

---

# YLEISET RAKENNUSVIRHEET

Kosteus



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Rakennustekniikan koulutusohjelma

Visamäki, kevät 2016

Heidi Heinonen



VISAMÄKI  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Rakennusinsinööri

---

<b>Tekijä</b>	Heidi Heinonen	<b>Vuosi</b> 2016
<b>Työn nimi</b>	<b>Yleiset rakennusvirheet, Kosteus</b>	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajina on Finanssialan Keskusliitto sekä Rakennus-, LVI- ja kiinteistöalan henkilöpatentit FISE Oy, joiden käyttöön on tuotettu materiaalia yleisistä rakennusvirheistä.

Vakuutusyhtiöiden ja FISE Oy:n keskuudessa on jo pitkään kiinnitetty huomiota yleisesti toistuviin rakennusvirheisiin. Vakuutusyhtiöt korvaavat yleensä äkilliset ja ennalta arvaamattomat vahinkotapahtumat, joiden piiriin rakennusvirheet eivät kuitenkaan ole luettavissa. Asia on usein ymmärretty väärin ja virhekäsitysten korjaamiseksi haluttiin koostaa tietopaketti, joka on suunnattu kuluttajille ja rakennusalan toimijoille.

Päättyöni tavoitteena oli koostaa tietoa rakennusvirhe-käsitteestä suunnittelun, työsuorituksen ja rakennusfysiikan näkökulmista sekä selventää rakennusfysiikan perusilmiöitä. Päättyöni rajautuu kosteuteen liittyviin ongelmiin rakennuksen vaipparakenteissa ja märkätiloissa. Lisäksi olen työstänyt FISE Oy:n ylläpitämään rakennusvirhepankkiin virhekortteja vahinkotarkastajien listauksen perusteella.

Tämän opinnäytetyön lähdemateriaalina on käytetty Suomen ympäristöministeriön antamia ohjeita ja määräyksiä rakennusten kosteudenhallinnassa sekä Suomen Rakennusinsinöörien Liiton RIL Ry:n julkaisemia ohjeita muun muassa rakennusten veden- ja kosteuseristyksissä. Lisäksi työssä on hyödynnetty rakennusfysiikkaa käsittelevää kirjallisuutta ja rakennusvirheitä käsitteleviä verkkosivustoja.

Useat rakennusvirheet saavat aikaan kosteus- ja homevaurioita aiheuttaen kiinteistön omistajalle harmia ja jopa terveydellisiä haittoja. Niiden korjaaminen on kallista, eikä takeita täydellisestä onnistumisesta aina ole. Kosteuteen liittyy rakennusfysikaalisia ilmiöitä, joiden ymmärtämien ja hallinta on vaikeaa, mutta nykyiset rakentamismääräykset edellyttävät kuitenkin myös kiinteistön loppukäyttäjältä entistä parempaa rakennusfysikaalista asiantuntemusta.

**Avainsanat** rakennusvirhe, rakennusfysiikka, olosuhdehallinta, kosteus

**Sivut** 42 s. + liitteet 8 s.

Visamäki  
Degree Programme in Construction Management

---

<b>Author</b>	Heidi Heinonen	<b>Year</b> 2016
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Basic building defects, Moisture	

---

ABSTRACT

This Bachelor's thesis was commissioned by the Federation of Finnish Financial Services and FISE Qualification of Professionals in Building, HVAC and Real Estate Sector in Finland Lt. These organizations are pay a lot of attention to commonly repeated building defects.

The objective of the thesis was to gather information about the concept of building defects from the aspect of designing, construction and building physics and also to clarify the basic phenomena of building physics. The collected information can be distributed to the consumers and to the operators in the construction industry. During the research moisture related problems in building envelopes and sanitary cabins were investigated.

The source material used in the thesis includes guidelines and regulations set by the Ministry of the Environment on the moisture control of buildings. In addition, publications on building physics, web sites and instructions on waterproofing published by the Finnish Association of Civil Engineers were used.

Various building defects cause moisture and mold damages to the property, which causes harm and even health issues to the owner. The renovation of the defects can be very expensive and might not work out properly. Current building regulations require a better understanding of building physics from the user of the property. Therefore, information about building defects is needed for the consumers.

**Keywords** building defects, building physics, moisture.

**Pages** 42 p. + appendices 8 p.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	PÄÄTTÖTYÖN TILAAJAOSAPUOLET .....	2
2.1	FISE Oy.....	2
2.2	Finanssialan Keskusliitto.....	2
3	MIKÄ ON RAKENNUSVIRHE.....	3
3.1	Suunnitteluvirheet .....	3
3.2	Virheet toteutuksessa.....	4
3.3	Hyvä rakentamistapa .....	5
3.4	Rakennusvirheeksi tulkitseminen.....	6
3.5	Riskirakenteet.....	7
3.6	Rakennusvirheiden yleistyminen .....	9
3.7	Yleisimmät rakennusvirheet.....	9
3.7.1	Yläpohja .....	10
3.7.2	Ulkoseinät.....	13
3.7.3	Alapohja .....	15
3.8	Rakennusvirheiden ehkäisy.....	19
4	VAKUUTUKSESTA KORVATTAVAT VAHINKOTAPAHTUMAT .....	20
4.1	Vakuutustusehdot .....	20
4.2	Yleisimpien korvausten muodostuminen .....	21
4.2.1	Vuotovahingot .....	21
5	RAKENNUSFYSIIKAN PERUSASIAT .....	22
5.1	Kosteus.....	22
5.1.1	Kapillaarinen vedenliike.....	22
5.1.2	Vesihöyryn diffuusio .....	23
5.1.3	Kosteuskonvektio .....	24
5.1.4	Kosteuden kondensoituminen .....	25
5.2	Metallien korrosio .....	26
6	RAKENNUKSEN KOSTEUSLÄHTEET .....	27
6.1	Rakennuksen ulkopuoliset kosteuslähteet .....	27
6.2	Huonetilan kosteuslähteet .....	28
6.3	Olosuhteiden hallinta.....	29
7	MÄRKÄTILAT .....	30
7.1	Märkätilojen rakenteet.....	30
7.2	Tyypillisiä vaurioita ja ongelmakohtia.....	33
7.3	Kosteusrasitusten vähentäminen .....	34
8	POHDINTAA.....	36
8.1	Tiukentuneet energiatehokkuusvaatimukset .....	36
8.2	Virheet suunnittelussa ja toteutuksessa .....	37
8.3	Rakennuksen käyttö ja olosuhteiden hallinta .....	37
8.4	Lähes nollaenergiatalo – tulevaisuuden riskirakenne?.....	37

---

LÄHTEET .....	38
HAASTATTELUT .....	42

Liite 1	Vahinkotarkastajien spontaani listaus usein toistuvista rakennusvirheistä
Liite 2	Yleisiä rakennusvirheitä ja mahdollisia riskirakenteita

## 1 JOHDANTO

Suomessa rakennusalaan puhaltavat tällä hetkellä uudet, tiukentuneet määräykset ja ohjeet, jotka ulottuvat sekä uudis- että korjausrakentamisen piiriin. Määräysten kiristymisen taustalla on Euroopan unionin tiukentunut ilmastopolitiikka, jonka tavoitteena on vähentää rakennusten energiariippuvuutta ja pyrkiä lähes nollaenergiatasoihin rakennuksiin. Monet asiantuntijat ovat kuitenkin huolissaan siitä, miten toteutus, suunnittelu ja materiaalivalmistajat pystyvät vastaamaan uusiin määräyksiin: riittääkö aika kehitellä rakennusfysikaalisesti toimivia ratkaisuja ja materiaaliveitohjeita, sillä Suomen ilmasto-olosuhteet asettavat omat vaatimuksensa rakenne- ja materiaaliratkaisuille. Samaan hengenvetoon todettakoon, että Suomen olemassa oleva rakennuskanta, etenkin julkisella sektorilla, kärsii jatkuvasti erilaisista kosteus- ja homevaurioista ja keskustelu rakennusvirheistä tuntuu kiihtyvän. Ympäristöministeriö on ryhtynyt asian vuoksi toimenpiteisiin, joissa valtioneuvoksen päätöksellä on muun muassa perustettu vuonna 2009 Kosteus- ja hometalkoot -niminen valtakunnallinen toimintaohjelma. Ohjelman tavoitteena on saattaa alkuun suomalaisen rakennuskannan tervehtyttäminen kosteus- ja homevaurioista.

Suomen rakennuskannan rapistuminen ja alalla vallitsevat asenteet kiihdyttävät entisestään keskustelua rakennusvirheiden ympärillä. Olemme viime aikoina saaneet lukea lehdistä erilaisia rakennusvirheitä käsitteleviä kirjoituksia, ja asia on huomioitu myös monissa televisio-ohjelmissa. Valittavan usein rakennusvirheet aiheuttavat riitaisia näkemyseroja sekä terveydellisiä ja taloudellisia haittoja. Rakennusvirheeksi tulkitseminen on usein monimutkaista ja vaikeaa, sillä käsiteltävään ongelmaan vaikuttavat itse työsuorituksen lisäksi yleisesti myös olosuhteiden hallinta ja rakennusfysikaaliset ilmiöt, jotka korostuvat etenkin kosteuden näkökulmasta tarkasteltuna. Rakennuksen käyttäjäkohtaiset tottumukset liittyvät myös oleellisesti rakenteiden kosteustekniseen toimivuuteen.

Vakuutusyhtiöissä on kiinnitetty huomiota yleisesti toistuviin rakennusvirheisiin, jotka eivät kuulu vakuutuksesta korvattavien vahinkotapahtumien piiriin. Vakuutustarkastajien toimesta on laadittu spontaani listaus tällaisista usein toistuvista rakennusvirheistä, mikä on myös ollut impulssina päättötyölleni. Yleisesti toistuviin rakennusvirheisiin on kiinnittänyt huomiota myös Rakennus-, LVI- ja kiinteistöalan henkilöpatvyydet FISE Oy, joka ylläpitää rakennusvirhepankki-kortistoa.

Työni tavoitteena on välittää kuluttajien ja rakennushankkeeseen ryhtyvien keskuuteen tietoa rakennusvirhe-käsitteestä suunnittelun, työsuorituksen ja rakennusfysiikan näkökulmista sekä selventää rakennusfysiikan perusilmiöitä. Päättötyöni rajautuu kosteuteen liittyviin ongelmiin rakennuksen vaipparakenteissa ja märkätiloissa. Vakuutustarkastajien kokoamasta listauksesta on valittu viisi yleisesti toistuvaa virhettä, joista olen työstänyt rakennusvirhepankkiin virhekortit.

## 2 PÄÄTTÖTYÖN TILAAJAOSAPUOLET

### 2.1 FISE Oy

Rakennus-, LVI- ja kiinteistöalan henkilöpätevyudet FISE Oy ylläpitää henkilöpätevyysrekisteriä. Henkilöpätevyysrekisterin lisäksi FISE Oy kerää ja ylläpitää rakennusvirhepankkia, jonka tarkoituksena on levittää tietoa hyvästä ja turvallisesta rakentamisesta. Lisäksi rakennusvirheistä koostuvan rekisterin tarkoituksena on edistää rakentamisen kehittämistä sekä ehkäistä rakennusvirheitä ja siten myös mahdollisia ympäristöhaittoja. Rakennusvirhepankkiin kootaan yleisimpiä todettuja rakennusvirheitä sekä turvallisuuden kannalta riskialttiita ratkaisuja. Rakennusvirhekortteja saavat pääsääntöisesti ehdottaa päteväksi todetut rakennetarkastajat ja rakennusvalvontaviranomaiset, mutta myös muut rakennusalalla toimijat voivat tehdä todetuista rakennusvirheistä korttiehdotuksia. Virhekorttien laatimiseen osallistuvat myös FISE Oy ja sen pätevyyslautakunnat. (FISE Oy 2015a; FISE Oy 2015b.)

FISE Oy:n toiminnan perimmäisenä tavoitteena voidaankin todeta olevan rakentamisen laadun parantaminen. Rakentamisen laatu syntyy hankkeen eri osapuolten tiedoista ja taidoista sekä myös heidän asenteistaan. Pätevyysjärjestelmässä riippumaton osapuoli arvioi henkilön osaamisen tehtävälle asetettujen pätevyyskriteerien perusteella. Pätevyuden saanut henkilö on sitoutunut noudattamaan FISE Oy:n eettisiä ohjeita. Järjestelmän tavoitteena onkin kannustaa henkilöitä ylläpitämään ja kehittämään ammatitaitoaan rakentamisen säädösten ja lakien muuttuessa yhä kiihtyvällä tahdilla. Osana pätevyysjärjestelmää on myös sanktiojärjestelmä, jonka johdosta henkilö voidaan saattaa vastuuseen väärinkäytöksistä. (Mäkinen, sähköpostiviesti 13.5.2015)

### 2.2 Finanssialan Keskusliitto

Finanssialan Keskusliitto on finanssialan yhtiöiden etujärjestö, joka edustaa Suomessa toimivia pankkeja, vakuutus-, työeläke- ja sijoitusrahastoyhtiöitä sekä arvopaperivälittäjiä ja finanssialan työnantajia. Järjestön tavoitteena on muun muassa edistää vahingontorjuntaa sekä yhteiskunnan turvallisuutta ja hyvinvointia. (Finanssialan Keskusliitto 2014.)

Kuluttajavirasto ja Finanssialan Keskusliitto sekä Finanssivalvonta ovat perustaneet yhteistyössä kuluttajille vakuutus- ja rahoitusneuvontapalvelun FINEn. Neuvontatoimiston tehtävänä on auttaa yksityisiä kuluttajia sekä pienyrityksiä vakuutus-, pankki- ja sijoitustoimintaa koskevissa asioissa. (Finanssialan Keskusliitto 2014.)

### 3 MIKÄ ON RAKENNUSVIRHE

Rakennusvirheitä voi syntyä puutteellisten suunnitelmien ja toteutuksen sekä tarkoitukseensa sopimattomien materiaali- ja tekniikkavalintojen takia. Rakennusvirheet voivat aiheuttaa vaarallisimmillaan kantavien rakenteiden kantokyvyn menetyksiä ja käyttäjään kohdistuvia terveysongelmia. Useissa tapauksissa rakennusvirhe ei kuitenkaan aiheuta välitöntä terveydellistä vaaraa tai loukkaantumisriskiä, mutta synnyttää silti harmia muun muassa kiinteistön käytön menetyksenä, arvon alenemisena sekä kalliina korjauskustannuksina. (International Risk Management Institute n.d; Linnainmaa & Palo 2005, 36; Gatlin 2013, 1–2.)

Rakennusvirhe määritellään suunnitelmien ja työsuoritteiden sekä materiaalivalintojen ja laitetekniikan näkökulmista. Usein sopimattomat materiaali- ja tekniikkavalinnat eivät kuitenkaan käy välittömästi ilmi silmin suoritettavassa tarkastelussa, vaan virheellisyydet havaitaan ajan saatossa ilmenevinä ongelmina. Esille tulleisiin ongelmiin liittyy usein myös olosuhteiden hallinta ja erilaiset rakennusfysikaaliset ilmiöt. Tämän johdosta rakennusvirhe käsitteenä onkin paljon laajempi ja monimutkaisempi asia hallita ja ymmärtää kuin pelkän työsuoritteiden tai materiaali- ja laitetekniikkavalintojen arvostelu. Itse työsuoritetta tarkastellaan hyvän rakennustavan noudattamisen näkökulmasta. (Gatlin 2013, 2; Linnainmaa & Palo 2005, 36.)

#### 3.1 Suunnitteluvirheet

Suunnitelmien ongelmana ovat usein keskeneräiset ja epätarkat sekä huonosti koordinoituneet, keskenään ristiriitaiset työpiirustukset ja detaljit, joita joudutaan täydentämään rakennustyön edetessä. Tällöin virheiden havainnointi ja niihin reagoiminen riippuukin pääsääntöisesti työmaan johtohenkilöstön ammattitaidosta kyetä havaitsemaan suunnitelmissa olevat virheet ja puutteet. Ongelma korostuu etenkin suurilla ja monimutkaisilla kohteilla toteutettaessa. Suunnitelmissa olevat virheellisyydet ovat usein syntyneet erehdyksen tai jopa välinpitämättömyyden seurauksena. Toisinaan yksityiskohtaisia suunnitelmia ja detaleja ei ole piirretty riittävästi kaikista niistä edellyttävistä rakennusosista. Tällöin toteutustyyli jää urakoitsijan mielikuvituksen ja luovuuden varaan. Toteutuksen kannalta tarvittavien yksityiskohtaisten suunnitelmien puuttuminen voi myös johtua suunnittelijan kokemattomuudesta ja itse asennustyöhön ja materiaaliin liittyvästä tietämättömyydestä. (Gatlin 2013, 2, 5.)

Toisinaan suunnitelmapuutteita etenkin julkisissa kohteissa aiheuttaa rakennushankkeen kiristynyt kokonaisaikataulu niin suunnittelussa kuin toteutuksessa. Tällöin hankkeen suunnittelu- ja toteutusvaihe on usein limitettyinä, jolloin rakennustyö joudutaan tietoisesti aloittamaan puutteellisilla ja keskeneräisillä suunnitelmilla. Lisäksi julkisen sektorin kilpailutilanne on lisännyt ulkomaalaisten suunnittelutoimistojen toimeksiantojen määrää Suomessa aiheuttaen osaltaan kielimuurin ja rakennustapatottumusten synnyttämiä ristiriitoja ja suunnitelmapuutteita. Suomessa maankäyttö- ja rakennuslaki määrittelee varsin tarkasti suunnittelijoiden kelpoisuusvaatimukset, ja koulutus onkin korkeatasoista ja kattavaa. (Mäkinen, sähköpostiviesti 2.11.2015.)



Euroopan unionin tiukentunut ilmastopolitiikka on myös aiheuttanut Suomessa verrattain nopealla aikataululla kiristyneitä energiatehokkuusvaatimuksia ja säädöksiä. Tämän johdosta rakentamisen parissa toimivat asiantuntijat ovatkin huolestuneita siitä, miten markkinoilla olevat materiaalit, totuttu rakennesuunnittelu, työmaatoteutus ja koulutus sekä rakenteiden rakennusfysikaaliset ominaisuudet pystyvät vastaamaan tiukentuneisiin säädöksiin. Suomen rakennusala on tällä hetkellä tilanteessa, jossa kiristyneet energiatehokkuusvaatimukset nostavat esiin uusia toteutusratkaisuja ja materiaalivalintoja, joiden todellisesta toiminnasta ja sopivuudesta ei vielä kuitenkaan ole kokonaisvaltaista ja kokemuseräistä tietoa saatavilla. (Mäkinen, sähköpostiviesti 2.11.2015; Heinonen 2015.)

### 3.2 Virheet toteutuksessa

Kohteen rakennusaikana toteutuksessa tapahtuvat virheet luokitellaan yleisesti työmaavaurioihin, rakennusvaipan vikoihin, kantavien rakenteiden virheisiin, lämmityksen, ilmanvaihdon ja ilmastoinnin vikoihin sekä sähköistykseen ja viemärointiin liittyviin virheisiin. Rakennusvaiheessa syntyvät virheet ovat joko piileviä tai silmin havaittavia näkyviä virheitä. Piilevät virheet voivat liittyä rakenteiden sisällä tapahtuneisiin asennusvirheisiin tai toisaalta myös virheellisiin materiaalivalintoihin, jotka eivät toimiakaan niille asetetun tarkoituksen mukaisesti. Toisinaan myös kiire ja huolimaton rakennusmateriaalien kuivumisen seuranta aiheuttavat rakenteiden liian aikaisen pinnoittamisen, jolloin rakenteen valmistusprosessissa syntynyt kosteus ei ole vielä riittävästi kuivunut. Pinnoitusmateriaalista riippuen tämä saattaa synnyttää mittavia kosteus- ja terveysongelmia. Piileviä virheitä ei käytännössä voi huomata edes laajassa, paikan päällä suoritettavassa tarkastelussa, vaan ne tulevat ilmi vasta ajan kuluessa rakennuksen käytön yhteydessä. (Gatlin 2013, 2–3.)

Havaittuja virheitä analysoitaessa on erittäin tärkeä ymmärtää, mistä ongelmassa itse asiassa on kyse: onko esiin tullut vaurio virhe itsessään vai onko kyseessä jonkin virheen aikaansaama oire tai merkki. Rakenteissa piilossa olevat virheet havaitaan usein yksinomaan sen aiheuttamasta oireesta. Esimerkiksi tiilimuuraukseen syntyvät halkeamat voidaan helposti tulkita itse virheeksi, mutta todellisuudessa kyseessä onkin työsuoritteessa tapahtuneen virheen aikaansaama oire. Halkeamien todellinen syy voi johtua muun muassa puutteellisesti asennetusta vedeneristeestä, raudoituksesta, liikuntasauvojen puuttumisesta tai muurauksen työvirheestä. Oli kyseessä sitten piilevän virheen aikaansaama oire tai näkyvä virhe, on tilanteen korjaukseen ryhdyttävä mahdollisimman pikaisesti. Jotta korjaustoimenpiteet pystytään kohdistamaan oikein ja oikeisiin asioihin, on tiedettävä ongelman todellinen syy. Oireet ovat kuitenkin usein merkki laajemmasta ongelmasta. (Gatlin 2013, 3.)

