

Vaipan yli vallitsevan paine-eron hallinta muissa kuin asuinrakennuksissa

Lari Eskola, A-Insinöörit Oy
Sisäympäristöryhmä 27.5.2021



Sisältö

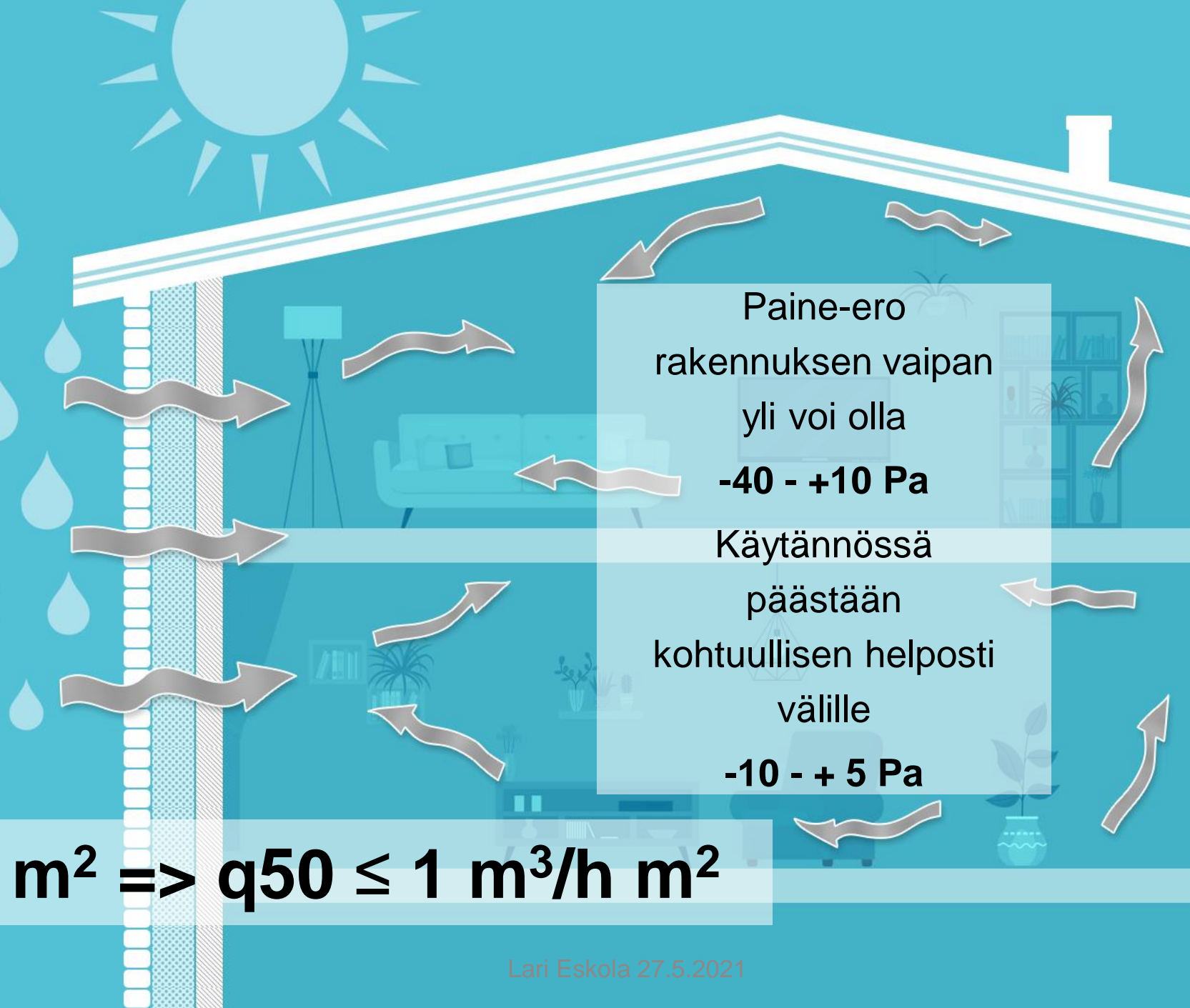
- Paine-erojen merkitys
- Paine erot vaipan yli
- Muut kuin asuinrakennukset
- Paine-erojen hallinnan ohjeet

Mikä on muuttunut?

