

Anssi Heikkinen

**ILMANVAIHTOKATSASTUKSEN TOIMINTAMALLIN LAADINTA
OSANA SENAATTI-KIINTEISTÖJEN SISÄILMAKATSASTUSTA**

**ILMANVAIHTOKATSASTUKSEN TOIMINTAMALLIN LAADINTA
OSANA SENAATTI-KIINTEISTÖJEN SISÄILMAKATSASTUSTA**

Anssi Heikkinen
Opinnäytetyö
Kevät 2016
Talotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutusohjelma

Tekijä: Anssi Heikkinen

Opinnäytetyön nimi: Ilmanvaihtokatsastuksen toimintamallin laadinta osana Senaatti-kiinteistöjen sisäilmakatsastusta

Työn ohjaaja: Pirjo Kimari

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2016 Sivumäärä: 54 + 2 liitettä

Työn tarkoituksena oli laatia otsikkotasoinen toimintamalli tilaajana toimineen Senaatti-kiinteistöjen sisäilmakatsastukselle. Sisäilmakatsastuksen tavoitteena on varmistaa säännöllisten katsastusten avulla ilmanvaihdon toimivuus kiinteistöissä ja parantaa käyttäjien olosuhteita sekä viihtyvyyttä. Lisäksi katsastuksen tarkoituksena on välttää puhtaiden kanavisto-osien puhdistuksia suurissa kohteissa ja käyttää säästyvät rahat ilmanvaihtojärjestelmän muiden osien ylläpitoon.

Toimintamalli laaditaan hyödyntämällä olemassa olevia dokumentteja, kirjallisuutta ja tarkastuslistoja sekä haastatteleamalla talotekniikka-alan asiantuntijoita. Senaatti-kiinteistöt nimesi haastateltavat henkilöt, ja haastattelut suoritettiin puhelimitse tai videohaastatteluina. Toimintamallin osaksi laadittava tarkastuspöytäkirja sisältää arviointikohdat keskeisimmille ja kriittisimmille ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien osille.

Työn tuloksena syntyi toimintamalli sekä tarkastuspöytäkirja ilmanvaihtokatsastukselle. Tarkastuspöytäkirja sisältää seitsemän pääotsikkoa ja 36 arvioitavaa kohtaa. Kirjallisuuden ja haastatteluiden perusteella sisäilmakatsastuksen kaltaiselle katsastustoiminnalle on tarvetta. Katsastusta tulisi kehittää lisää ja harkita sen liittämistä osaksi esimerkiksi Senaatti-kiinteistöjen sisäilmaklinikkaa. Lisäksi Senaatti-kiinteistöjen käyttämä huoltokirjaohjelmisto sai haastatteluissa kehitysehdotuksia sisäilmakatsastukseen liittyen. Ehdotukset tulisi ehdottomasti huomioida katsastuksen tulosten ja havaintojen käsittelyn parantamiseksi.

Avainsanat: toimintamalli, ilmanvaihto, käyttäjätyytyväisyys, kanavapuhdistus, tarkastuspöytäkirja

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Building Services, HVAC-Engineering

Author: Anssi Heikkinen

Title of thesis: Creating operating model for ventilation inspection of Senate Properties

Supervisor: Pirjo Kimari

Term and year when the thesis was submitted: Spring 2016 Pages: 54 + 2 appendices

The purpose of this thesis was to create an operating model for ventilation inspection of Senate Properties. The goal of the ventilation inspection is to ensure real estate's ventilations functionality and to improve the users' working circumstances and job satisfaction. Additionally, the purpose of the inspection is to avoid cleansing already clean air distribution dustings and thus use the saved money to maintain other parts of the ventilation system.

The operating model is made by utilizing existing documents, literature, checklists and interviews of HVAC specialists. Senate Properties named the interviewed specialists and the interviews were held by phone or by video connection. As a part of the operating model an inspection report was also created to help perform the ventilation inspection. The inspection report contains several evaluation points for the most essential and crucial parts of real estate's ventilation system.

As a result of this thesis an operating model and inspection report were made for the ventilation inspection. The inspection report contains seven main headlines and 36 points to evaluate. Based on literature and the interviews there is a need for this kind of ventilation inspection. The ventilation inspection should be developed further and be considered combining as a part of the air clinic of Senate Properties. The software used for property maintenance got some development proposals from the interviewed specialists. Those proposals warrant detailed scrutiny to make a better use of inspection's results and perceptions.

Keywords: operating model, ventilation, job satisfaction, inspection report

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	8
2 SISÄILMASTO JA ILMANVAIHTO	11
2.1 Sisäilmasto sekä sen laatu- ja puhtausluokat	11
2.2 Tyypillisiä ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmän ongelmia	13
2.2.1 Paine-erot	14
2.2.2 Tilojen muuttuneet käyttötarkoitukset	15
2.2.3 Hygieniä ja mikrobit	16
2.2.4 Ilmanvaihdon suodattimet ja hiukkaset	17
2.2.5 Kuidut	18
2.2.6 Ilmanvaihdon ääniongelmia	19
2.2.7 Ulkoilmasäleikkö ja tuloilmakammio	20
2.2.8 Puhdistustyön ongelmia	21
2.2.9 Puutteet rakennuksen huoltokirjan tietosisällössä ja dokumentaatiossa	22
2.2.10 Muita ongelmia	23
3 TYÖHÖN LIITTYVIEN ESITIE TOJEN JA AINEISTOJEN TARKASTE LU	24
3.1 Ennakoiva sisäilmaklinikka	24
3.2 Ilmanvaihtoon liittyvät tehtävät kiinteistönhoidon palvelukuvauksissa	25
3.3 Tutustuminen kiinteistönhoidon ohjekortteihin	26
3.4 Käyttäjätyytyväisyyskyselyt	27
3.5 Kiinteistönhoidon laatuauditointi ja sen sisältö	28
4 HAASTATTELU T	31
5 ILMANVAIHTOKATSASTUKSEN TOIMINTAMALLI	32
5.1 Tarkastuspöytäkirjan rakenne ja sisältö	32
5.1.1 Lähtötietojen kerääminen	33
5.1.2 Ilmamäärät ja ilmanjako	35
5.1.3 Ilmanvaihtojärjestelmien puhtaus ja hygieenisuus	36
5.1.4 Rakennuksen ja ilmanvaihdon lämpöolosuhteet	38

5.1.5 Rakennusautomaatio sekä ilmanvaihto- ja jäähdytyskoneiden ja - laitteiden toiminta	38
5.1.6 Rakennuksen painesuhteet	40
5.1.7 Kiinteistön kokonaisarvosana, raportointi ja toimenpiteet	40
5.2 Katsastuksen tulosten ja raporttien tallentaminen sähköiseen huoltokirjaan	40
6 YHTEENVETO	42
LÄHTEET	44
LIITE 1 HAASTATTELULOMAKE	

SANASTO

Laatuauditointi	”Järjestelmällinen ja riippumaton tutkinta sen määrittelemiseksi, ovatko laatutoiminnot ja niihin liittyvät tulokset suunniteltujen järjestelyjen mukaiset, onko nämä järjestelyt toteutettu tehokkaasti, ja ovatko ne sopivia tavoitteiden saavuttamiseksi” (Laatuauditoinnin määritelmä 2013).
M1-luokitus	”on rakennussäätiön ylläpitämä menettely rakennustuotteiden päästöjen ja ilmanvaihtotuotteiden puhtauden toteamiseen” (Holopainen – Pasanen – Railio – Säteri – Virranta 2012, 24).
Oleskeluvyöhyke	Oleskeluvyöhyke alkaa lattiasta ja ulottuu 1,8 metrin korkeuteen ja rajoittuu 0,6 metrin etäisyydelle seinistä tai vastaavista kiinteistä rakennusosista (Holopainen ym. 2012, 14).
Palvelukuvaus	Palvelukuvaukset ovat kuvauksia työkohteessa suoritettavien työtehtävien sisällöstä, ja niiden suoritustajuuudesta.
Sähköinen huoltokirja	Vuonna 2000 voimaan tulleen maankäyttö- ja rakennuslain mukaan uudisrakennuskohteelle on laadittava käyttö- ja huolto-ohje, jos sitä käytetään pysyväan asumiseen tai työskentelyyn. Nykyisin rakennusten käyttö- ja huolto-ohjeet tehdään useimmiten sähköisesti siten, että niitä on mahdollista selata ja muokata internetin välityksellä. (A4 (2000). 2000, 3.)

1 JOHDANTO

Sisäympäristötekijät vaikuttavat suoraan ja välillisesti tiloja käyttävien henkilöiden terveyteen ja työsuorituksiin. Nämä molemmat vaikuttavat käyttäjän työn tuottavuuteen. Sisäympäristö käsittää itse rakennuksen, akustiset olosuhteet, valaistuksen ja sisäilmaston. Sisäilmastolla tarkoitetaan rakennuksen lämpöolosuhteiden ja sisäilman muodostamaa kokonaisuutta. (Seppänen 2005, 2.)

Valtiokonttorin laskelmien mukaan yksi sairaustyöpäivä maksaa työnantajalle keskimäärin 351 euroa. Summa muodostuu sairaspäivän työvoimakustannusten lisäksi tuottavuuden menetyksistä ja mahdollisesta sijaisen palkkauksesta aiheutuvista kustannuksista. Tällä päiväkohtaisella määrällä laskettuna valtion henkilöstön vuoden 2011 sairauspoissaolojen kokonaiskustannukset olivat noin 284 miljoonaa euroa. (Sairauspoissaolojen kustannukset 2015.)

Jotta sisäilmastoa ja käyttäjien työn tuottavuutta saataisiin parannettua sekä mahdollisesti sairaustyöpäiviä vähennettyä, laaditaan tässä työssä otsikko-tasoinen toimintamalli ilmanvaihtokatsastukselle. Ilmanvaihtokatsastuksen tarkoituksena on pitää kiinteistön ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmät toimintakuntoisena säännöllisillä katsastuksilla, joissa tarkastellaan kiinteistön sisäilmaston laatuun vaikuttavia kriittisiä tekijöitä. Ilmanvaihtokatsastus muodostaa yhdessä rakennekatsastuksen kanssa kokonaisuutena sisäilmakatsastuksen. Jotta sisäilmastoa voidaan arvioida kunnolla, tulee käyttäjien kokemuksille asettaa erityinen painoarvo, koska mitattu ja koettu sisäilmasto eivät aina vastaa toisiaan. (Laadukas sisäympäristö pdf-julkaisu 2016, 4.)

Työn tilaajana toimii Senaatti-kiinteistöt Oy. Senaatti-kiinteistöt on valtiovarainministeriön alainen liikelaitos, joka toimii valtionhallinnon kumppanina kaikissa työympäristö- ja toimitila-asioissa. Senaatti-kiinteistöllä on kolme tulostavuuksista toimialaa:

- ministeriöt ja erityiskiinteistöt
- puolustus ja turvallisuus
- toimistot.

Senaatti-kiinteistöt huolehtii valtion kiinteistövarallisuudesta, joka käsittää noin 9700 rakennusta, ja niiden yhteenlaskettu pinta-ala on 6,2 miljoonaa neliömetriä. Näissä tiloissa työskentelee, opiskelee, oleskelee tai viettää muuten aikaa noin 50 000 henkilöä, joten käyttäjien viihtyminen ja turvallisuus ovat Senaatti-kiinteistölle tärkeitä asioita. Vuonna 2015 Senaatti-kiinteistöt käytti 29 miljoonaa euroa sisäilmakorjauksiin. (Senaatti-kiinteistöjen yhteiskuntavastuuraportti 2015; Senaatti-kiinteistöt 2016; Bergman – Korpi 2016, 191–196.)

Käyttäjien mielipiteiden saamiseksi Senaatti-kiinteistöt järjestää vuosittain käyttäjätyytyväisyyskyselyn, jossa sisäilmastolla ja käyttäjän kokemilla olosuhteilla on oma osionsa. Käyttäjätyytyväisyyskyselyn lisäksi Senaatti-kiinteistöt on pilotoinut vuoden 2015 aikana sisäilmaklinikoita, joiden tarkoituksena on keskustella avoimesti käyttäjien kanssa ja selventää rakenteisiin ja ilmanvaihtoon liittyviä kysymyksiä. (Senaatti-kiinteistöjen yhteiskuntavastuuraportti 2015. 2015; Bergman – Korpi 2016, 191–196.)

Senaatti-kiinteistöjen omistamien kiinteistöjen päivittäisestä ja viikoittaisesta ylläpidosta huolehtii kiinteistönhoidon palveluntuottaja. Osalla palveluntuottajista on käytössään ohjekortit, joiden avulla kiinteistöhoito voi selvittää suurimman osan tavallisilta käyttäjiltä tulevista palvelupyynnöistä koskien LVI-järjestelmien aiheuttamia ongelmia tiloissa (niin sanotut sisäilmaongelmien hallinta kiinteistönhoidollisin toimenpitein -ohjekortit). (Senaatti-kiinteistöjen yhteiskuntavastuuraportti 2015. 2015; Bergman – Korpi 2016, 191–196.)

Kiinteistönhoidon palvelukuvauksissa on määritetty kiinteistönhoidolle vastuualueet, suoritettavat tehtävät, laadun kuvaukset ja taajuudet. Kiinteistöhoito suorittaa palvelukuvauksissa määritetyt tehtävät, ja niitä valvotaan vuosittain suoritettavilla kiinteistönhoidon laatuauditoinneilla. Harvemmin suoritettavien kuntoarvioiden yhteydessä ilmanvaihtojärjestelmien kunto käydään huolellisesti lävitse, ja sen yhteydessä luodaan yleensä kiinteistölle pitkän tähtäimen suunnitelma, johon mahdolliset korjaus- sekä uusimistarpeet kirjataan ja budjetoidaan.

