



## RAKENNUSTIETO >

# Rakennusalan täyden palvelun tietotalo

Rakennustieto Oy edistää hyvää rakennustapaa ja tuottaa rakentamisesta luotettavaa tietoa. Puolueettoman ja asiakaslähtöisen Rakennustieto Oy:n tuotteet kattavat rakentamisen koko elinkaaren suunnittelusta ylläpitoon. Yhtiön omistaa Rakennustietosäätiö RTS.

Tutustu palveluihimme

> [rakennustieto.fi/rk/palvelut](https://rakennustieto.fi/rk/palvelut)

### Rakentajain kalenterin artikkelit

Tämä artikkeli on julkaistu alun perin Rakentajain kalenterissa, jota ovat julkaisseet Rakennustietosäätiö RTS sr ja Rakennusmestarit ja -insinöörit AMK RKL ry.

Julkaisu oli rakennusalan ammattilaisten ja opiskelijoiden käsikirja, joka yhdisteli teoriaa ja käytäntöä sekä kannusti hyvään rakentamiseen. Artikkelin vasemmassa reunassa olevasta vesileimasta näkee ko. Rakentajain kalenterin vuosikerran.

> [Artikkeliarkisto, kokoelma vuosien 1997–2018 Rakentajain kalenterissa julkaistuista artikkeleista](#)

# Asuntoilmanvaihto

Jari Palonen, tekniikan lisensiaatti

Erikoistutkija, Teknillinen korkeakoulu, LVI-tekniikan laboratorio

jari.palonen@hut.fi

## Järjestelmävaihtoehdot

Asuinrakennuksiin on valittavissa seuraavat ilmanvaihtoratkaisut:

Taulukko 1. Keskeiset asuntoilmanvaihtojärjestelmät.

Ilmanvaihtojärjestelmä	Kuvaus	Täydentävät osat
Painovoimainen	Jokaisen asunnon likaisista tiloista oma poistoilmakanava rakennuksen katolle	Kierrätävä liesituuletin Säädettävä liesituuletin rivi/pien-taloissa
Yhteiskanavapoisto	Päällekkäisten asuntojen likaiset tilat liitetty samaan poistoilmapuhaltimella varustettuun poistoilmakanavaan. Ilmavirrat yleensä kello-ohjatut	Korvausilmalaitteet Kierrätävä liesituuletin Liesikupu Säädettävä liesikupu lainauskytken- nällä tai erillinen poistoilmapuhallin
Keskitetty tulo- ja poisto- ilmanvaihtojärjestelmä	Rakennus tai porraskohtainen ilman- vaihtokone. Ilmavirrat yleensä kello- ohjattuja.	Säädettävä liesikupu lainauskytken- nällä tai erillinen poistoilmapuhallin
Asuntokohtaiset ilmanvaihto- koneet	Pelkkä poistoilmapuhallin liesikuvussa Ilmanvaihtokone kylpyhuoneessall- manvaihtokone erillistilassa asunnon ulkopuolella	Säätö liesikuvussa Tarpeenmukainen ilmanvaihto
Asuntokohtainen ilmalämmitys	Asunnon lämmitys edellyttää suurem- pia ilmavirtoja kuin ilmanvaihdon tarve	
Asuntokohtainen ilmanvaihto- lämmitys	Asunto lämmitetään tuloilmaa lämmit- tämällä	

Ilmastointijärjestelmät asunnoissa (jäähdytys, kostutus) ovat harvinaisia Suomessa. Ilmastointi- sana ei pitäisikään käyttää asuntorakentamisen yhteydessä, jotta asukkaat saavat totuudenmukaisen kuvan. Tarve asuinrakennusten kesäaikaisten lämpötilojen parempaan hallintaan aurinkosuojauksen ja ilmastoinnin avulla on kuitenkin kiistaton.

## Kerrostalojen ilmanvaihtojärjestelmät

Suomessa oli vuosituhannen vaihteessa noin 1 100 000 asuntoa kerrostaloissa [1]. Näistä yli 600 000 asuntoa on rakennettu vuoden 1970 jälkeen. Noin koneellisen poistoilmanvaihdon

osuus ylitti jo 1970-luvulla 90%, on vuoden 1970 jälkeen rakennettu lähes 600 000 asuntoa, jossa on koneellinen yhteiskanavapoisto.

1960-luvulla rakennetuista kerrostaloasunnoista (225 000) 70 %:ssa on yhteiskanavapoisto. Ennen vuotta 1960 rakennetuissa kerrostaloasunnoista (195 000) noin 20 %:ssa on yhteiskanavapoisto. Näistä saadaan yhteensä lähes 200 000 asuntoa. Yhdessä 1970-luvun jälkeen rakennettujen asuntojen kanssa päädytään lähes 800 000 yhteiskanavapoiston piirissä olevaan kerrostaloasuntoon

Ennen vuotta 1970 Suomeen oli rakennettu noin 220 000 kerrostaloasuntoa, joissa on painovoimainen ilmanvaihto. Vielä 1970-luvulla rakennettiin noin 20 000 asuntoa.

Suomeen rakennettiin 1970-luvulla noin 10 000 asuntoa (osuus n. 3%), jossa oli kello-ohjattu, keskitetty, koneellinen sisäänpuhallus- ja poistoilmanvaihto.

Keskitettyt koneelliset tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmät yleistyivät 1980-luvulla.

1990-luvun alussa huoneistokohtaiset ilmanvaihtokoneet olivat erittäin suosittuja kerrostalorakentamisessa. Vuoteen 1995 mennessä oli asennettu jo 20 000 ilmanvaihtokojetta kerrostaloasuntoihin. Tämän jälkeen on yhteiskanava-poistojärjestelmä ikkunakarmeihin asennetuilla korvausilmaelimeillä vakiinnuttanut yleisimmän ilmanvaihtoratkaisun aseman toistaiseksi.

## Rivi- ja pientalot

Valtaosassa Suomen noin miljoonassa pientalossa on painovoimainen ilmanvaihto, johon on liitetty liesituuletin. Lämmöntalteenotolla varustetut ilmanvaihtokoneet alkoivat yleistyä 1980-luvulla ja yleistyivät välttämiseksi järjestelmäksi 1990-luvulla. Rivitalokanta on suhteellisen nuorta, koneellinen poisto on niissä vallitseva ilmanvaihtoratkaisu.