Ilmasto

Energiatehokkuus

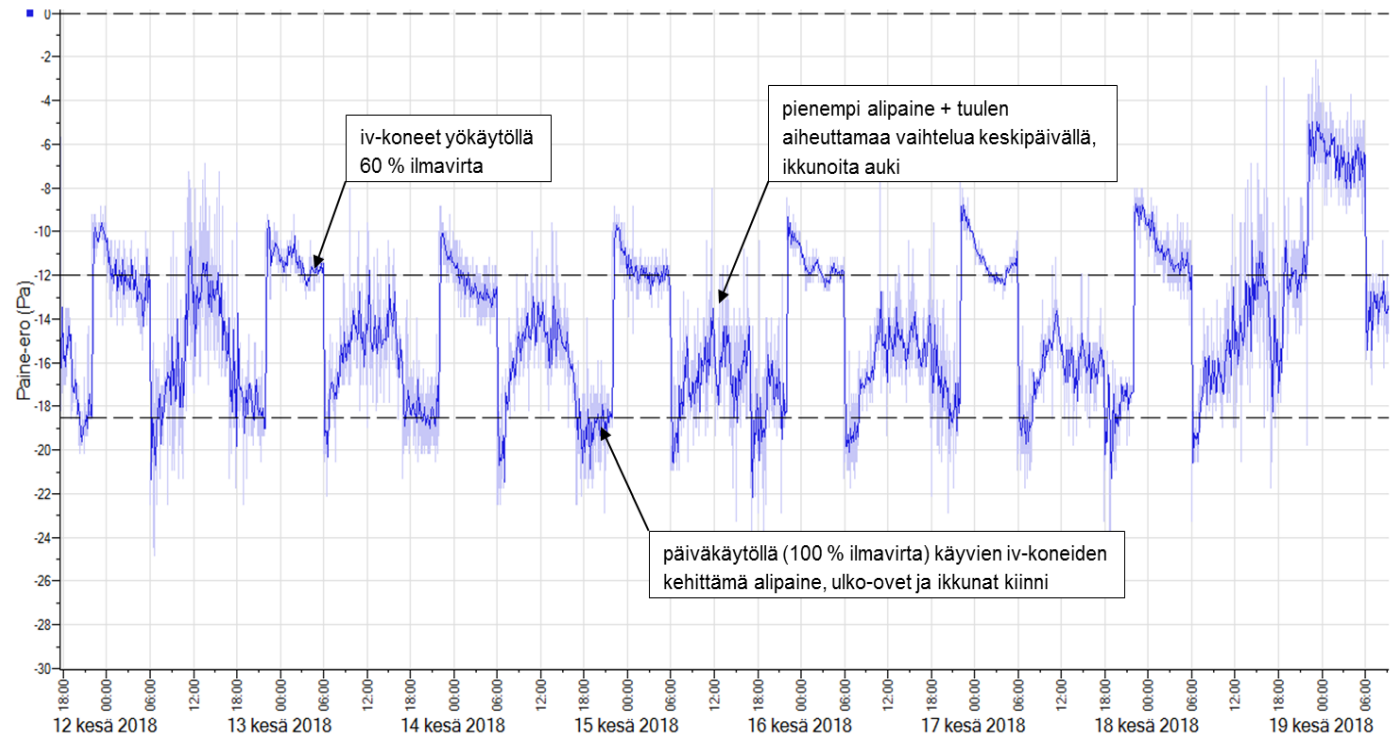
Rakenteiden tiiveys



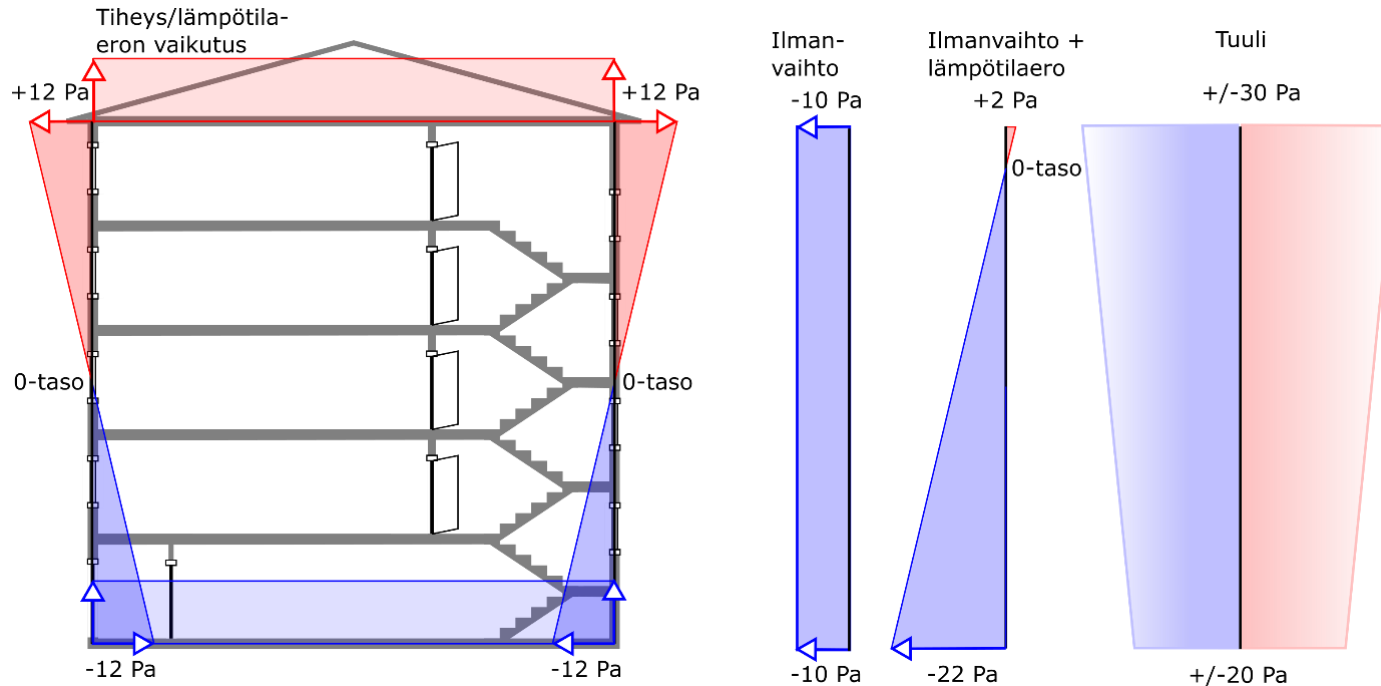
$$q_{50} = 4 \text{ m}^3/\text{h m}^2 \Rightarrow q_{50} \leq 1 \text{ m}^3/\text{h m}^2$$

Rakennusten paine-erojen merkitys ja ilmavirtojen hallinta

- Energiatehokkuus
- Ilmasto
- Rakennusten tiiviys
- Ilmanvaihto
- Radon
- Rakenteet
- Rakennevauriot
- Sisäilma



