

Vastaanottaja
VANTAAN KAUPUNKI, TILAKESKUS
Hankepalvelut/Rakennuttaminen/Rakennetekniikka
Kielotie 13, 01300 VANTAA

Ulla Lignell

Asiakirjatyyppi
Tutkimusraportti

Päivämäärä
23.03.2012



PÄIVÄKOTI KEIHÄSPUISTO SISÄILMASTUTKIMUS

PÄIVÄKOTI KEIHÄSPUISTO SISÄILMASTOTUTKIMUS

Päivämäärä 23.03.2012

Laatija Antti Siika-aho, RI (AMK)
Miika Koljonen, RI (AMK)

Tarkastaja Tomi Laitinen, ins.(YAMK)

Viite 82141125

YHTEENVETO TUTKIMUKSESTA

Saamamme toimeksiannon mukaisesti olemme laatineet Vantaalla, osoitteessa Keihästie 6 sijaitsevan Päiväkoti Keihäspuiston sisäilmastotutkimuksen. Työ on tehty Vantaan kaupungin toimeksiannosta. Tehdyt tutkimukset pohjautuvat tilaajalta saamaamme alustavaan listaukseen tarvittavista tutkimuksista, jota täydennettiin pölynäytteillä sekä kosteusmittaustulosten perusteella suoritetuilla FLEC-analyysillä.

Tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää syitä päiväkodin käyttäjien kokemuksiin oireisiin, joiden aiheuttajiksi epäillään huonoa sisäilmaa. Käyttäjähaastattelujen perusteella ongelmat keskittyvät pienimpien lasten puoleiseen päätyyn. Tehtyjen tutkimustulosten perusteella tilaaja pystyy arvioimaan rakennuksen peruskorjauksen kiireellisyyttä sekä seikkoja, jotka tulee huomioida tulevan peruskorjauksen yhteydessä.

Tehdyissä tutkimuksissa rakenteiden kosteustilaa on selvitetty porareikä- ja viiltomittauksin ja rakenteiden ilmatiiviyttä on tutkittu merkkiainekokeella. Piileviä rakenneaurioita on selvitetty kaksivaiheisella lämpökuvauksella ja rakenneavauksilla. Rakenneavaukset on pyritty tekemään siten, että avausten perusteella saadaan mahdollisimman kattavasti tietoa käytetyistä rakenneratkaisuista myöhemmin tehtävän korjaussuunnittelun lähtötiedoksi. Päiväkotitilojen rakenteista, sisäilmasta ja tasopinnoilta on kerätty erilaisia materiaali- ja ilmanäytteitä.

Ilmanvaihtojärjestelmän toimivuutta on selvitetty tulo- ja poistokanavien ilmamäärien mittauksilla sekä ilmanvaihtokoneiden avauksilla. Ulkovaipan yli on tehty hetkellisiä sekä pidempiaikaisia paine-eromittauksia. Paine-eromittauksia on suoritettu myös eri tilojen välillä.

Rakennustekniikka:

Kiireellisenä toimenpiteenä kastuneet lattiamateriaalit tulisi poistaa vesimittarihuoneesta sekä tilan "leikki/lepo 100" vesimittarihuoneen puoleisesta päädyistä, jonka jälkeen rakenteet tulee kuivattaa ja lattiamateriaalit uusia.

Tulevan peruskorjauksen yhteydessä seinä-lattia-liitosten sekä ikkunaliittymien ilmapuotokohdat tulee tiivistää pastamaisella vedeneristemassalla ja vahvikenauhoilla. Myös kaikki ylemmästä kerroksesta tulevat viemäriämpiviennit tulee tiivistää siten, että niiden kautta tapahtuvat vesi- ja ilmapuodot saadaan minimoitua. Putkikanaalit tulee tiivistää siten, ettei niiden kautta tapahdu ilmapuotoja sisätiloihin.

Paikallisten kosteusvauriokohtien rakenteet esitetään uusittaviksi. Tällaisia rakenteita ovat mm. palopostin ympäryksen väliseinä, vesimittarihuoneen kaikki lattiamateriaalit vesimittarihuoneen seinien alaosien pinnoitteet. Kaikki alakattojen mineraalivillaeristeiset akustiikkalevyt tulee uusia, tai minimissään pinnoittaa siten, ettei niistä aiheudu kuitupäästöjä.

Rakennustekniikan johtopäätökset on esitetty kokonaisuudessaan kappaleessa 7 ja rakennustekniikan Toimenpide-ehdotukset on esitetty kappaleessa 8.

Talotekniikka:

Ilmanvaihtojärjestelmän tuloilmakoneille tulisi välittömästi suorittaa suodattimien vaihto, toimintojen tarkastus ja mitata niistä lähtevien runkokanavien ilmamäärät. Myös tuloilmakanavat tulisi puhdistaa. Pneumaattiset tuloilmakoneiden paine-eroja mittaavat manometrit tulisi huoltaa ja testata niiden toimivuus.

Tehtäessä tiloihin peruskorjaus olisi mielekästä uusia jo kolmekymmentä vuotta vanhat tuloilmakoneet uusiin kattavalla automatiikalla ja kaukovalvonnalla varustettuihin energiatehokkaisiin ilmanvaihtokoneisiin. Tuloilman päätelaitteet tulisi samalla uusia helposti säädettäviin ja ääntä vaimentaviin sekä asentaa säätöpellit huollettaviin kohtiin kanavia. Osa kanavia voidaan joutua uusimaan riittävien ilmamäärien ja riittävän pienien kanavanopeuksien saavuttamiseksi.

Talotekniikan johtopäätökset on esitetty kokonaisuudessaan kappaleessa 7 ja talotekniikan toimenpide-ehdotukset on esitetty kappaleessa 8.

SISÄLTÖ

1.	Tutkimuksen perustiedot	1
1.1	Tutkimuksen tekijät	1
1.2	Käytetyt mitta- ja näytteenottolaitteet	1
1.3	Tutkimuksen rajaukset	1
1.4	Tutkimuksen tavoite	1
2.	Kohteen perus- ja taustatiedot	2
2.1	Rakennuksen perustiedot	2
2.2	Tilaaajalta saadut tiedot ja käytettävissä olleet suunnitelma-asiakirjat	2
2.3	Havainnot aikaisemmista tutkimuksista	2
3.	Havainnot rakenteista	3
3.1	Perustukset	3
3.1.1	Havainnot suunnitelma-asiakirjoista	3
3.1.2	Havainnot paikalla	3
3.2	Alapohjarakenteet	4
3.2.1	Havainnot suunnitelma-asiakirjoista	4
3.2.2	Havainnot paikalla	4
3.3	Ulkoseinärakenteet	7
3.3.1	Havainnot suunnitelma-asiakirjoista	7
3.3.2	Havainnot paikalla	7
3.4	Väliseinärakenteet ja pilarit	7
3.4.1	Havainnot suunnitelma-asiakirjoista	7
3.4.2	Havainnot paikalla	8
3.5	Välipohjarakenteet	8
3.5.1	Havainnot suunnitelma-asiakirjoista	8
3.5.2	Havainnot paikalla	8
3.6	Ikkunat ja ovet	10
4.	Kosteusmittaustulokset	11
4.1	Pintakosteuskartoitus	11
4.2	Kosteusmittausmenetelmien kuvaus	11
4.3	Viiltomittaustulokset muovimattojen alta	12
4.4	Porareikämittaukset	12
5.	Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset	14
5.1	Ilmanvaihtojärjestelmän yleinen kunto ja tekninen taso	14
5.2	Paine-erot vaipan yli ja tilojen välillä	18
5.3	Paine-eron seurantomittausten tulokset	19
6.	Materiaali- ja ilmanäytteiden tutkimukset	21
6.1	Sisäilman VVOC- ja VOC-yhdisteet	21
6.2	Materiaalien VOC-emissiot	21
6.3	Materiaalien mikrobinäytteet	22
6.4	Pölynäytteet tasopinnoilta	22
7.	Johtopäätökset	23
7.1	Rakennustekniikka	23
7.2	Ilmanvaihtojärjestelmä	23
8.	Toimenpide-ehdotukset	24
8.1	Rakennustekniikka	24
8.2	Ilmanvaihtojärjestelmä	24

LIITTEET

25

- Liite 1. Havaintoja ja näytteiden ottokohdat
- Liite 2. Pintakosteuskartoitus ja kosteusmittauskohdat
- Liite 3. Mikrobinäytteet
- Liite 4. VOC-analyysit
- Liite 5. Pölynkoostumuksen määritykset
- Liite 6. Merkkiainetutkimus
- Liite 7. Lämpökamerakuvaus

1. TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT

1.1 Tutkimuksen tekijät

Tämän tutkimuksen projektipäällikkönä ja vastuuhenkilönä on toiminut Ramboll Finland Oy:stä Antti Siika-aho. Rakennetekniset tutkimukset, ilmamäärien mittaukset sekä materiaalinäytteiden keräys on suoritettu Antti Siika-ahon ja Miika Koljoson toimesta. Paine-eromittauksiin ja ilmanvaihdon mittauksiin on osallistunut myös Kai Jyrkiläinen.

LVI-tekniisena asiantuntijana on toiminut Risto Purtilo Ramboll Talotekniikka Oy:stä, merkkiainekokeet on tehty Insinööristudio Oy:n toimesta ja kaksivaiheinen lämpökuvaus on suoritettu Realtest Oy:n toimesta.

1.2 Käytetyt mitta- ja näyttteenottolaitteet

- Pintakosteudenosoitin Exotek MC-160Sa (pintakosteuskartoitus)
- Vaisala HMP 44 kosteus- ja lämpötilamittapää, kalibroitu 1.11.2011 (kosteusmittaukset)
- Vaisala HMP 42 kosteus- ja lämpötilamittapää, kalibroitu 1.11.2011 (kosteusmittaukset)
- Magnesence paine-erolähetin & Gemini Tinytag dataloggeri (paine-erojen seuranta)
- Fluke 922 –ilmanpainemittarilla (paine-erot ja ilmanvaihto 18.1.2012)
- TSI LCA301 Siipipyöräänemometri & torvisarja (ilmanvaihto 23.2.2012)
- Kaasuanalysaattori, vety-tyyppi - kaasuseos ja alipaineistaja (merkkiainekokeet)
- Lämpökamera Flir B 200 ja Minneapolis Blower Door -alipaineistaja

1.3 Tutkimuksen rajaukset

Tutkimuksia suoritettiin vain päiväkotikäyttöön varatuissa tiloissa. Yläpuolella sijaitsevia asuinhuoneistoja ei tutkittu eikä käsitellä tässä sisäilmastotutkimuksessa.

1.4 Tutkimuksen tavoite

Tutkimusten tavoitteena oli selvittää syitä käyttäjien kokemuksiin oireisiin, jotka viittaavat mahdollisiin sisäilmaongelmiin. Käyttäjiltä saadun tiedon mukaan päiväkotitiloissa koetaan mm. päänsärkyä, voimattomuutta sekä tunnetta, että tiloista loppuu ilma. Käyttäjähastattelujen perusteella pahin oireilu keskittyy rakennuksen lounaispäädyssä sijaitsevaan pienten lasten osastoon, jossa hoidetaan alle leikki-ikäisiä lapsia.

2. KOHTEEN PERUS- JA TAUSTATIEDOT

2.1 Rakennuksen perustiedot

Kohteena oleva päiväkotijoukko sijaitsee Vantaalla osoitteessa Keihästie 6. Rakennus on kuusikerroksinen asuinkerrostalo, jonka pohjakerros on varattu päiväkotikäyttöön. Kerrostalon runkomateriaali on teräsbetonia ja perustukset ovat lähellä kalliopintaa. Rakennus on otettu käyttöön 1980-luvun puolivälissä. Rakennuksessa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä.

2.2 Tilaajalta saadut tiedot ja käytettävissä olleet suunnitelma-asiakirjat

Tutkimus aloitettiin aloituspalaverilla, joka pidettiin kohteessa 5.1.2012. Aloituspalaverin sekä tutkimusten aikana tehtyjen haastattelujen perusteella ilmeni seuraavaa:

- Yläpuolisista tiloista on tapahtunut vesivuotoja eri puolilla rakennusta viemärien läpivientien kohdista.
- väliseinän sisässä oleva paloposti on vuotanut joulukuussa 2011.
- Vesimittarihuoneessa on ollut vesivuotoja.
- Päiväkotitilojen ilmanvaihto on kauttaaltaan riittämätön.
- Ikkunoita pidetään auki lasten ollessa ulkona sekä ennen nukkumista, koska muuten tiloista loppuu ilma.
- Pahimmat ongelmat ovat käyttäjähaastattelujen mukaan pienten puolella, jossa sisäilmasto-olosuhteet koetaan hyvin ongelmallisiksi.
- Osa pienten puolen hoitajista kertoi kärsivänsä mm. päänsärystä, silmien kutinasta, väsymyksestä ja poskiontelotulehduksista. Päänsärky yleensä loppuu, kun tiloista poistutaan.
- Osa pienten puolella työskennelleistä sijaisista on kertonut kärsivänsä päänsärystä työskenneltyään tiloissa.

2.3 Havainnot aikaisemmista tutkimuksista

Mitään aikaisempia tutkimusraportteja, kuten vesivuotojen kosteusmittausraportteja ei ollut käytettävissä tätä tutkimusta tehtäessä. Käytettävissä on ollut ilmanvaihdon mittaus- ja säätöpöytäkirja vuodelta 2009 (Nuohous ja ilmastointipuhdistus Petri Valve Oy), sekä luettelo kiinteistössä tehdyistä korjauksista.

Ilmanvaihdon mittaus- ja säätöpöytäkirjan mukaan mitatut tuloilmamäärät ovat pääsääntöisesti olleet pienempiä kuin vaaditut ilmamäärät.

Kiinteistössä (As Oy Keihäsrinne) tehtyjä korjauksia:	Vuosi:
HTV asennettu	1992
Ikkunat kunnostettu	1994
Porraskäytävät maalattu	1994
Pihan kunnostus	1997
Parvekelattiat	2001
Kuntotutkimus tehty (ei selvinnyt mikä)	2002
Laajakaistaliittymä	2004
Lämmönvaihdin uusittu	2007
Lämmitysjärjestelmän tasapainotus, termostaatit uusittu	2007
A-portaan saunatilojen kunnostus	2007
Ilmanvaihtojärjestelmä nuohottu ja säädetty	2007
Lukot uusittu	2008

3. HAVAINNOT RAKENTEISTA

3.1 Perustukset

3.1.1 Havainnot suunnitelma-asiakirjoista

Käytävissä olevien rakennesuunnitelmien perusteella rakennuksen runkojärjestelmä koostuu kantavista ulko- ja väliseinistä sekä pilari-palkki-järjestelmästä. Kantavat seinät, sekä hissi- ja porraskuilut ovat perustettu nauha-anturoille ja kantavat pilarit pilarianturoille. Perustukset ovat osittain louhitun kallion päällä ja perustusten, sekä kallion välissä on noin 300 mm kapillaarin katkaiseva kiviaineskerros.

Anturoiden päällä olevat sokkelirakenteet koostuvat pääosin sokkelihalkaisulla varustelluista sokkelielementeistä. Käytävissä olevien rakennesuunnitelmien mukaan teräsbetoninen ulkokuori on vahvuudeltaan 70 mm, polystyreenihalkaisu 70 mm ja teräsbetoninen sisäkuori 95 mm ei-kantavilla seinäosuuksilla ja 175 mm kantavilla osuuksilla. Rakennesuunnitelmista ei selvinnyt onko elementit varustettu vedenpoistoaukoilla.

Rakennesuunnitelmien mukaan lattiapintojen sekä ulkopuolen maanpintojen korkeusero on vain 150 mm.

3.1.2 Havainnot paikalla

Anturoiden päällä olevia sokkelielementtejä tutkittiin ulkopuolelta silmämääräisesti maan pinnan yläpuolelta. Huomioitavia asioita ovat elementtisaumojen vauriot, joita esiintyy erityisesti rakennuksen koillispuolella. Vaurioituneilla alueilla saumamassat ovat paikoin irronneet kokonaan (kuva 1).

Perustusten yhteydessä on käytetty patolevyjä, joiden yläpään kiinnityksissä havaittiin puutteita (kuva 2).

Rakennuksen luoteissivulla maan pinta on lattiapinnan tasossa. Maanpintojen kallistuksissa on paikallisia puutteita (kuva 3).



Kuva1. Sokkelielementin sauma on auki. Kuva 2. Patolevy on irronnut suojalistasta.



Kuva 3. Puutteita maanpinnan kallistuksissa.

3.2 Alapohjarakenteet

3.2.1 Havainnot suunnitelma-asiakirjoista

Käytettävissä olevien pää- ja rakennesuunnitelmien mukaan tutkittavalla alueella on seuraavanlaisia alapohjarakennetyyppejä:

Alapohja 1, päiväkodin lattiat yleensä (AP 1)

- Pintamateriaali (huopapohjainen muovimatto, vinyylilaatta tai maalaus)
- Betonilaatta 60 mm
- Höyrynsulku
- Solumuovilevy 100 mm
- Tiivistetty sora

Alapohja 4, tuulettuva alapohja (AP 4)

- Pintamateriaali (yleensä vinyylilaatat tai huopapohjainen muovimatto)
- Pintalaatta tai tasoite
- Ontelolaatta P27 tai P40
- Lämmöneriste 100 mm
- Alustatila
- Perusmaa

3.2.2 Havainnot paikalla

Alapohjarakenteita avattiin timanttiporan avulla maanvaraisista alapohjarakenteista (kuva 4) sekä tuulettuvasta alapohjasta (kuvat 5, 6 ja 7). Alapohjarakenteiden rakenneavauskohdat on merkitty raportin liitteessä olevaan pohjapiirustukseen (liite 1). Rakenneavausten perusteella rakenteet ovat seuraavanlaisia:

Alapohja 1, päiväkodin lattiat yleensä (AP 1)

- Muovimatto
- Teräsbetonilaatta 55 mm, rauditusverkko sijaitsee laatan alapuolella, ei laatan sisällä
- Muovieriste 100 mm
- Hiekka

Alapohja 4, moduulilinjojen 1-3 välissä sijaitseva tuulettuva alapohja (AP 4)

- Pintamateriaali (yleensä vinyylilaatat tai huopapohjainen muovimatto)
- Plaano / tasoite n. 25 mm
- Ontelolaatta P40 (sekä P27)
- Lämmöneriste 100 mm
- Alustatila 800 mm
- Perusmaa

Tuulettuvaan alapohjaan laskettiin timanttiporausreiästä kamera. Otettujen valokuvien perusteella tuulettuvan alapohjan täyttömaa on hiekkaa, eikä hiekan päällä ole käytetty lämmöneristettä (kuva 6). Ontelolaatan alapintaan on kiinnitetty viemäriputkia ja ontelolaatan alapinnan lämmöneristeitä puuttuu viemäreiden kohdalta. Alapohjassa havaittiin muutamia irtonaisia EPS-levyjä, joten osa ontelolaattojen alapinnan levytyksistä on saattanut irrota (kuva 7).



Kuva 4. Maanvarainen alapohja



Kuva 5. Tuulettuvan alapohjan rakenneavaus.



Kuva 6. Yleiskuva alustatilasta.



Kuva 7. Yleiskuva alustatilasta.

Alapohjarakenteessa on putkikanaali, joka kulkee pituussuuntaisesti rakennuksen läpi. Putkikanaalissa on teräksiset tarkastusluukut (kuva 8). Luukun alla on betonirenkaat sekä betonikansi, jonka alla varsinainen putkikanaalitila sijaitsee (kuva 9). Betonirenkaiden yläpään ja alapohjarakenteen liitoskohdassa on aukkoja, joista näkyy alapohjarakenteiden lämmöneristeitä ja täyttökerroksia (kuva 10).

Tarkastusluukkuja avatessa havaittiin lievästi maakellarimaista hajua. Insinööri Studion tekemässä merkkiainekokeessa ei kanaaleihin laskettu merkkiainekaasua, mutta Rambollin toimesta luukkujen sisään laskettiin merkkisavua, joka kulkeutui luukkujen saumoista välittömästi huonetilaan, vaikka luukun tiiviyyttä oli yritetty parantaa kumitiivisteillä.



Kuva 8. Putkikanaalin tarkastusluukku



Kuva 9. Näkymä tarkastusluukkuun



Kuva 10. Betonirenkaan ja lattian avonainen liitos.

Keihästien puolelta, rakennuksen pohjoispäädystä on kulkuyhteys osittain rakennuksen alla sijaitsevaan kaukolämpökanaaliin (kuva 11). Kaukolämpökanaalissa havaittiin jonkin verran vanhoja muottilautoja (kuva 12) ja lievästi tunkkaista hajua. Mahdollinen ilmayhteysreitti rakennuksen sisälle voi muodostua keittiön lattiakaivon liitosten kautta, mutta asiaa ei varmennettu merkkiaineella tai –savulla eikä tästä havaittu viitteitä.



Kuva 11. Kaukolämpökanaali



Kuva 12. Vanhaa muottilautoitusta kanaalissa.

Lattioiden pintamateriaalit

Lattioiden pintamateriaalina on käytetty käytävillä 250 mm x 250 mm kokoisia vinyylilaattoja, jotka kokemukseräisen tiedon mukaan sisältävät asbestia. Myös laattojen kiinnitykseen käytetyn liiman voi olettaa sisältävän asbestia. Vinyylilaatat ovat pääosin silmämääräisesti arvioiden hyväkuntoisia ja ehjiä, eikä niistä näin ollen vapaudu asbestikuituja sisäilmaan.

Alapohjarakenteiden kosteustila

Alapohjarakenteet tutkittiin kauttaaltaan pintakosteuden osoittimella. Menetelmällä pyrittiin löytämään mahdolliset kosteusmittauksia vaativat kohdat tarkempia tutkimuksia varten. Kohonneita pintakosteuslukemia kirjattiin alapohjarakenteista paikallisesti, mutta näkyviä kosteusvaurioiden jälkiä ei havaittu muualla kuin lounaispäädyssä sijaitsevassa vesimittarihuoneessa (kuva 13). Pintakosteuskartoituksen ja kosteusmittausten tuloksista on kerrottu tarkemmin kappaleessa 4 sekä liitteessä 2.



Kuva 13. Vesimittarihuoneen lattiapinnoite irtoaa.

3.3 Ulkoseinärakenteet

3.3.1 Havainnot suunnitelma-asiakirjoista

Ulkoseinärakenteet koostuvat sandwich-elementeistä. Teräsbetonisten ulkokuorten vahvuus on rakennesuunnitelmien mukaan 60 mm ja ulkokuorten pintamateriaalina on käytetty keraamista laattaa. Eristeenä on 120 mm mineraalivillaa ja sisäkuorten vahvuus on ei-kantavissa ulkoseinissä 70 mm ja kantavissa ulkoseinissä 150 mm.

Lähtötietoaineistosta ei selvinnyt, onko rakenteessa tuuletusrakoa tai uria.

3.3.2 Havainnot paikalla

Rakennuksen ulkoseiniä tutkittiin sisä- ja ulkopuolelta silmämääräisesti. Ulkoseinärakenteiden sisäpinnoissa ei havaittu merkittäviä vaurioita, mutta ulkopinnoissa on vaurioita rakennuksen koillispuolelta elementtisaumoissa (kuva 14).

Rakennuksen sisäpuolen ulkoseinien alaosa tutkittiin pintakosteuden osoittimella. Kohonneita pintakosteuslukemia ei ulkoseinien alaosista havaittu, eikä myöskään viitteitä mahdollisesti kosteusvaurioituneista materiaaleista.

Lattian ja seinien liitosten ilmatiiviyttä tutkittiin 2-vaiheisella lämpökuvauksella sekä merkkiainekaasulla. Merkkiainekokeiden perusteella ulkoseinien ja lattioiden liitoskohdissa on systemaattisesti ilmavuotoja. Merkkiainetutkimus on esitetty raportin liitteessä 6.



Kuva 14. Avonainen elementtisauma

3.4 Väliseinärakenteet ja pilarit

3.4.1 Havainnot suunnitelma-asiakirjoista

Rakennuksen ulkoseinien lisäksi kantavia rakenteita ovat pilarit ja kantavat väliseinät, jotka kannattelevat välipohjarakenteita. Kantavien seinien lisäksi on rakennuksissa ei-kantavia väliseiniä, jotka voidaan jakaa kevyisiin levyseiniin ja raskaampiin tiiliseiniin. Kantavat teräsbetoniväliseinät ovat vahvuudeltaan 180 mm ja rakennesuunnitelmien mukaan ne on perustettu maanvaraisen perusmuurin varaan, jonka yläpinta on 10 mm lattiapinnan alapuolella.

Kantavat pilarit ovat teräsbetonisia ja halkaisijaltaan n.400 mm. Pilarit jatkuvat lattialaatan alle ja ne ovat rakennesuunnitelmien mukaan tuettuja maanvaraisten anturoiden varaan ns. holkki-liitoksilla.

Muuratut ei-kantavat väliseinät on rakennettu lattialaatan päälle. Maanvaraisten laattojen kohdilla on laattaa rakennesuunnitelmien mukaan vahvennettu 50 mm.

Kevyet levyseinät ovat rakenneavausten yhteydessä tehtyjen havaintojen perusteella puusoiro-runkoisia ja yleensä kipsilevy-pintaisia. Tuulikaappeja ja eteistiloja erottavissa seinissä on levy-materiaalina käytetty myös peltiä.

3.4.2 Havainnot paikalla

Levyväliseiniin tehtiin rakenneavauksia käyttäjähaastatteluissa ilmenneiden vesivuotokohtien alueisiin (rakenneavaukset, katso liite 1). Ensimmäinen avaus kohdistettiin väliseinärakenteeseen upotetun palopostin takana sijaitsevaan seinäonteloon. Rakenneavauksessa paljastui sisäverhouslevyn sisäpinnasta vauriojälkiä, jotka johtuvat mitä todennäköisimmin palopostissa sattuneista vesivuodoista (kuva 15). Sisäverhouslevystä otettiin näköhavainnon varmistamiseksi mikrobinäyte M5. Analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3.

