

**RAKENNUSTEKNINEN KUNTOTUTKIMUS**  
**13. – 22.11.2007**

**KESÄLAHDEN KUNTA**  
**TERVEYSASEMA**

**RATSUMESTARINTIE 9 B**  
**59800 KESÄLAHTI**

Kaprakka

**SISÄLLYS**

1	YLEISTIETOJA KOHTEESTA.....	3
2	RAKENTEET JA ILMANVAIHTO .....	4
	2.1 Perustukset .....	4
	2.2 Salaoja- ja sadevesijärjestelmä .....	4
	2.3 Alapohjarakenne .....	4
	2.4 Ulkoseinärakenne .....	4
	2.5 Ikkunarakenteet .....	4
	2.6 Väliseinärakenne .....	4
	2.7 Yläpohjarakenne .....	4
	2.8 Välipohjarakenne .....	4
	2.9 Lämmitysjärjestelmä.....	4
	2.10 Ilmanvaihtojärjestelmä.....	4
3	RAKENNUSTEKNISET KUNTOTUTKIMUKSET .....	4
	3.1 Perustukset.....	4
	3.2 Salaoja- ja sadevesijärjestelmä .....	5
	3.3 Alapohjarakenne .....	5
	3.4 Ulkoseinärakenne .....	6
	3.5 Ikkuna- ja ovirakenteet .....	7
	3.6 Väliseinärakenne .....	7
	3.7 Yläpohja.....	8
	3.8 Välipohja .....	9
	3.9 Muut havainnot .....	9
4	ILMANVAIHTO.....	9
	4.1 Ilmanvaihtolaitteet.....	9
	4.1 Ilmamäärät .....	11
	4.3 Muut ilmanvaihdon huomiot .....	12
5	SISÄILMAMITTAUKSET .....	12
	5.1 Huonetiloista otetut pintapölynäytteet.....	12
	5.2 Pölynäytteet .....	13
	5.3 Sisäilman olosuhdemittaukset .....	14
6	YHTEENVETO .....	14
7	TOIMENPIDE-EHDOTUS .....	15
	Sisäilmaston tavoitearvoja.....	18

## 1 YLEISTIETOJA KOHTEESTA

<b>Kohde</b>	<b>Pinta-ala (m<sup>2</sup>)</b>	pinta-ala kerros ala kem <sup>2</sup>
Kesälahden kunta	<b>Tilavuus (m<sup>3</sup>)</b>	___m <sup>3</sup>
Terveysasema	<b>Kerrosluku</b>	1-2
Ratsumestarintie 9 B	<b>Rakennusvuosi</b>	1981
59800 KESÄLAHTI	<b>Käyttötarkoitus</b>	Terveysasema

<b>Tarkastuksen tilaaja</b>	<b>Kohteen omistaja</b> (jos eri kuin tilaaja)
Kesälahden kunta	
Jukka Törrönen, kunnan ins.	
Pyhäjärventie 2	
59800 Kesälahti	

<b>Taustaa</b>	Sisäilmamittauksilla ja rakennuksen kuntotutkimuksella pyrittiin selvittämään rakennuksen sisäilman laatua heikentäviä rakennusteknisiä ongelmakohtia.
<b>Aika</b>	13., 15., 22.11.2007
<b>Tutkijat</b>	Jouko Alastalo, tutkimusinsinööri Ri ja Reetta Valkeinen, sisäilmatutkija, DI
<b>Käytetyt apuvälineet</b>	Tramex Moisture Meter -piikkikosteusmittari Vaisalan HMI41-mittalaite ja HMP42-mitta-anturi Tramex Moisture Encounter Plus -pintakosteudenosoitin Flir ThermaCAM B2-lämpökamera Dräger- virtausilmaisain Ch 216 Olosuhdemittari TSI Trac Pro 8551
<b>Tutkimuksen laajuus</b>	Koko rakennus
<b>Aikaisemmat tutkimukset</b>	Ei tiedossa
<b>Käytettävissä olleet asiakirjat</b>	Pohja-, leikkaus- ja IV-piirustuksia. Käytetyt pohjapiirustukset olivat alkuperäisiä, joissa ei näkynyt myöhemmin tehtyjä huonetilan muutoksia.
<b>Yleiset sopimusehdot</b>	Kaprakan Sisäilmakeskus noudattaa toiminnassaan Kaprakan Sisäilmakeskuksen yleisiä sopimusehtoja.

## 2 RAKENTEET JA ILMANVAIHTO

- 2.1 Perustukset** Paikalla valettu betonisokkeli, jonka lämmöneristeenä on polystyreeni 70 mm (sokkelihalkaisussa).
- 2.2 Salaoja- ja sadevesijärjestelmä** Salaojitusjärjestelmästä ei ole tietoa. Rakennuksen sadevesijärjestelmänä metalliset sadevesikourut ja syöksytorvet + betonirakenteiset loiskekupit ja pintakourut.
- 2.3 Alapohjarakenne** Maanvarainen alapuolelta eristetty teräsbetonilaatta, lämmöneriste on polystyreeniä (Styrox).
- 2.4 Ulkoseinärakenne** Tiili-mineraalivilla-tiili-rakenne (ei ilmarakoa).
- 2.5 Ikkunarakenteet** Ikkunat ovat maalattuja kolmilasisia puuikkunoita.
- 2.6 Väliseinärakenne** Tiilirunkoiset.
- 2.7 Yläpohjarakenne** Rakenne päärakennuksen osalla:
  - Tiilikate, ruoteet + rima, aluskate, kattotuolin yläpaarteet, pystytuot (pukitus betoniholvin päältä).
  - Lämmöneriste 280 mm (TSL30 + 125+125), teräsbetoniholvi 160 mm
- 2.8 Välipohjarakenne** Teräsbetonirakenteinen
- 2.9 Lämmitysjärjestelmä** Vesikiertoinen keskuslämmitys. Lämmön luovutus tapahtuu seinäradiaattoreiden avulla.
- 2.10 Ilmanvaihtojärjestelmä** Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmavaihtojärjestelmä. Ilmanvaihtojärjestelmään kuuluu kaksi ilmanvaihtokonetta, joista toinen palvelee terveysaseman puolta ja toinen vuodeosastoa ja yhdyskäytävän tiloja. IV-konehuoneet sijaitsevat ullakolla.

## 3 RAKENNUSTEKNISET KUNTOTUTKIMUKSET

### 3.1 Perustukset

Perusmuurirakenteena on teräsbetonisokkeli, jonka lämmöneristeenä (sokkelihalkaisussa) on polystyreenieriste 70 mm. Sokkelin maalipinnoitteessa oli havaittavissa vaurioita terveysasemasiiven sokkelissa, etupihan puolella. Vuodeosastosiiven, vanhainkodin puoleisella seinustalla maanpinnan taso perustuksen juuressa oli paikoitellen vain 10 cm alempana ulkoseinän tiiliverhouksen alareunaa. Tämä aiheuttaa ylimääräistä kosteusrasitusta tiiliverhoukselle ja lämmöneristykselle ulkoseinän alaosassa.

Perusmuurirakennetta tutkittiin porareiän kautta huoneen 115 kohdalta (taulukko 1. s.7), maanpinnan tason alapuolelta. polystyreeni lämmöneristeessä ei havaittu aistinvaraisesti arvioiden normaalista poikkeavaa hajua. Perustusten rakenne on esitetty leikkauspiirustuksessa 1 (kuva 1).

### 3.2 Salaoja- ja sadevesijärjestelmä

Salaojituksen olemassaoloa ei tutkittu tämän tutkimuksen yhteydessä. Salaojan tarkastuskaivoja ei ollut havaittavissa rakennuksen seinälinjoilla.

Sadevedet on johdettu vesikatolta pois metallisten sadevesikourujen ja syöksytorvien kautta betonisiin loiskekuppien ja kourujen kautta maastoon. Betoniset loiskekupit ja kourut olivat pääsääntöisesti toimimattomia (tukossa ja liikkuneet), jonka vuoksi syöksytorvilta tulevat sadevedet eivät pääse kouruja pitkin pois perustuksilta vaan imeytyvät perustusten juurelle, aiheuttaen ylimääräistä kosteusrasitusta perustusrakenteille.

Metalliset räystäskourut ja syöksytorvet ovat uusimistarpeessa lähitulevaisuudessa. Räystäskouruissa oli havaittavissa epätiivittä liitoksia. Vesikaton räystäskouru ei ulotu vasemman puoleisen jürin alle, minkä vuoksi jüriltä tulevat vedet valuvat sisääntulokatoksen (likavaatevaraston kohdalla) vesikatolle.

### 3.3 Alapohjarakenne

Alapohjarakenteena on maavarainen betonilaatta. Lattiapinnoitteena kuivissa tiloissa pääosin linoleum ja kosteissa tiloissa lattiamateriaalina on muovimatto tai akryylibetoni. Toimenpidehuoneen 149 lattiapäällyste on vinyylilaatta. Alapohjan rakennekuva on esitetty leikkauspiirustuksessa 1 (kuva 1).

Rakennuksen alapohjarakenteiden kuntoa kartoitettiin pintakosteudenosoittimen avulla. Normaalitilanteesta poikkeavia pintakosteudenosoittimen arvoja todettiin olevan seuraavissa tiloissa:

- toimenpidehuone 149
- käytävä 129 pesuhuoneen 119 oven edessä
- välinehuolto 169
- varasto 101
- likavaatevarasto 105
- siivouskeskus 104
- Luiska 108

Tarkemmat kohdat on esitetty paikantamispiirroksessa.

**Toimenpidehuoneen 149** lattian pintakosteuspoikkeama-alueelta mitattiin pinnoitteen ja betonilaatan välistä rakenteen suhteellinen kosteus (RH) ns. viiltomittauksella. RH oli 86 % ja lämpötila (T) 23,4 °C, mikä poikkeaa rakenteen normaalista kosteudesta (<60%). Todettu kosteusvaurio johtuu todennäköisesti siitä, että lattia on pinnoitettu liian kostealle alustalle rakennusvaiheessa. Heikosti vesihöyryä läpäisemättömillä pinnoitealueilla kosteus pyrkii tasapainoon sisäilman kosteuden kanssa, mikä aiheuttaa kosteuden kertymisen pinnoitteen alle. Lattiapinnoitteen ja betonilaatan välissä havaittiin myös voimakas mikrobiperäinen haju. Myös huoneessa havaittiin selkeä kemiallinen hajuhaitta.

Muovipäällysteen alle tiivistyvä kosteus (RH>75%) mahdollistaa mikrobien kasvun muovipinnoitteen ja betonilaatan välissä sekä mattopinnoitteen ja liima- ja tasoiteaineiden hajoamisprosessin käynnistymisen. Kosteusvaurion seurauksena sisäilmaan voi vapautua terveyshaittaa aiheuttavia kemiallisia ja mikrobiperäisiä epäpuhtauksia.

**Likavaatevaraston 105** pintakosteuspoikkeama-alueelta arvioitiin lattian kosteutta muovipinnoitteen läpi piikkikosteusmittarilla. Todettu kosteus oli normaalista poikkeavaa. Kosteusvaurioalue rajoittuu seinän viereisiin alueisiin.

Yhdyskäytävän luiskan (**108**) maanvastaisen ulkoseinän vieressä ja varaston **101** ulkonurkassa todettiin pintakosteuspoikkeama-alueet. Varaston 101 lattian ja seinän rajassa oli havaittavissa pinnoilla myös näkyvää homekasvustoa, joka on päässyt kehittymään sinne osin puutteellisen siivouksen vuoksi. Kosteusvaurioituminen on aiheutunut todennäköisesti maaperästä rakenteeseen kapillaarisesti siirtyneestä vedestä (salaojituksen/vesieristyksen puutteellisuuden vuoksi). Todetut kosteusvauriot voivat aiheuttaa mikrobivaurioiden syntymistä ja käynnistää maton kiinnitysliiman kemiallisen hajoamisprosessin vaikuttaen sisäilman laatuun heikentävästi.

**Tiloissa 129, 169 ja 104** havaitut pintakosteuspoikkeamat ovat pienialaisia ja kosteuspoikkeamiltaan vähäisiä. Nykytiedon mukaan niiden ei katsota vaikuttavan merkittävästi sisäilman laatuun.

Vuodeosaston pesuhuoneen lattiapinnoitteena on akryylibetoni. Akryylibetonipinnoitteessa oli havaittavissa hiushalkeamia ja kosteuden aiheuttamia värimuutoksia. Pintakosteuskartoitusta tilaan ei voitu tehdä lattian ollessa märkä tutkimushetkellä.

