

Hanna Vierinen

**Haitalliset kosteusvauriohomeet sekä homekoirien käyttö
kosteusvaurioepäilyn yhteydessä**

Opinnäytetyö

Kevät 2015

Tekniikan yksikkö

Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Koulutusohjelma: Rakennusalan työnjohdon koulutusohjelma

Suuntautumisvaihtoehto: Talonrakennus

Tekijä: Hanna Vierinen

Työn nimi: Haitalliset kosteusvauriohomeet sekä homekoirien käyttö kosteusvaurioepäilyn yhteydessä

Ohjaaja: Eero Kulmala

Vuosi: 2015

Sivumäärä: 39

Liitteiden lukumäärä:0

Opinnäytetyön lähtökohtana oli täydentää opiskelijan omaa tietämystä kosteusvauriohomeista, kosteus- ja mikrobivaurion syntymisestä ja rakenteen korjaamisesta sekä homekoiratoiminnasta. Myös aiheen ajankohtaisuus oli yksi syy tämän opinnäytetyön kirjoittamiselle.

Opinnäytetyössä käsiteltiin kosteusrasituksia yleisellä tasolla sekä listattiin rakennusvirheitä, jotka voivat johtaa kosteus- ja mikrobivaurioihin. Työssä käytiin läpi mikrobikasvustojen kasvuolosuhteita, syntymekanismia ja kosteusvaurioindikaattoreina perinteisesti pidettyjä mikrobisukuja. Mikrobisukujen kohdalla mainittiin, missä kosteusvaurion vaiheessa kyseinen mikrobi tavallisesti esiintyy rakenteissa. Mikrobisukujen esittelyn jälkeen työssä kerrottiin peruseräotteita kosteusvaurioituneen kohteen korjaamisesta sekä työturvallisuusasioista, joita mikrobivaurion korjaamisen yhteydessä täytyy ottaa huomioon.

Opinnäytetyön tekemisen aikana vierailtiin homekoirakoulutusta järjestävän oppilaitoksen käytännönharjoitusten jaksolla, jossa seurattiin koulutuksessa olevien homekoirien ja homekoiraohjaajien harjoituksia. Opinnäytteessä tutkittiin homekoirien koulutuksen ohella myös homekoirien työskentelyä kosteusvaurioepäilykohteessa, homekoirien luotettavuutta sekä käyttömahdollisuuksia. Opinnäytetyössä tutustuttiin myös uuteen, opinnäytetyön tekemisen aikana homekoirayrittäjien keskuudessa käyttöönotettuun tasontestausjärjestelmään, joka parantaa homekoira-alan yleistä laadunhallintaa.

Opinnäytetyön lopputuloksena syntyi opas, jossa on perustietoa kosteusvaurioiden syntymekanismeista, mikrobivaurioista sekä tyypillisimmistä kosteusvauriomikrobeista. Oppaasta löytyy myös perustietoa homekoirista, homekoirien käyttömahdollisuuksista sekä homekoirien epävarmuustekijöistä.

Avainsanat: mikrobi, kosteusvaurio, homekoira

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Management

Specialisation: Building Construction

Author: Hanna Vierinen

Title of thesis: Harmful moisture damage molds and the use of mold dogs

Supervisor: Eero Kulmala

Year: 2015

Number of pages: 39

Number of appendices: 0

The starting point for the thesis was to complete the author's knowledge of moisture damage, the renovation of structures with moisture damage and mold dog activities. Also the timeliness of the subject was one of the reasons for writing the thesis.

The thesis dealt with moisture stress on general level and included a list of construction defects, which could lead to moisture and microbe damages. The thesis went over the conditions and mechanisms of the growth of microbes and the genera of microbes, which are considered to be moisture damage indicators. In the introduction of the microbe genus the stage of moisture damage in which they normally occur was presented. The basic principles of renovating moisture damaged structures, as well as the safety issues of working conditions were discussed after the introduction of microbe genus.

The writing of the thesis involved a visit to a mold dog training institution when they were organizing practical exercises for the dogs and their trainers. Mold dog training was studied in the thesis as well as their work in areas where moisture damage is suspected, its reliability and possibilities of usage. The thesis also explored a new mold dog test system, which improves the quality management of mold dog field.

The result of the thesis was a manual, which holds basic information about the starting mechanisms of moisture damage as well as basic information about the most typical moisture damage indicator microbes. Basic information about the mold dogs, as well as the possibilities of using mold dogs and their uncertainty factors can also be found.

Subject headings: Microbe, moisture damage, mold dog

SISÄLTÖ

| | |
|--|----|
| Opinnäytetyön tiivistelmä..... | 1 |
| Thesis abstract..... | 2 |
| SISÄLTÖ..... | 3 |
| Käytetyt termit ja lyhenteet | 5 |
| 1 JOHDANTO | 7 |
| 2 SISÄTILOJEN MIKROBIOLOGISET OLOSUHTEET | 8 |
| 2.1 Rakennuksen kosteusrasitukset..... | 8 |
| 2.1.1 Rakennusvirheet kosteusvaurioiden aiheuttajana..... | 9 |
| 2.1.2 Sisäilman paineiden vaikutus rakenteiden kosteuteen..... | 10 |
| 2.2 Mikrobikasvustojen syntymekanismit | 10 |
| 3 SISÄILMAN MIKROBISUVUT | 12 |
| 3.1 Yleisesti sisäilmassa esiintyvät mikrobit..... | 12 |
| 3.2 Kosteusvaurioon viittaavat mikrobisuvut | 13 |
| 3.2.1 Aspergillus | 14 |
| 3.2.2 Chaetomium..... | 14 |
| 3.2.3 Fusarium..... | 15 |
| 3.2.4 Stachybotrys chartarum (S. atra) | 16 |
| 3.2.5 Sädesienet eli aktinobakteerit | 16 |
| 3.2.6 Hiivat..... | 17 |
| 3.2.7 Puutavarassa yleisesti esiintyvät mikrobit..... | 18 |
| 3.2.8 Harvinaiset kosteusvauriomikrobit | 19 |
| 4 MIKROBIVAURIOIDEN KORJAAMINEN | 20 |
| 4.1 Korjausperiaatteet..... | 20 |
| 4.1.1 Ennen varsinaista korjausta | 20 |
| 4.1.2 Urakoitsijan vastuu..... | 21 |
| 4.1.3 Kosteusvaurion korjaaminen..... | 21 |
| 4.2 Työturvallisuus | 23 |
| 5 HOMEKOIRAT | 25 |
| 5.1 Homekoiratutkimus 1998 | 25 |
| 5.2 Koulutus..... | 26 |

| | |
|---|----|
| 5.3 Homekoirien pätevyys ja tasontestausjärjestelmä 2015..... | 32 |
| 5.4 Homekoiran työskentely tarkastuskohteessa | 33 |
| 5.4.1 Soveltuvat kohteet | 33 |
| 5.4.2 Ennen tarkastusta | 34 |
| 5.5 Epävarmuustekijöitä..... | 34 |
| 6 JOHTOPÄÄTÖKSET | 36 |
| LÄHTEET..... | 38 |

Käytetyt termit ja lyhenteet

| | |
|-----------------------------------|--|
| Asumisterveys | Asuntojen ja muiden tilojen, jossa oleskelee ihmisiä, terveydelliset olosuhteet. |
| Diffuusio | Vesihöyryn siirtyminen suuremmasta vesihöyrypitoisuudesta pienempään, joko ilmassa tai kiinteän aineen huokosissa. |
| Homekoira | Homeen etsintään koulutettu koira, joka etsii homeen hajuaistinsa avulla ja ilmaisee homeen olemassaolon eleillä, jotka homekoiraohjaajan tulee osata tulkita. |
| Homekoiraohjaaja | Homekoiran kanssa kulkeva ohjaaja, joka kouluttaa ja tulkitsee koiran tekemän ilmaisun koiran eleitten sekä oman rakennusteknisen osaamisensa perusteella. |
| Kapillaarinen imu | Jos kappale on kosketuksessa veteen, vesi imeytyy kappaleen huokosiin, kuten puuhun, saveen, hiekkaan, betoniin tai tiileen. |
| Koiran ilmaisu | Koiran käytöstapa sen löytäessä kohteen, jota se on koulutettu etsimään. |
| Mikrobi | Yksinkertainen, yleensä yksisoluihin erilaistunut eliö, joka ei näy paljain silmin |
| Gram-positiivinen bakteeri | Gramvärjäyksellä violetiksi värjäytyvä bakteeri, jonka soluseinässä ei ole varsinaista ulkokalvoa. |
| ODTS | Orgaanisen pölyn aiheuttama toksinen oireyhtymä |
| PHMB | polyheksametyleenibiguanidi |
| PHMG | polyheksametyleenidiamiini-guanidiumkloridi |
| THL | Terveyden ja hyvinvoinnin laitos |

VTT

Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus

1 JOHDANTO

Keskiverto ihminen viettää suurimman osan ajastaan sisätiloissa, joten hyvät sisäilmaolosuhteet ovat yksi terveyden peruspilareista, jota ei voi korvata oikeanlaisella ravinnolla, liikunnalla tai muilla hyvillä elämäntavoilla. On tärkeää, että sisäilma on puhdasta ja ettei siinä ole haitallisia mikrobeja, kuten homeita, hiivoja, bakteereita, sieniä tai niiden muodostamia aineenvaihduntatuotteita. Sisäilmaan ja sen laatuun vaikuttavat monet muutkin tekijät, kuten fysikaaliset olosuhteet, ilman kosteus, radon, kemialliset aineet. Tässä opinnäytetyössä keskitytään kuitenkin mikrobiperäisiin sisäilmaongelmiin.

