

Sanna Kärkkäinen

OMAKOTITALON SISÄILMAN
HIUKKASPITOISUUDET ENNEN
ILMANVAIHTOKANAVISTON
PUHDISTUSTA JA PUHDISTUKSEN
JÄLKEEN

Opinnäytetyö
Talotekniikan (LVI) koulutusohjelma


Maaliskuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>	<p>Opinnäytetyön päivämäärä</p> <p>15.03.2011</p>	
<p>Tekijä(t)</p> <p>Sanna Kärkkäinen</p>	<p>Koulutusohjelma ja suuntautuminen</p> <p>Talotekniikka (LVI)</p>	
<p>Nimeke</p> <p>Omakotitalon sisäilman hiukkaspitoisuudet ennen ilmanvaihtokanaviston puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen</p>		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Rakennukset ovat ihmisen tärkein elinympäristö. Ihmiset viettävät 80-90 % ajastaan sisätiloissa, joten ei ole yhdentekevää, millaiset olosuhteet rakennuksessa on. Sisäilmastolla tarkoitetaan niitä rakennuksen ympäristötekijöitä, jotka vaikuttavat ihmisen terveyteen ja viihtyvyyteen. Ilmanvaihdon tehtävä on tuoda puhdasta ilmaa rakennukseen ja poistaa rakennuksessa syntyvät epäpuhtaudet.</p> <p>Tässä työssä on tutkittu sisäilman hiukkaspitoisuuksia omakotitalossa ennen ilmanvaihtokanavien puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää onko ilmanvaihtokanavien puhdistuksella vaikutusta sisäilman hiukkaspitoisuuksiin. Puhdistuksen jälkeen hiukkasmittauksia on tehty sekä välittömästi puhdistuksen jälkeen, että noin puolen vuoden kuluttua puhdistuksesta. Tutkimuskohteena oli suurehko omakotitalo, jonka ilmanvaihtokanavia ei ollut puhdistettu rakentamisen jälkeen, sitten vuoden 1990. Tutkitun kiinteistön asukkailla ei ollut ilmennyt allergiaa, mutta heidän mielestään sisäilma oli tuntunut tunkkaiselta ja raskaalta. Tutkimuskohteessa suoritettiin hiukkasmittauksia neljä päivää ennen puhdistusta ja kolme päivää puhdistuksen jälkeen sekä puoli vuotta puhdistuksen jälkeen, kolmen päivän ajan. Joulukuussa tehtyjen mittausten yhteydessä mitattiin myös ulkoilman hiukkaspitoisuudet. Tämän lisäksi kiinteistön asukkaita haastateltiin puhdistuksen jälkeen.</p> <p>Hiukkaspitoisuudet pienenevät kaikissa kokoluokissa kesäkuun puhdistuksen jälkeisissä mittauksissa, minkä perusteella olisi voitu todeta puhdistuksen vaikuttaneen sisäilmanhiukkaspitoisuuksiin positiivisesti. Joulukuun mittaustuloksissa oli jo vaihtelevuutta, eikä pelkän puhdistuksen vaikutusta niihin voitu todeta. Ulko- ja sisäilman hiukkaspitoisuusmittauksia vertailtaessa voitiin todeta, että varsinkin pieniä hiukkasia kulkeutuu myös ulkoa ilmanvaihdon kautta sisätiloihin, mutta suuremmat hiukkaset jäivät pääsääntöisesti ilmanvaihtokoneen suodattimiin. Oikein käytettyä ja huollettua ilmanvaihtojärjestelmä ei voi pitää epäpuhtauslähteenä. Asukkaita haastateltaessa he totesivat sisäilman olevat selvästi raikkaampi sekä tunkkaisen hajun poistuneen puhdistuksen jälkeen.</p>		
<p>Asiasanat (avainsanat)</p> <p>Ilmanvaihtokanavien puhdistus, sisäilman laatu, hiukkaspitoisuus</p>		
<p>Sivumäärä</p> <p>44</p>	<p>Kieli</p> <p>suomi</p>	<p>URN</p>
<p>Huomautus (huomautukset liitteistä)</p>		
<p>Ohjaavan opettajan nimi</p> <p>Marianna Luoma</p>	<p>Opinnäytetyön toimeksiantaja</p>	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis March 15, 2011
Author(s) Sanna Kärkkäinen	Degree programme and option Building services (HVAC)	
Name of the bachelor's thesis Concentration of the particles in detached house indoor air before and after the ventilation ducts cleaning		
Abstract <p>People spend 80-90 % of their time inside and for that reason it is important that the circumstances in there are good. Indoor Climate means the building's environmental factors that affect human health and comfort. The function of the ventilation is to bring clean air to the building and remove the impurities away from building.</p> <p>In this project I have studied indoor dust in a detached house. The purpose of this thesis was to find out if the cleaning of the ventilation has any influence on the indoor dust concentration. The studies were made before and after cleaning. The measurements were made immediately after cleaning and repeated after half a year. The research was made in a sizeable house which ventilation ducts had not been cleaned after construction, since 1990. The estate residents were also interviewed after cleaning.</p> <p>In the measurements right after cleaning the number of particles decreased in all sizes. In the measurement in December results varied, but it cannot be established that the only factor is the cleaning. After atmospheric particles concentration measurements it was possible to conclude that particularly small particles (>0,3 - >1,0µm) came from the outside into the interior, but the larger particles (>3,0 - >10,0µm) were generally in ventilation machines. Overall the ventilation cleaning had positive impact on the indoor air and residents said that the indoor air is far fresher that before cleaning the ventilation system.</p>		
Subject headings, (keywords) Cleaning of the ventilation ducts, the quality of the indoor air, concentration of the particles		
Pages 44	Language Finnish	URN
Remarks, notes on appendices		
Tutor Marianna Luoma	Bachelor's thesis assigned by	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	KIRJALLISUUSKATSAUS.....	2
2.1	Ulkoilman hiukkaspitoisuus ja siihen vaikuttavia tekijöitä	3
2.2	Sisäilman hiukkaspitoisuus ja siihen vaikuttavia tekijöitä	4
2.3	Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistus – menetelmät ja laitteet.....	5
2.4	Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen vaikutukset.....	5
3	TUTKIMUSTAVOITTEET	6
4	AINEISTO JA MENETELMÄT	7
4.1	Tutkimusaineisto.....	7
4.2	Sisäilmastomittaukset ja asukkaiden haastattelu	10
5	TULOKSET	12
6	TULOSTEN TARKASTELU	15
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	16
	LÄHTEET.....	19
	LIITE/LIITTEET	
	1 Mittauspöytäkirjat	
	2 Mittaustulosten analysointi	

1 JOHDANTO

Rakennukset ovat ihmisen tärkein elinympäristö. Ihmiset viettävät 80-90 % ajastaan sisätiloissa, joten ei ole yhdentekevää, millaiset olosuhteet rakennuksessa on. Sisäilmastolla tarkoitetaan niitä rakennuksen ympäristötekijöitä, jotka vaikuttavat ihmisen terveyteen ja viihtyvyyteen. Ilmanvaihdon tehtävä on tuoda puhdasta ilmaa rakennukseen ja poistaa rakennuksessa syntyvät epäpuhtaudet. Ilmanvaihdolla on tärkeä rooli myös rakenteiden säilyvyyden varmistamisessa. Riittämätön ilmanvaihto voi aiheuttaa kosteuden tiivistymisen rakenteisiin. Järjestelmään kertynyt lika tai sinne päässyt kosteus voivat aiheuttaa vakaviakin sisäilmaongelmia. Ilmanvaihtojärjestelmän säännöllinen puhdistus ja tilavuusvirtojen tasapainotus estävät näiden ongelmien syntymisen. Huonosti huollettu ja kunnossapidetty ilmanvaihtojärjestelmä voi myös itse huonontaa sisäilman laatua. /1./

Tässä työssä on tutkittu ilmanvaihtokanavien puhdistuksen vaikutusta sisäilman hiukkaspitoisuuksiin. Kanavapuhdistukset ovat esimerkiksi ravintolakäytössä olevissa kiinteistöissä lain mukaan pakollisia (paloturvallisuus), mutta omakotitaloille on vain suositus puhdistaa kanavat vähintään kymmenen vuoden välein /9/. Tutkimuskohteeksi on valittu suurehko omakotitalo, jonka ilmanvaihtokanavia ei ole puhdistettu rakentamisen jälkeen, sitten vuoden 1990. Tutkitun kiinteistön asukkailla ei ole ilmennyt allergiaa, mutta heidän mielestään sisäilma on tuntunut tunkkaiselta ja raskaalta. Pelkkä aistinvarainen arviointi ei antaisi täysin totuudenmukaista tulosta siitä, onko puhdistuksella vaikutusta sisäilmanlaatuun, joten tutkimuskohteessa suoritettiin tämän lisäksi hiukkasmittauksia neljää päivää ennen puhdistusta ja kolme päivää puhdistuksen jälkeen. Sisäilman hiukkaspitoisuuksia mitattiin myös noin kuusi kuukautta kanavapuhdistuksen jälkeen joulukuussa kolmena päivänä, jolloin mitattiin myös ulkoilman hiukkaspitoisuuksia. Mittaustulokset ovat lukumääräpitoisuuksia eri hiukkaskoosta huonetilassa. Talon normaalia käyttöä ei rajoitettu mittausten vuoksi.

2 KIRJALLISUUSKATSAUS

Tutkimusaihe liittyy useisiin niin kotimaisiin kuin kansainvälisiin tutkimuksiin aiheen tiimoilta. Aihetta on tutkittu suurempien tilojen, kuten toimistojen /2/ ja asuin-kerrostalojen /3/ osalta jonkun verran, mutta esimerkiksi juuri omakotitalokohteita vain muutamia tutkimuksia. Tulo- ja poistoilmakanavien mahdollinen likaisuus voi johtua esimerkiksi rakennusvaiheen huonon tulppauksen takia tai jos ilmavaihtokoneen suodattimien vaihdosta tai muussa puhdistuksesta on laistettu. Aikaisemmissa tutkimuksissa aiheenpiiriin liittyen on mm todettu, että suodattimen reunavuotojen on todettu olevan yleisiä myös suomalaisissa toimistokiinteistöissä /4/ sekä myös, että ilmanvaihtotuotteiden varastointi työmaalla ja asennuspaikalla voivat osaltaan liata tuotteita, varsinkin jos niiden suojaus on puutteellista /5/. Aiemmissa tutkimuksissa on myös todettu, että likaiset tuloilmasuodattimet ja kanavat ovat todettu yleisimmiksi ilmanvaihtojärjestelmän hajujen lähteiksi. /2; 3; 4; 5; 6./

Tutkimuksessa Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen vaikutus toimistorakennusten sisäilmanlaatuun ja työntekijöidentyöoloihin on tutkittu puhdistuksen vaikutusta sisäilmanlaatuun kattavammilla mittauksilla kuin tässä työssä. Ulko-, tulo- ja sisäilmanlaatu määritettyjä ilman laatuparametrejä ovat hiukkasten massa- ja lukumääräpitoisuus, elinkykyisten mikrobien pitoisuus, haihtuvien orgaanisten yhdisteiden pitoisuus ja CO₂-pitoisuus. Kolarin tutkimuksessa todetaan, että kyseisen tutkimuksen perusteella ilmanvaihtokanavien puhdistuksella ei merkittävästi ollut vaikutusta käytetyillä mittausmenetelmillä tutkittujen toimistojen tulo- ja sisäilman epäpuhtauspitoisuuksiin, mutta kanavien sisäpuolinen pölypitoisuus aleni. Tutkimuksessa myös todetaan, että puhdistuksen vaikutuksia tulo- ja sisäilmanlaatuun on vaikea osoittaa mittauksin - työntekijöiden haastattelun perusteella puhdistuksella oli positiivisia vaikutuksia työympäristötekijöissä ja oireilussa. /7./

Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja tasapainotus /1/ -teoksessa on kerrottu havainnollisesti kanavapuhdistuksen prosessia lähtökohdista raportointiin. Teoksessa todetaan käytön aikaisesta pölykertymästä, että tuloilmajärjestelmän likaantumiseen vaikuttavat rakennuksen ja ulkoilmalaitteiden sijainti, ulkoilman epäpuhtaudet ja ilmanvaihtojärjestelmän suodattimen hiukkasten erotusaste. Poistoilmajärjestelmän likaantumiseen vaikuttaa erityisesti tilan käyttötarkoitus. Ilmanvaihtojärjestelmän lika voidaan karkeasti jaotella pölyihin, öljyihin ja rasvoihin sekä roskeisiin. Kevyesti kiinnitty-

neen pölyn poistamiseen riittää pelkkä mekaaninen työ, kuten pyyhkiminen ja harjaus. Vaikeasti kiinnittyneiden öljymäisen lian poistoon tarvitaan mekaanisen työn lisäksi puhdistusaineita. /1./

2.1 Ulkoilman hiukkaspitoisuus ja siihen vaikuttavia tekijöitä

Pienhiukkasten aiheuttamat riskit ihmisten terveydelle ovat nousemassa yhdeksi tärkeimmistä lähivuosien ilmansuojelun haasteista. Ongelma vaatii sekä paikallistason toimenpiteitä että kaukokulkeuman vähentämistä kansainvälisten päästövähennysneuvottelujen avulla. Hiukkaset ovat uusi lisä kehikossa, jossa tutkitaan yhtäaikaista useita ilmansaasteongelmia (happamoituminen, rehevöityminen, alailmakehän otsonin kasvillisuus- ja terveysvaikutukset) ja niitä aiheuttavia päästöjä (rikki, typenoksidit, ammoniakki, haihtuvat orgaaniset yhdisteet eli VOC). Ilmakehän aerosolihukkaset voivat olla primäärisiä tai sekundäärisiä. Primäärihiukkaset ovat suoraan ilmaan pääseviä hiukkasia, joita synnyttävät ihmisperäiset tai luonnon prosessit. Sekundäärihiukkaset muodostuvat ilmakehässä eri kaasuista, jotka pääosin ovat ihmisperäisiä. Näitä kaasuja ovat erityisesti SO_2 , NO_x ja NH_3 , jotka muodostavat epäorgaanisia sekundäärihiukkasia. VOC:t muodostavat muiden kaasujen kanssa orgaanisia sekundäärihiukkasia.

Suomessa energiantuotanto- ja teollisuuslaitokset on nykyään varustettu tehokkailla hiukkasvähennyslaitteilla, pääasiassa sähkösuodattimilla. Primäärihiukkasten päästötasot ovat alhaiset eikä teknisiä lisävähennysmahdollisuuksia koko maan mittakaavassa juurikaan ole. Myöskään tulevaisuuden polttoainevalinnoilla suurissa energiantuotanto- ja teollisuusyksiköissä ei ole merkittävää vaikutusta primäärihiukkasten päästöihin. Puun pienpolto ja liikenne ovat tällä hetkellä suurimmat pienhiukkasten päästölähteet. Ne vastaavat noin 40 % ja 25 % Suomen $\text{PM}_{2,5}$:n kokonaispäästöistä. Liikenteen hiukaspäästöjä vähentävät tulevaisuudessa eurooppalaiset pakokaasustandardit. Puun pienpolton päästöt erityisesti vanhoissa tulisijoissa ovat suhteellisen korkeat, koska vähennyslaitteita ei käytetä ja palamisprosessi ei ole yhtä hyvin kontrolloitavissa kuin suuremmassa mittakaavassa. Nykyaikaisissa puukattiloissa ja -uuneissa ominaispäästöt ovat kuitenkin yleensä huomattavasti alhaisempia.

Hiukaspitoisuuksilla on ihmisiin akuutteja ja kroonisia vaikutuksia. Niiden tarkat vaikutusmekanismit ovat yhä epäselviä, eikä haitallisia altistuksen raja-arvoja ole löydetty. Yleisesti ottaen hiukkasaltistus on Suomessa suhteellisen vähäistä lukuunotta-

matta keväistä hiekoituksesta johtuvaa PM10-piikkiä. Terveydelle haitallinen taso kuitenkin ylitetään laajoilla alueilla kaupungeissa ja erityisesti vilkasliikenteisten teiden läheisyydessä. EU:n vuonna 2010 tiukentuvien raja-arvojen saavuttaminen voikin olla hyvin hankalaa johtuen Suomen ilmaston erikoisolosuhteista. /8./

2.2 Sisäilman hiukkaspitoisuus ja siihen vaikuttavia tekijöitä

Sisäilman epäpuhtauksia ja niiden vaikutusta ihmiseen koskevat tiedot ovat viime aikoina parantuneet, ja eräille epäpuhtauksille on voitu antaa raja-arvoja. Epäpuhtauspäästöt vaihtelevat ajallisesti, niihin vaikuttavat ihmisen toiminta sekä monet olosuhdetekijät. Rakennus- ja sisustusmateriaalit ovat monien epäpuhtauksien lähteitä. Materiaaleihin voi myös absorboitua erilaisia epäpuhtauksia (esimerkiksi tupakansavu), jotka myöhemmin uudelleen ilmaan vapautuessaan aiheuttavat ilman laadun huononemista.

Epäpuhtaudet ovat lähtöisin ulkoilmasta, ihmisestä tai muusta tilan käyttöön kiinteästi liittyvästä toiminnasta, jolloin epäpuhtauslähteiden eliminointi ei ole mahdollista, vaan on käytettävä ilmanvaihtoa, ilmansuodatusta ym. keinoja. Huoneilman laatua voidaan parantaa myös monilla rakennussuunnitteluun, rakentamiseen ja kalustukseen liittyvillä keinoilla. Ilmastointilaitteiden potentiaalsiin epäpuhtauslähteisiin kuuluvat mm. rakennusaikaiset epäpuhtaudet, laitteiden valmistusaikaiset epäpuhtausjäämät ja kosteuden synnyttämä mikrobikasvusto. Epäpuhtauksien torjunnassa olisi päähuomio kiinnitettävä epäpuhtauslähteiden poistamiseen ja vähentämiseen.



KUVA 1. Sisäilman muodostumiseen vaikuttavia tekijöitä /11/

Epäpuhtauspitoisuuksia ja niiden raja-arvoja voidaan ja tulee käyttää silloin, kun tarkastellaan, täyttääkö rakennuksen sisäilma sille asetetut kriteerit. Ilman epäpuhtauksien mittaaminen on kuitenkin työlästä ja siihen on syytä ryhtyä vain silloin, kun on perusteltua syytä epäillä pitoisuuden jonkin tietyn aineen kohdalla olevan korkea. Useimmat epäpuhtaudet, ei tosin kaikkia, voi haistaa, ja epämiellyttävää hajua voi pitää huonon ilman laadun osoittajana. /10./

2.3 Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistus – menetelmät ja laitteet

Koneellinen ilmanvaihtojärjestelmä asettaa monia vaatimuksia puhdistuksen toteutukselle, puhdistusmenetelmille ja käytettäville laitteille. Kanavistot puhdistetaan yleensä mekaanisesti harjaamalla. Mekaanisessa harjapuhdistuksessa pehmeät, pyörivät harjakset koskettavat pintaa ja irrottavat likaa pinnasta. Harjaa ohjataan kanavassa akselilla, jonka pituus on tyypillisesti 3-30 metriä. Harjan pyörikyseen käytetään joko porakonetta tai puhdistuskoneen moottoria. Irtoava epäpuhtaudet kuljetetaan kanavasta ilmavirralla suodatinyksikön suodattimelle. Kyseinen puhdistus menetelmä kuuluu paineilmapuhdistuksen kanssa niin sanottuihin kuivapuhdistusmenetelmiin. Märkäpuhdistusmenetelmiä ovat esimerkiksi käsinpesu ja korkeapainepesu.

Mekaaninen harjaus on tehokas puhdistusmenetelmä erityisesti metallikanavien puhdistuksessa silloin, kun irrotettava epäpuhtaus on kuivaa pölyä ja kanavapinnoilla ei ole valmistuksen aikaisia öljyjäämiä. Mekaanisessa harjauspuhdistuksessa puhdistus harja (koko, materiaali ja harjaksen jäykkyys) valitaan kanavan koon, kanavan materiaalin, kanavan muodon ja poistettavan epäpuhtauden mukaan. Harjan materiaali ei saa olla niin kovaa, että se vahingoittaa kanavistoa tai sen osia (esimerkiksi virtaussäätimiä) kanavia puhdistettaessa. Varsinaisen kanavapuhdistuksen jälkeen on tärkeä huolehtia myös ilmanvaihtokoneen ja tulo- ja poistoilmaventtiilien eli päätelaitteiden puhdistamisesta sekä ilmavirtojen säädöstä. /1./

2.4 Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen vaikutukset

Muissa vastaavanlaisissa tutkimuksissa, joissa on tutkittu kanavapuhdistuksen vaikutuksia sisäilman laatuun hiukkasmittausten avulla, on mitattu sekä ulko-, tulo- ja sisäilmanhiukkasmassapitoisuuksia ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) ennen ja jälkeen puhdistuksen. Tutkimuksessa: Ilmanvaihtokanavien puhdistuksen ja säädön vaikutus toimistotilojen tuloilman

laatuun ja ilman vaihtuvuuteen mittaustuloksien perusteella voi todeta, että mittausjakson (3kk) aikana ulkoilmassa hiukkaspitoisuus kasvoivat, tuloilmapitoisuudet lasivat ja sisäilmapitoisuudet nousivat. Eri tutkimuskohteiden (seitsemän eri toimistorakennusta, A-G) mittaustuloksissa oli vaihtelua. Tutkimuksessa todetaankin, että esimerkiksi kohteissa E ja G tuloilman hiukkaspitoisuus oli ennen puhdistusta suurempi kuin ulkoilmassa, mikä viittasi tuloilmajärjestelmän toimineen tilapäisesti hiukkaslähteenä. Puhdistuksen jälkeen hiukkasten massapitoisuus oli tuloilmassa ulkoilman ja sisäilman hiukkaspitoisuutta pienempi. Kyseisessä tutkimuksessa hiukkaspitoisuudet ovat laskettu kappalemäärinä litraa kohti. Tutkimuksessa on todettu, että kanavapuhdistus vähensi sisäilmanhiukkaspitoisuuksia yhtä kohdetta lukuun ottamatta. Tutkimuksessa arvellaan tälle syyksi paitsi uuden suodattimen heikompi erotusaste myös ulkoilman hiukkaspitoisuusvaihtelu. /2./

Bluyssenin ym. tutkimuksen mukaan tutkittujen toimistojen tulo- ja sisäilman hiukkasten, mikrobien ja CO₂:n pitoisuudet olivat matalia ja samalla tasolla aiempien toimistorakennusten sisäilmaa selvittäneiden tutkimusten kanssa /6/. Alle 1 µm:n hiukkasten lukumääräpitoisuus tuloilmassa oli korkeampi puhdistuksen jälkeen, mutta vastaavasti myös ulkoilman < 1 µm:n hiukkasten lukumääräpitoisuus oli korkeampi. Kulp ym. havaitsivat kanavien puhdistustutkimuksessaan ulkoilman hiukkaspitoisuuden kohoamisen vaikuttavan myös sisäilman hiukkaspitoisuuksiin. Erityisesti pienten hiukkasten ulko-sisäsiirtymä on merkittävää käytetyllä suodatustekniikalla (Jamriska ym. 1999; 2000). Toisaalta uusien tuloilmasuodattimien vaihtaminen kanaviston puhdistuksen jälkeen on saattanut vaikuttaa hiukkasten lukumääräpitoisuuteen, sillä Ottneyn tutkimuksen mukaan uusien suodattimien ei ole todettu olevan yhtä tehokkaita kuin käytettyjen. /7, s. 42-43./

3 TUTKIMUSTAVOITTEET

Tutkimuksen tavoitteena oli koota tutkimustietoa omakotitalon ilmanvaihtokanavien puhdistustyön suorittamisesta sekä selvittää sen vaikutusta sisäilmanhiukkaspitoisuuksiin sekä kiinteistössä aistittuun tunkkaiseen hajuun. Kanavapuhdistuksen jälkeen kiinteistön asukkaita haastateltiin heidän tuntemuksistaan puhdistuksen vaikutuksista.

