



Envimetria Oy

YLEISILMANVAIHDON JAKSOTTAISEN KÄYTÖN VAIKUTUKSET RAKENNUSTEN PAIN-EROIHIN JA SISÄILMAN LAATUUN

Vesa Asikainen (Envimetria Oy)

Pertti Pasanen (Itä-Suomen yliopisto, ympäristötieteen laitos)

Helmi Kokotti (Sisäilmakeskus ja Ammattikorkeakoulu Savonia)



Taustaa

- Koska rakennusten ilmanvaihto aiheuttaa huomattavaa energiankulutusta, yleisilmanvaihdon jaksottainen käyttö tai vähentäminen on hyvin yleistä erityisesti rakennuksissa, jotka ovat osan aikaa pitkiäkin jaksoja käyttämättä
- Rakennusmääräyskokoelma D2 mukaan käyttöajan ulkopuolella rakennuksen ulkoilmavirran tulee olla vähintään $0,15 \text{ (dm}^3/\text{s)/m}^2$, joka vastaa ilmanvaihtokerrointa $0,2 \text{ 1/h}$ huoneessa
- Käyttöajan ulkopuolella voidaan ilmanvaihto toteuttaa pitämällä hygieniatilojen ilmanvaihtoa jatkuvasti käynnissä tai ilmanvaihdon jaksottaisella käytöllä.



Taustaa

- Muilla kuin asuinrakennuksille ei ole virallisia suosituksia ulkovaipan paine-eroista, mutta tulo- ja poistoilmanvaihdolla varustetuissa kiinteistöissä keskimääräisen paine-eron tulisi olla -2...-5 Pa.

Asumisterveysoppaan antamia ohjeita rakennusten painesuhteista.

Ilmanvaihtotapa	Suosittelava paine-ero
Painovoimainen ilmanvaihto	0-(-5) Pa ulkoilmaan, 0 Pa porraskäytävään
Koneellinen poistoilmanvaihto	-5-(-20) Pa ulkoilmaan, 0-(-5Pa) porraskäytävään
Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	0-(-2) Pa ulkoilmaan, 0 Pa porraskäytävään



Taustaa

- 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.



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 on valittiin seitsemän tutkimuskohdetta
 - kaksi terveyskeskusta, kaksi koulua, yksi päiväkotia ja kaksi toimistorakennusta
- Kohteissa yleisilmanvaihdon epäjatkuva käyttö on huomioitu eri tavoin



Tutkimusmenetelmät

- Sisätilojen ja ulkoilman välisiä paine-eroja mitattiin jatkuvatoimisesti vähintään viiden vuorokauden ajan siten että osan ajasta yleisilmanvaihto oli käytössä ja osan ajasta se oli pois käytöstä tai osateholla
- Kahdessa tutkimuskohteessa ilmanvaihtoa säädettiin ensimmäisten mittausten jälkeen, jonka jälkeen mittaukset uusittiin.



Tutkimusmenetelmät

- Sisäilmassa olevien epäpuhtauksien pitoisuuksia tutkittiin sekä yleisilmanvaihdon ollessa käytössä että pois käytöstä tai osateholla.
- Sisäilman mikrobipitoisuus mitattiin Andersen-impaktoreilla.
- Toimistokohteessa 2 sisäilmamittauksia ei tehty.



