

# **Asuinrakennusten ilmanvaihdon suunnitteluohje**

---

Kommenttiversio  
7.8.2020

[Napsauta ja lisää kuva valintanauhasta tai paina välilyönti]

# Asuinrakennusten ilmanvaihdon suunnitteluohje

## SISÄLLYSLUETTELO

<b>1</b>	<b>Esipuhe</b> .....	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>Määritelmät</b> .....	<b>4</b>
<b>3</b>	<b>Tausta ja tavoitteet</b> .....	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Yleisilmanvaihdon säätö</b> .....	<b>8</b>
4.1	Paine-erot asuinhuoneiston huonetilojen välillä.....	8
4.1.1	Oviraolla tai siirtoilmalaitteella varustetut asuinhuoneet (makuuhuoneet) .....	8
4.1.2	Tulo- ja poistoilmalaitteilla varustetut asuinhuoneet .....	8
4.2	Pientalon tulo- ja poistoilmavirtojen tasapainottaminen .....	9
4.3	Kerrostalohuoneiston tulo- ja poistoilmavirtojen tasapainottaminen .....	10
4.3.1	Yleistä .....	10
4.3.2	Huoneistokohtainen ilmanvaihtokone .....	11
4.3.3	Keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä.....	11
<b>5</b>	<b>Suunnittelussa huomioitavia asioita</b> .....	<b>13</b>
5.1	Ulkovaipan tiiveyden ja pinta-alan merkitys .....	13
5.2	Sääolojen vaikutus .....	15
5.2.1	Tuulenpaine .....	15
5.2.2	Terminen paine-ero (sisä- ja ulkoilman lämpötilaero).....	16
5.2.3	Korvausilmaventtiilit .....	17
5.2.4	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto .....	18
5.3	Erillispoistot ja tehostukset .....	18
5.3.1	Yleisilmanvaihdon tehostus .....	18
5.3.2	Keittiön ilmanvaihto .....	19
5.3.2.1	Liesituuletin.....	20
5.3.2.2	Liesituuletin aktiivihiihisuodattimella .....	20
5.3.2.3	Liesikupu .....	20
5.3.2.4	Tehostussäätöinen yleispoisto .....	21
5.3.3	Kylpyhuoneen tehostus.....	21
5.3.4	Keskuspölynimuri.....	22
5.4	LTO huurteenesto .....	22
<b>6</b>	<b>Suunnittelun konseptiratkaisut</b> .....	<b>23</b>
6.1	Keittiön ilmanvaihdon toteutus .....	23
6.1.1	Huoneistokohtaiset ilmanvaihtojärjestelmät.....	23
6.1.2	Keskitetyt ilmanvaihtojärjestelmät.....	24
6.2	Korvausilmaratkaisut .....	25
6.2.1	Huoneistokohtaiset ilmanvaihtojärjestelmät.....	25
6.2.1	Keskitetyt ilmanvaihtojärjestelmät.....	26
6.3	Koneellisen yhteiskanavapoiston perusparannus.....	27

LUOTTAMUKSELLINEN

## 1 Esipuhe

Tässä ohjeessa kuvataan, mitä asioita pitäisi ottaa huomioon suunniteltaessa ja säädettäessä ulkovaipaltaan tiiviiden asuinrakennusten koneellista ilmanvaihtoa, jotta rakennuksen sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero pysyy hallittuna ja seuraavat tavoitteet toteutuvat:

- ehkäistään sisäilman vuotaminen ulkovaipan epätiiviyiskohtien (vuotoreitit) kautta ulospäin ja tästä mahdollisesti seuraava sisäilman kosteuden kondensoituminen ja ulkovaipan rakenteiden vaurioituminen
- minimoidaan ulkoilman, rakennusmateriaalien ja ryömintätilan tai maaperän hajujen ja epäpuhauksien (mikrobit aineenvaihduntatuotteineen, radon) kulkeutuminen sisäilmaan vuotoilmavirtausten mukana
- ehkäistään liian suurten paine-erojen muodostuminen eri huonetilojen välille
- ehkäistään asuinkerrostaloissa ja rivitaloissa liian suurten paine-erojen muodostuminen naapurihuoneistojen välille, mikä voi johtaa hajujen tai epäpuhauksien, tupakansavu mukaan luetuna, leviämiseen huoneistosta toiseen
- ehkäistään hallitsemattomista ulkovaipan ilmavirtauksista aiheutuva vetohaitta ja energianhukka
- ehkäistään liian suurten paine-erojen muodostuminen termisen paine-eron vaikutuksesta
- ylläpidetään oikealaiset ilman virtaussuunnat huonetilojen välillä epäpuhauksien, hajujen ja ylimääräisen kosteuden leviämisen ehkäisemiseksi

Ohje on tarkoitettu ensisijaisesti uudisrakennuksille, joissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto ja joiden ulkovaipan ilmapuotoluku on  $2 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$  tai pienempi. Valtaosa uudisrakennuksista kuuluu tähän ryhmään, rakennusmateriaalista riippumatta.

Näitä ohjeita voi olla tarpeen soveltaa myös vanhaa rakennuskantaa korjattaessa. Vanhasta rakennuskannasta on huomioitu erityisesti koneellisella poistoilmanvaihdolla varustetut asuinkerrostalot, koska tämän tyyppisiä rakennuksia on maassamme paljon ja vanhojenkin elementtikerrostalojen ilmapuotoluku voi olla alle  $2 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ .

Laskentaesimerkeissä ja suunnitteluohjeissa on käytetty mallitapauksina erillispientaloa (omakotitalo) sekä pientä kerrostalohuoneistoa. Muun tyyppisten asuntojen tapauksessa ohjeita pitää soveltaa sen mukaan, kumpi mallihuoneisto on kooltaan ja rakenteiltaan lähemmin vastaava.

Tekijät

Marko Björkroth

Lari Eskola

## 2 Määritelmät

### Ilmankosteus ja kosteuslisä

Suhteellinen kosteus	<p>Suhteellinen kosteus on vesihöyrynpaineen suhde kyllästyshöyrynpaineeseen tietyssä lämpötilassa. Käytännössä 0 % suhteellinen kosteus tarkoittaa, että ilma on täysin kuivaa ja 100 % tarkoittaa, että ilmaan on sitoutunut maksimaalinen määrä kosteutta.</p> <p>Kun suhteellinen kosteus on korkea, huoneilmasta tiivistyy kosteutta viileämmille pinoille, esimerkiksi rakennuksen ulkonurkkiin talvella. Tämän vuoksi suhteellisen kosteuden tulisi talvella olla alle 50 % RH. Kesällä kosteuden tiivistymisriski on pienempi.</p>
Absoluuttinen kosteus	<p>Absoluuttinen kosteus on veden tai vesihöyryn määrä ilmakehiä kohti, yksikkönä g/m<sup>3</sup>.</p> <p>Absoluuttinen kosteus ei muutu, kun ilmaa lämmitetään, mutta ilman kyky sitoa itseensä kosteutta kasvaa. Tästä syystä ilman suhteellinen kosteus laskee lämpötilan noustessa.</p>
Kosteuslisä	<p>Kosteuslisä on ulkoilman ja sisäilman absoluuttisen kosteuden erotus. Sisä- ja ulkoilman suhteellista kosteutta ei voi suoraan verrata keskenään, koska lämpötila vaikuttaa suhteellisen kosteuden arvoon. Absoluuttiseen kosteuteen lämpötila ei vaikuta, joten sen avulla voidaan kuvata, kuinka paljon rakennuksen käyttäjät, ruoanvalmistus, pyykinkuivaus ja muut toiminnot tuottavat kosteutta.</p> <p>Jos kosteuslisä on 0 g/m<sup>3</sup>, rakennuksen sisällä ei synny kosteutta. Sisäilman suhteellinen kosteus on tästä huolimatta ulkoilman suhteellista kosteutta alempi aina, kun sisällä on ulkoilmaa lämpimämpää.</p>

### Paine-erot ja ilmatiiviys

Ulkovaippa	<p>Rakennuksen vaippaan tai ulkovaippaan sisältyvät ne rakennusosat, jotka erottavat lämpimät ja puolilämpimät sekä jäädytetyt kylmätilat ulkoilmasta, maaperästä tai lämmittämättömästä tilasta. Ulkovaippaan eivät sisälly rakennuksen sisäiset eri tiloja toisistaan erottavat rakennusosat (välipohjat ja -seinät).</p> <p>Poikkeus: Mitattaessa yksittäisen kerros- tai rivitaloaluoneiston ilmatiiveyttä, huoneiston vaipan alaan kuuluviksi lasketaan myös naapurihuoneistojen vastaiset seinät ja välipohjat sekä porrashuoneen vastainen seinä aukotuksineen.</p>
Ilmavuotoluku	<p>Ilmavuotoluku kuvaa rakennuksen ulkovaipan ilmatiiveyttä. Nykyisin käytettävä ilmavuotoluku <math>q_{50}</math> ilmaisee, kuinka paljon vuotoilmaa (yksikkönä m<sup>3</sup>/h) virtaa ulkovaipan vuotoreittien kautta sisään tai ulos, kun sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero on 50 Pa. Aiemmin käytössä ollut ilmavuotoluku <math>n_{50}</math> ilmaisi vuotoilmavirran [m<sup>3</sup>/h] suhteessa rakennuksen tilavuuteen [m<sup>3</sup>].</p>

### Terminen paine-ero

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 alaosaan. Tässä ohjeessa käytettävä termisen paine-eron yksikkö on Pa/m. Termisestä paine-erosta käytetään myös nimityksiä savupiippuvaikutus tai hormivaikutus.

#### Termisen paine-eron korjaus

Terminen paine-ero vaikuttaa sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron mittaustuloksiin. Paine-ero pitäisi mitata 1 m korkeudelta lattiasta. Jos tämä ei ole mahdollista, mittaustulos pitää korjata vastaamaan paine-eroa metrin korkeudella. Korjauksen tekeminen edellyttää termisen paine-eron suuruuden määrittämistä mittaushetkellä. Tätä varten pitää mitata sekä ulko- että sisälämpötila, ks. Rakennusten paine-eron mittausohje

#### Neutraalutilanne

Olosuhde, jossa rakennuksen ulkovaipan paine-eroon eivät vaikuta tuuli ja terminen paine-ero. Neutraalitalanteessa sisä- ja ulkoilman välinen lämpötilaero on alle 5 °C ja sää tyyni.

Lisää määritelmiä löytyy paine-eron mittausohjeesta, Rakennusten paine-eron mittausohje, loppuraportti 11.10.2019 <https://www.talotekniikkainfo.fi/esimerkit/rakennusten-paine-erojen-mittausohje>

### 3 Tausta ja tavoitteet

Tässä ohjeessa esitetään useita erilaisia toteutusvaihtoehtoja, konsepteja, ulkovaipaltaan tiiviiden asuinrakennusten ilmanvaihtojärjestelmien suunnitteluun ja säätöön. Ohjeet on tarkoitettu ensisijaisesti koneellisella tulo- ja poistoilmanvaihdolla varustetuille uudisrakennuksille, joiden ulkovaipan ilmanvuotoluku on enintään  $2 \text{ m}^3/(\text{m}^2 \cdot \text{h})$ .

