

**Mikko Piili**

**PEREHDYTTÄMISOPAS OMAKOTITALOJEN ILMAN-  
VAIHTOJÄRJESTELMIEN PUHDISTUKSEEN JA  
HUOLTOON**

**Opinnäytetyö**

**CENTRIA AMMATTIKORKEAKOULU**

**Kone- ja tuotantotekniikka**

**Marraskuu 2012**

**TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ**

<b>Yksikkö</b> Ylivieska	<b>Aika</b> Marraskuu 2012	<b>Tekijä/tekijät</b> Mikko Piili
<b>Koulutusohjelma</b> Kone- ja tuotantotekniikka		
<b>Työn nimi</b> Omakotitalojen ilmastointijärjestelmien puhdistus ja huolto		
<b>Työn ohjaaja</b> Heikki Salmela		<b>Sivumäärä</b> 27
<b>Työelämäohjaaja</b> Sami Haapakoski		
<p>Ilmastointijärjestelmien puhdistus- ja huoltotöitä tekevä yritys H-T Group Oy antoi toimiksi laatia perehdyttämisoppaan omakotitalojen ilmastointijärjestelmien puhdistamisesta ja huollosta. Opinnäytetyössä selostetaan yksityiskohtaisesti omakotitalojen erilaisten ilmastointijärjestelmien puhdistusta ja huoltoa. Lisäksi työssä kerrotaan myös omakotitalojen ilmanvaihtojärjestelmien ilmamäärien mittaamisesta ja säädöstä. Opinnäytetyöstä, joka toimii myös perehdyttämisoppaana, saa tietoa myös tarvittavasta puhdistusvälineistöstä ja suojarusteista.</p>		

<b>Asiasanat</b> Ilmamäärien mittaaminen ja säätö Koneellinen poistoilmanvaihto Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto Painovoimainen ilmanvaihto
---

## ABSTRACT

<b>CENTRIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES</b>	<b>Date</b> November 2012	<b>Author</b> Mikko Piili
<b>Degree programme</b> Mechanical and Production Engineering		
<b>Name of thesis</b> Orientation guide for new employees to cleaning and maintenance of air conditioning systems of detached houses		
<b>Instructor</b> Heikki Salmela		<b>Pages</b> 27
<b>Supervisor</b> Sami Haapakoski		
<p>The aim of the thesis was to create a clear and easy-to-read guidebook about cleaning and maintenance of air conditioning systems for new employees. The subscriber of the thesis was H-T Group Oy, which is established in year 2009.</p> <p>The work was defined to deal with the ventilation systems of detached houses. The thesis describes different ventilation systems and explains in detail the cleaning and the maintenance of them. In addition, the work covers airflow measurement and control of the ventilation systems of detached houses. The work describes also the required cleaning and protection equipment.</p>		

**Key words**

Airflow measurement and control

Mechanical exhaust ventilation

Mechanical supply and exhaust ventilation

Natural ventilation

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	OPINNÄYTETYÖN KOHDEORGANISAATIO.....	2
3	ILMANVAIHTOLAITTEIDEN JA -KANAVIEN PUHDISTAMISEN MERKITYS JA SIIHEN LIITTYVÄT MÄÄRÄYKSET .....	3
3.1	Hyvän ilmanvaihdon merkitys .....	3
3.2	Sisäasiainministeriön määräykset ilmanvaihtolaitteistojen puhdistamisesta .....	4
3.2.1	Säännöllisesti puhdistettavat ilmanvaihtokanavat ja -laitteistot.....	4
3.2.2	Sisäasiainministeriön määräyksiin kuulumattomat kohteet .....	5
3.2.3	Ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamiseen liittyvät muut määräykset.....	5
4	OMAKOTITALOJEN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN PUHDISTAMISESSA TARVITTAVA LAITTEISTO JA VÄLINEET .....	6
4.1	Laitteisto .....	6
4.2	Muut tarvittavat välineet ja aineet .....	8
4.3	Suojavälineet .....	9
5	OMAKOTITALOJEN ERILAISTEN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN TOIMINTA JA PUHDISTUS .....	10
5.1	Painovoimainen ilmanvaihto .....	10
5.1.1	Puhdistus.....	10
5.2	Koneellinen poistoilmanvaihto.....	13
5.2.1	Puhdistus.....	14
5.3	Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto .....	16
5.3.1	Puhdistus.....	17
6	ILMAMÄÄRIEN MITTAUS JA SÄÄTÖ.....	23
6.1	Ilmamäärien tarve ja laskenta .....	23
6.2	Mittaus ja säätö.....	24
7	YHTEENVETO .....	26
	LÄHTEET .....	27

## 1 JOHDANTO

Aiheen ja toimeksiannon opinnäytetyön tekemiseen sain yritykseltä, joka puhdistaa ja huoltaa kiinteistöjen ilmanvaihtolaitteita. Yritys kaipasi lyhyttä ja selkeää opasta, jota voidaan käyttää uuden työntekijän perehdyttämisessä. Opinnäytetyö ja perehdyttämisopas päätettiin rajata koskemaan omakotitalojen ilmanvaihtojärjestelmiä ja näin sen ulkopuolelle jäivät asuinkerrostalot, rivitalot, tehdashallit ja isot julkiset rakennukset, kuten koulut, päiväkodit ja virastot.

Opinnäytetyö ei sisällä tutkimusongelmaa ja sen ratkaisua, vaan sen tarkoituksena on toimia oppaana ja käsikirjana omakotitalojen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistus- ja huoltotöissä. Koneellinen ilmanvaihto on yksi keskeinen hankinta nykyajan rakentamisessa ja terveellistä ja puhdasta sisäilmaa arvostetaan yhä enemmän. Tarvetta ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksille siis on.

Lähdekirjallisuutena olen käyttänyt mm. ilmastointitekniikan oppikirjoja ja julkaisuja sisäilmasta sekä liittänyt työhön kuvia asian havainnollistamiseksi. Opinnäytetyössä kerrotut työmenetelmäkuvaukset olen kirjoittanut oppimani perusteella, minkä sain, kun työskentelin kyseisessä yrityksessä näissä tehtävissä. Yrityksen omistajilta olen lisäksi saanut ehdotuksia, korjauksia ja muuta ensiarvoisen tärkeää tietoa perehdyttämisoppaan virheettömyyden varmistamiseksi.

## 2 OPINNÄYTETYÖN KOHDEORGANISAATIO

Opinnäytetyön kohdeyrityksenä on vuonna 2009 perustettu H-T Group Oy. Yritys on erikoistunut kiinteistöjen ilmanvaihtolaitteiden puhdistukseen sekä huoltoon. Pohjois-Pohjanmaalla toimivalla yrityksellä on kaksi omistajaa ja se työllistää omistajien lisäksi kaksi osa-aikaista työntekijää. Yritys on siis kokoluokaltaan pieni osakeyhtiö, liikevaihto oli vuonna 2011 noin 200.000 euroa. H-T Group Oy:n asiakkaita ovat kotitaloudet sekä yhteisöt ja yritykset, jotka omistavat kiinteistöjä.

Yrityksellä ei ole kiinteää toimipaikkaa, mutta sen pääasiallinen toimialue on Ylivieska ja sen naapurikunnat. Kesäisin työkohteita on myös Etelä-Pohjanmaalla. Yritys on kasvamassa ja työkohteiden määrä onkin lähes kaksinkertaistunut vuosittain. Työkohteista noin puolet on asuinrakennuksia ja toinen puoli teollisuuskiinteistöjä ja julkisia rakennuksia. Lähitulevaisuudessa suunnitelmana on lisätä toinen puhdistuskalusto. Toinen yksikkö tulisi toimimaan pääsääntöisesti Etelä-Pohjanmaan alueella.

Tällä hetkellä suurin osa uusista työkohteista tulee suoraan asiakkaiden yhteydenotoista, mutta yrityksellä on myös yhteistyökumppanina myyntifirma, joka myy kohteita täydennykseksi. Yritys käyttää paikallismainontaa näkyvyytensä takaamiseksi.

