

Puumateriaalin kestävyys muuttuvassa ympäristössä

Erikoistutkija Martti Venäläinen

Luonnonvarakeskus

29.9.2021

Puu ja vesi

- Puu on hygroskooppinen materiaali: kuiva puu imee kosteutta ympäröivästä kosteasta ilmasta ja märkä puu luovuttaa kosteutta kuivaan ilmaan => puu pyrkii kohti ilmankosteuden ja lämpötilan määrittelemää ns. tasapainokosteutta (EMC)
- Vesimolekyylien sitoutuminen puuaineen soluseiniin saa aikaan kosteusturpoamisen ja niiden poistuminen kutistumisen
- "Vapaa vesi" täyttää solukoissa olevia onteloita
- Vesi vaikuttaa puun ominaisuuksiin ja suuri määrä vettä tekee puusta biohajoavan materiaalin (hyvä ja huono asia)
- Puuta sanotaan "kuivaksi" silloinkin, kun siinä on 20 -10 % vettä
- Takuuvarma luonnonlaki: "Kuiva puu ei lahoa" (Kuiva tarkoittaa tässä tapauksessa noin alle 25 % vettä)

Puun tasapainokosteus

EMC = veden massan suhde kuivamassaan

Lämpötila C	RH 60 %	RH 65 %	RH 70 %	RH 75 %	RH 80 %	RH 85 %	RH 90 %	RH 95%	RH 100%
-1	11,3	12,4	13,5	14,9	16,5	18,5	21,0	24,3	.
4	11,3	12,3	13,5	14,9	16,5	18,5	21,0	24,3	.
10	11,2	12,3	13,4	14,8	16,4	18,4	20,9	24,3	.
16	11,1	12,1	13,3	14,6	16,2	18,2	20,7	24,1	.
21	11,0	12,0	13,1	14,4	16,0	17,9	20,5	23,9	~30
27	10,8	11,7	12,9	14,2	15,7	17,7	20,2	23,6	.
32	10,5	11,5	12,6	13,9	15,4	17,3	19,8	23,3	.

Vesi määrittää puutuotteiden käyttöluokat

Taulukko: Puu- ja puupohjaisten materiaalien käyttöolosuhteiden vaativuutta kuvaavat käyttöluokat (*Use Classes*) normin EN 335:2013 mukaan. Käyttöluokan kuvaus on epävirallinen suomennos. Sienituhoriskin kuvaus on puhujan näkemys.

*) Huom. Käyttöluokassa UC 5 varsinaisen riskin muodostavat suolavedessä elävät puuta kaivavat organismit (*marine organisms*)

Käyttöluokka	Kuvaus käyttöolosuhteista, johon puurakenne joutuu	Home- tai lahottajasienten aiheuttama tuhoriski
UC 1	Sisätila, ei altistumista säälle tai kastumiselle	vaaraa ei ole paitsi satunnaisessa vahinkotilanteessa
UC 2	Sisätila, ei altistumista säälle (ei edes viistosateelle), mutta voi kastua satunnaisesti tai vettä voi kondensoitua	home- tai lahottajasienten hyökkäys on mahdollinen
UC 3	Rakenne on ulkona, mutta irti maasta, alttiina säälle, erityisesti sateelle	
UC 3.1	Rakenne kastuu, mutta ei pysy märkänä pitkiä aikoja	... hyökkäys on mahdollinen
UC 3.2	Rakenne kastuu ja pysyy märkänä pitkiä aikoja, vettä voi kerääntyä rakenteeseen	... hyökkäys on todennäköinen
UC 4	Rakenne on suorassa kosketuksessa maahan tai makeaan veteen	... hyökkäys on väistämätön
UC 5	Rakenne on suorassa kosketuksessa meri- tai murtoveteen	... hyökkäys on todennäköinen *)

Huom! Normin EN 335 käyttöluokkien 1-3 ja Eurokoodi 5:n (EN 1995-1-1) määrittelemän kolmen käyttöluokan välillä on yhteys, mutta luokituksia ei haluta yhdistää, koska kyseessä ovat eri kriteereitä käyttävät ja eri tarkoituksia varten luodut luokitusjärjestelmät.

