

Katariina Uutela

## **Toimintamalli sisäilmaongelmaepäilyssä**

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri

Opinnäytetyö

Syksy 2019

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

## Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Rakennussuunnittelu

Tekijä: Katariina Uutela

Työn nimi: Toimintamalli sisäilmaongelmaepäilyssä: Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri

Ohjaaja: Olli Isopahkala

Vuosi: 2019 Sivumäärä: 50 Liitteiden lukumäärä: 6

---

Tämän työn tarkoituksena oli kehittää Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin sisäilmatyöryhmän toimintamallia. Sisäilmaongelmat aiheuttavat nykyään paljon huolta varsinkin julkisella puolella, ja aiheeseen liittyen onkin julkaistu useita ohjeistuksia ja selvityksiä. Sisäilmaan vaikuttavat lukuisat eri tekijät ja ongelmien ilmaantuessa niiden selvittäminen saattaa olla hyvin hankalaa. Tilojen käyttäjät voivat oireilla ja kokea sisäilman huonoksi, vaikka sisäilmamittauksissa ei mitään poikkeavaa löydy. Sisäilmaongelmien selvittäminen vaatii moniammatillista yhteistyötä ja ennalta sovittuja toimintatapoja.

Tämä toimintamalli pohjautuu työterveyslaitoksen tekemään ohjeeseen Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Toimintamallin on tarkoitus toimia työkaluna varsinkin vaikeita sisäilma-asioita selvitettäessä.

Avainsanat: sisäilma, toimintamalli

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

## **Thesis abstract**

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: Structural Design

Author: Katariina Uutela

Title of thesis: Operational model for indoor air quality problems.

Supervisor: Olli Isopahkala

Year: 2019      Number of pages: 50      Number of appendices: 6

---

The aim of the study was to develop an operational model for the committee on indoor air quality in the hospital district of South Ostrobothnia. Indoor air quality problems are common, and cause a lot of harm and worries so many instructions, and reports have been published concerning the matter. Many factors have an effect on indoor air quality, and the problems related to it can be very complex and difficult to solve. For some people indoor air can cause symptoms even if all the measurable factors are in order. It requires multiprofessional collaboration and pre-agreed policy to solve indoor air problems.

The operational model was based on instructions published by Finnish Institute of Occupational Health. The aim was to use it especially in situations where the source of problem would be difficult to specify.

Keywords: indoor air, operational model

## SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Käytetyt termit ja lyhenteet .....	6
1 JOHDANTO .....	9
2 SISÄILMA JA SITÄ KOSKEVIA OHJEITA JA MÄÄRÄYKSIÄ .....	11
3 SISÄILMAAN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ.....	14
3.1 Rakennuksen suunnittelu ja käytetyt materiaalit .....	14
3.2 Ilmanvaihto- ja ilmastointilaitteet .....	16
3.3 Rakennuksen painesuhteet ja ilmatiiveys .....	16
3.4 Lämpötila ja kosteus .....	18
3.5 Rakennuksen käyttö ja kunnossapito.....	19
3.6 Siivous .....	19
3.7 Kosteusvauriot .....	21
3.7.1 Mikrobiologiset vauriot .....	21
3.7.2 Kemialliset ja fysikaaliset vauriot.....	23
4 SISÄILMAONGELMAN SELVITTÄMINEN .....	24
4.1 Tutkimussuunnitelma .....	24
4.1.1 Lähtötiedot ja lähtötietoasiakirjat.....	24
4.1.2 Käyttäjäkyselyt.....	25
4.1.3 Sisäilmasto-oirekyselyt.....	26
4.1.4 Rakentajien ja suunnittelijoiden kyselyt.....	26
4.1.5 Alustava riskiarvio .....	26
4.1.6 Kohdekäynti .....	27
4.2 Tutkimusmenetelmät ja niiden valinta .....	27
4.2.1 Aistinvarainen tarkastelu.....	28
4.2.2 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteenotto .....	28
4.2.3 Rakennekosteusmittaukset .....	29
4.2.4 Tiiviiden ja epäpuhtauksien kulkeutumisen tutkiminen.....	30
4.2.5 Sisäilmaolosuhteiden ja sisäilman epäpuhtauksien mittaukset.....	30

4.2.6 Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastus.....	34
4.3 Tutkimustulosten tulkinta ja ongelman määrittely.....	35
4.3.1 Altistumisolosuhteiden arviointi .....	36
4.3.2 Terveydellisen merkityksen arviointi .....	38
4.4 Viestinnän merkitys sisäilmaongelmaa selvitetessä.....	39
<b>5 TOIMINTAMALLI, EPSHP.....</b>	<b>41</b>
5.1 Epäilyilmoituksen tekeminen.....	42
5.2 Tekniikan katselmus.....	42
5.3 Alustava riskiarvioi .....	43
5.4 Tutkimussuunnitelma ja tutkimusmenetelmien valinta .....	43
5.5 Tutkimussuunnitelman toteuttaminen.....	43
5.6 Altistumisolosuhteiden ja terveydellisen merkityksen arviointi .....	44
5.7 Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet .....	44
5.8 Korjausten onnistumisen seuranta .....	44
<b>6 YHTEENVETO.....</b>	<b>45</b>
<b>LÄHTEET .....</b>	<b>47</b>
<b>LIITTEET .....</b>	<b>51</b>

## Käytetyt termit ja lyhenteet

<b>Aktinomykeetit</b>	Gram-positiivisia bakteereita, joilla on kyky muodostaa rihmastoja ja itiöitä. Kutsutaan myös sädesieniksi. Tuottavat maakellarimaisen hajun.
<b>Altiste</b>	Mitattavissa tai arvioitavissa oleva fysikaalinen, kemiallinen tai biologinen tekijä.
<b>Altistuminen</b>	Toteutuu, kun sisäympäristössä oleva tekijä (altiste) joutuu kosketuksiin ihmisen kanssa. Altisteen hengittäminen, nieleminen, kosketus silmiin tai iholle ovat altistumista. Altistuminen ei tarkoita sairastumista, mutta voi johtaa siihen.
<b>Emissio</b>	Materiaalista huoneilmaan haihtuva kemiallinen päästö.
<b>Haitta ja vaara</b>	Käsitteet tulevat työturvallisuuslaista, jossa niillä tarkoitetaan toisaalta haittaa tai vaaraa aiheuttavia olosuhdetekijöitä, toisaalta näiden tekijöiden mahdollisia terveysvaikutuksia, haittaa tai vaaraa.
<b>Kosteusvaurio</b>	Liiallisesta tai pitkäaikaisesta kosteudesta aiheutuva materiaalin tai rakenteen kosteussietokyvyn ylittyminen tai ominaisuuksien muuttuminen siten, että rakenne tai rakenteen osa tulee korjata tai vaihtaa.
<b>Mikrobit</b>	Mikrobeilla tarkoitetaan home- ja hiivasieniä sekä bakteereita.
<b>Mikrobisuknessio</b>	Mikrobien muuttuminen ympäristöolosuhteiden mukaan.
<b>Mikrobivaurio</b>	Bakteereiden, home- ja hiivasienten tai lahottajien haitallista esiintymistä rakennuksen pinnoilla tai rakenteissa.
<b>Sisäilma</b>	Rakenteiden rajaamalla alueella olevaa ilmaa.

<b>Sisäilmasto</b>	Sisäilman ja lämpöolosuhteiden muodostama kokonaisuus.
<b>Sisäympäristö</b>	Sisäilman, lämpöolosuhteiden, valaistuksen, ääniympäristön ja ergonomisten tekijöiden muodostama kokonaisuus. Sisäympäristö käsittää myös muita tekijöitä, kuten käytettävyys, esteettömyys, turvallisuus, psykososiaaliset näkökulmat sekä monet ympäristöön liittyvä viihtyvyystekijät, kuten esimerkiksi värit ja materiaalit. Sisäympäristöstä puhutaan, kun viitataan ei-teollisiin toimintaympäristöihin, joita ovat toimistot, koulut, päiväkodit, muut julkiset rakennukset ja asunnot.
<b>Terveyshaikka</b>	Tarkoitetaan <i>terveydensuojelulaissa (763/1994)</i> ihmisesä todettavaa sairautta, muuta terveydenhäiriötä tai sellaisen tekijän tai olosuhteen esiintymistä, joka voi vähentää väestön tai yksilön elinympäristön terveellisyyttä.
<b>Toimenpideraja ja ohjearvot</b>	Käsitteellä tarkoitetaan altisteen pitoisuutta, mittaustulosta tai ominaisuutta, joka on ilmoitettu mm. asumisterveysasetuksessa 2015. Toimenpiderajaa voidaan soveltaa, jolloin otetaan huomioon mm. altistumisen todennäköisyys, toistuvuus ja kesto. Toimenpiderajoja sovelletaan ohjearvoja täsmällisemmin. Sisäilman laadun suunnittelussa käytetään suunnittelun ohjearvoja.
<b>Suhteellinen kosteus</b>	Suhteellinen ilmankosteus on ilman sisältämän vesihöyryn määrä suhteessa kyseisen lämpöisen ilman kyllästyskosteuden vesihöyryn määrään. Kyllästyskosteus tarkoittaa 100 %:n suhteellista kosteutta kyseisessä lämpötilassa.
<b>Vertailunäyte</b>	Sellainen pinta-, materiaali- tai ilmanäyte, joka on otettu vastaavasta rakennuksen sisäpinnan alueesta, rakenteen

osasta tai tilasta kuin vaurionäyte, mutta jossa ei ole näkyvää kasvustoa, kosteusjälkiä, poikkeavaa hajua.

## **VOC**

Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC = Volatile organic compound) ovat kaasumaisia yhdisteitä, joita esiintyy mm. sisäilmassa.



# 1 JOHDANTO

Sisäilmaongelmat aiheuttavat nykyään paljon päänvaivaa niin julkisella kuin yksityiselläkin puolella. Ongelmien ratkaisemiseksi on laadittu useita ohjeistuksia ja toimintamalleja muun muassa Kuntaliiton ja Työterveyslaitoksen toimesta. Lisäksi on tehty useita selvityksiä julkisten rakennusten tilanteesta liittyen kiinteistöjen kuntoon, kosteus- ja homevaurioiden esiintyvyyteen ja niiden aiheuttajiin sekä sisäilman laadun vaikutuksesta työntekijöihin ja muihin tilojen käyttäjiin. Ohjeissa ja selvityksissä painotetaan moniammatillisen yhteistyön merkitystä, tilojen käyttäjät huomioon ottavaa asennetta sekä ennakoivaa ja suunnitelmallista työtettä hyvän lopputuloksen aikaansaamiseksi. Avainasemassa on eri asiantuntijoista koostuvan sisäilmatyöryhmän perustaminen, jonka tehtävänä on koordinoida koko sisäilmasto-ongelmien selvitykseen liittyvää prosessia. Sisäilmatyöryhmiä on perustettu viime vuosien aikana laajalti julkisella sektorilla ja niin myös Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä, missä sisäilmatyöryhmä on toiminut vuodesta 2009 alkaen.

Tämän työn tavoitteena on päivittää ja kehittää Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin sisäilmatyöryhmän toimintamallia niin, että se palvelisi mahdollisimman hyvin ja yksityiskohtaisesti sisäilma-asioiden parissa työskenteleviä ja että koko selvitysprosessista tulisi sujuvampi ja selkeämpi. Päivitetyssä toimintamallissa on tarkoitus käydä läpi koko sisäilmaongelman selvitysprosessi. Ajatuksena on tarkentaa eri tarkastusryhmien sekä sisäilmatyöryhmän rooleja ja vastuualueita niin, että kaikille olisi selvää, mitä kenenkin tehtäväksi jää missäkin prosessin vaiheessa. Toimintamallin on tarkoitus palvella varsinkin sellaisia tilanteita, joissa sisäilmaongelman aiheuttaja jää alustavien selvitysten jälkeen epäselväksi tai kun haitta- ja oireilmoitusten perusteella ongelma vaikuttaisi laajemmalla työympäristöön liittyvältä asialta.

Tämä toimintamalli perustuu Työterveyslaitoksen julkaisemaan ohjeeseen ”Ohje työpaikoille sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen”. Teknisten ratkaisujen tutkimuksissa ja arvioinneissa on ohjeistuksen mukaisesti sovellettu Ympäristöministeriön julkaisemaa Ympäristöopasta (Rakennuksen kosteus ja sisäilmatekninen kuntotutkimus 2016).

Työ on jaettu teoriaosuuteen (luvut 2-4) ja itse toimintamalliosuuteen (luku 5). Teoriaosuudessa kerrotaan yleisesti sisäilmasta sekä siihen vaikuttavista tekijöistä ja sisäilmaongelmien selvittämiseen liittyvän tutkimussuunnitelman laatimisesta ja tutkimusmenetelmien valinnasta sekä tutkimustulosten tulkinnasta. Toimintamallissa on käyty läpi selvitysprosessin vaiheet sekä eri osapuolten rooli Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä.

## 2 SISÄILMA JA SITÄ KOSKEVIA OHJEITA JA MÄÄRÄYKSIÄ

Sisäilma on rakenteiden rajaamaa ilmaa tiloissa, joissa ei pääsääntöisesti ole tuotannollisesta tai muusta poikkeavasta toiminnasta johtuvia päästöjä (Sisäilmayhdistys, [viitattu 4.4.2019]). Sisäilma on hyvää, kun rakennuksen käyttäjät ovat tyytyväisiä sen laatuun ja siinä ei ole terveydelle vaarallisia epäpuhtauksia. Hyvä ja terveellinen sisäympäristö on hajuton, pölytön, vedoton, lämpötilaltaan miellyttävä ja meluton. (Hengityслиitto 2018, 2.)

Sairaalan sisäilmastolla ja -olosuhteilla on merkittävä vaikutus niin henkilöstön kuin potilaidenkin viihtyvyyteen ja turvallisuuteen. Sairaalaympäristö asettaa tarkat vaatimukset muun muassa ilmanvaihdon ja sisäilman puhtaudelle. Sisäympäristöltään erityisen vaativia tiloja ovat esimerkiksi leikkaussalit, eristystilat, sterilointihuoneet, laboratoriot ja lääkkeenvalmistushuoneet. Leikkaussalin ilman puhtaudella onkin suuri vaikutus potilasturvallisuuteen, sillä merkittävä osa leikkaushaavaan kulkeutuvista mikrobeista pääsee sinne ilman kautta. (Setälä 2017, 2, 5.)

Sisäilman laatua voivat heikentää hiukkasmaiset epäpuhtaudet (mikrobit, pölyt, kuidut), kaasumaiset epäpuhtaudet (VOC, radon) tai fysikaaliset tekijät (lämpötila, kosteus). Huono sisäilman laatu voi johtua esimerkiksi riittämättömästä ilmanvaihdosta, vaurioituneista rakenteista, rakennus- ja sisustusmateriaalien emissioista tai huolto- ja kunnostustöiden laiminlyönnistä. Yleisimmät suomalaisten sairastumisen riskiä lisääviä sisäilman epäpuhtauksia ovat ulkoilman saasteet, radon, passiivinen tupakointi ja rakennusten kosteusvauriot (Lampi & Pekkala, 2018, 22).

Sisäilman laadussa on mahdollista saavuttaa erilaisia tasoja riippuen toimintaympäristöstä. Esimerkiksi puhdas- ja sairaalatiloissa epäpuhtauksien määrän on oltava hyvin alhainen. Asuinrakennuksissa sisäilman epäpuhtauksien määrää nostavat asumiseen liittyvät tavanomaiset tekijät, kuten ruuanlaitto, lemmikkieläimet tai polttopuut. Toimistotiloista puolestaan nämä epäpuhtauslähteet yleensä puuttuvat, joten sisäilman epäpuhtauksissa on mahdollista päästä alhaisemmalle tasolle. Osa epäpuhtauksista voivat kohonneina pitoisuuksina aiheuttaa tilojen käyttäjille haitta- ja oirekokemuksia ja joissakin tilanteissa myös terveysvaaraa. Useimpien altisteiden kohdalla altistumisaika on merkityksellinen. (Salonen ym. 2015, 83.)

Sairaaloiden sisäilmaa arvioitaessa tulee ottaa huomioon, sairaalan toiminnoista aiheutuvat tekijät, jotka heikentävät sisäilman laatua. Toiminnoista aiheutuvia tekijöitä ovat muun muassa anestesiakaasut, laboratorioiden käytössä olevat kemikaalit, lääkeaineet, toimenpiteistä syntyvät päästöt, kuten kipsi-, lasikuitu- ja luonnonkumilateksipöly sekä tartuntaa aiheuttavat mikrobit. (Reijula 2005, 9.)

Sisäilman laadun arvioimiseksi ei ole olemassa yksiselitteistä tai kaiken kattavaa mittausmenetelmää. Standardien kehittämien on ollut vaikeaa sekä kansainvälisellä että kansallisella tasolla. Sisäilman laatuun liittyviä ohjeita ja määräyksiä on kuitenkin paljon. (Korhonen & Lintunen 2003, 26.)

Rakennusten sekä asuin- ja työtilojen terveydellisistä olosuhteista säädetään *Maankäyttö- ja rakennuslaissa* (132/199, MRL), *Työturvallisuuslaissa* (738/2002) ja *Terveydensuojelulaissa* (763/1994), sekä näiden lakien nojalla annetuissa asetuksissa, määräyksissä ja näitä selventävissä alemmissa ohjeissa (Ympäristöopas 2016, 8). Lisäksi Sisäilmayhdistys ry on laatinut ohjeistuksen hyvän sisäilman saavuttamisen tueksi, *Sisäilmaluokitus* 2018.

Sairaaloiden tavanomaisten potilas- ja toimenpidetilojen ilmanvaihdon mitoituksen ohjearvoja löytyy Suomen rakentamismääräyskokoelmasta. Leikkaussalit ja tukitilat suunnitellaan tapauskohtaisesti Suomen sairaalateknisen yhdistyksen (SSTY) ohjeistuksen mukaan. Puhdastiloille ja muille erityistiloille on olemassa erillinen lainsäädäntö ja ohjeistus, jotka koskevat muun muassa sisäilman hiukkaspitoisuuksia, lämpötilaa, kosteutta ja painetta. Sairaaloiden sisäilman mikrobipitoisuuksille tai kemiallisille pitoisuuksille ei ole olemassa omia viitearvoja. Tekeillä on kuitenkin yleiseurooppalainen standardi (CEN/TC156 WG 18), jonka tarkoituksena on luoda Euroopassa pätevät yhteiset käytännöt terveydenhuollon sisäympäristölle ja asettaa niille minimivaatimukset. Standardissa määritellään muun muassa leikkaussalin sisäilmaston taso salin sisäilman mikrobipitoisuuden perusteella.

