

Vastaanottaja

VANTAAN KAUPUNKI
Maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimiala
Tilakeskus, hankevalmistelut
Kielotie 13, 01300 VANTAA

Ulla Lignell

Asiakirjatyyppi
Tutkimusraportti

Päivämäärä
19.4.2013

KATRIINAN SAIRAALA SISÄILMASTOTUTKIMUS



Päivämäärä 18/04/2013
Laatijat Taija Turunen, ins. (AMK)
Risto Purtilo, DI
Tarkastaja Antti Siika-aho, ins. (AMK)

Viite 1510004021 Katriinan sairaala

YHTEENVETO TUTKIMUKSESTA

Saamamme toimeksiannon mukaisesti olemme laatineet Vantaalla, osoitteessa Katriinankuja 4 sijaitsevan Katriinan sairaalan sisäilmastotutkimuksen. Työ on tehty Vantaan kaupungin tilakeskuksen toimeksiannosta.

Tutkimus rajattiin koskemaan päiväsairaalan tiloja 171, 172, 164, 165 sekä fysikaalisen hoidon tiloja 109-1 ja 109-2. Tiloissa on koettu oireita, joiden epäillään johtuvan sisäilmasta. Päiväsairaala sijaitsee sairaalan B-osassa. B-osa on rakennettu vuonna 1959. Fysikaalisen hoidon tilat sijaitsevat sairaalan A-osassa. A-osa on rakennettu vuonna 1980.

Tiloja 171, 172, 164, 165, 109-1 ja 109-2 tarkasteltiin aistinvaraisin havainnoin, lisäksi tilojen lattiatapintoja ja ulkoseinien alaosa tarkasteltiin pistokoeluentoisesti pintakosteudenilmaisimella. Tilojen ulkoseiniä tarkasteltiin lisäksi aistinvaraisin havainnoin ulkopuolelta. Rakenteiden liitoskohtien ilmapuotoja selvitettiin typpi-vety -seoskaasulla suoritettujen merkkiainekokeiden avulla. Tasopinnoilta ja ilmanvaihtokanavista kerättiin pölynäytteitä. Lisäksi ilmanvaihdon tutkimuksina tehtiin mm. sisäilman hiilidioksidipitoisuuden, suhteellisen kosteuden ja lämpötilan seurantamittauksia, päätelaitteiden ilmamäärien mittauksia sekä hetkellisiä, että pidempiaikaisia paine-eromittauksia vaipparakenteiden yli sekä eri tilojen välillä. Lisäksi tiloista otettiin yhteensä 2 sisäilman mikrobi-näytettä ja 2 sisäilman VOC-näytettä.

Rakennuksen B-osan ilmanvaihtojärjestelmä perustuu vanhoihin tuloilmakoneisiin ja vesikatolla oleviin poistopuhaltimiin. Järjestelmä ei omaa lämmön talteenottoa ja ilmanvaihtokoneet ovat kaksinopeuksisia. Tilakohtaiset ilmamäärät ovat huomattavasti nykyisten ohjearvojen alapuolella ja tämä riittämätön ilmanvaihto myös haittaa tilojen tarkoituksenmukaista käyttöä.

Rakennuksen A-osan 2000-luvun puolivälissä uusitut ilmanvaihtokoneet ovat ajanmukaisia ja vaikuttavat aistivaraisten havaintojen sekä huoltohenkilökunnan haastattelujen perusteella olevan vielä hyväkuntoisia. Niiden lämmöntalteenotto on toteutettu tulo- ja poistokoneisiin asennettujen LTO-pattereiden avulla. Koneiden puhaltimia ohjataan taajuusmuuttajin ja niiden tuloilman suodattimet ovat EU7-luokkaa. Ilmanvaihdon päätelaitteet ovat normaaleja erillisiä tulo- ja poistoilmapäätelaitteita ja niiden kunto vaikuttaa hyvältä, mutta tarkastetuissa huoneissa niiden ilmamäärät poikkesivat suunnitelma-arvoista eikä ilmanvaihto ollut niissä tasapainossa.

Merkittävimmät havainnot, jotka käsityksemme mukaan voivat aiheuttaa sisäilman laadun heikkenemistä ovat seuraavia:

- Rakennuksen B-osan huonekohtaiset ilmanvaihtomäärät ovat liian alhaiset, osin jopa huomattavan alhaiset
- Rakennuksen A-osan tutkitut huonekohtaiset ilmanvaihtomäärät ovat liian alhaiset ja huoneiden tuloilmamäärät olivat merkittävän alhaiset
- Kaikissa tutkituissa huonetiloissa tulo- ja poistoilmamäärät ovat epätasapainossa, osassa jopa merkittävän erisuuret
- Rakennuksen B-osan molempien tuloilmakoneiden raitisilmasäleikköjen sijoitus mahdollistaa epäpuhtauksien pääsyn tuloilmakoneisiin ja ilmanlaadun tarpeettoman heikkenemisen
- Tuloilman korkeat lämpötilat rakennuksen B-osan tuloilmakoneissa heikentävät huoneiden sisäilman laatua ja vähentävät kykyä poistaa tilojen lämpökuormaa ilmanvaihdon avulla
- Rakenneliitoksissa on ilmapuotoja (esim. seinä-lattia-liitoksissa, ikkunaliitoksissa ja putkiläpivienneissä), joiden kautta rakenteiden sisällä olevat epäpuhtaudet voivat kulkeutua tietyissä painesuhteissa sisätiloihin
- Tutkituissa tiloissa on mineraalivillakuitulähteitä, esimerkiksi päiväsairaalan puolella sijaitsevat tuloilmapäätelaitteiden äänenvaimenninlevyt ja fysikaalisen hoidon tilojen puolella sijaitsevat yläpuolelta ja sivuilta pinnoittamattomat akustiikkalevyt

SISÄLTÖ

YHTEENVETO TUTKIMUKSESTA	3
1. Tutkimuksen perustiedot	1
1.1 Tutkimuskohde	1
1.2 Tutkimusajankohta	1
1.3 Tilaaja	1
1.4 Tutkimuksen tekijät	1
1.5 Tutkimuksen rajaukset ja tavoite	1
2. Kohteen perus- ja taustatiedot	2
2.1 Rakennuksen perustiedot	2
2.2 Käytävissä olleet suunnitelmat ja muut asiakirjat	2
3. Saadut tiedot	2
3.1 Tilaajalta saadut tiedot	2
4. Käytetyt mittalaitteet ja tutkimusmenetelmät	2
5. Havainnot	2
5.1 Havainnot asiakirjoista	2
5.2 Havainnot paikalla	3
6. Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset	4
6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän yleinen kunto ja tekninen taso	4
6.2 Tuloilman lämpötilojen mittaukset	7
6.3 Paine-erot vaipan yli ja tilojen välillä	7
6.4 Hiilidioksidi	9
6.5 Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila	10
7. Ilma- ja pölynkoostumusnäytteiden tutkimukset	13
7.1 Sisäilman WVOC- ja VOC-yhdisteet	13
7.2 Sisäilman mikrobinäytteet	13
7.3 Pölynäytteet tasopinnoilta ja ilmanvaihtokanavasta	14
8. Rakenteiden ilmavuodot	15
8.1 Liitoskohtien tutkimukset	15
9. Johtopäätökset	16
10. Toimenpide-ehdotukset	17

LIITTEET

Liite 1

Rakennuksen B-osan, päiväsairaalan pohjapiirustus, näytteidenottoaikat, seuranta-
mittauspaikat

Liite 2

Rakennuksen A-osan, fysikaalisen hoidon pohjapiirustus, näytteidenottoaikat, seu-
rantamittauspaikat

Liite 3

Sisäilman VOC-analyysit

Liite 4

Sisäilman mikrobialyysit

Liite 5

Pölynkoostumusanalyysit

Liite 6

Merkkiainemittaukset

1. TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT

1.1 Tutkimuskohde

Katriinan sairaala
Katriinankuja 4
01760 Vantaa

1.2 Tutkimusajankohta

Tutkimukset suoritettiin aikavälillä 21.2.2013 – 12.4.2013

1.3 Tilaaja

VANTAAN KAUPUNKI
Maankäytön, rakentamisen ja ympäristön toimiala
Tilakeskus, hankevalmistelut
Ulla Lignell
Kielotie 13
01300 VANTAA

1.4 Tutkimuksen tekijät

Tämän tutkimuksen projektipäällikkönä ja vastuuhenkilönä on toiminut Ramboll Finland Oy:stä Taija Turunen. Rakennetekniset tutkimukset, ilmamäärien mittaukset, sekä pölynäytteiden keräys ja sisäilman VOC-näytteiden otto suoritettiin Ramboll Finland Oy:n Taija Turusen ja Miika Koljosen toimesta. Sisäilman mikrobinäytteet suoritettiin Ramboll Finland Oy:n Veli-Matti Linnan toimesta. Merkkiainekokeet suoritettiin Insinööristudio Oy:n Otto Kosken ja Antti Aholan toimesta. Tutkimuksen ilmanvaihdon asiantuntijana on toiminut Ramboll Finland Oy:n Risto Purtilo.

1.5 Tutkimuksen rajaukset ja tavoite

Tilaaajan taholta tutkimus rajattiin koskemaan päiväsairaalasta huoneita 171, 172, 164, 165 sekä fysikaalisen hoidon tiloja 109-1 ja 109-2. Tiloissa on koettu oireita, joiden epäillään johtuvan sisäilmasta. Tavoitteena on selvittää mahdollisten sisäilmaongelmien syitä tutkittavissa tiloissa.

2. KOHTEEN PERUS- JA TAUSTATIEDOT

2.1 Rakennuksen perustiedot

Päiväsairaala sijaitsee sairaalan B-osassa. B-osa on rakennettu vuonna 1959. Fysikaalisen hoidon tilat sijaitsevat sairaalan A-osassa. A-osa on rakennettu vuonna 1980.

2.2 Käytettävissä olleet suunnitelmat ja muut asiakirjat

Käytettävissä olleet suunnitelmat:

- Kohteen arkkitehtipiirustukset: ARK 5820–101 (15.12.2004), ARK 233006-2 (15.5.1991), ARK 5820–107 (16.12.2004), ARK 3306–008 (4.7.1974), ARK 3306–007(4.7.1974), 233006-16 (27.3.1991)
- Kohteen rakennepiirustuksia: RAK RAE24002 (28.3.2006), RAK 4607–126 (31.10.2002), RAK 583–60-301 (20.10.1978), RAK 583–60-302 (24.10.1978), RAK 583–60-329 (28.11.1978), RAK 583–60-11(16.1.1979), RAK 4607–123 (31.10.2002), RAK 4607-R123 (4.10.2002), RAK 4607-M1-A (12.8.2002), RAK 4607-M3 (31.10.2002), RAK 22 (leikkauksia kellarin katosta 15.6.1957), RAK (seinäleikkauksia 1/25, 1/10, 24.7.1956), RAK 4 (kellarin katto 1/50 3.6.1957), RAK 6 (1-kerroksen katto 1/50, 5.9.1956)
- Kohteen LVI-piirustuksia: LVI 8765-IV-7 (28.6.1991), LVI 05811.003-3003-O (31.5.2002)

3. SAADUT TIEDOT

3.1 Tilaaajalta saadut tiedot

Tutkimus rajataan koskemaan tiloja 171, 172, 164, 165 päiväsairaalaan ja 109-1 ja 109-2 fysikaalisesta hoidosta. Tiloissa on koettu oireita, joiden epäillään johtuvan sisäilmasta. Ilmanvaihto on koettu aiemmin ongelmalliseksi päiväsairaalan tiloissa, mutta ongelmaa on korjattu. Kattavaa korjausta ei ole voitu toteuttaa vaadittavien muutostöiden laajuuden vuoksi.

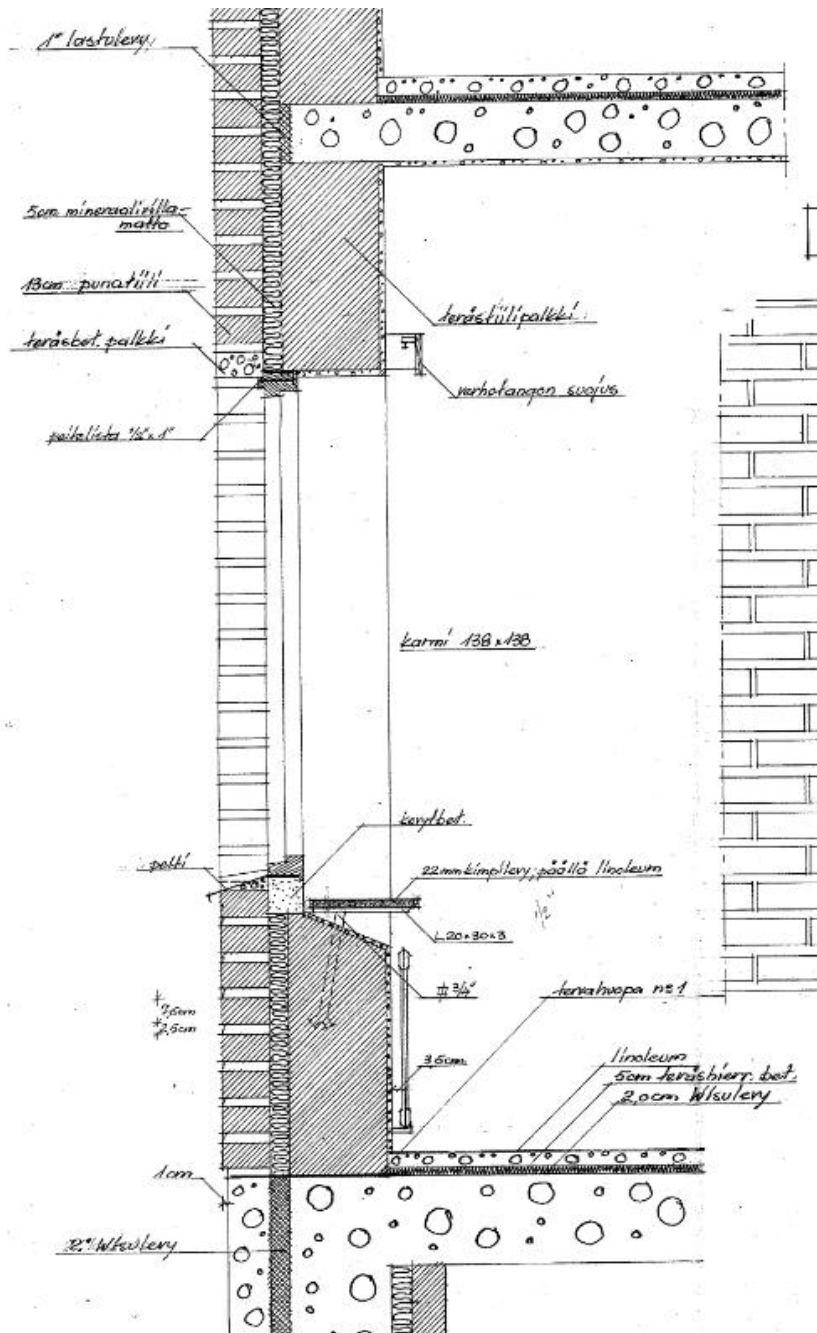
4. KÄYTETYT MITTALAITTEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT

- Pintakosteudenosoitin Tramex Moisture Encounter Plus MEP (pintakosteuskartoitus)
- TSI Velocicalc Plus 9565-P monitoimimittari (hetkelliset paine-eromittaukset)
- Magnesence paine-erolähetin & Gemini Tinytag dataloggeri (paine-erojen seuranta)
- Gemini Tinytag CO2 –dataloggeri (hiilidioksidi)
- GEMINI TGU-4500- dataloggeri (lämpötila- ja kosteus)
- TSI LCA301 Siipipyöranemometri & torvisarja (ilmanvaihto)
- Kaasuanalysaattori, vety-typpi - kaasuseos ja alipaineistaja (merkkiainekokeet)

5. HAVAINNOT

5.1 Havainnot asiakirjoista

Tutkittavat päiväsairaalan tilat sijaitsevat rakennuksen 1. kerroksessa. Päiväsairaalan puolella on 3 maanpäällistä kerrosta ja kellarikerros. Käytettävissä olleiden suunnitelmien perusteella 1. kerroksen ja kellarin välisenä välipohjarakenteena ovat teräsbetonilaatat. Laatan päällä on wisulevy-kerros, jonka päällä on pintalaatta. 1. - ja 2. kerroksen välinen välipohjarakenne on samanlainen (kuva 1). Ulkoseinä on tiilirakenteinen, jossa on eristeenä mineraalivilla. Sokkelihalkaisu- na on wisulevy.



