

Sisäilmastoseminaari 2010

**ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN
KUNTO JA LIKAKERTYMÄT
NELJÄSSÄ KIINTEISTÖSSÄ**

Vesa Asikainen¹, Rauno Holopainen² ja Pertti Pasanen¹

¹Itä-Suomen yliopisto, Ympäristötieteen laitos

²Työterveyslaitos, Laadukas sisäympäristö -teema



ITÄ-SUOMEN YLIOPISTO

Sairaaloiden ilmanvaihtokanaviston puhtaus ja puhdistuksessa leviävien epäpuhtauksien hallinta (TSR-hanke 108065)

Kuopion yliopisto
Ympäristötieteen laitos

Työterveyslaitos
Laadukas sisäympäristö -teema

Rahoittajat
Työsuojelurahasto, Helsingin kaupungin kiinteistöviraston tilakeskus, HUS-Kiinteistöt Oy, Kuopion yliopistollinen sairaala, Are Oy ja Fläkt Woods Oy

Hankkeen kesto
1.6.2008-31.5.2010



Taustaa

- Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta ohjannut Sisäasiainministeriön asetus 802/2001 /1/, joka oli voimassa vuoden 2006 loppuun.
- Esimerkiksi koulujen ja sairaaloiden tulo- ja poistoilmajärjestelmät on puhdistettava vähintään viiden vuoden välein.
- Yksityisten asunto- ja toimistorakennuksien ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusväliä kyseinen asetus ei ole ohjannut ja puhdistukset on tyypillisesti toteutettu yli kymmenen vuoden välein.
- Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistustarve on siis määräytynyt pääasiallisesti ajallisesti määräytyvän puhdistusvälin eikä niinkään puhdistustarpeen mukaan.

Tutkimuksen tavoitteet

1. Arvioida tulo- ja poistoilmajärjestelmien likakertymiä ennen puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen ja selvittää ilmanvaihtojärjestelmien kuntoa
2. Testata silmämääräiseen arviointiin perustuvan ilmanvaihtojärjestelmien kuntoa ja puhtautta arvioivan määrittämenetelmän käyttökelpoisuutta ja luotettavuutta vertaamalla saatuja tuloksia kolmella eri kvantitatiivisella pölykertymän määrittämenetelmällä saatuihin tuloksiin
3. Verrata geeliteippimenetelmällä mitattuja pölypeittoprosentteja suodatinkeräysmenetelmällä mitattuihin pölykertymiin

Tutkimukseen valitut ilmanvaihtojärjestelmät

Kolme sairaalaa ja yksi toimistorakennus

Sairaala A: Ilmanvaihtojärjestelmät asennettu 1980-luvun alkupuolella ja puhdistettu neljä vuotta sitten.

Sairaala B: Ilmanvaihtojärjestelmät asennettu 1990-luvun puolivälissä ja puhdistettu viisi vuotta sitten.

Sairaala C: Ilmanvaihtojärjestelmät asennettu 1980-luvun alkupuolella. Poistoilmakanavat puhdistettu viisi vuotta sitten, mutta tuloilmakanavia ei oltu puhdistettu asentamisen jälkeen.

Toimistorakennus: Ilmanvaihtojärjestelmät on asennettu 1990-luvun lopussa eikä järjestelmiä ole puhdistettu asentamisen jälkeen.

Tutkimukseen valitut ilmanvaihtojärjestelmät

Kolme sairaalaa ja yksi toimistorakennus

Sairaala A: Ilmanvaihtojärjestelmät asennettu 1980-luvun alkupuolella ja puhdistettu neljä vuotta sitten.

Sairaala B: Ilmanvaihtojärjestelmät asennettu 1990-luvun puolivälissä ja puhdistettu viisi vuotta sitten.

Sairaala C: Ilmanvaihtojärjestelmät asennettu 1980-luvun alkupuolella. Poistoilmakanavat puhdistettu viisi vuotta sitten, mutta tuloilmakanavia ei oltu puhdistettu asentamisen jälkeen.