Tässä työssä tehtävä toimintamalli laaditaan ilmanvaihdon ja ilmastointijärjestelmien näkökulmasta, ja siinä tarkastelun kohteena ovat kiinteistön sisäilma-astoon vaikuttavat asiat rakennuksessa. Ilmanvaihtokatsastuksessa pyritään vält-

tämään päällekkäisyyksiä säännöllisesti suoritettavan kiinteistönhoidon laatu-
auditoinnin kanssa ja tarkkailemaan myös kiinteistönhoidon palveluntuottajan
vastuulla olevia tehtäviä ja niiden raportointia. Toimintamalli laaditaan hyödyn-
tämällä olemassa olevia dokumentteja, kirjallisuutta, tarkastuslistoja sekä haas-
tattelemalla talotekniikka-alan asiantuntijoita.

2 SISÄILMASTO JA ILMANVAIHTO

Rakennuksen käyttäjien viihtyvyys on tärkeää töissä jaksamisen ja työtehokkuuden kannalta. Käyttäjien viihtyvyyteen vaikuttavat muun muassa hengitysilmän riittävä määrä sekä ilmanlaadun terveellisyys. Ihmisen keuhkojen kautta kulkee vuorokaudessa yli 15 000 litraa ilmaa, joten ilmanvaihdon tuottaman ilman laadun vaikutus sairauksiin on merkittävä. (Korkala – Laksola 2015, 13; Holopainen ym. 2012, 12.)

2.1 Sisäilmasto sekä sen laatu- ja puhtausluokat

Rakennuksen suunnittelussa ja rakentamisessa on terveellisen, turvallisen ja viihtyisän sisäilmaston saavuttamiseksi otettava yleensä huomioon seuraavat rakennukseen vaikuttavat tekijät:

- 1) sisäiset kuormitustekijät, kuten lämpö- ja kosteuskuormitus, henkilökuormat, prosessit sekä rakennus ja sisustusmateriaalien päästöt
- 2) ulkoiset kuormitustekijät, kuten sää- ja ääniolot, ulkoilman laatu ja muut ympäristötekijät
- 3) sijainti ja rakennuspaikka. (D2 (2012). 2011, 5.)

Mikäli jokin ensimmäisen kohdan tekijöistä muuttuu olennaisesti rakennuksen elinkaaren aikana, tulisi ilmanvaihdon riittävyyteen ja toimivuuteen kiinnittää huomiota.

Sisäilmaston parantaminen voi tuoda suuriakin säästöjä, sillä huonon sisäilmaston aiheuttamiksi vuosikustannuksiksi on arvioitu seuraavaa:

- työtehon lasku 0,7–0,8 miljardia euroa
- sairauspoissaolot 0,4–0,6 miljardia euroa
- homesairaudet ja -oireet 0,1–0,15 miljardia euroa
- allergiasairaudet ja -oireet 0,7–1,0 miljardia euroa
- ulkoilman pienhiukkaset 1,0–1,5 miljardia euroa. (Holopainen ym. 2012, 12.)

Työturvallisuuslain (23.8.2002/738) 8. §:ssä säädetään, että työnantaja on tarpeellisilla toimenpiteillä velvollinen huolehtimaan työntekijöiden turvallisuudesta ja terveydestä työssä. Työnantajan on siis otettava huomioon työhön, työolosuhteisiin ja muuhun työympäristöön samoin kuin työntekijän henkilökohtaisiin edellytyksiin liittyvät seikat. (23.8.2002/738. 2002.)

Rakennuksen ilmanvaihtoon liittyviä viranomaismääräyksiä ja -ohjeita antavat muun muassa Suomen rakentamismääräyskokoelman osat D2, D3, E1 ja E7. Lisäksi olemassa olevien rakennusten ilmanvaihdon olosuhteista ohjeita antaa Asumisterveysohje 2003. Asuntojen ilmanvaihdon ja ilmavirtojen mittauksia kuvataan Asumisterveysopas 2009:ssä. (Holopainen ym. 2012, 13.)

Ohjeissa ja määräyksissä esitetään ilmanvaihdolle vähimmäistaso. On suotavaa suunnitella paremman ja laadukkaamman sisäilmaston tuottavat ilmanvaihtojärjestelmät, mutta yleisesti pidetään hyvänä tapana noudattaa vähintään Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 ohjeita koskien sisäilmaa. Toimitila- ja liikerakennuksien ilmanvaihtoa suunniteltaessa käytetään yleisesti apuna Sisäilmastoyhdistyksen julkaisua Sisäilmastoluokitus 2008. Laatuluokitus on tarkoitettu uudisrakentamiseen rakennuttajien ja suunnittelijoiden apuvälineeksi, mutta sitä voidaan soveltaa myös korjausrakentamisessa. Luokitusta voi myös käyttää apuvälineenä rakennuksen sisäilmaston tavoitetason määrittämiseksi. Sisäilmaluokitus 2008:ssa on määritetty kolme laatuluokkaa sisäilmastolle. (Holopainen ym. 2012, 13; LVI 05-10440. 2008, 4.)

Luokat ovat

- S1: Yksilöllinen sisäilmasto
- S2: Hyvä sisäilmasto
- S3: Tyydyttävä sisäilmasto.

Luokituksessa parasta sisäilmastoa vastaa S1 ja tyydyttävää sisäilmastoa S3. Luokan S3 sisäilmaston ei kuitenkaan nykytietämyksen mukaan pitäisi aiheuttaa tilassa olevalle terveelle ihmiselle terveyshaittaa. (LVI 05-10440. 2008, 4.)

Sisäilmastoluokituksessa sisäilmaston perustasoksi on määritelty luokka S2. Luokan tavoitteena on hyvä sisäilman laatu, jossa ei ole häiritseviä hajuja tai

ilman laatua heikentäviä epäpuhtauslähteitä. Tällöin tilojen lämpöolot ovat hyvät lukuun ottamatta kesäpäivinä mahdollisesti tapahtuvaa yllämpenemistä. Ääni- ja valaistusolosuhteet ovat myös käyttötarkoituksen mukaiset. (LVI 05-10440. 2008, 4.)

Ohjeita, määräyksiä ja suosituksia eri pitoisuuksien ja ihmisen viihtyvyyteen vaikuttavien indikaattoreiden arvoista antavat muun muassa Suomen rakentamismääräyskokoelman osa D2, Valtioneuvoston asetus 711/2001 ilmalaadusta ja Sisäilmastoluokitus 2008.

Sisäilmaluokituksessa 2008 on ilmanvaihtojärjestelmille määritelty kaksi puhtausluokkaa P1 ja P2. Nykyaikana ilmanvaihtojärjestelmien asennustöiden voidaan edellyttää P1-puhtausluokan vaatimusten täyttämistä. Viime vuosituhanella asennettujen ilmanvaihtojärjestelmien asennusaikaiseen puhtauteen ei kiinnitetty läheskään yhtä paljon huomiota, ja siksi niissä voi olla paljonkin esimerkiksi tuotteiden valmistuksesta jääneitä öljyjäämiä. (Holopainen ym. 2012, 23–24.)

P1-puhtausluokka tarkoittaa käytännössä sitä, että ilmanvaihtojärjestelmä rakennetaan M1-puhtausluokitelluista osista ja että keskeneräiset asennukset pidetään koko ajan suojattuna asennustaukojen yhteydessä tulppaamalla ja muilla keinoilla. Suojaamalla asennukset rakennusaikana estetään ulkoilmasta tai maaperästä kanavistoon pääsevät mikrobit, jotka voivat olla bakteereita, homesieniä tai niiden itiöitä. (Holopainen ym. 2012, 24.)

2.2 Tyypillisiä ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmän ongelmia

Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien mahdollisesti osittain tai kokonaan aiheuttamia ongelmia on monenlaisia. On olemassa lukemattomia erilaisia mittareita, ohjeita ja tyytyväisyyskyselyitä, joilla ongelmia yritetään selvittää, paikantaa ja ehkäistä. Tilojen käyttäjät ovat ihmisiä, ja jokainen on omanlaisensa yksilö, jolloin tuntemukset ja aistit voivat vaihdella samassa tilassa olevien henkilöidenkin kesken. Ihmisten yksilöllisyys luo haasteita sisäilmastolle ja lämpöolosuhteille. Seuraavaksi on esitetty yleisimpiä kirjallisuudessa mainittuja ongelmia ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmissä.

2.2.1 Paine-erot

Rakennuksen vaipan hyvä ilmanpitävyys vähentää lämpötilaeron ja tuulen aiheuttamaa hallitsematonta ilmanvaihtoa. Rakennuksen hyvä ilmanpitävyys mahdollistaa toimivan, tasapainoisen ja energiatehokkaan ilmanvaihtojärjestelmän toteutuksen. Kun rakennuksen ikkunoiden ja ulko-ovien tiiveys paranee, jäävät vuotokohdat etenkin yläpohjan ja alapohjan läpivienteihin ja liitoksiin. Näiden läpi tulevasta ilmavuodoista voi aiheutua haittaa rakennukselle ja sen käyttäjille. Tiiviyskorjausten lisäksi myös rakennuksen ilmanvaihtoa on säädettävä tasapainoisemmaksi, jotta vuotoilmavirtaa ja epäpuhtauksien kulkeutumista saadaan pienennettyä riittävästi. (Järnström – Nyman – Saari – Päckilä 2016, 85–86.)

Suurissa ja monimutkaisissa kohteissa ilmanvaihdon vaikutusta paine-eroihin voi olla mahdoton selvittää. Paine-eroihin vaikuttavat tilojen käyttö, tuuli, lämpötila-erot ja korkeuserot, jolloin mittausten tuloksia voi olla vaikeaa tulkita. Ilmanvaihdon aiheuttamat paine-erot rakennuksen ulkovaipan yli johtuvat ulko- ja jäteilmavirtojen erosta. Yleensä rakennuksen ilmanvaihdossa jäteilmavirta suunnitellaan hieman suuremmaksi kuin ulkoilmavirta. Suunnittelun ajatuksena on, että ihmisistä ja tilojen käytöstä syntynyt kosteus sisäilmaan ei joutuisi rakennuksen suuremman tuloilmavirran aiheuttaman ylipaineen takia rakenteisiin. (Järnström ym. 2016, 87.)

Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 kohta 3.2.3.3 ohjeistaa, että ”käyttöajan ulkopuolella voidaan ilmanvaihto toteuttaa pitämällä hygieniatilojen ilmanvaihtoa jatkuvasti käynnissä” (D2 (2012). 2011, 11). Menetelmää on käytetty yleisesti vuosikymmeniä, ja se tarkoittaa käytännössä sitä, että käyttöajan ulkopuolinen ilmanvaihto hoidetaan pelkästään rakennuksen erillispoistoilla. Menetelmä voi olla toimiva joissain tapauksissa, mutta esimerkiksi suurissa rakennuksissa, kuten toimistoissa ja kouluissa, ratkaisu ei ole toimiva. Näissä rakennuksissa jopa kaksi kolmasosaa ajasta voi olla käyttöajan ulkopuolista aikaa, jolloin yleisilmanvaihto on pois päältä. Yleisilmanvaihdon ollessa pois päältä voi jatkuva erillispoistojen aiheuttama alipaine nostaa tilojen epäpuhtauspitoisuudet korkeiksi. Yleensä yleisilmanvaihto käynnistetään vasta silloin, kun en-

simmäiset käyttäjät tulevat rakennukseen, jolloin ensimmäiset käyttäjät altistuvat jonkin aikaa epäpuhtauksille rakennukseen tultuaan. Tämän kaltaiseen ongelmaan ratkaisuksi voi auttaa yleisilmanvaihdon käynnistäminen hyvissä ajoin, ennen kuin ensimmäiset käyttäjät tulevat rakennukseen. (Järnström ym. 2016, 88.)

Erillispoistojen suuret ilmavirrat eivät ole vain käyttöajan ulkopuolinen ongelma, vaan myös tavallisessa käytössä erillispoistot (keittiöiden rasvapoistot, myrkylliset poistot, purunpoistot, keskuspölynimurit ym.) voivat aiheuttaa muuten tasapainoisessa ilmanvaihtojärjestelmässä suuren eron ulko- ja jäteilmavirtojen välille. (Järnström ym. 2016, 87.)

2.2.2 Tilojen muuttuneet käyttötarkoitukset

Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmät on suunniteltu silloisen tiedossa olleiden tilojen käyttötarkoituksen mukaan sopivaksi. Olemassa olevien rakennusten käytössä olevaa ilmanvaihtoa tulisi säännöllisin väliajoin verrata ilmanvaihtosuunnitelmiin, jotta mahdolliset tiloissa tehdyt muutokset voitaisiin havaita. Esimerkiksi jos arkistosta on tullut henkilöiden työskentelytilaa, on ilmanvaihto todennäköisesti riittämätöntä ja tuloilmavirtaa tulisi lisätä. Tilojen käyttötarkoituksen tiedostaminen on ensimmäinen ja oleellinen asia, kun mietitään käyttäjien olosuhteita.

