

Opinnäytetyö (AMK)

Rakennusmestari

2021

Dina Johansson

MIKROBIT SISÄILMASSA

– terveydelliset vaikutukset ja niihin vaikuttaminen

Dina Johansson

MIKROBIT SISÄILMASSA

terveydelliset vaikutukset ja niihin vaikuttaminen

Sisäilmassa on aina mikrobeja ja muita partikkeleita. Osa on terveydelle hyödyllisiä, osa haitallisia. Rakennuksen sisäilmassa monipuolinen mikrobisto on yleensä terveyden kannalta parempi vaihtoehto.

Huonolaatuinen sisäilma aiheuttaa joskus terveysongelmia. Huonolaatuinen sisäilma voi johtua mikrobeista, mutta se voi johtua myös monesta muusta tekijästä. Terveysongelmien ilmaannuttua kannatta tarkistaa rakennuksen kunnon lisäksi myös käyttäjien toiminta ja varsinkin ilmastoinnin riittävyys.

Sisäilmaongelmat voi johtua myös käytetyistä rakennusmateriaaleista. Sisäilmaongelman ratkaiseminen voi olla hyvin vaikeaa, mikäli ei löydy selkeätä syytä.

Tässä työssä tarkastellaan erilaisia tekijöitä, jotka vaikuttavat rakennusten ilmanlaatuun ja terveellisyteen. Työssä kerrotaan, miten näitä sisäilmaongelmia voitaisiin ehkäistä

Työ on tehty kirjallisuustutkielmana.

Omilla valinnoillaan voidaan vaikuttaa sisäilman laatuun hyvinkin paljon sekä parempaan että huonompaan suuntaan. Ilmanlaatuun vaikuttavat mm. rakennusten huolto ja käyttö sekä ilmanvaihto ja elintavat.

ASIASANAT:

sisäilma, sisäilmaongelma, mikrobit, rakennus, sisätila, terveysongelmia

BACHELOR'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Batchelor of construction management

2021| 24 pages

Dina Johansson

MICROBES IN INDOOR AIR

effect on health and how to influence them

Microbes and other particles always occur in indoor air. Some are beneficial to health and some are not. Inside a building a diversity of microbes is usually the better alternative and beneficial to your health

Indoor air of bad quality might cause health problems. The bad indoor air quality might be due to microbes, but it can also be caused by several other reasons. If you experience health problems, you should check the condition of the building but also the users activity and if the ventilation is efficient enough. Indoor air problems might also be due to building materials. To solve an indoor air problem could be very difficult if there is no clear reason for it.

This thesis is a survey of different factors that affect quality and health impact of indoor air in buildings. It discusses ways to prevent indoor air problems.

The thesis was completed as a literature study.

As a result, it can be concluded that the user can affect indoor air quality greatly for better or for worse by his/her own choices. Indoor air quality is affected by building maintenance, use, ventilation and lifestyle.

KEYWORDS:

indoor air, indoor air problems, microbes, buildings, indoors, health problems

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
2 PARTIKKELEITÄ SISÄILMASSA	7
2.1 Homeet	8
2.2 Hyödylliset mikrobit	8
2.3 Lemmikin vaikutus herkkyyteen	9
2.4 Kodin ulkopuolisen ympäristön vaikutus mikrobistoon	10
3 SISÄILMAAN LIITTYVIÄ TERVEYSONGELMIA	11
4 RAKENNUKSEN SISÄOILMAONGELMIEN HAVAITSEMINEN	12
5 SISÄILMAONGELMAAN VAIKUTTAMINEN	13
5.1 Rakennusmateriaalien ominaisuudet	13
5.2 Käyttäjän vaikutusmahdollisuudet	14
5.3 Veden vaikutus mikrobien esiintymiseen	16
6 KODIN TEKNIIKAN JA SISÄILMAN YHTEISVAIKUTUS	18
6.1 Ilmastointi	18
6.2 Valaistus	19
6.3 Muita vaikuttavia tekijöitä	19
7 YHTEENVETO	20
LÄHTEET	222

1 JOHDANTO

Ihmiset viettävät nykyään suuren osa ajastaan erilaisissa sisätiloissa. Sisätiloissa mikrobien esiintymiseen vaikuttaa, missä ne pääsevät tilaan ja millainen elinympäristö on. Mikrobien elinympäristöön vaikuttavat mm. siivoustavat, pintamateriaalit, tuuletus, kosteus ja tilan sisäinen liikehdintä (liikkeen aiheuttama ilmavirtaus nostaa lähitasoille laskeutuneita partikkeleita). Mikrobeja esiintyy kaikkialla. Merkittävänä erona on, onko tilassa enemmän hyödyllisiä vai haitallisia mikrobeja; mikäli ne ovat haitallisia, kuinka haitallisia ne ovat ja onko mahdollista vähentää haitallisten mikrobien määrää. Sisätiloissa ja sisäilmassa esiintyvien mikrobien laatu vaikuttaa rakennuksen käyttäjien terveyteen. Tässä työssä tarkastellaan, miten vaikutetaan mikrobiston kokonpanon niin, että sisäilmasta löytyy mahdollisimman vähän terveydelle haitallisia mikrobeja. (Stetsenbach ym. 2004.)