Kaksi rakenneavausta kohdistettiin tilan "LEIKKI/LEPO 126" ja käytävän väliseen väliseinään (kuva 16). Käyttäjähaastatteluissa ilmeni, että tilan "LEIKKI/LEPO 126" väliseinässä ja lattiat ovat kastuneen aikaisemmin sattuneen vesivahingon takia. Seinärakenteita on mahdollisesti uusittu vesivuodon jälkeen, mutta tästä ei löydetty dokumentaatiota. Molemmissa avauskohdissa otettiin seinän alaosan sisäverhouslevystä ja seinän mineraalivillasta mikrobinäytteet M1 – M4. Ananyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3.



Kuva 15. Sisäverhouslevy palopostin alla. Kuva 16. Mikrobinäytteiden ottokohdat väliseinästä.

Väliseiniä ja pilareita tutkittiin päiväkotitiloissa silmämääräisesti. Alapohjan pintakosteusmittausten yhteydessä myös väliseiniä alaosa tutkittiin kohonneiden pintakosteusarvojen varalta. Merkittäviä pintakosteuslukuja tai näkyviä kosteusvaurioita ei havaittu muualta kuin rakennuksen lounaispäädyn vesimittarihuoneesta.

3.5 Välipohjarakenteet

3.5.1 Havainnot suunnitelma-asiakirjoista

Kohteen välipohjarakenteista puhuttaessa tarkoitetaan tutkittavan tilan kattoa. Lähtötietoaineiston mukaan välipohjarakenne VP3 on (rakenne ylhäältä alaspäin):

- Huopapohjainen muovimatto
- Tasoite
- Ontelolaatta 265mm
- Ilmarako 20mm
- Mineraalivilla 50mm
- Kipsoniittilevy 13mm

3.5.2 Havainnot paikalla

Päiväkodin käytävillä on metallirankaiset alakattorakenteet, joiden sisällä kulkee runsaasti tekniikka. Alakatot on verhoiltu mineraalivillaisilla akustiikkalevyillä, joiden ylä- ja sivupintoja ei ole pinnoitettu (kuvat 17 ja 18).



Kuva 17. Käytävän alakattorakenne.



Kuva 18. Akustiikkalevyn pinnoittamaton yläpinta.

Alakatoissa on havaittavissa kahdessa eri kohdassa vuotojälkiä yläkerroksesta tulevien viemäriläpivientien kohdalla (kuva 19). Alakaton sisällä sijaitsevat viemäriläpiviennit on tiivistetty mineraalivillaeristeillä, joissa havaittiin tummia kohtia (kuva 20). Tarkastushetkellä mineraalivillaeristeet olivat kuivia.



Kuva 19. Vanha vuotojälki alakatossa.



Kuva 20. Yläkerroksesta tuleva viemäriläpivienti.

Huonetilojen katoissa on kotelorakenteita, joiden sisällä on yläkerroksesta tulevia epätiivitä putkiläpivientejä sekä mineraalivillaeristeitä (kuvat 21 ja 22).



Kuva 21. Liikuntasalin kotelorakenne.



Kuva 22. Kotelon sisässä oleva läpivienti.

3.6 Ikkunat ja ovet

Ikkunat ovat kolmepuitteisia, kolmilasisia ikkunoita, jotka ovat karmeiltaan ja puitteiltaan puurakenteisia. Ikkunoiden puuaines on pääosin hyväkuntoista (kuva 23). Ikkunat on saumattu elastisella saumausmassalla ympäröiviin sandwich-elementteihin. Yksittäisissä ikkunoissa havaittiin elastisissa saumauksissa puutteita (kuva 24). Vesipeltien kallistukset ovat hyvät.

Ulko-ovet ovat teräsrunkoisia lasiovia.

Karmien ja seinärakenteiden sekä puitteiden ja karmien liitoksien ilmatiiviyttä tutkittiin 2-vaiheisella lämpökuvauksella ja merkkiainekokeilla. Ikkunakarmeissa esiintyy ilmavuotoja.



Kuva 23. Tyypillinen ikkuna.



Kuva 24. Rakoja vesipellin ja smyygin liitoksessa.

4. KOSTEUSMITTAUSTULOKSET

4.1 Pintakosteuskartoitus

Ennen kosteusmittauksia päiväkodin lattiapinnat sekä seinien alaosat kartoitettiin pintakosteuden osoittimella. Kohonneita pintakosteusarvoja havaittiin alustatilalla varustetun vesimittarihuoneen lattiasta ja vesimittarihuoneen ympäristöstä. Käytävien maanvaraisissa lattioissa on pieniä alueita, joista kirjattiin kohonneita pintakosteusarvoja.

Seinärakenteista havaittiin kohonneita pintakosteusarvoja ainoastaan vesimittarihuoneen seinistä.

Kohonneiden pintakosteusarvojen sijainnit on esitetty liitteessä 2.

4.2 Kosteusmittausmenetelmien kuvaus

Viiltomittaukset

1. Muovimattoon tehdään mattopuukon avulla haluttuun kohtaan viilto
2. Muovimattoa korotetaan mittapään vaatimalta alueelta ja maton alle työnnetään korotuspaloiksi esimerkiksi kaksi naulatulppaa
3. Viiltoon asennetaan kosteus- ja lämpötilamittapää Vaisala HMP42
4. Tehty viilto sekä viillon ja mittapään väli tiivistetään täysin vesihöyrytiiviksi
5. Mittapään annetaan tasaantua vähintään 15 minuuttia
6. Luetaan suhteellinen kosteus ja lämpötila.

Porareikämittaukset

1. Etsitään lämpökameran avulla mahdolliset lattialämmityskaapelit
2. Porataan haluttuihin mittaussyvyyksiin halkaisijaltaan 16 mm:n kokoiset reiät
3. Porausjauhe ja -pöly poistetaan reiästä imuroimalla
4. Mittareikiin asennetaan halkaisijaltaan reikien kokoiset muoviset sähköputket siten, että ne painetaan reikien pohjaan saakka
5. Putken ja betonin liitoskohta tiivistetään vesihöyrytiivillä kitillä
6. Putki imuroidaan puhtaaksi
7. Putken avoin yläpää tiivistetään vesihöyrytiivillä kitillä (teippiä ei käytetä putken tiivistämiseen) ja tarvittaessa mittauskohdat lämmöneristetään
8. Tiivistettyjen reikien annetaan tasaantua vähintään kolme vuorokautta
9. Tuodaan käytettävät mittapäät huonetilaan ja annetaan niiden tasaantua mittauspistettä ympäröiviin olosuhteisiin
10. Asennetaan mittapäät (Vaisala HMP44) putkien sisään, jonka jälkeen tiivistetään välittömästi mittapäiden ja putkien väliset raot
11. Annetaan mittapään tasaantua reiässä vähintään tunnin verran
12. Kiinnitetään yksilöllisesti kalibroidut mittapäät lukulaitteeseen, jonka jälkeen luetaan suhteellinen kosteus, lämpötila sekä määritetään näiden tietojen perusteella absoluuttinen kosteus
13. Luetaan ulko- ja sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila.

4.3 Viiltomittaustulokset muovimattojen alta

Muovimattojen FLEC-näytteiden ottokohtiin suoritettiin viiltomittauksia ennen näytepalan irrottamista:

Taulukko 1. Viiltomittaus vesimittarihuoneen lattiasta

Tsisä [°C]	16,0	Tulko [°C]	-19,5	PVM	
RHsisä [%]	18,8	RHulko [%]	73,9	18.1.2012	
Abs [g/m ³]	2,6	Abs [g/m ³]	0,8		
Mittauspiste	Mittaussyvyys	mittapää	T [°C]	RH [%]	Abs. [g/m ³]
Vesimittarihuone	maton alta	HMP42	16,9	96	13,9

Taulukko 2. Viiltomittaus tilassa "Leikki/lepo 126"

Tsisä [°C]	22,9	Tulko [°C]	-19,5	PVM	
RHsisä [%]	8,4	RHulko [%]	73,9	18.1.2012	
Abs [g/m ³]	1,7	Abs [g/m ³]	0,8		
Mittauspiste	Mittaussyvyys	mittapää	T [°C]	RH [%]	Abs. [g/m ³]
Leikki/lepo 126	maton alta	HMP42	22	70	13,6

4.4 Porareikämittaukset

Porareikämittauksia suoritettiin alustatilalla varustettuun alapohjarakenteeseen (taulukko 3) sekä maanvaraiseen alapohjarakenteeseen (taulukko 4):

Taulukko 3. Porareikämittaus vesimittarihuoneen lattiasta

Tsisä [°C]	18,2	Tulko [°C]	-5	PVM	
RHsisä [%]	25,5	RHulko [%]	93	22.2.2012	
Abs [g/m ³]	4,0	Abs [g/m ³]	3,2		
Mittauspiste	Mittaussyvyys ja materiaali	Mittapää	T [°C]	RH [%]	Abs. [g/m ³]
PR 1	20 mm betoni	4	16,2	95	13,1
PR 1	30 mm betoni	9	16,1	98	13,5
PR 1	45 mm betoni	7	16,2	97	13,4
PR 1	170 mm ontelolaatan ontelo	8	17,3	72	10,6
PR 1	n. 600 mm alustatila	10	18,8	47	7,6

Rakenneavauksen perusteella vesimittarihuoneen lattiarakenne on seuraavanlainen porareikämittauskohdassa:

- Pintamateriaalina muovimatto tai maalattu betonipinta
- Betoni/ Plaano / Tasoite n. 25 mm
- Ontelolaatta P40
- EPS 100 mm
- Alustatila n. 800 mm

Taulukko 4. Porareikämittaus käytävän lattiasta tilan "Leikki/lepo 126" kohdalta.

Tsisä [°C]	18,2	Tulko [°C]	-5	PVM	
RHsisä [%]	25,5	RHulko [%]	93	22.2.2012	
Abs [g/m ³]	4,0	Abs [g/m ³]	3,2		
Mittauspiste	Mittaussyvyys ja materiaali	mittapää	T [°C]	RH [%]	Abs. [g/m ³]
PR 2	10mm betoni	2	20,8	68,7	12,5
PR 2	25 mm betoni	1	20,8	68,7	12,5
PR 2	50 mm betoni	5	20,9	72,5	13,2
PR 2	70 mm EPS	3	20,8	68,7	12,5
PR 2	100 mm hiekka	6	18,1	90,9	14,1

Rakenneavauksen perusteella käytävän lattiarakenne on seuraavanlainen porareikämittauskohdassa:

- Muovimatto
- Teräsbetoni-laatta 55 mm, rauditusverkko sijaitsee laatan alapuolella, ei laatan sisällä
- EPS 100 mm
- Hiekka

Mittaustarkkuustarkastelu:

Rakennus oli normaalissa käyttölämpötilassa ja lattiarakenteen ja yläpuolisen ilman välillä ei ollut suuria lämpötilaeroja. Mittapääät kalibroitiin juuri ennen mittausta ja mittaukset suoritettiin siten, että saavutettiin riittävä mittaustarkkuus rakenteen kosteuden arviointiin. Mittauksen kokonaismittaustarkkuus on arviolta n. ± 3 RH-yksikköä.

Tehdyt kosteusmittaukset ovat aina vain mittaushetken arvioita rakenteiden kosteuksista. Rakenteiden suhteellisen kosteuden arvot voivat muuttua lyhyessäkin ajassa merkittävästi rakenteita ympäröivien olosuhteiden muutoksista johtuen

5. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN TUTKIMUKSET

5.1 Ilmanvaihtojärjestelmän yleinen kunto ja tekninen taso

Tiloissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Ilmanvaihtojärjestelmä on nuohottu ja säädetty vuonna 2007. Tilojen ilmanvaihtoa koskeva edellinen mittauspöytäkirja päivätty 11.11.2009, jolloin useiden huoneiden tuloilmapäätelaitteiden ilmamäärät olivat merkittävästi alle suunnitelma-arvojen. Tilojen tuloilman tuottamisesta vastaa kolme tuloilmakonetta, jotka on asennettu eteistilojen alakattojen yläpuolelle. Poistoilmanvaihto tapahtuu vesikatolle asennettujen huippuimureiden kautta. Täten tilojen ilmanvaihto ei sisällä poistoilmasta tapahtuvaa lämmön talteenottoa, vaan tuloilma lämmitetään tuloilmakoneissa pelkästään vesikiertoisten lämmityspattereiden avulla. Tuloilmakoneet ovat alkuperäisiä, rakennuksen valmistumisen aikana 1980-luvun puolivälissä asennettuja Ilmateollisuus Oy:n valmistamia kaksinopeuskoneita. Tuloilmakoneiden ohjausautomaatio on uusittu Oumanin yksikkösäätimillä toimiviksi 2000-luvun puolella.

Tuloilmakoneissa on suodattimet, joiden puhtauden seuranta ei ole kytketty niiden automaatioon. Tätä varten on olemassa vaikeasti alakaton yläpuolelle asennetut suodattimien ja lämmityspattereiden yli syntyvää paine-eroa mittaavat paikalliset manometrit. Niiden ilmoittamien paine-eroarvojen katsominen edellyttää alas lasketun katon sivuilta suojaamattomien akustiikkalevyjen avaamista, jonka seurauksena levyistä pääsee irtoamaan kuituja ympäristöön. Valitettavasti manometrien paikkoja ei ole merkitty kattoon ja niiden sijainti on osalla koneita arvojen luennan kannalta erittäin huono. Tarkastuksessa ilmeni myös, että tuloilmakoneen TK 11 manometrissa puuttui mittausneste. Tarkastuskäynnillä tarkastettiin pienten lasten puolen tuloilmakoneen TK 13 suodatin, joka osoittautui voimakkaasti likaiseksi. Koneen suodattimen huoltoluukun ruuveista puuttui puolet, mikä aiheuttaa vuotoa tuloilmakanavaan ja mahdollistaa myös epäpuhtauksien pääsyn ohi suodattimen tuloilmaan. Myös suodattimien vaihto tai tarkastus edellyttää osassa tuloilmakoneita alas lasketun katon sivuilta suojaamattomien akustiikkalevyjen avaamista tai levyjen tilalle asennettujen peltisten huoltolevyjen siirtelyä niin paljon, että viereiset suojaamattomat akustiikkalevyt hankautuvat sivuiltaan.



Kuva 25. Paine-eroa mittaava manometri on vaikeasti luettavissa.



Kuva 26. TK11:n likainen suodatin.

Pohjoispäädyn keittiötä ja sen viereisiä tiloja palvelevan tuloilmakone TK11:n tuloilman lämpötila säätyy nykyisin liian alhaiseksi ollen tarkastuskäynnin aikana vain 16 °C. Keittiön kannalta alhainen tuloilman lämpötila on hyvä, mutta tuloilmakone palvelee myös viereisiä toimisto- ja neuvotteluhuoneita, joista osa koetaan käyttäjien mielestä kylmiksi.

Huonetilojen ilmamääriä säädetään kanavien tuloilmasäleikköjä edeltävillä säätöpelleillä, jotka ovat osin erittäin vaikeasti tavoitettavissa ja tarkastettavissa käytävän alas lasketun katon yläpuolella lämmitys- ja käyttövesiputkistojen päällä. Tarkastuskäynnin yhteydessä ei voitu löytää osalle päätelaitteita säätöpeltejä, eikä niitä ole merkitty myöskään osalle päätelaitteita käytössä olleeseen rakennusvalvonnan leimaaman ilmanvaihdon lupapiirustukseen.

Poistoilmavaihdossa käytetään normaaleja säädettävällä sisäkartiolla varustettuja poistoilmaventtiilejä. Joissakin tiloissa käytetään korvausilman tuontiin ovirakoa, joka voi rajoittaa huonosti toteutettuna korvausilman saantia ja siten myös ko. tilan ilmanvaihtoa. Tarkastuskäynnillä ilmeni esimerkiksi, että eteläpäädyn henkilökunnan WC:n huonenumero103 ovirako on toteutettu liian pienenä. Suoritettu poistoilman virtausmittaus tuki samoin tätä havaintoa mitatun ilmamäärän jäädessä runsaaseen 60 % suunnitelma-arvosta.

Päätelaitteissa ja niiden välittömässä ympäristössä havaitut pöly- ja likajäämät viittaavat siihen, että ilmavaihdon kautta tiloihin pääsee epäpuhtauksia ja toisaalta ilmanvaihto kuljettaa niitä huonetilojen sisällä ja välillä.

Lukuisten tilojen tulo- ja poistoilmavaihdon epätasapaino on lähes poikkeuksetta voimakkaamman poistoilmavaihdon aiheuttamaa. Täten tilat ovat alipaineisia ja puuttuvaa raitisilmaa saadaan rakenteiden kautta, elleivät ikkunat tai ovet avoimina. Erityisen suuria mitattujen tuloilmamäärien alituksia saatiin mittauksissa mm. eteläpäädyn terveydenhoituhuoneessa 104, leikki- ja lepohuoneissa 100, 110 ja 126, ryhmähuoneissa 101, 111 ja 124, liikuntahuoneessa 121, pienryhmähuoneessa 127, neuvottelu- ja ruokailuhuoneessa 132, toimisto- ja sosiaalityötiloissa 131 ja 144.

Suunnitelmista poikkeavaa huonetilojen ylipaineistusta havaittiin kotikeittiön 115 ja pesuhuone-WC:n 116 osalta, joka on juuri vastoin tilojen ilmavaihdon toteutusperiaatteita. Suurimman osan huonetiloista ollessa alipaineisia niitä kuormittaa paitsi ulkoa ikkunoiden ja rakenteiden vuotokohdista tulevat epäpuhtaudet myös käytävätilojen kautta kulkeutuvat epäpuhtaudet.

Tulo- ja poistoilmaventtiilien ilmamäärät on esitetty taulukossa 5 (Ilmamäärät tuloventtiileistä) sekä taulukossa 6 (ilmamäärät poistoveniileistä).

Taulukko 5: Ilmamäärät tuloventtiileistä

Mittalaite: TSI Airflow LCA301 siipipyöränemometri + torvisarja			
Tila	Venttiili	Mitattu [l/s]	Vaadittu [l/s]
100 LEIKKI/LEPO	TS-HV 300x150	34	75
101 RYHMÄH	TS-HV 300x150	41	75
102 VAR	-----	-----	-----
103 WC/INV	-----	-----	-----
104 TERVH	TS-HV 100x200	13	30
105 VAR	-----	-----	-----
106 VESIL	TS-HV 100x150	17	20
107 PESUH+WC	TS-HV 100x200	25	30
108 ETEINEN	TS-HV 100x200	12	22
109 TUULIKAAPPI	EI MITATTU	EI MITATTU	EI MITATTU
110 LEIKKI/LEPO	TS-HV 150x300	58	100
111 RYHMÄH	TS-HV 150x300	19	78
112 VAR	-----	-----	-----
113 VAR	-----	-----	-----
114 SIIV	-----	-----	-----
115 KOTIKEITTIÖ	TS-HV 100x200	28	30
116 PESUH+WC	TS-HV 100x200	23	30
117 ETEINEN	THA 100	24	30
118 TUULIKAAPPI	-----	-----	-----
119 VÄLINEV	-----	-----	-----
120 VESIL	TS-HV 100x200	13	25
121 LIIKUNTAH	2xTS-HV 300X150	67	125
122 ETEINEN	TS-HV 100x150	9	16
123 VAR	-----	-----	-----
124 RYHMÄH	TS-HV 150X300	40	75
125 VAR	-----	-----	-----
126 LEIKKI/LEPO	TS-HV 100x500	42	100
127 PIENR H	TS-HV 100x150	5	21
128 PESUH+WC	TS-HV 100x200	21	30
129 VERSTAS	TS-HV 100x150	11	19
130 KESKUSVAR	-----	-----	-----
131 TYÖHUONE	TS-HV 100x150	3	20
132 RUOK/NEUV	TS-HV 100x200	7	40
133 SIIVK	-----	-----	-----
134 KEITTIÖ	EI MITATTU	EI MITATTU	EI MITATTU
135 -----	-----	-----	-----
136 WC	-----	-----	-----
137 SÄHKÖKAAP	SÄHKÖKAAP	-----	-----
138 VAATEHUOL	EI MITATTU	-----	-----
139 SOS TILAT	2XTS-HV	24	56
140 SUIHKUH	-----	-----	-----
144 TOIMISTO	TS-HV 100x150	4	20

Taulukko 6: Ilmamäärät poistoventtiileistä

Mittalaite: TSI Airflow LCA301 siipipyöränemometri + torvisarja			
Tila	Venttiili	Mitattu [l/s]	Vaadittu [l/s]
100 LEIKKI/LEPO	2 x KS-160	-43	-73
101 RYHMÄH	2 x KS-160	-55	-75
102 VAR	KS-100	-7	-2
103 WC/INV	KS-100	-10	-16
104 TERVH	KS-125	-23	-28
105 VAR	KS-100	-2	-2
106 VESIL	KS-100	-16	-22
107 PESUH+WC	KS-100	-25	-36
108 ETEINEN	---	---	---
109 TUULIKAAPPI	EI MITATTU	EI MITATTU	EI MITATTU
110 LEIKKI/LEPO	3xKS-160	-49	-100
111 RYHMÄH	2xKS-200	-65	-78
112 VAR	KS-100	EI MITATTU	-2
113 VAR	EI MITATTU	EI MITATTU	EI MITATTU
114 SIIV	KS-100	0	-2
115 KOTIKEITTIÖ	KS-125	-22	-33
116 PESUH+WC	3XKS-100	-22	-36
117 ETEINEN	-----	-----	-----
118 TUULIKAAPPI	EI MITATTU	EI MITATTU	EI MITATTU
119 VÄLINEV	KS-100	-2	-4
120 VESIL		-21	-25
121 LIIKUNTAH	2xKS-200	-104	-125
122 ETEINEN	-----	-----	-----
123 VAR	EI MITATTU	EI MITATTU	EI MITATTU
124 RYHMÄH	2xKS-200	-82	-73
125 VAR	EI MITATTU	EI MITATTU	EI MITATTU
126 LEIKKI/LEPO	2xKS-200	-89	-98
127 PIENR H	KK-125	-12	-21
128 PESUH+WC	3xKS-100	-21	-36
129 VERSTAS	KS-100	-6	-12
130 KESKUSVAR	KS-100	-3	-4
131 TYÖHUONE	KK-125	-16	-20
132 RUOK/NEUV	KK-160	-32	-40
133 SIIVK	KK-100	-11	-13
134 KEITTIÖ	EI MITATTU	EI MITATTU	EI MITATTU
135 -----	-----	-----	-----
136 WC	KK-100	-22	-16
137 SÄHKÖKAAP	-----	-----	-----
138 VAATEHUOL	KK-125	-20	-27
139 SOS TILAT	-----	-----	-----
140 SUIHKUH	KK-100	-10	-12
144 TOIMISTO	KK-100	-10	-20

5.2 Paine-erot vaipan yli ja tilojen välillä

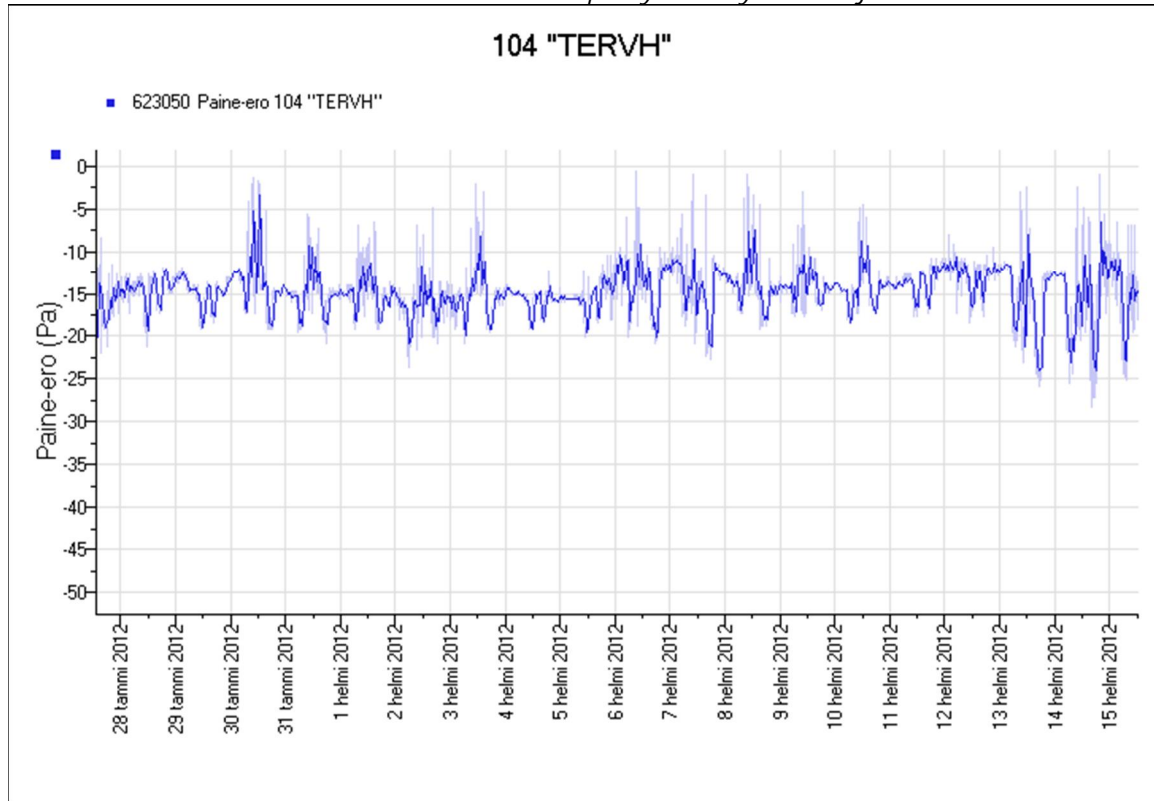
Paine-eromittaukset suoritettiin huonetilasta siten, että mittalaite on huoneen puolella ja mitattava asia huoneen ulkopuolella, jolloin (+) -merkkinen tulos tarkoittaa, että huoneta on alipaineinen mitattavaan suuntaan nähden. Taulukon 3 paine-eromittauksista voidaan todeta rakennuksen olevan alipaineinen ulkoilmaan nähden. Tilat 109 ja 111 ovat alipaineisia verrattuna tilaan 110 (5-6Pa) ja 117 (2Pa). Tilassa 110 oli ollut ikkuna auki ennen mittauksen suorittamista. Ryhmähuone 101 oli ylipaineinen (5Pa) eteiseen 108 nähden, mutta kuitenkin alipaineinen (7Pa) ulkoilmaan nähden.

