

Title	Kemiallinen saneeraus home- ja laho-ongelmien korjauksessa
Author(s)	Viitanen, Hannu
Citation	Rakennusten ja rakenteiden korjaus, huolto ja huolto-ohjeet, Tallinna, 13. - 14.10.1999
Date	1999
Rights	This article may be downloaded for personal use only

VTT
<http://www.vtt.fi>
P.O. box 1000
FI-02044 VTT
Finland

By using VTT Digital Open Access Repository you are bound by the following Terms & Conditions.

I have read and I understand the following statement:

This document is protected by copyright and other intellectual property rights, and duplication or sale of all or part of any of this document is not permitted, except duplication for research use or educational purposes in electronic or print form. You must obtain permission for any other use. Electronic or print copies may not be offered for sale.

FT Hannu Viitanen, VTT Rakennustekniikka, Espoo

KEMIALLINEN SANEERAUS HOME- JA LAHO-ONGELMIEN KORJAUKSESSA

1 JOHDANTO

Kosteus on pääasiallinen syy rakennusten home- ja laho-ongelmiin. Eri materiaalit reagoivat kosteuteen eri tavalla ja kaikissa tapauksissa ei voida kokonaan eliminoida kosteuden keräytymistä tai sen vaikutusta rakennukseen. Tällaisessa tapauksessa apuna voidaan käyttää mm. kemiallista suojausta ja kemiallisia käsittelyjä (esim. pinnan suojaus, maalaus, kyllästys). Kemiallisessa suojauksessa pienennetään materiaalin pinnan hygroskooppisuutta tai veden absorptiota tai parannetaan materiaalin säilyvyysominaisuuksia. Esim. puun suojaukseen käytetään erilaisia aineita ja menetelmiä, joissa usein yhdistetään sekä veden imeytymistä estävä vaikutus että teho mahdollisia haittaeliöitä vastaan. Ennalta tehdyt käsittelyt ovat yleensä tehokkaampia kuin jo vaurioituneen ja vioittuneen materiaalin tai rakenteen käsittely. Homehtuneita materiaaleja, pintoja tai rakenteita voidaan käsitellä erilaisin kemiallisin menetelmin. Näitä kutsutaan usein yleisnimellä desinfiointi tai kemiallinen saneeraus.

Rakenteellisen suojauksen tavoitteena on estää tai pienentää organismien kasvumahdollisuutta rakenteissa jo ennalta. Käytännössä tämä tarkoittaa lähes kaikkia rakentamiseen liittyviä toimintoja, joiden tarkoituksena on estää rakenneosien pitkäaikainen haitallinen kostuminen tai kosteuden kertyminen rakenteisiin. Yleisenä ohjerajana biologisten vaurioiden välttämiseksi on, että materiaalien huokosilman suhteellinen kosteus pysyy pitkäaikaisesti alle 75 - 95 % RH (lämpötilasta, sijainnista ja kestoajasta riippuen). Esim. puun osalta tämä vastaa alle 20 % vettä laskettuna puun kuivapainosta. Pohjoismaissa biologista vaurioitumista ulkorakenteissa voidaan välttää estämällä rakenteiden kastuminen, koska kylmä ilmasto heikentää organismien elinmahdollisuuksia. Sillä ei voida kokonaan välttää esim. homesienten kasvamista ulkopinnoilla (ulkoilman kosteus- ja lämpöolot ylittävät homesienten kasvun kriittiset raja-arvot). Tämän estämiseksi ulkopinnat käsitellään esim. maalaamalla. Tällöin maalin, suoja-aineen ja alustan muodostama kokonaisuus vaikuttaa pinnan ominaisuuksiin.

2 KEMIALLINEN SUOJAUS

2.1 Periaatteet

Kemiallinen suojaus tarkoittaa sitä, että materiaalit käsitellään **kosteuden imeytymistä estävillä** tai vähentävillä aineilla sekä **vaurio-organismeille myrkyllisillä tai niiden kasvua estävillä kemikaaleilla**. Suojaustarpeet vaihtelevat. Pintakäsittelyaineissa tulee olla eliöitä vastaan tarkoitettuja tehoaineita sellaisissa rakennekohteissa, joissa materiaalit eivät säily riittävän kuivina (esim. pesutilojen pintamateriaalit, saumausaineet ja tiivisteet sekä säälle alttiiksi joutuvat ulkopinnat). Kohteissa, jotka altistuvat hyvin voimakkaalle kosteusrasitukselle (esim. maakosketuksessa olevat tai kosteutta siirtävään materiaaliin liittyvät osat, ulkorakenteet) tarvitaan jo voimakkaampaa suojausta (esim. painekyllästys, luontaisesti kestävä materiaali).

