

Teemu Penttilä

**PEREHDYTTÄMISOPAS ILMASTOINTIJÄRJESTELMIEN PUHDISTUKSEEN JA  
URAKKALASKENTAAN**

# **PEREHDYTTÄMISOPAS ILMASTOINTIJÄRJESTELMIEN PUHDISTUKSEEN JA URAKKALASKENTAAN**

Teemu Penttilä  
Opinnäytetyö  
Kevät 2017  
Talotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

## TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma

---

Tekijä: Teemu Penttilä

Opinnäytetyön nimi: Perehdyttämisosas ilmanvaihtojärjestelmien puhdistukseen ja urakkalaskentaan

Työn ohjaaja: Rauno Holopainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2017

Sivumäärä: 40 + 6

---

Tämän opinnäytetyön on tilannut Oulun Nuohous ja Ilmastointi Oy. Yrityksellä on vahva yli 20 vuoden kokemus ilmastointilaitteiden puhdistuksesta ja nuohouksesta. Yrityksen toiminnassa on aina ollut vahvasti läsnä suullisen tiedon jakaminen ja työt on opeteltu tekemällä, jolloin mitään kirjallista tietoa ei ole kertynyt.

Työn tarkoituksena oli luoda kirjalliset perehdyttämisohteet yrityksen toiminnasta. Työ alkaa teoriaosuudella, jossa kerrotaan puhdistustyön tärkeydestä ja erilaisista ilmastointijärjestelmistä, joita yritys puhdistaa ja säätää puhdistustyön jälkeen. Jatkossa yrityksen on helpompi perehdyttää uusia työntekijöitä, kun sen toimintatavoista on kirjallisia ohjeita.

Työhön on kerätty tietoa alan kirjoista, internetlähteistä, opinnäytetyöstä, Suomen rakentamismääräyskokoelmasta ja säädöksistä. Lisäksi on haastateltu yrityksen toimitusjohtajaa ja hänen kanssaan on tehty työtä tiiviissä yhteistyössä.

Työssä tehtiin myös jälkiraportointijärjestelmä, jonka avulla yrityksen urakkalaskijan lisäksi myös muut yrityksen työntekijät voivat tehdä urakkatarjouksia. Ohjeet toimivat hyvänä oppimateriaalina uudelle työntekijälle, kun häntä perehdytetään työhön. Näin uusien työntekijöiden kouluttaminen ja työhön perehdyttäminen on jatkossa helpompaa.

Työssä päästiin hyvin käsiksi yrityksen toimintaan ja toimintatapoihin. Jälkiraportointijärjestelmä on otettu yrityksessä jo käyttöön ja sen toimivuus selviää sitten, kun kokemusta järjestelmän käytöstä on riittävästi. Jatkossa jälkiraportointijärjestelmää on mahdollista kehittää vastaamaan paremmin yrityksen tarpeita, mikäli toiminnassa tapahtuu muutoksia. Työohjeita pystytään tarkentamaan ja työtä nopeuttavia ohjeita lisäämään tarpeen mukaan.

---

Asiasanat: urakkalaskenta, ilmanvaihtojärjestelmä, jälkilaskenta, jälkiraportointi, puhdistus, säätö, tasapainotus.

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ.....	3
SISÄLLYS.....	4
1 JOHDANTO.....	6
2 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN PUHDISTAMISEN TÄRKEYS JA SÄÄDÖKSET.....	7
2.1 Ilmanvaihto ja sisäilman laatu.....	7
2.2 Ilmanvaihtojärjestelmien huoltoväli ja paloturvallisuus.....	8
3 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT.....	9
3.1 Painovoimainen ilmanvaihto.....	9
3.2 Koneellinen poistoilmanvaihto.....	10
3.3 Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto.....	11
4 URAKKALASKENTA.....	13
4.1 Urakkatarjouspyyntö.....	13
4.2 Kohteeseen tutustuminen paikan päällä.....	13
4.3 Mahdollisia työtä hidastavia asioita.....	14
4.3.1 Laadunvarmistuksen kriteerit.....	14
4.3.2 Ahtaat tilat, konehuone ja oikeanlaiset suodattimet.....	14
4.3.3 Alakattorakenne, tilan korkeus ja puhdistusluukkujen sijainti.....	15
4.3.4 Ilmastointikanavien koko ja muoto.....	16
4.3.5 Päätelaitteet ja säätö- sekä palopellit.....	16
4.3.6 Kanavien ja mutkien määrä.....	17
4.3.7 Rakennuksen toiminta ja suojausentarve puhdistuksen aikana.....	17
4.4 Työntekijät.....	17
4.5 Ilmastointijärjestelmä.....	18
4.6 Vallitseva työtilanne.....	18
4.7 Tarjouksen laskenta ja jättäminen.....	19
5 JÄLKILASKENTAJÄRJESTELMÄ.....	20
5.1 Jälkilaskenta-Excel.....	20
5.2 Huomautusraportti.....	21
5.3 Jälkilaskennan ja raporttien hyödyntäminen.....	22
6 PUHDISTUSTYÖT.....	23
6.1 Suunnittelu.....	23

6.2	Työvälineet ja puhdistusmenetelmät .....	23
6.3	Painovoimaisen ilmanvaihdon puhdistaminen .....	26
6.4	Koneellisen poistoilmanvaihdon puhdistaminen .....	28
6.5	Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon puhdistaminen .....	29
6.5.1	Pienet järjestelmät .....	30
6.5.2	Suuret järjestelmät .....	30
7	MITTAUS JA TASAPAINOTUS .....	32
7.1	Mittalaitteet .....	32
7.2	Edellytyksiä tasapainotuksen suorittamiselle .....	32
7.3	Tasapainotusmenetelmät .....	33
7.3.1	Laskennallinen tasapainotus .....	33
7.3.2	Suhteellinen tasapainotus .....	34
8	VALMIIN TYÖN VASTAANOTTO .....	35
8.1	Puhdistuspöytäkirja .....	35
8.2	Mittauspöytäkirja .....	35
8.3	Vastaanottotarkastus ja pöytäkirjojen luovutus .....	36
9	YHTEENVETO .....	37
	LÄHTEET .....	38
	Liite 1 Haastattelu	
	Liite 2 Jälkilaskenta-Excel	
	Liite 3 Huomautusraportti	
	Liite 4 Puhdistuspöytäkirja	
	Liite 5 Mittauspöytäkirja	

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön on tilannut Oulun Nuohous ja Ilmastointi Oy. Yritys on toiminut yli 20 vuotta Oulun alueella ilmastointikanavien puhdistajana. Opinnäytetyö on yrityksen ensimmäinen kirjallinen ohje yrityksen työstä ja toiminnasta.

Perheyriyksessä on mahdollisesti odotettavissa sukupolvenvaihdos lähitulevaisuudessa, jolloin työntekijöiden perehdyttäminen tulee olemaan tärkeää jatkuvuuden kannalta. Tämä työ toimii perehdyttämisoppaana uusille ja nykyisille työntekijöille. Työssä pohditaan urakkalaskennan tärkeyttä, haasteita ja asioita, joita tulee ottaa huomioon urakkatarjousta tehtäessä. Työssä luodaan jälkilaskentajärjestelmä helpottamaan urakkalaskennan tekemistä. Tällöin saadaan pysyvää tietoa ja laaja arkisto tehdyistä urakoista sekä siitä, kuinka ne ovat onnistuneet. Työohjeissa paneudutaan itse puhdistustyön tekemiseen sekä ilmavirtojen mittaukseen ja säätöön. Myös loppudokumentointia ja pöytäkirjojen täyttämistä käydään läpi.

Tutkimusmateriaalia on hyödynnetty laajasti erilaisista lähteistä. Työssä on hyödynnetty Suomen rakentamismääräyskokoelman osaa D2, lakisäädöksiä, internetmateriaalia, oppikirjoja ja opinnäytetyötä. Tärkein lähdemateriaali on yrityksen toimitusjohtajan Ari Huhdan haastattelu. Opinnäytetyön liitteinä ovat haastattelu, jälkiraportoinnin Excel ja pöytäkirjoja alalta helpottamaan ja avaamaan työn selitystä.

## 2 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN PUHDISTAMISEN TÄRKEYS JA SÄÄDÖKSET

”Rakennus on suunniteltava ja rakennettava kokonaisuutena siten, että oleskeluvyöhykkeellä saavutetaan kaikissa tavanomaisissa sääoloissa ja käyttötilanteissa turvallinen, terveellinen ja viihtyisä sisäilmasto” (1, s. 5).

### 2.1 Ilmanvaihto ja sisäilman laatu

Ilmanvaihdon tarkoituksena on poistaa asunnon ja muiden oleskelutilojen epäpuhtauksia ja samalla huolehtia puhtaan korvausilman saannista. Hyvä sisäilmasto on hajuton, pölytön, vedoton, lämpötilaltaan miellyttävä ja meluton. (2, s. 3.) Ihmisten terveys- ja viihtyisyyshaittoja voidaan ehkäistä tavoittelemalla edellä mainittuja hyvän sisäilmaston piirteitä. Ilmastointijärjestelmien säännöllinen puhdistaminen ja ilmavirtojen tasapainotus on tällöin tärkeää.

Sisäilman epäpuhtaudet voivat esiintyä terveydelle haitallisina kaasuina, hiukkasina ja mikrobeina. Ihmiset tuottavat uloshengityksessään ympäröivään ilmaan hiilidioksidia, joka on suuressa pitoisuudessa haitallista ihmiselle. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 on annettu hiilidioksidin pitoisuudelle ohjearvo. Normaaleissa sääoloissa huonetilan hiilidioksidipitoisuus ei saisi nousta yli 1200 ppm. Sisäilmastoluokituksen parhaan S1-luokan enimmäistaso on alle 750 ppm ja S2-luokassa 950 ppm. Muita terveydelle haitalliseksi todettuja epäpuhtauksia ovat radon, ammoniakki ja formaldehydi. Näistä on annettu ohje-arvoja Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 ja valtioneuvoston asetuksessa 79/2017 koskien ilmanlaatua. Muiden epäpuhtauksien pitoisuudet tavanomaisissa tiloissa voivat olla korkeintaan 1/10 työpaikkojen ilman haitalliseksi tunnetuista pitoisuuksista. Epäpuhtauksien yhteisvaikutus on otettava huomioon pitoisuuksia laskettaessa. (1, s. 7; 3, 3. §.)

Hyvään ja puhtaaseen sisäilmaan voidaan vaikuttaa ilmavaihtolaitteiden säännöllisellä huollolla ja tilojen siivoamisella. Ilmastointilaitteiden toimivuuden tarkastamisen lisäksi kanavia, päätelaitteita ja koneita on puhdistettava säännöllisin väliajoin. Näin voidaan mahdollistaa kaikille viihtyisä ja terveellinen sisäilma.

## 2.2 Ilmanvaihtojärjestelmien huoltoväli ja paloturvallisuus

Sisäasiainministeriön asetuksessa 802/2001 oli tietyille rakennuksille annettu määräyksiä oikeasta puhdistusvälistä. Puhdistustyö koski painovoimaisesti ja koneellisesti ilmaa vaihtavia rakennuksia. (4, 1. §.) Rakennukset oli jaoteltu vuoden välein ja viiden vuoden välein puhdistettaviin rakennuksiin. Vuoden välein puhdistettavia rakennuksia olivat

- ammattimaiset ruuanvalmistuspaikat
- ruiskumaalaamot, puusepäntehtaat ja -liikkeet, tekstiilitehtaat, pesulat, leipomot ja savus-  
tamat sekä muut tilat, missä ilmanvaihtokanaviin kerääntyy helposti paloa edistäviä aineita.
- huonetilat, joissa teollisesti valmistetaan tai teknisesti käytetään palavaa nestettä. (4, 2. §.)

Viiden vuoden välein puhdistettavia rakennuksia olivat

- sairaalat, vanhainkodit ja suljetut rangaistuslaitokset
- päivähoitolaitokset, koulut, hotellit, lomakodit, asuntolat ja ravintolat. (4, 3. §.)

