

---

# PBM

POHJOIS-SUOMEN BETONI JA MAALABORATORIO

---

# TUTKIMUSSELOSTE

---

Ivalo, Ala-aste

---

PBM Oy

---



Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi

---

**Sisällys**

<b>1. JOHDANTO</b> .....	<b>2</b>
<b>2. YHTEENVETO TUTKIMUKSISTA</b> .....	<b>2</b>
<b>3. MENETELMÄT</b> .....	<b>3</b>
<b>4. ILMANÄYTTEET</b> .....	<b>4</b>
<b>4.1 MIKROBI</b> .....	<b>4</b>
<b>4.2 VOC</b> .....	<b>4</b>
<b>4.3. MINERAALIVILLAKUIDUT</b> .....	<b>5</b>
<b>5. SEURANTAMITTAUKSET</b> .....	<b>5</b>
<b>5.1 PAINE-EROT</b> .....	<b>5</b>
<b>5.2 HIILIDIOKSIDI CO<sup>2</sup></b> .....	<b>6</b>
<b>5.3. LÄMPÖTILA JA ILMANKOSTEUS</b> .....	<b>7</b>
<b>6. MUUT TUTKIMUKSET</b> .....	<b>9</b>
<b>6.1 ALA-ASTE KELLARITILAT</b> .....	<b>9</b>
6.1.1. PINTAKOSTEUSMITTAUS .....	9
6.1.2 ULKOSEINÄRAKENNE.....	9
<b>6.2 TERVEYDENHOITAJAN HUONE</b> .....	<b>10</b>
<b>7. JATKOTOIMENPITEET JA LISÄTUTKIMUKSET</b> .....	<b>10</b>

Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: [etunimi.sukunimi@pbm.fi](mailto:etunimi.sukunimi@pbm.fi)

---

## 1. JOHDANTO

Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy suoritti tutkimuksia kohteessa. Tutkimukset suoritti Jani Norvapalo, Jussi Alaräisänen ja Juho Korva. Tulosten raportoinnin ja analysoinnin teki Jussi Alaräisänen ja Jani Norvapalo

Ajankohta: 23.2.2017- 10.3.2017

Kohde: Ivalon ala-aste  
Koppelontie 4  
99800 Ivalo

Tilaja: Erkka Tervo  
kiinteistöpäällikkö, rakennustarkastaja  
Inarin kunta, Tilapalvelu liikelaitos

PBM Oy:n vastuu raportista noudattaa konsulttitoiminnan yleisiä sopimusehtoja KSE 2013. Konsultin vastuu raportin tilaajalle on enintään konsulttipalkkion suuruinen (KSE13 kohta 3.2.3.). PBM Oy ei vastaa raportissa esitetyistä tiedoista tai tietojen oikeellisuudesta suhteessa kolmansiin osapuoliin. PBM Oy ei vastaa raportissa esitettyjen tietojen käytöstä aiheutuvista tai käyttöön liittyvistä kolmannelle osapuolelle mahdollisista aiheutuvista vahingoista riippumatta siitä, onko kyseessä välitön tai tahallinen vahinko tai kuinka vahinko on aiheutunut.

## 2. YHTEENVETO TUTKIMUKSISTA

Tutkimuksissa otettiin sisäilmanäytteitä mikrobi- ja VOC-analyysia varten sekä tehtiin muita kevyitä tutkimuksia.

Sisäilmanäytteissä ei havaittu tavanomaisesta poikkeavia pitoisuuksia.

Kellari tiloissa havaittiin kohonneita kosteusarvoja lattiarakenteesta. Tämä havainto edellyttää jatkotutkimuksia kellarilattioissa ja myös seinissä.

Ilmanlaatu on ajoittain heikompaa, etenkin erittäin kuivaa ja tämä koskee lähinnä pakkaskausia. Hiilidioksidi kohoaa nopeasti luokissa käyttäjien tullessa ja laskee hitaasti takaisin ulkoilman tasolle, joten ilmanvaihdon tehostusaikoja ei saa ainakaan lyhentää.

Rakennuksen ulkovaipassa havaittiin viileyttä ja ilmavuotoja, nämä on tutkittava tarkemmin. Nämä vaikuttavat ilmanlaatuun vuotoilman kautta, mutta myös esimerkiksi pintojen viileyteen jolloin suurentuneen lämmitystarpeen kautta sisäilman kuivuuteen pakkaskausina. Kuivassa ilmassa pöly on pidempään eli sitä on enemmän ja sen vaikutus ilmanlaadulle on tällöin korostavasti heikentävä.

Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi

---

### 3. MENETELMÄT

#### Pintakosteusmittaus

Laite: GANN Hydromette RTU 600 -kosteusmittari, jossa B50 pinta-anturi

Tutkimuksissa käytettiin pintakosteuksien ilmaisemiseen Gann Hydromette RTU 600 -lukulaitetta ja B50 pinta-anturia. Pintakosteudenilmaisimen mittapäää kohdistettiin suoraan rakennetta vasten ja arvot luettiin mittapäähän kytketystä lukulaitteesta. Pintakosteustutkimukset ovat ainetta rikkomattomia, suuntaa antavia vertailututkimuksia, joissa samasta rakenteesta eri kohdista saatuja arvoja verrataan keskenään. Näin kartoitetaan alueet, joissa on mahdollisesti muusta alueesta poikkeavia lukemia. Pintakosteudenilmaisimen toiminta perustuu materiaalien sähkönjohtavuuteen, johon kosteuden lisäksi vaikuttavat useat tekijät, kuten teräkset ja eri materiaalien koostumukset.

#### Rakennekosteusmittaus

Vaisala HM40S, mittausturrit HMP40S. (Tarkkuus +0...+40°C:ssa: RH ±1,5% (0..90% RH); T±0,2°). Anturit on kalibroitu RH- Kalibrointi Oyj:llä 11/2016.

Lyhenteiden selitykset:

RH= suhteellinen kosteus

T= Lämpötila

Td= kastepistelämpötila

abs= absoluuttinen vesimäärä kuutiometrissä ilmaa

#### Seurantamittaukset

Laitteet: - Gemini Tinytag TGE-0010 hiilidioksidiloggeri

- Beck 984 varustettuna Tinytag TGC-0046 -paine-erologgerilla

-Produal PEL-N varustettuna Tinytag TGPR-0704 -paine-erologgereilla

Seurantamittauksilla saadaan tietoa ilmanvaihdon toimivuudesta. Seurantamittauksissa mittaustietoja voidaan ottaa esimerkiksi minuutin välein, joten poikkeavuudet ilmanvaihdon toiminnassa tulevat esille. Mittausdata puretaan tietokoneella ja käsitellään helposti ymmärrettävään muotoon.

#### Lämpökuvaukset

Laite: FLIR B335 -lämpökamera + olosuhdemittari MO297

Lämpökuvauksella mitataan kohteen pinnasta lähtevää lämpösäteilyä. Lämpökamera muodostaa mittaustiedoista selkeän ja havainnollisen kuvan. Menetelmällä voidaan selvittää rakennuksen ulkovaipan vikoja ja puutteita, vaipan ilmavuotoja, lämmöneristyksen kuntoa ja tasaisuutta sekä kylmäsiltoja.

