

Lämmöneristeiden merkitys kosteus ja homeongelmien kannalta

Johdanto

Ympäristössä on monenlaisia mikro-organismeja eli *mikrobeja* kuten *bakteereja*, *viruksia* sekä *home- ja lahottajasieniä*. Mikrobeja on ihmisissä, ruoka-aineissa, rakennusmateriaaleissa, tekstiileissä jne. Ulkoilman mikrobit voivat olla peräisin muun muassa maaperästä, luonnon hajoamisprosesseista (esim. komposti) tai kasvien pinnoilta. *Bakteerit*, *home- ja lahottajasienet* ovat rakennuksia ympäröivässä luonnossa tärkeä osa luonnon aineosien kiertokulkua ja uusiutumista, mutta rakennuksissa ne voivat aiheuttaa eriasteista haittaa tai vauriota itse rakennuksille sekä erilaisia pitkäkestoisiakin sairauksia ihmisille (RIL 250-2011).

Ulkoilmasta kulkeutuu mikrobeja ilman mukana *rakennusten sisäilmaan* ilmanvaihtokanavien, ovien ja ikkunoiden kautta sekä vaatteissa ja jalkineissa. Rakennusten ulkopintaan kertyy ajan mittaan erilaista mikrobikasvustoa, joka on osa rakennusten luontaista mikrobikuormitusta.

Jos rakennuksen materiaaleihin ja rakenteisiin pääsee *liiallista kosteutta*, voi muodostua suotuisa kasvualusta mikrobeille ja rakenteisiin voi tietyissä lämpötiloissa ja ajan myötä syntyä *mikrobikasvua* (esim. homerihmastoja, itiöitä tai jopa lahovaurioita). Tällöin puhutaan *kosteus-, mikrobi-, home- tai lahovioista tai -vaurioista* riippuen ongelmien luonteesta, laajuudesta ja vakavuudesta (Viitanen et al 2010).

Rakenteissa olevista mikrobivaurioista voi päästä sisäilmaan monenlaisia mikrobiperäisiä epäpuhtauksia ja haitallisia aineita, jotka voivat aiheuttaa tiloissa oleskelevalle erilaisia oireita tai sairauksia. Vaurioista voi erittyä etenkin ärsyttävää hajua, mutta osa näistä aineista voi olla erityisen haitallisia. Kosteusrasitukset aiheutuvat eri syistä:

Ulkoiset rasitukset:

- vesisade eri muodoissa (normaalisade, rankkasade, myrskysade, viistosade)
- lumisade eri muodoissa (räntäsade, hienolumi)
- tuuli vesihöyryn, veden tai lumen kuljettajana rakenteisiin tai myös kosteuden kuivaajana
- pintavesi (valumavesi), hulevesi
- maaperän kosteus (maahuokosten suhteellinen kosteus)
- pohjavesi (tai ns. orsivesi)
- ulkoilman kosteus.

Sisäiset rasitukset:

- sisäilman kosteus (ihmiset, pesu, ruoanlaitto, kasvillisuus jne.)
- roiskevesi märkätiloissa
- mahdolliset putkistovuodot
- märkä siivous
- talotekniset laitteet, pesukoneet, ilmankostuttajat
- rakennusajalta rakenteisiin jäänyt rakennuskosteus
- ilmanvaihdon/painesuhteiden vaihtelut.