Toimistorakennus: Ilmanvaihtojärjestelmät on asennettu 1990-luvun lopussa eikä järjestelmiä ole puhdistettu asentamisen jälkeen.

Tutkimusmenetelmät

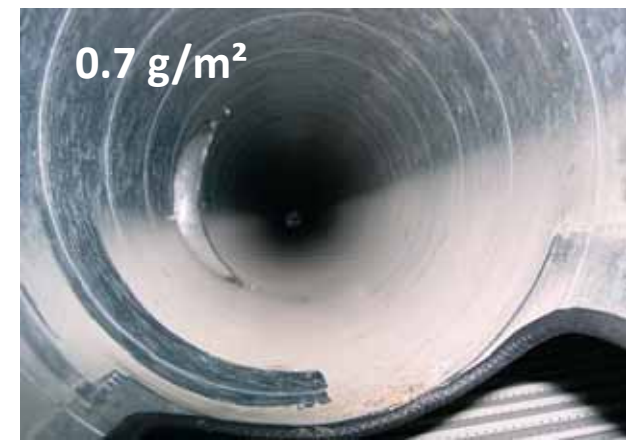
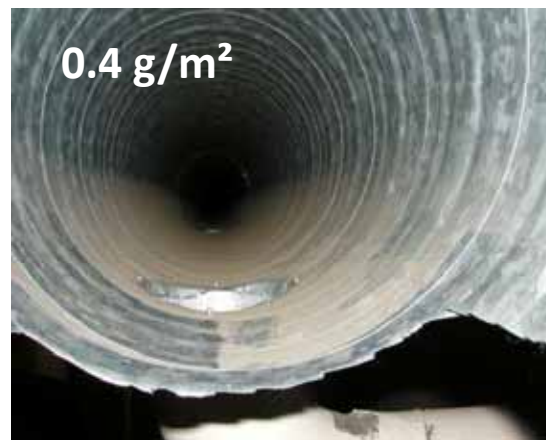
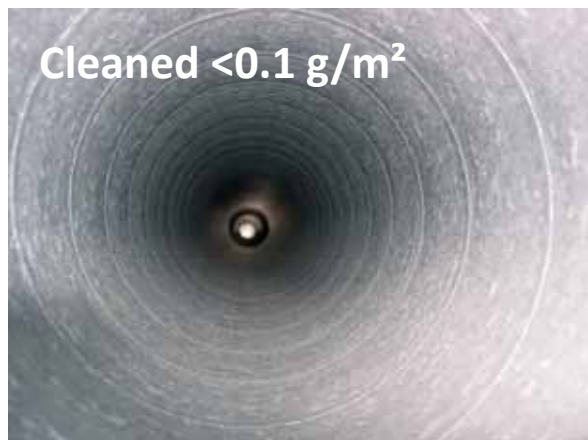
Tuloilmanvaihtojärjestelmien silmämääräinen kunnon ja likakertymien arviointi

- Tuloilmanvaihtojärjestelmien kuntoa ja puhtautta arvioitiin ensisijaisesti silmämääräisesti LVI-kortin 39-10409 mukaisesti
- Ohjeet tuloilmakoneen eri osien (ulkoilman sisäänotto, ulkoilmakammio, ulkoilmapelti, suodatinkammiot ja suodattimet, lämmön talteenotto, lämmitys- ja jäähdytyspatterit, kostutusjärjestelmät, puhallin ja äänen-vaimentimet) kunnon ja puhtauden arviointiin
- Ohjeet tuloilmakanaviston puhtauden arviointiin.