Käytännössä lähes kaikki materiaalit voivat toimia otollisissa oloissa homesienten ja mikrobien kasvualustana. Nykyisin pyritäänkin suojaamaan rakennusten kosteudelle alttiit osat kemiallisesti hometta tai lahoa vastaan. Tämä tapahtuu yleensä lisäämällä tuotteisiin mikrobien kasvua tai kehittymistä estäviä aineosia. Viime vuosina on pyritty kehittämään entistä käyttäjä- ja ympäristöystävällisempiä tuotteita.

Kemiaallinen suojaus on syytä ottaa huomioon etenkin sellaisissa rakenneosissa ja kohteissa, joissa kosteus- ja lämpöolot ovat riittävän pitkään tai toistuvasti otolliset eliöiden kehittymiselle. Kuivissa tiloissa ei suojausta tarvita. Toisaalta etenkin huonepölyn on osoitettu olevan erityisen hyvä alusta mikrobikasvulle. Tämä korostaa puhtauden ja siisteyden merkitystä homeongelmien ehkäisyssä. Useimmat kosteusvauriot ovat ”odottamattomia” ja kohdistuvat myös kuiviin tiloihin tarkoitettuihin materiaaleihin, joita ei ole mielekästä lähteä täysin ”homesuojaamaan”. Joissakin maissa olosuhteet ovat sisäpinoillakin hankalia, jolloin esim. tapettiliimaan lisätään mikrobien kasvua estäviä tehoaineita.

Kemiaallisessa suojauksessa voidaan erikseen tarkastella menetelmiä ja aineita sekä suojattavia kohteita.

2.2 Kyllästäminen

Puun painekyllästys on teollista puun suojausta, jossa tehoaineet tunkeutuvat läpi männyn pinta-puun. Teollisessa kyllästyksessä käytettävät aineet eivät ole vapaasti saatavissa vaan niiden käyttö on tarkasti rajattu. Yleisimmin käytössä olevat ns. vesiliukoiset kyllästeet sisältävät kupari-, kupari-kromi- tai kupari-kromi-arseeniyhdisteitä. Kreosoottiöljy on vanhin ns. öljyliukoinen kylläste. Teolliseen kyllästyksen tarkoitetuilla aineilla ei saa käsitellä rakennuksia. Kreosoottikäsiteltyä puuta ei saa käyttää rakennuksissa. Kyllästetty puutavara on luokiteltu käyttökohteen ja suojausasteen mukaan standardeissa SFS 3974 ja EN 351.

Viime vuosina ns. traditionaalisten suoja-aineiden ohella on kehitetty muita suoja-aineita, joita testataan ja tutkitaan paraikaa eri puolilla maailmaa. Esim. arseeni- ja kromivapaita valmisteita on ollut jo jonkin aikaa saatavilla. Yleisimpiä ns. vaihtoehtoisia suoja-aineita ovat erilaiset kupari- ja sinkkiyhdisteet, kvaternaariset ammoniumyhdisteet ja booriyhdisteet sekä näiden seokset. Lisäksi tutkitaan aktiivisesti ns. luontaisten homeen ja lahon estoon soveltuvien aineiden ja käsittelyjen, erilaisten modifiointikäsitelyjen sekä luontaisesti kestävien puulajien käyttöä ja ominaisuuksia. Käyttöolot ovat usein ratkaisevia valittaessa materiaaleja ja niiden tarvitsemia suojauskäsittelyjä. Kyllästetty puu on tarkoitettu käytettäväksi kohteisiin, jotka joutuvat pitkäaikaisesti alttiiksi säälle tai kosteudelle. Rakennuksessa sitä ei tule käyttää rakenteellisen suojauksen korvikkeena vaan sen täydentäjänä.

