

Opinnäytetyö AMK

Rakennus- ja yhdyskuntatekniikan koulutus, rakennusmestari

2018

Niko Lindqvist

# KUNTOTARKASTUKSISSA VAURIOTTOMIKSI TODETTUJEN RISKIRAKENTEIDEN KUNTO

Niko Lindqvist

## KUNTOTARKASTUKSISSA VAURIOTTOMIKSI TODETTUJEN RISKIRAKENTEIDEN KUNTO

Tämän työn tilaaja on Suomen Rakennusasiantuntijat Oy. Kyseinen yritys halusi selvittää riskirakenteiden todellista kuntoa. Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää kuntotarkastuksella yleisimmin vastaan tulevien riskirakenteiden kunto silloin, kun rakenteesta ei havaita kuntotarkastushetkellä tehdyillä mittauksilla sekä aistinvaraisella tutkimuksella vauriota.

Työ toteutettiin niin, että em. yrityksen työntekijät ottivat normaalin työnsä ohessa opinnäytetyöhön sopivista kohteista materiaalinäytteitä, jos kuntotarkastuksella ei havaittu viitteitä vaurioista. Materiaalinäytteen lisäksi he täyttivät tietojenkeruulomakkeen kyseisestä näytteestä. Materiaalinäytteet tutkittiin Turun yliopiston aerobiologian laitoksella.

Työn tuloksien perusteella voidaan todeta, että useassa pientalossa havaittiin materiaalinäytteessä mikrobikasvustoa, vaikka normaalilla kuntotarkastusmenettelyllä viitteitä vaurioista ei havaittu. Opinnäytetyön tuloksien tarkastelussa pitää ottaa kuitenkin huomioon, että näytteitä otettiin opinnäytetyötä varten alle 20 kappaletta, joka on suhteellisen pieni määrä.

Opinnäytetyön tutkimustuloksen tarkkuutta voitaisiin jatkossa parantaa sillä, että näytteitä otettaisiin lisää ja esim. muutaman vuoden kuluttua tarkasteltaisiin uudestaan tuloksia, kun näytteitä olisi huomattavasti suurempi määrä.

### ASIASANAT:

kuntotarkastus, valesokkeli, puukorotettu lattia, riskirakenne

Niko Lindqvist

## CONDITION OF RISK STRUCTURES FOUND TO BE UNDAMAGED IN HOME INSPECTION

This work was commissioned by Suomen Rakennusasiantuntijat Oy. The company in question wanted to determine the real condition of risk structures. The purpose of this thesis was to determine the condition of risk structures most commonly assessed by home inspection when there is no damage detected to the structure by initial measurements and sensory examination at the time of home inspection.

The work was carried out so that the employees of aforementioned company, along with their work, took material samples suitable for this thesis if there was no sign of damages in home inspection. Along with material samples, the employees filed in a case report form of those samples. The material samples were later inspected by the Turku university aerobiology department.

Based on the results of the work, it can be stated that microbe growth was found in several small houses despite the fact that no damages were found during home inspections conducted by standard procedures. While reviewing the results of this thesis, one must bear in mind that there was only under 20 samples taken for this thesis which is a relatively small number.

The results and accuracy of this thesis could be further improved by the fact that more samples would be taken and, for example, a few years later, the results would be re-examined when the number of the samples is significantly larger.

### KEYWORDS:

home inspection, cast plinth, wood-heated flooring, risk structure

# SISÄLTÖ

<b>1 JOHDANTO</b>	<b>6</b>
<b>2 RISKIRAKENTEIDEN KUNTOTARKASTUS</b>	<b>8</b>
2.1 Puukorotettu lattia	9
2.2 Valesokkeli	12
<b>3 TUTKIMUSMENETELMÄT</b>	<b>17</b>
3.1 Vauriottomaksi toteaminen kuntotarkastusmenettelyllä	17
3.2 Tietojen keruu kuntotarkastuskohteista	18
3.3 Kosteusmittaukset	18
3.4 Mikrobinäytteet	21
<b>4 TULOKSET</b>	<b>23</b>
4.1 Tuloksien analysointi	23
4.1.1 Rakennuksen sijainti	23
4.1.2 Kosteusmittaukset	25
4.1.3 Mikrobinäytteiden tulokset	26
4.2 Johtopäätökset	27
<b>5 POHDINTA</b>	<b>28</b>
<b>LÄHTEET</b>	<b>30</b>

## KUVAT

Kuva 1. Puukorotettu lattia, RT-kortti vuodelta 1957.	10
Kuva 2. Yleiskuva puukorotetusta lattiasta.	11
Kuva 3. Puukorotettu lattia ilma-araolla.	12
Kuva 4. Valesokkelin sekä puukorotetun lattian korjaustapaehdotus.	13
Kuva 5. Valesokkelirakenne RT-kortti vuodelta 1957.	14
Kuva 6. Yleiskuva valesokkelirakenteesta.	15
Kuva 7. Rakennuksen sisä- sekä ulkopuolisia kosteuslähteitä.	19
Kuva 8. Puun kosteusmittauksessa yleisesti käytettävä piikkimittari.	21

## KUVIOT

Kuvio 1. Auringon säteilyn aiheuttama suhteellisen kosteuden vaihtelu mineraalivillan ulkopinnalla, keskellä sekä sisäpinnalla.	20
Kuvio 2. Rakennuksen sijainnin vaikutus vaurioitumiseen.	25
Kuvio 3. Mikrobinäytteiden tulokset.	27

## TAULUKOT

Taulukko 1. Mikrobiryhmiä vähimmäiskosteusvaatimukset.	18
--	----

# 1 JOHDANTO

Työn tilaaja on Suomen Rakennusasiantuntijat Oy, joka tekee pääasiassa kuntotarkastuksia.

Opinnäytetyön tavoitteena on tarkastella kuntotarkastuksella havaittujen riskirakenteiden kuntoa, kun rakenteista ei havaita viitteitä vaurioista normaalilla kuntotarkastusmenettelyllä. Työssä tarkastellut riskirakenteet ovat valesokkeli sekä puukorotettu lattia. Kyseiset riskirakenteet valikoituivat opinnäytetyöhön, koska tilaavan yrityksen havaintojen ja kokemuksen perusteella kyseiset riskirakenteet ovat herkimpiä vaurioitumaan sekä kyseisiä rakenteita on suhteellisen paljon.

Riskirakenne on rakennetyyppi, joka on rakennusaikana yleisesti hyväksytty rakennustapa, mutta joka on myöhemmin todettu herkästi vaurioituvaksi rakenteeksi. Yleisimmin riskirakenteet vaurioituvat kosteudesta. Kosteus on peräisin maaperästä tai sisäilman kosteudesta. (Raksystems insinööritoimisto Oy 2017.)

Rakenneavauksen kuntotarkastuksella vaativia riskirakenteita ovat esim. työssä käsitellyt valesokkeli sekä puukorotettu lattia. Riskirakenteiksi luokiteltuja rakenteita on useita, ja kuntotarkastuksen suoritusohjeessa on määritelty riskirakenteet sekä erikseen mainittu riskirakenteita, jotka vaativat rakenneavauksen. (Rakennustieto Oy 2007.)

Opinnäytetyön tehtävänä oli kerätä materiaalinäytteitä kuntotarkastuskohteista, joissa havaittiin joko valesokkeli tai puukorotettulattia eikä havaittu vauriota kyseisestä rakenteesta. Materiaalinäytteiden tuloksien perusteella oli tarkoitus selvittää, minkä verran kyseisissä riskirakenteissa on mikrobikasvustoa, vaikka kuntotarkastuksella niistä ei ole havaittu vaurioita. Näytteet otettiin niin, että näytteitä ei voida suoraan liittää jälkikäteen kohteeseen, josta näyte on otettu. Kaikki näytteet otettiin niin, että tarkastuksen tilaajat sekä tarkastaja eivät tiedä, onko näytteenottokohteesta löytynyt mikrobikasvustoa. Näytteenottokohteen kuntotarkastuksen tilaajalle kerrottiin etukäteen, että hän taikka kohteen tarkastaja ei saa jälkikäteen tietoa materiaalinäytteen tuloksista. Tarkastaja täytti kohteesta tietojenkeruulomakkeen, mutta lomakkeeseen ei lisätty kohteen osoitetietoja, joten näytteen tutkinut Turun yliopiston aerobiologian laitokseen ei saanut näytteen mukana normaalisti toimitettua osoitetietoa.

Aikaisemmin on tutkittu riskirakenteiden sekä vaurioiden määrää suhteessa havaittuihin riskirakenteisiin. Tutkimuksessa on kuitenkin todettu vaurioituneeksi vain ne kohteet, joissa

vaurio on todettu normaalilla kuntotarkastusmenettelyllä. (Koramo 2013.) Kuntotarkastusmenettelyllä vauriottomiksi todettujen riskirakenteiden kuntoa ei tiettävästi ole aikaisemmin tutkittu.

## 2 RISKIRAKENTEIDEN KUNTOTARKASTUS

Asuntokaupan yhteydessä tehdyn kuntotarkastuksen tavoitteena on antaa puolueeton kuva asuntokaupan osapuolille tarkastettavasta kohteesta. Tarkastuksella on tarkoitus saada tietoa rakennusteknisestä kunnosta, korjaustarpeista, rakenteiden vaurioriskeistä, turvallisuudesta sekä terveysriskeistä. Jälkikäteen osapuolille toimitetussa raportissa kerrotaan myös toimenpide-ehdotukset. (Rakennustieto Oy 2007.)

