

# MITTAUSRAPORTTI

## SISÄILMAMITTAUKSET NAVALAN KARTANO

1.2.2016



## Sisällysluettelo

|     |                          |    |
|-----|--------------------------|----|
| 1   | YLEISTIEDOT .....        | 3  |
| 2   | LÄHTÖTIEDOT .....        | 4  |
| 3   | TUTKIMUSMENETELMÄT ..... | 6  |
| 4   | ANALYYSITULOKSET .....   | 6  |
| 4.1 | Mikrobianalyysit.....    | 6  |
| 4.2 | VOC- ja PAH-mittaus..... | 8  |
| 4.3 | Muut havainnot.....      | 10 |
| 5   | JOHTOPÄÄTÖKSET .....     | 11 |



# 1 YLEISTIEDOT

## Kohde

Navalan kartano  
Navalantie 19  
02880 Veikkola

## Tilaaaja

Kirkkonummen kunta  
Ralf Lönngren  
PL 20, 02401 Kirkkonummi

## Tutkimuksen tehtävä

Kirkkonummella sijaitsevan Navalan kartanon sisäilman laadun selvittämiseksi mitattiin sisäilman mikrobimäärät kolmesta huonetilasta. Tämän lisäksi ullakkotilasta mitattiin sisäilman mikrobimäärät sekä VOC- ja PAH-yhdisteet. Ullakon ja huonetilojen välisestä ovesta otettiin materiaalinäyte mikrobianalyysiin. Tutkimuksen yhteydessä tehtiin muita yleisiä havaintoja ja mitattiin hetkellisiä paine-eroja ylä- ja alakerrassa. Tulosten perusteella esitetään tutkittavien tilojen sisäilmanlaadun parantamiseksi suositeltavat toimenpide-ehdotukset. Tutkimuksella haluttiin myös selvittää voiko ullakkotilassa säilyttää irtainta.

## Tekijä

Vahanen Rakennusfysiikka Oy  
Linnoitustie 5, 02600 Espoo

MMM, Mikrobiologi Titta Manninen, [titta.manninen@vahanen.com](mailto:titta.manninen@vahanen.com), p. 044-7688274  
Projekti: RAFY58

## Tutkimusajankohta

Tutkimukset suoritettiin 12.1.2016. Tutkimushetkellä tutkittava rakennus oli tyhjiällä. Näytteenotonajankohtana maan pinta oli lumipeitteinen, lunta satoi ja ulkoilman lämpötila oli noin -7°C. Edellisenä yönä oli satanut runsaasti uutta lunta.



## 2 LÄHTÖTIEDOT

Navalan kartanon hirsirunkoinen päärakennus on rakennettu vuonna 1870. Tiloissa on ollut päiväkotitoimintaa. Helmikuussa 2012 tehtyjen sisäilman mikrobimittausten (Vahanen Oy) perusteella on suositeltu selvittämään huonetilassa 8 todettujen streptomyykeettien lähde sekä rakenteiden kunnon, ilmanvaihdon toiminnan sekä ilmapuotojen tarkempia tutkimuksia. Tarkentavat tutkimukset on suoritettu huhtikuussa 2012 (Vahanen Oy) kulmahuoneen 8 kohdalla ja tulosten perusteella alapohjarakenteet ja ulkoseinän hirsirakenteet olivat pääosin hyväkuntoiset. Alapohjatäytössä (sammal) ja ikkunatilkkeessä (rive) todettiin niille tyypillisesti mikrobeja, jotka ovat todennäköisesti kulkeutuneet sisätiloihin ilmapuotoreittien kautta. Epäpuhtauksien kulkeutumisen estämiseksi on suositeltu ilmanvaihdon tasapainottamista sekä ikkunoiden ja niihin liittyvien rakenteiden kunnon tarkastamista/uusimista.

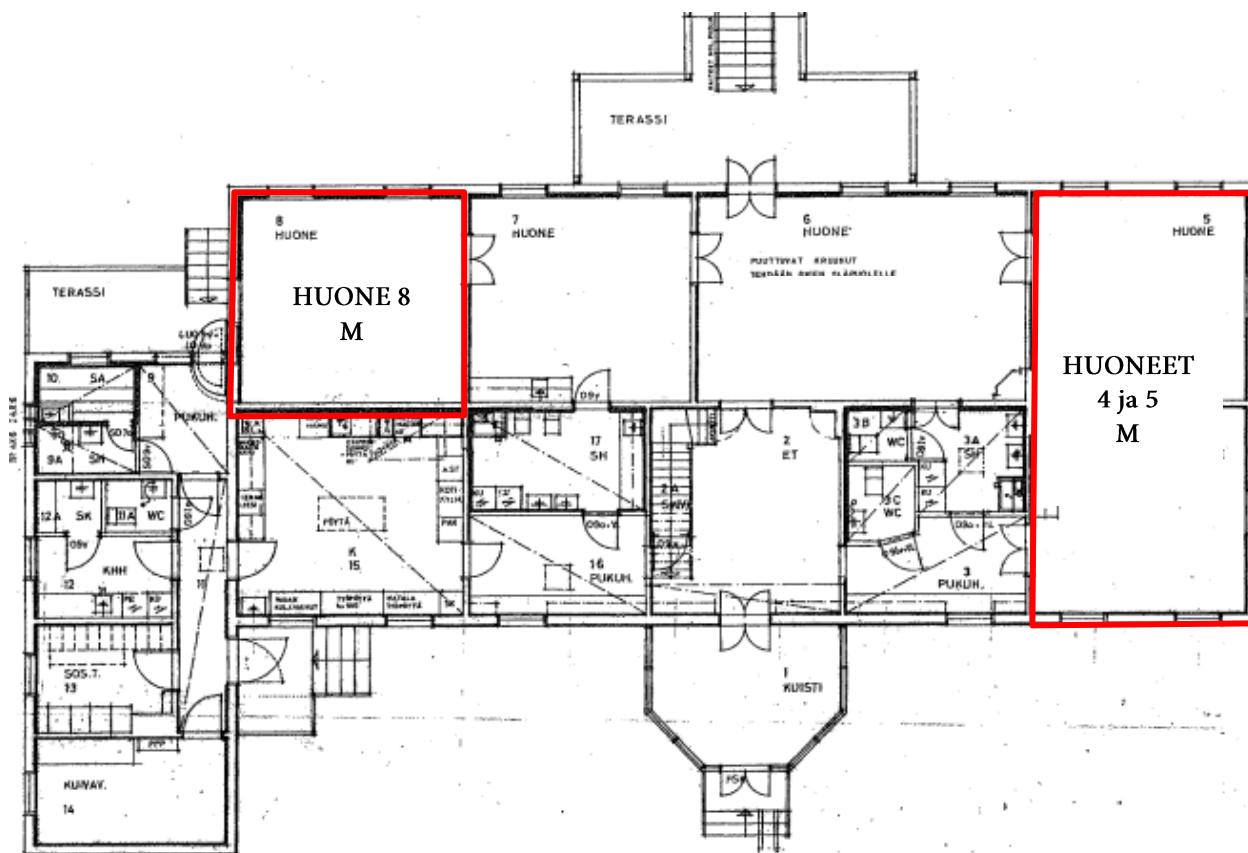
Rakennuksessa on tehty sisäpuolista pintaremonttia, mm. lattiarakojia on maalattu umpeen ensimmäisessä kerroksessa ja ikkunapuitteet on huoltomaalattu. Huoneessa 8 on uusittu ikkunat. Talon julkisivu on huoltomaalattu.

