

# Huokoisten puukuitu- ja kipsituulensuojalevyjen homehtumisherkyys

Eero Tuominen<sup>1</sup>, Annu Ruusala<sup>1</sup>, Anssi Laukkarinen<sup>1</sup>, Sanna Pätsi<sup>2</sup>, Anna-Mari Pessi<sup>2</sup> ja Juha Vinha<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Tampereen yliopisto, rakennustekniikka, rakennusfysiikka

<sup>2</sup> Turun yliopiston biodiversiteettiyksikkö, Aerobiologian laboratorio

## Tiivistelmä

Vuosien 2017 ja 2018 aikana toteutetuissa erillisissä tutkimuksissa selvitettiin eri tuulensuojalevyjen homehtumista. Tutkimuksessa uudet puhtaat koekappaleet käsiteltiin homesuspensiolla ja asetettiin vakio olosuhteisiin. Kasvustojen kehittymistä seurattiin mikroskopoimalla noin 9 kuukauden ajan. Mikroskoppoinnin tuloksena koekappaleille määritettiin Suomalaisen homemallin mukaiset homeindeksit. Määritettyjä homeindeksejä verrattiin homehtumiskokeessa vallinneiden olosuhteiden avulla laskettuihin Suomalaisen homemallin eri homehtumisherkyysluokkien mallikäyriin. Tulosten perusteella osalla levyistä homeindeksi kasvaa jopa nopeammin kuin homemallin herkimmän homehtumisherkyysluokan mallikäyrä.

## 1. Johdanto

Tässä artikkelissa esitellään kahden eri ajankohtina tehdyn homehduttamiskokeen tuloksia. Homehdutuskokeissa oli mukana viisi eri tuulensuojalevytyyppiä ja lisäksi verrokkina mäntyisiä koekappaleita. Tutkittuja levyjä olivat:

- 12 mm käsittelemätön huokoinen puukuitulevy
- 18 mm bitumoitu huokoinen puukuitulevy
- 9 mm kuitusementtilevy
- 9 mm kartonkipintainen kipsituulensuojalevy
- 9 mm lasikuitupintainen kipsituulensuojalevy

Tuulensuojalevyjen homehtumisherkyys tutkittiin tavanomaisissa homehtumisherkyystesteissä käytetyissä lämpötila- ja kosteusolosuhteissa sekä Suomen ilmastossa ulkoilmalle tyypillisemmässä viileässä ja kosteassa olosuhteessa.

## 2. Tutkimusmenetelmä

Kokeissa käytetyt koekappaleet leikattiin tutkimuksen tilaajan toimittamista suuremmista tuulensuojalevyn palasista. Nämä levyn palat oli otettu suoraan tehtaan linjastolta tai tehtaan pakkaaman levynipun keskeltä, jotta kontaminaatio ennen kokeiden suoritusta olisi mahdollisimman vähäistä. Koekappaleet leikattiin useammista eri levyistä otetuista palasista, jotka mahdollisuuksien mukaan edustivat eri tuotantoerää, mutta vähintään olivat saman levynipun eri osista. Koekappaleita kooltaan 50x50 mm<sup>2</sup> valmistettiin 12 kpl jokaisesta tutkitusta levytyypistä. Levyjen ja koekappaleiden käsittelyyn käytettiin puhtaita käsineitä.

## 2.1 Koekappaleiden homeitiökäsittely

Koekappaleet käsiteltiin homesuspensiolla, joka valmistettiin M2-kasvualustalla kasvatetuista puhdasviljelmistä. Käsittelyyn valittiin homeita, jotka oli suomalaisen homemallin [1] kehitystyössä todettu homehduttavan tehokkaasti erityyppisiä materiaaleja (*Aspergillus versicolor*, *Penicillium chrysosporium*, *Cladosporium sphaerospermum* ja *Paecilomyces variotii*) [2]. Kunkin homekannan itiöpitoisuus suspensiossa määritettiin mikroskopointilaskennalla [3] lopullisen sekoitussuhteen ollessa 1:1:1:1. Ennen käsittelyä kipsilevyjen ja puun homeindeksit määritettiin mikroskopoimalla, mutta muita levytyyppejä ei mikroskopoitu ennen kokeita. Kipsilevykokeissa suspensioon vaihdettiin *Cladosporium* –homeen tilalle levytyypissä usein esiintyvä, kalkkia suosiva *Stachybotrys* -home. Suspension vahvuus oli 1 000 000 itiötä / ml ja koekappaleille levitettiin noin 0,4 ml / kpl homesuspensiota.