Taulukko 7: Paine-erot vaipan yli ja huonetilojen välillä

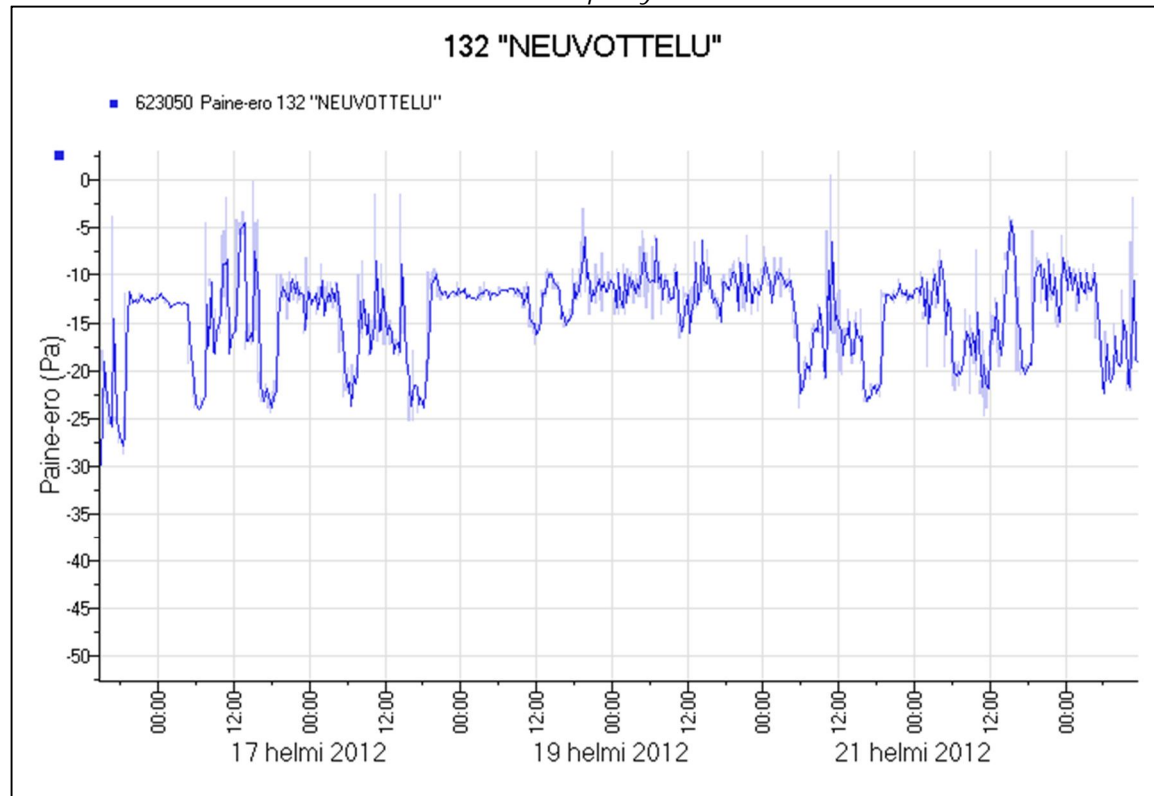
Tila	Ikkuna [Pa]	Ovi [Pa]				Huom.									
100 Leikki/Lepo	+6	0				101									
101 Ryhmä	+7	-5	0			108		100							
103 Wc/inv		+1													
104 Tervh	+5	0													
105 var		0													
106 Vesil	+7	0													
107 Pesuh + wc	+4	0													
108 Eteinen		0	-1	0	0	-1	0	+5	109	117	107	106	103	104	101
109 TK		+2		+6		Väliovi				Ulko-ovi					
110 Leikki/lepo	+3	0		-4		110 Ikkuna oli auki				117		111			
111 Ryhmäh	+9	+2		+5		110 Ikkuna oli auki				117		110			
114 SII V.K.		+1													
115 Kotikeittiö	+3	0													
116 Pesuh + wc	+4	-1													
117 Eteinen	+7														
118 Tk		+1		+3		Väliovi				Ulko-ovi					
119 Välinev	+4	0													
120 Vesil	+9														
121 Liikuntah	+9	0													
122 Eteinen	+7														
123 Tk		0		+7		Väliovi				Ulko-ovi					
124 Ryhmäh	+7	0													
126 Leikki/lepo	+8	0		0						124		122			
127 Pienr.h	+7	0													
128 Pesuh + wc	+3	+1													
129 Verstas	+4	0													
130 Keskusvar		0													
131 Työh	+7														
132 Neuvottelu	+7	+1													
133 Siiv.kesk		+1													
134 Keittiö	+10	-1													
135 Tk		0		+7		Väliovi				Ulko-ovi					
136 Wc		+1													
138 Vaatehuoltoh	+5	0													
139 Sos.tilat		+1		+8		Väliovi				Ulko-ovi					
144 Toimisto	+9	0													

5.3 Paine-eron seurantamittausten tulokset

Taulukko 8. Paine-eron seurantamittaus ulkovaipan yli terveydenhoitajan huoneessa.



Taulukko 9. Paine-eron seurantamittaus ulkovaipan yli henkilökunnan neuvotteluhuoneessa.



Ulkovaipan yli tehdystä paine-eron seurantamittauksen tuloksesta (taulukko 8) voidaan todeta terveydenhoitajan huoneen olleen normaalina työaikana keskimäärin yli 15 Pascalia alipaineinen ulkovaipan yli. Alipaineisuus vähenee öisin ja viikonloppuisin, jolloin ilmanvaihtojärjestelmä toimii puolella teholla.

Henkilökunnan neuvotteluhuoneen seurantamittauksen tuloksista (taulukko 9) voidaan todeta tilan olleen normaalina työaikana n. 15 – 23 Pascalia alipaineinen ulkovaipan yli. Yö- ja viikonloppuaikaan alipaineisuus on n. 12 Pascalia ilmanvaihtojärjestelmän toimiessa puolella teholla.

6. MATERIAALI - JA ILMANÄYTTEIDEN TUTKIMUKSET

6.1 Sisäilman VVOC- ja VOC-yhdisteet

VVOC- ja VOC-yhdisteiden (haihtuvat orgaaniset yhdisteet) sisäilmasta mittaamisen tarkoituksena oli selvittää yhdisteiden määrää ja laatua, joista jotkut saattavat aiheuttaa tilan käyttäjissä ärsytysoireina mm. hengitystieoireita tai päänsärkyä. VVOC- ja VOC - yhdisteitä kerättiin aktiivisella näytteenottomenetelmällä sisäilmasta n. 30 minuutin ajan kolmesta eri tilasta. Näytteenottokohdat on esitetty raportin liitteenä olevassa pohjapiirustuksessa (liite 1).

Ilmanäytteet:

Ilmanäyte VO1, tila "leikki/lepo 126"

Ilmanäyte VO2, terveydenhoitajan huone

Ilmanäyte VO3, Neuvotteluhuone

Tulokset:

- Kaikissa näytteissä havaittiin epätavanomaisina pitoisuuksina etanolia
- Terveydenhoitajan huoneesta kerätyssä näytteessä havaittiin vähän 2-etyyliheksanolia
- Kaikissa näytteissä havaittiin hieman naftaleiinia

VVOC- ja VOC - yhdisteiden analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä 4 (s. 1 - 13)

6.2 Materiaalien VOC-emissiot

Lattioiden muovimattojen sekä niiden aluskerrosten VOC-emissioita tutkittiin kolmella FLEC-näytteellä. Näytteenottokohdat valittiin kosteusmittausten, käyttäjien oireilun sekä aikaisemmin tapahtuneiden vesivuotojen perusteella. Näytteenottokohdat on esitetty raportin liitteenä olevassa pohjapiirustuksessa (liite 1).

FLEC-näytteet kerättiin siten, että lattian muovimattoa irrotettiin n. 75 mm x 75 mm kokoiselta alueelta. Näytteeseen otettiin mukaan myös mattoliimaa, tasoitetta sekä alustan betonia. Näytteenottotavan vuoksi FLEC-näytteistä saatavat tulokset eivät kerro sitä, minkälaista tuottoa ehjästä lattiapäällysteestä vapautuu sisäilmaan, mutta niillä pystytään arvioimaan mahdollisia muovimattojen ja niiden aluskerrosten hajoamisreaktioita, joita tiloissa tapahtuneiden vesivuotojen takia on voinut käynnistyä.

Näytteet:

Näyte 1, terveydenhoitajan huone

Näyte 2, vesimittarihuone

Näyte 3,tila "leikki/lepo 126"

Tulokset:

- Kaikissa näytteissä havaittiin epätavanomaisena pitoisuutena 2-etyyliheksanolia.

Analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä 4 (s. 14 - 22).

6.3 Materiaalien mikrobinäytteet

Rakennusmateriaalien mikrobinäytteitä otettiin kuusi kappaletta, joille tehtiin suoraviljely Ramboll Analyticsin laboratoriossa. Materiaalinäytteet kerättiin aikaisemmin sattuneiden vesivuotojen perusteella seuraavasti:

Materiaalinäyte M1:	Leikki/lepo 126, väliseinän alaosan kipsilevy
Materiaalinäyte M2:	Leikki/lepo 126, väliseinän alaosan mineraalivillaeriste
Materiaalinäyte M3:	Leikki/lepo 126, väliseinän alaosan kipsilevy
Materiaalinäyte M4:	Leikki/lepo 126, väliseinän alaosan mineraalivillaeriste
Materiaalinäyte M5:	Väliseinälevytys palopostin alta
Materiaalinäyte M6:	Vesimittarihuone, seinän alaosan pinnoitteet

Tulokset:

- Materiaalinäytteistä M2 ja M4 löytyy niukkaa bakteerikasvua
- Materiaalinäytteestä M5 löytyy kohtalaista mikrosienten kasvua
- Materiaalinäytteestä M6 löytyy erittäin runsasta bakteerikasvua sekä runsasta sädesienten ja mikrosienten kasvua

Analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1.

6.4 Pölynäytteet tasopinnoilta

Pölynäytteiden tarkoituksena oli selvittää tasopinnoilta kerättyjen näytteiden avulla pölynkoostumusta ja ennen kaikkea sitä, sisältääkö päiväkodin sisäilma mineraalikuituja, jotka voivat aiheuttaa mm. ärsytystä hengitysteissä. Mineraalikuituja voi päästä sisäilmaan mm. tuloilmakanavista, joiden koneistojen äänenvaimentimet sisältävät mineraalivillaa ja rikkoontuessaan vuotavat kanavistoon. Muita havaittuja kuitulähteitä voivat olla päällystämättömät alakattolevyt, akustiikkalevyt sekä kotelorakenteet.

Alakattorakenteita on erityisesti eteis- ja käytävätiloissa, sekä osassa henkilökunnan tiloja. Akustiikkalevyjä on kaikissa tiloissa. Mineraalivillatäytteisiä kotelorakenteita havaittiin mm. ryhmähuoneissa sekä liikuntatilassa.

Tasopinnoilta kerättiin pölynäytteitä pölynkoostumuksen selvittämiseksi seuraavasti:

Pöly 1:	Liikuntasali, eri tasopintoja
Pöly 2:	Pienten ryhmähuone, eri tasopintoja
Pöly 3:	Pienten eteisaula, eri tasopintoja

Tulokset:

Kaikki näytteet sisältävät runsaasti vaatekuitua ja orgaanista pölyä. Näytteet 1 ja 2 sisältävät runsaasti hienojakoista mineraalipölyä. Näytteessä 2 esiintyy niukasti mineraalivillakuitua ja metallipölyä.

Analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 5. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1.

7. JOHTOPÄÄTÖKSET

7.1 Rakennustekniikka

Pintakosteuskartoituksen sekä sen perusteella suoritettujen viilto- ja porareikämittausten perusteella alapohjarakenteet vaikuttaisivat olevan pääosin riittävän kuivia, eikä kosteuden kapillaarisesta noususta alapohjarakenteissa ollut tutkimuksia tehdessä havaittavissa merkkejä. Mittaustuloksia arvioitaessa on kuitenkin muistettava, että tehdyt kosteusmittaukset ovat aina vain mittaushetken arvioita rakenteiden kosteuksista. Arvioitaessa pinnoitetun lattiarakenteen suhteellista kosteutta on ensiarvoisen tärkeää selvittää, mikä on suhteellinen kosteus normaaleissa käyttöolosuhteissa välittömästi lattiapinnoitteen alla. Suomen betonitieto Oy:n ja Lattian- ja seinänpäällysteliitto ry:n julkaisussa ”Betonirakenteiden päällystämisen ohjeet 2007” on esitetty, että kosteus välittömästi lattiapinnoitteen alla ei saa nousta yli 85 % RH.

Vesimittarihuoneen muovimaton alla on kosteusolosuhteet, jotka aiheuttavat vaurioitumisriskin ja voivat pitkään jatkuneena mahdollistaa mm. mattoliiman sideaineiden hajoamisreaktion, joka aiheuttaa myöhemmin lisää ongelmia, esimerkiksi mattojen irtoilua tai kemiallisia hajoamisreaktioita. Muovimaton alapuolinen korkea kosteus (96 % RH) on todennäköisesti selitettävissä vesimittarihuoneessa tapahtuneiden vesivuotojen takia. FLEC-analyysin perusteella vesimittarihuoneen lattian muovimaton sekä sen aluskerrosten näytteessä havaittiin suuria pitoisuuksia 2-etyyliheksanolia. Tämä voi mahdollisesti aiheuttaa oireita tilojen käyttäjille, ellei tilojen ilmanvaihto toimi oikealla tavalla. Näytteenottotavan vuoksi FLEC-näytteistä saatavat tulokset eivät kuitenkaan kerro sitä, minkälaista tuottoa ehjistä lattiapäällysteistä vapautuu sisäilmaan. Näytteillä voidaan joka tapauksessa arvioida muovimattojen alla mahdollisesti käynnistyneitä hajoamisreaktioita, joita on voinut aiheutua tiloissa tapahtuneiden vesivuotojen takia.

Rakenteiden liitoskohdissa, erityisesti seinä-lattia-liitoksissa ja ikkunaliitoksissa on merkkiainekokeiden perusteella ilmavuoreitteja. Vuoreittien kautta voi huoneilmaan kulkeutua epäpuhtauksia mm. eristetiloista tai alapohjarakenteista, jotka voivat heikentää sisäilman laatua. Päiväkoti on jatkuvasti alipaineinen, joka mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumisen ilmavuoreittien kautta huonetiloihin. Onnistuneen sisäilmakorjauksen kannalta onkin tärkeää, että rakenteiden liitoskohdista tehdään ehdottoman ilmatiiviitä.

Pölynäytteissä esiintynyt hienojakoinen mineraalipöly sekä mineraalivillakuidut voivat aiheuttaa käyttäjille esimerkiksi ylempien hengitysteiden oireita. Kuitupäästöjen aiheuttaja voi mm. olla sivuilta ja päältä pinnoittamattomat akustiikkalevyt. Myös päätelaitteissa sekä niiden välittömässä läheisyydessä havaitut pöly- ja likajäämät viittaavat siihen, että ilmavaihdon kautta tiloihin pääsee epäpuhtauksia.

7.2 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän tuloilmakoneet pystyvät nykyisellään tuottamaan vain noin puolet suunnitellusta ilmamäärästä. Koneiden huollettavuus ja seuranta on hankalaa ja aiheuttaa huoltotoimien aikana akustiikkalevyjen kuitujen irtoamista huoneilmaan. Paine-eromittausten puuttuminen tuloilmakoneiden uusitusta paikallisesta automatiikasta, sekä pneumaattisten paine-eroa mittaavien manometrien sijoitus alakaton yläpuolelle on ilmanvaihdon toimivuuden seurannan kannalta valitettavaa. Tuloilmakoneiden hälytysten jälleenannon toteutusta ja kaukovalvontamahdollisuutta ei saatu varmistettua.

Tuloilman päätelaitteiden ilmamäärien säädettävyyden on nykyisillä asennuksilla ja päätelaitteilla vaikeaa. Pohjoispäädyn tuloilmakoneen vaikutusalueella sijaitseville tiloille ei voida tarjota optimaalista tuloilman lämpötilaa eri käyttäjäryhmille. Alueella sijaitsee sekä hukkalämpöä tuottavat keittiötilat, että kylminä koetut toimisto- ja sosiaalitalat ja pienryhmähuone 127.

Sisätilojen hiilidioksidipitoisuutta ei mitattu, mutta tilojen puutteellisesti toimiva ilmanvaihtojärjestelmä voi nostaa sisäilman hiilidioksidipitoisuuden sille tasolle, että se aiheuttaa tilojen käyttäjissä mm. väsymystä, päänsärkyä sekä työtehon alenemista.

8. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

8.1 Rakennustekniikka

Kiireellisenä toimenpiteenä kastuneet lattiamateriaalit tulisi poistaa vesimittarihuoneesta sekä tilan "leikki/lepo 100" vesimittarihuoneen puoleisesta päädyistä. Tämän jälkeen betonipinta jyrsitään ja rakenteet kuivatetaan. Lopuksi betonipinta käsitellään epoksihartsilla ennen uusien lattiamateriaalien asentamista.

Peruskorjauksen yhteydessä rakenteiden liitoskohtien ilmavuotokohdat tulee tiivistää pastamaisella vedeneristemassa ja vahvikenauhoilla (Ardex 8+9). Tiivistystyön onnistuminen varmistetaan tiivistyskorjauksen alussa tehtävillä mallihuoneilla sekä tiivistystyön aikana tehtävillä merkkiainekokeilla. Elastisten saumaussmassojen käyttö tiivistysmateriaalena on kielletty.

Paikallisten kosteusvauriokohtien rakenteet uusitaan. Tällaisia rakenteita ovat mm. palopostin ympäryksen väliseinä, vesimittarihuoneen kaikki lattiamateriaalit sekä vesimittarihuoneen seinien alaosien pinnoitteet. Ylemmstä kerroksesta tulevat viemäriäpiviennit tiivistetään siten, että niiden kautta tapahtuvat vesi- ja ilmavuodot saadaan minimoitua.

Kaikki alakattojen mineraalivillapintaiset akustiikkalevyt pinnoitetaan tai vaihtoehtoisesti uusitaan sellaisiksi, että niistä ei vapaudu sisäilmaan mineraalivillakuituja.

8.2 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmavaihtojärjestelmän tuloilmakoneille tulisi välittömästi suorittaa suodattimien vaihto, toimintojen tarkastus ja mitata niistä lähtevien runkokanavien ilmamäärät. Myös tuloilmakanavat tulisi puhdistaa. Pneumaattiset tuloilmakoneiden paine-eroja mittaavat manometrit tulisi huoltaa ja testata niiden toimivuus. Tuloilmakoneiden hälytysten jälleenannon toteutus rakennuksen ulkopuolelle tulee varmistaa, sillä viikonloppuna tapahtuva laite- tai putkirikko voi aiheuttaa mittavia vahinkoja.

Tehtäessä tiloihin peruskorjaus olisi mielekästä uusia jo kolmekymmentä vuotta vanhat tuloilmakoneet uusiin kattavalla automatiikalla ja kaukovalvonnalla varustettuihin energiatehokkaisiin ilmanvaihtokoneisiin. Mahdollisuudet lämmön talteenoton toteuttamiseen tulisi tutkia, vaikka se koskisi vain osaa ilmanvaihtokoneita. Tuloilmakoneiden automatiikan hyödyntämiseksi jouduttaneen myös tiloja palvelevat vesikaton huippuimurit ja niiden automatiikka uusimaan. Tuloilman päätelaitteet tulisi samalla uusia helposti säädettäväksi ja ääntä vaimentaviksi ja asentaa säätöpellit huollettaviin kohtiin kanavia. Osa kanavia voidaan joutua uusimaan riittävien ilmamäärien ja riittävän pienien kanavanopeuksien saavuttamiseksi.

Helsingissä 23.03.2011

Ramboll Finland Oy



Antti Siika-aho, RI (AMK)

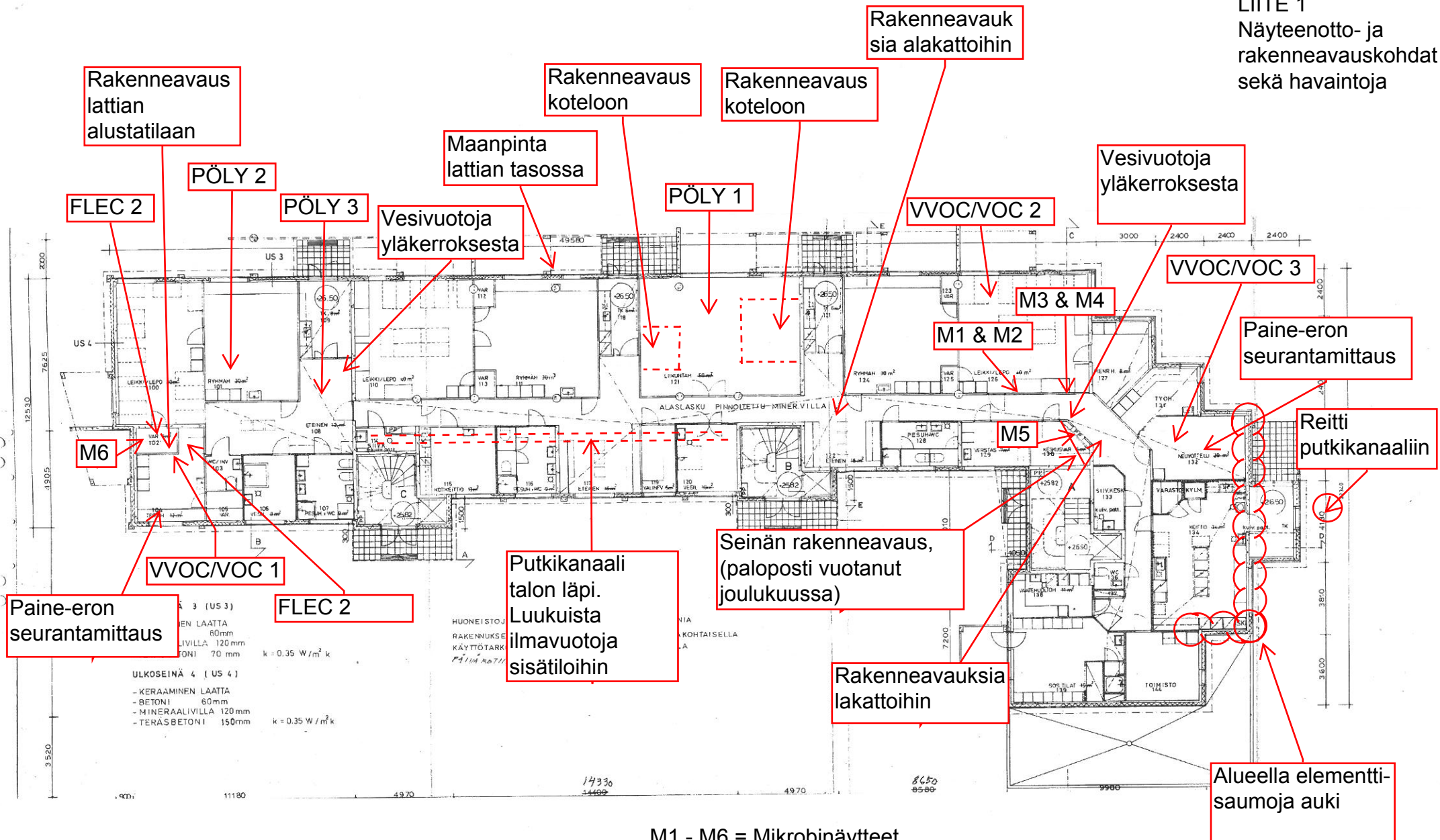


Miika Koljonen, RI (AMK)

LIITTEET

- Liite 1. Havainnot ja näytteen ottokohdat
- Liite 2. Pintakosteuskartoitus ja kosteusmittauskohdat
- Liite 3. Mikrobinäytteet
- Liite 4. VOC- ja FLEC-tutkimukset
- Liite 5. Pölynkoostumuksen määritykset
- Liite 6. Merkkiainetutkimus
- Liite 7. Lämpökuva

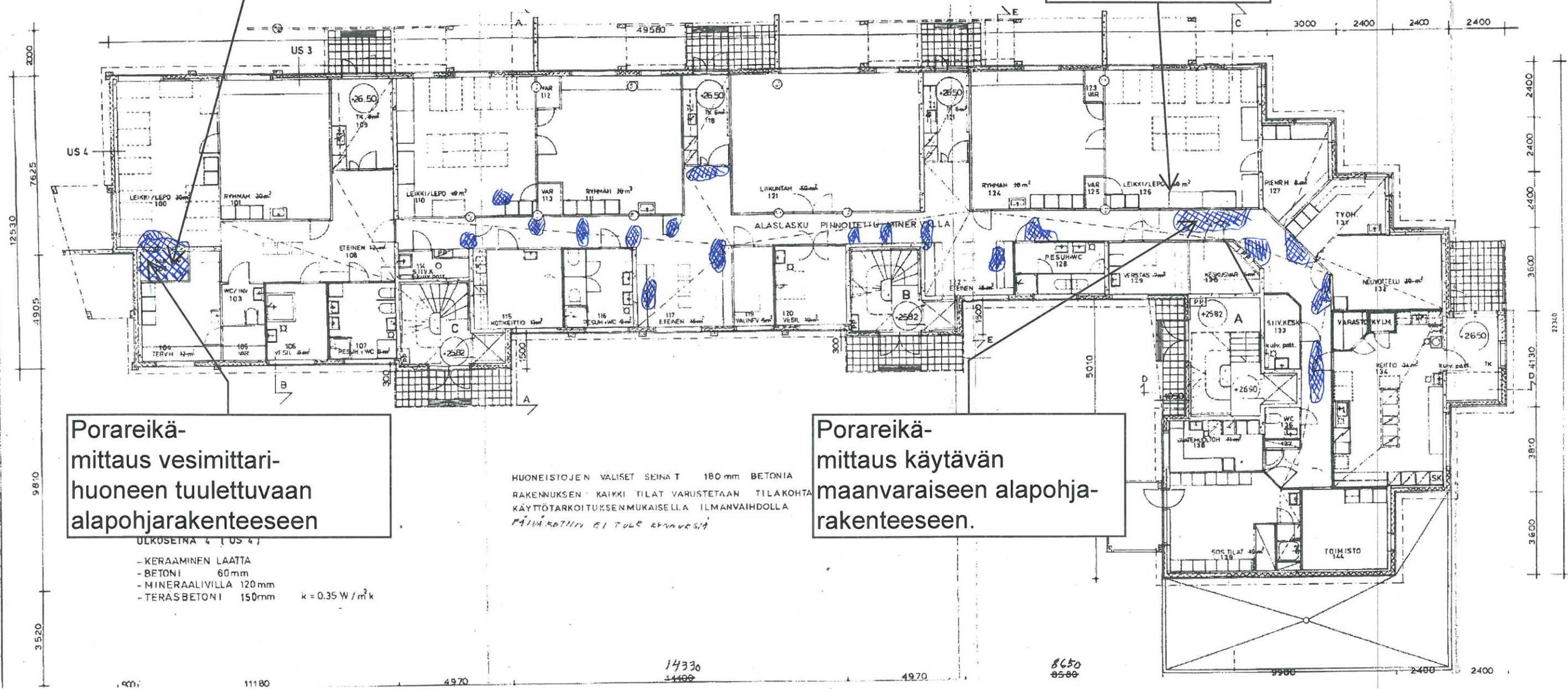
LIITE 1
Näyteenotto- ja
rakenneavauskohdat
sekä havaintoja



alustatila maanvarainen alapohja

Viiltomittaus
vesimittarihuoneen
muovimaton alle

Viiltomittaus tilan
"Leikki/lepo 126"
muovimaton alle

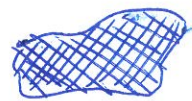


Porareikä-
mittaus vesimittari-
huoneen tuulettuvaan
alapohjarakenteeseen

Porareikä-
mittaus käytävän
maanvaraiseen alapohja-
rakenteeseen.