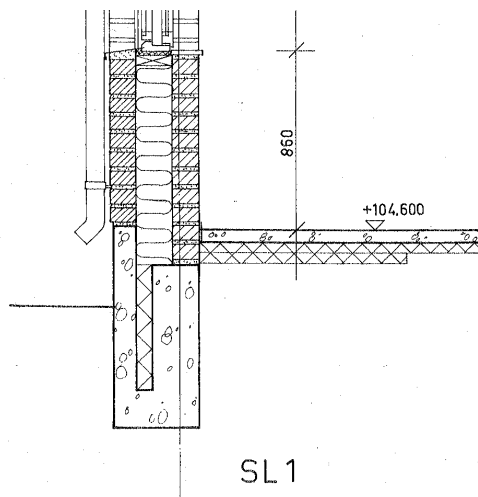
### 3.4 Ulkoseinärakenne

Ulkoseinärakenne vuode- ja avo-osaston rakennussivissä on seuraava:

- tiili 130 mm
- mineraalivilla 125 mm
- tiili 130 mm

Julkisivun tiiliverhous oli hyväkuntoinen. Ulkoseinän sisäverhousmuurauksessa havaittiin pieniä halkeamia mm. huoneessa 159, 150, 115 ja varastossa 109. Huoneen 132 ulkoseinässä oli myös paikattuja halkeamakohtia. Halkeamakohdista voi päästä seinärakenteesta olevia epäpuhtauksia kulkeutumaan huoneilmaan. Tiili ulkoseinän rakennekuva on esitetty leikkauspiirustuksessa (kuva 1).

Yhdyskäytävän kohdalla ulkoseinärakenne on sisältäpäin lukien tiili-villa-teräsbetonirakenne.



**Kuva 1.** Rakennepoikkileikkaus tiiliseinän kohdalla

Ulkoseinärakenteen kuntoa tutkittiin mikrobimateriaalinäyttein rakennuksen kaikilta seinustoilta lämmöneristekerroksen sisäpinnasta. Materiaalinäytteiden ottokohdat on esitetty liitteenä olevassa paikantamispiirustuksessa ja tulokset on esitetty taulukossa 1.

**Taulukko 1.** Ulkoseinän lämmöneristeen mikrobinäytteet.

Näytekohta	Analysivastaus	Muut havainnot
Huone 115, lattiapinnan taso näyte 1	Heikko viite vauriosta	
Huone 132, lattiapinnan taso näyte 2	Heikko viite vauriosta	
Huone 132, lattian taso + 0,30 m näyte 3	Heikko viite vauriosta	
Huone 132, lattian taso - 0,15 m näyte 4	Viittaa vaurioon mm. <i>A.versicolor</i> +(2), <i>A.restrictus</i> +	
Huone 162, lattian taso - 0,03 näyte 5	Ei viitettä vauriosta	
Huone 172, lattian taso - 0,05 näyte 6	Ei viitettä vauriosta	
Huone 159, lattian taso + 0,35 m näyte 7	Vahva viite vauriosta mm. <i>Cladosporium</i> +++	Sokkelin maalipinnoitteessa vaurioita näytekohdan alueella
Huone 159, lattian taso - 0,03 m näyte 8	Viittaa vaurioon mm. <i>A.versicolor</i> +	
Huone 109, lattian taso + 0,05 m näyte 9	Heikko viite vauriosta	
Huone 109, lattian taso + 1,00 m näyte 10	Heikko viite vauriosta	
Huone 102, lattian taso + 1,00 m näyte 11	Ei viitettä vauriosta	
Huone 102, lattian taso näyte 12	Heikko viite vauriosta	

Näytetulosten perusteella ulkoseinien lämmöneristeiden mikrobivauriot olivat vähäisiä lukuun ottamatta huoneen 159 kohdalla, jossa oli vahva viite vauriosta.

Yhdyskäytävän luiskan alueella oli maanvastaisen ulkoseinän alaosassa (muovipinnoitettu seinä) pinta-kosteuspoikkeama. Kosteusvaurion on aiheuttanut rakenteeseen ulkopuolelta kulkeutunut kosteus, joka ei ole päässyt haihtumaan tiiviin muovipinnoitteen läpi sisäilmaan. Maanvastaisten ulkoseinärakenteiden suhteellista kosteutta (RH) mitattiin lämmöneristetilasta (lattianrajasta) varastohuoneista 109 ja 102. Varaston 109 seinärakenteen RH 41,5 % ja lämpötila 13,8 °C, mikä on normaalina pidettävällä tasolla. Varaston 102 vastaavat lukemat olivat, RH 63 % ja lämpötila 20,8 °C. Mitattu kosteus on normaalista hiukan koholla, mikä viittaa ylimääräiseen kosteusrasitukseen jossakin osassa seinälinjaa, mutta ei aiheuta homehtumisriskiä mitatussa kohdassa.

### 3.5 Ikkuna- ja ovirakenteet

Ikkuna- ja ovirakenteiden kuntoa ei selvitetty tässä tutkimuksessa tarkemmin. Ikkunoissa ei todettu pintapuolisissa tarkasteluissa merkittäviä puutteita.

### 3.6 Väliseinärakenne

Väliseinät olivat kivirakenteisia. Väliseinärakenteisiin ei kohdistettu rakennetutkimuksia. Märkätilojen väliseinärakenteiden kosteusteknistä kuntoa selvitettiin pintakosteusosoittimen avulla. Vuodeosaston pesuhuoneen 119 suihkunurkkauksen seinässä todettiin pintakosteusosoittimella tavanomaisesta poik-

keavaa kosteutta noin 0,70 m korkeudelle asti. Kosteusvaurion on aiheuttanut pesuvesien pääsy vesieristämättömään seinärakenteeseen.

Huoneessa 170 tiiliseinän pinnoitteena olevassa haltex-levytyksen alaosassa oli havaittavissa kosteusvauriojälkiä (kuiva). Kosteusvaurion on aiheuttanut henkilökunnan mukaan vesiastian kaatumisen seinän juureen aikaisemmin.

### 3.7 Yläpohja

Yläpohjan rakenne on esitetty rakenneleikkauksessa (kuva 2.)

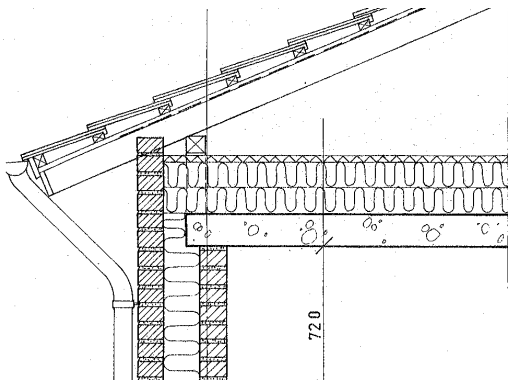
Rakennuksen yläpohjarakenne päärakennuksessa on seuraava:

- tiilikate
- ruodelaudat + rima
- aluskate (kermi)
- kattotuolin yläpaarteet, pystytuet (pukitus betoniholvin päältä).
- ullakkotila
- Lämmöneriste 280 mm (TSL30 + 125+125)
- teräsbetoniholvi 160 mm

Vesikaton jirin aluslaudoituksessa oli havaittavissa kosteusvauriojälkiä, jotka olivat havaittavissa varastohuoneesta 218 käsin.

Vesikaton aluskate päättyy räystäällä ulkoseinälinjan tasalle, lisäksi aluskatteen ja ruodelaudoituksen välissä räystäällä ei ole riittävää tuuletustilaa. Tämä aiheuttaa tiilverhoukselle sekä ruodelaudoitukselle (aluskatteen päättymiskohdalla) kosteusvaurioitumisriskin.

Yläpohjan lämmöneristeen pintakerroksen (tuulensuojalevy 30 mm) pinnassa oli havaittavissa kosteusvauriojälkiä ilmastoinnin tuloilmakanavan liitoskohtien alapuolella. Ilmastointikanavaan kondensoitunut vesi on valunut eristeiden päälle epätiivien jatkosliitosten kautta. IV-konehuoneiden sisäkattolevytyksissä oli havaittavissa kuivia kosteusvauriojälkiä. Tutkimuksissa ei selvinnyt syytä vesivuotoon (todennäköisesti läpivientipiipun kohdasta). Havaituilla kosteusvaurioilla ei sijaintinsa perusteella ole vaikutusta sisäilman laatuun.



**Kuva 2.** Rakennepoikkileikkaus n:o 2. yläpohjan ja ulkoseinärakenteen liitos päärakennus



Yhdyskäytävän yläpohja toimii ulkona toimivana kävelytasona. Rakennetta ei selvitetty tämän tutkimuksen yhteydessä. Yläpohjarakenteen alapuolelta tehdyssä tarkastuksessa ei tehty poikkeavia havaintoja.

### 3.8 Välipohja

#### Toinen kerros

Välipohja on betonirakenteinen. Varaston 218 (kylmä tila) kohdalla välipohjan rakenteena on pintabetonilaatta + lämmöneriste + betoniholvi. Tässä tutkimuksessa ei selvitetty tarkkaa välipohjarakennetta rakenteita avaamalla. Välipohjan kosteusteknistä kuntoa kartoitettiin pintakosteudenosoittimen avulla. IV-konehuoneessa 216 lattiassa (muovipinnoite) oli havaittavissa pienialainen pintakosteuspoikkeama-alue. Kosteus on päässyt lattiaan todennäköisesti epätiivien mattosaumojen kautta. Pintakosteuspoikkeamalla ei ole vaikutusta sisäilman laatuun. Lattiapäällysteen saumat tulisi kuitenkin korjata vesitiiviiksi.

### 3.9 Muut havainnot

#### Sisäpuoleinen tarkastelu

Rakennuksen sisäpuoleisessa tarkastelussa havaittiin seuraavia asioita:

- Rakennuksen ulkoseinien sisäverhousmuurauksessa havaittiin useissa kohdissa hiushalkeamia.
- Varaston 101 ja sähköpääkeskuksen 103 lattianrajassa havaittiin näkyvää mikrobi-kasvustoa (rihmasto).
- Vuodeosaston pesuhuoneessa 119 tunkkainen ilma, vaikka huoneen ikkuna oli tutkimushetkellä auki.
- Kuulontutkimushuoneessa 166 ja 167 oli kuiva ja tunkkainen ilma sekä linoleumin hajua.
- Siivouskeskuksesta 104 puuttui lattiakaivosta kiristysrengas.
- Henkilökunnan kahviotilan 139 tiskipöydän alakaapin pohjalevyssä, vesijohdon läpiviennin kohdalla, havaittiin pienialainen kosteusvauriojälki, joka on aiheutunut kylmävesijohdon pinnalle kondensoituneesta vedestä.

#### Lämpökamerakuvaukset

Lämpökuvauksen avulla pyrittiin etsimään rakennuksen vaipasta epätiiviskohtia ja eristevikoja, joilla voisi olla merkitystä sisäilman laadun kannalta. Tehdyssä tutkimuksessa havaittiin yläpohjan eristevika naisten sosiaalitalassa 206 (lämpökuvaväli liitteenä). Muita raportoitavia puutteita tai virheitä ei todettu. Huoneiden lämpökuvauksista vaikeutti etenkin vuodeosastolla tehty ikkunatuuletus (aiheuttaa muutoksia rakenteiden pintalämpötiloissa, eikä luotettavaa mittausta voi suorittaa ennen kuin pintalämpötilat ovat tasaantuneet).

## 4 ILMANVAIHTO

Vuodeosaston henkilökunnan mukaan ilmanvaihto on osastolla huono. Tuuletusta on jouduttu tehostamaan ikkunatuuletuksen avulla. Terveysaseman rakennussiivessä huoneilma tuntui tutkimuksen aikana raikkaammalta kuin vuodeosaston sisäilma. Tutkimushetkellä rakennuksen painesuhde ulkoilmaan nähden olivat vuodeosastolla 0..-1 Pa, terveysasemasiivessä - 4 Pa ja II-kerroksessa -2 Pa (rakennus lievästi alipaineinen).

### 4.1 Ilmanvaihtolaitteet

Rakennuksen tuloilmakoneiden tarkastuksessa oli läsnä kiinteistönhoitaja Repo. Kiinteistönhoitajan haastattelun perusteella tuli esille tietoja, jotka on esitetty alla olevassa luettelossa muiden tarkastuksessa tehtyjen havaintojen lisäksi.

