viikossa. Perussiivous tehdään kerran vuodessa. Tilojen perussiivousta ei tehty mittausjaksolla. Tekstiilimattojen siivous vie enemmän aikaa ja ne ovat raskaampia siivota kuin kovat pinnat. Ruoka-, juoma- ja kuratahrat jäävät tekstiilimattoihin kiinni ja niitä on hankala puhdistaa. Tällöin tekstiilimatot myös näyttävät huonoilta. Siivooja koki, että koko rakennuksessa esiintyy huonoon sisäilman laatuun liittyviä oireita (yskä, nenän tukkoisuus, kuiva kurkku, päänsärky, nenäverenvuoto ja kipeät nenän limakalvot), mutta tekstiilimattotilat tuntuivat kuitenkin paremmilta kuin linoleumilattiatilat. Siivooja koki tekstiilimattotiloissa olevan todella hyvä ilmanvaihto ja sopiva lämpötila. Linoleumilattiatiloissa ilmanvaihtoa voisi hänen mielestään parantaa.

Kohteessa 2 siivotaan 3,5 tuntia päivässä 5 kertaa viikossa. Siellä on tekstiilimattotiloja 850 m<sup>2</sup>. Tekstiilimatot imuroidaan ja kosteat pinnat pyyhitään. Käytössä on Kiillon tuotteita. Imuri on Cleanserv VU4 ja siinä on todennäköisesti 2 HEPA-suodatinta. Imurointiin kuluu aikaa 1,5 tuntia päivässä viitenä kertana viikossa eli yhteensä 7,5 tuntia viikossa. Toimistot imuroidaan kerran, keittiö 2 kertaa viikossa ja neuvottelutilat päivittäin, mikäli niitä on käytetty. Perussiivous tehdään kerran vuodessa. Perussiivousta ei tehty mittausjaksolla. Tekstiilimatot vievät enemmän aikaa ja ovat raskaampia siivota kuin kovat pinnat. Kahvia juodaan vain keittiössä ja työntekijät ovat tarkkoja, jolloin myös tahroja on tullut vain vähän. Tekstiilimattotiloissa ollaan sisäkengillä, mikä saattaa ehkäistä myös tahrojen syntymistä. Tekstiilimattojen ei koettu aiheuttavan oireilua.

## 5.5 ILMANVAIHTO, LÄMPÖTILA JA ILMAN SUHTEELLINEN KOSTEUS

Kohteessa 1 ilmanvaihtokanavat sijaitsivat ikkunoiden ja käytävän välillä. Poistoilmakanavat taas sijaitsivat katossa ikkunoiden lähellä. Ilmansuodattimet vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa. Tuloilman tilavuusvirtaa ei selvitetty. Arkisin ilmanvaihto on täydellä teholla klo 1–2 ja 5–19. Viikonloppuisin ilmanvaihdolle suoritetaan tunnin huuhtelu. Kohteessa 2 ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmakanavien sijaintia ei selvitetty. Ilmanvaihto on päällä arkisin klo 3–4, 6–17 ja 23–24. Viikonloppuisin ilmanvaihto on pois päältä. Café Snellarin ilmanvaihtoa ei selvitetty.

Kohteessa 1 sisälämpötila oli 23,1–23,7 °C, kohteessa 2 22,2–22,7 °C ja Café Snellarissa 22,3 °C. Ilman suhteellinen kosteus oli kohteessa 1 25,6–28,3 %, kohteessa 2 26,7–27,9 % ja Café Snellarissa 19,4 %. Lämpötilat olivat hyvin samankaltaisia, mutta ilmankosteudessa oli hieman eroja, joka selittyy mittauspäivän sääolosuhteilla. Mittaukset tehtiin keväällä jolloin ilman suhteellinen kosteus on melko alhainen. Kohteiden 1 ja 2 ilmankosteudet olivat lähellä toisiaan, mutta Café Snellarin ilmankosteus oli selvästi niitä alempi.

## 6. TULOSTEN TARKASTELU

### 6.1 VOC-NÄYTTEET

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuudet eivät ylittyneet niille asetettuja viitearvoja tai toimenpiderajoja (TVOC viitearvo  $250 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , TVOC toimenpideraja  $400 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , yksittäisten yhdisteiden toimenpideraja  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) missään kohteessa (taulukot 7–9) (TTL 2012, STM 2015). Myöskään TXIB:n (2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyraatti), 2EH:n (2-etyyli-1-heksanoli), naftaleenin ja styreenin pitoisuudet eivät ylittäneet toimenpiderajoja, jotka olivat  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  kolmelle ensimmäiselle yhdisteelle ja  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$  viimeiselle yhdisteelle (STM 2015). Normaalkäytön aikana pitoisuudet olivat hieman matalammat kuin imuroinnin aikana. Alhaisimmat pitoisuudet mitattiin silloin, kun ei imuroitu ja korkeimmat imuroitaessa kohteissa 1 ja 2 sekä Café Snellarissa. Suurimmat TVOC-pitoisuudet mitattiin kohteen 1 tekstiilipinnoite-tiloissa. Kohteen 1 linoleumilattiatilojen mitatut pitoisuudet olivat myös keskimäärin suuremmat kuin kohteen 2 ja Café Snellarin tekstiilimattotiloissa mitatut pitoisuudet.

Kohteessa 1 mitatut TVOC-pitoisuudet olivat  $34\text{--}115 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (taulukko 7). Korkeimpia yksittäisiä yhdisteitä olivat dekametyylisyklopentasiloksaani (D5) ( $7,5\text{--}37,0 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), 1,3-/1,4-diklooribentseeni ( $0\text{--}13,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja heksametyylisyklotrisiloksaani ( $0,7\text{--}9,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Tekstiilimattotiloissa korkeimmat pitoisuudet mitatuista yhdisteistä olivat dekametyylisyklopentasiloksaanilla, 1,3-/1,4-diklooribentseenillä, heksametyylisyklotrisiloksaanilla ja bentsoehapolla. Linoleumilattiatiloissa korkeimmat pitoisuudet olivat dekametyylisyklopentasiloksaanilla, 2-(2-etoksietoksi)etanolilla, alfa-pineenilla ja D-limoneenilla. Kohteessa 2 TVOC-pitoisuudet olivat  $20\text{--}63 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (taulukko 8). Korkeimpia yksittäisiä yhdisteitä olivat 1-metoksi-2-propanoli ( $0\text{--}23,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), dekametyylisyklopentasiloksaani ( $1,9\text{--}19,2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), nonanaali ( $2,3\text{--}7,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja dekanaali ( $2,2\text{--}7,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Normaali puolella eli tiloissa, jotka olivat normaalissa toimistokäytössä (normaali puhe avotoimistotiloissa) eniten oli 1-metoksi-2-propanolia, dekametyylisyklopentasiloksaania, nonanaalia, dekanaalia ja D-limoneenia. Hiljaisella puolella eli tiloissa, joissa oli pieniä suljettuja tiloja eikä pidetty ääniä, korkeimmat pitoisuudet olivat dekametyylisyklopentasiloksaanilla, dietoksimetaanilla, dekanaalilla, nonanaalilla ja alfa-pineenilla. Café Snellarissa TVOC-pitoisuudet olivat  $49\text{--}75 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (taulukko 9). Korkeimpia yksittäisiä yhdisteitä olivat dekametyylisyklopentasiloksaani ( $17,8\text{--}31,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), nonanaali ( $3,0\text{--}6,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ), dekanaali ( $2,6\text{--}5,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja styreeni ( $2,4\text{--}4,3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Kohteissa esiintyneet dekametyylisyklopentasiloksaani (D5) ja limoneeni liittyvät luultavasti tilojen käyttäjistä ja toiminnoista emittoituviin yhdisteisiin (Sage Journals 2017, PubChem

2019A, PubChem 2019B). Niiden esiintyvyys selittyy todennäköisesti sillä, että tiloissa työskenteli ihmisiä. Alhaisten VOC-pitoisuuksien perusteella voidaan päätellä, etteivät tekstiilimatot aiheuta VOC-päästöjä. Tulosten pohjalta voidaan todeta, etteivät VOC-pitoisuudet ole huolestuttavan korkeita missään rakennuksessa ja tiloissa eivätkä ne ole syynä sisäilmaongelmiin.

