

# SISÄILMAONGELMIEN HALLINTA JA HAJUNPOISTO

Topi Huusko

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2010

Rakennustekniikka  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) <b>HUUSKO, Topi</b>	Julkaisun laji <b>Opinnäytetyö</b>	Päivämäärä <b>17.05.2010</b>
	Sivumäärä <b>76</b>	Julkaisun kieli <b>suomi</b>
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi <b>SISÄILMAONGELMIEN HALLINTA JA HAJUNPOISTO</b>		
Koulutusohjelma <b>Rakennustekniikan koulutusohjelma</b>		
Työn ohjaaja(t) <b>PITKÄNEN, Reijo</b>		
Toimeksiantaja(t) <b>Keski-Suomen Kuivaustekniikka Oy VIRTANEN, Tommi, toimitusjohtaja</b>		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tilaajana toimi Keski-Suomen Kuivaustekniikka Oy. Opinnäytetyöni käsittelee rakennusten sisäilmaongelmia. Keski-Suomen Kuivaustekniikka on päivittäin tekemisissä kosteusvauriokohteiden kanssa, ja siksi se halusi lisätä työntekijöiden ammattitaitoa sisäilmaongelmiin liittyen. Sisäilmaongelmat vaativat ammattitaitoista työvoimaa, jotta pystyy ratkaisemaan ongelmat kustannustehokkaasti ja oikeaoppisesti.</p> <p>Työssäni olen käsitellyt rakennusten sisäilman epäpuhtauksia ja niiden syntyyn vaikuttavia tekijöitä. Osa rakennusten sisäilmaongelmista on kosteusvaurioihin liittyviä mikrobiongelmia. Osa ongelmista taas johtuu rakennusmateriaalien päästöistä ja ihmisen toiminnasta. Työhöni olen ottanut laajan teoria osuuden sisäilmaongelmista ja niiden syntyyn vaikuttavista tekijöistä. Työssä on myös osiot hajunpoistosta ja mikrobikasvustojen desinfioinnista.</p> <p>Esimerkki kohteena työssä on käytetty vanhaa hirsirunkoista kesäasuntoa. Asunto on kärsinyt ajan myötä monenlaisista kosteusongelmista. Rakennuksen sisäilma aiheutti hengenahdistusta ja äänen häviämistä ennen korjaustoimenpiteitä. Korjaustoimenpiteet olivat aika suuria, mutta korjaustoimenpiteiden jälkeen asunto oli kunnossa eikä sen sisäilma aiheuttanut ongelmia.</p>		
Avainsanat (asiasanat) <b>Mikrobivaurio, desinfiointi, hajunpoisto, sisäilmaongelma</b>		
Muut tiedot		



Author(s) <b>HUUSKO, Topi</b>	Type of publication <b>Bachelor's Thesis</b>	Date <b>17.05.2010</b>
	Pages <b>76</b>	Language <b>Finnish</b>
	Confidential <input type="checkbox"/> Until	Permission for web publication <input checked="" type="checkbox"/>
Title <b>Indoor air problems control and odor removal</b>		
Degree Programme <b>Civil Engineering</b>		
Tutor(s) <b>PITKÄNEN, Reijo</b>		
Assigned by <b>Keski-Suomen Kuivaustekniikka Oy VIRTANEN, Tommi, Managing Director</b>		
Abstract <p>The thesis was commissioned in Keski-Suomen Kuivaustekniikka Oy and it deals with indoor air problems in buildings. Keski-Suomen Kuivaustekniikka has daily contact with moisture damage sites, and because it wanted to increase the skills of workers and related indoor air problems. Indoor air problems require a skilled workforce in order to be able to solve problems cost effectively and correctly.</p> <p>In this thesis I dealt with indoor air pollution in buildings and the factors causing it. Some of the indoor air problems in buildings are caused by microbes related to moisture damage and some of the problems are due to emissions from construction and human activities. In this thesis indoor air problems and the factors influencing their emergence were studied extensively in the theory part. The thesis has also parts that deal with the removal of odor and disinfection of microbe flora.</p> <p>As an example in the thesis an old summer house with a timber frame was used. The summer house had suffered from a wide variety of moisture problems over time. The indoor air in the buildings caused shortness of breath and loss of voice before corrective measure. Corrective measures were pretty were pretty extensive but afterwards the apartment was in order and there were no noticed indoor air problems left.</p>		
Keywords <b>microbial damage, disinfection, odor removal, indoor air problem</b>		
Miscellaneous		

## SISÄLTÖ

1	OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT .....	8
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet .....	8
1.2	Keski-Suomen Kuivaustekniikka Oy .....	9
2	ASUNTOJEN JA MUIDEN OLESKELUTILOJEN TERVEYDELLISET VAATIMUKSET .....	10
2.1	Sisäilma ja terveys .....	10
2.2	Hyvän sisäilman vaatimukset .....	11
3	TERVEYDELLE HAITALLISET SISÄILMAN EPÄPUHTAUDET .....	13
3.1	Mikrobit.....	13
3.2	Orgaaniset epäpuhtaudet.....	18
3.3	Kemialliset epäpuhtaudet .....	20
4	HUONOSTA SISÄILMASTA JOHTUVAT OIREET .....	23
5	KOSTEUS- JA HOMEVAURIOTA RAKENNUKSESSA .....	24
5.1	Kosteusvaurion merkkejä .....	24
5.2	Rakennusten kosteuslähteet .....	25
5.2.1	Rakennusten ulkopuoliset kosteuslähteet .....	26
5.2.2	Rakennusten sisäpuoliset kosteuslähteet .....	28
6	MIKROBIEN JA KEMIALLISTEN EPÄPUHTAUKSIEN AIHEUTTAMIEN TERVEYSHAITTOJEN POISTAMINEN.....	30
6.1	Kemiallisten epäpuhtauksien poistaminen.....	30
6.2	Mikrobien aiheuttaman terveyshaitan poistaminen.....	31
7	HAJUN TEORIAA JA HAJUN AISTIMINEN .....	32

8	HAJUN HALLINTA RAKENNUKSISSA .....	33
9	HAJUNPOISTO .....	35
9.1	Lämmön käyttö hajunpoistossa .....	35
9.2	Hajunpoisto hapettamalla .....	36
9.2.1	Kemiallinen hapettaminen .....	36
9.2.2	Otsonointi .....	37
9.3	Hajunpoisto kapseloimalla .....	37
9.4	Hajunpoisto naamioimalla .....	38
9.5	Hajunpoisto hajunmuokkauskemikaaleilla .....	38
9.6	Mikrobiologinen hajunpoisto .....	40
10	HAJUNPOISTOSSA KÄYTETTÄVIEN KEMIALLISTEN AINEIDEN LEVITYSMENETELMÄT .....	41
10.1	Märkä hajunpoisto- ja desinfektiomenetelmä .....	42
10.2	Kuivahajunpoisto- ja desinfektiomenetelmä .....	43
11	DESINFIOINNISSA JA HAJUNPOISTOSSA KÄYTETTÄVÄT LAITTEET JA AINEET .....	44
11.1	Kuivasavutuslaite .....	44
11.2	Märkäsumutuslaitteet .....	45
11.3	Desinfointiaineiden esittely .....	46
12	SISÄILMAONGELMAINEN KESÄASUNTO .....	46
12.1	Kohde-esittely .....	46
12.2	Kohteen ongelmat .....	47
12.3	Rakennuksessa tehtävät toimenpiteet .....	52

12.4 Rakennuksen desinfiointi.....	55
13 LOPPUPÄÄTELMÄT .....	56
LÄHTEET.....	58
LIITTEET.....	60
Liite 1. Kesäasunnon tutkimus selvitys .....	60
Liite 2. Hajunpoisto taulukko, Alron Chemical Co AB .....	70
Liite 3. Hajunpoisto taulukko, Beretta Palvelut Oy .....	73
KUVIOT	
KUVIO 1. Rakennusten kosteudenlähteet .....	25
KUVIO 2. Ihmisen hajuaisti .....	32
KUVIO 3. Sisäilmaongelman ratkaisumalli .....	34
KUVIO 4. Hajunmuokkauksen periaate.....	39
KUVIO 5. Kuivasavutus.....	43
KUVIO 6. Microjet-märkäsumentuslaite.....	45
KUVIO 7. Pumpupullo.....	45
KUVIO 8. Pihan kallistukset viettävät taloon päin .....	48
KUVIO 9. Makuuhuoneen lattia, joka oli kastunut ulkopuolisista vesistä ...	49
KUVIO 10. Tuuletusaukko oli tukittu selluvillalla .....	49
KUVIO 11. Piipunjuuresta on vuotanut vettä vaurioittaen hirsiväliseinää...50	
KUVIO 12. Paisunta-astia ja vuotanut liitos.....	51
KUVIO 13. Kosteuden aiheuttamia jälkiä välipohjassa.....	51
KUVIO 14 Pinkopahvin takaan oli hajuhaitta, jossa on mahdollisesti rotan virtsaa.....	52

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Lämpötilojen ohjeellisia arvoja.....	12
TAULUKKO 2. Rakennusosien homehtumisriski suhteellisen kosteuden mukaan.....	16
TAULUKKO 3. Homesienten kasvuun tarvittavat lämpötila- ja kosteusolosuhteet.....	17
TAULUKKO 4. Sisätilan kosteuslähteet.....	28

# 1 OPINNÄYTETYÖN LÄHTÖKOHDAT

## 1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Sisäilma ja siinä esiintyvät ongelmat ovat yhä enemmän ja enemmän pinnalla yhteiskunnassamme. Media kertoo lähes päivittäin rakennusten sisäilmaongelmista ja vaaroista. Uutiset päiväkotien saneerauksista ja parakkikouluista ovat tavallisia lähes kaikkialla Suomessa.

Jokainen meistä haluaa lapsilleen ja itselleen turvallisen ja viihtyisän ympäristön asua ja elää. Tutkimusten mukaan ihminen hengittää ilmaa vähintään 15 000 litraa vuorokaudessa ja on 90 % ajastaan jonkinlaisissa sisätiloissa. Nämä luvut osoittavat, että jos sisäilman laatu on huono tai edes heikokatasoisen, niin ihminen kärsii jonkinlaisesta sisäilmaongelmasta.

Suomen rakennuskanta on iältään siinä vaiheessa, että rakennukset alkavat tarvita erilaisia kunnostus- ja korjaustoimenpiteitä. Saneerausten yhteydessä törmätään usein asukkailta piilossa oleviin mikrobivaurioihin, jotka ovat olleet asukkailta näkymättömissä rakenteiden sisällä. Erilaisten mikrobivaurioiden oikeaoppinen korjaaminen vaatii lähes poikkeuksetta ammattilaisen neuvoja ja tietotaitoa. Rakenteiden desinfiointimenetelmät ja -aineet ovat kehittyneet ja kehittyvät koko ajan. Täten jatkuva kouluttautuminen ja desinfiointiaineiden oikeaoppinen käyttö takaavat parhaan lopputuloksen mikrobivaurioituneiden rakennusten korjaamisessa.

Opinnäytetyössäni tutkin erilaisten sisäilmaongelmien syntyä ja niiden korjaustoimenpiteitä desinfioimalla. Suurin osa sisäilmaongelmista johtuu, joko kosteusvaurioista tai muuten puutteellisista tai väärin tehdyistä rakenteista. Työssäni olen tutkinut kosteusvaurioiden syntyyn vaikuttavia tekijöitä ja tutkinut sisäilman orgaanisia ja kemiallisia epäpuhtauksia.



On tärkeää tiedostaa, että desinfiointi auttaa vain hajujen ja mikrobin poistamisessa. Jos rakennuksessa on kosteusvaurio, tulee rakenteita purkaa ja kuivattaa kunkin vahingon laajuuden mukaisesti. Sisäilmaongelma voi aiheutua myös rikkoutuneista rakenteista tai rakennusvirheistä. Tällöin on otettava huomioon, että virheet on korjattava ennen desinfiointia. Desinfiointi ja hajunpoisto auttavat vain poistamaan hajuja ja mikrobeja, eivätkä ne korjaa rakenteita.

Opinnäytetyön tavoitteena oli oppia desinfiointin ja hajunpoiston menetelmistä, jotta toimeksiantaja Keski-Suomen kuivaustekniikka Oy voi hyödyntää niitä käytännön työssä. Yritys on tehnyt jo kauan sisäilmaongelmiin liittyviä hajunpoistokäsittelyjä. Ala kuitenkin kehittyy koko ajan, joten opinnäytetyössä tuli tutustua uusiin kemikaaleihin ja yleensäkin uusiin ja kehittyneempiin hajunpoistomenetelmiin.

Opinnäytetyön pohjaksi on otettu esimerkki käytännön elämästä. Kohde soveltuu hyvin yhdeksi esimerkiksi, miten monimuotoinen ja haastava sisäilmaongelma voi olla. Kohteessa on tavanomaista tapausta enemmän vikoja ja puutteita. Kohteen ongelmia on käsitelty työn lopussa ja tutkimusselvityksessä liitteessä 1.

## **1.2 Keski-Suomen Kuivaustekniikka Oy**

Opinnäytetyöni toimeksiantaja oli Keski-Suomen Kuivaustekniikka Oy. Yritys on osa valtakunnallista RKM-Kuivaustekniikka nimistä ketjua. Yritys perustettiin 2007 ja nimi oli aluksi Suomala Kuivaustekniikka Oy. Nimi muutettiin 2010, koska omistajat halusivat yrityksen olevan selkeämpi ja yhtenäisempi osa valtakunnallista RKM-kuivaustekniikka ketjua. Osan Keski-Suomen Kuivaustekniikasta omistaa MSA Invest Oy ja osan RKM-Kuivaustekniikka Oy.

KS-Kuivaustekniikka Oy vahinkoalan yritys. Yritys on erikoistunut vesivahinkojen kartoitus-, kuivaus- ja korjausurakointiin. Yritys toimii tällä hetkellä Keski-Suomessa, mutta yrityksen tavoite on olla koko väli-Suomen merkittä-

vä vahinkoalan yritys tulevaisuudessa. Kattavan yhteistyöverkon avulla yritys pystyy tarjoamaan palvelujaan lähes koko Suomen alueelle. Yritys työskentelee yhteistyössä kaikkien vakuutusyhtiöiden kanssa.

Vesivahinkoihin liittyy lähes poikkeuksetta jonkinlainen mikrobivaurio, jonka tutkimiseen ja desinfiointiin Keski-Suomen Kuivaustekniikalla on tasokkaat laitteet ja menetelmät. Yritys työllistää tällä hetkellä viisi ammattitaitoista työntekijää, joilla on omat vahvat osaamisalueensa vahinkosaneerauksen alalta. (Keski-Suomen Kuivaustekniikka Oy 2010.)

## **2 ASUNTOJEN JA MUIDEN OLESKELUTILOJEN TERVEYDELLISET VAATIMUKSET.**

### **2.1 Sisäilma ja terveys**

Terveysuojelulain (763/ 94) 26 §:n mukaan asunnon ja muiden sisätilojen sisäilman tulee olla puhdasta. Lämpötila, kosteus, melu, ilmanvaihto, valo, säteily, mikrobit ja muut vastaavat tekijät eivät saa aiheuttaa terveyshaittaa asunnossa asuville tai sitä käyttäville. Ilma on puhdasta, jos sisäilma ei sisällä kemiallisia epäpuhtauksia, hiukkasia eikä kuituja. Sosiaali- ja terveysministeriö on antanut terveydensuojelulain 32 §:n nojalla edellä mainituista tekijöistä terveydellisiin perusteisiin tarkempia ohjeita ja määräyksiä. Asuntojen terveydellisiä oloja koskeva Asumisterveysohje on julkaistu 2002 vuoden lopussa ja se on tullut voimaan 1.5.2003. Asuntojen ja sekä muiden oleskelutilojen terveydellisten olojen valvonta kuuluu kunnan terveydensuojeluviranomaisten tehtäviin. (Asumisterveysopas 2005, 9.)

Sisäilmasto- ja sisäilma-käsitteitä käytetään usein samaa tarkoittavina. Käytännössä niillä on paljonkin eroa. Rakennuksessa hengittämämme ilma on sisäilmaa. Sisäilmasto muodostuu rakennuksen sisälle sisäilmasta ja siihen vaikuttavista ympäristön fysikaalisista tekijöistä, kuten ilmanvirtauksesta, lämpötilasta, kosteudesta, valaistuksesta sekä äänestä. (Puhakka ym. 1996,15.)

Sisäilman laatu on todella tärkeä asia. Ihminen viettää tutkimuksien mukaan Pohjois-Euroopassa ja Pohjois-Amerikassa jopa 90 % ajastaan erilaisissa sisätiloissa. Ihmisen käyttämä ilmamäärä hengittämiseen vuorokaudessa on vähintään 15 000 litraa. (Mt. 15.)

Sisäilma on tarkemmin ajateltuna laadultaan heikentynyttä ulkoilmaa. Rakennusten sisäilman laatua heikentävät ihmisen toiminta, sekä rakennuksesta itsestään ja sen ulkopuolelta tulevat epäpuhtaudet. Rakennuksessa olevat ihmiset saattavat reagoida terveysoirein ja tuntee olonsa epämuksuiseksi, jos jokin epäpuhtauden osuus kasvaa liikaa rakennuksen sisäilmassa. Sisäilmassa olevien epäpuhtauksien ja huonon sisäilman tiedetään aiheuttavan erilaisia oireita ja jopa parantumattomia sairauksia. Sairauksien hoidosta sekä työstä poissaoloista ja työtehonlaskemisesta aiheutuu mittavia kustannuksia yrityksille ja valtiolle. Huono sisäilma on täten sekä kansantaloudellinen ja kansanterveydellinen ongelma. (Mt.15.)

## **2.2 Hyvän sisäilman vaatimukset**

Asuntojen ja muiden oleskelutilojen terveellisyyteen vaikuttavat kemiallisten ja mikrobiologisten epäpuhtauksien lisäksi fysikaaliset olot. Fysikaalisia tekijöitä on muun muassa lämpötila, kosteus, melu, ilmanvaihto, säteily ja valaistus. (Asumisterveys opas, 24–27.)