4 AINEISTO JA MENETELMÄT

4.1 Tutkimusaineisto

Tutkimuksen kenttätö koostui neljästä eri vaiheesta, joiden avulla oli tavoitteena selvittää onko pelkällä ilmanvaihtokanavien puhdistuksella vaikutusta omakotitalon sisäilman hiukkaspitoisuuksiin. Hiukkalaskurilla tarkkailtiin ensin normaalissa käytössä olevan asuinrakennuksen hiukkaspitoisuuksia ennen puhdistusta. Mittauksia varten talon normaali elämää ei haluttu muuttaa millään muotoa. Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, ettei taloa siivottu yhtään sen useammin kuin aiemminkaan ja mittaustilanteessa huoneessa saattoi olla perheen lemmikki. Ainoastaan turhaa liikkumista vältettiin varsinaisen hiukkamittauksen aikana. Toisessa vaiheessa talossa suoritettiin ilmanvaihtokanavien, ilmanvaihtokoneen sekä tulo- ja poistoilmaventtiilien puhdistus. Koko operaatioon kului aikaa noin kolme tuntia. Puhdistuksen suoritti valtuutettu nuohooja ja hänen apunaan toimivat talon isäntä sekä tutkimuksen suorittaja. Kolmannessa vaiheessa tutkimuskohteen sisäilmahiukkasmittauksia tehtiin puhdistuksen jälkeen kolmena päivänä. Neljännessä vaiheessa kiinteistössä mitattiin hiukkaspitoisuuksia noin puoli vuotta kanavapuhdistuksen jälkeen. Joulukuussa tehtyjen sisäilman hiukkasmittausten lisäksi mitattiin myös ulkoilman hiukkaspitoisuuksia.

Puhdistettava kohde on vuonna 1990 rakennettu omakotitalo, jossa on koneellinen tulo- ja poistoilmavaihto lämmöntalteenotolla. Rakennus on kaksikerroksinen, mutta koneellinen ilmanvaihto on toteutettu vain alakertaan. Rakennuksen ilmanvaihtokone on alkuperäinen, MUH ILMAVA, joka on varustettu kuutio lämmöntalteenottimella/-siirtimellä. Ilmanvaihtokoneen suodattimena on käytetty suodatinkangasta. Rakennuksen ilmanvaihtokanavia ei ole nuohottu rakennusvuoden jälkeen. Rakennusaikaisia suunnitteluilmavirtoja ei löytynyt. Kohteessa asuu puhdistus- ja tutkimusajankohtana neljä henkilöä, koira ja kissa. Talo on sähkölämmitteinen ja tämän lisäksi varustettu leivinuunilla. Ilmanvaihtokoneen suodatin on vaihdettu kerran vuodessa, keväällä. Kesäkuun ja joulukuun mittausten välillä ilmanvaihtokoneeseen oli vaihdettu uudet suodattimet.

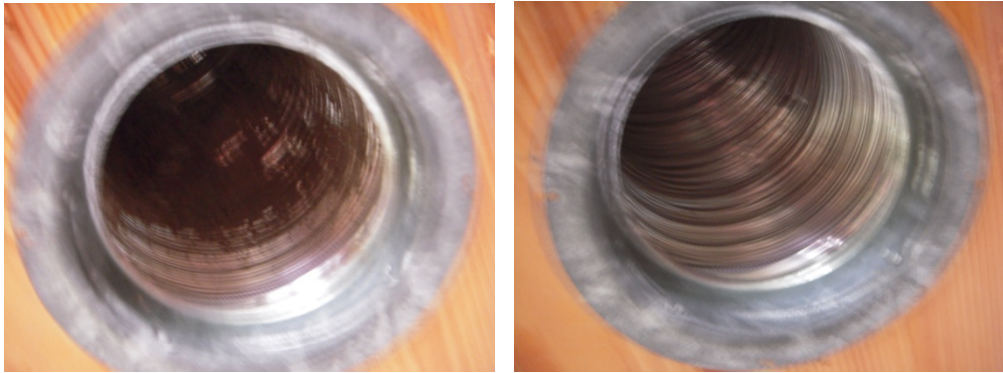
Ilmanvaihtokanavien puhdistus suoritettiin mekaanisella, pyörivällä harjauksella. Käytössä ei ollut kanavakameraa, jolla olisi saanut kuvaa kanavan sisäosista. Ennen kanavenuohousta nuohooja tarkasti tilat, puhdistuspisteet (venttiilipaikat), ilmanvaihtoko-

neen ja huonekohtaiset ilmapirrat. Sekä tulo- että poistoilmaventtiilit poistettiin alku- toimenpiteiden jälkeen ja muiden kanavien, paitsi puhdistettavana kanavan, suut tukittiin sanomalehtitupoilla. Kuvassa 1 ovat kanavapuhdistuksessa käytetty harja ja porakone, jolla harjasta pyöritettiin.



KUVA 2. Kanavapuhdistuksessa käytetty harja ja porakone

Varsinainen puhdistus vaati toimenpiteitä ilmanvaihtokoneen toiminnassa siltä osin, että poistupuolta puhdistettaessa kone säädettiin toimimaan täydellä teholla (IV, koneessa säätöasteikko I-IV), poistaen näin omalta osaltaan mekaanisen puhdistuksen irrottamaan pölyä. Ennen puhdistuksen aloittamista ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenotto, toisin sanoen lämmönsiirrin, tulee poistaa iv-koneesta, ettei lämmönsiirrimen säleikkö tukkeudu pölystä. Varsinainen poistokanava puhdistus suoritettiin niin, että kanavat harjattiin yksi kerrallaan, aloittaen kauimmaisena koneesta olevasta venttiilistä, muiden kanavasuiden ollessa tukittuina. Sama toistettiin kaikista poistoilmakanavista vuorollaan, siirtyen kohti konetta lähinnä ollutta kanavaa. Kanavapuhdistus suoritetaan niin, ettei ilmanvaihtokoneen äänenvaimentimia harjata, jolloin vältetään vaimentimen mahdollinen vioittuminen. Poistokanavat sijaitsivat kodinhoitohuoneessa, WC:ssä, saunassa, pesuhuoneessa ja keittiössä. Poistoilmakanavien nuohouksen jälkeen IV-kone sammutettiin ja irtolika imuroitiin koko IV-koneen sisus ja lämmönsiirrinkuutio vesipestiin suihkussa lämpimällä vedellä. Kuvassa 2 on kuvattu poistoilmakanavan suu ennen ja jälkeen puhdistuksen, joista voi havaita pölykerrostuman poistuneen kanavasta puhdistuksen jälkeen.



KUVA 3. Kuva poistoilmakanavasta ennen ja jälkeen puhdistuksen

Tuloilmakanavien puhdistusta varten IV-kone sammutettiin ja koneen tuloilmakanavaan liitettiin rakennusimuri. Tuloilmakanavien venttiilit poistettiin ja kanavien päät tulpattiin sanomalehtitulpilla. Ennen tulppausta kanavien suita tarkasteltiin silmämääräisesti. Tuloilmakanavapuhdistusta varten rakennusimuri käynnistettiin ja tuloilmakanavat harjattiin samalla periaatteella kuin poistoilmakanavatkin aloittaen IV-konetta etäisimpänä sijaitsevasta kanavasta. Tuloilmakanavia oli olohuoneessa, kahdessa makuuhuoneessa, tietokonehuoneessa ja pesuhuoneessa, jonka kanavan puhdistus on kuvattuna kuvassa 3.



KUVA 4. Kanavapuhdistusta

Varsinaisten kanavanuohousten jälkeen on syytä tarkastaa liesituulettimen poistoilmakanavan puhdistusmahdollisuus. Kyseisessä kohteessa kanava jätettiin puhdistamatta. Kuvassa 4 on kuvattu ilmanvaihtokoneeseen kertynyttä pölyä, poistoilmakanavien harjauksen jälkeen.



KUVA 5. Poistoilmakanavissa ollutta pölyä

Ennen venttiilien takaisin asentamista ja ilmamäärien tarkistuksia venttiilit imuroitiin ja pyyhittiin märällä liinalla varoen muuttamasta venttiilien valmiita aukiolosäätöjä (lukitusmutteri). Myös LTO-kuutio kuivattiin mahdollisimman hyvin vesipesun jäljiltä ravistelemalla ensin enimmäkseen veden pois ja kuivattaen kennostoa hiustenkuivaajalla. Venttiilien ja kuution takaisin asennuksen jälkeen huonekohtaiset ilmamäärät tarkistettiin IV-koneen käydessä täydellä teholla (IV). Toimenpiteen jälkeen kone säädettiin normaaliin toimintatilaan.

4.2 Sisäilmastomittaukset ja asukkaiden haastattelu

Sisäilmanhiukkaspitoisuuksia mitattiin hiukkaslaskurilla (AEROTRAK Handheld Optical Particle Counter, Model 8220) ja on esitelty kuvassa 5. Hiukkaspitoisuusmittausten lisäksi haastateltiin myös talon asukkaiden aistituntemuksia puhdistuksen vaikutuksista. Mittauksia hiukkaslaskurilla tehtiin sisäilmasta, tuloilmakanavan läheisyydestä 1-3 kertaa päivässä, 5 x 2 min/mittauskerta, kolmesta eri huoneesta (olohuone, makuuhuone ja tietokonehuone) tuloilmakanavan läheisyydestä, neljä päivää ennen ja

kolme päivää jälkeen iv-kanavapuhdistuksen kesäkuussa sekä kolmena päivänä saman vuoden joulukuussa. Mittarin ilmoittamat kokonaismäärät ($1/m^3$, yksikkö/ m^3) hiukkaskokoista 0,3, 0,5, 1,0, 3,0, 5,0 ja 10,0 μm merkittiin ylös viiden eri mittauskerran ajalta, jonka jälkeen näistä tuloksista laskettiin kyseisen mittauskerran hiukkasmäärien keskiarvo kuutiometriä ($1/m^3$)kohti, kullekin hiukkaskoolle.



KUVA 5. Hiukkaslaskuri kalibroinnissa

Asukkaita haastateltiin heidän tuntemuksistaan sisäilman laadusta ennen ja jälkeen puhdistuksen. Taulukossa 1 esitellään malli yhden tilan mittauspöytäkirjasta, yhtä mittauskertaa kohden.

TAULUKKO 1. Malli mittauspöytäkirjasta

TILA	(Päivämäärä)					
(Henk.määrä)	(Mittauksen aloitus- ja lopetusaika)					
Hiukkaskoko	2 min	4 min	6 min	8 min	10 min	Tulosten keskiarvo
μm	1/m³	1/m³	1/m³	1/m³	1/m³	1/m³
>0,3						
>0,5						
>1,0						
>3,0						
>5,0						
>10,0						

* muuta huomioitavaa

Mittausten aikana huomioitiin mm kellon aika, henkilömäärä mittaushuoneessa, eläimet, käynnissä olevat koneet jne. Myös hiukkasmäärää mahdollisesti lisäävät toimenpiteet (esim. uunin lämmitys, imurointi) merkittiin ylös. Hiukkasmittari kalibroitiin ennen jokaista mittauskertaa. Makuuhuoneessa ja tietokonehuoneessa huoneen ovi oli useimpien mittausten ajan kiinni.