Hengittäessä ihminen ei saa elimistöönsä pelkästään ilmaa vaan myös pölyä, kemikaaleja, mikro-organismeja sekä muita partikkeleja, joita senhetkisessä sisäinhengitysilmassa esiintyy. Ihmisten ollessa sisätiloissa suurimman osan ajastaan sisäilman laadun vaikutus terveyteen voi olla merkittävä. Huonon ilmanlaadun vaikutus terveyteen on ollut tiedossa satojen vuosien ajan jo ennen kun tiedettiin, miten tarttuvat taudit leviävät. (Stetsenbach ym. 2004.)

Huonot rakennustavat tai rakennuksen välinpitämätön ylläpito voi aiheuttaa sisäilmaongelmia missä tahansa, mutta erityisesti kuumissa ja kosteissa oloissa (Stetsenbach ym. 2004.). On tärkeää, että ymmärretään, miten rakennuksen suunnittelu, rakennuksen hoito ja toiminta, sekä rakennuksen käyttötavat vaikuttavat sisätiloissa esiintyvien mikrobien määrään ja laatuun. Silloin teidätän myös miten voidaan vaikuttaa siihen. (Peccia ja Kwan 2016, 595–597.)

Rakennustavat ovat muuttuneet paljon viimeisten 30 vuoden aikana. Rakennukset ovat nykyään herkempiä tai altistuneempia kosteusongelmille, varsinkin jos ne tiivistetään niin, että ne ovat energiatehokkaampia ja

mekaanista ilmastointia ei hoideta niin kuin pitäisi tai jos eristeet asennetaan väärällä tavalla. (Stetsenbach ym. 2004.)

Kehittyneissä maissa yli 40 % väestöstä kärsii jonkinlaisista allergioista biologisille tai elottomille ympäristöaineille ja koko maailmassa yli 300 miljoona ihmistä kärsii astmasta. Ihmiset viettävät yleensä yli 90 % ajastaan sisätiloissa. Sisäilmassa on korkeampi partikkelitiheys kuin ulkoilmassa. (Peccia ja Kwan 2016, 595–597.)

Sisätiloissa olevat mikrobit ovat peräisin rakennusta käyttävistä ihmisistä ja eläimistä sekä ilmastoinnin ja ihmisten sekä eläinten kautta ulkoilmasta kulkeutuvista mikrobeista. Kun rakennuksen käyttäjät vaihtuvat, sisätilojen mikrobisto vaihtuu nopeasti uusien käyttäjien mikrobiston mukaiseksi. (Peccia ja Kwan 2016, 595–597.)

Sisätiloissa ihmisten liikkeet nostavat pinnoille laskeutuneita partikkeleita ilmaan. Tämä lisää sisäilmapartikkeleiden tiheyttä. Sisäilman korkeampi partikkelitiheys korostuu, jos rakennus on huonosti ilmastoitu. (Peccia ja Kwan 2016, 595–597.)

Homeinen pinta rakennuksessa on esteettinen haitta, joka voi aiheuttaa kalliita korjaus- ja siivouskuluja. Se voi myös aiheuttaa terveyshaittoja. (Stetsenbach ym. 2004.)

2 PARTIKKELEITA SISÄILMASSA

Mikrobit määritetään tässä US Department of Healthin (2006) mukaan ja siihen kuuluvat bakteerit, homeet, virukset sekä protozoa (alkueläin). Osa näistä edistää terveyttä, toiset aiheuttavat sairauksia. Osa edistää terveyttä oikeassa paikassa mutta aiheuttaa sairautta, mikäli joutuu väärään ympäristöön. Esim. *Escherichia coli* on normaali suolistobakteeri.

Bioaerosolit on termi, jota on käytetty kuvaamaan patogeenejä, ei-patogeenejä organismeja, mikrobisolun fragmentteja sekä mikrobien metabolismin sivutuotteita. Bioaerosolit pahentavat astmaa. Jo herkistyneiden astmaatikkojen oireet pahenevat kosteissa sisäilmatiloissa, joissa esiintyy homeita. (Stetsenbach ym. 2004.) Bioaerosolit on laajempi käsite kuin mikrobit.