Ongelmia tulee eteen myös silloin, kun ilmanvaihtojärjestelmän kanavisto on rakennettu liian ahtaaksi, jolloin tilojen muuttuneen käyttötarkoituksen vaatimaa ilmavirtaa voi olla mahdotonta toteuttaa. Väljästi mitoitettu kanavisto parantaa tilojen muuntelumahdollisuuksia. Jos esimerkiksi auditorioon haluttaisiin lisätä ilmanvaihdon tehostus toimimaan tietyn hiilidioksidipitoisuuden ylittyessä, olisi se väljällä kanavistolla todennäköisesti mahdollista ilman kanavistomuutoksia. (Järnström ym. 2016, 87.)

2.2.3 Hygienia ja mikrobit

Ilmanvaihtojärjestelmän hygieniasta huolehtimisella tarkoitetaan sitä, ettei ilmanvaihtojärjestelmä levitä terveydelle haitallisia epäpuhtauksia kuten mikrobeja, mineraalikuituja tai tartuntatauteja. Ilmanvaihtojärjestelmän epäpuhtaudet voidaan jakaa karkeasti niiden alkuperän mukaisesti kolmeen ryhmään:

- rakennustuotteiden sisältämät epäpuhtaudet
- rakennusaikana kertyvät epäpuhtaudet
- käytön aikana kertyvät epäpuhtaudet. (Holopainen ym. 2012, 23.)

Ilmanvaihtojärjestelmän merkittävimmät mikrobiologiset orgasmit ovat homesienet, hiivat ja bakteerit. Ilmanvaihtojärjestelmässä ainoa mikrobikasvustoa rajoittava tekijä on yleensä kuivuus. Ulkoilmasäleikön kautta ilmanvaihtojärjestelmään sisään tuleva vesisade, lumisade tai kostutuslaitteen pisaranerotin puutteellinen toiminta luovat mikrobikasvustolle sen vaatiman kosteuden. Veden käyttö tai tiivistyminen on otettava ilmanvaihtojärjestelmää suunniteltaessa ja rakennettaessa huomioon siten, ettei vesi pääse aiheuttamaan terveyttä vaarantavaa mikrobien kasvua. (D2 (2012). 2011, 19–22; Holopainen ym. 2012, 24–26.)

Mikrobien aktivoituminen lepotilasta vaatii ravintoa ja lämpöä, joita kumpaakin löytyy yleensä riittävästi ilmanvaihtojärjestelmästä. Vanhoihin ilmanvaihtojärjestelmiin kertyneen pölyn koostumuksesta noin 80 % on epäorgaanista ainetta. Jäljelle jäävä osuus on epäorgaanista hiiltä ja kasveista peräisin olevaa orgaanista ainetta muun muassa siitepölyä, joka on mikrobien ravintoa. Hienosuodattimilla varustetussa suodatinasennuksiltaan tiiviissä ilmanvaihtojärjestelmissä siitepölyä ei juuri pääse kanavistoon. Vanhassa ilmanvaihtojärjestelmässä oleva pölyn määrä vaihtelee muutamasta grammasta kymmeneen grammaan neliömetrillä. (Holopainen ym. 2012, 26.)

2.2.4 Ilmanvaihdon suodattimet ja hiukkaset

Käytön aikainen pöykertymä tulee tuloilmajärjestelmään lähinnä ulkoilman epäpuhtauksista ja poistoilmajärjestelmään sisäilman epäpuhtauksista. Suodattimien tarkoituksena on ehkäistä ja estää ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien ja kanavistojen likaantuminen sekä estää ulkoilman hiukkasten kulkeutuminen ilmanvaihdon mukana huoneilmaan. Tuloilmasuodattimen hiukkasten erotusaste on suurin yksittäinen ilmanvaihtojärjestelmän hiukasmaisten epäpuhtauksien estäjä. Erotusaste valitaan sisäilmalle asetettujen tavoitearvojen ja rakennuksen sijainnin perusteella. Ammattikeittiöiden poistoilmahuuvissa on usein erilliset rasvasuodattimet, jotka vähentävät poistoilmajärjestelmän likaantumista rasvasta. (Holopainen ym. 2012, 25–26;75.)

Ilmanvaihtokoneen suodattimet lukitaan yleensä kehykseensä tiiviisti mekaanisella vivulla. Mikäli vivun toiminnassa on puutteita, tulisi ne korjata välittömästi, jotta ilmavirta ei kulje suodattimen ohitse. Suodattimen ja suodatinkehysten välillä tapahtuva ohivirtaus lisää hiukasmaisia epäpuhtauksia merkittävästi suodattimen jälkeisessä ilmanvaihtojärjestelmän osassa. Suodattimien vaihdon yhteydessä tulisi myös tarkastaa, että suodattimien erotusaste on suunnitellun mukainen ja että suodattimen pussit tai lahkeet ovat pystysuunnassa. Vaakatasossa olevan suodattimen suodatinmateriaalit kasvavat, mikäli kone ei käy ja kammion pohjalle on päässyt vettä tai lunta. (Holopainen ym. 2012, 62, 74.)

Säännöllisten tarkastuskierrosten yhteydessä havaitut kastuneet suodattimet tulisi vaihtaa. Suodattimen voi myös vaihtaa tarpeen mukaan paine-eroa seuraamalla. Kun puhtaan suodattimen asennuksen yhteydessä ylös kirjattu paine-ero kasvaa kaksin- tai kolminkertaiseksi, on suodattimet syytä vaihtaa. Suodattimet tulisi vaihtaa uusiin vähintään 1–2 kertaa vuodessa, vaikka ne eivät olisi kastuneet tai paine-erot eivät sitä edellyttäisi. Suodatinten vaihdon yhteydessä pitää suodatinkammio ja lämmönsiirtimen otsapinnat imuroida ja likaiset suodattimet kuljettaa heti pois ilmanvaihtokonehuoneesta. (Holopainen ym. 2012, 76.)

2.2.5 Kuidut

Ilmanvaihtokoneen aiheuttamien äänien pääsy tiloihin kanavistojen kautta on yleensä estetty ääneneristysmateriaaleilla, jotka voivat aiheuttaa kuitujen pääsyn ilmanvaihtoon. Yleisin ilmanvaihdossa käytetty ääntä eristävä materiaali on mineraalivilla, joka jaetaan sen valmistuksessa käytetyn raaka-aineen mukaan lasi- ja kivivillan. Mineraalivillan kuitupaksuus on noin 3–6 mikrometriä, ja suurin osa hengitetystä villapölystä jää hengitysteihin aiheuttaen ihon, silmien ja hengitysteiden ärsytystä. Suomessa myytävät teolliset lasivilla- ja vuorivillakuidut eivät ole syöpävaarallisiksi luokiteltuja, ja ne eivät todennäköisesti aiheuta pitkäaikaisia terveysvaikutuksia. Hengitetyt eristevillakuidut poistuvat elimistöstä muutamassa viikossa tai kuukaudessa. (Eristevillat. 2010; Asikainen – Peltola 2008, 110.)

Ilmanvaihtojärjestelmien vanhat äänenvaimentimet ovat yleensä tehdasvalmisteisia, ja niiden sisällä on reikäpellillä pinnoitettuja mineraalivillalevyjä ilman kuitusuojakerrosta. Kuitusuojakerroksen puuttuessa vanhan mineraalivillalevyn sisässä olevien sideaineiden vanhetessa voivat kuidut alkaa hajoamaan, jolloin ne irtoavat reikäpellin läpi ilmavirtaan. Ääneneristysmateriaalien lisäksi yleisimmät kuitujen lähteet vanhoissa ilmanvaihtojärjestelmässä ovat rakennusaikaiset eristystyöt ja vähäisissä määrin lasikuitusuodattimet. (Eristevillat. 2010; Asikainen – Peltola 2008, 110–111; Holopainen ym. 2012, 26.)

Puhallinkammiossa ja kanavissa mahdollisesti olevat eristeet ovat yleensä paikan päällä asennettuja mineraalivillalevyjä, joilla edellä mainitut järjestelmän osat on pinnoitettu. Mineraalivillalevyä suojaamaan on usein asennettu kuitusuojakerros ja/tai reikäpelti, mutta joissain tapauksissa levyjen päälle ei ole asennettu mitään suojaavaa materiaalia. Ilman suojaa olevat mineraalivillalevyt voivat hajota vanhenemisen, tärinän ja/tai voimakkaan ilmavirtauksen seurauksena irrottaen kuituja ilmanvaihtoon. (Asikainen – Peltola 2008, 111.)

Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistustyön yhteydessä tulee tarkastaa ilmanvaihtojärjestelmän sisäpuolella sijaitsevien lämmön- ja ääneneristysmateriaalien pintojen kunto. Vanhat mineraalivillapinnat saattavat vaurioitua käytön aikana, tai ne voi olla asennettu virheellisesti. Koska lähes kaikkien äänenvaimentimien

äänenvaimennusmateriaalina on käytetty mineraalivillaa, on riski, että kuituja irtoaa. Äänenvaimentimille suoritettujen huoltotoimenpiteiden jälkeen ilmanvaihtojärjestelmä pitää puhdistaa, ja sen takia kunnostustyöt kannattaa ajoittaa puhdistustöiden yhteyteen. (Holopainen ym. 2012, 71–72.)

Kuituja ilmanvaihtojärjestelmään päästävät ääneneristysmateriaalit tulisi joko vaihtaa tai pinnoittaa mahdollisuuksien mukaisesti. Esimerkiksi äänenvaimentimen vaihtaminen nykyisten laatuvaatimusten mukaiseksi on yleensä kalliimpaa kuin vanhan äänenvaimentimen pinnoittaminen. Äänenvaimentimen pinnoittaminen heikentää yleensä sen ääneneristysominaisuuksia, ja sen takia pinnoittaminen ei yleensä anna tyydyttävää lopputulosta. (Holopainen ym. 2012, 71–72.)

Mineraalikuituja sisältäviä äänieristemateriaaleja voi olla myös vanhoissa ilmanvaihdon päätelaitteissa. Nykyisin voidaan ajatella, että ilmavirtojen ei anneta olla vapaassa kosketuksessa mineraalivillapinnan kanssa, jotta kuitujen irtoamisen riski saadaan mahdollisimman pieneksi. (Holopainen ym. 2012, 72.)

2.2.6 Ilmanvaihdon ääniongelmat

Ääniongelma havaitaan yleensä silloin, kun ilmanvaihtojärjestelmästä johtuva ääni nousee liian korkeaksi ja häiritsee käyttäjää. Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2 on annettu toimiston LVIS-laitteille ja muille niihin rinnastettaville laitteille enimmäisäänitasot. (Asikainen – Peltola 2008, 111; D2 (2012). 2011, 24.)

Häiritsevän kovaa äänitasoa lähdetään paikallistamaan kuuntelemalla ja mittaamalla. Ääntä aiheuttavan kohteen voi löytää myös tarkastamalla onko kohteessa tehty äänimittauksia aikaisemmin. Ääniongelmia aiheuttavien kohteiden löytymisen jälkeen on syytä tarkastaa tilojen ilmavirrat piirustuksista ja katsoa ilmanvaihdon pääte- sekä säätölaitteiden teknisistä tiedoista, minkälaista ääntä ne pitävät suunnitellulla ilmavirralla ja paineella. Päätelaitteen teoreettisen äänentuoton voi tarkastaa sijoittamalla mitatun ilmavirran valmistajan tarjoamaan taulukkoon. Liian suuri ilmavirta pienessä päätelaitteessa aiheuttaa tarpeetonta

äänentuottoa ja voidaan usein korjata vaihtamalla päätelaitteen mallia tai kokoa. (Asikainen – Peltola 2008, 102.)

Yleinen ääniongelmia aiheuttava ilmanvaihtojärjestelmän osa on puhallin, jonka tehtävä on siirtää ilmaa ilmanvaihtokanavistossa. Puhallin synnyttää käydessään tärinää, melua ja runkoääntä. Niiden pääsy huonetiloihin yritetään estää muun muassa tärinänvaimentimilla, äänenvaimentimilla ja verhoamalla konehuone äänenvaimennusmateriaalilla. Mikäli ääniongelman uskotaan aiheutuvan ilmanvaihtokoneesta, tulee tarkastaa onko ilmanvaihtojärjestelmässä äänenvaimentimia, onko ilmanvaihtokonehuonetta yritetty äänieristää ja ovatko puhalltimien mahdolliset tärinänvaimentimet kunnossa. Jos äänenvaimentimia on piirustusten mukaan tarpeeksi ja niiden äänenvaimennusominaisuudet vaikuttavat riittävästi, tulee äänenvaimentimien kunto tarkastaa. Jos äänenvaimentimien kunto ei ole hyvä, tulee harkita niiden vaihtamista uusiin. (Asikainen – Peltola 2008, 102; Korkala – Laksola 2012, 102–103.)

2.2.7 Ulkoilmasäleikkö ja tuloilmakammio

Ulkoilmasäleiköllä tarkoitetaan ilmanvaihtokoneen tulopuolen ulkoilman ottoaukon peittävää säleikköä, jonka tehtävänä on estää eläinten, esineiden, veden ja lumen pääsy tuloilmakoneeseen ja -kanavistoon. Säleikkö voi tukkeutua esimerkiksi syksyllä lehdistä tai talvella lumesta ja jäästä. Säleikön toimintaa tulisi tarkkailla säännöllisesti tukkeutumien tai likaisuuden varalta. Säleikkö on mitoitettu tietylle virtausnopeudelle, ja aukon pinta-alan pienentyminen aiheuttaa sisään virtaavan ilmavirran kasvun imuaukolla, jonka johdosta lumi ja vesi voivat imeytyä ilmavirran mukana tuloilmakammioon. Ulkoilmasäleikköä ei myöskään tule sijoittaa mahdollisten hajujen tai epäpuhtauksien tuottavien lähteiden läheisyyteen. Mahdollisia epäpuhtauksia ovat muun muassa pakokaasut ja keittiön poistoilma. (Korkala – Laksola 2012, 78; D2 (2012). 2011, 19–20.)

