

Tero Tähtinen

## ILMANVAIHDON KUNTOTUTKIMUS

Rakennustekniikan koulutusohjelma  
2018

# ILMANVAIHDON KUNTOTUTKIMUS

Tähtinen, Tero  
Satakunnan ammattikorkeakoulu  
Rakennustekniikan koulutusohjelma  
Kesäkuu 2018  
Ohjaaja: Síren, Pekka  
Sivumäärä: 40  
Liitteitä: 0

Asiasanat: kuntotutkimus, ilmanvaihto, rakennustekniikka

---

Opinnäytetyön aiheena oli ilmanvaihdon kuntotutkimuksen tekeminen Someron kaupungin omistamaan monitoimihalliin. Tavoitteena oli saada tietoa siitä, missä kunnossa ilmanvaihtojärjestelmä on ja vaatiiko se huolto- tai korjaustoimenpiteitä.

Ilmanvaihtojärjestelmien kuntotutkimuksella tarkastellaan järjestelmien toimivuus, kunto sekä ylläpidon taso yksityiskohtaisesti. Ilmanvaihdon kuntotutkimus jaetaan kahteen osaan: perusosaan ja yksityiskohtaisiin tutkimuksiin. Perusosa tehdään jokaisessa ilmanvaihdon kuntotutkimuksessa samansisältöisenä. Yksityiskohtaisten tutkimusten laajuus selviää vasta perusosan tekemisen myötä. Ilmanvaihdon kuntotutkimus on suunniteltava kyseiselle rakennukselle ja käyttötärpeelle erikseen.

Opinnäytetyön tuloksena oli ilmanvaihdon kuntotutkimuksen raportti, joka toimitettiin tilaajalle ja sen keskeinen sisältö on esitetty opinnäytetyössä.

# RESEARCH OF CONDITION INTO THE VENTILATION

Tähtinen, Tero

Satakunnan ammattikorkeakoulu, Satakunta University of Applied Sciences

Degree Programme in Construction Engineering

June 2018

Supervisor: Siren, Pekka

Number of pages: 40

Appendices: 0

Keywords: research of conditions, ventilation, construction engineering

---

The purpose of this study was to conduct an inspection of the current condition of the ventilation system in a sports centre owned by Somero township. The main objective was to determine if repair or maintenance work is needed in the building.

The scope of a condition survey is to inspect both the functionality and the state of the ventilation systems as well as the present level of maintenance. The survey is divided into two parts: basic and detailed inspection. Basic inspection is carried out the same way in all ventilation inspections. The scope of detailed inspection will always be determined only after basic level is finished. The survey of condition of the ventilation has to be planned individually based on the building and its purpose of use.

The result of this thesis is a report on the condition of the ventilation system which was handed over to the employer. Essential findings are also presented in the thesis.

.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	6
2	RAKENNUSTEN KUNTOARVIOT JA -TUTKIMUKSET .....	7
2.1	Rakennuksen kuntoarviot ja -tutkimukset .....	7
2.2	Kuntoarvioiden ja – tutkimuksien sisältö ja laajuus .....	7
2.2.1	Julkisivujen kuntotutkimus.....	9
2.2.2	Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus.....	9
2.2.3	Lämpö-, vesi- ja viemärlaitteistojen kuntotutkimus.....	9
2.2.4	Rakennuksen sähkötekniikan kuntotutkimus .....	10
2.2.5	Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkimus.....	10
3	RAKENNUKSEN JA ILMANVAIHDON ENERGIAATEHOKKUUS.....	11
3.1	Lämpöenergian kulutuksen muodostuminen rakennuksissa.....	11
3.2	Rakennuksen energian kulutuksen laskenta.....	12
3.3	Ilmanvaihdon energiankulutus.....	12
3.4	Ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho ja sähkönkulutus.....	15
4	IV-KUNTOTUTKIMUS .....	16
4.1	IV-kuntotutkimuksen tarve ja arviointi.....	16
4.2	Lähtötiedot .....	17
4.3	Perusosa .....	18
4.4	Raportointi .....	18
5	SOMERON MONITOIMIHALLIN IV-KUNTOTUTKIMUS .....	20
5.1	IV- Kuntotutkimuksen tavoitteet ja suorittaminen .....	20
5.2	Rakennuksen tiedot.....	20
5.3	Käytön yleisarviointi.....	21
5.3.1	Yhteenveto tuloksista .....	21
5.3.2	Tuleva käyttö ja tavoitteet .....	22
5.3.3	Nykytilanteen kuvaus .....	22
5.3.4	Käytön ja huollon arviointi.....	23
5.3.5	Katselmukset ilmanvaihtokonehuoneissa.....	24
5.3.6	Katselmukset huonetiloissa .....	26
5.3.7	Kanavisto.....	27
5.3.8	Energian käyttö.....	28
5.3.9	Teknisten tilojen laajentamismahdollisuus.....	29
5.3.10	Johtopäätökset.....	29
5.4	Yksityiskohtaiset tutkimukset.....	29
5.4.1	Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus.....	30
5.4.2	Mittaus- ja säätölaitteet.....	31

