

TUTKIMUSRAPORTTI

Sisäilmatutkimus

Illempuiston päiväkot
Lähettilääntie 12
01520 Vantaa

Työ nro T13060

Kotka 22.10.2013

Insinööri Studio Oy

SISÄLLYSLUETTELO

1	TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT.....	2
2	KOHTEEN PERUSTIEDOT JA TAUSTA.....	2
3	MITTAUS- JA NÄYTTEENOTTOMENETELMÄT	3
	3.1 Yleistä	3
	3.2 Ilmanvaihdon toiminta ja ilmamäärien mittaus	4
	3.3 Kuidut ja pölyt sisäilmassa	4
	3.4 Painesuhteiden, hiilidioksidipitoisuuden, suhteellisen kosteuden ja lämpötilan seuranta	4
	3.5 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC).....	4
4	HAVAINNOT, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPITEET.....	4
	4.1 Seinärakenteet.....	4
	4.1.1 Ulkoseinä US1	4
	4.1.2 Kevyet väliseinät.....	5
	4.1.3 Johtopäätökset	5
	4.1.4 Toimenpide-ehdotukset	5
	4.2 Yläpohja- ja vesikattorakenteet.....	5
	4.2.1 Havainnot.....	6
	4.2.2 Johtopäätökset	6
	4.2.3 Toimenpide-ehdotukset	6
	4.3 Alapohja.....	6
	4.3.1 Johtopäätökset	7
	4.3.2 Toimenpide-ehdotukset	7
	4.4 Rakennuksen ulkopuoli.....	7
	4.5 VOC-yhdisteet.....	7
	4.5.1 Mittaustulokset ja havainnot.....	7
	4.5.2 Johtopäätökset	8
	4.5.3 Suositeltavat lisätutkimukset.....	8
	4.6 Ilmanvaihdon toiminta ja olosuhdeseuranta	9
	4.6.1 Havainnot ilmanvaihtokone TK1/PK1 ja IV-kanavisto	9
	4.6.2 Johtopäätökset ilmanvaihtokone TK1/PK1 ja IV-kanavisto	10
	4.6.3 Toimenpide-ehdotukset ilmanvaihtokone TK1/PK1 ja kanavisto11	
	4.6.4 Havainnot huonetilojen ilmavirrat ja olosuhteet.....	11
	4.6.5 Johtopäätökset ilmavirrat ja olosuhteet.....	13
	4.6.6 Toimenpide-ehdotukset ilmavirrat ja olosuhteet.....	14
	4.7 Sisäilman pölyt ja teolliset mineraalikuidut	14
	4.7.1 Havainnot teolliset mineraalikuidut	14
	4.7.2 Havainnot tasopintojen pölykertymä	15
	4.7.3 Johtopäätökset teolliset mineraalivillakuidut ja sisätilojen pölyt15	
	4.7.4 Toimenpide-ehdotukset kuidut ja pölyt.....	16
5	YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET	17
6	LIITTEET	18

1 TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT

Tutkimusajankohta

Tutkimukset suoritettiin kohteessa elo-syyskuun 2013 aikana
Paine-eron ja olosuhteiden seurantamittaukset 28.8.-4.9.2013

Tutkijat

Antti Ahola
Erik Halsas
Antti Laakso

Tutkimuksen tilaaja

Ulla Lignell
Sisäympäristöasiantuntija
Vantaan kaupunki

Yhteyshenkilö kohteessa

Päiväkodin johtaja Sari Eskola

Tutkimuksen kuvaus

Rakennuksessa suoritettiin tutkimuksia kohdistettuna tilaajan ilmoittamiin huonetiloihin. Lisäksi rakennus- ja ilmanvaihtotekniikan osalta rakennusta tarkasteltiin kokonaisuutena.

2 KOHTEEN PERUSTIEDOT JA TAUSTA

Kohde ja osoite

Illenpuiston päiväkot
Lähettiläntie 12,
01520 Vantaa

Rakennuksen omistaja

Vantaan kaupunki

Rakennuksen käyttötarkoitus

Päiväkot

Kunnossapitovastuu

Vantaan kaupunki

Rakentamisvuosi

2007

Kerrosluku

Rakennus on yksikerroksinen.

Pääasiallinen runkomateriaali

Puurunkoiset elementit

Perustamistapa

Rakennus on teräspilareille perustettu.

Kuvaus LVI-järjestelmästä

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto lämmöntalteenotolla.

Saadut tiedot

Työntekijöillä on osassa tiloja esiintynyt oireilua, joka viittaavat puutteelliseen sisäilman laatuun. Rakennuksen vesikaton tiilet ovat paikoin rikkoutuneet lumen paineesta. Aluskatteen kunnosta ei ollut tietoa.

Muut tutkimukset ja kartoitukset

- ei aiempia tutkimuksia

Piirustukset

Vantaan kaupungilta saatiin tutkimuksia varten seuraavat piirustukset:

- Pohjapiirustukset
- Leikkauspiirros
- LVI-piirustukset

Muu käytössä ollut aineisto:

- Siivoustoiminnassa käytettyjen kemikaalien luettelo

3 MITTAUS- JA NÄYTTEENOTTOMENETELMÄT

3.1 Yleistä

Tilojen ja rakenteiden kuntoa sekä sisäilman laatua arvioitiin aistinvaraisesti paikan päällä. Rakenteiden riskejä ja kosteusteknistä toimivuutta arvioitiin perustuen rakennetyyppien ominaisuuksiin. Sisäilman laatua tutkittiin VOC-, olosuhde- (RH, LT & CO₂) ja kuitumittauksin sekä arvioiden pölykertymää.

Ilmanvaihdon toimintaa arvioitiin aistinvaraisesti ja hetkellisin sekä seurantamittauksin.

Tässä raportissa terveyshaitalla tarkoitetaan terveydensuojelulain 1§ mukaan ympäristöstä tai olosuhteista johtuvaa sairautta tai sairauden oiretta. Lain tarkoittamana terveyshaittana pidetään myös altistumista terveydelle haitalliselle aineelle tai olosuhteelle siten, että sairauden tai sen oireiden ilmeneminen on mahdollista.

3.2 Ilmanvaihdon toiminta ja ilmamäärien mittaus

Ilmanvaihdon toimintaa selvitettiin tutustumalla IV-suunnitelmiin.

Ilmanvaihdon toimintaa tutkittiin tiloissa hetkellisin ilmavirtamittauksin sekä painesuhteiden seurantamittauksin. IV-koneiden kuntoa ja toimintaa arvioitiin aistinvaraisesti koneita avaamalla.

3.3 Kuidut ja pölyt sisäilmassa

Tutkimuksessa selvitettiin sisäilman mahdollisia kuitulähteitä sekä altistumista sisäilman kuiduille arvioitiin mittauksiin perustuen. Pölyn määrää tasopinnoilla ja poistoilmaventtiileissä sekä pölyn lähteitä arvioitiin aistinvaraisesti ja kokemukseen perustuen.

3.4 Painesuhteiden, hiilidioksidipitoisuuden, suhteellisen kosteuden ja lämpötilan seuranta

Rakennuksen painesuhteita tutkittiin pistokoeluonteisesti tutkimuskäynneillä. Paine-eron mittalaitteena käytettiin TSI Airflo PVM620 mikromanometriä. Pitkäkestoinen seurantamittaus tehtiin rakennuksen ilmanvaihdon tasapainon selvittämiseksi. Mittalaitteina käytettiin HK Instruments DPT paine-erolähettimeä ja TinyTag- loggereita. Lisäksi käytettiin TinyTag Ultra 2/+ suhteellisen kosteuden ja lämpötilan dataloggereita ulkoilman, sisäolosuhteiden ja alapohjan olosuhteiden selvittämiseksi. Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaus huonetiloissa tehtiin Tinytag CO₂ dataloggereilla.

3.5 Haihtuvat orgaaniset yhdisteet (VOC)

Lattiapinnoitteiden kuntoa sekä mahdollista altistumista haihtuville orgaanisille yhdisteille tutkittiin keräämällä sisäilmanäytteet aktiivisesti Tenax-absorbenttiin. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksella.

4 HAVAINNOT, JOHTOPÄÄTÖKSET JA TOIMENPITEET

4.1 Seinärakenteet

4.1.1 Ulkoseinä US1

Rakenne sisältä ulospäin:

- maalattu 10mm Sasmox -puukipsilevy
- höyrynsulkumuovi
- runko 42x173
- mineraalivilla 175mm
- huokoinen tuulensuojalevy 12mm (tuulileijona)
- vaakakoolaus 25x100 k 600mm
- ulkopuolinen julkisivulauta 21x120 HS + 21x120 HS

4.1.2 Kevyet väliseinät

Yhtyeenliitettävien tilaelementtien välinen kaksoisseinä VS1 (ns. viipaleseinä)

- maalattu 10mm Sasmox – puukipsilevy pintalevynä molemmin puolin
- runko 42x73
- mineraalivilla
- sauman puolella 3,2mm kova kuitulevy
- asennussauma tilaelementtien välissä 40mm

VS2 (leikki / lepohuoneiden ja ryhmätilojen väliset 44 dB)

- maalattu 10mm Sasmox – puukipsilevy pintalevynä molemmin puolin
- runko 42x98
- mineraalivilla
- Gyproc N 13mm seinän toisella puolella

Kaksoislevyrakenne on herkkä vaurioitumaan rakennusaikaisen tai liiallisen siivousveden vaikutuksesta. Levyjen väliin jäänyt tai sinne päässyt kosteus ei haihdu rakenteesta nopeasti, jolloin vaurioiden muodostuminen on mahdollista.

Tavalliset / kantavat väliseinät VS3-4

- maalattu 10mm Sasmox – puukipsilevy molemmin puolin
- runko 42x73 tai 42x98
- mineraalivilla

Ulko- ja väliseinärakenteet ovat suunnitelmien mukaisia puurunkoisia seiniä. Rakenteisiin ei tehty rakenneavauksia.

Alakattojen yläpuolisissa väliseinissä havaittiin IV-kanavien läpivientien olevan tiivistämättömiä.

4.1.3 Johtopäätökset

Alakattojen yläpuolella olevat avoimet mineraalivillapinnat ovat mahdollisia sisäilman kuitulähteitä.

4.1.4 Toimenpide-ehdotukset

Alakaton yläpuoliset läpiviennit suositellaan tiivistettäväksi.

4.2 Yläpohja- ja vesikattorakenteet

Kantava yläpohjarakenne muodostuu tehdasvalmisteisista naulalevyristikoista, yhdistettynä tasoelementteihin jotka ovat tuettu kantavan rungon varaan ja kiinnitetty seinärunkoon kulmakiinnikkeillä

Lämmöneristeenä on 100 mm mineraalivillaa ja 250 mm puhallusvillaa.

Höyrynsulkuna on luokan SFS 4225 muovi.

Koolauksena on höylätty lauta 25x100 mm, kk 300 mm

Tasoelementin yläosassa on 9 / 13 mm tuulensuojakipsilevy. Yläpohjan alapinta on verhoiltu 13 mm paksulla kipsilevyllä. Näkyviin jäävissä kattolevyissä on viistetyt saumat. Levytystä ei ole tehty alalaskettujen kattojen kohdalla oleviin käytäviin.

Akustoiduissa tiloissa alakattolevynä on Knaufin Tectopanel reikäkipsilevy, kooltaan 600*2400 tai 600*1200 mm.

4.2.1 Havainnot

Vesikaton alusrakenteissa ei havaittu kosteuden kondensoitumisesta johtuvaa kastumista. Vesikaton harjatiilien kiinnitys oli paikoittain puutteellinen ja harjatiilet olivat paikoittain rikkiäisiä. Katon lapetikkaat oli kiinnitetty yläpohjan runkorakenteisiin, mutta tikkaiden jalat olivat paikoittain rikkoneet kattotiiliä. Tikkaat olivat lumen painosta vaurioituneet ja riskissä pudota katolta seuraavana talvena. Aluskate oli kuitenkin näiltä kohdin hyvässä kunnossa. Muilla osilla aluskatteessa havaittiin reikiä ja näillä kohdin lämmöneristeen pinnassa vuotojälkiä. Huippuimureiden kattoläpivientien kohdalla havaittiin yläpohjan lämmöneristeissä vuotojälkiä. (liite 1, valokuvat)

4.2.2 Johtopäätökset

Yläpohja on hyvin tuulettuva, joten vähäiset vuodot vesikaton läpiviennistä ja rikkoutuneesta aluskatteesta eivät todennäköisesti ole merkittävä tekijä sisäilman kannalta.

4.2.3 Toimenpide-ehdotukset

Vesikatto ja sen läpiviennit tulee korjata tiiviiksi. Aluskate tulee korjata. Harjatiilien kiinnitys tulee varmistaa. Rikkoutuneet kattotiilet tulee vaihtaa ehjiin.

4.3 Alapohja

Rakenne sisältä ulospäin:

- lattiapinnoite (muovimatto)
- lattialastulevy 22 mm (märissä tiloissa 18 mm vanerilevy)
- runko 48x223 mm
- mineraalivillaa 225 mm
- runkoleijona 12 mm
- suojaudoitus 19 mm painekyllästetty

Rakennus perustettu teräspaalujen ja palkkien päälle.

Alapohja on erittäin hyvin tuulettuva. Alapohjan maatyttö on karkeaa soraa. Alapohjaelementtien saumat olivat tiivistetty pussitetulla mineraalivillalla ja osassa elementtien saumoissa oli näkyvässä kuljetuksen aikainen suoja-muovi. Näistä kohdista oli suora yhteys väliseinäelementtien sisään. Alapohj-
jaelementtien alapinnassa oleva runkoleijona oli paikoittain rikkoutunut. Vie-
märien läpiviennit olivat tiivistämättä. (liite 1, valokuvat)

4.3.1 Johtopäätökset

Alapohjarakenteiden epäjatkuvuuskohtien kautta tuleva vuotoilma voi heiken-
tää sisäilman laatua. Maaperässä olevat epäpuhtaudet voivat kulkeutua ele-
menttisaumojen kautta ilmavirtauksien mukana sisäilmaan.