### **3 ILMANVAIHTOLAITTEIDEN JA -KANAVIEN PUHDISTAMISEN MERKITYS JA SIIHEN LIITTYVÄT MÄÄRÄYKSET**

Asuntojen sisäilman laatu on erityisen tärkeä niille, jotka ovat sisätiloissa jatkuvasti. Huono sisäilma voi vaarantaa ihmisten terveyden. Tyypillisiä sisäilman haittoja ovat epämiellyttävä haju, veto ja tunkkaisuus. (Ympäristöministeriö, Korjaustieto.fi, 2011.)

Epäpuhtauksia asuntojen ilmanvaihtojärjestelmissä ovat huonepöly, ruoanlaiton yhteydessä kanavistoon joutuva rasva, tupakansavu ja kaupunki-ilman noki. Hyvää sisäilman laatua ja energiatehokasta lämpötilaa ylläpidetään puhtaalla ja tasapainoisella ilmanvaihtojärjestelmällä. (Ympäristöministeriö, Korjaustieto.fi, 2011.)

Lainsäädännössä ei ole sisäilmastoa koskevaa erityislakia. Säädöksiä ja määräyksiä on niissä laeissa, joissa on säädetty uudis- ja korjausrakentamisesta, olemassa olevan rakennuksen sisäilmaston laadusta, työsuojelusta ja kuluttajansuojelusta. (Puhakka & Kärkkäinen 1994, 115.)

#### **3.1 Hyvän ilmanvaihdon merkitys**

Tehokas ilmanvaihto tuo huoneisiin puhdasta ilmaa ja poistaa sieltä kaasumaisia ja hiukkasmaisia epäpuhtauksia. Siksi toimiva ilmanvaihto on hyvän sisäilman perusta. Ilmastoinnilla tarkoitetaan huoneilmaston hallintaa tulo- ja kierrätysilmaa käsittelemällä mm. puhtauden, lämpötilan, kosteuden ja ilman liikkeen osalta. (Sisäilmayhdistys ry. 2004)

Ilmanvaihdon tarkoituksena on ylläpitää terveellistä ja viihtyisää sisäilmaa rakennuksessa. Ilmanvaihtojärjestelmä poistaa syntyvät epäpuhtaudet ja tuo ulkoilmaa korvausilmaksi. Epäpuhtaudet johtuvat ihmisten aineenvaihdunnasta ja toiminnoista, asumisesta, rakennus- ja sisustusmateriaaleista sekä ulkoilmasta ja joskus myös maaperän radonista. (Sisäilmayhdistys ry. 2004)

Oikeanlainen ilmanvaihtojärjestelmä on riittävän tehokas, meluton, ei aiheuta vetoa ja on helpposti huollettavissa ja säädettävissä, eikä aiheuta viihtyvyys- tai terveystaitta. (Sisäilmayhdistys ry. 2004)



Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän puhdistaminen on välttämätöntä sekä hygieenisistä että paloturvallisuussyistä. Toimiakseen kunnolla ilmanvaihtojärjestelmä vaatii aika ajoin puhdistusta ja huoltoa. Puhdistuksen ja säätöjen tarve selvitetään säännöllisillä ilmavirtojen suuruuden ja kanaviston likaisuuden tarkastuksilla.

### **3.2 Sisäasiainministeriön määräykset ilmanvaihtolaitteistojen puhdistamisesta**

Sisäasiainministeriö on antanut vuonna 2001 asetuksen painovoimaisesti tai koneellisesti ilmaa vaihtavien ilmanvaihtolaitteistojen sekä kammioiden, puhaltimien, paloeristeiden, palorajoittimien ja muiden ilmanvaihtolaitteistoon kuuluvien paloturvallisuuteen vaikuttavien laitteiden ja ilmastointikanavien puhdistamista. (Sisäasiainministeriön asetus 802/2001.)

#### **3.2.1 Säännöllisesti puhdistettavat ilmanvaihtokanavat ja -laitteistot**

Ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamisesta annetun asetuksen mukaan kerran vuodessa tulee puhdistaa:

- 1) ammattimaisten ruuanvalmistuspaikkojen ilmanvaihtokanavat ja -laitteistot
- 2) ruiskumaalaamon, puusepäntehtaan ja -liikkeen, tekstiilitehtaan, pesulan, leipomon ja savustamon ilmanvaihtokanavat ja -laitteistot sekä ilmanvaihtokanavat ja -laitteistot, jotka ovat sellaisessa teollisuus- tai muussa tilassa, missä ilmanvaihtokanaviin kerääntyy runsaasti herkästi paloa levittäviä aineita
- 3) ilmanvaihtokanavat ja -laitteistot huonetilassa, jossa teollisesti valmistetaan tai teknisesti käytetään palavaa nestettä.

Vähintään viiden vuoden välein on asetuksen mukaan puhdistettava seuraavien rakennusten ilmanvaihtokanavat ja -laitteistot:

- 1) sairaalat, vanhainkodit ja suljetut rangaistuslaitokset
- 2) päivähoitolaitokset, koulut, hotellit, lomakodit, asuntolat ja ravintolat. (Sisäasiainministeriön asetus 802/2001.)

### **3.2.2 Sisäasiainministeriön määräyksiin kuulumattomat kohteet**

Yksityisasuntojen, kuten omakotitalojen, rivi- ja kerrostaloasuntojen ilmanvaihtolaitteistojen puhdistusväleistä ei ole annettu tarkkoja määräyksiä. Pelastustoimen antaman ohjeistuksen mukaan asuntojen omistajat saavat määritellä itselleen sopivat puhdistusvälit. Pelastuslain perusteella rakennuksen omistajan ja haltijan on huolehdittava, että ilmanvaihtokanavat on huollettu ja puhdistettu. Laki ei ota kantaa puhdistusväliin, joten se voidaan määritellä tapauskohtaisesti todellisen puhdistustarpeen mukaan. (Leino, 2009.) Sisäasiainministeriön antaman asetuksen mukaan kunnan pelastusviranomainen voi yksittäisessä kohteessa määrätä pelastustoimilain nojalla ilmanvaihtolaitteiston puhdistamisesta. (Sisäasiainministeriön asetus 802/2001.)

### **3.2.3 Ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamiseen liittyvät muut määräykset**

Sisäasiainministeriön asetuksen (802/2001) mukaan puhdistuksessa tulee tarkastaa kanavien tiiviys ja palorajoittimen toiminta. Kanavien tiiviys tarkastetaan painekokeella, jos kohteen toiminnot edellyttävät erityistä tiiviyttä ja muutoin siltä osin kuin on syytä epäillä tiiviiden tasoa.

Puhdistustyön suorittamisesta laaditaan pöytäkirja, josta on annettava kappale rakennuksen omistajalle ja haltijalle tai huoneiston haltijalle. Puhdistuspöytäkirjan tulee sisältää seuraavat asiat:

- 1) kohteen tiedot
- 2) työn suorittaja
- 3) työsuorituksen ajankohta
- 4) tehdyt puhdistustoimenpiteet ja niiden laajuus
- 5) työmenetelmät
- 6) havaitut puutteet ja tehdyt korjaukset

Ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistaminen voidaan merkitä kiinteistön käyttö- ja huolto-ohjeeseen. (Sisäasiainministeriön asetus 802/2001.)

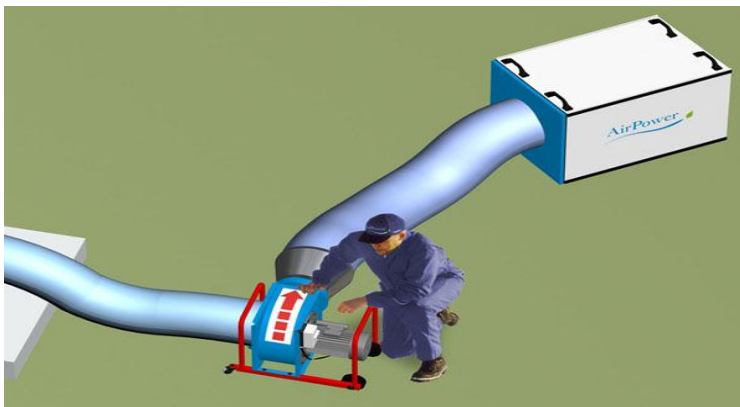
## 4 OMAKOTITALOJEN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN PUHDISTAMISESSA TARVITTAVA LAITTEISTO JA VÄLINEET

### 4.1 Laitteisto

Omakotitalojen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistamisessa tarvittava peruslaitteisto koostuu monista erilaisista laitteista. Osa laitteista ja välineistä on tarkoitettu pelkästään ilmanvaihtojärjestelmien puhdistustyöhön ja osa on tavanomaisia työvälineitä, kuten esimerkiksi akkuporakone.

