



Anton Loikkanen

Ilmanvaihdon toimintakunnon tarkastus kirkossa ja seurakuntakeskuksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

23.4.2024

Tiivistelmä

Tekijä:	Anton Loikkanen
Otsikko:	Ilmanvaihdon toimintakunnan tarkastus kirkossa ja seurakuntakeskuksessa
Sivumäärä:	37 sivua + 1 liite
Aika:	23.4.2024
Tutkinto:	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma:	Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Ammatillinen pääaine:	LVI-suunnittelu
Ohjaajat:	Kiinteistöpäällikkö Ilkka Nyman Yliopettaja Rauno Holopainen

Opinnäytetyössä tehtiin Lohjan seurakunnan kiinteistöpalvelun toimeksiannosta ilmanvaihtojärjestelmän toimintakunnan ja puhtauden tarkastus. Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastus tehtiin Lohjan seurakuntakeskuksessa ja Virkkalan kirkossa. Tarkastuksen tavoitteena oli selvittää ilmanvaihtojärjestelmän toimintakunto ja puhdistustarve. Opinnäytetyössä käsitellään myös koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän ylläpitoa.

Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastus tehtiin pääsääntöisesti ilmanvaihdon katsastusoppaan mukaisesti ja tarkastukset suoritettiin aistinvaraisesti. Tarkastuksessa käytettiin katsastusoppaan koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihdon tarkastuslistaa, johon kirjattiin tarkastuksessa tehtyjen havaintojen tulos. Opinnäytetyössä tehtiin myös kirjallisuuskatsaus ilmanvaihtojärjestelmien ylläpidosta.

Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastuksessa kirjatut havainnot liittyivät pääsääntöisesti ilmanvaihtojärjestelmän puhtauteen. Tulokset osoittivat myös, kuinka tärkeää on tarkastaa säännöllisin väliajoin ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ja puhdistustarve. Ilmanvaihdon tarkastuksen perusteella kohderakennusten ilmanvaihtojärjestelmät ovat puhdistettava ja puutteet on korjattava viipymättä. Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastus olisi suositeltavaa tehdä kaikissa Lohjan seurakunnan kiinteistöissä.

Opinnäytetyössä tehty huolto-ohje ja ilmanvaihtokoneen huoltokaavio helpottavat ilmanvaihtojärjestelmän ylläpitoa. Huolto-ohje selkeyttää ilmanvaihtojärjestelmän ylläpitoon kuuluvia toimenpiteitä ja huoltokaavio niiden johdonmukaista tekemistä. Huolto-ohjeen ja ilmanvaihtokoneen huoltokaavion avulla saadaan pääsääntöisesti ilmanvaihtojärjestelmät pidettyä toimintakuntoisena seurakunnan omalla kiinteistönhoidolla.

Avainsanat: ilmanvaihto, kunto, ylläpito, seurakuntakeskus, kirkko

Tämän opinnäytetyön alkuperä on tarkastettu Turnitin Originality Check -ohjelmalla

Abstract

Author: Anton Loikkanen
Title: Operational Condition Inspection of Ventilation System in Church and Parish Centre
Number of Pages: 37 pages + 1 appendix
Date: 23 April 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Services Engineering
Professional Major: HVAC Design
Supervisors: Ilkka Nyman, Property Manager
Rauno Holopainen, Principal Lecturer

The purpose of the final year project was to do an operational condition inspection of the ventilation system in a church and a parish centre. The aim of the inspection was to determine the operational function and the purity of the ventilation system. Additionally, the maintenance of the mechanical supply and exhaust ventilation system was also discussed in the thesis.

The inspection of the ventilation system was mainly done in accordance with the instructions in the ventilation inspection guide. All the observations made during the inspection were logged in a checklist. A literature review about the maintenance of a ventilation system was also done in the thesis.

The final year project resulted in a list of observations about the operational function of the ventilation system, as well as a general maintenance guide for the ventilation system. The maintenance guide provides important information for the real estate services and can be used as support when maintaining and inspecting the ventilation systems. The results of the operational inspection of the ventilation system show that the inspected systems are impure and need to be cleaned. The flaws observed during the inspection need to be corrected promptly.

Keywords: ventilation, condition, maintenance, parish centre, church

Sisällys

1	Johdanto	1
1.1	Työn tavoitteet	1
1.2	Työn toteutus ja menetelmät	2
2	Ilmanvaihto	3
3	Ilmanvaihtojärjestelmien toiminnan ja puhtauden tarkastus	5
3.1	Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastukset	5
3.1.1	Ilmanvaihtokonehuone	6
3.1.2	Ilmanvaihtokone	6
3.1.3	Ulkoilma-, ulospuhallusilmalaite ja erillispoisto	8
3.1.4	Huonetilat	8
3.2	Tarkastuksen tavoite	9
3.3	Tarkastuskohteet	9
3.3.1	Lohjan seurakuntakeskus	9
3.3.2	Virkkalan kirkko	11
4	Tarkastuksen tulokset ja havainnot	12
4.1	Lohjan seurakuntakeskus	12
4.2	Virkkalan kirkko	14
5	Ilmanvaihtojärjestelmän ylläpito	16
5.1	Ulkoilmalaite	17
5.2	Ulko- ja ulospuhallusilmapeltti	18
5.3	Suodatin	19
5.4	Lämmöntalteenottolaite	20
5.4.1	Nestekiertoinen LTO	21
5.4.2	Pyörivä regeneratiivinen lämmönsiirrin	22
5.4.3	Levylämmönsiirrin	24
5.5	Lämmityspatteri	25
5.5.1	Vesikiertoinen lämmityspatteri	25
5.5.2	Sähkölämmityspatteri	26
5.6	Puhallin	27
5.6.1	Huippuimuri	28

5.6.2	Hihnaveto	28
5.7	Ilmanvaihtojärjestelmän automaatio	29
5.8	Ilmanvaihtokanavisto	30
5.8.1	Kanaviston eristys	31
5.8.2	Päätelaitteet	31
5.8.3	Äänenvaimennin	32
5.8.4	Palorajoittimet	33
5.9	Ilmanvaihtokoneen huoltokaavio	34
6	Yhteenveto	34
	Lähteet	36
	Liite 1: Ilmanvaihtokoneen huoltokaavio	

1 Johdanto

Ilmanvaihdon oikea toiminta ja puhdas ilmanvaihtojärjestelmä varmistavat osaltaan hyvän sisäilman laadun rakennukseen. Sen vuoksi ilmanvaihtojärjestelmien toiminta ja puhtaus tulisi tarkastaa säännöllisin väliajoin. Säännöllisillä tarkastuksilla ilmanvaihto pystytään pitämään toimintakuntoisena, kunhan mahdolliset tarkastuksessa havaitut puutteet ja viat korjataan hyvissä ajoin. [1.]

Opinnäytetyön aihe syntyi työn toimeksiantajan tarpeesta selvittää työssä käsiteltävien ilmanvaihtojärjestelmien kunto ja laatia ilmanvaihdon ylläpidon helpottamiseksi toimeksiantajan käyttöön yleinen ilmanvaihtojärjestelmän huolto-ohje. Opinnäytetyössä esitellään käytössä olevia ilmanvaihtojärjestelmiä ja kerrotaan ilmanvaihtojärjestelmän kunnon ja puhtauden tarkastuksesta sekä käsitellään sitä, mitä tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän ylläpito sisältää yleisesti.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Lohjan seurakunnan kiinteistöpalvelut. Lohjan seurakunnan kiinteistöpalvelut vastaa oman toimialansa strategisesta suunnittelusta ja kaavoitukseen liittyvien asioiden valmistelusta. Vastuualueena ovat muun muassa seurakunnan omistamien kiinteistöjen ylläpito- ja korjaustehtävät sekä uudisrakennusten rakennuttaminen. [2.]

1.1 Työn tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena on tehdä Lohjan seurakuntakeskuksen sekä Virkkalan kirkon ilmanvaihtojärjestelmien toimintakunnon ja puhtauden tarkastus. Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastuksessa tehtyjen havaintojen perusteella voidaan arvioida ilmanvaihtojärjestelmien kunto ja puhdistustarve. Työn toisena tavoitteena on laatia seurakunnan kiinteistöpalvelujen käyttöön ilmanvaihtojärjestelmien ylläpitoon huolto-ohje, joka sisältää ohjeistukset yleisimpiin ja toistuviin ilmanvaihtojärjestelmän huoltotoimenpiteisiin. Huolto-ohjeessa on toimenpideselostuksen lisäksi tarkoitus koota kuvia ilmanvaihtokoneen huollettavista osista huoltotyön havainnollistamiseksi ja selostaa osien toiminta.

1.2 Työn toteutus ja menetelmät

Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastus tehdään aistinvaraisesti pääosin ilmanvaihdon katsastusoppaan [3] mukaisesti, josta on tehty opinnäytetyötä varten kevennetty ilmanvaihtojärjestelmän tarkastusmalli. Tarkastus painotetaan ilmanvaihtokonehuoneen puhtauteen ja sisäympäristöön, ilmanvaihtokoneen toimintaan ja puhtauteen tarkastushetkellä sekä ilmanvaihtokanaviston ja -laitteiden puhtauteen ja huonetilojen sisäympäristöön liittyviin tarkastuksiin.

Vesikatolla ja piha-alueella sijaitsevien ilmanvaihtolaitteiden tarkastus painottuu niiden toimintakunnon, sijoituksen ja puhtauden tarkastukseen. Tarkastus suoritetaan maan tasolta, eikä vesikatolle nousta työturvallisuuden vuoksi.

Ilmanvaihtojärjestelmän kunnon ja puhtauden tarkastus tehdään aistinvaraisesti havainnoiden visuaalisella tarkastuksella. Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastuksessa käytetään ilmanvaihdon katsastusoppaan liitteenä olevaa koneellisen tulo- ja poistoilmavaihtojärjestelmän tarkastuslistaa, johon kirjataan ilmanvaihdon tarkastuksessa tehtyjen havaintojen tulokset, tarkastuksen aikana. Tarkastettavien ilmanvaihtokoneiden toiminta-alueet selvitetään ilmanvaihdon pohjapiirustuksista ja ilmanvaihtokoneiden toimintaselostuksista. Ilmanvaihdon tarkastus rajataan ilmanvaihtojärjestelmän toimintakunnon ja puhtauden tarkastukseen.