Kovilla pakkasilla kylmä ilma saattaa virrata heikosti tiivistettyjen element-
tisaumojen kautta väliseinäelementtien väliin. Tällaisessa tilanteessa on riski,
että seinäelementin sisemmän levytyksen lämpimälle puolelle muodostuu
kastepiste ja rakenteet vaurioituvat.

4.3.2 Toimenpide-ehdotukset

Elementtisaumat ja läpiviennit tiivistetään esim. polyuretaanivaahdolla. Rik-
koutuneet runkoleijonapinnat uusitaan.

4.4 Rakennuksen ulkopuoli

Maanpinnan muotoilu ja sadevesien poisjohtaminen rakennuksen vieriltä on
toteutettu hyvin.

4.5 VOC-yhdisteet

4.5.1 Mittaustulokset ja havainnot

VOC-analyysit tehtiin lepohuoneessa 05 sekä ryhmähuoneessa 10. Ana-
lyysien tulokset on esitetty liitteessä 5. Nyt tehdyissä VOC-analyyseissä ei
keräysmenetelmästä johtuen (Tenax-absorbentti) havaita mahdollista for-
maldehydin ja muiden lyhytketjuisten aldehydien esiintymistä huoneilmassa.

Ryhmähuone 10

Ilmanäytteen TVOC-pitoisuus oli $360 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pääkomponenttina esiintyi tolu-
eeni ($300 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Mahdollisia tolueenin päästölähteitä ovat mm. liikenne, ko-
titaloustuotteet, maalit, lakat, liimat ja puhdistusaineet. Tilan lattiassa oli noin
neliön kokoinen liukas kohta. On mahdollista, että siivouksen yhteydessä on
muovimaton pinnasta poistettu tahroja tolueenipohjaisella tahrainpoistoai-
neella, joka näkyy ilmanäytteessä.

Leikki- ja lepohuone 05

Ilmanäytteen TVOC-pitoisuus oli $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Kokonaispitoisuus oli alhainen. Pääkomponentteina esiintyi alfa-pineeni ja heksaanihappo, joita löytyy puupohjaisista materiaaleista (lastulevykalusteet) sekä puhdistusaineista.

4.5.2 Johtopäätökset

Ryhmähuoneen 10 sisäilmasta otetun ilmanäytteen tulos on poikkeava toluenin osalta. Tolueneille asetettu kahdeksan tunnin HTP-arvo (haitalliseksi tunnettu pitoisuus) on 50 ppm ja 15 minuutin HTP-arvo 100 ppm (STM, 2007). Ilmanäytteen toluenipitoisuus $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja samaan yksikköön muunnettuna haitalliseksi tunnettu pitoisuus on $191\ 000 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Aromaattiset hiilivedyt voivat toimia oireiden aiheuttajina, mutta pitoisuus on alle 1/500 verrattuna HTP-arvoon eikä poikkeavuudestaan huolimatta aiheuta akuuttia terveysriskiä. Toluenin lähde ja pitkäaikainen esiintyminen sisäilmassa tulee selvittää.

Leikki- ja lepo huoneen 05 sisäilmasta otetun ilmanäytteen TVOC-pitoisuus on $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ja tavanomaista tasoa tilassa, jossa on runsaasti puupohjaista levyä. Lattiamateriaalien päästöt (TXIB) eivät esiinny poikkeavina pitoisuuksina sisäilmassa. Tehokas ilmanvaihto vaikuttaa myönteisesti materiaali-päästöjen laimenemiseen sisäilmassa. Molempien tutkittujen tilojen ilmanvaihtokertoimet ovat mitattuun tuloilmavirtaan perustuen noin kolme vaihtoa tunnissa.

Tilat olivat hetkeä ennen VOC-mittausta ilmanvaihdon häiriötilan takia voimakkaasti alipaineisia (-35..-50 Pa). On mahdollista, että vuotoilman mukana ulkoilmasta, viemäristä tai viereisistä tiloista on kulkeutunut epäpuhtauksia sisäilmaan.

Näytteiden tuloksia arvioitaessa tulee huomioida, että yksittäiset mittaukset edustavat vain lyhyttä näytteenottohetkellä esiintyvää tilannetta kussakin näytteenotto paikassa. Tulosten perusteella ei voida yksiselitteisesti sulkea pois mahdollisuutta, että jossain toisessa tilassa tai toisena hetkenä pitoisuudet poikkeavat merkittävästikin mittaushetken tilanteesta. Mittauspisteiden valinnassa on huomioitu ongelmalliseksi tiedettyjä yksittäisiä tiloja.

4.5.3 Suositeltavat lisätutkimukset

VOC-analyysin perusteella suositellaan ryhmähuoneessa 10 suoritettavan uusintamittaus ja lattiapinnoitteen kunto varmennetaan kohdennetulla VOC-mittauksella. Formaldehydi on myös mahdollinen ärsytystekijä jo hyvin pienissä pitoisuuksissa rakennuksessa, jossa on runsaasti levyrakenteita ja lastulevykalusteita. Formaldehydiä ei saada mitattua nyt käytetyllä menetelmällä (Tenax-absorbentti) ja formaldehydin esiintyminen sisäilmassa suositellaan mittaamaan, mikäli oireilu ei merkittävästi vähene jäljempänä raportissa suositeltavien kuitulähteiden poiston ja tehostetun siivouksen myötä.

4.6 Ilmanvaihdon toiminta ja olosuhdeseuranta

4.6.1 Havainnot ilmanvaihtokone TK1/PK1 ja IV-kanavisto

Rakennus on varustettu koneellisella tulo-poisto – ilmanvaihdolla (2007). Keittiön ilmanvaihto on erillinen eikä konetta tarkastettu tämän tutkimuksen yhteydessä.

Tutkimuksen alkuvaiheessa havaittiin merkittävä toimintahäiriö ilmanvaihdossa, jonka syyksi osoittautuivat vialliset palopellit. Osa poistoilmalopel-leistä oli jumiutunut kiinni ja kahva irronnut akselista, jolloin asento-osoitin näytti palopellin olevan auki. Tämän seurauksena osa rakennuksesta oli ajoittain voimakkaasti alipaineinen (-35 Pa) toisen osan ollessa voimakkaasti ylipaineinen (+50 Pa). Palopellit avattiin noin viikon kuluessa tutkimusten aloittamisesta (liite1, valokuvat).

Ilmanvaihtokoneen tuloilmajärjestelmä on toteutettu yksiportaisella F7-luokan suodatuksella. Suodatinkehys on tiivis. Poistoilman suodatusaste ennen LTO-kennoa on riittävä, F5.

Raitisilmasäleikkö antaa puutteellisen suojan ulkoilman lunta ja vettä vastaan ja edelleen raitisilmakammion muotoilun vaikutuksesta vesi ja lumi pääsevät suodattimille, jolloin tuloilmasuodattimet kastuvat helposti sekä tukkeutuvat kiinteistönhoitajalta saadun tiedon mukaan toistuvasti lumisateilla. Keittiön IV-konetta ei tarkastettu, mutta säleikön muotoilu on vastaava. (liite1, valokuvat)

Pyörivä LTO-kenno oli tarkastettaessa puhdas, mutta havaittavissa oli runsaasti vesijälkiä molemmiin puolin. Ylimääräinen kosteus on peräisin ulkoilmasta ja suodattimen läpi päässyttä.

Puhallinkammion jälkeinen kasettiäänenvaimennin on toteutettu hyvällä sidontapinnalla ja listoituksella. Tuloilmakammiot ja kanavaäänenvaimentimet on toteutettu reikäpellin alle asennetulla mineraalivillalla, jossa on sidontapinta. Paikoitellen tuloilmakammion ääneneristysmateriaalin reuna-alueet ovat rikkonaiset ja kuitujen irtoaminen tuloilmaan pienissä määrin on mahdollista (liite1, valokuvat). Todennäköisesti IV-järjestelmän äänenvaimennusosat eivät vaikuta merkittävässä määrin sisäilman kuitupitoisuuteen.

Taajuusmuuttajat ohjaavat tulo- ja poistopuhaltimia kanavapaineeseen ja virtausanturiin perustuen pyrkien pitämään tulo- ja poistoilmavirrat vakiona suodattimien likaantumisasteesta riippumatta. Järjestelmä auttaa oikein toimiessaan pitämään yllä tulo- ja poistoilmavirtojen hyvää tasapainoa.

IV-järjestelmän käyntiajat ovat arkisin 05:00 – 18:00 täysi nopeus, muutoin erillispoistoja lukuun ottamatta ilmanvaihto on täysin seis.

IV-kanaviston puhtaus

Ilmanvaihtokanaviston puhtaus tarkistettiin tutkituissa huonetiloissa tuloilmakanavistosta. Ilmanvaihtokanavisto on visuaalisesti arvioiden kohtuullisen puhdas, pölykertymä alle P1 luokan puhdistusraja-arvon $2,0 \text{ g/m}^2$. Kanavistossa on vähäisiä määriä rakennusaikaista likaa ja karkeaa ainetta, mikä ei vaikuta sisäilman laatuun. Pölykertymän vähäisyys osoittaa suodatinten olevan tiiviit. (liite1, valokuvat).

Poistoilmakanaviston puhtaus tarkistettiin pistokoeluonteisesti poistorungosta. Pölykertymä on vähäinen eikä edellytä kanaviston puhdistusta. Tuloilman päätelaitteiden tasauslaatikoiden sisäpinnalla on pölykertymää. Tasauslaatikot suositellaan puhdistamaan (liite1, valokuvat).

IV-kanaviston poistoilmaventtiilit ovat ongelmalliset pölyä keräävinä (liite1, valokuvat). Venttiili on vaikea puhdistaa useassa tasossa olevien ritilöiden takia ja tukkeutuu poistoilmavirtaa kuristavasti, mikäli puhdistusväli ei ole riittävän tiheä.

4.6.2 Johtopäätökset ilmanvaihtokone TK1/PK1 ja IV-kanavisto

Ilmanvaihdon suurin akuutti ongelma oli poistorungon palopellin jumittuminen kiinni-asentoon kahvan ollessa laitevian takia kuitenkin aukioasennossa. Huomattava alipaineisuus (tutkituista tiloista lepoh.05 sekä ryhmäh.10) on aiheuttanut merkittävät vuotoilmavirtaukset rakenteiden lävitse tuoden sisäänsä epäpuhdasta ilmaa ja todennäköisesti myös merkittäviä määriä teollisia mineraalivillakuituja. Palo-osastojen välillä on ollut suurin paine-ero, suurimmillaan jopa 80 Pa, jolloin palo-osastojen epätiivien läpivientien kautta on kulkeutunut voimakas ilmasuihku todennäköisesti irrottaen vapaita mineraalivillapinnoista kuituja sekä rakentamisaikaisia pölyjä sisäilmaan. Myös ekovillapölyn kulkeutuminen sisäilmaan höyrynsulun epätiivetyshetkistä on mahdollista näin suurien alipaineisuuksien johdosta. Tilojen pölyisyys on todennäköisesti erittäin merkittävä sisäilmaan liittyvän oireilun syy.

Runsas pölykertymä oli havaittavissa monilla tasopinnoilla, mm. ylätasoilla ja siirtoilmaventtiileissä (liite1, valokuvat).

Rakennuksen tilapäistä alipaineisuutta aiheuttaa suodattimien tukkeutuminen lumisateella. Kiinteistöhoitajan mukaan toistuvasti lumisateella tukkeutuvat suodattimet tyhjennetään lumesta mahdollisimman pian ja asetetaan takaisin IV-koneeseen. Suuri riski mikrobikasvuun suodattimilla on yöaikaan ja viikonloppuisin, jolloin TK1/PK1 on seis. Suodattimien jääminen kosteiksi ilmavirrattomaan suodatinkammioon yö- ja viikonloppuajaksi aiheuttaa tunkkaisuutta sisäilmaan ja heikentää sisäilman laatua.

Suodattimia ei tule missään olosuhteissa kuivattaa IV-koneen ulkopuolella ja asettaa sitten takaisin IV-koneeseen. Kuivatettaessa suodattimia huonetilassa runsas pölykertymä, kosteus ja lämpö johtavat nopeaan mikrobikasvuun suodattimella. Tämän heikentää merkittävästi sisäilman laatua.

Aiemmissä tutkimuksissa on useissa kohteissa havaittu näkyvän pölyn irtoamista tuloilman hienosuodattimien jättöpuolelta tuloilmakanavaan, mikäli suodatin on ollut toistuvasti kastuva ja vaihtoväli yli puoli vuotta. Suodattimen toistuva kastuminen voi johtaa merkittävään suodatuskyvyn heikkenemiseen.

4.6.3 Toimenpide-ehdotukset ilmanvaihtokone TK1/PK1 ja kanavisto

- Suodattimien kastumisen ja tukkeutumisen estäminen raitisilmasäleikön lumisuojausta parantamalla. Toimenpide vaikuttaa merkittävästi sekä sisäilman laatuun että huoltohenkilöstön työmäärään kohteessa. Lisäksi hyvällä kosteudenhallinnalla estetään LTO-kennon tukkeutuminen ja vaurioituminen (korroosion ja kiinteän lian muodostuminen).
- TK1/PK1 käyttö nopean käyttöajan ulkopuolella osanopeudella, esim. 25 % täydestä nopeudesta, jolloin estetään mikrobikasvu ulkoa tulleen veden/lumen kostuttamalla suodattimella. IV-koneen käydessä osanopeudella erillispoistot suositellaan asettamaan myös osanopeudelle tarpeetoman alipaineisuuden välttämiseksi.
- Palopeltien korjaus (saadun tiedon mukaan työn alla)
- Poistoilmaventtiilien puhdistusvälin tihentäminen sekä sisätilojen siivoustason parantaminen. Poistoilmaventtiilien tyyppin vaihtaminen reikäpellittömään malliin vähentää venttiilien puhdistustarvetta, mutta johtaa poistokanaviston ja poistoilmasuodattimen nopeampaan likaantumiseen.

