

Vastaanottaja

VANTAAN KAUPUNKI  
MAANKÄYTÖN, RAKENTAMISEN JA YMPÄRISTÖN TOIMIALA  
Tilakeskus/Hankevalmistelu  
Kielotie 13, 01300 VANTAA

Sisäympäristöasiantuntija Ulla Lignell

Asiakirjatyyppi  
Tutkimusraportti

Päivämäärä  
15.06.2012



# KORSON ASUKASPUISTO SISÄILMASTOTUTKIMUS

## KORSON ASUKASPUISTO

Päivämäärä 15.06.2012

Laatija Antti Siika-aho, ins. (AMK)  
Miika Koljonen, ins. (AMK)

Tarkastaja Risto Purtilo, DI

Viite 82142535

## YHTEENVETO TUTKIMUKSESTA

Saamamme toimeksiannon mukaisesti olemme laatineet, osoitteessa Korsontie 11 sijaitsevan Korson asukaspuiston sisäilmastotutkimuksen. Työ on tehty Vantaan kaupungin tilakeskuksen toimeksiannosta.

Tutkimuksen tavoitteena on ollut selvittää syitä päiväkodin käyttäjien kokemiin oireisiin, joiden aiheuttajiksi epäillään huonoa sisäilmaa. Käyttjähaastattelujen perusteella ongelmat keskittyvät toimistohuoneeseen ja suurien käyttäjämäärien aikana myös kerhotiloihin.

Rakenteiden toteutustapaa selvitettiin rakenneavauksin, jotka kohdistettiin ulkoseinä- ja yläpohjarakenteisiin. Kohteeseen on suositettu vastaavanlainen tutkimus 2000-luvun alussa, jolloin alapohjarakenteita avattiin siinä laajuudessa, ettei nyt tehtyjen avausten perusteella olisi saatu merkittävää lisätietoa alapohjarakenteiden toteutustavasta.

Rakenteiden kosteustilaa tutkittiin ensin pintakosteuskartoituksen avulla ja tämän jälkeen suoritettiin viiltomittauksia lattian muovimattojen alle. Rakenteiden liitoskohtien ilmapuotojen toteamiseen ei tarvinnut tehdä kaasuseoksella tehtävää merkkiainekoetta, sillä kaikki merkittävimmät ilmapuotokohdat saatiin paikallistettua riittävän hyvin pelkästään ulkoseinien eristetilaan lasketun merkkisavun avulla.

Sisäilmasta kerättiin kolme VOC-näytettä, joiden perusteella pyrittiin selvittämään, onko sisätiloissa viitteitä materiaalien haitallisista VOC-emissioista. Tämän lisäksi kerättiin kolme pölynäytettä ja kolme formaldehydinäytettä.

Ilmanvaihtoa tutkittiin ulkovaipan yli suoritetuilla hetkellisillä ja pidempiaikaisilla paine-eromittauksilla, tilojen välisillä paine-eromittauksilla, tulo- ja poistokanavien ilmamäärien mittauksilla sekä ilmanvaihtojärjestelmän tutkimuksilla. Sisätilojen hiilidioksidipitoisuuksia seurattiin toimistohuoneessa ja ryhmätilassa.

Merkittävimmät havainnot, jotka voivat aiheuttaa sisäilman laadun heikkenemistä ovat:

- Rakennuksessa on käyttötarkoitukseen ja henkilömäärään nähden riittämätön ilmanvaihto. Tulo- ja poistoilmamäärät ovat huomattavasti alle vastaavien tilojen nykyisten suunnitelma-arvojen.
- Rakenteiden liitoskohtien ilmapuodot. Merkittäviä ilmapuotoja havaittiin alapohja- ja ulkoseinärakenteiden liitoksissa, ikkunoiden ja ulkoseinärakenteiden liitoksissa, sekä ulkoseiniin asennettujen raitisilmaventtiilien läpivientiliitoksissa. Kaikista edellä mainituista ilmapuotokohdista on eristetilan ja sisätilojen välillä ilmanyhteys. Ilmanyhteyden kautta eristetilojen epäpuhtauksilla ja mineraalivillakuiduilla on sopivassa painesuhteessa mahdollisuus kulkeutua sisätiloihin.

### Rakennustekniikka

Tärkeimpinä korjauksina esitämme rakenteiden liitoskohtien ilmapuotokohtia tiivistettäväksi pastamaisella vedeneristeellä. Tiivistämistöistä huolimatta toimistohuoneen ulkoseinärakenteen eristetila tulisi puhdistaa eläinten jätöksistä, joita on joutunut eristetilaan rakenteissa olleen linnunpesän vuoksi. Työ voidaan tehdä ulkokautta purkamalla paikallisesti ulkoverhousta. Mielestämme toimistohuoneen eristetilan puhdistus ja tiivistystyö tulisi tehdä kiireellisesti.

Tulevan peruskorjauksen yhteydessä kaikki rakenteiden liittymäkohdat tiivistetään pastamaisella vedeneristemassalla ja vahvikenauhoilla.

Yläpohjan vesikate uusitaan, katto varustetaan aluskatteella, tuuletusta parannetaan ja vesikattoon rakennetaan räystäät.

Rakennustekniikan johtopäätökset on esitetty kokonaisuudessaan kappaleessa 8. Rakennustekniikan toimenpide-ehdotukset on esitetty kappaleessa 9.

#### Talotekniikka:

Rakennuksen ilmanvaihtomäärät tulisi muuttaa nykyistä käyttöä vastaaviksi. Vuonna 2002 suunnitelmassa määritetyt tulo- ja poistoilmamäärät ovat monien tilojen osalta huomattavasti alle vastaavien tilojen nykyisten suunnitelma-arvojen. Jos tilojen käyttäjämäärät halutaan pitää nykyisen suuruisina, tulee osan tilojen maksimi-ilmanvaihtoa tehostaa käyttäjämäärien mukaiseksi. Tämän toteutus voi käytännössä edellyttää ilmanvaihtokoneen uusintaa tai soveltuvan osan ilmanvaihdon siirtämistä uudelle ilmanvaihtokoneelle. Mikäli ilmanvaihtokoneita ei uusita, tulee nykyiselle, jo kymmenen vuotta vanhalle koneelle suorittaa huolellinen tarkastus ja tarvittaessa peruskunnostus. Ilmanvaihdon ilmamäärien ohjauksessa olisi syytä harkita käytettävän apuna hiilidioksidipitoisuus- tai VOC-anturin tietoa, jolloin on mahdollista saavuttaa paremmin käytön mukainen ilmanvaihto.

Ilmanvaihtokanavat tulee puhdistaa ja tarkistaa päätelaitteiden kunto ja ilmamäärät. Tarkastuskäynnin aikana tulo- ja poistoilmamäärät ovat huomattavasti alle suunnitelma-arvojen. Ulkoseinien mekaanisten raitisilmaventtiilien käytöstä luopumista tulisi vakavasti harkita.

Ilmanvaihtokone tulisi tarvittaessa varustaa automaattisesti ohjatulla lämmön talteenoton ohituksella, joka ohjaisi kesäisin määritellyn ulkolämpötilan yläpuolella poistoilman lämmön talteenoton ohitse. Samoin kesällä voisi olla aamuöisin automatisoitu ns. yötuuletus viilentämässä tiloja ennen auringon tuomaa lämpökuormaa.

Koska nykyisin pukuhuonetiloihin tulee tuoda tuloilma suoraan ilmanvaihtokoneelta, ilmanvaihtojärjestelmän parannusten yhteydessä tulee pukuhuone varustaa omalla tuloilman päätelaitteella.

Tekninen tila toimii nykyisin myös varastona, johon ulkoa raitisilmaventtiilien kautta tuotava kostea ja talvisin kylmä tuloilma ei erityisen hyvin sovellu. Tilan käyttötapoja tulee harkita tai muuttaa tilan tuloilman tuottotapa.

Talotekniikan johtopäätökset on esitetty kokonaisuudessaan kappaleessa 8 ja talotekniikan toimenpide-ehdotukset on esitetty kappaleessa 9.

#### Kiireellisiä toimia, jotka eivät liity suoranaisesti sisäilmastotutkimukseen:

- Teknisen tilan oven alempaan raitisilma-aukkoon venttiiliin on asennettava puuttuva lautasventtiili
- Teknisen tilan käyttövesiverkoston sulkua- ja linjasäätöventtiilien sekä putkien kunto tulee pikaisesti tarkistaa. Venttiilien karoissa oli havaittavissa tarkastuskäynnin aikana merkittäviä vuotojen jättämiä kalkkijalkia
- Kaikki rakennuksen vessojen wc-istuinten kojeistot tiivisteineen tulee tarkistaa. Tarkastuskäynnin yhteydessä havaittiin kaikissa vuotoja istuinaltaisiin.
- Tekninen tila on suunniteltu hätäpoistumistieksi. Tilan käyttö varastona tekee poistumisen tällä hetkellä käytännössä mahdottomaksi.