## 6.2 HIUKKASNÄYTTEET

Hiukkaspitoisuudet eivät olleet korkeita. Hiukkaspitoisuudet olivat alhaiset IOM-keräimillä mitattuna. Hiukkasten kokonaisleijuman ohjearvo on  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  vuosikeskiarvona mitattuna (Ympäristöhallinto 2019B). Kohteiden näytteet alittavat sen reippaasti (taulukko 10). Kohteen 1 hiukkaspitoisuudet olivat  $16\text{--}32 \mu\text{g}/\text{m}^3$  eikä tekstiilimatto- ja linoleumilattiatilojen välillä ollut suuria eroja. Kohteen 2 hiukkaspitoisuudet olivat  $4\text{--}36 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Näytteiden välillä ei ollut suurta vaihtelua. Sen sijaan Café Snellarissa imuroinnin aikana kerätyistä vertailunäytteistä yksi ylitti ohjearvon selvästi ( $286 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Sisäilman  $\text{PM}_{2,5}$ -pitoisuus 24 tunnin mittauksen aikana saa olla korkeintaan  $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ja  $\text{PM}_{10}$ -pitoisuus  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  (STM 2015). Raja-arvot eivät ylittyneet (kuvat 10–13). Tarkastellessa kaikkien hiukkaskokojen pitoisuuksia huomattiin, että kohteissa 1 ja 2 ja Café Snellarissa oli pitoisuudeltaan eniten isoimpia hiukkasia ( $\text{PM}_{10}$ ) ja vähiten pienimpiä hiukkasia ( $\text{PM}_1$ ) pitoisuuksien laskiessa mentäessä isoimmasta hiukkaskoosta pienimpään (kuvat 10–13). Kohteiden 1 ja 2 tulokset eivät eronneet suuresti toisistaan eivätkä Café Snellarin tuloksista. Molemmissa kohteissa hiukkaspitoisuudet olivat korkeampia päivällä kuin yöllä. Tämä johtui todennäköisesti siitä, että tilat eivät olleet käytössä yön aikana. Eroa kohteen 1 tekstiilimatto- ja linoleumitilojen välillä ei tiedetä, koska linoleumitiloista ei kerätty eroteltuja hiukkaskokoja vaan pelkästään kokonaishiukkaspitoisuus.

Hiukkasista selvästi eniten oli halkaisijaltaan alle  $0,3 \mu\text{m}$  kokoisia pienhiukkasia kaikissa tutkituissa kohteissa (kuvat 5–9). Vähiten oli puolestaan halkaisijaltaan  $8,0\text{--}10,0 \mu\text{m}$ :n kokoisia hiukkasia. Mentäessä pienimmästä hiukkaskoosta isompaan hiukkasmäärät laskivat. Kohteessa 1 oli lukumäärältään selvästi enemmän hiukkasia kuin kohteessa 2 ja Café Snellarissa. Kohteessa 2 oli ainoastaan yksi korkea lukema klo 19 jälkeen illalla. Se on saattanut johtua esimerkiksi häiriöstä ilmastoinnissa tai jos mittausslaitteen vierestä on kuljettu. Kohteessa 1 hiukkasia oli enemmän päivällä kuin yöllä (kuvat 5 ja 6), mutta kohteessa 2 tilanne oli päinvastoin (kuvat 7 ja 8). Syytä kohteen 2 yöllä mitatulle suuremmalle hiukkaslukumäärälle ei keksitty. Kohteessa 1 hiukkasmäärien erot päivän ja yön välillä olivat suuret, mutta kohteessa 2 vuorokauden



ajalla ei ollut suurta merkitystä. Eroa kohteen 1 tekstiilimatto- ja linoleumitilojen välillä ei tiedetä, koska linoleumitiloissa ei mitattu hiukkasten kappalemääriä. Kohteen 2 ja Café Snellarin hiukkasmäärät olivat melko lähellä toisiaan. Kohteen 1 suuri hiukkasmäärä saattaa johtua siitä, että sen tekstiilimatoissa oli enemmän hiukkasia, koska tiloihin tuodaan kenkien mukana enemmän likaa ja pölyä kuin kohteessa 2. Toisaalta Café Snellarissa oleskellaan paljon ulkokengissä ja silti sen hiukkasmäärät olivat kohdetta 1 alhaisemmat.

Kohteen 1 kokonaishiukkaspitoisuudet olivat hieman korkeammat tekstiilimattotiloissa kuin linoleumilattiatilassa (kuvat 14 ja 15). Tämä voi viitata siihen, että tekstiilimatot keräävät jonkin verran pölyä ja vapauttavat sitä ympäristöönsä. Yöllä kokonaishiukkaspitoisuus oli alhaisempi kuin päivällä kohteen 1 tekstiilimattotilassa (kuva 16). Tämä selittyy todennäköisesti sillä, että tilat eivät olleet käytössä yön aikana, jolloin lika ja pöly eivät liikkuneet liikehdinnän seurauksena. Linoleumilattiatilasta ei mitattu kokonaishiukkaspitoisuuksia yöllä. Kohteessa 2 kokonaishiukkaspitoisuudet olivat kohteen 1 pitoisuuksia korkeammat päivällä (kuvat 14 ja 17). Yöllä pitoisuudet olivat samaa luokkaa kohteissa 1 ja 2 (kuvat 16 ja 18). Kohteessa 2 normaalilla puolella mitattiin hieman korkeampia hiukkaspitoisuuksia kuin hiljaisella puolella (kuvat 17 ja 18). Tämä saattaa johtua siitä, että normaalilla puolella tapahtuu enemmän liikkumista, sillä siellä työskennellään normaalisti, mutta hiljaisella puolella ihmiset istuvat enemmän paikallaan. Tällöin myös pölyä leijailee vapaana enemmän normaalilla puolella. Café Snellarissa pitoisuudet olivat samankaltaisia kuin kohteen 1 tekstiilimattotilassa päivällä (kuva 19).

Hiukkaspitoisuudet eivät olleet korkeita, mistä johtuen hiukkaset eivät olleet syynä sisäilmaongelmiin. Tekstiilimattotiloissa oli suuremmat hiukkaspitoisuudet kuin linoleumilattiatiloissa, mikä saattaa osoittaa tekstiilimattojen lisäävän ilman hiukkaspitoisuuksia. Toisaalta koska erot olivat pienet, ei sillä ole vaikutusta terveyteen. Koska hiukkasten ohjearvot ja raja-arvot eivät ylittyneet, ei voida sanoa tekstiilimattojen aiheuttavan hiukkaspäästöjä. Erot eri kohteiden hiukkaspitoisuuksien välillä voivat selittyä käytössä olleilla erilaisilla tekstiilimatoilla, siivousvälineillä- ja menetelmillä, tilojen erilaisella käyttöasteella ja käyttötarkoituksella.