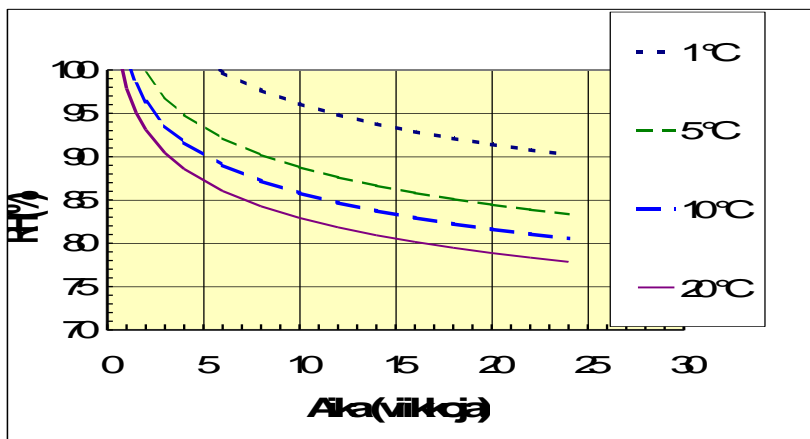
Mikrobien kasvu edellyttää etenkin riittävää kosteutta, lämpöä ja vaikutusaikaa

Mikrobit (mm. bakteerit, home- ja lahottaj sienet) ovat eläviä organismeja, jotka tarvitsevat elääkseen

- vettä
- lämpöä
- ilmaa (happia) ja
- ravinteita

sekä otollisten olosuhteiden riittävä kesto aika.

Etenkin kosteus ja lämpötila vaikuttavat yhdessä ja niiden vaikutusajalla on ratkaiseva merkitys. Rakenteissa ilma tai happi ei yleensä ole rajoittava tekijä. Tärkeimmät ovat *kosteus, lämpötila*, tarkasteltavat *materiaalit* sekä ongelmia aiheuttavat *eliöt (mikrobit)*. Kuvassa 1 on esitetty minkälaisissa olosuhteissa home voi syntyä männyn pintapuussa. Suhteellinen kosteus (RH, yksikkö %) kertoo miten paljon kosteutta ilmassa on verrattuna maksimimäärään ko. lämpötilassa.



Kuva 1. Homeen kasvun alkamiseen johtavat kriittiset kosteus- ja lämpöolosuhteet sekä niiden vaikutusaika pitkään vakiona olevissa olosuhteissa männyn pintapuussa (se on yleensä homeen kasvun kannalta herkin materiaali, jota käytetään mm. puun suojaukseen tarkoitettujen tuotteiden tehokkuuden testauksessa vertailumateriaalina).

Tiivistetysti voidaan esittää seuraavat kriittiset ympäröivän mikroilmaston minimikosteusolosuhteet homeen ja lahon kehittymiseksi. Kriittinen kosteus ongelmien kehittymiseksi rakennusmateriaalien pinnassa saavutetaan, kun ilman suhteellinen kosteus on pitkään yli RH 75 – 100 % (laaja skaala johtuu muista tekijöistä: lämpötila, vaikutusaika, eliöt, materiaali, ongelma- tai vauriotyyppi)

- Home > RH 75 - 80 %
- Laho > RH 95 %
- Bakteerit > RH 95 – 99 %
- Hyönteiset > RH 65 - 80 %

Orgaanisten materiaalin (esim. puun) kosteuspuiteisuus (u % kuivapainosta):

