

Kähkönen Juha

Sisäympäristöongelmien hallinta

Insinöörityö
Kajaanin ammattikorkeakoulu
Tekniikan ja liikenteen ala
Rakennustekniikka
Kevät 2013



Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	Koulutusohjelma Rakennustekniikka
Tekijä(t) Juha Kähkönen	
Työn nimi Sisäympäristöongelmien hallinta	
Vaihtoehtoiset ammattiopinnot	Ohjaaja(t) Antti Muhonen
	Toimeksiantaja Kajaanin kaupunki, tilapalvelu
Aika Kevät 2013	Sivumäärä ja liitteet 45+19
<p>Rakennuksien sisäympäristöön liittyvät ongelmat ovat yleisiä. Ongelmien taustalla voi olla heikko ilmanvaihto, erilaiset sisäilman epäpuhtaudet tai fysikaaliset tekijät. Nämä voivat aiheuttaa rakennuksen käyttäjille viihtyvyyshaittoja tai terveydellisiä oireita. Sisäympäristöongelmien tunnistaminen ja selvittäminen on usein haastavaa ja myös ongelmien ratkaisukeinojen löytäminen voi olla hankalaa. Selkeiden ohjeiden ja toimintamallien puuttumisen takia tilanteen käsittely voi jäädä puutteelliseksi ja ongelma voi pahimmillaan kärjistyä jopa työyhteisön kriisiksi.</p> <p>Tämän insinöörityön tavoitteena oli kehittää Kajaanin kaupungin tilapalvelun toimintatapoja sisäympäristöongelmien hallinnassa sekä laatia toimintamalli sisäympäristöongelmien ratkaisuun. Työssä selvitettiin kirjallisista lähteistä sisäilmaston epäpuhtauksia, niiden aiheuttamia terveyshaittoja sekä sisäympäristöongelmien tutkimista. Lisäksi selvitettiin hyväksi todettuja menetelmiä sisäympäristöongelmien ratkaisussa sekä yhteistyön ja luottamuksen merkitystä ongelmien hallinnassa.</p> <p>Sisäympäristöongelmien hallinnassa on tärkeää hyvä rakennuksen ylläpito, ongelmien ennakointi sekä ongelmien käsittelyprosessin hallinta. Etenkin laajojen ja monitahoisten sisäympäristöongelmien ratkaisua helpottaa, kun työpaikalle perustetaan sisäilmatyöryhmä, jossa ongelmatilanteet käsitellään. Sisäympäristöongelmien hallinnassa tulee teknisten ongelmien ratkaisemisen lisäksi huomioida myös rakennuksen käyttäjien inhimilliset ja sosiaaliset puolet. Käyttäjryhmien vähäinen huomioiminen ja heikko viestintä tutkimisen ja korjaustöiden aikana heikentävät luottamusta korjaustyön onnistumiseen. Käyttäjät voivat edelleen kokea sisäympäristöön liittyviä olosuhdehaittoja, vaikka korjaustyö olisi teknisesti onnistunutkin.</p> <p>Liitteeksi laadittu ”Kajaanin kaupungin toimintamalli sisäympäristöongelmien ratkaisuun” on tarkoitettu Kajaanin kaupungin sisäympäristöongelmia hoitaville henkilöille sekä toimitilojen käyttäjille työkaluksi ongelmien hallintaan. Toimintamalli auttaa yhteistyön rakentamisessa sekä opastaa etenemään suunnitelmallisesti kohti sisäympäristöongelman ratkaisua.</p>	
Kieli	Suomi
Asiasanat	Sisäilmaongelma, sisäympäristöongelmien ratkaisu, toimintamalli
Säilytyspaikka	<input checked="" type="checkbox"/> Verkkokirjasto Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Kajaanin ammattikorkeakoulun kirjasto



School Engineering	Degree Programme Construction Engineering
Author(s) Juha Kähkönen	
Title Management of Indoor Environmental Problems	
Optional Professional Studies	Instructor(s) Antti Muhonen
	Commissioned by The City of Kajaani, Estate Services
Date Spring 2013	Total Number of Pages and Appendices 45+19
<p>Public buildings often have indoor environmental problems which can be caused by poor ventilation, impurities in indoor air and physical factors. They can cause health risks and other problems for people who use the buildings. When faced with indoor environmental problems it is important to have instructions and operational models. Otherwise problems can lead to a crisis in the work community.</p> <p>The aim of this study was to become acquainted with controlling indoor environmental problems and to create an operational model for solving indoor environmental problems in the public buildings in the city of Kajaani. The theoretical part of the study includes information about indoor environmental impurities, health problems associated with them and examining indoor environmental problems. Also, psychosocial factors were presented in the study.</p> <p>Controlling indoor environmental problems requires good maintenance of the building, problem anticipation and good control over repair measurements. If problems are severe, an indoor air team can be founded in the workplace to handle problematic situations. Not only the technical problems must be solved, but also the human and social aspects must be considered. As a result of poor communication people who work in the building can lose confidence in the repair work and its successful results.</p> <p>The operational model for solving indoor environmental problems is intended to be used by those responsible for indoor environmental problems in the public buildings in the city of Kajaani, as well as by persons who use the buildings. The model will help the parties to cooperate and solve the indoor environmental problems.</p>	
Language of Thesis	Finnish
Keywords	Indoor air quality problem, indoor environmental problem, operational model
Deposited at	<input checked="" type="checkbox"/> Electronic library Theseus <input checked="" type="checkbox"/> Library of Kajaani University of Applied Sciences

ALKUSANAT

Sisäympäristöongelmat ovat tulleet minulle tulleet tutuksi työni kautta. Vuodesta 1998 asti olen tutkinut rakennuksien kosteusvaurioita ja viime vuosina tutkimustyö on laajentunut myös sisäympäristöongelmien selvittämiseen. Työ näiden ongelmien parissa on ollut haastavaa ja ongelman ratkettua hyvinkin antoisaa. Niinpä insinöörityöni aihe löytyi tutusta aiheesta, kun toimitilapäällikkö Markku Haverinen Kajaanin kaupungin tilapalveluista esitti insinöörityöni aiheeksi toimintamallin laatimista Kajaanin kaupungille sisäympäristöongelmien hallintaan.

Haluan kiittää Kajaanin kaupungin tilapalvelujen Markku Haverista, Jorma Karhua, Ari Heikkistä ja Esa Komulaista sekä insinöörityöni ohjaajaa Antti Muhosta hyvistä neuvoista ja kärsivällisyydestä työtäni kohtaan. Suuri kiitos kuuluu myös Kajaanin kaupungin työsuojeluvaltuutettu Leena Lerssille sekä asianhallintapäällikkö Tarja Nahkiaisojalle. He pääsivät vielä työni loppusuoralla vaikuttamaan liitteenä olevan toimintamallin sisältöön. Kiitokset kuuluvat myös perheelleni, siskoilleni ja ystäväilleni, jotka ovat auttaneet minua monissa insinöörityöhöni liittyvissä ongelmissa ja kirjoittamani tekstin oikolukemisessa.

Kajaanissa 1.5.2013

Juha Kähkönen

SISÄLLYS

1 JOHDANTO	1
2 SISÄYMPÄRISTÖ	2
3 SISÄYMPÄRISTÖN LAATUA HEIKENTÄVÄT TEKIJÄT	4
3.1 Rakennuksen ilmanvaihto	4
3.1.1 Painovoimainen ilmanvaihto	5
3.1.2 Koneellinen poistoilmanvaihto	5
3.1.3 Hallittu ilmanvaihto	5
3.1.4 Rakennuksen tiiveyden vaikutus ilmanvaihtoon	6
3.1.5 Ilmanvaihdon huolto ja seuranta	6
3.1.6 Ilmanvaihto tuulettuvissa rakenteissa	7
3.2 Rakennuksen käyttö	7
3.3 Siivous	8
3.4 Kosteus- ja mikrobivauriot	8
3.5 Fysikaaliset tekijät	11
3.6 Kaasumaiset epäpuhtaudet	13
3.7 Hiukkasmaiset epäpuhtaudet	15
3.8 Henkilökohtaiset ja psykososiaaliset tekijät	16
4 SISÄYMPÄRISTÖONGELMIIN LIITTYVIÄ TERVEYSHAITTOJA	18
4.1 Kosteusvaurioaltistumiseen liittyviä terveyshaittoja	18
4.2 Muihin sisäympäristöongelmiin liittyviä terveyshaittoja	19
5 SISÄYMPÄRISTÖONGELMIEN TUTKIMINEN	21
5.1 Kosteustekninen kuntotutkimus	23
5.2 Sisäilmaston kuntotutkimus	29
5.3 Mikrobiologiset mittaukset	32
6 SISÄYMPÄRISTÖONGELMIEN HALLINTA	37
6.1 Kuinka sisäympäristöongelmat koetaan?	38
6.2 Sisäympäristöongelmien ennaltaehkäisy	39

6.3 Sisäilmatyöryhmä	39
6.3.1 Yhteistyö ja luottamus	41
6.3.2 Viestintä ja tiedottaminen	42
6.3.3 Ongelman ratkaisuprosessi	43
7 YHTEENVETO	45
LÄHTEET	46
LIITTEET	

SANASTO

Altistuminen tarkoittaa ihmisen joutumista kosketukseen haitallisen tekijän kanssa. Altistuminen sinällään ei aiheuta terveydellisiä haittavaikutuksia. Terveydellisen haittavaikutuksien ilmaantuminen riippuu altistumisen ajallisesta ja määrällisestä voimakkuudesta.

Asiantuntija on henkilö, yritys, laitos tai muu vastaava taho, jolla on tietyn ongelman ratkaisuun sopiva koulutus, kokemus ja osaaminen, mutta jolla ei ole ongelmakohteen suhteen omaa taloudellista, terveydellistä tai muuta intressiä.

Haittatekijä on kemiallinen, fysikaalinen tai psykososiaalinen tekijä, jolla voi olla tai jolla on kielteinen vaikutus terveyteen.

Kosteustekninen kuntotutkimus on rakenteiden kosteustekniseen toimintaan painottuva rakennuksen kuntotutkimus, johon voi liittyä näytteidenottoa mahdollisen mikrobikasvuston toteamiseksi sekä tarvittavien korjaustoimien määrittämistä.

Kuntoarvio on rakennuksen rakenteellisen kunnan arviointi, joka perustuu silmämääräiseen havainnoitiin rakenteita rikkomatta.

Kuntotutkimus on kuntoarviota täydentävä ja tarkentava tutkimus, jonka avulla selvitetään eri rakennusosien ja vaurioiden korjaustarpeet ja -mahdollisuudet.

MVOC (microbial volatile organic compounds) ovat haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, jotka ovat lähtöisin mikrobeista.

Orgaaninen on eloperäinen, elävästä luonnosta peräisin oleva.

Sisäilma on rakenteiden rajaamalla alueella olevaa ilmaa.

Sisäilma-asiantuntija on henkilö, jolla on asianmukainen koulutus alalle, tuntee sisäilmaston laatuun vaikuttavat tekijät (erityisesti rakennustekniikka ja ilmanvaihtojärjestelmä) ja kykenee toimimaan sisäilmatyöryhmän asiantuntijajäsenenä. Sisäilma-asiantuntija hallitsee kemialliset, biologiset ja fysikaaliset haittatekijät.

Sisäilmasto Sisäilmaa laajempi käsite, jolla yleensä tarkoitetaan sisäilman epäpuhtauksien lisäksi myös ilmanvaihtojärjestelmää ja lämpöolosuhteita.

Sisäympäristö on sisäilmastoa laajempi käsite, jolla tarkoitetaan sisäilmaston lisäksi valaistusta, ääniympäristöä ja ergonomisia tekijöitä. Sisäympäristö käsittää myös muita tekijöitä, jotka vaikuttavat sisäympäristöön kuten käytettävyys, esteettömyys, turvallisuus ja psykososiaaliset näkökulmat sekä monet viihtyvyystekijät (esim. värit ja materiaalit). Sisäympäristössä ei ole tuotannollista lähteitä, vaan ”sisäympäristöllä” tarkoitetaan esim. toimistojen, koulujen ja päiväkotien sisäympäristöä.

Sisäilmasto-ongelma on terveyttä tai turvallisuutta vaarantava puute tai ongelma rakennuksessa tai sen osassa. Syynä voi olla esimerkiksi kosteus- ja homevaurio, rakennusmateriaaleista aiheutuva kemiallinen päästö, orgaaninen pöly tai toiminnasta aiheutuva vika tai virheellinen ylläpito.

Terveyshaitta on ihmisen tai väestön terveyteen kielteisesti vaikuttava tapahtuma. Haittavaikutus voi olla kuolema, pysyvä sairaus, ohimenevä sairaus, oire, toimintakyvyn heikkeneminen tai viihtyvyyshaitta.

Tilan käyttäjät ovat tiloissa toimivan organisaation henkilöstö, asiakkaat ja muut mahdolliset tilan käyttäjät.

TVOC (total microbial volatile organic compounds) ovat haihtuvien orgaanisten yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus.

VOC Volation Organic Compound eli haihtuva orgaaninen yhdiste. Nämä ovat huonelämpötilassa kaasumaisessa olotilassa olevia kemiallisia yhdisteitä.

1 JOHDANTO

Ihmiset viettävät yhä suuremman osan ajastaan sisätiloissa ja sisätiloilta myös vaaditaan yhä parempaa. Katto pään päällä ei enää riitä, vaan halutaan myös oikea valaistus, vedoton sekä sopivan lämpöinen sisäilma. Rakennuksen ylläpidon ja huollon on myös sopeuduttava näihin paremman asumistason vaatimuksiin.

Sisäympäristöön liittyvät haitat nousevat usein esille työympäristöissä. Haittatekijöinä voi olla kuiva tai tunkkainen huoneilma, vetoisuus, kylmyys, pölyisyys tai sisäilman poikkeavat hajut. Ongelmien selvittämiseen liittyvät työmenetelmät sekä sisäilmatutkijoiden koulutus ja ammattitaito on viimeisen kymmenen vuoden aikana kehittynyt voimakkaasti, mutta aina eivät oikeat tekniset ratkaisutkaan takaa onnistumista. Työympäristössä ongelmat voivat pahimmillaan kärjistyä ja työyhteisö joutuu ongelmakehitykseen.

Tämän insinööriyön tilasi Kajaanin kaupungin tilapalvelu. Tilapalvelu vastaa ja huolehtii kaupungin omistamien rakennusten suunnittelusta, rakennuttamisesta, toimitilojen hallinnosta sekä yllä- ja kunnossapidosta. Kaupunki omistaa toimitiloja n. 250 000 huoneistoneeliometriä, jotka on vuokrattu hallintokunnille. Insinööriyön tavoitteena oli laatia tilapalveluille toimintamalli sisäympäristöongelmien hallintaan. Toimintamallin tarkoituksena on selkeyttää sisäympäristöongelmien käsittelyä, auttaa yhteistyön rakentamista ja opastaa etenemään suunnitelmallisesti kohti sisäympäristöongelmien ratkaisua.

Insinööriyön teoriaosuuteen koottiin kirjallisista lähteistä uusimmat tiedot sisäilmaston epäpuhtauksista, niiden aiheuttamista terveyshaitoista sekä sisäympäristöongelmien tutkimisesta. Lisäksi pohdittiin sisäilmatyöryhmän toimintaa ja sisäympäristöongelmien ennaltaehkäisyä sekä yhteistyön ja viestinnän merkitystä sisäympäristöongelmien käsittelyssä.

Liitteeksi laaditun toimintamallin runkona käytettiin Suomen Kuntaliiton ”Sisäympäristöongelmien ratkaiseminen kuntien rakennuksissa” -ohjetta. Tätä ohjetta soveltaen laadittiin Kajaanin kaupungin tilapalvelun sisäympäristöongelmista vastaavien henkilöiden kanssa yhteistyössä toimintamalli, jota tilapalvelun sisäympäristöongelmista vastaavat henkilöt sekä toimitilojen käyttäjät voivat hyödyntää sisäympäristöongelmien ratkaisuisissa.

2 SISÄYMPÄRISTÖ

Hyvä sisäympäristö vaikuttaa ihmisten hyvinvointiin. Ihmiset viettävät suurimman osan, jopa noin 90 % ajastaan sisätiloissa, ja vuorokaudessa hengitämme sisäilmaa noin 30 - 40 m³. Sisäilma koostuu erilaisista kaasuista, jotka ovat välttämättömiä ihmiselle, mutta se voi sisältää myös monenlaisia ihmisen terveydelle haitallisia epäpuhtauksia. Sisäilman laadun mittaamiseen ei ole olemassa yksiselitteistä mittaamenetelmää. Voidaankin sanoa, että ihminen pystyy aistiensa avulla parhaiten määrittämään sisäilmaston laatua. Hyvän sisäympäristön tunnusmerkkejä ovat:

- Huonelämpötila on 21–22 °C.
- Ilmankosteus on lämmityskaudella 25–45 %.
- Ilma on puhdasta ja raikasta eikä siinä ole poikkeavia hajua.
- Ilma vaihtuu riittävästi.
- Tilassa on toimintaan nähden riittävä valaistus.
- Tilassa ei ole häiritsevää melua. [1.]

Sisäilman laatua heikentäviä epäpuhtauksia voivat olla esimerkiksi ulkoilmasta kulkeutuvat epäpuhtaudet, kosteusvaurioista kulkeutuvat epäpuhtaudet, teolliset mineraalikuidut, eläin- ja huonepöly sekä kemialliset epäpuhtaudet [2]. Sisäilman epäpuhtauksien kasvaessa voi rakennuksessa olevat ihmiset reagoida niihin terveysoirein tai epäviihtyvyytuntemuksin [1]. Ihmisten kokemuksiin sisäilmahaittoihin voivat vaikuttaa myös psykososiaaliset tekijät, kuten esimerkiksi tyytymättömyys työhön, liian kuormittava työ sekä henkilökohtainen hyvinvointi [3].

Suomessa on laadittu useita ohjeita ja määräyksiä, joissa käsitellään sisäilman laatuun liittyviä tekijöitä. Seuraavassa on esitetty neljä yleisimmin käytettyä ohjetta tai määräystä, joiden tavoitteena on ohjata rakentamista ja rakennuksen ylläpitoa kohti terveellisempää ja viihtyisämpää sisäympäristöä.

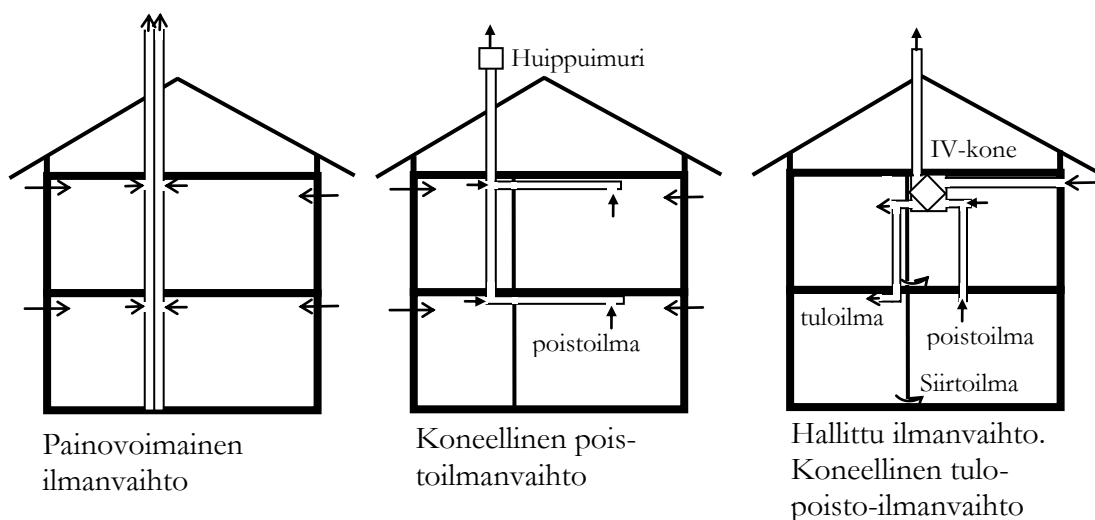
- Sosiaali- ja terveysministeriön laatimassa Asumisterveysohjeessa käsitellään asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Ohjeessa on esitetty asuntojen ja muiden oleskelutilojen olosuhteita kuvaavien tekijöiden mittausmenetelmiä, tulosten tulkintaa sekä terveysperusteisia raja-arvoja. Asumisterveysohje soveltuu hyvin kunnan terveydenhuoltoviranomaiselle ohjeeksi asunnon tarkastukseen sekä myös muille sisäilman laatua ja rakennuksen kuntoa tutkiville henkilöille. [2.]
- Sosiaali- ja terveysministeriön laatima asumisterveysopas on asumisterveysohjeen soveltamisopas, jossa käsitellään asuntojen ja soveltuvien osien muiden oleskelutilojen olosuhteiden tutkimisessa käytettäviä menetelmiä, tulosten tulkintaa ja annetaan ohjeita asunnontarkastuksen tekemiseen. Asumisterveysopas on ohjeen ohella tarkoitettu erityisesti terveysvalvonnan käyttöön, asunnontarkastuksia tekevän terveydensuojelun viranhaltijan käsikirjaksi. [4.]
- Ympäristöministeriön julkaisemassa Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 ”Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto” määräykset ja ohjeet käsittelevät uudisrakentamisen sisäilmastoa ja ilmanvaihtoa. Siinä on määrätty sisätilojen oleskeluvyöhykkeellä sisäilmaston lämpöolot, ilmanlaatu, ääniolosuhteet, valaistusolosuhteet sekä ilmanvaihdon vaatimustasot. [5.]
- Sisäilmayhdistyksen laatimassa Sisäilmastoluokitus 2008:ssa määritetään sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Luokitusta voidaan käyttää uudisrakentamisessa sekä soveltuvien osien myös korjausrakentamisessa. Sisäilmastoluokitus on tarkoitettu käytettäväksi rakennus- ja taloteknisen suunnittelun ja urakoinnin sekä rakennustarviketeollisuuden apuna. Luokitus täydentää Suomen Rakentamismääräyskokoelman määräyksiä, rakennustöiden yleisiä laatuvaatimuksia (RYL), tiettyjä rakennusselostusohjeita, LVI-selostusohjeita, urakkarajaliitteen mallia, LVI- ja RT-ohjekortteja sekä muita rakentamiseen liittyviä asiakirjoja. Luokitus ei kumoakaan viranomaisäännöksiä ja niistä julkaistuja tulkintoja. [6.]

3 SISÄYMPÄRISTÖN LAATUA HEIKENTÄVÄT TEKIJÄT

3.1 Rakennuksen ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tarkoituksena on ylläpitää sisätiloissa terveellinen ja viihtyisä sisäilma. Ilmanvaihtojärjestelmien avulla tuodaan huonetiloihin puhdasta ulkoilmaa ja poistetaan huonetiloista likaista ja kosteaa ilmaa. Asuinrakennuksissa ilman on vaihdettava vähintään kerran kahdessa tunnissa, ja esimerkiksi koulun luokkatilassa ilmanvaihtokerroin on 6 dm^3 sekunnissa jokaista henkilöä kohden. Tarkemmin ilmanvaihdon ilmamääristä on esitetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2, Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Ilmanvaihdon tulo- ja poistoilmamäärät pyritään mitoittamaan siten, että rakennuksen sisätila olisi hieman alipaineinen ulkoilmaan nähden. [5.]