Alla on listattu kohdetta koskevat käytettävissä olleet aineistot:

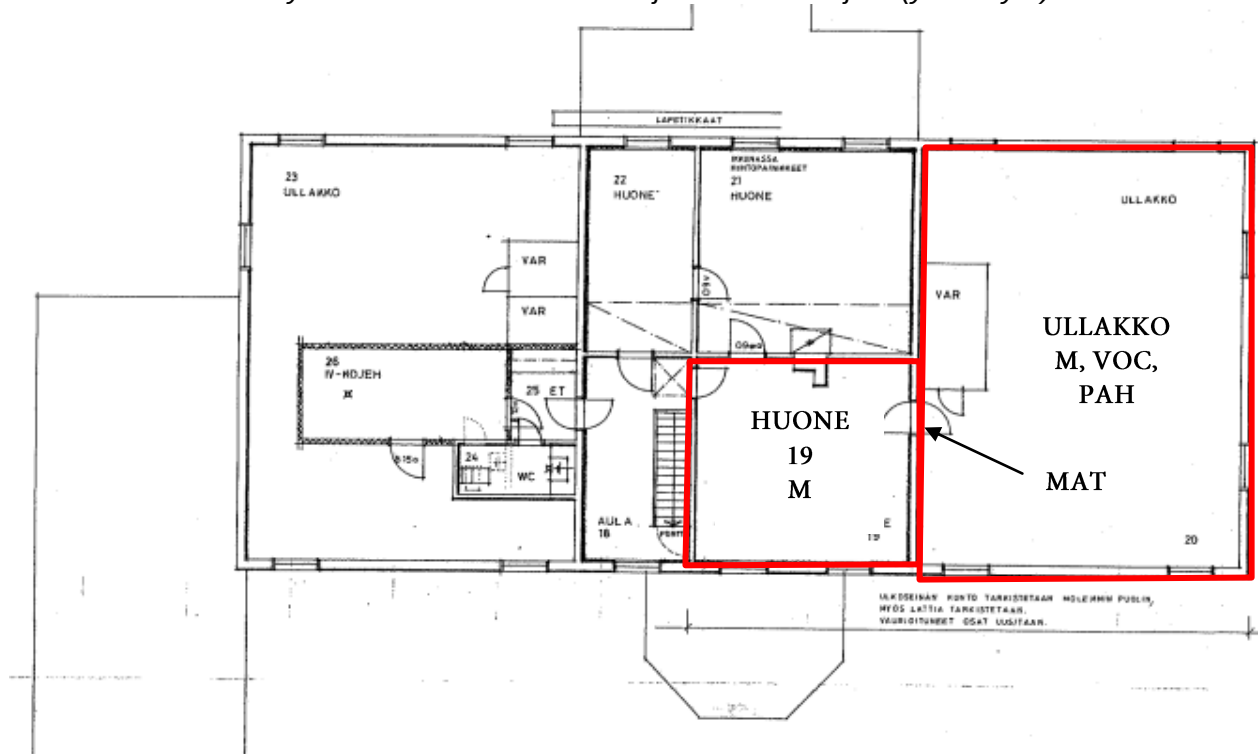
- Tutkimusselostus, Navalan kartano, Nukkumahuoneen kuntotutkimus, 22.5.2012, Vahanen Oy
- Tutkimusselostus, Sisäilman mikrobinäytteenotto, Navalan kartano, 16.3.2012, Vahanen Oy

Tutkimuksen yhteydessä otettujen näytteiden ottopaikat on esitetty alla olevissa kuvissa 1 ja 2.





**Kuva 1.** Navalan kartanon ensimmäisen kerroksen pohjakuva. Sisäilman mikrobinäytteet (M) on otettu vihreällä merkityistä tiloista eli huoneesta 8 ja huoneista 4 ja 5 (yksi näyte).



**Kuva 2.** Navalan kartanon toisen kerroksen pohjakuva. Sisäilman mikrobinäytteet (M) on otettu huoneista 19 ja ullakko. Ullakolta on lisäksi otettu VOC-, PAH- ja materiaalinäytteet (MAT).

### 3 TUTKIMUSMENETELMÄT

#### Sisäilman mikrobinäytteenotto

Sisäilman mikrobinäytteenotossa käytettiin kuusivaiheimpaktoria eli Andersen-keräintä. Keräimen avulla ilmasta saadaan kerättyä bakteerit sekä sieni-itiöt ja ilman sisältämä elinkykyisten mikrobien määrä voidaan laskea. Ilmanäyte kuvaa tilannetta tutkitussa tilassa näytteenottoajankohtana. Näytteenotto, näytteiden analysointi sekä tulosten tulkinta tehtiin Asumisterveysohjeen ja –oppaan mukaisesti (STM 2003, STM 2009). Oleellista mikrobitulosten tulkinnassa on tarkastella kokonaispitoisuuksien lisäksi myös mikrobilajistoa sekä poikkeavien mikrobien esiintymistä. Sisäilman mikrobinäytteet toimitettiin akreditoituun laboratorioon analysoitavaksi (MetropoliLab Oy).

#### Sisäilman haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC-yhdisteet) määrittäminen

Sisäilman VOC -yhdisteet kerättiin olohuoneesta aktiivisella näytteenottomenetelmällä. Näytteenkeräykseen tutkimuksissa käytettiin Tenax TA-adsorbenttia ja analysointi tehtiin Helsingin Työterveyslaitoksella.

#### PAH

Tutkimuksessa analysoitiin höyryinä esiintyvät ja hiukkasiin sitoutuneet polysykliset aromaattiset hiilivedyt (PAH). Kaasumaisina esiintyvien PAH-yhdisteiden näytteenkeräykseen tutkimuksissa käytettiin Orbo 43-adsorbenttia ja hiukkasiin sitoutuneet PAH-yhdisteet kerättiin teflonsuodattimelle. Näytteenottoajat ja toteutus olivat Työterveyslaitoksen ohjeiden mukaiset. Näytteet analysoitiin Helsingin Työterveyslaitoksella.

#### Painesuhteet

Hetkelliset painesuhteet mitattiin Teston 512-paine-eromittarilla.

### 4 ANALYYSITULOKSET

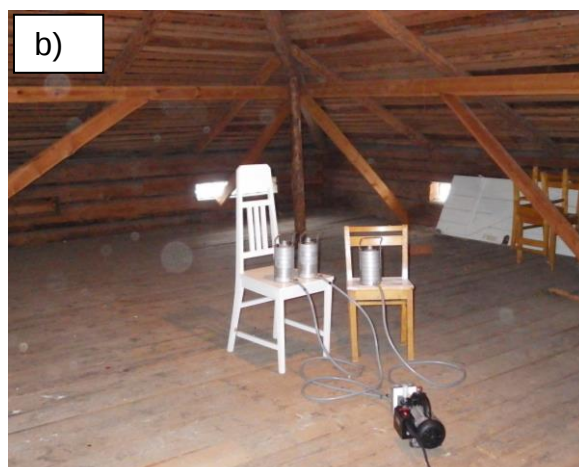
#### 4.1 Mikrobianalyysit

Kuvissa 3 ja 4 on esitetty sisäilman mikrobimittapisteiden sijainti tiloissa ja kuvassa 5 materiaalinäytteen ottopaikka ullakon ovesta. Sisäilman mikrobimittauksen yhteydessä ei havaittu poikkeavia mikrobiperäisiä hajuja. Mikrobianalyysien vastaukset on esitetty liitteissä 1 ja 2.





**Kuva 3 a ja b.** Ensimmäisen kerroksen sisäilman mikrobinäytteenottokohdat: huone 8 (a) ja huoneet 4 ja 5 (b).



**Kuva 4 a ja b.** Toisen kerroksen sisäilman mikrobinäytteenottokohdat: huone 19 (a) ja ullakko (b).



**Kuva 5.** Materiaalinäyte mikrobianalysiin (MAT) otettiin ullakon puoleisesta maa-laamattomasta puuovesta.

## Sisäilman mikrobitulokset

Ensimmäisen kerroksen sisäilman sienipitoisuudet olivat kohonneita (välillä 100-500 pmy/m<sup>3</sup>) ja sisäilmassa todettiin yksittäisiä kosteusvaurioindikaattorilajeja. Pohjoisen ulkoseinänlinjan huonetilassa (huoneet 4 ja 5) todettiin lisäksi aktinomykeettejä 12 pmy/m<sup>3</sup>.