#### VOC- kenttämittaus

Laite: ppBRAE 3000 kenttämittari VOC-yhdisteille

Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi

## 4. ILMANÄYTTEET

### 4.1 MIKROBI

Mikrobien esiintymistä sisäilmassa tutkittiin Andersen-sisäilmanäytteillä, jotka analysoitiin Inspecta Kiralabin toimesta. Analyysivastaus Liite 1.

Näytteitä otettiin yhteensä neljästä huoneesta ala- asteen rakennuksesta sekä isomman rakennuksen terveydenhoitajan huoneesta.

Tulokset:

Näyte	Tila	Tulosten tarkastelu	Tulkinta
1.	1k 116	Sieni-itiö- ja bakteeripitoisuudet alle koulu- rakennusten raja-arvojen. Lajisto tavan- omainen.	Tavanomainen
2.	1k 123		Tavanomainen
3.	2k Esi 1		Tavanomainen
4.	2k 224B		Tavanomainen
5.	TH, iso koulu		Tavanomainen

Indikaattorimikrobi = kosteusvaurioon viittaava mikrobi

Satunnaisten kosteusvaurioon viittaavien mikrobien esiintyminen sisäilmassa on normaalia. Tulos kertoo hetkellisestä sisäilman laadusta eikä tavanomainen tulos täysin poissulje mahdollista sisäilmaongelman aiheuttajaa. Mikrobilähde ei välttämättä tarkoita sisäilmaongelmaa.

Näytelähteen esitiedot: Ulkoilman lämpötila mittauspäivänä oli - 15°C ja sää poutainen. Kohteessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä.

Andersen- sisäilmanäytteissä havaitaan vain elinkykyiset mikrobit. Esimerkiksi kuolleet solut tai mikrobien aineenvaihduntatuotteet eivät näy tuloksissa.

### 4.2 VOC

VOC (volatile organic compounds) eli haihtuvia orgaanisia yhdistettä, tutkittiin sisäilmanäytteellä. Näytteet otettiin huoneiden keskeltä noin metrin korkeudelta. Sisäilman VOC- analyysivastaus Liite 2.

Näytteitä otettiin yhteensä neljästä huoneesta ala- asteen rakennuksesta sekä isomman rakennuksen terveydenhoitajan huoneesta.

Tulokset:

Näyte	Tila	Ilmamäärä (l)	Aika	Tulosten tarkastelu
1.	1K 116	8,97	46,09	Tulokset tavanomaisia toimenpide- rajoihin nähden
2.	1K 123	9,03	45,04	
3.	2K ESI 1	9,57	48,14	
4.	2K 224 B	9,23	46,94	
5.	TH Isokoulu	9,57	48,27	

Tulos kertoo hetkellisestä sisäilman laadusta. Tavanomainen tulos ei poissulje mahdollista sisäilmaongelman aiheuttajaa eikä tilassa havaittava VOC-yhdisteen lähde välttämättä tarkoita sisäilmaongelmaa.

Nahkimontie 9  
96910 ROVANIEMI  
tel. 016-364 902

E-mail: [etunimi.sukunimi@pbm.fi](mailto:etunimi.sukunimi@pbm.fi)

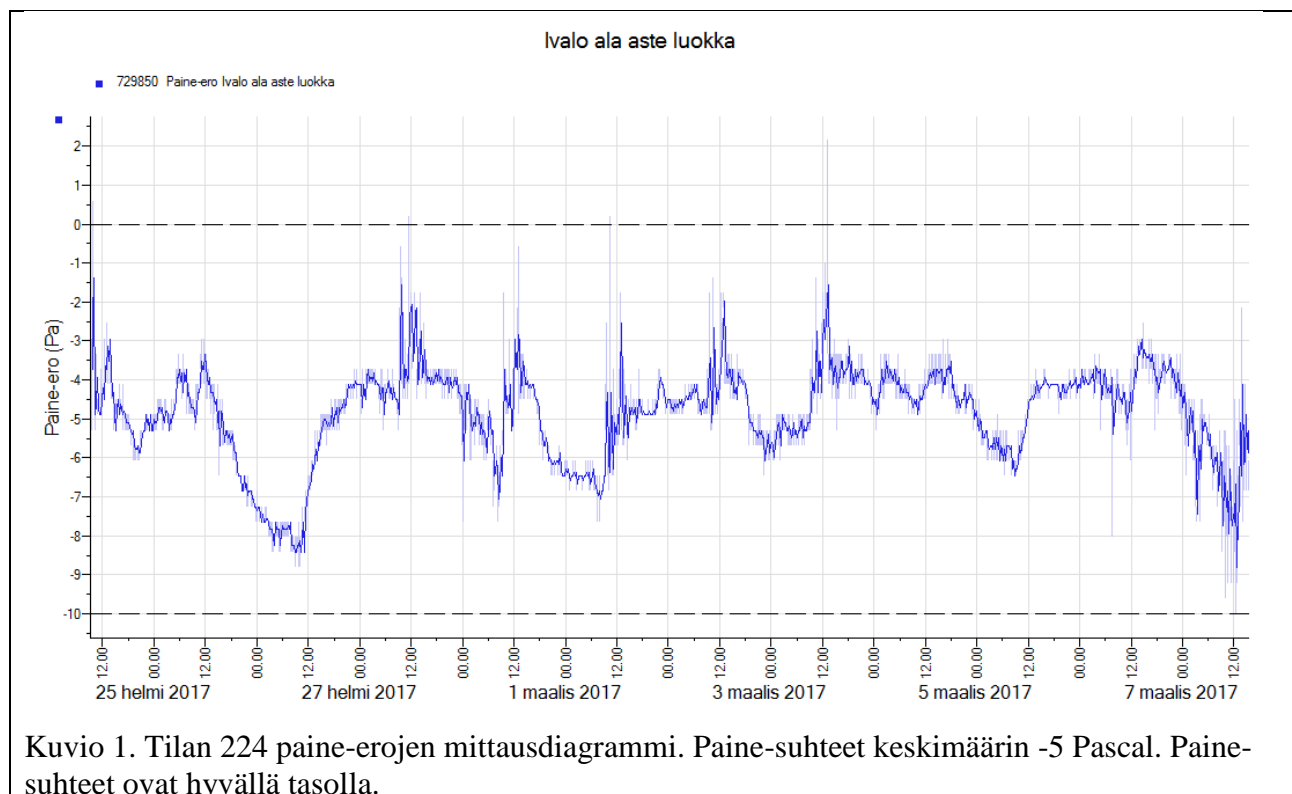
### 4.3. MINERAALIVILLAKUIDUT

Mineraalivillakuitujen esiintymistä sisäilmassa tutkittiin 2 viikon laskeumanäytteellä. Tuloksia ei ole vielä saatavilla.

## 5. SEURANTAMITTAUKSET

### 5.1 PAINE-EROT

Paine-eroa mitattiin sisä- ja ulkoilman välillä. Mittaukseen vaikuttavat paljon vallitsevat tuuliolosuhteet.



