

Otto Järvilä

Koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän tarkastaminen asuinkerrostalossa

Opinnäytetyö

Kevät 2019

SeAMK Tekniikka

Rakennustekniikan tutkinto-ohjelma



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Rakennustekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: LVI-tekniikka

Tekijä: Otto Järvilä

Työn nimi: Koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän tarkastaminen asuinkerrosta-
lossa

Ohjaaja: Marita Viljanmaa

Vuosi: 2019

Sivumäärä: 41

Liitteiden lukumäärä:

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tutkia koneellisen poistoilmanvaihdon järjestelmää kerrostalokohteessa. Koneellisella poistoilmanvaihtojärjestelmällä olevia kerrostaloja on rakennettu 1960-luvulta lähtien ja suurin osa niistä on rakennettu 1960- ja 1970-luvulla.

Tässä opinnäytetyössä käydään läpi koneellisen poistoilmanvaihdon perusteita sekä järjestelmän toimivuuden tarkastamista. Korvausilmaventtiilit alkoivat yleistyä vasta 1980-luvulla, joten korvausilman puutteessa olevia kerrostaloja on paljon.

Tässä työssä käydään läpi järjestelmän parantamiseen vaadittavia toimenpiteitä sekä tutkitaan korvausilman vaikutusta ilmamääriin.

Avainsanat: kerrostalot, sisäilma, ilmanvaihto.

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Construction Engineering

Specialisation: HVAC Technology

Author: Otto Järvilä

Title of thesis: Checking of the mechanical exhaust ventilation system in a block of flats

Supervisor: Marita Viljanmaa

Year: 2019

Number of pages: 41

Number of appendices:

The purpose of the thesis was to survey the mechanical exhaust ventilation system in a block of flats. Blocks of flats with mechanical exhaust ventilation systems has been built since the 1960's and most of them were built in the 1960's and the 1970's.

The thesis dealt with the basics of a mechanical exhaust ventilation system, and the thesis also studied the functionality of the system. Replacement air valves started to become popular only in the 1980's so there are many blocks of flats without replacement air

The thesis went through the measures needed to improve the system and researched the impact of the replacement air to the amount of air.

Keywords: block of flats, indoor air, ventilation.

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ.....	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo.....	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	7
1 JOHDANTO.....	8
2 KONEELLINEN POISTOILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ	
ASUINKERROSTALOSSA.....	9
2.1 Yleisesti.....	9
2.2 Korvausilman sisäänotto.....	10
3 RAKENNUKSEN ILMAVIRTAUKSET.....	12
3.1 Savupiippuvaikutus.....	12
3.2 Tuuli.....	14
3.3 Painesuhteiden yhteisvaikutus.....	14
4 ERILAISIA KORVAUSILMAJÄRJESTELYJÄ.....	16
4.1 Tuuletusluukku.....	16
4.2 Rakoveintiili.....	17
4.3 Tavanomainen ulkoilmaventtiili.....	17
4.4 Tuloilmaikkuna.....	18
5 KONEELLISEN POISTOILMANVAIHDON KUNNON TARKASTUS	
.....	20
5.1 Ilmanvaihtojärjestelmän toimivuuden tarkistaminen.....	20
5.2 Kanavien puhdistustarve.....	21
5.3 Ilmamäärien ja riittävän korvausilman tarkastaminen.....	27
6 KORVAUSILMAN LISÄÄMISEN VAIKUTUS ILMAMÄÄRIIN.....	29
6.1 Mittaushuomiot ja havainnot.....	37
6.2 Korvausilman lisäämisen vaikutus.....	38
7 YHTEENVETO.....	39
LÄHTEET.....	40

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluettelo

Kuvio 1. Vasemmanpuoleisessa on kuvattu erilliskanavajärjestelmä. Oikeanpuoleisessa kuvassa on esitetty yhteiskanavajärjestelmä. (RT 56-10591 1995, 5.).....	10
Kuvio 2. Koneellisen poistoilmanvaihdon toimintaperiaate. (Hengitysliitto.fi, [Viitattu 15.3.2019].).....	11
Kuvio 3. Tasatiiviin rakennuksen savupiippuvaikutus. (Sisäilmäyhdistys.fi, [Viitattu 20.3.2019].).....	12
Kuvio 4. Rakoventtiilin periaatekuva. (RT 56-10831 2004, 7.).....	17
Kuvio 5. Tavallinen ulkoilmaventtiili. (RT 56-10591 1995, 5.)	18
Kuvio 6. Tuloilmaikkunan toiminnan periaate. (RT 56-10591 1995, 7.).....	19
Kuvio 7. Visuaalinen puhtauden arviointiasteikko kierresaumakanaville puhtaasta kanavasta 3 g/m ² asti. (LVI 39-10409 2007, 5.)	23
Kuvio 8. Visuaalinen puhtauden arviointiasteikko kierresaumakanaville 3 g/m ² ylöspäin. (LVI 39-10409 2007, 8.).....	24
Kuvio 9. Visuaalinen puhtauden arviointiasteikko kanttikanaville puhtaasta kanavasta 5 g/m ² asti. (LVI 39-10409 2007, 7.)	25
Kuvio 10. Yhden tarkastuspisteen puhtauden tarkastusmenetelmä. (LVI 39-10409 2007, 4.).....	27
Kuvio 11. Asuinrakennusten ilmamäärät. (D2 Suomen rakentamismääräskokoelma 2012, 25.)	30
Taulukko 1. Kun ilmanvaihtokerroin oli 1,68 1/h.....	31
Taulukko 2. Ilmanvaihtokerroin lähellä 1 1/h.....	32

Taulukko 3. Kun ilmanvaihtokerroin oli 0,46 1/h.....	32
Taulukko 4. Ilmanvaihtokerroin 0,51 1/h.	32
Taulukko 5. A-rapun mittauspöytäkirja.....	34
Taulukko 6. B-rapun mittauspöytäkirja.....	35
Taulukko 7. C-rapun sekä kellaritilan mittauspöytäkirja.	36
Taulukko 8. Ennen korvausventtiilien lisäämistä mitatut paineet.	38
Taulukko 9. Korvausilmaventtiilien asennusten jälkeen mitatut paineet.....	38

Käytetyt termit ja lyhenteet

Koneellinen poistoilmanvaihto

Järjestelmä, jolla ilma poistetaan rakennuksesta puhaltimen avulla ja tilalle tulee ulkoilmaa korvausilmaventtiilien kautta.

Siirtoilma

Ilma, joka siirtyy tilasta toiseen ovirakojen tai siirtoilmasäleikköjen läpi.

Korvausilma

Ilma, joka siirtyy huonetilaan korvausilmaventtiilien kautta.

Ilmanvaihto

Sisäilman laadun ylläpitämistä ja parantamista huoneilmaa vaihtamalla.

Ilmanvaihtokerroin

Tunnin kuluessa huonetilasta tai huonetilaan kulkeutunut ulkoilmavirta huonetilan ilmatilavuutta kohti. $(m^3/h)/m^3 = 1/(h)$.

1 JOHDANTO

Ilmanvaihtojärjestelmän tehtävänä on ylläpitää rakennuksen hyvää sisäilmaa. Ihminen viettää n. 90 % ajastaan sisätiloissa. Tämän takia sisäilman laadulla on suuri merkitys ihmisen hyvinvoinnille. Puhdas ja oikein toimiva ilmanvaihtojärjestelmä on puhtaan ja terveen sisäilman edellytys. (Jaakkola, T, Lindstedt, T. & Junnonen 2010, 17, 18.)

Suurin osa koneellisella poistoilmanvaihtojärjestelmällä varustetuista asuinkerrostaloista rakennettiin 1960- ja 1970-luvuilla. Näiden kerrostalojen huolto- ja korjaus-tarve on lisääntymässä. (Jaakkola, T, Lindstedt, T. & Junnonen, J-M. 2010, 19, 20.)

Tässä opinnäytetyössä käsitellään koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän tarkastamista asuinkerrostaloissa. Työssä käydään läpi koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän kanavien puhdistustarpeen, ilmamäärien sekä korvausilman tarkastamista asuinkerrostaloissa. Järjestelmän ilmanvaihtokanavien puhdistamisella, säätötyöllä sekä korvausilman parantamisella voidaan parantaa energiatehokkuutta. Tällöin järjestelmästä tulee tarkoituksenmukainen.

Opinnäytetyössä käydään läpi korvausilman lisäämisen vaikutusta asunnon poistoilmamääriin. Tässä kohteessa havaittiin korvausilman puute.