5 TULOKSET

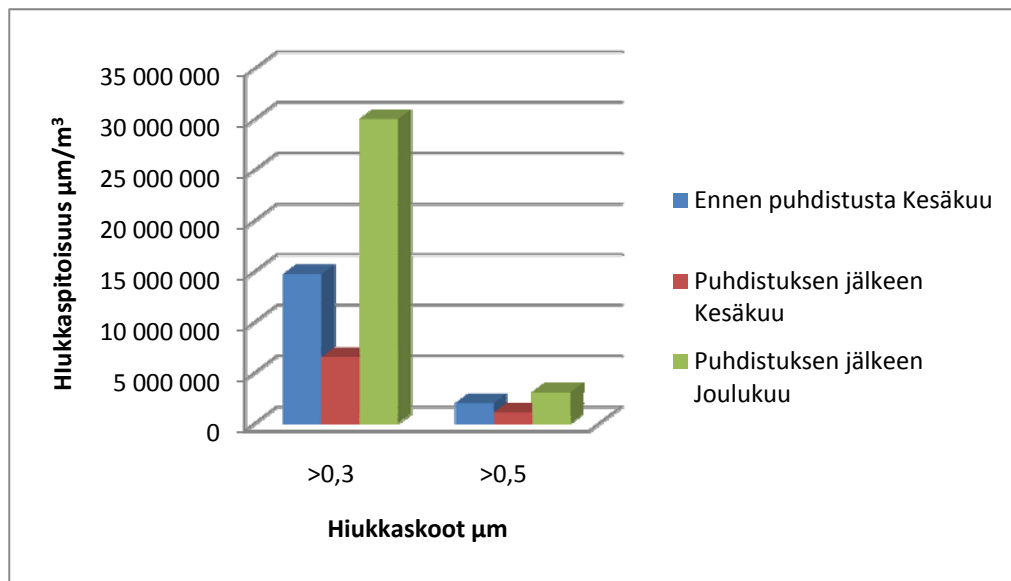
Ennen kanavapuhdistusta tehtiin 30 mittausta ja puhdistuksen jälkeen 35 mittausta per huone. Tämän lisäksi mittauksia tehtiin kolme päivän ajan joulukuussa 2010, minkä lisäksi joulukuussa mitattiin myös ulkoilman hiukkaspitoisuuksia. Ennen kanavapuhdistusta kaikissa mittaustiloissa esimerkiksi yli 0,3 µm:n kokoisten hiukkasten lukumäärä oli huoneiden mittaustulosten keskiarvona 14 726 163 1/m³. Yli 10,0 µm:n kokoisia hiukkasia kaikissa mittaustiloissa oli tilojen keskiarvona 17 628 1/m³. Kanavapuhdistuksen jälkeen alle 0,3 µm:n hiukkasia mittaustiloissa oli keskimäärin 6 543 499 1/m³ ja alle 10,0 µm:n hiukkasia 10 944 1/m³. Taulukossa 2 on kuvattuna kaikkien mittaustilojen mitattujen hiukkaskokojen lukumäärien keskiarvot ennen ja jälkeen puhdistuksen.

TAULUKKO 2. Hiukkaspitoisuudet (kpl/m³) kaikkien mittaustilojen keskiarvoina kesä- ja joulukuussa ennen ja jälkeen kanavapuhdistuksen

µm	Ennen puhdistusta	Puhdistuksen jälkeen	
	Kesäkuu	Kesäkuu	Joulukuu
>0,3	14 726 163	6 543 499	30 039 113
>0,5	1 995 396	1 095 056	3 075 634
>1,0	370 209	300 348	174 567
>3,0	150 654	125 292	82 739
>5,0	53 265	42 656	38 217
>10,0	17 628	10 944	14 346

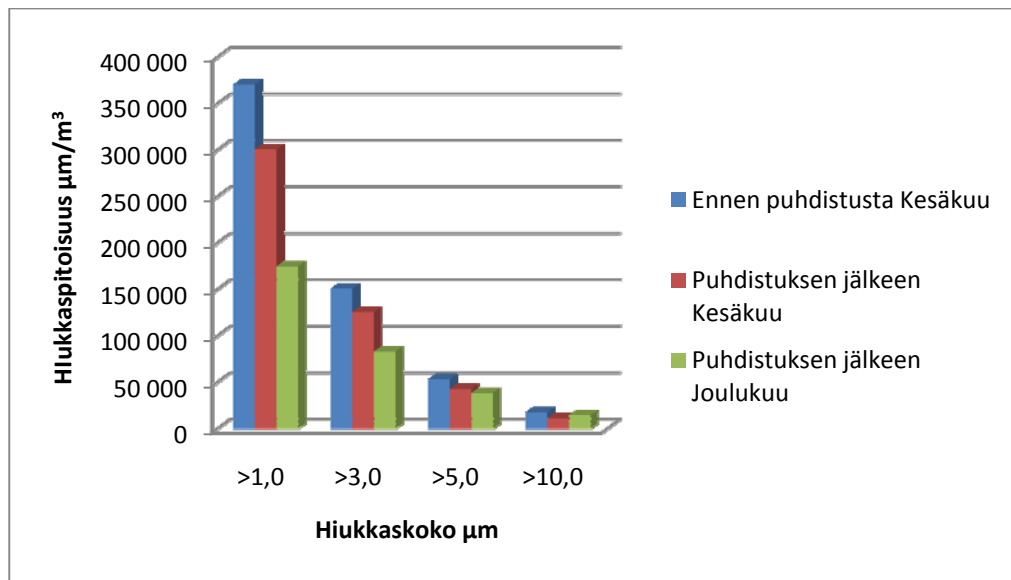
Hiukkaspitoisuudet kaikissa kokoluokissa olivat kanavapuhdistuksen jälkeen pienempiä kuin ennen puhdistusta, yhtä huonetta lukuun ottamatta. Tietokonehuoneessa alle 5,0 µm:n kokoisten hiukkasten lukumäärän keskiarvo oli puhdistuksen jälkeen hieman

korkeampi kuin ennen puhdistusta. Taulukossa 2 on esitetty kaikkien tilojen hiukkaspitoisuuksien laskut kanavapuhdistuksen jälkeen prosentteina. Eniten puhdistus laski $>0,3$, $>0,5$ ja $>10,0$ μm :n hiukkasten määriä. Eri mittaustiloja (olohuone, makuuhuone, tietokonehuone) tuloksia tarkasteltaessa voidaan havaita, että positiivisimmin kanavapuhdistus vaikutti olohuoneen hiukkaspitoisuuksiin. Kuvaajissa 1 ja 2 on esitetty hiukkaspitoisuuksien muutokset eri mittauskertojen välillä, kaikkien hiukkaskokojen osalta, kaikkien mittaustilojen keskiarvoina. Kuvaajassa 1 on esitetty hiukkaspitoisuuskeskiarvojen muutokset eri tilojen keskiarvoina kokoluokissa $>0,3$ - $>0,5$ μm .



KUVA 6. Hiukkaspitoisuuksien muutokset kaikkien mittaustilojen keskiarvoina – hiukkaskoot $>0,3$ - $>0,5$

Kuvaajassa 2 on esitetty hiukkaspitoisuuskeskiarvojen muutokset eri tilojen keskiarvoina kokoluokissa $>1,0$ - $>10,0$ μm .



KUVA 7. Hiukkaspitoisuuksien muutokset kaikkien mittaustilojen keskiarvoina – hiukkaskoot > 0,3 - > 0,5

Tarkasteltaessa joulukuussa tehtyjen hiukkasmittausten tuloksia voidaan todeta, että pienten (>0,3 - > 0,5) hiukkasten pitoisuudet olivat lisääntyneet runsaasti kaikissa tiloissa verrattuna kesäkuun lähtötilanteeseen ennen kanavapuhdistusta. Vertailtaessa kesäkuun puhdistuksen jälkeisiä mittaustuloksia joulukuun mittaustuloksiin voidaan todeta, että pienten hiukkasten (>0,3 - >0,5) lisäksi olohuoneessa isojen (>5,0 - >10,0) hiukkasten pitoisuudet sisäilmassa olivat nousseet. Sama nousu oli tapahtunut myös tietokonehuoneen >10 µm:n hiukkaspitoisuuden kohdalla. Joulukuun mittauksissa makuuhuoneen >1,0 - >10,0 µm:n hiukkasten pitoisuudet olivat laskeneet kesäkuun puhdistuksen jälkeisten mittaustulosten pitoisuuksista. Kesäkuun ja joulukuun mittaustulosten välillä eroa on voinut aiheuttaa mm. se, että ilmanvaihtokoneen suodattimet oli vaihdettu ennen joulukuun mittauksia.

Tarkasteltaessa joulukuun ulkoilmanhiukkaspitoisuuksia, voidaan todeta, että mittauspäivien tulosten välillä on jonkin verran vaihtelua. Pienten hiukkasten osalta (>0,3 - >1,0) pitoisuudet on melko korkeita ja suurten hiukkasten (>3,0 - >10,0) osalta pääsääntöisesti melko alhaisia. Mittausten aikana oli kirpeä pakkassää, noin - 10 astetta. Mittauksia tehtäessä lähistöllä ei liikkunut moottoriajoneuvoja.

Asukkaita haastateltaessa kävi ilmi, että heidän mielestään kanavapuhdistus poisti aiemmin havaitun tunkkaisen hajun sisäilmassa. He kokivat, että kanavapuhdistus vaikutti muutenkin positiivisesti sisäilman laatuun.

6 TULOSTEN TARKASTELU

Ilmanvaihtokanavien puhdistusta suunniteltaessa lähtökohdat kiinteistössä olivat, ettei sen ilmanvaihtokanavia ollut puhdistettu rakennusajan jälkeen kertaakaan. Myös ilmanvaihtokoneen suodattimien vaihdossa oli hieman luistettu. Asukkailla ei ollut ollut allergisia oireita taikka keuhkotauteja, he ainoastaan toivoivat, että kanavapuhdistuksen avulla poistuisi kiinteistössä ajoittain aistittu tunkkainen haju. Ilmanvaihdon tehokkuuteen he olivat olleet täysin tyytyväisiä. Asukkaat toivoivat myös tutkimuskohdeksi suostuessaan, ettei heidän tarvitsisi muuttaa heidän normaalia elämäänsä hiukkasmittausten vuoksi.

Talon normaalin elämän toimista syntyy hiukkasia (esimerkiksi uunilämmitys) ja hiukkasia nostattavaa mekaanista hankausta (esimerkiksi imurointi). Kuten kirjallisuuskatsauksessa todettiin, epäpuhtaudet ovat lähtöisin ulkoilmasta, ihmisestä tai muusta tilan käyttöön kiinteästi liittyvästä toiminnasta, jolloin epäpuhtauslähteiden eliminointi ei ole mahdollista, vaan on käytettävä ilmanvaihtoa, ilmansuodatusta ym. keinoja. Vaikka myös itse kanavapuhdistus lisäsi omalta osaltaan hetkellisesti sisäilman hiukkaspitoisuutta, on mittauksissa nähtävissä varsin pian pitoisuuksien laskeminen puhdistuksen jälkeen.