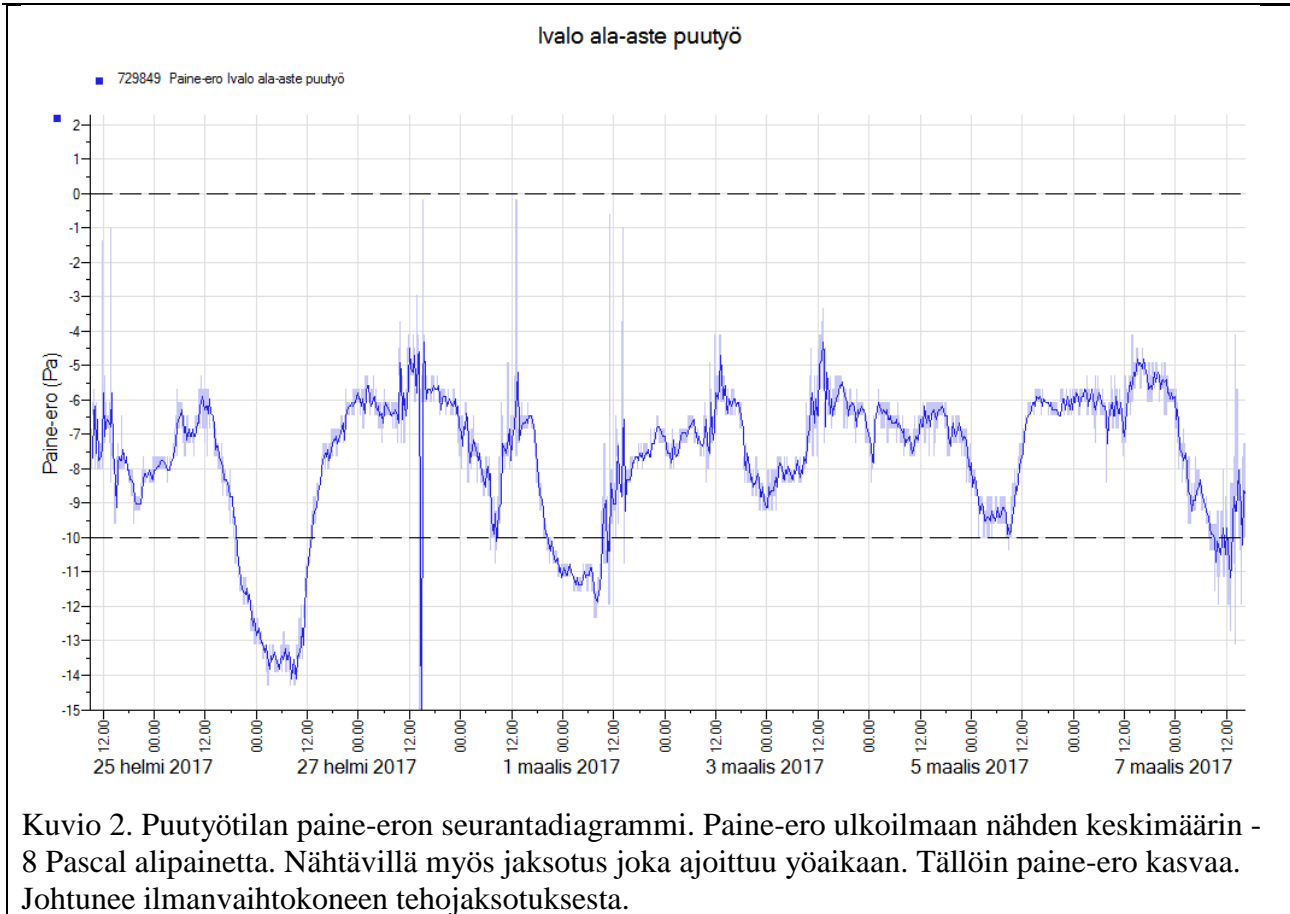
Kuvio 1. Tilan 224 paine-erojen mittausdiagrammi. Paine-suhteet keskimäärin -5 Pascal. Paine-suhteet ovat hyvällä tasolla.

Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi



## 5.2 HIILIDIOKSIDI CO<sup>2</sup>

STM Asumisterveysasetuksen 2015 mukaan toimenpiderajana pidetään hiilidioksidipitoisuutta, joka on 2100mg/m<sup>3</sup> (1150 ppm) suurempi kuin ulkoilman pitoisuus. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden arvona voidaan käyttää 400 ppm.

Mittaus suoritettiin vain tilaan 224, hiilidioksidipitoisuudet pysyivät toimenpiderajat alittavalla tasolla. Hiilidioksidipitoisuus kohoaa nopeasti luokissa käyttäjien tullessa ja laskee hitaasti takaisin ulkoilman tasolle, joten ilmanvaihdon tehostusaikoja ei saa ainakaan lyhentää.

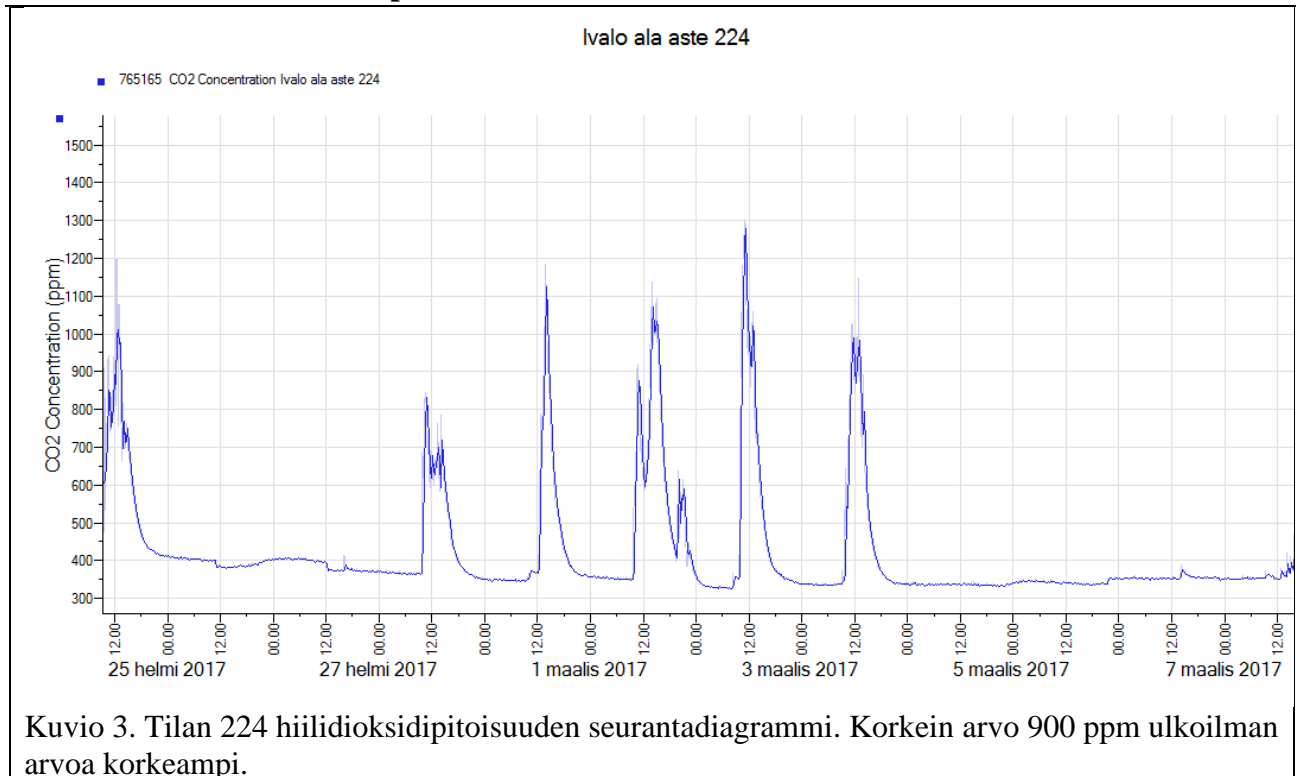
Hiilidioksidipitoisuuden nousu voi aiheuttaa ilman tunkkaisuuden tunnetta, väsymystä, päänsärkyä ja keskittymisvaikeuksia. Vaikutuksia voi tulla jo toimenpiderajat alittavilla pitoisuuksilla.

Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi



### 5.3. LÄMPÖTILA JA ILMANKOSTEUS

Lämpötilojen ja ilmankosteuden seuranta mittausta tehtiin kahdessa tilassa (224 ja Puutyötila). Kummassakin tilassa havaittiin toimenpiderajat alittavia lämpötiloja. Nämä lämpötilat kohdistuvat ajankohtaan, jolloin ulkoilman lämpötila oli hyvin matala (n.  $-30^{\circ}\text{C}$ ).

<i>Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa</i>	
Huoneilman lämpötila lämmityskaudella	+ 20 °C – + 26 °C

Lämpötilojen toimenpiderajat STM Asumisterveysasetus 2015 mukaan.

Ilmankosteus oli mittauksissa alimmillaan 3,2 %, joka aiheuttaa esimerkiksi limakalvojen kuivumista.

Korkea sisälämpötila lisää huoneilman kuivuutta. Kosteuspitoisuus nousee jonkin verran, jos sisäilman lämpötilaa lasketaan.

Huoneilmaa voidaan tarvittaessa kostuttaa myös ilmankostuttimella. Huonosti hoidettuna ilmankostutin voi levittää huoneilmaan mikrobeja. Tämän vuoksi kostutinta on pidettävä puhtaana eikä siinä saa seisottaa vettä. Hygieenisin kostutin tuottaa höyryä vettä kuumentamalla.

Sopivana huoneilman suhteellisena kosteutena pidetään talviaikaan 20-40%. Kostutus ei saa olla niin runsasta, että kosteus alkaa tiivistyä ikkunoihin, muihin kylmiin pintoihin tai pahimmassa tapauksessa rakenteiden sisään.

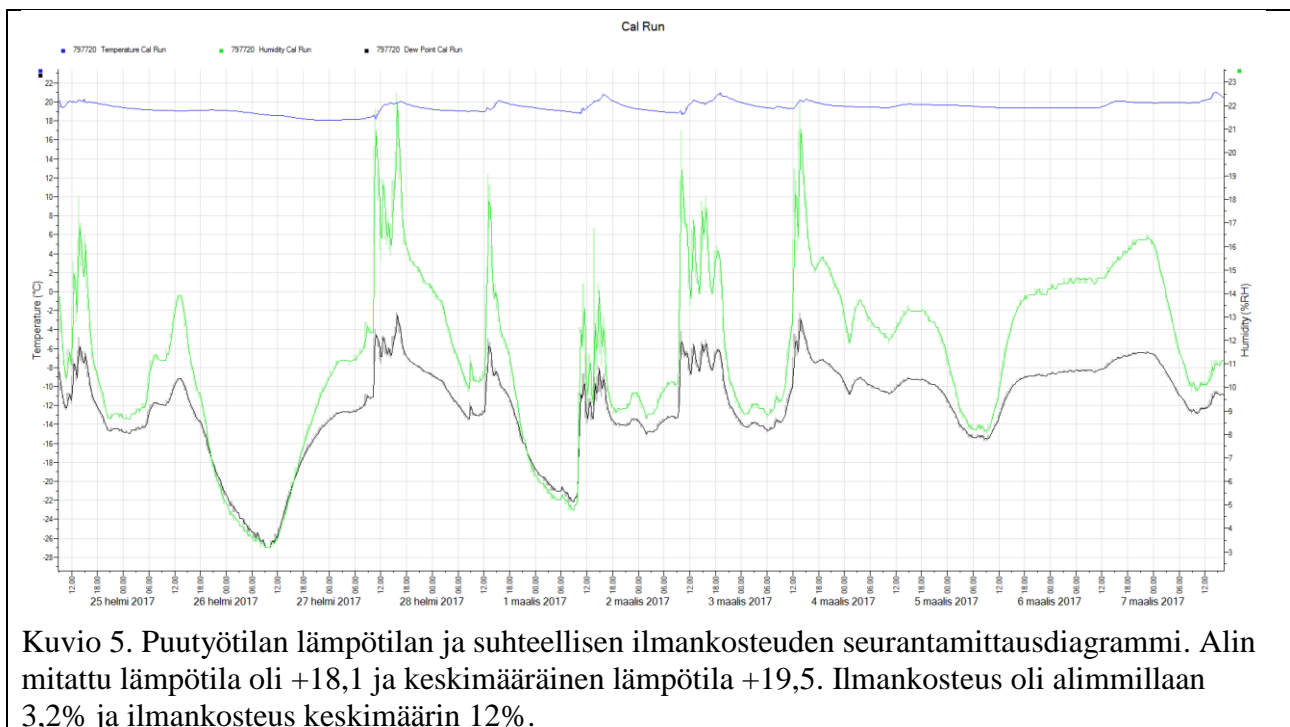
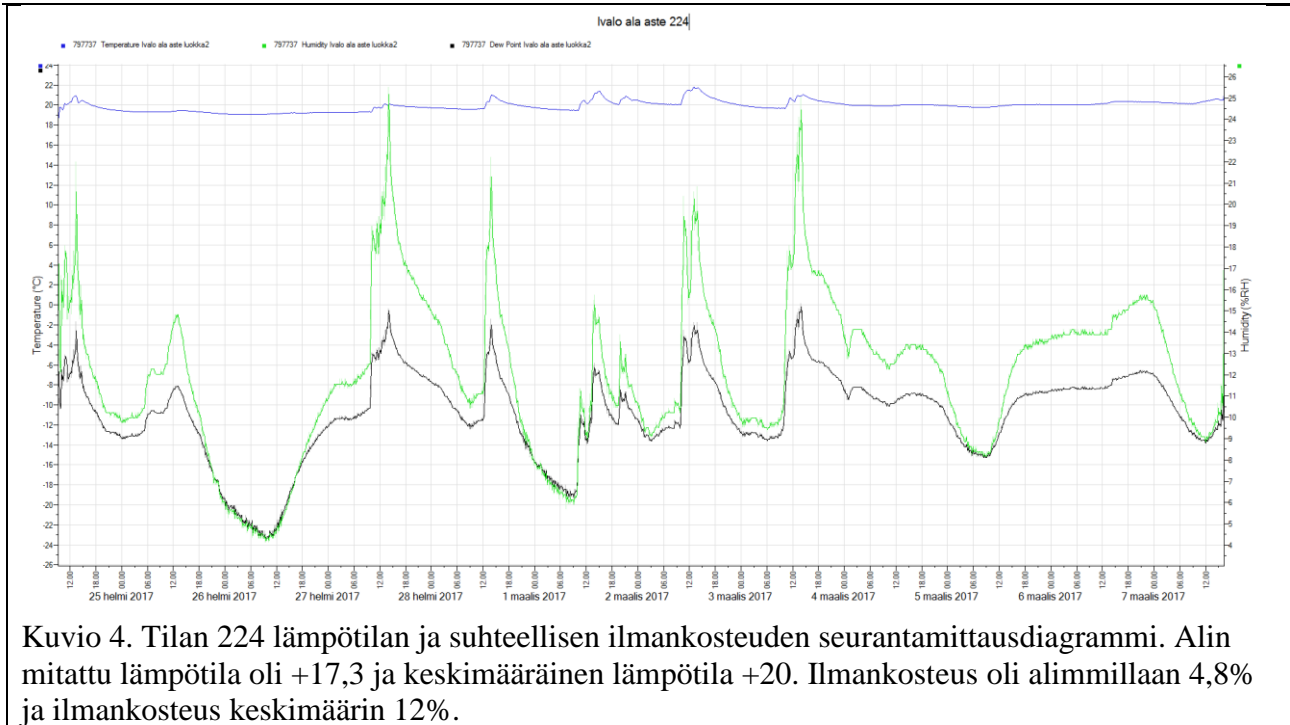


Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi



Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: [etunimi.sukunimi@pbm.fi](mailto:etunimi.sukunimi@pbm.fi)

---

## **6. MUUT TUTKIMUKSET**

### **6.1 ALA-ASTE KELLARITILAT**

#### **6.1.1. PINTAKOSTEUSMITTAUS**

Ala-asteen kellaritiloissa on ollut käyttäjiltä saadun tiedon mukaan vesivahinko edeltävänä vuonna.

Kellaritiloihin tehtiin pintakosteuskartoitus. Kartoituksen havainnot kuvattu pohjakuvaotteeseen LIITE 3.

Pintakosteuskartoituksessa havaittiin kohonneita kosteuksia lattiarakenteesta. Havaituille rakenteille tehtiin muovimaton alle viiltomittaus, jossa mitattiin kosteus sekä VOC- yhdisteiden kenttämittaus. Viiltomittauksen perusteella muovimattojen alla on kohonneet kosteusarvot. VOC-arvot olivat mittapiste MP1 kohdalla hieman koholla ja voiva viitata muovimaton vaurioitumiseen.

Lattiarakenne tulisi kartoittaa koko kellarin alueelta. Jos lattioissa ei ole eristettä betonilaatan alapuolella on betonilla suuri vaara kostua maaperän kosteuden vaikutuksesta. Tällöin ei lattiaa tule pinnoittaa tiiviillä eikä kosteuden vaikutuksesta vaurioituvalla materiaalilla.

#### **6.1.2 ULKOSEINÄRAKENNE**

Ulkoseinärakennetta tutkittiin putken läpiviennin kohdalta noin 1,8 metrin korkeudelta kellarin lattiapinnasta. Tutkimuskohta esitetty LIITE 4. Tutkitussa paikassa havaittiin lievä poikkeava mikrobiperäinen haju.

Ulkoseinärakenne sisältä ulos:

- rappaus 3cm
- tiili 17cm
- tojax- levy 5cm
- bitumointi
- tiili

Ulkoseinärakenne on kellarissa osittain maanvarainen. Rakenteesta havaittu Tojax- eriste sisältää olkea tai puukuitua, jotka ovat herkkiä materiaaleja vaurioitumaan kosteuden vaikutuksesta. Kellarin ulkoseinärakennetta tulisi kartoittaa myös matalammalta tasolta ja samalla mitata eristetilan kosteustilanne, jotta kellarin ulkoseinärakenteen vaurioita voidaan arvioida.

Nahkimontie 9  
96910 ROVANIEMI  
tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi

## 6.2 TERVEYDENHOITAJAN HUONE

Terveystenhoitajan huoneessa tehtiin pintakosteusmittaus sekä mitattiin ilmanvaihdon ilmamäärät päätelaitteista.

Pintakosteusmittauksessa ei havaittu kohonneita arvoja.

Tilassa on kaksi tuloilman päätelaitetta työpisteen kohdalla sekä kaksi poistoilman päätelaitetta, WC:ssä sekä WC:n edustalla.

Mitatut ilmamäärät:

Päätelaite:	Mitattu ilmamäärä litraa/sekunti (l/s)
Tulo 1.	9
Tulo 2.	7
Poisto 1 (WC)	2
Poisto 2	2

Mittauksen perusteella tuloilmamäärä on huomattavasti suurempi kuin poistoilmamäärä. Ilmanvaihto ei ole huoneessa tasapainossa. Paine-ero ulkoilman välillä ei tässä tutkimuksessa mitattu.

## 7. JATKOTOIMENPITEET JA LISÄTUTKIMUKSET

Jatkotutkimukset:

- Kellarin lattia- ja seinärakenteiden selvittäminen, rakenteiden kosteusmittaus.
- Ilmareittien selvittäminen kellarista ylempiin kerroksiin.
- Rakenne selvitykset 1. ja 2. kerros.
- Rakennusvaipan tiiveys, pakkaskautena lämpökuvauksena
- Salaojituksen kunnan selvittäminen.

Rovaniemellä

30.3.2017



PBM Oy

Jani Norvapalo

Jussi Alaraisänen

LIITE 1.	Kiralab Sisäilman mikrobianalyysi	3s
LIITE 2.	Kiralab Sisäilman VOC-analyysi	4s
LIITE 3.	Kellarin tutkimus	1s

Pohjois-Suomen Betoni- ja maalaboratorio Oy  
Jussi Alaräisänen  
Nahkimontie 9  
96910 Rovaniemi



**Kohde:** Ivalo, ala-aste. Työmääräin WO-00338662.  
**Näytteenottaja:** Jussi Alaräisänen  
**Näytteenottopäivä:** 7.3.2017  
**Näytteet vastaanotettu:** 10.3.2017

## Analyysit

Andersen-6-vaihe-keräimellä kerätyt ilmanäytteet tutkitaan akkreditoitusti, Asumisterveysasetuksen mukaisen ohjeistuksen viljelymenetelmällä. Näytealustat pidetään +25 °C:ssa 7 – 14 vrk ajan, ja mikrobit tunnistetaan pesäkeulkonäön ja valomikroskoopissa havaittujen rakenteiden perusteella. Mikrobimäärät ilmoitetaan muodossa pmy/m<sup>3</sup> (cfu/m<sup>3</sup>), joka tarkoittaa pesäkkeen muodostavia yksiköitä kuutiometrissä ilmaa. Tulosten tulkinta ei kuulu akkreditoinnin piiriin.