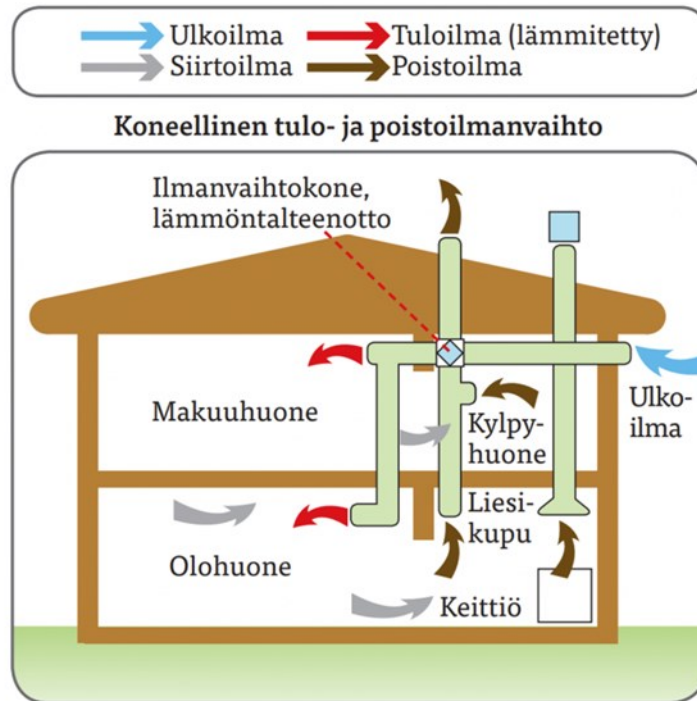
Tarkastettavia ilmanvaihtokoneita on yhteensä kuusi, joista kolme sijaitsee Virkkalan kirkossa ja kolme Lohjan seurakuntakeskuksessa. Työssä ei tarkasteta ilmanvaihtojärjestelmän energiatehokkuutta eikä rakennusautomaatiojärjestelmää.

2 Ilmanvaihto

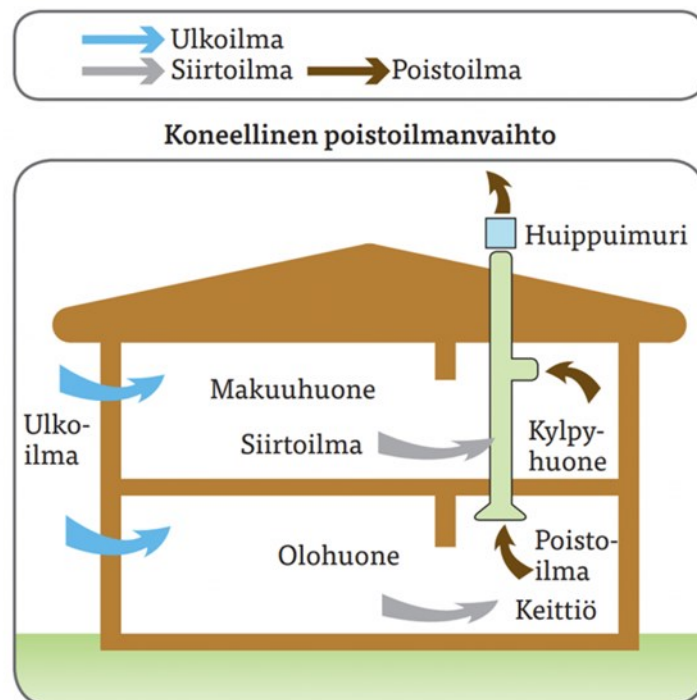
Rakennuksissa esiintyy sisäilman terveellisyyteen haitallisesti vaikuttavia epäpuhtauslähteitä, joita ei voida täysin poistaa. Sisäilmassa esiintyvien epäpuhtauksien pitoisuudet on pidettävä ihmiselle viihtyisällä ja terveellisellä tasolla. Ilmanvaihdoilla poistetaan sisäilmassa olevia epäpuhtauksia ja tilalle tuodaan suodatettua ulkoilmaa. [4, 8. §.]

Koneellisessa ilmanvaihtojärjestelmässä ilmanvaihtokoneen käyntiaika vaihtelee eri rakennusten käyttötarkoituksen mukaan. Toimistorakennuksissa ja muissa rakennuksissa, joiden käyttö ei ole jatkuvaa, voidaan ilmanvaihdon käyntiaika pitää jaksoittaisena käyttöajan ulkopuolella. Ilmanvaihdon jaksottaisen käytön aikana on kuitenkin varmistettava, että rakennuksen ulkoilmavirta on vähintään $0,15 \text{ dm}^3/\text{sm}^2$ suunnitellun käyttöajan ulkopuolella. Sisäilman laadun on oltava hyvä rakennuksen käyttöaikana. [5, luku 3.]

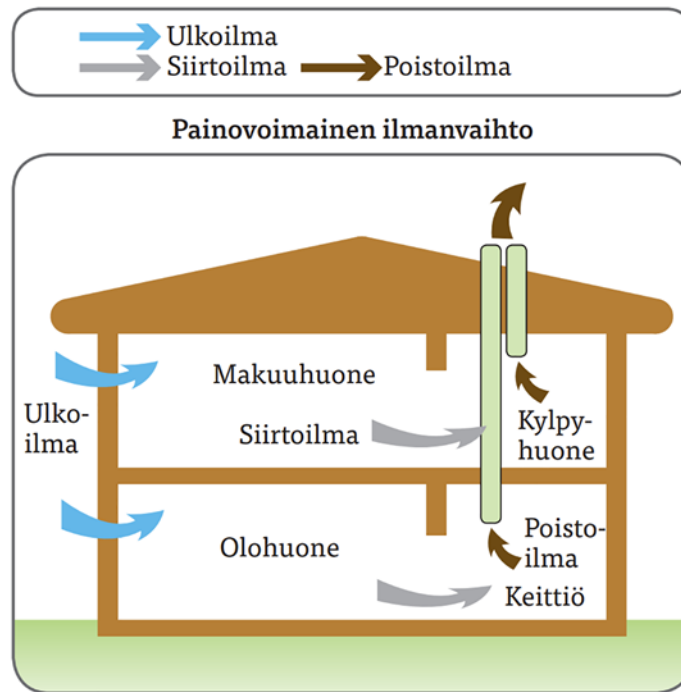
Ilmanvaihdon toiminta perustuu tulo- ja poistoilmavirran välisiin paine-eroihin, jotka saadaan koneellisessa ilmanvaihtojärjestelmässä aikaan puhaltimilla (kuvat 1 ja 2) ja painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä lämpötilojen ja tuulen vaikutuksella (kuva 3). Koneellisen tulo- ja poistoilmavaihdon etuna on tuloilman lämmittämisen, suodatuksen ja poistoilman lämpöenergian talteenoton mahdollisuus. Koneellisessa poistoilmavaihdossa poistoilmavirta on toteutettu poistoilmapuhaltimella ja tuloilma tuodaan korvausilmana rakennukseen vuotoilmareikien ja ulkoilmaventtiilien kautta. [6.] Painovoimainen ilmanvaihtojärjestelmä toimii parhaiten kylminä vuodenaikoina, sillä kylmän ulkoilman ja lämpimän sisäilman tiheusero on suurempi. Lämpimän sisäilman tiheys on kylmän ulkoilman tiheyttä pienempi, jonka seurauksesta lämmin sisäilma poistuu rakennuksen yläosassa olevien poistoilmareittien kautta ulkoilmaan. Tämä aiheuttaa rakennuksen alaosaan alipaineen, jolloin ulkoilmaa virtaa rakennukseen vuotoilmareiteistä ja ulkoilmaventtiileistä. [7, s. 9.]



Kuva 1. Periaatekuva koneellisesta tulo- ja poistoilmavaihtojärjestelmästä. [8.]



Kuva 2 Periaatekuva koneellisesta poistoilmanvaihtojärjestelmästä. [8.]



Kuva 3. Periaatekuva painovoimaisesta ilmanvaihdosta. [8.]

3 Ilmanvaihtojärjestelmien toiminnan ja puhtauden tarkastus

3.1 Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastukset

Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastukset tehdään pääasiassa ilmanvaihdon katsastusoppaan [3] luvun 3.1 ”Koneellisesta tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmästä tarkastettavat asiat” mukaisesti. Koneellisen tulo- ja poistoilmavaihtojärjestelmän tarkastukseen kuuluu ilmanvaihtokonehuoneen, ilmanvaihtokoneen, ulkoilma- ja ulospuhallusilmalaitteiden, erillispoistojen ja huonetilojen tarkastus.

Huonetilojen tarkastus tehdään ilmanvaihtokoneen palvelualueen jokaisessa kerroksessa. Tarkasteltavat huonetilat valitaan siten, että ne edustavat ilmanvaihtojärjestelmän tavanomaisia oleskelutiloja. Huonetilojen tarkastus tehdään myös tiloissa, joissa on suuri henkilötiheys, ja tiloissa, joista tilojen käyttäjiltä on tullut palautetta sisäilman huonosta laadusta. Kaikki tarkastukset tehdään aistinvaraisesti ja tehdyistä havainnoista kirjataan tuloksen perusteella merkintä kunnossa (K), kunnossa huomautuksella (H) tai korjauskehotus (E). [3.]

3.1.1 Ilmanvaihtokonehuone

Ilmanvaihtokonehuoneeseen tultaessa arvioidaan sisäilman laatu ja konehuoneen lämpötila. Lämpötilan arvioinnissa huomioidaan konehuoneen sijoitus rakennuksessa ja sään ja ulkoilman lämpötilan vaikutus sisäilman lämpötilaan tarkastushetkellä. Konehuoneen äänitaso arvioidaan ottaen huomioon ilmanvaihtokoneen tyypilliset käynnistä aiheutuvat äänet. [3, luku 3.1.1.]

Tämän jälkeen tarkastetaan, että ilmanvaihtokonehuoneeseen ei ole päässyt ilmanvaihtokoneen kautta vettä tai lunta ja että konehuoneen sisäpinnat ovat puhtaat ja ehjät. Ilmanvaihtokoneen kammioiden viemäroinnin ja konehuoneen lattiakaivon toiminta tarkastetaan siltä osin, että viemäroinnistä ei aiheudu hajuhaittoja kuivuneen vesilukon takia ja että viemärointi ei ole tukossa. [3, luku 3.1.1.]

Ilmanvaihdon automaation toiminta tarkastetaan siltä osin, että ilmanvaihtokone käy automaation ohjauksella ja ilmanvaihtokoneen säätö ja ohjaus tapahtuu toimintaselostuksen mukaisesti. Ilmanvaihdon tuloilman lämpötila tarkastetaan tuloilmakanavan kiinteästä lämpömittarista. Tuloilman lämpötilan pitäisi lämmityskaudella olla korkeintaan 20 °C pois lukien ilmalämmitysjärjestelmät. [3, luku 3.1.1.]

3.1.2 Ilmanvaihtokone

Ilmanvaihtokoneen käydessä tarkastetaan, että ilmanvaihtokoneessa on laitekilpi, josta selviävät ilmanvaihtokoneen palvelualue ja koneen tunnus (esimerkiksi TK1, Keittiö). Ilmanvaihtokoneen vaipan ja ilmanvaihtokanaviston tiiviys tarkastetaan reikien ja muiden vuotoilma-aukkojen osalta. Näkyvissä olevasta kanavistosta tarkastetaan palo- ja lämpöeristeiden ja kannatusten kunto ja se, että kanaviston läpiviennit ovat tiiviit. Seuraavaksi tarkastetaan, että ilmanvaihtokoneessa on tarvittavat paine-ero- ja lämpömittarit ja että ne ovat kunnossa. Paine-eromittarista tarkastetaan ilmanvaihtokoneen suodattimen aiheuttama

paine-ero. Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenotto- ja lämmitysjärjestelmä tarkastetaan nestevuotojen ja poikkeavien äänten varalta. [3, luku 3.1.2.]

