



NEKALAN PÄIVÄKOTI  
Jokipohjantie 13  
33800 TAMPERE

## EPÄILLYN SISÄILMAONGELMAN TUTKIMINEN

### Tutkimusselostus

**30.8.2013**

Työnumero Polygon Finland Oy: 051324100108  
Työnumero AX-Suunnittelu: 12542X12A

## TIIVISTELMÄ

Tutkimus koski Nekalan päiväkotia. Samassa rakennuksessa on myös asuinhuoneistosiipi, jota ei kuitenkaan ole tässä tutkimuksessa tutkittu.

### **Sisäilmaongelman aiheuttajat ja olosuhteet rakennuksessa**

Rakennuksen olosuhteet ovat huonot ilmanvaihdon riittämättömyyden vuoksi. Eri syiden vuoksi (liian pieniksi suunnitellut ilmavirrat, ilmanvaihdon suunnittelun periaatteelliset virheet, ilmanvaihtokoneiden vajaa toiminta) tilojen ilmanvaihto on noin 15 % D2:n suositteluihin ilmavirtoihin nähden. Ilmanvaihdon nostaminen tyydyttävälle tasolle pienillä toimenpiteillä on käytännössä mahdollista ottaen huomioon samalla rakenteiden aiheuttamat sisäilmakuormitukset.

Kellarin alapohjarakenteen kosteusongelmat aiheuttavat tilaan maakellarimaista hajua. Muovimaton alla oli voimakas vaurioon viittaava hajua. Kosteusrasitus on ollut pitkäaikainen. On syytä epäillä, että havaitut kosteusvauriot ovat vaikuttaneet kellarin ja myös ylempien kerrosten sisäilman laatuun. Yläpohjarakenteessa käytetty PAH-yhdisteitä sisältävä tervapaperi ja mahdolliset muut materiaalit aiheuttavat ullakkotilaan voimakkaan kreosoottiin viittaavan ”ratapölkyn” hajun. On olemassa riski, että hajua ja sen myötä myös ullakkotilan ilman epäpuhtaudet siirtyvät ilmavuotojen vuoksi alempiin kerroksiin heikentäen sisäilman laatua. Riski on olemassa, vaikkakin oleskelutiloissa ei havaittu ”ratapölkkyyn” viittaavaa hajua eikä sisäilmanäytteiden todettu sisältävän PAH-yhdisteitä. 2. kerroksen wc-tiloista sekä 1. krs Pupusten nukkumahuoneesta mitattiin hieman kohollaan olevia kuitupitoisuuksia, jotka ovat voineet aiheutua wc:n osalta katon akustovillajäänteistä ja toisaalta myös tuloilmakanaviston mineraalivillapinnoitteisista kanavaäänenvaimentimista.

### **Arvio tilojen käytön riskeistä**

Tutkimuksessa tuli esille tekijöitä, jotka aiheuttavat tilojen käytölle sisäilman kannalta riskitekijöitä. Riskitekijät eivät ole kuitenkaan niin vakavia, ettei olosuhteita ja sisäilmaa parantavien korjaustoimenpiteiden jälkeen tilojen käyttöä voisi jatkaa olettaen, että korjaustoimenpiteet onnistuvat. On kuitenkin syytä ottaa huomioon, että olosuhteiden parantaminen nykyisellä käyttäjämäärällä on hankalaa ja vaatii etenkin ilmanvaihdon lisäämiseksi toimenpiteitä, joiden kustannukset nousevat korkeiksi saavutettaviin hyötyihin nähden ja väliaikaisiksi korjauksiksi.

### **Suosittelavat korjaustoimenpiteet**

Rakennukseen suositellaan tehtävän mahdollisimman pian olosuhteita ja sisäilmaa parantavia korjauksia. Näitä ovat pääpiirteittäin painovoimaisen ilmanvaihdon hormien tukkiminen, kellarin lattian vaurioista johtuvien sisäilmarasitusten pääsyn estäminen 1. kerroksen tiloihin (kellarin alipaineistaminen), yläpohjan hajujen pääsyn estäminen 2. kerroksen tiloihin (ylipaineistaminen tuloilmakoneen avulla) sekä wc-tilojen alaslaskettujen kattojen uusiminen ja yläpuolisten mineraalivillojen poisto. Lisäksi pidemmällä tähtäimellä suositellaan uusittavaksi kellarin alapohjarakenne sekä tarvittaessa rakennuksen sadevesiviemäröinti ja salaojitus. Myös päädyn vaunuterassi suositellaan korjattavan kosteusteknisesti toimivaksi. Päiväkotitilojen ilmanvaihdolle suositellaan täydellistä uusimista.

## SISÄLLYSLUETTELO:

<b>1</b>	<b>YLEISTÄ</b> .....	<b>2</b>
1.1	Yleiskuvaus kohteesta.....	2
1.2	Lähtökohta tutkimukselle.....	3
1.3	Tutkimusten tavoite ja rajaus.....	3
1.4	Tutkimusmenetelmät.....	3
<b>2</b>	<b>SAADUT TIEDOT</b> .....	<b>4</b>
2.1	Käytössä olleet asiakirjat.....	4
2.2	Tilaaajalta, henkilökunnalta yms. saadut tiedot.....	4
<b>3</b>	<b>HAVAINNOT JA TULOKSET</b> .....	<b>5</b>
3.1	Rakenteet.....	5
3.1.1	Rakennuksen ulkopuoli, vierusta ja sokkelirakenteet.....	5
3.1.2	Kellari.....	7
3.1.3	Välipohja.....	8
3.1.4	Ulkoseinät.....	9
3.1.5	Ikkunarakenteet.....	9
3.1.6	Yläpohja.....	10
3.1.7	Tilakohtaiset havainnot.....	11
3.2	Ilmanvaihto ja tilojen painesuhteet.....	14
3.2.1	Ilmanvaihtokoneet ja niiden toiminta.....	14
3.2.2	Kanaviston kunto ja mineraalivillakuitulähteet.....	16
3.2.3	Rakennuksen painesuhteet.....	16
3.3	Lämmitys.....	16
3.4	Olosuhteet.....	17
3.5	Sisäilmanäytteet.....	20
3.5.1	Kuitunäytteiden analyysitulokset (laskeumalevylle laskeutuneesta pölystä).....	20
3.5.2	PAH-yhdisteiden ilmanäyte.....	21
3.6	Materiaalinäytteet.....	21
3.6.1	Materiaalinäytteiden PAH-analyysitulokset.....	21
<b>4</b>	<b>YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET</b> .....	<b>22</b>
<b>5</b>	<b>TOIMENPIDE-EHDOTUKSET</b> .....	<b>22</b>
5.1	Olosuhteita ja sisäilman laatua parantavat toimenpiteet.....	22
5.2	Rakenteelliset toimenpiteet.....	23
5.3	Talotekniset toimenpiteet.....	23

Liitteet

<b>Tilaaaja</b>	Tampereen Tilakeskus Liikelaitos Isännöitsijä Jenni Pitkänen PL 487 33101 Tampere 040 806 2420	
<b>Tilattu työ</b>	Päiväkodin sisäilmaongelman tutkiminen	
<b>Kohde</b>	Nekalan päiväkoti Jokipohjantie 13 33800 Tampere	
<b>Yhteyshenkilö</b>	Päiväkodin johtaja Marika Pihkanen 040 779 9396	
<b>Ajankohta</b>	LVIA-tutkimusta tehtiin jo ennen sisäilmatutkimuksen alkua ajanjaksolla lokakuu 2012 - helmikuu 2013. 11.2.2013 Tutustumiskäynti 7.2-13.2.2013 Paine-ero- ja lämpötilamittaukset 14.-21.3.2013 CO <sub>2</sub> -, huonelämpötila- ja huonekosteusmittaus 5.-6.6.2013 Rakenteellisia tutkimuksia 6.6.-20.6.2013 Kuitunäytteiden keräys 25.6.2013 PAH-ilmanäytteen otto	
<b>Tekijät</b>	Polygon Finland Oy Mäntyhaantie 2 33800 Tampere  Elina Manelius 040 168 0352 elina.manelius@polygongroup.com  Kimmo Lähdesmäki 040 1800 772 Kimmo.lahdesmaki@polygongroup.com	Axovaatio Oy Kuokkamaantie 4 a 33800 Tampere  Mia Lund 040 531 7406 <a href="mailto:mia.lund@ax.fi">mia.lund@ax.fi</a>

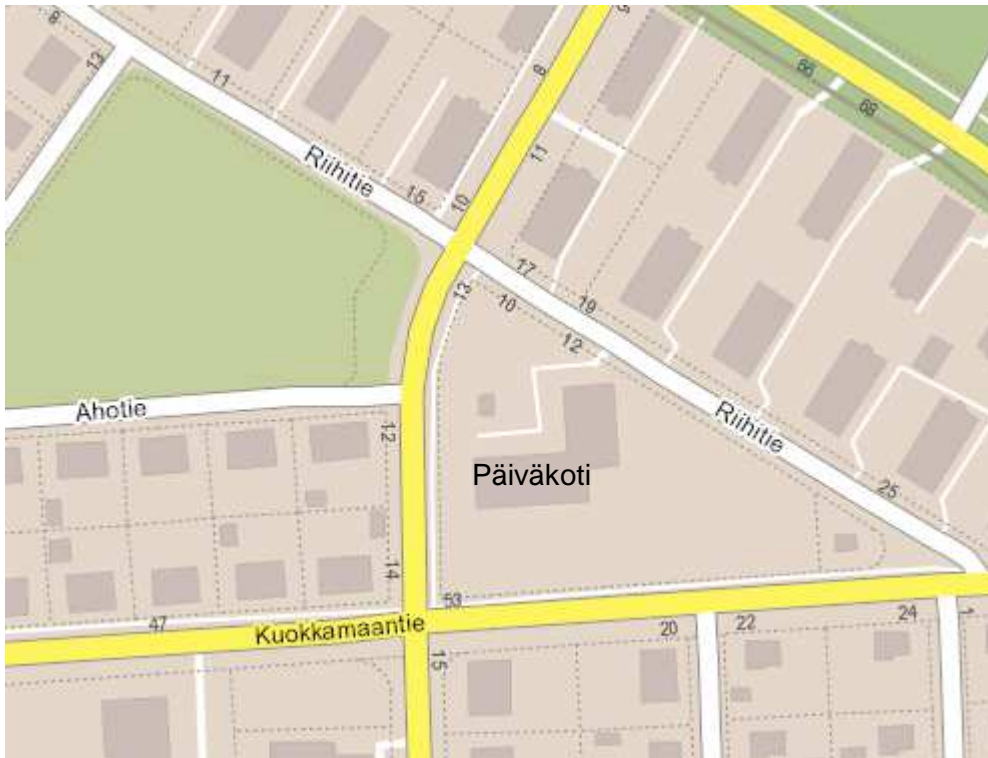
## 1 YLEISTÄ

### 1.1 Yleiskuvaus kohteesta

Tutkimuskohteena oli Nekalan päiväkotikoti. Rakennus on kaksiosainen. Pohjoissiivessä on asuinhuoneistoja ja länsisiivessä toimii päiväkotikoti. Päiväkotikoti on kolmikerroksinen ja tämä tutkimus koskee pääosin vain päiväkotisiipeä. Päiväkodin tilat sijaitsevat kahdessa ylimmässä kerroksessa. Kellarikerroksessa on tiloja, joita päiväkotikoti käyttää myös mm. verstautiloina. Päiväkodin keittiö toimii pohjoissiivessä. Rakennus on rakennettu 1952 ja sitä on peruskorjattu 1994. Rakennuksen pinta-ala on 2250 br-m<sup>2</sup> ja tilavuus noin 7100 br-m<sup>3</sup>.

Rakennuksen ulkoseinät ovat massiivitiiltä, jonka ulkopinnassa on todennäköisesti kevytbetoni. Ulkoseinä on rapattu ulkopinnasta ja tasoitettu sekä maalattu sisäpinnasta. Väli- ja yläpohjina on alalaattapalkistot. Yläpohjassa on käytetty täytteenä masuunikuonaa tms. sekä kevytbetonia. Rakennuksessa on kylmä ullakotila. Vesikatteenä on tiili.

Rakennuksessa on koneellinen tulo-poistoilmanvaihto. Päiväkodin jokaisessa kerroksessa on oma tulo-poistopakettikoneensa. Lisäksi keittiöllä on oma tuloilmakone ja huippuimuri.



**Kuva 1. Nekalan päiväkodin sijainti (merkitty siipi tässä tutkimuksessa käsitelty päiväkodin osuus, toinen siipi pääosin asuinhuoneistoja).**

## 1.2 Lähtökohta tutkimukselle

Päiväkodin tiloissa on epäilty sisäilmaongelmia ja käyttäjiltä saatujen tietojen mukaan sisäilma on koettu välillä huonoksi (mm. tunkkaisuutta, kuumuutta, kylmyyttä, hajuja) ja osalla käyttäjistä epäillään olevan sisäilmaongelman aiheuttamia oireita (työterveyden toteuttama sisäilmastokysely). Aluehallintoviraston tekemässä tutkimuksessa otettiin myös kantaa sisäilmaolosuhteisiin ja vaadittiin niiden parantamiseksi toimenpiteitä.

