

# KUNTOTUTKIMUSRAPORTTI

**Parkkitie 1-3 A4, Kustavi**



## **Mikrobinäytteet (rakennusmateriaali)**

**Tutkimus päivämäärä:**

**21.5.2023**

**TURUN KUNTOTUTKIMUS OY  
-TUNNE TALOSI-**



## Sisällys

1. YHTEYSTIEDOT .....	2
TILAAJA .....	2
TOIMEKSIANTO.....	2
KOHDE .....	2
LÄSNÄOLIJAT .....	2
TUTKIMUSAJANKOHTA.....	2
TUTKIMUKSEN TEKIJÄT.....	2
2. KUNTOKARTOITUS JA LÄHTÖTIEDOT .....	3
2.1 KOHTEEN YLEISKUVAUS.....	3
2.3 LÄHTÖKOHTA TUTKIMUKSELLE .....	3
2.4 TUTKIMUKSEN TAVOITE JA RAJAUS .....	3
2.5 KÄYTÖSSÄ OLLEET ASIAKIRJAT .....	4
3. TUTKIMUS JA HAVAINNOT .....	4
3.1 Rakennusmateriaalinäytteet: .....	6
4. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDESUOSITUKSET .....	10
4.1 YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDESUOSITUS:.....	10
4.3 RAPORTIN LUOVUTUS .....	10
5. TERVEYDELLISET OHJEET .....	11
6. MÄÄRITELMÄT JA KÄSITTEET .....	12
7. MIKROBIKASVUN EDELLYTYKSET .....	14
MIKROBIEN ESIINTYMINEN .....	14
MIKROBIKASVU .....	14
TYYPILLISIMPIÄ SIENI-ITIÖITÄ.....	14
MIKROBIEN KASVUEDELLYTYKSET .....	15

## LIITTEENÄ

Testausseloste, Turun Yliopisto Aerobiologia (Liite 1)

## 1. YHTEYSTIEDOT

<b>TILAAJA</b>	Kustavin Kunta, Jussi Lehto
<b>TOIMEKSIANTO</b>	Toimeksiantona oli selvittää rivitalohuoneiston seinärakenteen kuntoa
<b>KOHDE</b>	Rivitalohuoneisto, Parkkitie 1-3 as. A4 ja B5, Kustavi
<b>LÄSNÄOLIJAT</b>	Huoneiston asukas Antti Kuparinen, Turun Kuntotutkimus Oy Ville-Veikko Kosonen, Turun Kuntotutkimus Oy Tero Palin, Turun Kuntotutkimus Oy
<b>TUTKIMUSAJANKOHTA</b>	21.5.2024
<b>TUTKIMUKSEN TEKIJÄT</b>	Antti Kuparinen / Rakenneasiantuntija (RI, RTA) Puh.0400801109 antti@turunkuntotutkimus.fi

## 2. KUNTOKARTOITUS JA LÄHTÖTIEDOT

### 2.1 KOHTEEN YLEISKUVAUS

Tutkittu talo on rakennettu vuonna 1980. Tutkittuun huoneistoon ei kertoman mukaan ole tehty peruskorjausta tai saneeraustoimenpiteitä. Talossa on painovoimainen ilmanvaihto, eikä ulkoseinissä havaittu riittävästi raitisilmaventtiilejä. Lämmitysjärjestelmänä on keskitetty vesikiertoinen lämmitys. Lämmönjako huoneisiin on toteutettu vesikertoisin seinäpatterein.

### 2.3 LÄHTÖKOHTA TUTKIMUKSELLE

Rivitalokiinteistön omistajalle (Kustavin kunta) on tehty valituksia huonosta sisäilmanlaadusta. Lisäksi asukkaat ovat kertoneet terveysoireista, jotka saattavat viitata rakenteissa olevaan, kosteuden aiheuttamaan vaurioon. Kunta haluaa tutkimuksin selvittää rakennuksen kuntoa arvioidakseen rakennuksen korjattavuutta.

### 2.4 TUTKIMUKSEN TAVOITE JA RAJAUS

Tutkimuksen ensisijaisena tavoitteena oli selvittää rakennusmateriaalinäytteillä mahdollista mikrobi- ja bakteeri pitoisuutta. Mikrobi- ja bakteeripitoisuudet voivat viitata kosteuden aiheuttamaan vaurioon.

Tutkimus rajoittuu tutkittuihin huoneistoihin eikä sen tuloksia voida ilman perusteltua syytä yleistää koskemaan koko rakennusta tai huoneiston muita tiloja, joita ei ole tutkittu. Samasta rakennuksesta on aiemmin tutkittu huoneistojen A2 ja B7 rakenteita (Turun Kuntotutkimus Oy 26.5.2023).

Tutkimusraportti perustuu kohteesta tehtyihin havaintoihin, mittaustuloksiin, sekä talon edustajilta saatuihin tietoihin ja kohteesta otettuihin valokuviin.