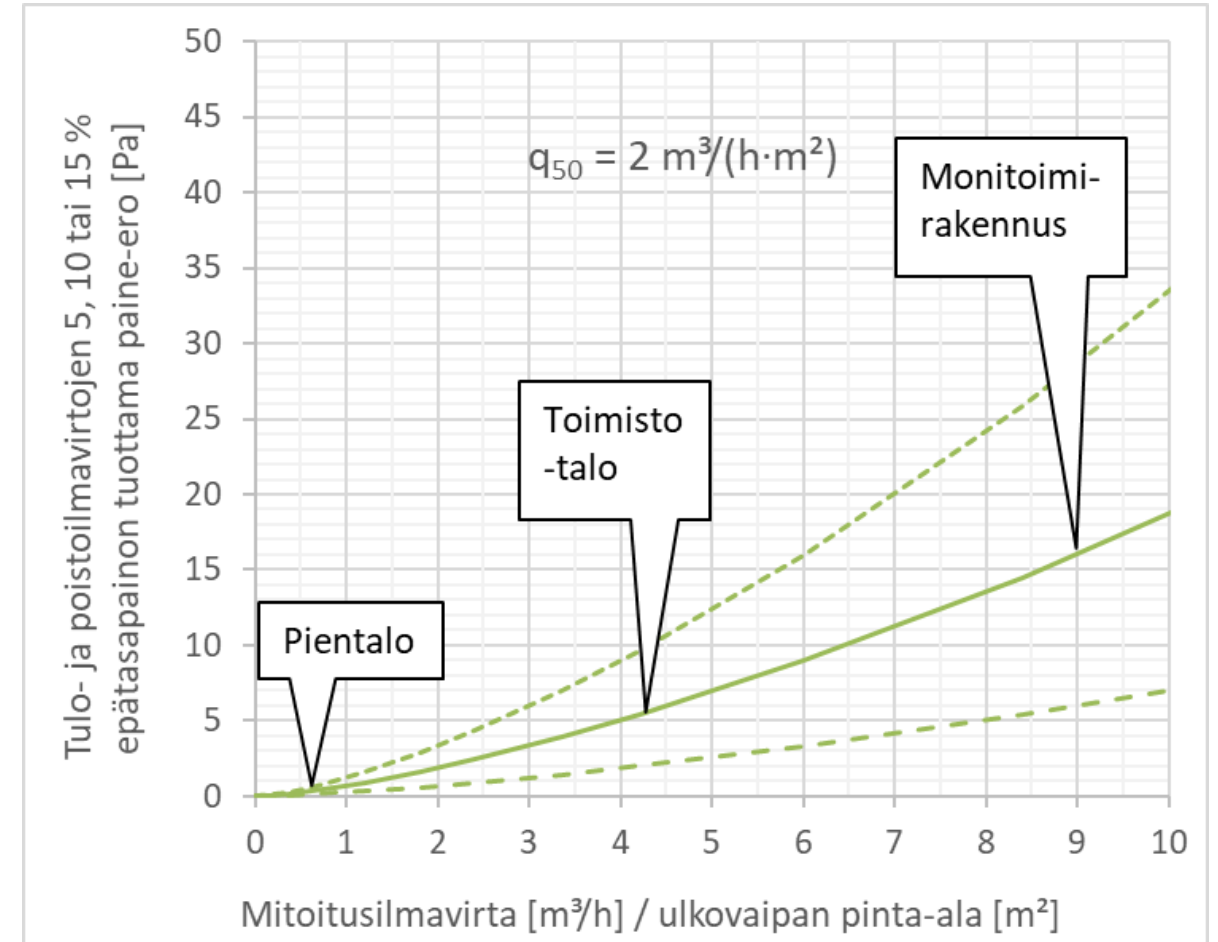
Sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron muodostuminen



1. Tuulenpaine
2. Terminen paine-ero