## 1.3 Tutkimusten tavoite ja rajaus

Tutkimuksen tavoitteena on selvittää tiloissa epäillyn sisäilmaongelman syyn aiheuttajia ja mahdollisia riskitekijöitä sekä esittää toimenpide-ehdotukset.

Sisäilmatutkimukset toteutettiin yhteistyössä Polygon Finland Oy:n ja AX-Suunnittelun (Axovaatio Oy) kanssa. Polygon Finland Oy suoritti tilojen rakennustekniset tutkimukset, johon kuului rakenteiden kosteusteknisen toiminnan tutkimista, mahdollisten kosteus- ja mikrobivaurioiden tutkimista ja sisäilman epäpuhtauksien selvittäminen. AX-Suunnittelu tutki LVIA-järjestelmien toimivuutta sekä olosuhteita. Polygon Finland Oy:ltä tutkimukseen osallistuivat Elina Manelius ja Kimmo Lähdemäki. AX-Suunnittelusta selvitystyöhön osallistuivat Mia Lund ja Mikko Kultanen.

## 1.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelminä käytettiin aistinvaraisia havaintojen lisäksi kosteusmittauksia, rakenneavauksia ja materiaali- ja ilmanäytteitä sekä paine-ero-, ilmavirta- ja lämpötilamittauksia.

**Taulukko 1. Mittauskalusto**

Laite/mittari	Tyyppi/malli	Huom
Pintakosteusilmaisim	Gann Hydrotest LG3 + anturi Gann B50	Pintakosteusilmaisimella etsitään kosteuseroja rakenteista, ei suoriteta varsinaisia mittauksia. Mittausalue 0-199 (yksiköttömiä lukemia).
Suhteellisen kosteuden ja lämpötilan mittaus	Vaisala HMI41 (näyttölaite) ja mittapääät HMP42 ja HMP46	Valmistaja ilmoittaa näyttölaitteen tarkkuudeksi (+20 °C:ssa) suhteelliselle kosteudelle ±0,1 % RH ja lämpötilalle ±0,1 °C. HMP42 mittapään tarkkuus (+20 °C:ssa) suhteelliselle kosteudelle ±2 % RH (0-90 % RH) ja ±3 % RH (90-100 % RH)
Mikromanometri	DPM TT570SL ser.no. 5416	Paine-ero- ja ilmavirtamittaukset. Ilmavirtojen mittaus kanavasta pitot-putkella tai ilmanvaihtolaitteista laitevalmistajien ohjeiden mukaisesti. Tarkkuus ±0,1 Pa (20 °C) ja ±0,1 m/s (16 °C)
Lämpötilaloggerit	Testo 175-T3	Tarkkuus ±0,5 °C (-20°C ... +70 °C)
Paine-erologgerit	Produal PEL	Paine-erologgaukset. Tarkkuus <

		±0,5 Pa + ±1% lukemasta. Virhe nollapaineessa < ±0,5 Pa.
CO2/%RH/°C-loggerit	Tandd TR-76Ui, mittapää HHA-3151	Tarkkuus CO2: ±50 ppm (alle 5000 ppm), ±0,5 °C, ±2,5 %RH (25°C, 10 ... 85 %RH)

## 2 SAADUT TIEDOT

### 2.1 Käytössä olleet asiakirjat

Tutkimuksessa oli käytettävissä:

- rakennuksen LVI-piirustuksia pääosin vuodelta 1993
- Sisäilmastokyselyn tulokset, kyselyn ajankohta 5/2012

LVI-tekniikan tutkiminen aloitettiin jo ennen varsinaista sisäilmatutkimusta. Tästä on kaksi aiempaa raporttia:

- Nekalan päiväkodin LVI-tekniikka, Havainnot tutustumiskäynniltä ja LVI-suunnitelmista 4.12.2012 (AX-Suunnittelu)
- Nekalan päiväkodin ilmanvaihdon riittävyys nykyisillä ilmanvaihtokoneilla 15.3.2013 (AX-Suunnittelu).

### 2.2 Tilaaajalta, henkilökunnalta yms. saadut tiedot

Kohteessa haastateltiin kohteen työntekijöitä. Työntekijöiden toimesta on havaittu/todettu mm. seuraavia ongelmakohtia:

- Kuumuus, tunkkaisuus, hapen loppumisen tunne
- Poskiontelotulehduksia, silmäoireita, päänsärkyä, äänen käheyttä
- Lämpiminä aikoina kuumuutta, talvella kylmyyttä ja vetoa
- Hajuja aamuisin
- Sirkkusten WC:n katossa olevat akustolevyt nousevat ilmaan kovalla tuulella

Tammikuussa 2013 päiväkodin ryhmien henkilömäärät olivat seuraavat:

1. kerros:

- Pulmuset 19 lasta + 3 hoitajaa
- Pupuset 13 lasta + 3 hoitajaa

2. kerros:

- Oravaiset 9 lasta + 2 hoitajaa
- Sirkkuset 23 lasta + 4 hoitajaa
- Kertuset 23 lasta + 3 hoitajaa

### 3 HAVAINNOT JA TULOKSET

#### 3.1 Rakenteet

##### 3.1.1 Rakennuksen ulkopuoli, vierusta ja sokkelirakenteet

Rakennuksen vierusta on asfaltoitu leikkihän puolelta ja nurmikkoa etupihan puolelta. Vesikatolta tulevat syöksytorvet laskevat vedet etupihan puolella rakennuksen vierustalle eikä erillistä sadevesiviemäriä ole. Sadevesi rasittaa siis kellarin ulkoseinää. Rasiusta lisää kellarin johtavat portaitot, joihin pääsee kerääntymään sadevettä ja lunta. Leikkihän puolella sadevesi johdetaan sadevesikaivoihin, joista suurin osa oli kuitenkin tukossa hiekasta ja muista roskista. Sadevesi rasittaa siis kellarin seinää myös näiltä osin. Tilannetta parantaa hieman kellarin seinään asennettu patolevy sekä holkka-asfaltti, jotka ovat havaittavissa rakennuksen päädyssä. Rakennuksen nurkalta havaittiin myös salaojan tarkistuskaivo.



Kuva 2 a, b ja c. Yleiskuvia rakennuksen vierustasta.



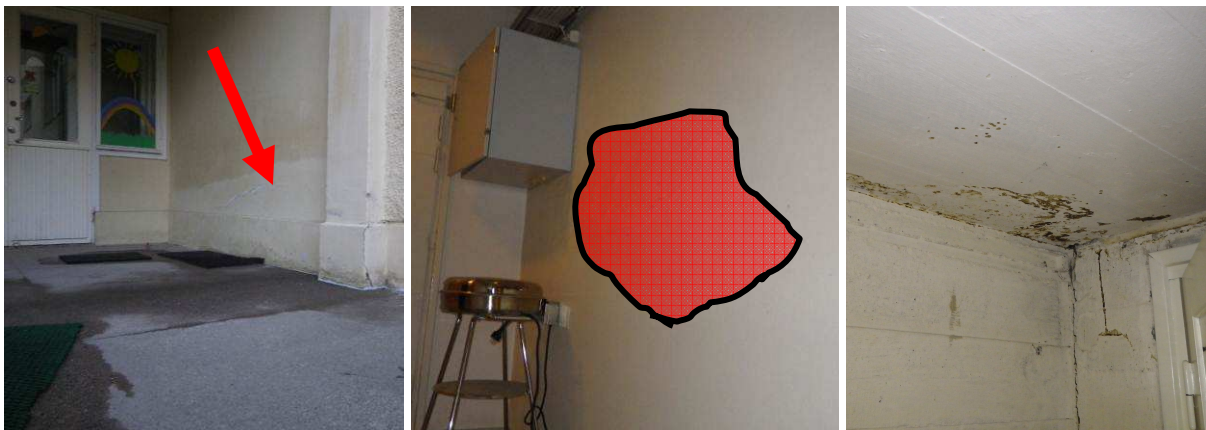
Kuva 3 a, b ja c. Rakennuksen päädyssä on havaittavissa patolevy ja holkka-asfaltti (a). Leikkihän puolella on sadevesiviemäri, kaivot ovat kuitenkin tukossa hiekasta (b). Etupihan puolella sadevesi imeytetään suoraan maahan (c).





**Kuvat 4 a ja b. Sadevettä ja lunta pääsee kertymään kellarinportaisiin (a). Yksi sadevesiränni on katkennut ja sadevesi pääsee rasittamaan rasituksen julkisivua (b). Rakennuksen sisältä ei havaittu kuitenkaan kohonneita pintakosteuksia tai muita merkkejä kosteusrasituksesta.**

Sadevesi ja lumi pääsevät rasittamaan myös päiväkodin päädyssä sijaitsevaa vaunuterassia. Terrassin sisäseinä on vaurioitunut kosteuden vaikutuksesta ja sitä onkin korjattu jo aiemmin maalaamalla. Myös seinän sisäpinnasta havaittiin kosteutta. Terrassin alapuolella sijaitsevan peruna-kellarin katosta havaittiin myös kohonneita pintakosteuksia, joten kosteus pääsee imeytymään terrassin lattian läpi. Terrassin lattian alapinnassa on pikieristys, joka estää kosteuden korkkaamasta maalipintaa rikki.



**Kuvat 5 a ja b. Sadevesi ja lumi rasittaa myös päiväkodin päädyssä sijaitsevan vaunuterassin lattiaa ja seiniä. Terrassin sisäseinä on vaurioitunut kosteuden vaikutuksesta ja sitä on korjattu maalaamalla (a). Seinän sisäpinnasta havaittiin kohonneita pintakosteuksia (b). Terrassin lattian alapinnassa on pikieristys (c).**

Rakennuksen asuintalopäädyn parvekkeet havaittiin olevan huonossa kunnossa. Parvekkeen pielistä on irtoillut betonia. Parvekkeen kunto tulee tarkistaa rakenteellisen kuntotutkijan toimesta, sillä lasten leikkialue ulottuu parvekkeiden alle.



**Kuva 6. Rakennuksen pohjoispäädyn parvekkeet ovat huonossa kunnossa ja parvekelaatan reunasta on irtoillut betonia.**

### 3.1.2 Kellari

Rakennuksen kellarikerrosta käytetään mm. päiväkodin leikkitiloina, tavaroiden (mm. liinavaatteiden ja rooliasujen) varastointiin ja tiloissa sijaitsee myös siivoushenkilökunnan pukuhuoneet. Kellarissa on myös lämmönjakohuone sekä vanha öljykattila.

Kellarin maanvastaisessa seinässä on sisäpinnassa tiiliverhous, mutta kantavana rakenteena toimii todennäköisesti betoninen perusmuuri. Maanvastaisessa seinässä ei havaittu jälkiä kosteusvaurioista tai kohonneita pintakosteuksia.

Kellarin alapohjarakenne on porareikätkastelun perusteella seuraavanlainen:

- muovimatto
- betoni 10-15mm
- kevytbetoni 20-30mm
- pikieriste
- pohjabetonilaatta (vaihtelee 50mm-150mm)
- hienorakeinen maa-aines

Alapohjarakenteen kapillaarikatkon sekä lämmöneristeen puuttuminen mahdollistaa kosteuden nousun maaperästä alapohjarakenteeseen, joten sitä voidaan pitää riskirakenteena.

Alapohjasta mitattiin laajoilta alueilta kohonneita pintakosteuksia (liite 1). Viiltomittausten perusteella muovimaton alapuoli oli monin paikoin kostea/ märkä (VM1: 95 % RH, VM2: 91 % RH, VM3: 93 % RH, VM4: 93 % RH) ja maton alta havaittiin voimakasta vaurioon viittaavaa hajua. Kohonneita pintakosteuksia ei havaittu kellarin lounaisnurkasta tai teatterihuoneesta. Todennäköistä on, että alapohjan pikieriste estää paikoitellen kosteuden nousun maaperästä alapohjarakenteeseen. Tällainen pikieriste ei kuitenkaan tyypillisesti ole kauttaaltaan ehjä. Lisäksi osittain tukkeutuneet / puuttuvat sadevesikaivot sekä puutteellinen salaojitus voivat pahentaa paikoitellen

tilannetta. Kohonneita pintakosteuksia havaittiin myös suihkusta ja muista kosteista tiloista, joten vedeneristeen puutteet ovat myös mahdollisia. Pukuhuoneen suihkusta on irronnut seinälautoja.

Kellarissa havaittiin maakellarin ja mikrobivaurioon viittaavaa hajua. Hajua oli voimakkainta kellarin pitkällä käytävällä ja lämmönjakohuoneen lähistöllä.



**Kuvat 7 a, b ja c. Kellarin käytävällä havaittiin maakellarin hajua (a). Kellarin tiloja käytetään satunnaisesti leikkitaloina (b) ja esim. liinavaatteita säilytetään tiloissa (c).**

Kellarin verstashuoneen väliseinästä havaittiin maalin alta pikikerros arviolta n. 1-2 m<sup>2</sup> alueelta. Pikikerroksesta otettiin PAH-materiaalinäyte (P1), jonka analyysituloksen mukaan se sisältää vain vähän PAH-yhdisteitä (68 mg/kg), kts. kappale 3.6.1 ja liite 4. Kuitenkin, koska pikikerros lohkeilee seinästä helposti, olisi se suositeltava kapseloida tai muuten estää seinän lohkeilu, erityisesti jos lapsia oleskelee tiloissa.