Asetus 802/2001 ei ole enää voimassa ja paloturvallisuuden näkökulmasta noudatetaan vain pelastuslakia. Sen mukaan rakennuksen omistajan, haltijan ja toiminnanharjoittajan on pidettävä huolta, että ilmanvaihtokanavat ja -laitteet on huollettu ja puhdistettu siten, että niistä ei aiheudu tulipalon vaaraa. Tikkaat ja muut kattokulkureitit on myös pidettävä sellaisessa kunnossa, että puhdistustyö on mahdollista suorittaa. (5, 13. §.)

Pelastuslaki on joustavampi ja antaa hieman tilaa rakennuksen huollosta vastaavalle, mutta se ei siltikään poista vastuuta rakennuksen ilmanvaihtokanavien ja laitteiden puhdistamisesta ja huollosta. Vanhaa asetusta 802/2001 voidaan edelleen käyttää ohjeena tulkittaessa pelastuslain mukaista laitteiden kunnossapitovaatimusta. Suositeltavaa on, että vanhaa asetusta 802/2001 noudatetaan, jolloin palon tai tapaturman sattuessa säästytään kiistoilta.



### 3 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄT

Ilmastointijärjestelmän tarkoituksena on luoda rakennukseen hyvä sisäilma kaikissa kuormitusolosuhteissa (6, s. 247). Ilmanvaihtojärjestelmät voidaan luokitella painovoimaiseen ja koneelliseen ilmanvaihtoon. Koneelliset ilmanvaihtojärjestelmät voidaan jakaa vielä koneelliseen poistoilmanvaihtoon ja koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon. Koneelliseen tulo- ja poistoilmanvaihtoon voidaan lisätä vielä jäähdytys- ja jälkilämmitysjärjestelmä. Yleensä tällaisia ilman jäähdytys- ja jälkilämmitysjärjestelmiä käytetään toimistorakennuksissa ja liiketiloissa. (7, s. 4.)

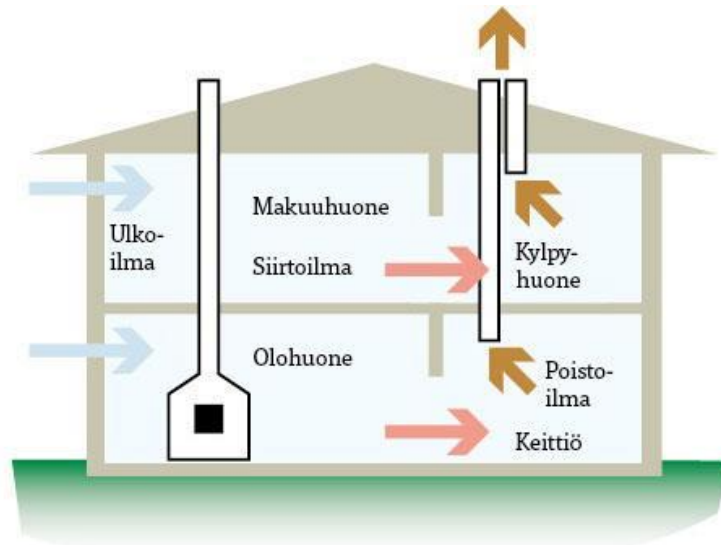
#### 3.1 Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimainen ilmanvaihto on edelleen yksi yleisimmistä ilmanvaihtojärjestelmistä Suomessa. 1960-luvulle asti rakennuksiin asennettiin lähes yksinomaan painovoimainen ilmanvaihto. Nykyään painovoimaisia ilmanvaihtojärjestelmiä ei enää rakenneta, koska niillä ei tekniikkansa takia saada toteutettua nykyisiä määräyksiä koskien energiatehokkuutta. Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D3 mukaan rakennuksen ilmanvaihdon poistoilmasta on otettava lämpöä talteen lämpömäärä, joka vastaa vähintään 45 % ilmanvaihdon lämmityksen tarvitsemasta lämpömäärästä ja vuoden 2018 jälkeen vastaava luku on 55 %. Tähän ei painovoimaisella ilmanvaihdolla päästä. (8, s. 4; 9, s. 15.)

Painovoimainen ilmanvaihto perustuu lämpötilan ja tuulen aiheuttamiin paine-eroihin sisä- ja ulkoilman välillä. Tuloilma tulee huonetilaan korvausilmaventtiileistä, jotka on yleensä asennettu oleskelutilojen seiniin, ikkunan karmeihin tai tuuletusluukkuihin. Vanhoissa rakennuksissa korvausilma johdetaan sisälle rakennuksen vaipan, ovien, ikkunoiden tai muiden avoimien aukkojen kautta huonetilaan. Poistoilmalaitteet ovat kosteissa ja likaisissa tiloissa, kuten keittiössä ja pesuhuoneessa. Järjestelmässä voi olla jälkiasennettuna erillinen puhallin tehostamassa likaisen ilman poistoa, mutta tällöin korvausilman saantia on syytä tehostaa. (Kuva 1.) (8.)

Painovoimaisen ilmanvaihdon heikkoutena ovat erityisesti kesähelteet, jolloin sisä- ja ulkoilman lämpötilat ovat lähellä toisiaan. Tämä aiheuttaa sen, että ilma vaihtuu huonosti tai ei ollenkaan. Talvella tilanne on päinvastainen ja ilmavirrat ovat suurimmillaan, mikä saattaa aiheuttaa vetoa.

Huonona puolena on myös painovoimaisen ilmanvaihdon energian talteenotto, kun poistuvaa lämmintä ilmaa ei saada hyödynnettyä tuloilman lämmitykseen. (7, s. 4; 8.)



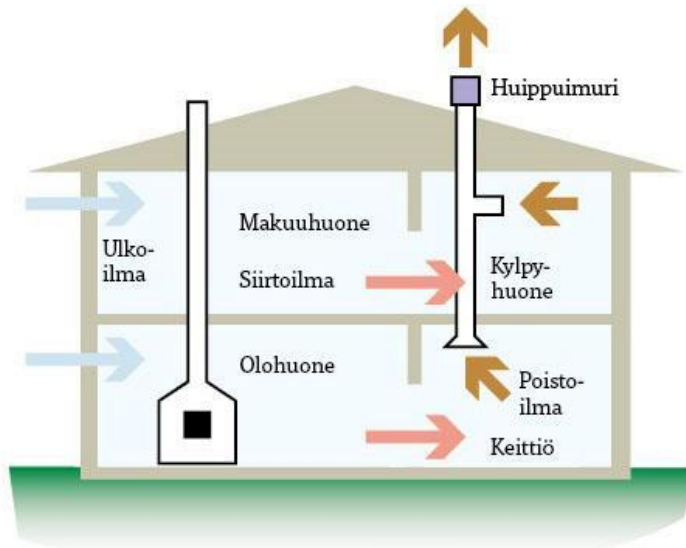
KUVA 1. Painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä (8)

### 3.2 Koneellinen poistoilmanvaihto

1960-luvulla koneellinen poistoilmanvaihto alkoi syrjäyttää painovoimaista ilmanvaihtoa asuinrakennuksissa. Koneellinen poistoilmanvaihto on edelleen yleinen ilmanvaihtoratkaisu kerrostaloissa ja yleisimmät puhdistusurakat Oulun Nuohous ja Ilmastointi Oy:llä ovatkin koneellisella poistoilmanvaihdolla toimivia kerrostaloja. (7, s. 5.)

Koneellisessa poistoilmanvaihdossa poistoilmahormit voidaan viedä erillisinä kanavina ullakolle, jossa ne yhdistetään kokoojakammioon ja josta poistoilma viedään puhaltimien avulla ulkoilmaan. Yleisempi ratkaisu kuitenkin on yhteiskanavajärjestelmä, jossa päällekkäiset tilat yhdistetään samaan kanavaan ja poistoilma johdetaan puhaltimien avulla ulkoilmaan (kuva 2). Koneellisen poiston järjestelmässä poistoilmalaitteet ovat likaisissa ja märissä tiloissa, joista poistoilma johdetaan puhaltimien avulla ulkoilmaan. Puhaltimen käynti voi olla jatkuvatoiminen, ajastettu tai sen käynti voidaan kytkeä valokatkaisijaan. Kylpyhuoneissa voidaan käyttää myös kosteusanturia ohjaamaan puhallin päälle, kun ilman kosteudelle asetettu arvo ylittyy. Tuloilma johdetaan korvausilmaventtiilien avulla huonetilaan. Ilmavaihtuvuus on painovoimaiseen ilmanvaihtoon verrattuna tasaisempaa ja kesähelteilläkin saadaan ilmaa vaihdettua rakennuksesta. (6, s. 215; 8.)

Korvausilman saanti on koneellisessa poistoilmanvaihdossa erittäin tärkeää, sillä vajaa korvausilman saanti aiheuttaa tilaan suuren alipaineen ja hallitsemattomia ilmavirtauksia rakenteiden läpi, jolloin virtaukset tuovat huonetilaan epäpuhtauksia. Energiakustannukset voivat kohota suuriksi, koska poistuvaa ilmaa ei saada hyödynnettyä tuloilman lämmitykseen. (10.)



KUVA 2. Koneellisen poiston ilmanvaihtojärjestelmä (8)

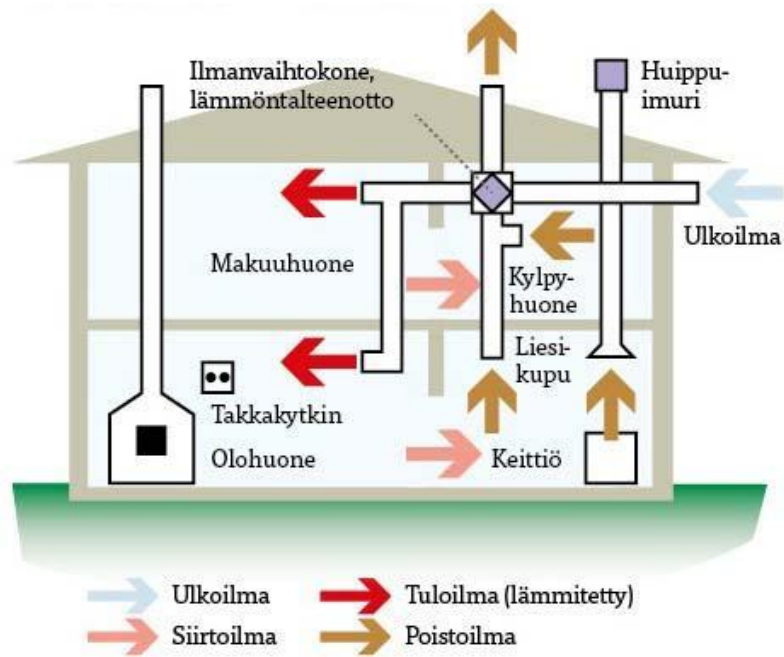
### 3.3 Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto on huomattavasti yleistynyt viimeisen 20 vuoden aikana ja lähes kaikki nykyiset rakennukset varustetaan tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmällä. Kerrostoiloissa koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto voidaan toteuttaa asuntokohtaisella tai rakennuskohtaisella ilmanvaihtojärjestelmällä. Toimisto- ja liikerakennusten ilmanvaihtojärjestelmät ovat usein varustettu jäähdytysjärjestelmällä. (7, s. 5.)

Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon avulla voidaan hallita poistuvaa ja tulevaa ilman määrää puhaltimien avulla. Tuloilman päätelaitteet on yleensä sijoitettu makuu- ja olohuoneisiin ja poistoilma päätelaitteet likaisiin ja märkiin tiloihin (kuva 3). Joihinkin tiloihin on hyvä järjestää sekä poisto- että tuloilma, kuten esimerkiksi toimistoihin tai suurempiin liiketiloihin. (6, s. 216.)

Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihto mahdollistaa tasaisen, lämmitetyn ja suodatetun tuloilman huonetilaan. Tuloilmaa voidaan lämmittää lämmöntalteenottolaitteella, jolloin energiakustannukset

pienenevät. Myös tuloilman suodattimet pitävät suurimmat ulkoilman epäpuhtaudet poissa sisäilmasta. (10.)