Hiukkaspitoisuudet vähenivät vähiten kokoluokan yli $3,0 \mu\text{m}$:n hiukkasten osalta. Eniten kanavapuhdistus vähensi sisäilmasta kesäkuussa tehtyjen mittausten perusteella yli $0,3 \mu\text{m}$:n kokoisia hiukkasia. Joulukuussa tehtyjen mittausten perusteella $>0,3$ ja $>0,5 \mu\text{m}$:n hiukkasten pitoisuus olo- ja tietokonehuoneen sisäilmassa oli noussut rajusti sitten kesäkuun mittausten. Näin oli tapahtunut myös makuuhuoneessa, jossa taasen $>1,0 - >10,0 \mu\text{m}$:n hiukkasten pitoisuudet olivat laskeneet jopa puolella vertailtaessa kesäkuun puhdistuksen jälkeisiin tuloksiin. Joulukuussa sisäilmamittausten lisäksi mitattiin myös ulkoilman hiukkaspitoisuuksia. Vertailtaessa ulkoilmanhiukkaspitoisuuksia joulukuun sisäilman hiukkaspitoisuuksiin, voidaan mittausten perusteella todeta, että pienten hiukkasten ($>0,3 - > 1,0 \mu\text{m}$) osalta ulkoilman hiukkaspitoisuuksilla on todennäköisesti vaikutusta sisäilman hiukkaspitoisuuksiin. Kyseisissä hiukkakooissa pitoisuuksien vaihtelut näkyivät sekä sisä- että ulkoilman hiukkaspitoisuuksissa. Isompien hiukkaskokojen ($>3,0 - >10,0 \mu\text{m}$) kohdalla voidaan todeta, ettei ulko- ja sisäilman hiukkaspitoisuuksien vaihtelujen välillä voitu näiden mittausten perusteella olevan yhteyttä. Syynä tähän voi olla se, että suurempien hiukkasten olettaisi jäävän

ilmanvaihtokoneen suodattimiin. Mittausten perusteella voidaan myös todeta, että ulkoilmassa on pääsääntöisesti enemmän pieniä ($>0,3 - >1,0\mu\text{m}$) hiukkasia kuin sisäilmassa ja sisäilmassa on taas pääsääntöisesti enemmän suuria ($>3,0 - >10,0\mu\text{m}$) hiukkasia kuin ulkoilmassa. Näin ollen voidaan todeta, että jos ilmanvaihtokoneen suodattimet ovat asiallisessa kunnossa niin pääasiassa ulkoilman hiukkasista vain pienimmät kulkeutuvat ilmanvaihdon kautta sisäilmaan. Sisäilman hiukkaspitoisuuksiin vaikuttaa paljon sisällä olevat emissiot ynnä muut hiukkaslähteet.

Asukkaita haitannut tunkkainen haju poistui puhdistuksen myötä. Kiinteistön asukkaat kokivat kanavapuhdistuksen olleen kaikin puolin positiivinen asia, ja he aikovatkin puhdistuttaa ilmanvaihtokanavansa uudelleen viimeistään kymmenen vuoden kuluttua. Myös suodattimien säännöllisen vaihdon he kokivat entistä tärkeämmäksi.

Tulosten luotettavuuden ja tarkemman analyysin kannalta olisi voinut mitata ulkoilman hiukkaspitoisuudet sisäilmanhiukkaspitoisuus mittausten yhteydessä myös kesäkuussa. Nyt ulkoilmapitoisuuksien paikkakohtainen vertailu jäi tekemättä. Kiinteistö sijaitsee varsin rauhallisella omakotitaloalueella, jossa ei ole paljoa autoliikennettä eikä lähellä sijaitse isompia teitä. Tosin alue on omakotitaloaluetta, jossa poltetaan paljon puuta tulisijoissa. Ulkoilman kohtalaisen suurten hiukkaspitoisuuksien syiden arvioiminen on melko hankalaa, samoin niiden vaikutus sisäilman hiukkaspitoisuuksiin mittaustilanteessa, osaltaan suodattimien vaihdosta johtuen.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimus osoitti, että ilmanvaihtokanavia kannattaa puhdistaa aika ajoin myös omakotitaloissa. Vaikka tuloilmakanavissa pölyä ei tulisi ollakaan, sitä on voinut jäädä sinne rakennus vaiheessa. Jos ilmanvaihtokoneen suodattimien vaihdossa on tullut laistettua, on tuloilmakanaviin voinut päästä pölyä myös tätä kautta. Poistoilmakanavien pölyisyys ei ensisijaisesti lisää sisäilman hiukkaspitoisuuksia. Toisaalta jos poistoilmakanavat ovat kovasti pölyiset, vaikuttaa se poistoilmavirtoihin, eikä ilma näin ollen vaihdu suunnitellusti huoneissa. Ilmanvaihdon tehtävä on myös poistaa likaista sisäilmaa ja jos kanavat ovat osittainkin tukkeutuneet vaikuttaa se poistuvan ilman määrään. Tosin on myös huomioitava, että koska poistoilmakanavien tehtävä on poistaa likainen ilma sisältä lämmöntalteenoton kautta ulos, niin väistämättä kanavistoon kertyy pölyä.

Kyseisessä kiinteistössä poistoilmakanavien likaisuus oli silmin havaittavissa. Kaikkien poistoilmakanavien puhdistuksen jälkeen ilmanvaihtokoneessa oli melkoisesti pölyä. Tästä syystä voi jo ilman mittauksiakin todeta puhdistuksen olleen tarpeellinen. Puhdistusta suoritettaessa sattui unohdus ja ilmanvaihtokoneen lämmönsiirrinkuutio jäi paikoilleen poistoilmakanavien puhdistuksen ajaksi, vaikka se olisi pitänyt poistaa koneesta. Asia kuitenkin korjaantui kuution huolellisella vesipesulla ja kuivauksella. Kesäkuussa puhdistuksen jälkeen tehtyjen mittausten perusteella hiukkaspitoisuudet vähenivät oleellisesti sisäilmassa puhdistuksen jälkeen kaikissa mitatuissa hiukkaskokoluokissa. Jos muutokset hiukkaspitoisuuksissa olisivat esimerkiksi olleet vähäisempiä, olisi voinut olla vaikeampaa todeta puhdistuksen positiivinen vaikutus sisäilmahiukkasmääriin. Joulukuussa tehdyissä mittauksissa hiukkaspitoisuuksissa oli jo enemmän hajontaa ja selviä eroja eri mittaustilojen välillä. Pieniä hiukkasia ($>0,3$ ja $>0,5 \mu\text{m}$) oli enemmän kuin kesäkuussa ennen kanavapuhdistusta, mutta suurempien hiukkasten ($>1,0 - >10,0 \mu\text{m}$) osalta oltiin paikka paikoin jopa pienemmissä pitoisuuksissa kuin kesäkuussa kanavapuhdistuksen jälkeen. Syytä sille, miksi joulukuun jotkin hiukkaspitoisuudet olivat niinkin alhaisia, on vaikea sanoa. Kanavapuhdistus varmasti osaltaan on syynä siihen, mutta se ei mitään todennäköisimmin ole ainoa tekijä.

Tutkimusta ajatellen tutkimusolosuhteet eivät olleen täysin ideaalit. Tutkimuskohteena omakotitalo ei täysin salli mittaustuloksiin vaikuttavien häiriötekijöiden poistamista. Toisaalta kun kyseessä on tämänkaltainen tutkimuskohde, ei ole ehkä tarvettakaan vaatia ideaaleja mittaolosuhteita. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää, onko ilmanvaihtokanavien puhdistuksella vaikutusta sisäilmanhiukkaspitoisuuksiin ja poistaako se kiinteistössä havaitun tunkkaisen hajun. Pelkkien hiukkaspitoisuusmittausten perusteella hiukkaspitoisuudet olivat pääsääntöisesti pienemmät kuin ennen kanavapuhdistusta. Sisäilman hiukkaspitoisuuksiin vaikuttaa moni asia, eikä voida täysin varmasti sanoa, milloin väheneminen johtui juuri kanavapuhdistuksesta, milloin jostain muusta.

Hiukkaspitoisuudet pienenevät kaikissa kokoluokissa kesäkuun puhdistuksen jälkeisissä mittauksissa. Joulukuun mittaustuloksissa oli jo vaihtelevuutta, eikä pelkän puhdistuksen vaikutusta niihin voitu todeta. Asukkaita haastateltaessa he totesivat sisäilman olevan selvästi raikkaampi sekä tunkkaisen hajun poistuneen puhdistuksen jälkeen. Näin ollen tämän tutkimuksen perusteella voidaan todeta ainakin se, että ilmanvaihto-

kanavien puhdistus on suositeltavaa osana sen säännöllistä ylläpito- ja huoltokäytännötä myös omakotitaloissa. Ilmanvaihtokoneen suodattimien säännöllinen vaihtaminen on myös hyvä tae paremmasta sisäilman laadusta.

LÄHTEET

1. Holopainen, R, Pasanen, P, Railio, J, Säteri, J, Virranta, P. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja tasapainotus. Opetushallitus 2008.
2. Pasanen, P, Luoma, M, Ikäheimo, M. Ilmanvaihtokanavien puhdistuksen ja säädön vaikutus toimistotilojen tuloilman laatuun ja ilman vaihtuvuuteen. Sisäilmastoseminaari 2000, Sisäilmastoraportti 14, 2000.
3. Mattila, M, Pasanen, P. Asuinkerrostalon ilmanvaihtojärjestelmän puhdistuksen vaikutus sisäilmastoon, ilmavirtoihin ja ilmanvaihtokertoimeen. Sisäilmastoseminaari 2000, Sisäilmastoraportti 14, 2000.
4. Pasanen, P., Nevalainen, A., Ruuskanen, J. & Kalliokoski, P. The composition and location of dust settled supply air ducts. Proceedings of 13th AIVC Conference, Ventilation for Energy Efficiency and optimum Indoor air Quality 1992.
5. Pasanen, P. Toimistorakennusten ilmanvaihtokanavien epäpuhtaudet. Liseniaattityö. Kuopion yliopiston ympäristötieteiden laitos 1994.
6. Bluysen, P.M., Cox, C., Seppänen, O., de Oliveira Fernandes, E., Clausen, G., Müller, B. & Roulet, C.A. Why, when and how do HVAC-systems pollute the indoor environment and what to do about it? the European AIRLESS project. Building and Environment, Vol. 38, 2003.
7. Kolari, S. Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen vaikutus toimistorakennuksen sisäilmanlaatuun ja työntekijöiden oloihin. VTT Rakennus- ja yhdyskuntatekniikka 2003.
8. Suomen ympäristökeskus 2011. Hiukkasten kokonaismallintaminen. Www-dokumentti. <http://www.ymparisto.fi/default.asp?contentid=302380&lan=FI>. Päivitetty 23.2.2011. Luettu 24.2.2011.
9. Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa E7
10. Seppänen, O, ym. Ilmastoinnin suunnittelu. Talotekniikan julkaisut. Forssa: Forssan kirjapaino 2004.
11. Virta, J. 2003. Terveellinen sisäilmasto. Sisäilmastotietoa rakentajille, sisäilmastaselvitysten tekijöille ja kiinteistöjen omistajille. . http://www.tkk.fi/Yksikot/Talo/publication/Sisailmatietoutta_Rakentajille.pdf.