**Kuvat 8 a ja b. Kellarin verstashuoneen väliseinästä havaittiin maalin alta helposti lohkeileva pikikerros. Kerroksesta otettiin PAH-materiaalinäyte.**

### 3.1.3 Välipohja

Välipohjarakenteena on porareikätkutkimuksen perusteella:

- muovimatto
- pintalaatta 100 mm
- tyhjä tila 450 mm
- hieno hiekka 20-30 mm
- alalaatta

Väli­pohjan ilmatila oli kuiva (RH1: 28 % RH, 24,1 °C). Väli­pohjista ei havaittu kohonneita pinta­kosteusarvoja. Myöskään wc-tiloista ei havaittu kohonneita pintakosteuksia.

### 3.1.4 Ulkoseinät

Ulkoseinät ovat piirustusten ja porareikätkutkimuksen perusteella:

- maali
- rappaus 20mm
- massiivitiili
- kevyt­betoni tms.
- rappaus

Päiväkodin 2. kerrosta on laajennettu siten, että vanha kylmä nukutusparveke on muutettu läm­pimäksi tilaksi. Ulkoseinä on tältä osin kevytrakenteinen. Parvekkeen seinään tehtiin raken­neavaus, koska haluttiin varmistaa rakenteen kunto. Avauksen perusteella rakenne oli silmämää­räisesti hyväkuntoinen. Laajennuksen ulkoseinärakenne on avauksen perusteella seuraavanlai­nen:

- kipsilevy
- muovitiivistyspaperi
- koolaus + lämmöneriste 100 mm
- ilmarako 10 mm
- vanha betoninen parvekkeenkaide



**Kuva 9. 2. kerroksen laajennusosan kevytrakenteiseen ulkoseinään tehtiin rakenneavaus (a). Kohdalla on ennen sijainnut kylmä nukutusparveke (b).**

### 3.1.5 Ikkunarakenteet

Päiväkodin henkilökunta on ilmoittanut ikkunoiden il­mavuotojen aiheuttamasta vedon tunteesta. Rakennuksen ikkunat ovat alkuperäiset ja kyseisten vanhanmallisten ikkunoiden tyyppi on ilmatii­viyden kannalta huono. Tilannetta heikentää edelleen se, että osa ikkunaruuduista ei asetu tiiviisti paikoilleen.



Kuvat 10 a ja b. Rakennuksen alkuperäisten ikkunoiden puutteellisista tiivistyksistä johtuen ikkunoista tapahtuu ilmavuotoja, jotka aiheuttavat vedon tunnetta käyttäjille. Ikkunoiden yläruudut eivät asetu tiiviisti paikoilleen (b).

### 3.1.6 Yläpohja

Rakennuksen yläpohjarakenteena on alalaattapalkisto, jonka yläpuolen kylmässä ullakkotilassa on vesikatetta kannattavat puurakenteet. Vesikattona on tiilikate ja sen alapuolinen bitumikermialuskate umpilaudoituksineen. Yläpohjarakenne (alalaattapalkisto) on rakenneavauksen perusteella seuraavanlainen ylhäältä alaspäin:

- pintalaatta betoni 30-40 mm
- tervapaperi
- kevytbetoni 120 mm
- koolaus
- täyte 380mm (masuunikuona tms.)
- alalaatta

Yläpohjan puurakenteet ovat ikäänsä nähden hyvässä kunnossa eikä ullakkotilassa havaittu merkkejä kattovuodoista. Vesikatto on saatujen tietojen mukaan uusittu vuosituhatosen vaihteessa.

Yläpohjan ullakkotilassa on vahva kreosoottiin viittaava ”vanhan ratapölkyn” haju. Hajun voimakkuuden korostanee se, että ullakkotilassa ei ole tuuletusta. Räystäillä tai harjalla ei havaittu tuuletusreittejä. Yläpohjarakenteen tervapaperissa havaittiin myös vahvaa kreosoottiin viittaavaa hajua. Tervapaperista ja bitumikermikatteesta otettiin materiaalinäytteet PAH-yhdisteiden määrittystä varten. Analyysitulosten mukaan kreosoottiin viittaavan hajun lähde on tervapaperi, jonka PAH-yhdistepitoisuus on 15000 mg/kg. Myös bitumikermikatteessa on PAH-yhdisteitä yli ongelmajätteen rajan (280 mg/kg > 200 mg/kg). Analyysitulokset on esitetty kappaleessa 3.6.1 ja liitteessä 4.)



Kuvat 11 a ja b. Yleiskuvia rakennuksen kylmästä ullakkotilasta. Ullakkotilan vesikaton puukannattajat olivat hyvässä kunnossa eikä merkkejä vuotokohdista havaittu. Räystäällä ja harjalla ei havaittu tuuletusaukkoja (b).

### 3.1.7 Tilakohtaiset havainnot

#### 2.kerroksen wc-tilat:

2.kerroksen wc-tilojen (erityisesti Sirkkusten wc) alas-lasketussa katossa havaittiin ilmavuotojälkiä ja myös alaslasketujen kattojen akustolevyjen yläpinnat olivat pölyiset. Käyttäjien mukaan tuulisella säällä akustolevyt jopa heiluvat ilmavirran vaikutuksesta. Alaslasketun katon avauksessa havaittiin yläpohjassa vanhoja hormiläpivientejä, jotka todennäköisesti ovat olleet aiemmin osa rakennuksen painovoimaista ilmanvaihtojärjestelmää. Hormit ovat yhteydessä rakennuksen keskellä sijaitseviin kokoojakanaviin, jonka yläpää (vesikatolla) on avoinna ulkoilmaan, mikä selittää alaslasketun katon levyjen heilumisen tuulisella säällä. Kokoojakanavista on myös yhteys yläpohjan ullakkotilaan. Ullakkotilan luukut on peitetty peltilevyillä, joiden tiiviyyttä on syytä epäillä. Tutkimuksen yhteydessä, päiväkodin ollessa suljettuna, rakennuksen 2. kerros alipaineistettiin hetkellisesti. Tällöin havaittiin läpivienneistä ilmavirtausta wc:n suuntaan ja ullakkotilan tyypistä kreesootin hajua. Ullakkotilasta on siis ilmayhteys 2. kerroksen wc-tiloihin.

Yläpohjarakenteen alapintaan (wc:n alaslasketussa katossa) on lisäksi jätetty korjauksen yhteydessä soiroja vanhoista akustovilloista. Ilmavirta voi irrottaa sisäilmaan villakuituja akustovillojen jäänteistä. Sisäilman kuitupitoisuutta mitattiin 2 viikon laskeumalevymittauksilla. Analyysitulosten mukaan sisäilman kuitupitoisuus oli vain lievästi koholla (0,5 kuitua/cm<sup>2</sup>). Sirkkusten wc-tiloissa (kts. kappale 3.5.1 ja liite 2).



**Kuva 12.** 2. kerroksen WC:n kohdalla yläpohjarakenteen alapintaan on jätetty soiroja vanhasta akustovillasta. Ilmavirta voi irrottaa vanhoista eristeistä villakuituja sisäilmaan.



**Kuvat 13 a ja b.** 2.krs molempien WC-tilojen alaslasketun katon takaa löytyi hormiläpivientejä, jotka ovat yhteydessä rakennuksen keskellä sijaitsevaan kokoojakanavistoon. Hormeja oli tukittu puutteellisesti akustolevyillä (vas. kuva).



**Kuvat 14 a, b ja c.** Vanhan painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän kokoojakanavisto on avoinna yläpäästään (a) ja kanavistosta on yhteys myös yläpohjan ullakkotilaan. Ullakkotilan luukut on suljettu pelleillä, joiden tiiviys on puutteellinen (b).

### Keittiö

Päiväkodin keittiö, joka sijaitsee rakennuksen asuinsiivessä, ja keittiön yhteydessä oleva neuvottelutila ovat silmämääräisesti hyväkuntoisia. Keittiössä on massalattia, joka on pääsääntöisesti hyvässä kunnossa. Lattiakaivon reunalla on halkeilua ja kaivon ympäristöstä havaittiin kohonneita pintakosteuksia. Halkeamat suositellaan tiivistettäväksi.



**Kuva 15.** Päiväkodin keittiön lattiakaivon reunalla on havaittavissa halkeilua ja kohonneita pintakosteuksia.

### Porraskäytävä

Päiväkodin asuintalon puoleisen porraskäytävän seinän pinnoitus on ylimmästä kerroksesta halkeillut. Seinässä on merkkejä vanhoista kosteusvaurioista. Ilmeisesti kohdalla sijaitseva vanha savupiippu on vuotanut jossain vaiheessa liitoskohdistaan. Tutkimushetkellä seinästä ei havaittu kohonneita pintakosteuksia.



**Kuvat 16 a ja b.** Porraskäytävän seinässä on ylimmässä kerroksessa merkkejä vanhoista kosteusvaurioista. Seinästä ei havaittu kohonneita pintakosteuksia.



## 3.2 Ilmanvaihto ja tilojen painesuhteet

### 3.2.1 Ilmanvaihtokoneet ja niiden toiminta

Päiväkodin tilojen ilmanvaihtokoneiden suunnittelu on tehty vuoden 1994 peruskorjauksessa siten, että ilmavirrat ovat lähtökohtaisesti riittämättömät, tilojen suunniteltu ilmanvaihto on hyvään suunnittelutapaan verrattuna alle puolet. Lisäksi hoitotiloissa on pelkkä tuloilma ja poistoilmavirran on ajateltu tapahtuvan ovirakojen kautta wc-tiloihin. Tämä ilmanjakotapa on tehoton ja koska hoitotilat sijaitsevat rakennuksen eteläseinämällä, lämpökuormien poistamiseen tarvittava poistoilmavirta suoraan tiloista on tarpeellinen. Ilmanvaihtokoneiden ilmavirtojen mitattiin olevan 45 % - 85 % suunnitteluarvoihin nähden täydellä teholla ja 35 % - 55 % ilmanvaihtokoneiden 2-teholla, joka on käytössä melu- ja jäätymisongelmien vuoksi. Näin ollen tilojen ilmanvaihto on keskimäärin 15 % rakentamismääräyskokoelman suosittelemista minimi-ilmavirroista päiväkotitiloihin. Ilmavirtojen vajoaus yhdistettynä poistoilmavirran puutteeseen selittää suurelta osin käyttäjien kokemia olosuhdeongelmia.

**Taulukko 2. Nekalan päiväkodin ilmanvaihtokoneet.**

Kone	Vaikutusalue	Tuloilma- virta suunniteltu (m <sup>3</sup> /s)	Tuloilma- virta mitattu (m <sup>3</sup> /s)	Poistoilma- virta suunniteltu (m <sup>3</sup> /s)	Poistoilma- virta mitattu (m <sup>3</sup> /s)
IVK-1	Päiväkodin kellarikerros	+0,140	ei mitattu	-0,194	ei mitattu
IVK-2	Päiväkodin 1. kerros	+0,196	+0,09 <sup>1)</sup> +0,07 <sup>2)</sup>	-0,200	-0,17 <sup>1)</sup> -0,10 <sup>2)</sup>
IVK-3	Päiväkodin 2. kerros	+0,280	+0,12 <sup>1)</sup> +0,10 <sup>2)</sup>	-0,260	-0,15 <sup>1)</sup> -0,11 <sup>2)</sup>
TK-1	Keittiö ja hlökunnan ruokailu	+0,537	ei mitattu		
PK-1	Keittiö			-0,593/-0,296	ei mitattu
PK-2	WC/keittiö			ei tiedossa	ei mitattu
PK-3	Siivouskomero/keittiö			ei tiedossa	ei mitattu

<sup>1)</sup> Mittaus ilmanvaihtokoneen suurimmalla teholla (4/4)

<sup>2)</sup> Mittaus ilmanvaihtokoneen käytössä olevalla teholla (2/4)

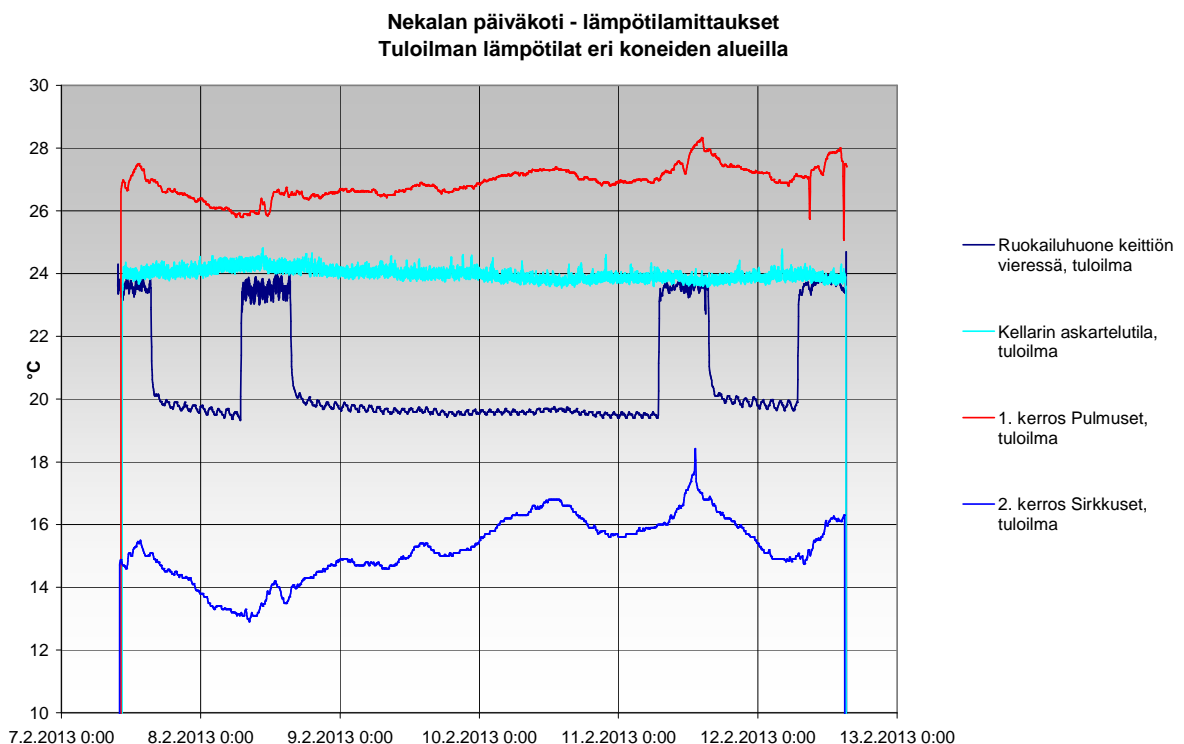
Käyntiajat: Päiväkodin tilojen ilmanvaihtokoneet kävivät tutkimuksen aikana jatkuvasti (huom. koneissa ei ole kelloautomaattia vaan niitä käytetään käsin). Keittiön tuloilmakoneen ja poistoilmakoneen käyntiajat: arkisin klo 7 - 15, tehostus käsin. Muina aikoina seis (pienet poistot käyvät jatkuvasti).

