

ALTISTUMISEN ARVIOINTI SISÄILMASTON LAATUUN VAIKUTTAVIEN TEKIJÖIDEN PERUSTEELLA

Veli-Matti Pietarinen¹, Katja Tähtinen¹, Sanna Lappalainen¹, Anne Hyvärinen², Rauno Holopainen¹ ja Kari Reijula¹

¹Työterveyslaitos,

²Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

TIIVISTELMÄ

Tilojen käyttäjien altistumisen arviointi rakennuksesta peräisin oleville epäpuhtauksille perustuu teknisen kokonaisuuden hallintaan, jossa otetaan huomioon rakennus- ja talotekniikan sekä rakennuksesta peräisin olevien epäpuhtauslähteiden vaikutus sisäilmaston laatuun. Altistumisen arviointimallissa esitetään kriteerit jokaisen osa-alueen arvioimiseksi ja sen perusteella tehdään haitallisen altistumisen arviointi. Altistumisen arviointia voidaan käyttää yhtenä osana rakennusten korjausten kiireellisyyden arviointia silloin, kun tehdään riskinarvio, jossa otetaan huomioon käyttäjien kokemus sisäilmaston laatu ja tilojen käyttöön liittyvä ryhmätason terveydellinen tieto. Tässä esitetty altistumisen arviointimenetelmä soveltuu kohteisiin, joissa on tehty tai päätetty tehdä koko rakennusta koskevat rakennus- ja talotekniikan kuntoon sekä sisäilmastoon liittyvät selvitykset.

JOHDANTO

Rakennusten sisäilmasto-ongelmiin liittyvän korjaustarpeen ja korjausten kiireellisyyden määrittäminen on haaste suurten kiinteistömassojen omistajille, useille kaupungeille, kunnille ja sairaanhoitopiireille. Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisun 1/2012 mukaan tilan käyttäjien kannalta kosteus- ja homevaurio on merkittävä, kun vaurio todennäköisesti uhkaa tilan käyttäjien terveyttä. Merkittävä kosteus- ja homevaurio voidaan määritellä silloin kun teknisen tarkastelun lisäksi on voitu arvioida altistumisen todennäköisyyttä /1/. Tässä esitettyä altistumisen arviointimenetelmää on testattu Työterveyslaitoksen kehittämis- ja tutkimushankkeissa. Näissä hankkeissa on tehty altistumisen arvioinnin lisäksi korjausten kiireellisyyden arviointi tilojen käyttäjien kokeman sisäilmaston laadun ja tilojen käyttöön liittyvien terveydellisten ryhmätason tietojen perusteella. Korjausten kiireellisyyden arviointi perustuu Työterveyslaitoksen ABC -malliin, jossa sisäympäristötekijöitä tarkastellaan kokonaisuutena, jossa otetaan huomioon A. sisäympäristötekijät ja -olosuhteet, B. tilan käyttäjien terveyteen liittyvät tiedot ja tyytyväisyys sisäympäristöön ja C. rakennuksen ylläpito ja huolto sekä sisäympäristöongelmien ehkäisyyn, tunnistamiseen ja ratkaisemiseen liittyvät toimintamallit /2/.

MENETELMÄT

Rakennuksen rakennus- ja talotekniikan sekä sisäilmaston kuntotutkimus- ja arviointimenetelmät, rakennuksen paine-erojen, ilmatiivyyden ja lämpökamerakuvauksen menetelmät on kuvattu mm. seuraavissa julkaisuissa: Kosteus- ja mikrobivaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997, Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen RT 14-10984, Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen 2007, Hyvät tutkimusmenetelmät muovilattiapäällysteiden vaurioiden arvioinnissa 2013,

Asumisterveysopas 2009, Lämpökamerakuvaus RT 14-10850 2005, RIL 250-2011 Kosteuden hallinta ja homevaurioiden estäminen, RakMk D5 2007, ilmanpitävyyden mittaaminen SFS-EN 13829, Toimiston sisäilmaston tutkiminen 2011, IV Kuntotutkimuksen ohjeet ja raportointimallit 2014, RakMk D2 2012 ja LVV Kuntotutkimusopas 2013 /3/4/5/6/7/8/9/10/11/12/13/14/15/.