4.6.4 Havainnot huonetilojen ilmavirrat ja olosuhteet

Ilmavirrat on esitetty alla taulukossa 1. Palopeltien vikatilanne aiheutti voimakkaan häiriön ilmavirtoihin. Tuloilmavirrat ovat olleet tyydyttävät poistopeltojen vioista huolimatta, suurin vajoitus oli lepohuoneessa 03, -27 % suunnitelmiin nähden. Poistoilmavirrat poikkesivat merkittävästi suunnitelmiin mukaisista.

Tarkistusmittauksessa 4.9. lepohuoneessa 03 tehdyssä mittauksessa poistoilmavirta oli 30 % suunniteltua suurempi ja aiheuttaa tarpeetonta alipaineisuutta huonetilaan.

Paine-ero –seurannan tulokset on esitetty liitteessä 2. Tuloksista havaitaan suuret poikkeamat palopeltien ollessa vikatilassa. Tällöin lepohuone 05 ja ryhmähuone 10 ovat olleet voimakkaasti alipaineisia. Alipaineisuus on suuruusluokkaa -30 .. -40 Pa aamuisin ja iltapäivisin noin tunnin ajan. Jaksottaisuus johtuu siitä, että IV-koneet käynnistyvät noin tuntia ennen henkilöstön saapumista taloon ja pysähtyvät noin tunnin päästä henkilöstön lähdettyä. Tällöin palo-osaston ovi ja ulko-ovet ovat suljettuna. Samaa aikaan talon toisen päädyn lepohuone 03 on ollut selvästi ylipaineinen. Painesuhde-seurannan mukaan toistuvasti yli 50 Pa ylipaineinen.

Taulukko 1: Huonetiloissa mitatut tulo- ja poistoilmavirrat. 27.8. mittaus tilanteessa palopellit olivat vialliset. 4.9. tehdyssä tarkistusmittauksessa palopellit on korjattu. Punaisella merkityt ovat yli ± 20 % poikkeamat suunnitteluilma- ja poistovirroista.

27.8.2013	ilmavirrat (l/s)					
huonetila	tulo mitattu	tulo suunniteltu	poikkeama ($\pm\%$)	poisto mitattu	poisto suunniteltu	poikkeama ($\pm\%$)
lepohuone 05	102	99	3 %	116	99	17 %
ryhmähuone 10	67	81	-17 %	140	76	84 %
lepohuone 03	72	99	-27 %	0	99	-100 %
4.9. 2013 palopellit korjattu						
lepohuone 03	94	99	-5 %	130	99	31 %

Painesuhteet ovat tasoittuneet merkittävästi, kun henkilöstö on saapuessaan avannut palo-osastojen välisen oven. Päivisin alipaineiset tilat ovat olleet painesuhteeltaan vaihtelevat riippuen ovien asennoista, 0..-15 Pa välillä sekä ylipaineinen tila lepohuone 03 tyypillisesti 0..+20 Pa välillä.

Palopellit avattiin saadun tiedon mukaan 3.9. klo 12. Muutoksen jälkeinen vuorokausi paine-ero – seurannassa osoittaa ilmanvaihdon normaalitilan painesuhteen olevan aiemmin ylipaineisessa lepohuoneessa 03 nyt välillä 0..-10 Pa. Huomattavia ali-/ylipaineepiikkejä ei vuorokauden sisällä tilassa esiinny. Ryhmähuoneen 10 lievä ylipaineisuus voi johtua tuulen vaikutuksesta, mutta näin lyhyestä seurannasta ei voi tehdä johtopäätöksiä. Ilmavirtoja ei tilasta mitattu palopeltien avaamisen jälkeen.

TK1/PK1 IV-koneen ollessa seis ilta- ja yöaikaan on rakennuksen ilmanvaihto kokonaan erillispoistojen varassa. Erillispoistot saavat rakennuksessa aikaan keskimäärin -3..-4 Pa alipaineen ja ilmanvaihto on pääasiassa rakenteiden läpi tapahtuvien vuotoilmavirtojen varassa.

Huonetilojen suhteelliset kosteudet sekä lämpötilat seurantatietojen osalta on esitetty liitteessä 3. Keskiarvotetut tulokset on koottu alla olevaan taulukoon 2.

Taulukko 2: Olosuhdeseurannan keskiarvotulokset suhteellisen kosteuden, lämpötilan, hiilidioksidipitoisuuden sekä ulkovaipan yli mitatun paine-eron osalta.

27.8-4.9.13	olosuhteet				
huonetila	RH keskiarvo (%)	tila LT keskiarvo (°C)	tuloilma LT keskiarvo (°C)	CO ₂ maksimi (ppm)	painesuhde keskiarvo (Pa)
lepohuone 05	47	22,0	21,5	1000	-5
ryhmähuone 10	44	23,0	21,5	900	-4
lepohuone 03	46	22,0	-	1100	4
ulkoilma	74	15			
ryömintätila	69	16			

Ulkolämpötila vaihteli tutkimusjaksolla +8 .. +25 °C välillä päivälämpötilojen vaihdellessa +20 asteen molemmin puoli. Sisätilojen lämpötilat ovat tavanomaisesti pysytelleet enimmän osan aikaa +21 .. +25 °C välillä tilojen ollessa käytössä.

Kosteuslisä on kriittisimmillään lepohuoneessa 03, jossa ilmanvaihto on tilan käyttäjien määrään nähden pienimmillään ja tila on ollut pitkään ylipaineinen. Tilan kosteuslisä on laskettu koko seurantajakson huonetilan ja ulkoilman sekä vertailun vuoksi huonetilan ja tuloilman kosteussisällön (g/m³) erotuksen keskiarvona. Keskimäärin kosteuslisä on mittausvirheen suuruusluokkaa eli riippuen siitä verrataanko sisäilman kosteussisältöä ulkoilman vai tuloilman kosteussisältöön, kosteuslisän keskiarvo on välillä -0,5 g/m³.. 0,2 g/m³. Suurimmillaan tilan kosteuslisä on päivittäin klo 12:00–14:00 aikana, jolloin noin 12 lasta nukkuu tilassa. Tällöin laskennallinen kosteuslisä on välillä 1,0 - 2,0 g/m³. Vastaavasti lepohuoneen 05 sekä ryhmähuoneen 10 mittauksista lasketut kosteuslisät ovat keskiarvoltaan 0..0,2 g/m³ hetkellisten kosteuslisien ollessa alle 1,0 g/m³.

Hiilidioksidipitoisuuden mitattiin olevan enimmillään 1100 ppm lepohuoneessa 03 eli edelleen tyydyttävää tasoa ilmavaihdon vajavuudesta huolimatta.

Ryömintätilan paine-ero rakennuksen sisätiloihin nähden on paaluperustuksen ja erittäin hyvän tuulettuvuuden ansiosta käytännössä sama kuin rakennuksen ulkovaipan yli mitattu paine-ero. Tästä syystä ryömintätilan painesuhdetta sisätilaan nähden ei erikseen mitattu. Ryömintätilan olosuhteet ja kosteustekninen toimivuus ovat erinomaiset. Tuulettuvuuden ja maaperän hyvän sepelitäytön ansiosta ryömintätilan suhteellinen kosteus on keskiarvoltaan samaa luokkaa ulkoilman suhteellisen kosteuden kanssa. Ilma ryömintätilassa on aistinvaraisesti arvioiden raikasta ulkoilmaa.

4.6.5 Johtopäätökset ilmavirrat ja olosuhteet

Rakennuksen painesuhteet olivat merkittävästi epätasapainossa poistoilmanrunгон palopellin ollessa kiinni. Epätasaiset painesuhteet ovat aikaansaaneet merkittävästi vuotoilmavirtauksia rakennuksen ulkovaipan läpi sekä tilojen ja palo-osastojen välillä. Suurten, yli 30 Pa paine-erojen aiheuttamat vuotoilmavirtaukset kuljettavat sisäilmaan epäpuhtauksia, kuten rakennusmateriaaleista vapautuvia kemiallisia emissioita sekä kiinteitä epäpuhtauksia, kuten rakennusaikaista pölyä ja teollisia mineraalivillakuituja. Rakennuksen tasopinnoilla havaitun pölyn määrää ja koostumusta käsitellään tarkemmin raportissa jäljempänä.

Palopeltien vika vaikutti merkittävästi ilmavaihdon tasapainoon ja heikensi tilojen sisäilman laatua. Paine-ero – seuranta jatkui yhden vuorokauden palopeltien avaamisen jälkeen, jonka perusteella ilmanvaihdon tasapainoa ei voida tarkemmin arvioida. Ilmavirtamittausten perusteella lepohuoneen 03 poistoilmavirtaus on liian suuri. Rakennuksen rakenteiden ollessa terveet eivät vähäiset vuotoilmavirtaukset yleensä heikennä sisäilman laatua.

Ilmavirrat tutkimuksen aikana olivat riittävät, hiilidioksidipitoisuuden pysyessä kaikissa tiloissa ja olosuhteissa alle 1200 ppm, mikä on Sisäilmastoluokituksen 2008 määritelty tyydyttävän S3 sisäilmastoluokan raja-arvoksi.

Kosteuslisä on vähäinen, kaikkina mittaushetkinä alle 2,0 g/m³ sekä viikon keskiarvona laskettuna luokkaa 0,2 g/m³. Arvo on mittaustarkkuuden alarajoilla. Ilmanvaihto, joka on 6-8 dm³/s henkeä kohden, poistaa henkilöistä vapautuvan kosteuden erittäin tehokkaasti. Tällä perusteella rakenteiden vaurioitumisen riski kosteuden konvektiivisen siirtymisen seurauksena rakennuksen aiemmin ylipaineisella rakennuksen osalla on vähäinen. Rakennuksen ilmanpitävyys voi tosin olla rakennustyyppille ominaisesti heikko.

4.6.6 Toimenpide-ehdotukset ilmavirrat ja olosuhteet

- Ilmanvaihdon tasapaino suositellaan tarkistamaan koko rakennuksessa ilmavirta- ja paine-ero – mittauksin palopeltien korjaamisen jälkeen.
- Rakennuksen ilmanpitävyyttä ja ilmapuotojen suuruutta suositellaan arvioimaan lämpökamerakuvauksella.

4.7 Sisäilman pölyt ja teolliset mineraalikulidut

Havaintojen perusteella sisäilman pölyisyys ja teolliset mineraalivillakulidut ovat erittäin merkittävä oireita aiheuttava tekijä.

4.7.1 Havainnot teolliset mineraalikulidut

Mittaustulokset

Teollisten mineraalivillakuitujen esiintyminen kahden viikon aikana laskeutuneessa pölyssä on esitetty liitteessä 6. Ryhmähuoneessa 10 sekä lepo- huoneessa 03 oli vahva viite kuitujen aiheuttamasta terveyshaitasta kuitupitoisuuden ollessa 1,0 kuitua/cm². Lepo- huoneessa 05 otettiin kaksi näytettä, joissa kuitupitoisuus oli 0,1 ja 0,3 kuitua/cm². Työterveyslaitoksen suositusarvo sisäilman kuitupitoisuuden ylärajaksi on 0,2 kuitua/cm², mikä ylittyy moninkertaisesti. Mittauspaikan tarkka sijainti vaikuttaa näytteen tulokseen merkittävästi, jolloin myös lepo- huoneessa 05 kuitujen esiintyminen oleskelu- vyöhykkeellä haitallisissa määrin on todennäköistä.

Vertailun vuoksi tasopintojen kuitupitoisuudet mitattiin myös tuloilmakanavasta (ryhmähuone 10) sekä musiikkihuone 42 siivoamattoman hyllyn päältä. Äänenvaimennusosien tutkimuksen perusteella tuloilmajärjestelmässä ei ole merkittäviä kuitulähteitä. Tuloilmakanavan pinnalta otetussa näytteessä esiintyi 5,9 kuitua/cm². IV-kanavan pinnoilta otetuille (ts. erittäin harvoin siivotuilla pinnoilla) mineraalikulitumäärille ei ole virallisia raja- arvoja mittaustuloksen ollessa riippuvainen monesta eri tekijästä kuten edellisestä puhdistusajankohdasta sekä mittauspaikasta. Kokemuseräisesti arvioiden yli 10 kuitua / cm² on tavallista korkeampi arvo. Näytteen tulos tukee havaintoja sii-

tä, ettei IV-järjestelmä toimi olennaisena teollisten mineraalivillakuitujen lähteenä sisäilmaan.

Musiikkihuoneen kaapin päältä mitattu tulos harvoin siivotulle tasopinnalle oli 13 kuitua / cm². Työterveyslaitoksen suositus harvoin siivottaville pinnoille on alle 3 kuitua / cm². Mittaustulokset osoittavat mineraalikuituja esiintyvän haitallisissa määrin eri puolilla rakennusta.

Kuitulähteet

Mahdollisia kuitulähteet sisäilmaan ovat seuraavat:

Väliseinien läpiviennit kuten esimerkiksi ilmanvaihdon jakolaatikot on tiivistetty pehmeällä mineraalivillalla. Painesuhteiden vaikutuksesta sekä suljettaessa ja avattaessa ovia syntyy vuotoilmavirtauksia, jotka irrottavat kuituja läpivienneistä. (liite1, valokuvat) Väliseinien ja yläpohjan liitoksien rakenne tulee tarkistaa.

