

Harri Räsänen

PALVELUKESKUS JUVAKODIN  
SISÄILMAONGELMAN  
JATKOSELVITYS

Opinnäytetyö  
Ympäristötekniikan koulutusohjelma


Toukokuu 2013




**MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU**

Mikkeli University of Applied Sciences

## KUVAILULEHTI

 <b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences	<b>Opinnäytetyön päivämäärä</b>  30.5.2013				
<b>Tekijä(t)</b> Harri Räsänen	<b>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</b> Ympäristötekniologia				
<b>Nimeke</b>  Palvelukeskus Juvakodin sisäilmaongelman jatkoselvitys					
<b>Tiivistelmä</b>  <p>Rakennusten sisäilmaongelmat ovat lisääntyneet huomattavasti ja niistä on muodostunut yhteiskunnan yksi suurimmista ympäristöterveysongelmista. Sisäilmaongelmat ovat seurasta muun muassa rakennusteknisistä syistä, kuten kosteus- ja homevaurioista. Suomen hoitolaitoksissa kosteus- ja homevaurioita esiintyy arviolta 20 - 60 % rakennuskannasta. Sisäilmaongelmat aiheuttavat terveydellisiä haittatekijöitä ja altistuneilla on riski sairastua esimerkiksi krooniseen astmaan tai muihin hengitystieinfektioihin.</p> <p>Tämän työn tavoitteena oli selvittää Palvelukeskus Juvakodin sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä, koska aikaisemmat tutkimustulokset osoittivat sisäilmassa esiintyvän haitallisia epäpuhtauksia. Tutkimukset tehtiin yhteistyössä Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy:n kanssa. Työssä etsittiin vastausta kysymykseen, mistä epäpuhtaudet tulevat sisäilmaan ja mitkä tekijät vaikuttavat työtekijöiden oireilemiseen.</p> <p>Jatkotutkimukset aloitettiin selvittämällä käyttäjäkokemuksia ja henkilökunnalle teetettiin sisäilmastokysely. Rakennuksessa mitattiin ilmanvaihtojärjestelmän tehokkuus ja hiilidioksidipitoisuudet palveluhuoneista. Samoista tiloista mitattiin myös sisäilman lämpötila ja suhteellinen kosteus. Rakenneausten avulla selvitettiin vaurioituneet rakenteet, ja eristeistä otettiin näytteet epäpuhtauksien löytämiseksi.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena todettiin, että henkilökunta oireilee runsaasti ja oireet ovat seurasta työympäristöstä. Suurimpia työympäristön ongelmia olivat riittämätön ilmanvaihto, huono ja tunkkainen ilmanlaatu sekä kuiva ilma. Esiintyviä oireita olivat silmien kutina ja hengitysteiden tukkoisuus, väsymys sekä kasvojen ja ihon kuivuus. Mittauksien perusteella ilmavaihtojärjestelmä ei toimi suunnitellulla tavalla. Ilmanvaihtojärjestelmän epätasainen toiminta ja lämmin ilma korostavat ilmaepäpuhtauksia, jotka aiheuttavat terveydellisiä haittatekijöitä. Rakenneausten perusteella rakenteissa esiintyy rakenneteknisiä puutteita. Rakenteista otetut eristenäytteet osoittavat rakenteissa olevan aktiivista mikrobikasvustoa.</p>					
<b>Asiasanat (avainsanat)</b>  Sisäilma, ilmanlaatu, kosteus- ja homeongelmat, riskirakenteet					
<b>Sivumäärä</b> 42 s. + liitteet 20s.	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%;"><b>Kieli</b></td> <td style="width: 33%;"><b>URN</b></td> </tr> <tr> <td>Suomi</td> <td></td> </tr> </table>	<b>Kieli</b>	<b>URN</b>	Suomi	
<b>Kieli</b>	<b>URN</b>				
Suomi					
<b>Huomautus (huomautukset liitteistä)</b>					
<b>Ohjaavan opettajan nimi</b>  Johanna Arola	<b>Opinnäytetyön toimeksiantaja</b>  Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy				

## DESCRIPTION

 <p><b>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU</b> Mikkeli University of Applied Sciences</p>		<b>Date of the bachelor's thesis</b>  30.5.2013
<b>Author(s)</b> Harri Räsänen	<b>Degree programme and option</b> Environmental Engineering	
<b>Name of the bachelor's thesis</b>  Indoor air quality problem for further study at Nursing home Juvakoti		
<b>Abstract</b>  <p>Indoor air quality problems of buildings have increased considerably and they have become an environmental health problem for society. Indoor air quality problems are among other things consequence of structural and technical reasons for example moisture and mold damages. Moisture and mold damages occur in Finnish care facilities approximately 20 - 60 % of all buildings. Indoor air quality problems causes health risks and all the exposed have a risk to fall sick for example chronic asthma or other respiratory infections.</p> <p>The object of this Bachelor`s Thesis was to examine the indoor air quality degenerative determinants of nursing home Juvakoti. Previously research results have pointed out the hazardous impurities in the indoor air. Investigations were co-operated with Raksystems Anticimex Engineering Oy. One objective in this thesis was to find out what causes the indoor air quality problems and what causes symptoms to the employees.</p> <p>Researches were started with user experiences and by doing an indoor air quality survey for employers. Affectivity of climate control and carbon dioxide concentration were measured at the sheltered accommodation. Indoor air temperature and relative humidity measurement were also concluded at sheltered accommodation. Damaged structures were examined by doing structural openings and samples were taken from insulating materials for searching microbes.</p> <p>Results of sampling show that the employees are having a lot of symptoms due to work environment. The most significant problems were an inadequate climate control, poor air quality and dry air. Symptoms were itchy eyes, respiratory tract congestion, tiredness and dry skin. Measurements show that the climate control is not working properly. Poor climate control and warm air increases effects of air pollutants which causes health risks. According to structural openings the building structures have some technical flaws. The samples from structures show that there are active microbial floras.</p>		
<b>Subject headings, (keywords)</b>  Indoor air, air quality, moisture and mold problems, risk structures		
<b>Pages</b> 42+20	<b>Language</b> Finnish	<b>URN</b>
<b>Remarks, notes on appendices</b>		
<b>Tutor</b>  Johanna Arola	<b>Bachelor's thesis assigned by</b>  Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy	

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	1
2	JUVAKOTI.....	2
2.1	Yleistä Juvakodista .....	2
2.2	Aikaisemmin tehdyt tutkimukset ja tulokset .....	3
2.3	Rakennekuvaukset .....	4
2.4	Riskirakenteet .....	5
3	SISÄILMASTON LAADULLISET TEKIJÄT .....	6
3.1	Yleistä sisäilmasta .....	6
3.2	Määräykset ja ohjeet .....	7
3.3	Sisäilmaston laatuvaatimukset ja raja-arvot .....	9
3.3.1	Hiilidioksidi .....	9
3.3.2	Lämpötila .....	9
3.3.3	Huoneilman suhteellinen kosteus .....	10
3.3.4	Ilmanvaihto .....	10
3.4	Kosteusvaurio rakenteissa .....	12
3.4.1	Kosteusvaurion esiintyminen rakenteissa .....	12
3.4.2	Kosteusvaurion aiheuttama mikrobikasvusto .....	13
3.4.3	Mikrobien terveysvaikutukset.....	14
3.4.4	Kosteusvaurion selvittäminen ja korjaaminen .....	15
4	JUVAKODISSA SUORITETUT TOIMENPITEET.....	17
4.1	Sisäilmastokysely .....	17
4.2	Olosuhdemittaukset .....	18
4.3	Hiilidioksidimittaukset .....	18
4.4	Ilmanvaihtojärjestelmän mittaukset.....	18
4.5	Rakenneavaukset .....	19
5	TULOKSET .....	19
5.1	Sisäilmastokyselyn tulokset.....	19
5.2	A-osaston tulokset .....	24
5.2.1	Mittaustulokset.....	24
5.2.2	Rakenneavaukset ja materiaalinäytetulokset .....	25
5.3	B-osaston tulokset.....	26
5.3.1	Mittaustulokset.....	26

5.3.2	Rakenneavaukset ja materiaalinäytetulokset .....	27
5.4	C-osaston tulokset.....	28
5.4.1	Mittaustulokset.....	28
5.4.2	Rakenneavaukset ja materiaalinäytteiden tulokset .....	29
5.5	D-osaston mittaustulokset.....	30
5.6	E-osaston mittaustulokset .....	31
5.7	F-osaston mittaustulokset .....	32
6	TULOSTEN TARKASTELU .....	33
6.1	Sisäilmastokysely .....	33
6.2	Osastojen vertailu .....	34
6.2.1	Lämpötila ja suhteellinen kosteus.....	34
6.2.2	Ilmanvaihtojärjestelmä.....	34
6.2.3	Hiilidioksidi .....	35
6.3	Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet.....	36
7	JOHTOPÄÄTÖKSET .....	37

#### LIITTEET

- 1 Sisäilmastokysely
- 2 Olosuhdemittauksien mittauspöytäkirja
- 3 Hiilidioksidimittaukset
- 4 Ilmanvaihdon mittauspöytäkirja
- 5 Eristenäytteiden laboratoriotulokset

## 1 JOHDANTO

Sisäilmaongelmat on luokiteltu yhdeksi yhteiskunnan suurimmista ympäristöterveysongelmista. Rakennusten kosteus- ja homevauriot ovat merkittävimmät sisäilman laatua heikentävät tekijät. Yleisimpiä aiheuttajia kosteus- ja homevauriolle ovat riskejä sisältävät suunnitteluratkaisut, puutteet työmaan kosteudenhallinnassa, virheet työmaatoteutuksissa ja kunnossapidon laiminlyönnit sekä rakenteiden luonnollinen kuluminen. Suomen rakennuskanta käsittää noin 1,45 miljoonaa rakennusta. Hoitolaitoksissa merkittävästi esiintyviä kosteus- ja homevaurioita on arviolta 20–26 % rakennuksista. Rakennekosteus aiheuttaa mikrobikasvuston rakenteiden pinnalle. Vauriointuneista rakenteista siirtyy epäpuhtauksia huoneilmaan, josta ne kulkeutuvat silmiin, iholle ja hengitysteihin, altistaen tilojen käyttäjät riskeille sairastua astmaan tai muihin hengitystieinfektioihin. (Reijula ym. 2012, 10–12.)

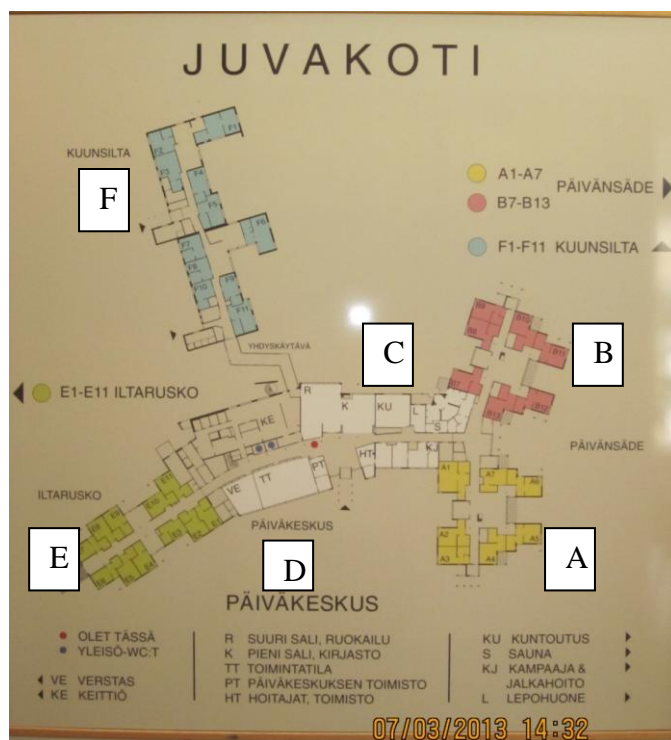
Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy:n aikaisemmin tehdyt tutkimukset Juvan kunnan omistamaan palvelukeskus Juvakotiin. Tutkimuksissa oli selvinnyt sisäilman sisältävän epäpuhtauksia, joiden pohjalta aloitettiin jatkotutkimukset insinööritoimiston kanssa. Tarkoituksena oli löytää mahdolliset haittatekijät, jotka vaikuttavat fyysisesti tai kemiallisesti sisäilman laatuun. Aikaisempien tutkimustulosten perusteella tutkimushypoteesia pystyttiin rajaamaan, koska tutkimustulokset osoittivat, että sisäilmassa esiintyy haitallisia sädesieniä. Opinnäytetyössä haettiin vastausta kysymykseen, mistä epäpuhtaudet tulevat sisäilmaan ja mitkä tekijät vaikuttavat työtekijöiden oireilemiseen.

Sisäilman laatua heikentäviä tekijöitä lähdettiin etsimään käyttäjäkokemusten perusteella. Henkilökunnalle teetettiin sisäilmastokysely ja vastausten perusteella mittausparametreiksi valittiin hiilidioksidi- ja ilmanvaihtomittaukset. Mittausten yhteydessä tiloista mitattiin myös lämpötila ja suhteellinen kosteus. Kosteusvaurion ja epäpuhtauksien löytämiseksi palvelukeskukseen tehtiin rakenneavauksia ja otettiin eristeistä materiaalinäytteitä.

## 2 JUVAKOTI

### 2.1 Yleistä Juvakodista

Palvelukeskus Juvakoti on Juvan kunnan omistama kiinteistö, jossa toimii vanhusten palvelutalo. Palvelutalo on valmistunut vuonna 1991 ja se on alun perin suunniteltu vanhainkodiksi, päiväkeskukseksi ja palveluasunnoiksi. Rakennus on osittain 2-kerroksinen, pinta-alaltaan 3 024m<sup>2</sup> ja rakennustyyliltään monimuotoinen. Vesikatto muodostuu erilaisista rakenteista, kuten harja- ja tasakatoista. Harjakatto on konesaumattua peltiä, jossa on laaja-alaisia kattoikkunoita. Tasakaton materiaali on huopa. Ulkoseinärakenteen alaosa on lähellä maan pintaa ja ulkoseinä on verhoiltu paneelilla. Useassa palveluhuoneessa yläpohjarakenteet ovat vinoja. (Sisäilmakeskus 2012, 1.)



**KUVA 1. Juvakodin pohjapiirros (Räsänen 2013).**

Palveluasuntojen osalta kiinteistö on jaettu kolmeen osaan, Päivänsäde, Iltarusko ja Kuunsilta (kuva 1). Kuunsilta on valmistunut 1970-luvulla asuinrakennukseksi. Vuonna 1996 se on peruskorjattu ja liitetty yhdyskäytävällä osaksi Juvakotia. Osiin C ja D on keskitetty laitoskeittiö, hallinto ja yhteiskäyttö- ja harrastetilat sekä osa teknisistä tiloista. Päiväkeskus ja Verstaas sijaitsevat osastolla D. Kuntosali ja toimistotilat

ovat osastolla C. Toisessa kerroksessa sijaitsevat henkilökunnan sosiaalitilat ja tekniset tilat. Lämmitysmuotona kiinteistössä on kaukolämpö. Yhteensä Juvakodissa työskentelee 50 työntekijää. Vakituksia hoitopaikkoja on 36 ja tilapäishoidon paikkoja 6. (Yleiskuvaus peruskorjauksesta 2011, 6.)

A- ja B- osissa on käytössä koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä ja tuloilma saadaan korvausventtiilien kautta ulkoa. Osilla C, D ja E on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. F osalla on käytössä osittainen koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. (LVI-suunnitelmat 2010.)

Kiinteistöä on remontoitu vuonna 2011, jolloin rakennus on korjattu pintapuolisesti (Koivula-Laukka 2013). Peruskorjauksen aikana Suomen sisäilmakeskus Oy on tehnyt sisäilma- ja rakennusteknisiä tutkimuksia todentaakseen korjauksen onnistuvuuden. Sisäilmakeskuksen loppuraportin mukaan palvelutalossa on todettu erityyppisiä ja -asteisia vaurioita. Raportissa on suositeltu aloittaa toimenpiteet vaurioiden korjaamiseksi. (Sisäilmakeskus 2012, 26.)

Juvan kunta on tehnyt Sisäilmakeskuksen suosituksen mukaisesti mallikorjauksen huoneeseen B8, jossa on avattu huoneen ulkoseinän alaosat. Avaamisen jälkeen materiaaleissa todettiin silmin havaittavaa kosteutta ja ulkonurkassa puutteita lämpöeristyksessä. Huoneeseen on tehty tarvittavat rakenteelliset korjaustyöt ja tehostettu ilmanvaihtoa tuloilmalaitteella. Tuloilma on aikaisemmin johdettu huoneeseen painovoimaisesti. (Rakennepiirustus 2012, 5.)

## **2.2 Aikaisemmin tehdyt tutkimukset ja tulokset**

Huoneesta B8 löydettyjen puutteiden ja henkilökunnan oireilun vuoksi Juvan kunta päätti kartoittaa koko kiinteistön sisäilmaongelmien ratkaisun löytämiseksi. Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy on aloittanut Juvakodissa kuntotutkimukset joulukuussa 2012. Tutkimuksia on tehty 19. – 21.12.2012 ja 3. – 4.1.2013 välisinä aikoina. Tehtyihin tutkimuksiin kuuluivat sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden mittaukset. Sisäilmasta on otettu myös mikrobinäytteet Andersenin ilmanäytekeräimellä ja mitattu haihtuvat orgaaniset yhdisteet. Tutkimuksessa otettiin myös pintanäytteet laskeutuneesta pölystä ja kartoitettiin huoneistokohtaisesti pintakosteus huoneeseen.

neistojen ulkoseinien lattian – ja seinärajoista sekä katonrajasta. Kiinteistöön tehtiin lisäksi lämpökamerakuvaus, jonka tavoitteena oli selvittää mahdolliset ulkovaipan lämpövuodot, jotka voisivat aiheuttaa esimerkiksi kondenssi-ilmiötä ulkoseinärakenteessa. (Raksystems Anticimex 2013, 2.)

