



RAKENNUSTIETO >

Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> rakennustieto.fi/rk/palvelut

Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

Kosteus- ja mikrobivaurioiden merkkien havaitseminen rakenteista

Petri Annila, diplomi-insinööri

Projektipäällikkö, tohtorikoulutettava, Tampereen teknillinen yliopisto
petri.annila@tut.fi

Tampereen teknillisen yliopiston Rakennustekniikan laitoksella (TTY), on käynnissä tutkimushanke, jossa selvitetään kosteus- ja mikrobivaurioiden rakennusten korjaamiseen soveltuvia sisäilmaturvallisia korjaustapoja. Näillä korjausmenetelmillä varmistetaan siitä, ettei sisäilmanlaatu heikkene korjauksen myötä. Tutkimus kohdistuu erityisesti julkisiin kiinteistöihin, kuten kouluihin, päiväkoteihin ja toimistorakennuksiin näissä esiintyvien lukuisten ongelmien johdosta. Lisäksi näistä on saatavilla laaja kuntotutkimusaineisto. Tutkimuksen aikana onkin käyty läpi sisäilmaongelmista kärsineiden rakennusten kuntotutkimusraportteja ja tehty niistä yhteenvetoa. Raportteja analysoitaessa on huomattu, että aistein havaittavat kosteus- ja mikrobivaurioihin viittaavat merkit jätetään usein huomiotta siihen asti kunnes rakennuksen käyttäjille on syntynyt mikrobivaurioihin viittaavia terveysoireita.

Sisäilmaongelmien syntymistä voidaan kuvata yksinkertaistetun kuvassa 1 esitetyn mallin avulla. Kosteusvaurio syntyy, kun rakenne altistuu ylimääräiselle kosteusrasitukselle. Mikäli kosteutta on riittävästi ja sen vaikutus kestää riittävän pitkään voi rakenteeseen kehittyä mikrobivaurio. Rakenteen kastuminen ja kuivuminen on usein jaksottaista ja mikrobivauriot syntyvätkin monesti vasta pidemmän ajan kuluessa. Mikrobivaurioiden syntymiseen tarvittavaa aikaa voidaan arvioida erilaisten home-mallien avulla, joista Suomessa on viime aikoina käytetty VTT-TTY-homemallia [1]. Mikrobivaurioiden rakenteesta epäpuhtaudet voivat päätyä sisäilmaan ja aiheuttaa käyttäjille terveysoireita. TTY:n kokemuksen perusteella vasta pitkään jatkunut käyttäjien oireilu johtaa rakennuksen ja sen rakenteiden kunnon tutkimiseen, vaikka vaurioihin viittaavia merkkejä olisi voitu havaita jo aiemmin.

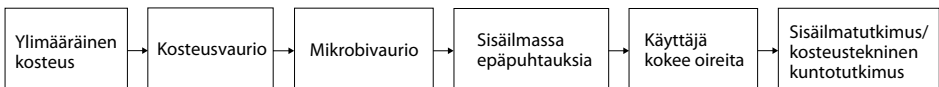
Tässä artikkelissa esitellään niitä rakenteiden pinnoilla tapahtuvia muutoksia, jotka voivat olla merk-

ki sisäilmaongelmaan johtavasta kosteusvauriosta. Kun havaituista muutoksista raportoidaan kiinteistön ylläpidosta vastaavalle taholle, voidaan ongelmiin puuttua mahdollisimman varhaisessa vaiheessa ja estää näin terveysoireiden syntyminen. On kuitenkin tärkeä huomioida, että myöhemmin esitetyt merkit voivat viitata myös rakennusmateriaalien luonnolliseen vanhenemiseen, eikä niitä siten voi yksiselitteisesti tulkita kosteus- ja mikrobivaurioiden merkeiksi. Arvion mukaan 1/3 sisäilmaongelmia aiheuttavista vaurioista on kuitenkin piileviä, jolloin niitä ei voida havaita rakenteiden pinnoilta [2]. Näin ollen lopullinen tulkinta vaurioiden syistä, laajuudesta ja niiden mahdollisista sisäilmavaikutuksista tulee aina perustua kosteus- ja mikrobivaurioihin perehtyneen asiantuntijan arvioon.