Alakattolevyjen yläpinnoilla oli aistinvaraisesti havainnoiden runsaasti irtonaisia mineraalivillakuituja. Nämä voivat olla joko rakennusaikaisia tai alipaineisuuden vaikutuksesta yläpuolisesta mineraalivillalämmöneristeestä höyrünsulkumuovin rei'istä kulkeutuneita kuituja.

Siirtoilmaventtiilit ovat varustettu mineraalivillapinnoilla. Tarkastellun siirtoilmaventtiilin (musiikkihuone 42 - toimistokäytössä) pölykertymä on huomattava (liite1, kuva 16) ja suljettaessa sekä avattaessa huoneen ovi nopea ilmavirta siirtoilmaventtiilissä nostaa laskeutunutta pölyä ilmaan.

4.7.2 Havainnot tasopintojen pölykertymä

Kerättäessä geeliteippiin kahden viikon laskeutuneen pölyn kuidut arvioitiin myös laskeutuneen pölyn määrää puhdistetuilta laskeumalevyiltä. Pölyä kertyy huonetiloissa epätavanomaisen runsaasti (liite1, valokuvat).

Kokonaisuudessaan pölyn kertymä lepohuoneiden sänkykaappien ylätasolle sekä kaappien sisällä oli epätavallisen suuri (liite1, valokuvat).

4.7.3 Johtopäätökset teolliset mineraalivillakuidut ja sisätilojen pölyt

Sisäilmassa olevat teolliset mineraalivillakuidut todennäköisesti aiheuttavat yhdessä muista lähteistä peräisin olevan pölyn kanssa käyttäjien kokemaa oireita.

Teolliset mineraalikuidut voivat aiheuttaa ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytysoireita sekä äänenkäytön ongelmia. Yleensä kun altistuminen kuduille loppuu, loppuvat myös oireet. Sisäilman mineraalikuitujen ei tiedetä aiheuttavan pysyviä terveyshaittoja.

Hiukkasmaisia epäpuhtauksia voidaan poistaa sisäilmasta ainoastaan siivoamalla. Väitöstutkimuksessa (Korhonen, 2011) on osoitettu siivouksen

vaikuttavan näkyvän pölyn lisäksi pienhiukkasten pitoisuuteen sisäilmassa. Vaikka erittäin pienet, alle 1 µm hiukkaset eivät sedimentoidu pinnoille, ne voivat kiinnittyä muihin pölyhiukkasiin ja siten laskeutua tasopinnoille. Tutkimuksessa on osoitettu siivouksen vaikutus sekä näkyvän pölyn että sisäilman pienhiukkaspitoisuuden vähentämisessä.

Korhosen (2011) tutkimuksen perusteella voidaan myös vetää johtopäätös, että kaikista lähteistä peräisin olevat hiukkaset ja allergeenit kertyvät tiloihin ja ovat sitä haitallisempia terveydelle mitä suurempi on rakennuksen pölyn kertymä kokonaisuudessaan.

Korhosen (2011) mukaan oikein toteutetulla laadukkaalla siivouksella voidaan vähentää hiukkasten määrää pinnoilla ja sisäilmassa. Tämä puolestaan parantaa sisäympäristön laatua. Tutkimuksessa suositellaan toimistorakennuksissa ylätasojen siivousvälin olevan noin 2 kk. Päiväkotirakennuksessa, jossa pölyn lähteitä on vaatteidenvaihdon ja liinavaatteiden käytöstä johtuen moninkertaisesti toimistorakennuksiin nähden, on ylätasojen pölyjen poisto suositeltavaa tehdä muutamien viikkojen välein.

Arkitietona ja omakohtaisena kokemuksena voidaan hyvän siivouksen todeta olevan erittäin merkittävä hyvää sisäilman laatua ylläpitävä tekijä. Siivoustoiminnassa tulee aidosti huomioida terveystieteiden näkökulma.

Tässä kohteessa havaitut kohonneet pitoisuudet teollisille mineraalivillakuiduille sekä merkittävä huonepölykertymä on mahdollista saattaa hyvälle tasolle kuitusaneerauksen ja ilmanvaihdon tasapainotuksen jälkeen siivousta tehostamalla. Lepohuoneiden liinavaatteiden kuntoon ja pölyävyyteen on hyvä kiinnittää huomiota ja uusia liinavaatteet tarvittaessa. Mikäli oireilu jatkuu, mahdolliset lisätutkimukset käsittävät pölypunkkien esiintymisen ja pölyn koostumuksen tutkimisen.

4.7.4 Toimenpide-ehdotukset kuidut ja pölyt

- Siivousta tehostetaan ja ylätasojen pölyt otetaan säännöllisen, muutaman viikon välein tapahtuvan siivouksen piiriin. Siivouksen laatua tarkkaillaan esimerkiksi INSTA 800-standardin mukaisin menetelmin.
- Teollisten mineraalivillakuitujen lähteet (erityisesti väliseinien läpiviennit ja siirtoilma-aukot) käsitellään siten, että kuitujen irtoaminen sisäilmaan estetään sekä puhdistetaan nihkeäpyyhinnällä.
- Ovien avaamisen ja sulkemisen aiheuttama ilman pumppaaminen huone-tilojen välillä voi irrottaa kuituja alakattojen yläpuolelta. Pumppausvaikutusta voidaan vähentää asentamalla väliseiniin siirtoilmaventtiilejä.
- Poistoilmaventtiilit puhdistetaan kertyneestä pölystä aina ennen palopeltien sulkutestin tekemistä. Tällöin estetään voimakas pölyn irtoaminen paineiskun vaikutuksesta poistoventtiilistä takaisin huonetilaan.

5 YHTEENVETO JA JATKOTOIMENPITEET

Rakenteet ovat suunnitelmien mukaan kosteusteknisesti toimivia. Rakennearvauksia ei nähty tarpeelliseksi tehdä. Rakennuksen ilmanpitävyyttä tarkastellessa todettiin ilmayhteyksiä sisäilmaan rakennuksen ollessa alipaineinen. Rakennuksen vuotoilmareittien merkittävyys rakenteiden toimivuuteen ja sisäilman laatuun suositellaan selvittämään lämpökamerakuvauksen avulla lämmityskauden aikana.

Yläpohja on hyvin tuulettuva, joten vähäiset vuodot vesikaton läpiviennistä ja rikkoutuneesta aluskatteesta eivät todennäköisesti ole merkittäviä tekijöitä sisäilman kannalta. Vesikatto ja sen läpiviennit, sekä aluskate tulee korjata tiiviiksi. Harjatiilien kiinnitys tulee varmistaa. Rikkoutuneet kattotiilet tulee vaihtaa ehjiin. Rikkoutuneiden lapetikkaiden uusiminen on välttämätöntä ennen seuraavaa talvea.

Ilmanvaihdon poistoilman palopeltien häiriötilanne johti rakennuksessa eri puolilla voimakkaaseen yli-/alipaineisuuteen. Tämän seurauksena myös sisäilmaan on päässyt erityisesti hiukkasmaisia epäpuhtauksia kuten teollisia mineraalivillakuituja.

Tutkimuksien perusteella voidaan tiloissa havaitun pölykertymän olevan merkittävä ja monin paikoin epätavanomaisen suuri. Tällöin myös teolliset mineraalikulut pääsevät kertymään tiloihin suurissa määrin. Hiukkasmaisten epäpuhtauksien poisto sisäilmasta on mahdollista vain hyvän siivouksen avulla. On myös todennäköistä, että tilojen käyttäjien oireiluun vaikuttaa liiallinen pölyisyys, joka on havaittavissa tasopinnoilla ja kaappien sisäosissa. Tyypillisesti huonepöly sisältäessä monista eri lähteistä peräisin olevia tekijöitä, kuten esimerkiksi kodeista ja ulkoilmasta kulkeutuneita allergeeneja ja hiukkasmaisia sekä kemiallisia tekijöitä kuten tekstiilikuituja, näiden lisäaineita sekä pesuainejäämiä.

Edellä raportissa esitettyjen ilmanvaihtoon ja siivoukseen liittyvien toimenpite-ehdotuksen toteuttaminen parantaa huomattavasti sisäilman laatua ja siten olosuhteiden terveellisyyttä. Siivouksen toteuttamisessa tulee aidosti huomioida terveystieteellinen näkökulma. Siivouskäytäntöjen kehittäminen ja siivouksen laadunvarmistus on välttämätön edellytys sisäilman laadun parantamiselle.

Oy Insinööri Studio
Rakentamisen palvelut

Petri Lönnblad
RI, RTA H/Rakter. 003/04

Antti Ahola
RI, tutkimusinsinööri

Antti Laakso
DI, tutkimusinsinööri

6 LIITTEET

Liite 1	Valokuvat
Liite 2	Paine-ero – seuranta tilakohtaisesti
Liite 3	Olosuhdeseuranta lämpötila ja suhteellinen kosteus
Liite 4	Hiilidioksidipitoisuuden seuranta tilakohtaisesti
Liite 5	Analyysivastaus (232594) VOC-yhdisteet
Liite 6	Analyysivastaus (236129a) teolliset mineraalivillakuidut

Lähteet:

Korhonen, E. 2011. Puhtauspalvelut ja työympäristö, Jyväskylän Yliopisto.



Kuva 1: Alapohjan elementtisauma.



Kuva 2: Alapohjan rikkoutunut tuulensuojalevytytys.



Kuva 3: Rikkoutunut vesikate lapetikkaiden kohdalla. Lapetikkaat ovat vääntyneet rikki ja riskissä pudota seuraava talvena.



Kuva 4: Vajavaisesti kiinnitetyt harjatiilet.



Kuva 5: Rikkoutunut harjatiili.



Kuva 6: Rikkoutunut aluskate ja vuotojälkiä lämmöneristeissä.



Kuva 7: Muutamien poistoilmarunkojen palopellit olivat häiriötilassa. Rungon pöykertymä ei edellytä puhdistusta.



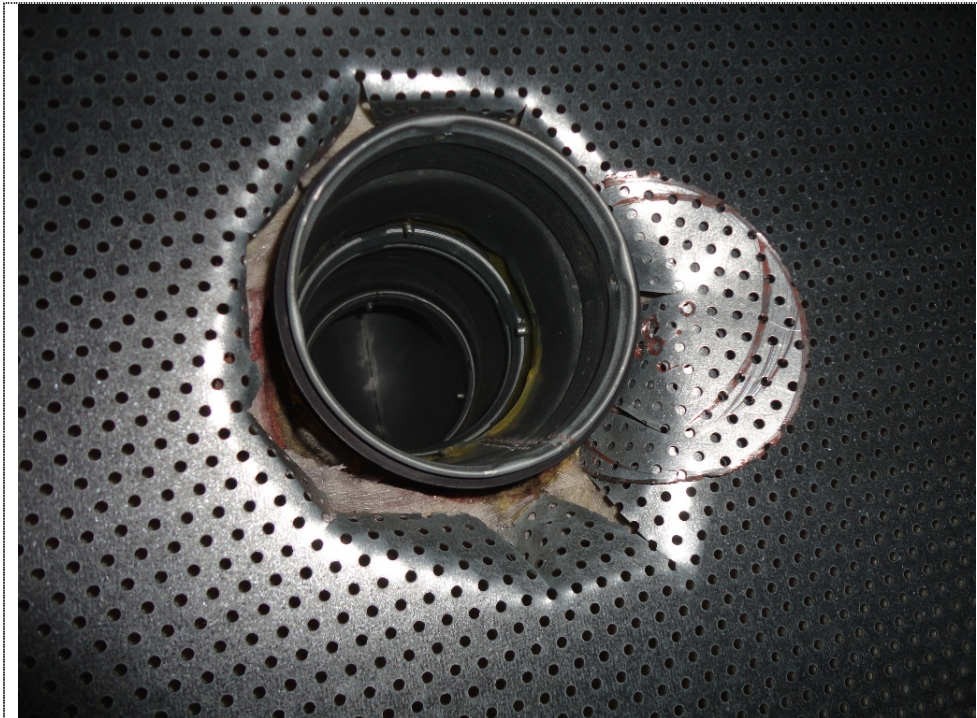
Kuva 8: Katolla näkyvät raitisilmasäleiköt ovat lieriöitä ja avosäleisiä eivätkä suojaa tuloilmajärjestelmää vedeltä ja lumelta. Pienempi tuloilmasäleikkö on keittiön IV-koneen.



Kuva 9: Suodattimille pääsevä vesi ja lumi sulaa suodatinkammion pohjalle.



Kuva 10: LTO-kennosta alavirtaan tuloilmapuolella on runsaasti jälkiä ylimääräisestä vedestä. Toistuva kennon kastuminen ja IV-koneen katkokäyttö edistävät kennon tukkeutumista.



Kuva 11: Tuloilman jakokammion reikäpellin alle asennettu äänenvaimennusmateriaali on sidontapinnalla varustettu. Leikkauspintoista voi vapautua vähäisiä määriä kuituja tuloilmaan.



Kuva 12: Tuloilmakanaviston pölykertymä on alle P1 luokan puhdistusraja-arvon $2,0 \text{ g/m}^2$. Kanavistossa on vähäisiä määriä rakennusaikaista likaa ja karkeaa ainetta, mikä ei vaikuta sisäilman laatuun.



