

Yleisilmanvaihdon jaksottaisen käytön vaikutukset rakennusten paine-eroihin ja sisäilman laatuun

Vesa Asikainen (Sirate Group Oy)

Ohjaaja: Pertti Pasanen (Itä-Suomen yliopisto)

Taustaa

- Koska rakennusten ilmanvaihto aiheuttaa huomattavaa energiankulutusta, yleisilmanvaihdon jaksottainen käyttö tai vähentäminen on hyvin yleistä erityisesti rakennuksissa, jotka ovat osan aikaa pitkiäkin jaksoja käyttämättä
- Aiemmissa tutkimuksissa havaittu paine-erojen vaikuttavan mikrobien kulkeutumiseen rakenteiden läpi esimerkiksi rakennusten ryömintätilasta sisäilmaan.
- Myös alentunut ilmanvaihtuvuus lisää epäpuhtauksien määrää sisäilmassa ja tämän takia yleisilmanvaihto kytketään tyypillisesti päälle useita tunteja ennen rakennusten käyttöajan alkamista.

Taustaa

- Koulurakennuksessa (3420 m²) saavutettiin miltei 400 MWh energiansäästö vuodessa siirtymällä rakennuksen käyttöajan mukaisen ilmanvaihdon käyttöön.
- Vähensi noin 70 000 kg hiilidioksidipäästöjä ja nykyisellä energia hinnalla 42 000 euroa vuodessa.
- Vastaavilla hiilidioksidin päästöillä diesel Octavialla voisi ajella 700 000 km ja kustannussäästöilläkin 336 000 km (17,5 ja 8,4 kertaa maapallon ympäri).

Tutkimuksen tavoitteet

Selvittää ilmanvaihdon jaksottaisen käytön vaikutuksia koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdolla varustettujen rakennusten paine-eroihin ja sisäilman laatuun.

- 1) selvittää tutkimuskohteiden paine-erovaihteluita
- 2) tutkia epäpuhtauksien pitoisuuksia yleisilmanvaihdon ollessa käytössä, kokonaan poissa käytössä tai alennetulla teholla
- 3) laatia tutkimustulosten perusteella ohjeistusta jaksottaisen yleisilmanvaihdon käytöstä.

Tutkimuskohteet

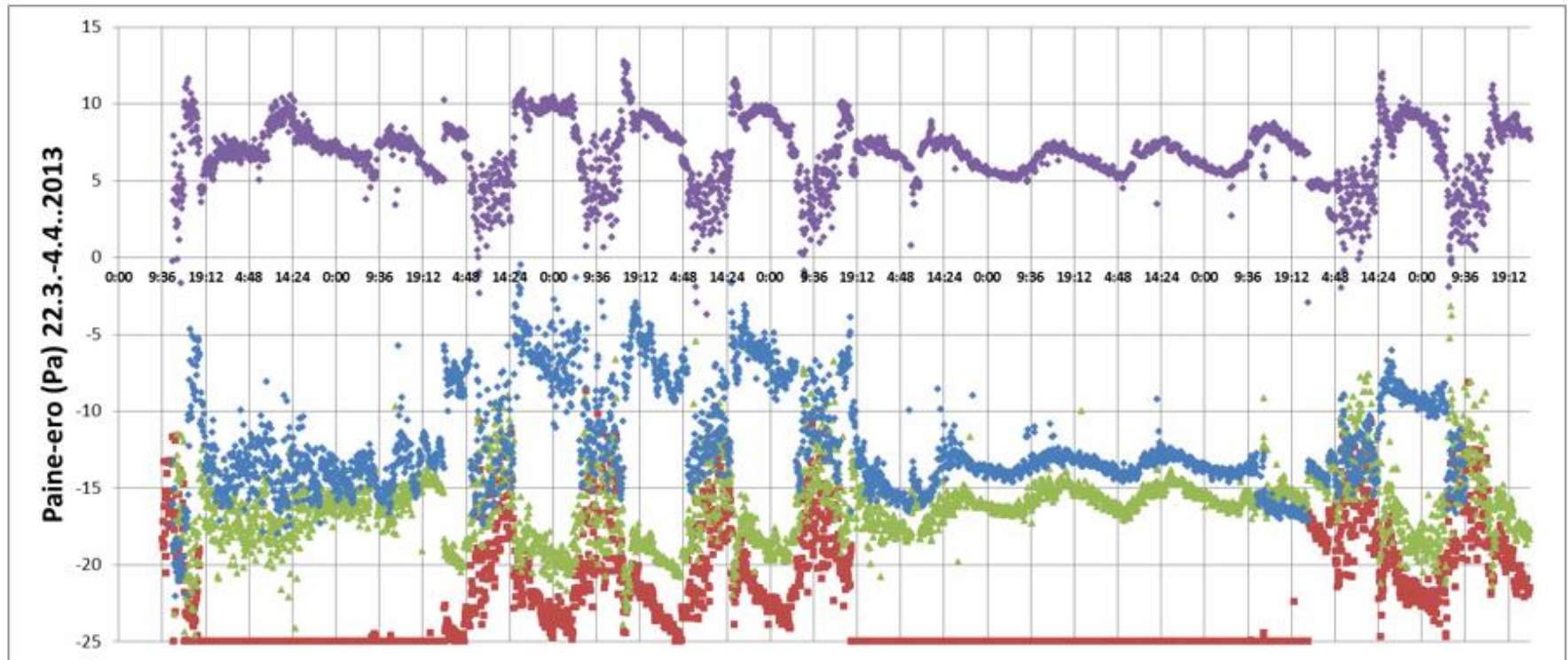
- Tutkimukseen valittiin seitsemän tutkimuskohdetta: kaksi terveystakeskusta, kaksi koulua, yksi päiväkotia ja kaksi toimistorakennusta