Tutkimusmenetelmät

Tuloilmanvaihtojärjestelmien silmämääräinen kunnon ja likakertymien arviointi

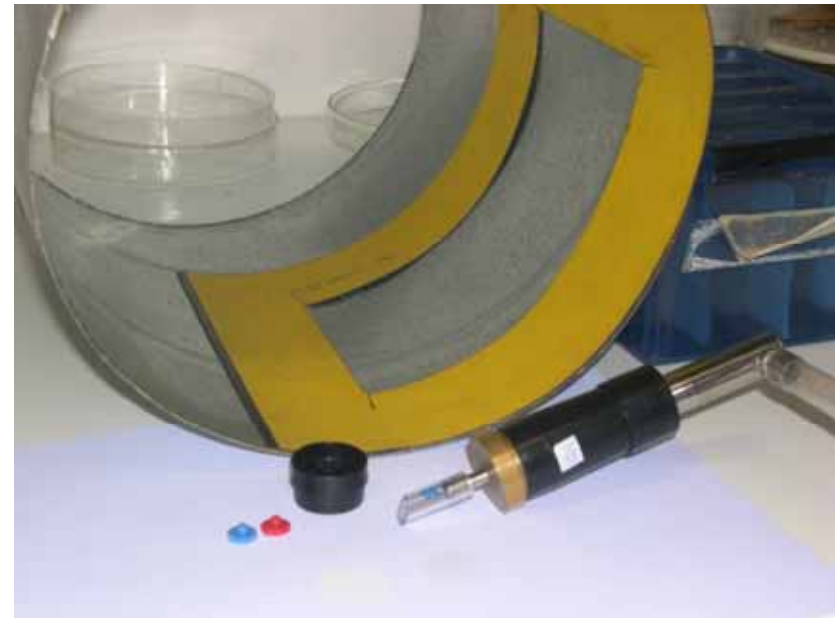
- Puhtauden arviointi perustuu pääosin silmämääräisen arviointiasteikon käyttöön.
- Arviointiasteikko koostuu kuvasarjasta, joka käsittää likakertymätasoltaan erilaisia kierresaumakanavia ja suorakaidekanavia.



Tutkimusmenetelmät

Suodatinkeräysmenetelmä

- Tulo- ja poistokanavat
- Likakertymänäyte imemällä näytteenottoalueella (kierresaumakanavan alaneljännes) oleva pöly suodattimelle
- Punnitus laboratoriossa suodatinkoteloineen ja näytteenottosuulakkeineen ennen näytteenottoa ja näytteenoton jälkeen.



Tutkimusmenetelmät

Geeliteippimenetelmä

- Tuloilmakanavan likakertymä
- Likakertymänäyte geeliteipillä kierresaumakanavan alaneljänneksen keskeltä
- Analysoidaan BM-dustdetectorilla kentällä.

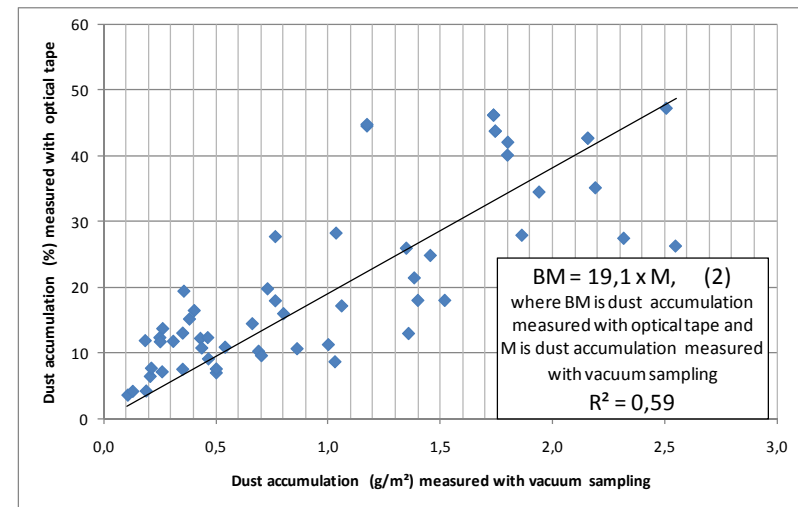
Kampamenetelmä

- Poistokanavan likakertymä
- Pölykampa asetettiin kierresaumakanavan alaneljänneksen keskelle ja kampa vedettiin noin viiden senttimetrin matka kanavan pinnalla.
- Pölykerroksen paksuus määritettiin kamman piikeistä (25, 51, 76, 102, 127, 152...305 μm) pölyyn jääneiden jälkien perusteella.

