

The background is a microscopic image of mold, showing various colors like blue, green, and brown. A white geometric outline, resembling a stylized house or a frame, is overlaid on the image. The text is centered within this outline.

SA Eesti Mükoloogiaüuringute Keskus

# HOONETE BIOKAHJUSTUSED JA SISEKLIIMA

# Sissejuhatus

H. J. Huecki (2001) pakutud klassikalise definitsiooni kohaselt on biokahjustus igasugune ebasoovitatav muutus materjalide omadustes, mis on esile kutsutud organismide elutegevusega (Konsa ja Pilt, 2012).

Organisme, kes ründavad materjale, esemeid, hooneid ja toorainet ning muudavad nende omadusi inimesele ebasobivas suunas, kutsutakse biokahjustajateks (Konsa ja Pilt, 2012).

Brošüüris käsitletakse peamisi biokahjustusi hoonetes: seened ja putukad. Tuuakse välja biokahjustuste tekkepõhjused, mõju tervisele, ennetamine ning kirjeldatakse Eesti Mükoloogiauuringute Keskuse poolt teostatavaid biokahjustuste uuringuid.

Lisaks biokahjustustele antakse lühike ülevaade sisekliima parameetritest: radoon, suhteline õhuniiskus, süsinikdioksiid e süsihappegaas (CO<sub>2</sub>) ja süsinikoksiid e vingugaas (CO).

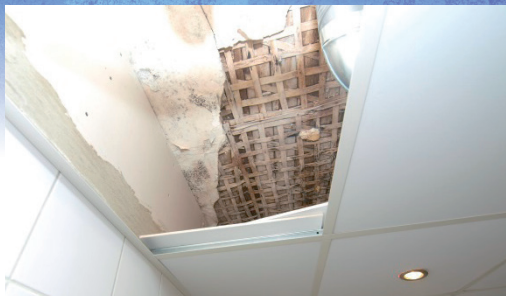
Konsa, K. ja Pilt, K. (2012).  
Hoonete biokahjustused.  
Tartu: AS Atlex.



*Hallitus akna nurgas*

# Hallitusseened

Hallitusseened on mikroseed, mis moodustavad kolooniaid, mida inimsilm eristab täpikesena või ühtlase tumeda kihina. Hallitusseente kasvu põhjustavad niiske keskkond, soe temperatuur ja orgaanilised ained. Paljud eluruumides esinevad hallitusseened on võimelised elutegevuse käigus tootma inimese tervisele ohtlikke mükotoksiine ja on tugevad allergeenid.



*Hallitus vannitoa laes*

## Hallitusseente mõju inimese tervisele

### Hallituse ennetamise võimalused

Järgi hügieeni! Kuigi hallitusseened võivad vajaliku kätte saada isegi veepiisast, aitab hallituse levikut vähendada ruumide hoidmine puhtana orgaanilistest jäätmetest. See tähendab, et toidu-

valmistamisel tuleks kasutada tõmbekappi, mille kaudu juhitakse hoonest välja orgaaniliste ainete rohke ja niiske aur, koristada korrapäraselt, kontrollida toiduainete säilivusaegu ja kohe ära visata isegi veidi riknenud toiduained, tühjendada prügi-kaste.

Õhk olgu jahe ja kuiv! Hallitusseentele on optimaalne kasvutemperatuur vahemikus 20–30 kraadi. Väldi töö-, puhke- ja eluruumides ning üldkasutatavates hoonetes ülekütmist.

Kardinad eest! Hallitusseentel ei ole vaja kasvuks hapnikku ja enamik hallitusseeni ei vaja oma elutegevuseks ka valgust. Päikese UV-kiirguse lainepikkused on enamikule mikroseedele surmavad, kusjuures seeneniidistik on UV-kiirgusele tundlikum kui eosed.