## Lämpötila

Asuntojen ja oleskelutilojen sisälämpötiloista on ohjeita ja määräyksiä Suomen rakentamismääräyskokoelmassa D2. Ihmisen tuntemaan lämpöaistimukseen vaikuttaa huoneilman lämpötila, lämpösäteily, ilmanvirtaus, kosteus sekä ihmisen vaatetus ja toiminnan laatu. Taulukossa 1 on esitetty lämpötilojen ohjeellisia arvoja asuinrakennuksissa. (Mts. 24–7)

TAULUKKO 1. Lämpötilojen ohjeellisia arvoja (Mts. 27.)

Asunto ja muu oleskelutila	Välttävä taso	Hyvä taso
Huoneilman lämpötila °C	18	21
Operatiivinen lämpötila °C	18	20
Seinän lämpötila °C	16	18
Lattian lämpötila °C	18	20
Pistemäinen pintalämpötila °C	11	12

Sisäilman lämpötila vaikuttaa suoraan myös epäpuhtauksien määrään. Korkeassa lämpötilassa rakennusmateriaalit päästävät sisäilmaan enemmän kemiallisia epäpuhtauksia kuin viileässä. Korkea lämpötila vaikuttaa myös ihmisen kykyyn tehdä töitä ja ylipäänsä vireystasoon. Korkeassa lämpötilassa ihminen laiskistuu ja sitä kautta työtehokkuus laskee huomattavasti verrattuna normaaliin lämpötilaan. (Mts. 27.)

## Kosteus

Asunnon sisäilman suhteellisen kosteuden tulisi olla 20–60 %, joskaan sen saavuttaminen ei ole läheskään aina mahdollista ilmastollisista syistä johtuen. Tästä ohjearvosta poikkeamista ei voida pitää kuitenkaan terveystahtana, jos muut asumisen terveydelliset edellytykset täyttyvät.

Sisäilman kosteus vaikuttaa moneen asiaan rakennuksessa ja siellä olevien ihmisten viihtyvyyteen. Sisäilman liiallinen kosteus vaikuttaa ihmisen hikoi- luun ja hengitykseen. Liiallisen kosteuden seurauksena pölypunkit lisääntyvät ja rakenteiden pinnoille voi tiivistyä kosteutta. Liiallinen kosteus lisää mikrobikasvun riskiä rakenteissa.

Kuiva ilma puolestaan heikentää liman poistumista hengitysteistä, ja se hidastaa myös hengitysteiden värekarvojen liikettä. Tällöin limakalvojen vastustuskyky tulehduksia vastaan vähenee. (Mts. 42.)

### **Ilmanvaihto**

Ilmanvaihdon tehtävänä on poistaa sisäilman epäpuhtauksia ja tuoda sisälle puhdasta ilmaa. Ilmanvaihdon suuruus määräytyy sisäilman epäpuhtauksien mukaan.

Ilmanvaihto voi myös väärin käytettynä aiheuttaa terveyshaittaa ihmisille. Ilmanvaihdosta johtuva melu on yksi haittatekijä. Toinen tekijä on vedon tunne, joka johtuu liian suuresta tuloilmasta tai huonosta korvausilman sisäännotosta. Epätasapainossa oleva ilmanvaihtojärjestelmä voi myös aiheuttaa sen, että epäpuhtaudet kulkeutuvat asuntojen ja rakennusten muiden tilojen välillä. (Mts. 52.)

## **3 TERVEYDELLE HAITALLISET SISÄILMAN EPÄ-PUHTAUDET**

### **3.1 Mikrobit**

Toistuvasti tai pysyvästi kostuvissa rakenteissa ja niiden pintamateriaaleissa kasvaa mikrobeja. Mikrobit ovat ihmissilmälle näkymättömiä pieneliöitä. Mikrobeja ovat bakteerit, homeet ja hiivasienet. Mikrobeja on maapallolla kaikkialla, joten voidaan todeta niiden olevan laajimmin levinnyt elämänmuoto. Mikrobit ovat hajottajia, joten ne mahdollistavat luonnon normaaliin kiertokulun. (Asumisterveys ohje 2003, 75.)

Normaaliolosuhteissakin rakennuksesta löytyy mikrobeja. Esimerkiksi kukkapurkista otetuista näytteistä löytyy aina erilaisia mikrobeja. Erilaisilla sisäilmatutkimuksilla ja näytteiden otoilla pystytään varmistamaan, mistä mikrobilajit ovat peräisin. Kosteusvauriossa kasvavia mikrobilajeja ei yleensä löydy sisäilmasta. Haitalliset mikrobit alkavat kasvaa, kun rakennuksen suhteellinen kosteus ylittää arvon 75 %. Kosteusvauriokohdissa alkavat ensin kasvaa normaalit sisäilmalle tyypilliset mikrobit. Pitempään kosteana olevissa rakenteissa alkaa esiintyä myös kosteusvauriolle tyypilliset mikrobikasvustot. (Mts. 75)

Rakennuksissa esiintyvän mikrobikasvuston syy on yleensä kosteusvaurio. Ulkona sijaitsevasta mikrobikasvustosta voi kulkeutua myös sisäilmaan ihmiselle haitallisia mikrobeja sekä niiden hajoamis- ja aineenvaihduntatuotteita esimerkiksi ilmanvaihdon kautta. Tästä syystä ilmanvaihtokanavien ja ilmastointikoneiden suodattimien huolto ja kunnossapito on todella tärkeää. (Mts.75)

### **Mikrobien kasvuolosuhteet**

Koska mikrobeja on aina maaperässä, niitä on luonnostaan myös monissa rakennuksissa käytettävissä materiaaleissa, kuten hiekassa, betonissa ja tasoitteissa. Mikrobit ovat vaatimattomia kasvuolosuhteiltaan. Niiden kasvua rajoittavat lähinnä kosteus, ravinto ja lämpötila, joista ehdottomasti tärkein on kosteus. Rakennusten homehtumisriskistä suhteellisen kosteuden ja lämpötilojen mukaan on kerrottu taulukoissa 2 ja 3. (Husman ym 2002, 18)

Useiden mikrobien ihanteellinen kasvulämpötila on 15–30 °C, joka vastaa rakennusten sisälämpötilaa kattavasti. Yli 60 °C:n ja alle 0 °C:n lämpötiloissa ei juuri mikään mikrobi pysty kasvamaan. Pakkasen puolella oleva lämpötila ei kuitenkaan tuhoa mikrobikasvustoa. Mikrobeille käy ravinnoksi melkein mikä tahansa orgaaninen materiaali, ruuantähteet, puu, paperi, pöly yms. Kasvualustaksi mikrobeille käy melkein mikä tahansa materiaali lukuun ottamatta lasia ja metallia. Betoni, puu, lastulevy, kipsilevy, muovi, tapetti ja lukuisat muut rakennuksille tyypilliset materiaalit ovat välttäviä kasvualustoja mikrobeille. (Mts. 18.)

Mikrobeja ympäröivän ilman kuivuus ei ole kasvua rajoittava tekijä, vaan tärkein kasvua rajoittava tekijä on kasvualustan kosteus. Jos kasvupaikka on kostea, ravinteikas ja lämmin, niin mikrobit kasvavat paikallaan tuottaen vain vähän haitallisia itiöitä. Kasvupaikan kuivuessa mikrobit alkavat tuottaa runsaammin itiötä löytääkseen itselleen suotuisimman kasvupaikan. (Mts. 18.)

Taulukko 2. Rakennusosien homehtumisriski suhteellisen kosteuden mukaan (RT 05-10710 1999,6).

		Homehtumisriski	
		Rakennusosa	
Suhteellinen kosteus	rakennuksen ulkovaipan sisäosat, väliseinät ja välipohjat	Rakennuksen ulkovaipan ulko-osat	
< 70%	vähäinen, vaikka kosteusrasitus on jatkuva	vähäinen, vaikka kosteusrasitus on jatkuva	
70...80%	vähäinen, jos kosteusrasitus esiintyy lyhyinä jaksoina	vähäinen, jos kosteusrasitus esiintyy lyhyinä jaksoina tai pidempiaikaisesti vuoden kylmimpänä aikana	
80...90%	vähäinen, jos kosteusrasitus esiintyy lyhyinä jaksoina	vähäinen, jos kosteusrasitus esiintyy lyhyinä jaksoina tai kylminä vuodenaikoina	
> 90% ja kapilaarialue	rakennusosa on pääsääntöisesti korjattava, ellei kosteuspitoisuus esiinny vain lyhyinä jaksoina, esim märkätilojen sisäpinnoilla	rakennusosa on pääsääntöisesti korjattava, jos kosteuspitoisuus esiintyy pitkinä jaksoina, ellei rakenteen lämpötila ole samanaikaisesti alle 0 astetta	



Taulukko 3. Homesienten kasvuun tarvittavat lämpötila- ja kosteusolosuhteet. (Ympäristöministeriö 1997, 10.)

Sienilaji	Lämpötila (C)		Kosteus (%)		
	Min	Optimi	max	Min	Optimi
<u>Aspergillus</u>					
candidus	3--4	20-24	40-42	75	90
chavalieri	10	30	42	71	93
clavatus	5--6	20-25	42	88	98
flavus	6--8	35-37	42-45	80	95
fumicatus	10	37	52-55	85	98
nidulans	6--8	35-37	46-48	80	95
niger	6--8	35-37	45-47	88	97
versicolor	4--5	25-30	38-40	75	95
<u>Alternaria</u>					
tenuis	0	20-25		85	98
<u>Botrytis</u>					
cinerea	2	22-25		93	100
<u>Cladosporium</u>					
herbarum	-5	24-25	30-32	85	96
<u>Mucor</u>					
racemosus	-3	20-25	30-33	92	98
<u>Penicillium</u>					
chrysogenum	-4	25-28	32-33	85	96
cyclopium	5	23	32	82	98
expansum	-3	25-26	33-35	82	96
islandicum	10	31	38	83	97
italicum	-3	22-24	32-34	87	96
mortensii	5	23	32	79	98
<u>Rhizopus</u>					
stolonifer	5--6	26-29	32-34	92	98
<u>Stahybotrys</u>					
atra	2--3	25-27	37-40	93	100

## 3.2 Orgaaniset epäpuhtaudet

### Mikrobit ja bioaerosolit

Sisäilman bioaerosoleilla tarkoitetaan elollista alkuperää olevia hiukkasia, jotka voivat esiintyä nestemäisenä tai kiinteänä. Bioaerosoleja ovat mikrobit eli bakteerit, virukset ja rakenteeltaan yksinkertaisemmat sienet kuten hiivat ja homeet. Siitepölyt sekä hyönteisten ja punkkien eritteet ja niiden osat ovat myös bioaerosoleja. (Husman ym. 2002, 15.)

### Bakteerit ja virukset

Bakteerien rakenne on yksinkertaisempi kuin sienillä. Bakteerit lisääntyvät jakaantumalla kahtia. Bakteerisolut ovat pieniä noin yhden mikrometrin kokoisia, joten ihmissilmän on vaikea havaita bakteerikasvustoa.

Sisäilmassa esiintyvät bakteerit ja virukset aiheuttavat erilaisia infektioita sekä bakteerien erittämät toksiinit voivat aiheuttaa kuumereaktioita ja muita yleisoireita. Yleisimpiä hengitysilman kautta leviäviä viruksia on tuhkarokko (Rubeola), vesirokko (Varicella) ja vihurirokko (Rubella). Virukset leviävät myös kosketuksen välityksellä ja ilmateitse tapahtuvalla pisaratartunnalla.

Eräs vaarallinen bakteeri on sädesieni, joka käyttäytyy kosteusvauriokoh-teissa kuten homesienet. Nimestään huolimatta sädesieni eli aktinobakteeri kuuluu maaperäbakteerien ryhmään. Sädesienille on tyypillistä voimakas maakellarimainen haju, joka ärsyttää hengitysteitä. Tärkeimmät sädesienisuvut, joilla on terveydellistä merkitystä ovat *Streptomyces* ja *Thermoactinomyces*. (Mts. 15-16.)

## **Mikroskooppiset sienet**

Sienet eivät kuulu kasveihin, vaan ne muodostavat luonnossa aivan oman organismiryhmänsä. Sienet muodostuvat 2-10 µm leveistä rihmamaisista rakenteista. Pienien ja yksinkertaisempien sienten (homeet ja hiivat) katsotaan kuuluvan mikrobien ryhmään. Sienet lisääntyvä itiöiden avulla, jotka kulkeutuvat tuulen ja ilmavirtauksien avulla uusille asuinpaikoille. Itiöt ovat hyvin erikokoisia sekä muotoisia ja usein ne ovat kirkkaan värisiä. Itiöt antavat nukkamaiselle homekasvustolle tyypillisen värin. (Puhakka ym. 1996, 73-77)

Hiiva- ja homesieni-itiöitä esiintyy lähes kaikkialla. Korkeimmillaan sisä- ja ulkoilman itiöpitoisuudet ovat keväällä ja syksyllä. Sisälle sieni-itiöt kulkeutuvat yleensä ulkoa, joten sisäilmanäytteidenotto ei ole luotettava itiöpitoisuuden ollessa ulkona korkea. Sieni-itiöitä on aina sisällä rakenteissa sekä pinnoilla.

Sienet pystyvät tuhoamaan rakennuksissa monia materiaaleja kuten puuta, maalia ja muita orgaanisia materiaaleja. Sienten kyky ei riitä hajottamaan epäorgaanisia materiaaleja, kuten mineraalivillaa ja betonia. Epäorgaaniset materiaalit sopivat kuitenkin sienten kasvualustaksi, jos vain muuten olosuhteet ovat sienille suotuisia. (Mts.73–77.)

## **Homesienet**

Yleisimpiä homesienisukuja luonnossa on Cladosporium, Penecillium ja Aspergillus. Lajien määrä suvun sisällä vaihtelee todella paljon, esimerkiksi Penecillium- suvussa on yli 200 lajia. Lajien määrä kasvaa koko ajan uusien tutkimusten ja tutkimusmenetelmien myötä.

Homekasvusto voi kosteusvauriokohteissa aiheuttaa ainakin hetkellisesti korkeita itiöpitoisuuksia sisäilmassa. Hengitysilman homesieni-itiöt, homesienten tuottamat myrkylliset yhdisteet eli mykotoksiinit voivat aiheuttaa

ihmisille terveyshaittoja. Maamainen haju on tyypillistä rakennuksissa, joissa on paljon homeiden tuottamia haihtuvia yhdisteitä. (Mts.73-77.)

### **Hiivasienet**

Hiivasienten rakenne on yksinkertainen verrattuna muihin sienilajeihin. Hiivasienet eivät välttämättä muodosta rihmastoja muiden sienilajikkeiden tapaan, vaan ne lisääntyvät yleensä kuroutumalla. Itiöstä muodostuu kuroutumalla seuraava itiö ilman näkyvää rihmastoja, joten hiivasieni on yleensä ihmissilmälle näkymätön. On kuitenkin joitakin poikkeuksia kuten esimerkiksi *Rhodotorula*-suku, joka viihtyy pesuhuoneissa ja muissa kosteissa tiloissa. Kasvusto tulee ilmi punaisena pigmenttinä. (Mts.73-77.)

### **Lahottajasienet**

Lahottajasienet muodostavat rihmaston, jonka avulla ne pysyvät tunkeutumaan puuhun muuttaen puun kovuutta, tiheyttä ja lujuutta. Lahottajasieniä on satoja erilajeja. Rusko- katko- ja valkolahottajasienet ovat tyypillisiä sieniä, jotka lahottavat puurakenteita. (Mts.73-77.)

## **3.3 Kemialliset epäpuhtaudet**

Sisäilmassa voi esiintyä kemiallisia haitta-aineita tilan käyttäjän oman toiminnan seurauksena tai eri rakennusmateriaaleista vapautuvina päästöinä. Päästöjä tulee myös materiaalien hajoamisen aiheuttamina kosteusvaurion yhteydessä. Päästöjä syntyy myös suoraan maaperästä ja viemäriverkostosta. Liikenne ja teollisuus ovat myös yksi suurimmista päästöjen tuottajista varsinkin suurkaupunkialueilla. (Mts.73-77.)

## **VOC-päästöt**

VOC- yhdisteet eli haihtuvat orgaaniset yhdisteet. VOC- yhdisteet ovat kaasuja esimerkiksi aromaattiset hiilivedyt (tolueeni, bentseeni), aldehydit, halogenoidut yhdisteet, esterit ja alkoholit (etanoli, n-butanoli, propanoli). VOC-yhdisteitä vapautuu ilmaan etenkin rakennus- ja sisustusmateriaaleista sekä kalusteista, pesuaineista ja joissain tapauksissa kosmikrobikasvustoista. Huoneilman VOC- pitoisuuteen vaikuttaa rakennuksen ikä, VOC- yhdisteitä sisältävien materiaalien määrä, teollisuus, liikenne, ilmanvaihto. lämpötila ja kosteus. VOC- yhdisteitä on satoja erilaisia. Yksittäinen yhdiste ei välttämättä ole vaarallista ihmiselle, mutta useamman yhdisteen yhteisvaikutus voi olla vaarallista ihmisen terveydelle. (Mts.73-77.)

## **Hiilidioksidi**

Ihminen itsessään tuottaa myös päästöjä ympäristöönsä. Tärkein näistä sisäilmanlaatua heikentävistä aineista on hiilidioksidi, jota ihmiset tuottavat hengittäessään.

## **Styreeniä**

Styreeni on aromaattinen hiilivety-yhdistelmä, jolle on tyypillistä pistävä haju. Sisäilmaan styreeniä erittyy yleensä rakennusmateriaaleista, kuten lattiatapinnoitteista, kumimatoista ja kylmäkalusteista. Styreeni ei ole yleinen sisäilman epäpuhtaus, mutta yksittäistapauksissa se on aiheuttanut vaikeita sisäilmaongelmia. Liialliset styreenipitoisuudet aiheuttavat silmien sidekalvojen ja hengitysteiden limakalvojen ärsytystä. (Styreeni. 2010.)

## **Ammoniakki**

Ammoniakki on tyyppiä ja vetyä sisältävä väritön kaasu, jonka tunnistaa sille ominaisesta pistävästä mädästä hajusta. Ammoniakin voi tunnistaa katto- tai seinätasoitteisiin ilmestyvistä laajoista läikistä ja lattiaparkettien tummen- tumista. Tyypillisin esiintyminen onkin kuivissa tiloissa olevat tasoitteet, jois-

sa on ennen käytetty kosteutta huonosti sietäviä kaseiinia ja gelatiinia. Kas- tuessaan tasoitteet pilaantuvat ja erittävät ammoniakkaa, aldehydejä, amii- neja ja rikkiyhdisteitä. Edellä mainituista ammoniakkin mittaaminen on hel- pointa mitata. (Ammoniakki. 2010.)

