



PBM

POHJOIS-SUOMEN BETONI JA MAALABORATORIO

TUTKIMUSSELOSTE

Ivalo, yläaste

PBM Oy

päivitetty 3.4.2017

Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi

Sisällys

1. JOHDANTO.....	2
2. YHTEENVETO TUTKIMUKSISTA	2
3. MENETELMÄT	3
4. ILMANÄYTTEET.....	4
4.1 MIKROBI.....	4
4.2 VOC.....	4
5. SEURANTAMITTAUKSET.....	5
5.1 PAINE-EROT.....	5
5.2 HIILIDIOKSIDI CO ²	6
5.3. LÄMPÖTILA JA ILMANKOSTEUS	8
6. MUUT TUTKIMUKSET	10
6.1 PINTAKOSTEUSKARTOITUS JA VIILTOMITTAUKSET.....	10
7. JATKOTOIMENPITEET JA LISÄTUTKIMUKSET	11

Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: 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 yläaste
Rantatie 10
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 keskityttiin sisäilmanäytteiden ottoon ja tehtiin lattiarakenteisiin suppealle alueelle tutkimuksia.

Tulosten perusteella vahvistui ennakkotieto, että lattiarakenteissa on kosteusrasituksien aiheuttamia vaurioita.

Lattiarakenteiden korjaamisen suunnittelun lähtötiedoiksi on syytä tehdä selvitys missä ja minkä tasoisia kosteusrasituksia on, rakennetyyppien selvitys ja niihin muodostuneiden vaurioiden selvitys. Alueen kosteusrasituksien selvittämiseksi on syytä tehdä alueelle pintavaaitus ja tekniikan kartoitus. Salaojituksien ja muiden kuivatusjärjestelmien selvitys on hyvä tehdä ennen sitä, ja salaojien juoksupintojen vaaitus pintavaaituksen yhteydessä. Kuivatussuunnittelun lähtötiedoiksi tarvitaan yleensä myös maaperäkairausta, missä yhteydessä on hyvä asentaa alueelle pohjavesiputkia.

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 mittapää kohdistettiin suoraan rakennetta vasten ja arvot luettiin mittapähän 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, mittausanturit 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 mittausarvoja voidaan ottaa esimerkiksi minuutin välein, joten poikkeavuudet ilmanvaihdon toiminnassa tulevat esille. Mittausdata puretaan tietokoneella ja käsitellään helposti ymmärrettävään muotoon.

Lämpökuvaus

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.

Tulokset:

Näyte	Tila	Tulosten tarkastelu	Tulkinta
6.	Luokka 8	Sieni-itiö- ja bakteeripitoisuudet alle koulurakennusten raja-arvojen. Lajisto tavanomainen.	Tavanomainen
7.	Rappukäytävä		Tavanomainen
8.	Kotitalous	Ei elinkykyisiä sieni-itiöitä. Bakteeripitoisuus alle koulurakennusten raja-arvon.	Tavanomainen
9.	Luokka 6	Sieni-itiö- ja bakteeripitoisuudet alle koulurakennusten raja-arvojen. Lajisto tavanomainen.	Tavanomainen
10.	2k luokka 3	Ei elinkykyisiä sieni-itiöitä. Bakteeripitoisuus alle koulurakennusten raja-arvon.	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.

Tuloksissa ei havaittu viitearvojen ylityksiä ja näytteiden pitoisuudet olivat muutenkin hyvin vähäisiä. Käytöstä pois olevasta luokasta 8 otetussa näytteessä havaittiin kahta mikrobisukua, mutta pitoisuutena erittäin vähäinen määrä.

4.2 VOC

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

Tulokset:

Näyte	Tila	Ilmamäärä (l)	Aika	Tulosten tarkastelu
1.	Luokka 8	8,97	45,96	Tulokset tavanomaisia toimenpiderajoihin nähden
2.	Porrashuone	9,03	45,15	
3.	Kotitalous	8,97	45,13	
4.	Luokka 6	9,03	45,12	
5.	Luokka 3	8,97	44,93	

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

Tulosten perusteella sisäilmassa VOC pitoisuudet pysyvät matalalla tasolla vaikka lattiarakenteissa on mahdollista olla emissiovaurioita viilto VOC mittauksenkin perusteella.

Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

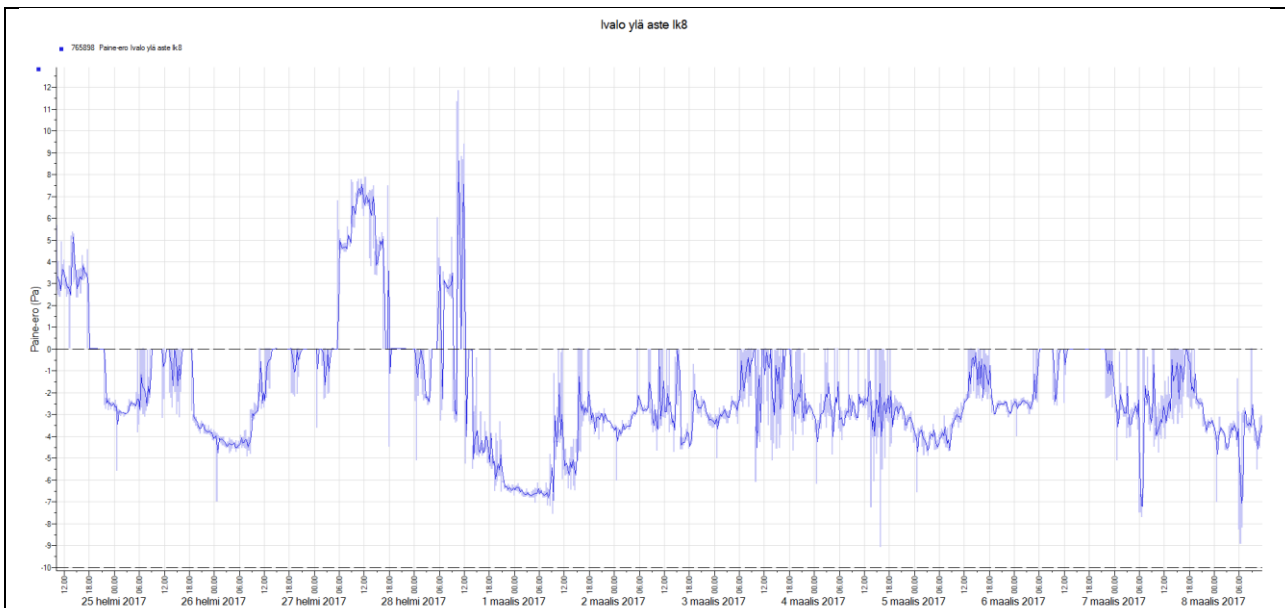
tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi

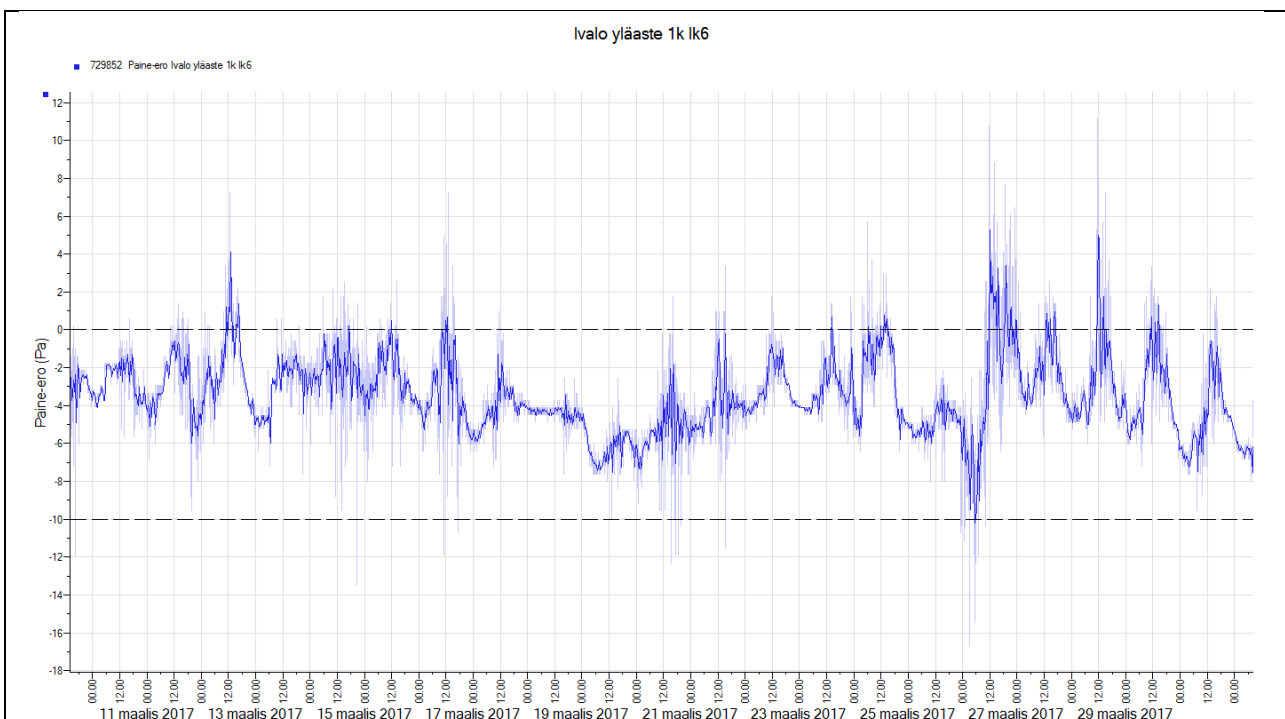
5. SEURANTAMITTAUKSET

5.1 PAINE-EROT

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



Kuvio 1. Luokan 8 paine-erojen mittausdiagrammi. Seurantajaksolla mitattiin ylipaineisia jaksoja. Muuten paine-erot pääosin hieman alipainetta. Tulosten pohjalta seuranta jatkettiin luokissa 4 ja 6.