### Hallitusseene kolooniad tekivad enamasti:

- kööki ja vannituppa – piirkonda, kus on soe, niiske ja leidub toitaineid;
- akende ümbrusesse, kapitagustesse, ülemistesse välisnurkadesse – sinna, kus õhuniiskus kondenseerub kokkupuutel jahedate pindadega ja õhuliikumine ehk ventilatsioon on vähene;
- keldritesse ja garaazidesse, kus on suur õhuniiskus;
- konstruktsioonidesse, kus on torustikke, külmasildu või lekkeid;
- rüplagede taha niiskettesse ruumidesse;
- kappidesse ja mööbli sokli piirkonda, kus on kõrge õhuniiskus.

## Hallitusseened võivad:

- põhjustada allergiaid;
- põhjustada ärritust silmade ja hingamisteede limaskestadel, nahal;
- nõrgestada immuunsüsteemi;
- põhjustada peavalu, väsimust, mälu halvenemist;
- tekitada harvadel juhtudel infektsiooni;
- põhjustada sissesöömisel mürgistust.

Hallitusseentele on tundlikumad nõrgema immuunsusega inimesed, lapsed ja vanurid.

Tuuluta tube! Ruumide tuulutamisel tunnete värske õhu lõhna, mis tegelikult ongi osoon lõhn. Kuigi osoon laguneb siseruumides umbes 20 minutiga hapnikuks, on seda piisavalt, et hallitusseente kogust õhus vähendada. Ruumide tuulutamine ja ventilatsioon aitavad vähendada ka nendes olevat õhuniiskust.

**Hallitusseente kohta saab lugeda lisaks:**

[www.mycology.ee/est/kasulik-teada/kasulikud-viited](http://www.mycology.ee/est/kasulik-teada/kasulikud-viited).

## Eesti Mükoloogiauringute Keskuses teostatavad hallitusseente uuringud



*Stachybotrys chartarum* tapeedil



Hallitusseene kolooniad

- Õhuanalüüside teostamine seadmega MicroBio Air Sampler. Määrame, kas ruumi õhus on hallitusseente kontsentratsioon kõrge või normaalsel tasemel. Hindame välja kasvanud liikide põhjal, kas ruumiõhus esineb üks domineeriv liik, niiskusedikaator või on seal toksiine tootvaid liike.

- Kahjustunud materjalide niiskussisalduse ning ruumiõhu suhtelise õhuniiskuse ja temperatuuri hindamine. Selle põhjal analüüsime hallitusseente kasvu ja arengut.

- Pinna- või materjaliproovide kogumine kahjustuspiirkondadest laboratoorseks analüüsiks.

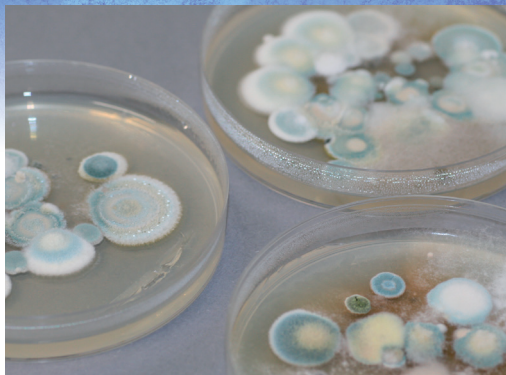
- Tellija võetud pinna- või materjaliproovi analüüs laboris.

**Proovivõtmise õpetust vaata**

[www.mycology.ee/teenused/proovianaluus](http://www.mycology.ee/teenused/proovianaluus).