- Ilmanvaihtokoneilta lähtevän tuloilman määrät on mitattu 2000 luvun vaihteessa.
- Ilmanvaihtokanavien nuohous on tehty 2 vuoden sisällä.
- IV-koneiden teho on säädetty kellokytkimellä siten, että 1/1- teho on päällä maanantaista perjantaihin klo 6-20 välisenä aikana ja 1/2- teho on päällä muuna aikana.
- Suodattimien suodatusluokka on EU 4/5. Suodattimet läpäisevät hienojakoista pölyä ja lisäävät kanaviston puhdistustarvetta. Lämmön talteenotto on toteutettu pyörivällä kiekolla. Kiekon hyötysuhde on hyvä, mutta haittapuolena on, että poisto- ja tuloilmavirtaukset pääsevät osittain sekoittumaan kiekossa, jolloin epäpuhtauksia voi palautua tuloilman mukana huonetiloihin.
- Tuloilman esilämmitys tapahtuu vesikiertopattereiden avulla. Lämpötilan säätö tehdään manuaalisesti, koska automatiikka puuttuu.
- Poistupuolelle on asennettu oma suodatin (1990 luvun lopussa) lämmöntalteenottokiekon tukkeutumisen estämiseksi.
- Suodattimien vaihtoväli on 1/vuosi.
- Tuloilmapuhaltimet on varustettu kiilahihnakäytöllä (yhdeällä hihnalla). Kiinteistönhoidon mukaan kiilahihna rikkoontuu melko usein.
- Ulkoilmalaitteet sijaitsevat rakennuksen etelä- ja pohjoispäädyissä. Ulkoilmakanavien rakenteen vuoksi kanaviin voi päästä ulkopuolista vettä vesi- ja lumisateen aikana mutta ei sieltä pois, koska kanavissa ei ole vedenpoistoon tarkoitettuja tyhjennysproppuja.

## **Konekohtaiset huomiot:**

### **1-kone (palvelee terveysaseman siipeä):**

- Koneelta lähtee kaksi tuloilman pääkanavaa. Kanavien tuloilmamäärät (mitattu 8 vuotta sitten) 432 l/s + 270 l/s
- Ulkoilmalaitte sijaitsee eteläpäädyssä, mikä aiheuttaa kesäaikana tuloilman lämpötilan nousua.
- Tuloilmasuodatinkehysten ja rungon välissä on epätiiveyttä (jonka huomaa etenkin siitepölyaikana).
- Tuloilmakammion äänenvaimennuseriste (mineraalivilla) on päällystetty reikäpellillä.
- Tuloilman lähtökanava on pölyinen
- Ulkoilmakanavan sisäpuolta tarkasteltiin tuloilmapuhallinkammion kautta. Kanavan pohjalla havaittiin paksu kerros irtopölyä. Pölykerroksessa voi kasvaa mikrobeja lämpimänä vuodenaikana, jolloin lämpötila- ja kosteusolosuhteet ovat otollisia mikrobikasvulle.

**2-kone (palvelee vuodeosastoa ja yhdyskäytävää):**

- Koneelta lähtee kaksi tuloilman pääkanavaa. Kanavien tuloilmamäärät (mitattu 8 vuotta sitten) 430 l/s + 700 l/s
- IV-kone on varustettu kesäpellillä
- Tuloilmasuodatinkehysten ja rungon välissä epätiiveyttä, mikä aiheuttaa sen että osa ulkoilmaa pääsee suodattamattomana sisäilmaan.
- Lämmön talteenottokiekon ja rungon välissä rako (suurimmillaan yli 10 mm), jonka kautta pois-tilmaa pääsee sekoittumaan tuloilman sekaan.
- Tuloilmakanavan sulkupellin säätömoottori oli epäkunnossa tarkastushetkellä. Säätöpelti oli au-ki-asennossa.
- Ulkoilmakanavan sisäpuolta tarkasteltiin tuloilmapuhallinkammion kautta. Kanavan pohjalla ha-vaittiin paksu kerros irtopölyä ja seinämissä seittimäistä peitettä (ei ulotuttu ottamaan pölynäy-tettä analyysiä varten). Pölykerroksessa voi kasvaa mikrobeja lämpimänä aikana, jolloin lämpöti-la ja ilmakestäus sekä ulkopuolinen kosteus<sup>1</sup> luovat edellytykset mikrobien kasvulle.
- Ullakkotilassa olevan ulkoilmakanavan kannakkeiden väli on liian suuri. Kanavan liitoskohdissa ha-vaittiin taipumia, joiden kautta kanavaan kertynyt vesi<sup>1</sup> on päässyt valumaan yläpohjan läm-möneristekerroksen pinnalle.

**4.1 Ilmamäärät**

Ilmanvaihtomääriä mitattiin pistokoeluontoisesti vuodeosastolta huoneesta 114 (4) ja 117 (7) sekä ter-veysasemasivestä huoneista 151 ja 159. Mittauslaitteesta ja tuloilmaventtiilien sijainnista johtuen ilma-määriä ei saatu mitattua isommista hoituhuoneista. Mittaustulokset on esitetty taulukossa 2. Poistoven-ttiilit mitatuissa huoneissa olivat lautasventtiileitä ja tuloilmasäleiköt mallia Pilot-1, koko 300x100 mm.

**Taulukko 2.** Mitatut ilmamäärät huoneittain.

	Tila 114 (4)	Mitattu (l/s)	Lämpötila (°C)	Suunnitteluar- vo (l/s)	Poikkeama (l/s)	Poikkeama (%)
Vuode- osasto	Tulo	13,5	23	30	-16,5	-55 %
	Poisto	19-20	25	30	-10	-33 %
	Tila 117 (4)	Mitattu (l/s)		Suunnitteluar- vo (l/s)	Poikkeama (l/s)	Poikkeama (%)
	Tulo	13-14	23	26	-12	-46 %
	Poisto	31		26	+5	+20 %
	Kanslia + työhuone	Mitattu (l/s)		Suunnitteluar- vo (l/s)	Poikkeama (l/s)	Poikkeama (%)
	Tulo	13,5	22,5	35	-21,5	- 61 %
	Poisto	37	24	35	-2	-6%
Terveys- asemasipi	Tila 151	Mitattu (l/s)		Mitoitusarvo pinta-alan mukaan (l/s)	Poikkeama (l/s)	Poikkeama (%)
	Tulo	15		21	-6	-28 %

<sup>1</sup> lumesta, sateesta ja kondensoitumisesta johtuva kosteuslisä

	Poisto	22	25	21	-1	-5%
	<b>Huone 159</b>	<b>Mitattu (l/s)</b>		<b>Mitoitusarvo pinta-alan mukaan (l/s)</b>	<b>Poikkeama (l/s)</b>	<b>Poikkeama (%)</b>
	Tulo	15		22,5	-7,5	-33 %
	Poisto	17	25	21	-4	-20

Suoritettujen ilmamäärämittausten mukaan ilmamäärät on säädetty liian vähäisiksi. Etenkin vuodeosastolla tuloilmamäärät olivat keskimäärin alle puolet suunnitteluarvosta. RakMK D2 ohjeen mukaisesti hyväksyttävät poikkeamat huonekohtaisista mitoitusarvoista ovat ilmavirtojen osalta  $\pm 20$  %.

Kanslian 134 ja päivähuoneen 133 välistä seinää on siirretty aikaisemmassa tilajärjestelyssä kansliaan päin siten, että kanslian toinen ulkoseinällä sijaitseva tuloilmaventtiili on jäänyt laajennetun päivähuoneen puolelle. Tämän seurauksena kanslian tuloilmamäärä on myös vähentynyt.

Tuloilman lämpötila oli mitatuissa pisteissä 22,5 -23 °C. Tuloilman lämpötila tulisi suositusten mukaan olla enintään 20 °C.

### 4.3 Muut ilmanvaihdon huomiot

Pesu-, wc- ja siivoustopilojen kynnyksraot olivat pääsääntöisesti liian pieniä, jonka vuoksi poistoilmanvaihto ei ole tehokasta kyseisissä tiloissa, ovien ollessa kiinni.

Toimistohuoneeseen 110 (on ollut alkuperäisesti varastokäytössä) ei ole järjestetty koneellista tuloilmaa. Piirustusten mukaan korvausilma tulee tilaan siirtoilmana käytävästä seinäventtiilin kautta.

## 5 SISÄILMAMITTAUKSET

### 5.1 Huonetiloista otetut pintapölynäytteet

Terveysaseman huonetiloista otettiin pintapölynäytteitä, joiden avulla pyrittiin selvittämään kosteusvaurioon viittaavien sieni-itiö-, bakteeri- ja aktinomykeettikasvuston esiintyvyyttä pinnoilla. Näytteet otettiin pinnoille laskeutuneesta vanhasta pölystä seuraavista huoneista:

- Huone 110 (vuodeosasto)
- Huone 115 (vuodeosasto)
- Kanslia 134 (vuodeosasto)
- Huone 159
- Huone 157

**Taulukko 3.** Tasopinnoilta otettujen pintapölynäytteiden tulokset mittauspaikoittain (näytteenottopäivämäärä ilmoitettu suluissa).

Osasto/ mittauspiste	Analyysivastaus pitkäaikaisesta pölystä	Tuloksen tulkinta
<b>Yhdyskäytävä</b>		
Huone 110	rungas mikrobikasvusto +++ kosteusvauriomikrobeja	Viittaa kosteus- ja mikrobivaurioon.
<b>Vuodeosasto</b>		
Huone 115	kohtalainen mikrobikasvusto ++	Ei viittaa kosteus- ja mikrobivaurioon
Kanslia 134	rungas mikrobikasvusto +++ kosteusvauriomikrobeja	Viittaa kosteus- ja mikrobivaurioon.
<b>Avo-osasto</b>		
Huone 159	rungas mikrobikasvusto +++ kosteusvauriomikrobeja	Viittaa kosteus- ja mikrobivaurioon.
Huone 157	kohtalainen mikrobikasvusto ++	Ei viittaa kosteus- ja mikrobivaurioon

Laboratorioanalyysien perusteella huoneista 110, 134 ja 159 otetuissa näytteissä oli runsaasti (+++) mikrobeja ja huoneista 115 ja 157 otetuissa näytteissä kohtalaisesti (++) mikrobeja. Näistä osa oli tyypillisiä sisä- ja ulkoilmassa esiintyviä mikrobeja. Huoneista 110, 115, 134 ja 159 otetuissa näytteissä oli useita kosteusvauriota indikoivia mikrobeja (mm. *A.versicolor*, *Botrytis*, *Aureobasidium*), jotka olivat osittain samoja kuin ulkoseinän lämmöneristeistä otetuissa materiaalinäytteissä. Huoneesta 157 otetussa näytteessä oli yksittäisiä kosteusvauriomikrobeja.

Laboratoriotulokset, huoneiden 110, 134 ja 159 osalta, viittaavat rakenteissa oleviin mikrobivaurioihin ja mikrobien kulkeutumiseen ilman mukana tutkituille pinnoille. Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintymistä pidetään normaalina.

Tasopinnoilta otetuissa näytteissä ei esiintynyt aktinomykettejä (sädesieniä)

## 5.2 Pölynäytteet

Pintapölynäytteitä (3 kpl) otettiin pitkäaikaisesta pölykertymästä tuloilmakanavasta (päivähuone 133), tuloilman päätelaitteesta (huone 158) sekä vuodeosaston käytävän alaslaskukaton päältä. Näytteillä pyrittiin selvittämään tuloilman mukana mahdollisesti kulkeutuvia hiukkasmaisia epäpuhtauksia sekä alaslaskukaton päällä olevan pölyn koostumusta. Näytteet analysoitiin elektronimikroskooppisesti Helsingin Työterveyslaitoksen Aerosolilaboratoriossa.

- Vuodeosaston alaslaskukaton päältä otetun näytteen (1) todettiin sisältävän pääosin karkeaa kiviainespölyä. Lisäksi näytteessä oli tavanomaista, pääasiassa tekstiili- ja paperikuiduista sekä hil-

sehiukkasista koostuvaa huonepölyä kalkkipohjaista rakennusmateriaalipölyä sekä vuorivillakuituja (arvioilta 1–5 paino-%)

- Tuloilman päätelaitteesta ja tuloilmakanavasta otettujen näytteiden todettiin sisältävän pääosin karkeaa ulkoilmapölyä. Lisäksi näytteissä oli vuorivillakuituja, arvioilta 1–5 paino-% (tulkintaohjeen mukaan ei merkittävästi koholla).

Alaslaskukaton päällä olevista vuorivillakuiduista voi aiheutua tilojen käyttäjille ärsytysoireita, mikäli kuituja pääsee leviämään ilmapvirtausten mukana huonetiloihin.

Tuloilmakanavassa ja tuloilman päätelaitteessa esiintyvä karkea ulkoilmapöly pääsee huoneilmaan tuloilmasuodattimien kehysten ja rungon välisistä epätiivetyksistä.