Seuraavassa on luettelo omakotitaloissa yleisimmin tarvittavasta laitteistosta. Laitteiden tarvittavuus kuitenkin vaihtelee riippuen talojen ilmanvaihtojärjestelmistä:

- Alipaineistaja (KUVIO 1.)
- Kompressori
- Ilmanpaineletku
- Erilaisia pora-akseleita (vihreä, punainen, sininen, musta) (KUVIO 3.)
- Erikokoisia puhdistusharjoja (KUVIO 2.)
- Akku- tai sähköporakone (KUVIO 3.)
- Haitariletku (KUVIO 4.)
- Suodatinyksikkö (KUVIO 1.)
- Kanavien desinfiointilaitteet (KUVIO 5.)
- Teollisuuspesuaine EKO-SOL



KUVIO 1. Alipaineistaja ja suodatinyksikkö (Rääkkylän Pelti- Ja Metallityö Oy, 2011)



KUVIO 2. Erilaisia puhdistusharjoja



KUVIO 3. Sininen pora-akseli ja akkuporakone



KUVIO 4. Haitariletkulla kuljetaan poistoilma kanavistosta alipaineistajalle ja siitä suodattinyksikköön (Rääkkylän Pelti- Ja Metallityö Oy, 2011)



KUVIO 5. Kanavien desinfiointilaitteisto (Rääkkylän Pelti- Ja Metallityö Oy, 2011)

#### 4.2 Muut tarvittavat välineet ja aineet

Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistuksessa tarvitaan myös tavanomaisimpia työkaluja ja välineitä kuten:

- Ruuvimeisselisarja
- Kiintosilmukka-avainsarja
- Hylsysarja
- Peltisakset
- Vasara
- Jatkojohto
- Lamppu
- Nojatikkaat

Lisäksi tarvitaan myös A-tikkaita, joilla yletetään työskentelemään ilmanvaihtokanavistoon. Joissakin omakotitaloissa eivät A-tikkaat riitä, joten silloin tarvitaan henkilönostinta. Kanavistoon sisälle katsomiseen tarvitaan teleskooppipeiliä. Vaahtomuovinpalasia tarvitaan kanavien väliaikaiseen tiivistykseen sekä pesuainetta (EKO-SOL) ja puhdistusliinoja ja -harjoja venttiilien ja ilmanvaihtokoneiden pesemiseen. Mukana on hyvä olla myös erinäisiä varaosia, kuten venttiileitä, jälkiasennettavia puhdistusluukkuja, suodattamia ja sulakkeita.

### 4.3 Suojavälineet

Henkilökohtaiset suojaimet suojaavat työntekijää tapaturmilta ja sairastumisten vaaroilta. Työnantajan tulee määrittää millaisissa työvaiheissa ja – kohteissa suojaimia täytyy käyttää, sekä hankkia tarvittavat suojaimet ja pitää ne toimintakunnossa. (Harju 2008, 8.) Työntekijän on käytettävä hänelle annettuja henkilösuojaimia.

Ilmastointijärjestelmiä puhdistettaessa henkilökohtaisia perussuojavälineitä on käytettävä lähes kaikissa työvaiheissa. Näitä ovat esimerkiksi turvakengät ja työkäsineet. Turvakengät ovat tärkeitä varsinkin kun työskennellään välikatolla, jossa voi olla ylösjääneitä nauvoja rakennusvaiheessa. Kierresaumatun kanavan reunat ovat äärimmäisen teräviä, joten viiltoja suojaavat työkäsineet ovat välttämättömät.

Kertakäyttöisen hengityssuojaimen ja suojalasien käyttö on ehdotonta silloin, kun käytetään paineilmaa. Paineilmalla puhdistetaan muun muassa ilmanvaihtokoneet, puhaltimet ja huip-puimurit. Näistä irtoava pöly ja lika ovat vaarallisia niin hengitykselle kuin silmillekin. Kuu-losuojaimia käytetään, jos esimerkiksi konehuoneen melutaso nousee liian korkeaksi. Yleensä omakotitalojen ilmanvaihtokoneet ovat melko äänettämiä.

Suojakypärää käytetään melko harvoin omakotitalojen puhdistustöissä. Jos työkohteessa on samanaikaisesti muitakin remontti- tai rakennustöitä meneillään, niin silloin kypärän käyttö on tarvittavaa. Suojavaljaita käytetään korkeissa ja hankalissa työolosuhteissa. Niillä estetään työntekijän tippuminen esimerkiksi katolta.

Työasuna paras ilmastointihuoltotöissä on avohaalari ja takki. Lämpimissä sisätiloissa voidaan olla ilman takkia ja ulos mentäessä voidaan pukea takki päälle. Haalarissa on paljon tas-kuja joihin voidaan laittaa tarvittavia työkaluja. Lisäksi esimerkiksi välikatolla on hyvä olla pitkähihainen vaatetus, koska eristevilla ärsyttää paljasta ihoa.

## **5 OMAKOTITALOJEN ERILAISTEN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN TOIMINTA JA PUHDISTUS**

Ilmanvaihtojärjestelmät voidaan jakaa kolmeen eri luokkaan, painovoimaiseen ilmanvaihtoon, koneelliseen poistoilmanvaihtoon ja koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon. Koneellinen poistoilmanvaihto on miltei sama kuin painovoimainen ilmanvaihto, mutta se on varustettu poistoilmamurilla eli huippumurilla tai esimerkiksi kanavapuhaltimella. (Harju 2008, 109.)

### **5.1 Painovoimainen ilmanvaihto**

Painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä kaikilla poistoventtiileillä on oma hormi aina vesikaton yläpuolelle asti. Kaikki poistoilmahormia tarvitset tilat kuten WC, vaatehuone, keittiö ja kylpyhuone pyritään rakentamaan mahdollisimman vierekkäin, jotta hormit voitaisiin vetää läpi samasta kohdasta vesikattoa. Painovoimainen ilmanvaihto ei toimi hyvin, jos hormoneissa on pitkiä sivuttaissiirtoja. (Harju 2008, 109.)

Painovoimaisen ilmanvaihdon toiminta perustuu lämpimän sisäilman ja kylmän ulkoilman lämpötilaerosta. Lämmin ja kevyt ilma nousee ylös ja poistuu hormoneja pitkin ulos. Kylmää ja raskasta korvausilmaa saadaan sisälle talon rakenteiden vuotokohdista tai korvausventtiileistä. Matalissa taloissa ilmanvaihdon ongelmana on kuitenkin pieni kohtaavien ilmavirtojen korkeusero ja mahdollisesti huonosti toimiva poistoilmanvaihto. (Harju & Matilainen 2001, 64-67.) Talvisin kun ulkoilma on huomattavasti viileämpää kuin sisäilma niin useasti ilmanvaihto toimii liiankin tehokkaasti. Kun taas kesäisin ilmanvaihto ei välttämättä toimi laisinkaan, vaikka korvausilmaa saataisiinkin tilalle. (Harju 2008, 109.)

#### **5.1.1 Puhdistus**

Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus on yksinkertaisempaa ja helpompaa, kuin mitä koneellisten ilmanvaihtojärjestelmien. Ajallisesti työ on nopeampaa kuin koneellisten ilmanvaihtojärjestelmien kanssa, koska painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole puhdistettavia koneita ja jokainen kanava kulkee omana hormina aina vesikaton läpi asti.

Työ aloitetaan kartoittamalla missä huoneissa ja tiloissa poistoventtiilit ovat. Tämän jälkeen on mentävä talon katolle ja katsottava, onko ilmastointikanavat vedetty vesikaton läpi keskitetysti yhdestä kohdasta vai onko vesikatossa useampi läpäisykohta kanaville. Yleensä kanavien vesikatonläpäisy on samassa kohdassa keskitetysti ja näin myös puhdistustyö nopeutuu huomattavasti.

