

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Marita Tamminen

**Sisäympäristön toimivuus ja energiankulutus Vantaan
kaupungin päiväkodeissa**

Insinööritö 30.09.2009

Ohjaaja: LVI-insinööri Per Andersson
Ohjaava opettaja: yliopettaja Olli Jalonen

Tekijä Otsikko	Marita Tamminen Sisäympäristön toimivuus ja energiankulutus Vantaan kaupungin päiväkodeissa
Sivumäärä Aika	51 sivua 30.09.2009
Koulutusohjelma	Talotekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	LVI-insinööri Per Andersson yliopettaja Olli Jalonen
<p>Insinööriyön tavoitteena oli selvittää eri elinkaaren vaiheessa olevien kiinteistöjen sisäympäristöasioita. Erityistarkastelun kohteena olivat ilmanvaihto, energiankulutus ja sisäilman hiukkaspitoisuus sekä tiloissa työskentelevän henkilöstön kokemukset omasta työympäristöstään.</p> <p>Työn aikana selvitettiin neljän vantaalaisen päiväkodin ilmanvaihdon tekninen toimivuus, sisäilman hiukkaspitoisuus ja energian kulutus. Työn aikana mitattiin kiinteistöjen huonetiloista tulo- ja poistoilmavirrat, tehtiin aistinvaraisia havaintoja kiinteistöjen pölypitoisuuksista ja mitattiin joidenkin tilojen hiukkaspitoisuuksia toiminnan aikana. Kiinteistöjen energian kulutus selvitettiin toteutuneiden energiankulutustietojen pohjalta. Työn aikana haastateltiin myös kiinteistöissä työskenteleviä henkilöitä. Haastattelujen tarkoituksena oli selvittää, kuinka tekninen sisäympäristö korreloi koetun sisäympäristön kanssa.</p> <p>Insinööriyön tuloksena saatiin tietoa ilmanvaihdon ja sisäympäristön toimivuudesta eri-ikäisissä kiinteistöissä. Mittaukset osoittivat, että uudehkojen tai peruskorjattujen kiinteistöjen ilmamäärät ovat kohtuullisen hyvin hallinnassa, mutta vanhemmissa kiinteistöissä ilmamäärät heittelevät huonetiloittain hyvin paljon, erityisesti tuloilmapuolella. Tutkittujen eri-ikäisten rakennusten energiankulutuksessa havaittiin suuria eroja. Haastattelut osoittivat, että myös työpaikan yleisellä ilmapiirillä on vaikutusta henkilöstön kokemuksiin sisäympäristöasioista.</p> <p>Selvityksen aikana havaittiin useita sisäympäristön parannusmahdollisuuksia, joista osa voidaan toteuttaa pienin investoinnein työtapoja muuttamalla.</p>	
Hakusanat	sisäympäristö, sisäilma, ilmamäärät, ilman laatu, energian kulutus

Author Title	Marita Tamminen The functionality of the internal environment and energy consumption in the day-care centers in the city of Vantaa
Number of Pages Date	51 30 September 2009
Degree Programme	Building Services Engineering
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Per Andersson, HVAC Engineer Olli Jalonen, Principal Lecturer
<p>The objective of this final year project was to find out indoor air and energy consumption in the buildings of varying ages. Indoor air and energy consumption was studied in four day-care centers in Vantaa.</p> <p>The methods used in the project were measurements and interviews. During the project the incoming and outgoing of the buildings air was measured. The particles were also measured. The energy usage was analyzed by the information of the consumption in the previous years.</p> <p>Plenty of information about ventilation and energy usage in buildings of varying ages was collected during this project. The measurements proved that the ventilation in new buildings worked well, but in the old ones there were some major challenges.</p> <p>The interviews attested that the atmosphere of the working place affects the employees' experience of the internal environment.</p> <p>Many possibilities to improve the internal environment were found during the project. Some improvements could be implemented by changing the working habits, while some require investments.</p>	
Keywords	indoor air, ventilation, air quality, energy consumption

Sisällys

Tiivistelmä

Abstract

1 Johdanto	6
2 Insinöörityön tavoitteet	9
3 Hyvä sisäympäristö	10
4 Sisäympäristön merkitys	12
5 Työn sisältö	13
5.1 Työn kulku	13
5.2 Kiinteistöt	13
6 Työn toteutus	15
6.1 Mittausjärjestelyt	15
6.2 Haastattelut	17
6.3 Työn aikana tehdyt havainnot	17
6.3.1 Uusi päiväkot	18
6.3.2 Peruskorjattu päiväkot	18
6.3.3 Vanha päiväkot, jossa joitakin todettuja sisäilmaongelmia	19
6.3.4 Perusparannusta odottava päiväkot	19
7 Tulokset	21
7.1 Ilmamäärät	21
7.2 Hiukkaspitoisuudet	25
7.3 Henkilöstön kokemukset	28
7.4 Energian kulutus	30
7.5 Tulosten luotettavuuden arviointi	32
7.6 Ilmavirtamittausten virhetarkastelu	32
8 Pohdinta	34
9 Johtopäätökset	36
Lähteet	38
Liitteet	
Liite 1: Haastattelulomake, henkilökunta	40

Liite 2: Haastattelulomake, kiinteistönhoitaja	42
Liite 3: Peruskorjatun päiväkodin ilmavirtojen mittauspöytäkirja	43
Liite 4: Vanhan päiväkodin ilmavirtojen mittauspöytäkirja	45
Liite 5: Uuden päiväkodin ilmavirtojen mittauspöytäkirja	47
Liite 6: Peruskorjausta odottavan päiväkodin ilmamäärien mittauspöytäkirja, päärakennus	49
Liite 7: Peruskorjausta odottavan päiväkodin ilmavirtojen mittauspöytäkirja, lisärakennus	51

1 Johdanto

Suomalainen viettää noin 90 % ajastaan sisällä (2), joten on luonnollista, että sisäympäristöasiat puhuttavat nykyisin laajasti useita kiinteistöissä ja kiinteistöjen kanssa toimivia tahoja, kuten kiinteistöjen käyttäjiä ja omistajia sekä niiden suunnittelusta, rakentamisesta tai ylläpidosta vastaaviakin. Sisäympäristön laatutekijät vaikuttavat oleellisesti rakennusten terveellisyyteen ja turvallisuuteen, mutta näkökulmasta riippuen voidaan havaita hyvin monenlaisia asioita, joihin kaikkiin hyvä sisäilmasto, tai sisäympäristö, kuten termi nykyisin kuuluu, vaikuttaa.

Työpaikoilla sisäympäristö vaikuttaa mm. tuottavuuteen ja työhyvinvointiin. Tutkimusten mukaan hyvällä sisäympäristöllä voidaan parantaa työn tuottavuutta noin 1,5—6 % (2), joten sillä on myös melkoinen kansantaloudellinen vaikutus.

Julkisissa rakennuksissa toimivat tilojen käyttäjät, kuten päiväkotien lapset, koululaiset, nuoriso, terveyskeskusten asiakkaat ja hoitolaitosten asukkaat jne. He viettävät päivittäin kiinteistöissä useita tunteja tai ovat niissä jopa ympäri vuorokauden, joten heille pitäisi taata turvallinen ja terveellinen sisäympäristö.

Vantaan kaupungilla on, alkuvuodesta 2009, kiinteistöjä yhteensä 589. Niissä on rakennuksia noin 1 200 ja pinta-alaa on lähes 750 000 m². Rakennuksista suurimman ryhmän muodostavat koulut, joita on 38 % koko pinta-alasta, päiväkoteja on 12 %. Loput ovat muita kunnan palvelutuotantoon ja hallintoon liittyviä toimitiloja, tai muuten kaupungin tilantarpeita ja tontinkäyttövarauksia palvelevia rakennuksia. (Taulukko 1)

Taulukko 1. Vantaan kaupungin kiinteistöjen iät (15)

Rakentamisvuosi	Kiinteistöjen lukumäärä
1800—	16
1900—1949	104
1950—1969	150
1970—1979	99
1980—1999	170
2000—2006	50

Uudisrakennus- ja perusparannusinvestointeihin käytetään Vantaan kaupungilla noin 40 miljoonaa euroa vuodessa, joten kaupunki on merkittävä kiinteistöalan toimija.

Vantaan kaupungin kiinteistöpito onkin kokonaisuudessaan keskitetty tilakeskukseen, joka on yksi kaupungin viidestä toimialasta. Tilakeskuksen tehtävänä on hankkia kaupungin käyttöön tarkoituksenmukaiset toimitilat ja toteuttaa rakennusten tarvitsemat peruskorjaukset. Tilakeskus tuottaa myös kiinteistöihin tarvittavat toimitilapalvelut.

(3 s. 149.)

Työntekijöitä tilakeskuksessa on noin 1 200. Erilaisissa kiinteistöpidoon tehtävissä heistä toimii noin 300 henkilöä ja loput noin 900 henkilöä toimivat kiinteistöpitoon läheisesti liittyvissä siivous- ja ateriapalveluissa.

Ongelmat kiinteistöjen sisäympäristöissä ovat moninaisia ja niiden ratkaiseminen vaatii kaikkien kiinteistön toimijoiden yhteistyötä (4). Vantaan kaupungilla sisäympäristöasioita koordinoi ohjausryhmä, johon kuuluvat edustajat eri toimialoilta, työterveyshuollosta, työsuojelusta, ympäristökeskuksesta ja tilakeskuksesta. Tilakeskuksessa on myös kaksi henkilöä, jotka keskittyvät lähes päätoimisesti sisäilman tai muihin tiloissa koettujen ongelmien ratkaisemiseen. Rakennuksissa havaittujen teknisten, sisäympäristöön

liittyvien ongelmien korjaamiseen on tilakeskuksessa varattu vuositasolla myös noin kahden miljoonan euron määräraha. investointien lisäksi.

Insinööriyön aihe on erittäin ajankohtainen, koska sisäympäristöongelmia on ja niitä koetaan olevan hyvin runsaasti.

2 Insinööriyön tavoitteet

Tämän insinööriyön tavoitteena on osaltaan selvittää, miten kiinteistöjen eri elinkaaren vaiheet vaikuttavat sisäympäristöön, niin tekniseen kuin koettuunkin.

Insinööriyössä selvitetään, miten eri elinkaaren vaiheissa olevien kiinteistöjen ilmanvaihto, sisäilman hiukkaspitoisuus ja koettu sisäympäristö korreloivat toisiinsa nähden. Työn aikana on tarkoitus tutkia myös sitä, miten rakennuksen ikä ja käyttö vaikuttavat energiankulutukseen.

Selvityksen on tarkoituksena tuottaa tietoa suunnittelulle, rakennuttamiselle ja ylläpidolle. Tietoa voidaan hyödyntää esimerkiksi työsuunnitelmien ja aikataulujen laadinnassa. Myös omalta osaltaan sisäympäristöstä vastaavat eri ylläpidon toimijat, kuten kiinteistöhoito ja siivous, hyötyvät selvityksestä.

3 Hyvä sisäympäristö

LVI-ohjekortti 05-10417 määrittelee sisäympäristön seuraavasti: "Sisäilmasto on huone-tilan, ihmisiin ja heidän hyvinvointiinsa vaikuttavien, fysikaalisten, kemiallisten ja mikrobiologisten olosuhteiden muodostama kokonaisuus. Jos tarkastelua laajennetaan siten, että otetaan mukaan myös valaistus ja ääniolosuhteet, kokonaisuutta voidaan kutsua sisäympäristöksi." (5, s. 2.) Sisäilmaston tekijöitä ovat mm. lämpötila ja veto sekä erilaiset epäpuhtaudet, kosteus ja pölyt. Myös valaistus ja melu kuuluvat sisäilmastotekijöihin. (6, s. 7.)

Sisäilmastoluokitus 2008 -dokumentissa (1, s. 4) on sisäilmastot määritelty kolmeen eri luokkaan S1, S2 ja S3. Vastaava kolmiportainen luokitus on ollut käytössä myös aiemmassa sisäilmastoluokitus 2000:ssa.

S1: Yksilöllinen sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä, eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai yllälämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita tuke-
massa yksilöllisesti säädettävä valaistus.

S2: Hyvä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu on hyvä, eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta yllälämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.

S3: Tyydyttävä sisäilmasto

Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset. Eri suureiden tavoite- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista. Tarvittaessa jonkin suureen arvo voidaan määrittellä tapauskohtaisesti. (1, s. 4.)

Vantaan kaupungin toimitilojen suunnitteluohjeissa määritellään toimitilojen yleiseksi tavoitteeksi seuraavat luokat: sisäilmasto S2 ja lämpötilaolosuhteet S3.

4 Sisäympäristön merkitys

Hyvä sisäympäristö on ihmiselle erittäin tärkeä, koska suurin osa ajasta vietetään nykyään sisätiloissa. Sisäympäristö vaikuttaa esimerkiksi terveyteen ja viihtyvyyteen. Työpaikoilla sisäympäristö vaikuttaa oleellisesti myös työn tuottavuuteen. (5, s. 2; 2.)

Huonot sisäympäristöolosuhteet voivat aiheuttaa ihmisissä erityyppistä oireilua tai jopa sairauspoissaoloja, joten huonolla sisäympäristöllä on myös vaikutuksia työn tehokkuuteen ja sitä kautta kustannuksiin (5, s. 2). Sisäilmayhdistyksen raportissa "Tavoitteena terve talo" selvitetään huonon sisäilman aiheuttamia kustannuksia. On arvioitu, että kaikkien allergisten sairauksien kustannuksista 30 % aiheutuu sisäilmatekijöistä ja sairauspoissaoloista noin 15 % johtuu huonosta sisäilmasta. Koulujen ja päiväkotien huono sisäilma aiheuttaa mm. lasten sairastumista ja oppimistulosten huononemista. (6, s. 18.)

