

Tiiviiden asuinrakennusten ilmanvaihdon suunnitteluo luohje paine-erojen hallintaan



26.2.2021

Tiiviiden asuinrakennusten ilmanvaihdon suunnitteluohje paine-erojen hallintaan

SISÄLLYSLUETTELO

1	Esipuhe	2
2	Määritelmät	3
3	Tausta ja tavoitteet	5
4	Suunnittelussa huomioitavia asioita	6
4.1	Ulkovaipan tiiveyden ja pinta-alan merkitys	6
4.2	Sääolojen vaikutus	8
4.2.1	Tuulenpaine	8
4.2.2	Terminen paine-ero (sisä- ja ulkoilman lämpötilaero).....	9
4.2.3	Korvausilmaventtiilit	10
4.2.4	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto	11
4.3	Erillispoistot ja tehostukset.....	12
4.3.1	Yleisilmanvaihdon tehostus	12
4.3.2	Keittiön ilmanvaihto.....	12
4.3.2.1	Liesituuletin.....	13
4.3.2.2	Liesituuletin aktiivihiihisuodattimella	13
4.3.2.3	Liesikupu	14
4.3.2.4	Tehostussäätöinen yleispoisto	14
4.3.3	Kylpyhuoneen tehostus.....	14
4.3.4	Keskuspölynimuri.....	15
4.4	LTO huurteenesto	15
5	Suunnittelun konseptiratkaisut	16
5.1	Keittiön ilmanvaihdon toteutus	16
5.1.1	Huoneistokohtaiset ilmanvaihtojärjestelmät.....	16
5.1.2	Keskitettyt ilmanvaihtojärjestelmät.....	17
5.2	Korvausilmaratkaisut.....	18
5.2.1	Huoneistokohtaiset ilmanvaihtojärjestelmät.....	18
5.2.1	Keskitettyt ilmanvaihtojärjestelmät.....	19
5.3	Koneellisen yhteiskanavapoiston perusparannus.....	20

1 Esipuhe

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

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

Tavoitteena on:

- 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 epäpuhtauksien, mikrobin ja niiden aineenvaihduntatuotteiden kulkeutuminen sisäilmaan vuotoilmavirtausten mukana
- vähennetään viemärikaasujen kulkeutumista sisäilmaan mm. kuivuneiden vesilukkojen kautta
- ehkäistään radonin pääsyä sisäilmaan – radonpoistojärjestelmät eivät toimi suunnitellulla tavalla, jos rakennuksen sisätilat ovat liian alipaineisia
- 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 epäpuhtauksien, 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 epäpuhtauksien, hajujen ja ylimääräisen kosteuden leviämisen ehkäisemiseksi

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 ilmavuotoluku 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/m³.</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/m³, 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 rivitalohuoneiston 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 q_{50} ilmaisee, kuinka paljon vuotoilmaa (yksikkönä m³/h) virtaa ulkovaipan vuotoreittien kautta sisään tai ulos, kun sisä- ja ulkoilman välinen paine-ero on 50 Pa. Aiemmin käytössä ollut ilmavuotoluku n_{50} ilmaisi vuotoilmavirran [m³/h] suhteessa rakennuksen tilavuuteen [m³].</p>
Terminen paine-ero	<p>Terminen paine-ero syntyy sisä- ja ulkoilman lämpötilaeron vaikutuksesta. Sisäilma on talvella ulkoilmaa lämpimämpää ja sen tiheys on</p>

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. 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 m² omakotitalo tai erillispientalo
2. 40 m² 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.

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 g/m^3 talvella. Korkean kosteuslisän vuoksi asuinrakennuksia ei tule suunnitella ylipaineiseksi ulkoilmaan verrattuina, jotta vältetään sisäilman kosteuden kondensoitumiselta ulkovaipan rakenteisiin.

Asuinrakennukset eivät saa myöskään olla liian alipaineisia ulkoilmaan verrattuina. 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. Jatkuvatoimisen yleisilmanvaihdon säätö niin, että sen aikaansaama paine-ero pysyy tavoitealueellaan
2. Erillispoistojen ja tehostusten aiheuttaman paine-eron vaihtelun rajoittaminen

Paine-eron vaihtelua aiheuttavat mm.