TULOKSET

Altistumisen arviointi tehdään ensisijaisesti rakennus- ja taloteknisten kuntotutkimus- sekä sisäilmastaselvitysten tulosten perusteella. Tässä esitetyn altistumisen arviointimalli perustuu seuraavien tekijöiden arviointiin:

1. rakenteiden mikrobivaurioiden laajuuden arviointi (taulukko 1)
2. ilmayhteys ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot (taulukko 2)
3. ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilman laatuun (taulukko 3)
4. rakennuksesta peräisin olevat sisäilman epäpuhtaudet.

Mikrobivaurioiden laajuus rakenteissa

Rakenteissa olevia mikrobivaurioiden laajuutta arvioidaan rakenneavauksilla, rakennekosteusmittauksilla ja mikrobiologisin analyysin materiaalinäytteistä. Mikrobivauriolla tarkoitetaan bakteerien, homeiden ja lahottajien ym. haitallista esiintymistä rakenteissa. Vaurioiden laajuuden arviointi perustuu tietoihin rakennetyypistä, rakenteen rakennusfysikaalisesta toiminnasta, materiaaliominaisuuksista ja rakennuksen sisäilman olosuhteista (lämpö ja kosteus).

Taulukko 1. Taulukossa kuvataan rakenteissa olevien mikrobivaurioiden laajuuden arvioinnin kriteereitä.

1. Rakenteissa ei ole mikrobivaurioita
✓ Rakennuksessa ei ole mikrobivaurioituneita rakenteita tai rakenteissa on esiintynyt paikallisia kosteusvaurioita, mutta rakenteet on korjattu riittävän ajoissa esim. vesivuodon havaitsemisesta.
2. Rakenteissa on helposti rajattavia ja korjattavia mikrobivaurioita
✓ Rakennuksessa on yksittäisiä rakenteita, joissa on todettu mikrobivaurioita.
✓ Mikrobivaurioitunutta rakenneratkaisua ei esiinny laaja-alaisesti ja korjaukset ovat helposti rajattavissa (alle 1 m ²).
3. Rakenteissa on laajoja mikrobivaurioita
✓ Rakennuksen rakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita ja rakenteiden korjauslaajuus on merkittävä ja koskee koko rakennusosaa tai suurta osaa siitä (esim. alapohjarakenne).
✓ Korjaukset vaativat rakenteen lämpö- ja kosteusteknisen toimivuuden uudelleen suunnittelua.
4. Rakennuksessa on useita mikrobivaurioituneita rakenteita ja korjauslaajuus on merkittävä useassa rakennusosassa
✓ Rakennuksessa on useita eri rakenteita, joissa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita ja rakenteiden korjauslaajuus koskee useita eri rakennusosia (esim. julkisivu, alapohja).
✓ Korjaukset vaativat rakenteen lämpö- ja kosteusteknisen toimivuuden uudelleen suunnittelua.

Ilmayhteys ja ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä sisäilmaan sekä rakennuksen paine-erot

Rakenteissa olevan epäpuhtauslähteen vaikutusta sisäilman laatuun arvioidaan rakenteen tiiviyyden sekä mahdollisen ilmavuotokohtien perusteella. Rakennuksen tai sen osan suuri alipaineisuus lisää ilmavuotoriskiä rakenneliitosten ja rakenteiden läpivientien kautta, jolloin ilmavuodon mukana saattaa tulla sisäilmaan epäpuhtauksia rakenteista.

Taulukko 2. Taulukossa kuvataan arviointikriteereitä epäpuhtauslähteen ja sisäilman välisestä ilmayhteydestä, ilmavuotoreiteistä sekä rakennuksen paine-eroista.