Tutkimusmenetelmät

- Sisätilojen ja ulkoilman välisiä paine-eroja mitattiin jatkuvatoimisesti vähintään viiden vuorokauden ajan
- Sisäilman mikrobipitoisuuksia mitattiin Andersen-impaktoreilla ja hiukkaspitoisuuksia Dusttrak hiukkasmittareilla.

Tuloksia

- Neljässä seitsemästä tutkimuskohteesta havaittiin rakennusten merkittävää alipaineisuutta
- Kolmessa kohteessa rakennusten paine-erot olivat pääsääntöisesti hyvin vähäisiä sekä yleisilmanvaihdon ollessa päällä tai pois päältä
- Ilmanvaihdon säädöllä paine-eroja saatiin vähäisemmäksi yleisilmanvaihdon ollessa sammutettuna



punainen= paine-ero autoklaavihuoneen 222 ja ulkoilman väliltä
sininen= paine-ero hoituhuoneen 286 ja ulkoilman väliltä
vihreä= paine-ero hoituhuoneen 240 ja ulkoilman väliltä
violetti= paine-ero ilmanvaihtoroillon ja viereisen käytävän väliltä

Taulukko 36. Toimistorakennuksen 2 paine-erot rakennuksen ulkovaipan yli kolmessa tilassa ennen ilmanvaihdon säätämistä.

	Keskimääräinen paine-ero ja paine-eron vaihtelu	
Huone	Ilmanvaihto käynnissä	Ilmanvaihto sammutettu
1	-2,4 Pa (-22 Pa - +10 Pa)	-19,3 Pa (-41 Pa - -9 Pa)
2	-2,0 Pa (-18 Pa - +10 Pa)	-20,6 Pa (-50 Pa - +36 Pa)
3	-2,3 Pa (-13 Pa - +22 Pa)	-21,6 Pa (-39 Pa - +7 Pa)

Taulukko 37. Toimistorakennuksen 2 paine-erot rakennuksen ulkovaipan yli kolmessa tilassa ilmanvaihdon säädön jälkeen.