Rakennuksen ilmanvaihto voidaan toteuttaa joko painovoimaisesti tai koneellisesti. 1960-luvulle asti rakennuksien ilmanvaihto on toteutettu lähes yksinomaan painovoimaisena ilmanvaihtona. Tämän jälkeen rakennuksiin tehtiin koneellinen poistoilmanvaihto, kunnes 1980-luvulla yleistyi koneellinen tulo-poistoilmanvaihto. Nykyään lähes kaikkien rakennuksien ilmanvaihto toteutetaan koneellisella tulo-poisto-ilmanvaihdolla, joka sisältää myös lämmön talteenoton. [4.] Kuvassa 1 on esitetty eri ilmanvaihtojärjestelmien toimintaperiaatteet.



Kuva 1. Ilmanvaihtojärjestelmien toimintaperiaatteet

3.1.1 Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimaisessa ilmanvaihdossa ilman vaihtuminen perustuu lämpötilaeroon ja tuulen aiheuttamiin paine-eroihin ulko- ja sisäilman välillä. Ulkoilma tulee huoneisiin korvausilmaventtiileistä hallitusti ja rakennusvaipan epätiivetyshohtien kautta hallitsemattomasti. Sääolosuhteiden vaihtelusta johtuen ilmamäärät vaihtelevat huomattavasti. Ongelma on erityisen suuri kesällä tyynellä kelillä, jolloin ilmanvaihtuvuus voi jäädä hyvinkin vähäiseksi. [5.]

3.1.2 Koneellinen poistoilmanvaihto

Koneellisessa poistoilmanvaihdossa poistoilman määrää tehostetaan poistopuhaltimella. Raittiin ilman tuonti perustuu rakennuksen vaipan vuotoihin ja esimerkiksi ikkunoiden päälle sijoitettuihin korvausilmaventtiileihin. Ilmavirtaukset voivat etenkin pakkaskautena aiheuttaa vetoa, jolloin venttiileitä säädetään pienemmälle tai jopa tukitaan. Tämä taas lisää hallitsemattomien ilmapuotojen määrää. Koneellisessa poistoilmanvaihdossa poistoilmahormit mitoitetaan suuremmalle ilmanopeudelle kuin painovoimaisessa ilmanvaihdossa, jolloin ilmanvaihtokanavat vievät vähemmän tilaa. [4].

3.1.3 Hallittu ilmanvaihto

Hallitussa ilmanvaihdossa sisätiloihin tuodaan ja sisätiloista poistetaan ilmaa koneellisesti. Tällä tavoin ilmanvaihto on helpommin hallittavissa ja jokaiseen huonetilaan saadaan tällöin haluttu ilmavirta. Tuloilma johdetaan oleskelutiloihin, kuten makuuhuoneisiin ja olohuoneeseen, ja ilmaa poistetaan wc:stä, pesutiloista, keittiöstä ja vaatehuoneista. Koneellisessa tulo- ja poistoilmanvaihdossa tuloilma lämmitetään poistoilman lämmöllä lämmön talteenottolaitteiston avulla sekä erillisellä jälkilämmityspatterilla. Ilmanvaihtokoneessa on myös ilmansuodattimet, ja se voidaan varustaa myös jäähdytyksellä ja ilmankostutuksella.

3.1.4 Rakennuksen tiiveyden vaikutus ilmanvaihtoon

Rakennuksen vaipan tiiveys on tärkeä tekijä ilmanvaihdon toiminnan kannalta. Parhaiten tiiveys saadaan toteutettua tiiviillä höyrynsululla, jonka kaikki liitokset ja läpiviennit tiivistetään huolellisesti. Ilmanvaihtoa pystytään helpommin hallitsemaan tiiviissä rakennuksessa, jossa lähes kaikki ilma kulkee ilmanvaihtojärjestelmien kautta. Usein väitetään, että liian tiiviit talot aiheuttavat sisäilmaongelmia. Varsinaisesti rakenteiden tiiveys ei kuitenkaan ole ongelmien syy, vaan syynä ovat sisäilman epäpuhtaudet, jotka kasaantuvat heikon ilmanvaihdon takia. Toimiva ilmanvaihto parantaa merkittävästi sisäilman laatua, koska se pystyy laimentamaan ja poistamaan epäpuhtauksia. Mitä suurempi on tilojen ilmanvaihtuvuus, sitä tehokkaammin se vähentää sisäilman epäpuhtauksien aiheuttamia terveysvaikutuksia. [7.]

Ilmanvaihdon tyypillisimmät ongelmat liittyvät yleensä painovoimaiseen ilmanvaihtoon ja koneellisella poistolla toteutettuun ilmanvaihtoon sekä ilmanvaihtojärjestelmien puutteelliseen huoltoon. Poistoilmanvaihtojärjestelmissä ongelmana on yleensä se, että hallittuja tuloilmareittejä ei ole järjestetty tai suunnitellut korvausilmareitit on tukittu, jolloin ilma tulee rakenteiden läpi tuoden mukanaan rakenteista epäpuhtautta sisätiloihin.

3.1.5 Ilmanvaihdon huolto ja seuranta

Ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa on seurattava ja järjestelmiä huollettava. Liian usein tulee vastaan puutteellisesti huollettuja ilmanvaihtojärjestelmiä, joissa ilmansuodattimia ei ole vaihdettu useaan vuoteen tai ilmanvaihtokoneen hihnan katkeaminen on katkaissut ilmanvaihdon. Ilmanvaihtokoneen suodattimet tulee vaihtaa noin 2-3 kertaa vuodessa. Suodatinluokan tulee vastata iv-laitteistovaatimusta ja tilojen käyttösuositusta. Ilmanvaihdon ilmamäärät tulisi aika ajoin tarkastaa ja ilmanvaihtokanavat puhdistaa noin kymmenen vuoden välein. Rakennuksien käyttäjien tulee tietää, millainen ilmanvaihtojärjestelmä rakennuksessa on ja miten sen pitää toimia, jotta mahdollisiin ilmanvaihdon puutteisiin osataan reagoida nopeasti. Ilmanvaihdon puutteet täytyy ilmoittaa välittömästi rakennuksen huoltoon.

3.1.6 Ilmanvaihto tuulettuvissa rakenteissa

Ilman tulee sisätilojen lisäksi vaihtua myös tuulettuvissa rakenteissa, kuten ala- ja yläpohjassa sekä ulkoverhouksen ilmaraoissa. Tuuletustiloissa ilmanvaihdon tarkoituksena on lähinnä poistaa tiloissa syntyvä tai niihin joutunut kosteus. Tuulettuvien rakenteiden ilmanvaihto toimii yleensä painovoimaisesti, mutta esim. ala- ja yläpohjan kuivana pitäminen voi mahdollisesti edellyttää tuuletuksen lisäksi joko kesäaikaista lämmitystä tai koneellista kuivausta.

3.2 Rakennuksen käyttö

Rakennuksen käyttö tuo sisäilmaan monenlaisia epäpuhtauksia ja kosteutta. Peseytyminen, pyykinkuivaus ja ruuanlaitto lisäävät sisäilman kosteustuottoa. Ihmisen hengitys kuluttaa happea ja tuottaa hiilidioksidia. Kodin tekstiileistä, vaatteista ja kotieläimistä vapautuu pölyä, ja erilaiset hajusteet sekä huonekasvit voivat aiheuttaa ärsytysoireita. Näitä epäpuhtauksia voidaan hallita huolellisella siivouksella, toimivalla ilmanvaihdolla sekä hallitulla veden käytöllä.

Hallitulla veden käytöllä vähennetään pintojen kosteusrasitusta. Peseytyminen, astioiden- ja pyykinpesu sekä siivous lisäävät pintojen ja myös sisäilman kosteuskuormaa. Pesutilan pinnat tulisi aina kuivata pesun jälkeen ja pesutilojen ilmanvaihtoa pitäisi tehostaa. Peseytymisen tulisi myös olla hallittua, ettei vettä roisku tarpeettoman laajalle. Suihkussa käydessä tulee myös seurata, että vesi poistuu lattiakaivoon. Valitettavan yleisiä ovat ne vesivahingot, joissa pesuvesiä on roiskunut pesuhuoneen oviaukosta eteisen puolelle tai viemärin tukkeutumisen seurauksena vesi on tulvinut pesuhuoneen kynnyksen yli.

Työpaikoilla ja myös oppilaitoksissa käytetään monenlaisia tuotteita tai työmenetelmiä, joista vapautuu kaasumaisia tai hiukkasmaisia yhdisteitä. Työntekijöiden tulee suojautua epäpuhtauksilta asianmukaisin henkilökohtaisin suojaimin. Epäpuhtauksia tuottavat työt tulisi tehdä alipaineistetuissa tiloissa tai esim. kohdepoistolla vähentää epäpuhtauksien leviämistä ympäröiviin tiloihin.

3.3 Siivous

Siivouksella vähennetään pinnoilla ja sisäilmassa olevaa pölyä sekä muita epäpuhtauksia. Säännöllisellä siivouksella on erittäin tärkeä merkitys sisäilman laadun hallinnassa, koska pinnoille kertyvä pöly ja lika toimivat mikrobien kasvualustana ja kaasumaisten epäpuhtauksien kerääjänä. Siivoustiheys ja siivouksen laatu valitaan tilan käytön mukaan. Siivouksen aikana ilman epäpuhtausmäärät ovat suurimmillaan, joten siivousta ei tulisi työpaikoilla ja kouluissa tehdä varsinaisen käytön aikana.

Pinnoille kertyneet pölyt ja epäpuhtaudet poistetaan parhaiten imuroimalla sellaisella imurilla, jossa on riittävä imuteho ja hyvä suodatusluokka. Suositeltavaa on käyttää keskusimuria, koska se vie siivouksessa poistettavat pölyt suoraan ulos. Imurointia täydennetään nihkeäpyyhinnällä, jolloin myös hienopöly ja lika saadaan poistettua. Siivouksessa käytettävien kemikaalien valinnassa tulisi kiinnittää huomiota niiden haitallisuuteen. Viimeaikaisissa tutkimuksissa on todettu muutamien desinfioivien siivousaineiden sisältävän terveydelle haitallisia yhdisteitä. [8.] Pintojen siivoamisessa huomioidaan tilojen ja pintamateriaalien kosteudenkestävyys. Siivous ei saa vaurioittaa pintamateriaaleja eikä siivousvettä saa päästä jalkalistojen alle tai muutoin rakenteisiin.

3.4 Kosteus- ja mikrobivauriot

Kosteusvauriolla tarkoitetaan rakenteiden kastumista niin, että rakenne vaurioituu. Kosteuden jatkuessa pitempään alkaa materiaaleissa kasvaa mikrobeja, kuten home- ja hiivasieniä sekä bakteereita, jolloin kosteusvauriosta muodostuu myös mikrobivaurio. Rakenteiden kuivuessa nopeasti ei mikrobivaurioitumista enää tapahtua.

Rakenteiden kosteus- ja mikrobivaurioihin vaikuttavat useat rakennustekniset sekä kunnossapitoon ja huoltoon liittyvät tekijät. Yleensä vauriot ovat syntyneet pitkällä aikavälillä ja vauriot johtuvat monesta eri tekijästä. Vaurioiden tyypillisimpiä aiheuttajia ovat kosteusvaurioille alttiit rakenteet ja materiaalit, suunnittelu- ja rakentamisprosessin pirstaleisuus, huolimattomuus, rakennusvirheet, työmaasuojauksen puutteellisuus sekä erilaiset vuotovahingot. Lisäksi rakennusten vääränlainen käyttö, puutteellinen huolto ja kunnossapito lisäävät kosteusvaurioriskiä. [9.]

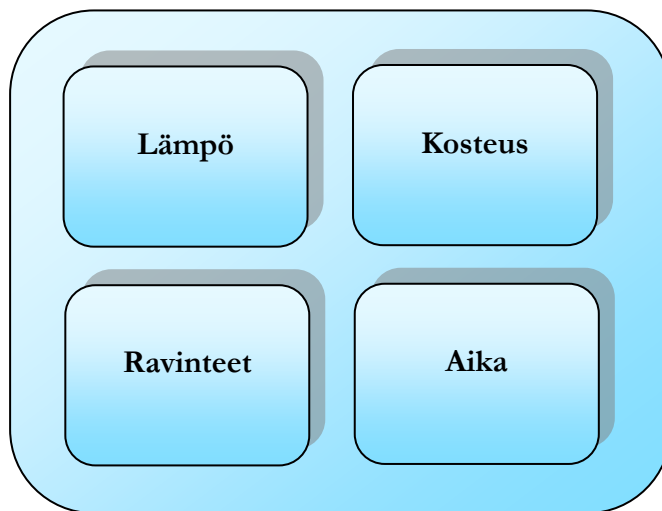
Rakenteissa olevan kosteus- ja mikrobivaurion vaikutus sisäilman laatuun riippuu vaurion laajuudesta ja sijainnista rakenteessa sekä rakenteiden tiiveydestä. Kosteus- ja mikrobivaurion katsotaan olevan haitallista silloin, kun rakennuksen sisäpinnoilla tai sisätiloissa on näkyvää kosteus- tai mikrobivauriota, tai todettujen mikrobivaurioituneiden rakenteiden tai tilojen kautta tulee ilmaa sisätiloihin. Kosteus- ja mikrobivaurioilla on todettu olevan yhteys tilojen käyttäjien oireisiin sekä sairasteluun. Vielä ei kuitenkaan tarkkaan tiedetä, mikä oireita aiheuttaa ja millä mekanismeilla. Kostuneista ja mikrobivaurioituneista rakenteista vapautuu mm. itiöitä, mikrobien osia, kaasumaisia epäpuhtauksia, mykotoksiineja eli homemyrkköjä ja allergeeneja. Nämä epäpuhtaudet voivat aiheuttaa ihmisille mm. ärsytysoireita, infektiosairauksien lisääntymistä ja yliherkkyysairauksia [9.]

Mikrobit ovat pieneliöitä, joihin kuuluvat virukset, bakteerit sekä rakenteeltaan yksinkertaisimmat sienet, kuten hiivat ja homeet. Mikrobeja on lähes kaikkialla, mutta yleensä näistä ympäristön mikrobeista ei aiheudu ihmiselle haittaa, vaan ne ovat usein jopa hyödyksi. Ongelmia kuitenkin muodostuu mikrobien lisääntyessä esimerkiksi kosteusvaurion seurauksena. Kostealla alustalla alkaa kasvaa home- ja hiivasieniä sekä bakteereita tuottaen ympäristöön itiöitä, haihtuvia orgaanisia yhdisteitä ja toksiineita. [1.]

Ilman mikrobipitoisuudet vaihtelevat Suomessa voimakkaasti eri vuodenaikojen mukaan. Suurimmalle osalle mikrobeista maaperä toimii elin- ja säilymisympäristönä, joten talvella maan ollessa jäässä ovat ulkoilman ja myös sisäilman mikrobipitoisuudet huomattavasti alhaisempia. Suomen ulkoilmassa esiintyy mm. seuraavia sieni-itiöitä. Suluissa on esitetty kunkin sieni-itiön osuus ulkoilman kokonaisitiömäärästä:

- Cladosporium (85 %)
- Penicillium (4 %)
- Botrytis (2 %)
- Fusarium (0,8 %)
- Aureobasidium (0,5 %)
- Geotrichum (0,5 %)
- Verticillium (0,5 %)
- Mucor (0,2 %). [10.]

Mikrobit vaativat kasvaakseen ravintoa, kosteutta ja sopivan lämpötilan. Ravintoa ne saavat jopa ilmassa olevasta pölystä, ja normaalissa huonelämpötilassa ne viihtyvät hyvin. Alle 0 °C:n ja yli 60 °C:n lämpötiloissa ei juuri mikään mikrobi pysty kasvamaan, mutta pakkasen puolella oleva lämpötila ei kuitenkaan tuhoa mikrobikasvustoa. Materiaalin suhteellisen kosteuden kohotessa yli 70 %:n mahdollistuu mikrobien lisääntyminen ja kasvaminen. Ainoastaan kosteuden hallinnalla voidaan rajoittaa mikrobien kasvua. [1.] Kuvassa 2 on esitetty mikrobikasvun edellytykset.



Kuva 2. Mikrobikasvun edellytykset

Hiiwa- ja homesienet kasvavat muodostamalla rihmamaisia rakenteita tai kuroutumalla. Kasvessaan sienet tuottavat miljoonia itiöitä, joiden avulla ne lisääntyvät. Kasvuvaiheesta ja kasvuolosuhteista riippuu, tuottaako sieni ilmaan vapautuvia itiöitä. Kostealla kasvualustalla sienet kasvavat paikallaan tuottaen vain vähän haitallisia itiöitä, mutta kasvupaikan kuivuessa mikrobit alkavat tuottaa runsaammin itiötä löytääkseen itselleen suotuisimman kasvupaikan. Sienillä on tärkeä merkitys eloperäisen materiaalin hajottamisessa yksinkertaisemmaksi, muille pieneliöille käyttökelpoisiksi yhdisteiksi. Sienet hajottavat myös monia rakennusmateriaaleja, kuten puuta, maalia, orgaanisia eristeitä, paperia sekä muita orgaanisia materiaaleja. Ne eivät kuitenkaan pysty hajottamaan esimerkiksi mineraalivillaa, betonia, lasia tai muita epäorgaanisia materiaaleja. Sienet pystyvät kasvamaan myös epäorgaanisissa materiaaleissa, jolloin ne saavat ravintoa materiaalin pinnoilla olevasta pölystä. Homeen kasvun kannalta kriittisenä kosteutena pidetään 70-80 %:n suhteellista kosteutta. [1.]

Lahottajasienet tunkeutuvat rihmastoja avulla puun sisään ja hajottavat mm. puun selluloosaa, hemiselluloosaa ja ligniiniä, jolloin puun lujuus heikkenee. Lahottajasienet leviävät itiöemän pinnalle muodostuneiden itiöiden avulla, jotka voivat levitessään laskeutua pinnoille ruskeaksi pölyksi. Tyypillisimpiä lahottajasieniä ovat ruskolahottajasienet, joihin kuuluu myös lattiasieni. Lattiasieni lahottaa kuivankin puun ja tunkeutuu jopa betoniin. Lattiasieni kasvaa erittäin nopeasti, mutta lämpötilan vaihtelut voivat olla sille tuhoisia. Muita ruskolahottajasieniä ovat kellarisieni, laakakääpä ja saunakääpä. Lahottajasienien esiintyminen rakennuksessa on merkki pitkäaikaisesta ja korkeasta kosteusrasituksesta. Lahottajasienien kasvun kannalta kriittisenä kosteutena pidetään 90-95 %:n suhteellista kosteutta. [1.]

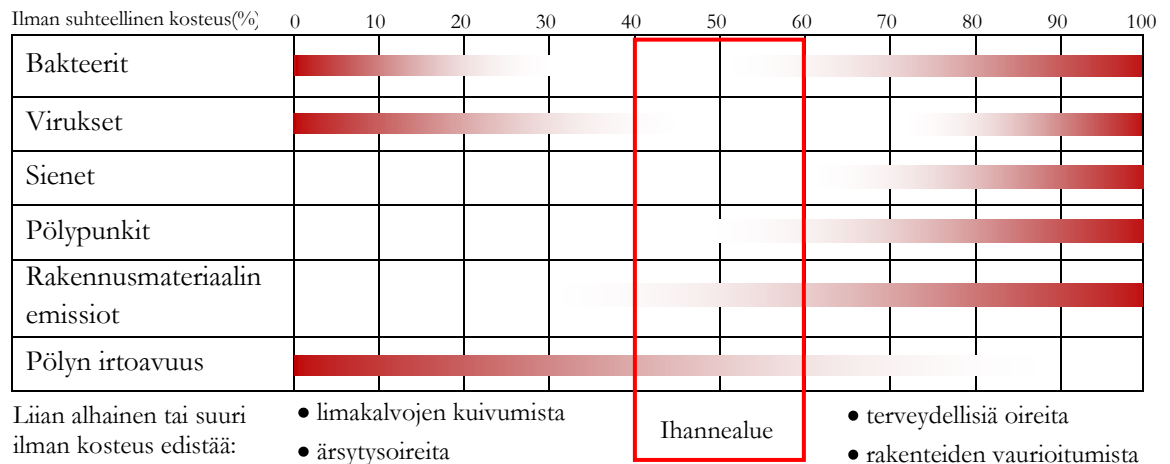
Bakteerien rakenne on sieniä yksinkertaisempi, ja ne lisääntyvät jakautumalla kahtia. Bakteereita on kaikkialla maaperässä, vesissä ja ilmassa, ja niillä on tärkeä merkitys luonnon kiertokulussa. Eräs vaarallinen bakteeri on sädesieni, joka käyttäytyy kosteusvauriokohteissa kuten homesienet. Nimestään huolimatta sädesieni eli aktinobakteeri kuuluu maaperäbakteerien ryhmään. Sädesienille on tyypillistä voimakas maakellarimainen haju, joka ärsyttää hengitysteitä. Tärkeimmät sädesienisuvut, joilla on terveydellistä merkitystä, ovat *Streptomyces* ja *Thermoactinomyces*. [1.]

3.5 Fysikaaliset tekijät

Sisäilmaston fysikaalisia tekijöitä ovat mm. lämpötila, kosteus, melu, radon ja valaistus. Fysikaaliset tekijät vaikuttavat siihen, miten epäpuhtaudet sisäilmassa ilmenevät ja miten ihminen kokee sisäilman [1]. Fysikaaliset tekijät vaikuttavat lähinnä ihmisen viihtyvyyteen. Lämpötila on tärkein viihtyvyyteen vaikuttava tekijä. Ihminen aistii herkästi sisäilman poikkeavan lämpötilan ja vetoisuuden. Alhaiset pintalämpötilat aiheuttavat vedon tunnetta ja sisäilman kosteuden tiivistymistä pinnoille. Lämmin ilma aiheuttaa väsymystä sekä lisää materiaaleista vapautuvien kaasumaisten yhdisteiden määrää. Yleensä ihmisten kokema hyvä sisälämpötila on 20-22 °C [4.]

Kuivassa ilmassa ihmiset kokevat ihon, hengitysteiden ja silmien kuivumista. Kuiva ilma lisää myös materiaaleista vapautuvien hiukkasmaisten epäpuhtauksien määrää. Kostea sisäilma tuntuu tunkkaiselta ja se voi aiheuttaa kosteuden tiivistymisen takia rakenteisiin kosteusvaurioita. Kuvassa 3 on esitetty huoneilman suhteellisen kosteuden vaikutusta sisäilmaston epäpuhtauksiin. [11.]

Ihmislle ja rakennukselle sisäilman suhteellisen kosteuden tavoitearvo on talvisin 25-45 % ja kesäisin 30-60 %. Talvisin pakkasjaksoilla sisäilman suhteellinen kosteus laskee jopa alle 10 %:n, varsinkin, jos talossa on voimakas ilmanvaihto ja vähäinen kosteustuotto. Kesällä, heinä- ja elokuussa, voi ilmankosteus kohota jopa yli 70 %:n, jolloin korkea kosteus voi aiheuttaa esimerkiksi viileämissä kellareissa ja alapohjan tuuletustiloissa kosteuden tiivistymistä rakenteiden pinnoille. [4.]