1. Ei ilmavuotoreittejä epäpuhtauslähteistä sisäilmaan
✓ Rakennuksen paine-erot ovat hallinnassa ympäröiviin tiloihin ja ulkoilmaan nähden.
✓ Rakennuksen tai tilan ilmanpitävyys on hyvä.
2. Yksittäisiä/vähäisiä ilmavuotoreittejä rakenteiden tai ympäröivien tilojen kautta sisäilmaan
✓ Ilmavuotoreitit eivät ole rakenteissa toistuvia ja ne ovat yksittäisiä talotekniikan läpivientejä tai yksittäisiä tiivistämättömiä rakenneliitoksia.
✓ Ilmanvaihtojärjestelmällä pystytään hallitsemaan tilojen paine-eroja ympäröiviin tiloihin ja ulkoilmaan nähden.
✓ Paine-erot eivät muutu merkittävästi tilojen käyttöajan ulkopuolella.
✓ Rakennuksen tai tilan ilmanpitävyys on lievästi riskialtis.
3. Ilmavuotoreitit rakenteissa tai epäpuhtauslähteestä ovat toistuvia
✓ Sisäilmaan on ilmayhteys vaurioituneista rakenteista tai tilasta, jossa materiaaleissa tai rakenteissa on todettu mikrobivaurioita.
✓ Rakennuksen paine-erot eivät ole hallinnassa ja tilat ovat ajoittain alipaineisia ympäröiviin tiloihin tai ulkoilmaan nähden.
✓ Rakennuksen tai tilan ilmanpitävyys on riskialtis.
4. Ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä ovat toistuvia ja tilat ovat merkittävästi alipaineisia tai rakenteen ilmanpitävyys on erittäin riskialtis
✓ Ilmavuotoreitit rakenteista tai epäpuhtauslähteestä ovat toistuvia.
✓ Tilat ovat merkittävästi alipaineisia ympäröiviin tiloihin tai ulkoilmaan nähden yhtäjaksoisia aikoja tilojen käytön aikana ja tai käyttöajan ulkopuolella.
✓ Rakennuksen tai tilan ilmanpitävyys on erittäin riskialtis.

Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaston laatuun

Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutusta sisäilmaston laatuun arvioidaan järjestelmän puhtauden, toimintakunnon ja ilmamäärien riittävyyden avulla.

Taulukko 3. Taulukossa kuvataan arviointikriteereitä ilmanvaihtojärjestelmän vaikutuksesta sisäilmaston laatuun.

Oikein mitoitettu ja toimiva ilmanvaihtojärjestelmä edistää hyvää sisäilmastonlaatua	Huonokuntoinen, toimimaton tai väärin mitoitettu ilmanvaihtojärjestelmä voi heikentää sisäilmastonlaatua
✓ Ilmavirrat vastaavat rakentamismääräyskokoelma D2:ssa annettuja ohjearvoja tilojen käyttötarkoitukselle.	✓ Ilmavirrat eivät vastaa rakentamismääräyksiä D2:ssa annettuja ohjearvoja tilojen käyttötarkoitukselle.
✓ Ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole sisäilman epäpuhtauslähteitä.	✓ Ilmanvaihtojärjestelmässä on mineraalivillakuitulähteitä koneistossa ja kanavistossa.

✓ Ilmanvaihtokoneiston tuloilman suodatustaso vastaa rakentamismääräyksiä D2.	✓ Ilmanvaihtokanavistossa on käytetty asbestia sisältäviä materiaaleja ja tuloilmakanavan pinnoilla ja/tai työ- ja tai oleskelutilojen pinnoilla on todettu asbestikuituja.
✓ Ilmanvaihtojärjestelmän toimintakunto on hyvä ja järjestelmää huolletaan säännöllisesti.	✓ Järjestelmässä on todettu mikrobilähteitä tai järjestelmän huolto on puutteellista ja se on erittäin likainen.

Rakennuksesta peräisin olevat epäpuhtaudet

Ensisijaisesti epäpuhtauksien lähteet olisi selvitettävä rakennus- tai taloteknisillä selvityksillä. Jos sisäilmasta mitataan epäpuhtauksien pitoisuuksia, on tuloksia tulkittava tilan käyttötarkoituksen mukaan asetetuilla viite- ja ohjearvoilla. Sisäilmamittauksen tulokset ovat tarvittaessa osa altistumisen arviointia. Mittaustulokset eivät yleensä voi vähentää rakennus- ja taloteknisten havaintojen perusteella tehtyä altistumisen arvioinnin tasoa – mutta sen sijaan kohonneina pitoisuuksina nostaa haitallisen altistumisen vakavuutta ja toimenpiteiden kiireellisyyttä.

