

Kuva: Lämpökameran ilmaisema ilmavuotoa ikkunan yläreunassa teollisuushallissa.

ILMAVUOTOJEN PIENENTÄMINEN

Ulkovaipan hyvä ilmanpitävyys on oleellinen osa rakennuksen energiatehokkuutta. Tuulen, ilmanvaihdon sekä sisä- ja ulkolämpötilojen erojen vaikutuksesta syntyy paine-eroja sisä- ja ulkotilan välille. Nämä paine-erot pyrkivät tasoittumaan välissä olevan rakenteen läpi sen vuotokohtien kautta.

Vuodon suuruuteen vaikuttaa vaipan ilmanpitävyyden lisäksi, rakennuksen sijainti ja korkeus sekä ilmanvaihtojärjestelmä ja sen käyttötapa (D5 2012 taulukko 3.5). **Tyypillisiä ilmavuotokohtia ovat rakennusosien liitoskohdat, elementtisaumat, ikkunoiden ja ovien liitokset, hormit sekä erilaiset läpiviennit.** Korkeissa rakennuksissa terminen paine-ero aikaansaa sen, että sisäilma pyrkii virtaamaan ulos erityisesti rakennuksen yläosasta ja ulkoilma vastaavasti sisään alaosasta. Ilmavuodoilla on iso vaikutus myös ilmanvaihdon oikeaan toimintaan ja lämmöntalteenoton tehokkuuteen.

(Lylykangas et al. 2016 s. 100.)

Terminen paine-ero: Syntyy sisä- ja ulkoilman lämpötilaeron vaikutuksesta. Sisäilma on talvella ulkoilmaa lämpimämpää ja sen tiheys on ulkoilmaa pienempi. Tämän takia sisäilma pyrkii virtaamaan ulos rakennuksen yläosasta ja ulkoilma sisään alaosasta. Termisestä paine-erosta käytetään myös nimityksiä savupiippuvaikutus tai hormivaikutus.

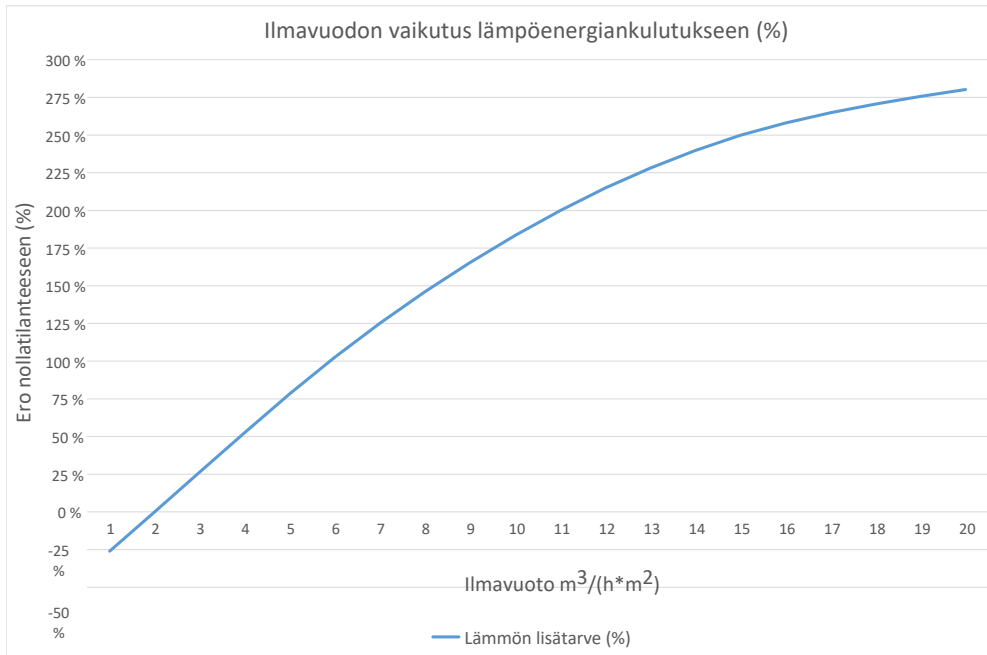
Ilmanvuotoluvulla q_{50} ilmaistaan rakennuksen ilmavuodon määrää. Rakentamismääräyskokoelman ohjeen D5 mukaan tyypillisen *hyvän* ilmanpitävyyden omaavan toimistorakennuksen ilmanvuotoluvut ovat välillä $1-4 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$, *keskimääräisen* ilmanpitävyyden ilmanvuotoluvut ovat välillä $4-8 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$ ja *heikon* ilmanpitävyyden ilmanvuotoluvut ovat välillä $8-20 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$. (D5 2012 taulukko 3.5.)