Osassa vanhaakin rakennuskantaa ulkovaippa voi olla näin ilmatiivis, joten ohjeita voi olla tarpeen soveltaa myös vanhoja rakennuksia korjattaessa. Etenkin vanhoissa, koneellisella poistoilmanvaihdolla varustetuissa kerrostaloissa on haasteita paine-erojen hallinnassa, mikä on tässä ohjeistuksessa huomioitu.

Asuinrakennusten ja -huoneistojen koot ja rakenneratkaisut vaihtelevat huomattavasti. Kaikille rakennustyypeille ei ole mahdollista antaa yksityiskohtaisia ohjeita. Mallitapauksiksi on valittu paine-eron hallinnan kannalta haastaviksi arvioidut tapaukset

1. 120 m<sup>2</sup> omakotitalo tai erillispientalo
2. 40 m<sup>2</sup> kerrostalohuoneisto, joka sijaitsee rakennuksen keskellä

Muun tyyppisten rakennusten, kuten rivitalojen, tai suurien huoneistojen suunnittelussa pitää soveltaa em. mallitapausten ohjeita sen mukaan, kumpi malli kokonsa ja rakenneratkaisujensa perusteella on lähemmin vastaava.

Suunnittelu- ja säätöohjeistuksen tavoitteena on, että sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero saataisiin neutraalitalanteessa pidettyä -15 ja +5 pascalin välillä. Sään vaihtelusta johtuen paine-eroa ei ole aina mahdollista pitää tavoitealueellaan.

Asuinrakennuksissa asukkaiden määrät ja elintavat vaihtelevat. Vaikka asuinrakennuksiakin enimmäkseen vaivaa sisäilman liiallinen kuivuus (matala suhteellinen kosteus) talvella, saattaa ilman kosteus ajoittain nousta korkeaksikin. Combi -hankkeessa päädyttiin suosittamaan sisäilman kosteuslisän mitoitussarvoksi  $5 \text{ g/m}^3$  talvella. Korkean kosteuslisän vuoksi asuinrakennuksia ei tule suunnitella ylipaineiseksi ulkoilmaan verrattuna, jotta vältetään sisäilman kosteuden kondensoitumiselta ulkovaipan rakenteisiin.

Asuinrakennukset eivät saa myöskään olla liian alipaineisia ulkoilmaan verrattuna. Alipaine aikaansaa ilman sisäänvirtauksen ulkovaipan epätiiviyden kautta. Vuotoilmavirran mukana sisäilmaa voi kulkeutua erilaisia epäpuhtauksia, kuten radonia. Asuinkerrostaloissa liiallinen alipaine voi aiheuttaa myös ilmavirtauksia ja hajujen tai tupakansavun siirtymistä huoneistojen välillä.

Asuinrakennusten paine-eron hallinnassa on kaksi erillistä haastetta

1. Jatkovatoimisen yleisilmanvaihdon säätö niin, että sen aikaansaama paine-ero pysyy tavoitealueellaan
2. Erillispoistojen ja tehostusten aiheuttaman paine-eron vaihtelun rajoittaminen

Paine-eron vaihtelua aiheuttavat mm.

- liesituuletin, jonka poistoilma puhalletaan ulos rakennuksesta
- tehostussäätöinen liesikupu
- keskuspölynimuri, jonka poistoilma puhalletaan ulos rakennuksesta
- erilaiset ilmanvaihdon tilakohtaiset tehostus- ja säätöjärjestelmät, esimerkiksi käsin säädettävät ns. saunaventtiilit



## 4 Yleisilmanvaihdon säätö

Ilmanvaihtojärjestelmän huonekohtaiset ilmavirrat säädetään ilmanvaihtopiirustuksien mukaisiksi. Jos piirustuksia ei ole tai on havaittu tarve muuttaa ilmanvaihdon mitoittamista, suunnitelmat tulee päivittää ennen säädön aloittamista.

### 4.1 Paine-erot asuinhuoneiston huonetilojen välillä

Asuinhuoneisto käsitellään yhtenä vyöhykkeenä sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa mitattaessa ja säädettyäessä. Tämän vyöhykkeen ulkopuolelle rajataan vain autotallien ja lämmönjakohuoneiden kaltaiset tilat – käytännössä eri palo-osastoon kuuluvat tilat.

Asuinhuoneiston sisä- ja ulkoilman välisellä paine-erolla tarkoitetaan asuinhuoneiden ja ulkoilman välistä paine-eroa silloin, kun asuinhuoneiden (makuuhuoneet) väliovet ovat auki. Tällöin mittaus voidaan suorittaa mistä tahansa asuinhuoneesta tai eteistilasta.

Vaatehuoneiden, varastotilojen, pesu- ja WC-tilojen, erillisen keittiön ja tuulikaapin ovet pidetään mitauksen aikana kiinni. Näiden tilojen ja ulkoilman välistä paine-eroa ei ole tarpeen mitata erikseen.

Pientaloissa paine-ero mitataan ensisijaisesti maanpinnan tasolla olevista huoneista. Jos eri asuinkerrosten välillä ei ole avointa yhteyttä (esim. portaikkoon kuljetaan tiiviiden ovien kautta), on tarpeen käsitellä jokainen kerros kuin se olisi erillinen huoneisto.

Väliovien ollessa suljettuina huonetilojen välille voi muodostua paine-eroja. Asuinrakennuksissa ei ole estettä sijoittaa tulo- ja poistoilmalaitteita samaan huoneeseen, mutta yleisin ratkaisu on, että asuinhuoneissa (tupakeittiöitä lukuun ottamatta) on vain tuloilmaventtiili ja ”likaisissa” tiloissa, esimerkiksi WC-tilassa, kylpyhuoneessa tai keittiössä, pelkkä poisto.

#### 4.1.1 Oviraolla tai siirtoilmalaitteella varustetut asuinhuoneet (makuuhuoneet)

Ilma virtaa tilasta toiseen yleensä ovirakojen kautta, mutta siirtoilmareittinä voidaan käyttää myös väli-seinään tai oveen asennettavia siirtoilmalaitteita. Kun väliovi on suljettuna, tilojen välille muodostuu paine-ero, joka on yhtä suuri kuin oviraon tai siirtoilmalaitteen painehäviö ao. ilmavirralla.

Ilmanvaihdon suunnitteluohjeissa (Opas asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoittamiseen 2019) oviraon maksimipainehäviöksi määritetään 5 Pa ja maksimi-ilmavirraksi 18 l/s. Tavanomaisilla asuinhuoneiden 8...12 l/s mitoitusilmavirroilla oviraon painehäviö on vain 1–2 Pa.

Jos sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa mitataan seurantamittauksena makuuhuoneesta, josta johdetaan oviraon tai siirtoilmalaitteen kautta siirtoilmaa muihin tiloihin, tuloksia tulkittaessa pitää muistaa, että makuuhuone voi muuttua hyvin lievästi ylipaineiseksi ulkoilmaan verrattuna välioven ollessa suljettuna. Mikäli mahdollista, sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero mitataan mieluummin olohuoneesta tai eteistilasta.

#### 4.1.2 Tulo- ja poistoilmalaitteilla varustetut asuinhuoneet

Jos asuinhuoneissa (makuuhuoneet) on tulo- ja poistoilmaventtiilit ja asuinhuoneen ovi on tiivis, kynnyksellinen, ovi, asuinhuoneet voivat oven ollessa suljettuina muuttua yli- tai alipaineisiksi sekä muihin sisätiloihin että ulkoilmaan verrattuna.

Tällaisten asuinhuoneiden huonekohtaiset tuloilmavirrat pitää tasapainottaa paine-eromittaukseen perustuen ennen kuin koko huoneiston paine-eroa ulkoilmaan verrattuna ryhdytään säätämään. Huoneen

ovi suljetaan, minkä jälkeen mitataan huoneen paine-ero muihin asuintiloihin (yleensä eteiseen) verrattuna. Jos paine-ero ylittää 2 Pa (yli- tai alipaine), pitää joko tulo- tai poistoilmavirtaa säätää paine-eron pienentämiseksi. Paine-eron tavoitearvo on 0 Pa.

Kun koko huoneiston paine-eroa ulkoilmaan verrattuna mitataan ja säädetään, asuinhuoneiden väliovet pidetään avoinna.

## 4.2 Pientalon tulo- ja poistoilmavirtojen tasapainottaminen

Pientalojen osalta esitellään ainoastaan huoneistokohtaiseen ilmanvaihtokoneeseen perustuva ratkaisu.

Vakiintunut käytäntö on ollut poistoilmavirran mitoittaminen ja säätäminen esimerkiksi 10 % tuloilmavirtaa suuremmaksi. Tätä käytäntöä ei ole tarpeen muuttaa.

Pientaloissa yleisilmanvaihdon tulo- ja poistoilmavirtojen epätasapainosta aiheutuva paine-ero jää pieneksi, ellei rakennuksen ulkovaippa ole poikkeuksellisen ilmatiivis, ilmavuotoluku alle  $0,5 \text{ m}^3/(\text{h}\cdot\text{m}^2)$ .

Pientaloissa yleisilmanvaihdon tuottaman paine-eron tavoitearvo on  $0 \dots -3 \text{ Pa}$  ilmanvaihdon toimiessa normaalilla käyttötilanteen teholla.

Säätömenetelmä:

1. Ilmanvaihtokoneen kokonaispoistoilmavirta suunnitellaan ja säädetään  $10 \dots 15 \%$  tuloilmavirtaa suuremmaksi.
2. Kun huonekohtaiset ilmavirrat on säädetty suunnitelmia vastaaviksi, mitataan sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero
  - a. hetkellinen mittaus, vähintään kahdelta julkisivulta, vain tyynellä säällä (tuulenoisuus  $\leq 3 \text{ m/s}$ )
  - b. seurantamittauksena miel. viikon jaksolta (1 mittauspiste riittää), suositeltavampi vaihtoehto
3. Mittaustuloksen perusteella muutetaan ilmavirtasäätöjä tarvittaessa:
  - jos mittaustulos (mittauspisteiden tai -jakson keskiarvo) osuu välille  $0 \dots -3 \text{ Pa}$ , ilmavirtasäätöjä ei muuteta
  - jos pientalo on yli  $+0,5 \text{ Pa}$  ylipaineinen ulkoilmaan verrattuna, pienennetään tuloilmavirtaa tai kasvatetaan poistoilmavirtaa siten, että paine-eroksi saadaan  $0 \dots -1 \text{ Pa}$
  - jos pientalo on yli  $-3 \text{ Pa}$  alipaineinen ulkoilmaan verrattuna, muutetaan tulo- ja poistoilmavirtojen tasapainoa siten, että paine-eroksi saadaan  $-2 \dots -3 \text{ Pa}$
4. Säätömuutosten jälkeen toistetaan sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron mittaus. Tarvittaessa ilmavirtoja korjataan uudelleen.

Pientalon paine-eroa ei ole suositeltavaa pyrkiä oikopäätä säätämään tavoitearvoalueen keskelle, esimerkiksi  $-1,5 \text{ pascaliin}$ . Jos ulkovaipan ilmatiivisyys on oletettua heikompi, tällainen menettely voi johtaa liian suureen epätasapainoon tulo- ja poistoilmavirtojen välillä.

## 4.3 Kerrostalohuoneiston tulo- ja poistoilmavirtojen tasapainottaminen

### 4.3.1 Yleistä

Kerrostalohuoneistoissa ulkovaipan pinta-ala voi olla pieni suhteessa huoneiston tilavuuteen ja mitoitussilmavirtaan, kun tarkasteltava huoneisto sijaitsee keskellä rakennusta. Ulkovaipan vuotojen lisäksi paine-erot voivat aiheuttaa ilmavirtauksia eri huoneistojen tai huoneiston ja porrashuoneen välillä.