5 Työn sisältö

5.1 Työn kulku

Tehtävän käytännön toteutusta varten tehtiin neljässä eri elinkaaren vaiheessa olevassa Vantaan kaupungin päiväkodissa olosuhdetarkasteluja ja -mittauksia. Lisäksi haastateltiin henkilöstöä. Olosuhdetarkasteluihin liittyivät mm. päiväkotien silmämääräinen pölypitoisuuden tarkastelu ja yleisen siisteystason toteaminen.

Mittauksia tehtiin ilmamääristä ja hiukkaspitoisuuksista. Toteutuneita ilmamääriä verrattiin suunnitteluarvoihin ja vanhemmissa kohteissa myös nyky määräyksiin. Toteutuneita hiukkaspitoisuuksia verrattiin sisäilmastoluokituksen ohjearvoihin.

Koska päiväkotien suhteelliset lapsimäärät ja kiinteistöjen päivittäiset käytänteet ovat hyvinkin samantyyppisiä, selvitettiin tarkastelun yhteydessä myös muutaman edeltävän vuoden energiankulutus. Energiatarkastelun avulla haluttiin selvittää mm. sitä, onko energian kulutuksella ja sisäympäristön toimivuudella jokin syy-yhteys.

Mittausten ja olosuhdekartoitusten lisäksi tehtiin työn aikana päiväkotien henkilöstön haastattelututkimus. Haastattelun yhteydessä kysyttiin mm. sitä, miten tiloissa toimitaan käytännössä eli toisin sanoen käytetäänkö rakennuksia niin kuin niitä on suunniteltu käytettävän.

5.2 Kiinteistöt

Esimerkkikohteina olivat neljä eri elinkaaren vaiheessa olevaa päiväkotikiinteistöä.

- Ensimmäisenä kiinteistönä oli uudehko vuonna 2005 käyttöön otettu päiväkoti. Kohteessa oli kiinnostavaa erityisesti se, miten ilmanvaihto ja sisäympäristöasiat toimivat uudessa kiinteistössä.
- Toisena kohteena oli lähiaikoina perusparannettu päiväkoti. Mielenkiintoa herätti erityisesti, onko perusparannetun kohteen sisäympäristössä oleellisia eroja uuteen rakennukseen. Paranniko sisäilma- ja ympäristö entiseen verrattuna? Lisäksi

toivottiin saatavan selville henkilöstön kokemuksia ennen ja jälkeen mittavien parannustoimenpiteiden.

- Kolmantena tarkasteltavana kohteena oli perusparannusta odottava päiväkotikoti. Tästä kiinteistöstä haluttiin saada selville, miten sisäympäristöasiat nyt toteutuvat ja minkälaisia ovat koetut peruskorjaustarpeet. Riittääkö ilmastoinnin perusparannus vai mitä muuta vaatii, jotta hyvä sisäympäristö toteutuu?
- Neljäntenä vertailukohtana oli päiväkotikoti, jossa on jonkin verran todettuja sisäympäristöongelmia. Tarkoituksena oli selvittää muun muassa seuraavia asioita: Mikä osuus koetuista ongelmista liittyy ilmanvaihtoon, toimiiko ilmanvaihtojärjestelmä? Käytetäänkö kiinteistöä ilmanvaihdon osalta suunnitelmien mukaan? Mitkä ovat pikaparannusmahdollisuudet? Minkälainen on oletettavissa oleva sisäilman laatu pikaparannuksen jälkeen?

6 Työn toteutus

Työ rajattiin siten, että kenttämittauksia varten valituista neljästä päiväkodista päätettiin tutkia seuraavia asioita:

- ilmamäärien mittaukset tulo- ja poistoilmapäätelaitteista
- aistinvarainen pölypitoisuuden tarkastelu
- sisäilman hiukkaspitoisuuden mittaus
- hoito- ja kasvatushenkilöstön haastattelut, joissa kysellään mm. kokemuksia sisäympäristön laadusta ja kosteusvauriohavainnoista
- kiinteistöhoitajien haastattelut, joissa kysellään mm. ilmanvaihtolaitteistojen huoltoväleistä ja havaituista puutteista kiinteistöissä
- kiinteistöjen energiankulutus kiinteistöjen muutamalta edeltävältä vuodelta
- rakennusten ominaiskulutus.

Työ aloitettiin suunnitelman teolla. Koska kaikki mittaukset ja olosuhdetarkastelut tehtiin lämpimänä vuodenaikana, jätettiin lämpötilatarkastelut vain kohteissa työskentelevien ihmisten haastatteluissa arvioitavaksi.

Ensimmäisenä työnä tehtiin ilmamäärä- ja hiukkasmittaukset valituissa kiinteistöissä.

6.1 Mittausjärjestelyt

Ilmamäärämittaukset tehtiin kohteissa sekä tuloilma- että poistoilmapäätelaitteista. Mittaukset tehtiin pääasiassa paine-eromittauksina, mittarilla Velocicalc 9555. Tuloilma-mittauksissa, paine-erot mitattiin yhdistämällä mittarin mittausyhteet päätelaitteissa oleviin mittausyhteisiin. Mittausyhteet olivat kaikissa kohteissa päätelaitteen etulevyn alla, joten etulevy piti avata mittausyhteiden esille saamiseksi. Kun mittausyhteet oli saatu esille, painettiin etulevy kiinni, jotta paine-ero voitiin mitata.

Poistoilman paine-ero lautasventtiileistä mitattiin siten, että ensin mitattiin avaus tarkoitusta varten olemassa olevalla laitteella. Avauksen tarkistamisen jälkeen mitattiin paine-ero Velocicalc -paine-eromittariin yhdistetyllä sondilla lautasventtiilin aukon kautta. Osa poistoilmalaitteista oli samantyyppisiä kuin tuloilmapäätelaitteet, joten mittaus niistä tehtiin edellisessä kappaleessa kuvatulla tavalla.

Ilmamäärät laskettiin paine-eromittauksissa saatujen paine-erojen ja päätelaitteen valmistajan ilmoittamien ns. k-kertoimien avulla seuraavalla kaavalla:

$$q_v = k * \sqrt{\Delta p_m}$$

q_v on ilmavirta

Δp_m on mittauspaine-ero

k on kerroin

Vanhimmassa kohteessa ei tuloilman päätelaitteiden etulevyjä saatu auki niitä vahingoittamatta, joten päädyttiin mittaamaan ilmamäärä säleikköjen pinnoilta Airflow LCA30VA -siipipyöranemometrillä. Siipipyöranemometrillä mittaus tapahtui siten, että mittariin syötettiin päätelaitteen ala, valittiin tilavuusvirtamuoto l/s ja mitattiin ilmamäärän liukuvaa keskiarvoa. Liukuva keskiarvo saadaan siten, että siipipyörää kuljetetaan tasaisella nopeudella koko mitattavan alan yli. Kun mittaus lopetetaan, näkyy keskiarvolukema mittarin näytöllä (7, s 4).

Sisäilman hiukkaspitoisuutta mitattiin DustTrak Model 8520 -hiukkasmittarilla. Koska kyseessä olivat päiväkodit, mittaukset tehtiin oleskeluvyöhykkeeltä noin 50 cm:n korkeudelta lattiapinnasta. Oleskeluvyöhykkeeksi kutsutaan huonetilan osaa, jonka alapinta on lattian pinta ja jonka yläpinta 180 senttimetrin korkeudella lattiapinnasta. Sivupinnat ovat 60 senttimetrin etäisyydellä seinistä (8, s. 3).

Mittaukset tehtiin maaliskuu–kesäkuussa 2008 päiväkotien toiminnan aikana. Mittaukset piti käytännön syistä tehdä toiminnan aikana. Koska tiloissa oli lapsia koko ajan, olivat mittausajat käytännön syistä melko lyhyitä.

6.2 Haastattelut

Henkilökunnan ja huoltomiesten haastattelut tehtiin henkilökohtaisena haastatteluna liitteenä olevia lomakkeita (liitteet 1 ja 2) apuna käyttäen. Haastattelut tehtiin kesä–elokuussa 2008. Haastatteluja tehtiin 42 kappaletta. Haastateltujen määrä vastaa 51 %:a kohteiden koko henkilökunnasta.

Henkilöstöltä kysyttiin mielipiteitä mm. seuraavista sisäympäristöön vaikuttavista asioista:

- sisäympäristön toimivuus yleensä
- lämpötila
- hajut
- ilmanvaihdon toimivuus
- esiintyykö kosteusvaurioita
- tuuletetaanko ikkunoiden kautta
- siivouksen laatutaso
- rakennuksen huollon taso.

Huoltomiehiltä kysyttiin myös ilmastointilaitteiden huoltoasioita. Esimerkiksi minkälainen on suodattimien vaihtoväli, milloin kiinteistö on nuohottu ja onko heidän mielestään tällä hetkellä nuohoustarvetta.

6.3 Työn aikana tehdyt havainnot

Kohteissa tehtyjen mittauskäyntien aikana tehtiin työhön liittyviä havaintoja ja selvitettiin mm. seuraavia kokonaisuuteen kuuluvia asioita, kiinteistöjen sijainti, niiden koko, henkilökunta- ja lapsimäärät. Lisäksi kartoitettiin rakennusten valmistumisvuodet ja piharatkaisut.

Käyntien yhteydessä tehtiin myös silmämääräinen siivoustason tarkastelu.

6.3.1 Uusi päiväkot

Tutkittavista kohteista uusin kiinteistö sijaitsee Ylästön kaupunginosassa pientaloalueella. Rakennuksen pinta-ala on 1 312 m² ja tilavuus 4 557 m³. Rakennus on puolitoistakerroksinen. Pääosa tiloista sijaitsee 1. kerroksessa, huonekorkeus ryhmähuoneissa on 2,5—3,6 metriä. Kohde on valmistunut vuonna 2005, joten käyttökokemuksia on kolmen vuoden ajalta. Kiinteistössä on hiekkapiha.

Päiväkodissa on lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto. Puhaltimia ohjataan taajuusmuuttajan avulla. Ilmastointikonehuone sijaitsee toisessa kerroksessa ja on muihin päiväkoteihin verrattuna tosi reilun kokoinen. Sen pinta-ala on 108 m².

Kasvatushenkilökuntaa päiväkodissa on 20, keittiössä yksi tai kaksi henkeä. Lisäksi päiväkodissa toimii yksi siisteydestä huolehtiva laitoshuoltaja ja yksi kiinteistönhoitaja. Kiinteistönhoitajalla on hoidettavana myös muita kiinteistöjä. Päiväkot on mitoitettu lasten iästä riippuen, 90—100 lapselle. Tällä toimintakaudella lapsia on päiväkodissa 94.

Päiväkodin siivoustaso on hyvä. Kohteessa ei käyntien aikana ollut näkyvää pölyä eikä roskia lattioilla eikä muilla tasopinnoilla. IV-päätelaitteet olivat vain hieman pölyisiä.

Käynnit tehtiin kevään ja kesän aikana, joten lämpötilahavaintoja ei tehty.

6.3.2 Peruskorjattu päiväkot

Tutkimuksen toinen päiväkot on valmistunut vuonna 1979. Rakennuksen pinta-ala on 700 m² ja tilavuus 2 435 m³. Se sijaitsee Hakunilan kaupunginosassa kerrostaloalueella, ohi kulkee suurehko katu. Myös hyvin vilkasliikenteinen tie Kehä III on melko lähellä. Päiväkot on 1-kerroksinen. Päiväkodissa on hiekkapiha.

Kiinteistössä on tehty peruskorjaus vuonna 2007, jonka yhteydessä koko ilmanvaihtojärjestelmä on uusittu. Ilmastointikonehuone sijaitsee käyttöullakolla, ja sinne on käynti

huoltoluukun kautta. Rakennuksessa on lämmöntalteenotolla varustettu tulo- ja poistoilmanvaihto.

Siivoustaso oli käyntikerroilla melko hyvä. Taso- ja pystypinnoilla oli jonkin verran pölyä. Ilmanvaihdon päätelaitteiden ympäristöt olivat melko pölyisiä.

Lämpötilahavaintoja ei tässäkään kohteessa tehty, koska käynnit ajoittuivat lämpimään vuodenaikaan. Päiväkodissa on henkilökuntaa 14 ja lapsia 55.

6.3.3 Vanha päiväkotiki, jossa joitakin todettuja sisäilmaongelmia

Kolmas tutkittu päiväkotiki sijaitsi myös Hakunilassa. Sijainti poikkesi toisesta hakunilaisesta päiväkodista, koska päiväkotiki sijaitsee päättyvän asuntokadun päässä. Kohteen luona ei ole läpikulkuliikennettä, se on valmistunut vuonna 1985, pinta-ala on 821 m² ja tilavuus 2 880 m³. Rakennus on lähes alkuperäisessä kunnossa. Muutamia pienehköjä, vuosikorjauksiin verrattavia töitä on tehty. Kohteeseen ei ole suunniteltu tehtävän peruskorjausta aivan lähivuosina.

Rakennuksessa on alkuperäisessä kunnossa oleva lämmöntalteenotolla varustettu Ilmanvaihtolaitteisto. Suodattimet vaihdetaan paine-eromittarin lukeman perusteella noin kaksi (2) kertaa vuodessa.