	Keskimääräinen paine-ero ja paine-eron vaihtelu	
Huone	Ilmanvaihto käynnissä	Ilmanvaihto sammutettu
1	+0,3 Pa (-5 Pa - +13 Pa)	+0,1 Pa (-6 Pa - +11 Pa)
2	-5,6 Pa (-34 Pa - +34 Pa)	-5,8 Pa (-22 Pa - +26 Pa)
3	-9,9 Pa (-22 Pa - +17 Pa)	-7,3 Pa (-39 Pa - +17 Pa)

Tuloksia

- Neljässä seitsemästä tutkimuskohteesta havaittiin rakennusten merkittävää alipaineisuutta
- Kolmessa kohteessa rakennusten paine-erot olivat pääsääntöisesti hyvin vähäisiä sekä yleisilmanvaihdon ollessa päällä tai pois päältä
- Päiväkotia lukuun ottamatta mikrobipitoisuudet kasvoivat yleisilmanvaihdon ollessa pois käytöstä.

Keskimääräisten mikrobipitoisuuksien suhteellinen muutos yleisilmanvaihdon ollessa pois käynnistä/käynnissä tai osateholla. Taulukossa olevat nuolet osoittavat mikrobipitoisuuksissa havaitun muutoksen suunnan eli laskiko vai nousiko sisäilman mikrobipitoisuus ilmanvaihdon ollessa sammutettuna.

		Keskimääräinen mikrobipitoisuudessa tapahtuva suhteellinenmuutos (yleisilmanvaihto pois/yleisilmanvaihto päällä) sekä muutoksessa tapahtuva vaihtelu tiloittain		
	Näytteiden määrä			
Kohde		M2	DG18	THG
Koulu 1	7+7	4,0 (1,1-8,3) ↗	4,6 (1,6-12,9) ↗	1,8 (1,0-2,9) ↗
Koulu 2	4+4	20 (9,0-38,0) ↗	5,8 (3,3-57,0) ↗	1,2 (0,6-2,6) ↗
Päiväkoti	5+5	0,5 (0,4-1,0) ↘	0,8 (0,3-3,4) ↘	0,8 (0,7-0,8) ↘
Terveyskeskus 1	5+5*	7,8 (4,2-15,5) ↗	9,7 (3,4-31,0) ↗	344 (28-11 111) ↗
Terveyskeskus 2	6+6	9,4 (1,8-30,0) ↗	0,3 (0,04-0,6) ↘	0,9 (0,8-1,4) ↘
Toimisto 1	5+5	4,4 (1,3-33,5) ↗	17,7 (4,2-34,0) ↗	2,7 (1,1-4,5) ↗
	keskiarvo	7,7 ↗	6,5 ↗	58,6 ↗

* yleisilmanvaihdon ollessa pois päältä ulkoa otettiin vertailunäyte ja yksi näyte otettiin eri huoneesta kuin yleisilmanvaihdon ollessa päällä

Johtopäätökset ja suositukset

- Ilmasta mitatut mikrobipitoisuudet kasvoivat tutkimuskohteissa yhtä lukuun ottamatta, kun yleisilmanvaihto oli poissa käytöstä tai osateholla.
- Suuren alipaineisuuden ja mikrobipitoisuuksien välillä ei havaittu selkeää yhteyttä.
- Emme suosittele yleisilmanvaihdon pysäyttämistä tai vähentämistä kohteisiin missä on kosteus- tai mikrobiongelmaepäilyjä.
- Suosittelemme varmistamaan rakennuksen kunnon mikrobiologiselta kannalta ennen kuin yleisilmanvaihdon jaksottainen käyttö aloitetaan.

Johtopäätökset ja suositukset

- Koska yleisilmanvaihdon sammuttaminen tai vähentäminen käyttöajan ulkopuolella voi aiheuttaa rakennuksen voimakasta alipaineistumista, suosittelemme rakennusten paine-erojen mittaamista ulkovaipan yli, jos yleisilmanvaihto sammutetaan tai sitä käytetään osateholla.
- Paine-eromittaukset suositellaan tehtäväksi vähintään kaksi vuorokautta kestävinä jatkuvina mittauksina, jotka tulee tehdä rakennuksen jokaisesta kerroksesta.
- Paine-eromittausten jälkeen rakennuksen ilmanvaihto tulee säätää siten, ettei rakennus alipaineistu liikaa käyttöjakson aikana eikä sen ulkopuolella.