## Asuntojen mitoitusilmanvirtojen kehitys

Hyvä ja toimiva ilmanvaihto on perusedellytys sekä asunnon että asukkaiden terveydelle. Rakennuksessa syntyy useita epäpuhtauksia, joiden lähteitä ei voida kokonaan poistaa. Tällöin tarvitaan riittävää yleisilmanvaihtoa. Sen avulla esimerkiksi hiilidioksidin ja vesihöyryn pitoisuudet ilmassa saadaan pidettyä ihmiselle ja rakennukselle terveellisellä tasolla.

Ihminen hengittää kerrallaan noin 0,5 l ilmaa noin 12–15 kertaa minuutissa. Ihminen tarvitsee levossakin vähintään 0,5 m<sup>3</sup>/h (0,6 kg/h) raitista ilmaa elintoimintojen ylläpitämiseen. Vuorokautinen tarve on kymmeniä kiloja ilmaa vuorokaudessa. Tästä asunnon sisäilman osuus on merkittävä. Verrattuna kiinteän ruuan ja veden kulutukseen ihminen voi altistua huomattavasti suuremmille haitallisten aineiden määriille hengitysilmasta.

Ihmiseräisistä hajuista aiheutuva ilmanvaihdon tarve on monikymmenkertainen elossapyyntymisen edellyttämään ilmamäärään verrattuna. Raikas huoneilma edellyttää noin 30–40 ilmakeuutiometriä henkilöä kohti tunnissa. Samansuuruisen ilmamäärän vaatii WC-hajujen ja suihkussa käynnin aiheuttaman kosteuskuorman nopea poistaminen. Liesikupu tarvitsee kunnolla toimiakseen tätäkin suuremman ilmavirran.

Hyvä ilmanvaihto ei aiheuta vetoa eikä melua. Lisäksi se on energiataloudellinen, helppokäyttöinen ja toimintavarma.

Rakentajan kalenteri on historiallinen, koska siinä annettiin ensimmäisen kerran ohjearvoja asuntojen poistoilmavirtojen mitoittamiseksi jo vuonna 1940 [2]. Perheeseen ja asumistottumusten vaikutukset asuntojen ilmavirtojen suunnitteluarvoihin ovat olleet vähäisiä ennen vuoden 2003 uusia määräyksiä [3].

Taulukko 2. Tilakohtaisten poistoilmavirtojen suunnitteluarvoja Suomessa eri aikoina.

Vuosi	Ilmavirrat l/s		
	Keittiö	WC	Kylpyhuone
1940 (Rakentajan kalenteri)	30,6	8	8
1954 (Normaaliohjeet)	27,8	8,3	16,7
1966 (Normaaliohjeet)	22,2	8,3	16,7
1978 D2	22	8	16
1987 D2	20	10	15
2003 D2	8/25	7/10	10/15

Saunojen korvausilman saannista on aina huolehdittu, makuuhuoneiden ja muiden asuinhuoneiden korvausilmasta on säädetty vuodesta 1987 lähtien. Uuden D2:n mukainen makuuhuoneiden ulkoilmavirta on 6 l/s,hlö.

D2:n ohjeiden mukaan pienasunnon poistoilmavirtoja voidaan supistaa, mikäli mitoitusilmavirroilla asunnon ilmanvaihtokertoimen arvo ylittää 1,5. Tällöin vaadittava minimi-ilmanvaihtuvuus asunnon ilmanvaihdon täydellä teholla on 1,0 vaihtoa tunnissa. Asunnon koon mukaan mitoitettu ilmanvaihto on harvinaista, käytännössä esiintyy tapauksia, joissa vaatehuoneella varustetun yksin poistoilmavirrat ovat suurempia kuin kolmiossa, jossa vaatehuonetta ei ole.

## Tyypilliset asuntoilmanvaihdon ongelmat

Asuinrakennukset muodostavat ilmanvaihdon osalta melko yhtenäisen ryhmän, jossa ilmanvaihtotapa ja samalla siihen liittyvät ongelmat vaihtelevat rakentamisvuoden mukaan. Vanhoissa rakennuksissa on pääasiassa painovoimainen ilmanvaihto, jonka keskeinen ongelma on liian suuri ja vaihteleva ilmanvaihto, jos rakennusvaippa on harva, ja liian pieni ilmanvaihto, jos rakennusvaippa on tiivis. Ilmanvaihto jakautuu yleensä myös eri huoneiden välillä epätasaisesti. Koneellisen poiston rakennuksissa ongelmana on usein korvausilman saanti, väärät epäpuhtauksia kuljettavat paine-erot ja ilmanvaihdon väärä jakautuma huoneiden välillä. Koneellisen poistoilmanvaihdon korvausilma-venttiilit suljetaan usein niistä virtaavan kylmän

ilman aiheuttaman vedon vuoksi, jolloin ongelmat siirtyvät muualle. Korkea melutaso on usein syy koneellisen ilmanvaihdon pysäyttämiseen. Kun vaippa on tiivis, ilmanvaihto loppuu kokonaan.

Koneellisilla tulo- ja poistojärjestelmillä edellä kuvatut ongelmat on yritetty poistaa. Katavia vertailuja ei ole 1990-luvulla tehty. Korvausilman lämmittämisen edut pelkkiin korvausilmaventtiileihin verrattuna on kuitenkin todettu [4]. Asuntojen koneellisissa tulo- ja poistoilmajärjestelmissä on kuitenkin vielä paljon puutteita [5], keskeisiä näissä ovat melu, veto, käyttöohjeiden ja huollon puute.

Yleisiä, kaikkia asuinrakennusten ilmanvaihtoa koskevia ongelmia on koottu taulukkoon 3. Terve Talo teknologiaohjelman esiselvityksessä on käsitelty laajasti myös asuntoilmanvaihtojärjestelmien ongelmia ja kehitystarpeita [6].

Vaikka ilmanvaihtojärjestelmä olisi hyvin suunniteltu voivat toteutusvaiheessa tapahtuvat muutokset ja asennusvirheet muuttaa olennaisesti lopputulosta: esimerkiksi urakoitsija vaihtaa kustannussyistä puhaltimet tai ilmanvaihtokoneet, korvausilman sisäänottoon asennetaan hyönteisverkko, tuloilmakanavia varustoidaan huolimattomasti likaisessa maaperässä tai tuloilmasuodattimet asennetaan huolimattomasti paikoilleen jne.