Esimerkkejä piilevistä virheistä ovat

- perustus- ja täyttömaa-aineksen puutteellinen tiivistys
- huonosti asennettu tai puutteellinen vedeneristys
- vaipparakenteiden höyrynsulun puutteellinen asennus

- betonirakenteiden puutteellinen raudoitus
- tiilimuurausten puutteelliset vahvistamiset
- ulkoseinien pinnoituksissa tapahtuneet työvirheet
- rakennusosien puutteelliset kuivumisajat, pinnoitustyöt aloitettu liian aikaisin.

Esimerkkejä näkyvistä virheistä ovat

- kaiteiden puuttuminen
- puutteellinen kattokaltevuus
- tiilijulkisivun ilmarakojen puuttuminen
- tarvittavien liikuntasaumojen puuttuminen
- katon sadevesijärjestelmien puuttuminen
- ullakon ilmanvaihdon puuttuminen.

Esimerkkejä rakennusvirheen oireista ovat

- rakenteiden osittainen romahdus
- perustusten halkeaminen tai vajoaminen
- veden tunkeutuminen rakenteisiin
- muurattujen seinien halkeamat ja kallistumiset
- käyristyneet ovi- ja ikkunarakenteet.

(Gatilin 2013, 2–3.)

### 3.3 Hyvä rakentamistapa

Hyvä rakentamistapa tarkoittaa hyvää ja kunnollista työsuoritetta, joka edellyttää ammattitaitoista ja huolellista toteutusta. Rakennushankkeeseen ryhtyvän tulee huolehtia siitä, että työ suoritetaan hyvää rakennustapaa noudattaen, voimassa olevien lakien ja määräysten sekä myönnetyn rakennusluvan mukaisesti. Vaikka rakennushankkeeseen ryhtyvällä on siis suuri vastuu hankkeen onnistumisesta, Suomessa ei ole kuitenkaan asetettu rakennushankkeeseen ryhtyvälle minkäänlaisia pätevyysvaatimuksia. Ongelmana ovat etenkin pienet yksityiset rakennushankkeet, joissa hankkeeseen ryhtyvällä ei ole minkäänlaista tietoa rakennusalalla vallitsevista määräyksistä ja ohjeistuksista. Rakennustekniikan ja -fysiikan tuntemus on siten usein myös hyvin puutteellista. Tällöin olisikin erittäin tärkeää, että rakennushankkeeseen ryhtyvä palkkaa ja sitouttaa hankkeeseen koko projektin ajaksi ammattitaitoisen pääsuunnittelijan ja vastaavan mestarin. (Linnainmaa & Palo 2005, 36; Mäkinen, sähköpostiviesti 2.11.2015.)

Suomessa ympäristöministeriö vastaa valtakunnallisesti rakentamisen yleisestä ohjauksesta huomioiden lainsäädäntöömme Euroopan unionin määräämät asetukset ja direktiivit sekä ylläpitää Suomen rakentamismääräyskokoelmaa, jonne on koottu maankäyttö- ja rakennuslakia tarkemmat rakentamista koskevat säännökset ja ohjeet. Asetuksina annetut säännökset ovat sellaisinaan velvoittavia, mutta ministeriön jakamat ohjeet eivät sen sijaan ole velvoittavia. Ohjeistusten tarkoituksena on tarkentaa määräyksissä asetettuja vaatimuksia, minkä johdosta myös muitakin ratkaisuja voidaan käyttää, mikäli ne vain täyttävät määräyksissä esitetyt

vaatimukset. Suomen rakentamismääräyskokoelman sisältämät ohjeet ja säännökset koskevat kuitenkin lähinnä vain uudisrakentamista noudattaen kyseisen ajankohdan lainsäädäntöä. Asetettuja määräyksiä joudutaankin tällä hetkellä soveltamaan korjaus- ja muutostöissä hyvää rakennustapaa noudattaen. (YM 2015a; Linnainmaa & Palo 2005, 36.)

Suomen rakentamismääräyskokoelman lisäksi hyvän rakentamistavan lähteinä pidetään muun muassa RYL (Rakennustöiden yleiset laatuvaatimukset)- ja RIL (Suomen Rakennusinsinöörien Liiton julkaisu) -ohjeita sekä RT (Rakennustieto) -kortistoa, jotka antavat käytännön ohjeita työn suorittamiselle. Myös muut rakennusalan järjestöt jakavat tietoa ja ohjeistusta hyvästä rakentamistavasta. Tietoa voi saada muun muassa Suomen ympäristöministeriön, Teräsrakennusyhdistyksen, Suomen Betoniyhdistyksen sekä Rakennusinsinöörit ja -arkkitehdit liiton ohjejulkaisuista. (Linnainmaa & Palo 2005, 37.)

### 3.4 Rakennusvirheeksi tulkitseminen

Keskustelu rakennusvirheiden ja hyvän rakentamistavan ympärillä on noussut ajankohtaiseksi puheenaiheeksi vakuutusyhtiöissä ja tuomioistuimissa. Viime aikana useat omakotitaloja ja asuinhuoneistoja koskevat kiinteistökaupat ovat johtaneet riitatilanteisiin, joita joudutaan ratkaisemaan eri tuomioistuimissa. Oikeudenkäynnin edetessä eri asiantuntijat arvioivat, onko rakenteet toteutettu oikeaoppisesti hyvää rakentamistapaa noudattaen vai onko kyseessä kenties rakennusvirhe. Usein tuomioistuinten päätökset eivät täysin perustu rakennustekniikan näkökulmista johdettuihin tuomioihin, vaan käsiteltäviä rakennusvirheitä tulkitaan juridisesti. (Lindberg 2003, 479; Mäkinen, sähköpostiviesti 2.11.2015.)

Kiinteistössä havaittuja virheitä ja niiden korjausvelvoitteita arvioidaan oikeudessa usein virheen havaittavuuden sekä myyjän ja ostajan velvoitteiden perusteella. Kiinteistön myyjällä on tiedonantovelvollisuus, jonka mukaisesti hänen tulee antaa ostajalle oikeaa tietoa kiinteistöstä ja sen kunnosta sekä tehdyistä korjaustoimenpiteistä ja selvityksistä. Myyjän tulee kertoa rakennuksessa todetut vauriot ja viat sekä konkreettiset vaurioepäilyt. Lisäksi myyjän tulee ilmoittaa myös itse tehdyistä remonteista ja niiden toteutustavoista sekä mahdollisista määräysten- ja hyvän rakentamistavan vastaisuuksista. Ostajalla puolestaan on selonottovelvollisuus, jonka mukaisesti hänen on tutustuttava kiinteistöön huolellisesti aistinvaraisesti suoritettavassa tarkastelussa. Ostajan ei pääsääntöisesti edellytetä suorittavan rakenteille teknisiä tutkimuksia tai mittauksia. Joissakin tapauksissa ostajalle on kuitenkin syntynyt erityinen tai laajentunut ennakkotarkastusvelvollisuus, kuten esimerkiksi vuoto- ja vauriojälkien perusteella. Kosteuden kannalta ongelmallisia ovat etenkin vanhat kiinteistöt, joissa piilossa olevien rakenteiden vaurioituminen on saattanut kestää jo vuosia tai joissa vaurio on aiheutunut esimerkiksi aiemmin tehdyn perusrakennuksen epäonnistumisesta. (Ympäristöministeriö n.d., 3.)

Yksittäistä rakennusosaa tai toteutustapaa tarkasteltaessa voidaan kohtuullisen yksinkertaisesti todeta, onko työ suoritettu määräysten ja normien mukaisesti. Rakennusvirhettä määriteltäessä tulisi kuitenkin huomioida

rakennusajankodan mukainen toteutustapa, joka ei välttämättä vastaa nykyrakentamisen määräyksiä ja ohjeita. Tällöin kyseessä ei ole rakennusvirhe. Rakennekokonaisuuksien toimivuutta syvällisemmin pohdittaessa on todettava, että monissa tapauksissa rakennusvirheen määrittelemineen on huomattavasti monimutkaisempi prosessi. Materiaalivalintojen ja rakenneratkaisujen lisäksi rakenteiden toimivuus riippuu ympärillä vallitsevista olosuhteista ja niiden hallinnasta, sillä materiaalit vaurioituvat aina, mikäli olosuhteet luovat sille edellytyksen. (Lindberg 2003, 479.)

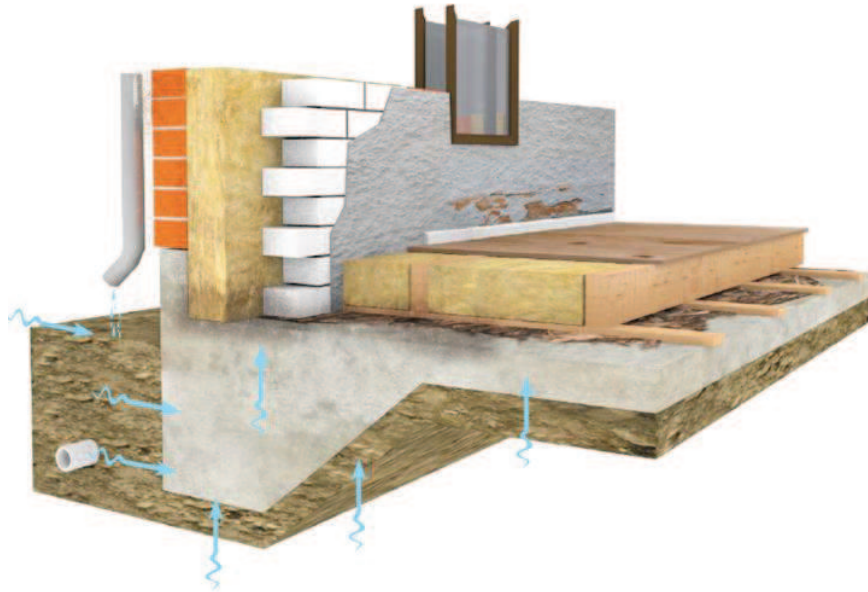
Rakennusmääräykset ja normit täyttävät rakenteet eivät aina toimi aiotuissa olosuhteissa, ja toisaalta taas määräysten vastaiset rakenteet saattavatkin toimia moitteettomasti. Suomen ilmasto-olosuhteissa rakenteita rasittavat ulko- ja sisätilojen välillä vallitseva suuri lämpötilaero, joka korostuu etenkin talvisin. Vuodenaikojen lisäksi rakennetta ympäröiviin olosuhteisiin vaikuttavat oleellisesti myös käyttäjäkohtaiset tottumukset. Rakennusvirheen tulkintaan oman lisänsä tuo myös käsitys, että kaikki rakennusalalla toimijat voisivat olla rakennustekniikan asiantuntijoita. Käytännössä asia ei kuitenkaan ole näin. Ongelmat ovat usein monimutkaisia ja vaikeita, ja niiden ratkaisemiseksi vaaditaan riittävää yksityiskohtaista asiantuntemusta. Etenkin kosteuteen liittyvät kysymykset vaativat usein rakennusfysiikan laajaa tuntemusta, jotta asioita voi edes ymmärtää riittävän syvällisesti. Kosteusvaurioiden kohdalla ongelmat ovat usein syntyneet ilmiöistä, joita ei voi silmin havaita. Tällöin myös niiden ymmärtäminen ja hallitseminen on vaikeaa. (Lindberg 2003, 479–481.)

Rakennusvirheistä puhuttaessa ja niitä tulkittaessa on kuitenkin huomattava, että rakenteille ja rakennusmateriaaleille on määritelty tietyt käyttöiät, joiden ylittyessä hajoaminen on odotettavaa ja jopa väistämätöntä. Tällöin ei voida puhua rakennusvirheestä tai väärän materiaalivalinnan aiheuttamasta virheestä. Mahdollista rakennusvirhettä tai sen aiheuttamaa oiretta arvioitaessa tuleekin huomioida kyseiselle rakenteelle tai sen osalle asetettu käyttöikä. (Gatlin 2013, 3.)

### 3.5 Riskirakenteet

Riskirakenteella tarkoitetaan yleisesti sellaista rakenneratkaisua, joka on kiinteistön rakentamisajankohdan aikana noudattanut yleistä rakentamistapaa, mutta nyt nykytiedon valossa se tiedetään, esimerkiksi kosteus- ja homeongelmien kannalta, vaurioalttiiksi rakenteeksi. Riskirakenne ei kuitenkaan automaattisesti tarkoita vaurioitunutta rakennetta, vaan suotuisissa olosuhteissa se voi toimia myös moitteettomasti. Rakenteen vaurioituminen edellyttääkin sellaisia olosuhteita, että sen vahingoittuminen on mahdollista. Tämän johdosta, vanhoja rakenteita peruskorjattaessa, tulee huomioida rakenteen alkuperäinen toimintaperiaate ja sille suotuisat olosuhteet ja niiden hallinta. Olosuhteiden hallintaan ja siten myös vaurioitumiseen vaikuttavat kiinteistön käyttötarkoitus ja käyttötottumukset ja niiden muutokset. Tyypillisiä riskirakenteita ovat rakenneratkaisut, jotka eivät huomioi kosteuden kulkeutumista rakenteisiin materiaalin kapillaarisuuden ja diffuusion takia. Tällaisia ratkaisuja ovat esimerkiksi 1960–1990-luvuilla yleisesti käytetty piilosokkelirakenne sekä erilaiset rakenneratkai-

sut, joissa puumateriaali liitetään suoraan betonirakenteeseen. (Ympäristöministeriö n.d., 5; Rakennustaito 2015.)



Kuva 1. Kosteuden siirtyminen rakenteisiin (Ympäristöministeriö 2012, 38).

Toisaalta riskirakenteita saattaa helposti muodostua myös ulkomailta Suomeen rantautuvista sisustustrendisuuntauksista, jotka eivät toimikaan yhdessä Suomen rakentamismääräysten kanssa. Tällaisia riskirakenteita saattaa muodostua muun muassa kevythormien ja erilaisten valaisimien käytöstä, joissa katon eristekerrokset aiheuttavat rakenteen kuumenemisen ja siten muun muassa palovaaran.

Taulukko 1. Mahdollisia riskejä sisältäviä ratkaisuja (Korkeamäki, 3.3.2015).

	<u>VIRHE</u>	<u>VAURIO</u>
1.	Pitkä hellejakso + ilmalämpöpumppu	Kosteus tiivistyy rakenteisiin.
2.	Tiivistalo + liesituuletin	Korvausilma viemäreistä, hajuhaitat
3.	Tiivistalo + raadon	Korvausilmaa alapohjasta --> sisätiloihin kulkeutuu radonkaasuja
4.	Väärä vedeneristysaine seinärakenteessa (vesihöyrynläpäisy)	Vesihöyry pääsee kulkeutumaan seinärakenteisiin, talvella jäätyminen -> kosteusvauriot
5.	Kevythormin läpivienti ullakotilaan, kun alakatossa paksut eristekerrokset	Hormi kuumenee -> palovaara, palo

### 3.6 Rakennusvirheiden yleistyminen

Nopeassa aikataulussa tiukentuneet energiatehokkuusmääräykset ovat asettaneet Suomen rakennustuotannon uudenlaisten haasteiden eteen. Tämä on aiheuttanut painetta suunnittelijoiden, rakentajien sekä materiaali- ja laitevalmistajien keskuudessa. Tiukentuneet vaatimukset energiatehokkuudessa nostavat esiin uusia toteutusratkaisuja ja rakennusfysikaalisia näkökulmia. Rakenteiden oikean suunnittelun ja virheettömän toteutuksen lisäksi rakennuksen käyttäjän oma aktiivisuus ja tietotaito korostuvat entisestään, sillä rakennusta tulee myös osata käyttää ja huoltaa oikein. (Heinonen 2015.)

Suunnitteluvirheet ovat myös yleistyneet kokeellisen ja uudenlaisen suunnittelun vuoksi, missä vanhat ja hyväksi todetut ohjeet ja detaljit on sivuutettu. Uusien materiaalien ja toteutustekniikoiden soveltuvuudesta ei vielä ole saatavilla ajan tuomaa kokemusta ja varmuutta. Suunnittelijat joutuvat usein luottamaan materiaali-, elementti- ja laitetekniikkavalmistajien julkaisemiin ohjeisiin ja kirjallisuuteen sekä detaljikaan, ilman todellista ymmärrystä tuotteiden soveltuvuudesta aiottuun tarkoitukseen. Lisäksi myös yksityiskohtaisten suunnitelmien puuttuminen saa aikaan tulkinnanvaraisuutta, mikä osaltaan johtaa rakennusvirheisiin. (Gatlin 2013, 5.)

Rakennusprojektin toteutuksen kannalta katsottuna rakennusvirheiden lisääntymiseen vaikuttavat virheellisen työsuorituksen lisäksi myös rakennusurakoitsijan muuttunut rooli. Alalla on yleistynyt urakointimuoto, jossa pääurakoitsija hoitaa projektin koordinoinnin sekä mestaroinnin ja myy työsuoritteet eteenpäin aliurakoitsijoille. Tavoitteena on saavuttaa maksimaalinen nopeus ja voitto. Kyseisessä urakointimuodossa työsuoritteiden laadunvalvonta korostuu entisestään. Puutteet valvonnassa ja projektin organisoinnissa synnyttävät usein ongelmia aikatauluun ja siten myös työjärjestykseen, mikä taas osaltaan lisää riskiä rakennusvirheiden syntymiseen. (Gatlin 2013, 5–6.)

### 3.7 Yleisimmät rakennusvirheet

Useimmissa tapauksissa veden ja kosteuden pääsy rakenteisiin on aiheuttanut rakenteiden vaurioitumisen ja synnyttänyt siten terveydellisiä riskitekijöitä sekä etenkin puurakenteiden kantokyvyn menetyksiä. Painovoiman lisäksi vesi voi kulkeutua rakenteisiin myös kapillaarisesti sekä diffuusion avulla vesihöyryinä. Rakennuksen vaipparakenteiden kosteus- ja lämpöteknistä toimivuutta tarkasteltaessa tulee ymmärtää rakenteiden rakennusfysikaalinen käyttäytyminen, joka on hallittava sekä uudis- että korjausrakentamisen piirissä. (Lindberg 2003, 480–481.)

Aiemmin on todettu, että puutteet suunnitelmissa tai virheellinen toteutustapa ovat yleisimpiä rakenteiden toimivuuteen vaikuttavia tekijöitä. Näiden lisäksi myös pyrkimys säästää kustannuksissa aiheuttaa usein muun muassa virheellisiä materiaali-, tekniikka- ja toteutustapavalintoja, jotka siten johtavat rakenteiden vaurioitumiseen. Valitettavan usein virheellinen toteutus on myös seurausta tietämättömyydestä ja välinpitämättömyydestä sekä asenteista.

Rakennusala on perinteisesti ollut matalankynnyksen ala, jonne on työllistetty helposti ilman minkäänlaista koulutusta. Lisäksi nykyään rakennustyömailla työskentelee myös paljon ulkomaista työvoimaa, jolloin riittämättömistä kielitaidosta aiheutuvat tiedonkatkokset ja puutteet toteutuksessa ovat mahdollisia. (Lindberg 2003, 481; YLE uutiset 2013; Mäkinen, sähköpostiviesti 2.11.2015.)

Toisinaan rakentamiselle luodut toteutusolosuhteet eivät anna edellytystä virheettömään työsuoritukseen. Rakenteita ja rakennusmateriaaleja jätetään usein sään armoille, jolloin ne voivat likaantua ja kastua. Kiire lisää rakenteiden vaurioitumisen riskiä, mikäli materiaalien ja pinnoitteiden riittävästä kuivumisajoista ei ole huolehdittu. Toisaalta myös teoria ja käytäntö eivät aina kohtaa rakennustyömaalla. Rakennuksen työvaiheisiin osallistuu monta eri ammattikuntaa aina suunnittelijoista ja työnvalvojista toteuttajiin. Itse työn suorittajalla ei useinkaan ole käsitystä rakenteiden rakennusfysikaalisesta käyttäytymisestä ja syy-seuraamussuhteista. (Lindberg 2003, 481; YLE uutiset 2013.)

Virheet kiinteistön ulkovaipan rakenteissa aiheuttavat usein mittavia ja kalliita korjaustoimenpiteitä, joiden suunnitteluun ja toteutukseen tulisikin käyttää asiaan perehtyneitä ammattilaisia. Rakennuksen ulkovaipan tehtävänä on suojata sisätiloja ulkoilman kosteusrasituksilta sekä toimia lämmön- ja ääneneristeenä. Lisäksi vaipparakenteet toimivat usein myös talon kantavina rakenneosina. Vaipparakenteiden kantavuuden sekä kosteusteknisen ja mikrobivapaan toimivuuden takaamiseksi on ymmärrettävä rakenteisiin kohdistuvia sisä- ja ulkoilman aiheuttamia rasitusoloja. (RIL 2014, 39–43.)