Turun Yliopiston Aerobiologisen yksikön lausunnon perusteella kiinteistössä on mikrobikasvustoa, joka on todennäköisesti peräisin sädesienistä, joiden pitoisuudet ylittyvät huoneissa A1, A6, B8 ja yhdessä toimistohuoneista. Mesofiilisten sienten pitoisuudet ovat matalia ja kosteusvaurioon liittyviä lajikkeita esiintyi vain pieniä määriä tai ei juuri lainkaan. (Turun yliopiston ympäristöntutkimuskeskus 2013, 9.)

Olosuhdemittaukset osoittivat sisäilman suhteellisen kosteuden olevan alhainen. Suhteellinen kosteus vaihteli yhdeksässä mittauskohteessa välillä 7,5 - 26 %, kun suhteellinen kosteus tulisi olla välillä 20 – 60 %. Lämpötila vaihteli välillä 19,8 – 22,2 °C. Kohteessa ei ollut havaittu poikkeavaa tai mikrobiperäistä hajua missään tilassa. Muiden tutkimusten perusteella viittausta sisäilmaongelmaan ei löytynyt. (Raksystems Anticimex 2013, 6 – 7.)

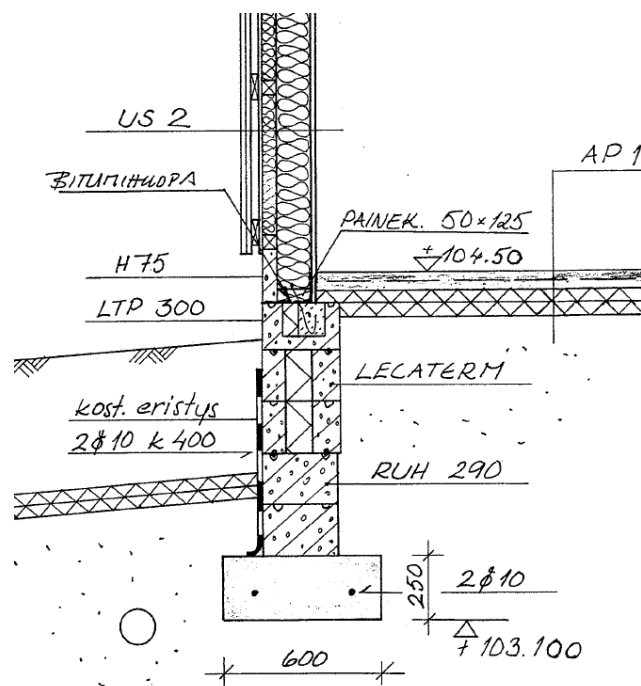
Juvan kunta päätti sisäilmatutkimustulosten esittelypalaverissa 12.2.2013 teettää Raksystems Anticimex insinööritoimisto Oy:lla laaja-alaisemmat sisäilmatutkimukset ongelman löytämiseksi. Jatkotoimena palaverissa sovittiin tehtäväksi kaikkien A- ja B-osissa sijaitsevien palveluhuoneistojen rakenneavaukset yläpohjasta ja alapohjasta sekä ulko- ja väliseinärakenteiden avaukset. Tarvittaessa eristeistä otettaisiin myös materiaalinäytteet. Lisäksi sovittiin A- ja B-osien käytävätilojen yläpohjarakenteiden tutkimisesta, hiilidioksidimittauksesta ja sisäilmastokyselystä henkilökunnalle. (Polvinen 2013.)

### **2.3 Rakennekuvaukset**

Kuvassa 2 on esitetty rakennuksen alapohjan rakenne ulkoseinän osalta. Alapohja on perustettu yhtenäiselle maanvaraiselle teräsbetoni-laatalle. Anturat ovat myös teräsbetonirakenteisia maanvaraisia anturoita, joiden päälle on valettu sokkeli teräsbetonista tai muuratusta kevytsoraharkosta. Perustukset on eristetty Styrox - routasuojalla noin 1 500 mm:ä leveältä alueelta. Sokkelin yläpinnassa on 125 mm levyinen kestopuinen

alajuoksu, jonka päältä nousee rakennuksen runkorakenteet. Alajuoksun ja sokkelin välissä on bitumihuopakaistale. Runkorakenteina on käytetty teräsbetonielementtejä, harkkoja tai puuta. Rakenteiden eristeenä on käytetty 175 mm:stä kivivillaa ja tuulensuojalevynä kipsilevyä. (Yleiskuvaus peruskorjauksesta 2011, 7.)

Osiin A – E julkisivut on verhoiltu pääosin puisella pystylaudoituksella, pystyrimalaudoituksella tai puuritiöillä. Osan F julkisivu on pääosin kalkkikiviverhoilua. Vesikaton katemateriaalina on konesaumattu pelti ja huopa. (Yleiskuvaus peruskorjauksesta 2011, 7.)



**KUVA 2. A- ja B-osan lattiarakenteen poikkileikkaus (Mustonen 2013).**

## 2.4 Riskirakenteet

Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy käyttää kuntotarkastuksen KH 90–00393-suoritusohjetta asuntotarkastuksen yhteydessä. Suoritusohjeessa määritellään tarkastuksen tavoitteet, sisältö, laajuus, tarkastuksessa tehtävät mittaukset, raportointi ja kuntotarkastajan vastuu. Ohjeessa määritetään myös riskirakenteet eli rakenteet jotka vaurioituvat helposti joko vuotamisen, kapillaarisen veden kulkeutumisen, tai muun kosteuden vaikutuksesta. (Rakennustieto 2007; Kärki & Heikkinen 2011)

Useasti yläpohjan tuuletus on tasakattorakenteissa puutteellinen, ja sen vuoksi sisäilman kosteus pääsee tiivistymään yläpohjanrakenteisiin. Tasakatolla tulee olla katto-kaivot veden poispääsyn varmistamiseksi. Vesikatteen vuodot ovat mahdollisia katto-kaivojen ja –ikkunoiden kohdalla. Tasakattorakenteen ongelmat voivat korostua, jos kiinteistössä on painovoimainen ilmanvaihto ja sisäilman kosteuspiitoisuus poikkeuksellisen suuri. (Riskirakennekortti 2011.)

Kattoikkunoille kertyvä lumi voi aiheuttaa sulaessaan rasituksen ikkunoiden tiivisteille ja rakenteille. Ikkunoiden ympäryks tulisi talvisaikaan pitää puhtaana lumesta ja jäältä, mutta monestikin se on mahdotonta, ja pitkällä aikavälillä ikkunan vuotaminen on todennäköistä. Vinon yläpohjarakenteen vaarana on sen riittämätön tuulettuminen kosteudesta, jos sisäpuolinen höyrysulku ei ole tiivis tai se puuttuu kokonaan. Yläpohjarakenteen ja vesikatteen välillä tulee tuuletusraon olla vähintään 100 mm. Jos yläpohja ei tuuletu riittävästi, voi seurauksena sisäilman kosteus tiivistyä yläpohjarakenteisiin ja aiheuttaa rakenteen vaurioitumisen. (Riskirakennekortti 2011.)

### **3 SISÄILMASTON LAADULLISET TEKIJÄT**

#### **3.1 Yleistä sisäilmasta**

Rakentamisen tärkeimpiä tavoitteita on hyvän sisäilmaston luominen, sillä se on tärkeä tekijä terveyden ja asumisviihtyvyyden kannalta. Hyvään sisäilmaston laatuun vaikuttavat lämmitys, ilmanvaihto ja ilmastointilaitteet, rakennustekniikka, rakennustöiden suorittaminen, käytetyt materiaalit ja sääolot sekä rakennuksen käyttö ja kunnossapito. (Sisäilmastoluokitus 2008, 3.) Sisäilma ja sisäilmasto ovat käsitteenä kaksi eri asiaa. Sisäilmalla tarkoitetaan sisätiloissa hengitettävää, rakenteiden rajaamaa ilmaa. Sen sijaan sisäilmastoon kuuluvat sisäilma ja siihen vaikuttavat fysikaaliset ja kemialliset olot. Fysikaalisia tekijöitä ovat sisäilman lämpötila ja kosteus, ääniolosuhteet, ilmanvaihto, säteily ja valaistusolosuhteet. Kemiallisia tekijöitä ovat rakennus- ja sisustusmateriaalit, kosteusvaurioiden mikrobit, ihmiset ja kaikki ulkoa tulevat epäpuhtaustekijät. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Sisäilman laadun todentaminen voi olla ongelmallista, sillä siihen vaikuttavat monet eri tekijät. Ulkoilmaolosuhteet ja käyttäjien toiminta voivat vaihdella hyvinkin paljon ajan ja paikan suhteen. Todentamismittauksissa pitäisi pystyä ottamaan huomioon kaikki sekoittavat tekijät. (Sisäilmastoluokitus 2008, 13.) Sisäilman heikentyneellä laadulla voi olla negatiivisia terveysvaikutuksia, jotka voivat aiheutua useista eri tekijöistä, kuten epäpuhtauksista ja niiden pitoisuuksista, altistumisajasta ja muiden epäpuhtauksien läsnäolosta. Ympäristön olosuhteilla, kuten ilmastollisilla tekijöillä eri maissa, voi olla myös vaikutusta. Ihmisen terveydentila, sukupuoli, ikä ja perimä voivat vaikuttaa terveyshaittaan. Sisäilmatekijöistä johtuvia ongelmia voi esiintyä hengitysteiden limakalvoilla, keuhkoputkissa, veressä, keskushermostossa, iholla ja silmissä. (Puhakka ym. 1996, 17.)

### 3.2 Määräykset ja ohjeet

Terveydensuojelulain (763/1994) tarkoituksena on ylläpitää ja edistää väestön ja yksilön terveyttä sekä pyrkiä ennalta ehkäisemään, vähentämään ja poistamaan elinympäristössä esiintyviä terveyshaittoja. Terveydensuojelulain 26§ määrittää asunnon ja muun oleskelutilan terveydelliset vaatimukset ja 27 §:ssä on säädetty asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyvistä terveyshaitasta. (Terveydensuojelulaki 763/1994.)

#### 26§

Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa.

Asunnossa ja muussa oleskelutilassa ei saa olla eläimiä eikä mikrobeja siinä määrin, että niistä aiheutuu terveyshaittaa.

#### 27§

Milloin asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyy melua, tärinää, hajua, valoa, mikrobeja, pölyä, savua, liiallista lämpöä tai kylmyyttä taikka kosteutta, säteilyä tai muuta niihin verrattavaa siten, että siitä voi aiheutua terveyshaittaa asunnossa tai muussa tilassa oleskelevalle, kunnan terveydensuojeluviranomainen voi velvoittaa sen, jonka menettely tai toimenpide on syynä tällaiseen epäkohtaan, ryhtymään toimenpiteisiin terveyshaittan poistamiseksi tai rajoittamiseksi.”

Jos epäkohta aiheutuu asunnon tai muun tilan puutteellisuudesta eikä epäkohdan poistaminen ole mahdollista tai asunnon tai oleskelutilan omistaja tai haltija, milloin tämä omistaja tai haltija on vastuussa puutteellisuuden tai epäkohdan korjaamisesta, ei ole ryhtynyt terveydensuojeluviranomaisen määräämään toimenpiteeseen, kunnan terveydensuojeluviranomainen voi kieltää tai rajoittaa käyttämästä asuntoa tai oleskelutilaa tarkoitukseensa.

Rakennuksen sisäilmastoon ja ilmanvaihtoon liittyviä määräyksiä on lisäksi Suomen rakennusmääräyskokoelman (RMK) osassa D2, jota käytetään uuden rakennuksen sisäilmaston ja ilmanvaihdon suunnittelussa. (Suomen rakentamismääräyskokoelma D2 2012, 1.) Sisäilmayhdistys on julkaissut vuonna 2008 uusimman sisäilmastoluokituksen, joka on tarkoitettu apuvälineeksi rakennus- ja talotekniseen suunnitteluun sekä rakennusvälineellisuuteen. Tavoitteena on saada rakennuksista terveellisempiä ja viihtyisämpiä. Luokitusta voidaan käyttää uudisrakentamiseen ja korjausrakentamiseen. Luokituksessa sisäilmasto jaetaan kolmeen laatuluokkaan, jotka ovat esitelty taulukossa 1. Jokaisella laatuluokalla on tavoitearvot lämpötilalle, ilman liikenopeudelle, hiilidioksidipitoisuudelle ja radonpitoisuudelle. (Sisäilmastoluokitus 2008, 3, 5, 8.)

### **TAULUKKO 1. Sisäilmastoluokkien kuvaukset (Sisäilmastoluokitus 2008, 8).**

#### **S1: Yksilöllinen sisäilmasto**

Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai ylilämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.

#### **S2: Hyvä sisäilmasto**

Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta ylilämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.

#### **S3: Tyydyttävä sisäilmasto**

Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset. Eri suureiden tavoite- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista tai tarvittaessa määrittellä jonkin suureen arvo.

### 3.3 Sisäilmaston laatuvaatimukset ja raja-arvot

#### 3.3.1 Hiilidioksidi

Hiilidioksidia muodostuu ihmisen aineenvaihdunnan tuotteena ja sisätiloissa ihminen on sen pääasiallinen lähde. Hiilidioksidipitoisuutta voidaan pitää yhtenä ilmanvaihdon toimivuuden mittarina. Kohonnut pitoisuus saa ilman tuntumaan tunkkaiselta ja hyvin korkeat pitoisuudet voivat aiheuttaa väsymystä, päänsärkyä ja työtehon alenemista. (Puhakka ym. 1996, 52.) Sisäilmastoluokituksen ja RMK D2:n mukaiset tavoitearvot hiilidioksidipitoisuuksille on esitetty taulukossa 2.

**TAULUKKO 2. Hiilidioksidin luokitustasot (Sisäilmastoluokitus 2008; Suomen rakentamismääräyskokoelma D2 2012).**

	S1	S2	S3	D2
Hiilidioksidipitoisuus [ppm]	<750	<900	<1200	<1200

#### 3.3.2 Lämpötila

Lämpötilan vaihtelut ovat herkästi aistittavissa ja aiheuttavat ihmisissä nopeasti epämiellyttävyyden tunnetta. Rakennuksen sisälämpötiloihin vaikuttavat kiinteistön lämpötekninen toimivuus, ilmanvaihto, lämmitysjärjestelmä, huonetilojen kuormitus ja sääolosuhteet. Lämpöolosuhteet muodostuvat sisälämpötilasta ja vedosta. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 25.)

Huoneilman lämpötilalla on yhteys moneen tekijään. Esimerkiksi kemiallisten aineiden päästöjen suuruus sisäilmaan voi riippua huoneen lämpötilasta. Liian korkea tai matala lämpötila voi aiheuttaa ilmankosteudessa vaihtelua suuntaan tai toiseen. Suuret vaihtelut voivat rasittaa ihmisen kehoa siten, että sillä voi olla terveydellisiä haittavaikutuksia. On kuitenkin harvinaista, että asuin- ja toimistorakennuksen sisälämpötilalla olisi välitön yhteys terveydelliseen haittatekijään. (Seppänen & Seppänen 1996, 15.)

Matalat pintalämpötilat, ilmanvaihdon epätasapaino ja ilmavuodot yhdessä aiheuttavat vedontunnetta. Lämmityskaudella liian lämmin sisäilma voi lisätä väsymyksen tunnet-

ta, laskea keskittymiskykyä, aiheuttaa hengitystieoireilua tai lisätä kuivuuden tunnetta, niin käsillä kuin limakalvoillakin. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 24–25.) Taulukossa 3 on esitetty Sosiaali- ja terveysministeriön julkaisemat ohjearvot huoneilman lämpötiloille

**TAULUKKO 3. Lämpötilojen ohjearvot (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 29; Suomen rakentamismääräyskokoelma D2 2012).**

<b>Asunto ja muu oleskelutila</b>	<b>Välttävä taso</b>	<b>Hyvä taso</b>	<b>Oleskeluvyöhykkeen suunnitteluarvo</b>
Huoneilman lämpötila °C	18	21	21

### **3.3.3 Huoneilman suhteellinen kosteus**

Sisäilman liiallinen kosteus voi edistää kosteuden tiivistymistä rakenteisiin, joka johtaa mikrobikasvuston syntymiseen. Kuiva ilma vaikuttaa ihmisen terveyteen, etenkin hengitysteihin ja limakalvoihin. Suhteellisella kosteudella (RH) tarkoitetaan ilmassa olevan vesihöyryn määrää vallitsevaan lämpötilaan nähden. Sama suhteellisen kosteuden prosentuaalinen osuus merkitsee erisuuruista vesimäärää eri lämpötilassa. Mitä lämpimämpää ilma on, sitä enemmän se voi sisältää vesihöyryä. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 26.) Suhteellisen kosteuden tulisi olla 20–60%. Jos asumisen muut terveydelliset edellytykset täyttyvät, ei suhteellisen kosteuden poikkeamaa voida pitää terveyshaittana. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 26, 46, 51.)

### **3.3.4 Ilmanvaihto**

Ilmanvaihto on ilmanlaadun ylläpitäjä, sillä se tuo puhdasta ilmaa sisätiloihin ja poistaa samalla ilman epäpuhtauksia. Ilmanvaihdon suuruus tulee mitoittaa tilassa syntyvien epäpuhtauksien määrään nähden. Asuinrakennuksissa ilmanvaihdon tulee olla jatkuvatoiminen ja tarpeen vaatiessa sitä tulee voida tehostaa. Ilman tulee vaihtua tehokkaasti koko asuinrakennuksen osalta, erityisesti maakuuhuoneista. Ilmanvaihto voidaan järjestää painovoimaisesti tai koneellisesti. Painovoimaisessa järjestelmässä ilma virtaa tuulen ja ulko- ja sisäilman lämpötilaerojen vaikutuksesta. Koneellisessa

ilmanvaihdossa ilma saadaan virtaamaan ja poistumaan tasaisesti jokaisesta huoneesta. (Seppänen & Seppänen 1996, 165.)