Koekappaleet ympättiin pinnalta, joka rakennuksessa asennettaisiin eristeitä vasten. Toisessa tutkimuksessa osa koekappaleista jätettiin käsittelemättä. Tarkoituksena oli tarkistaa, homehtuvatko ympätyt pinnat eri tavalla kuin kuivat ja puhtaat pinnat. Tuloksissa ympätyt ja ympäämättömät koekappaleet eivät eronneet toisistaan joten niitä ei ole eritelty tuloksissa. Kuvassa 1 nähdään ympäystilanne, jossa käsisuihkulla levitetään homesuspensiota koekappaleille. Käsisuihkun letkuun jäänyt suspensio levitettiin koekappaleille suihkuttamalla lopuksi puhdasta liuosta 0,4 ml / koekappale.



Kuva 1. Koekappaleiden käsittely homesuspensiolla.

Suspension levityksen yhteydessä ja siitä eteenpäin koekappaleita käsiteltiin ainoastaan desinfioiduin ottimin tai puhtailla kertakäyttökäsineillä.

## 2.2 Koekappaleiden säilytys

Homekäsittelyn jälkeen koekappaleet asetettiin telineeseen (kuva 2), jossa niiden kaikki pinnat ovat vapaana ympäröivää ilmaa vasten. Telineettä koekappaleineen säilytettiin suljetussa muoviastiassa, jossa oli pohjalla haluttua kosteusolosuhdetta vastaava suolaliuos. Olosuhteiden tasaamiseksi muoviastiassa oli lisäksi pieni puhallin. Mikroskopoinnin yhteydessä käytettiin suolaliuoksetonta muoviastiaa, jossa kappaleet siirrettiin säilytysolosuhteista vetokaappiin mikroskopoitavaksi.



Kuva 2. Koekappaleiden säilytys kokeiden aikana.

Puolet koekappaleista säilytettiin olosuhteessa, jossa keskimääräinen lämpötila kokeen aikana oli noin 23 °C ja suhteellinen kosteus noin 95 % RH. Loput koekappaleista säilytettiin toisessa viileämmässä olosuhteessa, jonka keskimääräinen lämpötila oli noin 10 °C ja suhteellinen kosteus noin 95 % RH. Lämpimämmät olosuhteet valittiin tutkimukseen, koska rakennusmateriaalit tyypillisesti homehtuvat nopeasti näissä olosuhteissa [1], ja siten saavutetaan mahdollisimman korkea homeindeksi tutkimuksen aikana. Kylmempi olosuhde vastaa puolestaan paremmin Suomen ilmastoa homehtumisen kannalta kriittisinä vuodenaikoina.

Olosuhteita seurattiin Rotronic HygroLog –antureilla. Antureita pidettiin aika-ajoin noin vuorokauden mittainen jakso homehdutusolosuhteessa ja loppuajan anturit olivat tavanomaisessa huoneolosuhteessa. Näin pyrittiin välttämään antureiden ryömiminen, joka on tavanomaista yli 90 % RH olosuhteissa. Suomalaisen homemallin vertailukäyriä laskettaessa (luku 3) on käytetty mitattuja olosuhteita, joissa lyhyiden mittausjaksojen välit on interpoloitu.

### 2.3 Homeindeksin määrittäminen

Tuulensuojalevyn homehtumista on tarkasteltu visuaalisella tarkastelulla määrittämällä koekappaleille homeindeksi M. Homeindeksin arvo voi vaihdella välillä 0–6. Eri indeksin arvoja kuvaavat määritelmät on esitetty taulukossa 1 [1].