Toisen kerroksen huoneesta 19 otetussa näytteessä ei todettu poikkeavia sisäilman mikrobipitoisuuksia.

Ullakolla sisäilman mikrobipitoisuudet olivat kohonneet, aktinomykeettejä ei todettu ja indikaattorimikrobien esiintyminen oli vähäistä (*Wallemia* 3 pmy/m<sup>3</sup>, *Eurotium* 3 pmy/m<sup>3</sup>).

## Materiaalinäytteen mikrobitulokset

Ullakon ja huoneen 19 välisestä puuovesta otetussa materiaalinäytteessä ei todettu vaurioitumiseen viittaavia mikrobimääriä. Näytteen lajistosta noin puolet koostui kosteusvauriomikrobistosta (*A. fumigatus*).

## 4.2 VOC- ja PAH-mittaus

Ullakolta otettiin PAH- ja VOC-näytteet kuvan 6 osoittamalla tavalla. Mittauksen yhteydessä havaittiin ullakolla havaittiin kreosootin hajua, jota ei havaittu muualla rakennuksessa. Kemiallisten analyysien vastaukset on esitetty liitteissä 3 ja 4.



**Kuva 6.** Ullakolta otettujen VOC- ja PAH-näytteiden näytteenottokohta.

Taulukossa 1 on esitetty kohteessa kerätyn VOC-yhdisteiden sisäilma-analyysin tulokset ja taulukossa 2 PAH-yhdisteiden sisäilma-analyysin tulokset.

**Taulukko 1.** Tunnistettujen VOC-yhdisteiden sisäilma-analyysien tulokset. Taulukon harmaa väri merkitsee kyseiselle yhdisteelle kirjallisuudessa raportoidun hajukynnyksen ylitystä. Taulukossa tulokset on esitetty yhdisteen omalla vasteella laskettuina. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden summakonsentraatio (TVOC) on laskettu tolueeniekvivalenttina.

| Yhdiste                          | VOC<br>ullakko<br>[µg/m³] |
|----------------------------------|---------------------------|
| Aromaattiset hiilivedyt          |                           |
| bentseeni                        | 0,8                       |
| tolueeni                         | 0,6                       |
| Terpeenit ja niiden johdannaiset |                           |
| α-pineeni                        | 0,9                       |
| Aldehydit                        |                           |
| n-nonanaali                      | 0,6                       |
| n-dekanaali                      | 0,6                       |
| bentsaldehydi                    | 1                         |
| Ketonit                          |                           |
| asetoni                          | 2                         |
| Orgaaniset hapot                 |                           |
| etikkahappo                      | 27                        |
| <b>TVOC</b>                      | <b>&lt;10</b>             |

**Taulukko 2.** Tunnistettujen kaasumaisten ja hiukkasiin sitoutuneiden PAH-yhdisteiden analyysien tulokset.

| Yhdiste                              | PAH<br>14<br>[µg/m³] |
|--------------------------------------|----------------------|
| Kaasumaiset PAH-yhdisteet            |                      |
| naftaleeni                           | 0,19                 |
| asenaftteeni                         | 0,05                 |
| fluoreeni                            | 0,04                 |
| fenantreeni                          | 0,25                 |
| fluoranteeni                         | 0,01                 |
| Hiukkasiin sitoutuneet PAH-yhdisteet |                      |
| fluoreeni                            | 0,005                |
| fenantreeni                          | 0,048                |
| fluoranteeni                         | 0,004                |

## VOC-mittaus

Kaikille tutkitusta näytteestä analysoiduille haihtuville orgaanisille yhdisteille ei ole kirjallisuudessa määritetty hajukynnystä. Analyysissä mitattiin kuitenkin hajukynnyksen ylittäviä yhdistepitoisuuksia, joten tutkitussa tilassa on selvästi mitattavia hajuja.

Sosiaali- ja terveysministeriön asetuksen 545/2015 mukaan haihtuvien orgaanisten yhdisteiden tolueenivasteella lasketun kokonaispitoisuuden (TVOC) toimenpideraja huoneilmassa on 400 µg/m³. Vastaavasti yksittäisen haihtuvan orgaanisen yhdisteen tolueenivasteella lasketun pitoisuuden toimenpideraja-arvo huoneilmassa on 50 µg/m³.

Tilan sisäilmanäytteen yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet sekä sen laskettu haihtuvien yhdisteiden summakonsentraatio alittavat niille asetetut STMa 545/2015:n mukaiset raja-arvot. Ullakolta otettu sisäilman VOC-näyte sisältää erittäin pieniä pitoisuuksia.



sia tavanomaisia sisäilmassa esiintyviä haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, joiden pääasiallisia lähteitä ovat puu tai puutuotteet.

### PAH-mittaus

PAH-yhdisteiden sisäilmamittauksissa tilassa todettiin kokemustemme mukaan poikkeuksellisen laaja joukko kaasumaisina esiintyviä PAH-yhdisteitä sekä hiukkasiin sitoutuneita PAH-yhdisteitä. Havaitut PAH-yhdisteiden pitoisuudet olivat kuitenkin erittäin pieniä. Havaitut PAH-yhdistepitoisuudet viittaavat joko kreosoottitervalla kyllästetyn puun käyttöön tai kreosoottitervasta valmistettujen bitumituotteiden käyttöön tilassa. Havaituista yksittäisistä PAH-yhdisteistä STMa 545/2015:n mukaan naftaleenin toimenpideraja-arvo on 10 µg/m³, joka ei ylity.

## 4.3 Muut havainnot

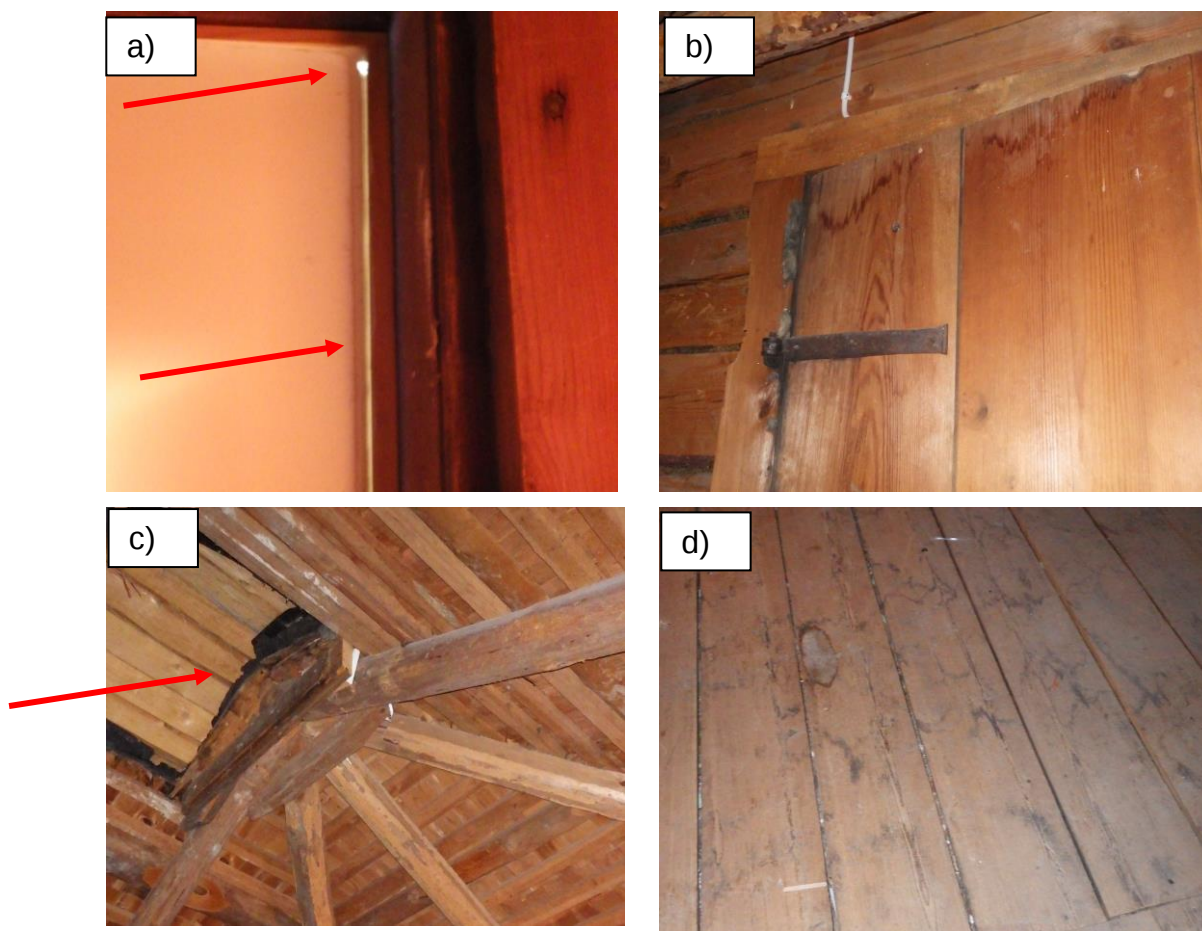
Toisessa kerroksessa sisäilma oli 1,2..3 Pa alipaineinen ulkoilmaan verrattuna. Ensimmäisessä kerroksessa sisäilma oli 0...3 Pa alipaineinen ulkoilmaan verrattuna lukuunottamatta huonetta 8, jossa sisäilma oli 3,8...4 Pa alipaineinen ulkoilmaan verrattuna. Aistinvaraisesti paperiarkin avulla arvioituna tulo- ja poistoilmanvaihto toimivat.