Ilmanvaihtojärjestelmä rakennetaan yleensä siten, että ilma virtaa puhtaista tiloista likaisiin tiloihin. Puhdas ilma tuodaan oleskelutiloihin ja poistetaan joko keittiöstä, WC-tiloista tai pesu- ja kylpyhuonetiloista. (Seppänen & Seppänen 1996, 161.) Tuloilman virtauksessa tulee huomioida, että ilma ei virtaa tuloilmaventtiilistä suoraan poistoilmaventtiiliin. Huomioitavaa on myös, että huoneilma on alipaineinen ulkoilmaan nähden, sillä se estää kosteuden kulkeutumisen sisäilmasta rakenteisiin. Ilmanvaihtojärjestelmää tulee olla helppo käyttää, sillä säädöillä voidaan tarvittaessa tasapainottaa ilmanvirtauksia. Laitteisto ja ilmanvaihtokanavat tulee olla puhtaita ja huollettuja. Ilmanvaihdon suuruudelle voidaan asettaa kriteereitä. Määräviä kriteereitä ovat ilman happipitoisuus, ilman hiilidioksidipitoisuus, ihmisperäiset hajut, tupakan savu, kosteus, rakennus- ja sisustusmateriaalien päästöt ja muut epäpuhtaudet. (Seppänen & Seppänen 1996, 163–165.)

Ulkoilmavirran suuruus määräytyy lähtökohtaisesti henkilöperusteen mukaan. Pintalaan perustuvaa mitoitusta käytetään silloin, kun henkilöperusteiselle mitoitukselle ei ole riittäviä perusteita. Tiloissa, joissa henkilö- tai epäpuhtauskuormitus vaihtelee merkittävästi, tulee ilmanvaihtoa tehostaa. (Suomen rakennusmääräyskokoelma D2 2003, 20.) Ulkoilmavirran tulisi olla noin 4 l/s henkilöä kohden, jotta hiilidioksidipitoisuus pysyisi terveydensuojelulain sallimissa rajoissa (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 56). Taulukossa 4 on esitetty ilmanvaihdon ohjearvoja ulkoilmavirroille ja poistoilmavirroille. Ilmavirtojen mittauksissa sallittu poikkeama huonekohtaiselle ilmavirralle on  $\pm 20$  % ja koko ilmanvaihtojärjestelmällä  $\pm 10$  %. (SFS 5512, 2).

**TAULUKKO 4. Ilmanvaihdon ohjearvot (Suomen rakennusmääräyskokoelma D2 2012).**

Tila/käyttötarkoitus	Ulkoilmavirta (dm <sup>3</sup> /s)/hlö	Ulkoilmavirta (dm <sup>3</sup> /s)m <sup>2</sup>	Poistoilmavirta (dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup>
Toimistohuone ja vastaavat tilat		1,5	
Pitkäaikaispotilaiden hoitotilat		2	
Sairaalan oleskelutila		3	
Sairaalan kuntoutushuone		2	

### 3.4 Kosteusvaurio rakenteissa

Kosteusvaurio syntyy, kun rakenne ei kestä siihen kohdistuvaa kosteusrasitusta. Kosteusrasitus muodostuu erilaisista fysikaalisista kosteuden siirtymistavoista ja niiden variaatioista rakennuksen sisä- ja ulkopuolisista lähteistä. (Ympäristöministeriö, 45.) Mahdollisia syitä kosteusvaurion syntymiseen voivat olla suunnittelu- tai rakennusvirhe, rakennuksen tai rakenteiden puutteellinen tuuletus, vesikattovuodot, putkisto- ja laiteviat, huono materiaalivalinta tai rakennuksen huollon laiminlyönti (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 149). Muita syitä voivat olla veden kondensoituminen tai kapillaarinen veden nousu rakenteisiin.

#### 3.4.1 Kosteusvaurion esiintyminen rakenteissa

Kosteusvauriota ei voida luokitella terveyshaitaksi, mutta sen perusteella voidaan arvioida olosuhteita, jotka voivat johtaa mikrobikasvustoon tai kemiallisten epäpuhtauksien syntymiseen. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 21.) Taulukossa 5 on esitetty kosteusvaurioiden mahdollisia syntypaikkoja rakennuksen sisällä ja ulkopuolella.

#### TAULUKKO 5. Kosteusvaurion mahdolliset esiintymispaikat rakennuksessa (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009,150).

<b>Rakennuksen sisäpuolella:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Lämmöneristeiden asennus</li> <li>• Lämpö- ja ilmapuodot</li> <li>• Ilmanvaihdon riittävyys suhteessa kosteuslähteisiin</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vesijohtoputkien kunto</li> <li>• Kodinkoneiden kunto</li> </ul>
<b>Rakennuksen ulkopuolella:</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Räystäiden, rännien ja syöksyjen kunto</li> <li>• Salaojien toimivuus</li> <li>• Sokkelin kosteuseristysten ja rou- taeristysten toimivuus</li> <li>• Maanpinnan muotoilu</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vesikatteen ja julkisivusaumojen kunto</li> <li>• Ikkunoiden vesipellitysten tiiveys ja kallistukset</li> <li>• Ulkoseinä-, yläpohja-, vesikatto- rakenteiden ja ryömintätilan tuu- lettavuus</li> </ul>

Sosiaali- ja terveysministeriön mukaan (2009, 150) mahdollisia aistein havaittavia kosteusvaurion tunnusmerkkejä rakennuksessa voivat olla:

- Vesivaurio- ja vuotojäljet
- Kosteuden tiivistyminen kylmille rakennepinnoille, kuten ikkunoihin
- Pintamateriaalien värinmuutokset
- Pintamateriaalien esimerkiksi maalin tai muovimaton irtoaminen pinnoilta
- Erilaiset hajut, kuten homeen- ja maakellarin haju tai tunkkaisuus

### 3.4.2 Kosteusvaurion aiheuttama mikrobikasvusto

Mikrobeja esiintyy kaikkialla luonnossa ja ne ovat näin osa ihmisen elinympäristöä. Sisäilman mikrobiologisia epäpuhtauksia ovat homesienet, hiivat, bakteerit, virukset ja aktinomykeetit eli sädesienet. Mesofiilillä sienillä tarkoitetaan huoneen lämmössä ja viileässä viihtyvää mikrobia. Kserofiiliset sienet lisääntyvät mesofiilisiä sieniä kuivemmissä olosuhteissa. (Puhakka ym. 1996, 73, 82.) Taulukossa 6 on esitetty Asu-  
misterveysohjeen viitearvoja rakennusmateriaalinäytteitä analysoitaessa.

**TAULUKKO 6. Viitearvot rakennusmateriaalinäytteiden analyysissä (Sosiaali- ja terveysministeriö 2003, 80).**

Mikrobiryhmä	Raja-arvo, cfu/g
Sieni-itiöpitoisuus	> 10 000
Kokonaisbakteeripitoisuus	100 000
Aktinomykeettikasvusto	500

Rakennuksen sisäilmassa esiintyvien mikrobien lisäksi mikrobeja kulkeutuu ulkoilmasta sisätiloihin. Tästä johtuen sisäilmassa esiintyy aina jonkin verran mikrobeja. Esimerkiksi homeen tai maakellarin haju voivat olla peräisin mikrobikasvustosta. Kasvusto voidaan todentaa joko aistinvaraisesti tai mikrobiologisilla menetelmillä. Terveysturvallisuuden tarkoituksena terveyshaittana voidaan pitää mikrobikasvustoa, jota esiintyy asunnon sisäpinnoilla, sisäpuolisissa rakenteissa, lämmöneristeissä sekä rakenteissa ja tiloissa, joissa vuotoilmaa kulkeutuu sisätiloihin. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 146 – 148.)

Mikrobit aiheuttavat terveyshaittaa niiden kasvaessa kostuneissa rakenteissa, jolloin ne muodostavat haitallisia aiheenvaihduntatuotteita sisäilmaan. Kosteus on tärkein mikrobikasvustoa säätelevä tekijä ja mikrobit pystyvät lisääntymään, kun tasapainokosteus ylittää 80 prosenttia. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009,146.) Erilaisten mikrobiryhmien kasvun minimikosteusvaatimukset lämpötila-alueella 10 – 40 °C on esitetty taulukossa 7.

**TAULUKKO 7. Mikrobiryhmien kasvun minikosteusvaatimukset (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 146).**

Mikrobiryhmä	Kasvualustan tasapainokosteus, %
Homesienet ja hiivat	65–85
Aktinomykeetit	65–85
Muut bakteerit	95
Sinistäjä- ja lahottajasienet	95

Lisääntyäkseen mikrobit tarvitsevat myös ravinteita ja sopivan lämpötilan. Jotkut sienet ja bakteerit voivat lisääntyä vaatimattomissakin kasvuolosuhteissa, kuten betonin päällä olevassa pölykerroksessa. Yleensä rakennuksien lämpöolosuhteet ovat suotuisia mikrobikasvulle ja yleisesti ne kasvavatkin 5 – 40 °C:ssa. Nopeinta kasvu on 20–30°C:ssa. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009,146.)

### 3.4.3 Mikrobien terveysvaikutukset

Mikrobeista johtuvat epäpuhtaudet heikentävät hengitysteiden luontaista vastustuskykyä. Sisäilmassa esiintyvien haitallisten mikrobien aiheuttamia terveyshaittoja ovat silmien, ihon ja hengitysteiden ärsytysoireet. Näitä voivat olla nenän tukkoisuus, nuha, äänenkäheys, yskä, limannousu, toistuvat nenäverenvuodot, hengenahdistus ja hengitysvaikeudet. Selittämättömät yleisoireet, kuten kuumeilu, pahoinvointi, päänsärky ja väsymys voivat olla viittaus mikrobien aiheuttamaan terveyshaittaan. Haitallisille mikrobeille altistuminen voi aiheuttaa kroonisen sairauden, kuten astman, kroonisen keuhkoputkentulehduksen, ihottuman tai allergisen nuhan. Oireiden liittyminen sisäilman heikentyneeseen laatuun on todennäköistä, jos oireet lievittyvät tai poistuvat oleskeltaessa muussa rakennuksessa. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009,152.)

Jotkin bakteerit ja homeet, kuten aktinomykeetit, tuottavat aineenvaihduntatuotteenaan myrkyllisiä tai terveydelle haitallisia toksineja. Toksiinit eivät ole yhdisteitä, jotka haihtuisivat sisäilmasta, mutta ne voivat kiinnittyä pieniin sisäilmassa oleviin hiukkasiin. (Puhakka ym. 1996, 84–85.)

#### **3.4.4 Kosteusvaurion selvittäminen ja korjaaminen**

Kosteusvaurioselvityksessä on kartoitettava vesivaurion laajuus, haitta-aste sekä syy kosteuden läpäisevyyteen. Kosteusvaurioita ja rakenteiden muutoksia tutkitaan kosteusmittauksilla sekä rakennusmateriaalien ja ilman mikrobipitoisuustutkimuksilla. Näkyviä vaurioita voidaan tutkia rakenteiden ja ilmanvaihtokanavien sisältä optisella katselulaitteella tai tehdä rakenneavauksia mahdolliseen ongelmapaikkaan. Rakenteiden kosteus määritetään rakenteen ilmatilan suhteellisena kosteutena. Se voidaan tehdä rakenneavausten yhteydessä tai porata reikä mitta-anturia varten. Normaali suhteellinen kosteus tulisi olla enintään 60–70 %. Rakenneavauksista selviää myös rakennusmateriaalien kunto, joko aistinvaraisesti tai laboratoriotutkimuksin. (Puhakka ym., 1996, 86–87.)

Rakennuksessa oleskelevilla, esimerkiksi työntekijöillä, on keskeinen rooli kosteusvaurion selvittämisessä. Sisäilmastokysely auttaa selvittämään mahdollisia rakennuksen sisäilmaongelmia. Sen avulla voidaan kerätä tietoa työympäristöstä ja mahdollisista oireista esimerkiksi työntekijöiden keskuudessa. Kyselystä saatujen tuloksien avulla voidaan yrittää arvioida epäpuhtauslähteen yhteyttä altistuksen ja oireiden välillä. (Salonen ym. 2011, 73.) Mahdollisesti kyselyllä saadaan selville ongelman laajuus ja tulosten perusteella voidaan yrittää rajata rakennuksen ongelmakohtaa. Näin ollen sisäilman laatu saadaan subjektiivisesti selville käyttäjäkokemusten perusteella. Sisäilmastoluokituksessa luokan S1 mukaan sisäilman laatu on hyvää, kun käyttäjistä 90 % on tyytyväisiä. (Sisäilmayhdistys 2008.)

Epämiellyttävien hajujen havainnoilla voidaan kartoittaa kosteusvaurioiden syntyperää. Kosteusvaurion aiheuttama mikrobikasvusto voi kehittyä rakenteissa ilman mitään selviä merkkejä. Homeen- ja maakellarinhaju tai tunkkaisuus voivat olla viittaus aktiiviseen mikrobitoimintaan rakenteiden sisäpuolella. Mikrobitoimintaa säätelevät kosteusolosuhteet ja tästä johtuen haju voidaankin aistia ajoittain. Hajun esiintymiseen

voivat vaikuttaa myös ilmanvaihto, paineenvaihtelut ja vallitseva säätila. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 151.)

Mikäli rakenteista ei löydy selvää haittatekijää, on kosteusvaurion etsimiseen mahdollista käyttää ilmanäytteitä, jotka voivat tuoda esiin sisäilman poikkeavan mikrobiesiintymän. Mikäli tutkimuksissa sisäilman mikrobimäärä on normaali, mutta se poikkeaa ulkoilman tai vaurioitumattoman vertailuhuoneen mikrobikasvustosta, on mahdollisesti kyseessä mikrobikasvusto, joka on peräisin kosteusvauriosta. Lopullista päätöstä ei tule kuitenkaan tehdä yksittäisten näytteiden perusteella, vaan näytteitä tulee ottaa useasta eri pisteestä. Tulosten tulee aina jollakin tavoin poiketa tavanomaisesta tilanteesta, jolloin se on peruste lisätutkimuksille. (Puhakka ym. 1996, 91–92.)

Kosteusvaurioon ja mikrobikasvustoon viittaavista mikrobisuvuista, -lajeista ja ryhmistä käytetään yhteisnimitystä indikaattorimikrobit. Ne ovat eri tutkimusten perusteella useimmiten esiintyneitä mikrobilajeja vauriorakennuksissa tai vaurioituneissa materiaaleissa. Taulukossa 8 on lueteltu esimerkkejä kosteusvaurioon viittaavista mikrobisuvuista, -lajeista ja –ryhmistä. (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 172.)

**TAULUKKO 8. Kosteusvaurioon viittaavia mikrobisukuja, -lajeja ja –ryhmiä (Sosiaali- ja terveysministeriö 2009, 172).**

• <i>Acremonium</i>	• <i>Geomyces</i>
• <i>Aspergillus fumigatus</i>	• <i>Paecilomyces</i>
• <i>Ochraceus</i>	• <i>Phialophora</i>
• <i>Penicillioides/A.restrictus</i>	• <i>Scopulariopsis</i>
• <i>A.sydowii</i>	• <i>Sporobolomyces</i>
• <i>Terreus</i>	• <i>Sphaeropsidales</i>
• <i>Versicolor</i>	• <i>Stachybotrys</i>
• <i>Chaetomium</i>	• Sädesienet
• <i>Eurotium</i>	• <i>Trichoderna</i>
• <i>Exophiala</i>	• <i>Tritirachium/Engyodontium</i>
• <i>Fusarium</i>	• <i>Ulocladium</i>
• <i>Oidiodendron</i>	• <i>Wallemia</i>

Kosteusvaurion korjaamisen tavoitteena on poistaa kosteusvaurioon johtaneet syyt. Kostuneiden rakenteiden korjaaminen edellyttää todennäköisesti niiden avaamista, koska suhteellinen kosteus tulee olla alle 60 %. Mikrobikasvusto voidaan poistaa myös rakenteiden pinnalta mekaanisesti tai vaihtoehtoisesti pinta voidaan desinfioida. Tehokkain ratkaisu on yleensä kuitenkin rakenteiden vaihtaminen uusiin. Jos vauriot

ovat selkeät, on rakenteiden avauksessa käytettävä asbestipurkutekniikkaa ja huomioitava yleinen työturvallisuus. (Puhakka ym. 1996, 93.)

#### 4 JUVAKODISSA SUORITETUT TOIMENPITEET

Hiilidioksidimittaukset ja rakenneavaukset suoritettiin Juvakodissa maaliskuussa 2013 viikoilla 10 ja 11. Olosuhdemittaukset ja ilmanvaihdon toiminta mitattiin 11.4.2013. Sisäilmastokysely jaettiin henkilökunnalle 20.2.2013 ja vastausaikaa oli kaksi viikkoa. Mittauksiin tehtiin yhteistyössä Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy:n kanssa. Mittauskohteet valittiin koko kiinteistön alueelta siten, että jokaisesta osasta valittiin kaksi tutkimushuonetta. Taulukossa 9 on esitetty mittauskohteet.

#### TAULUKKO 9. Olosuhdemittausten, hiilidioksidipitoisuuksien ja ilmanvaihtokanavien mittauskohteet

• Huone A1	• Päiväkeskus
• Huone A6	• Verstaas
• Huone B8	• Huone E10
• Huone B13	• Huone E3
• Kuntosali	• Huone F8
• Toimistotila (SL)	• Huone F4

##### 4.1 Sisäilmastokysely

Sisäilmastokysely toteutettiin, koska sisäilman laadusta ja kiinteistössä esiintyvistä ongelmista oli annettu palautetta henkilökunnan osalta. Kyselyllä pyrittiin saamaan myös kokonaiskäsitys mahdollisen ongelman laajuudesta. Kysely (liite 1) on laadittu Työterveyslaitoksen sisäilmastokyselyn pohjalta. Kysymykset liittyivät työympäristöön ja esiintyneisiin oireisiin. Kyselyt jaettiin koko henkilöstölle 20.2.2013 ja vastaukset pyydettiin palauttamaan 3.3.2013 mennessä.