Kun aiemmat tarkastukset on tehty, pysäytetään ilmanvaihtokone turvakytkimestä ja odotetaan hetki, että koneen liikkuvat osat ovat täysin pysähtyneet. Tämän jälkeen arvioidaan ilmanvaihtokoneen kiinteiden paine-eromittareiden kalibroinnin tarve tarkastamalla, että ne näyttävät sallitun poikkeaman sisällä olevaa arvoa, joka on ± 5 Pa paine-eroa, kun ilmanvaihtokone ei käy [3, luku 3.1.2]. Seuraavaksi avataan ilmanvaihtokoneen huoltoluukut ja tarkastetaan ilmanvaihtokoneen toimintakunto koneen sisäpuolelta.

Huoltoluukkuja avatessa tarkastetaan muun muassa huoltoluukkujen kahvojen, lukkojen ja saranoiden toiminta ja se, että huoltoluukun pinnat ja tiivisteet ovat ehjät. Ilmanvaihtokoneen ulkoilma- ja muiden säätö- ja sulkupeltien vivustojen ja toimimoottoreiden mekaaninen toiminta tarkastetaan ja varmistetaan, että ulkoilmapelti sulkeutuu tiiviisti, kun tuloilmapuhallin pysähtyy. Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottolaitteen ja lämmityspatterin puhtaus tarkastetaan ja katsotaan, että niiden lamellit eivät ole vääntyneet. Ilmanvaihtokoneen tulo- ja poistoilmapuhaltimen hihnojen, laakereiden, kiinnitysten ja tärinävaimentimien kunto ja puhaltimien puhtaus ja oikea pyörimissuunta tarkastetaan. Ilmanvaihtokoneen suodattimien kunto ja puhtaus arvioidaan ja tarkastetaan, että ilmanvaihtokoneen suodatinluokat vastaavat suunniteltua suodatinluokkaa, suodattimet ovat asennettu oikein ilman virtaussuuntaan nähden ja suodattimen pussit ovat koneessa pystyasennossa. [3, luku 3.1.2.]

Lisäksi tarkastetaan, että ilmanvaihtokoneeseen ei kulkeudu vettä ja lunta tarkastamalla, onko ulkoilmakammion pohjalla vettä tai vedestä aiheutuvia kuivumisjälkiä ja että kammioissa on toimiva viemärointi veden poistamista varten. Ilmanvaihtojärjestelmän ulko-, tulo-, poisto- ja ulospuhallusilmakanavien puhdistustarve tarkastetaan ilmanvaihtokoneen huoltoluukkujen ja ilmavaihtokanavien puhdistusluukkujen kautta pistokoeluontoisesti. [3, luku 3.1.2.]

3.1.3 Ulkoilma-, ulospuhallusilmalaite ja erillispoisto

Ulkoilmalaitteesta tarkastetaan, että ulkoilmalaitteen etäisyys kattopinnasta ja epäpuhtauslähteistä, kuten ulospuhallusilmalaitteista ja pysäköintipaikoista, on riittävä. Ulkoilmalaitteen epäpuhtauskertymä ja kunto tarkastetaan päältäpäin. Lisäksi tarkastetaan, että ulkoilmalaitteen kautta ei kulkeudu vettä tai lunta ulkoilmakanavaan. [3, luku 3.1.3.]

Ulospuhallusilmalaitteesta tarkastetaan, että ulospuhallusilmalaitteen etäisyys avattavista ikkunoista ja ulkoilmalaitteista on riittävä ja että laite on päältäpäin kunnossa ja puhdas. [3, luku 3.1.3.]

3.1.4 Huonetilat

Huonetiloissa tarkastetaan, että näkyvissä olevassa kanavistossa ei ole reikiä tai muita vuotokohtia. Osastoivan rakenteen läpivientien tiiviys tarkastetaan ja katsotaan, että kanaviston palo- ja lämpöeristeiden ulkopinta ei ole vioittunut ja kanaviston kannakkeet ovat ehjät ja kunnossa. [3, luku 3.1.4.]

Tulo- ja poistoilmakanavien puhdistustarve tarkastetaan jokaiselta ilmanvaihtokoneen palvelualueelta. Kanavan puhtaus tarkastetaan poistamalla päätelaite kanavasta tai, jos mahdollista, tarkastamalla runkokanavan tarkastusluukun kautta. Tulo- ja poistoilmakanavien päätelaitteiden puhdistustarve arvioidaan poistamalla päätelaite kanavasta ja tarkastamalla päätelaitteen pintojen puhdistus. Tarkastus tehdään pistokoeluontoisesti. [3, luku 3.1.4.]

Huonetilojen sisäilman laatu ja lämpöolot arvioidaan aistinvaraisesti huonetilaan tultaessa, ottaen huomioon tilan käyttö tarkastushetkellä tai juuri ennen tarkastusta. Huonetilan ilmanjaon toiminta tarkastetaan aistinvaraisesti havainnoiden, että tuloilma sekoittuu koko oleskeluvyöhykkeelle aiheuttamatta vedon tunnetta, ja että huonetiloissa esiintyvät epäpuhtaudet siirtyvät suoraan poistoilmalaitteisiin. Ilmanjaon toiminnasta tarkastetaan myös, että tulo- ja poistoilmavirrat ovat tasapainossa, eikä aiheuta ulko- ja sisäilman välille haitallista paine-eroa.

Huonetilan ilmanvaihdon äänitaso arvioidaan astinvaraisesti tarkastuksien aikana. [3, luku 3.1.4.]

3.2 Tarkastuksen tavoite

Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastuksen tavoitteena on selvittää järjestelmien toimintakunto ja puhdistustarve sekä kirjata tarkastuksessa havaitut viat ja puutteet. Tarkastustulosten perusteella voidaan määrittää ilmanvaihtojärjestelmän huolto- ja korjaustarpeet yleisellä tasolla ja tarpeellisten toimenpiteiden kiireellisyys. Tarkastustuloksia voidaan hyödyntää ilmanvaihtojärjestelmän ylläpidon suunnittelussa.

Ilmanvaihtojärjestelmän kunto ja puhtaus on suositeltavaa tarkastaa säännöllisin väliajoin hyvän sisäilman varmistamiseksi. Vakioilmavirtaiset ilmanvaihtojärjestelmät, erillispoistot ja painovoimaisen ilmanvaihdon tarkastus on suositeltu tehtäväksi viiden vuoden välein. Monimutkaisempien ilmanvaihtojärjestelmien, kuten muuttuvilmavirtajärjestelmien, tarkastus on suositeltavaa tehdä kolmen vuoden välein. [3, luku 1.3.]

3.3 Tarkastuskohteet

Tarkastuskohteina olivat Lohjan seurakuntakeskus ja Virkkalan kirkko. Rakennukset on rakennettu 1950-luvulla ja niiden käyttötarkoitus on samankaltainen. Molemmissa rakennuksissa on koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä. Rakennuksissa on myös tiloja, joiden huonetilat ovat korkeat, kuten Virkkalan kirkossa kirkkosali ja Lohjan seurakuntakeskuksessa kappelikirkko.

3.3.1 Lohjan seurakuntakeskus

Lohjan seurakuntakeskus on arkkitehdin Arne Ervin suunnittelema rakennus, joka valmistui vuonna 1951 (kuva 4). Seurakuntakeskuksen tiloja ovat kappelikirkko (Pikku Lauri), seurakuntasali, keittiö, diakoniatoimisto, toimisto- ja koontumistila. Vuosina 1995–1999 seurakuntakeskukseen tehtiin arkkitehdin

Vuokko Jouhikaisen suunnittelema saneeraus, jolloin myös ilmanvaihtojärjestelmä uusittiin. Saneeraus toteutettiin kolmessa eri vaiheessa. [9.] Rakennuksen kerrosala on 1 940 m² ja tilavuus 9 700 m³. Rakennus on pääosin yhdessä kerroksessa ja tarkasteltavat ilmanvaihtokonehuoneet sijaitsevat rakennuksen yläpohjassa.



Kuva 4 Lohjan seurakuntakeskus.

Opinnäytetyössä Lohjan seurakuntakeskuksessa tarkastettiin ilmanvaihtokoneet TK1, TK2 ja TK3 ja niiden ilmanvaihtokonehuoneet, palvelualueet ja pisto-koeluontoisesti ilmanvaihtokanavisto päätelaitteineen. Tuloilmakoneen TK1 palvelualue on seurakuntakeskuksen kappelikirkko ja kappelikirkon poistoilma on toteutettu erillispoistopuhaltimilla HI-1.1 ja HI-1.2, jotka sijaitsevat kappelikirkon vesikatolla. Tulo- ja poistoilmakoneen TK2 palvelualue on neuvottelutilat, jotka sijaitsevat kappelikirkon alapuolella. Tulo- ja poistoilmakoneen TK3 palvelualue on seurakuntakeskuksen toimisto- ja kokoontumistilat. Seurakuntakeskuksen toimistotilojen työntekijät ovat kokeneet sisäilman laadun olevan ajoittain huono.

3.3.2 Virkkalan kirkko

Virkkalan kirkko on arkkitehdin Mikael Nordenswanin suunnittelema rakennus, joka valmistui elokuussa 1953 (kuva 5). Virkkalan kirkon tiloja ovat kirkkosali, seurakuntasali, keittiö ja päiväkerhotilat. Virkkalan kirkkoon on tehty vuosina 2009 ja 2010 perusteellinen saneeraus, jolloin myös ilmanvaihtojärjestelmä uusittiin. [10.] Rakennuksen kerrosala on 1 474 m² ja tilavuus 5 500 m³. Rakennus on kolmessa kerroksessa: kellari, 1. kerros ja 2. kerros. Rakennus on jaettu kahteen osaan, A ja B, joissa kummassakin osassa on IV-konehuoneet 2. kerroksessa. A-osassa on kaksi IV-konehuonetta ja kaksi tuloilmakonetta ja B-osan IV-konehuoneessa on yksi tulo- ja poisto ilmanvaihtokone. A-osan poistoilma on toteutettu erillispoistolla.



Kuva 5 Virkkalan kirkko.