Tuloksia

Suodatinkeräys- ja geeliteippimenetelmällä määritettyjen likakertymien vertailu

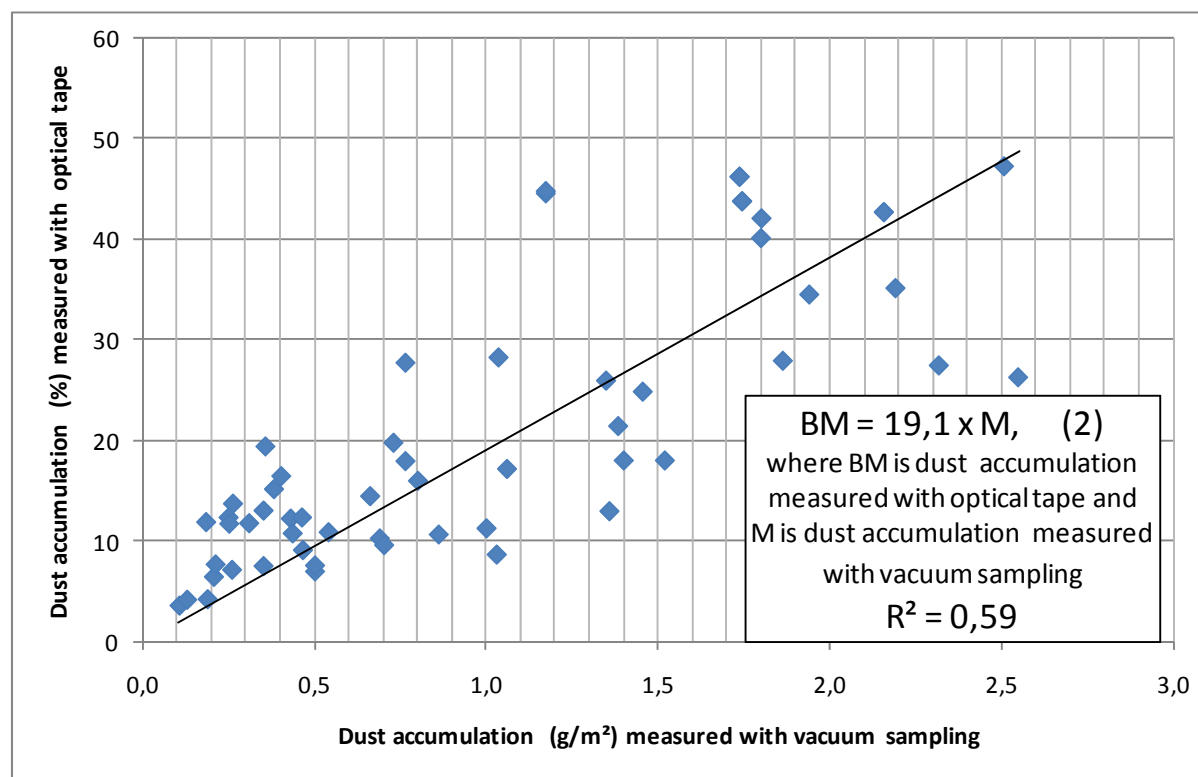
- Lineaarinen sovite ($R^2=0,59$)
- P1-järjestelmille asetettu pölykertymän ohjearvo $0,7 \text{ g/m}^2$ vastaa pölypeitto prosenttia 13,4 %
- Sisäilmastoluokituksen mukaista ilmanvaihtojärjestelmän puhdistustarpeen ohjearvoa $2,0 \text{ g/m}^2$ vastaa pölypeitto prosentti 38,2 %



Tuloksia

Suodatinkeräys- ja geeliteippimenetelmällä määritettyjen likakertymien vertailu

Menetelmien välinen vertailu on vaikeaa, koska menetelmät mittaavat eri asiaa ja esimerkiksi lian tiheys ja kokojakauma vaikuttavat ratkaisevasti saataviin mittaustuloksiin.