## SISÄLTÖ

1.	Tutkimuksen perustiedot	1
1.1	Tutkimuksen tekijät	1
1.2	Käytetyt mitta- ja näytteenottolaitteet	1
1.3	Tutkimuksen rajaukset	1
1.4	Tutkimuksen tavoite	1
2.	Kohteen perus- ja taustatiedot	2
2.1	Rakennuksen perustiedot	2
2.2	Käyttjähaastattelut	2
2.3	Käytettävissä olleet suunnitelma-asiakirjat	3
2.4	Havainnot aikaisemmista tutkimuksista ja korjauksista	3
3.	Havainnot rakenteista	4
3.1	Perustukset ja alapohjarakenteet	4
3.1.1	Havainnot suunnitelma-asiakirjoista	4
3.1.2	Havainnot paikalla	4
3.2	Ulkoseinärakenteet	5
3.2.1	Havainnot suunnitelma-asiakirjoista	5
3.2.2	Havainnot paikalla	5
3.3	Yläpohjarakenteet	6
3.3.1	Havainnot suunnitelma-asiakirjoista	6
3.3.2	Havainnot paikalla	6
3.4	Ikkunat ja ovet	7
3.4.1	Havainnot suunnitelma-asiakirjoista	7
3.4.2	Havainnot paikalla	7
4.	Kosteusmittaustulokset	8
4.1	Pintakosteuskartoitus	8
4.2	Viilto- ja kosteustulokset muovimattojen alta	8
5.	Ilmanvaihtojärjestelmän tutkimukset	9
5.1	Ilmanvaihtojärjestelmän yleinen kunto ja tekninen taso	9
5.2	Paine-erot vaipan yli ja tilojen välillä	11
5.3	Paine-eron seurantamittausten tulokset	11
6.	Rakenteiden ilmavuodot	12
6.1	Liitoskohtien tutkimukset	12
6.2	Tulokset	13
7.	Materiaali- ja ilmanäytteiden tutkimukset	14
7.1	Sisäilman VVOC- ja VOC-yhdisteet	14
7.2	Materiaalien mikrobinäytteet	14
7.3	Pölynäytteet tasopinnoilta	14
7.4	Formaldehydi	14
7.5	Hiilidioksidi	15
8.	Johtopäätökset	16
8.1	Rakennustekniikka	16
8.2	Ilmanvaihtojärjestelmä	16
9.	Toimenpide-ehdotukset	17
9.1	Rakennustekniikka	17
9.2	Ilmanvaihtojärjestelmä	17

LIITTEET

18

- Liite 1. Havaintoja ja näytteiden ottokohdat
- Liite 2. Vanha yleisleikkaus
- Liite 3. VOC-analyysit
- Liite 4. Pölynkoostumuksen määritykset
- Liite 5. Formaldehydi-analyysit

# 1. TUTKIMUKSEN PERUSTIEDOT

## 1.1 Tutkimuksen tekijät

Tämän tutkimuksen projektipäällikkönä ja vastuuhenkilönä on toiminut Ramboll Finland Oy:stä Antti Siika-aho. Rakennetekniset tutkimukset, ilmamäärien mittaukset, rakenneavausten teot sekä materiaalinäytteiden keräys on suoritettu Antti Siika-ahon ja Miika Koljosen toimesta. LVI-tekniisnä asiantuntijana on toiminut Risto Purtilo Ramboll Talotekniikka Oy:stä.

## 1.2 Käytetyt mitta- ja näytteenottolaitteet

- Pintakosteudenosoitin Exotek MC-160Sa (pintakosteuskartoitus)
- Vaisala HMP 42 kosteus- ja lämpötilamittapäät, kalibroitu 1.11.2011 (kosteusmittaukset)
- Magnesence paine-erolähetin & Gemini Tinytag dataloggeri (paine-erojen seuranta)
- TSI Velocicalc Plus 9565-P monitoimimittari (paine-erot ja hiilidioksidit)
- TSI LCA301 Siipipyöranemometri & torvisarja (ilmanvaihto 23.2.2012)
- Lämpökamera Flir B 200

## 1.3 Tutkimuksen rajaukset

-

## 1.4 Tutkimuksen tavoite

Tutkimusten tavoitteena oli selvittää syitä käyttäjien kokemuksiin oireisiin, jotka viittaavat mahdollisiin sisäilmaongelmiin. Käyttäjiltä saadun tiedon mukaan päiväkotitiloissa koetaan mm. päänsärkyä, voimattomuutta sekä tunnetta, että tiloista loppuu ilma. Käyttäjähastattelujen perusteella pahin oireilu keskittyy rakennuksen päädyssä sijaitsevaan toimistohuoneeseen sekä ryhmätilaan.

## 2. KOHTEEN PERUS- JA TAUSTATIEDOT

### 2.1 Rakennuksen perustiedot

Kohteena oleva päiväkotij sijaitsee Vantaalla osoitteessa Korsontie 11. Rakennus on yksikerroksinen, puurunkoinen rakennus, jonka alkuperäinen käyttötarkoitus on ollut toimia leikkipuistorakennuksena siten, että ryhmätoimintaa ei tiloissa ole aluksi ollut. Rakennuksessa on perusmuurianturaperustus ja alapohjarakenteena on maanvarainen teräsbetonilaatta. Ulkoseinä- ja yläpohjarakenteet ovat puurakenteisia lämmöneristeiden ollessa mineraalivillaa. Rakennus on otettu käyttöön 1980-luvun puolivälissä.

### 2.2 Käyttäjähastattelut

Tutkimus aloitettiin aloituspalaverilla ja käyttäjähastatteluilla, joka pidettiin henkilökunnan kanssa kohteessa 3.4.2012. Alla on lueteltu käyttäjiltä aloituspalaverissa saatuja tietoja:

- Nykyään päiväkotikäytössä oleva rakennus on tarkoitettu alun perin leikkipuistorakennukseksi, jolloin toiminta on ollut erityyppistä kuin nykyään. Alun perin tiloissa ei ole järjestetty kiinteää ryhmätoimintaa. Ohjatun ryhmätoiminnan määrä on kasvanut koko ajan, ja ohjattu ryhmätoiminta on aloitettu päiväkotii-ikäisille lapsille v. 1995. Rakennus soveltuu tilojen puolesta kerhotoimintaan, mutta avoimeen toimintaan vaadittaisiin lisää tilaa. Ilmanvaihto on käyttäjien mielestä puutteellinen, eikä sovellu kumpaankaan toimintaan.
- Iltapäivät ovat henkilökunnalle raskaita ja tällöin sisätiloista loppuu ilma. Tämän seurauksena tulee päänsärkyä ja väsymystä
- Lattiat ovat talvisin kylmiä ja vetoisia kauttaaltaan
- Toimistohuoneessa työskenneltäessä loppuu ilma ja päätä alkaa särkeä. Välillä toimistotiloissa työskentelyn jälkeen tulee kuumemainen olo.
- Vesi seisoo rakennuksen vierustoilla. Rakennus sijaitsee rinteessä ja sade- ja sulamisvedet valuvat taloa kohti. Rakennusta vasten kasaantuu talvisin lunta, joka sulaa ulkoseiniä ja sokkeleita vasten.
- Toimiston ikkunan viereen on aikoinaan lintu tehnyt pesän. Pesään oli jäänyt kuollut lintu, joka aiheutti hajuhaittoja. Tarkkaa ajankohtaa tapahtuneelle ei ole tiedossa.
- 2000-luvun alussa on tehty rakennukselle kuntotutkimus toisen konsulttitoimiston toimesta. Tällöin rakennuksessa työskennelleillä henkilöillä oli vastaavanlaisia oireita, jotka jo tuolloin viittasivat sisäilmaongelmiin.
- Katon vesikourut ovat huonossa kunnossa, usein tukossa ja tulvivat suoraan ulkoseinille, koska räystäitä ei katossa ole.
- Yleisoreet tiloissa työskennelleillä on päänsärky, ärtyneisyyttä silmissä ja iholla, tukkoisuutta hengitysteissä ja flunssan oireita. Oireet yleensä helpottavat tiloista poistuttaessa.
- Tilojen ollessa kerhokäytössä on tiloissa yhteensä n. 15 henkilöä. Keskiviikon avoimena päivänä voi tiloissa olla yli 50 henkilöä.
- Toimiston ja wc-tilojen lattioilla on sokeritoukkia ja tuhatjalkaisia



### 2.3 Käytettävissä olleet suunnitelma-asiakirjat

Käytettävissä on ollut seuraavat suunnitelma-asiakirjat ja raportit:

- Kohteen pääpiirustukset
- Kohteen rakennepiirustukset
- Ilmanvaihtopiirustukset

### 2.4 Havainnot aikaisemmista tutkimuksista ja korjauksista

Vuonna 2002 toinen konsulttitoimisto teki kuntotutkimuksen rakennuksesta. Päämääränä oli tuolloin tutkia rakenteiden ja rakennusosien kunto ja selvittää niiden yhteys epäiltyyn huonoon sisäilman laatuun, josta käyttäjät epäilivät saavansa oireita.

Rakenteiden kuntoa tutkittiin aistinvaraisesti sekä rakenneavauksin. Tutkimusten yhteydessä käytiin läpi ylä- ja alapohjat, ulkoseinät sekä perustukset. Sokkelin vierustojen salaojitukset tutkittiin kaivamalla koekuoppa, jonka yhteydessä tutkittiin mm. maa-aineksen sopivuutta salaojakäyttöön.

Merkkejä kosteusvaurioista etsittiin aistinvaraisesti, sekä tekemällä kosteusmittauksia. Sisäilman laatua tarkasteltiin myös mikrobitutkimuksilla.

Tehtyjen tutkimusten perusteella ei rakennuksesta löydetty merkittäviä rakenneteknisiä puutteita tai vaurioita. Rakennuksen sokkelit osoittautuivat kuitenkin mm. pakkasen ja kosteuden vaurioittamiksi. Paikallisia vaurioita kirjattiin myös mm. vesikattoläpivienneistä. Rakennuksessa suoritettujen mikrobitutkimusten perusteella tiloista löydettiin kosteusvaurioihin viittaavia mikrobilajeja. Kyseisiä lajeja paikallistettiin tiettyjen lastulevyrakenteisten väliseinien alaosiin, joissa epäiltiin vaurioita. Vaurioiden syiksi epäiltiin ulkopuolisia kosteuslähteitä mm. lattianpesuvesiä sekä sulamisvesiä ulko-oven läheisyyden vuoksi.

Tutkimuksissa huomioitiin myös rakenteiden puutteellinen tiiveys, joka yhdessä tilojen alipaineisuuden kanssa tuo epäpuhtauksia rakenteiden sisältä sisäilmaan.

Korjaustoimenpiteiksi ehdotettiin sokkelin, sokkelinvierustan sekä salaojajärjestelmän uusimista ja korjaamista. Toimenpiteinä suositeltiin vaurioituneiden sokkelinosien, pellitysten sekä sokkelin vesieristyksen korjaamista ja salaojajärjestelmän täydellistä uusimista. Maanpintaa suositeltiin laskettavan rakennuksen ympärillä niin, että sokkeli olisi n.300 mm näkyvissä. Myös maanpintaa suositeltiin kallistettavan rakennuksesta pois päin.

Kosteusvaurioituneisiin tiloihin esitettiin seinien alaosien uusimista, sekä nykyaikaisen kosteuseristysjärjestelmän rakentamista kosteusrasitetuimpiin tiloihin.

Puutteellisten yläpohjaläpivientien johdosta vaurioituneet alakattorakenteet ehdotettiin uusittavaksi ja käytöstä poistettuja läpivientejä poistettavaksi.