Jotta kanaviin saadaan tarvittava poistoilmavirta puhdistusta varten, tarvitaan alipaineistajaa. Alipaineistajassa kiinni oleva haitariletku vedetään katolle. (KUVIO 6.) Jos kanavat on vedetty vesikaton läpi samasta kohdasta, niin kiinnittämällä haitariletku hormiin saadaan alipaine jokaiseen kanavaan yhtä aikaa. Haitariletkuun on saatavilla erilaisia suulakkeita, jotka sopivat erikokoisiin hormoneihin. Mikäli kanavien läpitulot ovat hajautetusti, tulee jokainen kanava alipaineistaa yksitellen. Suodatinyksikköä ei tarvitse liittää alipaineistajaan, koska alipaineistaja on aina ulkona painovoimaisten ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksen aikana. Lika ja pöly kulkeutuvat paineistajan kautta ulkoilmaan. Tarvittaessa alipaineistajan poistupuolelle voidaan liittää toinen haitariletku, jolla voidaan lika ja pöly ohjata kauemmaksi pihapiiristä.



KUVIO 6. Haitariletku viedään katolle alipaineistusta varten

Kun paineistus on saatu kuntoon, siirrytään sisätiloihin harjaamaan kanavia. Kanavien harjauksessa tarvitaan akku- tai sähköporakonetta, pora-akselia ja puhdistusharjoja. Vihreä pora-akseli soveltuu melkein kaikkiin omakotitalojen kanavakokoihin, koska sen käyttöalue on 100 mm – 200 mm:n kanavat. Joissakin tapauksissa tarvitaan myös punaista pora-akselia, jonka



käyttöalue on 160 mm – 315 mm:n kanavat. (Rääkkylän Pelti- Ja Metallityö Oy, 2011). Paras puhdistustulos saadaan, kun valitaan hieman puhdistettavaa kanavaa isompi puhdistusharja.

Kanavien harjaus voidaan aloittaa mistä huoneesta tai tilasta tahansa, koska kanavat eivät yhdisty missään vaiheessa, vaan kulkevat omina hormoneinaan aina vesikaton läpi asti. Poistoventtiili irrotetaan ja tarkastetaan, että kanavassa on riittävä alipaine eli imu. Peilin ja lampun avulla tarkastetaan, että kanava kulkee odotetulla tavalla ja että siellä ei ole mitään sinne kuumumatonta tai rikkomia. Tämän jälkeen pora-akselia ja sen päässä olevaa harjaa työnnetään kanavaan samalla akku- tai sähköporakoneella harjaa pyörittäen. (KUVIO 7.) Pora-akselia työnnetään kanavaan niin pitkästi, että oletetaan harjan ylettävän melkein vesikatolle saakka. Tämän jälkeen pora-akseli vedetään pois kanavasta samalla harjaa pyörittäen. Tämän jälkeen kanava tarkastetaan peilin ja lampun avulla. Tarvittaessa harjaus toistetaan niin monta kertaa, että kanava on puhdas. Samalla periaatteella käydään kaikki muutkin kanavat läpi. Mikäli vesikatossa on monia eri läpivientikohtia, tulee alipaineistus muistaa siirtää aina puhdistettavaan kanavaan. Painovoimaisissa ilmanvaihtojärjestelmällisissä taloissa yleensä keittiön poistokanava on maustehyllyn takana, joten maustehyllly tulee irrottaa, jotta kanavaa päästään puhdistamaan.



KUVIO 7. Pora-akselia työnnetään kanavaan samalla harjaa pyörittäen (Rääkkylän Pelti- Ja Metallityö Oy, 2011)

Kun kaikki kanavat on harjattu, siirrytään katolle viimeistelemään harjaus. Haitariletku siirretään hetkeksi sivuun, jotta nähdään kaikkien kanavien päät. Seuraavaksi varmistetaan, että harja käy kanavan joka kohdassa. Harja työnnetään yksitellen jokaiseen kanavaan, mutta harjaa ei saa pyörittää vielä työntövaiheessa, koska kanavassa ei ole enää alipainetta. Kun harjaa on työnnetty tarpeeksi kanavaan vastaan, niin otetaan haitariletku ja viedään se mahdollisimman lähelle harjattavaa kanavaa. Harjaa pyöritetään ja vedetään pois kanavasta samalla pitäen haitarilettoa lähellä kanavaa. Kaikki kanavat käydään läpi samalla periaatteella. Näin varmistetaan, että pora-akselin pituus on riittänyt puhdistamaan kanavan koko matkalta.

Seuraavaksi poistoventtiilit pestään EKO-SOL pesuainetta käyttäen. Herkkäihoisten työntekijöiden tulee käyttää suojakäsineitä pestäessä venttiilejä. Venttiileistä irrotetaan mahdolliset tiivisteet jonka jälkeen venttiileihin suihkutetaan pesuainetta. Pesuaine huuhdotaan reilulla vedellä ja venttiilit kuivataan puhdistusliinoilla. Venttiilien tiivisteet täytyy pestä varoen, koska usein tiivisteet ovat haurastuneet ja rikkoutuvat helposti. Venttiileitä pestäessä täytyy olla tarkkana, ettei venttiilien kara liiku, koska aukaisuasetus ei saa muuttua. Jos talossa on korvausilmaventtiileitä, niin ne irrotetaan ja pestään myös samalla periaatteella.

Lopuksi kaikki venttiilit laitetaan takaisin paikoilleensa. Tarkistetaan, että jokaisessa huoneessa on oikeat venttiilit oikeissa paikoissa. Työkalut kerätään takaisin autoon ja tarkistetaan vielä, ettei mitään ylimääräistä jää työkohteeseen.

## **5.2 Koneellinen poistoilmanvaihto**

Koneellisen poistoilmanvaihdon alipaine saadaan aikaan huippuimurilla tai esimerkiksi kanavapuhaltimella. Näin ollen kanavat voidaan mitoittaa pienemmiksi kuin painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä. Ilmaa poistetaan asunnosta imurin puhaltimen tai kanavapuhaltimen avulla. (Harju 2008, 111.) Korvausilma saadaan ikkunoiden, korvausilmaventtiilien tai rakennuksen vuotokohtien kautta. Koneellisella ilmanvaihdolla saadaan parempi ilman vaihtuvuus kaikkina vuodenaikoina, kuin mitä painovoimaisella ilmanvaihdolla. (Helsingin kaupunki ympäristökeskus 2011.)

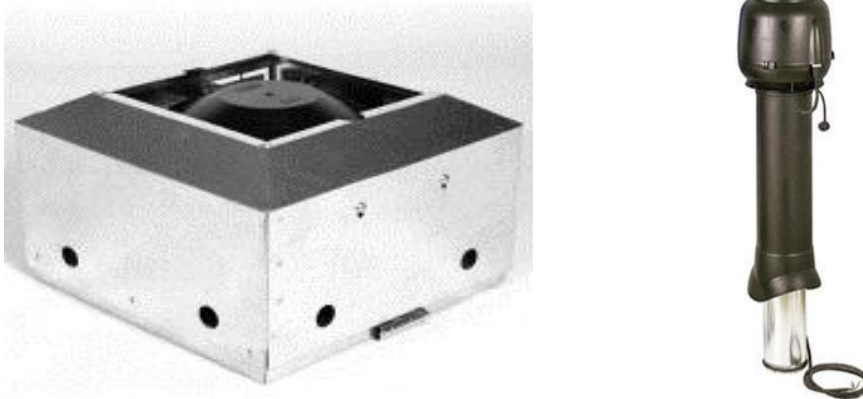
Koneelliseen poistoilmanvaihtoon voidaan myös asentaa lämmöntalteenotto. Lämmöntalteenotto voi olla esimerkiksi poistoilmavirtaan asennettu lämmöntalteenottopatteri tai lämpö-

pumppulaitoksen höyrystin. (Harju 2008, 111.) Koneellisessa poistossa kanavissa saa olla myös pitempiä vaakavetoja kuin mitä painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä. Haittapuolia ovat korvausilman sisäänkuljetuksen aiheuttamat haitat. Ulkoilma voi olla kylmää, veto-haittoja esiintyy, ilma voi olla likaista ja korvausilmaventtiileistä voi tulla myös ulkomelua. (Harju & Matilainen 2001, 64-68.)