Kerrostalohuoneistoissa yleisilmanvaihdon tuottaman sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron tavoitearvo on 0...-10 Pa ilmanvaihdon toimiessa normaalilla käyttötilanteen teholla. Lisäksi tavoitteena on, että huoneiston ja porrashuoneen välinen paine-ero on -10...+10 Pa neutraalitalanteessa.

Huoneiston paine-eroa ei ole suositeltavaa pyrkiä oikopäätä säätämään tavoitearvoalueen keskelle, esimerkiksi -5 pascaliin. Jos ulkovaipan ilmatiiveys on oletettua heikompi, tällainen menettely voi johtaa liian suureen epätasapainoon tulo- ja poistoilmavirtojen välillä.

Tuulenpaineen vaikutus on kerrostalojen ylimmissä kerroksissa suuri. Kerrostalojen huoneistokohtaisten ilmavirtojen tasapainottamisen apuna voidaan käyttää myös huoneiston ja porrashuoneen välistä paine-eroa, johon tuulella on pienempi vaikutus. Porrashuoneesta tehtävissä mittauksissa on huomioitava porrashuoneesta muodostuva termien paine-ero sekä porrashuoneen ilmanvaihdon tuottama paine-ero.

Kerrostalohuoneistojen ilmanvaihtoa säädettäessä mitataan aina:

- 1) ao. huoneiston ja ulkoilman välinen paine-ero vähintään yhdeltä julkisivulta
- 2) ao. huoneiston ja porrashuoneen välinen paine-ero
- 3) porrashuoneen ja ulkoilman välinen paine-ero

Mittaajan tulee aina määrittää, mikä on porrashuoneen ja ulkoilman välinen paine-ero siinä kerroksessa, missä kulloinkin säädettävänä oleva huoneisto sijaitsee. Jos porrashuoneen ja ulkoilman välinen paine-ero mitataan sisäänkäyntikerroksesta, painero ylemmissä kerroksissa määritetään laskennallisesti. Tällöin sisäänkäyntikerroksesta mitattuun paine-eroon lisätään termisen paine-eron vaikutus.

Esimerkki:

- paine-ero mitataan sisäänkäyntikerroksesta, ulko-oven ylänurkan tasolta, 2,1 m sisäänkäyntikerroksen lattiasta ( $h_{mitt} = 2,1 \text{ m}$ )
- halutaan tietää porrashuoneen paine-ero 3. kerroksessa (+9,0 m sisäänkäyntitasoon verrattuna) 1,0 m korkeudella lattiasta ( $h_{3krs} = 9,0 + 1,0 = 10,0 \text{ m}$ )
- porrashuoneen lämpötila +17 °C, ulkolämpötila +5 °C, joten termien paine-ero Rakennusten paine-eron mittausohjeen kuvan 12 perusteella noin 0,5 Pa/m
- porrashuoneen alaosasta ( $h_{mitt} = 2,1 \text{ m}$ ) mitattu paine-ero -15 Pa

- laskennallinen sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero 3. kerroksessa on

$$\Delta p_{laskettu} = \Delta p_{mitattu} - \frac{\Delta p}{\Delta h} \cdot (h_{mitt} - h_{3krs}) = -15 \text{ Pa} - 0,5 \text{ Pa/m} \times (2,1 \text{ m} - 10,0 \text{ m}) = -15 \text{ Pa} + 3,95 \text{ Pa} = -11,05 \text{ Pa} \approx -11 \text{ Pa}$$

Vaihtoehtoisesti paine-ero voidaan määrittää myös mittaamalla porrashuoneen paine-ero ulkoilmaan verrattuna ylimmästä ja alimmasta kerroksesta ja interpoloimalla väliin jäävien kerrosten arvot.

Huoneiston sisällä tehtävät mittaukset voidaan toteuttaa hetkellisinä mittauksina, mutta porrashuoneen ja ulkoilman välinen paine-ero on suositeltavaa toteuttaa joko jatkuvatoimisena mittauksena (ns. loggeri)

tai mittalaitteella, jossa tuulenpaineen vaikutusta on vähennetty joko tuulisuojauksella tai keskiarvotukselle.

#### 4.3.2 Huoneistokohtainen ilmanvaihtokone

Säädön aikana sää ei saa olla kovatuulinen eikä poikkeuksellisen kylmä.

Vaikka menettelyllä pyritään säätämään sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa, sen mittaaminen hetkellisenä mittauksena onnistuu korkeassa rakennuksessa vain tyyneellä säällä. Tämän vuoksi paine-eron säätö on parempi toteuttaa huoneiston ja porrashuoneen väliseen paine-eroon perustuen. Tässä tapauksessa tulee ensiksi määrittää, mikä on porrashuoneen ja ulkoilman välinen paine-ero.

Kun huoneiston ja porrashuoneen välinen paine-ero mitataan ja tähän mittaustulokseen lisätään porrashuoneen ja ulkoilman välinen paine-ero samassa kerroksessa, saadaan arvio huoneiston ja ulkoilman väliselle paine-erolle.

Säätömenetelmä:

1. Ilmanvaihtokoneen kokonaispoistoilmavirta suunnitellaan ja säädetään 10...20 % tuloilmavirtaa suuremmaksi.
2. Kun huonekohtaiset ilmavirrat on säädetty suunnitelmia vastaaviksi, mitataan
  - 1) sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero vähintään yhdeltä julkisivulta
  - 2) huoneiston ja porrashuoneen välinen paine-ero
3. Mittaustuloksen perusteella muutetaan ilmavirtasäätöjä tarvittaessa:
  - jos sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero osuu välille 0...-10 Pa, ilmavirtasäätöjä ei muuteta
  - jos huoneisto on ylipaineinen ulkoilmaan verrattuna, pienennetään tuloilmavirtaa tai kasvatetaan poistoilmavirtaa siten, että paine-eroksi saadaan 0...-5 Pa
  - jos huoneisto on yli -10 Pa alipaineinen ulkoilmaan verrattuna, muutetaan tulo- ja poistoilmavirtojen tasapainoa siten, että paine-eroksi saadaan -5...-10 Pa
4. Säätömuutosten jälkeen toistetaan sisä- ja ulkoilman välisen sekä huoneiston ja porrashuoneen välisen paine-eron mittaus. Tarvittaessa ilmavirtoja korjataan uudelleen.

Säätömenettelyn vuoksi huoneiston ja porrashuoneen välisen paine-eron tavoitearvo riippuu kerroksesta, jossa huoneisto sijaitsee. -10...+10 Pa tavoite pätee vain neutraalilanteessa, jolloin porrashuoneessa ei muodostu termistä paine-eroa. Rakennuksen yläosassa, jossa porrashuone saattaa kylmällä säällä olla ylipaineinen ulkoilmaan verrattuna, huoneistojen tulee kylmällä säällä olla alipaineisia porrashuoneeseen nähden. Säätöä ei ole suositeltavaa tehdä silloin, kun huoneistojen ja porrashuoneen välinen paine-ero kasvaa yli 20 Pa (yli- tai alipaine), minkä vuoksi korkeiden rakennusten säätöä ei voida tehdä kylmällä säällä.

#### 4.3.3 Keskitetty ilmanvaihtojärjestelmä

Säädön aikana sää ei saa olla kovatuulinen eikä poikkeuksellisen kylmä.

Säätömenetelmä:

- a) Ilmanvaihtokoneen kokonaispoistoilmavirta suunnitellaan ja säädetään 10...20 % tuloilmavirtaa suuremmaksi.

- b) Pääteilaitekohtaiset ilmavirrat säädetään kaikissa huoneistoissa
- c) Mitataan jokaisen huoneiston paine-ero
  - 1) sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero vähintään yhdeltä julkisivulta
  - 2) huoneiston ja porrashuoneen välinen paine-ero
- d) Määritetään jokaisen huoneiston ja ulkoilman välinen paine-ero myös laskennallisesti, huoneiston ja porrashuoneen välisen paine-eromittauksen pohjalta
  - laskennassa on huomioitava termisen paine-eron vaikutus
- e) Mikäli eri huoneistojen ja ulkoilman väliset paine-erot vaihtelevat liikaa, säädetään huoneistot keskenään tasapainoon
  - huoneistojen väliset paine-erot alle 5 Pa
  - tässä vaiheessa ei haittaa, vaikka huoneistojen paine-ero ulkoilmaan verrattuna on yli 0 Pa tai alle -10 Pa
- f) Lopuksi muutetaan keskitetyn iv-koneen tulo- tai poistoilmavirtaa siten, että kaikkien huoneistojen paine-ero ulkoilmaan verrattuna asettuu 0...-10 Pa tavoitealueelle

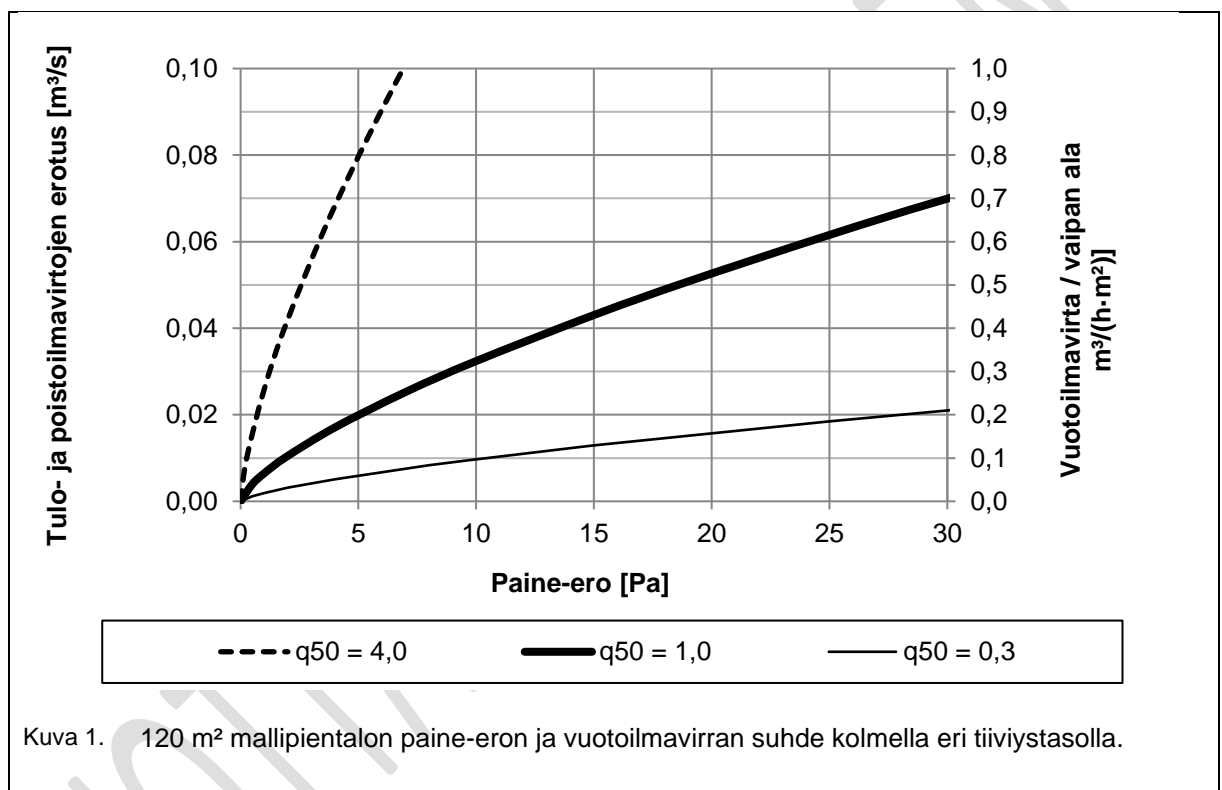
Ilmanvirtasäädön onnistuminen on suositeltavaa varmistaa seurantamittauksella vähintään 2 huoneistosta.