Kuntotarkastuksessa tehtävä rakenteiden ja laitteiden arviointi perustuu niiden teknisiin käyttöikiin sekä aistinvaraisiin havaintoihin. Talotekniikkaa kuntotarkastuksilla arvioidaan vain pintapuolisesti käyttäjältä saadun tiedon sekä laitteiden iän perusteella, koska tarkastuksen tekijä on yleensä rakennustekniikan asiantuntija, eikä hän ole saanut koulutusta sähkö- tai LVI-alalta. Lisäksi tarkastuksessa tarkastellaan mahdollisia korjaustarpeita sekä riskihavaintoja. Varsinaista kuntotarkastusta ennen tehtävä alkuhaastattelu sekä rakennuspiirustusten yms. asiakirjojen läpikäynti sekä tarkastajan asiantuntemus vaikuttavat kuntotarkastuksen suorittamiseen sekä siinä tehtäviin havaintoihin. (Rakennustieto Oy 2007.)

Kuntotarkastuksen suoritusohjeessa on määritelty ns. riskirakenteet, joita arvioidaan aina niitä havaittaessa. Toisin sanoen kuntotarkastuksen alkuhaastattelun, rakennuspiirustuksien sekä havaintojen perusteella arvioidaan kohteelle tyypilliset riskirakenteet, ja tarkastuksessa tarkastellaan, onko kyseisiä rakenteita tarkastettavassa kohteessa. Jos riskirakenteita havaitaan, niihin kiinnitetään erityistä huomiota ja rakenteiden kuntoa yritetään mahdollisuuksien mukaan tarkastella mahdollisimman kattavasti. (Rakennustieto Oy 2007.)

Tässä työssä tarkastellaan kahta riskirakennetta, valesokkeliä sekä puukorotettua lattiaa. Em. riskirakenteiden kunnan selvitys kuntotarkastuksessa tapahtuu yleensä niin, että etsitään kohta, jossa kyseisen rakenteen olosuhteet ovat heikoimmat, esim. lähimpänä maan pintaa tai rakennuksen sokkelin vierustan kallistus on rakennusta kohden. Suurimman riskin alueella pyritään tekemään rakenneavaus (asunnon omistajan luvalla). Rakenneavaus suoritetaan noin 110 mm:n kokoisella rasiaporalla. Avauksen jälkeen rakenteen sisältä tutkitaan rakenteen toteutustapaa, aistinvaraisesti tutkitaan lämmöneristeen mahdollisesti tarttunutta mikrobiperäistä hajua sekä rakenteiden mahdollista kosteudesta johtuvaa tummumista. Aistinvaraisen tarkastelun lisäksi rakenteen eristetilasta mitataan lämpötila, suhteellinen kosteus (RH%) sekä absoluuttinen kosteus (g/m<sup>3</sup>).



Tämän lisäksi rakenteesta voidaan mitata puun kosteus painoprosentteina (%). Esim. valesokkelirakenteessa puun kosteutta voidaan mitata alaohjauspuun yläpinnasta tai runkotolpan alaosasta. Tarvittaessa lämmöneristeestä voidaan ottaa laboratorioissa Valviran asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukainen materiaalinäytteen suoraviljely. Materiaalinäytteen otto ei kuitenkaan kuulu kuntotarkastuksen normaaliin sisältöön. Materiaalinäytteellä voidaan todentaa, onko lämmöneristeessä kosteusvaurioon viittaavaa mikrobikasvustoa. Materiaalinäyte otetaan vain tilaajien suostumuksella, koska näytteestä tulee tilaajille lisäkustannuksia. Rakenneavauksen tutkimuksen jälkeen rasiaporralla tehty aukko tiivistetään ja paikataan mahdollisuuksien mukaan. (Rakennustieto Oy 2007.)

Kuntotarkastuksella tehdystä riskirakennehavainnosta raportoidaan niin, että raportissa tule ilmi seuraavat seikat:

- mahdollisen riskin muodostuminen
- riskin mahdolliset haitat terveydelle, ympäröiville rakenteille sekä yleiseen turvallisuuteen.
- mahdollisesti riskiä lisäävät tai vähentävät seikat
- riskin arvioinnin mahdollisuus kuntotarkastuksella
- kuntotarkastuksella tehdyn arvion luotettavuus
- suositeltavat jatkotutkimukset laajuuksineen (Rakennustieto Oy 2007).

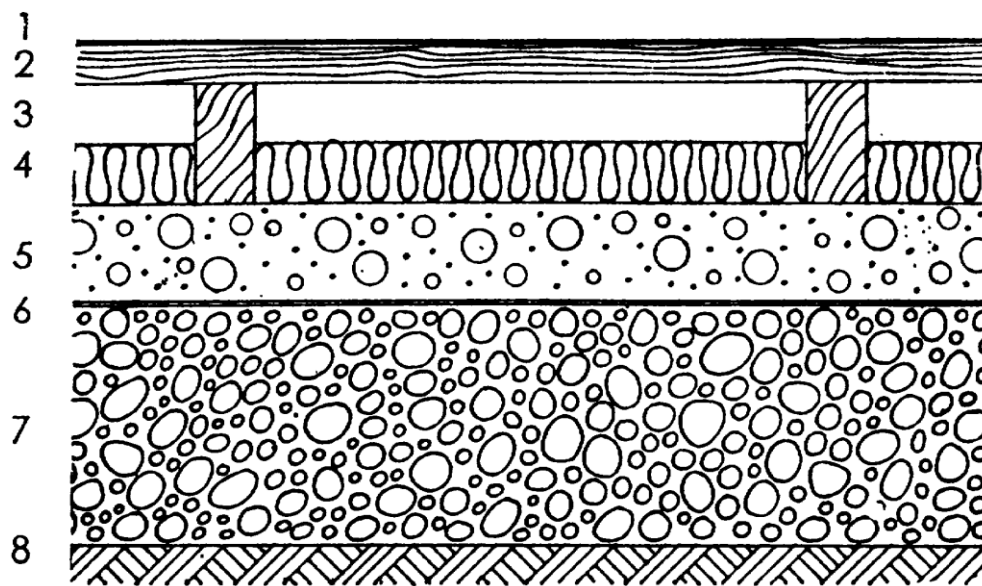
## 2.1 Puukorotettu lattia

Puukorotettu lattia on luokiteltu riskirakenteeksi KH 90-00394 (Kuntotarkastus asunokaupan yhteydessä, suoritusohje, 2007) -kortissa, jossa on annettu ohjeet kuntotarkastuksen suorittamisesta. Suoritusohjeen mukaan riskirakenteen kunto tulee selvittää rakennetta avaamalla. Pelkkä pintapuolinen ja aistinvarainen tarkastelu tai rakenteen pinnalta käsin tehty tutkiminen pintakosteuden tunnistimella ei ole riittävä menetelmä kyseisen rakenteen kunnan selvittämiseksi (Raksystems insinööritoimisto Oy 2018).

Puukoolattu lattiarakenne on esitetty yleisenä rakenneratkaisuna 1950-luvun RT-kortissa, joten sitä pidettiin aikoinaan hyvän rakennustavan mukaisena ratkaisuna, mutta 1990-luvun alussa se poistui RT-kortistosta. Vuonna 1999 RT-kortistoon tuli korjausrakentamisen ohjekortti, jossa neuvottiin mm. puukoolatun lattian korjaus sekä kerrottiin syitä rakenteen vaurioitumiseen.

Puukoolattuja lattiaita tehtiin jo 1930-luvulla, ja niiden tekeminen väheni merkittävästi 1980-luvulla (Hometalkoot 2012).

1950-luvun ohjekortissa mainitaan kapillaarisen kosteuden nousemisen estämiseksi betonilaatan alle asennettavaksi 15–20 cm sepelikerrosta. Ohjeessa mainitaan myös, että vesihöyryn määrä on niin vähäistä, että tiiviin kosteussulun käytölle ei ole perusteita. Em. RT-kortissa esitettiin puukorotetun lattian sen aikainen tyypik kuva (kuva 1).



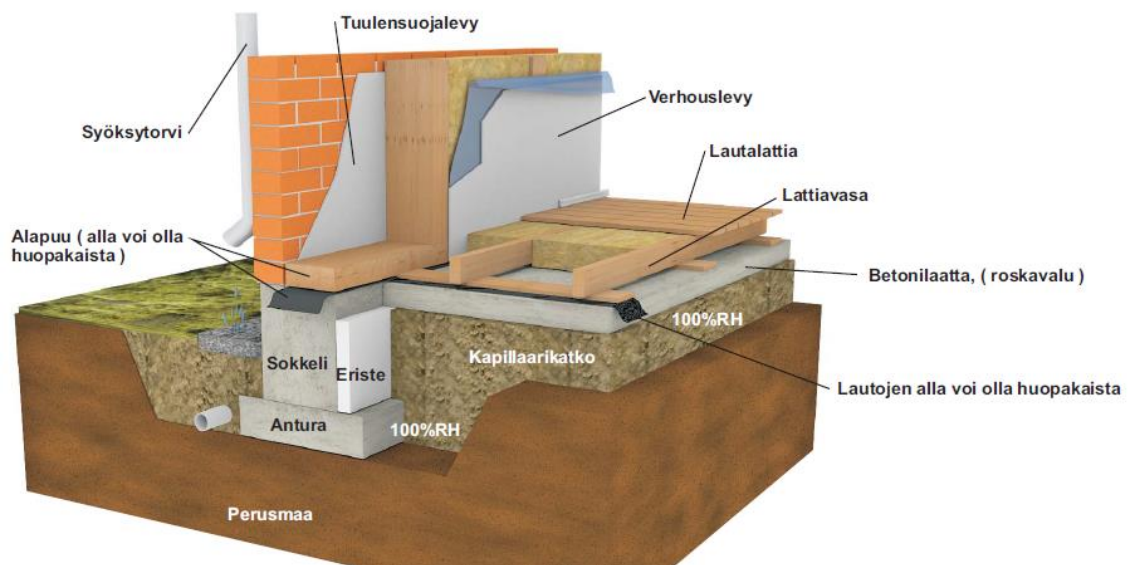
- 1 linoleumi + kovakuitulevy
- 2 lattialauta 2,2 cm
- 3 5,0×7,5...10,0 lahkoyllästetty soiro
- 4 5 cm mineraalivillalevy
- 5 teräsbetonilaatta ks. RT 817.11
- 6 sitkeä pahvi
- 7 15...20 cm somer, sepeli tai karkea sora
- 8 peruspohja

Kuva 1. Puukorotettu lattia RT-kortissa vuodelta 1957 (Rakennustieto Oy).