Kuva 3. Huoneilman suhteellisen kosteuden vaikutus sisäilmaston epäpuhtauksiin [11].

Radon on hajuton, mauton ja näkymätön kaasu, jonka hajoamistuotteiden aiheuttama säteily voi aiheuttaa keuhkosityöpiä. Radonkaasut palautuvat hengitettäessä takaisin sisäilmaan, mutta kaasun hajoamistuotteet ovat kiinteitä ja voivat tarttua pitemmäksi aikaa hengitysteihin. Nämä kiinteät hajoamistuotteet aiheuttavat säteilyä, joka lisää keuhkosityöpäriskiä. Radon on peräisin maaperästä, josta se pääsee alapohjan epätiivelyskohtien kautta myös sisäilmaan. Huonetilojen vähäinen ilmanvaihto sekä rakennuksen alipaineisuus lisäävät radonin aiheuttamaa haittaa. [7.]

Hyvä valaistus lisää ihmisten viihtyvyyttä ja myös työn tuottavuutta. Valaistuksen suunnittelussa on syytä kiinnittää huomiota valonlähteen sijaintiin, valon väriämpötilaan ja värintoistoon. Valonlähteen sijoittaminen siten, että valo heijastuu seinä- ja kattopinnoilta, antaa tasaisemman valon eikä valo häikäise samoin kuin esimerkiksi pistemäinen halogeenivalo.

3.6 Kaasumaiset epäpuhtaudet

Kaasumaiset epäpuhtaudet voidaan jakaa orgaanisiin ja epäorgaanisiin. Sisäilman kaasumaisten yhdisteiden lähteitä ovat mm. ulkoilma, toiminta sisätiloissa, rakennusmateriaalien päästöt ja ihminen itse. Sisäilman kannalta merkittäviä epäorgaanisia kaasumaisia yhdisteitä ovat hiilidioksidi, hiilimonoksidi eli häkä, otsoni, rikkidioksidi ja muut rikkiyhdisteet sekä typen oksidit ja ammoniakki. Orgaanisia kaasumaisia yhdisteitä sisäilmassa esiintyy satoja ja niiden pitoisuudet ovat normaalisti hyvin pieniä. [7.]

Hiilidioksidia tulee sisäilmaan ulkoilmasta ja ihmisen hengityksestä. Sisätilan heikko ilmanvaihto ja suuri ihmismäärä lisäävät sisäilman hiilidioksidipitoisuutta, mikä aiheuttaa mm. väsymystä, päänsärkyä, levottomuutta sekä keskittymiskyvyn herpaantumista. Sisäilman hiilidioksidipitoisuudelle on annettu tavoitearvot Sisäilmayhdistyksen laatimassa sisäilmastoluokituksessa. [7.]

Hiilimonoksidi eli häkä on myrkyllinen kaasu ja sitä syntyy hiiltä sisältävien aineiden epätäydellisen palamisen seurauksena. Häkä itsessään on hajuton, mauton ja väritön kaasu, mutta sen vaarasta voivat viestiä muut palokaasut. Sisätiloihin häkää voi tulla ulkoa liikenteen pakokaasuista, tupakoinnista sekä tulisijoista, jos esimerkiksi tulisijan pellit suljetaan liian aikaisin. Hiilimonoksidin terveydelliset vaikutukset perustuvat kykyyn sitoutua hemoglobiiniin, mikä aiheuttaa häkämyrkytyksen. Häkämyrkytyksen oireita ovat sydämen ja hermoston toiminnalliset muutokset, päänsärky, huimaus, pahoinvointi ja jopa kuolema. [7.]

Otsoni eli O_3 muodostuu alailmakehässä eli troposfäärissä ilmansaasteiden ja ultraviolettisäteilyn valokemiallisessa reaktioketjussa. Otsonia tuottavat myös kopiokoneet, lasertulostimet ja ilmanpuhdistimet. Otsoni on hyvin reaktiivinen hengitysteihin vaikuttava kaasu. Se ärsyttää silmiä ja hengitysteiden limakalvoja. [1.]

PAH-yhdisteitä (polysykliset aromaattiset hiilivedyt) syntyy orgaanisen aineen, esimerkiksi puun, epätäydellisen palamisen seurauksena. PAH-yhdisteitä sisältäviä tuotteita ovat mm. kivihiilipiki ja kivihiiliterva, terva, kreosoottiöljy ja muut kivihiiliperäiset öljyt, dieselöljyt, käytetyt moottoriöljyt, noki, asfaltti, bitumi ja pakokaasu. Rakenteiden vesieristeinä on aikaisemmin käytetty erilaisia kivihiilitervaan perustuvia tuotteita, öljypohjaisia bitumeja sekä näiden seoksia. Bitumieristeet sisältävät PAH-yhdisteitä yleensä huomattavasti vähemmän kuin kreosoottia sisältävät eristeet. Sisäilman PAH-yhdisteiden pääasiallisia lähteitä ovat saastuneet maat ja rakennuksissa käytetty kivihiilipiki eli kreosootti. PAH-yhdisteet kulkeutuvat elimistöön hengitysilman kautta tai ihon läpi, ja ne voivat aiheuttaa mm. syöpää ja perimämuutoksia. PAH-

yhdisteiden määrää voidaan mitata sisäilmasta ja materiaaleista sekä ihmisen altistumista virtsanäytteestä. [12.]

Rikkiyhdisteitä syntyy fossiilisten polttoaineiden palamisen seurauksena teollisuudesta ja energian tuotannosta sekä suurkaupungeissa myös liikenteestä. Typen oksideja syntyy liikenteestä sekä vähäisessä määrin myös kaasuliedestä sekä tupakoinnista. Sisäilman rikkiyhdisteiden ja typen oksidien pääasiallinen lähde on ulkoilma. [1.]

Ammoniakin esiintyminen huoneilmassa viittaa orgaanista materiaalia sisältävien tasoitteiden hajoamiseen kosteuden vaikutuksesta. Ammoniakin lähteitä ovat myös ihminen itse, ihmisen toiminta rakennuksessa, puhdistusaineet sekä ihmisten ja eläinten eritteet. Niistä pitoisuuksista, joissa ammoniakkia normaalisti esiintyy, ei ole sinällään vaaraa terveydelle [4].

Sisäilmassa esiintyy epäorgaanisen kaasumaisten yhdisteiden lisäksi myös satoja orgaanisia kaasumaisia yhdisteitä (VOC eli volatile organic compounds.). Nämä orgaaniset yhdisteet jaetaan yleensä neljään ryhmään niiden kiehumispisteen mukaisesti. Haihtuviksi orgaanisiksi yhdisteiksi nimitetään niitä yhdisteitä, joiden kiehumispiste on 50 °C – 260 °C. Sisäilmassa VOC-yhdisteiden lähteitä ovat ennen kaikkea rakennus- ja sisustusmateriaalit, mutta myös liikenteen aiheuttamat päästöt ja ilman saasteet lisäävät pitoisuuksia. [7.]

Kosteusvaurioihin liittyy usein myös haihtuvien orgaanisten yhdisteiden, kuten esimerkiksi 2-etyyliheksanolin, vapautumista huoneilmaan [9]. Kosteusvaurion seurauksena tai liian kostealle betonialustalle asennetuissa muovimattopinnoitteissa voi betonin alkalinen kosteus aiheuttaa muovimaton ja maton kiinnityksessä käytettävän liiman kemiallista hajoamista. Hajoamisen seurauksena syntyy kemiallisia yhdisteitä, kuten alkoholeja, aldehydejä, ketoneita ja happoja, joista tunnetuin on 2-etyyliheksanoli. Kyseinen yhdiste syntyy PVC-muovimaton ftalaattipohjaisen pehmitinaineen hajotessa. Hajoamistuotteena syntyvät kemialliset yhdisteet voivat haihtua sisäilmaan, ja ne voidaan aistia myös poikkeavana hajuna. Hajoaminen voi aiheuttaa myös muovimattoon tummia laikkuja, ja osa hajoamisyhdisteistä voi imeytyä alusmateriaalina olevaan betoniin. Tyypillistä tälle hajoamisreaktiolle on, että se jatkuu, vaikka muovimaton alla oleva rakenteen kosteus laskee. 2-etyyliheksanoli on rasvaliukoinen ihmisen elimistöön kertyvä yhdiste. Altistuksen jatkuessa pitoisuus elimistössä nousee ja lopulta aiheuttaa terveydellisiä oireita. Altistuksen loputtua 2-etyyliheksanolin poistuminen elimistöstä kestää noin 3 kuukautta. [13.]

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä vapautuu myös kosteusvauriomikrobeiden kaasumaisina aineenvaihduntatuotteina. Näitä kutsutaan ns. MVOC-yhdisteiksi (microbial volatile organic compounds), ja ne voi tunnistaa rakennuksissa esimerkiksi maakellarin tai homeen hajuna. MVOC-yhdisteitä voi sisäilmaan joutua mikroaurioiden lisäksi myös rakennusmateriaaleista, ulkoilmasta, elintarvikkeista, siivouksesta ja tupakoinnista. [14.]

Formaldehydi on yksi orgaanisiin yhdisteisiin kuuluva yhdiste. Formaldehydi on pistävänhajuisen ja sen yleisin materiaalilähde on liima-aineena käytetty ureaformaldehydihartsia, jota mm. lastulevyteollisuus on aikaisemmin yleisesti käyttänyt. Lastulevyn päästöongelman ilmaantua 1970-luvulla on levyjen tuotantoprosessia muutettu ja tämän myötä formaldehydipäästöt ovat merkittävästi vähentyneet. [14.]

Sisäilman aiheuttamien terveys- ja hajuhaittojen syiden selvittämiseksi voidaan sisäilmasta mitata kaasumaisten yhdisteiden määrää. Sosiaali- ja terveysministeriön laatimassa Asumisterveysohjeen [2] kohdassa 6 on esitetty epäpuhtauksien mittausten menetelmiä, tulosten tulkintaa sekä terveysperusteisia raja-arvoja. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden mittaustulosta ei voida käyttää suoraan terveyshaitan arvioinnissa, mutta mittausta voidaan käyttää ongelmalähteen paikantamiseen. Kohonnut TVOC-pitoisuus (total volatile organic compounds) eli haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (yli $600 \mu\text{g}/\text{m}^3$) on osoitus kemiallisten aineiden epätavallisen suuresta määrästä sisäilmassa, jolloin lisäselvitykset yksittäisten kemiallisten yhdisteiden määrästä ovat todennäköisesti tarpeen. [2.]

3.7 Hiukkasmaiset epäpuhtaudet

Sisäilmassa esiintyviä terveydelle haitallisia hiukkasmaisia epäpuhtauksia ovat mm. rakennus- ja sisustusmateriaaleista irtoavat hiukkaset ja kuidut, biologista alkuperää olevat mikrobit, kuten virukset, bakteerit ja sienet sekä eläin- ja kasvipölyt. Hiukkasmaisia epäpuhtauksia sisäilmaan tulee mm. ilmanvaihdon mukana ulkoilmasta, rakennus- ja sisustusmateriaaleista, ihmisistä ja kotieläimistä, vaatteista, kosteus- ja mikrobivaurioista ja tupakoinnista. Hiukkasten koolla on merkitystä niiden aiheuttamiin terveydellisiin vaikutuksiin. Suuremmat hiukkaset jäävät hengitysteiden yläosiin ja aiheuttavat ärsytystä, yskää ja aivastelua. Pienemmät hiukkaset pääsevät keuhkoputken alaosiin sekä keuhkoihin, ja ne voivat aiheuttaa mm. allergisen astman syntymistä. [7.]

Rakennuksen lämmön- ja ääneneristeinä käytettyjen mineraalivillaeristeiden vanhetessa villan sideaineena käytetty hartsi hajoaa ja eristeistä alkaa irrota mineraalikuituja. Sisäilmaan kuituja voi kulkeutua mm. ilmanvaihtolaitteistojen äänenvaimennuksessa käytetyistä mineraalivillaeristeistä, katto- ja seinäpinnoilla käytetyistä akustiikkalevyistä sekä ilmavuotojen kautta rakenteiden lämmöneristeistä. Mineraalivillakuitujen aiheuttama suurin terveydellinen haitta on lähinnä ihoärsytys, mutta kuidut voivat aiheuttaa myös silmä- ja hengitystieärsytystä. Mineraalikuitujen määrää voidaan selvittää pinnoille laskeutuneesta pölystä esim. keräämällä laskeutuvia kuituja vaseliinilla päällystetylle lasilevyille, josta kuitujen määrä lasketaan mikroskooppisesti. [1 ja 7.]

Siitepöly on siemenkasvien kukinnoista irtoavaa jauhetta. Suomalaisista noin 10...20 % kärsii siitepölyn aiheuttamasta allergiasta. Tyypillisimpiä oireita ovat allerginen nuha, yskä ja hengityksen vinkuminen. Kevätkesällä oireita aiheuttavat lehtipuut, keskikesällä heinäkasvit ja loppukesällä pujo. Vähiten siitepölyä ilmassa on kostealla säällä ja eniten tuulisella ja aurinkoisella ilmalla. Koivun ja heinien allergeenimäärä moninkertaistuu ilmassa juuri sateen edellä ja erityisesti ukkosmyrskyssä. [15.]

3.8 Henkilökohtaiset ja psykososiaaliset tekijät

Rakennuksen käyttäjien kokemaan sisäilman laatuun vaikuttavat myös henkilökohtaiset ja psykososiaaliset tekijät. Henkilökohtaisia tekijöitä ovat mm. perintötekijät, ikä, hengitystiesairaudet ja muut sairaudet. Myös altistuminen esimerkiksi kosteusvauriomikrobeille voi aiheuttaa immuunijärjestelmän herkistymistä. [3.]

Sisäilmaan vaikuttavia psykososiaalisia tekijöitä ovat mm:

- työn mielenkiintoisuus, työkuorma ja stressi
- henkilökohtainen hyvinvointi
- yleinen käsitys rakennuksen terveellisyydestä
- yleinen tyytyväisyys asuin- tai työympäristöön
- luottamus kiinteistön ylläpitoon. [3.]

Henkilökohtaiset sekä psykososiaaliset tekijät eivät varsinaisesti ole sisäilman laatuun vaikuttavia tekijöitä, mutta ne kuitenkin vaikuttavat sisäilman koettuun laatuun ja siihen, miten työyhteisö sietää ja kykenee hallitsemaan sisäilmahaitat. Psykososiaaliset kuormitustekijät lisäävät sisäilmastoon liittyviä olosuhdehaittoja. Haitallinen psyykinen kuormitus herkistää ihmistä

ympäristön epäpuhtauksille. Toisaalta kova työpaine ja stressi voivat sinänsä aiheuttaa fyysisiä oireita, joiden arvioidaan työympäristön vähäisten sisäilmaepäilyjen perusteella olevan seurausta sisäilmaongelmasta. Myös yleinen tyytymättömyys työympäristöön saa ihmiset tarkkailemaan omaa vointiaan ja terveyttään sekä mahdollisia syytekijöitä, mikä voi lisätä sisäilmaan liittyviä olosuhdevalituksia. [3.]

4 SISÄYMPÄRISTÖONGELMIIN LIITTYVIÄ TERVEYSHAITTOJA

4.1 Kosteusvaurioaltistumiseen liittyviä terveyshaittoja

Kosteusvaurioaltistumisessa terveyshaittojen syntyyn vaikuttavat altistuksen laatu ja pitoisuus, altistumisajan pituus sekä yksilölliset tekijät, kuten perintötekijät, ikä, hengitystiesairaudet sekä muut sairaudet [15]. Kosteusvaurioaltistumisessa terveyshaittojen aiheuttajaa ei varmuudella tiedetä. Eri rakennuksissa koetut haitat ovat erityyppisiä, mikä viittaa haittojen aiheuttajia olevan useita. [7.] Kosteusvaurioaltistumiseen liittyvät terveyshaitat eivät johdu pelkästään homeista ja hiivoista, vaan kosteusvaurioituneissa rakenteissa on myös muita epäpuhtauksia, kuten bakteereja, yksisoluisia eliöitä, sukkulamatoja ja punkkeja. Terveyshaittaa voivat aiheuttaa myös kostuneista ja vaurioituneista rakenteista vapautuvat kaasumaiset epäpuhtaudet.

Myös eri mikrobisuvut ja -lajit aiheuttavat erilaista terveyshaittaa. Jotkut mikrobisuvuista ovat allergisoivia, toiset myrkyllisiä eli toksisia ja eräät mikrobisuvut aiheuttavat suoran infektion elimistössä. Eri mikrobisuvuilla on myös yhteisvaikutuksia ja tietyt mikrobit voivat jopa suojata toisen mikrobikannan haittavaikutuksilta. [16.]

Kosteus- ja mikrobivaurioituneessa rakennuksessa oleskelevien oireet etenevät ja muuttuvat vaurion iän ja mikrobikannan mukaan. Kosteusvaurion alkuvaiheessa ilmenee mm. haju- ja viihtyvyshaittoja ja pitemmälle edenneessä vauriossa erilaisia ärsytysoireita. Pitkään jatkuneen altistumisen jälkeen terveydentilan palautuminen normaaliksi voi kestää pitkäänkin tai oireet eivät enää katoa muualla. Pitkällä aikavälillä saattavat myös ulkoilman mikrobit aiheuttaa oireita. Ärsytysoireiden jälkeen ilmaantuu toistuvia hengitystieinfektioita sekä jatkuvaa tulehdusta, johon lääkehoitokaan ei välttämättä tehoa. Lisäksi saattaa tulla astma- ja allergiaoireita, kuten allergista nuhaa sekä silmä- ja iho-oireita. Vakavien yleisoireiden sekä kudosis- ja elinvaurioiden ilmeneminen edeltää usein vuosikausia, jopa 10–15 vuotta, jatkunut altistuminen. Joissakin vauriokohteissa on todettu harvinaisten sairauksien kasaantumista ja jopa yksittäisten potilaiden selittämättömiä kuolemantapauksia. Kuvassa 4 on esitetty kosteusvaurioaltistumiseen liittyvät oireet ja sairaudet. [16.]



Kuva 4. Kosteusvaurioaltistumiseen liittyvät oireet ja sairaudet [16].

4.2 Muihin sisäympäristöongelmiin liittyviä terveyshaittoja

Fysikaalisista tekijöistä poikkeava huonelämpötila, vetoisuus ja ilmankosteus aiheuttavat terveillä aikuisilla lähinnä viihtyvyyshaittaa sekä jossakin määrin myös toimintakyvyn heikkenemistä ja lievää oireilua. Lämpötilahaitat ja vetoisuus voivat pahentaa mm. niveloireita ja sepelvaltimotautia. Huoneilman kuivuus voi aiheuttaa ärsytysoireita limakalvoilla, silmissä ja iholla. Kostean ilman aiheuttamat terveysvaikutukset johtunevat mikrobivauriosta tai pölypunkkien lisääntymisestä. Melu voi vaikuttaa ihmisen fysiologiseen järjestelmään, kuten sydämen sykkeeseen, verenpaineeseen ja yleiseen vireystilaan. Radon ei aiheuta mitään välittömiä oireita tai tuntemuksia, mutta useiden vuosien altistuminen radonin hajoamistuotteiden säteilylle lisää keuhkosyövän riskiä. [7.]

Sisäilman kaasumaisten epäpuhtauksien vaikutukset asukkaiden tai tilojen käyttäjien terveyteen riippuvat altistuvan henkilön terveydentilasta. Astmaatikoiden ja kroonista keuhkoputken tulehduksesta sairastavien haitat tulevat esiin muita pienemmissä pitoisuuksissa. [1.]

Sisäilman hiilidioksidipitoisuudella, joka normaalisti vaihtelee 350-2500 ppm välillä, ei ole suoria terveydellisiä vaikutuksia. Korkea hiilidioksidipitoisuus on merkki heikosta ilmanvaihtuvuudesta suhteessa ihmisistä peräisin olevien epäpuhtauksien määrään. Tällöin terveysvaikutukset liittyvät voimakkaammin ilmanvaihtoon kuin hiilidioksidipitoisuuteen. Heikko ilmanvaihto ja korkea hiilidioksidipitoisuus aiheuttavat lähinnä hengitystieoireilua sekä viihtyvyyden alenemista. [1.]

Hiilimonoksidin eli häkäkaasun terveysvaikutukset perustuvat sen kykyyn sitoutua voimakkaasti normaalisti happea kuljettavien punasolun hemoglobiiniin, jolloin syntyy karboksihemoglobiinia. Mitä suurempi osa hemoglobiinista on poissa hapen kuljetuksesta, sitä suurempia ovat terveyshaitat. Suuremmissa pitoisuuksissa ilmenee päänsärkyä, huimausta, hengenahdistusta, pahoinvointia, koomaa ja lopulta kuolema. [1.]

Rikkidioksidin ja muiden rikkiyhdisteiden sekä typen oksidien pääasiällisin kohde-elin on keuhkot. Korkeat epäpuhtauspitoisuudet lisäävät hengitystie- ja hermostoperäisiä oireita. Pitkäaikainen altistuminen saattaa lisätä silmä- ja nenäoireita sekä yskää ja päänsärkyä. Ammoniakki ei normaalioloissa aiheuta oireita. Lattialiiman, tasoitteen tai muun rakennusmateriaalin hajoaminen voi nostaa sisäilman ammoniakkipitoisuutta ja aiheuttaa hajuhaittoja sekä ärsytysoireita. [1.]

Haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) pidetään suurina pitoisuuksina terveydelle vaarallisina. Sisäilman VOC-pitoisuudet ovat kuitenkin normaalisti sisätiloissa niin alhaisia, ettei niiden tiedetä aiheuttavan terveysvaikutuksia. Materiaalien kastuminen voi kuitenkin lisätä voimakkaasti yksittäisten haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuutta, mikä voi aiheuttaa monenlaisia terveysvaikutuksia, kuten päänsärkyä, pahoinvointia, silmien ja hengitysteiden ärsytystä, väsymystä, voimattomuutta, yleistä pahoinvointia ja astman kaltaisia oireita. [7.]

Hiukkasmaisten epäpuhtauksien pääasiällisena kohde-elimänä ovat hengitystiet, mutta sen lisäksi oireita voi ilmetä myös silmien sidekalvoilla ja iholla. Huonepölyssä voi olla allergiaa aiheuttavia tekijöitä kuten eläinten pintasolukkoa ja eritteitä sekä siitepölyä, jotka voivat aiheuttaa ja pahentaa allergia- ja ärsytysoireita.