- Home > u 18 – 20 %
- Laho > u 25 – 30 %

Lämpötila +5 (-5)– +50 °C

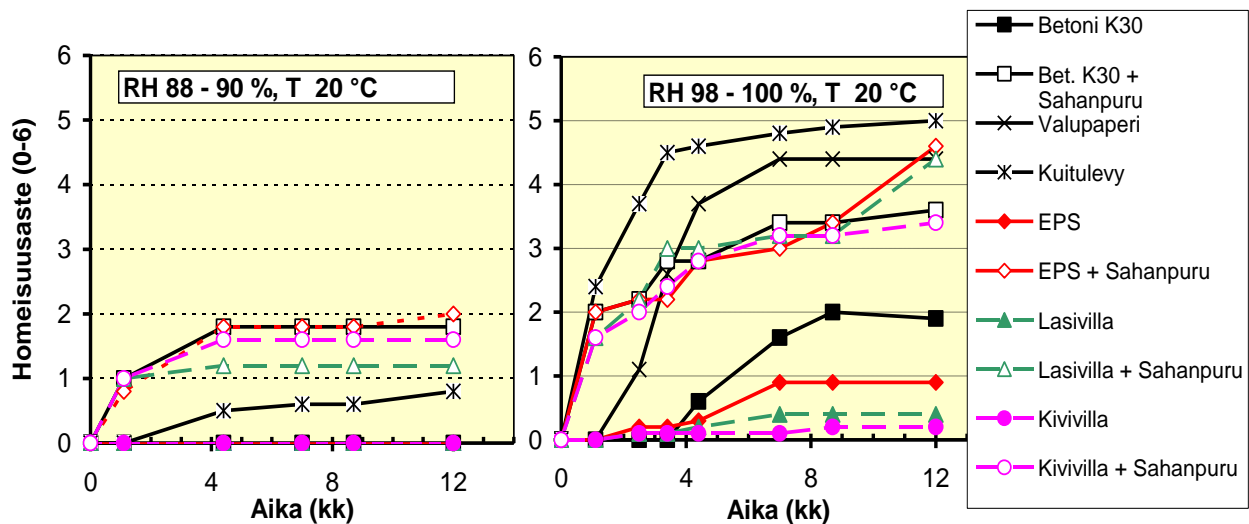
Materiaalien merkitys homeen kehittymiseen

Materiaalien vastustuskyky hometta vastaan vaihtelee. Materiaalit voidaan jaotella taulukon 1 mukaisesti (RIL 250-2011).

Taulukko 1. Rakennusmateriaalien jako kestävyys ja herkkyysluokkiin homeen kasvun riskin suhteen.

Homehtumisherkkyys / kestävyysluokka		
suomeksi	englanniksi	Materiaalit
hyvin herkkä	very sensitive	käsittelemätön, runsaasti ravinteita sisältävä puu
herkkä	sensitive	höylätty puu, paperipintaiset tuotteet ja kalvot, puupohjaiset levyt
kohtalaisen kestävä	medium resistant	sementtipohjaiset materiaalit, muovipohjaiset materiaalit, mineraalivillat
kestävä	resistant	lasi- ja metallimateriaalit, tehokkaita suoja-aineita sisältävät tuotteet

Materiaalin homehtuminen pinnaltaan on luonnollisesti suhteellisen kosteuden ja lämpötilan lisäksi myös ajan funktio. Kuvasta 2 nähdään että kuitulevyn ja kipsilevyn pinta homehtuu lämpimissä ja kosteissa olosuhteissa nopeammin kuin betonin pinta. Kasvun alku myös alkaa nopeammin. Kuvassa 2 on esitetty kaavamainen kuva erilaisten materiaalien homehtumisesta eri kosteusoloissa ajan suhteen laboratorio-oloissa. Tulosten mukaan kaikkien materiaalien pinnassa voi kasvaa hometta, jos pinnalla on orgaanista homeiden kasvuun tarvittavaa materiaalia, esim puupurua tai vastaavaa orgaanista materiaalia.



Kuva 2. Erilaisten materiaalien homehtuminen RH 88 - 90 ja 98 - 100 %:n kosteusoloissa ajan suhteen, T = 20 °C laboratorio-oloissa, (Niitanen 2004/). Homeen kasvua kuvataan homeindeksin avulla:

- 1 = ensimmäiset merkit homekasvun käynnistymisestä on havaittavissa mikroskooppisesti
- 3 = tilanne, jossa kasvu alkaa näkyä paljain silmin tai sitä on runsaasti mikroskooppisella tasolla
- 4 = kasvua näkyy selvästi ja on paljon
- 5 = runsasta kasvua, yli puolet tarkasteltavasta alasta
- 6 = koko ala on runsaan kasvun peitossa.