Opinnäytetyössä Virkkalan kirkossa tarkastettiin ilmanvaihtokoneet TK1, TK2 ja TK3 ja niiden ilmanvaihtokonehuoneet, palvelualueet ja pistokoeluontoisesti ilmanvaihtokanavisto päätelaitteineen. Virkkalan kirkon tulo- ja poistoilmakoneen TK1 palvelualue on B-osan 1. kerros sekä A- ja B-osan kellarikerros kokonaisuudessaan. Tuloilmakoneen, TK2 palvelualue on A-osan keittiö ja keittiön poistoilma on toteutettu erillispoistopuhaltimella PF2.1, joka sijaitsee rakennuksen vesikatolla. Tuloilmakoneen TK3 palvelualue on A-osan kahvi- ja kirkkosali ja salien poistoilma on toteutettu erillispoistopuhaltimilla PF3.1 ja PF3.2, jotka sijaitsevat rakennuksen vesikatolla.

4 Tarkastuksen tulokset ja havainnot

Tarkastuksen havainnoista on lisätty raporttiin ainoastaan ne havainnot, jotka ovat saaneet tarkastuksessa tuloksen H (huomautus) tai E (korjauskehotus). Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastukset tehtiin viikolla 8, vuonna 2024. Ulkoilman lämpötila vaihteli -2 °C – $+2\text{ °C}$ välillä. Sää oli pilvistä ja vaihtelevasti myös sateista. Ilmanvaihtokoneiden palvelualueet olivat tarkastushetkellä tyhjä tai vähäisellä käytöllä. Suurin osa tehdyistä havainnoista perustui ilmanvaihtokoneiden puhtauteen.

Havainnon jälkeinen tunnus viittaa ilmanvaihtokoneen tai erillispoiston tunnuksen (ks. luvut 3.3.1 ja 3.3.2). Ilmanvaihtokonehuoneen, ulko- ja ulospuhallusilmalaitteen ja huonetilojen tarkastuksessa tehtyjen havaintojen jälkeen merkitään myös siihen kuuluvan ilmanvaihtokoneen tai erillispoiston tunnus. Ilmanvaihtokoneen tunnuksen avulla voidaan ilmanvaihtojärjestelmän pohjakuvasta selvittää ilmanvaihtokoneen ja -kanaviston sijainti ja palvelualueet.

4.1 Lohjan seurakuntakeskus

Lohjan seurakuntakeskuksen ilmanvaihtojärjestelmän tarkastuksessa havaittiin useita epäkohtia, jotka saattavat heikentää sisäilman laatua. Kaikissa ilmanvaihtokoneissa oli havaittavissa ilman virtaussunnassa tuloilmasuodattimen

jälkeen epäpuhtautta. Ilmanvaihtokoneiden tuloilmasuodattimien ohivuotojen takia ilmanvaihtojärjestelmät on syytä puhdistaa.

Tulo- ja poistoilmakoneiden TK2 ja TK3 epäpuhtauden määrä oli suuri ja niiden puhdistustarve on kiireellinen. Ilmanvaihtokoneen, TK3:n ulkoilmakanava oli epäpuhtas ja kanavaan oli kulkeutunut vettä. Syynä veden kulkeutumiseen voi olla se, että ulkoilmakanava on haaroitettu yhteensä kolmelle ilmanvaihtokoneelle ja kanavan ulkoilmasäleikön otsapinta-ala voi olla tarvittavalle ilmavirrälle liian pieni [11, s. 91.].

Lohjan seurakuntakeskuksen ilmanvaihtokonehuoneiden tarkastuksessa tehdyt havainnot olivat seuraavat:

- Ilmanvaihtokoneen ulko- ja tuloilmakanavissa ei ole tarkastusluukkuja, TK1 (H).
- Tuloilman lämpötila oli 22 °C, TK1 ja 21 °C, TK2 (H).
- Ulko- ja ulospuhallusilmakanavaa ei ole lämmöneristetty, TK2 (E).
- Tuloilmakanavassa ei ole tarkastusluukkuja, TK3 (H).
- Lattialla oli lämmitysjärjestelmän putkiverkostosta huollon/vuodon yhteydessä tulleita veden kuivumisjälkiä, TK3 (H).

Lohjan seurakuntakeskuksen ilmanvaihtokoneiden tarkastuksessa tehdyt havainnot olivat seuraavat:

- Suodattimen paine-eromittari ja tuloilmapuhaltimen ilmavirtamittari olivat epäkunnossa, TK1 (H).
- Lämmityspatterin vesiputkessa oli ruostetta, TK1 (H).
- Ulkoilmapelti ei mene kiinni, kun puhallin pysäytetään turvakytkimestä, TK1 (E).
- Puhaltimen hihnassa on pientä kulumaa. Puhaltimen siipipyörää liikuteltaessa kuuluu pientä rohinää, TK1 (E).
- Tuloilmasuodattimen jälkeen kammiossa oli epäpuhtauksia, lämmityspatterin pinnassa oli epäpuhtautta, tuloilmakoneen kammiot olivat epäpuhtaat, TK1 (E).
- Ulkoilmakanavassa oli epäpuhtauksia, TK1 (E).
- Tuloilma suodattimet olivat likaantuneet, TK1 (E).

- Ilmanvaihtokone ja sen komponentit ja kanavisto olivat kokonaisuudessaan epäpuhtaat, TK2 (E).
- Ulko- ja ulospuhallusilmapelti ei mene kiinni, kun puhaltimet pysäytetään, TK3 (E).
- Kiinteät paine-ero- ja ilmavirtamittarit olivat epäkunnossa/kytkemättä, TK3 (E).
- LTO- ja lämmityspatterit olivat epäpuhtaat, TK3 (E).
- Poisto- ja tuloilmapuhaltimet olivat epäpuhtaat ja puhaltimien hihnat olivat kuluneet ja löystyneet, TK3 (E).
- Kammiot, suodattimet ja ilmanvaihtokanavat epäpuhtaat, TK3 (E).

Lohjan seurakuntakeskuksen ulkoilma- ja ulospuhallusilmalaitteiden tarkastuksessa tehdyt havainnot olivat seuraavat:

- Ulkoilmasäleikössä oli vähäisessä määrin epäpuhtautta, TK1 (H).
- Ulkoilmasäleikkö oli osittain esteen takana, TK2 (H).
- Ulkoilmasäleikössä oli epäpuhtautta ja ulkoilmakanavaan kulkeutunut vettä, TK3 (E).

Lohjan seurakuntakeskuksen huonetilojen tarkastuksessa tehdyt havainnot olivat seuraavat:

- Tulo- ja poistoilmakanavissa oli epäpuhtautta, TK2 (E).
- Sisäilmanlaatu oli astinvaraisesti arvioituna huono, TK2 (H).
- Sisäilman laatu oli astinvaraisesti arvioituna huono ja käyttäjäpalautteen mukaan huono, TK3 (H).

4.2 Virkkalan kirkko

Virkkalan kirkon ilmanvaihtojärjestelmän tarkastuksessa tehdyt korjauskehoitusta vaativat havainnot olivat vähäisemmät kuin Lohjan seurakuntakeskuksessa. Ilmanvaihtokonehuoneet olivat asiallisessa ja siistissä kunnossa, ja niissä oli hyvin tilaa tehdä tarkastuksia. Ilmanvaihtokoneet olivat teknisesti hyvässä kunnossa, mutta suodattimen ohivuotojen takia koneen komponenttien pinnoille oli kertynyt epäpuhtauksia.

Ilmanvaihtokanavistoa ei ollut koskaan puhdistettu, ja siihen nähden ilmanvaihtokanaviin kertyneen epäpuhtauden määrä ei ollut suuri. Tarkastuksen perusteella ilmanvaihtokanavisto ja siihen kuuluvat päätelaitteet olisi kuitenkin hyvä puhdistaa, samoin ilmanvaihtokoneet. Ilmanvaihtokanavien puhdistuksen yhteydessä olisi myös hyvä tehdä ilmavirtamittaukset ja tarpeelliset ilmavirtojen säädöt.

Virkkalan kirkon ilmanvaihtokonehuoneiden tarkastuksessa tehdyt havainnot olivat seuraavat:

- Lattialla oli veden kuivumisjälkiä, TK1 (E).
- Ulkoilmapellin tarkastus oli hankalaa, ulkoilmakanavaan voitaisiin lisätä tarkastusluukku, TK1 (E).
- Lattialla oli veden kuivumisjälkiä, TK2 (E).
- Lattiakaivon hajulukko oli kuivunut, lattiakaivo ei ole ilmavaihtokoneen käytössä, TK2 (H).
- Lattialla veden kuivumisjälkiä, TK3 (E).
- Lattiakaivo hajulukko oli kuivunut, lattiakaivo ei ole ilmanvaihtokoneen käytössä, TK3 (H).

Virkkalan kirkon ilmanvaihtokoneiden tarkastuksessa tehdyt havainnot olivat seuraavat:

- Ulkoilmapelti ei mene kiinni, kun puhallin pysäytetään turvakytkimestä, TK1 (E).
- Lämmityspatterin lamellissa oli pieniä vääntymiä, TK1 (H).
- Ulkoilmakammiossa oli veden kuivumisjälkiä, kammiossa ei ole viemäröintiä, TK1 (E).
- Paine-eromittarit PDE 1.1–1.4 on kalibroitava, TK1 (H).
- Tulo- ja poistoilmasuodattimet olivat epäpuhtaat, TK1 (H).
- Ilmanvaihtokanaviston säätöpeltien ilmavirran mittausyhteen tulpapaus oli puutteellinen, TK2 (H).
- Ulkoilmapelti ei mene kiinni, kun puhallin pysäytetään, TK2 (E).
- Ulkoilmakammiossa ei ole viemäröintiä, TK2 (E).
- Ulkoilmakammion huoltoluukun salpa ei käänny, vika ei estä luukun avaamista, TK2 (E).

- Kammiot olivat epäpuhtaat, TK2 (E).
- Tuloilmasuodattimen jälkeen oli epäpuhtautta, kuten hyönteisiä lämmityspatterin pinnalla ja epäpuhtauksia puhallinkammiossa, TK2 (E).
- Ulkoilmapelti ei mene kiinni, kun puhallin pysäytetään, TK3 (E).
- Ulkoilmakammiossa ei ole viemäröintiä, TK3 (H).
- Paine-eromittari PDE 3.2 on kalibroitava, TK3 (H).
- Kammiot olivat epäpuhtaat, TK3 (E).
- Suodattimen jälkeen epäpuhtauksia, lämmityspatterin pinnassa oli hyönteisiä ja muuta epäpuhtautta, TK3 (E).

Virkkalan kirkon ulko- ja ulospuhallusilmalaitteiden tarkastuksessa tehdyt havainnot olivat seuraavat:

- Ulkoilmasäleikkö oli hieman irronnut kehyksestä, TK1 (H).
- Ulkoilmalaitteen säleikössä oli hieman pinttynyttä epäpuhtautta, TK2 (H).
- Ulkoilmalaitteen säleikössä oli hieman pinttynyttä epäpuhtautta, TK3 (H).