Tällä hetkellä sairaalarakennusten toimistotilojen sisäilmaa arvioitaessa voidaan käyttää työterveyslaitoksen julkaisemaa koostetta epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmaongelmiin toimistotyypillisillä työpaikoilla (Liite 1). Siinä on annettu viitearvoja kemiallisille yhdisteille, kuiduille ja hiukkasille sekä elinkykyisille mikrobeille. Viitearvot perustuvat tutkimustuloksiin tavanomaisista pitoisuuksista.

sista tutkitussa ympäristössä eivätkä ne pääsääntöisesti ole terveysperusteisia. Tavanomaisesta poikkeavat pitoisuudet viittaavat yleensä poikkeaviin ympäristölähteisiin. (Lappalainen ym. 2017, 46.)

Työterveyslaitoksen ohjeistuksen mukaan terveydenhuollon tilojen sisäilmaston mittaus- ja analyysitulosten arviointiin käytettäviä keskeisiä ohjeita ovat:

- Asumisterveysasetus 545/2015 (toimenpideraja)
- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016 (toimenpideraja)
- Asuntojen huoneilman radon STM 944/1992 (toimenpideraja)
- Suomen Rakentamismääräyskokoelma, terveellisyys (ohjearvo)
- Työterveyslaitoksen viitearvot (viitearvo)
- Sisäilmastoluokitus 2018 (tavoitearvo)
- Puhdastiloja ja muita erityistiloja koskeva lainsäädäntö ja ohjeistus.

(Lappalainen 2107, 47.)

Sosiaali- ja terveysministeriö on lisäksi antanut asetuksen haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista (1214/2016) koskien ilmanlaatua työpaikoilla. Asetusta sovelletaan työhygieenisissä mittauksissa teollisuustyöpaikoilla. Asetuksen antamat viitearot eivät ole tarkoituksenmukaisia sovellettavaksi toimistotyöympäristössä, koska kyseiset HTP-arvot ovat monta kertaluokkaa korkeampia kuin sisäilmassa havaittavat pitoisuudet. (Lappalainen ym. 2017, 57.)

Lisäksi valtioneuvosto on antanut asetuksen liittyen ulkoilman epäpuhtauksiin (38/2011). Työterveyslaitos on tulkinnut asetusta niin, että siinä mainittuja raja- ja tavoitearvoja ei tulisi ylittää myöskään rakennusten sisäilmassa. Asetuksessa on asetettu raja-arvoja mm. rikin ja typen oksideille sekä hiilimonoksidille, bentseenille ja hiukkasille. (Lappalainen ym. 2017, 57.)

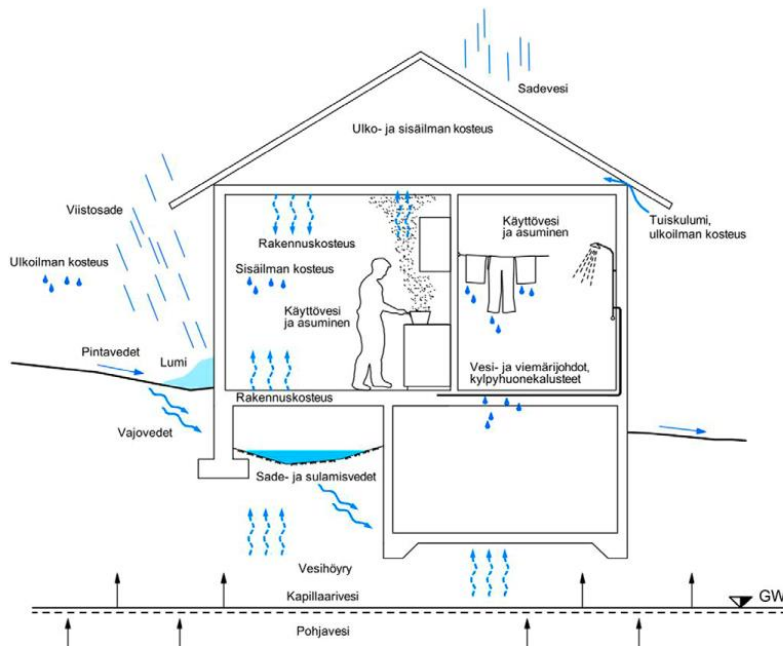
### 3 SISÄILMAAN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ

Rakennuksen sisäilmaan vaikuttavat useat eri tekijät, kuten lämmitys-, ilmanvaihto- ja ilmastointilaitteet, rakennustekniikka, rakennustyöt ja käytetyt materiaalit sekä rakennuksen käyttö ja kunnossapito. Edellä mainitut asiat tulee ottaa huomioon rakennuksen suunnittelun, rakentamisen ja käytön kaikissa vaiheissa, jotta voidaan taata hyvä sisäilman laatu. (RT 07-11299, 2.)

#### 3.1 Rakennuksen suunnittelu ja käytetyt materiaalit

Rakennusta suunniteltaessa tulee sisäilman kannalta ottaa huomioon muun muassa rakennuksen ulkopuoliset tekijät, kuten ulkopuoliset epäpuhtauslähteet, maaperä (radon) sekä yleiset ilmastotekijät (Sisäilmayhdistys, [viitattu 4.6.0219]). Suunnittelulla vaikutetaan lisäksi rakennuksen rakennusteknisiin ratkaisuihin. Sisäilman kannalta on tärkeää, että rakennus suunnitellaan kestäväksi siihen kohdistuva kosteusrasitus, mitä syntyy sekä rakennuksen sisä- että ulkopuolelta (kuva 1). Rakenteiden tulee myös olla kuivumiskykyisiä ja rakennekosteuden tulee päästä poistumaan rakenteesta haittaa aiheuttamatta. Rakenteet tulisi myös suunnitella ja rakentaa mahdollisimman ilmatiiviiksi. Tiivis rakenne estää epäpuhtauksien kulkeutumisen esimerkiksi rakenteista ja alapohjasta. Lisäksi se estää kosteuden kulkeutumisen rakenteisiin. Erityisesti täytyisi huomioida rakennuksen liitoskohdat ja läpiviennit. (Järnström ym. 2017, 8.)

Rakentamista ohjaa yhä enemmän tiukat aikataulut; halutaan panostaa tehokkuuteen ja taloudellisuuteen. Rakennusliiton hallitus nimesi rakentamisen huonon laadun johtuvat kiireestä, keskeneräisistä suunnitelmista ja rakennusurakoiden liiallisesta pilkkomisesta. Kiire näkyy etenkin puutteellisessa kosteudenhallinnassa. Märäksi jäänyt betoni tai kastuneet eristeet luovat erinomaisen pohjan myöhemmille kosteusvaurioille ja sitä kautta sisäilmaongelmille. Rakennusliitto peräänkuuluttaakin perinpohjaista suunnittelua, realistisia aikatauluja ja ammattilaisten käyttöä. (Rakennusliitto 2013.)



Kuvio 1. Rakennuksen yleisimmät sisä- ja ulkopuoliset kosteuslähteet (Ympäristö-  
opas 2016, 107).

Viime vuosikymmenten aikana rakentamistavat ovat muuttuneet radikaalisti. Uusia materiaaleja tulee markkinoille jatkuvasti, eikä niiden vaikutuksista terveyteen ole välttämättä vielä ehditty saamaan kokemuseräistä tietoa.

Rakennus- ja sisustusmateriaalien valinnalla voidaan vaikuttaa sisäilmaan kulkeutuviin päästöihin. Kaikista rakennusmateriaaleista haihtuu sisäilmaan kemiallisia päästöjä, ns. primaariemissioita, jotka voivat olla joskus suuriakin, erityisesti uusissa materiaaleissa. Normaalin käytön aikana tai vauriotapauksissa materiaalit saattavat myös hajota kemiallisesti, jolloin niistä vapautuvia kemiallisia päästöjä kutsutaan sekundääriemissioiksi. Lisäksi ilmassa samaan aikaan olevilla yhdisteillä saattaa olla toisiaan vahvistavia ominaisuuksia. (Ympäristöopas 2016, 68.)

Rakennusmateriaaleille onkin mahdollista hakea vapaaehtoista päästöluokitusta, jonka myöntää Rakennustietosäätiö (RTS). Luokituksessa asetetaan vaatimuksia materiaaleista huoneilmaan kulkeutuville kemiallisille päästöille (emissioille). Luokkia on kolme, joista M1 on paras. Päästöluokituksessa luokitellaan rakennusmateriaaleja, kiintokalusteita sekä päällystämättömiä huonekaluja. Lisäksi on annettu kriteerejä pehmustetuille työtuoleille. (Rakennustieto, viitattu 25.6.2019.)

### 3.2 Ilmanvaihto- ja ilmastointilaitteet

Toimiva ja riittävä ilmanvaihto on hyvän sisäilman perusta. Sen tehtävä on poistaa tiloista sisäilman epäpuhtauksia ja kosteutta sekä tuoda rakennukseen puhdasta tuloilmaa. Ilmamäärien tulee olla riittävät tilojen käyttäjämääriin ja tiloissa tapahtuvaan toimintaan nähden. Toimiva ja riittävän tehokas ilmanvaihto vähentää tavanomaisia rakennuksesta ja käyttäjistä lähtöisin olevien epäpuhtauksien aiheuttamia haittoja. (Ympäristöopas 2016, 82.)

Ilmanvaihto vaikuttaa sekä suoraan että välillisesti niihin tekijöihin, jotka aiheuttavat terveyshaittaa rakennuksessa. Sisäilman epäpuhtaudet ovat yleensä kemiallisia yhdisteitä, joihin altistuminen riippuu kolmesta eri tekijästä: epäpuhtauspäästöstä, ilmanvaihdosta ja altistumisajasta. Altistumisaikaa ei useinkaan voida vähentää. Jos epäpuhtauslähde on jokin materiaali, materiaali voidaan vaihtaa tai poistaa sekä tehostaa ilmanvaihtoa. Jos taas halutaan vähentää ihmisen aineenvaihdunnasta ja toiminnoista johtuvia epäpuhtauksia, ilmanvaihdon tehostaminen on yleensä ainoa käytettävissä oleva menetelmä. (Asumisterveysopas 2008, 56.)

Ilmanvaihtojärjestelmä itsessään saattaa myös toimia epäpuhtauksien lähteenä. Likaantuneet, kostuneet ja mikrobeja kasvavat suodattimet, äänieristeet sekä kostutin- ja jäähdytyslaitteiden pinnat voivat aiheuttaa sisäilmaan hajujen ja mikrobien lisääntymistä. Lisäksi tehokas ilmanvaihto saattaa talviaikaan kuivattaa huoneilmaa liikaa, mikä puolestaan voi aiheuttaa ärsytysoireita tai limakalvojen kuivumista ja sitä kautta entisestään herkistää käyttäjiä muiden epäpuhtauksien aiheuttamille oireille. (Ympäristöopas 2016, 82.)

Ilmanvaihto vaikuttaa merkittävästi myös rakennuksen painesuhteisiin. Mitä tiiviimpi rakennusvaippa on, sitä suurempi on ilmanvaihdon merkitys (Ympäristöopas 2016, 82).

### 3.3 Rakennuksen painesuhteet ja ilmatiiveys

Painesuhteet määräytyvät tuulen, savupiippuvaikutuksen, ilmanvaihdon sekä tilojen käytön yhteisvaikutuksesta. Painesuhteet vaihtelevat ja ne voivat muuttua hy-



vinkin nopeasti ja voimakkaasti. Paine-erojen seurauksena huoneilmaan saattaa kulkeutua epäpuhtauksia, kun ilma virtaa esimerkiksi huonetilasta toiseen, rakennuksen kerrosten välillä tai ulkovaipparakenteiden läpi. Hallitsemattomat ilmavirrat kuljettavat lämmön ja kosteuden lisäksi epäpuhtauksia, kuten hiukkasia, mineraalivillakuituja, mikrobiperäisiä epäpuhtauksia, hajuja ja radonia. Painesuhteiden selvittämisellä voidaan arvioida rakennuksessa tapahtuvien ilmavirtausten suuruutta ja suuntaa sekä ilmavirtausten mukana siirtyvän kosteuden, lämmön ja epäpuhtauksien merkitystä rakenteiden rakennusfysikaaliseen toimintaan. Näillä tekijöillä on myös kiistaton vaikutus sisäilman laatuun. (Ympäristöopas 2016, 118.)

Rakennetussa ympäristössä on runsaasti sellaisia epäpuhtauslähteitä, jotka voivat tuottaa ilmavirtausten mukana kulkeutuvia epäpuhtauksia huonetiloihin ja huonetiloista toiseen. Tällaisia lähteitä on muun muassa:

- honetilan vaurioituneet pintamateriaalit (lattiapäällystevauriot)
- ilmanvaihtojärjestelmä (esim. mineraalivillainen äänenvaimennin)
- rakenteiden sisällä olevat materiaalit (esim. välipohjan täyttökerros)
- rakennuksen alapuolinen maaperä (esim radon ja mikrobit)
- ulkoilma (pakokaasut)
- viereisten tilojen epäpuhtaudet
- korjatun tilan pinnat, joihin on ennen korjausta absorboitunut haihtuvia tai puolihaihtuvia yhdisteitä. (Ympäristöopas 2016, 118)

VTT:n teettämän tutkimusraportin (High-tech sairaala – Korkean hygienian hallinta sairaalassa, VTT-R-02058-12) mukaan sairaaloissa sisäilman laatuun (hiukkaset, kuidut) vaikuttavat merkittävästi tilojen ilmastointi ja painesuhteiden hallinta. Tutkimustuloksista selviää, että tilojen hiukkaspitoisuudet (puhtausluokat) vastasivat ohjeellisia suunnitteluarvoja, kun tilojen painesuhteiden hallinta oli kunnossa. Jos taas tilojen painesuhteiden hallinnassa ilmeni puutteita, myös tilojen hiukkaspitoisuudet olivat kohonneet.

Hallitsemattomat paine-erot voidaan välttää yksityiskohtaisemmalla ilmavirtojen tasapainon suunnittelulla ja paremmalla ylläpidolla erilaisissa käyttötilanteissa. Erillispoistoja tulisi välttää, mikäli näille ei ole vastaavaa koneellista tuloa. (Järnström ym. 2017, 10.)

### 3.4 Lämpötila ja kosteus

Sisäilman kosteus ja lämpötila vaikuttavat sekä viihtyvyyteen että rakenteiden fyysikaaliseen toimintaan ja vaurioitumisriskiin (Ympäristöopas 2016, 61). Joidenkin rakennusmateriaalien sisältämien kemiallisten aineiden päästöt sisäilmaan riippuvat voimakkaasti sisäilman lämpötilasta ja kosteudesta (Asumisterveysopas 2008, 24).

Lämpötilan kokeminen on hyvin yksilöllistä. Jotkut viihtyvät lämpimämmässä kuin toiset. Lämpötilan aistimukseen vaikuttavat lisäksi ilman kosteus, lämpösäteily, ilman virtausnopeus, vaatetus sekä toiminnan laatu. Terveyshaittoja voivat aiheuttaa sekä liian alhainen että liian korkea sisäilman lämpötila. Lisäksi lämpötila vaikuttaa asumisviihtyvyyteen. (Asumisterveysopas 2008, 25.)

Liian korkea lämpötila tuntuu tunkkaiselta ja kuivalta. Kuiva huoneilma voi lisätä limakalvojen kuivumista, hengitystieoireilua sekä ihon ärsytysoireita. Huoneilman kosteutta voidaan joissain tapauksissa lisätä ilmankostuttimella, mutta sen käytössä tulee olla huolellinen, ettei vahingossa tule levittäneeksi mikrobeja huoneilmaan. Kostutin on pidettävä puhtaana ja vesi vaihdettava tarpeeksi usein. (Hengitysliitto [viitattu 30.4.2019].)

Jos rakennuksessa ei ole kostutusta tai ilmastointia/jäähdytystä, sisäilman suhteellinen kosteus määräytyy suurelta osin ulkoilman kosteuden mukaan. Sisäilman kosteuteen vaikuttavat myös ihmiset sekä toiminta (ruuanlaitto, peseytyminen, pyykinpesu jne.). Tästä syystä asuinrakennuksissa kosteuslisä on merkittävästi suurempaa kuin toimistorakennuksissa. Asunnon sisäilman suhteellisen kosteuden tulisi olla 20–60 %, joskin talviaikaan se saattaa laskea jopa alle 10 % ulkoilman vähäisen kosteussisällön takia. (Ympäristöopas 2016, 61–62.)

Liiallinen sisäilman suhteellinen kosteus voi aiheuttaa kosteuden tiivistymistä ikkunoihin sekä muihin kylmiin pintoihin tai pahimmassa tapauksessa rakenteiden sisäosiin. Rakenteiden sisäosiin tiivistynyt kosteus saattaa aiheuttaa home- ja kosteusvaurioita, mistä taas voi seurata vakavia terveysongelmia. (Hengitysliitto [viitattu 30.4.2019].)

### **3.5 Rakennuksen käyttö ja kunnossapito**

Hyväkin rakennus voidaan pilata väärillä käyttötavoilla ja kunnossapidon laiminlyönnillä. Rakennus suunnitellaan ja rakennetaan aina tietynlaista käyttötarkoitusta ja ihmismäärää varten. Jos käyttötarkoituksessa tai ihmismäärässä tapahtuu olennainen muutos, se vaikuttaa väistämättä myös rakennuksen toimintaan. Esimerkiksi ilmamäärät eivät uudessa toiminnassa ole enää riittävät tai rakenteet eivät kestä lisääntyntä kosteuskuormaa.

Rakennuksen kunnossapidon vastuuhenkilöillä on suuri vastuu siitä, toimiiko rakennus, sen rakenteet ja tekniset järjestelmät niin kuin ne on suunniteltu toimivaksi. Suunniteltu tekninen käyttöikä saavutetaan vain, jos kunnossapito- hoito- ja huoltotoimenpiteet on tehty asianmukaisesti ja käyttöohjeita noudattaen (RT18-10922, 1).

Myös tilojen käyttäjät ovat vastuussa siitä, että tiloja käytetään suunnitelman mukaisesti ja ohjeita noudattaen. Esimerkiksi ilmanvaihtoa ei pidä mennä säätämään tai korvausilmareittejä tukkimaan oma-aloitteisesti, vaan puutteiden tai haittojen ilmaantuessa tulee aina olla yhteydessä rakennuksen huollosta vastaaviin tahoihin.