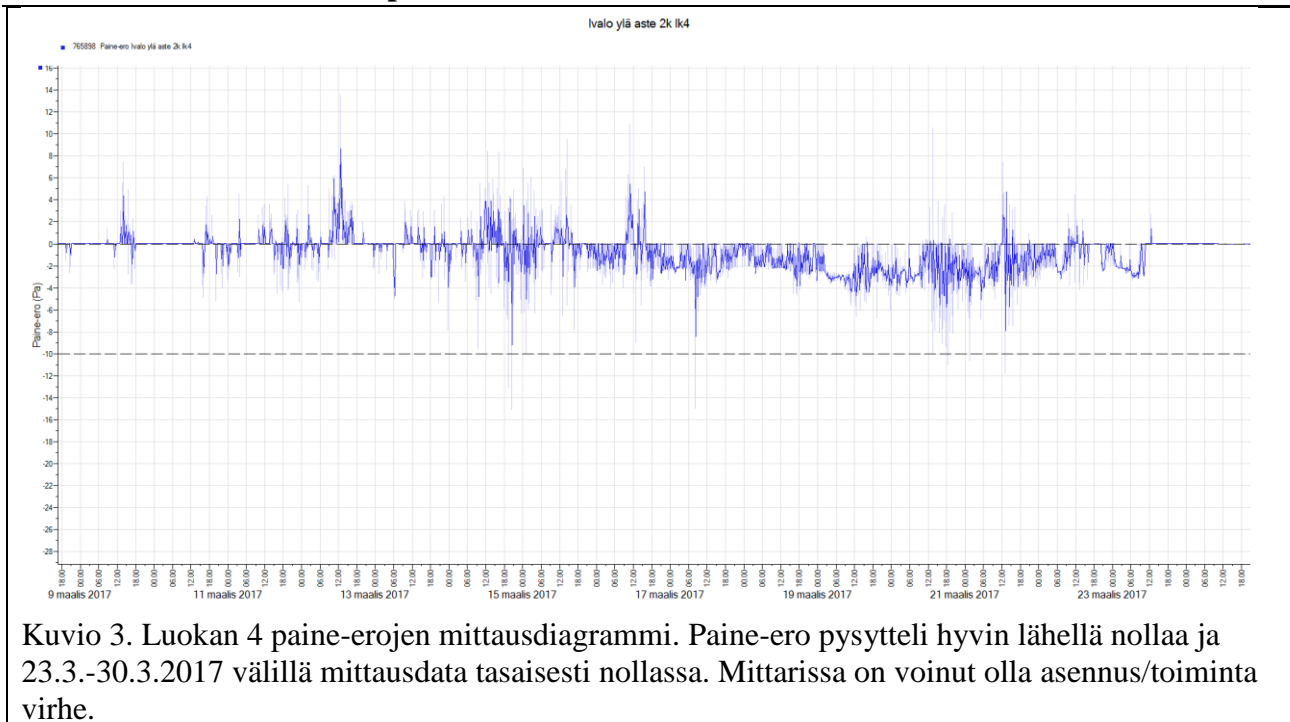
Kuvio 2. Luokan 6 paine-erojen mittausdiagrammi. Seurantajaksolla mitattiin ylipaineisia jaksoja, jotka toistuivat päivittäin säännöllisesti. Muuten paine-erot pääosin hieman alipainetta, keskimäärin -2,5 Pascal.

Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi



Kuvio 3. Luokan 4 paine-erojen mittausdiagrammi. Paine-ero pysytteli hyvin lähellä nollaa ja 23.3.-30.3.2017 välillä mittausdata tasaisesti nollassa. Mittarissa on voinut olla asennus/toiminta virhe.

Ylipaine ei ole hyväksyttävää, jos sitä esiintyy pidemmissä jaksoissa. Ylipainetilat liittynevät ilmanvaihtokoneiden tehostusjaksoihin.

5.2 HIILIDIOKSIDI CO²

Hiilidioksidipitoisuuksia mitattiin lisäseurantamittauksissa luokissa 4 ja 6. Hiilidioksidipitoisuudet pysyivät mittausjaksolla hyvällä tasolla.

STM Asumisterveysasetuksen 2015 mukaan toimenpiderajana pidetään hiilidioksidipitoisuutta, joka on 2100mg/m³ (1150 ppm) suurempi kuin ulkoilman pitoisuus. Ulkoilman hiilidioksidipitoisuuden arvona voidaan käyttää 400 ppm.