KUVA 3. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä (8)

## 4 URAKKALASKENTA

### 4.1 Urakkatarjouspyyntö

Urakkalaskenta alkaa, kun tarjouspyyntö saapuu urakoitsijalle. Puhdistustyön tilaaja lähettää tarjouksen yleensä kirjallisena sähköpostiin. Rakennustietosäätiö on luonut ohjekortin, jossa esitetään ilmanvaihtojärjestelmien puhdistus- ja säätötyön urakkatarjouspyynnön laadintamalli. Ohjekortissa on mainittu seuraavia asioita:

- hankinnan kohteen määrittely ja tavoitteet
- hankintamenettely
- yhteydenpito ja lisätiedot kilpailun aikana
- tarjoustietojen ja hankinta-asiakirjojen julkisuus
- tarjousten jättäminen, määräaika ja voimassaolo
- tarjousten käsittely
- tarjousten vertailu
- lisätietoja
- liitteet (ilmanvaihtojärjestelmien tiedot ja piirustukset, työselostus, urakkaohjelma, työturvallisuusliite, tarjouslomake ja yksikköhintaluettelo). (11.)

Jos tarjous on puutteellinen, kannattaa tilaajaan olla aina yhteydessä ja pyytää tarvittavat tiedot kohteesta. Kaikki mahdolliset lisätyöt ja niiden hinnoittelu katsotaan tapauskohtaisesti, jos niistä ei ole tehty mitään erillistä lomaketta. Kaikkiin tarjouksiin on aina hyvä vastata, vaikka tarjousta ei kyseisestä kohteesta tekisikään, koska se voi vaikuttaa uusien tarjouspyyntöjen saamiseen samalta tilaajalta. (12.)

### 4.2 Kohteeseen tutustuminen paikan päällä

Ennen kohteessa käyntiä on perehdyttävä tarjouspyynnön mukana tulleeseen materiaaliin. Kohteessa tulee vierailla aina ennen tarjouksen jättämistä, ellei kohde ole entuudestaan tuttu. Tutustumiskäynnillä tulee ottaa huomioon kaikki asiat, jotka eivät ole tulleet vielä esille tarjouspyynnössä.

Piirustukset on hyvä olla kohteessa mukana, jolloin voidaan tarkistaa niiden todenmukaisuus, ettei mitään työntekoa haittaavia saneerauksia tai muutoksia ole tehty jälkikäteen.

### **4.3 Mahdollisia työtä hidastavia asioita**

Puhdistustyöntilaaaja ei yleensä erikseen ilmoita työtä hidastavista työolosuhteista, vaan urakkalaskijan on itse huomattava mahdolliset työtä hidastavat tekijät. Urakkalaskijalla täytyy olla kokemusta urakkalaskennasta ja näkemys siitä, miten työ on tehtävä ja mitä mahdollisia esteitä työn edetessä saattaa ilmetä.

#### **4.3.1 Laadunvarmistuksen kriteerit**

Laadunvarmistuskriteerit vaihtelevat suuresti tilaajan, rakennuksen koon ja käyttötarkoituksen mukaan (12). Joillekin asiakkaille riittää tarkastus-, puhdistus- ja mittauspöytäkirjat, joista käy ilmi, että puhdistus ja tasapainotus on tehty oikein. Mahdolliset viat ja puutteet on myös ilmoitettu tai korjattu puhdistustyön aikana. Korjaustöitä ei kuitenkaan tehdä ilman asiakkaan erillistä suostumusta, jos se aiheuttaa asiakkaalle lisäkustannuksia. Tilaaja voi pyytää kanavien kuvaamista tai videointia. Tällaisissa tapauksissa työn suoritus aika on merkittävästi pidempi ja se on otettava huomioon tarjousta laadittaessa. Jälkikäteen tehtävä dokumentointi vie myös aikaa muista töistä, jos se on normaalia työläämpi.

#### **4.3.2 Ahtaat tilat, konehuone ja oikeanlaiset suodattimet**

Tiloihin tutustuttaessa on huomioitava mahdolliset ahtaat käytävät ja portaikot, joiden kautta kuljetaan ilmanvaihtokonehuoneeseen sekä ilmanvaihdon päätelaitteiden ja puhdistusluukkujen luokse. Suuret alipaineistajat ovat painavia, joten niiden kuljettaminen ahdasta portaikkoa ylös konehuoneeseen voi tuottaa ongelmia ja vaatii suunnittelua sekä aikaa. Myös puhdistustyöhön tulee varata lisää aikaa, jos puhdistustyö suoritetaan ahtaissa ja vaikeissa olosuhteissa.

Konehuoneessa tarkastetaan koneen tyyppi ja malli, jotta osataan varata oikeat puhdistusvälineet ja suodattimet käyttötarkoitusta vastaaviin suodattimiin. Suodattimien erotusasteessa on eroavaisuuksia. Taajama- ja teollisuusalueilla sekä muilla vilkasliikenteisillä alueilla on käytettävä vähin-

tään F7-luokan suodattimia ja muualla G4-luokan suodattimia tuloilman puolella (1, s. 11). Kammiot, jäte- ja poistoilmakanavat sekä ulkoilmasäleiköt tarkastetaan, jotta ne voidaan puhdistaa ilman suurempia ongelmia tai lisävarusteita, kuten valjaita tai erikoisnostimia. Suodattimet tilaa urakan tilaaja tai urakkalaskija. Valjaiden ja erikoisnostimien tilaaminen työmaalle kuuluu työnjohtajan ja urakkalaskijan tehtäviin.

#### **4.3.3 Alakattorakenne, tilan korkeus ja puhdistusluukkujen sijainti**

Tiloja tarkastettaessa on huomioitava alakaton rakenne ja tilan korkeus. Niillä voi olla suuri merkitys työn kestoon. Toimistoissa, kouluissa ja päiväkodeissa on usein helposti avattavat neliön tai suorakaiteen muotoiset levyt, jolloin puhdistusluukkujen etsiminen ja niihin käsiksi pääseminen on suhteellisen vaivatonta (kuva 4). Työlämpiä avattavia voivat olla metalliset ritiläkattot ja metalliset tai puiset paneelikattot.



*KUVA 4. Alakatto, jonka voi avata nostamalla levyä*

Uudisrakennuksissa tai muissa kohteissa, joissa ei ole aikaisemmin tehty puhdistustyötä, voidaan joutua lisäämään puhdistusluukkuja, jotta puhdistaminen olisi mahdollista. Uusien puhdistusluukkujen tekeminen on aina ylimääräistä työtä ja niiden huomaaminen etukäteen on usein hankalaa. Joskus tulee vastaan kohteita, joissa on normaalia korkeampi huonekorkeus ja tällöin puhdistusluukkuihin sekä päätelaitteisiin pääsy voi edellyttää erikoisnostimia. Nostinten vuokraaminen täytyy huomioida tarjouksessa ja työturvallisuudessa on huomioitava valjaiden käyttö.

#### 4.3.4 Ilmastointikanavien koko ja muoto

Ilmastointikanavien koko ja muoto vaikuttavat puhdistusnopeuteen. Pieni 100 mm:n kanava on nopeampi puhdistaa kuin suuri yli 400 mm:n kanava, jonka puhdistuspinta-ala on suurempi. Kanttikanan ja pyöreän kanavan puhdistukseen käytettävässä ajassa on myös eroja. Kanttikanaviin on suunniteltu oma harjaspää, jotta kanavan kulmat saataisiin paremmin puhdistettua. Tästä huolimatta harjaukset joudutaan suorittamaan suhteessa enemmän pyöreään kanavaan verrattuna. Karkeasti ajateltuna kanttikana on noin 1,5 kertaa hitaampi puhdistaa kuin pyöreä kanava.

#### 4.3.5 Päätelaitteet ja säätö- sekä palopellit

Päätelaitteissa on suuria eroja ja niiden tarkistaminen paikan päällä on tärkeää. On hyvä tarkistaa päätelaitteiden määrä, tyyppi ja se kuinka ne on kiinnitetty kanaviin ja rakenteisiin. Isojen ja vaikeasti irrotettavien päätelaitteiden kanssa kuluu enemmän työaikaa kuin pienien pikaliittimillä toimivien päätelaitteiden kanssa (kuva 5). Päätelaitteet pestään ja puhdistetaan, joten ne vaativat usein erillisen pesupisteen ja niiden sijainti on hyvä tarkistaa. Säätö- ja palopeltejä ei voida ohittaa harjaamalla, joten ne hidastavat puhdistustyötä. Säätö- ja palopeltien kunto ja toimivuus tarkastetaan puhdistuksen yhteydessä.



*KUVA 5. Kuvassa vasemmalla helposti irrotettava ja puhdistettava lautasmallinen poistoilman päätelaitte ja oikealla kymmenellä ruuvilla kiinni oleva tuloilman päätelaitte*



#### **4.3.6 Kanavien ja mutkien määrä**

Ilmanvaihtokanavien puhdistettavuuteen ja puhdistusnopeuteen vaikuttaa, kuinka monta kerrosta rakennuksessa on. Yksikerroksinen omakotitalo on yleensä nopeampi puhdistaa kuin saman kokoinen kaksi- tai useampikerroksinen omakotitalo, jossa mutkia ja kanavaa on yleensä enemmän. Kanavaa on mahdollista puhdistaa yhdestä puhdistusluukusta pitkiäkin välimatkoja, mutta mutkat vaikeuttavat puhdistusprosessia huomattavasti. Mutkien lisääntyessä mekaaninen puhdistaminen vaikeutuu, eikä pora-akselin pituutta saada aina hyödynnettyä niin paljon kuin haluttaisiin.

#### **4.3.7 Rakennuksen toiminta ja suojausentarve puhdistuksen aikana**

Urakkatarjouksessa yleensä ilmoitetaan, täytyykö rakennus puhdistaa silloin, kun rakennuksessa on toimintaa vai voidaanko puhdistus suorittaa käyttöajan ulkopuolella. Käyttöaikana tilankäyttäjien läsnäolo voi hidastaa työtä ja luoda epäloogisuutta puhdistussuunnitelmaan. Esimerkkinä voidaan pitää tilannetta, jossa tilankäyttäjät ovat tilassa, joka olisi seuraavana puhdistusvuorossa. Tällöin puhdistusvälineet täytyy siirtää seuraavaan huoneeseen tai vastaavasti joudutaan odottelemaan, että tila saadaan tyhjäksi. Tämä kaikki aika on pois puhdistusajasta. Paras ratkaisu aina on tehdä puhdistustyö silloin, kun rakennuksessa ei ole toimintaa. Tämä tarkoittaa usein esimerkiksi myymälöiden puhdistuksessa työntekijöiden ilta- ja yövuoroja.

Joskus työtä hidastaa myös tilojen suojaus epäpuhtauksilta. Elektroniikka ja muut pölystä mahdollisesti vahingoittuvat esineet tulee suojata, jos tilaaja sitä pyytää. Suojaaminen täytyy tehdä siten, että laitteet eivät vahingoitu suojauksen seurauksena. Mikäli elektroniikkalaitteita ei voi sulkea puhdistuksen ajaksi, täytyy olla tarkkana, jotta ne eivät kuumene suojauspeitteiden alla, vaan jäähdytyksen on toimittava normaalisti.

#### **4.4 Työntekijät**

Ilmastoinnin puhdistuksen alalla tärkein voimavara on hyvin toimiva puhdistustiimi. Työntekijöiden ammattitaito ja yhteistyö ovat avainasemassa puhdistustyössä. Kokemuksen ja toistojen kautta saadaan työ tehtyä nopeasti ja saumattomasti, kuitenkään laadusta tinkimättä. Lisäksi kokenut työtiimi pystyy itsenäisempään työhön, jolloin esimiehen ei tarvitse olla aina paikalla tai neuvomassa

työntekemistä puhelimitse. Arvokasta työaikaa säästyy paljon, jolloin urakka pysyy aikataulussa ja voidaan minimoida puhdistukseen käytetty aika.

