

Santeri Perälä

**ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN PUHDISTUS- JA ILMAVIRTOJEN SÄÄTÖTYÖN DIGITAALISEN LOMAKEMALLIN KEHITTÄMINEN**

**ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN PUHDISTUS- JA ILMAVIRTO-  
JEN SÄÄTÖTYÖN DIGITAALISEN LOMAKEMALLIN KEHITTÄMI-  
NEN**

Santeri Perälä  
Opinnäytetyö  
Kevät 2019  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan tutkinto-ohjelma

---

Tekijä: Santeri Perälä

Opinnäytetyön nimi: Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus- ja ilmavirtojen säätö-  
työn digitaalisen lomakemallin kehittäminen

Työn ohjaaja: Rauno Holopainen

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2019

Sivumäärä: 24 + 1 liite

---

Työn tavoitteena oli luoda ilmanvaihtojärjestelmän huollon ja puhdistuksen sekä ilmavirtojen säätötyön raportointiin soveltuva digitaalinen lomakemalli. Sen tavoite on helpottaa huolto- ja puhdistustöiden dokumentointia, jonka huoltomies voi täydentää mobiililaitteella huoltotyön yhteydessä. Digitaalinen lomake voi parantaa puhdistus- ja säätötyön dokumentoinnin laatua ja suunnitelmallisuutta.

Näistä lähtökohdista luotiin digitaalisesti käytettävää huoltolomaketta, jonka alustaksi valittiin Excel-ohjelma sen tietokantamahdollisuuksien ja lomake ominaisuuksien vuoksi. Lomakkeen laadinta perustui pääosin eri laitevalmistajien julkaisemiin käyttö- ja huolto-ohjeisiin ja puhdistustyön toteutusta opastaviin lähteisiin.

Työssä luotiin Excel-taulukkoon lomakemalli. Lomaketta on mahdollista edelleen kehittää mobiilitekniikkaan ja pilvipalveluihin soveltuvaksi. Ilmastoinnin puhdistuksen jälkeen tehtävää säätötyötä varten lomakkeeseen lisättiin mitoitus- ja säätövälilehdet. Lomakemallia tulisi seuraava testata käytännön huolto- ja säätötyössä.

---

Asiasanat: ilmastointi, huolto, säätö, puhdistus, dokumentointi, digitaalinen lomakemalli

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree program in building services

---

Author(s): Santeri Perälä

Title of thesis: Developing Digital Form Template for Air Handling Cleaning Work and Air Flow Control

Supervisor(s): Rauno Holopainen

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2019

Pages: 24 + 1 appendice

---

The aim of the work was to create a digital form template for reporting on the maintenance and cleaning of ventilation system and air flow control work. Its goal is to facilitate the documentation of maintenance and cleaning work that can be completed by a service technician on a mobile device during maintenance work. The digital form can improve the quality and design of the documentation for cleaning and adjustment work.

From these points of view, a digitally usable service form was created, using Excel as a base due to its database capabilities and form features. The preparation of the form. The preparation of the form rested on operating and maintenance instructions published by different equipment manufacturers and sources guiding the implementation of cleaning work.

In the work, a form template was created in Excel. It is possible to develop the form for mobile technology and cloud services. For adjustment work after cleaning the air conditioning, tabulating and adjusting tabs were added to the form. The next model should be tested in practical maintenance and adjustment work.

---

Keywords: air conditioning, maintenance, adjustment, cleaning, documentation, digital form template

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	7
2 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN PUHDISTUS	8
2.1 Ilmanvaihtojärjestelmien puhtauden vaikutus sisäilman laatuun	8
2.2 Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusväli	8
2.3 Sisäilmastoluokitus	9
3 ILMANVAIHTOKONEEN JA KANAVIEN PUHDISTUS	10
3.1 Ilmanvaihtokoneen puhdistus ja huolto	10
3.1.1 Lämmöntalteenottolaitteet	10
3.1.2 Ilmansuodattimet	11
3.1.3 Lämmitys- ja jäähdytyspatteri	11
3.1.4 Puhaltimet ja huippuimurit	11
3.1.5 Tuloilma- ja poistoilmakammiot	12
3.1.6 Äänenvaimentimet	12
3.2 Ilmanvaihtokanavat ja niiden osat	13
3.2.1 Puhdistusluukut	13
3.2.2 Palopellit ja säätöpellit	14
3.2.3 Päätelaitteet	14
4 ILMASTOINTILAITOKSEN MITTAUS JA SÄÄTÖ	15
4.1 Mittaus ja säätö	15
4.1.1 Alipaineisuus	15
4.1.2 Tiiviyskoe	16
4.2 Automaatio	17
4.3 Tuloilmalaitteiden ilmasuihkujen suuntaus	17
5 DOKUMENTOINTI	18
5.1 Mittauspöytäkirjat	18
5.2 Valokuvat	18
5.3 IV-suunnitelmien muutokset ja päivitys	18
6 RAPORTOINTIPOHJA	19

7	YHTEENVETO	22
	LÄHTEET	23
	LIITTEET	
	Liite 1 Lomakemalli ilmanvaihtojärjestelmän huoltoa ja puhdistusta varten	

# 1 JOHDANTO

Tehtävänä oli tehdä ilmanvaihdon huollon ja puhdistuksen raportointiin soveltuva digitaalinen lomakemalli. Tavoitteena on helpottaa puhdistuksen tai huoltotöiden jälkeistä dokumentointia digitaalisella lomakepohjalla, jota huoltomies voi täydentää huollon yhteydessä.