# Õhuanalüüside metoodika kirjeldus

Õhuanalüüside teostamisel hallitusseente määramiseks kasutatakse kahte söödet (MEA – 2% linnaseekstrakt agarsööde ja DG-18 – dikloraan 18% glütseroolagar), et hinnata erinevate keskkonna parameetrite juures kasvavate ja levivate hallitusseente fooni ruumide õhus. Õhuproove võetakse kahe MicroBio Air Sampleri seadmega. Petri tassidega seadmed paigaldatakse kahekaupa (proovi- ja kontrolltass). Seadmega kogutakse 100 l – 400 l õhku otse söötmele. Edasi viiakse proovid laborisse ja inkubeeritakse termostaadis 5–7 päeva 25 °C juures. Loendatakse PMÜde (pesa moodustavate ühikute) arv tassil ning arvutatakse keskmine PMÜde arv ruumi kohta. Keskmine PMÜde hulk arvutatakse 1 m<sup>3</sup> õhu kohta (PMÜ/m<sup>3</sup>). Petri tassidel kasvanud seeneliigid määratakse seenehüüfide ja -eoste põhjal valgusmikroskoobiga kuni 1000 kordse suurendusega. Meetod on vastavuses Eesti standardiga prEVS-ISO 16000-17:2012.



*Petri tassidel väljakasvanud hallitusseente kolooniad*

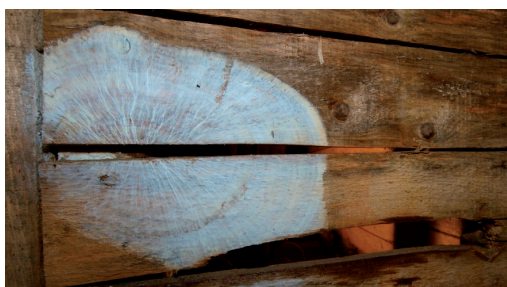


*MicroBio Air Sampler*

# Majavamm ja teised puitulagundavad seened



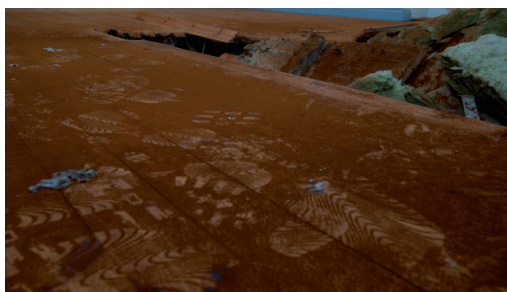
*Coniophora puteana*



*Antrodia sp. niidistik*



Majavammi seeneniidistik ja viljakeha



Majavammi punakaspruun eostolm

Puitulagundava seenega on tegemist juhul, kui silmaga on võimalik eristada ämblikuvõrgusarnast seeneniidistikku või kui seene struktuur on selgelt kiuline (viljakeha puhul).

Eestis on puitu lagundavatest seentest enim esindatud perekonnad *Serpula* (majavamm), *Antrodia* (majakorgik), *Coniophora* (majamädik) ja *Leucogyrophana* (mädiknahkis). Majavamm (*Id Serpula lacrymans*) on kõige tuntum ja hoonetes kõige suuremat kahju tekitav seen. Majavammi kahjustust võib kõige enam leida hoonete keldri ja esimese korruse konstruktsioonidelt, harva ka kõrgemalt. Ülejäänud seened sõltuvad enamasti ümbritseva keskkonna niiskusesisaldusest ning selle puudumisel kuivavad või areng peatub. Sellepärast soovitame keemilist tõrjet eeskätt majavammi puhul, teiste seente puhul on tõrje vajalik ainult siis, kui märgumise põhjuseid pole võimalik likvideerida.

## Majavammi kahjustuse tunnused

- **Eosed.** Punakaspruuni tolmu olemasolu põrandaliistude ja/või -pragude piirkonnas või põrandaalusel pinnal. Tuleks otsida seene viljakehasid, kust eosed pärinevad.
- **Seente viljakehad.** Sageli suletud kohtades (nt kapi taga) leiduvad valkjad moodustised, mis aja jooksul värvuvad kollakaks ja seejärel punakaspruuniks.