5 SISÄYMPÄRISTÖONGELMIEN TUTKIMINEN

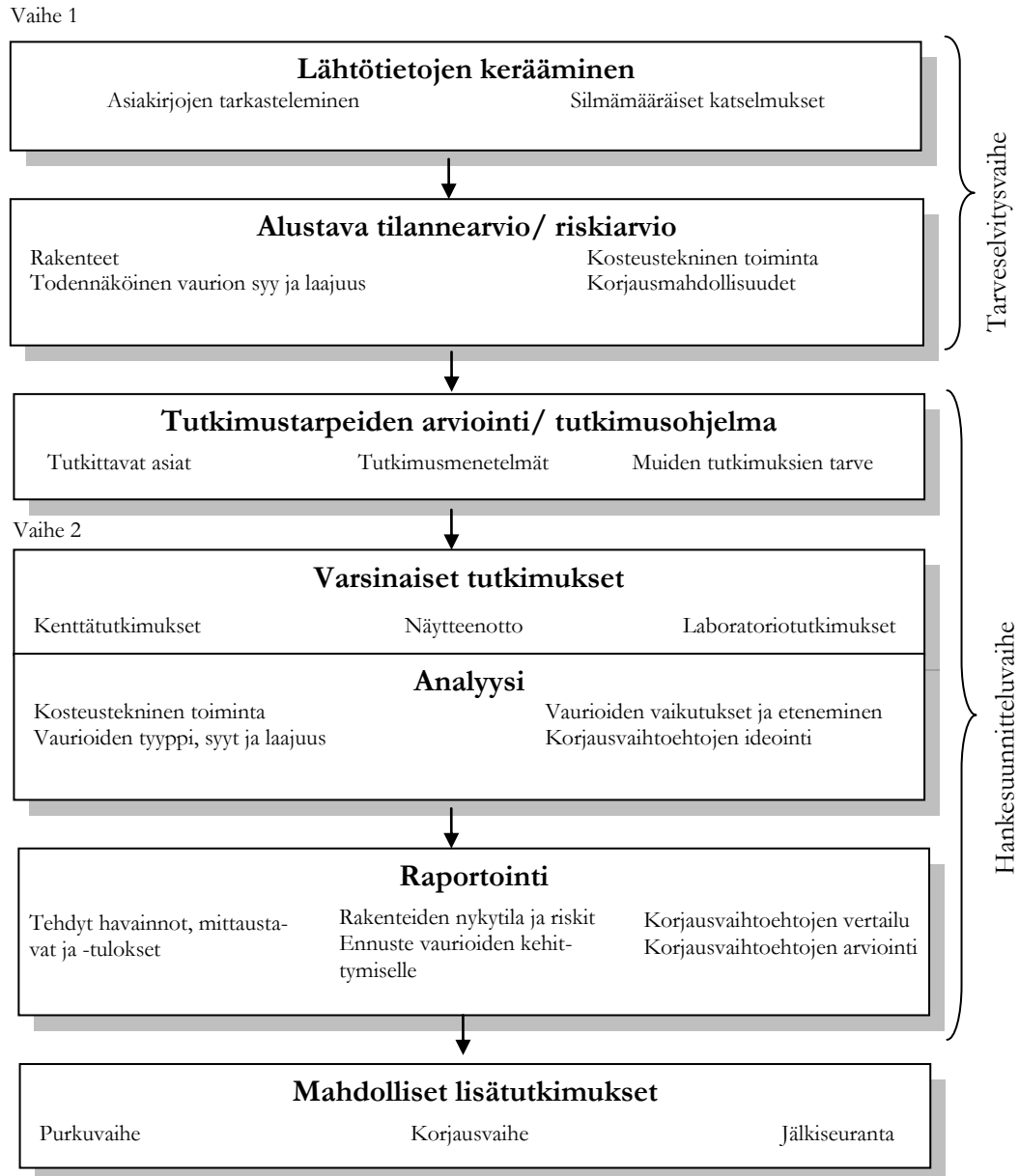
Rakennuksen kuntoa ja sisäilman laatua tutkitaan monin eri tavoin. Tutkimustapaan, tutkimuksen laajuuteen ja perusteellisuuteen vaikuttavat ennen kaikkea tilaajan asettamat tavoitteet tutkimukselle, mutta myös tutkijan asenne ja ammattitaito. Yleisesti käytettyjä nimikkeitä ovat mm. kosteusmittaukset, kosteuskartoitukset, kuntotarkastukset, kuntotutkimukset, sisäilmaselvitykset, sisäilmamittaukset ja homeselvitykset. Tutkimusta tilattaessa tulisi aina selvästi sopia, minkä tyyppinen ja laajuinen tutkimus kohteeseen halutaan suorittaa. [18.]

Kuntotutkimuksen tavoitteena on selvittää rakenteiden korjaustarve, eli käytetyt rakenteet ja niiden riskit, rakenteiden vauriot, vaurioiden syyt, laajuus, vaikutukset ja eteneminen sekä syntymekanismi. Tarkoituksena on määrittää vaurion ja sen syiden poistamiseksi tarvittavat toimenpiteet ja arvioida lisätutkimusten ja jälkiseurannan tarvetta. Kuntotutkimuksien vaiheet on esitetty kuvassa 5. Kosteusvaurioituneessa tai sisäympäristöongelmallisessa rakennuksessa voidaan tehdä esimerkiksi seuraavanlaisia tutkimuksia: [19.]

- kosteustekninen kuntotutkimus
- sisäilmaston kuntotutkimus
- mikrobiologisia tutkimuksia
- terveydellisiä tutkimuksia.

Tutkimisen lähtökohtana on yleensä:

- Tiedossa oleva kosteus- tai mikrobivaurio, jonka syytä tai laajuutta ei tiedetä tai vaurion aiheuttajasta on erimielisyyttä.
- Rakennuksessa on mikrobitutkimuksilla osoitettu olevan sisäilmaongelma.
- Yleinen epäily, joka perustuu rakennuksessa tai sen osassa olevaan hajuun tai käyttäjien oireiluun.
- Tunnettu äkillinen kosteusrasitus, esimerkiksi putkivuoto, tulva tai sammutusvesi.
- Ennakoiva selvitys, jonka tavoitteena on vaurioriskin paikallistaminen ja/tai rakenteiden kunnan selvittäminen huolto- ja kunnossapitosuunnittelua varten. [19.]



Kuva 5. Kuntotutkimuksen vaiheet [19].

Sisäympäristöongelmien tutkiminen edellyttää rakennustekniikan ja rakennusfysiikan asiantuntemusta sekä sisäilmastoon liittyvän kokonaisuuden hallintaa. Kuntotutkimuksen suorittajan tulee hallita perustiedot ja -taidot sisäilmastomittauksista, LVI-tekniikasta, rakennus- ja sisustusmateriaaleista, vauriomekanismeista, käytettävissä olevista korjausmenetelmistä kustannuksineen sekä sisäilmaston vaikutuksista terveyteen ja viihtyvyyteen. Tutkimuksien suorittamiseen ei tällä hetkellä ole kuitenkaan virallista koulutusvaatimusta, pätevyöitymis- tai luokitusjärjestelmää eikä tutkimuksille vakiintunutta vähimmäissisältöä. [19.] Hyvän pohjakoulutuksen sisäympäristöongelmien tutkimiseen antaa rakennusmestarin tai rakennusinsinöörin koulutus sekä täydentävänä koulutuksena rakennusterveysasiantuntijan koulutus.

Sisäympäristöongelmien tutkiminen käynnistyy aina tutustumalla lähtötietoihin ja kohteeseen. Tärkeitä lähtötietoja ovat mm. rakentamisvuosi ja peruskorjausvuodet, tehdyt korjaukset, alkuperäiset suunnitelmat ja peruskorjauksista laaditut suunnitelmat sekä aiemmin tehdyt tutkimukset. Suunnitelmien ja kohteessa tehtävien havaintojen perusteella selvitetään rakennuksen tyyppi, perustamistapa, keskeiset rakenteet ja rakennusmateriaalit. Samalla tehdään myös aistinvaraisia havaintoja poikkeavista hajuista, pintojen värimuutoksista, näkyvistä kosteusvaurioista, vääristä käyttötottumuksista ja riskialttiista rakenneratkaisuista. Tärkeää on myös arvioida rakenteellisia riskitekijöitä, kuten esimerkiksi maanpinnan korkeutta, pintavesien poisjohtamista ja sokkelirakennetta. Rakennuksien käyttäjiä sekä huolto- ja korjausmiehiä haastatteleamalla voidaan saada selville, milloin vauriot ovat ilmaantuneet, missä ne ilmenevät ja onko aikaisemmin tehty korjaus- ja muutostöitä.

5.1 Kosteustekninen kuntotutkimus

Kosteus- ja mikrobivaurioita selvittäessä kosteustekninen kuntotutkimus on lähes aina välttämätön oikean korjaustavan valitsemiseksi. Tämän takia kosteusvaurioituneessa rakennuksessa tulisi aina tehdä vähintään kosteustekninen kuntotutkimus, jota täydennetään tarvittaessa sisäilmaston kuntotutkimuksilla, mikrobiologisilla tutkimuksilla ja/ tai terveydellisillä tutkimuksilla. Kosteusteknisen kuntotutkimuksen tavoitteena on selvittää rakenteiden korjaustarve eli siinä selvitetään käytetyt rakenteet, aiheutuneiden vaurioiden syyt, vaurioiden laajuus, vaikutukset ja eteneminen sekä rakenteiden vaurioitumisriskit.

Kosteustekninen kuntotutkimus etenee vaiheittain. Aluksi tutustutaan rakennukseen ja rakenteisiin ja kirjataan rakennuksessa tehdyt havainnot ja korjaukset. Käyttäjiä ja huoltomiehiä haastatellaan korjaus- ja muutostöiden selvittämiseksi. Sen jälkeen kohde tarkastetaan yksinkertaisilla, rakenteita rikkomattomilla tutkimusmenetelmillä, kuten aistinvaraisilla havainnoilla, pintakosteusmittauksilla, lämpökuvauksilla ja riskirakenneselvityksillä. Tarvittavilta osilta tutkimuksia täydennetään tarkemmilla tutkimuksilla, kuten rakennekosteusmittauksilla, rakenneavauksilla, paine-eromittauksilla, ilmamäärämittauksilla sekä rakenteista otettavien materiaalinäytteiden mikrobianalysoinnilla.

Kosteusteknisen kuntotutkimuksen vaiheita ovat: [19.]

1. Rakennetyyppien selvittäminen:
 - materiaalit, paksuudet ja niiden ominaisuudet
 - veden- ja kosteudeneristeiden olemassaolo ja kunto
 - tuulettumiseen ja veden poistumiseen vaikuttavat tekijät
 - lämpötilasuhteet ja lämmöneristykset
 - maaperän rakennekerrosten ominaisuudet
2. Kosteusrasitusolosuhteiden selvittäminen:
 - kosteuslähteet
 - kosteuden sitoutumis- ja siirtymistavat
 - kosteuden mahdollinen kertyminen ja kuivuminen
 - kosteuteen vaikuttavat olosuhdetekijät.
3. Mahdollisten vauriotapojen selvittäminen ja niiden vaikutusten ja prioriteettien arvioiminen.
4. Tutkimuksen suunnittelu.
5. Havaintojen tekeminen kohteen rakennussuunnitelmista, aistinvaraisesti sekä kenttä- ja laboratoriokokein.
6. Tehtyjen havaintojen analysointi sekä korjausmenetelmien ideointi.
7. Analyysiin perustuva raportointi.

Tutkimuksessa tehdään havaintoja rakenteista ja niiden mahdollisista vaurioista. Aistinvaraisilla menetelmillä saadaan yleiskuva rakennuksen kunnosta ja ongelmakohdista, joihin voidaan keskittää tarkempia tutkimuksia. Rakenteiden pinnoilla suoritettavilla kosteusmittauksilla saadaan nopeasti rakennetta rikkomatta arvio rakenteen pintaosan kosteudesta. Pintakosteusmittausta käytettäessä materiaaliominaisuuksien vaihtelu, kerrokselliset rakenteet sekä laitteiden toimintaperiaate tekee mittaustuloksista lähinnä vain suuntaa antavia. Pintakosteudenosoittimen tärkein käyttökohde on kastuneen alueen laajuuden selvittäminen. Kuvassa 6 on kuva pintakosteusosoittimesta ja piikkimittarista.



Kuva 6. Pintakosteudenosoitin ja piikkimittari

Pinnoilta tehtyjen havaintojen sekä kokemuksen perusteella arvioidaan tarkempien tutkimusten tarve ja laajuus. Tarkempia tutkimuksia ovat mm. rakenteen suhteellisen kosteuden mittaaminen, rakenteen kunnan määrittäminen aistinvaraisesti rakenteeseen tehdyistä tutkimusaukosta sekä materiaalinäytteiden laboratoriotutkimukset. Rakennetyyppien selvittämisessä varmin tapa on avata rakenteita. Tällöin päästään toteamaan eri rakennekerrokset, rakenneliitokset ja missä kunnossa rakenne on. Tutkimusaukot ja kosteusmittausreiät tehdään oletettuihin pahimpiin kohtiin, ja jos näissä havaitaan rakenteen vaurioitumista tai poikkeavaa kosteutta, niin tutkimuksia jatketaan siinä laajuudessa, että vaurion laajuus saadaan riittävällä tarkkuudella määritettyä. Tutkimuskohtien määrittelyssä tulee huomioida myös se, ettei rikota esim. vedeneristeitä tai muita rakenteita ja siten muuteta rakenteen toimintaa. Tutkimuskohdat tulee olla kohtuullisesti korjattavissa, ja mm. höyrynsulkumuoviin tehdyt reiät on tarkastuksen jälkeen tiivistettävä huolellisesti. Kuvassa 7 on seinärakenteeseen rasiaporalla tehty tutkimusauko ja kuvassa 8 on lattiarakenteen kosteusmittausta rakennekosteusmittarilla.



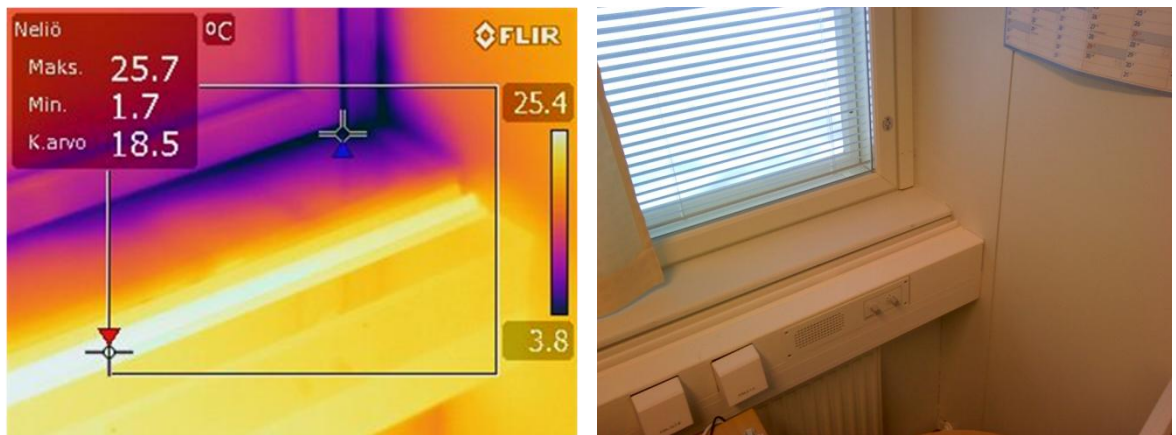
Kuva 7. Seinärakenteen tutkimusaukko



Kuva 8. Lattiarakenteen kosteusmittausta rakennekosteusmittarilla

Rakenteista otetuista materiaalinäytteistä voidaan laboratoriossa tutkia rakenteen koostumus, kosteuspitoisuus, mikrobipitoisuudet sekä materiaalista riippuen erilaisia materiaaliominaisuuksia, kuten vesihöyrynläpäisevyys, rakeisuus ja kapillaarisuus. Mikrobipitoisuuden määrittämistä varten otetaan tarvittaessa myös vertailunäytteitä todennäköisesti kuivista ja kunnossa olevista rakenteista. Näytteet tulee pakata ja säilyttää siten, ettei niiden kosteustila pääse muuttumaan ennen näytteiden tutkimista. Näytteet merkitään siten, että jälkeenpäin voidaan selvittää näytteenottoa ja -paikka sekä näytteeseen liittyvät ilman lämpötila- ja kosteusarvot. [18.]

Infrapunatekniikkaan perustuvalla lämpökameralla voidaan tutkia pintojen lämpötilaeroja ja ilmapuotoja. Lämpökameraa voidaan joissakin tapauksissa käyttää myös kosteusvaurioiden paikallistamiseen. Kosteuden paikallistaminen lämpötilaerojen kautta perustuu siihen, että kastuneen rakenteen pintalämpötila on alhaisempi pinnalta haihtuvan kosteuden jäädyttäessä pintaa. Lämmöneristeiden kastuminen muuttaa eristeen lämmönjohtavuutta ja tämä voidaan todeta matalampana sisäpinnan lämpötilana. [18.] Kuvassa 9 on lämpökuvaja samasta kohdasta otettu valokuva. Lämpökuvasta näkyy hyvin ilmapuotoa ikkunakarmin ja rungon välistä.



Kuva 9. Lämpökuvaja valokuva ikkunan alareunan ilmapuotokohdasta

Tehtyjen havaintojen, mittausten ja materiaalinäytteiden mikrobi tutkimusten perusteella analysoidaan rakenteen kosteustekninen toiminta, vaurioitumisen syyt, laajuus ja eteneminen. Vaurioiden vaikutuksen arvioinnissa huomioidaan vaurion merkitys rakenteen kantavuuteen ja sisäilman laatuun. Tulosten analysoinnissa tulisi saada vastaukset ainakin seuraaviin kysymyksiin: [21.]

- Poikkeako sisäilman kosteus normaalista?
- Poikkeako rakenteiden kosteus normaalista ja mistä mahdollinen kosteuspoikkeama johtuu?
- Onko rakenteissa kosteusvaurioriskejä?
- Ovatko rakenteiden mitatut kosteuspuiteosuudet home- tai lahovaurion kannalta kriittisen korkeat?
- Mikä merkitys rakenneratkaisuilla on rakenteiden kosteuskäyttäytymiseen?
- Mitkä ovat vaihtoehtoiset korjaustavat vaurioituneiden rakenteiden korjaamiseksi?

Tutkimuksesta laaditaan kirjallinen raportti, johon kootaan kaikki tutkimuksessa saatu tieto. Raportissa esitetään selkeästi tehdyt tutkimukset, niiden tulokset, rakenteet, rakenteiden kunto ja riskit. Raportissa arvioidaan myös rakenteiden vaihtoehtoisia korjaustapoja sekä arvio vaurioiden kehittymisestä. [19.]

Ympäristöministeriön laatimassa Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus - kirjassa on esitetty seuraavanlainen sisällysluettelo kosteusteknisen kuntotutkimuksen raportoinnista: [21.]

Sisällysluettelo (tarvittaessa).

Yhteenveto (tarvittaessa).

1. Tutkimuksen perustiedot.
2. Kohteen perustiedot ja tausta.
3. Käytetyt mitta- ja näytteenottolaitteet.
4. Havainnot, johtopäätökset ja toimenpiteet rakennusosittain.

4.1 Havainnot:

- rakennetyyppi
- saadut tiedot, aiempien tutkimusten havainnot
- havainnot piirustuksista
- havainnot ja mittaukset kohteessa
- mikrobinäytteiden tulokset

4.2 Johtopäätökset:

- yhteenveto vaurioista

4.3 Toimenpide-ehdotukset/vaihtoehdot.

5. Yhteenveto, enintään 1 sivu.

- Lyhyt lausuntomainen yhteenveto rakennuksen kunnosta tai sisäilmaongelman syistä, tärkeimmistä vaurioista, niiden syistä ja vaikutuksesta sekä lyhyt listamainen yhteenveto toimenpide-ehdotuksista.

5.1 Kiireelliset toimenpiteet (näihin lyhyesti perustelut, miksi kiireellinen).

5.2 Normaalit toimenpiteet

5.3 Viimeistään liittyvien toimenpiteiden yhteydessä tehtävät toimenpiteet.

6. Muita havaintoja.

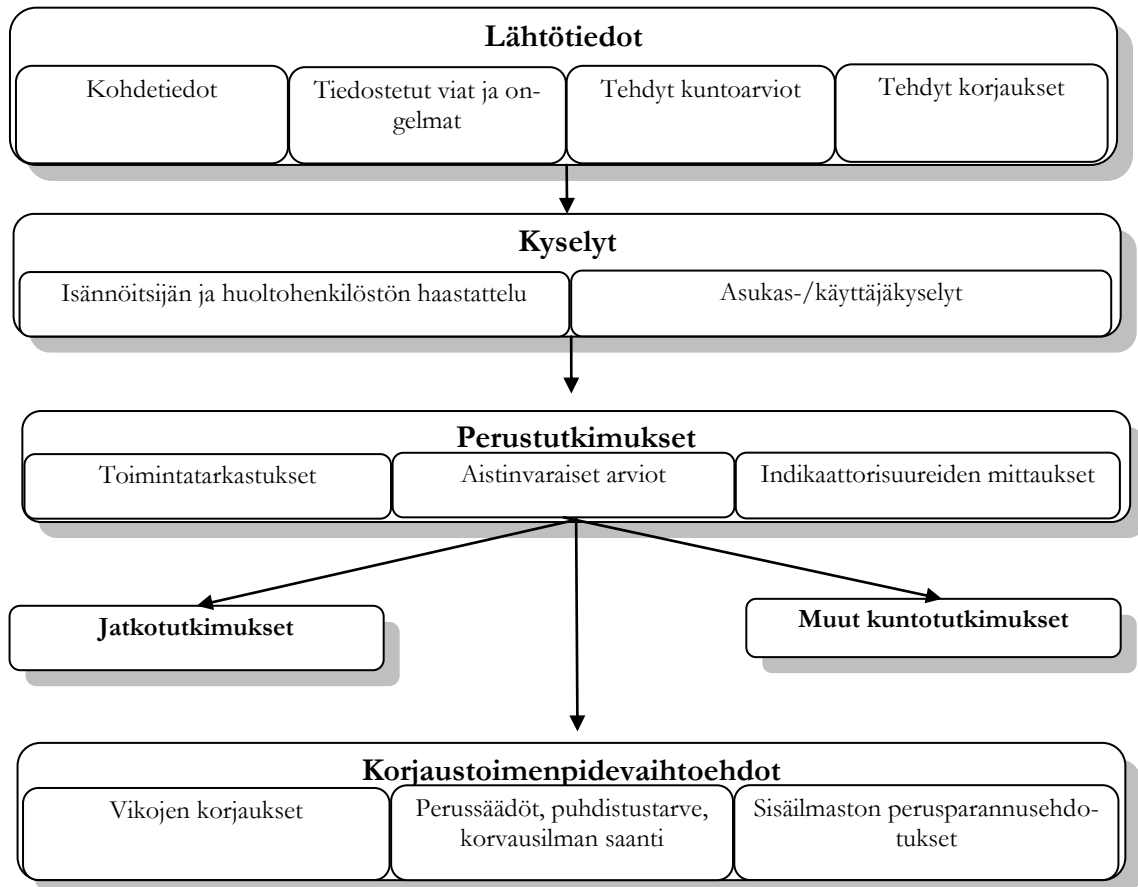
Litteet

Paikannuspiirustukset.

