

UNIVERSITY OF HELSINKI

TM Rakennus-
maailma

Sisäilmapuhdistimien hiukkaskokojaotellut puhdistustaajuudet

Joonas Koivisto¹, Bjarke Mølgaard², Tareq Hussein² ja Kaarle Hämeri²

¹ Työterveyslaitos, Nanoturvallisuuskeskus, Helsinki.

² Ilmakehätieteiden osasto, Fysiikan laitos, Helsingin yliopisto.

Sisäilman epäpuhtaudet

(Bernstein et al., J Allergy Clin Immunol, 2008, 12:585-591)



- Tyypillisimmät epäpuhtaudet:
 - O_3 , NO_2 , SO_2 , CO , VOC (kemialliset ja mikrobiologiset), hiukkaset ja pöly
- Oireita:
 - Atopia; astma; silmien-, nenän- ja kurkun ärsytys; yskä ja nuha; väsymys; huimaus; päänsärky; pahoinvointi
- Hiukkasten terveysvaikutukset:
 - Keuhkosairaudet, sydän- ja verisuonitaudit, keskushermostosairaudet, alentaa syntymäpainoa

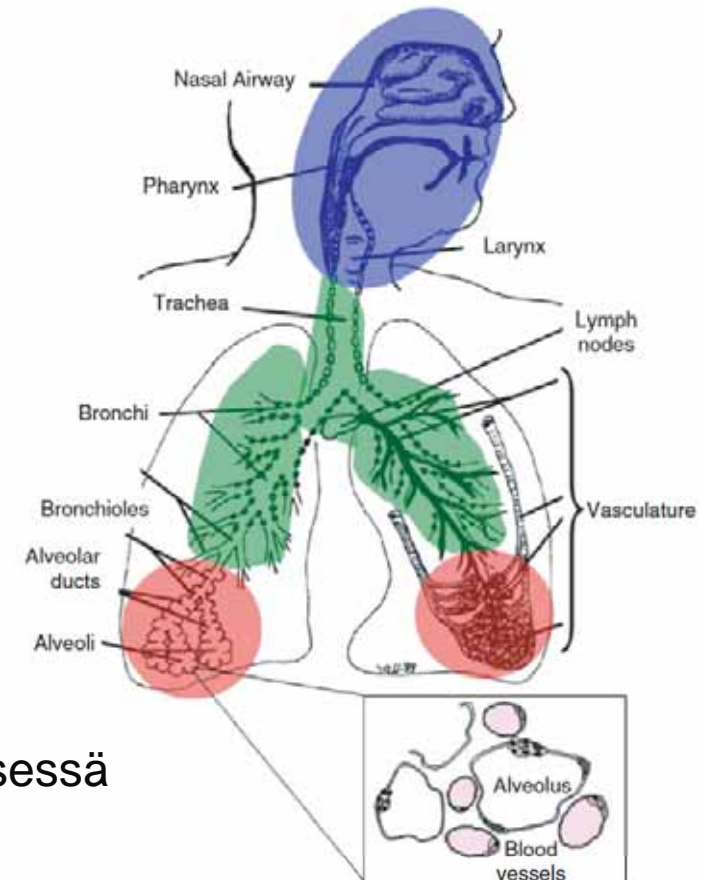
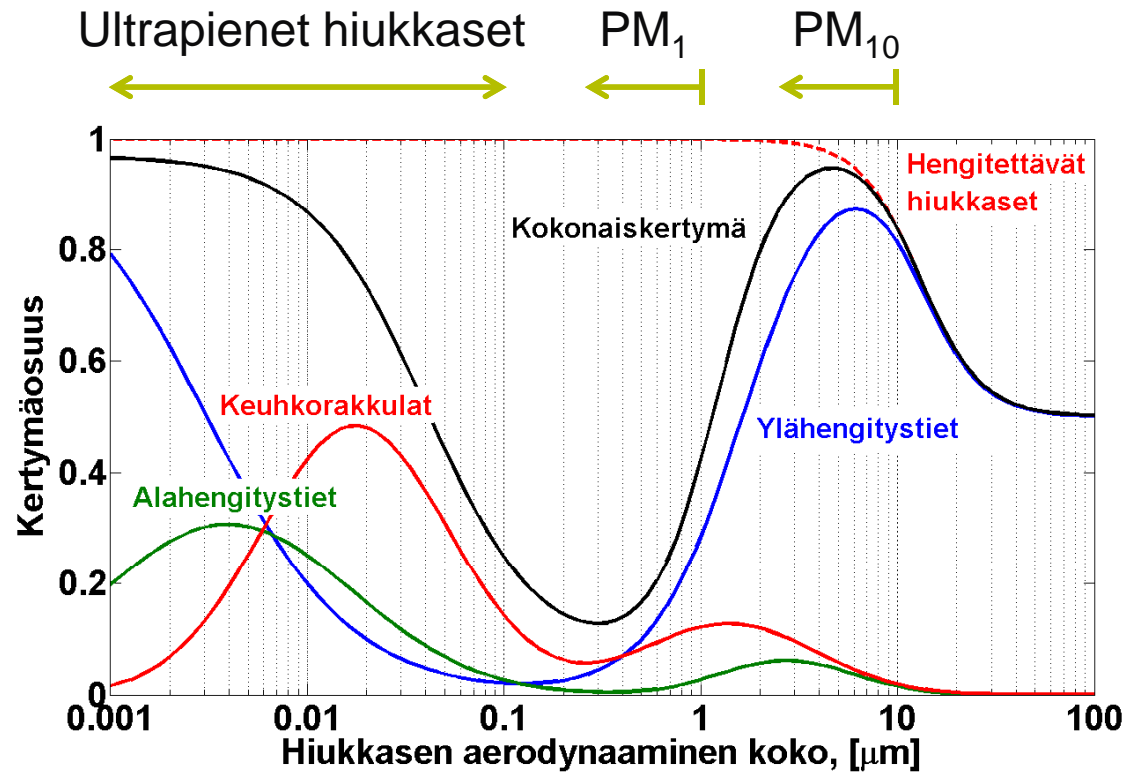
Epäpuhtauslähteet