2.3 Pintakäsittely

Kyllästyksen ohella materiaaleja suojataan myös pinnansuojausaineilla. Pinnan sively puunsuoja-aineella eli ns. ”valttaus” ei ole varsinaista kyllästystä. Puuterva on ehkä vanhin tunnettu puunsuoja-aine. Se on lähinnä pintakäsittelyaine, jonka tehokkuus ei vastaa kreosoottiöljyä. Pintakäsittelyn tehokkuutta rajoittaa aineiden pieni pitoisuus ja tunkeutuvuus materiaaleihin. Pintakäsittelyaineissa tehoaineina ovat mm. orgaaniset tinayhdisteet, kvaternaariset ammoniumyhdisteet, diklofluonidi, ditiokarbamaatti, boori- ja kupariyhdisteet. Pentakloorifenolia ei nykyisin enää Suomessa käytetä. Ulkomaaleihin lisätään nykyisin lähes aina homeiden ja sienten kasvua estäviä aineita. Suoja-ainetyypit ovat osittain samoja kuin siveltävissä puunsuoja-aineissa, mutta niiden pitoisuudet ovat maaleissa yleensä pienemmät.

Tilapäiselle kosteudelle altistuvat rakennusmateriaalit voidaan käsitellä vettä hylkivillä aineilla, kuten parafiinilla, vahoilla, erilaisilla hartseilla tai pintakäsittelyaineilla. Niillä saavutetaan vain rajallinen suojausteho. Kosteiden tilojen saumausaineisiin lisätään myös homesieniä ja bakteereja vastaan

tarkoitettuja biosideja. Tämä ei kuitenkaan kokonaan poista mikrobin aiheuttamaa ongelmaa (esim. pintaan kertyy ajan mittaan likaa ym. homehtuvaa ainetta).

2.4 Desinfiointi

Desinfektio- ja jälkikäsittelyaineilla pyritään organismien kasvua estämään ja hidastamaan jo vaurioituneissa rakenteissa tai materiaaleissa, mikäli materiaaleja ei voida poistaa tai vaihtaa. Käsittelyissä voidaan käyttää pintakäsittelyaineita tai erityisesti jälkikäsittelyyn tarkoitettuja "kyllästepuikkoja" tai liuoksia. Useimmiten ne ovat kvaternaarisia ammoniumyhdisteitä, fluori- tai booriyhdisteitä tai erilaisia mikrobeja vastaan tarkoitettuja aineita. Suomessa ns. jälkikäsittelyä suoritetaan suhteellisesti vähemmän kuin esim. Englannissa, Tanskassa ja Keski-Euroopassa. Syynä ovat ilmasto ja totutut menettelytavat. Kemikaalien käyttöä on toisaalta pyritty myös vähentämään eikä kemikaalien vaikutusta kaikilta osin vielä tunneta. Desinfointiaineita voidaan pitää myös ns. jälkikäsittelyaineina. Kemiaallisia käsittelyjä voi tietyin varauksin tehdä lähes kuka tahansa, mutta onnistuakseen turvallisesti ja tehokkaasti käsittely vaatii ammattitaitoa. Nykyisin useimpien aineiden käyttö on rajattu ammattikäyttöön ja kemiaallisia käsittelyjä tekevät lähinnä alan ammattilaiset, esim. desinfektio- ja kuivausalan liikkeet.

3 HOMEEN JA LAHON KEMIAALLINEN SANEERAUS

3.1 Yleistä

Homeen ja lahon saneeraukseen liittyy aina tekniset korjaukset, materiaalien poisto sekä puhdistus. Kemiaallisen saneerauksen tarve arvioidaan kussakin kohteessa ja materiaaliyhdistelmässä erikseen. Markkinoilla on kymmeniä valmisteita ja tuotteita tekniseen homesuojaukseen. Monet niistä on tarkoitettu alan ammattilaisten käyttöön. Aineiden toimittajilta ja niiden ammattimaisilta käyttäjiltä on saatavissa tietoa niiden toksisuudesta ja tehosta eri mikrobeihin ja eliöihin. On kuitenkin osoittautunut, ettei ilmoitettu teho välttämättä takaa kaikissa oloissa toivottua tulosta.