3. Ilmanvaihto
4. Rakennuksen ilmatiiveys

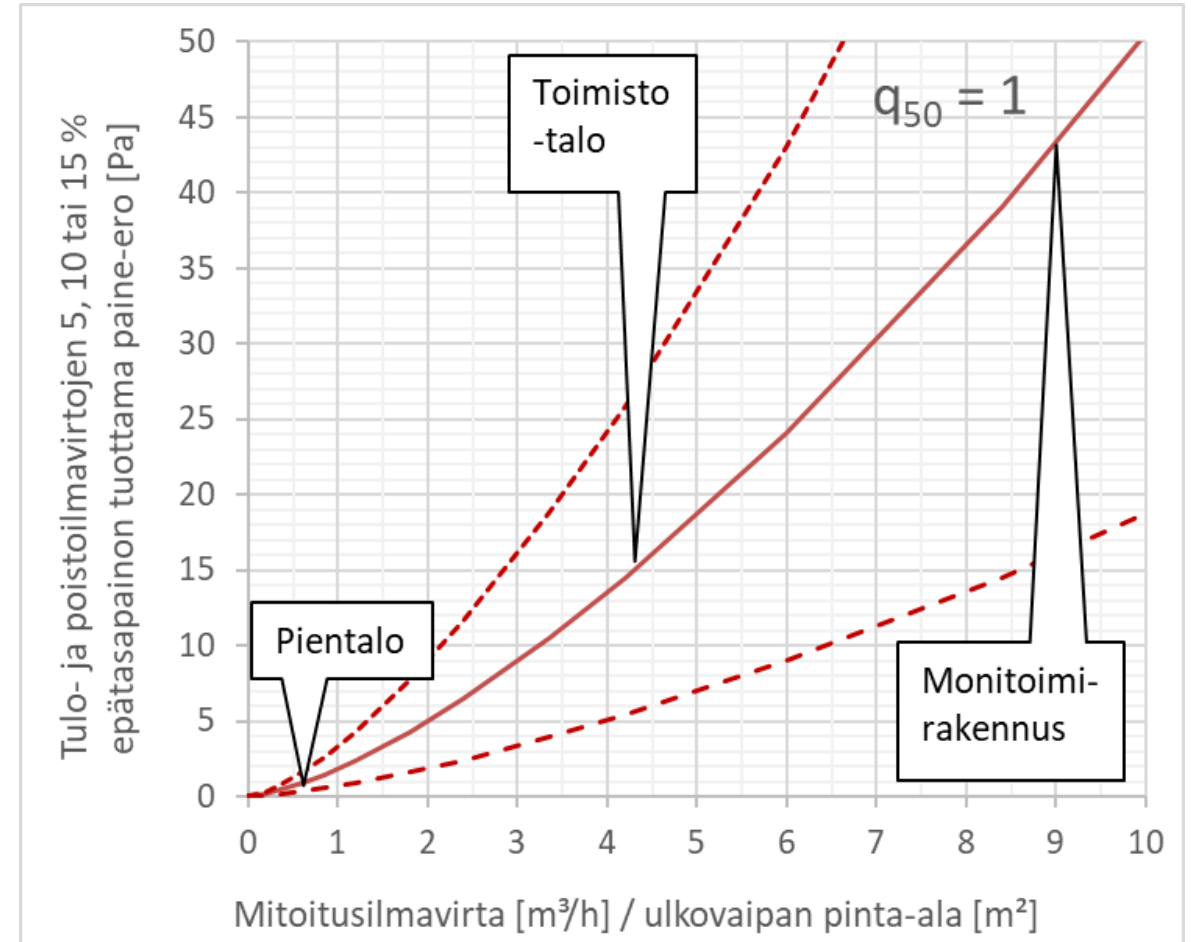
Milloin paine-eron hallinta pitää ottaa huomioon?