Kerrosten tulo-poistokoneiden kunto on huono. Koneiden pohjalla on tervamaista likaa ja sähkölämmityspatterit ovat ruosteisia. Koneiden lämmöntalteenottokennon ohitusvipu on erittäin hankalasti havaittava ja käytettävä, ja on mahdollista, että joinain vuosina lämmöntalteenottolaitteisto on ollut käytössä myös kesällä aiheuttaen entistä huonommat olosuhteet. Talviaikaan lämmöntalteenottolaitteisto jäätyy täydellä teholla käytettäessä, jonka vuoksi koneita ei ole voitu käyttää kuin osateholla. Täysi teho aiheuttaa myös tiloihin melua, jonka vuoksi koneita ei voida käyttää täydellä teholla päiväuniaikaan.



**Kuva 17. 2. kerroksen ilmanvaihtokoneen tuloilmakammio, vasemmalla lämmöntalteenottokenno. Tuloilmakoneen ruosteenpunainen sähköpatteri oikealla.**

Ilmanvaihtokoneiden tuloilman lämpötilansäätö on puutteellista (kts Kuva 18) ja tuloilman lämpötilat vaihtelevat merkittävästi eri koneiden vaikutusalueilla. Liian kylmä tuloilma voi tuntua vetona tiloissa, joissa on tuloilmavirtaa. Liian lämmin tuloilma aiheuttaa taas tarpeetonta huonelämpötilan nousua. Tilanne on ongelmallisinkin juuri tiloissa, joissa oleillaan eniten.



**Kuva 18. Tuloilman lämpötilat eri ilmanvaihtokoneiden vaikutusalueilla**

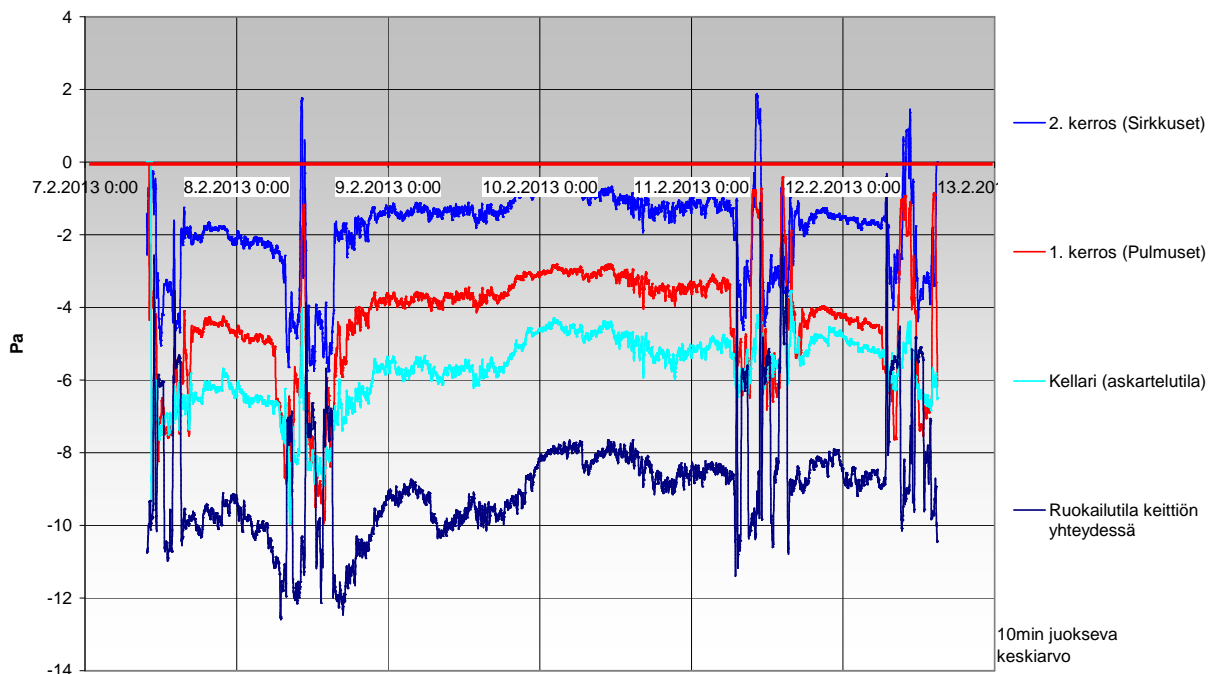
### 3.2.2 Kanaviston kunto ja mineraalivillakuitulähteet

Tuloilmakanavistossa on mineraalivillapinnoitteiset kanavaäänenvaimentimet. Kanavistossa ei havaittu olevan muita mineraalivillakuitulähteitä.

### 3.2.3 Rakennuksen painesuhteet

Tutkimushetkellä päiväkotitilojen ilmanvaihtokoneet kävivät jatkuvasti osateholla. Ilmanvaihtokoneiden kokonaispoistoilmavirta on kokonaistuloilmavirtaa hieman suurempi ja rakennus on jatkuvasti alipaineinen lukuun ottamatta tilanteita 2. kerroksessa, jossa ikkunoita on runsaasti auki. Päiväkotiosalla painesuhteet ovat johdonmukaiset siten, että alimmassa kerroksessa on alipainetta eniten (n. -6 Pa), keskikerroksessa vähemmän (n. -4 Pa) ja ylimmässä kerroksessa vähiten (n. -1 Pa).

Nekalan päiväkotiki - pitkäaikainen paine-eromittaus



Kuva 19. Nekalan päiväkodin pitkäaikainen paine-eromittaus ulkoilmaan nähden.

### 3.3 Lämmitys

Patteriverkko on mitoitettu lämpötiloille, joissa mitoitusulkolämpötilassa -27 °C patteriverkoston menoveden lämpötila on 90 °C. Tämä tarkoittaa käytännössä radiaattoreiden erittäin korkeaa lämpötilaa, jota voidaan pitää jopa turvallisuusriskinä päiväkotitiloissa. Patteriverkon lämpötilan laskemista suositellaan, joka saattaa aiheuttaa radiaattoreiden vaihtamista. Jos verkon lämpötilaa ei lasketa, radiaattorit tulisi suojata levyillä, jotka estävät lasten kosketuksen kuumiin radiaattori-pintoihin. Levyjen tulisi olla kuitenkin sellaiset, joiden läpi ilma pääsee liikkumaan riittävän hyvin, jotta riittävä lämmitysteho voidaan taata.

Lämmönjakolaitteisto toimii suunnitellusti. Lämmönjakopaketin ikä on tutkimushetkellä kuitenkin 20 vuotta, jonka vuoksi suositellaan harkittavaksi sen uusimista, jos rakennuksessa tehdään merkittäviä korjaustoimenpiteitä.



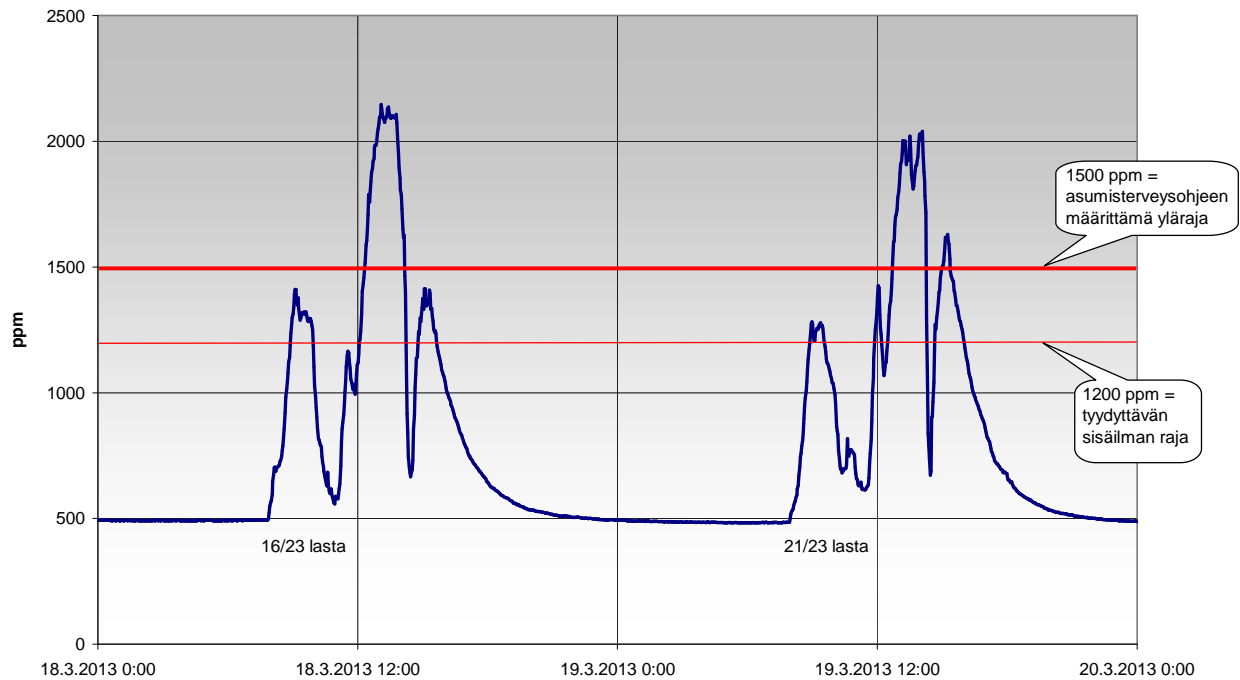
**Kuva 20. Nekalan päiväkodin lämmönjakokeskus.**

### **3.4 Olosuhteet**

Ilmanvaihdon puutteellisuus vaikuttaa olennaisesti päiväkodin olosuhteisiin. Rakentamismääräyskokoelma D2 suosittelee päiväkotitiloihin ilmanvaihdoksi 6 l/s/henkilö. Laskennallisesti esimerkiksi huonoimmissa Pulmusten tiloissa ilmanvaihtoa on noin 1 l/s/henkilö. Laskennallisesti parhaissa Oravaisten tiloissa ilmanvaihtoa on noin 2 l/s/henkilö ollen siis parhaimmillaankin vain noin kolmanneksen suositusilmavirroista. Ilmanvaihdon puutteellisuus aiheuttaa ilman loppumisen tunnetta, ilman epäpuhtauksien ja kosteuden lisääntymistä sekä huonelämpötilan nousua. Yhdistettynä tilojen sijaintiin rakennuksen eteläseinustalla, jolloin auringon aiheuttamat lämpökuormat ovat merkittäviä, huonelämpötilojen nousu kevät-kesä-syysaikaan on merkittävää.