Altistumisen arviointi

Altistumisen arviointi muodostetaan taulukoiden 1 ja 2 kriteereitä soveltaen taulukon 4 mukaisesti. Kaikkien kriteereiden ei tarvitse täytyä, vaan arvio tehdään merkittävimmän sisäilman laatuun vaikuttavan epäpuhtauslähteen mukaan taulukoissa 1 ja 2 ja lopullisessa altistumisen arvioinnissa taulukossa 4. Merkittävimmäksi arvioitu epäpuhtauslähte ei poista muiden todettujen haittatekijöiden vaikutusta, ja yleensä ongelmallisiksi koetuissa rakennuksissa esiintyy useita eritasoisia haittatekijöitä. Ilmanvaihtojärjestelmän vaikutus sisäilmaston laatuun (taulukko 3) ja mahdollisia muita sisäilman mitattuja epäpuhtauslähteitä on tarkasteltava altistumisen arvion (taulukko 4) kanssa yhdenaikaisesti. Arvioinnissa tarkastellaan koko rakennusta, jolloin yksittäisten tilojen sisäilmastoon vaikuttavat haittatekijät vaikuttavat kokonaisuuteen vähäisesti, mutta ne tulee huomioida korjaussuunnittelussa.

Taulukko 4. Taulukon kriteerit toimivat arvioinnin apuna ja niitä sovelletaan tapauskohtaisesti. Haitallisen altistumisen arvio (taulukko 4) muodostetaan taulukoiden 1 ja 2 avulla. Muiden sisäilmasta mitattujen epäpuhtauksien tuloksia sekä ilmanvaihtojärjestelmän vaikutusta sisäilmaston laatuun (taulukko 3) tarkastellaan yhdenaikaisesti taulukon 4 kanssa.

Haitallinen altistuminen
1. epätodennäköistä
✓ Rakennuksessa ei ole todettu mikrobivaurioituneita rakenteita.
✓ Epäpuhtauslähteistä ei ole ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutiloihin.
✓ Tilan akustiikkamateriaaleissa ja ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole mineraalivillakuitulähteitä.
✓ Käytössä olevat rakennusmateriaalit ja kalusteet ovat M1-luokiteltuja.
✓ Sisäilman laatu vastaa tilan käyttötarkoitukselle asetettuja viite- ja ohjearvoja.
2. mahdollista

✓ Rakenteessa on helposti rajattavia ja korjattavia mikrobivaurioita, vauriokorjaukset ovat alle 1 m ² .
✓ Epäpuhtauslähteistä on todettu ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutilojen sisäilmaan.
✓ Ilmanvaihtojärjestelmässä on mikrobilähteitä.
✓ Tiloissa ja tai ilmanvaihtojärjestelmässä on mineraalivillakuitulähteitä.
✓ Betonilattiarakenteessa on todettu poikkeavaa kosteutta, joka voi aiheuttaa vesihöyryä huonosti läpäisevän lattiapinnoitteen vaurioitumisen.
✓ Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot ylittyvät.
3. todennäköistä
✓ Rakenteissa on laaja-alaisia mikrobivaurioita ja korjauslaajuus on merkittävä ja koskee koko rakennusosaa tai suurta osaa siitä (esim. alapohjarakenne).
✓ Rakenteiden korjaukset vaativat rakenteiden lämpö- ja kosteusteknisen toimivuuden uudelleen suunnittelua.
✓ Vaurioituneista rakenteista tai tilasta on toistuvia ilmavuotoreittejä työ- tai oleskelutilan sisäilmaan.
✓ Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman mikrobipitoisuuksien ohje- ja viitearvot ylittyvät.
✓ Rakenteessa on käytetty kreosoottia ja epäpuhtauslähteestä on ilmayhteys sisäilmaan, ja työ- tai oleskelutilojen sisäilmassa on kreosoottiin viittaava haju.
✓ Sisäilman radonpitoisuudet eivät täytä Suomen rakentamismääräyskokoelmassa esitettyjä vähimmäisvaatimuksia.
4. erittäin todennäköistä
✓ Rakennuksessa on useita eri rakenteita, joissa on todettu laaja-alaisia mikrobivaurioita ja rakenteiden korjauslaajuus koskee useita eri rakennusosia (esim. julkisivu, alapohja).
✓ Korjaukset vaativat rakenteiden lämpö- ja kosteusteknisen toimivuuden uudelleen suunnittelua.
✓ Ilmavuotoreitit epäpuhtauslähteestä ovat toistuvia ja tilat ovat merkittävästi alipaineisia tai rakenteen ilmanpitävyys on erittäin riskialtis.
✓ Sisäilman laatu ei täytä rakentamismääräyskokoelma D2:n vähimmäisvaatimuksia.
✓ Tilan käyttötarkoituksen perusteella asetetut sisäilman laadun viite- ja ohjearvot ylittyvät.
✓ Rakenteessa on todettu kreosoottia ja siitä on ilmayhteys sisäilmaan.
✓ Sisäilmassa on todettu tavoitetasoa suurempia pitoisuuksia PAH-yhdisteitä tai yksittäisiä yhdisteitä.
✓ Tilojen pölynäytteissä on todettu asbestikuituja ja tiloissa on todettu asbestikuitulähteitä.