Ulkoilmasta ilmanvaihdon mukana ja sisätilan lähteistä

- Ultrapienet hiukkaset ($D_p < 0.1 \mu\text{m}$)
 - Paikallinen polttoprosessi
 - Uusien hiukkasien synty kaasumaisista lähtöaineista
- Pienhiukkaset ($0.1 < D_p < 1 \mu\text{m}$)
 - Ikääntyneet polttoprosessihiukkaset, esim. liikenteestä, tehtaista, metsäpalosta.
- Karkeat hiukkaset ($D_p > 1 \mu\text{m}$)
 - Siitepöly, katupöly, siivous, eläimet, home-itiöt

Kertymä hengitystiehyisiin



Hiukkasten kertymäosuudet sisään- ja uloshengityksessä (ICRP, 1994).

Testatut puhdistimet



Electrolux Z9124



IQAir HealthPro 150



Plymovent



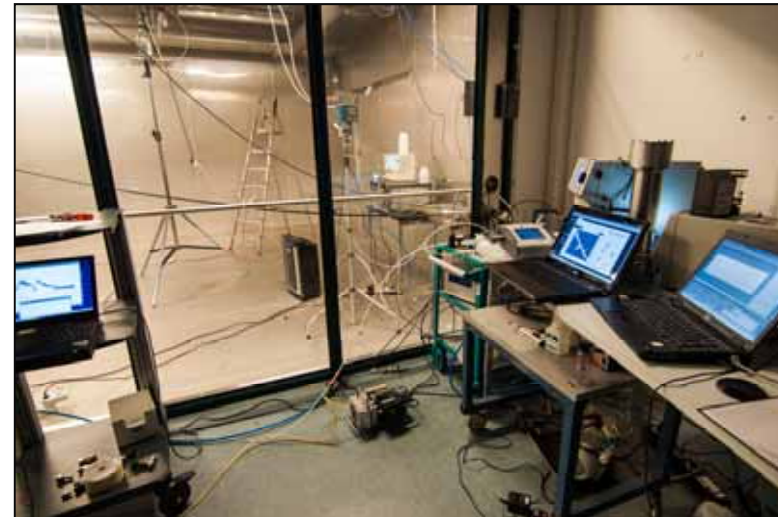
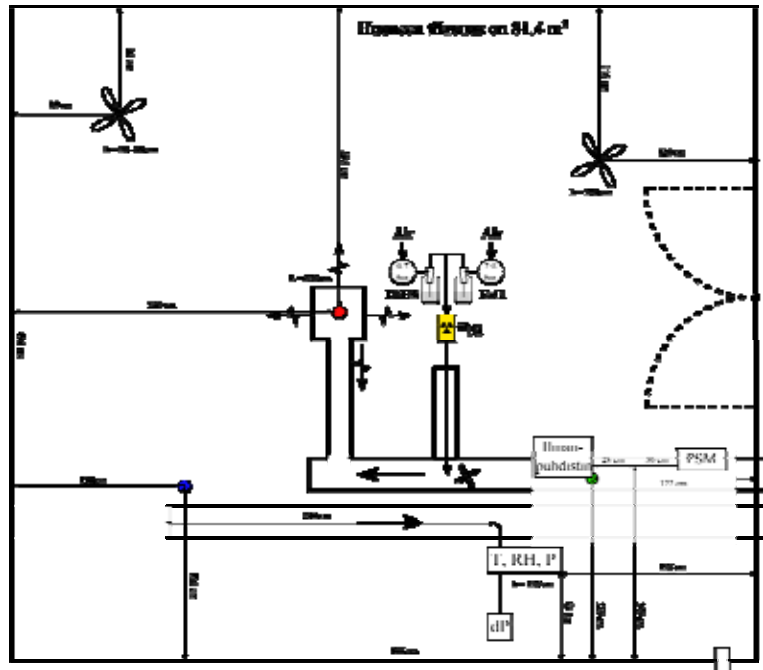
Elixair E400



LightAir Ionflow
50 Style

- Viikon sisäänajo minimiteholla
- Laitteita käytettiin valmistajan ohjeiden mukaisesti