Kuva 1. Päiväsairaalan puolen rakenneleikkauspiirustus

Tutkittavat fyysikaalisen hoidon tilat sijaitsevat rakennuksen 1. kerroksessa. Rakennuksen osassa, jossa fyysikaalisen hoidon tilat sijaitsevat, on 3 maanpäällistä kerrosta ja kellarikerros. Käytettävissä olleiden suunnitelmien perusteella 1. kerroksen ja kellarin välisenä välipohjarakenteena on ripalaatasto. 1. ja 2. kerroksen välipohjana on ontelolaatasto. Ulkoseinät ovat betonisandwich-elementtejä.

5.2 Havainnot paikalla

Päiväsairaalan tilat 171, 172, 164 ja fyysikaalisen hoidon tilat 109-1 ja 109-2 tarkasteltiin aistinvaraisin havainnoin. Lisäksi tilojen lattiapinnat tarkasteltiin pistokoeluontoisesti pintakosteudenilmaisimella. Lattiapinnoissa ei havaittu pintakosteudenilmaisimella kohonnutta kosteutta.

Rakennuksen julkisivuja tarkasteltiin aistinvaraisin havainnoin ongelmatilojen ulkopuolelta. Julkisivuissa havaittiin epätiiviyttä liitoksia (kuva 2). Maanpinnan kallistuksia ei lumen vuoksi päässyt tarkastelemaan.

Tutkittavien tilojen ulkoseiniä tarkasteltiin myös sisäpuolelta aistinvaraisin havainnoin ja seinien alaosia pistokoeluoontoisesti pintakosteudenilmaisimella. Ulkoseinien alaosien sisäpinnoissa ei havaittu pintakosteudenilmaisimella kohonnutta kosteutta. Huoneessa 172 on vaatekaappi, joka on kiinni ulkoseinässä. Kaapin takana ei ole ilmarakoa.



Kuva 2. Julkisivu huoneen 171 kohdalla. Ikkunan pystylistä puuttuu

6. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN TUTKIMUKSET

6.1 Ilmanvaihtojärjestelmän yleinen kunto ja tekninen taso

Päiväsairaalan eli B-rakennusosan ilmastointijärjestelmä perustuu tuloilmakoneiden ja erillisten vesikatolle sijoitettujen poistoilmapuhaltimien käyttöön. Poistoilmapuhaltimet eivät sisällä lämmöntalteenottoa. Alkuperäiset tuloilmakoneet ovat sijoitettu rakennuksen kellarikerrokseen omiin ilmanvaihtokonehuoneisiin länsi- ja itäsivustoille. Näissä on vesikiertoiset lämmityspatterit, suodatus ja kaksinopeuksiset puhaltimet. Kummankaan tuloilmakoneen raitisilmasäleikköä ei ole sijoitettu erityisen onnistuneesti huomioiden ulkoalueen toiminnot ja ympäristö. Itäisen konehuoneen raitisilmasäleikkö on vain 0,2 – 0,4 metrin korkeudella puutarhan nurmikon pinnasta mahdollistaen lehtien, roskien ja pölyn kulkeutumisen säleikköön ja iv-koneeseen (kuva 3). Läntisen konehuoneen raitisilmasäleikkö on taasen 3-4 metrin päässä rakennusten väliseltä huoltoajoväylältä.

Tuloilmakoneet ovat alkuperäisiä ja niihin on vaihdettu tai korjattu rikkoutuneita osia tarpeen mukaan. Tavoitteena on uusia suunnitelmallisesti vanhoja toimilaitteita ennakoidusti ennen niiden rikkoutumista, mutta uusittavan kokonaismäärän ollessa mittava kaikkien uusiminen kestää useamman vuoden.



Kuva 3. Päiväsairaalan itäseinusta tuloilmakoneen raitisilmäsäleikkö on alttiina lehduille, pölylle muille maanrajan irtaimille partikkeleille

Tuloilmakoneilta lähtevä kanavointi on koneiden viereisiltä osin rakennettu betonista ja kaikkiaan tuloilmakanavointi on poikkipinta-alaltaan liian pientä riittävän ilmanvaihdon toteuttamiseksi päiväsaunaan tiloissa. Runkokanavien alkupäissä on kerroksittain säätöpellit, mutta muuten ilmamäärien säätö tapahtuu pääosin yhdistettyjen tulo- ja poistoilmapäätelaitteiden avulla. Noiden päätelaitteen ilmamääriä säädetään säätönauruin varustettujen säätöpeltien kautta (kuva 4). Päätelaitteiden säätöpeltien asentojen luotettava todentaminen edellyttää käytännössä päätelaitteen säleikön poistamista, joten ilmamäärien muuttaminen on työläs toimenpide. Yhdistettyjen tulo- ja poistoilmapäätelaitteiden kyky vaihtaa huonetilojen ilmaa tehokkaasti vaikuttaa puutteelliselta. Mekanismi ei hajota tuloilmaa tasaisesti huoneeseen ja ilma ei sekoitu tehokkaasti oleskeluvyöhykkeelle.

Tilojen ilmamäärämitoitukset eivät vastaa nykyisiä ohjearvoja, vaan jäävät runsaasti niiden alapuolelle. Tutkituissa 1. kerroksen huoneissa mitoitusilmamäärät olivat 33 – 40 % alle nykyisten suositusarvojen. Osassa huonetiloja ero käytössä olevien mitoitusarvojen ja nykyisten ohjearvojen välillä on jopa yli 40 % alle nykyisten ohjearvojen. Mitatut ilmamäärät poikkeavat vielä enemmän niistä ilmamääristä, jotka tiloihin on aikoinaan suunniteltu (taulukko 1 ja 2).

Taulukko 1: Mitatut ilmamäärät poistovenntiileistä, suunnitellut ilmamäärät ja niiden ero

Mittalaite: TSI Airflow LCA301 siipipyöranometri + torvisarja			
Tila	Mitattu [l/s]	Vaadittu [l/s]	Ero [%]
172	6	8	-25
171	7	8	-13
165 ryhmätila	30	60	-50
164 ruokailutila	36	70	-49
109-1	15	22	-32
109-2	8	22	-64

Taulukko 2: Mitatut ilmamäärät tuloilmaventtiileistä, suunnitellut ilmamäärät ja niiden ero

Mittalaite: TSI Airflow LCA301 siipipyöranemometri + torvisarja			
Tila	Mitattu [l/s]	Vaadittu [l/s]	Ero [%]
172	14	8	75
171	16	8	100
165 ryhmätila	39	60	-35
164 ruokailutila	50	70	-29
109-1	8	22	-64
109-2	6	22	-73



Kuva 4. Päiväsairaalan yhdistetyn tulo- ja poistoilmapäätelaitteen tuloilman säätöpelti

Lähellä iv-koneita olevien rakenneaineisten ja peltisten runkokanavien kunto ei välttämättä ole enää hyvä, sillä ne ovat näkyviltä osin alkuperäisiä ja ovat voineet mekaanisesti kulua sisäpinnoiltaan. Tarkastetuilta osin poistoilmakanavien suut ja päätelaitteet olivat silmämääräisesti havainnoiden huomattavan likaiset.

A-rakennusosaa palvelevat ilmanvaihtokoneet ovat sijoitettu rakennuksen vesikatolle rakennettuun iv-konehuoneeseen. Koneet ovat asennettu 2000-luvun puolivälissä tehdyn saneerauksen yhteydessä. Niiden lämmöntalteenotto on toteutettu tulo- ja poistokoneisiin asennettujen LTO-pattereiden avulla. Koneiden puhaltimia ohjataan taajuusmuuttajin ja niiden tuloilman suodattimet ovat EU7-luokkaa. Iv-koneita palvelee myös iv-konehuoneeseen sijoitettu vedenjäähdytyskone.

A-rakennusosan ilmanvaihtokoneet ovat ajanmukaisia ja vaikuttavat aistivaraisten havaintojen sekä huoltohenkilökunnan haastattelujen perusteella olevan vielä hyväkuntoisia.

A-rakennuksen päätelaitteet ovat normaaleja erillisiä tulo- ja poistoilmapäätelaitteita. Niiden kunto vaikuttaa hyvältä, mutta tarkastetuissa huoneissa niiden säätöarvot ja tehdyt mittaustulokset antoivat viitteitä hallitsemattomista ilmanvaihdon säätöryityksistä.

Molempien rakennuksien ilmanvaihtoa ohjataan Siemensin ala-asemaphajaisella automaatiojärjestelmällä, jolla on myös paikallinen valvomo.

6.2 Tuloilman lämpötilojen mittaukset

Tilojen tuloilman lämpötiloja mitattiin 8.3.2013. Mittaustulokset ovat esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3: Mitatut tuloilman lämpötilat

Tila	Tuloilman lämpötila [°C]
172	22,5
171	22,7
164 tulo 1, ryhmätila	23,3
164 tulo 2 ryhmätila	23,7
164 tulo 1, ruokailutila	22,8
164 tulo 2, ruokailutila	22,8
109-1	18,5
109-2	19,0

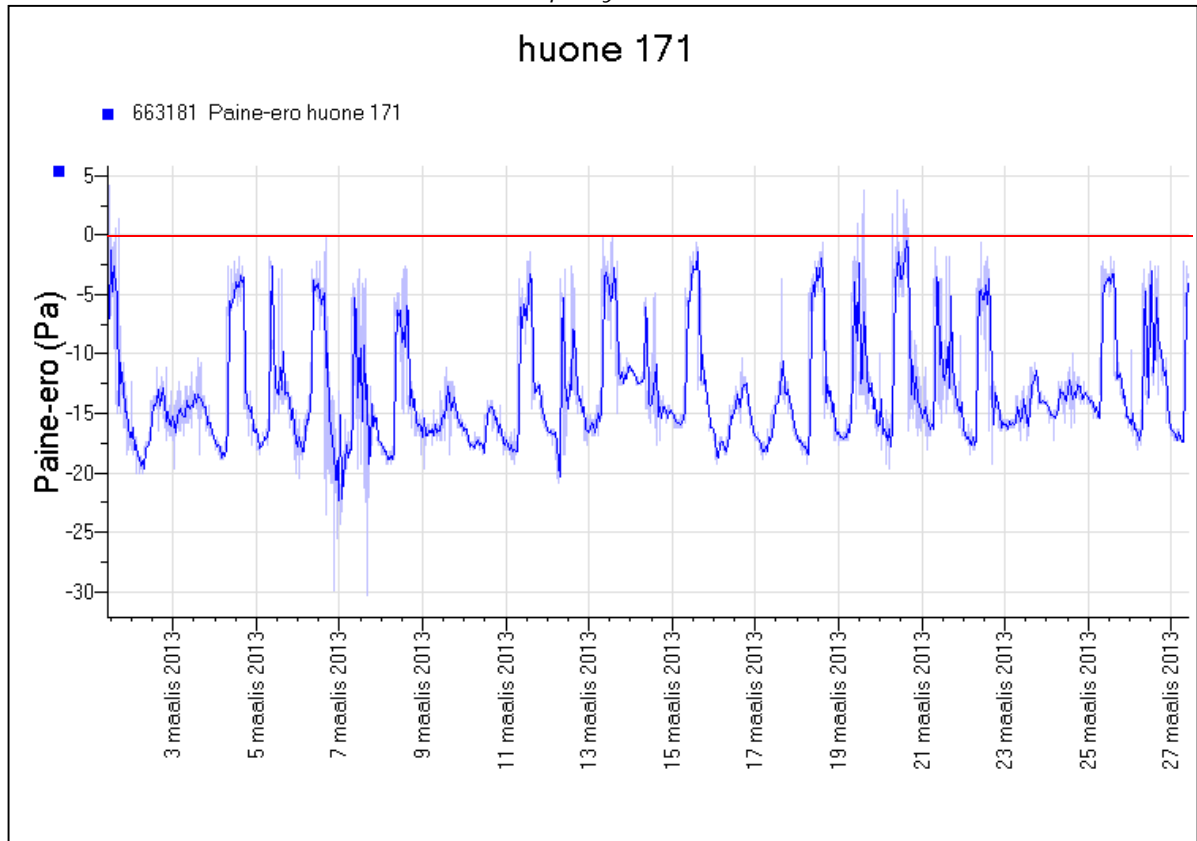
6.3 Paine-erot vaipan yli ja tilojen välillä

Tutkittaviin tiloihin suoritettiin hetkellinen paine-erojen mittaus ulkovaipan yli sekä tutkittavan tilan sekä käytävän välillä. Mittaukset suoritettiin ilmanvaihdon ollessa normaalisti päällä. Mittaukset suoritettiin 21.2.2013. Mittaustulokset ovat taulukossa 4. Tiloissa 171 ja 109-2 suoritettiin myös jatkuvatoiminen paine-eromittaus ulkovaipan yli. Mittaus suoritettiin aikavälillä 1.3–27.3.2013. Mittaustulokset ovat esitetty kaavioissa 1-2.

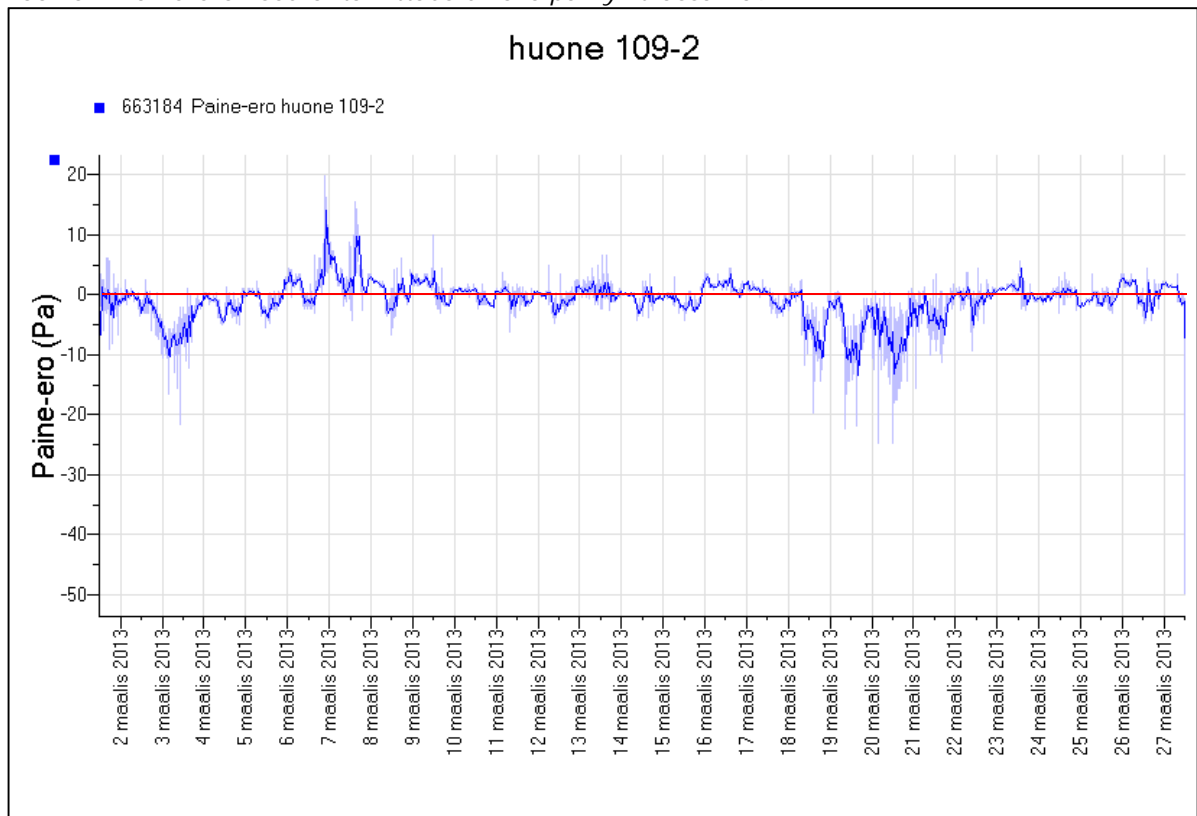
Taulukko 4: Paine-erot ulkovaipan yli sekä huonetilan ja käytävän välillä.