- **Seeneniidistik.** Alguses on seeneniidid silmale nähtavad, kuid ajapikku moodustavad nad omavahel kokku kasvanud seeneniidistiku. Seeneniidistik moodustab põimudes seenevääte, mis mõnede seente puhul võivad olla mitme millimeetri paksused ja selgesti eristatavad.
- **Kahjustunud puit.** Kui puit värvub (ka lakikihi all) pruunikaks ja hakkab ristikiudu pragunema, siis on tegemist pruunmädanikuga, mida põhjustavad majaseened.
- **Konstruksioonide deformatsioonid.** Kui põrandad hakkavad oluliselt vajuma või õõtsuma ja seintesse või liistude vahele tekib pragusid, siis on kandekonstruksioonid – sageli puitu lagundavate seente elutegevuse tulemusena – hakanud lagunema.



*Majavammi viljakeha*



*Majavammi seeneniidistik*

**Puitu lagundavate seente tekke ja arengu ennetamiseks kontrollige oma maja „tervist” regulaarselt, veendudes selles, kas:**

- sadeveesüsteem on korras;
- katus on terve;
- torustik ei leki;
- kõigis ruumides on piisav ventilatsioon;
- märgadesse ruumidesse on paigaldatud korralik hüdroisolatsioon;
- on nähtavaid niiskuskahjustusi;
- puitpõrandate soojustuseks on kasutatud sobivaid materjale;
- soojustatud puitpõrandate all on tuulutus;
- soojal ajal on vundamendi tuulutusavad lahti ja „töötavad”;
- sadevesi on juhitud vundamendist eemale.

## Eesti Mükoloogiauuringu Keskuses teostatavad majavammi ja teiste puitlagundavate seente uuringud

- Seenkahjustuse levikupiiride määramine.
- Suletud konstruktsioonide kontroll fiiberoptilise boreskoobiga ning resistograafia.
- Niiskuskahjustuste monitooring isesalvestavate logeritega.
- Seeneproovide kogumine kahjustuspiirkondadest ja seeneliigi määramine laboris.
- Soovituslike tegevuste väljatöötamine majaseentest vabanemiseks, ehituslikuks taastustööks ja majaseente tekke ennetamiseks.
- Ehitusinseneride nõuanded kahjustuste ennetamiseks ja likvideerimiseks.
- Tellija võetud seeneproovi analüüs laboris.

***Puitlagundavate seente kohta saab lugeda lisaks:***

*[www.mycology.ee/est/kasulik-teada/kasulikud-viited](http://www.mycology.ee/est/kasulik-teada/kasulikud-viited).*

***Õppefilmi „Puidu seenkahjustused hoonetes” saab vaadata:***

*[fabbiproject.eu/userfiles/files/FUNGI\\_ENG\\_youtube.mp4](http://fabbiproject.eu/userfiles/files/FUNGI_ENG_youtube.mp4).*



# Puitukahjustavad putukad

Puitukahjustavaid putukaid esineb nii metsas, hoonetes kui ka rajatistes. Samas on meie kliimavöötmes mitmed puitukahjustavad mardikad, kes elavad ainult hoonetes. Kõige rohkem esineb kahjustajaid mardikaid siklaste ja tooneseplaste sugukondadest. Puitukahjustavate putukate puhul on oluline jälgida nende aktiivsust, sest enamasti on leitud kahjustused aastatetagused ja kahjustavad putukad on puidust juba ammu lahkunud.

## Putukate kasv ja areng sõltub keskkonna tingimustest

- Kõige aktiivsem 20...30°C juures.
- Temperatuuril üle 55°C ja alla -20°C on neile harilikult surmavad.