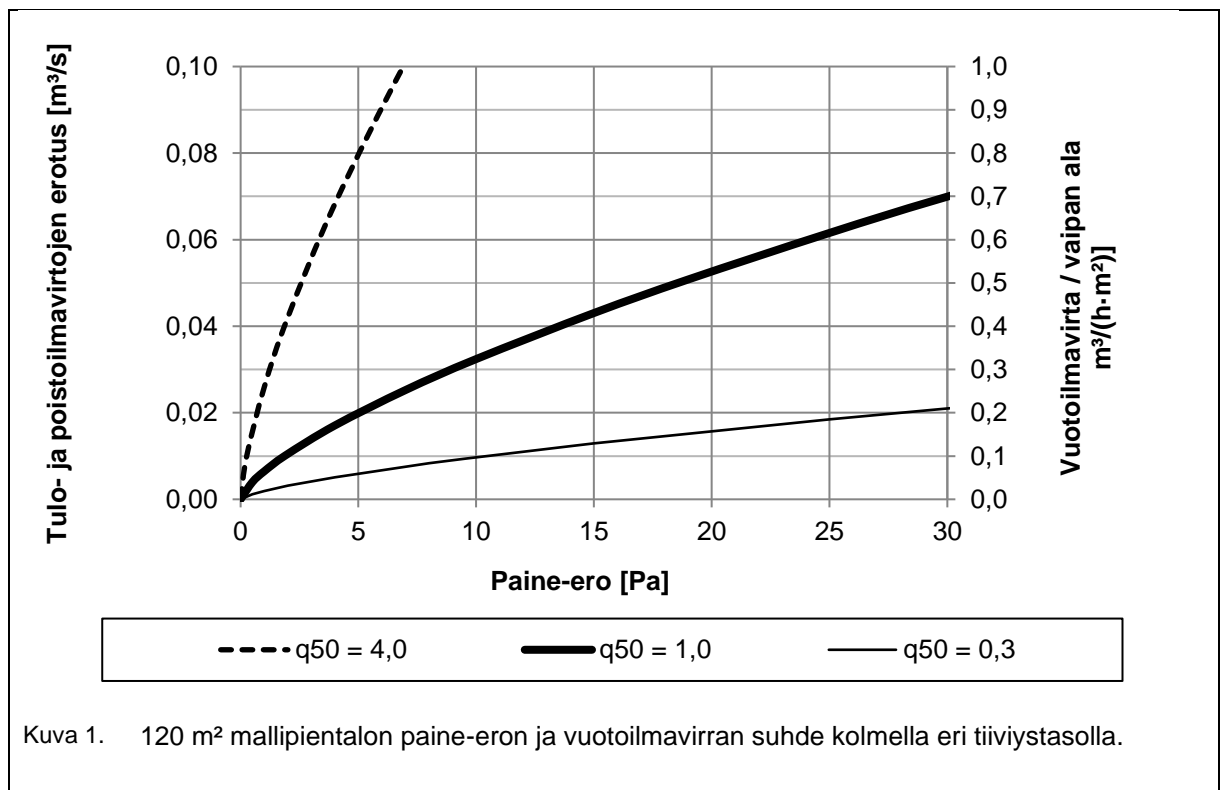
- liesituuletin, jonka poistoilma puhalletaan ulos rakennuksesta
- tehostussäätöinen liesikupu
- keskuspölynimuri, jonka poistoilma puhalletaan ulos rakennuksesta
- erilaiset ilmanvaihdon tilakohtaiset tehostus- ja säätöjärjestelmät, esimerkiksi käsin säädettävät ns. saunaventtiilit

4 Suunnittelussa huomioitavia asioita

4.1 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 m² mallipientaloon, jonka ulkovaipan ilmavuotoluku on 4, 1 tai 0,3 m³/(m²·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 m², tilavuus 300 m³ ja ulkovaipan pinta-ala 360 m².



Kuva 1. 120 m² mallipientalon paine-eron ja vuotoilmavirran suhde kolmella eri tiiviystasolla.