Kiireellisen ja nopean aikataulun lisäksi työntekijöillä on oltava hyvät sosiaaliset taidot. Puhdistustyö on ennen kaikkea palveluammatti, sillä kerrostaloissa asukkaat ovat monesti kotona puhdistustyön aikana, jolloin kontaktia asiakkaisiin tulee väistämättömästi. Puhdistustyön aikana voidaan esimerkiksi neuvoa asiakkaalle huoltoon liittyviä neuvoja, joilla voidaan pitää ilmastointilaitteet hyvässä kunnossa tai kuinka ilmanvaihdon tehostusta käytetään ja niin edelleen. Puhdistustyö on hyvin pitkälti näkymätöntä työtä. Asiakas ei suoranaisesti näe työn tulosta, mutta hyvä asenne, hienovarainen ja nopea toiminta takaavat sen, että asiakas on tyytyväinen. Hyvin hoidettu työ joka jää asiakkaan mieleen takaa pitkät asiakassuhteet ja samalla parantaa uusien tarjouksien saamista.

#### **4.5 Ilmastointijärjestelmä**

Kohteen puhdistukseen kuluvaan aikaan vaikuttaa, millainen ilmastointijärjestelmä on kyseessä. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa on vain poistoilmakanavat, jotka täytyy puhdistaa, jolloin sen puhdistaminen on nopeinta. Toiseksi nopein puhdistettava on koneellinen poistoilmanvaihto, sillä siinä on kanavien lisäksi poistoilmakone, joka täytyy puhdistaa. Monimutkaisin ja siten myös hitain puhdistettava järjestelmä on tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Siinä on koneelliseen poistoilmanvaihtoon verrattuna puhdistettava myös tuloilmakanavat ja tuloilmapuhaltimet, jolloin puhdistettava määrä tuplaantuu. (12.)

#### **4.6 Vallitseva työtilanne**

Yrityksen toimitusjohtaja Ari Huhta pitää tarjousten laatimisessa tärkeimpänä asiana sen hetkistä työtilannetta, joka määrittelee suurelta osin yrityksen saamaa palkkiota urakasta. Yksinkertaistettuna se tarkoittaa, että kun yrityksellä on paljon urakoita varattuna kalenterissa, niin silloin tarjoukset ovat suurempia ja näin myös palkkio on suurempi. Vastaavasti kun urakoita on vähemmän, niin joudutaan tarjoamaan hieman alakanttiin, jotta tarjouskilpailu voitetaan varmemmin. Tärkeintä kuitenkin on, että työntekijöille on puhdistustöitä tasaisesti ympäri vuoden. Ajatus ei siis perustu siihen, että jokainen tarjous on voitettava hinnalla millä hyvänsä, vaan töitä ja tarjouksia on pystyttävä kontrolloimaan. Urakoita ei voida ottaa vastaan liian paljoa, koska silloin aikataulu ei pidä ja liian

vähäiset urakat taas eivät tuo yritykselle riittävästi voittoa. Tämän takia urakkatarjouslaskijan on nähtävä toiminta myös pitkällä aikavälillä. Vaikka yksittäisessä tarjouksessa pohditaankin enemmän sen hetkistä tilannetta ja tekijöitä, niin pitkässä juoksussa on kyettävä tasapainoiseen ja voitolliseen tilanteeseen. Tässä hyvä kokonaiskuvan ymmärtäminen auttaa urakkatarjouslaskijaa suuresti. (12.)

#### **4.7 Tarjouksen laskenta ja jättäminen**

Työtä hidastavat tekijät, työntekijöiden ammattitaito, millainen ilmanvaihtojärjestelmä kohteessa on ja sen hetkinen työtilanne vaikuttavat siihen, kuinka paljon yritys on valmis tarjoamaan urakasta. Kolme ensimmäistä tekijää vaikuttavat urakan kestoon ja kulujen määrittelyyn ja neljäs katteen suuruuteen.

Kun urakkatarjouslaskija on arvioinut työhön käytettävän ajan ja työntekijöiden määrän, voidaan laskea työntekijöistä koostuva kustannus. Urakasta ei koskaan tarjota vähempää kuin mitä työntekijöiden kustannus urakasta on. Tämä johtuu siitä, että yrityksellä on muitakin kustannuksia, kuten tilojen vuokra, johdon palkat, välineet, autot ja niiden kustannukset. Näitä kustannuksia ei kuitenkaan lisätä suoraan tarjoukseen tarkasti laskien vaan nämä huomioidaan katteessa, joka määräytyy työtilanteen mukaan. Tästä johtuen katteen suuruus pitkällä aikavälillä täytyy olla riittävä, jotta kaikki kulut saadaan katettua ja mahdollisesti luotua myös voittoa.

Kun sopiva tarjous urakasta on luotu, jätetään tarjous tarjouspyynnössä olleiden ohjeiden mukaan. Usein tarjouspyynnön mukana on valmis pohja, joka täytetään ja lähetetään tiettyyn päivämäärään mennessä. Tarjous on voimassa ja sitova niin kauan kuin tarjouspyynnössä mainitaan.

## 5 JÄLKILASKENTAJÄRJESTELMÄ

Yrityksen urakkalaskenta perustuu kokemukseen, joten sen opettaminen ja tarkka selostaminen on haasteellista. Lisäksi yrityksessä on tällä hetkellä vain yksi urakkalaskija ja vakituisia työporukoitakin on vain yksi, joten urakkalaskennan avuksi ei ole nähty tarpeelliseksi tehdä tarkkaa laskentaohjelmaa. Urakkalaskennan opettelemisen helpottamiseksi tehtiin jälkilaskentajärjestelmä. Jälkilaskentajärjestelmä koostuu jälkilaskenta-Excelistä (liite 2) sekä huomautusraportista (liite 3).

### 5.1 Jälkilaskenta-Excel

Jälkilaskenta-Exceliin on tarkoitus kerätä tietoja tehdyistä urakoista, jolloin ne ovat helposti ja nopeasti luettavissa taulukosta. Excel on jaettu ilmanvaihtojärjestelmien mukaan kolmeen eri sivuun: painovoimaiseen ilmanvaihtoon, koneelliseen poistoilmanvaihtoon sekä tulo- ja poistoilmanvaihtoon (liite 2). Jokaisella sivulla on samat perustiedot, mutta joitain eroavaisuuksia löytyy järjestelmien täyttökohtien välillä.

Jälkilaskenta-Excel täytetään kaksivaiheisesti, ennen urakkaa ja uudelleen urakan jälkeen. Ennen urakkaa täytetään kohteen perustiedot, kuten osoite, paikkakunta, talon toiminta, eli onko rakennus asuin-, toimisto-, leipomo- vai myymälärakennus ja pinta-ala. Asuinrakennuksien kohdalla täytetään vielä rakennuksien sekä asuntojen lukumäärät. Kohteen perustietojen lisäksi ennen urakkaa täytetään urakan suunniteltu kesto tunteina ja tarjottu urakkahinta. Urakan valmistuttua alkaa jälkilaskenta. Taulukkoon täytetään urakkaan kuluneet todelliset tunnit, työntekijöiden määrä ja tuntipalkka. Tuntipalkkana käytetään työnantajan kustannuksia työntekijästä. Tämän jälkeen Excel laskee urakasta saatavan katteen palkkojen jälkeen euroina ja prosentteina. Käte palkkojen jälkeen on oltava kuukausitasolla riittävän suuri, koska siitä maksetaan kaikki muut kustannukset, joita yrityksellä on ja tämän jälkeen on kerrytettävä vielä voittoa. (Kuva 5.)

Koneellinen poistoilmanvaihtojärjestelmä													
Osoite	Talon toiminta	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Talojen lkm.	Kerrokset	As. lki	Suunn. tunnit	Urakkahinta (€)	Tunnit	Työntekijöitä	€/h	Kate palkk	Kate-% p	Huomautukset
	Asuinrakennus	-	3	2	30	32	3000	48	2	30			Kyllä 28.3.2017
	Asuinrakennus	-	2	3	48	48	4000	32	2	30			Ei

KUVA 5. Jälkilaskenta-Excel koneellisen poistoilmanvaihtojärjestelmän sivulla

## 5.2 Huomautusraportti

Huomautusraportin tarkoitus on kerätä tietoa, jos urakassa on tullut joitain odottamattomia toimenpiteitä tai hidastavia tekijöitä, joita ei ole osattu ottaa huomioon urakkaa laskettaessa tai päinvastoin, jos urakka onkin ollut odotettua helpompi ja nopeampi suorittaa. Raportin täyttäminen on jälkilaskentajärjestelmän tulkitsemisen kannalta tärkeä, sillä kaikkia urakoita ja niiden onnistumisen tai epäonnistumisen tekijöitä on mahdoton muistaa kuukausien tai vuosien kuluttua.

Urakkalaskija täyttää raportointilomakkeen kohteesta ja lisää siihen kohteen tiedot, huomautukset ja ajatuksia siitä, kuinka jatkossa on hyvä toimia vastaavanlaisen tai saman kohteen kanssa. Myös Excel-jälkilaskentataulukon tulee merkintä, jos raportti kohteesta on tehty. Jotta huomautusraportti ja Excel ovat rinnastettavissa toisiinsa, täytyy ne luokitella samalla koodilla. Excel-jälkilaskentataulukon merkitään huomautuksesta oma koodi ja se lisätään huomautusraportin nimeksi, jolloin raportti on helppo löytää tarvittaessa (kuva 6). (Liite 3.)

Nimi	Muokkauspäivä	Tyyppi	Koko
26.3.2017	17.05.2017 11:36	Microsoft Word -a...	0 kt

n. tunnit	Urakkahinta (€)	Tunnit	Työntekijöitä	€/h	Kate palkk	Kate-% p	Huomautukset
							Kyllä, 26.3.2017

KUVA 6. Esimerkki huomautusraportin arkistoinnista

### 5.3 Jälkilaskennan ja raporttien hyödyntäminen

Jälkilaskentajärjestelmällä on monia muitakin hyviä puolia kuin vain yrityksen urakkalaskennan helpottaminen ja opettaminen. Jälkilaskentajärjestelmästä saatuja tunnuslukuja voidaan hyödyntää yrityksen sisäisessä kirjanpidossa. Kaikki tehdyt urakat voidaan jaotella erilaisten tekijöiden mukaan, kuten urakasta saadun voiton, onnistumisen, epäonnistumisen tai urakan koon mukaan. Lisäämällä tarkempia kuluja viikko-, kuukausi- tai vuositasolla voidaan tarkastella yrityksen tekemään tulosta halutulla aikavälillä.

Jos yritys saa tarjouspyynnön urakasta, joka on tehty vuosia aikaisemmin, arkistosta voidaan tarkistaa kyseisen urakan tunnuslukuja ja mahdollista raporttia. Näin urakkalaskentaan saadaan yhtäläisyyttä ja kehitystä riippumatta siitä kuka toimii urakkalaskijana. Urakkalaskija voi myös tarkistaa arkistoista aikaisempia hyvin samantyyllisiä kohteita ja tehdä raportin ja tunnuslukujen pohjalta tarjouksen uudesta kohteesta.

## 6 PUHDISTUSTYÖT

### 6.1 Suunnittelu

Nopea ja huomaamaton toiminta on puhdistustyön yksi tärkeimmistä osa-alueista. Siihen vaikuttaa suurelta osin hyvä työn suunnittelu. Kohteisiin tulosta ilmoitetaan aina hyvissä ajoin, vähintään viikkoa ennen puhdistustyön aloitusta ja suuremmissa kohteissa 2 - 3 viikkoa aikaisemmin. Ennen kohteeseen saapumista on hyvä tutustua mahdollisiin piirustuksiin ja jakaa työt työntekijöiden kesken. Kokemuksen myötä tämä vaihe nopeutuu ja työntekijät tietävät ilman erillistä ohjeistusta, mitä heidän tulee tehdä.

