

RAKENNUSTERVEYSASIAANTUNTIAKOULUTUS
LOPPUTYÖ

ILMANPUHDISTININTERVENTIO

LAMINAARISEN PUHDASILMAVYÖHYKKEEN VAIKUTUS
SISÄILMAOIREILEVIEN TYÖNTEKIJÖIDEN KOETTUUN
TERVEYTEEN

Mikko Salin

12.2.2020

TIIVISTELMÄ

Tämä interventiotutkimus tehtiin Oulun yliopistollisen sairaalan Tulevaisuuden sairaala 2030 hankkeen toimeksiantona. Toimeksiannon tarkoituksena oli tehdä pilottitutkimus puhdasilmavyöhykkeen vaikutuksesta sisäilmaoireilevien työntekijöiden koettuun työkykyyn ja haittoihin sekä sisäilmaan liitettyihin sairauslomiin. Tilat olivat normaalin käytön piirissä olevia sairaalan toimistotiloja. Puhdasilmavyöhykkeet luotiin työpisteisiin laminaarivirtaukseen perustuvilla ilmanpuhdistimilla. Kokeen vaikuttavuutta seurattiin kyselyiden avulla aikapisteissä 0, 2 vk, 6 vk ja 5 kk. Tiettävästi vastaavaa tutkimusta ei ole tehty aiemmin.

Interventiotutkimuksessa käytetty laminaarinen työpisteen puhdasvyöhyke paransi selvästi yksilöllistä terveyttä: koettu työkyky parani keskimäärin 5 %, sisäilmaeräiset sairauslomat vähenivät 68 %, päivittäinen oireilu väheni 32 % ja olosuhteiden haittaavuus väheni 25 %. Interventio paransi merkittävästi myös työympäristöolosuhteita: koettu ilman laatu parani, ilmanvaihto koettiin merkittävästi paremmaksi ja hajut vähenivät. Osallistujien huolestuneisuus väheni 61 %.

Kysymyksenasettelusta riippuen 64-75 % osallistujista hyötyi puhdistimista.

Koehenkilöistä merkittävä osa täytti ns. ympäristöherkän henkilön kriteerit. Tulosten perusteella puhdastilavyöhyke on tehokas ympäristöherkkien auttamisessa. Altistetasoa pienentämällä voitiin vähentää koettuja haittoja.

Tämän interventiotutkimuksen perusteella sisäilmaoireilevia voidaan auttaa myös työhyvinvoinnillisesta ja taloudellisesta näkökulmasta. Työhyvinvoinnin näkökulmasta koehenkilöiden tyytyväisyys lisääntyi ja huoli väheni merkittävästi. Taloudellisesta näkökulmasta katsottuna sisäilmaan liittyvät sairauslomat vähenivät 68 %, mikä tarkoitti tässä tutkimusryhmässä n. 37 000 euron säästöä 5 kuukaudessa. Näillä perusteilla näyttäisi perustellulta tehdä ympäristöherkille toimistotyöntekijöille hoitokokeiluja puhdastilavyöhykkeen muodostavilla ilmanpuhdistimilla työterveyshuollon suosittelemana ja seuraamana. Mikäli osa ympäristöherkistä hyötyisi kuten tässä tutkimuksessa, se helpottaisi merkittävästi työnantajien, kiinteistönomistajien ja työterveyshuoltojen välistä yhteistyötä haasteellisissa sisäilmaongelmatapauksissa.

Pilottikokeen tulokset olivat lupaavia. Niinpä olisi perusteltua toteuttaa alkuperäisessä tutkimussuunnitelmassa ehdotettu laajempi otoskokolaskentaan perustuva ns. crossover-tutkimus, jossa koehenkilöt käyttävät kokeen aikana sekä oikeaa että plaseboilmanpuhdistinta.

ESIPUHE

Ympäristöherkkyys on ilmiönä suuri kansantaloudellinen ja -terveydellinen tekijä. Ilmiö on kasvussa samaan aikaan kun Suomi on taloudellisessa puristuksessa, väestö vanhenee nopeasti, nuorten muuttoliike näivettää maakuntia, rakennuskanta vanhenee, sisäilmaongelmat piinaavat rakennuksia ja terveydenhuolto lähestyy kustannuskriisiä. Nämä ilmiöt iskevät erityisen voimakkaasti kuntiin ja muihin julkisyhteisöihin.

Yhteiskunnan lääkkeet ympäristöherkkyydelle ovat vasta valmisteilla. Toisaalta pyritään ennalta ehkäisemään herkistymisten tapahtuminen, toisaalta ei olla yhtä mieltä siitä, voivatko rakennusten olosuhteet aiheuttaa ympäristöherkkyyttä. Sairastumiskokemusten tapahtuessa etsitään nykyään yhä useammin vastuullisia oikeusistuimen kautta myös työnantajapuolelta. Työterveyshuollon rooli on usein erillinen, oma saarekkeensa, jonka haasteena on sisäilmaongelma- ja ympäristöherkkyystapauksissa toimia hedelmällisessä yhteistyössä työnantajan, kiinteistön omistajan ja asiantuntijoiden kanssa silti pitäen kiinni salassapitoa vaativista asioista. Kuitenkin, niin kauan kuin terveydenhuolto ei kykene riittävällä tasolla tunnistamaan, diagnosoimaan, hoitamaan, kuntouttamaan ja ennaltaehkäisemään ongelmaa, se aiheuttaa välillistä haittaa erityisesti tiloissa työskenteleville ihmisille. Monilla työpaikoilla ympäristöherkät työntekijät kärsivät terveyshaittoja ja työnantajien, kiinteistön omistajien ja työterveydenhuollon täytyy hoitaa asioita käytännössä. Jos työterveyshuolto ei hoida asiaa, päätöksenteko ympäristöherkistä ja käytännön toimista jää insinööreille ja esimiehille. Taloudelliset ja kuormittavat vaikutukset voivat olla suuria työnantajille ja kiinteistön omistajille. Suomessa on valtava tilaus toimiville, kustannustehokkaille tavoille parantaa ympäristöherkkien tilannetta.

Käytännön työssäni olen paljon tekemisissä sekä uusien että vanhojen sisäilmaongelmakohteiden kanssa. Työskentelen erityisesti kriisiytyneiden työyhteisöjen ja epäonnistuneiden rakennusprojektien ja korjausten parissa. Kokemukseni mukaan näissä työyhteisöissä esiintyy säännönmukaisesti poikkeuksellisen paljon ympäristöherkkyyttä, jota ei ole kyetty tunnistamaan, kohtaamaan ja hoitamaan. Ympäristöherkkä oireilee tavallisissa tiloissa, joissa ei yleensä oireilla. On kuitenkin turha syyllistää yksin kiinteistön omistajaa, jos sisäilmakorjaus on epäonnistunut ympäristöherkkien käyttäjien vuoksi. Samoin on turha syyllistää yksin työnantajaa siitä, että herkistymisiä ja sairastumisia on tapahtunut. Vastuu jakautuu erityisesti työnantajan, työterveyshuollon ja kiinteistön omistajan kesken. Kaikki tarvitsevat toisiaan pystyäkseen hoitamaan lakisääteiset velvollisuutensa. Suurin riski epäonnistua työpaikan sisäilmaongelmien hoidossa on silloin, kun kiinteistön omistaja ei tee aitoa käytännön yhteistyötä työnantajan kanssa ja kun työterveyshuolto ei hoida lakisääteisiä velvollisuuksiaan.

Vaikeasta ongelmatiikasta ja jatkuvasta ihmisten kärsimyksen kohtaamisesta johtuen tämä interventiotyö oli erityisen kiinnostava. Sain olla mukana projektissa, jossa korkeatasoinen ilmanpuhdistuksen insinööriosaaminen yhdistyi lääkäreiden kokemukseen, osaamiseen, haluun ja velvollisuuteen auttaa heikommassa asemassa olevaa.

Kiitos ohjaajilleni dosentti Hannu Syrjälälle (OYS Tulevaisuuden sairaalahanke 2030), toimitusjohtaja Risto Salinille (ISEC) ja FM Sirkku Häkkinlälle (Turun yliopisto) sekä kaikille muillekin tähän työhön myötävaikuttaneille henkilöille. Kiitos myös OYS:n organisaatiolle toteutusympäristön ja resurssien tarjoamisesta. Kiitos myös vapaaehtoisille koehenkilöille osallistumisesta. Lisäksi kiitos myös kaikille niille ihmisille, jotka toivat omat näkökulmansa, tietonsa, osaamisensa ja kommenttinsa aiheeseen. Bernard Chartresin sanoin: ”Seisomme niiden harteilla, jotka tulivat ennen meitä.”

Oulussa, 12.2.2020

Mikko Salin, FT

Sisällys

TIIVISTELMÄ.....	2
ESIPUHE	3
1 KIRJALLISUUSOSA	6
1.1 Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 1/2012	6
1.2 Vastuun jakautuminen työpaikkaympäristössä	7
1.3 Ympäristöherkkyys	8
1.4 Työkyky hyvinvoinnin mittarina	12
1.5 Sisäolosuhteiden koettu haittaavuus	12
1.6 Työkykyä ylläpitäviä ja parantavia interventiota.....	12
1.7 Ilmanpuhdistinten tekninen ja terveydellinen vaikuttavuus.....	14
1.8 Plasebo- ja nosebovaikutukset	15
1.9 Tutkimuksen liittyminen aiemmin tehtyihin tutkimuksiin	16
2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET.....	18
3 AINEISTO JA MENETELMÄT	19
3.1 Oulun yliopistollinen sairaala (OYS) ja tulevaisuuden sairaalan rakennukset.....	19
3.2 OYS:ssa ja tulevaisuuden sairaalassa työskentelevät henkilöt.....	19
3.3 Interventiotutkimuksessa käytetty henkilökohtainen ilmapuhdistin	19
3.4 Pilottitutkimuksen koehenkilöiden valinta ja otoskoko	20
3.5 Koettujen terveysvaikutusten, työyhteisön ja työympäristön muutosten seuranta	22
3.5.1 Itsearviointit.....	22
3.5.1.1 ISEC Sisäilmakysely	22
3.5.1.2 Seurantakysely.....	22
3.5.1.3 Koehenkilöiden haastattelut	23
3.5.2 Tutkimukseen osallistuvien työpisteessä tehtävät selvitykset.....	23
3.5.2.1 Puhdasvyöhykkeen muodostamisen edellytysten varmistaminen	23
3.5.2.2 Rakenteiden ja ilmanvaihdon tarkastukset ennen ja jälkeen intervention.....	23
3.5.2.3 Olosuhdemittaukset ennen ja jälkeen intervention.....	24
3.5.2.4 Työtilojen siisteyden arviointi ennen ja jälkeen intervention	24
3.5.2.5 Intervention aikaiset työpisteselvitykset.....	24
4 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU	25
4.1 Intervention vaikutukset koettuun yksilölliseen terveyteen.....	25
4.2 Työyhteisössä tapahtuneet muutokset intervention aikana	27
4.3 Työympäristön muutokset intervention aikana	29
4.3.1 Asiantuntijan arvio koetilojen alku- ja lopputilanteesta	29
4.3.2 Koetut olosuhteet ennen interventiota, sen aikana ja sen jälkeen.....	30

4.3.3	Intervention aikaiset sekoittavat ja satunnaiset tekijät	33
5	JOHTOPÄÄTÖKSET	34
6	KIRJALLISUUSLUETTELO.....	35

1 KIRJALLISUUSOSA

1.1 Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 1/2012

Kosteus- ja homevauriot on Suomessa tunnistettu jo 1990-luvun alusta saakka merkittäväksi sisäympäristöongelmaksi, jolla on haitallisia vaikutuksia terveyteen. Sekä rakennusten kunnon heikkenemisestä että erityisesti niissä oleskelun aiheuttamista oireista ja sairauksista huomattiin seuraavan merkittäviä kustannuksia. Päättäjät havahtuivat tilanteeseen, jossa tieto oli sirpaloitunutta ja osin ristiriitaista, eikä ongelmien laajuudesta ollut tietoa.

Eduskunnan tarkastusvaliokunta tilasi joulukuussa 2011 Työterveyslaitokselta (TTL) tutkimuksen, jonka tavoitteena oli tuottaa päätöksentekijöille sellaista ajantasaista ja kokonaisvaltaista tietoa, johon pohjautuen on mahdollista vähentää rakennusten kosteus- ja homevaurioiden aiheuttamia taloudellisia menetyksiä ja terveyshaittoja.

Kyseisessä tutkimuksessa selvisi, että rakennusten kosteus- ja homeongelmissa on kyse yhdestä Suomen merkittävimmistä ympäristöterveysongelmasta. Terveydellisten ja taloudellisten vaikutusten arvioitiin olevan mittavia. Esimerkiksi sairaaloiden osalta arvioitiin, että 12-26 % kerrosalasta esiintyy merkittäviä kosteus- ja homevaurioita (korjauskustannusarvio satoja M€) ja että kosteus- ja homevaurioiden terveyteen liittyvien kustannusten olevan 23-953 M€ vuodessa. Tämä arvio sisältää oireista, sairauksista, niiden tutkimisesta, työkyvyn menettämisestä ja työtehon tuottavuuden laskusta aiheutuvat kustannukset. (Reijula ym. 2012)

Samassa yhteydessä havaittiin myös, että ongelman ilmaannuttua terveydellisiin haittoihin ei puututtu riittävän tehokkaasti eikä toimintamalleja ja työkaluja ollut riittävästi (Reijula ym. 2012). Julkaisussa tuotiin esille kasvava ihmisryhmä, joka kosteusvaurioaltistuksen seurauksena on jäänyt kärsimään pitkittyneestä oireilusta. Asiaan otettiin kantaa seuraavasti:

"Terveystenhuollon tulee mahdollisimman pian kehittää työkaluja myös niiden ihmisten auttamiseen, jotka syystä tai toisesta oireilevat muita pitempään kerran sairastuttuaan sisäympäristön ongelmista. On etsittävä oireiden aiheuttaja, mikäli sellainen on löydettävissä, mutta on myös osattava luopua aiheuttajan metsästyksestä, mikäli tilanteen taustalla näyttää pikemminkin olevan tavallista herkempi elimistö, joka reagoi epäspesifeille ärsykkeelle vielä kuukausia alkuperäisen altistumisen ja sairastumisen jälkeen. Tällöin päähuomio tulee kohdistaa oireilevan työ- ja toimintakyvyn ylläpitämiseen sekä tuen antamiseen tilanteessa, jossa oireilu jatkuu, vaikka sisäympäristöstä ei löydetä vaivan aiheuttajaa. Työ- ja toimintakykyä rajoittava oireilu edellyttää aivan uudenlaista tukea ja hoitoa, mitä olemme tähän mennessä tottuneet näille oireileville ihmisille tarjoamaan." (Reijula ym. 2012)

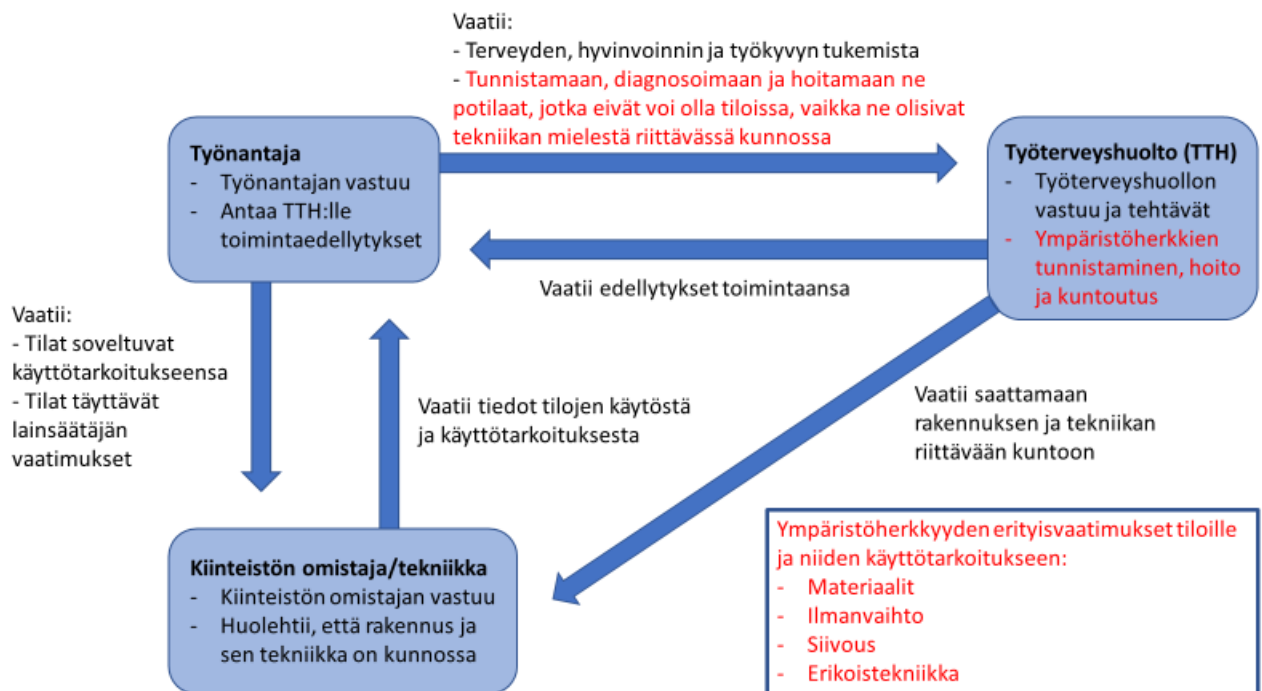
Raportin vastuutus kohdistui suoraan terveydenhuoltojärjestelmään sosiaali- ja terveysministeriön (STM) vastuualueelle. STM:n alaisissa laitoksissa kansanterveyteen liittyvät asiat kuuluvat Terveysten- ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) vastuulle ja työpaikkoihin liittyvät asiat Työterveyslaitoksen (TTL) vastuulle. TTL:llä ja THL:llä on yhteinen rajapinta niiden rakennusten osalta, joissa on sekä työpaikkalainsäädännön että kansanterveyslainsäädännön piiriin kuuluvia tilankäyttäjiä (esim. sairaalat, koulut, päiväkodit ja varuskunnat).

1.2 Vastuun jakautuminen työpaikkaympäristössä

TTL on käytännössä viranomaisasemassa työpaikkojen sisäilmaongelmiin liittyvissä ohjeistuksissa. Keskeisin ohjeistus on Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen (Lappalainen ym. 2017).

