



REIJO PESONEN, RISTO KARNAATTU

# *Piilevien kosteusvaurioiden aiheuttamat terveysthaitat*

*Selvittäminen terveydensuojelulain mukaisilla asunnontarkastuksilla*



OPINNÄYTETYÖT, RAKENNUSTERVEYS 2012



ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO  
Koulutus- ja kehittämisspalvelu  
Aducate

**REIJO PESONEN, RISTO KARNAATTU**

*Piilevien kosteusvaurioiden  
aiheuttamat terveyshaitat  
Selvittäminen terveydensuojelulain mukaisilla  
asunnontarkastuksilla*

Muut julkaisut -sarja  
opinnäytetyöt

Koulutus- ja kehittämispalvelu Aducate  
Itä-Suomen yliopisto  
Kuopio  
2012

Aihealue:  
Rakennusten terveellisyys

Kopijyvä Oy  
Kuopio, 2012

Myynnin yhteystiedot:  
Itä-Suomen yliopisto, Koulutus- ja kehittämisspalvelu Aducate  
aducate-julkaisut@uef.fi  
<http://www.aducate.fi>

ISBN 978-952-61-0710-3 (painettu)

ISBN 978-952-61-0711-0 (pdf)

## **TIIVISTELMÄ:**

Suuri osa, vakavaa terveyshaittaa aiheuttavista kosteusvaurioista, on riskirakenteissa olevia piilovaurioita. Piilovaurioiden aiheuttamien terveyshaittojen huomioimiseksi, olisi terveystarkastajan asunnontarkastusta tehdessään osattava tunnistaa rakennusten tyypilliset riskirakenteet ja sellaiset kosteudelle alttiit rakennekohdat, joihin on voinut muodostua piileviä vaurioita. Piilevien vaurioiden varsinainen selvittäminen vaatii tarkempaa rakennusasiantuntijan tekemää riskirakennetutkimusta.

## **AVAINSANAT:**

asiantuntijayhteistyö, asunnontarkastus, piilovaurio, rakennusasiantuntija, riskirakenne, terveyshaitta.

## **ABSTRACT:**

Major part of the building dampness cases responsible for severe health effects lie in hidden damages of risk structures. Environmental Health Officer should be able to recognize typical risk structures and vulnerable structures that could hide moisture problems. Hidden damages in risk structures should be examined by a professional building expert.

## **KEYWORDS:**

professional collaboration, sanitary inspection, hidden damage, professional building expert, risk structure, health hazard.



## *Esipuhe*

Valitessamme rakennusterveysasiantuntijakoulutuksen opinnäytetyön aihetta, pohdimme, minkälainen terveyshaitta asunnontarkastuksella on ollut hankalinta todentaa. Vaikeimmaksi asiaksi olemme kokeneet rakenteiden sisällä olevat vauriot, jotka aiheuttavat terveyshaittaa, mutta eivät näy rakenteiden pinnoilla tai sisäilmanäytteissä. Piilevien vaurioiden selvittäminen edellyttää rakenteiden avaamisia, joihin terveystarkastajilla on vähän resursseja ja tarvittavia välineitä. Tällaiset selvitykset onnistuvat parhaiten terveydensuojeluviranomaisen ja ulkopuolisen asiantuntijan yhteistyöllä. Ulkopuolisten asiantuntijoiden käyttö terveyshaittaselvityksissä on kuitenkin ollut vielä vähäistä. Yksi syy tähän on selkeän yhteistyömallin puuttuminen. Päädyimme tekemään ohjeen, jonka tarkoitus on helpottaa terveystarkastajaa tunnistamaan piilovauriot ja miten niissä olevat terveyshaitat saadaan selvitettyä yhteistyössä ulkopuolisen asiantuntijan kanssa.

Kiitokset lopputyön valmistumisesta haluamme osoittaa ohjaajallemme Vesa Pekkolalle Etelä-Suomen aluehallintovirastoon, sekä aktiivisesti hankkeessa mukana olleille Pertti Metiäiselle Valviraan, Jari Keinäselle Sosiaali- ja terveysministeriöön. Haluamme myös kiittää kosteus- ja hometalkoiden ohjelmapäällikköä Juhani Piristä siitä, että työ on saatu tehdä osana Kosteus- ja hometalkoita. Pertti Heikkistä Savora Oy:stä kiitämme riskirakennekuvista ja opetusmateriaalista. Oikolukuavusta ja kommentoinnista haluamme vielä kiittää Petri Lönnbladialla, Kimmo Ilostalla ja Tuomas Hiltustalla. Kiitos kuuluu myös kannustavalle opintojemme suunnittelijalle Helmi Kotille ja koulutustiiimille sekä asiantunneville luennoitsijoille. Erityisesti kiitämme perheitämme saamastamme kannustuksesta ja ajasta opintojen suorittamiseksi.

Kuopiossa 24.2.2012

Reijo Pesonen  
Kouvolan kaupunki, Ympäristöpalvelut

Risto Karnaattu  
Kotkan kaupunki, Ympäristökeskus



# Sisällysluettelo

1 JOHDANTO .....	11
1.1 OHJEEN TAVOITE .....	12
2 TERVEYSHAITTA .....	13
3 PIILEVÄT VAURIOT .....	15
3.1 RISKIRAKENNE .....	16
3.2 PIILEVIEN KOSTEUSVAURIOIDEN SYNTYMEKANISMIT .....	17
3.2.1 Keskeisiä kosteuteen liittyviä termejä .....	17
3.2.2 Kosteusvaurioiden syntymekanismit .....	20
3.3 YLEISIMMÄT RISKIRAKENNETYYPIT .....	24
3.3.1 Rakennuksen ulkopuoliset tekijät .....	24
3.3.2 Perustukset .....	24
3.3.3 Alapohjat ja väliseinät .....	27
3.3.4 Ulkoseinät .....	30
3.3.5 Yläpohja ja vesikatto .....	33
3.3.6 Märkätilat .....	36
3.4 ILMANVAIHDON VAIKUTUS KOSTEUSVAURIOIHIN .....	38
3.5 PIILEVIEN VAURIOIDEN SELVITTÄMINEN .....	41
4 ASUNNONTARKASTUS .....	42
4.1 ENSIMMÄINEN ASUNNONTARKASTUS .....	43
4.1.1 Asukkaiden haastattelu .....	44
4.1.2 Asiakirjatarkastus .....	45
4.1.3 Aistinvarainen havainnointi .....	45
4.1.4 Tarvittavat mittaukset .....	51
4.1.5 Ratkaisu jatkotoimenpiteiksi .....	53
4.2 JATKOTOIMENPITEET .....	54
4.2.1 Sisäilmamittaukset .....	55
4.2.2 Riskirakenneanalyysi .....	56
4.2.3 Rakenteiden avaaminen .....	57
5 ASiantuntijayhteistyö .....	59
5.1 ULKOPUOLINEN ASiantuntija .....	59
5.1.1 Yhteistyömalli .....	62



5.2 VIRANOMAISYHTEISTYÖ .....	65
6 JÄLKIVALVONTA .....	66
7 TERVEYSHAITAN POISTAMINEN.....	67
8 TERVEYSHAITAN RISKINARVIOINTI .....	68
LÄHDELUETTELO	

## TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1 Vesihöyryn kyllästyspitoisuus ja kyllästystilan osapaine

Taulukko 2 Riskinarviointitaulukko

Taulukko 3 Mikrobiepäpuhtauksille altistumisen todennäköisyys

Taulukko 4 Riskiluokituksen mukainen korjaavien toimenpiteiden aikataulut

## KUVALUETTELO

Kuva 1 Ilmankosteus ja lämpötila

Kuva 2 Veden siirtymistavat rakennuksessa

Kuva 3 Diffuusion ja kapillaarisuuden vaikutus alapohjarakenteessa

Kuva 4 Diffuusion vaikutus seinärakenteessa

Kuva 5 Konvektiovirtaus sisätilasta yläpohjatilaan

Kuva 6 Kellarin harkkoseinä ja sisäpuolinen eriste

Kuva 7 Valesokkelirakenteen erityispiirteitä

Kuva 8 Reunavahvistettu laatta ja puukorokelattia

Kuva 9 Tuulettuva alapohja ja nurkkaan jäävä katvealue

Kuva 10 Purueristeinen korokepuulattia betonilaatan päällä

Kuva 11 Väliseinärakenne kaksoisbetonilaatan alimmaisen betonilaatan päältä

Kuva 12 Sadevesi imeytyy seinärakenteisiin

Kuva 13 Höyrynsulullinen ja kosteutta läpäisevä seinä

Kuva 14 Aluskate päättyy ennen ulkoseinää

Kuva 15 Epätiivis yläpohjan höyrynsulku

Kuva 16 Yläpohjan tuuletus tukittu

Kuva 17 Pesuhuoneen ja saunan välisen seinän tutkiminen

Kuva 18 Terveysturvallisuuden, kiinteistön omistajan ja ulkopuolisen asiantuntijan yhteistyömalli

## KESKEISET KÄSITTEET JA SYMBOLIT

**Altistuminen** tapahtuu, kun ihminen joutuu kohtaamaan jonkin tekijän, joka aiheuttaa terveyshaittaa. Tekijä voi olla biologinen, kemiallinen tai fysikaalinen ärsyke. Itse altistuminen ei sinällään aiheuta sairautta. (M. Seuri ja M. Reiman, 1996).

**Asunnontarkastus on** terveydensuojeluviranomaisen toimenpide, jolla selvitetään aiheutuuko asunnosta siinä asuville terveyshaittaa (Asumisterveysopas 2009).

**Oire** on ihmisen omakohtaista kokemusta sairaudesta. Oireeseen voi liittyä havaittavia löydöksiä, jotka eivät aina liity sairauteen vaan voivat olla merkkejä normaalista sopeutumisesta. (M. Seuri ja M. Reiman 1996).

**Mikrobikasvusto** on rakennuksen sisäpinnoilla, pintojen alla tai rakenteiden sisällä kasvava home-, hiiva- tai bakteerikasvusto, joka on silmin havaittavaa tai mikrobiologisten analyysien avulla varmennettua. (Asumisterveysopas, 2005).

**Kosteusvaurio** on rakenneosassa olevaa ylimääräistä kosteutta, jota kyseinen materiaali ei kestä vaurioitumatta tai jota ei voi selittää ympäröivien rakenteiden tai ilman kosteudella. (J. Pirinen, 2006).

**Kosteustekninen riskirakenne** on rakenneosa, joka vaurioituu helposti joko vedenvuotamisen, kapillaarisen veden kulkeutumisen, vesihöyryn liikkeen tai muun kosteuden vaikutuksesta. (J. Pirinen, 2010).

**Kuntoarvio** on rakennuksen rakenteellisen kunnan arviointi, joka perustuu aistinvaraiseen havainnointiin rakenteita rikkomatta. (M. Seuri ja E. Palomäki, 2000).

**Kuntotutkimus** on kuntoarviota tarkempi tutkimus, jossa perehdytään rakenteiden osien kuntoon rakenteita rikkovien tai muiden tarkempien menetelmien avulla. (E. Palomäki, 2000).

**Vauriokartoitus** on yksittäisen ongelman tai vaurion syyn ja laajuuden selvittämistä mittalaitteilla ja tarvittaessa laboratoriotutkimuksilla.

# 1 Johdanto

Kuntien terveydensuojeluviranomaisille tulee vuosittain useita tuhansia asunnontarkastuspyyntöjä terveyshaittaepäilyjen johdosta. Yleensä vireilletulo johtaa ensimmäiseen asunnontarkastukseen. Tarkastus suoritetaan yleensä aistinvaraisesti silmämääräisiin havaintoihin ja hajuhavaintoihin perustuen. Lisäksi pintoja rikkomattomat kosteushavainnot ovat mahdollisia. Terveyshaittaa arvioitaessa pitää ottaa huomioon myös asukkaiden kertomukset terveysoireista. Suurin osa etenkin vakavaa terveyshaittaa aiheuttavista kosteusvaurioista, on riskirakenteissa olevia piilovauriota. Piilossa olevien terveyshaittaa aiheuttavien vaurioiden tunnistaminen vaatiikin tarkastajilta laajaa erityisosaamista ja vankkaa kokemusta. Samoin erityisosaamista vaaditaan, kun terveysviranomaiselle toimitetaan selvityksiä rakennusten kunnoista, tehdyistä korjaustoimenpiteistä tai varmistettaessa korjaustöiden jälkeen, jotta asunto tai muu oleskelutila täyttää terveydensuojelulain 26 §:n vaatimukset. Mikäli riskirakenteissa olevat piilovauriot halutaan selvittää huolellisesti ja terveyshaitat saada poistetuksi, on tarkastajien tunnettava paitsi terveyshaittaa aiheuttavat tekijät ja altisteet, myös rakennusfysiikan perusteet, eri vuosikymmenien tyypilliset riskirakenteet ja ilmanvaihdon toimintatavat. Pelkillä sisäilmasta tehdyillä mittauksilla ja aistinvaraisilla havainnoilla ei voida tehdä luotettavaa johtopäätöstä terveyshaitasta, koska rakenteissa voi olla vakavia kosteus- ja lahovaurioita, vaikka sisäilman mikrobipitoisuudet olisivat pieniä, eikä rakennuksen sisäpinnoilla ole havaittavissa merkkejä terveyshaitasta. Pahimmassa tapauksessa ”puhtaat” sisäilmanäytteet voivat johtaa harhaan ja vaikeuttaa perusteellisempien ja tarpeellisimpien jatkotutkimusten käynnistämisiä.

Hengitysliitto Heli ry:n korjausneuvojen vuosina 1998–2002 tarkastamista 429 omakotitalosta 71 %:ssa oli terveyshaitaksi tulkittava mikrobivaurio. Tutkimuksen mukaan vaurioista selvisi 2/3 rakennetta rikkomattomilla toimenpiteillä, mutta viimeisen kolmanneksen selvittämiseksi vaadittiin rakenteiden avaamisia ja porareijistä

otettuja mikrobinäytteitä. (Pirinen, 2006) Rakennustekniset rakennusterveys selvitykset vaativat selvityksineen ja raportteineen useiden työpäivien työpanoksen.

Kuntien terveydensuojeluviranomaiset käyttävät vielä nykyisinkin ulkopuolisia sisäilmaongelmiin perehtyneitä asiantuntijoita yllättävän vähän (Pelkonen, 2007, Ikonen, 2011). Kun ottaa huomioon kuinka laajoja selvityksiä ja rakenteiden avaamisia riskirakenteissa olevien piilovaurioiden ja terveyshaittojen selvittäminen vaatii, on suurena vaarana, että nykyisin yleisesti käytössä olevilla toimintatavoilla osa vaikeimmista terveyshaitoista jää selvittämättä.

## **1.1 OHJEEN TAVOITE**

Ohjeen tavoite on esittää, miten rakenteissa olevat piilovauriot ja terveyshaitat voidaan selvittää terveydensuojeluviranomaisten ja sisäilmaongelmiin perehtyneiden ulkopuolisten asiantuntijoiden yhteistyöllä. Piilovaurioihin liittyvien terveyshaittojen selvittämiseksi työssä esitellään myös yleisempiä riskirakenteita, niiden tunnistamista, tutkimista, vaurioihin johtavia syitä sekä rakennusfysiikan peruskäsitteitä. Näiden seikkojen tunteminen on tärkeää, koska usein ainoastaan niiden perusteella terveyshaittaepäilyn käsittelyä voidaan jatkaa ensimmäisen tarkastuskäynnin jälkeen.

Ohjeessa on myös tarkasteltu ilmanvaihdon merkitystä kosteusvaurioiden syntyyn. Lopussa on osio terveyshaitan vakavuuden eli riskin arvioinnista, koska sen avulla voidaan jatkotoimenpiteet mitoittaa oikein. Riskinarvioinnin tarkastelu painottuu tilanteeseen, jossa joudutaan tekemään arvio jatkotoimenpiteiden kiireellisyydestä ja laajuudesta rakennusteknisten tutkimusten, mikrobiologisten ja muiden terveyshaittaselvitysten sekä henkilöiden oireiden ja sairastamisen perusteella.

Ohje käsittelee pääasiassa asuintaloja, mutta soveltuvien osin samoja menetelmiä voi käyttää päiväkotien, koulujen ja muiden vastaavien laitosten terveyshaittojen selvittämiseen. Työssä ei käsitellä hallinnollisia menettelyjä.

## 2 Terveyshaitta

Terveydensuojelulain (763/94) 1 §:n mukaan terveyshaitalla tarkoitetaan esimerkiksi asuinympäristössä olevasta tekijästä tai olosuhteesta aiheutuvaa sairautta tai sairauden oiretta. Lain tarkoittamana terveyshaittana pidetään myös altistumista terveydelle haitalliselle aineelle tai olosuhteelle siten, että sairauden tai sen oireiden ilmeminen on mahdollista. Terveydelle haitallinen tilanne saattaa syntyä esimerkiksi silloin, kun ihminen asuu tai oleskelee asunnossa, jossa hän voi altistua mikrobikasvustosta peräisin oleville soluille ja niiden aineenvaihduntatuotteille. (Asumisterveysohje 1:2003). Jotta terveydensuojeluviranomainen voi todeta vireille tulleen rakennuksen terveydensuojelulain mukaiseksi, on terveydensuojeluviranomaisella oltava siihen riittävän hyvät perustelut.

Terveydensuojelulain 26 §:n mukaan asunnon sisäilman tulee olla puhdasta eivätkä lämpötila, kosteus, melu, ilmanvaihto, valo, säteily, mikrobit ja muut vastaavat tekijät saa aiheuttaa terveyshaittaa asunnossa oleskeleville. Puhtaudella tarkoitetaan esimerkiksi sisäilman kemiallisia epäpuhtauksia sekä sisäilman mahdollisesti sisältämiä hiukkasia ja kuituja. (Asumisterveysopas 2009).

Terveydensuojelulain 32 §:n nojalla Sosiaali- ja terveysministeriö on antanut tarkempia säännöksiä terveydellisin perustein fysikaalisista, kemiallisista ja biologisista tekijöistä asunnossa ja muussa oleskeluun tarkoitettussa tilassa. Säännökset on annettu Asumisterveysohjeessa 1:2003 ja Asumisterveysoppaassa 2009. Asumisterveysohjeessa esitetyt ohje-, tavoite- ja enimmäisarvot perustuvat pääasiassa aikaisemmin julkaistuihin suosituksiin, terveydensuojeluviranomaisten käytännön valvontatyössä hankkimaan kokemukseen, kansainvälisiin julkaisuihin sekä erityisesti mikrobiologisten ohjearvojen osalta Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (aikaisemmin Kansanterveyslaitoksen) tutkimuksiin.

Terveydensuojeluasetuksen (1280/94) 15 §:n mukaan kunnan terveydensuojeluviranomaisen on valvoessaan kiinnitettävä huomiota seuraavaan: 1) maaperän saastumisesta tai muusta siihen verrattavasta syystä ei aiheudu terveyshaittaa rakennuksessa

tai sen läheisyydessä oleskeleville 2) kylmänä vuodenaikana asumiseen tai oleskeluun käytettävien tilojen lämmitys on järjestetty tarkoituksenmukaisesti 3) rakennus on, ottaen huomioon sen käyttötarkoitus, riittävän tiivis ja siinä on riittävä lämmöneristys 4) rakennus täyttää fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten tekijöiden osalta terveysuojelulain 32 §:n nojalla annetut määräykset sekä 5) rakennuksessa on riittävä ilmanvaihto ottaen huomioon siellä olevien ihmisten määrä ja harjoitettava toiminta. Esitetyillä vaatimuksilla on asunnon kunnon ja olosuhteiden kannalta tärkeä merkitys. Terveyshaittaa aiheuttavat viat johtuvat yleensä rakennusaikaisista virheistä, laiminlyönneistä kunnossapidossa tai talotekniikan väärästä käytöstä. (Asumisterveysohje 1:2003).

Nykykäsityksen mukaan terveyshaittaa ei yleensä aiheudu, kun mitatut olosuhteet asunnossa tai muussa tilassa ovat Asumisterveysohjeen mukaisia. Asumisterveysohjeessa on tuotu esiin ne terveyshaitat, joiden terveysvaikutuksista tiedetään tällä hetkellä riittävän varmasti. Esimerkiksi silmin havaittavaa tai mikrobiologisilla analyseillä todettua mikrobikasvustoa asunnon sisäpinnoilla ja sisäpuolisissa rakenteissa, ulkovaipan lämmöneristeen sisäpuolisissa rakenteissa, lämmöneristeissä sekä rakenteissa ja tiloissa, joista vuotoilmaa kulkeutuu sisätiloihin, voidaan pitää terveysuojelulain tarkoittamana terveyshaittana. (Asumisterveysohje 1:2003). Asunnossa saattaa kuitenkin esiintyä myös sellaisia terveyshaittaa aiheuttavia tekijöitä, joita Asumisterveysohjeessa ei ole mainittu. Kaikista terveyteen vaikuttavista haittatekijöistä ja altistusmekanismeista ei vielä ole käytettävissä varmistettua tietoa. Tämän johdosta arvio terveyshaitasta perustuu rakennuksesta tehtävien selvitysten ja tutkimusten kokonaisuuteen, ei yksittäisistä mittauksista saatuihin tuloksiin.

Vaikka kaikkia oireilun aiheuttajia kosteusvaurioituneissa rakennuksissa ei tunneta, on kuitenkin ilmeistä, että terveyshaittojen riski kasvaa kosteusvaurioiden määrän ja laajuuden kasvaessa. Kosteusvaurioiden ja terveyshaittavaikutusten välinen yhteys on osoitettu lukuisissa tutkimuksissa. (Hyvärinen, 2002). Käytännössä rakennuksissa mikrobikasvua rajoittavana tekijänä toimii vain kosteus. Myös materiaalien VOC-päästöt ja muu kemiallinen hajoaminen liittyvät usein kosteusongelmiin. Suurin ja

merkittävin riski kosteuden haitallisista vaikutuksista liittyy kuitenkin mikrobikasvuun.

Rakenteissa oleva liian suuri kosteus aiheuttaa yleensä ennemmin tai myöhemmin sellaisen mikrobikasvuston, jonka itiöillä ja/tai aineenvaihduntatuotteilla on ihmisten terveyttä heikentävä vaikutus. Otollisissa olosuhteissa kosteusvaurio johtaa homekasvuun jo 2-3 vuorokauden kuluessa kosteusvaurion alkamisesta. Jos tällaisten rakenteiden kautta tulee vuotoilmaa sisätilaan, kulkeutuvat terveyshaittaa aiheuttavat epäpuhtaudet ihmisten oleskelualueelle. Etenkin puurakenteiset ala- ja yläpohjarakenteet ovat niin epätiivitä, että ilmanvaihdon aiheuttama alipaine pystyy kuljettamaan mikrobien aineenvaihduntatuotteita ja itiöitä sisätiloihin. (Pirinen 2006). Koska sisäilman mikrobipitoisuudet vaihtelevat yleensä voimakkaasti, ei sisäilman mikrobipitoisuuksille ole mahdollista antaa tarkkoja ohjearvoja. (Asumisterveysopas 2009). Ellei rakenteen kastumista estetä eikä vaurioita korjata, mikrobikasvu jatkuu, mutta myös muuttuu. Vauriot pahenevat ajan myötä, jos vikoja ei saada pysyvästi korjattua. Kosteusvaurion ja altistusajan pitkittyessä myös riski terveyshaittojen syntyyn kasvaa. Etenkin pitkään jatkuneet, laaja-alaiset ja sisäilmaan suoraan yhteydessä olevat kosteus- ja homevauriot voivat aiheuttaa terveydellistä haittaa asunnossa oleskeleville. Mikrobikasvusto voi olla terveydelle haitallista vielä senkin jälkeen, kun rakennusmateriaali on kuivunut tai kuivattu. Terveyshaittojen välttämiseksi kosteusvaurio on aina korjattava viipymättä ja samalla vaurioon johtaneet syyt on poistettava.