Virkkalan kirkon huonetilojen tarkastuksessa tehdyt havainnot olivat seuraavat:

- Kerhotilojen poistoilmakanavissa oli epäpuhtautta, TK1 (E).
- Kerhotilojen taukotilojen liesikupujen rasvasuodattimet olivat epäpuhtaat, TK1 (E).
- Poistoilmakanavassa oli epäpuhtautta, TK2, PF 2.1 (E).
- Keittiön poistoilmaventtiilit olivat epäpuhtaat, TK2, PF2.1 (E).
- Keittiön astianpesulaitteiston yläpuoleisessa poistoilmahuuvassa oli epäpuhtautta, TK2/PF2.1 (E).
- Kahvisalin poistoilmakanavassa oli epäpuhtautta, TK3, PF3.1 (E).
- Kahvi- ja kirkkosalin poistoilmalaitteet olivat epäpuhtaat, TK3, PF3.1 ja PF 3.2 (H).

5 Ilmanvaihtojärjestelmän ylläpito

Tässä luvussa käsitellään koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän yleisimpiä laitteita ja niihin kuuluvia tarkastus- ja huoltotoimenpiteitä. Ilmanvaihtojärjestelmää huollettaessa ja tarkastettaessa on ensisijaisen tärkeää huolehtia

työturvallisuudesta. Töitä tehdessä on noudatettava erityistä huolellisuutta ja varovaisuutta, jotta tapaturmat ja laitevauriot vältetään. Työn turvallisuutta voidaan parantaa tekemällä työt kahden hengen työparina, etenkin suurempia huoltoja tehdessä. [11, s. 128–129.]

Ylläpitotöiden tekeminen edellyttää tarpeellisten suojavaatteiden ja henkilösuojainten käytön, kuten hengityssuojaimen käytön ilmanvaihtokoneen suodatinta vaihdettaessa. Ilmanvaihtokone pitää aina pysäyttää turvakytimestä ennen töiden aloittamista. [11, s. 129.] On huomioitava, että ilmanvaihtokoneen puhaltimen siipipyörä pyörii vielä hetken sen jälkeen, kun ilmanvaihtokone pysäytetään.

5.1 Ulkoilmalaite

Ulkoilmalaitteen tehtävänä on estää lumen, veden, roskien ja eläinten kulkeutumisen ilmanvaihtokoneen ulkoilmakanavaan. Ulkoilmalaitteen otsapinta-alan on oltava riittävän suuri, jotta vältetään liian suuri virtausnopeus ulkoilma-aukossa. Liiallinen virtausnopeus voi sateella aiheuttaa veden tai lumen kulkeutumisen ulkoilmakanavaan. Jos ulkoilmalaitteen pinta-ala todetaan liian pieneksi, voidaan esimerkiksi rakentaa sadekatos laitteen päälle tai vaihtaa laitteen mallia. Lumi ja vesi saattaa toisaalta kulkeutua ulkoilmakanavaan myös oikein toteutuksessa ratkaisussa voimakkaan tuulen seurauksena. [11, s. 91.]

Ulkoilmalaitteen sijoituksessa on huomioitava epäpuhtauslähteet ja niiden mahdolliset haitat. Ulkoilmasäleikköä ei voida sijoittaa epäpuhtauslähteen läheisyyteen. Ulkoilmalaitteen sijoituksessa on myös huomioitava auringonsäteilyn määrä tuloilman liiallisen lämpenemisen välttämiseksi. [11, s. 92–93.]

Ulkoilmalaitteen pinnalle kertyy epäpuhtauksia, kuten lehtiä. Talvella ulkoilmalaitteeseen voi kertyä jäätä ja lunta, mikä rajoittaa laitteen toimintaa. Ulkoilmalaite tulee puhdistaa säännöllisesti pinnalle kertyneistä epäpuhtauksista, jotka pienentävät säleikön vapaata pinta-alaa. Puhdistuksen yhteydessä on hyvä

tarkastaa myös mahdolliset säleikön ruostekohdat ja niiden korjaustarpeet. [11, s. 91.]



Kuva 6 Esimerkki ulkoilmalaitteista [12].

5.2 Ulko- ja ulospuhallusilmapelti

Ulko- ja ulospuhallusilmapelti on sulkupelti, jonka tehtävänä on estää ulkoilman kulkeutumisen ilmanvaihtokoneeseen ja estää jäätymisvauriot ilmanvaihtokoneen pysäytysjakson aikana. Sulkupeltien asentoa ohjaa toimimoottori, joka avaa pellit tulo- ja poistoilmapuhaltimien käynnistyessä ja sulkee pellit puhaltimen pysähtyessä. [11, s 93–94.]

Ulko- ja ulospuhallusilmapelti on tarkastettava säännöllisesti. Pellistä tarkastetaan säleikköjen puhtaus ja tiivis sulkeutuminen, säleikön riittävä aukeaminen, toimimoottorin ja vivuston kunto ja voitelun tarve sekä varolaitteiden toiminta. Varolaitteita voi olla jäätymisensuoja ja sähkökatkosvarmistein toimimoottori, joka sulkee pellin automaattisesti sähkökatkon sattuessa. Tarkastuksessa havaitut puutteet ja virheet korjataan tai niille tilataan korjaus. [11, s. 94, 129].



Kuva 7 Esimerkki sulkupelistä [12].

5.3 Suodatin

Ilmanvaihtokoneen suodattimet poistavat epäpuhtauksia ulko- ja poistoilmasta. Suodatintyyppejä on erilaisia, ja niiden suodatustaso vaihtelee. Suodatuksen taso perustuu käyttökohteen puhtaustasovaatimukseen. Suodatinluokat ovat yleensä mainittu ilmanvaihtosuunnitelmissa sekä luovutusasiakirjoissa. Suodattimia vaihdettaessa ilmanvaihtokoneen suodatuksen tasoa ei saa heikentää ja vaihdetun uuden suodattimen aiheuttama painehäviö ei saisi oleellisesti poikkea suunnitelluista arvoista järjestelmän suunnitelman mukaisen toiminnan varmistamiseksi. [11, s. 96, 98.]

Jos ilmanvaihtojärjestelmä likaantuu merkittävästi ja sisätiloissa esiintyy tuloilmasta lähtöisin olevaa epäpuhtautta haitallisissa määrin, on se merkki suodatuksen riittämättömyydestä. Tässä tapauksessa tulisi suodatustasoa parantaa. Ennen suodatustason parantamista on kuitenkin ensin varmistettava, että epäpuhtaudet eivät ole peräsin ilmanvaihtojärjestelmän vuotokohdasta, tarkastamalla ilmanvaihtokoneen, -suodattimen ja -kanaviston tiiviys. Suodatintyyppin muuttuessa on huomioitava sen vaikutus ilmanvaihtojärjestelmän paine-eroon sekä suodattimen yhteensopivuus ilmanvaihtokoneen suodattimen asennuskehyyseen. [11, s. 98.]

Ilmanvaihtokoneen suodattimet on vaihdettava säännöllisesti. Ilmanvaihtokoneen suodattimen likaantumista voidaan seurata paine-eromittareiden avulla tai

tarkastamalla suodattimen puhtaus silmämääräisesti. Likainen suodatin voi aiheuttaa tiloihin hajuhaittoja jo ennen, kuin suodatin saavuttaa paine-eron, mikä on merkki suodattimen vaihtotarpeesta. [11, s. 100.]

Suodatinta vaihdettaessa ilmanvaihtokone pysäytetään ja avataan suodattimen kammion huoltoluukku. Suodatin poistetaan asennuskehuksesta ja laitetaan suoraan jätesäkkiin. Ilmanvaihtokoneen suodatinkammio ja asennuskehys puhdistetaan imuroimalla ja pyyhkimällä epäpuhtaudet pois, jonka jälkeen uusi suodatin voidaan asentaa paikalleen. Samalla varmistetaan, että uusi suodatin on ehjä ennen sen asentamista. Uusi suodatin asennetaan niin, että suodattimen pussit ovat pystyssä ja että suodatin on tiiviisti asennettu asennuskehukseen. [11, s. 100.] Jos suodattimet asennetaan rinnakkain, on suodattimien toisiinsa kosketuksessa oleviin reunojen väliin asennettava tiiviste.



Kuva 8. Esimerkki ilmanvaihtokoneen pussisuodattimesta [13].

5.4 Lämmöntalteenottolaite

Lämmöntalteenottolaitteen (LTO) avulla parannetaan tuloilman lämmityksen energiatehokkuutta käyttämällä hyödyksi poistoilmasta saatava lämpöenergia tuloilman lämmityksessä. Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto voidaan toteuttaa usealla eri ratkaisulla, joista yleisimmät ratkaisut ovat nestekiertoinen

järjestelmä, pyörivä regeneratiivinen lämmönsiirrin sekä levylämmönsiirrin. [11, s. 101.]

Lämmöntalteenottolaitteen kyky hyödyntää poistoilman lämpöenergiaa tuloilman lämmityksessä voidaan ilmaista lämmöntalteenottolaitteen tuloilman lämpötilahyötysuhteella. Tuloilman lämpötilahyötysuhde on tuloilman lämpenemisen suhde lämpötilaerotukseen ulko- ja poistoilman välillä. [14.]

Tuloilman lämpötilahyötysuhde voidaan laskea seuraavasti.

$$\eta_t = \frac{t_{tLTO} - t_u}{t_s - t_u} \times 100\%$$

η_t on LTO:n tuloilman lämpötilahyötysuhde (%)

t_{tLTO} on tuloilman lämpötila LTO:n jälkeen

t_u on ulkoilman lämpötila

t_s on poistoilman (sisäilman) lämpötila.

Tavanomaisia lämpötilasuhteita on 40–60 % nestekiertoisella lämmöntalteenottojärjestelmällä, 60–80 % pyörivällä regeneratiivisella lämmönsiirtimellä ja 60–80 % vastavirtalevyllämmönsiirtimellä ja 50–70 % ristivirtalevyllämmönsiirtimellä. [14.]

5.4.1 Nestekiertoinen LTO

Nestekiertoisen lämmöntalteenottojärjestelmän toiminta perustuu tulo- ja poistoilmavirrassa oleviin lamellipattereihin, jotka ovat liitetty yhteen lämmönsiirto-putkistolla (kuva 9). Lämmönsiirto-putkistossa kiertävä lämmönkeruuliuos lämpiää poistoilman luovuttamasta lämpöenergiasta, ja luovuttaa kerätyn lämpöenergian tuloilmavirtaan. [11, s. 104.]

Nestekiertoisen lämmöntalteenottojärjestelmän ylläpitoon kuuluu lämpömittareiden ja tuloilman lämpötilasuhteen tarkastus, järjestelmän lämpökeruunesteen putkiverkoston varusteiden tarkastus vuodoilta ja kiertopumpun käyntiäänien ja

lämpötilan tarkastus. Putkiston paisuntalaitteet, varoventtiilien tiiviys, painemittarit ja hälytysrajat tarkastetaan. Putkiston riittävä liuosmäärä voidaan tarkastaa kiinteiden painemittarien osoittamista lukemista. Liuosta lisättäessä on varmistettava, että uuden liuoksen pakkasenkestävyys on riittävä. Putkiverkoston kalvopaisunta-astian esipaine tarkastetaan ja tarvittaessa lisätään esipainetta tarkastuksen yhteydessä. [11, s. 105.]