Ohjeen tarkoituksena on antaa työpaikkalainsäädännön (esim. työturvallisuuslaki) vaatimukset täyttävät toimintaohjeet rakennusten terveydellisten olosuhteiden arviointiin ja sisäympäristön olosuhteiden kokonaisarviointiin. Lisäksi ohjeessa on käsitelty työnantajan, työntekijöiden, kiinteistön omistajan, työsuojeluvalvonnan, terveydensuojelun, työterveyshuollon, muun terveydenhuollon, rakennusvalvonnan sekä valvontaviranomaisten roolia ja yhteistyötä sisäilmasto-ongelmissa. (Lappalainen ym. 2017)

Eduskunnan tarkastusvaliokunnan raportissa (Reijula ym. 2012) kuvatut tekniset ja terveydelliset ylätasen ongelmat koskettavat käytännössä keskeisimmin kiinteistön omistajia, työnantajia ja työterveyshuoltoa. Tämä näkyy lainsäädännössä, joka velvoittaa sisäilmaongelmatapauksissa voimakkaimmin juuri näitä toimijoita (esim. maankäyttö- ja rakennuslaki, terveydensuojelulaki, laki liikehuoneiston vuokrauksesta, työturvallisuuslaki, työterveyshuoltolaki, valtioneuvoston asetus työpaikkojen turvallisuus- ja terveysvaatimuksista ja asumisterveysasetus). Tämän kolmikannan tärkeys näkyy selvästi myös kenttätöissä. Näiden kolmen tahon vastuut ja tehtävät kietoutuvat toisiinsa. Yhden tahon velvollisuuksien täyttäminen vaatii muilta tahoilta toimenpiteitä. Siten tarkastusvaliokunnan velvoite terveydenhuollolle (tässä työterveyshuollolle) velvoittaa samalla myös työnantajaa ja rakennuksen omistajaa. Kuvassa 1 on esitetty keskeisimmät vaatimukset näiden kolmen ryhmän välillä.



Kuva 1. Työnantajan, kiinteistön omistajan ja työterveyshuollon keskinäisiä vaatimuksia lakisääteisten velvollisuuksien täyttämistä varten. Oikealla ympäristöherkkyyden aiheuttamia erityisvaatimuksia. Punaisella on merkitty ne ympäristöherkkyyteen liittyvät kohdat, jotka aiheuttavat usein erityisiä haasteita erilaisissa työympäristöissä.

Ympäristöherkkyyden tunnistaminen, hoito, kuntoutus ja ennaltaehkäisy kuuluvat työpaikoilla työterveyshuollon vastuulle (Sainio & Karvala 2016, Käypä hoito 2016, Karvala ym. 2017). Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen velvoittaa työterveyshuoltoa selvittämään tarvittaessa myös yksilötasolla työhön liittyvien sairauksien työperäisyyden ja arvioimaan työkykyä ja työssä selviytymistä sekä tekemään ehdotuksia sen tukemiseksi (esim. astmaa sairastavat ja ympäristöherkät) (Lappalainen ym. 2017).

Ympäristöherkkyyden hoitopolku ei kenttäkokemuksen mukaan ole vielä vakiintunut. Käytäntö on osoittanut kuvan 1 mukaisesti, että mikäli ympäristöherkkiä ei tunnisteta eikä hoideta, työnantaja ja kiinteistön omistaja eivät voi hoitaa lakisääteisiä velvoitteitaan. Sisäilmatutkijan ja työterveyshuollon asiantuntijan työssänikin tavallista kohdata ympäristöherkkä ihminen, joka kokee tulleen torjutuksi, leimatuksi tai muuten huonosti kohdelluksi ensin työterveyshuollon ja sittemmin työnantajan ja kiinteistön omistajan taholta. Ristiriitatilanteiden takaa löytyy usein väärin kohdelluksi tulemisen tunnetta sekä huolta omasta ja muiden terveydestä. Luottamuksen mentyä vaatimukset ja päätöksenteko alkavat muuttua tunneperäiseen suuntaan, mistä joudutaan yleensä maksamaan suuri lasku tavalla tai toisella.

Tyypillisesti ympäristöherkkien huomioimattomuus (kuva 1) johtaa ennen pitkää merkittäviin terveydellisiin kustannusvaikutuksiin työnantajalle sekä suuriin investointitarpeisiin kiinteistön omistajalle. Merkittävin rasite tulee niille toimijoille, jotka ovat yhtä aikaa sekä kiinteistön omistajan että työnantajan ominaisuudessa. Esimerkiksi Helsingin kaupunki on yhtä aikaa sekä Suomen suurin työnantaja että suurin kiinteistön omistaja. Lähes jokaisessa Suomen kunnassa kunta itse on suurin työnantaja ja työllistäjä. Suomen rakennuskannasta oli vuonna 2010 ja 2018 muita kuin asuinrakennuksia 15 % (Suomen virallinen tilasto 2018). Vuonna 2010 kunnat ja kuntaliitto omistivat muita kuin asuinrakennuksia 18 % kokonaisuudesta ja yli 60 % sekä hoito- että opetusalan kiinteistöistä (Reijula ym. 2012). Ympäristöherkkyyteen liittyvät lieveilmiöt rasittavat siis valtakunnan tasolla erityisen paljon kuntia, kaupunkeja ja muita julkisyhteisöjä. Nykyisessä väestöennuste- (Suomen virallinen tilasto 2019) ja kuntataloustilanteessa (Valtiovarainministeriö 2019) kyseessä ei ole merkityksetön asia varsinkaan kasvukeskusten ulkopuolella.

1.3 Ympäristöherkkyys

Tarkastusvaliokunnan julkaisussa 1/2012 (Reijula ym. 2012) puhutaan poikkeavan herkästi sisätiloissa oireilevista ihmisistä. Vuonna 2015 Suomessa käyttöön otettiin ICD-10 -tautiluokituksen R68.81-koodi (Jatkuva tai toistuva poikkeuksellinen herkkyys ympäristön tavanomaisille tekijöille), jossa kyse on samasta ihmisryhmästä. Myöhemmin on ryhdytty puhumaan ympäristöherkkyydestä, josta on kirjoitettu yhteenvetoja (Sainio & Karvala 2016, Karvala ym. 2017, Vuokko 2019). Ympäristöherkkiä on tutkimuksesta ja määrittelystä riippuen 0,2-45 % väestöstä (Sainio & Karvala 2016). Vuonna 2005 raportoidun yhdysvaltaistutkimuksen mukaan (Steinemann 2005) lääkärin diagnosoimia monikemikaaliherkkyytapauksia (ympäristöherkkyyden yleisin ilmenemismuoto) oli 2,5 %. Vuonna 2018 tehdyssä vastaavassa tutkimuksessa havaittiin, että luku oli Yhdysvalloissa noussut 12,8 %:iin (Steinemann 2018) eli 5-kertaiseksi 13 vuodessa. Kanadassa monikemikaaliherkkiä oli keskimäärin 2,1 % vuonna 2014 (Canadian Community Health Survey 2014). Australiassa vastaavan luvun arvioitiin vuonna 2018 olleen aikuisväestössä 6,5 % (Pigatto & Guzzi 2019, Steinemann 2018). THL:n Terve ihminen terveissä tiloissa -ohjelman raportissa (Lampi & Pekkanen 2018) ympäristöherkkyyden esiintyvyys Suomessa arvioitiin 0,2 %:ksi (ICD-10 R68.81-diagnoosi, kuva 2). Suomessa ja Ruotsissa tehdyssä itsearvioita kartoittavassa tutkimuksessa (Karvala ym. 2018) ympäristöherkkyyteen liitettyä monikemikaaliherkkyyttä arvioitiin Suomessa olevan 15,2 %:lla ja Ruotsissa 12,2 %:lla. Itsearvioinneissa

esiintyvyydet ovat tyypillisesti olleet 2-5 -kertaisia verrattuna lääkäreiden diagnosoimiin esiintyvyyksiin (Steinemann 2005, Steinemann 2018).

1. Potilas saa oireita liittyen ympäristötekijöihin tavanomaisilla altistumisilla, jotka eivät valtaosalle ihmisiä aiheuta oireita. Tällaisia ympäristötekijöitä ovat mm.:
 - tavalliset tuoksut, hajut ja kemikaalit, esim. hajusteet, puhdistusaineet, uudet huonekalut ja sisustusmateriaalit
 - sähkömagneettiset kentät ja tavalliset sähkölaitteet, kuten kännykät ja tietokoneet
 - rakennusten sisäilmatekijät
 - tuulivoimalat
2. Oireita on eri elinjärjestelmistä. Yleensä mukana on aina keskushermoston oireita, kuten huimausta, keskittymisvaikeuksia ja uupumusta. Lisäksi tavallisia ovat limakalvojen/hengitysteiden, ihon, tuki- ja liikuntaelimestön, ruoansulatuskanavan, ja sydän- ja verenkiertoelimestön oireet.
3. Oireet vähenevät tai katoavat tilapäisesti, kun ympäristöstä poistetaan niitä laukaisevat tekijät.
4. Tila on pitkäaikainen (vähintään kuuden kuukauden kesto).
5. Oireistosta seuraa huomattavia elämäntapojen tai toimintakyvyn rajoituksia, esim. vaikeus käydä töissä tai osallistua päivittäisiin toimintoihin.
6. Oireita ei riittävästi selitä tai kuvaa muu sairaus tai häiriö.

Kuva 2. Ympäristöherkkyyden diagnostiset kriteerit ICD-10 koodille R68.81, joiden tulee kaikkien täytyä. Potilaan muu sairaus tai häiriö ei sulje pois koodin käyttöä. (Karvala ym. 2017)

Suomessa toisenlaista näkemystä ympäristöherkkyyteen on pitänyt esillä professori Ville Valtonen, jolla on kliinistä kokemusta yli 1000 ympäristöherkän tutkimisesta (Valtonen 2017). Valtonen puhuu home- ja kosteusvauriosairaudesta (DMHS), koska kyseiset potilaat ovat kokeneet sairastuneensa tai herkistyneensä home- ja kosteusvaurioaltistukseen liittyen. Hänen mukaansa noin 50 %:lle DMHS-potilaista kehittyy monikemikaaliherkkyys (MCS) ja noin 25 %:lle sähköliherkkyys. Valtonen käyttää MCS:n havaitsemiseen 12 kysymystä, joista 4:n tai useamman täyttyminen merkitsee todennäköistä MCS:ää. Lisäksi hän käyttää DMHS:n havaitsemiseen 5 kriteeriä (taulukko I).

Keskeiset erot ja yhtäläisyydet Valtosen ja TTL:n näkemysten välillä tulevat esiin vertaamalla kuvaa 2 ja taulukkoa I keskenään. Ympäristöherkkyyden tunnistamiseen liittyvät asiat ovat molemmissa hyvin samankaltaisia. Sen sijaan käsitys ympäristöherkkyyden synnystä ja hoitosuosituksista eroaa. Valtosen kliiniseen kokemukseen perustuvan näkemyksen mukaan voimakas kosteusvaurioaltistuminen voi aiheuttaa sairastumista ja lisäältistus sairauden etenemistä ja pahenemista. Vuokon (TTL) näkemyksen mukaan sairastumisesta ei ole riittävää kausaalista näyttöä muuten kuin astman osalta (pl. teolliset ympäristöt, ilmankostutukseen liittyvät ongelmat, infektiosairaudet, tietyt kemikaalit, tupakansavu, radon ja ilmansaasteet) ja altistumisen välttämiskäyttäytymistä pidetään ongelmallisena. Sairas rakennus-oireyhtymän määritelmästä ja merkityksestä ei ole yhteistä näkemystä. (Valtonen 2017, Sainio & Karvala 2016, Vuokko 2019)

Taulukko I. Kriteerit home- ja kosteusvauriosairauden (DMHS) määrittämiseen (Valtonen 2017).

Jos kaikki 5 kriteeriä täyttyvät, DMHS on erittäin todennäköinen

Jos 3-4 kriteeriä täyttyy, DMHS on todennäköinen

Jos 2 kriteeriä täyttyy ja potilaalla on tyypilliset oireet, DMHS on mahdollinen

1. Oireinen tai oireeton altistuminen homeille vesivahinkorakennuksissa
2. Lisääntynyt sairastavuus infektioiden vuoksi. Tämä on sairauden aikainen vaihe.
3. Kärsiminen ns. sairaan rakennuksen syndroomasta (SBS). Ihminen voi huonosti vesivahinkorakennuksessa, mutta oireet helpottavat tai katoavat 1-2 päivässä rakennuksesta poistumisen jälkeen.
4. MCS:n kehittyminen.
5. Lisääntynyt hajuherkkyys verrattuna potilaan terveeseen tilaan. Potilas voi raportoida kykyä haistaa homeenhajua esimerkiksi lähellä oleskelevien henkilöiden vaatteista.

Ympäristöherkkien ryhmässä haittoja koetaan tyypillisesti paljon ja työkyky on usein alentunut. Kerran ilmennyt voimakas oireilu tai sairastumisen kokemus ilmenee usein jatkossa myös tilanteissa, joissa sisäilman laadun poikkeamaa ei välttämättä voida kokeellisesti tai tutkimuksin osoittamaa (Reijula ym. 2012).

Hodgsonin (2002) mukaan joissain tapauksissa subjektiiviset oireet eivät korreloi elintoimintojen kanssa: oireilun haitta tuntuu voimakkaammalta kuin mitä esim. silmien sidekalvon tila, keuhkojen toiminta tai ihon kunto tutkimuksessa näyttäisivät. Osalle kosteusvaurioista oireileville jää pitkäaikainen taipumus saada oireita sisäilmasta ja muista ympäristötekijöistä, vaikka altistuminen loppuu tai poistetaan (Pekkanen ja Lampi 2015).

Työterveyslaitos on STM:n toimeksiannosta julkaissut ohjeet ympäristöherkkien hoidon ja kuntoutuksen järjestämisestä Suomessa (Sainio & Karvala 2016). Ohjeistuksessa määritellään, että ympäristöherkkyydessä potilas saa ympäristötekijöihin liittyen laaja-alaisia, haittaavia oireita, joita eivät selitä ympäristötekijöiden tunnetut fysikaaliset, toksikologiset tai allergologiset vaikutukset. Oireet ilmenevät ympäristötekijöiden tavanomaisilla altistumistasoilla. Ympäristöherkkyyteen luetaan sisältyväksi monikemikaaliherkkyys, sähköherkkyys ja muihin altisteisiin (mm. mikrobeihin) liittyvä ympäristöherkkyys. Ympäristöherkkyyttä ei pidetä sairautena, koska sen toteamiseen ei ole olemassa objektiivisia tutkimuksia eikä tehokkaita hoitoja (Käypä hoito 2016). TTL:n mukaan ympäristöherkkyys luokitellaan toiminnalliseksi häiriöksi (Sainio & Karvala 2016). Yhtymäkohtia ympäristöherkkyyden ja toiminnallisten häiriöiden välillä ovat mm. kompleksiset ja pitkittyneet oireet, alentunut työkyky ja elämänlaatu, suurempi esiintyvyys naisilla, oheissairastavuus (esim. ahdistuneisuus ja masennus), terveydenhuoltopalveluiden suurkulutus ja ennenaikainen työkyvyttömyyseläkkeelle jäänti (Vuokko 2019).

Ympäristöherkkien hoidon ja kuntoutuksen ohjeistuksen (Sainio & Karvala 2016) mukaan tällä hetkellä vallitseva teoria on, että toiminnallisen häiriön oireisto on seurausta keskushermoston herkistymisestä, joka johtaa automaattiseen tarkkaavuuden kohdentamiseen vaaravihjeisiin, aistimusten vahvistumiseen ja suoja mekanismien laukeamiseen tavallista herkemmin (Yunus, 2015; Dantoft ym., 2015; Frias, 2016). Tämän teorian mukaan keskushermoston herkistyminen aiheuttaa toiminnallisia oireita ja johtaa sekä automaattiseen että tietoiseen välttämiskäyttäytymiseen. Ohjeessa mainitaan altisteiden välttämisen olevan hyödytöntä, koska se ei nykytiedon mukaan vähennä keskushermoston herkistymistä. Pääasialliseksi hoitokeinoksi suositellaan biopsykososiaalista lähestymistapaa ja kognitiivista käyttäytymisterapiaa sekä vaikeissa tapauksissa harkinnan mukaan lisäksi lääkehoitoa (Sainio & Karvala 2016). Tämän näkemyksen mukaan ilmanpuhdistimien käyttö ympäristöherkkien tilanteen

parantamiseksi on hyödyttöä, ellei niiden vaikutusmekanismi perustu psykologiseen vaikutusmekanismiin.

TTL on laatinut Kansaneläkelaitoksen (Kela) toimeksiannosta myös selvityksen toiminnallisten häiriöiden kuntoutusmalleista (Selinheimo ym. 2019) sekä mallien hyödyistä ja haitoista. Tässä selvityksessä sekä ohjeissa ympäristöherkkien hoidon ja kuntoutuksen järjestämisestä (Sainio & Karvala 2016) ja käypä hoito -suosituksessa (Käypä hoito 2016) käytännössä linjataan se, että kaikkia ympäristöherkkiä tulee hoitaa ja kuntouttaa toiminnallisen häiriön periaatteiden mukaisesti ts. puhtaasti biopsykososiaalisena, ei altistelähtöisenä ilmiönä. TTL:n selvityksen mukaan (Selinheimo ym. 2019) näyttöä vaikuttavista, kuntoutujaa aktivoivista hoitomalleista on runsaasti. Ohjeistuksessa kuvailaan Århusin ja Nova Scotian mallit sekä viitataan vastaaviin ohjeistuksiin Saksassa ja Iso-Britanniassa. Århusin malli on erikseen kehitetty toiminnallisten häiriöiden hoitamista varten ja myös muut viitatuksi ohjeistukset keskittyvät tähän.

Selinheimon ja työtovereiden (2019) tekemässä kirjallisuuskatsauksessa todetaan, että toiminnallisten häiriöiden kuntoutuksesta on tehty runsaasti kansainvälistä tutkimusta, esim. Cochrane-katsauksia aiheesta on julkaistu pelkästään 2000-luvulla yli 30 kpl (esim. Thomson & Page 2007, Rosendal ym. 2013, Abbass ym. 2014, Kleinstäuber ym. 2014, van Dessel ym. 2014). Näistä Thomsonin ja Pagen (2007) tutkimuksissa psykoterapia havaittiin tehokkaaksi keinoksi hypokondrian (pelko diagnosoimattomasta vakavasta sairaudesta) hoidossa. Rosendal työtovereineen (2013) summasi kuuden tutkimuksen perusteella, että ei voida vetää johtopäätöksiä siitä, onko primääriterveydenhuollon laajennetulla toiminnallisten häiriöiden potilaiden hoidoilla vaikutusta vai ei. Abbas ym. (2014) tarkasteli 33 kontrolloidun tutkimuksen perusteella ahdistuneisuus-, masennus-, stressi-, käyttäytymis- ja persoonallisuushäiriöisiä potilaita. Psykodynaamisella lyhytterapialla oli merkittävä potilaiden tilaa parantava vaikutus. Kleinstäuberin ym. katsauksessa (2014) tarkasteltavana oli 26 kontrolloitua tutkimusta somatoformisten potilaiden hoidosta erilaisten antidepressanttien avulla. Hyötynäyttö oli hyvin alhainen ja alhaisen laadun näyttö lääkkeiden tehosta verrattuna plaseboon. Van Dessel työtovereineen (2014) tarkasteli 21 tutkimusta, joissa somatoformisen diagnoosin saaneita potilaita hoidettiin erilaisilla psykologisilla terapioidella. Terapioilla oli vaikutusta oireiden voimakkuuden vähentämisessä, mutta saavutetut erot olivat pieniä. Selinheimo ym. (2019) toteaa, että oirehallintaa ja adaptiivisia merkityksenantostrategioita tukeva kognitiivinen käyttäytymisterapia on vaikuttavaa potilaiden oireiden hallinnassa, koska 71 % potilaista hyötyi hoidosta kontrolleihin nähden.