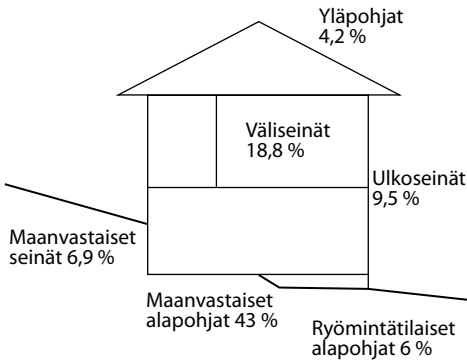
Riskirakenteet

Käytännön kokemukset ovat osoittaneet, että kosteus- ja mikrobivauriot ovat tilastollisesti yleisimpiä tietyissä rakenneratkaisuissa. Näitä suomalaisessa rakennuskannassa eri vuosikymmeninä esiintyneitä riskirakenteita on käsitelty runsaasti erilaisissa julkaisuissa ja opinnäytetöissä erityisesti pientalojen osalta [3-7]. Ympäristöministeriöllä käynnissä olevien Kosteus- ja hometalkoiden *Tunnista ja tutki riskirakenne* -julkaisussa riskirakenteita ja niihin liittyviä ongelmia on esitetty havainnollistavina kuvina [8].

Riskirakenteita ovat olleet 1970-luvun loppuun asti alapohjarakenteet ja maanvastaiset seinärakenteet, koska näiden suunnittelussa ei ole osattu huomioida kaikkia kosteuden siirtymismuotoja, erityisesti diffuusiota ja kapillaarista kosteuden siirtymistä. Kosteus onkin vaurioittanut erityisesti näissä rakenteissa esiintyviä sisäpuolisia lämmöneristeitä, puumateriaaleja ja rakennuslevyjä. 1970-luvun loppuun jälkeen alapohjien ja ulkoseinien vauriot liittyvät monessa tapauksessa ns. valesokkeli- ja matala-



Kuva 1. Yksinkertaistettu malli sisäilmaongelmien syntyisestä.



Kuva 2. Akuuttien kosteus- ja mikrobivaurioiden sijoittuminen eri rakenteisiin suomalaisissa koulurakennuksissa [9].

perustusratkaisuihin, joissa maanpinnan tasolla tai sen alapuolella olevat puuosat, erityisesti seinien alajuoksut ovat vaurioituneet.

1980-luvulla laatoitukset syrjäyttivät muovipintaiset lattiamatot ja seinätapetit märkätiloissa. Laatoitus yksistään ei kuitenkaan ollut riittävä vedeneriste, jolloin nämä vedeneristämättömät märkätilarakenteet luokitellaan riskirakenteiksi. Väliseinien ja välipohjien vaurioista merkittävä osa esiintyykin juuri märkätilojen ja muiden vesipisteiden läheisyydessä.

TTY:n kosteus- ja mikrobivauriotietokannan perusteella koulurakennuksissa esiintyvät vauriot sijoittuvat eri rakenteisiin kuvassa 2 esitetyn mukaisesti. Kuvasta havaitaan, että vaurioista yli puolet sijoittuu maanvastaisiin rakenteisiin. Väliseinissä ja välipohjissa vaurioista on karkeasti kolmasosa. Erityisesti yläpohjia epäillään usein vaurioituneeksi, koska ne julkisivujen tavoin altistuvat luonnon kosteusrasituksille. Tästä huolimatta yllättävän pieni osuus vaurioista sijaitsee yläpohjissa (4,2 %) ja ulkoseinissä (9,5 %). [9]

Kosteus- ja mikrobivaurion havaitseminen

Kosteus- ja mikrobivauriot voidaan usein havaita rakenteosien pinnoitteessa tapahtuvista muutoksista. Kolmasosa vaurioista on kuitenkin piileviä, jolloin ne voidaan havaita ensisijaisesti vain tilassa esiintyvistä mikrobiperäisestä hajusta [2] tai rakenteita avaamalla. Esimerkiksi riskirakenteisiin kuuluvien sisäpuolelta eristettyjen maanvastaisen rakenteiden vauriot esiintyvät tyypillisesti kivirakennetta vasten olevissa materiaaleissa, jolloin rakenteen sisäpinta voi näyttää virheettömältä.