## 4.2 Olosuhdemittaukset

Olosuhdemittaukset suoritettiin 11.4.2013 Vaisalan HM41 mittalaitteella, jossa käytettiin Vaisalan HMP42 mittapäätä. Mittausparametrit olivat ilman suhteellinen kosteus ja lämpötila. Mittalaite asetettiin oleskeluvyöhykkeelle noin 1,5 metrin korkeudelle mittauskohteessa. Mittauspöytäkirja on liitteenä 2.

## 4.3 Hiilidioksidimittaukset

Hiilidioksidimittaukset tehtiin välillä 4.–8.3.2013. Mittauksia suoritettiin päivisin sellaisissa tiloissa, joissa toimintaa on päiväaikaan. Öisin mittarit sijoitettiin palveluhuoneisiin. Huoneet ja tilat pyrittiin vallitsemaan siten, missä sisäilma tunnettiin tunkkaiseksi ja raskaaksi hengittää. Palvelukeskus toimi mittauksien aikana tavallisten arkirutiinien mukaan, kuitenkin niin, että ikkunoiden avaamista vältettäisiin.

Mittalaitteena käytettiin TSI IAQ-CALC 7535 hiilidioksidimittaria. Laitteita oli käytössä kaksi ja molemmat olivat kalibroitu Mikkelin ammattikorkeakoululla 1.3.2013. Mittareiden mittaustarkkuus on  $\pm 3\%$  lukemasta tai  $\pm 50$  ppm, riippuen siitä kumpi arvo on suurempi. Mittalaite sijoitettiin jokaisessa mittauksessa noin 1,5 metrin korkeudelle. Mittauspöytäkirja on esitetty liitteessä 3.

## 4.4 Ilmanvaihtojärjestelmän mittaukset

Ilmanvaihdon toiminta tarkastettiin, koska oli syytä epäillä, että sen toiminta olisi puutteellinen. Sisäilmastokyselyn perusteella ilmavaihto ei toimi toivotulla tavalla. Rakennuksessa esiintyy epämiellyttäviä hajuja ja sisäilman laatu on tunkkainen. Tiloista mitattiin ilmavirrat ilmanvaihtokoneiden pyöriessä suunnitelluilla tehoilla. Ilmanvaihtokanavat oli nuohottu 13.7.2011.

Mittaukset suoritettiin 11.4.2013 ja niistä tehtiin mittauspöytäkirja (liite 4). Mittalaitteena tuloilmavirtauksien mittaamiseen käytettiin TSI AccuBalance virtausmittaria. Alnor mikromanometri AXD-530:llä mitattiin poistoilmaventtiileistä paine-ero. Tilavuusvirta saadaan määritettyä paine-eron ja venttiilin k-arvon avulla kaavalla 1.

$$q_v = k\sqrt{\Delta p_m} \quad (1), \text{ jossa}$$

$$q_v = \text{Tilavuusvirta}, \frac{l}{s}$$

$$k = K - \text{kerroin}$$

$$\Delta p_m = \text{Paine - ero, Pa}$$

#### 4.5 Rakenneavaukset

Rakenteita avattiin, koska aikaisempien ilmanäytteiden perusteella näytteet sisälsivät sädesieniä ja Juvan kunnan tekemän remontin pohjalta rakenteissa esiintyi huomattavia kosteusvaurioita sekä puutteita höyrösulun asennuksessa. Rakenneavauksilla pyrittiin kartoittamaan ongelmanlaajuutta ja sen aiheuttajaa. Avaukset tehtiin palveluhuoneisiin, joissa oli havaittavissa riskirakenteita. Tavoitteena oli nähdä rakenteiden kunto ja mahdolliset kosteusvauriot, sekä höyrösulun yhteneväisyys katon ja seinärakenteen osalta. Kuitenkin aikataulullisista syistä tutkimuksia ei pystytty suorittamaan koko kiinteistön osalta.

Rakenneavaus, joissa avattiin pelkästään rakenteet, tehtiin huoneeseen B10. Ikkunan yläpuolisessa eristämättömässä kotelorakenteessa oli havaittavissa vesivuodon merkkejä. Rakenneavauksien lisäksi materiaalinäytteet otettiin huoneista A6, A5, B12 ja toimistotilasta. Näytteet lähetettiin analysoitavaksi Turun Yliopiston Aerobiologiseen yksikköön. Laboratorio analysoi näytteistä kokonaisbakteeripitoisuudet, aktinomykeettipitoisuudet, meso- ja kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuudet. Lisäksi sienilajistot tunnistettiin. Laboratoriotulokset ovat liitteenä 5.

## 5 TULOKSET

### 5.1 Sisäilmastokyselyn tulokset

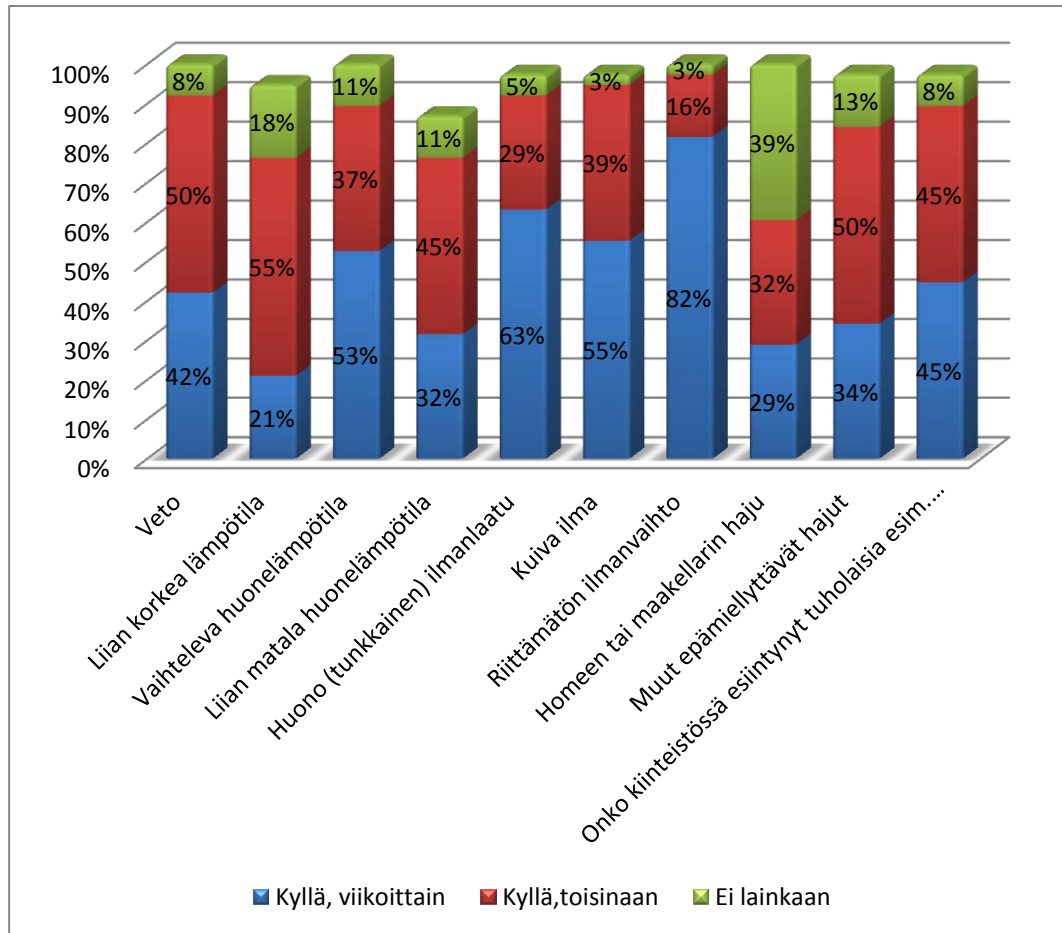
Kyselyyn vastasi yhteensä 38 työntekijää, joista 35 oli naisia ja 3 miehiä. Laitoksessa on yhteensä 50 työntekijää ja vastausprosentti oli 76 %. Vastanneista 11 % tupakoi. Työympäristön sisäilmanlaadun koki huonoksi 92 % vastaajista. Kaikkiin kysymyk-

siin ei vastattu ja tämä on otettu huomioon vastauksia analysoitaessa siten, että 100 % (38 vastausta) kuvaa kaikkia vastanneita ja jokaisen vastaussarakkeen prosenttiarvo on laskettu sen kohdan vastaajamäärästä.

Vastaajien mielestä rakennuksessa esiintyy työympäristöä heikentäviä tekijöitä koko kiinteistön alueella. Tarkentavia vastauksia olivat keittiön tiskauslinjasto ja siellä varsinkin heikko ilmanvaihto. Tiloissa, joissa on käytössä kulunvalvonta, tunnetaan ilmanlaatu heikentyneeksi, koska ilman vaihtuvuus on silloin luontaisesti heikompaa. Kulunvalvontaa joudutaan käyttämään, koska vanhusten liikkumista joudutaan rajoittamaan terveydellisistä syistä. Näitä tiloja ovat osastot A, B, E ja F.

Myös yhteiset tilat kuten kuntosali, saunatilat, Verstaas ja Päiväkeskus esiintyivät ongelmapaikkoina. Osa vastaajista oli sitä mieltä, että kiinteistössä esiintyy ongelmia tasaisesti jokaisena vuodenaikana. Osalle ongelmat olivat suurempia talviaikaan. Etenkin kylmyys, vedontunne ja tunkkaisuus olivat keskeisiä ongelmia talvikautena. Kesäaikaan tunnettiin kuumuutta ja sitä on pyritty helpottamaan ikkunoiden kautta tapahtuvalla tuuletuksella. Vastaajista 20 oli sitä mieltä, että suurin ongelmanaiheuttaja on vajaatoiminen ilmanvaihto. Rakenteissa tapahtuneet selkeät vesivuodot, sekä epäonnistunut rakentaminen olivat myös nähty sisäilmaongelmien aiheuttajiksi.

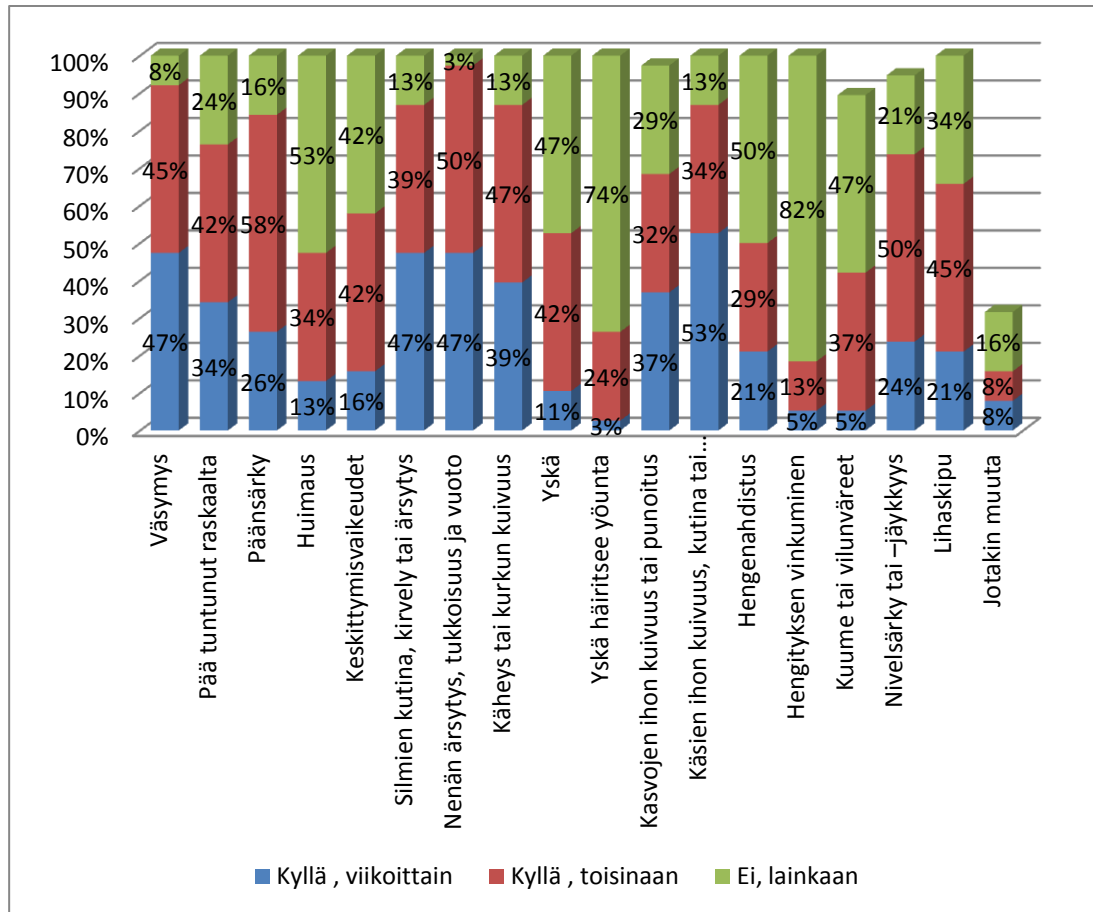
Kuvassa 3 työympäristössä esiintyneet ongelmat on esitetty prosentteina. Prosenttiosuudet on laskettu aina tapauskohtaisesti. Työympäristön puutteet tai ongelmat esiintyvät viikoittain tai toisinaan. Suurimmat ongelmat, joita tunnettiin viikoittain, olivat riittämätön ilmanvaihto, huono tai tunkkainen ilmanlaatu ja kuiva ilma. Myös muita työympäristön ongelmia esiintyi viikoittain, kuten vaihteleva huonelämpötila, veto ja kiinteistössä esiintyvät tuholaiset. Kaikki kyllä-vastaukset ylittävät 20 % merkitsevyysrajan.



**KUVA 3. Henkilökunnan havaitsemat ongelmat työympäristössä**

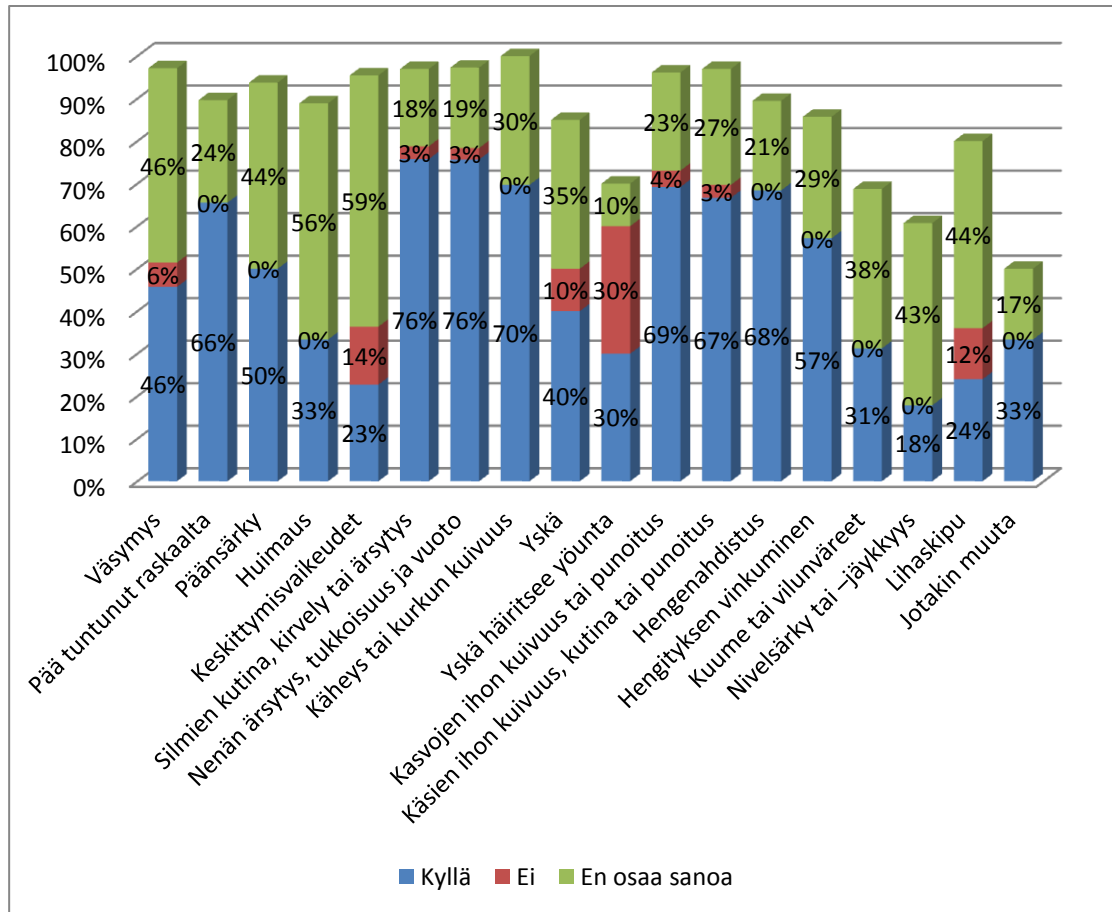
Kuvassa 4 on esitetty työympäristössä esiintyneitä oireita. Henkilökunta oireilee runsaasti viikoittain tai toisinaan. Viikoittain 55 % ja toisinaan 88 % kaikista vastanneista tunsi jonkinlaisia oireita, jota voidaan pitää merkittävänä haittatekijänä.

Viikoittain tai toisinaan esiintyviä merkittäviä oireita olivat käsien ihon kuivuus, nenän ärsytys, silmien kutina ja väsymys. Muita esiintyviä oireita olivat kurkun käheys tai kuivuus, kasvojen ihon kuivuus, kutina tai punoitus, raskaalta tuntunut pää ja päänsärky.