HUONEISTOJEN VALISET SEINÄT 180 mm BETONIA
RAKENNUKSEN KAIKKI TILAT VARUSTETAAN TILAKOHTA
KÄYTTÖTARKOITUKSEN MUKAISILLA ILMANVAIHDOILLA
PÄIHÄKÖTYKSIÄ TULE KÄYTTÖKSI

- ULKOSEINÄ 4 (US 4)
- KERAAMINEN LAATTA
 - BETONI 60mm
 - MINERAALIVILLA 120mm
 - TERÄSBETONI 150mm $k = 0.35 \text{ W/m}^2\text{K}$

 = Kohonneet pintakosteusarvot latioissa
(kohonneita pintakosteusarvoja seinistä kirjattiin
ainoastaan vesimittarihuoneen seinien alaosista)

Tutkimustodistus

Projekti: 82141125/1

Ramboll Finland Oy / Espoo

PL 25
02601 ESPOO

Tutkimuksen nimi:	Keihäspuiston Päiväkoti, Keihästie 6 Vantaa, Materiaalitutkimukset		
Asiakkaan viite:	VIITE: 82141125	Näytteenottopvm:	25.1.2012
		Näyte saapui:	30.1.2012
Näytteenottaja:	A. Siika-Aho, M.Koljonen	Analysointi aloitettu:	30.1.2012

Mikrobiologinen tutkimus

				Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Leikki/lepo 126, M1 kipsilevy	Leikki/lepo 126, M2 mineraalivilla	Leikki/lepo 126, M3 kipsilevy		
Näyttenumero	12SM 00110	12SM 00111	12SM 00112		
MÄÄRITYKSET					
Bakteerit, suorasively	-	+	-		RA5204
Sädesienet, suorasively	-	-	-		RA5204
Mikrosienet 2% Malt, suorasively	-	(+)	-		RA5204
Homeiden tunnistaminen, suorasively 2% Malt	-	ks.laus.	-		RA5205

Mikrobiologinen tutkimus

				Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottopisteet	Leikki/lepo 126, M4 mineraalivilla	Väliseinä, palopostin alla, M5 kipsilevy	Vesimittarihuone , M6 Seinän alaosan pinnoite		
Näyttenumero	12SM 00113	12SM 00114	12SM 00115		
MÄÄRITYKSET					
Bakteerit, suorasively	+	(+)	++++		RA5204
Sädesienet, suorasively	+	-	+++		RA5204
Mikrosienet 2% Malt, suorasively	(+)	++	+++		RA5204
Homeiden tunnistaminen, suorasively 2% Malt	ks.laus.	ks.laus.	ks.laus.		RA5205

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 82141125/1

Lausunto Tulosten tulkinta:
 - = ei kasvua
 (+) = yksi pesäke
 + = niukka kasvu
 ++ = kohtalainen kasvu
 +++ = runsas kasvu
 ++++ = erittäin runsas kasvu

12SM00110: Bakterikasvu: ei kasvua
 Sädesienikasvu: ei kasvua
 Mikrosienikasvu: ei kasvua
 Valtasukujen tunnistus: -

12SM00111: Bakterikasvu: niukka kasvu
 Sädesienikasvu: ei kasvua
 Mikrosienikasvu: yksi pesäke
 Valtasukujen tunnistus: Penicillium

12SM00112: Bakterikasvu: ei kasvua
 Sädesienikasvu: ei kasvua
 Mikrosienikasvu: ei kasvua
 Valtasukujen tunnistus: -

12SM00113: Bakterikasvu: niukka kasvu
 Sädesienikasvu: niukka kasvu
 Mikrosienikasvu: yksi pesäke
 Valtasukujen tunnistus: tunnistamaton

12SM00114: Bakterikasvu: yksi pesäke
 Sädesienikasvu: ei kasvua
 Mikrosienikasvu: kohtalainen kasvu
 Valtasukujen tunnistus: Penicillium kohtalainen kasvu

12SM00115: Bakterikasvu: erittäin runsas kasvu
 Sädesienikasvu: runsas kasvu
 Mikrosienikasvu: runsas kasvu
 Valtasukujen tunnistus: Acremonium* runsas kasvu

Mikrosienitulosten osalta runsas (++++) tai erittäin runsas (++++) kasvu ja sädesienitulosten osalta kohtalainen (++) , runsas (+++) tai erittäin runsas (++++) kasvu on osoitus kosteusvauriosta. Sädesienillä myös niukka kasvu (+) saattaa olla osoitus kosteusvauriosta.

Tähdellä (*) merkityt homesuvut ovat tyypillisiä kosteusvauriomikrobeja.

Ramboll Analytics



Marjatta Seppä
 MMM, mikrobiologi, 020 755 7936

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

Lisätiedot 12SM00110: Leikki/lepo 126, M1 Väliseinän alaosan kipsilevy
 12SM00111: Leikki/lepo 126, M2 Väliseinän alaosan mineraalivilla
 12SM00112: Leikki/lepo 126, M3 Väliseinän alaosan kipsilevy
 12SM00113: Leikki/lepo 126, M4 Väliseinän alaosan mineraalivilla
 12SM00114: Väliseinä, palopostin alla, M5 Väliseinän kipsilevy palopostin alla
 12SM00115: Vesimittarihuone, M6 Seinän alaosan pinnoite

Jakelu antti.siika-aho@ramboll.fi

Tutkimustodistuksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain laboratorion kirjallisella luvalla. Testaustulokset koskevat vain tutkittua näytettä.

KEIHÄSPUISTON PÄIVÄKOTI VVOC- JA VOC-ANALYYSI



1282212 Analysiraportti

8.2.2012

Ositum Oy
www.ositum.fi

Otakaari 12
02150 Espoo
Puh 010 425 2610

Hatanpääkatu 3
33900 Tampere
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1
90250 Oulu
Puh 010 425 2600

Sisällysluettelo

1.	YHTEYSTIEDOT	3
2.	HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, ILMASTA.....	4
2.1	VVOC- ja VOC -yhdisteet, ilma	4
2.1.1	Analysointimenetelmä.....	4
2.1.2	Tulos VVOC- ja VOC -yhdisteet, ilma	5
2.1.3	Yhdisteiden pitoisuudet.....	5
2.1.4	Yhdisteryhmien pitoisuudet.....	7
2.1.5	Johtopäätös.....	9
2.1.6	Viitearvoja	9
2.1.7	Kirjallisuus	10
3.	ALLEKIRJOITUKSET	12
4.	TULOKSET GRAAFISESTI.....	13

1. YHTEYSTIEDOT

Tilaaaja	Ramboll Finland Oy Antti Siika-aho Sentnerikuja 2 00440 HELSINKI
Tutkimuskohde	Keihäspuiston päiväkot
Projektinumero	1282212
Perustettu	7.2.2012
Laboratorio	Ositum Oy Otakaari 12 02150 ESPOO
Analysoija	Juhani Kronholm
Raportoiija	Juhani Kronholm
Yhteyshenkilö	FT, kemisti Juhani Kronholm Gsm +358 50 350 9880
Näytteenottaja	Tilaaaja: Ramboll Finland Oy
Vastaanotettu	5.2.2012
Näytteenottopäivä	2.2.2012

2. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, ILMASTA

2.1 VVOC- ja VOC -yhdisteet, ilma

2.1.1 Analysointimenetelmä

Näytteiden keräyksessä on käytetty Ositum Oy:n SKC 222-3 tarkkuuspumppua, joka on kalibroitu yksilöllisesti analyysiputkityypille Bios International Defreder 520 tarkkuuskalibrointilaitteella. Tulokset perustuvat laboratoriolle ilmoitettuun keräysaikaan.

Suosittelava näytteenottoaika määrittyy käytetyn putkityypin sisältämien adsorbenttien ominaisuuksien perusteella. Suositeltavat näytteenottoajat on esitetty näytteenotto-ohjeessa. Näytteenottoajan merkittävä pidentäminen suositelluista näytteenottoajoista voi johtaa erittäin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden irtoamiseen adsorbentista näiden yhdisteiden kiinnipysymisajan lyhyden vuoksi. Näytteessä havaitut yhdisteet ja niiden pitoisuudet riippuvat käytetystä adsorbentista.

Näytteet on analysoitu standardien ISO 16000-6 ja SFS-EN 16017-1 mukaisesti käyttäen termodesorptiota ja kaasukromatografiaa, ilmaisimena on käytetty massaselektiivistä detektoria, Agilent TD-GC-MS-laitteistoa. Analyysimenetelmässä kolonniuunin lähtölämpötila on laskettu +10 °C:een. Analyysissa käytetään erityispitkää 60 metr in kolonnia, jotta näytteiden sisältämät yhdisteet saadaan eroteltua tarkasti. Käytetty tekniikka mahdollistaa hyvin keveiden tavanomaisissa sisälämpötilassa esiintyvien yhdisteiden havainnoinnin. Tällä menetelmällä saatu tulos poikkeaa havaittujen yhdisteiden lukumäärän suhteen muilla menetelmillä tehdyistä analyyseista.

TVOC (Total Volatile Organic Compounds) on sisäilmanäytteestä analysoitujen yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet lasketaan vertaamalla niiden vastetta tolueenin vasteesta muodostettuun nollan kautta kulkevaan kalibraatiosuoraan (ns. tolueeniekvivalenttina). Menetelmällä voidaan mitata erittäin haihtuvia ja haihtuvia yhdisteitä kiehumispistealueella >0 – 260 °C. Yhdisteiden pitoisuudet ilmoitetaan mikrogrammoina yhtä kuutiometriä ilmaa kohden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja niiden tunnistus tapahtuu vertaamalla niiden massaspektreihin Wiley- ja NIST-kirjastojen mallimassaspektreihin.

Analyyssi on Asumisterveysoppaan (2009) mukainen. Asumisterveysoppaan kohdassa ”8.8.2 Lyhytaikaiseen näytteenottoon perustuva mittausmenetelmä” todetaan: ”Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden määrittämiseksi voidaan ilmanäyte kerätä pumpulla myös muuhun adsorptiomateriaaliin (kuin Tenax TA).” Tulosten tulkinta perustuu näytteestä tunnistettuihin yhdisteisiin ja niiden pitoisuuksiin.

Laboratorioanalyysin mittausepävarmuus noin 3,5 litran sisäilmanäytteen kokonaispitoisuudelle (TVOC) on 35 % ja määrittämissuhteet on < 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Muille tolueeniekvivalenttina määritetyille yksittäisille yhdisteille mittausepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Yksittäisten yhdisteiden yli 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n pitoisuudet ovat suuntaa-antavia. Alle 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC on ilmoitettu yhden merkitsevä numeron ja yli 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC kahden merkitsevän numeron tarkkuudella. Alle 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC:illa näytettä ei voi tulkita luotettavasti.

Putkityyppi	Adsorbentti	Kerättyjen yhdisteiden koko	Vetoaika
3	Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1000	n-C3/4 - n-C20	25 min
7	Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1003	n-C2/3 - n-C20	25 min

2.1.2 Tulos VVOC- ja VOC -yhdisteet, ilma

VVOC-/VOC -yhdisteiden pitoisuudet ja yksiköt on esitetty alla olevissa taulukoissa.

	Näytteet 1-3 ^a , yhdisteiden pitoisuudet	Näytetilavuus dm ³	Yksikkö	Putkityyppi ^b
1.	VO1. Lepo 126	5,13	µg/m ³	7
2.	VO2. Terveystoimittajan huone	4,04	µg/m ³	7
3.	VO3. Neuvotteluhuone 132	3,78	µg/m ³	3

^a VO = ilmanäyte, FG = massaperusteinen materiaalinäyte, FM = pinta-alaperusteinen materiaalinäyte, BVO = BioVOC

^b Tenax/Carboxen 1TD/Carboxen 1000, kerättyjen yhdisteiden koko C_{3/4} – C₂₀

2.1.3 Yhdisteiden pitoisuudet

Pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalenttina (µg/m³). Toteamisrajan ylittävät, mutta määräysrajan allittavat pitoisuudet on merkitty <1:llä. Lihavoidut ja harmaalla korostetut tulokset ylittävät 10 % kokonaispitoisuudesta (TVOC), 50 % yhdisteryhmän viitearvosta, tai tulos on yli kymmenkertainen normaalipitoisuuteen verrattuna. Tarkempi erittely on Johtopäätös-kappaleessa.

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
Aldehydit				
	Bentsaldehydi	<1	1	<1
	Butanaali	<1		<1
	Dekanaali	<1	2	1
	Heksanaali	<1	<1	<1
	Heptanaali		<1	
	Nonanaali	1	3	1
	Pentanaali	<1	<1	<1
	Yhteensä	2	7	4
Alkaanit				
	2-Metyylibutaani	<1	1	<1
	2-Metyylipentaani	<1	<1	<1
	3-Metyylipentaani	<1	<1	<1
	5-Metyyliundekaani			<1
	Dekaani	<1		<1
	Dodekaani	<1	<1	
	Heksaani	<1		<1
	Heneikosaani		<1	
	Heptaani	<1	<1	<1
	Metyylisykloheksaani	<1		
	Metyylisyklopentaani	<1	<1	<1
	Oktaani	<1	<1	
	Pentadekaani		2	
	Tetradekaani	1	<1	<1
	Undekaani	<1		<1
	Yhteensä	4	6	4
Alkeenit				
	1,2-pentadieeni	<1	<1	1
	Isopreeni		2	
	Yhteensä	<1	2	1

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
Alkoholit				
	1,8-Sineoli	<1	1	<1
	2-Etyyliheksanoli		2	
	2-Metyyli-2-propanoli	2	3	4
	Etanoli	7	38	22
	Syklobutanoli	<1		
	Yhteensä	9	43	27
Amidit				
	Akryyliamidi		1	<1
	Yhteensä		1	<1
Amiinit				
	5-Metyyli-2-heksanamiini	<1		
	Yhteensä	<1		
Aromaattiset				
	1,2,3,4-Tetrametyylibentseeni	<1		
	1,2,4-Trimetyylibentseeni	<1	<1	<1
	2-Fenyylipropeni		<1	
	Bentseeni	1	3	2
	Etyylibentseeni	<1	<1	<1
	Metyyli(1-metyylietyyli)bentseeni			1
	Naftaleeni	<1	<1	<1
	o-Ksyleeni	<1	<1	<1
	p-Ksyleeni	<1	<1	<1
	Styreeni		<1	
	Tolueeni	1	<1	<1
	Yhteensä	4	7	5
Atsoryhmät				
	2-Metyylipiperatsiini		<1	
	Yhteensä		<1	
Esterit				
	Etyyliasettaatti		<1	<1
	iso-Pentyyliasettaatti			<1
	Yhteensä		<1	<1
Halogenoidut				
	Fluoritrikloorimetaani	<1	<1	1
	Yhteensä	<1	<1	1
Ketonit				
	6-Metyyli-5-hepten-2-oni	<1	1	<1
	Asetofenoni	<1	2	
	Asetoni	2	5	5
	Yhteensä	3	8	5
Orgaaniset hapot				
	Etikkahappo		1	
	Yhteensä		1	

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
Terpeenit				
	alfa-Pineeni	<1	1	<1
	beta-Pineeni	<1		<1
	delta-3-Kareeni	<1	<1	<1
	dl-Limoneeni	<1	<1	1
	Menthoni	<1	2	1
	Mentoli	<1	3	1
	Sabineeni	<1		<1
	Yhteensä	3	8	6
Tunnistamattomat				
	Yhteensä	6	16	18
TVOC		30	100	70

2.1.4 Yhdisteryhmien pitoisuudet

Pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalenttina ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Lihavoidut ja harmaalla korostetut tulokset ylittävät yhdisteryhmän kokonaispitoisuuden viitearvon. Tarkempi erittely on Johtopäätös-kappaleessa.

Ryhmä	1	2	3
Aldehydit	2	7	4
Alkaanit	4	6	4
Alkeenit	<1	2	1
Alkoholit	9	43	27
Amidit		1	<1
Amiinit	<1		
Aromaattiset	4	7	5
Atsoryhmät		<1	
Esterit		<1	<1
Halogenoidut	<1	<1	1
Ketonit	3	8	5
Orgaaniset hapot		1	
Terpeenit	3	8	6
Tunnistamattomat	6	16	18
TVOC	30	100	70

Yhdisteiden hajukynnyslytykset näytteittäin.

Ryhmä	Yhdiste
-----	-----

Kirjallisuus (Wallace 1986, Molhave 1990, Seifert 1990)

Yhdisteiden haitallisiksi tunnettujen pitoisuuksien, HTP, ylitykset näytteittäin. HTP -arvo ilmoittaa yhdisteen pitoisuuden, jotka työpaikoilla eivät saa ylittyä 8 tunnin tai 15 minuutin työskentelyn aikana. (HTP-arvot 2009, Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet.)

Näyte	8 h - mg/m^3	15 min - mg/m^3

-----	-----	-----
-------	-------	-------

Kirjallisuus (International Chemical Safety Cards (ICSC) 2007)

Yhdisteiden haitallisiksi tunnettujen pitoisuuksien, HTP/1000, ylitykset näytteittäin. HTP/1000 –arvon ylitys kertoo yhdisteen epätavallisen korkeasta pitoisuudesta asuintiloissa verrattuna tavanomaisena pidettyyn pitoisuuteen sisäilmassa. (HTP-arvot 2009, Haitallisiksi tunnetut pitoisuudet.)

Näyte	8 h - mg/m ³	15 min - mg/m ³
VO2.(Terveydenhoitajan huone)	Akryyliamidi 0.43%	

Kirjallisuus (Kostiainen ja Nokelainen 1994)

2.1.5 Johtopäätös

Kaikissa näytteissä havaittiin epätavanomaisina pitoisuuksina etanolia, jonka pitoisuudet ylittivät 10 % kokonaispitoisuuksista (TVOC). Etanolia käytetään desinfiointiaineena, ja se on myös kosteus- ja mikrobivaurioita indikoiva yhdiste. Ylityksistä johtuen ei voida sulkea pois mahdollisuutta mikrobi- tai kosteusvaurion olemassaolosta.

Sisäilman VVOC ja VOC -näytteessä 2 havaittiin myös vähän 2-etyyliheksanolia. 2-etyyliheksanoli on kosteus- ja mikrobivauriota indikoiva yhdiste. Sitä saattaa myös emittoitua, irrota sisäilmaan, kosteuden vaurioittamista muovimatoista.

Kaikissa näytteissä havaittiin hieman naftaleiinia. Se on yksi PAH-yhdiste (PAH = polyaromaattinen hiilivety), joita on runsaasti esimerkiksi vanhoissa rakennuksissa kosteudeneristeenä käytetyssä kivihiilipiessä. PAH-yhdisteitä syntyy myös epätäydellisen palamisen tuloksena, joten niitä on usein liikenteen ja teollisuuden päästöissä.

2.1.6 Viitearvoja

Yhdisteiden viitearvoja, hajukynnys ja normaalipitoisuusarvot on esitetty $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ja HTP -arvot on esitetty mg/m^3 , 1 mg = 1000 μg .

Ryhmä	Yhdiste	Hajukynnys ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Normaalipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8 h - mg/m^3	15 min - mg/m^3
Aldehydit	Bentsaldehydi	180	1.7		
	Butanaali		15.0	74	
	Pentanaali	20	1.6	110	
	Heksanaali	55	11.5		
	Nonanaali	13	5.0		
	Dekanaali	650			
Alkaanit	Metyylisykloheksaani	2037000	1.4	1600	2000
	Heksaani	470000		72	
	Heptaani	40600	3.2	1200	2100
	Oktaani	27300	1.5	1400	1800
	Dekaani		4.3		
	Undekaani		4.5		
	Dodekaani		1.9		
	Tetradekaani		1.2		
	Pentadekaani		1.3		
Alkoholit	Etanoli	55000		1900	2500
	2-Metyyli-2-propanoli	66100		150	230
Aromaattiset	Styreeni	75	0.8	86	430
	2-Fenyylipropeeni	1400		250	490
	Bentseeni	28000	1.6	3.25	
	Tolueeni	11100	14.4	190	380
	Etylibentseeni	10100	2.0	220	880
	o-Ksyleeni	4900	1.5	220	440

Ryhmä	Yhdiste	Hajukynnys ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Normaalipitoisuus ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	8 h - mg/m^3	15 min - mg/m^3
	p-Ksyleeni	4900	5.1	220	440
	Naftaleeni	80	0.2	53	110
Esterit	Etyyliasettaatti	2230		1100	1800
	iso-Pentyyliasettaatti	20		270	540
Halogenoidut	Fluoritrikloorimetaani	92900		5600	7000
Ketonit	Asetofenoni	1810		25	
	6-Metyyli-5-hepten-2-oni		1.6		
	Asetoni	31500		1200	1500
Orgaaniset hapot	Etikkahappo	400		13	25
Terpeenit	alfa-Pineeni	700	7.7		
	dL-Limoneeni	2400	13.5		
	delta-3-Kareeni		6.0		

Kirjallisuus (Wallace 1986, Molhave 1990, Seifert 1990)

Yhdisteryhmien yhteenlaskettujen kokonaispitoisuuksien laadullisia viitearvoja.

Ryhmä	Viitearvoja	Oirearvoja
Aldehydit	20	
Alkaanit	100	
Aromaattiset	50	1000
Esterit	20	
Halogenoidut	30	
Muut	50	
Terpeenit	30	

Kirjallisuus (Wallace 1986, Seifert 1990)

Yhdisteiden yhteenlaskettujen pitoisuuksien, TVOC, yleisiä seuraamuksia.

TVOC	Yhdisteiden kokonaispitoisuudelle raportoituja seurauksia
600-3000	saattaa esiintyä oireita
3000-25000	aiheuttaa epämiellyttävän olon
>25000	aiheuttaa myrkytysoireita

Kirjallisuus (Molhave 1990)

2.1.7 Kirjallisuus

International Chemical Safety Cards (ICSC) (2007) The International Programme on Chemical Safety (IPCS) joint programme of the United Nations Environment Programme (UNEP), the International Labour Office (ILO) and the World Health Organization (WHO). Cited January 24th 2007 from: <http://www.who.int/ipcs/publications/icsc/en/index.html>

Kostiainen R, Nokelainen S & Ahonen S (1994) Haihtuvat Orgaaniset Yhdisteet Huoneilmassa. Helsingin kaupungin ympäristökeskuksen julkaisuja 13/94, Helsinki.