Rakennetta rikkomattomalla menetelmällä ei voida havaita rakenteiden sisäisiä vaurioita, ellei niistä ole tarkastushetkellä kosteudentunnistimilla havaittavaa tai muualla tavalla aistittavaa tai rakenteiden pinnalla näkyviä viitteitä. Edes rakenteita avaamalla ei voida täydellistä varmuutta rakenteiden kunnosta tekemättä laajoja ja kattavia rakenteiden purkutöitä. Epäselvissä tapauksissa on syytä aina tehdä lisäselvityksiä tai kuntotutkimuksia.

Pintapuolisella tarkastuksella ei voida arvioida maanalaisten rakenteiden ja järjestelmien olemassaoloa, kuntoa, toimivuutta tai korjaustarvetta.

Tarkastaja vastaa siitä, että tarkastus tehdään ammattitaitoisesti ja suoritusohjeen mukaisesti, mutta ei vastaa hänelle kerrottujen tai asiakirjoissa esitettyjen tietojen oikeellisuudesta.

Tarkastajalla on oikeus ja velvollisuus oikaista tarkastussuoritteessa esille tullut virhe. Tilaajan tulee reklamoida kuntotarkastajaa kaikista virheistä kohtuullisessa ajassa (kolmen kuukauden kuluessa tarkastuksesta).

## 2.5 KÄYTÖSSÄ OLLEET ASIAKIRJAT

Tutkimusraporttia varten käytössä oli:

- Kohteen edustajilta (Kustavin kunta) ja huoneiston asukkaalta saadut lähtötiedot
- Testausseloste, Turun Yliopisto 6.6.2024
- Kuntotutkimusraportit asunnoista A2 ja B7 (Turun Kuntotutkimus Oy 26.5.2023)
- Pohjapiirustuksia

## 3. TUTKIMUS JA HAVAINNOT

Tutkituissa huoneistoissa asuttiin tutkimusajankohtana normaalisti. Huoneistoon tehtiin kaksi rakenneavausta per asunto. Rakenneavauspaikoista selvitettiin seinärakenteiden toteutustapa ja rakennepaksuudet. Rakenneavauksista otettiin rakennusmateriaalinäytteet, joista tutkittiin niiden mahdollinen kosteusvauriosta johtuva mikrobikasvusto. Rakenneavaukset on esitetty pohjapiirustuksessa.

Rakennetyypit todettiin seuraavanlaisiksi kaikkien rakenneavauksen osalta:

### **Ulkoseinä:**

- Julkisivuverhous
- Ilmarako
- Tervapaperi
- Ulkopolinen puukoolaus 50mm+mineraalivilla
- Puurunko 100mm+mineraalivilla
- Höyrinsulkumuovi
- Kipsilevy

Ulkoseinän alaohjauspuun alla havaittiin mineraalivillatiiviste (muovipäällysteinen).

Rakenneavauksista tehtyjen kosteusmittausten tuloksena havaittiin pohjabetonilaatan kosteuden olevan ulkoseinän kohdalta märkä. Mittaus tehtiin referenssiarvoihin perustuen. Piikkimittarilla mitattuna rakenteen puuosat olivat mittaushetkellä kuivat (10...15p-%). Tutkimusolosuhteita mitattiin olohuoneesta. Tutkimuksen aikana lämpötila oli 23°C ja ilman kosteus 64RH%. Ulkoilman lämpötila oli 10-13°C ja ilman kosteus 57-47RH%.

Rakenneavauksissa havaittiin voimakasta mikrobimaista hajua sekä vesijälkiä. Erityisesti asunnon B5 keittiön rakenneavauksessa havaittiin sisäverhouslevyn rakenteen murtuneen kosteuden seurauksena.



Rakenneavauksissa oli aistinvaraisesti havaittavissa kosteuden aiheuttamia jälkiä (kuva huoneiston A4 toisesta rakenneavauksesta).



Erityisesti huoneiston B5 keittiön rakenneavauksessa sisäverhousrakenteen alaosa oli murtunut kosteuden seurauksena

### 3.1 Rakennusmateriaalinäytteet:

Ulkoseinän rakenteen kuntoa tutkittiin yhteensä neljästä rakenneavauksesta ja rakennusmateriaalinäytteistä. Avauskohdat valittiin edustamaan kyseistä rakennetyyppiä mahdollisimman kattavasti.