### *3 Piilevät vauriot*

Rakennusteknisistä vioista ja asunnon käyttöön liittyvästä kosteudesta aiheutuvat kosteusvauriot voivat muodostua rakenteisiin ajan myötä ilman mitään ulkoisia merkkejä. Piilevään kosteusvaurioon voi viitata tavanomaisesta asumisesta poikkeavan maakellarimaisen hajun esiintyminen, mutta välttämättä mitään näkyviä merkkejä terveyshaitasta ei rakennuksen sisällä ole havaittavissa. Vaurioiden piilevyys



aiheuttaa usein sen, että niiden olemassa oloa ei yleensä osata epäillä ennen kuin asukkailla alkaa esiintyä terveysoireita. Rakennusten kuntotutkimuksista saatujen kokemusten mukaan piilevät vauriot esiintyvät usein kosteudelle alttiina olevissa riskirakenteissa. Tällöin myös terveyshaittaa aiheuttavat vauriot esiintyvät usein riskirakenteissa.

### **3.1 RISKIRAKENNE**

Kosteustekninen riskirakenne on rakenneosia, joka vaurioituu helposti joko veden vuotamisen, kapillaarisen veden kulkeutumisen, vesihöyryn liikkeen tai muun kosteuden vaikutuksesta. (Pirinen, 2006). Kun rakennuksessa esiintyy kosteusteknisesti riskialttiita rakenteita, puhutaan riskirakenteista. (Asumisterveysopas 2009). Rakennus on voinut olla rakennusaikanaan hyvän rakennustavan mukainen, mutta se on myöhemmin todettu vaurioitumisherkäksi. Riskirakenteita on voinut syntyä myös selvistä rakennusvirheistä.

Rakenteita tai kiinteistötekniikkaa uusittaessa tehdyt muutokset ovat voineet johtaa olosuhteiden muuttumiseen rakenteessa tai rakenteen sisällä lisäten vaurioitumisriskiä. Tällainen muutos voi tapahtua esimerkiksi, kun ullakkotiloihin rakennetaan lisähuoneita ja unohdetaan lämmöneristeen ja vesikaton välinen riittävä tuuletus. Usein ongelmaan liittyy myös sisätilojen huono ilmanvaihto ja huono höyrynsulku, jolloin sisäpuolinen kosteus pääsee ullakkotilaan ja sieltä kattorakenteisiin (Pirinen, 2006).

Pelkkä rakenteen toteaminen riskirakenteeksi ei ole kuitenkaan yksiselitteisesti osoitus vauriosta. Teoriassa huonotkin rakenneratkaisut voivat toimia hyvin, jos niihin ei kohdistu kosteusrasitetta. Näin ollen myös olosuhteilla on merkitystä rakenteiden vaurioitumiseen. Eri aikakausina käytetyt rakennetyypit poikkeavat riskialttiudeltaan suuresti. Kullekin aikakaudelle on olemassa kosteusteknisesti tyypillisiä vauriorakenteita, jotka ovat todennäköisiä epäpuhtauslähteitä. (Seuri ja Palomäki, 2000).

## 3.2 PIILEVIEN KOSTEUSVAURIOIDEN SYNTYMEKANISMIT

Kosteusvaurion aiheuttaa rakenteisiin muodostuva liian korkea kosteuspitoisuus. Rakenteiden kosteuspitoisuuteen vaikuttavat rakenteisiin tuleva kosteusvirta, rakenteista poistuva kosteusvirta sekä rakenteen kyky sitoa kosteutta. Mikäli rakenteeseen tulee enemmän kosteutta kuin sieltä poistuu, alkaa rakenteen kosteuspitoisuus nousta ja rakenne voi vaurioitua. Mikäli rakenteella on suuri kosteudensitomiskyky, kestää kosteuspitoisuuden nousu kauemmin niin korkeaksi, että rakenne alkaa vaurioitua.

Rakenteiden vaurioitumisherkkyteen vaikuttavat muun muassa käytetyt materiaalit ja materiaalien ominaisuudet, niiden sijainti rakenteessa, rakenteiden paikalliset olosuhteet ja rakennustapa. Mikäli kosteudelle alttiissa rakennekohdassa on käytetty vaurioitumisherkkiä materiaaleja, rakenteen vaurioitumisriski kasvaa. Rakennustavaltaan kerroksellinen rakenne on kosteuden hallinnassa vaativampi kuin massiivinen tiili- tai hirsirakenne. Lisäksi massiivirakenteissa vauriot ovat yleensä rakenteiden pinnoilla, kun taas kerroksellisissa rakenteissa ne ovat yleensä rakenteiden sisällä piilevinä.

### 3.2.1 Keskeisiä kosteuteen liittyviä termejä

Rakenteiden kosteustekniseen tarkasteluun liittyviä termejä joiden tunteminen on välttämätöntä kosteusvaurioiden ja niihin liittyvien syiden selvittämisessä. Seuraavassa on esitetty keskeisimmät kosteuskäyttäytymiseen liittyvät termit.

#### **Ilman kosteus AH g/m<sup>3</sup>**

Ilman kosteus kertoo kuinka paljon ilmassa on vesihöyryä. Vesihöyryn määrä ilmassa ilmaistaan kahdella tavalla, vesihöyryn osapaineella  $P_k$ (Pa) tai vesihöyryn pitoisuutena  $v_k$ (g/m<sup>3</sup>). Ilman lämpötila vaikuttaa siihen, miten paljon vesihöyryä ilmassa voi olla. Mitä lämpimämpää ilma on, sitä enemmän se voi sisältää vesihöyryä. (Siikanen, 1996).

### **Kyllästyskosteus g/m<sup>3</sup>**

Kyllästyskosteus ilmoittaa vesihöyryn määrän, jonka ilma pystyy sisältämään ko. lämpötilassa. Mitä korkeampi lämpötila, sitä suurempi on kyllästyskosteus. Tätä käytetään mm. laskettaessa ilman suhteellista kosteutta RH ja rakenteen vaurioitumisriskin arvioinnissa.

### **Suhteellinen kosteus RH %**

Suhteellinen kosteus kertoo kuinka paljon ilmassa on vesihöyryä suhteessa kyseisen lämpötilan kyllästyskosteuteen. Esim. Jos 21°C ilmassa on vesihöyryä 6g/m<sup>3</sup>, saadaan ilman suhteelliseksi kosteudeksi  $RH = 6g/m^3 / 18,31g/m^3 = 0,33 = RH\ 33\ %$ . Kylmänä vuodenaikana mitatut korkeat suhteellisen kosteuden arvot viittaavat puutteelliseen ilmanvaihtoon.

### **Kastepistelämpötila °C**

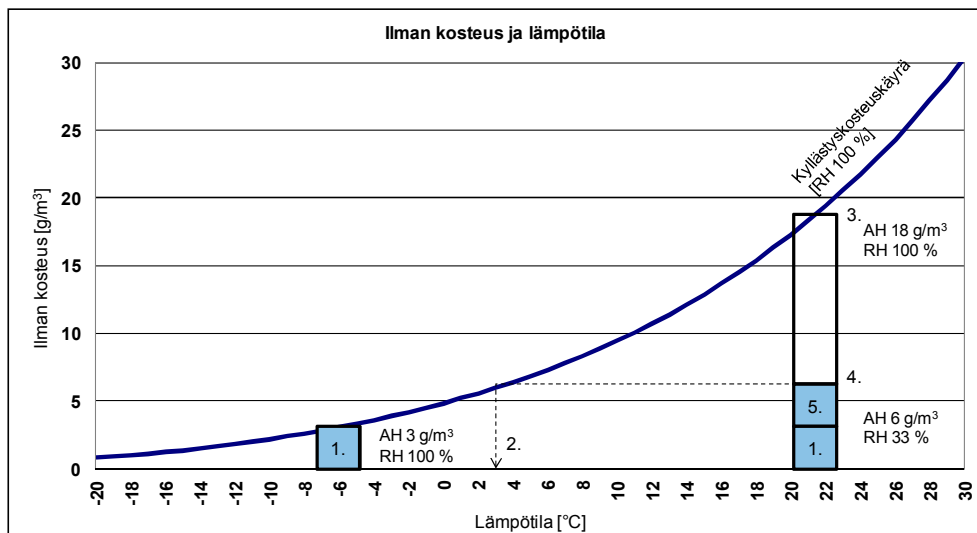
Kastepistelämpötila (kastepiste) on lämpötila, johon ilman pitää jäähtyä, jotta vesihöyryn kyllästystila RH 100 % saavutettaisiin kyseisellä ilmankosteudella AH. Tällä on merkitystä siihen, kuinka kylmä rakenne tai tila saa olla, jotta kosteus ei tiivisty vedeksi tai ilman suhteellinen kosteus nouse mikrobien kasvulle suotuisaksi.

### **Kondensoituminen**

Kondensoitumisessa vesihöyry tiivistyy vedeksi jonkin kiinteän materiaalin pinnalle tai sen sisälle. Tiivistymistä tapahtuu, kun ilman suhteellinen kosteus RH on 100 %. Rakenteen pinnalle tiivistyy vettä silloin, kun materiaalin pinnan lämpötila alittaa ympäröivän ilman kastepistelämpötilan (Björkholz, 1997).

### **Sisäilman kosteuslisä**

Huoneilman kosteuslisällä on keskeinen merkitys kun arvioidaan kosteuden tiivistymistä rakenteisiin. Kun sisäilman kosteuspitoisuudesta AH g/m<sup>3</sup> vähennetään ulkoilman kosteuspitoisuus AH g/m<sup>3</sup>, saadaan sisäilman kosteuslisä. Kosteuslisään vaikuttavat kosteuden tuotto sisällä, ilmanvaihdon määrä sekä tuuletetun huoneen tilavuus. Normaali kosteuslisä asuinrakennuksissa on noin 3 g/m<sup>3</sup> ja huonon ilmanvaihdon huoneistoissa yli 4 g/m<sup>3</sup> (Ympäristöopas 28).



Kuva 1. Ilman kosteus ja lämpötilä. 1. ulkoilman kosteus, 2. kastepistelämpötilä, 3. kyllästyskosteus, 4. suhteellinen kosteus, 5. sisäilman kosteuslisä. Kyllästyskosteuskäyrältä nähdään, että -6 °C ilmaan sopii vesihöyryä noin 3 g/m<sup>3</sup>, kun taas +21 °C ilmaan sopii vesihöyryä noin 18,3 g/m<sup>3</sup>. Tästä seuraa se, että sisätiloissa, jonka kosteuslisä on 3 g/m<sup>3</sup>, eli ilman kosteus on noin 6 g/m<sup>3</sup>, RH on noin 33 %. Tämän kosteuden kastepistelämpötilä on noin +3 °C.

Taulukko 1. Vesihöyryn kyllästyspitoisuus  $V_k$  ja kyllästystilan osapaine  $p_k$

t °C	$v_k$ g/m <sup>3</sup>	$p_k$ Pa	t °C	$v_k$ g/m <sup>3</sup>	$p_k$ Pa	t °C	$v_k$ g/m <sup>3</sup>	$p_k$ Pa
-20	0,87	102	-3	3,89	485	14	12,10	1602
-19	0,95	111	-2	4,19	524	15	12,86	1708
-18	1,04	122	-1	4,51	566	16	13,65	1820
-17	1,14	135	0	4,85	611	17	14,49	1939
-16	1,25	149	1	5,21	658	18	15,37	2064
-15	1,38	164	2	5,58	708	19	16,30	2197
-14	1,52	181	3	5,98	762	20	17,28	2337
-13	1,67	200	4	6,40	818	21	18,31	2484
-12	1,83	221	5	6,84	878	22	19,40	2640
-11	2,01	242	6	7,31	941	23	20,54	2805
-10	2,20	266	7	7,80	1008	24	21,74	2979
-9	2,40	292	8	8,32	1079	25	23,00	3162
-8	2,61	319	9	8,87	1154	26	24,32	3355
-7	2,84	348	10	9,45	1234	27	25,71	3559
-6	3,08	379	11	10,06	1318	28	27,17	3773
-5	3,33	412	12	10,71	1408	29	28,70	3999
-4	3,60	447	13	11,38	1502	30	30,31	4237

### **Puun kosteus p- %**

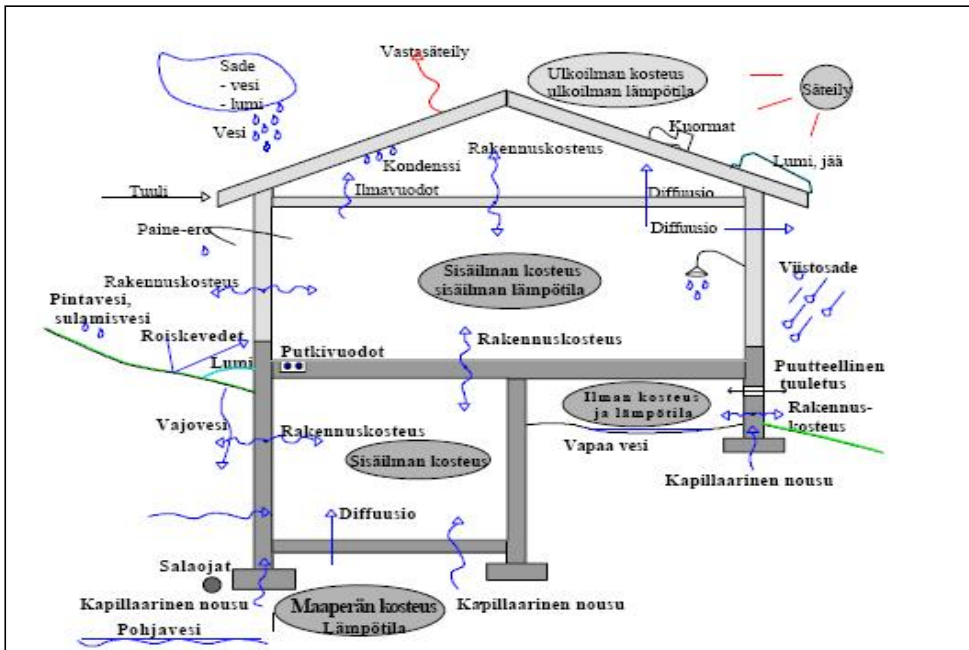
Puun kosteuspitoisuutta mitataan painoprosentteina p-%. Puun katsotaan olevan kosteaa ja mikrobikasvun mahdollista, kun puun painoprosenttiin perustuva kosteus on yli 18 p-%. Tämä vastaa huoneilman kosteutta noin RH 85 %. RH 100 % on noin 28 p-%.

### **Hygroσκοoppisuus**

Hygroσκοoppisuudeksi kutsutaan huokoisen materiaalin kykyä sitoa itseensä kosteutta ilmasta ja luovuttaa kosteutta ilmaan. Hygroσκοoppinen materiaali pyrkii tasapainokosteuteen ympäristönsä kanssa. Mikäli ilmassa on enemmän kosteutta kuin materiaalissa, sitoo materiaali kosteutta ilmasta itseensä. Kun ilmankosteus vähenee, luovuttaa materiaali osan kosteudesta ilmaan ja pyrkii jälleen tasapainoon ympäristönsä kanssa. Puu on materiaalina hyvin hygroσκοoppinen, kun taas mineraalivilla on huonosti hygroσκοoppinen.

### ***3.2.2 Kosteusvaurioiden syntymekanismit***

Liiallinen kosteuden kertyminen rakenteisiin tai rakenteiden pinnoille voi johtaa kosteusvaurion syntymiseen. Vauriot syntyvät rakennusfysikaalisten lainalaisuuksien mukaisesti riippumatta siitä, mikä on vallitseva rakentamiskäytäntö rakennusaikana. Kosteusvaurioiden syntymekanismit jaetaan yleensä neljään pääryhmään. Kosteutta voi tunkeutua rakenteisiin painovoimaisesti valumina, siirtyä materiaalin sisällä kapillaarisesti ja vesihöyryn diffuusiona ja/tai konvektiovirtauksina. Rakenteissa tapahtuu aina jonkin asteista kosteuden siirtymistä eri siirtymismekanismeilla. Rakenteisiin ei kuitenkaan saa muodostua materiaalien vaurioitumisen kannalta haitallisen korkeaa, pitkäaikaista kosteuspitoisuutta.



Kuva 2. Veden siirtymistavat rakennuksessa. (Kuva Virpi Leivo, Tampereen teknillinen yliopisto)

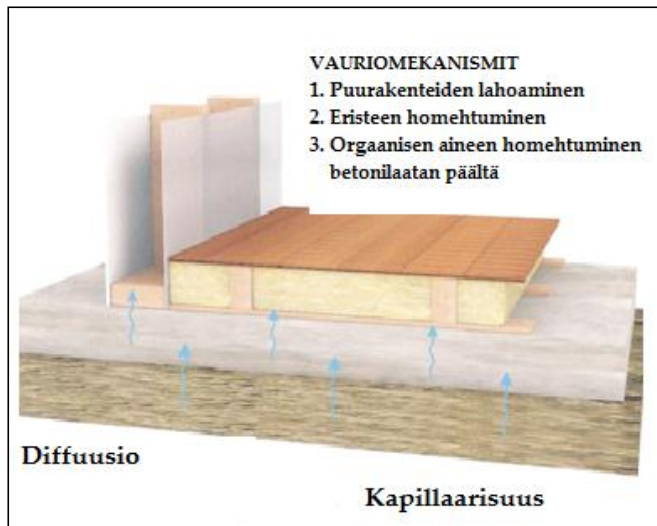
### Veden painovoimainen siirtyminen

Painovoimaista siirtymistä tapahtuu, kun pinta-, sade- tai vuotovedet kulkeutuvat rakenteisiin (putket, katto, räystäs- ja ikkunapellit, vedeneristys vuotaa yms.). Suuret vuodot näkyvät usein pinnoilla, jolloin ne havaitaan yleensä heti, mutta tihkuvuodot voivat olla piileviä ja havaitaan vasta, kun asukkailla alkaa esiintyä terveysoireita mikrobikasvuston vuoksi. Jotta vesivuotojen aiheuttamia vaurioita ei tulisi, veden kanssa tekemisissä olevien rakenteiden pitää olla ehjiä ja sellaisia, että ne eivät johda vettä rakenteisiin.

### Kapillaarikosteus

Kapillaarista virtausta esiintyy maaperässä ja rakennusmateriaaleissa. Kapillaariset maaperät ja materiaalit siirtävät kosteutta vaurioituviin rakenteisiin. Mitä tiiviimpi huokoinen materiaali on, sen korkeammalle (myös sivusuunnassa) kosteus nousee

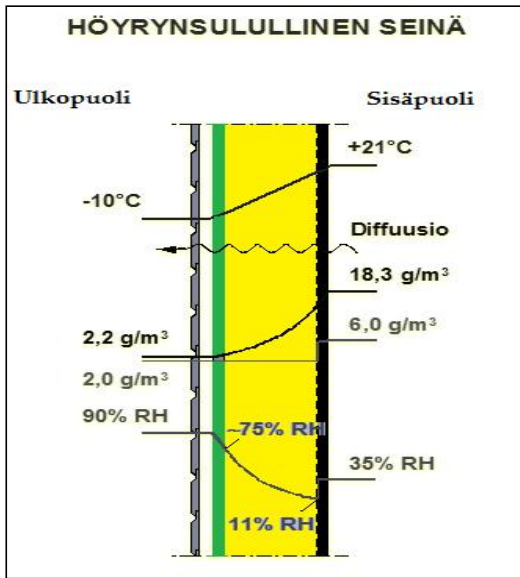
kapillaarisesti (savi 8-10 m, karkea hiekka 0,03-0,15 m). Jotta maaperän kosteus ei kastelisi rakenteita kapillaarisesti, tulee rakenteissa olla kapillaarikatko ennen vaurioituvia rakenteita. Kapillaarikatkoja ovat esimerkiksi tiivis bitumikerros tai harva sepelikerros. Kapillaarikatkolla estetään veden kapillaarinen siirtyminen.



Kuva 3. Diffuusion ja kapillaarisuuden vaikutus alapohjarakenteessa

### Diffuusiokosteus

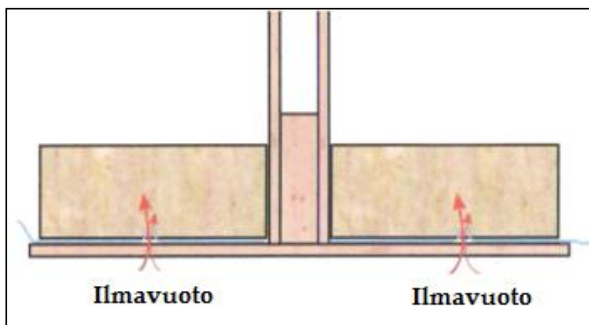
Diffuusiossa vesihöyryä (AH) siirtyy korkeammasta pitoisuudesta pienempään. Kun vesihöyry kulkeutuu sisätiloista ulospäin viilenevän rakenteen läpi diffuusion vaikutuksesta, voi ilman suhteellinen kosteus saavuttaa rakenteen sisällä mikrobikasvustolle suotuisan RH:n. Kosteusvaurio voi syntyä diffuusion vuoksi, jos rakenne on virheellinen, kosteuskuorma on liian suuri tai lämmöneriste on puutteellinen. Rakenteeseen ei saa päästä diffuusion vaikutuksesta liikaa kosteutta, eikä rakenteen sisällä saa olla sellaisia diffuusiovastuksia, jotka keräävät kosteutta rakenteen sisälle. Maaperästä diffuusion vaikutuksesta nouseva kosteus voi aiheuttaa lattiapinnoitteen alapintaan kosteusvaurion, jos lattiapinnoitteen diffuusiovastus on liian suuri, eikä kosteus pääse haihtumaan lattiapinnoitteen läpi riittävän nopeasti.



Kuva 4. Diffuusion vaikutus seinärakenteessa. (Juha Vinha, Tampereen teknillinen yliopisto) Kuvassa sisäilman RH on 35 % ja AH 6 g/m<sup>3</sup>, ulkoilman RH on 90 % ja AH 2,0 g/m<sup>3</sup>, joten diffuusion suunta on sisältä ulos. Diffuusiovastus, eli höyrynsulku on oltava siten rakenteen sisäpuolella, jotta rakenteeseen ei pääse liikaa kosteutta.

### Vesihöyryn konvektio

Konvektiossa vesihöyry kulkeutuu ilmanvirtausten mukana. Konvektiovirtausta voi tapahtua muun muassa sisätiloista ullakolle, jossa RH voi nousta mikrobikasvustolle suotuisaksi tai kosteus voi tiivistyä vedeksi. Rakenteiden tiiviydellä ja tilojen paineeroilla on merkitystä konvektiovirtausten määrään. Jos höyrynsulussa on rakoja, pääsee lämmin ja kostea ilma kulkeutumaan kylmempisiin rakenteisiin, jolloin ilmavirran jäähtyessä vesihöyry voi tiivistyä vedeksi.