Vaikka suunnittelu ja toteutus onnistuisivat, ovat kaikki ilmanvaihtojärjestelmät herkkiä huoltotoimenpiteiden laiminlyönneille (pääte-laitteiden likaantuminen). Samoin vastaanotto-vaiheessa tehtävä viritys on energiakulutuksen kannalta keskeinen asia, jotta vältetään esimerkiksi sähköistä jälkilämmitystä käytettäessä liian korkean sisänpuhalluslämpötilan aiheuttama sähköenergiakulutus.

### Taulukko 3. Asuinrakennusten ilmanvaihdon yleisiä ongelmia.

- Ilmanvaihto ei vastaa asumisen tarpeita sen määräytyessä pääasiassa poistopisteiden, ei kuormituksen mukaan.
- Ilmanvaihto ei ole tehostettavissa tarpeen mukaan.
- Ilmavirtoja ei ole perussäädetty.
- Ilmanvaihto aiheuttaa melua ja vetoa, jolloin sitä ei käytetä riittävästi.
- Pelkällä poistoilmavaihdolla varustetuissa asunnoissa korvausilman saantia ei ole järjestetty.
- Asuinkeuhkaloissa porrashuone toimii hajujen ja muiden epäpuhtauksien levittäjänä.
- Korvausilman suodatus on järjestämättä tai puutteellista.
- Poistoilmalaitteet ja kanavat likaantuvat eikä niitä puhdisteta.
- Asuntojen sisäisiä siirtoilmareittejä ei ole mitoitettu riittäviksi.

## Energiatalous

Lämmöntalteenotto poistoilmasta alentaa kerrostalon kaukolämmön kulutusta, mutta samalla kiinteistösähkön kulutus kasvaa huomattavasti, koska ilmavaihtojärjestelmä tarvitsee tuloilmavaihtaimen ja molemmat puhaltimet ovat suuritehoisempia lämmöntalteenoton ja suodattimien aiheuttaman painehäviön vuoksi. Taulukossa 4 on Teknillisen korkeakoulun LVI-tekniikan laboratorion keräämiä keskiarvoja 1990-luvulla rakennetuista asuinkeuhkaloista.

Taulukko 4. Kaukolämmön ja kiinteistösähkön kulutuslukuja noin 100 asuinkeuhkaloissa vuonna 1999.

Ilmanvaihto-järjestelmä	Kaukolämmön ominaiskulutus, kWh,m <sup>3</sup>	Kiinteistösähkön ominaiskulutus, kWh,m <sup>3</sup>
Koneellinen poisto	49	3
*Asuntokohtaiset ilmanvaihtokoneet (LTO)	45	6
Keskitetty tulo- ja poistoilmavaihtoratkaisu	44	6,4

\* Kiinteistöyhtiö maksaa ilmanvaihtokoneen sähkön, ei asukas.

Erityisesti asuntokohtaiset ilmanvaihtokoneet voivat olla ongelmallisia sähkökulutuksen suhteen. Tällöin sisänpuhallusilman lämpötilan asetusarvo ja lämmöntalteenoton hyötysuhde on ratkaisevassa asemassa. Taulukossa 5 on esitetty arvio sisänpuhalluslämpötilan vaihtokutsista jälkilämmityspatterin sähkökulutukseen [6]. Keskimääräinen tuloilmavirta on 40 l/s, joka vastaa keskikokoisen keuhkalo-asunnon keskimääräistä ilmanvaihtoa tehostukset huomioin ottaen.

Taulukko 5. Jälkilämmityspatterin sähkökulutus eri LTO:n hyötysuhteilla ja sisänpuhalluslämpötilan arvoilla.

LTO:n hyötysuhde	Tuloilmän lämpötilan asetusarvo, °C			
%	10	14	16	18
50	278	1001	1542	2180
60	81	488	955	1543
70	7	132	417	925

Asukkaat ovat kytkeneet ilmanvaihtokoneita pois käytöstä tai käyttävät vain minimiteholla, kun sähkölaskun suuruus on paljastunut.

Hyvälaatuisia tuloilmaelimiä käytettäessä voidaan käyttää 8 asteen alilämpötilaa eli 14 asteen sisäänpuhalluslämpötilaa 22 asteen huone-  
lämpötilassa. Nykyisin on myös toteutettu ratkaisuja, joissa LTO:n hyötysuhde on niin korkea, ettei erillistä jälkilämmityspatteria tarvita. Myös vesilämmitteisiä jälkilämmityspattereita on saatavilla.

Vanhaa rakennusta peruskorjattaessa lämmöntalteenoton ja koneellisen sisäänpuhalluksen asentaminen on taloudellisesti kannattavaa vain riittävän tiiviissä rakennuksessa. Muutoin rakennuksen ilmanvaihtuvuus ja energiankulutus kasvaa tuulisella säällä [13].

## Ilmanvaihtokoneet

### Huippuimurit

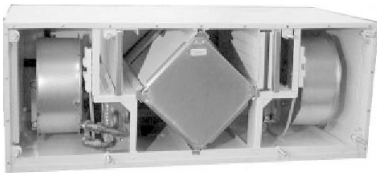
Rakennusta, porrasta tai keittiöitä palveleva poistoilmapuhallin rakennuksen katolla. Yleisin malli on kello/käsiohjauksella varustettu 2-nopeuspuhallin. Nykyisin yleensä taajuusmuuttajalla varustettu portaaton kierrosnopeuden säätö kello/käsiohjauksella varustettuna. Paineohjauksella varustettu puhallin pitää painetason poistoilmakanavassa vakiona ilmamäärästä riippumatta.

### Liesikupukoneet

Liesikuvun yläpuolelle asennettava 4-nopeuksinen poistoilmapuhallin, joka puhaltaa asunnon poistoilman rakennuksen katolle. Etenkin pienasunnoissa ääniteknisesti hankala, koska keittiö ja olohuone ovat samaa kokonaisuutta.

### Asuntokohtaiset tulo- ja poistoilmakoneet

Yleensä kylpyhuoneisiin asennettava pieni ilmanvaihtokone.



Kuva 1. Asunnon eteistilan yläpuolelle tarkoitettu asuntoilmanvaihtokone.