Koska ilmanvaihdon katsottiin olevan hallitsematonta, suositeltiin ilmamäärien tarkistusta ja tarvittaessa järjestelmän korjausta.

Tiloja ehdotettiin myös siivottavaksi ja desinfioitavaksi.

### 3. HAVAINNOT RAKENTEISTA

#### 3.1 Perustukset ja alapohjarakenteet

##### 3.1.1 Havainnot suunnitelma-asiakirjoista

Käytettävissä olevien rakennesuunnitelmien perusteella perustukset koostuvat nauha-anturoista ja kevytsoraharkko-sokkeleista. Sokkelin maanpinnan alapuoliset osat on muurattu 250 mm leveistä harkoista ja maanpinnan yläpuoliset osat 75 mm ja 125 mm leveistä harkoista, joiden välissä on 50 mm:n sokkelihalkaisu polystyreeni-eristelevystä. Sokkelin sisäpuolella ei suunnitelmien mukaan ole eristelevyjä.

Suunnitelmissa ei näy merkkejä kapillaarin katkaisevasta sorakerroksesta perustusten alla. Sokkeli on maanpinnan yläpuolelta slammattu ja alapuoliset osat on suojattu perusmuurilevyllä. Perustusten routasuojaus on toteutettu 100 mm:n vahvaisilla polystyreenilevyillä, jotka ulottuvat rakennuksen lämpimällä puolella 1000 mm etäisyydelle sokkelin ulkoreunasta. Perustuksen salaojitus kulkee suunnitelmien mukaan anturan vieressä. Sokkelikorkeus maanpinnasta on suunnitelmien mukaan 150 mm – 200 mm tontin ollessa loivasti kallistunut.

Alapohjarakenne on rakennuksessa seuraavanlainen:

##### Alapohja 1, päiväkodin lattiat yleensä (AP 1)

- Pintamateriaali (muovimatto)
- Teräsbetonilaatta 80 mm
- Polystyreenilevy 100 mm
- Tiivistetty sora  $\geq 200$  mm
- Perusmaa

Alapohjarakenteen yläpinta on samalla korkeudella perustusrakenteiden yläpinnan kanssa.

##### 3.1.2 Havainnot paikalla

Havaintojen perusteella perustus- ja alapohjarakenteet on toteutettu suunnitelmien mukaan. Näkyvä sokkeli on hyvin matala, paikoin ainoastaan n. 100 mm korkea maanpinnasta. Rakennusta ympäröivä maanpinta on päällystetty asfaltilla ja todennäköisesti asennettu alkuperäisiä suunnitelmia korkeammalle. Paikoin maanpinta kallistuu rakennusta kohti, tai on aivan vaakatasossa ja lammikoittaa vettä rakennuksen vierustalle (ks. liite 1.). Perusmuurilevyt ovat paikoin irti yläpäästään, mikä voi aiheuttaa veden pääsemisen perusmuurilevyn ja sokkelin ulkopinnan väliin.

Alapohjan kosteustilaa tutkittiin kauttaaltaan silmämääräisesti, pintakosteuskartoituksella sekä lattian muovimattojen alle tehtyjen viiltomittausten avulla. Kohonneita kosteusarvoja tai aistinvaraisia viitteitä kohonneista kosteusarvoista ei löytynyt. Kosteusmittaustuloksista on kerrottu enemmän kappaleessa 4.



Kuva 1. Slammattu ja korjattu harkkosokkeli



Kuva 2. Puutteita maanpintojen kaadoissa ja koroissa

### 3.2 Ulkoseinärakenteet

#### 3.2.1 Havainnot suunnitelma-asiakirjoista

Käytettävissä olevien rakennesuunnitelmien mukaan ulkoseinän rakennetyyppi on seuraavanlainen (rakenne sisältä ulospäin):

##### Ulkoseinä 1, (US 1)

- Kipsonit-levy 13mm
- Muovitiivistyspaperi
- Puusoirorunko 50x125 k600 + mineraalivilla 125 mm
- Tyvek-pinnoitteinen tuulensuojamineraalivilla 50 mm
- Vaakakoolaus 22x100 k600
- Lomalaudoitus 2x22x100

#### 3.2.2 Havainnot paikalla

Ulkoseinärakenteita avattiin kolmesta kohdasta rakennuksen takasivulta (ks. liite 1.). Rakenneavauksen perusteella ulkoseinärakenne on seuraavanlainen (rakenne sisältä ulospäin):

- Lastulevy n.12 mm
- Muovikalvo (höyrynsulku)
- Puusoirorunko 50x125 k600 + mineraalivilla 125 mm
- Tyvek-pinnoitteinen tuulensuojamineraalivilla 50 mm
- Vaakakoolaus 22x100 k600
- Lomalaudoitus 22x100 + 22x125



Kuva 3. Ulkoseinän rakenneavaus



Kuva 4. Ulkoseinän rakenneavaus

Maantasolla tehdyissä ulkoseinien rakenneavauskohtien rakenteissa ei havaittu minkäänlaisia merkkejä kosteusvaurioista ja rakenteet olivat rakenneavauksen tekohetkellä täysin kuivia. Vesikaton yläpuolella sijaitsevassa ulkoverhouksessa havaittiin paikallisesti lahoja kohtia.



Kuva 5. Ulkoverhouslaudassa lahoa.



Kuva 6. Toimistohuoneen ulkoseinän sisässä on linnunpesä sekä pieneläinten jätteitä.

### 3.3 Yläpohjarakenteet

#### 3.3.1 Havainnot suunnitelma-asiakirjoista

Käytettävissä olevien pää- ja rakennesuunnitelmien mukaan yläpohjan rakennetyyppi on seuraavanlainen (rakenne ylhäältä alaspäin):

- Kuumasinkitty ja muovipinnoitettu TR 45/0,7 peltikate
- Ruoteet 50x100 k900
- Kattopalkit Kertopuu 45x260 + Tyvek-pinnoitteinen tuulensuojamineraalivilla 30 mm + mineraalivilla 200 mm
- Termopol-tiivistyslevy
- Koolaus 50 x 50 k400
- Kipsonit-levy 13 mm

#### 3.3.2 Havainnot paikalla

Yläpohjarakenteita avattiin yhdestä kohdasta keittiön kohdalta (ks. liite 1.). Rakenneavauksen perusteella yläpohjarakenne on seuraavanlainen (rakenne ylhäältä alaspäin):

- Trapetsiprofiilinen peltikate
- Ruoteet 50x100 k900
- Kattopalkit Kertopuu 45x260 + Tyvek-pinnoitteinen tuulensuojamineraalivilla 30 mm + mineraalivilla 200 mm
- Tuulensuojalevy n.12 mm
- Koolaus 50 x 50
- Muovikalvo (höyrynsulku)

Rakenneavaus lopetettiin muovikalvoon. Rakenneavauskohdassa ei havaittu vaurioita yläpohjarakenteessa. Vesikatteen kiinnittämiseen käytettyjen kateruuvien sekä räystäsalueen otsapeltien kohdalla on kohtia, joista sadevesi voi päästä rakenteen sisään. Vesikatteen alapuolinen tuuletus on puutteellinen.

Yläpohjarakenne on kauttaaltaan räystäätön ja erityisesti takasivun vesikourut ovat uusimisen tarpeessa. Räystäättömässä rakenteessa ei ole myöskään järjestelmällisesti myrskypeltejä, joten sadevedellä on mahdollisuus nousta sopivissa tuuliolosuhteissa ulkoverhousta pitkin otsapellin alle ja sitä kautta yläpohjatilaan.



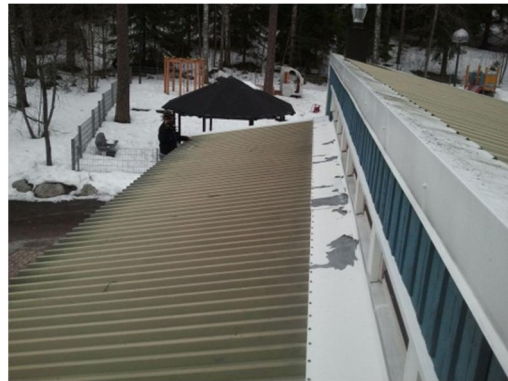
Kuva 7. Yläpohjan rakenneavaus



Kuva 8. Yläpohjan rakenneavaus



Kuva 9. Rästääjän rakenne ja vesikouru



Kuva 10. Yleiskuva vesikatolta

### 3.4 Ikkunat ja ovet

#### 3.4.1 Havainnot suunnitelma-asiakirjoista

-

#### 3.4.2 Havainnot paikalla

Ikkunat ovat puurakenteisia ja ne on varustettu lämpölasielementillä. Silmämääräisesti arvioiden ikkunoiden puuaineksi on hyväkuntoista. Merkkisavua ulkoseinien sisään syötettäessä havaittiin, että savua kulkeutuu ikkunaliittymien kautta huonetilaan. Ilmavuodoista lisää kappaleessa 6.

## 4. KOSTEUSMITTAUSTULOKSET

### 4.1 Pintakosteuskartoitus

Ennen kosteusmittauksia päiväkodin lattiapinnat sekä seinien alaosat kartoitettiin pintakosteuden osoittimella. Kohonneita pintakosteusarvoja ei kirjattu mistään kohdista rakenteita.

### 4.2 Viiltomittaustulokset muovimattojen alta

Viiltomittauksia tehtiin kahdesta kohdasta (ks. liite 1.). Koska pintakosteuden osoittimella ei havaittu mittaushetkellä muista lattia-alueista poikkeavia pintakosteusarvoja, tehtiin viiltomittauksen sattumanvaraisesti kahteen kohtaan lattiaita.