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Mittaus 1 10.6.2010

mittaus 1/1

Olohuone						
5 henkilöä klo: 20:40-20:55						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	20 433 142	19 917 654	19 132 143	18 860 900	18 490 510	19 366 870
>0,5	4 571 372	4 410 068	4 265 247	4 157 204	4 125 513	4 305 881
>1,0	822 313	774 465	805 087	749 315	809 864	792 209
>3,0	307 095	303 518	300 204	312 288	317 872	308 195
>5,0	116 431	108 156	99 112	114 029	118 955	111 337
>10,0	39 827	35 634	29 572	40 686	38 274	36 799
* * * * *						
* Mittaus n.1,5m lattiapinnasta						
Makuuhuone						
2 henkilöä klo:20:56-21:15						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	18 751 052	17 194 180	16 746 458	15 971 957	16 187 749	16 970 279
>0,5	4 280 926	3 808 304	3 584 820	3 428 130	3 458 241	3 712 084
>1,0	903 956	776 951	697 872	678 835	648 872	741 297
>3,0	391 725	319 646	280 769	287 054	242 351	304 309
>5,0	145 712	119 530	105 175	116 402	84 895	114 343
>10,0	56 854	47 381	38 180	42 393	29 387	42 839
* * ** ** **						
* Mittaus n.1m venttiilin alta ** Mittaus suoraan venttiilin alta						
Tietokonehuone						
2 henkilöä klo:21:17-21:28						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	15 573 157	15 421 404	14 555 500	13 676 903	13 852 397	14 615 872
>0,5	3 174 831	3 110 827	2 769 639	2 555 976	2 651 777	2 852 610
>1,0	544 208	543 147	462 970	421 674	416 655	477 731
>3,0	199 886	163 371	143 642	145 936	137 885	158 144
>5,0	63 970	42 848	45 878	41 333	47 134	48 233
>10,0	20 115	11 122	15 839	13 234	14 572	14 976
* * *						
*Ikkuna auki						

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Mittaus 2 11.6.2010

mittaus 2/1

Olohuone						
1 henk		klo: 8:20-8:38				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	8 424 193	8 528 070	8 551 838	8 642 587	8 721 268	8 573 591
>0,5	862 475	880 235	878 943	890 900	879 096	878 330
>1,0	206 787	211 954	222 669	204 412	209 656	211 096
>3,0	82 892	95 646	95 505	85 542	89 139	89 745
>5,0	23 607	27 429	28 277	24 058	25 850	25 844
>10,0	4 792	6 590	4 979	5 346	5 170	5 375
Makuuhuone						
1 henk		klo: 8:41-8:52				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	11 032 709	10 838 379	10 802 645	10 535 361	10 749 940	10 791 807
>0,5	1 233 732	1 084 175	1 095 949	1 096 655	1 076 692	1 117 441
>1,0	364 506	277 649	287 890	293 293	259 517	296 571
>3,0	180 827	128 200	135 477	132 052	115 852	138 482
>5,0	68 054	41 781	41 890	44 451	35 251	46 285
>10,0	22 625	13 034	10 695	12 813	9 388	13 711
Tietokonehuone						
1 henk		klo: 8:56-9:12				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	11 373 462	11 744 997	11 305 222	11 466 982	11 341 416	11 446 416
>0,5	1 121 599	1 100 083	1 091 375	1 166 050	1 104 966	1 116 815
>1,0	285 775	254 949	266 375	294 060	256 483	271 528
>3,0	138 622	116 859	122 393	132 183	109 463	123 904
>5,0	46 207	39 607	41 035	43 822	36 309	41 396
>10,0	14 395	11 775	11 061	12 520	8 721	11 694

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

mittaus 2/2

olohuone						
1 henk		klo: 16:08-16:21				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	10 920 698	11 194 592	11 110 842	10 996 755	11 024 164	11 049 410
>0,5	699 463	754 980	741 919	757 597	717 160	734 224
>1,0	159 388	181 657	171 813	179 701	163 030	171 118
>3,0	88 054	104 466	92 226	99 636	83 742	93 625
>5,0	41 803	50 272	43 442	45 548	34 209	43 055
>10,0	13 697	18 005	13 709	15 657	10 690	14 352
makuuhuone						
1 henk		klo: 16:23-16:36				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	11 941 069	10 735 453	10 564 460	11 344 286	11 038 727	11 124 799
>0,5	708 268	689 547	726 708	826 075	782 128	746 545
>1,0	145 897	154 634	178 782	221 320	218 866	183 900
>3,0	74 018	81 142	92 062	114 672	108 099	93 999
>5,0	26 218	29 004	32 765	41 374	38 936	33 659
>10,0	6 599	7 295	7 657	12 840	7 289	8 336
* *) huoneen ovi kiinni						
tietokonehuone						
0 henk		klo: 16:39-16:52				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	10 683 717	11 025 834	11 510 237	11 599 608	11 557 657	11 275 411
>0,5	1 107 911	1 034 344	1 150 557	1 214 123	1 250 259	1 151 439
>1,0	412 328	326 474	398 234	411 351	436 939	397 065
>3,0	198 152	161 899	195 005	190 100	207 692	190 570
>5,0	73 884	52 777	64 703	57 848	56 286	61 100
>10,0	18 337	13 372	15 907	12 103	11 221	14 188

* *) huoneen ovi kiinni
HUOM! Tietokone päällä

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Mittaus 3 12.6.2010

HUOM! Aamulla lämmitetty leivinuunia
*KYSEISENÄ PÄIVÄNÄ EI MAHDOLISUUTTA TOISEEN
MITTAUKSEEN

mittaus 3/1

Olohuone						
2 henk	klo: 13:05-13:20					
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	34 599 175	34 059 553	32 031 157	29 760 027	29 361 676	31 962 318
>0,5	2 021 899	1 928 055	1 860 159	1 680 003	1 655 280	1 829 079
>1,0	223 310	167 903	176 733	130 572	126 245	164 953
>3,0	124 377	87 331	92 989	57 715	60 006	84 484
>5,0	71 708	41 620	45 694	20 663	24 750	40 887
>10,0	38 078	22 055	21 869	8 906	10 683	20 318
Makuuhuone						
0 henk	klo: 13:25-13:42					
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	29 237 112	28 902 594	27 415 178	27 375 068	27 581 600	28 102 310
>0,5	1 680 156	1 722 726	1 623 990	1 673 874	1 709 234	1 681 996
>1,0	165 752	166 782	159 031	177 669	190 586	171 964
>3,0	72 282	78 223	73 193	85 181	83 281	78 432
>5,0	32 758	34 033	30 452	30 829	32 031	32 021
>10,0	13 352	13 364	11 931	8 910	10 855	11 682
* huoneen ovi suljettuna						
Tietokonehuone						
1 henk	klo: 13:50-14:02					
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	26 580 125	26 242 887	26 667 585	25 403 780	24 577 082	25 894 292
>0,5	2 666 559	2 486 023	2 558 653	2 501 970	2 359 890	2 514 619
>1,0	459 178	398 090	425 966	433 775	423 148	428 031
>3,0	170 098	140 596	163 723	178 392	168 689	164 300
>5,0	62 517	49 894	67 164	78 948	70 109	65 726
>10,0	28 854	22 096	29 039	34 395	28 115	28 500

*

*) mittaus 4. suoritettu aivan venttiiliin sululta

* tietokoneet ei päällä

* ovi kiinni

* keittiössä alettiin valmistaa
ruokaa 3. mittauksen aikana

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Mittaus 4 13.6.2010

HUOM! Aamulla imuroitu

mittaus 4/1

*) nämä kaikki mittaukset suoritettu
venttiilin suun läheisyydestä

Olohuone						
2 henkilö		klo: 16:30-16:44				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	6 729 709	6 748 513	6 540 570	6 353 754	6 291 984	6 532 906
>0,5	971 884	983 841	907 956	889 206	996 083	949 794
>1,0	297 156	281 579	230 720	235 408	279 002	264 773
>3,0	150 353	140 700	109 316	106 290	130 604	127 453
>5,0	58 579	53 007	39 815	33 527	42 882	45 562
>10,0	20 414	17 254	11 020	11 235	9 964	13 977
* *) koira ja kissa huoneessa						
Makuuhuone						
0 henk		klo: 16:46-17:02				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	6 076 992	5 804 890	5 738 464	5 423 919	5 444 332	5 697 719
>0,5	957 384	846 229	837 518	797 263	784 711	844 621
>1,0	295 428	238 875	251 575	227 941	237 034	250 171
>3,0	144 506	119 080	124 538	111 485	111 210	122 164
>5,0	59 334	49 022	42 642	38 345	39 030	45 675
>10,0	17 105	17 113	13 738	9 586	9 267	13 362
* huoneen ovi kiinni						
Tietokonehuone						
0 henk		klo: 16:04-16:18				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	4 989 178	4 947 486	5 042 918	4 876 223	4 726 571	4 916 475
>0,5	795 321	778 671	791 493	789 444	758 599	782 706
>1,0	234 859	219 605	217 087	221 806	211 275	220 926
>3,0	107 821	97 265	93 544	93 325	92 555	96 902
>5,0	32 204	28 805	26 803	31 405	29 902	29 824
>10,0	9 252	6 934	7 100	8 386	8 899	8 114

* huoneen ovi kiinni

* tietokoneet ei auki

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

mittaus 4/2

HUOM! Sauna päällä (sähkösauna)

olohuone						
1-2 henk	klo: 20:15-20:30					
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	8 605 603	9 579 344	10 639 328	13 600 372	13 830 330	11 250 995
>0,5	1 782 614	2 006 204	2 396 391	3 163 276	3 257 324	2 521 162
>1,0	473 520	495 751	533 738	625 932	627 509	551 290
>3,0	205 038	204 971	212 247	246 282	233 669	220 441
>5,0	61 848	63 506	64 511	77 351	65 135	66 470
>10,0	14 177	15 876	15 860	21 160	17 440	16 903
makuuhuone						
2 henk	klo: 20:32-20:47					
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	13 265 249	14 319 789	13 974 267	14 062 967	13 691 977	13 862 850
>0,5	3 062 195	3 328 518	3 265 090	3 288 357	3 133 018	3 215 436
>1,0	609 340	629 704	647 394	648 801	597 671	626 582
>3,0	237 291	263 489	265 966	261 443	245 302	254 698
>5,0	86 336	94 535	106 030	102 404	95 840	97 029
>10,0	27 948	33 648	43 942	40 427	40 438	37 281
	*	*	*	*	*	
tietokonehuone						
1 henk	klo: 20:49-21:15					
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	32 606 621	30 384 895	29 888 951	29 480 524	29 291 016	30 330 401
>0,5	8 071 927	7 556 525	7 458 355	7 326 072	7 253 500	7 533 276
>1,0	998 962	870 853	925 397	842 893	831 562	893 933
>3,0	235 122	223 263	209 993	211 078	207 089	217 309
>5,0	53 833	50 975	53 743	48 190	54 974	52 343
>10,0	12 299	10 479	14 948	10 491	16 367	12 917

* 2 tietokonetta päällä

* kissa huoneessa

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Mittaus 5 14.6.2010

HUOM! Kanava puhdistuspäivä, ennen nuohousta

mittaus 5/1

Olohuone						
1 henkilö		klo: 7:38-7:53				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	5 900 458	6 175 062	6 447 083	6 240 914	5 918 307	6 136 365
>0,5	682 867	747 092	776 966	785 066	725 002	743 399
>1,0	158 429	194 389	204 586	218 489	199 508	195 080
>3,0	72 206	88 374	96 674	106 388	97 616	92 252
>5,0	21 288	30 645	30 857	38 199	32 420	30 682
>10,0	6 386	8 908	9 810	9 817	8 372	8 659
Makuuhuone						
1 henk		klo: 7:54-8:10				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	5 627 673	5 331 400	5 176 848	4 976 007	4 973 110	5 217 008
>0,5	906 913	777 024	770 488	735 302	728 470	783 639
>1,0	272 162	210 217	209 113	202 393	204 320	219 641
>3,0	137 238	97 639	91 931	91 334	91 125	101 853
>5,0	54 112	31 652	30 584	29 319	30 968	35 327
>10,0	15 664	8 181	8 357	5 508	7 653	9 073
Tietokonehuone						
0 henk		klo: 8:11-8:26				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	4 365 929	4 353 426	4 121 146	4 162 384	4 000 815	4 200 740
>0,5	732 468	728 172	692 666	716 365	688 992	711 733
>1,0	201 173	204 448	189 975	189 077	179 126	192 760
>3,0	86 675	86 783	79 867	84 862	77 757	83 189
>5,0	25 681	26 442	21 878	30 003	27 516	26 304
>10,0	3 745	4 791	6 581	7 989	9 231	6 467