Molhave L (1990) Volatile organic compounds, indoor air quality and health. Teoksessa: Walkinshaw, D.S. (ed) Indoor Air '90, Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto, Canada, 5: 15-33.

Seifert B (1990) Regulating indoor air. Teoksessa: Walkinshaw, D.S. (ed) Indoor Air '90, Proceedings of the 5th International Conference on Indoor Air Quality and Climate, Toronto, Canada, 5: 35-49.

Sisäilmastoluokitus 2000, Sisäilmayhdistys julkaisu 5 (2001) Sisäilmayhdistys ry, Rakennustietosäätiö, Suomen Arkkitehtiliitto SAFA, Suomen toimitila- ja rakennuttajaliitto RAKLI ja Suunnittelu- ja konsulttitoimistojen Liitto SKOL. Kirjapaino Verbi, Espoo.

Wallace LA (1986) An overview of the total exposure assessment methodology (TEAM) study. Summary and analysis, Vol. 1. United States Environmental Protection Agency, Washington, DC.

3. ALLEKIRJOITUKSET

Tulokset, johtopäätökset, toimenpidesuositukset ja muut tässä raportissa esitetyt lausunnot koskevat vain tätä allekirjoitettua raporttia kokonaisuudessaan ja vain tähän raporttiin sisältyviä näytteitä.

Tuloksiin perustuvat johtopäätökset, toimenpidesuositukset ja muut tässä analyysiraportissa esitetyt tulkinnat pohjautuvat yleiseen asiantuntemukseen tulosten merkityksestä. Analyysien merkitystä on verrattava kohteesta tehtyihin havaintoihin ja muihin mittauksiin.

Mahdollisissa oikeuksissa käsiteltävissä tai muuten ratkaistavissa riitatapauksissa raportissa esitettyjä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tämän raportin lausuntoja ei saa käyttää, ennen kuin raporttia koskevat maksusaatatavat on suoritettu kokonaisuudessaan Ositum Oy:lle.

Raporttia ja sen sisältämiä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tässä raportissa esitettyjä lausuntoja ei saa käyttää todisteena missään oikeusasteissa ilman Ositum Oy:n kirjallista lupaa. Raportin saa kopioida ainoastaan kokonaisuutena. Osien kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Ositum Oy vastaa antamastaan lausunnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 1995).

Espoo 8.2.2012

Ositum Oy

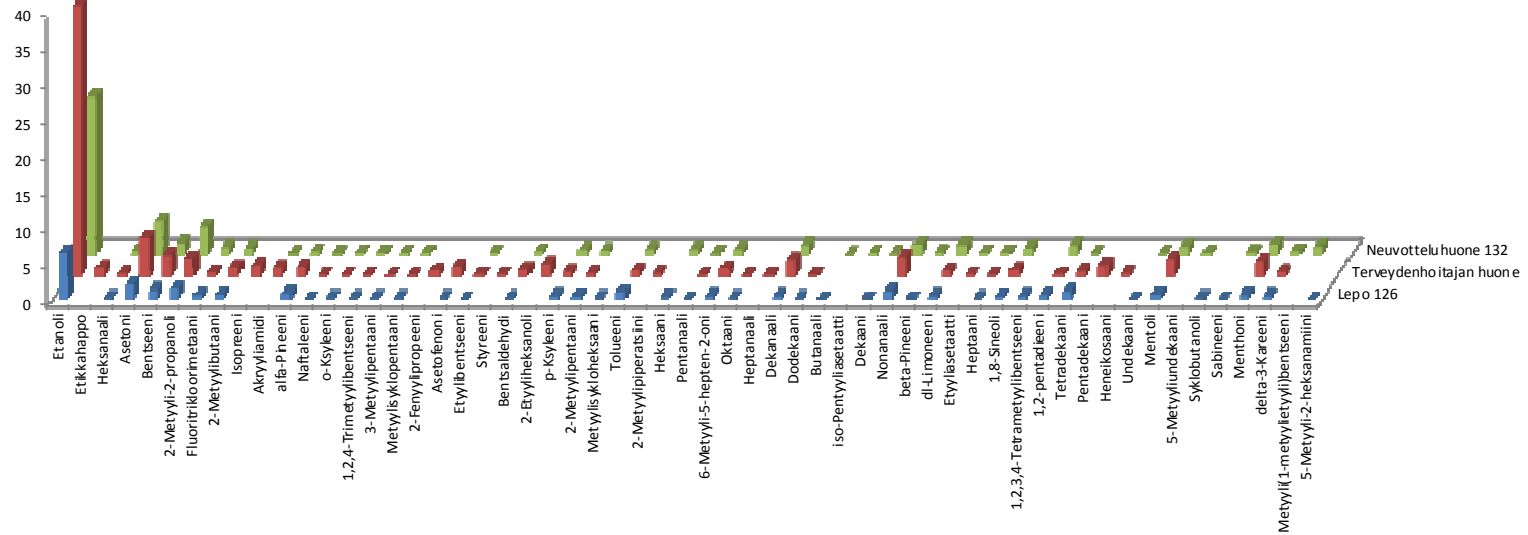
A handwritten signature in blue ink, reading 'Juhani Kronholm'.

Juhani Kronholm
FT, kemisti

Jakelu 1 kpl tilaaja
 1 kpl Ositum Oy:n arkisto

4. TULOKSET GRAAFISESTI

VVOC ja VOC -yhdisteet



KEIHÄSPUISTON PÄIVÄKOTI MATERIAALIEN FLEC-ANALYYSI



1282212 Analyysiraportti

9.3.2012

Ositum Oy
www.ositum.fi

Otakaari 12
02150 Espoo
Puh 010 425 2610

Hatanpääkatu 3
33900 Tampere
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1
90250 Oulu
Puh 010 425 2600

Sisällysluettelo

1. YHTEYSTIEDOT	3
2. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA	4
2.1 VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC.....	4
2.1.1 Analysointimenetelmä.....	4
2.1.2 Tulos VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC	5
2.1.3 Yhdisteiden pitoisuudet.....	5
2.1.4 Yhdisteryhmien pitoisuudet.....	7
2.1.5 Johtopäätös.....	7
3. ALLEKIRJOITUKSET	8
4. TULOKSET GRAAFISESTI.....	9

1. YHTEYSTIEDOT

Tilaaaja	Ramboll Finland Oy Antti Siika-aho Sentnerikuja 2 00440 HELSINKI
Tutkimuskohde	Keihäspuiston päiväkot
Projektinumero	1282212
Perustettu	7.2.2012
Laboratorio	Ositum Oy Kiilakiventie 1 90250 OULU
Analysoija	Anssi Riekki
Raportoija	Anssi Riekki
Yhteyshenkilö	FT, kemisti Juhani Kronholm Gsm +358 50 350 9880
Näytteenottaja	Tilaaaja: Ramboll Finland Oy
Vastaanotettu	5.2.2012
Näytteenottopäivä	2.2.2012

2. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, MATERIAALISTA

2.1 VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC

2.1.1 Analysointimenetelmä

Materiaalin emissionäytteiden ottoon käytetään näytteenottovälineitä, jotka eivät kontaminoi näytteitä. Muiden kuin Ositum Oy:n ottamista näytteistä vastaa tilaaja.

Materiaalien emissionäytteiden käsittely tapahtuu standardin ISO 16000-10 mukaan. Materiaalien emissiot määritetään ja ilmoitetaan joko pinta-alaa kohden tunnissa, $\mu\text{g}/(\text{m}^2 \text{ h})$, tai painoa kohden tunnissa, $\text{ng}/(\text{g h})$. Materiaalien pintaemissiot voidaan mitata joko laboratorioon toimitetusta näytteestä tai kohteessa paikanpäällä. Näytteenkeräyslaitteistolla, The Field and Laboratory Emission Cell (FLEC) FL-0001, kerätään haihtuvat orgaaniset yhdisteet, VVOC ja VOC, adsorbentti-putkeen vakioidussa olosuhteissa.

Näytteen keräykseen käytetään kantokaasuna typpikaasua, 5.0-luokka, instrument-laatu, puhtausaste 99.999 % typpeä. Typpikaasu kostutetaan 50 % ilmankosteuteen ja sen virtausnopeus säädetään 150 ml minuutissa FLEC Air Control FL-1000-laitteella. Kostutetun typpikaasun virtausnopeus tarkistetaan Agilent Flow Tracker 2000-virtausmittarilla ennen FLEC-keräyskammiota. Näytteenotto aloitetaan, FLEC-keräyskammion saavutettua typpi-ilmakehän. Näytettä kerätään 4500 ml, adsorbentti-putkeen käyttäen FL-1001 FLEC Air-pump 1001-terkkuuspumpua.

Näytteet on analysoitu standardien ISO 16000-6 ja SFS-EN 16017-1 mukaisesti käyttäen termodesorptiota ja kaasukromatografiaa, ilmaisimena on käytetty massaselektiivistä detektoria, Agilent TD-GC-MS-laitteistoa. Analyysimenetelmässä kolonniuunin lähtölämpötila on laskettu $+10\text{ }^\circ\text{C}$:een. Analyysissa käytetään erityispitkää 60 metrin kolonnia, jotta näytteiden sisältämät yhdisteet saadaan eroteltua tarkasti. Käytetty tekniikka mahdollistaa hyvin keveiden tavanomaisissa sisälämpötilassa esiintyvien yhdisteiden havainnoinnin. Tällä menetelmällä saatu tulos poikkeaa havaittujen yhdisteiden lukumäärän suhteen muilla menetelmillä tehdyistä analyyseista.

TVOC (Total Volatile Organic Compounds) on sisäilmanäytteestä analysoitujen yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus. Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet lasketaan vertaamalla niiden vastetta tolueenin vasteesta muodostettuun nollan kautta kulkevaan kalibraatioasuoraan (ns. tolueeniekvivalenttina). Menetelmällä voidaan mitata erittäin haihtuvia ja haihtuvia yhdisteitä kiehumispistealueella $>0 - 260\text{ }^\circ\text{C}$. Yhdisteiden pitoisuudet ilmoitetaan mikrogrammoina yhtä kuutiometriä ilmaa kohden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja niiden tunnistus tapahtuu vertaamalla niiden massaspektreihin Wiley- ja NIST-kirjastojen mallimassaspektreihin.

Laboratorioanalyysin mittausepävarmuus ilman näytteenottoa noin 3,5 litran näytteen TVOC:lle on 35 % ja määrittäjä on $< 10\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$. Muille tolueeniekvivalenttina määritetyille yksittäisille yhdisteille mittausepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Yksittäisten yhdisteiden yli $100\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$:n pitoisuudet ovat suuntaa-antavia. Alle $100\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC on ilmoitettu yhden merkitsevä numeron ja yli $100\text{ }\mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC kahden merkitsevän numeron tarkkuudella.

Putkityyppi	Adsorbentti	Kerättyjen yhdisteiden koko	Vetoaika
3	Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1000	n-C3/4 - n-C20	30 min
7	Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1003	n-C2/3 - n-C20	30 min

2.1.2 Tulos VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC

VVOC/VOC -yhdisteiden pitoisuudet ja yksiköt on esitetty alla olevissa taulukoissa.

	Näytteet 1-3 ^a , yhdisteiden pitoisuudet	Yksikkö	Putkityyppi ^b
1.	FG1. Terveystoimittajan huone	ng/g h	3
2.	FG2. Vesimittarihuone	ng/g h	7
3.	Laikki ja lepo 126 0	ng/g h	3

^a VO = ilmanäyte, FG = massaperusteinen materiaalinäyte, FM = pinta-alaperusteinen materiaalinäyte, BVO = BioVOC

^b Tenax/Carbograph 1TD/Carboxen1000, kerättyjen yhdisteiden koko C_{3/4} – C₂₀

2.1.3 Yhdisteiden pitoisuudet

Pitoisuudet on ilmoitettu toluueeniekvivalenttina (ng/ g h). Toteamisrajan ylittävät, mutta määrittämissä alittavat pitoisuudet on merkitty x:llä. Lihavoidut ja keltaisella korostetut tulokset ylittävät 10 % kokonaispitoisuudesta (TVOC). Tarkempi erittely on Johtopäätös-kappaleessa.

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
Aldehydit				
	2-Etyyliheksanaali	2	64	
	Bentsaldehydi	23	71	4
	Dekanaali	3		
	Nonanaali	3	3	2
	Yhteensä	31	138	5
Alkaanit				
	2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	4		
	2,6-Dimetyyliundekaani	5		
	2,6-Dimetyylioktaani	10		
	2-Butyyli-1,1,3-trimetyylisykloheksaani	3		
	2-Metyyliundekaani	3		
	2-metylidodekaani	2		
	3,7-Dimetyylidekaani	3		
	4-Metylidodekaani	2		
	4-Metyyliundekaani	2		
	5-Metyyliundekaani	1		
	Dodekaani	14	11	
	Heptaani		3	
	Metyylisykloheksaani		2	
	Metyylisyklo-oktaani			2
	Syklodekaani		14	
	Syklo-oktaani			10
	Tetradekaani	8	4	
	trans-1,4-dimetyylisyklo-oktaani			2
	Tridekaani	11	5	
	Undekaani	8	3	
	Yhteensä	75	41	14
Alkeenit				
	1-Undekeeni	2		
	2-Etyyli-1-hekseeni		4	

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
	3,3-dimetyyli-1-hekseeni			2
	3-Metyyli-1-hekseeni			2
	trans-5-Tetradekeeni			2
	Yhteensä	2	4	6
Alkoholit				
	1-Butanoli	31	52	4
	1-Dekanoli		5	
	1-Heksanoli			3
	1-nonanoli		10	
	2-Butoksietanoli		15	
	2-Etyyli-4-metyyli-1-pentanoli		16	
	2-Etyyliheksanoli	723	10580	695
	4-heptanoli		2	
	Bentsyylialkoholi	61	684	36
	Etanoli	20	6	2
	Isopropanoli	3		
	Yhteensä	838	11370	740
Aromaattiset				
	1,3,5-Trimetyylibentseeni	1	4	
	Etyylibentseeni	3	21	
	o-Ksyleeni	2	21	
	Oktahydro-1,2,4-metano-1H-indeeni		9	
	Oktahydro-1,4-metano-1H-indeeni	14	17	7
	p-Ksyleeni	11	88	
	p-Symeeni	2		
	Yhteensä	33	161	7
Atsoryhmät				
	Dekahydro-1,2,4-metanoatsuleeni	31	27	17
	Yhteensä	31	27	17
Fenolit				
	Fenoli	3		71
	Yhteensä	3		71
Ketonit				
	2-Butanoni		3	
	3-Heptanoni	18	59	1
	Asetofenoni	3	37	
	Asetoni	4	4	1
	Yhteensä	24	102	2
Muut				
	1,1'-(oksybis(2,1-etaanidiyloksi))bis-butaani		9	
	Yhteensä		9	
Orgaaniset hapot				
	Etikkahappo	7		4
	Yhteensä	7		4

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
Terpeenit				
	alfa-Karyofyleeni		6	3
	alfa-Longipineeni	12	32	18
	Borneoli		5	
	Isolongifoleeni		340	
	Longifoleeni	385		262
	trans-Karyofyleeni		32	11
	Yhteensä	397	416	293
Tunnistamattomat				
	Yhteensä	121	1553	268
TVOC		1600	14000	1400

2.1.4 Yhdisteryhmien pitoisuudet

Pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalenttina (ng/g h).

Ryhmä	1	2	3
Aldehydit	31	138	5
Alkaanit	75	41	14
Alkeenit	2	4	6
Alkoholit	838	11370	740
Aromaattiset	33	161	7
Atsoryhmät	31	27	17
Fenolit	3		71
Ketonit	24	102	2
Muut		9	
Orgaaniset hapot	7		4
Terpeenit	397	416	293
Tunnistamattomat	121	1553	268
TVOC	1600	14000	1400

2.1.5 Johtopäätös

Kaikissa materiaalien FLEC-näytteissä epätavanomaisena pitoisuutena havaittiin 2-etyyliheksanolia, jonka pitoisuudet ylittivät 10 % kokonaispitoisuuksista.

Näytteissä 1 ja 3 epätavanomaisena pitoisuutena havaittiin lisäksi longifoleenia, jonka pitoisuudet ylittivät 10 % kokonaispitoisuuksista.

Emäksinen kosteus ja ammoniakki hajottavat dioktyyliiftalaatteja, jotka ovat muovien ja kumien pehmittimiä. Ftalaattien hajotessa niistä muodostuu 2-etyyliheksanolia, joka aiheuttaa makeahkoa hajua. Märällä betonipinnalla tapahtuu siten sisäilman laadun kannalta haitallisia prosesseja. Maton ja betonipinnan ei tarvitse kuitenkaan olla enää kosteita, sillä reaktion kerran alettua se ei pysähdy, vaikka ko. pinnat ovat kuivia.

Longifoleenia käytetään mm. puhdistusaineissa.

3. ALLEKIRJOITUKSET

Tulokset, johtopäätökset, toimenpidesuositukset ja muut tässä raportissa esitetyt lausunnot koskevat vain tätä allekirjoitettua raporttia kokonaisuudessaan ja vain tähän raporttiin sisältyviä näytteitä.

Tuloksiin perustuvat johtopäätökset, toimenpidesuositukset ja muut tässä analyysiraportissa esitetyt tulkinnat pohjautuvat yleiseen asiantuntemukseen tulosten merkityksestä. Analyysien merkitystä on verrattava kohteesta tehtyihin havaintoihin ja muihin mittauksiin.

Mahdollisissa oikeuksissa käsiteltävissä tai muuten ratkaistavissa riitatapauksissa raportissa esitettyjä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tämän raportin lausuntoja ei saa käyttää, ennen kuin raporttia koskevat maksusaatatavat on suoritettu kokonaisuudessaan Ositum Oy:lle.

Raporttia ja sen sisältämiä tuloksia, johtopäätöksiä, toimenpidesuosituksia ja muita tässä raportissa esitettyjä lausuntoja ei saa käyttää todisteena missään oikeusasteissa ilman Ositum Oy:n kirjallista lupaa. Raportin saa kopioida ainoastaan kokonaisuutena. Osien kopioiminen ilman lupaa on kielletty.

Ositum Oy vastaa antamastaan launnostaan konsulttitoiminnan yleisten sopimusehtojen mukaisesti (KSE 1995).

Oulu 9.3.2012

Ositum Oy

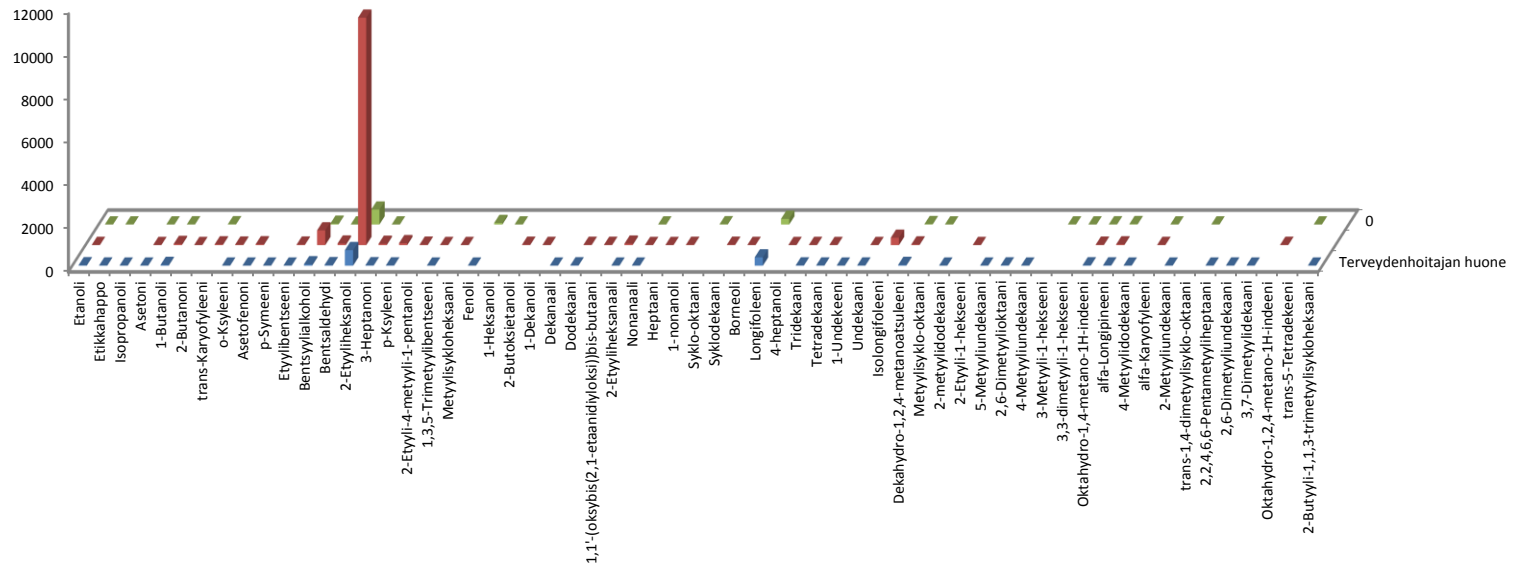


Anssi Rieki
Laboratorioanalyttikko (AMK)

Jakelu 1 kpl tilaaja
 1 kpl Ositum Oy:n arkisto

4. TULOKSET GRAAFISESTI

VVOC ja VOC -yhdisteet, FLEC





7109/PÖLY/12

TUTKIMUSRAPORTTI

1 (1)

WSP Finland Oy
Laboratoriopalvelut
Kiviharjunlenkki 1 D
90220 OULU
Puhelin 0207 864 12
Fax 0207 864 800

24.02.2012

Ramboll Finland Oy
Antti Siika-aho
PL 25
02601 ESPOO

PÖLYNKOOSTUMUSANALYYSI

Kohde Päiväkoti Keihäspuisto.

Näytteenottopäivä, näytteenottaja
2.1.2012, Antti Siika-aho.

Analyysimenetelmät Pölynäytteet tutkittiin pyyhkäiselektronimikroskoopilla (SEM). Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Näytteenotosta vastaa tilaaja.

Tulokset Pusseihin kerättyjen näytteiden sisältämän pölyn koostumus

Pöly 1	liikuntasali, eri tasopintoja	Näyte sisältää runsaasti vaatekuitua ja orgaanista pölyä (hilse, karvat yms.). Hienojakoista mineraalipölyä (1-10 µm, Ca-, Mg-, Na-, K- ja Fe-silikaatit, kvartsi, kalsiumoksidi, kaliumkloridi) on jonkin verran. Metallipölyä (Fe) on niukasti.
Pöly 2	pienten ryhmähuone, eri tasopintoja	Näyte sisältää runsaasti vaatekuitua, orgaanista pölyä (hilse, karvat yms.) ja hienojakoista mineraalipölyä (1-20 µm, Ca-, Mg-, Na-, K- ja Fe-silikaatit, kalsiumoksidi, kvartsi). Metallipölyä (Fe) ja mineraalivillakuitua (kivivilla) on niukasti.
Pöly 3	pienten eteisaula, eri tasopintoja	Näyte sisältää runsaasti vaatekuitua, orgaanista pölyä (hilse, karvat, koivun siitepöly yms.) ja hienojakoista mineraalipölyä (1-20 µm, Ca-, Mg-, Na-, K- ja Fe-silikaatit, kalsiumoksidi, kvartsi).

WSP FINLAND OY

Saara Salmela

Saara Salmela
tutkija, FM

TUTKIMUSRAPORTTI

Merkkiainemittaus 6.2.2012

Keihäspuiston päiväkoti
Keihästie 6
01280 VANTAA

Työ nro T12003

Kotka 14.2.2012

Insinööri Studio Oy

SISÄLLYSLUETTELO

1	TUTKIMUSKOHDDE.....	2
2	TUTKIMUSMENETELMÄT	3
	2.1 Merkkiainemenetelmä	3
3	HAVAINNOT	3
	3.1 Yleistä	3
	3.2 Rakenteen tiiveys.....	3
4	JOHTOPÄÄTÖKSET	3

1 TUTKIMUSKOHDE

Kohde

Keihäspuiston päiväkot
Keihästie 6
01280 VANTAA

Tutkimuksen tilaaja

Ramboll
Antti Siika-aho
Sentnerikuja 2
00440 Helsinki

Tutkijat

Henna Kantola
Otto Koski
Antti Laakso

p. (05) 225 5500

Työn määrittely

Työn tarkoituksena oli selvittää rakenteen epäjatkuvuuskohtia.

Tutkimusajankohta

6.2.2012

2 TUTKIMUSMENETELMÄT

2.1 Merkkiainemenetelmä

Merkkiaineena käytettyä typpi-vety-seoskaasua laskettiin ulkokautta rakennuksen ulkoseinärakenteen eristetilaan eri puolilla rakennusta, sekä alapohjarakenteeseen huoneessa 104. Rakenteen epäjatkuvuuskohtia tutkittiin sisäpuolelta vetypitoisuutta suoraan osoittavalla mittalaitteella. Tutkimus suoritettiin normaalissa käyttötilanteessa (alipaine ulkoilmaan nähden 14..16 Pa).

3 HAVAINNOT

3.1 Yleistä

Päiväkot

Päiväkot sijaitsee kerrostalon pohjakerroksessa. Alapohja on pienessä osassa toista päätyä ontelolaatta ja suurimmassa osassa päiväkotia teräsbetoni

laatta. Päiväkodissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.

3.2 Rakenteen tiiveys

Laskettaessa merkkiainetta tilan 104 alapohjaan, havaittiin vuotokohtia lähinnä kyseisen tilan seinien ja alapohjan liitoskohdissa. Vesileikkihuoneen 106 läpivienneissä havaitut vuodot ovat peräisin ulkoseinän eristetilaan syötetystä merkkiaineesta ja/tai alapohjaan syötetystä merkkiaineesta. Muualla ympäröivissä tiloissa ei havaittu vuotoilmareittejä sisäilmaan tilan 104 alapohjan kautta.