### **5.2.1 Puhdistus**

Koneellisen poistoilmanvaihdon puhdistus on hyvä aloittaa selvittämällä, onko kyseisestä omakotitalosta LVI- piirustuksia. Piirustukset nopeuttavat työtä, koska niistä selviää, miten ilmastointikanavat kulkevat talossa. Koneellisissa poistoilmanvaihtojärjestelmissä kanavissa on liitoskohtia toisin kuin painovoimaisissa ilmanvaihtojärjestelmissä. Mikäli kuvia ei ole saatavana, niin täytyy kanavien kulku selvittää esimerkiksi peilillä katsoen poistoveniilien paikoista.

Jotta ilmanvaihtokanaviin saadaan riittävä ilmavirta puhdistusta varten, tulee poistopuhallin laittaa täydelle teholle. Huippuimurin (KUVIO 8.) tai kanavapuhaltimen (KUVIO 9.) tehonohjauspaneeli löytyy yleensä keittiöstä tai kodinhoitohuoneesta. Mikäli poistopuhaltimen teho ei riitä tuottamaan tarpeeksi kovaa ilmavirtaa (17m/s) kanavistoon puhdistusta varten, niin silloin täytyy käyttää alipaineistajaa apuna. Poistopuhaltimen tehottomuus voi johtua esimerkiksi laakeriviasta tai että siihen on kertynyt liikaa pölyä ja likaa. Alipaineistajaa käytettäessä toimitaan miltei samalla tavalla, kuin mitä painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän puhdistuksessa. Huippuimurin kansi aukaistaan katolta ja haitariletku liitetään imurin kanavan päähän oikeanlaisella suukappaleella. Jos kyseessä on kanavapuhallin, niin se irrotetaan kanavasta ja haitariletku asennetaan kanavan päähän.



KUVIO 8. Tyypillisiä pientalojen huippuimureita



KUVIO 9. Kanavapuhallin asennettuna kanavaan

Seuraavaksi irrotetaan kaikki poistoventtiilit sisätiloista. Vaahtomuovin palasilla tukitaan venttiilien paikat, jotta saataisiin mahdollisimman kova ilmavirta harjattavaan kanavan osaan. Kanavien harjaus tulee aloittaa kauimmaisesta venttiilistä koneesta katsoen. Oikeanlainen harja ja pora-akseli valitaan kanavakoosta riippuen. Harjaus tapahtuu samalla lailla kuin mitä painovoimaisenkin ilmanvaihtojärjestelmän puhdistuksessa. (KUVIO 7.) Kun kanava on saatu puhdistettua, laitetaan vaahtomuovin palanen takaisin kanavaan, jotta painehäviö olisi mahdollisimman pieni. Sitten siirrytään seuraavaksi kauempaan venttiiliin ja harjataan kanava samalla tavalla. Kun kaikista venttiileistä on harjattu kanavat, siirrytään katolle harjaamaan kanavia vastaan. Jos huippuimurilla on tuotettu ilmavirta kanavaan puhdistuksen ajaksi, tulee imuri nyt sammuttaa ja aukaista sen kansi. Pora-akseli työnnetään huippuimurin päästä kanavaan, jotta varmistetaan että harja on käynyt joka paikassa. Harjaa ei saa vielä pyörittää, koska

kanavassa ei ole riittävää ilmavirtausta. Tämän jälkeen huippuimuri laitetaan päälle. Koska imurin kansi on auki, tulee varmistaa, että puhallin voi pyöriä esteettömästi. Sitten imurin kansi laitetaan niin kiinni kuin mahdollista. Näin saadaan riittävä ilmavirta kanavan loppuosan harjaukseen. Harjaa pyöritetään ja vedetään pois kanavasta. Mikäli kyseessä on ollut kanavapuhallin ja sen avulla on puhdistettu kanavat, tulee puhallin irrottaa ja kanavien vastaan ajo suorittaa alipaineistajan avulla.

Kun kanavisto on puhdistettu, on aika puhdistaa poistopuhallin. Puhaltimesta täytyy kääntää hätäkatkaisija kiinni tai poistaa sulake puhdistuksen ajaksi. Puhallin puhdistetaan paineilmaa ja esimerkiksi pulloharjaa käyttäen. Puhaltimen siivekkeet tulee puhdistaa erityisen tarkasti joka puolelta. Kun puhallin on saatu puhdistettua, laitetaan huippuimurin kansi takaisin kiinni. Jos kyseessä on kanavapuhallin, niin se asennetaan takaisin paikoilleen. Kanavapuhallinta asennettaessa tulee olla tarkkana, että puhallin tulee oikein päin kanavaan. Väärinpäin asennettu puhallin puhaltaa ilmaa huoneisiin. Hätäkatkaisimen voi kääntää päälle ja sulakkeen voi laittaa paikoilleen.

Seuraavaksi poistoventtiilit pestään huolellisesti ja asennetaan takaisin paikoilleen. Venttiilien aukaisuasetus ei saa muuttua käsittelyn aikana. Jos talossa on korvausilmaventtiileitä, niin ne irrotetaan ja pestään myös huolellisesti ja asennetaan takaisin paikoilleen.

Lopuksi kokeillaan, että poistopuhallin toimii oikein. Tarkastetaan, että poistopuhallin toimii jokaisella teholla ja siitä ei kuulu ylimääräisiä ääniä. Esimerkiksi huonosti kiinnitetyn huippuimurin kannen kiinnitysruuvi voi ottaa kiinni puhaltimen siivekkeisiin ja aiheuttaa ylimääräistä ääntä. Kokeillaan venttiileistä, että ilmaa poistuu eikä tule huoneeseen. Tämän jälkeen työkalut kerätään autoon ja tarkistetaan huolellisesti, ettei mitään jää työkohteeseen.

### **5.3 Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto**

Omakotitalojen tulo- ja poistoilmanvaihtokone on yleensä pieni valkoinen laatikko. Kone pyritään sijoittamaan esimerkiksi aputiloihin äänentuoton vuoksi. Konetta ei saa asentaa kevyisiin seinärakenteisiin kuten esimerkiksi eristeettömään lastulevyseinään. Konetta ei saa asentaa myöskään makuuhuoneen seinään riippumatta rakennusmateriaalista. Asennettaessa tulee

ottaa huomioon myös huollon vaatima tila. Koneessa syntyvä kosteus on myös oltava johdettavissa viemäriin. (Harju 2008, 60.)

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtokone sisältää yleensä lämmöntalteenoton (LTO), suodattimet, lämmityspatterin ja puhaltimet. Ilmaa tuodaan ja poistetaan asunnosta koneellisesti lämmöntalteenottokennon kautta. (Harju & Matilainen 2001, 67.) Ulkoa tulevaa ilmaa koneelle saadaan raitisilmakanavan kautta, joka sijaitsee yleensä talon ulkoseinässä. Raitisilma suodatetaan ja siihen lisätään lämpöä poistoilmasta lämmöntalteenottokennon avulla. Ilmaa voidaan tarvittaessa lämmittää lisää koneen jälkilämmityspatterin avulla, joka toimii vedellä tai sähköllä. Tämän jälkeen tulopuhallin puhaltaa ilmaa huoneisiin. Poistopuhallin poistaa ilmaa huoneista. Ilma suodatetaan ja kuljetetaan LTO-laitteen kautta jäteilmakanavaan ja sieltä vesikatkon läpi ulos. (Harju 2008, 60.)