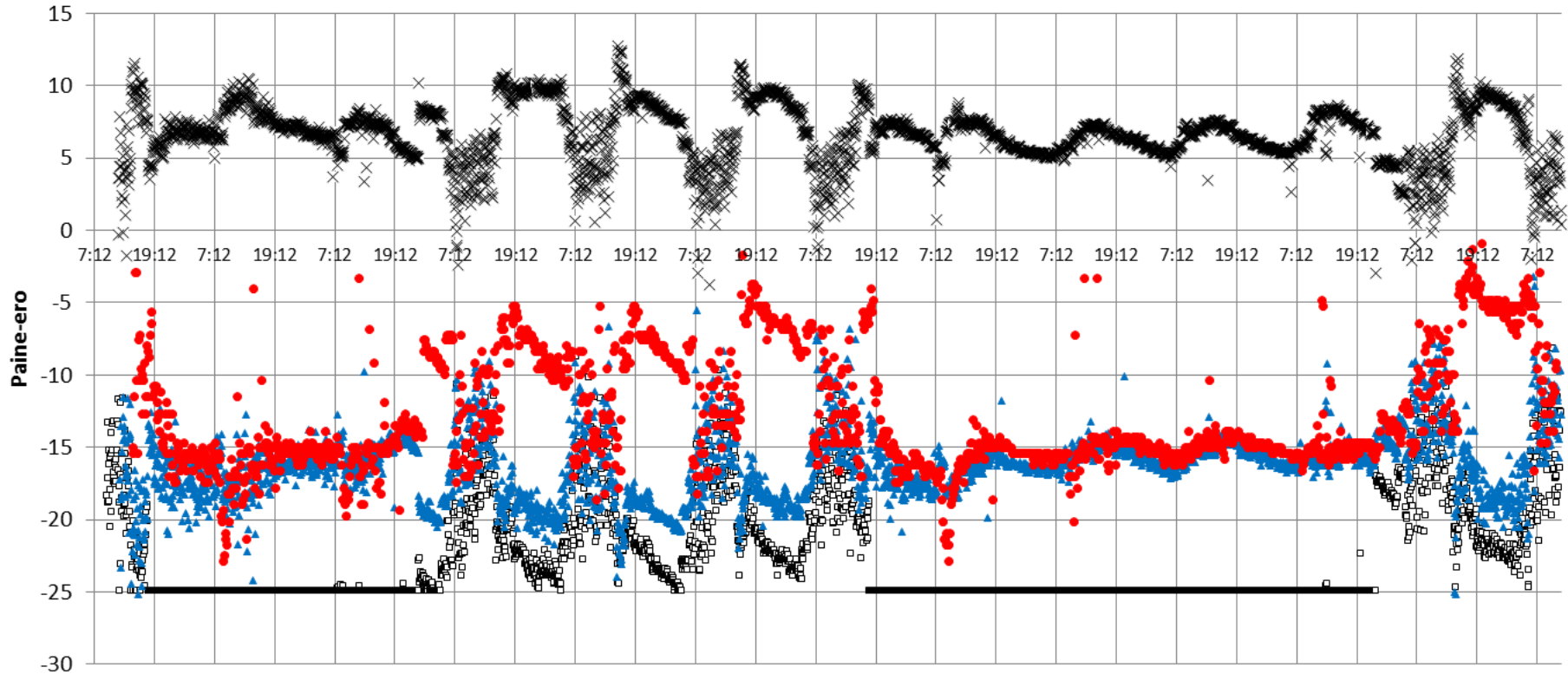
Tuloksia

- Kolmessa seitsemästä tutkimuskohteesta havaittiin rakennusten merkittävää alipaineisuutta
- Neljässä kohteessa rakennusten paine-erot olivat pääsääntöisesti hyvin vähäisiä sekä yleisilmanvaihdon ollessa päällä tai pois päältä



Tuloksia

- Terveyskeskuksella 1 kaikki tilat olivat liian alipaineisia ulkoilmaan nähden koko mittausajan ja alipaineisuus korostui yleisilman vaihdon ollessa sammutettuna öisin ja viikonloppuisin.
- Tilojen alipaineistumisen suurimmaksi syyksi paljastui kaksi kohdepoistoa, jotka olivat jatkuvasti päällä.



Tutkitut tilat autoklaavihuone (□), jossa sijaitti tiloja alipaineistava kohdepoisto, samalla käytävällä sijaitseva huone (●) ja viereisellä käytävällä sijaitseva huone (▲) olivat ulkoilmaan nähden alipaineisia. Ilmanvaihtoroilo oli sisätiloihin nähden ylipaineinen (X) suurimman osan mittausajasta.



Tuloksia

- Terveyskeskuksella 2 tilat olivat yleisilmanvaihdon ollessa päällä lievästi liian alipaineisia ulkoilmaan nähden, mutta yleisilmanvaihdon ollessa osateholla tilat olivat pääsääntöisesti lievästi ylipaineisia.
- Ilmanvaihtoa säädettiin kohteessa siten, että tuloilman kokonaismäärää lisättiin hieman yleisilman ollessa normaalisti käynnissä.
- Koska hygieniatilojen poistojen aiheuttamaa rakennuksen alipaineistumista estämään tarkoitettu tiloihin johdettavan tuloilman määrä oli liian suuri, korvausilman määrää vähennettiin.



Tuloksia

- Tilojen tuloilmamäärät olivat selkeästi poistoilmamääriä suurempia vaikka tilat ovat suositusten mukaisesti lievästi alipaineisia ulkoilmaan nähden
- Terveyskeskuksen tilat alipaineistuivat ennen ilmanvaihdon säätöä terveyskeskuksen yläpuolella sijaitseviin asuintiloihin, joissa on pelkästään poistoilmanvaihto

	Ennen ilmanvaihdon säätöä (viisi huonetta)			Ilmanvaihdon säädön jälkeen (seitsemän huonetta)		
	koko aika (Pa)	yleisilmanvaihto päällä (Pa)	yleisilmanvaihto ei päällä (Pa)	koko aika (Pa)	yleisilmanvaihto päällä (Pa)	yleisilmanvaihto ei päällä (Pa)
keskiarvo	-3,0	-8,7	1,4	-3,9	-5,6	-3,0
minimi	-4,8	-9,4	-1,7	-5,4	-6,6	-5,0
maksimi	-1,3	-6,5	2,8	-3,2	-3,7	-1,7



Tuloksia

- Toimistokohteessa 2 tutkitut kolme tilaa alipaineistuivat selvästi liikaa yleisilmanvaihdon ollessa pois päältä ennen ilmanvaihdon säätöä. Ilmanvaihdon säädöllä, jonka yhteydessä hygieniatilojen poistojen ilmamääriä vähennettiin, tilojen paine-erot vähenivät selkeästi.