- Paine-eron hallinta voi olla haastavaa, kun mitoitusilmavirran [m^3/h] suhde ulkovaipan pinta-alaan on [m^2] on yli 2
- Rakennuksen ulkovaippa on tiivis, ilmavuotoluku $q_{50} \leq 2 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$
- Viereinen mallikuva:
 - sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron muodostuminen, kun tulo- ja poistoilmavirtojen epätasapaino on $10 \pm 5 \%$



Helppo vai vaativa säätökohde?

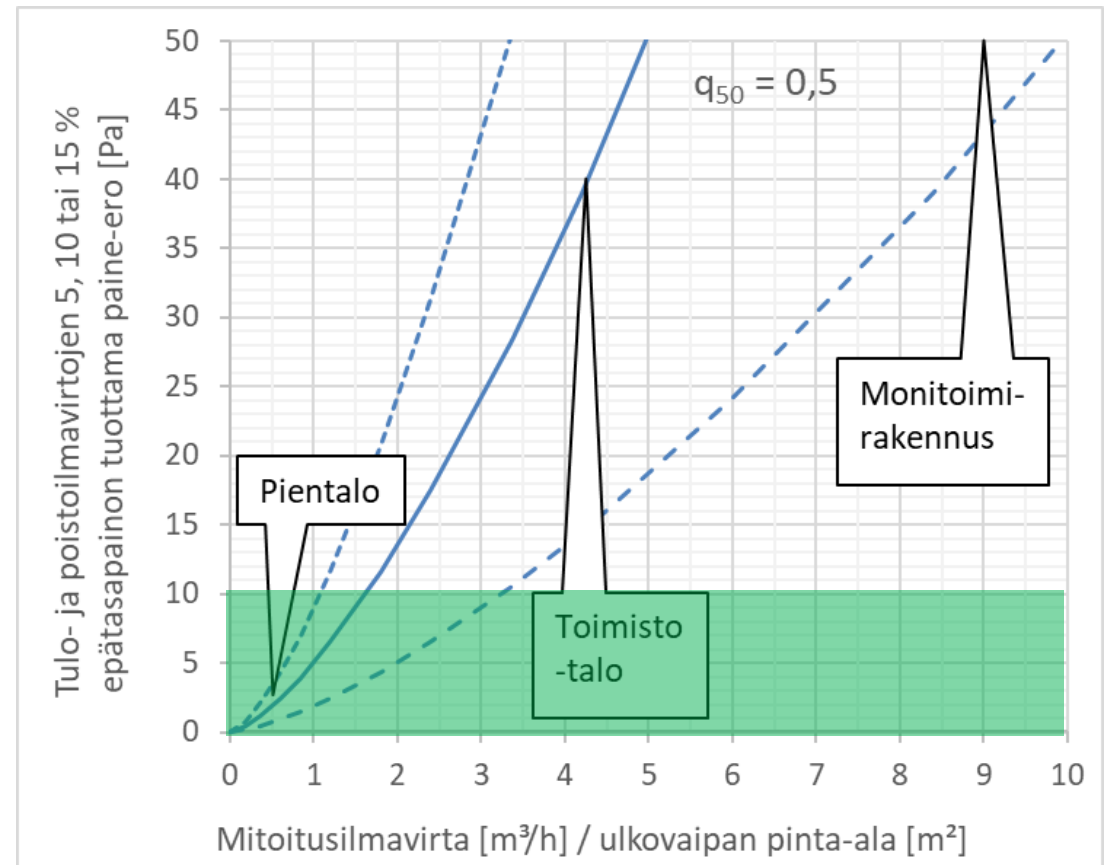
- Helppo kohde
 - pienet mitoitusilmavirrat
 - epätiivis ulkovaippa
 - yksinkertainen iv-järjestelmä
- Vaativa kohde
 - suuret mitoitusilmavirrat
 - ulkovaipan ilmapuotoluku $q_{50} \leq 2 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$
 - rakennuksessa tehokkaita kohde/erillispoistoja; keittiön huuvat ym.
 - eri tyyppisiä ja ikäisiä ilmanvaihtoratkaisuja
 - rakennuksen eri tilojen käyttötarkoitukset ja –ajat poikkeavat toisistaan
 - ilmamääräsäätöiset (IMS) järjestelmät