*Taulukko 1. Viiltomittaus ryhmähuoneen lattiaan*

Tsisä [oC]	22,3	Tulko [oC]	PVM		
RHsisä [%]	30,1	RHulko [%]	13.4.2012		
Abs [g/m3]	6,0	Abs [g/m3]			
Mittauspiste	Mittaussyvyys	mittapää	T [oC]	RH [%]	Abs. [g/m3]
Ryhmähuone	maton alta	HMP42	19,2	40,3	6,7

*Taulukko 2. Viiltomittaus ryhmähuoneen viereisen varaston lattiaan*

Tsisä [oC]	22,3	Tulko [oC]	PVM		
RHsisä [%]	30,1	RHulko [%]	13.4.2012		
Abs [g/m3]	6,0	Abs [g/m3]			
Mittauspiste	Mittaussyvyys	mittapää	T [oC]	RH [%]	Abs. [g/m3]
Varasto	maton alta	HMP42	18	62,9	9,7

## 5. ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN TUTKIMUKSET

### 5.1 Ilmanvaihtojärjestelmän yleinen kunto ja tekninen taso

Tiloissa on koneellinen tulo- ja poistoilmavaihto, josta vastaa lämpimään varastohuoneeseen vuonna 2002 ilmanvaihtoremontin yhteydessä sijoitettu levylämmönsiirtimellä varustettu ilmavaihtokone. Tätä aiemmin rakennuksessa on ollut vain koneellinen poistoilmavaihto ja tuloilma on saatu ulkoseinien raitisilmaventtiilien kautta. Tuolloin toteutunut ilmanvaihtomäärä on riippunut mekaanisten raitisilmaventtiilien säätöasunnoista. Samoin tuloilman puhtaus on ollut raitisilmaventtiilien nykyistä ilmanvaihtokonetta karkeamman suodatusasteen varassa eikä ulkoilmaa ole lämmitetty ennen huonetiloihin tuomista.

Vuoden 2002 muutoksen yhteydessä ulkoseinien mekaaniset raitisilmaventtiilit kuitenkin säilytettiin, vaikka rakennukseen asennettiin em. lämmön talteenotolla varustettu tulo-/poistoilmakone osin uusittuine kanavineen ja päätelaitteineen. Valitettavasti mekaanisen ilmanvaihtojärjestelmän ilmamääriä on tuon muutoksen yhteydessä käytettävissä olleiden suunnitteludokumenttien mukaan jopa osin pienennetty. Syynä lienee ollut valitun, ja osin ehkä tarjolla olleiden vastaavien kompaktien ilmanvaihtokoneiden, käytössä ollutta huippuimuria pienempi maksimi-ilmanvaihtomäärä.

Ilmanvaihtokoneen päivittäisen tilan seuranta perustuu sen kyljessä olevien merkkilamppujen antamaan rajoitettuun informaatioon. Koneen käsittävissä varastohuoneessa on nykyisellään niin paljon tavaroita, että sen tilan tarkastusta ei voi olettaa tehtävän rutiinomaisesti.

Ilmanvaihtojärjestelmän kanavointi ja päätelaitteiden sijoitus sekä määrä on toteutettu melko säästäväisyyttä noudattaen eli suurta huomiota ei ole kiinnitetty tuloilman kattavaan ohjaukseen eri tiloissa ja toisaalta lämmenneen sekä hiilidioksidipitoisen poistoilman tehokkaaseen keräämiseen. Suuren hallitilan osalta voi erityisesti kesäisin olettaa lämpimän ilman poiston olevan päätelaitteiden nykyisen sijoituksen ja ilmamäärien vuoksi puutteellista. Samoin tulee tarkistaa, että ilmanvaihtokoneen kesäkäytössä lämmön talteenoton ohitus kytkeytyy korkeiden ulkolämpötilojen aikaan päälle. Tarkastuskäynnin aikana ilmeni, ettei keittiön liesikuvun yhteyteen sijoitettu poiston tehostus ei nykyisellään toimi kunnolla. Sen toteutuksen ja toimivuuden tarkastus tulisi teettää pikaisesti. Koska liesikuvun poistokanava kulkee ilmavaihtokoneen kautta, tulee sen pudistukseen kiinnittää erityistä huomiota.

Tarkastuskäynnin jälkeen tehdyssä tarkastuksessa ilmeni, että ilmanvaihtokanavien päätelaitteista mitattujen alhaisten ilmamäärien oleellisena aiheuttajana ovat olleet ilmavaihtokoneen puhaltimien löystyneet kiilahihnat. Niiden vuoksi tilakohtaiset ilmamäärät ovat jääneet vaatimattomiksi, eikä paine-eron raja-arvoa tuloilmakoneen suodattimien yli ole ylitetty puhaltimen tuottaman vähäisen paineen vuoksi.

Ilmavaihtokonetta ja sen toimintojen valvontaa ei ole liitetty kiinteistökohtaiseen automaation alakeskukseen, koska kiinteistössä ei ole toimintojen keskitettyä valvontaa, vaan toimintojen ohjaus perustuu käytännössä paikallisiin sähkömekaanisiin kello-ohjauksiin.



Kuva 11. Ilmanvaihtokone sijaitsee melko täydessä varastotilassa



Kuva 12. Paikoin poistoilmaventtiilit ovat puhdistamisen tarpeessa

Tulo- ja poistoilmaventtiilien ilmamäärät on esitetty taulukossa 3 (Ilmamäärät tuloventtiileistä) sekä taulukossa 4 (Ilmamäärät poistoventtiileistä).

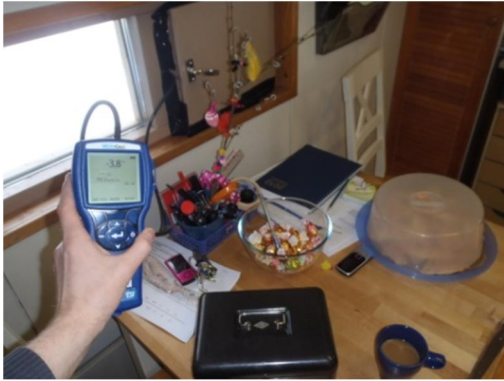
<i>Taulukko 3. Ilmamäärät tuloilmaventtiileistä</i>			
Mittalaite: TSI Airflow LCA301 siipipyöranemometri + torvisarja			
Tilan tunnus pohjapiirustuksessa	Venttiili	Mitattu [l/s]	Vaadittu [l/s]
01 KEITTIÖ		4	25
02 VAR.		---	---
03 LUKUH. (NYK. TOIMISTO)		6	30
04 MONITOIMIH (NYK. RYHMÄHUONE)		28	105
05 TYÖ- JA LEPOH.		ei mitattu	30
06 ET.		---	---
07 VERSTAS (NYK. KEITTIÖ)		11	30
08 VARASTO		---	---
09 TEKN.T.		---	---
10 SK		---	---
11(?) SOS.TILAN SUIHKUH.		---	---
12 TWC		---	---
13 PWC		---	---
14 TK		---	---
15 SOS.T.		---	---
(ei numeroa) SOS.TILAN WC		---	---

<i>Taulukko 4. Ilmamäärät poistoilmaventtiileistä</i>			
Mittalaite: TSI Airflow LCA301 siipipyöranemometri + torvisarja			
Tilan tunnus pohjapiirustuksessa	Venttiili	Mitattu [l/s]	Vaadittu [l/s]
01 KEITTIÖ		18	25
02 VAR.		ei mitattu	5
03 LUKUH. (NYK. TOIMISTO)		23	30
04 MONITOIMIH (NYK. RYHMÄHUONE)		28	30
05 TYÖ- JA LEPOH.		18	30
06 ET.		ei mitattu	----
07 VERSTAS (NYK. KEITTIÖ)		8	15
08 VARASTO		ei mitattu	5
09 TEKN.T.		8	20
10 SK		4	10
11 SOS.TILAN SUIHKUH.		7	15
12 TWC		10	15
13 PWC		9	15
14 TK		---	---
15 SOS.T.		---	---
(ei numeroa) SOS.TILAN WC		9	15



## 5.2 Paine-erot vaipan yli ja tilojen välillä

Huonetilat olivat tutkimusajankohtana keskimäärin n. 3 Pa ulkoilmaan nähden alipaineisia. Huonetilojen välillä ei havaittu paine-eromittarilla tai merkkinäköillä tutkittaessa käytännössä ollenkaan paine-eroja. Tämä johtuu ulkoseinien runsaasta raitisilmaventtiilien määrästä ja puutteellisesti toimivasta ilmanvaihtojärjestelmästä.



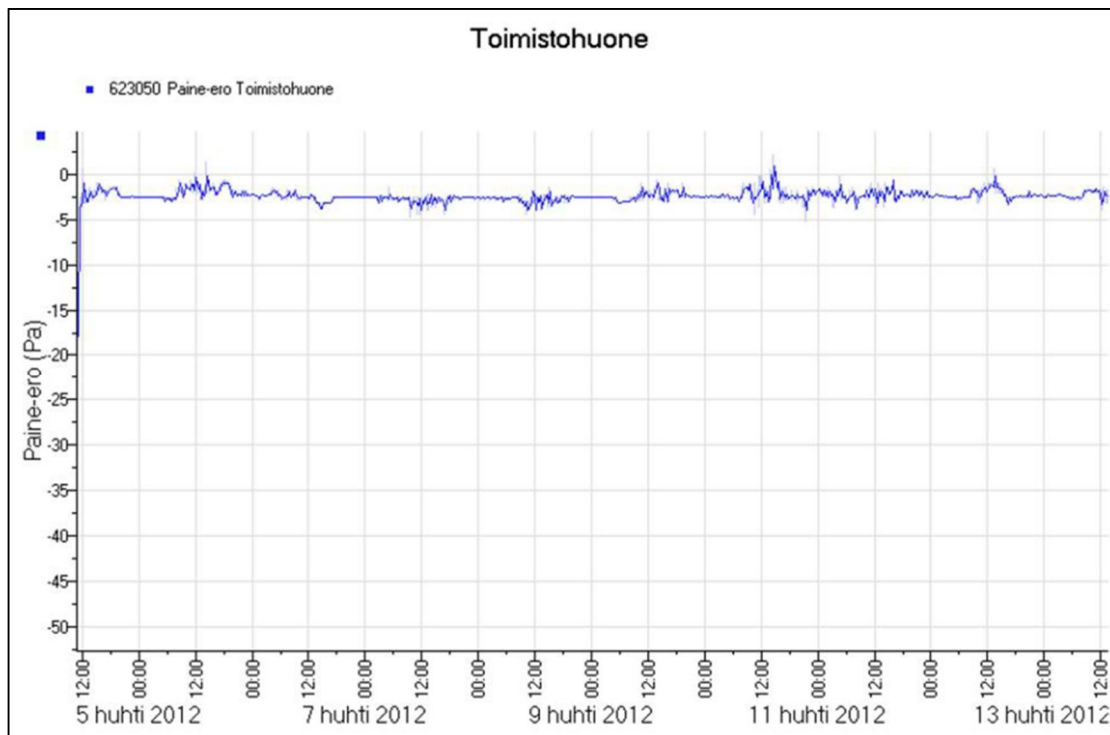
Kuva 13. Paine-eromittaus ulkoseinän yli



Kuva 14. Huonetilojen välinen paine-eromittaus

## 5.3 Paine-eron seurantamittausten tulokset

Ulkovaipan yli tehdystä paine-eron seurantamittauksen tuloksesta (taulukko 5.) voidaan todeta toimistohuoneen olleen keskimäärin n. 3 Pa alipaineinen ulkovaipan yli. Paine-erossa ei tapahdu merkittäviä muutoksia öisin, viikonloppuisin, tai normaalin työajan ulkopuolella.