Kuva 5. Konvektiovirtaus sisätilasta yläpohjatilaan



### **3.3 YLEISIMMÄT RISKIRAKENNETYYPIT**

Eri vuosikymmeninä rakennetuissa pientaloissa on erityyppisiä riskirakenteita, jotka voivat aiheuttaa kosteus- ja homevaurioita. Tällaiset vauriot eivät yleensä löydy pintapuolisilla tarkastuksilla, vaan vaativat rakenneavauksia. Tässä osiossa on esimerkkejä tyypillisimmistä pientalojen riskirakenteista sekä niiden tunnistamista ja tutkimusmenetelmiä. Lähdemateriaalina on käytetty kuntotutkija Pertti Heikkisen Kosteus- ja hometalkoisiin tekemää opetusmateriaalia. Opetusmateriaali auttaa myös terveydensuojeluviranomaisia tunnistamaan eri vuosikymmenten riskirakenteet ja miten niitä voidaan tutkia. Tekstiosioissa on hyödynnetty myös Juhani Pirisen vuonna 2006 tekemää väitöskirjaa Pientalojen mikrobivauriot, lähtökohtana terveyshaitat.

#### ***3.3.1 Rakennuksen ulkopuoliset tekijät***

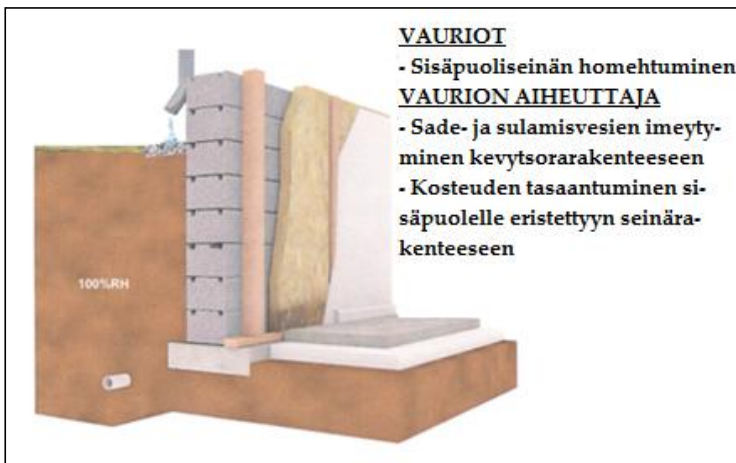
Tavanomaisimpia rakennuksen ulkopuolisia kosteusvaurioita aiheuttavia tekijöitä ovat rakennuksen virheellinen korkeusasema, pihan väärästä muotoilusta aiheutuva pintavesien valuminen rakennukseen päin, kattovesien johtaminen rakennuksen vierustoille sekä puutteellinen tai kokonaan puuttuva salaojitus. Usein rakennusten vierustoilla on myös kasvillisuutta, joka voi lisätä perustusten ja ulkoseinien kosteusra-  
situsta.

#### ***3.3.2 Perustukset***

##### **Kellariseinä**

Etenkin 1940-1950 luvulla rakennettiin paljon kellarikerroksilla varustettuja omakotitaloja. Yleensä ulkoseinät valettiin betonista ilman lämmöneristystä. Joissain tapauksissa betoniseinän sisäpuolelle on jo valuvaiheen aikana tai sen jälkeen lisätty lämmöneriste. Tyypillisesti eristeenä käytettiin sementtilastulevyä (Toja-levy). Myöhemmin kellarikerroksen ulkoseiniä lisälämmöneristettiin sisäpuolelta mineraalivillalla tai polystyreenilevyillä. Mineraalivillalla eristetyissä seinissä käytettiin yleisesti puukoolattuja rakenteita ja höyrynsulkumuovia tai tervapaperia. Kellarin

seinien kastuminen aiheutuu yleensä salaojituksen puuttumisesta tai tukkeutumisesta sekä seinän ulkopuolen puutteellisista vedeneristyksistä. Kellarin seinien sisäpuolella voi olla myös vesieristeenä bitumisively. Yleensä tällainen sisäpuoleinen vedeneriste ei pysy pitkäaikaisesti kiinni tai tiiviinä, koska betonista irtoaa suoloja ja kalkkia. Kosteus voi nousta myös kapillaarisesti perustusten kautta ulkoseiniin. Myös sisäilman kosteus voi tiivistyä kellariseiniin. Sisäpuolelta lämmöneristetyssä ulkoseinässä mikrobivaurion suurin riski on lämmöneristeen ja alkuperäisen betoniseinän rajapinnassa ja erityisesti seinän alaosassa.



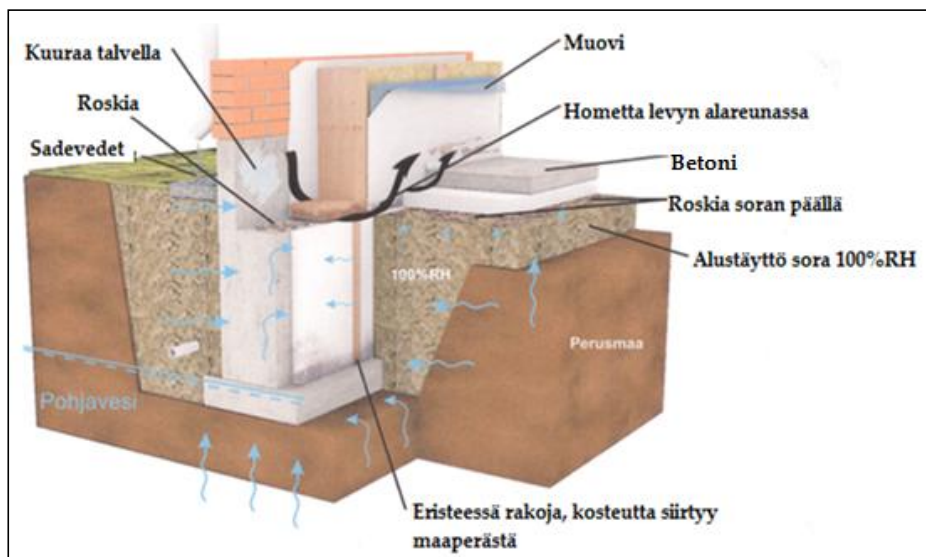
Kuva 6. Kellarin harkkoseinä ja sisäpuolinen eriste

### Valesokkelirakenne

Valesokkelirakenteella (piilosokkelilla) tarkoitetaan sellaista perustusrakennetta, jossa rakennuksen ulkopuolella on sokkeliä näkyvissä ja sisäpuolella sokkelirakenne on lähellä maanpinnan tasoa. Valesokkelirakenteessa ulkoseinän alaohjauspuu on usein lattiapinnan alapuolella. Valesokkelirakennetta on käytetty yleisesti pientalorakentamisessa 1960-luvulta 1990-luvun alkuun asti. (Pirinen, 2006)

Kyseisessä rakenteessa kosteusvauriot syntyvät sokkelin läpi kulkeutuvasta kosteudesta, joka vaurioittaa lämmöneristeiden ja ulkoseinien puurakenteiden alaosia. Vaurion voi aiheuttaa salaojien puuttuminen tai tukkeutuminen, puutteellinen ve-

deneristys sokkelin ulkopuolella, katolta tulevien vesien purkautuminen seinien vierustoilta ja/tai rakennuksen suuntaan viettävistä maanpinnoista. Kosteus- ja homevauriot ovat yleensä rakenteiden sisällä, eivätkä nähtävissä ulko- ja sisäpinnoilla. Vauriot tulevat yleensä esille, kun tunkkainen homeen- tai maakellarin haju tulee asuntoon tai asukkaat saavat mikrobivaurioihin viittaavia terveysoireita. Valesokkelirakenteiden kosteus- ja homevauriot ovat todettavissa vain rakenteita avaamalla, mittaamalla rakenteiden kosteuksia tai ottamalla mikrobinäytteitä rakenteista. Vaurio löytyy yleensä alaohjauspuun alapinnasta tai ulkoseinän alaosan lämmöneristeestä. (Pirinen, 2006).



Kuva 7. Valesokkelirakenteen erityispiirteitä

### Reunavahvistettu alapohjalaatta

Reunavahvistetussa alapohjalaatassa on yhtenäinen alapohjarakenne ja perustukset. Sokkelin korkeus on yleensä matala n. 60 cm, josta maanpinnan yläpuolella näkyvis-  
sä noin puolet. Rakenne oli yleisesti käytetty 1960- ja 1970 luvuilla heikosti kantavalle maaperälle perustettaessa. Tyypillisesti alapohjarakenteen yläpuoliset osat on toteutettu betonilaatan yläpuolelle puurakenteisina.

Näissä ratkaisuissa hyvin tyypillisesti perustuksiin ja alapohjarakenteisiin kohdistuu kosteusrasitusta puutteellisten sadevesien poisjohtamisen, salaojien toimimattomuuden sekä kosteuden kapilaarisen siirtymisen sokkeliä ja alapohjan betonirakenteita pitkin yläpuolisiin rakenneosiin. Lisäksi betonilaatan pintaan muodostuva kastepiste voi aiheuttaa ongelmia. Kosteusvaurion sokkeli/perustusrakenteeseen voi aiheuttaa betonisokkelin läpi tunkeutuva kosteus, joka vaurioittaa lämmöneristeiden ja ulkoseinien puurakenteiden alaosia. Näissäkin tapauksissa vaurioita on vaikea todentaa rakenteita rikkomatta. (Pirinen, 2006)



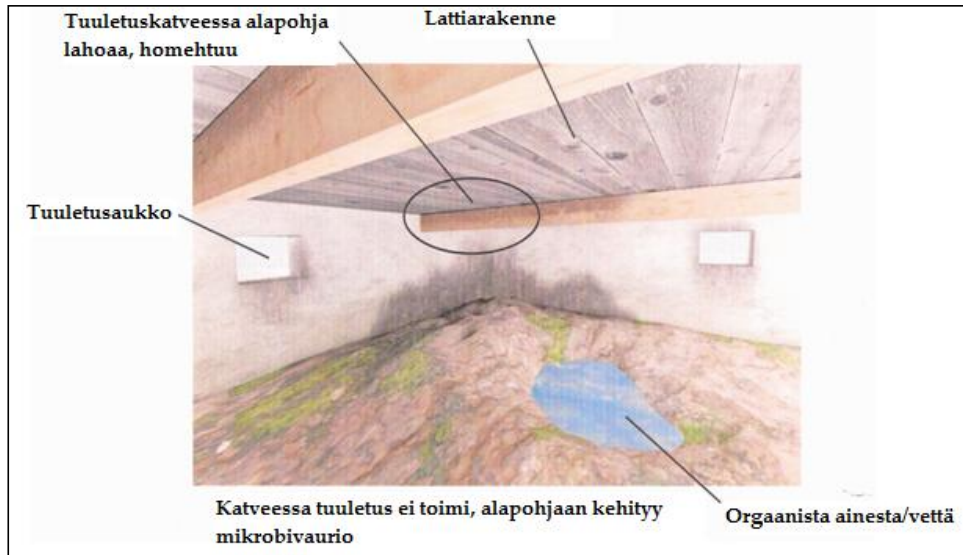
*Kuva 8. Reunavahvistettu laatta ja puukorokelattia*

### **3.3.3 Alapohjat ja väliseinät**

#### **Tuulettuva alapohja**

Tuulettuvalla alapohjalla tarkoitetaan alapohjarakennetta, jossa talon alla olevan maanpinnan ja alapohjan välissä on ulkoilmalla tuulettuva ilmatila, jota kutsutaan myös ryömintätilaksi. Ryömintätilallisen alapohjan rakenteiden homehtuminen aiheutuu yleensä maaperän korkeasta kosteudesta ja tuuletuksen riittämättömyydestä, kun tuuletusluukkuja on liian vähän tai niitä ei ole pidetty auki. Tuulettumisolosuhteet ovat myös voineet muuttua esimerkiksi läisäsiiven rakentamisen jälkeen. Nurkis-

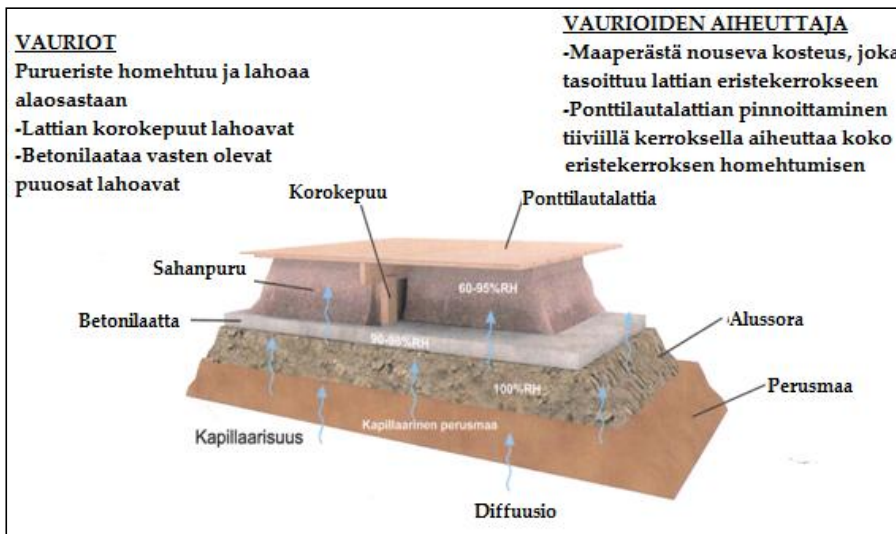
sa voi olla myös katvealueita, joissa tuuletus ei ole riittävä. Useasti myös rakennuksen alla on homevaurioitunutta orgaanista materiaalia. Tuulettuvia alapohjia on myös muutettu maanvaraisiksi, jolloin puurakenteita on voinut jäädä hiekan ja betonin sisään. Ryömintätilasta tulee ongelma ja terveyshaitta silloin, kun rakennuksen alta tulee vuotoilman mukana hajua ja/tai epäpuhtauksia sisäilmaan.



Kuva 9. Tuulettuva alapohja ja nurkkaan jäävää katvealuetta

### Korokepuulattia

1960-luvun valesokkelitaloissa on usein myös sisäpuolelta mineraalivillalla tai sahanpurulla lämmöneristettyjä, puukoolattuja lattiarakenteita. Lämmöneristeen alla on kantava betonilaatta, joka voi olla kostea, kun kosteus siirtyy maaperästä kapillaarisesti betonilaattaan. Kostean betonin päällä on usein myös bitumisively, joka on voinut rikkoontua alapuolisesta kosteusrasituksesta. Kosteusrasitusta voi lisätä myös sisäilman kosteuden tiivistyminen sisäilmaa viileämpään betonipintaan. Talvella alapohjan betonikerroksen jäätyminen reuna-alueilla mahdollistaa myös kosteusvaurioiden syntymisen rakenteisiin. Todennäköisimmin vauriot löytyvät lämmöneristeen ja betonilaatan rajapinnoista.



Kuva 10. Purueristeinen korokepuulattia betonilaatan päällä

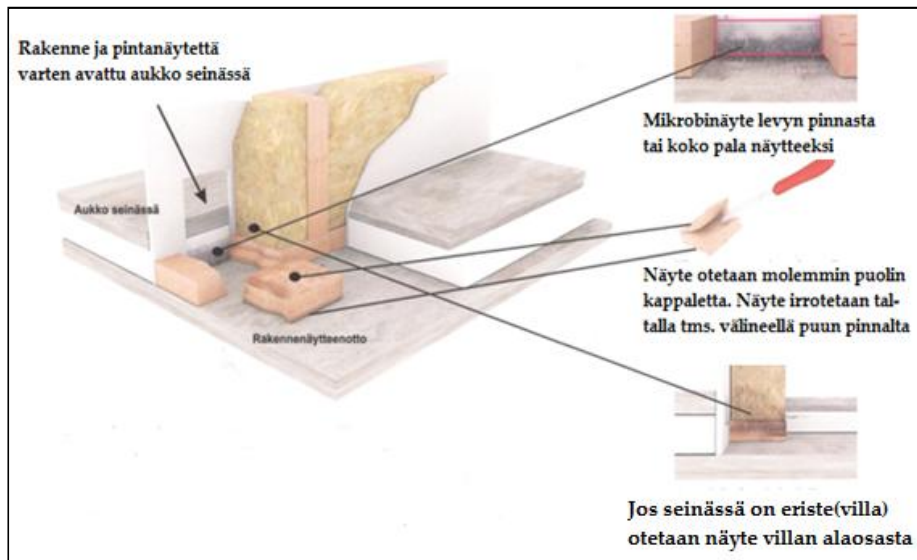
### Kaksoisbetonilattia ja väliseinät

1960-luvulta lähtien rakennuksen alapohjia tehtiin ns. kaksoisbetonilattiana, missä kahden betonilaatan välissä sijaitsee lämmöneriste. 1960-luvulla lämmöneristeenä käytettiin lastuvillalevyä (Toja), 1970-luvulla yleistyi jäykkä mineraalivilla ja 1980-luvulla polystyreenilämmöneriste (esim. styrox). Alimmainen betonilaatta on valettu täyttösorakerroksen päälle ja se toimii ns. roskavalukerrokseksi tai työmaapermantonä. Alemman betonilaatan pinnassa sijaitsee usein bitumista tehty kosteuseristys. 1970-luvulla kosteuseristeenä on käytetty joissain tapauksissa myös alemman betonilaatan alle asennettua rakennusmuovia. Muovi on voitu sijoittaa myös alemman laatan päälle tai ylemmän laatan alle.

Alapohjassa kosteusvaurioita on yleensä lämmöneristyskerroksessa sekä alapohjaan liittyvissä rakenteissa kuten väliseinien alaosissa ja ulkoseinien liitoskohdissa. Kosteusvaurioitumisen aiheuttaa tyypillisesti maaperästä alemman betonilaatan kautta lämmöneristekerrokseen nouseva/siirtyvä kosteus. Vaurioita voi tulla myös perustusten kautta lämmöneristekerrokseen valuvasta vedestä tai putkivuodoista.

Rakenteissa olevat mikrobivauriot ovat yleensä lämmöneristeen alapinnassa. Vauriot voivat näkyä tiili- tai betonirakenteiden väliseinärakenteiden värimuutoksina tai ra-

kenteiden maalipintojen kupruiluna. Puurakenteisissa väliseinärakenteissa vauriot ovat todettavissa usein vain rakenteita avaamalla.



Kuva 11. Väliseinärakenne kaksoisbetonilaatan alimmaisesta betonilaatan päältä. Havainnekuvat näytteenottokohdista.

### 3.3.4 Ulkoseinät

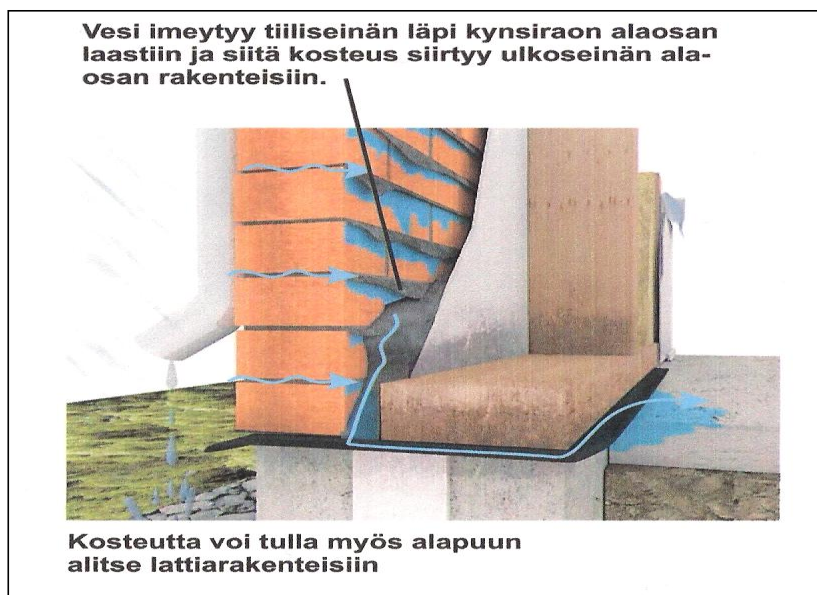
#### Matala perustus

Matalaperusteisen, puurunkoisen seinän alaohjauspuu ja yleensä alarakenteet ovat alttiita kapillaariselle ja ulkopuoliselle kosteudelle. Usein matalaan perustukseen liittyy valesokkelirakenne, jossa sokkeli- ja lattiakorkeus on lähellä maanpintaa. Vaurioitumisriskiä lisäävät salaojituksen sekä sade- ja valumisvesien ohjauksen puutteet. Vaurioituminen alkaa yleensä seinän alaohjauspuun alapinnasta, minkä vuoksi alaohjauspuun alapinnan kunto on vaurioepäilyssä päästävä toteamaan. Materiaalinäytteet kohdistetaan vaurioitumisherkimpiin kohtiin, alaohjauspuun alapintaan ja seinän alaosan eristekerrokseen. Valesokkelin päälle rakennetun tiiliseinän lämmöneristimet voivat myös vaurioitua maaperäkosteudesta kapillaarisuuden tai diffuusion vaikutuksesta.

## Ilmaraollisen seinärakenteen puutteellinen tuuletus

Kerroksellisessa ulkoseinässä olevan tuuletusraon tarkoitus on poistaa julkisivun sisäpuolelle joko ulkoapäin tai sisältäpäin tullut kosteus. Rakenteessa oleva vesihöyry poistuu ulos tuuletusraossa virtaavan ilman mukana. Virtaukseen tarvittava paine-ero syntyy yleensä lämpötila-erojen ja tuulen vaikutuksesta. Tuuletusväli pitää seinärakennetta myös ulkoilmaa lämpimämpänä, mikä vähentää osaltaan rakenteen vaurioitumisriskiä. (Vinha, 2005). Tuuletusraon tulee olla avoin koko matkaltaan. Tuuletusrakoon joutuneen veden tulee myös päästä valumaan ulos, minkä vuoksi tuuletusraon ylä- ja alareunojen tulee olla avoinna ulkoilmaan.

Tuuletusraon tukokset heikentävät ilmanvirtausta ja rakenteen kuivumista. Kosteuden kohoamisesta voi aiheutua vaurioita ensisijaisesti tuulensuojalevyyn ja lämmöneristeeseen. Vauriotutkimus ja materiaalinäytteet kohdistetaan tuulensuojalevyn sisäpintaan ja lämmöneristeen ulko- ja sisäpintaan. Tukokset johtuvat useimmiten rakennusvaiheessa tapahtuneesta saumauslaastin pursuamisesta tuuletusrakoon. Saumauslaasti on voinut tukkia myös tuuletusraon alareunan, jolloin laastikerros voi toimia kapillaarisena kosteuden siirtymisreitteinä vaurioherkkiin rakenneosiin.