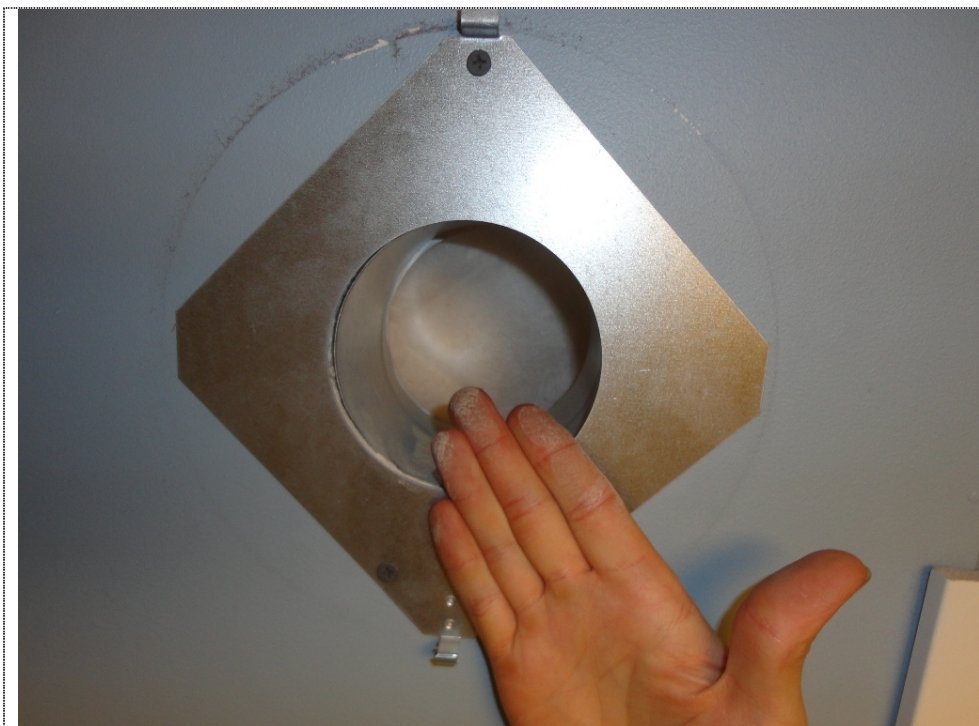
Kuva 13: Tuloilmakanavisto on visuaalisesti arvioiden kohtuullisen puhdas, pölykertymä alle P1 luokan puhdistusraja-arvon 2,0 g/m². Kanavistossa on vähäisiä määriä rakennusaikaista likaa ja karkeaa ainetta, mikä ei vaikuta sisäilman laatuun.



Kuva 14: Tuloilman päätelaitteiden tasauslaatikoiden sisäpinnalla on pölykertymää. Tasauslaatikot tulee puhdistaa nihkeäpyyhinnällä.



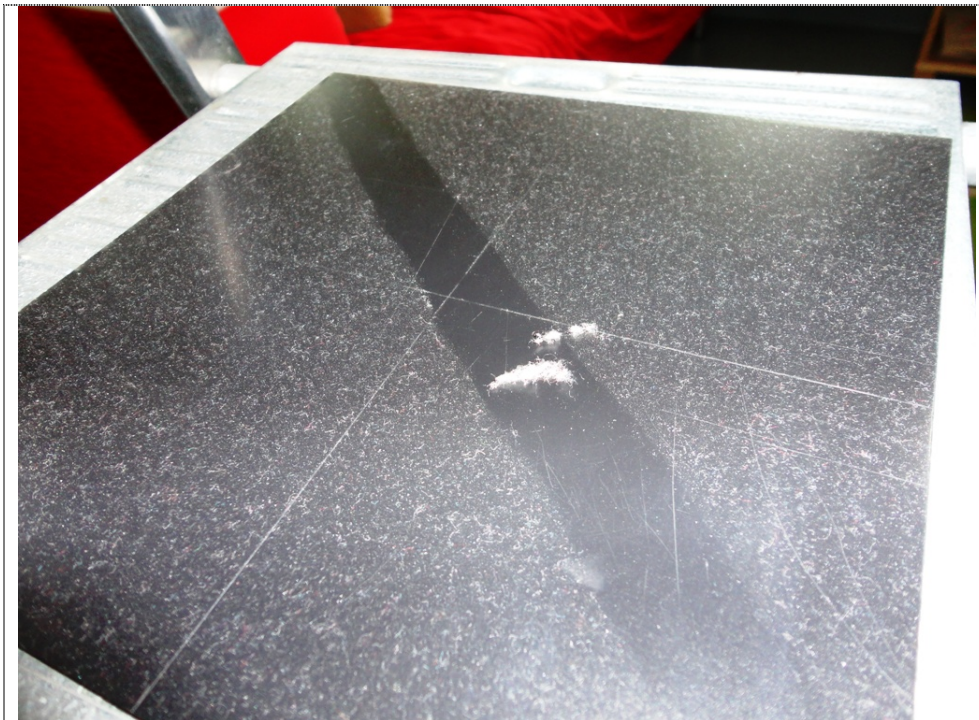
Kuva 15: Poistoilmaventtiilien reikäpellit keräävät pölyä ja voivat tukkeutuvat täysin, mikäli säännöllisestä puhdistamisesta ei huolehdi.



Kuva 16: Siirtoilmaventtiilin pölykertymä on poikkeuksellisen suuri. Pölyn havaittiin ”pöllähtävän” venttiilistä tilan ovi suljettaessa/avattaessa. Venttiilit tulee puhdistaa nihkeäpyyhinnällä ja mahdolliset vapaat mineraalivillapinnat käsitellä siten ettei kuituja irtoa.



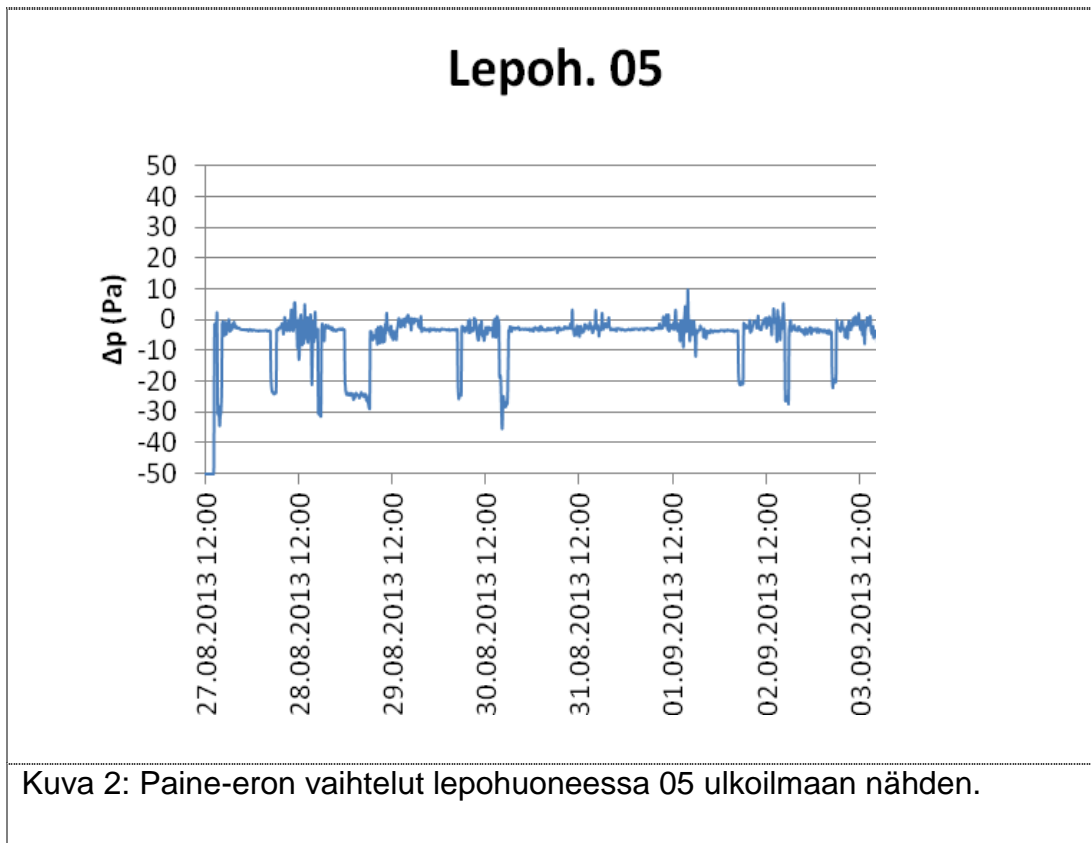
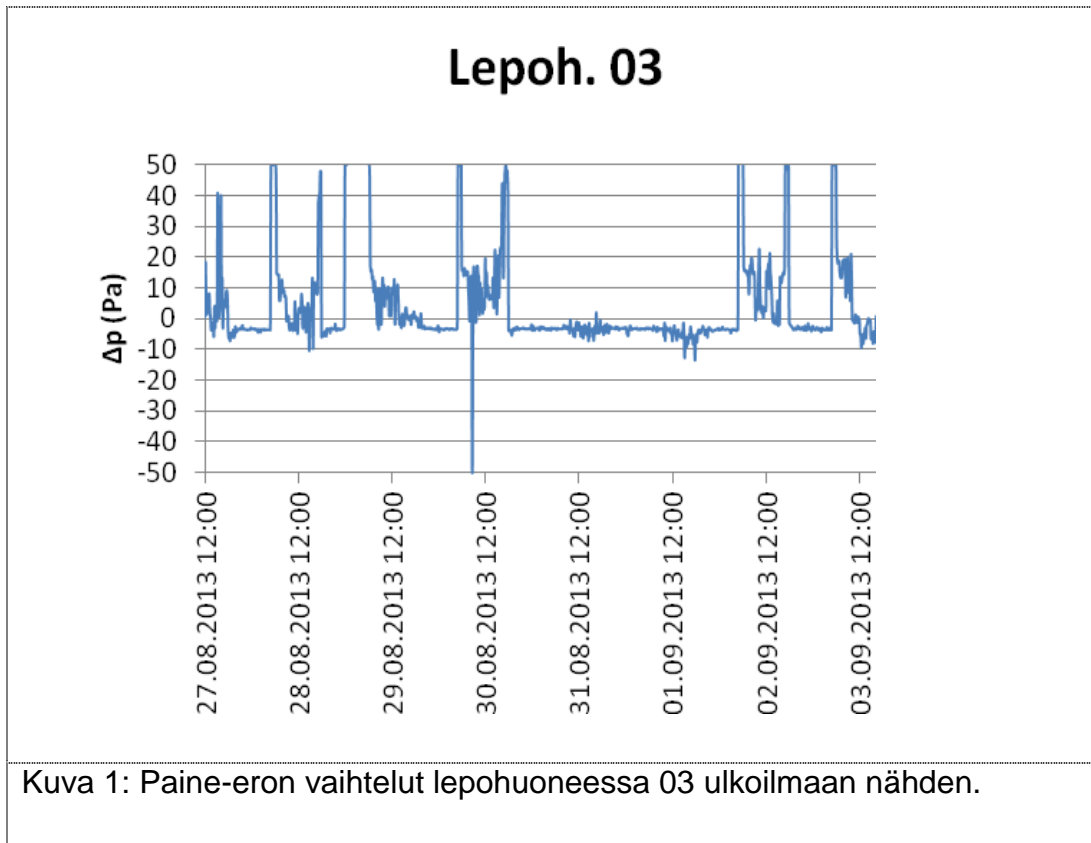
Kuva 17: Poistoilmaventtiilin tasauslaatikon läpivienti väliseinässä on suljettu pehmeällä mineraalivillalla. Läpiviennit tulee tiivistää siten, ettei vuotoilmavirta irroita kuituja.