Tutkimusraporttiin tai raportin liitteeksi liitetään pohjapiirustus ja tarvittaessa myös leikkauspiirustuksia sekä rakennedetaljeja tutkituista tiloista ja rakenteista. Piirustuksiin merkataan tarkastus- ja kosteusmittauskohdat, vaurioalueet sekä muut olennaiset tiedot esimerkiksi värillisin tai muutoin selvästi erottuvien merkinnöin. Raporttiin tai raportin liitteeksi kootaan myös valokuvat tärkeimmistä kohdista. Kuvatekstissä mainitaan kuvatun kohteen sijainti sekä mitä kuvassa halutaan tuoda esille. [21.]

5.2 Sisäilmaston kuntotutkimus

Sisäilmaston kuntotutkimuksen tavoitteena on selvittää sisäilmaan haitallisesti vaikuttavat tekijät sekä sisäilmaston parantamistarpeet. Tavallisimmin lähtötilanteena on käyttäjien kokema tunkkainen sisäilma, poikkeavat hajut tai poikkeavat oireet. Sisäilmatutkimus tehdään joko täydentämään kosteusteknistä kuntotutkimusta tai jos sisäilmaongelman syynä näyttäisi olevan jokin muu ongelma kuin kosteus- tai mikrobivaurio. Sisäilmatutkimuksen perusajatuksena on selvitystyön vaiheistaminen niin, että vaikeasti tulkittavia pitoisuusmittauksia tehdään vasta tarvittaessa yksinkertaisten selvitysten jälkeen. Sisäilmatutkimus jakaantuu lähtötietojen keräämisen jälkeen aina suoritettaviin perustutkimuksiin ja tarvittaessa suoritettaviin jatkotutkimuksiin kuvan 10 mukaisesti. [19].



Kuva 10. Sisäilmaston kuntotutkimuksen kulku [19].

Tutkimus alkaa tutustumalla lähtötietoihin ja kohteeseen sekä käyttäjien, kiinteistön omistajien ja huoltohenkilöstön haastatteluilla.

Perustutkimuksiin kuuluu aistinvarainen havainnointi sekä ilmanvaihdon ja lämmitysjärjestelmien toimivuuden tarkastelu huomioiden tilan käyttötarkoitus. Tutkittavia asioita ovat mm. ilmanvaihtolaitteiden toiminta ja kunto, painesuhteet, hajut ja pölyisyys. Jos näissä havaitaan puutteita tai vikoja, niin arvioidaan näiden merkitys sisäilmaongelmaan ja korjataan ne ennen seuraaviin vaiheisiin siirtymistä. Rakennuksen tai tilojen käyttötarkoituksen muuttuessa voi tilan ilmanvaihto jäädä puutteelliseksi. On hyvin yleistä, että tilanpuutteen vuoksi varastosta on tehty työhuone tai yhden henkilön työhuoneeseen lisätty toinen henkilö. Jos tilan ilmanvaihtoa ei muuteta vastaamaan tilan uutta käyttötarkoitusta, voi yksinomaan puutteellinen ilmanvaihto aiheuttaa sisäilmaongelmia. [22.]

Jos perustutkimukset eivät selvitä syytä sisäilmaongelmaan, niin selvitystä jatketaan tarkemmilla jatkotutkimuksilla. Tarvittavia jatkotutkimuksia voivat olla mm: [19.]

- ulkovaipan lämpötekniikan ja lämmityksen tutkiminen
- rakennuksen tiiveyden tutkiminen
- ilmanvaihdon mittaaminen
- hajujen ja muiden epäpuhtauksien leviämisen tutkiminen
- epäpuhtauslähteiden ja pintamateriaalien kartoittaminen
- epäpuhtauksien mittaaminen
- melun mittaaminen.

Sisäilmatutkimuksesta laaditaan kirjallinen raportti, jossa esitetään selkeästi tehdyt havainnot ja tutkimukset, niiden tulokset ja riskit. Raportissa esitetään mm. seuraavat toimenpideehdotukset kustannuksineen: [19.]

- ilmanvaihdon ja sisäilman laadun korjaaminen ja parantaminen
 - ilmanvaihtojärjestelmän ja -laitteiden puutteiden ja teknisten vikojen korjaus
 - perussäädöt ja puhdistuksen tarve
 - korvausilmareittien järjestäminen
- lämmitys
 - järjestelmän perussäädön tarve
 - laitteiden vikojen ja puutteiden korjaaminen
- rakenteet
 - kosteusvauriot
 - lämmöneristys
 - tiiveys
- energiansäästömahdollisuudet
- jatkotutkimustarpeet.

5.3 Mikrobiologiset mittaukset

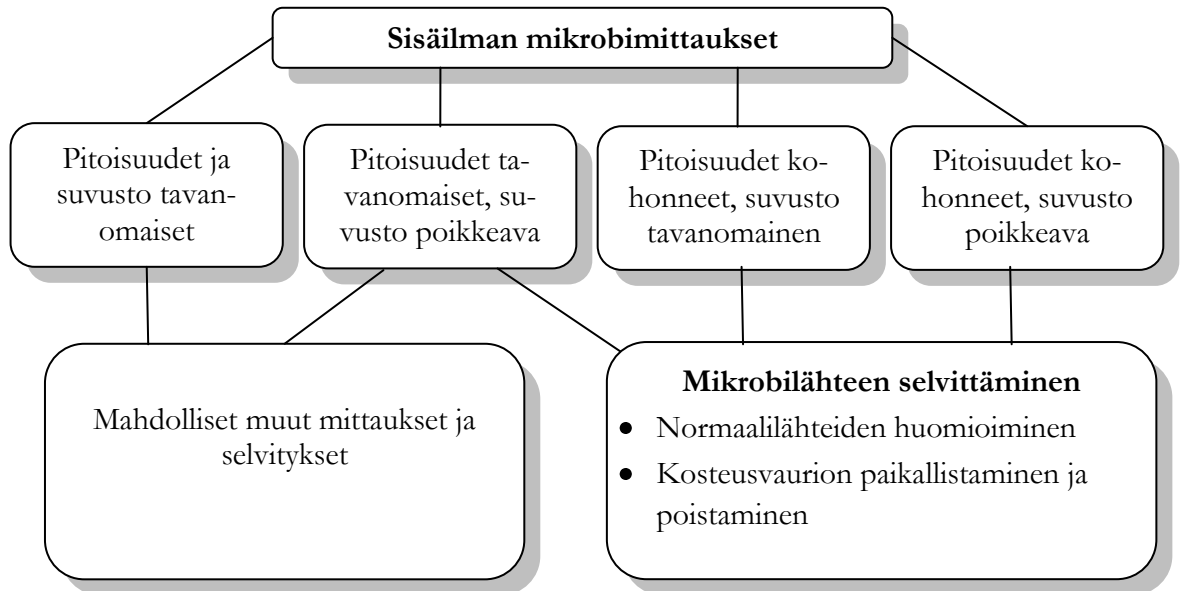
Mikrobiologisten mittausten tarkoituksena on selvittää, poikkeavatko rakennuksen sisäilman tai rakenteiden mikrobipitoisuudet tavanomaisesta. Mikrobiologisia mittauksia suoritetaan joko kosteusteknisen kuntotutkimuksen tai sisäilmaston kuntotutkimuksen yhteydessä tai erikseen selvittäessä purku-, puhdistus- tai korjaustyön laajuutta. [4].

Mikrobinäytteitä voidaan ottaa rakennuksen sisäilmasta, erilaisilta pinnoilta ja materiaaleista. Koska mikrobiepäpuhtaudet vaikuttavat ilman välityksellä ihmisten hengitysteihin ja silmien sidekalvoille, ovat ilmanäytteet merkittäviä arvioitaessa ihmisten altistumista. Ilmanäyte on itse asiassa ainoa tapa osoittaa, mille mikrobeille ihmiset altistuvat. Pinta- ja materiaalinäytteet kertovat taas altistumisen mahdollisuudesta, mutta eivät suoranaisesti itse altistumista. Pinta- ja materiaalinäytteiden avulla voidaan kuitenkin jäljittää, mistä mikrobit ovat peräisin ja tämän perusteella arvioida altistumista. [4.]

Aikaisemmin ilmanäytteitä suositeltiin ensisijaiseksi menetelmäksi kosteusvauriorakennuksien tutkimisessa. Nykyään on kuitenkin todettu järkevämmäksi hakea mikrobeja ensisijaisesti rakenteista. Tähän on syynä mm. se, että aikaisemmin on kiinnitetty päähuomio mikrobien aiheuttamaan altistumiseen. Nykyisin katsotaan kuitenkin tärkeämmäksi selvittää ja korjata rakenteelliset vauriot. Sisäilman itiömäärien voimakkaan vaihtelun takia pitäisi ilmanäytteitä ottaa useita kertoja, mikä lisää huomattavasti tutkimuskustannuksia. Ja joka tapauksessa, jos ilmanäytteen perusteella sisäilmassa todetaan olevan poikkeavan suuria määriä mikrobeja, tulee niiden syy ja vaurioitumisen laajuus selvittää rakenteellisin tutkimuksin. Jos kosteusteknisten kuntotutkimuksien avulla ei kuitenkaan löydetä syytä epäilylle mikrobivauriolle, niin vaurion olemassaololle voidaan hakea vahvistusta sisäilmamittauksin. Ilmanäytteen perusteella ei kuitenkaan voida sulkea pois rakenteiden mikrobivaurion mahdollisuutta. [23].

Ilmassa esiintyviä mikrobeja voidaan mitata huoneen yleisilmasta, työtiloissa työntekijän hengitysvyöhykkeeltä tai esimerkiksi tuloilmaelimiä luota. Mittaukset tulisi tehdä talvella, jolloin ulkoilman mikrobiepäpuhtaudet ovat pienimmillään. Ilmanäytteitä otettaessa tulisi tilojen toimintojen ja ilmanvaihdon olla normaalit. Mittauskohdaksi on hyvä valita sellainen ajankohta, jolloin oireilevien ihmisten mukaan tilanne on pahimmillaan. Sisäilman mikrobipitoisuudet vaihtelevat yleensä voimakkaasti, eikä tarkkojen ohjeiden antaminen ole mahdollista. Rakennuksessa voi olla home- tai lahovaurio, vaikka ilman mikrobipitoisuudet ovat pieniä. Yksinomaan ilmanäytteen sieni-itiöpitoisuuksien perusteella ei tällöin voi tehdä johtopäätöksiä

sisäilman mikrobiologisesta laadusta, vaan lisäksi on tarkasteltava näytteen mikrobisuvustoa. Kuvassa 11 on esitetty mikrobipitoisuuksien ja mikrobisuvuston huomioiminen sisäilmanäytteiden mikrobituloksia tulkittaessa. Tulosten tulkintaa helpottaa myös, jos otetaan vertailunäytteitä sellaisista tiloista, joissa ei ole aistittu sisäilmaongelmaa. [4.]



Kuva 11. Mikrobipitoisuuksien ja mikrobisuvuston huomioiminen ilmanäytteiden tulkinnassa [4].

Sisäilman näytteenotossa yleisin käytetty laite on ns. Andersen-keräin, jossa pumpun avulla imetään ilmaa siivilälevyjen läpi (kuva 12). Ilmassa olevat mikrobit törmäävät kunkin siivilälevyyn alla maljalla olevan kiinteän elatusaineen pintaan. Kuusivaihe andersen-keräin jaottelee ilmassa olevat mikrobit kuuteen kokoluokkaan niiden aerodynaamisen koon mukaan. Näytteen määrä on varsin kriittinen: pitkän keräysajan seurauksena voidaan saada niin paljon pesäkkeitä, että ne peittävät toisensa ja toisaalta taas liian lyhyen ajan seurauksena tulos voi jäädä alle määrittelyrajan. Näytteenoton keräysaika on tavallisesti n. 10 minuuttia. [4.]



Kuva 12. Andersen-keräin ja kasvatusmaljat

Pintanäyte on rakenteen pinnalta otettu näyte joko siihen kiinnittyneestä tai laskeutuneesta pölystä tai kasvustosta. Näyte voidaan ottaa mm. steriilissä laimennusliuoksessa kostetulla vanu-
puikolla, jolla sivellään tutkittavaa pintaa (tavallisimmin $100 \times 100 \text{ mm}^2$). Näyte siirretään joko välittömästi elatusaineen pinnalle sivelemällä puikolla elatusaineen pintaa tai laittamalla vanu-
puikko laimennusliuosta sisältävään koeputkeen, joka toimitetaan laboratorioon jatkokäsittelyä varten. Laboratoriossa liuoksesta tehdään sarja laimennoksia, jotka viljellään elatusalustoilla. Pintanäyte voidaan ottaa myös teippinäytteenä painamalla teipin pala tutkittavaa pintaa vasten ja toimittamaan tämä teippinäyte laboratorioon. Teipistä tutkitaan mikroskoopilla siihen tarttuneet mikrobit, itiöt ja rihmastot. Teippinäyte on vaikea tulkita ja mm. lajitunnistusta ei tästä voi tehdä. Pintanäytteiden tulosten tulkintaa helpottaa, jos otetaan vertailunäyte vastaavista vaurioitumattomista kohdista. [2.]

Rakennusmateriaalinäyte on pintamateriaalista tai rakenteesta otettu näytepala. Näytteen määrä on noin ruokalusikallinen esim. villaeristettä, sahanpurua tai vastaavaa rakennusmateriaalia tai esim. muutaman neliösenttimetrin pala tapettia, mattoa tai vastaavaa pintamateriaalia. Näyte irrotetaan puhtailla, steriileillä välineillä ja laitetaan suljettavaan pussiin. Pussiin merkitään mm. materiaalinäytteen numero, tarkka paikka ja näytteenottopäivämäärä. Näytteet toimitetaan laboratorioon viimeistään seuraavana päivänä. Laboratoriossa näyte uutetaan steriiliin laimennusliuokseen, josta tehdään sarja laimennoksia viljelyä varten. Näytteenottokohta valitaan sen mukaan, mitä näytteellä halutaan saada selville. Jos tavoitteena on selvittää rakenteen mahdollinen mikrobivaurioituminen, tulee näytteet ottaa oletetusta pahiten vaurioituneesta kohdasta.

Jos taas tavoitteena on rajata vaurion reunoilta vaurioitumatonta rakennetta, otetaan näyte niiltä kohti, joihin korjauksia ei ole tarkoitus ulottaa. [4.]

Ilma-, pinta- ja materiaalinäytteet viljellään laboratoriossa elatusalustoilla, joiden pohjalle on valettu erilaisia ravintovalmisteita sisältävä hyyytelömäinen aine eli agar. Mikrobit kasvatetaan näillä alustoilla, ja ne tunnistetaan silminnähtävän kasvutapansa ja mikroskooppisten rakenteidensa perusteella. Eri mikrobeilla on erilaiset optimaaliset kasvuolosuhteet. Sisäilman mikrobeja kasvatettaessa käytetään tavallisesti kolmea erilaista elatusalustaa ja myös lämpötilaa voidaan vaihdella tiettyjen mikrobien suosimiseksi. Viljely kestää noin 2 viikkoa, ja näytteiden käsittely sekä tunnistaminen huomioiden vastaukset saadaan noin kolmen viikon kuluttua. Arvioiden mukaan elatusalustoilla saadaan kasvamaan vain alle 10 % ympäristömikrobeista ja kaikkia kasvavia mikrobeja ei kukaan pysty tunnistamaan. Aivan näin epävarmaa eivät mikrobimääritykset kuitenkaan ole. Kosteusvauriorakennuksien mikrobiologisella tutkimuksella ei pyritäkään etsimään kaikkia mikrobeja, vaan keskitytään pääasiassa niihin mikrobeihin, joiden tiedetään esiintyvän vain kosteusvaurioiden yhteydessä. [4].

Poikkeavien mikrobimäärien tunnistamisessa käytetään apuna mikrobien ohje- ja viitearvoja sekä tietoja mikrobilajistosta. Taulukossa 1 on esitetty sisäilman mikrobipitoisuuksille annetut ohje- ja viitearvot asunnoissa, kouluissa ja toimistoissa. Ohje- ja viitearvoja löytyy mm. sosiaali- ja terveystieteiden tutkimuskeskuksen laatimasta Asumisterveysohjeesta [2]. Ohje- ja viitearvoja pienempiä tuloksia tulkittaessa arviointiperusteena käytetään mikrobilajistoa, kuten kosteusvaurioindikaattoreiden esiintymistä. [9]. Taulukossa 2 on esitetty lista kosteusvaurioituneissa rakennuksissa tyypillisesti esiintyvistä mikrobeista eli ns. kosteusvaurion indikaattorimikrobeista (ns. Baarnin lista). [24.]

Taulukko 1. Sisäilman mikrobeja koskevia ohje- ja viitearvoja, joita sovelletaan vain talviaikaan tehtyihin mittauksiin [9].

Rakennuksen käyttötarkoitus	sieni-itiöpitoisuus (cfu/m ³ eli pmy/m ³)	bakteeripitoisuus (cfu/m ³ eli pmy/m ³)	sädesienipitoisuus (cfu/m ³ eli pmy/m ³)
Asunnot	500*	4500	10
Koulut	50	ei viitearvoa	10
Toimistot	50	600	5
* Asuntojen sisäilman sieni-itiöpitoisuus välillä 100-500 cfu/m ³ viittaa kohonneeseen pitoisuuteen talviaikana (STM 2003).			

Taulukko 2. Ns. Baarnin lista on luettelo kosteusvaurioon viittaavista indikaattorimikrobeista vuoden 1992 tiedon perusteella [24.]

Runsasta kosteutta vaativat (RH > 90...95 %)	Kohtalaista kosteutta vaativat (RH 85...90 %)	Suhteellisen kuivassa viihtyvät mikrobit (RH < 85%)
Aspergillus fumigatus Exophiala Fusarium * Phialophora Stachybotrys * Trichoderma Ulocladium Sädesienet= Streptomyces=aktinomykeetit, nykyisin aktinobakteerit Hiivat (Rhodotorula) Useita gram-negatiivisia bakteereita (esim. Pseudomonas)	Aspergillus versicolor *	Aspergillus versicolor * Eurotium Wallemia Penicilliumlajeja (esim. Penicillium chrysogenum, Penicillium aurantogriseum)*
*Tuottaa toksineja		

6 SISÄYMPÄRISTÖONGELMIEN HALLINTA

Sisäympäristöongelmat voivat joskus olla hankalia, monisyisiä ja aikaa vieviä. Ongelmien tunnistamiseen, selvittämiseen ja hallintaan on hyvä varautua ennakkoon. Sisäympäristöongelmien hallinta ja käsittely vaatii monen ammattiryhmän osallistumista, ja siihen liittyy suuri joukko ihmisiä, kuten ongelman havainneet ja siitä oireilevat ihmiset, heidän työnjohtonsa, kiinteistön ylläpidosta vastaavat henkilöt, työsuojelusta ja työterveydenhuollosta vastaavat henkilöt ja kiinteistön omistajat. Kaikki eri toimijat arvioivat sisäympäristöongelmaa eri tavoin, ja jokaisella on oma intressi. Työntekijöiden intressinä on hyvä ja terveellinen sisäympäristö. Kiinteistön omistajan ja taloyhtiön hallituksen tavoitteena voi olla välttää kuluja, eikä niinkään välittää korjaustyön täydellisestä onnistumisesta. Eri osapuolten erilaiset tavoitteet voivat aiheuttaa sisäympäristöongelman korjaustyön läpiviennissä monenlaisia pulmatilanteita ja vaikeuksia. [7.]

Sisäympäristöongelmien käsittelyssä välttämättömänä ehtona on, että ongelman tekniseen ratkaisuun on saatavilla tarvittavaa osaamista ja tarvittavien korjaustoimenpiteiden toteuttamiseen on taloudelliset mahdollisuudet. Nämä eivät kuitenkaan vielä riitä onnistuneen lopputuloksen saavuttamiseen. Tarvitaan myös kokonaisvaltaista sisäympäristöongelman hallintaan liittyvää osaamista. Sisäympäristöongelman käsittelyssä organisaation taidot hallita myös inhimillistä ja sosiaalista puolta vaikuttavat siihen, kuinka onnistuneeseen lopputulokseen korjaustyössä päästään. [3.]

Epäonnistuneella prosessin hoidolla voivat sisäympäristöongelman ”uhrit” kokea edelleenkin sisäympäristöön liittyviä olosuhdehaittoja, vaikka korjaustyö olisi teknisesti onnistunut. Epäselvä informaatio, huhut ja huono viestintä eri osapuolten kesken voivat ylläpitää ja vahvistaa ongelmaa senkin jälkeen, kun ongelman varsinaiset fyysiseen ympäristöön liittyvät pulmat on ratkaistu. Silloin käytettävissä olleet tekniset ja taloudelliset resurssit menevät hukkaan ja pahimmillaan työyhteisö voi jumiutua ongelmakehitykseen pitkäksi aikaa. [3.]

6.1 Kuinka sisäympäristöongelmat koetaan?

Ihmiset kokevat sisäympäristöongelmat eri tavoin, ja jotkut sisäilmahaitat myös hyväksytään helpommin kuin toiset. Vapaaehtoiset terveyshaitat (esim. tupakointi) hyväksytään yleisesti helpommin kuin sellaiset haitat, joihin ei itse voi vaikuttaa. Tämän takia mm. työpaikan sisäilman epäpuhtauksiin voidaan reagoida herkemmin kuin esimerkiksi oman kodin epäpuhtauksiin. Myös luonnon ääri-ilmiöiden, kuten rankkasateen tai tulvan seurauksena syntynyt sisäilmahaitta, hyväksytään helpommin kuin huonon suunnittelun tai rakentamisen seurauksena syntyneen mikrobivaurion aiheuttama sisäilmahaitta. Tunnetut terveyshaitat ovat myös helpommin hyväksyttävissä kuin tuntemattomat. Esimerkiksi kosteus- tai mikrobivaurion aiheuttamiin terveysvaikutuksiin liittyy monia tuntemattomia tekijöitä, jotka lisäävät koettua haittaa. [7.]

Todellinen sisäympäristöongelma voi aiheuttaa ihmiselle suoria terveydellisiä vaikutuksia, mutta sisäilmahaitan aiheuttama epävarmuus ja työympäristöön liittyvät psykososiaaliset tekijät voivat merkittävästi lisätä sisäympäristöongelman aiheuttamia oireita. Lahtinen on tutkimuksessaan todennut, että negatiivisessa työympäristössä koetaan enemmän sisäilmastoon liittyviä olosuhdehaittoja ja oireita. Selkeimmin koettuihin haittoihin ovat vaikuttaneet liian suuri työ määrä, vähäiseksi koetut vaikutusmahdollisuudet ja työn vähäinen mielenkiintoisuus [3, s. 65.] Sisäympäristöongelmien aiheuttamaan terveysriskiin liittyy myös huolestumista, ahdistumista ja pelkoa. Nämä voivat edelleen lisätä koettuja oireita sekä stressiä, jolloin myös vastustuskyky epäpuhtauksia kohtaan voi heiketä. [7].

6.2 Sisäympäristöongelmien ennaltaehkäisy

Sisäympäristöongelmiin varautuminen ja ennaltaehkäisy on paras tapa välttyä ongelmilta. Toisaalta myös ongelmien ratkaiseminen on helpompaa, kun toimintatapoja mahdollisen sisäympäristöongelman varalta on mietitty etukäteen. Sisäympäristöongelmien ennaltaehkäisemiseen voidaan vaikuttaa esimerkiksi seuraavilla tavoilla: [25.]