*Kuva 12. Sadevesi imeytyy seinärakenteisiin*



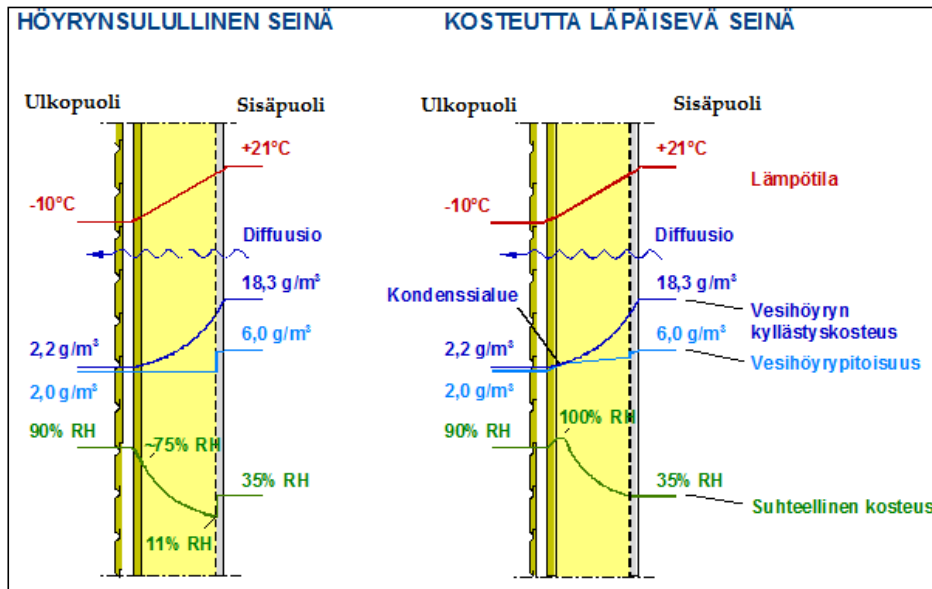
## **Puutteet höyrynsulussa**

Puutteellinen seinän höyrynsulku tai muuten väärin toteutettu seinärakenne tekevät seinästä kosteusteknisesti riskialttiin rakenteen. Seinärakenne vaurioituu, jos sisäilman kosteus on korkea ja rakenteen sisäpuolisen rakennekerroksen vesihöyrynläpäisevyys on suuri, eli diffuusiovastus on pieni tai toisaalta jos seinän ulkopuolisen kerroksen vesihöyrynläpäisevyys on pieni, eli diffuusiovastus on suuri. Sisäilmasta siirtyvä kosteus ei saa nostaa suhteellista kosteutta haitallisen korkeaksi ulkoseinässä missään kohdassa. Ulompien rakennekerrosten tulee päästää rakenteessa oleva kosteus kulkeutumaan ulos. Rakennuksen kosteustekninen toimivuus muuttuu myös, jos seinien lämmöneristystä lisätään rakennuksen sisä- tai ulkopintaan. Esimerkiksi 70-luvun energiakriisin myötä rakennuksia tiivistettiin ja lisälämmöneristettiin kosteusteknisesti huonoin seurauksin. Rakenteen vaurioitumisriskiä voidaan arvioida tarkastelemalla kosteuden siirtymistä diffuusiolla.

Kun seinän sisäpuolelta puuttuu höyrynsulku tai höyrynsulku on puutteellinen, pääsee sisäilman kosteus siirtymään diffuusiolla tai jopa konvektiolla rakenteen kylmiin osiin, yleisemmin lämmöneristeen ulkopintaan, jolloin kosteus- ja homevaurio mahdollistuu. Vaurio syntyy kylmänä vuodenaikana, kun suhteellinen kosteus nousee ulkolämpötilan laskiessa. Kosteuskonvektio voi myös vaurioittaa ulompia rakenteita, jos rakennus on ylipaineinen ulkoilmaan nähden. Konvektiovirtausta tapahtuu epätiiviyyskohdissa, kuten saumoissa, läpivienneissä ja kohdissa, joissa ilman tai höyrynsulku on rikki. Näissä tapauksissa vauriotutkimus ja materiaalinäytteet kohdistetaan tuulensuojalevyn sisäpintaan ja lämmöneristeen ulko- ja sisäpintaan.

Liian tiivis kerros lämmöneristeen ulkopinnassa, esimerkiksi bitumihuopa tuulensuojana, voi estää sisäilman kosteuden pääsyn ulos rakenteesta ja aiheuttaa kosteuspitoisuuden kasvua seinärakenteen sisällä. Rintamamiestaloissa on tyypillisesti käytetty tuulensuojana bitumihuopaa. Jo heikosti vesihöyryä läpäisevä ulkomaali voi riittää liian tiiviin ulkopinnan muodostumiseen. Vauriotutkimus ja materiaalinäytteet on kohdistettava seinän vinolaudoitukseen, tuulensuojapaperiin ja purueristeseen.

Ulkoseinän lämmöneristeen lämpimällä puolella olevat rakenteet voivat vaurioitua kylmäsiltojen ja pintaa jäädyttävien ilmavuotojen kohdalla. Vaurioita voidaan paikallistaa esimerkiksi lämpökamerakuvauksella, pintalämpötilamittauksella ja rakennevauksilla.



Kuva 13. Höyrynsulullinen ja kosteutta läpäisevä seinä (Juha Vinha, Tampereen teknillinen yliopisto) Esimerkkikuvassa kosteutta läpäisevässä ulkoseinässä, kondenssialue muodostuu rakenteen sisälle.

### 3.3.5 Yläpohja ja vesikatto

#### Kattovuodot ja kondenssi

Yläpohjan ja vesikaton kosteusvauriot aiheutuvat usein vesikaton ja aluskatteen vuodoista tai kosteuden kondensoitumisesta yläpohjaan. Yläpohjan riittämätön tuuletus lisää kosteuden tiivistymisriskiä kylmille pinnoille. Kylmässä yläpohjassa on ilmanvaihtokanavat lämpöeristettävä ja läpiviennit varustettava kauluksilla kosteusvaurioiden estämiseksi. Riskit voidaan havaita yleensä vasta yläpohjassa käydessä. Jos kattovuoto ei tule yläpohjan läpi sisätiloihin, vaan vesi jää yläpohjan eristekerrokseen, aiheutuu siitä piilevä vaurio. Esimerkiksi läpivientien ja jiirien vuodot voivat pysähtyä ja levittäytyä yläpohjan höyrynsulkumuovin päälle, jolloin muoviva-

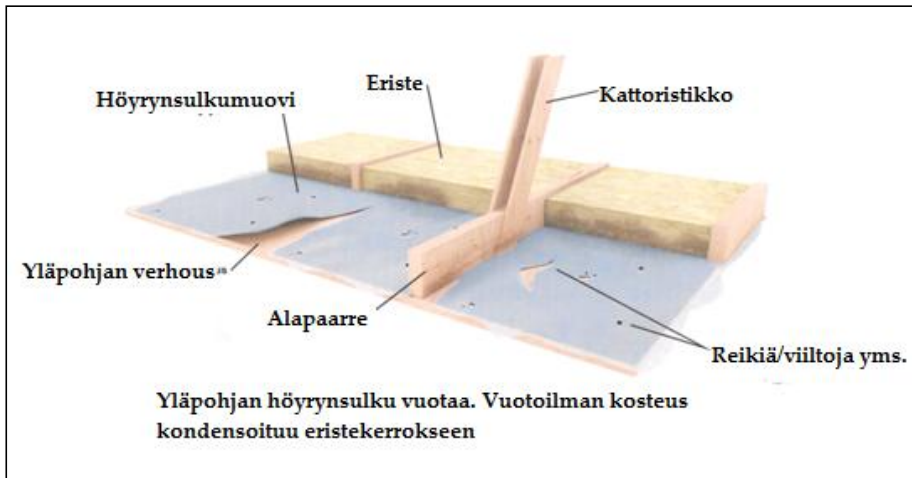
ten olevat eristeet vaurioituvat. Vaurion tutkimiseksi on yläpohjan eristeitä kaivettava auki. Jos vesikaton aluskate ei ulotu ulkoseinien ulkopuolelle, vuoto jää piiloon seinän ja katon liittymään. Tällöin on usein avattava myös rakenteita. Aluskatteen käytön tarkoituksena on suojata alapuoliset rakenteet vesikaton satunnaisilta vuodoilta johtamalla vesi hallitusti ulkoseinän ulkopuolelle.



*Kuva 14. Aluskate päättyy ennen ulkoseinää*

### **Höyrynsulun puutteet**

Kun yläpohjasta puuttuu höyrynsulku tai sulku on huonon asennustyön jäljiltä tai muutoin epätiivis, pääsee sisätilasta kulkeutumaan vesihöyryä ja lämpöä yläpohjaan. Vauriotutkimuksen näytteenotto kohdistetaan tuolloin vuotokohdan lämmöneriste-kerroksen ala- ja yläpintaan. Sisätiloista yläpohjaan ja ullakkotilaan siirtyvä kosteus voi kylmänä vuodenaikana tiivistyä myös rakenteiden kylmille pinnoille kuten vesikattoon ja valua sieltä lämmöneristeisiin. Vaurioiden välttämiseksi yläpohjan eriste-kerroksen alle asennettavan höyrynsulun on oltava tiivis kaikilta limityksiltään ja liittymiltään, myös seinien liitoskohdissa ja putkiläpivientien ympäriltä. Epätiivis höyrynsulku voi mahdollistaa myös mineraalikulitujen kulkeutumisen asuintiloihin.

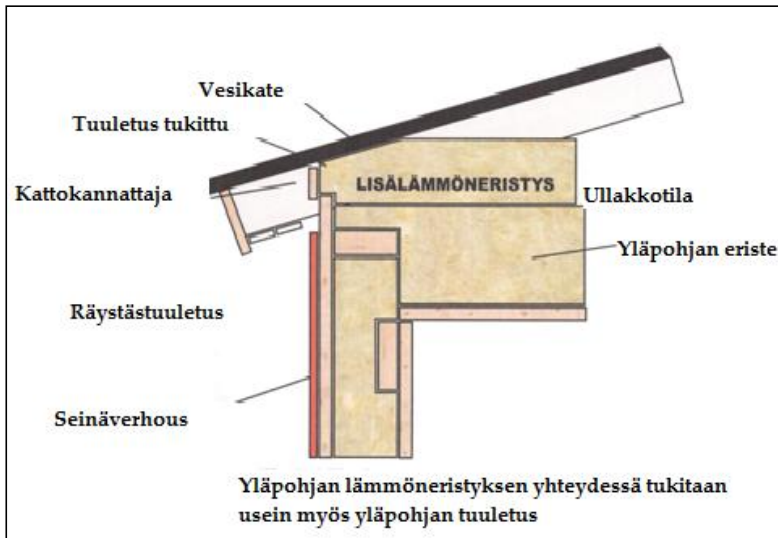


Kuva 15. Epätiivis yläpohjan höyrynsulku

Jos yläpohjan lämmöneristeiden päällä on liian tiivis materiaalikerros kuten tuulen-suojana käytetty tervapaperi tai eristeiden päälle on jätetty eristepakkausten muovipäällyksiä, voi sisätiloista kulkeutuva lämpö- ja kosteusvuoto tiivistyä tiiviin muovipinnan alapintaan. Tällöin materiaalinäyte otetaan myös tiiviin pintamateriaalin alta.

### Puutteellinen tuuletus

Yläpohjan tuuletuksella pyritään poistamaan yläpohjaan siirtyvä kosteus, jotta kosteus ei tiivisty yläpohjassa vedeksi. Toimivan tuuletuksen varmistamiseksi on yläpohjassa ja ullakotilassa oltava riittävästi tuuletusaukkoja, -rakoja ja/tai -venttiilejä. Tuuletusvälien on oltava avoimia koko matkaltaan. Etenkin jälleenrakentamiskauden harjakattoisissa taloissa on kylmäullakoille jälkikäteen rakennettu huoneita ja niiden lämmöneristeillä on voitu tukkia yläpohjan tuuletusyhteys räystäältä harjalle. Kattotuolien väliin, vesikatteeseen kiinni asennettu lisälämmöneriste estää katon tuuletuksen, jolloin yläpohjan rakenteisiin muodostuu helposti kosteus- ja homevaurioita. Mikäli näkyviä vauriojälkiä ei ole havaittavissa, on mikrobinäyte otettava tarvittaessa eristeen ala- ja yläpinnasta seinän ja katon liitosalueelta.



Kuva 16. Yläpohjan tuuletus tukittu

### Tasakatto

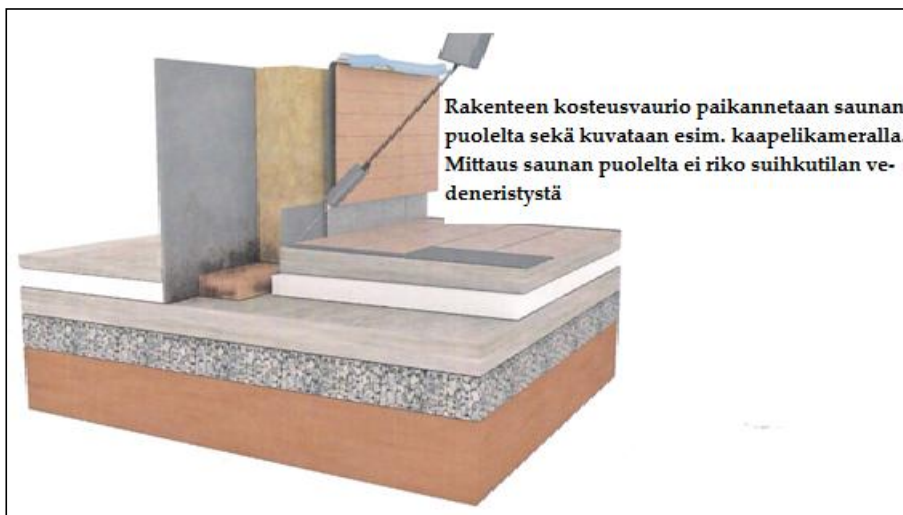
Tasakatolla varustettuja pientaloja rakennettiin etenkin 1960 ja -70 -luvuilla. Tasakaton vaurioita on yleensä erittäin vaikea löytää, koska yläpohjaan ei yleensä päästä tekemään tarkastusta. Rakenteen tarkastamiseksi on kattorakenne avattava tai rakenteeseen on tehtävä tarkastusaukkoja. Tasakaton rakenteelliset riskit aiheutuvat usein yläpohjan puurakenteiden painumisesta, vesikatteen pintamateriaalin kunnan heikkenemisestä tai kattokaivojen tukkeutumisesta. Vuodot leviävät helposti laajalle ja kuivuvat erittäin hitaasti. Materiaalinäytteet otetaan eristeen sisä- ja ulkopinnalta. Yläpohjan piilevät vauriot liittyvät pääsääntöisesti yläpohjan puutteelliseen tuuletukseen. Riittävän tuuletuksen järjestäminen on tasakattorakenteessa erittäin vaikeaa, koska ilmanvaihto toimii tasakatolla huonosti painovoimaisesti.

### 3.3.6 Märkätilat

Märkätilojen riskit ja kosteusvauriot liittyvät ensisijaisesti vedeneristysten puutteisiin ja virheisiin, vesi- ja viemäriputkien vuotoihin ja lattiakaivojen rakennevirheisiin. Pesuhuoneiden seinissä ja lattioissa on vedeneristysten puutteista aiheutuvia riskejä etenkin 1980-luvulta aina 1990-luvun puoliväliin asti rakennetuissa pientaloissa. Kyseisen aikakauden märkätiloissa käytettiin seinärakenteena yleisesti levy- ja puura-

kenteita. Tuolloin ei vielä ollut käytettävissä nykyaikaisia vedeneristysmateriaaleja, jonka vuoksi seinien levyt ja lattiat kosteuseristettiin korkeintaan kosteussulku-tyyppisellä nesteellä. Pinnat saatiin jättää myös kokonaan käsittelemättä kosteutta vastaan. Etenkin seinien alaosiin muodostui kosteudelle altis riskirakenne. Riskialttius kasvoi edelleen, kun levytykseen käytettiin kipsilevyä. Myös lattioissa käytetty puulevyrakenne ja alalaatta- tai kaksoislaattaholvi on kosteusteknisesti riskialtis rakenne. Rakenteiden sisällä kulkevista vanhoista vesi- ja viemäriputkista aiheutuu piileviä vuotoriskejä. Myös huonosti asennetut lattiakaivon korokerenkaat ovat aiheuttaneet kosteusvaurioita.

Märkätilojen vaurioiden tutkimisessa on ensivaiheessa tehtävä kosteustunnistus pinoilta. Tätä laajennetaan tarvittaessa rakenteiden kosteusmittauksiin ja edelleen rakenteiden avaamiseen. Rakenteen kosteusmittaus ja avaus on usein helpointa tehdä märkätilan ulkopuolelta, tilan vastaisten huoneiden kautta. Tuolloin ei rikota vedeneristettä. Kosteusongelmat ovat voineet laajentua myös märkätiloja ympäröiviin rakenteisiin, jonka vuoksi pintakosteudentunnistus on myös syytä ulottaa märkätilan seinien vastakkaiselle puolelle.



*Kuva 17. Pesuhuoneen ja saunan välisen seinän tutkiminen*

### 3.4 ILMANVAIHDON VAIKUTUS KOSTEUSVAURIOIHIN

Sisäilman kosteuteen vaikuttavat pääasiassa ulkoilman kosteus, sisällä tuotetun kosteuden määrä ja ilmanvaihdon suuruus. Rakenteisiin tai sen pinnoille tiivistyvään kosteuteen ilmanvaihdon määrällä on huomattava vaikutus. Kosteus tiivistyy vedeksi, kun vesihöyry jäähtyy kastepisteeseensä. Tiivistymiseen vaikuttavat ilmassa olevan vesihöyryn määrä, ilman lämpötila ja pinnan lämpötila. Kun ilman suhteellinen kosteus materiaalin pinnalla on pitempiä aikoja lähellä 80 % tai yli, voi materiaalin pinnalle syntyä mikrobikasvustoa. Mikäli rakenteissa on kylmäsiltoja ja puutteita höyrynsulussa, saattaa kosteusongelma siirtyä myös rakenteen sisälle. Vesihöyryn päästessä rakenteen sisään tiivistyy ilman kosteus vedeksi siinä osassa rakennetta, joka on kastepistelämpötilassa.

Rakennuksen sisäilmassa olevan vesihöyryn määrään vaikuttaa kosteuden tuotto ja kosteuden poistuminen. Kosteuden tuottoon vaikuttavat ihmisten toiminta kuten peseytyminen, pyykin kuivatus ruuan laitto yms. Aikuisen ihmisen kosteuden tuotto huoneenlämmössä on n. 1-3 kg/vrk (Björkholz, 1997). Kosteuden poistumiseen taas vaikuttaa käytännössä ainoastaan ilmanvaihto. Mikäli kosteuden tuottoon ei voida puuttua, jää ainoaksi vaihtoehdoksi riittävästä ilmanvaihdosta huolehtiminen. Uusimmissa rakennuksissa riittämätön ilmanvaihto on harvoin ongelma, ellei se ole rikki tai sitä käytetään väärin esim. säästöyistä. Sen sijaan vanhemmissa taloissa, joissa on painovoimainen ilmanvaihto, voi ilman vaihtuvuus olla erittäin heikko. Lisäeristykset, ikkunaremontit, veden käytön lisääntyminen asuintaloissa ja käyttötarkoituksen muutokset (ullakkotilojen otto asuinkäyttöön) ovat voineet aiheuttaa ilmanvaihdon puutteesta johtuvia kosteusvaurioita. Puutteellinen ilmanvaihto aiheuttaa kosteusvaurioita yleensä rakenteiden kylmiin sisäpintoihin tai rakennuksen yläpohjarakenteisiin konvektiovirtausten vaikutuksesta.

Ilmanvaihdon riittävydestä on annettu ohjeita ja viranomaismääräyksiä Asumisterveysohjeessa 2003 ja Suomen rakennusmääräyskokoelmassa D2. Molemmissa on määriteltä henkilöiden tarvitsemat ulkoilmamäärät. Ulkoilmavirran tulisi olla yleen-

sä n. 4 l/s henkilöä kohden, jotta hiilidioksidipitoisuus ei kohoaisi suuremmaksi kuin 1500 ppm. Asunnoissa on yleensä muitakin epäpuhtauslähteitä, joiden vähentämiseksi tai poistamiseksi ulkoilmaa tarvitaan, yleensä 8-10 l/s henkilöä kohden. Asumisterveysohjeessa on myös lisämaininta, että vanhojen rakennusten ilmanvaihdolle voidaan tapauskohtaisesti hyväksyä edellä mainitusta ohjeesta poikkeava vähäisempi ilmanvaihto, kunhan riittävästä ilmanvaihdosta huolehditaan esimerkiksi ikkunatuuletuksella (Asumisterveysohje 1:2003). Rakentamismääräyskokoelman D2 mukaan ulkoilmavirran tulee olla vähintään 6 dm<sup>3</sup>/s henkilöä kohden.

Ilmanvaihdon ohjearvosta, joka ottaa kosteuden huomioon on mainittu, että asunnon ilmanvaihto on terveyden kannalta riittävää silloin, kun ilmanvaihtojärjestelmän aikaansaama ilmanvaihtuvuus on vähintään 0,5 m<sup>3</sup>/h asuinkäytössä olevaa rakennuskuutiometriä kohden (ilmanvaihtokerroin 0,5 1/h). Lisäksi asunnon ilmanvaihdon lisääminen tilapäisesti vähimmäismäärää 0,5 1/h suuremmaksi on tarpeen kun laiteetaan ruokaa, saunotaan, kuivataan pyykkiä, siivotaan tai tiloissa oleskelee suuri määrä ihmisiä (Asumisterveysohje 1:2003). Rakentamismääräyskokoelman D2 mukaisissa poistoilmamäärissä on huomioitu riittävä kosteuden poistaminen, huomioimalla käyttöajan tehostus.

Huoneilman kosteudesta on annettu ohjeita Asumisterveysohjeessa ja sisäilmaluokituksessa. Asunnon suhteellisen kosteuden tulisi olla noin 20–60 %, joskaan sen saavuttaminen ei ole aina mahdollista muun muassa ilmastollisista syistä (Asumisterveysohje 1:2003). Käyttäjien kannalta sisäilman suhteellisen kosteuden tulisi talvella olla 25...45 % (Sisäilmastoluokitus S1). Kuitenkin ko. vaatimusten toteutuminen voi aiheuttaa merkittävän kosteuskuormituksen rakenteille (Sisäilmayhdistys, 2008). Etenkin talviaikaan sisäilman kohonneeseen kosteuteen tulee kiinnittää huomiota. Jos huoneilman suhteellinen kosteus on talvella 45 % lämpötilassa 21 °C, ja samanaikaisesti ulkoilman lämpötila on -10 °C, on asunnon kosteuslisä yli 6g/m<sup>3</sup>. Tämä aiheuttaa ankaraa kosteusrasitusta rakennukselle ja edellyttää erittäin hyvää lämmöneristystä ja rakenteiden sisäpuolista tiiviyttä. Hyvällä lämmön-eristyksellä ei pystytä varmistamaan sitä, ettei kosteus tiivisty ikkunoiden pintoihin tai ulkoseiniä vasten



olevien kalusteiden taakse. Vastaavissa olosuhteissa normaalilla asuinhuoneen kosteuslisällä  $3 \text{ g/m}^3$  huoneilman suhteellinen kosteus olisi noin 27 %. Mikäli kosteuskuormitus pidetään näin alhaisena, tulee huoneilman vaihtua vähintään  $0,5 \text{ m}^3/\text{h}$  asuinkäytössä olevaa rakennuskuutiometriä kohden.

Kun ilmanvaihdon toimintatarkastus on tehty, voidaan sisä- ja ulkoilman lämpötila- ja kosteusmittausten perusteella laskea asunnon kosteuslisä ja arvioida, onko rakennuksen sisäilman kosteuslisä keskimääräisestä suurempi.