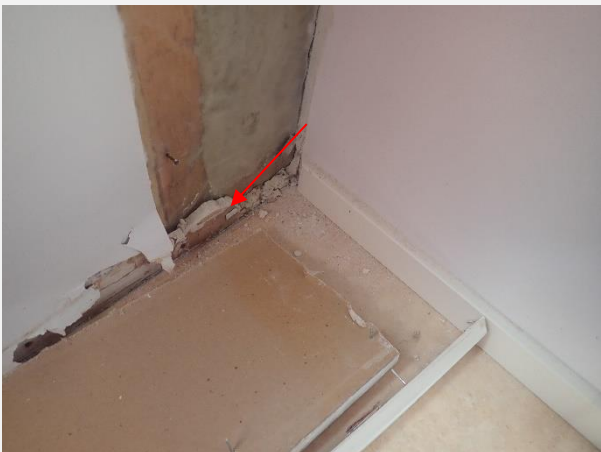
Yhteenveto tuloksista Näyte	Mikrobikasvun esiintyminen kohteessa näytteittäin
<b>Näyte PS1.</b> As A4 Olohuone, ulkoseinän alaohjauspuu	Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä sieni-itiöitä. Näytteessä havaittiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa. Lisäksi havaittiin pieniä määriä kosteusvaurioon viittaavia aktinomykettejä. <b>Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa.</b>
<b>Näyte PS2.</b> As A4Tuulikaappi, ulkoseinän alaohjauspuu	Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. <b>Rakennusmateriaalissa ei katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa.</b>  <b>Varmistava suoramikroskopiointi:</b> Visuaalinen tarkastelu: Pieni jälki kastumisesta Preparointi: Näyte preparoitiin satunnaiselta kohdalta Mikroskopiointi: Näytteessä ei havaittu sienirihmastoja eikä sieni-itiöitä <b>Suoramikroskopiointin perusteella näytteessä ei esiinny sienikasvustoa</b>
<b>Näyte PS3.</b> As B5 Keittiö, ulkoseinän kipsilevyn kartonki	Näytteessä havaittiin runsaasti elinkykyisiä aktinomykettejä ja sieni-itiöitä. Näytteessä havaittiin kosteusvaurioon viittaavaa sienilajistoa. <b>Rakennusmateriaalissa katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa.</b>
<b>Näyte PS4.</b> As B5 Makuuhuone, ulkoseinän alaohjauspuu	Näytteessä havaittiin vain niukasti elinkykyisiä mikrobeja (sieniä tai aktinomykettejä), eikä lajistossa havaittu merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. <b>Rakennusmateriaalissa ei katsotaan esiintyvän mikrobikasvustoa.</b>  <b>Varmistava suoramikroskopiointi:</b> Visuaalinen tarkastelu: Näytepinnän pinta oli silmänselvästi puhdas Preparointi: Näyte preparoitiin satunnaiselta kohdalta Mikroskopiointi: Näytteessä havaittiin runsaita määriä sienirihmastoja sekä runsaasti sieni-itiöitä <b>Suoramikroskopiointin perusteella näytteessä on sienikasvusto.</b>