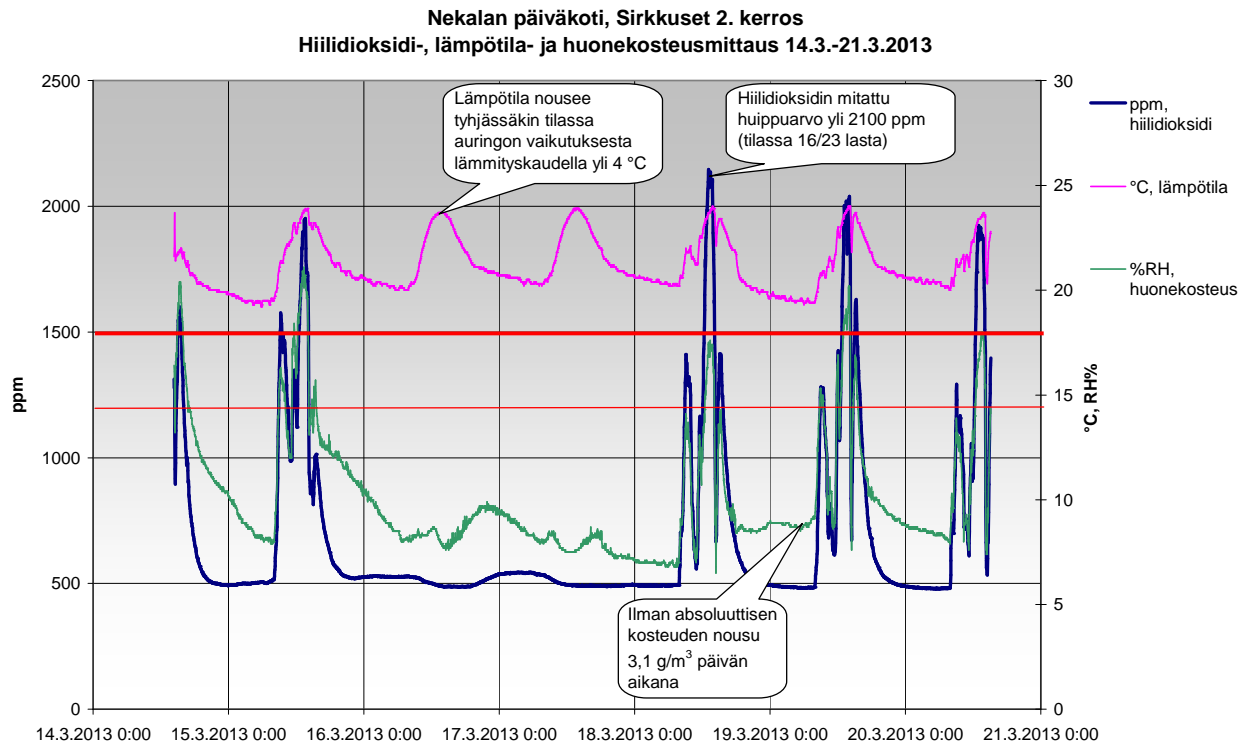
Sirkkusten nukkumahuoneessa tehtiin pitkäaikainen hiilidioksidipitoisuusmittaus. Mittauksen perusteella tilan CO<sub>2</sub>-pitoisuus nousee päivittäin yli 2000 ppm:n, kun hyvän huoneilman ylärajana pidetään yleisesti 1200 ppm ja asumisterveysohjeen mukaan tilojen CO<sub>2</sub>-pitoisuus ei saa ylittää 1500 ppm. Kuvaajassa näkyvät CO<sub>2</sub>-pitoisuuden ”romahdukset” johtuvat tuulettamisesta, eli tiloja joudutaan tuulettamaan useita kertoja päivässä.

**Nekalan päiväkotiki, Sirkkuset 2. kerros**  
**Hilidioksidipitoisuusmittaus 18.3.-20.3.2013**



**Kuva 21. Nekalan päiväkodin Sirkkuset-ryhmätilan CO<sub>2</sub>-mittauksen kaksi arkipäivää.**

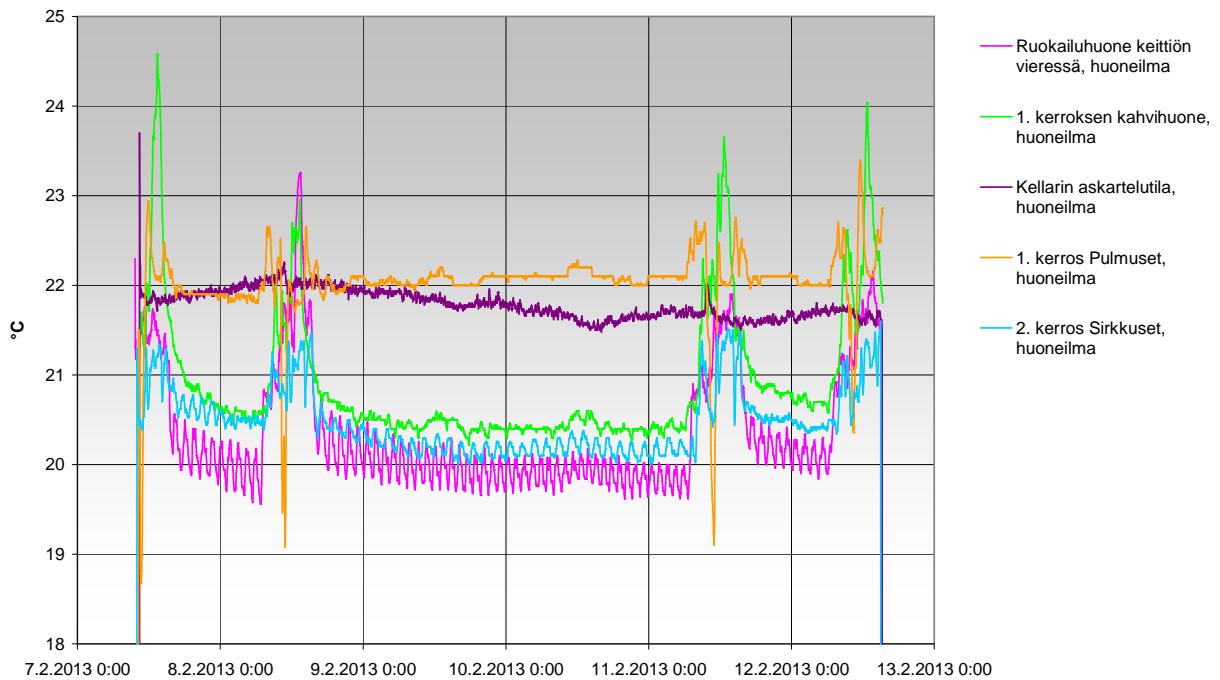
Tilassa tehtiin CO<sub>2</sub>-mittauksen yhteydessä myös lämpötilan ja huonekosteuden mittaukset. Mittauksista nähdään viikonlopun aikana, että auringon vaikutus nostaa huonelämpötilaa lämmityskaudellakin tyhjässä tilassa 4 °C päivän aikana. Lämpimällä ajanjaksolla vaikutus on tätä suurempi. Käyttäjien ollessa tilassa myös ilman kosteus nousee merkittävästi.



**Kuva 22. Nekalan päiväkodin Sirkkuset-ryhmätilan CO<sub>2</sub>-, lämpötila- ja huonekosteusmittaus (koko mittausjakso). Mittaus on tehty maaliskuun puolivälissä, jolloin auringon lämmittävä vaikutus huonelämpötilaan nähdään jo hyvin.**

Pitkäaikainen lämpötilamittaus viidestä tilasta tehtiin pakkasjaksolla (kts Kuva 23). Tässä mittauksessa kellarin ja 1. kerroksen eteläsivun huonelämpötilat ovat jatkuvasti muita tiloja jonkin verran korkeampia. Mittauksessa nähdään myös osaltaan ilmanvaihdon riittämättömyys ja henkilökuorman vaikutus huonelämpötiloihin arkipäivinä. Vastaavia piikkejä lämpötiloissa ei ole nähtävissä viikonloppuna (9.-10.2.). Suurimmat lämpötilavaihtelut mitattiin henkilökunnan kahvihuoneessa, jossa lämpötila nousi lähes 4 °C muutaman tunnin aikana.

Nekalan päiväkoti - huonelämpötilamittaukset



Kuva 23. Nekalan päiväkodin huonelämpötilamittaustulokset.

### 3.5 Sisäilmanäytteet

#### 3.5.1 Kuitunäytteiden analyysitulokset (laskeumalevyille laskeutuneesta pölystä)

Sisäilmasta otettiin kahden viikon laskeumasta (laskeumalevyiltä) kuitunäytteet geeliteippimene-  
telmällä kuudesta eri kohdasta. Näytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa. Ko-  
näytteenottotavalla Työterveyslaitoksen ns. suositusraja-arvo on  $< 0,2$  kuitua /  $\text{cm}^2$ . Taulukossa 3  
on esitetty tulokset kuitunäytteistä. Liitteessä 2 on esitetty analyysivastaus ja liitteen 1 pohjaku-  
vissa näytteenottoaikat on merkitty tunnuksilla K1-K6.

**Taulukko 3. Laskeumalevyiltä otettujen kuitunäytteiden tulokset kahden viikon pölylaskeumasta  
otettuna. Työterveyslaitoksen suositusraja-arvo on  $< 0,2$  kuitua /  $\text{cm}^2$ . Näytteessä lasketaan mukaan  
> 20  $\mu\text{m}$  olevat kuidut.**

Näyte	Tila	Kuitupitoisuus [kuitua/ $\text{cm}^2$ ]
K1	1.krs Pulmuset	0,1
K2	1.krs Pupusten nukkumahuone	0,5
K3	2.krs Sirkkusten wc	0,5
K4	2.krs Sirkkuset	0,2
K5	2.krs Kerttuset	0,3
K6	2 krs Kerttusten wc	0,1

Pupusten nukkumahuoneessa sekä Sirkkusten wc:ssä tulos oli lievästi koholla ( $0,5$  kuitua/ $\text{cm}^2$ ) ja  
Sirkkusten ja Kerttusten ryhmähuoneissa lähellä ns. raja-arvoa ( $0,2/0,3$  kuitua/  $\text{cm}^2$ ). Yleisesti  
tuloksia  $>1$  kuitua/  $\text{cm}^2$  pidetään merkittävänä. Tulosten perusteella tiloissa ei voida sanoa olevan  
merkittävää kuituongelmaa. Laskeumalevyillä tehdyissä mittauksissa tulee ottaa huomioon se,

että jokaisen tilan ilman liikkeet vaikuttavat mm. pölylaskeuman määrään ja paikkaan. Esimerkiksi Sirkkusten wc:n yllättävän maltillisen tuloksen (alaslasketun katon kuitulähteisiin ja hormista aiheutuvaan ilmapuotoon nähden) voi selittää mittausaikana vallinneet tuuliolosuhteet ja hormien peittäminen akustolevyillä. Kuitulähteenä toimii kuitenkin todennäköisesti yläpohjan alapinnan vanhat akustolevyt. Pupusten nukkumahuoneessa ja muiden tilojen kuitulähteenä on voinut toimia tuloilmakanaviston mineraalivillapinnoitteiset kanavaäänenvaimentimet.

### 3.5.2 PAH-yhdisteiden ilmanäyte

Päiväkodin 2. kerroksen sisäilman polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen (PAH-yhdisteiden) pitoisuus määritettiin ottamalla 2. kerroksen tiloista kaksi ilmanäytettä. Näytteet otettiin, koska yläpohjarakenteessa todettiin aiemmin PAH-yhdisteitä sisältävä materiaali (ks. kohta 3.6). Toinen ilmanäyte otettiin Kerttusten ryhmähuoneesta (PAH1) ja toinen Sirkkusten wc-tiloista (PAH2). Ilmanäytteet kerättiin XAD-adsorbentti näytekeraimilla.

Ennen näytteenottoa varmistettiin, että rakennuksen ilmanvaihto oli päällä normaaliin tapaan ja näytteenoton aikana keittiön ilmanvaihdon tehostus pidettiin päällä, jotta yläkerrassa vallitsisi mahdollisimman suuri alipaine.

Ilmanäytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa. Näytteistä analysoitiin 16 PAH-yhdisteen pitoisuudet.

Analyysitulokset on esitetty liitteessä 3. Tulosten mukaan ilmanäytteet sisälsivät niin Kerttusten ryhmähuoneen että Sirkkusten wc:n osalta pieniä määriä Naftaleenia ( $0,07 / 0,11 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ja Fenantreeniä ( $0,08 / 0,12 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Muut analysoidut PAH-yhdistepitoisuudet jäivät alle määrittämissä rajat. Työterveyslaitoksen tavoitetaso naftaleenin osalta on  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Fenantreenille tavoitetasoa ei ole määritetty.

## 3.6 Materiaalinäytteet

### 3.6.1 Materiaalinäytteiden PAH-analyysitulokset

Rakennuksesta otettiin kolmesta kohtaa materiaalinäytteitä PAH-yhdisteiden määrittämistä varten. Näytteitä otettiin kellarin verstaan väliseinän pikikerroksesta, vesikatteen bitumikermistä ja yläpohjan tervapaperista. Materiaalinäytteet analysoitiin Työterveyslaitoksen laboratoriossa. Näytteistä analysoitiin 16 PAH-yhdisteen pitoisuus. Näytteiden analyysitulokset on esitetty liitteissä 4 ja 5. PAH-yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus on esitetty seuraavassa taulukossa.

**Taulukko 4. Materiaalinäytteiden PAH-yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus. Analyysivastauksen perusteella materiaali luokitellaan ongelmajätteeksi, kun PAH-yhdisteiden pitoisuus on yli 200 mg/kg.**

Näyte	Materiaali	PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus [mg/kg]
P1	Kellarin väliseinän pikikerros	68
P2	Bitumikermikate	280
P3	2.krs Sirkkusten wc	15000

Kellarin väliseinän pikikerroksen PAH-yhdisteiden pitoisuus jäi alle ongelmajäterajan (<200 mg/kg). Vesikatteen bitumikermi puolestaan ylitti ongelmajäterajan. Tervapaperin suuri PAH-



yhdistepitoisuus vahvistaa epäilyn, että ullakkotilan kreosoottiin viittaava haju on peräisin yläpohjan tervapaperista. Rakenteissa voi olla myös muita PAH-yhdisteitä sisältäviä materiaaleja.