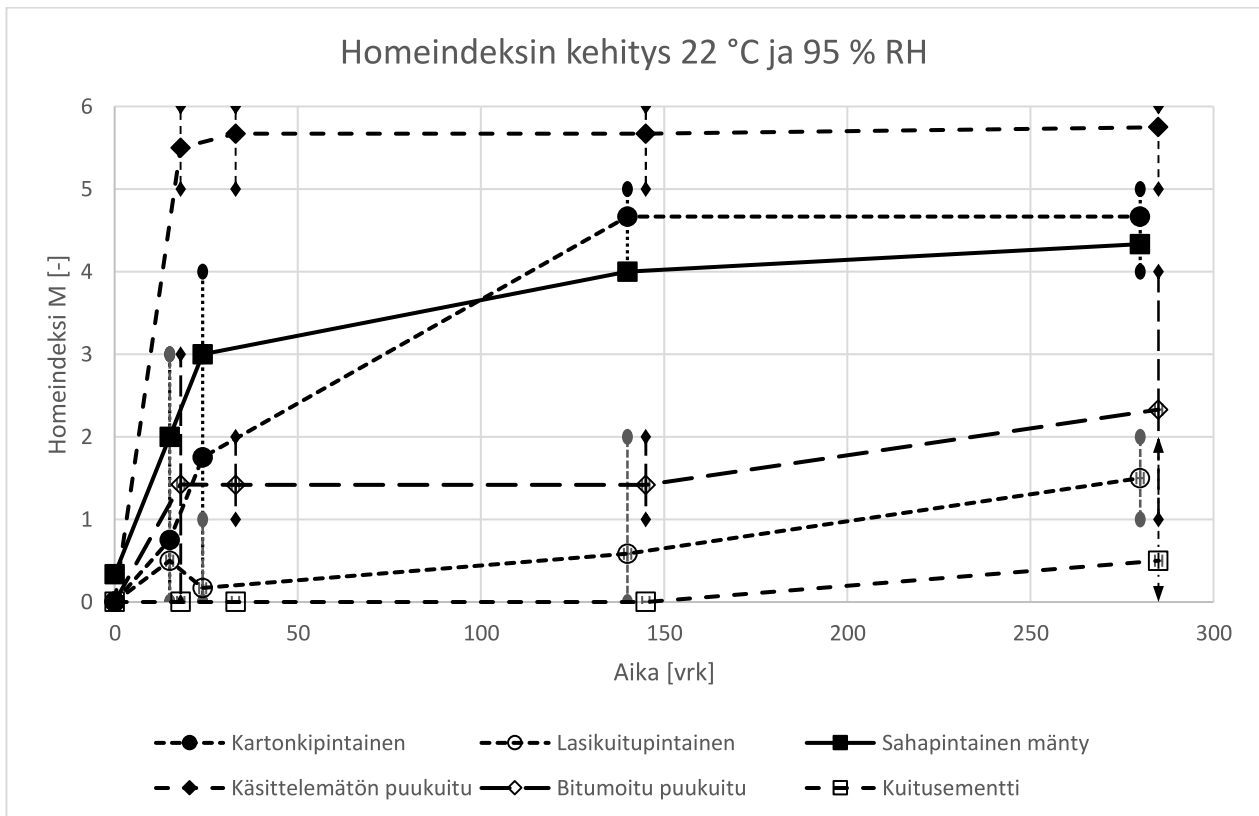
Taulukko 1. Suomalaisen homemallin homeindeksin luokitustasot.

Homeindeksi M	Havaittu homekasvu	Huomautuksia
0	Ei kasvua	Pinta puhdas
1	Mikroskoopilla havaittava kasvu	Paikoin alkavaa kasvua, muutama rihma
2	Selvä mikroskoopilla havaittava kasvu	Homerihmasto peittää 10 % tutkittavasta alasta (mikroskoopilla), useita rihmastopesäkkeitä muodostunut
3	Silmin havaittava kasvu Selvä mikroskoopilla havaittava kasvu	Alle 10% peitto alasta (silmillä) Alle 50 % peitto alasta (mikroskoopilla) Uusia itiöitä alkaa muodostua
4	Selvä silmin havaittava kasvu	Yli 10 % peitto alasta (silmillä) Yli 50 % peitto alasta (mikroskoopilla)
5	Runsas silmin havaittava kasvu	Yli 50 % peitto alasta (silmillä)
6	Erittäin runsas kasvu	Lähes 100 % peitto, tiivis kasvusto

Tuulensuojalevyjen homeindeksit määritettiin neljä kertaa vakio-olosuhteisiin asettamisen jälkeen: noin kahden viikon, kuukauden, 5 kuukauden ja 10 kuukauden kuluttua Olympuksen SZX9 stereomikroskoopilla.