**Näyte PS1, otettiin huoneiston A4 olohuoneen kohdalta ulkoseinärakenteesta.**



**Näyte PS2, otettiin huoneiston A4 tuulikaapin aliohjauspuusta.**

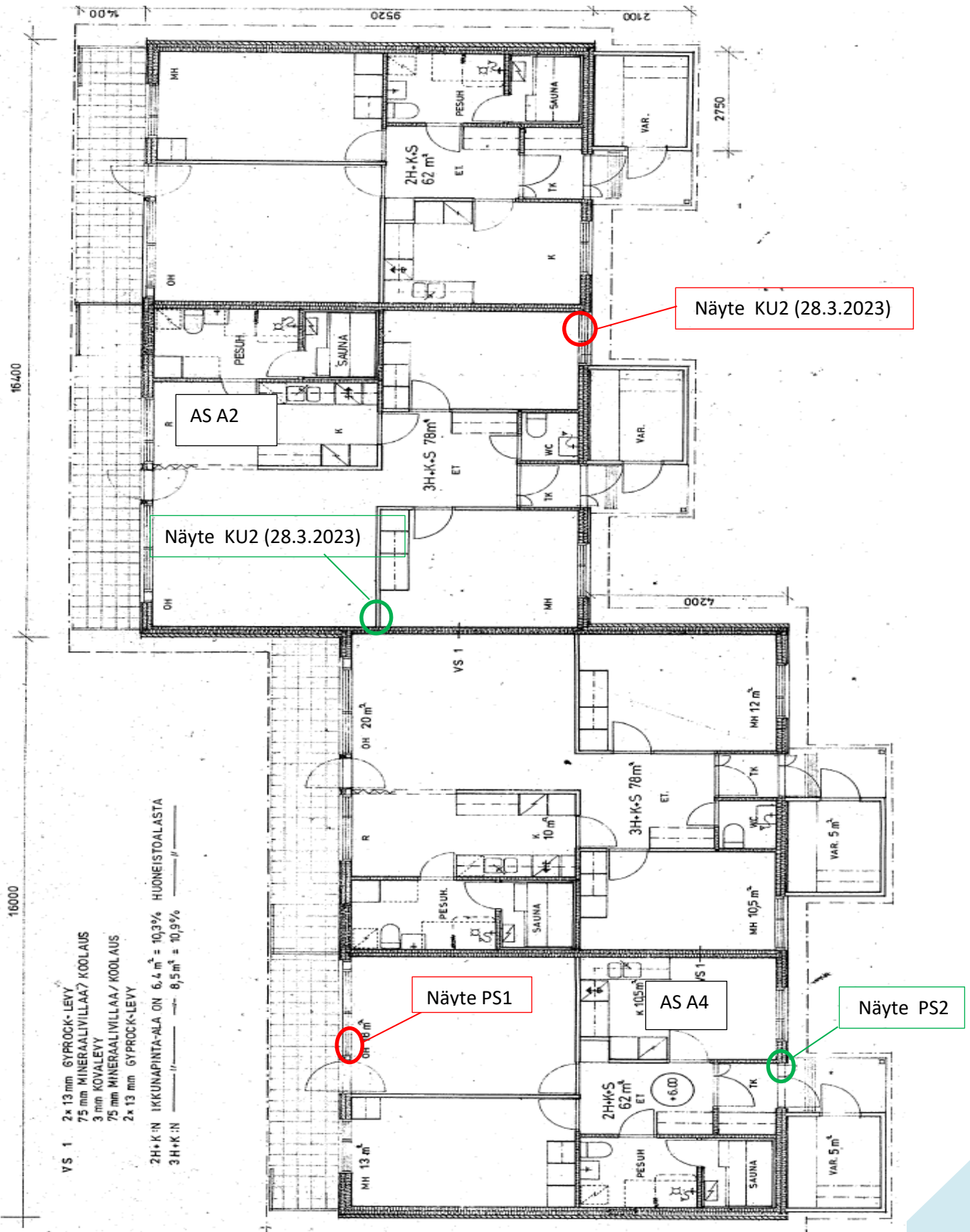


**Näyte PS 3, otettiin huoneiston B5 keittiön ulkoseinän kipsilevystä**

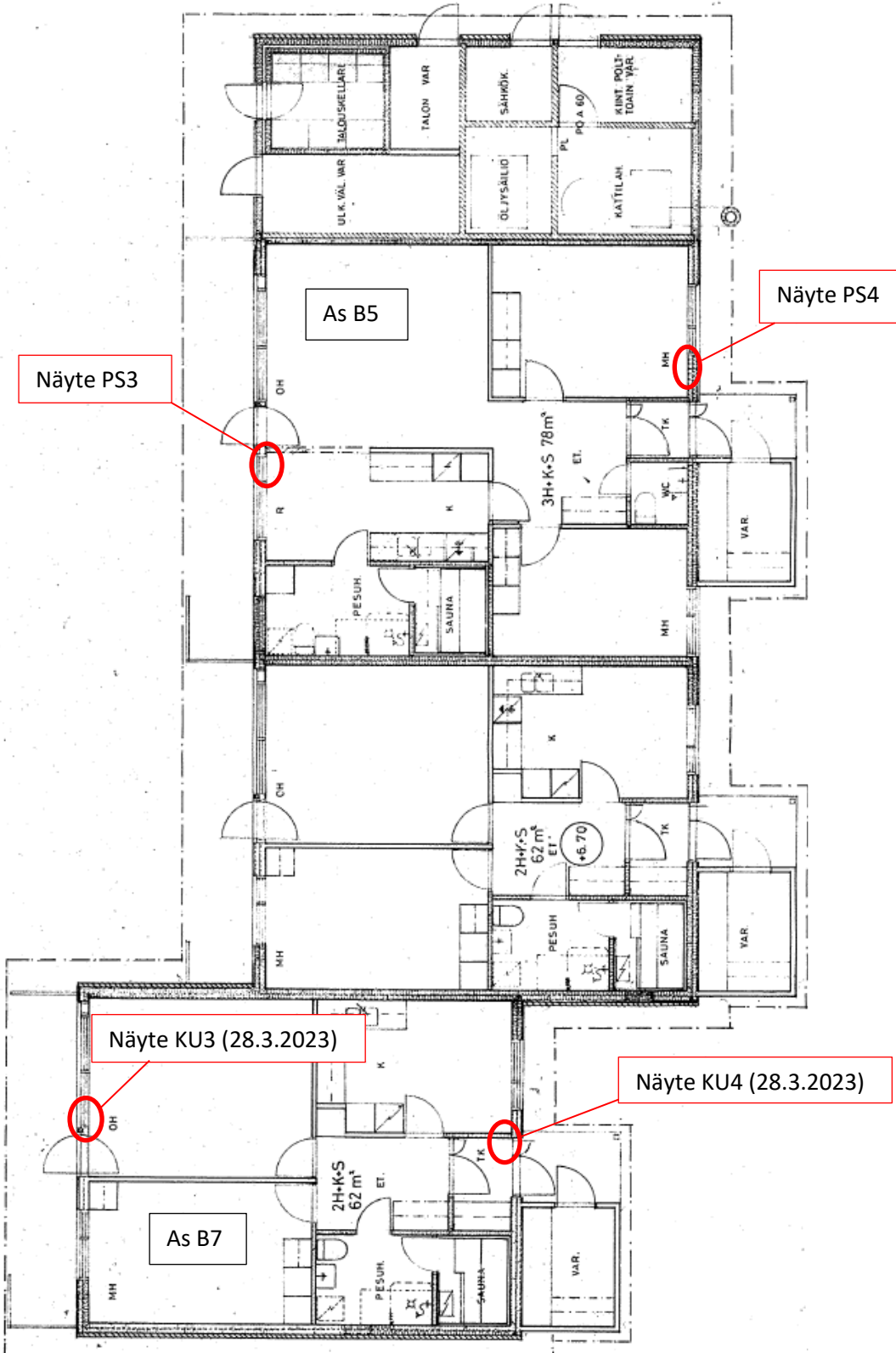


**Näyte PS4, otettiin huoneiston B5 makuuhuoneen ulkoseinärakenteesta**





Näytteenotkohdat esitettynä pohjapiirustuksessa, talo A



Näytteenottokohtat esitettynä pohjapiirustuksessa, Talon B. Näytteenottoaikan tunnusvärit:  
**Näytteessä esiintyy toimenpiderajat ylittävä mikrobikasvusto.** Näytteessä ei katsota esiintyvän mikrobikasvustoa.