Ulkoilmaa ilmanvaihtojärjestelmään ottavien ulkoilmalaitteiden suunnittelussa, mitoituksessa ja valinnassa on otettava huomioon, ettei ulkoilman mukana pääse haitallisissa määrin lunta tai sadevettä ilmanvaihtojärjestelmään. Ohjeiden mukaankaan mitoitettu säleikkö ei ole täysin lumen ja veden pitävä. Kevyt puuterilumi tulee hyvinkin helposti ilmavirran mukana sisään tuloilmakammioon.

Lisäksi oikeasta suunnasta tuleva voimakas tuuli voi kuljettaa vettä säleiköstä sisään, ja näin ollen tuloilmakammion toimiva vedenpoisto on erittäin tärkeää mikrobikasvustojen välttämiseksi. Jos ulkoilmasäleikkö on sellaisessa kohdassa, johon lunta voi kasaantua, tulisi miettiä aukon siirtämistä parempaan kohtaan. Katolle asennettavat nykyaikaiset ilmanvaihtokatokset on suunniteltu lumen ja veden kanavaan pääsyn estämiseksi hyvin pienille otsapintanopeuksille. (Korkala – Laksola 2012, 78; D2 (2012). 2011, 19–20; Climecon, linkit Tuotteet -> Katokset -> Otso; Asikainen – Peltola 2008, 100; Järnström ym. 2016, 89.)

Lumen ja veden tuloa kammioon voidaan ehkäistä asentamalla ulkoilmasäleikön yhteyteen erillisvarusteena lumisuoja ja vedenerotussäleikkö sekä mitoittamalla säleikkö otsapintanopeudelle 0,5–1,0 m/s. Tuloilmakammio voidaan myös varustaa pohjaan asennettavilla kaivoilla ja sähkölämmityksellä, jolloin sinne tuleva lumi sulaa ja sulamisvesi valuu viemäriin. (Holopainen ym. 2012, 74; Järnström ym. 2016, 89.)

Sisäilmaongelmaisten kohteiden tutkimuksissa on havaittu, että ulkoilmasäleikön ja kanavan liitos on voitu tehdä esimerkiksi kiinnittämällä säleikkö tiiliverhoukseen. Tällaisella liitoksella on mahdollista, että ulkoilmavirta kulkeutuu tuloilmakammioon muun kuin ulkoilmasäleikön kautta, jolloin epäpuhtauksien kulkeutuminen sisälle on mahdollista. (Järnström ym. 2016, 89.)

Ongelmakohteissa on myös havaittu ongelmia tuloilmakammioiden viemäroinneissä. Pahimmassa tapauksessa viemäri tuulettuu alipaineiseen kammioon, jolloin viemärinhaju pääsee leviämään tiloihin. Toimistorakennuksissa aamuisin ja viikonloppujen jälkeen viemärin haju on melko tyypillinen ilmiö. Viemäreiden asennuksiin ja vesilukkojen säännöllisiin huoltoihin tulisi kiinnittää huomiota tämäkaltaisten ongelmien välttämiseksi. (Järnström ym. 2016, 89.)

2.2.8 Puhdistustyön ongelmia

Jotta ilmanvaihtojärjestelmän kuntoa olisi mahdollista ylläpitää, tulisi järjestelmässä olla riittävästi luokkuja puhdistusta ja tarkastuksia varten sekä kanaviston olla sisäpinnaltaan sellainen, että sen puhdistaminen on mahdollista. Ilmanvaihtojärjestelmän ja sen laitteiden turvallista huoltoa ja puhdistusta varten tulee

jo suunnitteluvaiheessa jättää riittävästi tilaa. Usein ongelmana on ilmanvaihtojärjestelmän vähäinen puhdistus- ja tarkastusluukkujen määrä sekä vaikea luoksepäästävyys. (D2 (2012). 2011, 19–20.)

Rakennuksen sisäilman epäpuhtauksista 40 % tulee tuloilman mukana ilmanvaihtojärjestelmän suodattimista huolimatta. Suodattimien vaihtovälit venyvät tarpeettoman pitkiksi ja kanavistot saattavat olla puhdistamatta yli kymmenenkin vuotta. (Harju 2008, 116.)

Kanavistojen puhdistustarpeen määrittäminen perustuu visuaaliseen tarkastukseen ja kokemuksiin rakennuksen kanavistojen likaantumisesta. Sisäasiainministeriön asetuksen 802/2001 mukaan viiden vuoden välein suoritettavien puhdistusten joukkoon kuuluvat muun muassa sairaalat, vanhainkodit ja vankilat. Asetuksessa on määrätty pisin puhdistusväli, mutta kanavistot saa puhdistaa myös useammin esimerkiksi kokemusten perusteella tehtyjen havaintojen perusteella. (Harju 2008, 116; 802/2001, 2001.)

Säätölaitteiden säätöarvot tulee ottaa ylös ennen puhdistustoimenpiteitä, ja jos kanavistoa ei tasapainoteta puhdistuksen jälkeen, palautetaan säätölaitteet alkuperäisiin arvoihinsa. Säätölaitteiden säätö-arvojen huomioimatta jättäminen aiheuttaa ilmanvaihtojärjestelmässä toimimattomuutta. (Asikainen – Peltola 2008, 87; Holopainen ym. 2012, 66.)

Ilmastointipalkkien, ilmanvaihdon pääte-elinten ja lattiasäleikköjen suorituskyvyn ylläpito puhtauden osalta kuuluu myös kiinteistönhoidolle.

2.2.9 Puutteet rakennuksen huoltokirjan tietosisällössä ja dokumentaati- ossa

Ylläpidon suunnittelussa tärkeää on tietää, mitä huollettavia ja hoidettavia laitteita kiinteistössä sijaitsee. Jos kiinteistössä on käytössä esimerkiksi ajantasainen sähköinen huoltokirja, jossa on ajantasaiset konekortit laitteista, on hoidon ja huollon suunnittelu paljon helpompaa. Tehtävien ja vastuun jako onnistuu, kun kiinteistön laitekanta on tiedossa.

Jos valmista huoltokirjaa ei ole tai se on puutteellinen, tulisi kiinteistössä suorittaa laitekartoitus, jossa selvitetään muun muassa ilmanvaihtokoneiden tyyppi-numeroinnit, koneiden todelliset osat, varusteet, ohjeavot ja sijainnit. (Korkala – Laksola 2012, 49.)

2.2.10 Muita ongelmia

Muita ilmanvaihdosta johtuvia ongelmia ovat esimerkiksi käyttäjien tuntemat vetoisuuden tunteet. Niitä aiheuttavat muun muassa alhainen huonelämpötila, suuri tuloilman sisään puhallusnopeus, tuloilman liian alhainen lämpötila, tuloilmaventtiin väärä suuntaus ja kylmän pinnan aiheuttama säteilyveto. Ilmanvaihdosta johtuvat vetoisuus ongelmat ovat yleensä korjattavissa ilmavirta- ja päätelaitemuutoksilla sekä tilan lämpöolojen hallinnalla. (Järnström ym. 2016, 87.)

Myös ilmanvaihtokanavassa sijaitseva lauennut palopelti aiheuttaa ongelmia estäen ilmavirran pääsyn eteenpäin siitä kohdasta, jossa palopelti sijaitsee. Lauennutta palopeltiä voi olla vaikea havaita edes ilmavirtojen mittauksilla, koska esimerkiksi tuloilmakanavasta voi muodostua siirtoilmareitti, jolloin ilmaa virtaa päätelaitteen kautta tilaan. Palopeltien sijainnit tulisi tulla ilmi ilmanvaihtopii- rustuksista ja sijainnit tulisi olla merkittynä myös selkeästi tarkastusluukkuihin. Palopellit voivat sijaita erittäin hankalasti luokse päästävissä paikoissa, jolloin niiden fyysinen tarkastaminen voi olla lähes mahdotonta. Palopeltien laukeami- sen tulisi aiheuttaa hälytys ilmanvaihdon automaatiojärjestelmään ja palopellit olisi hyvä tarkastaa esimerkiksi kanavapuhdistusten yhteydessä. Asetuksessa 802/2001 määrättyssä puhdistustyössä tarkastetaan myös kanavien tiiviys ja palorajoittimien toiminta. (Järnström ym. 2016, 89; 802/2001, 2001.)

3 TYÖHÖN LIITTYVIEN ESITIE TOJEN JA AINEISTOJEN TARKASTELU

3.1 Ennakoiva sisäilmaklinikka

Senaatti-kiinteistöjen lanseeraama sisäilmaklinikka tarkoittaa keskustelutilaisuutta, jonka aiheita ovat sisäilma, terveys ja tilojen kehittäminen. Yleensä käyttäjien kanssa järjestetyt sisäilmaa koskevat tilaisuudet tulevat ajankohtaisiksi silloin, kun rakennuksessa on sisäilmaongelma käynnissä. Näissä tilaisuuksissa ei perinteisesti ole juurikaan aikaa vapaalle keskustelulle ja kysymyksille, jotka koskevat sisäilmaongelmia. (Bergman - Korpi 2016, 191–196.)

Vuonna 2015 Senaatti-kiinteistöt valitsi yhdeksän käyttäjäkuntaa Pohjois-Suomesta testatakseen uutta sisäilmaklinikkaa käyttäjien kanssa. Tyypillisesti käyttäjien kysymykset ja keskustelut liittyivät seuraaviin aiheisiin:

- ilmanvaihto ja ilmanvaihtojärjestelmien toiminta
 - käyntiajat
 - tuuletus ikkunoiden kautta
 - ilman kuivuus ja ilmankostuttimet
- lämpöolosuhteet
 - lämpötilasäädöt öisin ja viikonloppuisin
 - tunkkaisuus ja ilmankosteus
 - oikea lämpötila kesällä
- rakennusmateriaalit, kuten asbesti ja kuidut, sekä kokolattiamaton vaikutus sisäilmaan
- home
- hajut
- sisäilmaselvitykset
- siivous. (Bergman - Korpi 2016, 191–196.)

Sisäilmaklinikan tarkoituksena oli jakaa tilankäyttäjille oikeaa tietoa sisäilmasta, ja siihen liittyvistä ongelmista tai niiden seurauksista. Mukana oli lääketieteen,

ilmanvaihdon ja rakenteiden asiantuntijoita, jolloin mahdollisiin kysymyksiin vastaaminen onnistui mahdollisimman hyvin. Tilaisuuden avauksen jälkeen asiantuntijat pitivät lyhyet esitykset koskien omaa alaansa. Esitysten jälkeen oli vuorossa käyttäjiltä etukäteen saatujen kysymysten ja käyttäjien tilaisuuden aikana esittämien kysymysten läpikäyminen. Käyttäjiltä pyydettiin etukäteen kysymyksiä omien työtilojen kehittämiseen ja sisäilmaan liittyvistä asioista. Tilaisuudessa yritettiin myös saada epävirallisissa yhteyksissä esille tulleita huhuja ja luuloja asiantuntijajoukon vastattavaksi, jotta mahdollisesti vääränä liikkuvat tiedot saataisiin oikaistua. (Bergman – Korpi 2016, 191–196.)

Tilaisuuksissa käsiteltyjen asioiden listat muodostuivat selkeästi erilaisiksi jokaisessa sisäilmaklinikassa. Kahdeksan tilaisuuden palaute oli myönteistä ja vain yhden kriittistä. Tilaisuuksien osallistujamäärät vaihtelivat 10–70 henkilön välillä. Sisäilmaklinikkatilaisuudet kestivät keskimäärin noin 2,5 tuntia, jolloin saman päivän aikana oli mahdollista järjestää 2–3 sisäilmaklinikkaa kohteiden välisten etäisyyksien ollessa kohtuulliset. (Bergman – Korpi 2016, 191–196.)

Jos kohteessa jossa sisäilmaklinikka järjestettiin, oli ollut sisäilmaongelmia, vaikutti se selvästi tilaisuuksien tunnelmiin ja käyttäjiä kiinnostaviin aiheisiin. Mikäli kohteen käyttäjillä oli negatiivisia kokemuksia sisäilmaongelmien takia suoritetusta korjaushankkeesta, oli sisäilmaklinikka tunnelmaltaan aluksi jännittänyt, negatiivinen ja kriittinen. Tilaisuuden edetessä suhtautuminen muuttui yleensä positiiviseksi. Tämänkaltainen sisäilmaklinikkatoiminta vaatii laajan asiantuntijajoukon, jotta kaikkiin tilaisuudessa esitettyihin kysymyksiin saatiin tieteellisesti perusteltu niin sanotusti oikea vastaus. Joissain sisäilmaklinikoissa päädyttiin keskustelujen pohjalta suorittamaan ilmanvaihdon säätö tai käynnistämään sisäilmaongelmien selvitysprosessi. (Bergman – Korpi 2016, 191–196.)