Tiloissa harjoitettava toiminta, käytetyt sisustusmateriaalit, tupakointi, harrastukset, lemmikit jne. vaikuttavat oleellisesti sisäilman laatuun. Hengitys tuottaa hiilidioksidia, ruoanlaitosta syntyy kosteutta, tekstiileistä irtoaa hiukkasmaisia ja kemiallisia epäpuhtauksia ja lemmikit lisäävät ärsyttävien ja allergisoivien epäpuhtauksien pitoisuuksia sisäilmassa. Myös huonekasvit voivat aiheuttaa allergioita, joskin niillä on myös sisäilman laatua parantavia ominaisuuksia. (Sisäilmayhdistys [viitattu 30.4.2019].)

### **3.6 Siivous**

Tehokas ja säännöllinen siivous sekä laitteiden huolto edistävät hyvää sisäilmaa. Siivouksessa poistetaan pinnoille kertynyt pöly ja lika ennen kuin se ehtii toimia mikrobien kasvualustana ja kaasumaisten epäpuhtauksien kerääjänä. Siivoustoi-

mien aikana ilman epäpuhtausmäärät ovat suurimmillaan, joten siivousta olisi hyvä välttää muun toiminnan ollessa käynnissä. Siivouksessa käytettävien kemikaalien kanssa tulisi myös olla varovainen ja muistaa käyttää vain materiaaleille sopivia pesuaineita ja vain tarvittava määrä. (Sisäilmayhdistys [viitattu 4.4.2019].)

Puhtauden hallinnasta aiheutuu kustannuksia koko rakennuksen käytön ajan. Hyvällä suunnittelulla ja materiaalivalinnoilla voidaan merkittävästi vaikuttaa rakennuksen elinkaaren aikaisiin ylläpitokustannuksiin. Rakennussuunnitteluvaiheessa on tärkeää ottaa huomioon, miten likaantumista ja lian kulkua voidaan estää ja vähentää, miten edellytykset taloudelliselle ja tehokkaalle siivous- ja puhtaanapito-toimelle voidaan varmistaa, miten likaava toiminta erotetaan tehokkaasti muusta toiminnasta sekä miten puhtauden hallinta, kestävän kehityksen toteutuminen ja sisäilman laatu voidaan varmistaa. (RT 91–10970)

Myös tilan käyttäjät voivat toiminnallaan vaikuttaa siivoustyön sujumiseen. Käyttäjien on tarpeen huolehtia siitä, että tilat ovat siivottavassa kunnossa, mikä tarkoittaa muun muassa seuraavia asioita:

- Lattia- ja kalustepinnat pidetään vapaana.
- Paperit säilytetään kansioissa.
- Avohyllyjen sijaan käytetään ovellisia kaappeja.
- Poistetaan tiloista tarpeettomat esineet.
- Johdot kiinnitetään niin, etteivät ne kulje lattioilla.
- Kopiokoneiden ja paperien käsittely keskitetään.
- Valitaan sisustukseen helposti puhtaana pidettäviä materiaaleja.
- Käytetään mahdollisuuksien mukaan sisäjalkineita (Korhonen 2015, [viitattu 30.4.2019].)

Sisäilman kannalta siivouksessa tulee ottaa huomioon muun muassa seuraavat asiat:

- Siivouksessa kannattaa suosia mikrokuitusiivousvälineitä, jotka sitovat pölyn itseensä, eivätkä siirrä sitä paikasta toiseen.
- Harjausta tulee välttää, sillä se vain nostattaa pölyn ilmaan eikä poista itse ongelmaa.
- Imurit tulee varustaa HEPA-suodattimin ja suodattimet tulee myös muistaa vaihtaa/puhdistaa tarpeeksi usein.

- Yli 180 cm korkeudella olevat pinnat tulee puhdistaa säännöllisesti (hyllyn päälliset, valaisimet ym.).
- Siivousvälineet tulee puhdistaa huoltotiloissa.
- Vettä tulee käyttää säästeliäästi.
- Siivousaineita tulee käyttää ohjeiden mukaan ja vain tarvittava määrä.

### **3.7 Kosteusvauriot**

Kosteusvaurio syntyy, kun rakennusmateriaaliin kohdistuu runsasta tai pitkäaikaisesta kosteutta tai sen kosteudensietokyky ylittyy, mikä johtaa materiaalin korjaamiseen tai vaihtamiseen (RIL 250–2011, 223). Tämän seurauksena rakenteisiin voi syntyä mikrobiologisia vaurioita, kuten homehtumista ja lahoamista, sekä kemiallisia/fysikaalisia vaurioita, kuten aineiden hajoamista ja ruostumista sekä muodonmuutoksia (Sisäilmayhdistys, [viitattu 3.2.2019]). Se, missä vaiheessa kosteudensietokyky ylittyy, ei ole yksiselitteistä. Voidaan kuitenkin sanoa, että rakenteeseen ei saisi kertyä kosteutta pitkällä aikavälillä ja yksittäisen kosteusrasituksen on kuivuttava riittävän nopeasti, jotta kosteus- ja mikrobivauriot voidaan välttää. (Ympäristöopas 2016, 101.)

#### **3.7.1 Mikrobiologiset vauriot**

Rakennusten mikrobivaurioita aiheuttavat yleensä home-, hiiva- ja lahottajasienet sekä bakteerit. Kasvaakseen mikrobit tarvitsevat kosteuden lisäksi sopivan lämpötilan ja ravinteita. Rakennuksissa rajoittavaksi tekijäksi tulee yleensä kosteus, sillä lämpötila on lähes aina optimaalinen ja ravinteitakin on helposti saatavilla (esim. rakennusmateriaalit ja huonepöly). Mikrobit tuottavat sisäilmaan suvusta ja lajista riippuen itiöitä, rihmaston kappaleita sekä erilaisia kaasuja ja toksiineja aineenvaihduntatuotteinaan ja nämä saattavat aiheuttaa osalle ihmisistä oireita (Hengitysliitto, [viitattu 4.5.2019]).

Kosteusvaatimukset ovat mikrobikohtaisia. Esimerkiksi homesienillä ja hiivoilla alin kasvun mahdollistava rakenteen huokosilman suhteellinen kosteus (RH) on 65–85 %, bakteereilla (mm. aktinobakteerit) 95 % ja sinistäjä- ja lahottajasienillä yli 95 %.

Suotuisissa olosuhteissa mikrobikasvustoa voi kehittyä jo muutamassa päivässä. (Sisäilmayhdistys [viitattu 20.6.2019].)

Käsitteellä kosteusvauriomikrobi (kosteusvaurioindikaattori) viitataan home-, hiiva- tai bakteerikasvustoihin, joita tyypillisesti tavataan kosteudelle altistuneissa rakennuksissa tai rakenteissa (Taulukko 1). Rakennuksen vaurioituttua (kosteusvaurio) kohteen mikrobikanta muuttuu ajan kuluessa. Puhutaan mikrobien suksesta, millä tarkoitetaan kasvualustan muutosten sekä mikrobien keskinäisen kilpailutilanteen johdosta tapahtuvaa mikrobikannan muuttumista. Kosteusvauriomikrobit voidaan siis jakaa primaari-, sekundaari- ja tertiäärivaiheen mikrobeihin (Taulukko 2). (Putus 2017, 10.)

Taulukko 1. Tärkeimmät home- ja kosteusvaurioindikaattorit (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 2016, 17).

<i>acremonium</i>	<i>Eurotium</i>	<i>Stachybotrys</i>
<i>aktinomykeetit</i>	<i>Exophiala</i>	<i>Trichoderma</i>
<i>Aspergillus fumigatus</i>	<i>Fusarium</i>	<i>Tritiachium/ Engyodontium</i>
<i>Aspergillus ochraceus</i>	<i>Geomyces</i>	<i>um</i>
<i>Aspergillus penicillioides/</i>	<i>Oidiodendron</i>	<i>Ulocladium</i>
<i>Aspergillus restrictus</i>	<i>Paecilomyces</i>	<i>Wallemia</i>
<i>Aspergillus sydowii</i>	<i>Phialophora sensu lato</i>	
<i>Aspergillus terreus</i>	<i>Scopulariopsis</i>	
<i>Aspergillus ustus</i>	<i>Sporobolomyces</i>	
<i>Aspergillus versicolor</i>	<i>Sphaeropsidales</i>	
<i>Chaetomium</i>		

Taulukko 2. Mikrobin sukseio kosteusvaurion eri vaiheissa (Putus 2017, 10).

Kosteusvaurion alkuvaihe	Keskivaihe	Loppuvaihe
Primaarivaiheen indikaattorimikrobit esim. <i>Penicillium</i>	Sekundaarivaiheen indikaattorimikrobit esim. <i>Aspergillus versicolor</i>	Tertiaarivaiheen indikaattorimikrobit esim. <i>Stachybotrys</i>

Tavallisimmin rakennusten sisäilma-, pinta- ja materiaalinäytteissä esiintyy *Penicillium*-, *Aspergillus*- ja *Cladosporium*-sienisukuja sekä hiivoja. Yleisin ja runsaimmin sisäilmassa esiintyvä sienisuku on *Penicillium*. Muiden sienten esiintymistä valtasukuna sisäilmanäytteessä voidaankin pitää epätavanomaisena. Ulkoilman yleisin sienisuku on *Cladosporium*, minkä vuoksi niitä tavataan yleisesti myös sisäilmassa, varsinkin syksyisin ja kesäisin. On huomioitavaa, että näiden ns. tavanomaisten mikrobin esiintyminen suurina pitoisuuksina sisäilmanäytteessä voi myös aiheuttaa terveyshaittaa. (Asumisterveysopas 2008, 172.)

### 3.7.2 Kemiaalliset ja fysikaalliset vauriot

Mikrobivaurioiden lisäksi liiallinen kosteus aiheuttaa rakennus- ja sisustusmateriaalien tai niiden kiinnitysaineiden hajoamista ja kemiallisia muutoksia. Tämä johtaa kemiallisten yhdisteiden vapautumiseen huoneilmaan. Toisaalta materiaaleista haihtuva kosteus kiihdyttää myös materiaaleista luonnostaan haihtuvien yhdisteiden vapautumista huoneilmaan. (Salonen ym. 2014, 55.)

Esimerkiksi betonirakenteista erittyvä kosteus on emäksistä ja aiheuttaa muun muassa useissa polymeerisissä materiaaleissa emäksistä hydrolyysiä eli veden vaikutuksesta tapahtuvaa yhdisteen hajoamista. Hydrolyysissä muodostuu sekundäärisiä emissioita, kuten 1-butanolia ja 2-etyyli-1-heksanolia, joita voidaan tällöin tavata ympäröivästä ilmasta. Rakennusaineiden epäpuhtauksista tunnetuimpia on puolestaan formaldehydi, jota esiintyy muun muassa lastulevyissä käytetyssä formaldehydiliimassa, joka ei kestä kosteutta. Liiman hajotessa ilmaan vapautuu formaldehydikaasuja. (Salonen ym. 2014, 55–56.)

## 4 SISÄILMAONGELMAN SELVITTÄMINEN

Laajojen ja monitahoisten sisäilmaongelmien ratkaisemisessa on tärkeää moniammatillinen yhteistyö, ongelman maltillinen määrittely, vuorovaikutteinen ja säännöllinen tiedottaminen sekä asetettujen tavoitteiden seuranta. Hyväksi toimintatavaksi on osoittautunut prosessimainen ja suunnitelmallinen toiminta sisäilma-työryhmässä (Kuva 2). (Lahtinen ym. 2006, 21.)

### 4.1 Tutkimussuunnitelma

Tutkimussuunnitelma sisältää kaikki ne toimenpiteet ja tutkimusmenetelmät, jotka sisäilmaongelman selvittämisen kannalta ovat oleellisia. Joskus sisäilmaongelman aiheuttaja on niin yksinkertainen ja ilmeinen ettei varsinaista tutkimussuunnitelmaa tarvitse tehdä. Kohteen ollessa laajempi tai tilanteen hankalampi selvitykset aloitetaan usein asiakirjatarkastelulla, kohdekäynnillä sekä alustavalla riskinarvioinnilla. Saatujen tietojen pohjalta laaditaan tutkimussuunnitelma. Hyvällä riskinarvioinnilla on merkittävä rooli onnistuneen tutkimussuunnitelman aikaansaamiseksi. Riskinarvioinnin perusteella valitaan tarkemmin tutkittavat rakenteet ja tutkimuskohdat sekä tutkimusmenetelmät, tutkimuksen ajankohdat ja mm. mittausjaksojen pituudet. (Ympäristöopas 2016, 20, 24.)

Liitteessä 2 on mallipohja tutkimussuunnitelman laatimiseen.

#### 4.1.1 Lähtötiedot ja lähtötietoasiakirjat

Lähtötietoja ovat kaikki ne tiedot, joita voidaan pitää oleellisina sisäilmaongelmien arvioinnin ja selvittämisen kannalta. Huolellinen lähtötietoihin perehtyminen on selvitysten kannalta erittäin tärkeää ja siihen kannattaakin varata riittävästi aikaa. Kuluja säästyy yleensä varsinaisessa kenttätutkimusvaiheessa, kun tutkimukset osataan kohdentaa todennäköisimpiin ongelmakohtiin (Ympäristöopas 2016, 22).

Asiakirjatarkastelussa käydään yleensä läpi eri suunnittelualueiden suunnitelmia. Suunnitelmien perusteella arvioidaan, ovatko rakenteet toimivia vai onko niissä



sellaisia yksityiskohtia, joihin liittyy esimerkiksi selvä kosteusvaurioriski. Jos kyseessä on äkillinen vesivahinko, jonka aiheuttaja tiedetään, voidaan suunnitelmista arvioida rakenteiden alttius kosteus- ja homevaurioille. (Ympäristöopas 2016, 24.)

Jotta lähtötietoasiakirjojen hankkimiseen ei kuluisi liiaksi resursseja, tulisi ne olla helposti saatavilla. Lähtötietoasiakirjoja ovat esimerkiksi

- alkuperäiset suunnitelmat ja täydennykset
- kohteessa tehdyt aiemmat tutkimukset ja selvitykset
- rakentamisen aikaiset ja korjauksiin liittyvät työmaa-asiakirjat ja muut dokumentit. (Ympäristöopas 2016, 24.)

Uudiskohteissa saattaa olla tarpeen hankkia myös työmaasuunnitelmia, kuten kosteudenhallintasuunnitelma, sekä siihen liittyvät valvontamuistiot ja materiaalien rahtikirjat (Ympäristöopas 2016, 22).

#### **4.1.2 Käyttäjäkyselyt**

Käyttäjäkyselyt on hyvä suorittaa jo ennen katselmuskäyntiä, sillä epäilyilmoituksesta ei välttämättä käy ilmi kaikki oleellinen, eikä ilmoituksen johdosta ole välttämättä kuultu kaikkia niitä, joita asia koskee. Koska kyselyssä ei pyydetä tietoja käyttäjien kokemista oireista, voi kyselyn suorittaa jokin muu taho, kuin työterveyshuolto. Kyselyssä voidaan silti yleisellä tasolla pyytää tietoja ongelmallisiksi koetuista tiloista. Pääsääntöisesti kysely perustuu käyttäjien rakennuksesta tekemiin teknisiin havaintoihin. Kysely voi joissain tapauksissa olla vain lyhyt haastattelu, mutta suuremmissa ja hankalammissa tapauksissa voi olla tarkoituksenmukaisempaa tehdä kirjallinen kysely. Kyselyn liitteeksi olisi hyvä liittää pohjapiirustus, johon käyttäjät voivat paikantaa havaintonsa. Käyttäjäkyselyissä voidaan käyttää esimerkiksi liitteen 3 mukaista lomaketta. Lomake on ympäristöministeriön julkaiseman ympäristöoppaan 2016 mukainen. (Ympäristöopas 2016, 23.)

### **4.1.3 Sisäilmasto-oirekyselyt**

Kysely painottuu käyttäjien kokemaan sisäilman laatuun, käyttäjien sairastuvuuteen ja rakennukseen liitettyihin oireisiin. Koska kyselyssä ilmenee käyttäjien sairastietoja, suorittaa kyselyn työterveyshuolto. Sisäilmakyselyn teettämisen aiheellisuudesta päättää työterveyshuolto yhdessä sisäilmaryhmän kanssa.

Oirekyselyt suositellaan tehtäväksi 20 hengen tai suuremmille käyttäjämäärille. Kyselytulosten perusteella voidaan saada tietoa ongelmien mahdollisesta aiheuttajasta ja sijainnista ja näin ollen kohdentaa tutkimukset tiettyyn rakennusosaan. Ennen ja jälkeen korjaustoimien teetettyjen kyselyjen perusteella voidaan arvioida toimenpiteiden vaikutusta käyttäjien kokemaan sisäilman laatuun (seuranta). (Ympäristöopas 2016, 23.)

### **4.1.4 Rakentajien ja suunnittelijoiden kyselyt**

Haastattelulla selvitetään muun muassa sellaisia rakennus- ja korjaustöiden aikana tehtyjä muutoksia, jotka ovat esimerkiksi kosteus- ja homevaurioriskin kannalta oleellisia. Voi olla, että joitain tällaisia muutoksia ei ole päivitetty piirustuksiin tai työselostuksiin, mutta maininnat niistä voi löytyä esimerkiksi työmaapäiväkirjoista tai työmaakokousmuistioista. (Ympäristöopas 2016, 23.)

### **4.1.5 Alustava riskiarvio**

Alustava riskiarvio laaditaan lähtötietoasiakirjojen, katselmuskäynnin, käyttäjäkyselyjen sekä rakentajien ja suunnittelijoiden haastattelujen perusteella. Saatujen tietojen perusteella arvioidaan rakennuksen ja rakenteiden todennäköisiä vaurioitumisriskejä ja sisäilmaston laatuun vaikuttavia epäpuhtauslähteitä sekä ilmanvaihtojärjestelmän toimintakuntoa, puhtautta ja soveltuvuutta tilojen käyttöön. Lisäksi huomioidaan sellaiset rakenteet, joihin tutkimuksissa on syytä kiinnittää erityistä huomiota. Hyvällä riskiarviolla pystytään paremmin rajaamaan tutkimuksen laajuus, jolloin vältetään turhilta mittauksilta ja tutkimuksilta. (Ympäristöopas 2016, 23–24.)