Homeongelmat ovat nykyajan vitsaus. Usein ne johtuvat rakennusvirheistä tai rakennusten vääränlaisesta kunnossapidosta. Homeongelmien kartoitukseen on monia keinoja, yksi niistä on homekoirien käyttö. Oman harrastuspohjani kautta homekoirien koulutus ja toimintatapa kiinnostavat, joten päätin opinnäytetyössäni tutkia homeongelmien ohella homekoirien käyttöä ja niiden koulutusta.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on parantaa omaa tietämystäni asumisterveydestä, yleisimmistä haitallisista sisäilman mikrobilajeista ja yleisimmistä kosteusongelmiin johtavista rakennuksien ongelmista. Tavoitteenani on myös käydä läpi perusasioita kosteus- ja mikrobivaurioituneen rakenteen korjaamisesta sekä korjaukseen liittyvää työturvallisuutta. Tavoitteenani on myös perehtyä homekoirien toimintaan: koulutukseen, käyttöön sekä luotettavuuteen.

2 SISÄTILOJEN MIKROBIOLOGISET OLOSUHTEET

Kun sisätiloista löytyy mikrobeja, yleisin syy niiden olemassaoloon on rakenteissa olevat kosteusvauriot. Muita syitä sisätiloista löytyviin mikrobeihin voivat olla esimerkiksi mikrobien tai niiden aineenvaihduntatuotteiden kulkeutuminen ulkoilmasta sisätiloihin. Tätä tapahtuu erityisesti ulkolämpötilan ollessa plussan puolella. Kuitenkin yleisin syy mikrobien aiheuttamalle oireilulle on rakenteissa kasvavat hiivat, homeet, bakteerit tai näiden aineenvaihduntatuotteet, jotka kulkeutuvat sisäilmaan. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2003, 71.)

Syntyneet kosteusvauriot olisi korjattava välittömästi niiden synnyttyä. On myös tärkeää, että kosteusvaurioon johtaneet syyt selvitetään ja kyseessä oleva vika korjataan. Jos mikrobikasvustoa on ehtinyt syntyä ennen kosteusvaurion ilmituloa, on mikrobikasvuston saastuttama rakennusmateriaali alueelta poistettava ja korvattava puhtailla rakennusmateriaaleilla. Ei siis riitä, että rakenteet vain kuivataan, sillä mikrobikasvusto voi olla terveydelle haitallista vielä kuivattamisen jälkeenkin, sillä mikrobien itiöt selviytyvät hyvin myös kuivissa olosuhteissa. Lahottajasisienten rihmastot ovat lisäksi hyvin laaja-alaiset ja ne voivat siirtää kosteutta käyttöönsä pitkienkin matkojen päästä. Korjaustoimenpiteiden aikana on tilat eristettävä muista tiloista asianmukaisesti. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 147,175–176.)

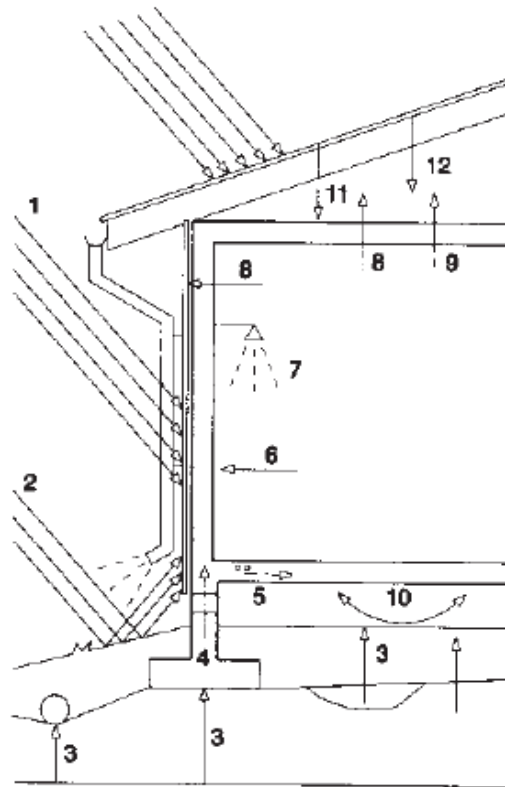
Yleisimpiä mikrobikasvustoihin viittaavia merkkejä ovat muun muassa home- tai maakellarimainen haju sekä ihmisten oireilu. On kuitenkin muistettava, että kaikki mikrobit eivät synnytä helposti aistittavaa hajua. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2003, 71.)

2.1 Rakennuksen kosteusrasitukset

Rakennukset altistuvat monenlaisille kosteusrasituksille sekä sisä- että ulkopuolelta. Kosteus pääsee rakenteisiin rakennusfysikaalisten lakien mukaisesti. Maaperästä voi siirtyä kosteutta rakenteisiin pohja- ja vajovesien, diffuusion tai kapillaarisen imun seurauksena. LVI-järjestelmät ovat yleisiä kosteusvaurioiden aiheuttajia, esimerkiksi viemäri- ja putkivuotojen tai riittämättömän ilmanvaihdon kautta. Myös

tilojen käyttäjien aiheuttamat kosteusrasitukset saattavat aiheuttaa tai edesauttaa kosteusvaurion syntymisen. Näitä ovat esimerkiksi tilojen huolimaton käyttö ja huoltojen laiminlyönti. Erilaisia kosteusrasituksia on esitetty kuviossa 1. (Palomäki 2014.)

1. Sade ja tuulenpaine
2. Roiskevesi ja pintavedet
3. Maaperän kosteus
4. Rakennekosteus ja kapillaarivesi
5. Putki, yms. vuodot
6. Sisäilman kosteus
7. Käyttötavat
8. Diffuusio
9. Ilmavuoto
10. Puutteellinen tuuletus
11. Katto-, liitos- ja läpimeno- vuodot
12. Tuuletuksen puute ja kondensio



Kuvio 1: Rakennuksen kosteusrasitukset. (Palomäki 2014.)

2.1.1 Rakennusvirheet kosteusvaurioiden aiheuttajana

Rakenteisiin voi päästä kosteutta myös monenlaisten rakennusvirheiden seurauksena. Maanpinnan tulisi kallistaa pois rakennuksesta ja rakennukset tulee varustaa oikeaoppisesti asennetulla salaojajärjestelmällä sekä käyttäen oikeanlaisia materiaaleja perustuksissa. Näin ehkäistään pintavesien ja maaperässä olevan kosteuden siirtyminen perustusten kautta rakenteisiin. (RT 07-10564 1995, 6.)

Rakentamisvaiheessa on myös huomioitava riittävät kuivumisajat eikä rakentamisen aikaista kosteutta saa sulkea rakenteeseen. Riittävät räystäät ehkäisevät sadevesien pääsyä ulkoseinäpinnoille. Puutteelliset tuuletusraot ulkoseinällä voivat

estää rakenteeseen päässeen kosteuden haihtumisen ja näin aiheuttaa kosteus- ja homeongelmia. Kylmäsiltojen syntymistä tulisi välttää, sillä kylmäsiltojen jäädyttäessä rakenteita niihin voi kondensoitua kosteutta. Märkätiloissa vääränlaiset kallistukset, puutteellinen vedeneristys sekä puutteelliset läpivientien tiivistykset voivat aiheuttaa kosteusvaurion. (RT 07-10564 1995, 6.)

Jos rakentamisessa käytetään kastuneita rakennusmateriaaleja, ei oikeanlainen rakennekaan takaa sitä, ettei kosteusongelmia myöhemmin ilmenisi. Jos esimerkiksi villat ovat varastoinnissa kastuneita, niitä ei tulisi käyttää rakentamiseen. Onkin tärkeää, että rakennusmateriaalit suojataan kosteudelta oikeaoppisesti. (RT 07-10564 1995, 6.)

2.1.2 Sisäilman paineiden vaikutus rakenteiden kosteuteen

Rakennuksissa tulisi vallita pieni alipaine ulkoilmaan verrattuna. Jos alipaine on liian suuri, paine-ero voi aiheuttaa ulkoilman pääsyn rakojen kautta sisäilmaan. Ulkoilman mukana sisäilmaan voi kantautua haitallisia aineita sekä itiöitä. Liian suuri alipaine voi aiheuttaa myös radonin pääsyn huoneilmaan alapohjasta. (RT 80-10712 1999, 2.)

Jos rakennuksessa vallitsee ylipaine, rakennuksen ilmanvuotokohdista voi päästä kostea sisäilmaa rakenteisiin. Rakenteisiin päässyt kostea sisäilma voi tiivistyä rakenteissa kylmiin kohtiin ja edesauttaa kosteusongelmien syntymistä. (RT 80-10712 1999, 2.)

2.2 Mikrobikasvustojen syntymekanismit

Mikrobit tarvitsevat kasvaakseen riittävästi kosteutta, lämpöä ja ravinteita. Mikrobikasvustojen syntyminen alkaa, kun rakenteen tasapainokosteus on yli 80 %. Aktinomykeeteille, homesienille sekä sinistäjä- ja lahottajasienille riittää kuitenkin alhaisempi tasapainokosteus, 65–85 %. Huono sisätilojen ilmanvaihto voi nostaa sisäilman kosteuden tarpeettoman korkeaksi. Tämä saattaa johtaa kosteuden tiivistymiseen kylmemmille pinnoille ja saattaa aiheuttaa mikrobikasvustojen synty-

misen esimerkiksi seinäpinoille. Toisaalta taas hyvin kuivasta sisäilmasta riippumatta rakenteissa voi olla optimaaliset kosteusolosuhteet mikrobien synnyn kannalta, esimerkiksi kattovuotojen seurauksena. Optimaaliset lämpötilaolosuhteet ovat 5–40 °C. Asuntojen tavanomaiset lämpötilaolosuhteet ovat siis mikrobikasvustolle otollisia. Ravinnostaan mikrobit eivät ole kovin tarkkoja: jo teräspinnalla oleva pöly on riittävän ravinteikasta ja mahdollistaa oikeissa olosuhteissa mikrobikasvuston syntymisen. Vallitsevien olosuhteiden summasta riippuu, miten nopeasti mikrobikasvusto kehittyy. Siihen voi mennä muutamasta päivästä muutamaan vuoteen. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 146–147.)