## Putukakahjustuse tunnused

- **Augud ehk lennuavad puidul**
  - Meie kliimavöötmes närvivad putukad neid avasid maist septembrini, ent olenevalt aasta kuukeskmistest temperatuuridest võib üksikuid uusi lennuavasid leida ka varem või hiljem.
  - Lennuavade leidmisel on oluline vaadata, milline on nende kuju (ümbrargune, ovaalne, ebaregulaarne), suurus (võib olla ühest millimeetrist mõne sentimeetrini), toon (hele, tume või lennuava piires varieeruv), täidis (mida leidub avade sees), paiknemine ja suund (millisel pinnaosal neid leidub ja kuhu nad suunduvad) ning kui palju neid on.
- **Puidupuru ehk näripuru**
  - Näripuru kohta on vaja teada, kas see on puhas või millegagi segunenud, millised on selle osakesed (silinderjad, pallikujulised või ebaregulaarse kujuga), mis tooni on puru (hele, tume või värviline), kas puru on pulberjas, jäme, taignasarnane või tahke ja mis kujuga on näripurukuhilad (laialivalguvad, koonusjad või äralõigatud otsaga koonuse kujulised).
- **Puidu deformatsioonid**
- **Valmikute või nende kehaosade esinemine**
- **Tunnelid puidupinnal või ristlõikes**

# Eestis enamlevinud puitukahjustavad putukad



Majasikk

## Majasikk

Siklastest tekitab kõige suuremat kahju majasikk (ld *Hylotrupes bajulus*), kelle suurus on umbes 7–20 (vahel kuni 26) millimeetrit. Majasiku vastsetele meeldib peamiselt maltspuit, ent vahel söövad nad ka lüli-puidu pindmist kihti. Näripuru on silmaga eristatavalt jäme, silinderjas ja peamiselt heledat tooni. Vastse areng puidus kestab 2-10 aastat. Uus mardikas

närib puidust väljumiseks selle õhukesse pinnakihti ovaalse 3–4 mm laiuse ja 5–10 mm pikkuse lennuava. Väljalennuperiood on enamasti juunis–augustis, ent täiskasvanud isendeid võib puidu läheduses leida oktoobrikuuni.



Mööbli-toonesep

## Mööbli-toonesep

Mööbli-toonesep (ld *Anobium punctatum*) on Euroopas ja Läänemere piirkonnas levinumaid puitu kahjustavaid mardikaid. Nad on väikesed, ainult 2,5–5 mm pikad pruunid mardikad. Vastsed elavad puidus kaks kuni neli, harvem üks või viis aastat. Vastsete näripuru on tolmjas peen pulber, mis sisaldab kolmnurkse tipuga silinderjaid graanuleid. Ümmargune 1–2millimeetrine lennuava

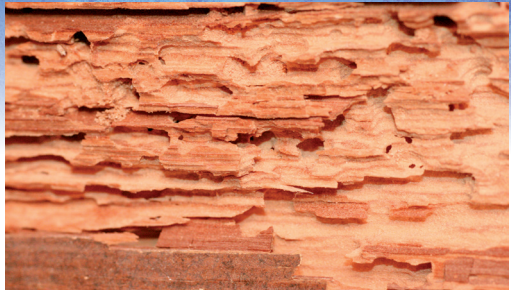
näritakse puitu aprillist augustini. Mööbli-toonesepad võivad kahjustada puittarindeid kogu ristlõike ulatuses, ent eelistavad maltspuitu.

## Suur-toonesep

Suur-toonesepa (*Id Hadrobregmus pertinax*) areng vastest mardikani kestab 1–2 aastat, ebasoodsate tingimuste korral isegi kauem. Võrreldes mööbli-toonesepaga on lennuava suurem. Vastsete aktiivse elutegevuse korral on lennuavad heledad ja sealt väljuv puidupuru valge. Kui elutegevus on lakanud, siis lennuavad tumenevad, välja pudenev puidutolm on kollakaspruun. See liik kahjustab puitkonstruktsioone, mis on tavalisest niiskemad (talad pööningul, puitelemendid akna all, sauna alumised puittarandid, puidu ja kivi kokkupuutekohad, nurgad jne). Kuiva puitu suur-toonesep ei kahjusta ja seetõttu ei ole ta hoonete kuivadele puitosadele ohtlik. Valmikute aktiivne periood algab hiliskevadel (mai lõpus).

Kasutatud materjalid: Kalle Pilt, Uwe Noldt. 2013. Hoonetes puitu kahjustavad putukad. – Keskkonnatehnika, 4, 20–25.