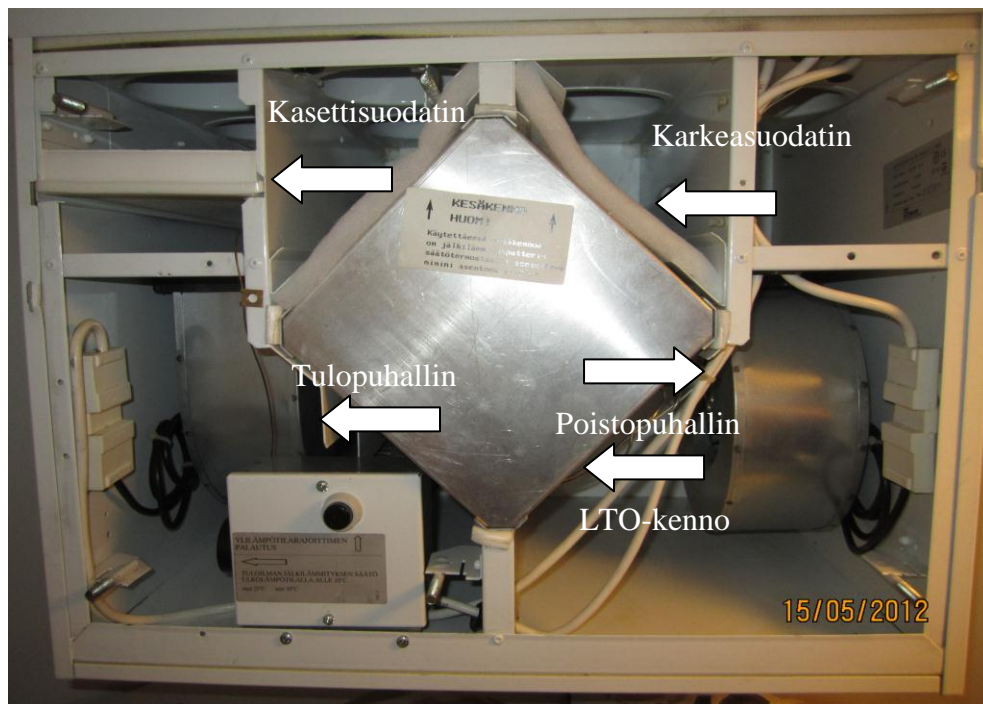
Tulo- ja poistoilmanvaihtokoneissa on myös yleensä jäätyminenestotoiminto. Jos koneelle tuleva ulkoilma on liian viileää ja lämmöntalteenottokenno alkaa jäätyä, niin termostaatti pysäyttää tuloilmapuhaltimen ja poistoilma sulattaa kennon. Kun lämpötila on noussut riittävästi, käynnistyy tulopuhallin automaattisesti. (Harju 2008, 62.)

### **5.3.1 Puhdistus**

Omakotitalot, joissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto, ovat kaikkein työläimpiä puhdistaa. Tällaisten omakotitalojen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistus kestää noin 2-8 tuntia, riippuen talon koosta ja ilmanvaihtokanavien määrästä sekä siitä, mihin ilmanvaihtokone on sijoitettu. Työtä nopeuttaa se, että talosta löytyy paikkaansa pitävät LVI-piirustukset. Jos piirustuksia ei kuitenkaan löydy, niin kanaviston kulku pitää selvittää peilin ja lampun avulla venttiilien paikoista katsomalla.

Puhdistustyö aloitetaan sillä, että katkaistaan tulo- poistokoneesta virta. Mahdollisesti voidaan poistaa sulake, jolla varmistetaan, ettei koneeseen tule virtaa. Tämän jälkeen koneen kansi voidaan irrottaa. Kansi on yleensä kuudella käsin aukaistavalla mutterilla kiinni. Kun kansi on saatu irti, voidaan suodattimet poistaa. Karkeasuodattimet (2 kpl) ovat LTO-kennon päällä ja ne lähtevät pois vetäisemällä. Hienosuodatinkasetti, joka on tulopuhaltimen päällä, voidaan poistaa vetämällä se pois kiskoilta. Kuvasta (KUVIO 10.) näkee suodattimien paikat: hie-

nosuodatinkasetti vasemmalla ylhäällä, karkeasuodattimet keskellä LTO-kennon päällä. Suodattimet vaihdetaan yleensä uusiin, joten vanhat voidaan viedä tässä vaiheessa hävitettäväksi. Seuraavaksi poistetaan LTO-kenno. Kenno lähtee pois vetämällä. Tässä vaiheessa on hyvä viedä kenno likoamaan esimerkiksi pesuhuoneeseen. Kennoon suihkutetaan vettä ja lisätään EKO-SOL pesuainetta. Kenno voi olla likoamassa puhdistusprosessin ajan. Koneessa välttämättömiä irrotettavia osia on vielä tulo- ja poistopuhaltimet. Puhaltimista irrotetaan virtajohdot, jotka ovat yleensä pikaliittimillä. Tämän jälkeen puhallin ja sen kotelo irrotetaan yhtenä kappaleena. Yhdistelmä on yleensä neljällä pultilla kiinni kotelosta koneeseen. Kun sekä tulo- että poistopuhaltimet on saatu pois koneesta, voidaan irrottaa puhaltimet koteloistaan. Puhaltimet ovat yleensä neljällä ruuvilla kiinni kotelossa. Puhaltimia ja koteloita ei saa sekoittaa keskenään kun ne ovat irrallaan. Tulo- ja poistopuhaltimet kannattaa merkata, ettei niitä asenna väärinpäin koneen kasausvaiheessa.



KUVIO 10. Tyypillinen tulo- ja poistokone kansi avattuna



KUVIO 11. Tulo- ja poistokone purettuna



KUVIO 12. Puhallin ja kotelo irrotettuna yhtenä kappaleena





KUVIO 13. Puhallin irrotettuna kotelosta

Kun puhaltimet on saatu irrotettua kotelostaan, tulee sekä puhaltimet että kotelot puhdistaa erittäin huolellisesti. Puhaltimien puhdistuksessa käytetään paineilmaa ja esimerkiksi pulloharjaa. Puhaltimien jokainen siiveke tulee käydä läpi niin että niihin ei jää kiinteää eikä irtoliikaa. Siivekkeet on tärkeää saada puhtaaksi, koska niiden puhtaus vaikuttaa suoraan puhaltimien tehoon. Puhaltimia puhdistessa tulee olla varovainen koska puhaltimien siivekkeet ovat erittäin teräviä. Koteloiden puhdistus on helpompaa koska niissä ei ole mitään pieniä osia. Suurimmat liat voidaan puhdistaa paineilman avulla. Kiinteät liat voidaan puhdistaa vedellä ja pesuaineella esimerkiksi suihkussa tiskiharjaa apuna käyttäen. Kotelot voidaan jättää kuivumaan ja odottamaan että kone kasataan lopuksi. Tulo- ja poistokoneen muita osia ei kannata vielä tässä vaiheessa puhdistaa, koska kanavistosta tuleva pöly ja lika voi liata niitä.

Kun puhaltimet on saatu puhdistettua, alkaa varsinaisten kanavistojen puhdistus. Kanaviin täytyy saada riittävä ilmavirta (17 m/s) jotta lika ja pöly saadaan pois kanavista. Tulo- ja poistoilmavaihto järjestelmissä alipaineistus laitetaan purettuun koneeseen. Koneesta peitetään aluksi raitisilmakanava ja jäteilmakanava vaahtomuovilla, jotta alipaineistaja ei ime turhaa ulkoilmaa ja kaikki imuteho saadaan haluttuihin kanaviin. Tämän jälkeen koneeseen asennetaan peltilevy koneen kannen paikalle peittämään konetta. Peltilevy kiinnitetään koneen omi-

en ruuvien avulla ja se voidaan tiivistää ilmastointiteipin avulla. Peltilevyn keskellä on reikä haitarilettoa varten. Tämän jälkeen haitariletkun toinen pää kiinnitetään peltilevyyn ja toinen pää alipaineistajaan. Liitokset täytyy tiivistää ilmastointiteipillä. Jos olosuhteet sallivat, niin alipaineistaja voi olla ulkona ja silloin myös lika ja pöly kulkeutuvat ulkoilmaan. Mikäli alipaineistajaa ei voida laittaa ulos esimerkiksi kylmän ulkoilman vuoksi, niin siihen liitetään toisella haitariletkulla suodatinyksikkö (KUVIO 1). Näin ollen lika ja pöly kulkeutuvat suodatinyksikköön ja ei sotke sisätiloja. Suodatinyksikköä joudutaan siis käyttämään melkein aina talviaikaan, koska ulko-ovea ei voida pitää auki koko puhdistuksen ajan. Tämän jälkeen kytetään alipaineistaja päälle ja testataan riittääkö imuteho samanaikaisesti tulo- ja poistokanaviin. Jos alipaineistajan teho ei riitä tuottamaan tarvittavaa imutehoa, niin silloin täytyy käyttää peltilevy pois paikaltaan ja tukkia vaahtomuovilla ilmanvaihtokoneen esimerkiksi kaikki tuloilmakanavan lähdöt. Näin ollen alipaineistajan imuteho keskittyy vain poistoilmakanaviin ja silloin imuteho on riittävä.