## 5 Suunnittelussa huomioitavia asioita

### 5.1 Ulkovaipan tiiveyden ja pinta-alan merkitys

Ulkovaipan ilmatiiveys vaikuttaa siihen, kuinka suuria paine-eroja ilmanvaihto kykenee tuottamaan. Kuvassa 1 esitetään, millainen paine-ero muodostuu 120 m<sup>2</sup> mallipientaloon, jonka ulkovaipan ilmavuotoluku on 4, 1 tai 0,3 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h). Ilmavuotoluku 4 edustaa vanhan rakennuskannan tyypillistä arvoa ja sekä nykyisten rakentamismääräysten edellyttämää minimivaatimustasoa. Uusien rakennusten keskimääräinen ilmavuotoluku on noin 1 ja 0,3 edustaa puolestaan keskimääräistä tiiviimpää rakennusta. Alimmat mitatut arvot ovat tätäkin pienempiä.

Yksikerroksisen mallipientalon pinta-ala on 120 m<sup>2</sup>, tilavuus 300 m<sup>3</sup> ja ulkovaipan pinta-ala 360 m<sup>2</sup>.



Jos mallipientalossa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, jonka tuloilmavirta on +50 l/s ja poistoilmavirta on -60 l/s (20 % tuloilmavirtaa suurempi), rakennukseen täytyy virrata korvausilmaa 10 l/s eli 0,01 m<sup>3</sup>/s ulkovaipan rakenteiden läpi.

Ilmavuotoluvulla 4 tulo- ja poistoilmanvaihdon aikaansaama alipaine on noin -0,3 Pa. Ilmavuotoluvun ollessa 1,0 paine-ero on -2 Pa ja ilmavuotoluvun ollessa 0,3 paine-ero on -10 Pa.

Epätiivisissä rakennuksissa edes pelkkä koneellinen poistoilmanvaihto ei luo kovin suurta alipainetta. Koneellinen poisto -60 l/s mitoitusilmavirralla aikaansaa epätiivisissä rakennuksissa (ilmavuotoluku 4) vain -3,3 Pa alipaineen, vaikkei rakennuksessa olisi lainkaan korvausilmaventtiileitä.

Kerrostalo- ja huoneistoissa ilmanvaihdon tuottamat paine-erot ovat suurempia. Tähän on monta syytä:

1. Elementtirakenteet, jotka erityisesti vanhassa rakennuskannassa ovat puurakenteita ilmatiiviimpiä

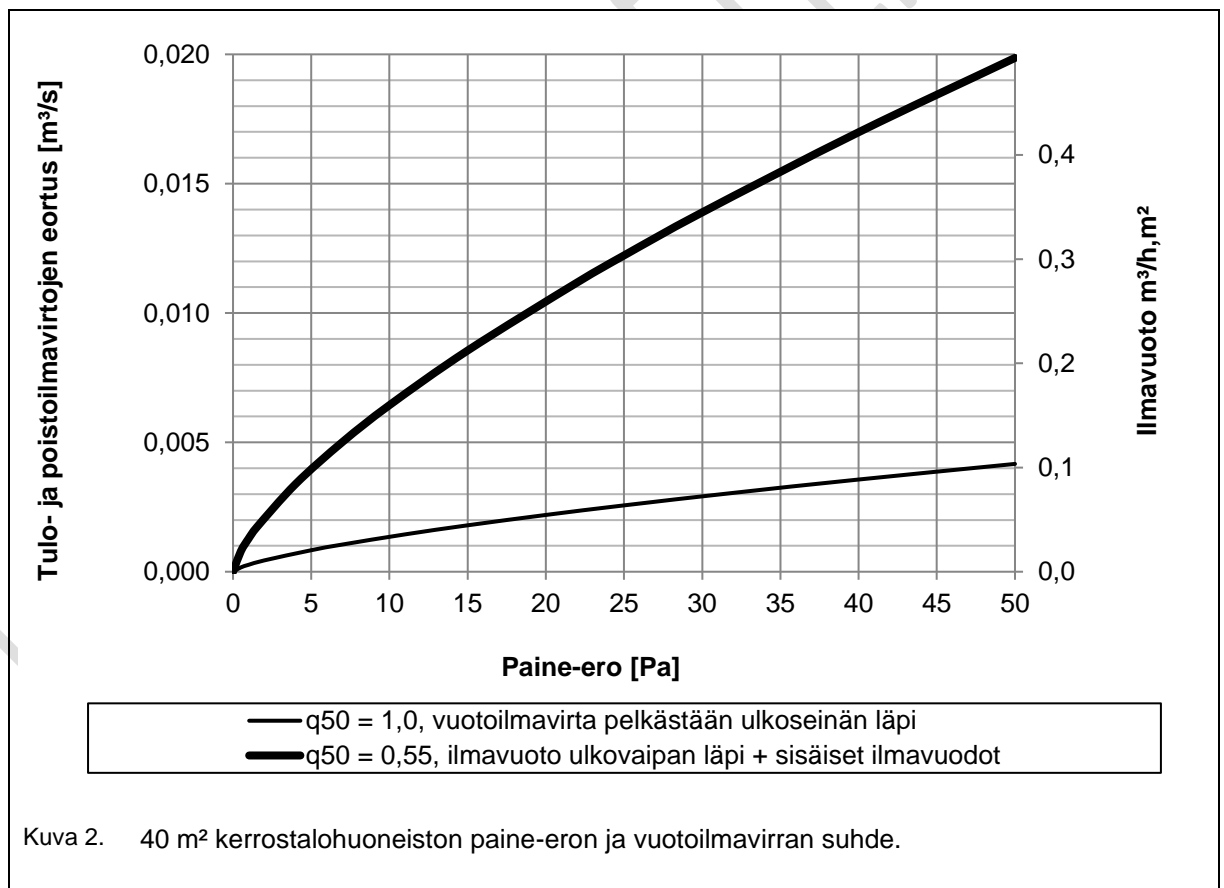
2. Kerrostaloissa ulkovaipan pinta-alan suhde rakennuksen sisätilavuuteen on pienempi
3. Etenkin pienissä asuinhuoneistoissa keskimääräiset ilmanvaihtokertoimet ovat korkeampia kuin pientaloissa

Kerrostalohuoneiston lähtötiedot on valittu siten, että mallihuoneisto edustaa ilmanvaihdon säädön kannalta vaikeaa tapausta. Mallihuoneiston pinta-ala on 40 m<sup>2</sup> ja se sijaitsee rakennuksen keskellä. Huonekorkeus on 2,5 m, joten huoneiston tilavuus on 100 m<sup>3</sup>. Huoneisto avautuu vain yhteen ilmansuuntaan ja siinä on 15 m<sup>2</sup> ulkoilmaan rajoittuvaa seinäpintaa, ikkunat ja parvekkeen ovi mukaan luettuina.

Naapurihuoneistojen ja porrashuoneen vastaisten väliseinien ja välipohjien yhteenlaskettu pinta-ala on 130 m<sup>2</sup>.

Kerrostalon ilmavuotoluku voidaan määrittää kahdella eri tavalla. Kun ilmatiiveys mitataan porrashuone kerrallaan, mittaustulos kuvastaa ulkovaipan tiiveyttä. Kun mitataan huoneisto kerrallaan, mittaustulokseen vaikuttavat myös sisäiset ilmavuodot.

Mallihuoneistossa ulkovaipan ilmavuotoluku on 1,0 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h) ja naapurihuoneistoihin ja porrashuoneisiin rajautuvien pintojen keskimääräinen ilmavuotoluku on 0,5 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h). Kun tällaiselle huoneistolle tehdään huoneistokohtainen tiiveyskoe, saadaan ulkovaipan ja sisäisten vuotojen yhteisvaikutuksena tulokseksi 0,55 m<sup>3</sup>/(m<sup>2</sup>·h) vuotoilmavirta.



Mallihuoneiston kaltaisessa tapauksessa valtaosa ilmanvaihdon korvausilmasta saadaan sisäisinä vuotoina. Esimerkki:

- mallihuoneisto on -30 Pa alipaineinen ulkoilmaan verrattuna, jolloin sinne virtaa ulkoseinän läpi ilmaa 2,9 l/s

- muut huoneistot ja porrashuone ovat -15 Pa alipaineisia ulkoilmaan verrattuina
- mallihuoneisto on -15 Pa alipaineinen naapurihuoneistoihin ja porrashuoneeseen verrattuna, minkä seurauksena näistä virtaa mallihuoneistoon ilmaa 8,6 l/s
- ainoastaan 25 % korvausilmasta saadaan tässä tilanteessa ulkovaipan vuotojen kautta, loppuosa saadaan sisäisinä ilmapuotoina, mikä voi aiheuttaa mm. hajujen tai tupakansavun leviämistä huoneistojen välillä

Pienissä kerrostalohuoneistoissa ilmanvaihtokerroin on suurempi kuin 0,5 1/h. Tämä johtuu sekä tarpeesta mitoittaa päämakuuhuoneen tuloilmavirraksi +12 l/s että tilakohtaisten poistoilmavirtojen ohjearvoista.

Vanhassa rakennuskannassa ilmanvaihtokerroin voi olla hyvinkin korkea, jos mitoituksessa on noudatettu tilakohtaisia ohjearvoja orjallisesti. Esimerkiksi keittiön poistoilmavirta -20 l/s, pesuhuoneen -15 l/s ja saunan -6 l/s, jolloin kokonaispoistoilmavirta on -41 l/s ja 40 m<sup>2</sup> huoneiston ilmanvaihtokerroin 1,5 1/h.

Nykyinen suunnitteluohjeistus määrittää pienen asuinhuoneiston minimi-ilmavirraksi 18 l/s, mutta tämä minimiarvo soveltuu käytettäväksi vain kaikkein pienimmissä huoneistoissa sekä palvelutaloasunnoissa, joissa tyypillisesti ei valmisteta ruokaa.

Tavanomaisissa kerrostaloyksiyöissä ja pienissä kaksioissa mitoitusilmavirta on noin 30 l/s. Arvoon vaikuttaa, onko huoneistossa saunaa tai vaatehuonetta.

Jos mallihuoneiston mitoitusilmavirrat (tulo/poisto) ovat +25/-28 l/s (+12 %), huoneiston ilmanvaihtokerroin on 1,0 1/h. Suuremman poistoilmavirran vuoksi huoneistoon pitää virrata 3 l/s korvausilmaa. Lisäksi oletetaan, että muissa huoneistoissa ja porrashuoneessa on yhtä suuri alipaine, jolloin mallihuoneistoon ei virtaa ilmaa sisäisinä vuotoina. Tässä tilanteessa kaikki korvausilma pitää saada ulkoseinän vuotoina. Kuvasta 2 voidaan lukea, että tämä edellyttää -31...-32 Pa alipainetta ulkoilmaan verrattuna.