Puurakennuksen pitkää käyttöikää uhkaavat biologiset tekijät

Lahottajasienet

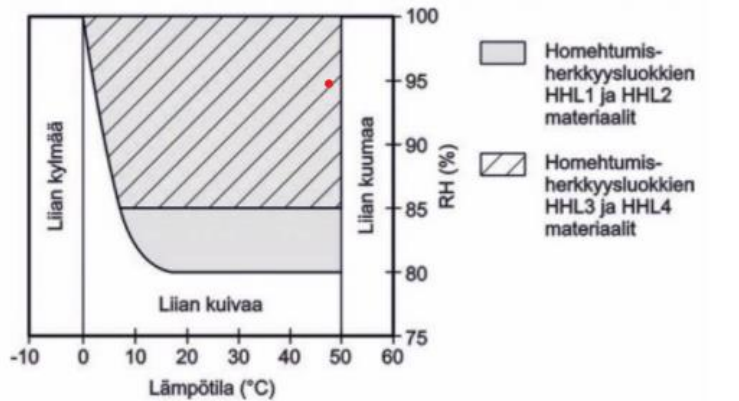
- Vaativat nestemäistä vettä elääkseen
- Optimilämpötila välillä 15- 40 °C
- Havupuisissa rakenteissa ruskolahottajat (esim. lattiasieni ja kellarikesikkä)
- Puusta häviää ensin lujuus ja lopulta selluloosa hajoaa vedeksi ja CO₂:ksi (ligniini jäännöksellä ei ole rakenteellista lujuutta)
- Voidaan pysäyttää, mutta vauriot jäävät (lahoa ei aika paranna)

Homesienet

- Vaativat kosteutta elääkseen, taantuvat kuivuessaan
- Esteettinen haitta ja joskus terveydellinen haitta
- Suomalainen homemalli auttaa homeriskin määrittämisessä

Suomalainen homemalli

- VTT:n ja Tampereen yliopiston kehittämä
- Löytyy linkistä <https://research.tuni.fi/rakennusfysiikka/suomalainen-homemalli/> (myös Excel-työkalu, johon mahtuu 43800 tuntia säädä)

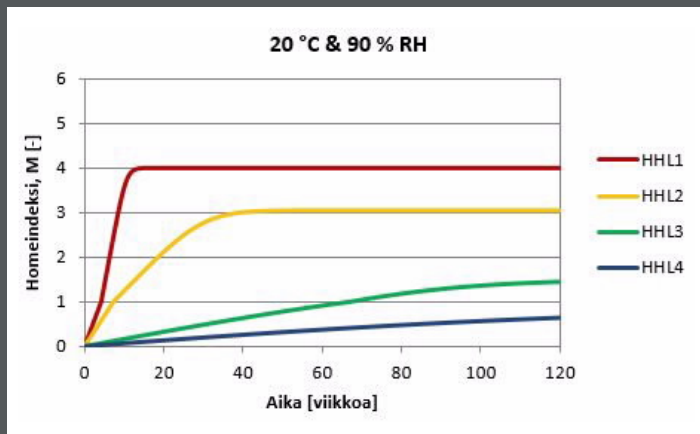
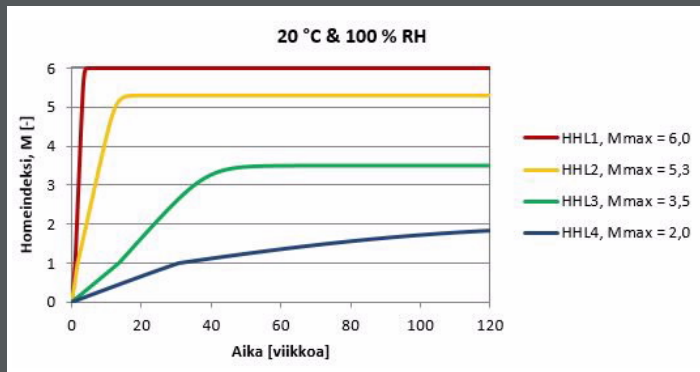


Homeen kasvun kannalta suotuisat kosteus- ja lämpötilaolosuhteet eri homehtumisherkkyysluokissa.