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 m³/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

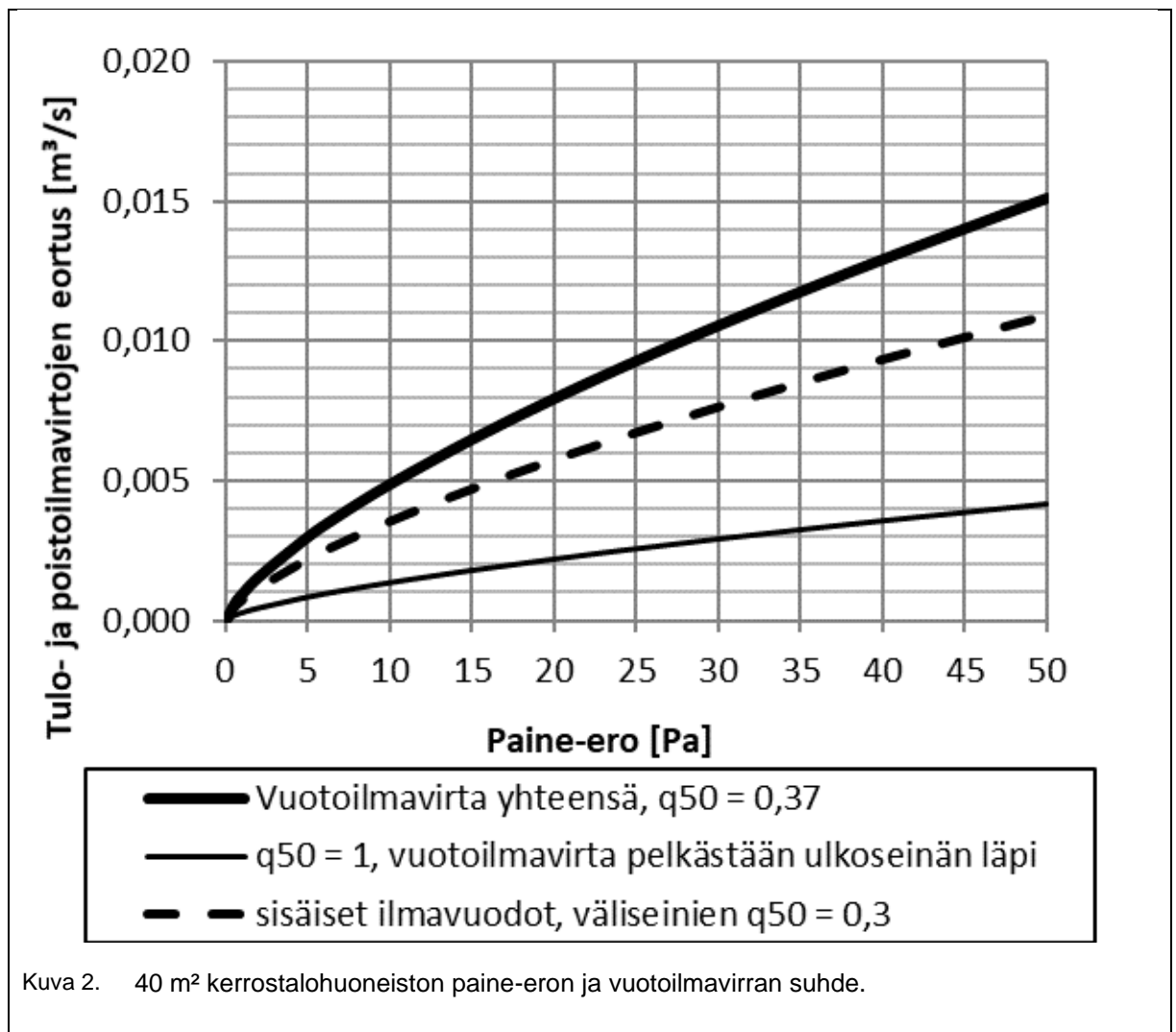
3. Etenkin pienissä asuinhuoneistoissa keskimääräiset ilmanvaihtokertoimet ovat korkeampia kuin pientaloissa

Kerrostalo huoneiston lähtötiedot on valittu siten, että mallihuoneisto edustaa ilmanvaihdon säädön kannalta vaikeaa tapausta. Mallihuoneiston pinta-ala on 40 m² ja se sijaitsee rakennuksen keskellä. Huonekorkeus on 2,6 m, joten huoneiston tilavuus on 104 m³. Huoneisto avautuu vain yhteen ilmansuuntaan ja siinä on 15 m² ulkoilmaan rajoittuvaa seinäpintaa, ikkunat ja parvekkeen ovi mukaan luettuina.

Naapurihuoneistojen ja porrashuoneen vastaisten väliseinien ja välipohjien yhteenlaskettu pinta-ala on 131 m².