RT-ohjeessa *Asuinkiinteistön kuntoarvio – Kuntoarvioijan ohje* [10] on esitetty kattava listaus siitä, mitkä merkit voivat viitata kosteusvaurioon. Näitä merkkejä ovat:

- pinnoitteen irtoaminen, lohkeaminen, halkeaminen, kupruilu tai siinä ilmenevät muut muodonmuutokset
- rakennusmateriaalien muodonmuutokset, esimerkiksi rakennuslevyjen turpoaminen
- pinnoitteen värin muuttuminen tai siihen ilmestyvät valumajäljet tai muut paikalliset värimuutokset
- tilassa esiintyvä tunkkainen tai kellarimainen mikrobiperäinen haju
- rakenteen pinnalle tiivistyvä kosteus tai rakenteessa valuva vesi
- betoni- tai tiilirakenteissa esiintyvä kalkkihärme
- puurakenteiden tummuminen tai muut värimuutokset
- rakenteen pinnalla esiintyvä näkyvä mikrobikasvu.

On tärkeää kuitenkin huomata, että osa muutoksista voi viitata myös rakennusmateriaalien luonnolliseen ikääntymiseen, eivätkä havaitut muutokset siten yksiselitteisesti tarkoita kosteusvauriota. Muutosten syiden ja niiden mahdollisen sisäilma-vaikutuksen arvioinnin tulee aina perustua asiantuntijan arvioon. Seuraavissa luvuissa on esitetty rakennekohtaisesti muutamia tyypillisiä merkkejä, joista kosteusvaurion voi havaita rakenteen pinnalta aistinvaraisesti.

Maanvastaiset rakenteosat

Maanvastaisissa rakenteissa kosteusrasitus on tyypillisesti suurin alapohjissa ja seinien alaosissa. Tyypillisiä vaurioiden ilmenemismuotoja ovat seinien



Kuva 3. Maalipinnan voimakasta hilseilyä maanvastaisen seinän alaosassa.

alaosien pinnoitteissa tapahtuvat värimuutokset tai pinnoitteiden irtoaminen alustasta. Myös seinien levy- tai puurakenteissa, esimerkiksi jalkalistojen taustoissa, voi myös esiintyä väri- tai muodonmuutoksia. Kuvassa 3 on esitetty maanvastaisen seinän alaosan maalipinnan voimakasta hilseilyä. Tämän lisäksi eristämättömien rakenteiden pinnoilla voi esiintyä tiivistynyttä kosteutta erityisesti kylminä talvipäivinä.

Riskirakenteisiin luokiteltavien sisäpuolelta eristettyjen rakenteiden vauriot eivät välttämättä näy rakenteen pinnalta. Tällöin vaurioitumisesta kertoo usein vain tilassa esiintyvä mikrobiperäinen hajua.

Ryömintätalilliset alapohjat

Ryömintätalillisissa rakennuksissa alapohjan kunnon tarkastaa usein parhaiten ryömintätalilasta. Ryömintätalilassa mahdollisesti esiintyvien puurakenteiden tummuminen tai muu vaurioituminen on

yleensä selvin merkki ongelmista. Useassa tapauksessa ryömintätalilan vauriot ovat niin ilmeisiä, että ne voidaan havaita aistein. Vauriot voivat kuitenkin olla paikallisia, jolloin niiden havaitseminen edellyttää koko ryömintätalilan tarkastelua. Kivirakenteiden pinnoilla vauriot voivat näkyä valumajälkinä tai muina värimuutoksina, kuten pinnan likaantumisenä. Kuvassa 4 on esitetty ryömintätalilan muottilaudoitusten vakavia mikrobi- ja lahovauriota. Kuvassa 5 on esitetty paikallinen vaurio, joka sekkin on selvästi havaittavissa puurakenteen pinnalta.