[mycology.ee/userfiles/files/Hoonetes%20puitu%20kahjustavad%20putukad.pdf](http://mycology.ee/userfiles/files/Hoonetes%20puitu%20kahjustavad%20putukad.pdf).



Suur-toonesepa kahjustus



Suur-toonesep



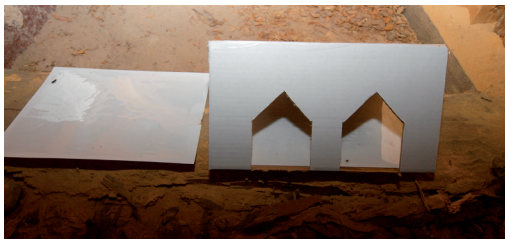
Mööbli-toonesepa lennuavad puidul

# Eesti Mükoloogiauuringute Keskuses teostatavad puitu kahjustavate putukate uuringud



*Mardikapüünised*

- Hooneid kahjustava putuka liigi tuvastamine.
- Putuka liigi aktiivsuse jälgimine.
- Ekspert hinnangu koostamine ja soovitatavate tegevuste andmine.



*Isevalmistatud mardikapüünis*



*Mardikapüünis*



*Näripuru põrandal*

# Radoon

Värvitu ja lõhnata radoon kuulub inertgaaside hulka. See tähendab, et ta ei osale keemilistes reaktsioonides. Ta võib lahustuda vees, samuti ka veres ja koevedelikes. Gaasiline olek teeb ta eriliseks teiste uraanirea elementide hulgas, andes talle suurema liikuvuse. Seega on uraani sisaldavas aines (pinnas, kivim, ehitusmaterjal) tekkimisel radooni aatom võimeline liikuma aine pooridesse. Sealt edasi on võimalik liikumine difusiooni teel, samuti ka transpordituna õhu ja veega. Kuna radooni radioaktiivse lagunemise poolestusaeg on lühike – 3,8 ööpäeva – siis difusiooni teel on tema levik küllalt piiratud. Radoonisisaldus on kõrgem keldris ja keldrita hoonetel esimese korruse põrandate piirkonnas.

## Õhu radoonisisalduse piirmäärad:

- ülikõrge radoonirisk üle 1000 Bq/ m<sup>3</sup>;
- kõrge radoonirisk 400-1000 Bq/m<sup>3</sup>;
- keskmine radoonirisk 100-400 Bq/m<sup>3</sup>;
- madal radoonirisk alla 100 Bq/m<sup>3</sup>.

EVS 840:2008 standard „Radooniohutu hoone projekteerimine“ sätestab, et hoonete elu-, puhke- ja tööruumides peab aasta keskmine radoonisisaldus ruumiõhus olema väiksem kui 200 Bq/ m<sup>3</sup>.

Teaduslikud uuringud viitavad, et 3–14% kopsuvähi juhtumitest on tingitud ruumide siseõhus sisalduvast radoonist. Tekkepõhjuste pingereas on radoon suitsetamise järel teisel kohal. NB! Òriti tugev on suitsetamise ja radooni koosmõju. Üleilmselt põhjustab siseõhu radoon aastas hinnanguliselt 70000–170000 uut kopsuvähki haigestumise juhtumit.

Tervise Arengu Instituudi andmetel registreeritakse Eestis aastas umbes 650–700 esmast kopsuvähki haigestumist. Umbes 70–100 võib seostada radooniga.

# Süsinikdioksiid e süsihappegaas (CO<sub>2</sub>) ja süsinikoksiid e vingugaas (CO)

Süsihappegaas ehk süsinikdioksiid (CO<sub>2</sub>) on süsiniku stabiilseim oksiid, mille molekul koosneb ühest süsiniku ja kahest hapniku aatomist, mis on kovalentselt seotud süsiniku aatomiga. Süsihappegaas tekib süsiniku ja selle mitmesuguste ühendite kuumutamisel piisava hulga hapnikuga, samuti hingamisel.

