

KOSTEUSVAURIOINDIKAATTORIMIKROBIT (KIMI) - AINEISTOKATSAUS

Hanna Leppänen, Annika Toivanen, Kaisa Jalkanen, Anniina Salmela ja Anne Hyvärinen

Terveyden ja hyvinvoinnin laitos

TIIVISTELMÄ

KIMI-hankkeessa tarkasteltiin rakennusmateriaalinäytteiden analysoinnissa tuloksen tulkinnan tukena käytettävän kosteusvaurioindikaattorilistan mikrobien esiintymistä uudemmissa osa-aineistoissa. Aineisto koostui Työterveyslaitoksen ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen asumisterveysasetuksen mukaisesti laimennossarjamenetelmällä analysoiduista rakennusmateriaalinäytteistä vuosilta 2013–2020. Aineistoista on selkeästi havaittavissa, että eri mikrobien esiintyvyys kasvaa näytteen mikrobipitoisuuden kasvaessa. Useita listauksen mukaisia indikaattoreita ei havaittu aineistoissa ollenkaan tai esiintyvyys oli erittäin vähäistä. Tulokset tukevat toimintatapaa, jossa mikrobikasvuston esiintymistä arvioitaessa tulisi ensisijaisesti tarkastella näytteen sienien kokonaispitoisuutta ja tarvittaessa myös näytteessä esiintyvää mikrobistoa, kuten asumisterveysasetuksen soveltamisohjeessa ohjeistetaan.

TAUSTAA

Kosteusvaurioituneissa rakennuksissa tyypillisesti esiintyvistä mikrobeista, ns. kosteusvaurion indikaattorimikrobeista, julkaistiin ensimmäinen kansainvälisen tutkijaryhmän laatima konsensuslista vuonna 1992 (ns. ”Baarnin lista”). Lista perustui kosteusvaurioituneiden rakennusten sisäilmassa havaittuihin tyypillisiin mikrobeihin. Suomalaiset asiantuntijalaboratoriot ovat täydentäneet ko. listaa tutkimustulostensa sekä kokemuksensa perusteella ja lisänneet listaan myös pinta- ja materiaalinäytteiden indikaattorimikrobeja. Sienten systematiikan tutkimus on kehittynyt jatkuvasti viimeisen 30 vuoden aikana ja näin ollen myös indikaattorilistan mikrobien nimeämissäntöjä on ajan mittaan muutettu. Asumisterveysasetuksen (545/2015) /1/ soveltamisohjeessa (Valvira 8/2016) /2/ on indikaattorilista, jota käytetään asetuksen menetelmien yhteydessä osoittamaan viite mikrobikasvusta tilanteissa, joissa näytteen mikrobipitoisuudet ovat koholla, mutta eivät ylitä mikrobikasvuston osoittavaa pitoisuutta. Muutokset erilaisten rakennusmateriaalien ja rakennustapojen käytössä vuosikymmenien kuluessa, samoin kuin ilmastonmuutoksen aiheuttamat muutokset ympäristöolosuhteisiin ovat nostaneet esiin tarpeen tarkastella kosteusvaurioindikaattorilistan toimivuutta osana rakennusmateriaalinäytteen analysointia nykypäivänä.

AINEISTO JA MENETELMÄT

Työterveyslaitoksen (TTL) ja Terveyden ja hyvinvoinnin laitoksen (THL) aineistot koostuivat asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisesti analysoiduista rakennusmateriaalinäytteistä vuosilta 2013–2020. Mikrobimääritykset oli tehty käyttäen laimennossarjajäljelymenetelmää. THL:n aineistossa elinkykyisten sienien määrittämiseen oli käytetty asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisesti

dikloranglyseroli- (DG18) ja 2-% mallasuute- (M2) alustoja. TTL:n aineistossa M2-alustan sijaan oli käytetty pääsääntöisesti Rose Bengal mallasuute (Hagem) -alustaa. Elinkykyisten bakteerien määrittämiseen oli käytetty tryptonihiivauuteglukoosi (THG) -alustaa. Mikrobin tunnistaminen oli tehty mikroskopoimalla perustuen näytteen morfologiseen tarkasteluun. Maljojen lisäksi aineistojen välillä voi olla eroja johtuen laboratorioiden erilaisista toimintatavoista esimerkiksi mikrobin tunnistamisen suhteen tilanteissa, joissa näytteiden mikrobipitoisuus on sellainen, että indikaattorimikrobin tunnistaminen ei vaikuta tuloksen tulkintaan ($\geq 10\ 000$ pmy/g).