Yläpohjat ja välipohjat

Väli- ja yläpohjien vauriot havaitaan usein sisätalilan katon pinnoitteissa tai esimerkiksi akustiikkalevyissä tapahtuvista värimuutoksista. Näitä voivat olla esimerkiksi läpiviientien läheisyydessä esiintyvät kosteusjäljet (kuvassa 6), tippuvan veden aiheuttama pinnoitteen likaantuminen (kuvassa 7) sekä



Kuva 4. Muottilaudoitusten pitkälle edenneitä mikrobi- ja lahovaurioita ryömintätalilassa.



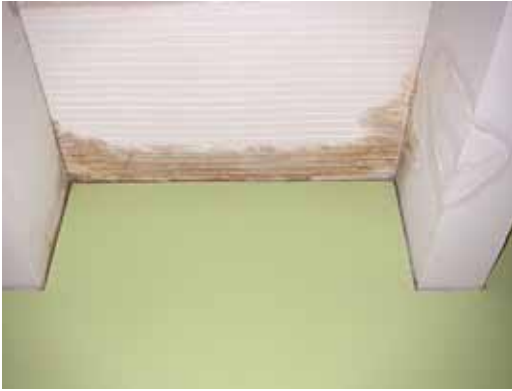
Kuva 5. Paikallinen kosteusvaurion aiheuttama puurakenteiden tummuminen ryömintätalilassa.



Kuva 6. Katon läpiviennin kohdalla esiintyvä kosteusrasituksen merkki.



Kuva 7. Tiivistyneen kosteuden katon paneelipintaan aiheuttamia kosteusjälkiä.



Kuva 8. Katon ja seinän rajapinnassa esiintynyt laaja kosteusrasituksen aiheuttama pinnoitteen värimuutos.

pinnoitteiden muut värimuutokset (kuvassa 8). Vaurioita esiintyy tyypillisesti läpivientien kohdalla sekä märkätilojen tai vesipisteiden alapuolella.

Välipohjissa, sisätilojen latioissa, vaurioiden ilmenemismuotoja ovat liimalla tai laastilla kiinnitettyjen lattiapinnoitteiden irtoaminen alustastaan. Esimerkkejä tällaisista ovat esimerkiksi muovimattojen kupruilu tai aukeaminen saumoista sekä laattojen kopo tai muu irtoaminen alustastaan.

Ulkoseinät ja väliseinät

Seinäarakenteissa vauriot esiintyvät tyypillisesti pinnoitteiden hilseilynä, irtoamisena tai värimuutoksina, lisäksi seinien puu- tai levyrakenteissa voi esiintyä väri- ja muodonmuutoksia. Kuvassa 9 on esitetty maalipinnan hilseilyä väliseinän ja yläpohjan liitoksessa. Rakennetta on virheellisesti korjattu uudelleen maalaamalla poistamatta kosteuslähdettä. Uudelleen maalattu alue erottuu kuvassa vaa-leampana.



Kuva 9. Väliseinässä esiintynyttä maalipinnan hilseilyä, jota on yritetty korjata uudelleen maalaamalla.

Yhteenveto

Kuten esimerkkikuvat osoittavat, ovat merkit kosteus- ja mikrobivaurioista toisinaan niin ilmeisiä, että ne voidaan havaita rakenteiden silmämääräisellä tarkastelulla. Vuosituhannen alussa onkin tutkittu, että koulurakennuksissa esiintyvät kosteus- ja mikrobivauriot ovat niin selviä, että vaurio- korjausten tärkeysjärjestys voidaan määrittää aistihavaintojen perusteella [11]. TTY:n tutkimuksessa analysoidut kuntotutkimusraportit tukevat tätä havaintoa, koska sisäilmaongelmista kärsivissä kohdissa osa vaurioista havaittiin aina rakenteiden pinnoilta niitä rikkomatta tai avaamatta. Osa vaurioista on piileviä, jolloin rakennuksen kunnan perusteellinen tutkiminen ei voi kuitenkaan perustua pelkästään pinnoilta tapahtuvaan havainnointiin. Oheiset merkit voivat liittyä myös materiaalien luonnolliseen ikääntymiseen, minkä johdosta rakennusta ei tule tuomita ongelmakohteeksi ilman kosteus- ja mikrobivaurioihin perehtyneen asiantuntijan antamaa lausuntoa asiasta.