#### 4.1.6 Kohdekäynti

Tutkimussuunnitelman laadintaa varten on aina pyrittävä tekemään erillinen kohdekäynti, jossa tarkastetaan pintapuolisesti kohteen tilat. Kohdekäynti antaa yleiskuvan kohteen kunnosta, materiaaleista ja rakenneratkaisuista ja näin ollen täsmentää lähtötietoja tutkimussuunnitelman laadinnassa. Käynnin yhteydessä voidaan haastatella esimerkiksi kohteen käyttäjiä. Ennen kohdekäyntiä on suositeltavaa tutustua kohteesta käytössä oleviin suunnitelmiin. Kohdekäynnin perusteella saadaan myös lisätietoa siitä, tarvitseeko kohteessa käyttää eri alojen asiantuntijoita. (Ympäristöopas 2016, 25)

#### 4.2 Tutkimusmenetelmät ja niiden valinta

Tutkimusten tavoitteena on selvittää sisäilmasto-ongelmien aiheuttajat ja niiden syyt sekä määrittellä tarvittavien korjausten lähtötiedot. Selvitykset vaativat lähes poikkeuksetta rakennusteknisiä mittauksia, rakenneavauksia, ilmanvaihtuvuuden mittauksia sekä mikrobimittauksia. (Lappalainen ym. 2017, 43.)

Ensimmäisenä tehdään aina rakennetta rikkomattomat tarkastelut ja tarpeen mukaan löydökset varmennetaan esimerkiksi rakenneavauksin tai rakennekosteusmittauksin. Tutkimusmenetelmästä riippuen voidaan tarvittaessa tehdä myös vertailututkimuksia oletetuilta vaurioitumattomilta alueilta. (Ympäristöopas 2016, 29.)

Yleisimpiä tutkimusmenetelmiä sisäilmaongelmia selvitettäessä ovat

- aistinvarainen tarkastelu
- rakenneavaukset ja materiaalinäytteenotto
- rakennekosteusmittaus
- tiiviyden ja epäpuhtauksien kulkeutumisen tutkiminen
- sisäilmaolosuhteiden ja sisäilman epäpuhtauksien mittaukset
- ilmanvaihtojärjestelmän tarkastus. (Ympäristöopas 2016, 30–34.)

#### 4.2.1 Aistinvarainen tarkastelu

Sisäilmaongelmia selvittäessä ensimmäisenä tutkimusmenetelmänä käytetään yleensä aistinvaraista tarkastelua. Apuvälineinä voidaan käyttää esimerkiksi sisäilman lämpötila- ja kosteusmittauksia, pintamittauksia sekä paine-eromittauksia. Hetkellisiä mittauksia tehdessä tulee muistaa, että ne ovat vain suuntaa-antavia ja kertovat vain senhetkisestä tilanteesta. Tarkemmat tulokset perustuvat aina pidempiaikaiseen seurantaan sekä materiaalin kosteutta arvioitaessa rakennekosteusmittauksiin. (Ympäristöopas 2016, 30–31.)

Aistinvaraisessa tarkastelussa on hyvä kiinnittää huomiota muun muassa seuraaviin asioihin:

- pintamateriaalit ja niiden kunto ja ikä
- näkyvät kosteus- ja mikrobikasvustot, homevauriot, mahdolliset lahovauriot
- homeen haju ja muut hajut
- riskialttiit rakenneratkaisut
- ilmavuodot
- ilmanvaihtuvuus
- ilmanvaihtoventtiilien sijainti ja toiminta
- hormien, kuilujen, putkikanaalien, ontelotilojen jne. olemassaolo ja sijainti
- suunnitelmien muutokset
- väärät käyttötottumukset
- huollon ja kunnossapidon puutteet
- rakennusmateriaalin tai säilytettävän tavaran emissiot
- pintalämpötilat
- vesikaton ja julkisivujen vesitiiveys
- sade- ja pintavesien ohjaus
- salaojaverkoston toimivuus. (Ympäristöopas 2016, 30–31.)

#### 4.2.2 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteenotto

Rakenteiden avaaminen on yleensä ainut keino selvittää, miten rakenne on tehty ja missä kunnossa se on. Rakenneavauksia voidaan tehdä rakennetta poraamalla,

piikkaamalla, sahaamalla tai levytysten ja pellitysten irrottamisella. Rakenneava-  
uksia tehdään silloin, kun

- sisäpuolisessa tarkastelussa havaitaan poikkeamia, jotka viittaavat raken-  
teen sisäisiin vaurioihin
- tiedossa on riskirakenne tai herää epäily rakenteen virheellisestä toteu-  
tuksesta
- halutaan selvittää rakennetyyppien suunnitelmienmukaisuus
- halutaan selvittää erilaisten liitosten toteutusratkaisut
- halutaan ottaa materiaalinäytteitä (kosteuspitoisuus, mikrobi- ja kemialli-  
set analyysit). (Ympäristöopas 2016, 31.)

Materiaalin vaurioituneisuus voidaan usein havaita aistinvaraisesti (näkyvä home-  
kasvusto tai laho), eikä materiaalinäytteen mikrobianalyysi ole tällöin tarpeen. La-  
boratorioanalyysi saattaa kuitenkin olla tarpeen, mikäli tarvitaan tietoa näytteen  
mikrobityypeistä (mikrobiryhmät, suvut ja lajit) muiden altistumisen arvioimiseksi  
tehtävien tutkimusten tai esimerkiksi ammattitautitutkimuksen tueksi. Epäselvissä  
tapauksissa suositellaan materiaalinäytteenottoa, sillä mikrobikasvusto ei aina ole  
silminnähtävää. Lahovaurion ollessa kyseessä tulisi selvittää lattiasienen esiinty-  
minen, koska sen aiheuttaman vaurion korjaus pitää tehdä muita lahovaurioita laa-  
ja-alaisemmin. Materiaalin mikrobianalyysit tulee tehdä aina muun rakennustekni-  
sen tarkastelun ohessa, eikä erillisenä toimenpiteenä. Näytettä ottaessa tulee olla  
selvillä siitä mitä näyte edustaa. (Ympäristöopas 2016, 48.)

### **4.2.3 Rakennekosteusmittaukset**

Rakenteiden kosteusmittauksilla selvitetään rakenteiden lämpö- ja kosteusteknistä  
toimintaa. Mittauksilla voidaan selvittää rakenteen kosteuspitoisuus ja -jakauma,  
kosteuden siirtymisen suunta tai pintarakenteisiin kohdistuva todellinen kosteusra-  
situs. Rakennekosteusmittauksia tehdään esimerkiksi silloin, kun epäillään tiettyyn  
rakenneosaan kohdistuvan poikkeavaa kosteusrasitusta tai kun halutaan selvittää  
rakenteen kosteusteknistä toimintaa. Mittauspaikat valitaan aistinvaraisten tarkas-  
telujen, pintakosteuskartoituksen ja rakennetyyppitarkastelujen perusteella.

Käytössä olevia mittausmenetelmiä ovat:

- porareikämittaus
- näytepalamittaus
- viiltomittaus
- materiaalin kuivatus-punnitusmenetelmä
- lyhytkestoinen kosteusmittaus rakenteen sisältä
- materiaalin kosteuspitoisuuden mittaus. (Ympäristöopas 2016, 32.)

#### 4.2.4 Tiiviyn ja epäpuhtauksien kulkeutumisen tutkiminen

Rakenteissa ja maaperässä on aina epäpuhtauksia, jotka saattavat kulkeutua il-mavirtojen mukana huonetiloihin ja heikentää sisäilman laatua. Kriittisiä kohtia il-mavuodoille ovat rakenneosien liitoskohdat, ikkunoiden ja ovien liitokset sekä läpi-viennit. Käytössä olevia tutkimusmenetelmiä tiiveyden ja epäpuhtauksien kulkeu-tumisen tutkimiseen ovat

- painesuhteiden mittaus (epäpuhtauksien kulkeutumisen arviointiin)
- lämpökuvauus (lämpö- ja ilmavuotojen paikannukseen)
- merkkiainetutkimus (ilmavuotokohtien sekä ilmareittien paikannukseen)
- merkki- ja puhdassavututkimus (ilmavuorokohtien paikannukseen, ilmavir-tauksen voimakkuuden ja suunnan hetkelliseen arviointiin)
- vesitiiveyskokeet (vesikaton ja terassirakenteen kattokaivojen vedenpitä-vyys). (Ympäristöopas 2016, 32.)

#### 4.2.5 Sisäilmaolosuhteiden ja sisäilman epäpuhtauksien mittaukset

**Lämpötilan ja suhteellisen kosteuden** mittauksen ovat perusmittauksia, joiden perusteella voidaan arvioida mm. sisätilojen kosteuslisän määrää, sisätilojen läm-pöolosuhteita ja talotekniikan toimivuutta. Luotettavien tulosten saaminen edellyt-tää yleensä pitkäaikaisia seurantamittauksia. Lämpötila ja kosteus kannattaa mita-ta myös muun näytteenoton yhteydessä, sillä niillä saattaa olla merkittävä vaikutus esimerkiksi materiaalien emissioihin. (Ympäristöopas 2016, 33.)

**Hiilidioksidimittauksia** tehdään silloin kun arvioidaan tilan käytön aikaista ilmanvaihdon riittävyttä. Hiilidioksidipitoisuus antaa hyvän kuvan tilan tunkkaisuudesta sekä muiden ihmisperäisten päästöjen määrästä ja käyttäjien sisäilmaan tuottamasta kosteuslisästä. Mittaukset on hyvä toteuttaa pitkäaikaisseurantana. (Ympäristöopas 2016, 33.)

Sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle ei voida ilmoittaa mitään erityistä terveydellistä ohjearvoa, mutta sen kohonnut pitoisuus on osoitus ilmanvaihdon riittämättömyydestä. Tyydyttävänä pitoisuutena sisäilmassa voidaan pitää 1200 ppm ja jos arvo ylittää yli 1500 ppm, ilmanvaihto ei ole terveydensuojelulain edellyttämällä tasolla. (Asumisterveysopas 2008, 134.)

**Sisäilman mikrobinäytteillä** saadaan selville, onko sisäilman mikrobiologia tavanomainen. Näytteenotto saattaa lisäksi auttaa paikallistamaan ja rajaamaan kasvuston sijaintia. Mikrobiologisen näytteenoton merkitys korostuu erityisesti silloin, kun mikrobikasvu ei ole näkyvää, mutta muut tekijät, kuten esimerkiksi rakennuksen historia, rakennuksessa vallitseva huono sisäilman laatu tai asukkaiden oireilu viittaavat sen olemassaoloon. Mikrobinäytteet eivät kuitenkaan ole ensisijainen tutkimusmenetelmä ja niiden tarkoituksena on tukea muita tutkimusmenetelmiä. Pelkät sisäilman mikrobimittaukset eivät myöskään ole riittävä peruste haittaa aiheuttavien olosuhteiden osoittamiseen tai poissulkemiseen. (Ympäristöopas 2016, 63.)

Väärä negatiivinen tulos sisäilman mikrobimittauksissa voidaan saada, jos

- kasvu ei ole itiövaiheessa juuri mittaushetkellä
- mittauskohdassa on mittausaikana voimakkaita ilmavirtauksia
- kyseinen homelaji itiöi vain, kun ulkoilman kosteus on korkea,

Väärä positiivinen tulos sisäilman mikrobimittauksissa voidaan saada, jos

- tiloihin on tuotu homeisia tavaroita toisesta tilasta tai kuntotutkijan toisesta kohteesta
- tiloissa on homeisia polttopuita tai muita homeisia tavaroita
- ulkoilmassa on homeita jotka kulkeutuvat sisäilmaan
- näytteenottaja on huolimaton näytteenotossa tai näytteenottovälineitä ei ole puhdistettu oikein. (Kosteus- ja hometalkoot, [viitattu 2.5.2019].)

Sisäilman mikrobimittaukset tulisi tehdä talvella, jolloin ulkoilman sieni-itiöiden ja aktinomykeettien pitoisuudet ovat pienimmillään. Jos mittaukset joudutaan suorittamaan sulan maan aikaan, tulee ulkoilmasta ottaa vertailunäyte tulosten tulkinnan helpottamiseksi. Tällä hetkellä Suomessa voimassa olevat sisäilman mikrobimäärittäisiin pätevät viranomaisohjeet ja raja-arvot perustuvat viljelymenetelmistä saatuihin tuloksiin (eikä esimerkiksi DNA-menetelmillä saatuihin). Tämä kannattaa muistaa näytteiden analyysimenetelmää valittaessa.

**Kemiallisten aineiden määrittäminen** sisäilmasta voidaan tehdä VOC-mittauksilla. Kemialliset aineet voivat olla peräisin rakennus- ja sisustusmateriaaleista, kosteuden vaurioittamista rakenteista, ihmisen toiminnoista tai asunnon ja muun oleskelutilan ulkopuolelta. VOC-mittauksia voidaan tehdä, jos sisäilmassa on havaittu poikkeavaa hajua tai jos on syytä epäillä määrältään tai laadultaan poikkeavien yhdisteiden haihtuvan tai kulkeutuvan sisäilmaan. Päästölähteiden paikantamiseen on olemassa eri menetelmiä, kuten FLEC-menetelmä (Field and Laboratory Emission Cell), kupu- ja viiltomittaukset sekä materiaalinäytteet. Näistä FLEC-menetelmä on standardisoitu. (Ympäristöopas 2016, 33, 68.)

Sisäilman VOC-pitoisuudet ovat yleensä talviaikaan matalampia, sillä materiaalien kemialliset emissiot ovat ilman kosteudesta ja lämpötilasta riippuvaisia (Ympäristöopas 2016, 36). Toisaalta lämmityskaudella sisäilman kosteus on kesäkautta alhaisempi, jolloin rakennus- ja pintamateriaalit kuivuvat, mikä johtaa kemiallisten yhdisteiden kulkeutumiseen huoneilmaan kosteusvirran mukana (Salonen ym. 2014, 55).

Rakennusmateriaalien emissiotutkimusten tuloksia tulkittaessa pitää muistaa, että rakennusmateriaaleista lähtee kemiallisia päästöjä ympäristöön myös normaaliolosuhteissa. Rakennusmateriaalien kemialliset päästöt ovat uutena korkeimmillaan, joten kemiallisten tekijöiden mittaus suositellaan tehtäväksi aikaisintaan kuusi kuukautta rakennuksen tai laajan, sisäilman laatuun vaikuttavan remontin valmistumisen jälkeen. VOC-tutkimus ei kata kaikkia mahdollisia kaasumaisia epäpuhtauksia, eikä se yleensä ole yksinään riittävä tutkimusmenetelmä sisäilmahaitan tai vaurion todentamiseen. (Ympäristöopas 2016, 33, 68.)



Ammoniakin ja formaldehydin määrytykset pitää tehdä erikseen omalla menetelmällä, sillä ne eivät tule esiin tavanomaisessa VOC-näytteenotossa (tenax-menetelmä). Näiden yhdisteiden esiintyminen riippuu sisäilman lämpötilasta ja kosteudesta, joten ne tulisi mitata myös syyskesällä tai muun tavanomaisen kosteusrasituksen aikana. (Sisäilmayhdistys [viitattu 24.5.2019].)

Sisäilman radon mitataan radonriskialueilla tai kun epäillään rakennusmateriaaleista peräisin olevaa radonlähdettä (Ympäristöopas 2016, 33). Suomessa sisäilman merkittävin radonlähde on maaperä ja täytesora, josta radonpitoinen ilma pääsee virtaamaan perustusten ja rakenteissa olevien rakojen kautta asuntoon. Pientalojen keskimääräinen radonpitoisuus on noin 140 Bq/m<sup>3</sup>. Maaperän huokosilman radonpitoisuus on noin 20000–100000 Bq/m<sup>3</sup>, joten pienikin ilmavirtaus rakenteiden kautta nostaa helposti sisäilman radonpitoisuutta. (Asumisterveysopas 2008, 78.)

**Sisäilman pöly- ja kuitumittauksia** voidaan tehdä silloin kun epäillään poikkeavia kuitulähteitä käyttäjien oireilujen perusteella, halutaan selvittää havaitun pölyn koostumus ja alkuperä tai halutaan varmistaa siivoustason tai korjausten aikaisen pölynhallinnan riittävyys. Pöly ja kuitulähteitä ovat esimerkiksi rakennusmateriaaleista peräisin oleva sementti-/ betonipöly ja kipsipöly sekä lämmön- ja äänieristeistä peräisin olevat teolliset mineraalivillakuidut. Lisäksi ulkoilmasta voi kulkeutua haitallisia määriä katupölyä. (Ympäristöopas 2016, 65–67.)

Teollisten mineraalivillakuitujen esiintymistä voidaan tutkia joko geeliteippinäytteiden, suodatinkangasnäytteiden tai pyyhintämenetelmällä otettujen pölynäytteiden avulla. Geeli- ja suodatinkangasmenetelmillä saadaan selville kuitujen tarkka pitoisuus, kun taas pyyhintämenetelmällä otetuista näytteistä voidaan määrittää kuitutyyppi (keraaminen kuitu, vuorivilla, lasivilla, lasikuitu). (Työterveyslaitos, [viitattu 24.5.2019].)

Myös pinnoille kerääntyneen pölyn määrä voidaan mitata geeliteippimenetelmällä. Tulosten tulkinnassa voidaan soveltaa esimerkiksi sisäilmastoluokituksen 2018 rakennustöiden puhtausluokituksen P1 vaatimuksia pintojen sallituista pölykertymistä. (Ympäristöopas 2016, 66.)

**Haitta-aineet** ovat terveydelle ja usein myös ympäristölle vaarallisia aineita, joita on käytetty rakennusmateriaaleissa vaihtelevasti eri aikakausina. Näitä aineita ovat muun muassa asbesti, PAH-yhdisteet, PCB-yhdisteet, mineraaliöljyt ja metalliyhdisteet. Haitta-aineiden esiintymiseen vaikuttavat oleellisesti rakennuksen rakentamis- ja korjausajankohdat sekä käyttöhistoria. Haitta-aineita sisältävistä rakennusaineista- ja tarvikkeista sekä niiden markkinoilla oloajoista löytyy laaja listaus RT-kortista *RT 18–11245 (Haitta-ainetutkimus, Rakennustuotteet ja rakenteet)*. (Ympäristöopas 2016, 76.)

Haitta-ainepitoisuuksia voidaan tarvittaessa mitata sisäilmasta ja/tai pölystä. Tutkimukset saattavat olla tarpeen, jos rakentamisajankohdan tai muun tiedon perusteella on syytä epäillä, että rakennusmateriaalit sisältävät haitallisiksi luokiteltavia aineita, jotka saattavat kulkeutua sisäilmaan. Tällaisia rakennusmateriaaleja ovat esimerkiksi rikkoutuneet asbestia sisältävät putkieristeet tai levyrakenteet sisätiloissa sekä vanhoista vedeneristeistä haihtuvat PAH-yhdisteet. Mittauksia on syytä tehdä myös silloin, jos on syytä epäillä, että haitta-ainepitoisten materiaalien purkutyössä on levinnyt haitta-ainepitoista pölyä purkualueen ulkopuolelle tai jos rakennuksen historian aikana tiedetään tai epäillään tapahtuneen kemikaalivahinko, esim. öljysäiliöiden vuotoja. (Ympäristöopas 2016, 34.)