Taulukko 5. Paine-eron seurantamittaus ulkovaipan yli toimistohuoneessa.

## 6. RAKENTEIDEN ILMAVUODOT

### 6.1 Liitoskohtien tutkimukset

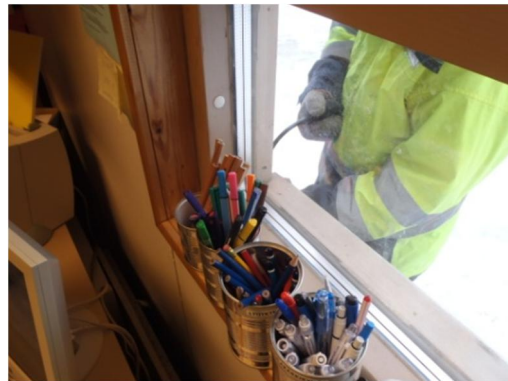
Rakenteiden liitoskohtien tiivyyttä tutkittiin seinä-lattia-liitoksissa, ikkunaliitoksissa ja mekaanisten raitisilmaventtiilien kohdalta merkkisavulla. Tutkimukset suoritettiin päiväsaikaan tilojen ollessa normaalisti käytössä.

Tutkimukset tehtiin siten, että liitosten lähettyvillä laskettiin merkkisavua rakennuksen ulkokautta ulkoseinärakenteen eristetilaan. Tämän jälkeen tutkittiin, kulkeutuuko merkkisavua liitosten kautta huonetiloihin.

Ikkunaliitoksen tutkimuspaikaksi valittiin toimiston ikkuna, jonka lähettyvillä oli eristetilassa joitakin vuosia sitten kuollut lintu (ks. liite 1.). Lintu oli aiheuttanut hajuhaittoja, eikä vanhaa pesää ole tapahtuneen jälkeen kunnolla siivottu pois.



Kuva 15. Merkkisavukoe toimiston ikkunaliittymässä



Kuva 16. Toimiston ikkunaliittymä

Seinä-lattia-liitoksen tutkimuspaikaksi valittiin leikkihuone (ks. liite 1.).



Kuva 17. Merkkisavukoe leikkihuoneen kohdalla



Kuva 18. Leikkihuoneen seinä-lattia-liitos

Savua syötettiin myös toimistohuoneen seinän eristetilaan. Tarkoituksena oli selvittää kulkeutuuko eristetilasta ilmaa raitisilmaventtiilien kautta sisätiloihin. Venttiili sijaitsee toimiston ikkunan yläpuolella (ks. liite 1.).



Kuva 19. Raitisilmaventtiin merkisavukoe



Kuva 20. Raitisilmaventtiili sisäpuolelta

## 6.2 Tulokset

Tutkimuksista ilmeni, että seinä-lattia-liitoksissa, ikkunaliitoksissa ja raitisilmaventtiilien liitoksissa on merkisavukokeiden perusteella merkittäviä ilmavuotoreittejä. Vuotoreittien kautta voi huoneilmaan kulkeutua eristetilojen epäpuhtauksia, jotka voivat heikentää sisäilman laatua. Päiväkoti on jatkuvasti aavistuksen alipaineinen, joka mahdollistaa epäpuhtauksien kulkeutumisen ilmavuotoreittien kautta huonetiloihin. Puutteet raitisilmaventtiilien tiiviydessä osaltaan puoltavat niiden poistamista kokonaan, mikäli koneellinen tulopoistoilmanvaihto saadaan toimimaan tilojen käyttötarkoituksen edellyttämällä tavalla

## 7. MATERIAALI - JA ILMANÄYTTEIDEN TUTKIMUKSET

### 7.1 Sisäilman VVOC- ja VOC-yhdisteet

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

#### Ilmanäytteet

Ilmanäyte VO1. Ryhmätila

Ilmanäyte VO2. Toimisto

Ilmanäyte VO3. Leikkihuone

Tulokset:

- Kaikissa näytteissä havaittiin epätavanomaisina pitoisuuksina etanolia

VVOC- ja VOC - yhdisteiden analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan raportin liitteessä 3.

### 7.2 Materiaalien mikrobinäytteet

Materiaalien mikrobinäytteitä ei kerätty.

### 7.3 Pölynäytteet tasopinnoilta

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

Tasopinnoilta kerättiin pölynäytteitä pölynkoostumuksen selvittämiseksi seuraavasti:

Pöly 1: Toimisto, eri tasopintoja

Pöly 2: Ryhmätila, eri tasopintoja

Pöly 3: Itäpään huoneet, eri tasopintoja

Näytteenottoaikat liitteessä 1.

Tulokset:

Kaikki näytteet sisältävät kohtalaisesti mineraalipölyä. Analyysiraportin mukaan Näyte 1 sisältää jonkin verran, näyte 2 niukasti ja näyte 3 vähän mineraalivillakuituja. Näytteet 1 ja 2 sisältävät jonkin verran ja näyte 3 kohtalaisesti orgaanista pölyä.

Analyysitulokset on esitetty kokonaisuudessaan liitteessä 4. Näytteenottokohdat on esitetty liitteessä 1.

### 7.4 Formaldehydi

Sisäilman formaldehydin mittaamisen tarkoituksena oli selvittää kaasun pitoisuus sisäilmassa. Kohonneet pitoisuudet voivat aiheuttaa tiloissa koettuja oireita kuten ärsytystä ylähengitysteissä ja silmissä. Voimakkaammin kohonneet arvot aiheuttavat jopa pahoinvointia ja päänsärkyä.

Formaldehydiä voi päätyä huoneilmaan mm. lastulevyrakenteiden sisältämästä liimasta, joka on yleisin päästölähde. Emissiota kiihdyttäviä tekijöitä ovat korkea lämpötila ja kosteus. Tutkimuksen päämääränä oli vahvistaa, tai sulkea pois formaldehydi oireiden aiheuttajana. Rakennuksessa on käytetty paljon lastulevyä sisäpintarakenteina ja mm. vanhan sisäilmatutkimuksen mukaan paikallisia kosteusvaurioita on aikojen saatossa esiintynyt.

Näytteitä kerättiin n.80 minuutin ajan kolmesta eri tilasta. Näytteenottokohdat on esitetty raportin liitteenä olevassa pohjapiirustuksessa (liite 1.).

#### Ilmanäytteet

Ilmanäyte FA1. Toimisto

Ilmanäyte FA2. Keittiö

Ilmanäyte FA3. Ryhmätila

Tulokset:

Mittaustuloksien mukaan kohonneita formaldehydimääriä ei tiloissa esiinny.

Sisäilmastoluokituksen vaativimman S1 luokan mukaan enimmäisarvona pidetään  $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Mittausten mukaan raja ei ylity ja mittausarvot olivat kaikissa tutkituissa tiloissa  $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Näin ollen oireet eivät todennäköisesti aiheudu formaldehydistä. Tutkimustulokset on esitetty raportin liitteessä 5.

#### 7.5 Hiilidioksidi

Päiväkotitilojen hiilidioksidipitoisuutta seurattiin otosluonteisesti kahden viikon aikana.

Esimerkkinä ilmanvaihdon riittämättömyydestä ryhmätilasta mitattiin tutkimusten aikana pahimmillaan yli 1900 ppm hiilidioksidipitoisuuksia. Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2 asettaa huonetilan käyttöaikana normaaleissa sääolosuhteissa ylärajaksi 1200 ppm.

## 8. JOHTOPÄÄTÖKSET

### 8.1 Rakennustekniikka

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

Rakenteiden liitoskohdissa, erityisesti seinä-lattia-liitoksissa, ikkunaliitoksissa ja raitisilmaventtiilien liitoksissa on tehtyjen tutkimusten perusteella ilmavuoreitteja. Vuoreittien kautta huoneilmaan kulkeutuu epäpuhtauksia mm. eristeloista tai alapohjarakenteista, jotka voivat heikentää sisäilman laatua. Onnistuneen sisäilmakorjauksen kannalta on tärkeää, että rakenteiden liitoskohdista tehdään ilmativiitä.

Pölynäytteissä esiintyneet mineraalivillakuidut ja mineraalipöly voivat aiheuttaa käyttäjille esimerkiksi ylempien hengitysteiden oireita. Kuitupäästöjen aiheuttaja voi mm. olla rakenteiden ilmavuotojen kautta huonetilaan kulkeutuvat lämmöneristeiden mineraalivillakuidut. Mineraalipölyä voi kulkeutua sisätiloihin ulkovaatteiden ja -kenkien mukana, mutta myös katupölynä suodattamattoman ilman mukana raitisilmaventtiilien kautta.

### 8.2 Ilmanvaihtojärjestelmä

Ilmanvaihtojärjestelmän ilmamääriä on vuoden 2002 järjestelmän muutoksen yhteydessä käytävissä olleiden suunnitteludokumenttien mukaan jopa osin pienennetty. Tarkastuskäyntien aikana mitatut ilmamäärät olivat pienempiä kuin vuoden 2002 suunnitelman arvot, jotka nekään eivät vastaa osan tilojen nykyistä käyttöä. Koska osin mitatut ilmamäärät olivat todella pieniä suhteessa ao. tilojen suunnitelma-arvoihin ja niiden nykyiseen käyttöön, pitempiaikainen yhtäjaksoinen oleskelu tiloissa voi aiheuttaa terveydellistä haittaa eikä tilojen suunniteltu toiminnallisuus ei toteudu tavoitteiden mukaisesti. Jälkimmäinen tarkoittaa käytännössä mm. hajujen ja kosteuden hitaampaa poistumista tiloista. Onneksi tarkastuskäynnin jälkeen suoritettussa huoltotarkastuksessa ilmamääriä pystyttiin oleellisesti lisäämään ilmanvaihtokoneen puhaltimien löystyneiden kiilahihnojen vaihdon myötä. Nykyinen ilmanvaihtojärjestelmä on kuitenkin mitoitettu siten, ettei se sovellu rakennuksen nykyiseen käyttötarkoitukseen.