Tarkastelun alla olevan päiväkodin siivoustaso oli kohtalainen. IV-päätelaitteet olivat melko pölyisiä. Talossa hoidetaan 67 lasta ja henkilöstömäärä on 18.

6.3.4 Perusparannusta odottava päiväkotiki

Neljäs tutkituista päiväkodeista sijaitsee Tikkurilassa pientaloalueella. Kiinteistössä on kaksi rakennusta, joista ns. vanha puoli on valmistunut vuonna 1981 ja uusi puoli vuonna 1990. Vuonna 1981 valmistuneen osan pinta-ala on 672 m² ja tilavuus 2 220 m³. Vuonna 1990 valmistuneen lisärakennuksen pinta-ala on 313 m² ja tilavuus 1 000 m³.

Kiinteistössä odotetaan tulevaa peruskorjausta. Ilmanvaihtolaitteisto molemmissa rakennuksissa on alkuperäinen. Kummassakaan rakennuksessa ei ole lämmöntalteenottoa.

Kohteessa oli kaikilla käyntikerroilla melko pölyistä. Pölyä oli sekä taso- että pystypinoilla. Lattioilla oli jonkin verran likaa. IV-päätelaitteet olivat hyvin pölyisiä.

Perusparannusta odottava päiväkotikiinteistö poikkeaa muista tutkituista päiväkodeista siten, että siellä on toimintaa 7 päivää viikossa 24 tuntia vuorokaudessa, joten henkilöstön määrä on hieman suurempi kuin muissa vastaavankokoisissa päiväkodeissa. Kasvatushenkilöstöä päiväkodissa on päärakennuksessa eli ns. vanhalla puolella 18 ja uudella puolella eli lisärakennuksessa 6. Lisäksi päiväkodissa toimii keittiössä 3 henkeä ja laitoshuoltajia on kaksi kokopäiväistä ja yksi puolipäiväinen. Henkilöstöön kuuluu myös kiinteistönhoitaja, jonka kiertopiiriin päiväkotikiinteistö kuuluu. Päiväkodissa on vanhalla puolella 75 lasta ja uudella puolella 24 lasta.

7 Tulokset

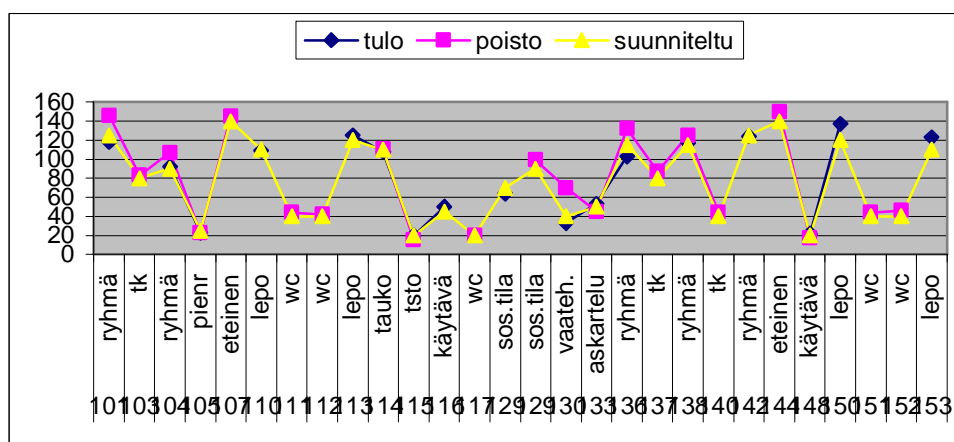
7.1 Ilmamäärät

Ilmamäärät on määritelty, paine-eromittauksissa saatujen paine-erojen avulla, paitsi peruskorjausta odottavassa päiväkodissa. Siellä ei tuloilmaelimistä ollut mahdollista saada paine-eroa, joten ilmamäärät luettiin suoraan anemometrillä asteikolta l/s.

Ilmamäärien mittauspöytäkirjat ovat raportin liitteinä 3—7.

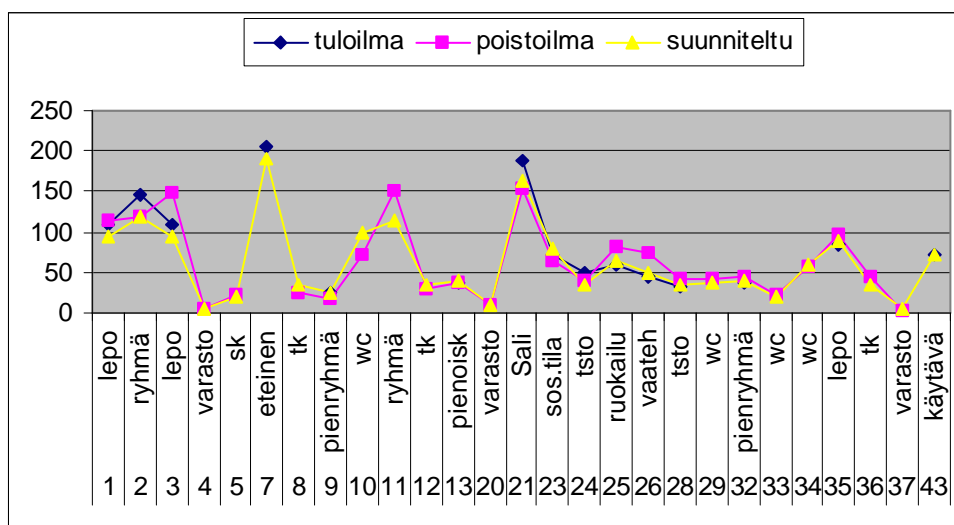
Uuden päiväkodin ilmamäärät tulo- ja poistopuolella olivat lähes suunnitteluarvojen mukaiset, mutta poistopuolella ilmamäärät olivat osassa tiloja jonkin verran liian suuret. Erityisesti ryhmätiloissa, joissa lapset oleskelevat ja lepäävät. Suurin prosentuaalinen ero poistopuolella oli 25. Uudessa päiväkodissa oli myös muutamia päätelaitteita, joita ei saatu rakenteita rikkomatta auki. Paine-eromittauksia ei näin ollen voitu tehdä.

Kuvassa 1 näkyvät toteutuneet tulo- ja poistoilma-arvot verrattuna suunnitteluarvoihin. Suunnitteluarvokäyriä on vain yksi, koska suunnitteluarvot tulo- ja poistopuolella olivat kaikissa suuremmissa tiloissa yhtä suuret. Vain pienissä tiloissa saattoi suunnitelluissa ilmamäärissä olla eroa 5 l/s. Niiden tilojen kohdalla suunnitteluarvokäyrä kuvaa ilmamäärien keskiarvoa.



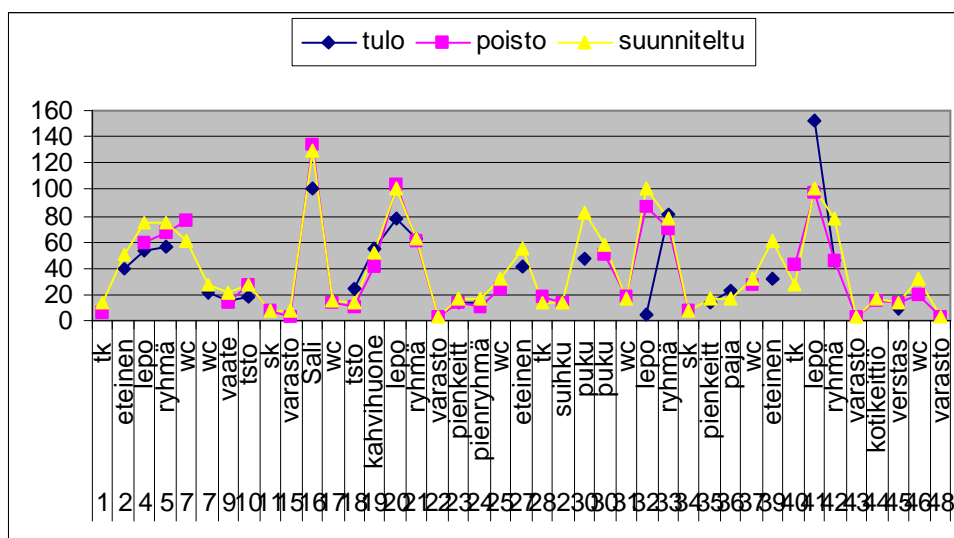
Kuva 1. Uuden päiväkodin ilmamäärät

Peruskorjatun päiväkodin ilmamäärät verrattuna suunnitteluarvoihin olivat pääosin lähellä suunnitteluarvoja. Joissakin yksittäisissä tiloissa oli havaittavissa melko suuria-kin heittoja ja muutaman päätelaitteen kohdalla mittaus ei onnistunut puuttuvien mitta-
usyhteiden vuoksi. Tulo- ja poistoilmamäärät verrattuna suunnitteluarvoihin näkyvät graafisena esityksenä kuvassa 2.



Kuva 2. Peruskorjatun päiväkodin ilmamäärät

Seuraava kohde, **vanha päiväkot**, on esimerkki 1980-luvun puolivälissä valmistuneesta rakennuksesta, jossa ilmanvaihtolaitteisto on lähes alkuperäisessä kunnossa. Kohteen ilmastointikanavat on viimeksi nuohottu ja ilmamäärät säädetty noin viisi vuotta sitten. Ilmamäärät heittelevät osin jopa hyvin runsaasti nimenomaan tulopuolella. Ilmamäärät ovat kohteissa vajaat, mutta yhdessä lepohuoneessa suunnitteluarvo ylittyy yli 50 prosentilla ja toisessa lepohuoneessa vastaavasti alittuu jopa hieman enemmän. Huoneessa, jossa suunnitteluarvo ylittyy reilusti, vastaa ilmamäärä hyvin nykyisiäkin määryksiä, vaikka otetaan huomioon kasvaneet lapsiryhmät. Vanhan, ei peruskorjausta odottavan päiväkodin ilmamäärät näkyvät graafisena esityksenä kuvassa 3.



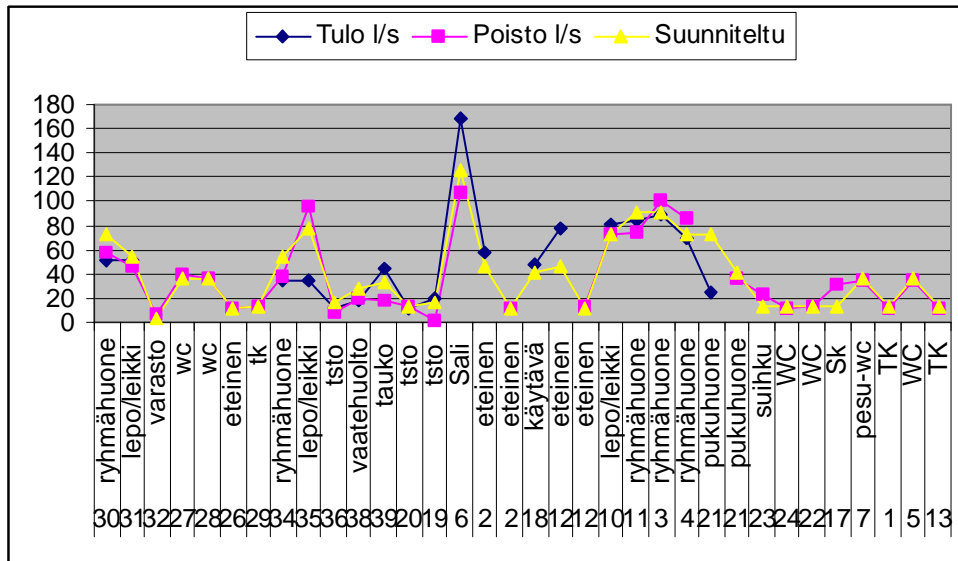
Kuva 3. Vanhan päiväkodin ilmamäärät

Peruskorjausta odottavassa kiinteistössä on kaksi eri-ikäistä rakennusta, joissa on kummassakin omat aikakaudelleen tyypilliset ilmanvaihtojärjestelmänsä.

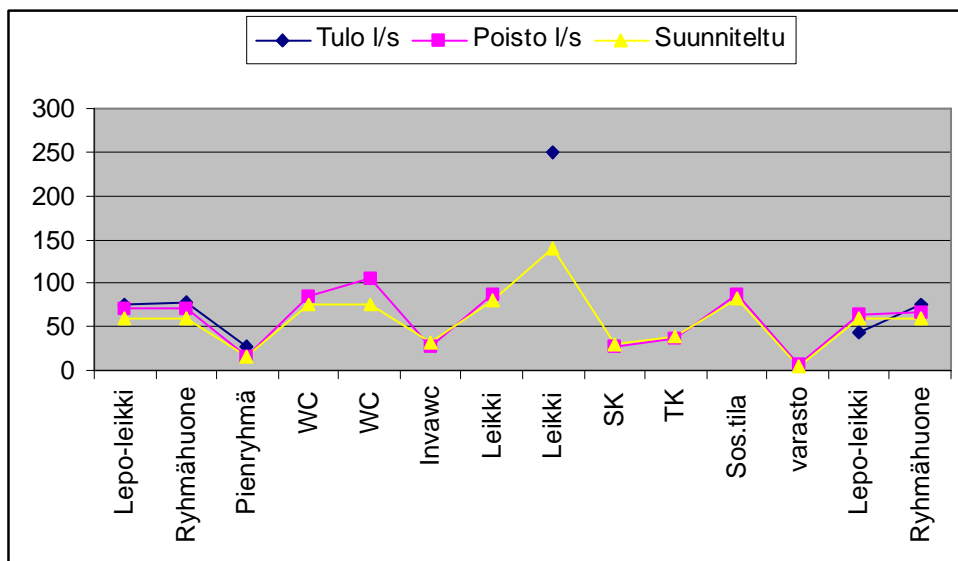
Päärakennuksen ilmamäärien mittausta häirtäsi se, että tuloilmapuolen päätelaitteita ei saatu rakenteita rikkomatta auki. Siten ilmamäärät jouduttiin mittaamaan siipipyörä-anemometrillä, vaikka kyseistä mittauslaitetta ei suositella käytettäväksi tuloilmapuolella.