Puukorotetun lattian yleisin vaurio on pohjabetonilaatan päällä olevan orgaanisen materiaalin homehtuminen sekä lattiarakenteen lämmöneristeen homehtuminen. Betonilaattaa vasten olevat puurakenteet myös vaurioituvat herkästi, ja pahimmassa tapauksessa lattian puurakenteet lahoavat kokonaan. Puurakenteiden ja betonilaatan välissä on mahdollisesti huopakaista, joka vähentää puurakenteiden vaurioitumisriskiä huomattavasti.

(Hometalkoot 2012.) Yleisin vaurion aiheuttaja on maaperän kosteus, joka siirtyy kapillaarisesti lattiarakenteeseen, koska betonilaatan alla ei yleensä ole kapillaarikatkoa. Betonilaatan alla käytettiin yleisesti hyvin hienojakoista maa-ainesta, joka mahdollistaa kosteuden nousun ylempiin rakennekerroksiin. Lämmöneristeen puuttuminen betonilaatan alta vaikuttaa myös merkittävästi vaurion syntymiseen, koska esim. EPS-eristelevy betonilaatan alla pitää laatan lämpimämpänä sekä estää osaltaan kosteuden kapillaarista nousua betonirakenteeseen. Puutteellinen salaojitus tai salaojituksen puuttuminen kokonaan vaikuttaa merkittävästi rakenteen alla oleviin kerroksiin ja mahdollisesti pitää alla olevat maakerrokset hyvin kosteana, mikä edesauttaa vaurion syntymistä. Lattiarakenteen alla olevan kellarin tai ryömintätilan kautta voi mahdollisesti myös siirtyä kosteampaa ilmaa lattian epätiiviyiskohtien kautta lattiarakenteeseen. (Rakennustieto Oy 1999.)

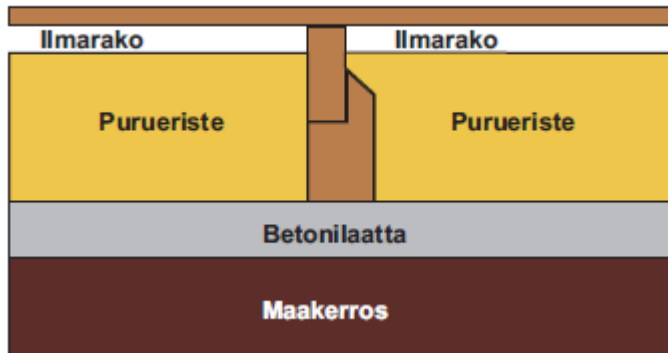
Kuvassa 2 on esitetty yleiskuva puukorotetun lattian rakenteesta ja siinä yleisesti käytetyistä materiaaleista sekä toteutustavasta.



Kuva 2. Yleiskuva puukorotetusta lattiasta (Hometalkoot 2012).

Vaihtoehtoisena vaurioitumisriskinä puukorotetussa lattiassa on se, että sisäilman kosteus tiivistyy suhteellisen kylmään lattiarakenteeseen. Sisäilman kosteuden tiivistymisen riski on suurempi rakenteen ulkoreunoilla, joissa rakenne on yleensä selvästi kylmempi. Sisäilman kosteus tiivistyy tavanomaisesti betonilaatan yläpintaan, ja näin ollen se vaurioittaa betonilaatan päällä olevia materiaaleja. Ulkoseinien läheisyyteen tiivistynyt kosteus voi lattian päällystemateriaalin ja eristeen välissä mahdollisesti olevan ilmaraon

sekä konvektiovirtauksen avulla levittää mikrobin aineenvaihdunnan tuotteita koko lattian alueelle (kuva 3).



Kuva 3. Puukorotettu lattia ilmaraolla (Hometalkoot 2012).

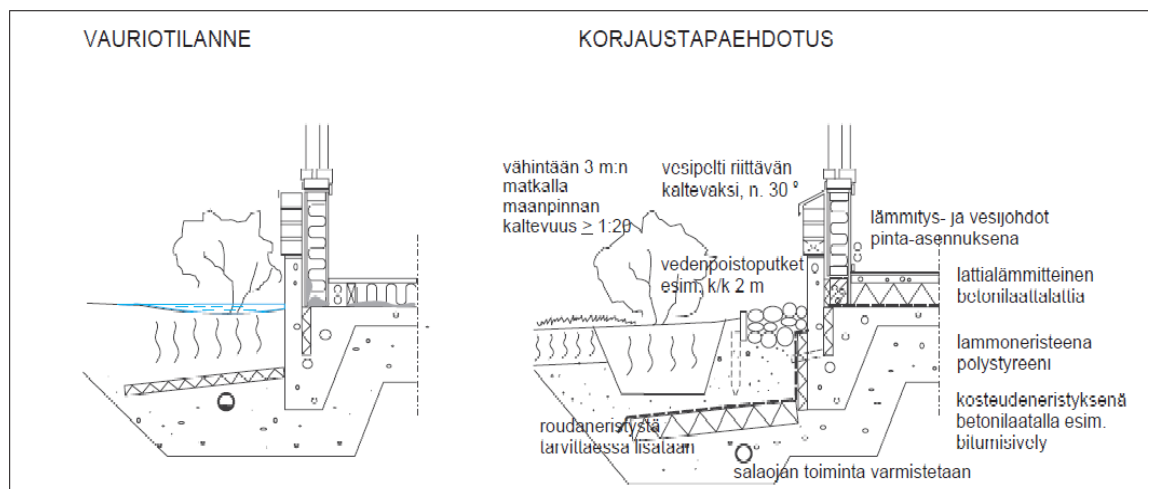
Puukorotetun lattia vaurioiden selvitys tehdään ensisijaisesti kuntotarkastuksen suoritusohjeen mukaisesti, mutta usein on syytä tehdä kattavampaa tutkimusta rakenteen vaurioitumisesta sekä sen laajuudesta. Näin ollen yleisin vaihtoehto on suorittaa kuntotutkimus em. rakenteeseen kuntotarkastuksessa mahdollisesti havaitun vaurion tai vaurioepäilyn vuoksi. Kuntotutkimuksella tarkoitetaan yleisesti rakenteen tarkempaa tutkimusta, jossa perehdytään vain kyseiseen rakenteeseen. Kuntotutkimus sisältää yleensä useita rakenneavauksia sekä kuntotarkastusta kookkaampia rakenneavauksia. Useilla rakenneavauksilla yritetään saada selvitettyä vaurioiden laajuutta sekä vaurioiden aiheuttajaa. Kuntotutkimuksen tarkoituksena on selvittää lähtökohdat kyseisen rakenteen korjausta varten. Kuntotutkimuksesta tehdään kirjallinen raportti sekä tutkimus tehdään pääsääntöisesti erillisenä työnä, eli sitä ei tehdä kuntotarkastuksen yhteydessä. (Rakennustieto Oy 2007.)

## 2.2 Valesokkeli

Valesokkelirakenne on luokiteltu riskirakenteeksi KH 90-00394 (Kuntotarkastus asunokaupan yhteydessä, suoritusohje 2007) -kortissa, jossa on annettu ohjeet kuntotarkastuksen suorittamisesta. Suoritusohjeen mukaan riskirakenteen kunto tulee selvittää rakennetta avaamalla. Pelkkä pintapuolinen ja aistinvarainen tarkastelu tai rakenteen pinnalta käsin tehty tutkiminen pintakosteudentunnistimella ei ole riittävä menetelmä kyseisen rakenteen kunnan selvittämiseksi (Raksystems insinööritoimisto Oy 2018).

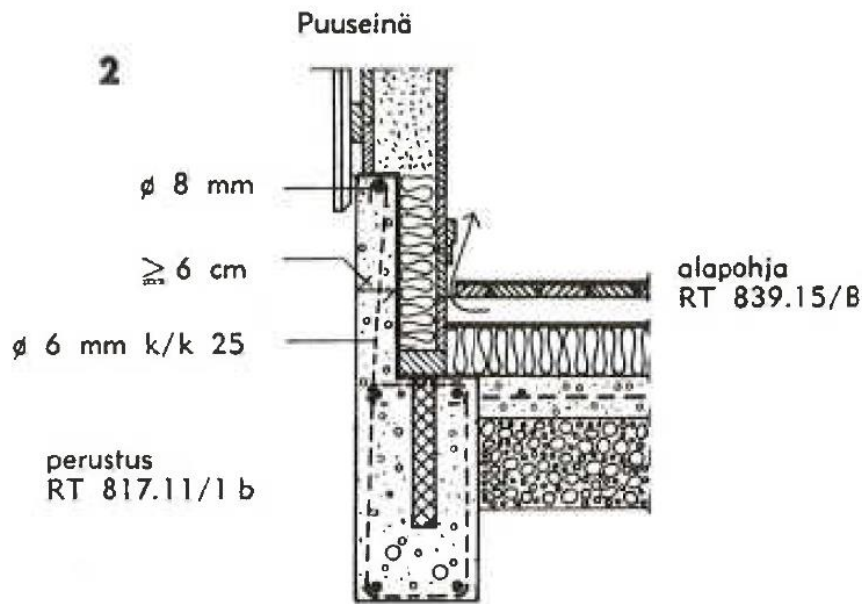
Valesokkelin toinen yleisesti käytössä oleva nimitys on ”piilosokkeli”. Valesokkelia on tyypillisesti käytetty 1960–1980-luvuilla (Hometalkoot 2012).