### Näytealustat:

Homeet 2 % Mallasuuteagar (M2-agar)  
Homeet Dikloran-glyseroli-agar (DG18-agar)  
Bakteerit Tryptoni-hiivauute-glukoosiagar (THG-agar)

## Ilmanäytteet

Näyte	Tila	Tulosten tarkastelu	Tulkinta
1.	1k 116	Sieni-itiö- ja bakteeripitoisuudet alle koulu- rakennusten raja-arvojen. Lajisto tavan- omainen.	Tavanomainen
2.	1k 123		Tavanomainen
3.	2k Esi 1		Tavanomainen
4.	2k 224B		Tavanomainen
5.	TH, iso koulu		Tavanomainen

Indikaattorimikrobi = kosteusvaurioon viittaava mikrobi

Satunnaisten kosteusvaurioon viittaavien mikrobien esiintyminen sisäilmassa on normaalia. Tulos kertoo hetkellisestä sisäilman laadusta eikä tavanomainen tulos täysin poissulje mahdollista sisäilmaongelman aiheuttajaa. Mikrobilähde ei välttämättä tarkoita sisäilmaongelmaa.

Näytelähteen esitiedot: Ulkoilman lämpötila mittauspäivänä oli - 15°C ja sää poutainen. Kohteessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä.

## Tulokset

Näyte	Sieni-itiöt pmy/m <sup>3</sup> M2-agar	Sieni-itiöt pmy/m <sup>3</sup> DG18-agar	Bakteerit pmy/m <sup>3</sup> THG-agar
1	Yhteensä < 2	Yhteensä 5 <i>Penicillium</i> 5	Yhteensä 54
2	Yhteensä 11 <i>Monocillium</i> 7 <i>Penicillium</i> 2 vaaleat hiivat 2	Yhteensä 2 <i>Cladosporium</i> 2	Yhteensä 47
3	Yhteensä < 2	Yhteensä 5 <i>Penicillium</i> 5	Yhteensä 40
4	Yhteensä < 2	Yhteensä 2 <i>Cladosporium</i> 2	Yhteensä 59
5	Yhteensä < 2	Yhteensä 2 steriilit sienet 2	Yhteensä 100

määritysraja 2 pmy/m<sup>3</sup>

Inspecta KiraLab



Minna Lilja  
 Asiantuntija, FM

## LIITE: Sisäilman mikrobianalyysit ja niiden tulkinta

### 1. YLEISTÄ

Sisäilmamittaukset ovat luotettavimmillaan talviaikana, jolloin ulkoilman mikrobipitoisuudet ovat vähäisiä. Sulan maan aikana sisäilman mikrobipitoisuuksia voidaan arvioida suuntaa-antavasti ulkoilmanäytteen avulla. Sisäilman mikrobimäärään ja -lajistoon vaikuttavat myös kiinteistön käyttö ja sijainti (esim. polttopuut, vihannekset, multa, huonekasvit). Näytteessä voi esiintyä satunnaisia kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja ilman sisäilmaongelmaa tai rakenteiden vauriota, mutta *Chaetomium*, *Stachybotrys*- ja *Fusarium*-itiöiden esiintyminen luokitellaan kuitenkin aina poikkeavaksi havainnoksi.

Mikrobitulokset ovat yksittäinen osa kiinteistön kokonaistutkimusta ja johtopäätöksiin tarvittavaa aineistoa. Tavanomainen tulos ei poissulje jatkotutkimusten tarvetta, mikäli tiloissa havaitaan poikkeavaa hajua tai käyttäjillä esiintyy sisäilmaongelmaan viittaavia oireita. Sisäilman laatua voivat heikentää monet tekijät, kuten ilmanvaihdon toiminnan puutteet, materiaaleista erittyvät yhdisteet, mineraalivillakuidut, mikrobit ja niiden erittämät toksiinit.

### 2. VERTAILUARVOT JA MIKROBILAJISTO

Mikrobitulosten tulkinnassa käytettävät viitearvot eivät ole terveysperusteisia eikä tuloksia voi suoraan arvioida suhteessa terveyshaittaan. Epätavanomainen mikrobimäärä tai -lajisto voi kuitenkin toisinaan heikentää sisäilman laatua. Tulosten tulkinnassa huomioidaan mikrobimäärä ja -lajisto.

Taulukko 1. Sisäilman vertailuarvot [Salonen H. *et al.* (2007), Valvira (2016), Työterveyslaitos (2011)].

Talviajan <sup>1)</sup> vertailuarvot	Asuinhuoneistot	Toimistotilat	Koulurakennukset
Sieni-itiöt, kokonaismäärä	100 pmy/m <sup>3</sup>	50 pmy/m <sup>3</sup>	50 pmy/m <sup>3</sup>
Bakteerit, kokonaismäärä	4500 pmy/m <sup>3</sup>	600 pmy/m <sup>3</sup>	4500 pmy/m <sup>3</sup>
Aktinobakteerit (=Streptomyces, sädesienet)	10 pmy/m <sup>3</sup>	5 pmy/m <sup>3</sup>	

<sup>1)</sup> Sulan maan aikana tulosta verrataan ulkoilmanäytteeseen.

Taulukko 2. Esimerkkejä mikrobilajeista (Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV)

<b>Kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja</b>	<i>Acremonium</i> , <i>A. fumigatus</i> , <i>A. ochraceus</i> , <i>A. versicolor</i> , <i>Chaetomium</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Paecilomyces</i> , <i>Stachybotrys</i> , <i>Trichoderma</i> , aktinobakteerit ( <i>Streptomyces</i> ) <i>A. restricti</i> , <i>A. ustus</i> , <i>Geomyces</i> , <i>Eurotium</i> , <i>Oidiodendron</i> , <i>Phialophora</i> , <i>Phoma</i> , <i>Scopulariopsis</i> , <i>Tritirachium</i> , <i>Ulocladium</i> , <i>Wallemia</i>
<b>Tavanomaisia mikrobeja</b>	<i>Alternaria</i> , <i>Aspergillus</i> , <i>Beauveria</i> , <i>Cladosporium</i> , <i>Geotrichum</i> , <i>Penicillium</i> , hiivat, steriilit sienet, muut sienet

A= *Aspergillus*

### 3. KIRJALLISUUS

**Meklin T.**, Putus T., Hyvärinen A., Haverinen-Shaughnessy U., Lignell U., Nevalainen A. (2008) Koulurakennusten kosteus- ja homevauriot. Opas ongelmien selvittämiseen. Kansanterveyslaitoksen julkaisuja 2/2008. ISBN 978-951-740-779-3 (print).

**Salonen H.**, Lappalainen S., Pasanen A-L., Riuttala H., Lindroos O., Harju R., Reijula K. (2007) Salonen H. *et al.* Atmospheric Environment, 41: 6797-6807.

**Valvira** Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osa IV, ohje 8/2016

**Ympäristö- ja Terveys -lehti** (2009) Asumisterveysopas. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n op-paita 2003:1) soveltamisopas. ISBN 978-952-9637-38-6.