Ulkoseinärakenteen eristetilasta merkkiainetta kulkeutui sisäilmaan runsaasti alapohjan ja ulkoseinärakenteen liitoskohdasta. Vähäisiä vuotoja havaittiin ikkunakar

meista sekä yksittäisistä vuotoja patterikiinnikkeistä. Samat vuotoilmareitit havaittiin jokaisessa tutkitussa tilassa.

4 JOHTOPÄÄTÖKSET

Jokaisessa tutkitussa tilassa havaittiin systemaattisesti paikallisia vuotokohtia alapohja- ja ulkoseinärakenteen liitoskohdissa. Havaittuja vuotokohtia voidaan pitää merkittävänä. Merkkiainetta kulkeutui sisäilmaan myös vähäisissä määrin ikkunaliitoksista ja yksittäisistä patterikiinnikkeistä.

Jos korjaustapana käytetään kapselointia, tulee ilmanvaihtojärjestelmä saada mahdollisimman hyvään tasapainoon. Korjausten onnistuminen tulee varmentaa merkkiainemittauksin. Kun suurimmat vuotoilmareitit tiivistetään (alapohja- ja ulkoseinärakenteen liitoskohdat), kulkeutuu ilma todennäköisesti sisäilmaan muita reittejä pitkin ja vuotoilmareittejä havaitaan lisää.

Oy Insinööri Studio
Rakentamisen palvelut

Henna Kantola
tutkimusinsinööri

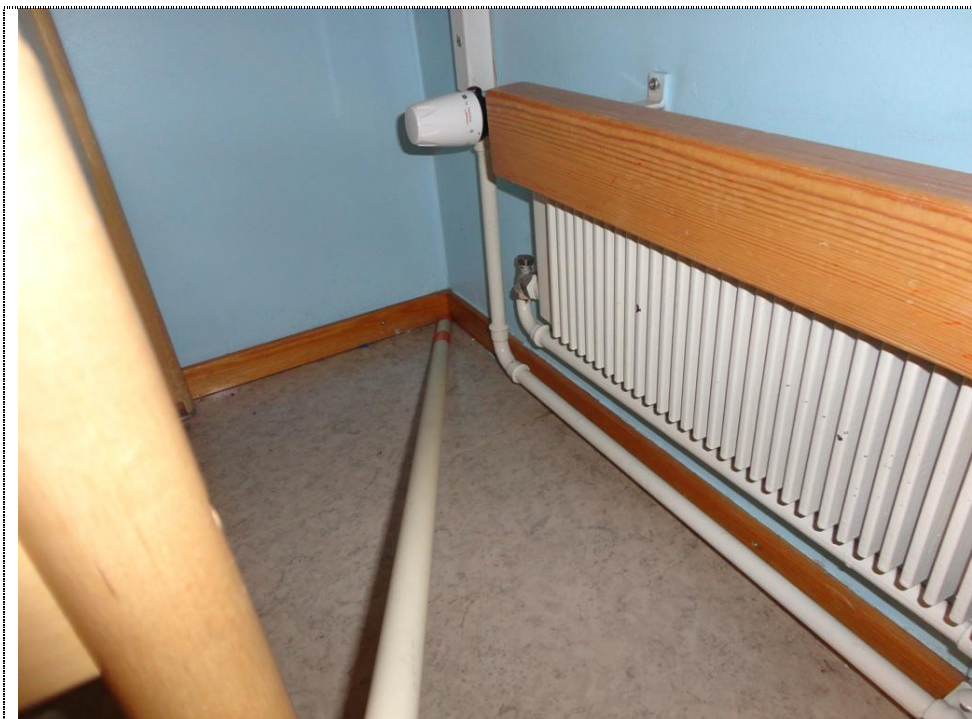
Merk Petri Lönnblad
Petri Lönnblad
tutkimusinsinööri, RI

LIITTEET

Liite 1 Valokuvat



Kuva 1: Laskettaessa merkkiainetta huoneen 104 alapohjaan, havaittiin merkkiaineen kulkeutuvan sisäilmaan kyseisen tilan seinien ja alapohjan liitoksista.



Kuva 2: Tyypillinen vuotoilmareitti alapohja- ja ulkoseinärakenteen liitoskohdassa (leikki-/lepohuone 100).



Kuva 3: Yksittäisiä ilmavuotoja havaittiin patterikiinnikkeiden kohdalla (kuva tilasta leikki/lepo 100)



Kuva 4: Tyypillinen vuotokohta alapohja- ja ulkoseinärakenteen liitoskohdassa (ryhmähuone 111).



Kuva 5: Vähäisiä vuotoja havaittiin ikkunakarmeista.



Kuva 6: Vuotoilmareitti vesileikkihuoneen 106 viemäroinnin läpiviennistä on peräisin ulkoseinä- ja/tai alapohjarakenteesta.



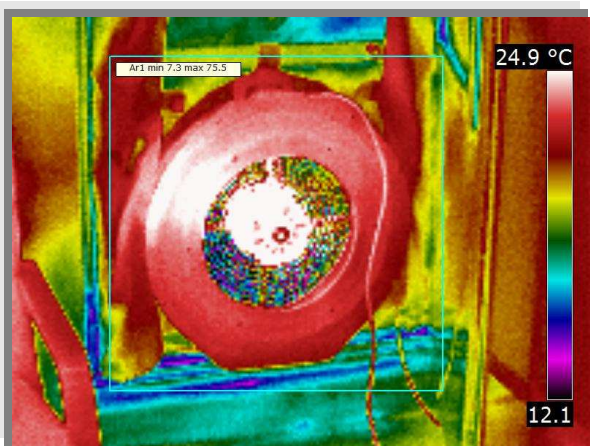
Kuva 7: Vähäinen vuotoilmareitti vesileikkihuoneen 106 läpiviennin liitoksesta on peräisin ulkoseinä- ja/tai alapohjarakenteeseen syötetystä merkkiaineesta.



Kuva 8: Vuotoilmareitti vesileikkihuoneen 106 patteriputken läpiviennistä.

LÄMPÖKUVAUS

Vantaan kaupunki, Keihäspuiston päiväkot
Keihästie 6, 01280 Vantaa



Lämpökuvaaja:
Insinööritoimisto Realtest
Matti Pirkola
VTT-C-4965-25-10

Kuvaajan yhteystiedot
Sidetie 11 D, 00730 Helsinki
matti.pirkola@realtest.fi
Puh. 0400 728 733

SISÄLLYSLUETTELO

1. KOHTEEN YLEISTIEDOT	3
1.1 Kohde ja osoite	3
1.2 Lausunnon tilaaja.....	3
1.3 Lausunnon tavoite	3
1.4 Lausunnon tekijä.....	3
2. LÄHTÖARVOT JA KÄYTETYT MENETELMÄT	4
3. RAJA-ARVOT JA OHJEET.....	6
4. TULOKSET	12

LIITTEET

Lämpökuvausmittausraportit
Pohjapiirustus

1. KOHTEEN YLEISTIEDOT

1.1 Kohde ja osoite

Vantaan kaupunki,
Keihäspuiston päiväkot
Keihästie 6
01280 Vantaa

1.2 Lausunnon tilaaja

Ramboll Finland Oy
Antti Siika-aho
Sentnerikuja 2
00440 HELSINKI

1.3 Lausunnon tavoite

Lämpökamerakuvauksen tavoitteena oli selvittää rakennuksen mahdolliset ilma- ja lämpövuodot osana kohteessa tehtävää laajempaa sisäilmatutkimusta.

1.4 Lausunnon antaja

Insinööritoimisto Realtest
Matti Pirkola
Henkilösertifikaatti: VTT-C-4965-25-10
Sidetie 11 D
00730 Helsinki
matti.pirkola@realtest.fi
GSM 0400 728733

2. KÄYTETYT MENETELMÄT JA LÄHTÖARVOT

2.1 MITTAUSMENETELMÄT

Lämpökuvaus on mittausmenetelmä, jolla voidaan nopeasti ja rakenteita rikkomatta määrittää lämpövuotokohdat sekä havaita, onko kyseessä heikko eristys tai eristepuute, ilmavuoto, kylmäsilta tai joissakin tapauksissa kosteusvaurio. Rakennuksen lämpökuvauksessa käytettävän lämpökameran tulee olla mittaava, tasapainotettu ja kuvantava mittalaite, jolla voidaan mitata suoraan pintalämpötiloja ja muodostaa kuvattavasta kohteesta lämpökuva, joka esittää kohteen pintalämpötilajakauman.

Rakennusten sisäpinnat eivät koskaan ole tasalämpöisiä eivätkä kaikki havaitut pintalämpötilojen epäsäännöllisyydet merkitse sitä, että rakenteissa tai eristeissä olisi kyseisessä kohdassa puutteita tai virheitä. Rakenteissa on myös niin sanottuja kylmäsiltoja, jotka aiheuttavat luonnostaan pintalämpötilojen laskua. Tyypillisesti tällaisia kohtia ovat ulkonurkat ja lattianrajat.

Sisäpuolisessa lämpökuvauksessa rakennuksen nurkat, katon ja seinien sekä lattian liitokset, läpiviennit yms. ovat aina ympäristöään hieman kylmempiä. Rakennusvirheet, kuten eristevirheet tai -puutteet aiheuttavat paikallista pintalämpötilojen laskua. Kastuneet rakenteet aiheuttavat pintalämpötilojen muutoksen samantyyppiseen, kuivaan rakenteeseen verrattuna. Kastuneet rakenteet tulevat parhaiten esiin lämpötilamuutosten yhteydessä, koska märät rakenteet lämpiävät ja jäähtyvät hitaammin kuin kuivat. Lisäksi vakioilanteessa kostea lämmöneriste johtaa paremmin lämpöä kuin kuiva. Ulkoseinärakenteiden ilmanpitävyys voi paikoitellen vaihdella, jolloin rakenteiden vuotokohtien läpi tuleva kylmä ilma jäähdyyttää rakenteita aiheuttaen vedon tunnetta, joka johtuu kylmän ilman liikkeen aiheuttamasta vedosta tai kylmien pintojen aiheuttamasta säteilyvedosta. Rakennuksen painesuhteista riippuen saattaa myös sisäilma kulkeutua rakenteisiin. Ulkopuolelta mitattuna eristevirheet ja kylmäsilat näkyvät ympäristöään lämpimämpinä.

Rakennuksen ulkoseinien sekä lattian ja katon liitoskohtien pintalämpötiloihin vaikuttavat rakenteiden ja niiden kunnon lisäksi ilmanvaihtojärjestelmän ja lämmitysjärjestelmän toiminta sekä sääolosuhteet: ulkolämpötila, ulko- ja sisälämpötilan erotus, auringonpaiste, tuulisuus, lämpötilojen muutokset ja myös sisäiset kuormat, kuten valaistus ym. Tämän vuoksi hyväksyttävien matalimpien pintalämpötilojen määrittäminen sekä tapauskohtaisesti että yleisesti ei ole yksiselitteistä.

Rakentamisen laatua ja rakenteiden toimintaa voidaan varmentaa käyttämällä erilaisia, mittausmenetelmiä. Rakenteiden lämpöteknistä toimivuutta voidaan arvioida sekä valmiissa rakennuksessa että rakennustyön aikana lämpökameralla ja useilla muilla toisiaan tukevilla menetelmillä. Lämpökuvauksella voidaan määrittää nopeasti rakenteita rikkomatta lämpövuotokohdat sekä havaita, onko kyseessä eristyspuute, ilmavuoto, kylmäsilta tai joissakin tapauksissa myös kosteusvaurio. Lämpökuvauksella voidaan määrittää nopeasti suurien pintojen pintalämpötilajakauma.

Tyypillisesti lämpökuvauksen tarkoituksena on määrittää rakennuksen kunnon- tai laadunvalvonnassa ulkovaipan lämpötekninen kunto, lämmöneristyskerroksen toimivuus ja rakenteellinen tiiviys (ilmanpitävyys). Lämpökameran avulla voidaan samalla selvittää muita rakennuksen ja rakenteiden toimivuuteen sekä olosuhteisiin ja asumisviihtyvyyteen liittyviä tekijöitä, kuten ilman virtausreitit, rakenteiden fysikaalista toimintaa sekä tietyn edellytyksin kosteusvaurioita ja LVIS- laitteiden toimintaa.

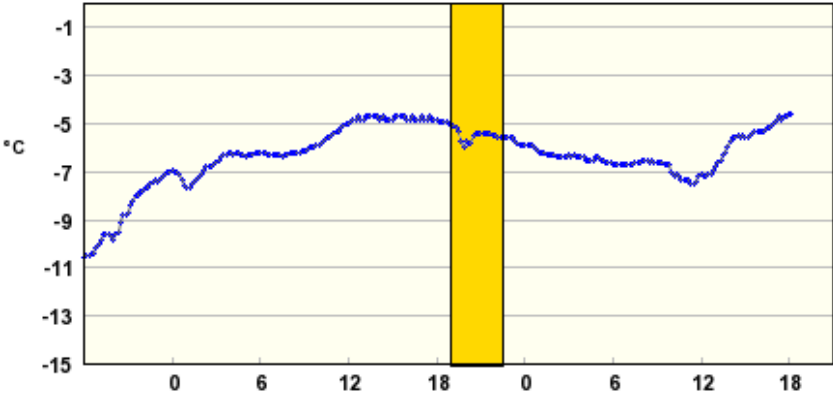


2.2 ULKO- JA SISÄILMAN OLOSUHTEET

Ilmatieteen laitoksen säähavainnot/ Helsinki-Vantaan lentoasema 10.1.2012 klo 19.20 sekä edeltävän 24 tunnin aikana. Kuvasajankohta on merkitty keltaisella huomiovärillä.

Mittausraporteissa on käytetty ulkolämpötiloina kuvausajana kohteessa mitattuja ulkolämpötiloja.

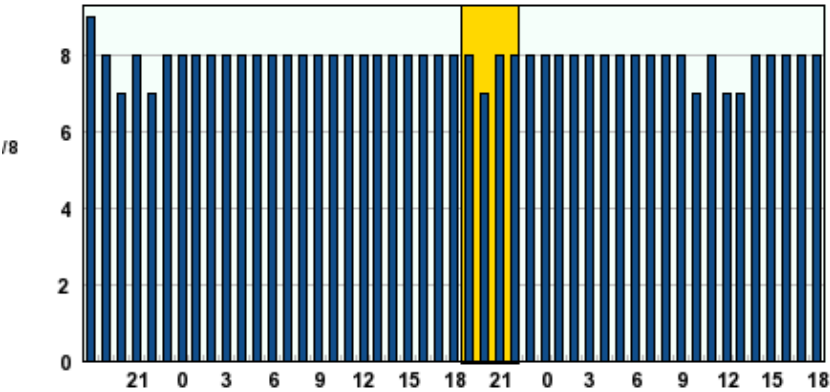
Lämpötilat:



Tuuliolosuhteet:



Pilvisyys:



3. RAJA-ARVOT JA OHJEET

3.1. Määräysten ja ohjeiden soveltaminen ja tulkinta

Viranomaismääräykset ja ohjeet (Suomen Rakentamismääräyskokoelma) eivät anna selkeitä raja-arvoja tai lukuarvoja sallittujen pintalämpötilojen suhteen. Niissä annetaan ainoastaan toiminnallisia ohjeita, määräyksiä tai suunnitteluarvoja. Tulosten tulkintaan ja korjausluokituksen minimitasen määrittämiseen käytetään terveydellisiä ohjeita. Terveydelliset ohjeet antavat rakennukselle ns. vähimmäistason. Vähimmäistaso koskee kaikkia asuinhuoneita riippumatta rakennuksen iästä. Varsinainen terveyshaitta koskee ainoastaan oleskeluvyöhykettä. Oleskeluvyöhykkeen ulkopuolella jäljempänä esitettyä lämpötilaindeksiä sovelletaan toimivuuden arviointiin.

Raja-arvoiksi soveltuvat sosiaali- ja terveysministeriön vuonna 2003 julkaiseman oppaan, Asumisterveysohje antamat pintalämpötilojen ohjeet. Lähtökohtana on, että sisäilman kosteus ei tiivisty sisäpinnoille. Rakenteiden pintalämpötila ei siten saisi laskea kastepistelämpötilaan tai sen alapuolelle. Riittävä turvamarginaali on silloin, kun mitatussa pintalämpötilassa sisäilman suhteellinen kosteus jää alle 80 % (RH). Asumisterveysohjeen mukaisesti asuintiloissa alin sallittu pintalämpötila tyydyttävällä tasolla on +11 °C, vastaten lämpötilaindeksiä 61 %. Tämä vastaa kastepistelämpötilaa, kun sisäilman lämpötila on +21 °C ja suhteellinen kosteus 50 %.) Ohjeen pintalämpötila-arvoja voidaan käyttää sellaisenaan, kun sisäilman lämpötila on normaali 21 °C ja ulkolämpötila on -5 °C ja tuulen nopeus on 5-10 m/s, ei kuitenkaan poikkeuksellisen tuulisissa olosuhteissa. Poikkeaman riskialttiutta kuvataan Asumisterveysohjeessa lämpötilaindeksillä, joka lasketaan sisälämpötilan ja ulkolämpötilan sekä pinnan lämpötilan mitatuista arvoista.

Lämpötilaindeksillä voidaan arvioida rakennuksen vaipan lämpöteknistä toimivuutta. Vaipan pintalämpötiloja voidaan arvioida ja verrata toisiinsa lämpötilaindeksiä käyttämällä silloin, kun lämpötilojen mittauksia ei voida suorittaa vakio-olosuhteissa (-5 °C ±1°C:n ulkolämpötilassa ja 20°C ±2°C sisälämpötilassa.

Lämpötilaindeksi määritellään seuraavasti:

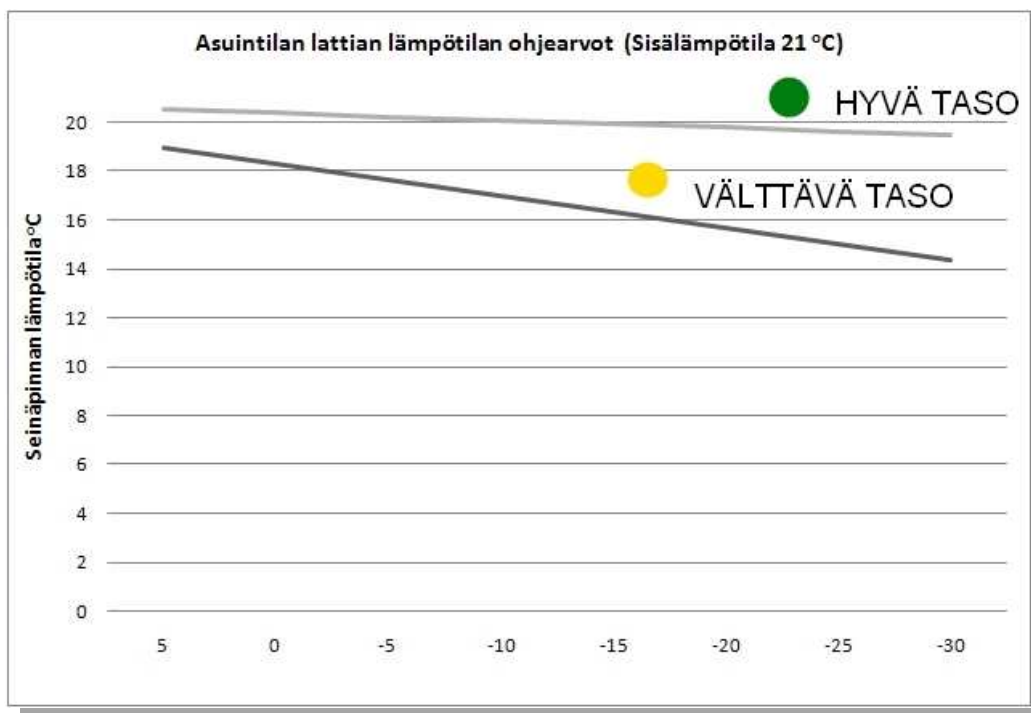
$$TI = \frac{(T_{sp} - T_o)}{(T_i - T_o)} * 100 [\%]$$

TI= lämpötilaindeksi, %
T_{sp}= sisäpinnan lämpötila, °C (mitattu esim. lämpökameralla)
T_i= sisäilman lämpötila
T_o= ulkoilman lämpötila, °C

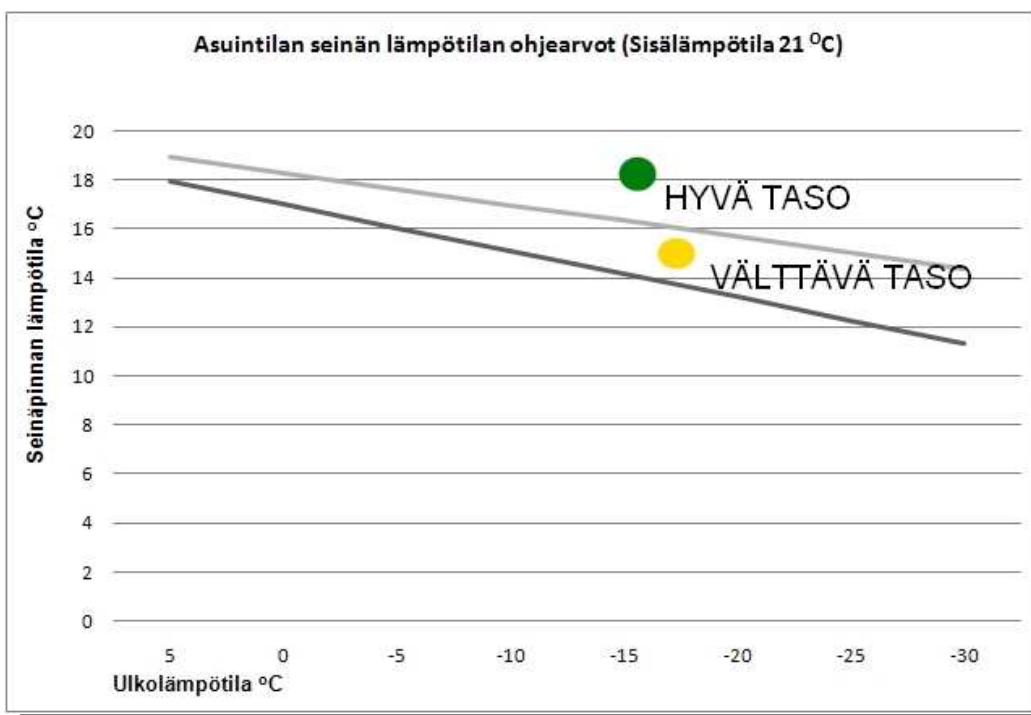
Lämpötilaindeksiä voidaan käyttää rakennusmääräyskokoelman määräysten tukena, Rakennusmääräysten toiminnallisissa vaatimuksissa todetaan, että rakenteiden tulee toimia kosteus- ja lämpöteknisesti siinä käyttötarkoituksessa, johon ne on suunniteltu. Muut kuin asuin- ja työtilat on käsiteltävä eri lähtökohdista. Tulosten tulkinta ja korjaustarve perustuvat ensi sijassa tilan käyttötarkoitukseen ja rakennuksen toiminnan vaatimiin olosuhteisiin. Asumisterveysohjeen pintalämpötilojen ohjeet on asetettu mahdollisten terveyshaittojen kannalta. Ohje ei sinänsä ota kantaa rakennusvirheisiin. Yleisesti hyväksytyt rakenteelliset ratkaisut (esim. nurkkaikkunat, yksinkertainen parvekeovi, ovien ja ikkunoiden tiivisteet jne.) voivat johtaa siihen että välttävä taso ei täyty. Mikäli valitun ja hyväksytyyn rakenneratkaisun pintalämpötilat todennäköisesti tulevat alittamaan kriteerit, voidaan näillä kohdin kriteeriä tarvittaessa väljentää, mikäli lämpöviihtyvyyden aleneminen voidaan kompensoida muulla tavoin eikä siitä aiheudu haittaa käyttäjille tai rakennukselle. Pääsääntöisesti käytetty minimikriteeri (TI = 61 %) tulisi kuitenkin saavuttaa. Tarkemmin poikkeamat voidaan analysoida pintalämpötilaindeksiä

sekä laskennallisia menetelmiä käyttäen. Jos kuvausolosuhteet eivät ole vakiot, on ulkolämpötilan, sisälämpötilan ja vaipan yli olevan paine-eron muutoksen tai poikkeaman merkitys tulokseen arvioitava erikseen.

Lämpötilaindeksin suuruus antaa käsityksen lämpötilatasosta. Asumisterveysohjeessa annetut seinän ja lattian pinnan keskimääräiset pintalämpötilavaatimukset määritetään standardin 5511 mukaisesti.