1. Mitataan tai lasketaan sisäilman suhteellisen kosteuden arvon ja lämpötilan avulla sisäilman kosteus [ $\text{g/m}^3$ ]
2. Vähennetään saadusta arvosta ulkoilman kosteus [ $\text{g/m}^3$ ]
3. Saatu erotus eli kosteuslisä tavanomaisissa asuinhuoneistoissa on noin  $3 \text{ g/m}^3$ , ja huonon ilmanvaihdon huoneistoissa yli  $4 \text{ g/m}^3$ . (Ympäristöopas 28)

Tarkemman kosteuslisän määrittäminen edellyttää yleensä pidempiaikaista mittaus- ta. Mittaustuloksia arvioitaessa asunnon mahdollisesti pitkään jatkunut käyttämättömyys alentaa sisäilman kosteutta, mikä tulee ottaa huomioon mittaustulosten analysoinnissa. Esimerkiksi kylpyhuoneen ilmankosteutta mitattaessa tulisi mittaus suorittaa jatkuvana mittauksena useamman vuorokauden ajalta ja kylpyhuonetta tulisi käyttää normaalisti.

Mikäli rakennuksen sisäilman kosteus on tavanomaista suurempi, analysoinnissa tulee selvittää korkean kosteuspitoisuuden syy. Yleisimmät syyt ovat puutteellinen ilmanvaihto, tilan käyttötarkoituksen muuttuminen, poikkeuksellisen runsas veden käyttö pesutiloissa, uima-allas, ilmankostuttimien käyttö ja märkien vaatteiden kuivatus huonetiloissa. (Sisäilmayhdistys, 2008).

Mikäli asunnon kosteuslisä on normaali, mutta kosteus tiivistyy siitä huolimatta rakenteiden pinnalle, kyseessä on todennäköisesti rakenteissa olevat puutteet mm. kylmäsilat. Tällöin selvitykset tulee kohdistaa rakenteisiin.

### 3.5 PIILEVIEN VAURIOIDEN SELVITTÄMINEN

Terveyshaittaa aiheuttavien kosteusvaurioiden syiden selvittäminen ja laajuuksien kartoittaminen on isotöistä ja kustannuksia aiheuttavaa. Kiinteistön omistaja saattaa jarruttaa perusteellisia tutkimuksia pelätessään mahdollisia korjauskustannuksia. Korkeita kustannuksia voi aiheutua esimerkiksi siitä, että monet aikaisemmin käytössä olleet rakennustavat ovat nykyisin osoittautuneet kosteusteknisesti vaurioitumisherkiksi ja korjaamisessa joudutaan muuttamaan rakenneratkaisut toimiviksi. Yhdestä asunnosta löydetty ongelma voi tuoda esiin koko taloyhtiötä koskevia rakenneongelmia, kuten julkisivurakenteet, valesokkelit, lattiarakenteet yms. Lisäksi rakennuksissa voi olla useampia terveyshaittaa aiheuttavia vaurioita.

Jotta terveyshaitasta voidaan tehdä riittävän luotettava arvio, on myös asunnon rakenteiden kunnosta saatava selvyys. Ulkoisesti vaurioitumattomien pintojen alla saattaa piillä laajojakin vaurioita. Terveystarkastajan tekemässä asunnontarkastuksessa olisikin tarpeellista tunnistaa tai muutoin selvittää, esiintyykö rakennuksessa tyypillisiä riskirakenteita tai kosteudelle muutoin alttiita rakennekohtia, joihin on voinut muodostua piileviä vaurioita. Etenkin silloin, kun asukkailla esiintyy asuntoon liittyvää oireilua, eikä sille voida osoittaa selittävää, näkyvää syytä, voivat oireet aiheutua piilevästä vauriosta. Sisäilmassa tunnistettava ummehtunut, kellarimainen haju on usein vahva viite piilevästä vauriosta. Tällaisessa tilanteessa rakennuksessa todettu riskirakenne tai kosteudelle muutoin altis rakenne antaa terveystarkastajalle perustellun syyn epäillä piilevää terveyshaittaa, jolloin terveyshaittaselvitystä on jatkettava.

Asunnontarkastuksen yhteydessä piilevien vaurioiden esiintymistä voidaan selvittää tunnistamalla riskirakenteita käyttämällä apuna rakennekuvia, asunnontarkastuksessa kerättyjä tietoja ja tehtyjä havaintoja. Kosteusvaurioiden esiintymistä ja todennäköisyyttä voidaan arvioida myös mahdollisten aikaisempien kosteusvauriokorjausten ja rakennetutkimusten perusteella. Rakennuksen ja sen osien toimivuuden tarkastelussa on huomioitava rakennuksen vaipan ja talotekniikan muodostama koko-

naisuus. Lämpö- ja kosteusteknisen toimivuuden perustana on riittävän ilmatiivis rakennusvaippa, joka on myös vaatimus rakennuksen painesuhteiden ja ilmanvaihdon hallinnalle. Apuna piilevien vaurioiden tunnistamisessa voidaan käyttää myös tietoa eri aikakausien tyypillisistä riskirakenteista ja kosteudelle herkistä rakennustavoista. Tarkastelussa on tärkeää ymmärtää rakenteiden kostumisen mekanismit, kosteuden siirtymistavat rakenteissa ja kosteuden aiheuttamat riskit rakenteille. Elleivät rakennuksen kosteustekniset ratkaisut ole toimivia, voi kosteusrasituksesta lopulta muodostua kosteusvaurio. Terveystarkastajan olisi tarpeellista osata tunnistaa tavanomaiset riskirakennetyypit ja eri vaurioitumistavat, jotta terveyshaittaselvitys ei jäisi kesken mahdollisten rakenteiden sisässä olevien terveyshaittaa aiheuttavien tekijöiden osalta. Rakennusvalvontaviranomaiselta voi saada rakennusteknistä asiantuntija-apua muun muassa riskirakenteiden tunnistamisessa.

Piilovaurioiden varsinainen selvittäminen vaatii aina lisätutkimuksia. Rakenteellisten terveyshaittaa aiheuttavien syiden paikallistamiseksi voidaan käyttää apuna perusteellisempaa ja tarkempaa rakennusasiantuntijan tekemää riskirakennetutkimusta. Tutkimukseen voi sisältyä muun muassa kosteusmittauksia porareii'istä, rakenteiden avaamisia tai rakenteista otettavia mikrobinäytteitä. Riskirakenteita voi myös selvittää tehtyjen rakennusfysikaalisten diffuusiolaskelmien ja kapilaarisen kosteuden tarkastelun avulla. (Lindblad 2010). Riskirakennetutkimukset ja selvitykset olisi syytä tehdä yhteistyössä rakennusterveyteen ja rakennustekniikkaan perehtyneen ja pätevytyneen alan ammattilaisen sekä terveystarkastajan kanssa.

## *4 Asunnontarkastus*

Asunnontarkastuksella tarkoitetaan terveydensuojeluviranomaisen toimenpidettä, jolla selvitetään, aiheutuuko asunnosta siinä asuvalle terveyshaittaa. Asunnontarkastus tulee vireille yleensä asukkaan tai rakennuksen omistajan aloitteesta. Tässä yhteydessä viranomaisen on ratkaistava, riittävätkö ohjeet ja neuvot vai edellyttääkö asian selvittäminen asunnontarkastusta. Ratkaisuun vaikuttavat asukkaan ja/tai

isännöitsijän tiedot ja havainnot, asukkaiden oireilu, mahdollinen lääkärinlausunto ja muut vastaavat tiedot. Jos edellä mainitut seikat viittaavat terveyshaitan esiintymisen mahdollisuuteen, asunnossa on yleensä tehtävä tarkastus.

Hallintolain (434/2003) 39 §:n mukaan viranomaisen on ilmoitettava tarkastuksesta asianosaiselle, jota asia välittömästi koskee ja asianosaisella on oikeus olla läsnä tarkastuksessa. Tapauskohtaisesti ainakin asunnon haltijalle, omistajalle ja taloyhtiön edustajalle tulee varata hallintolain mukainen mahdollisuus olla läsnä asunnontarkastuksessa. Päätöstä mittauksista ja jatkotutkimuksista ei voida tehdä ilman viranhaltijan käyntiä valittajan kiinteistöllä.

Asuinolosuhteita tulee tarkastella kokonaisuutena, jossa huomioidaan paitsi asunnon olosuhteisiin vaikuttavat tekijät, asukkaiden olosuhteiden kokeminen ja heidän asumistottumuksensa sekä myös terveyshaitan tunnistaminen ja hallinta. Asunnontarkastukseen ja terveyshaittaa aiheuttavan tekijän löytämiseen liittyy aina riski, jonka hallinta edellyttää terveysvalvonnalta näkemystä ja osaamista. (Asumisterveysopas 2009). Kun asunnontarkastus on tullut vireille terveyshaittaepäilyn vuoksi, ei rakennusta voida luokitella terveydelliseltä kannalta kunnossa olevaksi ennen kuin asiaa voidaan terveyshaittaselvityksessä kerättyjen tietojen pohjalta arvioida riittävän perustellusti. Usein rakennusta pidetään virheellisesti ongelmattomana, vaikka asukkailla on selvästi sisäilmaan viittaavia terveysoireita ja terveyshaittaselvitykset olisivat pahoin vaillinaisia. Rakennus on terveyshaittaepäilyn alainen aina siihen asti, kunnes viranomainen tekee ratkaisun siitä, esiintyykö terveyshaittaa vai ei.

#### **4.1 ENSIMMÄINEN ASUNNONTARKASTUS**

Viranhaltijan ensimmäinen käynti havainnointineen on asiakkaalle aina ilmainen. Tarkastukseen kuuluvat aistinvaraiset havainnot, asianosaisten haastattelu sekä tutustuminen kohteen historiaan ja perustietoihin. Lisäksi tarkastukseen voivat kuulua pintaa rikkomattomat kosteushavainnot, lämpötilanmittaukset ja mahdollisuuksien mukaan ilmavuotojen selvittäminen. Terveyshaitan selvittämiseen kuuluu aina myös

ilmanvaihdon toiminnan ja puhtauden tarkastus. Ensimmäisellä tarkastuskerralla tehtyjen havaintojen perusteella viranhaltija joutuu tekemään ratkaisun jatkotoimenpiteistä. Usein ensimmäisen tarkastuksen yhteydessä voidaan asianosaisten kesken sopia tarvittavista lisäselvityksistä ja niiden tekijästä. Aina tämä ei onnistu, vaan joudutaan tekemään päätös tutkimusten/mittausten tekemisestä/teettämisestä. Päätös voi perustua vain aiheelliseen epäilyyn terveyshaitan esiintymisestä. Aiheellinen epäily terveyshaitasta voi syntyä terveyshaitan esiintymisen todennäköisyyttä arvioitaessa asunnontarkastuksessa tehtyjen havaintojen ja saatujen tietojen pohjalta.

#### ***4.1.1 Asukkaiden haastattelu***

Haastattelussa kuullaan asukkaiden kertomukset terveysoireista ja tutustutaan mahdollisiin lääkärin lausuntoihin, jos asukas haluaa ne näyttää. Haastattelemalla selvitetään asukkaiden asumishistoriaa, asumistottumuksia ja talotekniikan käyttötapoja, kuten ilmanvaihdon käyttötottumuksia ja toiminta-aikoja. Tiedot kohteen historiasta, kuten aiemmin tapahtuneet kosteusvauriot, peruskorjaukset tai muut mahdolliset sisäilmaan vaikuttavat seikat tulee selvittää. Asukkaiden kokemukset hajuhavainnoista ja missä niitä on esiintynyt, on tärkeä tieto, kun selvitetään rakenteiden sisällä mahdollisesti olevia vaurioita.

Rakennuksessa oleskelevien henkilöiden oireilu saattaa viitata epäpuhtauksien (mikrobit, kemialliset yhdisteet jne.) aiheuttamaan terveyshaitaan. Oireiden liittyminen sisäilman laatuun on todennäköistä, jos oireet lievittyvät tai häviävät, kun rakennuksesta ollaan pois. Ellei oireilulle voida osoittaa selittävää, näkyvää syytä, voivat oireet aiheutua piilevästä vauriosta. Tyypillisiä oireita ovat erilaiset ärsytysoireet ja monet yleisoireet. Altistukseen viittaavat myös toistuvat infektiot, kuten hitaasti paranevat flunssat, poskiontelon- ja keuhkoputken tulehdukset ja lapsilla myös korvatulehdukset. (Asumisterveysopas 2009). Hengitystieoireet ovat kosteusvauriorakennuksissa merkittävästi yleisempiä kuin vertailurakennuksissa (Seuri ja Reiman, 1996). Oireilun aiheuttajaa ei voida päätellä pelkästään oireiden perusteella. Terveystarkastajan teh-

tävä ei ole arvioida asukkaiden oireita eikä sitä, viittaavatko oireet asuntoon. Asukkaiden kertomusten ja tuntemusten avulla voidaan kuitenkin saada viitteitä haitan aiheuttajasta.

#### ***4.1.2 Asiakirjatarkastus***

Kohteen aikaisempaan historiaan voidaan perehtyä kohteesta syntyneiden asiakirjojen avulla. Mikäli kohteesta on tehty kuntotarkastus- tai kuntotutkimusraportteja, voidaan niitä hyödyntää selvittäessä terveyshaittaepäilyä. Myös aiemmin tapahtuneet vesivahingot ja niistä mahdollisesti tehdyt selvitykset pitää ottaa huomioon. Rakennuspiirustuksista selviää kohteen rakennustapa, -detaljit ja pitkälti myös kosteudelle alttiit rakennekohdat. Asiakirjoista ilmenee myös tilojen käyttötarkoitus. Jos rakennus on rakennettu rakennuspiirustusten mukaisesti, on riskirakenteet yleensä mahdollista määritellä asiakirjojen avulla. Asiakirjoista voi selvittää myös tehdyt rakenteelliset muutokset ja aikaisempi peruskorjaus-, ylläpito- ja vauriokorjaushistoria. Rakentamisessa ja korjauksissa tehtyjen laiminlyöntien arviointi etukäteen suunnitelmista on mahdotonta. Näiden havaitsemiseen tarvitaan lähes aina rakenteiden avaamista. (Lindblad, 2010). Asiakirjoista saatavia tietoja voidaan käyttää apuna mahdollisen sisäilma-ongelman laadun, laajuuden ja aiheuttajan arvioinnissa sekä kohdentamisessa. Asukas voi myös halutessaan esittää terveydentilastaan lääkärinlausuntoja, jotka ovat tärkeitä kokonaistilanteen hahmottamisessa. Lääkärinlausunnot ja muut asukkaan terveystiedot ovat salassa pidettäviä.

#### ***4.1.3 Aistinvarainen havainnointi***

Aistinvarainen havainnointi on pääasiassa silmämääräisten, rakenteiden ja talotekniikan kunnan ja toimivuuden arviointia sekä mahdollisten homeiden tai muiden hajujen toteamista. Havainnoimalla pyritään arvioimaan asunnon ja sen rakenteiden terveyshaittaa aiheuttavia tekijöitä ja kosteusteknistä toimivuutta. Havainnoinnissa on huomioitava erityisesti mikrobien esiintymiseen vaikuttavat perustekijät. Tällaisia

tekijöitä ovat muun muassa kosteusvauriojäljet, rakenteiden tuulettuvuus ja kuivumisen edellytykset sekä riskirakenteet. Tarkasteltaessa rakenteita voidaan ne jakaa rakenneosiin, joissa rakenteet ovat sisätilaan rajoittuva pinta, seinät, vesikatto, yläpohja ja perustukset.

Haju voi olla tärkeä havainto sisäilmahaitan toteamisessa ja kohdentamisessa. Hajujen tunnistaminen tulee tapahtua heti asuntoon mentäessä, sillä hajuaisti mukautuu nopeasti sisäympäristön olosuhteisiin. Tietyn ominaishajun lisäksi asunnon eri huoneissa voi esiintyä hajueroja ja vaurioon viittaavia hajuja. Koska rakenteiden epäpuhtaudet voivat olla terveydelle haitallisia, on hajuhavainnot tehtävä huoneilmasta, ei rakenteita haistelemalla. Kosteusvaurion seurauksena voi sisäilmassa esiintyä mikrobeista tai kemiallisista aineista peräisin olevia hajuja, ilman että rakennuksen sisäpinoilla on havaittavissa merkkejä vauriosta. Näissä tapauksissa haju voi viitata sisäpintojen alla oleviin vaurioihin. (Asumisterveysohje 1:2003).

Mikrobiperäinen tai muu poikkeava haju voi olla peräisin rakenteista, rakennuksen alla olevasta ryömintätilasta tai maanvaraisen betonilaatan alta maaperästä. Siksi aistinvaraista havainnointia tehtäessä on kiinnitettävä huomiota myös mahdollisiin rakenteiden ilmapuotoihin. Tyypillisiä vuotoilmareittejä ovat läpiviennit, pistorasiat, rakenteiden saumakohdat, luukut ja halkeamat rakenteissa. Vuotoilman mukana sisäilmaan voi kulkeutua paitsi hajuja myös erilaisia epäpuhtauksia. Rakenteiden kautta tuleva vuotoilma voi jättää pinnoille ja rakenteisiin likäjälkiä. Ellei hajun lähde selity pintavaurioilla, edellyttää hajun syyn selvittämien yleensä rakenteiden tutkimista avaamalla rakenne ja/tai ottamalla rakenteesta materiaalinäyte tai vuotoilmakohdasta pintasivelynäyte mahdollisen mikrobikasvun esiintymisen selvittämiseksi. Aistinvaraisen havainnoinnin yhteydessä otetaan huomioon rakenteiden ja vesikalusteiden kunto, niiden kosteusvaurioalttius sekä ilmanvaihdon toimivuus ja puhtaus. Rakenteiden kosteusolosuhteiden havainnointi kohdistetaan paitsi näkyvien vuoto- ja vauriojälkien tarkkailuun myös mahdollisuuksien mukaan sellaisten rakenteiden vikojen, puutteiden ja epäkohtien selvittämiseen, jotka voivat aiheuttaa kosteuden pääsyä rakenteisiin. Havainnointi auttaa tällöin paikallistamaan paitsi näky-

viä kosteusvaurioita myös kartoittamaan kostumiselle alttiita rakennekohtia ja piileviä vaurioita. Kosteusrasitteiden havainnointi tulee tehdä myös rakennuksen ulkopuolelta. Ulkopuolelta rakennukseen kohdistuu kosteusrasitetta maaperästä, sääolosuhteiden vaikutuksesta sekä sade-, sulamis- ja valumisvesien kautta.

Helposti havainnoitavien asuin-, varasto-, kellari- ja vastaavien huonetilojen lisäksi aistinvaraisessa tarkastuksessa tulisi mahdollisuuksien mukaan läpikäydä myös hankalammin saavutettavien rakennuskohtien, kuten ullakon ja ala- ja yläpohjan ryömintätilojen, kunto. Mikäli näiden tilojen kuntoa ei ensimmäisellä tarkastuksella saada selvitettyä, mainitaan se tarkastuspöytäkirjassa ja tarpeen vaatiessa pyydetään kiinteistön omistajaa selvityttämään niiden kunto. Mikrobivauriot, jotka eivät yleensä löydy aistinvaraisin havainnoin, ovat maanvastaisiin rakenteisiin, seinän sisäpuoliseen lämmöneristeeseen, betonilaatan päälle koolatun puulattian lämmöneristeeseen, valesokkeliin, rossipohjan puutteelliseen tuuletukseen ja yläpohjaan liittyviä ongelmia. Tällaisten rakenteiden kunnan selvittäminen vaatii yleensä aina jatkoselvityksiä.

### **Sisätilaan rajoittuvat pinnat**

Sisäpinnoilla kosteusvaurion näkyviä tunnusmerkkejä voivat olla muun muassa vuoto- ja muut kastumisjäljet, pintamateriaalien värinmuutokset, pehmentymät, pinnoitteiden irtoaminen, kosteuden tiivistyminen ja näkyvä mikrobikasvusto. Pinnoille kertynyt lika lisää mikrobikasvun muodostumisen mahdollisuutta. Puu ja puuperäiset rakennuslevyt voivat tummua, turvota, kupruilla ja vääntyä sitoessaan kosteutta. Pintavaurio voi ulottua rakenteiden sisälle tai aiheutua rakenteiden sisällä olevista vaurioista. PVC- ja linoleum mattojen alle tasoite- ja liimakerrokseen, kertynyt kosteus saattaa käynnistää materiaalien hajoamisprosessin, josta voi vapautua sisäilmaan hajuja ja erilaisia terveydelle haitallisia yhdisteitä. Sisätilassa saattaa esiintyä myös mikrobiperäistä hajua.

Märkätilojen ja keittiön kalusteiden, tiskipöytien ja kylmäkalusteiden ympäristöjen kunnan havainnointi on tärkeää. Märkätilojen vedeneristyksen puuttuminen voi näkyä pinnoitteiden irtoamisena, saumausten värimuutoksina ja homehtumisena sekä



rakennuslevyjen turpoamisena. Irtoavat laatat ja alustasta irti oleva muovipinnoite voivat olla merkki kosteusvauriosta. Nämä eivät välttämättä viittaa vaurioon, mutta esimerkiksi lattiakaivon ympäriltä irti kohonneen muovimaton onteloon voi muodostua mikrobikasvulle suotuisat kasvuolosuhteet. Märkätilan vedeneristyksen kunto voidaan silmämääräisesti tarkastaa vain, mikäli pintamateriaalina oleva muovimatto toimii vedeneristeenä. Muulloin rakenteen vesitiiviyttä joudutaan tarkastelemaan asiakirjojen, asianosaisten haastattelun ja pintakosteudentunnistuksen avulla. Putkistovuodot ja erityisesti tihkuvuodot voivat ilmentyä muun muassa veden hävikkinä lämmitysverkostossa tai vesimittarin pyörimisenä, vaikka vettä ei juokseteta. Kosteuden tiivistymiselle herkkiä kylmiä sisäpintoja voivat olla ikkunalasien lisäksi myös ulkoseinänurkat ja ulkoseinää vasten olevien raskaiden huonekalujen taustat. Kosteuden tiivistyminen aiheuttaa sisäpinnoille pintavaurioita, värimuutoksia ja näkyvää homekasvua sekä ikkunoiden huurtumista. Ylipaineisuus rakennuksessa voi ilmetä esimerkiksi vesihöyryn tiivistymisenä ikkunoiden uloimman lasin sisäpintaan ja yläpohjassa rakenteiden huurtumisena. Ilmanvaihdon toimivuus ja ilmanvaihdon puhtaus sekä sisäilman laatu havainnoidaan ensivaiheessa aistinvaraisesti. Puutteellinen ilmanvaihto voi lisätä kosteuden tiivistymisen ja mikrobikasvun mahdollistavia olosuhteita. Ilmavirtausten selvittämisessä voidaan käyttää apuna esimerkiksi merkisävua.

### **Seinät**

Kosteus voi kondensoitua myös rakenteiden sisälle. Rakenteen sisälle vesihöyry siirtyy joko diffuusion tai konvektion avulla. Kondensoitumista rakenteen sisään voidaan epäillä, jos ulkoseinärakenteissa todetaan kylmäsiltoja ja/tai ilmavuotoja tai rakenteen toiminnassa epäillään vikaa. Kosteuden siirtyminen rakenteisiin konvektion vaikutuksesta aiheuttaa yleensä paikallisia vaurioita ilmavuotokohtien läheisyydessä, mutta konvektiolla voi olla suuri merkitys kosteusvaurioon silloin, kun ilman- tai höyrynsulkua ei ole asennettu tiiviisti. Rakenteiden sisäistä kosteuden tiivistymistä on vaikea havaita ilman rakenteiden avaamista ja/tai kosteusteknisiä tutkimuksia.