Johtopäätökset ja suositukset

- Jaksottainen ilmanvaihto on tehokas tapa säästää energiaa
- Uusimpien tutkimusten mukaan jaksottaisen ilmanvaihto on turvallista, kun se toteutetaan ohjeistusten mukaisesti

YLEISILMANVAIHDON JAKSOTTAISEN KÄYTÖN VAIKUTUKSET RAKENNUSTEN PAINE-EROIHIN JA SISÄILMA

Vesa Asikainen

Sirate Group Oy

TIIVISTELMÄ

Energian säästämiseksi ilmankäyttäjiä. Tässä tutkimuksessa rakennusten paine-eroihin kohteessa havaittiin merkit. Rakennusten liiallista alipainaa oli pois päältä, ilman mikrobipitoisuuksien kasvua. Tutkimustulosten perusteella ilmamäärien säädön yhteyden aloittamista. Paine-eromittaukset rakennus alipaineistusta käyttäessä pysäyttämisen tai käyttämisen emme suosittele yleisilman mikrobiongelmaepäilyjä. Kuitenkin mikrobien kulkeutuminen paikallisesti takaisin ilmaan ja aiheuttaa paikallisen mikrobiologisen tilan kunnon mikrobiologisesti aloitetaan.

YLEISILMANVAIHDON JAKSOTTAISEN KÄYTÖN VAIKUTUKSET RAKENNUSTEN PAINE-EROIHIN JA SISÄILMAN LAATUUN

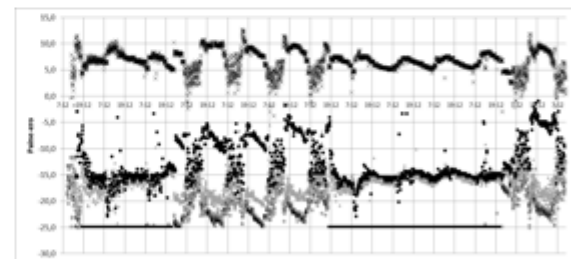


ASIKAINEN
Group Oy

Vesa Asikainen

*Yleisilmanvaihdon jaksottaisen
käytön vaikutukset rakennusten
paine-eroihin ja sisäilman laatuun*

Ilmanvaihdon paine-eroihin ja ilman mikrobipitoisuuksiin seitsemässä kohteessa. Ilmanvaihdon ollessa pois käytöstä. Rakennusten liiallista alipaineistumista havaittiin käytössä, mutta se ei ollut niin yleistä ja merkittävää kuin ilman mikrobipitoisuudet nousivat miltei kaikissa tutkituissa kohteissa. Ilmanvaihdon aloittamista. Rakennusten alipaineistumista voidaan estää ilmanvaihtoa säätämällä.



Terveyskeskuksen 1 tutkitut tilat autoklaavihuone (□), jossa sijaitsi tiloja alipaineistava kohdepaista, samalla käytävällä sijaitsevassa huoneessa (●) ja viereisellä käytävällä sijaitseva huone (●) olivat ulkoilmaan nähden alipaineisia. Ilmanvaihtorailo oli sisätiloihin nähden ylipaineinen (X) suurimman osan mittausajasta.



The periodic use of ventilation - effects on pressure differences and microbial concentrations