### **6.3 SISÄILMASTOKYSELYT**

Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa oli selvästi eniten oireilua. Työympäristössä oli puutteita lukuisissa eri asioissa ja siellä oli eniten oireilua, jotka johtuivat työstä tai joiden syihin vastaajat eivät ottaneet kantaa. Myös kohteen 1 linoleumitiloissa oli hieman puutteita työympäristössä ja oireilua, jotka johtuivat työstä tai joiden syihin vastaajat eivät ottaneet kantaa. Kohteessa 2 ei

ollut puutteita työympäristössä eikä siellä esiintynyt työhön liittyviä oireita, mutta oireita, joiden työperäisyyteen työntekijät eivät ottaneet kantaa, esiintyi jonkin verran.

Taustatietona kerätystä sairaushistoriasta selvisi, että molempien kohteiden kaikissa tiloissa työskentelevien henkilöiden keskuudessa astmaa esiintyi enemmän kuin normaalisti väestössä (taulukko 11). Myös heinänuhaa tai muuta allergista nuhaa oli kohteen 1 ja kohteen 2 tekstiilimattotiloissa työskentelevillä henkilöillä enemmän kuin yleensä väestössä (Hannuksela-Svahn 2015, Allergia-, Iho- ja Astmaliitto 2018, Salomaa 2018). Prosentuaalisesti eniten kaikkia sairauksia oli kohteen 1 tekstiilimattotiloissa työskentelevillä henkilöillä. Vaikka kohteiden käyttäjien keskuudessa esiintyi astmaa ja heinänuhaa tai muuta allergista nuhaa enemmän kuin yleisesti väestön keskuudessa, oireilu johtui hyvin epätodennäköisesti kyseisistä tiloista. Lähes kaikilla niillä vastaajilla, joilla esiintyi edellä mainittuja sairauksia, oli niitä jo ennen tutkituissa kohteissa työskentelyn aloittamista. Työskentelytilojen ja näiden sairauksien välillä ei siis ole yhteyttä tämän tutkimuksen perusteella.

Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa tehtiin eniten havaintoja työympäristöstä. Myös kohteen 1 linoleumilattiatiloissa niitä tehtiin jonkin verran. Työympäristöhavainnoista vertailuaineiston ylittivät kohteen 1 tekstiilimattotiloissa kahdeksan ja linoleumitiloissa viisi asiaa (taulukko 12). Kohteessa 2 mitkään havainnot eivät ylittäneet vertailuaineistoa. Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa vertailuaineiston arvot ylittävät havainnot olivat veto, vaihteleva huonelämpötila, liian matala huonelämpötila, tunkkainen ilma, kuiva ilma, melu, heikko valaistus tai heijastukset ja havaittava pöly tai lika. Kohteen 1 linoleumilattiatiloissa veto, liian matala huonelämpötila, melu, heikko valaistus tai heijastukset ja havaittava pöly tai lika ylittivät vertailuaineiston arvot. Havaintojen ylittäessä 30 % kyse saattaa olla sisäilmaongelma. Silloin tarvitaan lisätutkimuksia. (Reijula ja Sundman-Digert 2004) Havainnoista vain osa ylitti 30 %:n rajan. Ne olivat tekstiilimattotiloissa veto (44 %), tunkkainen ilma (44 %), havaittava pöly tai lika (44 %), vaihteleva huonelämpötila (37 %), kuiva ilma (37 %) ja liian matala huonelämpötila (33 %) ja linoleumilattiatiloissa vain veto (32 %). Kohteen 2 havainnoista mikään ei ylittänyt 30 %:n rajaa.

Palomäen (2011) mukaan tekstiilimatot auttavat akustiikan parantamisessa, mutta ainakaan kohteessa 1 ne eivät vaimentaneet melua tarpeeksi. Melu koettiin häiritseväksi kohteen 1 sekä tekstiilimatto- että linoleumilattiatiloissa. Mielenkiintoista on, että melusta kärsittiin kohteen 1 tekstiilimattotiloissa 5 % linoleumilattiatiloja enemmän (taulukko 12). Sen sijaan kohteessa 2 melusta ei kärsitty. Avotoimistotkaan eivät selitä koettua melua, sillä niitä oli sekä kohteessa 1

että 2. Syynä eroon saattavat olla erilaiset työskentelytavat ja äänenkäyttö. Jos kohteessa 1 työnteke vaatii enemmän puhetta tai sitä esiintyy muuten enemmän työympäristössä verrattuna kohteeseen 2, se voidaan kokea häiritsevänä. Jatkossa voisi pohtia vielä tarkemmin, mistä melu johtuu.

Nykyisistä työhön liittyvistä oireista vertailuaineiston arvot ylittivät kohteen 1 tekstiilimattotiloissa yhdeksän oiretta ja linoleumilattiatiloissa kaksi oiretta (taulukko 13). Kohteessa 2 vertailuaineiston arvot eivät ylittyneet. Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa väsymys, pään tuntuminen raskaalta, päänsärky, keskittymisvaikeudet, silmien kutina, kirvely tai ärsytys, nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto, käheys tai kurkun kuivuus, yskä ja kasvojen ihon kuivuus ylittivät vertailuaineiston arvot. Linoleumitiloissa keskittymisvaikeudet ja kasvojen ihon kuivuus ylittivät vertailuaineiston arvot. Jos 20 % vastanneista kertoo kärsineensä jostakin oireesta, saattaa kyseessä olla sisäilmaongelma. Silloin asia vaatii jatkotutkimuksia. (Reijula ja Sundman-Digert 2004) Nykyisistä viikoittain esiintyvistä työhön liittyvistä oireista vain hyvin pieni osa ylitti 20 %:n rajan. Ne kaikki esiintyivät kohteen 1 tekstiilimattotiloissa. Oireet olivat nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto (33 %), silmien kutina, kirvely tai ärsytys (22 %) ja käheys tai kurkun kuivuus (22 %). Sairas rakennus -oireyhtymä on tila, jossa 25–30 % työpaikalla työskentelevistä henkilöistä tuntee heillä olevan rakennukseen liittyviä oireita. (Terveyskirjasto 2006) Edellä mainituista oireista ainoastaan kohteen 1 tekstiilimattotilassa esiintynyt nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto ylittää sairaus rakennus -oireyhtymän 25–30 %:n rajan. Täten voidaankin todeta, että kohteen 1 tekstiilimattotiloissa osa työntekijöistä kärsii sairaus rakennus -oireyhtymästä.