Virukset tarvitsevat elävän isännän lisääntyäkseen. Siitä syystä ne eivät voi lisääntyä rakennusmateriaaleissa. Virukset voivat silti levitä sisätiloissa sisäilman mukana ja erityisesti tiloissa, joissa oleskelee paljon ihmisiä tai mikäli ilmanvaihto on riittämätön tai väärin suunniteltu. (Stetsenbach ym. 2004.)

Bakteerit ja sienet sen sijaan voivat kasvaa rakennusmateriaaleissa, jos siellä esiintyy tarpeeksi kosteutta. Bakteerien ja sienten määrä sisäilmassa vaihtelee paljon riippuen ihmisten aktiviteeteista ja vuodenajasta sekä erittäin paljon mekaanisen ilmanvaihtosysteemin toiminnasta ja hoidosta. Bioaerosolien määrä ulkoilmassa vaihtelee vuodenajan ja sään mukaan ja tämä muutos peilautuu myös sisäilmassa esiintyvänä vaihteluna. (Stetsenbach ym. 2004.)

Mikrobien kasvualusta voi vaikuttaa siihen, millaisia sivutuotteita syntyy tai ei synny eli toksiinien esiintymiseen (Stetsenbach ym. 2004.). Toksiinit voivat aiheuttaa terveysongelmia, vaikka itse mikrobi ei niitä aiheuta.

Altistuminen kosteaan sisäilmaympäristöön, joissa esiintyy bakteereja ja homeita, lisää terveiden lasten riskiä sairastua alahengitysteiden sairauksiin ja voi aiheuttaa hypersensitiviteetti pneumoniitin herkällä henkilöllä. (Stetsenbach ym. 2004.)

2.1 Homeet

Home on sieni, jota esiintyy käytännössä kaikkialla. Normaali määrä homeetta ympäristössä ei ole terveysriski, mikäli ihmisellä on normaalisti toimiva immuunijärjestelmä. Jotkut ihmiset ovat herkempiä kuin toiset ja he voivat sairastua pienistä haitallisista mikrobimääristä. Jos kyse on isoista määristä, lähes jokainen sairastuu. (Leonard 2019.)

Homesukuja, kuten *Alternaria*, *Aspergillus*, *Penicillium*, *Aureobasidium* ja *Cladosporium*, on voitu todeta aiheuttavan hengitystiesairauksia, allergiaa ja/tai astmaa. Suurin todennäköisyys aiheuttaa astmaa on seuraavilla lajeilla: *Aspergillus ochraceus*, *Aspergillus unguis* ja *Penicillium variable*. Pikkulasten homealtistuminen voi lisätä riskin sairastua astmaan myöhemmällä iällä. (Reponen ym. 2012.)

2.2 Hyödylliset mikrobit

Hyödylliset mikrobit suojaavat haitallisia vastaan. Monipuolisempi mikrobisto on myös hyödyksi. Varsinkin mikrobiston monipuolisuus ja perusta terveysvaikutuksille luodaan jo vastasyntyneen ensimmäisinä elinkuukausina. Mutta mikrobisto muuttuu yksilön koko eliniän ajan. Mikrobisto kehittyy ympäristön vaikutuksesta. (Peccia ja Kwan 2016, 595–597.)

Mikrobien isompi diversiteetti suojaa astman kehittymiseltä. Tässä lapsen ensimmäiset kolme elinkuukautta ovat tärkeimmät. Ruuansulatuskanavan monipuolinen mikrobisto on astmaa ehkäisevä. Ruuansulatuskanavan mikrobisto kehittyy ympäristön vaikutuksesta ja on riippuvainen siitä, millaisiin mikrobeihin lapsi pääsee kosketukseen, koska mikrobit kulkeutuvat

ruoansulatuskanavaan suun ja hengitysteiden kautta. (Peccia ja Kwan 2016, 595–597.)

Liian steriili tai mikrobitasolla yksipuolinen elinympäristö vaikuttaa negatiivisesti yksilön haitallisten mikrobien sietokykyyn ja sitä kautta yksilö on herkempi reagoimaan sisäilmaongelmiin. (Peccia ja Kwan 2016, 595–597.)

2.3 Lemmikin vaikutus herkkyYTEEN

Koira taloudessa muuttaa merkitsevästi kodin mikrobistoa. Suurin osa kodin mikrobistosta tulee irtoavasta ihosta. Ihmisen ja koiran iholla esiintyy erilaisia mikrobeja ja samassa taloudessa asuessaan he jakavat toistensa mikrobit. Koira aiheuttaa paremman immuunivasteen hengitysteitse tulevia allergeenejä vastaan. (Peccia ja Kwan 2016, 595–597.)