2 KONEELLINEN POISTOILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ ASUINKERROSTALOSSA

2.1 Yleisesti

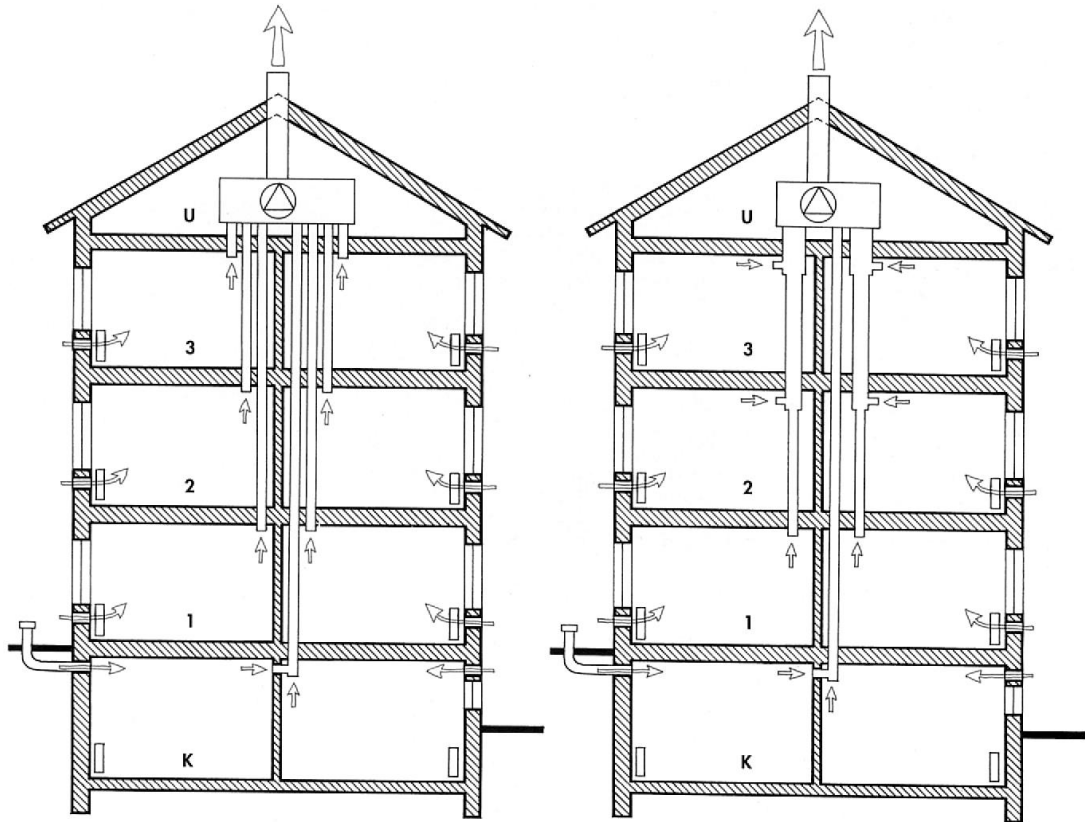
Koneellisessa poistoilmanvaihtojärjestelmässä rakennuksen katolla sijaitsee huippumuri, tai ullakolla konehuoneessa kammiopuhallin. Näitä voi olla asuinkerrosta-
lossa useita. Puhaltimet aiheuttavat ilmanvaihtokanavistoon alipaineen, jolloin jokainen kanava on alipaineinen. Likainen sisäilma poistuu poistoilmaventtiilien, kanaviston ja puhaltimen kautta pihalle. Poistoilmaventtiilit sijaitsevat pääasiassa pesuhuoneessa, wc:ssä, keittiössä sekä vaatehuoneessa. (RT 56-10831 2004, 3.)

Poistoilmapuhaltimet ovat yleisesti 2-kierrosnopeuksisia ja ne käyvät rakennusautomaation aikaohjelman mukaan täydellä teholla oletettujen kuormitushuippujen ajan. Näitä ovat esimerkiksi lounas, päivällinen sekä peseytyminen. Lopun ajan ne käyvät pienemmällä teholla. (Jaakkola, T, Lindstedt, T. & Junnonen, J-M. 2010, 20.)

Järjestelmiä on kahdenlaisia (Kuvio 1):

- yhteiskanavanajärjestelmä
- erilliskanavajärjestelmä.

Yhteiskanavajärjestelmä on näistä yleisempi. Siinä päällekkäisten tilojen poistoilmaventtiilit ovat liitetty samaan pystyhormiin. Erilliskanavajärjestelmässä ilmanvaihtokanavat on viety erillisinä vetoina ullakolle. Ullakolla nämä kanavat liitetään samaan kokoojakammioon. (Jaakkola, T, Lindstedt, T. & Junnonen, J-M. 2010, 20.)



Kuvio 1. Vasemmanpuoleisessa on kuvattu erilliskanavajärjestelmä. Oikeanpuoleisessa kuvassa on esitetty yhteiskanavajärjestelmä. (RT 56-10591 1995, 5.)

2.2 Korvausilman sisäänotto

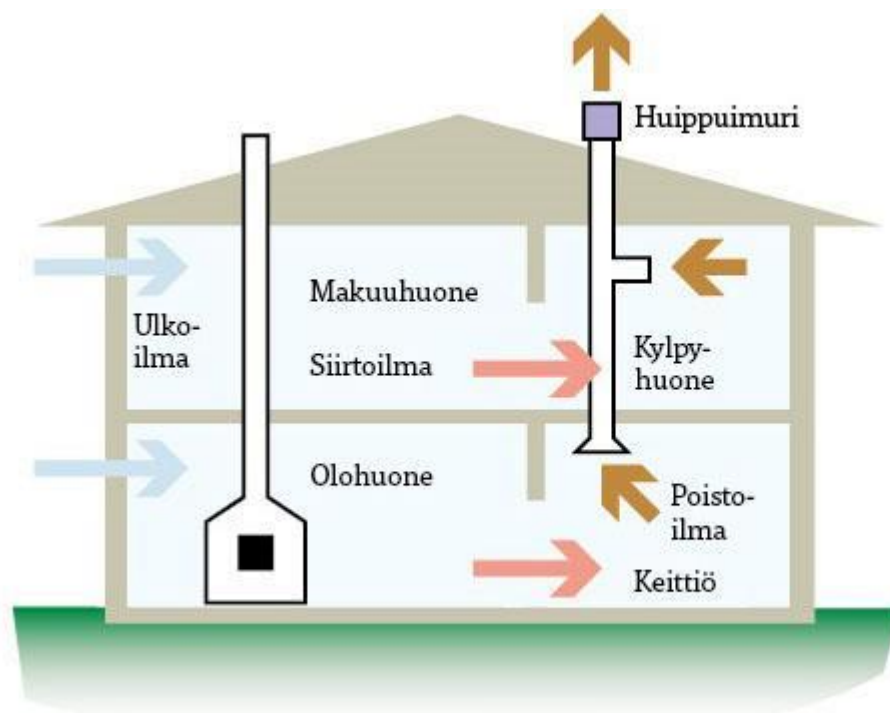
Korvausilmaventtiileitä tulisi olla oleskelutiloissa, makuuhuoneissa sekä saunoissa. Ulkoilma kulkeutuu korvausilmaventtiilien kautta oleskelutiloihin, joista se siirtyy ovi-
rakojen tai siirtoilmasäleikköjen kautta huoneisiin, joissa ovat poistoilmaventtiilit (Kuvio 2). Tällä tavalla varmistetaan raikkaan ulkoilman pääsy jokaiseen tilaan. (Korkala & Laksola 2012, 168.)

Rakennuksen korvausilman saanti perustuu rakennuksen ulkoseiniin sijoitettuihin korvausilmaventtiileihin sekä rakennuksen ulkovaipan läpi virtaaviin vuotoihin. Asuntoon pitää saada haluttu määrä korvausilmaa, joka pitää saada virtaamaan huoneilmaan niin, ettei se aiheuttaisi vedon tunnetta. Suurimmat ongelmat korvausilman saannilla ovat ilman epätasainen jakautuminen huonetiloihin, vedon tunne,

korvausilmaventtiilien puuttuminen sekä korvausilmaventtiilien sulkeminen asukkaan toimesta. (Korkala & Laksola 2012, 167,168,169.)

1970-luvun energiakriisin jälkeen ruvettiin tiedostamatta tekemään taloteknisiä virheitä. Koneellisella poistoilmanvaihdolla varustetut asuinkerrostalot rakennettiin entistä tiiviimmiksi, mutta energiakustannusten säästämiseksi jätettiin korvausilmaventtiilit kokonaan asentamatta. Tällä tavalla lämmityskustannukset pienenevät rakennuksessa. Tästä syystä näitä taloja alettiin kutsua pullotaloiksi, koska taloissa sisäilma ei vaihdu juuri ollenkaan.

Aikoinaan oli tavallista, että vanhassa talossa asuvia suositeltiin tukkimaan kaikki olemassa olevat korvausilmaventtiilit energian säästön vuoksi. Tämä aiheutti sisäilman tunkkaisuutta ja vetoisuutta asunnossa. Heikentyneen sisäilman aiheuttamat kulut, kuten sairastumiset kasvoivat, koska energiakustannuksissa säästettiin. (Terveysilma.fi, [Viitattu 15.3.2019].)



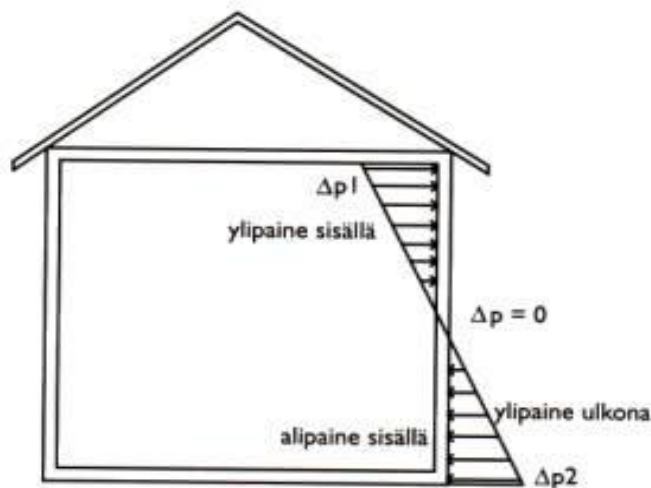
Kuvio 2. Koneellisen poistoilmanvaihdon toimintaperiaate. (Hengitysliitto.fi, [Viitattu 15.3.2019].)

3 RAKENNUKSEN ILMAVIRTAUKSET

Rakennuksen painesuhteisiin vaikuttaa itse ilmanvaihtojärjestelmä, mutta myös sisä- ja ulkoilman lämpötilaero sekä tuuli. Ilma pyrkii liikkumaan korkeammasta paineesta matalampaan paineeseen. Rakennuksen painesuhteisiin vaikuttavat myös rakennuksen ilmatiiveys, kanaviston ilmatiiveys, ilmanvaihdon säädöt sekä yleisesti koko järjestelmän kunto. (Sisäilmayhdistys.fi, [Viitattu 20.3.2019].)

3.1 Savupiippuvaikutus

Rakennuksen painesuhteisiin vaikuttavat sisä- ja ulkoilman väliset lämpötilaerot, jota kutsutaan nimellä terminen paine-ero (Kuvio 3). Paine-ero syntyy, kun kylmä ilma vajoaa alas ja kevyempi lämmin ilma nousee ylös. Näin syntyy ilmavirtaus ylöspäin. Ylöspäin nouseva lämmin ilma aiheuttaa alipaineen rakennuksen alaosaan, jolloin lämpimän ilman korvaa viileä ilma. Tällöin rakennuksen yläosaan virtaava lämmin ilma voi aiheuttaa yläosaan ylipaineen. (Sisäilmayhdistys.fi, [Viitattu 20.3.2019].)



Kuvio 3. Tasatiiviin rakennuksen savupiippuvaikutus. (Sisäilmayhdistys.fi, [Viitattu 20.3.2019].)