3.2 Käyttötarve

Kemikaalien käyttömahdollisuudet tulee kussakin kohteessa erikseen arvioida ja sen jälkeen suunnitella käsittelyn tapa, aine ja laajuus. Useimmat käsittelyt ovat vaikutusajaltaan lyhytaikaisia, jolloin niillä pyritään rajaamaan vaurion tilapäinen leviäminen. On erityisesti huomioitava, että **kemiaallinen saneeraus ei ole rakenteellisen korjauksen korvike vaan sen täydentäjä**. Perustiedot kemikaalien tai aineiden toksisista ominaisuuksista ja ympäristövaikutuksista ilmenevät **käyttöturvallisuustiedoista** ja valmistajan antamista tiedoista. Näistä saa tietoa myös tarvittavista suojaustoimenpiteistä, suojavaatetuksesta, hengityssuojaimista, toimenpiteistä mahdollisen vahingon sattuessa, ensiaputoimista sekä aineen hävittämisestä.

Lisättäessä kemikaaleja rakennusmateriaaleihin on varmistuttava **materiaalin ja kemikaalin yhteensopivuudesta**. Sementtipitoisiin kuivatuotteisiin tai valmiisiin rakenteisiin ei voi käyttää happamia aineita tai sellaisia, jotka reagoivat alkaalisissa oloissa tai kalsiumionien kanssa. Useimmiten nämä reaktiot tapahtuvat vain materiaalien pinnassa. Haitallinen reaktio voi johtaa tehoaineen inaktivoitumiseen tai vaikuttaa itse rakenteen kestävyys- ja pinnoitettavuuteen (maalauksen tapettien liimaus). Myös mahdolliset syövyttävät tai korroosioreaktiot täytyy ottaa huomioon. Esim. eräät metallit tai muovit voivat vioittua (voimakkaat hapettimet kuten peroksidit ja otsoni). Jotkut kemikaalit (esim. booriyhdisteet) lisäävät materiaalien tasapainokosteutta, mikä saattaa lisätä korroosiohaittaa.

3.3 Desinfiointin toimivuusperiaatteet ja käyttökohteet

Desinfiointiaineilla pyritään inaktivoimaan tai hävittämään ongelman aiheuttanut tai aiheuttaneet mikrobit tai eliöt. Kemikaalit voivat vaikuttaa suoraan homeiden kasvuun nopeasti, antaa pitkäaikaisemman suojan tai ne muuttavat materiaalien ominaisuuksia niin, että olot mikrobin kasvulle muuttuvat epäedullisiksi. Aineet, jotka muuttavat materiaalien ominaisuuksia, eivät ole biosideja.

Nopeatehoisia aineita ovat mm hypokloriittipitoiset pesuaineet, vetyperoksidit, alkoholit ja vahvat emäkset. Niiden teho tunnetaan hyvin, mutta ne hajoavat tai menettävät muuten tehonsa suhteellisen nopeasti, jolloin mikrobeille otollisissa oloissa uusi kasvu käynnistyy jo muutamassa päivässä. Nämä aineet ovatkin luonteeltaan lähinnä peseviä ja tilapäisesti desinfioivia. Pesua rajoittavat materiaalien ja rakenteiden kostuminen. Pesuaineet eivät ole tarkoitettu homeen ja lahon torjuntaan, vaan ensisijassa pinnan puhdistukseen (taulukko 1).

Kvaternaariset ammoniumyhdisteet, booriyhdisteet ja karbamaatit säilyttävät tehonsa pesuaineita kauemmin, mutta niillekin on tyypillistä suoja-aineen liukeneminen pitkäaikaisessa kosteusrasituksessa. Booria sisältäviä aineita on jo pitkään käytetty lahon torjunnassa. Boorin käytön kannalta on huomioitava, että boori tunkeutuu paremmin märkään tai kosteaan materiaaliin kuin kuivaan materiaaliin. Booripitoiset jälkikäsittelyaineet sisältävät mm. booraksia, boorihappoa ja lisäaineita (mm. kvaternaarisia ammoniumyhdisteitä ja glykolia).

Pitkäaikainen homesuoja voidaan saada aikaan materiaaleihin kiinnittyvillä ja veteen yleensä niukkaliukoisilla kemikaaleilla. Tämä onnistuu yleensä parhaiten etukäteen tehdyillä käsittelyillä (esim puun painekyllästys). Suojaus voidaan tehdä myös kaksivaiheisesti niin, että tehoaine kiinnitetään materiaaliin esim. kosteuden imeytymistä estävillä aineilla. Esim. silaaneilla ja siloksaaneilla voidaan epäorgaanisia materiaaleja, kuten betonia ja tiiliä muuttaa vettä hylkiviksi. Niitä voidaan jossain määrin käyttää myös pintakäsittelyyn. Pintakäsittelyn tehokkuus riippuu mm. käsiteltävästä kohteesta, siihen kohdistuvista rasituksista, suoja-aineesta ja sen käyttömäärästä.