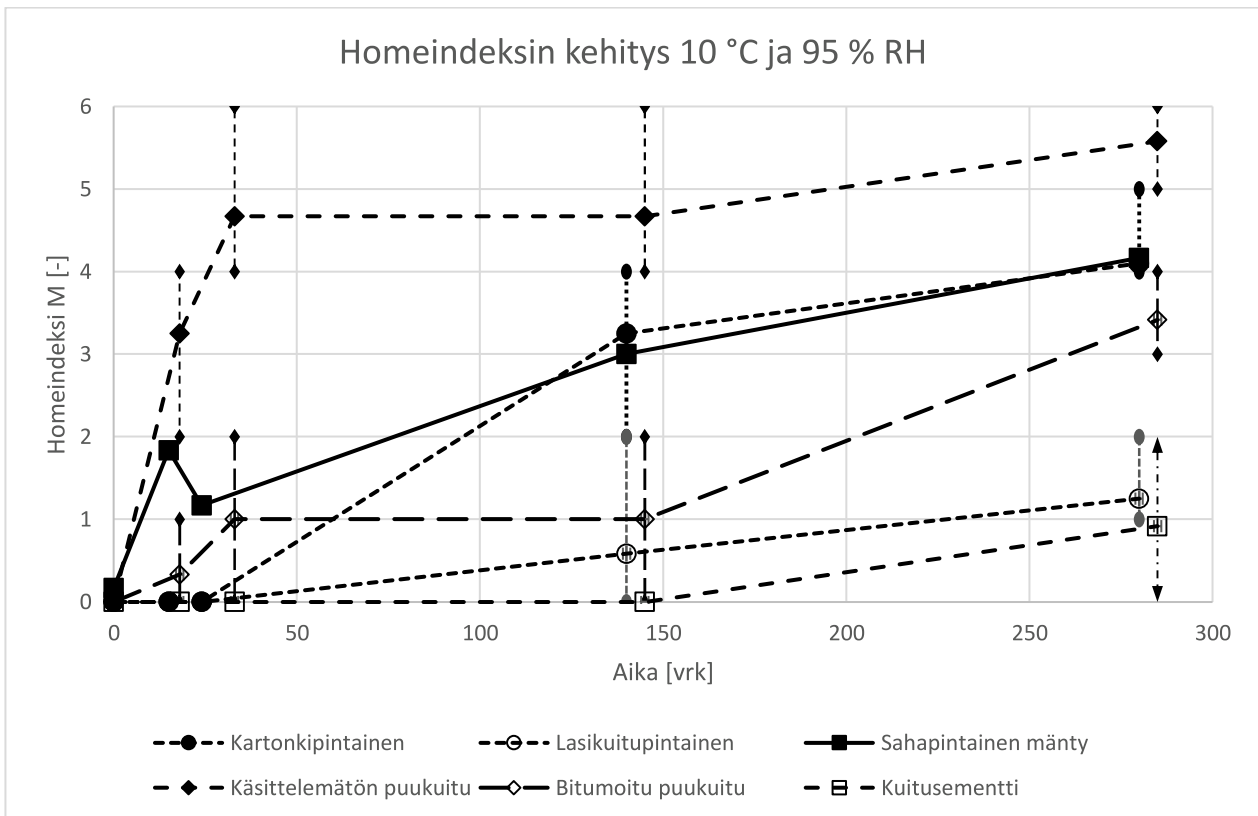
### 3. Tulokset

Koekappaleista mitattujen homeindeksien keskiarvot sekä muiden kuin puun vaihteluväli lämpimässä olosuhteessa on esitetty kuvassa 3. Kuvasta havaitaan, että vaihtelu kappaleiden välillä on pääosin ollut maltillista minimien ja maksimien eron ollessa pieni. Bitumoidussa puukuitulevyssä oli nopeasti, jo kahdessa viikossa, runsasta silmin havaittavaa homekasvua. Yksittäisen verrokkikoekappaleen (sahapintainen mänty) homeindeksi on ollut 1 jo kokeen aloitushetkellä, eli kappaleessa oli paikoin lievää, alkavaa homekasvua (muutama rihma). Lasikuitupintaisella kipsilevyllä lämpimässä ja puulla viileässä olosuhteessa puolestaan nähdään koekappaleiden välisten erojen aiheuttama hyppäys kokeen alussa. Kipsilevyssä jokaisella erillisellä mitatulla pinnalla homeindeksi on kuitenkin ollut jatkuvassa kasvussa, puulla on osin ollut 1 yksikön taantumaa.