Homehtumisherkkyysluokka		Rakennusmateriaalit
HHL1	Hyvin herkkä	Karkeasahattu ja mitallistettu puutavara (mänty, kuusi ja lehtipuut), höylätty mänty, koivuvaneri, käsittelemätön huokoinen puukuitulevy, kartonkipintainen kipsilevy
HHL2	Herkkä	Höylätty kuusi, paperipohjaiset bitumoidut/käsitellyt tuotteet ja kalvot, puupohjaiset liimatut levyt, havuvaneri, bitumoitu/käsitelty huokoinen kuitulevy
HHL3	Kohtalaisen herkkä	Mineraalivillat, muovipohjaiset materiaalit, kevytbetoni, kevytsorabetoni, karbonisoitunut vanha betoni, sementtipohjaiset tuotteet, tiilet, kuitusementtilevy, lasikuitupintainen kipsilevy
HHL4	Kestävä	Lasi ja metallit, alkalinen uusi betoni, tehokkaita homesuoja-aineita sisältävät materiaalit

Homeindeksi M	Havaittu homeenkasvu	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 Runsas mikroskoopilla 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

Suomalaisen homemallin homeindeksiluokitus.



Puurakennuksen pitkää käyttöikää uhkaavat biologiset tekijät

Hyönteiset

- Eivät viihdy rutikuivassa puussa
- Suomessa toistaiseksi satunnaisia ja aika harmittomia (hevosmuurahainen, tupajumi)
- Milloin tulee tupajäärä?
- Termitit vielä kaukana