Lisärakennuksen kohdalla ongelmaksi muodostuivat puuttuvat k-arvot. Mittaukset tehtiin paine-eromittauksina sekä tuloilma- että poistoilmapuolella. Laskentavaiheessa selvisi, että huolimatta rakennuksen alle kahdenkymmenen vuoden iästä, ei kaikkien päätelaitteiden k-arvoja löytynyt edes historiatiedoista.

Peruskorjausta odottavan päiväkodin ja lisärakennuksen mitatut ilmamäärät verrattuna suunnitteluarvoihin näkyvät kuvissa 4 ja 5.



Kuva 4. Peruskorjausta odottavan päiväkodin päärakennuksen ilmamäärät



Kuva 5. Peruskorjausta odottavan päiväkodin lisärakennuksen ilmamäärät

7.2 Hiukkaspitoisuudet

Sisäilman hiukkaspitoisuuden lähteitä on sekä sisällä että ulkona. Sisäisiä epäpuhtauslähteitä ovat mm. rakennus- ja sisustusmateriaalit, lattioilla ja kalusteilla oleva lika, tiloissa olevat erilaiset koneet ja laitteet sekä tiloissa olevat ihmiset. (9, s. 27.) Suomen rakentamismääräyskokoelma D2:n mukaan sisäilman suurin sallittu hiukkaspitoisuus on $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ eli $0,05 \text{ mg}/\text{m}^3$ (8, s. 6).

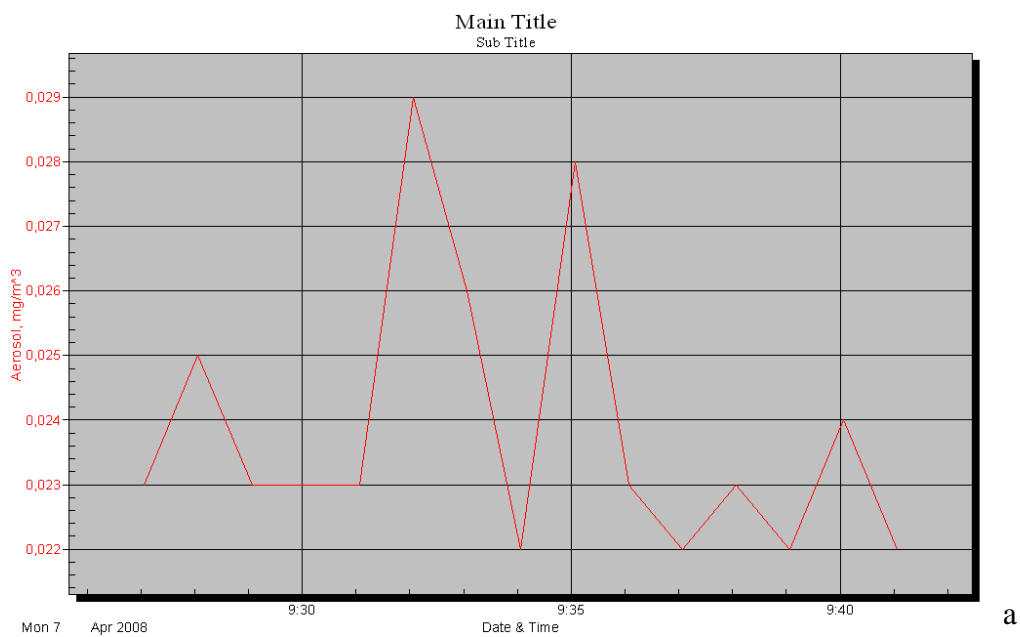
Tutkittujen päiväkotien sisäilman hiukkaspitoisuudet on mitattu maaliskuussa—toukokuussa 2008. Kaikki mittaukset tehtiin päiväkodin toiminnan aikana. Hiukkasmittausten suurin epätarkkuutta aiheuttava tekijä on mittarin läheisyydessä oleva tai siitä ohi kulkeva ihminen (10). Grafiikoista näkyvät selvästi tilanteet, joissa joku lapsista tai aikuisista on kulkenut mittauslaitteen ohitse.

Peruskorjatun päiväkodin mittaus on tehty maaliskuussa hyvin sateisena päivänä. Mittauksen tulos näkyy kuvassa 6. Säätilan vaikutus näkyykin selvästi peruskorjatun kiinteistön hiukkasmäärissä. Eräästä päiväkodin ryhmähuoneesta otetussa näytteessä hiukkaspitoisuudet vaihtelevat välillä $0,022$ — $0,029 \text{ mg}/\text{m}^3$.

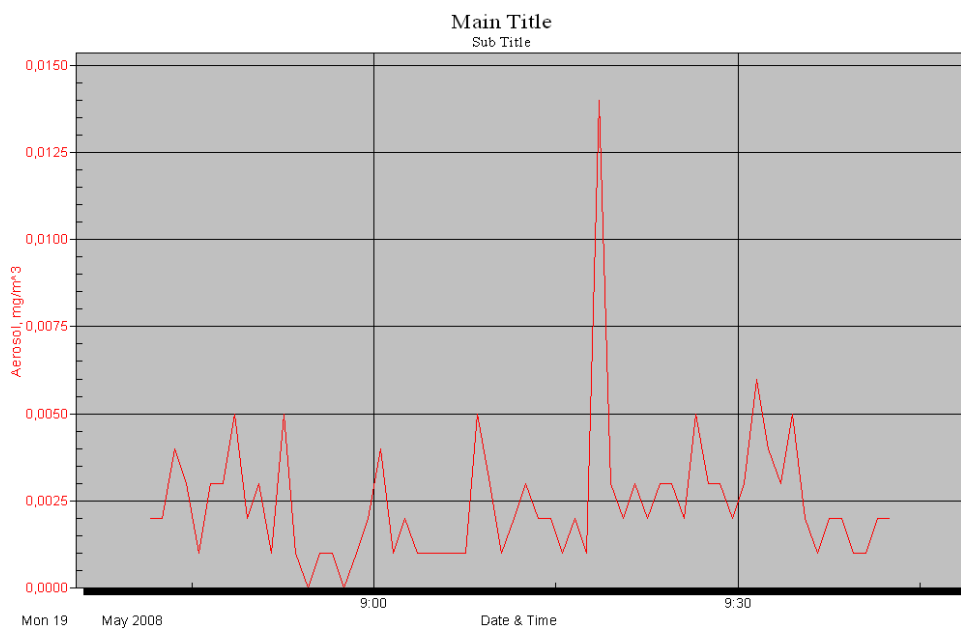
Uudessa ja vanhassa päiväkodissa samankaltaisissa olosuhteissa otettujen näytteiden hiukkaspitoisuudet pysyttelevät, satunnaista piikkiä lukuun ottamatta tason $0,005 \text{ mg}/\text{m}^3$ alapuolella. Uudessa ja vanhassa päiväkodissa mittaukset tehtiin kuivalla ja kirkaalla säällä. Hiukkaspitoisuudet näkyvät kuvissa 7 ja 8.

Peruskorjausta odottavan päiväkodin esimerkkikuvassa 9 näkyy tilanne isojen puolen nukkumahuoneesta. Mittausajankohtana huoneessa nukkui noin 15 lasta. Hiukkaspitoisuus tilassa vaihteli välillä $0,013$ — $0,021 \text{ mg}/\text{m}^3$.

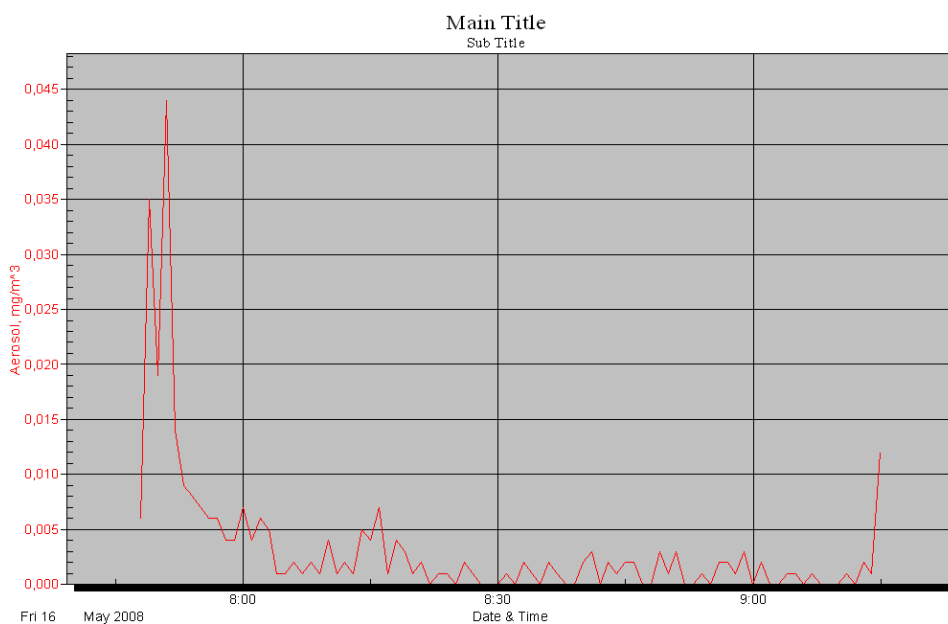
Mitattujen tilojen hiukkaspitoisuudet pysyttelivät mittausajankohtina alle $0,05 \text{ mg}/\text{m}^3$.



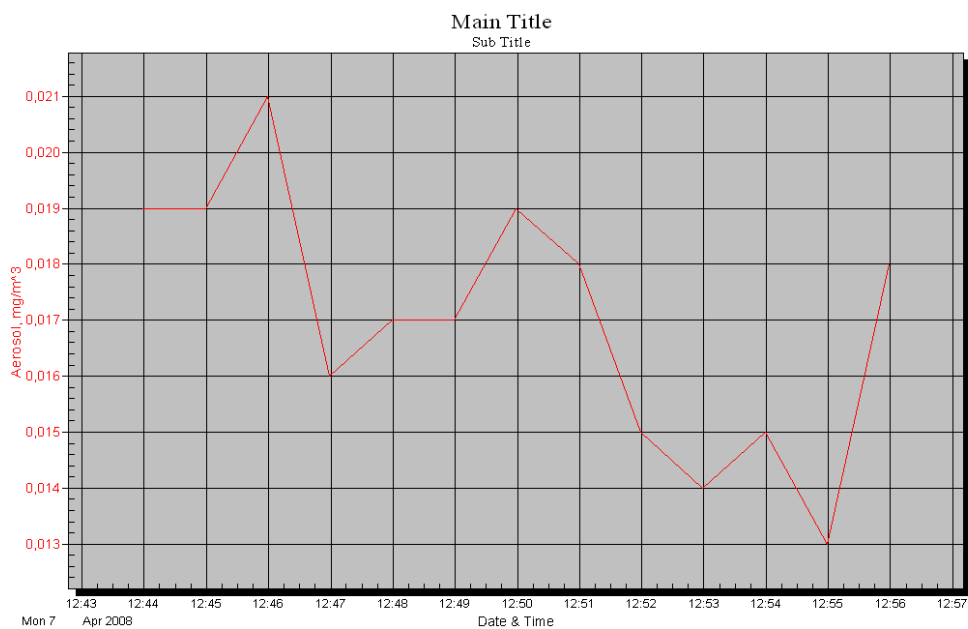
Kuva 6. Peruskorjatun päiväkodin hiukkaspitoisuudet sateisena päivänä



Kuva 7. Uuden päiväkodin hiukkaspitoisuudet henkilökunnan taukotilassa



Kuva 8. Vanhan päiväkodin salin hiukkaspitoisuudet



*Kuva 9. Peruskorjausta odottavan päiväkodin hiukkaspitoisuudet isojen puolen nukku-
mahuoneesta*

7.3 Henkilöstön kokemukset

Haastatellun henkilöstön keskimääräinen työssäoloaika oli 7 vuotta. He olivat pääasiassa lastenhoitajia ja lastentarhanopettajia. Haastateltujen joukossa oli myös kolme avustajaa ja kaksi laitoshuoltajaa. Kiinteistönhoitajia oli neljä. Päivähoidon henkilöstössä oli haastateltujen joukossa yksi mies, kaikki muut olivat naisia. Kiinteistönhoitajat olivat kaikki miehiä. Peruskorjatun päiväkodin henkilöstöstä 67 % oli ollut kohteessa työssä jo ennen peruskorjausta.