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

mittaus 5/2

HUOM! Ensimmäinen mittaus puhdistuksen jälkeen

olohuone						
2 henk	klo: 12:58-13:13					
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	7 357 650	6 992 929	7 041 617	6 772 254	6 975 741	7 028 038
>0,5	3 352 626	3 188 187	3 229 664	3 089 945	3 241 702	3 220 425
>1,0	1 103 324	1 054 609	1 103 637	1 014 637	1 091 083	1 073 458
>3,0	378 302	382 410	393 952	340 522	385 381	376 113
>5,0	79 764	82 668	98 354	70 379	81 639	82 561
>10,0	13 383	14 933	17 105	10 308	14 438	14 033
makuuhuone						
0 henk	klo: 13:15-13:30					
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	6 399 814	6 000 094	6 005 806	5 970 761	5 940 115	6 063 318
>0,5	2 939 618	2 650 525	2 632 117	2 606 013	2 609 979	2 687 650
>1,0	1 006 303	851 794	853 312	840 075	847 824	879 862
>3,0	393 275	293 948	295 486	301 041	294 284	315 607
>5,0	105 252	75 220	68 435	72 107	70 236	78 250
>10,0	22 401	14 581	14 079	16 339	13 869	16 254
* huoneen ovi kiinni						
tietokonehuone						
1 henk	klo: 13:32-13:48					
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	5 512 996	5 471 529	5 625 313	5 489 351	5 223 486	5 464 535
>0,5	2 271 028	2 293 383	2 355 513	2 308 319	2 204 363	2 286 521
>1,0	713 583	752 097	778 056	764 087	731 286	747 822
>3,0	258 210	284 933	270 496	263 434	266 245	268 664
>5,0	64 515	70 608	68 112	58 322	68 874	66 086
>10,0	11 552	13 194	12 626	10 344	16 195	12 782

* huoneessa kissa

* kaksi tietokonetta huoneessa päällä

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

mittaus 5/3 Puhdistuspäivän ilta

Olohuone						
2 henk. klo:18:58-19:13						
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	4 387 775	4 336 168	4 248 048	4 320 669	4 225 266	4 303 585
>0,5	1 008 124	987 799	956 555	953 506	943 256	969 848
>1,0	373 972	347 733	330 923	320 918	319 162	338 542
>3,0	181 287	164 574	163 153	144 093	141 434	158 908
>5,0	71 589	57 717	59 473	50 877	46 433	57 218
>10,0	26 000	15 320	17 043	14 409	13 165	17 187
* TV auki						
Makuuhuone						
1-2 henk. klo:19:34-19:48						
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	5 346 516	5 040 387	5 140 072	5 044 268	5 112 605	5 136 770
>0,5	1 647 182	1 503 693	1 531 386	1 533 115	1 524 923	1 548 060
>1,0	694 762	630 225	649 030	631 711	608 617	642 869
>3,0	373 182	335 990	346 600	322 349	326 718	340 968
>5,0	165 700	144 808	141 774	132 355	136 058	144 139
>10,0	61 602	54 192	54 857	46 075	48 020	52 949
* huoneessa kissa						
Tietokonehuone						
2 henk. klo: 19:17-19:31						
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	5 560 591	5 473 628	5 375 799	5 410 277	5 410 277	5 446 114
>0,5	1 513 393	1 543 897	1 571 636	1 637 203	1 637 203	1 580 666
>1,0	506 831	558 797	600 856	613 551	613 551	578 717
>3,0	228 118	254 499	282 943	284 723	284 723	267 001
>5,0	76 690	83 943	99 047	95 856	95 856	90 278
>10,0	23 433	25 254	27 513	20 985	20 985	23 634
* kaksi tietokonetta huoneessa päällä						

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Mittaus 6 15.6.2010

mittaus 6/1

Olohuone 1 henk., + kissa klo:8:14-8:28						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	8 547 122	8 440 658	8 453 227	8 437 237	8 389 025	8 453 454
>0,5	1 091 630	1 041 309	1 030 100	1 043 795	1 029 862	1 047 339
>1,0	180 427	154 714	168 206	173 016	165 928	168 458
>3,0	57 182	53 293	62 007	62 834	61 645	59 392
>5,0	12 963	17 110	16 748	20 648	17 942	17 082
>10,0	1 598	3 386	3 563	5 874	3 908	3 666
Makuuhuone 0-1 henk., klo:8:30-8:49						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	10 707 569	10 096 326	10 495 053	10 309 308	10 018 073	10 325 266
>0,5	1 192 659	1 091 205	1 155 561	1 158 032	1 122 292	1 143 950
>1,0	203 884	158 955	190 313	203 948	172 453	185 911
>3,0	82 337	59 319	78 645	76 346	72 611	73 852
>5,0	25 841	20 069	27 161	24 914	20 644	23 726
>10,0	7 485	6 749	5 325	6 406	5 339	6 261
*						
* ongelma => koneeseen tuli hetkellisesti eroa						
Tietokonehuone 0-1 henk., klo:8:50-9:04						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	9 073 636	10 095 442	9 088 444	8 780 765	9 220 922	9 251 842
>0,5	987 793	1 129 205	1 019 050	1 003 930	1 027 879	1 033 571
>1,0	179 565	223 150	203 987	199 860	199 607	201 234
>3,0	72 859	102 992	87 295	93 884	85 418	88 490
>5,0	26 721	34 507	30 998	36 629	32 675	32 306
>10,0	6 413	12 387	10 511	11 913	8 346	9 914

! Huoneilma aistinvaraisesti tarkastettuna raikkaampi ja tuoksuton

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Mittaus 6/2

Olohuone						
1-2 henk. + kissa, TV auki, klo 17:07-17:22						
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	7 038 374	7 316 241	7 303 455	7 362 313	7 369 752	7 278 027
>0,5	549 663	538 661	517 574	525 052	515 503	529 291
>1,0	160 556	138 628	120 795	119 879	112 281	130 428
>3,0	95 052	83 034	70 018	68 121	61 745	75 594
>5,0	44 322	38 666	31 891	28 991	22 064	33 187
>10,0	13 884	11 404	8 552	8 715	6 583	9 828
Makuuhuone						
1 henk. klo:17:25-17:45						
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	7 024 949	6 544 425	6 737 713	6 470 880	6 521 256	6 659 845
>0,5	754 297	488 217	504 884	484 538	502 604	546 908
>1,0	310 079	137 226	134 955	131 452	138 544	170 451
>3,0	175 053	73 685	70 775	68 914	72 384	92 162
>5,0	73 472	28 833	26 919	23 384	23 120	35 146
>10,0	22 949	8 187	6 774	4 251	7 114	9 855
Tietokonehuone						
1 henk., tietokone auki, klo:17:46-18:02						
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	6 105 343	6 182 007	6 010 413	5 995 931	5 984 321	6 055 603
>0,5	574 185	572 479	578 032	583 456	591 644	579 959
>1,0	171 310	165 899	190 132	196 800	195 373	183 903
>3,0	78 257	77 088	91 071	94 036	84 117	84 914
>5,0	27 452	25 222	27 161	31 345	27 604	27 757
>10,0	5 704	4 618	4 970	7 124	4 986	5 480

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Mittaus 7 16.6.2010

mittaus 7/1

Olohuone						
1 henkilö		klo: 8:43-8:55				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	7 633 860	7 612 911	7 052 727	6 930 078	6 979 762	7 241 868
>0,5	920 529	926 388	878 737	833 337	869 931	885 784
>1,0	134 714	154 901	148 653	132 833	145 996	143 419
>3,0	53 106	67 913	65 414	53 061	63 383	60 575
>5,0	16 816	24 598	22 636	17 627	24 391	21 214
>10,0	3 540	6 951	8 199	4 985	7 655	6 266
Makuuhuone						
0 henk		klo: 8:57-9:11				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	7 002 838	6 997 067	6 477 509	6 672 067		6 787 370
>0,5	841 826	816 329	730 120	764 850		788 281
>1,0	159 975	150 775	425 310	136 305		218 091
>3,0	75 899	68 339	56 327	66 011		66 644
>5,0	27 551	24 445	20 142	23 549		23 922
>10,0	9 954	7 494	4 456	6 779		7 171
Tietokonehuone						
0 henk		klo: 9:13-9:27				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	6 219 192	6 070 263	6 175 420	5 977 687	6 009 571	6 090 427
>0,5	704 958	665 948	706 292	683 961	682 401	688 712
>1,0	128 302	125 410	143 954	137 717	130 989	133 274
>3,0	55 953	59 404	64 077	67 878	54 890	60 440
>5,0	20 670	16 590	23 074	22 982	318 712	80 406
>10,0	5 880	3 746	8 342	3 919	5 524	5 482

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

mittaus 7/2

olohuone						
1 henk	klo: 16:55-17:07		TV auki			
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	7 290 058	7 351 862	7 583 914	7 513 153	7 686 754	7 485 148
>0,5	517 418	555 181	623 221	599 275	617 438	582 507
>1,0	127 584	148 889	198 524	167 746	158 142	160 177
>3,0	70 074	80 581	110 945	91 594	83 701	87 379
>5,0	33 798	33 975	49 586	38 696	37 576	38 726
>10,0	13 802	12 807	13 934	9 230	11 219	12 198
makuuhuone						
0 henk	klo: 17:17-17:31					
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	7 884 037	7 722 651	7 491 427	7 398 435	7 450 708	7 589 452
>0,5	823 294	608 923	566 484	624 368	638 380	652 290
>1,0	328 782	170 298	149 898	179 503	185 741	202 844
>3,0	179 805	86 125	73 702	87 273	91 804	103 742
>5,0	70 746	28 767	25 635	31 156	33 560	37 973
>10,0	21 384	8 346	6 765	9 382	9 233	11 022
tietokonehuone						
0 henk	klo: 17:32-17:46		tietokone päällä			
	Hiukkasmäärä (1/m ³)					
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	7 830 886	7 918 453	8 072 978	8 258 402	8 291 190	8 074 382
>0,5	1 029 543	1 130 723	1 079 839	1 118 701	1 113 940	1 094 549
>1,0	260 410	301 903	264 322	284 336	276 793	277 553
>3,0	103 237	131 593	110 592	119 524	114 633	115 916
>5,0	29 368	38 358	31 952	34 809	35 956	34 089
>10,0	8 009	8 346	7 633	9 057	9 434	8 496

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Mittaus 8 17.6.2010

mittaus 8/1

Olohuone						
1 henkilö		klo: 8:30-8:44				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	5 891 044	5 948 490	5 862 149	5 749 040	5 743 176	5 838 780
>0,5	783 366	816 013	804 568	778 410	779 145	792 300
>1,0	115 659	116 138	126 575	111 912	116 266	117 310
>3,0	39 203	42 571	50 094	41 099	41 129	42 819
>5,0	12 062	11 221	15 330	9 963	11 217	11 959
>10,0	3 370	3 206	4 456	1 957	3 739	3 346
Makuuhuone						
0 henk		klo: 8:46-8:59				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	5 590 360	5 436 037	5 224 495	5 082 788	5 122 817	5 291 299
>0,5	704 487	692 104	688 966	641 564	669 291	679 282
>1,0	104 850	115 796	120 532	111 591	115 762	113 706
>3,0	39 653	41 929	45 466	45 634	48 441	44 225
>5,0	11 074	15 701	14 798	14 617	15 315	14 301
>10,0	3 215	4 639	4 635	4 100	4 986	4 315
Tietokonehuone						
0 henk		klo: 9:00-9:13				
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	4 925 724	4 915 457	5 047 656	5 201 946	5 031 176	5 024 392
>0,5	707 682	698 581	708 331	787 173	777 895	735 932
>1,0	141 037	141 455	143 942	173 105	173 713	154 650
>3,0	58 972	63 184	63 519	75 510	80 188	68 275
>5,0	18 117	20 765	22 596	27 425	28 981	23 577
>10,0	3 907	4 969	9 964	8 726	9 601	7 433