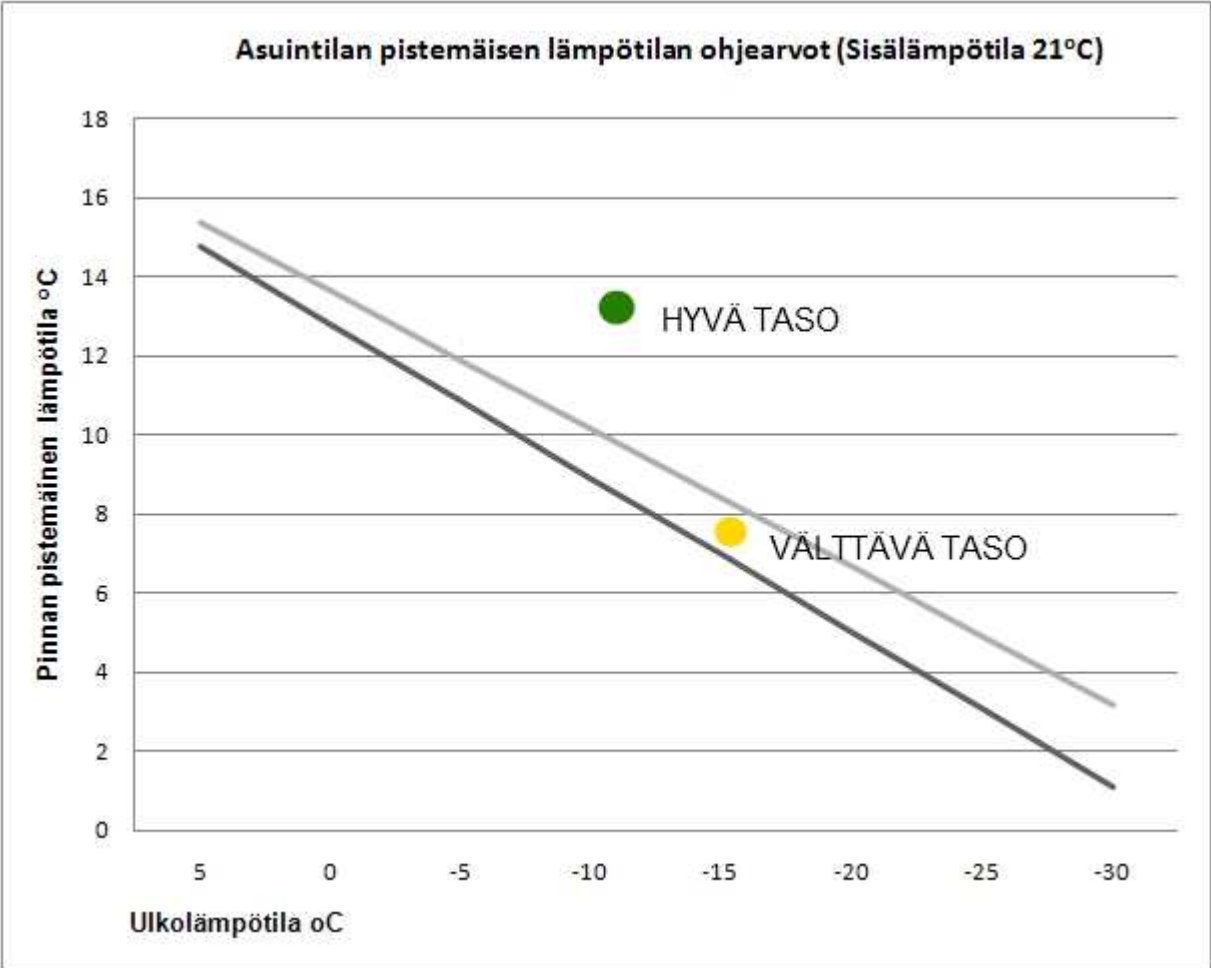


Kuva 1 asuintilan lattian lämpötilojen (keskiarvo) tason arviointi eri ulkolämpötiloissa, kun sisälämpötila on 21 °C.



Kuva 2 Asuintilan seinien lämpötilojen (keskiarvo) tason arviointi eri ulkolämpötiloissa, kun sisälämpötila on 21 °C.

Käytännössä poikkeamat rakennuksissa ovat pääsääntöisesti oleskeluvyöhykkeen ulkopuolella, rakenteiden liittymissä ja läpivienneissä. Asuinterveysohjeen mukaan oleskelualueen ulkopuolella olevia poikkeamia tarkastellaan pistemäisinä poikkeamina.



Kuva 3 pistemäisen lämpötilan arviointi eri ulkolämpötiloilla kun sisäilman lämpötila on 21 °C.

Jos sisäilman kosteus on poikkeuksellisen korkea ja pintalämpötilat laskevat vallitsevissa olosuhteissa kastepisteeseen tai sen alapuolelle, on käytettävä kriteeriä $T_p = RH 80\%$:a vastaavaa pintalämpötilaa.

Johtopäätöksiä ja korjausluokituksia määritettäessä täytyy ottaa huomioon, kuinka laaja pintalämpötilapoikkeama on ja aiheutuuko siitä mahdollisesti joitain muita ilmiöitä, joita kameralla ei suoraan nähdä, esim. liian voimakas veto. Jos pintalämpötila on sinänsä riittävän korkea, mutta ilmavirtaus on suuri ja/tai vika on koko seinän ja lattian liitoksen matkalla, on luonnollista, että poikkeama on syytä luokitella tiukemman kriteerin kautta ja käyttää mahdollisesti apuna muita mittauksia (vetomittaus, painekoe tai tiiviysmittaus).

Kosteus- ja homevaurioiden paikantaminen sekä talotekniikan vikojen paikantaminen lämpökuvauksella jää aina kuvaajan asiantuntemuksen ja kokemuksen varaan ja tulkinta on tapauskohtainen.

3.2 Korjausluokitus ja raportoitavat poikkeamat

Lämpökuvauksessa havaitut selkeät poikkeamat, jotka vaikuttavat oleellisesti lämpöviihtyvyyteen, rakennuksen tai rakenteiden toimivuuteen, pitkäaikaiskestävyyteen tai rakenteiden vaurioitumiseen on aina raportoitava ja esitettävä niiden korjaamista tai lisätutkimuksia. Tällaisia ovat mm:

- eristeiden puuttuminen, eristevirheet, ilmansulun vuodot, suuret pintalämpötilojen poikkeamat
- ilmavuodot sisätiloista rakenteisiin
- ilmavuodot sisätiloihin, joista epäillään tulevan epäpuhtauksia sisäilmaan (radon ja mikrobit)
- laajat kylmät sisäpinnat, jotka voivat aiheuttaa vetoa
- kosteusvaurioepäilyt
- muut talotekniikan viat ja puutteet

Rakennuksissa ilmenee yleensä myös muita paikallisia poikkeamia, jotka analysoidaan tapauskohtaisesti. Tällaisia ovat mm. ilmavuodot, jotka jäädyttävät rakenteita ja aiheuttavat vetoa. Tulosten tulkinnan helpottamiseksi niistä lasketaan lämpötilaindeksi silloin, kun kyseessä on normaali sisäpuolelta tehty lämpökuvauk. Poikkeamista (lämpötilaindeksi alle 70 %) tehdään johtopäätöksinä korjausluokitusarvio, mikäli siitä on tilaajaosapuolen kanssa toimeksiannon yhteydessä sovittu.

Korjausluokan arvioinnissa on pyrittävä ottamaan huomioon tilan käyttötarkoitus, sekä poikkeaman laajuus ja sen sijainti tilassa.

Korjausluokitukseen vaikuttavat oleellisesti tilan käyttötarkoitus ja rakennuksen rakentamiseen tai käyttöön liittyvät sopimusperusteiset kriteerit, kuten esim. sisäilmaluokituksen mukaiset vaatimukset.

Asuin- ja oleskelutiloihin soveltuva korjausluokitus:

1. Korjattava

- Pinnan lämpötila ei täytä Asumisterveysohjeen välttävää tasoa (ilmavuoto, eristevika). Heikentää oleellisesti rakenteiden rakennusfysikaalista toimintaa (esim. kosteusvaurio). **TI < 61 %**

2. Korjaustarve selvitettävä

- Korjaustarve on erikseen harkittava. Täyttää Asumisterveysohjeen välttävän tason mutta ei täytä hyvää tasoa. **TI 61-65%**

3. Lisätutkimuksia

- Täyttää asumisterveydelle asetetut hyvän tason vaatimukset, mutta piilee tilan käyttötarkoitus huomioiden kosteus- ja lämpötekniikan toiminnan riski. On tarkasteltava rakenteen kosteustekninen toiminta tai tehtävä muita lisätutkimuksia (esim. tiiviysmittaus). **TI on > 65 %**

4. Hyvä

- Täyttää hyvän tason vaatimukset. Ei korjaustoimenpiteitä.
- **TI>70%**

3.3 Mittausten virhearviointi

Lämpökamerakuvausten onnistumisen tärkein edellytys on kokenut kuvaaja. Hän voi arvioida kokonaisuutena kuvattavan kohteen toimivuuden ja määrittellä ne raja-arvot, jotka kyseinen rakennus ja sen ympäristö asettavat. Kaikkia asioita ja yksityiskohtia ei voida määrätä normeilla, vaan lopullinen vastuu kuvauksen onnistumisesta jää kuvaajalle. Jotta lopputulos on varmasti oikea, se edellyttää sekä kuvaajalta että kuvan tulkitsijalta vankkaa kokemusta rakennusfysiikasta ja kameran käytöstä sekä sovellutusohjelmien tuntemista.

Lämpökamerakuvaus vaatii aina tuekseen lämpötila-, paine-ero- ja kosteusmittauksia. Erityisesti rakennuksen ulkopuolelta suoritettava kuvaus asettaa kuvaajalle ja kuvien tulkitsijalle suuren haasteen, eikä lämpökuvauksia tällöin yksinään riitä, vaan usein tarvitaan esim. lämmönsiirtolaskelmia.

Viranomaismääräykset ja -ohjeet eivät edellytä lämpökuvaaajalta osoitettua pätevyyttä. Yleisenä ammattitaitovaatimuksena voidaan pitää, että rakennusten lämpökuvaaajalla on sekä lämpökuvauksen että rakennustekniikan asiantuntemus.

Tämä pätevyys voidaan osoittaa VTT:n myöntämällä lämpökuvaaajan henkilösertifikaatilla.

Mittausten virherajat

Lämpökamerakuvaus itsessään on tarkka ja luotettava mittausmenetelmä, joten itse mittauksen virhemahdollisuus on hyvin pieni. Käytetyn mittauskaluston pintalämpötilojen erotteluherkkyys on 0,1°C astetta ja mittausepätaarkkuus kaikissa tilanteissa on 2°C astetta. Käytännössä sisäkuvauksissa mittaustarkkuus on 1°C astetta.

Kyseisessä lämpökuvauksessa mittausvirheitä voi tulla myös sisäilman lämpötilan ja ulkoilman lämpötilan mittauksessa. Käytännössä niissäkin mittaustarkkuus on 1°C.

Mittausvirheistä aiheutuva hajonta lämpötilaindeksissä on $\pm 2..3$ %-yksikköä. Jos kaikissa mittauksissa (ulkolämpötila, sisälämpötila, pinnan lämpötila) tehdään yhden asteen mittausvirhe aina pahimpaan suuntaan, aiheuttaa se lämpötilaindeksiin hajontaa $\pm 6..7$ %-yksikköä.

Tämä mittausvirheiden aiheuttama hajonta tulee ottaa huomioon johtopäätöksissä.

3.4 Käsitteitä

Lämpökamera:

Lämpökamera on, lämpösäteilyn vastaanotin. Se mittaa kuvauskohteen pinnasta lähtevän lämpösäteilyn, infrapunasäteilyn, voimakkuutta. Lämpökamera muuttaa kohteen lämpösäteilyn lämpötilatiedoksi, josta lämpökuvaa muodostetaan digitaalisesti.

Emissiivisyys:

Pinnan kyky lähettää lämpösäteilyä. Emissiivisyysluku, emissiviteetti, kertoo, kuinka suuri osa kappaleen lähettämästä energiasta on pinnasta lähtevää omaa energiaa. Lämpökuvauksessa käytetty materiaalien emissiivisyysluku vaihtelee arvojen 0 -1 välissä ja se esitetään mittausraportissa.

Oleskeluvyöhyke:

Huonetilan osa, jonka alapinta rajoittuu lattiaan, yläpinta on 1,8 metrin korkeudella lattiasta ja sivupinnat ovat 0,6 metrin etäisyydellä seinistä tai vastaavista kiinteistä rakennusosista.

Huoneilman lämpötila:

Ilman lämpötila, mitattuna oleskeluvyöhykkeeltä 1,1 m:n korkeudelta. Huoneilman lämpötila mitataan standardin SFS 5511 kohdan 4 mukaisesti.

Pintojen keskimääräiset pintalämpötilat:

Seinien ja lattioiden keskimääräiset pintalämpötilat mitataan standardin SFS 5511 mukaan.

Pistemäinen lämpötila:

Pistemäinen pintalämpötila on muualla kuin oleskeluvyöhykkeellä mitattu paikallinen pintalämpötila.

Lämpöviihtyvyys:

Lämpöviihtyvyyden kokeminen ja lämpöviihtyvyyden puutteiden aiheuttamat terveydelliset vaikutukset ovat yksilöllisiä ja riippuvat monesta tekijästä, kuten sisäilmaolosuhteista, ihmisen terveydentilasta, iästä, herkistymisestä, altistusajasta sekä psykologisista tekijöistä. Sisäilmaolosuhteisiin vaikuttavat ilmanvaihdon ja lämmitysjärjestelmän lisäksi mm. vaipan ilmavuodot ja pintojen lämpötilat.

Tiiviysmittaus:

Rakennuksen ulkovaipan ilmavuotoluvun, n_{50} , määrittäminen 50 Pa alipaineessa (tai ilmavuotokohtien etsiminen muussa, käyttötilannetta suuremmassa alipaineessa).

Normaali käyttötilanne:

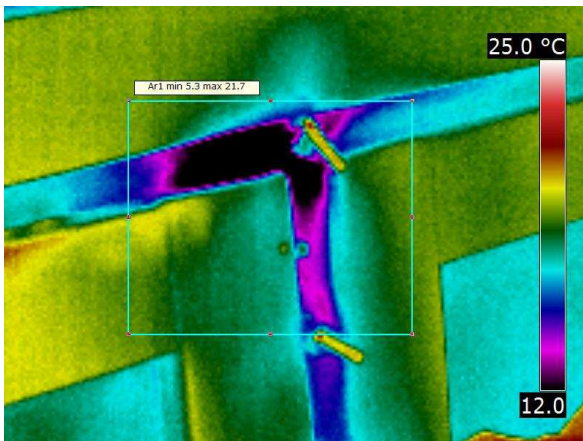
Normaalilla käyttötilanteella tarkoitetaan olosuhteita, joissa mitattava tila tavallisesti sitä käytettäessä on.

4. TULOKSET

4.1 Kaksivaiheisen lämpökuvauksen suorittaminen kohteessa

Ennen lämpökuvauksen aloittamista mitattiin paine-ero rakennuksen vaipan yli. Kolmesta pisteestä laskettujen paine-erojen keskiarvo oli -12 pascalia (Pa). Tila oli yllättävän alipaineinen, sillä päiväkodissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto. Lämpökuvauksista säätelevän Ratu-ohjetiedoston 14-10850 mukaisesti ”kuvattavan rakennuksen sisätiloissa tulisi olla lievä alipaine ulkoilmaan verrattuna. Alipaine ei saa olla kuitenkaan yli 15 Pa. Jos alipaine poikkeaa 0–15 Pa:sta, kysymyksessä ei ole normaali käyttötilanne, vaan on selvítettävä, mistä poikkeava paine-ero aiheutuu.”

Näinkin suuri alipaine aiheuttaa lämpövihtyvyysoongelmia erityisesti ikkunoiden läheisyydessä, sillä ikkunoissa on jonkin verran ilmavuotoja, joiden vaikutus korostuu tilojen ollessa voimakkaasti alipaineiset.



Yllä kuvapari tyypillisestä ilmavuotokohdasta. Lämpökuvauksen yhteydessä pyrittiin etsimään mahdollisuuksien mukaan myös verhojen takana olevat ilmavuotokohdat. Kaikki havaitut poikkeamat on raportoitu mittausraporteissa.

Painesuhteiden mittauksen jälkeen ilmanvaihto kytkettiin pois päältä ja teipattiin sekä tulo- että poistoilmaventtiilit, jotta kanavista ei kulkeudu epäpuhtauksia tiloihin alipaineistuksen aikana.



Kuvassa tiivistettyjä venttiilejä

Ensimmäinen kuvauskierros aloitettiin n. 2,5 tuntia ilmanvaihdon sammuttamisen jälkeen. Paine-ero rakennuksen vaipan yli oli ensimmäisen kuvauskierroksen aikana n. -1 Pa eli tila oli lievästi alipaineinen.

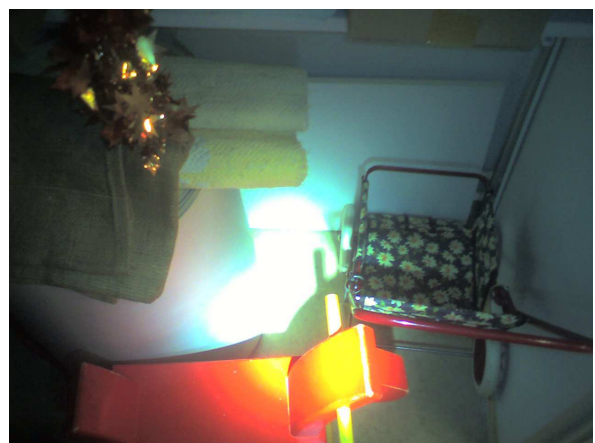
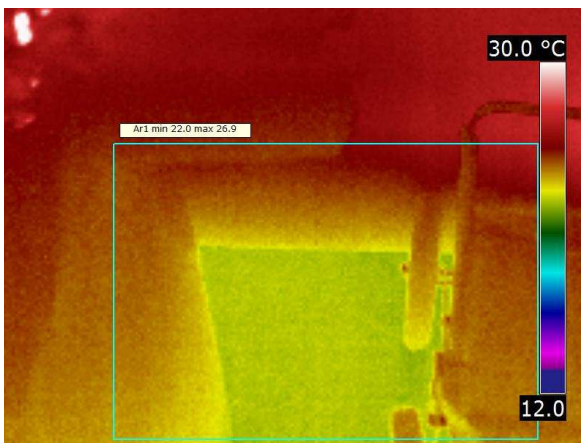
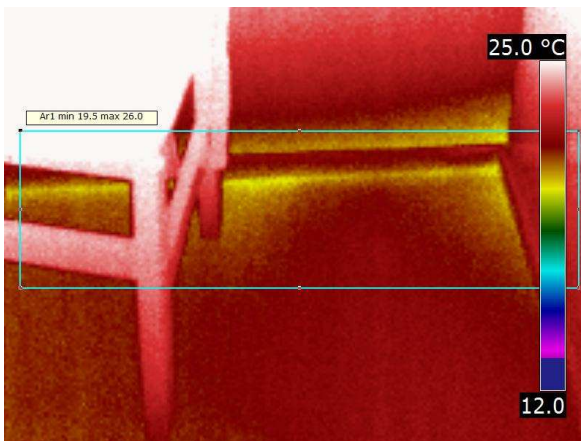
LÄMPÖKUVAUSRAPORTTI
Raportointipäivämäärä 31.1.2012

Ensimmäisen kuvauskierroksen jälkeen päiväkodin tiloihin aiheutettiin puhallinoven avulla 30 pascalin alipaine ja toinen kuvauskierros aloitettiin alipaineistuksen kestänyä hieman yli tunnin. Toimenpiteellä varmistettiin mahdollisten ilmavuotokohtien viileneminen ennen lämpökuvausta.

Ikkunoiden tai ovien osalta ei toisen kierroksen osalta ole raportoitu niitä poikkeamia, jotka todettiin jo ensimmäisellä kierroksella. Kyseisten kohtien osalta on havaittavissa jonkin verran viileämpiä lämpötiloja, muttei juurikaan muita muutoksia.

Kuvausten perusteella voidaan todeta, että ilmavuotokohtat rajoittuvat tilojen ikkunoihin ja oviin. Erityistä huomiota kiinnitettiin alapohjan ja seinien liittymissä mahdollisesti oleviin vuotokohtiin. Kuvausten ja mm. merkisavuilla tehtyjen havaintojen perusteella voidaan todeta, että alapohjan ja ulkoseinän liittymät ovat tiiviitä eikä esim. ryömintätilasta virtaa ilmaa päiväkodin tiloihin.

Alla muutamia esimerkkikuvia:



Helsingissä 31.1.2012



Matti Pirkola
Insinööri-toimisto Realtest

LÄMPÖKUVAUS / KEIHÄSPUISTO

MITTAUSRAPORTIT VAIHE 1

Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä): -1 Pa

Kohdetiedot:

Vantaan kaupunki, Keihäspuiston päiväkoti

VAIHE 1
Kuvauspaikka:

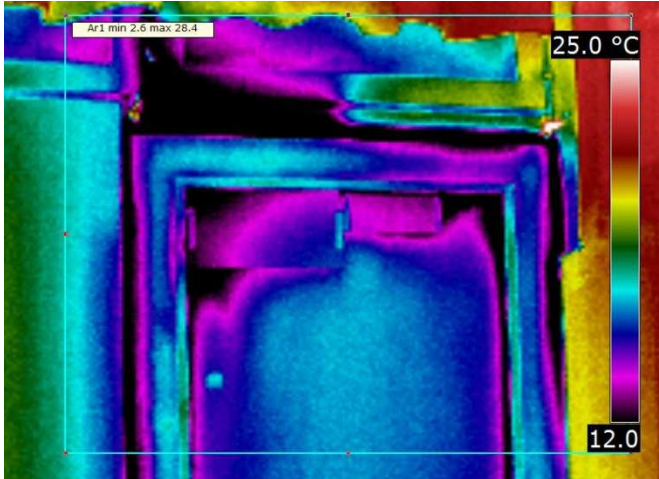
Sos.tilat

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19861


Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	28,4	Heijastuva lämpötila (°C)	23
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	2,6	Etäisyys (m)	3
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	27	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	2 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	19
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1
Sisäilman lämpötila (°C)	23

Ovilevy on kiero eikä sulkeudu kunnolla yläosastaan. Ovesa on lisäksi tiivistevuotoja.

Kohdetiedot:

Vantaan kaupunki, Keihäspuiston päiväkot

VAIHE 1
Kuvauspaikka:

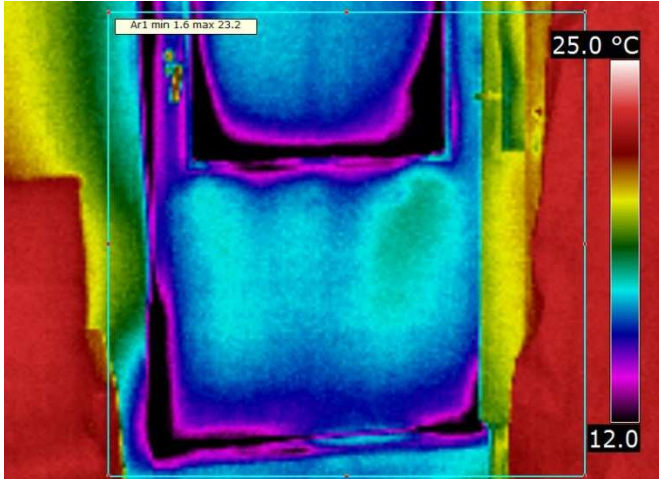
Sos.tilat

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19863

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	23,2	Heijastuva lämpötila (°C)	23
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	1,6	Etäisyys (m)	3
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	24	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	2 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	19
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1
Sisäilman lämpötila (°C)	23

Ovilevy on kiero eikä sulkeudu kunnolla yläosastaan. Ovesa on lisäksi tiivistevuotoja.

Kohdetiedot:

Vantaan kaupunki, Keihäspuiston päiväkoti

VAIHE 1
Kuvauspaikka:

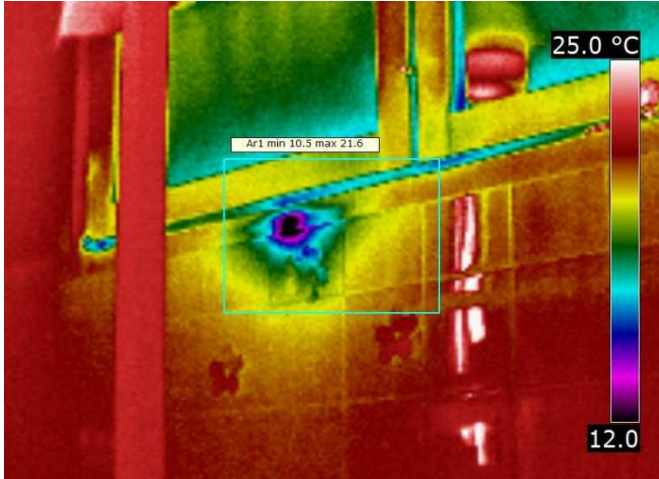
Pesuhuone + WC

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19871

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	21,6	Heijastuva lämpötila (°C)	23
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	10,5	Etäisyys (m)	2,5
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	56	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	2 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	19
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1
Sisäilman lämpötila (°C)	23

Ilmavuotoa ikkunan ja seinärakenteen liittymässä.