#### **4.2.6 Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastus**

Ilmanvaihdon toimivuudella ja puhtaudella on suuri merkitys sisäilman laatuun. Jos rakennuksessa oleskelevat ihmiset oireilevat sisäilmaongelmiin viittaavalla tavalla, on ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden ja toimivuuden tarkastus yksi oleellisimpia tutkimuskeinoja. Puutteellinen ilmanvaihto tyypillisesti pahentaa muista tekijöistä aiheutuvia sisäilmaongelmia, joten erityisesti vanhemmissa rakennuksissa on suositeltavaa tehdä ilmanvaihtojärjestelmän perustutkimus aina kosteus- ja sisäilmateknisen kuntotutkimuksen yhteydessä. Ilmamäärien mittaus on tarpeen tehdä aina, jos tilan käyttötarkoitus on muuttunut tai jos sisäilma koetaan tunkkaiseksi, sekä silloin, jos tilassa on mitattu korkeita hiilidioksidipitoisuuksia. Ilmanvaihtotutkimusten yhteydessä on syytä tehdä myös paine-eromittauksia, joilla voidaan selvit-

tää, toimiiko ilmanvaihto suunnitellusti ja käyttötarkoituksen mukaisesti. Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastaminen muodostuu neljästä päävaiheesta:

- toimivuuden tarkastaminen
- puhtauden tarkastaminen
- ilmamäärien mittaaminen
- painesuhteiden mittaaminen. (Ympäristöopas 2016, 34, 82.)

### 4.3 Tutkimustulosten tulkinta ja ongelman määrittely

Oikean kokonaiskuvan muodostuminen ja ongelman määrittely vaatii usean osa-alueen huomioimista ja eri ammattilaisten osaamista ja kokemusta. Tarkoituksena on muodostaa kaiken tutkimuskohteesta saadun tiedon perusteella kuva siitä, mistä oikein on kysymys, mitkä ovat ongelman taustat ja mahdolliset syyt. Määrittely voi olla haastavaa ja usein joudutaankin toimimaan pelkkien arvioiden ja todennäköisyyksien varassa. (Lappalainen ym. 2017, 30.)

Kokonaistilannetta arvioitaessa sisäilmastoa ja -ympäristöä tulee aina tarkastella kokonaisuutena. Puhutaan ABC-mallista, jonka osa-alueita ovat

- A. rakennus- ja talotekniset tekijät sekä sisäilmasto-olosuhteet
- B. sisäilmastokyselyn tulokset sekä työterveyshuollon tiedot ryhmätasolla
- C. sisäympäristöön liittyvät toimintatavat (toimintatavat rakennuksen ylläpidossa ja huollossa sekä sisäympäristöongelmien ehkäisemisessä, tunnistamisessa ja ratkaisemisessa).

Näitä osa-alueita tulee tarkastella selvitystyön joka vaiheissa, esiselvitysvaiheesta aina johtopäätöksien tekovaiheeseen (Lappalainen ym. 2017, 13).

Ongelman määrittelyn jälkeen ja sen perusteella arvioidaan tilojen käyttäjien altistuminen sisäilmaston haittatekijöille sekä terveyshaittojen todennäköisyys ja vakavuus. Kokonaisarvio tulee tehdä moniammatillisesti esimerkiksi sisäilmatyöryhmässä, mutta altistumisolosuhteisiin liittyvän haitan tai vaaran terveydellisen merkityksen arvioi aina työterveyshuolto. Arvioinnin jälkeen tulee mahdollisille korjaus-

toimenpiteille asettaa konkreettiset tavoitteet ja aikataulut sekä sopia seurannasta sisäilmasto-ongelman ratkaisuun liittyen. (Salonen ym. 2017, 81–84.)

Kokonaistilannetta arvioitaessa erityinen painoarvo on sillä, kuinka tilojen käyttäjät kokevat ympäristön. Ihminen aistii herkästi sisäympäristöön vaikuttavien tekijöiden yhteisvaikutukset, joita ei välttämättä pystytä mittauksin todentamaan. Toki yksilölliset kokemukset voivat vaihdella suuresti, minkä vuoksi joskus saatetaan joutua yksilöllisiin erityisjärjestelyihin, vaikka suurin osa käyttäjistä eivät oireilisikaan. Joskus oireilun taustalla voi olla jokin muu syy kuin sisäilmaongelma, kuten työn kuormitukseen tai työympäristöön liittyviä ongelmia. Työterveyshuollon onkin syytä olla mukana selvitystyössä jo varhaisessa vaiheessa varsinkin silloin, kun kohteessa raportoidaan merkittävää terveydentilaan liittyvää huolta, haittaa tai oireita. Työterveyshuolto voi yksilöselvitysten lisäksi kartoittaa työntekijöiden kokemaa terveyshaittaa valikoidun sisäilmastokyselyn avulla. (Lappalainen ym. 2017, 14.)

#### **4.3.1 Altistumisolosuhteiden arviointi**

Terveydellistä merkitystä ei voi arvioida ilman altistumisolosuhteisiin liittyviä tietoja. Altistumisolosuhteiden eli tavanomaisesta poikkeavien sisäilmasto-olosuhteiden sekä niihin vaikuttavien tekijöiden selvittäminen kuuluu työnantajalle. Selvitykset tulee tehdä rakennusterveyteen perehtyneen asiantuntijan johdolla, yleensä rakennusterveysasiantuntija. Altistumisolosuhteiden arviointi ei saa pohjautua pelkästään kohteessa tehtyihin mittauksiin, sillä mittausmenetelmät ovat usein epäsuoria ja niihin liittyy paljon epävarmuustekijöitä. Lisäksi on muistettava, että kaikkia sisäilman haittatekijöitä ei pystytä nykyisillä mittausmenetelmillä mittamaan. (Salonen ym. 2015, 81.)

Arvioinnin tulee perustua teknisen kokonaisuuden hallintaan, jossa on otettu huomioon rakennus- ja talotekniikan sekä rakennuksesta peräisin olevien epäpuhtauslähteiden vaikutus sisäilman laatuun. Rakenteissa, rakennusmateriaaleissa tai talotekniikassa voi olla poikkeavia sisäympäristön epäpuhtauslähteitä. Arvioinnissa on huomioitava muun muassa päästölähteiden laajuus, voimakkuus, sijainti ja ilmayhteys sisäilmaa. Lisäksi on huomioitava muut epäpuhtauksien leviämiseen

vaikuttavat tekijät, kuten ilmanvaihto, paine-erot, toiminta tiloissa ja ulkoilmaolosuhteet. (Lappalainen ym. 2017, 31.)

Työterveyslaitoksen laatimaan ohjeeseen (Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen 2017) perustuen altistumisolosuhteita voidaan arvioida liitteessä 4 olevan taulukon 4 mukaisesti. Taulukossa on esitetty altistumisolosuhteiden arvioinnin pääperiaatteet ja ne kuvaavat tavanomaisesta poikkeavaa sisäilmaolosuhdetta ja siihen vaikuttavia tekijöitä. Tavanomaisesta poikkeava sisäilmaolosuhde tarkoittaa tilannetta, jossa tarkasteltavassa ympäristössä on tavanomaiseen, samankaltaiseen toimintaympäristöön verrattuna enemmän sisäilman laatuun vaikuttavia epäpuhtauksia tai epäpuhtauslähteitä. Liitteen 4 taulukoissa 1-3 on puolestaan kuvattuna altistumisolosuhteiden eri osa-alueiden arviointikriteerejä. Altistumisolosuhteiden arvioinnin osa-alueet on jaettu seuraavalla tavalla:

- rakenteiden mikrobivaurioiden laajuuden arviointi (taulukko 1)
- ilmayhteys ja ilmavuotoreiitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot (taulukko 2)
- ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilman laatuun (taulukko 3)
- rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet. (Lappalainen ym. 2017, 32.)

Jos altistumisolosuhde arvioidaan todennäköiseksi tai erittäin todennäköiseksi (Liite 4 taulukko 4), tulee aina arvioida myös toimenpiteiden tarve ja toimenpiteisiin on lisäksi ryhdyttävä nopealla aikataululla. Toimenpiteiden kiireellisyysjärjestys arvioidaan puolestaan terveydellisen merkityksen arvioinnin perusteella. Altistumisolosuhteen ollessa erittäin todennäköinen arvioidaan myös sitä, voidaanko tilaa käyttää korjausten aloittamiseen asti. Altistumisolosuhteen ollessa mahdollinen tarvitaan yleensä lisäselvityksiä ja toimenpiteitä kohtuullisella aikataululla. Jos taas altistumisolosuhde on epätodennäköinen, tarkoittaa se yleensä sitä, että jatkotoimenpiteitä ei tarvita. (Salonen ym. 2015, 83–84.)

Joskus sisäilmastonselvityksissä voi tulla eteen tilanne, jossa tilojen käyttäjillä on oireita ja huolta, mutta sisäilmastoon liittyvät selvitykset eivät silti viittaa sisäilmasto-ongelmiin. Tällöin on arvioitava työpaikan toimintatapoja sisäilmasto-ongelmissa ja sitä, onko ratkaisuprosessissa jollain tapaa epäonnistuttu (esim. viestintä). Li-

säksi on hyvä arvioida, voisiko oireilun taustalla olla jokiin muu syy, kuten johtamiseen, työkuormitukseen tai työyhteisöön liittyvä ongelma sekä pohtia niihin liittyviä mahdollisia kehittämistarpeita. (Lappalainen ym. 2015, 38.)

#### 4.3.2 Terveydellisen merkityksen arviointi

*Työturvallisuuslain (738/2002/10 §)* mukaan työpaikalla havaittujen haitta- ja vaaratekijöiden terveydellisen merkityksen arviointi tulee tehdä, jos näitä tekijöitä ei voida poistaa. Työnantaja on vastuussa siitä, että terveydellisen merkityksen arviointiin käytetään työterveyshuollon asiantuntijoita ja ammattihenkilöitä siten kuin siitä säädetään *työterveyshuoltolaissa (1383/2001/5 §)*. Vaaralla tarkoitetaan erityistä sairastumisen vaaraa ja haitalla työturvallisuuslain mukaisia muita työstä tai työympäristöstä johtuvia työntekijöiden fyysisen ja henkisen terveyden haittoja. (Lappalainen ym. 2017, 40.)

Työterveyshuolto arvioi sisäilmasto-ongelmiin perehtyneen työterveyslääkärin johdolla altistumisolosuhteisiin liittyvän haitan ja vaaran terveydellisen merkityksen ja antaa siitä tarvittaessa lausunnon. Työterveyslääkäri arvioi, onko altistuminen sen tasoista, että se aiheuttaa sairastumisen vaaran vai onko kyse mahdollisista ohimenevistä haitta- ja oirekokemuksista. Vaikka sairastumisen vaaraa ei olisikaan, voi tiloista silti aiheutua merkittävää terveyshaittaa. Terveyshaitan syntymiseen vaikuttavat useat eri tekijät, kuten altistuminen, työolosuhteet sekä yksilölliset tekijät. Merkittävää terveyshaittaa voivat aiheuttaa muun muassa mineraalikuidut, erilaiset hajut ja ilmanvaihdon ongelmat. Toisinaan sisäympäristössä voidaan havaita hieman poikkeavia epäpuhtauslähteitä tai kohonneita pitoisuuksia, joista ei kuitenkaan aiheudu tilojen käyttäjille haittaa tai terveysvaaraa. (Salonen ym. 2015, 82.)

*Työturvallisuuslaissa (738/2002/11 §)* ja *työterveyshuoltolaissa (1383/2001)* puhutaan käsitteestä ´erityisen sairastumisen vaara´, jonka toteaminen perustuu yleensä työterveyshuollon altistumistietojen perusteella tekemään arvioon. Erityinen sairastumisen vaara on silloin, jos tiloissa on havaittu/mitattu tunnetun sairastumisen vaaraa aiheuttava tekijä ja sen altistumis- ja kuormittumisolosuhteet on osoitettu riittäväksi aiheuttamaan sairastumisen. Tätä käsitettä voidaan käyttää myös käsiteltäessä sisäilmaongelmia, joihin liittyviä erityistä sairastumisen vaaraa aihe-

uttavia altisteita ovat mm. asbesti ja radon sekä kosteus- ja mikrobivaurioihin liittyvät sisäilman epäpuhtaudet. Asbestin ja radonin kaltaisten altisteiden osalta sairastumisen vaaran arviointi on helpompaa, sillä se perustuu pitoisuusmittauksiin ja altistumistietoihin. Sen sijaan kosteus- ja mikrobivaurioissa yksittäisillä pitoisuuksilla ei toistaiseksi ole juurikaan käyttöarvoa, vaan altistumisen arviointi perustuu rakennusterveysasiantuntijan tai vastaavan tekemään altistumisolosuhteiden arviointiin. Ilman sitä vaara-arviota ei kosteus- ja mikrobivauriokohteissa voi tehdä. (Lappalainen ym. 2017, 40–41.)

#### **4.4 Viestinnän merkitys sisäilmaongelmaa selvittäessä**

Viestintä on oleellinen osa sisäilma-asioiden ratkaisuprosessia. Tilan käyttäjiä osallistava toimintatapa on kannattavaa etenkin, kun selvittävänä on vaikea sisäilmaongelma. Yhteistyö tilan käyttäjien kanssa vahvistaa luottamusta ja huolellisuus vähenee, kun ihminen kokee voivansa itse vaikuttaa tilanteeseen. Lisäksi mitä enemmän käyttäjät voivat olla mukana selvittelyprosessissa ja päätöksenteossa, sitä paremmin he myös hyväksyvät tehdyt päätökset ja ratkaisut. Jos käyttäjät eivät koe saavansa tarpeeksi tietoa tilanteesta tai he eivät koe tulleen kuulluksi, johtaa se helposti luottamuspulaan käyttäjien ja kiinteistöhallinnan välille. (Lahtinen ym. 2010, 12, 18.)

Luottamuksen rakentaminen ja ylläpitäminen on olennaista ongelman ratkaisun kannalta. Luottamusta lisäävät hyvä prosessin hoito ja hallinta kokonaisuudessaan. Sisäilmaongelmissa tämä tarkoittaa kokonaisvaltaista ongelmatilanteen tutkimista luotettavin menetelmin ja systemaattista projektinomaista toimintaa ongelman ratkaisemiseksi. Avainasemassa ovat luotettava ongelmanmäärittely ja riskinarviointi sekä tarkoituksenmukaiset ja riittävän laajat riskinhallintatoimenpiteet. Uskottava viestintä sekä luottamus perustuvat vankalle, moniammatilliselle sisäilmaston, rakennustekniikan ja työterveyden osaamiselle. Rehellisyys ja avoimuus sekä näkyvä sitoutuminen edistävät viestinnän uskottavuutta sekä luottamusta. Lisäksi tilan käyttäjiä osallistava toimintatapa heijastaa välittämistä ja myötätuntoa. (Lahtinen ym. 2010, 15.)

Sisäilmaongelmia selvitettäessä on myös tärkeää muistaa saumaton tiedonkulku sisäilmatyöryhmän jäsenten sekä muiden sisäilma-asioiden kanssa työskentelevien kesken. Epäilyilmoituksista sekä niiden perusteella tehdyistä tarkastuksista ja johtopäätöksistä tulisi aina mennä tieto kaikille sisäilmatyöryhmän jäsenille. Selvityksiin liittyvät dokumentit tulisi olla tallennettuna niin, että kaikilla ryhmän jäsenillä olisi mahdollisuus niitä tarkastella ja ne löytyisivät vaivattomasti samasta paikasta. On tärkeää, että kaikki ovat ajan tasalla siitä, missä mennään ja jakavat saman näkemyksen asiasta, jolloin vältetään muun muassa ristiriitaisen tiedon välittymistä käyttäjille.



## 5 TOIMINTAMALLI, EPSHP



Kuvio2. Sisäilmaryhmän kokoonpano Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä.

Huoli sisäilmaongelmasta ja sen mahdollisesti aiheuttamasta terveyshaitasta syntyy yleensä tilan käyttäjien keskuudessa. Ongelmasta voidaan olla yhteydessä yksikön esimieheen, kiinteistöhuoltoon, työsuojeluun tai työterveyteen. Olkoon huoli sitten pieni tai suuri, tärkeintä on että siihen suhtaudutaan vakavasti ja että asiaa ryhdytään selvittämään. Selvitysprosessi lähtee usein liikkeelle epäilyilmoituksen tekemisellä, sekä sen perusteella suoritetuilla lähtötietojen keräämisellä ja katselmus käynnin suorittamisella. Saatujen tietojen pohjalta laaditaan riskinarviointi, mikä puolestaan ohjaa tutkimussuunnitelman tekoa. Selvitystyön kulusta löytyy kaavio liitteestä 5.

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirin sisäilmatyöryhmän kokoonpano on esitetty kuviossa 2. Selvitystyötä koskevat eri työvaiheet on jaettu eri tarkastustyöryhmien sekä sisäilmatyöryhmän kesken. Lähtötietojen keräys ja katselmuskäynnin suorittaminen kuuluvat tekniikan työryhmälle. Työryhmässä on hyvä olla edustusta sekä talotekniikasta että kiinteistöhuollosta. Riskinarvioinnin ja tutkimussuunnitelman sekä altistumisolosuhteiden arvioinnin laatii projektityöryhmä, jonka kokoonpanosta sovitaan tapauskohtaisesti. Terveydellisen merkityksen arvio tehdään työterveyshuollossa. Sisäilmatyöryhmä puolestaan hyväksyy ja toimeenpantaa tutkimussuunnitelman sekä tekee arvioiden pohjalta johtopäätökset. Sisäilmatyöryhmän

tehtävänä on myös vastata yleisestä tiedottamisesta liittyen sisäilma-asioihin sekä antaa suosituksia tilojen korjaustarpeesta ja aikatauluista.

### **5.1 Epäilyilmoituksen tekeminen**

Kun työyksikössä herää epäily sisäilmaongelmasta esimerkiksi henkilöstön oireilun johdosta, tekee yksikön esimies asiasta epäilyilmoituksen. Ilmoitus tehdään tekniikan työtilauksena. Tilauskenttään kirjoitetaan ”Sisäilmaselvityspyyntö” sekä ongelman kuvaus.

VIESTINTÄ: Kiinteistöhuolto vastaanottaa epäilyilmoituksen ja tiedottaa sen johdosta tehtävistä toimenpiteistä ja aikataulusta ilmoituksen tekijää. Ilmoituksen tekijä puolestaan tiedottaa asiasta työyksikköä.