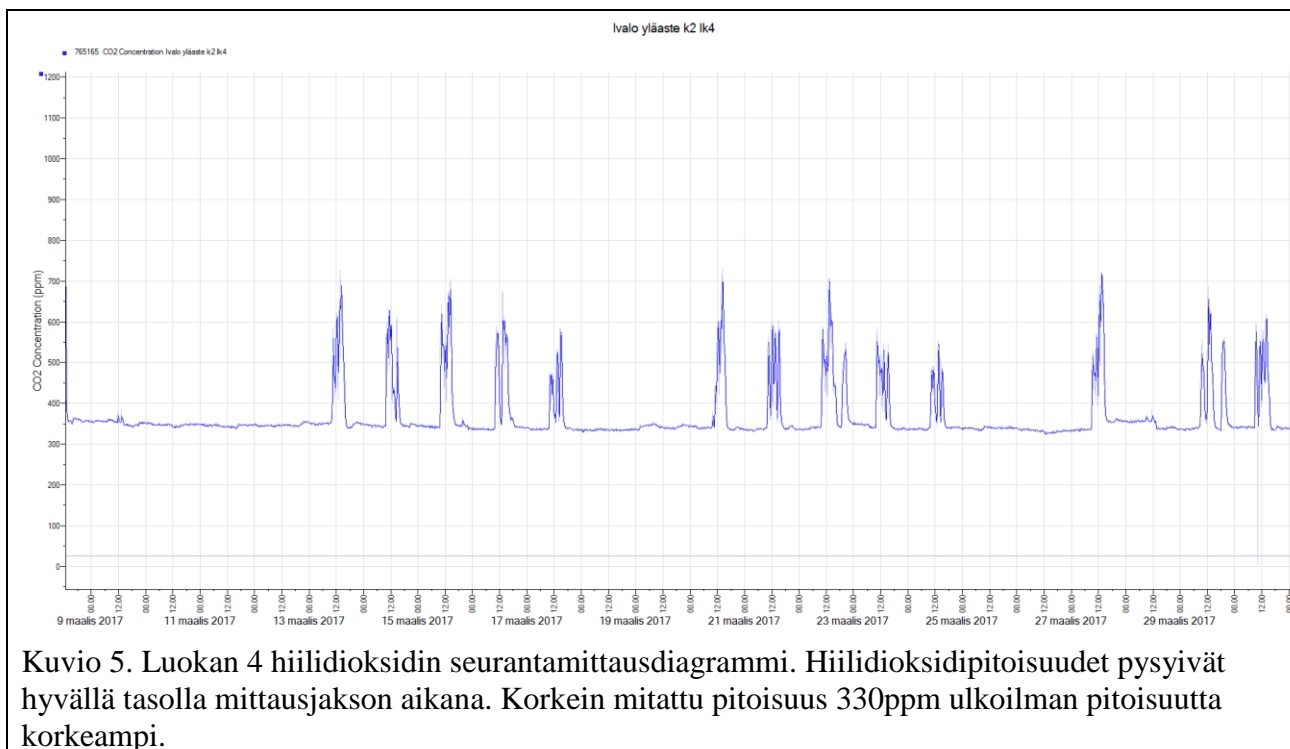
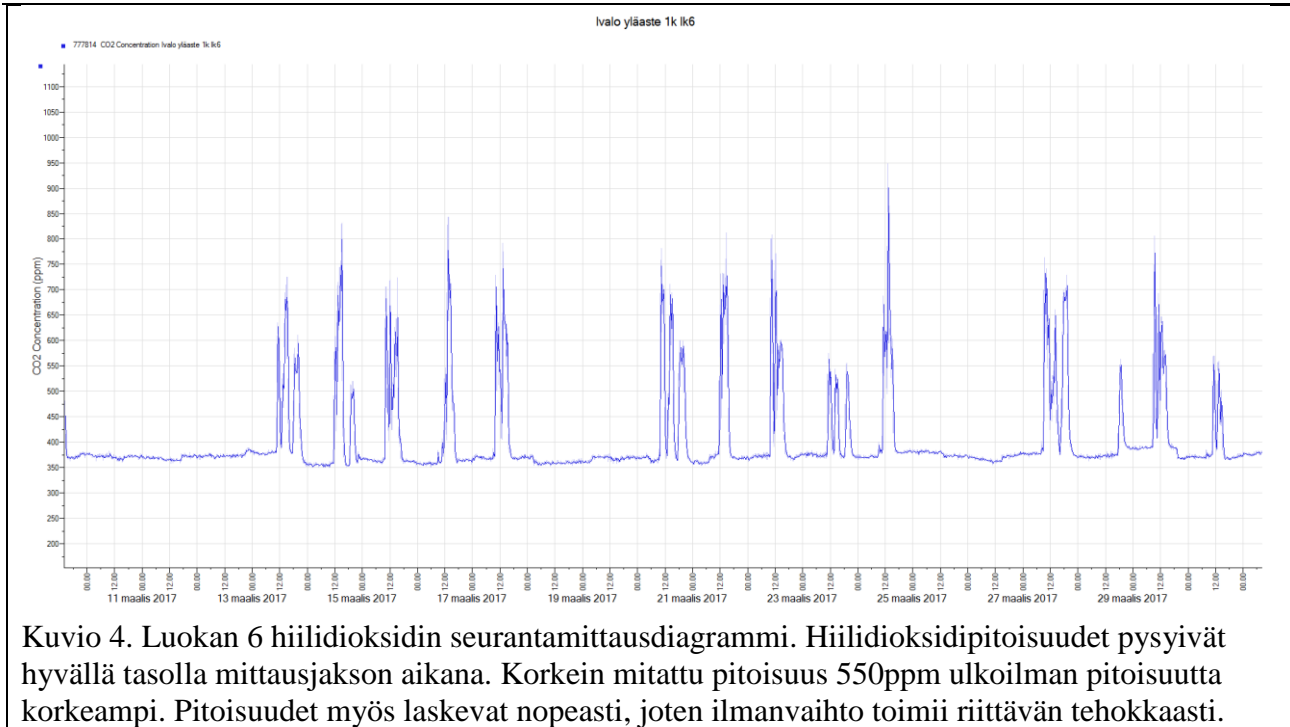
Hiilidioksidipitoisuuden nousu voi aiheuttaa ilman tunkkaisuuden tunnetta, väsymystä, päänsärkyä ja keskittymisvaikeuksia.

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

5.3. LÄMPÖTILA JA ILMANKOSTEUS

Lämpötilojen ja ilmankosteuden seurantamittausta tehtiin ensin yhdessä tilassa (Luokka 8). Toisessa vaiheessa mittausta jatkettiin luokissa 4 ja 6.

Luokassa 8 mitattiin keskimäärin +18,9 °C lämpötiloja, joka on hieman alhainen verrattuna toimenpiderajoihin.

Palvelutaloissa, vanhainkodeissa, lasten päivähoitopaikoissa, oppilaitoksissa ja vastaavissa tiloissa