Puhdistustyössä on tärkeää tietää, mistä tiloista puhdistustyöt aloitetaan ja missä järjestyksessä puhdistustyö etenee. Järjestelmällinen toiminta ja saumaton yhteistyö nopeuttavat työntekoa. Piirustuksien avulla voidaan ennen kohteeseen menoa laskea puhdistettavien päätelaitteiden lukumäärät ja sijainti sekä suunnitella puhdistusjärjestys. Näin paikan päällä ei kulu työaika työn suunnitteluun.

Hyvä suunnittelu mahdollistaa myös työn tekemisen siten, että siitä ei aiheudu kohtuutonta haittaa tilan käyttäjille. Työn tekemisen on tapahduttava mahdollisimman meluttomasti ja pölyttömästi. Jos vain mahdollista, työ on hyvä tehdä rakennuksen käyttöajan ulkopuolella, jolloin työstä aiheutuvaan meluun ja tilojen käyttäjien normaaliin toimintaan ei tarvitse kiinnittää niin paljoa huomiota.

### 6.2 Työvälineet ja puhdistusmenetelmät

Puhdistustyössä käytetään puhdistustyöhön tehtyjä laitteita ja välineitä. Työvälineet vaihtuvat erilaisten puhdistustekniikoiden vaihdellessa. Kanaviston puhdistusmenetelmät on usein määrätty suunnitteluasiakirjoissa. Seuraavassa on lueteltu erilaisia puhdistustekniikoita, joita voidaan käyttää:

- imurointi
- mekaaninen puhdistus
- puhdistus vedellä tai höyryllä

- puhdistus paineilmalla
- kemiallinen puhdistus ja desinfiointi. (13, s. 20.)

Menetelmiä on hyvä vaihdella puhdistettavan kohteen mukaan. Yrityksen yleisin puhdistusmenetelmä ilmanvaihtokanavien puhdistuksessa on mekaaninen harjaaminen, johon liittyy yleensä myös imurointia. Päätelaitteet ja ilmanvaihtokoneen osat puhdistetaan joko paineilmalla, imuroimalla tai vedellä ja puhdistusaineella riippuen siitä, ovatko osat herkästi hajoavia tai onko niissä sähköisiä komponentteja, joita ei ole suojattu vesiroiskeilta. Yleisimpiä puhdistuksessa käytettäviä välineitä ovat

- pora-akseli (kuva 7)
- akku- tai sähköporakone (kuva 7)
- teräs tai muoviharja (kuva 7)
- alipaineistaja (kuva 8)
- poistoilmaletku (kuva 8)
- suodatinyksikkö (kuva 9)
- pölynimuri
- puhdistusaine ja puhdistusliinat.

Muita vähemmän käytettyjä välineitä ovat muun muassa teleskooppipeili, lamppu, peltisakset, ruuvi- ja talttapäämeisselit, kuusiokoloavainsarja, lenkkiavainsarja, jatkojohdot sekä eri tikastyypit. Suodattimia ja varaosia on myös hyvä olla huoltoautossa mukana.





*KUVA 7. Kanavien mekaaniseen puhdistukseen tarvittavia välineitä: erilaisia harjoja, pora-akseli ja sähköporakone.*



*KUVA 8. Kuvassa Air Power A2001 alipaineistaja (toiminta-alue Ø 200 mm:n kanavassa ylittää noin 85 metriin virtausnopeuden ollessa 16 m/s) ja poistoilmaletku, jonka avulla alipaineistaja kytketään ilmanvaihtojärjestelmään tai suodatinyksikköön.*



*KUVA 9. Suodatinyksikkö, johon kerätään puhdistettavasta kanavasta irronnut lika alipaineistajan avulla.*

### **6.3 Painovoimaisen ilmanvaihdon puhdistaminen**

Painovoimaisen ilmavaihdon puhdistaminen on yleensä nopeinta, koska siinä ei ole konetta tai tuloilmakanavia puhdistettavana. Painovoimaisen ilmanvaihdon puhdistamisessa, kuten puhdistustyössä yleensäkin, pyritään toteuttamaan tiettyä yleistä toimintatapaa, jossa kanavan tai hormin harjaus tapahtuu alipaineistajaa kohti. Alipaineistajan sijoituksessa täytyy käyttää harkintaa sekä toimia mahdollisuuksien mukaan. Alipaineistaja pyritään sijoittamaan aina ulos poistoilmahormin ulostuloon kiinni, mutta joissain tapauksissa se joudutaan sijoittamaan sisälle esimerkiksi johonkin poistoilman päätelaitteeseen.

Ensimmäisenä tarkistetaan katolta, onko poistoilmakanavat johdettu keskitetysti yhdellä runkoka-  
navalla katolle asti vai onko jokainen poistoilmakanava johdettu omina putkina katolle. Jos kanavat on johdettu keskitetysti, nopeuttaa se työntekoa huomattavasti, sillä alipaineistajaa ei tarvitse siirtää puhdistustyön aikana toiseen kanavaan. Seuraavaksi kytketään alipaineistaja joko ulos tai sisätiloihin. Poistoilmaletku kiinnitetään katolla hormin suuaukkoon tai vastaavasti sisällä poistoilmakanavan suulle. Poistoilmaletku kiinnitetään alipaineistajaan, jolla luodaan riittävä ilmavirtaus kanavaan. Jos alipaineistaja on ulkona, suodatinyksikkö ei ole pakollinen, mutta sisätiloissa suodatinyksikköä on käytettävä aina.

Kun alipaineistaja on kytketty kanavistoon, siirrytään rakennuksen sisälle tai katolle suorittamaan kanavan puhdistus. Puhdistus aloitetaan aina alipaineistajasta katsottuna kauimmaisesta kanavan kohdasta ja harjaa liikutetaan kanavassa kohti alipaineistajaa. Jos jokainen poistoilmakanava menee omana kanavana tai hormina katolle asti, tästä ei tarvitse huolehtia. Yritys käyttää puhdistuksessa akku- tai sähköporakoneita, pora-akselia ja kanavaan sopivaa puhdistusharjaa. Alipaineistetun kanavan poistoilman päätelaite irrotetaan ja tarkistetaan, jotta kanavassa on riittävä ilmavirtaus. Ilmavirta voidaan mitata yrityksen yleismittarilla. Riittävä virtausnopeus riippuu irrotettavan lian tyypistä ja koosta, normaalisti kuitenkin pyritään vähintään virtausnopeuksiin 17 m/s puhdistettavassa kanavassa (13, s.21). Teleskooppipeilin ja lampun avulla tarkistetaan, että kanava kulkee piirustuksien mukaan eikä siellä ole mitään rikkoutuneita osia.

Tarkistuksien jälkeen voidaan aloittaa puhdistaminen. Harja sijoitetaan kanavaan ja pora-akselin avulla harjaa työnnetään kohti alipaineistajaa samalla porakoneen avulla harjaa pyörittäen. Kun saavutaan aivan alipaineistajan poistoilmaletkun suulle, vaijerinvarsi vedetään takaisin harjaa edelleen pyörittäen. Kanavan puhtaus tarkistetaan ja sama toistetaan, kunnes kanava on riittävän puhtas. Kaikkien poistoilmakanavien puhdistus suoritetaan samalla tavalla. Alipaineistaja tulee aina muistaa siirtää seuraavalle hormille tai poistoilmakanavalle, jos poistoilmahormeja on useampia.

Harjauksen jälkeen käydään vielä katolla harjaamassa siten, että harja työnnetään ilman sen pyörittämistä alas ja poistoilmaletku tuodaan aivan lähelle pora-akselia alipaineistajan ollessa edelleen käynnissä. Harjaa pyöritetään ja nostetaan itseä kohti aina hormin suulle asti. Näin saadaan varmistettua, että koko kanavisto on tullut puhdistettua.

Päätelaitteiden puhdistus voidaan suorittaa ennen tai jälkeen kanaviston puhdistuksen. Päätelaitteet puhdistetaan puhdistusaineella ja vedellä. Tiivisteet irrotetaan ja puhdistetaan varoen, jotta ne eivät rikkoonnu. Päätelaitteet jätetään kuivumaan harjauksen ajaksi tai ne kuivataan puhtaalla liinalla tai pyyhkeellä kuivaksi. Kanaviston puhdistuksen jälkeen puhtaat päätelaitteet asennetaan takaisin samoille paikoille, kuin ne olivat ennen puhdistustyön aloitusta. Jos rakennuksessa on korvausilmaventtiileitä, niin ne pestään ja suodattimet vaihdetaan uusiin. Lopuksi pesupisteet puhdistetaan ja työvälaineet viedään huoltoautoon. Tärkeää on toimia niin, että tilat jäävät täysin samaan tai siistimpään kuntoon kuin tiloihin tullessa.

## 6.4 Koneellisen poistoilmanvaihdon puhdistaminen

Koneellisessa ilmavaihdossa on hieman enemmän puhdistettavia osia kuin painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä siinä olevien puhaltimien takia. Useiden rakennusten huippuimurit ja kanavapuhaltimet riittävät luomaan täydellä teholla riittävän alipaineen ja virtausnopeuden koko rakennuksen kanavistoon, jolloin alipaineistajaa ei tarvita koko puhdistustyön aikana. Jos alipaineistajaa täytyy käyttää apuna, kiinnitetään se lähes samalla periaatteella kuin painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän puhdistuksessa. Huippuimurista nostetaan kansi ylös ja poistoilmaletku kiinnitetään kanavaan. Kanavapuhaltimien kohdalla puhallin irrotetaan puhdistuksen ajaksi pois ja poistoilmaletku kiinnitetään kanavaan. Alipaineistajan käyttämisessä sisätiloissa toimitaan täysin samalla tavalla kuin painovoimaisen järjestelmän kanssa.

Seuraavaksi irrotetaan poistoilmaventtiilit ja kanavien päät tulpataan vaahtomuovin palasilla. Näin saadaan luotua riittävä virtausnopeus puhdistettavaan kanavaan. Harjaustekniikka on sama kuin painovoimaisen järjestelmän kanssa. Puhdistus aloitetaan kauimmasta pisteestä ja harjaa liikutetaan kanavassa kohti alipaineistajaa tai puhallinta järjestelmällisesti. Puhdistetun haaran jälkeen kanava tukitaan taas vaahtomuovin palasella, jotta virtausnopeus säilyy seuraaviin kanaviin samalla tavalla eikä painehäviötä synny liikaa.

Kun kaikki kanavat on puhdistettu, siirrytään katolle tekemään tarkistusharjaus sekä puhdistamaan huippuimuri ja/tai poistoilmapuhallin. Harja työnnetään kanavaa pitkin alas ja sitä ei pyöritetä alaspäin mentäessä. Puhallin kytketään päälle ja kansi laitetaan niin kiinni kuin vain mahdollista ja harjataan kohti puhallinta. Seuraavaksi puhdistetaan puhallin. Puhaltimesta katkaistaan virta hätäkatkaisijasta tai irrottamalla sulake. Puhaltimen siivet puhdistetaan harjalla kauttaaltaan ja tarkistetaan, että kaikki osat toimivat moitteetta. Puhdistuksen jälkeen puhallin voidaan kytkeä takaisin päälle. Poistoilmapuhaltimen kytkemisessä takaisin paikoilleen tulee huomioida, että se tulee oikein päin ja ilmavirta kulkee oikeaan suuntaan rakennuksesta ulos.

Poistoilmaventtiilit ja korvausilmaventtiilit puhdistetaan vedellä ja puhdistusaineella. Korvausilmaventtiilien suodattimet vaihdetaan ja venttiilit kiinnitetään takaisin pakoilleen. Lopuksi tarkistetaan, että puhaltimet toimivat oikein. Säästöportaot toimivat ja puhaltimesta ei kuulu ylimääräisiä ääniä. Normaalisti poikkeavat äänet tai tehot tarkistetaan ja ne pyritään korjaamaan. Jos vika on liian suuri korjattavaksi, ilmoitetaan siitä tilaajalle. Uusia osia ei vaihdeta ilman tilaajan erillistä suostumusta. Tehdyt korjaukset ja viat kirjataan puhdistuspöytäkirjaan.