Neutraaliakselilla rakennuksen sisä- ja ulkopuolen välillä ei ole paine-eroa, sillä se on 0. Neutraaliakselia on vaikea määrittää ja sen sijainti on aina tapauskohtainen. Neutraaliakselin sijainti riippuu rakennuksen vuotokohtien sijainnista, joita voivat olla esimerkiksi ulko-ovet ja ikkunat. Terminen paine-ero on suurimmillaan talvella, koska silloin lämpötilaero on suurin sisä- ja ulkoilman välillä. (Sisäilmayhdistys.fi, [Viitattu 20.3.2019].)

Terminen paine-ero saadaan laskettua kaavalla 1:

$$\Delta p = \left(\frac{T_s - T_u}{T_u} \right) \rho_s \cdot g \cdot h \quad (1)$$

, jossa

Δp on hormissa syntyvä paine-ero (Pa)

T_s on sisäilman absoluuttinen lämpötila (K)

T_u on ulkoilman absoluuttinen lämpötila (K)

ρ_s on sisäilman tiheys (kg/m^3)

g on painovoiman kiihtyvyys, $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$

h on hormivaikutuksen korkeus

Kaavalla 1 ei saada laskettua esimerkiksi rakennuksen alaosiin syntyvää alipainetta. Kaavalla 2 saadaan laskettua rakennuksen ala- ja yläpäässä olevat paine-erot, koska siinä käytetään sisä- ja ulkoilman tiheyseroja, sekä tarkasteltavan kohteen korkeuseroa eli neutraaliakselia.

$$\Delta p(h) = (\rho_{iulko} - \rho_{isisä})gh \quad (2)$$

, jossa

Δp on tiheyseroista syntymä paine-ero (Pa)

ρ on ilman tiheys (kg/m^3)

g on painovoiman kiihtyvyys, $9,81 \text{ m}/\text{s}^2$

h on tarkasteltava korkeusero

3.2 Tuuli

Tuulen vaikutus rakennuksen painesuhteisiin on myös merkittävä, mutta sen vaikutusta on vaikea ottaa huomioon. Tuulen aiheuttama paine-ero riippuu tuulen suunnasta, voimakkuudesta sekä rakennuksen muodosta. Myös rakennuksen korkeudella ja sijainnilla on vaikutusta painesuhteisiin. Korkeisiin kerrostaloihin tuulen vaikutus on suurempi, koska ne eivät saa muusta ympäristöstä helposti suojaa. (Sisäilmäyhdistys.fi, [Viitattu 20.3.2019].)

Tuulen vaikutus rakennuksen vaippaan voidaan laskea kaavalla 3

$$p \approx c * \frac{1}{2} * \rho * v^2 \quad (3)$$

, jossa

- c on rakennuksen muodosta ja tuulen suunnasta riippuva kerroin
- ρ on ulkoilman tiheys (kg/m^3)
- v on tuulen nopeus (m/s)

Kertoimen c arvoja ovat:

- tuulenpuoleinen seinä +0,7
- suojanpuoleinen seinä -0,5
- tuulensuuntainen seinä -0,6... -1,2.

3.3 Painesuhteiden yhteisvaikutus

Rakennuksen kokonaispaine-ero saadaan laskemalla eri syistä aiheutuneet paine-erot yhteen kaavalla 4

$$\Delta P = \Delta P_{tuuli} + \Delta P_{lämpötilaero} + \Delta P_{ilmanvaihto} \quad (4)$$

, jossa

- ΔP_{tuuli} on tuulen aiheuttama paine-ero (Pa)
- $\Delta P_{lämpötilaero}$ on lämpötilaeron aiheuttama paine-ero (Pa)

$\Delta P_{\text{ilmanvaihto}}$ on ilmanvaihdon aiheuttama paine-ero (Pa)

4 ERILAISIA KORVAUSILMAJÄRJESTELYJÄ

Korvausilmaventtiilien läpi kulkevan ilmapirran osuuteen vaikuttaa rakennuksen vai-
pan ilmapitävyys. Mitä tiiviimpi rakennus on, sitä enemmän ilma kulkee korvausil-
maventtiilien kautta rakennukseen. Epätiivissä rakennuksessa ilmavirta korvausil-
maventtiilissä on pienempi kuin tiiviimmässä rakennuksessa. (Talotekniikkainfo,
[Viitattu 14.3.2019].)

Korvausilmaventtiilejä on useita erilaisia. Uusiin korvausilmaventtiileihin löytyy tek-
nisistä tiedoista niiden laskennalliset ilmamäärät. Korvausilmaventtiilien määrän las-
kentaan tarvitaan seuraavat tiedot:

- asunnon pinta-ala (m^2)
- poistoilmavirta (l/s)
- korvausilmaventtiilin antama ilmavirta (l/s).

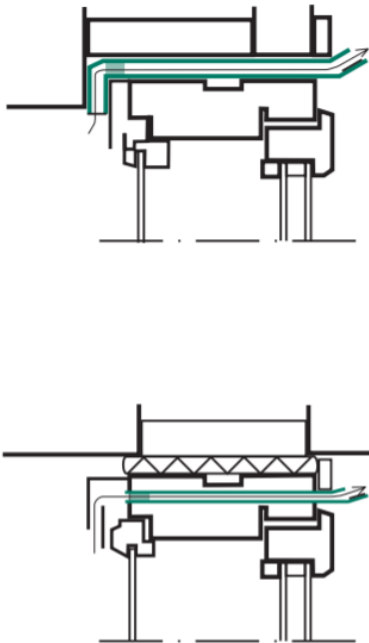
4.1 Tuuletusluukku

Tuuletusluukku on tarkoitus käyttää vain hetkelliseen ilmanvaihdon tehostami-
seen. Ne ovat käsin säädettävissä, eikä niillä ole teknisiä säätötietoja. Tuuletusluu-
kun ollessa kiinni sen läpi ei virtaa korvausilmaa asuntoon, ja sen ollessa auki ilma
virtaa hallitsemattomasti asuntoon, mikä aiheuttaa yleensä vedon tunnetta. Vedon
tunne johtuu siitä, että viileä korvausilma tippuu suoraan lattialle, koska tuuletus-
luukku ei lämmitä ilmaa ja ilman virtausnopeus on pieni. Ilma virtaa vedottomasti
asuntoon lämpötilaeron ollessa pieni sisä- ja ulkoilman välillä. Tuuletusluukkuun on
mahdollista asentaa suodatin, jolloin se suodattaa ulkoa tulevia epäpuhtauksia sekä
siitepölyä. (Korkala & Laksola 2012, 172.)

Tuuletusluukkuun on mahdollista asentaa korvausilmaventtiili jälkikäteen. Siihen
asennetut korvausilmaventtiilit sisältävät yleensä suodattimen, jolla saadaan suo-
datettua ulkoa tulevia epäpuhtauksia sekä siitepölyä. Tuuletusluukkuun asennetut
korvausilmaventtiilit saadaan suunnattua ylöspäin, jolloin vedon tunne vähenee.
Näiden korvausilmamäärät ovat mitoitettavissa asunto- sekä huonekohtaisesti.
(Korkala & Laksola 2012, 181.)

4.2 Rakoventtiili

Rakoventtiili asennetaan yleensä ikkunan yläkarmiin (Kuvio 4). Rakoventtiilin ilmavirran nopeutta ja ilmamäärää säädetään pienentämällä tai suurentamalla venttiilin rakoa. Rakoventtiilin virtausaukon suuntaamisella ylöspäin parannetaan korvausilman sekoittumista huoneilmaan vähentäen vedontunnetta. Ylöspäin suunnattu korvausilmavirta ehtii lämmetä paremmin kuin alaspäin suunnattu ilmavirta. Rakoventtiiliin voidaan asentaa suodatin. Suodatin vähentää korvausilman tuomia epäpuhauksia, kuten siitepölyä. Rakoventtiilien korvausilmamäärät ovat mitoitettavissa asunto- sekä huonekohtaisesti. (Jaakkola, T, Lindstedt, T. & Junnonen, J-M. 2010, 27.)



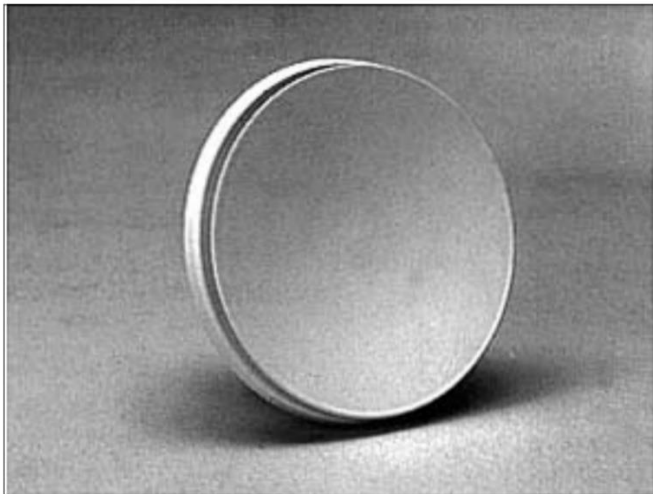
Kuvio 4. Rakoventtiilin periaatekuva. (RT 56-10831 2004, 7.)

4.3 Tavanomainen ulkoilmaventtiili

Tavanomaiset ulkoilmaventtiilit ovat ulkoseinälle asennettuja lautasventtiilejä tai läppä (Kuvio 5). Lautasventtiiliä varten on ulkoseinään tehty reikä, jonka läpi ilma virtaa

sisälle. Venttiilin läpi virtaavaa korvausilmaa saadaan säädettyä kiertämällä venttiiliä auki tai kiinnipäin.