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 m³/(m²·h) ja naapurihuoneistoihin ja porrashuoneisiin rajautuvien pintojen keskimääräinen ilmavuotoluku on 0,3 m³/(m²·h). Kun tällaiselle huoneistolle tehdään huoneistokohtainen tiiveyskoe, saadaan ulkovaipan ja sisäisten vuotojen yhteisvaikutuksena tulokseksi 0,37 m³/(m²·h) vuotoilmavirta.



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

- mallihuoneisto on -15 Pa alipaineinen ulkoilmaan verrattuna, jolloin sinne virtaa ulkoseinän läpi ilmaa 1,8 l/s
- muut huoneistot ja porrashuone ovat -5 Pa alipaineisia ulkoilmaan verrattuna
- mallihuoneisto on -10 Pa alipaineinen naapurihuoneistoihin ja porrashuoneeseen verrattuna, minkä seurauksena näistä virtaa mallihuoneistoon ilmaa 3,5 l/s
- vuotoilmavirta on kokonaisuudessaan 5,3 l/s
- ainoastaan 1/3-osa korvausilmasta saadaan tässä tilanteessa ulkovaipan vuotojen kautta, loppuosa saadaan sisäisinä ilmavuotoina, mikä voi aiheuttaa mm. hajujen tai tupakansavun leviämistä huoneistojen välillä

Jos mallihuoneiston alipaine kasvatetaan arvoon -30 Pa vuotoilmavirta on $2,9+6,7 = 9,6$ l/s.

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 m² 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 kerrostaloyksioissä 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 (poistoilmavirta 12 % tuloilmavirtaa suurempi), 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 asuinkerrostaloissa huoneistokohtaiset ilmavirrat on tarpeen tasapainottaa alle 1 l/s tarkkuudella, jotta alipaine ja sisäiset ilmavuodot saadaan pidettyä pieninä. Tasapainottamisen vaikeuden vuoksi kerrostaloissa paine-eron säädön toleranssialueen on pakko olla laajempi kuin pientaloissa.

4.2 Sääolojen vaikutus

4.2.1 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.

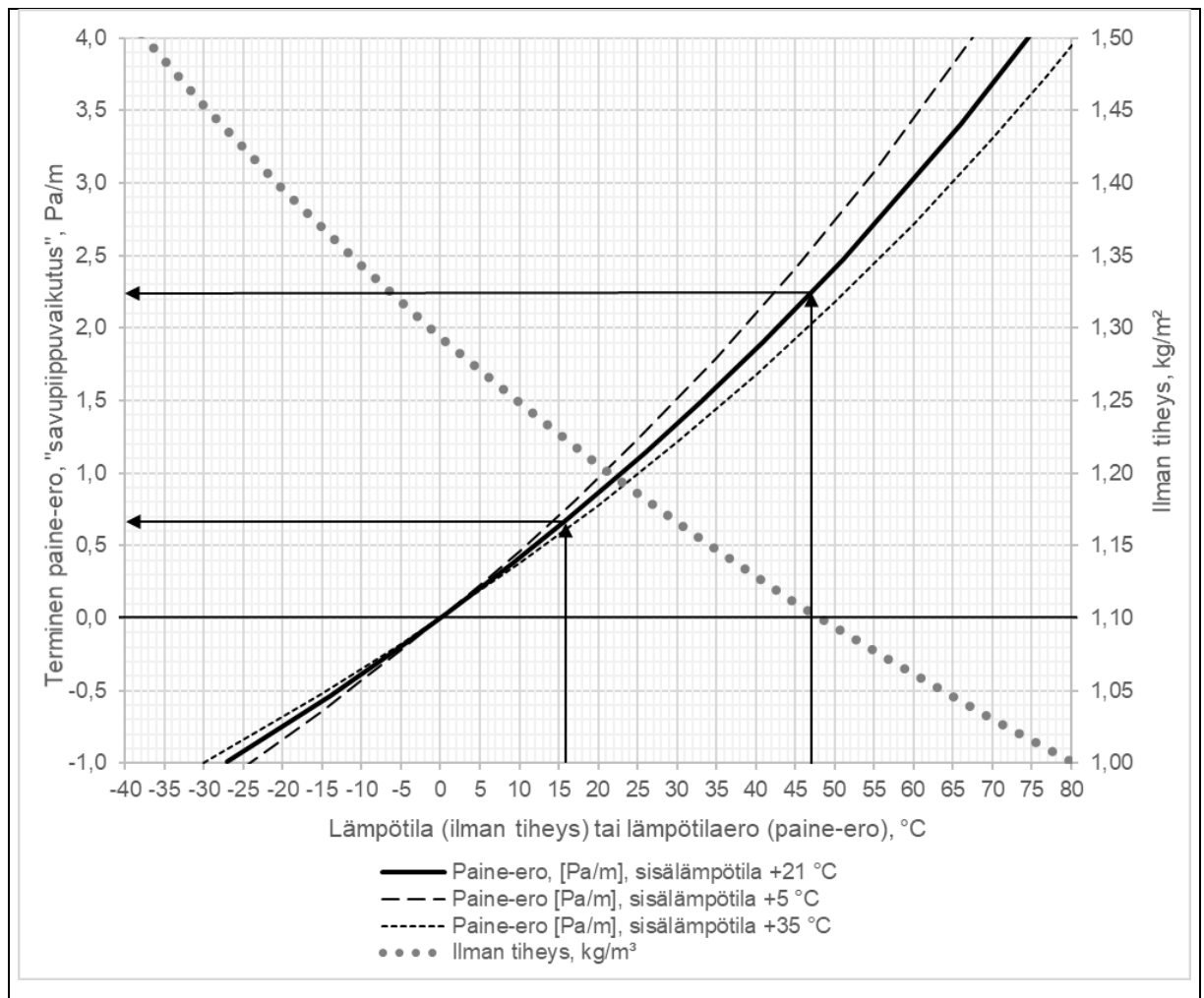
Tuuli vaikuttaa rakennuksien sisä- ja ulkoilman väliseen paine-eroon kolmella tavalla:

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.

4.2.2 Terminen paine-ero (sisä- ja ulkoilman lämpötilaero)

Lämpötilalla on suuri vaikutus ilman tiheyteen. Pohjois-Suomessa ulkoilman tiheys voi kovalla pakkasella olla $1,5 \text{ kg/m}^3$ suuruusluokkaa. Toisaalta 80-asteisessa saunassa ilman tiheys on vain $1,0 \text{ kg/m}^3$.



Kuva 3.	Ilman tiheyden riippuvuus ulkolämpötilasta ja termisen paine-eron riippuvuus sisä- ja ulkoilman lämpötilaerosta. Esimerkkinä termisen paine-eron määrittäminen ulkolämpötilan ollessa +5 °C tai -26 °C, jolloin sisä- ja ulkoilman välinen lämpötilaero on 16 °C tai 47 °C
---------	--

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 3 voidaan lukea, että sisä- ja ulkoilman tiheyserosta aiheutuu tällöin noin 0,7 Pa/m terminen 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 pakkashuipusta johtuvat ääriarvot jätetään huomioimatta, terminen paine-ero voi maan eteläosassa olla useiden viikkojen ajan 1,5 Pa/m ja pohjoisosassa 2,0 Pa/m suuruusluokkaa. Tästä syystä esimerkkilaskelmissa 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 1 krs 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 yläosaan 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 evakuoitilanteessa. Tästä syystä yli 30 metrin korkuiset rakennukset ovat paine-erojen suunnittelun kannalta vaativia kohteita, joiden suunnittelussa on huomioitava myös poikkeuksellisten sääolojen vaikutus.

4.2.3 Korvausilmaventtiilit

Tuuli asettaa suuria haasteita korvausilmaventtiileille, joita käytetään mm. koneellisella poistoilmanvaihdolla varustetuissa asuinkeuhkotaloissa. 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 aikaansaatu 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 poistoilmanvaihdolla varustettujen rakennusten alipainetta ulkoilmaan verrattuna. Tämän seurauksena rakenteiden ilmapuotojen kautta ulkoilmasta, naapurihuoneistoista ja porrashuoneesta virtaavan vuotoilman osuus kasvaisi. Kerrostaloissa tällaiset ilmavirtaukset ovat haitallisia, koska niiden mukana mm. kulkeutuu tupakansavua ja ruoanhajua huoneistojen välillä.

4.2.4 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.

4.3 Erillispoistot ja tehostukset

4.3.1 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 paine-eroon 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 monimutkaisempia ratkaisuja paine-eron pitämiseksi hallittuna.