Lähdeluettelo

- [1] Vinha, J., Laukkarinen, A., Mäkitalo, M., Nurmi, S., Huttunen, P., Pakkanen, T., Kero, P., Mänelius, E., Lahdensivu, J., Köliö, A., Lähdesmäki, K., Piironen, J., Kuhno, V., Pirinen, M., Aaltonen, A., Suonketo, J., Jokisalo, J., Teriö, O., Koskenvesa, A. & Palolahti, T. (2013) Ilmastonmuutoksen ja lämmöneristyksen lisäyksen vaikutukset vaipparakenteiden kosteusteknisessä toiminnassa ja rakennusten energiankulutuksessa. Tutkimusraportti 159 Tampereen teknillinen yliopisto. 354 s. + 43 liites.
- [2] Pirinen, J. (2006) Pientalojen mikrobivauriot – Lähtökohtana asukkaiden kokemat terveyshaitat. Hengitysliton julkaisuja 19/2006. Hengityslitto Heli ry. 96 s. + 32 liites.
- [3] Ahlgren, M. (2011) Eri aikakausien tyypilliset homevauriot. Kymenlaakson Ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö. 41 s.
- [4] Karjalainen, J. & Riippa, T. (2010) Jälleenrakennuskauden pientalon korjausopas. Aducate Reports and Books 15/2010. University of Eastern Finland. 50 s. + 7 liites.
- [5] Laurinen, M. (2011) 1980-luvun pientalojen rakenneratkaisut – Niiden yleisimmät ongelmatkohdat ja korjausehdotukset. Aducate Reports and Books 10/2011. University of Eastern Finland. 55 s.
- [6] Lindblad, E. (2010) 1960-luvun pientalojen riskirakenteita -case tapauksia. Aducate Reports and Books 10/2010. University of Eastern Finland. 58 s. + 14 liites.

- [7] Moilanen, T. (2011) 70-luvun pientalon korjaus-
 opas. Aducate Reports and Books 13/2011. Uni-
 versity of Eastern Finland. 68 s. + 6 liites.
- [8] Kosteus- ja hometalkoot (2012) Tunnista ja tutki
 riskirakenne. Opetusmateriaali. Pientalojen ris-
 kirakenteet. Verkkoaineisto, viitattu 15.5.2014.
 Saatavilla: <http://uutiset.hometalkoot.fi/talkootiedot/talkoissa-nikkaroitua.html>.
- [9] Annala, P. J., Suonketo, J. & Pentti, M. (2014) Kos-
 teus- ja mikrobivauriot koulurakennuksissa
 TTY:n suorittamien kuntotutkimusten perus-
 teella. Sisäilmastoseminaari 2014. SIY Raportti
 32. Helsinki 13.3.2014. ss. 301-306.
- [10] Rakennustieto Oy (2013) Asuinkiinteistön kun-
 toarvio – Kuntoarvioijan ohje. KH 90-00535, LVI
 01-10538, RT 18-11131. 28 s.
- [11] Lappalainen, S., Kähkönen, E., Loikkanen, P., Pa-
 lomäki, E., Lindroos, O. & Reijula, K. (2001). Eva-
 luation of priorities for repairing in moisture-
 damaged school buildings in Finland. Building
 and Environment 36 (2001) 981-986.

Kylpyhuoneen remontti

Kylpyhuoneremontin onnistuminen edellyttää mm. tehokasta tilasuunnittelua, oikein tehtyä veden-eristystä sekä tietoa vastuukysymyksistä. Kirjassa on yksityiskohtaisia ohjeita kylpyhuoneen toimintojen ja kalusteiden tilantarpeesta, märkätilojen rakenteista, vedeneristyksestä, laatoituksista sekä sopimusten tekemisestä RT-ohjeisiin perustuen.

5., uudistettu painos
 Rakennustieto Oy, 2014
 ISBN 978-952-267-062-5
 112 s.



Tilaukset verkkokaupasta www.rakennustietokauppa.fi
 Puh. 0207 476 366

RAKENNUSTIETO