	Huone 1 paine-ero (Pa)		Huone 2 paine-ero (Pa)		Huone 3 (Pa)	
	Yleisilmanvaihto päällä	Yleisilmanvaihto ei ole päällä	Yleisilmanvaihto päällä	Yleisilmanvaihto ei ole päällä	Yleisilmanvaihto päällä	Yleisilmanvaihto ei ole päällä
keskiarvo ennen säätöä	-2,4	-19,3	-2,0	-20,6	-2,3	-21,6
min ennen säätöä	-22,0	-41,0	-18,0	-50,0	-13,0	-39,0
maks ennen säätöä	10,0	-9,0	10,0	36,0	22,0	7,0
keskiarvo säädön jälkeen	0,3	0,1	-5,6	-5,8	-9,9	-7,3
min säädön jälkeen	-5,0	-6,0	-34,0	-22,0	-22,0	-39,0
maks säädön jälkeen	13,0	11,0	34,0	26,0	17,0	17,0



Tuloksia

- Päiväkotia lukuun ottamatta mikrobipitoisuudet kasvoivat yleisilmanvaihdon ollessa pois käytöstä.

		Keskimääräiset mikrobipitoisuudet ja pitoisuuden vaihtelu (pmy/m ³)					
		Yleisilmanvaihto ei käynnissä			Yleisilmanvaihto käynnissä		
Kohde	Näytteiden määrä	M2	DG18	THG	M2	DG18	THG
Koulu 1	7+7	432 (77-1500) ↗	624 (150-2200) ↗	8800 (6200-12000) ↗	108 (31-180)	136 (69-240)	5000 (2700-9200)
Koulu 2	4+4	20 (9-38) ↗	52 (35-69) ↗	5100 (4700-5800) ↗	1,0 (<mr-<mr)	9,0 (<mr-21,0)	4400 (2200-7600)
Päiväkoti	5+5	6,6 (<mr-14) ↘	8,6 (2,0-17) ↘	3900 (2700-7500) ↘	14 (2,0-36)	11 (5,0-21)	5100 (3600-9200)
Terveyskeskus 1	5+5*	17 (9,0-31) ↗	21 (7,0-52) ↗	25000 (1800-100 000) ↗	2,2 (<mr-5,0)	2,6 (<mr-5,0)	74 (9,0-191)
Terveyskeskus 2	6+6	52 (19-150) ↗	6,8 (<mr-36) ↘	7900 (7100-9800) ↘	5,5 (2,0-12)	23 (2,0-57)	8200 (5200-9800)
Toimisto 1	5+5	34 (9,0-67) ↗	99 (38-170) ↗	7400 (3000-11000) ↗	7,8 (2,0-21)	5,6 (2,0-9,0)	2700 (1800-4100)
	keskiarvo	94 ↗	135 ↗	9700 ↗	23	31	4200

* 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.
- Todennäköisesti mikrobipitoisuuksien kasvu selittyy rakennusten ilmanvaihdon vähentymisellä, koska ilmanvaihtuvuuden vähentyessä epäpuhtauksien poistuminen tiloista vähentyy merkittävästi eikä korvausilman laimentavaa vaikutusta ole.
- Suuren alipaineisuuden ja mikrobipitoisuuksien välillä ei havaittu selkeää yhteyttä.



Johtopäätökset ja suositukset

- Emme suosittele yleisilmanvaihdon pysäyttämistä tai vähentämistä kohteisiin missä on kosteus- tai mikrobiongelmaepäilyjä.
- Suosittelemme varmistamaan rakennuksen kunnan mikrobiologiselta kannalta ennen kuin yleisilmanvaihdon jaksottainen käyttö aloitetaan.



Johtopäätökset ja suositukset

- Koska yleisilmanvaihdon sammuttaminen tai vähentäminen käyttöajan ulkopuolella voi aiheuttaa rakennuksen 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.



Johtopäätökset ja suositukset

- Paine-eromittausten jälkeen rakennuksen ilmanvaihto tulee säätää siten, ettei rakennus alipaineistu käyttöjakson aikana eikä sen ulkopuolella.
- Suositeltava tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmällä varustetun rakennuksen keskimääräinen alipaineisuus ulkoilmaan nähden on alle 5 Pa, mutta rakennus ei saa olla pitkiä jaksoja ylipaineisena.
- Tulosten tulkinnassa tulee huomioida paine-eroseurannan aikaiset tuuliolot.



Envimetria Oy

Kiitos mielenkiinnosta!

Vesa Asikainen:

Sisäilma ja Työhygienia

Puh: 043-211 1262

s-posti: vesa.asikainen@envimetria.fi

kotisivu: www.envimetria.fi