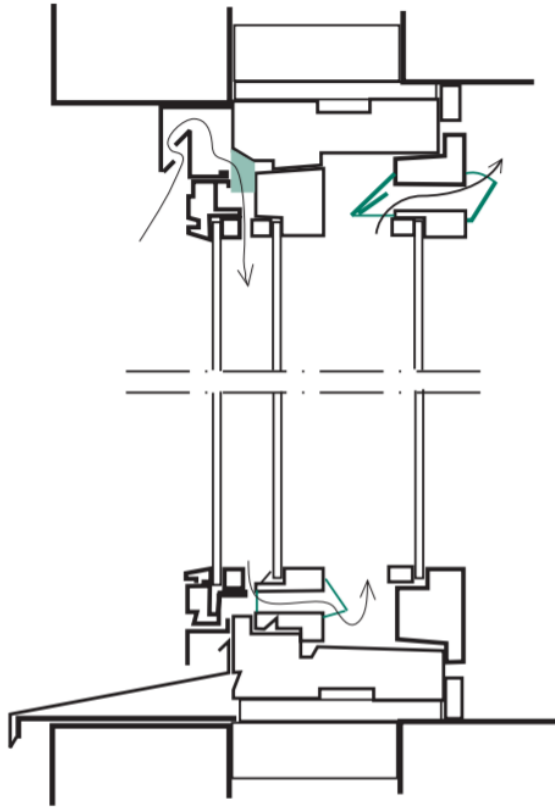
Tavanomaiset venttiilit eivät lämmitä ulkoilmaa, minkä seurauksena ihmiset usein sulkevat venttiilin kokonaan, jottei se aiheuttaisi vedon tunnetta. Tämän seurauksena hyvin usein venttiilit jäävät kiinni-asentoon pysyvästi. Suositeltavaa olisi säätää venttiiliä pienemmälle kylmillä ilmoilla ja ilmojen lämmitessä avata venttiiliä suuremmalle, jotta asunto saisi riittävästi korvausilmaa. Venttiilin virtausaukon nopealla lähtönopeudella saadaan mahdollisesti sisään puhalluksen kuviota hieman hallintaan. Tavanomaisiin venttiileihin on mahdollista asentaa suodatin jälkikäteen, mutta pienillä rakopinta-aloilla painehäviö kasvaa suureksi ja korvausilmaa ei saada tarpeeksi sisälle asuntoon. (Korkala & Laksola 2012, 173.)



Kuvio 5. Tavallinen ulkoilmaventtiili. (RT 56-10591 1995, 5.)

4.4 Tuloilmaikkuna

Tuloilmaikkunassa ilman sisäänotto tapahtuu karmin yläosasta (Kuvio 6). Kesällä korvausilma kulkee suoraan huonetilaan suodattimien läpi. Talvella sisäilmaa viileämpi ulkoilma vajoaa ulkolasin pintaa pitkin alas ja lämmitessään alkaa nousta lämmintä sisäpuolen lasi pintaa pitkin ylöspäin kohti asunnon sisäpuolella sijaitsevaa ohjausyksikköä. Tällä tavalla saadaan ulkoa tulevaa ilmaa esilämmitettyä ikkunan välitilassa.



Kuvio 6. Tuloilmaikkunan toiminnan periaate. (RT 56-10591 1995, 7.)

Asunnossa olevan ohjausyksikön tulisi suunnata ilmavirta huoneen yläosaan päin, jolloin korvausilma sekoittuisi lämpimään sisäilmaan vedottomasti.

Tuloilmaikkunan läpi virtaava ilma suodatetaan ulkoilman epäpuhtauksista, jolloin ikkunan lasitkaan eivät likaannu. Sen suodattimet suositellaan vaihdettaviksi uusiin vähintään kerran vuodessa, esimerkiksi ikkunapesun yhteydessä. Tuloilmaikkuna on yleensä varustettu takaiskuventtiilillä, joka estää ilman kiertämisen vastakkaiseen suuntaan. (Korkala & Laksola 2012, 178,179,180.)

5 KONEELLISEN POISTOILMANVAIHDON KUNNON TARKASTUS

Koneellisen poistoilmanvaihdon tehtävä on tuoda puhdasta ilmaa hengitykseen korvausilmaventtiilien kautta sekä poistaa rakennuksessa syntyviä epäpuhtauksia poistoilmaventtiilien kautta.

Riittävää yleisilmanvaihtoa tarvitaan, kun rakennuksessa syntyy epäpuhtauksia, joiden lähteitä ei saada poistettua kokonaan. Riittävän yleisilmanvaihdon avulla vesihöyry- ja hiilidioksidipitoisuudet saadaan pidettyä rakennukselle ja ihmisille terveellisellä tasolla. Ilmamäärien tulee olla riittävät ja oikeat tilan toimintaan nähden. Ilmamäärät tulee säätää aina, kun esimerkiksi ilmatiiveys ja tilan käyttötarkoitus muuttuvat. Mitä tiiviimpi rakennus on, sitä enemmän rakennuksen ilmanvaihto vaikuttaa rakennuksen painesuhteisiin. (Ympäristöopas 2016, [Viitattu 22.3.2019].)

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän toimivuuden tarkastaminen voidaan jakaa neljään eri osaan: (Ympäristöopas 2016)

- huippuimurin ja rakennusautomaation tarkastaminen
- ilmanvaihtokanavien puhtauden tarkastaminen
- kanaviston ilmamäärien mittaus
- rakennuksen painesuhteiden mittaus.

5.1 Ilmanvaihtojärjestelmän toimivuuden tarkistaminen

Huippuimureiden tai kammiopuhaltimien ikä ja kunto sekä järjestelmän osien kunto tulee tarkastaa aika ajoin. Vanhemmat huippuimurit ovat tyypillisesti remmivetoisia, kaksinopeuksisia puhaltimia. Niitä on asennettu paljon 70-80-lukujen kerrostaloihin. Remmivetoiset puhaltimet vaativat säännöllistä huoltoa: remmien kireys, remmien kunto sekä kiilapyörien kunto on hyvä tarkastaa säännöllisesti. (Jaakkola, T, Lindstedt, T. & Junnonen, J-M. 2010, 20.)

Huippuimurit voidaan uusia ilmanvaihtokanavien puhdistuksen ja säädön yhteydessä. EC-moottorit ovat yleistyneet asuinkerrostaloissa niiden hyvän hyötysuhteen

vuoksi. Suoravetoisissa EC-puhaltimissa ei ole kiilahihnoja, joten niiden huoltotarve on vähäinen.

Rakennusautomaatio on myös keskeinen tekijä järjestelmän toimivuuden kannalta. Huippuimurit käyvät aikaohjelman mukaan täydellä teholla oletettujen kuormitus-
huippujen ajan. Aikaohjelma tulee tarkastaa ajoittain, ettei siinä ole ohjelmointivir-
heitä. Paineohjatun huippuimurin painesäätimeen on saatettu kytkeä lämpötila-an-
turi. Anturit eivät ole yhtä pitkäikäisiä kuin puhaltimet, joten nekin on hyvä tarkastaa
ajoittain.

Ilmanvaihtojärjestelmän palopeltien toiminnan tarkistus tulee tehdä säännöllisesti,
sillä niiden häiriöt tai viallisuus vaikuttavat koko rakennuksen ilmavirtauksiin sekä
paloturvallisuuteen. (Ympäristöopas 2016, [Viitattu 22.3.2019].)

5.2 Kanavien puhdistustarve

Ilmanvaihtokanavien puhdistusväli: (802/2001.)

- 5 - 10 vuotta, asuinkiinteistöt (suositus)
- 5 vuotta, julkiset kiinteistöt (mm. vanhainkodit, koulut, sairaalat)
- 1 vuosi, ammattikeittiöt, teollisuustilat ja muut tilat, joissa ilmanvaihtoka-
naviin kertyy paloa herkästi levittäviä aineita.

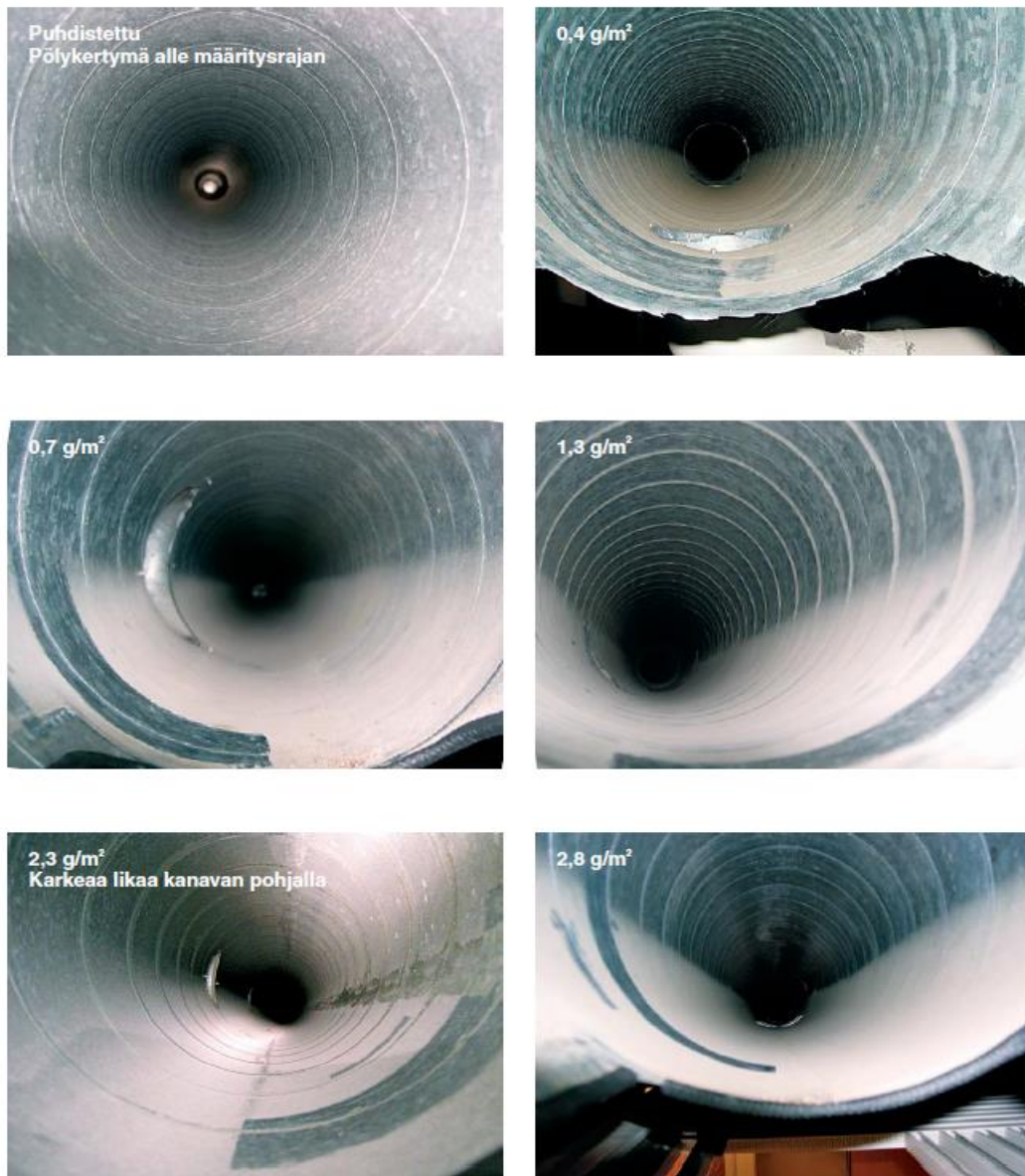
Poistoilmakanavat likaantuvat ajan myötä. Niihin kertyy pölyä sekä rasvaa. Pois-
toilmakanavien likaantuminen vaikuttaa puhaltimen tehoon, mistä johtuen raken-
nuksen kokonaisilmavirta pienenee.