## 4. YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDESUOSITUKSET

### 4.1 YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPIDESUOSITUS:

Tehdyn tutkimuksen perusteella kummankin rivitalon ulkoseinärakenteiden alaosissa on kosteuden aiheuttama mikrobikasvusto. Vaurioituneesta rakenteesta on ilmayhteys asuintiloihin, jolloin toimenpideraja ylittyy. Lisäksi asukkaille tehdyn haastattelun perusteella asukkaat ovat kokeneet sisäilmaoireilua sekä havainneet hajuhaittoja. Kosteus on tullut rakenteeseen maakosteudesta rakennusten matalan perustamista-seurauksena.

Jatkotoimenpiteenä on suositeltavaa korjata rakennusten ulkoseinärakenteet kultaaltaan esimerkiksi kengittämällä.

Kengityksen kustannus on 550€/m (ei sisällä viimeistelyitä). Piirustuksista ilmenevien mittojen mukaan kengityksen kustannus on A talon osalta 45.815€ ja B-talon osalta 37.422€. Viimeistelyiden kustannus on paikallinen hintataso huomioiden kummankin talon osalta noin 15.000€. Lisäksi kuntoarviossa on tuotu esille kunnossapidon ja lisäselvitystarpeita mm viemäroinnin ja salaojituksen osalta. Vesikatteen uusimiseen tulee varautua lähivuosina (kuntoluokka 2). Välittömien korjaustarpeiden kustannus on noin 100.000€ ja lisäksi lähivuosina tarpeen olevien uusimis- ja korjaustarpeiden (mm käyttövesiputkistot ja ilmanvaihto, vesikate ja märkätilojen saneeraus) kustannus noin 150.000€.

### 4.3 RAPORTIN LUOVUTUS

<b>Saaja 1: Jussi Lehto</b>	<b>Saaja 2: Ville Niemi</b>	<b>Saaja 3:</b>
<b>Saaja 4:</b>	<b>Paikka:</b> Turku	<b>Päivämäärä:</b> 31.10.2024

Allekirjoitus ja nimenselvennys:



Antti Kuparinen /Turun Kuntotutkimus Oy

Rakennusinsinööri (AMK)  
Rakennusterveysasiantuntija (Eurofins)

## 5. TERVEYDELLISET OHJEET

### Terveydelliset ohjeet ja määräykset

1. *Terveydensuojelulaki (763/94) Luku 7 Asunnon ja muun oleskelutilan sekä yleisten alueiden terveydelliset vaatimukset. 26§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset.*

2. *Terveydensuojeluasetus (1280/94) Luku 5 Asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset. 15§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveellisyyden valvonta.*

### 7 LUKU

Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa.

### 27§ Asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyvä terveyshaitta

Milloin asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyy melua, tärinää, hajua, valoa, mikrobeja, pölyä, savua, liiallista lämpöä tai kylmyyttä taikka kosteutta, säteilyä tai muuta niihin verrattavaa siten, että siitä voi aiheutua terveyshaittaa asunnossa tai muussa tilassa oleskelevälle, kunnan terveydensuojeluviranomainen voi velvoittaa sen, jonka menettely tai toimenpide on syynä tällaiseen epäkohtaan, ryhtymään toimenpiteisiin terveyshaitan poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Jos epäkohta aiheutuu asunnon tai muun tilan puutteellisuudesta eikä epäkohdan poistaminen ole mahdollista tai asunnon tai oleskelutilan omistaja tai haltija, milloin tämä omistaja tai haltija on vastuussa puutteellisuuden tai epäkohdan korjaamisesta, ei ole ryhtynyt terveydensuojeluviranomaisen määräämään toimenpiteeseen, kunnan terveydensuojeluviranomainen voi kieltää tai rajoittaa käyttämästä asuntoa tai oleskelutilaa tarkoitukseensa.

### 5 LUKU

#### 15§ Asunnon ja muun oleskelutilan terveellisyyden valvonta

1) maaperän saastumisesta tai muusta siihen verrattavasta syystä ei saa aiheutua terveyshaittaa rakennuksessa tai sen läheisyydessä oleskeleville;

2) kylmänä vuodenaikana asumiseen tai oleskeluun käytettävien tilojen lämmitys on järjestetty tarkoituksenmukaisesti;

3) rakennus on ottaen huomioon sen käyttötarkoitus riittävän tiivis ja siinä on riittävä lämmöneristys;

4) rakennus täyttää fysikaalisten, kemiallisten ja biologisten tekijöiden osalta terveydensuojelulain 32 §:n nojalla annetut määräykset; sekä

5) rakennuksessa on riittävä ilmanvaihto ottaen huomioon siellä olevien ihmisten määrä ja harjoitettava toiminta.