Huoneilman lämpötila lämmityskaudella

+ 20 °C – + 26 °C

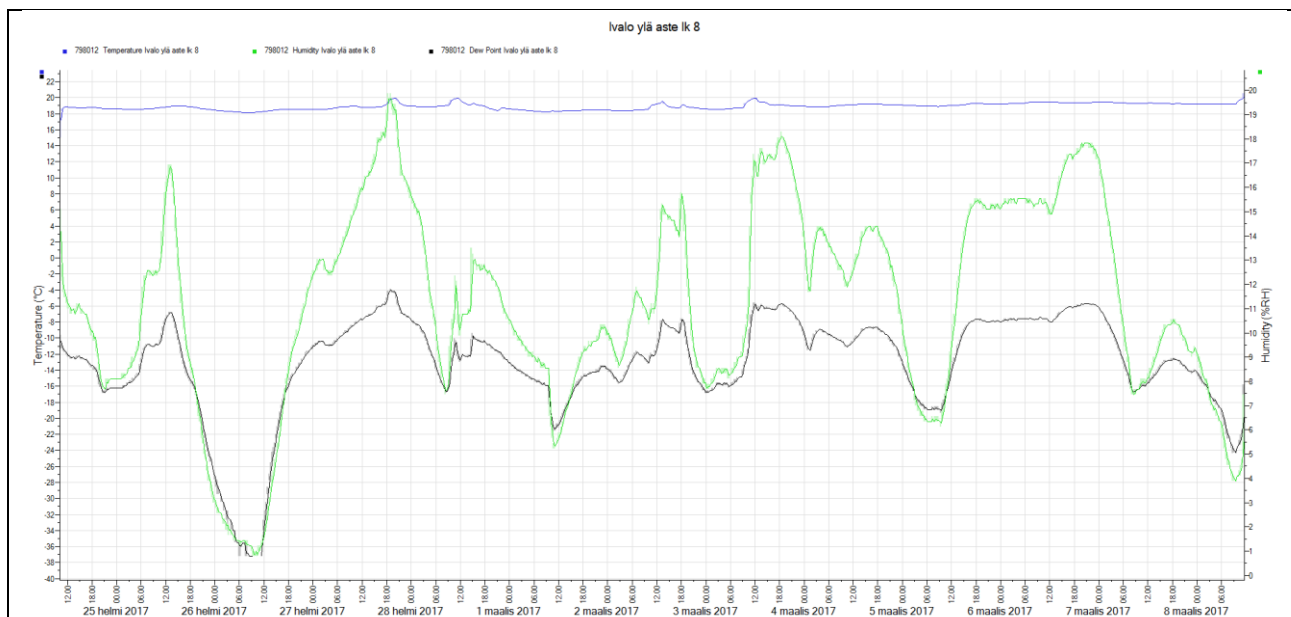
Lämpötilojen toimenpiderajat STM Asumisterveysasetus 2015 mukaan.

Ilmankosteus oli mittauksissa alimmillaan 0,8%, joka voi 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 suhteellisenä kosteutena pidetään talviaikaan 20-40%. Kostutus ei saa olla niin runsasta, että kosteus alkaa tiivistyä ikkunoihin, muihin kylmiin pintoihin tai pahimmassa tapauksessa rakenteiden sisään.