3.2 Ilmanvaihtoon liittyvät tehtävät kiinteistönhoidon palvelukuvauksissa

Kiinteistönhoidon palvelukuvaus laaditaan kiinteistön tarpeiden mukaisesti. Palvelukuvauksiin merkitään kaikki tehtävät, jotka kiinteistönhoidon palveluntuottajan tulee kiinteistössä suorittaa. Palvelukuvausten huolellinen laadinta on tärkeää silloin kun palveluntuottajaa kilpailutetaan, jotta kaikki erikoisjärjestelmät ja

niiden tehtävät on kirjattu ylös. Tällöin ne eivät aiheuta lisäkustannuksia kiinteistön omistajalle erillisveloitettavina töinä. (Sähköinen huoltokirja. 2016.)

Ilmanvaihdon osalta palvelukuvauksissa on laadun kuvaus, jonka mukaan kiinteistönhoidon pitää muun muassa huolehtia siitä, että ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmä toimii suunnitellulla ja tarkoituksenmukaisella tavalla ja että rakennuksessa saavutetaan halutut olosuhteet energiatehokkaasti. (Sähköinen huoltokirja. 2016.)

Huollon ja kunnossapidon osalta on tehtävät jaettu jatkuvaan järjestelmien toiminnan tarkkailuun ja käyttöön sekä vuosittaisiin tehtäviin. Jatkuvan tarkkailun ja hoidon piiriin kuuluvat seuraavat tehtävät:

- ilmanvaihtojärjestelmän toiminta ja sisäilman laadun seuranta
- ulkoilman saannin varmistus
- puhaltimet, suodattimet, ilmanvaihtokoneen patterit ja -lämmöntalteenotto
- kanavisto
- päätelaitteet. (Sähköinen huoltokirja. 2016.)

Vuosittain suoritettavat tehtävät ovat isompia huoltotoimenpiteitä ja siivoustöitä. Kiertoilmakojien ja pääte-elimien puhdistus tulisi suorittaa vuosittain, ja puhdistukset kuuluvat kiinteistönhoidon palveluntuottajan tehtäviin. Palvelukuvauksissa on myös määrätty ilmanvaihtokanaviston puhdistustarpeen arviointi kahden vuoden välein tehtäväksi LVI kortin 39-10409 mukaisesti huomioon ottaen kohteen ilmanvaihtokanavien puhtausluokka. (Sähköinen huoltokirja. 2016.)

3.3 Tutustuminen kiinteistönhoidon ohjekortteihin

Valtaosa sisäilman haittatekijöistä voidaan selvittää nopeasti ja korjata pienillä säädöillä, ja vain pieni osa haittatekijöistä vaatii erityisosaamista niiden selvittämiseksi. Perinteinen kiinteistöhoito on lähes aina ensimmäinen taho, joka on ratkaisemassa käyttäjien kokemia sisäilmaongelmia. (Pipatti 2016.)

Senaatti-kiinteistöjen Itä-Suomen alue ja ISS Palvelut Oy ovat laatineet yhteisen kehitysprojektin tuloksena työkalun kiinteistöhoitajille ja kiinteistönhoidon esihenkilöille. Toimintaohjeita on koottu yhteen, jotta kiinteistöhoito voi havaita ja

mitata sisäilmaongelmia ja vaurioita sekä aloittaa välittömiä toimenpiteitä ohjeiden mukaisesti. (Pipatti 2016.)

Ohjekorttien alussa on ensiksi hieman teoriaa, jonka jälkeen niissä pureudutaan keskeisimpiin käyttäjän viihtyvyyteen vaikuttaviin ongelmiin:

- vetoisuus
- lämpötilat
- pintalämpötilat
- hajut
- ilmavuodot
- kosteus ikkunoissa. (Pipatti 2016.)

Ohjekortit ovat hyvin havainnollistavat ja käytännönläheiset tarkkoine kuvineen, joihin on tehty merkintöjä ja tarkennuksia. Lisäksi ohjeissa on havainnointikuvia esimerkiksi ilmanvaihdon päätelaitteiden heittokuvioiden aiheuttamista vetoisuus ongelmista. Ohjekorteissa on selvitetty tarkasti, kuinka mittaukset tulee suorittaa ja millaisia tulosten pitäisi olla missäkin tilanteessa.

3.4 Käyttäjätyytyväisyyskyselyt

Senaatti-kiinteistöt järjestää vuosittain omistamissaan kiinteistöissä käyttäjätyytyväisyyskyselyn, jonka avulla on mahdollista saada tietoa rakennuksen sisäilmaston tai lämpöolojen puutteista, vaikka teknisesti kaiken pitäisi olla kunnossa.

Kyselyssä eri aihealueita arvioidaan arvosanoilla 1–5 ja sisäilmastoa koskeviin kysymyksiin arvosanan 1–2 antaneita pyydetään tarkentamaan vastaustaan uusilla kysymyksillä. Tarkentavissa kysymyksissä vastaaja saa eritellä hänen sisäilmastossaan kokemia ongelmia ja kirjoittaa kommenttikenttiin vapaita tekstejä. Lisäkysymykset koskevat sisäilman raikkautta ja hajuja, lämpötilaa ja vetoisuutta. (Pipatti 2016.)

Kyselyn vastaukset ovat hyviä lähtötietoja, kun rakennuksen käyttäjän kokemia sisäilmaston ongelmia lähdetään ratkaisemaan. Vastauksia pitää kuitenkin tulkitella objektiivisesti, sillä ongelmat voivat olla rakennuksessa alue- tai tilakohtaisia, ja eri käyttäjät voivat tuntea mahdolliset ongelmat eri tavalla. Sanallisista vasta-

uksista saa tietoa esimerkiksi siitä, ovatko tilojen lämpöolot pielessä eri vuodenaikoina, aiheuttaako päätelaitteista tuleva ilmavirta vedon tunnetta tai tuntuuko sisäilman laatu hyvältä. Jos jokin edellä mainituista saa paljon palautetta, on katsastuksen painopistettä helppo suunnata oikeaan suuntaan heti alussa. (Pipatti 2016.)

3.5 Kiinteistönhoidon laatuauditointi ja sen sisältö

Kiinteistönhoidon auditoinnin tarkoituksena on arvioida ja pisteyttää kiinteistönhoidon toimintaa. Auditoinnista saadut pisteet määrittävät, saako kiinteistönhoidon palveluntuottaja palkkion vai sanktion. Auditointi suoritetaan kiinteistössä kokonaisuudessaan kerran vuodessa. Auditointia ei suoriteta yhdellä kertaa vaan vähintään kahdella eri kerralla, jolloin kaikki noin 50 tarkastettavaa kohtaa käydään läpi kerran vuodessa. Ilmanvaihtojärjestelmiä ja sisäilmastoa koskevia tarkastuskohtia on noin 13 kappaletta. Kohdat arvioidaan asteikolla 1–5 ja arvosanoille 1, 3 ja 5 on annettu kuvaukset, mitä niiden tulisi täyttää. (Sähköinen huoltokirja. 2016; Bergman ym. 2016.)

Tarkastuslistassa käsitellään ilmanvaihtokoneen siisteys, ja tarkasteltavia kohtia ovat muun muassa ilmanvaihtojärjestelmien varaosien, tarvikkeiden ja suodatimien saatavuus ja asianmukainen varastointi. Auditoinnissa tarkastetaan myös, onko ilmanvaihtokone käsikäytöllä vai toimiiko se tilojen käytölle sopivien aikaohjelmien mukaisesti. (Sähköinen huoltokirja. 2016; Bergman ym. 2016.)

Kiinteistöhoitajan tietämystä ilmanvaihtojärjestelmistä arvioidaan kysymällä ilmanvaihtokoneiden tarkoista palvelualueista, alueiden ilmanvaihtoteknisistä erityisvaatimuksista, palvelualueiden käyttäjistä ja alueen tilojen käyttötarkoituksista. Kiinteistöhoitajalta kysytään myös ilmanvaihtokoneiden ilmamäärien tilanteesta sekä sitä, pystyykö kiinteistöhoitaja omalla tiedollaan tai osaamisellaan kertomaan, mikä on ilmanvaihtokoneen tuottama ilmamäärä tai mikä sen pitäisi olla. Auditoinnissa kysytään myös, millä keinoilla kiinteistöhoitaja pystyy varmistamaan, toteuttaako ilmanvaihtokone kohteessa vaadittavaa ilmamäärää juuri sillä ajanhetkellä. (Sähköinen huoltokirja. 2016; Bergman ym. 2016.)

Tarkastuksessa käydään läpi automaation aikaohjelmat ja tarkastetaan vastaavako aikaohjelmat toimintoja. Jos aikaohjelmiin on tehty muutoksia, tulee huoltokirjasta löytyä merkintä, kuka muutokset on suorittanut, mitä muutoksia on tehty ja kuka muutokset on määrännyt tehtäväksi. Ilmanvaihtokoneiden asetusarvot tarkastetaan suunnitelmista pääpiirteittäin, ja mahdollisista asetusarvojen muutoksista tulee löytyä merkinnät huoltokirjasta. (Sähköinen huoltokirja. 2016; Bergman ym. 2016.)

Kiinteistöhoitajan tulee osata tehdä trendiajoja ilmanvaihtokoneen toiminnoista, jos niiden teko on mahdollista kyseisen rakennuksen ilmanvaihtokoneella ja automaatiolla. Automaatiosta saatavia trendikäyriä ja mittauksia tulee osata hyödyntää, mutta jos niiden pohjalta on tehty muutoksia ilmanvaihtokoneiden toimintaan automaation avulla, tulee muutoksista olla merkinnät huoltokirjassa. Auditoinnissa tarkastetaan myös, onko kiinteistöhoitaja optimoinut lämmityksen säätökäyrää dokumentoidusti useilla eri ulkolämpötiloilla. (Sähköinen huoltokirja. 2016; Bergman ym. 2016.)

Kiinteistönhoidon tulee olla testannut ja tarkastanut laitteiden hälytykset. Auditoinnissa tarkastetaan hälytyslistat, ettei niissä esiinny toistuvasti samojen pisteiden hälytyksiä. Jos samasta pisteestä on useita hälytyksiä, tulee huoltokirjassa olla merkintä pisteelle suoritetuista toimenpiteistä ja mahdollisten korjausehdotusten viemisestä eteenpäin. (Sähköinen huoltokirja. 2016; Bergman ym. 2016.)

Auditoinnissa katsotaan, että ilmanvaihtokoneiden teknisistä huolloista löytyy merkinnät ja että merkinnöistä ei löydy suuria poikkeamia koneita tarkasteltaessa. Jos kiinteistöhoitaja on tehnyt havaintoja ilmanvaihtokoneen toiminnassa, tarkastetaan, onko hän osannut esittää niistä korjausehdotuksia tai lähettänyt havaintoja eteenpäin. (Sähköinen huoltokirja. 2016; Bergman ym. 2016.)

Ilmanvaihtokoneissa paikallaan olevien ilmansuodattimien suodatusluokat ovat ne, jotka koneelle on suunniteltu. Auditoinnissa tarkastetaan, että suodattimien vaihdosta on tehty merkintä ilmanvaihtokonehuoneessa olevaan listaan sekä sähköiseen huoltokirjaan. Auditoinnissa tarkastetaan myös, että likaiset suodat-

timet on poistettu tiloista asianmukaisesti tiiviisti suljettuna ja että suodattimet on lajiteltu asianmukaisesti. (Sähköinen huoltokirja. 2016; Bergman ym. 2016.)

Auditoinnissa tarkastetaan, että palvelukuvauksissa määritelty kanavistojen puhtauden tarkastus on suoritettu asianmukaisesti ja raportoitu huoltokirjassa määritetyllä taajuudella. Lisäksi tarkastetaan, että kiinteistönhoito on suorittanut kiinteistöpäällikön tai asiantuntijan kanssa sovituista tiloista lämpötila- tai olosuhdemittaukset ja että ne on merkitty sähköiseen huoltokirjaan. (Sähköinen huoltokirja. 2016; Bergman ym. 2016.)

Auditoinnissa käydään läpi rakennuksen huoltokirjasta, onko sinne tullut tilakoh-
taisia palvelupyynnöitä ja onko ne otettu vastaan ja suoritettu tarvittavat mittauk-
set tilasta. Lisäksi auditoinnissa tarkastetaan, onko tilojen mittauksista laadittu
tarvittavat pöytäkirjat, ja onko niitä tallennettu vähintään huoltokirjaan. Kiinteis-
tönhoitajalta tulee löytyä määrätyt mittarit ja tieto, millaisia mittauksia on mah-
dollista ja kannattavaa suorittaa. (Sähköinen huoltokirja. 2016; Bergman ym.
2016.)

4 HAASTATTELUT

Tilaaaja valitsi kahdeksan henkilöä haastateltavaksi. Lähtökohtana haastateltavien valinnassa oli kokemus työskentelystä talotekniikka-alaan liittyvissä työtehtävissä. Haastateltavista suurin osa toimii talotekniikan asiantuntijan tehtävissä Senaatti-kiinteistöllä.

Haastateltaville lähetettiin tiedote tulevasta haastattelusta etukäteen sähköpostilla ja tarkempi haastatteluajankohta sovittiin puhelimitse. Haastattelut pidettiin puhelimitse tai videohaastatteluna. Haastatteluissa kysyttiin 17 kysymystä ja yksi haastattelu kesti 45–70 minuuttia. Osa haastatteluista nauhoitettiin myöhempäälle tulosten käsittelyä varten. Lista haastatteluista henkilöistä sekä haastattelun kysymyksistä ovat työn liitteinä 1 ja 2.