Rakentaminen on digitalisoitumassa. Rakennusten suunnittelussa ja rakentamisen käytännössä se on jo vakiintunutta, tuotannossa se on tulossa työmaille. Työmaille on käytössä tietomallit tuotannon suunnitteluun. Suunnitelma-asiakirjat ovat digitaalisesti tarkasteltavissa työkohteissa kannettavilla mobiililaitteilla. (Tablettitietokoneiden hyödyntäminen rakennustyömaalla. 2016)

Rakennusten huollossa digitalisoitumisessa ollaan jäljessä vaikka, vaikka huoltokirjoista on jo olemassa digitaalisia versioita. Huollontoimenpiteistä ilmastointijärjestelmien huollosta ja säädöstä on olemassa laite- ja järjestelmätoimittajien ohjeita. Huollon dokumentaatio perustuu työn suorituksen yhteydessä tehtäviin muistiinpanoihin sekä usein varsin satunnaiseen dokumentointiin valokuvin. Huollon raportointi jää usein kokonaan muiden kuin työn suorittaneiden vastuulle.

Käytännön huoltotyöhön dokumentaatiota varten tarvitaan työmaakäyttöön soveltuva digitaalinen huollon dokumentaatiomalli, jota voidaan edelleen kehittää mobiilitekniikkaan ja pilvipalveluihin soveltuvaksi. Näihin edellä mainittuihin lähtökohtiin perustuvia rakennusten ylläpidon ja huollon malleja ollaan juuri kehittämässä parastaikaa monilla tahoilla, kuten Are Oy:n Internet of buildings -hankkeessa (Digitalisaatio eli digitalisaatio kiinteistössä ja talotekniikassa. 2016).

Näistä lähtökohdista lähdettiin luomaan digitaalisesti käytettävää huoltolomaketta, jonka alustaksi valittiin Excel-ohjelma sen tietokantamahdollisuuksien ja lomakeominaisuuksien vuoksi.

## **2 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMIEN PUHDISTUS**

Ilmanvaihtojärjestelmien säännöllinen huolto ja oikea käyttö ovat keskeisessä asemassa, kun sisäilman laatu halutaan pitää terveellisen ja turvallisenä. Rakennuksen omistajan, haltijan ja toiminnanharjoittajan on huolehdittava, että ilmanvaihtokanavat ja -laitteet on huollettu ja puhdistettu siten, että niistä ei aiheudu tulipalon vaaraa (29.4.2011/379). Ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamis- tai tarkastusväleistä ei ole tällä hetkellä voimassa olevaa asetusta.

### **2.1 Ilmanvaihtojärjestelmien puhtauden vaikutus sisäilman laatuun**

IV-järjestelmän huollolla ja puhdistuksella pyritään vaikuttamaan terveelliseen sisäilmaan. Huono sisäilman laatu saattaa aiheuttaa tilojen käyttäjille sisäilmaoireita, kuten allergisetoireet, hengitysteiden ärtyminen, päänsärky ja pahoinvointi (Yleisimmät sisäilmaongelmat. 2008). Sisäilma laatu koetaan usein riittämättömäksi tiloissa, joissa ilmanvaihdon määrä on liian pieni henkilökuormitukseen nähden. Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistus on havaittu olevan puutteellista myös sairaalarakennuksissa (Reijula 2005)

### **2.2 Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistusväli**

Jo vanhentuneen, mutta edelleen ohjeena käytettävän Sisäasianministeriön asetuksen 802/2001 mukaan ilmanvaihtokanavat ja -laitteistot on puhdistettava käytötarkoituksesta riippuen vähintään vuoden tai viiden vuoden välein.

Kerran vuodessa puhdistettaviin kohteisiin kuuluvat rakennukset, joissa ilmanvaihtokanaviin siirtyy herkästi paloa levittäviä aineita tai rakennuksessa valmistetaan tai siellä käytetään palavia nesteitä. Tällaisia rakennuksia ovat mm. maalaa-mot, tekstiilitehtaat ja ammattimaisten ruuanvalmistuspaikojen ilmanvaihtojärjestelmä. Viiden vuoden välein puhdistetaan kohteita, joissa henkilökuorma on suuri mm. koulut ja päiväkodit.



### **2.3 Sisäilmastoluokitus**

Sisäilmaluokituksen 2018 mukaan ilmanvaihtokanavien puhdistustarve on tarkastettava viiden vuoden välein. Tarkastus tehdään vähintään viidestä eri pisteestä. Kanavisto on puhdistettava, jos pölykertymä on suurempi kuin 2 g/m<sup>2</sup> puhtausluokan P1-luokan järjestelmässä tai 5 g/m<sup>2</sup> muissa kuin P1-luokan järjestelmissä.