Vauriojäljet sisäpinnoilla ja sisäilman mikrobiperäinen tai muu poikkeava haju voivat olla viite seinärakenteen sisäpuolisesta vauriosta.

Ulkokautta seinärakenteisiin voi aiheutua kosteusvuotoja erilaisista vaipan vioista, kuten lyhyiden räystäiden riittämättömästä sääsuojasta, saumojen, halkeamien, läpivientien, vesipellitysten ja ikkunarakenteiden vioista sekä seinärakenteiden puutteellisesta tuuletuksesta. Vuotovauriot ilmenevät ensisijaisesti seinäpinnoilla ja välillisesti myös väli- ja alapohjarakenteissa kosteusläikkinä, värimuutoksina ja pintamateriaalien irtoamisena. Ikkunarakenteiden vuodot voivat näyttäytyä ikkunoiden huurtumisena ja ikkunoiden alapuolisten pintojen vaurioitumisjälkinä. Koska matalaperusteisissa taloissa ja vanhoissa hirsirakennuksissa alimmat puuosat ovat lähellä maanpintaan, seinien alaosat ovat erityisen alttiita maakosteudelle sekä sade- ja roiskevesille.

### **Vesikatto- ja yläpohjarakenteet**

Tyypillisiä yläpohjarakenteesta aistinvaraisesti havaittavia kosteus- ja mikrobivaurioita aiheutuu kattovuodoista, puutteellisista läpivientien tiivistyksistä sekä kattorakenteiden ja yläpohjan tuuletusongelmista. Runsaasti yksityiskohtia sisältävät katot ovat enemmän riskialttiita vuodoille. Tasakatto on erityisen vaurioarka. Tasakattorakenteisen yläpohjan kunto voidaan yleensä tarkastaa vain rakenteita avaamalla. Kattovuodot voivat välillisesti vaikuttaa myös seinä- ja välipohjarakenteisiin. Vuodot ilmenevät paitsi veden valumina, myös vesipisaroiden tippumisena joko sateen tai lumen ja jään sulamisen jälkeen. Vuodoista aiheutuu huone- ja kattorakenteisiin kosteusläikkiä, värimuutoksia, pinnoitteiden irtoamista ja näkyvää mikrobikasvua.

Yläpohjan höyrynsulun limitykset ja läpiviennit on voitu tehdä huolimattomasti tai ne on puhkaistu asennusvaiheessa. Etenkin kylmässä yläpohjassa oikein asennettu höyrynsulku on tärkeä, koska rakennuksen sisäiset paine-erot aiheuttavat suuremman kosteusrasituksen yläpohjarakenteille kuin seinärakenteille. Huonosti tuuletetussa yläpohjassa tiivistyvä kosteus aiheuttaa rakenteiden pinnoille kostumis- ja valumajälkiä, värimuutoksia ja näkyvää mikrobikasvua. Vesikatto, josta puuttuu tai joissa on puutteellinen aluskate, voi valuttaa kondensoimansa veden yläpohjan

lämmöneristeisiin. Ullakkotiloihin rakennettujen huoneiden lämmöneristeillä tai yläpohjan lisälämmöneristeellä on voitu tukkia vesikaton räystäiden tuuletusyhteys niin, että kattorakenteet eivät enää tuuletu riittävästi, jolloin yläpohjan kosteuspitoisuus kasvaa ja vaurioittaa rakenteita. Yläpohjan lämpövuodon voi havaita rakennuksen ulkopuolella jään ja jääpuikkojen muodostumisena. Jäätymisestä aiheutuva vesikatteiden saumausten irtoaminen voi aiheuttaa edelleen kattovuotoja. Usein myös yläpohjarakenteita joudutaan avaamaan rakenteen kunnan tarkemmaksi selvittämiseksi.

### **Perustukset ja alapohjarakenteet**

Aistinvaraisessa havainnoinnissa tulee kiinnittää huomiota myös rakennuksen ulkopuolelta aiheutuviin kosteuskuormitustekijöihin. Kellaritiloihin ja alapohjarakenteisiin kohdistuvan maaperäkosteuden aiheuttama kosteusrasite kasvaa, jos rakennuksen korkeusasema on matala ja rakennusta ympäröivän maanpinnan muotoilu johtaa pinta- ja valumavedet rakennuksen suuntaan. Kosteusrasitusta lisäävät ulkopuolisten sade- ja valumavesien puutteellinen ohjaaminen, salaojituksen puutteet sekä sokkelin ja perusmuurin vedeneristyksen puutteet.

Ulkopuolisten vesien aiheuttamat vauriot voivat ilmetä kosteusläikkinä, värimuutoksina ja pinnoitteiden irtoamisena lattioissa ja seinien alaosissa tai kellaritiloissa. Maakosketuksessa olevissa betoni- ja tiilirakenteissa, kuten kellarien lattioissa ja seinissä, perusmuureissa ja sokkeleissa, ovat kapillaarisesti maasta siirtyvän veden aiheuttamat vauriot yleisiä. Kosteus voi siirtyä edelleen ylempiin rakenteisiin, ellei rakenteiden välissä ole kapillaarisuutta estävää katkoa tai katko on puutteellinen. Perusmuurissa, sokkelissa, kellarin lattiassa ja seinissä sekä muissa kapillaarisissa rakenteissa vauriot ilmenevät tiiviin pintakerroksen, esimerkiksi maalin tai muovipinnoitteen kupruiluna ja irtoamisena sekä suolojen ja kalkin erottumisena betonin pinnalle.

Ryömintätilaan ei saa kertyä liiallista maaperäkosteutta eikä näkyvää vettä. Ryömintätilan tuuletuksen on oltava toimiva. Tuuletuksen puutteet voivat ilmetä homeen hajuna tai näkyvänä mikrobikasvustona. Ryömintätilaan tai maanvaraisen lattiara-

kenteen alle jätetty orgaaninen jäte luo mikrobikasvulle suotuisan kasvualustan. Rakennuksen seinustojen istutukset voivat heikentää perustusten kuivana pitämistä esimerkiksi salaojien tukkeutumisena. Sisätiloissa perustusten alapohjarakenteiden vauriot ilmenevät usein vuotoilmavirtausten mukana kulkeutuvina maakellarimaisina hajuina tai vasta asukkaiden mikrobivaurioon viittaavina oireina.

#### ***4.1.4 Tarvittavat mittaukset***

Aistinvaraisen tarkastelun yhteydessä on syytä mitata muun muassa sisä- ja ulkoilman lämpötilat, suhteelliset kosteudet sekä tarkistaa ilmanvaihdon toimivuus. Lämpötilojen ja suhteellisen kosteuden mittaustulosten perusteella voidaan tarvittaessa laskea sisätilan kosteuslisä. Kosteuslisän selvittäminen on tarpeellista, kun arvioidaan ilmanvaihdon riittävyttä, asunnon kosteudentuoton epäillään olevan liian suurta tai kun todetaan kosteuden tiivistyvän ikkunoiden ja/tai rakenteiden pinnoille. Ilmavirtojen kulkua ilmanvaihdon pääte-elimissä ja asunnon sisätiloissa voidaan selvittää merkkisavun avulla. Merkkisavun avulla saadaan tutkittua myös mahdolliset vuotoilmareitit. Havainnointia voidaan täydentää pintakosteuskartoituksella kosteusilmaisimen avulla. Puunkosteusmittari on hyvä apuväline mitattaessa puurakenteiden kosteutta. Riittävän ulko- ja sisäilman lämpötilaeron vallitessa voidaan rakennuksen ulkovaipan ja lattiarakenteen toimivuutta arvioida myös pintalämpötilamittausten avulla.

Pintakosteuskartoitus on käyttökelpoinen ja yleisesti käytetty menetelmä selvittäessä terveyshaittaa ensimmäisen tarkastuksen yhteydessä. Pintakosteustunnistusta ei voida pitää varsinaisena kosteusmittauksena ja se soveltuu kosteusrasituksen osoittamiseen vain tiettyntyyppisten rakenteiden pintakerroksista. Varsinainen rakenteen kosteuden määrittäminen on tehtävä tarkempia menetelmiä käyttäen. Pintakosteuskartoitus perustuu rakenteiden kosteuserojen toteamiseen. Pintakosteustunnistin ei anna numeerisesti arvioitavissa olevaa tietoa rakenteen kosteudesta, vaan tuloksia pitää verrata samanlaiseen materiaaliin ja rakennekohtaan, joka edustaa kuivaa ra-

kennetta. Yleisimpiä häiriötekijöitä ovat kerrokselliset rakenteet ja niiden väliset ilmaraoit, sähkökaapelit, vesijohdot, metalli rakenteen sisällä ja materiaaliominaisuuksien vaihtelut. Lisäksi vaurioitunut rakenne on saattanut jo kuivua, jolloin kosteuskartoitus ei yleensäkään tuo esiin vauriota. Märkätiloissa on erityisesti huomioitava, että ilmaisimella ei voida arvioida sitä, onko kosteus pinnoitteen ja vedeneristeen välissä, jolloin rakenne toimii suunnitellulla tavalla, vai onko kosteus vedeneristeen alla, jolloin kyseessä on mahdollinen kosteusvaurio. Vedeneristykseen pitävyyttä on usein tarpeellista selvittää myös märkätilan ulkopuolelta. Parhaiten pintakosteuskartoitus soveltuu tiiviiden kiviainesmateriaalien kosteuden tunnistukseen. Pelkkien pintakosteustunnistimella tehtyjen havaintojen perusteella ei voi antaa suoraan korjausmääräystä, vaan kosteushavainnot on varmistettava varsinaisilla kosteusmittauksilla.

Ilmanvaihdon toiminnan ja puhtauden tarkastus on aina tarpeen, kun kyseessä on terveyshaittaepäily. Poikkeuksen tekee ainoastaan tilanne, jossa tarkastus kohdistuu tiettyyn osaan asuntoa, esimerkiksi tiedossa olevaan kosteusvaurioon. Tarkastuspöytäkirjassa on oltava maininta, jos tarkastus ei koske koko asuntoa. Ilmanvaihdon tutkiminen tulee tehdä vaiheittain siten, että aluksi havainnoidaan aistinvaraisesti ilmanvaihtolaitteiden toimivuus ja sisäilman laatu (toimintatarkastus). Tämän jälkeen tehdään tarvittaessa mittauksia. (Asumisterveysohje 1:2003).

Asumisterveysoppaassa on annettu tarkat ohjeet pintakosteuden tunnistamisesta, ilmanvaihdon toiminnan ja puhtauden tarkastuksesta sekä pintalämpötilojen ja suhteellisen kosteuden mittauksista terveyshaittaselvitysten yhteydessä.

Rakenteissa esiintyvän mikrobikasvun osoittaminen rakenteista tulevan vuotoilmavirran huuhtelemalta pinnalta voidaan osoittaa pintanäytteen avulla. Se on käyttökelpoinen näytteenottomenetelmä piilevien vaurioiden etsimisessä ja haitan arvioimiseksi. Näytetulosten perusteella voidaan päätellä, mistä rakenne avataan ja kulkeutuvatko mikrobit vauriokohdasta sisäpinnoille. Mikäli lattian ja seinän välisestä liittymäkohdasta kulkeutuu mikrobeja tai homeen hajua sisätiloihin, kyse ei ole kuitenkaan aina rakenteissa olevasta kosteusvaurioista. Mikrobit ja hajut voivat tulla

betonilaatan ja lämmöneristeen alapuolella olevasta maaperästä, jossa on aina mikrobikasvustolle otolliset olosuhteet. Kyseessä on kuitenkin terveydensuojelulain mukainen terveyshaitta, joka täytyy selvittää ja korjata. Selvityksessä joudutaan lähes aina avaamaan seinän alaosa varmistettaessa, ettei rakenteissa ole kosteusvaurioita.

#### ***4.1.5 Ratkaisu jatkotoimenpiteiksi***

Ensimmäisellä asunnontarkastuksella saatujen tietojen ja tehtyjen havaintojen perusteella viranhaltija tekee tilannetarkastelun. Tilannetarkastelussa ratkaistaan, tarvitaanko terveyshaitan selvittämisessä jatkotoimenpiteitä; velvoitetaanko kiinteistön omistaja korjaamaan terveyshaitta suoraan, tarvitaanko lisäselvityksiä vai onko viranomaisella riittävät perusteet todeta, että asunnossa ei ole terveydensuojelulain tarkoittamaa terveyshaittaa. Tutkimusten ja/tai mittausten tekeminen tai teettäminen terveyshaitan selvittämiseksi on perustuttava aiheelliseen epäilyyn terveyshaitan esiintymisestä tai siihen, että terveyshaittaa ei voida perustellusti arvioida ilman tietyn tutkimuksen tai mittauksen tekemistä. Tilannetarkastelussa on muistettava, että terveydensuojelulain tarkoittamana terveyshaittana pidetään myös altistumista terveydelle haitalliselle aineelle tai olosuhteelle siten, että sairauden tai sen oireiden ilmeneminen on mahdollista.

Mikäli terveyshaittaa aiheuttava vaurio tai epäkohta on osoitettavissa ensimmäisen tarkastuksen yhteydessä, voi terveydensuojeluviranomainen suoraan velvoittaa poistamaan haitan. Mikäli näkyvää syytä oireilulle ei voida tarkastuksessa osoittaa, eikä terveyshaitan olemassaoloa voida perustellusti poissulkea, tarvitaan jatkotutkimuksia. Ratkaisu jatkotoimenpiteistä joudutaan tekemään usein epäsuoran päättelyn avulla käyttämällä apuna kaikkia asunnontarkastuksella kerättyjä tietoja. Tilannetarkastelussa arvioidaan, esiintyykö rakennuksessa ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan tai puhtauden puutteita, kosteusvaurioita, riskirakenteita tai muita mahdollisia epäpuhtauslähteitä, poikkeavaa hajua, onko vaurioalueelta mahdollista kulkeutua altisteita ihmisten oleskelualueelle ja voisiko vaurio selittää oireilua. Lisäksi pitää tarkas-

tella, onko jokin asia jäänyt epäselväksi tai sitä ei ole pystytty tarkastuksella selvittämään.

Jos rakennuksen käyttäjillä esiintyy oireita, voidaan terveyshaitasta tehdä riittävän luotettava arvio vasta, kun tiedetään, missä kunnossa rakenteet ovat. Rakenteiden kunnan selvittäminen edellyttää yleensä aina rakenteen avaamista, rakenteesta tehtävää mittausta tai rakenteesta otettavaa näytettä. Jos asunnontarkastuksessa todetaan, että rakennuksessa on riskirakenteita tai kosteudelle alttiita rakennekohtia ja asukkaalla esiintyy oireita, on perusteltua tutkia tai edellyttää kiinteistön omistajaa tutkituttamaan riskialttiit rakenteet, vaikka muita merkkejä terveyshaitoista ei olisi. (Pekkola 2010). Jos rakenteissa todetaan vaurioita, on kaikki mahdolliset vauriot ja niiden aiheuttajat kartoitettava ja selvitettävä, koska vaurioita voi olla useampia ja vaurioiden taustalla saattaa olla useampia syitä.

Joskus eri asiantuntijoiden antamat keskenään ristiriitaiset lausunnot samasta kohteesta vaikeuttavat päätöksen tekemistä mahdollisesta terveyshaitasta. Tällaisissa tapauksissa terveydensuojeluviranomaisilta vaaditaan hyvää ammattitaitoa ja kokemusta, jotta johtopäätökset ja jatkotoimenpiteet ovat oikeita. Kun kyseessä on terveysoireet ja rakennuksessa on riskirakenteita ja mahdollisesti poikkeavaa hajua, pelkät sisäilmasta tehtävät mikrobimääritykset eivät riitä, vaan selvityksiä on jatkettava riskirakenneselvityksellä, rakenteita avaamalla ja materiaalien mikrobimäärityksillä. Tällaiset selvitykset onnistuvat parhaiten terveydensuojeluviranomaisten ja sisäilmaongelmiin perehtyneiden asiantuntijoiden yhteistyöllä. Koska rakenteiden avaaminen, kohteen suojaaminen, asbestin huomioiminen ja avattujen rakenteiden korjaaminen vaativat erikoistyökaluja ja ammattitaitoa, on ne jätettävä ulkopuolisen asiantuntijan tehtäväksi.

## **4.2 JATKOTOIMENPITEET**

Jatkotoimenpiteinä voivat tulla kysymykseen viranomaisen itse tekemät tai ulkopuolisella asiantuntijalla teetetävät mittaukset ja selvitykset. Molemmissa tapauksissa terveydensuojeluviranomainen päättää itsenäisesti tarvittavista jatkotutkimuksista.

Terveydensuojeluviranomainen voi myös velvoittaa kiinteistönomistajan hankki-  
maan lisäselvitykset pätevää asiantuntijaa käyttäen. Velvoitetut toimenpiteet eivät  
saa olla ali- eivätkä ylimitoitettuja. Maksullisten tutkimusten on oltava oikeassa suh-  
teessa terveyshaittaan nähden. Joskus laajataan tutkimukset eivät paljasta terveys-  
haitan syytä. Tämän vuoksi ulkopuolisilta asiantuntijoilta hankittavien tutkimusten  
teettämisessä on otettava huomioon, ettei kiinteistön omistajalle aiheuteta kustan-  
nuksia, jotka eivät ole tarpeen terveyshaitan selvittämiseksi. (Asumisterveysopas  
2009).

Mikäli kysymyksessä on mahdollinen rakenteiden sisällä oleva vaurio, on selvityk-  
sen etenemisen kannalta hyvä, jos heti alkuvaiheessa myös ulkopuolinen terveyden-  
suojeluviranomaisen hyväksymä asiantuntija ja kiinteistön omistaja maksajana ker-  
toisivat näkemyksensä tarvittavista lisäselvityksistä.

#### **4.2.1 Sisäilmamittaukset**

Sisäilma saattaa sisältää terveyshaittaa aiheuttavia määriä kemiallisia epäpuhtauksia,  
mikrobeja, mineraalikuuituja ja erilaisia pienhiukkasia. Epäpuhtaudet voivat olla pe-  
räisin kosteuden vaurioittamista rakenteista ja kemialliset aineet myös rakennus- tai  
sisustusmateriaaleista, ihmisen toiminnoista ja oleskelutilan ulkopuolelta. Haihtuvat  
orgaaniset yhdisteet, VOC:t voivat olla materiaalien lähtöaineita tai niiden hajoamis-  
tuotteita. (Asumisterveysopas 2009).

Sisäilman laadun mittaamista voidaan käyttää välineenä terveyshaitan selvittämises-  
sä, epäpuhtauslähteiden tunnistamisessa ja osana terveydellisen riskin ja altistuksen  
arviointia. Mittauksia voidaan käyttää yhtenä osana terveyshaittaselvityksessä. Mit-  
tausten avulla pyritään selvittämään, esiintyykö asunnon sisäilmassa epäpuhtauksia  
tavanomaisesta poikkeavasti. Mittaukset saattavat antaa näyttöä myös epäpuhtauk-  
sien kulkeutumisesta muualta. Mittaamalla pyritään selvittämään haitan aiheuttaja,  
mutta ei toteamaan sisäilman laatua hyväksi. (Seuri ja Palomäki, 2000). Mittauksia  
voidaan käyttää jälkivalvonnassa korjaustöiden onnistumisen arvioinnissa.



Ennen mittaamista on suunniteltava, mitä tietoa haetaan, mitkä mittaamenetelmät antavat riittävästi tietoa ja mihin mittaustuloksia verrataan. Lisäksi arvioidaan, voiko asian ratkaista jo olemassa olevan tiedon ja kokemuksen avulla tai voiko tietoa saada (tarkemmin) muulla tavalla. Mikäli rakennuksessa esimerkiksi esiintyy homeenhajua ja/tai riskirakenteita, on terveyshaitan löytämiseksi tarkoituksenmukaisempaa selvittää rakenteiden kuntoa rakenteita avaamalla tai materiaalinäytteillä, kuin tehdä sisäilmamittauksia.

Sisäilmamittausten käytettävyyttä heikentää se, että mittaamalla voidaan arvioida vain yhtä terveyshaitan aiheuttajaa kerrallaan. Sisäilman mittaaminen ei myöskään paljasta varsinaista epäpuhtauslähdettä. Mittaustulosten vaihtelu on suurta, jonka vuoksi mittauksia ja erityisesti mikrobimittauksia tulisi tehdä useita, myös vertailukohteesta ja ulkoilmasta tilastollisen luettavuuden parantamiseksi. Sisäilmamittausten perusteella ei voida poissulkea rakennuksessa olevan terveyshaitan olemassa oloa, jos rakennustekniset, oireselvitykset tai muut tutkimukset viittaavat ongelmaan. Pelkästään sisäilmamittauksilla ei voida tehdä johtopäätöstä terveyshaitasta. Rakenteissa voi esimerkiksi olla vakavia kosteus- ja lahovaurioita, vaikka sisäilmasta mitatut mikrobipitoisuudet olisivat pieniä. Toisaalta tavanomaisesta poikkeavalla mittaustuloksella on merkitystä vain silloin, kun mittaustulos pystyy selittämään tiloissa koettua haittaa.

Eri mittaamenetelmiä on esitetty Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysoppaassa 2009 ja eri tutkimuslaitosten näytteenotto-ohjeissa.

#### ***4.2.2 Riskirakenneanalyysi***

Rakenteellisten terveyshaittaa aiheuttavien lähteiden selvittämisessä voidaan käyttää apuna riskirakenneanalyysiä (riskirakennekartoitusta). Riskirakenteisiin kohdistettavien kuntotutkimusten ja rakenteiden avausten avulla on mahdollista todeta ennalta arvioituihin kohtiin syntyneet vauriot. Riskirakenneanalyysissä ei tukeuduta pelkästään kohteessa tehtyihin havaintoihin, vaan niiden lisäksi kartoituksessa selvitetään

mahdolliset riskirakenteet. Tämä tapahtuu tutustumalla rakennuspiirustuksiin, avaamalla rakenteita ja/tai selvittämällä käytetyt rakenteet muutoin esimerkiksi käyttämällä hyväksi tietoa rakennusajankohtana yleisesti käytetyistä rakenteista. (Seuri ja Palomäki 2000).

Riskirakenneanalyysiin perustuva tutkimus perustuu rakenteiden kosteusteknisen toiminnan tuntemukseen. Riskirakenneselvityksen edellytyksenä on, että rakenteet on tunnistettava tai selvitettävä. Tutkimusta tekevällä on oltava vahva teoreettinen ja käytännön kokemus rakenteiden kosteusteknisestä toiminnasta, selvä käsitys rakenteiden erilaisista mahdollisista kosteusteknisistä vauriotavoista ja tuntemus eri aikakausien rakennustavoista. (Seuri ja Palomäki 2000). Näin laajaa rakennusteknistä osaamista vaativat tutkimukset on syytä sopia yhteistyössä ulkopuolisen asiantuntijan ja kiinteistön omistajan kanssa.