Haastatteluiden kysymysten osa-alueet ovat seuraavat:

- rakennusautomaatio
- puhdistus ja puhtaus
- tarkastusten taajuus, kiinteistön käyttötarkoitus ja salkuttaminen
- hyvät kokemukset Senaatti-kiinteistöjen nykyisissä toimintatavoissa ylläpitää ilmanvaihto toimintakuntoisena
- haasteet ja ongelmat sekä kehitysehdotukset Senaatti-kiinteistöjen nykyisissä toimintatavoissa ylläpitää ilmanvaihto toimintakuntoisena.

Työn haastatteluja käsittelevä kappale on poistettu julkaistavasta versiosta, koska haastattelujen tulokset jäävät tilaaajan käyttöön. Lisäksi julkaistavasta versiosta on poistettu liite 2, jossa oli listattuna opinnäytetyötä varten haastatellut henkilöt.

5 ILMANVAIHTOKATSASTUKSEN TOIMINTAMALLI

Ilmanvaihtokatsastuksen toimintamallin laadinta tarkoittaa käytännössä sitä, että katsastustoiminnalle laaditaan tarkastuspöytäkirja. Katsastustoiminnan lähtökohtana on se, että se suoritetaan viiden vuoden välein säännöllisesti kaikkiin kiinteistöihin. Katsastuksen voi suorittaa tiheämminkin, jos sille havaitaan selkeä tarve tai harvemmin sellaisissa kohteissa, joissa ei ole paljon tarkastettavia asioita (esimerkiksi painovoimainen tai koneellinen poistoilmanvaihto). Viiden vuoden tarkastusväli tehdään helpottamaan katsastusten tilausta. Rakennuksia ei lähtökohtaisesti salkuteta, mutta salkuttamista voi pohtia myöhemmin, jos sille ilmenee tarvetta.

Katsastuksen tekijä tulee valita siten, että hän kykenee suorittamaan tarkastuspöytäkirjan arviointikohdat läpi asiantuntevasti. Katsastuksen suorittajan valinnan kriteerit tulee määrittää erikseen. Sisäilmakatsastus etenee tarkastuspöytäkirjan mukaisesti alkaen lähtötietojen keräämisestä ja rakennuksen dokumenttien läpikäymisestä. Katsastus päättyy havaintojen, suositusten ja muiden tietojen huoltokirjaan kirjaamiseen. Katsastuksessa havaittujen puutteiden ja suositusten toteutumista täytyy valvoa, ja valvonnan voi hoitaa esimerkiksi katsastuksen suorittaja.

5.1 Tarkastuspöytäkirjan rakenne ja sisältö

Tässä työssä laaditaan aiemmin läpikäytyjen aineistojen, materiaalien ja haastattelujen pohjalta ilmanvaihtokatsastukselle tarkastuspöytäkirja. Ilmanvaihtokatsastuksen tarkastuspöytäkirja laaditaan otsikkotasolla Excel-muodossa. Työssä laaditaan tarkastuksille alustavat sisällöt, mutta ne vaativat tarkennuksia ja tarkempia määritelmiä esimerkiksi riittävien tehojen osalta ennen varsinaista pilotointia. Pilotointia ei suoriteta tämän työn yhteydessä.

Tarkastuspöytäkirjassa tulee olemaan seitsemän pääotsikkoa, joista jokaisella on useita alaotsikoita. Alaotsikoiden alla voi olla useita tarkastuskohtia. Kaikilla otsikoilla on oma kommenttikenttensä. Pääotsikot ovat seuraavat

1. lähtötietojen kerääminen

2. ilmamäärät ja ilmanjako
3. ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus ja hygieenisuus
4. rakennuksen ja ilmanvaihdon lämpöolosuhteet
5. rakennusautomaatio sekä ilmanvaihto- ja jäähdytyskoneiden ja laitteiden toiminta
6. rakennuksen painesuhteet
7. kohteen kokonaisarvosana, raportointi ja toimenpiteet.

5.1.1 Lähtötietojen kerääminen

Ilmanvaihtokatsastus aloitetaan lähtötietojen keräyksellä. Käyttäjätyytyväisyyskyselyn tulokset antavat arvokasta tietoa käyttäjien mielipiteistä, tuntemuksista ja kokemuksista. Vuosittain järjestettävän käyttäjätyytyväisyyskyselyn tulokset tulisi ehdottomasti hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti lähtötietona tämän kaltaisessa katsastuksessa. Sisäilmakatsastuksen yksi päätarkoitus on parantaa käyttäjien viihtyvyyttä ja sisäolosuhteita.

Rakennuksen käyttäjiä tulee haastatella. Haastattelut voidaan suorittaa usealla eri tavalla. Suuressa kohteessa on mahdollista käyttää apuna käyttäjien tilayhdyshenkilöä, joka voi käydä haastattelemassa käyttäjiä ennalta laadittujen kysymysten pohjalta. Keskikokoisessa kohteessa tarkastaja voisi kiertää tiloissa ja haastatella niitä käyttäjiä, jotka tuntevat sisäilmaston häiritsevän heitä. Pienessä kohteessa katsastuksen suorittajan on mahdollista jutella jokaiselle paikalla ollelle käyttäjälle henkilökohtaisesti heidän omilla työpisteillään.

Kuten haastatteluissa todettiin, kyselyiden vastaajamäärät eivät ole useinkaan korkeita. Käyttäjille tulee vuoden aikana monta eri kyselyä eri aiheista, jonka vuoksi tärkeät kyselyt saattavat jäädä liian vähälle huomiolle. Tämän tiedon pohjalta onkin perusteltua järjestää katsastuksen yhteydessä tapahtuva käyttäjien kuuleminen haastattelemalla.

Kiinteistönhoitajat tulee haastatella, jotta rakennuksesta ja sen historiasta saadaan hyödyllistä esitietoa. Varsinkin pitkään talossa työskennellyt kiinteistöhoitaja on yleensä tietoinen kaikista muutoksista ja korjauksista, jotka rakennuksessa on suoritettu. Sekä käyttäjien että kiinteistöhoitajan haastattelua varten

tulee ennakkoon laatia valmis haastattelulomake, jossa on kaikki oleelliset ja tärkeät kysymykset. Haastattelulomaketta ei kuitenkaan laadita tämän työn yhteydessä.

Ilmanvaihtojärjestelmän edellisen puhdistus- ja säätötyön ajankohdan, sisällön ja laajuuden sekä ilmanvaihtojärjestelmän edellisen säätötyön ajankohdan selvittäminen ovat myös oleellisia ja tärkeitä lähtötietoja. Ilmanvaihtokatsastuksen toinen päätarkoitus on saada suurelle kiinteistömäärälle tarpeenmukaiset ilmanvaihtojärjestelmien puhdistukset. Haastatteluissa todettiin, että tarpeenmukaisilla puhdistuksilla voidaan säästää rahaa muihin toimenpiteisiin, kun puhdasta kanavaa ei puhdisteta uudestaan. Katsastuksen avulla myös nopeasti likaantuvat kanavistot tulee puhdistettua riittävän usein.

Lähtötietojen keräämiseen kuuluu myös selvittää, milloin kiinteistössä on edellisen kerran suoritettu ilmanvaihtojärjestelmien puhdistus ja -säätö. Lisäksi olisi hyvä tietää, onko kaikki kanavistot puhdistettu vai onko jotkin osat jätetty puhdistamatta.

Katsastuksessa tulee myös hyödyntää kiinteistön huoltokirjaa tai PTS-huoltoehdotusta selaamalla niistä tiettyjä ennalta määriteltyjä osioita. Tässä työssä ei määritetä läpikäytäviä osioita tarkasti, mutta esimerkkeinä huoltokirjan selattavista osioista voisivat olla käyttöpäiväkirja, palvelupyynnöt, kunnossapitosio ja huolto-osio. PTS-huoltoehdotuksesta läpikäytäviä osioita voisivat olla ilmanvaihtojärjestelmiin liittyvät asiat. Nämä selaamalla tarkastaja saa esitietoja ilmanvaihtojärjestelmiin suoritetuista toimenpiteistä, ja niiden nykyisestä kunnosta.

Jos kiinteistöstä on saatavilla kiinteistönhoidon laatuauditoinnin raportti, tulisi siitä käydä läpi vähintään osat A1 ilmanvaihtojärjestelmä, A4 tilojen olosuhdemittaukset ja B5 automatiikka ja energia. Näissä osioissa on tarkastettu sellaisia asioita, jotka tulisi tässä katsastuksessa käydä läpi. Ja mikäli laatuauditoinnin raportissa on merkitty tarkastukset jo tehdyksi, ei päällekkäisiä tarkastuksia pääse turhaan tapahtumaan.

Katsastuksessa tulee myös käydä läpi kiinteistön sisäolosuhdeseurannan tuottamat trendikäyrät. Painesuhteiden trendikäyrällä muun muassa varmennetaan puhaltimien käyntiaikoja. Muista sisäolosuhdeseurannoista, kuten lämpötilasta ja hiilidioksidista, voi myös tarkastella poikkeavuuksia tai epänormaaleja käytöksiä arvoissa, ja tehdä niiden pohjalta havaintoja ilmanvaihtojärjestelmän toiminnasta.

katsastuksen yhteydessä on myös hyvä mahdollisuus käydä läpi tilojen tilatehokkuutta ja -kuormitusta. Tilatehokkuus on ollut Senaatti-kiinteistöjen yhteiskuntavastuureportissa jo useamman vuoden ajan, ja tarkoitus on saavuttaa alle 20 neliömetrin tilatehokkuus henkilöä kohden vuoteen 2020 mennessä. (Senaatti-kiinteistöjen yhteiskuntavastuureportti 2010. 2010.)

Yksi katsastuksessa tarkastettava asia on erikseen määritetyt käytön ja järjestelmien toimivuuden kannalta keskeiset komponentit. Komponenteista katsotaan teknisiä käyttöikäiä. Selkeästi vanhoista komponenteista annetaan välittömän uusimistarpeen suositus, ja komponentit, joilla teknistä käyttöikää vielä on, kirjataan kohteen PTS:ään. Tekniset iät voisi tarkastaa esimerkiksi huoltokirjasta, mikäli ne on sinne täytetty.

5.1.2 Ilmamäärät ja ilmanjako

Tarkastuspöytäkirjan toisen kohdan asiat ovat erittäin oleellisia toimivan ilmanvaihdon kannalta. Ensiksi tulee verrata tilojen ilmamääriä ilmanvaihtopiirustuksissa oleviin suunniteltuihin arvoihin. Ilmanvaihtokoneiden kokonaisilmavirtojen vertaaminen suunniteltuihin arvoihin käy helpoiten katsomalla ilmavirrat automaatiosta. Ilmanvaihtokoneen tuottaman ilmavirran voisi myös mitata ja varmentaa täten myös anturien toimivuus.

Tilojen ilmavirtoja tulisi mitata ennakkoon määritetyllä tavalla pistokoe-tyyppisesti, kuitenkin ensisijaisesti niistä tiloista, joista ennakkotietojen perusteella on saatu mahdollisia havaintoja ilmavirtojen riittämättömyydestä. Katsastuksen suorittaja vertaa mitattuja arvoja piirustuksiin ja toteaa, ovatko ne virhemarginaalin sisällä. Tarkastaja katsoo myös, onko piirustukset päivitetty mahdollisten tilamuutosten tai peruskorjausten yhteydessä.

Tarkastaja tarkkailee ilmanvaihdon päätelaitteiden toimintaa huonetiloissa ja voi esimerkiksi merkkisavun tai muun erikseen ohjeistetun menetelmän avulla varmentaa muun muassa seuraavat asiat:

- tuloilmavirta ei mene suoraan poistoilman pääte-elimeen
- tuloilmavirta huuhtelee huonetilaa riittävästi
- tuloilmavirta ei saa pudota käyttäjän työpisteeseen aiheuttaen vedon tunteita.

Testatut tilat valitaan ensisijaisesti haastatteluiden perusteella. Mikäli haastatteluista ei käy ilmi mahdollisia ilmanvaihdon tuloilman aiheuttamia ongelmia, voidaan ilmavirtoja testata pistokoe-tyyppisesti erikseen määriteltujen haasteellisten tilojen osalta.

Mitattuja ilmavirtoja pitää verrata ilmanvaihtosuunnitelmiin merkittyihin arvoihin ja peilata niitä tilojen nykyisiin käyttötarkoituksiin ja henkilömääriin. Tilatehokkuuden vuoksi työtilojen henkilömääriä kasvatetaan jatkuvasti, ja usein ilmavirrat unohdetaan päivittää uutta kuormitusta vastaavaksi. Yleensä tilamuutosten yhteydessä ilmavirrat kuitenkin mitataan ja säädetään uudelleen, jolloin suoritettujen toimenpiteiden pöytäkirja voi olla huoltokirjan dokumenteissa.

5.1.3 Ilmanvaihtojärjestelmien puhtaus ja hygieenisuus

Puhtauteen ja hygieniaan liittyen katsastuksessa tulisi käydä läpi keskeisimmät haastatteluissa ja kirjallisuudessa mainitut ongelmia aiheuttavat ilmanvaihtojärjestelmien osat. Näitä paikkoja ovat raitisilmasäleikkö, tuloilmakammio, suodattimet ja niiden kiinnitykset, kostutin, jäähdytin ja lämmityspatteri. Näissä tarkastuspisteissä esiintyvät ongelmat voivat aiheuttaa muun muassa ilmanvaihtojärjestelmän raitisilman saatavuuteen puutteita, mikrobikasvustoa, epäpuhtauksia ja tuloilman lämmityksen hyötysuhteen heikentymistä. Ilmanvaihtokonehuoneen puhtaus on myös tärkeää, mutta sitä tarkastellaan kiinteistönhoidon laatu-
auditoinnin kohdassa A1.