### **Formaldehydi**

Formaldehydi on huoneenlämmössä väritön ja pistävänhajuinen kaasu. Formaldehydi on vesiliukoinen hyvin tavallinen aine. Sisäilmaan sitä pääsee monesta lähteestä. Yleisin lähde suomessa on seinissä käytetty lastulevy. Nykyaikaisista lastulevyistä ei enää tule formaldehydi päästöjä. Muita lähteitä on muun muassa eräät lakat, maalit, pinnoitteet ja kokolattiamatot. Myös liikenteen pakokaasut ja tupakointi lisäävät huoneilman formaldehydipitoi- suutta. (Puhakka ym., 41-42.)

Formaldehydi ärsyttää silmiä ja hengitysteitä. Yleisimmät oireet voivat ilmetä esimerkiksi yskänä, nuhana tai silmien kirvelynä. On myös paljon muita oi- reita, jotka voidaan rinnastaa formaldehydi päästöihin, mutta ne voivat joh- tua myös lukuisista muista syistä. (Mts.42.)

### **Asbesti**

Asbestia on käytetty rakennusmateriaaleissa laajimmillaan 1960–1970 lu- vuilla. Asbesti on yleisnimitys eräille luonnossa esiintyville mineraalikuiduille. Asbesti on vaaratonta, jos siihen ei kosketa. Asbestia käsitellessä siitä irto- aa ilmaan pölyä ja muita asbestikuituja, jotka kulkeutuvat hengitysilman mu- kana keuhkoihin keräytyen sinne. (Asumisterveys ohje. 2003, 64.)

Altistumisesta voi aiheutua erilaisia vakavia sairauksia, kuten keuh- kosyöpää, asbestoosia ja keuhkopussin sairauksia. Sisäilman asbestikuitu- pitoisuus pitää olla alle 0,01 kuitua / cm<sup>3</sup>. Pinnoille laskeutuneessa pölyssä ei saa asbesti kuituja olla lainkaan. (Mts. 64.)

### **Hiilimonoksidi eli häkä**

Hiiltä sisältävien aineiden epätäydellisen palaamisen tuloksena syntyy häkää. Sisäilman hiilimonoksidin lähteenä ovat uunit, takat, kaasuliedet ja tupakointi. Ulkoapäin tuleva häkä on peräisin liikenteen päästöistä.

Hiilimonoksidin kyky sitoutua hemoglobiiniin aiheuttaa ihmiselle terveyshaittoja, muun muassa häkämyrkytyksen. Häkämyrkytyksen oireita on päänsärky, pahoinvointi ja hengenahdistus. (Puhakka ym., 53.)

### **Tupakansavu**

Tutkimuksissa on tunnistettu tupakansavun sisältävän tuhansia eri yhdisteitä, jotka esiintyvät kaasuina, hiukkasina ja nestepisarina. Tupakansavulle on todettu monia terveyshaittoja. Tupakansavun ongelmista mainittakoon silmien- ja kurkunkirvely sekä yskä, päänsärky ja pahoinvointi. On myös todettu tupakansavun aiheuttavan syöpää, sydän-, ja verisuonitauteja. (Mts. 51.)

## **4 HUONOSTA SISÄILMASTA JOHTUVAT OIREET**

Huonosta sisäilmasta puhutaan nykyisin paljon, ja yleensä aina syytetään kosteus ja homevaurioita. Syynä sisäilman laatuun voi olla kuitenkin monenlaiset syyt, kuten puutteellinen ilmanvaihto tai käyttötarkoitukseen soveltumattomat rakennusmateriaalit. Reagointi huonoon sisäilmaan voi olla monesti myös psyykinen oire. Ihminen voi luulla rakennuksessa olevan homeita tai muita mikrobeja, vaikka alkuperäinen syy on mahdollisesti jossain toisessa rakennuksessa tai syytä ei ole lainkaan.

Huonosta sisäilmasta johtuvia yleisimpiä oireita ovat

- silmien ärsytys
- ylähengitysteiden (kurkun, nielun ja nenän) limakalvojen ärsytys
- nenän kuivuus, tukkoisuus ja limavuodot
- äänen käheys
- yskänärsytys
- ihon ongelmat, kuten kuivuus, kutina ja punoitus
- erilaiset limakalvojen ja ihon yliherkkyyssreaktiot
- päänsärky
- pahoinvointi ja huimaus
- yleinen väsymys
- hajun aistiminen

(Leino 1998, 15.)

## **5 KOSTEUS- JA HOMEVAURIOTA RAKENNUKSESSA**

### **5.1 Kosteusvaurion merkkejä**

Rakennuksessa on syytä epäillä kosteus- ja homevauriota, jos todetaan jokin seuraavista: rakennuksen sisäilman laatu on huono, rakennuksessa on ollut aikaisempi kosteusvaurio, joka on puutteellisesti hoidettu, pinnoilla esiintyy näkyvää hometta tai sisäilmassa on aistittavissa selvä tunkkainen / homeinen haju. Merkkejä kosteusvauriosta on esitetty seuraavassa luettelossa.

Kosteusvaurioon viittaavia merkkejä rakennuksessa ovat seuraavat:

- Rakennusten sisäpinnoissa on kosteusläikkiä.
- Tapetti, keraaminen laatta, muovimatto, maali tai muu sisustusmateriaali irtoilee alustastaan.

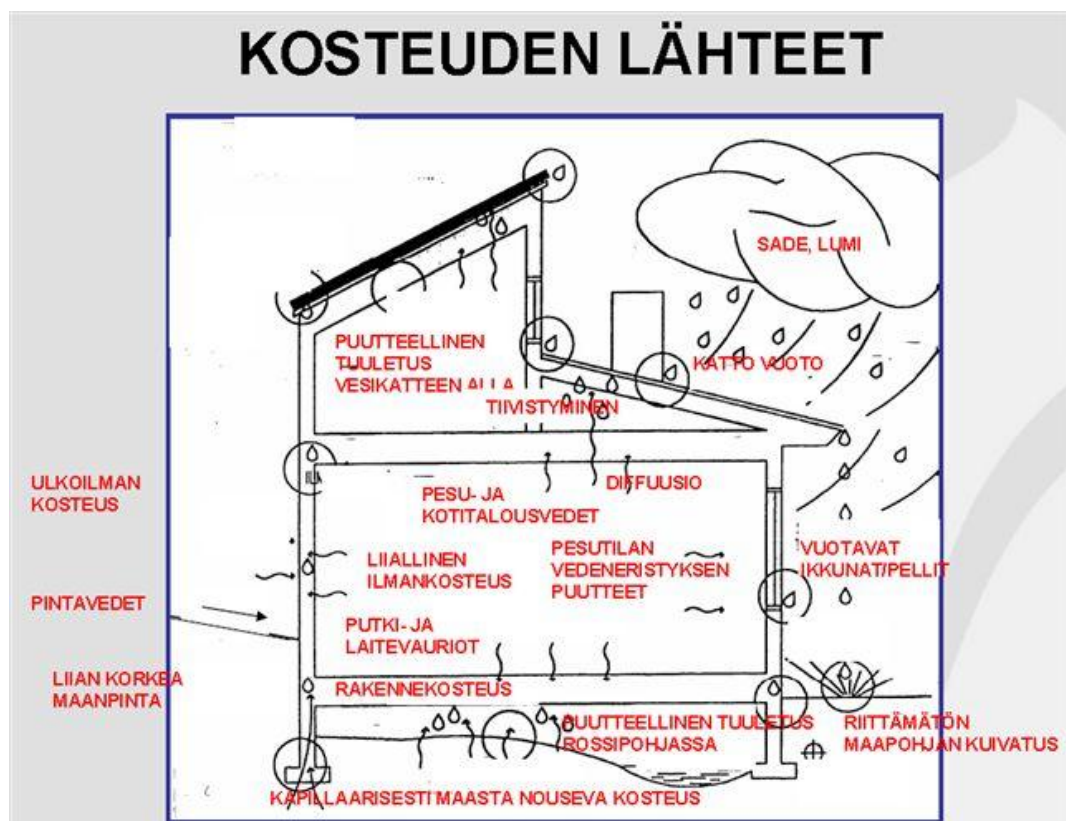


- Levyrakenteiset seinät tai kaapistojen sokkelit turpoavat tai kupruilevat.
- Parketti tummuu.
- Sokkelin tai kellarinseinien sisäpintojen maali hilseilee.
- Tiiliverhous on paikoin valkoinen vielä keskikesällä.
- Ikkunat ovat jatkuvasti huurussa tai vesihöyry tiivistyy muille pinnoille.
- Kylpyhuone on pitkään kosteana suihkun jälkeen.
- Vesimittari pyörii, vaikka kaikki hanat on suljettu.
- Lämminvesijärjestelmään pitää lisätä säännöllisesti vettä.

(Funari 2010.)

## 5.2 Rakennusten kosteuslähteet

Rakennus joutuu monenlaisien kosteusrasitusten kohteeksi. Rakenteisiin kohdistuu sisä- ja ulkopuolisia kosteusrasituksia, joita on esitetty kuviossa 1.



KUVIO 1. Rakennusten kosteuden lähteet (Mt.)

### 5.2.1 Rakennusten ulkopuoliset kosteuslähteet

Pintavedet ja lähinnä niiden valuminen rakenteisiin ja rakenteiden alle on tavallinen syy pahoihin home- ja kosteusvaurioihin. Pintavesien aiheuttamat kosteusongelmat olisi helppo poistaa rakennusten ulkopuolisten maa-alueiden oikeanlaisella muotoilulla ja ulkopuolisilla vedeneristyksillä. Rakennusten korkeampi sijainti ympäröivään maastoon verrattuna ja oikeanlaiset kaadot rakennuksesta pois päin pelastaisivat monet rakennukset kosteusongelmilta. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus. 1998, 11.) Keväisin otsikoihin nousevat rakennusten sisään kulkeutuvat lumen sulamisvedet, jotka kuuluvat myös pintavesiin. Vaikka rakennusvaiheessa pintavesienpoistot olisivatkin tehty asianmukaisesti, voi vedenpoisto huonontua erilaisten istutusten myötä. Pintavesien poistoa voidaan parantaa myös tontin reunoille tehtävillä avo-øjilla, jotka kuljettavat vedet pois ennen kuin ne pääsevät rakennuksen lähelle. (Mts.11.)

#### **Kattovedet**

Katolta tulee vuosittain suuria määriä vettä. Tämän veden oikeanlainen siirtäminen rakennuksen läheltä pois on tärkeää. Katolta tulevien vesien poistaminen on hankalaa Suomen olosuhteissa, koska pakkaset jäädyttävät katolla, ränneissä ja syöksytorvissa olevan vedet.

Katolle tai vedenpoistojärjestelmiin jäänyt vesi voi vahingoittaa niitä ja aiheuttaa näin ollen kosteusvaurioriskin rakennuksiin. Jäänyt vesi vedenpoistojärjestelmissä aiheuttaa ylimääräisen veden jääytymistä katoille. Jää voi aiheuttaa katolla katemateriaalin rikkoutumisen veden jääytymislaajenemisen vaikutuksesta. (Mt.)

## **Pohjavesi**

Pohjaveden ollessa liian korkealla voi rakennukseen aiheutua kosteusvaurioita lähinnä kapillaari-ilmiön vuoksi. Pohjaveden pinnan tulee olla vedenousun katkaisevien täyttö- tai rakennekerrosten kapilaarisen nousukorkeuden määrittämän tason alapuolella. Pohjaveden korkeutta voidaan säädellä salaojilla ja erilaisilla pumppaamoilla. (Mt.)

## **Viistosade**

Viistosateella rakennusten pystypinnat kastuvat. Kovan tuulen avulla vesi voi tunkeutua rakenteisiin aiheuttaen kosteusvaurioita. Vesi tunkeutuu rakenteisiin muun muassa tiilensaumoista, paneelien liitoksista, kattojen harjaliitoksista, ja ikkuna- sekä ovipellityksistä. Pitkillä räystäillä voidaan osittain vähentää viistosateiden aiheuttamia vahinkoja rakennuksille. (Mt.)

## **Pakkaslumi**

Talvella kovan tuulen liikuttelema pakkaslumi tunkeutuu helposti räystäälautojen välistä ja tuuletusluukkujen kautta yläpohjaan. Tyypillisiä lumen tunkeutumispaiikkoja ovat kuitenkin avoimet räystäät ja läpituulettuvat harjarakenteet. Rakennusten tuloilmaputkien aukot ovat myös monta kertaa aiheuttamassa kosteusvauriota rakennuksiin. (Mt.)

## **Kattovuodot**

Kattovuodot johtuvat katemateriaalin virheellisestä asennuksesta tai katemateriaalin rikkoutumisesta. Kattovuodot ovat yleisiä tasakattoisissa taloissa, missä yleisin syy on katemateriaalin rikkoutuminen. Kattovuodoksi voidaan laskea myös kattoikkuna vuodot, jotka ovat hyvin tyypillisiä ongelmia suomessa. Jäätyessään vesi rikkoo kattoikkunan tiivistyksen tai pellityksen ja sitä kautta vesi pääsee aiheuttamaan ongelmia ja vaurioita rakenteissa. (Mt.)

### 5.2.2 Rakennusten sisäpuoliset kosteuslähteet

Rakennusten sisätiloissa olevia kosteuslähteitä on esitetty taulukossa 4. Taulukosta käy ilmi miten paljon ja mistä kosteusrasituksia tulee rakennukseen sisältäpäin. (Mts. 12-13.)

TAULUKKO 4. Sisätilan kosteuslähteet (Mts. 50.)

Kosteuslähde	Kosteustuotto kg/h
<b>IHMINEN</b>	
kevyt työ	0,03...0,06
keskiraskas työ	0,12...0,3
raskas työ	0,2...0,3
<b>KEITTIÖ</b>	
keittäminen sähköliedellä	0,6...1,5
Keittäminen kaasuliedellä	2,0...3,0
astioiden pesu	0,2kg/kerta

### Pesutilat

Pesutiloissa ilman suhteellinen kosteus nousee suihkua ja saunaa käytettäessä todella korkeaksi. Suihku, saunominen ja pyykin kuivaaminen lisäävät pesutiloissa ilman kosteutta merkittävästi. Tämä aiheuttaa kosteuden tiivistymistä rakenteisiin. Ilmanvaihdon puutteellisen toiminnan seurauksena rakenteet joutuvat olemaan pitkiäkin aikoja kosteudelle alttiina. Näin ollen rakenteisiin voi tulla kosteusvaurioita. (Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus.1998, 14-18.)

Pesuhuoneiden vesieristyksen puuttuminen tai sen tiiveydessä olevat puutteet aiheuttavat kosteusvaurioita. Vesieristyksen läpivientien kohdat ovat myös suuri syy kosteusongelmiin. Esimerkiksi viemärien liitokset lattiassa ja hanakulmien liitokset seinissä ovat aiheuttamassa joskus suuriakin kosteusvaurioita.

### **Puutteet rakenteiden tuuletuksessa**

Tasa- ja harjakattoisissa taloissa, joihin on jälkikäteen tehty huoneita yläkertaan, esiintyy yleensä tuuletuksen puutteesta johtuvia kosteusongelmia. Kosteus pääsee tiivistymään rakenteisiin liian pienien tai kokonaan tukossa olevien tuuletusrakojen takia.

Ulkoverhouksien takana olevan tuuletuksen puuttuminen aiheuttaa ulkoverhouksen hitaamman kuivumisen. Viistosateen kastelema seinärakenne ei pääse kuivumaan normaalisti ja kosteus leviää sisäpuolisiin rakennekerroksiin aiheuttaen kosteus- ja mikrobivaurioita.

Puutteellinen tuuletus ryömintätilalla varustetuissa alapohjissa on myös yleinen syy mikrobivaurioihin. Keväällä ja kesällä ulkoilma on lämpimämpää kuin ryömintätilan ilma. Lämpimän ilman sisältämä kosteus tiivistyy alapohjan kylmiin rakenteisiin ja aiheuttaa näin ollen mikrobiongelmia alapohjan rakenteissa. Mikrobeilla on mahdollisuus päästä alapohjan epätiiviyden rakenteiden läpi huoneilmaan huoneissa vallitsevan alipaineen avulla. (Mt.)

### **Sisäilman kosteuden tiivistyminen rakenteisiin**

Sisäilman kosteus on peräisin ihmisestä ja sisätiloissa tapahtuvista erilaisista toiminnoista. Ruuanlaitto, pyykinpesu, peseytyminen ja lämmityskauden alussa rakennusosien vapauttama kosteus ovat sisäilman kosteuslähteitä. Puutteellinen ilmanvaihto yhdessä edellä mainittujen kosteuslähteiden kanssa voivat aiheuttaa kosteuden tiivistymistä rakenteisiin ja sitä kautta mikrobivaurioihin. (Mt.)

## **Putkivuodot**

Rakennusten merkittävä kosteusvauriota aiheuttava tekijä on putkivuoto. Pesukoneiden putket, käyttövesi- ja lämmitysputket ovat monesti rakenteiden sisällä. Rakenteiden sisällä olevan putken mennessä rikki korjaus- ja kuivaustoimenpiteet ovat yleensä aina isoja, koska vuotoa ei yleensä huomata heti. Suomen rakennuskanta alkaa olla vanhaa, siksi putkien ja viemärien rikkoutumisia tapahtuu paljon. (Mt.)

## **Rakennuskosteus**

Rakentamisen aikana syntyy paljon kosteutta. Jos rakentamisen aikana ei kiinnitetä huomiota rakenteiden kuivumisaikoihin, voi rakennuksessa myöhemmin ilmetä kosteusvaurioita. Esimerkiksi betonilattian puutteellinen kuivattaminen ennen pinnoituksen asentamista voi aiheuttaa pintamateriaaliin vaurioita. Rakennuskosteusongelmasta päästään eroon noudattamalla tuotteiden valmistajien määrittämiä kuivumisaikoja sekä suojaamalla materiaalit ja koko rakennus kastumiselta. (Mt.)