### ***4.2.3 Rakenteiden avaaminen***

Pelkkä rakenteen toteaminen riskirakenteeksi ei ole yksiselitteisesti osoitus vauriosta. Vauriolle altis rakenne voi olla kunnossa, jos kosteus ei ole päässyt vaikuttamaan siihen. Rakenteen todellinen kunto ja mahdollinen terveyshaitta selviävät ainoastaan rakennetta avaamalla. Rakenteiden avaamisen yhteydessä materiaaleista voidaan ottaa näytteitä mahdollisen vaurion selvittämiseksi. Ulkoseinien ja kantavien väliseinien alaosat ja alapohjarakenteet ovat usein alttiita kosteudelle ja piileville vaurioille. Tällaisissa tapauksissa päätellään aistinvaraisen tarkastelun, mahdollisten vuotoilmaselvitysten ja/tai riskirakennekartoituksen perusteella, mistä kohdin rakenteita tulisi avata kosteusvaurion ja mahdollisen mikrobikasvuston paikallistamiseksi. Mikäli rakennuksessa todetaan esimerkiksi asiakirjatarkastelun avulla olevan riskirakenteita, on rakenteiden avaaminen tarkoituksenmukaista kohdistaa erityisesti tällaisiin rakennekohtiin. Yleensäkin avaaminen on kohdistettava todennäköisiin kosteudelle alttiisiin rakennekohtiin, kuten seinien alaosiin ja märkätilojen ympärille. Koska rakenteiden avaamiset ovat pääsääntöisesti maksullisia lisäselvityksiä, on avattavat kohdat ja tarpeelliset tutkimukset sovittava yhteistyössä terveydensuojeluviranomai-

sen, ulkopuolisen asiantuntijan ja kiinteistön omistajan kanssa. Jos avatuissa rakenteissa todetaan mikrobikasvustoa sekä mikrobien ja niiden aineenvaihduntatuotteiden leviäminen sisätilaan on rakennekohdasta mahdollista, terveyshaittaa voidaan pitää todettuna.

Kun rakenteen sisällä esiintyvän mikrobikasvuston aiheuttama terveyshaitta on todettu, toimenpiteet sen poistamiseksi voidaan käynnistää. Vaurion laajuuden selvittämiseksi tarvitaan usein materiaali- tai pintanäytteitä eri kohdista. (Asumisterveysopas 2009). Rakennuksen kaikki vaurioituneet rakenneosat on selvitettävä. Tutkimuksissa on aina selvitettävä vaurion syy. Vaurion aiheuttaja on poistettava joko ennen vaurioituneiden rakenteiden korjaamista tai viimeistään korjausten yhteydessä.

Koska rakenteiden avaaminen tehdään vaurioepäilyn johdosta, on avaamisissa vaurioiduttava siihen, että toimenpiteistä voi vapautua ympäristöön terveyshaittaa aiheuttavia epäpuhtauksia, kuten mikrobeja. Tämä on todennäköistä etenkin riskirakenteita avattaessa. Lisäksi avattavissa rakenteissa saattaa esiintyä myös asbestia. Rakenteet on avattava niin, että niiden epäpuhtaudet eivät pääse leviämään haitallisesti sisätiloihin. Epäpuhtauksien leviämisen estämiseksi voidaan avauskohdissa ja -tiloissa käyttää pölyn hallinnassa esimerkiksi kohdepoistoa, osastointia ja/tai alipaineistusta. Avattavan alueen laajuus ja avausaukkojen määrä vaikuttavat osaltaan käytettävään suojausmenetelmään. Mikäli vaurioalue on laaja ja rakenteita joudutaan avaamaan useasta kohdasta, on harkittava asumisen järjestämistä toisaalle. Avattu rakennekohta suljetaan tutkimustoimenpiteiden jälkeen tiiviisti odottamaan korjaustoimenpiteiden käynnistymistä. Rakenteiden avaamisesta ei ole annettu vastaavia ohjeita ja suosituksia kuin rakenteiden korjaus- ja purkutöistä. Korjaus- ja purkutyön ohjeiden ja suositusten periaatteet soveltuvat käytettäväksi myös rakenteiden avaamiseen ja tutkimiseen. Rakenteiden avaamisen yhteydessä tulee huomioida myös henkilökohtainen suojautuminen.

## 5 Asiantuntijayhteistyö

Sisäilmaongelmiin liittyvien valitustapausten selvittämisessä yhteistyö eri asiantuntijoiden välillä on välttämätöntä. Sisäilmaongelmien selvittäminen vaatii käytännössä usein sisäilma-asioihin perehtyneen asiantuntijan ammattitaitoa. Tärkeää on myös viranomaisyhteistyö kunnan terveydensuojelu-, rakennusvalvonta-, terveydenhuolto ja työsuojeluviranomaisen välillä.

### 5.1 ULKOPUOLINEN ASIANTUNTIJA

Asuntojen asukkaille aiheuttamien terveyshaittojen yleistymisen, haitan selvittämisen vaikeus ja laajuus ovat johtaneet siihen, että viranomaiselle on säädetty terveydensuojelulaissa mahdollisuus teettää tutkimuksia myös ulkopuolisella asiantuntijalla. Säädöksen tarvetta on perusteltu siten, että terveydensuojeluviranhaltijan asiantuntemuksen ohella ulkopuolisen erityisasiantuntemuksen käyttö lisäisi päätöksenteon luotettavuutta ja nopeuttaisi käsittelyä. (HE 81, 2001). Järjestelyllä on pyritty helpottamaan kunnan terveystarkkailun työtä. (Asumisterveysopas 2009). Sisäilman laatuun ja mittaamiseen liittyvän tiedon lisääntymisen ja mittausmenetelmien kehittämisen vuoksi ulkopuolisten asiantuntijoiden käyttö kunnan terveydensuojeluviranomaisen tukena on aikaisempaa tärkeämpää. (Keinänen, 2011).

Ulkopuolisen asiantuntijan tehtävä on tehdä terveydensuojeluviranomaiselle tutkimuksia ja selvityksiä kohteen rakenteiden kunnosta ja epäpuhtauksien kulkeutumisen todennäköisyydestä sisäilmaan. Ulkopuolinen asiantuntija ei määrittele, aiheutuuko rakennuksen olosuhteista terveyshaittaa, vaan haitan määrittely jää terveydensuojeluviranomaisen tehtäväksi. Terveydensuojeluviranomainen päättää edelleenkin itsenäisesti asian selvittämiseksi tarvittavista tutkimuksista ja selvityksistä. Terveydensuojeluviranomaisen on yksilöitävä tarvittavat selvitykset ja tutkimukset tarkasti. Tämä vaatii viranomaiselta hyvää ammattitaitoa. Piilovaurion ollessa kyseessä yhteistyö ulkopuolisen asiantuntijan kanssa on jo tässä vaiheessa usein tar-

peellista. Näin varmistetaan oikeat ja oikein mitoitettut jatkotoimenpiteet. Asukkaat ja taloyhtiön edustajat voivat esittää oman näkemyksensä terveyshaitan selvittämiseksi tarvittavista mittauksista tai tutkimuksista. (Asumisterveysopas 2009).

Ulkopuolisen asiantuntijan on esitettävä kirjallisesti terveydensuojeluviranomaiselle riittävä asiantuntemus ja pätevyys sekä käyttämänsä tutkimusmenetelmät ja niiden luotettavuus. Terveydensuojeluviranomaisen on tehtävä ulkopuolisen asiantuntijan luotettavuudesta päätös, jotta asianosaisten riittävä oikeusturva toteutuisi. Asiantuntemus voidaan osoittaa esimerkiksi sellaisia referenssejä käyttäen, joista ilmenee hankittu kokemus ja kyky asianmukaiseen raportointiin. Pätevyys perustuu asiantuntijan perus- ja pätevytymiskoulutukseen, alalla hankittuihin lisätietoihin tai pitkäaikaiseen työkokemukseen. Käytettävien tutkimusmenetelmien luotettavuus voidaan osoittaa käyttämällä ensisijaisesti Asumisterveysohjeessa ja -oppaassa mainittuja menetelmiä. Muita menetelmiä käytettäessä on esitettävä niillä saatujen tulosten vertailukelpoisuus ohjeen/oppaan menetelmiin nähden. (Asumisterveysopas 2009). Näytteitä analysoivilla tutkimuslaboratorioilla on oltava Elintarviketurvallisuusviraston (Eviran) hyväksyntä käyttämälleen analysointimenetelmälle. (VN asetus 1174/2006). Ulkopuoliseen asiantuntijaan sovelletaan hallintolain virkamiehen esteellisyttä koskevia säännöksiä. (Terveydensuojelulaki 783/94).

Terveydensuojelulain vaatimukset täyttävinä pätevinä alan asiantuntijoina voidaan pitää VTT:n sertifioimia rakennusterveysasiantuntijoita, rakenteiden kosteusmittaajia ja lämpökamerakuvaajia. Myös Vahinkoalan auktorisointiryhmän (VAR) hyväksymät, pätevoityneet rakenteiden kosteusmittaajat täyttävät terveydensuojelulain asettamat vaatimukset. Muiden henkilöiden pätevyys on todettava tapauskohtaisesti. (Asumisterveysopas 2009). Rakenteiden kosteusmittaajat ja lämpökamerakuvaajat ovat pätevoityneet ja sertifioitu vain oman erityisalansa asiantuntijoiksi. Kun selvitetään terveyshaittaa kokonaisvaltaisesti esimerkiksi piilevissä vaurioissa, tarvitaan huomattavasti laaja-alaisempaa asiantuntemusta.

Ulkopuolisella asiantuntijalla teetettäviä selvityksiä voivat olla rakenteiden kosteusmittaukset ja -kartoitukset, lämpökamerakuvaukset, mikrobien ja kemiallisten epä-

puhtauksien näytteenotot, ilmamäärien mittaukset ja ilmanvaihdon toimintaselvitykset, rakennusterveys- ja riskirakenneselvitykset sekä yleensäkin rakenneavauksia vaativat rakennustekniset selvitykset. Koska piilossa olevien vaurioiden selvittäminen vaatii lähes poikkeuksetta rakenteiden avaamisia ja materiaaleista otettavia mikrobinäytteitä, on välttämätöntä, että terveyshaittaselvityksen tekee sisäilmakysymykseen ja talonrakennustekniikkaan perehtynyt ja päteväitynyt alan ammattilainen. Ulkopuolinen asiantuntija voi myös laatia vaurion korjaussuunnitelman ja toimia korjausten valvojana. Mikrobin aiheuttaman terveyshaitan poistaminen vaatii yleensä kosteusvaurioihin perehtyneiden rakennusalan asiantuntijoiden ammattitaitoa oikoiden rakennusteknisten korjausratkaisujen löytämiseksi.

Mittauskaluston, henkilöresurssien ja erityisosaamisen puuttumisen vuoksi, ulkopuolisia asiantuntijoita käytetään terveyshaitan arvioimisen apuna. Toimeksiannossa asiantuntijoilta haetaan laajempia ja kokonaisvaltaisempia selvityksiä. Tällä pyritään siihen, että terveyshaittaselvityksestä saataisiin luotettavampi ja tarkempi. (Ikonen, 2011). Etenkin rakenteiden sisällä olevien piilovaurioiden selvittämisessä terveystarkastajan tavanomaiset käytettävissä olevat tutkimusmenetelmät ovat osoittautuneet usein riittämättömiksi. Piilevien terveyshaittaa aiheuttavien tekijöiden selvittämiseksi ja poistamiseksi rakenteista tarvitaan ymmärrystä rakennevaurioiden aiheuttamista terveysvaikutuksista ja -riskeistä sekä rakennusteknistä osaamista niiden löytämiseksi. Tällaista erityisosaamista haetaan ulkopuoliselta asiantuntijalta.

Toimivan yhteistyön kannalta ulkopuolisen asiantuntijan on hallittava terveyshaittaselvitykseen liittyvä terminologia ja käsitteet sekä lainsäädäntöihin ja ohjeistuksiin perustuvat vaatimukset. Vastaavasti terveydensuojeluviranhaltijan on ymmärrettävä keskeistä rakennusteknistä sanastoa. Esimerkiksi alapohjassa ja ulkoseinissä esiintyvien mikrobikasvustojen edellyttämien korjaustoimenpiteiden arviointi on tehtävä yhteistyössä rakennusteknistä asiantuntemusta omaavien asiantuntijoiden kanssa. (Asumisterveysopas 2009). Asiantuntijan laatimien mittauspöytäkirjojen ja tutkimusraporttien tulee olla sellaisia, että niistä käy hyvin ilmi kaikki tehtävän asettelun edellyttämät tiedot. Terveyshaittaselvityksen eri tutkimusvaiheiden selkeä dokumen-

tointi helpottaa viranomaisen ratkaisujen tekemistä ja jälkivalvontaa. Lisäksi selvityksessä on tärkeää vastata kysymyksiin, onko rakennuksessa vaurioita ja voiko niistä kulkeutua epäpuhtauksia sisätiloihin?

### ***5.1.1 Yhteistyömalli***

Kun asiakas ottaa yhteyttä terveydensuojeluviranomaiseen sisäilmaepäilyn johdosta ja asia otetaan vireille, ilmoitetaan hänelle jo siinä vaiheessa asian käsittelyyn liittyvät menettelytavat. Keskustelun yhteydessä asiakkaalle kerrotaan maksuttomasta ensimmäisestä asunnontarkastuksesta ja sen jälkeen mahdollisesti tarvittavista maksullisista lisäselvityksistä. Tärkeää on myös kertoa, että lisäselvitysten hankkimisessa voidaan tarvita ulkopuolisen asiantuntijan apua ja että asiantuntijan on täytettävä terveydensuojelulain 49 §:n mukaiset pätevyysvaatimukset. Tällaisessakin tapauksessa terveydensuojeluviranomainen johtaa asian selvittämistä ja päättää edelleen itsenäisesti asian selvittämiseksi tarvittavista tutkimuksista ja selvityksistä, vaikka kiinteistönomistaja maksaa tutkimusten kustannukset. Kun kaikki tarpeellinen tieto on kerrottu, vältetään jatkossa mahdollisesti eteen tulevat epäselvyydet.

Selvissä kosteusvauriotapauksissa (esimerkiksi putkivuoto) terveysviranomaisten läsnäolo ei ole välttämätön, vaan kiinteistön omistaja voi tilata tarvittavat selvitykset suoraan ulkopuolisilta asiantuntijoilta. Päätös tarvittavista lisäselvityksistä ulkopuolista asiantuntijaa apuna käyttäen tehdään pääsääntöisesti viranhaltijan ensimmäisen asunnontarkastuksen yhteydessä saatujen tietojen ja tehtyjen havaintojen perusteella. Jos ulkopuolisen asiantuntijan tekemiä lisäselvityksiä tarvitaan, asian käsittelyä nopeuttaa, mikäli menettelystä voidaan sopia heti omistajan kanssa. Aina näin ei ole mahdollista toimia esimerkiksi asunto-osakeyhtiössä. Asukkaalla ja/tai isännöitsijällä on harvoin valtuuksia tilata jatkotutkimuksia, jolloin asunnontarkastuksesta tehtävässä pöytäkirjassa annetaan kehoitus tai erikseen päätös lisäselvitysten hankkimiseksi. Kun asianosaisten tahojen kesken on saatu sovittua ulkopuolisella asiantuntijalla teetettävistä jatkotutkimuksista, sovitaan menettelytapa, miten asiassa edetään.

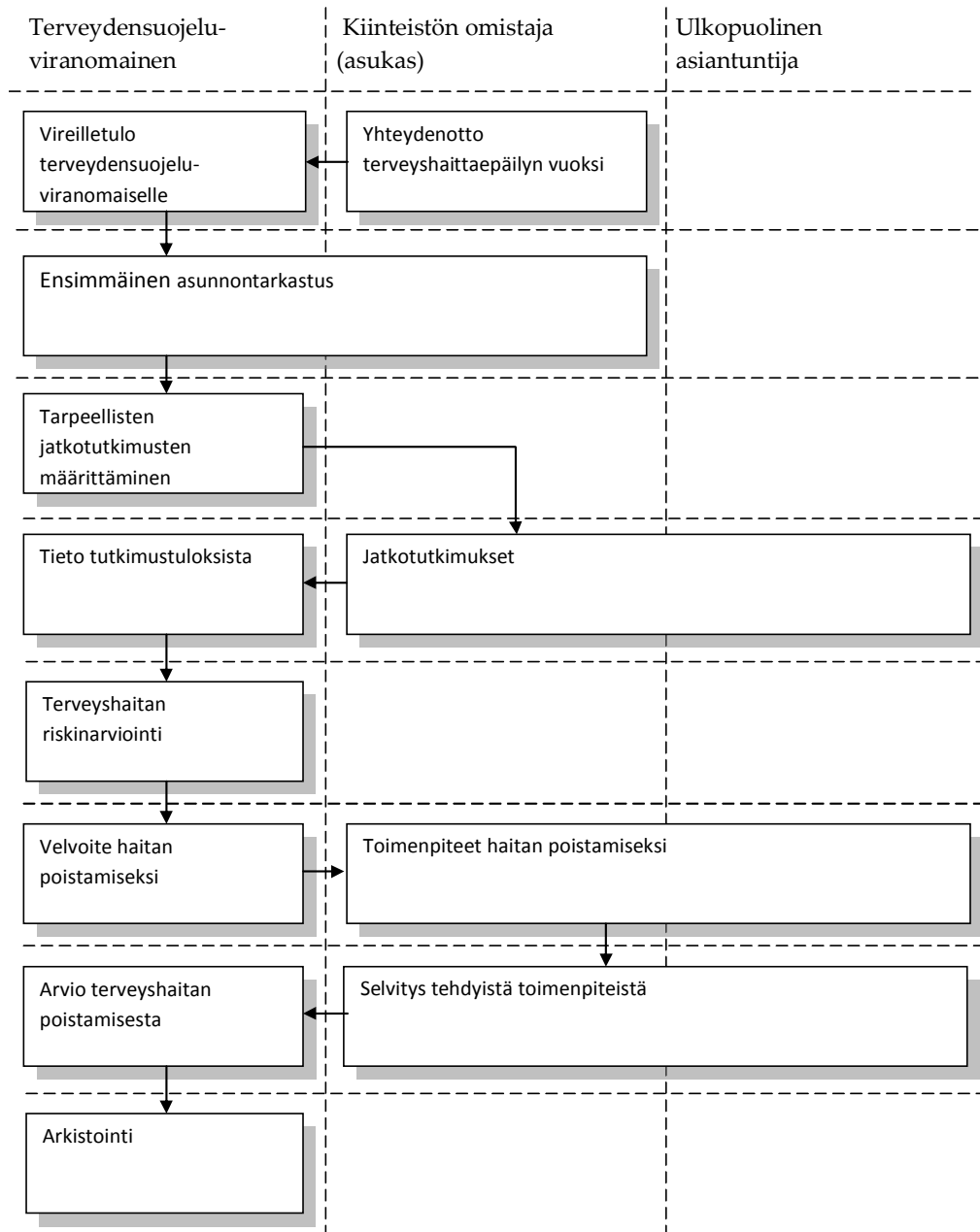
Laaja-alaisissa ja vaikeissa kosteusvauriotapauksissa laaditaan yhteistyössä kiinteistön omistajan, viranhaltijan ja ulkopuolisen asiantuntijan kanssa tutkimussuunnitelma tarvittavista lisäselvityksistä. Sovittavia asioita ovat muun muassa, mitä tutkimuksia ja mittauksia tehdään ja otetaanko näytteitä? Myös rakenteiden kautta tulevien vuotoilmavirtausten selvittäminen ja arviointi siitä, onko terveyshaittaa aiheuttavien epäpuhtauksien mahdollista kulkeutua sisäilmaan, on sisällytettävä tutkimussuunnitelmaan. Asiantuntijan käytön tarve voi kohdistua myös pelkästään tietyn, yksittäisen asian selvittämiseen, esimerkiksi ilmanvaihdon toimintatarkastukseen tai rakennekosteuden mittaukseen, jolloin erillistä tutkimussuunnitelmaa ei tarvita. Jos osapuolet eivät pääse yksimielisyyteen tutkimuksista, päättää terveydensuojeluviranomainen yksin, mitä tutkimuksia tarvitaan.

Lähtökohta on, että kaikki tutkimukset ovat oikeassa suhteessa oletettuun terveyshaittaan nähden. Kun lisäselvitykset suunnitellaan huolellisesti ja ammattitaidolla, mahdollisen vaurion aiheuttajan syy ja laajuus voidaan saada samanaikaisesti selville. Saatuja tietoja voidaan hyödyntää paremmin myös korjaussuunnitelmien teossa, mikä säästää jatkossa kustannuksia ja mahdollistaa hyvän lopputuloksen.

Mikäli tutkimusten aikana rakenteista tai tiloista löytyy oletettua vakavampia vaurioita ja/tai altistuminen epäpuhtauksille on mahdollista, ulkopuolisen asiantuntija tulee ilmoittaa niistä kiinteistön omistajalle ja viranhaltijalle. Tässä vaiheessa tehdään arvio, voidaanko muun muassa väliaikaisilla rakenteiden tiivistystoimenpiteillä, ilmanvaihdon säätötoimilla tai muutoin vaikuttaa altistumisriskiin, ennen kuin varsinaiset korjaustoimenpiteet alkavat. Mikäli nämä toimenpiteet eivät riitä, terveydensuojeluviranomainen voi päättää tilojen väliaikaisesta käytön rajoituksesta. Muissa tapauksissa voidaan odottaa asiantuntijalta saatavia selvitystuloksia ja mahdollisia toimenpidesuosituksia. Kun kaikki tiedot kohteesta on saatu, terveydensuojeluviranomainen antaa kehotuksen tai tekee päätöksen terveyshaitan poistamiseksi. Samalla arvioidaan, tarvitseeko korjauksista tehdä korjaussuunnitelma. Myös jälkivalvontaa varten tarvittavista selvityksistä, mahdollisista mittauksista ja korjausten eri vaiheiden dokumentoinneista sovitaan kiinteistön omistajan kanssa. Näin saadaan



valvottua, että asunto tai muu oleskelutila täyttää korjausten jälkeen terveydensuojelulain 26 §:n mukaiset vaatimukset.



Kuva 18. Terveysuojeluviranomaisen, kiinteistön omistajan ja ulkopuolisen asiantuntijan välinen yhteistyömalli terveyshaitan selvittämisessä

## 5.2 VIRANOMAISYHTEISTYÖ

Asunto, jossa ihmiset voivat huonosti, koskettaa myös rakennusvalvontaa ja terveydenhuoltoa. Maankäyttö- ja rakennuslain (132/99) 117 §:n mukaan rakennuksen tulee täyttää rakenteiden lujjuuden ja vakauden, paloturvallisuuden, hygienian, terveyden ja ympäristön, käyttöturvallisuuden, meluntorjunnan sekä energiatalouden ja lämmöneristyksen perusvaatimukset. Rakennuksen tulee olla tarkoitustaan vastaava, korjattavissa, huollettavissa ja muunneltavissa. Muutosten johdosta rakennuksen käyttäjien terveydelliset olot eivät saa heikentyä.

Asunnontarkastuksissa terveydensuojelun ja rakennusvalvonnan on mahdollista tehdä yhteistyötä rakennuksen kunnon ja korjausten laajuuden arvioimisessa. Etenkin rakenteellisten riskien arvioimisessa yhteistyö rakennusvalvonnan kanssa on suositeltavaa. Viranomaisten olisi sovittava, minkälaisia ovat ne terveyshaitat, jolloin yhteistyötä tarvitaan. Näin luotaisiin toimintamalli, jossa tieto tietyytyypisistä terveyshaitoista aiheutuneista korjauksista menisi automaattisesti terveydensuojeluviranomaiselta rakennusvalvonnalle lupaharkintaan.