3 SISÄILMAN MIKROBISUVUT

Homeita ja hiivoja esiintyy yleisesti luonnossa ja ne toimivat siellä esiintyessään tärkeinä hajottajaorganismeina, mutta ihmiselle ne ovat haitallisia (Puhakka & Kärkkäinen 1994, 56). Homeet on yleisesti jaoteltu kolmeen eri ryhmään: yleisesti ulkona esiintyviin, yleisesti sisällä esiintyviin sekä kosteusvaurioihin viittaaviin homeisiin (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 172). Tämä jaottelu näkyy taulukossa 1.

Taulukko 1. Esimerkkejä ulkona ja sisällä yleisesti esiintyvistä sekä kosteusvaurioon viittaavista mikrobilajeista, ryhmistä sekä suvuista. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 172.)

| Ulkoilmassa yleisiä sienisukuja ja -ryhmiä | Sisäilmassa yleisiä sienisukuja ja -ryhmiä | Kosteusvaurioon viittaavia mikrobisukuja, -lajeja ja -ryhmiä |
|--|--|--|
| <i>Cladosporium</i> * | <i>Penicillium</i> * | <i>Acremonium</i> * |
| basidiomykeetit | <i>Aspergillus</i> * | <i>Aspergillus fumigatus</i> * |
| <i>Penicillium</i> * | <i>Cladosporium</i> * | <i>A. ochraceus</i> * |
| <i>Aspergillus</i> * | hiivat | <i>A. penicillioides/A. restrictus</i> |
| <i>Alternaria</i> | | <i>A. sydowii</i> * |
| hiivat | | <i>A. terreus</i> * |
| steriilit** | | <i>A. versicolor</i> * |
| | | <i>Chaetomium</i> * |
| | | <i>Eurotium</i> |
| | | <i>Exophiala</i> |
| | | <i>Fusarium</i> * |
| | | <i>Oidiodendron</i> |
| | | <i>Geomyces</i> |
| | | <i>Paecilomyces</i> * |
| | | <i>Phialophora</i> |
| | | <i>Scopulariopsis</i> |
| | | <i>Sporobolomyces</i> |
| | | <i>Sphaeropsidales (Phoma</i> |
| | | <i>Stachybotrys / Memnoniella</i> * |
| | | Sädesienet* |
| | | <i>Trichoderma</i> * |
| | | <i>Tritirachium / Engyodontium</i> |
| | | <i>Ulocladium</i> |
| | | <i>Wallemia</i> |

3.1 Yleisesti sisäilmassa esiintyvät mikrobit

Vaikka yleisesti *Penicilliumin* esiintymistä niin sanotusti sisäilmamikrobien valtalajina ja *Cladosporiumin*, *Aspergilluksen* ja *Hiivojen* vähäistä esiintymistä sisäilmassa pidetään normaalina, (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 172), ei pidä unohtaa

ja vähätellä myöskään näiden sukujen ja lajien vaikutusta terveyteen. Esimerkiksi *Penicillium*, kuviossa 2, on niin sanotusti primaarivaiheen kosteusvauriosuku, jota esiintyy ensimmäisten mikrobien joukossa kosteusvaurion syntymisen jälkeen. Raja-arvojen ylittyessä täytyisikin syy *Penicilliumin* olemassaoloon selvittää ja kyseinen mikrobilähde poistaa. *Penicillium* on lajeista eniten altistava rakennustyöntekijöille, jotka työskentelevät korjauskohteissa. *Penicillium* on allergisoiva ja saattaa olla myös toksiineja (penitrem A ja roquefortin C) tuottava, kasvualustastaan riippuen. Toksiinit aiheuttavat hermosto-oireita sekä pahoinvointia. (Putus 2014,16–20.) *Cladosporiumin* ja *Aspergilluksen* määrän ei tulisi koskaan ylittää *Penicilliumin* määrää. Jos näin käy, erityisesti talvella, näiden lajistojen epätavallinen määrä viittaa kosteusvaurioon, koska nämä lajit voivat elää ja lisääntyä kostuneilla rakennusmateriaaleilla. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 172.)



Kuvio 2. *Penicillium*. (Putus 2014,17.)

3.2 Kosteusvaurioon viittaavat mikrobisuvut

Kosteusvauriohomeet ilmestyvät kosteusvaurion ilmetessä asteittain. Kosteusvauriohomeet jaetaan primaari-, sekundaari- ja tertiaalivaiheen indikaattorimikrobeihin. (Putus 2014, 8.) Valtaosa kosteusvaurioon viittaavista mikrobisuvuista tuottaa toksiineja, jotka ovat erityisesti riskiryhmille haitallisia. Tällaisia riskiryhmiä ovat muun muassa pienet lapset, raskaana olevat naiset sekä vakavasti sairaat potilaat. Näi-

den riskiryhmien oleskelua tiloissa, joissa tavataan haitallisia pitoisuuksia kyseessä olevia mikrobeja, tulisi erityisesti välttää. (Putus 2014, 20, 28, 37, 44–45, 51, 56, 69, 83.)

3.2.1 Aspergillus

Aspergillus on sisäilmassa yleinen, mutta sen noustessa valtalajiksi ohi Penicilliumin Aspergillus viittaa kosteusvaurioon. Aspergillus kuuluu Penicilliumin ohella primaarivaiheen kosteusvauriohomeisiin. Aspergillus-suvun homeita on useampaa lajia, joista Aspergillus fumigatus, Aspergillus ochraceus, Aspergillus sydowii, Aspergillus terreus ja Aspergillus versicolor ovat toksiineja tuottavia sekä kosteusvaurioon viittaavia lajeja. Aspergillus synnyttää vakavia terveysongelmia niiden tuottamien toksiinien aiheuttaessa muun muassa allergiaa, astmaa, vapinaa, syöpää sekä keuhkoinfektioita. Myös syntyvien lasten epämuodostumien ja äidin raskauden aikaisella altistumisen välillä on havaittu yhteys. Toksiinien tuottamismäärään vaikuttaa kasvuolosuhteet, kuten kosteus ja muiden mikro-organismien läsnäolo. (Putus 2014, 22–25, 28–29.)

3.2.2 Chaetomium

Chaetomium on tertiaarivaiheen kosteusvauriohome, joka on hidaskasvuinen ja ilmestyy rakenteeseen vasta pitkäaikaisen kosteusvaurion yhteydessä. Chaetomium-löydös viittaa vakavaan kosteusvaurioon. Viljelynäytteissä Chaetomium on helposti määritettävä, mikäli nopeakasvuisemmat homeet eivät ehdi peittää sitä alleen. Muista mikrobeista Chaetomium menestyy parhaiten Aspergillus fumigatuksen kanssa, joka tuottaa Chaetomiumille sen tarvitsemia ravinteita. Kasvualustaltaan Chaetomium ei ole kovin tarkka, mutta parhaiten se kasvaa selluloosapitoisilla kasvualustoilla. (Putus 2014, 30–33.)

Chaetomium on karsinogeeninen ja tuottaa monia toksiineja, jotka aiheuttavat muun muassa poskiontelotulehduksia, epämuodostumia ja pahimmillaan jopa henkeä uhkaavia infektioita. Lisäksi Chaetomiumille altistuneilta potilailla on todettu nivelreumaa, mutta suoranaisia todisteita siitä, että Chaetomium olisi yksinään

nämä tapaukset aiheuttanut, ei ole. Sen sijaan Chaetomium yhteisvaikutuksessa muiden homeiden kanssa on voinut aiheuttaa nämä tapaukset. Chaetomiumin karsinogeenisyydestä johtuen erityisesti lasten ja raskaana olevien tulisi välttää oleskelua tiloissa, joista tätä homekasvustoa löytyy. Chaetomiumia ei testata rutiininomaisesti allergeatesteissa. (Putus 2014, 32–33, 36–37.)

Chaetomium on hankalaa puhdistaa rakenteista ja irtaimistosta. Suositeltavin vaihtoehto korjaustavaksi on saastuneen rakennusmateriaalin mekaaninen poisto sekä irtaimiston hävittäminen. Purkamisen aikana on kiinnitettävä erityistä huomiota myös purkujätteen pois kuljetukseen. Olisi suositeltavaa poistaa kyseessä oleva materiaali joko suljetuissa astioissa tai alipaineistettua poistoputkea pitkin. (Putus 2014, 36–37.)

3.2.3 Fusarium

Fusarium, toiselta nimitykseltään Punahome, on sekundaari-/ tertiaarivaiheessa kosteusvauriokohteeseen ilmestyvä home, joka on yleensä merkki pitkäaikaisesta kosteusvauriosta. Vaikka Fusariumia ei tavata yleisesti kosteusvaurion primaarivaiheessa, saattaa sitä ilmestyä luonnonmateriaaleihin, kuten olkeen, turpeeseen tai kierrätysmateriaaleihin jo aikaisemmassa vaiheessa. Tällaisia luonnonrakennusmateriaaleja ovat muun muassa olkea sisältävät rakennuslevyt ja olki-savi tiilet. Olkea sisältäviä rakennuslevyjä on yleisesti käytetty 1940–1950-luvulla sekä ns. Ruotsi-taloissa, jotka Suomi sai Ruotsilta sodan jälkeen lahjoituksena neuvola- ja päiväkotirakennuksiksi. Fusariumia tavataan yleisesti maatalousympäristössä, jossa sitä esiintyy erityisesti viljassa, oljissa sekä heinissä. (Putus 2014, 38–39.)