Kun materiaaliin kertyy orgaanista materiaalia, varsinaisen perusmateriaalin merkitys vähenee. Esim. mikrobit kasvavat materiaalien pintaan kertyvässä liassa ja pinta homehtuu, vaikka itse materiaali ei voitu. Tyypillinen tällainen tilanne ilmenee esim betonilaatalle koolatussa puulattiassa, jossa eristeen ja betonin väliin usein jää puupölyä tai -purua. Ajan mittaan kosteusolot saattavat olla rajapinnassa sellaiset, että mikrobikasvu voi käynnistyä aika ajoin rakenteen iän karttuessa. Tällöin mikrobikasvu voi aiheuttaa hajuhaittaa esim. 5 tai 10 vuoden kuluttua rakenteen valmistumisesta, riippuen siis toteutuneista kosteus- ja lämpöoloista ja niiden vaikutusajasta.

Lämmöneristeiden toimivuus riippuu eristeen ilman läpäisevyydestä. Mineraalivillat ovat tunnetusti ilmaa läpäiseviä. Kovat muovieristeet taas ilmaa läpäisemättömiä. Tämä vaikuttaa suoraan myös rakenneperiaatteeseen: mineraalivilla edellyttävät sisäpinnan riittävää ilmantiiveyttä, jotta sisäilman kosteus ei pääse tunketumaan rakenteisiin ja aiheuttamaan kosteuden tiivistymistä ja siitä seuraavaa mikrobikasvua rakenteissa.

Käytännön rakenteissa on usein ilmavuotoja, etenkin ulkoilmasta, jos tuulensulku ei ole ilmanpitävä. Mineraalivillan kuituverkkoon voi ajan mittaan tarttua ympäristöstä ilmavuotojen kautta tulevia partikkeleita ja likaa, jotka sitten liiallisen kosteuden vaikutuksesta voivat aiheuttaa mikrobien kasvua, ellei materiaaliin ole lisätty mikrobien kasvua estäviä biosideja. Eristeeseen kertyvä lika ei sellaisenaan aiheuta ongelmia, jos rakenteisiin ei pääse kosteutta. Vanhoissa rakennuksissa voivat villat olla mustuneita ilmavuotokohdissa, ja niistä voidaan viljelemällä saada suuria mikrobitoisuuksia, vaikka mitään mikrobikasvua ei niissä olisikaan. Tällöin mikrobiresponsi kuvaa vain materiaalin puhtautta, ei mahdollista mikrobikasvua tai -vauriota. Tätä ei riittävästi käytännön tarkasteluissa ole otettu huomioon, jolloin normaalit rakenteet on voitu leimata ongelmarakenteiksi.