Ilmanvaihtokoneen huollettavuus ja seuranta on sen sijoituspaikan tavarapaljouden ja paikallisten ohjausten ja hälytysten vuoksi hankalaa ja vaarantaa siten tilojen käytettävyyden.

Ulkoseinien mekaanisten raitisilmaventtiilien käyttö sallii tuloilmakonetta suodatusastetta karkeampien epäpuhtauksien ja kosteamman sekä kylmemmän ulkoilman pääsyn rakennukseen. Tarkastuksessa ilmeni myös osan venttiilien putkitusten vaurioituneen vuosien myötä ja sallivan siten rakenteiden epäpuhtauksien pääsyn rakennuksen sisätiloihin.

## 9. TOIMENPIDE-EHDOTUKSET

### 9.1 Rakennustekniikka

Esitämme rakenteiden liitoskohtien ilmapuotokohtia tiivistettäväksi pastamaisella vedeneristemassalla ja liitoksiin soveltuvilla vahvikenauhoilla (Ardex 8+9). Tiivistystyön onnistuminen varmistetaan tiivistyskorjauksen alussa tehtävällä mallihuoneella. Mallihuoneeksi esitämme toimistohuonetta. Tiivistystyön loputtua teetetään kaasuseoksella suoritettavat merkkiainekokeet. Elastisten saumausmassojen käyttö ei sovellu systemaattisen tiivistyskorjauksen tekoon. Tiivistämistöistä huolimatta toimistohuoneen ulkoseinärakenteen eristetilaa tulee puhdistaa eläinten jätöksistä. Työ voidaan tehdä ulkokautta purkamalla paikallisesti ulkoverhousta. Mielestämme toimistohuoneen ulkoseinän eristetilan puhdistus ja tiivistystyö tulisi tehdä kiireellisesti.

Esitämme vesikatetta uusittavaksi, alustakatteen asentamista ja yläpohjarakenteen muuttamista räystäälliseksi. Minimissään kaikki kateruuvien ja otsapeltien kiinnityskohdat on tarkastettava, sekä huonokuntoisimmat kateruuvit ja vaurioituneet räystäskourut tulee uusita.

Vesikaton yläpuolella sijaitsevaa, paikallisesti huonokuntoista julkisivuverhousta esitämme uusittavaksi ja alueen ikkunoita huollettaviksi. Työn yhteydessä tarkistetaan ulkoseinän kunto.

Rakennuksen vierustan kaadot ja korot ovat puutteellisia ja esitämme niiden korjaamista.

### 9.2 Ilmanvaihtojärjestelmä

Kiireellisenä ilmapaihtojärjestelmää koskevinä toimenpiteinä tulee ilmanvaihtokoneen raitisilmasäleikkö ja –kanava puhdistaa. Keittiön liesituulettimen tehostuksen toiminta ja poistokanavan puhtauden taso ovat tarkistettava.

Rakennuksen ilmanvaihtomäärät tulisi muuttaa nykyistä käyttöä vastaaviksi. Vuonna 2002 suunnitelmassa määritetyt ilmamäärät tulo- ja poistoilmamäärät ovat monien tilojen osalta huomattavasti alle vastaavien tilojen nykyisten suunnitelma-arvojen. Jos tilojen käyttäjämäärät halutaan pitää nykyisen suuruisina, tulee osan tilojen maksimi-ilmapaihtoa tehostaa käyttäjämäärien mukaiseksi. Tämän toteutus voi käytännössä edellyttää ilmanvaihtokoneen uusintaa tai soveltuvan osan ilmapaihdon siirtämistä uudelle ilmanvaihtokoneelle. Mikäli ilmanvaihtokoneita ei uusita, tulee nykyiselle jo kymmenen vuotta vanhalle suorittaa huolellinen tarkastus ja tarvittaessa peruskunnostus.

Ilmapaihdon ilmamäärien ohjauksessa olisi syytä harkita käytettävän apuna hiilidioksidipitoisuus- tai VOC-anturin tietoa, jolloin on mahdollista saavuttaa paremmin käytön mukainen ilmapaihto.

Ilmapaihtokanavat tulee puhdistaa tarvittavilta osin ja tarkistaa päätelaitteiden kunto ja ilmamäärät.

Ulkoseinien mekaanisten raitisilmaventtiilein käytöstä luopumista tulisi vakavasti harkita.

Ilmanvaihtokone tulisi varustaa tarvittaessa automaattisesti ohjatulla lämmön talteenoton ohituksella, joka ohjaa kesäisin määritellyn ulkolämpötilan ylittyessä poistoilman kulkemaan lämmön talteenoton ohitse. Samoin kesällä voitaisiin aamuöisin käyttää ns. yötuuletusta viilentämään tiloja ennen auringon tuomaa lämpökuormaa.

Ilmanvaihtokone tulisi liittää kaukovalvontaan, josta voitaisiin seurata koneen tilaa ja tehdä sitä koskevia rajattuja ohjauksia sekä lähettää tarvittaessa huoltohenkilöstöä sitä tarkistamaan.


Pukuhuonetiloihin tulisi tuoda tuloilma suoraan ilmapaihtokoneelta eli pukuhuone varustaa omalla tuloilman päätelaitteella.

Ilmavaihdon kanavointia ja päätelaitteiden sijoitusta tulisi varautua parantamaan tuloilman paremman jaon ja lämpimän poistoilman poiston tehostamiseksi.

Rakennuksen itäpäädyn tekninen tila toimii nykyisin myös varastona, johon ulkoa raitisilmaventtiilien kautta tuotava kostea ja talvisin kylmä tuloilma ei erityisen hyvin sovellu. Tilan käyttötapoja tulee harkita tai muuttaa tilan tuloilman tuottotapa.

Espoossa 15.06.2012

Ramboll Finland Oy



Antti Siika-aho, ins. (AMK)



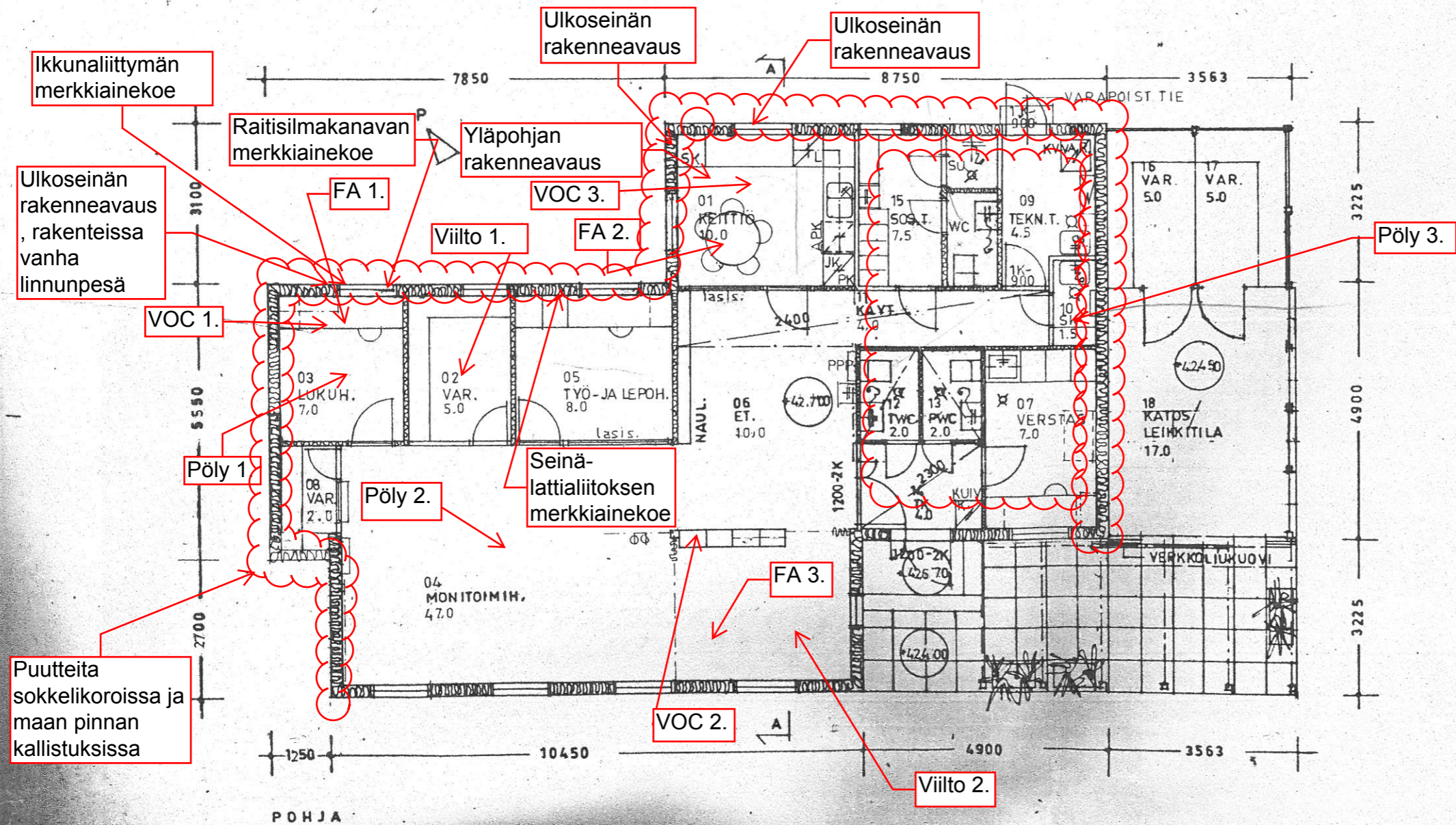
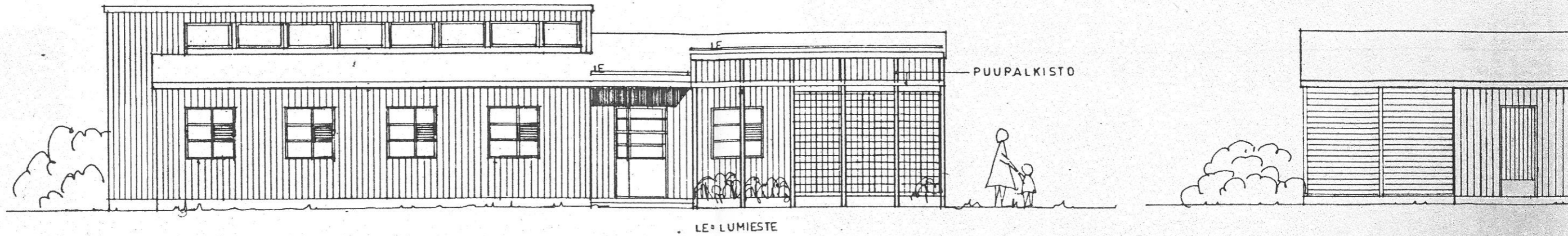
Miika Koljonen, ins. (AMK)