Uuden päiväkodin ongelmat kulminoituivat hajuongelmaan, jonka olivat havainneet kaikki haastatellut. Kohteessa tuuletettiin ikkunoiden kautta hyvin vähän. Kosteusvaurioista ei ollut havaintoja. Huolto toimi kaikkien haastateltujen mielestä hyvin, siivousta sen sijaan ei pidetty hyvänä, koska tiloissa oli paljon pölyongelmaa. Suurin osa haastatelluista oli sitä mieltä, että siivouksen ongelma johtuu lähinnä henkilöstöresurssin puutteesta. Joidenkin haastateltujen mielestä tiloissa oli joskus kylmä ja tunkkainen haju; nämä olivat kuitenkin yksittäisiä havaintoja. Kohteen kiinteistönhoitaja on työskennellyt kohteessa talon valmistumisesta asti. Hän ei ollut havainnut kohteessa ongelmia, hajuongelmaa lukuun ottamatta. Ilmanvaihtolaitteisto huolletaan kohteessa kaksi kertaa vuodessa. Nuohousta ei ole vielä tehty, koska kohde on ollut käytössä alle 5 vuotta.

Peruskorjatun päiväkodin ilmanvaihtolaitteisto on uusittu kokonaan. Rakennus on otettu käyttöön korjauksen jäljiltä noin vuosi sitten. Kaikki haastatelluista, jotka olivat olleet kiinteistössä töissä ennen peruskorjausta, olivat tyytyväisempiä sisäympäristöön peruskorjauksen jälkeen kuin ennen sitä. Suurimmiksi ongelmiksi koettiin suuret lämpötilanvaihtelut talon eri kohdissa ja aamutunkkaisuus. Ikkunatuuletus kohteessa on päivittäistä. Yksittäinen ongelma-kohta, jonka useat haastatellut toivat esiin, on yhdessä ryhmähuoneessa oleva allaskaappi, joka haisee omituiselle. Kiinteistönhoitaja kertoi omassa haastattelussaan, ettei hän ole vielä tehnyt ilmanvaihtojärjestelmälle mitään, koska takuu on voimassa. Taajuusmuuttaja on korjattu takuutyönä. Huonelämpötilojen suhteen oli kiinteistönhoitaja myös kokenut ongelmia.

Peruskorjausta odottavassa kiinteistössä toiminta on ympärivuorokautista eli lapsia hoidetaan kohteessa seitsemän päivää viikossa 24 tuntia vuorokaudessa. Haastateltavat kokivatkin tilat toimintaan nähden alimitoitetuiksi ja epäkäytännöllisiksi. Kiinteistössä on käyttäjien mielestä myös paljon ongelmia, he kokivat lämpötilat hyvin epätasaisiksi. Kaikki haastatellut totesivat öisin olevan kylmä vuodenajasta riippumatta. Tilat tuuletaan ikkunoiden kautta useita kertoja päivässä, myös ikkunoiden huurtumisesta talvella oli havaintoja. Kiinteistössä koettiin myös olevan veto-ongelmaa ja näkyvä kosteusvaurio yhdessä ryhmähuoneessa. Uudemmassa rakennuksessa on aiemmin ollut ilmanvaihto-ongelma, mutta se on korjattu. Tässä kohteessa oli myös kaikkein eniten mainintoja huonosta siivouksesta ja huollon pitkistä toimitusajoista.

Kiinteistöhoitajan mielestä ilmanvaihtojärjestelmä on alkeellinen, ei lämmöntalteenottoa. Ilmanvaihtolaitteistojen huoltotoimet tehdään suodattimien vaihdon yhteydessä, vähintään yhden kerran vuodessa. Tiloissa on lämpövuotoja. Nuohous on tehty vuonna 2005, mutta ilmamäärien mittauspöytäkirjaa ei löytynyt mistään. Huoltomiehen mukaan lähes kaikki voitava tilanteen parantamiseksi on tehty.

Tutkimuksen **vanha päiväkot**i on lähes alkuperäisessä kunnossa oleva noin kaksikymmentä vuotta vanha rakennus. Kohteessa työskentelevä henkilökunta oli hyvin tyytymättöntä sisäympäristöasioihinsa. Kohde oli ainoa, jossa tuli esille selkeästi se, että myös vanhemmat ovat valittaneet asioista. Yleinen toteamus oli, että peruskorjausta toivotaan. Haastattelupäivinä tehtiin kiinteistössä kosteusvauriokorjausta, mutta henkilöstön mielestä se ei ollut riittävää. Haastatteluissa tuli esiin, että talvisin kohteessa on kylmä ja ummehtunut haju, ikkunoiden kautta tuuletetaan useita kertoja päivässä. Kokemuksia oli myös siitä, että ilma ei kohteessa vaihdu, ja joku haastatelluista oli sitä mieltä, että ilmanvaihto pysäytetään rakennuksessa keskellä päivää noin kello 13.00. Sekä siivous että huolto koettiin kiinteistössä huonoksi ja ylimalkaiseksi. Joitakin havaintoja oli myös siitä, että sateella katto vuotaa, mutta kukaan ei välitä, vaikka asiasta on ilmoitettu vastuullisille. Kiinteistöhoitaja ei kokenut rakennuksessa olevan suuria ongelmia sen ikään nähden. Suodattimet vaihdetaan paine-eromittarin näyttäessä 200 pascalia, noin kaksi kertaa vuodessa. Kohde on nuohottu vuonna 2003.

Kaikkien päiväkotien yhteinen ongelma oli lasten pääseminen patteriventtiileille. Lämpötilaongelmien kohdalla oli usein merkittävä seikka se, että venttiilien asentoa tarkastettaessa ne olivat useimmiten joko täysin auki tai kiinni. Haastateltujen mielestä "säädöt" olivat lasten tekemiä.

7.4 Energian kulutus

Päiväkotien energiankulutusta kuvataan taulukossa 2. Kolmessa tässä selvityksessä mukana olleista päiväkodeista on kaukolämpö. Oheiseen taulukkoon on koottu laskutettu kaukolämpö, josta on laskettu rakennusten ominaiskulutus. Uudessa päiväkodissa on öljylämmitys. Rakennuksen kulutustiedot on laskettu öljynkulutuksen perusteella olettaen, että yksi litra polttoöljyä sisältää energiaa noin 36 MJ, joka vastaa noin 10 kWh:a (11, s. 9). Sähkönkulutus kohteittain näkyy taulukossa erikseen.

Ruokojoen Suomen kuntaliitolle tekemän kyselyn mukaan, jossa on mukana 109 kuntaa vuodelta 2005, päiväkotien lämmön ominaiskulutus oli kuntien omissa päiväkotirakennuksissa $56,2 \text{ kWh/m}^3$. Normitettuna se tarkoittaa $68,1 \text{ kWh/m}^3$:n lämmön ominaiskulutusta. Saman selvityksen mukaan on sähkön ominaiskulutus kyseisissä päiväkodeissa $20,2 \text{ kWh/m}^3$. (12.)

Taulukko 2. Päiväkotien kulutustietoja

Rakennus ja vuosi	Laskutettu lämpö MWh	Sääkorjattu lämpö MWh	Sääkorjattu ominaiskulutus kWh/m ³	Sähkö kWh/a	Sähkö kWh/R-m ³
Peruskorjauks- ta odottava päiväkoti			3150 R-m ³		2220 R-m ³
2007	327,7	347,6	110,35	88578	39,90
2006	287,5	283,8	90,12	85636	38,57
2005	335,5	358,2	113,74	84409	38,02
2004	338,5	348,7	110,7	79393	35,76
2003	364,9	383,8	121,87	84526	38,07
2002	351,4	374,4	118,88	82539	37,18
					1000 R-m ³
2007				15822	15,82
2006				14499	14,50
2005				19841	19,84
2004				25054	25,05
2003				24746	24,75
2002				29509	29,51
Vanha päivä- koti					2880 R-m ³
2007	157,6	167,9	58,32	70591	24,51
2006	152,8	165,9	57,62	71022	24,66
2005	158,7	175,3	60,89	68152	23,66
2004	151,7	157,6	54,75	69593	24,16
2003	127,2	130,7	45,41	53490	18,57
2002	124,6	129,8	45,07	53146	18,45
Peruskorjattu päiväkoti					2435 R-m ³
2007	140,6	149,7	66,86	39697	16,30
2006	121,2	125,4	55,98	36633	15,04
2005	126,1	137,3	61,3	43690	17,94
2004	134,4	140,4	62,72	44924	18,45
2003	132	137,3	61,32	47798	19,63
2002	126,4	132,3	59,09	39159	16,08
Uusi päiväkoti					4557 R-m ³
2007	233,9	249,1	54,66	78459	17,22
2006	306,5	317,2	69,61	89602	19,66
2005	233,9	254,7	111,78	78459	17,22
2004					
2003					
2002					

7.5 Tulosten luotettavuuden arviointi

Tämän selvityksen aikana tehdyt mittaukset ja haastattelut tukevat melko hyvin toisiaan. Haastateltavien kokemukset sisäympäristöstä vaihtelivat kuitenkin jonkin verran päiväkodeittain riippumatta teknisistä tiedoista. Teknisesti ajatellen heikoimmassa kunnossa olevassa päiväkodissa eivät haastatellut suhtautuneet sisäympäristöönsä kovin negatiivisesti.

Hiukkasmittaukset on kaikki tehty päiväkodin toiminnan aikana, joten niitä ei voi pitää täysin luotettavina. Sääolosuhteet vaikuttavat myös hiukkasmääriin, joten peruskorjatun päiväkodin hiukkasmäärät pitäisi mitata uudelleen kuivalla säällä. Silloin saataisiin todellinen, muihin tämän selvityksen päiväkoteihin verrattavissa oleva tulos. Päiväkotien hiukkasmäärän mittaus on erittäin hankalaa, koska pitkäaikaisia mittauksia oleskeluvyökkeeltä ei voi tehdä. Mittareita ei voi jättää päiväkotiin valvomatta. Hiukkasmittauksia pitäisi voida tehdä pitkällä aikajänteellä eri vuorokauden aikoina. Silloin saataisiin luotettavampia arvoja. Suuntaa antavina hiukkaspitoisuusmittauksia voidaan kuitenkin pitää.

7.6 Ilmavirtamittausten virhetarkastelu

Standardin 5512 mukaan huonekohtaiset ilmavirrat saavat poiketa +/- 20 %. "Hyväksyttävät poikkeamat sisältävät sekä mittaustuloksen poikkeaman että menetelmän epätarkkuuden. (13, s 2.)

Mittausten kokonaisvirhe lasketaan kaavalla:

$$m = +/- \sqrt{(m_1 + m_2 + m_3)}$$

m_1 on mittalaitteen virhe

m_2 on menetelmävirhe

m_3 on lukemavirhe

Paine-eromittauksissa käytetyn Velocicalc -mittarin virhe on valmistajan ilmoituksen mukaan $\pm 1\%$. Menetelmävirhe paine-eromittauksissa on standardin 5512 mukaan 5% , mikäli mittausolosuhteet ja tuntoelimen paikka on tarkoin määritelty, muussa tapauksessa yleensä $10\text{...}15\%$. Lukemavirhettä ei huomioida, kun on kyseessä digitaalinen mittari.

Edellä olevan perusteella voidaan mittauksen kokonaisvirheeksi tämän työn paine-eromittauksissa laskea $\pm 4\text{ Pa}$.

Ilmamääriä siipipyöräänemometrillä mitattaessa on menetelmävirhe, standardin 5512 mukaan poistoilmapuolelta mitattaessa 5% ja tuloilmapuolelta suotuisissakin olosuhteissa mitattuna 10% , mutta yleensä huomattavasti suurempi. (13, s. 8) Niinpä tämän työn tämän työn siipipyöräänemotrimittaukset ovat kaikki tuloilman mittauksia, joten voidaan arvioida mittausvirheeksi vähintään 20% . Mittalaitteen valmistajan ilmoittama mittarin virhe on valmistajan ilmoituksen mukaan $\pm 1\%$. Kokonaisvirhe siipipyöräänemotrimittauksissa on siis $\pm 5\text{ Pa}$.

Peruskorjausta odottavan päiväkodin tuloilmamittausten kohdalla käytetty menetelmä on standardin 5512 mukaan hankala ja virhemahdollisuus suuri, joten sitä ei ole edes kuvattu standardissa. (13, s. 7.) Mittaustapa oli kuitenkin ainoa mahdollinen kyseessä olevassa päiväkodissa. Peruskorjausta odottavan päiväkodin tuloilmapuolen anemotrimittaus onkin tämän selvityksen suurin epävarmuustekijä koskien ilmamääriä.

8 Pohdinta

Holopaisen ym. mukaan 1960—80-luvuilla rakennettujen ilmanvaihtojärjestelmien yleisimpiä ongelmia ovat melu, veto, riittämätön ilmanvaihto, korkeat huonelämpötilat kesäisin ja ilmavirtojen epätasapaino (14, s. 50). Näistä riittämätön ilmanvaihto, vedon tunne ja ilmavirtojen epätasapaino tulevat myös selvästi esiin tämän selvityksen kohdalla. Sekä peruskorjausta odottavan päiväkodin että vanhan päiväkodin ilmamäärät ovat nyky määräyksiin nähden riittämättömät ja epätasapainossa. Ilmamäärien riittämättömyyteen vaikuttaa oleellisesti se, että tilojen käyttöasteet ja ryhmäkoot ovat kasvaneet viime vuosina.

Selvityksen perusteella on havaittavissa, että vanhoissa rakennuksissa poistoilman hallinta on huomattavasti helpompaa kuin tuloilman.

Hyvin monissa haastatteluissa tuli esille tilojen aamutunkkaisuus, jonka tiloissa työskentelevät olivat kokeneet hyvin häiritseväksi. Tilannetta aamujen osalta voisi parantaa tarkistamalla ilmanvaihdon käyntiaikoja.