## 6. MÄÄRITELMÄT JA KÄSITTEET

### **Absoluuttinen kosteus**

Ilma rakennuksen ympärillä sisältää aina jonkin verran kosteutta. Ilman vesimäärää kutsutaan absoluuttiseksi kosteudeksi

### **Diffuusio**

Vesihöyryn diffuusio tarkoittaa kaasuseoksessa vakiokokonaispaineessa tapahtuvaa vesihöyryn molekyylien liikettä, joka pyrkii tasoittamaan kaasuseoksen höyryn osapaine-erot.

### **Hygroskooppisuus**

Hygroskooppisuus tarkoittaa huokoisen aineen kykyä sitoa itseensä kosteutta ilmasta ja luovuttaa sitä takaisin ilmaan.

### **Höyrinsulku**

Höyrinsulku tarkoittaa ainekerrosta, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen vesihöyryn diffuusio rakenteeseen tai rakenteessa (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

### **Kapillaarivirtaus**

Kapillaarivirtaus tarkoittaa huokosalipaineen paikallisten erojen aiheuttamaa nesteen siirtymistä huokoisessa aineessa (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

### **Kastepiste**

Kastepiste tarkoittaa lämpötilaa, missä vesihöyry muuttuu vedeksi eli kondensoituu. Näissä tapauksissa ilman kosteus saavuttaa kyllästyskosteuden.

### **Kosteudeneristys**

Kosteudeneristys tarkoittaa ainekerrosta, jonka pääasiallinen tehtävä on estää haitallinen kosteuden siirtymisen kapillaarivirtauksena tai vesihöyry diffuusiona rakenteeseen tai rakenteessa (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

### **Kosteus**

Kosteus tarkoittaa kemiallisesti sitoutumatonta vettä kaasumaisessa, nestemäisessä tai kiinteässä olomuodossa (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

### **Kyllästyskosteus (kg/m<sup>3</sup>)**

Kyllästyskosteus tarkoittaa, että eri lämpöiset ilmat pystyvät sisältämään enimmillään tietyn määrän vesihöyryä. Suhteellinen kosteus on 100 %, jossa ilma sisältää maksimimäärän vesihöyryä. Ilma sisältää sitä enemmän kosteutta, mitä lämpimämpää ilma on.

### **Kyllästyspaine**

Kyllästyspaine on vesihöyryn suurin aikaansaama paine tietyssä lämpötilassa. Kyllästyspaine suurenee aina lämpötilan noustessa. Kyllästyspaine on suoraan yhteydessä kyllästyskosteuteen.

### **Märkätila**

Märkätila tarkoittaa huonetilaa, jonka lattiapinta joutuu tilan käyttötarkoituksen vuoksi vedelle alttiiksi ja jonka seinäpinnoille voi roiskua tai tiivistyä vettä (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

### **Pintavesi**

Sade on pintaveden pääasiallinen lähde. Suomessa vuotuinen sademäärä on keskimäärin 600 mm eli 0,6 m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>. Pintaveteen vaikuttavat maaston muodot, kasvillisuus, rakennuksen sijainti maastossa ja maan pintamateriaalit. Noin 20 % pintavedestä painuu maakerrokseen, 30 % virtaa jokiin, järviin tai mereen ja suurin osa 50 % haihtuu takaisin ilmaan.

**Pohjavesi**

Pohjavedellä tarkoitetaan vettä, joka esiintyy pysyvästi vain maanpinnan alla kallio- ja maaperässä. Pintavesi on yleensä yhteydessä pohjaveteen. Pintavedestä muodostuu pohjavettä, kun pintavettä imeytyy maahan.

**Rakennuskosteus**

Rakennuskosteus tarkoittaa rakennusvaiheen aikana tai sitä ennen rakenteisiin tai rakennusaineisiin joutunutta rakennuksen käytön aikaisen tasa-painokosteuden ylittävää kosteutta, jonka tulee poistua (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

**Routa**

Roudalla tarkoitetaan maassa (maan huokosissa) olevan veden jäätymistä takia kovettunutta (jäätynyttä) maakerrosta.

**Ryömintätila**

Ryömintätila tarkoittaa rakennuksen alapohjan, sokkelin ja perusmaan rajoittamaa tarkoituksellisesti järjestettyä ilmatilaa (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

**Salaojituserkos**

Salaojituserkos tarkoittaa maaperän kuivattamiseksi pintamaan alle tehtyä vettä johtavaa rakennetta tai karkearakeista maa-aineskerrosta, jota pitkin vesi voi siirtyä kuivatettavalta alueelta valumalla tai pumppaamalla (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

**Salaojajärjestelmä**

Salaojajärjestelmä tarkoittaa salaojaputkien, salaojituserkostojen, salaoja-kaivojen, tarkastusputkien ja kokoojakaivojen muodostamaa sekä tarvittaessa padotusventtiilillä tai pumppauksella varustettua järjestelmää rakennuksen pohjan tai vastaavan kuivattamiseksi (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