Kanavistojen puhtautta tulisi katsastuksessa tarkastella visuaalisesti useasta kohdasta sekä poisto- että tuloilmakanavistosta. Tarkastajan tulee pyyhkäistä sormella kanavasta ja ottaa valokuva pyyhkäisyn jäljestä. Tällöin valokuvan kat-

soja saa myös käsityksen kanaviston likaisuudesta. Valokuvia tulisi ottaa eri alueilta rakennuksesta, jolloin voitaisiin arvioida, mitkä kanavistot vaativat puhdistusta, jos rakennuksessa on esimerkiksi useita ilmanvaihtokoneita.

Tarkastajan kulkiessa tiloissa tulisi hänen tarkastella ilmanvaihdon huone- ja päätelaitteiden puhtautta visuaalisesti ja mahdollisesti sormella pyyhkäisten. Päätelaitteiden puhdistus kuuluu palvelukuvausten mukaan kiinteistönhoidolle, ja puhdistustarve tulee osoittaa palveluntarjoajalle. Jos rakennuksessa on ritilikön alla sijaitsevia tuloilman päätelaitteita, tulisi tarkastajan katsoa myös ritilikön sisäpuolinen puhtaus (mikä kuuluu myös kiinteistönhoidon vastuulle). Likainen tuloilman päätelaite tuo epäpuhtauksia huonetilaan ilmavirran mukana.

Katsastuksessa huomioitava asia on myös IV- ja jäähdytyslaitteiden puhtaus. Lähtötiedoista voi olla saatavissa tieto, milloin laitteet on puhdistettu edellisen kerran. Laitteiden läpi kulkee joissain tapauksissa huomattava määrä tuloilmaa, ja puhdistus parantaa myös laitteiden hyötysuhteita. Haastatteluiden perusteella ilmanvaihtopalkkien ja -konvektoreiden puhdistus on hyvin epäsäännöllistä.

Rakennuksen ilmamääräsäätimien puhdistuksen tarve tulee arvioida katsastuksen yhteydessä. Ilmamääräsäätimillä usein tehostetaan tilan ilmanvaihtoa, ja tuloilmakanavistossa oleva säädin voi likaisena siirtää epäpuhtauksia tilan sisäilmaan. Ilmamääräsäätimien luokse pääseminen on usein haasteellista, jolloin puhdistustarpeen varmennus voi olla haastavaa. Ilmamääräsäätimiä koskevat tarkastukset vaativat tarkempia ohjeita.

Puhtauteen liittyen tarkastajan tulee arvioida myös kohteen mahdollinen kuituriski ja kuitukorjaustarve. Kuituriskiä lähdetään ensisijaisesti tarkastelemaan siitä, onko tilojen käyttäjillä todettu ihon, silmien tai hengitysteiden ärsytystä. Oireet ovat tyypillisiä silloin, kun tuloilman mukana ilmanvaihto kuljettaa tiloihin mineraalivillaa. Muita tarkasteltavia asioita ovat tuloilmakanaviston likaisuus ja mahdollisten ääneneristysmateriaalien ja äänenvaimentimien ikä. Mikäli tuloilmakanavisto on likainen, vaikka suodattimien asennukset ovat tiiviit ja suodattimien vaihtovälit ovat hyvät, voi lika olla peräisin ääneneristysmateriaaleista. Myös vanhat äänenvaimentimet ja ääneneristysmateriaalit voivat aiheuttaa ongelmia.

Katsastuksessa tulee myös arvioida ilmanvaihtopiirustuksista erikseen määritellyllä tarkkuudella rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän puhdistusluukkujen sekä ilmavirran säätölaitteiden riittävyyttä. Puhdistusluukkujen riittävä määrä mahdollistaa huolellisen puhdistustyön suorittamisen. Tiloissa olisi myös hyvä olla esimerkiksi alakatoissa merkintäkilpiä, joissa ilmoitetaan tarkastus- tai puhdistusluukun sijainnista. Säätöpeltien riittävä määrä on oleellista, jotta kaikille eri rakennuksen osille ja ilmanvaihtojärjestelmän haaroille saadaan oikea ilmavirta.

5.1.4 Rakennuksen ja ilmanvaihdon lämpöolosuhteet

katsastuksessa tarkastetaan tulo- ja poistoilmojen lämpötilat ilmanvaihtokonehuoneessa lämpötilamittareista ja automaation päätteeltä. Arvojen oikeellisuuden toteamiseen tulee tehdä tarkemmat ohjeet. Lämpötilojen arvoja tarkasteltaessa huomioon otettavia asioita ovat ulkolämpötila ja sisälämpötila. Kirjallisuudessa ja haastatteluissa todettiin, että ilmavirtojen lämpötilojen hallinta on tärkein keino hallita ilmanvaihdon aiheuttamaa vedon tunnetta.

Katsastuksessa huonelämpötilojen mittaus suoritetaan ensisijaisesti niissä tiloissa, joista on haastatteluilla tai muista lähtötiedoista, esimerkiksi huoltokirjan palvelupyynnöistä, saatu tieto lämpötila- tai vetoisuusongelmista. Tiloissa tulee myös tarkastella mahdollisia muita ongelmien aiheuttajia, kuten suoraa aurin-
gonvaloa tai patterin yläpuolella olevaa estettä, mikä saattaisi estää lämpimän ilman nousemisen ylöspäin. Tilojen lämpötiloja saattavat myös nostaa laitteista aiheuttavat lämpökuormat.

5.1.5 Rakennusautomaatio sekä ilmanvaihto- ja jäähdytyskoneiden ja -laitteiden toiminta

Katsastuksessa tulee tarkastaa puhaltimien käyntiajat toiminta-aikana ja sen ulkopuolella. Käyttöaikojen tulee vastata tilojen käyttöä, ja käyntiajat voi varmentaa esimerkiksi tarkastelemalla rakennuksen painesuhteiden trendikäyriä. Käyttöaikojen ulkopuolella pitää olla riittävästi ilmanvaihtoa, mutta sitä ei tule hoitaa pelkästään likaisten tilojen erillispoistoilla vaan esimerkiksi käyttämällä yleisilmanvaihtoa sadan prosentin teholla päällä ja pois päältä tietyin väliajoin.

Katsastuksessa tarkasteltava asia on myös rakennusautomaation toiminta ja sen erikseen mainitut tarkastuspisteet laite- ja huoneohjauksissa. Rakennusautomaatiosta ja tarkastuspisteistä tarkasteltavista asioista tulee määrittää tarkemmat ohjeet. Päätteeltä, jota kiinteistönhoito käyttää, tulee arvioida ilmanvaihtojärjestelmien keskeisten suureiden yleinen luettavuus, jotta se on mahdollista helposti suorittaa päivittäin ja säännöllisesti.

Myös tilakohtaiset huonejäähdyttimet ja niiden erikseen mainitut tarkastuspisteet tulee tarkastaa katsastuksen yhteydessä. Tarkastuksille tulee laatia tarkemmat ohjeet. Lähtötiedoissa ja haastatteluissa voi ilmetä, mikäli lämmitys ja jäähdytys toimivat ristiriidassa. Katsastuksessa tulee myös arvioida, ovatko jäähdytyslaitteiden tehot riittävän suuret tilojen käyttöä varten. Kiinteistön jäähdytystehojen riittävyyden arviointiin tulee määrittää tarkemmat ohjeet siltä osin, mikä on riittävä teho. Haastatteluista ja käyttäjätyytyväisyyskyselyistä saa tietoa kesäajan lämpötiloista, ja siitä, ovatko ne liian korkeita.

Riittämättömiä jäähdytystehoja voi myös parantaa ohjeistamalla käyttäjiä. Ohjeistettavia toimenpiteitä ovat muun muassa auringonvalon estäminen sälekaihtimilla ja ikkunoiden sekä ovien pitäminen suljettuina.

Lisäksi jäähdytyksen vaikutusalueet tulee tarkastaa ja niiden tulee olla tiedossa kiinteistössä. Ajantasaisesta LVIA-paikannuspiirrustuksesta voi jäähdytyslaitteiden sijainnit katsomalla tarkastaa niiden vaikutusalueet.

Rakennuksen ilmamääräsäätimien toiminta tulee arvioida katsastuksen yhteydessä. Haastatteluiden perusteella ilmamääräsäätimen poistoilmavirta voi olla jopa 20 % suurempi kuin automaatiossa näkyvä arvo. Jos poistoilmavirrat ovat suurempia kuin on tiedossa, voivat rakennuksen painesuhteet kasvaa hyvinkin suuriksi. Useissa tiloissa, kuten auditorioissa, ilmamääräsäätimet tehostavat tilan ilmanvaihtoa esimerkiksi tilan lämpötilan tai hiilidioksidipitoisuuden perusteella, ja näiden ilmamääräsäätimien toimintaa tulisi tarkastella jopa vuosittain.

5.1.6 Rakennuksen painesuhteet

Rakennuksen painesuhteista ilmanvaihtokatsastuksessa tulee tarkastella paine-eroa ulkovaipan yli usean päivän trendinä (esimerkiksi viisi päivää). Joissain kohteissa trendikäyrän saa automaatiosta, mutta ei välttämättä kaikissa, jolloin tarkastaja joutuu erikseen määritetyillä mittareilla ja ohjeilla mittaamaan paine-eron. Painesuhteiden oikeellisuuden arviointia varten tulee määrittää tarkemmat ohjeet.

Katsastuksessa tulee tarkastella ulkovaipan yli ja sisätilojen välillä olevia painesuhteita. Paine-erojen ongelmista voi saada paljon tietoa käyttäjäkyselystä sekä käyttäjien ja kiinteistönhoitajan haastatteluista. Paine-erot sisätilojen välillä tulisi olla melko tasapainoiset, jotta epäpuhtauksien ja hajujen siirtyminen esimerkiksi työskentelytiloihin voidaan estää.

5.1.7 Kiinteistön kokonaisarvosana, raportointi ja toimenpiteet

Lopuksi ilmanvaihtokatsastuksessa annetaan arvosana koko kiinteistön ilmanvaihdon ja sisäilmaston toimivuuden näkökulmasta. Kokonaisarvosana annetaan erikseen, jolloin katsastuksen tuloksena on kaksi arvosanaa, pääotsikoiden arvosanojen keskiarvo, ja kokonaisarvosana. Arvosanojen asteikko on 1 heikko, 2 tyydyttävä, 3 kohtalainen, 4 hyvä ja 5 erinomainen. Lopuksi jokaiselle pääotsikolle on kaksi kirjoituskenttää, joista toiseen kirjoitetaan havainnot ja välittömät toimenpiteet ja toiseen PTS-ehdotukset.

5.2 Katsastuksen tulosten ja raporttien tallentaminen sähköiseen huoltokirjaan

Tässä työssä ei laadita ohjeita tulosten kirjaamiselle sähköiseen huoltokirjaan. Sisäilmakatsastukseen liittyvään tarkastuspöytäkirjaan ja tulosten kirjaamiseen tulee tehdä tarkemmat ohjeet, jotta tulosten hyödyntämisestä tulee helppoa. Käytäntöjen tulee olla käytössä koko Suomessa, ja niitä tulee soveltaa jokaisen katsastuksen jälkeen. Kaikki pöytäkirjat ja toimenpiteet sekä suositukset esimerkiksi kanavistopuhdistusten ajankohdasta tulee kirjata sähköiseen huoltokirjaan.

Sähköinen huoltokirja on Senaatti-kiinteistöllä erittäin laajassa käytössä, ja sen tulee olla päätyökalu kaikessa kiinteistöihin liittyvässä tarkastus- ja huolto-toiminnassa. Haastatteluissa esille tulleet toiveet huoltokirjasta saatavista raporteista tulee huomioida ja kehittää huoltokirjaa myös tältä osin.

Tärkeimmät sisäilmakatsastuksen tulokset ovat seuraavat:

- käyttäjien olosuhteiden tarkastaminen
- ilmanvaihdon toimivuuden varmistus
- arvio ilmanvaihtojärjestelmän puhdistusajankohdasta
- arvio päätelaitteiden puhdistustarpeesta
- huoltojen, korjausten yms. välittömät toimenpiteet
- huoltojen, korjausten yms. PTS-toimenpiteet.

6 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli laatia valtion kiinteistövarallisuudesta huolehtivalle Senaatti-kiinteistöt Oy:lle otsikkotasoinen toimintamalli ja tarkastuspöytäkirja ilmanvaihtokatsastukselle, joka yhdessä rakennekatsastuksen kanssa muodostaa kokonaisuutena sisäilmakatsastuksen. Työtä varten tutkittu kirjallisuus ja muu aineisto tukivat hyvin haastatteluissa saatuja tuloksia, vaikkakin haastatteluissa kävi ilmi myös paljon asioita, joita ei läpikäydystä materiaalista löytynyt. Haastatteluissa tuli myös ilmi kokemusperäisesti havaittuja asioita, joita ei pysty yleistämään kaikissa kohteissa, jolloin niistä kertominen kirjallisuudessa on haastavaa. Sisäilmaseminaari 2016:ssa käsiteltiin jonkin verran sisäilmaongelmia ja niiden aiheuttajia, ja se kertoo, että ongelmat ovat alan asiantuntijoiden tietoisuudessa.