**Työterveyslaitos** (2011). Toimiston sisäilmaston tutkiminen. Työterveyslaitoksen oppaita. ISBN 978-952-261-048-5.

Pohjois-Suomen Betoni- ja Maalaboratorio Oy  
Jussi Alaräisänen  
Nahkimontie 9  
96910, Rovaniemi



**Kohde:** Ala-aste, Ivalo.  
WO-00338662

**Näytteenottaja:** Jussi Alaräisänen

**Näytteenottopäivä:** 7.3.2017

**Vastaanottopäivämäärä:** 10.3.2017

**Analyysin päivämäärä:** 10.3.2017

### Analyysit

Aktiivisesti yhdistelmäkeräinputkiin (kvartsilvilla-Tenax TA-Carbograph 5TD) kerätyt huoneilman näytteet tutkitaan käyttämällä termodesorptioon perustuvaa näytteensyöttöä, kromatografista erottelua ja mas-saselektiivistä ilmaisinta. Menetelmä pohjautuu standardiin ISO 16000-6:2011. Yhdisteet määritetään semi-kvantitatiivisesti tolueenivasteina ja tunnistetaan puhtaiden vertailuaineiden ja/tai NIST-massaspektrikirjaston avulla. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet määritetään kattaen 1-40 kpl yhdisteitä tai vähintään 2/3 TVOC-alueen (n-heksaanista n-heksadekaaniin) kokonaispinta-alasta. TVOC-alueen ohella ilmoitetaan myös VVOC- tai SVOC-alueilla esiintyviä yhdisteitä, kuten etikkahappo ja TXIB. Tulokset ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun ilmamäärään. Tulosten tarkastelu pohjautuu Asumisterveysasetuksessa 545/2015 annettuihin toimenpiderajoihin.

### Huoneilman näytteet

Näyte	Tila	Ilmamäärä (l)	Aika	Tulosten tarkastelu
1.	1K 116	8,97	46,09	Tulokset tavanomaisia toimenpiderajoihin nähden
2.	1K 123	9,03	45,04	
3.	2K ESI 1	9,57	48,14	
4.	2K 224 B	9,23	46,94	
5.	TH Isokoulu	9,57	48,27	

Tulos kertoo hetkellisestä sisäilman laadusta. Tavanomainen tulos ei poissulje mahdollista sisäilmaongelman aiheuttajaa eikä tilassa havaittava VOC-yhdisteen lähde välttämättä tarkoita sisäilmaongelmaa.

**Tulokset**

Pitoisuus / näyte	1.	2.	3.	4.	5.
Yhdiste ja -ryhmä	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>	µg/m <sup>3</sup>
<b>ALIFAATTISET HIILIVEDYT</b>					
Butaani*	14	1	1	2	1
2-Metyylibutaani*	2	0,9	2	1	0,7
Heksaani		0,5		0,5	0,5
Heptaani	0,4	0,4			0,4
Metyylisykloheksaani					0,5
Heksadekaani				0,4	
<b>AROMAATTISET HIILIVEDYT</b>					
Bentseeni	1	1	1	1	1
Tolueneeni	1	1	1	1	1
Etylibentseeni				0,4	0,5
m/p-Ksyleeni	0,8	0,8	0,8	0,9	0,9
o-Ksyleeni	0,5	0,4	0,4	0,6	0,4
1,2,4-Trimetyylibentseeni	0,4	0,4	0,5	0,9	0,8
<b>ALKOHOLIT</b>					
Etanoli*	50	2	1	3	
2-Metyyli-2-propanoli*	25	0,4	0,9	2,2	
2-Etyyli-1-heksanoli				0,5	0,9
<b>ALDEHYDIT</b>					
Heksanaali	0,5	0,5		0,6	1
Bentsaldehydi	1	1	2	1	1
Oktanaali		0,4		0,5	
Nonanaali	1	2	2	2	0,9
Dekanaali	0,6	1	0,8	0,8	0,6
<b>KETONIT</b>					
Asetoni*	4	4	2	3	2
Asetofenoni	0,5		0,6		
<b>ESTERIT JA LAKTONIT</b>					
TXIB**			0,7	1	0,7
<b>GLYKOLIT JA GLYKOLIEETTERIT</b>					
1-Metoksi-2-propanoli		1		0,8	
<b>HAPOT</b>					
Etikkahappo*	0,9	0,9	0,8	0,8	
<b>TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET</b>					
a-Pineeni	3	2	2	5	3
Kamfeeni				0,4	0,5
3-Kareeni	0,7	0,4		1	0,9
d-Limoneeni				0,5	
Eukalyptoli					0,6
<b>PIIYHDISTEET</b>					
Dekametyylisyklopentasiloksaani	0,6			0,8	0,7
<b>TVOC</b>	20	20	20	30	20

\*)Erittäin haihtuvat VVOC-yhdisteet, pitoisuus suuntaa-antava yhdisteen osittain läpäistessä keräimen.

\*\*)Puolihaihtuvat SVOC-yhdisteet.

Puhtaita vertailuaineita käyttäen tunnistetut yhdisteet kursivilla.



Inspecta KiraLab



**Henri Hakala**

Laboratorioanalytikko, AMK

Kemian laboratorio

## LIITE: Sisäilman VOC-analyysit ja tulosten tarkastelu

### 1. YLEISTÄ

Huoneilman näytteillä tutkitaan sisäilmassa näytteenottohetkellä esiintyvien haihtuvien orgaanisten yhdisteiden (VOC) määrää ja laatua. Sisäilman VOC-pitoisuuteen vaikuttavat tilan käyttö ja sijainti, materiaaliratkaisut, huolto- ja ylläpitohistoria sekä ilmanvaihdolliset, huoneilman lämpötilaan ja suhteelliseen kosteuteen liittyvät olosuhteet. VOC-analyysi on yksittäinen osa kiinteistön kokonaistutkimusta ja johtopäätöksiin tarvittavaa aineistoa. Tavanomainen tulos ei poissulje jatkotutkimusten tarvetta, mikäli tilassa havaitaan poikkeavaa hajua tai käyttäjillä esiintyy sisäilmaongelmaan viittaavia oireita. Sisäilman laatua voivat heikentää monet tekijät, kuten ilmanvaihdon toiminnan puutteet, materiaaleista erittyvät muut yhdisteet, mikrobit ja niiden erittämät toksiniitit.

### 2. TOIMENPIDERAJAT JA MITTAUSEPÄVARMUUS

Sosiaali- ja terveysministeriön asetukseen 545/2015 perustuvat VOC-yhdisteiden toimenpiderajat asunnoille ja muille oleskelutiloille, eivät ole terveysperusteisia. Epätavanomaisen korkeat VOC-pitoisuudet voivat kuitenkin toisinaan heikentää sisäilman laatua. Toimenpiderajaa vastaavat tulokset viittaavat tilassa esiintyvään altisteeseen, minkä perusteella vastuullisen tahon tulee ryhtyä terveydensuojelulain 27 §:n tai 51 §:n mukaisiin toimenpiteisiin terveyshaitan selvittämiseksi ja tarvittaessa sen poistamiseksi tai rajoittamiseksi. Toimenpideraja katsotaan ylittyneeksi, kun tulos yhdistettynä mittausepävarmuuteen ylittää kyseiselle yhdisteelle asetetun raja-arvon. Toimistotyöpaikoilla sisäilman kemiallinen laatu on tehokkaan ilmanvaihdon vuoksi suhteellisen puhdasta ja ongelmakohteidenkin emissiotasot asetettuihin toimenpidearvoihin nähden huomattavasti alhaisempia (Valtanan A *et al.* 2016).