**Salaojaputki**

Salaojaputki tarkoittaa salaojituserkosissa käytettävää putkea, johon vesi pääsee ympäristöstä putken seinämässä olevien reikien läpi (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

**Vedeneristys**

Vedeneristys tarkoittaa ainekerrosta, joka saumoineen kestää jatkuvaa kastumista ja jonka tehtävä on estää nestemäisen veden haitallinen tunkeutuminen rakenteeseen painovoiman vaikutuksesta tai kapillaarivirtauksena, kun rakenteen pinta kastuu (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

**Vesihöyry**

Vesihöyry tarkoittaa vettä kaasumaisessa olomuodossa (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

**Vesihöyryn diffuusio**

Vesihöyryn diffuusio tarkoittaa kaasuseoksen (esim. ilma) sisältämän vesihöyryn siirtymistä kaasuseoksen mukana sen liikkeessä kokonais-paine-eron vaikutuksesta (C2 Suomen rakentamismääräyskokoelma).

**Vuodot**

Yleensä vuodot johtuvat huonosta suunnittelusta ja toteutuksesta. Rakenteelliset virheet esiintyvät lämmitys- ja käyttövesiputkistoissa, joista vuodot saavat alkunsa. Vuotoja esiintyy kattojen, terassien, parvekkeiden ja märkätilojen vesieristyksissä ja liittymissä toisiin rakenteisiin.

## 7. MIKROBIKASVUN EDELLYTYKSET

### MIKROBIEN ESIINTYMINEN

Suomessa ilman mikrobipitoisuudet vaihtelevat voimakkaasti eri vuodenaikojen mukaan. Talvella ilmassa on hyvin vähän mikrobeja, kun maa on lumen peitossa. Ulkoilman pääasialliset mikrobilähteet ovat maaperä, kasvit, erilaiset pistemäiset lähteet (maalla esim. viljapelto, taajamassa esim. saha), vesi ja kaukokulkeutumat.

Maaperä on useiden mikrobien elin- ja säilymisympäristö. Jos maaperä on kattamaton, siihen kohdistuvat voimat (tuuli, ihmisten, eläinten ja työkonoiden liikkeet, maanrakennus ja maanviljelytyöt) siirtävät mikrobeja ilmaan. Mikrobilähteen vaikutus on suurin sen välittömässä ympäristössä, vaikka mikrobit voivat kulkeutua ilmapirtausten mukana jopa tuhansia kilometrejä.

Rakennuksen sisäilman mikrobistoon vaikuttavat ulkoilman mikrobit ja mikrobien sisälähteet, joita ovat mm. elintarvikkeet, polttopuut, huonekasvit, ilmankostuttimet, huonepöly, kotieläimet, ihminen itse, jne.

### MIKROBIKASVU

**Materiaalin kosteus vaikuttaa eniten siihen, alkaako mikrobikasvu vai ei.** Mikrobikasvun alkaminen edellyttää, että materiaalissa on mikrobeja, itiöitä tai pieni määrä vanhaa kasvustoa. Ravinteiden suhteen mikrobit ovat vaatimattomia, koska lähes kaikki eloperäinen materiaali kelpaa energialähteeksi. Puu, kipsilevyn pahvi, tapetti ja muut selluloosapitoiset materiaalit sopivat monille mikrobeille, mutta useille riittää jopa tavallinen huonepöly. Esim. betonin, tiilen, kevytsoraharkon ja rakennuslevyjen pinnalle voi muodostua homekasvustoa, jos pinnalla on pölyä tai muuta likaa.

Pitkäaikainen kosteusrasitus, joka ylittää materiaalin tai rakenteen kosteudensietokyvyn, johtaa rakenteiden home- ja lahovaurioihin. **Sen sijaan lyhytaikainen ja tilapäinen** (muutamassa vuorokaudessa kuivuva) **kosteusrasitus ei yleensä aiheuta haittaa.**

Koska materiaaleissa yleensä aina on mikrobeja, **rakennuksen pitäminen kuivana on paras tapa estää rakennuksen homehtuminen.**

### TYYPILLISIMPIÄ SIENI-ITIÖITÄ

Suomen ulkoilmassa esiintyy mm. seuraavia sieni-itiöitä. Suluissa on esitetty kunkin sieni-itiön osuus ulkoilman itiöistä:

- *Cladosporium* (85%)
- *Penicillium* (4 %)
- *Botrytis* (2 %)
- *Fusarium* (0,8 %)
- *Aureobasidium* (0,5 %)
- *Geotrichum* (0,5 %)
- *Verticillium* (0,5 %)
- *Mucor* (0,2 %)