# **6 MIKROBIEN JA KEMIALLISTEN EPÄPUHTAUKSIEN AIHEUTTAMIEN TERVEYSHAITTOJEN POISTAMINEN**

## **6.1 Kemiallisten epäpuhtauksien poistaminen**

Ei ole olemassa yleistä ohjetta kemiallisten epäpuhtauksien poistamiseen, vaan jokainen tapaus on käsiteltävä erikseen haitan luonteen ja suuruuden vaatimalla tavalla. Pääperiaatteena on kuitenkin selvittää haitan alkuperä ja estää epäpuhtauksien pääseminen rakennuksen sisäilmaan. Kemiallisten epäpuhtauksien kertymisen syynä on lähes poikkeuksetta liian pieni ilmanvaihto. Ilmankierto ja hallitsematon korvausilman sisääntulo rakenteiden läpi

ovat myös ratkaisevan tärkeitä syitä kemiallisten epäpuhtauksien kertymiseen sisäilmaan. (Sisäilmaohje 1997, 55.)

Jos sisäilman epäpuhtaudet johtuvat rakennusmateriaaleista, pääasialliset toimet ovat tehostaa ilmanvaihtoa ja estää korvausilman kulkeutuminen rakenteiden kautta. Rakenteet voidaan pinnoittaa sisätilaan päin tiiviin kerroksen taakse. Läpivientien ja saumakohtien huolellinen tiivistäminen on tärkeää, sillä juuri ne ovat monesti epäpuhtauksien kulkureittejä sisäilmaan.

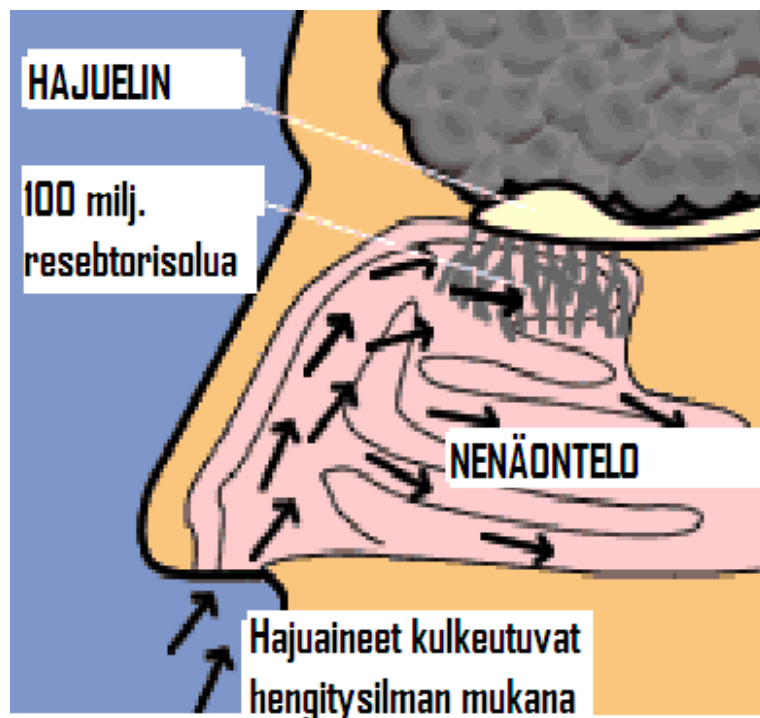
Joissakin tapauksissa joudutaan rakennusmateriaaleja vaihtamaan liian suurien pitoisuuksien poistamiseksi. Esimerkiksi liian suuren formaldehydi pitoisuuden poistamiseksi on sen lähteen (lastulevy) poistaminen tai vaihtaminen vähemmän päästöjä aiheuttavaan materiaaliin tarpeen. Jos epäpuhtauksien lähde ei johdu vesivahingosta eikä se vaadi rakenteiden kuivatamista, voidaan pinnat sulkea käyttämällä siihen tarkoitukseen soveltuvia sulkumaaleja. (Mts. 55.)

## **6.2 Mikrobien aiheuttaman terveystahitan poistaminen**

Mikrobien aiheuttamat epäpuhtaudet johtuvat yleensä kosteusvauriosta, joten epäpuhtauksien poistaminen vaatii aina kosteusvaurioihin perehtyneiden rakennusalan asiantuntijoiden käyttämistä tutkimuksissa. Usein rakennuksessa on tehtävä kosteuskartoitus, missä selviää rakenteiden kastumisen syyt ja vaurion laajuus. (Mts. 63.)

## 7 HAJUN TEORIAA JA HAJUN AISTIMINEN

Haju aiheutuu mikrohiukkasten ja kaasumolekyylien haihtumisesta tai irtoamisesta hajunlähteestä. Kun hajuaineen pitoisuus hengitettävässä ilmassa laskee alle hajukynnysarvon, hajun aistittavuus loppuu. Hajupartikkeleita ja hajumolekyyliä voi irrota edelleen, mutta ihminen ei vain aisti niitä. Jotkin aineet ihminen aistii jo erittäin pieninä pitoisuuksina, ja joitakin muita haisevia yhdisteitä taas voi ilmassa olla suuriakin määriä ilman, että ihminen sitä aistii. (Hajunpoisto ja desinfiointi. 2009.)



KUVIO 2. Ihmisen haju-aisti (Mt.)

Haju-aisti on kemiallinen kauko-aisti. Haistamisen edellytys on, että hajumolekyyli kulkeutuu hengitysilman mukana nenäonteloon ja ärsyttää liikkueensa hajureseptorisoluja. Hajureseptorisolut sijaitsevat nenäontelon katossa hajuepiteelissä kuvion 2 mukaisesti. Hengitysilman mukana tulevat kemialliset aineet liukenevat nenän limakalvon limaun ja ärsyttävät hajusoluja. Hajuepiteelistä tieto kulkeutuu hajuratoja pitkin isojen aivojen kuorikerroksen hajualueelle, joka on osa tunne-elämää säätelevää keskusta. (Mt.)



Eri yhdisteiden hajun määrän mittana käytetään hajukynnysarvoa. Hajukynnysarvo kertoo pienimmän määrän yhdistettä ilmakehässä, jonka ihminen havaitsee. Ihminen voi aistia aineen, jota on ilmassa muutama miljardiosa. Kosteusvahinkojen aiheuttamia mikrobikasvustoja etsittäessä ihmisen hajuaisti onkin korvaamaton. Monesti ihmisen hajuaisti on parempi kuin kemialliset analyysimenetelmät. (Mt.)

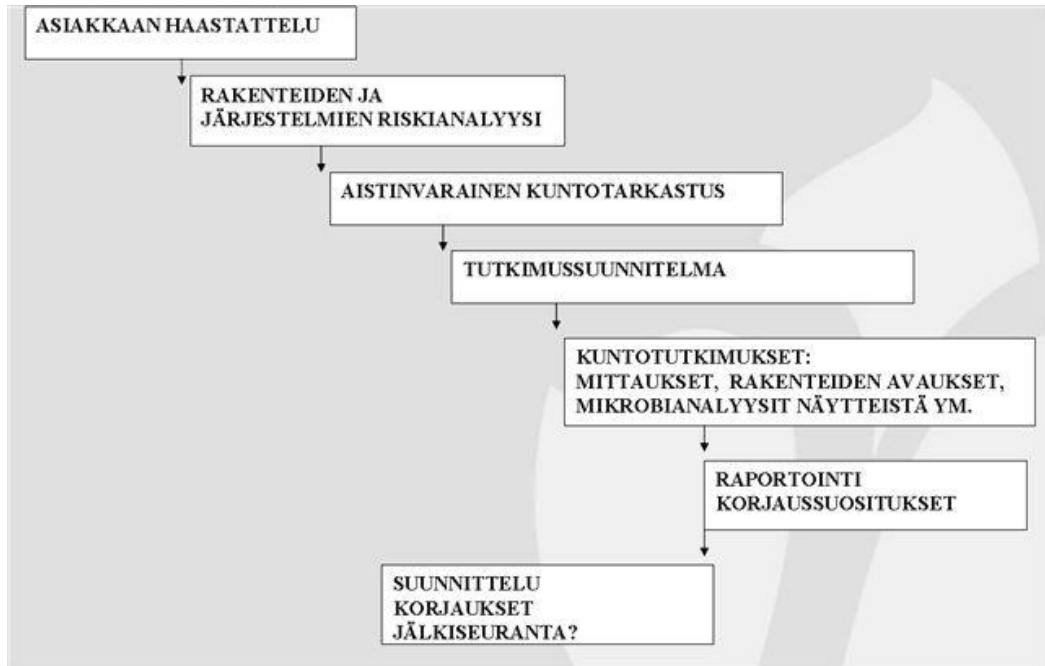
### **Lämpötilan ja höyrynpaineen merkitys hajun aistimiseen.**

Ilmassa olevan hajun määrä riippuu höyrynpaineesta, joka puolestaan riippuu lämpötilasta. Korkea lämpötila saa aikaan korkean paineen ja matala päinvastoin matalan. Kylmällä ilmalla haju on vähäisempää ja lämpimällä ilmalla hajua on puolestaan enemmän.

Hajuaineiden pitoisuus voi ilmassa olla 0 °C:n lämpötilassa alle hajukynnysarvon. Ilmaa lämmittäessä materiaalien huokokset avautuvat, jolloin haju pitoisuus nousee ja hajun voi taas aistia. Lämpötilan nosto normaaliin tasoon on tehtävä kohteille, joissa hajunpoisto käsittely on tehty viileissä olosuhteissa. (Mt.)

## **8 HAJUN HALLINTA RAKENNUKSISSA**

Sisäilmaongelman poistamisessa on tärkeää edetä vaihe vaiheelta, sillä oikotietä onneen ei ole. Myöskään yhtä ainoata ja oikeata menetelmää ei ole, sillä lähes kaikki ongelmat ovat hieman erilaisia. Ihmisten reaktiot erilaisiin ongelmiin poikkeavat myös paljon toisistaan. Kuviossa 3 on yksi toimintamalli sisäilmaongelman ratkaisemiseksi. Kuvion kaikkia vaiheita ei tarvitse tehdä kaikissa tapauksissa, sillä ne voivat olla turhia ja maksavat liikaa. (Hajunpoisto ja desinfiointi. 2010.)



KUVIO 3. Sisäilmaongelman ratkaisumalli (Mt.)

### Hajun hallinnan alkutoimet

Asiakkaan haastattelu on oleellisen tärkeä alettaessa tutkia sisäilma ongelmia. Haastattelussa selviää yleensä rakennuksen käyttöön liittyviä toimenpiteitä ja rakennukselle mahdollisesti tehtyjä korjaus- ja kunnossapitotoimenpiteitä. Sisäilmaongelmaisessa rakennuksessa pitää tutkia, mitkä ovat mahdolliset riskialttiit paikat rakennuksessa tai sen järjestelmissä. (Mt.)

Hajun hallinta jatkuu niiden alkuperän ja sijainnin selvittämisestä. Hajun lähteen paikantamisessa hyvä mittari on ihmisen oma nenä. Voidaan käyttää myös erilaisia sisäilma- ja kosteusmittauksia, jotka ammattilaisten tekemänä helpottavat hajunlähteen paikantamista.

Hajun hallinnan perustoimenpide on poistaa ja passivoida hajunlähde. Hajunlähteen poistaminen kokonaan fysikaalisin menetelmin poistaa suurimman osan hajumolekyyleistä. Hajun lähde voidaan poistaa purkamalla, pesemällä ja tuulettamalla. (Mt.)

Rakenteiden passivoimisella tarkoitetaan puhdistamista ja desinfiointia siihen soveltuvilla aineilla. Selvästi saastuneet rakenteet kannattaa poistaa kokonaan. Esimerkiksi ruumiinnesteiden kyllästämä betoni tulisi poistaa kokonaan, sillä hajua ei muuten oikein saa pois.

Hajun johtuessa rakennuksessa olevasta virheestä tai vauriosta pitää ongelma korjata, sillä kemikaalit eivät korjaa virheitä. Kemikaaleilla on tarkoitus poistaa vain hajuja ja mikrobikasvustoa. (Mt.)

## **9 HAJUNPOISTO**

### **9.1 Lämmön käyttö hajunpoistossa**

Mikäli lämmitetyn tai lämpimän rakenteen tai materiaalin höyryn osapaine on suurempi kuin ympäröivän rakenteen tai ilman, paine pyrkii tasaantumaan matalamman paineen suuntaan. Tasaantuva paine kuljettaa mukanaan hajukaasuja. Tätä ilmiötä käytetään myös rakenteiden kuivatuksessa. Höyryn osapainevaihtelua käytetään myös ammattimaisessa hajunpoistossa. Lämmittämällä hajuhaitoista kärsineitä rakenteita saadaan hajumolekyylit irtautumaan rakenteista ilmaan, josta ne on helppo poistaa tuulettamalla tai alipaineistamalla tila. (Mt.)

Rakenteita ja vaurioituneita materiaaleja lämmitettäessä on huomioitava niiden lämmönsietokyky. Työmenetelmät ovat samankaltaisia kuin pikakuivauksessa. Sopivia lämmön tuottajia ovat muun muassa infralämmittimet ja tasokuivaajat. (Mt.)

Lämmöllä tapahtuvassa hajunpoistossa on hyvä käyttää erilaisia puhaltimia apuna, sillä ne nopeuttavat hajun kulkeutumista pois vaurioituneesta materiaalista. Puhaltimet asennetaan siten, että ne rikkovat kylmän ja kuuman rajapinnan. Korvausilma kannattaa ottaa aina ulkoa, jos se on mahdollista. Korvausilman ottaminen ulkoa estää vaurioituneen kohteen mahdollisten hajumolekyylien kiertämisen ilmassa. (Mt.)

## **9.2 Hajunpoisto hapettamalla**

Homeiden ja sientenitiöt tuhoutuvat parhaiten korkeissa lämpötiloissa. Varmin tapa on polttaminen. Palaminen on aineen yhtymistä happeen, toisin sanoen se on nopeaa hapettumista. Pelkän ilman ja tuuletuksen avulla tapahtuva hapettaminen ei useinkaan ole nopea ja tehokas tapa hajujen poistoon. (Hajunpoisto ja desinfiointi. 2009.)

### **9.2.1 Kemiallinen hapettaminen**

Kemiallisessa hapettamisessa hajumolekyylit neutraloidaan lisäämällä ilmaan tai rakenteisiin hapetinta nesteenä. Yleisimmin käytettyjä hapettimia ovat peroksidivalmisteet. Kemiallinen hapettaminen onkin yleisesti käytetty menetelmä kosteus- ja homevauriosaneerausten yhteydessä.

Peroksidivalmisteiden etuna on niiden hyvä tunkeutuvuus materiaaleihin, helppokäyttöisyys ja turvallisuus. Haittapuolena käytettäessä peroksidivalmisteita on niiden ominaisuus valkaista materiaaleja. Käytettäessä kemiallisia hapetusmenetelmiä saadaan yhdellä menetelmällä kaksi vaikutusta. Peroksidit nimittäin desinfioidvat ja poistavat hajuja samaan aikaan. (Mt.)

### 9.2.2 Otsonointi

Otsonointi perustuu otsonigeneraattorin kykyyn lisätä laitteesta ulosvirtaavan ilman happeen kolmas happiatomi, jolloin muodostuu erittäin voimakas ja reaktiivinen otsonikaasu. Huoneilmassa otsonimolekyyli hajoaa tavalliseksi happimolekyyliksi ja yksittäiseksi happiatomiksi, joka reagoi muiden hajujen ja aineiden kanssa. Tämä yksittäinen atomi tekee otsonoinnista myös hieman epäluotettavan menetelmän. Kyseinen atomi voi muihin aineisiin yhtyessään aiheuttaa ennakoimattomia yhdisteitä, jotka voivat sitten aiheuttaa muita ongelmia.

Otsonointi on erittäin tehokas menetelmä ilmassa olevien hajujen ja homeitiöiden hävittämiseen. Otsoni on yksi voimakkaimmista hapetusaineista. Otsonikaasu kulkeutuu hyvin rakenteissa oleviin rakoihin ja koloihin. Otsonikaasulla ei kuitenkaan ole kykyä tunkeutua materiaalien sisään. (Mt.)

## 9.3 Hajunpoisto kapseloimalla

Hajun kapseloinnin voi tehdä kahdella tavalla. Ensimmäinen tapa on laimentaa hajua tuulettamalla rakennuksen sisäilmaa. Rakennuksen sisäilman tuulettaminen vähentää ilmassa esiintyvien hajumolekyylien määrää, ja näin hajukynnysarvo ei ylity ja ihminen ei aisti hajua.

Toinen tapa on laimentaa hajua kapseloimalla hajunlähde orgaanisen kalvon alle. Kalvo luovuttaa hajua niin hitaasti, että hajukynnysarvo ei ylity. Hajun kapselointi menetelmä on halpa ja tehokas tapa, mutta se ei sovellu kaikkiin tapauksiin. (Leppänen ym. 2009.)