Rakennuksen ulkopuolisia, ulkona olevia tai ulostuulettavia rakenteita voidaan käsitellä tarkoitukseen hyväksytyillä puunsuoja-aineilla. Sisätiloissa puurakenteiden käsittelyssä ei näitä aineita voida yleensä käyttää, vaan sisätiloissa on otettava huomioon ennen kaikkea asukkaiden turvallisuus. Näiltä osin on huomioitava sisätiloja käsittelevät määräykset ja ohjeet. Saunassa ei voida käyttää helposti haihtuvia aineita. Toisaalta käsittelytarve rajoittuu alempiin osiin, joissa lämpötilat ovat alemmat.

3.4 Homeen aiheuttamien hajuhaittojen saneeraus

3.4.1 Kuivaus

Korjauksessa pyritään rakennus saamaan uudelleen käyttökuntoon, jolloin korjausvaiheen toimenpiteissä tulisi ottaa huomioon käyttöolot ja käyttäjät sekä korjauksen aikana että sen jälkeen. Kemikaalien käyttömahdollisuudet rakennusten käsittelyssä ovat rajalliset. Usein huolellisella puhdistuksella, säännöllisellä siivouksella, huoltotoimenpiteillä ja rakenteiden kunnan tarkastuksilla voidaan mahdolliset kehittymässä olevat ongelmat havaita ajoissa ja välttää vaurioiden kehittyminen. Mikäli vaurio on jo tapahtunut, vaurion syntymistä ja leviämistä rajoitetaan kuivaamalla rakenteet. Kuivaus on suunniteltava huolellisesti käyttämällä asianmukaisia laitteita. Kuivauksen tehoa ja

onnistumista voidaan seurata tarkoitukseen sopivilla mittareilla (RH ja lämpötila, materiaalien kosteus sekä pinnasta että sisäosasta). Kun materiaalit kuivataan huolellisesti ajoissa, voidaan home- ja laho-ongelmilta tai niiden laajenemiselta välttyä (kuvat 1 ja 2).

Kuivauksen yhteydessä on huolehdittava tilojen osastoinnista ja suodatuksesta niin, että mahdollisest kuivauksessa syntyvät partikkelit eivät pääse leviämään muualle rakennukseen. Joka tapauksessa rakenteet joudutaan yleensä kuivauksen jälkeen puhdistamaan, koska korjauksessa ja ilmavirtausten mukana saattaa homehtuneista pinnoista irrota homesienten itiöitä ja partikkeleita. Toisaalta myös ulkoilmassa on syksyisin huomattavan korkea homesieni-itiöpitoisuus niin, että allergiset ihmiset saattavat saada altistumisoireita.

3.4.2 Kemikaalit

Homeen hajun poistaminen rakennuksissa on osoittautunut vaikeaksi. Homeen hajun poistossa aiemmin käytettyä otsonointia ei enää käytetä. Sen sijaan markkinoille on tullut peroksidipohjaisia tuotteita. Niiden teho perustuu vetyperoksidin hajotessa syntyvään happeen, jolla hajuaineet pyritään muuttamaan hajuttomampaan muotoon ja passivoimaan elävät itiöt. Se ei poista partikkeleita, joiden poisto vaatii tehokkaan ja hienojakoisen pölyn suodattavan imuroinnin tai muun erikoiskäsittelyn. Peroksidimenetelmässä tulee varmistaa sen soveltuvuus kussakin käyttökohteessa.

Kemiallisen saneerauksen eräänä ongelmana on kemikaalien yhteisvaikutus: hajut muodostuvat hyvin monista erilaisista kemikaaleista. Useimmat rakennusmateriaalit emittoivat ("haisevat") kosteina huomattavasti voimakkaammin kuin kuivina. Hajun syinä ovat aineet, joita on materiaaleissa itsessään (esim. puun uuteaineet, eristeiden hartsit, liima-aineet, mahdolliset pintakäsittelyt, kyllästeet sekä erilaiset rakennusmateriaalien lisäaineet) tai joita syntyy kosteuden vaikutuksesta. Home- ja lahottajasisienet sekä bakteerit tuottavat lisäksi erilaisia haisevia aineita (esim. geosmiini, erilaisia alkoholeja, pyridiinia ja kloranisolia). Tähän kokoelmaan voivat desinfiointiaineet tuoda oman lisänsä.