Ulkovaipaltaan tiiviissä asuinkeuhkaloissa huoneistokohtaiset ilmavirrat on tarpeen tasapainottaa alle 1 l/s tarkkuudella, jotta alipaine ja sisäiset ilmapuodot saadaan pidettyä pieninä. Tasapainottamisen vaikeuden vuoksi kerrostaloissa paine-eron säädön toleranssialueen on pakko olla laajempi kuin pientaloissa.

## 5.2 Sääolojen vaikutus

### 5.2.1 Tuulenpaine

Tuulen nopeus mitataan yleensä 10 m korkeudelta. Maanpinnan lähellä ja suojaisassa ympäristössä tuulen nopeus jää tätä pienemmäksi. Toisaalta nopeus kasvaa ylöspäin mentäessä, joten erittäin korkean rakennuksen yläosa voi altistua kaksinkertaiselle tuulen nopeudelle.

Jo 5 m/s (kohtalainen tuuli) tuulennopeus 10 m korkeudella voi tuottaa ±10 Pa paine-eroja matalankin rakennuksen ulkoseinäpinnoille. Noin 100 m korkuisen tornitalon yläosassa paine-erot lähestyvät jo ±50 Pa suuruusluokkaa.

Tuulen tuottama painerasitus on verrannollinen nopeuden neliöön, joten 21 m/s myrskytuuli voi tuottaa 400-500 Pa paine-eroja. Edelleen on hyvä muistaa, että korkeiden rakennusten yläosat altistuvat tätäkin suuremmille tuulennopeuksille ja painerasituksille.

Tuuli vaikuttaa rakennuksien sisä- ja ulkoilman väliseen paine-eroon kolmella tavalla:

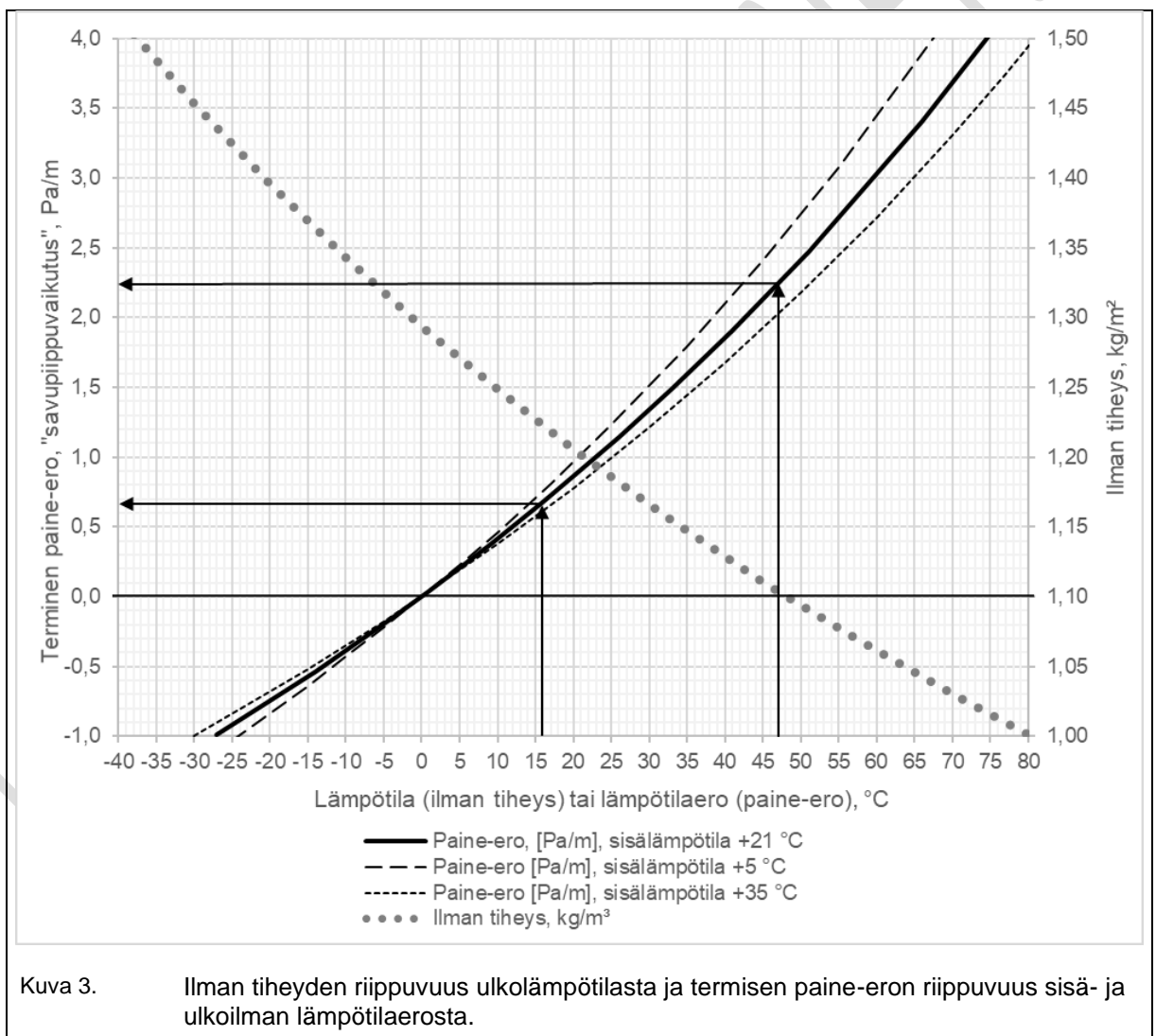


1. tuulenpaine aikaansaa ilmavirtauksia ulkovaipan epätiiviyiskohtien (vuotoreitit) kautta; ilmaa virtaa sisään tuulenpuoleiselta julkisivulta ja ulos tuulen suuntaisilta ja suojanpuoleiselta julkisivulta
2. tuulenpaine vaikuttaa ulkoseinällä olevien korvausilmaventtiilien ilmavirtoihin
3. ulko- ja ulospuhallusilmalaitteisiin kohdistuva tuulenpaine muuttaa koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon ilmavirtoja

Tuulen aiheuttamia ilmavirtauksia ulkovaipan läpi voidaan vähentää parantamalla ulkovaipan ilmatiiveyttä.

### 5.2.2 Terminen paine-ero (sisä- ja ulkoilman lämpötilaero)

Lämpötilalla on suuri vaikutus ilman tiheyteen. Pohjois-Suomessa ulkoilman tiheys voi kovalla pakkasella olla 1,5 kg/m<sup>3</sup> suuruusluokkaa. Toisaalta 80-asteisessa saunassa ilman tiheys on vain 1,0 kg/m<sup>3</sup>.



Maan eteläosissa (ilmastovyöhykkeet I ja II) ulkoilman keskilämpötila on noin +5 °C, joten keskimääräinen sisä- ja ulkoilman välinen lämpötilaero on +21 °C – (+5° C) = +16 °C. Kuvasta 1 voidaan lukea, että sisä- ja ulkoilman tiheyserosta aiheutuu tällöin noin 0,7 Pa/m termisen paine-ero.

Maan eteläosan -26 °C mitoituspakkasella lämpötilaero on +21 °C – (-26 °C) = +47 °C ja terminen paine-ero tällöin 2,2...2,3 Pa/m. Maan pohjoisosassa terminen paine-ero voi ylittää 2,5 Pa/m.

Vaikka pakkashuipuista johtuvat ääriarvot jätetään huomioimatta, terminen paine-ero voi maan eteläosassa olla useiden viikkojen ajan 1,5 Pa/m ja pohjoisosassa 2 Pa/m suuruusluokkaa. Tästä syystä esi-merkkilaskelmissa käytetään termisenä paine-erona 2,0 Pa/m.

Terminen paine-ero pyrkii alipaineistamaan rakennuksen alaosaan ja ylipaineistamaan yläosaan. Taulukossa 1 on esitetty, millainen paine-ero on ulkoilmaan verrattuna korkean tilan ala- ja yläosassa, kun ilmanvaihto on säädetty tuottamaan -3 Pa paine-ero neutraalitalanteessa, mutta mittaushetkellä vaikuttaa myös 2,0 Pa/m terminen paine-ero.

Taulukko 1. Paine-eron ääriarvot korkeassa tilassa, kun terminen paine-ero on 2,0 Pa/m ja tila on säädetty -3 Pa alipaineiseksi ulkoilmaan verrattuna (neutraalitalanteessa).

Mittauskorkeus	1 kerroksinen pientalo, huonekorkeus 2,5 m	5 m korkea tila, esim. 2-kerroksinen pientalo, jossa avoin portaikko kerrosten välillä	15 m korkea tila, esimerkiksi kerrostalon porrashuone (5 kerrosta)	24 m korkea tila (8 kerrosta)
0,0 m	-5,5 Pa	-8 Pa	-18 Pa	-27 Pa
1,0 m	-3,5 Pa	-6 Pa	-16 Pa	-25 Pa
paine-eron 0-taso	ei ole	0 Pa 4 m 1 krs lattiasta ~ ikkunoiden alareuna 2. kerroksessa	0 Pa 9 m 1 krs lattiasta	0 Pa 13,5 m lattiasta
yläpohjan alapinta	-0,5 Pa	+2 Pa	+12 Pa	+22 Pa

Pientalojen ilmanvaihdon luoma alipaine jää yleensä pienemmäksi kuin -5 Pa, joten 2 ja 3 -kerroksisten rakennusten ylin kerros muuttuu kovalla pakkasella ylipaineiseksi ulkoilmaan verrattuna.

Yli 30 metrin korkuisissa tiloissa, joiden sisällä ylläpidetään normaalia huonelämpötilaa (noin 21 °C), tilan alaosaan alipaine voi kylmällä säällä ylittää -30 Pa. Toisaalta tilan yläosassa voi samassa tilanteessa esiintyä yli +20 Pa ylipaine. Maanpinnan tasolla sijaitsevien ulko-ovien ollessa auki yläosaan ylipaine voi hetkellisesti kasvaa yli +50 Pascaliin.

Yli 50 Pascalin paine-ero voi mm. vaikeuttaa ovien avaamista ja aiheuttaa siten vaaraa rakennuksen käyttäjille evakuointitalanteessa. Tästä syystä yli 30 metrin korkuiset rakennukset ovat paine-erojen suunnittelun kannalta vaativia kohteita, joiden suunnittelussa on huomioitava myös poikkeuksellisten sääolojen vaikutus.

### 5.2.3 Korvausilmaventtiilit

Tuuli asettaa suuria haasteita korvausilmaventtiileille, joita käytetään mm. koneellisella poistoilmanvaihdolla varustetuissa asuinkerrostaloissa. Korvausilmaventtiilit mitoitetaan yleensä 10-15 Pa paine-erolle. Tarkoitus on, että poistoilmanvaihto aikaansaa -10...-15 Pa alipaineen huoneistojen sisälle ja tämän alipaineen vaikutuksesta ulkoilmaa virtaa sisälle korvausilmaventtiilien kautta.