4.3.2 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 m³/h eli noin 0,1 m³/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 m³/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 tehossäätöä	mitoitusarvo -20 l/s iv-koneen tehonsäädöllä -10...-26 l/s (50...130 %)	-20 l/s järjestelmässä ei ole huoneisto- eikä huonekohtaista tehostus- mahdollisuutta

yleispoisto + aktiivihiihisiuodattimella 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 %

4.3.2.1 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 m³/h eli lähes -100 l/s, minkä ansiosta liesituuletin poistaa tehokkaasti ruoanlaiton tuottamaa kosteutta, rasvaa ja hajuja. Liesituuletinta voidaan käyttää myös ilmanvaihdon tehostamiseen.

Kerrostalo- ja 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.

4.3.2.2 Liesituuletin aktiivihiihisiuodattimella

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

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

Aktiivihiihisiuodattimen lisäksi liesituulettimessa on aina oltava myös rasvasuodatin, joka voi olla kertakäyttöinen tai astianpesukoneessa pestävä metallisuodatin. Suuren ilmavirran ansiosta aktiivihiihisiuodattimella varustettu liesituuletin poistaa ruoanlaiton tuottamaa käryä tehokkaasti, mutta se ei poista ruoanlaiton tuottamaa kosteutta eikä sitä voi käyttää huoneiston ilmanvaihdon tehostuslaitteena.

Aktiivihiihisiuodattimella varustetun liesituulettimen lisäksi keittiössä tulee aina olla yleispoisto. Tyypillinen keittiön yleispoiston mitoitusilmavirta on -8 l/s. Kun sisäilman kosteuslisän enimmäisarvo on 5 g/m³, tällainen yleispoisto kykenee teoriassa poistamaan kosteutta enintään 144 g/h. Ruoanlaiton tuottama kosteus voi muodostua ongelmaksi erilliskeittiöratkaisuisissa.

Avokeittiöratkaisuisa kosteus pääsee leviämään muualle asuntoon ja poistuu osittain myös pesutilojen poistoilmanvaihdon kautta, etenkin pienissä kerrostalohuoneistoissa, joissa keittiö ja pesutilat sijaitsevat vierekkäin.

4.3.2.3 Liesikupu

Liesikupu voi olla liitettyä

- a) erillispoistopuhaltimeen (huippuimuri) – tämä ratkaisu vastaa toiminnaltaan liesituuletinta
- b) yhteiskanavapoistoon (asuinkerrostalot)
- 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 yhteiskanavapoistoon liitettyjä liesikupuja ja poistoilmanvaihdossa on kello-ohjattu puolitus. Puolitetulla ilmavirralla liesikuvun poistoilmavirta on vain -10 l/s.

Suhteellisen pienestä poistoilmavirrasta huolimatta yhteiskanavapoistoon 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/m³.

4.3.2.4 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 aktiivihiilisuodattimella 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).

4.3.3 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 puolituksen aikana 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 ilmavirraltaan säädettävällä poistoilmalaitteella tai varustamalla kahdella kohdella poistoilmalaitteella; jatkuva yleispoisto ja moottoripellillä varustettu poistoilmalaite, jota käytetään ainoastaan tehostuksen aikana.

4.3.4 Keskuspölynimuri

Keskuspölynimuri, joka puhaltaa poistoilman ulos rakennuksesta, vaatii paine-eron pitämiseksi hallittuna korvausilmaratkaisun. Keskimääräinen siivoustilanteen poistoilmavirta on -30 l/s suuruusluokkaa, joten korvausilmaratkaisun pitää olla samantapainen kuin tehostussäätöistä liesikupua käytettäessä.

4.4 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 aikaansaa myös ilman virtausta tuloilmakoneen kautta, vaikka tuloilmapuhallin olisi kokonaan seis. Lisäksi poistoilmavirta pienenee alipaineen vaikutuksesta. Nämä tekijät yhdessä johtavat sulatusjakson piteneeseen, joten ratkaisu soveltuu huonosti ulkovaipaltaan tiiviisiin rakennuksiin.

Tiiviissä rakennuksissa tulee käyttää muita ratkaisuja huurteenestoon, esim. LTO ohituspelti tai esilämmitys.

5 Suunnittelun konseptiratkaisut

Konsepteissa esitetään vaihtoehtoisia tapoja toteuttaa keittiön ja koko huoneiston ilmanvaihdon tehossäätö 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 tehossäätöä sekä keittiössä että kylpyhuoneessa.