Käytännössä eri tekijöiden yhteisvaikutukset hajun muodostukseen ovat hyvin mutkikkaat, ja desinfiointiaineiden käytössä voi tulla esiin yllättäviä yhteisvaikutuksia. Pahimmissa vauriotapauksissa varmin toimenpide on vaihtaa materiaalit, mutta toisaalta rakenteiden ja materiaalien kuivaaminen vähentää hajun muodostumista.

Myös **rakenteiden tiivistämistä** tai ns. **kapselointia** voidaan käyttää. Tällöin mikrobit eristetään sisäilmasta tiivistämällä a.o. kohde niin, että partikkelit tai hajut eivät pääse sisäilmaan. Tiivistämisessä voidaan käyttää joko riittävän tiivistä pinnoitetta tai rakennekerrosta. Tällöin on varmistettava, että a.o. kohde ei pääse uudelleen kostumaan. On myös otettava huomioon, että kapselointi ei yksinään riitä, vaan apuna on käytettävä myös ilmanvaihtoa ja rakenteiden normaalia rakennusteknistä toimivuutta (sisäpinnan on oltava ulkopintaa tiiviimpi). Lisäksi on varottava hallitsemattomia ilmapuotoja. Ilmanvaihtolaitteiden toimivuus on tällöin ensisijaisen tärkeää. Mahdolliset ilmanvaihtolaitteiden puhdistukset ja kemialliset käsittelyt ovat alan ammatti-ihmisten työtä.

Rakenteiden tai vaurioiden korjauksessa ilmaan pääsee normaalia suurempia pöly-, partikkeli- ja hajumääriä, jolloin rakenteet on eristettävä huolellisesti. Tällöin voidaan käyttää myös paikallisia ilmansuodatus- ja ilmanvaihtolaitteita. Kemiallinen saneeraus on näissä tapauksissa vaurioiden leviämisen estämistä tai kuivauksen tehon varmistamista (esim. boorikäsittelyt voidaan tehdä myös määrälle materiaalille). Kuivauksen jälkeisellä puhdistuksella ja saneerauksella pyritään poistamaan kuivauksessa syntyneet haitat (pölyn poisto, pintojen ja kalusteiden puhdistus). Toistaiseksi

tarkoitukseen sopivia järjestelmiä on hyvin rajoitetusti käytettävissä ja vaikeissa tapauksissa esim. voimakkaan homeenhajun poisto on erittäin vaikea toteuttaa niin, että tulos on tyydyttävä.

Kosteus-, home- ja lahovaurioiden yhteydessä esiintyvät terveyshaitat ovat tulleet entistä voimakkaammin esille. Tällaisissa tapauksissa kemikaalien käyttöön on suhtauduttava varauksellisesti, jotta kemikaaleista ei synny uutta terveyshaittaa tai uhkaa rakennusten käyttäjille. Esim. booripöly on haitallista, jolloin booria sisältäviä tuotteita käytettäessä tulee huolehtia siitä, että booria ei pääse kulkeutumaan käsittelyn jälkeen sisäilmaan rakenteiden kuivuttua. Tässäkin yhteydessä voidaan apuna käyttää ns. kapselointimenetelmää.

Kirjallisuutta

Kalso, S., Vahnen, R., Puhakka, E. & Viitanen, H. Kosteusvauriot. Teoksessa: Sisäilmastietokeskus (toim.) Terveellinen sisäilma. Helsinki 1996. Suomen Sisäilmaston Mittauspalvelu Oy. pp 67 - 94.

Luotonen, P. & Viitanen, H. Rakennusten mikrobi- ja hyönteisongelmat. Vantaa 1995, Tikkurila Oy. 49 p.

Luettelo sallituista suojauskemikaaleista. Suomen ympäristökeskus. Helsinki, 1996.

Paajanen, L. Ritschkoff, A. ja Viitanen, H. Lämmöneristeiden merkitys rakennusten biologisissa vaurioissa. VTT Julkaisuja 791. Espoo 1994. 64 s. + liitt. 8 s.