Tila	Paine-ero [Pa]
Tilan 172 paine-ero ulkovaipan yli tilan oven ollessa kiinni	-9,0
Tilan 172 paine-ero ulkovaipan yli tilan oven ollessa auki	-13,6
Tilan 172 paine-ero käytävään nähden	0,2
Tilan 171 paine-ero ulkovaipan yli tilan oven ollessa kiinni	-7,5
Tilan 171 paine-ero ulkovaipan yli tilan oven ollessa auki	-14,6
Tilan 171 paine-ero käytävään nähden	0,3
Tilan 109-1 paine-ero ulkovaipan yli tilan oven ollessa kiinni	-4,2
Tilan 109-1 paine-ero ulkovaipan yli tilan oven ollessa auki	-4,4
Tilan 109-1 paine-ero käytävään nähden	0,1
Tilan 109-2 paine-ero ulkovaipan yli tilan oven ollessa kiinni	-3,9
Tilan 109-2 paine-ero ulkovaipan yli tilan oven ollessa auki	-4,5
Tilan 109-2 paine-ero käytävään nähden	0,2

Kaavio 1: Paine-eron seurantamittaus ulkovaipan yli tilassa 171



Kaavio 2: Paine-eron seurantamittaus ulkovaipan yli tilassa 109-2

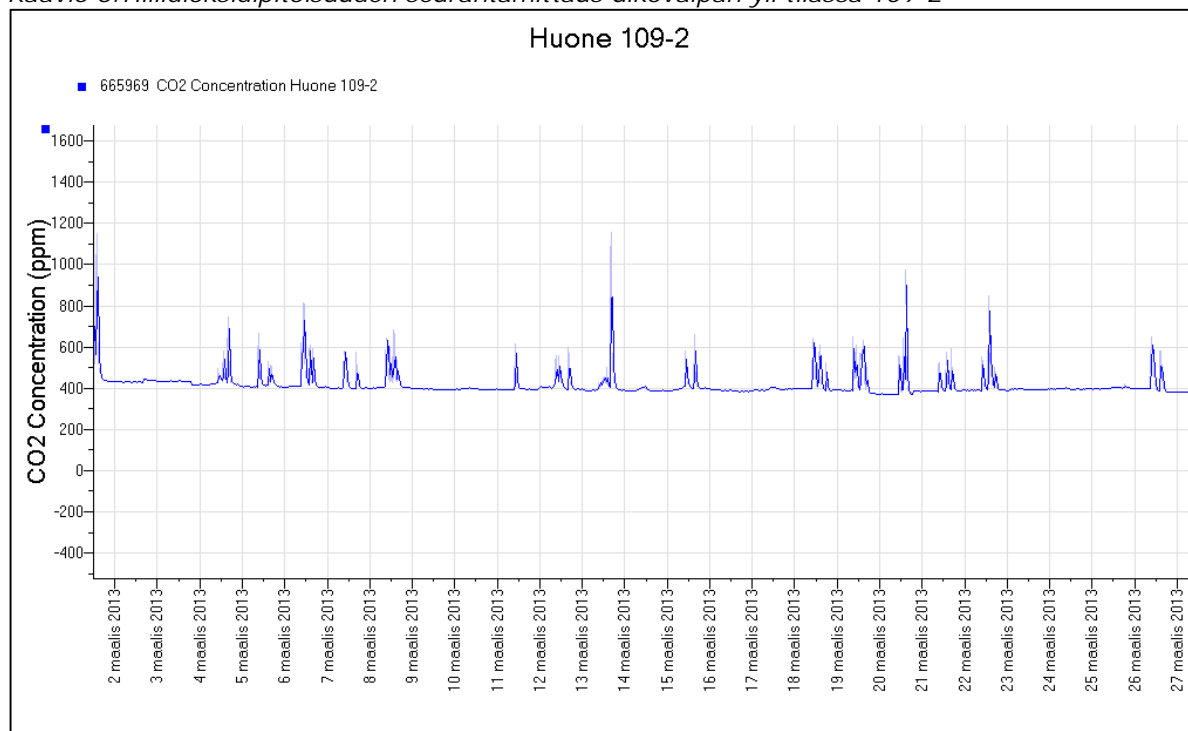


6.4 Hiilidioksidi

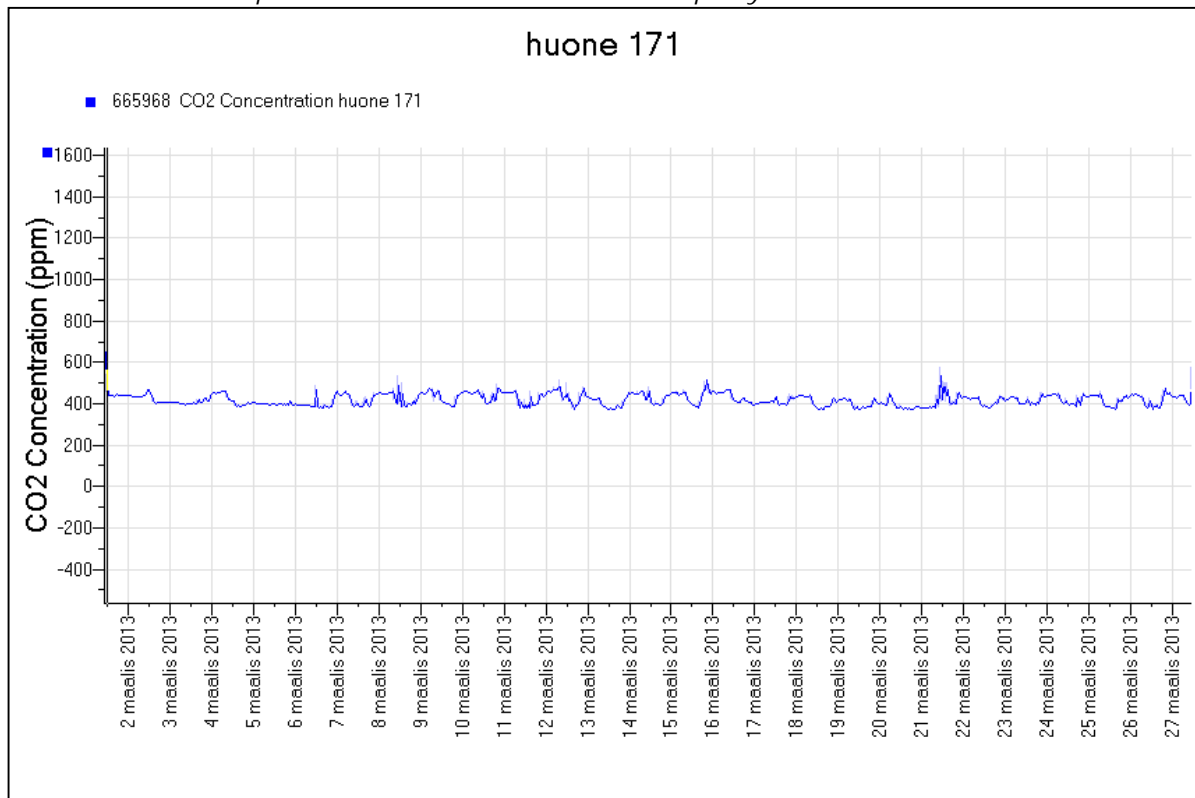
Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaus suoritettiin tiloissa 171, 172 ja 109-2. Mittaus suoritettiin jatkuvatoimisesti aikavälillä 1.3–27.3.2013. Tilojen hiilidioksidipitoisuudet ovat esitetty kaavioissa 3-5. Mittausjakson aikana ilmeni, että tilat 171 ja 172 eivät olleet normaalisti käytössä mittaus-ten aikana, joten tilojen seurantamittausten tulokset eivät vastaa tilojen normaalia käyttötilan-etta.

Asumisterveysohjeen mukaan hiilidioksidipitoisuudelle ei voida ilmoittaa mitään erityistä tervey-
dellistä ohjearvoa. Jos sisäilman hiilidioksidipitoisuus ylittää 1500ppm, on ilmanvaihtoa tehostet-
tava. Tyydyttävänä hiilidioksidipitoisuutena sisäilmassa voidaan pitää arvoa 1 200 ppm.

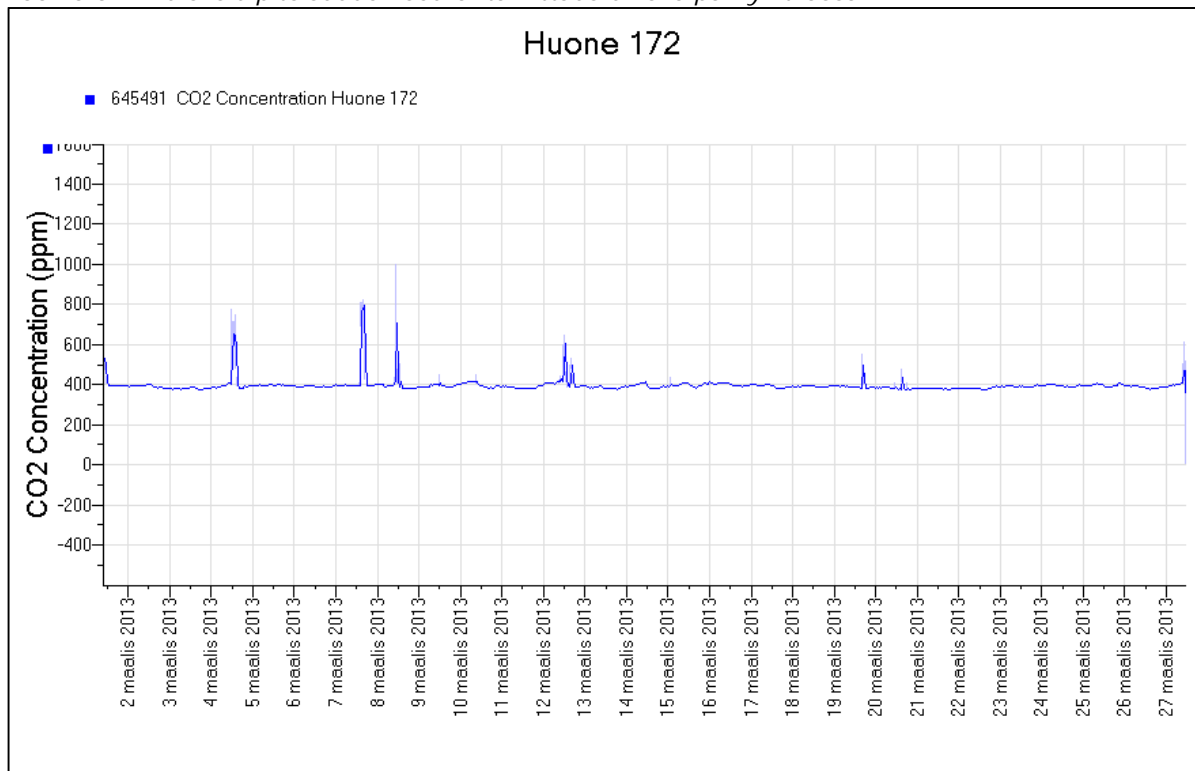
Kaavio 3: Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaus ulkovaipan yli tilassa 109-2



Kaavio 4: Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaus ulkovaipan yli tilassa 171



Kaavio 5: Hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaus ulkovaipan yli tilassa 172



6.5 Sisäilman suhteellinen kosteus ja lämpötila

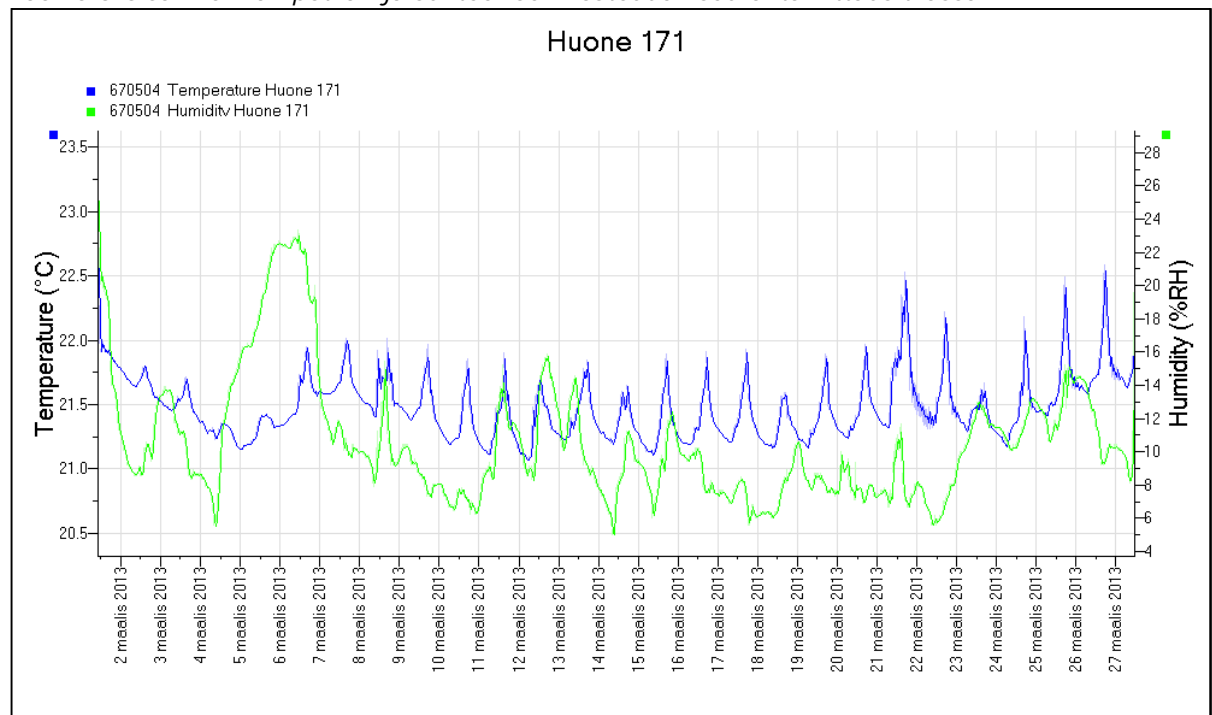
Sisäilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan seurantamittauksia suoritettiin tiloissa 171, 172 ja 109-2. Mittaus suoritettiin jatkuvatoimisesti aikavälillä 1.3–27.3.2013. Tilojen mittaustulokset ovat esitetty kaavioissa 6-8. Asumisterveysohjeen mukaan huoneilman lämpötila ei saa kohota

yli 26 °C, ellei lämpötilan kohoaminen johdu ulkoilman lämpimyydestä. Lämmityskaudella huoneilman lämpötilan ei tulisi ylittää arvoa 23 – 24 °C.