5.1 Keittiön ilmanvaihdon toteutus

5.1.1 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 tehossäätöisen liesikuvun korvausilmalle tarvitaan aina tekninen ratkaisu (konsepti K3), korvausilman saanti voi olla ongelmallista myös erittäin tiiviissä ($q_{50} < 0,5$) pientaloissa	Mahd. LTO laitteen liikaantumisen tai energianhukka, jos keittiön poistoilma johdetaan LTO:n ohi. Liesikuvun tulee olla tehossäätöinen, 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 tehossäätöinen, 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 aktiivihiihliuodattimella 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

5.1.2 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 huoneistoa 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

5.2 Korvausilmaratkaisut

Automaattisilla korvausilmalaitteilla rajoitetaan alipaineen suuruutta, kun liesituulettimen tai keskuspölynimurin kaltainen erillispoisto on toiminnassa tai liesikuvun poisto on tehostettuna.

Tilatieto-ohjausta käytettäessä korvausilmalaite ohjataan auki, kun erillispoisto (liesituuletin tai keskuspölynimuri, jonka poistoilma puhalletaan ulos rakennuksesta) 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 mittausta että ulkoseinälle sijoitettava korvausilmalaite pitää suojata tuulenpaineelta.

Keskuspölynimurille ei tarvitse järjestää korvausilmaa, jos imurin poistoilmaa ei puhalleta ulos rakennuksesta.

5.2.1 Huoneistokohtaiset ilmanvaihtojärjestelmät

	Vaihtoehto	Käyttökohteet	Ohjaus	Huomioitavaa
K1	Automaattinen korvausilmalaite tai -luukku	Liesituulettimen tai keskuspölynimurin korvausilma 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 korvausilma	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 tai tulo- ja poistoilmamäärien tarpeenmukainen ohjaus	Huoneistokohtaisella iv-koneella varustetut asunnot (pien- ja kerrostalot)	IV-koneen ns. takkakytkin-toiminto aktivoidaan tai tulo- ja poistoilmavirtojen suhdetta muutetaan korvausilman tuottamiseksi (tarpeenmukainen ohjaus), kun erillispoisto (liesituuletin tai keskuspölynimuri) on toiminnassa tai tehostussäätöisen liesikuvun tehostus on käytössä	Riittää liesikuvun tai pesuhuoneen tilakoht. tehostuksen korvausilmalle, muttei tuottamaan korvausilmaa liesituulettimelle. Tuloilmavirran tehostus lisää LTO:n huurtumisriskiä, esilämmitys suositeltava.

5.2.1 Keskitetyt ilmanvaihtojärjestelmät

	Vaihtoehto	Käyttökohteet	Ohjaus	Huomioitavaa
K4	Huoneisto-kohtaisen tuloilmavirran tehostussäätö	Keittiön tai pesutilojen tehostuksen korvausilma	Poiston tehostuksen mukaan. Vaatii tilatiedon päätelaitteelta tai liesikuvulta	Koko huoneiston tuloilmavirtaa säädetään joko moottoripellillä (2 asetusarvoa) tai ilmavirtasäätimellä (IMS), riski tulo- ja poistoilmavirtojen epätasapainosta eri käyttötilanteissa
K5	Päätelaitekohtainen tehostussäätö	– ” –	Poiston tehostuksen mukaan. Vaatii tilatiedon päätelaitteelta tai liesikuvulta	Huoneistoon sijoitetaan moottoritoimilaitteella varustettu tuloilmalaite esim. olohuoneeseen. Tehostukseen on 2 vaihtoehtoa a) tuloilmalaitteen ilmavirtaa säädetään 2-pistesäädöllä, esim. +15/+32 l/s, kun tehostuksella tuotetaan 17 l/s korvausilmaa liesikuvulle b) tilassa on 2 tuloilmalaitetta, joista toinen on jatkuvasti toiminnassa ja toinen tuottaa korvausilmaa tarvittaessa, mitoitusilmavirrat esim. +15 l/s ja +17 l/s (liesikuvun korvausilma) Molemmissa vaihtoehtoissa on riski painesuhteiden muuttumisesta tehostustilanteessa (ylipaine 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

5.3 Koneellisen yhteiskanavapoiston perusparannus

Asuinkerrostalon yhteiskanavapoiston perusparannuksessa ensimmäinen tehtävä on aina ilmanvaihdon uudelleenmitoitus.

Illmanvaihto 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 ilmavuotoina 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, poistoilmanvaihdon tehostukselle tulee järjestää korvausilma automaattisesta avautuvalla korvausilmalaitteella. Korvausilmalaitte ohjataan auki joko tilatiedon (tehostus päällä) tai paine-eromittauksen perusteella.