Otettaessa nykyisten työhön liittyvien oireiden lisäksi huomioon myös oireet, joiden työperäisyyteen vastaajat eivät ottaneet kantaa, eniten oireilua oli edelleen kohteen 1 tekstiilimattotiloissa (taulukko 14). Vertailuaineistossa ei ollut arvoja aivan kaikille MM40-lomakkeessa esiintyneille arvoille. Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa kaikki oireet, jotka esiintyivät myös vertailuaineistossa, ylittivät vertailuaineiston arvot. Myös kohteen 1 linoleumilattiatiloissa ja kohteessa 2 oireita esiintyi vertailuaineistoa enemmän joidenkin oireiden kohdalla. (Reijula ja Sundman-Digert 2004) Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa vertailuaineiston ylittäneet oireet olivat väsymys, pään tuntuminen raskaalta, päänsärky, keskittymisvaikeudet, silmien kutina, kirvely tai ärsytys, nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto, käheys tai kurkun kuivuus, yskä, kasvojen ihon kuivuus ja käsien ihon kuivuus. Kohteen 1 linoleumilattiatiloissa vertailuaineistoa enemmän esiintyi pään tunteista raskaalta ja keskittymisvaikeuksia. Kohteessa 2 esiintyi silmien kutinaa, kirvelyä tai ärsytystä, käheyttä tai kurkun kuivuutta, kasvojen ihon kuivuutta ja käsien ihon

kuivuutta. Näitä oireita vastaajat eivät välttämättä kuitenkaan osanneet yhdistää sisäilmaongelmiin.

Kohteiden 1 ja 2 välillä oli selviä eroja sisäilmastokyselyissä. Kohteessa 1 tehtiin eniten havaintoja työympäristöstä tekstiilimattotiloissa, mutta myös linoleumilattiatiloissa havaintoja tehtiin jonkin verran. Kohteessa 2 havaintoja ei tehty vertailuaineistoa enempää. Oireita esiintyi eniten kohteen 1 tekstiilimattotiloissa. Siellä oli eniten oireilua kun tarkasteltiin työhön liittyviä oireita ja kaikkia oireita, joihin kuuluivat työperäisten oireiden lisäksi oireet, joiden työperäisyyteen vastaajat eivät ottaneet kantaa. Kohteen 1 linoleumilattiatiloissa esiintyi kaksi työhön liittyvää oiretta ja kohteessa 2 ei yhtään. Sen sijaan tarkasteltaessa kaikkia oireita, joihin kuuluivat työperäiset oireet ja oireet, joiden työperäisyyteen vastaajat eivät ottaneet kantaa, kohteen 1 linoleumilattiatiloissa oli kaksi oiretta, mutta kohteessa 2 neljä. Tulokset viittaavat mahdollisiin sisäilmaongelmiin kohteessa 1 ja etenkin sen tekstiilimattotiloissa. Koska kaikkia oireita, joihin kuuluivat työperäiset oireet ja oireet, joiden työperäisyyteen vastaajat eivät ottaneet kantaa, esiintyi myös kohteessa 2, olisi syy niihinkin hyvä selvittää huolimatta siitä, etteivät tulokset viitanneetkaan työperäisiin sisäilmaongelmiin. Täten molempien kohteiden sisäilmaa olisi hyvä tutkia jatkossa lisää.

#### **6.4 HAASTATTELUT**

Kohteissa siivottiin tiloja säännöllisesti ja asiallisesti, mikä auttaa pitämään tekstiilimatot hyvässä kunnossa eikä niiden pitäisi silloin aiheuttaa oireilua. Vaikka tekstiilimatot ovatkin raskaampia ja hitaampia siivota kuin kovat pinnat, kohteen 1 siivooja koki ne hyviksi tiloissa olevan paremman ilmanlaadun vuoksi. Myöskään kohteen 2 siivooja ja palveluesimies eivät valittaneet tekstiilimatoista. Kohteiden 1 ja 2 siivouskäytännöt eivät poikenneet suuresti toisistaan. Tekstiilimattojen siivous vie enemmän aikaa ja on raskaampaa kuin kovien pintojen siivous. Tekstiilimatoista ei koettu olevan haittaa tai niiden olevan syynä oireiluun kummassakaan kohteessa.

Kohteessa 2 tekstiilimattojen siivoukseen käytettiin enemmän aikaa kuin kohteessa 1, mutta siellä oli myös lähes kaksinkertainen määrä tekstiilimattopinta-alaa kuin kohteessa 1. Näin ollen kohteen 1 tekstiilimattojen imurointiin käytettiin suhteessa enemmän aikaa kuin kohteen 2. Tämä saattoi tosin johtua siitä, että kohteessa 1 syödään, juodaan ja käytetään ulkokenkiä myös tekstiilimattotiloissa, jolloin ne olivat myös kohteen 2 tekstiilimattoja likaisempia ja niiden puh-

distus vie enemmän aikaa. Tilojen toimintatapojen koettiin vaikuttavan tilojen siivottavuuteen ja viihtyisyyteen selvästi. Sisäkenkien käytön ja henkilökunnan huolellisuuden koettiin helpottavan tilojen pitämistä puhtaana kohteessa 2. Molempien kohteiden tekstiilimattotiloja ja muita tiloja siivotaan säännöllisesti ja siivoukseen käytetään paljon aikaa, joten kohteiden siivousajalla ja -menetelmillä tuskin on yhteyttä sisäilmaoireiluun.

## **6.5 ILMANVAIHDON, LÄMPÖTILAN JA ILMAN SUHTEELLISEN KOSTEUDEN MERKITYS**

VOC- ja hiukkaspäästöjen lisäksi sisäilman laatuun vaikuttavat ilmanvaihto, lämpötila ja ilman suhteellinen kosteus (Norbäck ym. 1990, Sisäilmayhdistys 2008B). Toimistoissa ilmanvaihdon ohjearvo on 6 l/s henkilöä kohden (Suomen säädöskokoelma 2017). Koska kohteiden ilmanvaihdon määrästä ei ollut tietoa, ei pystytä päättelemään, liittyikö se sisäilmaongelmiin. Asia kannattaa kuitenkin jatkossa tutkia. Ilmanvaihtosuodattimet kuitenkin vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa molemmissa kohteissa, mikä on hyvä. Koska Café Snellarin ilmanvaihdosta ei ollut tietoa, johtopäätöksiä ei voitu tehdä senkään osalta.

Lämpötilat olivat suunnilleen samat kohteissa 1 (23,1–23,7 °C) ja 2 (22,2–22,7 °C) ja Café Snellarissa (22,3 °C). Sisäilman tavoitelämpötila on 21–22 °C (Uotila 2002). Kaikissa kohteissa sisäilmalämpötila oli täten hieman sitä suurempi. Kohteessa 1 lämpötilat olivat suurimmat. Se saattoi vaikuttaa viihtyvyyteen ja selittää koettua oireilua.

Suhteellinen kosteus oli selvästi korkeampi kohteissa 1 (25,6–28,3 %) ja 2 (26,7–27,9 %) kuin Café Snellarissa (19,4 %). Erot selittyvät mittausajankohdalla. Café Snellarissa mittaukset tehtiin viikkoa aikaisemmin kuivemmassa säätyypissä. Sopiva sisäilman suhteellinen kosteus on 20–40 %, mutta alle 25 % ilma on kuivaa (Uotila 2002, Hengitysliitto 2019D). Kohteiden 1 ja 2 suhteelliset ilmankosteudet olivat sopivia, mutta Café Snellarin hieman liian matala. Suhteellinen ilmankosteus ei kuitenkaan ollut syynä sisäilmaoireiluun, koska kohteessa 1 se oli hyvä eikä juuri eronnut kohteesta 2 ja oli parempi kuin Café Snellarissa.