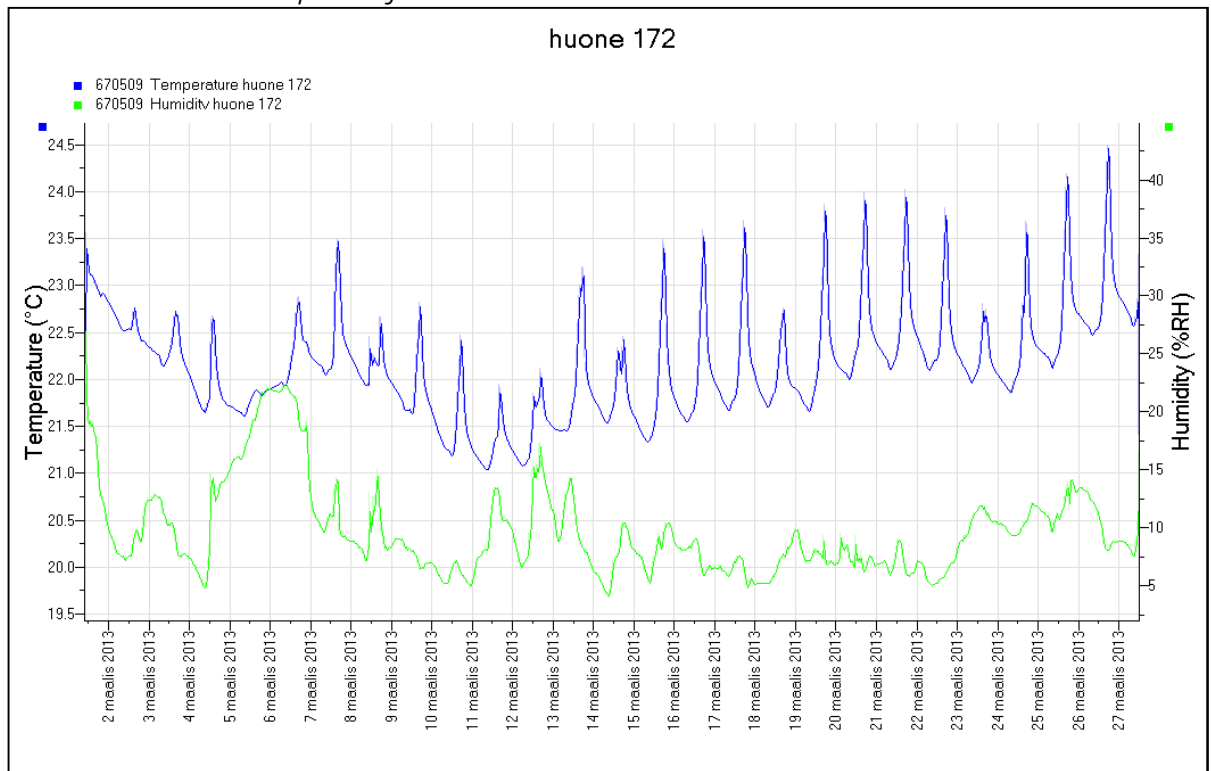
Sisäilman suhteelliselle kosteudelle ei ole olemassa viitearvoja. Yleisesti sopivana sisäilman suhteellisena kosteutena talviaikana pidetään 20...40 %. Sisäilman suhteellinen kosteus on lämmityskauden aikana yleensä alhainen ja se voi olla jopa alle 10 %.

Mittausjakson aikana ilmeni, että tilat 171 ja 172 eivät olleet normaalisti käytössä mittauksen aikana, joten tilojen seurantamittausten tulokset eivät vastaa tilojen normaalia käyttötilannetta.

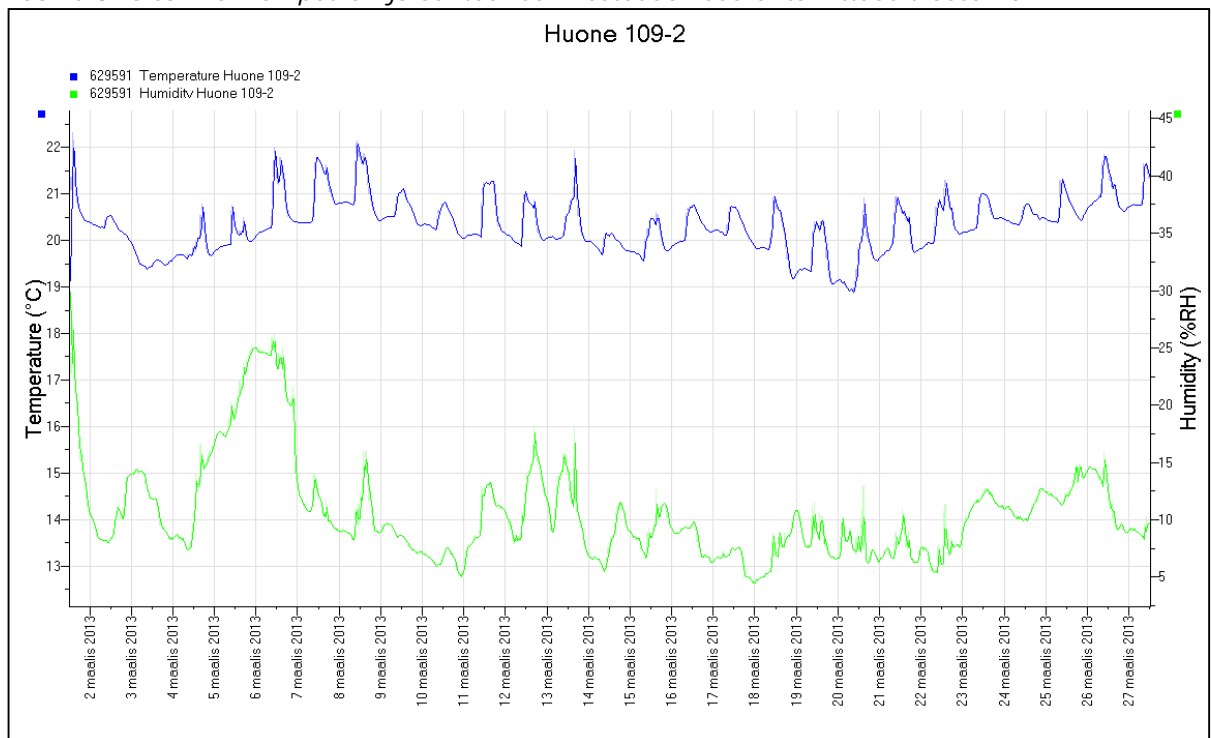
Kaavio 6: Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaus tilassa 171



Kaavio 7: Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaus tilassa 172



Kaavio 8: Sisäilman lämpötilan ja suhteellisen kosteuden seurantamittaus tilassa 109-2



7. ILMA- JA PÖLYNKOOSTUMUSNÄYTTEIDEN TUTKIMUKSET

7.1 Sisäilman VVOC- ja VOC-yhdisteet

Materiaalien pinnoista haihtuu sisäilmaan erilaisia kemiallisia yhdisteitä. Normaalitylanteessakin uusista lattioiden päällystysmateriaaleista haihtuu sisäilmaan kemiallisia yhdisteitä heti asennuksen jälkeen ensimmäisinä kuukausina. Betonilattian, lattiatasoitteen tai mattoliiman liiallinen kosteus voivat kuitenkin aiheuttaa päällystymateriaalissa ja sen liimassa vaurioitumisreaktion eli kemiallisen hajoamisen. Kemiallisessa hajoamisilmiössä syntyvät yhdisteet haihtuvat sisäilmaan. Jotkin yhdisteet aistitaan esimerkiksi epämiellyttävänä hajuna ja ärsytysoireina, kuten hengitysoireina ja päänsärkinä. Sisäilmasta otetun näytteen VOC-analyysillä selvitetään haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuutta sekä eri yhdisteiden määrää ja laatua. Tutkittavien tilojen pintamateriaalina on muovimatto. Työterveyslaitoksen mukaan yli 250 µg/m³ kokonaispitoisuus (TVOC) on kohonnut pitoisuus ja viittaa sisäilman epätavanomaisiin lähteisiin. VOC - yhdisteitä kerättiin aktiivisella näytteenottomenetelmällä sisäilmasta n. 30 minuutin ajan kahdesta eri tilasta. Näytteenottokohdat on esitetty raportin liitteinä olevissa pohjapiirustuksissa (liitteet 1 ja 2). Tutkituissa tiloissa lattioiden pintamateriaaleina on käytetty muovimattoa.

Ilmanäytteet:

Ilmanäyte VO1, tila 171

Ilmanäyte VO2, tila 109-2

Tulokset:

Näytteessä VO1 yhdisteiden lukumäärä ja yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ovat niin pieniä, ettei näytettä voi tulkita luotettavasti.

Näytteessä VO2 havaittiin epätavanomaisena pitoisuutena 2,2,4,6,6-pentametyyliheptaanin. 2,2,4,6,6-pentametyyliheptaanin mahdollisia lähteitä ovat esimerkiksi kosmetiikkatuotteet ja lattevat.

Tarkempi analyysivastaus on liitteessä 3. Näytteenottokohdat on esitetty liitteissä 1 ja 2.

7.2 Sisäilman mikrobinäytteet

Tilojen 172 ja 109-1 sisäilmasta otettiin näytteet mikrobi tutkimusta varten. Lisäksi otettiin vertailunäyte ulkoilmasta.

Sisäilman mikrobi pitoisuuksille on sosiaali- ja terveysministeriö antanut 1.5.2003 eräitä ohjearvoja, joiden suhteen on kuitenkin huomioitava vuodenajasta, olosuhteista, tutkimusmenetelmistä jne. johtuvat vaihtelut. Sädesieni-itiöiden esiintyminen yli 10 pmy/m³ pitoisuuksina taajamarakennusten sisäilmassa talviaikana viittaa mikrobikasvustoon rakennuksessa ja terveyshaitan olemassaoloon. Sen sijaan kohonnut bakteeripitoisuus (>4 500 pmy/m³) ei ilmennä tällaista terveyshaittaa, vaan viittaa esim. puutteelliseen ilmanvaihtoon. Taajamassa sijaitsevien rakennusten sisäilman homeitiöpitoisuus 100 - 500 pmy/m³ saattaa talviaikana olla osoituksena kohonneesta homeitiöpitoisuudesta. Jos homeitiöpitoisuus on >500 pmy/m³, se voidaan tulkita kohonneeksi ja mahdollista terveyshaittaa aiheuttavaksi. Tarkkoja ohjearvoja ei voida kuitenkaan antaa.

Sulan maan aikana otettuja näytteitä ei voi suoraan verrata talviaikaisiin raja-arvoihin. Tulosten tulkinnassa käytetään apuna ulkoilmasta saatuja vertailuarvoja sekä tarkastellaan homelajistoa.

Tulokset

Huoneesta 109-1 otetun ilmanäytteen bakteeripitoisuudeksi osoitettiin 25 pmy/m³. Näytteessä ei todettu olevan sädesieni-itiöitä. Näytteen homeitiöpitoisuudeksi osoitettiin 2 % Malt -alustalla

<10 pmy/m³. Näytteestä tunnistettiin Penicillium. Näytteen homeitiöpitoisuudeksi osoitettiin DG18 -alustalla 11 pmy/m³. Näytteestä tunnistettiin Penicillium.

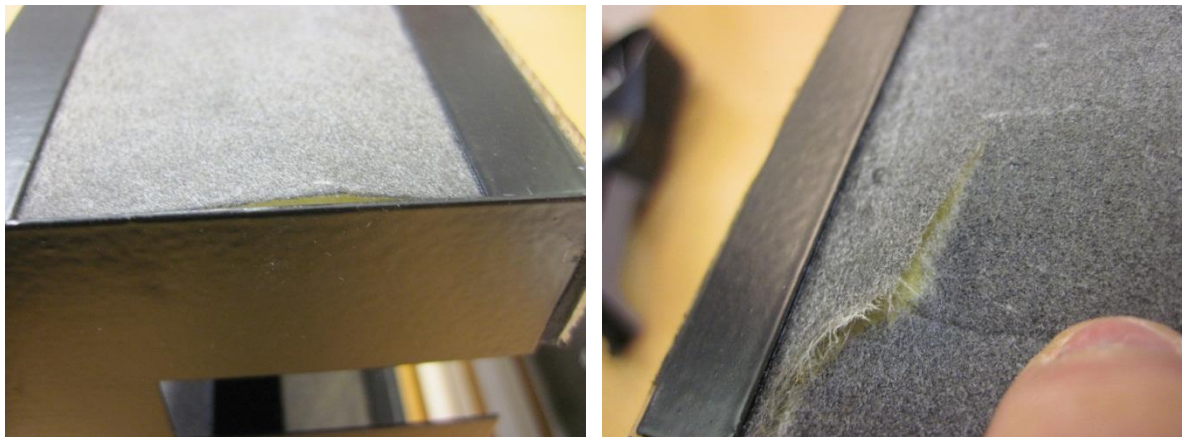
Huoneesta 172 otetun bakteeripitoisuuden osoitettiin 25 pmy/m³. Näytteessä ei todettu olevan sädesieni-itiöitä. Näytteen homeitiöpitoisuudeksi osoitettiin 2 % Malt -alustalla 14 pmy/m³. Näytteestä tunnistettiin Penicillium. Näytteen homeitiöpitoisuudeksi osoitettiin DG18 -alustalla 21 pmy/m³. Näytteestä tunnistettiin Penicillium 80 %, Cladosporium 20 %.

Ulkoilmanäytteen bakteeripitoisuudeksi osoitettiin <10 pmy/m³. Näytteessä ei todettu olevan sädesieni-itiöitä. Näytteen homeitiöpitoisuudeksi osoitettiin 2 % Malt -alustalla 21 pmy/m³. Näytteestä tunnistettiin Penicillium 70 %, hiiva 30 %. Näytteen homeitiöpitoisuudeksi osoitettiin DG18 -alustalla 28 pmy/m³. Näytteestä tunnistettiin Penicillium 75 %, Acremonium 25 %.

Tarkempi analyysivastaus on esitetty liitteessä 4. Näytteenottokohdat on esitetty liitteissä 1 ja 2.

7.3 Pölynäytteet tasopinnoilta ja ilmanvaihtokanavasta

Pölynkoostumusta tutkittiin tilojen 172 ja 109-1 tuloilmakanavista sekä tasopinnoilta kerättyjen pölynäytteiden avulla. Pölynkoostumusnäytteiden tarkoituksena on ennen kaikkea selvittää, että sisältääkö tilojen sisäilma teollisia mineraalivillakuituja, jotka voivat aiheuttaa mm. ärsytysoireita silmissä ja ylähengitysteissä. Mineraalikuituja voi päästä sisäilmaan mm. tuloilmakanavista, joiden koneistojen äänenvaimentimet sisältävät mineraalivillaa ja rikkoontuessaan vuotavat kanavistoon. Tilan 172 tuloilmakanavan äänenvaimentimen pinnoitus ei ollut yhtenäinen ja siinä havaittiin repeämä (kuvat 5-6). Muita kuitulähteitä voivat olla päällystämättömät akustiikkalevyt. Tutkittavien tilojen osalla akustiikkalevyjä on tiloissa 109-1 ja 109-2. Akustiikka levyt olivat päällystämättömiä yläpinnoiltaan ja sivuiltaan (kuva 7). Kuvassa 8 on tuloilmapäätelaitteen äänenvaimennin fysikaalisen hoidon tilasta 109-2.