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Mittaus 1 3.12.2010

Mittaus

Olohuone						
klo: 18:04-18:18						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkasko- ko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	14598634	13848494	14549319	16006696	14662794	14 733 187
>0,5	1258900	1177017	1316021	1217899	1340186	1 262 005
>1,0	179588	165472	185411	173984	197027	180 296
>3,0	90327	87812	98127	86992	101720	92 996
>5,0	38762	35267	42130	43496	42220	40 375
>10,0	10313	7659	11910	0	11579	8 292

Makuuhuone						
klo: 18:41-18:57						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkasko- ko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	16 598 560	16 589 941	17 719 111	17 860 728	17 089 968	17 171 662
>0,5	1 460 278	1 474 976	1 660 644	1 610 216	1 444 188	1 530 060
>1,0	244 562	221 102	260 555	224 199	164 017	222 887
>3,0	143 149	118 753	142 104	122 617	84 688	122 262
>5,0	71 752	51 352	56 985	58 791	31 266	54 029
>10,0	19 536	15 691	17 382	19 237	7 861	15 941

Tietokonehuone						
tietokone päällä						
klo:18:22-18:37						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkasko- ko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	19 505 723	17 175 272	19 809 543	16 580 025	20996155	18 813 344
>0,5	1 758 071	1 562 717	1 731 205	1 654 581	1893235	1 719 962
>1,0	262 661	251 440	262 582	316 988	219398	262 614
>3,0	134 762	134 375	140 434	165 439	104280	135 858
>5,0	60 155	57 997	61 073	69 808	46188	59 044
>10,0	18 606	18 916	19 529	22 260	15988	19 060

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Mittaus 2 4.12.2010

Mittaus

Olohuone						
klo.10:37-10:52						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	31 728 832	31 114 886	31 237 480	32 213 796	30 854 784	31 429 956
>0,5	3 549 786	3 387 086	3 477 948	3 263 488	3 372 310	3 410 124
>1,0	232 708	210 420	210 443	114 843	222 147	198 112
>3,0	125 658	113 662	110 469	76 562	119 535	109 177
>5,0	65 040	58 989	57 812	38 281	61 816	56 388
>10,0	27 453	27 336	25 776	38 281	26 543	29 078

Makuuhuone						
klo.10:12-10:26						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	36 426 293	38 151 953	37 656 578	37 869 328	35 692 632	37 159 357
>0,5	3 943 055	4 086 561	4 070 194	4 102 880	3 897 132	4 019 964
>1,0	216 952	229 853	210 708	208 175	212 885	215 715
>3,0	115 498	122 861	105 086	104 087	109 904	111 487
>5,0	59 689	70 257	56 557	57 292	62 853	61 330
>10,0	26 241	36 555	30 152	26 333	30 894	30 035

Tietokonehuone						
klo.09:47-10:00						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	53 830 998	53 452 503	47 046 047	49 369 151	36 982 236	48 136 187
>0,5	5 403 150	5 457 247	4 803 283	5 015 635	3 783 302	4 892 523
>1,0	105 414	109 881	96 515	102 059	86 227	100 019
>3,0	27 302	33 698	29 445	20 591	26 068	27 421
>5,0	11 933	17 386	15 631	9 934	13 307	13 638
>10,0	4 520	6 990	5 998	4 335	5 833	5 535

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Mittaus 3 5.12.2010

Mittaus

Olohuone						
klo.15:10-15:31						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	30 425 669	29 821 580	30 525 345	29 483 155	29 071 815	29 865 513
>0,5	3 353 275	3 252 530	3 337 241	3 205 557	3 142 197	3 258 160
>1,0	170 103	133 083	137 224	124 468	126 655	138 307
>3,0	63 901	52 282	49 268	45 808	50 297	52 311
>5,0	25 778	23 033	16 422	19 492	21 321	21 209
>10,0	10 892	8 409	5 474	6 752	10 023	8 310

Makuuhuone						
klo.14:45-14:59						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	32 476 597	31 030 765	32 309 922	34 073 271	32 627 180	32 503 547
>0,5	3 218 749	3 170 989	3 386 492	3 462 783	3 366 934	3 321 189
>1,0	97 992	107 530	134 938	114 480	125 729	116 134
>3,0	32 541	41 624	55 363	46 897	50 932	45 471
>5,0	11 452	20 264	23 498	22 646	21 548	19 882
>10,0	3 817	7 850	9 079	6 954	8 192	7 178

Tietokonehuone tietokone päällä						
klo.14:20-14:42						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	48 447 030	42 205 476	39 846 208	38 599 678	33 597 918	40 539 262
>0,5	4 928 242	4 390 236	4 140 652	4 000 982	3 873 472	4 266 717
>1,0	127 331	119 674	113 761	121 660	202 683	137 022
>3,0	40 075	36 836	33 448	41 511	86 456	47 665
>5,0	15 301	14 294	10 843	15 813	34 047	18 060
>10,0	4 736	4 281	3 308	4 312	11 765	5 680

Mittauspöytäkirjat ennen ja jälkeen puhdistuksen

Ulkoilmamittaukset
3.-5.12.2010

Mittaus

3.12.2010						
klo. 18.41-19.22						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	73 560 839	78 817 645	80 784 082	95 397 775	87 517 171	83 215 502
>0,5	6 909 403	9 596 813	7 266 874	9 108 303	8 192 411	8 214 761
>1,0	181 084	2 687 829	243 695	1 548 926	1 115 137	1 155 334
>3,0	25 639	1 812 643	63 079	983 743	678 063	712 633
>5,0	5 697	486 532	12 759	419 463	213 616	227 613
>10,0	1 068	1 431	1 437	3 972	4 114	2 404

4.12.2010

4.12.2010						
klo. 10.59-11.13						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	140 590 119	129 216 961	138 601 370	129 957 462	135 587 101	134 790 603
>0,5	19 891 007	18 162 369	19 822 466	17 106 430	18 878 357	18 772 126
>1,0	383 481	345 745	337 274	299 582	343 465	341 909
>3,0	20 670	22 667	20 488	23 016	26 749	22 718
>5,0	5 524	4 461	4 275	7 493	8 916	6 134
>10,0	0	178	356	1 962	2 853	1 070

5.12.2010

5.12.2010						
klo.14.07-14.18						
Hiukkasmäärä (1/m ³)						
Hiukkaskoko	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	1/m ³	keskiarvo (1/m ³)
>0,3	123 138 516	132 115 670	126 282 895	133 820 828	133 130 036	129 697 589
>0,5	15 774 188	16 775 198	15 994 383	17 601 284	17 601 092	16 749 229
>1,0	340 303	325 053	404 672	352 730	360 302	356 612
>3,0	16 210	16 631	48 917	16 570	14 221	22 510
>5,0	3 782	1 626	8 943	3 641	3 463	4 291
>10,0	900	361	547	546	911	653

Hiukkasmittausten keskiarvot eri huoneissa

20.6.2010

Kesäkuu

Kesäkuu

punainen lisäys
vihreä vähennys

Olohuone

Puhdistusta edeltäneiden mittausten k-a / OLOHUONE	Hiukkas- koko	Puhdistuksen jälkeisten mittausten k-a /OLOHUONE		Prosentuaalinen muutos (%)
15 233 801	>0,3	6 683 460	44	56
1 884 023	>0,5	1 102 474	59	41
350 276	>1,0	281 138	80	20
150 112	>3,0	112 950	75	25
54 674	>5,0	34 238	63	37
18 216	>10,0	8 734	48	52

Makuuhuone

Puhdistusta edeltäneiden mittausten k-a / MH	Hiukkas- koko	Puhdistuksen jälkeisten mittausten k-a /MH		Prosentuaalinen muutos (%)
14 205 637	>0,3	6 643 077	47	53
1 827 948	>0,5	1 090 713	60	40
362 303	>1,0	315 930	87	13
157 853	>3,0	135 178	86	14
58 603	>5,0	46 470	79	21
19 988	>10,0	14 018	70	30

T-K huone

Puhdistusta edeltäneiden mittausten k-a / T-K HUONE	Hiukkas- koko	Puhdistuksen jälkeisten mittausten k-a /T-K HUONE		Prosentuaalinen muutos (%)
14 739 051	>0,3	6 303 961	43	57
2 274 216	>0,5	1 091 981	48	52
398 050	>1,0	303 975	76	24
143 995	>3,0	127 747	89	11
46 519	>5,0	47 259	102	2
14 680	>10,0	10 082	69	31

Mittaustulosten analysointi

Hiukkasmittausten keskiarvot eri huoneissa

1.12.2010

Kesäkuu

Joulukuu

punainen lisäys

vihreä vähennys

Olohuone

Puhdistusta edeltäneiden mittausten k-a / OLOHUONE	Hiukkas- koko	Puhdistuksen jälkeisten mittausten k-a /OLOHUONE		Prosentuaalinen muutos (%)
15 233 801	>0,3	28 944 855	53	47
1 884 023	>0,5	2 957 071	64	36
350 276	>1,0	184 912	53	47
150 112	>3,0	93 074	62	38
54 674	>5,0	45 080	82	18
18 216	>10,0	17 718	97	3

Makuuhuone

Puhdistusta edeltäneiden mittausten k-a / MH	Hiukkas- koko	Puhdistuksen jälkeisten mittausten k-a /MH		Prosentuaalinen muutos (%)
14 205 637	>0,3	35 829 598	40	60
1 827 948	>0,5	3 626 401	50	50
362 303	>1,0	166 552	46	54
157 853	>3,0	70 315	45	55
58 603	>5,0	30 247	52	48
19 988	>10,0	10 092	50	50

T-K huone

Puhdistusta edeltäneiden mittausten k-a / T-K HUONE	Hiukkas- koko	Puhdistuksen jälkeisten mittausten k-a /T-K HUONE		Prosentuaalinen muutos (%)
14 739 051	>0,3	25 342 885	58	42
2 274 216	>0,5	2 643 429	86	14
398 050	>1,0	172 238	43	57
143 995	>3,0	84 828	59	41
46 519	>5,0	39 324	85	15
14 680	>10,0	15 227	96	4

Hiukkasmittausten keskiarvot eri huoneissa

Kesäkuu

Joulukuu

punainen lisäys
vihreä vähennys

Olohuone

Puhdistuksen jälkeisten mittausten k-a /OLOHUONE	Hiukkas-koko	Puhdistuksen jälkeisten mittausten k-a /OLOHUONE		Prosentuaalinen muutos (%)
6683460	>0,3	28944855	23	77
1102474	>0,5	2957071	37	63
281138	>1,0	184912	66	34
112950	>3,0	93074	82	18
34238	>5,0	45080	76	24
8734	>10,0	17718	49	51

Makuuhuone

Puhdistuksen jälkeisten mittausten k-a /MH	Hiukkas-koko	Puhdistuksen jälkeisten mittausten k-a /MH		Prosentuaalinen muutos (%)
6643077	>0,3	35829598	18	82
1090713	>0,5	3626401	30	70
315930	>1,0	166552	53	47
135178	>3,0	70315	52	48
46470	>5,0	30247	65	35
14018	>10,0	10092	72	28

Tietokonehuone

Puhdistuksen jälkeisten mittausten k-a /T-K HUONE	Hiukkas-koko	Puhdistuksen jälkeisten mittausten k-a /T-K HUONE		Prosentuaalinen muutos (%)
6303961	>0,3	25342885	25	75
1091981	>0,5	2643429	41	59
303975	>1,0	172238	57	43
127747	>3,0	84828	66	34
47259	>5,0	39324	83	17
10082	>10,0	15227	66	34