Lapset kehittävät paremman toleranssin erilaisten mikrobien varalta, jos taloudessa on lemmikki. Varsinkin sekä ulkona että sisällä liikkuva lemmikki lisää pölyhiukkasten diversiteettiä eli erilaisuutta. Kosketus erilaisten mikrobien kanssa kehittää immuniteettiä ja vähentää riski sairastua allergioihin. Tällaisilla ihmisillä on parempi toleranssi huonon ilmanlaadun suhteen. Vastaavasti pieni altistuminen erilaisille mikrobeille lapsuusiässä lisää sairastumisherkkyyttä ja huonontaa ruoansulatusta. (Fujimura ym. 2010.)

Yleisesti ottaen lemmikki lisää mikrobiston diversiteettiä ja vaikuttaa terveyteen siten, että herkkyys haitallisten mikrobien aiheuttamiin oireisiin pienenee. Tämä mikrobidiversiteettialtistuminen on varsin tärkeää lapsuusiässä. (Fujimura ym. 2010.)

2.4 Kodin ulkopuolisen ympäristön vaikutus mikrobistoon

Luontokosketus on tärkeässä osassa. Puistot, viheralueet sekä suora fyysinen kosketus maa-aineksen, kasvien ym. kanssa lisää mikrobiston monipuolisuutta ja yksilön vastustuskykyä haitallisia mikrobeja vastaan vahvistamalla immuunipuolustusjärjestelmää. Sen takia suositellaan päiväkotitai kasvatusympäristöön metsäntapaista luontopohjaista ympäristöä sekä kasvien istutusta ja kasvatusta osana toimintaa. Hyötyvaikutus tulee, kun yksilö altistuu luonnon monimuotoiseen ympäristöön sekä siellä eleleviin mikrobeihin. (RT 103084, 2019)

Liian steriili ympäristö kodissa ja sen ulkopuolella on haitaksi immuunijärjestelmän kehitykselle. Sitä kautta yksilö reagoi herkemmin rakennuksen sisällä oleviin haitallisiin mikrobeihin. (Fujimura ym. 2010.)

3 SISÄILMAAN LIITTYVIÄ TERVEYSONGELMIA

Tyypillisesti sisäilmaongelmiin liitetään hengitysteihin liittyviä ongelmia seuraavasti (NIOSH 2018):

- hengitysteiden oireet
- astma kehittyy tai pahenee
- hypersensivity pneumonitis (immuunivasteen reaktio hengitettyjen herkkyyttä aiheuttavan substanssiin)
- hengitysteiden infektiot
- allerginen riniitti (heinänuha)
- keuhkoputkentulehdus
- ihottuma.

Terveysongelmat voivat olla kuitenkin paljon monimuotoisempia ja sellaisia, joille ensisijaisesti epäillään jotakin muuta syytä. Ongelmana oireiden yleisyys, jotka sopivat monenlaisiin sairauksiin. Suurin osa bioaerosolien aiheuttamista ongelmista on lyhytkestoisia ja palautuvia, kunhan niitä aiheuttava ongelma on korjattu tai muuten poistunut. Jossain tapauksissa terveysvaikutukset voivat olla vakavia ja jopa palautumattomia. (Stetsenbach ym. 2004.)

Haitallisten sisäilmamikrobien aiheuttamat oireet ovat Stetsenbachin ym. (2004) mukaan seuraavat:

- päänsärky
- tukkoinen nenä
- vetiset, polttavat silmät
- kipeä kurkku ja käheys
- kuiva ärsytysyskä
- hengityksen vinkuminen, hengenahdistus
- nenäverenvuoto
- väsymys
- muisti- ja kognitiiviset ongelmat
- ruuansulatuskanavaongelmat kuten pahoinvointi ja oksentaminen
- lihas- ja nivelkipu
- kuume.

4 RAKENNUKSEN SISÄILMAONGELMIEN HAVAITSEMINEN

Helpoin tapa havainnoida, että on olemassa ongelmia, on näkyvä home tai/ja ylimääräinen kosteus. Ammattilaiset voivat käyttää muitakin keinoja, kuten rakennustapaan perustuvaa riskiarviointia sekä hieman invasiivisempiä menetelmiä, kuten rakenteiden avaamista ja näytteenottoa. (Stetsenbach ym. 2004.)