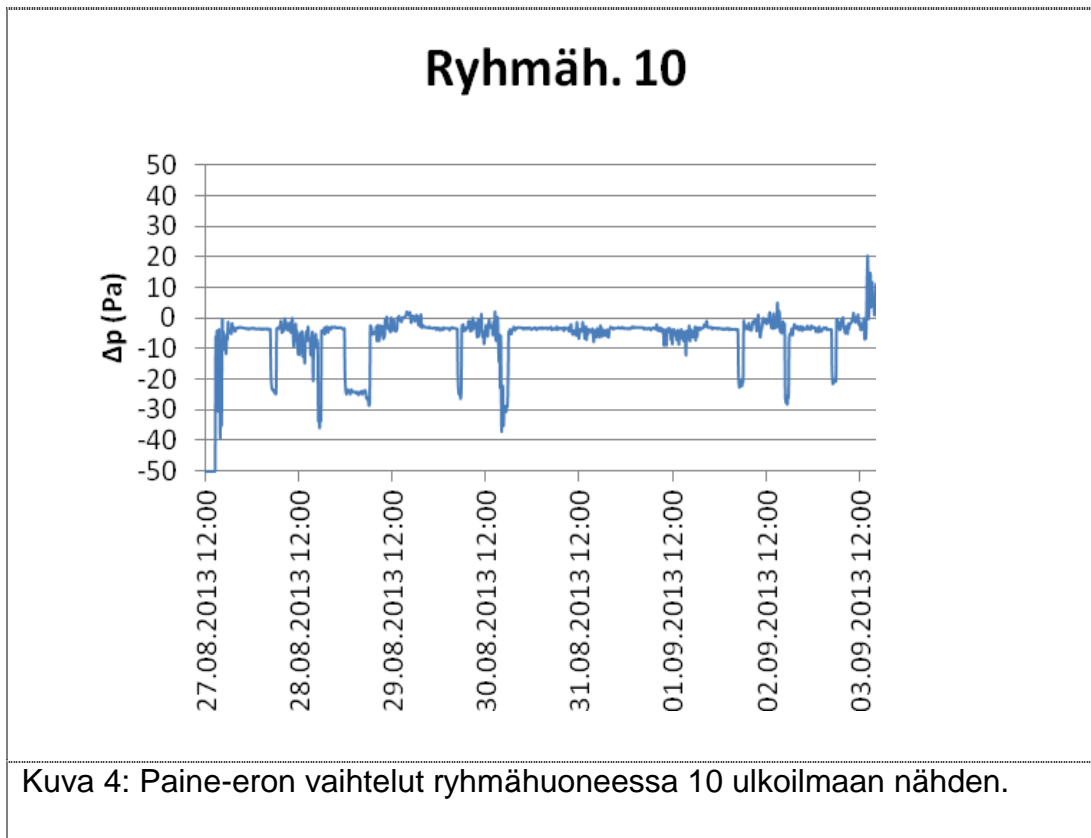
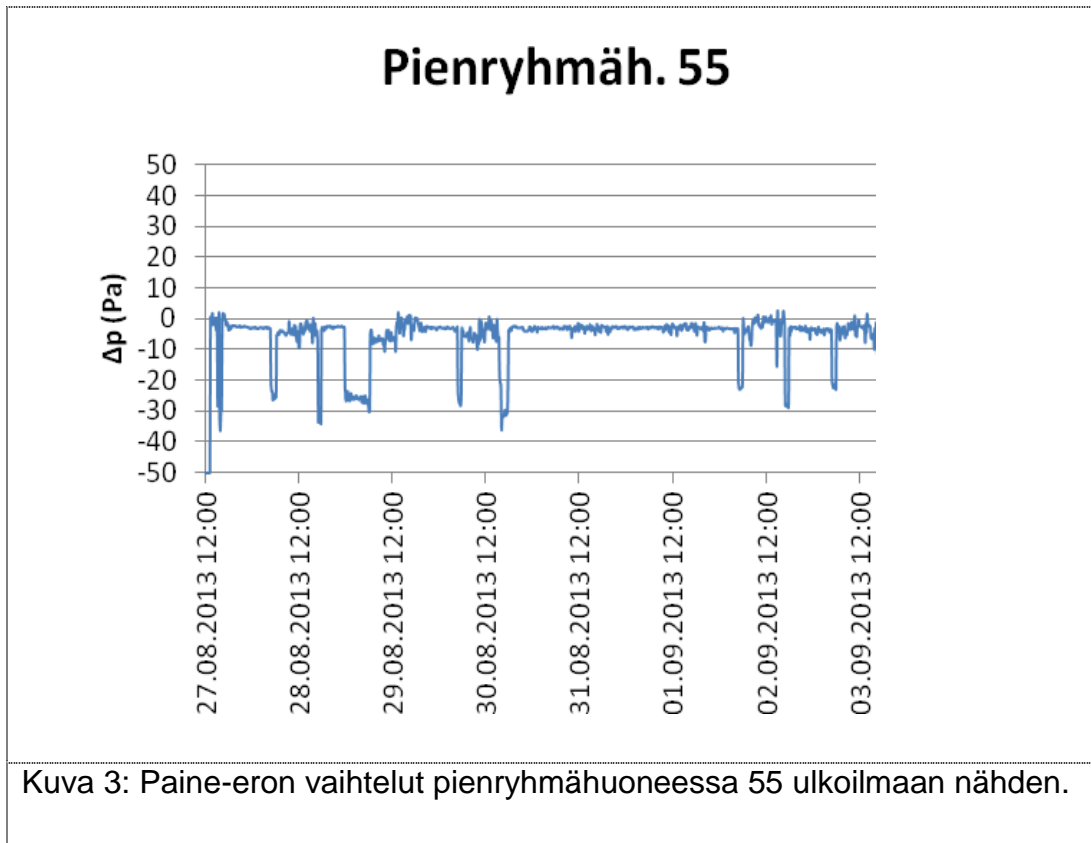


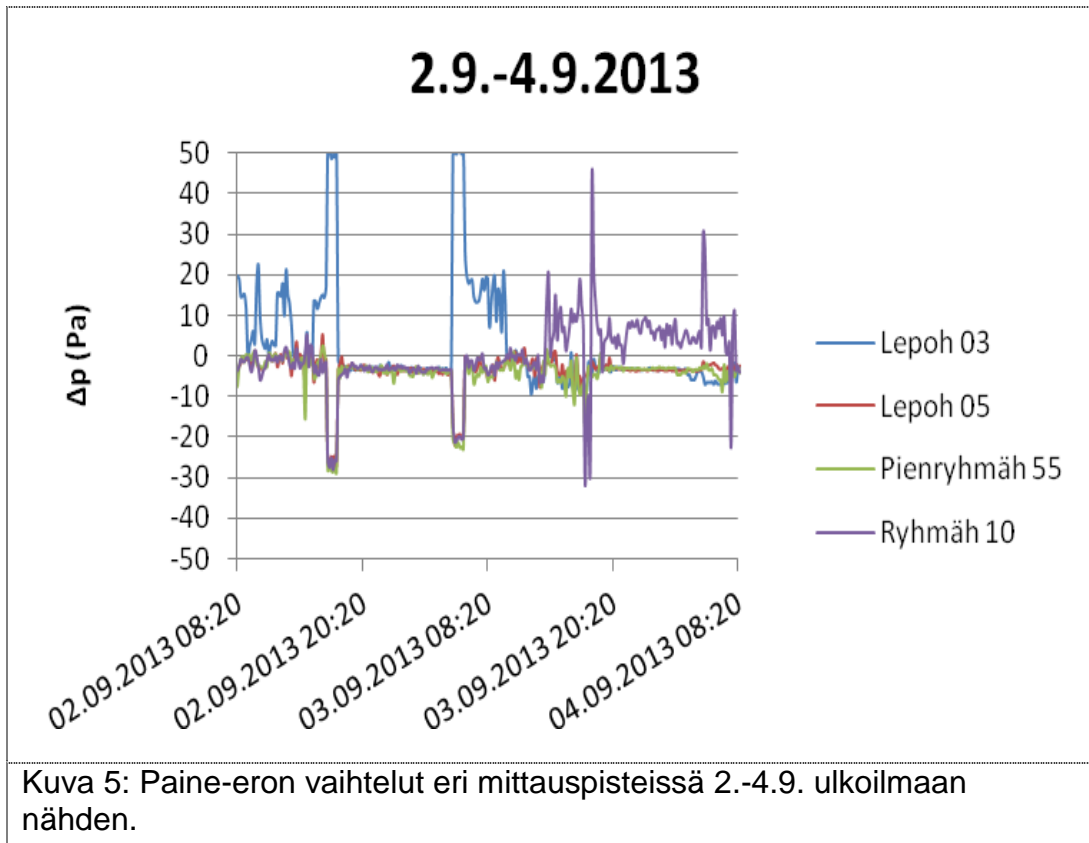
Kuva 18: Lepohuoneissa kahden viikon aikana sänkykaappien päälle laskeutuneen pölyn määrä on poikkeuksellisen suuri.

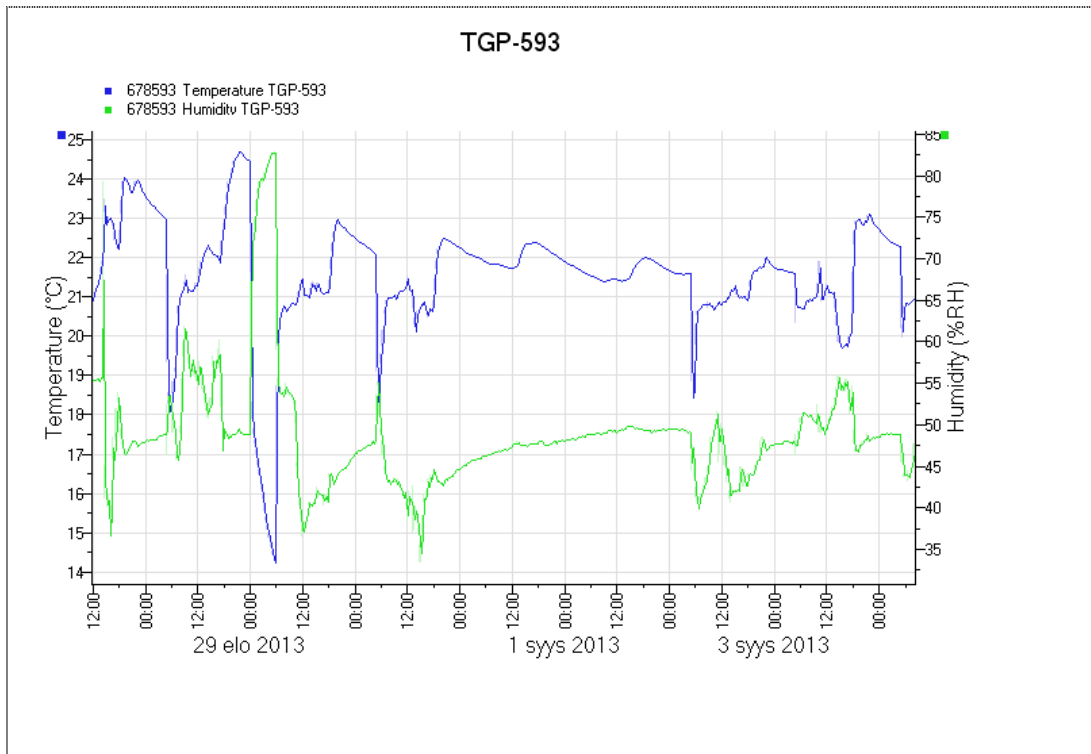


Kuva 19: Lepohuoneissa sänkykaappien päällä oleva pölykertymä on poikkeuksellisen suuri. Pöly nousee ilmaan suljettaessa kaapin ovi. Pöly leviää tällöin uudestaan oleskeluvyöhykkeelle.