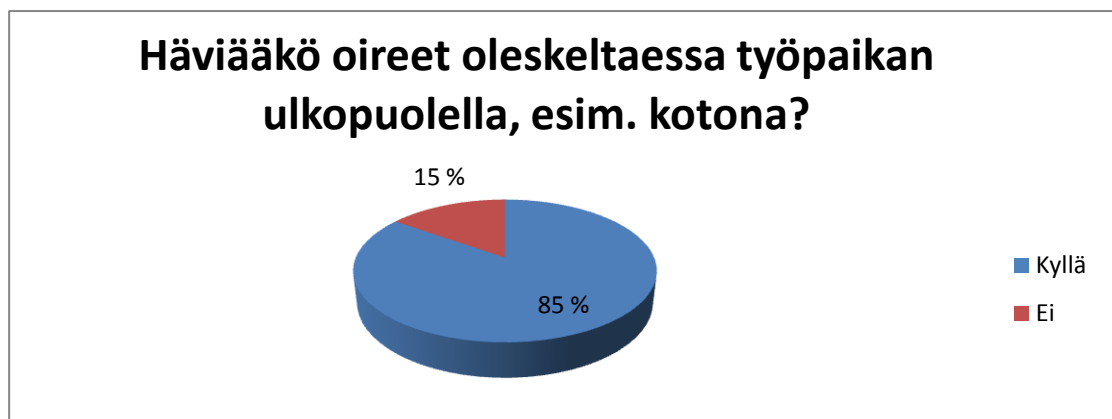
**KUVA 4. Työympäristössä esiintyneitä henkilökunnan oireita**

Kuvassa 5 on esitetty henkilökunnan mielestä työympäristöstä johtuvat oireet. Työympäristöllä on vaikutusta oirein syntymiseen, sillä kyllä vastanneiden määrä on suurempi kuin ei vastanneiden tai niiden jotka eivät osaa sanoa. Kaikki kyllä vastaukset ylittävät 20 % merkitsevyysrajan. Suurimmat työympäristöstä johtuvat oireet ovat silmien kutina, nenän ärsytys, kurkun käheys tai kuivuus, kasvojen ihon kuivuus tai punoitus, käsien ihon kuivuus ja hengenahdistus.



**KUVA 5. Työympäristöstä johtuva vaikutus "kyllä" vastanneiden oireisiin**

Kuvassa 6 on esitetty työntekijöiden mielipide oireiden jakautuneisuudesta oleskellessa muissa kuin työympäristötiloissa. Vastaajien mielestä työympäristöllä on vaikutusta oireiden syntymiseen. Kysymykseen vastasi yhteensä 33 vastaajaa, joista 85 % oli sitä mieltä, että oireet häviävät työpaikan ulkopuolella.



**KUVA 6. Oireiden jakautuneisuus oleskellessa muissa kuin työympäristötiloissa**

## 5.2 A-osaston tulokset

### 5.2.1 Mittaustulokset

A-osassa mittaukset tehtiin huoneista A1 ja A6. Taulukossa 10 on esitetty lämpötilojen, suhteellisen kosteuden, poistoilmavirtauksien ja hiilidioksidipitoisuuksien mittaustulokset. Lämpötila oli molemmissa huoneissa korkea ja suhteellinen kosteus alhainen. Huoneen A1 poistoilmavirta oli 22 l/s, joka on suuri. Hiilidioksidipitoisuuden keskiarvo oli 819 ppm. Huone A1 on suunniteltu kolmen hengen huoneeksi ja hiilidioksidimittauksen aikana tilassa oli kaksi henkilöä.

Huoneen A6 poistoilmavirta oli normaali. Hiilidioksidipitoisuuden keskiarvo oli 871 ppm. Suurin mitattu pitoisuus on 1 127 ppm, jota voidaan pitää yksittäisenä mittaustuloksena. Huone A6 on suunniteltu yhden hengen huone ja hiilidioksidimittauksen aikana tilassa oli yksi henkilö.

**TAULUKKO 10. A-osan mittaustulokset**

	A1	A6
<b>Lämpötila, °C</b>		
Sisälämpötila	23,1	22,4
Ulkolämpötila	10	10
<b>Suhteellinen kosteus, %</b>		
Sisäilma	18,8	16,6
Ulkoilma	33	33
<b>IV-kanavat, l/s</b>		
Poistoilmavirta, mitattu	– 22	– 17
Poistoilmavirta, suun.	– 15	– 15
<b>CO<sub>2</sub>, ppm</b>		
Keskiarvo	819	871
Suurin	991	1127
Pienin	525	739

### 5.2.2 Rakenneavaukset ja materiaalinäytetulokset

Taulukossa 11 on esitetty huoneen A5 mineraalivillanäytteen laboratoriotulokset. Kokonaisbakteeripitoisuus oli 950 cfu/g. Näytteessä ei esiintynyt aktinomykeettejä. Mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus oli 47 000 cfu/g ja kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus 39 000 cfu/g. Näytteessä esiintyi kosteusvaurioon viittaava homesieni *Fusarium* ja hiivasieni *Sporobolomyces*. Ulkoseinärakenteen suhteellinen kosteus oli 68,3 %.

**TAULUKKO11. Huoneen A5 rakenneavaus ja materiaalinäyte**

Rakenneavauksen kohde	Ulkoseinä
Rakennekosteus, %	68,3
Kokonaisbakteeripitoisuus, cfu/g	950
Aktinomykeettipitoisuus cfu/g	0
Mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus, cfu/g	47 000
Hiivasienet, cfu/g	
• <i>Sporobolomyces</i>	41 000
• Muu hiiva	6 800
Kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus, cfu/g	39 000
Homesienet, cfu/g	
• <i>Fusarium</i>	270
Hiivasienet, cfu/g	39 000

Taulukossa 12 on esitetty huoneen A6 mineraalivillanäytteen laboratoriotulokset. Kokonaisbakteeripitoisuus oli 140 cfu/g, cfu/g. Näytteessä ei esiintynyt aktinomykeettejä. Mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus oli 950 cfu/g ja kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus 2 400 cfu/g. Näytteessä esiintyi *Aspergillus* ryhmään kuuluvaa *Restrictiä*, joka viittaa kosteusvaurioon. Ulkoseinärakenteen suhteellinen kosteus oli 47,3 %.

**TAULUKKO12. Huoneen A6 rakenneavaus ja materiaalinäyte**

Rakennevauksen kohde	Ulkoseinä
Rakennekosteus, %	47,4
Kokonaisbakteeripitoisuus, cfu/g	140
Aktinomykeettipitoisuus, cfu/g	0
Mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus, cfu/g	950
Homesienet, cfu/g	
• <i>Clodosporium</i>	810
Hiiwasienet, cfu/g	140
Kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus, cfu/g	2 400
Homesienet, cfu/g	
• <i>Clodosporium</i>	1 900
• <i>Aspergillus ryhmä Restricti</i>	540

### 5.3 B-osaston tulokset

#### 5.3.1 Mittaustulokset

B-osassa mittaukset tehtiin huoneista B8 ja B13. Taulukossa 13 on esitetty lämpötilojen, suhteellisen kosteuden, poistoilmavirtauksien ja hiilidioksidipitoisuuksien mittaustulokset. Taulukosta voidaan havaita, että lämpötila oli molemmissa huoneissa korkea ja suhteellinen kosteus alhainen. Huoneen B8 poistoilmavirta oli 20 l/s, joka on suuri. Hiilidioksidipitoisuuden keskiarvo oli 814 ppm. Suurin mitattu pitoisuus on 1 002 ppm, joka voidaan pitää yksittäisenä mittaustuloksena. Huone B8 on suunniteltu yhden hengen huoneeksi ja hiilidioksidimittauksen aikana tilassa oli yksi henkilö.

Huoneen B13 poistoilmavirta oli 27 l/s, joka on suuri. Hiilidioksidipitoisuuden keskiarvo oli 610 ppm ja suurin pitoisuus 830 ppm. Huone B13 on suunniteltu yhden hengen huoneeksi ja hiilidioksidimittauksen aikana tilassa oli yksi henkilö.

**TAULUKKO 13. B-osan mittaustulokset**

	B8	B13
<b>Lämpötila, °C</b>		
Sisälämpötila	23,8	22,4
Ulkolämpötila	10	10
<b>Suhteellinen kosteus, %</b>		
Sisäilma	18,5	14,4
Ulkoilma	33	33
<b>IV-kanavat, l/s</b>		
Poistoilmavirta, mitattu	- 20	- 27
Poistoilmavirta, suun.	- 15	- 15
<b>CO<sub>2</sub>, ppm</b>		
Keskiarvo	814	610
Suurin	1 002	830
Pienin	590	388

**5.3.2 Rakenneavaukset ja materiaalinäytetulokset**

Rakenneavauksia tehtiin osastolla B huoneisiin B10 ja B12. Huoneesta B10 avattiin ikkunan yläpuolella oleva kotelorakenne, josta nähtiin höyröyksen yhteneväisyys. Kuvassa 6 on esitetty nurkan puutteellinen höyröysulku.



**KUVA 6. Huoneen B10 vaillinainen höyröysulku ikkunakotelossa (Räsänen 2013).**

Taulukossa 14 on esitetty huoneen B12 mineraalivillanäytteen laboratoriotulokset. Kokonaisbakteeripitoisuus oli 4 900 cfu/g. Näytteessä ei esiintynyt aktinomykeettejä. Mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus oli 1 400 000 cfu/g ja kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus 3 200 000 cfu/g. Näytteessä esiintyi homesienilajit *Phoma* ja *Exophiala*, jotka ovat kosteusvaurioon viittaavaa sienisuvustoa. Ulkoseinärakenteen suhteellinen kosteus oli 48,3 %.

#### TAULUKKO14. Huoneen B12 rakenneavaus ja materiaalinäyte

Rakenneavauksen kohde	Ulkoseinä
Rakennekosteus, %	48,3
Kokonaisbakteeripitoisuus, cfu/g	4 900
Aktinomykeettipitoisuus, cfu/g	0
Mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus, cfu/g	1 400 000
Homesienet, cfu/g	
• <i>Phoma</i>	500 000
• <i>Exophiala</i>	54 000
• <i>Hormonema</i>	36 000
• <i>Aureobasidium</i>	9 000
• <i>Penicillium</i>	9 000
Hiivasienet, cfu/g	740 000
Kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus, cfu/g	3 200 000
Homesienet, cfu/g	
• <i>Phoma</i>	720 000
• <i>Clodosporium</i>	630 000
Hiivasienet, cfu/g	1 900 000

#### 5.4 C-osaston tulokset

##### 5.4.1 Mittaustulokset

C-osan mittaukset tehtiin yhteen toimistotilaan ja kuntosalin tiloihin. Taulukossa 15 on esitetty lämpötilojen, suhteellisen kosteuden, poisto- ja tuloilmavirtauksien sekä hiilidioksidipitoisuuksien mittaustulokset. Lämpötila oli molemmissa huoneissa korkea ja suhteellinen kosteus alhainen. Poistoilmavirrat olivat normaalit, samoin kuin tuloilmavirrat. Hiilidioksidipitoisuudet olivat molemmissa tiloissa alhaiset. Toimistoti-

la on yhden hengen huone ja hiilidioksidimittauksen aikana tilassa oli yksi henkilö. Kuntosalilla mittauksen aikana oli 9 henkilöä.

**TAULUKKO 15. C-osan mittaustulokset**

	Toimistotila	Kuntosali
<b>Lämpötila, °C</b>		
Sisälämpötila	22,5	21,9
Ukolämpötila	10	10
<b>Suhteellinen kosteus, %</b>		
Sisäilma	16,2	16,2
Ulkoilma	33	33
<b>IV-kanavat, l/s</b>		
Poistokanava, mitattu	- 18	- 132
Poistoilmavirta, suun.	- 25	- 156
Tulokanava, mitattu	18	123
Tuloilmavirta, suun.	25	156
<b>CO<sub>2</sub>, ppm</b>		
Keskiarvo	580	766
Suurin	730	1 224
Pienin	453	486

#### 5.4.2 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteiden tulokset

Taulukossa 16 on esitetty toimistotilan mineraalivillanäytteen laboratoriotulokset. Kokonaisbakteeripitoisuus oli 270 cfu/g. Näytteessä ei esiintynyt aktinomykeettejä. Mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus oli 540 cfu/g ja kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus 5 100 cfu/g. Näytteessä esiintyi *Aspergillus* ryhmään kuuluvaa *Restrictiä*, joka viittaa kosteusvarurioon. Ulkoseinärakenteen suhteellinen kosteus oli 46 %.

**TAULUKKO16. Toimistotilan rakenneavaus ja materiaalinäyte**

Rakennevauksen kohde	Ulkoseinä
Rakennekosteus, %	46
Kokonaisbakteeripitoisuus, cfu/g	270
Aktinomykeettipitoisuus, cfu/g	0
Mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus, cfu/g	540
Homesienet, cfu/g	
• <i>Penicillium</i>	540
Kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus, cfu/g	5 100
Homesienet, cfu/g	
• <i>Clodosporium</i>	410
• <i>Aspergillus ryhmä Restricti</i>	4 300
• <i>Eurotium</i>	410

### 5.5 D-osaston mittaustulokset

D-osassa mittaukset suoritettiin Päiväkeskuksen ja Verstaan tiloihin. Taulukossa 17 on esitetty lämpötilojen, suhteellisen kosteuden, poisto- ja tuloilmavirtauksien sekä hiilidioksidipitoisuuksien mittaustulokset. Lämpötila oli molemmissa huoneissa korkea ja suhteellinen kosteus kummassakin huoneessa alhainen. Verstaan tuloilmavirta oli 65 l/s ja poistoilmavirta oli 45 l/s. Päiväkeskuksen toisen tuloilmaventtiilin virtaus oli 70 l/s. Toista tuloilmaventtiiliä ei pystytty mittaamaan. Poistoilmavirta Päiväkeskuksessa oli 161 l/s.

Verstaan hiilidioksidipitoisuus kohosi korkealle mittauksen aikana. Keskiarvo oli 1 125 ppm ja suurin mitattu pitoisuus 1 475 ppm. Päiväkeskuksen hiilidioksidin määrä oli keskiarvon 762 ppm ja suurin mitattu pitoisuus oli 1 161 ppm. Molemmat huoneistot ovat yhteiskäyttötiloja, joissa päiväaikaan on vanhusten virkistystoimintaa. Hiilidioksidimittauksen aikana Päiväkeskuksen tiloissa oli 32 henkilöä ja Verstaassa 20 henkilöä.

**TAULUKKO 17. D-osan mittaustulokset**

	Päiväkeskus	Verstas
<b>Lämpötila, °C</b>		
Sisälämpötila	22	23,1
Ulkolämpötila	10	10
<b>Suhteellinen kosteus, %</b>		
Sisäilma	15,2	16,4
Ulkoilma	33	33
<b>IV-kanavat, l/s</b>		
Poistoilmavirta, mitattu	– 161	– 45
Poistoilmavirta, suun.	– 160	– 70
Tuloilmavirta mitattu*	70	65
Tuloilmavirta, suun.	160	70
<b>CO<sub>2</sub>, ppm</b>		
Keskiarvo	762	1125
Suurin	1161	1475
Pienin	487	549

\* Tilassa kaksi tuloilmaventtiiliä, joista toista ei pystytty mittaamaan.

### 5.6 E-osaston mittaustulokset

E-osan mittauksen suoritettiin huoneisiin E3 ja E10. Taulukossa 18 on esitetty lämpötilojen, suhteellisen kosteuden, poistoilmavirtauksien ja hiilidioksidipitoisuuksien mittaustulokset. Lämpötila oli molemmissa huoneissa korkea ja suhteellinen kosteus alhainen. Huoneen E3 poistoilmavirta oli normaalilla tasolla ja hiilidioksidin määrä oli alhainen. Huone E3 on suunniteltu yhden hengen huoneeksi ja hiilidioksidimittauksen aikana tilassa oli yksi henkilö.

Huoneen E10 poistoilmavirta oli normaali ja hiilidioksidin määrä oli myös alhainen. Huone E10 on suunniteltu yhden hengen huoneeksi ja hiilidioksidimittauksen aikana tilassa oli yksi henkilö.

**TAULUKKO 18. E-osan mittaustulokset**

	E 3	E10
<b>Lämpötila, °C</b>		
Sisälämpötila	23,7	23,9
Ulkolämpötila	10	10
<b>Suhteellinen kosteus, %</b>		
Sisäilma	17	15,3
Ulkoilma	33	33
<b>IV-kanavat, l/s</b>		
Poistoilmavirta, mitattu	- 15	- 17
Poistoilmavirta, suun.	- 15	- 15
<b>CO<sub>2</sub>, ppm</b>		
Keskiarvo	622	550
Suurin	695	622
Pienin	490	399

### 5.7 F-osaston mittaustulokset

F-osan mittaukset suoritettiin huoneisiin F4 ja F8. Taulukossa 19 on esitetty lämpötilojen, suhteellisen kosteuden, poistoilmavirtauksien ja hiilidioksidipitoisuuksien mittaustulokset. Lämpötila oli molemmissa huoneissa korkea ja suhteellinen kosteus alhainen.

Huoneen F4 poistoilmavirta oli 27 l/s. Hiilidioksidipitoisuus keskiarvon mukaan oli 725 ppm ja suurin mitattu pitoisuus oli 832 ppm. Huone F4 on suunniteltu yhden hengen huoneeksi ja hiilidioksidimittauksen aikana tilassa oli yksi henkilö.

Huoneessa F8 poistokanavan virta oli 11 l/s. Hiilidioksidipitoisuuden keskiarvo oli 949 ppm ja suurin mitattu pitoisuus oli 1 367 ppm. Huone F8 on suunniteltu yhden hengen huoneeksi ja hiilidioksidimittauksen aikana tilassa oli yksi henkilö.