Aki Vuokon väitöskirjassa on kirjallisuuskatsaus ympäristöherkkyyden hoidosta (Vuokko 2019). Katsauksen mukaan suurin osa MCS:n raportoiduista hoidoista on tapauskertomuksia ja kontrolloimattomia tutkimuksia. Suuri osa näistä raportoiduista hoitotavoista perustuu toksikologisiin tai altisteperäisiin hypoteeseihin ja keskittyvät sen vuoksi oireita laukaisevien tekijöiden välttämiseen ja potilaan immuunijärjestelmän aktivointiin esim. ruokavalion, lisäravinteiden, myrkkujen poiston ja herkistymistä vähentävien tekniikoiden, reseptilääkkeiden, holististen tai kehoterapioiden ja käyttäytymisterapian avulla (Dantoft ym. 2015, Das-Munshi ym. 2007, NICNAS ja OCSEH 2010, Somerville 2001, Watanabe ym. 2003, Rubin ym. 2006, Hagström ym. 2013). Näissä tutkimuksissa ympäristöherkkät itse raportoivat hyötывnsä erilaisista hoidoista, kuten oireiden aiheuttajaksi epäiltyjen tekijöiden välttäminen ja elintapamuutoksista, joiden oletetaan parantavan sietokykyä altisteille. TTL:n näkökulmasta nämä eivät kuitenkaan olleet hyvin suunniteltuja eivätkä kontrolloituja tutkimuksia, eikä saatuja tuloksia voitu pitää luotettavina (Sainio & Karvala 2016, Vuokko 2019).

Maailmalla on tehty myös keskushermoston herkistymisteoriasta lähteviä kontrolloituja mindfulnessiin pohjautuvia tutkimuksia. Näillä interventioilla ei ollut vaikutusta päivittäiseen elämään eikä altistumisen jälkeisiin reaktioihin (Sampalli ym. 2009, Skovbjerg ym. 2012, Hauge ym. 2015). Tapauskertomuksissa on

havaittu rajallista hyötyä masennuslääkehoidoista sekä herkistymistä vähentävillä terapioilla (Stenn & Binkley 1998).

Myös Vuokko tutki väitöstyössään mm. kognitiivisen käyttäytymisterapian ja psykoedukaation vaikutusta ympäristöherkkien oireiluun ja itsearvioituun työkykyyn (Vuokko 2019). Kyseisillä interventioilla ei havaittu myönteistä vaikutusta itsearvioituun työkykyyn ja elämänlaatuun.

Näyttää siltä, että psykologisilla ja lääkkeellisillä interventioilla on saatu positiivisia vaikutuksia aikaan erilaisissa toiminnallisissa häiriöissä. On kuitenkin huomattava, että mitkään näistä potilasryhmistä eivät olleet sisäolosuhteissa altistuneita ympäristöherkkiä. Siten ohje ympäristöherkkien hoitoon ja kuntoutukseen (Sainio & Karvala 2016) perustuu olettamukseen, että ympäristöherkkyys on toiminnallinen eikä altisteperäinen ilmiö. Vuokko perusti tutkimuksensa tälle olettamalle, mutta ei saanut sitä tukevia tuloksia (Vuokko 2019).

1.4 Työkyky hyvinvoinnin mittarina

Suomessa on jo pitkään tehty korkealaatuista työkykytutkimusta (esim. Ilmarinen 1991, Ilmarinen & Tuomi 2004, Jääskeläinen ym. 2016). Tutkimusten tuloksena on kehitetty mm. työkykyindeksi (7 osaluuetta, pistemäärä 7-49) ja työkykysumma (työkykyindeksin ensimmäinen kysymys, pistemäärä 0-10), joissa henkilö arvioi omaa työkykyään. Tutkimuksissa on voitu osoittaa, että itsearvioidulla työkyvyllä (sekä työkykyindeksi että työkykysumma) on ollut hyvä, n. 80 %:n korrelaatio tutkitun työkyvyn kanssa (Ilmarinen & Tuomi 2004). Lisäksi itsearvioitu työkyky on erittäin hyvä ennustemittari työkyvyttömyyseläkkeelle siirtymiseen ja jopa kuolleisuuteen pitkällä aikavälillä (Ilmarinen & Tuomi 2004). Itsearviointin todettu luotettavuus työkykyyn liittyvissä kysymyksissä antaa mahdollisuuden selvittää interventioiden vaikuttavuutta työkykyyn kyselytutkimuksilla.

Työkyvyn muutokset ovat työnantajan, työntekijän ja työyhteisön kannalta erittäin oleellisia, jolloin on saavutettavissa kaikkia osapuolia hyödyttävä win-win-win -yhtälö. Tutkimusten mukaan hyvällä työkyvyllä on yhteys mm. henkiseen hyvinvointiin, stressin vähyyteen, työhyvinvointiin, kilpailukykyyn, elämänlaatuun, yleiseen tyytyväisyyteen ja hyvään fyysiseen kuntoon. Vaikutukset säteilevät myös työelämän ulkopuolelle ja ennustavat mm. aktiivista ja mielekästä eläkeikää. (Ilmarinen & Tuomi 2004)

1.5 Sisäolosuhteiden koettu haittaavuus

Sairauksista koettu haittaavuus (työkykyindeksissä yhdellä kysymyksellä kysyttynä) korreloi hyvin, n. 80-prosenttisesti työkyvyn kanssa (Ilmarinen & Tuomi 2004). Kiinnostava kysymys on, korreloiko myös koettu sisäilmahaitta yhtä hyvin työkyvyn kanssa. Tarkastusvaliokunnan raportissa 1/2012 oletetaan, että hyvä korrelaatio on olemassa, joten sen seuraaminen interventioiden yhteydessä on perusteltua. Olosuhteiden koettua haittaavuutta voidaan mitata monella tavalla. Esimerkiksi Vuokko (2019) käsittelee asiaa ympäristöherkkyyden eri vakavuusasteisuutena, jota mitataan ärsytyksen voimakkuutena (Carlsson ym. 2005), oireiden vakavuutena (Caress & Steinemann 2004), oireiden voimakkuutena (Johansson ym. 2005), oireiden esiintymistiheytenä (Meggs ym. 1996), oireryhmien määrällä (Björnsson ym. 1998), keskushermosto-oireilun määrällä (Karvala ym. 2018) ja oireiden yhteisesiintyvyyden kautta (Palmquist ym. 2014). Joka tapauksessa olosuhteiden koettu haittaavuus on työkykyä herkempi itsearviomittari, joten sen avulla on helpompi mitata tehtyjen toimien vaikuttavuutta. Koettua haittaavuutta voidaan seurata kyselytutkimusten avulla.

1.6 Työkykyä ylläpitäviä ja parantavia interventiota

Hyvin suunniteltujen ja kontrolloitujen työkykyä parantavien interventioiden toteutus on erittäin haastavaa. Ne vaativat pitkän ajan (tyypillisesti 0,5-3 vuotta) ja ne maksavat paljon. Kokemus kuitenkin

osoittaa, että työntekijät ovat tyytyväisiä työkyvyn parantamiseen tähtääviin interventioihin. (Ilmarinen & Tuomi 2004)

Ilmarinen & Tuomi (2004) summaavat Suomessa toteutettuja interventiotutkimuksia ja niiden vaikutusta työkykyyn. Eri ammattiryhmille, sukupuolille ja ikäryhmille toteutetut 0,5 - 6 vuoden mittaiset interventiot paransivat työkykyä 0 – 19 %. Suurimpaan parannukseen tarvittiin 700 valmistajatyöntekijälle järjestetty 3-vuotinen MAHIS-ohjelma, joka sisälsi 16 erilaista aktiviteettia. Näiden interventioiden mukaan työkykyyn voi vaikuttaa positiivisesti monilla aktiviteeteilla, mutta osallistumista tulee rohkaista ja kontrolloida.

Epäonnistuneissa interventiokokeissa löydettiin 2 mahdollista selitystä: 1) interventiot eivät kattaneet kaikkia neljää välttämätöntä dimensiota: työympäristö, työyhteisö, yksilöllinen terveys ja ammatillinen kompetenssi tai 2) työkykyindeksi ei ole tarpeeksi herkkä mittari kuvastamaan positiivisia muutoksia. Interventiot, jotka kattavat kaikki 4 dimensiota lyhyessä ajassa (6-12 kk) olivat harvoin käyttökelpoisia. Siksi normaalisti täytyy varata useita vuosia viedäkseen läpi kilpailukykyisen työkykyohjelman. Osallistujia pitää myös motivoida säännöllisesti osallistumaan pitkäaikaiseen ohjelmaan. (Ilmarinen & Tuomi 2004)

Vuonna 2018 on raportoitu systemaattinen maailmanlaajuinen englanninkielisten artikkeleiden läpikäynti ja meta-analyysi työpaikoilla tehdyistä työkyvyn parantamiseen tähtäävistä interventioista (Oakman ym. 2018). Siinä kirjoittajat kävivät läpi 17 satunnaistettua koeasetelmaa vuosilta 2000-2016. Kaikissa tutkimuksissa vastemuuttujana oli joko työkykyindeksi (7-49 pistettä) tai työkykysumma (0-10 pistettä). Viisi tutkimusta oli monitahoista, työolosuhteisiin ja henkilösuhteisiin puretuva ja 12 tutkimusta oli yksilöihin keskittyviä käyttäytymiseen tai fyysiseen harjoitteluun liittyviä interventioita. Tuloksena oli, että 13 interventiossa löytyi tilastollisesti merkitsevä heikko positiivinen korrelaatio työkyvyn paranemisen kanssa. Johtopäätös oli, että työpaikkojen työkyvyn parantamiseen tähtäävillä interventioilla voi olla heikko positiivinen vaikutus, mutta varmaa vastausta ei voi aineiston perusteella antaa.

Aki Vuokon väitöskirjatyön ensimmäisessä osajulkaisussa (Vuokko ym. 2015) tehtiin interventiotutkimus ympäristöherkille. Interventiomenetelminä olivat kognitiivinen käyttäytymisterapia ja psykoedukaatio. Kuuden kuukauden mittaisella interventiolla ei ollut vaikutusta itsearvioituun työkykyyn eikä elämänlaatuun verrattuna kontrolliryhmään.

Riitta Sauni työtovereineen on tehnyt meta-analyysin interventiotutkimuksista, joissa tutkittiin kosteusvauriokorjausten vaikutusta hengitystieoireisiin, infektioihin ja astmaan (Sauni ym. 2011, Sauni ym. 2015). Meta-analyysiin kuului 8 tutkimusta, joissa oli yhteensä n. 6500 osallistujaa. Analyysissä löydettiin hyvin alhaisen ja keskitason laadun todisteita siitä, että kosteusvauriokorjaukset asunnoissa ja toimistoissa vähensivät hengitystieoireita ja -infektioita. Tässä analyysissä ei tutkittu korjausten vaikutusta työkykyyn.

Tutkimusten mukaan ympäristöherkät raportoivat hyötyvänsä oireiden aiheuttajaksi epäiltyjen tekijöiden välttämistä ja elintapamuutoksista, joiden oletetaan parantavan sietokykyä altisteille (Watanabe ym. 2003, Rubin ym. 2006, Hagström ym. 2013). Sainion ja Karvalan (2016) mukaan hyvin suunniteltuja, kontrolloituja tutkimuksia ei toistaiseksi kuitenkaan ole.

Yllä olevista tutkimuksista voidaan päätellä, että työkyvyn parantaminen millä tahansa interventiolla on poikkeuksellisen haasteellinen tehtävä. Myös koettujen haittojen vähentäminen interventioiden avulla on haastavaa.

1.7 Ilmanpuhdistinten tekninen ja terveydellinen vaikuttavuus

Ilmanpuhdistimien teknistä ja terveydellistä vaikuttavuutta on pyritty selvittämään erilaisissa tutkimuksissa. THL:n, TTY:n ja Kuntaliiton tekemän AVATER-projektin yhteenvetoraportissa (Hyvärinen ym. 2017) on mm. käyty läpi ilmanpuhdistinten vaikuttavuutta tilojen käyttöä turvaavana toimenpiteenä sisäilmaongelmaisissa ja kosteusvaurioituneissa rakennuksissa. AVATER-raportissa on mm. tehty yhteenvetotyyppinen kansainvälinen kirjallisuuskatsaus vuosilta 1992-2017 ilmanpuhdistinten teknisestä suoriutumuksesta. Yhteenvedon mukaan sisäilman mikrobeista pystyttiin puhdistamaan 35-100 %, sisäilman pienhiukkasista 0-97 % ja sisäilman kemiallisista yhdisteistä 30-100 % riippuen käytetyistä indikaattoriyhdisteistä, puhdistustekniikasta ja koeolosuhteista. (Hyvärinen ym. 2017)

Terveydellisten vaikutusten osoittaminen on periaatteessa mahdollista joko altistamisen tai altisteen poistamisen kautta. Usein altistuskokeita ei kuitenkaan tehdä eettisistä syistä. Altisteiden poistamisen vaikutusta terveyteen on vaikea tutkia teknisesti. Tämä johtuu mm. siitä, että ilmanpuhdistimien suoriutumista testaavat tahot (esim. Eurofins) eivät tyypillisesti suostu mittaamaan laitteiden puhdistuskapasiteettia terveydelle haitallisten kaasumaisten molekyylien (esim. formaldehydi) osalta, jotta testaustyöntekijät eivät altistuisi. Terveydelle haitallisten kaasumaisten yhdisteiden puhdistus on usein tavallisten indikaattorimolekyylien puhdistamista haastavampi tehtävä. Siten teknisten parametrien perusteella mitatusta ilmanpuhdistimien suoriutumuksesta kaasumaisten yhdisteiden osalta ei voida vetää suoria johtopäätöksiä puhdistimen terveydellisestä vaikuttavuudesta.

AVATER-projektissa tarkasteltiin myös sisäympäristöissä käytettyjen ilmanpuhdistimien vaikutusta terveyteen sekä niiden käytöstä aiheutuvia riskejä. Terveydellisen vaikuttavuuden tutkimus keskittyi aina 2010-luvulle asti enimmäkseen astmaatikkojen ja allergikkojen kannalta oleellisten allergeenien poistotekniikan ja astma- ja allergiaoireiden muutosten seurantaan:

”Institute of Medicine (IOM) mukaan tämänhetkiset kokeelliset tutkimukset ovat puutteellisia osoittamaan ilmanpuhdistimien hyötyjä allergioita ja astmaa sairastaville henkilöille. Ilmanpuhdistimien käyttö voi auttaa vähentämään ilmassa olevia allergeeneja ja hiukkasia ja joissakin tapauksissa vähentää allergia- ja astmaoireita, varsinkin vuodenaikaisoireita. (Institute of Medicine 2004). McDonald ym. (2002) totesivat meta-analyysissään ilmansuodatuksen vähentävän astmaatikkojen oireita hieman, mutta kuitenkin tilastollisesti merkitsevästi. Analyysissä kritisoitiin tutkimusten rajoituksia, kuten elämänlaatuindikaattoreiden, kliinisten päätemuuttujien ja sokkouttamisen puutteita. Sublett (2010; 2011) puolestaan totesi katsauksissaan ilmansuodatuksen olevan oireita lievittävä ja sairauden etenemistä hidastava tekijä, ei varsinainen hoitokeino. Katsausten mukaan ilmansuodatus voi vähentää altistumista siinä määrin, että joiltakin henkilöiltä sairaus voi jäädä kokonaan puhkeamatta. Huoneilmansuodattimien todettiin olevan hyödyllisiä unenaikaisen hengitysilman puhdistamisessa, muuten keskusilmanvaihdon suodatus oli tehokkaampi menetelmä. Myös Fisk (2013) totesi katsauksessaan unenaikaiset hengitysvyöhykkeen ilmaa suodattavat ilmanpuhdistimet tehokkaiksi. Hän myös totesi ilmansuodatukselta olevan jonkin verran hyötyä astmatikoille ja allergikoille varsinkin kodeissa, joissa on lemmikkieläimiä.” (Hyvärinen ym. 2017)

Tällä hetkellä maailmalla on suuri kiinnostus ilmansaasteiden vähentämiseen ilmanpuhdistinten avulla. Esimerkiksi Kiinassa ja Intiassa sekä muidenkin maiden suurkaupungeissa ilmansaasteet ovat todellinen ongelma. Saasteet koostuvat suurelta osin pienhiukkasista, joiden haitalliset vaikutukset terveyteen ovat tiedossa (esim. Ruckerl ym. 2011, WHO 2016). Pienhiukkaset pääsevät verenkiertoon, minkä seurauksena niillä on vaikutusta myös sydän- ja verisuonisairauksiin. Sydämen sykkeen ja kohtalaisen verenpaineen nousun on todettu olevan yhteydessä pienhiukkasten neljän tunnin keskiarvopitoisuuteen. Kun pitoisuus laskee, laskevat myös syke ja verenpaine (Lin ym. 2011). Karotki ym. (2013) pystyivät ilmanpuhdistininterventiossaan osoittamaan hiukkaspitoisuuden alenemisen ja hiussuoniston

parantuneen toiminnan välisen yhteyden. Bräuner ym. (2007) saivat saman tuloksen terveillä aikuisilla pariskunnilla ja Allen ym. (2011) iäkkäillä pariskunnilla. Weichenthal ym. (2012) käyttivät ilmanpuhdistimia sisällä tupakoivien Kanadan alkuperäisväestön tiloissa ja saivat parannettua spirometriakokeen tuloksia ja alennettua verenpainetta merkittävästi, kun sisäilman hiukkaspitoisuus pieneni. Chen ym. (2015) saivat vähennettyä terveillä shanghaialaisopiskelijoilla alentuneeseen pienhiukkaspitoisuuteen liittyen neljää verenkierron tulehduksellista ja trombogeenistä tekijää (monocyte chemoattractant protein-1, interleukin-1 β , myeloperoxidase ja liukoinen CD40 ligandi) sekä alennettua verenpainetta. Loxham ym. (2019) arvioi PM_{2.5}-hiukkasten aiheuttaneen vuonna 2018 8 miljoonaa kuolemaa maailmanlaajuisesti pääasiassa sydän- ja verisuonisairauksien kautta. Lisäksi ultrapieniä hiukkasia (PM_{0.0001}) on vastikään löydetty 37 suurkaupungin asukkaana aivoista (Maher ym. 2016), minne ne kirjoittajien mukaan ovat päässeet suoraan hajuhermon kautta (läpäisee <200 nm hiukkasia). Ultrapieniä hiukkasia on löydetty myös 63 aikuisen sydäimestä (Calderon-Garciduenas ym. 2019), mikä on herättänyt keskustelua ultrapienien hiukkasten roolista sydän- ja aivoperäisten sairauksien synnyssä.