Ilmanvaihtokoneen sisältä tarkastetaan LTO-pattereiden puhtaus ja nestevuodot ja että patterin lamellit eivät ole vääntyneet. Likainen patteri voidaan pudistaa imuroimalla tai varovasti pesemällä vedellä. Pattereiden kondenssivesialtaan ja -putkiston puhtaus, kunto ja toiminta tarkastetaan siltä osin, että ilmanvaihtokoneen kondenssivesi ei jää altaan pohjalle, vaan pääsee vapaasti viemäröitymään. [11, s 105.]



Kuva 9. Esimerkki nestekiertoisesta lämmöntalteenottojärjestelmästä [12].

5.4.2 Pyörivä regeneratiivinen lämmönsiirrin

Pyörivä lämmöntalteenottosiirrin on muodoltaan kiekkomainen, yleensä alumiinista valmistettu pyörivä kennosto (kuva 10). Tulo- ja poistoilmakanavat

kulkevat vierekkäin lämmöntalteenottokennolle, josta ilmavirrat kulkevat vapaasti läpi. Poistoilma luovuttaa lämpöenergiaa kennostoon, josta lämpöenergia siirtyy tuloilmapuolelle lämmönsiirtimen pyöriessä luovuttaen lämpöenergian tuloilman lämmitykseen. Lämmönsiirtimen huurtumisen tai tuloilman yllämpenemisen estämiseksi automaatio rajoittaa kennon pyörimisnopeutta tarpeen mukaan. [11, s. 106.]

Pyörivän lämmöntalteenottosiirtimen ylläpitoon kuuluu ilmanvaihtokoneen kiinteiden lämpömittareiden, tuloilman lämpötilasuhteen ja lämmönsiirtimen tarkastus. Lämmönsiirtimestä tarkastetaan sen voimansiirron hihnojen ja laakereiden kunto sekä siirtimen ja sen tiivisteiden kunto ja puhtaus. Lämmöntalteenottosiirtimen tarkastuksen lisäksi, tarkastetaan myös huoltoluukun tiiviys ja automaation toiminta. [11, s. 107.] Lämmönsiirrin voidaan puhdistaa imuroimalla sen pinnat säännöllisesti.



Kuva 10. Esimerkki pyörivästä lämmönsiirtimestä [12].

5.4.3 Levylämmönsiirrin

Levylämmönsiirrin on alumiinista valmistettu kuution muotoinen levypakka (kuva 11.). Tulo- ja poistoilma virtaa lämmönsiirtimen joka toisessa levyvälissä, josta poistoilman lämpö siirtyy johtumalla levyjen läpi, josta se siirtyy tuloilmaan. Levylämmönsiirrin on usein varustettu säätöpelleillä, joiden avulla voidaan säätää talteenoton hyötysuhdetta ulkolämpötilan mukaan. Levylämmönsiirrin voi olla toteutettu risti- tai vastavirtauksella. Levylämmönsiirtimen alla on kondenssivesiallas ja viemäriiliitäntä. [11, s. 107.]

Levylämmönsiirtimen ylläpitoon kuuluu lämmöntalteenottojärjestelmän tuloilman lämpötilasuhteen, lämpömittareiden, säätöpeltien toiminnan, ja automaation toiminnan tarkastus. Järjestelmän puhtaus tarkastetaan säätöpeltien säleiköistä, kondenssivesialtaasta ja -viemäristä sekä lämmönsiirtimestä. Lisäksi tarkastetaan kondenssiviemäriin toiminta siltä osin, että vesi viemäroityy pois koneesta, ja että lämmönsiirrin ja sen luukut ovat tiiviit. [11, s. 108.]



Kuva 11. Esimerkki ilmanvaihtokoneen levylämmönsiirtimestä [12].

5.5 Lämmityspatteri

Lämmityspatterin avulla saadaan tuloilma lämmitettyä haluttuun lämpötilaan. Lämmityspatterin lämpöenergiälähde on yleensä patterissa virtaava vesi tai sähkövastus. Tuloilman lämmitys voi tapahtua yhdellä lämmityspatterilla tai lämmitys on voitu toteuttaa vaiheittain, jolloin järjestelmässä on useampi lämmityspatteri. [11, s. 109.]

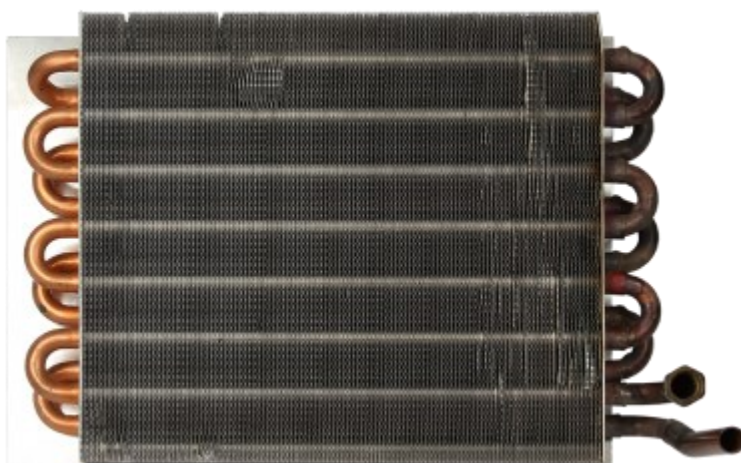
Tuloilma voi vaatia lämmitystä myös varsinaisen lämmityskauden ulkopuolella. Tuloilman lämmittämiseen voidaan tarvita vesipatterissa noin +30°C menovettä jo +15°C ulkolämpötilalla, jos ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole lämmöntalteenottoa. Lämmityspatterin lämpöenergian tarve saadaan vähennettyä lisäämällä ilmanvaihtojärjestelmään lämmöntalteenotto, jolloin patterilämmitystä tarvitaan vasta huomattavasti kylmemmällä ulkoilman lämpötilalla. [11, s. 110.]

5.5.1 Vesikiertoinen lämmityspatteri

Vesikiertoisessa lämmityspatterissa on kuparinen lämmönsiirtoputkisto. Kupari-putkistoon on kiinnitetty tiheäjakoisia alumiinilamelleja, jotka tehostavat lämmönsiirtoa (kuva 12). Kylmä tuloilma lämmitetään haluttuun lämpötilaan lämmityspatterilla. Koska vesiputkisto on suorassa kosketuksessa ilmapinnan kanssa, aiheutuu siihen talvella suuri jäätymisriski. Jäätymisen estämiseksi on lämmitysjärjestelmä varustettu omalla vakiovirtaa ylläpitävällä kiertovesipumpulla, säätöjärjestelmällä ja jäätymisvaara-anturilla, joka pysäyttää ilmanvaihtokoneen veden lämpötilan laskiessa hälytysrajan alapuolelle. [11, s. 109.]

Ilmanvaihtokoneen lämmityspatteriverkostossa virtaa vesi myös ilmanvaihtokoneen seisokkiaikana jäätymisen estämiseksi. Lämmityskauden ulkopuolella olisi hyvä pitää verkostossa pientä vesivirtaa eikä patteriverkoston sulkuventtiilejä kuulu sulkea järjestelmän häiriöttömän toiminnan takia missään vaiheessa lukuun ottamatta huoltotöiden aikana. [11, s. 110.]

Vesikiertoisen lämmityspatterin ylläpitoon kuuluu lämmityspatterin puhtauden, putkiston kiertovesipumpun käynnin, sulkuventtiilien oikean asennon, lämmitysveden lämpötilan ja putkiston nestevuotojen tarkastus. Epäpuhdas lämmityspatteri voidaan puhdistaa imuroimalla tai varovasti pesemällä. Tulo- ja ulkoilman lämpötila tarkastetaan ilmanvaihtokoneen kiinteistä lämpömittareista ja veden lämpötilat putkiverkoston paluu- ja menovesiputkessa olevasta lämpömittarista. Ulkoilma ja menoveden lämpötiloja voidaan verrata lämmitysjärjestelmän säätökäyrään ja samalla tarkastaa onko tarkastetut lämpötilat säätökäyrän mukaisia. Lisäksi varolaitteiden ja automaation toiminta tarkastetaan. [11, s. 111.]



Kuva 12. Esimerkki vesikiertoisesta lämmityspatterista [15].

5.5.2 Sähkölämmityspatteri

Sähkölämmityspattereita on isotehoisia ja pientehoisia. Isotehoisessa sähköpatterissa on useampi vastuselementti asennettuna ilmavirtaan, joiden käyttöä ohjataan automaation avulla lämmitystarpeen mukaan. Pientehoinen sähkölämmityspatteri koostuu vain yhdestä vastuselementistä (kuva 13). Sähkölämmityspatterissa on yllilämpenemissuoja, joka estää sähköpatterin yllilämpenemisen. Tuloilmapuhaltimen pysähtyessä kytkeytyy sähköpatteri jännitteettömäksi. [11, s. 112.]

Sähkölämmityspatterin vastuselementti on puhdistettava säännöllisesti sen pinnalla olevista epäpuhtauksista paloturvallisuuden vuoksi. Vastuselementti voidaan puhdistaa imurilla tai pyyhkimällä sen pinnat. Ennen vastuselementin puhdistusta on huomioitava, että vastuselementti voi olla vielä kuuma hetken sen poiskytkennän jälkeen. Samalla tarkastetaan, että sähköpatteri ei ole päällä, kun tuloilmapuhallin on pysäytetty. [11, s. 112.]



Kuva 13. Esimerkki sähkövastuksesta [15].

5.6 Puhallin

Ilmanvaihtokoneen puhaltimella saadaan aikaan ilmavirta ilmanvaihtojärjestelmään. Tulo- ja poistoilmakoneen puhallintyypit ovat pääasiassa aksiaalipuhaltimia ja keskipakoispuhaltimia, ja puhaltimien käyttövoima on toteutettu sähkömoottorilla (kuva 14). Aksiaalipuhaltimessa on potkurimainen siipipyörä, joka on tyypillisesti asennettu suoraan puhallinmoottorin akselille. Vanhemmissa rakennuksissa on yleensä kaavullinen keskipakoispuhallin, jonka voimansiirto on toteutettu hihnavedolla. Poistoilma on voitu toteuttaa myös huippuimurilla, joka sijaitsee tyypillisesti rakennuksen vesikatolla. Puhallin aiheuttaa käydessään ääntä. Vähentääkseen puhallinäänän kantautumisen muualle rakennukseen on puhallin asennettu tärinävaimentimien varaan ja kanavistoon lisätty äänenvaimentimia. [11, s. 116–117, 129.]