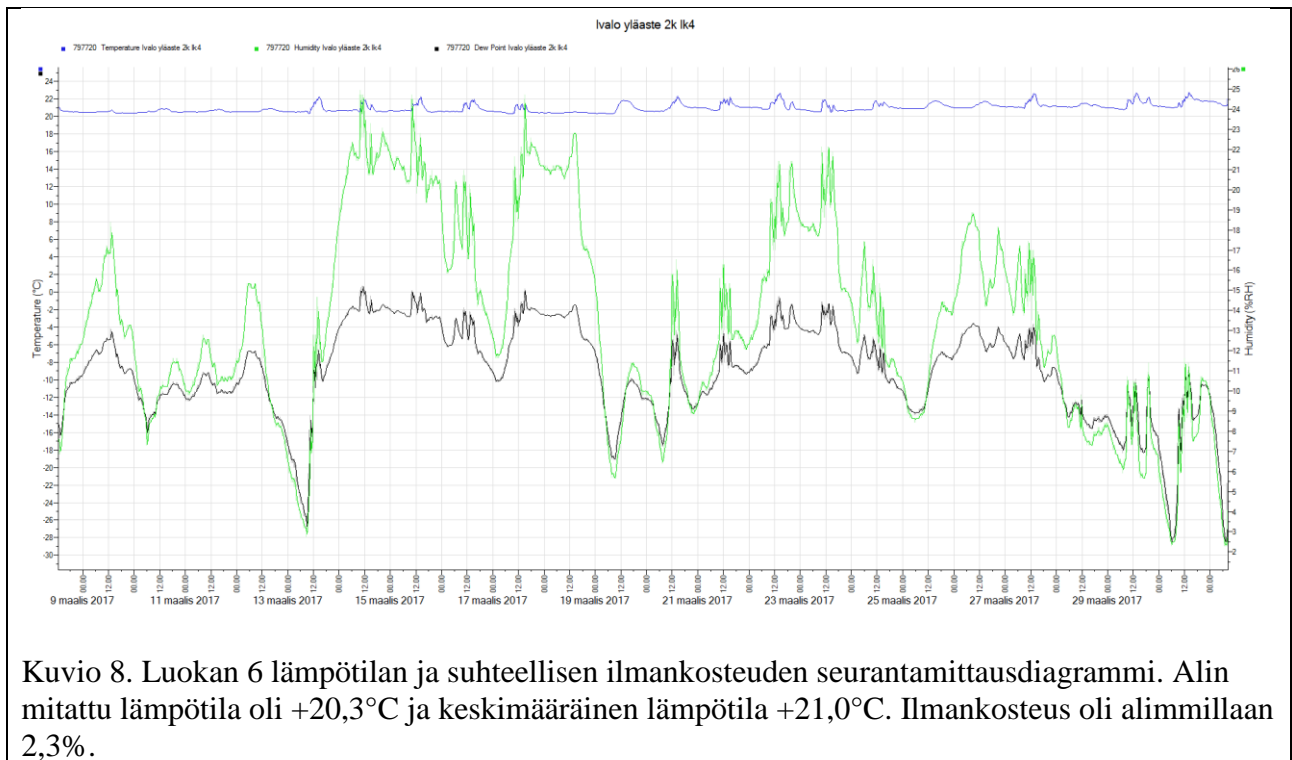
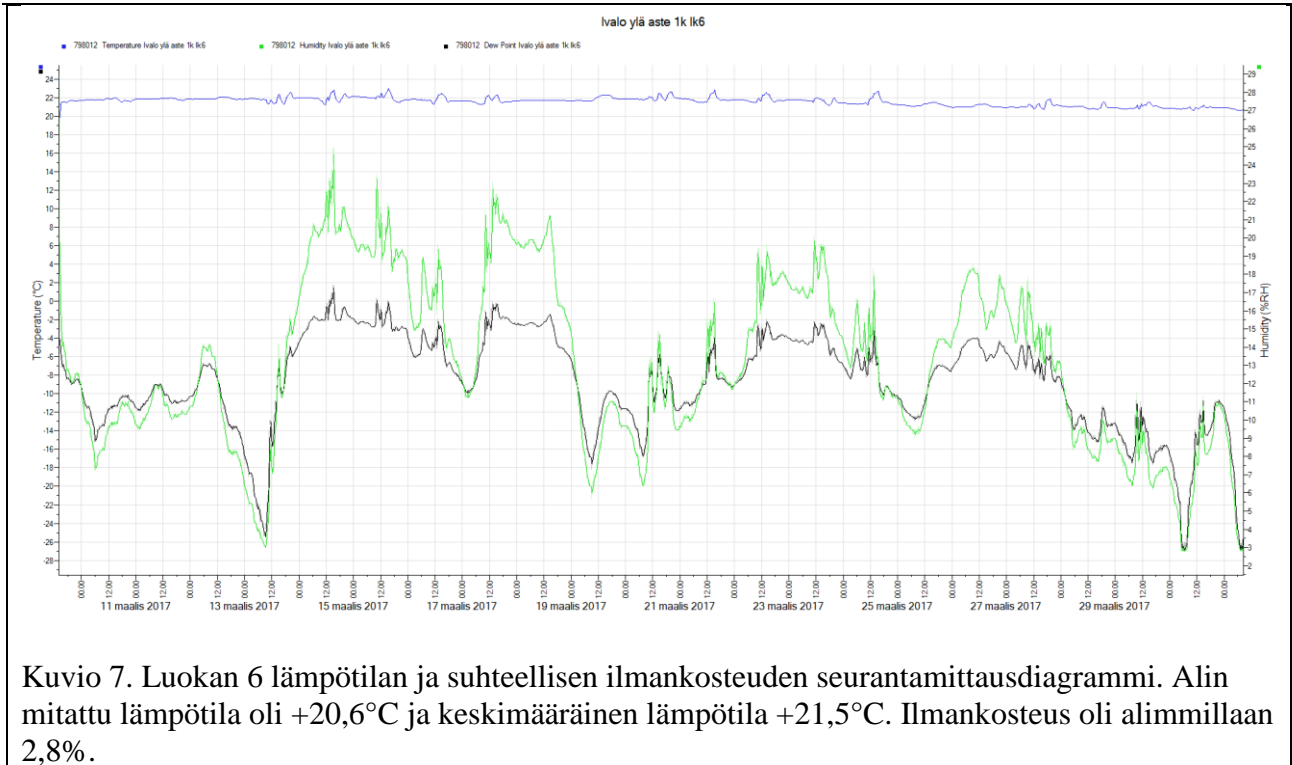
Kuvio 6. Luokan 8 lämpötilan ja suhteellisen ilmankosteuden seurantamittaussdiagrammi. Alin mitattu lämpötila oli +18,2 °C ja keskimääräinen lämpötila +18,9°C. Ilmankosteus oli alimmillaan **0,8%** ja ilmankosteus keskimäärin 10,9%.

Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi



Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

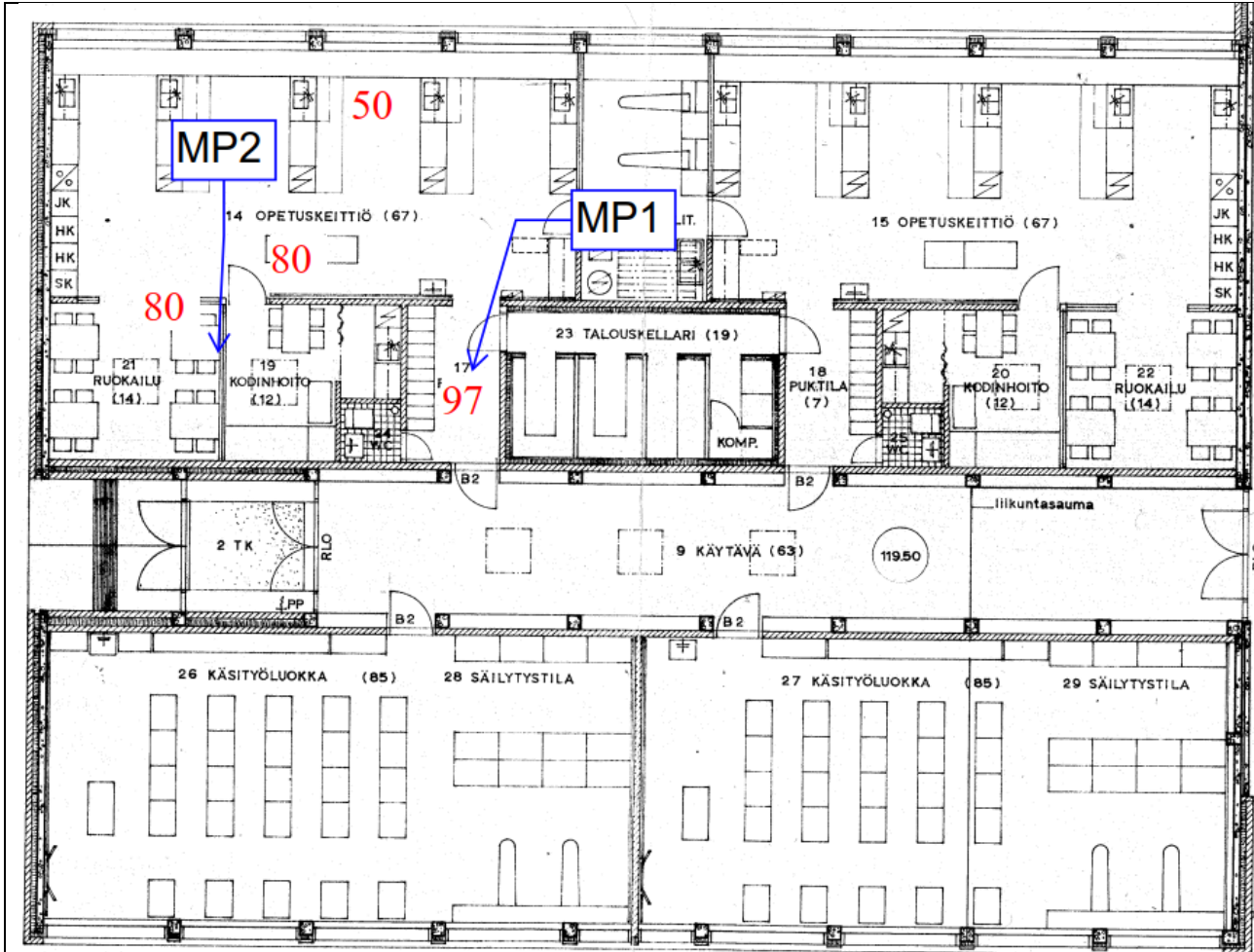
tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi

6. MUUT TUTKIMUKSET

6.1 PINTAKOSTEUSKARTOITUS JA VIILTOMITTAUKSET

Pintakosteuskartoitus kohdistettiin rakennuksen lattiapinnoille pistekoeluonteisesti. Tulokset samoja kuin Tähtirannan tekemissä mittauksissa. Pintakosteusmittauksen perusteella valittiin kaksi pistettä kotitalouden luokasta, joihin tehtiin lattiamaton alta kosteus- sekä VOC- viiltomittaus.



Kuvio 9. Ylä-asteen kotitalousluokkien siiven pohjakuva. Punaisella on merkitty pintakosteusmittarin arvoja. Pohjakuvaan merkitty viiltomittauksen tutkimuspisteet MP1 ja MP2.

Pintakosteusmittauksessa havaittiin, että mittarin näyttämät arvot olivat keskialueella rakennusta noin 80 ja seinän läheisyydessä 50. Tämä voi viitata siihen, että keskialueella betonilaatan alla ei ole eristettä tai sitten sitä on vähemmän kuin laidassa. Eristeen vähäisyys mahdollistaa kosteuden nousun betonilaattaan.

Lattiamaton alta tehtiin viiltomittaustutkimus. Tulokset:

MP1

RH % maton alta	77%
VOC- maton alta	11800 ppb
RH % lattianpinnassa, sisäilma	11,4%
Lämpötila lattianpinnassa, sisäilma	19,7 °C

Nahkimontie 9

96910 ROVANIEMI

tel. 016-364 902

E-mail: etunimi.sukunimi@pbm.fi

MP2

RH % maton alta	70%
VOC- maton alta	4124 ppb
RH % lattianpinnassa, sisäilma	11,7%
Lämpötila lattianpinnassa, sisäilma	19,7 °C

Mittaustulosten perusteella lattiamaton alla on kohonnut kosteus sekä muovimatossa tapahtuu normaalista poikkeavaa VOC- emissioita. Sisäilmanäytteessä havaittiin tästä tilasta hieman 2-etyyli-1- heksanolia, joka on yleensä peräisin muovimattojen materiaalien hajoamisesta.

Tuloksien perusteella on syytä tehdä lisätutkimuksia vaurioiden laajuuden selvittämiseksi.

7. JATKOTOIMENPITEET JA LISÄTUTKIMUKSET

Lattiarakenteita rasittaa todennäköisesti maakosteus. Korjaussuunnittelun lähtötiedoiksi on saatava selville kosteusrasitusten voimakkuus, vaurioalue sekä vaurioiden, etenkin VOC emissio alueiden sijainti ja mahdollinen tunkeutuminen rakenteisiin.

Jatkotutkimukset:

- Lattioiden rakenneselvitys laajasti porarei'istä.
- Lattioiden rakennekosteusmittaukset.
- Lattioiden VOC viiltomittaukset, laajempi.
- Ulkoseinien rakenneselvitykset ja materiaalinäytteiden otto.
- Salaojien selvitys ja pintavaaitus, maaperän vesipintojen selvitys.

Rovaniemellä

3.4.2017



PBM Oy

Jani Norvapalo

Jussi Alaräisänen

LIITE 1.

Kiralab Sisäilman mikrobianalyysi

3s

LIITE 2.