TOIMI NÄIN:

- ☞ Selvitä kohderakennuksen ilmanpitävyys käymällä läpi erityisesti rakenteiden liitoskohdat ja hyödyntäen esim. lämpökuvasta vuotokohtien etsimisessä ja kartoittamisessa.
- ☞ Ovien tiiveys ja toiminta (käynti) on myös hyvä tarkastaa säännöllisesti esim. ennen lämmityskautta.
- ☞ Tiivistä ja korjaa löydetty vuotokohtat ja tarvittaessa varmista uudella lämpökuvauksella.
- ☞ Kiinnitä huomiota ovien käyttöön ja opasta henkilöstöä energiatehokkuudessa.

ESIMERKKI: Telakkahallin ilmapuotojen vaikutus energiankulutukseen.

Mallihallin kaltaisessa vanhemmassa teollisuushallissa korostuvat johdannossa mainitun lisäksi isojen teollisuusovien ja muiden käytettävien ovien ja ikkunoiden tiiveys ja käyttö. Esimerkissä on ensin vuotoilmalukua ja sitten ovien aukioloaikoja muuttamalla simuloitu ilmapuotojen vaikutusta lämpöenergian kulutukseen. Kuvasta 1 nähdään, että ilmapuotojen vaikutus energiankulutukseen on erittäin merkittävä lisäten lämmönkulutusta keskimääräisen ilmanpitävyyden ($q_{50} = 4-8 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$) alueella 53-146 % ja heikon ilmanpitävyyden ($q_{50} = 8-20 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$) alueella jopa 146-285 % verrattuna nollamalliin. Vastaavasti taulukosta 1 nähdään karkealla tasolla, että runsaalla halliovien aukipitoajan lisäämisellä on myös selvää vaikutusta energiankulutukseen. Mallihallin tarkemmat tiedot löytyvät [Rakennuksen energiamallinnus & mallihallin tiedot -kortista \(pdf\)](#).



Kuva 1. Ilmapuotojen vaikutus (%) vuosittaiseen lämmönkulutukseen nollamalliin ($q_{50}=2$) verrattuna.

Taulukko 1. Ovien aukioloaikojen vaikutus energiankulutukseen.

	Neljän hallioven aukioloaika päivässä/ovi (ma-pe)					
	Aina kiinni	Nollamalli *	20 min	45 min	1,5 h	3 h
LVI-sähkö (MWh/a)	70,3	70,3	70,3	70,3	70,4	70,4
Lämmönkulutus (MWh/a)	1 384	1 459	1567	1649	2 135	2 384
Lämmönkulutuksen erot	-5,1 %	0,0 %	7,5 %	13,1 %	46,4 %	63,4 %

* Nollamallin ovien aukioloajat päivässä: Ovet 1 ja 2: (2 min 0,5 auki), Ovi 3: (10 min kok. auki + 10 min 0,5 auki), Ovi 4 (20 min kok. auki).

HUOMIOITAVAA:

- **Osaamistarve:** Visuaalista tarkastelua ja kartoitusta voi tehdä helposti itsekin, mutta lämpökamerakuvaus vaatii oikeat välineet ja niiden oikeaoppisen käytön ja kuvien tulkinnan. Katso kortit Tyhjäkäyntikävelyt (pdf) ja Lämpökameran hyödyntäminen (pdf).
- **Investoinnin suuruus:** Kohtuullinen, riippuen tarkistettavan ja korjattavan pinta-alan suuruudesta.
Haasteet: Korkealla olevat vuodot on vaikeampi havaita ja korjata.
- **Energiansäästöpotentiaali:** Lähtötilanteesta riippuen voi olla erittäinkin merkittävä.
- **Toimenpiteen helppous:** 1-2, kohteesta (koko, korkeus), ja korjauksien määrästä riippuen.

Lähteet:

D5 Suomen rakennusmääräyskokoelma: Rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta ohjeet. (2012). Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto.

Lylykangas, K., Andersson, A., Kiuru, J., Nieminen, J. ja Päätaalo, J. (2015). Rakenteellinen energiatehokkuus opas. RTT eristeteollisuus ja ympäristöministeriö. https://www.rakennusteollisuus.fi/globalassets/opaat-ohjeet/ret_opas_20150917.pdf.