Hiukkasmaisten altisteiden osalta on siis paljon todistusaineistoa sekä teknisestä että terveydellisestä vaikutuksesta. Pääosa tutkimuksista on kontrolloituja, mutta kooltaan alle 100 henkilön tutkimuksia. Ilmansaastetutkimuksissa todetut pitoisuudet ovat suuria verrattuna sisäilman pitoisuuksiin.

AVATER-loppuraportissa käytiin läpi myös ilmanpuhdistimien käytön riskejä. Mekaaniset hiukkassuodattimet voivat toimia kasvualustana mikrobeille ja siten olla kontaminaatiolähde (Yu et al. 2009). Aktiivihiliadsorbentit taas voivat toimia hyvänä kasvualustana ilmasta laskeutuville bakteereille (Pei et al. 2013). Adsorboituneet haihtuvat orgaaniset yhdisteet ja otsoni voivat muodostaa uusia sekundaariyhdisteitä (Zhang et al. 2011). Adsorboituneet yhdisteet voivat myös emittoitua uudelleen, minkä takia adsorbenttien säännöllinen vaihto on tärkeää. (Hyvärinen ym. 2017)

1.8 Plasebo- ja nosebovaikutukset

Plasebovaikutus on ilmiö, jossa potilas hyötyy hoidosta tai lääkkeestä, joka on vaikutukseltaan inertti. Ilmiöön liittyvät olennaisesti positiiviset odotukset, asenteet ja/tai kokemukset kyseistä hoitoa tai lääkettä kohtaan. (Wartolowska 2019)

Yleisellä tasolla on mahdollista, että interventiotutkimuksessa havaittu tulos on peräisin plasebo- eli lumevaikutuksesta. Yleisen käsityksen mukaan plasebovaikutuksesta hyötyy noin kolmannes koehenkilöistä. Luku on peräisin ensimmäisestä plasebovaikutusta tarkastelevasta meta-analysista, jossa plasebovaikutus oli keskimäärin 35 % (Beecher & Boston 1955). Uudempien lääkekokeiden perusteella plasebovaikutuksen on arvioitu olevan 30-40 % (Koulu ym. 2012). Kipututkimuksissa on havaittu, että riippuen sairaudesta 0-48 % potilaista hyötyi plasebovaikutuksesta (Cepeda ym. 2012, Gragg ym. 2016, Mbizvo ym. 2015). Tyypillisesti hoidon pituus korreloi positiivisesti plasebovaikutuksen suuruuden kanssa, ja mitä pidempikestoisempi ja intensiteetiltään suurempi kipu lähtötilanteessa oli, sitä pienempi plasebovaikutus oli. Subjektivisia asioita mitattaessa plasebovaikutus on suurempi kuin objektiivisia asioita mitattaessa. Lisäksi esim. neuropaattisessa kivussa ääreishermostoon liittyvässä kivussa plasebovaikutus oli suurempi kuin keskushermostoon liittyvässä kivussa. (Castelnuovo ym. 2018)

Plasebovaikutus perustuu fysiologisiin mekanismeihin, ehdollistumiseen, potilaan odotuksiin, jonkin tekijän syyksi lukemiseen ja asiayhteydestä riippuviin tekijöihin. Jokaisella näistä on yhteys neurobiologisiin mekanismeihin. Eri yksilöt reagoivat eri tavalla plaseboon. Syynä on perimä, palkitsemisjärjestelmän aktivoitumisen erot, erot odotuksiin liittyvissä mekanismeissa, erot tunneperäisissä tilanteiden tulkinnoissa ja psykologiset erot kuten taipumus optimismiin tai ahdistumiseen, erilaiset persoonallisuuserot, hypnoosi- ja suggestioherkkyys, uudelleentulkintakyky,

uskomukset, oppimismekanismit ja dopaminergiseen järjestelmään liittyvät luonteenpiirteet kuten uutuuden etsiminen. (Castelnuovo ym. 2018)

Myös hoitoprosessi itsessään voi toimia tehokkaana plasebona. Esimerkiksi akupunktio- ja plaseboakupunktiohoitoja saaneita verrattiin hoitoa saamattomiin, jolloin voitiin arvioida hoitoplasebon olevan 71 % koko hoidon vaikutuksesta. Suukivun lääkehoidossa hoitoplasebovaikutus arvioitiin 72 %:ksi. Kroonisessa haimatulehduksessa hoitoplasebo vähensi kiputasoja 20 %. Merkittävä havainto on ollut, että plasebohoidon salaus ei olekaan välttämätön, ehkä ei edes tarpeellinen toimenpide plasebovaikutuksen saavuttamiseksi (Kaptchuk ym. 2010, Kam-Hansen ym. 2014, Carvalho ym. 2016, Charlesworth ym. 2017, Locher ym. 2017).

Plasebovaikutuksen oletetusta kestosta on tehty joitain tutkimuksia lääketestauksessa. Esim. Hansen ym. (1996) tutkivat asiaa ja päätyivät siihen, että maksimaalinen plasebovaikutus saavutetaan 4-6 kuukauden kuluessa ja että se hiipuu vähitellen vähintään 12 kuukauden ajan. Asiakkaiden toivomuksesta toteutetuissa pienissä koeasetelmissa on havaittu, että suodattimet ilmanpuhdistimet koetaan tilannetta parantaviksi keskimäärin 3 kuukauden ajan, minkä jälkeen positiivista vaikutusta lähtöasetelmaan verrattuna ei todeta (ISEC:n asiakasaineisto, julkaisematonta tietoa).

Nosebovaikutus on negatiivinen vaikutus, jonka syynä ovat negatiiviset uskomukset, odotukset, asenteet ja/tai kokemukset liittyen tyyppillisesti enemmän hoitoon kuin hoidon farmakologisiin ominaisuuksiin. Tuloksena voi olla oireiden pahenemista, oletetun paranemisvaikutuksen puuttumista tai muita haitallisia vaikutuksia. Ne voivat ilmetä myös aktiivisen hoidon jälkeen. Nosebovaikutus on aina ei-toivottu ja voi vääristää arvioita hoidon tehosta ja turvallisuudesta. Se voi myös aiheuttaa hoidon katkeamisen. Vaikutuksen voi saada aikaan tahattomasti esimerkiksi terveydenhuollon ammattilaisen antamat selitykset tai käytös hoidon aikana tai sen jälkeen tai muilta potilailta, mediasta tai internetistä saatu informaatio. Nosebo voi myös olla seurausta aiemmista huonoista kokemuksista kyseisestä hoidosta oppimisen ja ehdollistumisen kautta. Ehdollistuminen voi olla täysin tiedostamaton reaktio. Tutkimusasetelmissa esimerkiksi sokkouttamisen puute voi johtaa nosebosta johtuvaan vääristymään. Toisin kuin plasebo, nosebovaikutus on alihavaittu kliinisten tutkijoiden ja kliinikoiden toimesta. Tämä on huolestuttavaa, koska nosebovaikutus on yleinen ja voi aiheuttaa negatiivisia seurauksia kliinisiin hoitoihin ja kokeisiin. Siksi on tärkeää, että lääkärit ja lääketieteen tutkijat harkitsevat kaikkia potentiaalisia nosebovaikutuksia määrittäessään hoidon vaikuttavuutta ja yrittävät minimoida sen potilaalle suunnatulla harkitulla ulosannilla ja hoitoon liittyvällä informaatiolla. (Wartolowska 2019)

1.9 Tutkimuksen liittyminen aiemmin tehtyihin tutkimuksiin

Tässä toimeksiannossa muodostettiin koehenkilöiden työpisteisiin paikallinen puhdasilmavyöhyke laminaaritekniikalla toimivilla, HEPA- ja aktiivihiihiisuodattimet sisältävillä ilmanpuhdistimilla. Intervention tavoitteena oli selvittää, voidaanko sisäilmaoireilevien henkilöiden työkykyä ylläpitää tai parantaa sekä vähentää koettuja haittoja ja sisäilmaan liitettyjä sairauksia.

Vastaavaa interventiotutkimusta ei löydetty kirjallisuudesta. Kaikki kirjallisuudessa tavatut ilmanpuhdistininterventiot oli toteutettu sekoittavalla ilmanvaihdolla toimivilla ilmanpuhdistimilla, jotka alentavat altistetasoja koko puhdistettavan tilan sisällä. Laminaaritekniikalla voidaan luoda paikallisesti merkittävästi puhtaampi vyöhyke kuin sekoittavalla ilmanpuhdistuksella. Tekniikkaa on myös hyödynnetty leikkaussalien ilmanvaihdossa infektioriskin minimoimiseksi. Tässä työssä käytetty toimistoympäristöön sopiva laminaaritekniikka on kokonaan uusi lähestymistapa.

Merkittävin haitallisen altistumisen vähentämistä tavoitteleva verrokki-interventio on Työsuojelurahaston rahoittama hanke TSR 113322 (2015). Kyseessä oli interventiotutkimus, joka tehtiin rakenteiltaan moniongelmaiseen 1920-, 1960- ja 1969-luvuilla rakennettuun koulurakennuskompleksiin.

Rakennuksen opetustiloihin oli tehty perusteelliset kuntotutkimukset, altistumista mittaavat tutkimukset ja altistumisolosuhteiden rakennusterveysasiantuntijan toimesta. Kymmenestä interventioluokkatilasta altistumisolosuhde oli todennäköinen yhdessä luokassa ja mahdollinen yhdeksässä luokassa. Interventioon osallistuneiden 11 opettajan oireilu oli voimakasta, esim. keskimääräinen sairauslomapäivien määrä oli ennen intervention aloittamista 20,4 pv/hlö/vuosi. Alipaineisuus vaihteli interventiotiloissa välillä -0,5...-8,0 Pa ulkoseinärakenteen yli mitattuna. Kyseisiin 10 tilaan tehtiin interventio ilmanpuhdistimilla, tilakohtaisilla aktiivisilla paine-erosäätimillä varustetuilla ilmanvaihtokoneilla ja rakenteiden tiivistyksillä. Näillä toimilla vähennettiin hiukkasmaisia ja kaasumaisia altisteita huoneilmasta, tasattiin alipaine neutraaliksi lähes kaikissa olosuhteissa ja poistettiin merkittävimmät epätiiviyyskohdat ulkoseinärakenteisiin päin. Toisin sanoen interventiolla pyrittiin minimoimaan terveydelle haitallinen altistuminen ja mitattiin käyttäjäkyselyillä toimien vaikutusta koettuun terveyteen. Interventiossa maaliskuussa 2013 asennettiin interventiotiloina toimiviin 10 luokkatilaan tavanomaiset (ei laminaariset) ilmanpuhdistimet ja seurattiin niiden koettua vaikuttavuutta kaikkien 11 opettajan osalta. Lokakuussa 2013 opettajien sairauslomapäivät olivat tippuneet 47 %. Lokakuussa 2013 interventiotiloihin tehtiin tiivistyksiä ja asennettiin tilakohtaiset paine-erosäätöiset ilmanvaihtokoneet. Toukokuussa 2014 sairauslomat olivat vähentyneet 65 % ja joulukuussa 2014 72 % lähtötilanteeseen verrattuna. Toisin sanoen interventioryhmän sairauslomat tippuivat vajaassa kahdessa vuodessa lähes neljäsosaan alkuperäisestä. Kontrolliryhmänä toimi viereisen, iältään, rakenteiltaan ja vaurioiltaan samantasoisien rakennuksen opettajat. Puolen vuoden väistösiirtojen jälkeen heidän sairauslomansa olivat korkeammalla tasolla kuin interventioryhmässä vaurioituneessa rakennuksessa 7 kk ilmanpuhdistinten käytön jälkeen (11,4 pv/hlö/vuosi vs. 10,8 pv/hlö/vuosi). Verrokkiryhmän tilannetta ei seurattu tämän jälkeen. (TSR 113322, 2015, Inspector Sec Oy:n asiakasaineisto)

Merkittävin ympäristöherkkyyteen liittyvä verrokki-interventio oli Aki Vuokon väitöskirjatyössä (Vuokko 2019) ympäristöherkille tehdyn psykologisen intervention vaikutus työkykyyn ja elämänlaatuun. Tämä liittymäpinta on erityisen mielenkiintoinen siksi, koska TTL:n ja Kelan nykyinen linjaus on, että ympäristöherkkyyttä tulee hoitaa ja kuntouttaa toiminnallisena, ei altisteperäisenä häiriönä. Vuokon väitöstyö mittasi psykologisen intervention vaikutusta työkykyyn. Johtopäätös oli, että psykologisella interventiolla ei saavutettu myönteisiä vaikutuksia ympäristöherkkien potilaiden työkykyyn.

2 TUTKIMUKSEN TARKOITUS JA TAVOITTEET

Tämä tutkimus tehtiin Oulun yliopistollisen sairaalan (OYS) Tulevaisuuden sairaala 2030 hankkeen toimeksiantona. Tavoitteena oli selvittää pilottitutkimuksella, voidaanko sisäilmahaittoja tavanomaisissa tiloissa kokevien koehenkilöiden työkykyä parantaa sekä vähentää sisäilmaan liitettyjä sairauslomia ja koettuja haittoja luomalla heidän työpisteisiinsä puhdastilaa vastaava vyöhyke.

Tavoitteena oli myös seurata tulokseen mahdollisesti vaikuttavia sekoittavia ja satunnaisia tekijöitä.

Tutkimuksessa arvioitiin myös mahdollista altisteiden vähenemisestä johtuvaa hyötyä ympäristöherkkien työntekijöiden työkyvyn parantamisessa ja haittojen vähentämisessä.

3 AINEISTO JA MENETELMÄT

3.1 Oulun yliopistollinen sairaala (OYS) ja tulevaisuuden sairaalan rakennukset

OYS on rakennettu 70-luvun määräysten ja käytäntöjen mukaan. Rakennukset ovat olleet yliopistosairaalakäytössä. Kosteusvaurioita on esiintynyt historian aikana käytännössä koko sairaalan alueella. Rakennuksessa on paljon vaikeasti ylläpidettäviä ja korjattavia riskirakenteita ja tekniikkaa. Rakenteet ovat rakennusajalle tyypillisesti lähtökohtaisesti epätiivitä, vaikka tiivistystöitä onkin ajan mittaan tehty. Ilmanvaihtojärjestelmä on vanhentunut. Puutteista huolimatta rakennusta on ylläpidetty ja korjattu tarpeen mukaan sairaalaympäristölle tyypillisellä tavalla.

Tutkimustilat kuuluivat OYS:in normaalin kunnossapidon piiriin. Tiedossa ei ollut erityisiä korjaustarpeita tai tulevia sisäilmaan liittyviä korjauksia. Rakennuksista ja tiloista ei ollut käytettävissä tutkimustuloksia eikä piirustuksia. Toimeksiantoa rajattiin siten, että tässä tutkimuksessa ei saanut tehdä rakenteellisia tutkimuksia eikä ottaa näytteitä.

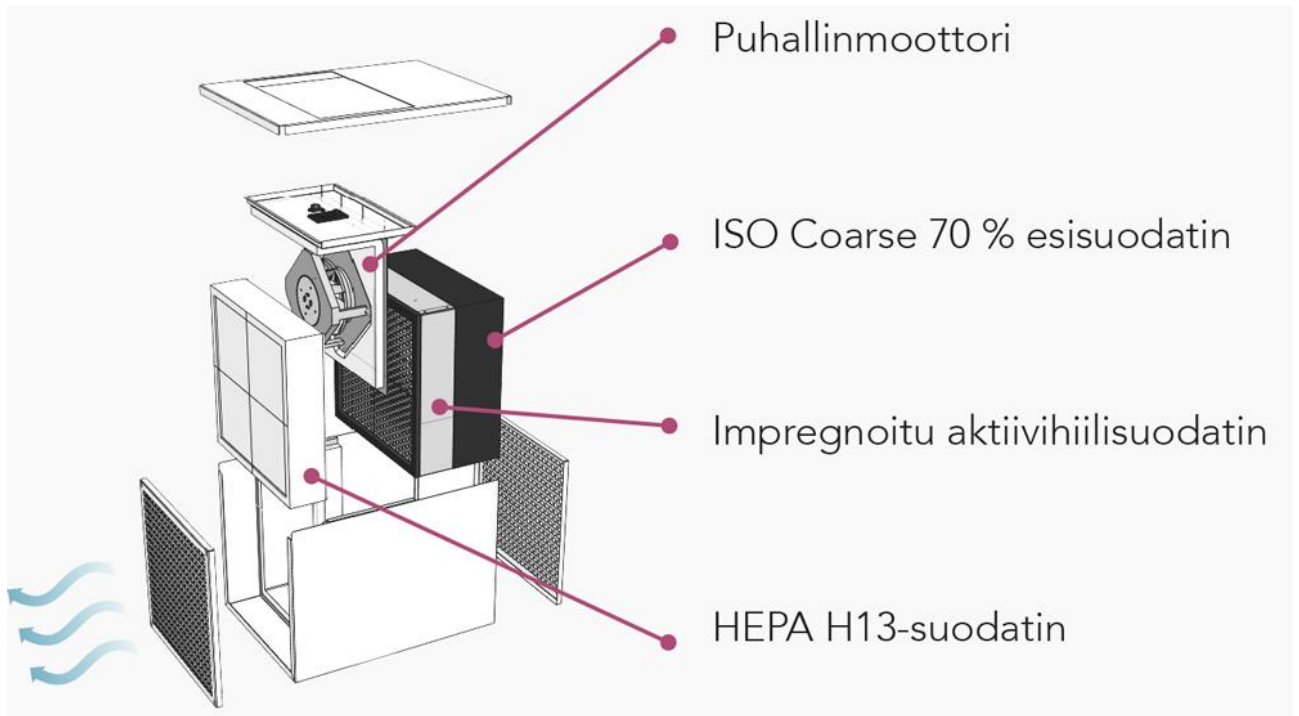
OYS on käynnistänyt Tulevaisuuden sairaala -hankkeen, jossa koko nykyisen sairaalan vanha rakennuskanta uudistetaan vuoteen 2030 mennessä. Ensimmäiset rakennukset on jo purettu ja uusia tiloja rakennetaan. Tulevaisuuden sairaalassa kiinnitetään erityistä huomiota materiaalien turvallisuuteen ja päästöttömyyteen. On mahdollista, että ympäristöherkät työntekijät saavat oireita omassa työpisteessään materiaaleista, käyttökemikaaleista tai asiakkaiden ja muiden ihmisten kuljettamista satunnaisista altisteista myös uudessa sairaalassa. Sairaalan tavoitteena on, että uudet tilat olisivat mahdollisimman sopivia myös ympäristöherkille. Tutkimuksessa selvitettiin myös, voidaanko laminaarisen ilmanpuhdistimien avulla parantaa ympäristöherkkien työntekijöiden ja potilaiden sisäilmaolosuhteita.