Rakenteella tavoiteltiin alun perin tiivistä ja lämpötekniisesti toimivaa rakennetta, mutta vuosia myöhemmin huomattiin rakenteen olevan herkkä vaurioitumaan. Kun vaurioituneita valesokkelirakenteita havaittiin runsaasti 1990-luvulla, julkaistiin vuonna 1999 korjausrakentamisen RT-kortti, jossa opastettiin valesokkelirakenteen sekä puukorotetun lattiankin korjausta sekä esiteltiin syitä em. rakenteen vaurioitumisesta (kuva 4).



Kuva 4. Valesokkelin ja puukorotetun lattian korjaustapaehdotus (Ympäristöministeriö 2016).

Valesokkelirakenne on esitetty vuoden 1957 RT-kortissa yhtenä vaihtoehtona puuseinäisessä rakenteessa. 1950-luvun ohjekortissa neuvotaan, että puisten materiaalien käyttöä rakenteen alaosassa tulee välttää, koska betonipinnassa saattaa esiintyä kondensoitunutta vettä ajoittain ja tämä vesi mahdollisesti lahottaa rakenteet. (Rakennustieto Oy 1957.) Em. RT-kortissa esitettiin nykyisin valesokkelina tunnetun rakenteen tyyppikuva (kuva 5).



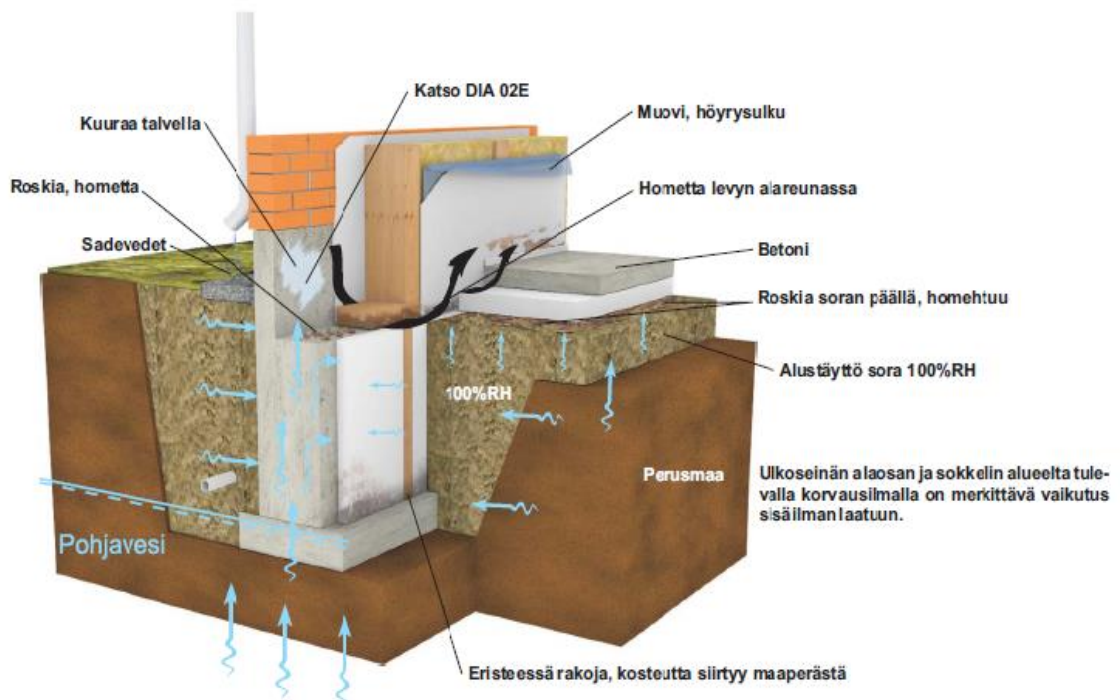
Kuva 5. Valesokkelirakenne RT-kortti vuodelta 1957 (Rakennustieto Oy 1957).

Valesokkelirakenteen yleisimmät aistinvaraisesti havaitut vauriot ovat sokkelin ulkopinnan maalin hilseily, mahdollisen tiiliseinän ulkopinnan alaosan tummuminen sekä kalkkihärmän muodostuminen. Em. kosmeettiset vauriot voivat viitata vakavampaan ongelmaan. Maalin hilseily sekä kalkkihärnä johtuvat siitä, että sokkelissa oleva kosteus pyrkii kuivumaan ulkoilmaa kohden ja näin ollen se vaurioittaa tiivistä maalipintaa tai aiheuttaa kalkkihärmän syntymistä sokkelin ulkopintaan tai tiiliverhouksen alaosaan. Jos kosteutta pääsee rakenteeseen runsaammin, on mahdollista, että rakenteen lämmöneristeet tai lämmöneristeiden pinnassa oleva orgaaninen materiaali homehtuu. Mahdollisesti valesokkelin kosteusvaurio voidaan havaita aistinvaraisesti myös rakennuksen sisältä käsin, ulkoseinän sisäpinnassa olevien kosteuden aiheuttamien jälkien vuoksi. Valesokkelirakenne on tyypillisesti varsin matala nykypäivän suosituksiin nähden, joten rungon alaosa on alttiina maasta nousevalle kosteudelle. Usein kantavan, puisen ulkoseinärakenteen alaohjauspuu on rakennusta ympäröivän maan tasalla tai jopa maanpintaan alempana. Tämän vuoksi on mahdollista, että alaohjauspuu lahoaa. (Hometalkoot 2012.)

Yleisimmin vaurioiden aiheuttajana on rakennuksen vierustan sade- ja sulamisvedet, joiden vuoksi valesokkelirakenteeseen siirtyy ulkopuolista kosteutta. Kosteutta rakenteeseen voi siirtyä rakennuksen vierustan puutteellisten kallistuksien takia tai esim. siitä, että rakennuksen katon sadevedet ohjautuvat sokkelin vierustalle. Kosteus voi siirtyä rakenteeseen myös maaperästä, koska rakenteen alla oleva maatyttö on mahdollisesti

varsin hienojakoista, mikä mahdollistaa kosteuden kapillaarisen nousun. Salaojituksen puuttuminen, väärä korkeusasema tai tukkeutuminen mahdollistaa myös kosteuden nousun rakenteeseen. Sisäilmankosteus voi myös vaurioittaa rakennetta, koska kosteus tiivistyy herkästi lämmöneristeen ulkopinnassa olevaan kylmään betonipintaan, jonka kautta kosteus vaurioittaa ulkoseinärakenteen puurakenteita tai lämmöneristeitä, jotka ovat herkkiä vaurioitumaan ylimääräisen kosteuden vuoksi. (Hometalkoot 2012.)

Alla olevassa kuvassa on esitetty valesokkelirakenteen yleiskuva, jossa esitetään käytettyjä materiaaleja sekä kosteuden mahdollisia siirtymissuuntia (kuva 6).



Kuva 6. Yleiskuva valesokkelirakenteesta (Hometalkoot 2012).

Valesokkelirakenteen vaurioiden selvitys tehdään ensisijaisesti kuntotarkastuksen suoritusohjeen mukaisesti, mutta usein on syytä tehdä kattavampaa tutkimusta rakenteen vaurioitumisesta sekä sen laajuudesta. Näin ollen yleisin vaihtoehto on suorittaa kuntotutkimus em. rakenteeseen. Kuntotarkastuksessa mahdollisesti havaitun vaurion tai vaurioepäilyn vuoksi. Kuntotutkimuksella tarkoitetaan yleisesti rakenteen tarkempaa tutkimusta, jossa perehdytään vain kyseiseen rakenteeseen. Kuntotutkimus sisältää yleensä useita rakenneavauksia sekä kuntotarkastusta kookkaampia rakenneavauksia. Useilla rakenneavauksilla yritetään saada selvitettyä vaurioiden laajuutta sekä vaurioiden aiheuttajaa. Kuntotutkimuksen tarkoituksena on selvittää lähtökohdat kyseisen rakenteen

korjausta varten. Kuntotutkimuksesta tehdään kirjallinen raportti sekä tutkimus tehdään pääsääntöisesti erillisenä työnä, eli sitä ei tehdä kuntotarkastuksen yhteydessä. (Rakennustieto Oy 2007.)



## 3 TUTKIMUSMENETELMÄT

Tässä työssä lähtökohtana on kiinnittää huomiota vain kohteisiin, joissa ei normaalilla kuntotarkastusmenettelyllä havaita opinnäytetyössä käsitellyistä riskirakenteista vaurioita. Jos vaurioita ei ole havaittu, on kuntotarkastuksen tilaajan osapuolilta kysytty suostumusta siihen, että rakenteen eristeestä otettaisiin materiaalinäyte opinnäytetyötä varten. Asian selvittämisen yhteydessä on kerrottu, että materiaalinäytteen tuloksia ei missään nimessä anneta tarkastuksen osapuolille eikä tarkastaja itsekään saa tietoa siitä, onko materiaalinäytteessä mahdollisesti mikrobikasvustoa. Jos osapuolet ovat antaneet luvan tälle, tarkastaja on ottanut rakenneavauksen yhteydessä eristetilasta noin 1 dl:n verran eristettä tiiviiseen esim. minigrip-pussiin. Kaikissa tarkastuksissa, joissa materiaalinäytteen ottoa varten kysyttiin lupaa kuntotarkastuksen tilaajalta, saatiin lupa näytteen ottoa varten. Materiaalinäytteen lisäksi tarkastaja on täyttänyt tätä opinnäytetyötä varten laaditun tietojenkeruulomakkeen, johon on kirjattu kohteessa mitattuja lämpötila- sekä kosteusarvoja sekä tietoja rakennuksen korkeusasemaa ympäröivään maanpintaan nähden.