## 9.4 Hajunpoisto naamioimalla

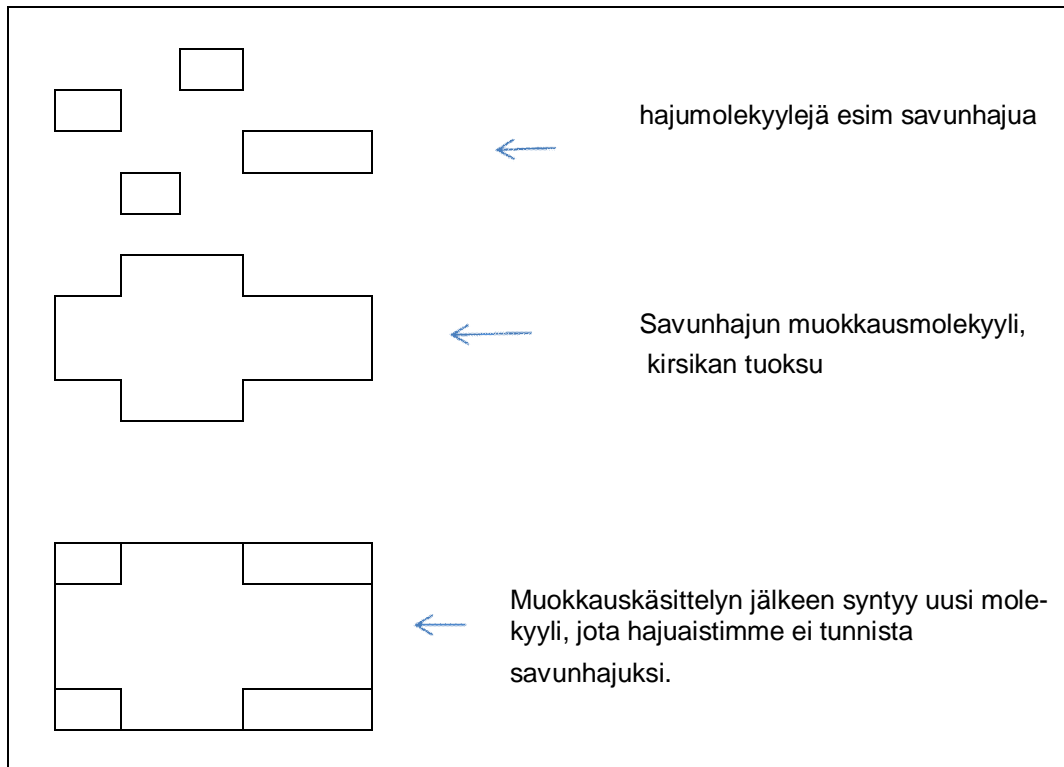
Hajun naamioinnissa ilmaan lisätään runsaasti hajustetta ilman tarkempaa käsitystä hajun alkuperästä tai luonteesta. Hajun naamioinnissa on tarkoituksena vallata ihmisen hajuaisti laittamalla ilmaan ”deodoranttia”, jolla pyritään muuttamaan alkuperäinen haju miellyttäväksi. (Mt.)

Hajun naamioimisessa voidaan käyttää myös voimakasta hajustetta, joka ti-  
lapäisesti passivoi ne reseptorit, jolla paha haju aistitaan. Hajun naamiointi on varsin edullinen ja tarkoitettu niin sanotusti suuren yleisön käyttöön. Hajun naamiointia käytetään muun muassa wc-raikastimina. Hajun naamiointi ei poista hajun lähdettä eli hajusteen hävitessä ongelma jää jäljelle. (Mt.)

## 9.5 Hajunpoisto hajunmuokkauksemikaaleilla

Hajunpoisto muokkaamalla tarkoittaa hajumolekyylien muokkaamista toisenlaisiksi. Käytännössä hajunmuokkaus tarkoittaa toimenpidettä, missä hajumolekyyli muutetaan hajuttomaksi tai se tuoksuu erilaiselta kuin ennen käsittelyä. Hajun muokkauksessa hajua aiheuttava molekyyli muutetaan fyysisesti sellaiseksi, jota hajuaistimme reseptorit eivät aisti. Hajun muokkauksen jälkeen hajuominaisuudet muuttuvat pysyvästi, toisin kuin hajun peittämisessä. (Mt.)

Hajunmuokkaus kemikaalit ovat suunniteltu muuttamaan hyvin nopeasti vahinkoalueen ja sen ympäristön miellyttäväksi työskennellä. Kemikaaleihin on usein lisätty myös hajusteita, jotka vaikuttavat positiivisesti ympäristön tiloihin. Hajunmuokkauksen periaatteesta kertoo kuvio 4.



KUVIO 4. Hajunmuokkauksen periaate (Mt.)

On olemassa tiettyjä luonnonlakeja, joiden mukaan hajunmuokkauskemikaalit valmistetaan. Hajua muokkaavan kemikaalin pitää olla sukulainen hajunaiheuttajalle. Esimerkiksi mintun tuoksuinen kemikaali on paras poistamaan homeen hajua. Kirsikan tuoksuisella kemikaalilla lopputulos ei ole hyvä, koska kirsikan tuoksu ja homeen haju eivät ole sukulaisia. (Mt.)

Hyvän lopputuloksen saamiseksi hajunmuokausprosessin edellytykset ovat:

- Selvitetään hajun lähde
- Varmistetaan, että kemikaali pääsee fyysiseen kosketukseen hajunaiheuttajan kanssa
- Käytetään oikean tyyppisiä ja hyvälaatuisia kemikaaleja (sukulaisuus)
- Käytetään sopivaa annostelua ja kohteeseen sopivaa levitysmenetelmää
- Hajuhaitan ollessa vaikea voi olla tarpeen suorittaa hajua tuottavien pintojen kapselointi tai sulkumaalaus

(Mt.)

Hajumolekyylejä voidaan muokata kahdella tavalla niiden esiintymispaikan mukaan. Ensimmäinen tapa on materiaaleihin tunkeutuneiden hajumolekyylien käsittely. Tämä käsittely voidaan tehdä pyyhkimällä, nesteeseen upottamalla, kuivasavutuksella tai märkäsumentuksella. Jos taas hajumolekyylit leijailevat ilmassa on helpoin tapa tehdä käsittely hajunpoistotyynyillä, hajunpoistorakeilla, kuiva- tai märkäsumentuksella. (Mt.)

Hajunmuokkausmenetelmän etuja ovat:

- Turvallinen pintamateriaaleille
- Ei syövyttävää eikä korrosoivaa vaikutusta
- Edullinen menetelmä nopeutensa vuoksi
- Monipuolinen menetelmä erilaisille hajuhaitoille
- Turvallinen ympäristölle ja käyttäjälle

## 9.6 Mikrobiologinen hajunpoisto

Mikrobiologista hajujen hallintaa käytetään ensisijassa estämään pahanhajuisia aineita tuottavien hajottajabakteerien kasvu. Toisena tehtävänä niillä on hajottaa tiettyjä pahanhajuisia aineosia kuten rikkiyhdisteitä ja aminohappoja. Mikrobiologinen menetelmä sopii myös ilmassa olevien hajujen poistoon.

Mikrobiologinen hajunpoisto tapahtuu levittämällä kohteeseen bakteeriliuosta pienpisaroina. Luonnossa on mahdollista bakteerien avulla hajottaa vähitellen jopa pahimpien myrkkyjen orgaaniset yhdisteet. Bakteeriliuos reagoi orgaanisten yhdisteiden kanssa ja häivyttävät hajun alkulähteen. Lopputuloksena tästä mikrobiologisesta prosessista syntyy hiilidioksidia, vettä ja vaarattomia suoloja.

Parhaiten bakteeriliuokset vaikuttavat juuri orgaanisen jätteen aiheuttamiin hajuihin. Tyypillisiä käyttökohteita ovat virtsan-, oksennuksen- ja ruuanjätteen hajut. Bakteeriliuokset vähentävät ja poistavat myös epäorgaanisperäisiä hajuja.



Bakteeriemulsioita voidaan käyttää kaikkialla missä esiintyy pahaa hajua. Käymälät, jätehuoneet, hissit, öljyvuodot ja vesivahingot ovat tyypillisiä kohteita, missä voidaan hyödyntää mikrobiologista hajunpoistoa. (Mt.)

## **10 HAJUNPOISTOSSA KÄYTETTÄVIEN KEMIAALLISTEN AINEIDEN LEVITYSMENETELMÄT**

Hajunpoistossa ja desinfioinnissa käytettävät aineet levitetään kohteeseen yleensä käyttämällä erilaisia ruiskutuslaitteita. Yleisimmät ruiskutuslaitteet ovat sähköisiä tai paineellisia. Laitteilla voidaan tuottaa nestemäisistä kemikaaleista hienojakoista aerosolisumua. Aerosoliksi kutsutaan nestettä, jonka pisarakoko on 25–50 µm. Pisarakoon ollessa 10–25 µm kutsutaan sumua hienoaerosoliksi. (Hajunpoisto ja desinfiointi. 2009.)

Hajunpoistossa käytettävien kemikaalien saaminen pieniksi pisaroiksi tehostaa oleellisesti hajunpoistoprosessia. Mitä pienemmiksi pisarat saadaan, sitä suuremmaksi muodostuu käytettävän aineen vaikutuspinta-ala. Pienet pisarat tunkeutuvat myös homekasvuston sisälle eivätkä jää niiden pinnalle. (Mt.)

Kohteessa olevat hajupartikkelit leviävät ilmavirtojen mukana rakennuksen eri paikkoihin. Hajupartikkelit pääsevät kulkeutumaan ilmavirtojen mukana pienistä raoista ja halkeamista rakenteiden sisälle. Hajupartikkelit saadaan poistettua pienistä paikoista, jos hajunpoistokemikaalikin saada pieniksi pisaroiksi.

## 10.1 Märkä hajunpoisto- ja desinfektiomenetelmä

Märkä hajunpoistomenetelmä tarkoittaa menetelmää, missä vesiohenteisia kemikaaleja levitetään sähkökäyttöisillä aerosolisumuttimilla. Sumuttimilla saadaan tuotettua hienojakoista aerosolisumua (alle 30  $\mu\text{m}$ ), joka on märkä.

Sähkökäyttöisillä aerosolisumuttimilla saadaan pienen pisarakoon ansiosta vähäisellä ainemäärällä käsiteltyä suuria pinta-aloja. Esimerkiksi 10 mikrometrin pisarakoolla 1 millilitra nestettä muodostaa lähes kaksi miljardia pisaraa, joiden kontaktipinta ilmaa vasten on yhteensä 0,6  $\text{m}^2$ . Yhdellä litralla märkähajunpoistoainetta voidaan siten käsitellä noin 600  $\text{m}^2$ :n kokoinen alue. Pienet pisarat mahdollistavat tehokkaan tunkeutumisen pintojen huokosiin.

Märkä hajunpoisto- ja desinfektiomenetelmä soveltuu erityisesti huokoisten ja imukykyisten pintojen käsittelyyn. Menetelmä soveltuu parhaiten pienten sekä keskisuurten tilojen käsittelyyn ja tilojen, joihin on päästävä mahdollisimman pian käsittelyn jälkeen.

Toimintaperiaatteena märkäsumutuksessa on ilman peseminen suuren kontaktipinnan avulla. Pienimmät aerosolit leijuvat useita tunteja ilmassa, ja tämän ominaisuuden ansiosta saadaan kemikaaleille pitkä vaikutusaika. Sumun laskeutuessa tai levitessä käsiteltäville pinnoille muodostuu ohut, näkymätön kemikaalikalvo. Tämä kalvo kemikaalista riippuen hapettaa, muokkaa tai kapseloi hajua aiheuttavan molekyylin. Kalvo häviää tuuletusoloista riippuen 1–3 viikossa. Aineen vaikutuksesta hajumolekyylit hajoavat ja passivoituvat. Märkähajunpoistossa käytettäviä laitteita ovat erilaiset matalapaineruiskut sekä aerosolisumuttimet. (Mt.)

## 10.2 Kuivahajunpoisto- ja desinfektiomenetelmä

Kuivasavumenetelmällä tarkoitetaan kemikaalin levitystä tilaan patoputkiperiaatteella toimivalla aerosolisumuttimilla. Suomessa on muutama laitevalmistaja ja niillä erilaisia tuotteita eri käyttötarkoituksiin. Kuivasavumenetelmässä kemikaali levitetään ilmaan bensiinikäyttöisellä savukoneella kuvion 5 mukaisesti.

Kone tuottaa kemikaalipilven, joka näyttää pienten pisaroiden takia savulta. Savu on kuivaa, joten se ei lisää tilan kosteusrasitusta oikeastaan ollenkaan. Sumu laskeutuu tilaan hitaasti. Esimerkiksi 10 µm:n kokoisella pisaralla menee kolmen metrin korkeudelta 17 tuntia ennen kuin se saavuttaa latti-  
an. Tasopinnoille laskeutuessaan kemikaali muodostaa näkymättömän ja ohuen kalvon. Kalvo sitoo epäpuhtaudet ja tuhoaa ne hapettamalla. Hapetusreaktion jälkeen aineet muuttuvat alkoholiiksi. Ainetta on pinnoilla 1–3 viikkoa riippuen tuuletusoloista. (Mt.)



KUVIO 5. Kuivasavutus (Keski-Suomen Kuivaustekniikka Oy. 2010.)

# 11 DESINFIOINNISSA JA HAJUNPOISTOSSA KÄYTETTÄVÄT LAITTEET JA AINEET

## 11.1 Kuivasavutuslaite

Tässä työssä esittelen Alron Chemical Co AB:n kuivasavusumuttimen, koska yrityksellä on kyseinen laite käytössä. ALron Chemical on nimennyt oman laitteensa Patriot Pulsjet Foggeriksi. Kuivasavusumuttimia tuovat maahan muutkin yritykset, kuten Beretta Palvelut Oy. Kuivasavumenetelmässä käytetään kemikaalien levityksessä patoputki – periaatteeseen perustuvaa bensiinikäyttöistä savukonetta. Patriot pulsejet-sumutin tuottaa hienojakoista aerosolisumua, joka on pisarakooltaan 0,5 µm - 50 µm. Koneen tuottama savu on kuivaa, koska pisarakoko on niin pieni. Patriot-kuivasavutuskone on esitetty kuviossa 5. (Hajunpoisto ja desinfiointi. 2009.)

Patriot toimii resonoivalla pulssitekniikalla, jonka avulla muodostetaan äänen nopeudella virtaavia kuumia kaasuja. Nämä suurnopeuskaasut hajottavat käytettävän liuoksen aerosoleiksi, jotka leviävät savun kaltaisena sumuna. Patoputkella levitettävän kemikaalisavun lämpötila on alle 50 °C.

Patriottia käytetään pintojen käsittelyyn rakennuksissa ja huoneissa, joissa on mikrobivaurioiden aiheuttamaa saastumista. Kuivasavu tunkeutuu tehokkaasti pinnan huokosiin ja halkeamiin sekä rakennuksessa oleviin erilaisiin onkaloihin ja rakenteisiin.

Patriotin tuottama savu on niin hienojakoista ja sen leviämis- sekä tunkeumiskyky on niin hyvä, että sitä voidaan käyttää myös ilmastointiputkien käsittelyyn. Rakennusten ala- ja yläpohjat sekä eristeet voidaan käsitellä myös kuivasavutuksella. Kuivasavumenetelmä ei sovi pienten pistemäisten kohtien käsittelyyn, sillä savu leviää ympäriinsä. (Mt.)

## 11.2 Märkäsumutuslaitteet

Märässä hajunpoisto- ja desinfiointimenetelmässä voi käyttää monenlaisia levitykseen tarkoitettuja laitteita. Yksi tehokas laite on sähkökäyttöinen matalapaineruisku Microjet (kuvio 6), joka tuottaa kooltaan 5–20 mikrometriä olevia pisaroita. Mikrojet-kone levittää käytettävän kemikaalin turbulenttivirtauksen avulla hienojakoiseksi sumuksi. (Funari. 2010.)



KUVIO 6. Microjet-märkäsumutuslaite (Mt.)

Märkä sumutusmenetelmällä voidaan käsitellä pienellä määrällä kemikaalia suuria pinta-aloja. Menetelmää ei sovi kuitenkaan tiloihin, missä kemikaalien pitää tunkeutua pieniin rakoihin ja onkaloihin.



Kuva 7. Pumppupullo (Mt.)

Märässä hajunpoistossa voidaan käyttää myös ihan tavallisia matalapaineruiskuja, niin sanottuja pumppupulloja (kuvio 7). Matalapaineruiskuja käytettäessä kemikaalia kuluu huomattavasti enemmän kuin käytettäessä

microjettia, sillä pisarakoko on suurempi. Pienten ja paikallisten ongelmien desinfiomisessa on kuitenkin suositeltavaa käyttää ihan tavallista ruiskua sen nopeuden takia. (Mt.)

### **11.3 Desinfiointiaineiden esittely**

Desinfiointiin ja hajunpoistoon on olemassa eri valmistajilla laajat valikoimat erilaisia aineita. Ei ole olemassa yhtä ainetta, joka sopii kaikkiin tapauksiin. Aineiden ja niiden levitysmenetelmien valinnassa on tunnettava hajunaiheuttaja ja syy. Kun tiedetään hajunlähde ja sen aiheuttaja, niin voidaan päättää millä aineella hajua voidaan alkaa käsittelemään.

Liitteissä 3 ja 4 on esitelty kahden maahantuojan tarjoamat tuotteet. Suurimman osan Suomeen tuotavista hajunpoistoaineista tuo maahan Beretta Palvelut Oy ja A. Seppälä Total Quality OY (ASTQ). Liitteissä on kerrottu eri hajuihin soveltuvia aineita ja niihin suositeltavat levitysmenetelmät.

## **12 SISÄILMAONGELMAINEN KESÄASUNTO**

### **12.1 Kohde-esittely**

Esimerkki työmaa on 1800-luvun talo, joka on ollut alueen kantatiloja. Rakennuksessa on asuttu aluksi ympärivuotisesti. Nykyisen omistajan selvitysten mukaan asunto on ollut vain kesäasuntona 1960-luvulta lähtien. Nykyinen omistaja osti tilan, mutta edellinen omistaja ei halunnut ottaa vastuuta rakennuksista, joten ne myytiin käyttökelvottomina.

Rakennus on hirsirunkoinen, minkä päälle on lisätty lautaverhous. Rakennuksessa on multapenkkiperustus. Ilmanvaihto rakennuksessa toimii painovoimaisesti. Ilmanvaihdon parantamiseksi rakennuksen seinissä on korvausilmaventtiilejä. Rakennuksessa ei ole pesutiloja eikä sisävessaa. Keittiössä on rakennuksen ainut vesipiste. Käyttövesijärjestelmä toimii vintillä sijaitsevan paisunta-astian avulla.

Nykyinen omistaja halusi selvittää, mikä päärakennuksessa on vikana ja miten sen voisi kunnostaa. Päärakennukseen tehtiin tutkimus selvitys, jossa kartoitettiin rakennuksessa olevia ongelmia. Tutkimus selvitys tehtiin, koska nykyinen omistaja ei voinut olla talon sisällä muutamaa minuuttia pitempään, sillä hänellä alkoi hävitä ääni limakalvoärsytyksen takia.