## LIITTEET

- Liite 1. Havainnot ja näytteiden ottokohdat
- Liite 2. Vanha yleisleikkaus
- Liite 3. VOC-analyysit
- Liite 4. Pölynkoostumuksen määritykset
- Liite 5. Formaldehydi-analyysit



Liite 1.  
Havainnot ja näytteiden ottokohdat



LUOTEESE



## KORSON ASUKASPUISTO SISÄILMAN VVOC- JA VOC-ANALYYSI



### 1325012 Analyysiraportti

29.3.2012

1.	YHTEYSTIEDOT .....	3
2.	HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, ILMASTA.....	4
2.1	VVOC- ja VOC -yhdisteet.....	4
2.1.1	Analysointimenetelmä.....	4
2.1.1	Tulos VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma.....	5
2.1.2	Yhdisteiden pitoisuudet.....	5
2.1.3	Yhdisteryhmien pitoisuudet.....	7
2.1.4	Johtopäätös.....	8
2.1.5	Viitearvoja .....	8
2.1.6	Kirjallisuus .....	10
3.	ALLEKIRJOITUKSET .....	11
4.	TULOKSET GRAAFISESTI.....	12

## 1. YHTEYSTIEDOT

<b>Tilaaaja</b>	Ramboll Finland Oy Antti Siika-aho Sentnerikuja 2 00440 HELSINKI
<b>Tutkimuskohde</b>	Korson asukaspuisto
<b>Projektinumero</b>	1325012
<b>Perustettu</b>	25.3.2012
<b>Laboratorio</b>	Ositum Oy Otakaari 12 02150 ESPOO
<b>Analysoija</b>	Juhani Kronholm
<b>Raportoija</b>	Juhani Kronholm
<b>Yhteyshenkilö</b>	FT, kemisti Juhani Kronholm Gsm +358 50 350 9880
<b>Näytteenottaja</b>	Tilaaaja: Ramboll Finland Oy
<b>Vastaanotettu</b>	23.3.2012
<b>Näytteenottopäivä</b>	23.3.2012

## 2. HAIHTUVAT ORGAANISET YHDISTEET, ILMASTA

### 2.1 VVOC- ja VOC -yhdisteet

#### 2.1.1 Analysointimenetelmä

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

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

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

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

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

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

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

## 2.1.1 Tulos VVOC- ja VOC-yhdisteet, ilma

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

	Näytteet 1-3 <sup>a</sup> , yhdisteiden pitoisuudet	Näytetilavuus dm <sup>3</sup>	Yksikkö	Putkityyppi <sup>b</sup>
1.	VO1. Ryhmätila	5,29	µg/m <sup>3</sup>	3
2.	VO2. Toimistohuone	5,68	µg/m <sup>3</sup>	3
3.	VO3. Leikkihuone	5,24	µg/m <sup>3</sup>	3

<sup>a</sup> VO = ilmanäyte, FG = massaperusteinen materiaalinäyte, FM = pinta-alaperusteinen materiaalinäyte, BVO = BioVOC

<sup>b</sup> Tenax/Carbograph 1TD/Carboxen1000, kerättyjen yhdisteiden koko C<sub>3/4</sub> – C<sub>20</sub>

## 2.1.2 Yhdisteiden pitoisuudet

Pitoisuudet on ilmoitettu tolueeniekvivalenttina (µg/m<sup>3</sup>). Toteamisrajan ylittävät, mutta määritysrajan alittavat pitoisuudet on merkitty <1:llä. Lihavoidut ja harmaalla korostetut tulokset ylittävät 10 % kokonaispitoisuudesta (TVOC), 50 % yhdisteryhmän viitearvosta, tai tulos on yli kymmenkertainen normaalipitoisuuteen verrattuna. Tarkempi erittely on Johtopäätös-kappaleessa.

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
<b>Aldehydit</b>				
	Bentsaldehydi	<1	<1	<1
	Butanaali	<1	<1	<1
	Dekanaali	<1	<1	<1
	Heksanaali	<1	1	1
	Heptanaali	<1	<1	<1
	Nonanaali	2	3	2
	Oktanaali		<1	<1
	<b>Yhteensä</b>	4	7	5
<b>Alkaanit</b>				
	1-Kloorioktadekaani			<1
	2,2,4,6,6-Pentametyyliheptaani	<1	2	<1
	2-Metyylibutaani	<1	<1	<1
	Dekaani		<1	
	Dodekaani	<1	<1	<1
	Heksaani		<1	
	Heptaani	<1	<1	<1
	Metyylisyklopentaani		<1	
	Nonaani			<1
	Tetradekaani	<1	<1	<1
	Undekaani	<1	<1	
	<b>Yhteensä</b>	2	4	3
<b>Alkeenit</b>				
	Isopreeni	<1	2	<1
	<b>Yhteensä</b>	<1	2	<1
<b>Alkoholit</b>				
	1,8-Sineoli	<1	1	<1
	1-Butanoli		<1	
	1-Metoksi-2-propanoli	2	<b>21</b>	8

Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
	2-Metyyli-2-propanoli	4	9	6
	Etanoli	16	27	56
	Syklobutanoli	<1		
	<b>Yhteensä</b>	24	58	71
<b>Amidit</b>				
	Akryyliamidi	<1		
	<b>Yhteensä</b>	<1		
<b>Aromaattiset</b>				
	1,2,3,4-Tetrametyylibentseeni	<1	<1	
	1,2,4-Trimetyylibentseeni	<1		<1
	Bentseeni	<1	<1	<1
	Etyylibentseeni	<1	<1	<1
	o-Ksyleeni	<1	<1	<1
	p-Ksyleeni	<1	<1	<1
	Tolueneeni	<1	<1	<1
	<b>Yhteensä</b>	2	3	2
<b>Atsoryhmät</b>				
	2-Metyylipiperatsiini	<1		
	<b>Yhteensä</b>	<1		
<b>Eetterit</b>				
	1,1-dietoksietaani			<1
	<b>Yhteensä</b>			<1
<b>Esterit</b>				
	Butyyliasetaatti	<1	<1	<1
	Etyyliasetaatti	<1	2	<1
	<b>Yhteensä</b>	<1	2	<1
<b>Halogenoidut</b>				
	Fluoritrikloorimetaani	<1	<1	<1
	<b>Yhteensä</b>	<1	<1	<1
<b>Ketonit</b>				
	2,3-Butaanidioni	<1	<1	<1
	6-Metyyli-5-hepten-2-oni	<1	<1	<1
	Asetofenoni	<1		
	Asetoni	2	4	3
	Sykloheksanoni			<1
	<b>Yhteensä</b>	3	5	4
<b>Orgaaniset hapot</b>				
	Etikkahappo			<1
	<b>Yhteensä</b>			<1
<b>Terpeenit</b>				
	alfa-Pineeni	<1	<1	<1
	beta-Pineeni	<1	<1	<1
	delta-3-Kareeni	<1	<1	<1



Ryhmä	Yhdiste	1	2	3
	dl-Limoneeni	2	2	2
	Kamfeeni	<1	<1	
	l-Kamferi	<1	<1	<1
	<b>Yhteensä</b>	4	3	3
<b>Tunnistamattomat</b>				
	<b>Yhteensä</b>	3	5	7
<b>TVOC</b>		40	90	100

### 2.1.3 Yhdisteryhmien pitoisuudet

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

Ryhmä	1	2	3
Aldehydit	4	7	5
Alkaanit	2	4	3
Alkeenit	<1	2	<1
Alkoholit	24	58	71
Amidit	<1		
Aromaattiset	2	3	2
Atsoryhmät	<1		
Eetterit			<1
Esterit	<1	2	<1
Halogenoidut	<1	<1	<1
Ketonit	3	5	4
Orgaaniset hapot			<1
Terpeenit	4	3	3
Tunnistamattomat	3	5	7
TVOC	40	90	100

Yhdisteiden hajukynnysylitykset näytteittäin.

Ryhmä	Yhdiste
VO2( Toimistohuone)	1-Metoksi-2-propanoli

Kirjallisuus (Wallace 1986, Molhave 1990, Seifert 1990)

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

Näyte	8 h - $\text{mg}/\text{m}^3$	15 min - $\text{mg}/\text{m}^3$
-----	-----	-----

Kirjallisuus (International Chemical Safety Cards (ICSC) 2007)

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

Näyte	8 h - mg/m <sup>3</sup>	15 min - mg/m <sup>3</sup>
VO1.( Ryhmätila)	Akryyliamidi 0.13%	

Kirjallisuus (Kostiainen ja Nokelainen 1994)

## 2.1.4 Johtopäätös

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

Sisäilman VVOC- ja VOC-näytteessä 1 havaittiin epätavanomaisena pitoisuutena 2-Metyyli-2-propanolia, jonka pitoisuus ylitti 10 % kokonaispitoisuudesta (TVOC). Yhdistettä käytetään mm. kosmetiikassa, hajusteissa, liuottimissa ja desinfiointiaineissa.