Energiankulutukset tutkituissa kiinteistöissä vaihtelivat suuresti. Peruskorjausta odottavan päiväkodin energiankulutuksen suuruuteen vaikuttavat yhteisesti useat eri tekijät. Niitä ovat mm. ympärivuorokautinen käyttö, rakennusten iät ja niissä käytetty ilmanvaihtotekniikka.

Energiankulutustiedot olivat lähinnä toisiaan vanhassa ja peruskorjatussa päiväkodissa. Ne ovatkin kooltaan ja rakennusajankohdaltaan lähinnä toisiaan. Peruskorjatun päiväkodin korjauksen vaikutusta energiankulutukseen ei voi kulutustiedoista vielä havaita, koska peruskorjaus valmistui vasta toimintakauden 2007—2008 alkaessa. Ensimmäinen kokonainen toimintavuosi peruskorjauksen jälkeen antaa vasta oikean kuvan korjauksen vaikutuksesta energiankulutukseen. Alustavien tietojen perusteella näyttäisi kuitenkin siltä, että vaikka ilmamäärät ovat kasvaneet, ei energian kulutus ole lisääntynyt, koska lämmöntalteenotolla säästetään ilmanvaihdon lisääntynyt energiankulutus. Varmaa tie-

toa asiasta saadaan kuitenkin vasta kun päiväkotikiukaan on ollut peruskorjauksen jälkeen käytössä yhden tai kaksi pakkaskautta.

VTT:n tiedotteen mukaan puhaltimen energiakulutusta voidaan pienentää käyntiaikoja lyhentämällä ja ilmavirtojen käytön mukaisella ohjauksella. Energiaa voidaan säästää myös kanaviston vastusta pienentämällä ja parantamalla puhaltimen kokonaishyötysuhdetta. Hyötysuhdetta voidaan parantaa mm. huolehtimalla kiilahihnan oikeasti kireydestä, pitämällä huolta puhaltimen puhtaudesta ja kanavaliitosten tiivyydestä. Taajuusmuuttajan asentaminen järjestelmään parantaa laitteiston energiataloutta ja on useimmissa tapauksissa melko helppoa. Energiaa säästetään myös käyttämällä taajuusmuuttajien ohjausparametreina ilman laatua ja lämpötilaa. (14.)

Merkittävä seikka ilmanvaihtolaitteiston energiatalouden kannalta on suodattimien vaihdot. Liian harva vaihtoväli nostaa painehäviöitä ja lisää näin ollen puhaltimien sähkökulutusta. Suodattimien väärä asennus saattaa myös aiheuttaa painehäviötä. (14.)

Edellä mainitut ilmanvaihtoon liittyvät energiansäästöön ja sisäilman laatuun liittyvät toimenpiteet asettavat kiinteistöhoitajille merkittäviä haasteita tulevana aikana. Kiinteistöhoitajien tulisi tuntea tekniikka hyvin ja olla motivoituneita ryhtymään energiansäästöä edistäviin toimenpiteisiin.

Henkilöstön kokemukset rakennusten sisäympäristöasioista ovat osittain riippuvaisia siitä miten asiat yleensä kiinteistöissä toimivat. Haastattelujen perusteella syntyi vaikutelma, että siihen, miten henkilöstö kokee sisäympäristöasiat, vaikuttaa oleellisesti myös muu työyhteisön toimivuus. Teknisesti huonokuntoisimmassa rakennuksessa eivät henkilökunnan mielipiteet olleet lainkaan negatiivisimmat. Huomiota kiinnitti haastatteluisa myös se, että vanhempien huomiot ja kommentit sisäympäristöasioista olivat melko vähäisiä. Vain siinä päiväkodissa, jossa henkilöstö valitti kaikkein eniten olosuhteista oli myös mainintoja vanhempien kommentteista. Havainnot siivouksen toteutumisesta kohteissa eivät myöskään täydellisesti tukeneet henkilöstön kokemuksia pölypitoisuudesta ja kohteen siivoustasosta.

9 Johtopäätökset

Kosteusvauriokorjauksia on viime vuosina tehty hyvin runsaasti, joten esimerkkipäiväkodeista kolmessa ei ollut lainkaan havaittuja kosteusvaurioita. Yhdessä kohteessa kosteusvaurioita korjattiin parhaillaan tutkimuksen aikana.

Merkittäviä tekijöitä julkisten tilojen sisäympäristöasioissa ovat koulujen ja päiväkotien kasvavat ryhmäkoot sekä toimistotilojen "tiivistäminen". Ilmanvaihdon mitoituslaskennan lähtökohdaksi on otettu huomioon, että lähtökohdaksi on otettu, että ilmanvaihto on riittämätöntä.

Ilmanvaihdon säädöissä oli runsaasti ongelmia, ja se onkin osa-alue, johon tulevaisuudessa pitää kiinnittää huomiota. Ilmanvaihdon säädöt on verrattain huokea tapa parantaa sisäympäristön laatua. Ilmanvaihtolaitteiston, kanaviston, päätelaitteiden, suodattimien ja koneen osien puhtaus vaikuttaa myös sisäilman laatuun, joten laitteiston puhtauteen tulisi panostaa nykyistä huomattavasti enemmän.

Ilmanvaihdon energiataloutta on myös mahdollista parantaa huomattavasti. Keinot vaativat jonkin verran taloudellisia panoksia, mutta energian säästyminen ja sitä myötä ilmastomuutoksen hidastaminen ovat arvoja sinänsä.

Talotekniikan vaatimusten kasvaessa olisi toimivuuden varmistamiseksi syytä eriyttää kiinteistöhoitajista oma ryhmänsä toteuttamaan teknistä huoltoa. Järjestelmällä olisi mahdollisuus parantaa kiinteistöjen energiataloutta, ilmanvaihdon toimivuutta ja sen myötä ongelmia sisäympäristöasioissa.

Tätä tutkimusta voisi jatkaa selvittämällä peruskorjattujen kiinteistöjen energiankulutusta verrattuna aikaan ennen peruskorjausta. Olisi hyvin mielenkiintoista selvittää, miten ilmamäärien kasvattaminen ja toisaalta kiinteistöjen energiatehokkuuden parantaminen vaikuttavat rakennusten kokonaisenergian kulutukseen.

Sisäympäristöasioiden jatkuva parantaminen vaatii kaikkien kiinteistössä toimivien osapuolien yhteistyötä, koska ongelmat ja puutteet havaitaan yleensä ensin kiinteistön käyttäjien tai muiden siellä toimivien ryhmien toimesta. Tekniset toimenpiteet ovat rakennustekniikan ja talotekniikan ammattilaisten yhteisesti ratkaistavissa. Terveystieteiden ja työsuojelun asiantuntemusta tarvitaan tiloissa työskentelevien ja asiakkaiden sekä tilojen terveellisyydestä huolehtimiseen. Avoin keskustelu ja tehdyistä toimenpiteistä tiedottaminen lisäävät myös ihmisten luottamusta siihen, että kaikkien osapuolten yhteinen tahto on sisäympäristöasioiden hyvälle tolalle saaminen.

Lähteet

- 1 Sisäilmayhdistys ry. Sisäilmastoluokitus 2008. Rakennustietosäätiö, 2008.
- 2 Seppänen Olli. Hyvä sisäympäristö – tuottavat, terveelliset tilat. Seminaarimateriaali. 2003.
- 3 Vantaan kaupungin taloussuunnitelma 2008–2010.
- 4 Lahtinen Marjaana. Mitä voimme oppia sisäilmasto-ongelman ratkaisuisissa onnistuneilta työyhteisöiltä. (WWW-dokumentti.) Työterveyslaitos.
<www.ttl.fi/Internet/Suomi/Tiedonvalitys/Verkkolehdet/Tyoterveiset/2002-04/08.htm>. Luettu 2.11.2007.
- 5 LVI 05-10417, ohjetiedosto. Kesäkuu 2007. Rakennustieto Oy.
- 6 Seppänen Olli, Säteri Jorma, Lehtinen Teppo, Nevalainen Aino. Tavoitteena terve talo. Sisäilmayhdistys ry, 1997.
- 7 AIRFLOWLCA30VA- siipipyöräänemetrin käyttöohjeet. Oy Teknocalor Ab.
- 8 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2, 2003, Ympäristöministeriö.
- 9 Seppänen Olli, Seppänen Matti. Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Sisäilmayhdistys ry, 2007.
- 10 Hokkanen Ari. Hiukkaspitoisuuden mittaus. Luentoaineisto. 2005.
- 11 NesteOil Tempera. Esite (WWW-dokumentti.)
<http://www.jakoil.fi/31412_NesteOil_Tempera_esite%5B1%5D.pdf>. Luettu 21.11.2008.

- 12 Ruokojoki Jorma. Kuntien omien rakennusten lämmön, sähkön ja veden kulutus. Tutkimusraportti. Suomen kuntaliitto, 11.10.2006.
- 13 Ilmastointi, ilmavirtojen ja painesuhteiden mittaus ilmastointilaitoksissa. SFS 5512. Suomen standardisoimisliitto, 1989.
- 14 Holopainen Riikka, Hekkanen Martti, Hemmilä Kari, Norvasuo Markku. Suomalaisen rakennusten energiankorjausmenetelmät ja säästöpotentiaalit. (WWW-dokumentti.) VTT 2007. <<http://www.vtt.fi/inf/pdf/tiedotteet/2007/T2377.pdf>> luettu 20.11.2008.
- 15 Vantaan kaupungin tilaluettelo. 2008.

Liite 1: Haastattelulomake, henkilökunta

Vantaan kaupunki

Tilakeskus

Kyselylomake, henkilökunta

Sisäympäristöasiat

Kohde:

Haastateltava:

Pvm

1

Kuinka kauan olet työskennellyt kohteessa

2

Mitä mieltä olet rakennusten sisäympäristöstä yleensä, toimivuus, sisäilma (onko joku ajankohta, jolloin tilanne on huonompi kuin muutoin)

3

Mitä mieltä olet rakennusten huollosta

4

Mitä mieltä olet rakennusten siivouksesta

5

Onko kohteessa esiintynyt viimeisen vuoden aikana sisäilmaongelmia, mitä

6

Onko kohteessa esiintynyt viimeisen vuoden aikana outoja hajuja
Mistä luulet niiden olevan peräisin

7

Onko joku lapsi, lapsen vanhempi tai kollega valittanut sinulle sisäilmaongelmista viimeisen vuoden aikana

8

Onko rakennuksessa näkyviä kosteusvaurioita, missä, mistä luulet niiden johtuvan

9

Onko tilojen lämpötila yleensä sopiva (jos ei, niin milloin poikkeamat ilmenevät)

10

Kuinka usein tuuletatte ikkunoiden kautta

11

Huurtuvatko ikkunat talvella

Liite 1: Haastattelulomake, henkilökunta

12

Onko henkilökunnalla mahdollisuus itse säätää ilmanvaihtoa, miten

13

Onko jotain mitä vielä haluat sanoa asiaan liittyen

Liite 2: Haastattelulomake, kiinteistöhoitaja

Vantaan kaupunki

Tilakeskus

Kyselylomake, huoltohenkilökunta

Sisäympäristöasiat

Kohde:

Haastateltava:

Pvm

1

Kuinka kauan olet työskennellyt kohteessa

2

Mitä mieltä olet rakennusten ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta

Kuinka usein rakennusten ilmanvaihtojärjestelmä huolletaan

Kuinka usein puhaltimien toiminta tarkastetaan

Kuinka usein iv-koneen suodattimet vaihdetaan

Kuinka usein koneet puhdistetaan (esim. kammiot)

Oletko havainnut kojeissa kunnostus/korjaustarvetta, mitä ?