3.2 OYS:ssa ja tulevaisuuden sairaalassa työskentelevät henkilöt

OYS:n alaisuudessa työskentelee n. 7000 ihmistä. Erityisen haasteen muodostavat sellaiset henkilöt, jotka eivät voi työskennellä rakennusteknisesti onnistuneen korjausten jälkeenkään niissä tiloissa, joissa he ovat sairastuneet. Tällaiset ympäristöherkät henkilöt oireilevat tavanomaisille altisteille, jotka eivät yleensä aiheuta oireita. He saattavat oireilla myös sellaisissa rakennuksissa, jossa ei yleensä koeta oireita. Tarkkaa OYS:ssa herkästi oireilevien henkilöiden määrää ei tiedetä, mutta suomalaisten ja kansainvälisten tutkimusten mukaan ympäristöherkkien määrä on todennäköisesti välillä 0,2-45 % (14-3150 henkilöä) (Karvala ym. 2017). Vanhan sairaalan olosuhteista johtuen ympäristöherkkien lukumäärä tulee todennäköisesti kasvamaan ennen uuden sairaalan valmistumista.

3.3 Interventiotutkimuksessa käytetty henkilökohtainen ilmapuhdistin

Tutkimuksessa käytetty ilmapuhdistin (kuva 3) sisältää karkeasuodattimen, 3 kg sotilaallisen käyttötarkoituksen vaatimukset täyttävää impregnoitua aktiivihiihtä sekä HEPA H13-suodattimen. Laitteen jokainen osa on valmistettu ympäristöherkkien vaatimukset täyttäväksi. Puhdistettu ilma (100 % myös 0,3 µm:n hiukkasista sekä 100 % kaasumaisista altisteista) puhalletaan laminaarivirtauksena koehenkilön työpisteeseen, jolloin saavutetaan paikallinen puhdistilaolosuhte työpisteen hengitysvyöhykkeelle. Puhdistimen sijoittelulla ja säädöillä estettiin altisteiden pääsy puhdasvyöhykkeelle suoran kulkeutuman ja turbulenttisen sekoittumisen kautta.



Kuva 3. Interventiossa käytetyn ilmanpuhdistimen räjäytyskuva. Puhdistimessa on esisuodatin, 3 kg impregnoitua aktiivihiiltä sisältävä suodatin ja HEPA (H13) –hiukkassuodatin. Ilmavirtaus on laminaarinen. Laitteella on sairaalalaittehyväksyntä.

Laitteen tuottama ilmamäärä oli tutkimuksessa ohjeistettu n. 10- 15 l/s, jota käyttäjä pystyi säätämään itse. Täydellä teholla toimiessaan laitteen puhtaanilmantuottokyky on 28 l/s. Ilmavirtaus on laminaarinen.

3.4 Pilottitutkimuksen koehenkilöiden valinta ja otoskoko

Alkuperäisenä tavoitteena oli valita koehenkilöiksi n. 30 sisäilmasta oireilevaa OYS:n työntekijää. Tutkimushenkilöiden valinnasta vastasi pääasiassa työsuojeluvaltuutettu Markku Vaarala. Hän tunsi entuudestaan koehenkilöiden oireiluin valituissa työtiloissa. Tutkimuksesta vastaava lääkäri, dosentti Hannu Syrjälä Tulevaisuuden sairaala 2030 projektista oli mukana valitsemassa vapaaehtoisia koehenkilöitä.

Kokeeseen osallistui 28 vapaaehtoista työntekijää, joista 25:llä oli voimakas sisäilmaoireilutausta ja jotka kokivat saavansa oireita työtilan sisäilmasta. Kolme tutkimukseen osallistunutta ns. kontrollia ei kärsinyt työpaikan sisäilmasta.

Taulukoissa II ja III on esitetty demografisia tietoja koehenkilöistä.

Taulukko II. Demografisia tietoja koehenkilöistä.

Tietoa koehenkilöistä	Kaikki vastaajat
Vastaajien määrä	28
Sukupuoli, naisia	100 %
Vastaajien keski-ikä (vaihteluväli)	53 v. (30-64 v.)
Keskimääräinen työskentelyaika rakennuksessa (vaihteluväli)	14 v. (0,5-39 v.)
Tupakoivien osuus	N=3 (11 %)
Astmadiagnoosi	N=16 (57 %)
Allerginen nuha	N=11 (39 %)
Migreenidiagnoosi	N=9 (32 %)
MCS*	N=15 (54 %)

* Valtosen kriteerit (Valtonen 2017)

Taulukko III. Koehenkilöiden ilmoittamia sairauksia.

	Astma	Allerginen nuha	MCS*	Migreeni
HIö 1	x			
HIö 2	x	x		x
HIö 3	x	x		x
HIö 4	x	x	x	x
HIö 5			x	
HIö 6				
HIö 7	x	x	x	
HIö 8				x
HIö 9	x	x	x	
HIö 10				
HIö 11			x	x
HIö 12	x	x	x	
HIö 13			x	x
HIö 14	x			
HIö 15	x			
HIö 16				x
HIö 17				
HIö 18	x	x		
HIö 19			x	
HIö 20			x	
HIö 21	x		x	
HIö 22				x
HIö 23	x	x	x	x
HIö 24	x	x	x	
HIö 25	x	x	x	
HIö 26	x	x		
HIö 27			x	
HIö 28	x		x	

* Valtosen kriteerit (Valtonen 2017)

3.5 Koettujen terveysvaikutusten, työyhteisön ja työympäristön muutosten seuranta

3.5.1 Itsearviointit

3.5.1.1 ISEC Sisäilmakysely

ISEC Sisäilmakysely on kehitetty 2011 Työsuojelurahaston rahoittamassa hankkeessa 111126 (Salin ym. 2017). Terveiden työpaikkakohteiden oireverrokkiaineisto on tullut kyseisestä hankkeesta. Lisäksi kysely on tehty noin 5000:lle kosteusvaurioepäilykohteissa työskentelevälle työntekijälle (Inspector Sec Oy:n asiakasaineisto). Heistä 3000 vastaajaa muodostaa verrokkiaineiston (kosteusvaurioepäilykohteissa työskentelevät henkilöt). Kyselyä on parannettu useaan otteeseen ja se räätälöitiin vastaamaan tämän tutkimuksen tarpeita. Kehitystyössä on ollut mukana lääkiriryhmä, työterveyshuollon asiantuntijoiden ryhmä, ympäristöherkkien edustajien ryhmä, rakennusteknisten asiantuntijoiden ryhmä sekä LVI-asiantuntijoiden ja -suunnittelijoiden ryhmä. Inspector Sec Oy on käyttänyt kyselyn tuotekehitykseen runsaasti resursseja ja sen tarkempi sisältö kuuluu yrityssalaisuuden piiriin.

ISEC Sisäilmakysely sisältää n. 190 kysymystä/hlö. Se sisältää osiot mm. rakennuksen aistinvaraisesti havaittaville poikkeamille, kosteusvaurio-, korjaus- ja altistumishistorialle, työkyvylle, sairauksille, lääkkeiden käytölle, rakennukseen liittyvälle oireilulle, sisäilmaan liittyvälle stressitasolle ja työhyvinvoinnille. Kyselyllä kartoitetaan myös ilmanvaihtoon, lämpöoloihin, vesi- ja viemärikalusteisiin, ja siivoukseen liittyviä kokemuksia.

Kyselyllä kartoitetaan myös huolestuneisuutta sekä työyhteisön tunnetilaan, sisäilmastressiin ja vastuutahojen luottamukseen liittyviä asioita. Kyselystä noin puolet keskittyy koettujen terveyteen liittyvien asioiden kartoitukseen.

Kysely oli pääasiallinen työkalu:

- henkilökohtaisessa terveydessä koettujen muutosten tarkastelemiseen ennen ja jälkeen kokeen
- työyhteisössä havaittujen muutosten tarkastelemiseen ennen ja jälkeen kokeen
- työympäristössä havaittujen ulkoisten olosuhteiden tarkastelemiseen ennen ja jälkeen kokeen

3.5.1.2 Seurantakysely

Seurantakysely tehtiin kaikille koehenkilöille (28 kpl) ennen ilmanpuhdistinten asennusta tammikuussa, 2 viikon ja 6 viikon kuluttua ilmanpuhdistimen käyttöönotosta sekä tutkimusjakson jälkeen kesä-heinäkuussa 2019. Vastausprosentti oli 100 %.

Seurantakysely kehitettiin tätä interventiokoetta varten. Sen tarkoituksena on seurata puhdistimien vaikuttavuutta henkiseen hyvinvointiin ja olosuhteiden muutoksia lyhyehköjen tarkastelujaksojen aikana. Siinä on noin 30 kysymystä altistumisaikaan, toimintakykyyn, herkkyyteen, sisäilman laatuun, koettuun haittaan, huolestuneisuuteen, oireisiin ja aistinvaraisiin poikkeamiin liittyen.

Tietoja käsittelevät TTL:n kouluttamat työterveyshuollon asiantuntijat. Toiminnassa noudatetaan EU:n tietosuoja-asetusta vuodelta 2018.

3.5.1.3 Koehenkilöiden haastattelut

Koehenkilöt haastateltiin työpistemittausten ja ilmanpuhdistinten asennuksen yhteydessä. Haastatteluiden avulla varmistettiin interventioasetelman toimivuus käytännön työssä. Samalla pidettiin puhdistimen käyttökoulutus. Keskusteluissa saatiin yleiskuva työntekijän kokemasta haittaavuustasosta sekä omista epäilyistä haittojen aiheuttajien osalta.

3.5.2 Tutkimukseen osallistuvien työpisteessä tehtävät selvitykset

Tutkimukseen osallistuvien henkilöiden työtilat tutkittiin toimeksiannon rajoissa tammi-maaliskuussa 2019 ennen ilmanpuhdistinten asennusta ja joulukuussa 2019 intervention lopuksi.

Työpisteissä tehtävien selvitysten tavoitteina oli

- varmistaa puhdasvyöhykkeen muodostamisen edellytykset kuhunkin työpisteeseen
- selvittää työpisteiden olosuhteet ennen ja jälkeen intervention, jotta voidaan kontrolloida mahdollisia tulokseen vaikuttavia olosuhdetekijöitä

Työtilojen ja työpisteiden arviointi koostui rakenteiden ja ilmanvaihdon tarkastuksista, olosuhdemittauksista ja työtilojen siisteyden arvioinnista. Työterveyshuollon asiantuntijan arvio työtilasta aistinvaraisin havainnoin ja perusmittausvälinein.

3.5.2.1 Puhdasvyöhykkeen muodostamisen edellytysten varmistaminen

Tavoitteena oli saada työpisteeseen puhdastiloihin verrattavissa oleva työskentelyalue. Työpisteiden tutkimusten avulla pyrittiin selvittämään:

- työpisteen ilmanlaatuun vaikuttavat haitalliset päästölähteet
- ilmareitit mahdollisista päästölähteistä työpisteen hengitysvyöhykkeelle
- ilmanpuhdistinten optimaalinen sijoittelu ja optimaalinen ilmamääräsäätö
- työtilojen olosuhteiden kartoitus kokeen alussa ja lopussa tulokseen mahdollisesti vaikuttavien sekoittavien ja satunnaisten olosuhdetekijöiden varalta

3.5.2.2 Rakenteiden ja ilmanvaihdon tarkastukset ennen ja jälkeen intervention

- **Aistinvaraiset havainnot:** Jokaiseen koetilaan tehtiin huolellinen aistinvarainen havainnointi. Havainnoinnin avulla pyrittiin kartoittamaan mahdollisia tuloksiin vaikuttavia epäpuhtauslähteitä ja viitteitä olosuhdehaitoista kuten kosteus- ja homevaurioista, VOC-lähteistä, mineraalikulutulähteistä, PAH-aineista, viemärikaasuista, meluallituksesta, lämpötilaongelmista, haitallisista ilmavuodoista jne. Tarkastuksissa arvioitiin rakenteiden lisäksi myös ilmanvaihdon ja sisälähteiden mahdollisia epäpuhtauslähteitä ja olosuhdehaittoja.
- **Ilmanvaihdon toiminnan tarkastaminen:** Ilmanvaihto on keskeisin tekijä, joka vaikuttaa sisäilman epäpuhtauksien määrään. Jos ilmanvaihto ei kykene poistamaan epäpuhtauksia, syitä voivat olla muun muassa riittämättömät ilmamäärät, ilmanvaihdon heikko huuhteluvaikutus tai ilmanvaihdon aiheuttama alipaineisuus. Ilmanvaihtoon liittyviä mittauksia voitiin tehdä, jos tarkastuksessa havaittiin viitteitä ongelmista. Ilmamääriä mitattiin SwemaFlow 126 balometrilla. Hetkellisiä paineeroja mitattiin Testo 512 -paine-eromittarilla.

3.5.2.3 Olosuhdemittaukset ennen ja jälkeen intervention

- **Paine-eromittaukset:** Paine-eromittauksilla selvitettiin ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa sekä ilmavirtojen suuntia ja voimakkuuksia eri rakenneosien yli. IV-järjestelmien osalta oleellista tietoa ovat ilmanvaihtokoneiden käyntiajat sekä tulo- ja poistoilmamäärät. Väärät tai liian lyhyet käyntiajat voivat lisätä epäpuhtauksien määrää sisäilmassa. Vääränlaiset paine-erot voivat esimerkiksi lisätä epäpuhtauksia sisäilmassa tai aiheuttaa kosteusrasitusta rakenteille. Paine-eroja mitattiin Testo 512 -paine-eromittarilla.
- **Lämpökameratarkastelut:** Kylmiä ilmavuotokohtia kartoitettiin Flir TG165 -lämpökameralla, jonka resoluutio on 80x60 pikseliä ja lämpötila-alue -25...+380 °C. Laite on tarkoitettu nopeisiin kartoituksiin, eikä se vastaa RT-kortin 14-11239 (2016) vaatimuksia. Tuloksia tulkittiin laitevalmistajan ohjeiden mukaan.
- **Merkkisavutarkastelut:** Koetilojen sisäisiä ilmavirtauksia havainnollistettiin merkkisavujen avulla. Laminaarisella ilmanpuhdistimella tehtiin muutos normaaliin ilmanjakoon ja sen toimivuus todettiin merkkisavujen avulla.
- **Hiukkasmittaukset:** Hiukkasmittarilla voidaan mitata yleistä hiukkaskuormitusta koetilassa. Vertaamalla arvoja sisä- ja ulkotilojen välillä saadaan suuntaa-antavaa tietoa iv-järjestelmän suodatuksen toimivuudesta. Lisäksi hiukkasmittarilla voidaan tarkastella ilmavuotojen mukana myös lämpimistä tiloista tulevia hiukkasmaisia epäpuhtauksia. Hiukkasmittauksia tehtiin otospohjaisesti Trotec PC220 -hiukkasmittarilla.

3.5.2.4 Työtilojen siisteyden arviointi ennen ja jälkeen intervention

- **Siisteyden aistinvarainen tarkastus:** sisäilman epäpuhtaudet kertyvät usein huonepölyyn ja altistavat käyttäjiä, jos tilat ovat epäsiistejä. Pölyisyyden syynä on usein heikko siivottavuus ja vähäiset resurssit.

3.5.2.5 Intervention aikaiset työpisteselvitykset

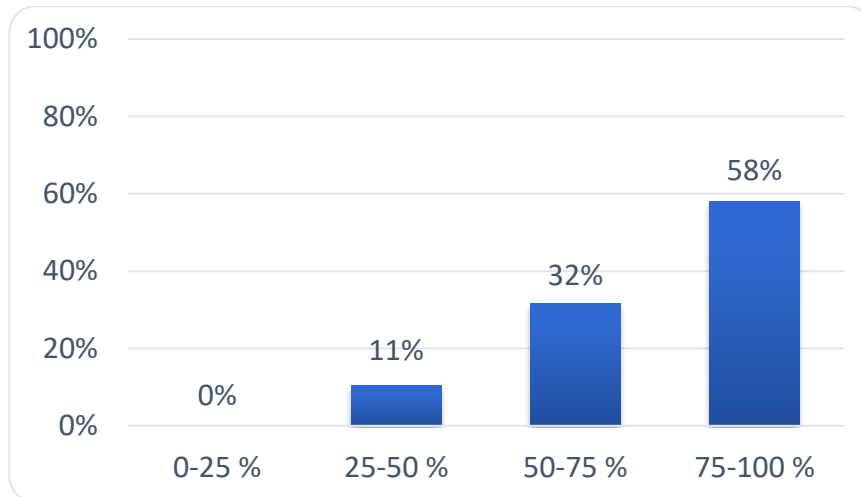
Intervention aikana työpisteen olosuhteita seurattiin seurantakyselyn avulla. Koehenkilöiden itse tekemällä seurannalla oli seuraavat tavoitteet:

- seurattiin koettujen ulkoisten olosuhteiden muutoksia (mahdolliset tulokseen vaikuttavat sekoittavat ja satunnaiset olosuhdetekijät) ennen kokeen alkua, sen aikana ja sen päätyttyä
- varmistettiin, että koetut olosuhteet eivät muuttuisi sietämättömiksi kokeen aikana (eettinen näkökulma, kokeen nopea keskeytysvalmius)

4 TULOKSET JA NIIDEN TARKASTELU

Intervention itsearviotulokset analysoitiin elo-marraskuussa 2019. Tulokset jaettiin yksilöllistä terveyttä, työyhteisöä ja työympäristöä koskeviin osiin. Tulokset ovat viitteellisiä, eikä niitä ole tarkistettu muilla menetelmillä.

Puhdastilatyyppiset olosuhteet luotiin vain hyvin paikallisesti työpisteeseen. Kuvaajassa 1 on esitetty tilankäyttäjien puhdasvyöhykkeellä viettämä aika työajastaan intervention aikana.



Kuvaaja 1. Osallistujien viettämä osuus työajastaan ilmanpuhdistimen välittömässä vaikutuspiirissä. Kysymykseen vastasi 19 henkilöä eli 68 % osallistujista.