Korkeissa rakennuksissa tai tuulelle alttiilla paikoilla, esimerkiksi meren rannalla, tuulen painevaikutus on suurempi kuin ilmanvaihdolla aikaansaatua alipaine. Tästä aiheutuu kolme haittavaikutusta:

- ilman virtassuunta korvausilmaventtiileissä voi kääntyä tuulen suuntaisilla ja suojanpuoleisilla julkisivuilla, jolloin ilmaa virtaa ulos korvausilmaventtiileistä

- samanaikaisesti tuulenpuoleisella julkisivulla korvausilmaventtiilien ilmavirta kasvaa paljon suunniteltua suuremmaksi, mistä aiheutuu vetohaittaa ja virtausmelua
- koska ilmaa poistuu huoneistosta sekä koneellisen poistoilmanvaihdon että korvausilmaventtiilien ulosvirtauksen kautta, ilmanvaihtuvuus (ilmanvaihtokerron) ja ilmanvaihdon lämmönhukka kasvavat

Ulosvirtaus olisi mahdollista ehkäistä varustamalla korvausilmaventtiilit ulosvirtauksen ehkäisevällä läpällä. Tämä pienentää ilmanvaihtokertoimen kasvua tuulisella säällä, mutta korvausilma voi silti jakautua epätasaisesti – tuulenpuoleisella julkisivulla ilmavirta on tarpeettoman suuri ja voi jäädä liian pieneksi muilla julkisivuilla.

Korvausilmaventtiilien mitoituspaine-eron muuttamiseen ei ole perusteita. Korvausilmaventtiilien mitoitus nykyistä käytäntöä pienemmälle painehäviölle kasvattaisi niiden alttiutta tuulelle. Toisaalta suurempi mitoituspainehäviö, mikä vähentäisi tuulen vaikutusta ilmavirtoihin, kasvattaisi koneellisella poistoilmanvaihdon varustettujen rakennusten alipainetta ulkoilmaan verrattuna. Tämän seurauksena rakenteiden ilmapuotojen kautta ulkoilmasta, naapurihuoneistoista ja porrashuoneesta virtaavan puotoilman osuus kasvaisi. Kerrostaloissa tällaiset ilmavirtaukset ovat haitallisia, koska niiden mukana mm. kulkeutuu tupakansavua ja ruoanhajua huoneistojen välillä.

#### 5.2.4 Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

Koneellisen ilmanvaihdon ulko- ja ulospuhallusilma-aukkoihin kohdistuva tuulenpainevaikutus voi muuttaa rakennuksen tulo- ja poistoilmavirtoja ja vaikuttaa tätä kautta sisä- ja ulkoilman väliseen paineeroon.

Erytisen alttiita tuulen vaikutukselle ovat huoneistokohtaiset ilmanvaihtokoneet. Näiden ulkoilma-aukko on useimmiten sijoitettu ao. huoneiston ulkoseinälle, missä se on alttiina seinään kohdistuvalle tuulenpaineelle. Ulospuhallusilma johdetaan joko ulkoseinälle tai vesikatolle. Pienissä, yhtä asuinhuoneistoa tai omakotitaloa palvelemaan tarkoitetuissa iv-koneissa ei ole automaatiota, joka pyrkii pitämään ilmavirran tai kanavapaineen vakiona. Tuulen painevaikutus voi olla samaa suuruusluokkaa kuin puhaltimien tuottama paine-ero, joten tuuli voi hetkellisesti muuttaa tulo- ja poistoilmavirtoja sekä rakennuksen painesuhteita erittäin merkittävästi.

Pientaloissa ongelma on vähäinen, koska ulko- ja ulospuhallusilmalaitteet sijaitsevat lähellä maanpintaa, missä tuulennopeus on pienempi.

Korkeissa ja tuulelle alttiilla paikoilla sijaitsevien rakennusten ulko- ja ulospuhalluslaitteiden sijoitteluun tulee kiinnittää erityistä huomiota.

### 5.3 Erillispoistot ja tehostukset

#### 5.3.1 Yleisilmanvaihdon tehostus

Asuinhuoneistoissa on suositeltavaa olla ilmanvaihdon tehostusmahdollisuus. Lisäksi keittiössä, jossa valmistetaan ruokaa, tarvitaan jokin ratkaisu ruoanlaiton käryjen ja kosteuden poistamiseen.

Huoneistokohtaisella ilmanvaihtokoneella varustetuissa asunnoissa koko huoneiston ilmanvaihto on tehostettavissa muuttamalla iv-koneen puhaltimien käyntinopeutta. Kun tulo- ja poistopuhaltimien nopeutta muutetaan samassa suhteessa, tehostuksen vaikutus sisä- ja ulkoilman väliseen paineeroon on pieni. Puhaltimien käyntinopeussäädöllä toteutettuna huoneistokohtainen ilmavirta on yleensä säädettävissä 50...130 % suhteessa mitoitusilmavirtaan. Huonekohtaiset ilmavirrat muuttuvat samassa suhteessa, joten iv-koneen tehon säädöllä voidaan tehostaa myös keittiön yleispoistoa tai iv-koneeseen

liitetyn liesikuvun poistoilmavirtaa vähintään 30 %, vaikka suunnitteluohjeissa tätä ei toistaiseksi olekaan huomioitu.

Keskitettyissä ilmanvaihtojärjestelmissä huoneistokohtainen ilmanvaihdon säätömahdollisuus vaatii monimutkaisempi ratkaisuja paine-eron pitämiseksi hallittuna.

### 5.3.2 Keittiön ilmanvaihto

Keittiön poistoilmavirta voi olla hyvin suuri suhteessa koko huoneiston poistoilmavirtaan. Tämän vuoksi keittiön poistoa voidaan käyttää koko huoneiston ilmanvaihdon tehostukseen. Nykyisessä kerrostalokannassa yleinen ratkaisu on tehostussäätöinen liesikupu keittiössä. Jos pesuhuoneen poistoilmavirta on -15 l/s ja tehostussäätöisen liesikuvun poistoilmavirta -8/-25 l/s (normaali/tehostettu poisto), liesikuvun tehostus kasvattaa huoneiston poistoilmavirtaa 74 %. Teoriassa, sillä tehostuksen käyttö voi korvausilman puuttuessa aiheuttaa yli -30 Pa alipaineen, mikä pienentää pesuhuoneen poistoilmavirtaa.

Pientaloissa liesituulettimella on vastaava vaikutus, koska liesituulettimen mitoitusilmavirta on yleensä suurempi kuin huoneistokohtaisen iv-koneen mitoitusilmavirta. Liesituuletin voi teoriassa kasvattaa poistoilmavirtaa yli 100 %.

Liesituulettimen tyypillinen nimellisilmavirta on 350 m<sup>3</sup>/h eli noin 0,1 m<sup>3</sup>/s. Kuvasta 1 voidaan lukea, että liesituuletin aikaansaa epätiivissä (ilmavuotoluku 4) pientalossa vain -7 Pa alipaineen. Liesituulettimen vaatima korvausilma saadaan helposti rakenteiden ilmavuotojen kautta.

Ilmatiiveydeltään keskimääräisessä (ilmavuotoluku 1,0) pientalossa 100 l/s korvausilmavirran saaminen ulkovaipan läpi edellyttää -50 Pa alipainetta. Käytännössä liesituulettimen käyttö ulkovaipaltaan tiiviissä talossa edellyttää joko ikkunan avaamista tai automaattista korvausilmalaitetta.

Korvausilmaa tarvitaan myös tehostussäätöiselle liesikuvulle. Jos yleisilmanvaihdon poistoilmavirta on säädetty 3 l/s tuloilmavirtaa suuremmaksi, korvausilmaa tarvitaan 20 l/s tai 0,02 m<sup>3</sup>/s, kun liesikuvun tehostus on käytössä. Ilmatiiveydeltään keskimääräisessä (ilmavuotoluku 1,0) pientalossa tämä aikaansaa -5 Pa alipaineen, mutta poikkeuksellisen tiiviissä talossa alipaine voi kasvaa lähes -30 pascaliin. Kerrostalossa tehostussäätöinen liesikupu voi aiheuttaa yli -30 Pa alipaineen.

Taulukko 1. Yleisiä ratkaisuja kerrostalohuoneistojen keittiön ilmanvaihdon toteutukseen

Keittiön ilmanvaihtoratkaisu	Huoneistokohtainen iv-kone	Keskitetty järjestelmä
pelkkä yleispoisto TAI liesikupu, jossa ei ole tehostussäätöä	mitoitusarvo -20 l/s iv-koneen tehonsäädöllä -10...-26 l/s (50...130 %)	-20 l/s järjestelmässä ei ole huoneisto- eikä huonekohtaista tehostusmahdollisuutta
yleispoisto + aktiivihillisuodattimella varustettu liesituuletin	käryjen poisto tarpeen muk. liesituulettimella yleispoisto -10...-32 l/s iv-koneen tehonsäädöllä	yleispoisto -20 l/s, käryjen poisto tarpeen muk. liesituulettimella järjestelmässä ei ole huoneisto- eikä huonekohtaista tehostusmahdollisuutta
tehostussäätöinen liesikupu	mitoitusilmavirta -8/-25 l/s iv-koneen tehonsäädöllä laajempi ilmavirta-alue, noin -5...-32 l/s	mitoitusilmavirta -8/-25 l/s keittiön ilmanvaihdon tehostus kasvattaa pienten huoneistojen ilmanvaihtuvuutta vähintään 30 %

### 5.3.2.1 Liesituuletin

Liesituuletin on sisäänrakennetulla poistopuhaltimella varustettu kohdepoistolaite, jonka poistoilma johdetaan ulos rakennuksesta. Liesituuletin vaatii laitekohtaisen poistoilmakanavan.

Toiminnallisesti täysin vastaava ratkaisu on liesikuvun (ns. säädinkupu, jossa on poistopuhaltimen säätimet), erillispoistokanavan ja huippumurin yhdistelmä. Tämän ratkaisun etuna liesituulettimeen verrattuna on alhaisempi melutaso laitetta käytettäessä.

Liesituulettimien tyypillinen nimellisilmavirta on 350 m<sup>3</sup>/h eli lähes -100 l/s, minkä ansiosta liesituuletin poistaa tehokkaasti ruoanlaiton tuottamaa kosteutta, rasvaa ja hajuja. Liesituuletinta voidaan käyttää myös ilmanvaihdon tehostamiseen.

Kerrostalo huoneistossa (mallihuoneisto) liesituulettimella ei ole toimintaedellytyksiä. Tehostussäätöisen liesikuvun käyttö aikaansaa teoriassa -50 Pa alipaineen ja valtaosa korvausilmasta virtaa huoneistoon sisäisten vuotojen kautta. Käytännössä alipaine ei välttämättä kasva näin suureksi, koska riittämättömän korvausilman saannin vuoksi keittiön ja pesutilojen poistoilmavirratkin jäävät tavoitearvoja pienemmiksi.

### 5.3.2.2 Liesituuletin aktiivihiilisuodattimella

Useimmat liesituuletinmallit on mahdollista varustaa aktiivihiilisuodattimella. Suodattimen ansiosta erillispoistokanavaa ei tarvita, vaan suodatettu ilma puhalletaan takaisin keittiöön. Tätä ratkaisua voidaan käyttää sekä pien- että kerrostaloissa.