### **3 ILMANVAIHTOKONEEN JA KANAVIEN PUHDISTUS**

Ennen puhdistustyön aloitusta on taustaselvityksenä kartoitettava aiempien puhdistusten ajankohta ja mahdolliset muut ilmastoinnin remontit. Ilmastointikoneen ja -järjestelmien huollosta on oppaita ja kirjoja. Muun muassa Tapio Korkala on kirjoittanut tästä aiheesta kirjan Ilmastointi 2016. Useimmiten huollon työnjohto yhdessä toteutusryhmän vastaavan kanssa sopii työn etenemisestä ja mahdollisesti myös toteutustavoista. Usein kuitenkin toteutustapa päätetään työn edessä.

#### **3.1 Ilmanvaihtokoneen puhdistus ja huolto**

Ilmanvaihtokonetta puhdistettaessa on tunnettava koneen kokoonpano ja komponentit, jotta puhdistus voidaan tehdä ilmanvaihtokoneen toimittajan antamien ohjeiden mukaan. Seuraavissa luvuissa on koottuna usealta ilmanvaihtokoneen laitetoimittajilta, kuten Kojan, FläktGroupin ja Saldan ohjeita ilmanvaihtokoneen komponenttien puhdistamiseen ja huoltoon.

##### **3.1.1 Lämmöntalteenottolaitteet**

Lämmöntalteenottolaitteiden pinnat puhdistetaan yleensä imuroimalla. Regeneratiivisiä (eli lämpöä varaavia) pyöriviä lämmönottolaitteita puhdistettaessa lämmönsiirtopinnat puhdistaan imuriin kiinnitetyllä pehmeällä harjalla, jotta siirtimen lamellit eivät vaurioituisi. Pyörivät lämmönottolaitteet voidaan myös puhdistaa paineilmalla ja vedellä, mutta tällöin on noudatettava laitevalmistajan ohjeita tarkasti, koska suurella paineella tuleva vesi tai ilma voivat vaurioittaa lamelleja. Jos kyseessä on rasvainen ja pinttynyt lika, voidaan pintojen puhdistukseen käyttää lämmintä vettä ja mietoa puhdistusainetta. Jos ilmanvaihtokoneen kammiossa ei ole viemärointiä, on irronnut lika ja pesuvesi poistettava kammion pohjalta heti puhdistuksen jälkeen märkäimurilla. Rekuperatiiviset eli risti- tai vastavirta-

lämmöntalteenottolaitteet puhdistetaan samalla tavalla kuin pyörivät lämmönottolaitteet. Pintojen puhdistaminen painepesurilla ei yleensä ole sallittu (Future il-mankäsittelykone. Käyttö- ja huolto-ohje. 2017). Uusissa ilmanvaihtokoneissa lämmöntalteenottokennot ovat irrotettavissa puhdistusta varten.

### **3.1.2 Ilmansuodattimet**

Tuloilma- ja poistoilmasuodattimet ovat konekohtaisia. Suodattimet vaihdetaan yleensä kaksi kertaa vuodessa. Suodattimet vaihdetaan yleensä syksyllä lehtien pudottua puista ja keväällä hiekoitushiekan noston jälkeen.

### **3.1.3 Lämmitys- ja jäähdytyspatteri**

Lämmönsiirtimet voidaan puhdistaa imuroimalla tai paineilmalla. Jos siirtimien lamellien huomataan vääntyneet, ne täytyy oikaista lamellikammalla, joka voidaan hankkia lämmönsiirtimen laitevalmistajalta. Vesiputkistojen huolto ei yleensä sisälly ilmanvaihdon huoltoon ja puhdistukseen, vaan se kuuluu putkijärjestelmien huollon piiriin.

### **3.1.4 Puhaltimet ja huippuimurit**

Puhallin ja puhallinkammio imuroidaan pölystä ja likaantuneet pinnat pyyhitään nihkeällä siivouspyyhkeellä (Amber Air Salda. 2017). Puhdistuksen yhteydessä tarkistetaan hihnapyörien ja kiilahihnan kuluneisuus ja ne vaihdetaan tarpeen vaatiessa. Ilmanvaihtokonehuoneessa on yleensä varahihnat rikkoutumista varten, mutta hihnapyörät useimmiten tilataan valmistajalta. Puhdistuksen yhteydessä on tarkastettava myös hihnojen suoruus ja kireys. Puhdistuksen päätteeksi tarkistetaan puhaltimen esteetön pyöriminen ja pyörimissuunta.

Tavanomaisessa käytössä olevat huippuimurit eivät vaadi muuta huolto- ja puhdistustoimenpidettä kuin puhaltimien laakereiden tarkistuksen. Tämä voidaan usein arvioida puhaltimen käyntiäänien perusteella. Huippuimurin läpivientiosat kannattaa kuitenkin imuroida puhdistuksen yhteydessä pölystä. Jos huippuimuri

palvelee konealuetta, joka kuuluu vuoden välein puhdistettaviin kohteisiin, esimerkiksi laitoskeittiöiden erillispoistot, kannattaa moottori, puhallinpyörä ja puhaltimen kaapu puhdistaa pinnoille kertyneestä liasta.