## 6.5 Koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon puhdistaminen

Koneellisessa tulo- ja poistojärjestelmässä on työtä paljon ja sen puhdistamiseen kuluu eniten aikaa. Koneelliset tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmät voidaan jakaa kahteen osaan, suuriin ja pieniin järjestelmiin. Pieniä järjestelmiä ovat kaikki omakotitalot ja pienet yritystilat, joissa on kompaktit ilmanvaihtokoneet. Pienissä järjestelmissä alipaineistaja voidaan sijoittaa ulkopuolelle esimerkiksi ulkoilmakanavan suulle niin, että tulo- sekä poistoilmakanavat voidaan puhdistaa samalla kertaa, mikä nopeuttaa puhdistustyötä huomattavasti. Toisessa vaihtoehdossa alipaineistaja liitetään adapterilla ilmanvaihtokoneen kannen paikalle. Adapterina toimii normaali pelti tai vanerilevy, johon poistoilmaletku voidaan liittää (kuva 10). Adapteri kiinnitetään koneen kannen paikalle koneen omilla ruuveilla ja lopuksi tiivistetään ilmastointiteipillä.



*KUVA 10. Itse tehty adapteri, jonka avulla alipaineistaja voidaan liittää ilmanvaihtokoneen kannen paikalle.*

Loput tapaukset voidaan luokitella suuriksi järjestelmiksi. Suurin osa suurista järjestelmistä on suurempia kohteita, joissa koneet ovat suuria ja vaativat oman konehuoneen. Suurissa järjestelmissä alipaineistaja liitetään yleensä ilmanvaihtokoneen jälkeen joko tulo- tai poistoilmakanavaan heti säätöpellin jälkeen riippuen siitä, kumpi kanava puhdistetaan ensin.

### 6.5.1 Pienet järjestelmät

Pienissä järjestelmissä työ aloitetaan pysäyttämällä kone ja purkamalla siellä olevat osat pois. Puhaltimet irrotetaan ja puhdistetaan paineilman tai harjan avulla huolellisesti ja varovasti. Lämmöntalteenottokeino puhdistetaan vedellä sekä pesuaineella ja jätetään kuivumaan kanavien harjauksen ajaksi. Ilmanvaihtojärjestelmän kotelo ei kannata vielä puhdistaa sisältä, koska ilmanvaihtokanavista irtoaa pölyä ja se kulkeutuu laatikon kautta alipaineistajalle. Alipaineistaja liitetään adapterilla kannen paikalle tai suoraan ulkoilmakanavaan ulkopuolelta. Jos alipaineistaja on sisällä, täytyy muistaa suodatinyksikkö.

Tämän jälkeen poistetaan kaikki tulo- ja poistoilman päätelaitteet sekä tulpataan ne vaahtomuovilla. Likaiset päätelaitteet viedään pesupisteelle. Kanavat puhdistetaan harjaamalla aloittaen kauimmasta pisteestä ja edeten kohti alipaineistajaa venttiili kerrallaan. Myös jäteilma- ja ulkoilmakanava puhdistetaan. Alipaineistajan ollessa adapterissa ilmanvaihtokoneen kannen paikalla raitisilmakanavan harjaus tapahtuu ulkoa alipaineistajalle päin, mutta jos alipaineistaja on kiinni raitisilmakanavassa, puhdistetaan raitisilmakanava koneelta alipaineistajalle päin. Jäteilmakanava puhdistetaan molemmissa tapauksissa ulkoa alipaineistajaa kohti.

Harjauksen jälkeen päätelaitteet puhdistetaan sekä kuivataan ja asennetaan takaisin samoille paikoille. Adapteri irrotetaan ja ilmanvaihtokoneen kotelo puhdistetaan. Puhdistuksen aikana pinnoille kertynyt pöly poistetaan imurilla, jonka jälkeen kaikki pinnat pestään liinalla ja pesuaineella huolellisesti. Komponentit voivat olla helposti hajoavia, joten niitä on varottava pesutilanteessa. Kun kotelo ja komponentit ovat puhtaita ja hyvin kuivatettuja, voidaan ilmanvaihtokone koota toimintakuntoon. Karkea- ja kasettisuodattimet uusitaan kokoamisen yhteydessä. Kone kytketään takaisin päälle. Venttiilit ja kone tarkistetaan, niin että ilma kiertää jokaisessa huoneessa normaalisti.

### 6.5.2 Suuret järjestelmät

Isoissa järjestelmissä alipaineistaja liitetään ilmanvaihtokoneen ja säätöpeltien jälkeen suoraan ilmanvaihtokanavaan, jotta tulo- tai poistoilmakanavaan saadaan riittävä virtausnopeus myös kauimmalta pisteeltä. Ilmanvaihtokonetta ei tarvitse vielä purkaa tai puhdistaa vaan koneen pysäyttäminen riittää. Kun alipaineistaja ja mahdollinen suodatinyksikkö ovat paikoillaan, voidaan aloittaa

puhdistus. Suurissa järjestelmissä joudutaan siis siirtämään alipaineistajaa ainakin tulo- ja poistoilmakanavien välillä. Päätelaitteet irrotetaan ja kanavat tulpataan. Harjaus suoritetaan kauimmalta pisteeltä kohti alipaineistajaa.

Kun jokainen tulo- ja poistoilmakanava on puhdistettu, siirrytään puhdistamaan jäte- ja ulkoilmakanavat. Ulkoilmakanavan säleiköstä poistetaan lehdet ja muut roskat. Jos säleikössä on suoja-verkko, tulee sekin poistaa, sillä se haittaa ilmanvaihtoa. Jäte- ja ulkoilmakanavat voidaan puhdistaa kohti konetta tai koneelle päin. Alipaineistajan paikka kuitenkin määrää, mihin suuntaan puhdistetaan. Tulo- ja poistoilman päätelaitteet puhdistetaan normaaliin tapaan vedellä ja pesuaineella. Puhdistuksen ja kuivauksen jälkeen päätelaitteet laitetaan takaisin paikoilleen.

Kanavien ja päätelaitteiden puhdistuksen jälkeen ilmanvaihtokone puhdistetaan. Tulo- ja poistoilmakoneen kammiot puhdistetaan läpikotaisin. Kammiot puhdistetaan pesuaineella ja liinalla tai pölynimurilla. Suodattimet vaihdetaan uusiin. Suodattimien kotelot ja tiivisteet tarkistetaan. Lämmöntalteenottokenno puhdistetaan joko paineilmalla tai vedellä ja pesuaineella. Lämmitys- ja jäähdytyspatterit puhdistetaan ja sulku- sekä palopellit tarkastetaan ja puhdistetaan liinalla ja pesuaineella. Puhaltimet puhdistetaan pulloharjoilla ja paineilmalla. Vettä pyritään välttämään, koska jotkin puhaltimet eivät kestä vettä niissä olevien sähkökomponenttien takia. Myös puhaltimien hihnat tarkastetaan.

Kun ilmanvaihtokone on puhdistettu, hihnat tarkistettu ja suodattimet vaihdettu, laitetaan kone takaisin toimintakuntoon. Kone käynnistetään ja tarkastetaan, niin että kaikki osat ja venttiilit toimivat moitteetta ja ilmavirtojen tasapainotus voidaan suorittaa.

## 7 MITTAUS JA TASAPAINOTUS

Mittaus ja tasapainotus suoritetaan aina puhdistustyön jälkeen. Tulo- ja poistoilmavirrat mitataan ja tasapainotetaan siten, että ne vastaavat piirustuksissa merkittyjä arvoja. Jos piirustuksia ja merkittyjä arvoja ei ole saatavilla, käytetään Suomen rakentamismääräyskokoelman D2 mukaisia ohjeita huonetiloille. Mittaukset suoritetaan runkokanavista ja päätelaitteista. Huonekohtaiset ilmavirrat saavat poiketa suunnitteluarvoista  $\pm 20\%$  ja koko järjestelmän ilmavirrat  $\pm 10\%$ . Hyväksyttävät poikkeamat sisältävät sekä mittaus tuloksen poikkeamat että mittausepävarmuuden. (1, s. 42.)

### 7.1 Mittalaitteet

Mittaus voidaan suorittaa useilla eri menetelmillä, mutta Oulun Nuohous ja Ilmastointi Oy käyttää Vcalc-yleismittaria mittaamaan paine-eroa ja tilavuusvirtaa järjestelmässä. Yrityksellä on lisäksi käytössään letkut, mittaussondi, pitot-putki ja kuimalanka-anemometri. Kyseisillä mittauslaitteilla voidaan suorittaa koko järjestelmän, runkokanavien ja tulo- sekä poistolaitteiden mittaukset. Mittauslaitteet täytyy pitää hyvässä kunnossa ja kalibroituna, jotta vältytään mittausvirheiltä.

### 7.2 Edellytyksiä tasapainotuksen suorittamiselle

Tasapainotuksen suorittamiseen ja mittausarvojen oikeellisuuteen vaikuttaa mittalaitteiden ja niiden oikean käytön lisäksi myös mittaushetkellä vallitseva sää. Ulkolämpötila ei saisi olla Oulun alueella yli mitoituslämpötilan  $-32\text{ °C}$  ja tuulen nopeus ei saisi ylittää  $10\text{ m:ä/s}$  talon lähetyillä (14, s. 15). Puhdistustyön aikana käytetyt korvausilmareitit, kuten ikkunat ja ovet on suljettava ennen tasapainotustyön aloittamista ja mahdollisen takan luukku on oltava kiinni. Näin saadaan suljettu piiri ilmastointijärjestelmän toiminta-alueelle ja mahdollisimman optimaalinen tilanne.

Mittauspisteissä täytyy ottaa huomioon suojaetäisyydet. Mutkat, T-haarat ja sisään- sekä ulospuhallausaukot aiheuttavat häiriöitä ilmavirtoihin, mikä omalta osaltaan vaikuttavat mittaus tuloksiin. Mittauspisteiden suojaetäisyydet lasketaan ennen ja jälkeen mittauspisteiden. Mittalaitteiden suojaetäisyydet voidaan tarkistaa laitevalmistajien luetteloista, mutta riittävänä sääntönä voidaan pitää seuraavia määreitä: ennen mittauspistettä suoraa kanavaa tulisi olla neljä kertaa halkaisijan verran ja mittauspisteiden jälkeen yksi kertaa halkaisijan verran. (15, s. 2.)



### 7.3 Tasapainotusmenetelmät

Tasapainotukseen käytetään yleensä laskennallista ja suhteellista tasapainotusta. Molemmat ovat toimivia ja yleisesti käytössä olevia menetelmiä. Yksi tapa ei ole selkeästi toistaan parempi vaan menetelmiä täytyy osata käyttää tilanteen mukaan.

#### 7.3.1 Laskennallinen tasapainotus

Laskennallinen tasapainotus on harvemmin käytetty menetelmä yrityksessä. Järjestelmää on kuitenkin hyvä käyttää silloin, kun on valmiit suunnitelmat ja lasketut arvot kanaviston kokonaispaineesta, päätelaitteiden sekä virtaussäätimien paine-eroista ja tilavuusvirroista sekä niitä vastaavat esisäätöarvot (14, s. 16). On myös syytä olettaa, että piirustukset ja itse järjestelmä vastaavat toisiaan eikä työmaalla ole tehty omia sovelluksia.

Oulun Nuohous ja Ilmastointi Oy:ssä käytetään seuraavaa viiden kohdan mallia:

1. Kaikki päätelaitteet ja virtaussäätimet käydään läpi ja niihin asetetaan suunnitellut esisäätöarvot.
2. Tämän jälkeen käynnistetään koneet ja asetetaan kokonaisilmavirta vastaamaan suunnittelu-arvoa puhaltimia säätämällä.
3. Mittaus aloitetaan runkokanavista ja edetään järjestelmällisesti kohti päätelaitteita ja virtaussäätimiä.
4. Mittauksien jälkeen tarkastellaan tuloksia ja tehdään tarvittavat muutokset esisäätöarvoihin, minkä jälkeen koko järjestelmä mitataan uudelleen.
5. Mittaustuloksista kootaan virallinen mittauspöytäkirja, joka luovutetaan myöhemmin tilaajalle.