Puhaltimen ylläpitoon kuuluu sen käyttömoottorin, voimansiirron ja puhaltimen tarkastus. Puhaltimen käyntiäänäni arvioidaan poikkeavista äänistä ennen

puhaltimen pysäyttämistä. Puhallin pysäytetään sen turvakytimestä ja odotetaan, että puhallin pysähtyy ennen kuin huoltoluukku avataan. Puhaltimen moottorin ulkopinnat ja jäähdytysilma-aukot on puhdistettava epäpuhtauksista ja hihnojen toimintakunto tarkastettava. Puhaltimen kiinnitysten ja tärinävaimentimien kunto sekä puhaltimen siipipyörän puhtaus ja kunto tarkastetaan. Puhallinkammion ja sen huoltoluukun puhtaus ja tiiviys tarkastetaan silmämääräisesti ja puhdistetaan tarpeen mukaan. [11, s. 118–122.]



Kuva 14 . Esimerkki keskipakois-, aksiaalipuhaltimesta ja huippuimurista [12].

5.6.1 Huippuimuri

Huippuimuri on poistoilmapuhaltimena käytetty puhallin, joka sijaitsee tavanomaisesti rakennuksen vesikatolla, ja sen ylläpito on verrattavissa muiden puhaltimien ylläpitoon. Huippuimurin rakenne on oltava sellainen, että se ei päästä sadevettä tai lunta rakennukseen tai ilmanvaihtokanavaan. Huippuimurin katon läpiviennin kunto ja tiiviys tarkastetaan samalla kun huippuimuri tarkastetaan. Jos huippuimuri joudutaan poistamaan paikoiltaan, niin tulee läpivientiaukon kohdalle tehdä säänsuojaus. [11, s. 129.]

5.6.2 Hihnaveto

Puhaltimen ja sähkömoottorin välisen hihnan on oltava ehjä, sopivan kireällä ja puhdas. Mikäli voimansiirto tapahtuu useamman hihnan välityksellä, on hihnat oltava samalla kireydellä. Kun rinnakkaisista hihnoista on yksi tai useampi

vioittunut, on kaikki hihnat vaihdettava. Hihnoja vaihdettaessa puhdistetaan urapyörät epäpuhtauksista ennen uusien hihnojen asentamista. Uusia hihnoja asennetaan aina käsin, eikä niitä saa pakottaa työkalulla paikoilleen. [11, s. 120.]

Löystyneet voimansiirtohihnat on kiristettävä sopivalle kireydelle. Hihna kiristetään kiristyslaitteilla, jotka sijaitsevat sähkömoottorin yhteydessä. Puhaltimen ja sähkömoottorin urapyörät on pysyttävä yhdensuuntaisina kiristyksen aikana, eikä sähkömoottoria saa liikuttaa sen akselin suuntaisesti. [11, s. 120.] Hihnan kireyden voi tarkastaa painamalla sormella hihnan päältä keskikohdasta. Sopivan kireä hihna joustaa noin hihnan vahvuuden verran.

5.7 Ilmanvaihtojärjestelmän automaatio

Automaatiojärjestelmän kokoonpano vaihtelee ilmanvaihtokoneittain koneen vaadittujen toimintojen mukaan. Ilmanvaihtokoneen eri laitteet ja automaation toiminta saadaan selville ilmanvaihtokoneen toimintakaaviosta. [s. 124.] Toimintakaavio voidaan käyttää hyödyksi myös muissa ilmanvaihtokoneen ylläpitoissä, kun halutaan tietää ilmanvaihtokoneen laitteet ja niiden sijoitus koneessa.

Ilmanvaihtojärjestelmän automaation toiminnan tarkastaa automaatiosta vastaava henkilö. Automaatiosta tarkastetaan muun muassa ilmanvaihdon käyntiajat, jäätymissuojan toiminta sekä lukitukset ja säätötoiminnot, kun ilmanvaihto pysäytetään. Ilmanvaihtokoneen puhaltimien pysähtyessä on ulko- ja ulospuhallusilmapeltien sulkeuduttava tiiviisti ja ilmanvaihdon lämmitysverkoston kiertovesipumppu jätävä päälle. Automaation toiminta on hyvä tarkastaa syksyllä ennen lämmityskauden alkua, kun ulkoilman lämpötila on noin 0–+5 °C. Automaation mittaustureiden mitatut arvot tarkastetaan ja verrataan ilmanvaihtojärjestelmän kiinteisiin mittareihin. [11, s. 128.]

5.8 Ilmanvaihtokanavisto

Ilmanvaihtokanaviston avulla saadaan ohjattua eri puhaltimien aikaan saadut il-mavirrat oleskelutiloihin. Ulko- ja tuloilmakanavassa puhdas ilma kulkee raken-nukseen ja poisto- ja ulospuhallusilmakanavassa epäpuhdas ilma ulos raken-nuksesta. Ilmanvaihtokanavisto on voitu toteuttaa usealla eri tavalla rakennuk-sen rakentamisvuoden mukaan.

1920-luvulla oli yleistä toteuttaa ilmanvaihtokanavisto peltisistä suorakaideka-navista, joiden saumat oli niitatut ja liitokset tehty irtolaiipoilla. 1950-luvulla alet-tiin käyttämään vetoniittejä ilmanvaihtokanavissa. 1960-luvulla alettiin rakenta-maan asbestisementtikanavia ja asentamaan suorakaidekanavia työntölistalii-toksilla, joiden liitos oli hankala saada tiiviiksi. 1960-luvulla alettiin myös käyttä-mään pyöreitä kierresaumakanavia kumirengasliitoksella. Kumirengasliitos pa-ransi huomattavasti kanavien tiiviyyttä. Kierresaumakanava on yleisin kanavara-kenne ilmanvaihtojärjestelmissä nykyään. [16, s. 102, 269.]

Ilmanvaihtokanavan puhtaus arvioidaan tarkastamalla silmämääräisesti ilman-vaihtokanavan sisäpinnan puhtaus. Ilmanvaihtokanaviston puhtauden tarkasta-jalla on oltava riittävä kokemus ja tietämys ilmanvaihtojärjestelmien puhtauden arvioinnista ja epäpuhtauksia aiheuttavista tekijöistä. [17.]

Sisäasiainministeriön [18] kumotussa asetuksessa 802/2001 on ilmanvaihtoka-navan puhdistuksen määräväliä käyttötarkoituksesta riippuen vuoden tai viiden vuoden välein. Vuosittain puhdistettavat kanavat ovat esimerkiksi ne, jotka pal-velevat ammattimaista ruoanvalmistuspaikkaa. Viiden vuoden välein puhdistet-tavat kanavat ovat muun muassa päiväkotien, koulujen ja asuntolan ilmanvaihtokanavat. Pelastuslain [19] 29.4.2011/379 13 §:ssä säädetään ilmanvaihtojär-jestelmän paloturvallisuudesta, ja sen mukaan on rakennuksen omistaja, haltija ja toiminnanharjoittaja huolehdittava, että rakennuksen ilmanvaihtokanavisto ja -laitteet puhdistetaan ja huolletaan niin, että niistä ei koidu tulipalovaaraa.

5.8.1 Kanaviston eristys

Ilmanvaihtokanavat on voitu eristää lämmöneristeillä tai paloeristeillä. Paloeristeenä on yleensä käytetty kanavan ulkopinnalle asennettua vuorivillaa. Kanava on voitu myös paloeristää rakentamalla kanavan ympärille tiili- tai betonirakenne. Vanhoissa ja ahtaissa rakennuksissa on asbestieristysten käytön mahdollisuus. [11, s. 139.]

Ilmanvaihtokanavan lämpöeristeenä on myös käytetty paljon vuorivillaa, joka usein on päällystetty pellillä. Ilmanvaihtokanaviston eristysten kunto tulee tarkastaa säännöllisesti ja epäkohdat korjata viipymättä. Jos eristeenä on käytetty asbestia tai sitä epäillään, on tilattava asbestikartoitus ja mahdollinen asbestinpurku-urakka. [11, s. 139–140.]

5.8.2 Päätelaitteet

Koneellisessa tulo- ja poistoilmajärjestelmässä käytetään päätelaitteina poisto- ja tuloilmalaitteita (kuvat 15–17). Tulo- ja poistoilmalaitteiden avulla saadaan halutulle alueelle hallittu ilmanjako. Poistoilmalaitteeseen kertyy nopeammin epäpuhtauksia verrattuna tuloilmalaitteeseen. Päätelaitteiden puhdistus on suositeltavaa teettää ilmanvaihtourakoitsijan toimesta muutaman vuoden välein. Päätelaitteita puhdistettaessa on huolehdittava siitä, että venttiilin ilmavirran säätöasetus ei muutu puhdistuksen aikana. [11, s. 145–157.]



Kuva 15 Esimerkki tuloilmaventtiileistä [12].



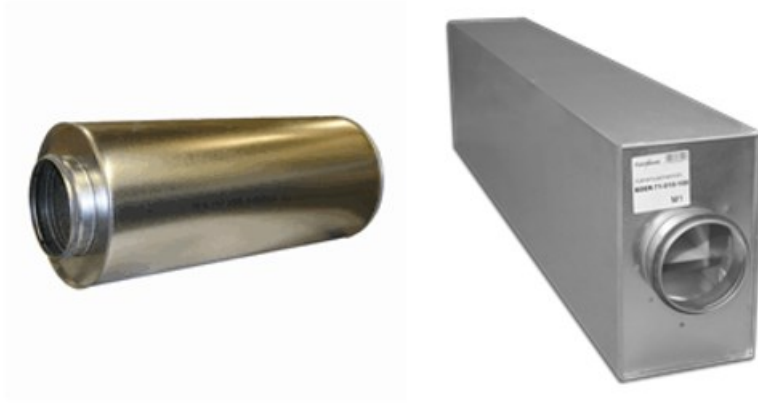
Kuva 16 Esimerkki poistoilmaventtiiliesitä [12].



Kuva 17 Esimerkki katto- ja seinähajottimesta [12].

5.8.3 Äänenvaimennin

Ilmanvaihtojärjestelmän äänenvaimentimen tarkoitus on estää puhaltimesta ja ilmavirroista syntyvän melun kulkeutumisen ilmanvaihtokanavaa pitkin huoneisiin (kuva 18). Äänenvaimentimen sisäpinta on verhoiltu ääntä eristävällä materiaalilla kuten mineraalivillalla. Äänenvaimennin puhdistetaan ilmanvaihtokanavan puhdistuksen yhteydessä. Puhdistus on tehtävä varovasti, jotta äänenvaimentimen sisäpinta ei vaurioidu. [11, s. 142–143.]



Kuva 18 Esimerkki ilmanvaihtokanavan äänenvaimentimista [12].