Laboratorion menetelmällä mitatut pitoisuudet ovat suuntaa antavia johtuen niiden määrittämisestä tolueenivasteina. Menetelmän laajennettu mittausepävarmuus näytteenoton epävarmuus huomioituna on keskimäärin 19-32 % yhdisteestä riippuen, tolueenin määritysalueella 0,4 – 70 µg/m<sup>3</sup>. Mittausepävarmuus raportoidaan yhdistekohtaisesti testausselosteen tulostaulukossa toimenpiderajan ylittävien tulosten osalta, ilmoittamalla yhdisteen keskimääräinen pitoisuus ± virherajat 95 % luottamusvälillä.

Taulukko 1. Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden toimenpiderajat huoneilmassa (STM:n asetus 545/2015).

Tarkasteltava osatulos	Toimenpideraja <sup>1)</sup>
TVOC	400 µg/m <sup>3</sup>
Yksittäinen yhdiste	50 µg/m <sup>3</sup>
TXIB <sup>**)</sup>	10 µg/m <sup>3</sup>
2-etyyli-1-heksanoli	10 µg/m <sup>3</sup>
Naftaleeni	10 µg/m <sup>3</sup> (hajua ei saa esiintyä)
Styreeni	40 µg/m <sup>3</sup>

<sup>1)</sup> Tolueenivasteena määritettyä. <sup>\*\*)</sup> 2,2,4-trimetyyli-1,3-pentaalidioli di-isobutyraatti

### 3. KIRJALLISUUS

**Suomen säädöskokoelma 545/2015** Sosiaali- ja terveysministeriön asetus asunnon ja muun oleskelutilan terveydellisistä olosuhteista sekä ulkopuolisten asiantuntijoiden pätevyysvaatimuksista.

**Valtanan A et al.** (2016) Työpaikkojen sisäilman VOC-viitearvojen päivitys. Sisäilmastoseminaari 2016. Sisäilmayhdistys ry, Aalto-yliopisto, Energiatekniikan laitos. SIY Raportti 34. s. 359-363.

**Valvira** Asumisterveysasetuksen soveltamisohje, osat I ja III, ohje 8/2016

**Ympäristö ja Terveys** (2009) Asumisterveysopas. Sosiaali- ja terveysministeriön Asumisterveysohjeen (STM:n oppaita 2003:1) soveltamisopas.

Inspecta KiraLab  
Myyntimiehenkuja 4  
90410 OULU

Puh. 010 521 600  
Fax. 010 521 6002  
kiralab@inspecta.com

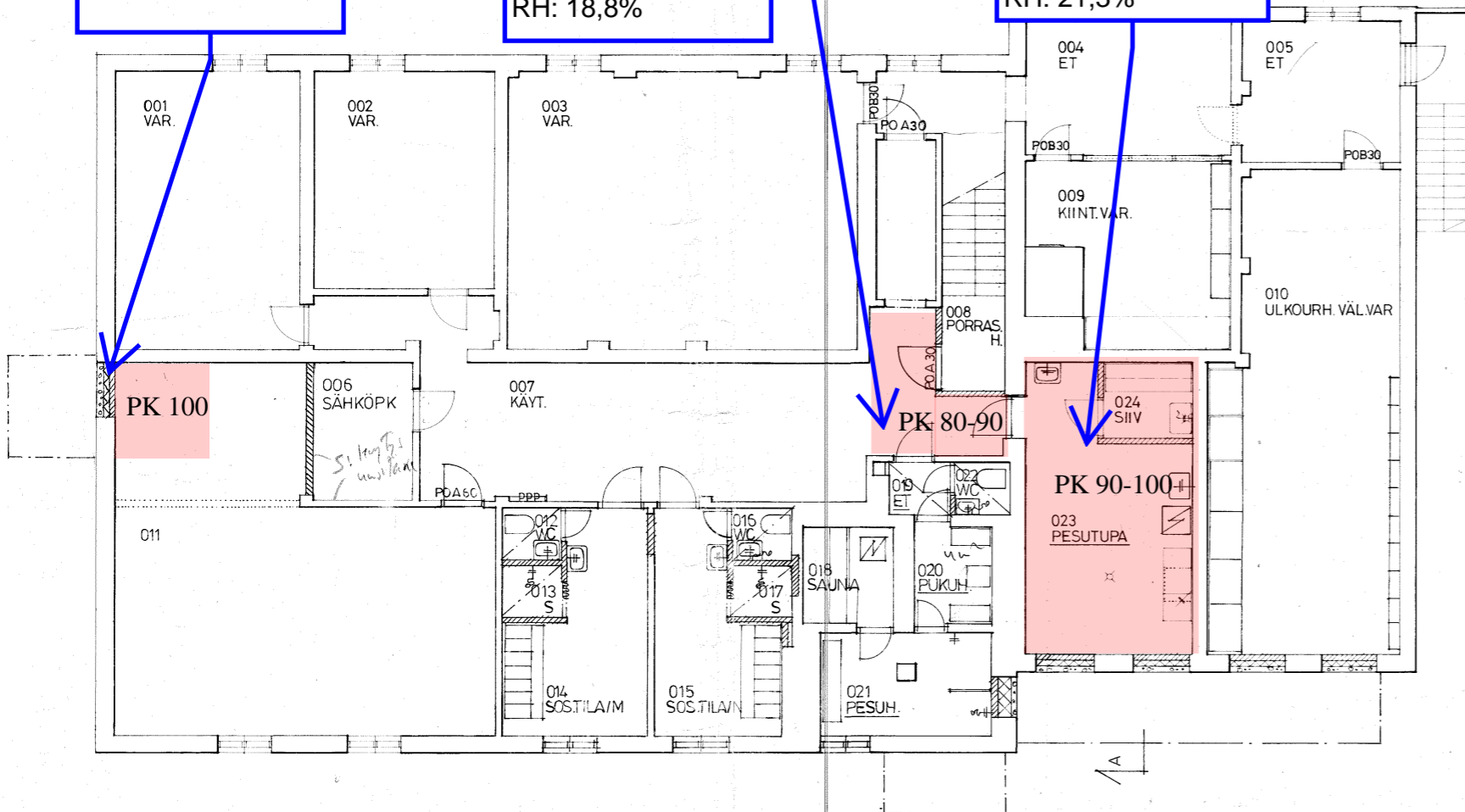
Y-tunnus: 1787853-0

# IVALON ALA-ASTE

Seinärakenteen havainnointi kohta

MP1  
RH 79,7%  
1400 ppb  
  
Sisäilma lattia-  
tasolta  
T: +13,9°C  
RH: 18,8%

MP2  
RH 87,6%  
780 ppb  
  
Sisäilma  
lattia-  
tasolta  
T: +12,5°C  
RH: 21,3%



K. osa/ Kylä	Kortteli/Tila	Tontti/Rn.o
IVALO	172	1
Rakennustoimenpide		
MUUTOS		
Rakennuskohteen nimi ja osoite		
IVALON ALA - ASTE		
MUUTOSTYÖ	B	

Viranomaisen arkistointimerkintöjä varten	
Piirustuslaji	Juoks.n:o
PÄÄPIIRUSTUS	
Piirustuksen sisältö	Mittakaavat
POHJA PIIRUSTUS	1 : 100
KELLARIKERROS	

ARKTON SUUNNITTELUYRHMÄ OY  
 asemakatu 20  
 SF-90100 oulu 10  
 puh. 981-223577  
 OULU 15.2.1988

ARK 1121-T1-100