Kuva 3. Tuulensuojalevyjen homeindeksit ja niiden vaihteluväli tutkimuksen aikana lämpimämmässä olosuhteessa. Puukappaleiden vaihteluväliä ei ole piirretty kaavion luettavuuden parantamiseksi.

Viileässä olosuhteessa käsiteltyjen koekappaleiden homeindeksit on esitetty kuvassa 4. Kaikkien materiaalien homeindeksi on kehittynyt odotetusti hivenen hitaammin kuin lämpimässä olosuhteessa. Reilun 9 kuukauden kokeen aikana saavutetut homeindeksin maksimit sen sijaan eivät juurikaan eroa eri lämpötilojen välillä.

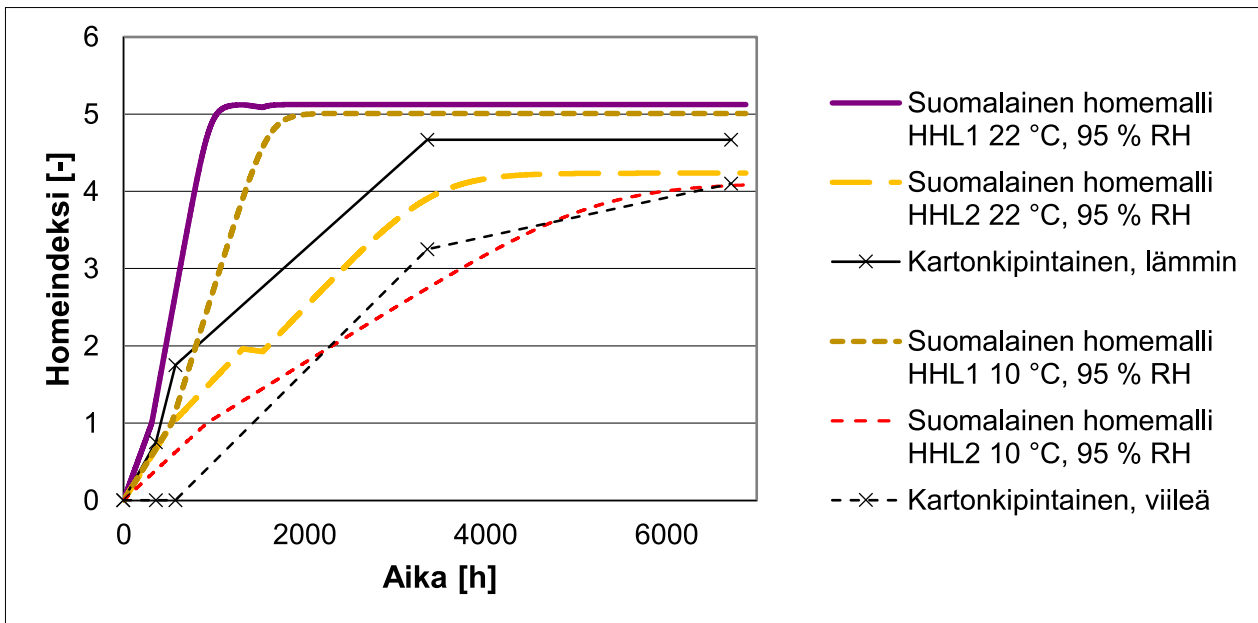


Kuva 4. Tuulensuojalevyjen homeindeksit tutkimuksen aikana viileämmässä olosuhteessa. Puukappaleiden vaihteluväliä ei ole piirretty kaavion luettavuuden parantamiseksi.

Kuvien 3 ja 4 mukaista homeindeksin kehitystä on verrattu Suomalaisen homemallin eri homehtumisherkkyysluokkien mallikäyriin; esimerkki tällaisesta vertailusta nähdään kuvassa 5. Homehtumisherkkyysluokat on kuvattu taulukossa 2 [1]. Höylätyn männyn homehtumisherkkyysluokka on kaikista herkin HHL1 [1], vaikkakin nyt tehdyissä kokeissa sen homeindeksin kehitys jää joidenkin muiden materiaalien alle.