## Rakennuskohtaiset ilmanvaihtokoneet

### Lämmöntalteenottolaitteet

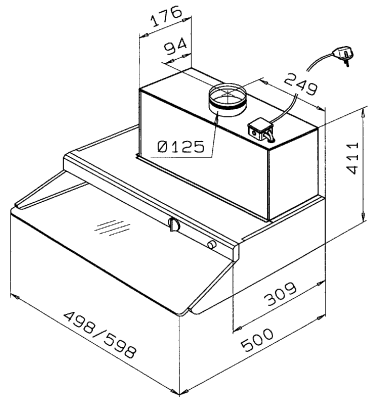
Yksittäisen asunnon ilmanvaihtokoneessa voidaan käyttää ns. regeneratiivista lämmönsiirintä (pyörivä kiekko). Tällöin päästään jopa 80 %:n hyötysuhteeseen. Yleensä käytetään erilaisia levylämmönsiirtimiä (rekuperatiivinen lämmönsiirrin), joiden teholliset hyötysuhteet ovat heikkomat, koska lämmönsiirrin tukkeutuu siinä tiivistyvän kosteuden jäätyessä lämmityskaudella. Asuntokohtaisissa ilmanvaihtokoneissa tuloilmapuhallin pysähtyy sulatuksen ajaksi, rakennuskohtaisissa koneissa käytetään ohitussäätöä

### Poistoilmalaitteet

Lautasmallinen pyöreä venttiili on tyypillinen asunnon poistoilmalaitte. Käyttötilanteessa tulee puolet poistoilmavaihtojärjestelmän virtausvastuksesta olla poistoilmalaitteessa, jotta ilmanvaihtojärjestelmä on säädettävissä.

Yleisin liesikuvun malli on poistoilmakanavaan liitettävä passiivinen liesikupu. Sen rinnalla on yleistynyt ns. läppäkupu, jossa on avattava säätöpelti ja ajastin, jonka avulla liesikuvun ilmavirtaa voidaan tarvittaessa tehostaa. Tarvittava ilmavirta lainataan muiden likaisten tilojen poistoista (asuntokohtaiset ilmanvaihtokoneet). Keittiöiden poistot on voitu myös liittää omaan paineohjattuun poistoilmapuhaltimeen, jonka kierrosnopeus kasvaa kun keittiöiden säätöpeltiä avataan.

Liesikupu ja tuuletin on sitä tehokkaampi mitä pienempi väli lieden ja kuvun väliin jää. Samoin riittävän tilava kupu ottaa paremmin



Kuva 2. Säädettävä liesikupu.

vastään erilaiset ruuanvalmistuksessa syntyvät pölyhädykset. Mikäli tehostustilanteessa liesikuvun poistoilmavirta on suuri (30 l/s) keittiön läheisyyteen on syytä sijoittaa avettava korvausilmareitti, jottei asunnon alipaine kasva kohtuuttoman suureksi. Mikäli pientalossa on painovoimainen ilmanvaihto, on tuuletusikkuna avettava ruuanvalmistuksen ajaksi, jottei korvausilma virtaa WC-tilojen poistoilmahormeja pitkin asuntoon.

## Tuuletusikkunat

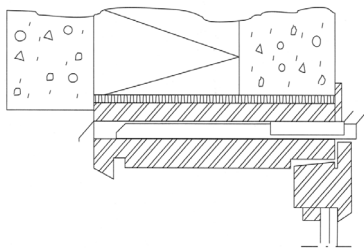
Oikeaoppinen tehokas tuuletusikkuna on korkea ja kapea. Asuinkerrostaloissa on syytä pitää tuuletusikkuna suljettuna, kun liedellä paistetaan, ellei liesikupu ole tehokas. Ruuankäryt voidaan tuulettaa ulos ruuanvalmistuksen jälkeen avaamalla tuuletusikkunat ja parvekkeen ovi. Muutoin ruuankäryt ohjautuvat porraskäytävään koko ruuanvalmistuksen ajan.

## Tuloilmalaitteet

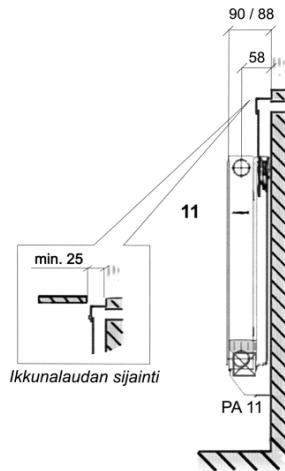
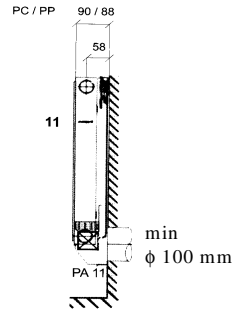
Yleisimmin asunnoissa käytetty tuloilmalaitemalli on seinälle sijoitettavat rei'itetyt tuloilmaventtiilit. Kattopinnan likaantumisen ehkäisemiseksi tuloilmalaitteet tulee asentaa riittävän etäälle kattopinnasta laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. Kattoihin asennettavat lautas- tai kartiomaiset tuloilmalaitteet edellyttävät suojalevyn käyttöä, koska lian poistaminen ruiskutasoitusta pinnasta on vaikeaa. Huonekohtaisia ilmavirtoja voi säätää reikiä peittämällä. Jos asunnon ilmanvaihtokone on ylisuuri, saadaan tuloilmavirrat säädettyä riittävän pieniksi, mutta seurauksena on veto-ongelmia sisäänpuhallusnopeuden kasvaessa.

## Korvausilmaratkaisut

Asunnoissa käytetään ikkunakarmeihin sijoitettuja rakomaisia korvausilmaventtiilejä, seinille tai tuuletusluukkuun asennettavia lautasmallisia korvausilmaventtiileitä sekä korvausilmaikkunoita.



Kuva 3. Ikkunakarmiin sijoitettava korvausilmalaitte.