Pelkästään terveysongelmien perusteella voi epäillä sisäilmaongelman olemassaoloa. Terveysongelmat voivat kuitenkin olla hieman epäluotettavia, koska syy ei välttämättä ole rakennuksen sisäilmassa, se voi johtua muista herkkyyksistä. Mikäli terveysongelmat esiintyvät vain tietyssä rakennuksessa, voi kyseinen rakennus olla todennäköisesti jollain tavalla syytä ongelmiin, mutta sen ei tarvitse olla sisäilman mikrobeista johtuva ongelma. Terveysongelman lähteenä voi olla lastulevyliimaa, maali tai jokin muu rakennuksessa käytetty materiaali, joka aiheuttaa ongelmia vaan hyvin harvoille siellä oleskeleville yksilöille. Haitat voivat myös aiheutua jostain aivan muista syistä. Terveysongelmat yksinään ei ole varma tieto rakennuksessa olevasta ongelmasta. Mikäli terveysongelmia esiintyy, olisi kuitenkin syytä tutkia rakennus ongelmien varalta varmuuden vuoksi. (Stetsenbach ym. 2004.)

5 SISÄILMAONGELMAAN VAIKUTTAMINEN

Kun sisäilmaongelma on havaittu ei ilmanlaatu parane ennen kuin ongelma korjataan. Korjaustapa riippuu aiheuttajasta ja sijainnista.

Sisäilmaongelmat ohjeistetaan korjaamaan seuraavasti (Stetsenbach ym. 2004.):

- Etsi ja korjaa kosteusongelma.
- Rajoita homeongelma niin lähelle lähdettä kuin mahdollista.
- Poista homeen saastuttamat huokoiset materiaalit, joita ei voida puhdistaa kunnolla.
- Puhdista ei-huokoiset materiaalit.
- Poista pöly.
- Estä kosteuden pääsy ympäristöön.
- Korjaa rakenteet käyttäen kosteudenkestäviä materiaaleja tai systeemejä, jotka eivät hajoa kemiallisesti tai biologisesti kyseisissä oloissa.

5.1 Rakennusmateriaalien ominaisuudet

Materiaali, jossa mikrobi kasvaa, vaikuttaa siihen, millaisia sivutuotteita syntyy. Jossain materiaaleissa mikrobit tuottavat toksineja ja toisissa ei. Tämä on erilaisten mikrobien ja materiaalikombinaatioiden ero, jota ei voida yleistää. (Stetsenbach ym. 2004.)

Rakennusmateriaalit eivät ole aina tarpeeksi testattuja biologisten ja kemiallisten ominaisuuksien osalta. Jotkut materiaalit voivat heikentyä mikrobien tai kemikaalien vaikutuksen alaisena ja aiheuttaa rakennusvaurion ajan myötä. (Stetsenbach ym. 2004.)

Home tarvitsee orgaanista ainetta ja kosteutta kasvaakseen. Puu on orgaaninen aine, jota käytetään paljon rakennusmateriaalina sekä

huonekaluissa. Kuivassa puussa home ei kasva, ja puu voidaan käsitellä homeenestokemikaaleilla. Kipsi ei ole orgaaninen aine, mutta kipsilevy, joka on päällystetty paperilla, on eri asia. Päällystepaperi voi toimia homeen kasvualustana. (Armstrong 2019.)

Mineraalivilla ei ole orgaaninen aine, joten se ei edistä homekasvustoa. Mineraalivilla voi sen sijaan imeä itsensä kosteutta ja se kuivuu erittäin hitaasti, joten se voi kosteana tarjota haitallisten mikrobien tarvitsemaa kosteutta rakenteissa. Materiaali voi myös vangita orgaanisia partikkeleita, jotka voivat toimia homekasvuston ravinnelähteenä. (Armstrong 2019.)

Kokolattiamatto voi vangita monenlaisia partikkeleita, joten se voi olla iso ongelma sisäilman laadun kannalta. Myös kodin muut tekstiilit voivat olla ongelmallisia, mikäli ne eivät pysy kuivana ja puhtaina. (Armstrong 2019.)

Olisi aina syytä varmistaa materiaalin sopivuus ajateltuun käyttötarkoitukseen. Lisäksi ei tulisi käyttää materiaalia suositusten vastaisesti vaan noudattaa niiden käyttöohjeita. (Armstrong 2019.)

5.2 Käyttäjän vaikutusmahdollisuudet

Sisäilmassa olevien partikkelien määrään vaikuttaa mm. ruuanlaitto, polttaminen (savukkeita ja kynttilöitä), ilmanraikastimen käyttö, pölynimuri, suihkussa käynti ja käsienpesu. Jotkut toimet vapauttavat partikkeleita ilmaan, toiset kemikaaleja tai vettä ja kosteutta. (Loftness ym. 2007, 965–970.)

Sisäilman laatuun vaikuttaa myös rakennuksen sisustus eli huonekalut ja sisustustekstiilit kuten esimerkiksi matot ja verhot. Talon sisustuksen materiaalivalinnat voivat pahentaa sisäilman laatua vapauttamalla karsinogeneeneja, toksiineja ja homeita. Sisäilman laatu on riippuvainen materiaalivalinnoista sekä materiaalien hoidosta. Runsas tekstiilisisustus kerää enemmän partikkeleita sisätiloihin. (Loftness ym. 2007, 965–970.)