Kuvat 5 ja 6. Tilan 172 tuloilmakanavan äänenvaimentimen pinnoitus ei ollut yhtenäinen ja siinä havaittiin repeämä



Kuvat 7 ja 8. Tilojen alakattojen 109-1 ja 109-2 akustiikkalevyt olivat päällystämättömiä yläpinnoiltaan ja sivuiltaan. Tilan 109-2 tuloilmapäätelaitteen äänenvaimennin.

Pölynäytteitä kerättiin pölynkoostumuksen selvittämiseksi seuraavasti:

- | | |
|---------|-------------------------------------|
| Pöly 1: | tila 172, tuloilmakanava |
| Pöly 2: | tila 172, pintapöly tasopinnoilta |
| Pöly 3: | tila 109-1, tuloilmakanava |
| Pöly 4: | tila 109-1, pintapöly tasopinnoilta |

Tulokset:

- Näyte 1: Tilan 172 tuloilmakanavasta otettu pölynäyte sisälsi erittäin runsaasti mineraalipölyä, mineraalivillakuituja oli jonkin verran. Orgaanista pölyä on vähän.
- Näyte 2: Tilan 172 pintapölynäyte sisältää kohtalaisesti orgaanista pölyä. Mineraalipölyä on jonkin verran. Mineraalivillakuituja on jonkin verran.
- Näyte 3: tilan 109-1 tuloilmakanavasta otettu näyte sisältää runsaasti mineraalipölyä. Metallipölyä on kohtalaisesti. Mineraalivillakuituja on vähän. Orgaanista pölyä on niukasti.
- Näyte 4: tilan 109-1 pintapöly sisältää jonkin verran mineraalipölyä. Metallipölyä ja orgaanista pölyä on vähän. Mineraalivillakuituja on niukasti.

Tarkempi analyysivastaus on esitetty liitteessä 5. Näytteenotokohdat on esitetty liitteissä 1 ja 2.

8. RAKENTEIDEN ILMAVUODOT

8.1 Liitoskohtien tutkimukset

Rakenteiden liitoskohtien ilmatiiveyttä tutkittiin merkkiainekokeiden avulla tiloissa 172, 164 ja 109-2. Merkkiaineena käytettyä typpi-vety kaasuseosta laskettiin tilassa 172 ulkoseinän eristetilään ja välipohjan askeläänieristetilään. Tiloissa 164 ja 109-2 merkkiainetta laskettiin ulkoseinän eristetilään. Rakenteiden vuotopaikkoja paikannettiin merkkiaineanalysaattorin avulla. Mittaukset suoritettiin normaalikäyttötilanteessa sekä alipaineistettuna.

Tilan 172 paine-ero ulkovaipan yli normaalissa käyttötilanteessa oli -5...-13 Pa. Normaalissa käyttötilanteessa ulkoseinään laskettu merkkiaine kulkeutui seinän alareunasta, putkiläpiviennistä ja ikkunan皮elestä. Askeläänieristetilään lasketun merkkiaineen vuotokohdat havaittiin ulkoseinän lisäksi väliseinän alareunasta.

Ryhmä/ruokailutila 164 alipaineistettiin ovipuhaltimella, jolloin paine-ero ulkovaipan yli oli -17...-22 Pa. Vuotokohtia havaittiin seinän alareunasta kauttaaltaan, keittiökaappien alla, seinästä tulevan uunin sähköjohdon läpiviennistä, putkiläpiviennistä, ikkunoiden pielistä sekä väliseinän alareunassa olevasta sähkökourusta.

Tila 109-2 alipaineistettiin -4...-10 Pa tukkimalla tuloilmaventtiili. Ulkoseinään laskettu merkkiaine kulkeutui huoneeseen putkiläpiviennistä sekä lattian alareunasta

Tarkempi raportti merkkiainemittauksista on liitteenä 6.

9. JOHTOPÄÄTÖKSET

Kaikissa tutkituissa huonetiloissa tulo- ja poistoilmamäärät ovat epätasapainossa, osassa jopa merkittävän erisuuret.

Päiväsairaalan eli rakennuksen B-osan tuloilmakoneet ja kanavointi ovat kapasiteetiltaan palvelutaviin tiloihin nähden liian pieniä. Päiväsairaalan yhdistettyjen tulo- ja poistoilmapäätelaitteiden kyky vaihtaa huonetilojen ilmaa ei ole optimaalinen, mutta päätelaitteiden massavaihtoon ei ole järkevää ryhtyä ennen iv-koneiden ja kanavointien uusintaa.

Rakennuksen A-osan ilmavaihtokoneiden ja päätelaitteiden kunto vaikuttaa hyvältä, mutta mitatut huonekohtaiset ilmamäärät eivät ole kohdallaan.

Sisäilman suhteellisen kosteuden ja lämpötilan seurantamittauksia suoritettiin tiloissa 171, 172 ja 109-2. Tilan 172 lämpötila oli ajoittain varsin korkea. Tilan 171 lämpötila oli normaalilla tasolla. Mittausjakson aikana kuitenkin ilmeni, että tilat 171 ja 172 eivät olleet normaalisti käytössä mitausten aikana, joten tilojen seurantamittausten tulokset eivät vastaa tilojen normaalia käyttötilannetta. Korkea lämpötila selittyy osaltaan päiväsairaalan puolen tilojen riittämättömällä ilmanvaihdolla ja korkealla tuloilman lämpötilalla. Tilan 109-2 sisäilman lämpötila on normaalilla tasolla samoin tilan tuloilman lämpötila.

Tilojen 109-2, 171 ja 172 hiilidioksidipitoisuuden seurantamittaukset eivät ylittäneet mittausjaksolla ohjearvoja. Mittausjakson aikana kuitenkin ilmeni, että tilat 171 ja 172 eivät olleet normaalisti käytössä mitausten aikana, joten tilojen seurantamittausten tulokset eivät vastaa tilojen normaalia käyttötilannetta.

Tilan 172 tuloilmakanavasta ja pintapölystä otetuissa pölynkoostumusnäytteissä havaittiin mineraalivillakuituja, joiden lähteinä ovat mahdollisesti tuloilmakoneen ja/tai -pätelaitteen äänenvaimentimet. Päiväsairaalan rakenneaineiset IV-kanavat voivat olla näytteistä löydetyn mineraalipölyn lähde. Tilan 109-1 tuloilmakanavan ja pintapölyn pölynkoostumusnäytteissä havaittiin pieniä määriä mineraalivillakuituja. Vähäisestä määrästä ei ole merkittävää haittaa, mutta tiloissa on akustiikkalevyjä, jotka ovat yläpinnoiltaan ja sivuiltaan päällystämättömiä.

Merkkiainemittauksissa havaittiin, että rakenteiden liitoskohdissa, kuten seinä-lattia-liitoksissa, ikkunaliitoksissa ja putkiläpiviennissä on ilmapuotoreittejä. Ilmapuotoreittien kautta on mahdollista päästä epäpuhtauksia tilojen sisäilmaan ulkoseinä- tai välipohjarakenteesta. Epäpuhtaudet voivat heikentää sisäilman laatua. Ilmapuotoa tapahtuu varsinkin silloin, kun tilat ovat erityisen alipaineisia. Hetkellisissä paine-erojen mittauksissa ja tilojen 171 ja 109-2 seurantamittauksessa havaittiin, että tilat olivat mitausten aikana alipaineisia. Onnistuneen sisäilmakorjauksen kannalta onkin tärkeää, että rakenteiden liitoskohdista tehdään ehdottoman ilmatiiviitä. Epätiiviit julkisivun liitoskohdat (esim. ikkuna-ulkoseinien liitokset) lisäävät kosteusrasitusta ulkoseinillä.

Tilojen 171 ja 109-2 sisäilmasta otetuissa VOC-näytteistä ei havaittu varsinaisesti viitteitä lattioiden pintamateriaalien vaurioitumisesta, mutta tilan 109-2 ilmanäytteessä esiintynyt 2,2,4,6,6-pentametyyliheptaani voi viitata epäonnistuneeseen lattian vahaukseen tai yhdisteet voivat olla peräisin kosmetiikkatuotteista.

Tilojen 172 ja 109-1 sisäilmasta otettujen mikrobinäytteiden tulokset eivät ylittäneet sosiaali- ja terveysministeriön 1.5.2003 antamia ohjearvoja. Tiloista otetuissa mikrobinäytteissä ei myöskään ollut kosteusvaurioon indikoivia mikrobisukuja.

10. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

Päiväsairaalan ilmavaihtojärjestelmän kattava parannus ja muutos vaatisivat vanhojen tuloilmakoneiden ja poistopuhaltimien korvaamista useilla uusilla tulo- ja poistoilmavaihtokoneilla, joissa olisi nykyaikainen puhallinnopeuksien taajuussäätö, lämmön talteenotto ja monipuoliset ohjausmahdollisuudet. Nykyinen ilmavaihdon kanavointi ei ole riittävä ajanmukaisille eri tilojen ilmamäärille ja samoin uudet ilmanvaihtokoneet tulisi sijoittaa uusiin tiloihin pyrkien minimoimaan kanavamääriä ja vaadittavia puhallintehoja. Koska noin mittavaan saneeraukseen ei ilmeisesti päiväsairalan tiloissa ole lähitulevaisuudessa mahdollisuuksia, tulisi kanavat puhdistaa ja mitata sekä säätää kone-, kanava- ja tilakohtaiset ilmamäärät. Päiväsairaalan osalta tulee kriittisinä pidettyjen tilojen ilmamääriä tarvittaessa lisätä vähemmän tärkeänä pidettyjen tilojen kustannuksella.

Päiväsairaalan ilmavaihtokoneiden tuottaman tuloilman lämpötilaa tulee pyrkiä alentamaan, jotta huoneiden sisäilman laatu paranee ja huoneiden lämpökuormaa voidaan tehokkaammin poistaa ilmanvaihdon kautta.

Päiväsairaalan puolen tuloilmapäätelaitteiden äänenvaimenninlevyt tulisi vaihtaa ehjäpintaisiin levyihin tai levyt tulisi pinnoittaa. Päiväsairaalan puolen tuloilmakoneen äänenvaimenninlevy tulisi tarkastaa ja uusia tai pinnoittaa tarvittaessa. Tulisi selvittää, onko mahdollista käyttää kuitupäästöttömiä äänenvaimenninratkaisuja. Fysikaalisen hoidon tiloissa 109-1 ja 109-2 alakattorakenteissa käytetyt mineraalivillaeristeiset akustiikkalevyt suositellaan pinnoitettavaksi kaikilta sivuiltaan tai vaihdettavaksi kuitupäästöttömiin akustiikkalevyihin.

Päiväsairaalan rakenneaineisten sekä vanhojen peltisten runkokanavien kunto tulee tarkastaa. Päiväsairaalan tuloilmakoneiden raitisilmasäleiköt tulee siirtää maan rajan ja autojen kulkuteiden välittömästä läheisyydestä.

A-rakennuksen osalta tulee ilmanvaihdon kanavat puhdistaa tarvittavilta osin ja mitata sekä säätää kone-, kanava- ja tilakohtaiset ilmamäärät.

Rakenteiden liitoskohtien ilmapuotokohdat tulee tiivistää pastamaisella vedeneristemassalla ja vahvikenauhoilla (Ardex 8+9). Tiivistystyön onnistuminen varmistetaan tiivistyskorjauksen alussa tehtävillä mallihuoneilla sekä tiivistystyön aikana tehtävillä merkkiainekokeilla. Elastisten saumamassojen käyttö tiivistysmateriaalina on kielletty.

Lisäksi julkisivun epätiivit liitokset tulee tiivistää. Jos sisätiloissa on kiinteitä kaappeja, ilmoitus-tauluja tms. ulkoseinien edessä, tulisi ne asentaa niin, että niiden takaa ilma pääsisi kiertämään.

Espoossa 19.4.2013

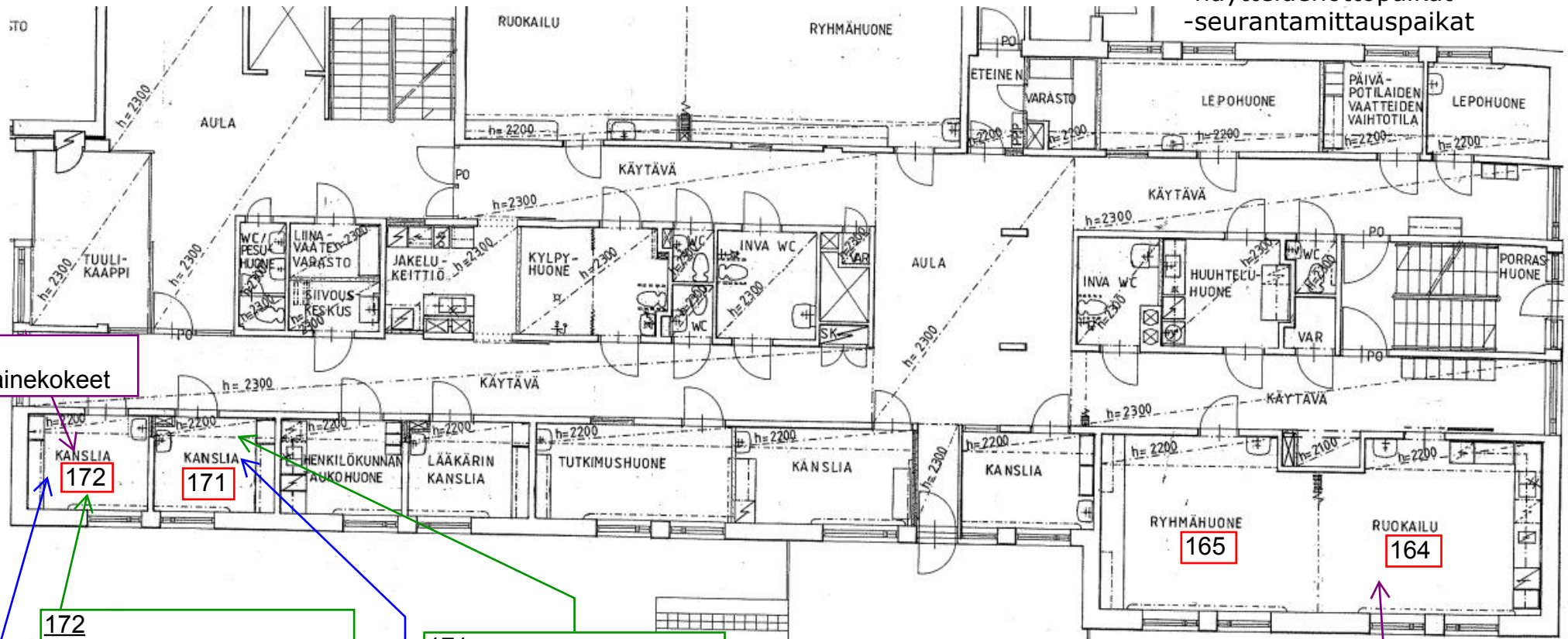
Ramboll Finland Oy

Taija Turunen, ins. (AMK)