Kuva 4. Raitisilmardiaattoreita.

kunoita. Näistä karmiventtiilit ovat olleet vallitseva ratkaisu viime vuosina. Ilman jaon kannalta lautasmallinen korvausilmaventtiili on paras, mutta se vaatii erillisen läpiviennin ulkoseinään. Tällä ratkaisulla voidaan tuoda huoneeseen jopa 8 l/s ulkoilmaa Korvausilmaikkunassa ulkoilma lämpenee lasien välisessä ilmatilassa etenkin auringon paistaessa talvella ja keväällä. Pienasuntojen ilmanvaihdon tarve on niin suuri, että tarvitaan kaksi korvausilmalaitteita huonetta kohti. Verholaudat ja verhot häiritsevät merkittävästi korvausilmalaitteiden toimintaa aiheuttaen vetoa.

Raitisilmardiaattori on viime vuosien uutuuksia. Siinä ulkoilma johdetaan suodattimen kautta radiaattoriin joko ulkoseinän läpiviennistä tai ikkunan alareunan ja seinän välistä ikkunapellin alta, jolloin erillistä läpiviennistä ei tarvitse tehdä. Raitisilmardiaattoria käytettäessä radiaattorin termostaatin irtoanturi tulee asentaa radiaattorin alapuolelle, jotta radiaattori ei sul-

keudu täysin esimerkiksi auringonsäteilyn vaikutuksesta. Poistoilmapuhallin tulee kytkeä lämmitysverkoston kiertovesipumpun kanssa siten, että jälkimmäisen vikaantuessa myös poistoilmapuhallin pysähtyy.

## Märkätilojen ilmanvaihto

### Saunan ilmanvaihto

Perinteinen puulämmitteinen kiuas on myös tehokas ilmanvaihdtaja, mikäli korvausilman saanti on järjestetty. Saunanilmanvaihdon perusongelma on lämpötilan liiallinen kerrostuminen eli jalat ovat viileässä ja pää kuumassa. Jos korvausilma on viileää, se laskeutuu sekoittumatta lattialle. Korvausilma tulisi johtaa kiukaan päälle, jossa se sekoittuu kuumaan ilmavirtaukseen. Poistoilmaelimen tulisi sijaita saunan alaosassa, jottei kaikkein kuumin löyly karkaa suoraan poistoilmakanavaan.

Markkinoilla on saunoihin tarkoitettuja poistoilmaelimiä, jotka voidaan avata ja sulkea tarvittaessa. Poistoilmaelintä ei ole syytä sulkea löylynheiton ajaksi koska sen kautta poistuva lämmitysteho on kuitenkin pieni kiukaan tehoon verrattuna. Ilmatilavuudeltaan pienessä kerrostalosaunassa ilman laatu heikkenee nopeasti mikäli ilmanvaihtoa vähennetään ihmisten ollessa sisällä. Kun sauna on kuivunut voidaan tarpeetonta ilmanvaihtoa vähentää sen avulla.

Mikäli saunassa ei ole erillistä lämmitystä, kiuasta ei saisi heittää kylmäksi saunomisen lopuksi vaan siinä tulee pitää virtaa tai tulipesässä puuta vielä jonkin aikaa saunomisen loputtua.

Rakennuksissa, joissa ei ole tuloilman sisäänpuhallusta, saunan tulisi rajoittua yhdeltä seinältä ulkoseinään, jotta korvausilma saadaan saunaan ilman pitkiä, jopa 10 metrin pituisia kanavia, joiden puhtaanapitäminen on vaikeaa.

### Kylpyhuoneen ilmanvaihto

Kun huoneilma lämpenee, se sitoo itsensä enemmän kosteutta. Viileän kylpyhuoneen (18 °C) ilma sitoo itsensä vain 16 g kosteutta ilmakuutiota kohti kun 26 °C -asteinen ilma sitoo 25 g vettä kuutiometriä kohden. Erillinen kylpyhuoneen lämmitys nopeuttaa kylpyhuoneen kuivumista erityisesti varsinaisen lämmityskauden ulkopuolella. Asuntoilmanvaihdon toimissa mitoitusravolla (15 l/s) ilmanvaihtojärjestelmä kykenee poistamaan jopa kilon verran vettä tunnissa.

Kylpyhuoneeseen asennetun tuuletusikkunan puiteosat ovat alttiita kosteuden aiheuttamille vaurioille. Avoimeksi unohtettu ikkuna muodostaa myös oikotien ulkoilmalle suoraan pois-

toilmaan, tällöin makuuhuoneiden ilmanvaihtuvuus heikkenee olennaisesti. Parempi vaihtoehto olisi ilman kosteuden mukaan avautuva poistoilmalaitte joka reagoi suihkun käyttöön ja vaatteiden kuivatukseen.

## Puhtaan asuntoilmanvaihtojärjestelmän toteutus

Ilmanvaihtolaitoksen likaisuus on osoittautunut useissa suomalaisissa ja kansainvälisissä tutkimuksissa keskeiseksi sisäilman pilaajaksi. Esimerkiksi 10 Euroopan maata kattaneessa tutkimuksessa todettiin tuloilman olevan pahin hajujen aiheuttaja toimistorakennuksissa. Nykyistä parempi tuloilman laatu parantaisi sisäilman laatua ja mahdollistaisi joissakin tapauksissa myös ilmavirtojen pienentämisen.

Sisäilmayhdistyksen laatima Sisäilmaston, rakennustöiden ja pintamateriaalien luokitus antaa ohjeita myös puhtaampien ilmanvaihtolaitosten toteuttamiseen. Ensimmäiset puhtaan ilmanvaihdon tuotteet saivat M1-merkin marraskuussa 2001 [8].

Puhtaan ilmanvaihdon suunnitteluohjeessa [9] on esitetty ilmanvaihdon puhtauden ja toimivuuden varmistavat suunnitteluohjeet sekä tarvittavat malliasiakirjat (LVI-työselostuksen, urakkarajaliitteen ja huoltokirjan puhtautta käsittelevät osat) ja tarkastuslistat (suunnitelmat, puhtaus rakentamisen aikana, ilmastointikoneen ja -kanaviston puhtauden tarkastukset). Puhtaan ilmanvaihdon asennusohjeessa esitetään menetelmät puhtauden varmistamiseen työmaalla [10]. Avainasemassa on osien huolellinen säilytys ja suojaus, keskeneräisten asennusten tulppaus ja leikkureiden käyttö kulmahiomakoneen sijasta. Myös uuden ilmanvaihtolaitoksen puhtauden tarkastamiseen ja järjestelmän puhdistamiseen on laadittu ohjeet.