Sisäilman puhdistimien testaus

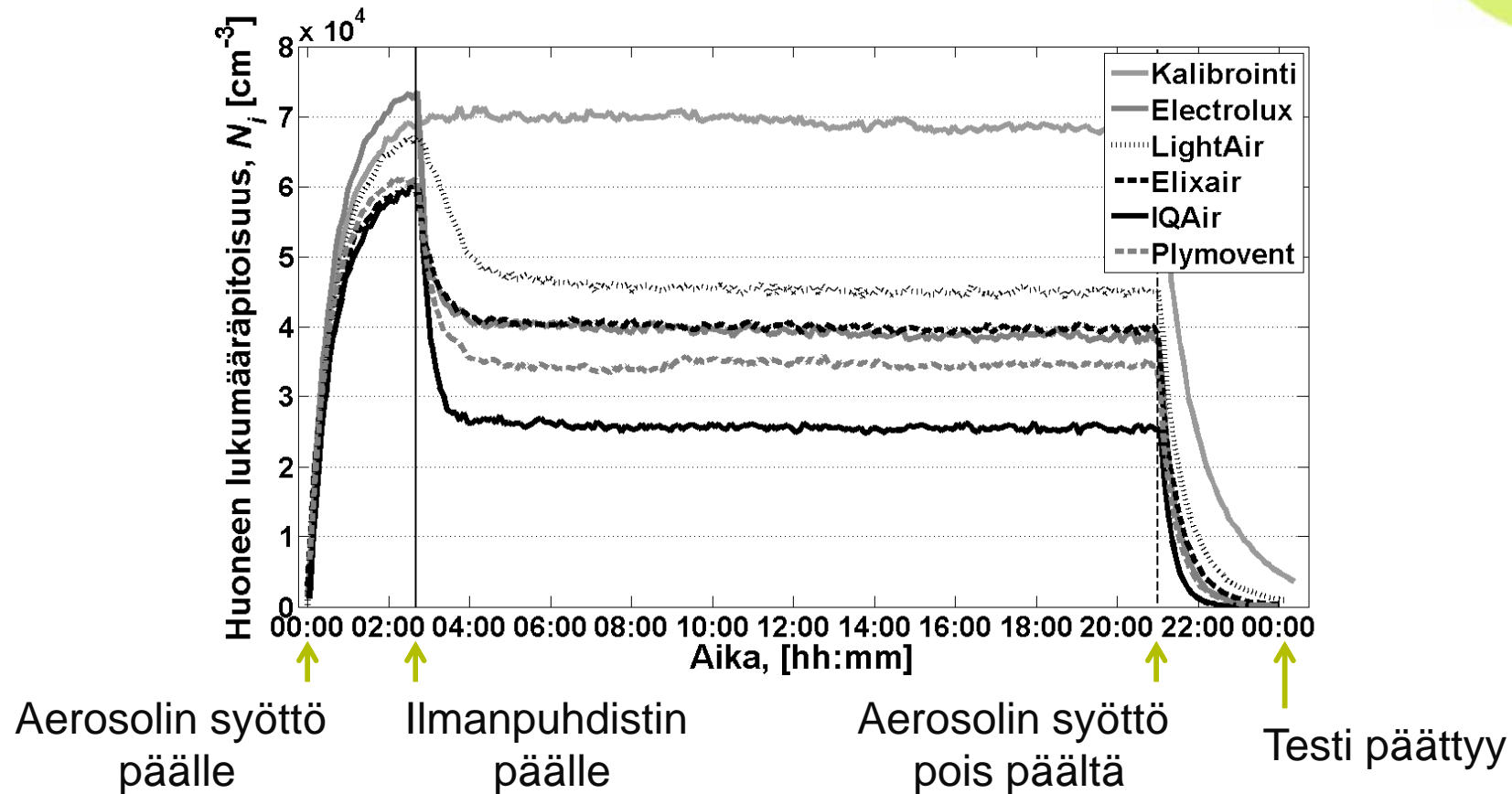


Aerosolihiukkasten massatasapainoyhtälö:

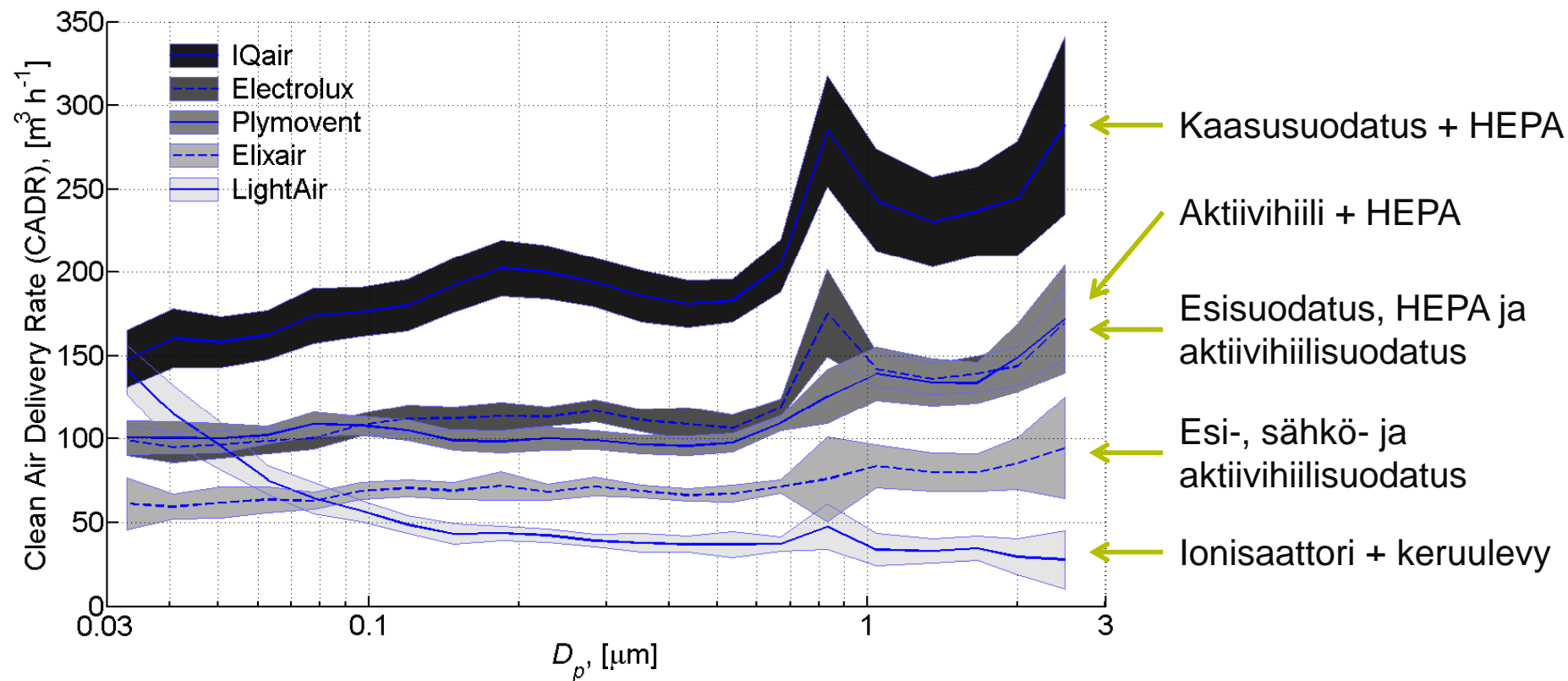
$$\frac{dN_i}{dt} = \lambda N_{vent,i} - (\lambda + \beta_i + \gamma_i)N_i + S_i + J_{coag,i}$$