### 3.1 Vauriottomaksi toteaminen kuntotarkastusmenettelyllä

Kuntotarkastuksessa tarkastellaan molempia tarkasteltavia riskirakenteita lähtökohtaisesti aina rakenteita rikkovalle periaatteella. Sekä valesokkeliin että puukorotettuun lattiaan tehdään pääsääntöisesti rakenneavaus kuntotarkastuksen yhteydessä, jotta rakennetta voidaan monipuolisesti tutkia.

Vaurioittamiksi toteaminen tapahtuu mittauksien sekä aistinvaraisten tutkimusten jälkeen. Joissain tapauksissa vaurioittamiksi toteaminen tapahtuu vasta rakenneavauksen yhteydessä otetun materiaalinäytteen tuloksien varmistumisen jälkeen tai vaihtoehtoisesti jatkotoimenpiteenä tehtävän kuntotutkimuksen jälkeen. Materiaalinäyte kuntotarkastuksen yhteydessä otetaan yleensä vain, jos rakenneavauksen yhteydessä havaitaan viitteitä mahdollisesta vauriosta ja vaihtoehtoisesti jos tarkastuksen tilaaja haluaa varmistua rakenteen kunnosta materiaalinäytteen avulla. Tässä työssä vaurioittamiksi toteaminen ja materiaalinäytteen otto työtä varten tapahtui, jos kuntotarkastaja ei havainnut viitteitä vauriosta ja kun kuntotarkastukseen liittyen ei tarkastajalla tai tilaajilla ollut syytä materiaalinäytteen otolle.

### 3.2 Tietojen keruu kuntotarkastuskohteista

Kuntotarkastajat ovat tarkastuskohteissaan saaneet ensin luvan materiaalinäytteen ottoa varten, jonka saatuaan tarkastaja on täyttänyt tietojenkeruulomakkeen. Tietojenkeruulomaketta varten tarvittavat olosuhdemittaukset ovat otettu joka tapauksessa kuntotarkastuksen sekä sen yhteydessä tehdyn rakenneavauksen lomassa. Lisäksi tarkastaja on lisännyt tietojenkeruulomakkeeseen tiedon rakennuksen sijainnista sekä sen, kumpi tarkasteltavista riskirakenteista on kyseessä. Tarkastuksen jälkeen näyte lähetettiin Turun yliopiston aerobiologian laitokselle.

### 3.3 Kosteusmittaukset

Tässä työssä käsitellyistä riskirakenteista mitataan rakenneavauksen yhteydessä eristetilän suhteellinen kosteus, jonka pääasiallisena raja-arvona pidetään 70 %:n suhteellista kosteutta. Yli 70 %:n suhteellisessa kosteudessa pidemmällä aikavälillä on mahdollista, että rakenteeseen syntyy mikrobikasvustoa (taulukko 1).

Taulukko 1. Mikrobiryhmien vähimmäiskosteusvaatimukset (Ympäristöministeriö 2016).

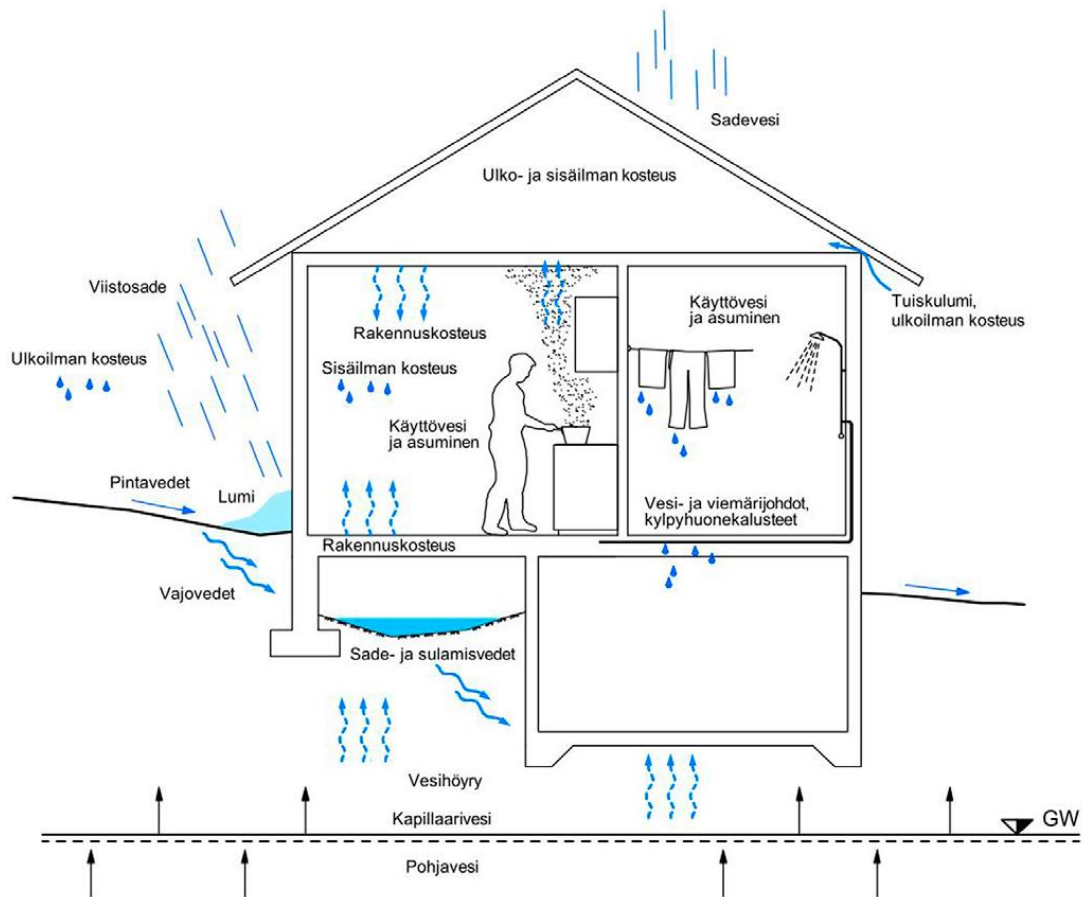
Mikrobiryhmä	Ilman suhteellinen vähimmäiskosteus
Homesienet	70...85 %
Bakteerit ja sädesienet	95 %
Sinistäjä- ja lahottajasienet	95 %

Suhteellisen kosteuden mittaamisella mitataan materiaalin huokosilman kosteuspitoisuutta rakenteen sisään asennetun mittarin/mittapään avulla (Sisäilmäyhdistys ry 2018).

Eristetilasta mitataan myös kosteussisältö eli absoluuttinen kosteus ( $\text{g}/\text{m}^3$ ), jota verrataan sisä- sekä ulkoilman kosteussisältöön. Tällä mittauksella tarkastetaan, onko rakenteessa mahdollisesti korkeampi kosteussisältö kuin ulko- sekä sisäilmassa. Jos rakenteessa on absoluuttinen kosteus selvästi korkeampi kuin esim. sisäilmassa, on syytä epäillä, että rakenteeseen tulee kosteuslisää maasta tai vaikka putkivuodosta johtuen. Lämpötilan nousu tai lasku ei vaikuta absoluuttisen kosteuden määrään yhtä merkittävästi kuin suhteellisen kosteuden määrään, joten absoluuttista kosteutta mittaamalla

mittaustulos on tarkempaa. Sisäilman kosteuslisän raja-arvona suhteessa ulkoilmaan pidetään  $3 \text{ g/m}^3$  (Ympäristöministeriö 2016).