Toimivatko palopellit

Milloin kohden on nuohottu, onko nyt mielestäsi nuohoustarvetta

5 Onko tilojen lämpötila yleensä sopiva

Huurtuvatko ikkunat talvella

6

Onko kohteessa esiintynyt viimeisen vuoden aikana outoja hajuja

Mistä luulet niiden olevan peräisin

7

Onko rakennuksessa näkyviä kosteusvaurioita, missä, mistä luulet niiden johtuvan

8

Onko kohteessa esiintynyt viimeisen vuoden aikana sisäilmaongelmia, mitä

9

Mitä mieltä olet rakennusten siivouksesta

10

Onko henkilökunnalla mahdollisuus itse säätää ilmanvaihtoa, miten

11

Muuta kerrottavaa

Liite 3: Peruskorjatun päiväkodin mittauspöytäkirja

No	Nimi	ulo/pisto	k-arvo	Tulo l/s	Poisto l/s	sentti	Päätelaite	unnite	Erotus	%
Peruskorjattu pk Mittauspöytäkirja Mittari: Velocicalc Mittausaj: Lars Boman, Marita Tamminen 26.3.2008										
1	lepo/leikki	8	38,9	110,026			PMLc 315	95	-15,02582	-16
		12	33			114,315	PMLc 315	-95	19,31535	-20
2	ryhmäh.	13	33			118,983	PMLc 315	120	1,016808	1
		14	38,9	145,55			PMLc 315	-120	25,55047	-21
3	lepo/leikki	8	38,9	110,026			PMLc 315	95	-15,02582	-16
		20	33			147,58	PMLc 315	-95	52,58049	-55
4	varasto	29	1			5,38516	EXCa 100	-5	0,385165	-8
5	sk	285	1,3			21,9465	EXCa 125	-20	1,946526	-10
6	varasto									
7	eteishalli	6,5	38,9	99,1759			PMLc 315	95	-4,17593	-4
		7,5	38,9	106,532			PMLc 315	95	-11,53204	-12
8	TK/märkäet	35	1,4			8,28251	EXCa 125	-35	-10,15246	29
		35	1,4			8,28251	EXCa 125	-8		
		35	1,4			8,28251	EXCa 125	-8		
9	pienryhmä	40	2,7			17,0763	EXCa 125	-25	-7,923701	32
		15	6,4	24,7871			???????	25	0,212907	1
10	pesu/wc	28	2,7			14,2871	EXCa 125	-100	-28,15986	28
		28	2,3			12,1705	EXCa 125			
		33	2,7			15,5103	EXCa 125			
		35	2,5			14,7902	EXCa 125			
		43	2,3			15,0821	EXCa 125			
11	ryhmäh.									
		21	33			151,225	PMLc 315	-115	36,225	-31
12	TK/märkäet.	22	2,3			10,788	EXCa 125	-35	-5,528901	16
		17	2,3			9,48314	EXCa 125			
		16	2,3			9,2	EXCa 125			
13	pienoiskeitt.	23	3,9			18,7037	EXCa 125	-40	-2,592514	6
		23	3,9			18,7037	EXCa 125			
		21	8,3	38,0354			PMLc 160	40	1,964622	5
20	varasto	67	1,4			11,4595	KSO-100	-10	1,459494	-15
21	Sali	44	23,1			153,228	PMLc 250	-160	-6,771935	4
		17	22,3	91,9453			PMLc 250	165	-21,55614	-13
		18	22,3	94,6109			PMLc 252			
							PMLc 253			
22	varasto	64	0,6			4,8	EXCa 100	-5	-0,2	4
23	sos.tila	10	22,3	70,5188			PMLc 250	76	5,481208	7
		32	2,8			15,8392	EXCa 160	-60	5,978517	-10
		34	2,8			16,3267	EXCa 160			
		34	2,8			16,3267	EXCa 160			
		39	2,8			17,486	EXCa 160			
	suihku	36	2,6			15,6	EXCa 125	-16	-0,4	2
24	tsto	27	3,9			20,265	EXCa 125	-35	4,764994	-14
		25	3,9			19,5	EXCa 125			
		13	13,9	50,1172			PMLc 200	35	-15,11716	-43
25	ruokailu	18	13,8	58,5484			PMLc 200	65	6,451559	10
		30	14,7			80,5152	PMLc 200	-65	15,51522	-24
26	vaatehuolto	46	3,6			24,4164	EXCa 160	-50	24,80589	-50
		47	3,6			24,6804	EXCa 160			
		51	3,6			25,7091	EXCa 160			
		30	8,3	45,461			PMLc 160	50	4,539028	9
28	toimisto	66	2,6			21,1225	EXCa 125	-35	7,245	-21
		66	2,6			21,1225	EXCa 125			
		16	8,3	33,2			PMLc 160	35	1,8	5
29	Invawc	35	3,9			23,0727	EXCa 125	-20	3,072711	-15
		32	3,2			18,1019	EXCa 125	-16	2,101934	-13
31	sk	76	3,9			33,9994	EXCa 125	-25	8,999412	-36
32	pienryhmä	47	3,2			21,9381	EXCa 125	-40	4,338095	-11
		49	3,2			22,4	EXCa 125			
		20	8,3	37,1187			PMLc 160	40	2,881272	7
33	wc	46	3,3			22,3817	EXCa 125	-20	2,381689	-12
34	wc	44	2,9			19,2364	EXCa 125	-60	-1,046923	2
		59	2,9			22,2753	EXCa 125			
		45	2,6			17,4413	EXCa 125			
35	lepo/leikki	4,7	38,9	84,3332			PMLc 315	90	5,66681	6

Liite 4: Vanhan päiväkodin mittauspöytäkirja

Vanha päiväkotiki		Mittauspöytäkirja									26.3.2008
Mittari:	VelociCalc										
Mittaajat:	Lars Boman, Marita Tamminen										
No	Nimi	Tulo/pa	Poisto/pa	k-arvo	Tulo l/s	Poisto l/s	asento	Päätelaite	Suunniteltu	Erotus	%
1	TK/märkäet.		29	1,09		-5,86983	-5	URH-100	-14	-8,13017	58
2	Eteinen	26,5		7,8	40,15296			TKA-125	50	9,847042	20
4	lepo/leikki	30		5,47	29,96042			TLA-100	75	22,48619	30
4		17		5,47	22,55339			TLA-100			
4			33,5	3,2		-18,52134	13	URH-125	-75	-15,19471	20
4			34	3,58		-20,87481	15	URH-125			
4			32,5	3,58		-20,40914	15	URH-125			
5	ryhmäh.		41	3,58		-22,92318	15	URH-125	-75	-7,943433	11
5			39	3,58		-22,35709	16	URH-125			
5			37	3,58		-21,77629	16	URH-125			
5	ryhmähuone	22		5,47	25,65657			TLA-100	75	18,88775	25
5		31		5,47	30,45567			TLA-100			
7	wc		33	4,23		-24,2995	10	URH-160	-61	15,44339	-25
7			30	4,79		-26,23591	12	URH-100			
7			33	4,51		-25,90798	11	URH-100			
7		6,5		8,75	22,30821			TLA-125	28	5,69179	20
9	vaatehuolto		54	0,87		6,393168	-8	URH-100	-22	-6	27
9			56,5	0,87		6,539484	-8	URH-100			
9		10		4,8	15,17893			TKA-100	22	6,821067	31
10	tsto/tauko	11		5,47	18,14194			TLA-100	28	9,858062	35
10			58	3,54		-26,95984	5	URH-160	-28	-1,040163	4
11	sk		38	1,11		-6,8425	-5	URH-100	-8	-1,1575	14
15	varasto		38	0,44		-2,712342	-14	URH-100	-8	-5,287658	66
16	Sali		47,5	6,95		-47,89957	20	URH-200	-130	3,381278	-3
16			41	6,4		-40,98	19	URH-200			
16			41	6,95		-44,50171	20	URH-200			
16		17		12	49,47727			TLA-160	131	30,61104	23
16		18		12	50,91169			TLA-160			
17	wc		35	2,34		-13,84363	8	URH-100	-16	-2,156373	13
18	tsto	37		4	24,33105			TLA-80	14	-10,33105	-74
18			37	1,88		-11,43559	5	URH-100	-14	-2,564406	18
19	kahvihuone	6		8,75	21,43304			TLA-125	52	-3,32164	-6
19		15		8,75	33,8886			TLA-125			
19			34	3,54		-20,64157	5	URH-160	-52	-11,33317	22
19			32	3,54		-20,02526	5	URH-160			
20	lepo/leikki	20		8,75	39,13119			TLA-125	100	22,72844	23
20		19		8,75	38,14037			TLA-125			
20			41	8,25		-52,82577	25	URH-200	-100	3,008566	-3
20			37	8,25		-50,18279	25	URH-200			
21	ryhmähuone	15		16,01	62,00646			TLA-160	62	-0,006463	0
21			30,5	5,3		-29,27021	15	URH-200	-62	1,891112	-3
21			29	5,85		-31,50321	18	URH-200			
22	varasto		27	0,6		-3,117691	-10	URH-100	-3	0,117691	-4
23	pienkeittiö	12		4	13,85641			TLA-80	17	3,143594	18
23			52	1,8		-12,97998	5	URH-100	-17	-4,020015	24
24	pienryhmä	12		4	13,85641			TLA-80	17	3,143594	18
24			46	1,44		-9,766555	4	URH-125	-17	4,932491	-29
25	wc		41	1,9		-12,16594	3	URH-100	-32	-8,168731	26
26	wc		42	1,8		-11,66533	2	URH-100			
27	eteinen	28		7,8	41,27372			TKA-125	55	13,72628	25
28	tk/märkäet		56	1,18		-8,830311	-7	URH-125	-14	3,501505	-25
			54	1,18		-8,671194	-7	URH-125			
29	suihku		59	1,7		-13,05795	1	URH-100	-14	-0,942052	7
30	pukuhuone	13		13,2	47,59328			TKA-160	83	35,40672	43
30			45	3,71		-24,88744	6	URH-160	-58	10,60078	-18
30			44	3,89		-25,80334	7	URH-160			
31	wc		81	1,99		-17,91	4	URH-100	-17	0,91	-5
32	lepo/leikkihuone	25		8,75	43,75			TLA-125	100	41,09456	41
32		3		8,75	15,15544			TLA-125			
32			30	8,25		45,18711	25	URH-200	-100	-12,74598	13
32			26	8,25		42,06691	25	URH-200			
33	ryhmähuone	18		8,75	37,12311			TLA-125	78	-3,30844	-4
33		25,5		8,75	44,18533			TLA-125			
33			50	3,24		22,91026	12	URH-125	-75	-5,418807	7
33			46,5	3,36		22,91215	13	URH-125			
33			50	3,36		23,75879	13	URH-125			
34	sk		42	1,26		8,165733	-7	URH-100	-8	0,165733	-2
35	pikkukeittiö	12		4	13,85641			TLA-80	17	3,143594	18

Liite 4: Vanhan päiväkodin mittauspöytäkirja

36	paja	33		4	22,97825			TLA-80	17	-5,978251	-35
37	wc		29	2,53		13,62447	10	URH-100	-32	-4,751066	15
			29	2,53		13,62447	10				
39	eteinen	17		7,8	32,16022			TKA-125	61	28,83978	47
40	TK/märkäeteinen		33	1,8		10,34021	2	URH-100	-27	15,27194	-57
40			29,5	1,8		9,776502	2	URH-100			
40			35	1,9		11,24055	3	URH-100			
40			33	1,9		10,91467	3	URH-100			
41	lepo/leikki	17		16,01	66,01092			TLA-160	100	-52,22741	täyttää myös nyt
41		29		16,01	86,21649			TLA-160			
41			33,5	8,25		47,75033	25	URH-200	-100	-2,749673	3
41			36	8,25		49,5	25	URH_200			
42	ryhmähuone	12		13,2	45,72614			TKA-160	78	32,27386	41
42			31,5	2,89		16,22008	9	URH-125	-75	-29,31303	39
42			27	2,89		15,01688	9	URH-125			
42			25	2,89		14,45	9	URH-125			
43	varasto		32	0,44		2,489016	-14	URH-100	-3	-0,510984	17
44	kotikeittiö		34	2,72		15,86019	12	URH-100	-17	-1,139811	7
45	verstas	5,5		4	9,380832			TLA-80	14	4,619168	33
45	verstas		36	2,25		13,5	7	URH-100	-14	-0,5	4
46	wc		26	2,53		12,90052	10	URH-100	-32	-12,64922	40
47			6,5	2,53		6,45026	10	URH-100			
48	varasto		42	0,44		2,851526	-14	URH-100	-3	-0,148474	5

Liite 5: Uuden päiväkodin mittauspöytäkirja

Uusi päiväkoti		Mittauspöytäkirja										21.4.2008
Mittari:												
Mittaajat:	Esko Paukkonen, Marita Tamminen											
No	Nimi	Tulo/pa	Poisto/pa	k-arvo	Tulo l/s	Poisto l/s	asento	Päätelaite	Suunniteltu	Erotus	%	
101-102	ryhmäh.	10		15,9	50,28021			SQV-160	100	4,747794	5	
101		8		15,9	44,97199			SQV-160				
101		10		7,4	23,40085			SQV-100	25	1,599145	6	
101			41	3,3		21,13031	5	KSO-125	-20	1,13031	-6	
101			11	37,7		125,0368		USR+TGE	-100	25,03675	-25	
103	TK		56	2,7		20,20495	0	KSO-125	-40	0,767537	-2	
103			58	2,7		20,56259	0	KSO-125				
103			62	2,7		21,25982	0	KSO-125	-40	2,519643	-6	
103			62	2,7		21,25982	0	KSO-125				
104-105	ryhmäh.	7		15,9	42,06745			SQV-160	90	-2,347661	-3	
105		10		15,9	50,28021			SQV-160				
105			8	37,7		106,6317		USR+TGE	-90	16,6317	-18	
105		10		7,4	23,40085			SQV-100	25	1,599145	6	
105			52	3,18		22,93131	4	KSO-125	-25	-2,068694	8	
107	eteinen	23		15,9	76,25372			RSKP+ATTA	140	-5,560214	-4	
107		19		15,9	69,30649			RSKP+ATTA				
110	lepo/leikki	10		15,9	50,28021			RSKP+ATTA	110	0,227433	0	
110		14		15,9	59,49235			RSKP+ATTA				
110	lepo/leikki							USR+TGE				
111	wc		49	2,94		20,58	2	KSO-125	-40	3,065996	-8	
111			50	3,18		22,486	4	KSO-125				
112	wc		50	3,06		21,63747	3	KSO-125	-40	2,426407	-6	
112			50	2,94		20,78894	2	KSO-125				
113	lepo/leikki	14		15,9	59,49235			RSKP+ATTA	120	-5,049732	-4	
113		17		15,9	65,55738			RSKP+ATTA				
113	lepo/leikki							USR+TGE				
114	tauko	12		15,9	55,07922			SQV-160	110	2,18645	2	
114		11		15,9	52,73433			SQV-160				
114			41	3,4		21,77062	6	KSO-125	-110	0,930976	-1	
114			41	3,4		21,77062	6	KSO-125				
114			42	3,4		22,03452	6	KSO-125				
114			43	3,4		22,29529	6	KSO-125				
114			46	3,4		23,05992	6	KSO-125				
115	tsto	7		7,4	19,57856			RSKP+ATTA	20	0,42144	2	
115			23	3,18		15,25074	4	KSO-125	-20	-4,749256	24	
116	käytävä	15		13	50,34878			RSKP+ATTA	45			
117	invawc		36	3,3		19,8	5	KSO-125	-20	-0,2	1	
119	kotikeittiö	????								mittausyhteet puuttuivat		
119			38	4		24,65766	10	KSO-125	-25	-0,342344	1	
121	sk											
129	sos.tila	16		15,9	63,6			SQV-160	70	6,4	9	
129			46	4		27,12932	10	KSO-125	-50	5,12932	-10	
129			49	4		28	10	KSO-125				
129			43	3,3		21,63955	5	KSO-125	-20	1,639547	-8	
129			44	3,3		21,88972	5	KSO-125	-20	1,889724	-9	
130	vaatehuolto	6,5		13	33,14363			SQV-125	40	6,856373	17	
130			32	6,2		35,0725	15	KSO-160	-40	29,29782	-73	
130			48	4,94		34,22532	8	KSO-160				
133	askartelu	11		15,9	52,73433			SQV-160	50	-2,734334	-5	
133			47	3,3		22,62366	5	KSO-125	-50	-4,513269	9	
133			48	3,3		22,86307	5	KSO-125				
135-136	ryhmäh.	10		15,9	50,28021			SQV-160	115	11,98545	10	
136		11		15,9	52,73433			SQV-160				
136			8	37,7		106,6317		USR+TGE	-90	41,30739	-46	
136			44	3,72		24,67569	8	KSO-125				
136		pikku										
137	TK		67	2,7		22,10045	0	KSO-125	40	-4,528337	-11	
137			69	2,7		22,42788	0					
137			83	2,45		22,32056	-2	KSO-125	-40	3,118937	-8	
137			79	2,34		20,79837	-3	KSO-125				
138-139	ryhmäh.		60	3,18		24,63217	4	KSO-125	-90	34,377	-38	
138	ryhmäh.	10		15,9	50,28021			SQV-160	115	-1,451772	-1	
138			7	37,7		99,74482		USR+TGE				
138		6,5		15,9	40,53721			SQV-160				
138		12		7,4	25,63435			SQV-100				
140	TK		69	2,7		22,42788	0	KSO-125	-40	4,013713	-10	
140			70	2,58		21,58583	-1	KSO-125				
141-142	ryhmäh.		49,5	2,7		18,99618	0	KSO-125	-20	-1,003816	5	