Muulla kuin maatalouden päärakennuksissa Fusarium-löydökset ovat aina hälyttäviä. Fusarium on toiseksi yleisin homeallergian aiheuttaja koululaisilla. Fusarium-lajeista oxysporum voi aiheuttaa infektion elimistössä, esimerkiksi ihossa, kynnessä tai poskiontelossa. Fusarium tuottaa useita erityisen haitallisia toksineja, jotka aiheuttavat muun muassa keuhkoödeemaa, maksa- ja munuaiskasvaimia, epämuodostumia sekä ruokatorven ja ruoansulatuskanavan syöpiä. Fusariumin tuottamat toksinit heikentävät myös verisolujen tuotantoa, mikä pidentää veren hyytymisaikaa. Eläimillä muun muassa Fusarium graminearicum -lajin tuottama Zea-

raleoni-toksiini on aiheuttanut immunologisia ja hormonaalisia vaikutuksia, jotka ovat vaikuttaneet eläinten lisääntymiskykyyn negatiivisesti sekä aiheuttaneet sikiölle epämuodostumia. (Putus 2014, 39–42.)

3.2.4 Stachybotrys chartarum (S. atra)

Stachybotrys chartarum on kosteusvaurioon tertiaarivaiheessa ilmestyvä home ja on merkki pitkään kestäneestä kosteusvauriosta. Stachybotrys menestyy parhaiten kartonki- ja paperipinnoilla. Tyypillisesti Stachybotrys on hidaskasvuinen, tummana tai mustana kasvava home, jonka itiöt leijuvat heikosti ilmassa. Tyypillisesti se on pinnaltaan liman peittämä ja soikean muotoinen. (Putus 2014, 46.)

Stachybotrys chartarum on allergisoiva ja toksiineja tuottava. Sen käsittely voi aiheuttaa palovamman kaltaisia ihovaurioita sekä nenäverenvuotoa, silmävaurioita, veriyskää, hengityskipua sekä veren kuvan muutoksia. Sen tuottamat toksiinit aiheuttavat maksa-, munuais-, iho-, keuhko- ja hermovaurioita ja häiritsevät myös luuytimen toimintaa ja immuunipuolustusta. Vakavimmillaan Stachybotrys chartarumin on raportoitu aiheuttavan vastasyntyneille verenvuotokeuhkokuumetta USA:ssa ja Belgiassa. Eläinkokeissa vastasyntyneet hiiret, jotka altistettiin Stachybotryksen itiöille, saivat samantyyppisiä verenvuotomuutoksia, kun mitä USA:n Clevelandissa kuolleiden lasten oli raportoitu saaneen. (Putus 2014, 47–51.)

3.2.5 Sädesienet eli aktinobakteerit

Sädesienet eli aktinobakteerit ovat gram-positiivisia tuottavia ja kasvattavia bakteereita, jotka ovat hyvin sopeutuvia ja vaatimattomia ja näin ollen menestyvät paikoissa, joissa vain harvat mikrobit kykenevät kasvamaan. Aktinobakteerit menestyvät jopa PH:n ollessa 10, mikä osoittaa sen kyvyn kasvaa myös betonissa. Aktinobakteerit tuottavat antimikrobisia ja solutoksisia aineita, jotka raivaavat aktinobakteereille haitalliset tai sen elintilaa heikentävät mikrobit pois tieltä. Sädesienille tyypillistä on niiden tuottama maakellarimainen/multainen haju, joskin

saman tyyppistä hajua aiheuttavat myös muutamat muut homeet ja hiivat. (Putus 2014, 76, 80.)

Aktinobakteereita ei tulisi löytyä lainkaan kaupunkiympäristössä sijaitsevista rakennuksista. Maaseudulla sijaitsevista rakennuksista saattaa löytyä yksittäisiä aktinobakteereita, jotka kulkeutuvat ihmisten oleskelutiloihin tuotantotiloista ihmisten tai eläinten, kuten koirien tai kissojen välityksellä. Tästä johtuen raja-arvona pidetään tällä hetkellä 10 cfu/m³ (ilmatutkimukset), joka ei perustu arvioon terveysriskistä, vaan arvioon rakennuskannan ”normaali olosuhteeksi” talviolosuhteissa. (Putus 2014, 82.)

Koska sädesienet esiintyvät aina yhtäaikaaisesti muiden home- ja hiivasienten kanssa, voi olla haastavaa erottaa, mikä on home- ja hiivasienten aiheuttama ja mikä on sädesienten aiheuttama terveyshaitta. Kuitenkin sädesienille on tyypillistä niiden itiöiden pienikokoisuus, jolloin itiöt kulkeutuvat syväälle keuhkoihin, jonka vuoksi aktinobakteerien vaikutusaika on verrattain pitkä. Aktinobakteerien terveyshaittoja ovat muun muassa suorat infektiot kudoksissa, ylähengitystieoireet kuten nuha, nenäverenvuoto ja kurkkukipu sekä ODTS-oireyhtymä, jonka oireina ovat muun muassa alempien hengitysteiden oireet kuten kuiva yskä, rasituksen yhteydessä ilmenevä hapennälkä ja äänen käheytyminen sekä yleisoireet kuten kuume, vilunväristykset, lihas- ja nivelkivut ja virtsatieoireet. Aktinobakteerit aiheuttavat myös homepölykeuhkoa. (Putus 2014, 80–81.)

3.2.6 Hiivat

Hiivojen kasvua rakennusmateriaaleissa sekä pinnoilla voidaan pitää kosteusvaurioon indikoivana merkinä. Näin etenkin silloin, kun näytteistä löytyy myös kosteusvaurioon viittaavia homesieniä. Rakennusmateriaaleista hiivat kasvavat yleensä parhaiten puumateriaaleilla, paperilla sekä eristysvillassa. Sen sijaan ilmanäytteissä todetut hiivat eivät vielä todista kosteusvaurion olemassaoloa, sillä tulokset ovat olleet samansuuntaisia sekä kosteusvaurio- että verrokkikohteissa. Jos hiivakasvua löydetään vain kylpyhuoneesta tai muista kosteista tiloista, se saattaa indikoida puutteellisesta ilmanvaihdosta tai riittämättömästä siivouksesta. (Putus 2014, 64–65, 69.)

Hiivojen aiheuttamia terveyshaittoja ei pidä vähätellä, sillä vaikka ne eivät tietävästi tuota toksisia aineenvaihduntatuotteita, ne aiheuttavat siitä huolimatta merkittäviä terveyshaittoja. Homesienten ja hiivojen aiheuttamien terveyshaittojen erottaminen toisistaan voi olla haastavaa, sillä ne esiintyvät lähes poikkeuksetta yhtäaikaaisesti kosteusvaurion yhteydessä. Hiivat aiheuttavat yleisesti allergiaa sekä iho- ja hengitystieinfektioita. Hiivat aiheuttavat lisäksi homesieniä enemmän suoria infektioita elimistössä. (Putus 2014, 64, 66–67.)

3.2.7 Puutavarassa yleisesti esiintyvät mikrobit

Puutavarassa tavataan yleisesti sienilajeja, joista kuitenkin kaikki eivät ole kosteusvaurioindikaattoreita. Tällaisia sieniä ovat muun muassa home- lahottaja- ja sinistäjä sienet. Kosteusvaurio aiheuttaa kuitenkin myös näiden tavallisten sienilajien kasvua. Kosteusvaurion yhteydessä nämä sienilajit voivat siirtyä elämään myös muulle kasvualueelle kuin puulle. Puutavarassa kosteusvaurioindikaattoreina pidetään *Acremonium*- ja *Trichoderma*-mikrobisukuja. Tavallisesti heikoiten mikrobit menestyvät kuivatulla puutavaralla, erityisesti kuivatulla männyllä, kun taas yleisintä mikrobikasvusto on prosessoidulla puutavaralla, kuten sahanpurulla, lastulevyllä ja Toja-Levyllä, joissa käytetyn puun rakenne on rikottu. (Putus 2014, 52–53.)

Acremonium ja Trichoderma. *Acremonium*, toiselta nimeltään *Cephalosporium* ja *Trichoderma* indikoivat kosteusvauriosta ja aiheuttavat allergioita, mutta eivät kuitenkaan allergisoi kovin vahvasti. *Trichoderma* on tertiaarivaiheen mikrobi. *Trichoderman* tuottamat mikropartikkelit, jotka ovat mahdollisesti rihmaston osia ja ovat *Trichoderman* tuottamia itiöitä pienempiä, voivat toimia toksiinien kantajina vieden haitallisia toksiineja syvälle hengitystiehyisiin. *Acremonium* ja *Trichoerma* tuottavat myös toksiineja, jotka heikentävät immuunipuolustusta, vaurioittavat luuydintä ja aiheuttavat maksa-, munuais-, iho-, keuhko- ja hermovaurioita. (Putus 2014, 52, 54.)

3.2.8 Harvinaiset kosteusvauriomikrobit

Harvinaisempia kosteusvauriosta indikoivia mikrobisukuja ovat Exophiala, Eurotium, Oidiodendron, Phialophora, Phoma, Scopulariopsis, Tritirachium ja Wallemia. Harvinaisista kosteusvauriomikrobeista infektoita aiheuttavia mikrobisukuja ovat Exophiala, Phialophora, Scopulariopsis ja Wallemia. Paremmin tunnettujen kosteusvauriosukujen terveyshaitoista on olemassa enemmän tietoa ja kirjallisuutta. Harvinaisempien kosteusvauriosukujen terveyshaitoista on lähinnä olemassa yksittäistapausten kuvauksia. Näitä yksittäistapausten aiheuttajamikrobeja on tutkittu pääasiassa silloin, kun mikrobit ovat aiheuttaneet vakavan infektion potilaalla. On havaittu, että huolestuttavinta näissä harvinaisissa mikrobeissa on niiden vastustuskykyisyys nykyisin käytössä oleville sieniantibiooteille, joka vaikeuttaa infektioiden hoitamista. (Putus 2014, 72–73.)