### **5.2 Tekniikan katselmus**

Kohteessa tehtävän katselmuksen suorittaa tekniikan työryhmä. Katselmuksesta täytetään liitteen 6 mukainen tarkastuspöytäkirja. Käynnillä kohde tarkastellaan aistinvaraisesti sekä ulkoa- että sisältäpäin, jolloin saadaan yleiskuva kohteen kunnosta, käytetyistä materiaaleista ja rakenneratkaisuista. Apuvälineinä voidaan käyttää sisäilman lämpötila- ja kosteusmittauksia, pintakosteusmittauksia ja paineeromittauksia.

Joskus ongelman syy voi selvitä jo katselmuskäynnillä, jolloin voidaan siirtyä suoraan korjaaviin toimenpiteisiin. Jos ongelman aiheuttajaa ei löydy, siirrytään asian käsittely projektityöryhmälle.

VIESTINTÄ: Tarkastuspöytäkirja lähetetään työyksikköön (ilmoituksen laatijalle) sekä turvallisuuspäällikölle, joka tarvittaessa kutsuu koolle projektityöryhmän.

### **5.3 Alustava riskiarvio**

Alustavan riskiarvion laatii projektityöryhmä. Ryhmän kokoonpano valitaan ta-pauskohtaisesti ennakkotietoihin nojaten. Riskiarviointia laadittaessa saattaa tulla tarve lisäselvityksille, jotka voivat olla esimerkiksi tarkemmin kohdennettuja uusintatarkastuksia tai sellaisia mittauksia, joita tekniikan työryhmä pystyy suorittamaan. Saattaa myös olla, että kaikkia tarpeellisia lähtötietoasiakirjoja ei ole ollut saatavilla (löydetty) ennen tekniikan katselmusta, joten tässä vaiheessa nekin olisi hyvä etsiä käsiin.

VIESTINTÄ: Mahdollisten uusintatarkastusten/-mittausten ajankohdasta tiedotetaan työyksikköä.

### **5.4 Tutkimussuunnitelma ja tutkimusmenetelmien valinta**

Projektityöryhmä laatii tutkimussuunnitelma alustavan riskiarvion perusteella ja se hyväksytään sisäilmatyöryhmässä. Suunnitelmaa laadittaessa voidaan tarvittaessa konsultoida ulkopuolista asiantuntijaa. Jos tutkimussuunnitelman laatii kokonaan ulkopuolinen taho, on hänelle annettava tarvittavat taustatiedot asian käsittelyä varten. Tutkimussuunnitelman laatimista on käsitelty kappaleessa 4.

VIESTINTÄ: Turvallisuuspäällikkö tiedottaa työyksikköä tehtävistä tutkimuksista ja tutkimusajankohdista.

### **5.5 Tutkimussuunnitelman toteuttaminen**

Tutkimukset tehdään suunnitelman mukaisesti ja projektityöryhmä laatii koosteen tehdyistä tutkimuksista ja tutkimustuloksista.

## 5.6 Altistumisolosuhteiden ja terveydellisen merkityksen arviointi

Projektityöryhmä tekee altistumisolosuhteiden arvioinnin saatujen selvitysten ja tutkimustulosten perusteella. Arvioinnissa voidaan käyttää apuna ulkopuolista asiantuntijaa. Altistumisolosuhteiden arvioinnista on kerrottu kappaleessa 6.1.

Sisäilma-ongelman aiheuttaman haitan tai vaaran terveydellisen merkityksen arvioi työterveyslääkäri.

## 5.7 Johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet

Arviointien pohjalta tehtävät johtopäätökset tehdään sisäilmatyöryhmässä. Sisäilmatyöryhmä tekee tarvittaessa esityksen korjaussuosituksista sairaanhoitopiirin johtoryhmälle.

VIESTINTÄ: Turvallisuuspäällikkö tiedottaa tutkimustuloksista ja jatkotoimenpiteistä työyksikköä.

## 5.8 Korjausten onnistumisen seuranta

Seurannalla on hyvin tärkeä rooli sisäilmaongelman ratkaisun kannalta, sillä siinä arvioidaan saavutetut tavoitteet ja tarvittavat jatkotoimenpiteet. Seuranta tehdään sisäilmatyöryhmässä yhdessä tilan käyttäjien edustajan/edustajien kanssa. Korjausten onnistumista voidaan arvioida muun muassa

- tilojen katselmointikäynnillä
- pyytämällä arvio tilojen käyttäjiltä (haastattelu tai kyselytutkimus)
- toteuttamalla sisäilmakysely
- valvomalla korjausprosessia ja arvioimalla tarvittaessa korjausprosessi jälkikäteen
- tekemällä seurantamittauksia (aikaisintaan 3-6 kuukauden kuluttua korjausten jälkeisestä siivouksesta). (Salonen ym. 2015, 102.)

## 6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Etelä-Pohjamaan sairaanhoitopiirin sisä-ilmatyöryhmän toimintamallia sisäilmaongelma epäilyssä. Tarkoituksena oli muun muassa tarkentaa sisäilmatyöryhmän jäsenien sekä muiden sisäilma-asioiden parissa työskentelevien roolia selvitysprosessin eri vaiheissa. Sisäilmaongelmien ratkaiseminen vaatii monen ammattiryhmän osaamista ja työpanosta, joten ennalta sovitut ja mietityt toimintatavat helpottavat ja nopeuttavat selvitysprosessin läpivientiä.

Työ jaettiin selkeyden ja käytännöllisyyden vuoksi teoriaosuuteen ja varsinaisen toimintamallin osuuteen. Nämä kuitenkin linkittyvät vahvasti toisiinsa, sillä lukematta teoriaosuutta toimintamalli tuskin avautuu kunnolla lukijalle. Teoriaosuuden alussa selvitettiin terveydenhuollon tilojen sekä yleisesti työpaikkojen sisäilmaa koskevaa lainsäädäntöä ja ohjeistusta. Lisäksi käytiin kattavasti läpi sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä. Tutkimussuunnitelman tekoa pyrittiin helpottamaan kertomalla yleisimmistä tutkimusmenetelmistä sekä niiden valinnasta ja lisäksi laadittiin valmis lomakepohja tutkimussuunnitelman tekoa varten. Itse toimintamallista tehtiin tiivis ja selkeä kokonaisuus, jossa käytiin läpi sisäilmaongelmien selvityksiin liittyvä työn kulku ja eri osapuolten tehtävät Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiirissä. Valmiit lomakepohjat laadittiin lisäksi tarkastustoimintaa, altistusolosuhteiden arviointia sekä käyttäjäkyselyjä varten. Lomakkeiden toivotaan helpottavan ja yhtenäistävän asioiden käsittelyä.

Työssä oli alun perin myös tarkoitus käsitellä kattavammin viestintää, mutta huomasi aiheen olevan niin laaja, että siitä olisi voinut tehdä kokonaan oman opinnäytetyön. Viestintä on kuitenkin otettu huomioon itse toimintamallissa ja sen merkityksestä ja tärkeydestä onnistuneen lopputuloksen aikaansaamiseksi on kerrottu lyhkäisesti sisäilmaongelmien selvittämisen yhteydessä.

Opinnäytetyön tekeminen oli itselle mieluisaa, sillä aihe oli kiinnostava ja entuudestaan jo hieman tuttu. Työtä tehdessä pääsin perehtymään sisäilmaongelmiin syvällisemmin ja niiden haasteet aukesivat itselle paremmin. Sisäilmaongelmien selvittäminen on yhteistyötä ja siinä tarvitaan monen eri ammattilaisen työpanosta.

Ennalta sovitut käytännöt jouduttavat selvitystyön etenemistä sekä lisäävät luottamusta käyttäjäkunnassa, kun koko prosessinhoito on hyvin hallinnassa.

## LÄHTEET

- A- 538/2018. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus haitallisiksi tunnetuista pitoisuuksista.
- Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, Asumisterveysasetus § 20. 2016. Helsinki: Sosiaali- ja terveysalan lupa- ja valvontavirasto (Valvira).
- Asumisterveysopas. 2008. Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeen soveltamisopas. Pori: Ympäristö ja terveys-lehti.
- Enbom, S. Heinonen, K. Kalliohaka, T. Mattila, I. Nurmi, S. Salmela, H Salo, S & Wirtanen, G. 2012. High-tech sairaala – Korkean hygienian hallintakonseptit sairaalassa: Tutkimushanke high-tech konseptien benchmarkaamisesta sairaaloissa. Tampere: VTT. Tutkimusraportti VTT-R-02058-12.
- Hengitysliitto. 2018. Sisäilma haltuun: Oppimateriaali yläkouluikäisille. [Verkkopublication]. [Viitattu 18.6.2019]. Saatavana: [https://www.hengitysliitto.fi/sites/default/files/oppaat/sisailma\\_haltuun\\_opas.pdf](https://www.hengitysliitto.fi/sites/default/files/oppaat/sisailma_haltuun_opas.pdf)
- Hengitysliitto. Ei päiväystä. Mikrobit. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.5.2019]. Saatavana: <https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/kosteus-ja-homevauriot/nain-homevauriosynty/mikrobit>
- Hengitysliitto. Ei päiväystä. Sisäilman kosteus ja lämpötila. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavana: <https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/sisailma-asiat-sisailmaongelmat/sisailman-kosteus-ja-lampotila>
- Husman, T. Roto, P. & Seuri, P. 2002. Sisäilma ja terveys - Tietoa rakentajille. Helsinki: Kansanterveyslaitos.
- Järnström, H. Koivusaari, R & Saari, M. 2017. Sisäilman laadun hallinta rakennushankkeen eri vaiheissa. Espoo: VTT Expert servicex Oy. Raportti VTT-S-06675-17.
- Korhonen, E. 2015. Käyttäjän, kiinteistönhoidon ja siivouksen vaikutus sisäilman laatuun. [Ppt-tiedosto]. Helsinki: FCG Consulting Group. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavana: <https://www.avi.fi/documents/10191/5035131/K%C3%A4ytt%C3%A4j%C3%A4n,%20kiinteist%C3%B6nhoidon+ja+siivouksen+vaikutus+sis%C3%A4ilman+laatuun,%20Juhani+Pirinen/b38cbaf9-c08e-413b-89fd-c6f012c51e98>
- Korhonen, H. & Lintunen, M. 2003. Hyvä sisäilma. Helsinki: Like.

Kosteus- ja hometalkoot. Ei päiväystä. Sisäilmaongelman ratkaiseminen: Ohjekortti ammattilaisille. [Verkkojulkaisu]. [Viitattu 2.5.2019]. Saatavana: <https://hometalkoot.fi/guides>

Lahtinen, L., Lappalainen, S. & Reijula, K. 2006. Sisäilman hyväksi: Toimintamalli vaikeiden sisäilmaongelmien ratkaisuun. Helsinki: Työterveyslaitos.

Lahtinen, M., Ginström, A., Harinen, S. Lappalainen, S. Tarkka, O & Unhola, T. 2010. Selätä sisäilmastokiista: viesti viisaasti. Helsinki: Työterveyslaitos.

Lampi, J. & Pekkala, J. 2018. Terve ihminen terveissä tiloissa: Kansallinen sisäilma ja terveys-ohjelma 2018–2028. Raportti 8/2018. Helsinki: Terveyden- ja hyvinvoinninlaitos.

Lappalainen, S. Reijula, K. Tähtinen, K. Latvala, K. Holopainen, R. Hongisto, V. Kurttio, P. Lahtinen, M. Rautiala, S. Tuomi & T. Valtanen, A. 2017. Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen. Helsinki: Työterveyslaitos.

L. 5.2.199/132 Maankäyttö- ja rakennuslaki.

L. 19.8.1994/763 Terveysturvallisuuslaki.

L. 23.8.2002/738 Työturvallisuuslaki.

L. 21.12.2001/1383 Työterveyshuoltolaki.

Rakennusliitto. 2013. Rakennusliitto: Kiire rakentamisen huonon laadun takana. [Verkkoartikkeli]. Rakennuslehti. [Viitattu 11.4.2019] Saatavana: <https://www.rakennuslehti.fi/2013/02/rakennusliitto-kiire-rakentamisen-huonon-laadun-takana/>

Rakennustieto. Ei päiväystä. Rakennusmateriaalien päästöluokitus M1. [Verkkosivu]. [Viitattu 25.6.2019]. Saatavana: <https://m1.rts.fi/rakennusmateriaalien-paastoluokitus-m1>

Reijula, K. 2005. Sairaaloiden kunto ja ilmanvaihto: Selvityshenkilön raportti. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö. Sosiaali- ja terveysministeriön työryhmämuistioita 2005:3.

RIL 250-2011: Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. 2011. [Verkkokirja]. Helsinki: Suomen rakennusinsinöörien liitto RIL ry. [Viitattu 4.5.2019]. Saatavana: RIL kirjakaupasta.

RT 07-11299. 2018. Sisäilmastoluokitus 2018. Helsinki. Rakennustieto.



- RT18-10922. 2008. Kiinteistön tekniset käyttöiät ja kunnossapitojaksot. Helsinki. Rakennustieto.
- RT 91–10970. 2009. Puhtauden hallinnan huomioonottaminen rakennesuunnittelussa. Helsinki. Rakennustieto.
- Salonen, H., Lahtinen, M., Lappalainen, S., Tähtinen, K., Holopainen, R., Pietarinen, V., Palomäki, E., Karvala, K., Tuomi, T. & Reijula, K. 2014. Kosteus- ja homevauriot: Ratkaisuja työpaikoille. 2. uud. p. Helsinki: Työterveyslaitos.
- Setälä, A. 2017. Leikkaussalin ilmanvaihdon todentamismittaukset. [Verkkajulkaisu]. Aalto. Aalto-yliopisto. Diplomityö. [Viitattu 18.6.2019]. Saatavana: <http://ssty.fi/lvi-jaos/files/2017/12/LeikkaussalinIlmanvaihdonTodentamismittaukset-AleksanteriSetala.pdf>
- Sisäilmäyhdistys. Ei päiväystä. Epäpuhtaudet ja niiden torjunta. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.6.2019]. Saatavana: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Epapuhtaudet-ja-niiden-torjunta>
- Sisäilmäyhdistys. Ei päiväystä. Katsaus mikrobeihin. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.6.2019]. Saatavana: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Mikrobit/Katsaus-mikrobeihin>
- Sisäilmäyhdistys. Ei päiväystä. Kemialliset tutkimukset. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.5.2019]. Saatavana: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Muut-sisailmatutkimukset/Kemialliset-tutkimukset>
- Sisäilmäyhdistys. Ei päiväystä. Kosteusvaurioitumisen yleisperiaate. [Verkkosivu]. [Viitattu 3.2.2019]. Saatavana: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteusvaurioituminen/Kosteusvaurioitumisen-yleisperiaate>
- Sisäilmäyhdistys. Ei päiväystä. Mikrobikasvun edellytykset. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.6.2019]. Saatavana: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Mikrobit/Mikrobikasvun-edellytykset>
- Sisäilmäyhdistys. Ei päiväystä. Perustietoa. [Verkkosivu]. [Viitattu 4.4.2019]. Saatavana: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Perustietoa>
- Sisäilmäyhdistys. Ei päiväystä. Sisäilman tekijät. [Verkkosivu]. [Viitattu 30.4.2019]. Saatavana: <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Sisailman-tekijat>
- Säteilyturvakeskus (STUK). 13.12.2018. Asuntojen radonia koskevat viitearvot. [Verkkosivu]. [Viitattu 13.4.2019]. Saatavana: <https://www.stuk.fi/aiheet/radon/asuntojen-radonia-koskevat-viitearvot-ja-maaraykset>

Työterveyslaitos. Ei päiväystä. Teolliset mineraalikuidut. [Verkkosivu]. [Viitattu 24.5.2019]. Saatavana: <https://www.ttl.fi/service-document/teolliset-mineraalikuidut/>

Ympäristöopas 2016: Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus 2016. Helsinki: Ympäristöministeriö.

## LIITTEET

Liite1. Työterveyslaitoksen laatima kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyypisillä työpaikoilla

Liite 2. Tutkimussuunnitelma

Liite 3. Käyttäjäkyselylomake

Liite 4. Altistumisolosuhteiden arviointi

Liite 5. Selvitystyönkulkukaavio

Liite 6. Tekniikan katselmuksen tarkastuspöytäkirja

**Liite 1. Kooste epäpuhtaustasoista, joiden ylittyminen voi viitata sisäilmasto-ongelmiin toimistotyyppisillä työpaikoilla (Työterveyslaitos, 19.3.2019 [viitattu 26.6.2019]).**

SISÄILMA-ASIOITA TULEE AINA TARKASTELLA KOKONAISUUTENA, JOHON KUULUVAT: RAKENNUS- JA TALOTEKNIikka, SISÄILMASTO-OLosuhteet, Käyttäjien kokemukset ja terveydentila sekä työpaikan toimintatavat rakennuksen ylläpidossa ja ongelmien ratkaisussa. Mittaustulokset ovat näin ollen vain yksi osa-alue ongelmien tunnistamisessa.

<b>Kemialliset yhdisteet</b>		
<b>Altiste</b> (lähdejulkaisussa esitetty mittausta- ja analysointimenetelmä)	<b>Viitearvo</b>	<b>Lähde</b>
<b>Ammoniakki</b> (ennen vuotta 2003: impinger, laimea rikkihappo), LC+UV detektori; vuoden 2003 jälkeen: OSHA ID-188)	<b>&gt; 25 µg/ m<sup>3</sup></b> <sup>(1,2)</sup>	Salonen et al. 2009. Airborne concentrations of volatile organic compounds, formaldehyde and ammonia in Finnish office buildings with suspected indoor air problems. J Occup Env Hyg, 6:200-9.
<b>Formaldehydi</b> (ISO 16000-3)	<b>&gt; 15 µg/ m<sup>3</sup></b> <sup>(1,2)</sup>  Huom! Formaldehydi voi aiheuttaa ärsytysoireita herkillä henkilöillä hyvin pienissä pitoisuuksissa.	Salonen et al. 2008. Common VOCs and formaldehyde in indoor air of Finnish office buildings. Indoor Air' 2008. 17-22.8.2008. Köpenhagen. Denmark - paper ID:17.  Salonen ym. 2009. Haihtuvat orgaaniset yhdisteet ja formaldehydi toimistojen sisäilmassa. Sisäilmastoseminaari 2009. Sisäilmayhdistys ry, Teknillinen korkeakoulu, LVI-tekniikan laboratorio. SIY Raportti 27. s.125-130.  Salonen et al. 2009. Volatile organic compounds and formaldehyde as explaining factor on reported complaints and symptoms in the office environment. J Occup Environ Hyg 2009;6(4):239-247.  Salonen et al. 2009. Formaldehyde concentration and irritant potential in 23 Finnish office buildings. ICOH kongress. 22.3-27.3.2009. Cape Town-South Africa. Topic Sessions (T) 34-75. p.310.