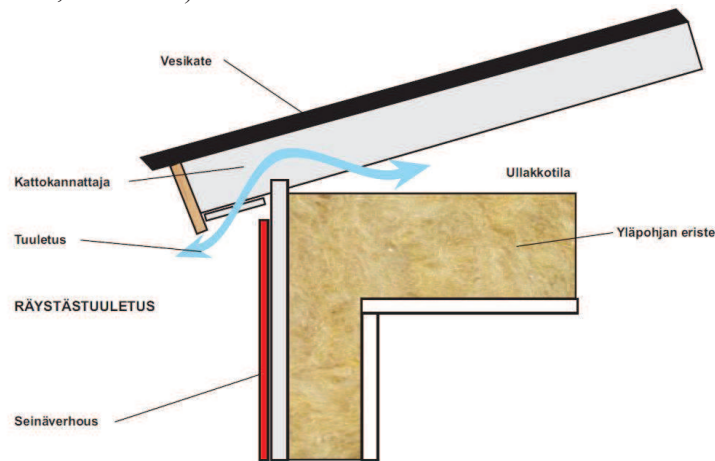
### 3.7.1 Yläpohja

Yläpohja on katon rakennekokonaisuus, joka käsittää rakenteen kantavan osan lisäksi ilmansulku- ja höyrynsulkukerrokset sekä lämmön- ja vedeneristyskerrokset. Yläpohjarakenteet jaotellaan karkeasti loiviin ja jyrkkiin kattoihin niiden kattokaltevuuden mukaisesti. Rakenteen suunniteltu toimintaperiaate määrittelee höyrynsulun ja tuuletuksen sijainnin rakenteessa. Ilman- ja höyrynsulkukerroksilla on rakenteen toimivuuden kannalta suuri merkitys, sillä sisäilmasta peräisin oleva kosteus pyrkii läpäisemään rakenteen paine-erojen ja ilman lämpötilasta johtuvien tiheyserojen vuoksi. Yläpohjan kosteusteknisen toimivuuden kannalta rakenteen riittävä tuuletus onkin ensiarvoisen tärkeää. (RIL 2012, 101–103.)

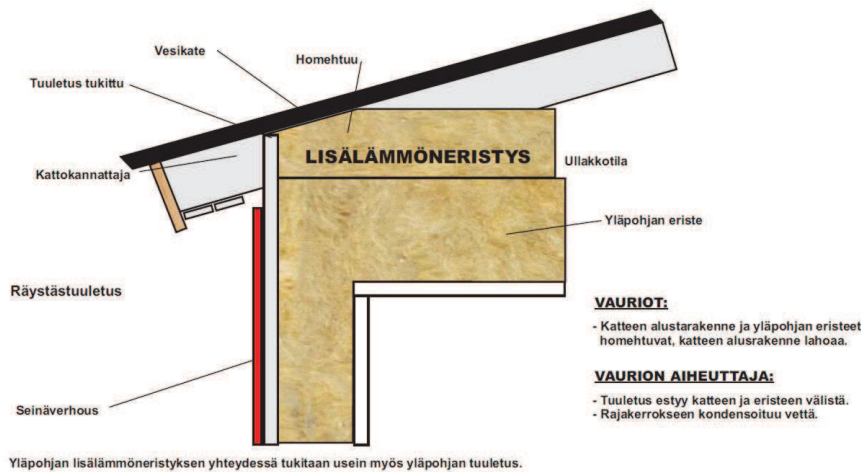
Rakennuksen yläpohjan yleisin kosteusvaurioiden aiheuttaja on vesikaton vuoto. Vuotovahingot syntyvät pääsääntöisesti vesikatolla olevien läpivientien ja aukkojen liitoskohdista, epätiivien saumojen sekä väärin toteutettujen räystäiden vuoksi. Usein myös eri katemateriaalien liitoskohdat aiheuttavat veden pääsyn rakenteisiin. Erilaisten rakennusvirheiden lisäksi vesikaton vuotovaurioita aiheuttavat yleisesti myös huoltotoimenpiteiden laiminlyönti. Etenkin loivilla katoilla olevat kattokaivot saattavat ajan kuluessa tukkeutua ja synnyttää siten veden patoutumista katopinnalle. Myös ilmastolliset rasitetekijät voivat aiheuttaa muun muassa kaivojen vaurioitumista ja vuotoja. Talvisin yläpohjarakenteisiin saattaa tuulen mukana

kulkeutua lunta, joka voi sulaessaan aiheuttaa mittaviakin kosteusvaurioita. (Sisäilmayhdistys 2008b; RIL 2011, 194; RIL 2012, 101–103.)

Rakennuksen yläpohjaa rasittavat ulkopuolelta tulevan kosteuden lisäksi myös sisätiloista ilmavirran ja diffuusion avulla kulkeutuva kosteus. Tämän johdosta yläpohjarakenteen ilman- ja höyrünsulun huolellinen toteutus sekä kyseessä olevan vesikattorakenteen vaatima riittävä tuuletus ja sen varmistaminen ovatkin ensiarvoisen tärkeitä. Etenkin vanhoja rakenteita lisäeristettäessä saatetaan usein tukkia tuuletusaukot, jolloin yläpohjaan kulkeutunut kosteus ei enää pääse virtaamaan pois ulkoilmaan. Talvella rakenteeseen kulkeutunut kosteus aiheuttaa kuuran ja jään muodostumista kattorakenteisiin. Keväällä ilman lämmitessä kuura ja jää sulavat aiheuttaen riskin rakenteen altistumiselle kosteus- ja mikrobivaurioille. Yläpohjarakenteiden vauriot aiheuttavat sisätilojen lisäksi usein ongelmia myös muihin rakenteisiin. (Sisäilmayhdistys 2008b; RIL 2011, 194; RIL 2012, 101–103.)



Kuva 2. Periaatekuva toimivasta yläpohjan räystästuuleduksesta (Ympäristöministeriö 2012, 97).



Kuva 3. Yläpohjan lisälämmöneristys tukkii ullakkotilan tuuletuksen (Ympäristöministeriö 2012, 98).





Kuva 4. Kosteus on muodostunut jääksi ja kuuraksi yläpohjarakenteisiin (Ympäristöministeriö 2012, 99).

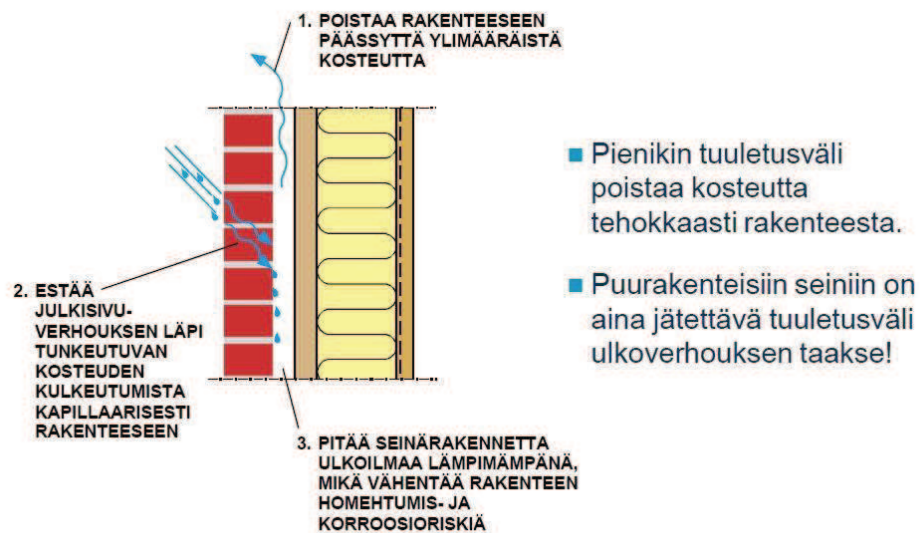
Taulukko 2. Yläpohjarakenteisiin liittyvät yleiset rakennusvirheet vakuutustarkastajien listauksesta (Mäkinen, sähköpostiviesti 18.6.2015).

	<u>VIRHE</u>	<u>VAURIO</u>
1.	Epätiiveydet vesikaton läpivientikohdissa	Yläpohja kastuu, kosteusvauriot.
2.	Konesaumaton peltikaton vuoto, kun räystäälle muodostuu jäätä (saumat eivät ole tiiviitä)	Yläpohja kastuu, kosteusvauriot.
3.	Yläpohjan puutteellinen tuuletus, yläpohjan ilmaraot puuttuvat	Yläpohja homehtuu.
4.	Aluskatteiden liitokset (limitys liian pieni, kate liian tiukalla)	Aluskatteen repeäminen, yläpohja kastuu, kosteusvauriot.
5.	Sisäkaton levytys asennettu niittipysyllä tai kiinnitys tehty muutoin virheellisesti	Levytyksen roikkuminen ja kiinnitysten pettäminen kokonaan
6.	Lumikuorma on painanut katon notkolleen (huopa revennyt jne.)	Yläpohja kastuu, kosteus- ja homevauriot.
7.	Aluskate puuttuu	Yläpohjan eristevillat kastuvat.
8.	Puutteellinen yläpohjan tuuletus, kun ullakkotila otetaan asuinkäyttöön	Yläpohja homehtuu.
9.	Eristämättömät IV- ja viemärin tuuletusputket yläpohjassa	Tuuletusputkien jäätyminen, hajuhaitat, putkien vaurioituminen
10.	Kattosadevesiviemärin kannakointi ja kiinnitys riittämätön	Liitosten pettäminen, sadevesiviemäri ei toimi -> vesi lammikoituu -> kattorakenne kastuu.
11.	Kattojen kulkusiltojen kiinnitykset puutteellisia (ei kannakointia, roikkuu suoraan tiilen päällä)	Kulkusiltojen sekä kattotiilien irtoaminen ja vaurioituminen

12.	Savupiippujen ym. kattorakenteiden pellitysjiirit/saumoja ei ole tehty kunnolla, eivät ole tiiviit	Sadevesi valuu yläpohjaan.
-----	--	----------------------------

### 3.7.2 Ulkoseinät

Ulkoseinät voidaan jakaa kosteusteknisen toimivuutensa mukaisesti kahteen osaan, tuulettuviin ja ei-tuulettuviin eli massiivisiin rakenteisiin. Tuulettuvien ulkoseinien rakenteen välissä olevan ilmaraon tarkoitus on poistaa sisälle rakenteeseen kulkeutunut kosteus raossa virtaavan ilman avulla. Tuulettumattomat ulkoseinät ovat pääsääntöisesti massiivisia yhden materiaalin rakenteita, kuten harkko-, massiivitiili- ja hirsiseiniä, jotka eivät vaadi erillistä tuuletusrakoa. Massiivirakenteeseen kulkeutunut kosteus haihtuu rakenteesta diffuusion ja materiaalin kapillaarisuuden avulla. Massiivirakenteisten ulkoseinien pinnoitemateriaalit tulisikin valita siten, että ne läpäisevät hyvin rakenteesta ulkoilmaan päin haihtuvaa kosteutta. (Sisäilmayhdistys 2008a; RIL 2012, 68; YM 2015b 45.)



Kuva 5. Tuuletusväli poistaa rakenteeseen päässyttä kosteutta (Vinha 2012, 24).

Ulkoseinärakenteiden tyypillisiä kosteusvaurioiden aiheuttajia ovat ulko- ja sisäilmasta rakenteisiin kulkeutuva kosteus. Näiden lisäksi seinärakenteita vaurioittavat maasta kapillaarisesti kulkeutuva vesi sekä puutteelliset salaoja- ja sadevesijärjestelmät. Toisaalta myös erilaiset seinärakenteiden sisällä kulkevat putkistot ja märkätilojen virheellisesti asennetut vedeneristykset aiheuttavat suuren osan rakenteiden kosteusvaurioista. Ulkoseinien sisällä kulkevat käyttövesiputkistot saattavat talvisin altistua pakkaselle ja jäätyä aiheuttaen täten putkien vaurioitumista. Kylmien metalliputkien pintoihin tiivistyy vedeksi rakenteeseen kulkeutunut kosteus, joka jatkuvana ilmiönä synnyttää mittavia kosteusvaurioita. Lisäksi sisäilman kosteus voi myös tiivistyä kylmälle ikkunapinnalle, mikä usein

toistuvana ilmiönä saa aikaan ikkunan alapuitteiden vaurioitumisen. Kosteusrasitusten todellinen vaikutus rakenteisiin riippuu oleellisesti rasituksen kestosta ja toistuvuudesta, vuodenaajoista, säävaihteluista sekä rakennuksen käyttötarkoituksesta. Seinärakenteen yli vaikuttavat lämpötila- ja ilmanpaine-erot sekä auringon säteily ja tuuli liittyvät myös merkittävästi rakenteen kosteustekniseen toimivuuteen. (RIL 2014, 120; Björkholtz 1997, 110–112.)

Vanhoja seinärakenteita lisäeristettäessä rakenteen kosteustekninen ja rakennusfysikaalinen käyttäytyminen saattaa muuttua, mikä tulisikin ottaa huomioon jo remontin suunnitteluvaiheessa. Lämmöneristettä lisättäessä rakenteesta tulee usein entistä tiiviimpi, jolloin sisälle rakennukseen seinän tiivistämättömistä kohdista johdetun painovoimaisen korvausilman hallittavuus muuttuu. Tästä voi aiheutua muun muassa vetoisuuden tunnetta tai radonin kulkeutumista sisätiloihin. Lisäeriste voidaan sijoittaa rakenteen sisä- tai ulkopuolelle materiaalin valmistajan ohjeen mukaisesti. Ulkopuolelle sijoitettava eriste on seinärakenteen lämmön- ja kosteusteknisen toimivuuden kannalta varmin ratkaisu. Ratkaisussa vanha seinärakenne tulee jäämään aiempaa lämpöisempään ja kuivempaan ympäristöön, mikä on rakenteen kosteusteknisen toimivuuden kannalta vain hyväksi. Massiiviset ulkoseinärakenteet sekä tiiliverhotut julkisivut tulisikin eristää ainoastaan ulkopuolelta vesihöyryä ja kosteusrasitusta sietävillä eristeillä. Väärän eristemateriaalin valinta voi johtaa seinän kosteusvaurioihin ja mikrobikasvustoihin. (YM 2015b, 45; Björkholtz 1997, 109–110.)

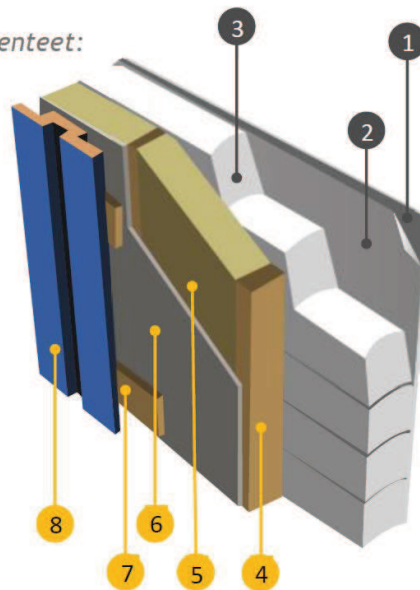
#### Rakennekerrokset

*Vanhat säilytettävät rakenteet:*

- 1 Sisäverhous
- 2 Höyryn-/ilmansulku
- 3 Hirsiseinä

*Uudet rakenteet:*

- 4 Koolaus
- 5 Uusi lämmöneriste
- 6 Tuulensuojalevy
- 7 Tuuletusväli
- 8 Ulkoverhous



Kuva 6. Ulkopuolelta toteutettu massiivihirsiseinän lisälämmöneristys (Oulun rakennusvalvonta n.d, 4).

Taulukko 3. Ulkoseinärakenteisiin liittyvät yleiset rakennusvirheet vakuutustarkastajien listauksesta (Mäkinen, sähköpostiviesti 18.6.2015).

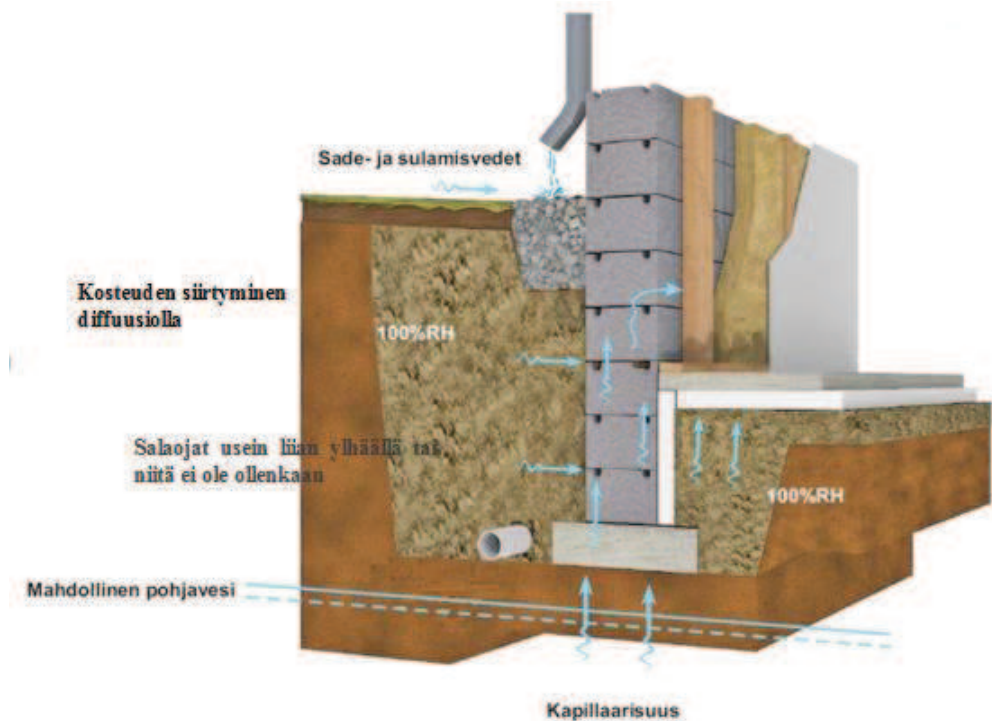
	<u>VIRHE</u>	<u>VAURIO</u>
1.	Pesukoneen poiston viemärointi, kannakkeen asennus	Liitoksen pettäminen, vesi pääsee rakenteisiin, kosteus- ja homevauriot.
2.	Puutteelliset läpiviennit seinissä ja lattioissa, putkiläpiviennit, lattiakaivot	Vesi pääsee vedeneristysten alle, kosteus- ja homevauriot.
3.	Puutteellinen perusmuurin vedeneristys	Perustusten ja ulkoseinärakenteiden kastuminen, pinnoitteen hilseily, kellaritilojen kosteusvauriot
4.	Puutteellinen sadevesien poistaminen rakennuksen seinustoilta	Perustusten ja ulkoseinärakenteiden kastuminen, pinnoitteen hilseily
5.	Salaojat puuttuvat kokonaan	Perustusten kastuminen
6.	Rinneratkaisuissa salaojat väärässä korossa rinteen puolella	Salaojat eivät toimi, perustusten ja seinärakenteiden kastuminen?
7.	Puutteellinen lämmöneristys seinärakenteissa, ilmavuodot	Kosteuden kondensoituminen rakenteisiin, kosteus- ja homevauriot
8.	Viemäri- ja vesiputkien kannakointi	Putkiliitosten pettäminen
9.	Vesipostiventtiilien jäätyminen	Putkirikko, kosteusvaurio

### 3.7.3 Alapohja

Rakennuksen vaipan alapohjarakenteet jaetaan tuulettumattomiin maanvaraisiin ja ryömintätilaisiin eli tuulettuviin rakenteisiin. Molemmille rakennetyypeille on yhteistä maaperästä tuleva kosteusrasitus. Maaperän suhteellisen kosteuspitoisuuden oletetaan yleisesti olevan lähes 100 %. Maaperän kosteuden lisäksi rakenteita kuormittavat vielä ulko- ja sisäilmasta lähtöisin olevat kosteusrasitukset. Usein erilaiset vesivahingot aiheuttavat painovoiman seurauksena mittavia vaurioita myös alapohjarakenteisiin. Alapohjarakenteisiin kohdistuvien kosteusrasitusten hallitsemiseen vaikuttavat oleellisesti rakenteissa käytetyt lämmöneristeet ja niiden sijoituskohdat. Lämmöneristeiden lämmön- ja vesihöyrynvastusominaisuuksien avulla voidaan hallita maaperästä rakenteisiin siirtyvän vesihöyryn määrää ja toisaalta myös sisäilmasta maaperään päin siirtyvää lämpöä. (Sisäilmayhdistys 2008c; RIL 2014, 151.)

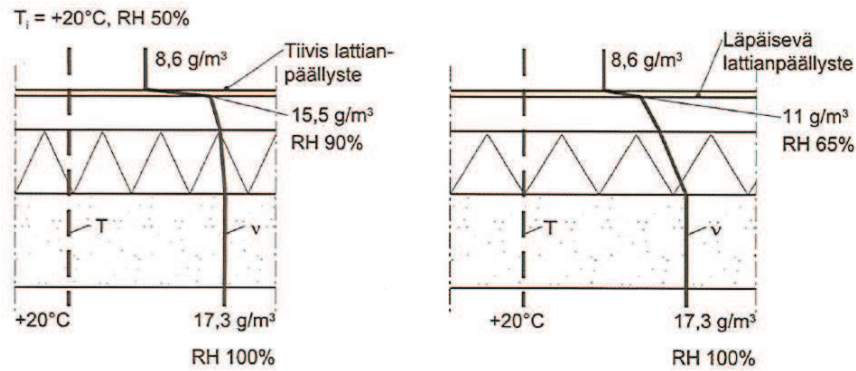
Alapohjarakenteiden tyypillisiä kosteusvaurioiden aiheuttajia ovat rakennuksen puutteelliset kosteudenhallintajärjestelmät, joissa muun muassa pintavedet pääsevät kulkeutumaan rakenteisiin pintamaan kallistusten ja sadevesijärjestelmien puutteellisuuden johdosta. Lisäksi ongelmia aiheuttavat usein myös puutteet salaojajärjestelmissä sekä rakenneratkaisuissa, jotka eivät estä veden ja kosteuden kulkeutumista rakenteisiin materiaalien kapillaarisuuden, ilmavirtausten ja diffuusion aikaansaamina. Sisäilman

laatuun vaikuttaa usein orgaanisen materiaalin jääminen alapohjarakenteisiin, joka maaperän korkean kosteuden ja lämpötilan johdosta homehtuu synnyttäen siten sisäilmaan home- ja mikrobihaittoja. (Sisäilmayhdistys 2008c; RIL 2014, 151.)