Molemmista aineistosta analyysin ulkopuolelle jätettiin näytteet, jotka eivät esitetietojen mukaan olleet rakennusmateriaalia tai ne oli otettu vertailunäytteiksi. Oletuksena oli, että näytteet oli otettu mikrobikasvuston osoittamiseksi rakennusmateriaalissa. Lopullinen näytemäärä TTL:n aineistossa oli 7 414 ja THL:n aineistossa 722. Tämän hankkeen puitteissa ei ollut mahdollisuutta tarkastella eri rakennusmateriaalityyppien vaikutusta indikaattorimikrobin esiintymiseen. Kokonaispitoisuuksien jakauman tarkastelun perusteella päädyttiin lisäämään asetuksen tulkinan mukaisiin pitoisuusluokkiin vielä yksi isompi luokka. Näin analyysissä käytetyt pitoisuusluokat olivat molemmille aineistolle nolla (0), alle 5 000 (1–4 999), 5 000–10 000 (5 000–9 999), 10 000–100 000 (10 000–99 999) ja yli 100 000 (100 000 - maksimikokonaispitoisuus) pmy/g. Aineistojen muokkaaminen ja esikäsittely tehtiin käyttäen R-ohjelmiston versiota 4.0.4 (2021-02-15) -- "Lost Library Book" ja Microsoft® Excel® for Office 365 -ohjelman versiota 2002. Tilastolliset analyysit suoritettiin IBM®SPSS® Statistics -ohjelman versiolla 27.

TULOKSET

Asumisterveysasetuksen mukaan hiiva- ja homesienten pitoisuuden on oltava vähintään 10 000 pmy/g, jotta näytteessä voidaan katsoa esiintyvän sienikasvustoa.

Tarkasteltaessa rakennusmateriaalinäytteiden mikrobin esiintymistä yhdistettynä molemmilta kasvatusalustoilta havaittiin, että Työterveyslaitoksen aineistossa 31 % ja Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitoksen aineistossa 42 % analysoiduista rakennusmateriaalinäytteistä täyttivät asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaisen määritelmän sienikasvusta. Aktinomykeettien osalta TTL:n aineistossa 15 % ja THL:n aineistossa 13 % näytteistä sijoittui asumisterveysasetuksen soveltamisohjeen mukaiseen aktinomykeettikasvua indikoivaan pitoisuusluokkaan, jossa aktinomykeettipitoisuuden on oltava vähintään 3 000 pmy/g. Suurimmassa osassa rakennusmateriaalinäytteistä ei ollut asumisterveysasetuksen mukaista sienikasvua: TTL:n aineistossa rakennusmateriaalinäytteistä 63 %:ssa ei havaittu mikrobipesäkkeitä ollenkaan (pitoisuus 0 pmy/g) tai pesäkemäärä oli alle 5 000 pmy/g ja THL:n aineiston osalta vastaava luku oli 53 %.

Työterveyslaitoksen aineistossa kymmenen eniten esiintyvän lajiryhmän joukkoon kaikissa pitoisuusluokissa kuuluivat *Penicillium*, aktinomykeetit, *Aspergillus versicolores* -lajiryhmä, vaaleat hiivat, *Cladosporium*, *Aspergillus restricti* -lajiryhmä, steriili sienirihmasto ja *Acremonium*-sukuryhmä. Vastaavasti Terveystieteiden ja hyvinvoinnin laitoksen aineiston kaikissa pitoisuusluokissa kymmenen eniten esiintyvän lajiryhmän joukossa olivat *Penicillium*, steriili sienirihmasto, aktinomykeetit, *A. versicolores*-lajiryhmä, *A. restricti* -lajiryhmä, vaaleat hiivat, *Aspergillus*, tunnistamattomat sienisuvut sekä *Cladosporium*. Lajiryhmät on lueteltu esiintymisen mukaan suuruusjärjestyksessä (yleisin ensin). Aktinomykeetit, *A. versicolores* ja *A.*

restricti -lajiryhmät olivat selkeästi yleisimpiä indikaattorimikrobeita molemmissa aineistoissa.