jossa $\gamma_i = CADR_i/V_{room}$

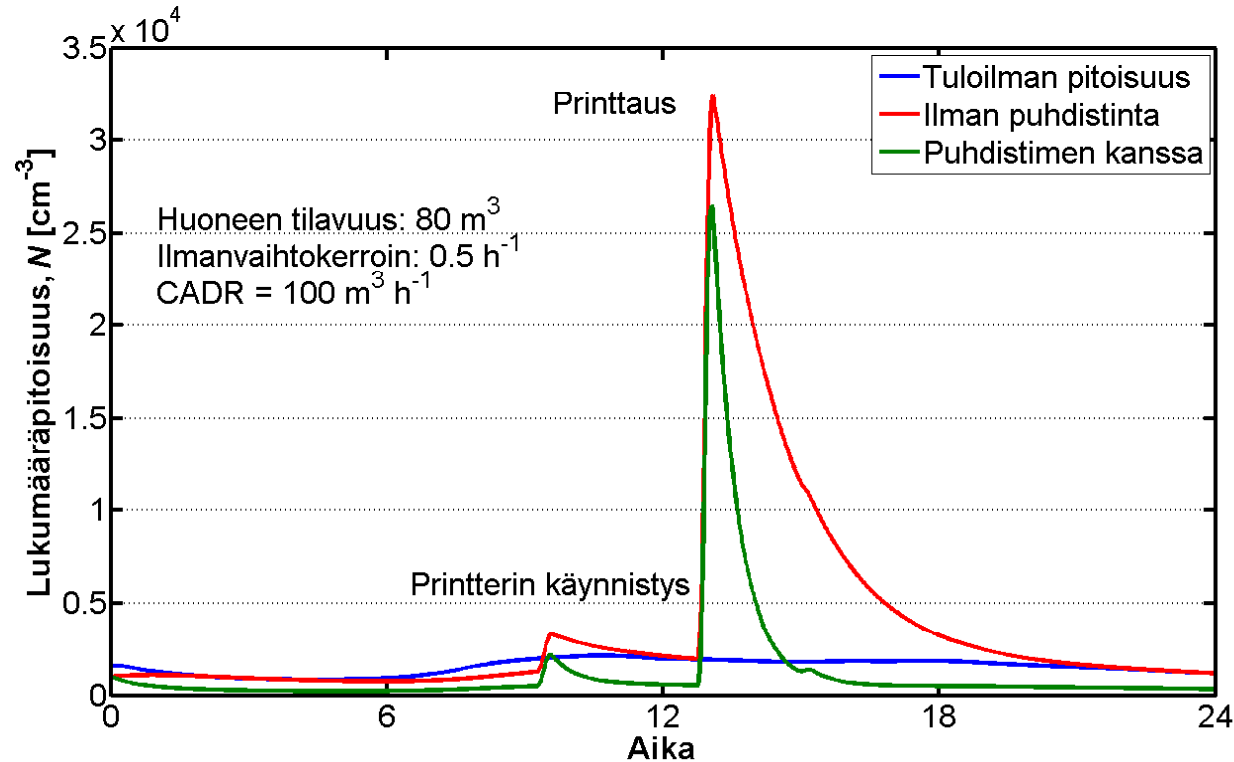
Testiprotokolla ja pitoisuudet



Puhdistustehokkuudet



Puhdistimen vaikutus sisäilman hiukkaspitoisuuteen



Ilmanvaihto kerroin [h ⁻¹]	N , [cm ⁻³]	$N_{puhdistin}$ [cm ⁻³]	Puhdistus-teho, P^*
0.5	3800	1250	66 %
2	2180	1370	38 %

Johtopäätökset

- Ilmanpuhdistimet eivät korvaa ilmanvaihtoa
- Puhdistustehokkuudessa havaittiin hiukkaskokoriippuvuus
- Kaasujen puhdistustehokkuus
- Kenttämittauksia tarvitaan todellisen suorituskyvyn arviointiin
- Käytettävyys: melutaso, energiankulutus,
...



Referenssit



- Kyösti Isoaari (2012). Tiukkaa tietoa puhdistustehoista. TM Rakennusmaailma 4/2012.
- Bernstein, J.A., Alexis, N., Bacchus, H., Bernstein, I.L., Frits, P., Horner, E., Li, N., Mason, S., Nel, A., Oullette, J., Reijula, K., Reponen, T., Seltzer, J., Smith, A., Tarlo, S.M. (2008). The health effects of nonindustrial indoor air pollution. *J Allergy Clin Immunol*, 12:585-591.
- Franchini, M., Mannucci, P.M. (2012). Air pollution and cardiovascular disease. *Thromb. Res.*, 129:230-234.
- Kelly, F.J., Fussell, J.C. (2012). Size, source and chemical composition as determinants of toxicity attributable to ambient particulate matter. *Atmos. Environ.*, 60:504-526.