- Rakennuksien huolellisella suunnittelulla ja rakentamisella sekä hyvällä ylläpidolla.
- Tunnistamalla rakennuksen riskirakenteet, rakenteiden elinkaari ja peruskorjaustarve.
- Käyttämällä rakennusta ja tiloja suunnitellun mukaisesti. Tilamuutoksien yhteydessä huomioidaan myös työympäristötekijät.
- Huolehtimalla tilojen riittävästä siivouksesta. Myös tilojen yläosat puhdistetaan muutaman kerran vuodessa.
- Huomioimalla myös rakennuksen käyttäjien toimesta mahdollisia sisäympäristötekijöihin liittyviä puutteita.
- Opettamalla rakennuksien käyttäjille sisäilmaan vaikuttavia tekijöitä sekä rakennuksen oikeaa käyttöä (mm. ilmavaihto, lämmitys, tilojen suunniteltu käyttö sekä niiden vaikutukset).

Sisäympäristöongelmien ennaltaehkäisyssä kaikki eri toimijat ovat tärkeässä asemassa. Työsuojeluorganisaation, työterveyshuollon ja kiinteistöhallinnon ja -huollon tehtävänä on ennakoita ja huomioida sisäilman mahdollisia haittatekijöitä, esimerkiksi katselmoinein, työpaikkaselvityksin ja normaalien huoltotoimenpiteiden yhteydessä. Työyhteisön esimiehellä ja myös kaikilla rakennuksen käyttäjillä on vastuu rakennuksen oikeasta käytöstä ja mahdollisten haittatekijöiden ilmoittamisesta ylläpidosta vastaaville henkilöille. [25.]

6.3 Sisäilmatyöryhmä

Sisäympäristöongelmien hallinnassa on hyväksi käytännöksi osoittautunut sisäilmatyöryhmän perustaminen työpaikalle. Työryhmään osallistuvat yleensä tilojen käyttäjien, kiinteistön omistajan, kiinteistöhuollon, työsuojelun ja työterveyshuollon edustajat, terveystarkastaja sekä mahdollisia asiantuntijatahoja kuten sisäilmatutkija, mikrobiutkija ja korjaustyön suunnittelija. Si-

säilmatyöryhmän toiminta suunnitellaan organisaation koon mukaan. Pienillä organisaatioilla ryhmän toiminta voi olla aktiivista ainoastaan sisäympäristöongelmien ilmaannuttua sekä korjaustöiden aikana. Muina aikoina työryhmän tulisi kuitenkin huolehtia myös ennakoivasta toiminnasta. Isommissa organisaatioissa, joissa sisäympäristöongelmat ovat jokapäiväisiä, toimii sisäilmatyöryhmä jatkuvasti ja työryhmä kokoontuu säännöllisesti ja ennalta sovitusti esimerkiksi 3-6 kertaa vuodessa. Sisäilmatyöryhmällä on sisäympäristöongelmien ennakointiin liittyviä tehtäviä sekä sisäympäristöongelman ratkaisun organisointiin liittyviä tehtäviä, joita on esitetty taulukossa 4. [26.]

Taulukko 4. Sisäilmatyöryhmän tehtäviä [26].

Sisäympäristöongelmien ennakointiin liittyviä tehtäviä:	Sisäympäristöongelman ratkaisuprosessiin liittyviä tehtäviä:
<ul style="list-style-type: none"> • kehittää yhteisiä toimintatapoja sisäympäristöongelmien käsittelyyn • kehittää dokumentointia kohdekohtaiseksi, reaaliaikaiseksi ja kaikkien toimijoiden käytettäväksi • laatia yleisiä toimintaohjeita korjaustöiden suorittamiselle sisäympäristöongelmakohteissa • laatia viestintäohjeet sisäympäristöongelmiin liittyen • järjestää alaan liittyvää koulutusta toimijoille ja eri hallintokuntien edustajille • seurata ja arvioida vuosittain sisäympäristöongelmakohteiden määrää ja niiden vakavuutta sekä tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuutta ja toimintaprosesseja • ottaa kantaa kiinteistöjen ylläpitoon ja varattuihin resursseihin yleisellä tasolla. 	<ul style="list-style-type: none"> • tehdä prosessia koskevat päätökset yhdessä neuvotellen ja kaikkien ammattiryhmien osaamista hyödyntäen sekä esiintyä ulospäin yhtenäisesti • huolehtia, että tilanteesta on riittävät taustatiedot ja alustavat sisäympäristöselvitykset • tarkentaa ongelman määrittely, tehdä riskiarviointi ja asettaa konkreettiset, todennettavat tavoitteet • päättää riskienhallinnasta, suunnitella, aikatauluttaa ja toteuttaa korjaavat toimenpiteet • toteuttaa kohdekohtainen seuranta • huolehtia hyvästä tiedonkulusta ja riskiviestinnästä sekä dokumentoinnista koko prosessin ajan

6.3.1 Yhteistyö ja luottamus

Sisäympäristöongelman korjaustyön läpivienti vaatii kaikkien osapuolien yhteistyötä ja luottamusta. Yhteistyö edellyttää etukäteen sovittuja toimintatapoja sekä vastuiden ja roolien selkiyttämistä, jotta ongelmien ilmaannuttua toiminta olisi sujuvaa. Hyvällä yhteistyöllä saadaan sisäilmahaitasta kärsiviltä henkilöiltä tietoa vaurioiden ja ongelmien kehittymisestä, laajuudesta ja sijainnista. Yhteistyökumppaneilla voi olla myös hyviä näkemyksiä vaurioiden syistä ja korjaustavoista, mikä auttaa ongelman ratkaisun nopeaan käynnistymiseen. Yhteistyössä mietityt ja päätetyt tutkimus- ja korjaustoimenpiteet myös sitouttavat. Sellainen korjausratkaisu, jossa on itse ollut mukana, on helpompi hyväksyä kuin sellainen, johon ei ole annettu mahdollisuutta osallistua. Osallistumalla suunnitteluprosessiin muodostuu käsitys sisäilmahaitan korjaustyön vaikeudesta ja mahdollinen epäonnistuminen on hyväksyttävissä ilman kenenkään syyllistämistä. Eri osapuolet haluavat myös olla perillä heitä koskevista asioista ja osallistua prosessin läpivientiin. [7]. Lahtinen on tutkimuksessaan todennut, että mitä kiinteämmin ja laajemmin sisäilmahaitasta kärsivät henkilöt ovat mukana sisäympäristöongelman käsittely- ja ratkaisuprosessissa ja mitä laajemmin he pääsevät vaikuttamaan prosessissa, sitä varmemmin sisäympäristöongelma koetaan ratkaistuksi [3, s. 69 ja 70.]

Sisäympäristöongelman korjaus ei onnistu ilman luottamusta. Jos sisäympäristöongelman osalliset eivät voi luottaa asiantuntijoiden esittämiin käsityksiin sisäympäristöongelman syistä ja keinoista niiden korjaamiseksi, ei sisäilmahaitta välttämättä poistu, vaikka ongelma saataisiinkin teknisesti ratkaistua. Erityisesti kosteus- ja mikrobivaurioissa on tyypillistä yleisen epäluottamuksen syntyminen. Luottamuksen puute yleensä pitkittää vaurion selvittelyä ja vaikeuttaa onnistuneeseen lopputulokseen pääsemistä. [3.]

Luottamuksen saavuttamisen ensimmäinen edellytys on oikea asenne. Esimerkiksi kiinteistön ylläpidosta vastaavien henkilöiden tulisi ensisijaisesti huomioida ihmisten hyvinvointi ylläpitämässään rakennuksessa, eikä suinkaan olla huolissaan ainoastaan rakennuksen kunnosta. Rakennuksen kunnossapito on kyllä tärkeää, mutta sillä on vain välineellinen arvo. Sisäympäristöongelman esilletulovaiheessa luottamus synnytetään kuuntelemalla ja huomioimalla sisäympäristöongelmasta kärsivien ihmisten mielipiteitä. Vähättelevällä ja ylimielisellä asenteella luottamus menetetään nopeasti ja sen takaisinsaaminen on vaikeaa. Luottamus tulee näkyä omassa ja oman organisaation toiminnassa ja yhteistyössä muiden asiantuntijoiden sekä muiden osallisten kanssa. [7.]

6.3.2 Viestintä ja tiedottaminen

Sisäympäristöongelmia arvioidessa tulee kuunnella myös tilojen käyttäjiä. Mitattu sisäympäristö ei aina vastaa sitä, kuinka käyttäjät kokevat sisäympäristön. Tämä voi johtua esimerkiksi siitä, että sisäympäristön epäpuhtaustekijät ovat usein näkymättömiä, eikä niitä aina saada selville käytettävissä olevilla mittausmenetelmillä. Ihminen on hyvä ja herkkä ”mittari”, joka aistii sisäympäristöön vaikuttavien tekijöiden yhteisvaikutukset.

Viestinnällä voidaan vaikuttaa siihen, kuinka sisäilmahaitan ”uhrit” kokevat korjaustyön onnistuneen. Jos sisäilmahaitan selvittämisen aloitusvaiheessa ei kuunnella henkilökuntaa, eikä henkilökuntaa sidota selvitys- ja korjaustyöhön, voidaan työpaikalla epäillä tutkimustöiden riittävyyttä sekä korjaustyön asianmukaista suoritusta. Epävarmuus ja huoli voivat aiheuttaa sen, että teknisesti onnistuneen korjauksen jälkeen sisäilmahaitasta kärsineet kokevat edelleenkin sisäympäristöön liittyviä olosuhdehaittoja. Sisäympäristöongelmien ilmaannuttua tulisi rakennuksen käyttäjien kanssa käydä läpi, miten ja millä aikataululla ongelmaa ryhdytään selvittämään, kenen toimesta se tehdään ja millaista haittaa toiminta voi aiheuttaa. Tärkeää on myös keskustella siitä, milloin tutkimustulokset valmistuvat, kuka niistä ilmoittaa ja voidaanko sisäilmahaittaa jollakin tavoin lieventää. [7.]

Ihmisillä on oikeus tietää ja vaikuttaa heitä koskeviin asioihin. Tiedottaminen tulee suorittaa oikea-aikaisesti ja oikeassa laajuudessa kaikille asianosaisille. Ajoissa hoidettu tiedottaminen lisää luottamusta ja antaa ihmisille mahdollisuuden sopeutua ongelmaan. Tämä myös vähentää huhujen leviämistä. Lisäksi ensimmäinen tiedottaja voi vaikuttaa siihen, miten tieto tuodaan esille eli hän ohjaa tiedottamista. Tiedon panttaaminen lisää epäluuloisuutta, mikä yleensä vaikeuttaa myös korjausprosessin läpivientä. [7.]

Tiedottaminen on suunniteltava ja sen vastuista on päätettävä jo etukäteen. Suuremmissa ongelmakohteissa voivat myös eri tiedotusvälineet olla kiinnostuneita ongelman selvittelystä. Tiedottamisessa on sovittava, kuka hoitaa ulkoisen tiedottamisen ja kenelle mahdolliset kyselyt ohjataan. Tärkeää on, että ongelmakohteissa toimivat ihmiset saavat aikaisemmin ja laajemmin tietoa ongelmasta kuin muu väestö. Sellaisissa ongelmakohteissa, joiden voidaan olettaa kiinnostavan myös tiedotusvälineitä, tulisi jo hyvin aikaisessa vaiheessa miettiä, missä vaiheessa tiedotustilaisuuksia pidetään. [7.]

Sisäympäristöongelman tiedottamisessa on huomioitava, että vain harvoin voidaan antaa tarkkoja lukuarvoja terveyshaitasta. Haitan suuruuden arviointiin liittyy aina epävarmuustekijöitä.

Näiden epävarmuustekijöiden syitä on hyvä käsitellä ja ne on tärkeää tuoda esille. Terveyshaittan suuruuden kuvailuun on myös liitettävä keinoja, joilla altistuvat henkilöt voivat pienentää riskiä. Esimerkiksi ilmanvaihdon ongelmaa voidaan pienentää ikkunatuuletuksella ja rakenteiden sisässä olevan kosteus- ja mikrobivaurion aiheuttamaa terveyshaittaa voidaan lieventää tiivistämisellä sekä tuuletuksen tehostamisella. [7.]

6.3.3 Ongelman ratkaisuprosessi

Sisäympäristöongelmien ilmaannuttua edetään suunnitelmallisesti aina ongelman havaitsemisesta seurantaan ja arviointiin saakka. Hyvällä yhteistyöllä ja viestinnällä varmistetaan työskentelyn sujuminen. Ongelma tulee ilmi yleensä rakennuksen käyttäjän tai huoltomiehen ilmoituksesta tai rakennuksen katselmoinnin yhteydessä. Ilmoitusmenettely tulee olla etukäteen mietitty ja ilmoitus pohja on hyvä olla esimerkiksi sisäisellä intranet-sivulla. Ilmoituksen vastaanottajan tulee antaa palaute ilmoituksen vastaanottamisesta ja asian hoidon liikkeelle lähdöstä. Tavanomaiset ja helposti tunnistettavat sekä korjattavat sisäympäristöongelmat hoidetaan normaaleina rakennuksen huolto- ja kunnossapitotoimenpiteinä. Laajemmat ja vaikeammat sisäympäristöongelmat viedään sisäilmatyöryhmälle. Sisäilmatyöryhmä arvioi ongelman laajuutta ja monitahoisuutta. Arvioinnin tueksi kerätään riittävästi tietoa kohderakennuksesta sekä sisäilmasto-ongelman aiheuttamista haitoista. Tarvittavia selvityksiä voivat alkuvaiheessa olla henkilöstön ja työterveyshuollon haastattelut ja rakennuksen alustavat selvitykset. Alkuselvittelyjen perusteella sisäilmatyöryhmä suunnittelee ja aikatauluttaa tarvittavat lisäselvitykset. [25.]

Tehtyjen selvityksien perusteella määritetään ongelma ja arvioidaan sen aiheuttamat riskit. Ongelman määrittelyssä muodostetaan yhteinen näkemys siitä, miten laajasta ongelmasta on kysymys ja mitkä ovat ongelman taustat sekä mahdolliset syyt. Monesti sisäympäristöongelmissa törmätään tilanteeseen, jossa eri toimijat määrittelevät saman ongelmatilanteen hyvinkin eri tavoin. Joku voi ajatella ongelman olevan ilmanvaihdon tekninen ongelma kun toinen ajattelee ongelman johtuvan tilan käyttäjien virheellisestä ilmanvaihdon käytöstä. Yhteisen näkemyksen löytäminen on kuitenkin tärkeää, koska erimielisyydet ongelman ratkaisun ja sen terveydellisen merkityksen arvioinnissa vaikeuttavat suuresti sisäympäristöongelman ratkaisua. [25.]

Tehtyjen selvitysten perusteella tehdään huolellinen riskiarvio, eli arvioidaan yhteistyössä sisäympäristöongelman aiheuttamien terveyshaittojen todennäköisyys ja vakavuus. Arvioinnissa tulee huomioida, millaisia, kuinka voimakkaita ja miten laajalle levinneitä sisäympäristöhaitat ovat. Riskiarviossa tarkastellaan sekä työympäristöä että altistuvia henkilöitä ryhmätasolla. Sisäympäristöongelman korjaustyölle asetetaan tavoitteet ja onnistumisen kriteerit. Rakennuksen kuntoa ja sisäilman laatua koskevat sekä ihmisten hyvinvointiin liittyvät tavoitteet ovat tärkeitä. Tavoitteet on syytä miettiä yhteistyössä sisäilmatyöryhmän kesken, jolloin niiden perustelut ovat kaikkien asianomaisten tiedossa ja hyväksyttävissä. Tavoitteiden tulee olla riittävän konkreettiset, jotta niiden toteutumista voidaan myöhemmin arvioida. Tavoitteiden asettamisessa joudutaan väistämättä ottamaan huomioon myös taloudelliset resurssit. Tavoitteena on kuitenkin aina, että työympäristö täyttää vähintään työsuojelu- ja työterveyslainsäädännön vähimmäisvaatimukset. [25.]

Sisäilmatyöryhmässä päätetään sisäympäristöongelman korjaamiseen liittyvistä toimenpiteistä ja aikataulusta. Riskin suuruus vaikuttaa toimenpiteiden aikatauluun. Jos riski on kohtalainen, tulee toimenpiteisiin ryhtyä kohtuullisen ja järkevän ajan kuluessa. Riskin ollessa sietämätön on toimenpiteiden tarve välitön. Toimenpiteitä suunnitellessa on tärkeää sopia mitä, missä ja milloin tapahtuu ja miten siitä tiedotetaan. Laajojen korjausten yhteydessä on usein järjestettävä henkilöstölle väliaikaistilat. Korjauksissa on tärkeää suojata korjausalue. Suojaustoimenpiteiden tulisi olla niin tehokkaita, etteivät pöly ja muut epäpuhtaudet pääse leviämään korjattavista tiloista ympäröiviin tiloihin. Korjaustoimenpiteiden onnistumisen kannalta korjaustyötä kannattaa valvoa ja jo etukäteen sopia urakoitsijan kanssa tehtävien toimenpiteiden laadusta. Korjaustöiden jälkeen huolellinen ja lähes kaiken kattava siivous on oleellinen osa korjaustoimenpiteiden onnistumista. [25.]

Jo korjausprosessin alussa tulee miettiä, miten ja missä vaiheessa toteutettujen toimenpiteiden vaikutuksia seurataan ja arvioidaan. Seurannan suunnittelu viestii sitoutumisesta ja siitä, että asian suhteen ollaan tosissaan liikkeellä. Seurannan tavoitteena on saavutetun lopputuloksen arviointi. Sen avulla voidaan tehdä saavutetut parannukset kaikille näkyviksi, mikä on omiaan hälventämään mahdollista epäluottamusta ja rauhoittamaan tilannetta työyhteisössä. Seuranta-keinoja ovat katselmoinnit, tilojen käyttäjien kyselyt ja haastattelut sekä mittaukset. [25.]

7 YHTEENVETO

Rakennuksiin liittyvät sisäympäristöongelmat ovat yleisiä suomalaisissa rakennuksissa. Ongelmat voivat tulla esiin viihtyvyyshaittoina, mutta ne voivat aiheuttaa myös oireilua ja sairastelua. Sisäympäristöongelmien taustalla voi olla heikko ilmanvaihto, fysikaaliset tekijät tai sisäilman epäpuhtaudet, mutta myös rakennuksen käyttö ja siivouksen taso vaikuttaa merkittävästi sisäilman laatuun. Henkilökohtaiset tekijät sekä työyhteisön psykososiaaliset tekijät vaikuttavat sisäilman koettuun laatuun ja siihen, miten työyhteisö sietää ja kykenee hallitsemaan sisäilmahaitat.

Sisäympäristöongelmien selvittäminen ei ole aivan niin yksiselitteistä ja usein myös ongelmien ratkaisukeinojen löytäminen on haastavaa. Ongelmien käsittelyyn liittyy monta eri tahoja, kuten rakennuksen käyttäjät, työsuojeluorganisaatio, työterveyshuolto, kiinteistön omistajat ja huoltohenkilökunta, terveydensuojeluviranomainen sekä mahdollisesti myös ulkopuolisia asiantuntijoita. Näillä kaikilla tahoilla on tärkeä rooli ja tehtävä ongelman ratkaisuprosessissa sekä myös yleisesti rakennuksen ylläpidossa takaamaan hyvä sisäympäristö.

Sisäympäristöongelmien käsittelyn ehdoton edellytys on, että ongelman tekniseen ratkaisuun on saatavilla tarvittavaa osaamista ja tarvittavien korjaustoimenpiteiden toteuttamiseen on taloudelliset mahdollisuudet. Tämän lisäksi tarvitaan myös kokonaisvaltaista sisäympäristöongelman hallintaan liittyvää osaamista. Myös oikea viestintä ja luottamuksen saavuttaminen ovat sisäympäristöongelmien ratkaisemisessa tärkeitä. Näiden asioiden hallitseminen vaikuttaa voimakkaasti siihen, kuinka rakennuksen käyttäjät kokevat korjaustyön onnistuneen.

Sisäympäristöongelmien hallinnassa on tärkeää hyvä rakennuksen ylläpito, ongelmien ennakointi ja ongelmien käsittelyprosessin hallinta. Ongelmien käsittelyyn liittyy useita tahoja, jolloin vaaditaan myös hyvää yhteistyötä sekä järjestäytyntä projektiluonteista toimintaa. Etenkin laajojen ja monitahoisten sisäympäristöongelmien ratkaisua helpottaa, kun työpaikalle perustetaan sisäilmatyöryhmä, jossa ongelmatilanteet käsitellään. Sisäympäristöongelmien hallinnassa tärkeää on teknisten ongelmien ratkaisun lisäksi huomioida myös rakennuksen käyttäjien inhimilliset ja sosiaaliset puolet. Rakennuksen käyttäjien vähäinen huomioiminen ja heikko viestintä ongelman tutkimisen ja korjaustöiden aikana heikentävät käyttäjien luottamusta korjaustyön onnistumiseen. Käyttäjät voivat edelleen kokea sisäympäristöön liittyviä olosuhdehaittoja, vaikka korjaustyö olisi teknisesti onnistunutkin.

LÄHTEET

1. Puhakka, E. Kärkkäinen, J. Sisäilmätietokeskus. Suomen Sisäilmaston Mittauspalvelu Oy. Terveellinen sisäilma. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy, 1996. 241 s. ISBN 952-90-7379-8.
2. Sosiaali- ja terveysministeriö. Asumisterveysohje. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Helsinki: Oy Edita Ab, 2003. 88 s. ISBN 952-00-1301-6
3. Lahtinen, M. Psykologinen näkökulma työpaikkojen sisäilmasto-ongelmiin: psykososiaalinen työympäristö ja organisaation ongelmanratkaisutaidot ongelmapyyhden osatekijöinä. Helsinki: Työterveyslaitos, Työ- ja ihminen, Tutkimusraportti 25; 2004. 88s. +liitt. ISBN951-802-573-8
4. Sosiaali- ja terveysministeriö. Asumisterveysopas. 3. korjattu painos. Vaasa: Ykkös-Offset Oy, 2009. 200 s. ISBN: 978-952-9637-38-6
5. Ympäristöministeriö. Suomen rakentamismääräyskokoelma, D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, Määräykset ja ohjeet 2010. Helsinki 2008. 37 s. ISBN-13: 9789525236347
6. Säteri, J. Sisäilmayhdistys. Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Espoo: Sisäilmayhdistys 2008. 43 s.
7. Seuri, M. Palomäki, E. Haasteellinen sisäilma. Riskianalyysi sisäilmaongelmissa. Rakennustieto Oy. Tampere: Tammer-Paino Oy, 2000. ISBN 951-682-617-2
8. WWW-dokumentti. Turvallisuus- ja kemikaalivirasto (Tukes). Älä käsittele hometaloa tai irtaimistoa vaarallisilla desinfiointiaineilla – lehdistötiedote 10.12.2012. ((luettu 9.2.2013).
<http://www.tukes.fi/fi/Ajankohtaista/Tiedotteet/Kemikaalituotevalvonta/Alakasittele-hometaloa-tai-irtaimistoa-vaarallisilla-desinfiointiaineilla/>
9. Reijula, K. Ahonen, G. Alenius, H. Holopainen, H. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat. eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 1/2012. Espoo: Kopiojyvä Oy, 2012. 205 s. ISBN 978-951-53-3455-8 (pdf).