Risto Purtilo, DI

Rakennuksen b-osa, päiväsairaala
-näytteidenottopaikat
-seurantamittauspaikat

LIITE 1



172
Merkkiainekokeet

172
Näytteet:
- Sisäilman mikrobinäyte 2.
- Pölynkoostumusnäytteet
1. ja 2.

171
Näytteet:
- Sisäilman VOC-näyte 1.

164
Merkkiainekokeet

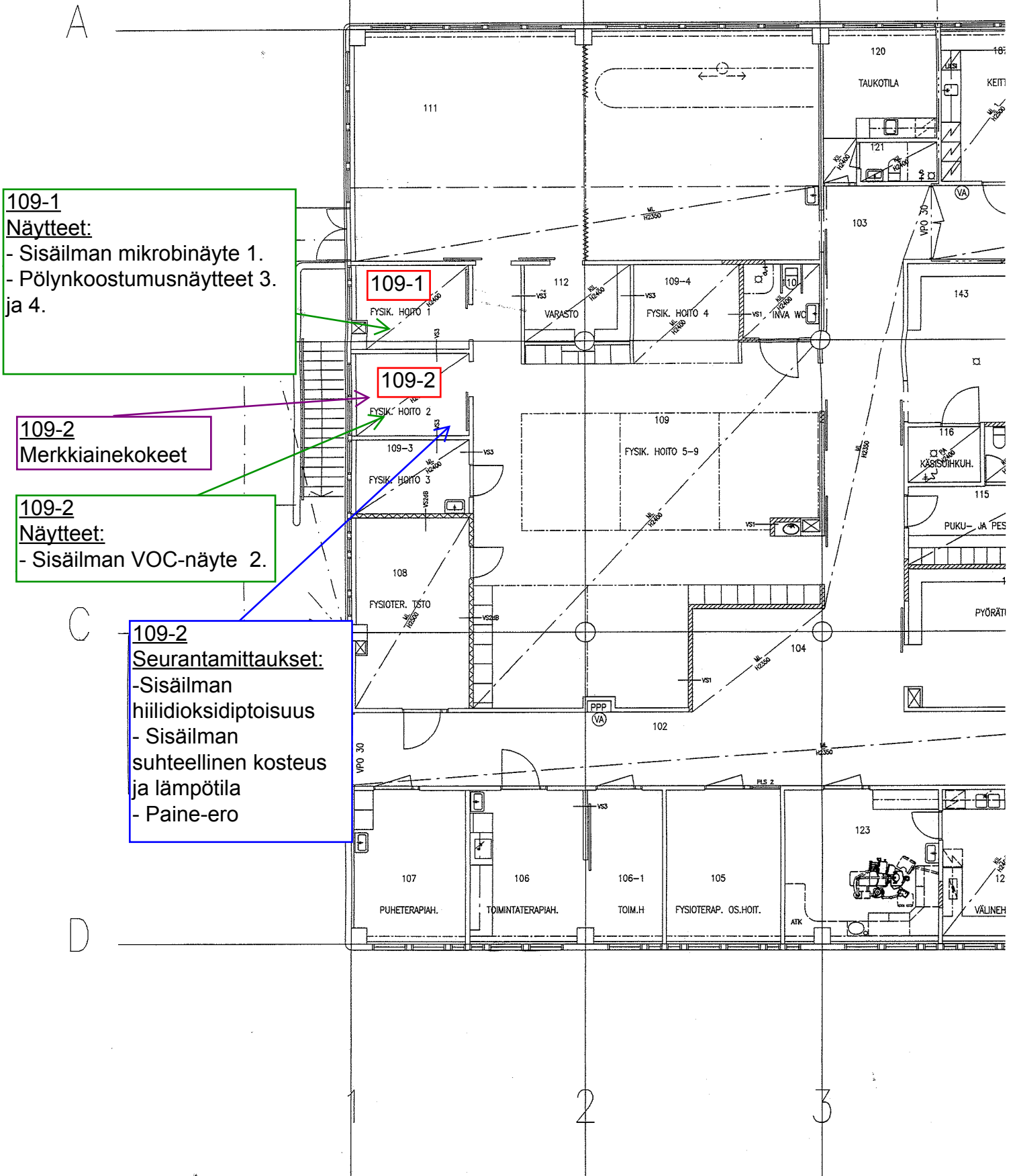
172
Seurantamittaukset:
-Sisäilman
hiilidioksidipitoisuus
- Sisäilman
suhteellinen kosteus
ja lämpötila

171
Seurantamittaukset:
-Sisäilman
hiilidioksidipitoisuus
- Sisäilman
suhteellinen kosteus
ja lämpötila
- Paine-ero

SAIRAALARAKENNUS VARUSTETAAN KÄYTTÖTARKOITUKSEN MUKAISILLA
ILMANVAIHDOLLA.
RAKENNUKSESSA SÄILYVÄT ENTISET PALOALUEET ENTISINÄ
PALO-OVINEEN.

-näytteidenottopaikat

-seurantamittauspaikat



Analyysivastaus 1510613
VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma

Tilaja	Ramboll Finland Oy, Taija Turunen, PL 25, 02601 ESPOO
Tutkimuskohde	Katriinan sairaala,
Näytteenottaja	Ramboll Finland Oy
Näytteenottopäivä	1.3.2013
Vastaanotettu	1.3.2013
Viitteenne	1510004021

Laboratorio	Ositum Oy, Otakaari 12, 02150 ESPOO	Puhelin	+358 10 425 2610
Yhteyshenkilö	FT, kemisti Juhani Kronholm		+358 50 350 9880
Analysoija	FT, kemisti Juhani Kronholm		
Raportoija	FT, kemisti Juhani Kronholm		

Analyysimenetelmä

Näytteet on kerätty Ositum Oy:n tarkkuuspumpulla, joka on kalibroitu Bios International Defender 520 tarkkuuskalibroitilaitteella. Tulokset perustuvat asiakkaan ilmoittamaan keräysaikaan.

Suosittelava näytteenottoaika määräytyy käytetyn putkityypin sisältämien adsorbenttien ominaisuuksien perusteella. Suositeltavat näytteenottoajat on esitetty näytteenotto-ohjeessa. Näytteenottoajan merkittävä pidentäminen suositellusta voi johtaa erittäin haihtuvien orgaanisten yhdisteiden irtoamiseen adsorbentista. Näytteessä havaitut yhdisteet ja niiden pitoisuudet riippuvat käytetystä adsorbentista.

Näytteet on analysoitu standardien ISO 16000-6 ja SFS-EN 16017-1 mukaisesti käyttäen termodesorptiota, kaasukromatografiaa ja massaselektiivistä detektoria (Agilent TD-GC-MS-laitteisto). Analyysimenetelmässä GC:n lähtölämpötila on +10 °C ja analyysissa käytetään erityispitkää 60 metrin kolonnaa, jotta näytteen sisältämät yhdisteet saadaan eroteltua tarkasti. Menetelmä mahdollistaa erittäin haihtuvien, tavanomaisissa sisälämpötiloissa esiintyvien, yhdisteiden havainnoinnin. Menetelmällä voidaan mitata erittäin haihtuvia (VVOC) ja haihtuvia orgaanisia yhdisteitä (VOC) kiehumispistealueella >0 – 260 °C. Tällä menetelmällä saatu tulos poikkeaa havaittujen yhdisteiden lukumäärän suhteen muilla menetelmillä tehdyistä analyyseistä.

Analyyssi poikkeaa Asumisterveysoppaassa esitellystä menetelmästä siten, että Tenax TA adsorbenttiputken sijaan käytetään kolmen adsorbentin putkea, jossa yksi adsorbenteista on Tenax TA.

Yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet on laskettu tolueeniekvivalenttina, eli vertaamalla niiden vastetta tolueenin vasteesta muodostettuun nollan kautta kulkevaan kalibrointisuoraan. Yhdisteet on tunnistettu vertaamalla niiden massaspekttriä Wiley- ja NIST-kirjastojen mallimassaspektreihin ja niiden pitoisuudet on ilmoitettu mikrogrammoina yhtä kuutiometriä ilmaa kohden ($\mu\text{g}/\text{m}^3$). Analyysituloksessa ilmoitettu TVOC (Total Volatile Organic Compounds) on sisäilmanäytteestä analysoitujen yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus.

Laboratorioanalyysin mittausepävarmuus noin 3,5 litran sisäilmanäytteen TVOC:lle on 34 % ja määrittämissuure on < 10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Tolueeniekvivalenttina määritetyille yksittäisille yhdisteille mittausepävarmuudet ovat yllä mainittuja suurempia, ja niiden pitoisuusmäärittäminen on semikvantitatiivinen. Toistettavuus on määritetty yhdisteryhmäkohtaisesti.

Yhdisteryhmä	Toistettavuus (%)
Aldehydit ja ketonit	30
Alkaanit ja alkeenit	30
Alkoholit	20
Aromaattiset yhdisteet	50
Fenolit	30
Eetterit	40
Esterit	30
Halogenoidut yhdisteet	60
Orgaaniset hapot	60
Terpeenit	30
Typpiyhdisteet	50

Yksittäisten yhdisteiden yli 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n pitoisuudet ovat suuntaa-antavia ja tällöin myös analyysissä saatu TVOC on suuntaa-antava. Alle 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$:n TVOC on ilmoitettu yhden merkitsevän 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:lla näytettä ei voi tulkita luotettavasti.



Ositum Oy:n kemian laboratorion Oulun, Tampereen ja Espoon toimipisteet ovat akkreditoituja testauslaboratorioita T261 (FINAS-akkreditointipalvelu, (SFS-EN ISO/IEC 17025:2005)). Akkreditointi kattaa sisäilman VVOC- ja VOC-analyysin kokonaispitoisuuden (TVOC).

Näytteet VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma

Näyte	Selite	Pumppu	Näytteenottoaika	Näytetilavuus	Näyteputki
VO1	Tila 171	12 ^a		4,19 dm ³	169977 ^d
VO2	Tila 109-2	39 ^a		4,77 dm ³	181152 ^d

^a SKC 222-3 (tarkkaa näytteenottoaika ei saatavilla)

^b Gilian LFS-113DC

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

^d Tenax TA/Carbograph 1TD/Carboxen1003, kerättyjen yhdisteiden koko ~ C_{2/3} – C₂₀

Tulos VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma

Pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalentina (µg/m³). Toteamisrajan ylittävät, mutta määrittämissä alittavat pitoisuudet on merkitty lyhenteellä ND. Tällöin yhdiste on havaittu analyysissä, mutta sen pitoisuus on niin pieni, ettei sitä voida määrittää.

Ryhmä	Yhdiste	VO1	VO2
Aldehydit			
	Bentsaldehydi		ND
	Dekanaali		ND
	Nonanaali		ND
	Yhteensä		ND
Alkaanit			
	2,2,4,4,6,8,8-Heptametyyllinonaani		16
	2,2,4,6,6-Pentametyylliheptaani	2	151
	2,3-Dimetyylioktaani		ND
	2,5-dimetyylioktaani		4
	Heptaani		3
	Yhteensä	2	174
Alkeenit			
	1,2-pentadieeni	ND	ND
	cis-1,3-Pentadieeni		ND
	Yhteensä	ND	ND
Alkoholit			
	1,8-Sineoli		ND
	2-Metyyli-2,4-pentaanidioli		ND
	Etanoli	ND	5
	Yhteensä		5
Aromaattiset			
	Bentseeni	ND	ND
	Tolueeni	ND	11
	Yhteensä	ND	11
Halogenoidut			
	Fluoritrikloorimetaani	ND	ND
	Yhteensä	ND	ND
Ketonit			
	2-Butanoni		ND
	Asetoni	ND	4
	Yhteensä		4
Nitriilit			
	Asetonitriili		ND

Ryhmä	Yhdiste	VO1	VO2
	Yhteensä		ND
Tunnistamattomat			
	Yhteensä	ND	14
TVOC *		ND	210

* Ositum Oy:n kemian laboratorion Oulun, Tampereen ja Espoon toimipisteet ovat akkreditoituja testauslaboratorioita T261 (FINAS-akkreditointipalvelu, (SFS-EN ISO/IEC 17025:2005). Akkreditointi kattaa sisäilman VVOC- ja VOC-analyysin kokonaispitoisuuden (TVOC).

ESPOO 4.3.2013

Ositum Oy



Juhani Kronholm

FT, kemisti

Jakelu 1 kpl tilaaja
1 kpl Ositum Oy:n arkisto

Analyysivastauksen osittainen julkaiseminen on sallittu vain Ositum Oy:n antaman kirjallisen luvan perusteella.

KATRIINAN SAIRAALA
TILASTOVERTAILU SISÄILMAN VVOC- JA VOC-ANALYYSISTÄ



Projekti 1510613

4.3.2013

Ositum Oy
www.ositum.fi

Otakaari 12
02150 Espoo
Puh 010 425 2610

Lempääläntie 21
33820 Tampere
Puh 010 425 2614

Kiilakiventie 1
90250 Oulu
Puh 010 425 2600

1. YHTEYSTIEDOT	3
2. TILASTOVERTAILU	4
2.1 Tilastoaineisto	4
2.2 Käsitteitä	4
2.3 Näytteet, VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma	5
2.4 Tilastoverailu, VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma.....	5
2.5 Johtopäätös.....	6
2.6 Kirjallisuus	7
3. ALLEKIRJOITUKSET	8

1. YHTEYSTIEDOT

Tilaaaja	Ramboll Finland Oy Taija Turunen PL 25 02601 ESPOO
Tutkimuskohde	Katriinan sairaala
Projektinumero	1510613
Perustettu	1.3.2013
Laboratorio	Ositum Oy Otakaari 12 02150 ESPOO
Analysoija	FT, kemisti Juhani Kronholm
Raportoinnin ohjaus	FT, kemisti Juhani Kronholm
Yhteyshenkilö	FT, kemisti Juhani Kronholm Gsm +358 50 350 9880
Näytteenottaja	Ramboll Finland Oy
Näytteenottopäivä	1.3.2013

2. TILASTOVERTAILU

2.1 Tilastoaineisto

Diagnostic Solutions Chem Diag -yhdistehistoriatietokantaan on tallennettu tilastolliseksi vertailuaineistoksi Ositum Oy:ssä analysoitujen näytteiden tulokset. Vertailutietokantaan on kerätty ne näytetulokset, jotka pohjautuvat nykyisin käytössä olevaan laatujärjestelmään. Tilastovertailutietokanta on jaettu kahteen osaan. Talviajan vertailupitoisuudet on koottu 1.12. - 30.4. ja kesäajan 1.5. - 30.11. väliseltä ajalta. Tilastovertailutietokannassa on eri yhdisteitä noin 1200 kappaletta ja eri analyysimenetelmien yhdistetuloksia yhteensä yli 400 000 kappaletta.

2.2 Käsitteitä

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus (TVOC)

Haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuus on analyysinäytteessä havaittujen yksittäisten VVOC- ja VOC-yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus. Yhdisteitä, joiden pitoisuus on alle määräysrajan (pitoisuus merkitty ND) ei ole huomioitu TVOC:n laskemisessa. Asumisterveysoppaan mukaan TVOC välillä 200-300 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ on tavanomainen ja yli 600 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ pitoisuus on kohonnut [1].

Mediaani (Med)

Mediaani on paljon käytetty keskiluku, joka ilmoittaa jakauman tyypillisen arvon. Täsmällisemmin kyseessä on jakauman keskimäinen havaintoarvo, kun havainnot on järjestetty suuruusjärjestykseen. Jos havaintoja on parillinen määrä, on valittava kaksi keskimäistä arvoa, joista otetaan keskiarvo.

Mediaania voidaan pitää (kyseisen yhdisteen) tavanomaisena pitoisuutena [2].

Prosenttiosuuksien mediaani (TMed)

Prosenttiosuuksien mediaani on yhdisteiden suhteellisista pitoisuuksista (yhdisteen pitoisuus jaettuna TVOC:lla) laskettu vertailuaineiston keskiluku.