Rakennuksen ikkunanpuitteet oli maalattu huoneen 8 ikkunoita lukuun ottamatta. Maalaaminen oli johtanut siihen, että puitteet eivät menneet kunnolla kiinni ja ikkunanpuitteiden väliin oli kertynyt lunta (kuva 6). Maalatuissa ikkunoissa ei havaittu tiivistettä.

Ullakon ja sisätilan väliset ovet olivat epätiivit (kuva 7 a) ja ovessa oli vanhaan vesivuotoon viittaavia jälkiä (kuva 7b). Vanhoja vesivauriojälkiä havaittiin myös vesikatteiden aluslaudoituksessa (kuva 7 c) ja laualattiassa (kuva 7d).



**Kuva 6.** Huoneen 8 ikkunat oli uusittu mutta muualla rakennuksessa ikkunanpuitteet olivat epätiivit ja lunta oli kulkeutunut puitteiden väliin.



**Kuva 6.** Ullakon ulompi ovi on epätiivis sisätilaan nähden (a) ja sisemmässä puu-ovessa, josta materiaalinäyte otettiin, on vanhoja vauriojälkiä (b). Ullakon vesikatteen aluslaudoituksessa havaittiin vanhoja vauriojälkiä ja laudoitusta oli uusittu (c). Myös ullakon lattialankuissa oli vanhoja vauriojälkiä (d). Tutkimuskäynnillä ei havaittu aktiivista vesivuotoa ullakkotilassa.

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Sisäilman mikrobinäytteissä todetut kohonneet sisäilman mikrobimäärät selittyvät kokemuksemme mukaan pääosin rakennuksen iällä, rakenneratkaisuilla, käytetyillä materiaaleilla sekä tilojen alipaineisuudella. Rakentamisajankohta huomioiden rakennuksen sisäkuoressa on epätiiveyttä ja rakenteissa materiaaleja, jotka johtavat suurempaan sisäilman mikrobimäärään kuin uudemmissa rakennuksissa. Vahanen Oy:n 22.5.2012 päivätyssä raportissa on kulmahuoneen osalta todettu mm. aktinomykeettejä sammaltäytössä, vaurioituneita ulkoseinä- ja ikkunarakenteita ja ilmavuotoa alapohjatäytöstä sisäilmaan. On hyvin todennäköistä, että vastaava tilanne on myös muualla rakennuksessa. Rakenteissa olevien epäpuhtauksien kulkeutumista huonetiilaan voidaan vähentää tiivistämällä ilmavuotokohtat ja hallitsemalla rakennuksen painesuhteita. Huoneessa 8 tehdyt tiivistys- ja korjaustoimet ovat todennäköisesti vähentäneet aktinomykeettien määrää sisäilmassa, kun verrataan aiempaa tulosta nyt mitattuun ja toisaalta ensimmäisessä kerroksessa muualla mitattuun. Toisaalta sisäilman mikrobimäärät ovat nyt tehdyn mittauksen mukaan hieman suurempia kuin 2012. Suuruusluokan vaihtelu voi selittyä painesuhteiden ja ilmanvaihdon säätöjen vaihtelulla. Toisaalta tulos voi viitata myös edenneeseen mikrobivaurioitumiseen ra-

kenteissa. Sisäilman mikrobitulosten perusteella ja erityisesti ensimmäisen kerroksen aktinomykeettien raja-arvon ylityksen vuoksi suosittelemme tekemään 22.5.2012 päivätyn tutkimusselostuksen mukaiset toimenpiteet.

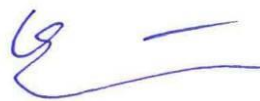
Ullakolla todettu naftaleeni on todennäköisesti aiheuttanut hajua ullakkotilassa. Ullakon sisäilmassa ja ovesta havaitut vähäiset kosteusvaurioindikaattorimikrobit viittaavat kenttähavainnot huomioiden vanhoihin vaurioihin. Emme kuitenkaan suosittele säilyttämään ullakkotilassa irtainta. Esimerkiksi vaahtotäytteiset patjat ja pehmusteet voivat imeä sekä PAH-yhdisteitä että mikrobiepäpuhtauksia niin ettei niitä voida puhdistaa. Suosittelemme parantamaan ullakon ja sisätilan välisen oven tiiveyttä.

Rakennuksen tulevassa käytössä tulee huomioida rakenteissa ja sisäilmassa havaitut mikrobit sekä rakenteissa oleva pöly ja mahdolliset hajulähteet. Epäpuhtauksien luotettava hallitseminen edellyttää laajoja ja vaikeasti toteutettavia korjauksia. Tämän vuoksi on suositeltavaa, että sisäilman laatutasovaatimus ei olisi korjausten jälkeen korkea. Tämän takia rakennusta ei suositella esimerkiksi päiväkotitai koulurakennukseksi, joissa edellytetään korkeaa sisäilman laatutasoa.

Espoossa 1.2.2016



Titta Manninen  
MMM  
Vahanen Rakennusfysiikka Oy



Eeva Kauriinvaha  
DI  
Vahanen Rakennusfysiikka Oy

## Liitteet

- Liite 1. Testausseleoste 2016-492, 26.1.2016. Metropolilab Oy.
- Liite 2. Testausseleoste 2016-494, 27.1.2016. Metropolilab Oy.
- Liite 3. Analyysivastaus, VOC-analyysi ilmanäytteestä. Tilaus 324369, 18.1.2016. Työterveyslaitos
- Liite 4. Analyysivastaus, PAH-määritys ilmanäytteestä. Tilaus 324369, 21.01.2016. Työterveyslaitos
- Liite 5. Lausunto Navalan kartanon sisäilmasta, hajuista ja irtaimistosta. Vahanen 1.2.2016.