Kiralab Sisäilman VOC-analyysi

4s

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



Kohde: Ivalo, ylä-aste. Työmääräin WO-00338662.
Näytteenottaja: Jussi Alaräisänen
Näytteenottopäivä: 8.3.2017
Näytteet vastaanotettu: 10.3.2017

Analyysit

Andersen-6-vaihe-keräimellä kerätyt ilmanäytteet tutkitaan akkreditoidusti, 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/m³ (cfu/m³), 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
6.	Luokka 8	Sieni-itiö- ja bakteeripitoisuudet alle koulurakennusten raja-arvojen. Lajisto tavanomainen.	Tavanomainen
7.	Rappukäytävä		Tavanomainen
8.	Kotitalous	Ei elinkyysisiä sieni-itiöitä. Bakteeripitoisuus alle koulurakennusten raja-arvon.	Tavanomainen
9.	Luokka 6	Sieni-itiö- ja bakteeripitoisuudet alle koulurakennusten raja-arvojen. Lajisto tavanomainen.	Tavanomainen
10.	2k luokka 3	Ei elinkyysisiä sieni-itiöitä. Bakteeripitoisuus alle koulurakennusten raja-arvon.	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.

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

Tulokset

Näyte	Sieni-itiöt pmy/m ³ M2-agar	Sieni-itiöt pmy/m ³ DG18-agar	Bakteerit pmy/m ³ THG-agar
6	Yhteensä < 2	Yhteensä 4 <i>Aureobasidium</i> [°] 2 <i>Cladosporium</i> 2	Yhteensä 16
7	Yhteensä 5 steriilit sienet 5	Yhteensä 2 steriilit sienet 2	Yhteensä 12
8	Yhteensä < 2	Yhteensä < 2	Yhteensä 26
9	Yhteensä 2 punaiset hiivat [°] 2	Yhteensä < 2	Yhteensä 19
10	Yhteensä < 2	Yhteensä < 2	Yhteensä 28

määritysraja 2 pmy/m³, ° = mikrobin merkitys toistaiseksi avoin

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

¹⁾ Sulan maan aikana tulosta verrataan ulkoilmanäytteeseen.

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

Kosteusvaurioon viittaavia mikrobeja	<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>
Tavanomaisia mikrobeja	<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 oppaita 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: Ylä-aste, Ivalo.
WO-00338662

Näytteenottaja: Jussi Alaräisänen

Näytteenottopäivä: 7.3.2017

Vastaanottopäivämäärä: 10.3.2017

Analyysin päivämäärä: 10.3.2017

Analyysit

Aktiivisesti yhdistelmäkeräinputkiin (kvartsililla-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.	Luokka 8	8,97	45,96	Tulokset tavanomaisia toimenpiderajoihin nähden
2.	Porrashuone	9,03	45,15	
3.	Kotitalous	8,97	45,13	
4.	Luokka 6	9,03	45,12	
5.	Luokka 3	8,97	44,93	

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 ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³	µg/m ³
ALIFAATTISET HIILIVEDYT					
2-Metyylipropani*			0,6	1	1
Butaani*	0,9	1	2	2	3
2-Metyylibutaani*	0,9	1	1	2	3
2,2-Dimetyylibutaani*		0,4	0,4	1	0,9
3-Metyyliheksaani				0,4	0,4
Heptaani			0,4	0,4	0,4
2,2,4,6,6-Pentametyyli-3-hepteeni		0,4			
Heksadekaani		0,4			
AROMAATTISET HIILIVEDYT					
Bentseeni	1	1	2	2	2
Tolueneeni	2	2	2	3	4
Etylibentseeni		0,5	0,6	0,7	1
m/p-Ksyleeni	1	1	2	2	3
o-Ksyleeni	0,5	0,7	0,8	1	1
1,2,4-Trimetylibentseeni	0,5	0,7	0,8	1	1
Dietylibentseeni			0,6	0,6	0,7
Naftaleeni					0,4
ALKOHOLIT					
2-Etyyli-1-heksanoli		2	2	0,5	
ALDEHYDIT					
Heksanaali		0,4	0,6		
Bentsaldehydi	2	0,7	1	1	2
Oktanaali			0,5		
Nonanaali	0,5	2	3	0,5	0,5
KETONIT					
Asetoni*	2	3	2	3	3
2-Butanoni*	0,5	0,6	0,5	0,6	0,6
3-Heptanoni		0,5			
Asetofenoni	0,8			0,5	0,5
HAPOT					
Etikkahappo*	0,7	0,8	1	1	2
GLYKOLIT JA GLYKOLIEETTERIT					
2-(2-Metoksi)propoksi-1-propanoli	0,5				
2-(2-Butoksi)etanoli	0,8	0,6			
2-Fenoksietanoli		0,5			
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET					
a-Pineeni	1	2	5	6	8
Kamfeeni		0,5	0,5	0,5	0,5
PIIYHDISTEET					
Heksametyylisyklotrisiloksaani	0,7	0,8	0,7	0,5	
Oktametyylisyklotetrasiloksaani	0,8	0,6	1	0,9	0,5
Dekametyylisyklopentasiloksaani			2	1	0,8
TYPPIYHDISTEET					
Bentsioatsoli		1			
TVOC	10	20	30	30	30

¹⁾Erittäin haihtuvat VVOC-yhdisteet, pitoisuus suuntaa-antava yhdisteen osittain läpäistessä keräimen. Puhtaita vertailuaineita käyttäen tunnistetut yhdisteet kursivoilla.

 Inspecta KiraLab
 Myyntimiehenkuja 4
 90410 OULU

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

Y-tunnus: 1787853-0

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 altistukseen, 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 (Valtanen 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/m³. 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 ¹⁾
TVOC	400 µg/m ³
Yksittäinen yhdiste	50 µg/m ³
TXIB ^{**)}	10 µg/m ³
2-etyyli-1-heksanoli	10 µg/m ³
Naftaleeni	10 µg/m ³ (hajua ei saa esiintyä)
Styreeni	40 µg/m ³

¹⁾ Tolueenivasteena määritettyä. ^{**)} 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.

Valtanen 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