### 5.3 Sisäilman olosuhdemittaukset

Vuodeosaston sisäilmaolosuhteita selvitettiin lyhytaikaisella tallentavalla olosuhdemittauksella (hiilidioksidi-, hiilimonoksidipitoisuus, huoneilman kosteus ja lämpötila) potilashuoneesta 131. Tulokset on esitetty taulukossa 3. Lyhytkestoinen olosuhdemittaus on vain suuntaa antava. Luotettavampi menetelmä on pitkäaikainen seuranta, jossa tulee esille olosuhteet myös yöaikana kun ikkunatuuletusta ei tapahdu ja ilmanvaihtoteho on myös osan vuorokautta 1/2-asennossa.

Nyt tehdyn mittauksen aikana huoneessa 131 oli 4 henkilöä nukkumassa ja huoneen ovi – ja ikkunat olivat kiinni (ennen mittausta huonetta oli tuuletettu ikkunoista). Ilmanvaihto toimi täydellä teholla mittauksen aikana.

**Taulukko 4.** Sisäilman olosuhdemittausten tulokset vuodeosastolla.

Tila	Lämpötila °C	Kosteus RH %	Hiilidioksidi CO <sup>2</sup>	Häkä CO
<b>Vuodeosasto, huone 131</b>	22,7	27,1	534	2

Sisäilmamittauksen perusteella huoneilman lämpötilan keskiarvo oli tyydyttävän sisäilmaston tasolla. Hiilidioksidi-, häkäpitoisuus ja kosteus olivat hyvällä tasolla.

## 6 YHTEENVETO

Tehtyjen tutkimusten perusteella suurimpana yksittäisenä sisäilman laatua heikentävänä tekijänä voidaan pitää ilmanvaihtojärjestelmässä todettuja puutteita ja virheitä. Ilmanvaihdon tarkoituksena on poistaa sisäilmasta epäpuhtauksia ja tuoda tilalle puhdasta ulkoilmaa. Tehdyissä tarkastuksissa ilmanvaihtokoneiden ulkoilmakanavissa oli havaittavissa pölyä ja epäpuhtauksia, joista voi levitä epäpuhtauksia ilmanvaihdon mukana sisäilmaan. Ilmanvaihdossa havaittiin myös muita puutteita, jotka heikentävät ilmanvaihdon toimintaa. Näitä ovat mm. virheet ilmamäärien säädöissä (tuloilman riittämättömyys, kohonnut lämpötila) ja ilmasuodattimien epätiviit liitosrakenteet.

Rakennuksen ulkoseinärakenteiden alaosien lämmöneristekerroksessa oli materiaalinäytteiden perusteella eriaisteisia viitteitä kosteus- ja homevaurioista. Merkittäviä vaurioita ei kuitenkaan esiintynyt. Huoneen 159 kohdalta otetussa materiaalinäytteessä oli vahva viite kosteus- ja mikrobivaurioista, jonka syytä tulee vielä selvittää jatkotutkimuksin. Osassa huonetiloista otetuista pintapölynäytteistä esiintyi samoja kosteusvaurioita indikoivia mikrobeja kuin ulkoseinien materiaalinäytteissä. Tämän perusteella on mahdollista, että seinäeristeissä todetut kosteusvauriomikrobit voivat kulkeutua korvausilman mukana (ikkunoiden ja ulkoseinän liitoskohdat ja halkeamat seinissä) sisäilmaan ja aiheuttaa sisäilman laadun heikkenemistä.

Yhdyskäytävän varastohuoneissa ja sähköpääkeskuksessa havaittiin näkyvää homekasvustoa, jonka esiintyminen johtuu puutteellisesta siivouksen tasosta kyseisissä tiloissa. Toimenpidehuoneessa 149 todettiin alapohjan kosteusvaurio, joka aiheuttaa lattiapäällysterakenteelle (muovipinnoite + liima) kemiallisia ja mikrobiologisia vaurioita. Asumisterveysohjeen mukaan silmin havaittavaa mikrobikasvustoa ulkovaipan lämmöneristeen sisäpuolisissa rakenteissa, lämmöneristeissä sekä rakenteissa ja tiloissa, joista vuotoilmaa kulkeutuu sisätiloihin, voidaan pitää terveydensuojelulain tarkoittamana terveyshaittana.

Muiden sisäilmamittausten perusteella terveysaseman tiloissa ei havaittu epätavallisen suuria pitoisuuksia sisäilmaa heikentäviä epäpuhtauksia kuten teollisia kuituja.

## 7 TOIMENPIDE-EHDOTUS

Sisäilmahaittojen haittojen poistamiseksi sekä rakenteissa ja ilmanvaihdossa olevien vaurioiden korjaamiseksi tulee peruskorjaussuunnitellussa huomioida seuraavia tämän tutkimusten perusteella todettuja epäkohtia:

1. Ilmanvaihdon korjaukset: Jaettu kahteen kategoriaan; välittömästi tehtäviin sekä perusparannustoimenpiteisiin.

### 1.1 Välittömästi tehtävät toimenpiteet:

- IV-koneen ulkoilmakanavan pudistus ja desinfiointi
- Tuloilman sulkupellin säätömoottorin (F2 1.1) korjaus (ilmoitettu kiinteistöhoitajalle)
- Tuloilman lämpötilan säätäminen
- Tulo- ja poistoilmamäärien tilakohtainen mittaus ja säätö
- Ilmanvaihtokanaviston puhtaustarkastus
- Niihin tiloihin, joissa on pelkästään koneellinen poisto, tulee varmistaa siirtoilmareittien riittävyys esimerkiksi wc-tilojen kynnyksraon suurentaminen ovea lyhentämällä. Sopiva kynnyksraon korkeus on > 20 mm
- Toimisto 110 tulee varustaa koneellisella tuloilmalla.

Ulkoilmakanavien puhdistustoimenpiteiden aikana tulee huolehtia siitä, ettei epäpuhtauksia pääse leviämään muuhun ilmanvaihtojärjestelmän osiin.

### 1.2 Perusparannustoimenpiteet:

Ilmanvaihtojärjestelmään on suositeltavaa kohdistaa perusparannustoimenpiteitä, joista tulee laatia suunnitelmat iv-asiantuntijan toimesta. Korjauksen periaatteet ovat seuraavat:

- Iv-koneille tulevien ulkoilmakanavien muutostyöt. Periaatteena on se että kanavaan joutunut sadevesi ja lumen sulamisvesi ei saa jäädä kanaviin (kallistukset, vedenpoisto, kannakoinnin korjaus, mahdolliset ulkoilmalaitteen suojarakenteet).
- Suodatinkehysten rungon välisen tiiveyden parantaminen
- Lämmöntalteenottokiekon ja rungon välisen tiiveyden parantaminen ja varustaminen puhdistussektorilla.
- Tuloilman suodatustason parantaminen
- Säätöjärjestelmän automatisointi ja liittäminen kaukovalvonnan piiriin.

## 2. Salaojat:

- Peruskorjausta varten tulee selvittää salaojien toimivuus / olemassaolo koko kiinteistön osalla (tutkimuksissa havaittuja ongelmakohtia olivat yhdyskäytävän ja vanhainkotirakennuksen liittymäkohta sekä terveyskeskussiiven pihamaan puoleinen seinusta).

## 3. Sadevesijärjestelmä

- Sadevesijärjestelmässä ensisijaisena korjauksena sadevedet tulee johtaa pois perustusten viereltä esim. betonisten pintakourujen avulla. Peruskorjauksessa erillinen sadevesiviemärointi on suositeltavaa asentaa yhdessä salaojien kanssa.
- Vesikaton oikean puoleisen jiirin kohdalla räystäskourua tulee jatkaa jiirin alapuolelle saakka.

## 4. Alapohjan kosteusvauriokorjaukset:

- Muovipinnoitteet uusitaan tiloissa 149 (toimenpidehuone), 105 (likavaatevarasto) ja 101 (varasto). Korjausten periaatteena on että lattiasta poistetaan muovipinnoitteet, kiinnitysliimat ja tasoitteet. Ennen uuden päällysteen asentamista tulee varmistaa, ettei betonialustassa ole poikkeavaa hajuhaittaa. Myös alustan riittävä kuivuus tulee varmistaa ennen uuden päällysteen asentamista rakennekosteusmittauksin. Betonirakenteen pintaosan (syvyys 1,5 cm) suhteellinen kosteus (RH) tulee olla <75 % ja vertailusyvyydellä (laatan paksuus x 0,4) RH < 85 %. Uudeksi pinnoitteeksi suositellaan käytettäväksi homogeenista muovipäällystettä. Muovimaton uusimisohje on tämän raportin liitteenä.
- Vuodeosaston pesuhuoneen oven kynnyksen /karmin alaosan ja lattian /seinän liitoskohtien tiivistyskorjaukset. Tiivistys on tehtävä siten, että pesuhuoneessa käytettävä vesi ei pääse liitoskohdasta käytävän lattiapäällysteen alle. Samassa yhteydessä tulee tarkastaa oven karmirakenteen alaosan kunto mahdollisen kosteus-/lahovaurion varalta.
- Vuodeosaston pesuhuoneen lattiapäällysteen (akryylibetoni) uusiminen suositellaan tehtäväksi lähivuosien aikana, sen huonokuntoisuuden ja lattiassa esiintyvien hiushalkeamien takia. Ennen uuden pinnoitteen asentamista lattian kosteustekninen kunto tulee varmistaa kosteusmittauksilla ja tarvittaessa lattiarakennetta tulee kuivattaa koneellisesti riittävän (kts. edellinen kappale) päällystämiskosteuden saavuttamiseksi.
- Tiloissa 101, 102 ja 103 tulee uusia puiset lattialistat. Listojen takaa puhdistetaan pinnat hapestavalla desinfiointiaineella (esim. Odox).

## 5. Yläpohjan korjaukset ja jatkotutkimukset.

- Vesikattovuodon selvitys ja korjaus ullakkotilan 218 kohdalla.
- Ilmanvaihtokonehuoneiden 215 ja 216 yläpohjan kosteusvauriojälkien aiheuttajan selvitys ja korjaus.
- Sosiaalitalan 206 yläpohjan eristeiden / höyrynsulun tarkastus ja korjaus.
- Huoneen 159 kohdalla todetun mikrobivaurion syyn selvittämiseksi tutkitaan vesikaton aluskatteen toimivuus ja tiiviys vähintään huoneiden 156-171 kohdalla (myös kattoläpivientien juuret tarkastetaan). Tällä selvitetään mahdollisesti katolta tulevan veden pääsy ulkoseinä-rakenteeseen.

## 6. Välipohjan korjaukset.

- Iv-konehuoneen 216 muovimattopinnoitteen saumat tulee tarkastaa ja korjata vesitiiviiksi.



## 7. Ulkoseinärakenteiden korjaukset

- Ulkoseinän sisäverhousmuurauksessa havaittujen halkeamien tiivistyskorjaukset suoritetaan soveltuvalla menetelmällä huoneissa 115, 132, 150, 170, 159 ja 109. Lisäksi huoneessa 159 tiivistetään ikkuna- ja ulkoseinärakenteen välinen liittymä kutistumattomalla saumamassalla (esim. Sika LM15). Jos henkilökunta on havainnut ulkoseinähalkeamia halkeamia muissakin tiloissa, on myös ne korjattava.
- Huoneen 159 kohdalla todetun mikrobivaurion laajuuden selvittämiseksi tulee ulkoseinärakenteesta ottaa lisänäytteitä todetun vaurioalueen lähistöltä.

## 8. Väliseinien korjaukset.

- Vuodeosaston pesuhuoneen suihkunpuoleisen seinän kosteusvaurion korjaus: Seinälaatoituksen uusiminen ja vesieristeen asentaminen RakMK C3 määräysten mukaisesti. Alustan päällystettävyysskosteus tulee varmistaa ennen vesieristeen asentamista.
- Kosteusvaurioituneen sisäverhouslevytyksen uusiminen huoneessa 170.

## 9. Yhdyskäytäväsiiven tilojen homepölysiivous liitteenä olevaa homepölysiivousohjetta soveltaen.

## 10. Käytävien alaslaskukattojen välitilojen pölynpoisto ja desinfiointi lähitulevaisuudessa. Siivouksen aikana tulee huolehtia siitä, ettei pöly pääse leviämään ympäröiviin tiloihin.

## 11. Seurantamittaukset

- Korjausten jälkeen on suositeltavaa tehdä seurantamittauksia (pintapöly- ja ilmanäyte) korjausten onnistumisen varmistamiseksi. Seurantamittauksia tiloissa voi tehdä vasta sen jälkeen kun esitetyt ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus-, desinfiointi- ja säätötoimenpiteet on tehty

## 12. Tilojen kunnossapitoon ja käyttöön liittyvät huomiot:

- Yhdyskäytäväsiiven varastotilat tulee ottaa normaalin viikkosiivouksen piiriin.
- Varastohuoneisiin tulisi järjestää hyllytilaa siivousten helpottamiseksi.
- Varastoissa olevat tavarat tulisi inventoida ja tarpeettomat poistaa käytöstä.