Tilaaaja  
**2206578-8**  
Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Titta Manninen

Linnoitustie 5  
02600 ESPOO

Maksaja

**Vahanen Rakennusfysiikka Oy, maks.**  
**c/o Vahanen yhtiöt laskutus**

Linnoitustie 5  
02660 ESPOO



**Näytetiedot**

|                        |                 |                         |                |
|------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| <b>Näyte</b>           | Sisäilmanäyte   |                         |                |
| <b>Näyte otettu</b>    | 12.01.2016      | <b>Kellonaika</b>       |                |
| <b>Vastaanotettu</b>   | 13.01.2016      | <b>Kellonaika</b>       | 09.00          |
| <b>Tutkimus alkoi</b>  | 13.01.2016      | <b>Näytteenoton syy</b> | Tilaustutkimus |
| <b>Ottopiste</b>       | Navalan kartano |                         |                |
| <b>Näytteen ottaja</b> | Manninen Titta  |                         |                |
| <b>Viite</b>           | RAFY58          |                         |                |

Näytteet otettu 6-vaiheimpaktorilla, näytteenottoaika sisäilma 12 minuuttia.

| Analyysi                                | Menetelmä                             | 492-1<br>Sisäilma-<br>näyte<br>Huone 8,<br>1.krs | 492-2<br>Sisäilma-<br>näyte<br>Huoneet 4 ja<br>5, 1.krs | 492-3<br>Sisäilma-<br>näyte<br>Huone 19,<br>2.krs | 492-4<br>Sisäilma-<br>näyte<br>Ullakko,<br>2.krs | Yksikkö            |
|-----------------------------------------|---------------------------------------|--------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------|
| Bakteeripitoisuus                       | * STM<br>Asumisterveys<br>ohje 2003:1 | 260                                              | 72                                                      | 38                                                | 27                                               | kpl/m <sup>3</sup> |
| Aktinomykeetti-<br>pitoisuus            | * STM<br>Asumisterveys<br>ohje 2003:1 | 3                                                | 12                                                      | 6                                                 | alle 3                                           | kpl/m <sup>3</sup> |
| Sieni-itiöpitoisuus<br>(2 % mallasagar) | * STM<br>Asumisterveys<br>ohje 2003:1 | 110                                              | 77                                                      | 35                                                | 71                                               | kpl/m <sup>3</sup> |
| Sienten tunnistus,<br>mallas            | * Viljely,<br>mikroskopiointi         |                                                  |                                                         |                                                   |                                                  |                    |
| - Aspergillus<br>fumigatus              | *                                     | 3                                                |                                                         |                                                   |                                                  | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Aspergillus niger                     | *                                     |                                                  | 3                                                       |                                                   |                                                  | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Aspergillus spp.                      | *                                     | 12                                               |                                                         |                                                   |                                                  | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Aspergillus<br>versicolor             | *                                     |                                                  | 3                                                       |                                                   |                                                  | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Aureobasidium<br>sp.                  |                                       | 6                                                |                                                         |                                                   |                                                  | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Cladosporium sp.                      | *                                     | 23                                               | 9                                                       |                                                   | 6                                                | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Geotrichum sp.                        |                                       |                                                  |                                                         | 3                                                 |                                                  | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Mycelia sterilia                      |                                       | 34                                               | 18                                                      | 12                                                | 9                                                | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Penicillium spp.                      | *                                     | 32                                               | 44                                                      | 20                                                | 56                                               | kpl/m <sup>3</sup> |

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.  
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

**Postiosoite**  
Viikinkaari 4  
00790 Helsinki  
metropolilab@metropolilab.fi

**Puhelin**  
+358 10 391 350

**Faksi**  
+358 9 310 31626

**Y-tunnus**  
2340056-8  
**Alv. Nro**  
FI23400568

<http://www.metropolilab.fi>

|                                     |                                       |     |     |        |     |                    |
|-------------------------------------|---------------------------------------|-----|-----|--------|-----|--------------------|
| Sieni-itiöpitoisuus<br>(DG-18 agar) | * STM<br>Asumisterveys<br>ohje 2003:1 | 310 | 210 | alle 3 | 170 | kpl/m <sup>3</sup> |
| Sienten tunnistus,<br>DG-18         | * Viljely,<br>mikroskopointi          |     |     |        |     |                    |
| - Aspergillus niger                 | *                                     |     | 2   |        |     | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Aspergillus sp.                   | *                                     | 12  |     |        |     | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Aspergillus<br>versicolor         | *                                     |     | 6   |        |     | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Botrytis sp.                      |                                       |     | 6   |        |     | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Cladosporium sp.                  | *                                     | 81  |     |        | 31  | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Cladosporium<br>spp.              | *                                     |     | 67  |        |     | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Eurotium sp.                      | *                                     | 3   | 6   |        | 3   | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Mycelia sterilia                  |                                       | 43  | 36  |        | 53  | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Penicillium spp.                  | *                                     | 159 | 79  |        | 80  | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Wallemia sp.                      | *                                     | 6   |     |        | 3   | kpl/m <sup>3</sup> |
| - Hiivat                            |                                       | 6   | 8   |        |     | kpl/m <sup>3</sup> |

\* = Akkreditoitu menetelmä

## Lausunto

**Suoritettujen tutkimusten perusteella sisäilmanäytteiden 1, 2 ja 4 homeitiöpitoisuudet ovat kohonneet (DG-18). Sisäilmanäytteissä todettiin vähäiset määrät niin sanottuja kosteusvaurioindikaattoreita. Näytteissä 1 ja 3 todettiin aktinomykeettejä ja näytteessä 2 todettiin aktinomykeettejä yli 10 kpl/m<sup>3</sup>.**

Lausunto perustuu Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeeseen (2003).

Asumisterveysohjeen mukaan:

- tarkkojen ohjearvojen antaminen ei ole mahdollista
- näytteitä tulisi ottaa useita, vähintään 2-3
- rakennuksessa voi olla home- tai lahovaurio, vaikka mikrobipitoisuudet ovat pieniä
- yksinomaan ilmanäytteen sieni-itiöpitoisuuksien perusteella ei voi tehdä johtopäätöksiä mikrobikasvun mahdollisesta esiintymisestä asunnossa, vaan on tarkasteltava myös mitä homesukuja näytteissä esiintyy.

Taajamassa sijaitsevan asunnon sisäilman sieni-itiöpitoisuus:

alle 100 kpl/m<sup>3</sup>

Taajamassa talviaikaan mitattuna tavanomainen ellei esiinny poikkeava mikrobisuvusto

100-500 kpl/m<sup>3</sup>

Taajamassa sijaitsevassa asunnossa talviaikaan mitattuna viittaa kohonneeseen pitoisuuteen ja mikrobikasvun esiintyminen on todennäköistä jos samalla poikkeava mikrobisuvusto

yli 500 kpl/m<sup>3</sup>

Pitoisuus talviaikana kohonnut ja mikrobikasvustoon viittaava

Muissa sisätiloissa, esimerkiksi toimistoissa ja kouluissa pitoisuudet ovat yleensä pienempiä kuin asunnoissa.

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.  
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

## Postiosoite

Viikinkaari 4  
00790 Helsinki  
metropolilab@metropolilab.fi

## Puhelin

+358 10 391 350

## Faksi

+358 9 310 31626

## Y-tunnus

2340056-8

## Alv. Nro

FI23400568

<http://www.metropolilab.fi>

---

Taajamassa sijaitsevan asunnon sisäilman aktinomykeettipitoisuus:

Yli 10 kpl/m<sup>3</sup>

Viittaa talviaikaan mitattuna mikrobikasvustoon rakennuksessa ja sisäilman aiheuttamaan terveyshaittaan

Sisäilman bakteeripitoisuus:

Yli 4500 kpl/m<sup>3</sup>

Bakteeripitoisuus on kohonnut, mutta ei viittaa terveyshaittaan vaan on osoitus puutteellisesta ilmanvaihdesta

Homesienisuvut ja mikrobilajit

Rakennusten sisäilmassa, pinta - ja rakennusmateriaalinäytteissä esiintyy tavallisimmin

- Penicillium sp.
- Cladosporium sp.
- Aspergillus sp.
- Hiivat

Kosteusvaurioon ja mikrobikasvustoon viittaavia mikrobisukuja ovat Asumisterveysohjeen (2003) mukaan

- Stachybotrys sp.
- Chaetomium sp.
- Trichoderma sp.
- Phialophora sp.
- Aspergillus versicolor
- Fusarium sp.
- Aspergillus fumigatus
- Aktinomykeetit