90. Persentiili (P90)

Persentiili eli sadannes- tai prosenttipiste kuuluu ns. fraktiileihin eli jakauman osuuspisteisiin. Se ilmoittaa muuttujan arvon, jonka alapuolelle jakaumassa jää tapauksista esim. 90 % (90. persentiili, P90). P90 kuvaa tasoa, jonka ylittävä muuttujan arvo on selvästi poikkeavan suuri vertailuaineiston jakaumaan nähden.

P90:ä voidaan pitää (kyseisen yhdisteen) tasona, jonka ylittävää pitoisuutta voidaan pitää epätavanomaisen korkeana [2]. Viitearvoa P90 ei voida käyttää terveyshaittojen arvioimiseen.

Prosenttiosuuksien 90. persentiili (TP90)

Prosenttiosuuksien 90. persentiili on yhdisteiden suhteellisista pitoisuuksista (yhdisteen pitoisuus jaettuna TVOC:lla) laskettu vertailuaineiston 90. persentiili.

10 % TVOC:sta

Tutkimusten perusteella sisäilman VVOC- ja VOC-analyysinäytteessä yksittäisen yhdisteen pitoisuuden ei tulisi ylittää 10 % haihtuvien orgaanisten yhdisteiden kokonaispitoisuudesta (TVOC).

Jos yksittäisen VVOC- ja VOC-yhdisteen pitoisuus ylittää 10 % TVOC:sta, voidaan sitä pitää epätavanomaisen korkeana [3]. Jos TVOC on matala, esimerkiksi alle 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, ei yksittäisen yhdisteen 10 % TVOC:sta ylittävä pitoisuus ole merkittävä [4]. Viitearvoa 10 % TVOC:sta ei voida käyttää terveyshaittojen arvioimiseen.

2.3 Näytteet, VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma

Näyte	Selite
VO1	Tila 171
VO2	Tila 109-2

Tarkat näytetiedot ja analyysimenetelmä on selitetty oheisessa tulosraportissa.

2.4 Tilastoverailu, VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma

Taulukossa on esitetty näytteissä havaittujen yhdisteiden pitoisuudet tolueeniekvivalentteina ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ja prosentiosuuksina (%) kyseisen näytteen kokonaispitoisuudesta (TVOC). Toteamisrajan ylittävät, mutta määrittämissä rajoissa olevat pitoisuudet on merkitty lyhenteellä ND. Tällöin yhdiste on havaittu analyysissä, mutta sen pitoisuus on niin pieni, ettei sitä voida määrittää. Lisäksi taulukossa on esitetty Ositum Oy:n tilastoaineistosta laskettu näytteissä havaittujen yhdisteiden pitoisuuksien ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) mediaani (Med), 90. persenttiili (P90), yhdisteen havaintojen määrä tilastoaineistossa (kpl) sekä yhdisteiden prosentiosuuksien mediaani (Tmed) ja 90. persenttiili (TP90).

Jos yhdisteen pitoisuus vähennettynä yhdisteryhmän toistettavuudella ylittää tilastoaineiston P90-arvon, on pitoisuus korostettu lihavoinnilla ja harmaalla taustavärillä. Jos yhdisteen pitoisuus vähennettynä yhdisteryhmän toistettavuudella ylittää 10 % kokonaispitoisuudesta (TVOC), on yhdisteen prosentiosuus korostettu lihavoinnilla ja keltaisella taustavärillä.

Ryhmä	Yhdiste	VO1		VO2		Tilastoaineisto (talviaika)				
		$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	$\mu\text{g}/\text{m}^3$	%	Med	P90	kpl	TMed	TP90
Aldehydit										
	Bentsaldehydi			ND		1	3	3396	1	4
	Dekanaali			ND		2	4	3804	2	6
	Nonanaali			ND		2	6	4015	2	6
	Yhteensä	ND	ND	ND	ND	7	23	6415	8	20
Alkaanit										
	2,2,4,4,6,8,8-Heptametyyliinonaani			16	7	1	13	477	1	4
	2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	2	ND	151	72	1	8	2058	1	7
	2,3-Dimetyylioktaani			ND		1	11	31	1	2
	2,5-dimetyylioktaani			4	2	1	18	46	1	1
	Heptaani			3	1	1	7	2165	1	3
	Yhteensä	2	ND	174	82	11	98	6433	13	43
Alkeenit										
	1,2-pentadieeni	ND		ND		1	5	190	1	3
	cis-1,3-Pentadieeni			ND		1	3	496	1	2
	Yhteensä	ND	ND	ND	ND	2	8	5203	2	6
Alkoholit										
	1,8-Sineoli			ND		1	4	871	1	2
	2-Metyyli-2,4-pentaanidioli			ND		1	3	6	1	4
	Etanoli	ND		5	2	5	39	4227	5	27
	Yhteensä	ND	ND	5	2	9	86	6460	11	43
Aromaattiset										
	Bentseeni	ND		ND		1	3	4157	1	5

Ryhmä	Yhdiste	VO1		VO2		Tilastoaineisto (talviaika)				
		µg/m ³	%	µg/m ³	%	Med	P90	kpl	TMed	TP90
	Tolueneeni	ND		11	5	2	11	4411	2	9
	Yhteensä	ND	ND	11	5	9	45	6598	10	32
Halogenoidut										
	Fluoritrikloorimetaani	ND		ND		1	1	3370	1	3
	Yhteensä	ND	ND	ND	ND	1	3	4869	1	7
Ketonit										
	2-Butanoni			ND		1	7	1106	1	3
	Asetoni	ND		4	2	4	12	3391	4	10
	Yhteensä	ND	ND	4	2	4	17	5984	5	13
Nitriilit										
	Asetonitriili			ND		0	1	48	1	3
	Yhteensä	ND	ND	ND	ND	0	1	70	1	3
Tunnistamattomat										
	Yhteensä	ND	ND	14	7	2	9	1418	2	9
TVOC		ND	100	210	100	95	439	5019		

2.5 Johtopäätös

Ohjeita johtopäätöksen tulkintaan

Johtopäätös perustuu pelkkään VVOC- ja VOC-analyysitulokseen. Analyysi tuloksen merkitystä pohdittaessa on aina lisäksi huomioitava kohteesta tehdyt havainnot ja muut mittaukset.

Johtopäätöksessä esille tuotujen yhdisteiden lähteitä selvittäessä tulee aina ensisijaisesti selvittää tiloissa olevat ulkoiset lähteet (siivousaineet, hajusteet, polttoaineet, jne.), joista analyysissä epätavanomaisina pitoisuuksina havaitut yhdisteet voisivat olla peräisin. Vain jos yhdisteiden olemassaoloa selittävää ulkoista lähdettä ei löydy, kannattaa harkita rakenteiden tarkempaa tutkimista, jotta analyysissä epätavanomaisina pitoisuuksina havaittujen yhdisteiden lähde saadaan selvitettyä.

Sisäilman VVOC- ja VOC-analyysinäytteistä VO1 ja VO2 tehtiin seuraavat havainnot.

Sisäilman VVOC- ja VOC-näytteessä VO2 2,2,4,6,6-pentametyyliheptaanin pitoisuus ylitti tilastoaineiston P90-viitearvon ja 10 % TVOC:sta; 2,2,4,6,6-pentametyyliheptaanin mahdollisia lähteitä ovat esimerkiksi kosmetiikkatuotteet ja lattiavahat.

Sisäilman VVOC- ja VOC-analyysinäytteessä VO1 yhdisteiden lukumäärä ja yksittäisten yhdisteiden pitoisuudet ovat niin pieniä, ettei näytettä voi tulkita luotettavasti. Alhaiset pitoisuudet voivat johtua tuuletuksesta tai voimakkaasta ilmanvaihdesta.

2.6 Kirjallisuus

[1] Asumisterveysopas, Ympäristö ja Terveys-lehti, 2009.

[2] Schleibinger H., Hott U., Braun P. et al. Recommendations for establishing target values and guidance values for volatile organic compounds (VOC) in indoor air. Healthy Buildings, Singapore (2003).

[3] Toimiston sisäilmaston tutkiminen Heidi Salonen, Sanna Lappalainen, Marjaana Lahtinen, Rauno Holopainen ym. Työterveyslaitos 2011.

[4] Valvira, Lausunto Dnro 6195/11.02.02.00/2011, 30.08.2011.

3. ALLEKIRJOITUKSET

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

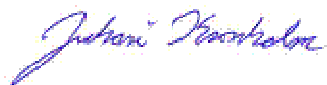
Mahdollisissa oikeuksissa käsiteltävissä tai muuten ratkaistavissa riitatapauksissa raportissa esitetyt tulokset, johtopäätökset ja muita tämän raportin lausuntoja ei saa käyttää, ennen kuin raporttia koskevat maksusaatatavat on suoritettu kokonaisuudessaan Ositum Oy:lle.

Raporttia ja sen sisältämiä tuloksia, johtopäätöksiä ja muita tässä raportissa esitetyt 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 4.3.2013

Ositum Oy



Juhani Kronholm
FT, kemisti

Jakelu 1 kpl tilaaja
 1 kpl Ositum Oy:n arkisto

Tutkimustodistus

1/2

Projekti: 1510004021/1

Vantaan kaupungin tilakeskus

Tutkimuksen nimi:	Vantaan kaupungin tilakeskus, huoneilman mikrobitutkimus		
	Näytteenottopvm:	4.3.2013	
	Näyte saapui:	4.3.2013	
Näytteenottaja:	Veli-Matti Linna	Analysointi aloitettu:	4.3.2013

Mikrobiologinen tutkimus

				Yksikkö	Menetelmä
Näytteenottpisteet	Huone 109-1	Huone 172	Vertailunäyte ulkoa		
Näytenumero	13SM 00508	13SM 00509	13SM 00510		
MÄÄRITYKSET					
Bakteerit, Andersen	25	25	<10	pmy/m ³	RA5201*
Sädesienet, Andersen	ei tod.	ei tod.	ei tod.	pmy/m ³	RA5201*
Mikrosienet, 2% Malt	<10	14	21	pmy/m ³	RA5201*
Mikrosienet DG18	11	21	28	pmy/m ³	RA5201*
Homeiden valtasukujen tunnistaminen 2% Malt	ks.laus.	ks.laus.	ks.laus.		RA5201*
Homeiden valtasukujen tunnistaminen DG18	ks.laus.	ks.laus.	ks.laus.		RA5201*
Myynti, homemaljat 2% Malt	ok	ok	ok		RA5201
Myynti, homemaljat DG18	ok	ok	ok		RA5201
Myynti, bakteerimaljat	ok	ok	ok		RA5201

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

Tutkimustodistus

2/2

Projekti: 1510004021/1

* FINAS -akkreditoitu menetelmä. Mittausepävarmuus ilmoitetaan tarvittaessa. Akkreditointi ei koske lausuntoa.

Lausunto Sisäilman mikrobipitoisuuksille on sosiaali- ja terveysministeriö antanut 1.5.2003 eräitä ohjearvoja, joiden suhteen on kuitenkin huomioitava vuodenajasta, olosuhteista, tutkimusmenetelmistä jne. johtuvat vaihtelut. Sädesieni-itiöiden esiintyminen yli 10 pmy/m³ pitoisuuksina taajamarakennusten sisäilmassa talviaikana viittaa mikrobikasvustoon rakennuksessa ja terveyshaitan olemassaoloon. Sen sijaan kohonnut bakteeripitoisuus (>4 500 pmy/m³) ei ilmennä tällaista terveyshaittaa, vaan viittaa esim. puutteelliseen ilmanvaihtoon.

Taajamassa sijaitsevien rakennusten sisäilman homeitiöpitoisuus 100 - 500 pmy/m³ saattaa talviaikana olla osoituksena kohonneesta homeitiöpitoisuudesta. Jos homeitiöpitoisuus on >500 pmy/m³, se voidaan tulkita kohonneeksi ja mahdollista terveyshaittaa aiheuttavaksi. Tarkkoja ohjearvoja ei voida kuitenkaan antaa.

Sulan maan aikana otettuja näytteitä ei voi suoraan verrata talviaikaisiin raja-arvoihin. Tulosten tulkinnessa käytetään apuna ulkoilmasta saatuja vertailuarvoja sekä tarkastellaan homelajistoa.

13SM00508: Tutkimuksen mukaan näytteen bakteeripitoisuudeksi osoitettiin 25 pmy/m³.

Näytteessä ei todettu olevan sädesieni-itiöitä.

Näytteen homeitiöpitoisuudeksi osoitettiin 2 % Malt -alustalla <10 pmy/m³. Homesukujen tunnistus tehtiin suvuttoman itiöinnin perusteella mikroskooppisesti. Näytteestä tunnistettiin Penicillium. Näytteen homeitiöpitoisuudeksi osoitettiin DG18 -alustalla 11 pmy/m³. Homesukujen tunnistus tehtiin suvuttoman itiöinnin perusteella mikroskooppisesti. Näytteestä tunnistettiin Penicillium.

13SM00509: Tutkimuksen mukaan näytteen bakteeripitoisuudeksi osoitettiin 25 pmy/m³.

Näytteessä ei todettu olevan sädesieni-itiöitä.

Näytteen homeitiöpitoisuudeksi osoitettiin 2 % Malt -alustalla 14 pmy/m³. Homesukujen tunnistus tehtiin suvuttoman itiöinnin perusteella mikroskooppisesti. Näytteestä tunnistettiin Penicillium. Näytteen homeitiöpitoisuudeksi osoitettiin DG18 -alustalla 21 pmy/m³. Homesukujen tunnistus tehtiin suvuttoman itiöinnin perusteella mikroskooppisesti. Näytteestä tunnistettiin Penicillium 80 %, Cladosporium 20 %.

13SM00510: Tutkimuksen mukaan näytteen bakteeripitoisuudeksi osoitettiin <10 pmy/m³.

Näytteessä ei todettu olevan sädesieni-itiöitä.

Näytteen homeitiöpitoisuudeksi osoitettiin 2 % Malt -alustalla 21 pmy/m³. Homesukujen tunnistus tehtiin suvuttoman itiöinnin perusteella mikroskooppisesti. Näytteestä tunnistettiin Penicillium 70 %, hiiva 30 %.

Näytteen homeitiöpitoisuudeksi osoitettiin DG18 -alustalla 28 pmy/m³. Homesukujen tunnistus tehtiin suvuttoman itiöinnin perusteella mikroskooppisesti. Näytteestä tunnistettiin Penicillium 75 %, Acremonium* 25 %.

Tähdellä (*) merkityt homesuvut ovat tyypillisiä kosteusvauriomikrobeja.

Ramboll Analytics



Marjatta Seppä
MMM, mikrobiologi, 020 755 7936

Tämä tutkimustodistus on allekirjoitettu sähköisesti.

Lisätiedot Näytteenottokohde: Katriinan sairaala, Katriinankuja 4, 01760 Vantaa.

Näytetiedot:

Huone 109-1: lämpötila 20,7 °C, RH 11,7%

Huone 172: lämpötila 22,7 °C, RH 13,0%

Vertailunäyte ulkoa: lämpötila -6,1 °C, RH 81,0%

Ilmamäärä: Näytteet 1-2, 28,5 l/min * 10min

Näyte 3, 28,5 l/min * 5min

Jakelu pirjo.karjalainen@ramboll.fi; veli-matti.linna@ramboll.fi

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



9166/PÖLY/13

TUTKIMUSRAPORTTI

1 (2)

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

05.04.2013

Ramboll Finland Oy
 Taija Turunen
 PL 25
 02601 ESPOO

PÖLYNKOOSTUMUSANALYYSI

Kohde Katriinan sairaala

Näytteenottopäivä 8.3.2013, Taija Turunen

Analyysimenetelmät Pölynäytteet (pyyhintäpöly pussissa) tutkittiin Nikon SMZ-2B stereomikroskoopilla ja Zeiss Ultra Plus pyyhkäisyelektronimikroskoopilla (SEM). Tulokset koskevat vain tutkittuja näytteitä. Näytteenotosta vastaa tilaaja.