Terveyshaittaa aiheuttavat viat johtuvat usein rakennusvirheistä. Terveyshaittakorjauksessa on usein kysymys rakenteen kosteuskestävyyden parantamisesta ja rakenteen kastumisen syiden poistamisesta. Oikeiden ja riittävien korjausratkaisujen löytäminen vaatii korjaussuunnittelua ja rakennusteknistä osaamista terveyshaittakorjauksista. Suunnittelua edellyttävät terveyshaittakorjaukset tulisi siirtää rakennusvalvonnalle lupaharkintaan, koska korjauksiin voi liittyä paitsi välttämätöntä vauriokorjausta myös rakenteiden uudistamis- ja muutostöitä. Maankäyttö- ja rakennuslain 125 § 3. momentin mukaan sellaisille korjauksille ja muutostöille tarvitaan rakennuslupa, joilla voi olla vaikutusta rakennuksen käyttäjien turvallisuuteen ja terveydellisiin oloihin. Edellyttämällä korjaushankkeelle rakennusluvan rakennusvalvonta voi omalta osaltaan huolehtia siitä, että korjaukset suunnitellaan ja tehdään asianmukaisesti. Samalla terveydensuojeluviranomainen voi paremmin luottaa siihen, että korjaukset on suunniteltu, dokumentoitu ja toteutettu hyvin.

Toistaiseksi terveyshaitoista aiheutuneet korjaukset tulevat kuitenkin vain harvoin rakennusvalvonnan tietoon ja luvanvaraisia korjauksia terveyshaittojen poistamiseksi ei juurikaan tehdä. (Hieta, 2011). Tällä hetkellä terveydensuojelun ja rakennusvalvontaviranomaisen yhteistyö konkretisoituu lähinnä tapauksissa, joissa rakennusvalvonta tarvitsee virallisen arvion rakennuksen terveellisyydestä esimerkiksi korjausavustusten tai tilojen käyttötarkoituksen muutosten käsittelyn yhteydessä.

Terveydensuojelun ja terveydenhuollon tulisi tehdä yhteistyötä terveyshaitan riskin arvioinnissa, jossa terveydensuojelu arvioi ympäristöolosuhteita ja terveydenhuolto asukkaiden oireita. Yhteistyötä voidaan tehdä yksityisasunnossa käytännössä vain asukkaiden luvalla tai välityksellä.

## *6 Jälkivalvonta*

Toimenpidekehotusten ja korjausmääräysten toteutumista tulee seurata. Se edellyttää jälkivalvontaa ja määräysten osalta myös asunnossa tehtävää tarkastusta. Lopputarkastus on asianosaisille maksuton. Jälkivalvontaan voi liittyä näytteiden ottoa ja muita mittauksia, joilla pyritään varmistumaan, että asunto täyttää terveydensuojelulain 26 §:n mukaiset asunnoille asetetut terveydelliset vaatimukset korjausten tultua tehdyksi. Asunnolle tai sen osalle on voitu määrätä asumis-/käyttökielto asukkaiden altistumisen estämiseksi. Käyttökiellon tai rajoituksen purkaminen on mahdollista vain terveydensuojeluviranomaisen päätöksellä. Päätös edellyttää, että asunnon terveyshaitta on saatu poistetuksi. Toimenpidekehotuksen jälkivalvonta on kevyempää ja se voidaan usein hoitaa esimerkiksi puhelimitse. (Metiäinen, 2010).

Jälkivalvontaa tehdään myös viranomaiselle toimitettujen asiakirjojen, kuten tutkimusraporttien, korjaussuunnitelmien ja tehtyjen korjaustöiden työselitysten sekä mittaustulosten perusteella. Asiakirjavalvonta edellyttää esimerkiksi suunnittelijoilta ja konsulteilta eri toimintavaiheiden selkeää ja hyvää dokumentointia.

Jälkivalvonta ja mahdollisesti siihen kuuluva lopputarkastus ovat osa asian käsitelyä. Terveydensuojeluviranomainen voi tehdä tarkastuksen myös silloin, jos asuk-

kaan yhteydenoton tai viranomaisen havainnon perusteella selviää, että terveyshaittaa ei ole poistettu määräajassa. Tarkastuksessa selviää, voiko terveydensuojeluviranomainen arkistoida asian vai antaako terveydensuojeluviranomainen määräyksen terveyshaitan poistamiseksi ja mahdollisesti tehostaa määräystä uhkasakolla tai asumiskiellolla. (Mustakallio, 2006).

## *7 Terveyshaitan poistaminen*

Rakennuksissa esiintyvien epäpuhtauksien aiheuttamien terveyshaittojen poistamiseksi ei voida antaa yleisiä ohjeita, vaan jokainen tapaus on käsiteltävä erikseen haittan luonteen, laajuuden ja aiheuttajan mukaan. Terveyshaitan poistamisen onnistuminen edellyttää tietoa, kuinka haitan aiheuttanut vaurio on päässyt syntymään, ja kuinka rakenteen tulisi toimia, ettei vaurioituminen uusiutuisi. Pääperiaate on selvittää epäpuhtauksien alkuperä, aiheuttaja ja laajuus, minkä jälkeen tarvittavat korjaustoimenpiteet ja jälkisiivous voidaan toteuttaa suunnitelmallisesti.

Korjausten tavoitteena on todettujen vaurioiden ja niiden aiheuttajien poistaminen, uusien vahinkojen ja vaurioiden ennaltaehkäisy sekä pitkällä aikavälillä kestävien korjausten varmistaminen. Mikrobin aiheuttaman terveyshaitan poistaminen vaatii yleensä kosteusvaurioihin perehtyneen rakennusalan asiantuntijan ammattitaitoa oikeiden ja riittävien korjausratkaisujen löytämiseksi. (Asumisterveysohje 1:2003). Ensisijaisesti vaurioituneet ja voimakkaita päästöjä aiheuttavat materiaalit on uusittava. Jäljelle jäävät rakenteet on puhdistettava huolellisesti. Mikäli ilmanvaihdon toiminnassa tai puhtaudessa on puutteita, korjaustoimenpiteet valitaan tapauskohtaisesti. Tarvittaessa korjaustoimenpiteistä on laadittava korjaussuunnitelma.

Korjausaikainen pölynhallinta ja tilojen huolellinen loppusiivous ovat osa terveyshaittakorjausta. Hyvän lopputuloksen saavuttaminen edellyttää myös, että tiedonkulku eri osapuolten välillä terveyshaitan poistamisen eri vaiheissa on riittävää ja avointa.

## *8 Terveyshaitan riskinarviointi*

Kun terveydensuojeluviranomainen tai sen alainen viranhaltija on todennut, että kohteessa on terveydensuojelulain mukainen terveyshaitta, on sen poistamiseen ryhdyttävä. Terveyshaitan poistamiseksi tehtävien toimenpiteiden tarkastelussa joudutaan arvioimaan toimenpiteiden kiireellisyys, mahdolliset käytön rajoitukset ja vakavimmassa tapauksessa käyttökielto. Johtopäätösten tekoon vaikuttaa keskeisesti terveyshaittojen vaikutus rakennuksen käyttäjiin, eli voivatko asukkaat altistua ko. terveyshaitoille. Altistumisen määrittämisessä joudutaan arvioimaan, mikä altiste on, missä altiste sijaitsee, kuinka laaja vaurio on ja onko vauriokohdasta mahdollista kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan? Johtopäätökset terveyshaitan poistamiseksi tehtäviksi toimenpiteiksi onnistuvat riskinarvioinnin avulla. Riskinarvioinnissa sisäympäristöä tarkastellaan kokonaisuutena, jossa huomioidaan samanaikaisesti sisäympäristötekijät, koettu sisäympäristö sekä toimintatavat rakennuksen ylläpidossa.

Julkisissa tiloissa kuten kouluissa ja päiväkodeissa, riskinarvio tehdään yleensä sisäilmatyöryhmässä, jossa on käytettävissä moniammatillista asiantuntemusta. Asuinhuoneistojen osalta riskinarvioinnin tekee yleensä terveydensuojeluviranomainen ja käytännössä viranhaltija yksin. Asuntojen ja asukkaiden osalta oirelähtöinen terveyshaitan vakavuuden arviointi tulisi olla perusterveydenhuollon (terveyskeskuslääkärin) ja ympäristöterveydenhuollon (terveystarkastajan) yhteistyötä. Käytännössä nämä kaksi toimijaa eivät yleensä kohtaa muutoin kuin asukkaan välityksellä ja kirjallisten lausuntojen kautta. Vaikka terveysoireiden arviointi on lääkärin tehtävä, joudutaan asuntokohteissa riskinarviointia tekemään todettujen ympäristöhaittojen ja asukkaiden kertomien oireiden perusteella. (Pekkola 2007).

Asunnon terveyshaittaselvityksen etenemisen aikana joudutaan tekemään epäsuoraa terveyshaitan riskinarviointia useammassa eri vaiheessa. Jo asian vireille tulon yhteydessä joudutaan arvioimaan haitan luonnetta ja sitä, edellyttääkö asian selvittäminen asunnon tarkastusta. Ensimmäisen asunnontarkastuksen jälkeen tehtävässä

tilannetarkastelussa joudutaan arvioimaan terveyshaitan esiintymisen todennäköisyyttä ja ratkaisemaan tarvitaanko selvityksessä jatkotoimenpiteitä ja jos tarvitaan niin, millaisia ja miten välittömästi. Lopuksi, kun kaikki tarvittavat tutkimus- ja mitaustulokset on saatu käyttöön, tarkentuu ongelman määrittely ja myös terveyshaitan kokonaisriskinarviointi. Kaikissa selvittelyn vaiheissa yhtenä toimenpidevaihtoehtona on välittömien määräysten tai kieltojen käyttäminen asukkaiden altistuksen katkaisemiseksi. Terveyshaittaselvityksen etenemistä ohjataan viranhaltijan ohjeiden, kehotusten sekä tarvittaessa velvoittavien määräysten ja kieltojen kautta.

Riskinarviointi tarkentuu vaiheittain terveyshaittaselvityksen edetessä. Alkuvaiheessa terveyshaittaa aiheuttava tekijä ja sen sijainti, laatu ja laajuus selvitetään asunnon tarkastuksessa ja jatkotutkimuksilla. Riskinarviointiin vaikuttavia tekijöitä ovat mm. riskirakenteiden olemassaolo, vaurion ikä, haitan vaikutus sisäilmaan, ilmanvaihdon toiminnan vaikutus epäpuhtauksien kulkeutumiseen sekä oireet ja sairaudet. (Pekkola 2007). Vauriosta aiheutuvaa terveyshaittaa arvioidaan haitan vakavuuden, todennäköisyyden ja välittömyyden suhteen. Arvioinnissa tarkastellaan, kuinka paljon haitallinen tekijä pääsee vaikuttamaan asukkaisiin, kuinka todennäköisiä ja merkittäviä terveyshaittavaikutukset ovat ja kuinka välitön terveyshaittaa aiheuttavan tekijän vaikutus on. Terveyshaittoja aiheuttavia altisteita on vakavuudeltaan erilaisia. Esimerkiksi mineraalikuidut voivat aiheuttaa ohimeneviä ärsytysoireita, kun taas mikrobit voivat aiheuttaa pysyviä sairauksia. Koska mikrobin pitoisuuksille ei ole olemassa terveysperusteisia viitearvoja, altistumista arvioidaan lähinnä rakenteiden kosteusvaurioiden laajuudella, kestolla ja kulkeutumistodennäköisyydellä sisäilmaan. Terveysriskin todennäköisyyden arviointi perustuu siten paitsi olosuhteiden arviointiin myös pitkälti rakenteiden kosteusteknisen kunnan arviointiin.

Riskin hallitsemiseksi esitetään muun muassa korjaavien tai suojaavien toimenpiteiden vaihtoehdot ja aikataulut. Vaihtoehtoja voivat olla myös asumiskielto tai asunnon osittainen käytön rajoittaminen. Kokonaisarvion tekemiseen voivat osallistua myös esimerkiksi kiinteistön omistaja ja ulkopuolinen asiantuntija.

Riskinarviointia voidaan selkeyttää ja järjestelmällistää kuvaamalla riskejä taulukoi-  
malla. Taulukointi auttaa hahmottamaan sisäilmaongelmaan liittyviä ulottuvuuksia.  
Taulukoinnissakin sisäilmaongelmiin liittyvä riskinarviointi joudutaan tekemään  
sanallisesti kuvaillen, koska terveyshaitalle ei voida antaa yleispäteviä numeerisia  
arvoja. (Seuri ja Palomäki, 2000).

Ristiintaulukoinnissa kuvataan altisteen aiheuttaman terveyshaitan vakavuus ja ky-  
seisen haitan syntyminen todennäköisyys sitomalla ne esimerkiksi vaikutuksen laa-  
tuun. Terveyshaitan vaikutusta voidaan kuvata esimerkiksi termeillä merkityksetön,  
kohtalainen, merkittävä ja sietämätön. Ristiintaulukointi ei huomioi terveyshaitan  
välittömyyttä, haittojen yhteisvaikutusta eikä altistuvien muita sairauksia. Tästä  
syystä riskinarvioinnissa tulee käyttää myös tapauskohtaista harkintaa.

*Taulukko 2. Riskinarviointitaulukko (Seuri ja Palomäki, 2000)*

Haitan vakavuus	Haitan todennäköisyys			
	Hyvin epätoden- näköinen	Epätodennäköinen	Mahdollinen	Odotettavissa oleva
Viihtyisyshaitta	Merkityksetön	Merkityksetön	Merkityksetön	Hyväksyttävä
Toimintakyvyn heikkeneminen	Merkityksetön	Merkityksetön	Hyväksyttävä	Kohtalainen
Oireita	Merkityksetön	Hyväksyttävä	Kohtalainen	Merkittävä
Ohimenevä sairaus	Merkityksetön	Hyväksyttävä	Kohtalainen	Merkittävä
Pysyvä sairaus	Hyväksyttävä	Kohtalainen	Merkittävä	Sietämätön
Eliniän lyheneminen	Kohtalainen	Kohtalainen	Merkittävä	Sietämätön

Terveyshaitan merkitystä voidaan arvioida myös taulukoimalla altistumisen toden-  
näköisyys eri vaikuttavuustekijöiden suhteen kuten vauriojälkien, vaurioiden laa-  
juuden ja lukumäärän, ilman painesuhteiden, tehtyjen korjausten sekä jo toteutuneiden  
ja arvioitujen terveyshaittojen perusteella.

Taulukko 3. Mikrobiepäpuhtauksille altistumisen todennäköisyys kosteus- ja homevaurioituneiden rakennusten sisäympäristössä. aikataulukus (Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 2009:18)

<b>Haitallinen altistuminen epä-todennäköistä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ei kosteusvauriota</li> <li>• Ei riskirakenteita</li> <li>• Tilat eivät ole voimakkaasti alipaineisia</li> <li>• Ei vuotoilmareittejä rakenteisiin joista voi kulkeutua epäpuhtauksia sisäilmaan</li> </ul>
<b>Haitallinen altistuminen mahdollista</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kosteusjälkiä rakenteissa (ei mikrobikasvua)</li> <li>• Riskirakenteita</li> <li>• Korjattu kosteusvaurio</li> <li>• Tilat ajoittain voimakkaasti alipaineisia</li> <li>• Mahdollisia vuotoilmareittejä rakenteista</li> </ul>
<b>Haitallinen altistuminen todennäköistä</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Näkyvät vauriot sisäpinnoilla</li> <li>• Mikrobikasvustoa materiaaleissa tai ympäröivissä materiaaleissa</li> <li>• Poikkeavaa mikrobialtistetta todettu (ilma- tai pölynäyte)</li> <li>• Tilat voimakkaasti alipaineisia</li> <li>• Ilmayhteys vaurioituneesta rakenteesta tai tilasta sisäilmaan</li> </ul>

Terveyshaitan välittömyyttä voidaan arvioida riskiluokituksen vakavuutta vertailevan taulukoinnin avulla.

Taulukko 4. Riskiluokituksen mukainen korjaavien toimenpiteiden aikataulukus (Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 2009:18)

<b>Kohtalainen riski</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toimenpiteet altisteiden vähentämiseksi ovat tarpeellisia kohtuullisessa aikataulussa</li> </ul>
<b>Merkittävä riski</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Toimenpiteet altisteiden pienentämiseksi on käynnistettävä nopeasti</li> </ul>
<b>Sietämätön riski</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Välittömät toimenpiteet</li> <li>• Käytön rajoittaminen</li> <li>• Asumiskielto</li> </ul>

Terveyshaitan selvittämisessä lähtökohtana on useimmiten asukkaiden oireilu. Terveyshaitan vakavuuden, jatkotoimenpidetarpeen ja jatkotoimenpiteiden kiireellisyyden arvioinnissa asukkaiden terveysoireet ovat myös keskeisessä osassa. Riskinarviointia tehtäessäkin on kuitenkin muistettava, että terveystarkastajan toimivaltaan ja ammattitaitoon ei kuulu ihmisten terveysoireiden arvioiminen.



Ryhmätasolla sisäilmasto-ongelmiin liittyvien oireiden yleisyyttä ja laatua voidaan selvittää sisäilmastokyselyn avulla. Kyselyn tulos kertoo, onko sisäilmasto-ongelmaa olemassa ja se voi antaa viitteitä sisäilma-ongelman aiheuttajasta.

Asuntojen kohdalla sisäilmastokysely ei yleensä ole käyttökelpoinen vastaajien vähäisestä määrästä johtuvan vastausten heikon tilastollisen luotettavuuden vuoksi. Asuntojen terveyshaitan riskiä arvioitaessa tulee kuitenkin huomioida myös asukkaiden kertomat terveysoireet. Oireiden osalta riskinarviointi perustuu asukkaiden kertomaan tietoon sisäilmaan viittaavista terveysoireista ja siitä liittyvätkö ne tutkittavaan asuntoon. Mahdolliset asukkaiden terveydentilaa koskevat lääkärintäulaukset ovat tärkeitä. Riskin kokonaisarvioinnin kannalta on tärkeää, että asukkaat toimittavat lääkäriin kaikki asuntoa koskevat sisäilmaselvitykset. Tällöin lääkäri voi paremmin arvioida mahdollista altistusta ja vaikutusta terveyteen. Mikäli asukkailla esiintyy pitkittyneitä tai toistuvia, vakavia terveysoireita, jatkotoimenpiteet on tehtävä kiireellisesti ja kynnyks esimerkiksi käytön rajoittamiseen on oltava matalampi kuin silloin, jos terveyshaitatekijä ei ole vielä aiheuttanut oireilua. Oireitietoja tulee tarkastella yhdessä muiden kohteesta saatujen tietojen ja tehtyjen havaintojen kanssa kokonaisuutena.

## *Lähdeluettelo*

Björkholz Dick. Lämpö ja Kosteus, Rakennusfysiikka. Rakennustieto Oy. Helsinki 1997

Hallintolaki 434/2003. Helsinki

Heikkinen Pertti. Kosteus- ja hometalkoiden opetusmateriaali. Ympäristöministeriö. Helsinki 2012.

Hieta Toni. Etelä-Suomen rakennusvalvontaviranomaisten toimintatavat asuinrakennuksen terveyshaitta-asioissa. Kymenlaakson ammattikorkeakoulu. Kotka 2011.

Hyvärinen Anne. Characterizing moisture damaged buildings. National Public Health Institute. Helsinki 2002.

Ikonen Minna. Ulkopuolisten asiantuntijoiden käyttö asuntojen terveyshaittojen selvittämisessä, Länsi-, Sisä- ja Etelä-Suomen aluehallintovirastojen alueilla vuonna 2009. Aducate reports and books 7/2011. University of Eastern Finland. Kuopio 2011.

Keinänen Jari. Kosteus- ja hometalkoot STM:n näkökulmasta, Tarvitaanko säädösmuutoksia? Ympäristö ja Terveys-lehti 6-7/2011.

Laki terveydensuojelulain muuttamisesta. Hallituksen esitys eduskunnalle laiksi kansanterveyslain ja eräiden ympäristöterveydenhuoltoa koskevien muiden lakien muuttamisesta. HE 81/2001. Helsinki.

Lindblad Esko. 1960-luvun pientalojen riskirakenteita – case tapauksia. Aducate reports and books 10/2010. Univeristy of Eastern Finland. Kuopio 2010.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/99. Helsinki.

Metiäinen Pertti, luento. Valviran uudet asunnontarkastusohjeet. Sisäilmatyökokous-päivä. Tampere 21.9.2010.

Mustakallio Sini. Terveystensuojelulain 49 §:n 1 momentin soveltaminen. Etelä-Suomen lääninhallituksen sosiaali- ja terveysosaston julkaisu 3/2006.

Pelkonen Reijo, Asumisterveyteen liittyvä lainsäädäntö kunnan terveydensuojeluviranomaisen näkökulmasta. Tutkimuksia ja selvityksiä 2/2007. Kuopion Yliopisto, Koulutus- ja kehittämiskeskus. Kuopio 2007.

Pekkola Vesa. Terveydensuojeluviranomaisen tekemä asunnontarkastus. Tutkimuksia ja selvityksiä 14/2007. Kuopion Yliopisto, Koulutus- ja kehittämiskeskus. Kuopio 2007.

Pekkola Vesa, luento. Riskirakenteiden arvioiminen asunnontarkastuksella. Sisäilmatyökokouspäivä. Tampere 21.9.2010.

Pekkola Vesa. Asumisterveys ja viranomaisyhteistyö. Ympäristö ja Terveys-lehti 6-7/2011.

Pirinen Juhani. Pientalojen mikrobivauriot; lähtökohtana asukkaiden terveyshaitat. Hengityслиiton julkaisuja 19/2006. Hengityслиitto Heli ry. Tampere 2006.

Seuri Markku, Reiman Marjut. Rakennusten kosteusvauriot, home ja terveys. Rakennustieto Oy. Tampere 1996.

Seuri Markku, Palomäki Eero. Haasteellinen sisäilma. Rakennustieto Oy. Helsinki 2000.

Siikanen Unto, Rakennusfysiikka, Rakennustieto Oy, Helsinki 1996.

Sisäilmaluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Sisäilmayhdistys julkaisu 5. Helsinki 2008.

Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen soveltamisopas. Asumisterveysopas 3. korjattu painos. Ympäristö ja Terveys-lehti. Vaasa 2009.

Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. Asumisterveysohje. Oy Edita Ab. Helsinki 2003.

Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä 2009:18. Oy Edita Ab. Helsinki 2009.

Suomen rakentamismääräyskokoelma C 2. Kosteus, määräykset ja ohjeet. Helsinki 1998.

Suomen rakentamismääräyskokoelma D 2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2010. Helsinki 2008.

Terveydensuojeluasetus 1280/1994. Helsinki.

Terveydensuojelulaki 763/1994. Helsinki.

Valtioneuvoston asetus elintarvike lain ja terveydensuojelulain nojalla tutkimuksia tekevistä laboratorioista 1174/2006. Helsinki.

Vinha Juha. Puurunkoisten pientalojen kosteus- ja lämpötilaolosuhteet, ilmanvaihto ja ilmatiiviys. Tampereen teknillinen yliopisto. Tampere 2005.

Ympäristöopas 28. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Ympäristöministeriö ja Rakennustieto Oy. Helsinki 1997



ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO  
*Koulutus- ja kehittämisspalvelu*  
*Aducate*

ISBN 978-952-61-0710-3