Rakennuksessa ei tarvinnut tehdä erikseen mitään sisäilmatutkimuksia, sillä rakennukseen sisälle mentäessä aisti huonon sisäilman. Tärkeintä oli löytää huonon sisäilman aiheuttavat syyt. Rakennuksessa havaittiin monenlaisia ongelmia. Ongelmat johtuivat edellisten käyttäjien tekemistä ”korjaustoimenpiteistä”, rakenteiden vanhenemisesta sekä putki- ja kattovuodoista.

## **12.2 Kohteen ongelmat**

Kohteessa tehtyjen tutkimusten perusteella siinä havaittiin monenlaisia ongelmia. Osa ongelmista johtui rakennusmateriaalien vanhenemisesta ja huollon puutteesta. Osa ongelmista taas johtuu edellisten käyttäjien tekemistä toimenpiteistä, jotka olivat osittain tai kokonaan aiheuttaneet vaurioita rakenteille.

## Ulkopuoliset kaadot

Kohteessa kahden makuuhuoneen lattiarakenne oli jälkikäteen muutettu multapenkkiperustuksesta maanvaraiseksi betonilaataksi, jonka päälle oli asennettu 50 mm:n puukoolaus. Maanvarainen laatta purkuvaiheen jälkeen on esitetty kuviossa 9. Betonin päälle oli laitettu puukoolaus. Puukoolauksen väliin oli laitettu eristeeksi villa ja lattiamateriaaliksi lankkulattia. Aistinvaraisesti tutkittaessa makuuhuoneissa (liite 1, MH 1 ja MH2) oli erittäin huono sisäilma. Rakennusta ulkoapäin tarkasteltaessa havaittiin, että ulkopuoliset kaadot olivat kuvion 8 mukaan suoraan rakennusta päin juuri makuuhuoneiden kohdalla.



KUVIO 8. Pihan kallistukset viettävät taloon päin

Maan ulkopuolisten kaatojen takia pintavedet kulkeutuvat makuuhuoneiden lattiarakenteisiin. Rakennekosteusmittarilla mitatessa havaittiin lattian eristeen olevan märkä. Alin hirsikerros oli lahonnut pitkäaikaisen kosteusrasituksen takia. Kosteusrasitusten vaikutuksesta lattiarakenteessa käytetty villa ja puurakenteet olivat vaurioituneet ja niistä tuli ilmaan maakellarimainen haju. Mittaustulokset on esitetty liitteessä 1 olevassa tutkimusselvityksessä.





KUVIO 9. Makuuhuoneen lattia, joka oli kastunut ulkopuolisista vesistä

### **Alapohjan tuulettumisen estäminen**

Rakennuksessa olevan multapenkkiperustuksen läpi menee avonaiseen alapohjaan tuuletusaukkoja ympäri rakennusta. Tuuletusaukot oli edellisten käyttäjien toimesta tukittu selluvillalla (ks. kuvio 10). Villan laittamisella asukkaat olivat halunneet estää kylmän ilman pääsemisen lattiarakenteisiin. Tuuletusaukkojen tukkiminen auttaa lattiarakenteen lämpenemiseen ja näin lattia tuntuu lämpimämmältä.



KUVIO 10. Tuuletusaukko oli tukittu selluvillalla.

Lattiarakenne ei ole toimiva, jos kosteus ei pääse tuulettumaan pois alapohjasta. Kohteessa lattialankut olivat kärsineet mikrobivaurioista, sillä alapohja ei päässyt tuulettumaan. Talvella rakennuksen sisäilma on pakkasen puolella ja samaan aikaan maa on lämmin. Maasta nouseva kosteus tiivistyy lattialankkujen alapintaan aiheuttaen siihen mikrobikasvustoa.

### **Kattovuoto**

Rakennuksessa on huopakatto. Huopakaton ja piipun liittymä on ajan myötä elänyt ja liitoksen tiiviyteen oli tullut puutteita. Vettä pääsi piipun juuresta piipun pintaa pitkin välipohjaan, ja sitä kautta vesi oli päässyt kastelemaan myös rakennuksen sisäpuolisia rakenteita. Kuviossa 11 on havaittavissa vaurioita piipunjuuressa tapahtuneen vuodon johdosta.



KUVIO 11. Piipunjuuresta on vuotanut vettä vaurioittaen hirsiväliseinää

### **Putkivuoto**

Rakennuksen vintillä on paisunta-astia mihin pumpataan vettä. Käyttövesiverkosto tulee paine paisunta-astian ja vesihanan korkeuseron vuoksi. Paisunta astiaan tuleva vesiputki on vioittunut ja sen liitoksen tiiveydessä oli puutteita. Kuviossa 12 on esitetty vuotanut liitos. Liitoksesta on vuotanut vettä rakennuksen yläpohjaan.



KUVIO 12. Paisunta-astia ja vuotanut liitos

Yläpohjassa on eristeenä turve ja sen päälle on laitettu hiekkakerros. Turvekerros on kastuessaan hyvä ympäristö mikrobikasvustolle. Yläpohjan eristettä rakennekosteusmittarilla mitattaessa ei havaittu kosteuspoikkeamaa. Eriste oli kuitenkin pahanhajuista ja alapuolisessa välipohjassa oli kosteuden aiheuttamia jälkiä, joten putki on vuotanut aikaisemmin. Kosteuden aiheuttamia jälkiä välipohjassa on esitetty kuviossa 13. Kartoitushetkellä vesiverkosto oli tyhjillään ja pois käytöstä.



KUVIO 13. Kosteuden aiheuttamia jälkiä välipohjassa

## Eläimen virtsaa seinärakenteissa

Yhdessä huoneessa kartoitushetkellä haisi voimakkaasti eläimen virtsa. Tarkemmin tutkittaessa havaittiin hajun tulevan seinästä pinkopahvin alta. Haiseva kohta on esitetty liitteenä olevassa tutkimusselvityksessä. Kuviossa 14 on esitetty vaurioitunutta seinää pinkopahvin poisottamisen jälkeen. Pinkopahvin alla on hirressä pieni kolo. Seinässä näkyvistä jäljistä päätellen voidaan arvailla, että kyseessä on rotan pesäpaikka tai muu vastaava paikka, missä on käyty tekemässä tarpeita.



KUVIO 14. Pinkopahvin takana oli hajuhaitta, jossa on mahdollisesti rotan virtsaa

## 12.3 Rakennuksessa tehtävät toimenpiteet

Rakennuksen runko on alinta hirsikerrosta lukuun ottamatta todella hyvässä kunnossa, joten rakennus kannattaa kunnostaa. Kohteessa suoritetaan kaikki liitteessä olevan tutkimusselvityksen suosittamat toimenpiteet.

## **Ulkopuolisten kaatojen korjaus**

Maanpinnan kallistukset ovat yhdeltä sivulta rakennukseen päin kallellaan. Maa viettää pitkältä matkalta taloon päin. Varsinkin keväällä lumen sulaessa tulee maanpintaa pitkin runsaasti sulamisvesiä rakennuksen alle.

Ulkopuolisia maa-alueita muokattiin kaivinkoneella siten, että vedet ohjautuvat pois päin rakennuksesta. Koska taloon päin tulee pintavesiä kauempaa-kin, kaivettiin avo-oja pihan laidalle, joka ohjaa suurimman osan vedestä pois. Näin rakennus ja piha-alue pysyvät paljon kuivempana.

Ulkopuolisten vesien aiheuttamat vauriot makuuhuoneille korjattiin liitteenä olevan tutkimus selvityksen mukaan. Makuuhuoneiden lankkulattia purettiin ja sen alta kastuneet villaeristeet ja puukoolaukset poistettiin. Villa eristeiden alla oleva maanvarainen lattia muutettiin asukkaan toivomuksesta muita rakennuksen lattioita vastaavaksi. Toisin sanoen betonilattia purettiin ja tehtiin rossilattia.

Pintavesien ja kapilaari ilmiön aiheuttamat vauriot alahirsissä korjattiin vaihtamalla hirret uusiin. Hirsien vaihdon jälkeen rakennuksen runko on kautaltaan kunnossa.

## **Alapohjan tuuletuksen korjaus**

Alapohjan tuuletusongelmat korjattiin laittamalla koko rakennuksen lattian alle tuulettuva rossipohja. Multapenkkiperustus poistettiin kokonaan ja rakennukseen tehtiin sisäpuolelle kokonaan uusi lattiarakenne nykymääräisten mukaisesti. Nyt alapohja pääsee tuulettumaan sokkeliin jäävistä tuuletusaukoista, joten entisen kaltaista ongelmaa ei enää pääse syntymään.



### **Kattovuodon korjaus**

Rakennuksen katto materiaalina oleva huopa on pääasiassa hyväkuntoinen, joten kattoa ei tarvinnut korjata kokonaan. Piipun juuri korjattiin pellittämällä koko piippu ja laittamalla siihen juuripellit, mitkä estävät veden pääsemisen sisäpuolisiin rakenteisiin.

Piipunjuuressa oleva vuoto on päässyt lahottamaan yhtä rakennuksen hirsiväliseinää. Väliseinä on mennyt niin pehmeäksi, ettei sen kunnostaminen onnistunut muuten kuin vaihtamalla kaikki väliseinän hirret uusiksi.

### **Putkivuodon korjaus**

Rakennuksen lähellä kulkee kunnan vesijohto. Nykyinen omistaja liittyi siihen, joten vanha verkosto purettiin kokonaan käytöstä. Yläpohjassa putkivuodon yhteydessä kastuneet eristeet poistettiin liitteessä esitetyn pohjakuovan mukaisilta alueilta. Sisäkatossa olevat kosteuden aiheuttamat tummentumat eivät lähde pois muuten kuin hiomalla tai vaihtamalla laudoitus uudeksi. Laidoitus jätettiin kuitenkin paikoilleen, sillä kyseinen esteettinen seikka ei haitannut omistajaa.

### **Eläimen virtsan haju**

Virtsan haju lähti seinästä käyttämällä siihen tarkoitettua mikrobiologista hajunpoistokemikaalia. Haju poistettiin Bio-Freshillä heti purkamisen jälkeen. Bio-Fresh on biologinen aine, joka sisältää basillus –suvun mikro-organismeja. Mikro-organismit hävittävät hajun alkulähteen. Kemikaali ei kuitenkaan poista hirressä näkyviä valumajälkiä, joten valumajäljet poistettiin hiomalla hirttä.

## 12.4 Rakennuksen desinfiointi

Koko rakennus on kärsinyt erilaisista mikrobi ongelmista. Mikrobeja oli mahdollisesti joka paikassa rakennuksen eri pinnoilla. Mikrobeja ei saa varmuudella pois muuten kuin desinfioidulla kaikki rakenteet ja sisäilma. Rakennuksen desinfiointi suoritettiin korjaustoimenpiteiden jälkeen kuivasavutusmenetelmällä. Kuivasavutusmenetelmä oli hyvä kyseisessä rakennuksessa, sillä prosessissa levitettävä kemikaali leviää savun tavoin kaikkialle rakennukseen. Savu tunkeutui pieniin koloihin ja jäi leijailemaan pitkäksi ajaksi rakennuksen sisäilmaan poistaen ja tuhoten kaikki ilmassa sekä pinnoilla olevat mikrobit.

Rakennuksen desinfiointiin käytettiin Penetrox PF –kemikaalia, jonka tehokkuus perustuu sen hapettavaan vaikutukseen. Penetrox PF on tuote, jonka teho perustuu orgaaniseen peroksidiin. Kemikaaliin on yhdistetty alkoholia kantoaineeksi sekä kemiallisen reaktion nopeuttamiseksi. Kemikaali vaikuttaa talossa 1–3 viikkoa tuuletus olosuhteista riippuen. Kohteeseen voi kuitenkin mennä ja siellä työskennellä 24 tunnin jälkeen aineen levittämisestä.

## 13 LOPPUPÄÄTELMÄT

Opinnäytetyön tarkoituksena oli saada lisätietoa sisäilmaongelmista ja ongelmien poistamisesta työelämän tarpeisiin. Tätä ajatusta taustalla pitäen työhön otettiin paljon teoretietoja mikrobeista ja rakennusten kosteusvauriosta sekä niiden korjaamisesta.

Opinnäytetyön käytännön esimerkiksi valitsin kohteen, jossa oli mahdollisimman paljon ongelmia. Valittu kesäasunto tarjosikin loistavan mahdollisuuden käsitellä teoriaosuudessa mainittuja asioita. Käytännön kohde antoi hyvän esimerkin sisäilmaongelman monimuotoisuudesta ja siitä, että ongelmat eivät johdu välttämättä vain yhdestä seikasta. Kartoittamassani kohteessa korostuikin eniten rakennuksen tarkka tutkiminen.

Sain seurata vaihe vaiheelta rakennuksen purku- ja uudelleenrakennustoimenpiteitä. Rakennuksessa tehtävien suurien kunnostustoimenpiteiden jälkeen rakennuksen sisäilma oli raikas eivätkä asukkaat enää oireilleet. Kohteessa tehdyt tutkimukset ja hajunpoistot palkittiin lopuksi puhtaalla ja terveellisellä asuinympäristöllä.

Rakennusten desinfiointi ja hajunpoisto on yksinkertainen asia, kun ongelman lähde on paikannettu ja ongelmaan johtaneet syyt on poistettu. Ainut hankaluus hajunpoisto- ja desinfiointikäsitelyssä on kuhunkin tapaukseen oikean kemikaalin ja menetelmän valinta. Kemikaaleista on kuitenkin paljon tietoa aineiden maahantuojiilla. Maahantuoijat ja JVT-liitto järjestävät koulutuksia erilaisten sisäilmaongelmien poistamisesta oikeaoppisesti.

Eristetilojen desinfioinnista rakenteita avaamatta ei ole tehty tutkimuksia. Tarkoitukseni on jatkaa tutkimuksia eristetilan desinfioinnista, sillä rakenteiden avaaminen on rakennuksen omistajalle todella kallista. Jos rakenteet voidaan varmuudella desinfioida puhtaaksi rikkomatta rakenteita, niin se antaa alan yritykselle mahdollisuuden pärjätä markkinoilla paremmin. Rakenteita voitaisiin tutkia rakentamalla erilaisia rakennemalleja. Malleilla voitaisiin



varmistaa kemikaalien leviäminen esimerkiksi betonielementtien välisessä villatilassa.

Työn tekemisen yhteydessä pääsin käyttämään Jyväskylän ammattikorkeakoulussa ja vahinkosaneeraustyömailla saamiani tietoja. Työ antoi minulle paljon teoretietoa erilaisista sisäilmanepäpuhtauksista. Hajunpoisto- ja desinfiointiaineista sekä levitysmenetelmistä sain paljon lisätieto kursseilta, joita kävin työelämän ja opinnäytetyön avuksi.

Suomen rakennuskanta vanhenee koko ajan ja eri aikakauden rakennusvirheet ovat vasta löytymässä. Tästä johtuu, että töitä desinfiointi alalla riittää. Tulen hyötymään työhön keräämistäni tiedoista työelämässä, ja pystyn näin ollen auttamaan ihmisiä heidän sisäilmaongelmiensa kanssa.

Sisäilmaongelmat ja siihen liittyviin asioihin tulee koko ajan lisää tietoa erilaisten tutkimusten kautta. Esimerkiksi homeiden eri sukuja tutkitaan ja niitä löytyy koko ajan lisää. Miten eri mikrobit kehittyvät ja miten ihminen niihin reagoi? Miten uudet passiivienergiatalot toimivat 10 vuoden päästä? Miten eri rakennusmateriaalit reagoivat keskenään? Muun muassa nämä kysymykset yhdessä median tiedotusten kanssa osoittavat, että tietoa tarvitsee jatkuvasti lisää. Joten tämä työ on vasta alkua sisäilmaongelmien monimuotoisessa viidakossa.

## LÄHTEET

Ammoniakki. 2010. Hengityслиitto. viitattu 20.3.2010.

<http://www.hengityслиitto.fi/Home/Muut-sisailmaongelmat/Ammoniakki/>

Asumisterveysohje. 2003. Sosiaali- ja terveysministeriö. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1. Helsinki : Edita.

Asumisterveysopas. 2005. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö.

Funari, G. 2010. Odor removal–kurssi. Luentomateriaali. Helsinki

Hajunpoisto ja desinfiointi. 2009. Esitteet. Helsinki: A.Seppälä Total Quality Oy.

Hajunpoisto ja desinfiointi. 2010. Esitteet. Helsinki: Beretta Palvelut Oy.

Husman, T., Roto, P. & Seuri, M. 2002. Sisäilma ja terveys - tietoa rakentajille.

Keski-Suomen Kuivaustekniikka Oy. 2009. Tutkimukset. Jyväskylä

Keski-Suomen Kuivaustekniikka Oy 2010. Viitattu 22.4.2010. Keski-Suomen Kuivaustekniikka Oy:n sivusto. [www.suomala.fi/kuivaustekniikka/](http://www.suomala.fi/kuivaustekniikka/), Keski-Suomen Kuivaustekniikka yrityksenä.

Kesäasunto, Kosteus- ja mikrobivauriokartoitus. 2009. Tutkimusselvitys. Suomala Kuivaustekniikka Oy. Jyväskylä

Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus 1997. Ympäristöopas 28. Ympäristöministeriö. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen korjaus 1998. Ympäristöopas 29. Ympäristöministeriö. Helsinki: Rakennustieto Oy.

Leino, V. 1998. Opas kosteusongelmiin. Tampereen teknillinen korkeakoulu. Rakennustekniikan osasto, Tampere.

Sisäilmaohje. 1997. Asuntojen ja muiden oleskelutilojen fysikaaliset, kemialliset ja mikrobiologiset tekijät. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 1997:1. Helsinki: Edita.

Leppänen, J., Seppälä, A. & Eränen, A. 2009. Hajunpoisto ja desinfointi. Suomen JVT- ja Kuivausliikkeiden liitto ry. Luentomoniste.

Puhakka, E., Beatrice, B., Kalso, S., Vahanen, M., Viitanen, H., Arvela, H., Voutilainen, A., Routsalainen, R., Koukila-Kähkölä, P., Sarekoski, K & Kärkkäinen, J. 1996. Terveellinen sisäilma. Jyväskylä: Suomen Sisäilmaston Mittauspalvelu Oy.

RT 05-10710. 1999. Kosteus rakennuksissa. Ohjetiedosto. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

Styreeni. 2010. Hengitysliitto. viitattu 20.3.2010.