Asukas voi minimoida rakennuksessa esiintyviä terveysongelmia Stetsenbachin ym. (2004) mukaan

- pitämällä suhteellisen ilmankosteuden alle 60 %:ssa.
- käyttämällä ilmastointia tai ilmankuivainta kosteina kuukausina ja huoltamalla sitä ohjeiden mukaisesti
- varmistamalla rakennuksissa riittävä tuuletus, erityisesti keittiössä ja kylpyhuoneessa
- pitämällä keittiön ja kylpyhuoneen tasot puhtaina
- älä laita kokolattiamattoa kylpyhuoneeseen, kellariin tai muihin alueisiin, missä kosteus voi olla korkea
- poistamalla tai vaihtamalla matot ja verhoilu heti jos, ne kostuvat eikä niitä voida kuivattaa saman tien.

Rakennuksen käyttäjät vaikuttavat sisäilmaan enemmän, kuin pelkästään sisustus- ja materiaalivalinnoilla. Ilmanvaihtosysteemin käyttö ja huolto on tärkeässä asemassa mutta myös yleiset siivoustottumukset ja siivoukseen käytetyt koneet ja tuotteet. Yleisesti ottaen kemikaalien käyttö rakennuksessa vaikuttaa sisäilman laatuun, olkoon kemikaali sitten pesuaine, hiuslakka tai hyönteismyrkky. (Loftness ym. 2007, 965–970.)

Ikkunaan avaaminen ja auki pitäminen vaikuttaa ilmanvaihtoon ja täten sillä on myös suuri vaikutus sisäilman laatuun. Useimmiten ikkunoiden avaaminen ja sillä tavalla tuulettaminen parantaa sisäilman laatua. (Loftness ym. 2007, 965–970.)

Lemmikin olemassaolo vaikuttaa myös ilmanlaatuun, sekä lisäämällä partikkelien määrä, että nostamalla partikkeleita ilmaan. Kaikki sisätilassa tapahtuvaa liikehdintä nostaa partikkeleita ilmaan. Kuinka paljon partikkeleita tilassa on, riippuu siivousvälistä sekä siivouksen tehokkuudesta. (Loftness ym. 2007, 965–970.)

5.3 Veden vaikutus mikrobien esiintymiseen

Mikrobit tarvitsevat kosteutta lisääntyäkseen. Kuivemmissa oloissa esiintyy vähemmän mikrobeja ja kosteissa enemmän. Hyvin usein mitataan kosteuspitoisuuksia kuvastamaan olisiko rakennuksessa ongelmia. (Galloway 2019a)

Kosteuspitoisuus on prosenttiluku eikä sen perusteella voida suoraan sanoa, esiintyykö mikrobikasvustoa vai ei, koska se riippuu löytyykö kosteuden joukosta jotain aineita joka estää veden saatavuus. Veden saatavuus on estetty jos se on sidottuna johonkin aineeseen joka ei helposti luovu vesimolekyylistä tai muuten estää veden haihtuminen huonon vedenläpäisevyyden takia. (Galloway 2019a)

Vesiaktiivisuus a_w on luku välillä 0-1 ja kuvastaa, kuinka helposti vesi on käytettävissä. Jos a_w on alle 0,60, mikrobien kasvua ei esiinny. (Chandler 1988, 16–28.) Mikrobit eivät kuole, kun aktiveettiluku on lisääntymiselle liian alhainen, vaan ne menevät lepotilaan. Mikrobeja on tilassa siis edelleen, mutta ne ovat inaktiivisia, kunnes olosuhteet paranevat. Veden aktiveettiluku määrittää myös veden siirtymisen materiaalista toiseen. Jos vesiaktiivisuus on sama, vesi ei siirry, mutta jos se eroaa, eroavaisuus pyritään tasaamaan ja vesi siirtyy aktiveettiluvultaan pienempään materiaaliin, kunnes molempien luvut ovat yhtä suuret. Vesiaktiivisuusluku on tarkempi ja luotettavampi tapa arvioida kosteuden haittavaikutukset kuin kosteusprosentti. (Galloway 2019b)

Rakennuksen vedenpitoisuuteen vaikuttaa rakenteiden lisäksi ilmastointi ja käyttäjä. Rakenteet, jotka päästävät vettä rakennuksen ulkopuolelta sisään, voivat aiheuttaa ongelmia, mutta myös liian tehoton ilmastointi sekä käyttäjät. Jos rakennuksessa tuotetaan paljon ilmankosteutta pitää se myös saada vietyä pois rakennuksesta ilmastoinnin avulla. Vedenkäyttö lisää ilmankosteutta. Tähän vaikuttaa esimerkiksi suihkukäyntien pituus, siivous- ja varsinkin tiskaustavat sekä mahdolliset seisovat ilmankosteuslähteet, kuten esimerkiksi ilmankostutin tai akvaario. (Loftness ym. 2007, 965–970.)