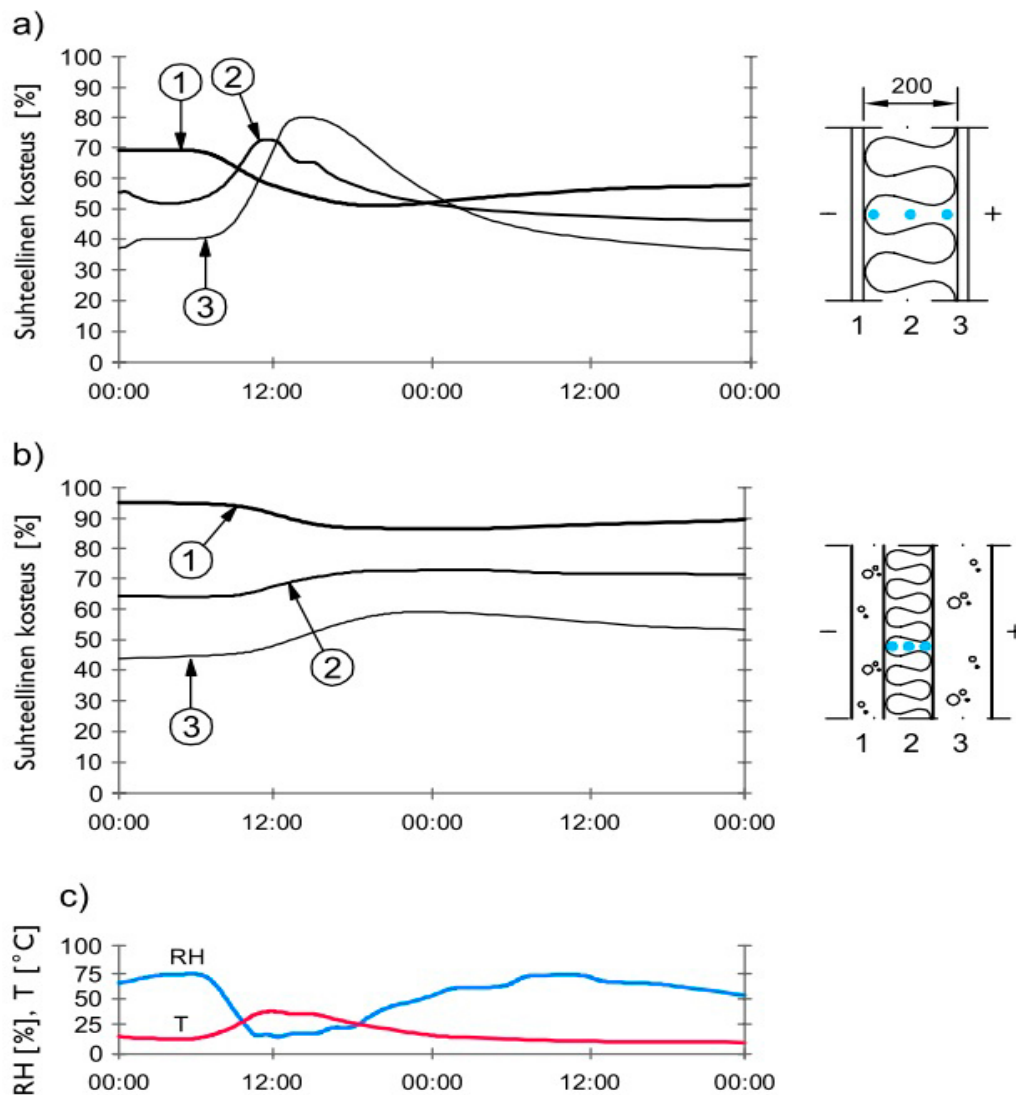
Sisäilmassa on yleisesti ottaen korkeampi absoluuttinen kosteus kuin ulkoilmassa, koska ihmisistä, ruuan laitosta, peseytymisestä yms. tulee sisäilmaan kosteuslisää ulkoilmaan nähden (kuva 7).



Kuva 7. Rakennuksen sisä- sekä ulkopuolisia kosteuslähteitä (Ympäristöministeriö 2016).

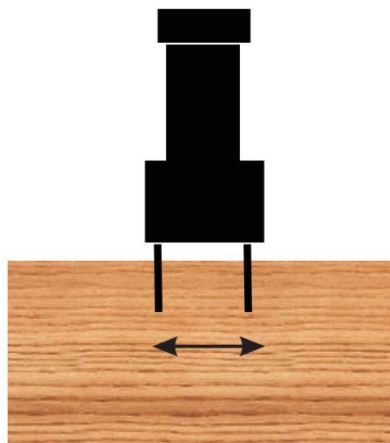
Pääosin sisäilman absoluuttinen kosteus seuraa pienellä viiveellä kuitenkin ulkoilman kosteussisältöä. Riskirakenteen eristetilasta tehtävässä mittauksessa tulee ottaa huomioon myös mahdollinen auringon säteily: esim. valesokkelirakennetta mitatessa, kun auringo lämmittää ulkoseinärakennetta voi mittaustulos muuttua merkittävästi (kuvio 1).

Kuvio 1. Auringon säteilyn aiheuttama suhteellisen kosteuden vaihtelu mineraalivillan ulkopinnalla, keskellä sekä sisäpinnalla (Ympäristöministeriö 2016).



Mittauskohdan syvyydellä sekä vuoden ajalla on myös oma merkityksensä. Mittauskohdan syvyydellä on merkitystä, koska rakenteen ulko- tai alapinnasta tehtyyn mittaukseen vaikuttaa enemmän ulkoilman tai maaperän olosuhteet, kun taas eristetilan sisäpinnasta tehtyyn mittaukseen vaikuttavat merkittävimmin sisäilman olosuhteet. Mittauksen ajankohta voi myös vaikuttaa mittaukseen merkittävästi, koska ulkoseinärakenteen ulkopinnassa on huomattavasti korkeampi suhteellinen kosteus talvella kuin kesällä ja suhteellinen kosteus voi vaihdella huomattavasti myös vuorokauden aikana. (Sisäilmäyhdistys ry 2018.)

Riskirakenteen eristetilasta mitataan myös mahdollisen puurakenteen kosteus. Puun kosteutta mitataan tyypillisesti ns. piikkimittarilla, jonka toiminta perustuu metallielektrodien väliseen koduktanssin mittaamiseen (kuva 6).



Kuva 8. Puun kosteusmittauksessa yleisesti käytettävä piikkimittari (Rakentajain kalenteri 2000, 742).

Puunkosteusmittarilla mitataan puun kosteutta prosentteina, joilla tarkoitetaan puussa olevan veden painoa suhteessa puun absoluuttiseen kuivapainoon (Puuinfo Oy 2018).

Puurakenteen kosteuspitoisuus muuttuu viiveellä sen ympärillä olevan ilman suhteellisen kosteuden mukaan. Puu alkaa vaurioitua, jos sen kosteus pysyy pitkiä aikoja yli 20 %:ssa (Puuinfo Oy 2018).

### 3.4 Mikrobinäytteet

Kaikki mikrobinäytteet tutkittiin Turun yliopiston aerobiologialaitoksella. Näytteet tutkittiin suoraviljelynä Valviran menetelmällä. Viljely toteutetaan neljälle eri kasvatusalustalle. (Turun yliopisto 2018.)

”Suoraviljely on asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukainen (Valvira 8/2016) ilman laimennusta tehtävä viljelymenetelmä materiaalinäytteestä, josta tuloksena saadaan suku-/lajitason tunnistus sekä suuntaa antava määräraivo” (Turun aerobiologialaitos 2018).

Mikrobinäytteen tulosten tulkinta perustuu lajiston tutkimiseen sekä pitoisuuksien suuruuksiin. Rakennuksista useimmin löytyvät lajistot ovat *Penicillium*, *Aspergillus* sekä

*Cladosporium*. Kosteusvaurioituneessa ulkoseinän lämmöneristeen materiaalinäytteessä on useimmiten mikrobeja, joita ei esiinny lainkaan vaurioitumattoman ulkoseinän lämmöneristeestä. Em. mikrobeja kutsutaan *kosteusvaurioindikaattorimikrobeiksi*, ja ne vaativat yleensä runsaasti kosteutta, jotta ne pystyvät kasvamaan. (Valvira 2016.)

Mikrobinäytteet otetaan pääsääntöisesti lämmöneristekerroksen sisäpinnan läheisyydestä, koska suoraan maaperään tai ulkoilmaan kosketuksessa olevat näytteet eivät ole vertailukelpoisia. Ulkoilmasta sekä maaperästä voi siirtyä lämmöneristeeseen itiöitä, jotka eivät muodosta varsinaista kasvustoa, mutta itiöt näkyvät laboratorionäytteessä. (Valvira 2016.)

## 4 TULOKSET

Näytteiden kerääminen aloitettiin marraskuussa 2017 ja lopetettiin syyskuussa 2018. Näytteitä kerättiin yhteensä 16 kpl, 8 kpl valesokkelista sekä 8 kpl puukorotetusta lattiasta. Näytteitä saatiin suhteellisen vähän, mutta näytteiden tulokset olivat vaihtelevia, eli osassa näytteitä oli elinkykyisiä mikrobeja. Näytteiden tulosten perusteella voidaan todeta, että osa tutkituista rakenteista on vaurioitunut ja vaurioitumista ei havaittu ilman tätä työhön liittyvää näytteen ottoa.

### 4.1 Tuloksien analysointi

Näytteiden tuloksien, kosteusmittauksien sekä muiden tarkastuksilla kerättyjen tietojen avulla tarkasteltiin, minkä verran valesokkelissa sekä puukorotetussa lattiassa on mikrobikasvustoa, vaikka ne on todettu normaalilla tarkastusmenettelyllä vauriottomiksi. Tämän lisäksi tarkasteltiin, onko rakennuksen sijainnilla merkitystä tuloksiin, eli onko tasamaalle rakennetuissa rakennuksissa enemmän vaurioita kuin rinteeseen rakennetuissa. Tuloksien perusteella vertaillaan myös kahta eri riskirakennetta keskenään.

Tuloksia tarkastellessa tulee ottaa huomioon, että mikrobinäytteitä saatiin vain 16 kpl, joka on suhteellisen pieni otos, koska tarkasteltavia rakenteita oli 2 kpl.