## 7. JOHTOPÄÄTÖKSET

TVOC-pitoisuudet ja yksittäisten VOC-yhdisteiden pitoisuudet olivat alle viitearvon ja toimenpiderajojen. Tekstiilimatot eivät aiheuttaneet korkeita VOC-päästöjä. Vaikka VOC-päästöt eivät viitanneet siihen, että kalusteita tulisi mitata, kohteessa 1 palopostin luona esiintyneen hajun takia voisi selvittää, onko sen lähteenä kalusteet. Ohjearvot ja raja-arvot eivät ylittyneet myöskään hiukkaspitoisuuksien osalta. Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa oli lukumäärältään selvästi eniten hiukkasia, mutta hiukkaspitoisuuksissa ei ollut suuria eroja kohteiden 1 ja 2 välillä. Tekstiilimattotiloissa oli suuremmat hiukkaspitoisuudet kuin linoleumilattiatiloissa, mikä saattaa viitata tekstiilimattojen lisäävän hiukkaspäästöjä. Hiukkaspitoisuuksien ollessa varsin alhaiset ei niillä kuitenkaan ole vaikutusta terveyteen. Erot kohteiden hiukkaspitoisuuksien välillä voivat selittyä erilaisilla tekstiilimatoilla, siivousvälineillä- ja menetelmillä ja tilojen käytöllä.

Sisäilmastokyselyissä kohteen 1 tekstiilimattotiloissa tehtiin eniten havaintoja työympäristöstä ja siellä esiintyi eniten oireilua. Tulokset poikkesivat selvästi vertailuaineistosta. Sen sijaan kohteen 1 linoleumitilojen havainnot työympäristöstä erosivat vertailuaineistosta jonkin verran, mutta oireet vain vähän. Kohteessa 2 ei esiintynyt vertailuaineistoa enempää havaintoja työympäristöstä eikä työhön liittyviä oireita, mutta kaikkia oireita, joihin kuuluivat työperäiset oireet ja ne, joiden työperäisyyteen vastaajat eivät ottaneet kantaa, esiintyi hieman. Vaikka VOC- ja hiukkastulokset eivät viitanneet sisäilmaongelmiin kohteessa 1, oirekyselyiden tulokset viittasivat. Tulosten perusteella voidaan olettaa, että kohteessa 1 ja etenkin sen tekstiilimattotiloissa on mahdollisesti sisäilmaongelmia, mutta niiden aiheuttajana eivät välttämättä ole tekstiilimatot. Kohteen 1 tekstiilimattotiloissa osa työntekijöistä kärsi myös sairas rakennus -oireyhtymästä. Kohteessa 2 työhön liittyviä sisäilmaongelmia ei esiintynyt.

Kohteissa siivottiin säännöllisesti ja asiallisesti, mikä auttaa pitämään tekstiilimatot hyvässä kunnossa eikä niiden silloin pitäisi aiheuttaa oireilua. Kohteiden 1 ja 2 siivouskäytännöt eivät myöskään poikenneet suuresti toisistaan. Siivouksella tuskin oli vaikutusta sisäilmaoireiluun. Tilojen toimintatapojen koettiin vaikuttavan tilojen siivottavuuteen ja viihtyisyyteen selvästi. Kohteessa 2 käytettyjen sisäkenkien ja henkilökunnan huolellisuuden koettiin helpottavan tilojen pitämistä puhtaana. Kohde 1 voisi myös harkita sisäkenkien käyttämistä ja ruoan ja juoman nauttimista vain keittiötiloissa. Koska tekstiilimattojen ruoka- ja juomatahrat ovat hankalia siivota, voisi ruokailutiloissa harkita käytettäväksi kovia lattiapintoja kokonaan tai ainakin tiskipöydän edustalla.

Toimiva ilmanvaihto vaikuttaa oleellisesti sisäilman laatuun. Koska kohteiden ilmanvaihdon mitoitusta ei tutkittu, kannattaa ne jatkossa selvittää. Liian korkea lämpötila saattoi olla syynä sisäilmaongelmiin kohteessa 1. Lämpötilaa voisi alentaa kohteessa 1 ja tarkkailla, vaikuttaako se viihtyvyyteen ja oireiluun. Sen sijaan ilman suhteellinen kosteus oli mittausten ajankohtana hyvä, joten se tuskin oli syynä sisäilmaoireiluun. Talvella vallitsevan kylmän ulkoilman vaikutusta sisäilmaan ja sitä kautta sisäilmaoireiluun voisi tosin jatkossa tutkia lisää.

Tekstiilimattojen yhteyttä sisäilman laatuun on tutkittu vasta vähän. Jo tehtyjen tutkimusten välillä on kuitenkin ristiriitaisuuksia. Tämän tutkimuksen perusteella tekstiilimatot eivät aiheuta VOC- ja hiukkaspäästöjä, joten ne eivät olleet syynä sisäilmaoireiluun. VOC- ja hiukkaspäästöistä huolimatta tekstiilimatot saattavat aiheuttaa sisäilmaongelmia. Saatuja tuloksia ei voida kuitenkaan suoraan yleistää koskemaan tekstiilimattoja pienen otannan vuoksi. Tämän vuoksi lisätutkimus tekstiilimatoista ja sisäilmasta olisikin tärkeää. Myöskään suhteellinen ilman kosteus ei todennäköisesti ollut syynä sisäilmaoireiluun. Sen sijaan syynä saattoivat olla lämpötila ja ilmanvaihto, mutta niiden yhteyttä sisäilmaongelmiin ei pystytty osoittamaan tämän tutkimuksen perusteella. Jatkotutkimuksena tälle tutkimukselle voisivatkin olla tutkimukset siitä, ovatko esimerkiksi kohteessa 1 olevat kalusteet tai siellä esiintynyt liian korkea lämpötila syynä sisäilmaongelmiin, vaikuttaako talvella vallitseva kylmä ulkoilmalämpötila sisäilmaan ja siten sisäilmaoireiluun ja onko tiloissa riittävästi ilmanvaihtoa ja jos on, niin vaikuttaako se sisäilman laatuun.