Taulukko 2. Suomalaisen homemallin materiaalien homehtumisherkkyysluokat.

Homehtumisherkkyysluokka
Hyvin herkkä HHL1
Herkkä HHL2
Kohtalaisen kestävä HHL3
Kestävä HHL4



Kuva 5. Kartonkipintaisen kipsilevyn homehtuminen verrattuna homehtumisherkkyyssuokkaan HHL2, taantuma lämpimän olosuhteen käyrässä johtuu koejärjestelyn suhteellisen kosteuden lyhytaikaisesta laskusta koejärjestelyssä.

Kunkin tuulensuojalevyn homehtumisherkkyyssuokka on määritetty vertaamalla mikroskopoinnin tulosten keskiarvoa Suomalaisen homemallin mallikäyrään, joka on laskettu kokeessa toteutuneilla olosuhteilla. Alkuperäisen mallin kehitystyön mukaisesti erityistä huomiota kiinnitetään siihen, kuinka nopeasti homeindeksi saavuttaa arvon 3. Muilta osin myös mallikäyrän ylitys sallitaan, jos mallikäyrä muuten kuvaa materiaalin homehtumista hyvin. Näin määritetyt homehtumisherkkyyssuokat on esitelty taulukossa 3. Alle vuoden kestäneessä kokeessa ei kaikkien tutkittujen materiaalien homeindeksi ehtinyt vakioitua maksimiarvoonsa. Tästä syystä taulukossa esitetty homekasvun maksimimäärää kuvaava homehtumisherkkyyssuokka on esitetty vain niistä materiaaleista, joille se oli määritettävissä.

Taulukko 3. Tutkittujen tuulensuojalevyjen homehtumisherkkyyssuokat.

Materiaali	Homehtumisherkkyyssuokka	
	Kasvunopeus	Maksimimäärä
12 mm käsittelemätön huokoinen puukuitulevy	HHL1	HHL1
18 mm bitumoitu huokoinen puukuitulevy	HHL2	HHL2
9 mm kuitusementtilevy	HHL3	
9 mm kartonkipintainen kipsituulensuojalevy	HHL1	HHL1
9 mm lasikuitupintainen kipsituulensuojalevy	HHL2	

\* maksimimäärää kuvaava homehtumisherkkyyssuokkaa on määritetty vain materiaaleille joiden homekasvu vakiintui maksimiarvoonsa kokeen keston aikana.

#### 4. Yhteenveto

Tässä raportissa esiteltiin viiden eri tuulensuojalevyn homehdutuskokeiden tuloksia. Kokeiden lopputuloksena levyille määritettiin Suomalaisen homemallin mukaiset homehtumisherkkyyssuokat. Aiemman tiedon perusteella tuulensuojalevyt on yleisesti ajateltu kuuluvaksi homehtumisherkkyyssuokkaan HHL2 tai HHL3. Tämän tutkimuksen perusteella herkemmin homehtuvat levyt kuuluvat homehtumisherkkyyssuokkaan HHL1 ja ovat jopa puutakin herkemmin homehtuvia rakennusmateriaaleja.

## **Lähdeluettelo**

- [1] Vinha, J. Viitanen, H. Lähdesmäki, K. Peuhkuri, R. Ojanen, T. Salminen, K. Paajanen, L. Strander, T. Iitti, H. Julkaisematon. Rakennusmateriaalien ja rakenteiden homehtumisriskin laskennallinen arviointi
- [2] Lähdesmäki, K., Vinha, J., Viitanen, H., Salminen, K., Peuhkuri, R., Ojanen, T., Paajanen, L., Iitti, H. & Strander, T. 2008. Development of an improved model for mould growth: Laboratory and field experiments. Proceedings of the 8th Symposium on Building Physics in the Nordic Countries, NSB 2008, Copenhagen, Denmark, NSB 2008, June 16–18, Vol. 2, pp. 935-942.
- [3] Johansson, P. 2012. Critical moisture conditions for mould growth on building materials. Rapport TVBH-3051 Lund 2012. Avdelningen för Byggnadsfysik, LTH