#### 4.1.1 Rakennuksen sijainti

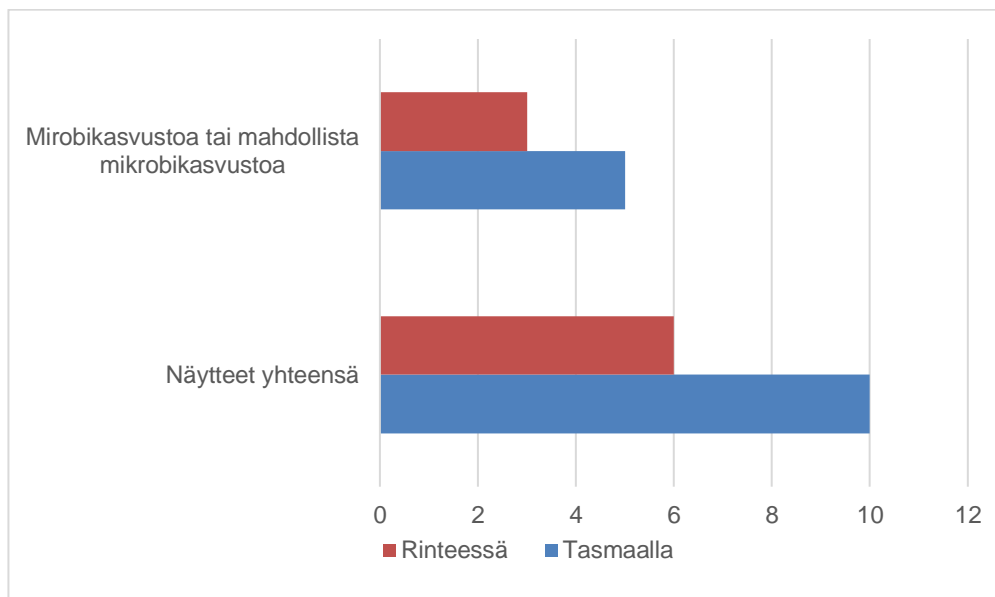
Rakennuksen sijainti huomioidiin materiaalin näytteenottokohteissa niin, että tarkastajat merkkasivat tietojenkeruulomakkeeseen rakennuksen sijainnista sen, onko rakennus rakennettu tasamaalle tai rinteeseen. Rakennuksen sijainnilla haluttiin selvittää, onko sijainnilla suuri merkitys mahdollisiin vaurioihin riskirakenteissa. Sijainnin merkkäminen tietojenkeruulomakkeeseen ei kuitenkaan anna täydellistä kuvaa sijainnin todellisesta merkityksestä, koska rinteeseen rakennetuissa kohteissa on suuri merkitys, että miltä rakennuksen sivustalta näyte on otettu. Näyte voidaan olla otettu rakennuksen sivustalta niin, että ylärinteestä mahdollisesti kulkeutuvat pintavedet ohjautuvat suoraan näytteenottokohdalle tai mahdollisesti näyte on otettu jostain syystä kohdasta, johon ei rinteinen tontti tuo lisää riskiä, vaikka rakennus on rinteisellä tontilla. Mahdollisesti rinteestä valuvat pintavedet voivat ohjautua suoraan rakennusta kohden tai vaihtoehtoisesti

toisenlaiselle rinnetontilla pintavedet ohjautuvat maan muokkauksien avulla rakennuksen ohi. Jos rakennus on perustettu kalliolle tai rakennuksen vierustalla on kalliota, voi pintavesien liikkuminen muuttua merkittävästi. Salaojituksen toiminnalla on myös suuri merkitys siihen, miten rinnetontti toimii, eli jos salaojitus on kunnossa, voi ylärinteen puoleinenkin rakennuksen sivu olla keskiverto tasamaalla olevaa tonttia kuivempi, jossa salaojitus ei ole niin hyvin toteutettu. Mahdollinen kalliainen tontti voi vaikuttaa siihen, että kohteeseen ei ole tehty salaojitusta esim. kaikille rakennuksen sivuille lainkaan tai salaojituksen korkeusasema poikkeaa normaalista. Tasamaalla sijaitsevilla rakennuksissa on myös suuria eroja esim. siinä, kuinka ylös rakennuksen sokkeli tai puukorotettu lattia ulottuu maanpinnasta. Joissain tapauksissa esim. valesokkelin alaohjauspuu on kokonaan ympäröivän maanpinnan alapuolella, ja joissain kohteissa se on kauttaaltaan maanpinnan yläpuolella. Pinta- sekä pohjavesien ohjausta ei opinnäytetyössä otettu huomioon, koska sen tarkasteleminen olisi ollut huomattavan monimutkaista ja vaatinut kohteella olevalta tarkastajalta enemmän aikaa sekä perehtymistä. Maaperän laatua ei myöskään huomioitu, koska sen tulkitseminen olisi ollut vaikeaa sekä työlästä.

Rakennuksen sijaintien tarkastelussa havaittiin, että kohteita oli tasamaalla 10 kpl ja 6 kpl rinteisellä tontilla. Tarkastelussa havaittiin myös se, että tasamaan tonteista viidessä todettiin mikrobikasvustoa tai mahdollista kasvustoa sekä rinnetonteissa sama havainto tehtiin kolmen kohteen osalta. Prosentuaalisesti rinteessä sekä tasamaalla olevien tonttien mahdollisten mikrobikasvustojen määrä oli sama.



Kuvio 2. Rakennuksen sijainnin vaikutus vaurioitumiseen.



#### 4.1.2 Kosteusmittaukset

Kosteusmittauksien tuloksilla ei ole tässä opinnäytetyössä suurtakaan merkitystä, koska jokaisen näytteen kohdalla kosteusmittauksen tulos on ollut sellainen, että se ei ole herättänyt epäilyä mahdollisesta vauriosta. Opinnäytetyössä tarkastellut materiaalinäytteet on otettu vain kohteista, joissa kuntotarkastuksen yhteydessä tehtyjen kosteusmittauksien perusteella ei ole havaittu ongelmaa. Suhteellisen kosteuden mittaustulokset ovat eristetilasta kaikissa kohteissa ollut mittaushetkellä alle 70 %:n, jota pidetään raja-arvona mahdolliselle mikrobikasvuston syntymiselle. Toisaalta eristtilan suhteellinen kosteus voi muuttua vuorokaudenkin aikana kymmeniä prosenttiyksiköitä, joten kuntotarkastusmenettelyllä saadaan vain tarkastushetkellä oleva lukema eristtilan suhteellisesta kosteudesta. Opinnäytetyötä varten kirjattiin myös eristtilan absoluuttinen kosteus ( $\text{g/m}^3$ ), joka on jokaisessa materiaalinäytteenottokohteessa ollut tarkastushetkellä alle raja-arvon. Kuntotarkastuksen suoritusohjeessa ei suoranaisesti vaadita absoluuttisen kosteuden mittaamista rakenneavauksen yhteydessä, mutta yleisesti ottaen se tehdään, koska suhteellisen kosteuden mittauksen yhteydessä sama mittari mittaa myös absoluuttisen kosteuden sekä lämpötilan. Kosteussisällön pääasiallisena raja-arvona pidetään  $3 \text{ g/m}^3$ , eli eristtilassa saa olla enintään 3 grammaa kosteutta kuutiossa enemmän kuin sisäilmassa. Kuntotarkastuksen suoritusohjeen mukaan puukorotetun lattia sekä valesokkelin rakenneavauksen yhteydessä mitataan myös puurakenteen kosteus

painoprosentteina, mutta tämän opinnäytetyön tietojenkeruulomakkeeseen sitä ei kirjattu, koska puukosteus vaihtelee rakenteen ilman suhteellisen kosteuden mukaan, eikä sillä ole tässä työssä merkitystä. Puukosteus on kuitenkin jokaisessa materiaalin näytteenottokohteessa alle raja-arvon (raja-arvo 20 %:n).

#### 4.1.3 Mikrobinäytteiden tulokset

Näytteitä otettiin yhteensä 16 kappaletta, 8 kpl valesokkeleista sekä 8 kpl puukorotetuista lattioista. Näytteiden jakaantuminen tasan valasokkelin sekä puukorotetun lattian osalta oli pelkkää sattumaa, eli näytteiden määrää ei ollut rajoitettu.

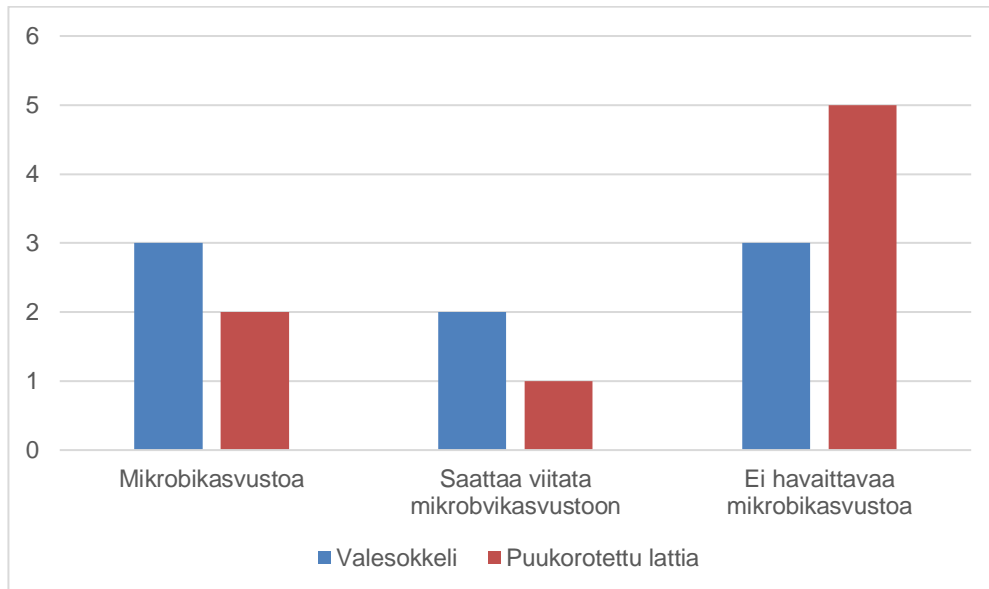
Näytteiden tulokset jaettiin kolmeen ryhmään näytteet tutkineen Turun aerobiologialaitoksen tulkintojen mukaan:

1. mikrobikasvusto
2. tulokset voivat viitata mikrobikasvustoon
3. ei viljelymenetelmällä havaittavaa mikrobikasvustoa.