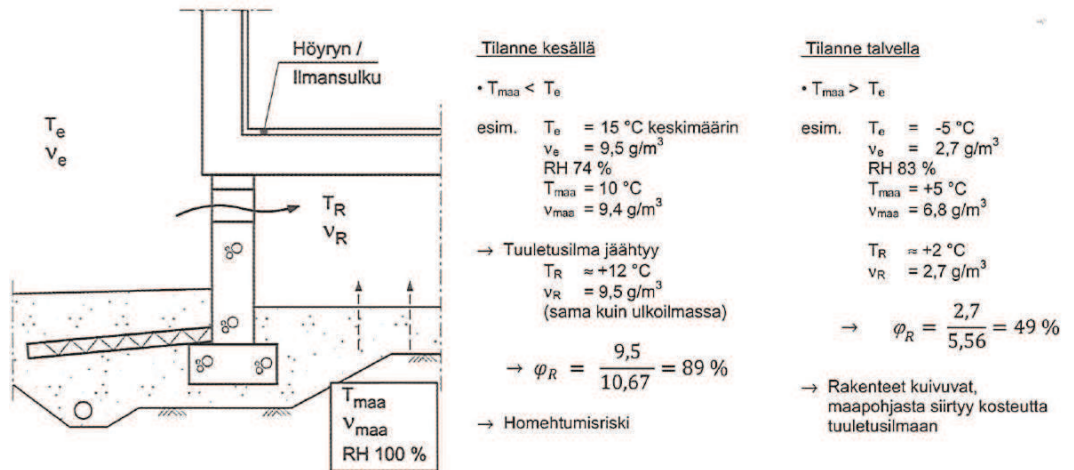
Kuva 7. Alapohjarakenteiden kosteusrasituksia (Ympäristöministeriö 2012, 98).

Alapohjarakenteiden kosteudenhallinnan erityispiirteet liittyvät, rakennusaikaisen kosteuden poistumisen lisäksi, maaperästä kulkeutuvan suuren kosteuspitoisuuden sekä rakennetta ympäröivän ilman lämpötilan hallintaan. Maanvaraisten lattioiden kohdalla maaperästä kulkeutuva kosteus ei pääse haihtumaan ulkoilmaan, vaan se kulkeutuu rakenteiden läpi sisätiloihin. Tällöin lattian pinnoitusmateriaalin valinnassa tulisikin ottaa huomioon olosuhteisiin nähden materiaalin riittävä vesihöyrynläpäisevyys. Maaperän lämpötila vaikuttaa sen sisältämään vesihöyrypitoisuuteen ja siten sisäilmaan virtaavan vesihöyryn määrään. Lämmityskauden jälkeen, kun lämmitys ei ole enää päällä, maaperän lämpötila ja kosteuspitoisuus saattavat olla niin suuret, että maaperää kylmempään lattiarakenteeseen virtaava kosteus voi tiivistyä päällysteen alle vedeksi. (Sisäilmayhdistys 2008c; RIL 2014, 154–155.)

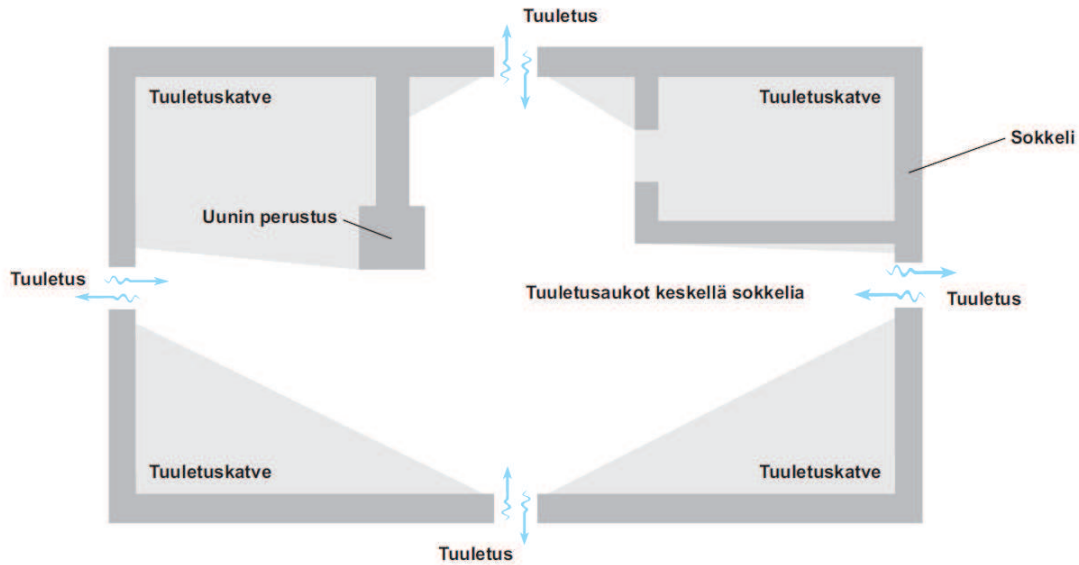


Kuva 8. Lattianpäällysteen vesihöyrynläpäisevyyden vaikutus rakenteen kosteustilaan (RIL 2014, 156).

Tuulettuvan alapohjan lämpö- ja kosteusoloihin vaikuttavat tuuletuksen ja maaperän kosteuden hallinnan lisäksi merkittävästi myös vuodenajat. Ryömintätilassa vallitseva ilman suhteellinen kosteus vaihtelee ulkoilman lämpö- ja kosteusolosuhteiden vaikutuksesta. Kesäisin tuulettuvan alapohjan lämpötila on yleisesti ulkoilmaa viileämpää, jolloin ulkoa virtaava kostea ilma saattaa tiivistyä vedeksi alapohjatilan kylmemmille pinnoille. Puutteellisen tuuletuksen lisäksi ryömintätilojen yleisempiä kosteusvaurioiden aiheuttajia ovatkin puutteet maaperän kosteudentuoton hallinnassa sekä ryömintätilan liiallinen kylmyys kesäilman kosteuteen nähden. Lisäksi ongelmia muodostavat usein ryömintätiloissa kulkevat putkitukset, jotka ovat korroosiolle vaurioalttiita. (Sisäilmayhdistys 2008c; RIL 2014, 157–160.)



Kuva 9. Tuulettuvan alapohjarakenteen kosteusolosuhteet kesällä ja talvella (RIL 2014, 158).



Kuva 10. Alapohjajärjestelmän tuuletus on puutteellinen, mikäli katvealueita pääsee muodostumaan (Ympäristöministeriö 2012, 98).

Taulukko 4. Alapohjajärjestelmään liittyvät yleiset rakennusvirheet vakuutustarkastajien listauksesta (Mäkinen, sähköpostiviesti 18.6.2015).

	<u>VIRHE</u>	<u>VAURIO</u>
1.	Parketin vaurioituminen liian pienen liikuntavaran seurauksena	Parketin nousu ja aaltoilu
2.	Muoviviemärit irronneet liitoksistaan valuvaiheissa	Viemärijäte pääsee rakenteisiin.
3.	Lattiaakaadot tehty väärin lattiakaivolisissä tiloissa	Vesi jää seisomaan eikä valu viemäriin.
4.	Lattialaattojen kiinnitys on tehty väärin: laasti päässyt kuivahtamaan, väärä laasti (ei tarkoitettu lattialämmitystiloihin, ei elämisvaroja seinien ja muiden esteiden kohdalla, lattiaa ei puhdistettu riittävästi kiinnityksen varmistamiseksi)	Laatat halkeilevat ja korkkaavat irti pinnastaan.
5.	Puutteelliset läpiviennit seinissä ja lattioissa, putkiläpiviennit, lattiakaivot	Vesi pääsee vedeneristysten alle.
6.	Vedeneristysten puuttuminen teknisestä tilasta ja kodinhoitohuoneesta, jos näissä on lattiakaivo	Vettä käytetään kuten olisi vedeneristys, rakenteiden kostuminen ja homevauriot.
7.	Lattiarakenteen alimman laatan korkeusasema maanpinnan alapuolella (piilosokkeli)	Rakenteen kastuminen, homevauriot.
8.	Kapillaarisen kosteuden pääsy alapohjajärjestelmään	Rakenteen kastuminen, homevauriot
9.	Perustusten painuminen	Kantavien rakenteiden vaurioituminen, halkeilu

10.	Alapohjan puutteellinen tuuletus luonnontilaisessa tuuletuksessa tai alapohjan tuuletusimuri ei toimi koneellisessa tuuletuksessa	Homehtuminen, kosteusvauriot
11.	Viemäreiden painuminen	Kaato-ongelmat, liitosten pettäminen
12.	Muoviviemäreiden tiivisteiden puuttuminen kokonaan tai irtoaa putkea asennettaessa tai viemäriin kaato on väärin päin, kannakointi puuttuu tai se on liian harvassa	Viemäriin liitoskohdat eivät ole tiiviit, hajuhaittoja ja jätteen tihkuminen rakenteisiin. Viemäri ei vedä. Liitoskohdat pettävät.

### 3.8 Rakennusvirheiden ehkäisy

Toimiva ja terve rakennus koostuu monien yksityiskohtien summasta sekä monen ammattikunnan yhteistyöstä. Tästä syystä on hyvin tärkeää, että suunnitelmat ovat huolellisesti laadittuja ja että ne toimitetaan vasta viimeistelyinä rakennusurakoitsijan käyttöön. Alustavassa suunnitteluvaiheessa rakennushankkeeseen ryhtyvän tuleekin tarkoin määrittellä hankkeen tilarajat ja erityistoivomukset. Tällöin rakennusvaiheessa vältetään turhilta suunnitelmamuutoksilta, jotka saattavat osaltaan aiheuttaa rakennusvirheen riskiä. Mikäli alkuperäiseen hankesuunnitelmaan kuitenkin halutaan tehdä muutoksia, tulisi niille suorittaa arvoanalyysi: onko haluttu muutos välttämätön, vaikuttaako se merkittävästi rakenteisiin ja mikä on muutoksella saatu todellinen hyöty sekä millaisia kustannusvaikutuksia se aiheuttaa? Lopullisten suunnitelmien toimivuuden varmistamiseksi tulisi myös suorittaa vertaisarviointia, jossa suunnitelmien tarkasteluun osallistuu kohteen suunnittelijoiden lisäksi muita rakennustekniikan ammattilaisia. Ulkopuoliset asiantuntijat helpottavat suunnitelmien ja asiakirjojen yleisen laadun tarkastelua. (Gatlin 2013, 6–7.)

Toisinaan rakennusvaiheessa saattaa ilmetä ongelmia, jotka on ratkaistava nopeasti ja tarvittavat suunnitelmamuutokset täytyy päivittää piirustuksiin viipymättä. Tämä edellyttääkin rakennusprojektin pääsuunnittelijan sitoutumista hankkeeseen koko projektin ajaksi aina suunnitteluvaiheesta valmistumiseen asti. Pääsuunnittelijan tulee valvoa suunnitelmien yleistä laatua ja koordinoitua eri suunnittelualojen välillä. Hankkeen suunnitteluvaiheessa suoritettu huolellinen johtaminen ja koordinoitua varmistavat oikeat ja nykyaikaiset materiaalivalinnat, tekniset laatuvaatimukset ja detallointi. Laadittuja suunnitelmia tulee aina tarkastella myös toteutuksen näkökulmasta: ovatko ne todellisuudessa toteuttamiskelpoisia ja työn suorittamisen kannalta tarpeeksi informatiivisia. Riittävän aikaisessa vaiheessa tehty tarkastelu vähentää tehokkaasti mahdollisten rakennusvirheiden syntymistä. (Gatlin 2013, 6–7.)

Rakennusaikainen laadunvalvonta on myös tärkeä asia rakennusvirheiden ehkäisyssä. Toteutuksen aikana laatua tulee seurata hyvin kokonaisvaltaisesti, jolloin voidaan varmistua laadukkaasta ja hyvän rakentamistavan mukaisesta työsuorituksesta. Piiloon jääviin rakenteisiin on kiinnitettävä riittävästi huomiota, ja niitä olisi suositeltavaa dokumentoida myös valokuvoin. Työnaikainen laadunvalvonta kytkeytyy oleellisesti rakennusvir-



heiden estämiseen. Työmaalla tulee olla riittävästi resursseja ammattitaitoiseen työnjohtamiseen ja valvontaan. Usein hyvistä ja kattavista suunnitelmista huolimatta rakennustyön aikana esiin saattaa tulla ongelmia, jotka on kyettävä selvittämään ja hoitamaan välittömästi työmaaolosuhteissa. Tällöin on erittäin tärkeää, että ratkaisuun osallistuvilla henkilöillä on päätöksen tekoon riittävä ammattitaito. (Gatlin 2013, 8.)

Rakenteiden toimivuuden kannalta tiukentuneet energiatehokkuusvaatimukset edellyttävät entistä laadukkaampaa suunnittelua ja virheetöntä toteutusta. Verrattain nopealla aikataululla asetetut uudet määräykset ja ohjeet ovat aiheuttaneet sen, että kaikilla rakennusalalla toimivilla ei ole vielä riittävästi tietoa ja taitoa vastata uusiin haasteisiin. Uusien materiaalien sekä laite- ja työtekniikoiden käyttöönotto onkin lisännyt rakennusvirheiden määrää merkittävästi. Virheitä voidaan välttää riittävällä koulutuksella ja opastuksella ennen asennustyöhön ryhtymistä. Ohjeistuksen lisäksi työssä tulisi käyttää ainoastaan kokeneita sekä koulutettuja urakoitsijoita ja työntekijöitä, jotka osallistuvat hankkeeseen koko projektin ajan. Lisäksi pääsuunnittelijan ja urakoitsijan työnjohdon tulisi myös tarkastella työsuoritteita perusteellisesti. Työsuoritteen riittävä valvonta kytkeytyy myös yli- ja vuorotöihin, joita tulisikin mahdollisuuksien mukaan välttää. (Gatlin 2013, 8; Heinonen 2015.)

Hyvän suunnittelun ja laadukkaan toteutuksen lisäksi toimiva ja terve rakennus edellyttää myös loppukäyttäjältään laitetekniikkaan perehtymistä ja ymmärrystä rakenteiden rakennusfysikaalisesta toimivuudesta. Uudet ja monimutkaiset talotekniikkajärjestelmät vaativat käyttäjältään kokonaisvaltaista laitetuntemusta sekä säännöllistä seurantaa ja huoltotoimenpiteitä. Näiden laiminlyönti voi saada aikaan mittavia vaurioita ja rakenteiden tuhoutumista. (Heinonen 2015.)

## 4 VAKUUTUKSESTA KORVATTAVAT VAHINKOTAPAHTUMAT

Kotivakuutuksella vakuutetaan kodin irtaimiston lisäksi myös rakennuksia, kuten esimerkiksi omakotitalo ja pihapiirin rakennukset. Taloyhtiössä rakennukset ovat vakuutettuja taloyhtiön ottamalla kiinteistövuokratuella. Vakuutuksen ottajan tulee muistaa, että vakuutus on aina vakuutusyhtiön ja asiakkaan välinen keskinäinen sopimus. Jokainen vahinkotapahtuma on yksilöllinen vahinko, joka tutkitaan erikseen. Tämän johdosta vahinkotapahtumien korvattavuus ei ole yksiselitteistä. Vakuutus sopimuksen sisältö ilmenee vakuutuksen ehdoista ja vakuutusasiakirjoista. (Kantola & Salo 2013, 1–2.)

### 4.1 Vakuutustusehdot

Vakuutusyhtiöt tarjoavat usein erilaisia valmiita turvatasoja, kuten esimerkiksi laajaa tai suppeaa turvatasoa, jotka määrittelevät, millä laajuudella vahingot korvataan. Toisinaan taas vakuutuksen ottajalla on mahdollisuus valita vaihtoehtoiset vakuutusturvat ja rakentaa siten itse haluamansa vakuutuspaketti. Vakuutusasiakkaan on kuitenkin huomioitava, että mikään vakuutus ei korvaa kaikkia mahdollisia vahinkotapahtumia. Vahingon

korvattavuutta rajaavat myös erilaiset rajausehdot, joissa lueteltuja vahinkotapahtumia vakuutus ei korvaa. Vakuutusehdoissa on lisäksi suojeleohjeita, joita noudattamalla vahingoilta voidaan välttyä. Mikäli annettuja ohjeistuksia ei ole noudatettu, voidaan vahingon korvausmäärää pienentää tai se voidaan jopa kokonaisuudessaan evätä. (Kantola & Salo 2013, 3–4.)

Laajan turvatason korvauspiirin määrittely lähtee lähtökohtaisesti siitä, että vakuutus korvaa vahinkotapahtumat, jotka ovat äkillisiä ja ennalta arvaamattomia tapahtumia, kuten esimerkiksi omaisuuden rikkoutumisvahinkoja. Yleisesti vakuutuksen korvauspiiri määritellään luettelomalla ehdoissa korvattavat vahingot ja rajoitukset. Korvattavia vahinkoja voivat olla esimerkiksi palo-, noki-, salama-, varkaus-, murto-, myrsky- ja putki- vahingot. Tällöin vakuutus korvaa ainoastaan vakuutusehdoissa mainitut vahinkotapahtumat. Kotivakuutuksen ehdoissa luetellaan usein myös korvausvelvollisuuden ulkopuolelle jäävät vahinkotapahtumat. Useimmat vakuutusyhtiöt ovatkin rajanneet muun muassa rakennusvirhettä, valmistusvirhettä tai käyttövirhettä koskevat vahingot sekä kulumista, syöpymistä, routimista, kosteutta, lahoamista ja aineen väsymistä tai muuta vähitellen tapahtuvaa ilmiötä koskevat vahinkotapahtumat korvausvelvoitteiden ulkopuolelle. (Kantola & Salo 2013, 4 & 8.)

Vahinkotapahtuman korvauksessa ensisijainen päämäärä on omaisuuden korjaaminen ennen vahinkoa edeltäneeseen varustelu- ja ominaisuustasoon. Vakuutus ei siten korvaa parannus- ja muutostöistä aiheutuneita kustannuksia. Vakuutuksesta korvataan usein myös sellaiset kustannukset, jotka aiheutuvat vahinkotapahtuman laajuuden tai korvattavuuden selvittämisestä. (Kantola & Salo 2013, 8.)

## 4.2 Yleisimpien korvausten muodostuminen

Vakuutusyhtiöiden tekemällä ennaltaehkäisevällä vahingontorjuntatyöllä on saatu vuosikymmenien saatossa paljon aikaan. Yleisimpiä korvauskustannuksiin johtavia vahinkotapahtumia ovat muun muassa erilaiset vuoto- ja palovahingot. Finanssialan Keskusliitto pyrkiikin torjumaan yleisimpiä vahinkotapahtumia laatimalla turvallisuus- ja suojeleohjeita sekä luettelomalla hyväksytyjä turvallisuustuotteita ja niitä toimittavia yrityksiä. (Finanssialan Keskusliitto 2015a, 2015b, 2015c, 2015d.)

### 4.2.1 Vuotovahingot

Rakennuskannan vanhetessa ja toisaalta myös vettä kuluttavien käyttölaitteiden lisääntyessä sekä rakennetekniikoissa ilmenneiden virheiden vuoksi erilaiset vesi- ja vuotovahinkojen määrät ovat kasvaneet viime aikoina tasaisesti. Vuosittain vakuutusyhtiöt maksavat vahinkokorvauksia yli 36 000 vesivahinkotapauksesta, joiden korvauskustannusten yhteismäärä nousee noin 157 miljoonaan euroon. Astianpesukoneiden lisäksi yleisempiä vuotovahingon aiheuttajia ovat viemäri- ja kylmävesiputkistojen sekä lämmitysverkostojen ja vesikalusteiden vuodot, jotka ovat useimmiten seurausta tiivisteiden tai liitosten mekaanisesta rikkoutumisesta. Lisäksi märkätilo-

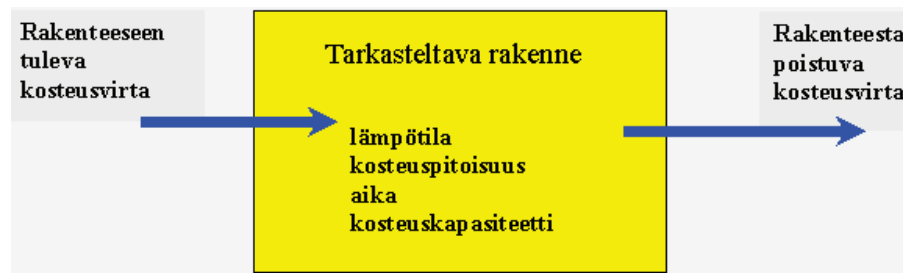
jen vedeneristyksissä olevat puutteet aiheuttavat myös suuren osan vuotovahingoista. (Finanssialan Keskusliitto 2015c; Haapaniemi 2014, 1 & 10.)

## 5 RAKENNUSFYSIIKAN PERUSASIAT

Tiukentuneet energiatehokkuusmääräykset ja lähes nollaenergiatalot asettavat rakennusalalle aivan uudenlaisia haasteita. Rakennusten rakennefysikaalinen ja kosteustekninen toimivuus onkin yksi keskeisimmistä asioista, joka tulee hallita niin suunnittelijoiden ja rakentajien kuin myös loppukäyttäjien keskuudessa. Energiatehokas koti on rakennuksen vaipparakenteiden, toteutuksen ja laitetekniikan kokonaisuus. (Heinonen 2015.)