Joensuussa 11.2.2008  
Kaprakka Sisäilmakeskus

Jouko Alastalo  
Tutkimusinsinööri, RI

Jukka-Pekka Kärki  
Sisäilmakeskuksen johtaja  
Rakennusterveysasiantuntija, RI

**Liitteet**

1. Valokuvia tutkimuksista
2. Lämpökuvasivu
3. Paikantamispöytäkirjat
4. Mittauspöytäkirjat
5. Analyysivastaukset
6. Siivousohje
7. Työohje (muovipinnoitteen uusiminen)

**Jakelu**

Kesälahden kunnaninsinööri Jukka Törrönen

## Sisäilmaston tavoitearvoja

Sisäilmastoluokituksen (2000) mukaan kesäajan sisälämpötila on hyväksyttävä välillä +22 - +27 °C ja hyvä välillä +23 - +24 °C. Talviaikana sisälämpötila on hyväksyttävä välillä +20 - +23 °C ja hyvä välillä +21 - +22 °C. Suhteellisen kosteuden tulisi olla välillä 25-45 %. Hiilidioksidipitoisuus ei saa olla yli 1200 ppm ja tavoiteltava taso on alle 700 ppm.

Mikrobipitoisuuksille ei ole olemassa terveysperusteisia raja-arvoja. Rakennuksessa esiintyvien mikrobien (eli sienien ja bakteerien) aiheuttamaa terveyshaittaa arvioidaan niiden määrän, lajiston ja sijainnin perusteella. Asumisterveysohjeessa todetaan, että mikrobikasvua sisäpinnoilla tai rakenteissa, joista tulee vuotoilmaa rakennuksen sisäilmaan, voidaan pitää mahdollisena terveyshaittana.

Asuntojen ja niihin verrattavien oleskelutilojen (kuten koulujen ja päiväkotien) sisäilman terveellisyys arviointiin sovelletaan terveydensuojelulain ja -asetuksen (TSL 763/1994) säännöksiä ja lain soveltamista annettuja Sosiaali- ja terveysministeriön ohjeita Asumisterveysohje ja asumisterveysopas. /Maivik II.

Terveydensuojelulaissa terveyshaitta määritetään toisin kuin työturvallisuuslaissa ja ammattitautilaissa. Terveydensuojelulaki määrittelee terveyshaitaksi sairauden, muun terveyshäiriön ja olosuhteen, joka vähentää elinympäristön terveellisyyttä (TSL 1§)/Maivik II. Terveyshaitan arvioimiseen riittää altisteen tai altistumista aiheuttavan olosuhteen olemassaolo, vaikkei sairautta tai oiretta olisi vielä syntynyt. Todeen sairauden ja muun terveyshäiriön (=oireilun) ja altistumisen välisen syy-yhteyden todistamista ei laissa edellytetä. /Maivik II.

## Kirjallisuuslähteet

1. Sisäilmastoluokitus 2000 (Sisäilmayhdistys, Rakennustietosäätiö), Suomen Arkkitehtiliitto, Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto ja Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen Liitto, 2001)
2. Asumisterveysohje (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1)
3. Terveydensuojelulaki (763/94) 32 §
4. Työturvallisuuslaki 23.8.2002/738
5. Suomen lääkärilehti 7/2007 s. 653-664, Majvik II-suosituksesta ohjeita kosteusvaurioiden selvittelyyn.
6. Työsuojelulainsäädännön soveltaminen kosteus- ja homevauriokohteissa (Timo Kauhanen, Kuopion yliopiston koulutus- ja kehittämiskeskuksen tutkimuksia – ja selvityksiä 11/2004)

## KUVALIITE: Kesälahden terveysasema



**Kuva 1.** Perustusten kosteusrasitusta lisää puutteet maanpinnan muotoilussa, epäkuntoiset betoniset sadevesikourut sekä kasvillisuus seinän vierustalla.



**Kuva 2.** Aluskate päätytty ulkoverhouslinjan tasalle. Aluskatteen päältä valunut vesi on kastellut tiiliseinää.



**Kuva 3.** Pesuhuoneen 124 lattiapinnnoitteessa värimuutoksia ja hiushalkeamia



**Kuva 4.** Pesuhuoneen kynnysrakenteessa epätiiveyttä



**Kuva 5.** Ulkoseinän ja pilarin liittymässä halkeama



**Kuva 6.** Huoneen 170 seinälevyssä vanha kosteusvauriojälki



**Kuva 7.** Ilmanvaihtokoneen ulkoilmakanava päässyt taipumaan kannakkeiden vähäisyyden vuoksi



**Kuva 8.** Ulkoilmakanavan liitoskohdasta on valunut vettä kanavan sisästä (mm. lumen sulamisvesiä) yläpohjan lämmöneristeiden päälle



**Kuva 9.** Terveyskeskussiiven iv-koneen ulkoilmakammiossa pölykerrostuma pohjalla



**Kuva 10.** Vuodeosastosiiven iv-koneen ulkoilmakammiossa pölykerrostumaa pohjalla ja rihmastoa seinämissä.



**Kuva 11.** Räystäskourun pää ei yllä jiirin alapuolelle

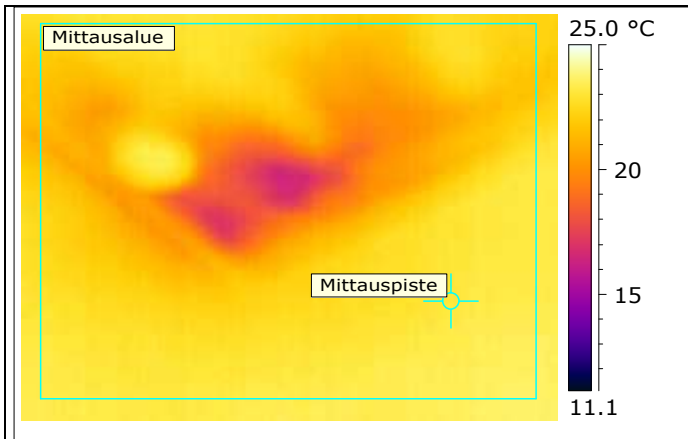


**Kuva 12.** Yhdyskäytävän varastohuoneen nurkassa homekasvustoa

**Kohde: Kesälahden terveystasema**

**Kuvauspaikka: Naisten pukuhuone 206**

**Kuvauspäivämäärä: 13.11.2007**



Lämpökuva 1.

Mittauspisteen lämpötila	<b>23.2 °C</b>	Emissiivisyys	<b>0.96</b>
Mittausalue maks. lämpötila	<b>23.8 °C</b>	Etäisyys	<b>3.0 m</b>
Mittausalue min. lämpötila	<b>16.4 °C</b>	Kameratyyppi	<b>ThermaCAM B2</b>
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	<b>78</b>	Kameran sarjanumero	<b>24307716</b>
Lämpötilaindeksi mitatusta pistelämpötilasta	<b>120</b>		

Tuulen nopeus/tuulen suunta	2 m/s	Sisäilman suhteellinen kosteus	<b>30.0 %</b>
Pilvisyys	Pilvinen		
Ulkoilman lämpötila (vertailulämpö lämpökuvasta)	<b>4.00</b>	Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä)	- 2 Pa
		Sisäilman lämpötila (taustalämpötila lämpökuvasta)	<b>20.0 °C</b>

**Kommentit:**

Naisten sosiaalitalan 206 kohdalla yläpohjan lämmöneristeessä ja mahdollisesti höyrynsulussa puutteita nurkka-alueella.

Korjausehdotus: Yläpohjan lämmöneristeiden ja höyrynsulun tarkastus ja korjaukset.

MERKKIEN SELITYKSET:

M = MATERIAALIVÄLIE

RH = RAKENNEKOSTEUSMITTAUS

PM = PÖLYNÄYTE (MIKROBIT)

PE = PÖLYNÄYTE (KLIDUT)

  = POIKKEAVAA PINTAKOSTEUTEUTA

KESÄLÄHDEN TERVEYSASEMA  
 TUTKIMUSPISTEIDEN PAIKANNUSPIIRROS  
 EI MITTAKAAVASSA  
 KAPRAKAIN SISÄLIMAKESKUS / JA 11.2.2008

M 1  
 US-ERISTE, LP-TASO +1.00  
 HEIKKO NIITE VAURIOISTA

M 11  
 US-ERISTE, LP-TASO +1.00  
 EI VIETÄ VAURIOISTA  
M 12  
 US-ERISTE, LP-TASO  
 HEIKKO NIITE VAURIOISTA

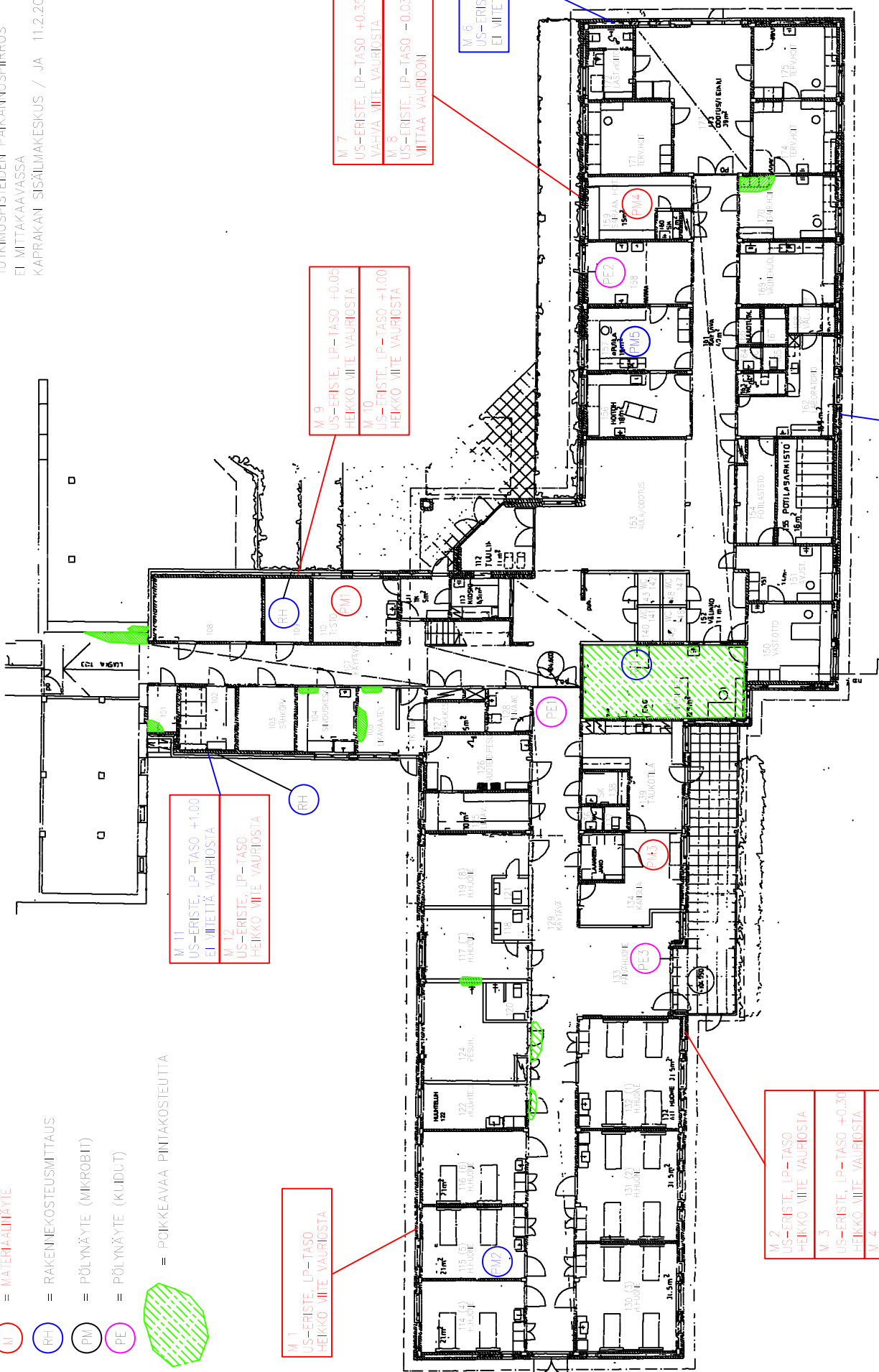
M 9  
 US-ERISTE, LP-TASO +0.05  
 HEIKKO NIITE VAURIOISTA  
M 10  
 US-ERISTE, LP-TASO +1.00  
 HEIKKO NIITE VAURIOISTA