**TAULUKKO 19. F-osan mittaustulokset**

	F 4	F8
<b>Lämpötila, °C</b>		
Sisälämpötila	24	24,1
Ulkolämpötila	10	10
<b>Suhteellinen kosteus, %</b>		
Sisäilma	14,9	16
Ulkoilma	33	33
<b>IV-kanavat, l/s</b>		
Poistoilmavirta, mitattu	- 27	- 11
Poistoilmavirta, suun.	- 15	- 15
<b>CO<sub>2</sub>, ppm</b>		
Keskiarvo	725	949
Suurin	832	1367
Pienin	603	705

## 6 TULOSTEN TARKASTELU

### 6.1 Sisäilmastokysely

Kyselyn perusteella työympäristössä esiintyy runsaasti epäkohtia. Suurimmat ongelmatekijät ovat riittämätön ilmanvaihto, huono tai tunkkainen ilmanlaatu ja kuiva ilma. Vastaajat kokivat myös rakennuksessa homeen tai maakellarin hajua sekä muita epämiellyttäviä hajua. Hajujen esiintyvyys voi johtua vallitsevista olosuhteista ja usein ne voivat esiintyä vain tietyinä ajankohtana. Aikaisempien ilmanäytteiden ja nyt saatujen materiaalinäytteiden perusteella rakennuksessa esiintyy mikrobikasvustoa, joka voi aiheuttaa homeen tai maakellarin hajua. Tuholaisten, etenkin muurahaisten esiintyminen talviaikaan voi viitata rakenteissa olevaan kosteusvaurioon. Vastausten perusteella muurahaisia esiintyy viikoittain tai toisinaan. Mittaus- ja kyselytulosten perusteella rakennuksessa on korkea lämpötila. Kiinteistöhoitajan mukaan lämpötila on säädetty tietoisesti korkeammalle, koska vanhukset ovat sitä vaatineet.

Esiintyneiden oireiden perusteella voisi päätellä, että rakennuksessa olisi huonon ilmanvaihdon lisäksi jotakin mikrobikasvustoa, joka aiheuttaa oireita kiinteistössä työskenteleville. Yksittäisten vastausten perusteella, jollekin vastaajalle oli puhjennut silmätulehdus ja toiselle astma. Edellisten tutkimustulosten perusteella sisäilmanäytteissä esiintyi *Oidiodendro* homesieni, joka voi juuri altistaa silmätulehdukselle. Astman yllättävä puhkeaminen voi olla seurausta työympäristön sisäilmaongelmista. Yksittäisten vastausten perusteella ei voida kuitenkaan tehdä suoranaisia päätelmiä oireiden ja sisäilmaongelmien yhteneväisyyteen. Oireiden häviäminen tai poistuminen kokonaan, kun henkilö poistuu tilasta, on merkki sisäilmaongelmasta. Siitä kertoo myös yleinen tyytymättömyys sisäilmanlaatuun.

## 6.2 Osastojen vertailu

### 6.2.1 Lämpötila ja suhteellinen kosteus

Kaikkien osastojen sisälämpötilat olivat huomattavan korkeat ja poikkesivat Asumisterveysoppaan ja Suomen rakennusmääräyskokoelman raja-arvosta. Lämpötilat olivat välillä 21,9 – 24,1 °C. Sisäilman suhteellinen kosteusprosentti oli kaikissa osastoissa alhainen ja huoneilma oli tästä johtuen hyvin kuivaa. Suhteelliset kosteusprosentit olivat välillä 14,4 – 18,8 %, kun se tulisi olla välillä 20 – 60 %.

### 6.2.2 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmä toimii epätasaisesti osastojen välillä. Kaikilla osastoilla on käytössä koneellinen poistoilmavaihto. Osastojen A ja B poistoilmavirtausta tulisi säätää pienemmälle, koska molempien osastojen virtaukset ylittävät LVI-suunnitelmissa mitoitettut huoneistokohtaiset poistoilmavirrat. Huoneen A1 mitattu poistoilmavirtaus oli 22 l/s ja huoneen suunniteltu virtaama on 15 l/s. Mitattu tulos poikkeaa hyväksyttävästä huonekohtaisesta 20 %:n poikkeamasta, koska suurin sallittu poistoilmavirta saisi olla 18 l/s. Huoneen A6 mitattu poistoilmavirta oli 17 l/s ja huoneen suunniteltu virtaama on 15 l/s. Virtausmäärä on kuitenkin hyväksyttävä, koska se alittaa huonekohtaisen 20 %:n poikkeaman, jonka mukaan alin hyväksyttävä poistoilmavirta olisi 18 l/s.

Osastoilla C ja D on käytössä myös koneellinen tuloilmanvaihto. C-osan työhuoneen painesuhteet ovat tasan, koska poisto- ja tuloilmavirrat olivat 18 l/s. Mitatut arvot ovat kuitenkin liian pienet suunniteltuun arvoon verrattuna, koska suunniteltu huonekohtainen poisto- ja tuloilmavirta tulisi olla 25 l/s. Mitatut arvot jäävät myös hyväksyttävästä huonekohtaisesta poikkeamasta, sillä pienin sallittu poisto- ja tuloilmavirta saisi olla 20 l/s. Kuntosalin ilmavirrat ovat oikean tason alarajoilla ja tila on alipaineinen. Poistoilmavirta on normaalilla tasolla, mutta tuloilmavirta jää hiukan hyväksyttävästä huonekohtaisesta poikkeamasta. Suunniteltu poisto- ja tuloilmavirtaus on 156 l/s.

Päiväkeskuksen mitattu tuloilmavirta oli 70 l/s ja toista tuloilmaventtiiliä ei pystytty mittaamaan. Huonekohtainen suunniteltu poisto- ja tuloilmavirta on 160 l/s. Olettaen, että virtaus olisi sama molemmissa tuloilmaventtiileissä, kokonaistuloilmavirta jäisi vajaaksi suunnitellusta arvosta, mutta olisi hyväksyttävän huonekohtaisen poikkeaman rajoissa, koska alin hyväksyttävä poistoilmavirta olisi 128 l/s. Poistoilmavirtaukseksi mittasimme 161 l/s, joka täyttää suunnitellut kriteerit.

Verstaan mitattu tuloilmavirta oli 65 l/s. Suunniteltu poisto- ja tuloilmavirta on 70 l/s. Mitattu tuloilmakanavan virtaus on normaali. Poistoilmavirtaukseksi mittasimme 45 l/s, joka poikkeaa suunnitellusta arvosta sekä huonekohtaisesta poikkeamasta, sillä alhaisimmillaan poistoilmavirta saisi olla 56 l/s. Tila on ylipaineinen, koska tuloilmavirta on suurempi kuin poistoilmavirta.

Mittauksien perusteella E-osan ilmanvaihtojärjestelmä toimii normaalisti ja F-osan ilmanvaihtojärjestelmässä on huomautettavaa. Huoneen F4 mitattu poistoilmavirta oli 27 l/s ja huoneen suunniteltu virtaama on 15 l/s. Mitattu tulos poikkeaa hyväksyttävästä huonekohtaisesta 20 %:n poikkeamasta, koska suurin sallittu poistoilmavirta saisi olla 18 l/s. Huoneen F8 mitattu poistoilmavirta oli 11 l/s, joka jää suunnitellusta arvosta 15 l/s. Mitattu tulos poikkeaa myös huonekohtaisesta poikkeamasta, sillä alhaisimmillaan poistoilmavirta saisi 12 l/s.

### **6.2.3 Hiilidioksidi**

Ilmanvaihdon toimiessa normaalisti, hiilidioksiditasot eivät pääse kohoamaan. Osastoilla A ja B hiilidioksiditasot olivat keskiarvon mukaan luokkaa S1. Osastojen suu-

rimmat mitatut pitoisuudet olivat luokkaa S2. C-osastolla hiilidioksidipitoisuudet olivat keskiarvon mukaan luokkaa S1. Kuntosalin suurin mitattu pitoisuus ylittää luokan S3, mutta sitä voidaan pitää yksittäisenä mittaustuloksena.

D-osan pitoisuudet olivat kaikkein korkeimmat, johtuen että mittausajankohtana tiloissa oli eniten ihmisiä. Verstaan hiilidioksidin määrä oli keskiarvon mukaan 1 125 ppm, joka on luokituksen S2 mukainen. Suurin mitattu pitoisuus oli 1 475 ppm, joka ylittää luokituksen S3. Päiväkeskuksen hiilidioksidinmäärä keskiarvon mukaan oli luokkaa S1.

E-osan ja huoneen F4 hiilidioksidimäärät olivat luokituksen S1 mukaiset. Huoneessa F8 heikko ilmanvaihto näkyi hiilidioksidimäärän kohonneena pitoisuutena, sillä keskiarvo oli luokkaa S2 ja suurin pitoisuus luokka S3. Kokonaisuutena hiilidioksidipitoisuudet täyttivät lähes aina viranomaismääräystason 1200 ppm.

### **6.3 Rakenneavaukset ja materiaalinäytteet**

Huoneista A5 ja B12 sekä toimistotilan materiaalinäytteiden perusteella rakennuksessa oli aktiivista mikrobikasvustoa. Laboratoriotutkimuksien perusteella itiöpitoisuudet ylittävät raja-arvot ja lajitunnistusten mukaan voi sanoa, että rakennuksessa on viittausta kosteusvaurioon. Huoneesta A6 otetusta materiaalinäytteessä ei esiintynyt mikrobikasvustoa.

Huoneen B12 mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuudet olivat 1 400 000 cfu/g ja kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus olivat 3 200 000 cfu/g. Pitoisuudet ylittivät raja-arvopitoisuuden 10 000 cfu/g ja näin ollen tulokset viittaavat selkeästi kosteusvaurioon. Näytteissä esiintyi myös kosteusvaurioon ja toksisuuteen viittaavaa sienisuvustoa, kuten homesienilajistot *Phoma*, *Exophiala*, *Aspergillus* ryhmä *Restricti* ja *Fusarium*.

Huoneen A5 mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuudet olivat 47 000 cfu/g ja kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus olivat 39 000 cfu/g. Myös nämä ylittävät raja-arvon 10 000 cfu/g. Näytteissä esiintyi myös kosteusvaurioon viittaavia sienilajistoja.

Toimistotilasta otetusta näytteestä mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuudet olivat 540 cfu/g ja kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus oli 5 100 cfu/g. Pitoisuudet alittivat raja-arvon 10 000 cfu/g, mutta näytteissä esiintyi kosteusvaurioon viittaavaa sienisuvustoa. Huoneen B10 rakenneavaus osoitti tilan rakenneteknisen puutteen, sillä höyrysulkumuovi puuttui huoneen nurkkatilasta. Höyrysulkumuovin puutteellisuus aiheuttaa tilaan lämpövuodon, joka mahdollistaa veden kondensoitumisen rakenteisiin.

## 7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää ilmanäytteissä havaittujen epäpuhtauksien alkuperää ja sitä, mitkä tekijät vaikuttavat henkilökunnan oireilemiseen. Sisäilmastokyselyn perusteella pyrittiin saamaan kokonaiskuva rakennuksessa esiintyvistä ongelmatekijöistä ja siitä, millaisia oireita henkilökunnalla on ja kuinka usein niitä esiintyy. Eristeistä otetuilla materiaalinäytteillä etsittiin ilman epäpuhtauksien alkuperäistä lähdettä ja hiilidioksidi- ja ilmanvaihdon mittauksilla selvitettiin ilmanvaihtojärjestelmän toimivuutta.

Sisäilmastokyselyn perusteella työympäristössä on runsaasti epäkohtia, jotka vaikuttavat henkilökunnan oireilemiseen. Kyselyssä suurimmiksi työympäristön epäkohdiksi nousivat riittämätön ilmanvaihto, huono ja tunkkainen ilmanlaatu sekä kuiva ilma. Mittauksien perusteella voidaan sanoa, että ilmanvaihtojärjestelmä ei toimi suunnitellulla tavalla. Ilmanlaatu koetaan huonoksi ja tunkkaiseksi, jos ilman hiilidioksidipitoisuus ja lämpötila ovat korkeat ja suhteellinen kosteusprosentti alhainen. Kuiva ilma kuivattaa käsien ja kasvojen ihoa. Sillä on myös vaikutusta hengitysteihin ja limakalvoihin. Hiilidioksidi voi selittää myös osaltaan henkilökunnan oireilua, kuten väsymystä, päänsärkyä ja keskittymisvaikeuksia, vaikka useassa mittauksessa pitoisuudet jäivät alle viranomaismääräystason 1200 ppm. Hiilidioksidimittauksissa on otettava huomioon, että ohjeistimme henkilökuntaa toimimaan normaalien toimintatapojen mukaisesti. Kuten sisäilmastokyselyssä tuli ilmi, henkilökunta tuulettaa huoneistoja usein ja voi olettaa että mittauksien aikana ikkunoita ja ovia on yleisesti pidetty auki.

Ilman lämpötila on koko kiinteistön osalta hyvin korkea, koska se on tietoisesti säädetty vanhuksien toivomuksesta. Korkea lämpötila voi aktivoida kemiallisia tekijöitä, kuten rakenteissa olevia haitallisia mikrobeja tai rakennusmateriaalien haituvia orgaanisia yhdistä. Materiaalinäytteiden mukaan rakenteissa on aktiivista mikrobikasvustoa ja lajitunnistukset osoittavat, että rakenteissa on kosteusvaurioon viittaavia sienisuvustoja. Henkilökunnan runsas oireilu voi johtua mikrobiesiintymästä, sillä lajitunnistusten perusteella materiaalinäytteissä esiintyi mikrobisukuja, jotka ovat toksisia.

Osastoilla A, B ja F ilmanvaihtojärjestelmä toimii epätasaisesti. Näillä osastoilla on käytössä kulunvalvonta ja ovet joudutaan pitämään suljettuina ja niistä pääsee liikkumaan vain tarvittaessa. Tällöin luontainen ilmanvaihtuminen on vähäistä. Huoneen poistoilmavirta voi vaikuttaa rakenteista tuleviin epäpuhtauksiin, jos painovoimaisesta tuloilmaventtiilistä tuleva ilmavirtaus ei riitä tasaamaan painesuhdetta. Silloin korvausilma tulee saastuneiden rakenteiden läpi.

Kyselyn perusteella vedon tunne ja vaihteleva huonelämpötila olivat viikoittain tunnettuja haittatekijöitä. Rakenneavausten perusteella, huoneen B19 höyrysulkumuovin asennuksessa esiintyi puutteita. Höyrysulku ei ollut yhtenäinen katto- ja seinärakenteen kanssa. Pääoven sisäänkäynnissä on käytössä laaja-alaiset ulko-ovet, jotka avautuvat automaattisesti liiketunnistimen avulla. Kaikkien ovien avautuessa ilmavirtaus sisään on suuri, joka aiheuttaa vedontunnetta. Ovien avautumista muutettiin siten, etteivät kaikki ovet aukea samanaikaisesti.

Työympäristössä esiintyy ongelmia koko kiinteistön alueella. Yleisti voi sanoa, että ilmanvaihtojärjestelmän epätasainen toiminta korostaa muita rakennuksessa esiintyviä ongelmia, jotka johtavat henkilökunnan oireilemiseen. Ilmanvaihtojärjestelmän toimenpide-ehdotuksena A- ja B-osien poistoilmapuhaltimilta lähteviin runkolinjoihin tulisi asentaa säätöpellit ja ilmavirrat tulisi säätää vastaamaan suunniteltuja arvoja. Näin päätelaitteelta vaadittava painehäviö saataisiin pienemmäksi sekä ilmavirrat säädettyä paremmin. C-osastolla ilmanvaihto toimii melko normaalisti ja kuntosalin osalta ilmanvaihtojärjestelmä ei aiheuta toimenpiteitä. Toimistotilan tulo- ja poistoilmavirrat olivat suunniteltua liian alhaiset. Tuloilmavirtaa ei pysty säätämään, mutta poistoilmavirtaa tulisi lisätä arvoon -20 l/s, jotta painesuhteet olisivat oikeat.

Verstaan tiloissa ilmanvaihdosta syntyvä ylipaineisuus ei aiheuta vaaraa talviaikaan rakenteille, koska suhteellinen kosteus on alhainen. Kuitenkin tilassa ei saa vallita ylipaine, sillä kesäisin ilman suhteellinen kosteus kohoaa. Päiväkeskuksen poistoilmavirtoja tulisi pienentää ja Verstaan poistoja suurentaa, koska molemmat tilat käyttävät samaa ilmanvaihtokonetta. Muutoksella saataisiin Verstaan poistokanavien virtaukset tasaantumaan.

Huoneen F4 huippuimuri PF4 toimii yhdellä nopeudella, joten ilmavirran tasaamiseksi olisi kanaviin asennettava säätöpellit. Huoneen F8 poistoilmaventtiili on ilmanvaihtokanavan viimeinen, joten ilmavirran lisäämiseksi venttiilin täysi aukaiseminen voisi auttaa ilmavirran lisääntymiseen. Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä käyttää Schneider Electricin ohjausjärjestelmää. Ilmanvaihtojärjestelmän toimivuus tulisi käydä läpi yhteistyössä Schneider Electricin kanssa ja samalla pitää koulutustilaisuus kiinteistön huoltohenkilökunnalle ohjausjärjestelmän käytöstä.

Rakenneausten vähäisyyden vuoksi on vaikea sanoa, miten laajalle alueelle aktiivinen mikrobikasvusto on levinnyt. On myös vaikea sanoa, kuinka laajalla alueella rakennusteknisiä puutteita esiintyy, sillä höyrysulkumuovin puuttuminen on riski rakenteiden pilaantumiselle. Etenkin huoneen B12 materiaalinäyte osoitti rakenteissa olevan paljon mikrobikasvustoa, jota voidaan pitää terveyshaittana. Huoneissa B12, A5, A6 ja toimistotilassa on vinoyläpohjarakenne. Jotta ongelman laajuus ja sen aiheuttaja saataisiin kokonaisuudessaan selville, tulisi riskirakenteet tutkia kokonaisvaltaisesti. Vuoden 2011 remontin aikana seinä- ja kattopinnat on maalattu, jolloin vesivuodoista johtuneet värimuutokset ovat todennäköisesti peittyneet. Tilat, joissa sisäilmastokyselyn mukaan on tapahtunut selkeitä vesivuotoja, tulisi paikantaa henkilökunnan kanssa. Kattoikkunoiden kunto, yläpohjarakenteiden riittävä tuuletustila ja tasakatolla olevien kattokaivojen toimivuus tulisi myös tarkistaa.

Juvan kunta ja Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy jatkavat yhteistyötä laajentaen tutkimuksia, jotta kiinteistössä esiintyvät ongelmat saataisiin korjattua. Juvan kunta on terveydensuojelulain mukaan vastuussa kiinteistöstä ja siellä esiintyvistä ongelmista. Kiinteistön tulisi olla sellainen, ettei henkilökunnalle ja palvelukeskuksen asukkaille aiheudu terveyshaittaa.