#### **4 YHTEENVETO JA JOHTOPÄÄTÖKSET**

Ilmanvaihdon merkittävä vajuus aiheuttaa ongelmia paitsi olosuhteiden kannalta mutta saattaa edesauttaa myös joidenkin henkilökunnan kokemien oireiden syntyä. Kaikissa tiloissa ilmanvaihdon vajuus on merkittävää (ongelmallisimmissa tiloissa noin 15 % D2-suositustasosta). Kerrosten ilmanvaihtokoneita ei voida käyttää täydellä teholla meluongelmien vuoksi, mutta ilmanvaihdon vajauksen kannalta täyden tehon käytöllä ja käytössä olevalla "puoliteholla" ei ole käytännössä merkitystä.

Rakennuksen kellarikerroksen alapohja (lattia) todettiin isolta alueelta muovimaton alta erittäin kosteaksi ja muovimaton alta tuli voimakas mikrobivaurioon viittaavaa hajua. Kosteusrasitus on ollut pitkäaikainen. Myös kellaritilojen sisäilmassa todettiin aistinvaraisesti arvioituna maakellari- maista hajua. Alapohjan kosteusongelmat ovat aiheutuneet alapohjarakenteen tyypistä, joka mahdollistaa maaperän kosteuden nousun alapohjarakenteisiin. Tilannetta ovat pahentaneet puutteet rakennuksen sadevesiviemäröinnissä.

Rakennuksen ullakolla havaittiin voimakasta kreosoottiin viittaavaa hajua ja yläpohjarakenteesta löydettiin PAH-yhdisteitä sisältävää tervapaperia. Koska rakennuksen vanhan painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän hormit muodostavat suoran ilmareitin sisätilojen ja ullakkotilojen / ulkoilman välillä, on olemassa riski, että ullakkotilan epäpuhtaudet voivat siirtyä ilmavuotojen seurauksena oleskelutiloihin. Riski on olemassa erityisesti, koska rakennuksessa vallitsee mittausten mukaan jatkuva alipaine (-1...-6 Pa). On syytä ottaa kuitenkin huomioon, että oleskelutiloista ei tutkimusten aikana havaittu kreosoottiin viittaavaa "ratapölkyn" hajua, eikä sisäilmasta otetuista ilmanäytteistä havaittu PAH-yhdisteitä.

#### **5 TOIMENPIDE-EHDOTUKSET**

##### **5.1 Olosuhteita ja sisäilman laatua parantavat toimenpiteet**

Sisäilman laadun kannalta merkittävimmät toimenpiteet liittyvät ilmavuotojen estämiseksi päiväkotikerrokseen sekä yläpohjasta että kellarikerroksesta. Yläpohjan ilmavuotojen estämiseksi toimenpiteet ovat 2. kerroksen ylipaineisuuden varmistaminen tuloilmaa lisäämällä sekä vanhojen painovoimaisen ilmanvaihdon hormien tukkiminen.

2. kerroksen käytävälle lisätään tuloilmakone (toimenpiteen toteutus käynnistetty tutkimuksen aikana). Tuloilman lisäyksen tarkoitus on varmistaa painesuhteiden pysyvyys siten, että varmistetaan, ettei yläpohjasta tule kerroksen tiloihin ilmavuotoja. Jos kuitenkin hormien tukkiminen vaikuttaa painesuhteisiin siten, että 2. kerroksen painesuhde on pitkäaikaisessa tarkastusmittauksessa merkittävästi ylipaineinen (esim. +15 ... +20 Pa), voidaan ilmanvaihtoa parantaa lisäämällä ryhmähuoneisiin pienet tilakohtaiset poistopuhaltimet.

Hormit voidaan tukkia esimerkiksi asentamalla sekä hormin sisätilojen puoleiseen että ullakkotilan puoleiseen päähän ilmatiivis eriste (EPS, PUR) ja tiivistämällä eristeen reunat uretaanivaahdolla.

Hormien tukkimisen yhteydessä tulisi myös 2.kerroksen wc-tilojen alaslaskettu katto uusua. Yläpohjan alapinnasta tulee poistaa vanhat akustovillat ja pinnat siivota pölystä.

Alapohjan laajojen kosteusongelmien ja hajujen vuoksi kellarin käyttöä ei suositella. Myöskään tavaroiden säilytystä (liinavaatteet, roolivaatteet, pyykit) tiloissa ei suositella. Ilman siirtyminen kellarista 1. kerrokseen tulisi estää rakennuksen painesuhteita muuttamalla. Tilojen alipaineisuus 1. kerroksen tiloihin nähden varmistetaan siten, että kellarin tulo/poistokoneen tuloilmapuhallin poistetaan käytöstä ja poistopuhallin asetetaan käymään täydellä teholla.

Keskikerroksen ilmanvaihdon parantaminen tarkoittaisi myös oman tuloilmakoneen lisäämistä käytävälle sekä huonekohtaisten poistojen lisäämistä. Muutoksen aiheuttamat kustannukset nousevat kuitenkin suureksi. Lisäksi ne aiheuttavat melua eivätkä tuo olosuhteisiin kuin pieniä parannuksia, joten toimenpiteen mielekkyys kustannusten ja pienten hyötyjen suhteen tulee harkita sen perusteella, kauanko tiloissa jatketaan toimintaa ennen laajempia korjaustoimenpiteitä.

Ikkunoiden veto-ongelmaa voi parantaa nopealla aikataululla tiivistämällä osa karmeista (yläruudut) esim. tiivistysteipillä.

Pakkasjaksoilla radiaattoreiden pintalämpötila nousee ajoittain vaarallisen korkeaksi. Patteriverkon lämpötilaa voidaan pyrkiä laskemaan maltillisesti, mutta samalla tulee säätää patteriverkon termostaattien esisäätöarvoja suuremmaksi (tiloissa on jo nyt ollut kylmyysongelmia pakkasella). Jos patteriverkon lämpötilan lasku ei ole mahdollista, tulee harkita radiaattoreiden kosketussuojausta. Kosketussuojauksen toteutuksessa on kuitenkin tärkeää, että ilma kiertää suojan läpi tehokkaasti ja että siivoaminen suojan takaa on mahdollisimman helppoa.

Muita nopean aikataulun toimenpiteitä ovat:

- katkenneen sadevesirännin korjaus etupihalta
- tukkeutuneiden sadevesiviemäreiden avaus/ puhdistukset
- salaojan kunnon tarkistus
- leikkipihan puoleisten parvekkeiden kuntotutkimus ja turvallisuuden varmistus tai alapuolella oleskelun rajoittaminen

## 5.2 Rakenteelliset toimenpiteet

Kellarin alapohjarakenteelle suositellaan kokonaisvaltaista uusimista siten, että alapohjarakenteen kosteusongelmat poistuvat. Korjausten yhteydessä sadevesiviemäröinti ja salaojitus tulee uusua tarpeen mukaan. Myös päiväkodin vaunuterassin päädyn rakenne tulee korjata siten, ettei kosteus pääse rasittamaan rakenteen sisäosia.

Korjaukset tulee tehdä erillisen korjaussuunnitelman mukaan.

## 5.3 Talotekniset toimenpiteet

Ilmanvaihdolle suositellaan perusteellista uusimista. Tilojen ilmanvaihto tulisi nostaa rakentamismääräysten suosittlemalle tasolle. Tämä vaatii ilmanvaihtokoneiden ja päätelaitteiden uusimista. Hoitotiloihin tulisi rakentaa myös poistoilmanvaihto ja koska nykyiset tuloilmakanavat on mitoitettu liian pienille ilmavirroille, tulisi kanavistot rakentaa käytännössä kokonaan uusiksi. Keittiön ilmas-

tointilaitteiden kunto on hyvä, ilmavirrat tulisi kuitenkin säätää siten, että painesuhteet olisivat oikeanlaiset (keittiö maltillisesti alipaineinen muihin tiloihin nähden) ympäri vuorokauden. Lämmitysjärjestelmän korkeiden lämpötilojen vuoksi suositellaan patteriverkoston lämpötilan laskemista. Tämä tarkoittaa todennäköisesti myös radiaattoreiden uusimista. Lämmönjakolaitteiston nykykunto on hyvä, mutta koska laitteisto on 20-vuotias, tulee sen uusimista harkita merkittävämpien muutosten yhteydessä.