## 8. LÄHDELUETTELO

- Allergia-, Iho- ja Astmaliitto ry. 2018. Allerginen nuha. Saatavilla <https://www.allergia.fi/allergiat/apua-ja-ohjeita-allergiaan/allerginen-nuha/> Luettu 30.1.2019.
- Apte M.G. ja Daisey J.M. 1999. VOCs and “Sick Building Syndrome”: Application of a New Statistical Approach for SBS Research to U.S. EPA BASE Study Data. Indoor Air 99 -konferenssi. Edinburgh, Skotlanti, 8.–13.8.1999. Saatavilla <https://eta.lbl.gov/sites/all/files/publications/42698.pdf> Luettu 30.1.2019.
- Becher R., Hongslo J.K., Jantunen M.J. ja Dybing E. 1996. Environmental chemicals relevant for respiratory hypersensitivity: the indoor environment. Toxicology Letters 86:155–162.
- Becher R., Øvrevik J., Schwarze P.E., Nilsen S., Hongslo J.K. ja Bakke J.V. 2018. Do Carpets Impair Indoor Air Quality and Cause Adverse Health Outcomes: A Review. International Journal of Environmental Research and Public Health 15:184. Saatavilla <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC5858259/> Luettu 30.1.2019.
- Blyussen P.M., de Oliveira Fernandes E., Groes L. Clausen G., Fanger P.O., Valbjørn O., Bernhard C.A. ja Roulet C.A. 1996. European Indoor Air Quality Audit Project in 56 Office Buildings. Indoor Air 6:221–238.
- The Carpet and Rug Institute (CRI). 2019A. Benefits of carpet. Saatavilla <https://carpet-rug.org/carpet-for-business/benefits-of-carpet/> Luettu 30.1.2019.
- The Carpet and Rug Institute (CRI). 2019B. Specifying the right carpet. Saatavilla <https://carpet-rug.org/carpet-for-business/specifying-the-right-carpet/> Luettu 30.1.2019.
- Dai H., Jing S., Wang H., Ma Y., Li L., Song W. ja Kan H. 2017. VOC characteristics and inhalation health risks in newly renovated residences in Shanghai, China. Science of The Total Environment 577:73–83.
- Foarde K. ja Berry M. 2004. Comparison of biocontaminant levels associated with hard vs. carpet floors in nonproblem schools: Results of a year long study. Journal of Exposure Science & Environmental Epidemiology 14:41–48.
- Godish T. 2000. Organic contaminants. Indoor Environmental Quality. Boca Raton (FL): CRC, Press. s.95–141.
- Hammarén E. 2017. Tekstiililattioiden hoito ja puhdistus. SSTL Puhtausala ry. Saatavilla [https://puhtausala.fi/sites/default/files/tekstiililattiat\\_erja\\_hammaren.pdf](https://puhtausala.fi/sites/default/files/tekstiililattiat_erja_hammaren.pdf) Luettu 30.1.2019.
- Hannuksela-Svahn A. 2015. Atooppinen ihottuma aikuisilla. Terveyskirjasto. Saatavilla [https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00838](https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=dlk00838) Luettu 30.1.2019.
- Heinzerling A., Hsu J. ja Yip F. 2016. Respiratory Health Effects of Ultrafine Particles in Children: A Literature Review. Water, Air & Soil Pollution, An International Journal of Environmental Pollution 227:32.
- Hellgren U.M., Hyvärinen M., Holopainen R. ja Reijula K. 2011. Perceived indoor air quality, air-related symptoms and ventilation in Finnish hospitals. International Journal of Occupational Medicine and Environmental Health 24:48–56.



Hengitysliitto. 2019A. Hiukkaset ja kaasumaiset aineyhdisteet. Saatavilla <https://www.hengitysliitto.fi/fi/terveys-hyvinvointi/ulkoilma-ilmanlaatu/ilmanlaatu-saasteet/hiukkaset-ja-kaasumaiset-aineyhdisteet> Luettu 30.1.2019.

Hengitysliitto. 2019B. Ilmanlaatu & saasteet. Saatavilla <https://www.hengitysliitto.fi/fi/terveys-hyvinvointi/ulkoilma-ilmanlaatu/ilmanlaatu-saasteet> Luettu 30.1.2019.

Hengitysliitto. 2019C. Kaukokulkeuma. Saatavilla <https://www.hengitysliitto.fi/fi/terveys-hyvinvointi/ulkoilma-ilmanlaatu/ilmanlaatu-saasteet/kaukokulkeuma> Luettu 30.1.2019.

Hengitysliitto. 2019D. Sisäilman kosteus ja lämpötila. Saatavilla <https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/sisailma-asiat-sisailmaongelmat/sisailman-kosteus-ja-lampotila> Luettu 30.1.2019.

Ho D.X., Kim K.H., Sohn J.R., Oh Y.H. ja Ahn J.W. 2011. Emission Rates of Volatile Organic Compounds Released from Newly Produced Household Furniture Products Using a Large-Scale Chamber Testing Method. *The Scientific World Journal* 11:1597–1622.

Hodgson A.T., Wooley J.D. ja Daisey J.M. 1993. Emissions of Volatile Organic Compounds from New Carpets Measured in a Large-Scale Environmental Chamber. *Journal of the Air & Waste Management Association* 43:316–324.

Hongisto V. 2008. Avotoimiston äänimaailman hyvät ratkaisut. Työterveyslaitos. Työterveyspäivät 2008 esitelmäartikkeli.

Ilmatieteenlaitos. 2019A. Hengitettävät hiukkaset. Saatavilla <https://ilmatieteenlaitos.fi/hengitettavat-hiukkaset> Luettu 30.1.2019.

Ilmatieteenlaitos. 2019B. Pienhiukkaset. Saatavilla <https://ilmatieteenlaitos.fi/pienhiukkaset-ilmansaasteena> Luettu 30.1.2019.

International Organization for Standardization (ISO). 2011. 16000-6. Indoor air – Part 6: Determination of volatile organic compounds in indoor and test chamber air by active sampling on Tenax TA sorbent, thermal desorption and gas chromatography using MS or MS-FID.

Jaakkola J.J.K., Heinonen O.P. ja Seppänen O. 1989. Sick building syndrome, sensation of dryness and thermal comfort in relation to room temperature in an office building: Need for individual control of temperature. *Environment International* 15:163–168.

Jaakkola J.J.K. ja Miettinen P. 1995. Ventilation rate in office buildings and sick building syndrome. *Occupational and Environmental Medicine* 52:709–714.

Jaakkola J.J.K., Ieromnimon A. ja Jaakkola M.S. 2006. Interior Surface Materials and Asthma in Adults: A Population-based Incident Case-Control Study. *American Journal of Epidemiology* 164:742–749.

Joshi S.M. 2008. The sick building syndrome. *Indian Journal of Occupational & Environmental Medicine* 12:61–64.

Kim S., Kim J.A., An J.Y., Kim H.J., Kim S.D. ja Park J.C. 2007. TVOC and formaldehyde emission behaviors from flooring materials bonded with environmental-friendly MF/PVAc hybrid resins. *Indoor Air* 17:404–415.

Klotz G. ja Lahm B. 2006. Aktuelle Erkenntnisse zur Innenraumluftqualitaet – Einflussfaktoren, Risikominimierung und Bewertungsansaezte. Gefahrstoffe – Reinhalt. Luft 66:191–197.

Møhlhave L. 2003. Organic compounds as indicators of air pollution. *Indoor Air* 13:12–19.

Møhlhave L., Bach B. ja Pedersen O.F. 1986. Human reactions to low concentrations of volatile organic compounds. *Environment International* 12:167–175.

Nathanson T. 1995. *Indoor Air Quality in Office Buildings: A Technical Guide*. Health Canada. Saatavilla <http://publications.gc.ca/collections/Collection/H46-2-93-166Erev.pdf> Luettu 30.1.2019.

Norbäck D., Björnsson E., Janson C., Widström J. ja Boman G. 1995. Asthmatic symptoms and volatile organic compounds, formaldehyde, and carbon dioxide in dwellings. *Occupational and Environmental Medicine* 52:388–395.

Norbäck D., Torgén M. ja Edling C. 1990. Volatile organic compounds, respirable dust, and personal factors related to prevalence and incidence of sick building syndrome in primary schools. *British Journal of Industrial Medicine* 47:733–741.

Palomäki E. 2011. Rakennusmateriaaleista peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet. Työterveyslaitos. Saatavilla [http://www.ecophon.com/globalassets/old-structure/15.suomi/ulkopuolisten-luennotsijoiden-esitykset/ecophon---uusittu\\_rakennusmateriaaleista-peraisin-olevat-sisailman-epapuhtaudet.pdf](http://www.ecophon.com/globalassets/old-structure/15.suomi/ulkopuolisten-luennotsijoiden-esitykset/ecophon---uusittu_rakennusmateriaaleista-peraisin-olevat-sisailman-epapuhtaudet.pdf) Luettu 30.1.2019.