Bakteerit ja sädesienet

- Kosteusvaurioiden yhteydessä

Säärasitus

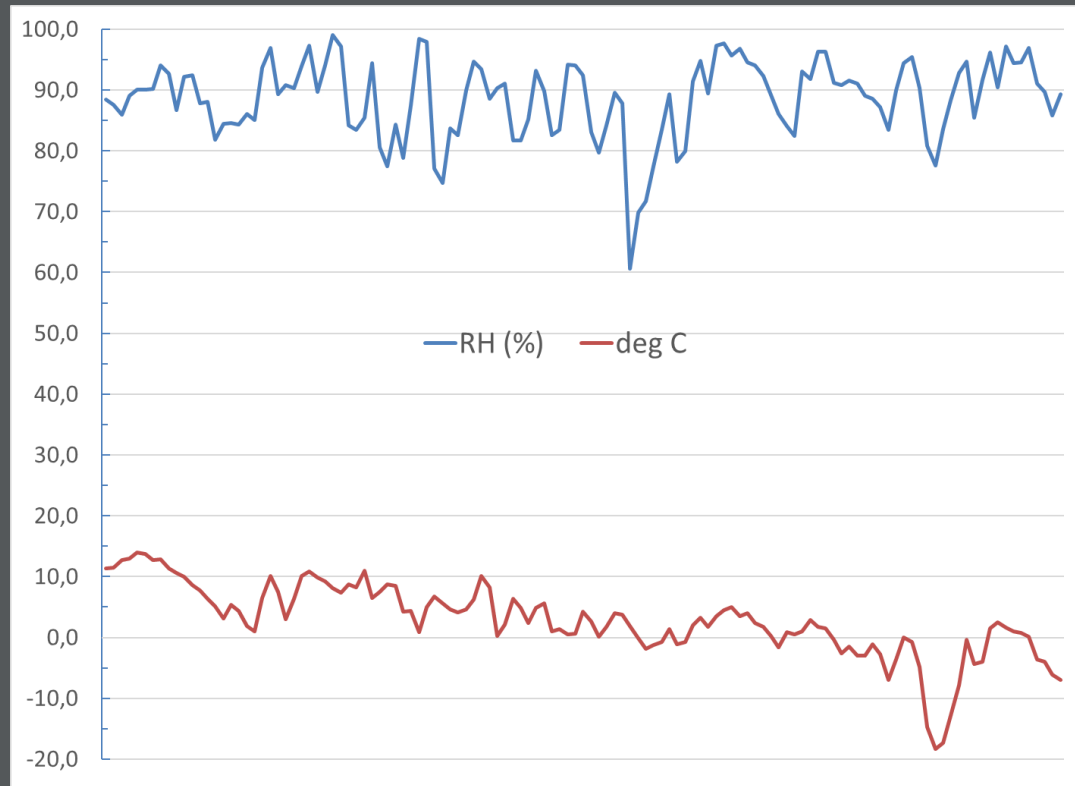
Säärasituksen osatekijät

- Auringon UV-säteily: ligniinin hidas hajoaminen, harmaantuminen, vaikutus maalipintaan ja palosuojaukseen?
- Lämpötilavaihtelut ja ilman kosteus yhdessä: muodonmuutokset ja niistä johtuva halkeilu ja vääntyily
- Sade

Säärasituksella ja biologisilla tekijöillä merkittävä yhdysvaikutus

Sääolot Etelä-Suomessa nykyisin

Esimerkkinä
Espoon Tapiola
lokakuu 2020-
tammikuu 2021
(vuorokausi-
keskiavot)



Minkälaiset ovat nykyolot puurakenteen kannalta?

Taulukossa puun tasapainokosteus edellyttäen, että sade tai kondensaatio ei kastele

Espoo, Tapiola:
loka-tammikuu

Homeiden riskialue

Lahottajasien-
ten riskialue, jos
FSP* ylittyy

Lämpötila C	RH 60 %	RH 65 %	RH 70 %	RH 75 %	RH 80 %	RH 85 %	RH 90 %	RH 95%	RH 100%
-1	11,3	12,4	13,5	14,9	16,5	18,5	21,0	24,3	.
4	11,3	12,3	13,5	14,9	16,5	18,5	21,0	24,3	.
10	11,2	12,3	13,4	14,8	16,4	18,4	20,9	24,3	.
16	11,1	12,1	13,3	14,6	16,2	18,2	20,7	24,1	.
21	11,0	12,0	13,1	14,4	16,0	17,9	20,5	23,9	~30
27	10,8	11,7	12,9	14,2	15,7	17,7	20,2	23,6	.
32	10,5	11,5	12,6	13,9	15,4	17,3	19,8	23,3	.

FSP= Puun kuitujen kyllästymispiste

Mikä muuttuu puurakenteen kestävyuden kannalta?

- Pitkittynyt sade ja kova tuuli yhdessä (viisto/vaaka sade) kuljettavat vettä rakenteisiin, joihin ei pitäisi päästä vapaata vettä?
- Homeiden elinolosuhteet paranevat sateelta suojassa olevissa ulkoseinä- ja vesikattorakenteissa, jos kosteat ja lämpimät jaksot pitkittyvät
- Lahottajille mahdolliset elinolosuhteet voivat syntyä sateelta suojassa olevissa kohteissa, jos puun kosteudenpuskurointikyky loppuu ja kuitujen kyllästymispiste ylittyy
- Lahottajien elinolosuhteet paranevat sateelle altistuessa kohteissa, jos märät ja lämpimät jaksot pitkittyvät
- Lahottajien elinolosuhteet paranevat maakosketuksessa, jos kylmä talvi lyhenee
- Meille uusien hyönteislajien elinolosuhteet paranevat, jos kylmä talvi väistyy
- UV-rasitus voi vähentyä, jos aurinko paistaa vähemmän 😊

Kiitos mielenkiinnosta!

Lisätiedot:

Martti Venäläinen
martti.venalainen@luke.fi