Kuvaajan 1 perusteella 90 % koehenkilöistä vietti vähintään puolet työajastaan puhdasvyöhykkeellä intervention aikana. Tutkimuksessa ei käytetty plasebo-puhdistimia.

4.1 Intervention vaikutukset koettuun yksilölliseen terveyteen

Intervention tavoiteltiin merkittäviä koettuja yksilölliseen terveyteen liittyviä hyötyjä. Hyötyjä tutkittiin kysymällä esim. työkykyyn, sairauslomiin, oireiluun ja oireiden haittaavuuteen liittyviä kysymyksiä. Merkittävimmät tulokset on esitetty taulukossa IV ryhmätasolla ja taulukossa V yksilötasolla.

Taulukko IV. Intervention vaikutus koettuun yksilölliseen terveyteen kaikilla osallistujilla.

Kaikki vastaajat, N=28	Ennen interventiota	Intervention jälkeen	Muutos
Työkykysumma (0-10), keskiarvo	7,5	7,9	+5 %
Työkykysumman vaihteluväli	4-10	5-10	Huonoin +1
Täysin työkykyinen	54 %	64 %	+18 %
Osittain työkykyinen	46 %	36 %	-22 %
Sairauslomapäiviä ka kpl/hlö/12 kk	8,1	7,9	-2 %
Sisäilmaan liitettyjä sairauslomia kpl/hlö/12 kk, lääkärin arvio	4,3 (120 kpl)	1,4 (38 kpl)	-68 % (-82 kpl)
Sisäilmaan liitettyjen sairauslomien kustannukset vuodessa (450 €/pv)	54 000 €/v	17 100 €/v	-36 900 €/v
Rakennukseen liitettyä oireilua	68 %	64 %	-6 %
- päivittäin tai lähes päivittäin	57 %	39 %	-32 %
- viikottain	21 %	32 %	+52 %
- joskus	4 %	7 %	+75 %
Koettu haittaavuus 0-5	35 %	65 %	+86 %
Koettu haittaavuus 6-10	65 %	35 %	-46 %
Tyytyväisiä puhdistimeen	79 %	68 %	-14 %
Koettu haittaavuus, keskiarvo (0-10)	5,5	4,1	-25 %

Taulukko V. Intervention vaikutus koettuun yksilölliseen terveyteen henkilöittäin.

	Sairaudet*	Työkyky ennen	Työkyky jälkeen	SLSL** ennen	SLSL** jälkeen	Päivittäinen oireilu ennen	Päivittäinen oireilu jälkeen	Koettu haittaavuus***				Huolestuneisuus ennen	Huolestuneisuus jälkeen	Puhdistimen ääressä vietetty aika	Nettovaikutus *****
								0 vk	2 vk	6 vk	5 kk				
HIö 1	A	9	8	0	0	x	x	8	7	6	6	4	4	ND****	+1
HIö 2	A, AN, M	7	9	0	0			7	2	7	8	5	5	25-50 %	0
HIö 3	A, AN, M	8	8	0	1	x	x	6	6	6	8	5	3	ND****	-3
HIö 4	A, AN, MCS, M	4	6	39	10	x		7	6	6	8	5	5	75-100 %	+1
HIö 5	MCS	7	8	0	2			6	8	4	4	4	4	75-100 %	+3
HIö 6	-	7	8	0	0			2	3	2	2	2	2	50-75 %	0
HIö 7	A, AN, MCS	7	7	0	0	x	x	3	4	3	4	4	4	75-100 %	-1
HIö 8	M	10	10	0	0			2	2	0	0	4	3	75-100 %	+2
HIö 9	A, AN, MCS	8	7	0	0	x		7	7	7	7	4	4	ND****	0
HIö 10	-	10	9	0	0			1	1	5	2	3	2	75-100 %	-2
HIö 11	MCS, M	5	6	14	0	x		8	4	4	3	5	5	75-100 %	+5
HIö 12	A, AN, MCS	8	7	11	6	x	x	8	7	5	4	4	4	ND****	+3
HIö 13	MCS, M	7	7	0	0		x	8	6	7	7	3	4	75-100 %	+1
HIö 14	A	6	7	8	5	x	x	2	2	2	7	5	5	ND****	0
HIö 15	A	9	8	0	0	x		6	0	0	0	3	1	75-100 %	+2
HIö 16	M	9	10	0	0			5	3	5	2	3	3	ND****	+3
HIö 17	-	10	9	0	0	x	x	7	2	6	2	4	4	50-75 %	0
HIö 18	A, AN	7	8	1	4			1	2	6	4	5	4	50-75 %	-2
HIö 19	MCS	5	5	4	0	x		9	7	5	4	5	4	ND****	+2
HIö 20	MCS	10	8	0	0		x	6	9	9	9	3	4	ND****	-5
HIö 21	A, MCS	8	9	4	0	x	x	7	2	1	1	5	5	50-75 %	+4
HIö 22	M	9	8	0	0			2	0	0	0	3	2	75-100 %	+2
HIö 23	A, AN, MCS, M	4	7	2	9	x		7	6	7	6	5	4	ND****	+1
HIö 24	A, AN, MCS	5	7	36	1	x	x	3	3	3	2	5	4	50-75 %	+4
HIö 25	A, AN, MCS	8	9	1	0	x		6	3	2	4	5	3	75-100 %	+4
HIö 26	A, AN	8	8	0	0			5	5	2	2	2	2	50-75 %	+2
HIö 27	-	6	9	0	0			8	4	3	8	4	4	75-100 %	+3
HIö 28	A, MCS	8	8	0	0	x	x	8	8	3	2	5	5	ND****	+3

* Sairaudet = seurattiin astmaa (A), allergista nuhaa (AN), monikemikaaliyliherkkyyttä (MCS, Valtosen kriteerit, Valtonen 2017) ja migreeniä (M)

** SLSL = lääkärin arvioimat sisäilmaan liitetyt sairauslomien

*** Koettu haittaavuus: 0 = ei haittaa, 10 = sietämätön haitta

**** ND = ei tiedossa

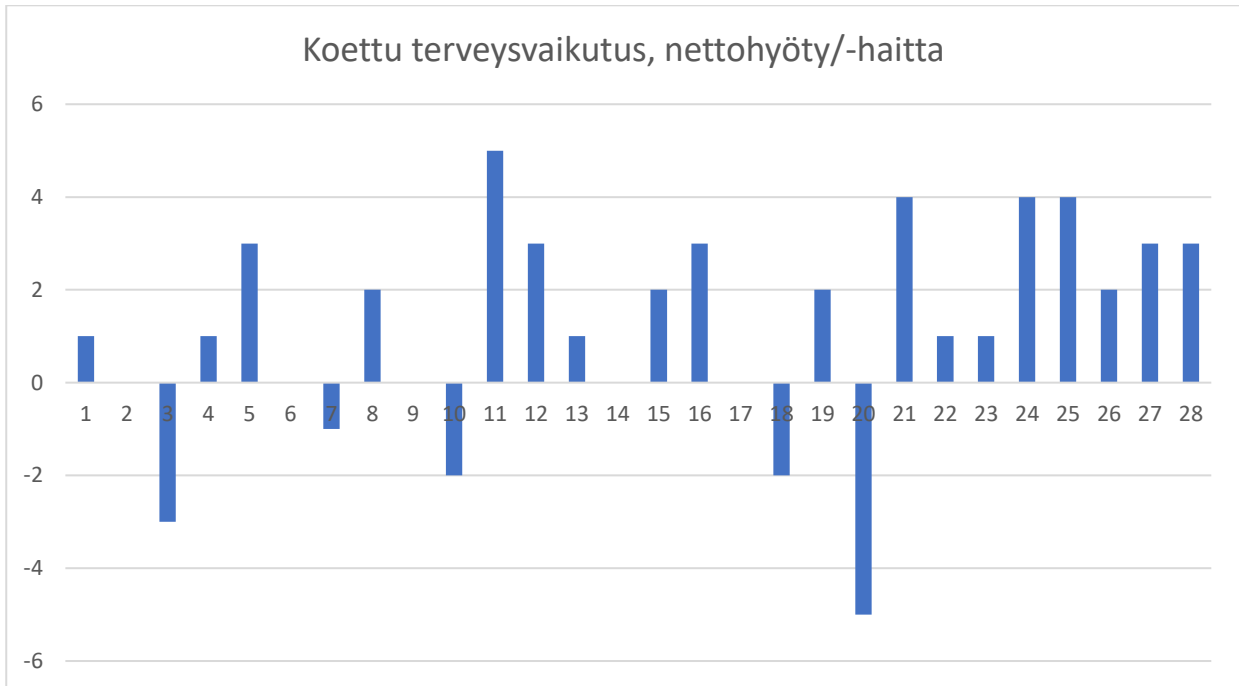
***** Nettovaikutus lasketaan työkyvyn, sisäilmaan liitettyjen sairauslomien, päivittaisen oireilun, koetun haittaavuuden ja huolestuneisuuden perusteella. Esim. positiivinen muutos työkyvyssä muiden ollessa samoja antaa nettovaikutukseksi +1.

Taulukon IV perusteella interventiossa saavutettiin erittäin merkittäviä tuloksia:

- Työkyky parani 5 % alle puolessa vuodessa
- Sisäilmaan liitettyjen lääkärin määräämien sairauslomien määrä aleni 68 %, mistä tuli selviä kustannussäästöjä
- Päivittäinen oireilu hävisi kolmasosalla osallistujista
- Olosuhteiden koettu haittaavuustaso väheni ryhmätasolla 25 %

Taulukon V yksilötason tulokset seurailevat pääosin taulukon IV ryhmätasolla havaittuja tuloksia. Aineiston pienuuden ja subjektiivisen luonteen vuoksi tulokset ovat suuntaa-antavia. Koettu haittaavuus on vähentynyt 6 viikon kohdalla enemmän kuin 5 kuukauden kohdalla, mikä herättää kysymyksen, onko aktiivihiihluosodat in kyllästynyt tai HEPA-suodatin tukkeutunut ennen intervention loppua.

Taulukon V perusteella on laskettu nettohyöty puhdistimen käytöstä (kuvaaja 2).



Kuvaaja 2. Ilmanpuhdistinintervention koettujen terveysvaikutusten nettohyöty/-haitta. Koehenkilöt 1-28 on sijoitettu X-akselille. Taulukossa V on laskettu henkilökohtaisella tasolla koettu hyöty/haitta viiden eri muuttujan suhteen (työkyky, sisäilmaan liitetyt sairauslomat, päivittäinen oireilu, koettu haittaavuus, huoli).

Kuvaajasta 2 nähdään, että 18 (64 %) osallistujalla nettovaikutus koettuun terveyteen on ollut positiivinen, 5 osallistujan (18 %) kohdalla kokonaisuus on jäänyt negatiiviseksi ja 5 osalta (18 %) neutraaliksi.

4.2 Työyhteisössä tapahtuneet muutokset intervention aikana

Keskeinen kysymys tuloksiin liittyen on, tapahtuiko työyhteisöön liittyen mitään, mikä voisi vaikuttaa merkittävästi saavutettuihin tuloksiin. Tässä tutkimuksessa asiaa lähestyttiin seuraamalla koehenkilöiden henkilökohtaista huolta, sisäilma-asioista keskustelua työyhteisössä sekä luottamusta eri osapuolten toimintaan.

Tämän tutkimuksen osallistajat olivat kaikki OYS:n työntekijöitä, mutta heidän työtilansa olivat eri puolilla sairaalaa ja osallistajat edustavat hyvin monia eri työyhteisöjä. Yksittäisten henkilöiden välillä tilanne voi vaihdella voimakkaasti.

Tulokset on esitetty ryhmätasolla taulukoissa VI-IX.

Taulukko VI. Koehenkilöiden huolestuneisuus työpaikan sisäilmaongelmista.

Kysymys: Kuinka huolestunut olet työpaikkasi mahdollisista sisäilmaongelmista?			
	Ennen interventiota, (%)	Intervention jälkeen, (%)	Muutos (%)
En lainkaan	0 %	4 %	+∞ %
Vähän	7 %	14 %	+100 %
Jonkin verran	21 %	14 %	-33 %
Voimakkaasti	29 %	46 %	+59 %
Erittäin voimakkaasti	43 %	21 %	-51 %

Taulukko VII. Koehenkilöiden huolestuneisuus oman työtilansa ilmanlaadusta.

Kysymys: Kuinka huolestunut olet seurattavan tilan ilmanlaadusta/sisäilmasta?					
	Alussa (%)	2 vk (%)	6 vk (%)	Lopussa (%)	Muutos alku- ja lopputilanteen välillä
En lainkaan	4 %	14 %	14 %	14 %	+250 %
Vähän	21 %	32 %	25 %	21 %	0 %
Jonkin verran	25 %	25 %	39 %	39 %	+56 %
Voimakkaasti	39 %	21 %	14 %	14 %	-64 %
Erittäin voimakkaasti	11 %	7 %	7 %	11 %	0 %

Huolestuneisuus väheni selvästi intervention seurauksena sekä työpaikan sisäilmaongelmiin että seurattavan tilan sisäilmaan liittyen. Huolen vähenemisellä voi olla merkittävä vaikutus koettuun terveyteen ja vastaavasti koetun terveyden parantumisella voi olla merkittävä huolta vähentävä vaikutus. Tuloksen perusteella ei voida sanoa, vähenivätkö huolet vai huolen aiheet ensin.

Taulukko VIII. Sisäilmaongelmista keskustelu työyhteisössä.

Kysymys: Herättävätkö työpaikkasi mahdolliset sisäilmaongelmat kahvipöytä- tai käytäväkeskusteluja työyhteisössäsi?			
	Ennen interventiota	Intervention jälkeen	Muutos
Ei lainkaan	0	0	0 %
Satunnaisesti	25	29	+16 %
Viikoittain	50	46	-8 %
Päivittäin	25	25	0 %

Sisäilmaongelmiin liitetyissä kahvipöytä- ja käytäväkeskusteluissa ei havaittu merkittäviä muutoksia intervention seurauksena. Aiheesta puhutaan koehenkilöiden keskuudessa paljon, kolmella neljäsosalla asia on vähintään viikoittainen puheenaihe. Tulos viittaa siihen, että henkilökunta on vakuuttunut siitä, että rakennuksessa on sisäilmaongelmia.

Taulukko IX. Koehenkilöiden luottamus eri osapuoliin ennen ja jälkeen intervention.

Kysymys: Arvioi eri osapuolten toimintaa sisäilmaan liittyen (0 = huonoin, 10 = paras)			
Pisteytys 0-10	Ennen interventiota, keskiarvo	Intervention jälkeen, keskiarvo	Muutos
Siivous	7,4	7,4	0
Kiinteistönhuolto	6,1	5,2	-0,9
Työsuojelu	6,9	6,3	-0,6
Tilan käyttäjät	7,2	7,6	+0,4
Kiinteistön omistaja	5,6	5,1	-0,5
Työnantaja	6,4	5,5	-0,9
Työterveyshuolto	6,5	6,0	-0,5

Taulukon IX perusteella koehenkilöiden luottamus alussa oli heikointa kiinteistön omistajaa kohtaan ja parasta siivousta kohtaan. Kokeen aikana luottamus siivoukseen pysyi samalla tasolla ja luottamus toisiin tilankäyttäjiiin parani hieman. Luottamus väheni eniten kiinteistönhuoltoa ja työnantajaa kohtaan, mutta myös työsuojelua, kiinteistön omistajaa ja työterveyshuoltoa kohtaan. Vapaissa vastauksissa tuli esille pääasiassa vähättelevää, välinpitämätöntä ja hidastelevaa asennetta lähinnä esimiesten, työsuojelun ja rakennuspuolen kiinteistönhuollon puolelta, vaikka yksittäisiä myönteisiäkin poikkeuksia raportoitiin. Negatiivisella asenteella oireilevia kohtaan voi olla mm. huolta lisäävää vaikutusta ja sitä kautta vaikutusta myös koettuun terveyteen.

4.3 Työympäristön muutokset intervention aikana

Tässä interventiossa tavoiteltiin positiivista muutosta työympäristöön jokaisen osallistujan työpisteen puhdasvyöhykkeen avulla. Ilmanpuhdistimia ei ollut mitoitettu puhdistamaan koko työtilaa. Työpaikkarakennuksen, osaston ja työtilan yleisellä ilmanlaadulla voi olla merkittävää vaikutusta saatuihin tuloksiin, koska koehenkilöt viettävät aikaansa muuallakin kuin työpisteessään. Merkittävimpien ulkoisten ilmanlaatuun vaikuttavien tekijöiden arvioimiseksi ja selvittämiseksi koetilojen olosuhteet kartoitettiin alku- ja loppuarvioinneilla sekä eri aikapisteissä tehdyillä kyselyillä. Merkittävimmät raportoidut satunnaistekijät (esim. purkutyomaa ja sen kesto) tarkistettiin muista lähteistä.

4.3.1 Asiantuntijan arvio koetilojen alku- ja lopputilanteesta

Jokaisen 28 työtilan olosuhteet mitattiin ja arvioitiin edellä kuvatulla tavalla. Mittaukset ja arvioinnit tehtiin haitallisen altistumisen mittaamiseen perehtyneen työterveyshuollon asiantuntijan toimesta.

Kaikki interventiotilat olivat normaalin käytön piirissä, eikä niihin ole suunniteltu korjaustoimia. Tarkastuksissa havaittiin kuitenkin merkittäviä poikkeamia. Tutkimustiloista n. 90 %:ssa oli merkittäviä hallitsemattomia ilmavuotoja putkikanaaleista ja sisäkattojen alaslaskujen yläpuolisista tiloista työntekijöiden hengitysvyöhykkeelle. Ilmavuotojen pääasiallinen syy olivat vuotavat ilmanvaihtokanavat ja poikkeavan suuret kanavapaineet, jotka ylipaineistivat alaslaskettujen kattojen yläpuoliset tilat 90 %:ssa tapauksista. Rakennusajankohdan ja yleisten havaintojen perusteella on olemassa merkittävä riski sille, että putkikanaaleissa ja sisäkattojen alaslaskujen yläpuolisissa tiloissa esiintyy asbestia ja muita haitta-aineita. Tätä ei voitu tutkia eikä sulkea pois näytteillä tämän toimeksiannon puitteissa.

Suuressa osassa koetiloja oli riskirakenteita (esim. tiili-villa-tiili -seinä, palopermanto, maanvastaiset rakenteet), joihin oli tehty esim. tiivistyksiä, muttei suurempia korjauksia. Osassa huoneita oli merkittäviä ilmavuotoja rakenteiden (ulkoseinät, välipohjat, väliseinät) läpi.

Interventiotiloihin tehtiin ilmanvaihdon tarkastuksia. Ilmanvaihto toimi tiloissa sallituissa rajoissa. Vesivauriojälkiä ei havaittu. Puolessa työpisteistä oli pientä huomautettavaa siisteydessä lähinnä tavaramäärään ja siivottavuuteen liittyen.