4 MIKROBIVAURIODEN KORJAAMINEN

4.1 Korjausperiaatteet

Kun rakennuksessa epäillään olevan kosteus- tai mikrobivaurion, korjaamisessa tulisi käyttää ammattilaisia, joilla on hyvä rakennustekninen asiantuntemus sekä riittävä kokemus kosteus- ja mikrobivaurioiden korjaamisesta. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 175.) Olipa kyse ainoastaan kosteusvauriosta tai mikrobivauriosta, olisi suositeltavaa noudattaa samoja korjausperiaatteita (Putus 2014, 69).

4.1.1 Ennen varsinaista korjausta

Ennen varsinaista korjausta on selvitettävä, miten laajasta kosteusvauriosta on kyse sekä selvittää mikä kosteusvaurion on aiheuttanut (RT 80-10712 1999, 1). Olisi ensiarvoisen tärkeää, että syntyneeseen kosteusvaurioon puututtaisiin mahdollisimman varhaisessa vaiheessa (RT 80-10712 1999, 2). Tämä ehkäisisi mikrobivaurioiden syntymistä. Vaurioiden syitä voidaan selvittää aistinvaraisin menetelmin, vaurioituneen alueen suunnitelmien pohjalta, mittaamalla ilman ja rakenteiden suhteellisia kosteuksia sekä haastatteleamalla tiloissa vakituisesti oleskelevia henkilöitä. Jos tiedetään kosteusvaurion olemassaolosta, selvitetään vaurion laajuus ja selvitetään mahdolliset mikrobivauriot. Jos vaurio osoittautuu laaja-alaiseksi, tutkimuksia laajennetaan. (RT 80-10712 1999, 2–3.) Selvitysten perusteella päätetään korjaustoimien laajuus sekä korjausmenetelmät (RT 80-10712 1999, 1).

Jokaisesta kosteusvauriokohteesta tulisi laatia yksilöllinen korjaussuunnitelma (Puhakka & Kärkkäinen 1994, 66). Suunnitelmat tulee laatia siten, että uudet rakenteet ovat kosteusteknisesti toimivia kestäen niille suunnitellun käyttöiän. Suunnitelmissa tulee kuitenkin huomioida mahdollisesti hyvästä suunnittelusta huolimatta syntyvät kosteusvauriot siten, ettei kosteusvaurio syntyessään pääse laaja-alaiseksi. (RT 80-10712 1999, 1.)

4.1.2 Urakoitsijan vastuu

Ennen varsinaista korjausta on myös hyvä sopia kuluttajansuojalaissa säädetyistä korjausvastuusuhteista. Urakoitsijan vastuu tehdyistä korjauksista kestää kaksi vuotta vastaanottotarkastuksesta. Tänä aikana ilmenneet korjausvirheet urakoitsijan on korjattava. Urakoitsija on korjaustoimistaan vastuussa pidempäänkin, jos voidaan todistaa, että urakoitsija on korjaustoimia toteuttaessaan harjoittanut törkeää huolimattomuutta ja näin aiheuttanut vaurioiden uusiutumisen. (RT 80-10712 1999, 1.)

4.1.3 Kosteusvaurion korjaaminen

Korjaustoimenpiteet tulee suorittaa siten, ettei kosteus- eikä mikrobivaurio uusiudu ja tiloissa oleskelevat henkilöt voivat käyttää korjattuja tiloja turvallisesti. Lähtökohdana korjaukselle on pidettävä vaurion aiheuttajan poistamista sekä syntyneiden vaurioiden huolellista korjaamista (RT 80-10712 1999, 3). Lähtökohtaisesti kosteus- ja mikrobivaurio olisi aina korjattava poistamalla vaurioitunut materiaali (Putus 2014, 121).

Ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä korjattava rakennusosa tulisi osastoida ja alipaineistaa omaksi osastokseen. Näin estetään esimerkiksi purkamisen myötä ilmaan päässeiden homeitiöiden sekä rakennuspölyn kulkeutuminen muihin rakennuksen osiin, joissa mahdollisesti oleskelee ihmisiä. Jos osastoinnin toteuttaminen ei syystä tai toisesta onnistu, koko rakennuksen muu käyttö tulisi ohjata muihin tiloihin korjauksen ajaksi. (RT 80-10712 1999, 4.)

Suoraan huoneilman kanssa yhteydessä olevat, ei-kantavat ja kohtuullisin kustannuksin uusittavissa olevat rakennusosat tulisi uusida kokonaan siten, että uusiminen suoritetaan 0,2–0,5 m etäisyydelle vaurioituneesta materiaalista terveeseen ja kuivaan materiaaliin. Jos kyse on kantavista rakenteista, vaurioituneet kohdat puhdistetaan mekaanisesti, esimerkiksi harjaamalla teräsharjalla, hiomalla tai kaapimalla. (RT 80-10712 1999, 3). Purkujäte tulisi kuljettaa pois korjaustyömaalta asianmukaisesti esimerkiksi alipaineistettua poistoputkea käyttäen tai suljetuissa astioissa (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 176). Toisin kuin RT kortissa 80-

10712 sivuilla 3-4 mainitaan, hometta tuhoavia ja desinfiioivia aineita tulisi käyttää erityistä varovaisuutta noudattaen tai jopa välttää kokonaan, sillä kyseessä olevien kemikaalien, jotka sisältävät tehoaineinaan PHMG:tä ja PHMB:tä, on todettu aiheuttavan vakavia terveyshaittoja. (Putus 2014, 122.) Desinfiointi ei myöskään suojaa rakenteita mikrobien kasvulta (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 176). Mikään kemikaali ei tutkimusten mukaan myöskään tuhoa mikrobeja täysin, eikä millään kemikaalilla voida korvata oikeaoppista homekorjausta. Kemikaalit voivat myös haurastuttaa materiaaleja ja kemikaalien sisältämät aineet jopa pahentaa tiloissa oleskelevien henkilöiden vaivoja lisäten esimerkiksi astmaoireita. (Putus 2014, 121.) Korjattuun kohteeseen, jossa on riski uudelleen kostumiselle, olisikin kemikaalikäsittelyn sijaan hyvä asentaa kosteusanturit, jotka antavat hälytyksen, jos rakenteissa havaitaan kostumista (RT 80-10712 1999, 15).

Jos edellä mainittu ei onnistu kohtuullisin kustannuksin tai se ei ole teknisesti mahdollista, rakennusosa tulee tiivistää. Tällöin rakenteet tulisi saada niin kuiviksi, ettei mikrobikasvu enää jatku rakenteissa. Rakenteet tulee tiivistää siten, ettei mikrobeja pääse huoneilmaan. Tämä toteutetaan tavallisesti elastisella saumausmassalla sekä varmistamalla ilmanvaihdon toimivuus sekä korvausilman saanti. Tiivistyksen jälkeen pinnat maalataan. Kohteita, joihin tätä menetelmää voidaan harkita sovellettavaksi, ovat esimerkiksi yläpohjan tuuletustilat, ulkoseinän ja maanvaraisen laatan liittymäkohta. Rakenteiden korjauksen jälkeen sisäilman mikrobipitoisuuksia on seurattava tasaisin väliajoin ja säännöllisesti unohtamatta tilojen käyttäjien oireiden seuranta. (RT 80-10712 1999, 3.)

Kosteusvaurion yhteydessä kosteat rakenteet on kuivatettava eikä niitä kannata jättää kuivumaan itsekseen, sillä kuivumiseen tarvittava aika on niin pitkä, että jotkin mikrobilajit saattavat saastuttaa jo kertaalleen korjatun rakenteen uudelleen. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 176.) Rakenteiden kuivausta käytetään yleisesti esimerkiksi betonilattioiden kuivaamiseen. Kuivausta ennen täytyy poistaa homehtuneet ja mikrobikasvustossa olevat rakennusosat, jolloin ehkäistään itiöiden leviäminen. Kuivauksen edetessä ja ennen kuivauksen lopettamista on syytä tehdä rakenteeseen kosteusmittauksia, joilla voidaan varmistua rakenteiden kuivuudesta. Rakenteiden kuivauksessa on hyvä huomioida, että rakenteiden uusi-

minen voi joskus olla jopa edullisempi ja nopeampi tapa kuin rakenteiden kuivaaminen. (RT 80-10712 1999, 3.)

Kun varsinaiset rakenteiden korjaustoimenpiteet on suoritettu, tilat tulisi puhdistaa huolellisesti pinnoiltaan. Ilmanvaihtokanavien huolellista puhdistusta ei myöskään saa unohtaa (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 175).

Ennen tilojen käyttöönottoa tulisi myös tiloissa ennen korjaustoimenpiteitä ollut irtaimisto puhdistaa ja pestä huolellisesti (Putus 2014, 122). Jos mikrobivaurion yhteydessä on esiintynyt esimerkiksi Chaetomium-suvun mikrobeja, on muistettava, että sen puhdistaminen irtaimistosta voi olla vaikeaa. Jossain tapauksessa on varauduttava uusimaan koko irtaimisto. (Putus 2014, 30, 37, 122.)

4.2 Työturvallisuus

Purkutöiden yhteydessä mikrobipitoisuudet nousevat usein korkeiksi ja tästä syystä purkuun osallistuvat henkilöt altistuvat mikrobien terveyshaitoille ja asianmukainen suojautuminen onkin ensiarvoisen tärkeää hyvän työkyvyn ja -terveyden ylläpitämiseksi. Myös henkilöt, jotka tekevät kosteus- ja mikrobivaurioiden tutkimuksia ja näytteenottoja, voivat altistua mikrobien terveyshaitoille ja näiden henkilöiden suojautuminen on myös tärkeää. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 177.)

Purku- ja korjaustöitä kosteus- ja mikrobivaurioituneessa tilassa tekevien henkilöiden on käytettävä asianmukaisia suojaimia ja tilojen tulee olla asianmukaisesti osastoituja. Purkutöissä olevien henkilöiden suojautumisohjeita on lueteltu taulukossa 2. (RT 80-10712 1999, 4.)