Kun tarvittava imuteho on saatu tulo- ja/tai poistokanavistoon voidaan aloittaa kanavien puhdistus. Kaikki venttiilit irrotetaan ja kanavan päät tukitaan vaahtomuovilla, jotta imuteho on varmasti riittävä. Venttiilit eivät saa mennä sekaisin keskenään, jotta sama venttiili tulee samaan paikkaan puhdistustyön jälkeen. Kanavien puhdistus tapahtuu samalla tavalla kuin mitä muissakin ilmanvaihtojärjestelmä tyypeissä. Puhdistus aloitetaan kauimmaisesta venttiilipaikasta ilmanvaihtokoneesta katsoen. Pora-akseli työnnetään kanavaan samalla harjaa pyörittäen (KUVIO 7). Tämä toistetaan niin kauan, että kanava on puhdas. Tämän jälkeen siirrytään seuraavaksi kauimmaiseen venttiilipaikkaan ja puhdistetaan kanava samalla tavalla. Jos alipaineistus on sekä tulo- että poistokanavissa, niin silti kannattaa puhdistaa ensin kaikki tulo- tai poistokanavat eikä sekalaisessa järjestyksessä. Kun ollaan puhdistamassa viimeisiä ja lähimmäisiä kanavia, niin harjaa ei saa työntää ilmanvaihtokoneeseen asti, jotta koneen osat eivät vaurioidu. Kun kaikki kanavat on saatu puhdistettua venttiilien paikoista, niin siirrytään ilmanvaihtokoneen luokse puhdistamaan kanavien loppu pätkät. Irrotetaan peltilevy ja haitariletku. Tämän jälkeen jokainen kanava puhdistetaan yksitellen koneelta päin. Pora-akselia työnnetään koneesta kanavaan, mutta harjaa ei vielä saa pyörittää. Kun pora-akseli on riittävän kaukana, otetaan haitariletku käteen ja laitetaan se mahdollisimman lähelle puhdistettavan kanavan päätä. Sitten harjaa aletaan pyörittää ja samalla vedetään sitä pois kanavasta. Lika ja pöly menevät näin ollen haitariletkuun ja sitä kautta ulos tai suodatinyksikköön. Tämä toimenpide toistetaan niin kauan että kanavan alkupää ilmanvaihtokoneesta katsoen on puhdas. Ilmanvaihtokoneen kaikki tulo- ja poistoilma lähdöt puhdistetaan näin. Tämän jälkeen täytyy

vielä puhdistaa raitisilmakanava. Alipaineistus saadaan raitisilma kanavaa esimerkiksi peltilevyä käyttäen tai sitten haitariletku kiinnitetään suoraan raitisilmakanavan ilmanvaihtokoneessa olevaan päähän. Kun alipaineistus on saatu raitisilmakanavaa, niin se on valmis puhdistettavaksi. Raitisilmakanavan pää on yleensä talon ulkoseinässä lähellä ilmanvaihtokonetta, mutta kuitenkin mahdollisesti suojassa esimerkiksi pois päin liikenteestä. Raitisilmakanavan ritilä irrotetaan ja kanava puhdistetaan samalla tavalla kuin kaikki muutkin kanavat. Tässäkin tulee muistaa että ei harjaa kanavaa aivan ilmanvaihtokoneelle asti. Tämän jälkeen siirrytään ilmanvaihtokoneen luokse ja puhdistetaan raitisilmakanavan alkupää samalla tavoin kuin muitakin kanavien. Raitisilmakanavien ritilöissä on useasti suojaverkko, mutta se tulee irrottaa, koska se tukkii ritilän ja näin ollen ilmanvaihtokone ei saa tarpeeksi paljon sisälle puhallettavaa ilmaa.

Kun kaikki kanavat on puhdistettu, niin aloitetaan ilmanvaihtokoneen puhdistus. Ilmanvaihtokone puhdistetaan sisältä pesuainetta ja liinoja käyttäen. Ilmanvaihtokoneen kaikki seinämät, pohja ja katto tulee pyyhkiä huolellisesti. Ilmanvaihtokoneen sähköosia tulee varoa puhdistusvaiheessa. Jälkilämmityspatterit tulee puhdistaa huolellisesti esimerkiksi paineilmaa käyttäen. Jos paineilmaa käytetään tulee alipaineistajan haitariletku olla lähellä puhallus kohtaa jotta lika ja pöly menevät alipaineistajan kautta ulos tai suodatinyksikköön. Likoamassa ollut LTO-kenno tulee huuhdella erityisen hyvin. Kun kaikki osat on puhdistettu aloitetaan Ilmanvaihtokoneen kasaus. Ensiksi kiinnitetään puhaltimet takaisin koteloihin ja tämän jälkeen ne voidaan kiinnittää ilmanvaihtokoneeseen. Kun puhaltimet on paikoillaan laitetaan LTO-kenno omalle paikalle. Lopuksi laitetaan uudet suodattimet omille paikoille ja ilmanvaihtokoneen kansi kiinni. Kaikki irrallaan olevat venttiilit ja raitisilmakanavan ritilä pestään huolellisesti pesuaineella ja laitetaan takaisin omille paikoille. Tämän jälkeen kytketään ilmanvaihtokoneeseen virta. Sitten käydään läpi venttiileitä ja kokeillaan että kaikki tulo- ja poistokanavat toimivat oikein. Lopuksi tarkastetaan, että mitään työvälineitä ei jää työkohteeseen ja että kaikki paikat ovat puhtaita.

## 6 ILMAMÄÄRIEN MITTAUS JA SÄÄTÖ

Ilmanvaihdon riittävyys voidaan luotettavasti selvittää vain mittaamalla oikeanlaisilla mittareilla. Tällaisia mittarivalmistajia ovat muun muassa Swema, Tsi ja Airflow.

Omakotitalojen mittauksissa käytetään yleensä paine-ero mittareita tai siipipyöränemometriä yhdistettynä mittaustorven kanssa. Paine-eromittauksessa mittaussondin käyttö on suositeltavampaa ja tarkempaa kuin mitä mittaustorven käyttö, koska mittaustorvi ei mahdu joka paikkaan ja ongelmia voi tulla erilaisten kattomateriaalien kanssa tiiveyden suhteen.

### 6.1 Ilmamäärien tarve ja laskenta

Ilmamäärät mitataan ja säädetään suunnittelijan laskemiin arvoihin tai Suomen Rakennusmääräyskokoelma D2:n mukaisiin ohjearvoihin, mikäli suunnitelmat puuttuvat tai ovat puutteelliset.

Lähtökohtaisesti lasketaan aina asunnon huoneistotilavuus. Ei piirustuksiin merkattua tilavuutta, koska se on aina koko ulkovaipan sisäpuolinen tilavuus. Esimerkiksi jos omakotitalossa on  $150\text{m}^2$  ja huonekorkeus on 2,5 metriä, niin lasketaan  $150\text{m}^2 \cdot 2,5\text{m} = 375\text{m}^3$ . Tämän jälkeen lasketaan poistoilmamäärän tarve niin, että asunnon ilma vaihtuu vähintään 0,5<sup>1</sup>/h eli kerran kahden tunnin aikana.  $375\text{m}^3/\text{h} / 2 = 187,5\text{m}^3/\text{h} \cdot 1000 = 187500\text{dm}^3/\text{h}$ ,  $187500\text{dm}^3/\text{h} / 3600 = 52,08 \text{ dm}^3/\text{s}$  eli vähimmäispoistoilmamäärän tarve perusilmanvaihto käytössä 52,08 l/s. Tämän jälkeen ilmamäärä jaetaan RakMk D2:n mukaisesti tilakohtaisiin ohjearvoihin esimerkiksi seuraavalla tavalla:

Pesuhuone -10 l/s

Wc -7 l/s

Kodinhoituhuone -8 l/s

Keittiö -8 l/s

Sauna -6 l/s

Vaatehuone 1 -1 - 3 l/s

Vaatehuone 2 -2 - 3 l/s

Toinen Wc -2 - 7 l/s

Näin ollen huoneista poistuu ilmaa 52 l/s.

Tuloilmamäärät voidaan toteuttaa esimerkiksi seuraavalla tavalla:

Makuuhuoneisiin laitetaan tuloilmamääräksi +6 l/s / henkilö

2 hengen mh +12 l/s

1 hengen mh +6 l/s

1 hengen mh +6 l/s

1 hengen mh +6 l/s

olohuone +17 l/s

Näin ollen huoneisiin tulee ilmaa 47 l/s.