Yhdessä työpisteessä havaittiin poikkeama, joka johti intervention keskeytykseen. Tilassa oli ilmeinen vaurioitunut ulkoseinärakenne, epätiivis rakenne vaurion ja sisäilman välillä sekä voimakas alipaine rakenteen yli ulkoilmaan verrattuna. Koehenkilö raportoi tilassa sietämätöntä haittaa kesken kokeen, minkä seurauksena hänet siirrettiin muihin tiloihin. Rakenteeseen tehtiin tiivistyksiä ja paine-ero säädettiin lähelle neutraalia, mutta koehenkilö ei palannut uudelleen kyseiseen tilaan enää tämän jälkeen.

Työpisteiden loppumittaukset tehtiin joulukuussa 2019. Mitatuissa ja aistinvaraisesti arvioituissa 27 työpisteessä olosuhteet olivat pysyneet ennallaan. Ilmanvaihto oli pysynyt ennallaan ja siisteys oli samaa luokkaa kuin lähtötilanteessakin. Kosteusvaurioita ei ollut tapahtunut vuoden 2019 aikana.

4.3.2 Koetut olosuhteet ennen interventiota, sen aikana ja sen jälkeen

Koettuja olosuhteita seurattiin ISEC Sisäilmakyselyn ja seurantakyselyn avulla. Keskeiset tulokset on esitetty taulukoissa X-XIII.

Taulukko X. Käyttäjien raportoimia työympäristön olosuhteita ennen ja jälkeen intervention.

	Ennen interventiota	Intervention jälkeen	Muutos
Käyttäjien havaitsemat kosteusvauriot	39 %	43 %	+10 %
Näkyviä vaurioita rakenteissa	18 %	29 %	+61 %
Homeen tai maakellarin haju	71 %	71 %	0 %
Viemärin haju	46 %	43 %	-7 %
Kemikaalin haju	32 %	25 %	-22 %
Tunkkainen haju	82 %	57 %	-30 %
Ilma ei tunnu raikkaalta	54 %	25 %	-54 %
Rakennuksen ominaishaju tarttuu vaatteisiin	18 %	7 %	-61 %
Oireita aiheuttavaa irtaimistoa	32 %	32 %	0 %
Kuiva sisäilma	57 %	32 %	-44 %
Liian kostea sisäilma	0 %	0 %	0 %
Erittäin pölyinen työpiste	4 %	4 %	0 %
Häiritseviä melunlähteitä	43 %	36 %	-16 %
Ilmanvaihto toimii hyvin	11 %	43 %	+291 %
Ikkunatuuletuksen käyttö	7 %	11 %	+57 %
Ikkunatuuletukselle ei tarvetta	6 %	10 %	+67 %
Vedontunne	61 %	43 %	-30 %
Ilmanvaihto toimii epätasaisesti	50 %	25 %	-50 %
Epäily alipaineisuudesta	11 %	14 %	+27 %
Ikkunoiden huurtuminen	7 %	7 %	0 %

Tilankäyttäjien mukaan osa olosuhteista oli muuttunut merkittävästi intervention aikana. Muutoksille löydettiin kolme todennäköisintä syytä:

- intervention vuoksi parantuneet olosuhteet
- tarkkailun lisääntymisestä johtuvat havaintojen lisääntymiset (esim. näkyvät vauriot rakenteissa)
- vuodenajan vaihtumisesta johtuvat muutokset (liian kuivan sisäilman väheneminen, ikkunatuuletuksen lisääntyminen)

Taulukko XI. Koettu sisäilman laatu interventiotiloissa eri aikapisteissä.

Kysymys: Millainen sisäilma seurattavassa tilassa mielestäsi on?					
	0 vk	2 vk	6 vk	5 kk	Muutos alku- ja lopputilanteen välillä
Hyvä	18 %	36 %	32 %	32 %	+78 %
Kohtalainen	50 %	46 %	46 %	39 %	-22 %
Huono	25 %	7 %	11 %	18 %	-28 %
Erittäin huono	4 %	4 %	4 %	4 %	0 %
Vaihtelee voimakkaasti	4 %	7 %	7 %	7 %	+75 %

Taulukko XII. Ilmanpuhdistimien koettu vaikuttavuus sisäilman laatuun eri aikapisteissä.

Kysymys: Onko ilmanpuhdistimella ollut mielestäsi vaikutusta tilan sisäilman laatuun?			
	2 viikkoa	6 viikkoa	Lopussa
	Vastaajia, %	Vastaajia, %	Vastaajia, %
Kyllä, riittävästi	39 %	50 %	43 %
Kyllä, mutta ei riittävästi	28 %	28 %	39 %
Vähän/ajoittain	22 %	18 %	4 %
Ei lainkaan	4 %	0 %	4 %
Tilanne on huonontunut	4 %	4 %	7 %
Sisäilma oli riittävän hyvälaatuista jo aikaisemminkin	4 %	0 %	4 %

Taulukko XIII. Työolosuhteiden arviointi intervention lopussa.

Kysymys: Ovatko työolosuhteesi sisäilman suhteen vähintään siedettävät?		
	Kyllä	Ei
Vähintään siedettävät olosuhteet	21 kpl (75 %)	7 kpl (25 %)
<p>Tarkentava kysymys niille, joiden mielestä olosuhteet eivät olleet siedettäviä:</p> <p>Mitä parannuksia työolosuhteisiin pitäisi tehdä, jotta saavutettaisiin vähintään siedettävät työolosuhteet?</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Ilmastointi pienemmälle ja puhtaampaa sisäilmaa! - Olisikohan huoneeseen sijoitettava toisenlainen sisäilmanpuhdistin parempi? - Toivoisin, että uusi huoneeni olisi sellainen missä ei olisi sisäilmaoireilua, jolloin työtehokin olisi varmasti parempi - Toivoisin, että ei tulisi lisää ihmisiä samaan tilaan. Siitä on kokemuksia ja tilan happi ei tule riittämään - Korjattavaa on seinässä ja ikkunan pielissä - Sisäilman laadun parantaminen, rakennuksen tarkempi tutkiminen, mistä hajut johtuvat - Huoneen korjaustoimenpiteet/uusi työtila 	

Yllä esitettyjen tietojen mukaan merkittävimmät koetut muutokset olosuhteissa olivat ilmanvaihdon ja -laadun koettu paraneminen sekä hajujen väheneminen. 82 % vastaajista arvioi puhdistimien puhdistaneen ilmaa. Näillä perusteilla nimenomaan puhdistimet olivat suurelta osin parantuneen ilmanlaadun takana.

75 %:n mielestä olosuhteet olivat vähintään siedettävät kokeen lopussa. Tämä on minimivaatimus intervention onnistumiselle. 25 %:n mielestä olosuhteet olivat interventionkin jälkeen sietämättömät.

Itse laitteisiin ja niiden käyttöön liittyviä hyötyjä ja haittoja kysyttiin avoimilla kysymyksillä. Taulukkoon XIV on kerätty saatu palaute.

Taulukko XIV. Käyttäjien arvio ilmanpuhdistimien hyödyistä ja haitoista.

Kysymys: Mitä positiivisia ja negatiivisia puolia havaitsit ilmanpuhdistimesta ja sen käytöstä koko tutkimusajalla? (avoin vastaus)	
Positiiviset palautteet	Vastauksia kpl (%)
Puhtaampi / raikkaampi sisäilma	17 kpl (61 %)
Kaikenlaisten oireiden väheneminen	5 kpl (18 %)
Väsyyksien vähentyminen	3 kpl (11 %)
Allergiaoireet kadonneet	1 kpl (4 %)
Työkyky tehostunut	1 kpl (4 %)
Säätömahdollisuus hyvä	1 kpl (4 %)
Puhdistusalueen ulkopuolella alkanut haista (tehostunut hajuaisti)	1 kpl (4 %)
Vähentänyt remontin haittoja	1 kpl (4 %)
Negatiiviset palautteet	
Häiritsevää ääniä	8 kpl (29 %)
Vedon tunne	6 kpl (21 %)
Niska- ja hartiavaivat	6 kpl (21 %)
Silmien kuivuminen	4 kpl (14 %)
Vie liikaa tilaa pöydältä	3 kpl (11 %)
Korvaoireita	2 kpl (7 %)
Suun kuivuminen	2 kpl (7 %)
Mahdollisuus olla koneen äärellä rajallinen	2 kpl (7 %)
Aktiivihiihden haju häiritsee tai aiheuttaa oireita	2 kpl (7 %)
Pystyy pitämään päällä vain poissa ollessa	2 kpl (7 %)
Ilmanvaihto mennyt sekaisin	1 kpl (4 %)

Taulukosta XIV nähdään, että puhdistinten vaikutus koettuihin olosuhteisiin ei ollut pelkästään positiivinen. Merkittävimmät koetut haitat olivat äänitaso, vedon tunne, niska- ja hartiavaivat sekä silmien kuivuminen. Näitä asioita oli otettu merkittävästi huomioon jo laitteen suunnittelussa, joten haittaprosentit jäivät suhteellisen pieniksi. Mahdollisen silmien kuivumisen ehkäisemiseksi osallistujille tarjottiin silmätippoja jo käyttöönottoaiheessa.

Osallistujien tyytyväisyyttä/tyytymättömyyttä ilmanpuhdistimeen intervention aikana on kartoitettu taulukossa XV. Koetuista haitoista huolimatta 68 % oli tyytyväinen tai erittäin tyytyväinen laitteeseen.

Taulukko XV. Tyytyväisyys ilmanpuhdistimeen eri aikapisteissä.

Kysymys: Kuinka tyytyväinen olet tilassa olevaan ilmanpuhdistimeen?	Ennen aloitusta	2 vk	6 vk	Lopussa
Erittäin tyytyväinen	32 %	14 %	14 %	11 %
Tyytyväinen	46 %	64 %	57 %	57 %
En tyytyväinen enkä tyytymätön	21 %	18 %	18 %	18 %
En kovin tyytyväinen	0 %	0 %	7 %	11 %
En lainkaan tyytyväinen, pitäisi viedä pois	0 %	4 %	4 %	4 %

4.3.3 Intervention aikaiset sekoittavat ja satunnaiset tekijät

Kokeen aikana tapahtuvilla ennakoimattomilla asioilla voi olla merkittävä vaikutus saatuihin tuloksiin. Taulukossa XVI on koostettu merkittävimmät koehenkilöiden raportoimat tuloksiin mahdollisesti vaikuttavat tekijät. Ulkoisiin olosuhteisiin vaikuttavat tekijät (esim. purkutyömaan aikataulu) on varmistettu muista lähteistä.

Taulukko XVI. Kyselyissä esille tulleet interventiotutkimusta sekoittaneet satunnaiset tapahtumat.

Satunnaistekijä	Raportoitu/arvioitu vaikutus	Arvioitu vaikutusaika
Hallintorakennuksen ja parkkitalon purkutyömaat	Koettu haittoja lisäävä, raportoitu hienoa pölyä interventiotiloissa	Helmi-huhtikuu
Rakennustyömaa	Koettu haittoja lisäävä, raportoitu hienon hienoa pölyä interventiotiloissa	Maaliskuu-intervention loppuun
Katupölykausi	Koettu haittoja lisäävä	Huhtikuu-intervention loppuun
Siitepölykausi	Koettu haittoja lisäävä	Maaliskuun loppu- intervention loppuun
Kattoremontti	Koettu haittoja lisäävä, mm. toistuvaa pien hajua interventiotiloissa	Touko-kesäkuu
Sisäremontit sairaalan alueella	Koettu haittoja lisäävä, esim. koetilan ilmanvaihdon toistuva sammuminen	Maalis-kesäkuu
4 koehenkilöä oli muuttanut vasta remontoituihin työtiloihin juuri ennen intervention alkua	Koettu haittoja vähentävä kolmella, yhdellä ei vaikutusta	Koko intervention ajan
2 koehenkilön tilan tiivistyskorjaus ennen kokeen alkua	Oireisiin neutraali vaikutus, vedon tunteen väheneminen molemmilla	Koko intervention ajan
Arviolta neljäsosa vastaajista (n. 7 kpl) piti kesälomansa ennen loppukyselyyn vastaamista	Todennäköisesti merkittävästi koettu haittoja vähentävä vaikutus	Lopputilannearviot
2 koehenkilön lääkityksen tarkistus	Koettu haittoja vähentävä	Maaliskuu- intervention loppuun Kesäkuu- intervention loppuun
Yhden havainnon mukaan osastolla oli muutenkin parempi sisäilma	Koettu haittoja vähentävä	Helmikuu- intervention loppuun
Yhdelle koehenkilölle tehtiin poskionteloleikkaus kokeen aikana	Todennäköisesti koettu haittoja vähentävä	Maaliskuu- intervention loppuun
Yhden seurantalilan lähistöllä olleet remontit valmistuivat	Koettu haittoja vähentävä	Kesäkuu

Yllä olevasta taulukosta käy ilmi, että sairaalan alueella tapahtui paljon koeasetelmaan vaikuttavia asioita intervention aikana. Noin puolet satunnaistekijöistä oli haittoja lisääviä ja puolet haittoja vähentäviä. Ne kumoavat toistensa vaikutusta, joten satunnaistekijöiden kokonaisvaikutus on todennäköisesti lähellä neutraalia. Tarkkaa satunnaistekijöiden vaikutusta saatuihin tuloksiin ei kuitenkaan voi arvioida koeasetelman perusteella.

Monissa tuloksissa nähtiin parempi vaikuttavuus 6 viikon kohdalla kuin 5 kuukauden kohdalla (esim. taulukot XI ja XII). On mahdollista, että suodattimet ovat tulleet käyttöikänsä päähän kokeen aikana. Toinen mahdollisuus on, että puhdistimien säätöihin on tehty muutoksia vaikuttavuuden kustannuksella käyttäjien toimesta. Kolmas vaihtoehto on, että tuloksiin on sisällynyt plasebovaikutusta, joka on hiipunut kokeen loppua kohti.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Interventiossa saavutettiin poikkeuksellisen hyvät tulokset. Laminaarisen puhdasvyöhykkeen luominen työpisteeseen paransi koettua yksilöllistä terveyttä (työkyky, sisäilmaperäiset sairauslomat, koetut haitat), ympäristöolosuhteita (ilman laatu, ilmanvaihto, hajut) ja työyhteisöasioita (huoli). Tutkimuksessa pyrittiin varmistamaan, että tulokset olivat ilmanpuhdistimesta johtuvia eivätkä sekoittavia tai satunnaisia tekijöitä. Kysymyksenasettelusta riippuen 64-75 % osallistujista hyötyi selvästi puhdistimista, mikä on 2-kertainen määrä tyypilliseen plasebovaikutukseen verrattuna (Beecher ym. 1955).

Tähän toimeksiantoon ei kuulunut mittauksia, joiden perusteella olisi voitu arvioida altisteiden esiintymistä koehenkilöiden tiloissa. Sairaalan teknisen osaston mukaan sisäilmaolosuhteet koetiloiissa olivat tavanomaiset.

Koehenkilöistä huomattava osa täytti ns. ympäristöherkän kriteerit (esim. 54 % koehenkilöistä täytti Ville Valtosen kemikaaliyliherkän kriteerit, Valtonen 2017). Tulokset viittaavat siihen, että puhdastilavyöhyke voi olla tehokas menetelmä ympäristöherkkien hoidossa.

Lääketieteellisesti ympäristöherkkyys on kiistanalainen tila, koska sen syytä ei saada selvittyä perusteellisissa somaattisissa tai psykiatrisissa selvityksissä (Selinheimo ym. 2019). Siten myös hoitomuodoista on kiistaa. Tämän interventiotutkimuksen perusteella hoitoa on kuitenkin mahdollista lähestyä myös työhyvinvoinnillisesta ja taloudellisesta näkökulmasta. Työhyvinvoinnin näkökulmasta koehenkilöiden tyytyväisyys lisääntyi ja huoli väheni merkittävästi. Taloudellisesta näkökulmasta katsottuna sisäilmaan liittyvät sairauslomat vähenivät 68 %, mikä tarkoitti tässä tutkimusryhmässä n. 37 000 euron säästöä 5 kuukaudessa. Näillä perusteilla näyttäisi olevan mahdollista tehdä työterveyshuollon suosittamana ja seuraamana ympäristöherkille toimistotyöntekijöille hoitokokeiluja puhdastilavyöhykkeen muodostavilla ilmanpuhdistimilla. Mikäli osa ympäristöherkistä hyötyisi tämän selvityksen mukaisesti, se helpottaisi merkittävästi työnantajien, kiinteistönomistajien ja työterveyshuoltojen välistä yhteistyötä haasteellisissa sisäilmaongelmatapauksissa.

Pilottikokeen tulokset olivat lupaavia. Niinpä alkuperäisessä tutkimussuunnitelmassa ehdotettu laajempi otoskokolaskentaan perustuva ns. crossover-tutkimus, jossa koehenkilöt käyttävät kokeen aikana sekä oikeaa että plaseboilmanpuhdistinta, olisi perusteltu.

Tässä tutkimuksessa on myös selviä puutteita. Tämän selvityksen tulokset perustuvat vain kyselytutkimuksen vastauksiin. Mahdollista altisteiden vähentymistä työtiloissa ei ollut mahdollista varmistaa tämän tutkimuksen yhteydessä budjetäärisistä syistä. Niinpä objektiivinen näyttö altisteiden vähenemisestä jäi puuttumaan.

6 KIRJALLISUUSLUETTELO

Abbass AA, Kisely SR, Town JM, Leichsenring F, Driessen E, De Maat S, Gerber A, Dekker J, Rabung S, Rusalovska S, Crowe E. Short-term psychodynamic psychotherapies for common mental disorders. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014; (7).

Allen JG, MacNaughton P, Satish U, Santanam S, Vallarino J, Spengler JD. Associations of Cognitive Function Scores with Carbon Dioxide, Ventilation, and Volatile Organic Compound Exposures in Office Workers: A Controlled Exposure Study of Green and Conventional Office Environments. *Environmental Health Perspectives* 2016; 124(6): 805-812.

Allen RW, Carlsten C, Karlen B, Leckie S, van Eeden S, Vedal S, Wong I, Brauer M. An air filter intervention study of endothelial function among healthy adults in a woodsmoke-impacted community. *Am J Respir Crit Care Med* 2011;183(9):1222-1230.

Beecher HK & Boston MD. The powerful placebo. *J.A.M.A.* 1955; Dec. 24: 1602-1606.

Björnsson E, Janson C, Norbäck D, Boman G. Symptoms related to the sick building syndrome in a general population sample: associations with atopy, bronchial hyper-responsiveness and anxiety. *Int J Tuberc Lung Dis* 1998;2(12): 1023–1028.