Vesa Asikainen^{1*}, Pertti Pasanen²

and
Kuopio, Finland

ainen@sirategroup.fi

YLEISILMANVAIHDON JAKSOTTAISEN KÄYTÖN VAIKUTUKSET RAKENNUSTEN PAINE-EROIHIN JA SISÄILMAN LAATUUN

VESA ASIKAINEN¹, PERTTI PASANEN² JA H

^{1*}Envimetria Oy, ²Itä-Suomen yliopisto Ympäristö- ja biotieteiden

Sisäilmastoseminaari
2015

1

TIIVISTELMÄ

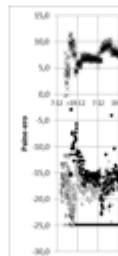
Tutkimuksessa selvitettiin jaksottaisen yleisilmanvaihdon vaikutusta rakennusten paine-eroihin. Kahdessa kohteessa havaittiin merkittävää alipaineistumista yleisilmanvaihdon ollessa pois myös muissa kohteissa ja sitä oli havaittavissa myös yleisilmanvaihdon ollessa käytössä, mutta yleisilmanvaihdon ollessa pois päältä. Kun yleisilmanvaihto oli pois päältä, ilman mikrobipitoisuus tutkimustulosten perusteella suositellaan, että rakennuksen paine-erot tutkitaan ennen yleisilmanvaihdon käytön vaikutukset sisäilman laatuun selvitetään. Rakennusten ai

TUTKIMUSKOHEET JA TUTKIMUSMENETELMÄT

Tutkimukseen valittiin kaksi terveyskeskusta, kaksi koulua, yksi päiväkotia ja kaksi toimistorakennusta. Terveyskeskuksessa 2 hygieniatilojen poistojen aiheuttamaa rakennuksen alipaineistumista pyrittiin estämään johtamalla tiloihin yleisilmanvaihdon tuloilmaa. Muissa kohteissa yleisilmanvaihto oli pois käytöstä öisin ja viikonloppuisin.

Tutkimuskohteiden sisätilojen ja ulkoilman välisiä paine-eroja mitattiin jatkuvatoimisesti paine-eroantureilla vähintään viiden vuorokauden ajan siten että osan ajasta yleisilmanvaihto oli käytössä ja osan ajasta se oli pois käytöstä tai osateholla. Kahdessa tutkimuskohteessa (terveyskeskus 2 sekä toimisto 2) ilmanvaihtoa säädettiin ensimmäisten mittausten jälkeen, jonka jälkeen mittaukset uusittiin.

Sisäilmassa olevien epäpuhtauksien pitoisuuksia tutkittiin sekä yleisilmanvaihdon ollessa käytössä että pois käytöstä tai osateholla. Sisäilman mikrobipitoisuus mitattiin Andersen-impaktoreilla.



Terveyskeskuksessa alipaineistava käytöksen vaihtorakennus mittaustulokset.

YLEISILMANVAIHDON JAKSOTTAISEN KÄYTÖN VAIKUTUKSET RAKENNUSTEN PAINE-EROIHIN JA SISÄILMAN LAATUUN

Vesa Asikainen¹, Pertti Pasanen² ja Helmi Kokkoti^{3,4}

¹Envimetria Oy

²Itä-Suomen yliopisto, ympäristötieteiden laitos

³Suomen Sisäilmakeskus Oy

⁴Savonia Ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tutkimuksessa selvitettiin jaksottaisen yleisilmanvaihdon vaikutusta rakennusten paine-eroihin ja ilman mikrobipitoisuuksiin seitsemässä kohteessa. Kahdessa kohteessa havaittiin merkittävää alipaineistumista yleisilmanvaihdon ollessa pois käytöstä. Rakennusten liiallista alipaineistumista havaittiin myös muissa kohteissa ja sitä oli havaittavissa myös yleisilmanvaihdon ollessa käytössä, mutta se ei ollut niin yleistä ja merkittävää kuin yleisilmanvaihdon ollessa pois päältä. Kun yleisilmanvaihto oli pois päältä, ilman mikrobipitoisuudet nousivat miltei kaikissa tutkituissa kohteissa. Tutkimustulosten perusteella suositellaan, että rakennuksen paine-erot tutkitaan aina ilmamäärien säädön yhteydessä ja varsinkin ennen yleisilmanvaihdon jaksottaisen käytön aloittamista. Lisäksi tulisi selvittää jaksottaisen ilmanvaihdon käytön vaikutukset sisäilman laatuun.



SIRATE

Kiitos mielenkiinnosta!

**Vanhempi asiantuntija
Vesa Asikainen
Sisäilma ja Työhygienia**

Puh: 040 623 4469

s-posti: vesa.asikainen@sirategroup.fi

kotisivu: www.sirate.fi