Ulkoilman sisäänoton ja esisuodattimen välinen kanavaosuus likaantuu esteettä ja se voi lisäsi kastua lumen sulaessa. Tämän kanavaosuuden puhtautta ja kuntoa tulee valvoa säännöllisesti. Rakennusrungon sisällä sijaitsevilla saunoissa, joissa on vain koneellinen poistoilmanvaihto, on yleensä pitkät ulkoilmakanavat, jotka likaantuvat esteettömästi.

Ulkoilma-aukoissa ja asuntojen korvausilma-aukoissa ei saa olla helposti tukkeutuvia hyönteisverkkoja.

### Tulo- ja poistoilman suodatus

Kun käytetään poistoilman lämmöntalteenottoa, on poistoilma suodatettava ennen lämmöntalteenottoa EU5-luokan suodattimella.

Tuloilman suodatuksen tarkoituksena on estää siitepölyn pääsy sisäilmaan ja suojata puh-

taita ilmanvaihtokanavia likaantumiselta. EU7/8-luokan suodatin tiiviisti kanavaan asennettuna estää tehokkaasti kanaviston likaantumisen käytössä. Esisuodattimen (EU3-5) käyttö pidentää varsinaisen hienosuodattimen käyttöaika.

## Hajujen kulkeutuminen ulkoilman sisäänottoon

Asuntokohtaisia ilmanvaihtokoneita käytettäessä tulisi välttää ulkoilman sisäänottojen sijoittamista asuntojen parvekkeiden läheisyyteen, koska siitä seuraa yleensä runsaasti valituksia asuntoon tulevasta tupakan hajusta. Jos keskitetyssä ilmanvaihtovaihtokonehuoneessa lattia-kaivo kuivuu, viemärin hajut imeytyvät ilmanvaihtokoneen viemärintiputken kautta tuloilmaan. Viemärintiputki tulee varustaa ilmalukolla tai järjestää säännöllinen lattiakaivojen vedenpinnan tarkkailu huoltomiehen kierroksen yhteyteen.

## Olemassa olevien rakennusten ilmanvaihdon kunnostus

Noin puolessa vanhoista kerrostaloasunnoista on liian alhainen ilmanvaihtuvuus. Huomattava osa ilmanvaihtojärjestelmien puutteista saadaan korjattua oikealla käytöllä, huollolla ja kunnossapidolla. Asuinkekkosten ilmanvaihdon laatutason parantamiseksi on laadittu 24 erilaista korjauskonseptia [11].

## Yleiset ohjeet

Jos poistoilmapuhaltimet ovat yli 10 vuotta vanhoja, on uusimistarve todennäköinen. Uusilla puhaltimilla on parempi hyötysuhde, ja ne kuluttavat vähemmän energiaa. Uusiin huippumureihin ja puhaltimiin on saatavilla valmiiksi integroituja taajuusmuuttaja-paketteja, joten ne kannattaa hankkia yhdessä.

Samassa yhteydessä voidaan parantaa puhaltimien äänenvaimennusta (kokoojalaatikot, imukammiot, erilliset äänenvaimentimet), mikäli asuinhuoneisiin kantautuu havaittavaa ääntä erityisesti yöaikaan.

Huoneistojen välistä ilmastointiverkostoa voidaan parantaa käyttämällä vaimennuskappaleella varustettuja poistoilmaventtiileitä.

Jos ilmanvaihtokanavia ei ole puhdistettu ja/tai säädetty viiteen vuoteen, ne puhdistetaan ennen säätöä. Mikäli osaan poistoilma-aukkoja ei saada millään keinolla riittävää ilmavirtausta, on poistoilmakanavat erillistutkimuksena videokuvattava, peltikanaville tehdään tiivyskoe.

Mikäli ikkunan avaaminen nostaa asunnon poisilmavirtoja yli 20 %, on asuntoon syytä asentaa korvausilmaventtiilit. Korvausilmaventtiilien valinnassa tulee varautua asukkaiden itse hankkimien lisävarusteiden (ilmansuodattimet ja ilmavirtauksen ohjaimet) aiheuttamaan virtausvastuksen kasvuun. Ulkoseiniin asennettavilla korvausilmaventtiileillä on parhaat ilmanjako-ominaisuudet. Valittaessa venttiilien sijaintipaikkoja ja virtausaukkojen halkaisijoita tulee varautua mahdollisten korvausilmalämmittimien jälkiasennukseen. Samoin mahdollisen asutokohtaisen ilmanvaihtokojeen asentamiseen olisi hyvä varautua jo tässä vaiheessa.

Korvausilman pitäisi tulla pääosin ulkoa, ei porrashuoneesta. Tämän vuoksi on tarkastettava, että postiluukku sulkeutuu tiiviisti. Asunnon sisällä ilman tulisi virrata makuuhuoneiden ja olohuoneen kautta keittiön, kylpyhuoneen ja WC:n poistoon. Ilmalle on järjestettävä virtausreitti jättämällä rako oven ja kynnyksen väliin. Tässä yhteydessä tiivistetään pistemäiset vuotopaikat ulkovaipassa kuten parvekkeen ovi, vanhat kylmäkomeron korvausilma-aukot ja nurkat.

Porrashuoneen ilmanvaihto on varmistettava siten, että ulko-oven yhteydessä on ulkoilmaventtiili. Ylätasanteelle voidaan asentaa avattava säleikkö, jotta kesällä ja aurinkoisella säällä ylläilmpö saadaan tuuletetuksi pois.

Talon yhteisiin tiloihin asennetaan korvausilmaventtiilit, tilojen poistoilmavaihtoa mitataan ja säädetään.

## Rakennusajankohta ennen 1970-lukua

### Painovoimainen poistoilmavaihto

Tyypilliset ongelmat ovat hormien tukokset ja vuodot, ilman väärä virtaussuunta hormeissa, ulkovaipan liiallinen tiiviyys ja huono ääneneristävyyys, korvausilman riittämätön saanti leudolla säällä ja siitä aiheutuva kosteiden tilojen ilmanvaihdon riittämättömyys ja sen aiheuttama veto lämmityskaudella. Ennen 1940-lukua rakennetuissa taloissa tyypillinen ongelma ovat korvausilmaventtiilit, jotka on tukittu. Virtausaukot voivat olla sinänsä käyttökelpoisia. Liesikuvut puuttuvat.