### **3.1.5 Tuloilma- ja poistoilmakammiot**

Ilmanvaihtokoneen kammioihin (lämmönsiirtimet, suodattimet, puhaltimet, kostuttimet) on yleensä pääsy huoltoluukun kautta. Tarvittaessa ilmanvaihtokoneen kammion tehdään tarpeeksi iso huoltoluukku, jotta huolto- ja puhdistustyöt voidaan suorittaa helposti ja turvallisesti (Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas. 2017).

Ilmanvaihtokammion eritysmateriaalin pitää olla materiaali, josta ei irtoa kuituja tuloilmaan. Jos kammion sisäpinnassa on ääni- tai lämmöneristeenä avointa mineraalivillaa, se täytyy vaihtaa materiaaliin, josta kuituja ei irtoa tuloilmaan. Tällainen on mm. polyesterikudusta valmistettu äänenvaimennin. Äänenvaimennusmateriaalin vaihdon yhteydessä kammiot imuroidaan irtonaisesta pölystä ja muista epäpuhtauksista, joita saattaa kulkeutua kammion pinnoilta tuloilmaan.

Jos ilmanvaihtokoneessa on pyörivä lämmöntalteenottolaite, on poistoilmakammiossa oltava äänenvaimennusmateriaali, josta kuituja ei irtoa poistoilmaan. Jos koneessa on lämmöntalteenottolaitteena levylämmönsiirrin, jossa lämpö otetaan talteen materiaalin kautta eli poistoilma ei ole suorassa kontaktissa tuloilman kanssa, tällöin poistoilman mukana olevat epäpuhtaudet eivät siirry tuloilmaan.

### **3.1.6 Äänenvaimentimet**

Ilmanvaihtokoneen äänenvaimennuslamellit ovat yleensä irrotettavissa, jolloin ne voidaan helposti puhdistaa imuroimalla (eQ masters -ilmankäsittelykone käyttö- ja huolto-opas. 2019). Jos äänenvaimennusmateriaalin pinta on vaurioitunut, on lamelli vaihdettava. Vaimenninmateriaalina käytetään yleensä mineraalivillaa tai polyesterikuitua. Materiaalivalinnassa on huomioitava ilmastointijärjestelmän paloturvallisuus.

Äänenvaimentimien pintojen kunto on tarkastettava puhdistustyön yhteydessä. Jos äänenvaimentimen pinta on vaurioitunut tai eristysmateriaalista pääsee irtoamaan mineraalivillaa, on äänenvaimennin vaihdettava. Uuden äänenvaimentimen äänenvaimennuskyky on oltava sama kuin vaihdetulla äänenvaimentimella. Huoltomies voi tiedustella ilmanvaihtosuunnittelijalta mahdollisia äänenvaimennusvaihtoehtoja. Kanavissa olevat äänenvaimentimet pitää puhdistaa mieluummin imuroimalla kuin mekaanisesti harjaamalla, jotta vältetään äänenvaimennusmateriaalin vaurioitumista.

### **3.2 Ilmanvaihtokanavat ja niiden osat**

Ennen kanavien puhdistuksen aloitusta puhdistaja perehtyy puhdistuskohteeseen tutustumalla ilmanvaihtopiirustuksiin ja kartoittaa tarvittavat puhdistusluukut, äänenvaimentimien palopeltien ja säätöpeltien sijainnit.

Poistoilmanvaihtokanavien puhdistus tehdään yleensä päätelaitteista ilmanvaihtokoneelle päin poistoilmakoneen ollessa päällä. Poistoilmakone puhdistetaan kanaviston puhdistuksen jälkeen. Tuloilmakanavisto on aina alipaineistettava puhdistuksen ajaksi.

#### **3.2.1 Puhdistusluukut**

Kanaviston puhdistusta ja puhtauden tarkastusta varten puhdistusluukut tulisi sijoittaa 10 metrin välein vaakakanavaan. Lisäksi luukkuja on suositeltava asentaa kahden 45° kulman jälkeenkin, koska se vähentää puhdistamiseen käytettävän harjan jumiin jäämisen mahdollisuutta kanavaan. Usein puhdistusluukkuja ei ole kanavistossa riittävästi ja tällöin kanavistoon on asennettava puhdistusta varten uusia luukkuja. Jos säätöpellit ovat helposti irrotettavissa puhdistusta varten, ei ole tarpeellista lisätä puhdistusluukkuja säätöpellin viereen (Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas. 2017).

### **3.2.2 Palopellit ja säätöpellit**

Ilmanvaihtokanavistossa olevat palopellit on puhdistettava imuroimalla. Puhdistuksen yhteydessä on varottava laukaisemasta palopeltiä. Myös säätöpeltien osalta tämä kannattaa ottaa huomioon, koska kanava puhdistettaessa puhdistusharja saattaa juuttua säätöpeltiin kiinni, mikä voi aiheuttaa säätöpellin rikkoontumisen.