M 7  
 US-ERISTE, LP-TASO +0.35  
 VAHVA NIITE VAURIOISTA  
M 8  
 US-ERISTE, LP-TASO -0.03  
 VIITTAA VAURIOON

M 6  
 US-ERISTE, LP -0.05  
 EI VIETÄ VAURIOISTA

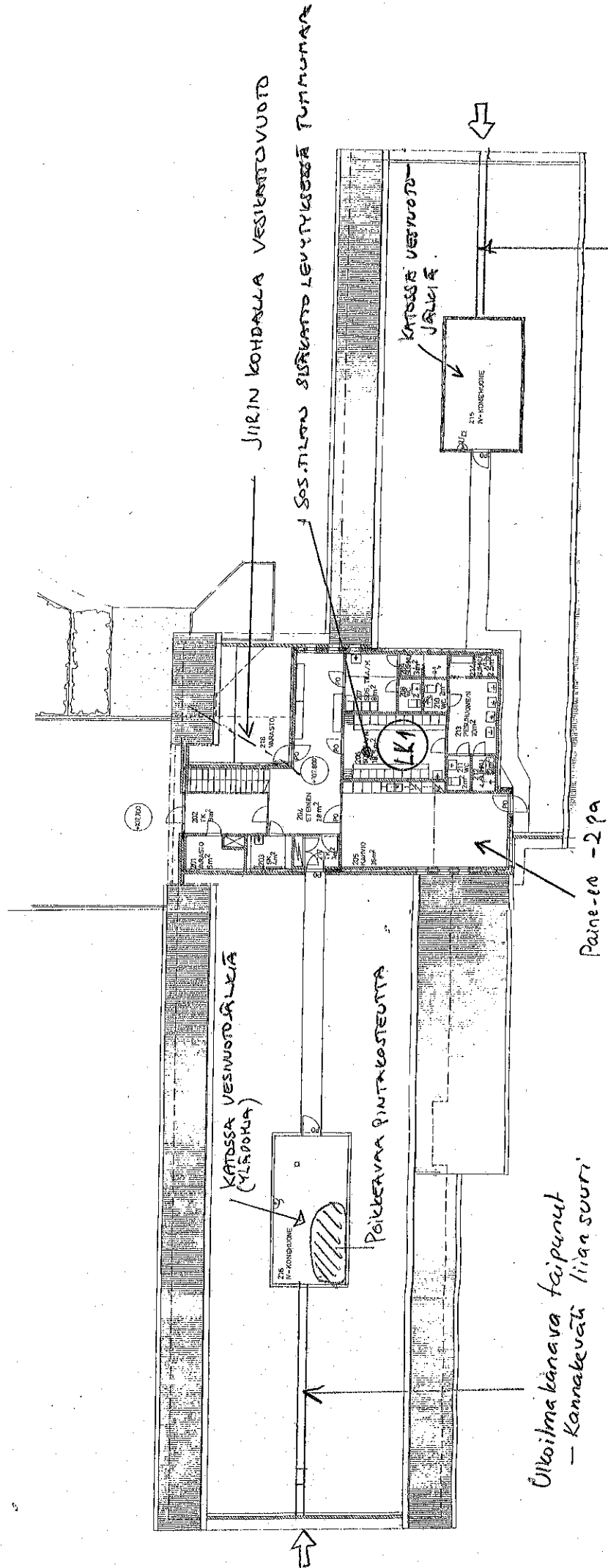
M 2  
 US-ERISTE, LP-TASO  
 HEIKKO NIITE VAURIOISTA  
M 3  
 US-ERISTE, LP-TASO +0.30  
 HEIKKO NIITE VAURIOISTA  
M 4  
 US-ERISTE, LP-TASO -0.15  
 VIITTAA VAURIOON

M 5  
 US-ERISTE, LP-TASO -0.03  
 EI VIETÄ VAURIOISTA



KEISÄLAHTI TERVEYSASEMA  
 II KERROS  
 PAIKANTAMISPIIRROS  
 8.2.08 JA

(LK) = LÄMPÖKAMERAKUVA



JIRIN KOHDALLA VESIKATTOVUOTO

SOS.TILOJEN SISÄKATTO LEVITYKSESSÄ TUMMUMA

Ulkoilmakanava taipunut  
 - Kannakeväli liian suuri

Ulkoilmakanava taipunut  
 - Kannakeväli liian suuri

Paine-ero -2 pa



# Työterveyslaitos

Työympäristön kehittäminen

Kaprakan Sisäilmakeskus  
Reetta Valkelinen  
Torlkatu 30 B 22  
80100 JOENSUU

ANALYYSIVASTAUS 120107PS

1 (3)

hk

26.11.2007

## Pintanäytteen mikrobianalyysi

**Näytteenottaja:** Reetta Valkelinen  
**Näytteenottoaika:** LI 6807  
**Näytteenottopäivämäärä:** 15.11.2007  
**Vastaanottopäivämäärä:** 19.11.2007  
**Näytemäärä:** 5 kpl

**Analyysimenetelmä:** Pyyhintänäytteen mikrobiologinen analysointi (TY04-TY-033)  
Suoravilljelymenetelmä, elinkykyisten mikroblen määrä suhteellisella asteikolla. Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 cfu/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 cfu/malja), +++ = runsaasti (50-200 cfu/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 cfu/malja)

<u>Mikrobiryhmät</u>	<u>Kasvatusalustat</u>	<u>Kasvatus- lämpötila</u>	<u>Kasvatus- aika</u>
Mesofiilliset sienet	Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)	+ 25°C	7 vrk
Mesofiilliset sienet	Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)	+ 25°C	7 vrk
Mesofiilliset sienet	2% mallasuuteagar (M2-agar)	+ 25°C	7 vrk
Mesofiilliset bakteerit	Tryptoni-hllvauute-glukoosi-agar (THG-agar)	+ 25°C	7-14 vrk

### Tutkitut näytteet

1. Huone 110, hyllyn päältä
2. Huone 115 (5), kaapin päältä
3. Kanslia, kaapin päältä
4. Huone 159/salr.hoit., kaapin päältä
5. Huone 157, kaapin päältä

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen Bioaerosolli- ja sisäilma-tilin ympäristömikrobiologian laboratorion antaman kirjallisen luvan perusteella.

**Työterveyslaitos**

Neulanlementie 4, PL 93, 70701 Kuopio, puh. 030 4741, faksi 030 474 7474, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi/kuopio



## Analyysitulokset:

Näyte	Mesofilliset sienet						Mesofilliset bakteerit	
	Hagem-agar		DG18-agar		M2-agar		THG-agar	
1.	<b>Yhteensä</b>	<b>+++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>+++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>+++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>+++</b>
	<i>A. versicolor</i> *	+	<i>A. sydowii</i> <sup>o</sup>	+	<i>A. versicolor</i> *	+		
	<i>Cladosporium</i>	+	<i>A. versicolor</i> *	+	<i>Aureobasidium</i> *	+		
	<i>Geothrichum</i>	+	<i>Alternaria</i>	+	<i>Cladosporium</i>	++		
	hiivat, vaalea	+	<i>Cladosporium</i>	++	<i>Penicillium</i>	++		
	<i>Penicillium</i>	++	hiivat, vaalea	+	steriilit	+		
	steriilit	+	<i>Penicillium</i>	++				
			Sphaeropsidales <sup>o</sup>	+				
			<i>Verticicladium</i>	+				
2.	<b>Yhteensä</b>	<b>+</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>+</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>+++</b>
	<i>Geothrichum</i>	+	<i>Botrytis</i> <sup>o</sup>	+(1)	<i>Botrytis</i> <sup>o</sup>	+(1)		
	hiivat, vaalea	+	<i>Cladosporium</i>	+	<i>Cladosporium</i>	+		
	<i>Penicillium</i>	+	hiivat, punainen <sup>o</sup>	+(3)	hiivat, punainen <sup>o</sup>	+(5)		
	steriilit	+	hiivat, vaalea	+	hiivat, vaalea	+		
			<i>Penicillium</i>	+	<i>Penicillium</i>	+		
			steriilit	+	steriilit	+		
3.	<b>Yhteensä</b>	<b>+++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>+++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>+++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>+++</b>
	<i>Cladosporium</i>	++	<i>A. versicolor</i> *	+	<i>A. versicolor</i> *	+		
	<i>Geothrichum</i>	+	<i>Botrytis</i> <sup>o</sup>	+	<i>Cladosporium</i>	+++		
	hiivat, vaalea	+	<i>Cladosporium</i>	+++	hiivat, vaalea	+		
	<i>Penicillium</i>	+++	hiivat, vaalea	+	<i>Penicillium</i>	++		
	steriilit	+	<i>Penicillium</i>	+++	<i>Rhizopus</i> <sup>o</sup>	+		
	<i>Trichoderma</i> *	+	steriilit	+	steriilit	+		
	<i>Verticicladium</i>	+	<i>Verticicladium</i>	+				
4.	<b>Yhteensä</b>	<b>++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>+++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>+++</b>
	<i>A. versicolor</i> *	+	<i>Cladosporium</i>	++	<i>A. versicolor</i> *	+		
	<i>Aureobasidium</i> *	+	hiivat, vaalea	+	<i>Alternaria</i>	+		
	<i>Cladosporium</i>	+	<i>Penicillium</i>	+	<i>Aureobasidium</i> *	+		
	<i>Geothrichum</i>	+	steriilit	+	<i>Cladosporium</i>	+		
	hiivat, vaalea	+	<i>Verticicladium</i>	+	<i>Fusarium</i> *	+		
	<i>Penicillium</i>	+			hiivat, punainen <sup>o</sup>	+		
	steriilit	+			hiivat, vaalea	+		
					steriilit	+		
5.	<b>Yhteensä</b>	<b>++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>++</b>	<b>Yhteensä</b>	<b>+++</b>
	<i>Cladosporium</i>	+	<i>Aureobasidium</i> *	+(1)	<i>Cladosporium</i>	++		
	<i>Geothrichum</i>	+	<i>Cladosporium</i>	++	<i>Fusarium</i> *	+(1)		
	hiivat, vaalea	+	<i>Eurotium</i> *	+(1)	<i>Penicillium</i>	+		
	<i>Penicillium</i>	+	<i>Penicillium</i>	+	steriilit	+		
	steriilit	+	steriilit	+	<i>Verticicladium</i>	+		
			<i>Verticicladium</i>	+				

\*=kosteusvaurioon viittaava mikrobi, pesäkemäärä ilmoitettu suluissa, <sup>o</sup>=indikaattorimerkitys vielä avoin (Ympäristö ja Terveys-lehti 8/2005, s. 56-59), pesäkemäärä ilmoitettu suluissa, A.=*Aspergillus*

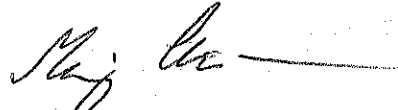
**Tulkintaohje:**

Mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa pintamateriaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen tai mikrobien kulkeutumiseen ilman mukana tutkitulle pinnalle, mikäli pintanäytteessä on elinkykyisiä sleni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavaa mikrobiota. Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalia.

Suoraviljelymenetelmän mikrobiplitoisuus +++ (=runsaasti mikrobeja) ja ++++ (=erittäin runsaasti mikrobeja) vastaavat Asumisterveysohjeen (Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1) laimennossarjamenetelmällä viljellyn pintanäytteen tulkintaohjeen yli 10 cfu/cm<sup>2</sup> mikrobiplitoisuutta ja + (=niukasti mikrobeja) ja ++ (=kohtalaisesti mikrobeja) vastaavat laimennossarjamenetelmän < 10 cfu/cm<sup>2</sup> mikrobiplitoisuutta, jolloin mikrobilajisto on otettava tulosta tulkittaessa huomioon.