### 5.1 Kosteus

Rakenteita rasittava liiallinen kosteus veden ja vesihöyryn muodossa aiheuttaa rakenteisiin home- ja lahovaurioita sekä fysikaalisia ja kemiallisia reaktioita, kuten esimerkiksi materiaalin ruostumista ja muodonmuutoksia. Rakenteeseen kulkeutuvan ja sieltä poistuvan kosteusvirran lisäksi rakenteen kokonaiskosteuspitoisuuteen vaikuttaa oleellisesti myös materiaalien kyky sitoa kosteutta. Vaurioiden synty ja niiden laajuus riippuvat olosuhteista ja siitä, miten kauan rakenne altistuu haitallisissa määrin kosteudelle. Rakennetta rasittava kosteusvirta muodostuu painovoimaisen ja kapillaarisen veden liikkeen lisäksi ilmavirran ja diffuusion kuljettamasta kosteudesta. (Sisäilmayhdistys ry, 2008a.)

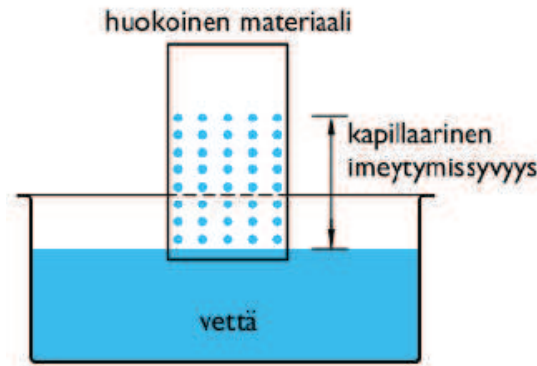


Kuva 11. Rakenteen kosteuskäyttäytymisen periaate (Sisäilmayhdistys 2008a).

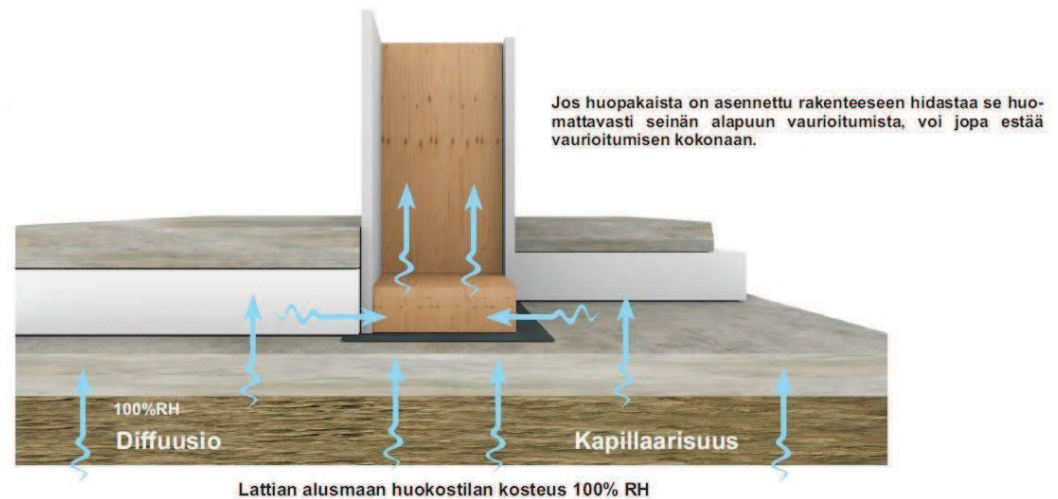
#### 5.1.1 Kapillaarinen vedenliike

Kapillaarisuus tarkoittaa materiaalin kykyä imeä itseensä siihen kosketuksessa olevaa vettä ja kuljettaa sitä eteenpäin huokosalipaineen aikaansaamana pysty- ja vaakasuuntaisesti. Veden kapillaarista siirtymistä esiintyy aina, kun rakenne on kosketuksissa vapaaseen veteen tai toiseen kapillaarisella kosteusalueella olevaan materiaaliin tai maaperään. Materiaalien kapillaarisuus riippuu aineen huokosten koosta. Mitä pienempi huokonen on, sitä suurempi huokosalipaine ja sitä kauemmaksi vesi materiaalissa kulkeutuu. Rakennusmateriaalien kapillaarisuus voi aiheuttaa hallitsemattomana ilmiönä rakenteisiin kosteus- ja homevaurioita. Tämän johdosta materiaalien välillä tapahtuva kapillaarinen kosteuden kulkeutuminen tulee estää erilaisten kapillaarikatkojen, kuten esimerkiksi bitumikermin

tai muovin, avulla. Maaperän kapillaarisuus riippuu maa-aineksen karkeusasteesta. (Siikanen 2014, 68; Björkholz 1997, 53–54.)



Kuva 12. Periaatekuva veden kapillaarisesta siirtymisestä huokoiseen materiaaliin (YM 2015b, 16).

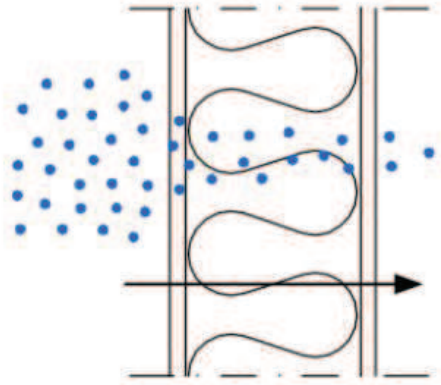


Kuva 13. Riskirakenne, jossa maaperästä kulkeutuu kosteutta diffuusion ja kapillaarisuuden avulla puiseen väliseinärakenteeseen (Ympäristöministeriö 2012, 5).

### 5.1.2 Vesihöyryn diffuusio

Ilman sisältämän vesihöyryn määrä pyrkii tasoittumaan suuremmasta pitoisuudesta pienempään päin. Seinämärakenteiden eri puolilla vallitseva vesihöyrypitoisuuksien ero saa aikaan rakenteiden lävitse tapahtuvaa vesihöyryn liikettä. Rakennustekniikan parissa tätä ilmiötä kutsutaan yleisesti vesihöyryn diffuusioksi. Rakennuksen käyttäjäkohtaisen kosteuslisän johdosta sisäilman vesihöyryn osapaine on yleensä ulkoilmaa suurempi, jolloin diffuusiovirta tapahtuu sisätiloista ulospäin. Ilmiön suuruus riippuu myös materiaalien kyvystä vastustaa vesihöyryä. Eri materiaalien vesihöyryvastukset vaihtelevat runsaasti, mutta käytännössä jokainen materiaali läpäisee jonkin verran vesihöyryä. Rakenteen kosteusteknisen toimivuuden kannalta kyse onkin siitä, missä kohtaa rakennetta vesihöyryä riit-

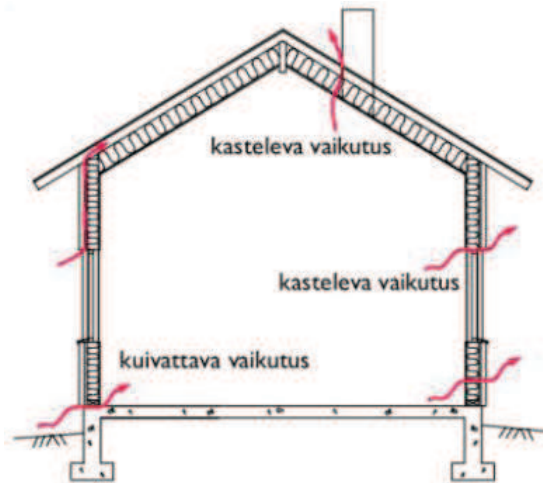
tävästi vastustava ainekerros sijaitsee. Rakenteet tulisikin suunnitella siten, että ne ovat lämpimältä puoleltaan riittävän vesihöyrytiivitä. Lisäksi rakenneseosien vesihöyrynvastus tulisi pienentyä lämpimästä kylmempään päin siirryttäessä. Rakenteen riittävä vesihöyryntiiveys saavutetaan käyttämällä erillisenä höyrynsulkuna esimerkiksi muovia tai muuta tiivistä rakennuslevyä. Vesihöyryyn diffuusio voi aiheuttaa rakenteisiin kosteusvaurioita, mikäli kosteaa ilmaa kulkeutuu rakenteen sisälle enemmän kuin sieltä poistuu, jolloin rakenteen kosteuspitoisuus ajan saatossa kasvaa. (Siikanen 2014, 70-72; RIL 250 2011, 72; YM 2015b, 18–21.)



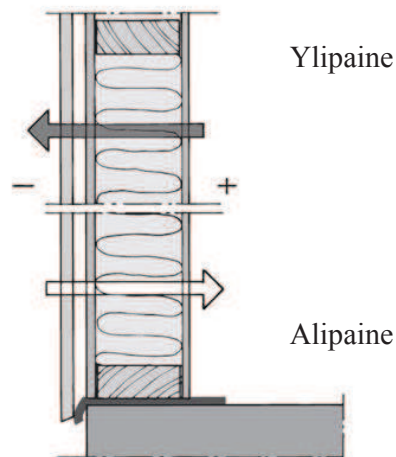
Kuva 14. Periaatekuva vesihöyryyn diffuusiovirrasta rakenteen läpi (YM 2015b, 19).

### 5.1.3 Kosteuskonvektio

Kosteuskonvektio tarkoittaa kosteuden siirtymistä rakenteisiin ilmavirtausten aikaansaamina vaipparakenteissa olevista ilmanvuotokohdista. Rakenteiden läpi kulkevaa ilmavirtausta syntyy ilmanpaine-erojen vaikutuksesta, jotka aiheutuvat muun muassa tuulen, ilman lämpötilaerojen sekä ilmanvaihdon seurauksina. Huonetilassa vallitsevan ylipaineen vaikutuksesta ilmavirtaus voi siirtää rakenteisiin lyhyessä ajassa huomattavan määrän kosteutta. Lämpimään huoneilmaan voi sitoutua kylmää ilmaa enemmän kosteutta, joka kulkeutuessaan ilmavirran mukana rakenteiden kylmiin osiin saattaa tiivistyä vedeksi aiheuttaen jatkuvana ilmiönä mittavia kosteusvaurioita. Alipaineistetussa tilassa ilmavirtaus on vastaavasti ulkoa sisälle päin, jolloin etenkin talvikautena huonetilaan virtaava kylmä ilma kuivattaa lämmitessään rakenteita. Seinämärakenteiden kosteusteknisen toimivuuden kannalta rakennukset tulisikin mitoittaa aina alipaineisiksi. Puutteellisesti säädetyissä ilmanvaihtojärjestelmissä tuloilmavirta on poistoilmavirtaa suurempi, jolloin huonetilan yläosiin syntyy ylipainetta. Koneellista ilmanvaihtojärjestelmää säädettäessä tulee kuitenkin huomioida, että liiallinen poistoilman määrä lisää riskiä haitallisten aineiden, kuten radonin ja erilaisten mikrobien, siirtymiseen alapohjarakenteista huoneilmaan. Tämän johdosta sisätiloissa alipaineen määrä tulisi olla enintään noin 5 Pa. (Siikanen 2014, 38–39 & 70–72; RIL 2012, 26–27; YM 2015b, 21–23.)



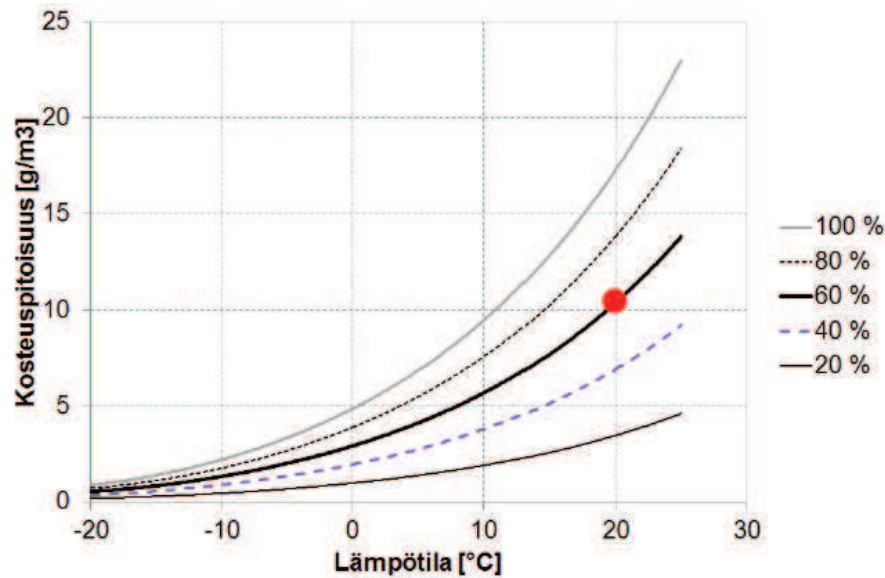
Kuva 15. Ilmavirtausten vaikutus rakenteiden kuivumiseen ja kastumiseen (YM 2015b, 22).



Kuva 16. Seinärakenteen lävitse tapahtuva konvektiovirtaus (Siikanen 2014, 35).

#### 5.1.4 Kosteuden kondensoituminen

Ilman lämpötila vaikuttaa sen kykyyn sitoa vesihöyryä. Lämmin ilma pystyy sitomaan kylmää ilmaa huomattavasti enemmän vesihöyryä. Vesihöyryä voi olla ilmassa enintään sen verran, mitä ilma tietyssä lämpötilassa pystyy sitomaan. Tätä suurempi vesihöyryn määrä tiivistyy eli kondensoituu vedeksi. Ilmiön johdosta lämpimän ilman sisältämää vesihöyryä tiivistyy vedeksi kylmille pinnoille, kuten esimerkiksi kylmiin käyttövesiputkiin. Ilman suhteellisen kosteuden saavuttaessa 100 %:n arvon voi myös rakenteen sisällä tapahtua vesihöyryn kondensoitumista ympäröivää ilmaa kylmemmälle pinnalle. Suhteellisessa kosteudessa ei voi ylittää 100 %:n arvoa. Vesihöyryn tiivistymisen vedeksi aiheuttavat tavallisemmin lämpimään huonetilaan rajautuvat kylmät pinnat, rakenteen puutteellinen höyrnsulku tai sen väärä sijainti sekä höyrnsulussa olevat reiät, jotka mahdollistavat kosteuden kulkeutumisen rakenteisiin ilman konvektiovirtauksen mukana. (Björkholtz 1997, 43; Siikanen 2014, 72.)



Kuva 17. Ilman sisältämän vesihöyryn absoluuttinen määrä ( $\text{g/m}^3$ ) ilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden funktiona (YM 2015b, 8).

Ilmalämpöpumppujen suosio on kasvanut räjähdysmäisesti viime vuosien aikana. Ilmalämpöpumppujen kesäaikaisessa jäähdytyskäytössä on kuitenkin kiinnitettävä huomiota rakenteiden kosteustekniseen toimivuuteen. Huonetilaa jäähdytettäessä ulkoilmaa kylmemmäksi kosteusvirta saattaa kääntyä virtaamaan rakenteessa ulkopuolelta sisälle päin, varsinkin jos ulkona on sisäilmaa paljon lämpimämpää ja kosteampaa. Ilmiön johdosta lämpimän ja kostean ulkoilman sisältämä vesihöyry voi tiivistyä vedeksi rakenteiden sisälle kosteussulun väärälle puolelle, jolloin se ei pääse kuivumaan pois rakenteesta. (Yle 2012.)

## 5.2 Metallien korroosio

Korroosio tarkoittaa ympäristöolosuhteiden vaikutuksesta tapahtuvaa metallien syöymistä eli hapettumista kemiallisena tai sähkökemiallisena reaktiona. Ympäristöolosuhteiden lisäksi metallien korroosiota aiheuttavat myös toisiinsa kosketuksissa olevien eri metallien jalousaste-erot. Lähdemateriaalista riippuen korroosio voidaan jaotella useaan eri muotoon. Pelkistetyn jaottelun mukaisesti korroosio on eritelty paikalliseen ja yleiseen korroosioon. Paikallinen korroosio tarkoittaa pienelle alueelle keskittynyttä metallin hapettumista, joka on yleistä korroosiota huomattavasti vaarallisempaa, sillä sen aiheuttamat vauriot ovat yleensä hyvin odottamattomia. Yleisessä korroosiossa metalli hapettuu kauttaaltaan tasaisesti samalla nopeudella anodisen ja katodisen liikkeen ansiosta. Yleistä korroosiota esiintyy tyypillisesti suojaamattomilla metallipinnoilla, jotka altistuvat vaihteleville ilmasto-olosuhteille sekä teollisuuden prosessituotteiden vaikutuksesta. (Teräsrakenneyhdistys 2012, 1–2.)

Metallien kohdalla korroosio on usein sähkökemiallinen reaktio, jossa metalli luovuttaa ja vastaanottaa elektroneja nesteliuoksen välityksellä. Metallin luovuttaessa elektroneja ilmiötä kutsutaan hapettumiseksi, ja pelkis-

tyminen puolestaan tarkoittaa elektronien vastaanottamista. Saman metallipinnan eri kohdissa voi tapahtua sekä hapettumista että pelkistymistä. Syöpyvää eli hapettuvaa metallipintaa kutsutaan anodiksi ja pelkistyvää katodiksi. Metallien hyvän sähkönjohtavuuden ansiosta elektrolyytit pääsevät kulkeutumaan vaivattomasti anodialueilta katodialueille. Elektronien liikkeen lisäksi korroosiossa syntyy ioneja, jotka liukenevat elektrolyytteihin. Korroosioreaktion eteneminen edellyttää ionien liukenemistä elektrolyytteihin. Elektrolyytinä voi toimia muun muassa ilmasta tai maaperästä lähtöisin oleva kosteus, joka on tiivistynyt vedeksi metallin kylmälle pinnalle. (Teräsrakenneyhdistys 2012, 1–2.)

Metallien galvaaniseksi korroosioksi kutsutaan ilmiötä, jossa samassa elektrolyytissä kaksi jalousasteeltaan erilaista metalliseosta ovat toisiinsa kosketuksissa. Ilmiössä epäjalompi metalli asettuu anodiksi ja syöpyy, kun taas jalompi metalleista säilyy vahingoittumattomana katodisen ominaisuuden ansiosta. Syöpyminen on yleensä sitä nopeampaa, mitä kauempana metallien jalousasteet ovat toisistaan. Jalompi katodinen metalli nopeuttaa epäjalomman anodin syöpymistä. Lisäksi syöpymisnopeuteen vaikuttavat jalousasteeltaan erilaisten metallien pinta-alaerot sekä elektrolyytin sähkönjohtavuus ja altistumisaika. Syöpymisnopeuteen vaikuttavat oleellisesti myös ympärillä vallitsevat ilmasto-olosuhteet ja se, onko rakenne kaupunki-, maaseutu-, teollisuus- tai meri-ilmaston vaikutuksessa vai upotettuna maahan tai veteen. Galvaaninen korroosio luokitellaan paikalliseen korroosiotyyppiin, sillä se rajoittuu eri metallien liitoskohdan läheisyyteen, eikä siis leviä koko rakenteeseen. (Teräsrakenneyhdistys 2012, 2; Teräsrakenneyhdistys 2015, 2–4.)

Raudan ruostuminen on yksi tyypillisin erimerkki metallin korroosioista. Jalometallien taipumus muuttaa väriä ilmasto-olosuhteiden tai erilaisten käsittelyjen vaikutuksesta on korroosioita. Myös kuparin patinoituminen vihertäväksi on korroosioreaktion aikaansaama ilmiö.

## 6 RAKENNUKSEN KOSTEUSLÄHTEET

Kosteus voi siirtyä rakenteisiin useista eri kosteuslähteistä näkyvänä vetenä sekä näkymättömänä vesihöyrynä. Lisäksi etenkin uusissa rakennuksissa rakenteisiin voi olla sitoutuneena rakennusvaiheesta peräisin olevaa rakennekosteutta. Ulkoisten kosteuslähteiden lisäksi rakennusta rasittavat myös rakennuksen sisällä käyttötottumuksista johtuvat kosteuslähteet sekä uudisrakennuksissa rakenteissa valmistusprosessissa syntynyt kosteus. (RIL 2011, 63–70.)