Phalen R.F. 2004. The Particulate Air Pollution Controversy. *Nonlinearity in Biology, Toxicology and Medicine* 2:259–292.

Pope III C.A. ja Dockery D. W. 2006. Health Effects of Fine Particulate Air Pollution: Lines that Connect. *Journal of the Air & Waste Management Association* 56:709–742.

PubChem. 2019A. Decamethylcyclopentasiloxane. Saatavilla <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/decamethylcyclopentasiloxane#section=Top> Luettu 30.1.2019.

PubChem. 2019B. D-Limonene. Saatavilla <https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/-Limonene#section=Top> Luettu 30.1.2019.

Reijula K. ja Sundman-Digert C. 2004. Assessment of indoor air problems at work with a questionnaire. *Occupational and Environmental Medicine* 61:33–38.

Sage Journals. 2017. Decamethylcyclopentasiloxane (D5). Saatavilla <https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0748233716670064> Luettu 30.1.2019.

Salomaa E.R. 2018. Astma. Terveyskirjasto. Saatavilla [https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p\\_artikkeli=dlk00009](https://www.terveyskirjasto.fi/kotisivut/tk.koti?p_artikkeli=dlk00009) Luettu 30.1.2019.

Salonen H. 2009. Indoor air contaminants in office buildings. Finnish Institute of Occupational Health. People and Work. Research Reports 87. Saatavilla [https://mycourses.aalto.fi/plugin-file.php/419119/mod\\_resource/content/1/lecture%203%20background.pdf](https://mycourses.aalto.fi/plugin-file.php/419119/mod_resource/content/1/lecture%203%20background.pdf) Luettu 30.1.2019.

Sarkhosh M., Shamsipour A., Yaghmaeian K., Nabizadeh R., Naddafi K. ja Mohseni S.M. 2017. Dispersion modeling and health risk assessment of VOCs emissions from municipal solid waste transfer station in Tehran, Iran. *Journal of Environmental Health Science and Engineering* 15:4.

Seppänen O., Lönnqvist S., Säteri J., Railio J., Strand T. ja Ahola M. 2017. Ilmanvaihdon mitoituksen perusteet. The Finnish Association of HVAC Societies (FINVAC ry). Saatavilla <http://www.ym.fi/download/noname/%7B59DC42F9-7C8A-4CBE-817E-1E2DBB67E02E%7D/133706> Luettu 30.1.2019.

Shuai J., Kim S., Ryu H., Park J., Lee C.K., Kim G.B., Ultra V.U. Jr ja Yang W. 2018. Health risk assessment of volatile organic compounds exposure near Daegu dyeing industrial complex in South Korea. *BMC Public Health* 18:528

Sisäilmayhdistys ry. 2008A. Sisäilmaoireet. <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Terveysvaikutukset/Sisailmaoireet> Luettu 30.1.2019.

Sisäilmayhdistys ry. 2008B. Yleisimmät sisäilmaongelmat. Saatavilla <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Yleisimmat-sisailmaongelmat> Luettu 30.1.2019.

Skov P., Valbjørn O. ja The Danish Indoor Climate Study Group. 1987. The "sick" building syndrome in the office environment: The Danish town hall study. *Environment International* 13:339–349.

Sosiaali- ja terveysministeriö (STM). 2015. Asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista. Saatavilla <https://stm.fi/documents/1271139/1408010/Asumisterveysasetus/> Luettu 30.1.2019.

Suomen säädöskokoelma. 2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. 1009/2017.

Takkunen J. 2018. Tekstiili- ja kovapintaisen lattiapinnan vaikutus ilmanlaatuun ja koettuun viihtyvyyteen. Ramboll Finland Oy. Sisäilmastoseminaari 2018 159–164. Saatavilla [http://sisailmayhdistys.fi/SISAILMASTO\\_seminaarijulkaisu2018.pdf](http://sisailmayhdistys.fi/SISAILMASTO_seminaarijulkaisu2018.pdf) Luettu 30.1.2019.

Terveyskirjasto. 2006. Sairas rakennus -oireyhtymä kiinni työpaikan ilmapiiristä.

Travico Oy. 2014. Flotex fokattu lattiapäällyste hightech tekstiili -esite. Saatavilla <http://www.travico.fi/files/Flotex%20Referenssiesite%202014.pdf> Luettu 30.1.2019.

Tuomisto J. 2014. Mikä on saira rakennus? Terveyskirjasto. Saatavilla [http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p\\_artikkeli=asy00412](http://www.terveyskirjasto.fi/terveyskirjasto/tk.koti?p_artikkeli=asy00412) Luettu 30.1.2019.

Työterveyslaitos (TTL). 2015. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC).

Työterveyslaitos (TTL). 2012. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuuden (TVOC) tavoitetasot teollisten työympäristöjen yleisilmassa. Saatavilla <https://www.ttl.fi/wp-content/uploads/2016/12/TVOC-tavoitetasot.pdf> Luettu 30.1.2019.

United States Environmental Protection Agency (EPA). 1991. Indoor Air Facts No. 4 Sick Building Syndrome. Saatavilla [https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/sick\\_building\\_factsheet.pdf](https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/sick_building_factsheet.pdf) Luettu 30.1.2019.

United States Environmental Protection Agency (EPA). 2019. Indoor Air Quality (IAQ): Volatile Organic Compounds' Impact on Indoor Air Quality. Saatavilla <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/volatile-organic-compounds-impact-indoor-air-quality> Luettu 30.1.2019.

Uotila M. 2002. Hyvän sisäilman kriteerit. Sisäilma. Sisäilmayhdistys, Allergia- ja Astmaliitto, Asumisterveysliitto, Hengityслиitto, Sosiaali- ja terveysministeriö, Ympäristöministeriö. Saatavilla <https://slideplayer.fi/slide/1911391/> Luettu 30.1.2019.

World Health Organization (WHO). 2000. Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition. WHO Regional Publications, European Series, No. 91. Copenhagen. Saatavilla [http://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0005/74732/E71922.pdf](http://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0005/74732/E71922.pdf) Luettu 30.1.2019.

World Health Organization (WHO). 1987. Indoor air quality: organic pollutants: report on a WHO meeting, Berlin, 23–27.8.1987.

Ympäristöhallinto. 2019A. Ilman epäpuhtauksien päästöt Suomessa. Saatavilla [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat\\_ja\\_tilastot/Ilman\\_epapuhtauksien\\_paastot](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Kartat_ja_tilastot/Ilman_epapuhtauksien_paastot) Luettu 30.1.2019.

Ympäristöhallinto. 2019B. Ilmanlaatua koskeva sääntely. Saatavilla [http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto\\_ja\\_ilma/Ilmansuojelu/Ilmansuojelun\\_raja\\_ja\\_ohjeavot](http://www.ymparisto.fi/fi-FI/Ilmasto_ja_ilma/Ilmansuojelu/Ilmansuojelun_raja_ja_ohjeavot) Luettu 30.1.2019.

Zamani M.E., Jalaludin J. ja Shaharom N. 2013. Indoor Air Quality and Prevalence of Sick Building Syndrome Among Office Workers in Two Different Offices in Selangor. American Journal of Applied Sciences 10:1140–1147.

Zhang J. ja Smith K.R. 2003. Indoor air pollution: A global health concern. British Medical Bulletin 68:209–225.