Aktiivihiilisuodattimella varustettu liesituuletin ei vaikuta sisä- ja ulkoilman väliseen paine-eroon eikä sen avulla voi tehostaa huoneiston ilmanvaihtoa. Aktiivihiilisuodatin tulee uusida säännöllisesti. Joissain laitteissa käytetään suodattimia, jotka voidaan elvyttää kuumentamalla niitä uunissa tai vaihtamalla suodatinpatruunan sisältämä aktiivihiilimateriaali. Kun huoneistossa tai pientalossa käytetään aktiivihiilisuodattimella varustettua liesituuletinta, huoltokirjassa tulee määrittää suositeltavat huoltotoimenpiteet sekä mahdollisesti tarvittavien vaihtosuodattimien tyypit.

Aktiivihiilisuodattimen lisäksi liesituulettimessa on aina oltava myös rasvasuodatin, joka voi olla kertakäyttöinen tai astianpesukoneessa pestävä metallisuodatin. Suuren ilmavirran ansiosta aktiivihiilisuodattimella varustettu liesituuletin poistaa ruoanlaiton tuottamaa käryä tehokkaasti, mutta se ei poista ruoanlaiton tuottamaa kosteutta.

Aktiivihiilisuodattimella varustetun liesituulettimen lisäksi keittiössä tulee aina olla yleispoisto. Tyypillinen keittiön yleispoiston mitoitusilmavirta on -8 l/s. Kun sisäilman kosteuslisän enimmäisarvo on 5 g/m<sup>3</sup>, tällainen yleispoisto kykenee teoriassa poistamaan kosteutta enintään 144 g/h. Ruoanlaiton tuottama kosteus voi muodostua ongelmaksi erilliskeittiöratkaisuihin.

Avokeittiöratkaisuihin kosteus pääsee leviämään muualle asuntoon ja poistuu osittain myös pesutilojen poistoilmavaihdon kautta, etenkin pienissä kerrostalo huoneistoissa, joissa keittiö ja pesutilat sijaitsevat vierekkäin.

### 5.3.2.3 Liesikupu

Liesikupu voi olla liitettynä

- a) erillispoistopuhaltimeen (huippumuri) – tämä ratkaisu vastaa toiminnaltaan liesituuletinta
- b) yhteiskanavapoistoon (asuinkerrostalo)

- c) huoneistokohtaiseen ilmanvaihtokoneeseen (pientalot, huoneistokohtaisilla ilmanvaihtokoneilla varustetut kerrostalot)

Vaihtoehtoa a lukuun ottamatta liesikupujen tyypillinen mitoitusilmavirta on -20 l/s silloin, kun ilmavirta ei ole säädettävissä. Tehostussäätöisessä liesikuvussa on ilmavirtaa säätävä läppä ja tyypillinen mitoitusilmavirta on -8/-25 l/s (normaali/tehostus).

Huoneistokohtaiseen iv-koneeseen liitetyn liesikuvun poistoilmavirtaan vaikuttaa myös iv-koneen tehonsäätö, mitä ei suunnittelussa ole yleensä huomioitu. 30 % tehostus kasvattaa liesikuvun poistoilmavirtaa samassa suhteessa, joten vakioilmavirralla mitoitettun liesikuvun poistoilmavirta kasvaa -26 ja tehostussäätöisen -32 litraan sekunnissa.

Tehokas kärynpoisto edellyttää noin -50 l/s poistoilmavirtaa, joten liesikuvun teho voi joissain tilanteissa olla puutteellinen. Erityisen heikko tilanne on vanhoissa rakennuksissa, joissa käytetään yhteiskanava-poistoon liitettyjä liesikupuja ja poistoilmanvaihdossa on kello-ohjattu puolitius. Puolitetulla ilmavirralla liesikuvun poistoilmavirta on vain -10 l/s.

Suhteellisen pienestä poistoilmavirrasta huolimatta yhteiskanava-poistoon tai huoneistokohtaiseen iv-koneeseen liitetyn liesikuvun kosteudenpoistokyky on paljon parempi kuin yleispoistolla, koska liesikupu on kohdepoisto, jonka poistoilmassa kosteuslisä voi olla paljon korkeampi kuin 5 g/m<sup>3</sup>.

#### **5.3.2.4 Tehostussäätöinen yleispoisto**

Keittiön yleispoiston huonekohtainen tehostus voidaan toteuttaa joko ilmavirraltaan säädettävällä poistoilmalaitteella tai varustamalla keittiö kahdella poistoilmalaitteella; jatkuva yleispoisto ja moottoripellillä varustettu tehostettu poisto.

Jos keittiön poistoilmavirta on säädettävissä -8...-25 l/s, niin yleispoiston teoreettinen kosteudenpoistokyky on 144...450 g/h.

Tehostussäätöistä yleispoistoa on suositeltavaa käyttää erilliskeittiöissä, joka varustetaan aktiivihiili-suodattimella varustetulla liesituulettimella. Ilman tehostussäätöä yleispoiston kosteudenpoistokyky voi olla riittämätön silloinkin, kun yleispoiston ilmavirtaa voidaan tehostaa 30 % huoneistokohtaisen iv-koneen tehostussäädöllä (teor. kosteudenpoistokyky 187 g/h).

#### **5.3.3 Kylpyhuoneen tehostus**

Kylpyhuoneen poistoilmavirran tehostussäädölle on tarvetta erityisesti pienissä asuinhuoneistoissa. Tähän on kolme syytä.

Pienissä huoneistoissa on tarve mitoittaa pesuhuoneen jatkuva poistoilmavirta mahdollisimman pieneksi, jottei huoneiston kokonaispoistoilmavirta ja ilmanvaihtokerroin kasva tarpeettoman suureksi. Nykyinen kylpyhuoneen poistoilmavirran minimiohjearvo on -10 l/s. Vanhassa rakennuskannassa on yleisesti käytetty arvoa -15 l/s, mutta ilmanvaihdon puolitiusaikana poistoilmavirta on vain -7,5 l/s, mikä on käytännössä riittämätön. Kylpyhuoneen käytön kannalta olisi parempi, jos poistoilmavirta on tarvittaessa tehostettavissa vähintään 50 %.

Pienimmissä huoneistoissa kylpyhuoneen poistoilmavirta voi nykyisten ohjearvojen perusteella olla jopa 56 % huoneiston kokonaispoistoilmavirrasta. Kylpyhuoneen poiston tehostuksella voidaan tämän ansiosta vaikuttaa merkittävästi koko huoneiston ilmanvaihtokertoimeen. Kylpyhuoneen poiston tehostusta voidaan käyttää koko huoneiston ilmanvaihdon tehostukseen etenkin siinä tapauksessa, että tehostuksen korvausilma tuodaan asuinhuoneisiin.

Kylpyhuoneen poiston tehostus auttaa myös poistamaan ruoanlaiton tuottamaa kosteutta, koska pienissä huoneistoissa keittiö on yleensä avokeittiö, joka sijaitsee kylpyhuoneen lähellä. Kylpyhuoneen tehostussäätöä voidaan tällaisessa tapauksessa käyttää keittiön yleispoiston tehostuksen sijaan.

Kylpyhuoneen poiston huonekohtainen tehostus voidaan toteuttaa joko ilmapirraltaan säädettävällä poistoilmalaitteella tai varustamalla kahdella kohdella poistoilmalaitteella; jatkuva yleispoisto ja moottori-PELLIÄ varustettu poistoilmalaite, jota käytetään ainoastaan tehostuksen aikana.

#### **5.3.4 Keskuspölynimuri**

Keskuspölynimuri, joka puhaltaa poistoilman ulos rakennuksesta, vaatii paine-eron pitämiseksi hallittuna korvausilmaratkaisun. Poistoilmavirta on -50 l/s suuruusluokkaa, joten korvausilmaratkaisun pitää olla samantapainen kuin liesituuletinta käytettäessä.

### **5.4 LTO huurteenesto**

Osassa pientaloissa ja kerros- sekä rivitalojen huoneistokohtaisessa ilmanvaihdossa käytettävistä iv-koneista LTO:n huurteenesto toteutetaan joko pysäyttämällä tuloilmapuhallin kokonaan tai ohjaamalla se minimikierrosluvulle. Molemmissa tapauksissa huoneisto muuttuu sulatusjakson aikana merkittävästi normaalia alipaineisemmaksi.

Sulatusjakson aikana ilmaa virtaa huoneiston sisälle rakenteiden ilmapuotojen kautta. Alipaine aikaan-saa myös ilman virtausta tuloilmakoneen kautta, vaikka tuloilmapuhallin olisi kokonaan seis. Lisäksi poistoilmavirta pienenee alipaineen vaikutuksesta. Nämä tekijät yhdessä johtavat sulatusjakson pitene-miseen, joten ratkaisu soveltuu huonosti ulkovaipaltaan tiiviisiin rakennuksiin.

Tiiviissä rakennuksissa tulee käyttää muita ratkaisuja huurteenestoon, esim. LTO ohituspellit tai esiläm-mitys.

## 6 Suunnittelun konseptiratkaisut

Konsepteissa esitetään vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa keittiön ja koko huoneiston ilmanvaihdon tehossääto niin, ettei tehostus muuta sisä- ja ulkoilman välistä paine-eroa liiallisesti.

Konseptit ovat esimerkkiratkaisuja, joiden käyttökelpoisuus riippuu kohteen ilmanvaihtojärjestelmästä, rakenneratkaisuista, asukasmäärästä ja siitä, kuinka paljon keittiötä käytetään ruoanvalmistukseen. Osa konsepteista on tarkoitettu palvelutaloasuntojen kaltaisiin asuinhuoneistoihin, joissa ei valmisteta ruokaa – näissä keittiöissä ei tulisi olla lainkaan liettä. Konsepteja on myös mahdollista yhdistellä – esimerkiksi käyttämällä tilakohtaista tehossäättöä sekä keittiössä että kylpyhuoneessa.

### 6.1 Keittiön ilmanvaihdon toteutus

#### 6.1.1 Huoneistokohtaiset ilmanvaihtojärjestelmät

	Vaihtoehto	Tehokkuus	Korvausilmaratkaisu	Huomioitavaa
A1	Liesituuletin tai erillispoistopuhalttimeen (huippuimuri) liitetty säädinkupu, pientalot	Hyvä kosteuden ja käryjen poistoteho, max. ilmavirta n. -90 l/s	Liesikuvun korvausilmalle tarvitaan aina tekninen ratkaisu (konsepti K1 tai K2)	Korvausilman vetohaitta kylmällä säällä
A2	Ilmanvaihtokoneeseen liitetty liesikupu	Välttävä teho, ilmavirta -20...-30 l/s, tehokas käryjen poisto edellyttäisi -50 l/s	Kerrostaloissa tehossäättöisen liesikuvun korvausilmalle tarvitaan aina tekninen ratkaisu (konsepti K3), korvausilman saanti voi olla ongelmallista myös erittäin tiiviissä ( $q_{50} < 0,5$ ) pientaloissa	Mahd. LTO laitteen liikaantuminen tai energianhukka, jos keittiön poistoilma johdetaan LTO:n ohi.  Liesikuvun tulee olla tehossäättöinen, jos huoneisto on pieni tai poistoilmasta ei oteta lämpöä talteen.
A3	Huoneistokohtainen iv-kone, yhteiskanava-poistoon liitetty liesikupu (kerrostalot)	Välttävä teho, ilmavirta max. -25 l/s, tehokas käryjen poisto edellyttäisi -50 l/s	Automaattisesti toimiva korvausilmaratkaisu tarvitaan aina (konsepti K3)	Liesikuvun tulee olla tehossäättöinen, jos huoneisto on pieni tai poistoilmasta ei oteta lämpöä talteen.  LTO:n huurtumisriski kasvaa, kun iv-koneella tuotetaan korvausilmaa, esilämmitys suositeltava
A4	Keittiössä yleispoisto ja aktiivihiihluodattimella varustettu liesituuletin	Tehokas kärynpöisto, mutta erillisessä keittiössä riittämätön kosteudenpoisto (8 l/s eli $40 \text{ m}^3/\text{h} \times 5 \text{ g}/\text{m}^3 = 144 \text{ g}/\text{h}$ )	Korvausilmaa ei tarvita	Tupakeittöratkaisussa kosteutta poistuu myös keittiön lähellä sijaitsevien pesutilojen kautta (pienet asunnot)
A5	Vain yleispoisto	Heikko	Korvausilmaa ei tarvita	Soveltuu vain huoneistoihin, joissa ei valmisteta ruokaa