6 KODIN TEKNIIKAN JA SISÄILMAN YHTEISVAIKUTUS

Ilmastointi, valoisuus ja muu elinympäristö vaikuttavat ilmanlaatuun ja siihen, miten ilmanlaatua koetaan. Kodin tekniikkaratkaisut, ikkunapinta-ala ja rakennuksen ympäristö vaikuttavat sisäilmanlaatuun.

6.1 Ilmastointi

Ilmastoinnin toimivuus on liitetty hengitystiesairauksiin. Ilmanlaatu ei ole helppo määrittää, koska se on yhdistelmä ilmaa ja ilmassa esiintyviä epäpuhtauksia. Ilmankosteus aiheuttaa ongelmia silloin kun relatiivinen kosteus ylittää 60–75 %, sen jälkeen sitä pidetään epäpuhtautena. Muita epäpuhtauksia ovat patogeenit, haitalliset kaasut, kaasut ja ei-toivotut hajut. Yleisesti ottaen ylimitoitettu ilmastointi on parempi kuin liian pieni toimivuuden kannalta. (Merck 2010.)

Tehokkaampi ilmastointi aiheuttaa korkeammat lämmityskustannukset. Tehokkaamman ilmastoinnin terveysvaikutukset ovat suurempia kuin lämmityskustannusten nousu. Tehokkaampi ilmastointi vähentää hengitystiesairauksia 9–20 % ja lisää henkilön tuottavuutta ja jaksamista 0.48–11 %. Mikä sopiva sisälämpötila sitten on vaihtelee hieman eri henkilöiden välillä, joten yleisarvoa ei voida antaa. (Loftness ym. 2007, 965–970.)

Rakennuksen ikkunavalinnat vaikuttavat sisäilmalaatuun. Jos ikkunat ovat avattavia, voi niillä olla huomattava vaikutus sisäilmanlaatuun, mikäli rakennuksen käyttäjä pitää niitä auki ja täten lisää ilmanvaihtoa sisätiloissa. (Loftness ym. 2007, 965–970.)

6.2 Valaistus

Päivänvalo pitää käyttää tehokkaasti hyväksi. Luonnonvalo on energiatehokkain ratkaisu ja parantaa tuottavuutta 0.4–18 %. Luonnonvalon määrä riippuu ikkunoiden pinta-alasta ja sijainnista. (Loftness ym. 2007, 965–970.)

Valaisimet pitäisi olla tehokkaita, koska riittävä valaistus vähentää päänsärkyä ja rakennuksista johtuvia sairauksia 10–25 %. Riittävä valaistus myös lisää tuottavuutta 0,7–23 %. Käyttämällä tehokkaita valaisimia ja kohdevalaistusta voidaan myös pienentää energiakustannuksia. (Loftness ym. 2007, 965–970.)

6.3 Muita vaikuttavia tekijöitä

Ihmisillä pitää olla pääsy luonnollisiin ympäristöihin. Luontoalueita pitäisi löytyä rakennusten seasta ja niihin pitää olla vapaa pääsy. Luonnollinen ympäristö parantaa toipumiskykyä ja sisäilmaongelmaisen rakennuksen sietokykyä. (Loftness ym. 2007, 965–970.)

7 YHTEENVETO

Hyvä suunnittelu ja rakentaminen on terveen rakennuksen runko. Rakennus pitää myös olla teknisesti terve (mm. ilmastoinnin huolto). Nämä eivät kuitenkaan takaa terveellistä sisäilmaa vaan toimivat peruslähtökohtina. Sen lisäksi sisäilmaan vaikuttavat lämmitys ja ilmastointi sekä rakennuksen sisustus ja käyttäjän tekemiset (ruuanlaitto, käytetyt siivoustuotteet ym.). (Loftness ym. 2007, 965–970.)

Rakennus, joka on rakennettu terveellisellä tavalla, suotuisissa olosuhteissa ja ensiluokkalaisista materiaaleista pysyy terveenä. Ympäristön vaikutuksesta materiaalit kuitenkin vanhenevat ja kuluvat, mistä aiheutuu korjaustarpeita. Mikäli hoidetaan korjaukset ja huolto ajallaan ja tehdään ne oikealla tavalla, rakennuksen rakennustapaa huomioiden, rakennus pysyy terveenä.