Saarimaa, J., Rautiainen, L. & Viitanen, H. Rakenteiden kosteustekninen suunnittelu, kosteusvauriot ja niiden estäminen. Sisäilmastoseminaari 20.3.1996. Espoo, 1996. Sisäilmastoyhdistys Ry.

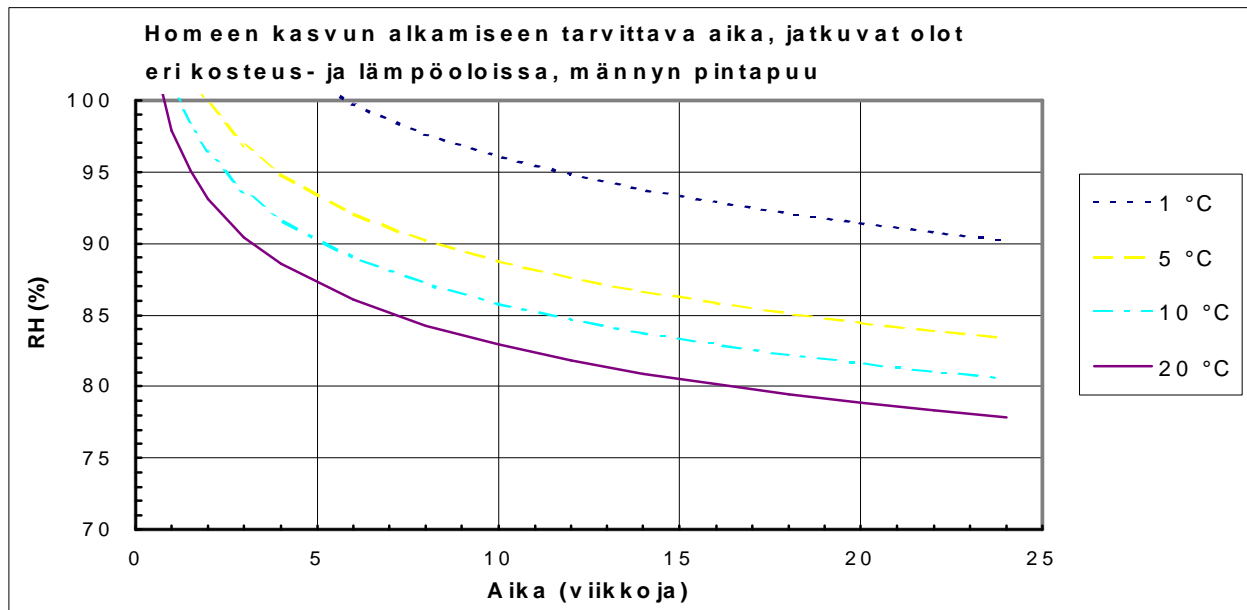
Flannigan, B ja Morey, P.R. Rakennusten kosteus- ja homevaurioiden torjunta. Sisäilmastoyhdistys r.y. Raportti 7. 80 s.

Viitanen, H. 1996. Kemiaallinen saneeraus rakennusten home- ja laho-ongelmien korjauksessa. Esitelmä. Rakenteiden homevauriot - syyt, ehkäisy ja korjaaminen. Helsinki, 17.-18.9.1996 Suomen Rakennusinsinöörien Liitto RIL ja Rakennusmestarien Keskusliitto RKL. 17 s.

Viitanen, H. 1999. Kosteus- ja homevaurioiden korjaaminen. Rakennustekniikka 55 (1) 35-39