Taulukko 2. Suojautumisohjeet purkutöissä purettavan materiaalin mukaan. (RT 80-10712 1999, 4.)

| Purettava materiaali | Hengitys-suojain | Suoja-käsineet ja suojapuku | Osastointi + tiivistäminen | Osastointi ja osaston alipaineistus | Kohdepoisto | Sulkutila |
|---|------------------|-----------------------------|----------------------------|-------------------------------------|-------------|-----------|
| Ei näkyvää kosteus- tai homevaurioita. rakennuksen käyttäjillä ei ole mikrobialtistuksesta johtuvia oireita | P2 | | | | | |
| Silmin havaittava kosteusvaurio tai rakennuksen on aiemmin tapahtunut kosteusvaurio | P2 | x | x | | | |
| Ei näkyviä vaurioita. Rakennuksen käyttäjillä on homealtistuksesta johtuvia oireita | P2 | x | x | | | |
| Pieni paikallinen kosteusvaurio (< 0,5 m ²) | P2 | x | | | x | |
| Näkyvää homekasvua laajalla alalla (> 0,5 m ²) | P2 | x + suojapuku | | x | x | |
| Rakenteissa tai ilmanäytteistä on todettu toksiineja tuottavia homesienilajeja, mustaa homekasvua, rakenteet ovat märkiä tai vaurion syynä on pitkäaikainen putkivuoto tai veden pääsy rakenteisiin | P3 | x + suojapuku | | x | x | x |

Vaikeimpien mikrobien kohdalla olisi hyvä noudattaa samanlaista varovaisuutta kuin asbestitöitä tehtäessä (Puhakka & Kärkkäinen 1994, 66).

5 HOMEKOIRAT

Koirien hajuaisti on yliverlainen verrattuna ihmisen hajuaistiin, minkä vuoksi koirat ovat jo pitkään toimineet erilaisissa tehtävissä, joissa ihmisen hajuaisti ja muut keinot ovat riittämättömiä, kuten poliisi-, ruumis- ja huumekoirina. Uudempia koirien käyttökohteita ovat koirien käyttö tuholaistorjuntakohteissa lutikkakoirina (Moi- lanen 2015) sekä homekoirina. Koirien on tutkittu pystyvän havaitsemaan myös ihmisen verensokerin laskun (Froloff 2010) sekä syöpäsoluja terveiden ihonäytteiden seasta (Hara 2014). Yhteistä näille kaikille tehtäville on vaikeasti havaittava haju sekä hajun paikallistaminen. Homekoirien erityishaasteena on lisäksi kosteusvaurioissa esiintyvien homekasvustusukujen muuntuvuus. Primaari-, sekundaari- ja tertiaalivaiheen homekasvustot eroavat toisistaan ja näin ollen asettavat omat haasteensa koirien hajutyöskentelylle. Homekoiraohjaajalle taas oman haasteensa asettaa rakennuksessa ja rakenteissa kulkevat ilmavirrat, jotka voivat kuljettaa hajut koiran ilmaisukohtaan muualta rakennuksesta. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.)

Homekoiran käytön yksi merkittävimmistä eduista on koiran kyky ilmaista myös jo kuivuneet homekasvustot, jotka saattavat kuitenkin vielä kuivuttuaankin aiheuttaa tilassa oleskelihoille oireita. Tällaiset kuivuneet kasvustot eivät tule esiin esimerkiksi pintakosteusmittaria tutkimusmenetelmänä käytettäessä. (Luukko 2013, 8.)

5.1 Homekoiratutkimus 1998

Homekoirista on vuonna 1998 tehty tutkimus, jossa 6- ja 2-vuotiaat labradorinoutajat koulutettiin etsimään mikrobikasvua asuinrakennuksesta. Koulutettavat mikrobikasvustot olivat lattiasieni, kellarisieni sekä laakakääpä. Koulutuksessa käytettiin puun palalla kasvatettua lattia- ja kellarisientä sekä laakakääpää, jotka olivat VTT:n puulaboratoriossa tyyhitettyjä. Koirien koulutus kesti kolme kuukautta. Alkuvaiheen koulutuksessa koirat saivat ennen etsintää haistaa koepalaa, jonka jälkeen koira päästettiin etsimään. Myöhemmin koira oppi etsimään pelkästään käskyn ”etsi” perusteella eikä koepalaa enää koiralle näytetty. Koulutuksessa piilotettiin erilaisia määriä sekä erivahvuisia hajuja piiloihin. Tehtiin myös harjoitteita,

jolloin lahonäytteitä ei piilotettu lainkaan. (Kauhanen, Harri, Nevalainen & Nevalainen 1998.)

Koulutuksen jälkeen koiria testattiin kolmella eri koesarjalla, joissa piilotettuna oli koulutettujen kasvustojen lisäksi homesieniä, aktinomykettejä sekä puunäytteitä, joissa ei ollut silmin havaittavaa mikrobikasvustoa. Näytteet piilotti jokaisella kerralla eri henkilö ja koiran ohjaaja ei tiennyt näytteiden sijaintia, paitsi viimeisellä, jolloin koiran ohjaaja itse piilotti näytteet. Tällöin koiran oma ohjaaja ei toiminut koiran ohjaajana. Toinen ja kolmas koesarja tehtiin peräkkäin, kun taas ensimmäisen ja toisen koesarjan välillä oli kuukauden tauko, jolloin koirat eivät myöskään harjoitelleet etsintää. (Kauhanen ym. 1998.)

Testien tulosten perusteella koirien merkitsemistä paikoista löytyi 92 % varmuudella hometta. Testissä selvisi, että koirat ilmaisivat heikoiten erittäin kuivia näytteitä ja myös näytteitä, jotka olivat terveitä. Terveiden näytteiden ilmaisuun oli syynä muun muassa epäonnistuneet koejärjestelyt, jossa terveitä puunäytteitä käsitelleet henkilöt eivät vaihtaneet käsineitään puhtaisiin kasvustoa sisältävien näytteiden käsittelyn jälkeen. Näin toimiessaan henkilöt siirsivät homekasvuston hajua myös puhtaisiin näytteisiin. Virheilmaisuja aiheuttivat myös tiloissa olleet ilmavirrat. Kolmannessa testisarjassa koirat menestyivät hyvin. Tämä johtui tilojen koosta sekä siitä, että homeita oli piilotettuna lukumäärällisesti vähän. Kolmas testisarja kuitenkin vastaa parhaiten tyypillistä etsintätilannetta. Koesarjojen väliset tauot sekä kokeissa ilmenneet tulokset taas osoittavat, että koirien tulisi harjoitella säännöllisesti, vaikka ne osaisivat etsintätyöskentelyn. Mikäli taas koiralla ilmenee motivaation puutetta, sitä voidaan lisätä pitämällä taukoa etsintäharjoituksista. Koe osoitti myös, että mitä aikaisemmin koulutus aloitetaan, sitä parempiin tuloksiin koira työskennellessään todennäköisesti kykenee. (Kauhanen ym. 1998.)

5.2 Koulutus

Aikaisemmin homekoiran koulutus on perustunut pelkästään homekoiraohjaajan omatoimisuuteen sekä taitoon kouluttaa koira kosteusvauriokohteissa yleisesti esiintyviin homelajistoihin. Itseoppineita homekoiria toimii alalla edelleen runsaasti.

Alalla on pitkän linjan homekoirayrittäjiä, jotka ovat itse kouluttaneet koiransa ja hankkineet tarvittavan rakennusteknisen ymmärtämyksen itsenäisesti.

Nykyään osa homekoirista ja homekoiraohjaajista käy läpi homekoirakoulutuksen. Tällaista koulutusta järjestää muun muassa Keski-Pohjanmaan ammattiopisto Kannuksessa. Keski-Pohjanmaan ammattiopistossa homekoira-alaa opiskelevat koirakot käyttävät koulutuksessaan THL:n suositusten mukaisia sekakasvustoja. Sekakasvusto koostuu kosteusvauriokohteessa tyypillisesti esiintyvistä homelajeista. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.) Koulutuksessa koiran ohjaajille opetetaan koiran koulutuksen lisäksi perustietoja rakennustekniikasta, homeiden mikrobiologiasta, yritystoiminnasta, lainsäädännöstä ja asiakaspalvelusta. Pääpaino on kuitenkin koiran koulutuksessa. (Ikonen 2015.) Koulutus on kestoaltaan noin yhden vuoden mittainen ja se koostuu lähijaksoista sekä itseopiskelusta. Lähijaksoja on noin kerran kuukaudessa viiden päivän ajan. Kotioloissa tehtävät käytännönharjoitukset ovatkin isossa roolissa erityisesti koiran koulutuksen onnistumiseksi. Koiran kanssa tehtävät harjoitukset koostuvat esimerkiksi hajuerotteluharjoituksista, kuvioissa 3–7 sekä homeen etsintäharjoituksista, kuvioissa 8–10. Opetuksessa käydään myös läpi kotona tehdyt harjoitukset, niiden onnistumiset sekä vastaan tulleet ongelmatilanteet. Koiran koulutuksen tulisi edetä tasaisesti. Koiraa tulee haastaa ja harjoitusten tulee koulutuksen aikana jatkuvasti vaikeutua, mutta koulutuksessa ei tule kuitenkaan kiirehtiä tarpeettomasti. Koulutuksen lopussa opiskelijat koirineen käyvät läpi loppukokeen, joka on käytännön testi. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.) Käytännön testissä on hajuerottelua sekä etsintätestiä tilassa, jossa on homekätkö sekä etsintätesti, joka on niin sanotusti puhdas, eli tila, johon ei ole kätkeytynä homeita. Testissä koiran täytyy löytää tietty prosenttiosuus kätkeytyistä homeista eikä virheitä saa tulla. Testi arvioidaan kirjallisesti, ja siinä on mukana laadullinen arvostelu. (Ikonen 2015.)