Haastatteluista ja materiaalista voi päätellä, että rakennusten sisäilmastoissa ja käyttäjien olosuhteissa on paljon ongelmia, jotka johtuvat osittain tai kokonaan ilmanvaihdon ja ilmastointijärjestelmien toiminnasta. On tärkeää, että ohjeissa ja määräyksissä on määritetty minimaalivälit esimerkiksi puhdistuksille, mutta kuten haastatteluissa kävi ilmi, kiinteistöjen järjestelmien puhdistusten suoritusvälit vaatisivat enemmän yksilökohtaista tarkastelua.

Senaatti-kiinteistöjen sisäilmaklinikka vaikuttaa seminaariesityksen perusteella erittäin järkevältä uudelta käyttäjien lähestymistavalta. Kuten työssä todettiin, voivat käyttäjän olosuhteet olla heikot, vaikka teknisesti kaikki rakennuksessa toimisikin. Sisäilmaklinikka on hyvä keino kohdata käyttäjät ja kuulla heidän mielipiteitään rakennuksen sisäilmastosta.

Käyttäjille voisi laatia omat ohjekortit, jotka jaettaisiin ja esiteltäisiin sisäilmaklinikan yhteydessä. Ohjekorteissa selitettäisiin ilmanvaihtoon, lämmitykseen ja jäähdytykseen liittyvät perusasiat, kuten mikä on oleskeluvyöhyke, kuinka patterien termostaatteja tulisi käsitellä, kuinka jäähdytyksen ohjausta tulisi hallita ja mitkä seikat esimerkiksi ulko-olosuhteissa voivat aiheuttaa rakennuksessa vedon tunnetta ja muita viihtyvyyteen liittyviä ongelmia.

Suomen LVI-liitto ry:n vuosien 2012–2015 aikana laatimaa kattavaa ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkimusohjetta tarkasteltiin toimintamallia

laadittaessa. Ohjeet jouduttiin kuitenkin toteamaan epäsovivaksi tämänkaltaiseen katsastukseen niiden liiallisen yksityiskohtaisuuden vuoksi (Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkimusohje 2016).

Työn tuloksena syntyi useita arvioitavia kohtia sisältävä tarkastuspöytäkirja, johon otsikoiden lisäksi laadittiin jokaiseen kohtaan ehdotukset tarkastusten mahdollisista sisällöistä ja kriteereistä. Tarkastuspöytäkirjaa laadittaessa pyrittiin ottamaan huomioon kirjallisuudessa ja haastatteluissa esille tulleet keskeisimmät ja kriittisimmät sisäilmaongelmia aiheuttavat tekijät, jotka kokemukseräisesti aiheuttavat eniten ongelmia. Arvosanan avulla kiinteistöjä voi verrata keskenään. Tämänkaltaisen tarkastuspöytäkirjan laadinta on vahvasti mielipiteisiin perustuva asia, joten se voi muuttua vielä paljon ennen varsinaista käyttöönottoa.

Ajatuksena sisäilmakatsastus on hyvä, ja ajatusta tulee kehittää eteenpäin siten, että se sitoo yhteen kaikkia ilmanvaihdon toimintakunnon ylläpitämiseen pyrkiviä toimintoja. Avainsanoja ovat säännöllisyys ja yhdenmukaisuus, koska niiden avulla katsastusten tilaus ja tulosten toteutus onnistuvat kaikista parhaiten. Käytössä oleva huoltokirja-ohjelmisto on jo tällä hetkellä loistava työkalu, ja sitä tulisi kehittää lisää siten, että huoltokirja toimisi sisäilmakatsastusten muistuttajana, ja sinne kirjattaisiin raportit. Huoltokirjaan tulee myös kehittää ominaisuus, jolla ilmanvaihdon ylläpitoon liittyvät toimenpiteet, kuten kanavistojen puhdistukset ja laitteiden uusimiset, saadaan helposti tulostettavan raportin muodossa, ja siten budjetoitua seuraava vuosi kunnolla.

Käyttäjien mielipiteiden kuuleminen on tärkeä asia, ja on hyvä, että se otetaan sisäilmakatsastuksessa huomioon tärkeänä osana prosessia. Senaattikiinteistöjen sisäilmaklinikka vaikuttaa toimivalta ratkaisulta käyttäjien kanssa kommunikoimiseksi, ja sisäilmakatsastuksen yhdistäminen sisäilmaklinikan toimintaan voisi olla erittäin toimiva ratkaisu. Lisäksi kiinteistölle tarkastuspöytäkirjasta muodostuva arvosana antaa varmasti hyvän kuvan kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmien tilasta, kunhan katsastuksessa läpikäytävät asiat saadaan hiottua riittävän tarkoiksi.

LÄHTEET

Asikainen, Vesa – Peltola, Susanna 2008. Sisäilmaongelmaisten koulurakennusten korjaaminen. Vammala: Vammalan Kirjapaino Oy.

A4 (2000). 2000. Rakennuksen käyttö- ja huolto-ohje. Määräykset ja ohjeet. A4 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Asunto- ja rakennusosasto. Saatavissa: <http://www.finlex.fi/data/normit/6022-A4.pdf> Hakupäivä 26.4.2016.

Bergman, Olli-Pekka – Korpi, Anne 2016. Ennakoiva sisäilmaklinikka – Senaattikiinteistöjen toimintamalli sisäilmatiedon jakamiseksi. Teoksessa Ahola, Mervi – Säteri, Jorma (toim.) Sisäilmastoseminaari 2016. Sisäilmayhdistys raportti 34. Juva: Sisäilmatieto Oy.S.191–196.

D2 (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa: http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf. Hakupäivä 12.2.2016.

Eristevillat. 2010. Työterveyslaitos. Saatavissa: http://www.ttl.fi/fi/toimialat/rakennus/turvapakki/vaaralliset_aineet/eristeaineet/eristevillat/Sivut/default.aspx Hakupäivä 15.2.2016

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

Holopainen, Rauno – Pasanen, Pertti – Railio, Jorma – Säteri, Jorma – Virranta, Petteri 2012. Ilmanvaihtojärjestelmän puhdistus ja tasapainotus. 2., uudistettu painos. Helsinki: Opetushallitus.

Ilmanvaihdon päätelaitteet. Saatavissa: <http://www.climecon.fi/> Hakupäivä 20.2.2016.

Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkimusohje. 2016. Suomen LVI-liitto ry. Saatavissa: <http://www.sulvi.fi/ajankohtaista/projektit/iv-kuntotutkimushanke/> Hakupäivä 13.3.2016.

Järnström, Helena – Nyman, Mikko – Saari, Mikko – Päckilä, Taneli 2016. Havaintoja ilmanvaihtojärjestelmistä sisäilmaongelmaisissa kohteissa. Teoksessa Ahola, Mervi – Säteri, Jorma (toim.) Sisäilmastoseminaari 2016. Sisäilmayhdistys raportti 34. Juva: Sisäilmatieto Oy.S.85–90.

Korkala, Tapio – Laksola, Jaakko 2012. Ilmastointi – Hoito ja huolto. 5., painos. Helsinki: Kiinteistöalan Kustannus Oy.

Laadukas sisäympäristö pdf-julkaisu. 2016. Työterveyslaitos. Saatavissa: http://www.ttl.fi/fi/tyoymparisto/sisailma_ja_sisaymparisto/sivut/default.aspx Hakupäivä 5.4.2016.

Laatuauditoinnin määritelmä. 2013. Tieteen termipankki. Saatavissa: <http://tieteentermipankki.fi/wiki/Mikrobiologia:laatuauditointi> Hakupäivä 18.4.2016.

LVI 01-10355. 2002. TalotekniikkaRYL 2002 osa1. Talotekniikan rakentamisen yleiset laatuvaatimukset. Hämeenlinna: Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/lvi/kortit/10355> (vaatii käyttäjälisenssin) Hakupäivä 16.3.2016.

LVI 05-10440. 2008. Sisäilmaluokitus 2008. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Helsinki: Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustieto.fi/kortistot/lvi/kortit/10440> (vaatii käyttäjälisenssin) Hakupäivä 16.2.2016.

Pipatti, Pasi 2016. Senaatti-kiinteistöjen käyttäjätyytyväisyyskyselyn sisältö ja kiinteistönhoidon ohjekortit. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Anssi Heikkinen. 7.3.2016.

Sairauspoissaolojen kustannukset. 2015. Valtiokonttori. Saatavissa:

<http://www.valtiokonttori.fi/fi->

[FI/Virastoille ja laitoksille/Henkilöstöhallintoa ja johtamista tukevat palvelut/K](http://www.valtiokonttori.fi/fi-)
[aikutyöelämäpalvelu-](http://www.valtiokonttori.fi/fi-)

[lut/Työhyvinvointi/Työhyvinvointi tuottavuustekijänä/Mitä sairaudet tai työkyvy-](http://www.valtiokonttori.fi/fi-)
[ttömyys maksav\(43457\)](http://www.valtiokonttori.fi/fi-) Hakupäivä 18.3.2016.

Senaatti-kiinteistöjen yhteiskuntavastuuraportti 2015. 2015. Senaatti-kiinteistöt.

Saatavissa: <http://yhteiskuntavastuuraportti2015.senaatti.fi/> Hakupäivä
18.4.2016.

Senaatti-kiinteistöjen yhteiskuntavastuuraportti 2010. 2010. Senaatti-kiinteistöt.

Saatavissa: <http://yhteiskuntavastuuraportti2015.senaatti.fi/> Hakupäivä
18.4.2016.

Seppänen, Olli. 2005. Sisäympäristö ja tuottavuus. Saatavissa:

<https://www.rakennustieto.fi/Downloads/RK/RK050703.pdf> Hakupäivä
12.4.2016.

Sähköinen huoltokirja. 2016. Saatavissa:

<https://senaatti.granlundmanager.fi/senaatti.htm> (vaatii henkilökohtaisen käyttä-
jätunnuksen). Hakupäivä 15.2.2016.

23.8.2002/738. 2002. Työturvallisuuslaki. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/ajantasa/2002/20020738> Hakupäivä 15.3.2016.

802/2001. 2001. Sisäasiainministeriön asetus ilmanvaihtokanavien ja -

laitteistojen puhdistamisesta. Saatavissa:

<http://www.finlex.fi/fi/laki/alkup/2001/20010802> Hakupäivä 20.2.2016.

1. Ilmanvaihdon ennakoivan tarkasteluprosessin toimintamallin laadinta

1.1 Millainen merkitys ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien automaatiolla on toimivassa ilmanvaihdossa?

1.2 Kuinka tärkeänä pidätte ilmanvaihtojärjestelmän toimintojen ohjaus- ja mitauspisteiden etäluenta mahdollisuutta tietokoneelta käsin?

1.3 Voisiko kiinteistönhoidon palvelukuvauksiin tehdä muutoksia? Jos kyllä, niin mitkä asiat vaativat kehitystä?

1.4 Tiedättekö ISS:n sisäilmatarkastuskorttien olemassaolosta? Jos kyllä, niin millaisia kiinteistönhoidon sisäilmatarkastuskortit ovat sisällöltään ilmanvaihdon näkökulmasta?

1.5 Miten sisäilmatarkastuskortteja hyödynnetään toiminnassa? Millaisia kokemuksia teillä on tarkastuskorteista?

1.6 Onko asioita, joita mielestänne nykyiset sisäilmatarkastuskortit eivät käsittele tarpeeksi tai ollenkaan?

1.7 Kiinnitetäänkö kiinteistön ilmanvaihtojärjestelmien nuohouksen tarvetta arvioidessa tarpeeksi huomiota tilojen käyttötarkoitukseen (esimerkiksi asiakaspalvelutilojen ilmanvaihtopalkkien keräämä pölymäärä)?

1.8 Vaativatko ilmanvaihtojärjestelmät kunnollisen säätötyön aina kanavistojen puhdistuksen jälkeen?

1.9 Tuleeko kanavien tiiveys ja palonrajoittimien toiminta tarkastaa kanavistojen puhdistuksen yhteydessä?

1.10 Tulisiko kuituja päästävät tai mahdollisesti pian kuituja päästävät äänenvaimentimet vaihtaa uusiin vai pinnoittaa? Tulisiko odottaa äänenvaimentimen teknisen käyttöiän loppuun ennen toimenpiteitä?

1.11 Mikä olisi sopiva tarkastusväli seuraaville kiinteistöille? Millaisia kokemuksia teillä on tarkastusvälien pituuksista?

- Vankilat
- Toimistotilat
- Asuntolat
- Asiakaspalvelutilat
- Arkistot/Varastot
- Koulut
- Kulttuurilaitokset

1.12 Raportoidaanko tarkastuksista ja suoritetuista toimenpiteistä tarpeeksi paljon ja riittävän tarkasti esimerkiksi sähköiseen huoltokirjaan?

1.13 Helpottaisiko tarkastusten tilausta ja seurantaa, jos samanlaista tarkastusväliä vaativat kiinteistöt olisi salkutettu yhteen?

2. Nykyiset toimintatavat ja muut huomiot toimintamallin laadintaa varten

2.1 Millaisia hyviä kokemuksia teillä on nykyisessä toimintatavassa ylläpitää ilmanvaihto toimivana?

2.2 Mitä haasteita tai ongelmia nykyisessä toimintatavassa on?

2.3 Tulisiko tarkastusprosessin yhteydessä suorittaa ilmanvaihtokoneille testiajoja? Jos pitäisi, niin mikä olisi testiajon sisältö?

2.4 Mitä muita huomioon otettavia asioita tämän kaltaista tarkasteluprosessin toimintamallia kehitettäessä on?