### Koneellinen yhteiskanavapoisto (etenkin 1960-luvulta lähtien)

Korkeissa taloissa on kaksi vyöhykettä pystysuunnassa, rakenneaineiset poistoilmakanavat/hormit sekä puhallinkammiot. Poistoilmaventtiilien säätöominaisuudet ovat yleensä huonot (rako- tai ritiläventtiilit), liesikupuja ja korvausilmaventtiileitä ei ole paitsi 1950-60 lukujen taloissa reiät ns. kylmäkomeron kohdalla ulkoseinässä



**Toimenpiteet**

Välttämätön toimenpide on kanaviston kunnostaminen

Tarpeelliset toimenpiteet ovat poiston kunnostaminen, puhdistus ja säätö ja korvausilman järjestäminen

Asumistasoa nostavia toimenpiteitä ovat keittiön ilmanvaihdon kunnostaminen, korvausilman vedoton saanti ja yleistilojen ilmanvaihdon kunnostus

**Rakennusajankohta 1970- ja 1980-luku**

Koneellinen yhteiskanavapoisto on vallitseva ratkaisu. Ongelmia: ääniteknisesti heikottasoi-

sia tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmiä, kanaavat peltikanavia, säädettävät poistoilmaventtiilit, ei säätöpeltejä korkeissa taloissa, kaksi vyöhykettä pystysuunnassa korkeissa ns. arava-taloissa, ei korvausilmaventtiileitä, paitsi saunoissa, ei siirtoilmareittejä, asunnon liiallinen alipaineisuus. Liesikuvut puuttuvat yleensä asunnoista.

**Toimenpiteet**

Tarpeelliset toimenpiteet ovat poiston kunnostaminen, puhdistus ja säätö sekä korvausilman järjestäminen

Asumistasoa nostavia toimenpiteitä ovat keittiön ilmanvaihdon kunnostaminen, korvausilman vedoton saanti ja yleisten tilojen ilmanvaihto.

**Esimerkkejä asuntoilmanvaihdon parannustoimenpiteistä**

<b>K1</b>	<b>Poistoilmanvaihdon kunnostaminen</b>	
	<b>Puhdistus ja perussäätö</b>	
Lähtö-tilanne	Ilmanvaihtojärjestelmää ei ole puhdistettu tai säädetty käyttöönoton jälkeen tai edellisestä toimenpiteestä on aikaa 7–10 vuotta.	
Tavoite-taso	Määräytyy korvausilmaratkaisun mukaan Toiminnan parantaminen	
Ratkaisu	<ul style="list-style-type: none"> <li>Poistoilmapuhaltimet huolletaan. Jos puhaltimet ovat huonokuntoisia, ne uusitaan konseptilla K4</li> <li>Poistoilmajärjestelmän puhdistus ja säätö</li> <li>Tarvittaessa poistoilmaventtiilien vaihto säädettäväksi ja/tai äänenvaimennuksen parantaminen, mikäli selvä meluhaitta havaittu</li> <li>Ilmamäärät säädetään venttiilikohdaisesti asunnon koon mukaan niin, että ilmanvaihtokerroin on 0,5 1/h</li> </ul>	
Prosessi	Kuntotarkastuksen tekijä määrittää venttiilikohdaiset ilmavirrat ja laatii työluettelon, jossa on listattu konseptien toimenpiteiden vaatimat työsuoritukset ja hankinnat. Työn suorittaja antaa hinta-arvion tai tarjouksen	
	Isännöitsijä/taloyhtiö tekee päätökseen toteutuksesta	
Työvaiheet	<ol style="list-style-type: none"> <li>Puhaltimien huolto</li> <li>Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus</li> <li>Ilmanvaihtojärjestelmän säätö</li> </ol>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Työt tapahtuvat asunnoissa ja vesikatolla</li> <li>Koko kanavisto nuohootaan (esimerkiksi pyörivällä harjalla)</li> <li>Ilmamäärät säädetään venttiilikohdaisesti Asuntojen ilmanvaihtokerroin tarkastetaan</li> <li>Venttiilit vaihdetaan mikäli vanhat venttiilit teknisesti huonoja</li> </ul>
Kustannustaso, aika	Kanaviston puhdistus 50–85 € / asunto Poistoilmaventtiilien uusiminen ja säätö 25 € / venttiili Useita käyntikertoja asunnoissa.	

**K2****Ilmanvaihtohormiston kunnostaminen****Rakenneseineiden poistoilmakanavien kunnostaminen**

Lähtö-tilanne	Kanaviston perussäättö ei onnistu esimerkiksi kanaviston alhaisen painetasoa takia. Kanaviston painekoe tai videokuvaus osoittaa poistoilmakanaviston vaurioituneen.	
Tavoite-taso	Alle S3 tai S3 korvausilmaratkaisun mukaan Ilmanvaihdon toiminnan parantaminen	
Ratkaisu	Kanaviston tukokset avataan ja kanavisto kunnostetaan esim. massausmenetelmää tai sujutusmenetelmää käyttäen. Kanaviston kunnostaminen voi osoittautua suuritöiseksi ja taloudellisesti kannattamattomaksi – tällöin vaihtoehtoisesti ilmanvaihtojärjestelmä voidaan uusia konsepteilla K21 tai K22	
Työvaiheet	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Selvitetään kanaviston kunto</li> <li>2) Valitaan kunnostusmenetelmä</li> <li>3) Kunnostaminen</li> <li>4) Perussäättö</li> </ol> <p>Kanaviston perussäättö ei onnistu:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Tehdään kanaviston kuntotutkimus (painekoe tai videokuvaus)</li> <li>• Valitaan korjaustoimenpide ja tehdään korjaukset</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Työt tapahtuvat asunnoissa, ullakolla ja vesikatolla</li> <li>• Hormien avauksia voidaan joutua tekemään asunnoissa (pölyhaitta)</li> </ul>
Kustannustaso	Vaihtelevat tapauskohtaisesti. Massausmenetelmällä kustannukset ovat 100-2000 €/m. Sujutusmenetelmän kustannukset ovat n. 60 €/m.	