### **3.2.3 Päätelaitteet**

Päätelaitteissa puhdistuksena yleensä riittää kostealla pyyhkeellä pyyhkiminen. Pinttynyt lika voidaan pestä laimealla pesuaineella ja pesuharjalla. Jäähdytyspalkkeissa puhdistus suoritetaan avaamalla jäähdytyspalkin otsapintalevy ja imuroimalla lämmönsiirtimen pinnat. Jos jäähdytyspalkki on vapaaksi asennettu, on hyvä imuroida myös jäähdytyspalkin yläosa kertyneestä pölystä.

## 4 ILMASTOINTILAITOKSEN MITTAUS JA SÄÄTÖ

Ilmavirtojen mittaus ja säätö on puhdistuksen jälkeinen toimenpide, kun rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on puhdistettu. Mittauksen ja säädön tavoitteena, että huonekohtaiset ilmavirrat on säädetty suunnitelmien mukaisiksi. Liian pienet ilmavirrat voivat aiheuttaa ilman laadun heikkenemistä, liian suuret puolestaan veto- ja meluongelmia sekä turhaa energiankulutusta. Oikein suoritettu ilmavirtojen mitoitus ja säätö johtaa terveelliseen ja viihtyisään sisäilmastoon ja rakennuksen kannalta tehokkaaseen energiankäyttöön (Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja tasapainotus, 2012, 95, 115).

### 4.1 Mittaus ja säätö

Päätelaitteiden ja virtaussäätimien säätöosat säädetään ensin niiden laskennallisiin esisäätöarvoihin, jos kanavaistosta on tehty painehäviölaskenta. Suhteellisessa säädössä ilmavirtojen säätö aloitetaan vaikeimman linjan viimeisestä päätelaitteesta (ns. referenssiventtiili). Muut päätelaitteet säädetään samaan suhteelliseen arvoon kuin referenssiventtiili. Lopuksi säädetään puhaltimen ilmavirta siten, että referenssiventtiilin suhteellinen ilmavirta (mitattu ilmavirta jaettuna suunnitellulla ilmavirralla) on yksi.

Päätelaitteissa säätö voidaan aloittaa niin sanotusta nolatilanteesta, missä päätelaitteen säätöasento on nolla, ja haaran ensimmäisestä päätelaitteesta, jotta tiedetään ilman riittävän haaran tai linjan viimeiseen päätelaitteeseen asti. Ilmavirrat saavat poiketa suunnittelijan arvoista huonekohtaisesti 20 % ja järjestelmäkohtaisesti 10 %

#### 4.1.1 Alipaineisuus

Uusien rakennuksien ilmavirrat säädetään tasapainoon, mutta vanhojen rakennuksien ilmavirrat säädetään puhdistuksen jälkeen alkuperäisten suunnitelmien mukaan, jotta ilmanvaihtokoneen toiminta pysyy ennallaan ja kanaviin ei tarvitse

tehdä suuria muutoksia. Kun asentaja on säätänyt huonekohtaiset ilmavirrat suunniteltuihin arvoihin, asentaja vielä tarkistaa laskemalla rakennuksen tulo- ja poistoilmavirtojen erotuksen suhteen poistoilmavirtaan ja ilmoittaa arvon prosentteina.

$$\text{Ilmavirtojen eroavuus \%} = \frac{\text{tuloilma} - \text{poistoilma}}{\text{poistoilma}} * 100\%$$

#### 4.1.2 Tiiviyskoe

Puhdistuksen yhteydessä tarkastetaan kanavien tiiviys. Kanavien tiiviys voidaan epäillä riittämättömäksi, jos kanavistossa havaitaan silmämääräisesti vuotokohtia tai huonekohtaisten ilmavirtojen summa i poikkeaa puhaltimen kokonaisilmavirrasta yli 20 %. Kanaviston tiiviyskoe kuvattu standardissa SFS-EN 12599. Kanavistolle ja ilmanvaihtokoneelle on asetettu tiiviysluokat A, B, C ja D (SFS-EN 1507. 2011). Ilmanvaihtokone on riittävän tiivis, kun se täyttää tiiviysluokan B vaatimukset. Kanavistolle tiiviysluokka B on yleensä riittävä, ellei kanaviston tiiviydelle ole asetettu tiukempia vaatimuksia (Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta.1009/2017. § 19 & 20).

Kanaviston tiiviyskoe tehdään asennustyön yhteydessä. Tiiviyskokeen tekeminen olemassa olevan ilmanvaihtojärjestelmään on työläs. Tiiviyskoe kanavistossa aloitetaan jakamalla kanavisto mitattaviin osiin ja tulppaamalla alueen päätelaitteiden avonaiset päät tiiviisti. Tämän jälkeen kanavisto paineistetaan tiiviysluokan vaatimalla koepaineella ja ylläpidetään painetta  $\pm 5$  %:n rajoissa viisi minuuttia. Jos vuotoilmamäärä ylittää tiiviysluokalle asetetun raja-arvon, täytyy ryhtyä tiiviystöihin. Työssä edetään järjestelmällisesti tiivistämällä vuotavat kanavaliitokset ja näkymättömien vuotokohtien paikallistamiseen hyödynnetään savugeneraattoria johtamalla merkkisavua paineistettuun kanavistoon. Tiiviyskoe suoritetaan uudelleen ja kanavistoa tiivistetään, kunnes vuotoilmamäärä ei ylitä tiiviysluokalle asetettua raja-arvoa.