<http://www.hengitysliitto.fi/Home/Muutsisailmaongelmat/Styreeni/>

## LIITTEET

## Liite 1. Kesäasunnon tutkimus selvitys



**SUOMALA KUIVAUSTEKNIikka OY**  
www.suomala.fi

1/10

Tilaaaja: -	Työnumero: 512007-120
----------------	--------------------------

**TUTKIMUSSELOSTUS**

Tutkimuksen tekijä: Suomala Kuivaustekniikka Oy Huusko Topi, Vahinkokartoittaja 040-5752865 topi.huusko@suomala.fi	Tutkimuspäivämäärä: 31.8.2009 21.10.2009
--	--

PohjakuvaMittauspöytäkirjaValokuvat

Kohde	Kesä asunto		
Nimi	-	Puh	-
Osoite	-		

Vakuutusyhtiö	Nordea		
Vahinkonro	-		
Tarkastaja	-	Puh	-

Kiinteistö



Suomala Kuivaustekniikka Oy  
PL 361  
41101 JYVÄSKYLÄ

Puh. (040) 5752865  
etunimi.sukunimi@suomala.fi

<b>Tutkimuksen tarkoitus, menetelmät ja mittalaitteet</b>	Vesivahingon laajuuden selvitys.
	Tutkimus suoritettiin aistinvaraisesti sekä apuna käyttäen Gann UNI 2 pintakosteudenosoitinta (pko) ja B 50-mittapäätä. Kosteuden paikallistajalla tutkittaessa käytämme ilmaisia kuivaa ja märkää. Paikallistajan lukemat kertovat rakenteen kosteusrasitteesta 0 – 70 mm:n syvyydeltä, mutta eivät kerro materiaalin kunnosta. Mitta-asteikko 0-199.
	Kosteusmittauksissa käytetään ilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittalaitetta Vaisala HMI 41 ja mittausturua HMP 42 tai HMP 46. Betonin suhteellisen kosteuden mittauksessa noudatetaan RT-ohjekortin mittaumenetelmiä (Ratu 14–10675). Suhteellisen kosteuden (RH) mittaustuloksissa pidetään virhemarginaalina $\pm 4 \%$ .
	Puu- ja levyrakenteiden mittausta suoritetaan Gann UNI 2 – mittarilla ja M20 -iskuanturilla sekä M18 – junta-anturilla. Kosteus raja-arvo on yli 17 paino-%.

#### Tekniset tiedot

<b>Kiinteistö</b>	kesäasunto rakv. n.1840 rak-ala n.120 m <sup>2</sup>
<b>Rakenteet</b>	Huopakatto Ulkoseinä: lautaverhoiltu hirsirunko Väliseinä:Hirsi / tiili Alapohja:Multapenkkiperustus, lankkulattia MH1 ja MH 2 lattiaan tehty jälkikäteen maanvarainen laatta. lankku-100mm villaa- 50 mm betonia- maatäyttö Välipohja: hiekka/turve eriste, katossa lauta
<b>Pinnoitteet</b>	Lankkulattia, seinissä pinkopahvi
<b>Käyttövesi-putkisto</b>	rautaa
<b>Lämmitys</b>	Puulämmitys uuneilla
<b>Ilmanvaihto</b>	Painovoimainen seinäventtiileillä

<b>Vahingon aiheuttaja</b>	Rakennusvirheistä, rakennuksen käyttövirheistä, putki- ja kattovuodoista johtuvia kosteus ja sisäilma ongelmia.
----------------------------	---

<b>Raportti</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asunto on ollut vain kesä käytössä 60 luvulta lähtien. Talvet asunto on ollut kylmillään.</li> <li>- Uusi omistaja epäili rakenteissa kosteusvaurioita huonon sisäilman takia.</li> <li>- Asukkaalla alkoi sisälle mentäessä kurkku kuivua ja pitemmän aikaa asunnossa oltaessa ääni lähti.</li> <li>- Kartoitushetkellä asunnossa yleensä oli selvä maakellarimainen haju. Yhdessä huoneessa oli pistävä haju.</li> </ul> <p><b>MH1 ja MH 2 (3,6m*3,7m=13,3m<sup>2</sup>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Makuuhuoneet 1 ja 2 lattian eristetila kostea Ks.pohjakuva</li> <li>- Lankkulattiassa ei kosteuden aiheuttamia jälkiä.</li> <li>- Seinissä pinkopahvit, missä ei ollut kosteuden aiheuttamia jälkiä</li> <li>- Vesi on päässyt eristetilaan maanpinnan muodon takia, sillä ne viettävät taloon päin.</li> <li>- Ulkoseinän alin hirsi ja ulkoverhous oli kosteuden vaikutuksesta lahonnut.</li> </ul> <p><b>OH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Olohuoneen ja makuuhuone 2 välisessä seinässä voimakasta virtsan hajua seinässä pinkopahvin takana Ks. kuva avatusta seinästä.</li> <li>- Katossa oli kosteuden aiheuttamia jälkiä välipohjassa. Jälkien yläpuolella oli vanhanaikainen paisunta-astia ja vesiputket jotka eivät olleet tiiviit Ks.kuva</li> <li>- Välipohjan eristetila oli kartoitushetkellä kuiva, mutta eristeissä oli mikrobivauriolla tyypillinen haju.</li> <li>- Pinkopahvissa kosteuden aiheuttamaa kupruilua piipun läheisyydessä olevassa seinässä Ks.kuva</li> <li>- Kupruilevan tapetin takana olohuoneen ja makuuhuone 1 välisessä hirsiseinässä oli lahovauriota ks.kuva.</li> <li>- Lahovaurio johtuu piipun juuressa olevasta vuodosta.</li> </ul> <p><b>MH3 ja MH4</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lattiassa ja seinissä ei havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä.</li> <li>- Lankkulattiaa avatessa huomattiin lattialankkujen olevan alapuolelta homeessa. Alapohjan tuuletus aukot olivat selluvillalla tukittu, joten kosteus on päässyt tiivistymään lattialankkujen alapuolelle.</li> </ul> <p><b>Alapohja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Alapohjan tuuletus ei ole riittävä, johtuen tukituista ilmaaukoista</li> </ul> <p><b>Alin hirsi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Pohjakuvaan merkatuilta kohdilta alin hirsikerros oli lahonnut, väärien kaatojen tai/ja kapilaari-ilmion vuoksi.</li> </ul>
-----------------	--

<b>Toimenpide- ehdotus:</b>	<p><b>MH 1 ja 2</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lankkulattia puretaan ja kastuneet eristeet poistetaan sen alta.</li> <li>- Koska maatäyttö on hienoa hiekkaa, mikä ei toimi kapilaari katkona, täytyy maatäyttö vaihtaa tai tehdä alapohjarakenteesta samanlainen kuin muihinkin huoneisiin.</li> <li>- Ulkoseinän alin hirsikerros oli kärsinyt lahovauriosta, joten se pitää vaihtaa.</li> </ul> <p><b>OH</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Olohuoneesta poistettava eläimen virtsan hajun kohdasta pinkopahvi ja desinfioitava ja poistettava hajun lähde.</li> <li>- Piipun juuresta tulleen kosteuden vaurioittamat hirret on vaihdettava uusiin.</li> <li>- Välipohjassa putkivuodon takia kastuneita lautoja ei tarvitse purkaa, jos se ei ulkonäöllisesti häiritse.</li> <li>- Välipohjan eristeet on vaihdettava uusiin pohjakuvaan merkityltä alueelta. Vaurioituneita eristeitä noin 3 m<sup>2</sup>.</li> </ul> <p><b>Alapohja</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Koska lattialankut ovat kauttaaltaan mikrobivaurioisia, ne pitää poistaa. Uudelleen rakentamisen yhteydessä suositellaan koko lattiarakenteen kunnostamista.</li> <li>- Multapenkkiperustus pois ja tilalle normaali tuulettuva rossipohja.</li> </ul> <p><b>Alin hirsi</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lahonneet hirret pitää vaihtaa uusiin.</li> </ul> <p>Rakenteiden desinfiointi ja hajun poistokäsittely purkutöiden jälkeen kuivasavu menetelmällä, Esim Penetrox Pf tai Maxox Pf</p> <p>Rakenteissa ei koneellisen kuivauksen tarvetta.</p> <p>Purkutyöt Ratu 82-0239 ( kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purkutyöt ) ohjeiden mukaisesti.</p> <p>Kuivauksen jälkeen rakenteiden ja pintojen korjaus hyvää rakentamistapaa noudattaen.</p> <p>Tutkimuksen aikana ei ollut käytettävissä rakennepiirustuksia Noudatamme Suomala Kuivaustekniikka Oy:n sopimusehtoja.</p> <p>Selostuksen ehdotukset perustuvat tutkimushetken tuloksiin. Tutkimus ei pois- sulje mahdollisuutta, että muualla rakenteissa olisi piilossa olevia rakennusvir- heitä tai vaurioita.</p> <p>Suomala Kuivaustekniikka Oy Topi Huusko Vahinkokartoittaja</p>
---------------------------------	--

**POHJAKUVA VAHINKOALUEESTA**  
Pohjakuva ei ole mittakaavassa



Suomala Kuivaustekniikka Oy  
PL 361  
41101 JYVÄSKYLÄ

Puh. (040) 5752865  
etunimi.sukunimi@suomala.fi



## MITTAUSPÖYTÄKIRJA

### RAKENTEEN KOSTEUS

Mittaus suoritettiin VAISALA HMI 41 -rakennekosteuden mittarilla.

Pvm	Mittaus- piste	RH %	°C	g / m <sup>3</sup>	Materiaali	Kosteusarvio
31.8.09	1	77,5	21,4	12,5	villaeriste lattiassa	märkä
31.8.09	2	87,2	20,4	13,2	villaeriste lattiassa	märkä
31.8.09	3	55,7	22,9	9,7	villaeriste lattiassa	koholla
31.8.09	4	25,3	22,4	4	villaeriste lattiassa	kuiva

#### Raja-arvoja:

*Eristetila (lämpötila ~20 °C)*

- Rh < 60%, kuiva
- Rh 60 - 75%, kosteus koholla (selvitys onko rakenteen norm.tila)
- Rh > 75, kostea / märkä

*Betoni (lämpötila 20 °C)*

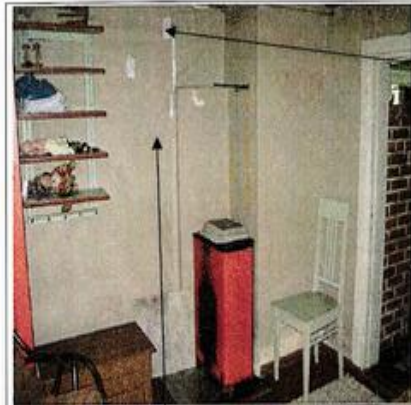
- \*SisäRYL2000; lattiapäällysteen asentaminen tilaan, jossa on ollut kosteusvaurio, edellyttää betonilta alle RH80% suhteellista kosteutta

### PUURAKENTEIDEN KOSTEUS

Mittaus suoritettiin Gann UNI 2 – mittarilla ja M20 - iskuanturilla sekä M18 – junta-anturilla.

Mittauspiste	Paino - %	Kosteusarvio
Alin hirsikerta vaurioituneilta alueilta	19-24	märkä
Hirsi yleensä	0-12	kuiva
Olohuoneen katto vuotokohdalta	5-9	kuiva

## VALOKUVAT



Pinkopahvi kuprulla. Piipun juuresta tullut vettä joka on kastellut hirsiväliseinää olohuoneesta.



Pinkopahvin purkamisen jälkeen havaittiin seinässä lahovauriota piipunjuuressa



Virtsan hajua olohuoneen seinässä pinkopahvin alla.



Olohuoneen katossa kosteuden aiheuttamia jälkiä

8/10



Alin hirsikerros on lahonnut. Makuuhuoneiden 1 ja 2 lattiassa oli kosteutta villa eristeessä. Kuva purkuvaiheesta.



Alin hirsi oli makuuhuoneiden kohdalta vaurioitunut



Ulkoverhouslauta oli paikoin kiinni maassa ja se oli lahonnut alapäästään.



Keittiössä ei havaittu kosteuden aiheuttamia jälkiä.



9/10



Multiispennkiperustus. Maakosteus on vaurioittanut lattiarakenteen maata vasten olevia hirsikoolauksia



Kasvien juuret olivat tunkeutuneet sisäpuolelle.



Vanha paisunta-astia yläpohjassa



Putken tiiveydessä puutteita, josta on päässyt vettä välipohjan eristetilaan.

10/10



Piipun juuresta on vuotanut vettä kastellen alapuolella olevaa hirsiväliseinää.

Suomala Kuivaustekniikka Oy  
PL 361  
41101 JYVÄSKYLÄ

Puh. (040) 5752865  
etunimi.sukunimi@suomala.fi

## Liite 2. Hajunpoisto taulukko, Alron Chemical Co AB



## A.Seppälä Total Quality Oy

ASTO:N VALIKOIMASSA OLEVAT, HOMEVAURIOKORJAUKSISSA KÄYTETTÄVÄT DESINFEKTOAINEET

TUOTE/ VALMISTAJA	TEHOAINEET	KÄYTTÖKOHTEE/LEVITYS	SUOSITUKSIA, REFERENSSEJÄ
<b>MCF Pintadesinfektioaine</b> Microbe Control Finland Oy/ Faintend Oy	Guanidini kopolymeeri PHMG Vaikutuseriaate: elektrokemiallinen, fysikaalinen. Polymeerit jäävät pintaan. Valmis käyttöliuos.	Mikrobivaurioituneiden rakennusten desinfektio- ja hajunpoistokäsittely ULV-menetelmällä. Yleinen pintadesinfektio terveydenhuollon, elintarviketeollisuuden, kuljetuksen jne. toimialoilla	Mikrobiologinen teho tutkittu Helsingin yliopiston Kansanterveyslaitoksen laboratoriossa. Ylittää prEN 12791 standardin vaatimukset. Käytetään mm. sairaaloiden IV-laitosten desinfiointissa.  www.microbecontrol.com
<b>Odox</b> Alron Chemical Co AB	Vetyperoksidi Vaikutuseriaate: Hapettamalla tapahtuva hajottaminen Hajoamistuotteina vettä ja happoa. Ei jäämiä. Laimennetaan 1:1 – 1:10	Mikrobivaurioituneen rakennuksen en osien desinfektio ennen purku- tai saneeraustöihin ryhtymistä. Erilaiset desinfektio-, valkaisu- ja hajunpoistomenetelmät viemäri-, vesi- ja palovahingossa sekä kalmasaneerauksessa. Kaivojen ja vesijohtojen desinfektio. Levitys sumuttamalla, sivelemällä, ULV- sumutuksella	Ympäristövaikutusten vuoksi useat tahot suosittavat käytettäväksi natriumhypokloriittipohjaisten tuotteiden sijasta. Mikrobiologinen spektri laaja ja monen tahon tulkima. Useat kunnat suosittavat vetyperoksidia kaivon kunnostuksen yhteydessä. Hinnataan edullisin desinfektioaine  www.alron.se
<b>Penetrox S</b> (S = Spray) Alron Chemical Co AB	Vetyperoksidi, orgaaninen peroksidi Vaikutuseriaate: Hapettamalla tapahtuva hajottaminen Hajoamistuotteina vettä ja happoa. Ei jäämiä propyleeniglykolin haiduttua.  Valmis käyttöliuos	Mikrobivaurioituneiden rakennusten desinfektio- ja hajunpoistokäsittely ULV- menetelmällä.	Työterveyslaitos, Ins.tsto IS-Consults Bergenin yliopisto Finn Langvad, ilman kautta tapahtuvan ULV-sumutuksen teho Arikkeli RenhetsTeknik-lehden numerossa 4/2004, sivut 7-10, Kirjoittaja: Doc Alvin Ronlan, Ruotsi  www.alron.se
<b>Maxox PF</b> (PF= Pulsjet Fogger) Alron Chemical Co AB	Vetyperoksidi, orgaaninen peroksidi Propyleeniglykoli kantoaineena sekä kemiallisen reaktion hidastamiseksi ja tunkeutuvuuden parantamiseksi. Vaikutuseriaate: Hapettamalla tapahtuva hajottaminen Hajoamistuotteina vettä ja happoa. Ei jäämiä propyleeniglykolin haiduttua. Valmis käyttöliuos Levitys patopuiki- foggerilla	Mikrobivaurioituneiden rakennusten desinfektio- ja hajunpoistokäsittely ULV-menetelmällä. Rakenteiden ja onteloiden ylipaineella tapahtuva hajunpoisto/desinfektio- ja esim. kuivauksen jälkeen Aerosolimuodostus ainoastaan Patriot- tai Trailblazer patopuiki- ja haitta-aineilla toimivalla kuivasavulaiteella!	Ins.tsto IS-Consults Arikkeli RenhetsTeknik-lehden numerossa 4/2004, sivut 7-10, Kirjoittaja: Doc Alvin Ronlan, Ruotsi Calspan UB Research Center INC. USA, Decontamination Effectiveness Testing of Maxox-PF (Formula 7-10-13) Against Bacterial Spores  www.alron.se