Tuloksia

Tuloilmajärjestelmien likakertymät ennen puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen.

Tutkimus- kohde	Tarkastuksen ajankohta	Keskimääräinen likakertymä ja sen vaihteluväli		Keskimääräinen pölypeittoprosen- tti ja vaihteluväli
		Silmämääräinen arviointi [g/m ²]	Suodatinkeräys- menetelmä [g/m ²]	Geeliteippi- menetelmä [%]
Sairaala A	Ennen	7,7 (0,2-30)	8,3 (0,2-16,3)	-
	Jälkeen	0,2 (0,1-0,2)	-	7,1 (1,7-11,3)
Sairaala B	Ennen	AMR	AMR	2,5 (0,5-5,6)
	Jälkeen	AMR	AMR	4,1 (2,7-7,4)
Sairaala C	Ennen	4,2	3,0	-
	Jälkeen	0,2 (AMR-0,3)	0,3	10,9 (6,5-15,2)
Toimisto- rakennus	Ennen	0,6 (AMR-7,0)	0,6 (AMR-1,8)	-

Tuloksia

- Kaikkien kohteiden tuloilmanvaihtojärjestelmissä (N=14) puutteita tai epäkohtia, jotka vaativat korjaamista.
- Ulkoilman sisäännotossa oli vakavia puutteita kolmessa tuloilmakoneessa, jotka voivat johtaa kosteuden merkittävään tunkeutumiseen ilmanvaihtojärjestelmään ja aiheuttaa toiminnallisten ongelmien lisäksi myös mikrobikasvua tuloilman hienosuodattimilla tai muilla ilmanvaihtokoneen pinnoilla.
- Vakavien ulkoilman sisäänottoon liittyvien puutteiden lisäksi merkkejä kosteuden tunkeutumisesta ilmanvaihtokoneen esisuodattimille havaittiin kuudessa tuloilmakoneessa, mutta näissä riski todennäköisesti rajoittui toiminnallisiin ongelmiin.

Tuloksia

- Lämmön talteenottopatterit olivat yleisesti likaisia ja niiden puhdistaminen koettiin erittäin hankalaksi.
- Myös lämmön talteenoton kondenssiveden keräämisessä oli useissa ilmanvaihtokoneissa puutteita ja kondenssiveden keruuta ei oltu toteutettu laisinkaan tai kondenssivesiviemärit ja niissä olevat hajulukot olivat erittäin likaisia.
- Lämmitys- ja jäähdytyspatterit olivat myös likaisia, mutta likakertymät olivat alhaisempia kuin lämmön talteenoton pattereissa.

Tuloksia

- Tutkittujen ilmanvaihtokoneiden puhaltimet ja puhallinkammiot olivat silmämääräisesti hyvässä kunnossa eivätkä niiden likakertymät olleet merkittäviä.
- Ilmanvaihtokoneiden tai runkokanavien äänenvaimentimissa havaittiin merkittäviä vaurioita neljällä ilmanvaihtokoneella ja pienempiä vaurioita havaittiin kahdella ilmanvaihtokoneella.
- Tuloilman päätelaitteiden äänenvaimentimissa havaittiin merkittäviä vaurioita kaikissa sairaalakohteissa, mutta toimistokohteessa tuloilman päätelaitteiden äänenvaimentimissa ei havaittu vaurioita.

Tuloksia

Poistoilmajärjestelmien likakertymät ennen puhdistusta ja puhdistuksen jälkeen.