**LÄHTEET**

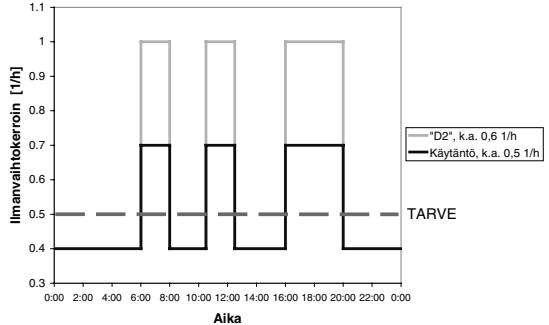
- [1] Palonen, J, Virtanen, V, Seppänen, O., Asuntoilmanvaihdon kehitys ja tutkimustarpeet. – Asuntoilmanvaihtojärjestelmien koerakentaminen ja tutkimustoiminta Suomessa 1980- ja 1990-luvuilla. Teknillinen korkeakoulu, LVI-tekniikan laboratorio, Raportti B67, Espoo 2000.
- [2] Rakentajain kalenteri. Asuintalon ilmanvaihtojärjestelmä. 1940. s. 179-187.
- [3] Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto, määräykset ja ohjeet. Helsinki 2003, ympäristöministeriö, Suomen rakentamismääräyskokoelma, osa D2. 36 s.
- [4] Palonen, J., Huoneistokohtaiset ilmanvaihtolaitteet – asukkaiden kokemuksia. Sisäilmastoseminaari 1998. Sisäilmayhdistyksen raportti 11 s. 251-256. Espoo 1998.
- [5] Vesa Virtanen, Jukka Hirvonen, Heidi Melasniemi-Uutela, Maarit Haakana. Kokemuksia kerrostalojen huoneistokohtaisesta ilmanvaihdesta ja lämmöntalteenotosta. Sosiaali- ja terveysministeriön selvityksiä. 1997:2.
- [6] Tavoitteena terve talo. Sisäilmayhdistys ry, STY Raportti 9, 1997.
- [7] Nyman, M., Muovikelmu äänenvaimentimessa tuhoaa sisäilmaston. Talotekniikka 8/1998 s. 68-70.
- [8] Sisäilmayhdistys. Sisäilmaston, rakennus- ja pintamateriaalien luokitus. Sisäilmayhdistys julkaisu 5. Helsinki 2000.
- [9] Ilmanvaihtojärjestelmien puhtauden tarkastusohje. Teknillinen korkeakoulu, LVI-laboratorio, Sisäilmayhdistys, julkaisu 18, Espoo 2002.
- [10] Kolari, S, Luoma, M., Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaan asennusmenetelmän kehittäminen. VTT Tiedotteita 2102, Espoo 2001.
- [11] Kurnitski, J, Jokiranta, K., Palonen, J., Seppänen, O., Asuinkerrostalojen ilmanvaihdon korjauskonseptit. SuLVI-julkaisu 11, 2001
- [12] Pallari, M-L., Heikkinen, J., Gabrielsson, J., Matilainen, V., Reisbacka, A., Kerrostalojen ilmanvaihdon korjausratkaisut. VTT Tiedote 1654, Valtion Teknillinen Tutkimuskeskus, Espoo 1995.
- [13] Säteri, J., Kovanen, K., Pallari, M-L., Kerrostalojen sisäilmaston ja energiatalouden parantaminen. Valtion teknillinen tutkimuskeskus, 79 s. + liitt. 2 s. Tiedotteita 1945. Espoo 1999.
- [14] Käytännön ilmanvaihto – opas ilmanvaihdon oikeaan käyttöön ja kunnossapitoon. SuLVI-julkaisu 9.
- [15] Ilmanvaihtolaitteiden äänitekniillinen suunnittelu ja äänenvaimennus asuinrakennuksissa. LVI 30-10333, Rakennustietosäätiö, ohjetiedosto 2002, 20 s.
- [16] Alpo Halme ja Olli Seppänen, Ilmastoinnin äänitekniikka. 168 s. Suomen LVI-liiton SuLVI 2003.

## K4 Poistoilmanvaihdon kunnostaminen Poistopuhaltimen tai huippuimurin uusiminen kierroslukusäätöiseksi

**Lähtötilanne** Puhallin uusimistarpeessa; mahdollisesti ylimitoitettu ja meluhaittaa aiheuttava puhallin. Yöaikana riittämätön ilmanvaihto makuuhuoneissa; turhat ja vetoisuutta aiheuttavat lyhytaikaiset kello-ohjatut tehostusjaksot

**Tavoitetaso** Määräytyy korvausilmaratkaisun mukaan  
Soveltuu S3 ja S2 -tason korvausilmaratkaisuille; vetoisuutta ja ilmanvaihtomelua vähentävä

- Ratkaisu**
- Puhaltimen uusiminen ja kierroslukusäätimen asentaminen halutun ilmanvaihdon (0,5 1/h) aikaansaamiseksi
  - Käytetään painesäätimellä varustettua puhallinta mahdollisesti jatkossa tehtävän keittiön ilmanvaihdon, ym. parannustoimenpiteiden mahdollistamiseksi
  - Ilmanvaihto pidetään vakiona 0,5 1/h (kello-ohjaus pois-tettu)
  - Mikäli saunaosastot ovat saman puhaltimen alueella, niiden ilmavirrat on tarkistettava töiden jälkeen ja ne on jatkossa suositeltavaa varustaa omalla tulo- ja poistokoneella



Kuva esittää D2 1987 mukaan mitoitettua ja siitä veto-, ääni-, ym. valitusten takia pienennettyä, yleisesti käytettyä ilmanvaihdon, joka on yöaikana liian alhainen.

Ratkaisussa ilmanvaihto viedään 0,5 1/h tasolle, jolloin tarpeettomat ja lyhytaikaiset tehostusjaksot voidaan jättää pois.

**Työvaiheet** Puhaltimen vaihto sisältäen vanhan kello-ohjauksen poistamisen ja painesäätövalmiuden edellyttämän paine-erolähtetimen asentamisen

- Asennustyöt tapahtuvat vesikatolla ja teknisissä tiloissa
- Puhaltimen äänenvaimennusta parannetaan tarvittaessa
- Asunnoissa käydään tarvittaessa säätämässä ilmapäivät

**Kustannus-taso** Kierroslukusäädettävien puhaltimien asentaminen:  
1700 – 3000 € /kpl 0,5 m<sup>3</sup>/s ilmamäärän puhallin  
2500 – 4000 € /kpl 1 m<sup>3</sup>/s ilmamäärän puhallin