Bräuner EV, Forchhammer L, Möller P, Barregard L, Gunnarsen L, Afshari A, Wåhlin P, Glasius M, Dragsted LO, Basu S, Raaschou-Nielsen O, Loft S. Indoor particles affect vascular function in the aged - an air filtration-based intervention study. *Am J Respir Crit Care Med* 2008;177(4):419-425.

Calderon-Garciduenas L, Gonzalez-Maciel A, Mukherjee PS, Reynoso-Robles R, Perez-Guille B, Gayosso-Chavez C, Torres-Jardon R, Cross JV, Ahmed IAM, Karloukovski VV, Maher BA. Combustion- and friction-derived magnetic air pollution nanoparticles in human hearts. *Environmental Research* 2019; 176.

Canadian Community Health Survey (CCHS) 2014, Ministry of Health and Long-Term Care Share File, Statistics Canada.

Caress SM, Steinemann AC. Prevalence of multiple chemical sensitivities: a population-based study in the southeastern United States. *Am Journal Public Health* 2004;94(5): 746–747.

Carlsson F, Karlson B, Örbæk P, Osterberg K, Ostergren PO. Prevalence of annoyance attributed to electrical equipment and smells in a Swedish population, and relationship with subjective health and daily functioning. *Public health* 2005;119(7): 568–577.

Carvalho C, Caetano JM, Cunha L, Rebouta P, Kaptchuk TJ, Kirsch I. Openlabel placebo treatment in chronic low back pain: a randomized controlled trial. *Pain* 2016;157:2766–72.

Castelnuovo G, Giusti EM, Manzoni GM, Saviola D, Gabrielli S, Lacerenza M, Pietrabissa G, Cattivelli R, Spatola CAM, Rossi A, Varallo G, Novelli M, Villa V, Luzzati F, Cottini A, Lai C, Volpato E, Cavalera C, Pagnini F, Tesio V, Castelli L, Tavola M, Torta R, Arreghini M, Zanini L, Brunani A, Seitanidis I, Ventura G, Capodaglio P, D'Aniello GE, Scarpina F, Brioschi A, Bigoni M, Priano L, Mauro A, Riva G, Di Lernia D, Repetto C, Regalia C, Molinari E, Notaro P, Paolucci S, Sandrini G, Simpson S, Wiederhold BK, Gaudio S, Jackson JB, Tamburin S, Benedetti F. What Is the Role of the Placebo Effect for Pain Relief in Neurorehabilitation? Clinical Implications From the Italian Consensus Conference on Pain in Neurorehabilitation. *Frontiers in Neurology* 2018;9:1-12.

Cepeda MS, Berlin JA, Gao CY, Wiegand F, Wada DR. Placebo response changes depending on the neuropathic pain syndrome: results of a systematic review and meta-analysis. *Pain Med* 2012;13:575–95.

Charlesworth JEG, Petkovic G, Kelley JM, Hunter M, Onakpoya I, Roberts N, Miller FG, Howick J. Effects of placebos without deception compared with no treatment: a systematic review and meta-analysis. *J Evid Based Med* 2017;10:97–107.

Chen R, Zhao A, Chen H, Zhao Z, Cai J, Wang C, Yang C, Li H, Xu X, Ha S, Li T, Kan H. Cardiopulmonary benefits of reducing indoor particles of outdoor origin: a randomized, double-blind crossover trial of air purifiers. *J Am Coll Cardiol*. 2015;65(21):2279-87.

Cragg JJ, Warner FM, Finnerup NB, Jensen MP, Mercier C, Richards JS, Wrigley P, Soler D, Kramer JL. Meta-analysis of placebo responses in central neuropathic pain: impact of subject, study, and pain characteristics. *Pain* 2016;157:530–40.

Dantoft TM, Andersson L, Nordin S, Skovbjerg S. Chemical intolerance. *Curr Rheumatol Rev* 2015;11(2):167-84.

Fisk WJ. Health benefits of particle filtration. *Indoor Air* 2013;23(5):357-368.

Frias A. Idiopathic environmental intolerance: A comprehensive and up-to-date review of the literature *CNS*. 2015(1):6-12.

Hagström M, Auranen J, Ekman R. Electromagnetic hypersensitive Finns: Symptoms, perceived sources and treatments, a questionnaire study. *Pathophysiology* 2013; 20(2): 117-122.

Hansen BJ, Meyhoff HH, Nordling J, Mensink HJ, Mogensen P, Larsen EH. Placebo effects in the pharmacological treatment of uncomplicated benign prostatic hyperplasia. The ALFECH Study Group. *Scand J Urol Nephrol* 1996;30(5):373-377.

Hodgson M. Indoor environmental exposures and symptoms. *Environmental health perspectives* 2002; 110(suppl 4):663-7.

Hrobjartsson A & Goetzsche PC. Placebo interventions for all clinical conditions. *Cochrane Database Syst Rev* 2010;(1):CD003974.

Hyvärinen A, Marttila T, Kero P, Pekkanen J, Ung-Lanki S, Lampi J, Leppänen H, Jalkanen K, Turunen M, Haverinen-Shaughnessy U, Annala P, Suonketo J, Niemi J. Avaimet terveelliseen ja turvalliseen rakennukseen (AVATER) – yhteenvetoraportti. Valtioneuvoston selvitys- ja tutkimustoiminnan julkaisusarja 44/2017.

Ilmarinen J. The aging worker. *Scand J Work Environ Health* 1991;17:(1).

Ilmarinen J, Tuomi K. Past, present and future of work ability. *People and Work Research Reports* 2004; 65:1-25.

Institute of Medicine (US) Committee on Damp Indoor Spaces and Health. *Damp indoor spaces and health*. Washington: National Academy of Sciences 2004.

International Programme on Chemical Safety (IPCS). *Conclusions and recommendations of a workshop on Multiple Chemical Sensitivities (MCS)*. February 21–23, Berlin, Germany. *Regul Toxicol Pharmacol* 1996;24:188–9.

Jensen J & Lönnberg J. *Tekemättömän työn vuosikatsaus 2019*. Terveystalo 2019.

- Johansson A, Bramerson A, Millqvist E, Nordin S, Bende M. Prevalence and risk factors for self-reported odour intolerance: the Skovde population-based study. *Int Arch Occup Environ Health* 2005;78(7): 559–564.
- Jääskeläinen A, Kausto J, Seitsamo J, Ojajärvi A, Nygård C-H, Arjas E, Leino-Arjas P. Work ability index and perceived work ability as predictors of disability pension: a prospective study among Finnish municipal employees. *Scand J Work Environ Health* 2016;42(6):490-499.
- Kam-Hansen S, Jakubowski M, Kelley JM, Kirsch I, Hoaglin DC, Kaptchuk TJ, Burstein R. Altered placebo and drug labeling changes the outcome of episodic migraine attacks. *Sci Transl Med* 2014;6:218ra215.
- Kaptchuk TJ, Friedlander E, Kelley JM, Sanchez MN, Kokkotou E, Singer JP, Kowalczykowski M, Miller FG, Kirsch I, Lembo AJ. Placebos without deception: a randomized controlled trial in irritable bowel syndrome. *PLoS One* 2010;5:e15591.
- Karottki DG, Spilak M, Frederiksen M, Gunnarsen L, Brauner EV, Kolarik B, Andersen ZJ, Sigsgaard T, Barregard L, Strandberg B, Sallsten G, Möller P, Loft S. An indoor air filtration study in homes of elderly: cardiovascular and respiratory effects of exposure to particulate matter. *Environmental Health* 2013; 12(116).
- Karvala K, Pekkanen J, Salminen E, Tuisku K, Hublin C, Sainio M. Miten tunnistan ympäristöherkkyyden? Katsaus. *Duodecim* 2017;133:1362-1369.
- Karvala K, Sainio M, Palmquist E, Claeson A-S, Nyback M-H, Nordin S. Building-related environmental intolerance and associated health in the general population. *Int J Environ Res Public Health* 2018;15(9):E2047.
- Kleinstäuber M, Witthöft M, Steffanowski A, van Marwijk H, Hiller W, Lambert MJ. Pharmacological interventions for somatoform disorders in adults. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2014; (11).
- Kosteus- ja homevaurioista oireileva potilas. Käypä hoito -suositus. Suomalaisen Lääkäriseuran Duodecimin asettama työryhmä. Helsinki: Suomalainen Lääkäriseura Duodecim, 2016 (viitattu 5.12.2019).
- Koulu M, Mervaala E, Tuomisto J. Farmakologia ja toksikologia. Kustannus Oy Medicina, Kuopio 2012.
- Lampi J & Pekkanen J. Terve ihminen terveissä tiloissa. Kansallinen sisäilma ja terveys -ohjelma 2018-2028. Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen raportti 8/2018.
- Lappalainen S, Reijula K, Tähtinen K, Latvala J, Holopainen R, Hongisto V, Kurttio P, Lahtinen M, Rautiala S, Tuomi T, Valtanen A. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Toinen, uudistettu painos. Työterveyslaitos 2017.
- Lin L, Chen H, Su T, Hong G, Huang L, Chuang K. The effects of indoor particle exposure on blood pressure and heart rate among young adults: An air filtration-based intervention study. *Atmos Environ* 2011;45(31):5540-5544.
- Locher C, Frey Nascimento A, Kirsch I, Kossowsky J, Meyer A, Gaab J. Is the rationale more important than deception? A randomized controlled trial of open-label placebo analgesia. *Pain* 2017;158(12):2320–8.
- Loxham M, Davies DE, Holgate ST. The health effects of fine particulate air pollution. *BMJ* 2019;367:l6609.
- Luengas A, Barona A, Hort C, Gallastegui G, Platel V, Elias A. A review of indoor air treatment technologies. *Rev Environ Sci Bio-Technol* 2015;14(3):499-522.

Maher BA, Ahmed IAM, Karloukovski V, MacLaren DA, Foulds PG, Allsop D, Mann DMA, Torres-Jardos R, Calderon-Garciduenas L. Magnetite pollution nanoparticles in the human brain. *PNAS* 2016; 113(39):10797-10801.

Mbizvo GK, Nolan SJ, Nurmikko TJ, Goebel A. Placebo responses in long-standing complex regional pain syndrome: a systematic review and meta-analysis. *J Pain* 2015;16:99–115.

McDonald E, Cook D, Newman T, Griffith L, Cox G, Guyatt G. Effect of air filtration systems on asthma - A systematic review of randomized trials. *Chest* 2002;122(5):1535-1542.

Meggs WJ, Dunn KA, Bloch RM, Goodman PE, Davidoff AL. Prevalence and nature of allergy and chemical sensitivity in a general population. *Arch Environ Health* 1996;51(4): 275–282.

NICNAS, OCSEH (2010). [Internet] A scientific review of multiple chemical sensitivity: identifying key research needs. Report prepared by the National Industrial Chemicals Notification and Assessment Scheme (NICNAS) and the Office of Chemical Safety and Environmental Health (OCSEH). Available from: <https://emerge.org.au/diagnosis/related-conditions/a-scientific-review-of-mcsidentifying-key-research-needs-report-by-nicnas-and-ocseh-nov-2010/#.W6iOrWwUnns> [lainattu 30.8.2018]

Oakman J, Neupane S, Proper KI, Kinsman N, Nygård C-H. Workplace interventions to improve work ability: A systematic review and meta-analysis of their effectiveness. *Scand J Work Environ Health* 2018; 44(2):134-146.

Palmquist E, Claeson AS, Neely G, Stenberg B, Nordin S. Overlap in prevalence between various types of environmental intolerance. *Int J Hyg Environ Health* 2014;217(4-5): 427–434.

Pei L, Zhou J, Zhang L. Preparation and properties of ag-coated activated carbon nanocomposites for indoor air quality control. *Build Environ* 2013;63:108-113.

Pekkanen J & Lampi J. Rakennusten kosteus- ja homevauriot ja terveys. *Katsaus. Duodecim* 2015; 131:1749-55.

Pigatto PD, Guzzi G. Prevalence and Risk Factors for MCS in Australia. *Preventive Medicine Reports* 2019.

Reijula K, Ahonen G, Alenius H, Holopainen R, Lappalainen S, Palomäki E, Reiman M. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat. *Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 01/2012*.

Rosendal M, Blankenstein AH, Morriss R, Fink P, Sharpe M, Burton C. Enhanced care by generalists for functional somatic symptoms and disorders in primary care. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2013a; (10).

Rubin GJ, Das Munshi J, Wessely S. A systematic review of treatments for electromagnetic hypersensitivity. *Psychother Psychosom* 2006;75(1): 12-18.

Ruckerl R, Schneider A, Breitner S, Cyrys J, Peters A. Health effects of particulate air pollution: a review of epidemiological evidence. *Inhal Toxicol*. 2011;23: 555-592.

Sainio M & Karvala K. Ympäristöherkkyyden hoidon ja kuntoutuksen järjestäminen Suomessa. *Työterveyslaitos* 2016.

Salin JT, Salkinoja-Salonen M, Salin PJ, Nelo K, Holma T, Ohtonen P, Syrjälä H. Building-related symptoms are linked to the in vitro toxicity of indoor dust and airborne microbial propagules in schools: A cross-sectional study. *Environmental Research* 2017;154:234–39.

Sauni R, Uitti J, Jauhiainen M, Kreiss K, Sigsgaard T, Verbeek JH. Remediating buildings damaged by dampness and mould for preventing or reducing respiratory tract symptoms, infections and asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2011; Issue 9.

Sauni R, Verbeek JH, Uitti J, Jauhiainen M, Kreiss K, Sigsgaard T. Remediating buildings damaged by dampness and mould for preventing or reducing respiratory tract symptoms, infections and asthma. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2015; 2:CD007897.

Selinheimo S, Vuokko A, Juvonen-Posti P. Toiminnallisten häiriöiden kuntoutus. Sovellettavuus Kelan järjestämään kuntoutukseen ja vaikuttavat kuntoutusmuodot. Helsinki: Kela, Kuntoutusta kehittämässä 7/2019.

Skulberg K, Skyberg K, Kruse K, Eduard W, Levy F, Kongerud J. The effects of intervention with local electrostatic air cleaners on airborne dust and the health of office employees. *Indoor Air* 2005; 15(3):152-159.

Steinemann A. National Prevalence and Effects of Multiple Chemical Sensitivities. *J Occup Environ Med* 2018; 60(3): e152-e6.

Steinemann A. Prevalence and effects of multiple chemical sensitivities in Australia. *Prev Med Rep* 2018; 10: 191-4.

Steinemann AC. A national population study of the prevalence of multiple chemical sensitivity. *Arch Environ Health* 2005; 59(6):300-305.

Sublett JL. Effectiveness of air filters and air cleaners in allergic respiratory diseases: A review of the recent literature. *Curr Allergy Asthma Rep* 2011; 11(5):395-402.

Sublett JL, Seltzer J, Burkhead R, Williams PB, Wedner HJ, Phipatanakul W. Air filters and air cleaners: Rostrum by the American Academy of Allergy, Asthma & Immunology Indoor Allergen Committee. *J Allergy Clin Immunol* 2010; 125(1):32-38.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Rakennukset ja kesämökkit [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-677X. 2018, Liitetaulukko 2. Rakennukset käyttötarkoituksen mukaan vuosina 1980-2018. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 4.1.2020]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/rakke/2018/rakke_2018_2019-05-21_tau_002_fi.html.

Suomen virallinen tilasto (SVT): Väestöennuste [verkkojulkaisu]. ISSN=1798-5137. 2019. Helsinki: Tilastokeskus [viitattu: 4.1.2020]. Saantitapa: http://www.stat.fi/til/vaenn/2019/vaenn_2019_2019-09-30_tie_001_fi.html.

Thomson A, Page L. Psychotherapies for hypochondriasis. *Cochrane Database of Systematic Reviews* 2007; (4).

TSR 113322. Sisäilmahaittojen vähentäminen tilakohtaisella paine-erosäätöisellä ilmanvaihtokoneella [verkkojulkaisu]. 2015. [viitattu: 6.2.2020]. Saantitapa: <https://www.tsr.fi/documents/20181/40645/113322-loppuraportti-TSR-raportti+kehitt%3%a4misavustus+113322.pdf/8a6906e4-7576-4d1f-8485-ed6bf668c1bb>.

Valtiovarainministeriö. Kuntatalousohjelma 2020-2023. Valtiovarainministeriön julkaisuja 2019:52.

Valtonen V. Clinical Diagnosis of the Dampness and Mold Hypersensitivity Syndrome: Review of the Literature and Suggested Diagnostic Criteria. *Frontiers in Immunology* 2017; (8):1-6.

van Dessel N, den Boeft M, van der Wouden JC, Kleinstäuber M, Leone SS, Terluin B, Numans ME, van der Horst HE, van Marwijk H. Non-pharmacological interventions for somatoform disorders and medically unexplained physical symptoms (MUPS) in adults. *Cochrane Database Systematic Reviews* 2014; (11).

Vuokko A. Disability related to workplace indoor air. Academic dissertation 2019. Occupational health department of public health, faculty of medicine, university of Helsinki, Finland.

Vuokko A, Selinheimo S, Sainio M, Suojalehto H, Järnefelt H, Virtanen M, Kallio E, Hublin C, Karvala K. Decreased work ability associated to indoor air problems – an intervention (RCT) to promote health behavior. *Neurotoxicology* 2015;49: 59-67.

Wartolowska K. The placebo effect as a source of bias in the assessment of treatment effects. *F1000Research* 2019;15 jul:1-14.

Watanabe M, Tonori H, Aizawa Y. Multiple chemical sensitivity and idiopathic environmental intolerance (part two). *Environ Health Prev Med* 2003;7(6):273-282.

Weichenthal S, Mallach G, Kulka R, Black A, Wheeler A, You H, St-Jean M, Kwiatkowski R, Sharp D. A randomized double-blind crossover study of indoor air filtration and acute changes in cardiorespiratory health in a First Nations community. *Indoor Air* 2012;23(3):175-184.

WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. World Health Organization 2009. Copenhagen, Denmark.

WHO. Ambient air pollution: A global assessment of exposure and burden of disease. World Health Organization 2016.

Yu BF, Hu ZB, Liu M, Yang HL, Kong QX, Liu YH. Review of research on air conditioning systems and indoor air quality control for human health. *Int J Refrig -Rev Int Froid* 2009;32(1):3-20.

Yunus MB. Editorial review: an update on central sensitivity syndromes and the issues of nosology and psychobiology. *Curr Rheumatol Rev.* 2015;11(2):70-85.

Zhang Y, Mo J, Li Y, Sundell J, Wargocki P, Zhang J, Little JC, Corsi R, Deng Q, Leung MKH, Fang L, Chen W, Li J, Sun Y. Can commonly-used fan-driven air cleaning technologies improve indoor air quality? A literature review. *Atmos Environ* 2011;45(26):4329-4343.