Tutkimus- kohde	Tarkastuksen ajankohta	Keskimääräinen likakertymä ja sen vaihteluväli		Keskimääräinen likakerroksen paksuus ja vaihteluväli
		Silmämääräin en arviointi [g/m ²]	Suodatinkeräys- menetelmä [g/m ²]	Kampamenetelmä [μm]
Sairaala A	Ennen	0,8 (0,6-1,0)	0,4	50 (50-50)
	Jälkeen	0,6	-	AMR**
Sairaala B	Ennen	4,1 (1,5-10,0)	2,8 (1,4-8,1)	128 (76-305)
	Jälkeen	0,4 (AMR*- 2,0)	AMR*	30 (AMR**-152)
Sairaala C	Ennen	3,8	3,7	133 (127-178)
	Jälkeen	0,4 (0,3-0,5)	0,2	AMR**
Toimisto- rakennus	Ennen	2,9 (0,3-20,0)	2,9 (0,7-9,1)	76 (AMR-279)

JOHTOPÄÄTÖKSET

- Visuaalisella arvioinnilla arvioinnilla pystyttiin suhteellisen luotettavasti arvioimaan tuloilmajärjestelmän likakertymiä
- Rinnakkaisista mittauspisteistä mitatut pölykertymät ja pölypeittoprosentit korreloivat toisiinsa melko huonosti ($R^2=0,55$)
- Voidaan arvioida, että esimerkiksi uusille P1-puhtaustason ilmanvaihtojärjestelmille annettua pölykertymän ohjearvoa $0,7 \text{ g/m}^2$ vastaa pölypeittoprosentti 13,4 %.
- Geeliteippimenetelmää voidaan kenttäkelpoisena menetelmänä käyttää puhdistustarpeen ja puhdistamisen onnistumisen arviointiin silmämääräisen arvioinnin tukena.
- Geeliteippimenetelmällä mitattavien tavoitetasojen määrittäminen?

JOHTOPÄÄTÖKSET

- Alle 10 vuotta sitten puhdistetuissa/asennetuissa tuloilmajärjestelmissä havaittiin rakennusvaiheessa kertyneen lian lisäksi vain vähän käytön aikana kertynyttä likaa, kun suodatintaso oli F7 tai F8.
- Noin 20 vuotta sitten asennetussa tuloilmajärjestelmässä myös käytön aikana kertynyt likakertymä oli merkittävä.
- Tuloilmajärjestelmissä havaittiin runsaasti esimerkiksi ulkoilman sisäänottoon ja äänenvaimentimiin liittyviä puutteita.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Suosituksset

1. Tuloilmajärjestelmien likakertymät ja kunto tarkistetaan systemaattisesti ulkopuolisen tarkastajan toimesta määräaikaisesti esimerkiksi viiden vuoden välein ja tarkastuksen perusteella määritettäisiin järjestelmän puhdistus- ja kunnostustarve ennalta sovittujen tavoitetasojen mukaan.
2. Arvioinnin jälkeen toteutetaan kunnostustoimenpiteet, jonka jälkeen järjestelmä tarvittaessa puhdistetaan.
3. Lämmön talteenoton sekä lämmitys- ja jäähdytyspattereiden likakertymät tulee arvioida vuosittain ja tarvittaessa ne tulisi puhdistaa useammin kuin muu järjestelmä esimerkiksi suodattimen vaihtojen yhteydessä.

JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkituissa poistoilmajärjestelmissä, jotka oli puhdistettu noin viisi vuotta sitten, oli merkittäviä järjestelmän toimintaan vaikuttavia likakertymiä esimerkiksi pääte-, säätö- ja lämmön talteenottolaitteissa.

Suositus

Poistoilmajärjestelmien puhdistus toteutettaisiin määräaikaisesti viiden vuoden välein, kuten Sisäasiainministeriön vuonna 2001 antama asetus on ohjeistanut.

Kiitokset mielenkiinnosta!

*Tutkija
Vesa Asikainen*

s-posti: vesa.asikainen@uef.fi

puhelin: 050-4139185



ITÄ-SUOMEN
YLIOPISTO

www.uef.fi