**6.1.2 Keskitetyt ilmanvaihtojärjestelmät**

	Vaihtoehto	Tehokkuus	Korvausilmaratkaisu	Huomioitavaa
A6	Tehostussäätöinen liesikupu	Välttävä teho, ilmavirta -25 l/s, tehokas käryjen poisto edellyttäisi -50 l/s	Liesikuvun tehostukselle on aina järjestettävä korvausilma (konsepti K4–K6)	Pienissä huoneistoissa saadaan pelkällä liesikuvulla toteutettua n. 50 % tehostus kokonaisilmavirtaan
A7	Huoneistokohtainen tehostusmahdollisuus +50 %  Tämän lisäksi keittiössä aktiivihilisuodattimella varustettu liesituuletin	Tehokas kärynpöisto, mutta erillisessä keittiössä riittämätön kosteudenpoisto (8 l/s + 50 % tehoksella 216 g/h)	Erillistä korvausilmalaitetta ei tarvita	Ilmanvaihdon säätöön tarvitaan 2 moottoripeltiä tai IMS huoneisto kohti, riski tulo- ja poistoilmavirtojen epätasapainosta eri käyttötilanteissa
A8	Pesuhuoneessa tehostussäätö ja keittiössä aktiivihilisuodattimella varustettu liesituuletin	Tehokas kärynpöisto, kosteudenpoisto osittain pesutilan kautta, edellyttää tupakeittiöratkaisua	Pesutilan poiston tehostukselle tarvitaan korvausilmaa (konsepti K4–K6)	Soveltuu vain pieniin huoneistoihin, joissa on tupakeittiö, tällöin kosteudenpoistokyky määräytyy huoneiston kokonaispoistoilmavirran mukaan
A9	Keittiössä tehostussäätöinen yleispoisto esim. -8/-25 l/s mitoitusilmavirroilla ja liesituuletin aktiivihilisuodattimella	Tehokas kärynpöisto, tyydyttävä kosteudenpoisto (450 g/h) erilliskeittiöissä	Keittiön poiston tehostukselle tarvitaan korvausilmaa (konsepti K4–K6)	Parempi ratkaisu erillisellä keittiöllä varustettuihin huoneistoihin
A10	Keittiössä vain yleispoisto, vakioilmavirta	Heikko	Korvausilmaa ei tarvita	Soveltuu vain huoneistoihin, joissa ei valmisteta ruokaa

## 6.2 Korvausilmaratkaisut

Automaattisilla korvausilmalaitteilla rajoitetaan alipaineen suuruutta, kun liesituulettimen tai keskuspölynimurin kaltainen erillispoisto on toiminnassa (konseptit K1 ja K2) tai liesikuvun poisto on tehostettuna (konseptit K3-K6).

Tilatieto-ohjausta käytettäessä korvausilmalaite ohjataan auki, kun erillispoisto tai tehostus on käytössä. Kun erillispoisto- tai tehostus ei ole käytössä, korvausilmalaite ohjataan kiinni.

Jos erillispoistoilta ei saada tilatietoa tai huoneistossa on useita erillispoistoja, esimerkiksi liesituuletin ja keskuspölynimuri, ohjaus voidaan toteuttaa paine-eroon perustuvana. Tällöin korvausilmalaitetta ohjataan portaattomasti siten, ettei ennalta asetettu alipaineen maksimiarvo, esimerkiksi -15 Pa, ylity. Kun paine-ero on asetusarvoa pienempi, korvausilmalaite pysyy kiinni. Sekä paine-eron mittaus että ulkoseinälle sijoitettava korvausilmalaite pitää suojata tuulenpaineelta.

### 6.2.1 Huoneistokohtaiset ilmanvaihtojärjestelmät

	Vaihtoehto	Käyttökohteet	Ohjaus	Huomioitavaa
K1	Automaattinen korvausilmalaite tai -luukku	Liesituulettimen tai keskuspölynimurin korvaus- ilma  Ei sovellu tuulisille paikoille ja korkeisiin rakennuksiin	Luukku ohjataan auki, kun erillispoisto (liesituuletin) on käynnissä (tilatieto-ohjaus) tai sisä- ja ulkoilman välisen paine-eron ylittäessä asetusarvon (paine-ero-ohjaus)	Vaatii paine-eromittauksen tai käyntitilatiedon kohdepoistolta, vetohaitta kylmällä säällä, suodattamaton korvausilma
K2	Automaattinen korvausilmalämmitin	Liesituulettimen, liesikuvun tai keskuspölynimurin korvaus- ilma	Korvausilmalaite ohjataan auki (tilatieto- tai paine-ero-ohjaus), kun erillispoisto on käytössä.	Sähkölämmityksen tehontarve suuri liesituulettimen vaatimalla ~100 l/s ilmavirralla. Vaihtoehtona mm. korvausilman lämmitys liesituulettimen poistoilman kanavan kattoläpivientiin integroidulla LTO:lla
K3	Automaattinen iv-koneen tuloilmavirran tehostus	Huoneistokohtaisella iv-koneella varustetut asunnot (pien- ja kerrostalot)	IV-koneen ns. takkakäytötoiminto aktivoidaan, kun erillispoisto tai (liesikuvun) tehostus on käytössä	Riittää liesikuvun tai pesuhuoneen tilakoht. tehostuksen korvausilmalle, muttei tuottamaan korvausilmaa liesituulettimelle.  Tuloilmavirran tehostus lisää LTO:n huurtumisriskiä, esilämmitys suositeltava.

**6.2.1 Keskitetyt ilmanvaihtojärjestelmät**

	Vaihtoehto	Käyttökohteet	Ohjaus	Huomioitavaa
K4	Huoneisto-kohtaisen tuloilmavirran tehostussäätö	Keittiön tai pesutilojen tehostuksen korvausilma	Poiston tehostuksen mukaan.  Vaatii tilatiedon pääte-laitteelta tai liesikuvulta	Koko huoneiston tuloilmavirtaa säädetään joko moottoripellillä (2 asetusarvoa) tai ilmavirta-säätimellä (IMS), riski tulo- ja poistoilmavirtojen epätasapai-nosta eri käyttötilanteissa
K5	Päätelaite-kohtainen tehostussäätö	– ” –	Poiston tehostuksen mukaan.  Vaatii tilatiedon pääte-laitteelta tai liesikuvulta	Huoneistoon sijoitetaan moottoritoimilaitteella varustettu tuloilmalaitte esim. olohuoneeseen. Tehostukseen on 2 vaihtoehtoa  a) tuloilmalaitteen ilma-virtaa säädetään 2-pistesäädöllä, esim. +15/+32 l/s, kun tehostuksella tuotetaan 17 l/s korvausilmaa liesi-kuvulle  b) tilassa on 2 tuloilma-laitetta, joista toinen on jatkuvasti toiminnassa ja toinen tuottaa korvaus-ilmaa tarvittaessa, mitoitusilmavirrat esim. +15 l/s ja +17 l/s (liesi-kuvun korvausilma)  Molemmissa vaihtoehtoissa on riski painesuhteiden muuttumisesta tehostustilanteessa (yli-paine tai yli -15 Pa alipaine)
K6	Paine-ero-ohjattu tuloilmavirran tehostussäätö	– ” –	Tehostuspeltiä tai ilmavirtasäätöistä tuloilmapäätelintä ohjataan auki, kun huoneiston alipaine ylittää asetusarvon, esim. -15 Pa	Vaatii huoneistokohtaisen paine-eromittauksen.  Paine-eromittaus tulee toteuttaa siten, ettei tuulenpaine aiheuta tahatonta tehostuksen aktivoitumista

### 6.3 Koneellisen yhteiskanavapoiston perusparannus

Asuinkerrostalon yhteiskanavapoiston perusparannuksessa ensimmäinen tehtävä on aina ilmanvaihdon uudelleenmitoitus.

Ilmanvaihto suunnitellaan toimimaan jatkuvasti – mahdolliset kello- ja ulkolämpötilaohjatut puolitukset poistetaan käytöstä. Puhaltimet uusitaan EC-moottoreilla varustetuiksi, jolloin ne voidaan tarvittaessa varustaa myös vakiokanavapainesäädöllä.

Puhaltimien uusimisen vaihtoehtona on rakennuksen varustaminen poistoilman lämmöntalteenotolla, esimerkiksi poistoilmalämpöpumppuratkaisulla. Likimain vakiona pysyvä poistoilmavirta helpottaa tällaisen järjestelmän mitoitusta.

Huoneistojen poistoilmavirrat mitoitetaan ohjeen *Opas asuinrakennusten ilmanvaihdon mitoitukseen* (FINNVAC ry 2019) mukaan. Mitoitusohjeet mahdollistavat poistoilmavirtojen mitoittamisen alkuperäistä pienemmiksi pienissä huoneistoissa, joiden ilmanvaihtokerroin usein on tarpeettoman suuri etenkin ns. tehostusjaksojen aikana.

Mikäli mahdollista, huoneistot varustetaan huoneistokohtaisella tehostusmahdollisuudella, esim.

- tehostussäätöinen liesikupu keittiössä
- tehostussäätöinen yleispoisto keittiössä
- tehostussäätöinen poisto kylpyhuoneessa

Tehostus voi olla joko automaattinen tai tehostuskytkimellä ohjattu. Kytkinohjaus tulee toteuttaa ajastinkytkimellä, jottei tehostus voi unohtua pysyvästi käyttöön.

Mikäli tehostussäätöä ei ole mahdollista toteuttaa, pitää tarpeen mukaan mitoittaa tilakohtaisia poistoilmavirtoja minimiohjearvoja suuremmiksi, jotta varmistetaan riittävä kosteudenpoistokyky sekä keittiössä että kylpyhuoneessa.

Kun poistoilmavirrat on mitoitettu, mitoitetaan korvausilmaventtiilit siten, että niiden painehäviö on 10-15 Pa. Käytännössä huoneistojen ja ulkoilman välinen paine-ero tulee jäämään tätä pienemmäksi, koska osa korvausilmasta saadaan rakenteiden ilmapuotoina ja korvausilmaventtiilien ilmavirta jää tämän vuoksi mitoitusarvoa pienemmäksi.

Tehostuksen vaikutus paine-eroon tulee arvioida. Mikäli tehostus kasvattaa laskennallista alipainetta yli 15 Pa normaalia käyttötilannetta suuremmaksi, poistoilmavaihdon tehostukselle tulee järjestää korvausilma automaattisesta avautuvalla korvausilmalaitteella. Korvausilmalaitte ohjataan auki joko tilatiedon (tehostus päällä) tai paine-eromittauksen perusteella.