YHTEENVETO

Tässä esitettyssä altistumisen arviointitavassa arvioidaan rakennuksen nykykuntoa ja korjaustarvetta sisäilmaston laatuun vaikuttavien tekijöiden kautta. Arviointi tehdään rakennus- ja taloteknisten kuntotutkimus- sekä sisäilmastaselvitystulosten perusteella. Yleensä sisäilmasto-ongelmakohteissa esiintyy useita eritasoisia haittatekijöitä, jotka on kaikki otettava huomioon altistumisen arvioinnissa ja toimenpiteiden määrittelyssä. Altistumisen arviointia voidaan käyttää yhtenä osana rakennusten korjausten kiireellisyyden arviointia silloin, kun tehdään riskinarvio, jossa otetaan huomioon myös käyttäjien kokema sisäilmaston laatu ja tilojen käyttöön liittyvä ryhmätason terveydellinen tieto. Useasti korjausten kiireellisyyteen vaikuttavat tekijät altistumisen ja riskinarvion

lisäksi ovat rakennuksen tekninen kunto ja käyttöikä sekä siihen liittyvät riskit ja erilaiset talouteen ja rakennuksen toimintaan liittyvät tavoitteet. Altistumisen arvioinnista saatuja tietoja olisi käytettävä yhtenä lähtötietona rakennusten peruskorjausten laajuuden ja niiden kiireellisyyden suunnittelussa.

LÄHDELUETTELO

1. Reijula K., Ahonen G., Alenius H., Holopainen R., Lappalainen S., Palomäki E., Reiman M. (2012). Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 12/2012. Rakennusten kosteus ja homeongelmat.
2. Lappalainen S., Lahtinen M., Palomäki E., Holopainen R., Niemelä R., Korhonen P., Lapinlampi T., Koskela H., Hellgren U-M, Reijula K. (2009). Laadukas sisäympäristö saavutetaan hallitsemalla kokonaisuutta. Sisäilmastoseminaari 2009, SIY raportti 27. s. 37-42.
3. Ympäristöministeriö. (1997). Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Ympäristöopas 28.
4. RT 14-10984. (2010). Betonin suhteellisen kosteuden mittaaminen, Rakennustieto Oy.
5. Merikallio T., Niemi S., Komonen J. (2007). Betonilattiarakenteiden kosteudenhallinta ja päällystäminen. Suomen betonitieto Oy. Lattian- ja seinäpäällystysliitto ry.
6. Keinänen H. (2013). Hyvät tutkimustavat betonirakenteiden lattioiden muovimattopäällysteiden korjaustarpeen arviointiin. Koulutus- ja kehittämiskeskus Aducate, Itä-Suomen yli-opisto. Opinnäytetyö.
7. Asumisterveysopas. (2009). Sosiaali- ja terveysministeriön asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas.
8. RT 14-10850. (2005). Rakennusten lämpökuvaus. Rakenteiden lämpötekniikan toimivuus, Rakennustieto Oy.
9. RIL 250-2011. (2011) Kosteuden hallinta ja homevaurioiden estäminen. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ry.
10. Suomen rakentamismääräyskokoelma D5. (2007). Rakennuksen energiakulutuksen ja lämmitystarpeen laskenta, ohje. Ympäristöministeriö.
11. SFS-EN 13829. (2000). Ilmanpitävyyden mittaaminen. Suomen standardoimisliitto SFS ry.
12. Salonen H., Lappalainen S., Lahtinen M., Holopainen R., Palomäki E., Koskela H., Backlund P., Niemelä R., Pasanen A-L., Reijula K. (2011). Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Helsinki: Työterveyslaitos.
13. Suomen LVI-liitto. (2014). IV Kuntotutkimuksen ohjeet ja raportointimallit. Tulostettu 29.12.2014: <http://www.sulvi.fi/ajankohtaista/projektit/aineistot/>
14. Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. (2012). Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet. Ympäristöministeriö.
15. LVV Kuntotutkimusopas. (2013). Opas lämmitys- vesi ja viemäriverkostojen kuntotutkimukseen. Suomen LVI-liitto.