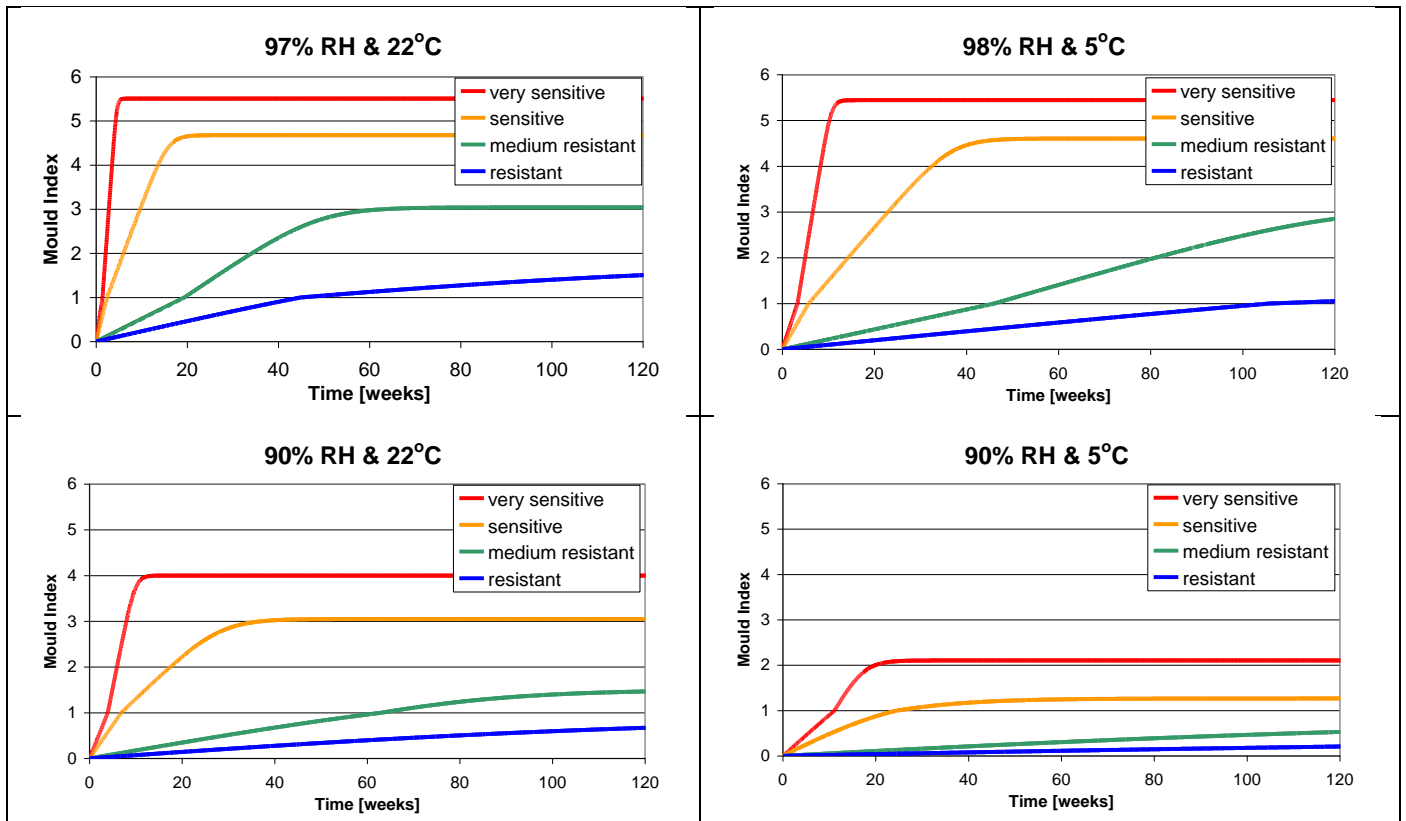
Usein kuulee myös väitettävän, että jos mineraalivilla kostuu, sitä ei voi millään kuivata. VTT:ssä tutkittiin aikoinaan lämmöneristeiden merkitystä biologisten vaurioiden syntyyn (Paajanen et al. 1994). Kostuneiden materiaalien osalta voitiin todeta, että mineraalivillat kuivuivat nopeasti, sellukuitua ja puupurua sisältävät eristeet taas selvästi hitaammin. Sama ilmiö on havaittu myös käytännön kosteusvaurioiden kuivauksessa: ilmaa läpäisvät materiaalit on yleensä helppo kuivata, tiiviimmät eristeet (esim. puru ja turve) huomattavasti vaikeammin, ja usein niitä ei pysty kuivaamaan riittävästi, vaan kostuneet materiaalit joudutaan vaihtamaan. Tällöin on tietysti otettava huomioon rakenteiden kosteustekniset olot: viileän betonilaatan yläpinta kuivuu hitaasti sinne kertyneestä kosteudesta, koska siihen ei kohdistuu kosteutta siirtävää kuivattavaa voimaa (Kokko et al. 1999).

Jos eristeisiin lisätään mikrobien kasvua estäviä aineita, eristeet toimivat aktiivisesti mikrobikasvua estävästi. Esim. selluvillaan lisätyt keimikaalit (mm booriyhdisteet) estävät homeen ja lahon kehittymistä eristeessä ja siihen liittyvissä rakenteissa (Paajanen et al. 1999).