10. WWW-dokumentti. Sisäilmayhdistys. Terveelliset tilat > Kosteusvauriot> Mikrobit> Mikrobikasvun edellytykset (Luettu 9.2.2013).
http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kosteusvauriot/mikrobit/mikrobikasvun_edellytykset/.
11. Muhonen, A. Mikrobin aiheuttamat terveydelliset vaikutukset diasarja. Kajaanin ammattikorkeakoulu.
12. WWW-dokumentti. Työterveyslaitos. Kemikaaliturvallisuus > Ainekohtaista kemikaalitietoa > PAH-yhdisteet ja niiden esiintyminen (luettu 2.2..2013)
http://www.ttl.fi/fi/kemikaaliturvallisuus/ainekohtaista_kemikaalitietoa/PAH-yhdisteet_ja_niiden_esiintyminen/Sivut/default.aspx.
13. WWW-dokumentti. Ositum Oy. Kemian laboratorio > 2-etyyliheksanoli (luettu 4.2.2013) <http://www.ositum.fi/index.php?p=2etyyliheksanoli>
14. Aikivuori, A. Terveen rakennuksen evoluutio. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka. Tutkimusraportti . Espoo 2001. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka
15. WWW-dokumentti. Allergia- ja astmaliiton opas. Siitepölyallergia (luettu 9.2.2013).
<http://www.nic.fi/~sataa/oppaat/Siitepolyallergia.htm>
16. Putus, T. Home ja terveys. Kosteusvauriohomeiden ja hiivojen terveyshaitat. Pori: 2010. ISBN 978-952-9637-43-0.
17. WWW-dokumentti. Sisäilmayhdistys. Terveelliset tilat > Terveysvaikutukset > Mikrobin terveyshaitat. (Luettu 1.1.2013).
http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/terveysvaikutukset/mikrobin_terveyshaitat/
18. Leivo, V. Pirinen, J. Reiman, M. Ruotsalainen, R. Rautiainen, S. Suojanen, P. Opas kosteusongelmiin. - Rakennustekninen, mikrobiologinen ja lääketieteellinen näkökulma. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Tampere 1998. ISBN 978-952-15-2733-3 (pdf).
19. Torikka, K. Hyypöläinen, T. Mattila, J. Lindberg, R. Kosteusvauriokorjausten laadunvarmistus. Tampereen teknillinen korkeakoulu, rakennustekniikan osasto. Tampere 1999. ISBN 952-15-0218-5.

20. WWW-dokumentti. Itä-Suomen yliopisto. Koulutus- ja kehittämisspalvelut Aducate. Rakennusten terveellisyteen liittyvien asiantuntijoiden koulutus –esite. (luettu 1.3.2013). http://www.aducate.fi/c/document_library/get_file?uuid=d2f8ace4-8139-4dde-a774-058a0a30990a&groupId=143970&p_1_id=1918642
21. Ympäristöministeriö ja Rakennustieto Oy. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Ympäristöopas 28. Tampere: Tammer-Paino Oy, 1997. 143 s. ISBN 951-682-468-4
22. WWW-dokumentti. Sisäilmayhdistys. Terveelliset tilat > Ongelmien tutkiminen > Muut sisäilmatutkimukset > Tutkimusmenetelmät. (Luettu 30.12.2012). http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/ongelmien_tutkiminen/muut_sisailmatutkimukset/tutkimusmenetelmat/
23. Seuri, M. Reiman, M. Rakennusten kosteusvauriot, home ja terveys. Rakennustieto Oy. Tampere: Tammer-Paino Oy, 1996. 81 s. ISBN 951-682-416-1
24. WWW-dokumentti. Sisäilmayhdistys. Terveelliset tilat > Kosteusvauriot > Mikrobit > Katsaus mikrobeihin. (Luettu 26.1.2013). http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/kosteusvauriot/mikrobit/katsaus_mikrobeihin/
25. Lahtinen, M. Lappalainen, S. Reijula, K. Sisäilman hyväksi. Toimintamalli vaikeiden sisäilmaongelmien ratkaisuun. Työterveyslaitos. Vammala: Vammalan kirjapaino Oy, 2006. ISBN 951-802-674-2.
26. Suomen Kuntaliitto. Sisäympäristöongelmien ratkaiseminen kuntien rakennuksissa. Ohje toimintatavoista sisäympäristöongelmia hoitaville ryhmille ja henkilöille. Helsinki: Kuntaliiton julkaisumyynti. 2010. ISBN 978-952-213-624-4 (pdf).

LIITTEET

Liite 1 Kajaanin kaupungin toimintamalli sisäympäristöongelmien ratkaisuun



Kajaanin kaupungin toimintamalli sisäympäristöongelmien ratkaisuun



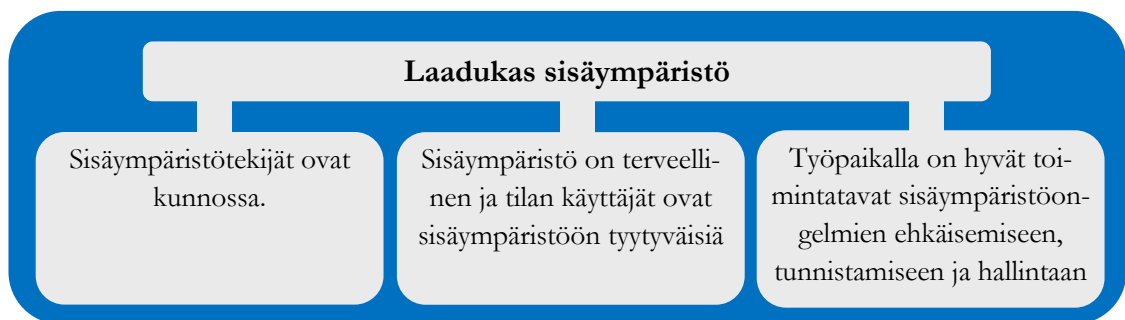
SISÄLLYS

1	JOHDANTO	3
2	ERI TOIMIJOIDEN ROOLIT JA TEHTÄVÄT SISÄYMPÄRISTÖASIOISSA	5
3	TOIMINTAMALLI SISÄYMPÄRISTÖONGELMIEN RATKAISUUN	7
3.1	Sisäympäristöongelmasta ilmoittaminen	7
3.2	Tarkastuskäynti ja alustavat selvitykset	8
3.3	Sisäilmatyöryhmän perustaminen ja lisäselvitykset	9
3.4	Lisäselvitysten käsittely, terveystarkastus arviointi ja korjaustoimenpiteiden tavoitteet	10
3.5	Korjaustoimenpiteet	10
3.6	Seuranta	11
4	LÄHTEET	12
5	LIITTEET	13



1 JOHDANTO

Sisäympäristöön liittyvät häiritteijät ovat yleisiä työympäristöissämme. Häiritteijöinä voi olla esimerkiksi kuiva tai tunkkainen huoneilma, vetoisuus, kylmyys, pölyisyys tai sisäilman poikkeavat hajut. Ongelmien aiheuttajat voivat olla myös piileviä, minkä vuoksi niitä ei aina tavoiteta käytettävissä olevilla mittausmenetelmillä. Ihminen on hyvä ja herkkä ”mittari”, joka aistii herkästi sisäympäristöön vaikuttavien tekijöiden yhteisvaikutukset. Koska ihmiset ovat yksilöitä, toiset reagoivat sisäympäristön epäpuhtauksiin huomattavasti herkemmin kuin toiset. Laadukas sisäympäristö koostuu kolmesta eri osa-alueesta kuvan 1 mukaisesti. [1.]



Kuva 1. Laadukkaan sisäympäristön osa-alueet [1].

Sisäympäristöongelmat ovat joskus laajoja, vaikeita ja monitahoisia. Ongelmien selvittäminen ja tutkiminen eivät ole aina niin yksiselitteistä ja usein myös ratkaisukeinojen löytäminen on haastavaa. Sisäympäristöongelmien ratkaisemisessa on tärkeää hyvä yhteistyö ja järjestäytynyt, tavoitteellinen ja projektiluonteinen toiminta. Ongelman käsittelyyn liittyy monta eri tahoja, kuten ongelmakohtarakennuksen käyttäjät, työsuojeluorganisaatio, työterveyshuolto, kiinteistön omistajat ja huoltohenkilökunta, terveydensuojeluviranomainen sekä mahdollisesti myös ulkopuolisia asiantuntijoita. Näillä kaikilla tahoilla on tärkeä rooli ja tehtävä ongelman ratkaisuprosessissa sekä myös yleisesti rakennuksen ylläpidossa takaamaan hyvä sisäympäristö. [2.]

Sisäympäristöongelmien käsittelyssä on tärkeää myös aktiivinen ja totuudenmukainen viestintä. Tilan käyttäjiä kuuleva ja osallistava työskentelyote sekä hyvä ja säännöllinen viestintä auttaa onnistuneeseen lopputulokseen pääsemistä. Käyttäjien mukanaolo ja vaikuttaminen ongelman ratkaisuprosessissa lisää myös ympäristön hallinnan tunnetta, mikä on tärkeää ihmisen hyvinvoinnin kannalta. [2.]



Sisäympäristöongelmien ehkäisemissä on oleellista hyvä ja suunnitelmallinen rakennuksen ylläpito ja huolto. Tavanomaiset rakennusten tekniset viat ja puutteet hoidetaan normaalina rakennuksen kunnossapitona. Tässä ohjeessa kuvattua toimintamallia käytetään laajempien sisäympäristöongelmien ratkaisemiseen. Toimintamallissa on esitetty prosessikaaviomaisesti sisäympäristöongelman ratkaisu aina ongelman ilmoittamisesta korjaustyön arviointiin ja seurantaan. Toimintamallissa korostuu tavoitteellinen, prosessimainen toiminta sekä eri toimijatahojen kiinteä yhteistyö. Toimintamalli on hyödyllinen kaupungin kiinteistöjen ylläpidosta vastaaville henkilöille sekä työyksiköiden esimiehille. Se auttaa yhteistyön rakentamisessa ja opastaa etenemään suunnitelmallisesti kohti sisäympäristöongelman ratkaisua. [3.]



2 ERI TOIMIJOIDEN ROOLIT JA TEHTÄVÄT SISÄYMPÄRISTÖASIOISSA

Kaupungin Tilapalvelut vastaa ja huolehtii kiinteistöjen ylläpidosta ja toimii kiinteistöjen teknisenä asiantuntijana. Tilapalvelujen tehtävänä on ennaltaehkäistä ja huomioida sisäympäristön häirtatekijöitä katselmointien ja normaalien huoltotehtävien yhteydessä sekä rakennuksien kuntoarvioilla. Tilapalvelun tehtäviin kuuluu lisäksi järjestää rakennuksen käyttöön, ongelmien havaitsemiseen ja ennaltaehkäisyyn liittyvää koulutusta rakennuksien käyttäjille.

- Sisäilma-asiantuntija (Kajaanin kaupungin sisäilmatyöryhmän puheenjohtaja) toimii asiantuntijana sisäilmastoon liittyvissä kysymyksissä. Sisäympäristöongelmatilanteessa hän toimii selvitysvaiheiden ja korjaustoimenpiteiden vetäjänä.
- Lvi-asiantuntijat osallistuvat sisäympäristöongelmien selvittämiseen ja korjaustöiden lvi-suunnitteluun.
- Kiinteistöille nimetyt kiinteistöhoitajat vastaavat päivittäisestä kiinteistöhuollosta. Kiinteistöhoitoon kuuluvien pienten vikakorjauksien palvelupyynnöt laitetaan vikailmoituksena intranettiin. Kiinteistöhoitajat osallistuvat sisäympäristöasioiden hoitoon, ongelmien ratkaisemiseen sekä jälkiseurantaan.

Kajaanin Mamselli -liikelaitos huolehtii rakennuksien puhtaanapidosta. Säännöllisellä puhtaanapidolla ja myös huoneiden yläosien säännöllisellä puhdistuksella on erittäin suuri merkitys sisäilman laadun hallinnassa, koska pinnoille kertyvä pöly ja lika toimivat mikrobien kasvualustana ja kaasumaisten epäpuhtauksien kerääjänä.

Työyksikön esimies huolehtii, että tiloja käytetään tarkoituksenmukaisesti. Hänen tehtävänä on ilmoittaa tilapalveluille sisäympäristöongelmista, välittää tietoa työyksikön sisällä ja järjestää yhdessä tilapalvelujen kanssa toimintojen jatkuvuus esimerkiksi evakkotilanteessa. Esimies toimii myös työpaikalle perustettavan sisäilmatyöryhmän jäsenenä. Hän tuo työpaikkakohtaiselle sisäilmatyöryhmälle tietoa henkilöstön tilanteesta ja välittää henkilöstölle tietoa sisäilmatyöryhmässä päätetyistä asioista. Esimiehellä ja myös muilla rakennuksien käyttäjillä on vastuu rakennuksen oikeasta käytöstä.

Työsuojeluvaltuutettu toimii henkilöstön edustajana ja työsuojelun asiantuntijana työpaikalla. Työsuojeluvaltuutettu toimii myös työpaikkakohtaisen sisäilmatyöryhmän jäsenenä ja tuo Kajaanin kaupungin sisäilmatyöryhmälle tietoa mm. tiloihin liittyvistä ongelmista ja henkilöstön tilanteesta.



Työterveyshuollon tehtävänä on toimia terveyshaittojen asiantuntijana sekä arvioida sisäympäristöolosuhteiden terveydellistä merkitystä. Työterveyshuolto osallistuu työpaikkakohtaiseen sisäilmatyöryhmään, varsinkin jos sisäympäristöongelmaan epäillään liittyvän terveyshaittaa. Työterveyshuolto tuo myös sisäilmatyöryhmälle tietoa työntekijöiden terveystilanteesta ryhmätasolla. Työterveyshuolto voi tarvittaessa toteuttaa työpaikkaselvityksen, sisäympäristöongelmiin kohdennetun sisäilmastokyselyn tai terveystarkastuksen rakennuksen käyttäjille.

Terveydensuojeluviranomaisen tehtävänä on valvoa asuntojen ja julkisten tilojen terveydellisiä oloja. Terveydensuojeluviranomainen antaa ohjeita ja tarvittaessa velvoittavia viranomaismääräyksiä terveyshaittaa aiheuttavien epäkohtien tutkimiseksi, korjaamiseksi ja poistamiseksi. Terveydensuojeluviranomainen toimii sisäilmatyöryhmän asiantuntijana.

Kajaanin kaupungin sisäilmatyöryhmä edistää sisäympäristöasioiden hoitamista. Työryhmä seuraa kaupunkitasoisesti sisäympäristöasioiden tilannetta, kohdekohtaisten sisäilmatyöryhmien toimintaa sekä toimenpiteiden toteutumista kohteissa. Sisäilmatyöryhmä kokoontuu neljä kertaa vuodessa. Työryhmään osallistuu tilapalvelujen sisäilma-asiantuntija (puheenjohtaja), kiinteistöjen korjauksesta vastaava henkilö, lvi-asioista vastaava henkilö, työsuojeluvaltuutetut, siivoustyön suunnittelija ja ympäristöhuollon terveystarkastaja sekä työterveyshuollon edustaja. Sisäilmatyöryhmän tehtävänä on:

- arvioida ja kehittää yhteisiä toimintatapoja sisäympäristöongelmien käsittelyyn
- laatia yleisiä toimintaohjeita korjaustöiden suorittamiselle sisäympäristöongelmakohteissa
- laatia viestintäohjeita sisäympäristöongelmiin liittyen
- järjestää alaan liittyvää koulutusta toimijoille ja eri hallintokuntien edustajille
- seurata ja arvioida vuosittain sisäympäristöongelmakohteiden määrää ja niiden vakaavuutta sekä tehtyjen toimenpiteiden vaikuttavuutta ja toimintaprosesseja
- ottaa kantaa kiinteistöjen ylläpitoon ja varattuihin resursseihin yleisellä tasolla.

Työpaikkakohtainen sisäilmatyöryhmä perustetaan silloin kun työyhteisössä ilmenee laajempia tai vaikeampia sisäympäristöongelmia. Ryhmään osallistuvat työyksikön esimies, työntekijöiden edustaja, tilapalvelun sisäilma-asiantuntija (puheenjohtaja), työsuojeluvaltuutettu ja terveystarkastaja sekä tarvittaessa myös tilapalvelun lvi-asiantuntija sekä ulkopuolisia asiantuntijoita. Työpaikkakohtaisen sisäilmatyöryhmän tehtävänä on:

- huolehtia, että tilanteesta on riittävät taustatiedot ja selvitykset
- tehdä prosessia koskevat päätökset
- suunnitella, aikatauluttaa ja toteuttaa korjaavat toimenpiteet
- huolehtia hyvästä tiedonkulusta ja dokumentoinnista koko prosessin ajan



3. TOIMINTAMALLI SISÄYMPÄRISTÖONGELMIEN RATKAISUUN

3.1 Tavanomaiset sisäympäristöongelmat

Suurin osa sisäympäristöön liittyvistä haitoista ovat selkeitä, helposti tunnistettavia ja ratkaistavia. Tällaisia haittatekijöitä ovat esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän toimintahäiriöt, ikkunasta aiheutunut veto tai huonetilan viileys. Nämä tavanomaisien vikojen ilmoitukset tehdään tilapalveluille normaalina vikailmoituksena ja ne korjataan normaalina rakennuksen huolto- ja kunnossapitotoimenpiteinä.

Sisäympäristön haittailmoituksen kautta tulleet ilmoitukset lähdetään hoitamaan sisäympäristöongelman ratkaisu -prosessikaavion mukaan, joka on esitetty kaaviossa 1 (sivu 6). Usein sisäympäristöongelmat ratkeavat joko tarkastuskäynnin tai alustavien selvityksien yhteydessä. Jos näiden alustavien selvityksien perusteella kaikki osapuolet katsovat sisäympäristöongelman ratkenneen ja ongelman korjaavat toimenpiteet ovat selkeitä ja yksiselitteisiä, korjataan ongelma normaalina kunnossapitona.

3.2 Laajemmat ja vaikeammat sisäympäristöongelmat

Laajemmissa ja vaikeammissa sisäympäristöongelmissa työyksikköön perustetaan sisäilmatyöryhmä, joka suunnittelee ja koordinoi sisäympäristöongelman ratkaisuprosessin. Sisäilmatyöryhmän perustaminen on tarpeen, jos:

- alustavissa selvityksissä ei sisäympäristöongelmaan löydetä ratkaisua
- sisäympäristöongelman epäillään aiheuttaneen tilojen käyttäjille oireita ja sairauksia
- sisäympäristöongelma aiheuttaa huolta käyttäjissä
- korjaustoimenpiteet ovat mittavia, jatkuvat pitkää ja hankaloittavat toimintaa tiloissa.

Työyksikön esimies ja tilapalvelun sisäilma-asiantuntija miettivät yhdessä sisäilmatyöryhmän osallistujat. Työryhmän kokoonpanoon vaikuttaa sisäympäristöongelman laajuus ja vaikeus. Ryhmään osallistuvat ainakin työyksikön esimies, työntekijöiden edustaja, tilapalvelun sisäilma-asiantuntija ja terveystarkastaja sekä tarvittaessa myös työterveyshuollon edustaja, tilapalvelun lvi-asiantuntija, puhtaanapidon edustaja sekä ulkopuolisia asiantuntijoita.



3 TOIMINTAMALLI SISÄYMPÄRISTÖONGELMIEN RATKAISUUN

3.1 Sisäympäristöongelmasta ilmoittaminen

Sisäympäristöongelmien hallinnassa on erittäin tärkeää tuoda sisäympäristöön liittyvät epäkohdat tiedoksi rakennusta ylläpitäville henkilöille. Suurin osa sisäympäristöön liittyvistä haitoista ovat selkeitä, helposti tunnistettavia ja ratkaistavia. Tällaisia haittatekijöitä ovat esimerkiksi ilmanvaihtojärjestelmän toimintahäiriöt, ikkunasta aiheutunut veto tai huonetilan viileys. Nämä tavanomaisien vikojen ilmoitukset tehdään normaalina vikailmoituksena intranettiin ja niiden korjaus toteutetaan normaaleina rakennuksen huolto- ja kunnossapitotoimenpiteinä.

Laajemmat ja vaikeammat sisäympäristöongelmaepäilyt voivat liittyä ilmanvaihdon puutteeseen, kosteusvaurion merkkeihin, poikkeavaan hajuun tai pölyisyyteen. **Nämä vaikeammin tunnistettavat sisäympäristöön liittyvät ongelmat ilmoitetaan esimiehelle ja hän tekee ilmoituksen intranetistä löytyvällä Sisäympäristöongelman ilmoituslomakkeella** (Liite 2). Ilmoituksesta tulee selvittää ainakin seuraavat tiedot:

- kohdetiedot (rakennuksen nimi, osoite, huonenumero yms.)
- ilmoituksen tekijän yhteystiedot
- sisäilmaongelman kuvaus
 - miten ilmenee (haju, veto, kosteusvaurioita, vesivuotojälkiä yms.)
 - missä ilmenee (huoneen lattia, seinät, katto, muut tilat yms.)
 - milloin ilmenee (onko jatkuvaa vai tiettyä ajankohtina)
 - muuta ongelmaan liittyvää.

Ilmoituksen lähettämisestä lähtee automaattisesti sähköpostiviesti tilapalvelun sisäilmasiantuntijalle, joka ilmoittaa työyksikön esimiehelle asian etenemisestä ja sopii alustavasti tarkastuskäynnistä.

Sisäympäristöongelman ilmoituslomakkeen kautta tulleet ilmoitukset lähdetään hoitamaan sisäympäristöongelman ratkaisu -prosessikaavion mukaan, joka on esitetty liitteessä 1. Sisäympäristöongelmaa epäilevä työntekijä voi olla yhteydessä myös työterveyshuoltoon tai työsuojeluhenkilöstöön, etenkin jos hänellä ilmenee sisäympäristöongelmaan liittyvää oireilua tai sairastelua.



3.2 Tarkastuskäynti ja alustavat selvitykset

Tilapalvelun sisäilma-asiantuntija tarkastaa ilmoituksen tehneen työyksikön esimiehen kanssa ongelmatilat. Tarkastuksessa on mukana tarvittaessa myös sisäympäristöongelman havainnut työntekijä, työntekijöiden edustaja sekä terveystarkastaja ja työsuojeluvaltuutettu. Tilojen käyttäjien mukanaolo ja vaikuttaminen heti alkuselvityksistä alkaen on tärkeää korjausprosessin onnistumisen kannalta.

Tarkastuksessa tulee huolehtia riittävien taustatietojen saamisesta tilojen käyttäjiltä ja oireiden esiintyessä myös työterveyshuollosta. Samoin tarkastuksessa tulee jo alkuvaiheessa selvittää, vastaako tilojen nykyinen käyttö suunniteltua käyttötarkoitusta etenkin ilmanvaihdon osalta.