Eli poistoilma-arvo on -52 l/s ja tuloilma-arvo +47 l/s. Tästä voidaan laskea, että tuloilman ja poistoilman erotus on 5 l/s. Ja kun  $5 / 52 = 0,096 \cdot 100 = 9,6\%$  saadaan selville, että talo on noin 10% alipaineinen.

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä säädetään n. 10% alipaineiseksi siksi, että sisäilman kosteus ei pääse tiivistymään rakenteisiin, mikä on vaarana jos järjestelmä on yli-paineinen. Tästä voi aiheutua kosteus ja homevaurioita.

## 6.2 Mittaus ja säätö

Säätötyö aloitetaan sillä että selvitetään ilmanvaihtokoneen eri tehojen maksimi ilmamäärät käyttö- ja suunnitteluohjeesta, jotta saataisiin selville se teho millä suunnitellut ilmamäärät saadaan säädettyä. Ilmamäärien säätö tapahtuu venttiileiden keskikaraa pyörittämällä. Rakotulkilla katsotaan kuinka monta milliä venttiili on kiinni (-) tai auki (+) keskiasennosta. Jokaisella venttiilimallilla on omat valmistajan antamat k-arvot eli säätökertoimet, minkä avulla saadaan laskettua tarkka ilmavirta ( $\text{dm}^3/\text{s}$ ). Jos 100mm venttiili on esimerkiksi 5 mm auki, niin venttiilin valmistajan säätöoppaasta katsotaan venttiilin k-arvo +5 mm:n kohdalta (TAULUKKO 1). Paine-ero mitataan mittauskourulla venttiilin kauluksen takaa ja lasketaan ilmavirta venttiilin säätöarvon mukaisella k-arvolla seuraavalla kaavalla:  $q = k \cdot \sqrt{p_a}$ , jossa  $q$  = ilmavirta l/s,  $k$  = k-kerroin ja  $p_a$  = ilmanpaine. Useimpiin mittareihin saadaan k-arvot syötettyä suoraan ja mittari laskee ilmavirran automaattisesti.

TAULUKKO 1. KSO – 100 venttiilin k-arvot

KSO - 100	k-arvo
-15	0.5
-12	0.8
-10	1
-5	1.4
0	1.9
5	2.3
10	2.8

Venttiilit täytyy käydä läpi ja mitata sekä säätää niin moneen kertaan, etteivät arvot enää muutu. Eli aina kun muuttaa jonkun venttiilin säätöarvoa, niin paine ja ilmavirta muuttuu muissa venttiileissä. Tähän auttaa venttiilien esisäätö. Kokeneet mittaajat pystyvät laskemaan ja arvioimaan paineen ja painehäviöt kanavamäärän mukaan, näin ollen venttiileitä ei tarvitse kiertää niin moneen kertaan. Kun käyttöajan mukaiset ilmavirrat on säädetty varmistetaan, että järjestelmään jää vähintään +30% tehostusvara ja RakMk D2:n mukaiset tilakohtaiset tehostusarvot täyttyvät koneen ollessa maksimi teholla. Esimerkiksi pesuhuone -15 l/s. Ilmanvaihto koneen tehoja voi lähes kaikissa uudemmissa malleissa säätää jännitettä muuttamalla, mikä on huomattava parannus verrattuna 80 - 90 luvun ilmanvaihtokoneisiin.

Pelkässä koneellisessa poistoilmanvaihtojärjestelmässä lasketaan samalla tavalla poistoilmavirran määrä ja säädetään. Tuloilma asuntoon tulee joko ulkoilmaventtiileistä tai vanhemmissa taloissa ikkunoiden tiiviste raoista.

Ilmastointikanavan ilmamäärä voidaan laskea tarvittaessa kanavasta mitattavan ilmannoisuuden ja kanavakoon perusteella. Pienissä ilmastointikanavissa ilmannoisuus mitataan ainoastaan kanavan keskeltä niin sanotulla yksipistemittauksella. Keskeltä mitattu ilmannoisuus korjataan kanavakoosta riippuvan kertoimen avulla ilmamäärän laskemista varten, koska ilmavirta on suurempi kanavan keskellä. Suuremmissa ilmastointikanavissa mittaus suoritetaan niin sanotulla viisipistemittauksella. Ilmannoisuudet mitataan viidestä eri pisteestä ja ilmamäärän laskemisessa käytetään niiden keskiarvoa. Kanavan reunojen mittauspisteiden etäisyydet ovat 10% kanavan halkaisijasta.

## 7 YHTEENVETO

Työni tavoitteena oli tehdä selkeät, yksinkertaiset ja toimivat perehdyttämisohjeet ilmanvaihtojärjestelmiä puhdistavalle ja huoltavalle yritykselle, H-T Group Oy:lle.

Aiheen opinnäytetyön tekemiseen sain H-T Group Oy:ltä, kun olin työharjoittelussa yrityksessä. Yritys puhdistaa ja huoltaa asuintalojen, julkisten rakennusten, tehdashallien ym. rakennusten ilmanvaihtojärjestelmiä. Opinnäytetyö päätettiin rajata koskemaan omakotitalojen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusta ja huoltoa.

Opinnäytetyössäni käsittelen puhtaan huoneilman merkitystä ja ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksesta olevia säännöksiä ja määräyksiä. Perehdyttämisoppaassa kerrotaan omakotitalojen ilmanvaihtojärjestelmien puhdistus- ja huoltotyössä tarvittavista välineistöstä sekä henkilökohtaisista suojavälineistä.

Työssä kerron omakotitaloissa olevista erilaisista ilmanvaihtojärjestelmistä ja kuvaan yksityiskohtaisesti jokaisen järjestelmän puhdistamisen.

Työn lopussa on vielä ohjeita omakotitalojen ilmanvaihtojärjestelmien ilmamäärien mittauksesta ja säädöstä.

Sekä työharjoittelu että opinnäytetyön tekeminen antoivat minulle arvokasta tietoa erilaisista ilmanvaihtojärjestelmistä ja myös rakennustekniikasta ilmanvaihtojärjestelmiin liittyen. Hyvän ja puhtaan huoneilman merkityksestä terveyden kannalta tulin vakuuttuneeksi, kun tein ilmanvaihtojärjestelmien puhdistustyötä ja kun tutustuin siitä kertovaan kirjalliseen aineistoon.

Toivon, että tästä perehdyttämisoppaasta on paljon hyötyä H-T Group Oy:ssä uusia työntekijöitä perehdyttäessä.

## LÄHTEET

Harju, P. 2008. Ilmastointitekniikan oppikirja 1. Anjalankoski: Solverpalvelut Oy.

Harju, P. 2008. Ilmastointitekniikan oppikirja 2. Anjalankoski: Solverpalvelut Oy.

Harju, P. & Matilainen, V. 2001. LVI-Tekniikka korjausrakentaminen. Vantaa: Tummavuoren kirjapaino Oy.

[http://www.hel.fi/hki/ymk/fi/Asuminen+ja+terveys/Asuinymp\\_ri\\_st\\_n+terveyshaitat/Ilmanvaihto](http://www.hel.fi/hki/ymk/fi/Asuminen+ja+terveys/Asuinymp_ri_st_n+terveyshaitat/Ilmanvaihto)

Leino, I. 2009. Ilmanvaihtokanavien puhdistusväli. Pelastustoimi  
<http://www.pelastustoimi.fi/neuvontapalvelu/4168> Viitattu 5.5.2012

Puhakka, E. & Kärkkäinen, J. 1994. Rakentamisen tavoitteena puhdas sisäilmasto. Jyväskylä: Gummerus Kirjapaino Oy.

Rääkkylän Pelti- Ja Metallityö Oy, 2011  
<http://www.airpower.fi/fi/>

Sisäasiainministeriön asetus 802/2001 .  
<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010802> Viitattu 5.5.2012

Sisäilmayhdistys ry. 2004  
[http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset\\_tilat/sisailmasto/ilmanvaihdon\\_vaikutus/](http://www.sisailmayhdistys.fi/portal/terveelliset_tilat/sisailmasto/ilmanvaihdon_vaikutus/)

Ympäristöministeriö, Korjaustieto.fi, 2011  
<http://www.korjaustieto.fi/pientalot/sisailmaongelmat/mita-tarkoittaa-hyva-sisailma.html>