Homeen kasvun mallintaminen

Homeen kehittyminen riippuu olennaisesti materiaalista, kosteudesta, lämpötilasta sekä vaikutusajasta. Kuvassa 3 esitetty mallitulos perustuu TTY:ssä ja VTT:ssä toteutuneen tutkimushankkeen ”Homemalli” tuloksiin (Viitanen et al. 2011). Hyvin herkkiä homeen kasvulle ovat eräät puupohjaiset materiaalit (männyn pintapuu), herkkiä ovat paperi- ja puupuupohjaiset tuotteet, kohtalaisen kestäviä ovat useimmat kivipohjaiset tuotteet ja vastustuskykyisiä ovat tuotteet, joihin on lisätty homeen kasvua estäviä aineita. Alle 90 % ilman suhteellisessa kosteudessa homeen kasvu kaikissa materiaaleissa on huomattavan hidasta, lämpötilasta riippuen, ja minimikosteus mikrobiongelmien kehittymiselle on RH 75 – 80 %, tosin lämpötilasta, vaikutusajasta ja materiaalista riippuen.

Kuvassa 3 on esitetty kaavamainen kuva materiaalien herkkyydestä tai vastustuskyvystä homekasvua vastaan. Kuvasta näkyy, että homeen kasvu vaihtelee hyvin laajasti materiaalista riippuen, eikä esim. männyn pintapuulla saatuja tuloksia tai sille kehitettyä mallia voida suoraan soveltaa eri materiaaleille. Tulokset on mallinnettu eri materiaalityypeille niin, että on voitu arvioida erilaisten materiaalien herkkyys homeen kasvulle.



Kuva 3. Homeen kehittyminen riippuen materiaalin herkkydestä, kosteudesta, lämpötilasta sekä vaikutusajasta (Viitanen et al 2011).

Kuvassa 3 esitetty malli perustuu pitkään tasaisena pysyviin olosuhteisiin. Kun olosuhteet vaihtelevat, homesienten kasvu on huomattavasti hitaampaa ja syntynyt kasvusto vähäisempää kuin korkeampaa kosteutta vastaavissa vakio-oloissa. Mahdollinen kasvu riippuu tällöin kosteiden ja kuivien jaksojen pituudesta, kosteustasosta ja lämpötilasta.

Kirjallisuus

- Kokko, E; Ojanen, T; Salonvaara, Ml; Hukka, A; Viitanen, H. 1999. Puurakenteiden kosteustekninen toiminta. Espoo, VTT. 160 s. VTT Tiedotteita - Meddelanden - Research Notes; 1991
- Paajanen, L; Ritschkoff, A-C; Viitanen, H. 1994. Lämmöneristeiden merkitys rakennusten biologisissa vaurioissa. Espoo, VTT. 64 s. + liitt. 8 s. VTT Julkaisuja - Publikationer; 791
- RIL 250- 2011 Kosteudenhallinta ja homevaurioiden estäminen. Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL 2011.
- Viitanen, H. 2004. Betonin ja siihen liittyvien materiaalien homehtumisen kriittiset olosuhteet - betonin homeenkesto. Espoo, VTT. 25 s. VTT Working Papers; 6
- Viitanen, H; Vinha, J.; Salminen, K.; Ojanen, T.; Peuhkuri, R; Paajanen, L.; Lähdesmäki, K.. 2010. Moisture and bio-deterioration risk of building materials and structures. Journal of Building Physics, vol. 33, 3, ss. 201-224.
- Viitanen, H; Ojanen, T; Peuhkuri, R; Vinha, J; Lähdesmäki, K; Salminen, K. 2011. Mould growth modelling to evaluate durability of materials. XII International Conference on Durability of Building Materials and Components. Porto, Portugal, 12-15 April 2011, ss. 409-416.