5.8.4 Palorajoittimet

Ilmanvaihtokanavan palorajoin on asennettu kanaviston paloalueiden välisiin läpivientikohtiin (kuva 19). Palorajoin estää tulipalon leviämisen kanavistoa pitkin paloalueiden välissä. Ilmanvaihtokanavaan päästessä kuumia palokaasuja laukeaa palorajoittimen sulake, jolloin palorajoittimen sulkupelti kääntyy kiinni- asentoon. Palorajoittimen kunto voidaan tarkastaa sen yhteydessä olevasta tarkastusluukusta. [11, s. 141.]



Kuva 19 Esimerkki palorajoittimesta [12].

5.9 Ilmanvaihtokoneen huoltokaavio

Ilmanvaihtokoneen ylläpitoon kuuluvat tarkastus- ja huoltotyön ajankohdat on lisätty opinnäytetyössä laadittuun huoltokaavioon (liite 1). Huoltokaaviossa on mainittu erikseen keväälle ja syksyille kuuluvat toimenpiteet. Huoltokaavioon lisätään aina kuittaus toimenpiteen jälkeen, jotta ilmanvaihtokoneen ylläpidon johdonmukaisuutta voidaan seurata.

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Lohjan seurakuntakeskuksen ja Virkkalan kirkon ilmanvaihtojärjestelmien toimintakunto ja puhdistustarve. Ilmanvaihtojärjestelmien toimintakunto ja puhdistustarve arvioitiin tarkastamalla tarkastuskohteiden ilmanvaihtojärjestelmät aistinvaraisesti. Ilmanvaihtojärjestelmän tarkastuksessa havaittiin useita epäkohtia, jotka tulee korjata viipymättä. Tarkastusten havainnot antavat viitteitä siitä, mitä puutteita tarkastamattomassa ilmanvaihtojärjestelmässä voi olla.

Kiinteistöpalvelun ilmanvaihtojärjestelmien ylläpitotoiminnan tueksi tehtiin huolto-ohje ja ilmanvaihtokoneen huoltokaavio. Ylläpitotoiminnan huolto-ohjeen idea oli selkeyttää ilmanvaihtojärjestelmän ylläpitoa ja parantaa eri laitteiden tuntemusta. Ilmanvaihtojärjestelmien huolto-ohjeessa on toimenpidekuvauksen lisäksi laiteselostus ja esimerkkikuvia koneellisen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmän yleisimmistä laitteista. Ilmanvaihtokoneen huoltokaavio laadittiin ylläpitotoiminnassa tehtävien huoltojen ja tarkastusten yhdenmukaistamiseksi.

Ilmanvaihtojärjestelmien tarkastusten tarkastustuloksia voidaan jatkossa käyttää myös kohteiden ilmanvaihtojärjestelmien ylläpidon suunnittelussa. Lohjan seurakunnan kiinteistöissä olisi hyvä tehdä jatkossakin ilmanvaihtojärjestelmien tarkastuksia säännöllisin väliajoin. Ilmanvaihtojärjestelmien johdonmukaisen ylläpidon ja säännöllisin väliajoin tehtävien tarkastusten ja puhdistusten myötä saadaan pidettyä ilmanvaihtojärjestelmät toimintakuntoisena. Ilmanvaihtojärjestelmän ylläpidon huolto-ohjeen ja ilmanvaihtokoneen huoltokaavion avulla voidaan

ilmanvaihtojärjestelmät ylläpitää pääsääntöisesti Lohjan seurakunnan kiinteistöpalvelun toimesta.

Lähteet

- 1 Ilmanvaihdon katsastusopas on julkaistu - tavoitteena yhtenäistää katsastustoimintaa ja raportointia. 2022. Verkkoaineisto. Ympäristöministeriö. <<https://tilatjaterveys.fi/-/ilmanvaihdon-katsastusopas-on-julkaistu-tavoitteena-yhtenaistaa-katsastustoimintaa-ja-raportointia>>. 10.8.2022. Luettu 27.2.2024.
- 2 Nyman, Ilkka. 2024. Kiinteistöpäällikkö, Lohjan seurakunnan kiinteistöpalvelut, Lohja. Sähköposti 14.3.2024.
- 3 Ilmanvaihdon katsastusopas. 2022. Hallittua sisäilmastoa. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 4 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. 2017. 1009/20.12.2017.
- 5 Sisäilmasto ja ilmanvaihto -opas. 2023. Verkkoaineisto. Talteka. <<https://talotekniikkainfo.fi/sisailmasto-ja-ilmanvaihto-opas>>. Päivitetty 7.6.2023. Luettu 19.3.2024.
- 6 Ilmanvaihdon perusteet. Verkkoaineisto. Sisäilmayhdistys ry. <<https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Ilmanvaihdon-perusteet>>. Luettu 18.3.2024.
- 7 Sulkala, Timo. 2020. Hormivaikutuksen tarkastelu ilmanvaihdon näkökulmasta. Opinnäytetyö. Tampereen ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 8 Ilmanvaihtojärjestelmät. Verkkoaineisto. Hengitysliitto. <<https://www.hengitysliitto.fi/kodin-sisailma-ja-kunnossapito/ilmanvaihto/ilmanvaihtojarjestelmat/>>. Luettu 18.3.2024
- 9 Lohjan seurakuntakeskus. Verkkoaineisto. Lohjan seurakunta. <<https://www.lohjanseurakunta.fi/kirkot-ja-tilat/seurakuntatilat/lohjan-seurakuntakeskus>>. Luettu 12.2.2024.
- 10 Virkkalan kirkko. Verkkoaineisto. Lohjan seurakunta. <<https://www.lohjanseurakunta.fi/kirkot-ja-tilat/kirkot/virkkalan-kirkko>>. Luettu 12.2.2024.
- 11 Korkala, Tapio. 2020. Ilmanvaihto - Hoito ja huolto. 8., uudistettu painos. Helsinki: Kiinteistöalan Kustannus.

- 12 Tuotteet. 2024. Verkkoaineisto. FläktGroup Finland Oy. <<https://www.flaktgroup.com/fi/tuotteet/>>. Luettu 15.3.2023.
- 13 Pussisuodattimet. 2024. Verkkoaineisto. Suodatinkeskus Suomi Oy. <<https://www.suodatinkeskus.com/pussisuodattimet>>. Luettu 19.3.2024.
- 14 Tasauslaskentaopas 2018. 2017. Rakennuksen lämpöhäviön määräystenmukaisuuden osoittaminen. Helsinki: Ympäristöministeriö.
- 15 Ilmanvaihtokoneiden varaosat. 2024. Verkkoaineisto. Suodatinkeskus Suomi Oy. <<https://www.suodatinkeskus.com/iv-laitteiden-varaosat>>. Luettu. 20.3.2024.
- 16 Hagner, Börje. 2019. Kun isoisä fläktiltä pajatuhottimen osti. E-kirja. Börje Hagner.
- 17 IV-kuntotutkimusohje 4. 2016. Verkkoaineisto. Suomen LVI-liitto SuLVI ry. <<https://sulvi.fi/materiaalipankki/iv-kuntotutkimushanke/>>. Luettu 19.3.2024.
- 18 Sisäasiainministeriön asetus ilmanvaihtokanavien ja -laitteistojen puhdistamisesta. 2001. 802/13.9.2001
- 19 Pelastuslaki. 2011. 379/29.4.2011.

Ilmanvaihtokoneen huoltokaavio

Ilmanvaihtokoneen huoltokaavio				
Huoltokaavio avulla voidaan seurata ilmanvaihtokoneen huoltotoimenpiteitä. Ilmanvaihtokoneessa voi olla yksi tai useampi kaaviossa mainittu laite tai osa. Ne osat tai laitteet, jotka eivät kuulu kyseiseen ilmanvaihtokoneeseen voidaan viivata yli. Tiedota tilan käyttäjiä etukäteen ilmanvaihdon katkosesta. Tarkastukset ja huoltotoimenpiteet on suositeltavaa suorittaa samalla kerralla. Toimenpiteitä suorittaessa on aina varmistettava työn turvallisuus ja vältettävä laitevarioit. Mikäli työn aikana esinty ongelmia tai työtä ei voida suorittaa itse, on syytä olla yhteydessä alan ammattilaiseen. Toimenpide on aina kuitattava.				
Laite / osa	Keväällä tehtävä toimenpide		Syksyllä tehtävä toimenpide	
	Toimenpide	Kuitaus ja päivämäärä	Toimenpide	Kuitaus ja päivämäärä
Ilmanvaihto-konehuone	Konehuoneen lattiapintojen ja yleisen siisteyden tarkastus		Lattiapintojen puhdistus ja sinne kuulumattomien tavaroiden poisvienti	
Ulkoilmapelti ja muut säätöpellit	Peltien toiminnan ja puhtauden tarkastus		Peltien toiminta tarkastus / Peltien puhdistus	
Suodatin	Suodattimen vaihto / Suodattimen asennuskehiksen ja kammion puhdistus		Suodattimen vaihto / Suodattimen asennuskehiksen ja kammion puhdistus	
Pyörivälämönsiirrin LTO	Silmämääräinen tarkastus* / Lämmönsiirtimen puhdistus		Silmämääräinen tarkastus* / Lämmönsiirtimen puhdistus	
Levyvälämönsiirrin LTO	Silmämääräinen tarkastus* / Lämmönsiirtimen puhdistus		Silmämääräinen tarkastus* / Kammion, lämmönsiirtimen ja säätöpellien puhdistus	
Nestekiertoainen LTO	Lamellien puhdistus / Silmämääräinen tarkastus*		Lamellien, lauhdevesialtaan ja kammion puhdistus / Silmämääräinen tarkastus*	
Lämmityspatterit	Silmämääräinen tarkastus*		Silmämääräinen tarkastus* / Lamellien / sähkölämmitysvatoksen puhdistus	
Puhallin*	Käyntiäänien tarkastus / Silmämääräinen tarkastus*		Käyntiäänien tarkastus / Silmämääräinen tarkastus* / Siipipyörän puhdistus	
Hihnakäyttö	Hihnan kireyden tarkastus / Silmämääräinen tarkastus*		Hihnan kireyden tarkastus / Silmämääräinen tarkastus*	
Vaiippa ja huoltoluukut	Tiiveyden silmämääräinen tarkastus* / Puhdistus		Silmämääräinen tarkastus / Puhdistus	
Ulko- ja ulospuhallusilmalaite	Silmämääräinen tarkastus* / Laitteen puhdistus		Silmämääräinen tarkastus* / Laitteen puhdistus	
Ilmanvaihtokoneen automaatio	Toimintakunnon tarkastus		Toimintakunnon tarkastus / Toimintojen kokeilu	
*Silmämääräisellä tarkastuksella tarkoitetaan laitteen tai osan puhtauden, tiiveyden ja sen kunnon tarkastusta. *Puhaltimen toimenpiteet suoritetaan kaikkiin tulo- ja poistoilmapuhaltimiin sekä mahdollisiin erillispoistoihin				

Ilmanvaihtokoneen tunnus ja palvelualue:

Vuodelle: 20 _ _