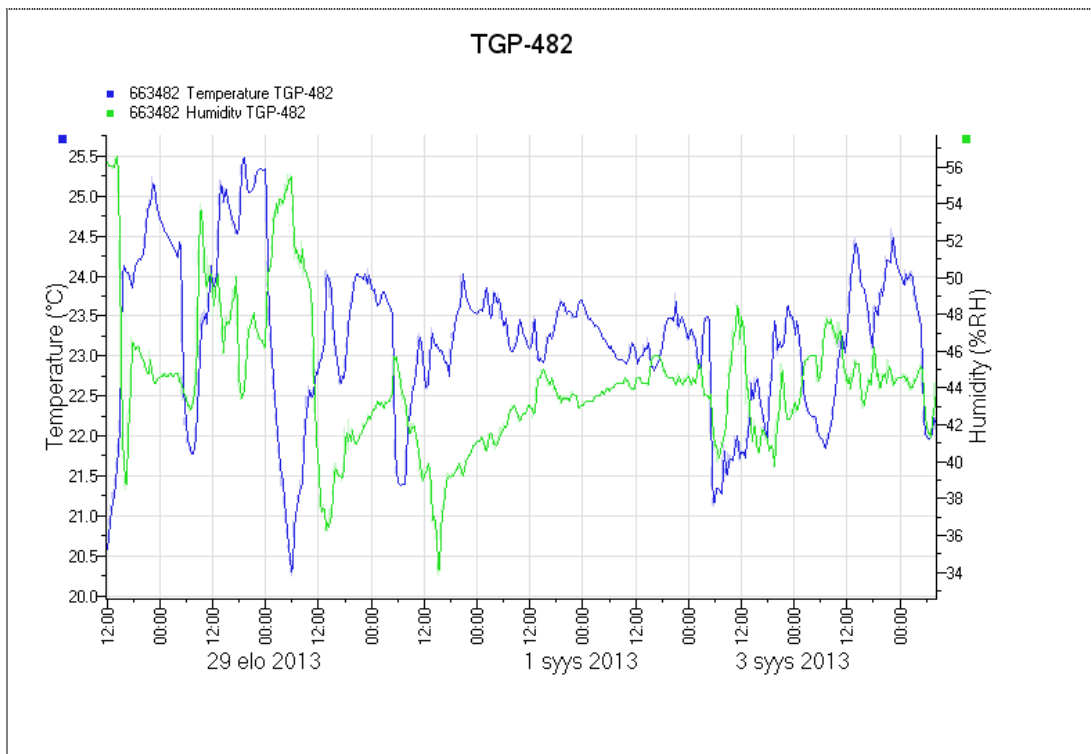




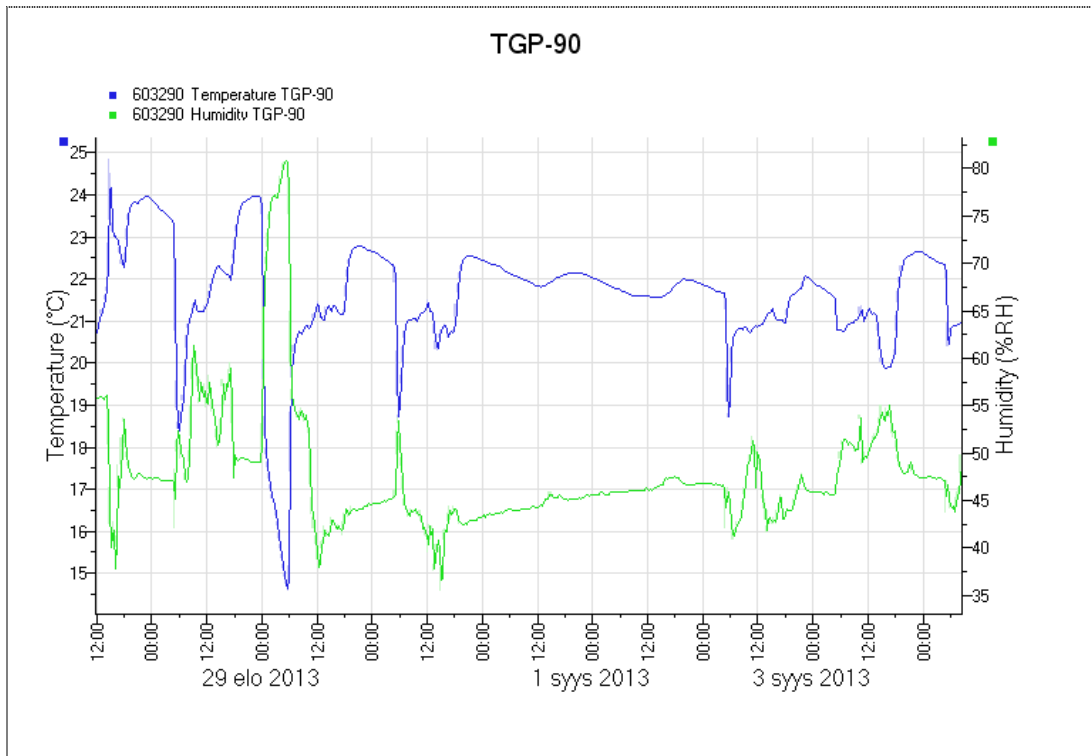




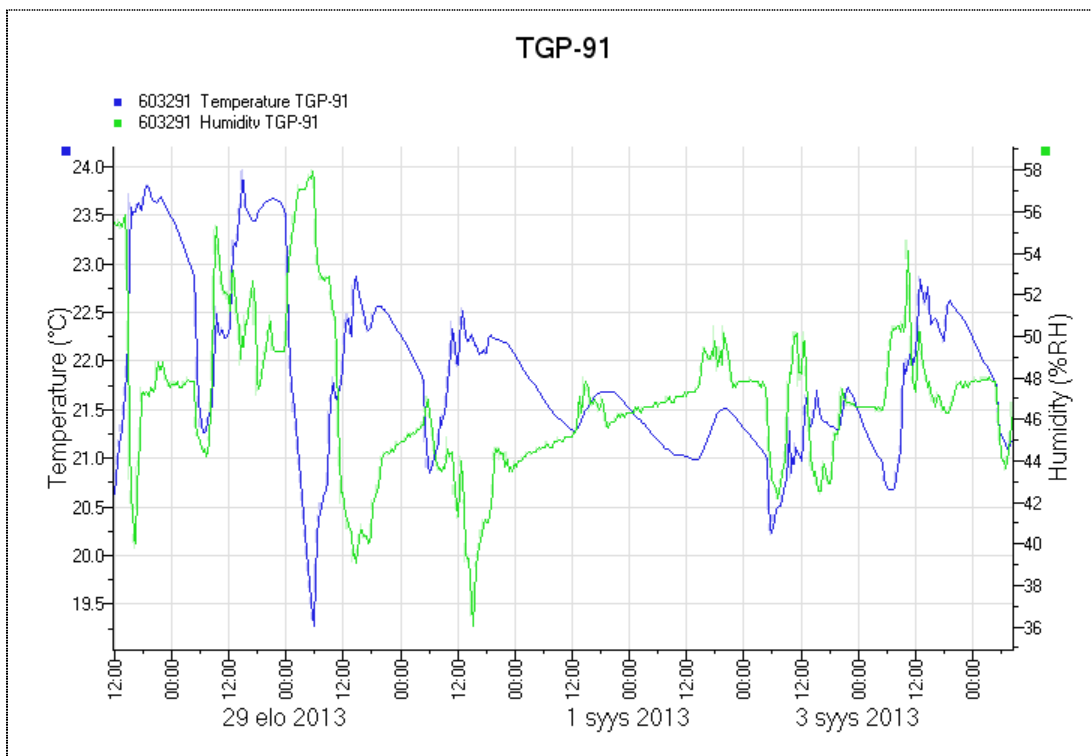
Kuva 1: Tuloilman lämpötila ja suhteellinen kosteus, ryhmähuone 10, tuloilmakanava.



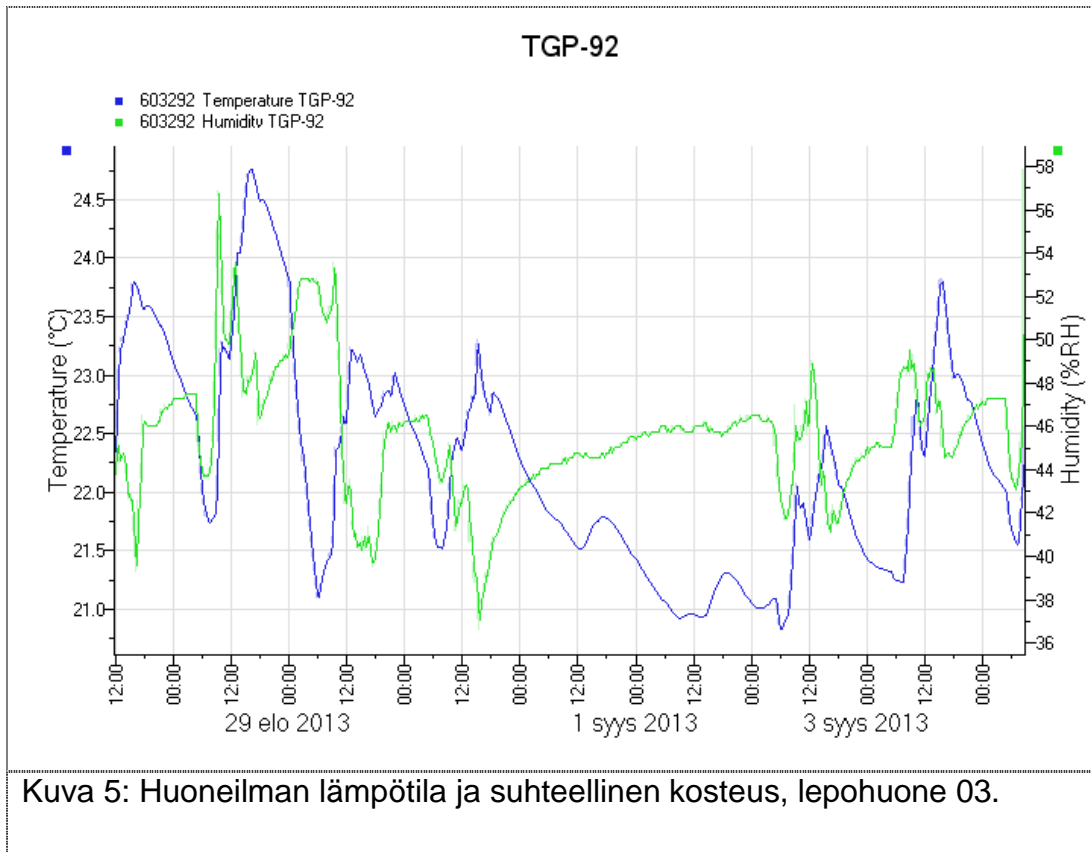
Kuva 2: Huoneilman lämpötila ja suhteellinen kosteus, ryhmähuone 10.



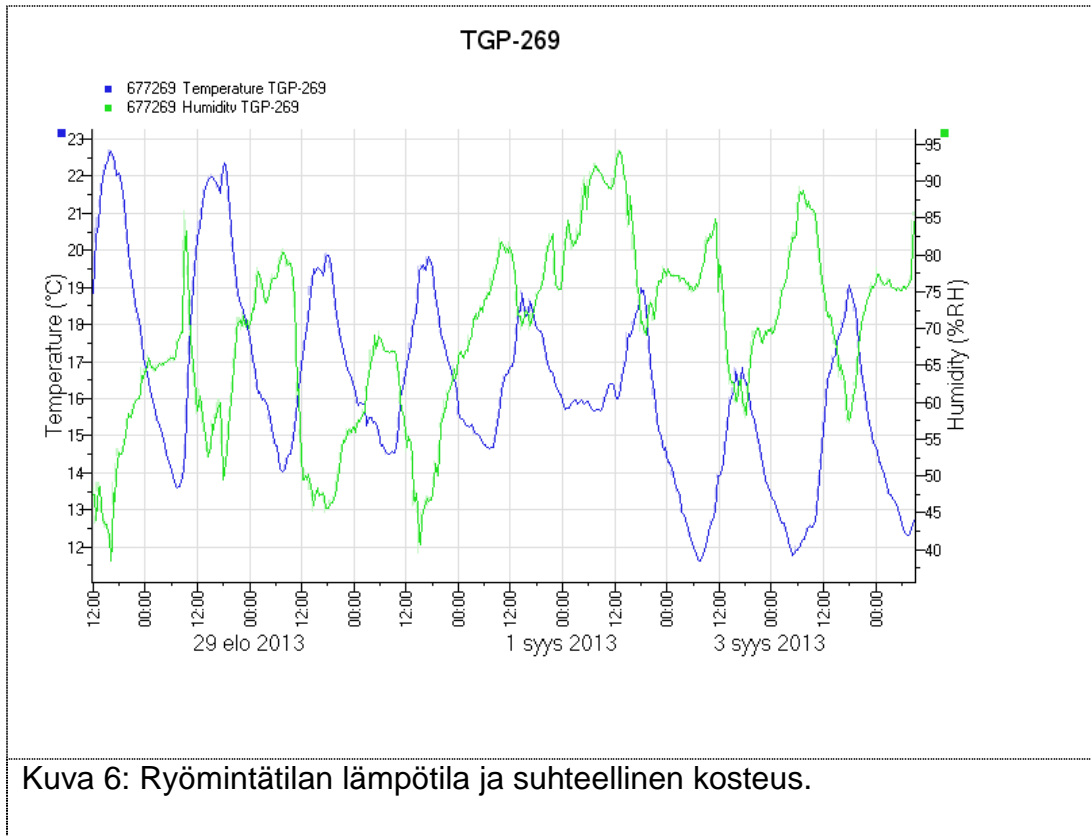
Kuva 3: Tuloilman lämpötila ja suhteellinen kosteus, lepohuone 05, tuloilmakanava.



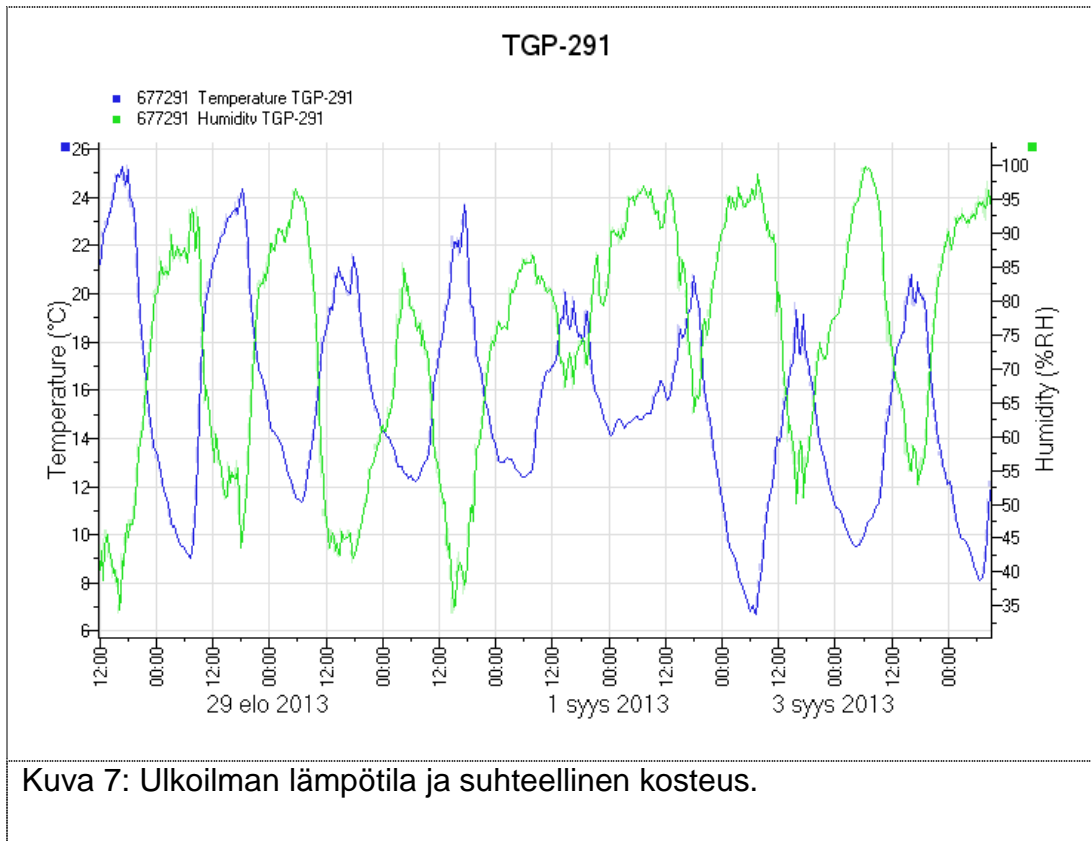
Kuva 4: Huoneilman lämpötila ja suhteellinen kosteus, lepohuone 05.