<p><b>Penetrox PF</b> (PF= Pulsjet Fogger) Alron Chemical Co AB</p>	<p>Orgaaninen peroksidisi (tehoaine) Propyleeniglykoli kantoaineena sekä kemiallisen reaktion hidastamiseksi ja tunkeutuvuuden parantamiseksi. Vaikutusperiaate: Hapettamalla tapahtuva hajottaminen Hajoamistuotteina vettä ja hapetta. Ei jäämiä propyleeniglykolin haihduttua. Valmis käyttöliuos Levitys patoputkifoggerilla</p>	<p>Mikroivaurioituneiden rakennusten hajunpoistodesinfektio- ja desinfiointi- menetelmällä. Rakenteiden ja onteloiden ylipaineella tapahtuva hajunpoisto esim. palosaneerauksessa. Aerosolimuodostus ainoastaan Patriot- tai Trailblazer patoputkiperiaatteella toimivalla kuivasavulaatteilla!</p>	<p>Ins.tsto IS-Consults Artikkel RenhetsTeknik- lehdten numerossa 4/2004, sivut 7-10. Kirjoittaja: Doc Alvin Ronlan, Ruotsi  www.alron.se</p>
<p><b>Citrox</b> Alron Chemical Co AB</p>	<p>Vetyperoksidisi, sitruunahappo Tensidit Vaikutusperiaate: hapettamalla tapahtuva hajottaminen ja valkaisu, happamuuteen perustuva saostumien hajottaminen, pesävä vaikutus Laimennetaan 1:1 – 1:10</p>	<p>Biofilmin hajottamiseen, desinfiointiin ja valkaisevaan puhdistukseen, saostumien ja homeatohojon poistoon. Valkaisu kestävät pinnat rakenteet, tekstiilit. Käytetään puhdistusaineen tavoin. Voidaan myös käyttää pesukoneessa huuhteluaineen annosteluohjelmalla.</p>	<p>Ympäristövaikutusten vuoksi useat tahot suosittelevat käytettäväksi vetyperoksidia natriumhypokloriittipohjaisten tuotteiden sijasta. Mikrobiologinen spektri laaja ja monen tahon tukkimä. PH hapan, yksi harvoista valmisteista, jotka heijottavat rasvasaippuan, eloperäisen rasvan ja vesijohveden aiheuttamaa saostuman muodostamaa biofilmiä  www.alron.se</p>
<p><b>Sieni &amp; Bakteeridesinfektio</b> Versiot S ja PF Alron Chemical Co AB</p>	<p>N-substituoituja ja N,S-heterosyklisiä yhdisteitä. PF- versiossa kantoaineena propyleeniglykoli Laimennetaan 1:9 Jätetään pintoihin.</p>	<p>Puurakenteiden, ilmanvaihtolaitteiden, eristämateriaalien yms. desinfiointiin saneerauksen tai puhdistuksen jälkeen. Sieni &amp; Bakteeridesinfektio ja Alron KanavaPinnoietta voidaan käyttää ilmanvaihtokanavien käsittelyyn seoksena 1 osa Sieni &amp; Bakteeridesinfektio 9 osaan laimentamatonta KanavaPinnoietta.  Sumutus, sively, ULV-sumutus</p>	<p>Valmistajan teettämien tutkimusten mukaan estää seuraavien sienten ja bakteerien kasvua: Aspergillus niger, Candida albicans, Chaetomium globosum, Fusarium, Paecilomyces varioti, Penicillium expansum, Penicillium foniculosum, Poro monticola, Pullularia pullulans. Bacillus subtilis, Escherichia coli, Proteus vulgaris, Pseudomonas aeruginosa, Staphylococcus aureus, Desulfivibrio spec.  www.alron.se</p>
<p><b>KEFA BioWash</b> Kefa Drytech Ab, Ruotsi</p>	<p>Kvaternääriset ammoniumyhdisteet/kvaatit (Didekyyli-dimetyyliammonium-Kloridi) Laimennetaan 1:5 – 1:10 Vaikutusperiaate: Kvaatteihin perustuva desinfektio, pesävä ja rasvaa poistava vaikutus. Voidaan huuhtella tai jättää pintoihin ja rakenteisiin</p>	<p>Desinfiointi, rakenteiden desinfiointi kosteus- ja mikroivaurioituneissa rakenteissa. Käytetään mm. ennen BioRid-homeenesto-pinnoitusta. Poistaa orgaanisista jätteistä aiheutuvia hajuja.  Sumutus, pesu, sively, ULV-sumutus</p>	<p>Kvaatit tehoavat hyvin kosteusvaurioituneissa rakenteissa sekä elintarviketeollisuudessa esiintyviin homeisiin ja hiivoihin  Valmistajan teettämät mikrobiologiset testit, Ruotsi  www.kefa.se</p>
<p><b>Boral 20</b></p>	<p>Dinatriumoktaboraatti, tetrahydraatti.</p>	<p>Kosteusvaurioituneissa rakenteissa paikalleen</p>	<p>Boori on ollut pitkään käytössä rakennusten kosteudelle</p>

<p>Alron Chemical Co AB, Ruotsi</p>	<p>Valmis käyttöliuos</p>	<p>jätettävien rakenteiden mikrobien- ja hyönteistenestoaine. Levitetään sumuttamalla, sivelemällä, upottamalla tai ULV-sumutuksella.</p>	<p>alttiina olevien rakenteiden homeen ja hyönteisten estossa sekä palonestoaineena mm. selluvillaeristeessä. Ei sisältöjen sisäpintojen käsittelyyn. <b>HUOM!</b> Uusi Stv:n lausunnon mukainen boorihapon luokitus: Myrkyllinen, Voi heikentää hedelmällisyyttä, Vaarallista sikiölle <a href="http://www.alron.se">www.alron.se</a></p>
---	---------------------------	---	--



## Liite 3. Hajunpoisto taulukko, Beretta Palvelut Oy

Vahinko	Ensitoimenpiteide			Puhdistus	Pintamateriaalin käsittely
	1. vaihe	2. vaihe	3. vaihe		
Tulipalo	Sumutetaan <b>9-D-9</b> hajua tuottaviin kohtiin ja tasopinnolle. Mahdollinen lisäaine vaikeisiin tapauksiin (voimakkaasti hiltynyt pinta) on <b>Last Resort</b> .	Levitetään lattialle tai laakeaan astiaan <b>C.O.C</b> hajunpoistoraketta. Pienen tilaan <b>B.O.B</b> hajunpoistoyhdy. Tuoksu; kirsikka	Käsitellään sisäilma <b>Thermo 2000</b> tai <b>Thermo 55</b> kuivasumulla. Tuoksu; kirsikka	Kuivan lian puhdistus nokihiuka/nokisieni/rimuri. Vettä sietävät pinnat pestään <b>Wall Cleaner Liquid</b> tai <b>Degrease All</b> pesuaineella. Lisätään <b>9-D-9</b> pesuaineeseen auttamaan hajunpoistossa.	Haiseviin pintoihin annostellaan <b>9-D-9</b> (tehostus-aine <b>Last Resort</b> ) sumuttamalla. Pinnan sulkeminen <b>FixSoot</b> ja <b>BIN</b> sulkumaali. <b>BIN</b> iin voi lisätä <b>Space Sprayn</b> hajua muokkaamaan.
Proteiinipohjaiset hajut. Palanut ruoka jne.	Sumutetaan <b>Double-O</b> hajua tuottaviin kohtiin ja tasopinnolle.	Levitetään lattialle tai laakeaan astiaan <b>C.O.C</b> hajunpoistoraketta. Pienen tilaan <b>B.O.B</b> hajunpoistoyhdy. Tuoksu; citrus	Käsitellään sisäilma <b>Thermo 2000</b> tai <b>Thermo 55</b> kuivasumulla. Tuoksu; citrus	Vettä sietävät pinnat pestään <b>Wall Cleaner Liquid</b> tai <b>Degrease All</b> pesuaineella. Lisätään pesuaineeseen <b>Double-O</b> auttamaan hajunpoistossa.	Haiseviin pintoihin annostellaan <b>Double-O</b> sumuttamalla. Pinnan sulkeminen <b>FixSoot</b> ja <b>BIN</b> sulkumaali. <b>BIN</b> iin voi lisätä <b>Space Sprayn</b> hajua muokkaamaan.
Jaakaappi tai pakastin	Sumutetaan <b>Double-O</b> hajua tuottaviin kohtiin ja tasopinnolle.	Levitetään lattialle tai laakeaan astiaan <b>C.O.C</b> hajunpoistoraketta. Pienen tilaan <b>B.O.B</b> hajunpoistoyhdy. Tuoksu; citrus	Käsitellään tarvittaessa sisäilma <b>Thermo 2000</b> tai <b>Thermo 55</b> kuivasumulla. Tuoksu; citrus	Vettä sietävät pinnat pestään <b>Wall Cleaner Liquid</b> tai <b>Degrease All</b> pesuaineella. Lisätään pesuaineeseen <b>Double-O</b> auttamaan hajunpoistossa. Desinfioi pinnat puhdistuksen jälkeen <b>Formula 429</b> .	Sumutetaan haiseville pinoille <b>Liqui-Zone</b> (hapetusreaktio) matalapainesumuttimella tai ULV-laitteella. Varmista materiaalin kestävyys!
Homeenhaju	Sumuta <b>Formula 429</b> Plus kaikille vettä sietäville pinoille ja sisäilmaan eliminoimaan home ja sienet, poistamaan haju ja estämään uutta kasvustoa.	Tiloissa missä on vain hajua tai hajua halutaan kontrolloida, voidaan käyttää <b>B.O.B</b> hajunpoistoyhdyä. Tuoksu; minttu	Poista hajut nopeasti ja tehokkaasti valipohjista sokkeleista jne kuivasumuttamalla <b>Thermo 2000</b> tai <b>Thermo 55</b> . Tuoksu; minttu.	Rakenteet korjataan. Homeen aiheuttamat värivauriot ovat useimmiten pysyviä.	Mikall pinnat kestävät hapettavia aineita käytä <b>Liqui-Zonea</b> ja ULV-laitetta.

Beretta Palvelut Oy puh 0208 333 933 tai 041 523 9808

Valajankatu 7/PL 25  
04441 JARVENPÄÄ

Varasto: Opastinsilta 10, Helsinki

05.05.10



ALV REK, Y-tunnus 1808448-4

Vahinko	Ensitoimenpide			Puhdistus	Pintamateriaalin käsittely
	1. vaihe	2. vaihe	3. vaihe		
Kalmanhaju	Varmista turvallisuutesi desinfiomalla materiaalit ja sisälma ensin <b>Formula 429 Plus</b> .	Käsittele haisevat pinnat, joissa on ruumiin nesteitä yms. <b>Liqui-Zone</b> ja <b>Last Resort</b> seoksella	Annostele haiseviin tiloihin <b>C.O.C hajunpoistorakeit a</b> tai <b>B.O.B hajunpoisto-</b> tyynyjä.	Vettä sietävät pinnat pestään <b>Wall Cleaner Liquid</b> . Annostele valmiiseen pesuliuokseen 10 % <b>Formula 429</b> tai <b>Formula 429 käyttöliuosta</b> . Poista pahasti saastuneet rakenteet, Huomioli veren ja muiden jäämien pölyämisen estäminen (pidä pinnat kosteana) <b>Formula 429</b> kosteana <b>Formula 429 Plus</b> lla.	Käsittele haisevat pinnat tarvittaessa uudelleen <b>Liqui-Zone</b> ja <b>Last Resort</b> seoksella. Sulje pinnat <b>BIN</b> illä.
Pilaantuneet elintarvikkeet	Sumutetaan <b>Double-O</b> hajua tuottaviin kohtiin ja tasopinnolle.	Levitetään lattialle tai laakeaan astiaan <b>C.O.C</b> hajunpoistorakeita. Pienen tilaan <b>B.O.B</b> hajunpoistotyyny. Tuoksu: sitrus	Käsitellään sisälma <b>Thermo 2000</b> tai <b>Thermo 55</b> kuivasumulla. Tuoksu: sitrus	Vettä sietävät pinnat pestään <b>Wall Cleaner Liquid</b> . Annostele valmiiseen pesuliuokseen 10 % <b>Formula 429</b> tai <b>Formula 429 käyttöliuosta</b> . Käsittele pinnat <b>Double-O</b> :lla tarvittaessa auttamaan hajunpoistossa.	Mikäli pinnat kestävät hapatavia aineita käytä desinfiomissa <b>Liqui-Zone</b> ja <b>ULV</b> -laitetta. Muussa tapauksessa käytä <b>Formula 429 Plus</b> .
Tupakan ja nikotiinin hajua	Sumutetaan <b>Double-O</b> hajua tuottaviin kohtiin ja tasopinnolle.	Levitetään lattialle tai laakeaan astiaan <b>C.O.C</b> hajunpoistorakeita. Pienen tilaan <b>B.O.B</b> hajunpoistotyyny. Tuoksu: sitrus	Käsitellään sisälma <b>Thermo 2000</b> tai <b>Thermo 55</b> kuivasumulla. Tuoksu: sitrus	Vettä sietävät pinnat pestään <b>Wall Cleaner Liquid</b> pesuaineella tai <b>Degrease-All</b> pesuaineella johon on sekoitettu <b>Double-O</b> .	Pinnan sulkeminen <b>FixSoot</b> ja <b>BIN</b> sukkumaali. <b>BIN</b> iin voi lisätä <b>Space Sprayn (sitrus)</b> hajua muokkaamaan.

Beretta Palvelut Oy puh **0208 333 933** tai **041 523 9808**  
Valajankatu 7/PL 25  
04441 JÄRVENPÄÄ  
Varasto: Opastinsilta 10, Helsinki

05.05.10



ALV REK, Y-tunnus 1808448-4

Vahinko	Ensihoimenpide			Puhdistus	Pintamateriaalin käsittely
	1. vaihe	2. vaihe	3. vaihe		
Verhoilujen ja mattojen pesu	Poistetaan irtonoki imurilla, nokihiuskalla tai ULV-laitteella puhaltamalla. Kuivasumutetaan Thermo 2000 kirsikka/citrus/minnttu	Sumutetaan tekstiiliin 9-D-9 (savunhaju) tai Double-O (pilaantunut/palanut ruoka, tupakka yms).	Pestään paineuhuutelekoneella ja Formula 90 pesuaineella, jossa on lisäaineena 9-D-9 (savu), tai Double-O (mätä/palanut ruoka, viemäri).	Erittäin likaisen tekstiilin pesussa käytetään lian irrottamiseen Cleaner Liquid ja Express Lane sopivat tähän tarkoitukseen.	Kuivasumutetaan uudelleen tarvittaessa. Tee kuivuneeseen kankaaseen lianhyljintä- tai palosuojauuskäsittely tarvittaessa. Sofctcare Professional lianhyljintäkäsittelyyn ja UnFlame palosuojajakäsittelyyn.
Verhojen pesu	Kuivasumutetaan Thermo 2000 tai Thermo 55 ennen pesulaan vientiä.	Pesulaassa pesuaineeseen voidaan lisätä: Kuivapesussa Smoke Solv Vesipesussa Air Neutralizer	Pesun jälkeen voidaan suorittaa kuivasumutus uudelleen.	Vesipesua kestäviä vernokkaita (esim valoverhot) voidaan esiliottaa Wall Cleaner Liquid liuoksessa.	
Pehmusteiden hajut	Poistetaan päällyskankaasta irtonoki imurilla, nokihiuskalla tai ULV-laitteella puhaltamalla. Kuivasumutetaan Thermo 2000 kirsikka/citrus/minnttu	Sumutetaan päällyskankaaseen 9-D-9 (savunhaju) tai Double-O (pilaantunut/palanut ruoka, tupakka, viemäri yms).	Pestään päällystekstiili paineuhuutelekoneella ja Formula 90 tekstiilien pesuaineella, jossa on lisäaineena 9-D-9 tai Double-O.	Jos päällyskankaassa on vetokeiju, poistetaan kangas. Pehmusteisiin sumutetaan 9-D-9 tai Double-O ja laitetaan pehmusteet jätessäkkiin. Sakkiin tehdään alipaine vesi-imurilla, joka auttaa kemikaalin kulkeutumiseensa koko pehmusteeseen. Vaihtoehtoisesti voidaan hajunpoistoaine imeä pehmusteen läpi kanavapuhaltimella tai tehokkaalla vesi-imurilla.	Tee kuivuneeseen kankaaseen lianhyljintä- tai palosuojauuskäsittely tarvittaessa. Sofctcare Professional lianhyljintäkäsittelyyn ja UnFlame palosuojajakäsittelyyn.
Ilmastointi	Sumutetaan 9-D-9 tai Double-O suodatinkoteloon (hajuhaitat). Desinfioinnissa	Levitetään konehuoneeseen laakeaan astiaan C.O.C hajunpoistoraketta.	Pestään suodatinkotelo Wall Cleaner Liquid pesuaineella ja vaihdetaan	Nuohotaan ja pestään kanavat tarvittaessa Wall Cleaner Liquid/Microban QGC (desinfioiva)/DFC Heavy Duty Degreaser pesuaineella.	Desinfioidaan kanavat tarvittaessa Formula 429. Jos haju ei poistu pesemällä ja rakeiden avulla, sumutetaan kanavapinnotte FixSoot ULV-laitteella kanaviin. Se sitoo jäämät

Beretta Palvelut Oy puh 0208 333 933 tai 041 523 9808

Valajankatu 7/PL 25

04441 JÄRVENPÄÄ

Varasto: Opastinsilta 10, Helsinki

05.05.10



ALV REK, Y-tunnus 1808448-4

Vahinko	Ensitoimenpide			Puhdistus	Pintamateriaalin käsittely
	1. vaihe	2. vaihe	3. vaihe		
	käytä <b>Formula 429</b> .		suodattimet.		
Korroosio-herkkien pintojen käsittely, esimerkiksi tietokoneiden osat.	Sumutetaan <b>Un-Wet</b> korroosioherkille pinoille mahdollisimman nopeasti märkä- tai kuivasumuna.	Kuivasumutetaan laitteet <b>Thermo2000</b> tai <b>Thermo55</b> hajunpoistoaineella	Käsitellään vettä sietävät osat <b>9-D-9</b> tai <b>Double-O</b> seoksella.	Pestään elektronikkaosat <b>Degrease All "E"</b> pesuaineella	kanavapintoihin ja estää hajun leviämisen. Desinfiointi tehdään viimeisenä toimenpiteenä. Poistetaan kosteus <b>Un-Wetilla</b> . Muoviosat voidaan käsitellä sopivalla suojavahalla.
Puu- ja linoliattiat	Poistetaan irtonoki imurilla.	Sumutetaan vettä sietäville pinoille <b>9-D-9</b> tai <b>Double-O</b> seos		Puu- ja linoliattiat ovat herkkiä emäksisille aineille. Testaa värikestävyys ennen pesua. Pestään Wall Cleaner Powder pesuaineella ja tarvittaessa lisätään <b>9-D-9</b> tai <b>Double-O</b> seos pesuaineeseen. Pesijän on huolehdittava kontrolloidusta kosteuden käyttämisestä.	Uusitaan pintakäsittely tarvittaessa. Ota yhteyttä materiaalin valmistajaan.

Beretta Palvelut Oy puh **0208 333 933** tai **041 523 9808**  
 Valajankatu 7/PL 25  
 04441 JÄRVENPÄÄ  
 Varasto: Opastinsilta 10, Helsinki

05.05.10



ALV REK, Y-tunnus 1808448-4