### 6.1 Rakennuksen ulkopuoliset kosteuslähteet

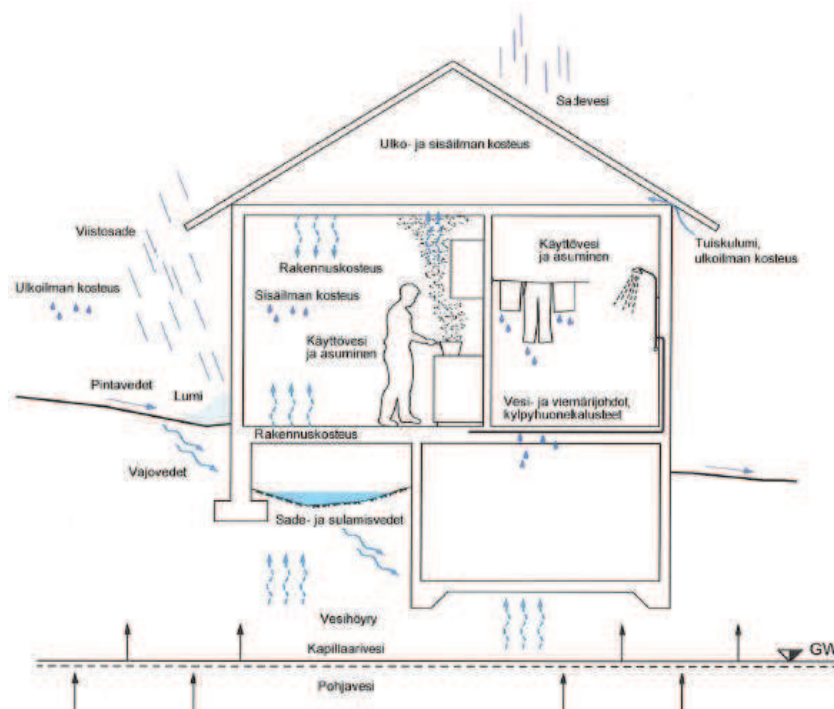
Rakennusta ulkopuolelta rasittavia kosteuslähteitä ovat sateen sekä sulamis- ja valumavesien lisäksi muun muassa maaperästä nouseva kosteus sekä ulkoilman sisältämä kosteus. Ulkoilman vesihöyrypitoisuus vaihtelee ilman lämpötilojen mukaan suuresti, sillä lämmin ilma pystyy sitomaan kylmää ilmaa enemmän vesihöyryä. Talvikautena kylmän ilman sisältämä vähäinen vesihöyryn määrä siirtyy rakennuksen ilmanvaihdon kautta sisä-



tiloihin. Lämpimän huoneilman pystyessä helposti sitomaan tämän vesihöyryn määrän saattaa huonetilan suhteellinen kosteuspitoisuus olla siten hyvinkin alhainen. Tällöin huonetiloissa voidaan tarvita erillisiä lisäkostuttimia, mutta niiden käytön suhteen on kuitenkin huomioitava rakenteiden kosteustekninen toimivuus. Huoneilman liiallinen vesihöyrypitoisuus voi aiheuttaa rakenteisiin kosteusvaurioita. (Björkholtz 1997, 46–48; RIL 2011, 63–67.)

## 6.2 Huonetilan kosteuslähteet

Ulkoilman lisäksi huonetilan ilmankosteuteen vaikuttavat oleellisesti myös asukkaiden käyttötottumuksista muodostuneet kosteuslisät sekä ilmanvaihdon määrä. Kosteuslisää rakennuksen huoneilmaan syntyy muun muassa peseytymisestä ja saunomisesta sekä ruuan laitosta, tiskaamisesta, pyykin pesusta ja sen kuivaamisesta. Lisäksi ihminen itsessään synnyttää kosteutta hengittäessään ja hikoillessaan. Myös huonekasvit tuottavat tilaan kosteutta. Sisäilman suhteellinen kosteus ja sisätilojen kosteuslähteet muodostavat hallitsemattomina rakenteille merkittäviä kosteusrasituksia. Ilman kosteus pyrkii tasoittumaan suuremmasta pitoisuudesta pienempään pitoisuuteen päin. Tällöin huonetilan sisältämä vesihöyry voi kulkeutua rakennuksen vaipparakenteisiin sisäpinnan läpi vesihöyryn diffuusiolla sekä rakenteen mahdollisista epätiiveyskohdista ilmavirran aiheuttaman konvektion mukana. Ilman sisältämä vesihöyry voi myös tiivistyä vedeksi kylmien vesijohtojen ja ilmanvaihtokanavien pintoihin aiheuttaen rakenteille jatkuvana ilmiönä kosteusvauriota. (RIL 2012, 67–68.)



Kuva 18. Rakennusta rasittavat kosteuslähteet (RIL 2014, 39).

### 6.3 Olosuhteiden hallinta

Asukkaan oikeanlaiset käyttötottumukset sekä ennakoivat ja kattavat huoltotoimenpiteet ovat perusedellytyksiä rakennuksen kosteusteknisen toimivuuden kannalta. Huolellisesti suunniteltu ja hyvää rakentamistapaa noudattaen toteutettu kiinteistö voi vaurioitua väärällä käytöllä ja huoltotoimenpiteiden laiminlyönnillä. Kiinteistön käyttäjän tuleekin tiedostaa rakennuksen kosteustekninen toiminta ymmärtämällä rakennukseen kohdistuvat kosteusrasitukset, veden ja kosteuden siirtymismuodot, rakenteiden kuivumistavat ja tarpeet sekä rakenteiden ja ilmanvaihdon toimintaperiaatteet. (RIL 2011, 115 & 127.)

Rakennuksen kuntoa tulee jatkuvasti seurata silmämääräisellä tarkkailulla ja havaittuihin puutteisiin on syytä reagoida välittömästi. Kosteuden hallinnan kannalta on tärkeä seurata rakennuksen salaojien, vesikaton, julkisivujen sekä LVI-järjestelmien kuntoa ja toimivuutta. Rakenteiden sisällä olevat näkymättömät vesi- ja viemäriputkivuodot aiheuttavat suuria kosteusvaurioita, sillä ongelmien havaitseminen on usein viivästynyt. Käyttövesiputkistojen vuodot voidaan todeta vedenkulutusta seuraamalla, mikäli normaali veden käyttö pystytään hetkeksi pysäyttämään. Vesi-, lämmitys- ja viemäriputkistojen kuntoa arvioidaan niiden teknisen käyttöiän perusteella. Ilmanvaihdon toimintaa voi seurata huonetilojen silmämääräisellä tarkkailulla. Mikäli pinnoille muodostuu poikkeuksellista kosteutta, ilmanvaihtojärjestelmä vaatii välittömiä toimenpiteitä. Kiinteistön rakenteiden korjaustoimenpiteisiin ryhdyttäessä tulisi kiinnittää huomiota niiden kosteusteknisen toimivuuden periaatteisiin, joiden perusteella voidaan laatia korjaussuunnitelmat. Korjaustyöt on syytä suorittaa asiaan riittävästi perehtyneillä ammattilaisilla. Virheellisesti ja huolimattomasti toteutetut remontit saattavat heikentää rakennuksen kuntoa entisestään. (RIL 2011, 113–123.)

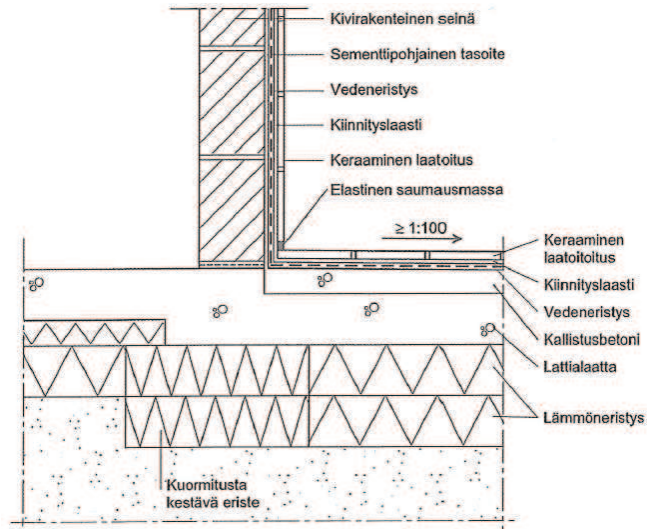
Tarvittavien huolto- ja korjaustoimenpiteiden lisäksi olosuhteiden hallinnassa on ensiarvoisen tärkeätä kiinnittää huomiota itse asumisesta syntyvään kosteusliiään, joka tulee suhteuttaa rakennuksen ominaisuuksien mukaisesti. Asuinrakennuksissa sisäilman suhteellinen kosteus tulisi olla 45–50 %:n välissä. Sisäilman liiallinen kosteus voi aiheuttaa rakenteissa mikrobikasvustoja ja lisätä pölypunkkien esiintymistä. Oikeat ja säännölliset siivoustavat ovat myös keskeisiä asioita olosuhteiden hallinnassa. Sisäilman liiallinen kosteus yhdessä pölyisyyden kanssa aiheuttaa huonon ilman laadun lisäksi homeutumISRISKIÄ. Liian runsas veden käyttö siivouksessa taas aiheuttaa rakenteiden ja rakenneosien vaurioitumista. Puutteellisen siivouksen johdosta märkätiloissa syntyy helposti homekasvustoa, sillä pinnoilla oleva lika toimii hyvänä kasvualustana mikrobeille. Tällöin homekasvusto ei ole muodostunut kosteusvaurion seurauksena. (RIL 2011, 123–132.)

## 7 MÄRKÄTILAT

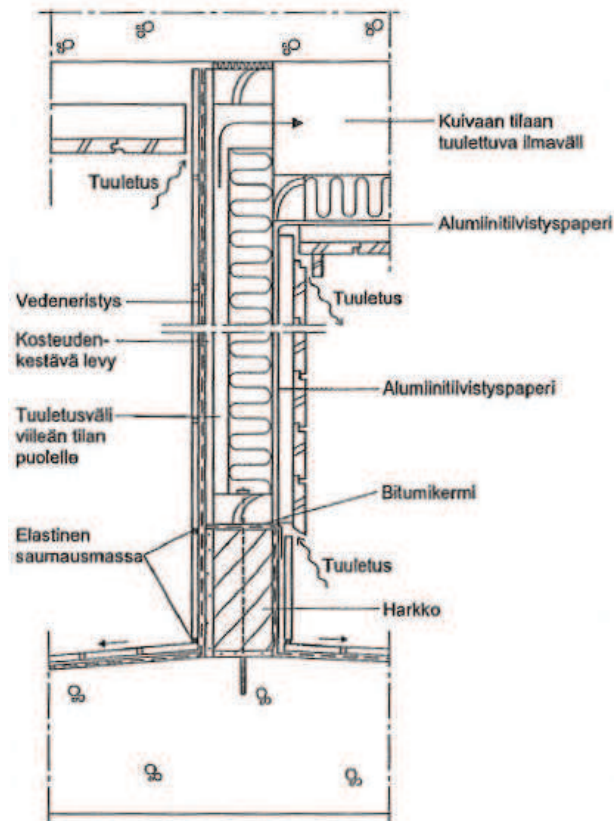
Rakennuksen märkätiloiksi luokitellaan huonetilat, joiden pintoja rasitetaan käyttövedellä. Märkätiloissa lattiapinnat altistuvat kosteudelle, ja seinä-, katto- ja ikkunapinnoille voi roiskua tai tiivistyä vettä. Pääsääntöisesti tällaisia tiloja ovat rakennusten kylpy- ja pesuhuoneet, saunat sekä muut peseytymistilat. Kaikkia vesipisteillä varustettuja huoneita, kuten keittiöitä ja WC-iloja, ei kuitenkaan luokitella märkätiloiksi. Rakennuksen koko elinkaaren turvallisuuden ja kestävyyskannalta on hyvin tärkeää, että märkätilat rakennetaan oikein ja huolellisesti hyvän rakentamistavan mukaisesti. Lisäksi on myös huomioitava oikeat käyttötottumukset ja huolto- ja korjaustoimenpiteet. Suuren kosteusrasituksen vuoksi märkätilojen kuntoa tuleekin seurata säännöllisesti, ja tarvittaviin huolto- ja korjaustoimenpiteisiin on syytä ryhtyä heti, mikäli puutteita ilmenee. Tällöin kosteusvaurioiden laajuus ja siten myös terveydelliset riskitekijät voidaan minimoida. Virheellisesti suunnitellut ja toteutetut märkätilojen rakenneratkaisut saavat aikaan mittavia kosteus- ja homevaurioita rakenteisiin. Ongelmia syntyy usein myös erilaisten vesivahinkojen, kuten putkivuotojen, seurauksina. Tämän johdosta märkätilojen suunnittelussa ja toteutuksessa tulisi käyttää asiaan perehtyneitä ammattilaisia. (Museovirasto 2011, 3; RIL 2014, 169–170.)

### 7.1 Märkätilojen rakenteet

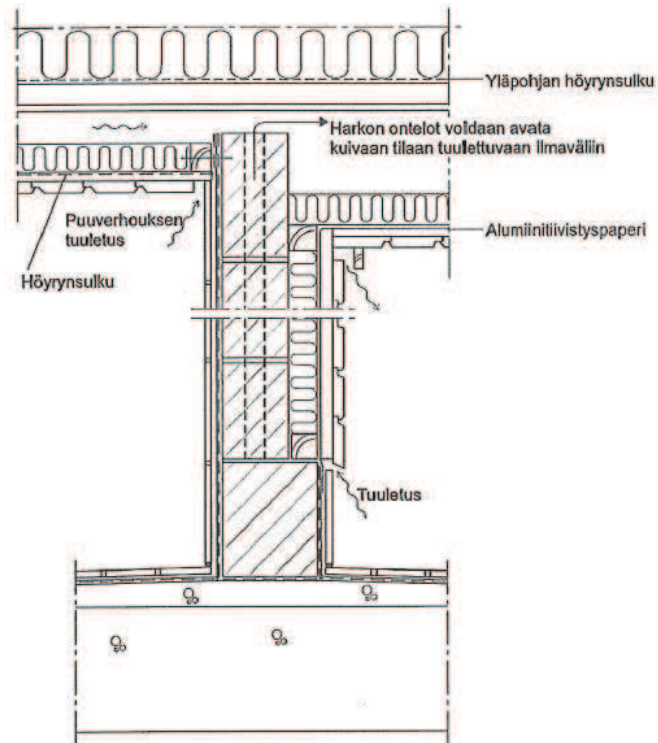
Märkätilojen pintarakenteiden on kestävä niihin kohdistuvaa kosteusrasitusta ja niiden tulee suojata muita rakenteita kosteudelta. Tässä yhteydessä onkin syytä huomioida, että laatoitusten saumakohdat eivät ole vesitiiviitä. Märkätiloissa tulee myös huolehtia riittävästä ilmanvaihdosta, jonka mukana tilassa syntynyt vesihöyry pääsee poistumaan. Huolellisesti toteutettu vedeneristys on märkätilan kosteusteknisen toimivuuden ydin. Vedeneristys tulee aina tehdä lattiaan ja vähintäänkin niille seinille, joihin kosteutta voi roiskua. Lattian vedeneristys nostetaan aina myös seinälle rakennesuunnittelijan ohjeita ja hyvää rakentamistapaa noudattaen. Märkätilojen vedeneristys on suoritettava sertifioidulla tuotejärjestelmällä, ja lisäksi myös laattojen kiinnittäminen ja saumaaminen tulisi toteuttaa saman tuoteperheen materiaaleja käyttäen. Markkinoilla on olemassa myös vedeneristämiseen soveltuvaa luokiteltua muovimattoa, mutta sen heikkoutena on lattialämmityksestä johtuva kutistuminen. Märkätilojen rakenteissa on myös huomioitava rakenteiden riittävä jäykkyys, jotta vedeneristys ja pintamateriaalit eivät vaurioidu. Lisäksi rakenteisiin kulkeutuva vesihöyryvirtaus tulee ottaa huomioon, etenkin kosteudelle alttiita alusrakenteita käytettäessä. (Museovirasto 2011, 4 & 20–23; RIL 2014, 170–171.)



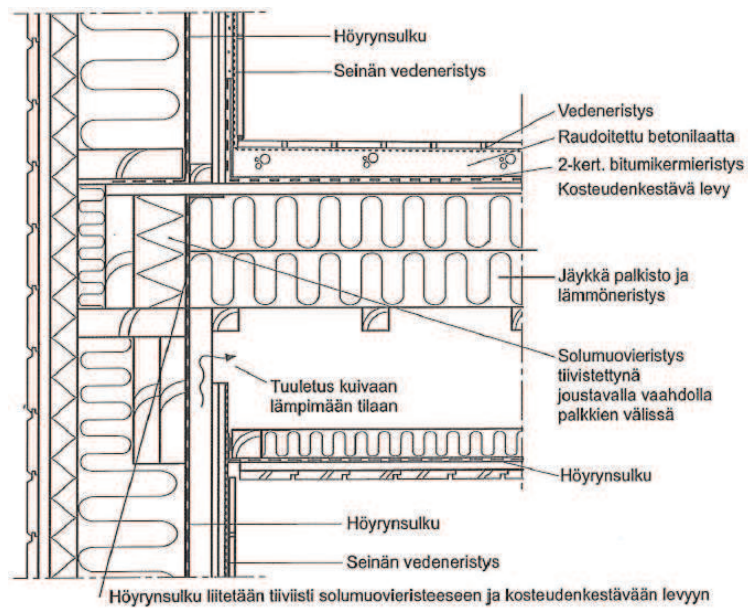
Kuva 19. Märkätilan harkkoseinärakenne ja maanvarainen laatta (RIL 2014, 171).



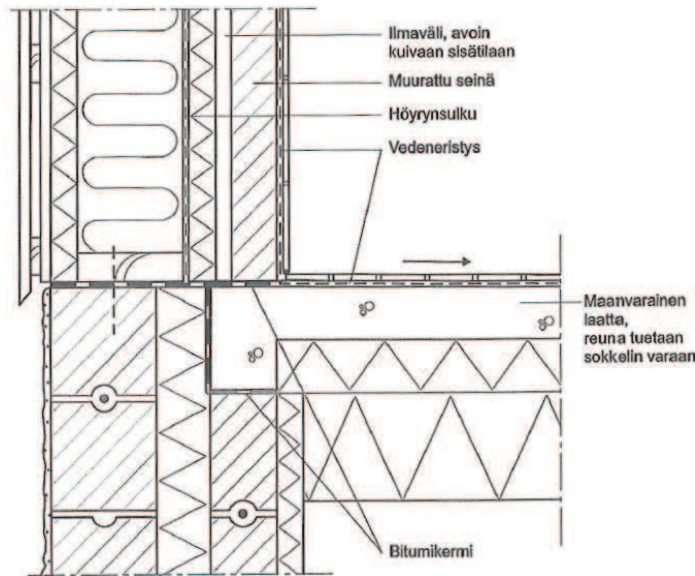
Kuva 20. Levyrakenteinen seinä pesuhuoneen ja saunan välissä (RIL 2014, 172).



Kuva 21. Kivirakenteinen murattu seinä pesuhuoneen ja saunan välissä (RIL 2014, 173).



Kuva 22. Puuvälipohjaan tukeutuva märkätila (RIL 2014, 173).

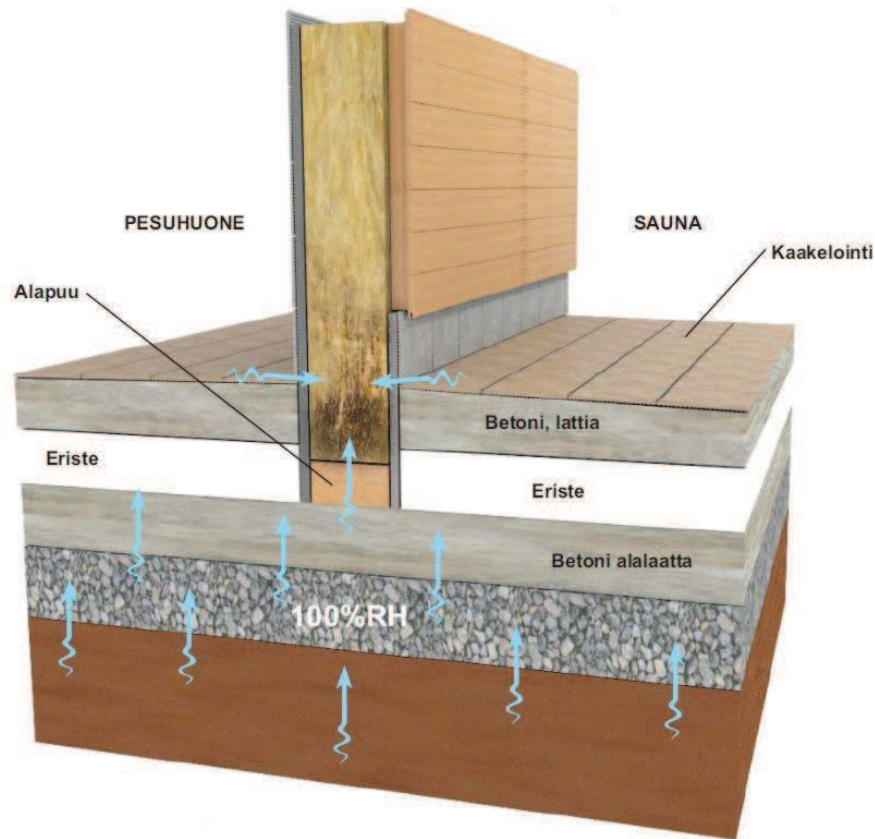


Kuva 23. Märkätila rajautuu puurunkoiseen ulkoseinään (RIL 2014, 174).

## 7.2 Tyypillisiä vaurioita ja ongelmakohtia

Märkätilojen vesivauriot aiheutuvat useimmiten puutteellisesta vedeneristyksestä tai sen pettämisestä. Hyvän rakentamistavan mukaisesti toteutettuun märkätilaan voi syntyä kosteus- ja homevaurioita, mikäli tiloissa käytetyn veden määrä ja suuntaus on jatkuvasti holtitonta. Kasvanut veden kulutus ja käyttötottumuksen muutos voivat aiheuttaa ongelmia aiemmin hyvin toimineisiin rakenteisiin. Lisäksi käyttäjäkohtaisiin tottumuksiin liitettävä ongelma on usein myös ilmanvaihdon riittämättömyys: ilmanvaihtoa ei raaskita säätää kovemmalle peseytymiskertojen jälkeen. Tällöin märkätila altistuu kosteusrasitukselle entistä kauemmin, ja tila mahdollisesti ei pääse kuivumaan käyttökertojen välillä. (Museovirasto 2011, 9; RIL 2014, 175–176; Mäkinen, sähköpostiviesti 2.11.2015.)