## LÄHTEET

Koivula-Laukka, Merja 2013. Henkilökohtainen tiedonanto.19.3.2013. Tekninen johtaja. Rantasalmen kunta.

Kärki & Heikkinen 2011. Riskirakenteet ja niiden tunnistaminen sekä tutkimusmenetelmät. Ympäristö ja Terveys-26 lehti 6–7:2011, vsk 42

LVI-Suunnitelmat 2010. Juvakoti, Sairaالاتie 6. Ok-talotekniikka.

Maankäyttö- ja rakennuslaki 132/1999. WWW- dokumentti.

[http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132?search\[type\]=pika&search\[pika\]=maank%C3%A4ytt%C3%B6%20ja%20rakennuslaki](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1999/19990132?search[type]=pika&search[pika]=maank%C3%A4ytt%C3%B6%20ja%20rakennuslaki)

Päivitetty 18.4.2013. Luettu 27.3.2013.

Mustonen, Juha 2013. Sähköpostikeskustelu 19.2.2013. Juvakodin rakenneleikkauskuva. Rakennusinsinööri. Rakennussuunnittelutoimisto Sormunen & Timonen Oy.

Polvinen, Jukka 2013. Juvan kunta, Juvakodin sisäilmatutkimustulosten esittelypalaveri. Hankemuistio. Projektijohtaja. R-Insinöörit Oy.

Puhakka, Eija, Bäck, Beatrice, Kalso, Seija, Vahanan, Risto, Viitanen, Hannu, Arvela, Hannu, Voutilainen, Anne, Ruotsalainen, Risto, Koukila- Kähkölä, Pirkko, Sarekoski, Kimmo & Kärkkäinen, Jukka 1996. Terveellinen sisäilma. Suomen Sisäilmaston Mittauspalvelu Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Rakennepiirustus 2012. A ja B osien sisäilmakorjaukset lisälämmöneristyksellä.

PDF-dokumentti. Rakennussuunnittelutoimiston Sormunen & Timonen Oy

Rakennustieto 2007. Kuntotarkastus asuntokaupan yhteydessä. Suoritusohje 2007. WWW-dokumentti.

<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/kh/kortit/00394.html.stx>

Ei päivitystietoja. Luettu 16.4.2013.

Raksystems Anticimex 2013. Juvakodin sisäilmatutkimus. Moniste.

Reijula, Kari, Ahonen, Guy, Alenius, Harri, Holopainen, Rauno, Lappalainen, Sanna, Palomäki, Eero & Reiman, Marjut. Rakennusten kosteus- ja homeongelmat. Eduskunnan tarkastusvaliokunnan julkaisu 2012. PDF-dokumentti.

Riskirakennekortti 2011. Raksystems Anticimex Insinööritoimisto Oy. Moniste.

Räsänen, Harri 2013. Kuvamateriaalia. Kevät 2013. Ympäristötekniikan (amk) opiskelija. Mikkelin ammattikorkeakoulu.

Salonen, Heidi, Lappalainen, Sanna, Lahtinen, Marjaana, Holopainen, Rauno, Palomäki, Eero, Koskela, Hannu, Baclund, Peter, Niemelä, Raimo, Pasanen, Anna-Liisa, Reijula, Kari. Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Työterveyslaitos 2011. Tampere: Tammerprint Oy.

Seppänen, Olli & Seppänen, Matti 1996. Rakennusten sisäilmasto ja LVI- tekniikka, 4. painos. SIY Sisäilmatieto Oy. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

SFS 5512. Ilmavirtojen ja painesuhteiden mittaus ilmanvaihtolaitoksissa 1989. Suomen Standardisoimisliitto SFS Ry.

Sisäilmakeskus 2012. Sisäilmatutkimusraportti. Moniste.

Sisäilmayhdistys Ry 2008. Perustietoa. WWW-dokumentti.

[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/sisailmasto/perustietoa/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/sisailmasto/perustietoa/)

Luettu 26.3.2013. Päivitetty 20.2.2008

Sisäilmayhdistys Ry 2008. Sisäilma ja oirekyselyt. WWW-dokumentti.

[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/ongelmien\\_tutkiminen/terveyde  
lliset\\_tutkimukset/sisailma\\_\\_ja\\_oirekyselyt/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/ongelmien_tutkiminen/terveyde<br/>lliset_tutkimukset/sisailma__ja_oirekyselyt/)

Luettu 3.4.2013. Ei päivitystietoja.

Sisäilmayhdistys Ry. Sisäilmastoluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunniteluohjeet ja tuotevaatimukset.

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö 2003. Asumisterveysohje. STM:n oppaita 2003:1. Helsinki: Edita Prima Oy

Sosiaali- ja terveystieteiden ministeriö 2009. Asumisterveysopas. 3. painos. STM:n oppaita 2003:1. Ympäristö ja Terveys-lehti. Vaasa: Ykkös-Offset Oy.

Suomen rakentamismääräyskokoelma D2. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. 2011. Helsinki: Ympäristöministeriö, rakennetun ympäristön osasto.

Terveydensuojelulaki 763/1994. WWW-dokumentti

[http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763?search\[type\]=pika&search\[pika\]=terveydensuojelulaki](http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/1994/19940763?search[type]=pika&search[pika]=terveydensuojelulaki)

Luettu 27.3.2013. Ei päivitystietoja.

Turun yliopiston ympäristöntutkimuskeskus 2013. Ilmanäytteen analyysiraportti. Moniste.

Ympäristöministeriö 1997. Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus. Tampere: Tammer-Paino Oy

Yleiskuvaus peruskorjauksesta 2011. Rakenneselostus 2010. Sähköpostikeskustelu 4.3.2013. Arkkitehti Asko Takala. Kirsti Sivén @ Asko Takala Arkkitehdit Oy

**LIITE 1(1).**  
**Sisäilmastokysely**



Saate

20.2.2013

Toivoisimme että vastaisitte tähän kyselyyn kokemuksienne ja tuntemuksienne pohjalta. Kysely on osa työpaikallenne tehtävää laajempaa sisäilmatutkimusta, jonka tarkoituksena on selvittää Juvakodin sisäilmastoon liittyviä epäkohtia. Analysoitujen vastausten tavoitteena olisi saada työntekijöiden käsitys sisäilmanlaadusta sekä rakennuksen tilasta.

Kiinteistössä tullaan tekemään tarkempia mittauksia ja rakenteisiin kohdistuvia selvitystöitä maaliskuun aikana. Sisäilmantutkimus on ympäristötekniikan koulutusohjelmasta valmistuvan Harri Räsänen opinnäytetyö Mikkelin ammattikorkeakoululle. Tutkimuksesta vastaa Rакsystems-Anticimex insinööri-toimisto Oy ja vastaavana tutkijana toimii RKM Heikki Öhman.

Kysely palautetaan Jaana Kaartiselle 3.3.2013 mennessä.

Kiitos osallistumisestasi kyselyyn!



Harri Räsänen  
Opiskelija



Heikki Öhman  
Toimistopäällikkö, Rакsystems- Anticimex  
RKM, AKK, päteväitynyt kuntoarvioija  
Rakennusterveysasiantuntija

## Sisäilmastokysely

Pvm

Sukupuoli	<input type="checkbox"/> Mies	<input type="checkbox"/> Nainen
Kuinka monta vuotta olet työskennellyt nykyisessä kiinteistössä?		
Missä huoneessa/työpisteessä työskentelette pääasiallisesti?		
	Ei	Kyllä
Tupakoitko	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Oletko tyytyväinen työympäristösi sisäilmanlaatuun?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Missä tiloissa sisäilmasto-ongelmat esiintyvät?

---

---

---

Keskittyvätkö ongelmat tiettyihin olosuhteisiin tai vuodenaikaan?

---

---

---

Mistä ongelmat mielestänne johtuvat?

---

---

---

## Työympäristö

Tunnetko että sinua olisi haitannut viimeisten kolmen kuukauden aikana työpaikallasi jokin seuraavista tekijöistä?

	Kyllä, viikoittain	Kyllä, toisinaan	Ei lainkaan
Veto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liian korkea lämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vaihteleva huonelämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Liian matala huonelämpötila	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huono (tunkkainen) ilmanlaatu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kuiva ilma	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Riittämätön ilmanvaihto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Homeen tai maakellarin haju	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muut epämiellyttävät hajut	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Onko kiinteistössä esiintynyt tuholaisia esim. muraahaisia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Lisätietoja työympäristöön liittyen

---

---

---

---

Oireet

Tunnetko että sinua olisi haitannut viimeisten kolmen kuukauden aikana työpaikallasi jokin seuraavista tekijöistä?

	Kyllä, viikoittain	Kyllä, toisinaan	Ei lainkaan	Jos vastasit kyllä, epäiletkö oireiden johtuvan työympäristöstäsi?		
				Kyllä	Ei	En osaa sanoa
Väsymys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pää tuntunut raskaalta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Päänsärky	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Huimaus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Keskittymisvaikeudet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Silmien kutina, kively tai ärsytys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nenän ärsytys, tukkoisuus ja vuoto	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Käheys tai kurkun kuivuus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yskä	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Yskä häiritsee yöunta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kasvojen ihon kuivuus tai punoitus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Käsien ihon kuivuus, kutina tai punoitus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Hengenahdistus	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

## Oireet

Tunnetko että sinua olisi haitannut viimeisten kolmen kuukauden aikana työpaikallasi jokin seuraavista tekijöistä?

	Kyllä, viikoittain	Kyllä, toisinaan	Ei lainkaan	Jos vastasit kyllä, epäiletkö oireiden johtuvan työympäristöstäsi?		
				Kyllä	Ei	En osaa sanoa
Hengityksen vinkuminen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Kuume tai vilunväreet	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nivelsärky tai – jäykkyys	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lihaskipu	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Jotakin muuta	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mitä?						
			Ei	Kyllä		
Jos tunnet oireilua, häviääkö oireet oleskeltaessa työpaikan ulkopuolella, esim. kotona?			<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		

## Lisätietoja

---

---

---

Kiitos osallistumisesta! Tiedot käsitellään luottamuksellisesti.

## Olosuhdemittauksien mittauspöytäkirja

## Olosuhdemittauksien mittauspöytäkirja



Juvakoti, Sairaالاتie 6, 51900 Juva

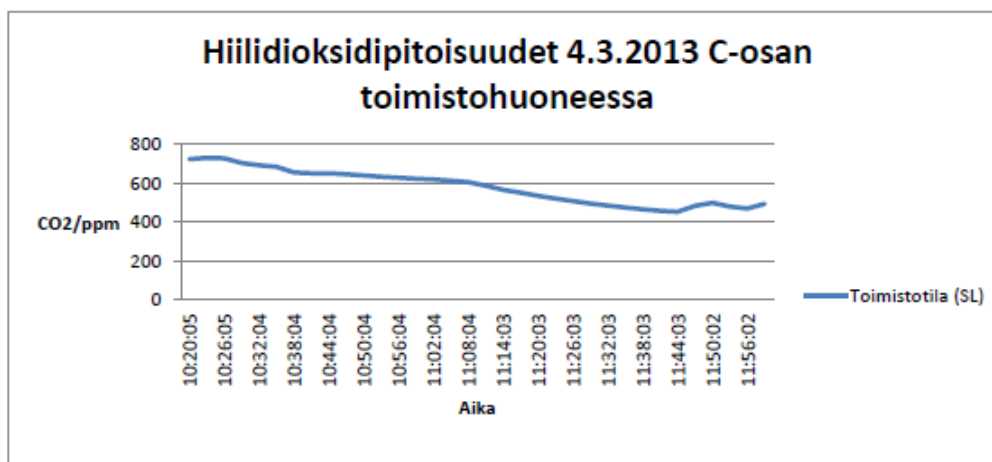
Pvm. 11.4.2013

Mittaja: Jussi Korhonen ja Harri Räsänen

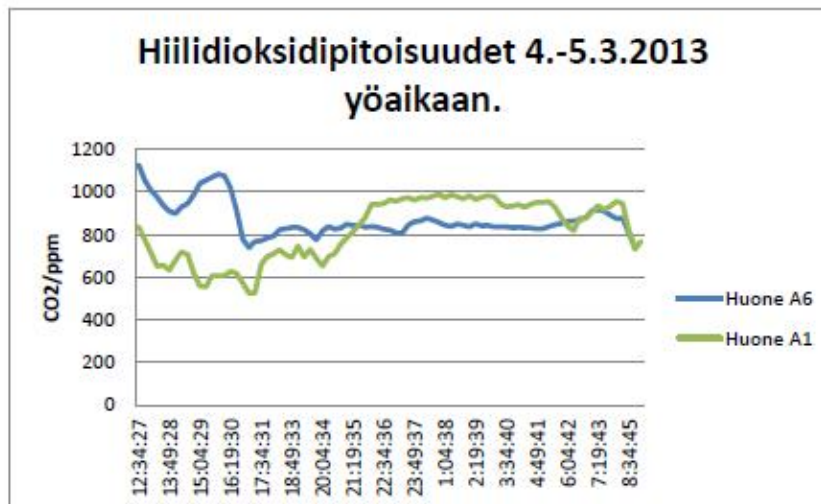
Mittalaite: Vaisala HM41

Mittapää:HMP42

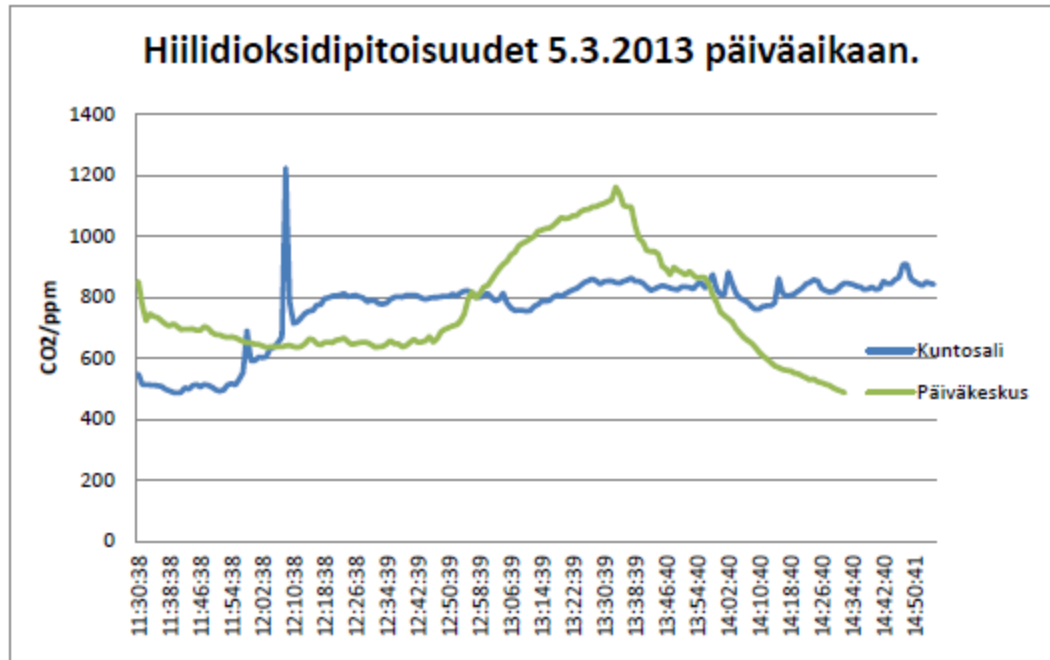
	RH (%)	°C	
A1	18,8	23,1	
A6	16,6	22,4	
B8	18,5	23,8	
B13	14,4	22,4	
Toimistotila (SL)	16,2	22,5	
Kuntosali	16,2	21,9	
Päiväkeskus	15,2	32	
Verstas	16,4	23,1	
E3	17	23,7	
E10	15,3	23,9	
F4	14,9	24	
F8	16	24,1	
Ulkoilma	33	10	



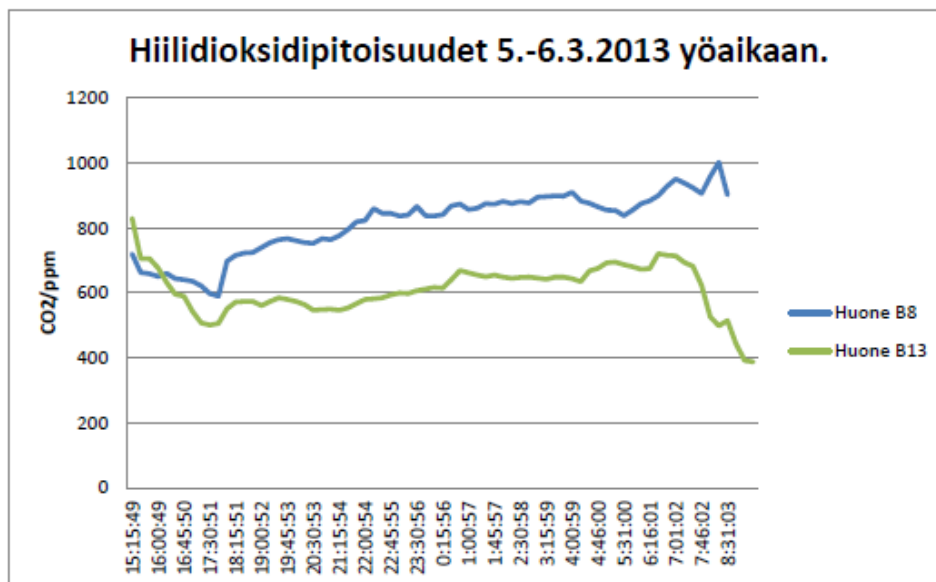
	Satu Laineen työhuone
Keskiarvo	580 ppm
Suurin arvo	730 ppm
Pienin arvo	453 ppm
Mittausväli	6 min
Huoneen tilavuus	49m <sup>3</sup>
IV-kanavat	1 poisto, 1 koneellinen tulo
Henkilömäärä mittaushetkellä	1