<sup>1)</sup> 90% toimistoilman pitoisuuksista on alle ko. pitoisuustason. Kohonnut pitoisuus, viittaa sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin.

<sup>2)</sup> Rakennukset, joissa on koneellinen ilmanvaihto







<b>Kemialliset yhdisteet</b>		
<b>Altiste</b>	<b>Viitearvo</b>	<b>Lähde</b>
<b>Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)</b>		
<b>Materiaalinäytteet, bulk-emissiot<sup>1</sup></b>		
<b>PVC, jossa pehmittimenä DEHP</b>		
<b>TVOC</b> 2-Etyyli-1-heksanoli	<b>200 µg/m<sup>3</sup>g</b> <b>70 µg/m<sup>3</sup>g</b>	Työterveyslaitoksen sisäinen aineisto.
<b>PVC, jossa pehmittimenä DINCH, DINP tai DIDP</b>		
<b>TVOC</b> 2-Etyyli-1-heksanoli C <sub>9</sub> -alkoholit	<b>500 µg/m<sup>3</sup>g</b> <b>50 µg/m<sup>3</sup>g</b> <b>320 µg/m<sup>3</sup>g</b>	
<b>Tasoitteet ja betoni</b> <b>TVOC</b> 2-Etyyli-1-heksanoli	<b>50 µg/m<sup>3</sup>g</b> <b>40 µg/m<sup>3</sup>g</b>	
<b>Linoleum</b> <b>TVOC</b> Propaanihappo	<b>650 µg/m<sup>3</sup>g</b> <b>100 µg/m<sup>3</sup>g</b>	

<sup>1</sup>Työterveyslaitos on asettanut osalle materiaaleista viitearvot palvelunäytteiden bulk-emissiotulosten perusteella. Näitä viitearvoja voidaan hyödyntää bulk-emissiomenetelmällä saatujen tulosten arvioinnissa. Tällä menetelmällä tehdyt näytteet eivät vastaa huoneilmasta kerättyjä näytteitä eivätkä materiaalien päästöluokitusta (M-luokat).



<b>Kemialliset yhdisteet</b>		
<b>Altiste</b> (lähdejulkaisussa esitetty mittaus- ja analysointimenetelmä)	<b>Viitearvo</b>	<b>Lähde</b>
<p><b>PAH-yhdisteet</b> (polysykliset aromaattiset hiilivedyt)</p> <p><b>Ilmanäytteet</b></p>	<p>Suomessa sisäilman PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuudelle ei ole olemassa terveystasusteisia raja-arvoja.</p> <p><b>Bentso(a)pyreenille</b> on yleinen työpaikkoja koskeva tavoitetaso <b>&lt;0,01 µg/m<sup>3</sup></b>. Erityistä sisäilman ohjearvoa ei ole.</p> <p>PAH-yhdisteistä ainoastaan <b>naftaleenille</b> on esitetty sisäilman ohjearvoja. Sekä WHO että Saksan ympäristöviranomaiset (UBA) ovat asettaneet raja-arvoksi 10 µg/m<sup>3</sup>. Suomessa asuntojen ja muiden oleskelutilojen naftaleenipitoisuudelle on annettu toimenpiderajaksi myös <b>10 µg/m<sup>3</sup></b>. Työterveyslaitoksen asettama tavoitetaso sisäilman naftaleenipitoisuudelle on <b>&lt; 2 µg/m<sup>3</sup></b> (hajua ei saa esiintyä).</p> <p>Koska tuoksut ja hajut syntyvät yleensä useiden yhdisteiden yhteisvaikutuksesta, voi vanhojen kivihiilipikeä ja -tervoja sisältävien eristeiden aiheuttamia hajuhaittoja esiintyä silloinkin, kun naftaleenin pitoisuus sisäilmassa on alle 1 µg/m<sup>3</sup>. Naftaleenille turvallisesti katsottujen terveystasusteisten ohjearvojen saavuttamisen ohella on syytä pyrkiä siihen, että sisäilmakriteereillä luokiteltava työtila on hajuton.</p>	<p>PAH-yhdisteiden tavoitetasoperustelumuuisto, Työterveyslaitos 2016.</p> <p>WHO (2010) WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants. World Health Organization, Copenhagen.</p> <p>Umweltbundesamt (2013), Richtwerte für Naphthalin und Naphthalin-ähnliche Verbindungen in der Innenraumluft. Bundesgesundheitsbl 56:1448-1459.</p> <p>Asumisterveysasetus 545/2015.</p> <p>Työterveyslaitoksen sisäinen aineisto.</p>
<p><b>Materiaalinäytteet</b></p>	<p>Materiaalinäytteen PAH-analyysinanalyysillä todetaan tai poissuljetaan PAH-yhdisteitä sisältäviä materiaaleja purkutyön ja jätteen käsittelyn näkökulmasta tai todennetaan sisäilmassa esiintyneiden hajujen lähteitä. Kokonaispitoisuuden ylittäessä 200 mg/kg materiaali-jäte toimitetaan yleensä ongelmajätelaitokselle.</p>	<p>RT 82-0381</p>

<b>Kuidut ja hiukkaset</b>		
<b>Altiste</b> (lähdejulkaisussa esitetty mittausta- ja analysointimenetelmä)	<b>Viitearvo</b>	<b>Lähde</b>
<b>Asbestikuidut</b>	Esiintymistä pinnoilla pidetään toimenpiderajan ylittymisenä.  <b>0,01 kuitua/cm<sup>3</sup></b> ei saa ylittyä.  Työterveyslaitos suosittelee pitoisuudeksi <b>&lt; 0,01 kuitua/cm<sup>3</sup></b> .	Asumisterveysasetus 545/2015.  Valtioneuvoston asetus asbestityön turvallisuudesta 798/2015.
<b>Teolliset mineraalikuidut</b>  (laskeutuneen pölyn keräys teippeihin (BM Dustfilters, BM Environmental Engineering, Hollanti) + valomikroskopointi)	<u>Säännöllisesti siivottu pinta (2 viikon kertymä):</u> <b>0,2 kuitua/cm<sup>2</sup></b> - kuidut eivät todennäköisesti aiheuta ongelmia, jos pitoisuudet säännöllisesti siivotuilla pinnoilla ovat korkeintaan 0,2 kuitua/cm <sup>2</sup> - jos viitearvo ylittyy, tulee selvittää kuitulähteet ja ryhtyä toimenpiteisiin kuitukertymän pienentämiseksi  <u>Tuloilmakanavan pinnalla:</u> keskimäärin <b>10-30 kuitua/cm<sup>2</sup></b>  <u>Tuloilma:</u> <b>&lt; 1 kuitu (pituus&gt;20 µm)/m<sup>3</sup></b>	Schneider T. Chapter 39. Synthetic vitreous fibres. In: Indoor Air Quality Handbook. Eds: Spengler JD, Samet JM, McCarthy JF. McGraw-Hill, New York, 2000.  Lappalainen ym 2003. Mineraalikuidut sisäilmahaittana. Sisäilmastoseminaari 2003, s. 299-302.  Kovanen K ym. (2006). Ilmanvaihtolaitteiden hiukkaspäästöt. Altistuminen, mittaaminen ja tuotetestaus (Particle emissions from HVAC-components. Exposure, measurement and product testing). VTT tiedotteita - Research notes 2360, VTT, Espoo. 57p. + app. 56p.  Korhonen et al 2008. Particle concentration and MMMF levels in hospitals. Indoor Air' congress 2008. 17-22.8.2008. Köpenhagen. Denmark - paper ID:713.  Salonen ym. 2009. Man-made vitreous fibres and irritation symptoms in office buildings in the Helsinki area. J Occup Environ Hyg 2009;6:624-631.
<b>Hengitettävät hiukkaset (PM<sub>10</sub>) ja pienhiukkaset (PM<sub>2,5</sub>)</b>	PM <sub>10</sub> -hiukkaspitoisuus sisäilmassa saa olla 24 tunnin mittauksen aikana enintään <b>50 µg/m<sup>3</sup></b> ja PM <sub>2,5</sub> -hiukkaspitoisuus enintään <b>25 µg/m<sup>3</sup></b> .  Sisäympäristön laadun tavoitearvot PM <sub>2,5</sub> S1                      S2                      S3 <b>&lt; 10 µg/m<sup>3</sup>    &lt; 10 µg/m<sup>3</sup>    &lt; 25 µg/m<sup>3</sup></b>	Asumisterveysasetus 545/2015.  Sisäilmastoluokitus 2018.

<b>Elinkykyiset mikrobit</b>		
<b>Altiste</b> (lähdejulkaisussa esitetty mittaus- ja analysointimenetelmä)	<b>Viitearvo</b>	<b>Lähde</b>
<p><b>Mikrobit</b></p> <p><b>Ilmanäytteet</b>, talviaikana (tarvittaessa ulkoilmanäyte ja vertailu siihen)</p> <p>(keräys- ja analysointi Asumisterveysasetuksen 545/2015 soveltamisohjeen, Ohje 8/2016, osa IV mukaan)</p>	<p><b><u>Sieni-itiöpitoisuus<sup>1</sup></u></b> <b>&gt; 50 pmy/m<sup>3</sup></b> Kohonnut sieni-itiöpitoisuus, viittaa sisäilman epätavanomaiseen mikrobilähteeseen, mikrobikasvuston esiintyminen rakenteissa todennäköistä. Lajisto huomioitava tulkinnessa.</p> <p><b><u>Bakteeripitoisuus<sup>1</sup></u></b> <b>&gt; 600 pmy/m<sup>3</sup></b> Kohonnut bakteeripitoisuus, viittaa riittämättömään ilmanvaihtoon tai sisäilman epätavanomaiseen mikrobilähteeseen.</p> <p><b><u>Aktinomykeettipitoisuus<sup>1</sup></u></b> <b>&gt; 5 pmy/m<sup>3</sup></b> Kohonnut pitoisuus, viittaa sisäilman epätavanomaiseen mikrobilähteeseen.</p>	<p>Salonen ym. (2007). Fungi and bacteria in mould-damaged and non-damaged office environments in a subarctic climate. Atmos Environ 41 (2007) 6797-6807.</p> <p>Salonen ym. Homeet ja bakteerit homevaurioituneissa ja ei-vaurioituneissa toimistotyö-ympäristöissä pääkaupunki-seudulla. Sisäilmastoseminaari 2008.</p>
<p><b>Mikrobit</b></p> <p><b>Materiaalinäyte</b> laimennossarjaviljely</p> <p>(keräys- ja analysointi Asumisterveysasetuksen 545/2015 soveltamisohjeen, Ohje 8/2016, osa IV ja Laboratorio-oppaan mukaan)</p>	<p><b><u>Sieni-itiöpitoisuus:</u></b> <b>10 000 pmy/g</b> Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän sienikasvustoa, kun näytteen sieni-itiöpitoisuus on vähintään 10 000 pmy/g. Jos näytteen sieni-itiöpitoisuus on pienempi kuin 10 000 pmy/g, yksinomaan sieni-itiöpitoisuuden perusteella ei voida tehdä johtopäätöstä materiaalin kasvustosta, vaan myös lajistoa on tarkasteltava. Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on normaalia.</p> <p><b><u>Bakteeripitoisuus:</u></b> <b>100 000 pmy/g</b> Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 100 000 pmy/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa.</p> <p><b><u>Aktinomykeettipitoisuus:</u></b> <b>3 000 pmy/g</b> Jos aktinomykeettipitoisuus on vähintään 3 000 pmy/g, se viittaa aktinomykeettikasvustoon.</p>	<p>Asumisterveysasetuksen 545/2015 soveltamisohje, Ohje 8/2016, osa IV.</p> <p>Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät 2018.</p>

<sup>1</sup>100% sisäilman mikrobipitoisuuksista on alle ko. pitoisuustason kosteusvaurioitumattomissa toimistorakennuksissa (aineisto Etelä-Suomesta rakennuksista, joissa on koneellinen ilmanvaihto).

<b>Elinkykyiset mikrobit</b>		
<b>Altiste</b> (lähdejulkaisussa esitetty mittaus- ja analysointimenetelmä)	<b>Viitearvo</b>	<b>Lähde</b>
<b>Mikrobit</b>  <b>Materiaalinäyte</b> suoraviljely  (keräys- ja analysointi Asumisterveysasetuksen 545/2015 soveltamisohjeen, Ohje 8/2016, osa IV ja Laboratorio-oppaan mukaan)	<b>Sienien tai aktinomykeettien pesäkemäärä: +++ tai ++++</b> Rakennusmateriaalissa voidaan katsoa esiintyvän mikrobikasvua, mikäli sieni- tai aktinomykeettipesäkkeitä esiintyy runsaasti (+++) tai erittäin runsaasti (++++)). Jos mikrobeja on kohtalaisesti (++) tai niukasti (+), tuloksen tulkinnassa on tarkasteltava myös lajistoa. Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on normaalia.	Asumisterveysasetuksen 545/2015 soveltamisohje, Ohje 8/2016, osa IV.  Laboratorio-opas. Mikrobiologisten asumisterveystutkimuksien näytteenotto ja analyysimenetelmät 2018.  Reiman ym. 1999. Laimennossarja- ja suoraviljelymenetelmien käyttö rakennusmateriaalinäytteiden mikrobipitoisuuksien ja mikrobiston määrittämiseksi. Sisäilmastoseminaari 1999.

Mikrobilajiston tulkinnassa noudatetaan Asumisterveysasetuksen 545/2015 soveltamisohjetta Ohje 8/2016, osa IV, Laboratorio-opasta sekä tulkintaa, joka on kuvattu artikkelissa "Rakennusten kosteusvaurioita kuvastava mikrobisto. (Työterveyslaitos. Ympäristö ja Terveys -lehti, 8:2005, 36: 56 - 59 Reiman M, Kujanpää L, Juntila S, Lappalainen S, Lindroos O, Pasanen A-L, Rajala R, Rautiala S, Reijula K ja Tuomi T.)

<b>Ilmanvaihto ja lämpöolot</b>
Suosituksia, ohjeita ja vaatimuksia ilmanvaihdosta ja lämpöoloista löytyy mm. seuraavista julkaisuista: Asumisterveysasetus 545/2015, Ympäristöministeriön asetus 1009/2017 ja Sisäilmastoluokitus 2018.

## **Liite 2. Tutkimussuunnitelma**

### **1. YLEISTIEDOT**

#### **1.1 Kohde**

#### **1.2 Suunnitelman laatija(t)**

#### **1.3 Ongelman kuvaus**

#### **1.4 Tutkimuksen tavoite**

#### **1.4 Lähtötiedot**

(Asiakirjat, tehdyt tarkastukset, kyselyt)

#### **1.5 Alustava riskinarvio**

(Asiakirjojen, kohdekäynnin ja kyselyiden perusteella arvioidaan todennäköisimmät ongelmalähteet, jotta tutkimukset voidaan kohdentaa oikeisiin asioihin.)

### **3. TUTKIMUKSEN SISÄLTÖ**

### 3.1 Rakennetekniset tarkastukset ja tutkimukset

Kohde/ Rakennusosa	Toimenpide	Näytteet

### 3.2 Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastukset ja tutkimukset

Kohde	Toimenpide	Näytteet



## Liite 3. Käyttäjäkyselylomake

1. Kuinka kauan olette työskennelleet tässä rakennuksessa? \_\_\_\_\_

2. Missä huonetilassa työskentelette pääasiallisesti? Tarkastakaa tilan numerointi raportin lopussa olevasta pohjapiirroksesta. \_\_\_\_\_

### 3. Työpisteenne sisäilman laatu:

Oletteko havainneet työpisteellänne:

- liian kylmää tai kuumaa lämpötilaa:

- Ei  
 Kyllä, satunnaisesti  
 Kyllä, jatkuvasti

- kylmiä lattia- tai seinäpintoja:

- Ei  
 Kyllä, satunnaisesti  
 Kyllä, jatkuvasti

- vedon tunnetta:

- Ei  
 Kyllä, satunnaisesti  
 Kyllä, jatkuvasti

- riittämätöntä ilmanvaihtoa:

- Ei  
 Kyllä, satunnaisesti  
 Kyllä, jatkuvasti

- tunkkaista huoneilmaa:

- Ei  
 Kyllä, satunnaisesti  
 Kyllä, jatkuvasti

- poikkeuksellisen kuivaa huoneilmaa:

- Ei  
 Kyllä, satunnaisesti  
 Kyllä, jatkuvasti

- poikkeuksellisia hajuja huoneilmassa:

- Ei  
 Kyllä, satunnaisesti  
 Kyllä, jatkuvasti

4. Oletteko havainneet ilmanvaihdossa muita puutteita?

- Ei  
 Kyllä, missä? \_\_\_\_\_

5. Oletteko havainneet tiloissa vesivuotoja tai mahdollisia merkkejä kosteusvaurioista? Merkit voivat olla esimerkiksi tummumia, värimuutoksia tai pintamateriaalien irtoamista. Missä tiloissa merkkejä on havaittu? Ilmoittakaa tilan numero oheisen pohjapiirroksen mukaisesti. Voitte myös merkitä havainnot suoraan pohjapiirrokseen.

\_\_\_\_\_

6. Oletteko havainneet tiloissa poikkeuksellisia hajuja sisäilmassa, kuten maakellarin hajua, viemäriin tai kemiallisiin materiaalipäästöihin viittaavaa hajua? Missä tiloissa? Ilmoittakaa tilan/tilojen numerot oheisen pohjapiirroksen mukaisesti. Voitte myös merkitä havainnot suoraan pohjapiirrokseen.

\_\_\_\_\_

7. Epäilettekö sisäilman aiheuttavan teille haittaa?

Mitä tiloja epäily koskee? Ilmoittakaa tilan/tilojen numerot oheisen pohjapiirroksen mukaisesti. Voitte myös merkitä havainnot suoraan pohjapiirrokseen.

\_\_\_\_\_

8. Liittyvätkö sisäilman laadun ongelmat mielestänne johonkin erityiseen sääolosuhteeseen tai vuodenaikaan? Mihin? \_\_\_\_\_

9. Haluatteko antaa muuta palautetta lämpöolosuhteisiin, ilmanvaihtoon, kosteusvaurioihin tai sisäilman laatuun liittyen? \_\_\_\_\_

Kiitos vastauksistanne.

*[Kyselyn loppuun liitetään rakennuksen pohjapiirros, johon kaikki tilat on numeroitu yksiselitteisesti.]*

Lomake on peräisin Ympäristöministeriön julkaisemasta Ympäristöoppaasta 2016, Rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus.

#### Liite 4. Altistumisolosuhteiden arviointitaulukot

Taulukoissa viitataan rakentamismääräyskokoelman osaan D2, joka nykyisellään on korvattu ympäristöministeriön asetuksella 1009/2017: Asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta.