Sirpa Rautiala  
Vanhempi asiantuntija  
Ympäristömikrobiologian laboratorio  
Bioaerosolit ja sisäilma -tiimi



Marja Hänninen  
Mikrobiologi  
Ympäristömikrobiologian laboratorio  
Bioaerosolit ja sisäilma -tiimi



28.11.2007

## Materiaalinäytteen mikrobianalyysi

**Näytteenottaja:** Reetta Valkelinen  
**Näytteenottopaikka:** LI 6807  
**Näytteenottopäivämäärä:** 15.11.2007  
**Vastaanottopäivämäärä:** 19.11.2007  
**Näytemäärä:** 12 kpl

**Analyysimenetelmä:** Materiaalinäytteen mikrobiologinen analysointi (TY04-TY-031)  
 Suoraviljelymenetelmä, elinkykyisten mikrobien määrä suhteellisella asteikolla. Asteikko: - = ei mikrobeja, + = niukasti (1-19 cfu/malja), ++ = kohtalaisesti (20-49 cfu/malja), +++ = runsaasti (50-200 cfu/malja), ++++ = erittäin runsaasti mikrobeja (>200 cfu/malja)

### Mikrobiryhmät

Mesofiiliset sienet  
 Mesofiiliset sienet  
 Mesofiiliset sienet  
 Mesofiiliset bakteerit

### Kasvatusalustat

Rose Bengal mallasuute-agar (Hagem-agar)  
 Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)  
 2% mallasuuteagar (M2-agar)  
 Tryptoni-hiivauute-glukoosi-agar (THG-agar)

### Kasvatus- lämpötila

+ 25°C

+ 25°C

+ 25°C

+ 25°C

### Kasvatus- aika

7 vrk

7 vrk

7 vrk

7-14 vrk

### Tutkitut näytteet

- H 115 (5), Us-eriste, sisäp., LP-taso, mineraalivilla
- H 132 (1), Us-eriste, sisäp., LP-taso, mineraalivilla
- H 132 (1), Us-eriste, sisäp., LP+0,30, mineraalivilla
- H 132 (1), Us-eriste, sisäp., LP-0,15, mineraalivilla
- H 162 labr., Us-eriste, sisäp., LP-0,03, mineraalivilla
- H 172 päätys., Us-eriste, sisäp., LP-0,05, mineraalivilla
- H 159, Us-eriste, sisäp., LP+0,35, mineraalivilla
- H 159, Us-eriste, sisäp., LP-0,03, mineraalivilla
- H 109, Us-eriste, sisäp., LP+0,05, mineraalivilla
- H 109, Us-eriste, sisäp., LP+1,00, mineraalivilla
- H 102, Us-eriste, sisäp., LP+1,00, mineraalivilla
- H 102, Us-eriste, sisäp., LP-taso, mineraalivilla

### Tulosten tulkinta

helkko vilte vauriosta  
 helkko vilte vauriosta  
 helkko vilte vauriosta  
 vilttaa vaurioon  
 ei villettä vauriosta  
 ei villettä vauriosta  
 vahva vilte vauriosta  
 vilttaa vaurioon  
 helkko vilte vauriosta  
 helkko vilte vauriosta  
 ei villettä vauriosta  
 helkko vilte vauriosta

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen Bioaerosolit ja sisäilma -tilin ympäristömikrobiologian laboratorion antaman kirjallisen luvan perusteella.

## Analyysitulokset:

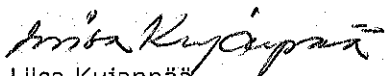
Näyte	Mesofilliset sienet				Mesofilliset bakteerit
	Hagem-agar	DG18-agar	M2-agar	THG-agar	
1.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> + <i>A. restrictus</i> <sup>o</sup> +(3) <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Eurotium</i> * +(1)	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> + <i>Streptomyces</i> * +(1) Muut bakteerit +	
2.	<b>Yhteensä</b> + <i>Cladosporium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>A. restrictus</i> <sup>o</sup> +(4)	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> ++	
3.	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>A. restrictus</i> <sup>o</sup> +(4) <i>Cladosporium</i> +	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> +	
4.	<b>Yhteensä</b> + <i>A. versicolor</i> * +(3) <i>Cladosporium</i> + steriilit +	<b>Yhteensä</b> ++ <i>A. restrictus</i> <sup>o</sup> +(12) <i>A. versicolor</i> * +(2) <i>Cladosporium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> + <i>Ulocladium</i> * +(1)	<b>Yhteensä</b> +	
5.	<b>Yhteensä</b> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> + steriilit +	<b>Yhteensä</b> -	
6.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> + <i>Cladosporium</i> +	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> +	
7.	<b>Yhteensä</b> ++ <i>Cladosporium</i> ++ <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> +++ <i>A. restrictus</i> <sup>o</sup> + <i>Cladosporium</i> +++ hilvat,punainen <sup>o</sup> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> + <i>Cladosporium</i> + <i>Engyodontium</i> <sup>o</sup> + hilvat,vaalea + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> +	
8.	<b>Yhteensä</b> + <i>A. versicolor</i> * +(7) <i>Cladosporium</i> + hilvat,vaalea +	<b>Yhteensä</b> + <i>A. restrictus</i> <sup>o</sup> +(2) <i>A. versicolor</i> * +(11) <i>Cladosporium</i> +	<b>Yhteensä</b> ++ <i>A. versicolor</i> * +(14) <i>Cladosporium</i> + <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> +	
9.	<b>Yhteensä</b> + <i>A. versicolor</i> * +(1)	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> + <i>A. versicolor</i> * +(2)	<b>Yhteensä</b> -	
10.	<b>Yhteensä</b> + <i>A. versicolor</i> * +(2)	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> + <i>A. versicolor</i> * +(1) <i>Penicillium</i> +	<b>Yhteensä</b> -	
11.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	
12.	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> + <i>A. penicillioides</i> <sup>o</sup> +(8)	<b>Yhteensä</b> -	<b>Yhteensä</b> -	

\*=kosteusvaurioon viittaava mikrobi, pesäkemäärä ilmoitettu suluisissa, <sup>o</sup>=Indikaattorimerkitys vielä avoim (Ympäristö ja Terveys-lehti 8/2005, s. 56-59), pesäkemäärä ilmoitettu suluisissa, A.=*Aspergillus*, *Streptomyces*=sädesieni=aktinobakteeri

**Tulkintaohje:**

Materiaalinäytteen mikrobiologisen viljelyn tulos viittaa materiaalin kostumiseen ja vaurioitumiseen, mikällä materiaalinäytteessä on elinkykyisiä sieni-itiöitä runsaasti (+++/++++) tai näytteessä esiintyy kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja. Yksittäisten kosteusvauriomikrobien esiintyminen on kuitenkin normaalla.

Suoraviljelymenetelmän mikrobipitoisuus +++ (=runsaasti mikrobeja) ja ++++ (=erittäin runsaasti mikrobeja) vastaavat Asumisterveysohjeen (Sosiaali- ja terveysministeriön oppailta 2003:1) laimennossarjamenetelmällä viljellyn materiaalinäytteen tulkintaohjeen yli 10 000 cfu/g mikrobipitoisuutta ja + (=niukasti mikrobeja) ja ++ (=kohtalaisesti mikrobeja) vastaavat laimennossarjamenetelmän < 10 000 cfu/g pitoisuutta, jolloin mikrobilajisto on otettava tulosta tulkittaessa huomioon.

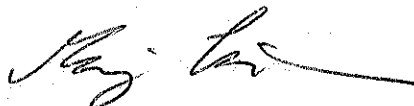


Liisa Kujanpää

Erityisasiantuntija

Ympäristömikrobiologian laboratorio

Bioaerosolit ja sisäilma -tiimi



Marja Hänninen

Mikrobiologi

Ympäristömikrobiologian laboratorio

Bioaerosolit ja sisäilma -tiimi



29.11.2007

KAPRAKKA  
Sisäilmakeskus  
Jouko Alastalo  
Torikatu 30 B 22  
80100 JOENSUU

NÄYTTEENNE, 28.11.2007


KOHDE: LI 687

1. Vuodeosasto, alaslaskukaton päältä / yläpinnalta
2. Huone 158, tuloilman päätelaite
3. Päivähuone 133, tuloilmakanava

Elektronimikroskooppisen tarkastelun perusteella pintapölynäyte 1 sisältää pääosin karkeaa kiviainespölyä. Lisäksi näytteessä on tavanomaista, pääasiassa tekstiili- ja paperikuiduista sekä hilsehiukkasista koostuvaa huonepölyä, kalkkipohjaista rakennusmateriaalipölyä sekä vuorivillakuituja (arviolta 1-5 paino-%).

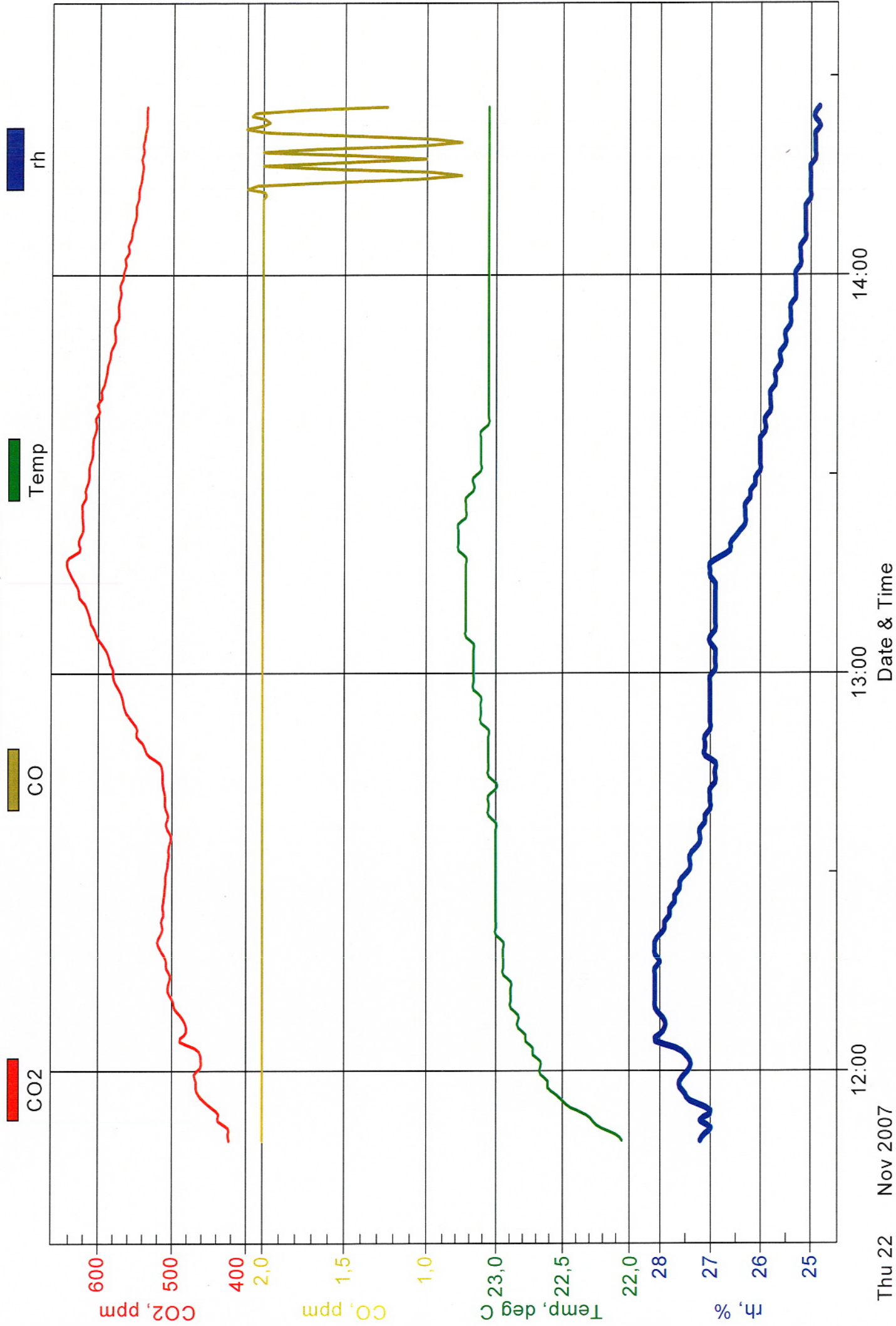
Näytteet 2 ja 3 sisältävät pääosin karkeaa ulkoilmapölyä (kiviaines-, hiekka- ja siitepöly). Lisäksi näytteissä on vuorivillakuituja (arviolta 1-5 paino-%).

TYÖTERVEYSLAITOS  
Aerosolilaboratorio

  
Antti Tossavainen  
tiimipäällikkö

# Kesälahden terveystasema

Vuodeosasto 22.11.2007, huone 131



Current Test: 001  
Start Time: 11:29:32 22.11.2007  
Stop Time: 14:25:32 22.11.2007  
Total Time: 00:02:56:00

Logging Interval: 60 seconds

Serial Number: 50014  
Sensor: CO2 CO rh  
Cal. Date: 06.12.2006 06.12.2006 07.12.2006

Channel: (Units)	CO2 ppm	CO ppm	Temp deg C	rh %
Average:	534	2	22.7	27.1
TWA (8 hr):	196	1		
Minimum: Time Date	396 11:33:32 22.11.2007	0 11:30:32 22.11.2007	17.7 11:30:32 22.11.2007	24.8 14:22:32 22.11.2007
Maximum: Time Date	643 13:16:32 22.11.2007	2 11:48:32 22.11.2007	23.3 13:18:32 22.11.2007	43.1 11:30:32 22.11.2007

Notes...  
miká koh de ?