Käyttäjä voi elintavoillaan sekä sisustuksellaan vaikuttaa hyvinkin paljon sisäilman laatuun. Käyttäjän toimet voivat aiheuttaa sisäilmaongelman. Mikäli rakennuksessa on rakennuksesta johtuva sisäilmaongelma käyttäjä voi myös vähentää siitä aiheutuvia haittavaikutuksia. Sisustusvalinnat, tavaramäärä ja siivoustavat ovat tässä tapauksessa keskeisessä asemassa.

Kuitenkin yksi tärkeimmistä seikoista on ilmanvaihto, joka hoituu luonnollisen (painovoimaisen) tai koneellisen ilmastoinnin avulla. Ilmastointi vaihtaa rakennuksen ilmaa ja hyvin keskeisenä asiana vie kosteutta pois rakennuksesta, esimerkiksi runsaan vedenkäytön jälkeen. Terveiden rakenteiden lisäksi toimiva ilmastointi on keskeinen asia rakennuksen terveenä pysymisen kannalta. Riittämätön ilmastointi on yleinen ongelma, kun käyttäjä haluaa säästää lämmityskuluissa.

Sisäilman mikrobien määrää on mahdoton ennustaa, koska siihen vaikuttaa itse rakennuksen lisäksi moni muu asia. Sisäilman laatu ei ole myöskään suoraan verrannollinen sisäilmassa esiintyvien partikkelien määrään, koska osa on hyödyllisiä ja edistää terveyttä. Toiset ovat haitallisia ja voi aiheuttaa ongelmia. Näin ollen sisäilmassa esiintyvien mikrobien koostumus on monen tekijän summa ja vain pieni osa johtuu rakennuksesta. Rakennuksen käyttäjän oma toiminta ja sisustaminen vaikuttaa huomattavasti enemmän sisäilman laatuun. Ongelmatilanteissa kannatta huomioida kaikki osa-alueet ja muistaa erityisesti riittävä ilmastointi.

LÄHTEET

Armstrong L. 2019. How mold affects different building materials in your home. Haettu 20.4.2020 <https://restorationmasterfinder.com/restoration/how-mold-affects-different-building-materials-in-your-home/>

Chandler R. 1988. The effect of temperature and water activity on microbial growth rate and food spoilage. University of Tasmania. <https://core.ac.uk/download/pdf/33329151.pdf> ,16–28.

Fujimura K., Johnson C., Ownby D., Cox M., Brodie E. & Havstad S. 2010. Man´s best friend? The effect of pet ownership on house dust microbial communities. Journal of allergy and clinical immunology. Vol. 126, nro. 2, 210–212.

Galloway M. 2019a. Water activity 101: Mastering the basics. Meter group inc. <https://www.youtube.com/watch?v=PYLkt9kZHg4> .Haettu 17.4.2020

Galloway M. 2019b. Water activity 102: Microbial growth. Meter group inc. <https://www.metergroup.com/food/events/water-activity-102-microbial-growth/>.
Haettu 17.4.2020

Leonard J. 2019. What are the effects of black mold exposure? <https://www.medicalnewstoday.com/articles/323419> .Haettu 20.4.2020

Loftness V., Hakkinen B., Adan O. & Nevalainen A. 2007. Elements that contribute to healthy building design. Environmental health perspectives. Vol.115, nro. 6, 965–970.

Merck 2010. The Merck veterinary manual 10 painos. Muokkaaja Kahn C. Merck & co inc., 1866–1869.

NIOSH 2018. Dampness and Mold Assessment Tool for General Buildings - Form & Instructions. CoxGanser J, Martin M, Park JH, Game S. Morgantown WV: U.S. Department of Health and Human Services, Centers for Disease Control and Prevention, National Institute for Occupational Safety and Health,

DHHS (NIOSH) Publication No. 2019–115,
<https://doi.org/10.26616/NIOSH PUB2019115>.

Peccia J. & Kwan S. 2016. Buildings, beneficial microbes and health. Trends in microbiology. Vol. 28, nro. 8, 595–597.

RT 103084. 2019. Päiväkodin ja perusopetuksen tilat. Ulkotilojen suunnittelu. Helsinki: Rakennustieto

Reponen T., Lockey J., Bernstein D., Vesper S., Levin L., Khurana Hershey G., Zhen S., Ryan P., Grinshpun S., Villareal M. ja LeMasters G. 2012. Infant origins of childhood asthma associated with specific molds. The journal of allergy and clinical immunology. Vol 130, nro 3, 639–644.

Stetsenbach L., Amman H., Johanning E., King G. ja Shaughnessy R. 2004. Microorganisms, mold and indoor air quality. American society for microbiology. <https://pdfs.semanticscholar.org/169d/746b266fe007cf336292a361a24e9ced0153.pdf>

US Department of Health. 2006. Understanding microbes in sickness and in health. <http://hdl.handle.net/1805/747> .Haettu 20.11.2020