Poistoilmakanavien likaantumisen näkee ensimmäisenä asunnon poistoilmaventtii-
leistä. Likaantuneen poistoilmaventtiin läpi virtaa huonommin ilma, koska venttiin
rako pienenee. Poistoilmaventtiilit on yleensä varustettu lukitusmutterilla, jolloin
venttiili saadaan lukittua säätöjen yhteydessä haluttuun asentoon. Tämä mahdol-
listaa sen, että asukas voi puhdistaa venttiilit nuohouksien välillä. (Korkala & Lak-
sola 2012, 129.)

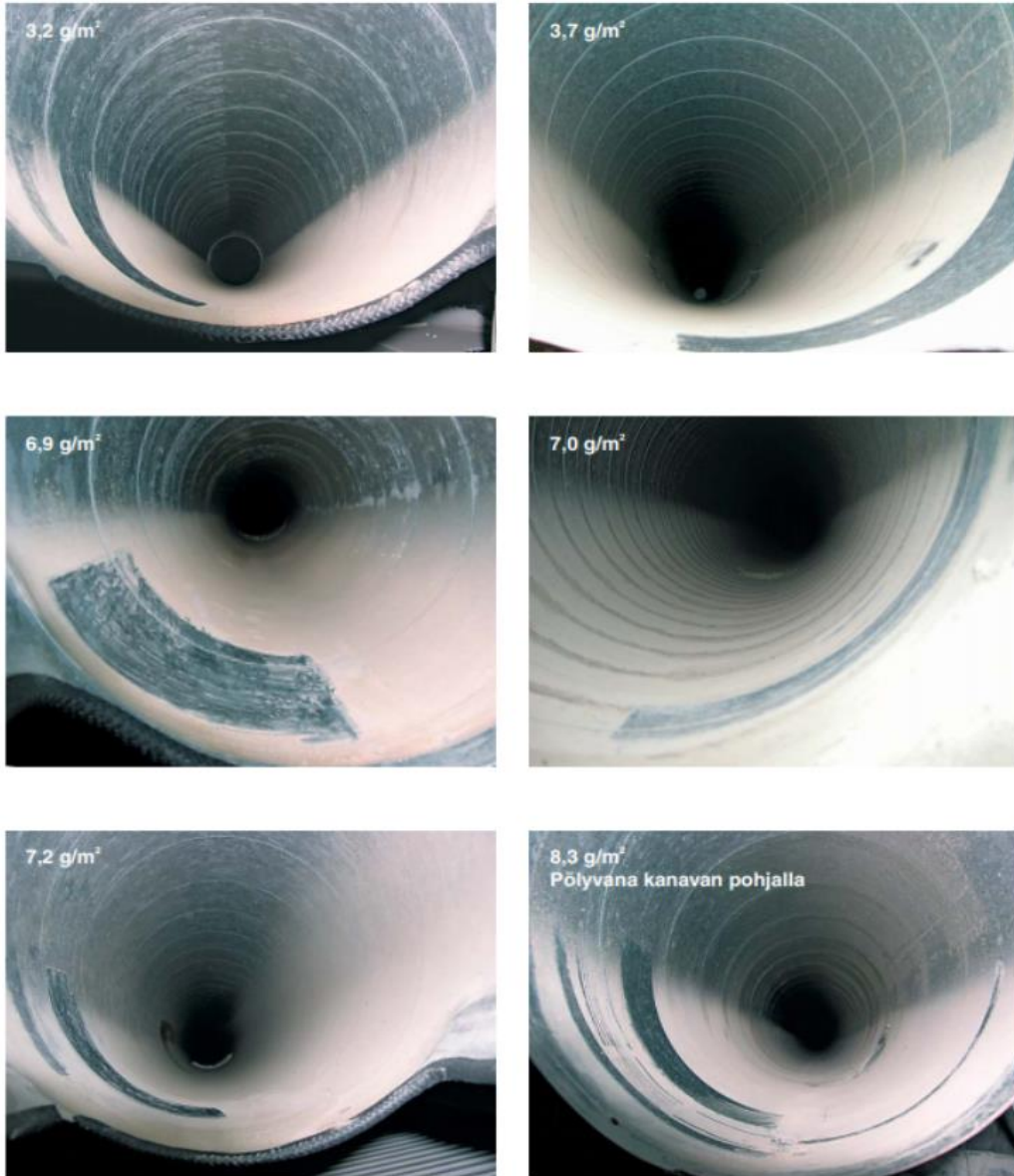
Ilmanvaihtokanavien puhdistustarve asuinkerrostalossa tulee viimeistään siinä vaiheessa ajankohtaiseksi, kun edellisestä ilmanvaihtokanavien puhdistuksesta tulee kuluneeksi 10 vuotta. 5-10 vuoden välein tehdyt puhdistustyöt asuinkerrostaloissa pitävät järjestelmän kunnossa.

Ilmanvaihtokanaviston puhtauden tarkastaminen voidaan tehdä visuaalisesti tai sormipyyhkäisyllä. Visuaalisessa puhtauden arvioinnissa otetaan kanavistosta kuvia, joita verrataan kierresaumakanaville tarkoitettulle puhtauden arviointiasteikolla. Arviointiasteikko perustuu käytössä oleviin P1- ja P2- puhtausluokkiin. Puhtausluokassa P1 pölykertymää pitää olla alle 2,0 g/m² ja puhtausluokassa P2 alle 5,0 g/m². (LVI 39-10409, 2007, 2.)

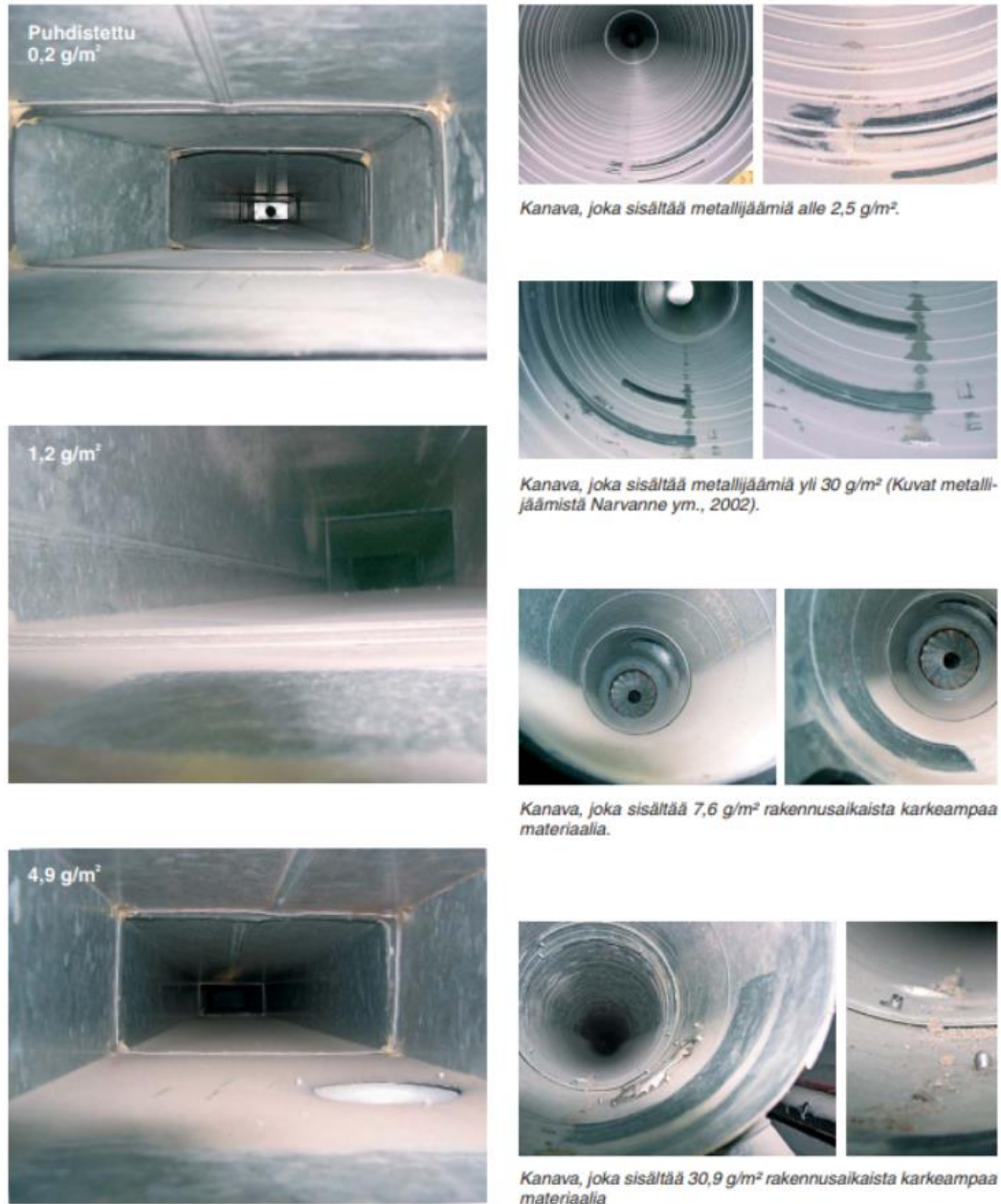
Kuvioissa 7 ja 8 on esitetty kierresaumakanaviston puhtauden arviointiasteikko. Kuviossa 9 on esitetty puhtauden arviointiasteikko kanttikanaville. (LVI 39-10409, 2007, 5, 7, 8.)



Kuvio 7. Visuaalinen puhtauden arviointiasteikko kierresaumakanaville puhtaasta kanavasta 3 g/m² asti. (LVI 39-10409 2007, 5.)