Menetelmän heikkoudeksi voidaan katsoa toisen käden tietoihin luottaminen. Suunnittelussa on voinut tulla virheitä tai suunnitelmat ja rakentaminen eivät vastaa täysin toisiaan, vaan työmaalla joudutaan soveltamaan ja tekemään ratkaisuja, jotka vaikuttavat suunniteltuihin esisäätöarvoihin. Jos tulevaisuudessa tästä ongelmasta päästään pääosin eroon, niin uskon että tämän menetelmän käyttö yleistyy huomattavasti alalla.

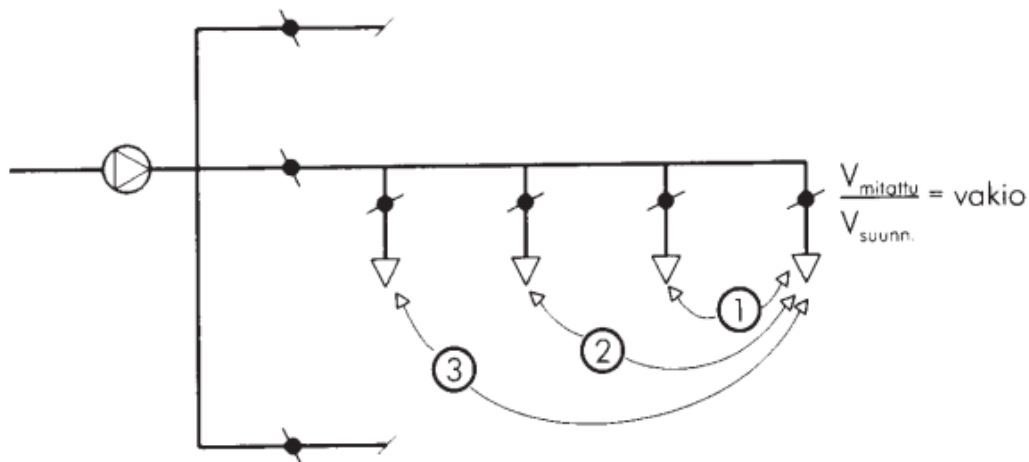
### 7.3.2 Suhteellinen tasapainotus

Suhteellinen tasapainotus on yleisempi ja käytetympi menetelmä yrityksessä useasta syystä. Suunnitelmia ja valmiita esisäättöarvoja on harvemmin saatavilla vanhemmista rakennuksista ja tässä menetelmässä ei tarvitse luottaa toisen käden tietojen oikeellisuuteen.

Suhteellinen tasapainotus perustuu halutun ja mitatun ilmavirran väliseen suhteeseen. Työssä edetään vaiheittain:

1. Avataan kaikki säätöpellit, minkä jälkeen vaikeimman haaran viimeinen päätelaite, otetaan vertailukohteeksi ja mitataan ilmavirta.
2. Saadun ilmavirran ja suunnitellun arvon välistä suhdetta käytetään vertailuna muihin päätelaitteisiin niin, että kaikkiin muihinkin päätelaitteisiin saadaan sama suhdeluku (kuva 11). Työtä jatketaan, kunnes kaikissa päätelaitteissa on sama suhdeluku.
3. Lopuksi säädetään puhaltimien säätöportaan avulla vertailukohdepäätelaitteeksi valittuun venttiiliin oikea ilmamäärä.
4. Kaikkien venttiilien ilmavirrat mitataan ja täydennetään mittauspöytäkirjaan.

Jos tasapainotus on onnistunut, niin vertailukohteen päätelaite on täysin auki -asennossa. Myös puhaltimien kierrosnopeudet ovat silloin pienimmät mahdolliset, jolloin välttyään turhilta paineenkorotuksilta ja energian kulutukselta. (14, s. 17 - 18.)



KUVA 11. Suhteellisen tasapainotusmenetelmän ilmavirtojen säätö (15)

## 8 VALMIIN TYÖN VASTAANOTTO

Puhdistustyön jälkeen suoritetaan vastaanottotarkastus, jossa tarkastetaan kanavien ja laitteiden puhtaus silmämääräisesti, ellei urakkatarjouksessa ole erikseen pyydetty kanavien kuvaamista tai videointia. Vastaanottotarkastukseen on valmisteltu myös mittaus- ja puhdistuspöytäkirjat, joista tulee esille tehdyt työt ja mittaukset.

### 8.1 Puhdistuspöytäkirja

Puhdistustyöstä laaditaan puhdistuspöytäkirja (liite 4), joka luovutetaan rakennuksen omistajalle ja haltijalle tai huoneiston haltijalle. Puhdistuspöytäkirjan tulee pitää sisällään ainakin seuraavia asioita:

- kohteen tiedot
- työn suorittaja
- työsuorituksen ajankohta
- tehdyt puhdistustoimenpiteet ja niiden laajuus
- työmenetelmät
- havaitut puutteet ja tehdyt korjaukset. (4, 6. §.)

Jos tilaaja on pyytänyt lisäksi erillistä kanavien kuvausta tai videointia, tulee materiaali lisätä puhdistuspöytäkirjaan liitteinä. Videot voidaan lähettää myös erillisenä tiedostona tilaajalle heidän halumallaan tavalla.

### 8.2 Mittauspöytäkirja

Mittauspöytäkirja täytetään Excel-tiedostoon (liite 5), joka luovutetaan rakennuksen omistajalle ja haltijalle tai huoneiston haltijalle puhdistuspöytäkirjan lisäksi. Excelissä on valmiita kaavoja soluissa, jolloin mittaustuloksia lisättäessä voidaan viimeistään huomata, jos tasapainotus ei ole suoritettu oikein. Yli 10 %:n eromarginaalista Excel värjää solun punaiseksi. Huonekohtaisena se ei vielä haittaa, mutta kokonaistuloksia tarkasteltaessa yli 10 % ero ei ole riittävä, kuten luvussa 7 on todettu. Yrityksen mittauspöytäkirjasta löytyy seuraavia asioita:

- mitatun kohteen osoite
- mittaus ajankohta
- mittaja
- mittauslaite ja milloin se on kalibroitu
- ulkolämpötila
- mittaustulokset.

Lisäksi Excelliin voidaan laittaa huomioitavia asioita kohteesta, joita rakennuksen haltijan ja omistajan tulee tietää tai ottaa huomioon (kuva 12). Tietoja voidaan käyttää seuraavan säätötyön yhteydessä tai huoltotoimenpiteitä tehtäessä.

Nro	Huomioitavaa
1	Kohdepoistot hoituhuoneista max 150 l/s käynnissä työpäivinä.
2	115 Teknisen tilan liesituuletin 30-80 l/s käynnissä työpäivinä.
3	120 Sos.tilan tuloilma 70 l/s puuttuu suunnitelmista.
4	Tulopuhaltimen säätöarvo 48 Hz (95%)
	Poistopuhaltimen säätöarvo 46 Hz (90%)

KUVA 12. Mittauspöytäkirjan lisähuomiot kohteesta

### 8.3 Vastaanottotarkastus ja pöytäkirjojen luovutus

Vastaanoton yhteydessä sovitaan korjaamattomien laitteiden korjauksesta ja tilaajaa on hyvä ohjeistaa ja auttaa ilmastointijärjestelmän käytössä. Samalla kannattaa keskustella seuraavasta puhdistustyön ajankohdasta ja siten sopia pitkäaikaisia asiakassuhteita.

Hyväksytyyn vastaanottotarkastuksen jälkeen vastuu työstä siirtyy tilaajalle. Tämän takia vastaanottotarkastus on tehtävä huolellisesti. Jos tilaaja ei hyväksy työtä, tulee hänen teettää puhdistustyön tarkastus, josta voidaan todeta työ tehdyksi tai puutteelliseksi. Hyväksytyyn työn jälkeen luovutetaan huolellisesti ja oikein täytetyt pöytäkirjat, jotka toimivat vakuutena tilaajalle sekä yritykselle, jolloin kopiot pöytäkirjoista on säilytettävä vuosien ajan. Lisäksi pöytäkirjoja voidaan hyödyntää uudelleen, jos yritys voittaa urakkatarjouskilpailun samasta kohteesta tulevaisuudessa.

## 9 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tehdä tilaajalle yksinkertaiset perehdyttämishojeet ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksesta ja urakkalaskennasta. Perehdyttämishojeiden avulla työhön opettaminen on tulevaisuudessa helpompaa. Urakkalaskennan ja puhdistustöiden perehdyttämishojeiden lisäksi luotiin jälkilaskentamenetelmä, jonka avulla yrityksen on helpompi pitää yllä toteutuneita urakoita ja seurata niiden onnistumista taloudellisesta näkökulmasta.

Työn taustamateriaalina hyödynnettiin monipuolisesti eri lähteitä. Luvut 2 ja 3 painottuivat erilaisiin ilmanvaihtojärjestelmiin ja siihen miksi niitä tulisi puhdistaa ja huoltaa säännöllisin väliajoin. Osuuteen saatiin tietoa koulutusohjelman oppikirjasta, Suomen rakentamismääräyskokoelmasta, lainsäädännön asetuksista ja säädöksistä sekä internetlähteistä, joita löytyi useita.

Perehdyttämishojeet perustuivat haastatteluun ja rakennustiedon LVI-kortteihin. Urakkalaskennan avuksi luotu jälkilaskentamenetelmän tuli olla helppo ja yksinkertainen. Yksinkertaisuudesta huolimatta sen tulee antaa riittävää tietoa urakoiden toteutuksen onnistumisesta. Excelliin rakennetun jälkilaskentamenetelmän toimivuudesta ja hyödyllisyydestä ei työn aikataulun puitteissa saatu tarpeeksi kattavaa näyttöä.

Yrityksen tulevaisuuden kannalta perehdyttämishojeet tulevat varmasti käyttöön. Sukupolvenvaihdos ja siitä seuraava työntekijöiden tehtävien muutos on usein iso prosessi, joka vaatii aikaa ja opettelua. Myös uusien työntekijöiden kouluttaminen ja perehdyttäminen vievät aikaa ja resursseja pieneltä yritykseltä kohtuuttoman paljon, jolloin itse työ kärsii. Työohjeita luettaessa täytyy muistaa, että jokainen kohde on omanlainen, jolloin työntekijän hyvä soveltamis- ja ongelmanratkaisukyky on tärkeää. Näistä työohjeista saa kuitenkin hyvän pohjan, jolloin käytännön opettelu alkuvaiheessa nopeutuu, kun harjoitteleva työntekijä tietää toimintaperiaatteet.

Tämä työ tuo helpotusta prosessien läpivientiin ja nopeuttaa sopeutumista. Perehdyttämishojeet on tehty aika tarkasti tilaajan tarpeiden ja ohjeiden mukaan, mutta työtä on mahdollista soveltaa myös muihin samalla alalla oleviin yrityksiin.