## HOMEPURKUTYÖSSÄ SUOJAUTUMINEN JA SIIVOUSTOIMENPITEET

### 1 Purkutoimenpiteiden yhteydessä tehtävät puhdistustoimenpiteet

Purku- ja korjaustöiden tekevien työntekijöiden tulee käyttää henkilökohtaisia suojaimia mikrobialtistumisen ehkäisemiseksi (kosteusvauriomikrobeja vastaan). Käsiteltäessä homevaurioituneita materiaaleja tulee hengityksen suojauksessa käyttää vähintään FFP3-luokan (kevytsuojain/EN 149:2001) hengityssuojainta. Hengityksen suojausta voidaan tehostaa mikrobien kaasumaisia ja pölymäisiä epäpuhtauksia suodattavalla puolinaamarilla FFA2P3. Kasvot ja käsien iho tulee suojata käyttöön soveltuvin suojaimin esim. kertakäyttösuojaimin/haalarein. Korjauksen toteutuksessa tulee huomioida, että purkutöiden aikana mikrobipitoisuudet nousevat erittäin korkeiksi.

Ennen korjaustoimenpiteisiin ryhtymistä ilmanvaihtokanavat tulpataan huolellisesti niin, etteivät vapautuvat mikrobit pääse ilmanvaihtokanaviin. Korjauksen jälkeen ilmanvaihtokanavat tulee puhdistaa ja tarvittaessa desinfioida sekä tulpata uudelleen ennen varsinaista homepölysiivousta.

Rakennussiivous tehdään hienopöly- tai HEPA- suodattimella varustettua imurilla (harjasiivous kielletty, koska aiheuttaa pölyn leviämistä). Pölyn ja mikrobien leviäminen korjattavista tiloista muihin tiloihin tulee estää erottamalla korjausten alaiset tilat esim. muoviseinin muista tiloista. Korjattavissa tiloissa olevat komerot, laatikostot jne. teipataan huolellisesti siivoustarpeen vähentämiseksi. Muoviseinin erotettu tila tulee tehdä alipaineiseksi käyttämällä puhallinta, jossa on hienopölysuodatin. Alipainetuulettimella poistoilma johdetaan rakennuksen ulkopuolelle vähintään 3 m päähän ulkoseinistä ja ilmanvaihdon sisäänottoaukoista. Putken kautta purkautuva ilma ei saa aiheuttaa homepölyn leviämistä esim. ilmanvaihdon raitisilmakanaviin tai ikkuna- tai oviaukkojen kautta sisälle rakennukseen. Ympäristön suojaamisesta, osastoinnista ja purkutyön etenemisestä on annettu yksityiskohtaiset ohjeet Ratu-kortissa 82-0239 (Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku).

Kosteus- ja homevaurioituneet materiaalit puretaan ja poistetaan. Jos esim. kantavia puu- ja betonirakenteita ei voida uusia, puhdistetaan näiden pinnat mekaanisesti teräsharjauksella/hiekkapuhalluksella, puupinnat esim. höyläämällä tai hiekkapuhaltamalla/teräsharjauksella. Mekaanisen puhdistuksen yhteydessä imuroidaan rakennuspöly ja homepöly rakenteiden pinnoilta HEPA- suodattimella varustetulla imurilla. Tapauskohtaisesti voidaan puhdistuksessa käyttää apuna hapettavia puhdistusaineita (esim. peroksidipohjaiset sumutteet/nesteet). Usein joudutaan hajunpoistokäsittelyllä tehostamaan mikrobien kemiallisten hajujen poistamista rakenteista sekä valmiista pintamateriaaleista. Hajunpoistossa käytettäviä puhdistusaineita ja menetelmiä tulee harkita tapauskohtaisesti uusimpien käytettävissä olevien tietojen perusteella

### 2 Pölyttämäksi siivous korjaustoimenpiteiden jälkeen

Homepölysiivousta tekevien työntekijöiden tulee käyttää henkilökohtaisia suojaimia mikrobialtistumisen ehkäisemiseksi (kosteusvauriomikrobeja vastaan). Käsiteltäessä homevaurioituneita materiaaleja ja puhdistettaessa pintoja tulee hengityksen suojauksessa käyttää vähintään FFP3-luokan hengityssuojainta. Kasvot ja käsien iho tulee suojata käyttöön soveltuvin suojaimin esim. kertakäyttösuojaimin/haalarein ja käsinein.

#### 2.1 Pinnat

Pintojen siivous tehdään vasta kun purkutoimenpiteet on tehty ja rakennusjätteet poistettu korjauskohteesta. Siivous etenee puhtaalta alueelta likaiselle alueelle päin ja siivous aloitetaan ylhäältä alaspäin. Myös ne tilat puhdistetaan, joista on ollut ennen korjaustoimenpiteitä ilmayhteys vaurioituneisiin tiloihin.

Tilat imuroidaan pölyttömäksi käyttäen mikro- tai HEPA-suodattimella varustettua imuria (HEPA-suodattimen suodatuskyky on 99,97 % alle 0,3 mikrometrin kokoisista hiukkasista ja mikro-suodattimen 99,97 % alle 0,6 mikrometrin kokoisista hiukkasista).

Imuroinnissa puhdistetaan hyllyjen ja kaapistojen taustat, hyllyillä mahdollisesti olevat tavarat, sähköjohdot ym. pölyä keräävät tavarat ja pinnat. Myös sisäkattopinnat, mahdollisten alaslaskettujen kattojen yläpinnat ja yläpuolinen tekniikka (sähköjohdot yms.), kotelorakenteiden taustat ja seinäpinnat imuroidaan. Kiintokalusteiden taustapintojen puhdistamiseksi tulee kalusteita irrottaa paikoiltaan.

Imuroinnin jälkeisenä päivänä pinnat pyyhitään nihkeällä liinalla käyttäen pyyhittäväälle pinnalle soveltuvaa pesuainetta. Puhdistusaineita käytetään kunkin aineen laimennusohjeen mukaisesti. Kovien pintojen puhdistus nihkeäpyyhinnällä käyttäen desinfektioaineita: kvattipitoinen Biowash tai peroksidi- ja sitruunahappopitoista Citrox-desinfioivaa puhdistusainetta. Ikkunoiden pesussa tulee huomioida, että ikkunat pestään myös välistä. Kaikki valaisimet sekä irtaimet esim. toimistotarvikkeet on myös pyyhittävä. Kirjat, paperit, mapit yms. imuroidaan ja pyyhintää. Siivouksen aikana on vältettävä kaikenlaista läpikulkuliikennettä siivottujen ja siivoamattomien tilojen välillä, ettei pölyä siirry takaisin.

Sisäilman ”ilmanpesussa”, ULV-menetelmällä käytetään peroksiedeja, joiden desinfioiva ja hajua poistava vaikutus perustuu hapettamiseen. Ilmanpesussa ”märkämenetelmällä” käytetään Odox tai Penetrox S- peroksidipohjaisia desinfektioaineita. Aineet levitetään ilman kautta Hurricane- tai B&G MicroJet- aerosolisumuttimella. Vaihtoehtoisesti ilman ”kuivapesu” Maxox PF:llä käyttäen Patriot- kuivasumutinlaitetta (mikäli ei voida käyttää märkämenetelmää).

Siivous suoritetaan kolmeen kertaan tavanomaisen rakennussiivouksen lisäksi. Ensimmäisellä kerralla käytetään edellä mainittuja desinfektioaineita. Toisen ja kolmannen kerran siivouksessa käytetään normaaleja siivousaineita. Pölyn annetaan laskeutua siivousten välissä 2-3 vuorokautta (odotetaan 2-3 vuorokautta aikaa pölyn laskeutumiseksi). Laajoissa homepölysiivouksissa joudutaan työn edetessä puhtaita tiloja osastoimaan siivousta odottavista likaisista tiloista. Siivousvälineiden on oltava puhtaita ja ne tulee vaihtaa tilojen välillä.

Ylläpitosiivousta on tehostettava tilojen käytön alkuvaiheessa (korjausten jälkeen) (esim. 2 krt / viikko ensimmäisenä kuukautena). Ylläpitosiivouksessa on huomioitava myös yläpinnat.

2.2 Tekstiilit, kalusteet, pientarvikkeet, lelut, valaisimet, kengät ja kirjat yms.

Varsinaista homepesua kloriitilla suoritetaan pesuloissa ainoastaan valkopyykille. Muiden tekstiilien osalta ne pestään normaalilla vesipesulla tai kemiallisella pesulla mieluiten pesulassa. Mikäli tekstiilien pesussa käytetään pesulapalveluja, tekstiilit toimitetaan pestäväksi asianmukaisin merkinnöin varustettuna tiiviissä suljetuissa pusseissa. Tekstiilit pakataan ja siirretään pesulaan tms. paikkaan ennen siivoustoimenpiteiden aloittamista. Homeenhajua voidaan poistaa vaatteista tai tekstiileistä myös etikka- tai soodavesipesulla.

Pehmolelut, patjat, peitot ja tyynyt yms. pestään niiltä osin kuin se on mahdollista, muut imuroidaan huolellisesti. Jos puhdistuksen jälkeen edelleen materiaaleissa poikkeavaa hajuhaittaa on suositeltavaa hävittää esineet. Pinnat, joita ei voida pestä, pelkästään imuroidaan. Kirjat imuroidaan yksitellen. Vähempiarvoiset tarvikkeet, joiden puhdistaminen ei ole tarkoituksenmukaista, hävitetään sekajätteen mukana.

**Lähde** Rakennustietosäätiö Oy. Kosteus- ja mikrobivaurioituneiden rakenteiden purku. Ratu menetelmäkortti 82-0239, 2000.



## MUOVIMATON UUSIMINEN

<b>Epäpuhtauksien leviämisen estäminen</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Korjauksen alaisen tilan erottaminen muista tiloista tiiviisti, otettava myös mahdollisen alaslasketun kautta pölyn siirtyminen muihin tiloihin huomioon</li><li>▪ Tilan alipaineistaminen ikkunaan asennettavan puhaltimen avulla tai HEPA-suodattimen kautta muihin tiloihin puhallettuna</li><li>▪ noudatetaan soveltuvin osin RATU 82-0239, RATU 84-0133</li></ul>
<b>Maton poisto, alustan jyrästä ja puhdistus</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ muovimatto poistetaan</li><li>▪ vanha tasoite jyrätään kokonaan pois</li><li>▪ betonipinta imuroidaan</li></ul>
<b>Hajunpoisto betonirakenteesta</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ betonin huokosilmaan absorboituneiden orgaanisten yhdisteiden poistamiseksi käsittely Penetrox-S –vetyperoksidiliuoksella (Alron Chemical Co, maahantuoja A. Seppälä Total Quality Oy), levitys Mikrojet-aerosoliaggregaatilla</li><li>▪ vaikutusaika 2 vrk, jonka jälkeen pinnan kuivatus laminaarivirtauspuhaltimilla (väh. 3 vrk)</li><li>▪ työn suorittajan oltava maahantuojan valtuuttama ja kouluttama</li></ul>
<b>Alustan esikäsittely</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ primer: Vetonit MD 16, ensimmäinen käsittely 1:5 laimennettuna, toinen käsittely 1:3 laimennettuna</li></ul>
<b>Tasointus</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Käytettävät tasoitteet valitaan käyttötärpeen mukaan:<ul style="list-style-type: none"><li>○ pumpputasoite: Floor 4160 PikaPlaano</li><li>○ helposti leviävä käsitasoite: Vetonit 3100</li><li>○ pastamainen käsitasoite: Vetonit 4400</li></ul></li><li>▪ tasoitteen ehdoton minimipaksuus 5 mm (alkaalisuoja)</li><li>▪ alustan päällystyskelpoisuus tarkistetaan rakenteen sisältä tehtävillä kosteusmittauksilla (mittaajalla VTT sertifiointi), noudatetaan 'BePO–ohjeita (Betonin päällystämisen ohjeistus), kosteudenmittaus pinnasta (2-3 cm syvyydeltä) RH 75 %</li></ul>
<b>Muovimatto ja kiinnitys</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ mattoliima M1-luokiteltu päällysteen valmistajan suosittelema</li><li>▪ matto: M1-luokiteltu homogeeninen muovimatto, hoito ilman vahausta, väri rakennuttajan ilmoituksen mukaan</li></ul>
<b>Käyttöönottosiivous</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Irtolika poistetaan imuroimalla, lattia pestään yhdistelmäkoneella ja punaisella laikalla, puhdistusaineen pH 6-10.</li><li>▪ Polyuretaanivahvisteisen pinnan vuoksi lattioita ei vahata. Kuivakiillotus high-speed koneella n. 1000 kierr/min, punainen laikka.</li></ul>

Ohjeen laati arkkitehti Eero Palomäki, Työterveyslaitos.

Asiantuntijat: kehitysinsinööri Gunnar Lauren, Maxit Oy ja toimitusjohtaja Aaro Seppälä, A. Seppälä Total Quality Oy.