Kuvio 8. Visuaalinen puhtauden arviointiasteikko kierresaumakanaville 3 g/m^2 ylöspäin. (LVI 39-10409 2007, 8.)

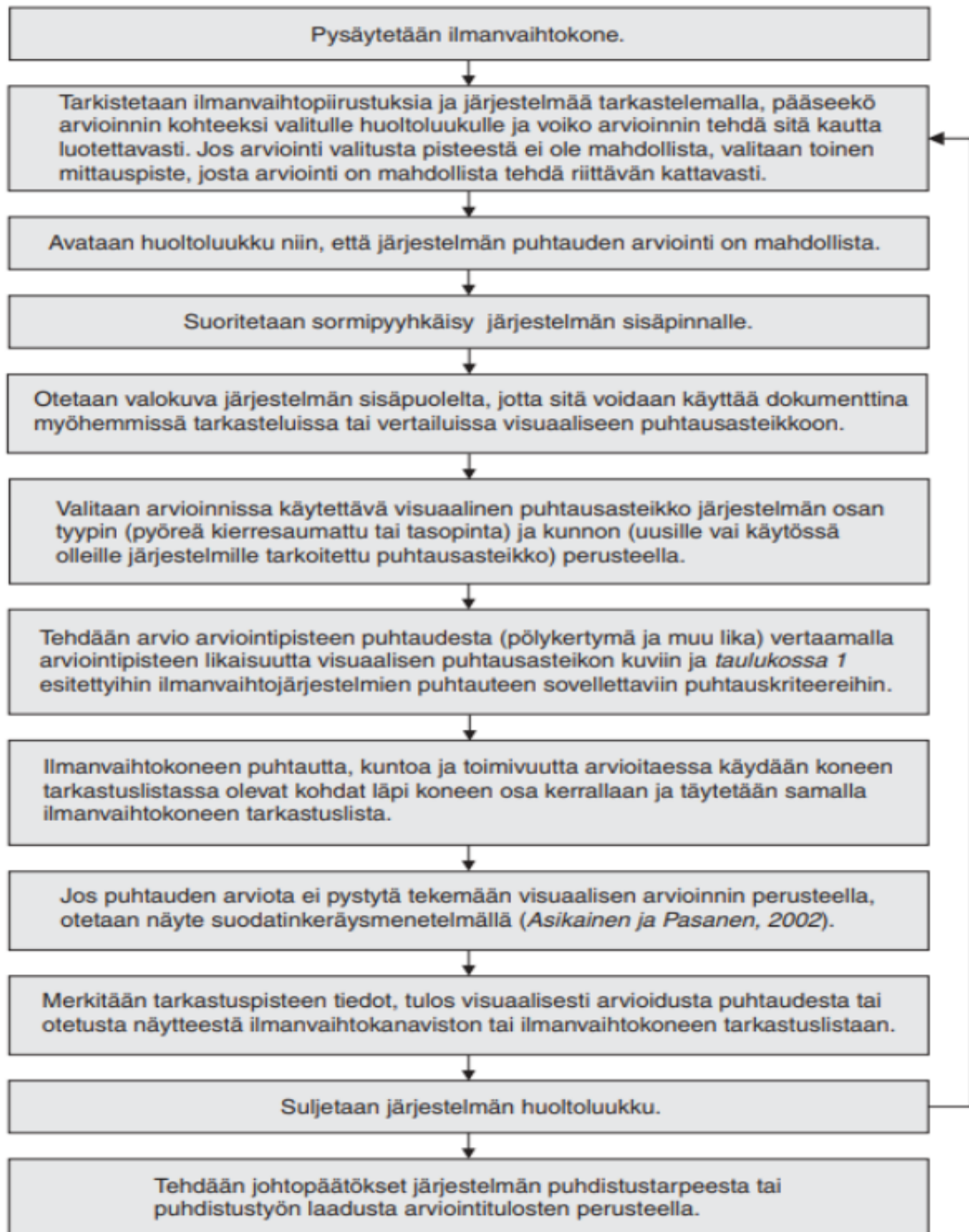


Kuvio 9. Visuaalinen puhtauden arviointiasteikko kantikanaville puhtaasta kanavasta 5 g/m² asti. (LVI 39-10409 2007, 7.)

Ilmanvaihtokanaviston puhtauden tarkastaminen voidaan suorittaa sormipyyhkäisyllä. Likaiseen ilmanvaihtokanavaan vedetään riittävän pitkä viiva, koska puhdistettua osaa on helpompi verrata pölyiseen pintaan. Kanavaan jääneen pyyhkäisyjäljen perusteella voidaan arvioida pinnan pölyisyyttä. Pyöreässä kierresaumatussa kanavassa sormipyyhkäisy tehdään niin, että pyyhkäisyjälki ulottuu kanavan seinästä kanavan pohjalle asti. Kantikanavassa pyyhkäisyjälki tehdään kanavan

pohjalle. Tällä tavalla saadaan selville ilmastointikanavaan jääneen pölyn pinttyneisyyttä, tiheyttä ja paksuutta. (LVI 39-10409 2007, 3.)

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden arvioi yleisesti ilmanvaihdon puhdistustyöntekijä, tilaaja tai tilaajan valitsema henkilö. Kuviossa 10 on esitetty puhtauden tarkastamisen vaiheet.



Kuvio 10. Yhden tarkastuspisteen puhtauden tarkastusmenetelmä. (LVI 39-10409 2007, 4.)

5.3 Ilmamäärien ja riittävän korvausilman tarkastaminen

Koneellisen ilmanvaihdon yksi suurimmista ongelmista on korvausilman puute. Korvausilman puute voi olla seurausta ikkunaremontista, koska ikkunaa valittaessa ei välttämättä ole huomioitu ikkunan vaikutusta rakennuksen ilmanvaihtoon. Ikkuna- ja

ulkoseinäremonttien yhteydessä on varmistettava korvausilman saaminen asuntoihin. Suurin osa korvausilmasta tulee korvausilman puutteen takia hallitsemattomina vuotoina rakennuksen läpi. Tämä voi aiheuttaa sisäilman tunkkaisuutta sekä tuoda mukanaan maaperästä mm. mikrobiperäistä hajua. Tämän takia on tunnistettava korvausilmaventtiilien ja siirtoilmareittien riittävyys asuinkerrostaloissa. Sisäilman laatua huonontavat vuotokohtat on myös hyvä tunnistaa. Näitä ovat esimerkiksi tekniikkakanaalit ja ylä- ja alapohjat. (Terveysilma, [Viitattu 15.3.2019].)

Ilmanvaihdon säätö tulee tehdä aina, kun rakennuksen olosuhteet muuttuvat. Näitä ovat esimerkiksi rakennuksen ilmatiiveyden tai huoneen käyttötarkoituksen muuttuminen. Rakennuksessa on saatettu tehdä keittiöremontteja, joissa venttiilit ovat saattaneet vaihtua liesikupuun, jonka seurauksena ilmavirta on muuttunut asunnossa. Keittiöremontin yhteydessä on saatettu asentaa järjestelmään omalla moottorilla oleva liesituuletin, joka sekoittaa koko järjestelmän toiminnan.

Koneellisessa poistoilmanvaihtojärjestelmässä saattaa olla vielä vanhoja lautasventtiilejä, jotka eivät ole luotettavasti mitattavissa olevia. Vanhat lautasventtiilit voidaan vaihtaa uusiin säädettäviin ja mitattavissa oleviin malleihin, jolloin mittauksista saadaan luotettavampia ja tarkempia. Järjestelmän mittaus- ja säätötyöllä voidaan parantaa energiatehokkuutta, jolloin siitä tulee tarkoituksenmukainen. (Jaakkola, T, Lindstedt, T. & Junnonen, J-M. 2010, 33.)

6 KORVAUSILMAN LISÄÄMISEN VAIKUTUS ILMAMÄÄRIIN

Suoritettiin mittaus- ja säätötyö 5- kerroksisen asuinkerrostalon koneelliselle poistoilmanvaihdolle. Kyseisessä asuinkerrostalossa on yhteensä kaksi kammiopuhallinta, joista toinen palvelee A-rappua ja toinen B- ja C-rappua. Kohde on rakennettu 1969, eikä siitä löytynyt ilmanvaihtokuvia.

Mittauspöytäkirjaa varten kerättiin seuraavat tiedot ylös:

- asuntojen neliömäärät
- poistoilmaventtiilien määrä
- poistoilmaventtiilien avaus ja koko
- poistoilmaventtiileistä mitattu paine-ero.

Tämän jälkeen alettiin suunnitella ilmamääriä asuntoihin. Mittaus- ja säätötyö tehdään 1/1 nopeudella koneelliselle poistoilmanvaihdolle, jota voidaan ohjata vain rakennuskohtaisesti. Näin ollen ilmamäärät suunnitellaan käyttöajan tehostuksen mukaan.

Asuntojen ilmanvaihto mitoitetaan yleensä taulukon poistoilmavirtojen perusteella siten, että asuntojen ilmanvaihtokerroin on vähintään 0,5 1/h ja ulkoilmavirtojen riittävyys varmistetaan vähintään ohjearvojen mukaisiksi. Pienten asuntojen poistoilmavirrat mitoitetaan yleensä ohjearvoja pienemmiksi siten, että huoneiston käyttöajan ilmanvaihtokerroin on enintään 0,7 1/h ja poistoilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asuntokohtaisesti tarpeen mukaan. Jos poistoilmavirran tehostusta voidaan ohjata vain rakennuskohtaisesti, voidaan pienten asuntojen poistoilmavirrat mitoitaa ohjearvoja pienemmiksi siten, että huoneiston ilmanvaihtokerroin on vähintään 1,0 1/h. Suurten asuntojen poistoilmavirrat mitoitetaan yleensä ohjearvoja suuremmiksi, jotta tilakohtainen ulkoilmavirta olisi ohjearvon mukainen ja huoneiston ilmanvaihtokerroin olisi vähintään 0,5 1/h.