## LÄHTEET

1. D2 (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: [http://www.finlex.fi/data/normit/37187/D2-2012\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37187/D2-2012_Suomi.pdf)  
Hakupäivä: 30.1.2017.
2. Sisäilmaopas 2006. Allergia ja Astmaliitto ry ja Hengitysliitto ry.  
Saatavissa: <http://www.hengitysliitto.fi/sites/default/files/oppaat/sisailmaopas.pdf>.  
Hakupäivä: 28.1.2017.
3. Asetus 711/2001. Valtioneuvoston asetus ilmanlaadusta. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010711>. Hakupäivä 30.1.2017.
4. Asetus 802/2001. Sisäasiainministeriön asetus ilmanvaihtokanavien- ja laitteistojen puhdistamisesta. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010802>. Hakupäivä: 27.4.2017
5. L 29.4.2011/379. Pelastuslaki.
6. Seppänen, Olli 1996. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Espoo: Suomen LVI-yhdistyksen Liitto.
7. Ruotsalainen, Risto - Forss, Pertti - Puhakka, Eija - Seppänen, Olli - Säteri, Jorma. Terveellisen rakennuksen ilmanvaihto. Hengitysliitto Heli Ry:n opas. Sosiaali- ja terveysministeriö. Saatavissa: <http://docplayer.fi/3384355-Hengitysliitto-heli-ry-n-opas-terveellisen-rakennuksen-ilmanvaihto.html>. Hakupäivä 30.1.2017.
8. Ilmanvaihtojärjestelmät. Hengitysliitto ry. Saatavissa: <http://www.hengitysliitto.fi/fi/sisailma/ilmanvaihto/ilmanvaihtojarjestelmat>. Hakupäivä: 30.1.2017.
9. D3 (2012). 2011. Rakennusten energiatehokkuus. Määräyksen ja ohjeet 2012. D3 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osaston. Saatavissa: [http://www.finlex.fi/data/normit/37188/D3-2012\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37188/D3-2012_Suomi.pdf). Hakupäivä: 27.4.2017.

10. Ilmanvaihdon energiakorjaus. 2013. Oulu rakennusvalvonta. Saatavissa: [http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo\\_10\\_Ilmanvaihto\\_2013\\_02\\_01.pdf](http://www.energiakorjaus.info/pages/kortit/Pientalo_10_Ilmanvaihto_2013_02_01.pdf).  
Hakupäivä: 30.1.2017.
11. LVI 03-10428. 2008. Urakkatarjouspyynnön laatiminen, ilmanvaihtojärjestelmien puhdistus ja säätö. Rakennustietosäätiö TS ja LVI-keskusliitto ry. Saatavissa: <http://rakennustieto.fi/kortistot/lvi/kortit/10428.html.stx>. (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 13.4.2017
12. Huhta, Ari 2017. Toimitusjohtaja, Oulun Nuohous ja Ilmastointi Oy. Puhelinhaastattelu 11.3.2017.
13. Luoma, Marianna – Pasanen, Anna-Liisa – Pasanen Pertti. 1993. Ilmastointilaitosten puhdistustekniikka. Espoo: Valtion teknillinen tutkimuskeskus.
14. Mäki-Torkko, Juuso 2014. Lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmien tarkastuslomakkeen kehittäminen. Opinnäytetyö. Mikkeli: Mikkelin ammattikorkeakoulu, talotekniikka.
15. LVI 32-10118. 1998. Ilmanvaihtokanaviston tasapainosuunnittelu. Saatavissa: <http://www.rakennustieto.fi/kortistot/lvi/kortit/10118.html.stx> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä: 13.4.2017.

Päivämäärä: 11.3.2017

Haastattelija: Teemu Penttilä

Haastateltava: Ari Huhta, Oulun Nuohous ja Ilmastointi Oy:n toimitusjohtaja

Haastattelun tarkoitus: Oulun Nuohous ja Ilmastointi Oy:n urakkalaskentaan vaikuttavia tekijöitä

**Mitä tekijöitä otat huomioon tarjoustä tehtäessä?**

Millainen ilmanvaihtojärjestelmä on käytössä. Kuinka suuri kohde on (esim. kerrostalossa asuntojen lukumäärä)? Erikoisvaatimukset ja kohteessa vieraillessa ilmeneviä hidastavia tekijöitä sekä nykyinen työtilanne. Niiden pohjalta mietin työhön kuluva ajan ja luon tarjouksen. Suurin tekijä on kuitenkin sen hetkinen työn määrä. Esimerkiksi ilman suurempia hidastavia tekijöitä kahden hengen puhdistusryhmä puhdistaa 20 asuntoa päivässä ja katto sekä konehuoneeseen menee yksi päivä.

**Millaisia hidastavia tekijöitä kohteissa voi olla? (Luettelin omia ajatuksiani)**

Ari lisäsi tähän, säätöpellit, uusien puhdistusluukkujen tekeminen sekä normaalia laajempi laadunvarmistus sis. dokumentoinnin (kuvaukset ja tallenteiden tekeminen).

**Työntekijöiden ammattitaito ja yhteistyö?**

Työntekijöiden ammattitaito ja nopeus ratkaisevat paljon tarjouksia jätettäessä. Uudella työporukalla menee luonnollisesti kauemmin kuin kokeneella ja pitempään yhdessä työskennellä porukalla. Työntekijät ovat yrityksemme tärkein voimavara ja niistä on pidettävä huolta.

**Kuinka paljon on työntekijän keskimääräinen tuntihinta urakkalaskennassa?**

30€/h, reilu puolet työntekijälle ja sivukulut (eläke, lomarahat, vakuutukset ja sairausajanpalkat).

**Lasketko oman palkkasi mukaan urakkaan?**

En laske omaani mukaan vaan se tulee katteessa mukana. Tärkeintä on pystyä maksamaan työntekijöille ja omistajalle ja sitten mitä jää.



**Tuleeko yritykselle paljon tarjouksia?**

Koko ajan enemmän ja enemmän. 3-4 tarjouspyyntöä viikossa ja jotkut tarjoukset sisältävät useampia kohteita. Volyymi on kasvava, koska kerrostaloissa on nykyisellään huoneistokohtaiset ilmastointikoneet. Myyntiä meidän ei siis tarvitse tehdä juuri ollenkaan ja markkinointi hoituu pitkän kokemuksen kautta suullisena tietona ja hyvänä työn jälkeenä.

**Onko teillä käytössä tarkkaa laskentaohjelmaa urakkatarjouksille?**

Ei ole. Työtä on riittänyt hyvin ja sille ei ole katsottu olevan tarvetta. Ainoastaan, jos kilpailu kasvaa jatkossa merkittävästi, niin sitten sitä voidaan harkita. Myös jos tarjouksen laskijoita olisi useampia kuin yksi, niin silloin ohjelmalle voisi olla käyttöä, jotta saataisiin yhdenmukaisia tarjouksia annettua tilaajille.

**Kuinka yrityksen kate määräytyy? Onko mitään keskiarvoa vuoden ajalta?**

Tilanteen mukaan. Työmäärän kasvaessa myös katteen määrä kasvaa ja toisinpäin. Kysynnän ja tarjonnan laki määrää katetta laskettaessa. Tarjouksia jätettäessä huomioon työntekijät ensimmäiseksi. Heille on löydyttävä tasaisesti töitä. Katetta ei ole tarvinnut suuremmin miettiä, koska tulosta on tullut ja yrityksen liiketulos on ollut noin 25% viimeiset 5 vuotta. Toki yrityksen tekemät nuohoustyöt antavat liikkumavaraa katteen määrittelyssä, sillä siellä puolen kate on tasaisempi ja hinta kiinteämpi, mikä lisää joustavuutta ja liikkumavaraa IV-kanavien puhdistuspuolella.

**Kun urakkalaskentaan ei ole mitään selkeää kaavaa, niin olisiko järkevää rakentaa yritykselle jälkilaskenta menetelmä?**

Kuulostaa hyvältä. Olen miettinyt jälkilaskenta dokumentointia tarjouksien kannalta. Tämän avulla voisimme helpottaa urakkalaskennan opettamista tulevalle laskijalle.

Urakan jälkiraportointi - Excel

teme pentilla

	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O
1	<b>Painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä</b>													
2														
3														
4														
5	Talon toiminta	Pinta-ala (m <sup>2</sup> )	Talojen lkm.	Kerrokset	As. lkm	Koneel. liesi	Suunn. tunnit	Urakkahinta (€)	Tunnit	Työntekijöitä	€/h	Kate palkk	Kate-% p	Huomautukset
12														
13														
14														
15														
16														
17														
18														
19														
20														
21														
22														
23														
24														
25														
26														
27														
28														
29														

Painovoimainen      Koneellinen poisto      Koneellinen tulo ja poisto



OULUN NUOHOUS  
JA ILMASTOINTI OY  
Peuratie 6 E  
90650 OULU  
p. 0400-388 255

ILMANVAIHTOLAITOKSEN TARKASTUS-  
JA PUHDISTUSPÖYTÄKIRJA

10.05.2017

Kohde	Kohteen nimi osoite tarkennus esim. liiketila 2. kerros 90100 OULU
Aika	2.-5.05.2017
Yhteyshenkilö	Isännöitsijä Taneli Talkkari
Puhdistustyön laajuus	Toisen kerroksen liiketilan tulo- ja poistoilmanvaihtokanavien, - koneiden ja pääte-elinten puhdistus sekä ilmamäärien mittaus- ja säätötyö, josta on laadittu erillinen mittauspöytäkirja.
Puhdistusmenetelmä	Kanavien alipaineistus ja mekaaninen harjaus sekä pääte- elinten liuotinpesu.
Havaitut viat ja puutteet	Tuloilmakanavien rikkiäiset sektoripellit lukittiin auki –asentoon. Puuttuvia poistoventtiilejä asennettiin 1 kpl.
Laitteiston kunto	Laitteisto todettiin puhdistetuilta ja tarkastetuilta osin tiiviiksi ja asianmukaisesti eristetyksi. Lisäksi palovaroittimet toimivat.  Vakuutan, että laitteisto on puhdistettu ja säädetty huolellisesti hyvien työtapojen mukaisesti ja on kaikilta osin turvallinen ja käyttökunnossa.
	Ari Huhta nuohoojamestari

ILMAVIRTOJEN MITTAUSPÖYTÄKIRJA												*10% marginaali			
Kohde		Rakennus		Mittausaja		Päiväys		Mittaus		Päiväys					
		Keskustan hammillääkäri		Ari Huhta		14.03.2017		Ulkolämpötila		2 C					
		Koneuronus		Mittarit		Velocicalc		18.05.2016							
		TK01		Kalibroitu											
Kerros	Huone	Pääteläite & koko	TUULO TF01				POISTO PF01				Erittäispöistöt PFX		Huomioitavaa		
			Suunniteltu	Mittattu*	Asento	Paine-ero	Suunniteltu	Mittattu*	Asento	Paine-ero	Suunniteltu	Mittattu*			
	tila/tila		l/s	l/s	mm	Pa		l/s	l/s	mm	Pa		l/s	l/s	mro
1	102	a/s-125	120	120	12,6	23	exca-125	30	28	10	49				
	104						exca-125	30	29	10	52				
	106														
	107	a/s-125	60	58	12,6	20									
	108	a/s-160	60	60	19,9	11	ksa-160	40	41	10	58				
	109	a/s-100	40	40	19,9	5	ksa-160	40	29	2	58				
	110		30	26	7,7	11	ksa-160	30	29	2	58				
	111						exca-100	10	10	-8	74				
	111	a/s-160	45	45	19,9	6	exca-160	45	45	8	86				
	112	a/s-160	45	45	19,9	5	ksa-160	45	45	8	85				
	113						ksa-100	15	15	3	80				
	114						exca-100	15	15	0	75				
	115	2*ks-160	50	72	13	40	3*ksa-125	75	75	5	59			30	liestujäätin, käytöaikana
	116	a/s-160	45	45	19,9	5	ksa-160	45	45	5	106				
	117	2*a/s-160	100	100	19,9	6	ksa-160	50	48	10	80				
	118						ksa-160	50	52	9	102				
	118						exca-125	30	28	3	84				
	119	a/s-160	45	45	19,9	8	exca-160	45	43	10	59				
	120	a/s-160	70	70	19,9	12	pra-125	40	42	5	73				
	121						exca-125	30	30	3	96				
	122						pra-100	25	25	3	70				
	123						exca-125	30	30	2	110				
	125	5ti-160	18	18	2	70	ksa-100	18	18	-5	150				
														40	hoitohuoneiden kohdepoistot työaikana

**Huomioitavaa**

- Nro**
- Kohdepoistot hoitohuoneista max 150 l/s k
  - 115 Teknisen tilan liestujäätin 30-80 l/s k
  - 120 Sos.tilan tulolilma 70 l/s puuttuu suunn
  - Tulopuhaltimen säätöarvo 48 Hz (95%)
- Poistopuhaltimen säätöarvo 46 Hz (90%)