Paine-eron hallinnan haasteet:

1. Ilmavirtojen säätötarkkuus

- Mitä suuremmat yleisilmanvaihdon mitoitusilmavirrat, sitä suurempia paine-eroja (ylipainetta tai liian suuri alipaine) mittausepä-tarkkuudesta johtuvat poikkeamat aiheuttavat
- Viereisessä kuvassa 5, 10 ja 15 % epätasapainon tuottama paine-ero mallirakennuksissa, kun ulkovaipan tiiviys on hyvä ($q_{50} = 0,5$)
- Toimistoissa, opetus- ja palvelurakennuksissa ongelmia jo 2000 –luvun rakennuskannassa
- **Tiiviin rakennuksen paine-eroa ei voida säätää halutuksi pelkästään ilmavirtamittauksiin perustuen!**



Paine-eron hallinnan haasteet:

2. Erillispoistot

- Yleisilmanvaihdon epätasapainon lisäksi rakennusten paine-eroon vaikuttavat erillispoistot
- Haastavimpia ovat erillispoistot, joiden ilmavirrat ovat suuria ja joiden käyntiajat poikkeavat yleisilmanvaihdon käyntiajoista
- Esim.
 - ammattikeittiöiden huuvapoistot
 - purunpoistojärjestelmät
 - vetokaapit
- Sama on ongelma on myös asuinrakennuksissa:
 - liesituulettimen mitoitusilmavirta on yleensä suurempi kuin huoneisto-kohtaisen iv-koneen mitoitus-ilmavirta; tehostus kasvattaa kokonaispoistoilmavirtaa yli 100 %
 - keskuspölynimurin ilmavirta voi olla lähes yhtä suuri kuin huoneistokoht. iv-koneen ilmavirta
 - pienissä kerrostalohuoneistoissa tehostussäätöisen liesikuvun tehostus kasvattaa poistoilmavirtaa n. 50 %

Paine-eron hallinnan haasteet:

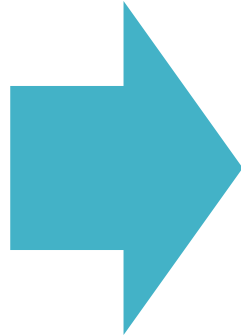
3. Oikean paine-eron määrittely

Sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron tavoitetasoa ja raja-arvoja määritettäessä on huomioitava:

- Rakennuksen käyttötarkoitus
 - kosteuskuormien tai sisäilman kosteuslisän suuruus
 - mahd. tarve pitää sisätiloja yli- tai alipaineisina
- Rakenneratkaisut
 - tiiveys, kosteuskuormituksen kesto
- Ilmanvaihtojärjestelmä
 - mitoitusilmavirrat (vaikuttaa kosteuslisän arvoon)
 - mahdollinen kostutus tai kuivaus
 - järjestelmän monimutkaisuus; vakio- vai muuttuvilmavirta, onko erillispoistoja?
- Tavoitearvojen määrittelyssä tarvitaan ilmanvaihto- ja rakenne- tai rakennusfysiikka-asiantuntijoiden yhteistyötä
 - **ilmanvaihtosuunnittelija ei kykene yksinään tavoitearvoa määräämään**
- Paine-eron hallinta voi asettaa vaatimuksia myös arkkitehtuurisuunnittelulle
 - eri käyttötarkoituksen tai eri tavalla kosteuskuormitettujen tilojen erottaminen toisistaan
 - korkeiden rakennusten pystysuuntainen osastointi
 - iv-järjestelmän suurempi tilantarve, tarve suuremmalle kerroskorkeudelle

Paine-erojen hallinta

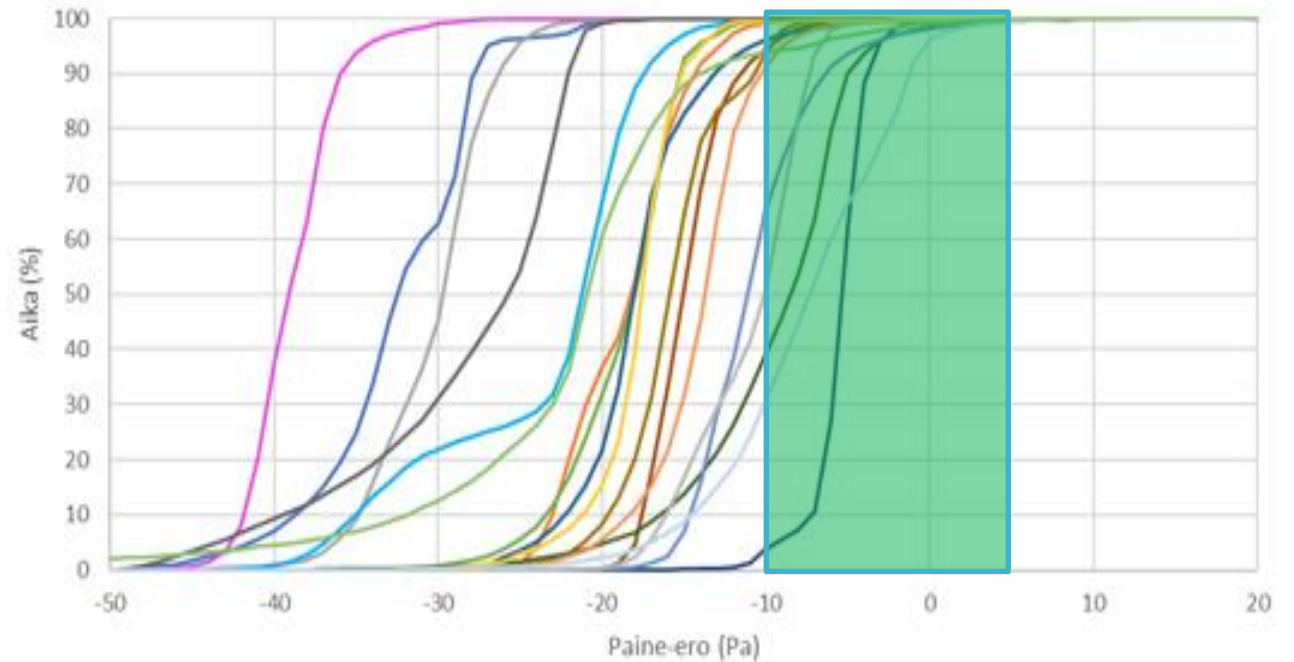
- Rakennukset
 - Koulut
 - Päiväkodit
 - Oppilaitokset
 - Toimisto- ja liiketilat
 - Sairaalat



- Haasteet
 - Suuret ilmavirrat ja tiivis vaipparakenne
 - Ilmanvaihdon säätäminen ja käyttö
 - Erilaisia toimintoja ja tarpeita
 - RAU ja ilmanvaihdon ohjaus - tarpeenmukaisuus
 - Ilmavirtojen ja painesuhteiden hallinta