Liite 5: Uuden päiväkodin mittauspöytäkirja

142	ryhmäh.	11		15,9	52,73433			SQV-160	125	1,366575	1
142		8,5		15,9	46,35607			SQV-160			
142		11		7,4	24,54302			SQV-100			
144	eteinen	19		15,9	69,30649			RSKP+ATTA	140	-10,3809	-7
144		26		15,9	81,07441			RSKP+ATTA			
146	eteinen							RSKP+ATTA			
148	käytävä	9		7,4	22,2			RSKP+ATTA	20	-2,2	-11
149	käytävä		75	1,98		17,1473	-6	KSO-125	-20	-2,852697	14
150	lepo/leikki	18		15,9	67,45799			RSKP+ATTA	120	-16,76448	-14
150		19		15,9	69,30649			RSKP+ATTA			
150				37,7				USR+TGE			
151	wc		51	2,94		20,9958	2	KSO-125	-20	0,9958	-5
151			61	2,94		22,96213	2	KSO-125	-20	2,962134	-15
152	WC		52	3,3		23,79664	5	KSO-125	-40	5,933711	-15
152			45	3,3		22,13707	5	KSO-125			
153	lepo/leikki	15		15,9	61,58044			RSKP+ATTA	120	-3,16087	-3
153		15		15,9	61,58044			RSKP+ATTA			
153								USR+TGE			
154	wc		62	2,7		21,25982	0	KSO-125	-20	1,259821	-6
154			54	2,34		17,19542	-3	KSO-125	-15	2,195418	-15
155	lepo/leikki	15		15,9	61,58044			RSKP+ATTA	110	-13,16087	-12
155		15		15,9	61,58044			RSKP+ATTA			
155				37,7				USR+TGE	-100	-100	100
2 kerros											
	aula		51	3,06		21,85277	3	KSO-125			
203	tsto		88	3,44		32,27006	-1	KSO-160	-30	2,27006	-8
		4,5		7,4	15,69777			SQV-100	30	14,30223	48
204	tsto	9		13	39			SQV-125	75	6,931116	9
		5		13	29,06888			SQV-125			
			100	2,58		25,8	-1	KSO-125	-75	0,156648	0
			90	2,58		24,47603	-1	KSO-125			
			93	2,58		24,88062	-1	KSO-125			
Punaisella merkittyjä emme saaneet auki, joten paine-eroa ei voitu mitata.											

Liite 6: Peruskorjausta odottavan päiväkodin mittauspöytäkirja, pää-rakennus

Peruskorjausta odottava pk		Mittauspöytäkirja									17.4.2008
Mittari:	Airflow LCA30CA,										
Mittaajat:	Mauri Kahelin, Marita Tamminen										
No	Nimi	Tulo/pa	Poisto/pa	k-arvo	Tulo l/s	Poisto l/s	asento	Päätelaite	Suunniteltu	Erotus	%
30	ryhmähuone		36	2,95		17,7	0	KS-125	-72	-14,50551	20
			40,3	2,95		18,72727	0	KS-125			
			51	2,95		21,06721	0	KS-125			
					52			TS-HV500*100	72	20	28
31	lepo/leikki		53	2,1		15,28823	10	KS-100	-53	-7,305355	14
			55	2,1		15,57402	10	KS-100			
			55	2		14,8324	9	KS-100			
					52			TS-HV500*100	55	3	5
32	varasto		44	0,95		6,301587	-2	KS-100	-3		
27	wc		222	1,75		26,07441	6	KS-100	-36	2,856377	-8
			154	1,03		12,78196	-2	KS-100			
28	wc		202	1,28		18,19222	1	KS-100	-36	0,652641	-2
			208	1,28		18,46042	1	KS-100			
26	eteinen		26	1,2		6,118823	0	KS-100	-11	0,268823	-2
			25	1,03		5,15	-2	KS-100			
29	tk		33	2,2		12,63804	12	KS-100	-14	-1,361962	10
34	ryhmähuone		30	2,2		12,0499	12	KS-100	-53	-15,24392	29
			39,5	2,2		13,82679	12	KS-100			
			32	2,1		11,87939	11	KS-100			
					34			TS-HV500*100	55	21	38
35	lepo/leikki		60	4,1		31,75846	8	KS-125	-78	18,49253	-24
			58	4,25		32,36704	9	KS-125			
			58	4,25		32,36704	9	KS-125			
					35			TS-HV600*100	78	43	55
36	tsto		12	2,4		8,313844	15	KS-100	-17	-8,686156	51
					11			TS-HV200*100	17	6	35
38	vaatehuolto		18	2		8,485281	9	KS-100	-28	-8,516537	30
			21	2,4		10,99818	15	KS-100			
					18			TS-HV200*100	28	10	36
39	tauko		54	2,4		17,63633	15	KS-100	-33	-15,36367	47
					45			TS-HV300*100	33	-12	-36
20	tsto				11			TS-HV200*100	14	3	21
			48	1,83		12,67861	7	KS-100	-14	-1,321388	9
19	tsto				20			TS-HV200*100	17	-3	-18
			2	0,95		1,343503	-3	KS-100	-17	-15,6565	92
6	Sali				92			TS-HV400*150	126	-43	-34
					77			TS-HV400*150			
			27	4,59		23,85034	9	KS-160	-126	-19,36587	15
			60	4,06		31,44862	5	KS-160			
			66	3,3		26,80933	0	KS-160			
			27	4,72		24,52584	10	KS-160			
2	eteinen				57			TSB500*100	47	-10	-21
			25	1,2		6	0	KS-100	-11	2,393578	5
			26	1,45		7,393578	3	KS-100			
18	käytävä				48			TSB400*100	42	-6	-14
12	eteinen				78			TSB500*100	47	-31	-66
			34	1,2		6,997142	0	KS-100	-11	2,994285	-27
			34	1,2		6,997142	0	KS-100			
10	lepo/leikki				81			TS-HV500*100	72	-9	-13
			54	3,37		24,76434	3	KS-125	-72	0,732383	-1
			52	3,37		24,30142	3	KS-125			
			68	2,87		23,66663	-1	KS-125			
11	ryhmähuone				85			TS-HV600*100	91	6	7
			24	4,98		24,39692	12	KS-160	-91	-15,49613	17
			26	4,72		24,06737	10	KS-160			
			28	5,11		27,03958	13	KS-160			
3	ryhmähuone				89			TS-HV600*100	91	2	2
			84	3,8		34,82758	3	KS-160		-10,19796	-11
			94	3,46		33,54594	1	KS-160			
			90	3,46		32,82444	1	KS-160			
4	ryhmähuone				69			TS-HV500*100	72	3	4
			47	4,85		33,24992	13	KS-125		-14,18641	-20
			54	3,66		26,8954	5	KS-125			

			65	3,23		26,04109	3	KS-125			
21	pukuhuone				24			TS-HV500*100	72	48	67
			45	1,75		11,73936	6	KS-100	-42	-5,765748	-8
			47	1,75		11,9974	6	KS-100			
			51	1,75		12,4975	6	KS-100			
23	suihku		175	1,75		23,15032	6	KS-100	-14		
24	WC		148	0,95		11,55725	-3	KS-100	-14		
22	WC		152	1,03		12,69869	-2	KS-100	-14		
17	Sk		176	2,41		31,97226	15	KS-100	-14		
7	pesu-wc		180	1,11		14,89221	-1	KS-100	-36		
			190	1,45		19,98687	3	ks-100			
1	TK		25	2,44		12,2	16	KS-100	-14		
5	WC		230	1,28		19,41216	1	KS-100	-36		
			224	0,95		14,2183	-3	KS-100			
13	TK		24	2,36		11,56159	14	KS-100	-14	-2,438408	

Liite 7: Peruskorjausta odottavan päiväkodin mittauspöytäkirja, lisärakennus

Peruskorjausta odottava pk, lisärakennus					Mittauspöytäkirja					17.4.2008	
Mittari:	Velocicalc										
Mittajat:	Mauri Kahelin, Marita Tamminen										
No	Nimi	Tulo/pa	Poisto/pa	k-arvo	Tulo l/s	Poisto l/s	asento	Päätelaite	Suunnitelu	Erotus	%
	Lepo-leikki	13		10,6	38,21884			TLA-125	60	-16,43769	-27
		13		10,6	38,21884			TLA-125			
			52	3,35		24,15719	11	URH-125	-60	12,40808	-21
			52	3,24		23,36397	10	URH-125			
			59	3,24		24,88691	10	URH-125			
	Ryhmähuone	12		10,6	36,71948			TLA-125	60	-16,38105	-27
		14		10,6	39,66157			TLA-125			
			68	2,94		24,24386	7	URH-125	-60	11,31966	-19
			70	2,83		23,67748	6	URH-125			
			74	2,72		23,39832	5	URH-125			
	Pienryhmä	4		14	28			TS-HV	17	-11	-65
			87	1,74		16,22964	-2	URH-125	-17	-0,77036	5
	WC		38	3,24		19,9727	10	URH-125	-76	9,338904	-12
			44	4,82		31,97226	13	URH-160			
			48	4,82		33,39394	13	URH-160			
	Eteinen	133		28,3				THA-200	174		
		214		28,3				THA-200			
	WC		84	4,82		44,17603	13	URH-160	-76	29,54829	-39
			90	4,52		42,88049	11	URH-160			
			101	1,84		18,49177	-3	URH-125			
	Invawc		31	4,97		27,67179	14	URH-160	-31	-3,328211	11
	Leikki		66	2,83		22,99103	6	URH-125	-80	5,603445	-7
			69	2,83		23,50775	6	URH-125			
			52	2,52		18,17198	3	URH-125			
			69	2,52		20,93269	3	URH-125			
		63		15,7	124,6149			TLA-160	140	-109,2298	-78
		63		15,7	124,6149			TLA-160			
	SK		33	4,67		26,82711	12	URH-160	-30	-3,172892	11
	TK		45	2,94		19,72212	7	URH-125	-40	-2,7951	7
			31	3,14		17,48278	9	URH-125			
	Sos.tila		43	1,05		6,88531	-11	URH-160	-82	5,196522	-6
			54	1,05		7,715893	-11	URH-160			
			181	1,32		17,75878	-10	URH-125			
			178	2,52		33,62099	3	URH-125			
			54	1,51		11,09619	-9	URH-160			
			53	1,39		10,11935	-10	URH-160			
	varasto		80	0,63		5,634891	-12	URH-100	-5	0,634891	-13
	Lepo-leikki		83	2,17		19,76964	0	URH-125	-60	3,075103	-5
			0	1,84		0	-3	URH-125			
			100	2,17		21,7	0	URH-125			
		6		10,6	25,96459			TLA-125	60	15,67567	26
			110	2,06		21,60546	-1	URH-125			
		3		10,6	18,35974			TLA-125	30		
	Ryhmähuone	15		10,6	41,05362			TLA-125	60	-16,20985	-27
		11		10,6	35,15622			TLA-125			
			102	2,29		23,12787	1	URH-125	-60	6,188509	-10
			91	1,95		18,60181	-2	URH-125			
			103	2,41		24,45883	2	URH-125			