Kuvio 3. Hajuerotteluharjoituksia laudalla. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.)



Kuvio 4. Hajuerottelulauta. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.)



Kuvio 5. Hajuerotteluharjoitus erillisillä, siirrettävillä piiloilla. home on piilotettuna puhtaan metallikupin alla purkissa. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.)



Kuvio 6. Hajuerotteluharjoitus erillisillä piiloilla. Vain yhdessä piilossa on homekasvusto, josta koira kiinnostuu. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.)



Kuvio 7. Hajuerotteluradan piilo. Purkissa kosteusvauriohomeiden sekakasvustoa. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.)



Kuvio 8. Homeen etsintäharjoitus. Koira tarkastaa korkeammalla olevia kohteita. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.)



Kuvio 9. Homeen etsintäharjoitus. Home löydetty lattialla olevan puulaatikon sisältä. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.)



Kuvio 10. Homeen etsintäharjoitus. Home löydetty tuolien välissä olevasta muoviputkesta. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.)

Koiran rodulla ei ole mainittavaa merkitystä koulutuksen onnistumisen kannalta. Olennaisempia koiran ominaisuuksia ovat muun muassa koiran halu ja innostus tehdä hajutyöskentelyä, koiran sosiaalisuus, alustavarmuus sekä itsenäisyys. Ohjaajassaan kiinni oleva koira, jolla ei ole kykyä "irrotta" tehtäville, voi olla ongelmal-

linen koulutettava. Myös koiran yletön halu miellyttää omistajaansa saattaa koitua koulutuksen ja työskentelyn aikana ongelmaksi. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto. 2015.)

5.3 Homekoirien pätevyys ja tasontestausjärjestelmä 2015

Riippumatta siitä, ovatko homekoira sekä homekoiran ohjaaja niin sanotusti itseoppineita vai homekoirakoulun käyneitä, molemmat voivat olla yhtä päteviä, jos koulutus on toteutettu ammattitaitoisesti ja ohjaajalla on riittävä rakennustekninen osaaminen, koirankäsittelytaito sekä motivaatio harjoitella koiransa kanssa säännöllisesti.

Aikaisemmin oman haasteensa homekoirien käytölle toi sertifiointin, viranomaisohjeiden ja tasontestausjärjestelmien puuttuminen. Näiden ohjeiden ja järjestelmien puute loi alalle epäluottamusta sekä epäselviä raportteja, koska yhtenäisiä toimintaohjeita ei alalla ollut. Tämä esti joissain tapauksissa homekoirien käytön kohteissa kokonaan. Tasontestausjärjestelmä on kuitenkin edennyt asteittain kohti päämääräänsä. Ennen varsinaista tasontestausjärjestelmää Ympäristöministeriön Kosteus- ja hometalkoo-sivusto loi toimintaohjeita tarkastuksia tekeville koirakoille ja tarkastuksien tilaajille. Ohjeiden tarkoituksena oli yhtenäistää alan toimintaa. (Viitamäki 17.5.2013.)

Tasontestausjärjestelmästä järjestettiin toukokuussa 2014 pilottihanke Helsingissä. Testipaikkana toimi Mariankadun koulu, johon piilotettiin laboratoriossa kasvatettuja homeita. Homeiden piilottamisen jälkeen odoteltiin viikon verran, jotta testipurkit ehtivät hajustua tiloissa. Kokeeseen osallistui erierotuisia ja koulutukseltaan eritasoisia koiria. Testi osoitti, etteivät kaikki koirat löytäneet piilotettuja kätköjä ja osa ilmaisi niin sanotusti tyhjiä kohtia. (Maaranen 2014.)

Homekoirayrittäjät ovat viimein saaneet myös vakituisesti käytössä olevan tasontestausjärjestelmän, jonka toiminta on alkanut maaliskuussa 2015. Tasontestausjärjestelmän päätavoitteena on ollut parantaa tilaajien kuluttajansuojaa ja taata tilaajalle luotettava homekoirapalvelu. Varsinaista lainsäädäntöä homekoiratoiminnalle ei näillä näkymin tulla jatkossakaan saamaan, koska se vaatisi myös koiran

sertifiointia, mikä ei tällä hetkellä ole mahdollista. Tasontestausjärjestelmän kehittäjillä on kuitenkin pitkäaikaistavoitteena saada homekoiran käyttämisestä virallinen tutkimusmenetelmä. (Grönman 2015.)

Tasontestauksessa testataan ensin ohjaajan muun muassa rakennusalan tuntemusta tentillä, jonka läpäisseet ohjaajat pääsevät kolme päivää kestävään, vaativaan koiratestiin, jonka valvojina toimivat eri viranomaistahot. (Suomen homekoirayrittäjät 2015.) Testissä on erilaisia käytännön hajuerottelutestejä sekä etsintätestejä. Osa etsintätesteistä kuvastaa normaalia etsintätilannetta kohteessa. Testi arvostellaan asteikolla hyväksytyt/hylätyt. Vuodessa testataan korkeintaan 12 koirakkoa. Testin läpäisseiden koirien on virallisen tasotestin jälkeen käytävä kerran kahdessa vuodessa jatkotestissä, kunnes koira täyttää kahdeksan vuotta. Testijärjestelmän ovat yhteistyössä kehittäneet rakennusalan asiantuntijat, homekoirayrittäjät sekä virkakoiraohjaajat. (Grönman 2015.)

5.4 Homekoiran työskentely tarkastuskohteessa

Tarkastuksen tavoitteena on etsiä mahdollisia kosteus- ja homevaurioihin viittaavia mikrobiperäisiä hajuja ja paikallistaa näiden esiintymiskohdat. Tarkastuksen laajuudesta sovitaan aina tilaajan kanssa ja se voi käsittää joko koko kiinteistön tai vain osan siitä. Jos tarkastuksen yhteydessä ilmenee viitteitä kosteus- tai homevaurioista, jatkotutkimukset on teetettävä homevaurioihin perehtyneellä kuntotutkijalla. (Viitamäki, Hämäläinen, ym. 2013.) Tilaaja voi olla seuraamassa homekoiran työskentelyä (Luukko 2013,12).

5.4.1 Soveltuvat kohteet

Parhaiten homekoiran tutkittavaksi soveltuvat tilat, joissa on homevaurioepäily eikä viranomais määräyksiä ole tarpeen antaa. Tällaisia ovat esimerkiksi omakotitalot. (Luukko 2013, 8.) Homekoira ilmaisee mahdolliset homeiden sijaintipaikat, joiden perusteella tehdään tarkempia tutkimuksia. Tarkemmat tutkimukset ovat aina homekoiran ilmaiseman löydöksen perusteella tarpeen. Homekoiran työskentely kohteessa ja sen mahdollisesti ilmaisemat vauriokohdat nopeuttavat kuitenkin vi-

rallisempien tarkastusten tekemistä, joten homekoiriin tulisikin tällä hetkellä suhtautua niin sanotusti esitutkijoina, kuten homekoirayrittäjä Jussi Grönman sanoo. (Maaranen 2014.) Koira voidaan käyttää myös ns. jälkitarkastajana kosteusvauriokohteen korjauksen jälkeen ja näin voidaan varmistua, että kosteusvaurio on korjattu onnistuneesti (Luukko 2013, 9).

5.4.2 Ennen tarkastusta

Homekoiran työskentely tarkastuskohteessa alkaa homekoiraohjaajan sekä tarkastuskohteen tilaajan välisellä kohdekartoituksella, joka tapahtuu joko alkuhaastattelun tai kartoituslomakkeen avulla. Ohjaaja myös kertoo tilaajalle, mitä seikkoja ennen tarkastusta tämän tulee huomioida, jotta hänen toimintansa ei häiritse koiran ja ohjaajan työskentelyä. Tilaaajan vastuulla on myös huolehtia, ettei tiloja erikseen siivota ja tuuleteta tarkastusta varten, jotta tilat olisivat niin sanotusti normaalitilassa. Tuholais- ynnä muiden. myrkkujen käyttöä tulee niin ikään välttää ja lemmikkieläinten ruuat sekä koiralle vaaralliset aineet ja rikkoutuva materiaali on siirrettävä pois koiran ulottumattomista. (Viitamäki, Hämäläinen, ym. 2013.)

Ohjaajan on pyynnöstä kerrottava tilaajalle koiran ilmaisutavoista ennen tarkastusta, sillä koiran työskentelytapa on koirakohtainen (Viitamäki, Hämäläinen, ym. 2013). Koira kykenee haistamaan myös kattorakenteissa sijaitsevat homeet, jolloin koira saattaa ilmaista löydökset jollain muulla tavalla kuin esimerkiksi seinärakenteista ilmaistessaan. Myös tästä ilmaisutavasta olisi hyvä kertoa tilaajalle. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.)

5.5 Epävarmuustekijöitä

Koira ilmaisee ainoastaan hajun olemassaolon ja ilmaisu on aistinvarainen ja rakenteita rikkomaton. Koira saattaa merkata hajuja, jotka eivät välttämättä johdu rakenteiden vaurioista, mutta vaikuttavat sisäilman laatuun. Tällainen voi olla esimerkiksi alapohjan maaperästä tuleva haju. Koiran ilmaisut vaativatkin lähestulkoon aina tarkempia tutkimuksia, ennen kuin vaurioiden laajuus ja rakennuksen kunto saadaan selville. (Viitamäki, Hämäläinen, ym. 2013.) Koira saattaa myös

tarkastuskohteeseen tullessaan niin sanotusti hullaantua homeen hajusta, jos homeetta on kohteessa paljon. Tällöin onkin ohjaajan vastuulla tehdä oikeat johtopäätökset koiran käytöksestä. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.)