Sisäilmaongelman luonteen mukaan voidaan tehdä esimerkiksi seuraavanlaisia alustavia selvityksiä:

- ilmanvaihtojärjestelmien toimivuuden ja puhtauden tarkastaminen
 - käyntiajat
 - ilmanvaihdon riittävyys
 - tuloilmasuodatuksen taso
 - järjestelmän puhtaus
 - ilmanvaihtoventtiileiden puhallussuunnat
 - rakennuksen painesuhteet
- pölylähteiden tarkastaminen, esim. akustiikkalevyt ja ilmavuodot rakenteiden lämmöneristiloista.
- kosteusvaurioepäilyssä selvitetään rakennustapa, rakennuksen korjaushistoria, tunnisteetaan riskirakenteet, tehdään aistinvaraisia havaintoja sekä pintakosteusmittauksia

Jos tarkastuksen ja alustavien selvitysten perusteella ongelman aiheuttaja sekä vauriot ovat selväpiirteisiä ja korjaustoimenpiteet ovat selkeitä, niin korjaus toteutetaan normaalin rakennuksen kunnossapidon mukaisesti. Ongelman ratkaisusta annetaan palaute työyksikön esimiehelle ja muille tahoille, jotka osallistuvat alkuselvittelyyn. Esimies huolehtii palautteen antamisesta sisäympäristöongelmasta ilmoittaneelle henkilölle ja tarvittaessa laajemmin tilojen käyttäjille. Tarvittaessa järjestetään myös tiedotus- tai neuvottelutilaisuus.



Tilapalvelun sisäilma-asiantuntija täyttää tarkastuksesta ja alustavista selvityksistä sisäympäristö-ongelman seurantalomakkeen (liite 3), johon kirjataan tarkastusaika, läsnäolijat, ongelman kuvaus, jatkoselvitykset ja korjaavat toimenpiteet sekä niiden aikataulu ja vastuuhenkilöt. Seurantalomake tallennetaan intranettiin (Intranet >Kaupunkiympäristö > Sisäilma-asiat), jossa se on myös työyhteisön nähtävillä.

3.3 Sisäilmatyöryhmän perustaminen ja lisäselvitykset

Työyksikköön perustetaan työpaikkakohtainen sisäilmatyöryhmä, jos:

- alustavissa selvityksissä ei sisäympäristöongelmaan löydetä ratkaisua
- sisäympäristöongelman epäillään aiheuttaneen tilojen käyttäjille oireita ja sairauksia
- sisäympäristöongelma aiheuttaa huolta käyttäjissä
- korjaustoimenpiteet ovat mittavia, jatkuvat pitkää ja hankaloittavat toimintaa tiloissa.

Työyksikön esimies ja tilapalvelun sisäilma-asiantuntija sopivat työpaikkakohtaisen sisäilmatyöryhmän koolle kutumisesta. Tilapalvelun sisäilma-asiantuntija toimii työryhmän vetäjänä. Työryhmä pohtii ja päättää tarvittavista lisäselvityksistä, menetelmistä ja toteuttajista sekä laatii sisäisen ja tarvittaessa myös ulkoisen viestintäsuunnitelman. Sisäympäristöongelman selvityksissä tulee huomioida ainakin seuraavat näkökulmat:

- tilojen tekninen kunto ja sisäilmaston olosuhteet
- tilojen käyttäjien terveydentila (sisäilmaan liitetty oireilu) ja käyttäjien kokemukset sisäympäristöstä
- toimintatavat rakennuksen ylläpidossa (kiinteistön huolto ja siivous)

Tarvittavia lisäselvityksiä voi olla esimerkiksi kosteustekninen kuntotutkimus tai vaihteittain etenevä sisäilmaston kuntotutkimus. Työterveyshuolto voi tehdä terveystarkastuksia, sisäilmakyselyitä tai pyytää henkilöstöä pitämään oirepäiväkirjaa. Tilapalvelun sisäilma-asiantuntija kirjaa päätetyt lisäselvitystoimenpiteet sekä niiden aikataulun ja vastuuhenkilöt sisäympäristöongelman seurantalomakkeeseen ja tallentaa lomakkeen intranettiin (Intranet >Kaupunkiympäristö > Sisäilma-asiat), jossa se on nähtävillä.

Sisäilma-asiantuntija tilaa sovitut lisäselvitykset sekä ohjaa ja valvoo niiden toteuttamista. Hän tallentaa lisäselvitysraportit ja muut lisäselvitysdokumentit intranetin asiantuntijaosioon (Intranet > Kaupunkiympäristö > Sisäilma-asiat > Asiantuntijat). Tietojen tallennuksesta lähtee automaattisesti sähköpostiviesti asianosaisille.



3.4 Lisäselvitysten käsittely, terveystriskin arviointi ja korjaustoimenpiteiden tavoitteet

Kaikkien lisäselvityksien valmistuttua työpaikkakohtainen sisäilmatyöryhmä kokoontuu uudelleen käsittelemään sisäympäristöongelmaa. Työryhmässä käydään läpi lisäselvityksien tuloksia, arvioidaan sisäympäristöongelmaan liittyviä terveystriskejä, päätetään toimenpiteistä, niiden aikataulusta sekä tiedottamisesta. Käyttäjät, joiden työtiloissa on merkittävä terveystriski, pyritään siirtämään korvaaviin tiloihin mahdollisimman nopeasti ja käynnistämään korjaustoimenpiteet nopealla aikataululla.

Korjaustoimenpiteiden tavoitteiden määrittelyissä tulee huomioida:

- korjausprosessin toteuttamiseen liittyen, esim.
 - korjaustyön tekninen onnistuminen (suunnittelu, ammattitaitoiset työntekijät)
 - korjaustyönaikainen pölynhallinta (suojaus, alipaineistus)
 - aikataulu (aikataulun seuranta, yllätyksiin varautuminen)
- sisäympäristöön liittyen, esim.
 - olosuhteiden pysyvä paraneminen
 - kosteusvauriot ja niiden syyt korjataan
- tilojen käyttäjien hyvinvointiin liittyen, esim.
 - tilojen käyttäjien keskuuteen levinnyt epätietoisuus vähenee
 - sisäilmaan liittyvän oireilun esiintyvyys laskee.

Lisäselvitystulokset, tehdyt johtopäätökset ja päätetyt korjaustoimenpiteet sekä niiden aikataulu ja vastuuhenkilöt kirjataan lyhyesti sisäympäristöongelman seurantalomakkeeseen, jonka sisäilma-asiantuntija tallentaa intranettiin (Intranet > Kaupunkiympäristö > Sisäilma-asiat), jossa se on nähtävillä. Tulokset ja korjaustoimenpiteet tiedotetaan oikea-aikaisesti ja totuudenmukaisesti kaikille asianosaisille. Työyksikön esimies vastaa tiedottamisesta työyksikköönsä ja tilapalvelun sisäilma-asiantuntija tiedottaa tarvittaessa tiedotusvälineille.

3.5 Korjaustoimenpiteet

Korjaustoimenpiteet tulee suunnitella huolellisesti ja ammattitaitoisesti. Korjausvaihtoehtoja voi olla useita ja niitä mietittäessä tulee huomioida rakennuksen tekninen käyttöikä, suunnitellut ja lähiaikoina tehtävät peruskorjaukset sekä energiataloudellisuus. Korjaustöiden laatua ja työn toteutusta valvoo tilapalvelujen sisäilma-asiantuntija ja lvi-asiantuntijat, suunnittelijat sekä tarvittaessa myös ulkopuolinen valvoja. Purkutöiden edetessä tehdään tarvittaessa tarkentavia tutkimuksia ja selvityksiä. Korjaustyöt dokumentoidaan suunnittelijan, toteuttajan sekä sisäilma-asiantuntijan yhteistyönä. Tilapalvelun sisäilma-asiantuntija tiedottaa korjaustöiden etenemisestä ja mahdollis-



ta aikataulumuutoksista yhteys henkilöille sekä tarvittaessa tiedotusvälineille. Korjaustöiden vastaanottoon osallistuu korjaustyön toteuttaja, tilapalvelun sisäilma-asiantuntija, suunnittelijat, työyksikön esimies ja mahdollisesti myös ulkopuolinen valvoja.

Korjaustyön vastaanottotarkastuksen jälkeen korjatuissa tiloissa ja mahdollisesti myös ympäröivissä tiloissa tehdään perusteellinen siivous, johon sisältyy myös irtaimiston puhdistus ennen siirtymistä takaisin korjattuihin tiloihin. Sisäilma-asiantuntija tallentaa korjaustyödokumentit ja -raportit intranettiin (Intranet > Kaupunkiympäristö > Sisäilma-asiat > Asiantuntijat).

3.6 Seuranta

Noin kahden kuukauden kuluttua tehtyjen korjaustoimenpiteiden valmistumisesta työyksikön esimies arvioi yhdessä työyhteisönsä kanssa korjaustoimenpiteiden vaikutusta sisäilman laatuun. Esimies ilmoittaa sähköpostilla työyhteisönsä näkemyksen sisäilman laadusta tilapalvelujen sisäilma-asiantuntijalle. Tarvittaessa sisäilma-asiantuntija käy katselmoimassa korjatut tilat ja haastattelee myös tilojen käyttäjiä. Samassa yhteydessä on syytä tarkastella rakennuksen nykyiset huolto- ja ylläpitotoimenpiteet sekä sisäympäristön ilmoitus- ja ratkaisumenettelyt, jotta mahdolliset uudet ongelmat saadaan hallintaan mahdollisimman nopeasti. Lisäksi kohteissa voidaan sopia erillisistä jälkitoimenpiteistä, kuten esim. sisäilman laadun seuranta tai tehostettu siivous tietyn ajan. Lähtökohtaisesti korjaustoimenpiteissä on korjattu sisäilmahaittaa aiheuttavat tekijät. Tämän vuoksi sisäilmamittauksia ei tarvitse tehdä, varsinkaan jos käyttäjien mukaan sisäilman laatu on korjauksien jälkeen hyvä.

Sisäilma-asiantuntija kirjaa seurannasta saadut tiedot sekä mahdolliset jälkitoimenpiteet sisäympäristöongelman seurantalomakkeeseen ja siirtää sisäympäristöongelman seurantalomakkeen sekä muut lisäselvitys- ja korjaustyödokumentit huoltokirjaan. Sisäilma-asiantuntija tuo seurantatiedon myös Kajaanin kaupungin sisäilmatyöryhmän käsittelyyn.



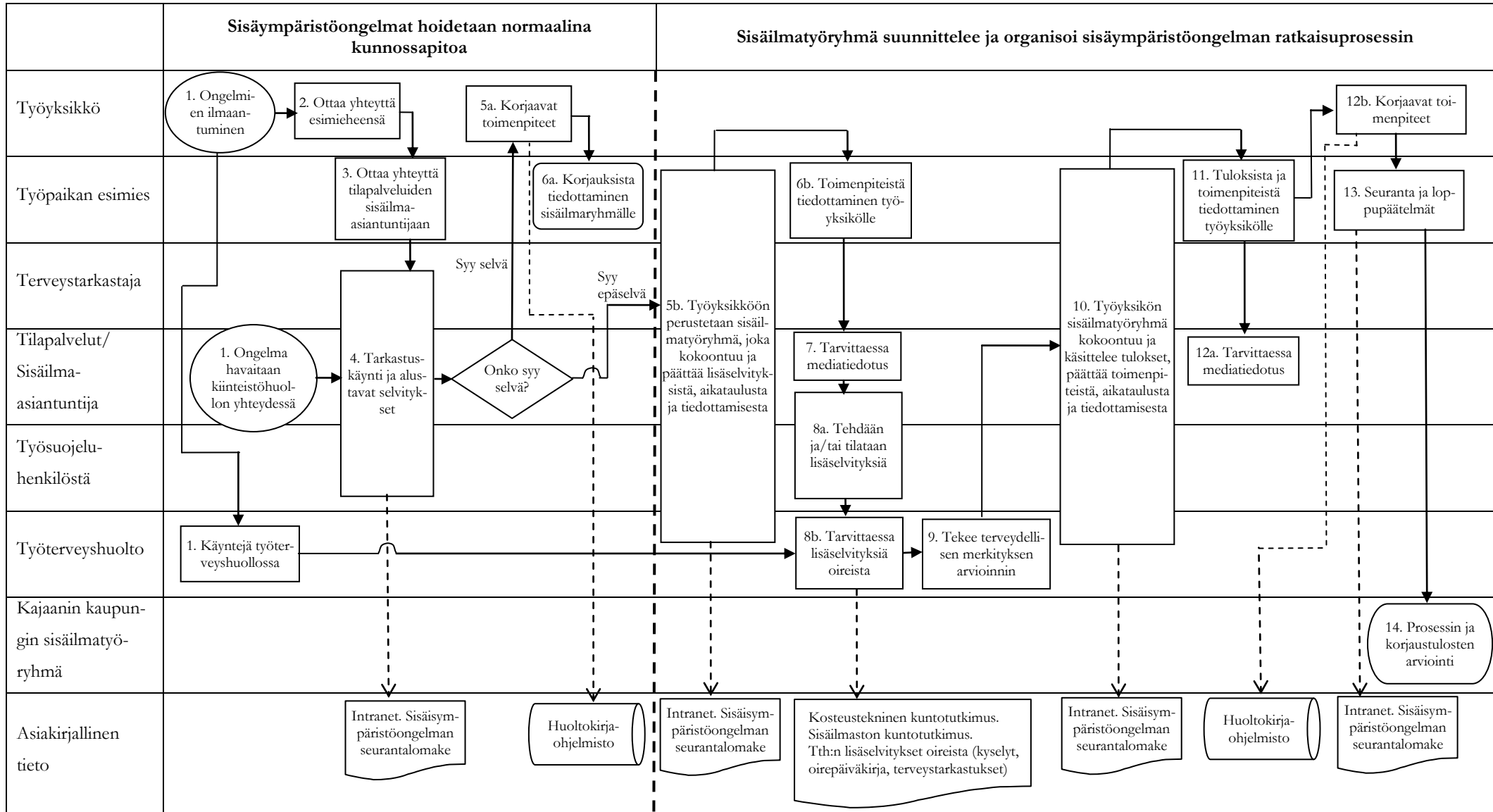
4 LÄHTEET

1. WWW-dokumentti. Työterveyslaitos. Työympäristö > Sisäilma ja sisäympäristö > Laadukas sisäympäristö (pdf).
http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/Documents/Laadukas_sisaymparisto_abc.pdf
2. Lahtinen, M. Lappalainen, S. Reijula, K. Sisäilman hyväksi. Toimintamalli vaikeiden sisäilmaongelmien ratkaisuun. Vammala: Vammalan kirjapaino. 2006. ISBN 951-802-674-2
3. Suomen Kuntaliitto. Sisäympäristöongelmien ratkaiseminen kuntien rakennuksissa. Ohje toimintatavoista sisäympäristöongelmia hoitaville ryhmille ja henkilöille. Helsinki: Kuntatalon paino. 2010. ISBN 978-952-213-624-4 (pdf).



LIITTEET

- Liite 1 Sisäympäristöongelmien ratkaisu -prosessikaavio
- Liite 2 Sisäympäristöongelman ilmoituslomake
- Liite 3 Sisäympäristöongelman seurantalomake
- Liite 4 Ohjeita hyvän sisäympäristön turvaamiseksi



Kaavio 1. Sisäympäristöongelmien ratkaisu -prosessikaavio [Muokattu Tarja Nahkiaisojan laatimasta sisäilmaongelman ratkaisu -prosessikaaviosta]



Sisäympäristöongelman ilmoituslomake. Lomake löytyy Kajaanin kaupungin intranetistä. (Intranet >Kaupunkiympäristö > Sisäilma-asiat).

Työyksikön esimies täyttää tiedot lomakepohjaan ja klikkaa lähetä -painiketta. Ilmoitus tallentuu lähettämisen jälkeen intranettiin ja siitä lähtee automaattisesti sähköpostiviesti tilapalvelun sisäilma-asiantuntijalle. [Lomake on muokattu Suomen Kuntaliitto oppaan ” Sisäympäristöongelmien ratkaiseminen kuntien rakennuksissa” liitteestä 1].

Kohde	
Rakennuksen nimi	
Osoite	
Huonenumero	
Ilmoituksen tekijä (esimies)	
Nimi	
Osoite	
Puhelinnumero	
Sähköpostiosoite	
Sisäympäristöongelman kuvaus	
Miten ongelma ilmenee (esim. haju, veto, kosteusvaurion merkkejä)	
Missä ongelma ilmenee (esim. huoneen lattia, seinät, käytävä)	
Milloin ongelma ilmenee (esim. pysyvästi, tiettyinä ajankohtana)	



Sisäympäristöongelman seurantalomake. Lomake löytyy Kajaanin kaupungin intranetistä (Intranet >Kaupunkiympäristö > Sisäilma-asiat).

Lomaketta täydennetään sisäympäristöongelman käsittelyn aikana. [Lomake on muokattu Kajaanin kaupungin sisäilmatyöryhmän laatimasta Sisäilmaongelman ratkaisu -lomakkeesta].

1. Tarkastuskäynti ja alustavat selvitykset	Tilapalvelun sisäilma-asiantuntija sopii tarkastuskäynnin ja kutsuu tarvittavat henkilöt mukaan			
	Kohde		Aika	
	Läsnäolijat			
	Alustavat selvitykset			
	Sisäympäristöongelman kuvaus			
	Korjaavat toimenpiteet	Aika	Vastuuhenkilö	Valmis
				<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	
			<input type="checkbox"/>	
2. Sisäilmatyöryhmän perustaminen ja lisäselvitykset	Työyksikön sisäilmatyöryhmän kokoontuminen. Sisäilmatyöryhmä päättää lisäselvityksistä			
	<input type="checkbox"/> Sisäilmaston kuntotutkimus <input type="checkbox"/> Kosteustekninen kuntotutkimus <input type="checkbox"/> Terveystarkastus <input type="checkbox"/> Sisäilmakyselyt <input type="checkbox"/> TTH:n oirepäiväkirja <input type="checkbox"/> Jokin muu			
	Muut toimenpiteet	Aika	Vastuuhenkilö	Valmis
				<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>
	Tulosten käsittelyaika	Paikka		
	____/____20____ klo____:____			
3. Lisäselvitystulosten käsittely ja korjaustoimenpiteiden suunnittelu	Läsnäolijat		Aika	
	Lisäselvitystuloksien johtopäätökset			
	Jatkotoimenpiteet	Aika	Vastuuhenkilö	Valmis
				<input type="checkbox"/>
				<input type="checkbox"/>
			<input type="checkbox"/>	
4. Seuranta	Suunniteltu ajankohta	Menetelmä		
	Loppuarvio/ yhteenveto			



Ohjeita hyvän sisäympäristön turvaamiseksi [Ohjeet on muokattu Suomen Kuntaliiton oppaan ”Sisäympäristöongelmien ratkaiseminen kuntien rakennuksissa” liitteestä 2].

1. Kiinteistön oikea käyttö ja hoito

- Varmistu, että käyttämäsi tila on käyttötarkoituksensa mukainen ja henkilömäärältään oikein mitoitettu; esimies ottaa tarvittaessa yhteyttä rakennuksen teknisestä kunnosta ja ylläpidosta vastaavaan tahoon asian selvittämiseksi.
- Ennen tilojen käyttötarkoituksen muutosta on aina oltava yhteydessä tilapalveluun.
- Käytettäessä työtiloja laajemmalti sovittujen käyttöaikojen ulkopuolella, on huomioitava ilmanvaihdon toiminta-ajat ja sen tehostaminen. Asiasta on sovittava tilapalvelun kanssa.
- Esimies voi varmistaa kiinteistöhoitajalta, että talotekniikkaan liittyvät määräaikaishuollot on tehty.

2. Tilojen sisustus ja siivous

- Älä sijoita kalusteita ulkoseinille tiiviisti seinään kiinni, varsinkaan ulkonurkkiin, koska seinän lämpötila laskee ja voi aiheuttaa kosteuden tiivistymisen.
- Uudet irtokalusteet olisi hyvä varustaa putkijaloilla kalusteiden alta siivouksen helpottamiseksi.
- Varusta säilytyskalusteet ovilla sekä vältä tavaroiden keräämistä ja säilyttämistä ikkunalaudoilla ja avonaisilla hyllyillä.
- Inventoi ja poista tarpeettomat paperit ja muut tavarat riittävän usein.
- Vältä vaikeasti puhdistettavia tekstileitä, kuten raskaita mattoja tai verhoja.
- Vältä viherkasvien, heinien ja kuivakukkien sijoittamista tiloihin, joissa oleskellaan pitkiä aikoja, koska jotkut kasvit ovat allergisoivia ja keräävät pölyä.
- Huolehdi, että myös huoneiden yläosista pölyt puhdistetaan säännöllisesti.
- Jos havaitset siivouksessa epäkohtia, ota yhteys esimieheesi. Esimies voi tarvittaessa tarkistaa, onko tilojen ylläpitosiivouksen ja perussiivouksen tasot sekä siivoustiheydet siivouspalvelukuvauksen mukaiset.

3. Lämmitys

- Lämmityspattereiden termostaatteja ei saa säätää itse. Ota tarvittaessa yhteyttä kiinteistöhoitajaan.
- Lämmityspattereiden termostaatteja ja irtoantureita sekä itse pattereita ei saa peittää kalusteilla tai verhoilla tasaisen lämmön jakautumisen turvaamiseksi.
- Vältä sähkölaitteiden (esim. tietokoneen keskusyksikkö) tarpeetonta päällä pitämistä ylimääräisen lämpökuorman välttämiseksi.



- Omien sähkölämmittimien, ilmastokostuttimien, jäähdyttimien tms. käyttö on pääsääntöisesti kielletty. Ota tarvittaessa yhteyttä esimieheesi.
- Sulje sälekaihtimet kesällä ylimääräisen lämpökuorman pienentämiseksi, kun tilassa ei oleksella.

4. Ilmanvaihto

- Ilmanvaihdon venttiileitä ei saa peittää eikä säätää itse. Jos ilmanvaihto ei toimi, ota yhteyttä kiinteistöhoitajaan.
- Vältä esineiden ripustamista kattoon. Huoneen ilmapirtaukset saattavat muutoin muuttua epädullisiksi.
- Vältä pitkäaikaista ikkunoiden ja ulko-ovien aukipitämistä. Rakennuksen painesuhteet on suunniteltu toimiviksi siten, että ilma siirtyy puhtaista tiloista likaisempiin päin.
- Nopea ja voimakas ikkunatuuletus on sallittua.
- Tupakointi ja autojen tyhjäkäynti on kielletty ilmanottoaukkojen ja ulko-ovien lähellä.
- Vältä voimakkaita hajusteita ja ilmanraikasteita.

5. Vesijohdot ja viemärit

- Pidä lattiakaivot puhtaina ja varmista, että niissä on vettä (hajuhaitan esto). Ota tarvittaessa yhteyttä kiinteistöhoitajaan.
- Viemäriverkostoon ei saa laittaa sinne kuulumatonta tavaraa, josta voi seurata tukkeumia tai hajuhaittoja.
- Pesukoneita ei saa jättää käyntiin ilman valvontaa, esim. öisin ja viikonloppuisin.
- Pesu- ja astianpesukoneiden vesihanat sekä muut vesihanat on suljettava aina käytön jälkeen.