Näytteiden tulokset eivät olleet yhteneväiset riskirakenteiden kesken. Molemmista rakenteista löydettiin mikrobikasvustoa sekä ”puhtaita” näytteitä, mutta valesokkelissa havaittiin hieman puukorotettua lattiaa enemmän mikrobikasvustoa. Valesokkelin näytteitä oli kahdeksan, ja niistä kolmesta havaittiin mikrobikasvustoa sekä kahdesta mahdollista mikrobikasvustoa, joten vain kolme näytteestä oli sellaisia, joista ei havaittu lainkaan viitteitä mikrobikasvustosta. Puukorotetun lattia osalta näytteitä oli myös kahdeksan ja kahdesta näytteestä havaittiin mikrobikasvustoa sekä yhdestä mahdollista mikrobikasvustoa. Valesokkelirakenteen näytteistä 62,5 % sisälsi mikrobikasvustoa tai viitteitä mikrobikasvustosta. Puukorotetun lattian osalta samainen luku oli 37,5 %. Näin ollen voidaan todeta, että tämän otannan perusteella valesokkelissa havaittiin useimmin vaurioita. Molemmat riskirakenteet huomioiden näytteistä tasan 50 % sisälsi mikrobikasvustoa tai viitteitä mikrobikasvustosta.

Alla olevassa kuviossa on esitetty tulokset edellä mainituissa kolmessa ryhmässä molempien riskirakenteiden osalta (kuvio 3).

Kuvio 3. Mikrobinäytteiden tulokset.



#### 4.2 Johtopäätökset

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tarkastella kahden eri riskirakenteen kuntoa mikrobinäytteiden avulla, kun kuntotarkastusmenettelyllä ei oltu havaittu viitteitä vaurioista. Mikrobinäytteiden avulla on mahdollista todentaa mahdollisten kosteusvaurioon viittaavien mikrobien olemassaolo.

Mikrobinäytteiden tuloksien perusteella voidaan todeta, että kyseisistä rakenteista havaittiin kosteusvaurioon viittaavia elinkykyisiä mikrobeja usean näytteen osalta. Näin ollen voidaan todeta, että nykyisen kuntotarkastuksen suoritusohjeen mukaisella tarkastustavalla ei havaita aina riskirakenteissa olevia vaurioita, vaikka mikrobikasvustoa olisi kuntotarkastuksessa tehdyn rakenneavauksen kohdalla olevassa lämmöneristeessä.

## 5 POHDINTA

Opinnäytetyö ei täysin onnistunut, koska mikrobinäytteiden määrä jäi hyvin pieneksi. Tavoitteena oli saada vähintään 30 kpl näytteitä, mutta näytteitä saatiin vain 16 kpl. Näytteiden vähäinen määrä vie osaltaan pohjaa opinnäytetyön tuloksista, mutta vähäisestä näytemäärästä huolimatta useasta näytteestä havaittiin mikrobikasvustoa, joten näytteiden vähyys vaikuttaa vain siihen, että näytteiden prosentuaalinen tulos ei ole täysin luotettava. Voidaan myös todeta, että koko prosessin aikana tarkastajat, jotka keräsivät näytteitä, havaitsivat aistinvaraisesti huomattavan määrän vaurioita valesokkeleissa sekä puukorotetuissa lattioissa, ja vain pieni osa näistä todettiin täysin vaurioitumattomiksi kuntotarkastuksella.

Näytteiden vähydestä huolimatta mikrobikasvustoa löydettiin useasta näytteestä, joten voidaan todeta, että kuntotarkastuksen suoritusta voitaisiin muuttaa esim. niin, että tiettyistä riskirakenteista otettaisiin aina materiaalinäyte. Toisaalta vaikka mikrobinäytteissä havaittiin kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja, niin sitä, että tuleeko näytteenotto kohteen asunnon asukkaille niistä ikinä oireita ei ole varmaa, koska ulkoseinä- tai lattiarakenteesta tulee olla ilmavuotoja sisäilmaan, jotta mikrobeista rakenteissa olisi varmasti haittaa rakennuksen asukkaille. Mahdollisesti ulkoseinä- tai lattiarakenteen lämmöneristekerroksessa voi olla suurinkin vaurio, ja jos lämmöneristeen sisäpuolella on tiivis kerros sekä rakennuksen painesuhteet eivät aiheuta ilmavirtauksia rakenteista sisäilmaan, rakennuksen sisäilmassa ei välttämättä huomaa rakenteessa olevaa vauriota edes pitkällä aikavälillä. Tämä selittää sen, että erittäin monessa tapauksessa ilmavuotojen määrä on vähäinen, koska yleisimmistä riskirakenteista ei kuitenkaan ole tuloksiin verrattavissa määrin ilmennyt terveydellistä haittaa asukkaille. Toisaalta rakenneavaus tai siitä otettu materiaalinäyte kertoo vain juuri siitä kohdasta rakennetta olevan tilanteen, joten on mahdollista, että esim. 20 cm:n päässä rakenneavauksesta on aistinvaraisesti havaittavaa vauriota tai lämmöneristeessä mikrobikasvustoa, vaikka rakenneavauksen kohdalla ei havaita mitään poikkeavaa. Tosin sanoen, jos riskirakenteesta otettaisiin materiaalinäyte aina, materiaalinäytteenkin kertoisi vain pistokokeenomaisesti otetun kohdan vallitsevan tilanteen eikä se anna kokonaiskuvaa koko rakenteen kunnosta. Samalla materiaalinäytteiden lisääntyessä havaittujen vaurioidenkin määrä lisääntyisi ja vaikuttaisi todennäköisesti merkittävästi asuntokauppaan.

Opinnäytetyön tilaaja Suomen Rakennusasiiantuntijat Oy oli tietoinen näytteiden vähäisestä määrästä koko prosessin ajan. Näytteiden määrä oli täysin sidonnainen siihen, kuinka paljon em. yrityksen tarkastajat muistivat oman työnsä ohessa ottaa näytteitä. Sopivien kohteiden määrää oli myös ennen opinnäytetyön aloitusta mahdoton tarkasti arvioida.

Jälkikäteen pohdittuna voidaan todeta, että näytteiden otto olisi pitänyt olla yrityksen kannalta pakottavampaa, koska nyt näytteiden otto oli tarkastajille täysin vapaaehtoista ja ylimääräistä työtä. Näytteiden keräämiseen olisi voinut käyttää vieläkin pidemmän ajan, jos olisi osannut aavistaa, kuinka hitaasti näytteitä saadaan kerättyä.

Opinnäytetyössä tehtyä tutkimusta voisi jatkaa suhteellisen helpolla ottamalla lisää mikrobinäytteitä ja toisaalta tutkimusta voisi laajentaa niin, että näytteitä otettaisiin myös tässä työssä käsittelemättömistä riskirakenteista sekä mahdollisesti vertailua voisi tehdä määrällisesti myös kohteista, joissa havaittiin kuntotarkastuksessa vaurioita.

## LÄHTEET

Hometalkoot 2012. Kosteus ja hometalkoot. Tunnista ja tutki riskirakenne. Viitattu 25.9.2018 <https://www.hometalkoot.fi/guides>.

KH 90-00394. 2007. Kuntotarkastus asuntokaupan yhteydessä. Suoritusohje. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Koramo J 2013. Yleisimpien riskirakenteiden yleisyys ja kunto eri vuosikymmenien pientaloissa. Viitattu 9.10.2018 <https://www2.uef.fi/documents/976466/1799771/KoramoJanne.pdf/323eaa95-1da1-4042-aeca-7a5f49ed38a9>.

Puuinfo Oy 2018a. Puutavaran kosteus. Viitattu 25.9.2018 [https://www.puuinfo.fi/puutavaran\\_kosteus](https://www.puuinfo.fi/puutavaran_kosteus).

Puuinfo Oy 2018b. Puutieto. Viitattu 25.9.2018 <https://www.puuinfo.fi/puutieto/puu-materiaalina/kosteusteknisi%C3%A4-ominaisuuksia>.

Rakentajain kalenteri. 2000. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Raksystems insinööritoimisto Oy 2017. Kotiapp. Mikä on riskirakenne. Viitattu 9.10.2018 <https://kotiapp.fi/ajankohtainen/mika-on-riskirakenne>.

Raksystems insinööritoimisto Oy 2018a. Valesokkeli tietokortti. Viitattu 23.9.2018 [//kotiapp.fi/wp-content/uploads/2017/04/Valesokkeli.pdf](https://kotiapp.fi/wp-content/uploads/2017/04/Valesokkeli.pdf).

Raksystems insinööritoimisto Oy 2018b. Betonilaatan yläpuoliset puurakenteet. Viitattu 23.9.2018 <https://kotiapp.fi/wp-content/uploads/2017/04/Betonilaatan-yl%C3%A4puoliset-puulattiarakenteet.pdf>.

RT 80-10712. 1999. Rakennuksen kosteus- ja mikrobivauriot. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 820.1. 1957. Ulkoseinän alaosa, maanvaraispohjaisissa rakennuksissa. Helsinki: Rakennustieto Oy.

RT 839.12. 1957. Maanvaraisalapohjat, ilman lattialämmitystä. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Sisäilmayhdistys ry 2018a. Kosteusmittaukset. Viitattu 25.9.2018 <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Rakennustekniset-tutkimukset/Kosteusmittaukset>.

Sisäilmayhdistys ry 2018b. Tulosten analysointi. Viitattu 25.9.2018 <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Ongelmien-tutkiminen/Rakennustekniset-tutkimukset/Tulosten-analysointi>.

Turun yliopisto 2018. Rakennusten homeanalyysi. Suoraviljely. Viitattu 10.10.2018 <https://utushop.utu.fi/p/1919-suoraviljely-valvira-menetelma>.

Valvira 2016. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje. Viitattu 10.10.2018 <https://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Asumisterveysasetuksen+soveltamisohje+osa+IV.pdf/cdfaaa39-d2e5-4bd6-b9e9-6d9c0f60bff6>.

Ympäristöministeriö 2016. Ympäristöopas, rakennuksen kosteus- ja sisäilmatekninen kuntotutkimus. Viitattu 26.9.2018 <http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/handle/10024/75517>.