Tampereella 30.8.2013

Polygon Finland Oy

Axovaatio Oy



Elina Manelius

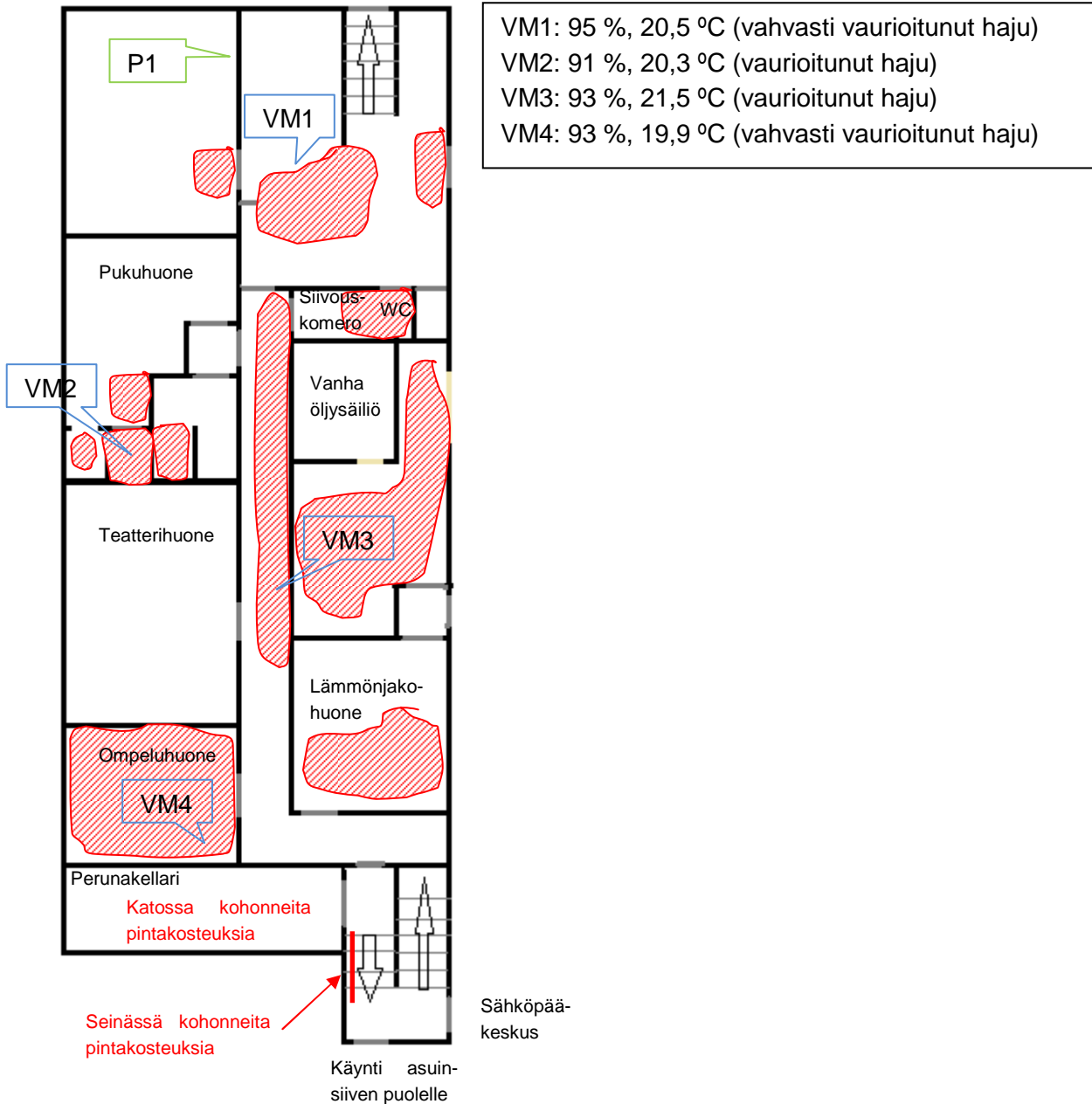



Mia Lund, DI

#### Liitteet

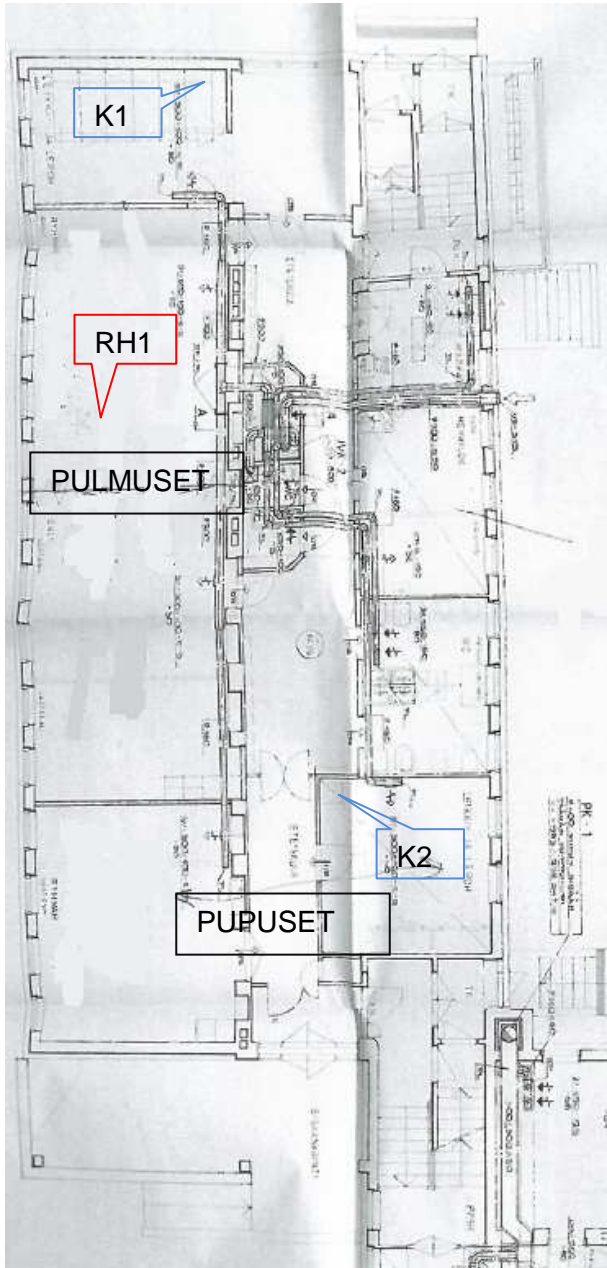
- Liite 1 Rakennuksen pohjakuvat
- Liite 2 Laskeumalevyjen kuituanalyysitulokset Työterveyslaitokselta
- Liite 3 Ilmanäytteiden PAH-analyysitulokset Työterveyslaitokselta
- Liite 4 Materiaalinäytteiden PAH-analyysitulokset (kellarin väliseinän pikikerros)
- Liite 5 Materiaalinäytteiden PAH-analyysitulokset Työterveyslaitokselta (yläpohjan tervapaperi ja bitumikermikate)

**Kellarin pohjakuva:**

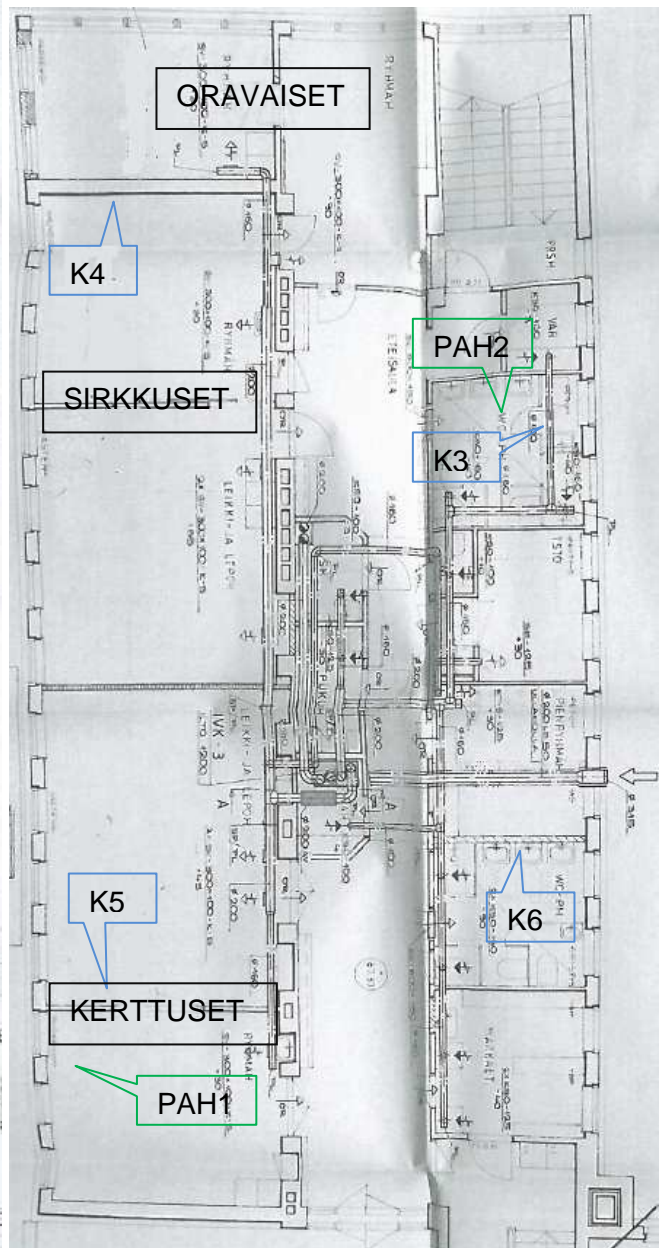


**POHJAKUVAN MERKKIEN SELITYKSET:**  
**VM = viiltokosteusmittaus muovimaton alta**  
**P = PAH-materiaalinäyte**  
 = kohonnut/ korkea pintakosteus

**1. krs pohjakuva:**



**2. krs pohjakuva:**



RH1: 28 % RH, 24,1 °C

**POHJAKUVAN MERKKIEN SELITYKSET:**  
RH = Kosteusmittaus porareiästä  
PAH = PAH-näyte ilmasta



## Työterveyslaitos

TY-03/sh/746-2013

ANALYYSIVASTAUS

28.06.2013

POLYGON FINLAND OY  
Elina Manelius  
Mäntyhaantie 2  
33800 TAMPERE

NÄYTTEENNE, 20.6.2013

KOHDE: NEKALAN PÄIVÄKOTI

	MMMF pitoisuus >20 µm kuitua/cm <sup>2</sup>	
1. Kuitu 1, 1.krs, Pulmuset, laskeumalevy	0,1	( OL )
2. Kuitu 2, 1.krs, Pupusten nukkumahuone, laskeumalevy	0,5	( OL )
3. Kuitu 3, 2.krs, Sirkkusten wc, laskeumalevy	0,5	( OL )
4. Kuitu 4, 2.krs, Sirkkuset, laskeumalevy	0,2	( OL )
5. Kuitu 5, 2.krs, Kerttuset, laskeumalevy	0,3	( OL )
6. Kuitu 6, 2.krs, Kerttusten wc, laskeumalevy	0,1	( OL )

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

Analyysimenetelmä:

OL = Mineraalikuitulaskenta valomikroskoopilla

TYÖTERVEYSLAITOS  
Aerosolilaboratorio

Heli Lallukka  
erityisasiantuntija

Siim Heinaste  
asiantuntija



Työterveyslaitos

**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 230149

4.7.2013

1 (4)

Polygon Finland Oy

Elina Manelius  
Mäntyhaantie 2  
33800 TAMPERE

**PAH-määrittäminen ilmanäytteestä**

As. viitenumero:

Kerääjä/Vastuuhlö: Elina Manelius

Analysoitavat yhdisteet: PAH-yhdisteet ilmassa

Tulo.pvm: 27.06.2013

Analysoija(t): Outi Kammonen

**Analysointimenetelmä**

Polysyklisen aromaattisten hiilivetyjen (PAH) mittausten menetelmässä ilmanäytteestä analysoidaan EPA:n (Yhdysvaltojen ympäristönsuojeluvirasto) priorisoimat 16 PAH-yhdistettä. PAH-yhdisteet jakautuvat ilmassa sekä kaasuihin että hiukkasfaasiin. Tämä on huomioitava yhdisteiden näytteenotossa. Jakautumiseen vaikuttaa mm. yhdisteen höyrönpaine, ympäristön lämpötila ja hiukkasten pinta-alakonsentraatio. Tyypillinen jako höyry- ja hiukkasfaasin kesken on seuraava:

Naftaleeni, joka on PAH-yhdisteryhmän haihtuvuin, on yleensä höyryjakeen pääkomponentti. Höyryjakeessa esiintyvät myös asenaftyleeni, asenafteeni, fluoreeni, fenantreeni sekä antraseeni. Fluoranteeni ja pyreeni esiintyvät sekä höyry- että hiukkasjakeessa.

Hiukkasjakeen yhdisteet ovat vaikeasti huoneenlämpötilassa haihtuvia (kiehunispisteet 375 -545 °C). Tähän ryhmään kuuluvat: bentso[a]antraseeni, kryseeni, bentso[b]fluoranteeni, bentso[k]fluoranteeni, bentso[a]pyreeni, indeno[1,2,3-cd]pyreeni, dibentso[a,h]antraseeni, bentso[ghi]peryleeni sekä lisäksi fluoranteeni ja pyreeni, jotka esiintyvät osittain myös höyrymuodossa.

- Höyryinä esiintyvät PAH-yhdisteet kerätään virtausnopeudella 0,1 - 1,0 l/min adsorptioputkeen (Orbo 43). Määritysraja 10 l näytteelle on n. 0,1 µg/m<sup>3</sup> ja 100 l näytteelle n. 0,01 µg/m<sup>3</sup>.

- Hiukkasiin sitoutuneet PAH-yhdisteet kerätään virtausnopeudella 1 - 20 l/min lasikuitusuodattimelle (ø 37 mm). Määritysraja 100 l näytteelle on n. 0,01 µg/m<sup>3</sup> ja 1000 - 10000 l näytteelle n. 0,001 µg/m<sup>3</sup>.

Analyysiä varten yhdisteet uutetaan keräimestä liuottimella ja määritetään käyttäen GC/MS-laitteistoa.

## TYÖTERVEYSLAITOS

2 (4)

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 230149

4.7.2013

**Tulokset**

Näyte/keräin:

LIMS numero: CK13-01503-1

Mittauspaikka: Nekalan päiväkoti

Mittauskohde: Kerttuset, 2. krs

Analysointipvm: 4.7.13/oka1

 Ilmamäärä: 102 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
Naftaleeni	0,07	µg/m <sup>3</sup>		
Asenaftyleeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Asenafteeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Fluoreeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Fenantreeni	0,08	µg/m <sup>3</sup>		
Antraseeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Fluoranteeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Pyreeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Bentso[a]antraseeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Kryseeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Bentso[b]fluoranteeni	< 0,02	µg/m <sup>3</sup>		
Bentso[k]fluoranteeni	< 0,02	µg/m <sup>3</sup>		
Bentso[a]pyreeni	< 0,02	µg/m <sup>3</sup>		
Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	< 0,02	µg/m <sup>3</sup>		
Dibentso[a,h]antraseeni	< 0,02	µg/m <sup>3</sup>		
Bentso[ghi]peryleeni	< 0,02	µg/m <sup>3</sup>		

Näyte/keräin:

LIMS numero: CK13-01503-2

Mittauspaikka: Nekalan päiväkoti

Mittauskohde: Sirkkusten WC, 2. krs

Analysointipvm: 4.7.13/oka1

 Ilmamäärä: 124 dm<sup>3</sup>

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
Naftaleeni	0,11	µg/m <sup>3</sup>		
Asenaftyleeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Asenafteeni	0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Fluoreeni	0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Fenantreeni	0,12	µg/m <sup>3</sup>		
Antraseeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Fluoranteeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Pyreeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		

 TYÖTERVEYSLAITOS  
 Topeliuksenkatu 41 a A  
 00250 Helsinki

 KÄYNTIOSOITE  
 Topeliuksenkatu 41 b  
 00250 Helsinki

 puhelin 030 4741  
 faksi 030 474 2114  
 www.ttl.fi



## TYÖTERVEYSLAITOS

3 (4)

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 230149

4.7.2013

Yhdiste	Pitoisuus	Laatu		
Bentso[a]antraseeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Kryseeni	< 0,01	µg/m <sup>3</sup>		
Bentso[b]fluoranteeni	< 0,02	µg/m <sup>3</sup>		
Bentso[k]fluoranteeni	< 0,02	µg/m <sup>3</sup>		
Bentso[a]pyreeni	< 0,02	µg/m <sup>3</sup>		
Indeno[1,2,3-cd]pyreeni	< 0,02	µg/m <sup>3</sup>		
Dibentso[a,h]antraseeni	< 0,02	µg/m <sup>3</sup>		
Bentso[ghi]peryleeni	< 0,02	µg/m <sup>3</sup>		

**Tulosten tarkastelu**

Jos pitoisuus on jäänyt alle määrittäysrajan, tulostaulukkoon on merkitty määrittäysraja ja sen eteen pienempi kuin -merkki (<).

**HTP-ARVOT**

Työpaikan ilman haitallisiksi tunnetut pitoisuudet (HTP-arvot) ovat sosiaali- ja terveysministeriön vahvistamia ohjeraja-arvoja

HTP8h naftaleeni 5000 µg/m<sup>3</sup>

HTP8h bentso(a)pyreeni 10 µg/m<sup>3</sup>

Muille mitatuille PAH-yhdisteille ei ole ainekohtaista HTP-arvoa.

**TAVOITETASOT**

Työterveyslaitoksen asettamat tavoitetasot ovat ala- tai työtehtäväkohtaisia suosituksia, joihin työpaikkojen tulisi työolosuhteita kehitettäessä pyrkiä.