Paine-erot vaipan yli

- Hyvä tavoite koneellisen tulo-
poistoilmanvaihdon paine-erolle
 - vaipan yli +5....-10 Pa
 - huonetilojen välillä +5...-5 Pa
- Miten toteutetaan käytännössä



Toimenpiteet

- Paine-eron mittaus
- Ilmanvaihtojärjestelmän toiminnan selvittäminen (esim. soveltaen SuLVIn IV-kuntotutkimusohjetta)
- Toimiiko järjestelmä suunnitellulla tavalla
- Onko hallitsemattomia ilmavirtauksia
- Riittääkö säätötoimet?
- Vaaditaanko muutoksia järjestelmiin
 - Puhaltimet
 - RAU- ohjaus ja asetusarvot
 - Kanavamutokset
 - Toimilaitteet
- Onko muutokset tarpeelliset
- Suunnittelu
- Kustannukset
- Hyödyt
- Toimenpiteet ja toteutus
- Tarkastusmittaukset
- Seuranta / jatkuvamittaus

Paine-erojen hallinnan ohjeet

- ▶ Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien tutkimusohje, 2016
 - ▶ Suomen LVI- liitto SuLVI ry
 - ▶ <https://sulvi.fi/materiaalipankki/iv-kuntotutkimushanke/>
 - ▶ PÄIVITETÄÄN 2021
- ▶ Paine-erojen mittausohje– kommenttiversio
 - ▶ Ympäristöministeriö 2019
 - ▶ <https://ym.fi/rakentamismaaraykset>
 - ▶ <https://www.talotekniikkainfo.fi/esimerkit/rakennusten-paine-erojen-mittausohje>
 - ▶ PÄIVITETÄÄN 2021
- Asuntoilmanvaihdon suunnitteluohje tiiviille rakennuksille 2021
- Asuntoilmanvaihdon säätöohje tiiviille rakennuksille 2021
- Tiiviiden rakennusten ilmanvaihdon suunnitteluohjeet (aloitus 2021)
 - Vakioilmavirtajärjestelmät

Tiiviiden rakennusten ilmanvaihdon suunnitteluohjeet

- Rakennusten ilmavuotoluku $< 2 \text{ m}^3/(\text{h m}^2)$
- Tiiviin rakennuksen paine-eroa ei voida säätää halutuksi pelkästään ilmavirtamittauksiin perustuen!
 - suuret mitoitusilmavirrat + tiivis ulkovaippa = tulo- ja poistoilmavirrat pitää tasapainottaa jopa 0,5 % tarkkuudella
- Paine-ero on mitattava ja ilmavirtoja säädettävä tarvittaessa

Tiiviiden rakennusten ilmanvaihdon suunnitteluohjeet

| Vakioilmavirtajärjestelmät | Muuttuvailmavirtajärjestelmät | Seurantamittaukset |
|--|--|---|
| Järjestelmän suunnittelu | Järjestelmän suunnittelu | Hälytysrajat |
| Huone- ja aluekohtaisten paine-erojen hallinta | Vyöhykejako | Mittaussuositus |
| RAU | RAU | RAU- järjestelmän seuranta |
| Ilmavirtojen ja paine-eron säätö | Puhaltimien toiminta Tilan/vyöhykkeen paine-eron hallinta | Ratkaisut tuulen vaikutuksen minimointiin |
| Vanhan järjestelmän muokkaus | Muuntojoustavat ratkaisut | Ohjaus |

Yhteenveto

- Nykyiset ratkaisut eivät toimi riittävän hyvin rakennusten ilmavirtojen ja painesuhteiden hallinnan kannalta
- Ilmanvaihdon suunnittelussa täytyy huomioida ilmavirtojen hallinta, painesuhteet sekä rakennuksen tiiveys
- Tarvitaan ilmanvaihdon suunnitteluohjeet tiiville rakennuksille
 - Asuinrakennusten ilmanvaihdon säätöohje 2021
 - Tiiviiden rakennusten ilmanvaihdon suunnitteluohjeet (aloitus 2021)
 - Vakioilmavirtajärjestelmät
- Uusia toimivia ratkaisuja on kehitettävä

Kiitos!



Menestys
rakennetaan
yhdessä