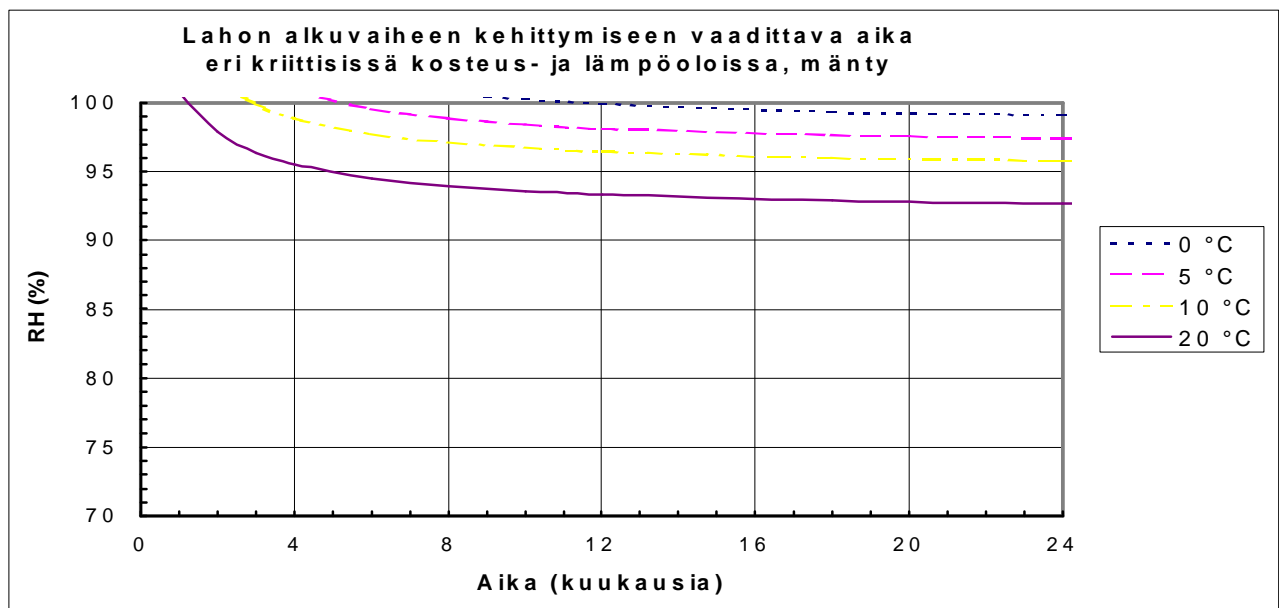
Viljanen et al. 1997. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Ympäristöministeriö. Ympäristöopas nro 28. 143 s.

Tikkanen et al. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. Ympäristöministeriö. Ympäristöopas nro 29. 79 s.



Kuva 1. Homeen kasvun alkamiseen johtavat kriittiset kosteus- ja lämpöolot sekä niiden vaikutusaika pitkään vakiona olevissa oloissa männyn pintapuussa. Käytännössä olosuhteet vaihtelevat enemmän tai vähemmän, jolloin tarvittava vaikutusaika voi olla huomattavasti pidempi. Hometta ei ole havaittu kehittyvän alle RH 80 % vastaavissa oloissa.

(Viitanen 1997a)



Kuva 2. Lahon ensivaiheen alkamiseen johtavat kriittiset kosteus- ja lämpöolot sekä niiden vaikutusaika pitkään vakiona olevissa oloissa männyn pintapuussa. Käytännössä olosuhteet vaihtelevat enemmän tai vähemmän, jolloin tarvittava vaikutusaika voi olla huomattavasti pidempi. Lahoja ei ole havaittu kehittyvän olosuhteissa, jotka vastaavat alle RH 90 % kosteusoloja missään lämpötilassa. Myös hankalimmat homeongelmat syntyvät, kun kosteusolot ovat pitkään yli RH 95 %. Lyhytaikaiset korkeatkaan kosteusolot eivät muodosta uhkaa, jos materiaalit pääsevät välillä riittävästi kuivumaan. Laho kehittyy yleensä vasta silloin, kun materiaalit ovat märkiä, puun kosteus yli 25 - 30 % (kosteus laskettu puun kuivapainosta). Silloin ollaan selvästi ylitetty RH 100 % raja.

Taulukko 1. Eräitä tyypillisiä homeenpesu ja homeenestotuotteiden tehoaineita

Kemikaali	Käyttötarkoitus		
	Pesu	Home	Laho
Etanoli (viina)	+	+	-
Natriumhypokloriitti	+	+	-
Vetyperoksidi ja peroksidit	+	+	-
Tensidit	+	+/-	-
Kvaternaariset ammoniumyhdisteet	-	+	+
Booriyhdisteet	-	+/-	+
Polysiloksaanit (veden imeytymistä estävä)	-	+	+/-
Etyylisilikaatti (veden imeytymistä estävä)	-	+	+/-
Siveltävät puunsuoja-aineet (eri tehoaineita)	-	+	+