Sisäilman VVOC- ja VOC-näytteessä 2 havaittiin epätavanomaisena pitoisuutena 1-metoksi-2-propanolia, jonka pitoisuus ylitti 10 % kokonaispitoisuudesta (TVOC). Yhdistettä käytetään mm. liuottimena, liuottimien pesuaineena ja monitorien puhdistusliuinoissa.

Akryyliamidin pitoisuus VVOC- ja VOC-näytteessä 1 ylittää 1,3-kertaisesti sille määritetyn HTP/1000-arvon (taulukon merkintä akryyliamidi 0,13 %). Akryyliamidin vesiliukoisia polymeerejä on mm. väriaineissa, liimoissa ja niitä käytetään mm. jätevesien ja talousvesien käsittelyssä saostuksen apuaineina.

## 2.1.5 Viitearvoja

Yhdisteiden viitearvoja, hajukynnys ja normaalipitoisuusarvot on esitetty µg/m<sup>3</sup> ja HTP –arvot on esitetty mg/m<sup>3</sup>, 1 mg = 1000 µg.

Ryhmä	Yhdiste	Hajukynnys (µg/m <sup>3</sup> )	Normaalipitoisuus (µg/m <sup>3</sup> )	8 h - mg/m <sup>3</sup>	15 min - mg/m <sup>3</sup>
Aldehydit	Bentsaldehydi	180	1.7		
	Butanaali		15.0	74	
	Heksanaali	55	11.5		
	Oktanaali		3.9		
	Nonanaali	13	5.0		
	Dekanaali	650			
Alkaanit	Heksaani	470000		72	
	Heptaani	40600	3.2	1200	2100
	Nonaani	6700	1.2	1100	1300
	Dekaani		4.3		
	Undekaani		4.5		
	Dodekaani		1.9		
	Tetradekaani		1.2		
Alkoholit	1-Metoksi-2-propanoli	10		370	560
	Etanoli	55000		1900	2500
	1-Butanoli	5200		150	230

Ryhmä	Yhdiste	Hajukynnys (µg/m <sup>3</sup> )	Normaalipitoisuus (µg/m <sup>3</sup> )	8 h - mg/m <sup>3</sup>	15 min - mg/m <sup>3</sup>
	2-Metyyli-2-propanoli	66100		150	230
Aromaattiset	Bentseeni	28000	1.6	3.25	
	Tolueeni	11100	14.4	190	380
	Etyylibentseeni	10100	2.0	220	880
	o-Ksyleeni	4900	1.5	220	440
	p-Ksyleeni	4900	5.1	220	440
Esterit	Butyyliasetaatti	30	4.1	720	960
	Etyyliasetaatti	2230		1100	1800
Halogenoidut	Fluoritrikloorimetaani	92900		5600	7000
Ketonit	Asetofenoni	1810		25	
	6-Metyyli-5-hepten-2-oni		1.6		
	2,3-Butaanidioni	16			
	Asetoni	31500		1200	1500
	Sykloheksanoni	80		41	82
Orgaaniset hapot	Etikkahappo	400		13	25
Terpeenit	alfa-Pineeni	700	7.7		
	dl-Limoneeni	2400	13.5		
	delta-3-Kareeni		6.0		

Kirjallisuus (Wallace 1986, Molhave 1990, Seifert 1990)

Yhdisteryhmien yhteenlaskettujen kokonaispitoisuuksien laadullisia viitearvoja.

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

Kirjallisuus (Wallace 1986, Seifert 1990)

Yhdisteiden yhteenlaskettujen pitoisuuksien, TVOC, yleisiä seuraamuksia.

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

Kirjallisuus (Molhave 1990)

## 2.1.6 Kirjallisuus

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

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

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

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

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

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

### 3. ALLEKIRJOITUKSET

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

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

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

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

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

Espoo 29.3.2012

Ositum Oy

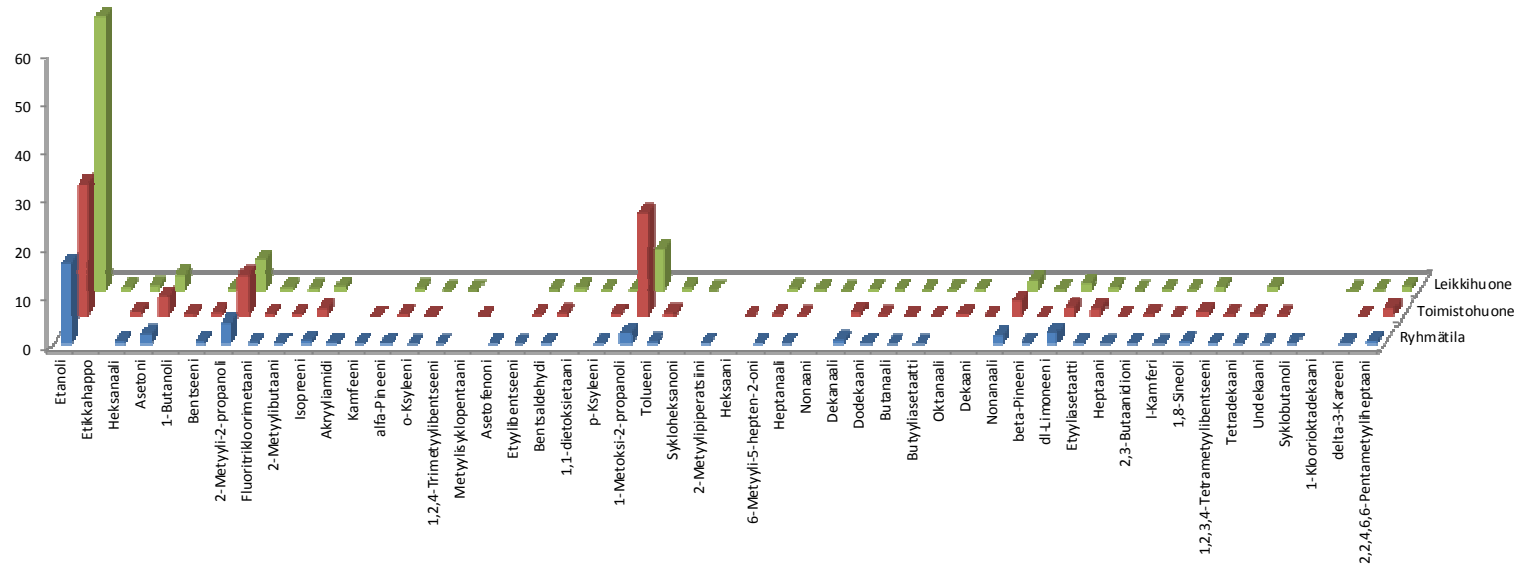


Juhani Kronholm  
FT, kemisti

Jakelu                      1 kpl tilaaja  
                                  1 kpl Ositum Oy:n arkisto

#### 4. TULOKSET GRAAFISESTI

### VVOC ja VOC -yhdisteet



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

18.04.2012

Ramboll Finland Oy  
Antti Siika-aho  
PL 25  
02601 ESPOO

**PÖLYNKOOSTUMUSANALYYSI**

Kohde Korson asukaspuisto.

Näytteenottopäivä 23.3.2012.

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

Tulokset Pusseihin kerättyjen näytteiden sisältämän pölyn koostumus

Pöly 1	toimiston taso- pintoja	Näyte sisältää kohtalaisesti mineraalipölyä (mm. silikaatteja, kipsiä, CaO/CO, Na- ja K-kloridit kooltaan 0-50 µm). Mineraalivillakuituja (kivivilla) ja orgaanista pölyä (tekstiilit, selluloosa, itiöt yms.) on jonkin verran.
Pöly 2	ryhmätilan taso- pintoja	Näyte sisältää kohtalaisesti mineraalipölyä (mm. silikaatteja, CaO/CO ja kvartsiä kooltaan 5-30 µm). Orgaanista pölyä (tekstiilit, hilse, selluloosa, kasvin osat, itiöt yms.) on jonkin verran. Mineraalivillakuituja (kivivilla) on niukasti.
Pöly 3	itäpäädyn taso- pintoja	Näyte sisältää kohtalaisesti mineraalipölyä (mm. silikaatteja, CaO/CO, Na-/K-kloridit ja Na-fosfaatit kooltaan 0-80 µm). Orgaanista pölyä (tekstiilit, muovi, selluloosa, itiöt, hilse yms.) on kohtalaisesti. Mineraalivillakuituja (kivivilla) on vähän.

**WSP FINLAND OY**

Tomi Tolppi  
vanhempi tutkija, FM

Tilaaja

**2106335-0**

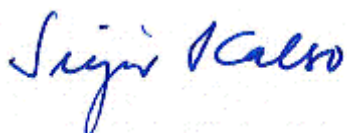
 Ramboll Finland Oy  
 Siika-aho Antti

 PL 25 (Säterinkatu 6)  
 02601 ESPOO

<b>Näytetiedot</b>	<b>Näyte</b>	Sisäilma kemia		
	<b>Näyte otettu</b>	23.04.2012	<b>Kellonaika</b>	
	<b>Vastaanotettu</b>	23.04.2012	<b>Kellonaika</b>	14.20
	<b>Tutkimus alkoi</b>	23.04.2012	<b>Näytteenotonsyy</b>	Tilaustutkimus
	<b>Näytteen ottaja</b>	Koljonen Miika		
	<b>Viite</b>	8214 2535		

	Analyysi Yksikkö	Formaldehydi $\mu\text{g}/\text{m}^3$
	Menetelmä	SFS 3862:1981
	Epävarmuus-%	20
<b>Näyte</b>		
6010-1, Sisäilma kemia, Toimisto, Korson asukaspuisto		20
6010-2, Sisäilma kemia, Keittiö, Korson asukaspuisto		20
6010-3, Sisäilma kemia, Ryhmätila, Korson asukaspuisto		20

**Yhteyshenkilö** Lukkarinen Timo, 010 3913 431



 Kalso Seija  
 toimitusjohtaja

**Tiedoksi** Siika-aho Antti, antti.siika-aho@ramboll.fi

Akkreditointi ei koske lausuntoa. Analyysitulokset pätevät ainoastaan analysoiduille näytteille.  
 Analyysitodistuksen saa kopioida vain kokonaan. Muussa tapauksessa kopioinnista on saatava lupa.