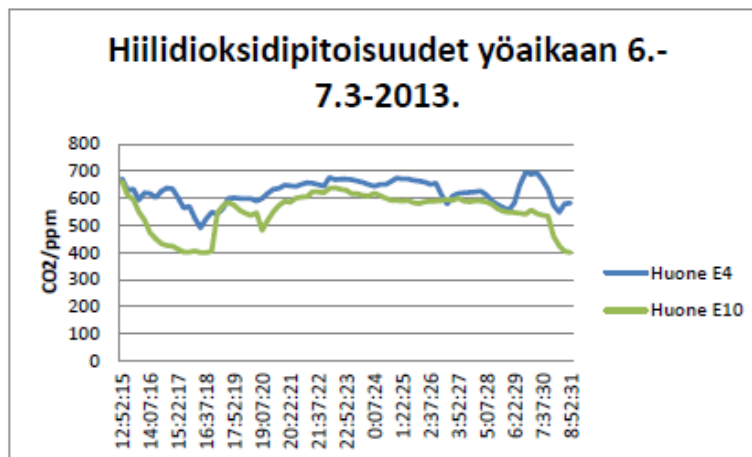
	Huone A1	Huone A6
Keskiarvo	819 ppm	871 ppm
Suurin arvo	991 ppm	1127 ppm
Pienin arvo	525 ppm	739 ppm
Mittausväli	15 min	15 min
Huoneen tilavuus	89,8 m <sup>3</sup>	64,5m <sup>3</sup>
IV-kanavat	1 poisto 2 painovoimasta tuloa	1 poisto, 2 painovoimaista tuloa.
Henkilömäärä mittaushetkellä	2	1



	Kuntosali	Päiväkeskus
Keskiarvo	766 ppm	762 ppm
Suurin arvo	1224 ppm	1161 ppm
Pienin arvo	486 ppm	487 ppm
Mittausväli	1 min	1 min
Huoneen tilavuus	160,8m <sup>3</sup>	
IV-kanavat	4 poistoa, 3 koneellista tuloa	6 poistoa, 1 koneellinen tulo
Henkilömäärä mittaushetkellä	9	32



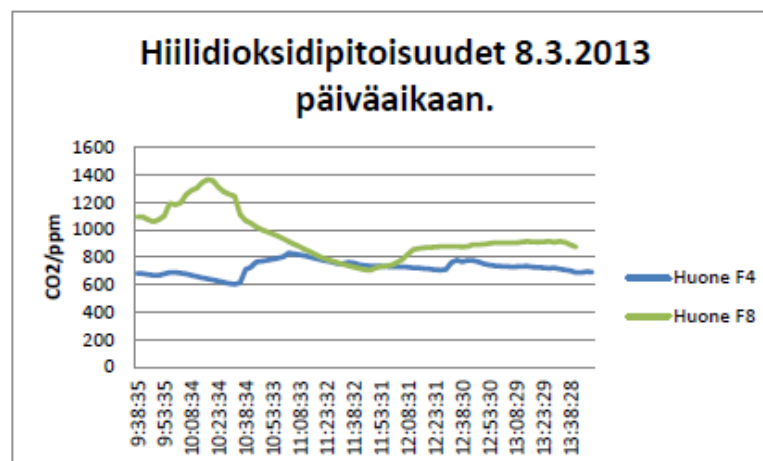
	B8	B13
Keskiarvo	814 ppm	610 ppm
Suurin arvo	1002 ppm	830 ppm
Pienin arvo	590 ppm	388 ppm
Mittausväli	15 min	15 min
Huoneen tilavuus	59,2m <sup>3</sup>	60,1m <sup>3</sup>
IV-kanavat	1 poisto, 2 painovoimasta tuloa + 1 koneellinen tulo	1 poisto, 2 painovoimaista tuloa
Henkilömäärä mittaushetkellä	1	1



	E4	E10
Keskiarvo	622 ppm	550 ppm
Suurin arvo	695 ppm	622 ppm
Pienin arvo	490 ppm	399 ppm
Mittausväli	15 min	15 min
Huoneen tilavuus	45,3m <sup>3</sup>	46,6m <sup>3</sup>
IV-kanavat	1 poisto, 2 painovoimaista tuloa+1 koneellinen tulo	1 poisto, 1 painovoimainen tulo
Henkilömäärä mittaushetkellä	1	1



Keskiarvo	1125 ppm
Suurin arvo	1475 ppm
Pienin arvo	549 ppm
Mittausväli	3 min
Tilavuus	n. 104m <sup>3</sup>
IV-kanavat	2 poistoa, 1 koneellinen tulo
Henkilömäärä mittaushetkellä	20



	F4	F8
Keskiarvo	725 ppm	949 ppm
Suurin arvo	832 ppm	1367 ppm
Pienin arvo	603 ppm	705 ppm
Mittausväli	3 min	3 min
Huoneen tilavuus	49,3m <sup>3</sup>	45,1m <sup>3</sup>
IV-kanavat	1 poisto, 1 painovoimainen tulo	1 poisto, 1 painovoimainen tulo
Henkilömäärä mittaushetkellä	1	1

## Ilmanvaihdon mittauspöytäkirja

## Ilmanvaihdon mittauspöytäkirja

Juvakoti, Sairaالاتie 6, 51900 Juva  
Pvm. 11.4.2013  
Mittaaja: Jussi Korhonen ja Harri Räsänen  
Mittarit: Alnor AXD-530, TSI AccuBalance



A1	paine-ero (Pa)	venttiilin asento	k-arvo	Mitattu arvo (l/s)	Suunniteltu arvo (l/s)	Hyväksyttävä huonekohtainen poikkeama ±20%
poistokanava/URH 125	173	-5	1,7	22,36	-15	-18
						-12
<b>A6</b>						
poistokanava/URH 125	149	-7	1,4	17,09	-15	-18
						-12
<b>B8</b>						
poistokanava/URH 125	190	-8	1,45	19,99	-15	-18
						-12
<b>B13</b>						
poistokanava/URH 125	198	-2	1,9	26,74	-15	-18
<b>Toimistotila (SL)</b>						
Tuloilmakanava/TLA 100				18,00	25	30
						20
Poistokanava/URH 125	36	7	3	18,00	-25	-30
						-20
<b>Kuntosali</b>						
Poistokanava 1/URH 160	26	23	6	30,59	-156	-187,2
Poistokanava 2/URH160	32	20	5,7	32,24		-124,8
Poistokanava 3/URH 160	35	23	6	35,50		
Poistokanava 4/URH 160	35	20	5,7	33,72		
			yhteensä	132,06		
Tuloilmakanava 1/TLA 125				39,00	156	187,2
Tuloilmakanava 2/TLA 125				40,00		124,8
Tuloilmakanava 3/TLA 125				44,00		
			yhteensä	123,00		

## Ilmanvaihdon mittauspöytäkirja

Päiväkeskus	paine-ero (Pa)	venttiilin asento	k-arvo	Mitattu arvo (l/s)	Suunniteltu arvo (l/s)	Hyväksyttävä huonekohtainen poikkeama ±20%
Poistokanava 1/URH 160	24	9	4,22	20,67	-160	-192
Poistokanava 2/URH 160	24	10	4,35	21,31		-128
Poistokanava 3/URH 160	24	13	4,8	23,52		
Poistokanava 4/URH 160	21	13	4,8	22,00		
Poistokanava 5/URH 160	20	7	3,8	16,99		
Poistokanava 6/URH 160	13	10	4,35	15,68		
Poistokanava 7/URH 160	25	4	3,4	17,00		
tuntematon säleikkö				24,00		
			yhteensä	161,17		
Tuloilmakanava1/TKA 160				70,00	160	192
Tuloilmakanava 2/TKA 160				Ei mittausta		128
<b>Verstas</b>						
Poistokanava1/URH 160	17	15	5,12	21,11	-70	-84
Poistokanava 2/URH 160	20	16	5,3	23,70		-56
			yhteensä	44,81		
Tuloilmakanava/TKA 160				65,00	70	84
						56
<b>E3</b>						
Poistokanava/KSO 125	53	-5	2,1	15,29	-15	-18
<b>E10</b>						
Poistokanava/KSO 125	50	-3	2,4	16,97	-15	-18
						-12
<b>F8</b>						
Poistokanava/KSO 125	10	7	3,5	11,07	-15	-18
						-12
<b>F4</b>						
Poistokanava/KSO 125	182	-6	2	26,98	-15	-18
						-12

## Eristenäytteiden laboratoriotulokset

Turun yliopisto / TYYK  
Aerobiologian yksikkö  
20014 Turku

puh. 02 - 333 6065 • fax 02 - 2511 210  
aerobiologit@utu.fi • http://aerobiologia.utu.fi

Juvakoti\_Laim\_RAKS\_130313 (2/11)

Tulokset:	(z478) cfu/g
<b><u>Näyte JK-1. A6, ulkoseinä / alaosa (mineraalivilla)</u></b>	
<i>Havaintoraja: 135 cfu/g (pienin havaittava pitoisuus)</i>	
<b>Kokonaisbakteeripitoisuus (THG-elatusalusta, 7 vrk):</b>	<b>140</b>
<b>Aktinomykeettipitoisuus (THG-elatusalusta, 14 vrk) *<sup>2</sup>:</b>	alle havaintorajan
<b>Mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus (MEA -elatusalusta):</b>	<b>950</b>
<b>Sienilajisto</b>	
Homesienet: <i>Cladosporium</i>	810
Hiivasienet:	140
<b>Kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus (DG-18 -elatusalusta):</b>	<b>2 400</b>
<b>Sienilajisto</b>	
Homesienet: <i>Cladosporium</i>	1900
<i>Aspergillus ryhmä Restricti *</i>	540

\* *Kosteusvaurioindikoiva ryhmä*

<sup>2</sup> *Toksinen mikrobiryhmä*

**Näytekohtainen tulkinta**

Näytteessä ei esiinny mikrobikasvustoa.

Näytteessä ei havaittu aktinomykettejä ja kokonaisbakteeripitoisuus alitti 100 000 cfu/g. Näytteen mesofiilisten ja kserofiilisten sienten itiöpitoisuus alitti 10 000 cfu/g eikä näytteessä esiintynyt merkittäviä määriä kosteusvaurioon viittaavaa sienisuvustoa.

*Tulkinnan perusteet, ks. liite.*

Analyysi koskee vain tutkittua näytettä.

Asiakirjan osittainen kopioiminen tai ilman siihen kuuluvaa liitettä on kielletty ilman laboratorion lupaa.

## Eristenäytteiden laboratoriotulokset

Turun yliopisto / TYYK  
Aerobiologian yksikkö  
20014 Turku

puh. 02 - 333 6065 • fax 02 - 2511 210  
aerobiologi@utu.fi • http://aerobiologia.utu.fi

Juvakoti\_Laim\_RAKS\_130313 (3/11)

Tulokset:	(z479) cfu/g
<b><u>Näyte JK-2. SL, ulkoseinä (mineraalivilla)</u></b>	
<i>Havaintoraja: 135 cfu/g (pienin havaittava pitoisuus)</i>	
Kokonaisbakteeripitoisuus (THG-elatusalusta, 7 vrk):	270
Aktinomykeettipitoisuus (THG-elatusalusta, 14 vrk) <sup>1,2</sup> :	alle havaintorajan
Mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus (MEA -elatusalusta):	540
<b>Sienilajisto</b>	
Homesienet: <i>Penicillium</i>	540
Kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus (DG-18 -elatusalusta):	5 100
<b>Sienilajisto</b>	
Homesienet: <i>Aspergillus ryhmä Restricti</i> *	4300
<i>Cladosporium</i>	410
<i>Eurotium</i> *	410
* Kosteusvaurioindikoiva ryhmä	
<sup>2</sup> Toksinen mikrobiryhmä	

**Näytekohtainen tulkinta**

Mikrobikasvun mahdollisuus ei ole poissuljettu.

Näytteessä ei havaittu aktinomykettejä ja kokonaisbakteeripitoisuus alitti 100 000 cfu/g.

Näytteen mesofiilisten ja kserofiilisten sienten itiöpitoisuus alitti 10 000 cfu/g. Näytteessä esiintyi kuitenkin vallitsevana kosteusvaurioon viittaavaa sienisuvustoa (*Aspergillus* ryhmä *Restricti*). Kosteusvaurioon viittaavan lajiston vallitsevuuden vuoksi sienikasvuston mahdollisuus ei ole poissuljettu.

*Tulkinnan perusteet, ks. liite.*

Analyyysi koskee vain tutkittua näytettä.

Asiakirjan osittainen kopioiminen tai ilman siihen kuuluvaa liitettä on kielletty ilman laboratorion lupaa.

## Eristenäytteiden laboratoriotulokset

Turun yliopisto / TYKY  
Aerobiologian yksikkö  
20014 Turku

puh. 02 - 333 6085 • fax 02 - 2511 210  
aerobiologit@utu.fi • http://aerobiologia.utu.fi

Juvakoti\_Laim\_RAKS\_130313 (5/11)

Tulokset:	(z481) cfu/g
<b><u>Näyte JK-4. A5. ulkoseinä (mineraalivilla)</u></b>	
<i>Havaintoraja: 135 cfu/g (pienin havaittava pitoisuus)</i>	
Kokonaisbakteeripitoisuus (THG-elatusalusta, 7 vrk):	950
Aktinomykeettipitoisuus (THG-elatusalusta, 14 vrk) <sup>1a</sup> :	alle havaintorajan
Mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus (MEA -elatusalusta):	47 000
<b>Sienilajisto</b>	
Homesienet: <i>Fusarium</i> <sup>1a</sup>	+
Hiivasienet: <i>Sporobolomyces</i> <sup>*</sup>	41000
muu hiiva	6800
Kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus (DG-18 -elatusalusta):	39 000
<b>Sienilajisto</b>	
Homesienet: <i>Fusarium</i> <sup>1a</sup>	270
Hiivasienet:	39000

<sup>\*</sup> *Kosteusvaurioindikoiva ryhmä*

<sup>1a</sup> *Toksinen mikrobiryhmä*

**Näytekohtainen tulkinta**

Näytteessä esiintyy sienikasvustoa.

Näytteen mesofiilisten ja kserofiilisten sienten itiöpitoisuus ylitti 10 000 cfu/g ja näytteessä esiintyi kosteusvaurioon viittaavaa sienisuvustoa.

Näytteessä ei havaittu aktinomykettejä ja kokonaisbakteeripitoisuus alitti 100 000 cfu/g.

*Tulkinnan perusteet, ks. liite.*

Analyyssi koskee vain tutkittua näytettä.

Asiakirjan osittainen kopioiminen tai ilman siihen kuuluvaa liitettä on kielletty ilman laboratorion lupaa.

## Eristenäytteiden laboratoriotulokset

Turun yliopisto / TYYK  
Aerobiologian yksikkö  
20014 Turku

puh. 02 - 333 6065 • fax 02 - 2511 210  
aerobiologi@utu.fi • http://aerobiologia.utu.fi

Juvakoti\_Laim\_RAKS\_130313 (8/11)

Tulokset:	(z484) cfu/g
<b><u>Näyte JK-7. B12, ulkoseinä / alaosa (mineraalivilla, puu, pahvi)</u></b>	
<i>Havaintoraja: 90 cfu/g (pienin havaittava pitoisuus)</i>	
<b>Kokonaisbakteeripitoisuus (THG-elatusalusta, 7 vrk):</b>	<b>4 900</b>
<b>Aktinomykeettipitoisuus (THG-elatusalusta, 14 vrk) <sup>1a</sup>:</b>	alle havaintorajan
<b>Mesofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus (MEA -elatusalusta):</b>	<b>1 400 000</b>
<b>Sienilajisto</b>	
Homesienet:	
<i>Phoma</i> *	500000
<i>Exophiala</i> *	54000
<i>Hormonema</i>	38000
<i>Aureobasidium</i>	9000
<i>Penicillium</i>	9000
Hiivasienet:	740000
<b>Kserofiilisten sienten kokonaisitiöpitoisuus (DG-18 -elatusalusta):</b>	<b>3 200 000</b>
<b>Sienilajisto</b>	
Homesienet:	
<i>Phoma</i> *	720000
<i>Cladosporium</i>	630000
<i>Aureobasidium</i>	+
<i>Penicillium</i>	+
Hiivasienet:	1900000

\* Kosteusvaurioindikoiva ryhmä

<sup>2</sup> Toksinen mikrobiryhmä

**Näytekohtainen tulkinta**

Näytteessä esiintyy sienikasvustoa.

Näytteen mesofiilisten ja kserofiilisten sienten itiöpitoisuus ylitti selkeästi 10 000 cfu/g ja näytteessä esiintyi kosteusvaurioon viittaavaa sienisuvustoa.

Näytteessä ei havaittu aktinomykeettejä ja kokonaisbakteeripitoisuus alitti 100 000 cfu/g.

*Tulkinnan perusteet, ks. liite.*

Analyysi koskee vain tutkittua näytettä.

Asiakirjan osittainen kopioiminen tai ilman siihen kuuluvaa liitettä on kielletty ilman laboratorion lupaa.

## Eristenäytteiden laboratoriotulokset

Turun yliopisto / TYYK  
Aerobiologian yksikkö  
20014 Turku

puh. 02 - 333 6085 • fax 02 - 2511 210  
aerobiologi@utu.fi • <http://aerobiologia.utu.fi>

Juvakoti\_Laim\_RAKS\_130313 (9/11)

---

### Lausunto näytekokonaisuudesta

Tutkitun näytteen/näytteiden perusteella kohteessa on aktiivinen mikrobikasvusto.

#### Huomioitavaa

Epäilyistä vauriokohdasta tehdyt havainnot ja näytteenottokohdan merkitys sisäilman kannalta on huomioitava tulkittaessa näytteen osoittamaa terveyshaittaa.

Turussa 22.4.2013

---

Anna-Mari Pessi  
FM, erikoistutkija

Aerobiologian yksikkö, TY

---

Satu Saaranen  
FL, projektitutkija

Aerobiologian yksikkö, TY

---

Analyysi koskee vain tutkittua näytettä.

Asiakirjan osittainen kopioiminen tai ilman siihen kuuluvaa liitettä on kielletty ilman laboratorion lupaa.