Aineistoista on selkeästi havaittavissa, että mitä enemmän eri lajiryhmiä esiintyy, sitä suurempi on näytteen mikrobipitoisuus. Aineistoa tarkasteltiin mikrobien esiintymisen mukaan, kun siinä esiintyi yksi, kaksi, kolme, neljä eri lajiryhmää jne. Esimerkiksi, kun TTL:n aineistossa eri lajiryhmiä oli enemmän kuin 4, oli näytteiden pitoisuus useimmiten yli 100 000 pmy/g. Kun mikrobeita esiintyi 1–3, oli näytteiden pitoisuudet vastaavasti joko 10 000–100 000 pmy/g tai yli 100 000 pmy/g.

Useita listauksen mukaisia indikaattorimikrobeita ei havaittu aineistoissa ollenkaan tai esiintyvyys oli erittäin vähäistä. Esimerkiksi laji- ja sukuryhmiä *A. terreus* ja *Stachybotrys* tavattiin vain 0,1 % koko TTL:n aineistossa. THL:n aineistossa *A. terreus* -lajiryhmää ei tavattu lainkaan ja *Engyodontium* -sukuryhmää esiintyi vain 0,1 % koko aineistossa. *Stachybotrys*-sienisukua tavattiin 1,7 % aineistossa. Vastaavia esimerkkejä on useita molemmissa aineistoissa.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Hankkeen tulokset vahvistavat käsitystä siitä, että pelkkien indikaattorimikrobien havaitseminen rakennusmateriaalinäytteessä ei anna tarkkaa kokonaiskuvaava rakennusmateriaalin mikrobikasvustosta. Yksittäisten indikaattorimikrobien esiintymisen sijaan on luotettavampaa tarkastella rakennusmateriaalinäytettä kokonaisuutena ja arvioida ensisijaisesti näytteen kokonaispitoisuutta ja tarvittaessa näytteessä esiintyvää mikrobistoa.

KIITOKSET

Haluamme kiittää Työterveyslaitosta datasta sekä sosiaali- ja terveysministeriötä hankkeen rahoittamisesta. Kiitokset myös Asko Vepsäläiselle (THL) tuesta tilastollisissa analyyseissä.

LÄHDELUETTELO

1. Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista (545/2015).
2. Valvira. Asumisterveysasetuksen soveltamisohje 8/2016. Saatavilla osoitteesta: <https://www.valvira.fi/documents/14444/261239/Asumisterveysasetuksen+soveltamisohje+osa+IV.pdf/cdfaaa39-d2e5-4bd6-b9e9-6d9c0f60bfff>

SISÄILMASTOSEMINAARI 2022

Messukeskus
15.3.2022



Sisäilmayhdistys ry

SIY Raportti 40

SISÄILMASTOSEMINAARI 2022

15.3.2022

Toimittajat:

Mervi Ahola
Anna Merikari

Sisäilmäyhdistys ry

Puheenjohtaja prof. Risto Kosonen
Toiminnanjohtaja DI Mervi Ahola

Sisäilmäseminaarin ohjausryhmä 2022:

Mervi Ahola
Kati Huttunen
Anne Hyvärinen
Paavo Kero
Hanna Keränen
Anne Korpi
Hannu Koskela
Risto Kosonen
Katri Leino
Tero Marttila
Sami Niemi
Pertti Pasanen
Juha Pekkanen
Anna-Mari Pessi
Anna Saarinen
Heidi Salonen
Piia Sormunen
Jorma Säteri
Marianna Tuomainen
Katja Tähtinen
Tuula Vasankari
Kirsi Villberg
Aki Vuokko
Mika Vuolle
Leif Wirtanen

Sisäilmäyhdistys raportti 40

SISÄILMASTOSEMINAARI 2022
Mervi Ahola ja Anna Merikari (toim.)

Kannen kuva: Ympäristöministeriö, tekijä 3Dolli Oy
artikkelista *Ympäristöministeriön hanke koulurakennusten korjausten visualisoinnista*

Artikkeleiden sisällöstä vastaavat kirjoittajat, eikä niitä ole vertaisarvioitu.

SIY Sisäilmätieto Oy
ISSN 1237-1866
ISBN 978-952-5236-53-8
Painopaikka Grano Oy, Vaasa