Tavoitetaso naftaleeni

50 µg/m<sup>3</sup> (kreosoottikyllästämöt ja kyllästetyn puutavaran käsittely)

2 µg/m<sup>3</sup> (sisäilma; hajua ei saa esiintyä)

Tavoitetaso bentso(a)pyreeni

<0,1 µg/m<sup>3</sup> (koksaamot)

<0,01 µg/m<sup>3</sup> (muut työpaikat)

**PITKÄAIKAISEN ALTISTUMISEN VIITEARVOT**

Sisäilmamittauksissa (esim. toimistoympäristöt) sovelletaan yleisesti seuraavia naftaleenin pitkäaikaisen altistumisen terveysperusteisia viitearvoja:

2 µg/m<sup>3</sup> (Saksan ympäristöministeriö)

3 µg/m<sup>3</sup> (Rfc-arvo; USA:n ympäristönsuojeluvirasto EPA)

Muille PAH-yhdisteille ei ole asetettu vastaavia viitearvoja.

TYÖTERVEYSLAITOS

ANALYYSIVASTAUS

4 (4)

Tilaus: 230149

4.7.2013

Työympäristön kehittäminen -osaamiskeskus

Sinikka Vainiotalo  
erikoistyöhygieenikko

Outi Kammonen  
laboratorioanalyytikko

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



1 (3)

**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 229572

13.06.2013

Polygon Finland Oy  
Elina Manelius  
Mäntyhaantie 2  
33800 TAMPERE

**PAH-määritys materiaalinäytteestä**

Analyysin kuvaus: PAH-yhdisteet tuotteessa,  
Tulopvm.: 11.06.2013  
Käsittelijä(t): Raija Vaaranrinta

**Analysointimenetelmä**

Menetelmällä mitataan 16 PAH-yhdisteen pitoisuus materiaalinäytteessä. Näyte uutetaan dikloorimetaanilla ja analysoidaan kaasukromatografi-massaspektrometri -laitteistolla. Yksittäisen PAH-yhdisteen määrittämissuuruusluokka on 0,05 - 0,1 mg/kg.

**TYÖTERVEYSLAITOS****ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 229572

13.06.2013

**CK13-01461-1**                      Näyte/keräin: PAH-näyte 1  
Mittauspaikka:                      Nekalan päiväkot  
Mittauskohde:                      väliseinän pikikerros  
Analysointipvm.:                      13.6.2013/rvaa  
Näytteenottoaika:                      05.06.2013

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
Naftaleeni	1)	0,22 mg/kg
Asenaftyleeni		1,1 mg/kg
Asenafteeni		<0,14 mg/kg
Fluoreeni		0,06 mg/kg
Fenantreeni		20 mg/kg
Antraseeni		0,64 mg/kg
Fluoranteeni		7,6 mg/kg
Pyreeni		7,3 mg/kg
Bentso[a]antraseeni		5,3 mg/kg
Kryseeni		7,1 mg/kg
Bentso(b)fluoranteeni		3,5 mg/kg
Bentso(k)fluoranteeni		2,3 mg/kg
Bentso(a)pyreeni		4,8 mg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni		1,8 mg/kg
Dibentso(a,h)antraseeni		2,7 mg/kg
Bentso(ghi)peryleeni		3,5 mg/kg

1) Näytteen 16 PAH-yhdisteen kokonaispitoisuus on 68 mg/kg.

**Työterveyslaitos**

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

## TYÖTERVEYSLAITOS

## ANALYYSIVASTAUS

Tilaus: 229572

13.06.2013

### Tulosten tarkastelu

Jos pitoisuus on jäänyt alle määritysrajan, tulostaulukkoon on merkitty määritysraja ja sen eteen pienempi kuin -merkki (<).

Yleistä kivihiilitervasta, bitumista ja PAH-yhdisteistä: Kivihiilitervasta valmistetut tuotteet sisältävät satoja orgaanisia yhdisteitä, joista haitallisimpia ovat syöpää ja perimämuutoksia aiheuttavat polysykliset aromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet. Vesieristeinä on käytetty erilaisia kivihiilitervaan perustuvia tuotteita, öljypohjaisia bitumeja sekä bitumin ja kivihiilitervatuotteiden seoksia. Yksittäisten PAH-yhdisteiden pitoisuus kivihiilitervatuotteissa, mm. kreosoottieristeessä, saattaa olla yli 1000 mg/kg. Myös bitumit voivat sisältää PAH-yhdisteitä, kuitenkin selvästi vähemmän kuin kivihiilitervaan perustuvat valmisteet. Jos PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus on yli 200 mg/kg, toimitetaan tällainen jäte yleensä ongelmajätelaitokselle.

Työministeriön päätöksessä (838/1993) PAH-yhdisteet luokitellaan syöpäsairauden vaaraa aiheuttaviksi aineiksi, lisäksi PAH-yhdisteitä sisältävät materiaalit saattavat aiheuttaa ihon ja silmien ärsytystä, punotusta ja valoherkistymistä. Syöpäsairauden vaaraa aiheuttavina aineina PAH-yhdisteet luokitellaan myös perimälle, sikiölle ja lisääntymiselle vaaraa aiheuttaviksi tekijöiksi. Raskaana olevia ei tule käyttää työhön, jossa altistutaan syöpävaaraa aiheuttaville kemikaaleille.

### Tuloksen tulkinta

Näyte sisältää pieniä määriä eräitä polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä (PAH-yhdisteitä). Materiaalia käsiteltäessä tulee välttää ihokosketusta materiaaliin ja käyttää suojakäsineitä, esimerkiksi nahkahansikkaita. Sisältä likaantuneet käsineet pitää vaihtaa puhtaisiin.

### Työympäristön kehittämispalvelut

---

Sinikka Vainiotalo  
erikoistyöhygieenikko  
Helsinki

---

Raija Vaaranrinta  
mittaushygieenikko  
Helsinki

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

---

### Työterveyslaitos

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



1 (5)

**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 229909

20.06.2013

Polygon Finland Oy  
Elina Manelius  
Mäntyhaantie 2  
33800 TAMPERE

**PAH-määrittäminen materiaalinäytteestä**

Asiakasviite: 051324100108  
Analyysin kuvaus: PAH-yhdisteet tuotteessa,  
Tulopvm.: 13.06.2013  
Käsittelijä(t): Outi Kammonen

**Analysointimenetelmä**

Menetelmällä mitataan 16 PAH-yhdisteen pitoisuus materiaalinäytteessä. Näyte uutetaan dikloorimetaanilla ja analysoidaan kaasukromatografi-massaspektrometri -laitteistolla. Yksittäisen PAH-yhdisteen määrittämiss raja on suuruusluokkaa 0,05 - 0,1 mg/kg.

**TYÖTERVEYSLAITOS**

2 (5)

**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 229909

20.06.2013

**CK13-01471-1**                      Näyte/keräin: PAH-näyte 1  
Mittauspaikka:                      Nekalan päiväkoti  
Mittauskohde:                      YP, bitumikermikate  
Analysointipvm.:                      17.06.2013/OKA1  
Näytteenottoaika:                      10.06.2013

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
Naftaleeni	1)	0,12 mg/kg
Asenaftyleeni		1,2 mg/kg
Asenafteeni		0,99 mg/kg
Fluoreeni		2,7 mg/kg
Fenantreeni		170 mg/kg
Antraseeni		0,59 mg/kg
Fluoranteeni		55 mg/kg
Pyreeni		21 mg/kg
Bentso[a]antraseeni		4,7 mg/kg
Kryseeni		15 mg/kg
Bentso(b)fluoranteeni		3,8 mg/kg
Bentso(k)fluoranteeni		1,8 mg/kg
Bentso(a)pyreeni		1,6 mg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni		0,97 mg/kg
Dibentso(a,h)antraseeni		0,96 mg/kg
Bentso(ghi)peryleeni		2,1 mg/kg

1) Mitattujen PAH-yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus on 280 mg/kg.

**Työterveyslaitos**

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

**TYÖTERVEYSLAITOS**

**ANALYYSIVASTAUS**

Tilaus: 229909

20.06.2013

**CK13-01471-2**                      Näyte/keräin: PAH-näyte 2  
Mittauspaikka:                      Nekalan päiväkoti  
Mittauskohde:                      YP, paperi  
Analysointipvm.:                    17.06.2013/OKA1  
Näytteenottoaika:                   10.06.2013

Yhdiste	Tulos	Yksikkö
Naftaleeni	1) 8,5	mg/kg
Asenaftyleeni	370	mg/kg
Asenafteeni	79	mg/kg
Fluoreeni	26	mg/kg
Fenantreeni	2200	mg/kg
Antraseeni	280	mg/kg
Fluoranteeni	2400	mg/kg
Pyreeni	1900	mg/kg
Bentso[a]antraseeni	1600	mg/kg
Kryseeni	1400	mg/kg
Bentso(b)fluoranteeni	1100	mg/kg
Bentso(k)fluoranteeni	1200	mg/kg
Bentso(a)pyreeni	1400	mg/kg
Indeno(1,2,3-cd)pyreeni	900	mg/kg
Dibentso(a,h)antraseeni	210	mg/kg
Bentso(ghi)peryleeni	340	mg/kg

1) Mitattujen PAH-yhdisteiden yhteenlaskettu pitoisuus on 15000 mg/kg.

**Työterveyslaitos**

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



## TYÖTERVEYSLAITOS

## ANALYYSIVASTAUS

4 (5)

Tilaus: 229909

20.06.2013

### Tulosten tarkastelu

Yleistä kivihiilitervasta, bitumista ja PAH-yhdisteistä: Kivihiilitervasta valmistetut tuotteet sisältävät satoja orgaanisia yhdisteitä, joista haitallisimpia ovat syöpää ja perimämuutoksia aiheuttavat polysykliset aromaattiset hiilivedyt eli PAH-yhdisteet. Vesieristeinä on käytetty erilaisia kivihiilitervaan perustuvia tuotteita, öljypohjaisia bitumeja sekä bitumin ja kivihiilitervatuotteiden seoksia. Yksittäisten PAH-yhdisteiden pitoisuus kivihiilitervatuotteissa, mm. kreosoottieristeessä, saattaa olla yli 1000 mg/kg. Myös bitumit voivat sisältää PAH-yhdisteitä, kuitenkin selvästi vähemmän kuin kivihiilitervaan perustuvat valmisteet. Jos PAH-yhdisteiden kokonaispitoisuus on yli 200 mg/kg, toimitetaan tällainen jäte yleensä ongelmajätelaitokselle.

Työministeriön päätöksessä (838/1993) PAH-yhdisteet luokitellaan syöpäsairauden vaaraa aiheuttaviksi aineiksi, lisäksi PAH-yhdisteitä sisältävät materiaalit saattavat aiheuttaa ihon ja silmien ärsytystä, punotusta ja valoherkistymistä. Syöpäsairauden vaaraa aiheuttavina aineina PAH-yhdisteet luokitellaan myös perimälle, sikiölle ja lisääntymiselle vaaraa aiheuttaviksi tekijöiksi. Raskaana olevia ei tule käyttää työhön, jossa altistutaan syöpävaaraa aiheuttaville kemikaaleille.

### Tuloksen tulkinta

Näytteet sisältävät polysyklisiä aromaattisia hiilivetyjä. Materiaalia käsiteltäessä on kiinnitettävä erityistä huomiota ihon suojaamiseen. On syytä varmistua siitä, että suojakäsineet antavat riittävän suojan käsien kautta tapahtuvalta altistumiselta koska samannimisestä materiaalista valmistetuissa suojakäsineissä saattaa olla valmistajakohtaisia eroja. Käsineet on vaihdettava riittävän usein ja sisäpuolelta likaantuneet käsineet heti kun likaantuminen huomataan. Kehon muiden alueiden suojaaminen on myös tärkeää.

Iho ja erityisesti kädet on pestävä hyvin tauoille lähdeettäessä ja työvuoron lopussa. Suojavaatetus: suoja-asu, kengät, käsineet ja päähineet on työvuoron päättyessä syytä jättää niille varattuihin tiloihin, jotta ulkopuoliset henkilöt eivät altistuisi materiaalin sisältämille kemikaaleille. Alueella, jossa materiaalia käsitellään, ei saa syödä, juoda tai tupakoida. Tupakointi työvuoron aikana lisää altistumista PAH-yhdisteille.

Materiaalin pölyämistä tulee välttää. Tarvittaessa suosittelemme käytettäväksi moottoroidulla puhallusyksiköllä varustettua kokonaamaria vähintään A2P3-luokan suodattimella.

Kivihiilipikeä sisältävien rakenteiden purkamisesta on olemassa Ratu-ohjekortti 82-0381. Tietoa aiheesta löytyy myös internetistä esimerkiksi hakukoneen avulla: Vaarallisten aineiden poistamisen turvalliset työmenetelmät ([https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/10879/trt5sjohannesm.pdf ? sequence=1](https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/10879/trt5sjohannesm.pdf?sequence=1)).

---

### Työterveyslaitos

Topeliuksenkatu 41 a A, 00250 Helsinki, puh. 030 4741, Y-tunnus 0220266-9, [www.ttl.fi](http://www.ttl.fi), [etunimi.sukunimi@ttl.fi](mailto:etunimi.sukunimi@ttl.fi)

**TYÖTERVEYSLAITOS**

**ANALYYSIVASTAUS**

5 (5)

Tilaus: 229909

20.06.2013

Työympäristön kehittämispalvelut

---

Sinikka Vainiotalo  
erikoistyöhygieenikko  
Helsinki

---

Outi Kammonen  
laboratorioanalyttikko  
Helsinki

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