Taulukko 1. Rakenteessa olevien mikrobivaurioiden laajuuden arvioinnin kriteereitä (TTL 2017 Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen).

1. Rakenteessa ei ole mikrobivaurioita
✓ Rakennuksessa ei ole mikrobivaurioituneita rakenteita tai rakenteissa on esiintynyt paikallisia kosteusvaurioita, mutta rakenteet on korjattu enne kuin mikrobikasvu on alkanut, esim. akuutti vesivuoto.
2. Rakenteessa on helposti rajattavia ja korjattavia mikrobivaurioita
✓ Rakennuksessa on yksittäisiä rakenteita, joissa on todettu mikrobivaurioita.
✓ Mikrobivaurioitunutta rakenneratkaisua ei esiinny laaja-alaisesti ja korjaukset ovat helposti rajattavissa (alle 1 m <sup>2</sup> ).
3. Rakennuksessa on laajoja mikrobivaurioita
✓ Rakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita ja rakenteiden korjauslaajuus on merkittävä ja koskee koko rakennusosaa tai suurta osaa siitä (esim. alapohjarakenne).
4. Rakennuksessa on useita mikrobivaurioituneita rakenteita ja korjauslaajuus on merkittävä useassa rakennusosassa
✓ Rakennuksessa on useita eri rakenteita, joissa on todettu laaja-alsia mikrobivaurioita ja rakenteiden korjauslaajuus koskee useita eri rakennusosia (esim. julkisivu, alapohja).



Taulukko 2. Arviointikriteereitä epäpuhtauslähteen ja sisäilman välisestä ilmapuhtuudesta, sekä rakennuksen paine-eroista (TTL 2017 Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen).

1. Ei ilmapuhtuuteita epäpuhtauslähteistä sisäilmaan
Rakennuksessa paine-erot ovat hallinnassa ympäröiviin tiloihin ja ulkoilmaan nähden. Rakennuksen tai tilan ilmanpitävyys on hyvä.*
2. Yksittäisiä/vähäisiä ilmapuhtuuteita rakenteiden tai ympäröivien tilojen kautta sisäilmaan
Ilmapuhtuuteit eivät ole rakenteissa säännöllisiä, ja ne ovat yksittäisiä pieniä epätiiveyskohtia tai yksittäisiä epätiivaitä rakenneliitoksia. Ilmanvaihtojärjestelmällä pystytään hallitsemaan tilojen paine-eroja ympäröiviin tiloihin ja ulkoilmaan nähden. Paine-erot eivät muutu merkittävästi tilojen käyttöajan ulkopuolella. Rakennuksen tai tilan ilmanpitävyys on lievistä riskialtis.*
3. Ilmapuhtuuteit rakenteissa tai epäpuhtauslähteestä ovat säännöllisiä.
Sisäilmaan on säännöllisiä ilmapuhtuuteita vaurioituneista rakenteista tai tilasta, jossa materiaaleissa tai rakenteissa on todettu mikrobivaurioita. Rakennuksen paine-erot eivät ole hallinnassa, ja tilat ovat ajoittain alipaineisia ympäröiviin tiloihin tai ulkoilmaan nähden. Rakennuksen tai tilan ilmanpitävyys on riskialtis.*
4. Ilmapuhtuuteit epäpuhtauslähteestä ovat säännöllisiä ja tilat ovat merkittävästi alipaineisia tai rakenteen ilmanpitävyys on erittäin riskialtis
Ilmapuhtuuteit rakenteista tai epäpuhtauslähteestä ovat säännöllisiä ja niitä on useita. Tilat ovat merkittävästi alipaineisia ympäröiviin tiloihin tai ulkoilmaan nähden yhtäjaksoisia aikoja tilojen käytön aikana ja/tai käyttöajan ulkopuolella. Rakennuksen tai tilan ilmanpitävyys on erittäin riskialtis.*

Taulukko 3. Arviointikriteereitä ilmanvaihtojärjestelmän vaikutuksesta sisäilmaston kulkuun (TTL 2017 Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen).

Oikein mitoitettu ja toimiva ilmanvaihtojärjestelmä edistää hyvää sisäilmaston laatua	Huonokuntoinen, toimimaton tai väärin mitoitettu ilmanvaihtojärjestelmä voi heikentää sisäilmaston laatua.
<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ilmavirrat vastaavat rakentamismääräyskokoelma D2:ssa annettuja ohjearvoja tilojen käytötarkoitukselle.</li> <li>✓ Ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole sisäilman epäpuhtauslähteitä.</li> <li>✓ Ilmanvaihtokoneiston tuloilman suodatustaso vastaa rakentamismääräyskokoelman D2 ohjeita.</li> <li>✓ Ilmanvaihtojärjestelmän toimintakunto on hyvä, ja järjestelmää huolletaan säännöllisesti.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Ilmavirrat eivät vastaa rakentamismääräyskokoelman D2:ssa annettuja ohjearvoja tilojen käytötarkoitukselle.</li> <li>✓ Ilmankäyttöjärjestelmässä on mineraalivillakuitulähteitä, joista voi irrota kuituja sisäilmaan.</li> <li>✓ Ilmanvaihtokanavistossa on käytetty asbestia sisältäviä materiaaleja ja tuloilmakanavan pinnoilla ja/tai työ- ja oleskelutilojen pinnoilla on todettu asbestikuituja.</li> <li>✓ Järjestelmässä on todettu mikrobilähteitä tai järjestelmän huolto on puutteellista ja se on erittäin likainen.</li> </ul>

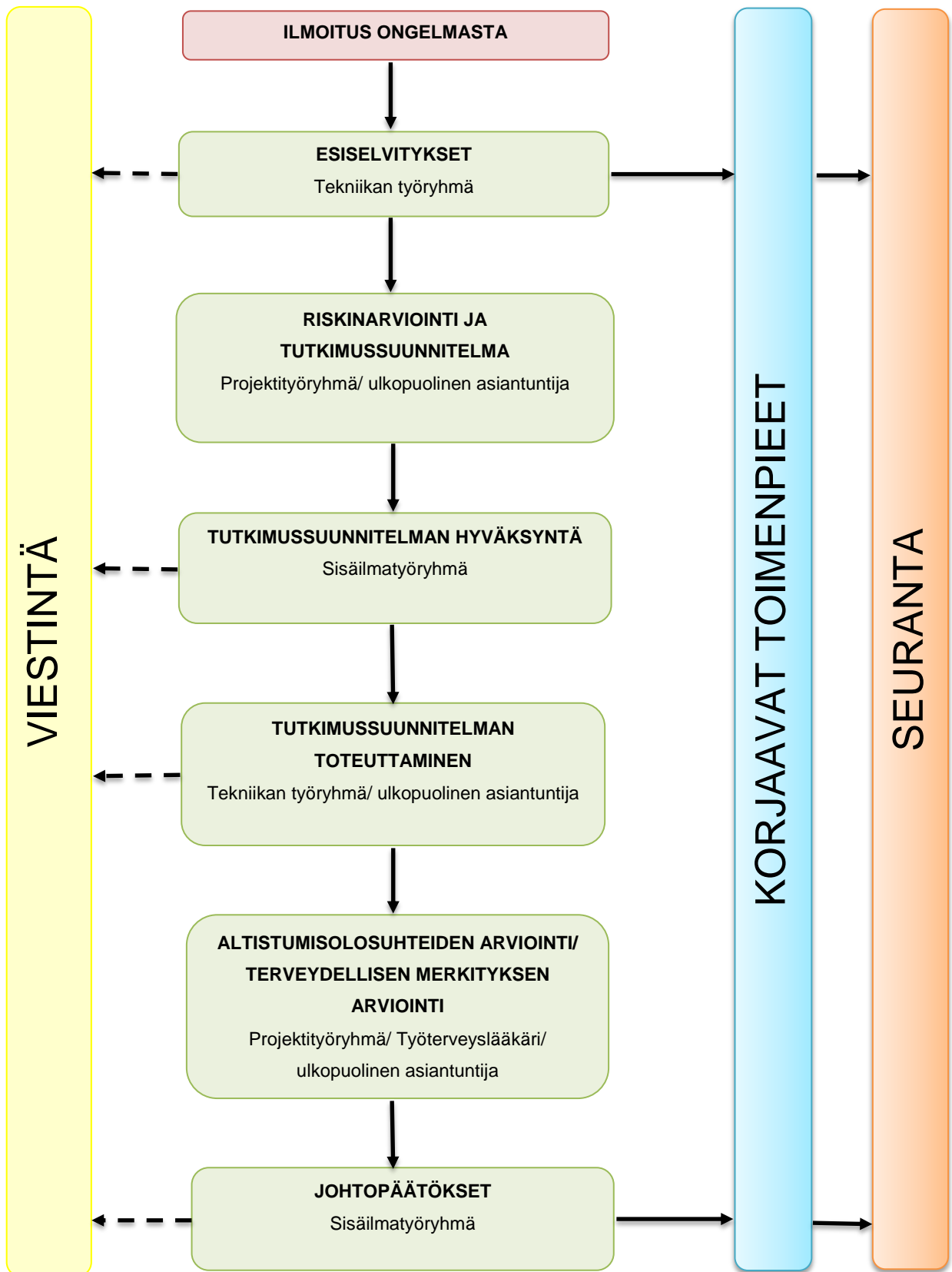
Taulukko 4. Altistumisolosuhteiden arvioinnin pääkriteereitä, jotka kuvaavat tavanomaisesta poikkeavaa olosuhdetta. (TTL 2017 Ohje työpaikkojen sisäilmasto-ongelmien selvittämiseen).

Altistumisolosuhde (tavanomaisesta poikkeava olosuhde) epätodennäköinen
✓ Rakennuksessa ei ole todettu mikrobivaurioituneita rakenteita.
✓ Epäpuhtauslähteistä ei ole ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutiloihin.
✓ Tilan akustiikkamateriaaleissa tai ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole mineraalivillakuitulähteitä, joista voi irrota kuituja sisäilmaan.
✓ Käytössä olevat rakennusmateriaalit ja kalusteet ovat M1-luokiteltuja.
✓ Sisäilman laatu vastaa tilan käyttötarkoitukselle asetettuja viite- ja ohjearvoja.
Altistumisolosuhde (tavanomaisesta poikkeava olosuhde) mahdollinen
✓ Rakenteessa on helposti rajattavia ja korjattavia mikrobivaurioita, vauriokorjaukset ovat alle 1 m <sup>2</sup> .
✓ Epäpuhtauslähteistä on todettu ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutilojen sisäilmaan.

✓ Tiloissa ja tai ilmanvaihtojärjestelmässä on mineraalivillakuitulähteitä, joista voi irrota kuituja sisäilmaan.*
✓ Betonilattiarakenteessa on todettu poikkeavaa kosteutta, jonka seurauksena on todettu paikallisia pinnoitevaurioita (emissiopäästöt). *, **, ***
✓ Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot ylittyvät ja sisäilman epäpuhtauslähde on todettu ja paikallistettu.*
*Ongelman laajuus on huomioitava altistumisolosuhteiden arvioinnissa (vrt. koko rakennus / kerros / yksittäinen tila). **Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen, Merikallio T., Niemi S., Komonen J. 2007. ***Hyvät tutkimustavat betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Keinänen H. 2013.
Altistumisolosuhde (tavanomaisesta poikkeava olosuhde) todennäköinen
✓ Rakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita, korjauslaajuus on merkittävä ja se koskee koko rakennusosaa tai suurta osaa siitä (esim. alapohjarakenne).
✓ Vaurioituneista rakenteista tai epäpuhtaammasta tilasta on säännöllisiä ja useita ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutilan sisäilmaan.
✓ Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot ylittyvät ja sisäilman epäpuhtauslähde on todettu ja paikallistettu.*
✓ Betonilattiarakenteessa on todettu poikkeavaa kosteutta, jonka seurauksena on todettu laajoja pinnoitevaurioita (emissiopäästöt). *, **, ***
✓ Rakenteessa on käytetty kreosoottia, epäpuhtauslähteestä on ilmayhteys sisäilmaan ja työ- tai oleskelutilojen sisäilmassa on kreosoottiin viittaava haju.*
✓ Sisäilman radonpitoisuudet ylittävät Suomen rakentamismääräyskokoelmassa esitetyt ohjearvot ja säteilyasetuksen toimenpiderajan.*
*Ongelman laajuus on huomioitava altistumisolosuhteiden arvioinnissa (vrt. koko rakennus / kerros / yksittäinen tila). **Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Merikallio T., Niemi S., Komonen J. 2007. ***Hyvät tutkimustavat betonirakenteisten lattioiden muovipäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Keinänen H. 2013.

Altistumisolosuhde (tavanomaisesta poikkeava olosuhde) erittäin todennäköinen
✓ Rakennuksessa on useita eri rakenteita, joissa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita ja rakenteiden korjauslaajuus on merkittävä useassa rakennusosassa (esim. julkisivu, alapohja).
✓ Ilmavuotoreiitit epäpuhtauslähteestä ovat säännöllisiä ja niitä on useita. Tilat ovat merkittävästi alipaineisia tai rakenteen ilmanpitävyys on erittäin riskialtis.*
✓ Sisäilman laatu ei täytä rakentamismääräyskokoelma D2:n vähimmäisvaatimuksia sisäilman laadun osalta. Mahdolliset epäpuhtauslähteet on todettu ja paikallistettu. **, ***
✓ Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot ylittyvät ja sisäilman epäpuhtauslähde on todettu ja paikallistettu.**
✓ Rakenteessa on todettu kreosoottia ja siitä on ilmayhteys sisäilmaan. Lisäksi sisäilmassa on todettu viitearvoja suurempia pitoisuuksia PAH-yhdisteitä.**
✓ Tilojen pölynäytteissä on todettu asbestikuituja, ja tiloissa on todettu asbestikuitulähteitä.**
✓ Sisäilman radonpitoisuudet ylittävät Suomen rakentamismääräyskokoelmassa esitetyt ohjearvot ja säteilyasetuksen toimenpiderajan**
*RIL 250–2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen **Ongelman laajuus on huomioitava altistumisolosuhteiden arvioinnissa (vrt. koko rakennus / kerros / yksittäinen tila). ***Muut D2:ssa esitetyt sisäympäristöön vaikuttavat tekijät arvioidaan tarvittaessa ja kokonaisuuden kanssa erikseen. Arviointitarve määritellään esiselvitysvaiheessa, ennen rakennukseen tehtäviä selvityksiä.

Liite 5. Selvitystyönkulkukaavio, Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri



**Liite 6. Tekniikan katselmuksen tarkastuspöytäkirja**

Etelä-Pohjanmaan sairaanhoitopiiri Seinäjoen keskussairaala Kiinteistö- ja tilapalvelut Hanneksenrinne 7 60220 Seinäjoki	<b>Tarkastuspöytäkirja</b> (Tämä tarkastus on tehty sisäilmaongelmaepäilyn johdosta)
--	---

<b>Tarkastuksen suorittajat sekä yhteys henkilön yhteystiedot</b>	
Nimi (yhteyshenkilö)	Työyksikkö
Asema	Puhelinnumero <span style="float: right;">Sähköposti</span>
<b>Muut tarkastuksella mukana olleet</b>	
<b>Kiinteistön/tilan tiedot missä ongelma esiintyy</b>	
Rakennus	Kerros
Osoite	Huone/ tila (nro tai nimi)
<b>Sisäilmaongelmaepäilyn kuvaus</b>	
<input type="checkbox"/> Liitteenä ilmoitus sisäilmaongelmaepäilystä	
Miten ongelma ilmenee?	
Milloin ongelma ilmenee?	
Minkä tyyppisiä häirittejä ongelma aiheuttaa?	

<b>Tarkastuksen ajankohta</b>
pvm/klo

## Rakennuksen sisäpuolinen tarkastus

## Lisätietoja

<b>Seinät</b>	
<b>Katto</b> Onko alas lasketun kattorakenteet yläpuoli siisti? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei Onko suojaamattomia mineraalivillakuitulähteitä? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
<b>Ikkunat</b> (Miltä vuodelta? Milloin korjattu?)	
<b>Lattia</b> <input type="checkbox"/> Muovimatto <input type="checkbox"/> Laatta <input type="checkbox"/> Vinyyli <input type="checkbox"/> Muu, mikä?  Ovatko lattiamateriaalin saumat vesitiiviit? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei  Onko pintamateriaali hyvin kiinni alustassaan? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei kyllä  Ovatko lattian kallistukset asianmukaiset (märkätilat)? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Onko tiloissa tai rajoittuuko tila kaksoispilariin? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	

Onko havaittavissa erityistä hajua? (tunkkainen, pistävä, home, hajusteet, tupakka, ruoka, kemikaali, pakokaasu, viemäri yms.) <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Onko tiloissa paljon pölyä keräävää materiaalia? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Onko huonepölyä runsaasti? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Ovatko korvausilmaventtiilit/tuloilmaventtiilit puhtaat ja auki? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Aiheuttaako ilmanvaihtojärjestelmä vetoa? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Ovatko tulo- ja poistoilmaventtiilien ilmavirtaussuunnat oikeat. <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Ovatko lämmitysputket, patterit, patteriventtiilit, vesikalusteet ja viemärit hyväkuntoisia? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Ovatko vesihanojen liitokset ehjät ja kuivat? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Ovatko lattiakaivon ja korokerenkaiden liitokset tiiviit? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	

**Rakennuksen ulkopuolinen tarkastus****Lisätietoja**

Viettäkö maanpinta rakennuksesta pois päin? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Onko rakennuksen lähellä kasvillisuutta mikä voisi aiheuttaa haittaa salaojajärjestelmiin, perustuksiin tai ulkoseinärakenteisiin? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Onko sadevedet johdettu sadevesijärjestelmään? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Onko julkisivuverhouksessa tai pinnoitteessa näkyviä vaurioita (halkeamia, veden valumajälkiä)? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Ovatko elementtisaumat ehjät ja kunnossa? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Ovatko pielilistoitukset ja pellitykset kunnossa? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	
Sijaitseeko tuloilma-aukon läheisyydessä epäpuhtauslähteitä (rakennustyömaa)? <input type="checkbox"/> kyllä <input type="checkbox"/> ei	

**Tarkastuksella tehdyt mittaukset**

<input type="checkbox"/> Lämpötila	<input type="checkbox"/> Ilman kosteus	<input type="checkbox"/> Pintakosteus	<input type="checkbox"/> Hiilidioksidi
<input type="checkbox"/> Paine-ero			
Merkitse pohjakuvaan mistä kohtaa mittaukset on suoritettu			

**Muuta huomioitavaa**

--

**Johtopäätökset ja toimenpiteet**

--