Yleisiä vuotokohtia ovat lattian läpimenot, kuten WC-istuimen kiinnityskohdat ja lattiakaivojen liitokset. Lattiakaivojen korokerenkaat lisäävät vaikeasti tiivistettäviä saumoja altistaen siten lattian rakenteita kosteusvaurioille. Pesutiloissa olevien varusteiden kiinnityskohdat aiheuttavat usein ongelmia rakenteiden vedentiiveyteen. Peseytymistiloissa tulisikin välttää rakenteisiin ruuvikiinnityksin toteutettuja turhia varusteasennuksia. Saunoissa ongelmakohdan muodostavat lattian vedeneristeen ja seinän höyrynsulun liitoskohdat. Rakenteissa kulkevat vesijohdot aiheuttavat vuotovaurioiden lisäksi riskin vesihöyryn tiivistymiselle putken kylmään pintaan. Käyttövesiputket tulisikin sijoittaa siten, ettei vesihöyryn kondensoitumisesta synny haittaa, jolloin mahdolliset putkivuodot voidaan havaita nopeasti. Huonetilasta rakenteisiin kulkeutuva vesihöyry saattaa myös tiivistyä vedeksi kylmään ulkoseinärakenteeseen. Lattioiden puutteelliset ja väärin toteutetut lattiakaadot sekä puutteellinen ilmanvaihto ovat myös yleisimpiä ongelman aiheuttajia. (Museovirasto 2011, 9; RIL 2014, 175–176.)



Kuva 24. Riskirakennusratkaisu saunan ja pesuhuoneen välisestä seinästä (Ympäristöministeriö 2012, 104).

### 7.3 Kosteusrasitusten vähentäminen

Märkätilojen korjaustoimenpiteet aiheuttavat usein mittavia ja kalliita remontteja, joissa tilat joudutaan käytännössä rakentamaan uudelleen. Korjaustarpeen ennaltaehkäisemiseksi on syytä kiinnittää huomiota tilojen oikeaan käyttötottumukseen ja olosuhdehallintaan. Kosteusrasitusta märkätiloihin aiheuttavat vapaan veden lisäksi muun muassa saunominen ja pyykin kuivatus. Käytön aikana tilan sisäilman kosteuspitoisuus nousee, ja korkea lämpötila mahdollistaa suuremman ilman sisältämän vesihöyryn määrän. (Museovirasto 2011, 10; RIL 2014, 160–170.)

Rakenteisiin kohdistuvaa kosteusrasitusta voidaan vähentää tehokkaalla ilmanvaihdoilla ja huolehtimalla korvausilman saannista esimerkiksi avaamalla ikkuna, jotta tiloissa syntynyt vesihöyry pääsee kulkeutumaan mahdollisimman nopeasti pois. Lattiarakenteisiin asennettava lattialämmitys edistää tehokkaasti lattiapintojen kuivumista ja saa aikaan ilman liikettä, joka nopeuttaa osaltaan tilojen kuivumista. Lattiakaivot tulisi asentaa kaikkiin niihin tiloihin, joissa vapaa vesi pääsee kulkeutumaan lattiapinnoille. Huolellinen lattiakaatojen toteutus on myös ensiarvoisen tärkeää, jotta vesi ei pääse lammikoitumaan lattialle. Aiemmin on todettu, että laatoitus ja saumaus eivät muodosta vesitiivistä pintaa, minkä johdosta kosteus pääsee kulkeutumaan laatan alle kiinnityslaastiin kapillaarisen ilmiön aikaansaamana. Laasti pysyy siten pitkään kosteana, vaikka tilan pinnat

ovatkin jo kuivuneet. Lisäksi on myös huomioitava, että vedeneristemateriaalit eivät yleensä ole täysin vesihöyrytiiviitä, minkä johdosta vesihöyryä pääsee kulkeutumaan eristeen läpi rakenteisiin. Suuremman jäykkyytensä ja kosteudensietonsa ansiosta kivrakenteet ovat kosteuden suhteen kevyitä levyrakenteita riskittömämpiä. Erilaiset suihkukaapit, -seinät ja ammeet rajaavat roiskeveden synnyttämän kosteusrasituksen pienemmälle alueelle ja estävät siten veden kulkeutumisen kosteutta huonommin kestäviin rakenneseisiin, kuten esimerkiksi ovien listoituksiin. (Museovirasto 2011, 6; RIL 2014, 170–171.)

Edellä mainittujen seikkojen johdosta on todettava, että oikein toteutetuinkin märkätilat muodostavat ympäröiville rakenteille kosteusrasitusta, mikä tulee huomioida myös käyttötottumuksissa ja huoltotoimenpiteissä. Märkätilojen toimivuus edellyttää oikeaa ja asianmukaista käyttöä. Roiskeveden ja vesihöyryn määrää voi hallita kohtuullisella veden kulutuksella ja käyttöajalla. Lattia- ja seinäpinnat on syytä kuivata heti käytön jälkeen, ja pintojen puhtaudesta tulisi myös huolehtia. Pinnoilla oleva lika toimii erilaisten bakteerien ja mikrobien kasvualustana. Lattiakaivojen ja ilmanvaihtoventtiilien puhdistus tulee suorittaa säännöllisesti. Märkätilojen pintamateriaalien, saumojen ja läpivientien sekä vesikalusteiden kuntoa on hyvä seurata silmämääräisellä tarkastelulla, jolloin vauriokohtiin voidaan puuttua viipymättä. (Museovirasto 2011, 7.)

Taulukko 5. Märkätiloihin liittyvät yleiset rakennusvirheet vakuutustarkastajien listauksesta (Mäkinen, sähköpostiviesti 18.6.2015).

	<u>VIRHE</u>	<u>VAURIO</u>
1.	Roiskevesien pääsy pesuhuoneen rakenteisiin	Kosteus- ja homevauriot
2.	Märkätilojen puutteellinen vedeneristys	Kosteus- ja homevauriot
3.	Suihku liian lähellä oviaukkoa	Kosteusvaurioita ovirakenteissa
4.	Läpiviennit pesuhuoneen vedeneristeissä	Vesi pääsee vedeneristykseen alle, rakenne kastuu, vedeneriste korkkaa.
5.	Pesuhuoneen lattiakaivon korokerekkaiden epätiiveys	Vesi pääsee vedeneristykseen alle, hajuhaittoja.
6.	Kylpyhuoneen kynnyksen vedeneristys on tehty huonosti.	Vesi pääsee kynnyksen alle, kynnyks vaurioituu.
7.	Lattiakaadot väärin päin kosteissa tiloissa, lattia kaataa huonetiloja kohti ja kynnykset puuttuvat.	Vesivahingossa vesi valuu huonetiloihin.



## 8 POHDINTAA

Suomessa rakennusala on tällä hetkellä murrosvaiheessa tiukentuneiden rakennusmääräysten sekä asenteellisten käsitysten ja uskomusten vuoksi. Keskustelut rakennusvirheiden ympärillä kiihtyvät, ja media ilmoittaa säännöllisesti julkisuuden henkilöiden omistuksessa olevien talojen tai kunnallisten kiinteistöjen kosteus- ja homevaurioista. Myös tuomioistuimissa ratkotaan yhä enemmän kiinteistökauppariitoja, joiden aiheena ovat erilaiset rakennusvirheet. Rakennusvirheeksi tulkitseminen on kuitenkin vaikeaa, ja todentaminen vaatii usein rakennustekniikan ja -fysiikan laajaa asiantuntemusta, jotta rakenteiden vaurioitumisen todellisen syyn voi ymmärtää.

### 8.1 Tiukentuneet energiatehokkuusvaatimukset

Maapallon ilmaston lämpeneminen koetaan erittäin tärkeänä asiana, ja osittain tästä syystä myös Euroopan unioni on tiukentanut ilmastopolitiikkaansa. Tämä on aiheuttanut Suomessa nopeasti kiristyneitä energiatehokkuusmääräyksiä, jotka ovat asettaneet suunnittelijoille ja rakentajille uudenlaisia haasteita tuottaa terveitä ja energiatehokkaita rakennuksia. Rakennusalan keskuudessa muutosten nopea aikataulu on herättänyt huolestuneisuutta siitä, miten markkinat pystyvät vastaamaan materiaalien energiatehokkuusvaatimuksiin sekä miten totuttu rakennesuunnittelu toimii yhdessä tiukentuneiden vaatimusten kanssa. Onko esimerkiksi eristepaksuuksien lisääminen rakenteiden rakennusfysikaalisen toimivuuden kannalta oikein, vai rakennammeko uusien määräysten mukaisesti tulevaisuuden hometaloja? Tampereen teknillisen yliopiston tutkimuksessa muun muassa todetaan, että eristepaksuuksien lisääminen vaipparakenteissa heikentää rakenteiden kosteusteknistä toimivuutta. (Heinonen 2015.)

Tiukentuneet energiatehokkuusvaatimukset edellyttävät rakennusten energiatehokkuuden parantamista myös korjausrakentamisessa. Korjaustöihin ryhdyttäessä on kuitenkin huomioitava, että rakenteiden lisäeristäminen saattaa aiheuttaa rakenteiden kosteusteknisen toimivuuden muutosta. Aiemmin hyvin toimineeseen rakenteeseen alkaakin tiivistyä kosteutta tai se ei enää pääse kuivumaan. Toisaalta vaarana on myös heikentää rakenteiden, esimerkiksi yläpohjan, tuuletusta tukkimalla tuuletusaukot tai pienentämällä eristeellä tuuletusvälin tilaa, jolloin ilmavirtaus rakenneosassa ei enää ole riittävä. Tämä aiheuttaa rakenteisiin kosteus- ja homevaurioita ja siten usein myös sisäilmaongelmia. Talon vaipparakenteiden korjaustöihin ryhtyvän tuleekin perehtyä huolellisesti rakenteiden kosteustekniseen käyttäytymiseen ja sen mahdolliseen muutokseen. Tarvittaessa olisi hyvä tukeutua ammattilaisen suunnitelmiin ja arvioihin korjaustöiden laajuudesta ja kannattavuudesta. Väärin toteutetut vaipparakenteiden peruseräparannukset voivat vaurioittaa rakenteita entisestään ja aiheuttaa mittavia kosteus- ja homevaurioita.

## 8.2 Virheet suunnittelussa ja toteutuksessa

Terveellinen talo syntyy ammattitaitoisesta suunnittelusta ja hyvän rakentamistavan mukaisesta toteutuksesta sekä toimivasta ja oikein mitoitettusta talotekniikasta. Usein kuitenkin kiire ja välinpitämättömyys sekä raha saavat aikaan sen, että nämä kaikki vaatimukset eivät täyty. Nykyiset määräykset edellyttävät kaikilta rakennushankkeeseen osallistuvilta entistä enemmän ymmärrystä rakenteiden rakennusfysikaalisesta käyttäytymisestä, ja siten entisaikojen tee se itse -asenne ei enää päde.

Julkisen sektorin kilpailutustilanne on saanut muun muassa aikaan sen, että rakennushankkeen suunnittelu ostetaan ulkomailta, jolloin vaarana on Suomen olosuhteisiin nähden sopimattomat rakenne- ja laitetekniikkaratkaisut. Valitettavan usein näiden suunnitelmavirheiden havainnointi jää rakennushankkeen työnjohdon ammattitaidon varaan. Virheiden havainnointiin vaikuttaa oleellisesti myös kiristyneet hankeaikataulut ja niistä aiheutuva kiire. Toisaalta etenkin yksityisissä omakotitaloprojekteissa ei useinkaan ole työnjohtoa jatkuvasti paikalla, jolloin puutteet suunnitelmassa tai työnlaadussa jäävät huomaamatta.

## 8.3 Rakennuksen käyttö ja olosuhteiden hallinta

Laadukas suunnittelu ja hyvän rakentamistavan mukainen toteutus ei vielä takaa terveellistä taloa. Rakennuksen toimivuuteen ja terveellisyyteen vaikuttavat lisäksi myös käyttäjäkohtaiset tottumukset, olosuhteiden hallinta ja säännölliset huoltotoimenpiteet. Tiukentuneet energiatehokkuusmääräykset edellyttävät entistä tehokkaampia laiteratkaisuja ja materiaalivalintoja. Monimutkaiset talotekniikkajärjestelmät vaativatkin käyttäjältään aiempaa parempaa laitetuntemusta sekä rakennusfysikaalisten ilmiöiden ymmärrystä ja hallintaa. Huoltotoimenpiteiden laiminlyönti ja puutteet kiinteistön olosuhteiden hallinnassa saavat aikaan rakenteiden nopean vaurioitumisen.

## 8.4 Lähes nollaenergiatalo – tulevaisuuden riskirakenne?

Viranomaisten käytössä olevien uudisrakennusten tulee olla lähes nollaenergiatasoisia 31.12.2018 lähtien, ja kaikkien uudisrakennusten 31.12.2020 lähtien. Lähes nollaenergiatasoiseen rakentamiseen perehtymisellä on siis ilmeinen kiire. Kysymyksiä herättääkin nopea aikataulutus ja se, pystyvätkö totuttu rakennesuunnittelu, koulutus ja kentällä toimijat sekä materiaalituottajat vastaamaan lähes nollaenergiatalojen vaatimuksiin. Onko kenties kehiteltävä uusia lähes nollaenergiarakentamisessa rakennusfysikaalisesti paremmin toimivia ratkaisuja? Tämän päivän virheet rakennusteknisissä ja rakennusfysikaalisissa suunnitelmissa tulevat esiin vasta paljon myöhemmin.

## LÄHTEET

Björkholtz, D. 1997. Lämpö ja kosteus Rakennusfysiikka. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Finanssialan Keskusliitto. 2014a. Perustietoa Finanssialan Keskusliitosta. Viitattu 4.5.2015. [https://www.fkl.fi/tietoa\\_meista/Sivut/default.aspx](https://www.fkl.fi/tietoa_meista/Sivut/default.aspx)

Finanssialan Keskusliitto. 2015a. Vahingontorjuntaa turvallisuusajattelun edistämiseksi. Viitattu 5.5.2015. <http://www.fkl.fi/teemasivut/vahingontorjunta/Sivut/default.aspx>

Finanssialan Keskusliitto. 2015b. Palovahinkojen torjunta. Viitattu 5.5.2015. <http://www.fkl.fi/teemasivut/vahingontorjunta/palovahingot/Sivut/default.aspx>

Finanssialan Keskusliitto. 2015c. Vuotovahinkojen torjunta. Viitattu 5.5.2015. <http://www.fkl.fi/teemasivut/vahingontorjunta/vuotovahingot/Sivut/default.aspx>

Finanssialan Keskusliitto. 2015d. Palo-, murto- ja vuotovahingot 1988-2013. Viitattu 5.5.2015. <http://www.fkl.fi/teemasivut/vahingontorjunta/vuotovahingot/Sivut/default.aspx>

FISE Oy. 2015a. FISEn esittely. Viitattu 4.5.2015. [http://www.fise.fi/default/www/suomi/esittely\\_ja\\_yhteystiedot/](http://www.fise.fi/default/www/suomi/esittely_ja_yhteystiedot/)

FISE Oy. 2015b. Rakennusvirhepankki. Viitattu 4.5.2015. <http://www.fise.fi/default/www/suomi/rakennusvirhepankki/>

Gatlin F. 2013. Identifying & Managing Design and Construction Defects. Navigant. Viitattu 5.9.2015 [http://www.navigant.com/~media/WWW/Site/Insights/Construction/IFH%20Winter%202013/CON\\_IdentifyingManagingDesignConstructionDefects\\_TL\\_0213.ashx](http://www.navigant.com/~media/WWW/Site/Insights/Construction/IFH%20Winter%202013/CON_IdentifyingManagingDesignConstructionDefects_TL_0213.ashx)

Haapaniemi M. 2014. Vuotovahinkoselvitys 2012-2013. Finanssialan Keskusliitto. Viitattu 5.5.2015. [http://www.fkl.fi/teemasivut/vahingontorjunta/Dokumentit/VUOTOVAHI\\_NKOSELVITYS\\_2013.pdf](http://www.fkl.fi/teemasivut/vahingontorjunta/Dokumentit/VUOTOVAHI_NKOSELVITYS_2013.pdf)

Halme M. 2015. Korjaa 1980-luvun talo oikein. Meidän talo. Viitattu 31.12.2015. <http://www.meidantalo.fi/jutut/korjaa-oikein-osa-51980-luvun-talot>

Heinonen, H. 2015. Rakennusten energiatehokkuus. Lainsäädäntö ja rakennusfysiikan peruskäsitteet. Hämeen ammattikorkeakoulu. Työnjohdon koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

Hengitysliitto. n.d. Vaihe 2. Perustusten vesieristystyöt. Viitattu 31.12.2015. <http://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/terveen-talon-rakentaminen/vaihe-2-perustusten-vesieristystyot>

Hengitysliitto. n.d. Vaihe 3. Sadevesijärjestelmät. Viitattu 31.12.2015. <http://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/terveen-talon-rakentaminen/vaihe-3-sadevesijarjestelmat>

Hometalkoot.fi. n.d. Tunne talosi turvaa kauppassi. Ympäristöministeriö. Viitattu 16.1.2016. <http://omakotitalot.hometalkoot.fi/muut-oppaat>

Hometalkoot.fi. 2012. Tunnista ja tutki riskirakenne. Ympäristöministeriö. Viitattu 16.1.2016. <http://omakotitalot.hometalkoot.fi/muut-oppaat>

International Risk Management Institute. n.d. Construction defects. Viitattu 27.7.2015. <http://www.irmi.com/online/insurance-glossary/terms/c/construction-defect.aspx>

Kantola J. & Salo H. 2013. Perustietoa kotivakuutuksista. Vakuutus- ja rahoitusneuvonta FINE. Viitattu 4.5.2015. <https://www.fine.fi/finanssitietoa/vakuutukset-ja-vahingot/koti-ja-kiinteisto.html>

Kärki J-P. & Öhman H. 2007. Homevaurioiden korjausopas. Kuopion yliopisto. Koulutus- ja kehittämiskeskus. Tutkimuksia ja selvityksiä 6/2007. Kuopio. Viitattu 3.12.2015. [http://www.sisaimatalo.fi/files/2213/9629/6058/Homevaurioiden\\_korjausopas.pdf](http://www.sisaimatalo.fi/files/2213/9629/6058/Homevaurioiden_korjausopas.pdf)

Lindberg R. 2003. Rakennusfysiikkaan liittyviä kysymyksiä. Rakentajain kalenteri. Rakennustieto Oy. Viitattu 19.1.2016. <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rk/fi/index/artikkeliarkisto/suunnitelu.html.stx>

Leivo V., Rantala J. 2002. Maanvastaiset alapohjarakenteet – kosteustekninen mitoittaminen ja korjaaminen. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Rakennustekniikan osasto. Julkaisu 121 Talonrakennustekniikka.

Linnainmaa L. & Palo M. 2005. Omakotitalon kauppa. Helsinki: Suomen Kiinteistöliitto. Kiinteistöalan kustannus.

Museovirasto. 2011. Märkätila vanhaan taloon. Helsinki: Art Print Oy.

Mäkinen, M. 13.5.2015. Heidi Heinonen/INRAAI14. Vastaanottaja Heidi Heinonen. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 18.5.2015.

Mäkinen, M. 18.6.2015. Heidi Heinonen/Päättötyö. Vakuutustarkastajien listaus yleisistä toistuvista rakennusvirheistä. Vastaanottaja Heidi Heinonen. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 18.6.2015.

Mäkinen, M. 2.11.2015. Rakennusvirhekortisto/Kosteuden kannalta yleisimmät rakennusvirheet. Vastaanottaja Heidi Heinonen. [Sähköpostiviesti]. Viitattu 3.11.2015.

Oulun rakennusvalvonta. 2013. Energiakorjaus, kortti 6. Viitattu 3.1.2016. [http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo\\_6\\_Ulkoseina\\_2013\\_02\\_01.pdf](http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo_6_Ulkoseina_2013_02_01.pdf)

Rakennustaito. 2015. Hometohtorin klinikka. Valesokkelin kosteus kuriin. Viitattu 16.1.2016. <http://rakennustaito.fi/hometohtorin-klinikka/>

RIL 107-2012 Rakennusten veden- ja kosteudeneristysohjeet. 2012. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 250-2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. 2011. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RIL 255-1-2014 Rakennusfysiikka 1 Rakennusfysikaalinen suunnittelu ja tutkimukset. 2014. Helsinki: Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.

RT 81-10854. 2005. Pientalon perustukset ja alapohjien liittymät. Rakennustietosäätiö.

RT 81-11000. 2010. Rakennuspohjan ja tonttialueen kuivatus. Rakennustietosäätiö.

RT 82-10820. 2004. Pientalon puurakenteet. Avoin puurakennusjärjestelmä. Rakennustietosäätiö.

RT 83-10955. 2009. Perustusten ja perusmuurien veden- ja kosteuseristys. Rakennustietosäätiö.

RT 83-11009. 2010. Alapohjarakenteita. Rakennustietosäätiö.