**Yhteyshenkilö** Kalso Seija, 010 3913 400, toimitusjohtaja



Kalso Seija  
toimitusjohtaja

**Tiedoksi** Manninen Titta, titta.manninen@vahanen.com

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.  
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

---

**Postiosoite**

Viikinkaari 4  
00790 Helsinki

metropolilab@metropolilab.fi

**Puhelin**

+358 10 391 350

**Faksi**

+358 9 310 31626

**Y-tunnus**

2340056-8

**Alv. Nro**

FI23400568

<http://www.metropolilab.fi>

Tilaaaja  
**2206578-8**  
Vahanan Rakennusfysiikka Oy

Titta Manninen

Linnoitustie 5  
02600 ESPOO

Maksaja

**Vahanan Rakennusfysiikka Oy,**  
**maks.**  
**c/o Vahanan yhtiöt laskutus**

Linnoitustie 5  
02660 ESPOO



|                    |                        |                 |                         |                |
|--------------------|------------------------|-----------------|-------------------------|----------------|
| <b>Näytetiedot</b> | <b>Näyte</b>           | Materiaalinäyte |                         |                |
|                    | <b>Näyte otettu</b>    | 12.01.2016      | <b>Kellonaika</b>       |                |
|                    | <b>Vastaanotettu</b>   | 13.01.2016      | <b>Kellonaika</b>       | 09.00          |
|                    | <b>Tutkimus alkoi</b>  | 13.01.2016      | <b>Näytteenoton syy</b> | Tilaustutkimus |
|                    | <b>Ottopiste</b>       | Navalan kartano |                         |                |
|                    | <b>Näytteen ottaja</b> | Manninen Titta  |                         |                |
|                    | <b>Viite</b>           | RAFY58          |                         |                |

| Analyysi                                | Menetelmä                                            | 494-1<br>Materiaalinäyte<br>Puu, ullakon ovi<br>0,6 g | Yksikkö |
|-----------------------------------------|------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|---------|
| Bakteeripitoisuus                       | * STM<br>Asumisterveys<br>ohje 2003:1                | 100                                                   | kpl/g   |
| Aktinomykeettipitoisuus                 | * STM<br>Asumisterveys<br>ohje 2003:1                | alle 100                                              | kpl/g   |
| Sieni-itiöpitoisuus<br>(2 % mallasagar) | * STM<br>Asumisterveys<br>ohje 2003:1                | 200                                                   | kpl/g   |
| Sieni-itiöpitoisuus<br>(DG-18-agar)     | * STM<br>Asumisterveys<br>ohje 2003:1                | 300                                                   | kpl/g   |
| Homesienikasvuston<br>toteaminen        | * Sisäinen<br>menetelmä,<br>suora<br>mikroskopiointi | ei todettu                                            |         |
| Sienten tunnistus, mallas               | * Viljely,<br>mikroskopiointi                        |                                                       |         |
| - Aspergillus fumigatus                 | *                                                    | 50                                                    | %       |
| - Hiivat                                |                                                      | 50                                                    | %       |
| Sienten tunnistus, DG18                 | * Viljely,<br>mikroskopiointi                        |                                                       |         |
| - Aspergillus fumigatus                 | *                                                    | 33                                                    | %       |
| - Hiivat                                |                                                      | 67                                                    | %       |

\* = Akkreditoitu menetelmä

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.  
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

**Postiosoite**  
Viikinkaari 4  
00790 Helsinki  
metropolilab@metropolilab.fi

**Puhelin**  
+358 10 391 350

**Faksi**  
+358 9 310 31626

**Y-tunnus**  
2340056-8  
**Alv. Nro**  
FI23400568

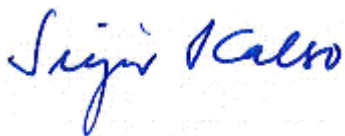
<http://www.metropolilab.fi>

**Lausunto** Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (2003) mukaan rakennusmateriaalinäytteessä voidaan katsoa esiintyvän sienikasvustoa, kun näytteen sieni-itiöpitoisuus on suurempi kuin 10 000 kpl/g. Näytteen bakteeripitoisuus vähintään 100 000 kpl/g viittaa bakteerikasvuun materiaalissa. Jos aktinomykeettipitoisuus on suurempi kuin 500 kpl/g, se viittaa aktinomykeettikasvustoon.

**Tällä perusteella näytteessä ei esiinny homesieni-, aktinomykeetti- tai bakteerikasvustoa. Myöskään näytteen mikroskooppisessa tutkimuksessa ei todettu homesienikasvustoa.**

Jos tutkittu rakennusmateriaali on ollut kosketuksissa maaperän tai ulkoilman kanssa, kuten alapohjarakenteet ja lämmöneristeet, ei edellä mainittuja tulkintaperiaatteita voida soveltaa.

**Yhteyshenkilö** Kalso Seija, 010 3913 400, toimitusjohtaja



Kalso Seija  
toimitusjohtaja

**Tiedoksi** Manninen Titta, titta.manninen@vahanen.com

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.  
Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.

Vahanen Rakennusfysiikka Oy  
Titta Manninen  
Linnoitustie 5  
02600 ESPOO



## **VOC-analyysi ilmanäytteestä**

|                    |                                            |
|--------------------|--------------------------------------------|
| Asiakasviite:      | RAFY58                                     |
| Näytteen kerääjät: | Titta Manninen                             |
| Analyysin kuvaus:  | Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS, |
| Tulopvm.:          | 13.01.2016                                 |
| Käsittelijä(t):    | Kim Kuusisto, Jenni Sund                   |

### **Analysointimenetelmä**

Näytteet on kerätty Tenax TA- tai Tenax TA-Carbograph 5TD-adsorptioputkeen ja analysoitu kaasukromatografisesti käyttäen termodesorptiota ja massaselektiivistä ilmaisinta (TD-GC-MS). Yhdisteet on tunnistettu puhtaiden vertailuaineiden ja/tai Wiley- tai NIST-massaspektrietokannan avulla.

Näytteistä on määritetty haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC) tolueeniekvivalenttina. TVOC on määritetty kromatogrammista n-heksaanin ja n-heksadekaanin väliseltä alueelta kyseiset aineet mukaan lukien. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on määritetty joko puhtaiden vertailuaineiden avulla tai tolueeniekvivalenttina.

Yksittäisiä yhdisteitä on kvantitoitu 1-40 kpl tai niin monta, että vähintään 2/3 TVOC-alueen piikkien yhteispinta-alasta on selvitetty.

Näytteistä on määritetty myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden kokonaispitoisuus tolueeniekvivalenttina ja TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden yksittäisiä pitoisuuksia, mikäli pitoisuudet ovat tulosten tulkinnan kannalta merkittäviä.

Tulokset ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään/keräysaikaan. Analyysimenetelmän mittaasepävarmuus ilman näytteenottoa (luottamusväli 95 %) on aktiivinäytteille 9-59 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 19 %. Passiivinäytteille mittaasepävarmuus on vastaavasti 13-68 % yhdisteestä riippuen, keskimäärin 24 %. Tolueeniekvivalenttina määritettyjen yksittäisten yhdisteiden, samoin usein myös TVOC-alueen ulkopuolisten yhdisteiden mittaasepävarmuudet ovat edellä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmääritys on semikvantitatiivinen. Menetelmän määritysraja on yhdistekohtainen, ollen keskimäärin 4 ng/näyte eli 0,4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  10  $\text{dm}^3$ :n aktiiviselle tai 15 vrk:n passiiviselle näytteelle.