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta (dm ³ /s)/hlö	Ulkoilma- virta (dm ³ /s)/m ²	Poistoilma- virta dm ³ /s	Äänitaso L _{A,eq,T} / L _{A,max} dB	Ilman nopeus talvi m/s	Huom!
Asuintilat:	6					
Asuinhuoneet		0,5		28 / 33 *	0,20	*C1 määräys
Keittiö		#S	8 #A	33 / 38 *	0,20	*C1 määräys
- käyttöajan tehostus		#S	25	33 / 38	0,20	
Vaatehuone, varasto		#S	3	33 / 38		
Kylpyhuone		#S	10 #B	38 / 43	0,20	
- käyttöajan tehostus		#S	15	38 / 43	0,20	
WC		#S	7 #B	33 / 38		
- käyttöajan tehostus		#S	10	33 / 38		
Kodinhuone		#S	8	33 / 38	0,30	
- käyttöajan tehostus		#S	15	33 / 38	0,30	
Huoneistos sauna		2 #C	2/m ² #C	33 / 38		
Yhteistilat:						
Porrashuone		0,5 1/h	0,5 1/h	38 / 43		
Varastot		0,35	0,35 /m ²	43 / 48		
Kylmäkellari (myös asunto- kylmiö, jos pinta-ala > 4m ²)		0,2	0,2 / m ²	43 / 48		
Pukuhuone		2	2 / m ²	33 / 38	0,20	
Pesuhuone		3	3 / m ²	43 / 48	0,20	
Saunan löylyhuone		2	2 / m ²	33 / 38		
Talopesula		1	1 / m ²	43 / 48		
Kuivaushuone		2 #D	2 / m ² #D	43 / 48		
Askarteluhuone, kerho huone		1 #E	1 / m ² #E	33 / 38	0,20	

A Ohjearvo, kun liesikuvun ilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asuntokohtaisesti, muussa tapauksessa on liesikuvun ohjearvo 20 dm³/s.
B Ohjearvo, kun ilmavirran tehostusta voidaan ohjata tila- tai asuntokohtaisesti, muussa tapauksessa ilmavirran ohjearvo on käyttöajan tehostuksen mukainen.
C Kuitenkin vähintään 6 dm³/s. Saunan ilmavirtaa ei oteta huomioon laskettaessa asunnon ilmanvaihtokerrointa, jos saunan ulkoilmavirta on yhtä suuri kuin poistoilmavirta.
D Voidaan mitoitaa pienemmäksi kun käytetään ilmankuivainta.
E Edellyttää tuuletusmahdollisuutta; muuten 1,5 (dm³/s)/m².
S Ulkoilmavirta korvataan yleensä asuinhuoneista johdettavalla siirtoilmavirralla.

Kuvio 11. Asuinrakennusten ilmamäärät. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012, 25.)

Kohteessa poistoilmaventtiilit sijaitsevat pääasiassa keittiössä, pesuhuoneessa, wc:ssä ja vaatehuoneessa. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 mukaan kyseisten tilojen käyttöajan tehostuksen ilmamäärät ovat seuraavat:

- keittiö 20 l/s
- pesuhuone 15 l/s
- wc 10 l/s.

Kyseisen kohteen keittiön poistoilmanvaihto on toteutettu seinässä olevalla venttiilillä, jolloin ilmamäärä on keittiössä 20 l/s, koska keittiön ilmamäärää ei voida ohjata asunto/tilakohtaisesti.

Kohteessa on suuria 140 m²:n, sekä pieniä 30 m²:n asuntoja. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 on seuraavanlainen määräys:

Jos poistoilmavirran tehostusta voidaan ohjata vain rakennuskohtaisesti, voidaan pienten asuntojen poistoilmavirrat mitoittaa ohjearvoja pienemmiksi siten, että huoneiston ilmanvaihtokerroin on vähintään 1,0 1/h. Suurten asuntojen poistoilmavirrat mitoitetaan yleensä ohjearvoja suuremmiksi, jotta tilakohtainen ulkoilmavirta olisi ohjearvon mukainen ja huoneiston ilmanvaihtokerroin olisi vähintään 0,5 1/h. (D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma 2012, 25)

Näin ollen saatiin vähentää pienten asuntojen ilmamääriä 1,0 1/h saakka, mutta ei sen alle. Ennen ilmamäärien vähentämistä ilmanvaihtokerroin oli 1,64 1/h (Taulukko 1).

Taulukko 1. Kun ilmanvaihtokerroin oli 1,68 1/h.

Asunto	Poistoelin	Koko	Kpl	Vaadittu	Mitattu	Paine-ero	Asento
				l/s	l/s	pa	
A7 (30m²)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	7,9	41	-7
Keittiö	KSO	100	1	20	8,8	44	-6
	Vaadittu (l/s)		m³	Ilmanvaihtokerroin			
	35,0		75	1,68			

Lähdettiin pienentämään ilmamääriä siten, että ilmanvaihtokerroin olisi kuitenkin vähintään 1 1/h (Taulukko 2).

Taulukko 2. Ilmanvaihtokerroin lähellä 1 1/h.

Asunto	Poistoelin	Koko	Kpl	Vaadittu	Mitattu	Paine-ero	Asento
				l/s	l/s	pa	
A7 (30m²)							
Pesuhuone	KSO	100	1	10	7,9	41	-7
Keittiö	KSO	100	1	11	8,8	44	-6
Vaadittu (l/s)			m³	Ilmanvaihtokerroin			
21,0			75	1,01			

Suurissa 140 m²:n asunnoissa jouduttiin nostamaan ilmamääriä, jotta ilmanvaihtokerroin olisi vähintään 0,5 1/h (Taulukko 3).

Taulukko 3. Kun ilmanvaihtokerroin oli 0,46 1/h.

Asunto	Poistoelin	Koko	Kpl	Vaadittu	Mitattu	Paine-ero	Asento
				l/s	l/s	pa	
A6 (140m²)							
Wc	KSO	100	1	10	7,7	51	-9
Pesuhuone	EHP	125	1	15	11,1	49,5	11
Keittiö	EHP	125	1	20	17,5	66	15
Vaadittu (l/s)			m³	Ilmanvaihtokerroin			
45,0			350	0,46			

Ilmanvaihtokertoimen jäädessä alle 0,5 1/h lisättiin asunnon ilmamäärää saavuttaakseen ilmanvaihtokertoimen 0,5 1/h:n (Taulukko 4).

Taulukko 4. Ilmanvaihtokerroin 0,51 1/h.

Asunto	Poistoelin	Koko	Kpl	Vaadittu	Mitattu	Paine-ero	Asento
				l/s	l/s	pa	
A6 (140m²)							
Wc	KSO	100	1	10	7,7	51	-9
Pesuhuone	EHP	125	1	15	11,1	49,5	11
Keittiö	EHP	125	1	25	17,5	66	15
Vaadittu (l/s)			m³	Ilmanvaihtokerroin			
50,0			350	0,51			

Ilmanvaihtokerroin n (1/h, 1/min, 1/s) saadaan laskettua kaavalla (5)

$$n = \frac{1}{\tau} = \frac{q_v}{V} \quad (5)$$

, jossa

τ on ilmanvaihdon aikavakio (h, min, s)

V on huonetilan tilavuus (m^3)

q_v on tilavuusvirta (l/s)

Taulukoissa 5,6 ja 7 on esitetty kohteen mittauspöytäkirjat säätötöiden valmistuttua.

Taulukko 5. A-rapun mittauspöytäkirja.

Asunto	Poistoelin	Koko	Kpl	Vaadittu l/s	Mitattu l/s	Paine-ero pa	Asento
A1 (62m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	11,0	28,5	2
Keittiö	KSO	100	1	20	16,3	34	10
Vaatehuone	KSO	100	1	3	2,7	30	-15
A2 (125m2)							
Wc	KSO	100	1	10	7,9	46	-8
Pesuhuone	KSO	100	1	15	11,5	45,5	-2
Keittiö	KSO	100	1	20	15,1	58,5	1
A3 (47m2)							
Pesuhuone	KSO	125	1	15	11,1	25	-4
Keittiö	KSO	100	1	15	11,7	30	3
Vaatehuone	KSO	100	1	3	2,5	25	-15
A4 (140m2)							
Sauna	KSOS	100	1	8	6,2	47	-11
Pesuhuone	KSO	100	1	16	12,7	50	-1
Keittiö	KSO	125	1	25	18,5	51,5	-1
A5 (47m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	11,2	49	-3
Keittiö	KSO	100	1	15	11,1	48	-3
Vaatehuone	KSO	100	1	3	3,5	50	-15
A6 (140m2)							
Wc	KSO	100	1	10	7,7	51	-9
Pesuhuone	EHP	125	1	15	11,1	49,5	11
Keittiö	EHP	125	1	25	17,5	66	15
A7 (30m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	10	7,9	41	-7
Keittiö	KSO	100	1	11	8,8	44	-6
A8 (45m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	11,0	54	-4
Keittiö	KSO	100	1	17	12,5	54	-2
A9 (125m2)							
Wc	KSO	100	1	10	7,2	45	-9
Pesuhuone	KSO	100	1	15	10,7	44,5	-3
Keittiö	KSO	125	1	20	15,4	60,5	-6
A10 (62m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	11,5	58,5	-4
Keittiö	KSO	100	1	20	14,8	61	0
Vaatehuone	KSO	100	1	3	3,7	55,5	-15
A10,1 (125m2)							
Wc	KSO	100	1	10	7,8	51,5	-9
Pesuhuone	KSO	100	1	15	11,2	49	-3
Keittiö	KSO	100	1	20	15,3	72	-1
Yleiset tilat							
Wc	KSO	100	1	10	8,1	56	-9
varasto	KSO	100	1	5	3,7	54	-15
Kellari							
Lämmönjakuhuone	KSO	160	1	30	22,5	58	-4
Varasto tila	KSO	160	1	16	13,6	46	-10
Häkkivarasto	KSO	125	1	26	20,3	44	3
Yhteensä:				516,0	395,4	l/s	

Taulukko 6. B-rapun mittauspöytäkirja

Asunto	Poistoelin	Koko	Kpl	Vaadittu l/s	Mitattu l/s	Paine-ero pa	Asento
B11 (75m2)							
Pesuhuone	EHP	125	1	15	14,1	37,5	16
Keittiö	EHP	100	1	20	15,9	48	20
B12 (55,5m2)							
Wc	KSO	100	1	8	7,8	61	-10
Pesuhuone	KSO	100	1	13	12,4	47,5	-1
Keittiö	KSO	100	1	18	17,2	56	5
B13 (73m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,9	45	4
Keittiö	KSO	125	1	20	19,3	37	4
B14 (75m2)							
Pesuhuone	270-K	100	1	15	14,5	38	10
Keittiö	ktxa	Liesikupu		11	10,0	38	80 auki
B15 (55,5m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,5	42,5	4
Keittiö	KSO	100	1	20	19,0	49,5	9
Vaatehuone	EHP	100	1	3	2,7	55	3
B16 (73m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,3	57	0
Keittiö	KSO	100	1	20	19,3	55	8
B17 (75m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,8	48	3
Keittiö	KSO	125	1	20	20,3	44	3
B18 (55,5m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,7	55	1
Keittiö	KSO	100	1	20	19,5	66	6
Vaatehuone	KSO	100	1	3	4,1	66	-15
B19 (73m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,6	54,5	1
Keittiö	KSO	125	1	20	20,3	52	1
B20 (75m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,7	51	2
Keittiö	KSO	100	1	20	19,6	42,5	12
B21 (55,5m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,3	48	2
Keittiö	KSO	125	1	20	18,9	45	1
Vaatehuone	KSO	100	1	3	3,6	53	-15
B22 (73m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,5	73	-2
Keittiö	KSO	100	1	20	19,0	63	6
B23 (75m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,3	63,5	-1
Keittiö	KSO	125	1	20	19,6	48,5	1
B24 (55,5m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,7	51	2
Keittiö	KSO	100	1	20	19,5	56,5	8
Vaatehuone	KSO	100	1	3	3,6	52,5	-15
B25 (73m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,7	74,5	-2
Keittiö	KSO	100	1	20	19,6	84	3

Taulukko 7. C-rapun sekä kellaritilan mittauspöytäkirja.