Maailma Tervishoiuorganisatsioon WHO ning Eesti Terviseamet on andnud CO<sub>2</sub> sisalduse piirmääraks 1000 ppm/m<sup>3</sup> õhus. Euroopa Liidu standardi EVS-EN 13779:2007 ja EVS-EN 15251:2007 kohaselt loetakse uute hoonete korral ruumiõhus lubatud maksimumaalseks CO<sub>2</sub> väärtuseks välisõhu kontsentratsioonist minimaalselt kuni 800 ppm kõrgemat kontsentratsiooni. Välisõhu CO<sub>2</sub> kontsentratsioon on üldjuhul suurusjärgus 350...400 ppm.

CO<sub>2</sub> suur kontsentratsioon ruumiõhus põhjustab inimesel väsimust, keskendumisraskusi, töö- ja õppimisvõime vähenemist. Teadlaste uuringute põhjal väheneb õpilaste õppimisvõime süsinikdioksiidi kontsentratsiooni 2000 ppm juures kuni 30%.

Vingugaas ehk süsinikmonooksiid ehk süsinikmonoksiid ehk süsinikoksiid (CO) on süsivesinike mittetäieliku põlemise käigus tekkiv lõhnatu ja värvitu mürgine gaas, mis põhjustab aeroobse hingamisega organismidel vingumürgitust. Vingugaas on ohtlik inimesele ka väga väikeste kontsentratsioonide korral. Suitsuandur hakkab tööle juba kontsentratsiooni 30 ppm juures.

Vingugaasimürgistuse oht tekib siis, kui vingugaasi kontsentratsioon õhus on liiga suur. Vingugaasi allikateks igapäevaelus võivad olla näiteks halva tõmbega gaasiboiler, liiga vara kinni pandud ahjusiiber, valesti reguleeritud gaasipliit või isegi vesipiibu suitsetamine. Ka tulekahjus hukutakse eelkõige vingugaasimürgistuse tagajärjel.

# Suhteline õhuniiskus (RH)

Suhteline õhuniiskus näitab, kui palju on õhus veeauru, võrreldes maksimaalse veeaurusisaldusega antud temperatuuril. Füüsikaliselt on korrektsem nimetada õhu suhteliseks ehk relatiivseks niiskuseks õhus oleva veeauru rõhu ja samal temperatuuril õhku küllastava veeauru rõhu suhet protsentides. Suhtelist niiskust väljendatakse protsentides.

Terviseameti andmetel on meie kliimavöötme eluruumis siseõhu suhteline niiskus vahemikus, mis ei kahjusta inimese tervist, väldib veeauru kondenseerumist ja ei tekita niiskuskahjustusi. Eluruumi siseõhu optimaalne suhteline niiskus on 40–60%. Talvel võib nädala keskmine suhteline niiskus langeda 25 protsendini ja suvel tõusta 70 protsendini. Inimese tervise seisukohalt on kõrge suhteline õhuniiskus tervislikum kui madal suhteline õhuniiskus. Samas vajavad ka hallitusseened kasvuks üle 70 protsendist suhtelist õhuniiskust, seega tuleks vältida märgade ruumide või piirkondade tekkimist.

Kuiv õhk avaldab otsest kuivatavat toimet limaskestadele, mis muutuvad valulikuks ja vastuvõtlikuks saasteainetele. Lisaks on kuivast ruumiõhust põhjustatud nina kinnisus või kihelus, kuivustunne suus ja kurgu ning hääle kähedus võivad kõik olla tingitud kuivast õhust. Ka silmade ja naha ärritused on tihti liiga kuiva õhu põhjustatud.

Eelpooltoodud uuringute ja mõõtmiste tellimine:

tel 744 1471

info@mycology.ee.

Kontakt

**SA Eesti Mükoloogiauringute Keskus**

Heina 7, Tartu 50604

tel 744 1471 või 510 1553

[info@mycology.ee](mailto:info@mycology.ee)

[mycology.ee](http://mycology.ee)