## MIKROBIEN KASVUEDELLYTYKSET

### Kosteus

Täysin kuivassa ympäristössä mikään mikrobi ei kasva, mutta itiöt säilyvät elinkykyisinä. Vesi on mikrobien kasvulle välttämätön. Jos ilman suhteellinen kosteus on alle 30 %, mikrobit eivät kasva. Jos ilman suhteellinen kosteus on yli 70 %, mikrobikasvu on todennäköinen. Rakennus- ja pinta- materiaalien paikallisella kosteudella on huomattavasti suurempi merkitys mikrobikasvun kannalta kuin tilan yleisilman suhteellisella kosteudella. Kosteusvaatimukset ovat mikrobikohtaisia, esimerkiksi homesienillä ja hiivoilla alin kasvun mahdollistava rakenteen huokosilman suhteellinen kosteus RH min = 65 - 85 %, bakteereilla, mm. aktinobakteereilla RH min = 95 % ja sinistäjä- ja lahotajasienillä RH > 95 %. Suotuisissa olosuhteissa mikrobikasvusto voi kehittyä muutamassa päivässä. Vaihtelevissa kosteus- ja lämpöolosuhteissa mikrobikasvu hidastuu.

### Ravinteet

Suomalaisissa rakennuksissa käytetään usein puuta, kipsilevyä, tapetteja ja muita selluloosapitoisia materiaaleja, joten ravinteiden puute ei rajoita mikrobien kasvua rakennuksissa. Toisaalta useimmille lajeille ravinnoksi riittää esimerkiksi huonepöly (mm. tekstiili- ja paperikuituja, hilsettä, mikrobeja, siitepölyä, hiekka- ja elintarvikepölyä).

### Lämpötila

Mikrobit säilyvät elinkykyisinä laajalla lämpötila-alueella, ja jotkut mikrobit voivat kasvaa korkeissa n. +50°C tai matalissa n. - 5°C lämpötiloissa. Rakennusten ja rakenteiden lämpötilat eivät rajoita mikrobikasvua, jos muut kasvuvaatimukset täyttyvät. Mikrobit voivat selviytyä myös pakkasesta ja jotkut lajit pystyvät kasvamaan muutamien plus-asteiden lämpötiloissa. Useimmat homesienet kasvavat lämpötila-alueella +5...35 °C, optimilämpötilan ollessa +20...25 °C.

### Happamuus eli pH

Homesienet ja aktinobakteerit kasvavat laajalla pH-alueella 1.4...10, optimialueen ollessa 4...7. Vaikka betonin pH-arvot ovat 13...14 (uusi betoni) ja 12 (karbonatisoitunut betoni), mikrobikasvu betonipinnoilla on mahdollista, jos lämpötila- ja kosteusolosuhteet ovat suotuisia, koska betonipinnoilla on pölyä, muottilaudoituksesta irronnutta puuta, yms. materiaalia mikrobien ravinteiksi.

### Happi

Homeet kasvavat hapellisissa olosuhteissa, ja tyytyvät vähähappiseenkin ympäristöön. Bakteerit voivat kasvaa myös täysin ilman happea (anaerobit). Esimerkiksi elävien homeiden löytyminen liti-märän muovimaton alta ei ole todennäköistä, ellei näytettä ole otettu alueelta, jossa matto on irti alustastaan (saumat tai reuna-alue) ja tekemisissä ilman kanssa.

### Valo

Mikrobit voivat kasvaa sekä valossa että pimeässä. Useimmat mikrobit kasvavat ja tuottavat itiöitä paremmin pimeässä, mutta valo edistää eräiden homeiden itiöntuotantoa.

### Ilman liike

Ilman liikkeellä on suuri merkitys niin huonetilojen kuin rakenteidenkin mikrobikasvun kannalta. Ilmavirtaukset rajoittavat mikrobikasvua.



Homeiden itiöt voivat olla kuivia (esim. *Aspergillus*, *Paecilomyces* ja *Penicillium*) tai märkiä (esim. *Fusarium*, *Stachybotrys* ja *Trichoderma*) ja myöhemmin kuivuneita. Kuivat tai kuivuneet itiöt irtoavat ja voivat siirtyä helpommin ilmapirtausten mukana kasvustoista sisäilmaan kuin märät itiöt.

### Mikrobilajiston muuttuminen eli suknessio

Mikrobisuknessiolla tarkoitetaan mikrobiston muuttumista ympäristöolosuhteiden mukaan. Kosteusvaurion alkuvaiheessa kasvavat mikrobit, joilla on paras sopeutumiskyky vallitseviin olosuhteisiin. Nämä mikrobit tuottavat mm. lämpöä ja kosteutta ja muuttavat ravinnetilannetta, mikä johtaa mikrobiston muuttumiseen uusien olosuhteiden mukaiseksi. Kuivuvan ja kostuvan materiaalin mikrobistot ovat erilaisia. Näin ollen suknessiolla on suuri vaikutus siihen, mitä mikrobeja rakennuksesta eri aikoina ja eri paikoissa kasvaa.

Terveydensuojelulain 26 §:n mukaan rakennuksessa esiintyvät mikrobit eivät saa aiheuttaa terveyshaittaa. Uusimman sisäilmaohjeen mukaan myös rakenteiden sisällä oleva mikrobikasvu on ko. lain tarkoittama terveyshaitta, jos voidaan olettaa, että mikrobit tai niiden aineenvaihduntatuotteet voivat päästä sisäilmaan.

### Homehtumisriski!