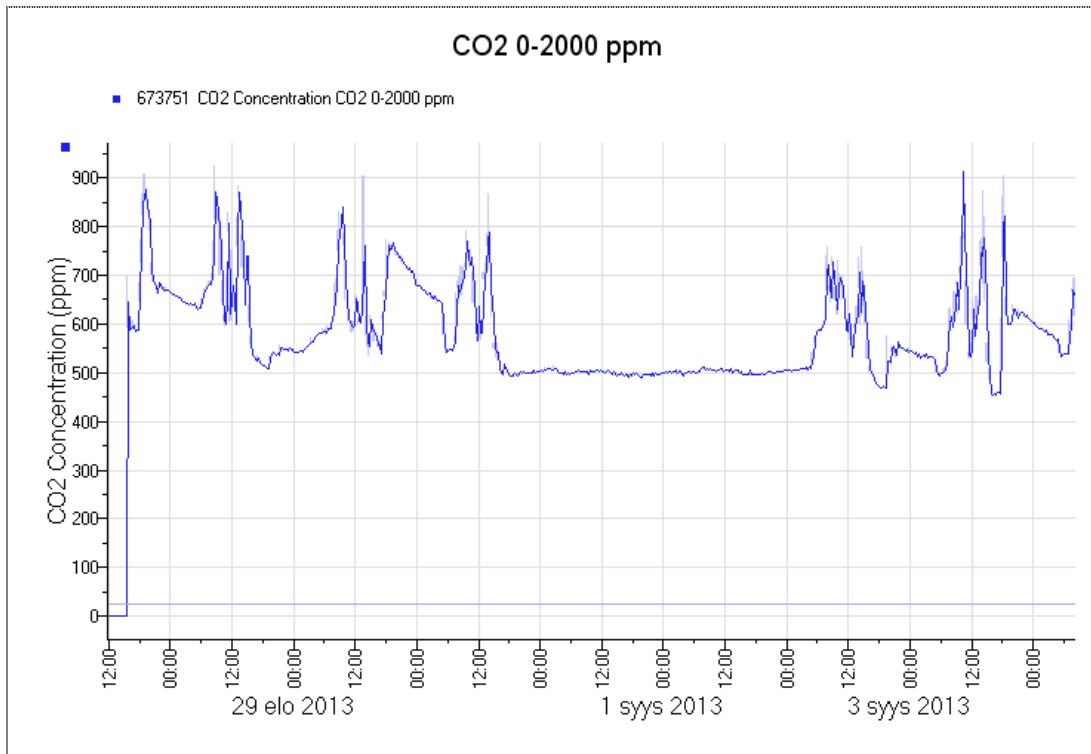


Kuva 5: Huoneilman lämpötila ja suhteellinen kosteus, lepohuone 03.

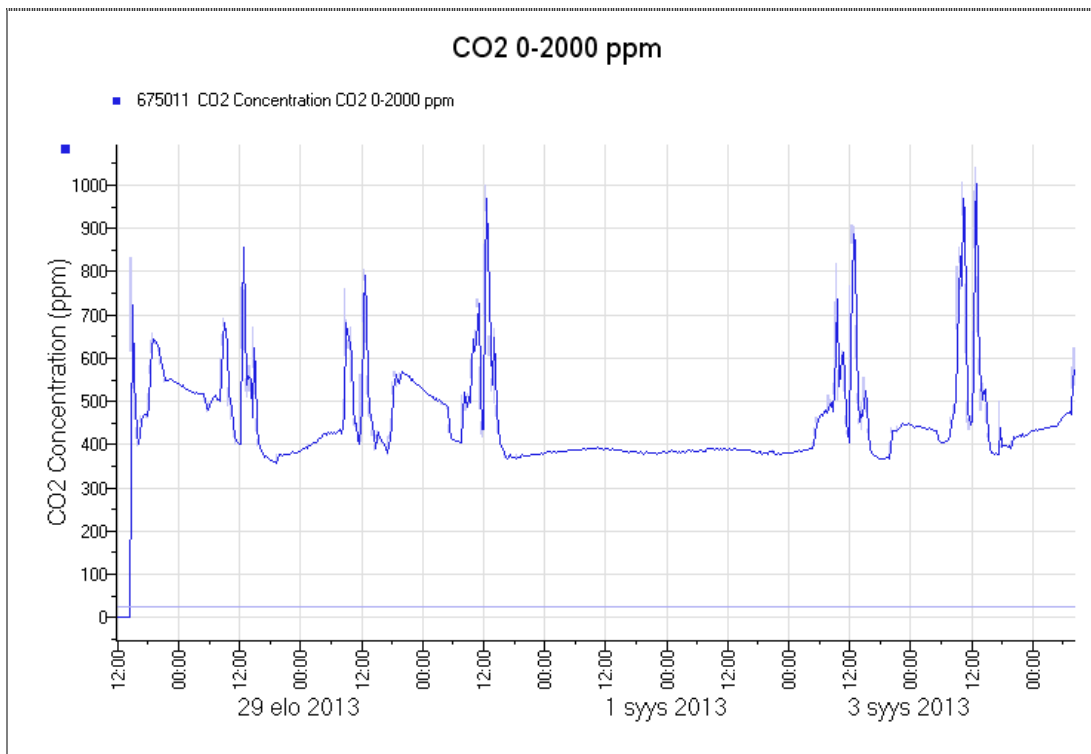


Kuva 6: Ryömintätilan lämpötila ja suhteellinen kosteus.

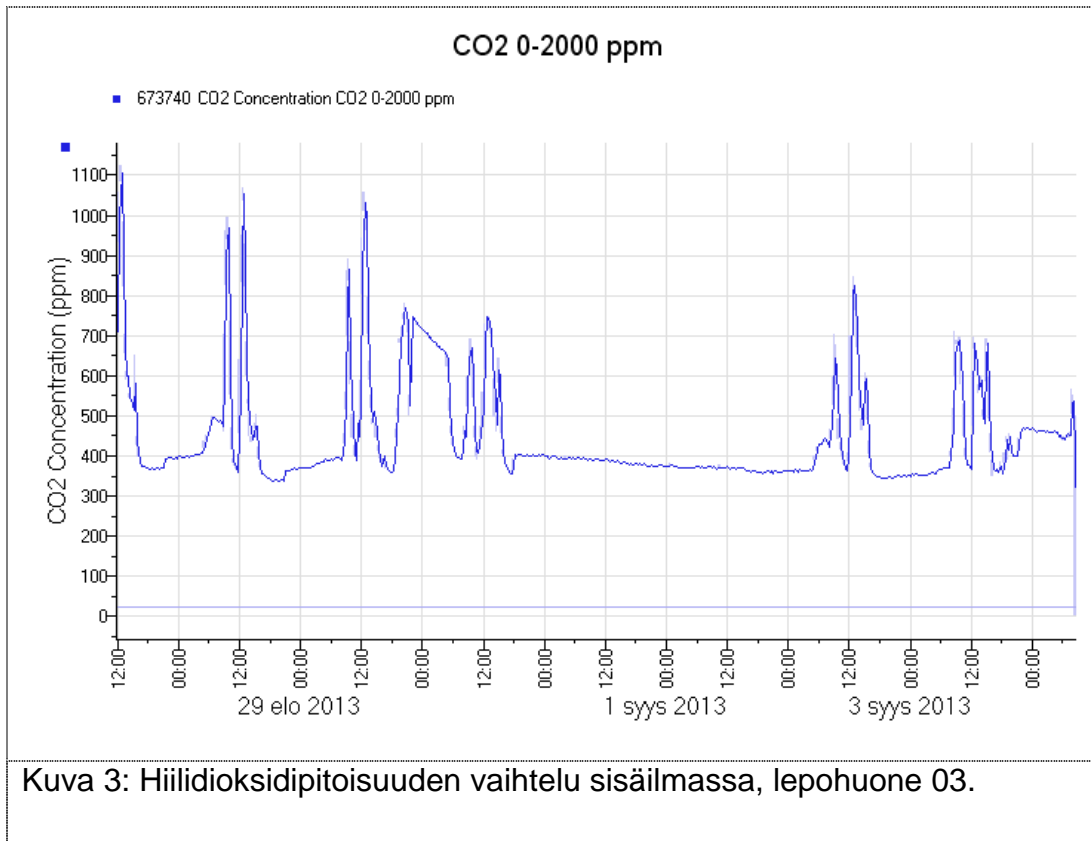




Kuva 1: Hiilidioksidipitoisuuden vaihtelu sisäilmassa, ryhmähuone 10. Anturivian takia hiilidioksidin pohjataso on 500 ppm ja mittaustulos noin 100 ppm liian korkea.



Kuva 2: Hiilidioksidipitoisuuden vaihtelu sisäilmassa, lepohuone 05.



Osakeyhtiö Insinööri Studio
Antti Ahola
Tornatorintie 3
48100 KOTKA



VOC-analyysi ilmanäytteestä

Asiakasviite: T13060
Näytteen kerääjät: Antti Ahola
Analyysin kuvaus: Haihtuvat orgaaniset yhdisteet; ATD-GC-MS,
Tulopvm.: 06.09.2013
Käsittelijä(t): Kirsi Hack, Hanna Hovi

Analysointimenetelmä

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

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

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

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

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

TYÖTERVEYSLAITOS
ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 232594

12.09.2013

CK13-01918-1 Näyte/keräin: U288
 Mittauspaikka: Illenpuiston päiväkot
 Mittauskohde: Ryhmähuone 10
 Analysointipvm.: 11.09.2013/HAHO
 Näytteenottoaika: 27.08.2013 07:20 - 27.08.2013 08:52
 Ilmamäärä: 8,56 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
ALIFAATTISET HIILIVEDYT		
2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	1	µg/m ³
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Bentseeni	1	µg/m ³
Etylibentseeni	0,5	µg/m ³
Ksyleenit (p,m)	2	µg/m ³
Ksyleeni (o)	0,9	µg/m ³
1,2,4-Trimetyyliibentseeni	0,6	µg/m ³
Toluenei 1)	300	µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
3-Kareeni	2	µg/m ³
a-Pineeni	6	µg/m ³
MONIARVOISET ALKOHOLIT		
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	6	µg/m ³
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	1	µg/m ³
2-(2-Etoksietoksi)etanoli	2	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	2	µg/m ³
Nonanaali	2	µg/m ³
KETONIT		
Asetofenoni	1	µg/m ³
ESTERIT JA LAKTONIT		
TXIB 2)	1	µg/m ³
PIIYHDISTEET		
Dekametyylisyklopentasiloksaani	2	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	360	µg/m ³

- 1) Yhdisteen pitoisuus on huomattavasti kalibrointialueen ulkopuolella, joten tulokseen saattaa sisältyä tavallista suurempi virhe.
- 2) 2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyyraatti

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 232594

12.09.2013

CK13-01918-2 Näyte/keräin: U111
 Mittauspaikka: Illenpuiston päiväkoti
 Mittauskohde: Lepo ja leikkihuone 05
 Analysointipvm.: 11.09.2013/HAHO
 Näytteenottoaika: 27.08.2013 07:23 - 27.08.2013 08:54
 Ilmamäärä: 9,25 dm³

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
AROMAATTISET HIILIVEDYT		
Bentseeni	1	µg/m ³
Etyylibentseeni	0,5	µg/m ³
Ksyleenit (p,m)	2	µg/m ³
Ksyleeni (o)	0,7	µg/m ³
1,2,4-Trimetyylibentseeni	0,5	µg/m ³
Tolueneeni	4	µg/m ³
TERPEENIT JA NIIDEN JOHDANNAISET		
3-Kareeni	2	µg/m ³
a-Pineeni	9	µg/m ³
b-Pineeni	0,9	µg/m ³
YKSIARVOISET ALKOHOLIT		
1-Butanoli	1	µg/m ³
MONIARVOISET ALKOHOLIT		
1,2-Propaanidioli eli propyleeniglykoli	4	µg/m ³
ALKOHOLI- JA FENOLIEETTERIT		
2-(2-Butoksietoksi)etanoli	1	µg/m ³
2-(2-Etoksietoksi)etanoli	2	µg/m ³
ALDEHYDIT		
Bentsaldehydi	2	µg/m ³
Nonanaali	2	µg/m ³
KETONIT		
Asetofenoni	1	µg/m ³
HAPOT		
Heksaanihappo, kapronihappo	10	µg/m ³
Pentaanihappo, valeriaanahappo	3	µg/m ³
Propaanihappo	2	µg/m ³
ESTERIT JA LAKTONIT		
n-Butyyliasetaatti	0,7	µg/m ³
TXIB	1) 2	µg/m ³
HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET (TVOC)	60	µg/m ³

1) 2,2,4-Trimetyyli-1,3-pentaanidiolidi-isobutyraatti

Tulosten tarkastelu

Näytteen 1918-1 tolueenipitoisuus on huomattavasti tavanomaista korkeampi, tolueenin lähde on syytä selvittää.

Työterveyslaitos

Topeliuksenkatu 41 a A, 00250 Helsinki, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, www.ttl.fi, etunimi.sukunimi@ttl.fi

TYÖTERVEYSLAITOS**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 232594

12.09.2013

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

Työympäristön kehittämispalvelut



Hanna Hovi
asiantuntija
Helsinki

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

Oy Insinööri studio
Antti Laakso
Tornatorintie 3
48100 Kotka

ANALYYSIVASTAUS 236129a

26.9.2013

Näytteet Illenpuiston päiväkot**19.9.2013**

Olemme laskeneet geeliteippiin keräämiemme mineraalivillakuitujen (MMM) pitoisuudet stereomikroskooppisesti.

Analyysitulokset

teippi nro	mittauspiste	MMM pitoisuus yli 20 µm:n kuitua/cm ²
1	10. ryhmähuone, hyllyn päältä, 2 vko pöly	1,0
2	05. lepohuone, hyllyn päältä, 2 vko pöly	0,1
3	05. lepohuone, hyllyn päältä, 2 vko pöly	0,3
4	03. lepohuone, hyllyn päältä, 2 vko pöly	1,0
5	tuloilmakanava, pöly	5,9
6	42. musiikkihuone, pintapöly	13

Kuitujen lukumäärälle pinnoilla ei ole virallisia ohjearvoja. Työterveyslaitoksen suositus ohjearvoksi kuitutiheydelle kahden viikon pöylaskeumassa on 0,2 kuitua/cm². Ohjearvon ylittävissä pitoisuuksissa on suositeltavaa selvittää kuitulähteet ja mahdollisuudet kuitupitoisuuksien vähentämiseen.



Kari Korhonen
Erikoistyöhygieenikko
Työympäristön kehittämispalvelut



Tarja Seppänen
Laboratoriomestari
Työympäristön kehittämispalvelut