Rakenteissa tapahtuu jatkuvasti ilmavirtauksia, jotka voivat vaikuttaa siihen, että koira paikallistaa hajun toisesta paikasta, kuin missä hajun lähde todellisuudessa on (Kauhanen, ym. 1998). Kiinteistössä voi myös olla tiloja, joihin koira ei ole turvallista päästä tai joihin koira ei pääse (Viitamäki, Hämäläinen, ym. 2013). Homekoiran käyttö ei myöskään lain mukaan ole virallinen tutkimusmenetelmä, vaikka sen tekemiä löydöksiä voidaan käyttää todisteina Suomen käräjä- ja hovioikeuksissa (Luukko 2013, 8, 13).

Valtaosa alalla vallitsevista epävarmuustekijöistä johtuu ohjaajien ammattitaidon puutteesta, josta esimerkiksi epäselvät raportit ja tulkinnat johtuvat. Monesti ohjaajilta puuttuu ammattitaitoa joko koiran tekemien ilmaisujen lukutaidosta tai rakennustekniikasta. Onkin ensiarvoisen tärkeää, että koiran ohjaaja opastaa asiakasta teettämään jatkotutkimuksia alan ammattilaisella, jos tutkimuskohteesta tehdään löydösepäilyjä. (Luukko 2013.)

Ongelmat koiranlukutaidossa ovat johtaneet myös keskeytyksiin Keski-Pohjanmaan ammattiopistoon valittujen homekoiraopiskelijoiden keskuudessa. Pelkkä hyvä rakennustekninen kokemus ja tietämys eivät siis yksinään riitä, vaan koulutukseen tulevalla tai koiraansa homekoiraksi itsenäisesti kouluttavalla ohjaajalla tulee joko olla aikaisempaa kokemusta koirien käyttäytymisestä ja koulutuksesta sekä koirien eleiden lukutaitoa tai riittävä halu ja kyky opiskella näitä asioita aktiivisesti koulutuksen aikana. (Keski-Pohjanmaan ammattiopisto 2015.)

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytteen tarkoituksena oli lisätä kirjoittajan omaa tietämystä rakennuksien kosteus- ja mikrobivaurioiden synnystä, kosteusvaurioindikaattorimikrobeista, korjausperiaatteista sekä homekoirien käytöstä, koulutuksesta sekä epävarmuustekijöistä. Tavoitteena oli täydentää omia opintoja liittyen edellä mainittuihin asioihin.

Rakenteisiin syntyvien mikrobivaurioiden monista syistä määräävimpänä on mainittava rakenteissa oleva kosteus. Kosteus voi päästä rakenteisiin monin eri keinoin. Jo rakennusaikaisilla valinnoilla ja tarkkuudella on suuri merkitys rakennuksen terveyteen, etenkin pitkällä aikavälillä. Väittäisin, että rakennusalalla välinpitämättömyydellä ja piittaamattomuudella on iso osuus nykyisin ilmeneviin kosteusvaurioihin, näin erityisesti uudemmissa rakennuksissa. Asennemuutos ja ammatitilpeyden kasvattaminen olisikin rakennusalalla paikallaan. Aika- ja kustannussäästöjen takia ei pitäisi vaarantaa ihmisten terveyttä. Valtaosa rakennuskannastamme rakennetaan kuitenkin ihmisiä varten. Uskallan myös väittää, että 1990-luvun lamalla on varmasti myös oma osuutensa erityisesti julkisten rakennusten homeongelmiin. Säästöjen seurauksena 1990-luvulla ei kaikkiin asianmukaisiin kunnossapito- ja korjaustehtäviin ollut enää määrärahoja ja tuon 1990-luvun seurauksia korjataan nyt, kalliimmin kuin mitä rahaa olisi kunnossapitoon aikanaan kulunut. Käyttäjän osuutta kosteusvaurioiden syntymiseen ei pidä myöskään unohtaa tai vähätellä. Kaikki rakennukset ja tilat vaativat säännöllistä hoitoa ja kunnossapitoa sekä oikeaoppista käyttöä.

Mikrobi- ja kosteusvaurioituneen rakennuksen korjaamisessa on syytä käyttää ammattitaitoa sekä tarkkuutta. Varaa huolimattomuuteen korjausten yhteydessä ei ole. Myös työmaalla työskentelevien työturvallisuuteen on syytä kiinnittää huomiota ja työntekijöiden tulisi käyttää asianmukaisia suojaimia ja työskentelytapoja.

Homekoiran käyttö kosteusvaurion tutkimusmenetelmänä ei ole vielä virallinen tutkimustapa, vaikka oikeudessa homekoirien tekemiä löydöksiä ja homekoiraohjaajan tekemiä raportteja on jo käytetty todisteina. Homekoirista voi olla epävirallisuudestaan huolimatta merkittävä hyöty silloin, kun epäillään mikrobivauriota rakenteissa, mutta ei osata määrittää mikrobivaurion sijaintia. Homekoirilla voidaan myös varmistua kosteus- ja mikrobivaurioiden korjausten onnistumisesta. Uusi

tasontestausjärjestelmä onkin tervetullut ja alalta pitkään puuttunut laadunhallinnan mahdollistava järjestelmä, jonka ansiosta tilaaja voi varmistua homekoirayrittäjän ammattitaidosta.

LÄHTEET

- Froloff, L. 2010. Muksun mukana-diabetes avustajana koira. [Verkkolehtiartikkeli]. Yle 4.8.2010. [Viitattu 5.3.2015]. Saatavana: <http://yle.fi/aihe/artikkeli/2010/08/04/diabetesavustajana-koira>
- Grönman, J. 2015. Homekoirayrittäjä, Suomen homekoirayrittäjät Ry:n hallituksen puheenjohtaja. Suomen homekoirayrittäjät Ry. Puhelin- ja sähköpostikeskustelu 14.4.2015.
- Hara, J. 2014. Koira voi haistaa syövän. . [Verkkolehtiartikkeli] Yle, Uppsala 3.6.2014. [Viitattu 5.3.2015]. Saatavana: http://yle.fi/uutiset/koira_voi_haistaa_syovan/7240015
- Ikonen, H. 2015. Opettaja. Keski-Pohjanmaan ammattiopisto. Sähköpostikeskustelu 26.3 - 9.4.2015.
- Kauhanen, E., Harri, M., Nevalainen, A. & Nevalainen, T. 1998. Kosteusvaurioiden havaitseminen rakennuksista homeen ja lahon etsintään koulutetun koiran avulla. [Verkkojulkaisu] Sisäilmastoseminaari 1998. [Viitattu 6.3.2015]. Saatavana: <http://kodog.net/index.php/archives/365>
- Keski-Pohjanmaan ammattiopisto. 2015. Vierailu homekoirakoulutuksessa olevien käytännönharjoitusten oppitunneille 23.3.2015 klo 12.30–16. Keskustelu opettaja Mikaela Grönlundin kanssa oppituntien jälkeen klo 16–16.30.
- Luukko, N. 2013. Homekoira on oiva työkalu. Koiramme (5)2013, 6–13.
- Maaranen, E. 2014. Homekoira tarvitsee kokeen, ohjaaja koulutusta. [Verkkolehtiartikkeli].Helsingin Sanomat 1.6.2014. [Viitattu 9.3.2015].
- Moilanen, K. 2015. Koira löytää verenimijät. Helsingin Sanomat 5.3.2015.
- Palomäki, E. Päivitetty 16.6.2014. Kosteus- ja homevauriot. [Verkkojulkaisu]. Rakennustieto. [Viitattu 9.3.2015]. Saatavana: <https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK00s497.pdf>
- Puhakka, E, Kärkkäinen, J. 1994. Puhdas sisäilmasto. Suomen sisäilmaston mitauspalvelu Oy.
- Putus, T. 2014. Home ja terveys. Suomen Ympäristö- ja Terveysalan Kustannus Oy.
- RT 07-10564. 1995. Rakennuksen sisäilmasto. Helsinki: Rakennustieto.

- RT 80-10712. 1999. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot. Helsinki: Rakennustieto.
- Sosiaali- ja terveysministeriö. 2003. Asumisterveysohje 2003, Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. [Verkkajulkaisu] [Viitattu 2.3.2015]. Saatavana: http://www.finlex.fi/pdf/normit/14951-asumisterveysohje_pdf.pdf
- Sosiaali- ja terveysministeriö. 2009. Asumisterveysopas, 3. korjattu painos. Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeen soveltamisopas. Ympäristö ja terveys-lehti. ISBN 978-952-9637-38-6.
- Suomen homekoirayrittäjät. 2015. Tasotarkastetut koirakot, [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 14.4.2015]. Saatavana: <http://homekoirayrittajat.fi/tasotarkastetut/>
- Viitamäki, K., Hämäläinen, E., Suomen Sisäilmakeskus Oy, Grönman, J., Kymen Home-etsintä Oy & Von Dickoff, M. 2013. Homekoiran käyttö kiinteistössä esiintyvien mikrobiperäisten hajujen tarkastuksessa-tilaajan ohje. [Verkkajulkaisu]. Kosteus- ja hometalkoot. [Viitattu 10.9.2014]. Saatavana: http://devhometalkoot.mcasiakas.net/filebank/907-Homekoira_Tilaajaohje_032013.pdf
- Viitamäki, K. 17.5.2013. Homekoira-ala ohjausta vailla [Verkkajulkaisu]. Kosteus- ja hometalkoot. [Viitattu 6.3.2015]. Saatavana: <http://uutiset.hometalkoot.fi/component/content/670/1119.html>
- Viitamäki, K. 2013. Homekoiratoiminta ja sen kehittäminen. Metropolia ammattikorkeakoulu, insinööri (YAMK), korjausrakentamisen koulutusohjelma [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 2.3.2015]. Saatavana: <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/61108/Viitamaki%20Kariina.pdf?sequence=1>