Salaoja- ja sadevesijärjestelmät. n.d. Meltex. Viitattu 28.12.2015. [http://www.meltex.fi/media/dokumentit/esitteet/salaoja\\_ja\\_sadevesi\\_2008.pdf](http://www.meltex.fi/media/dokumentit/esitteet/salaoja_ja_sadevesi_2008.pdf)

Siikanen, U. 2014. Rakennusfysiikka Perusteet ja sovelluksia. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistys ry. 2008a. Terveelliset tilat. Viitattu 15.6.2015. <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/>

Sisäilmayhdistys ry. 2008b. Vesikatto ja yläpohja. Viitattu 15.6.2015. <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kosteusvauriot/kosteusvaurioituminen/vesikatto-ja-ylapohja/>

Sisäilmayhdistys ry. 2008c. Perustus ja alapohja. Viitattu 16.8.2015. <http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/kosteusvauriot/kosteusvaurioituminen/perustus-ja-alapohja/>

Teräsrakenneyhdistys. 2012. Korroosio. Viitattu 25.5.2015. <http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/151/8ac778e/korroosio.pdf>

Teräsrakenneyhdistys. 2015. Teräs kosketuksissa muiden materiaalien kanssa – Korroosionkestävyys. Viitattu 25.5.2015. [http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/152/89718ce/teras\\_kosketuksissa\\_muiden\\_materiaalien\\_kanssa\\_1703\\_2015.pdf](http://www.terasrakenneyhdistys.fi/document/1/152/89718ce/teras_kosketuksissa_muiden_materiaalien_kanssa_1703_2015.pdf)

Uponor. 2009. Salaojajärjestelmä rakennusten ja maa-alueiden kuivattamiseen. <https://www.uponor.fi/lataa-tiedostoja.aspx>

Valesokkelin kosteus kuriin. 2015. Hometohtorin klinikka. Rakennustaito. 01/2015. Viitattu 3.12.2015. <http://rakennustaito.fi/hometohtorin-klinikka/>

Vinha J. 2012. Kosteus rakentamisessa. Tampereen teknillinen yliopisto, Rakennustekniikan laitos. Viitattu 16.1.2016 [http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/B92452E33B2BC582C22579CA004A530E/\\$file/Lahti\\_Kosteus%20rakentamisessa%20Juha%20Vinha\\_140312.pdf](http://www.lahti.fi/www/images.nsf/files/B92452E33B2BC582C22579CA004A530E/$file/Lahti_Kosteus%20rakentamisessa%20Juha%20Vinha_140312.pdf)

YLE uutiset Etelä-Karjala. 2012. Viitattu 25.5.2015. [http://yle.fi/uutiset/ilmalampopumppu\\_voi\\_aiheuttaa\\_kosteusongelman/5083226](http://yle.fi/uutiset/ilmalampopumppu_voi_aiheuttaa_kosteusongelman/5083226)

YLE uutiset. 2013. Tästä suden ja sekundan teosta on hyvää vauhtia tulossa maan tapa – Rakennustyöntekijät kertovat. Viitattu 10.8.2015. [http://yle.fi/uutiset/tasta\\_suden\\_ja\\_sekundan\\_teosta\\_on\\_hyvaa\\_vauhtia\\_tulossa\\_maan\\_tapa\\_\\_rakennustyontekijat\\_kertovat/695210](http://yle.fi/uutiset/tasta_suden_ja_sekundan_teosta_on_hyvaa_vauhtia_tulossa_maan_tapa__rakennustyontekijat_kertovat/695210)

YM 2015a. Suomen rakentamismääräyskokoelma. Viitattu 21.7.2015. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Lainsaadanto\\_ja\\_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Lainsaadanto_ja_ohjeet/Rakentamismaarayskokoelma)

YM, RakMK C2, Kosteus määräykset ja ohjeet 1998

YM 2015b. Kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. 5. Rakenteiden kosteustekninen käyttäytyminen. Viitattu 11.8.2015. <http://www.ym.fi/fi-FI/haku?n=25247&d=1&s=kosteus-+ja+sis%3%a4ilmatekninen&page=1>

YM 2015c. Kosteus- ja hometalkoot. Viitattu 17.1.2016. [http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto\\_ja\\_rakentaminen/Ohjelmat\\_ja\\_strategiat/Kosteus\\_ja\\_hometalkoot](http://www.ym.fi/fi-FI/Maankaytto_ja_rakentaminen/Ohjelmat_ja_strategiat/Kosteus_ja_hometalkoot)

Ympäristöministeriö. Hometalkoot.fi. Viitattu 28.12.2015.  
<http://omakotitalot.hometalkoot.fi/>

#### HAASTATTELUT

Korkeamäki, T. 2015. Rakennustekniikan lehtori. Hämeen ammattikorkeakoulu. Haastattelu 3.3.2015.

## VAKUUTUSTARKASTAJIEN SPONTAANI LISTAUS YLEISISTÄ RAKENNUSVIRHEISTÄ

- Viemäri- ja vesiputkien kannakointi
- Epätiivetydet vesikaton läpivientikohdissa
- Aluskatteiden puuttuminen
- Konesaumaton peltikaton vuoto, kun räystäälle muodostuu jäätä (saumat eivät ole tiiviitä)
- Puutteellinen perusmuurin vesieristys
- Puutteellinen sadevesien poistaminen rakennuksen seinustoilta
- Salaojat puuttuvat kokonaan
- Salaojiin ei ole asennettu tarkistuskaivoja
- Lattiarakenteen alimman laatan korkeusasema maanpinnan alapuolella
- Roiskevesien pääsy pesuhuoneen rakenteisiin
- Lämminvesivaraajan sijoittaminen lattiakaivottomaan tilaan
- Lämminvesivaraajan ylivuotoputkea ei ole ohjattu asianmukaisesti viemäriin
- Märkätilojen puutteellinen vesieristys
- Savuhormin rakentaminen ilmanvaihtoputkesta
- Yläpohjan puutteellinen tuuletus
- Eristämättömät iv- ja viemäriin tuuletusputket yläpohjassa
- Suihku liian lähellä oviaukkoa
- Kapillaarisen kosteuden pääsy alapohjarakenteisiin
- Riittämätön suojaetäisyys ja eristys kevythormien asennuksissa
- Jätekatoksen sijainti liian lähellä rakennusta
- Puutteellinen lämmöneristys seinärakenteissa, ilmavuodot
- Läpiviennit pesuhuoneen vesieristeissä
- Aluskatteiden liitokset (limitys liian pieni, kate liian tiukalla)
- Aluskatteen tiivistys läpiviennin kohdalla
- Pesuhuoneen lattiakaivon korokerenkaiden epätiivisyys
- Kulkusillat katolla (ei kannatusta, roikkuu suoraan tiilen päällä)
- Kylpyhuoneen kynnyksen vesieristys tehty huonosti
- Viemäreiden painuminen
- Perustusten painuminen
- Sisäkaton levytys asennettu niittipyssyillä tai kiinnitys tehty muutoin virheellisesti
- Laatoituksen vaurioituminen liian pienen liikuntavaran seurauksena
- Parketin vaurioituminen liian pienen liikuntavaran seurauksena
- Rinneratkaisuissa salaojat väärässä korossa rinteen puolella
- Puutteellinen yläpohjan tuuletus, kun ullakkotiloja otetaan asuinkäyttöön
- Vesimittarin tuenta
- Putkien tulppaaminen tai irrottaminen siten, että veden virtauksen estäminen jää pelkästään hanan varaan
- Ilmalämpöpumppujen asentaminen vastoin asennusohjeita (esim. kondenssivesien poistoputken liitoksia tehty ilmastointiteipillä)
- Saunan kiukaan suojaetäisyys palava-aineisiin rakenteisiin



- Vesieristeen puuttuminen kokonaan lattiakaivollisista tiloista
- Muoviviemärit ovat irronneet liitoksistaan valuvaiheessa
- Lattian kaadot tehty väärin lattiakaivollisissa tiloissa
- Lumikuorma on painanut katon notkolleen (huopa revennyt jne.)
- Pesukoneen poiston viemärointi, kannakkeiden asennus
- Eri metallien liitokset putkiasennuksissa
- Takan perustusten paloeristys
- Kattosadevesiviemäriin kannakointi ja kiinnitys riittämätön
- Löysä putkiliitos tai liitosta ei ole kiristetty ollenkaan
- Puristusliitosten epäonnistuminen / väärin osien käyttäminen liitoksissa
- Viemäriin kumitiiviste ei ole jäänyt oikealle paikalle asennuksessa
- Ei ole liitetty hulevesiverkostoon, vaikka siihen olisi mahdollisuus. Kukaan ei valvo, liittyvätkö kiinteistöt em. verkostoon.
- ilmanvaihtohormien eristämättömyys
  - Kondensoi vettä
  - Eristettävä kunnolla
- Muoviviemärien tiivisteiden puuttuminen kokonaan tai niiden irtoaminen putkea asennettaessa tai viemäriin kaato on väärin päin, kannakointi puuttuu tai se on liian harvassa
  - Katkaistu putki viistottava
  - Käytettävä asennuksessa liukastusainetta
  - Oltava huolellinen asennuksessa ja varmistettava kaato
  - Asennettava kannakointi, vaikka viemäri on ”pohjan varassa” (esim. puiset välipohjat)
- Lattialaattojen kiinnitys on tehty väärin
  - Asennettu kuivana (laasti päässyt kuivahtamaan)
  - Väärä laasti, ei tarkoitettu lattialämmityslattioihin
  - Ei elämisvaroja seinien ja muiden esteiden kohdalla
  - Lattiaa ei puhdistettu riittävästi kiinnityksen varmistamiseksi
- Yläpohjan ilma-erot puuttuvat, yläpohja homehtuu
  - Pitää varmistaa riittävä ilmanvaihto.
- Aluskate puuttuu, yläpohjan eriste villat kastuvat
- Riittämättömät suojaetäisyydet palaviin materiaaleihin (esim. sauna)
  - Palovaara, palot
- Alapohjan puutteellinen tuuletus luonnontilaisessa tuuletuksessa tai alapohjan tuuletusimuri ei toimi koneellisessa tuuletuksessa
  - Homehtuminen, kosteusvauriot
- Puutteelliset läpiviennit seinissä ja lattioissa
  - Putkiläpiviennit, lattiakaivot
  - Vesi pääsee vedeneristysten alle
- Vedeneristysten puuttuminen teknisestä tilasta ja kodinhoitohuoneesta, jos näissä on lattiakaivo
  - Rakenteiden kostuminen, homevauriot
  - Vettä käytetään kuin olisi vedeneristys

- Käyttövesiputkissa helmiliitoksia tai puristeliitoksia rakenteiden sisällä (ei tarkastusluukkuja)
- Lattiakaadot väärin päin kosteissa tiloissa, lattia kaataa huonetiloja kohti ja kynnykset puuttuvat
  - Vesivahingossa vesi valuu huonetiloihin
- Öljylämmityskattila vaihdetaan, uusissa kattiloissa palokaasut ovat niin viileitä että vaatii hormiin haponkestävän sisäputken, hormia ei ole putkitettu
  - Hormi rapaantuu ja tulee vaurioita, jos putkitusta ei tehdä
- Lämminvesivaraajan ylivuotoputkea ei ole laitettu lainkaan tai se ei ole johdettu viemäriin, ylivuotovesi kastelee ympäröivät rakenteet
- Savupiippujen ym. kattorakenteiden pellityssiirit; saumoja ei ole tehty kunnolla, eivät ole tiiviit
  - Sadevesi valuu yläpohjaan
- Kattoturvarusteiden irtoaminen
- Vesipostiventtiilin jäätyminen
- Virheelliset läpiviennit vesikatolla

## YLEISIÄ RAKENNUSVIRHEITÄ JA MAHDOLLISIA RISKIRAKENTEITA

RAKENNUS- OSA LUOKITUS	VIRHE	VAURIO
Katto	Epätiivetydet vesikaton läpivientikohdissa	Yläpohja kastuu, kosteusvauriot
Katto	Konesaumaton peltikaton vuoto, kun räystäälle muodostuu jäätä (saumat eivät ole tiiviitä)	Yläpohja kastuu, kosteusvauriot
Katto	Yläpohjan puutteellinen tuuletus	Yläpohja homehtuu
Katto	Aluskatteiden liitokset (limitys liian pieni, kate liian tiukalla)	Aluskatteen repeäminen, yläpohja kastuu, kosteusvauriot
Katto	Sisäkaton levytys asennettu niittipyssyllä tai kiinnitys tehty muutoin virheellisesti	Levytyksen roikkuminen ja kiinnitysten pettäminen kokonaan
Katto	Lumikuorma on painanut katon notkolleen (huopa revennyt jne.)	Yläpohja kastuu, kosteus- ja homevauriot
Katto	Yläpohjan ilmaraot puuttuu	Yläpohja homehtuu
Katto	Aluskate puuttuu	Yläpohjan eristevillat kastuvat
Korjausrak.	Puutteellinen yläpohjan tuuletus, kun ullakkotila otetaan asuinkäyttöön	
Korjausrak.	Putkien tulppaaminen tai irrottaminen siten, että veden virtauksen estäminen jää pelkästään hanan varaan	
Korjausrak.	Öljylämmityskattila vaihdetaan, uusissa kattiloissa palokaasut ovat niin viileitä, että vaatii hormiin haponkestävän sisäputken, hormia ei ole putkitettu	Hormi rapautuu ja tulee vaurioita, jos putkitusta ei tehdä
Lattia	Parketin vaurioituminen liian pienen liikuntavaran seurauksena	Parketin nousu ja aaltoilu
Lattia	Muoviviemärit irronneet liitoksistaan valuvaiheissa	Viemärijäte pääsee rakenteisiin

Lattia	Lattiakaadot tehty väärin lattiakaivollisissa tiloissa	Vesi jää seisomaan eikä valu viemäriin
Lattia	Lattialaattojen kiinnitys on tehty väärin: laasti päässyt kuivahtamaan, väärä laasti (ei tarkoitettu lattialämmitystiloihin, ei elämisvaroja seinien ja muiden esteiden kohdalla, lattiaa ei puhdistettu riittävästi kiinnityksen varmistamiseksi	Laatat halkeilevat ja kirkkaavat irti pinnastaan
Lattia/seinä	Pesukoneen poiston viemäröinti, kannakkeen asennus	Liitoksen pettäminen, vesi pääsee rakenteisiin, kosteus- ja homevauriot
Lattia/seinä	Puutteelliset läpiviennit seinissä ja lattioissa, putkiläpiviennit, lattiakaivot	Vesi pääsee vedeneristyksen alle
Märkätilat	Roiskevesien pääsy pesuhuoneen rakenteisiin	Kosteus- ja homevauriot
Märkätilat	Märkätilojen puutteellinen vedeneristys	Kosteus- ja homevauriot
Märkätilat	Suihku liian lähellä ovi-aukkoa	
Märkätilat	Läpiviennit pesuhuoneen vedeneristeissä	Vesi pääsee vedeneristyksen alle, rakenne kastuu, vedeneriste kirkkaa
Märkätilat	Pesuhuoneen lattiakaivon korokerenkaiden epätiivelys	Vesi pääsee vedeneristyksen alle, hajuhaittoja
Märkätilat	Kylpyhuoneen kynnyksen vedeneristys tehty huonosti	Vesi pääsee kynnyksen alle, kynnyksen vaurioituu
Märkätilat	Vedeneristyksen puuttuminen teknisestä tilasta ja kodinhoituhuoneesta, jos näissä on lattiakaivo	Vettä käytetään kuten olisi vedeneristys, rakenteiden kostuminen ja homevauriot
Märkätilat	Lattiakaadot väärin päin kosteissa tiloissa, lattia kaataa huonetiloja kohti ja kynnykset puuttuu	Vesivahingossa vesi valuu huonetiloihin
Palo	Riittämätön suojaetäisyys ja eristys kevythormien asennuksessa	Palovaarat, palot
Palo	Saunan kiukaan suojaetäisyys palava-aineisiin rakenteisiin	Palovaarat, palot
Palo	Takan perustusten paloeristys	Palovaarat, palot

Palo	Riittämättömät suojaetäisyydet palaviin materiaaleihin (esim. sauna)	Palovaarat, palot
Perustus	Puutteellinen perusmuurin vedeneristys	Perustusten kastuminen, pinnoitteen hilseily, kellaritilojen kosteusvauriot
Perustus	Puutteellinen sadevesien poistaminen rakennuksen seinustoilta	Perustusten kastuminen, pinnoitteen hilseily
Perustus	Salaojat puuttuvat kokonaan	Perustusten kastuminen
Perustus	Salaojiin ei ole asennettu tarkastuskaivoja	Salaojien toimivuuden todentaminen, perustusten kastuminen
Perustus	Lattiarakenteen alimman laatan korkeusaseman pinnan alapuolella (piilosokkeli)	Rakenteen kastuminen, homevauriot
Perustus	Kapillaarisen kosteuden pääsy alapohjarakenteisiin	Rakenteen kastuminen, homevauriot
Perustus	Perustusten painuminen	Kantavien rakenteiden vaurioituminen, halkeilu
Perustus	Rinneratkaisuissa salaojat väärässä korossa rinteeseen puolella	Salaojat eivät toimi, perustusten kastuminen?
Perustus	Alapohjan puutteellinen tuuletus luonnontilaisessa tuuletuksessa tai alapohjan tuuletusimuri ei toimi koneellisessa tuuletuksessa	Homehtuminen, kosteusvauriot
Rak.fysiikka	Eri metallien liitokset putkiasennuksessa	Korroosiovauriot
Seinä	Puutteellinen lämmöneristys seinärakenteissa, ilmavuodot	Kosteuden kondensoituminen rakenteisiin, kosteus- ja homevauriot
Talotekniikka	Viemäri- ja vesiputkien kannakointi	Putkiliitosten pettäminen
Talotekniikka	Viemäreiden painuminen	Kaato-ongelmat, liitosten pettäminen
Talotekniikka	Lämminvesivaraajan sijoittaminen lattiakaivottomaan tilaan	Laiterikon sattuessa kosteusvauriot
Talotekniikka	Lämminvesivaraajan ylivuotoputkea ei ole ohjattu asianmukaisesti viemäriin	Kosteusvauriot
Talotekniikka	Savuhormin rakentaminen ilmanvaihtoputkesta	Hormin vaurioituminen, palovaara, palot
Talotekniikka	Eristämättömät IV- ja viemärin tuuletusputket yläpohjassa	Tuuletusputkien jäätyminen, hajuhaitat, putkien vaurioituminen

Talotekniikka	Jätekatoksen sijainti liian lähellä rakennusta	Hajuhaitat sisätiloissa
Talotekniikka	Vesimittarin tuenta	
Talotekniikka	Ilmalämpöpumppujen asentaminen vastoin asennusohjeita (esim. kondenssivesien poistoputken liitoksia tehty ilmastointiteipillä	
Talotekniikka	Kattosadevesiviemärin kannakointi ja kiinnitys riittämätön	Liitosten pettäminen, sadevesiviemäri ei toimi -> vesi lammikoituu -> kattorakenne kastuu
Talotekniikka	Löysä putkiliitos tai liitosta ei ole kiristetty ollenkaan	Liitoksen pettäminen
Talotekniikka	Puristusliitosten epäonnistuminen/väärin osien käyttäminen liitoksissa	Liitoksen pettäminen
Talotekniikka	Ei ole liitetty hulevesiverkostoon, vaikka siihen on ollut mahdollisuus. Kukaan ei valvo liittyvätkö kiinteistöt em. Verkostoon	
Talotekniikka	Ilmanvaihtohormien eristämättömyys	Kondensoi vettä
Talotekniikka	Muoviviemäreiden tiivisteiden puuttuminen kokonaan tai irtoaa putkea asennettaessa tai viemäriin kaato on väärin päin, kannakointi puuttuu tai se on liian harvassa	Viemäriin liitoskohdat eivät ole tiiviit, hajuhaittoja ja jätteen tihkuminen rakenteisiin. Viemäri ei vedä. Liitoskohdat pettävät
Talotekniikka	Käyttövesiputkissa helmi-liitoksia tai puristeliitoksia rakenteiden sisällä (ei tarkastusluukkuja)	Liitosten pettämistä ei havaita ajoissa, kosteus- ja homevauriot rakenteissa
Talotekniikka	Lämminvesivaraajan ylivuotoputkea ei ole laitettu lainkaan tai se ei ole johdettu viemäriin	Ylivuotovesi kastelee ympäröivät rakenteet
Talotekniikka	Vesipostiventtiilien jäätyminen	Putkirikko, kosteusvaurio
Talotekniikka	Virheelliset läpiviennit vesikatolla	Yläpohja kastuu

Talovarusteet	Kattojen kulkusiltojen kiinnitykset puutteellisia (ei kannakointia, roikkuu suoraan tiilen päällä)	Kulkusiltojen sekä kattotiilien irtoaminen ja vaurioituminen
Talovarusteet	Savupiippujen ym. Kattorakenteiden pellitysjiirit/saummat eivät ole tehty kunnolla, eivät ole tiiviit	Sadevesi valuu yläpohjaan
Riskirakenne	Pitkä hellejakso + ilmalämpöpumppu	Kosteus tiivistyy rakenteisiin
Riskirakenne	Tiivistalo + liesituuletin	Korvausilma viemäreistä, hajuhaitat
Riskirakenne	Tiivistalo + raadon	Korvausilmaa alapohjasta -> sisätiloihin kulkeutuu radonkaasuja
Riskirakenne	Väärä vedeneristysaine seinärakenteessa (vesihöyrynläpäisy)	Vesihöyry pääsee kulkeutumaan seinärakenteisiin, talvella jäätyminen -> kosteusvauriot
Riskirakenne	Kevythormin läpivienti ullakotilaan, kun alakatossa paksut eristekerrokset	Hormi kuumenee -> palovaara, palo