Asunto	Poistoelin	Koko	Kpl	Vaadittu l/s	Mitattu l/s	Paine-ero pa	Asento
C26 (96m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,7	51	2
Keittiö	KSO	100	1	20	19,5	61	7
Wc	KSO	100	1	10	9,8	49	-5
C27 (36m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	12	11,7	35	1
Keittiö	KSO	100	1	13	13,1	59	-2
Vaatehuone	KSO	100	1	3	3,6	53	-15
C28 (96m2)							
Wc	KSO	100	1	10	9,7	48	-5
Keittiö	KSO	125	1	20	19,5	52	0
Pesuhuone	KSO	100	1	15	15,0	49	3
C29 (36m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	12	12,0	17	11
Keittiö	KSO	100	1	13	12,5	37	2
Vaatehuone	KSO	100	1	3	2,9	34,5	-15
C30 (96m2)							
Wc	KSO	100	1	10	9,9	50	-5
Keittiö	270-K	125	1	20	20,1	56	8
Pesuhuone	KSO	100	1	15	15,3	51	3
C31 (36m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	12	11,4	22,5	6
Keittiö	KSO	100	1	13	12,7	38	2
Vaatehuone	KSO	100	1	3	3,0	36,5	-15
C32 (96m2)							
Wc	KSO	100	1	10	9,5	52	-6
Keittiö	KSO	100	1	20	18,5	64,5	5
Pesuhuone	KSO	100	1	15	14,0	60,5	-1
C33 (36m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	12	12,1	27,5	5
Keittiö	KSO	100	1	13	13,1	40,5	2
Vaatehuone	KSO	100	1	3	3,0	37	-15
C34 (96m2)							
Wc	KSO	100	1	10	10,2	53	-5
Keittiö	KSO	125	1	20	20,0	55	0
Pesuhuone	KSO	100	1	15	15,0	53	2
C35 (36m2)							
Pesuhuone	KSO	100	1	12	11,1	55	-4
Keittiö	KSO	100	1	13	12,9	58	-2
Vaatehuone	KSO	100	1	3	3,6	51	-15
Pesutupa	KSO	100	2	12	5,6	64,5	-13
					5,6	63,5	-13
Kuivaushuone	KSO	100	1	20	20,7	68,5	7
Pyörävarasto	KSO	160	1	11	16,9	71	-10
Spk	KSO	100	1	8	7,6	58	-10
Varasto	KSO	100	1	5	4,9	49,5	-13
B- ja C- rappu yhteensä:				953	935,8	l/s	

Molemmat koneet mitattiin maksimiteholla. Koneiden maksimitaajuus on 50 Hz. Alapuolella on listattu koneiden tehot ja kammiopaineet täydelle ja puolelle teholle.

A-rapun koneen tehot ovat täydellä teholla seuraavat:

- nopeus/teho 49 Hz
- kammiopaine 95 Pa.

Puolella teholla seuraavat:

- nopeus/teho 35 Hz
- kammiopaine 46 Pa.

B- ja C-rapun koneen tehot ovat täydellä teholla seuraavat:

- nopeus/teho 49 Hz
- kammiopaine 135 Pa.

Puolella teholla seuraavat:

- nopeus/teho 35 Hz
- kammiopaine 68 Pa.

6.1 Mittaushuomiot ja havainnot

Mittaus- ja säätötöiden aikana huomattiin molempien konealueiden asuntojen olevan korvausilman puutteessa. Taulukosta 5 huomaa, että A-rapun koneen ilmamäärät jäävät vaadituista ilmamääristä 23 %. B- ja C-rapun koneen ilmamäärät saavuttavat vaaditut ilmamäärät. Katso taulukot 6 ja 7.

Korvausilman puutteen huomattiin paineen muuttuessa 10- 50 Pa venttiilien takana, kun kokeiltiin avata parvekkeen oven useissa eri asunnoissa.

Suurissa asunnoissa testattiin parvekkeen oven avauksen synnyttämää paineen muutosta:

- Parvekkeen oven ollessa kiinni paine venttiilin takana on n. 50 Pa.
- Parvekkeen oven ollessa auki paine nousi venttiilin takana n. 100 Pa:iin.

Tulokset kertovat asuntojen olevan korvausilman puutteessa.

6.2 Korvausilman lisäämisen vaikutus

Myöhemmin asuntoon C29 asennettiin testimielessä kaksi korvausilmaventtiiliä. Korvausilmaventtiilit olivat rakoventtiilejä (kuvio 4). Uusien korvausilmaventtiilien asennusten jälkeen alettiin tutkia niiden vaikutusta poistoilmamääriin.

Paine oli venttiilin takana keittiössä ennen korvausilman lisäämistä 37 Pa (Taulukko 8). Korvausilmaventtiilien asennuksen jälkeen paine nousi keittiössä 50 Pa:iin (Taulukko 9). Ilmamäärä keittiössä lisääntyi n. 16 %. Näin ollen korvausilmaventtiilien vaikutus on merkittävän iso jo pelkästään yhdessä huoneistossa.

Taulukko 8. Ennen korvausventtiilien lisäämistä mitatut paineet.

Asunto	Poistoelin	Koko	Kpl	Vaadittu l/s	Mitattu l/s	Paine-ero pa	Asento
C29 (36m²)							
Pesuhuone	KSO	100	1	12	11,5	17	10
Keittiö	KSO	100	1	13	12,5	37	2
Vaatehuone	KSO	100	1	3	2,9	34,5	-15

Taulukko 9. Korvausilmaventtiilien asennusten jälkeen mitatut paineet.

Asunto	Poistoelin	Koko	Kpl	Vaadittu l/s	Mitattu l/s	Paine-ero pa	Asento
C29 (36m²)							
Pesuhuone	KSO	100	1	12	13,3	22,5	10
Keittiö	KSO	100	1	13	14,6	50	2
Vaatehuone	KSO	100	1	3	3,4	46	-15

7 YHTEENVETO

Mittaustulosten perusteella on suositeltavaa lisätä korvausilmaa kaikkiin asuntoihin. Erityisesti A-rapun konealue vaatii korvausilman lisäämistä jokaiseen asuntoon, koska ilmamäärät jäävät alle vaaditun. Korvausilmaa lisäämällä saataisiin A-rapun ilmamäärät nostettua lähemmäs vaadittuja ilmamääriä, koska paineen muutos venttiilin takana on 10-50 Pa asunnoissa.

B- ja C-rapun kone ei edellytä välitöntä korvausilman lisäystä. Korvausilmaa lisäämällä saataisiin enemmän ilmaa asuntoihin, jolloin konetta ei tarvitsisi pyörittää tarpeettoman kovalla teholla vaadittuun ilmamäärään pääsemiseksi.

Korvausilman lisäämisen hyödyt:

- Vaaditut ilmamäärät saavutetaan pienemmällä koneen pyörimisnopeuksilla.
- Vaaditut ilmamäärät saavutetaan pienemmällä kokonaispainehäviöillä.
- Asuntojen pulloilmiö saadaan poistettua.

LÄHTEET

D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 2012. Rakennetun ympäristön osasto. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet. Helsinki: Ympäristöministeriö

802/2001. Sisäasiainministeriön asetus ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamisesta.

Hengitysliitto. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.3.2019]. Saatavana: <https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/ilmanvaihto/ilmanvaihtojarjestelmat>

Jaakkola, T., Lindstedt, T. & Junnonen, J-M. 2010. Energiatehokas asuinkerrosten talotekniikkakorjaus. Tampere: Suomen rakennusmedia Oy.

Korkala, T. & Laksola, J. 2012. Ilmastointi Hoito ja huolto. 5.p. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy.

LVI 39-10409. 2007. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tarkastus Ilmanvaihdon parannus- ja korjausratkaisut. Helsinki: Rakennustieto.

RT 56-10591. 1995. Ilmanvaihto ja ilmastointijärjestelmät. Helsinki: Rakennustieto.

RT 56-10831. 2004. Asuinrakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaus ja -parannus. Helsinki: Rakennustieto.

Sisäilmayhdistys ry. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 10.3.2019]. Saatavana: <https://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/ilmanvaihto/ilmanvaihtojarjestelmat>

Sisäilmayhdistys ry. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 20.3.2019]. Saatavana: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Ilmavirtaukset-rakennuksessa>

Talotekniikkainfo. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 14.3.2019]. Saatavana: <https://www.talotekniikkainfo.fi/ulkoilmalaitteiden-ja-ulospuhallusilmalaitteiden-sijoittaminen>

Terveysilma. Ei päiväystä. [Verkkosivu]. [Viitattu 15.3.2019]. Saatavana: <http://www.terveysilma.fi/fi/ilmanvaihto>

Ympäristöopas. 2016. Ei päiväystä. Kuntotutkimusopas. [Verkkosivu]. [Viitattu 22.3.2019] Saatavana: http://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/75517/YO_2016_Kuntotutkimusopas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