Tulokset

Näyte	Näytteenottopaikka	Pölynkoostumus
1.	huone 172, tuloilmakanava	Näyte sisältää erittäin runsaasti mineraalipölyä (koko 0-20 µm, mm. lentotuhka, silikaatit, CaO/CO, kipsi, kvartsi, Na-K-kloridit). Mineraalivillakuituja (lasi- ja kivivilla) on jonkin verran. Orgaanista pölyä (tekstiilit yms.) on vähän.
2.	huone 172, pintapöly	Näyte sisältää kohtalaisesti orgaanista pölyä (tekstiilit, selluloosa, muovi, itiöt, kasvin jäänteet, hilse yms.). Mineraalipölyä (koko 0-50 µm, erityisesti CaO/CO, mutta myös mm. lentotuhka, silikaatit, kipsi, kvartsi, Ca-kloridit) on jonkin verran. Mineraalivillakuituja (kivivilla) on jonkin verran.

Näyte	Näytteen- ottopaikka	Pölynkoostumus
3.	huone 109-1, tuloilmakana- va	Näyte sisältää runsaasti mineraalipölyä (koko 0-20 µm, mm. lentotuhka, silikaatit, kipsi, kvartsi). Metallipölyä (Fe-Zn-kloridit, Zn-kloridit, Zn-oksidi, Fe-sulfidi/-sulfaatit) on kohtalaisesti. Mineraalivillakuituja (lasi- ja kivivilla) on vähän. Orgaanista pölyä (muovi, tekstiilit yms.) on niukasti.
4.	huone 109-1, pintapöly	Näyte sisältää jonkin verran mineraalipölyä (koko 0-60 µm, mm. silikaatit, CaO/CO, kvartsi). Metallipölyä (Fe-oksidi) ja orgaanista pölyä (tekstiilit, selluloosa, muovi, hilse, eläinten jäänteet yms.) on vähän. Mineraalivillakuituja (kivivilla) on niukasti.

WSP FINLAND OY

Tomi Tolppi
vanhempi tutkija, FM

TUTKIMUSRAPORTTI

Katriinan Sairaala
Katriinankuja 4
01760 Vantaa

Työ nro T13027

Kotka 2.4.2013

Insinööri Studio Oy

SISÄLLYSLUETTELO

1	TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT.....	2
2	KOHTEEN PERUSTIEDOT JA TAUSTAT.....	2
3	KÄYTETYT MITTAUSMENETELMÄT	2
3.1	Merkkiainemittaukset	2
4	HAVAINNOT	3
4.1	Tutkimukset 27.3.2013.....	3
4.1.1	Johtopäätökset	4
5	LIITTEET	4

1 TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT

Tutkimusajankohta

Merkkiainetutkimus 27.3.2013

Tutkijat

Otto Koski
Antti Ahola

Tutkimuksen tilaaja

Ramboll
Taija Turunen
Säterinkatu 6
PL 25
02601 Vantaa

Yhteyshenkilö kohteessa

Taija Turunen
Ramboll

Tutkimuksen kuvaus

Tutkittiin ilmayhteyksiä ulkoseinä- ja lattiarakenteesta sisätiloihin.

2 KOHTEEN PERUSTIEDOT JA TAUSTA

Kohde ja osoite

Katriinan Sairaala
Katriinankuja 4
01760 Vantaa

Rakennuksen omistaja

Vantaan kaupunki

Rakennuksen käyttötarkoitus

Sairaala

3 KÄYTETYT MITTAUSMENETELMÄT

3.1 Merkkiainemittaukset

Rakenteiden tiiveyttä ja rakenteissa olevia vuotoilmareittejä selvitettiin merkkiainemenetelmällä.

Ilman kulkeutumista rakenteissa selvitettiin laskemalla merkkiaineena käytettyä typi-vety -seoskaasua rakenteisiin pienellä tilavuusvirralla, jotta rakenne ei muodostuisi paineelliseksi. Rakenteiden epäjatkuvuuskohtia tutkittiin vetypitoisuutta suoraan osoittavalla mittalaitteella.

Merkkiaineena käytettävä vety/typpi tulee pienen molekyyliarakenteen ansiosta läpi erittäin pienistä rei'istä.

Tutkimukset tehtiin rakennuksen normaalissa käyttötilanteessa, sekä huoneet alipaineistettiin vastaamaan häiriötilannetta. Tutkittavan huoneen painesuhde ulkoilmaan nähden mitattiin TSI Airflow PVM620-mikromanometrillä.

4 HAVAINNOT

4.1 Tutkimukset 27.3.2013

Ilman kulkeutumista rakenteissa tutkittiin laskemalla merkkiainetta ulkoseinään ulkokautta poratuista rei'istä, ja yhteen tutkimushuoneista porattiin reikä lattiaan tiiveysmittausta varten.

172 Kanslia

Tutkittiin kanslia 172. Huoneen paine-ero ulkovaipan yli normaalissa käyttötilanteessa oli -5..-13 Pa. Normaalissa käyttötilanteessa ulkoseinään laskettu merkkiaine kulkeutui seinän alareunasta, putkiläpiviennistä ja ikkunan pielestä (Liite 2, kuva 1). Tämän jälkeen laskettiin merkkiaine lattian askel äänieristeeseen, jolloin vuotokohtia löytyi ulkoseinän lisäksi väliseinän alareunasta (Liite 2, kuva 2).

Ryhmähuone/Ruokailu

Tutkittiin Ryhmähuone/ruokailu. Huone alipaineistettiin ovipuhaltimella, jolloin paine-ero ulkovaipan yli oli -17..-22 Pa. Vuotokohtia havaittiin seinän alareunasta kauttaaltaan (Liite 2, kuva 3), keittiökaappien alta, seinästä tulevan uunin sähköjohdon läpiviennistä (Liite 2, kuva 4), putkiläpivienneistä, ikkunoiden pielistä (Liite 2, kuva 5) sekä väliseinän alareunassa olevasta sähkökourusta (Liite 2, kuva 6)

109-2 Fysikaalinen hoito

Tutkittiin fysikaalinen hoito 109-2. Huoneen paine-ero ulkovaipan yli tuloilma tukittuna oli -4..-10 Pa. Ulkoseinään laskettu merkkiaine kulkeutui huoneeseen putkiläpiviennistä (Liite 2, kuva 7) sekä lattian alareunasta (Liite 2, kuva 8)

4.1.1 Johtopäätökset

Tutkimuksissa havaittiin että ulkoseinän eristetilaan sekä lattian askeläänieristeisiin laskettu merkkiaine kulkeutuu sisätiloihin niiden ollessa alipaineisia.

Mikäli rakenteissa on epäpuhtauksia, niiden kulkeutuminen sisäilmaan on mahdollista.

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

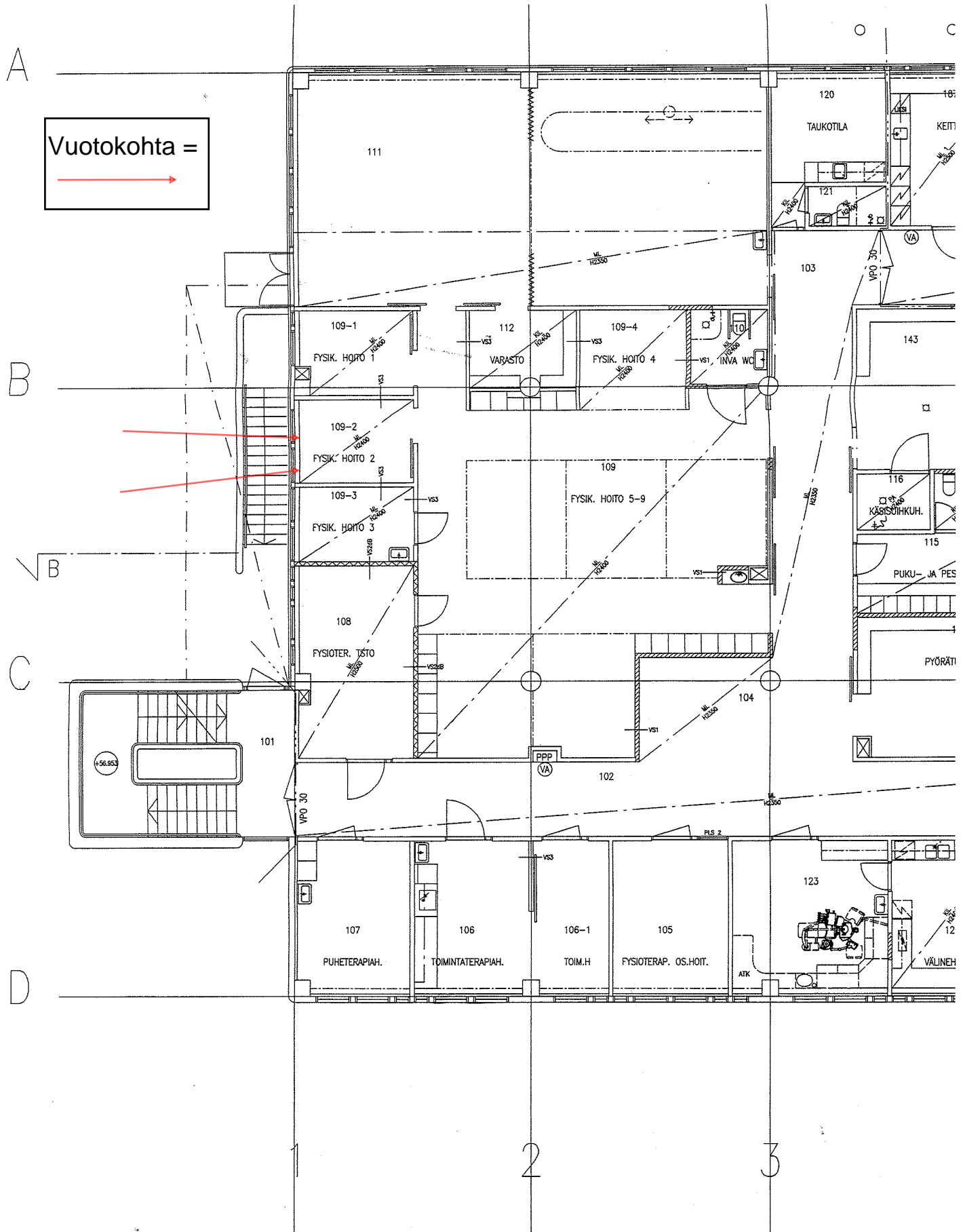
Oy Insinööristudio
Rakentamisen palvelut

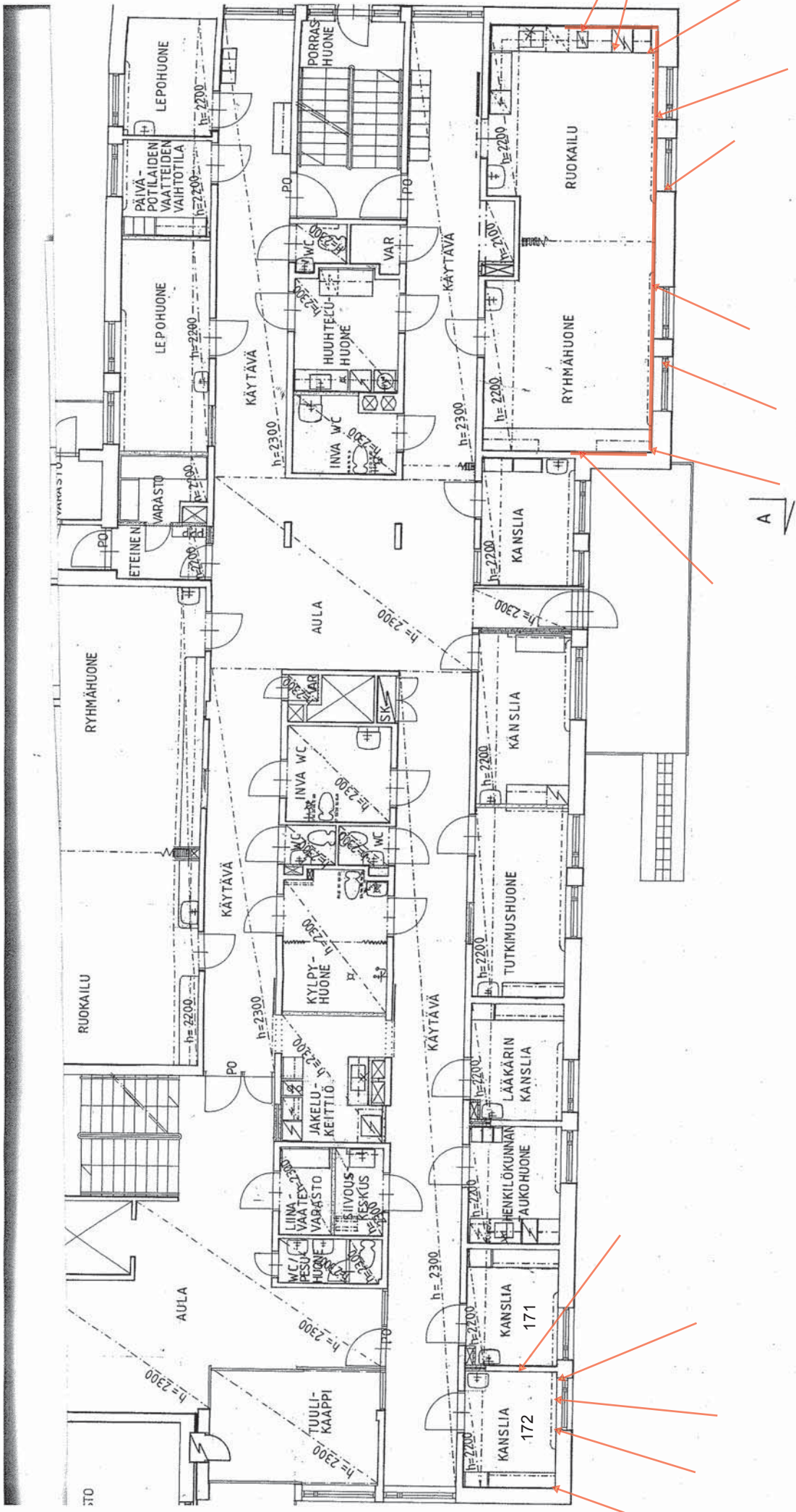
Otto Koski
Tutkimusassistentti

Petri Lönnblad
RI, rakennusterveysasiantuntija

5 LIITTEET

Liite 1 Mittaus- sekä vuotokohdat
Liite 2 Valokuvat





SAIRAALARAKENNUS VARUSTETAAN KÄYTTÖTARKOITUKSENMUKAISILLI
ILMANVAIHDOILLA.
RAKENNUKSESSA SÄILYVÄT ENTISET PALOALUEET ENTISINE
PALO-OVINEEN.

Vuotokohta =
→



Kuva 1: Vuotokohta ikkunan pielestä. (Kanslia 172).



Kuva 2: Vuotokohta väliseinän alareunassa. (Kanslia 172)



Kuva 3: Vuotokohta lattian alareunassa. (Ryhmä/Ruokailu)



Kuva 4: Vuotokohta uunin sähköjohdon läpiviennistä.
(Ryhmä/ruokailu)



Kuva 5: Vuotokohta välipohjan ja väliseinän liitoskohdassa.
(Ryhmä/ruokailu)



Kuva 6: Vuotokohta väliseinän sähkökourussa. (Ryhmä/ruokailu)



Kuva 7: Vuotokohta putkiläpiviennistä. (Fysik. hoito 109-2)



Kuva 8: Vuotokohta lattian alareunassa. (Fysik. hoito 109-2)