- Block, M.L., Calderon-Garciduenas, L. (2009). Air pollution: mechanisms of neuroinflammation and CNS disease. *Trends Neurosci.*, 32:506-516.
- Dadvand et al., (2013). Maternal Exposure to Particulate Air Pollution and Term Birth Weight: A Multi-Country Evaluation of Effect and Heterogeneity. *Environ Health Persp*, <http://dx.doi.org/10.1289/ehp.1205575>.
- Koivisto, A.J., Hussein, T., Niemelä, R., Tuomi, T., Hämeri, K. (2010). Impact of particle emissions of new laser printers on modeled office room. *Atmos. Environ.* 44:2140-2146.

Muita sisäilmanpuhdistintutkimuksia:

- Kim, H.J., Han, B., Kim, Y.J., Jeong, C.S., Lee, S.H. (2013). A simple and efficient method for evaluating air-cleaning performance against airborne allergen particles. *Building and Environment*, 60, 272-279.
- Zuraimi, M.S., Nilsson, G.J., Magee, R.J. (2011). Removing indoor particles using portable air cleaners: Implications for residential infection transmission. *Building and Environment*, 46, 2512-2519.
- Shaughnessy, R.J., Sextro, R.G. (2006). What Is an Effective Portable Air Cleaning Device? A Review. *J Occup Environ Hyg*, 3: 169-181.
- Lee, B.U., Yermakov, M., Grinshpun, S.A. (2004). Removal of fine and ultrafine particles from indoor air environments by unipolar ion emission. *Atmos Environ*, 38:4815-4823.