**TYÖTERVEYSLAITOS****ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 324369

18.01.2016

**CK16-00099-1**                      Näyte/keräin: Mi171192  
Mittauspaikka:                      Navalan kartano  
Mittauskohde:                      Ullakko  
Analysointipvm.:                    140116/KKU  
Näytteenottoaika:                  12.01.2016 09:30 - 12.01.2016 11:00  
Ilmamäärä:                          9,04 dm<sup>3</sup>

| Yhdiste                               | Tulos | Yksikkö           |
|---------------------------------------|-------|-------------------|
| AROMAATTISET HIILIVEDYT               |       |                   |
| Bentseeni                             | 0,8   | µg/m <sup>3</sup> |
| Tolueeni                              | 0,6   | µg/m <sup>3</sup> |
| TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET      |       |                   |
| a-Pineeni                             | 0,9   | µg/m <sup>3</sup> |
| ALDEHYDIT                             |       |                   |
| Bentsaldehydi                         | 1     | µg/m <sup>3</sup> |
| Dekanaali                             | 0,6   | µg/m <sup>3</sup> |
| Nonanaali                             | 0,6   | µg/m <sup>3</sup> |
| KETONIT                               |       |                   |
| Asetoni 1)                            | 2     | µg/m <sup>3</sup> |
| HAPOT                                 |       |                   |
| Etikkahappo 2)                        | 27    | µg/m <sup>3</sup> |
| HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC) | <10   | µg/m <sup>3</sup> |

- 1) TVOC-alueen ulkopuolella.  
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti
- 2) TVOC-alueen ulkopuolella.  
Pitoisuus suuntaa-antava, yhdiste läpäisee keräimen helposti

**Tulosten tarkastelu**

Näytteet on kerätty Tenax TA -adsorptioputkiin.

Kahdella tähdellä (\*\*) merkityt aineet on määritetty tolueeniekvivalenttina ja tunnistettu käyttäen Wileyn tai NISTin massaspektritietokantaa. Näiden aineiden pitoisuudet ovat semikvantitatiivisia.

ISO 16000-6 -standardin mukaan TVOC-pitoisuus määritetään tolueeniekvivalentteina (tolueenivasteina). Osa yksittäisistä yhdisteistä määritetään niiden omilla vasteilla, jotka voivat poiketa huomattavastikin tolueenin vasteesta. Tästä johtuen yksittäisten yhdisteiden summa saattaa olla suurempi kuin TVOC.

Näytteestä ilmoitetaan yhdisteen omalla vasteella lasketun pitoisuuden lisäksi pitoisuus tolueeniekvivalenttina niille yhdisteille, joiden pitoisuus tolueeniekvivalenttina määritettynä on lähellä tai ylittää ns. asumisterveysasetuksen [1] toimenpiderajan.

[1] Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista.

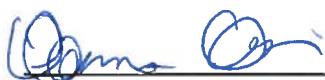
**TYÖTERVEYSLAITOS****ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 324369

18.01.2016

Työterveyslaitos Asiakasratkaisut on FINAS-akkreditointipalvelun akkreditoima testauslaboratorio T013 , SFS-EN ISO/IEC 17025.  
Näytteenottoa ei ole akkreditoitu.

Työympäristön kehittämispalvelut



Hanna Hovi  
asiantuntija  
Helsinki



Kim Kuusisto  
laboratorioanalyttikko  
Helsinki

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.



Vahanen Rakennusfysiikka Oy

Titta Manninen

Linnoitustie 5

02600 ESPOO

## PAH-määritys ilmanäytteestä

|                   |                             |
|-------------------|-----------------------------|
| Asiakasviite:     | RAFY58                      |
| Näytteen kerääjä: | Titta Manninen              |
| Analyysin kuvaus: | PAH-yhdisteet ilmassa,      |
| Tulopvm.:         | 13.01.2016                  |
| Käsittelijä(t):   | Jonas Excell, Hanna Hietala |

### Analysointimenetelmä

Polysyklisten aromaattisten hiilivetyjen (PAH) mittausmenetelmässä ilmanäytteestä analysoidaan EPA:n (Yhdysvaltojen ympäristönsuojeluvirasto) priorisoimat 16 PAH-yhdistettä.

PAH-yhdisteet jakautuvat ilmassa sekä kaasu- että hiukkasfaasiin. Tämä on huomioitava yhdisteiden näytteenotossa. Jakautumiseen vaikuttaa mm. yhdisteen höyrynpaine, ympäristön lämpötila ja hiukkasten pinta-alakonsentraatio. Tyypillinen jako höyry- ja hiukkasfaasin kesken on seuraava:

Naftaleeni, joka on PAH-yhdisteryhmän haihtuvin, on yleensä höyryjakeen pääkomponentti. Höyryjakeessa esiintyvät myös asenaftyleeni, asenafteeni, fluoreeni, fenantreeni sekä antraseeni. Fluoranteeni ja pyreeni esiintyvät sekä höyry- että hiukkasjakeessa.

Hiukkasjakeen yhdisteet ovat vaikeasti huoneenlämpötilassa haihtuvia (kiehumispisteet 375 - 545 °C). Tähän ryhmään kuuluvat: bentso[a]antraseeni, kryseeni, bentso[b]fluoranteeni, bentso[k]fluoranteeni, bentso[a]pyreeni, indeno[1,2,3-cd]pyreeni, dibentso[a,h]antraseeni, bentso[ghi]peryleeni sekä lisäksi fluoranteeni ja pyreeni, jotka esiintyvät osittain myös höyrymuodossa.

- Höyryinä esiintyvät PAH-yhdisteet kerätään virtausnopeudella 0,1 - 1,0 l/min adsorptioputkeen (Orbo 43). Määritysraja 10 l näytteelle on n. 0,1 µg/m<sup>3</sup> ja 100 l näytteelle n. 0,01 µg/m<sup>3</sup>.

- Hiukkasiin sitoutuneet PAH-yhdisteet kerätään virtausnopeudella 1 - 20 l/min teflonsuodattimelle (Ø 37 mm). Määritysraja 100 l näytteelle on n. 0,01 µg/m<sup>3</sup> ja 1000 - 10000 l näytteelle n. 0,001 µg/m<sup>3</sup>.

Analyysiä varten yhdisteet uutetaan keräimestä liuottimella ja määritetään käyttäen GC/MS-laitteistoa.

## TYÖTERVEYSLAITOS

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 324369

21.01.2016

## CK16-00097-1

Näyte/keräin: Orbo-43, PAH-206

Mittauspaikka:

Navalan kartano

Mittauskohde:

Ullakko

Analysointipvm.:

13.01.2016/JEX

Näytteenottoaika:

12.01.2016 09:40 - 12.01.2016 11:20

Ilmamäärä:

101 dm<sup>3</sup>

| Yhdiste                 | Tulos  | Yksikkö           |
|-------------------------|--------|-------------------|
| Naftaleeni              | 0,19   | µg/m <sup>3</sup> |
| Asenaftyleeni           | < 0,01 | µg/m <sup>3</sup> |
| Asenaftteeni            | 0,05   | µg/m <sup>3</sup> |
| Fluoreeni               | 0,04   | µg/m <sup>3</sup> |
| Benantreeni             | 0,25   | µg/m <sup>3</sup> |
| Antraseeni              | < 0,01 | µg/m <sup>3</sup> |
| Fluoranteeni            | 0,01   | µg/m <sup>3</sup> |
| Pyreeni                 | < 0,01 | µg/m <sup>3</sup> |
| Bentso[a]antraseeni     | < 0,01 | µg/m <sup>3</sup> |
| Kryseeni                | < 0,01 | µg/m <sup>3</sup> |
| Bentso[b]fluoranteeni   | < 0,01 | µg/m <sup>3</sup> |
| Bentso[k]fluoranteeni   | < 0,01 | µg/m <sup>3</sup> |
| Bentso[a]pyreeni        | < 0,01 | µg/m <sup>3</sup> |
| Indeno[1,2,3-cd]pyreeni | < 0,01 | µg/m <sup>3</sup> |
| Dibentso[a,h]antraseeni | < 0,01 | µg/m <sup>3</sup> |
| Bentso[ghi]peryleneeni  | < 0,01 | µg/m <sup>3</sup> |

**TYÖTERVEYSLAITOS****ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 324369

21.01.2016

**CK16-00098-1**

Näyte/keräin: Suodatin, PAH-180

Mittauspaikka:

Navalan kartano

Mittauskohde:

Ullakko

Analysointipvm.:

19.01.2016/JEX

Näytteenottoaika:

12.01.2016 09:45 - 12.01.2016 12:05

Ilmamäärä:

286 dm<sup>3</sup>

| Yhdiste                 | Tulos   | Yksikkö           |
|-------------------------|---------|-------------------|
| Naftaleeni              | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |
| Asenaftyleeni           | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |
| Asenafteeni             | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |
| Fluoreeni               | 0,005   | µg/m <sup>3</sup> |
| Benantreeni             | 0,048   | µg/m <sup>3</sup> |
| Antraseeni              | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |
| Fluoranteeni            | 0,004   | µg/m <sup>3</sup> |
| Pyreeni                 | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |
| Bentso[a]antraseeni     | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |
| Kryseeni                | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |
| Bentso[b]fluoranteeni   | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |
| Bentso[k]fluoranteeni   | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |
| Bentso[a]pyreeni        | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |
| Indeno[1,2,3-cd]pyreeni | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |
| Dibentso[a,h]antraseeni | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |
| Bentso[ghi]peryleeni    | < 0,004 | µg/m <sup>3</sup> |

**TYÖTERVEYSLAITOS****ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 324369

21.01.2016

**Tulosten tarkastelu**

Jos pitoisuus on jäänyt alle määritysrajan, tulostaulukkoon on merkitty määritysraja ja sen eteen pienempi kuin -merkki (<).

HTP-ARVOT Työpaikan ilman haitallisiksi tunnetut pitoisuudet (HTP-arvot) ovat sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamia ohjeraja-arvoja

HTP8h naftaleeni 5000 µg/m<sup>3</sup>

HTP8h bentso(a)pyreeni 10 µg/m<sup>3</sup>

Muille mitatuille PAH-yhdisteille ei ole ainekohtaista HTP-arvoa.

TAVOITETASOT Työterveyslaitoksen asettamat tavoitetasot ovat ala- tai työtehtäväkohtaisia suosituksia, joihin työpaikkojen tulisi työolosuhteita kehitettäessä pyrkiä.

Tavoitetaso naftaleeni

50 µg/m<sup>3</sup> (kreosoottikyllästämöt ja kyllästetyn puutavaran käsittely)

2 µg/m<sup>3</sup> (sisäilma; hajua ei saa esiintyä)

Tavoitetaso bentso(a)pyreeni

<0,1 µg/m<sup>3</sup> (koksaamot)

<0,01 µg/m<sup>3</sup> (muut työpaikat)

PITKÄAIKAISEN ALTISTUMISEN VIITEARVOT Sisäilmamittauksissa (esim. toimistoympäristöt) sovelletaan yleisesti seuraavia naftaleenin pitkäaikaisen altistumisen terveysperusteisia viitearvoja:

10 µg/m<sup>3</sup> (Saksan ympäristöministeriö)

3 µg/m<sup>3</sup> (Rfc-arvo; USA:n ympäristönsuojeluvirasto EPA)

Muille PAH-yhdisteille ei ole asetettu vastaavia viitearvoja.

Työympäristön kehittämispalvelut



Sinikka Vainiotalo  
erikoistyyhygienikko  
Helsinki



Jonas Excell  
laboratorioanalyttikko  
Helsinki

Tämän lausunnon osittainen julkaiseminen on sallittu vain Työterveyslaitoksen antaman kirjallisen luvan perusteella.

Navalan kartano  
1.2.2016

# 1 LAUSUNTO NAVALAN KARTANON SISÄILMASTA, HAJUISTA JA IRTAIMISTOSTA

Sisäilman mikrobi-, VOC- ja PAH-mittaukset suoritettiin 12.1.2016 (Vahanen Oy).

Navalan kartanon sisäilmassa ei havaittu poikkeavia mikrobiperäisiä hajuja, mutta sisäilman mikrobimäärät olivat kohonneita ensimmäisessä kerroksessa ja toisen kerroksen ullakkotilassa. Toisen kerroksen keskihuoneessa 19 mikrobimäärät eivät olleet kohonneita. Sisäilman mikrobinäytteissä todetut kohonneet sisäilman mikrobimäärät selittyvät kokemuksemme mukaan pääosin rakennuksen iällä, rakenneratkaisuilla, käytetyillä materiaaleilla sekä tilojen alipaineisuudella. Myös kosteusvaurioiden mahdollisuus on olemassa. Rakentamisaikakohta huomioiden rakennuksen sisäkuoressa on epätiiveyttä ja rakenteissa materiaaleja, jotka johtavat suurempaan sisäilman mikrobimäärään kuin uudemmissa rakennuksissa.

Ullakon puuovesta otetussa materiaalinäytteessä ei ollut viitettä mikrobivaurioitumisesta.

Ullakkotilasta havaittiin kreosootin hajua, jota ei ollut muualla rakennuksessa. Ullakolta otettu PAH-näyte viittaa joko kreosootitervalla kyllästetyn puun käyttöön tai kreosootitervasta valmistettujen bitumituotteiden käyttöön tilassa. Havaituista yksittäisistä PAH-yhdisteistä STMa 545/2015:n mukaan naftaleenin toimenpideraja-arvo on  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , joka ei ylittynyt (mitattu pitoisuus  $0,19 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Ullakkotilasta mitatut yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet sekä sen laskettu haihtuvien yhdisteiden summakonsentraatio alittavat niille asetetut STMa 545/2015:n mukaiset raja-arvot. Ullakolta otettu sisäilman VOC-näyte sisältää erittäin pieniä pitoisuuksia tavanomaisia sisäilmassa esiintyviä haihtuvia orgaanisia yhdisteitä, joiden pääasiallisia lähteitä ovat puu tai puutuotteet.

Vanhoissa rakennuksissa on hajuja, jotka johtuvat mm. käytetyistä rakennusmateriaaleista ja rakenteiden epätiiveydestä sisätilaan nähden. Myös irtaimistosta ja toiminnasta tilassa tulee hajuja, jotka voivat tarttua pintarakenteisiin. Hajujen kokeminen häiritseväksi on yksilöllistä/subjektiiivista ja niiden osoittaminen on hankalaa erityisesti tilanteessa, joka on vallinnut ennen mittaustilannetta. Kohteessa on tehty pintaremonttia ennen mittausta, mikä vaikeuttaa entisestään remonttia ennen vallinneen hajutilanteen arviointia.

STMa 545/2015:n mukaisesti huoneilmassa ei saa esiintyä naftaleenin hajua tai mikrobiperäisiä hajuja. Tutkimuksen yhteydessä ei havaittu mikrobiperäisiä hajuja tai naftaleenin hajua, lukuun ottamatta ullakkotilaa, jossa aistittiin "ratapölkyn" hajua (kreosootti, naftaleeni).

Irtaimelle on tyypillistä, että ne imevät itseensä hajuja erityisesti, jos irtainta on säilytetty pitkään samassa tilassa. Hajut vapautuvat, kun irtain siirtyy toiseen ympäristöön. Lisäksi hajut aistitaan uudessa ympäristössä selkeämmin kuin vanhassa, koska uusi rakennus itsessään haisee erilaiselle kuin vanha. Sisäilman kohonneet mikrobimäärät ovat voineet kontaminoida irtainta. Mikrobikontaminaatio on yleensä puhdistettavissa huolellisesti toteutettuna (puhdistussuunnitelma ja valvoja) ja irtainta voidaan käyttää uudelleen lukuun ottamatta pehmeitä irtaimia kuten patjoja ja pehmusteita. Hajujen poistaminen erityisesti pehmeästä irtaimistosta on hankalampaa ja otsonointi voi vaurioittaa irtaimistoa.

Espoo 1.2.2016



Titta Manninen  
MMM  
Vahanen Rakennusfysiikka Oy



Eeva Kauriinvaha  
DI  
Vahanen Rakennusfysiikka Oy