Zhang X., Li F., Zhang L., Zhao Z. ja Norback D. 2014. A Longitudinal Study of Sick Building Syndrome (SBS) among Pupils in Relation to SO<sub>2</sub>, NO<sub>2</sub>, O<sub>3</sub> and PM<sub>10</sub> in Schools in China. Plos One 9:e112933.

## LIITTEET

## LIITE 1. TYÖTERVEYSLAITOKSEN SISÄILMASTOKYSELY (MM40)

TYÖTERVEYSLAITOKSEN SISÄILMASTOKYSELY		© Työterveyslaitos 2006-2008 versio 2.0
vastauskuukausi	vastausvuosi	nimi
toimiala	käsittelijä täyttää	työnantaja
Tallennuskoodi		rakennus
Tallentaja		osasto/ryhmä

## Taustatietoja

syntymävuosi	sukupuoli	Kuinka monta vuotta olet työskennellyt nykyisessä kiinteistössä?*
<input type="text"/>	<input type="checkbox"/> mies <input type="checkbox"/> nainen	
Tupakoitko?		<input type="text"/>
<input type="checkbox"/> en <input type="checkbox"/> päivittäin		* jos olet työskennellyt kiinteistössä yli kolme kuukautta mutta alle vuoden, vastaa silti 1 vuotta

Tällä kyselyllä pyrimme saaman esiin henkilökohtaiset kokemuksesi työpaikkasi sisäilmastosta ja sinulla esiintyneistä vaivoista ja oireista. Kyselyssä tarkastellaan tilannetta viimeisen 3 kuukauden aikana. Jos olet työskennellyt tässä kyseenomaisessa kiinteistössä alle 3 kuukautta, et valitettavasti voi osallistua tähän kyselyyn.

## Työympäristö

Onko sinua haitannut työpaikallasi (tai muussa tutkittavassa rakennuksessa) jokin seuraavista tekijöistä viimeisten kolmen kuukauden aikana?	kyllä, joka viikko	kyllä, joskus	ei lainkaan
veto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
liian korkea lämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
vaihteleva huonelämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
liian matala huonelämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tunkkainen (huono) ilma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kuiva ilma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
riittämätön ilmanvaihto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
homeen tai maakellarin haju	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
muut epämiellyttävät hajut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
tupakansavu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
melu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
heikko valaistus tai heijastukset	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
havaittava pöly tai lika	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Työjärjestelyt

	kyllä, useimmiten	kyllä, joskus	vain harvoin	ei koskaan
Onko työsi mielestäsi mielenkiintoista ja innostavaa?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Onko sinulla liian paljon työtä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Onko sinulla mahdollisuuksia vaikuttaa työhösi tai työoloihisi?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Saatko apua työtovereiltasi, jos sinulla on ongelmia työssä?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Oireet**

**Onko sinulla esiintynyt jotain seuraavista oireista tai vaivoista viimeisten kolmen kuukauden aikana?**

	kyllä*, joka viikko	kyllä*, joskus	ei koskaan	* jos vastasit <b>kyllä</b> , epäiletkö oireiden johtuvan työympäristöstäsi?		
				kyllä	ei	en osaa sanoa
väsymys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
pää tuntunut raskaalta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
päänsärky	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
keskittymisvaikeudet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
silmien kutina, kirvely tai ärsytys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
käheys tai kurkun kuivuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
yskä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
yskä häiritsee yöunta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kasvojen ihon kuivuus tai punoitus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
käsien ihon kuivuus, kutina tai punoitus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
hengenhahdistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
hengityksen vinkuminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
kuume tai vilunväreet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
nivelsärky tai -jäykkyys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
lihaskipu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
muu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Stressillä tarkoitetaan tilannetta, jossa ihminen tuntee itsensä jännittyneeksi, levottomaksi, hermostuneeksi tai ahdistuneeksi taikka hänen on vaikea nukkua asioiden vaivattessa jatkuvasti mieltä.**

	en lainkaan	vain vähän	jonkin verran	melko paljon	erittäin paljon
Tunnetko sinä nykyisin tällaista stressiä? (rastita vain yksi vaihtoehto)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

**Aikaisemmat ja nykyiset sairaudet**

<b>Onko sinulla nyt tai aikaisemmin ollut astmaa?</b> <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> kyllä (vastaa viereiseen kysymykseen)	<b>Jos sinulla on/on ollut astmaa, mikä on lääkärin diagnosoiman astman toteamisvuosi?</b> <input type="text"/>
<b>Onko sinulla nyt tai aikaisemmin ollut heinänuhaa tai muuta allergista nuhaa?</b> <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> kyllä (vastaa viereiseen kysymykseen)	<b>Jos sinulla on esiintynyt heinänuhaa tai muuta allergista nuhaa, minä vuonna sitä on esiintynyt ensimmäisen kerran (arvio riittää)?</b> <input type="text"/>
<b>Onko sinulla nyt tai aikaisemmin ollut maitorupea tai taiveihottumaa?</b> <input type="checkbox"/> ei <input type="checkbox"/> kyllä (vastaa viereiseen kysymykseen)	<b>Jos sinulla on esiintynyt maitorupea tai taiveihottumaa, minä vuonna sitä esiintyi ensimmäisen kerran (arvio riittää)?</b> <input type="text"/>

**Lisätietoja**


Tiedot käsitellään luottamuksellisesti. Kiitos osallistumisesta!

## LIITE 2. TYÖTAPOJEN JA OIREIDEN KUVAUSLOMAKE

### Työtapojen ja oireiden kuvauslomake

Tutkimusten suorittamista varten kysymme työhön, elintapoihin, työhyvinvointiin ja terveyteen liittyviä kysymyksiä

Lomakenumero: \_\_\_\_\_ (sama kuin MM40/riskinarviointi) Esim. 01\_100114

Siivouskohteet (esim. päiväkotia 3 x viikossa, koulu 3 kertaa viikossa):

---

---

---

---

Työtuntimäärä (päivittäin/viikoittain): (esim. 6t/päivä, 6 kertaa viikossa)

---

---

---

Keskeiset tehtävät (käytetyt siivousmenetelmät päivittäin (tuntimäärä)/ viikoittain) (arvio):

---

---

---

---

---

---

Käytetyt pesukemikaalit (tuotemerkit)

---

---

---

---

---

Käytettyjen siivousvälineiden tiedot (imurin malli ja suodattimien lukumäärä ym.)

---

---

---

---

---

**Tarkentavat kysymykset liittyen pelkästään tekstiilipinnoitettuihin tiloihin**

Siivousmäärät (päivä/viikko)\_\_\_\_\_

Menetelmät (laitteet/kemikaalit):

Ylläpitosiivous:\_\_\_\_\_

Kuinka usein ja milloin (kellonajat)?

Perussiivous:\_\_\_\_\_

Kuinka usein ja kesto?

Ajankäyttö (vs. kovat pinnat):\_\_\_\_\_

Työn raskaus (vs. kovat pinnat):\_\_\_\_\_

Havaintoja/huomioita (esim. tilojen siivottavuus: kahvitahrat, lika, pöly,.., vaihtelu vuodenaikojen suhteen):

---

---

---

---

Oireilu joka voisi liittyä tekstiilipinnoitettuihin tiloihin (yskä, silmien kirvely, kutina...)?

---

---

---

Parannusehdotukset:\_\_\_\_\_

---

---

---

---

---