Lämpökuvausmittausraportti

Raportointipvm

30.1.2012

Kohdetiedot:

Vantaan kaupunki, Keihäspuiston päiväkoti

VAIHE 1
Kuvauspaikka:

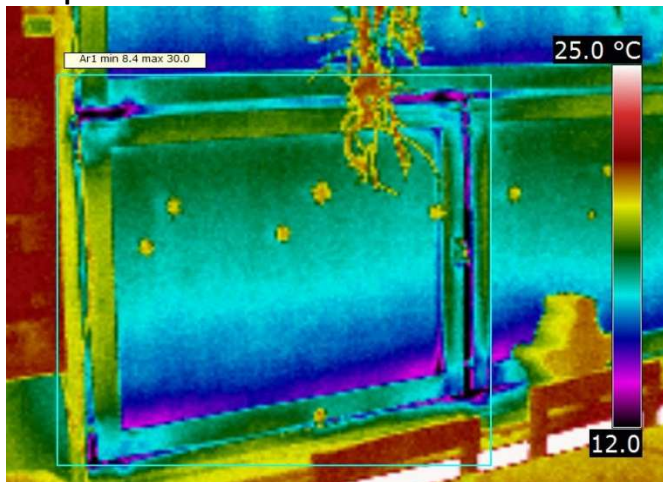
Ryhmähuone

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19873

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	30	Heijastuva lämpötila (°C)	23
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	8,4	Etäisyys (m)	3
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	48	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	2 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	19
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1
Sisäilman lämpötila (°C)	23



Kohdetiedot:

Vantaan kaupunki, Keihäspuiston päiväkoti

VAIHE 1
Kuvauspaikka:

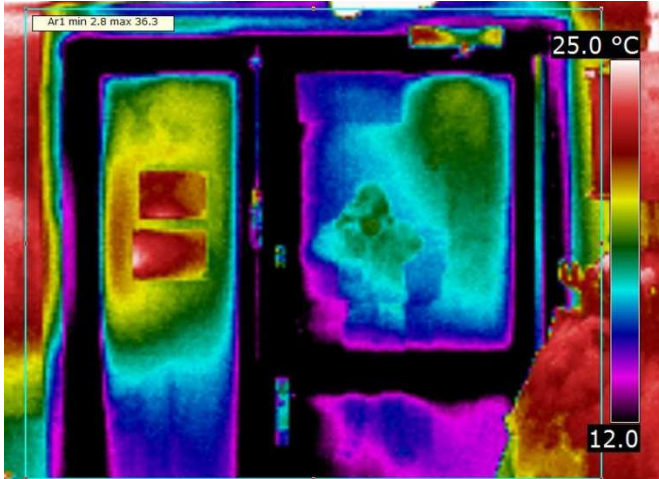
TK

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19883

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	36,3	Heijastuva lämpötila (°C)	22
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	2,8	Etäisyys (m)	3
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	29	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	2 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	19
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1
Sisäilman lämpötila (°C)	22

Tyypillinen ulko-ovi. Metallirakenteesta johtuen pintalämpötilat ovat matalia ja ilmavuotoja esiintyy. Tilan käyttötarkoitus huomioiden ei aiheuta rakenteellista tai terveydellistä haittaa.

Kohdetiedot:

Vantaan kaupunki, Keihäspuiston päiväkoti

VAIHE 1
Kuvauspaikka:

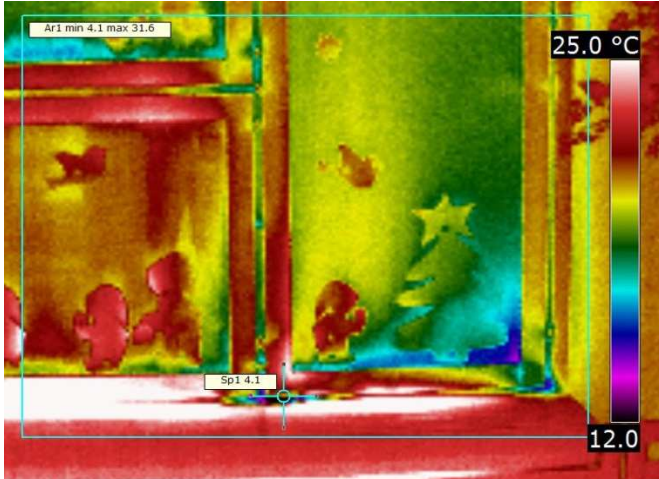
Liikuntahuone

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19891

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	31,6	Heijastuva lämpötila (°C)	23
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	4,1	Etäisyys (m)	2,5
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	33	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	2 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	19
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1
Sisäilman lämpötila (°C)	23

Ilmavuotoa ikkunan tiivisteissä.

Kohdetiedot:

Vantaan kaupunki, Keihäspuiston päiväkoti

VAIHE 1
Kuvauspaikka:

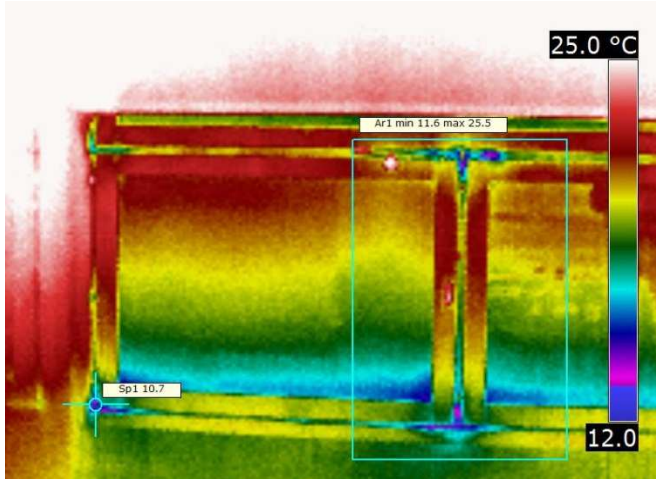
Vesil.

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19895

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)	10,7	Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	25,5	Heijastuva lämpötila (°C)	22
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	11,6	Etäisyys (m)	2
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	61	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	2 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	19
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1
Sisäilman lämpötila (°C)	22

Ilmavuotoa ikkunan tiivisteissä.

Kohdetiedot:

Vantaan kaupunki, Keihäspuiston päiväkoti

VAIHE 1
Kuvauspaikka:

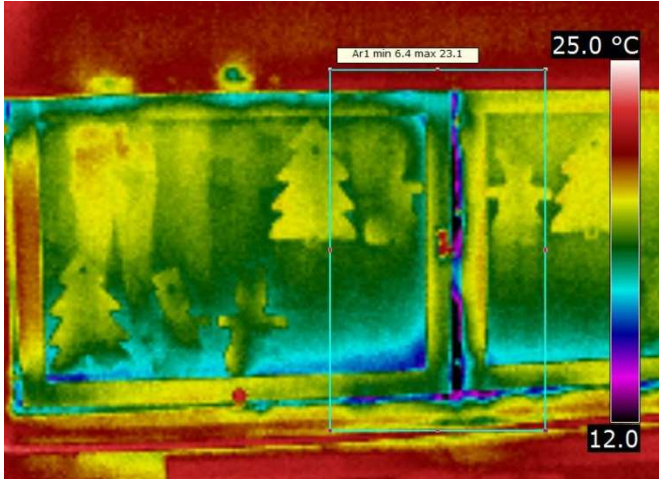
Eteinen

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19903

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	23,1	Heijastuva lämpötila (°C)	22
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	6,4	Etäisyys (m)	3
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	43	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	2 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	19
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1
Sisäilman lämpötila (°C)	22

Ilmavuotoa ikkunan tiivisteissä.

Kohdetiedot:

Vantaan kaupunki, Keihäspuiston päiväkoti

VAIHE 1
Kuvauspaikka:

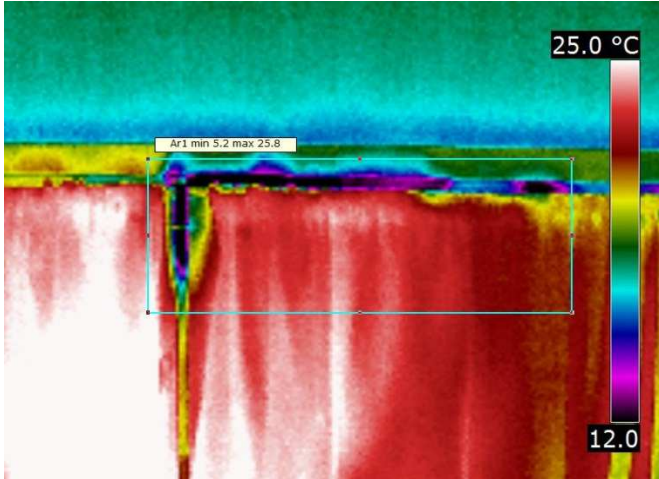
Kotikeittiö

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19905

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	25,8	Heijastuva lämpötila (°C)	22
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	5,2	Etäisyys (m)	2
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	38	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	2 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	19
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1
Sisäilman lämpötila (°C)	22

Ilmavuotoa ikkunan tiivisteissä.

Kohdetiedot:

Vantaan kaupunki, Keihäspuiston päiväkoti

VAIHE 1
Kuvauspaikka:

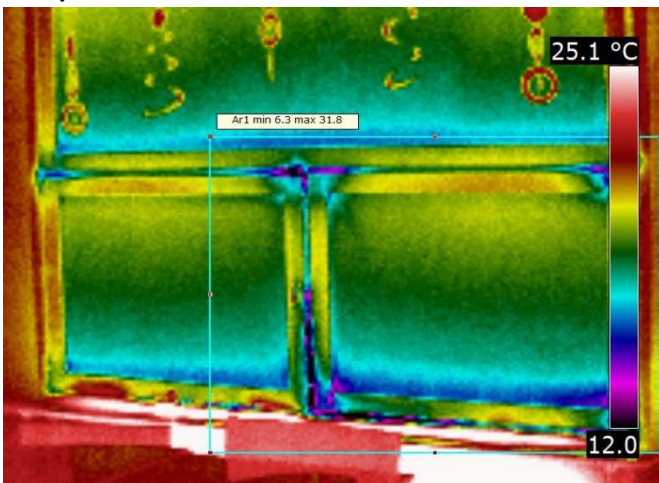
Ryhmäh.

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19915

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	31,8	Heijastuva lämpötila (°C)	22
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	6,3	Etäisyys (m)	3
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	42	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	2 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	19
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1
Sisäilman lämpötila (°C)	22

Ilmavuotoa ikkunan tiivisteissä.

Kohdetiedot:

Vantaan kaupunki, Keihäspuiston päiväkoti

VAIHE 1
Kuvauspaikka:

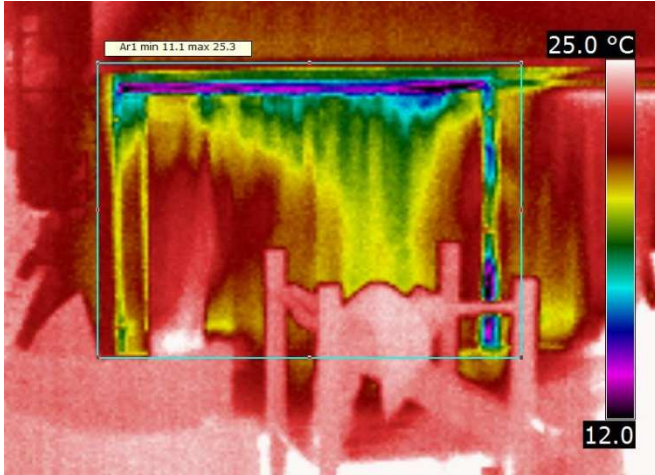
Vesil.

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19919

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	25,3	Heijastuva lämpötila (°C)	23
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	11,1	Etäisyys (m)	2
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	58	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	2 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	19
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-1
Sisäilman lämpötila (°C)	23

Ilmavuotoa ikkunan tiivisteissä.

LÄMPÖKUVAUS / KEIHÄSPUISTO

MITTAUSRAPORTIT VAIHE 2

Paine-ero rakenteen yli (negatiivinen = alipaine sisällä): -30 Pa

Kohdetiedot:

As Oy Mallitalo, huoneisto 1

VAIHE 2
Kuvauspaikka:

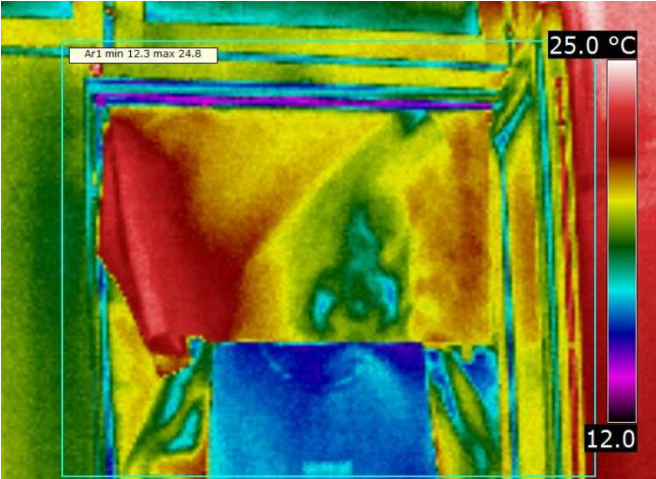
Sos.tilat

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19925

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	24,8	Heijastuva lämpötila (°C)	23
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	12,3	Etäisyys (m)	2,5
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	63	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

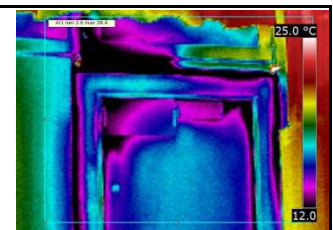
Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	3 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	21
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-30
Sisäilman lämpötila (°C)	23

Sos.tiloista parvekkeelle johtava ovi. Vrt. edellisellä kierroksella otettuun lämpökuvaan. Ovessa kuvaushetkellä puhallinovi, jossa alumiinista valmistettu asennuskehys sekä nylonkangas.



Kohdetiedot:

As Oy Mallitalo, huoneisto 1

VAIHE 2
Kuvauspaikka:

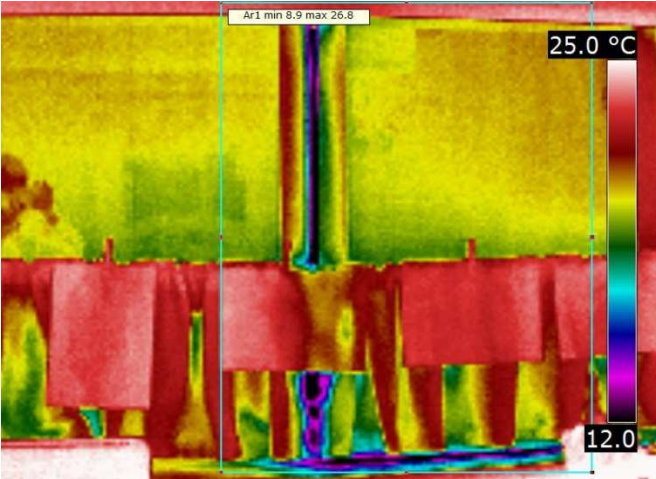
Keittiö

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19931

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	26,8	Heijastuva lämpötila (°C)	22
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	8,9	Etäisyys (m)	3
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	51	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	3 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	21
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-30
Sisäilman lämpötila (°C)	22

Ilmavuotoa ikkunan tiivisteissä.

Kohdetiedot:

As Oy Mallitalo, huoneisto 1

VAIHE 2
Kuvauspaikka:

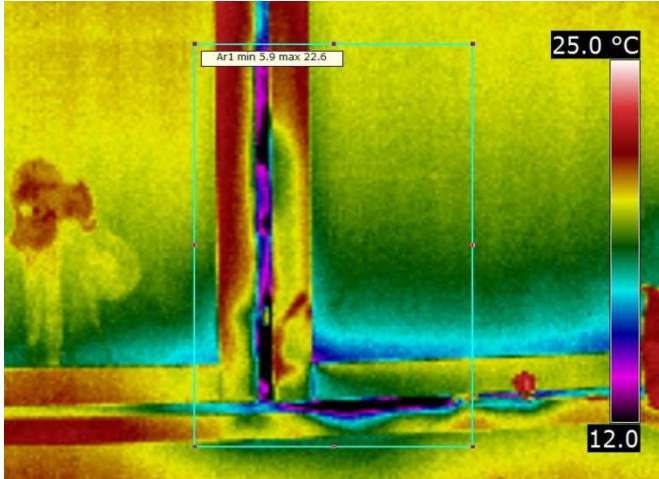
Verstas

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19941

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	22,6	Heijastuva lämpötila (°C)	21
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	5,9	Etäisyys (m)	2,5
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	41	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	3 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	21
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-30
Sisäilman lämpötila (°C)	21

Ilmavuotoa ikkunan tiivisteissä.

Kohdetiedot: As Oy Mallitalo, huoneisto 1

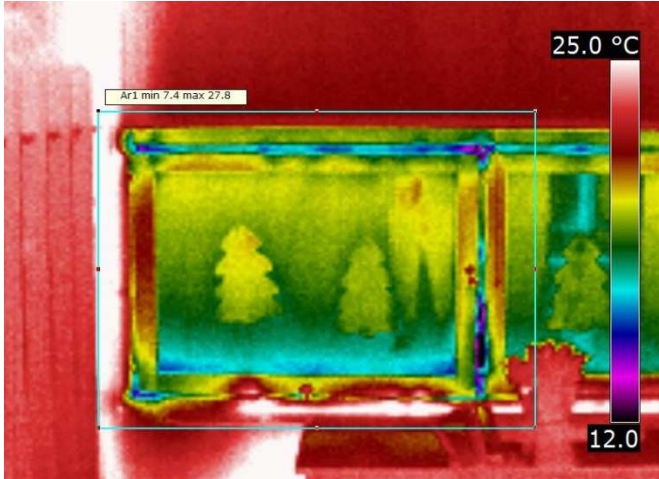
VAIHE 2
Kuvauspaikka: Eteinen

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19949

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	27,8	Heijastuva lämpötila (°C)	22
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	7,4	Etäisyys (m)	3
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	47	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	3 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-6

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	21
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-30
Sisäilman lämpötila (°C)	22

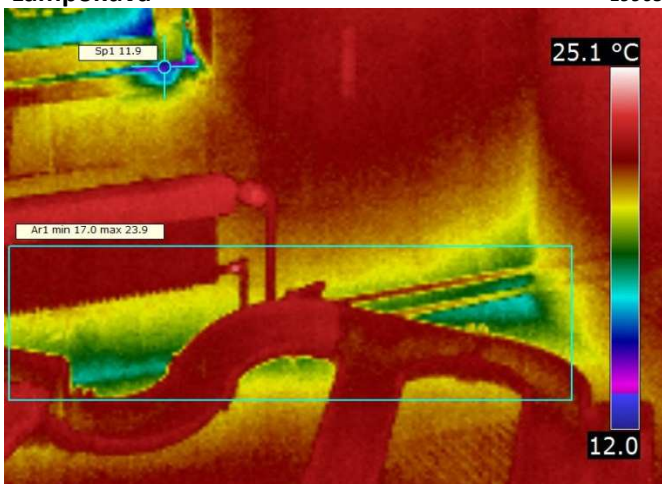
Ilmavuotoa ikkunan tiivisteissä.

Kohdetiedot:	As Oy Mallitalo, huoneisto 1	VAIHE 2
---------------------	------------------------------	----------------

Kuvauspaikka:	Vesil.	Kuvauspäivämäärä:	9.1.2012
----------------------	--------	--------------------------	----------

Lämpökuva

19965


Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)	11,9	Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	23,9	Heijastuva lämpötila (°C)	22
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	17	Etäisyys (m)	2
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	82	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	3 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	21
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-30
Sisäilman lämpötila (°C)	22

Pientä ilmavuotoa ikkunan tiivisteissä.
 Tyypillinen lattianraja (ei ilma- tai lämpövuotoa).

Kohdetiedot:

As Oy Mallitalo, huoneisto 1

VAIHE 2
Kuvauspaikka:

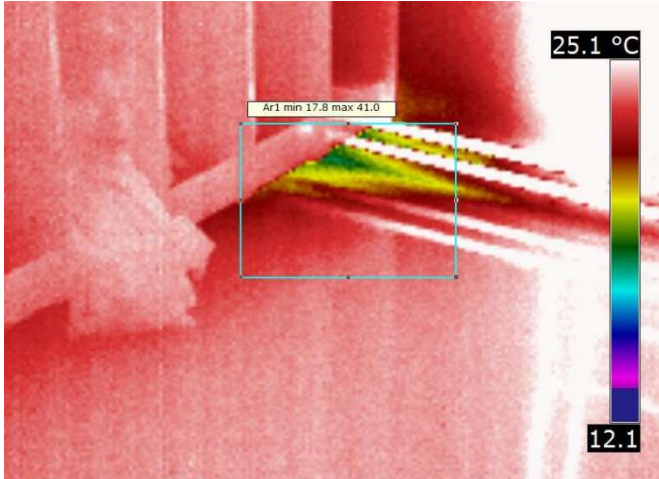
Eteinen

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19981

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	41	Heijastuva lämpötila (°C)	22
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	17,8	Etäisyys (m)	2,5
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	83	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	3 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	21
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-30
Sisäilman lämpötila (°C)	22

Tyypillinen lattianraja (ei ilma- tai lämpövuotoa).

Kohdetiedot:

As Oy Mallitalo, huoneisto 1

VAIHE 2
Kuvauspaikka:

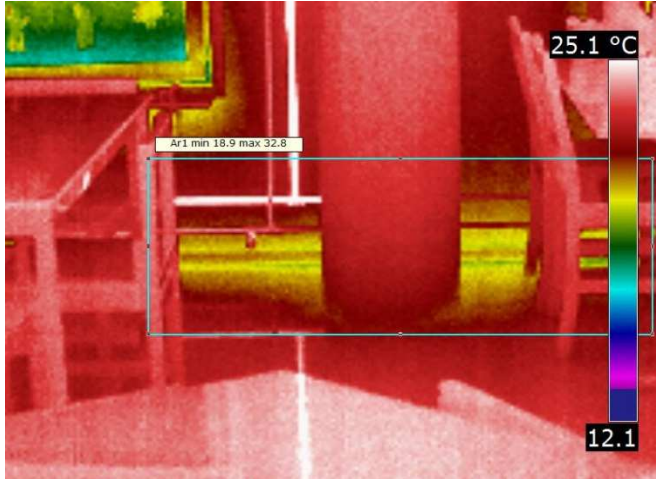
Ryhmäh.

Kuvauspäivämäärä:

9.1.2012

Lämpökuva

19991

Valokuva

Mittausparametrit

Mittauspisteen lämpötila (°C)		Emissiivisyys	0,94
Mittausalueen maksimi-lämpötila (°C)	32,8	Heijastuva lämpötila (°C)	22
Mittausalueen minimilämpötila (°C)	18,9	Etäisyys (m)	2
Lämpötilaindeksi mitatun alueen minimilämpötilasta	87	Kameratyyppi	Flir B 200 Western
Lämpötilaindeksi mitatusta alueen pistelämpötilasta		Kameran sarjanumero	402001742

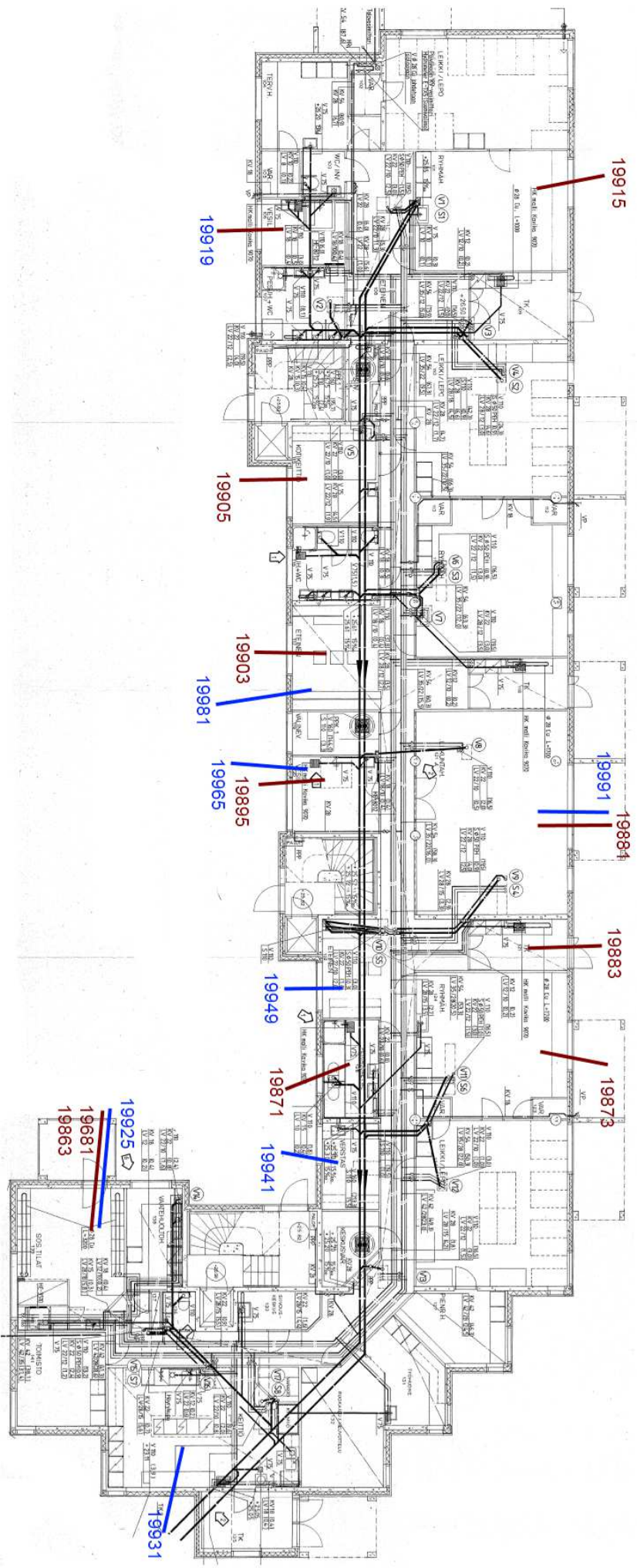
Ulkoilman olosuhteet

Tuulen nopeus (m/s)/tuulen suunta	3 m/s luoteesta
Pilvisyys	Pilvinen
Ulkoilman lämpötila (°C)	-5

Sisäilman olosuhteet

Sisäilman suhteellinen kosteus (%)	21
Paine-ero rakenteen yli (Pa) (negatiivinen = alipaine sisällä)	-30
Sisäilman lämpötila (°C)	22

Tyypillinen lattianraja (ei ilma- tai lämpövuotoa).



19915

19919

19905

19903

19981

19965

19895

19991

19984

19883

19949

19871

19941

19873

19925

19681

19863

19931