## **4.2 Automaatio**

Huollon ja puhdistuksen yhteydessä voidaan havaita ilmanvaihdon automaatioissa virhetoimintoja, jotka raportoidaan. Automaation hälytys- yms. toimintaa voidaan esimerkiksi testata esimerkiksi sulkemalla hälytystoiminnalla varustettu palopelti. Samalla ohjausyksiköstä voi testata ilmanvaihtojärjestelmän puhallinnopeuksien ja moottoripeltien ohjattavuutta.

Puhdistuksen yhteydessä asentaja tarkistaa moottoripeltien mekaanisen toimivuuden. Asentaja tarkistaa toimivatko pellit, aukeavatko ja sulkeutuvatko moottoripellit normaalisti sekä menevätkö moottoripellit kiinni samaan aikaan kuin ilmanvaihtokone. Jolleivät nämä toimi asianmukaisesti, on syytä pyytää kiinteistön automaatiosta vastaava henkilö paikalle.

## **4.3 Tuloilmalaitteiden ilmasuihkujen suuntaus**

Ilmavirran mittauksen ja säädön aikana on otettava huomioon tuloilmalaitteen ilmasuihkun suuntaus. Säätyöyllä tekevällä on oltava käsitys ilmanjaon perusteista. Tuloilmasuihku pitää suunnata siten, että ilmaa virtaa oleskeluvyöhykkeelle vedottomasti ja poistaa huonetilassa syntyvät epäpuhtaudet tehokkaasti. Huoneen oleskeluvyöhyke on yleensä 1,8 metriä lattiasta ja 0,6 metriä sisä- ja ulkoseinästä. Säädetäessä päätelaitetta heittopituus ei saa olla niin pitkä, että se törmää huoneen seiniin, tai niin lyhyt, että jäähdytetty tuloilmasuihku tippuu liian aikaisin oleskeluvyöhykkeelle. Samalla päätelaitetta suunnattaessa tulee huomioida katossa olevia esteitä, jotka saattaisivat vaikuttaa ilmasuihkun taipumiseen.

## **5 DOKUMENTOINTI**

### **5.1 Mittauspöytäkirjat**

Ilmanvaihtojärjestelmien puhdistuksesta ja ilmavirtojen säätötyöstä laaditaan pöytäkirja. Asentajat kirjaavat pöytäkirjaan havaitut korjaustarpeet ja käyvät asiakkaan kanssa keskustelua korjausvaihtoehdoista. Ilmavirtojen mittauspöytäkirjaan on seuraavaa mittaus- ja säätötyötä ajatellen hyvä kirjata huollon yhteydessä säädetyt puhallinnopeudet sekä päätelaitteiden säätöarvot.

### **5.2 Valokuvat**

Valokuvat ovat tärkeä osa huolto- ja puhdistustyön dokumentointia. Ne havainnollistavat asiakkaalle huollon ja puhdistuksen työn vaiheita ja lopputuloksia. Tämän vuosi ilmanvaihtokanavista sekä ilmanvaihtolaitteiston huollosta ja puhdistuksesta on hyvä ottaa valokuvat ennen ja jälkeen. Valokuvat laitetaan mittauspöytäkirjan liitteeksi.

### **5.3 IV-suunnitelmien muutokset ja päivitys**

Jos puhdistuksen aikana huomataan, että kanavien, päätelaitteiden tms. laitteiden asennuksen toteutus ja ilmanvaihtosuunnitelmat eroavat toisistaan, on eroavaisuudet merkittävä ilmanvaihtopiirustuksiin. Lisäksi on hyvä ottaa valokuvia havaituista poikkeamista, jotta ne voidaan antaa ilmanvaihtosuunnittelijalle, joka puolestaan päivittää ne suunnitelmiin. Myös jos asentajat ovat huomanneet, että rakennuksessa on tehty suunnitelmista poikkeavia tilamuutoksia, on oltava yhteydessä ilmanvaihtosuunnittelijaan sekä arkkitehtiin, jotta piirustukset saadaan päivitettyä ajan tasalle. Samalla kaikki tehdyt muutokset (säätöpellit, äänenvaimentimet, kanavat) pitää dokumentoida tarkasti, jotta tulevaisuudessa huolto-työ voidaan tehdä ajantasaisiin suunnitelmiin ja dokumentteihin perustuen

## 6 RAPORTOINTIPOHJA

Opinnäytetyössä laadittiin puhdistuksen ja huoltotöiden raportointia varten huollon dokumentaatiolle digitaalinen, työmaaloissa helposti käytettävä lomakemalli. Tavoitteena on, että lomaketta voidaan jatkossa edelleen kehittää mobiilitekniikkaan ja pilvipalveluihin soveltuvaksi. Lisäksi tavoitteena on, että digitaalisella mallilla voidaan hyödyntää dokumentaatiota rakennusten huollossa ja ylläpidossa aiempaa paremmin.

Huollon dokumentaatio nykyisellään perustuu suorituksen yhteydessä tehtäviin muistiinpanoihin sekä valokuviin. Lisäksi varsinaisen raportoinnin laatii useammin työnjohto kuin huollon suorittanut, jolloin suorituksen yhteydessä saadun tiedon katoamisen ja muuttumisen mahdollisuus on suuri.

Näistä lähtökohdista laadittiin huoltolomake. Lomakkeen laadintaan valittiin Excelin tietokantamahdollisuuksien ja lomaketoimintojen vuoksi. Lomakkeessa on kaksi välilehteä, toinen huolto- ja puhdistustyön raportointia ja toinen ilmavirtojen mittauksia ja säätöä varten.

Vasemmassa sarakkeessa ovat huoltoa vaativat komponentit, oikealla komponentteihin liittyvät huolto- ja puhdistustoimenpiteet nimikkeinä. Kunkin komponentin osalle on lisäksi varattu osioon muuta tilaa kommenteille sekä mahdollisille linkeille suunnitelmapiirustusten tarkennuksiin ja huollon yhteydessä otettuihin raportointia tukeviin valokuviin.

Käytön helpottamiseksi kunkin komponentin huolto- ja puhdistustoimenpiteet ovat valittavissa tiputusvalikoilla. Nämä komponenttien toimenpiteiden nimikkeet on valittu ilmanvaihtojärjestelmien laitevalmistajien yleisimmin suosittlemista tehtävistä.

Ehtolauseilla on säädetty valittavissa olevien toimenpiteiden joukkoa tiputusvalikoissa. Tällaisia ehtolauseilla säädettyjä valintoja on mm. lämmöntalteenotossa. Kun valitaan lämmöntalteenoton tyyppi, vasemman sarakkeen komponentit

muuttavat ao. tyyppille soveltuvat arvot jatkovalintoihin. Rekuperatiivisessa levylämmönsiirtimessä lomakkeen valinnoista poistuivat regeneratiivisen lämmöntalteenoton valintamahdollisuudet lomakkeessa. Sähkö- ja vesikiertoisissa järjestelmissä vastaavasti rajataan ilmanvaihdon lämmityspattereiden valintoja. Puhaltimissa samalla tapaa käytetään rajauksena kiilahihna- ja suorayhdepuhallinta. Seuraavana olevassa kuvasarjassa esitetään yllä mainittuja ehtolausekkein ohjattavia vaihtoehtoja.

Lämmöntalteenottolaitteisto:	Pyörivä
Kennon kunto:	
Harjatiiviste:	
Vetohihna	Hyvä Suoristettu kammalla
Puhdistusmenetelmä:	
Muuta huomioitavaa:	

*KUVA 1 Ote lämmöntalteenottolaitteiston tiputusvalikosta pyörivällä LTO:lla*

Lämmöntalteenottolaitteisto:	Levy
Ohituspellistö:	
Lauhdeveden poisto:	
Vesilukko:	Toimii normaalisti Nivelet voideltu
Puhdistusmenetelmä:	Moottoriohjain korjattu
Muuta huomioitavaa:	

*KUVA 2 Ote lämmöntalteenottolaitteiston tiputusvalikosta levy-LTO:lla*

Päätelaitteiden ilmavirran mittauksen ja säädön helpottamiseksi lomakkeessa toiselle välilehdelle on sisällytetty laskentakaava. Kaavassa painehäviö ja k-arvo syöttämällä saadaan tuloksena päätelaitteen ilmavirran määrä ao. päätelaitteen säätöä varten. Tämä helpottaa suoritusta, kun käsin laskentaa ei ole tarpeen tehdä kohteessa. Päätelaitteiden säätöarvoja varten on samalle lomakkeen välilehdelle varattu taulukko kirjaamista varten. Kuvassa 3 on esitetty lomakkeen säätövälilehti. Säätövälilehdelle on varattu sarake poikkeama-arvojen laskentaa ja tarkistamista varten.

Poistoilma						
Päätelaite	Säätöasento	Paine	k-arvo	Suunniteltu	Ilmamäärä	Poikkeama
KSO	5	50	2,3	15	16,3	8,4 %

*KUVA 3 Ote tasapainotuksen mittauspöytäkirjasta*

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön lähtökohtana oli havainto ilmastointijärjestelmien huollon ja puhdistuksen dokumentaation alkeellisuudesta. Havainto perustui tekijän itsensä kokemukseen ilmastointijärjestelmien huoltoja suorittavassa yrityksessä. Digitaalinen dokumentointi voisi parantaa huollon ja kiinteistöjen ylläpidon laatua ja suunnitelmallisuutta. Tältä pohjalta lähdettiin luomaan työmaalle soveltuva ilmastointihuollon digitaalinen dokumentaatiomalli.

Työssä tehtiin Excel-muotoinen lomakemalli, joka perustui pääosin eri järjestelmätöimittäjien laatimiin huollon toteutusta opastaviin lähteisiin. Lomakemalliin kerättiin päätasolle järjestelmän eri osat ja edelleen tiputusvalikoihin toimenpidevaihtoehdot. Lomakkeeseen varattiin tilaa kommentteille, mm. havaituille poikkeamille alkuperäisistä suunnitelmista. Lisäksi jätettiin mahdollisuus lisätä linkit huollon yhteydessä otettuun kuva-aineistoon.

Laadittua lomakemallia tarjottiin kokeiltavaksi muutamalle huoltoa suorittavalle yritykselle. Nämä eivät kuitenkaan tuntuneet olevan tällaisesta kiinnostuneita. Näin lomakkeiston toimivuutta ei onnistuttu koestamaan käytännön tasolla.

Jatkossa lomaketta voisi kehittää edelleen mobiilitekniikkaan ja pilvipalveluihin soveltuvaksi sovellukseksi ei tämän opinnäytetyön yhteydessä ollut mahdollista tutkia. Tällaisen sovellukseen tulisi liittää kanava- ja järjestelmämuutosten sekä suunnitelmapoikkeamien osalle pdf-suunnitelma-aineiston kommentoinnin mahdollistava työkalu. Nykyisellään tällainen on mahdollista jo mobiililaitteiden perussovellusten avulla. Tällainen jatko ja asiamukaisen applikaation työstäminen olisi varmasti mielenkiintoinen tehtävä ja kehittämisen arvoista tietotekniikka-alan toimijoille.

## LÄHTEET

Amber Air Salda. 2017. Asennus-, käyttö ja huolto-opas. Salda UAB. Saatavissa: [https://www.teknocalor.fi/content/files/content/Salda%20IV-ko-neet%20K%C3%A4ytt%C3%B6ohje\\_FIN%20\(pdf\).pdf](https://www.teknocalor.fi/content/files/content/Salda%20IV-ko-neet%20K%C3%A4ytt%C3%B6ohje_FIN%20(pdf).pdf). Hakupäivä: 23.5.2019.

Digitalosaatio eli digitalisaatio kiinteistöissä ja talotekniikassa. 31.8.2016. Are Oy. Saatavissa: <https://www.are.fi/ajankohtaista/digitalosaatio-eli-digitalisaatio-kiinteistoissa-ja-talotekniikassa/>. Hakupäivä: 30.5.2019.

eQ masters -ilmankäsittelykone käyttö- ja huolto-opas. 2019. FläktGroup Finland Oy. Saatavissa: <https://www.flaktgroup.com/fi/products/air-treatment/modular-air-handling-units/eq-master-air-handling-unit/#product-documents>. Hakupäivä: 23.5.2019.

Future ilmankäsittelykone Käyttö- ja huolto-ohje. 2017. Koja Oy. Saatavissa: [http://www.koja.fi/uploads/materiaalipankki/pdf/Future-ilmank%C3%A4sittelykone\\_2017-05-11\\_web.pdf](http://www.koja.fi/uploads/materiaalipankki/pdf/Future-ilmank%C3%A4sittelykone_2017-05-11_web.pdf). Hakupäivä: 23.5.2019.

Holopainen, Rauno - Pasanen, Pertti - Railio, Jorma – Säteri, Jorma - Virranta, Petteri 2012. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja tasapainotus. Helsinki: tekijät ja Opetushallitus.

29.4.2011/379. Pelastuslaki. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2011/20110379>. Hakupäivä: 29.5.2019.

Reijula, Kari 2005. Sairaaloiden kunto ja ilmanvaihto. Selvityshenkilön raportti. Sosiaali- ja terveysministeriön työryhmämuistioita 2005:3. Helsinki: Sosiaali- ja terveysministeriö. Saatavissa: <https://julkaisut.valtioneuvosto.fi/bitstream/handle/10024/71558/TRM200503.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Hakupäivä: 15.3.2019.

SFS-EN 12599. 2013. Rakennusten ilmanvaihto. Ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmien luovutukseen liittyvät testimenettelyt ja mittausmenetelmät. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

SFS-EN 1507. 2011. Rakennusten ilmanvaihto. Metallilevystä valmistetut suorakaidekanavat. Lujuus- ja tiiviysvaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS ry.

802/2001. Sisäasianministeriön asetus ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamisesta. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010802>. Hakupäivä: 29.3.2019.

Sisäilmastoluokitus 2018. 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Helsinki: Rakennustietosäätiö RTS.

1009/2017. 2017. Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. Saatavissa: <https://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2017/20171009>. Hakupäivä: 15.3.2019.

Yleisimmät sisäilmaongelmat.2008. Sisäilmayhdistys ry. Saatavissa: <http://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Sisailmasto/Yleisimmat-sisailmaongelmat>. Hakupäivä: 29.3.2019.

Zaiedman, Josi. Tablettitietokoneiden hyödyntäminen rakennustyömaalla. 2016. Saatavissa: [https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/107406/Zaiedman\\_Josi.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/107406/Zaiedman_Josi.pdf?sequence=1&isAllowed=y) Hakupäivä: 1.6.2019.



## LIITTEET

Liite 1 Lomakemalli ilmanvaihtojärjestelmän huoltoa ja puhdistusta varten



Lomakemalli.xlsx