5.4.3 Lämmöntalteenottolaitteet .....	35
5.4.4 Mittaukset .....	37
5.4.5 Rajoitetut tutkimukset .....	38
6 JOHTOPÄÄTÖKSET .....	39
LÄHTEET .....	40

## 1 JOHDANTO

Rakennuksiin voidaan tehdä erilaisia kuntotutkimuksia. Yleisimmin tehtyjä rakennusten kuntotutkimuksia ovat julkisivujen kuntotutkimukset, vesi- ja viemärilaitteistojen kuntotutkimukset, kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimukset, sähkö- ja automaatiojärjestelmien kuntotutkimukset sekä ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkimukset.

Opinnäytetyön aiheena oli tehdä ilmanvaihdon kuntotutkimus Someron kaupungin omistamaan monitoimihalliin. Kuntotutkimuksen tavoitteena oli saada tietoa, missä kunnossa ilmanvaihtojärjestelmä on ja vaatikko se huolto- tai korjaustoimenpiteitä.

Kuntotutkimus on tehty ilmanvaihdon osalta noudattaen Suomen LVI-liiton ilmanvaihdon kuntotutkimuksen ohjeita ja rakennetta. Kuntotutkimus tehtiin erillisenä raporttina, joka toimitettiin tilaajalle. Opinnäytetyössä kerrotaan raportin tuloksista.

## 2 RAKENNUSTEN KUNTOARVIOT JA -TUTKIMUKSET

### 2.1 Rakennuksen kuntoarviot ja -tutkimukset

Kiinteistöjen kuntoarvioiden tavoitteena on aina kunnossapitosuunnittelun lähtötietojen hankinta. Säännöllisen väliajoin suoritettavan kuntoarvion avulla saadaan kokonaiskuva kiinteistön arvosta, teknisestä kunnosta ja energiataloudesta. Tällöin kunnossapitotoimet voidaan ajoittaa oikein. Ennakoivalla lähestymistavalla ja kuntoarvion avulla laadittavalla pitkäntähtäimen kunnossapitosuunnitelmalla saadaan hyvät lähtökohdat rakennuksen arvon säilymiseen ja sen hyvässä kunnossa pysymiseen. (KH 90-00500, 1)

Rakennuksen kuntotutkimukset ovat yksittäisten rakenteiden, rakenneosien, järjestelmien tai laitteiden tarkempia tutkimuksia, joiden tavoitteena on saada selville mahdollisten ongelmien laajuus ja aiheuttaja. (KH 90-00500, 2)

Rakennusten kuntotutkimuksilla saadaan tietoa siitä, missä elinkaaren vaiheessa rakennuksen eri osat tai tekniset järjestelmät ovat. Kuntotutkimuksien perusteella voidaan arvioida korjaustarpeita ja niiden ajankohtaa tarkentaa. Kuntotutkimuksen avulla voidaan selvittää rakenneosan tai teknisen laitteen asema rakennuksen elinkaarensa. Rakennuksen, rakenneosan tai teknisen laitteen elinkaaren käyttöikä määräytyy teknisen, taloudellisen tai toiminnallisen vanhenemisen mukaan. (Hekkanen 2000, 11)

### 2.2 Kuntoarvioiden ja – tutkimuksien sisältö ja laajuus

Kuntoarviot tehdään yleensä koko kiinteistölle kun on kyseessä vuokrataloyhtiö ja asunto-osakeyhtiöissä se tehdään yleensä rakenteille, järjestelmille ja laitteille, joiden kunnossapidosta asunto-osakeyhtiö on vastuussa. Lisäksi tarkastetaan sovittu määrä huoneistoja. (Rakennustieto 2014, 6)

Kuntoarvioiden tarkastuskohteet kiinteistöissä ovat yleisimmin:

- rakennustekniikka
- LVIA
- sähkö- ja tietotekniset järjestelmät
- ulkoalueet ja yhteiset tilat
- sovittu määrä huoneistoja
- turvallisuus ja terveystarpeet
- energiatalous
- kiinteistönhoidon ja ylläpidon kehitystarpeet

(Rakennustieto 2014, 6)

Kuntoarvioitsijoita on perusteellisessa kuntoarviossa vähintään kolme. Rakennus-, LVIA- sekä sähkö- ja tietoteknisten järjestelmien asiantuntijat. Nämä henkilöt muodostavat työryhmän, joka laatii yhdessä kuntoraportin. Kuntoarvioitsijalla tulee olla tehtävänsä laadun ja vaativuuden edellyttämä pätevyys, koulutus, ammattitaito ja kokemus. (KH 90-00501, 3)

Kuntotutkimuksella tarkoitetaan kuntotutkimukseen tarkoitetun ohjeen mukaista tutkimusta yksittäisestä rakennusosasta tai järjestelmästä. Tutkimuksessa selvitetään kyseisen osan kunto, toimivuus ja korjaustarpeet. Kuntotutkimukset jaotellaan yleisimmin seuraavanlaisesti:

- julkisivun kuntotutkimus
- rapattujen julkisivujen kuntotutkimus
- kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus
- vesi- ja viemäri-laitteistojen kuntotutkimus
- sähkö- ja automaatiojärjestelmien kuntotutkimus
- ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkimus

(Rakennustietosäätiö 2014, 7)



Kuntotutkimuksessa selvitetään tutkimuksen kohteena olevan järjestelmän, osan tai kokonaisuuden vauriot ja vaurioriskit, jotka ilmenevät tutkimushetkellä. Tutkimuksessa selvitetään vaurioiden syyt, laajuudet ja vaikutukset sekä arvioit vaurioiden etenemisestä tulevaisuudessa. Kuntotutkimuksen tuloksena esitetään vaihtoehtoja vaurioituneiden osien tai kokonaisuuksien korjaukseen. (KH 90-00501, 4)

### 2.2.1 Julkisivujen kuntotutkimus

Julkisivujen kuntotutkimuksessa selvitetään rakennuksen julkisivujen kunto, koska yleisimmin julkisivujen vauriot ovat sellaisia, että niitä ei voida kuntoarvion menetelmillä havaita. Kuntotutkimuksessa selvitetään tarkemmin rakenteiden ominaisuuksia käyttämällä mittauksiin perustuvaa luotettavaa tietoa kohteen rakenteiden kunnosta. Tarkastelu tehdään aina kohteittain ja tutkitaan tarkoin kaikki turmeltumisilmiöt. Kuntotutkimuksen menetelminä käytetään rakennetutkimuksia, näytteiden ottoa julkisivuista ja laboratoriotutkimuksia. (KH 92-00220, 3)

### 2.2.2 Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen kuntotutkimus

Kosteus- ja homevaurioituneen rakennuksen tutkimuksista on tehty erillinen ohje ympäristöministeriön toimesta. Rakennus katsotaan homevaurioituneeksi aina, jos siellä havaitaan kosteusvaurion seurauksena ilmenneitä haitallisia mikrobikasvustoja. Rakennuksessa olevan kosteusvaurion merkkejä ovat yleensä homeen haju, käyttäjien oireilu sekä näkyvät kosteusvauriot. Kuntotutkimuksessa pyritään aina selvittämään kosteus- ja homevaurion syy ja laajuus. (Hekkanen 2000, 20)

### 2.2.3 Lämpö-, vesi- ja viemärilaitteistojen kuntotutkimus

Lämpö-, vesi- ja viemäriputkistojen kuntotutkimuksessa tarkastellaan kuntoarviota tarkemmin rakennuksen LVI-tekniikka. Kuntotutkimuksessa käytetään hyväksi usein myös ulkopuolisia kuvaus- ja analyysipalveluita. Kiinteistöissä voidaan helposti havaita putkistovikoja ilman kuntotutkimustakin esimerkiksi vuotojen ja viemäriongelmien lisääntyessä. Kuntotutkimusohjeen mukaan hyvin vaikeat tapaukset ja on-

gelmiä tarkka selvitys ei kuulu kuntotutkimusohjeen mukaiseen putkistojen kuntotutkimuksen piiriin. Kuntotutkimukseen ei myöskään kuulu mahdollisesti tarvittava tarkempi LVI-suunnittelu. (Kaivanto 2015, 343)

#### 2.2.4 Rakennuksen sähkötekniikan kuntotutkimus

Sähkötekniikan kuntotutkimuksella tarkoitetaan yleisimmin sähköisten järjestelmien korjaussuunnittelua tai toteutusta varten tehtävää suunnitelmaa, johon varsinainen korjaussuunnittelu tai toteutus tulee perustumaan. Useimmiten sähkötekniikan kuntotutkimus perustuu kiinteistön laajempaan kuntotutkimukseen, jolloin on tärkeää, että eri alojen asiantuntijat sopivat yhteistyöstä keskenään. (Tiainen 2002, 10)

Sähkötekniikan kuntotutkijan tehtävänä on selvittää, miten rakennuksen sähköjärjestelmä tai osa siitä vastaa tämän päivän vaatimuksia toiminnan ja turvallisuuden näkökulmasta. Sähkötekniisessä kuntotutkimuksessa käytetään yleisimmin silmämääräisen arvioinnin lisäksi soveltuvien osien mittauksia ja testauksia. (Tiainen 2002, 10)

Nykyaikana rakennusautomaation kuntotutkimus on tullut lisäksi sähkötekniikan kuntotutkimukseen. Rakennusautomaation kuntotutkimuksessa perehdytään pääsääntöisesti toimivuuteen, energiatehokkuuden toimivuuteen ja tekniseen käyttöikänsä.

#### 2.2.5 Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkimus

Kuntotutkimuksella selvitetään ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien ja laitteiden nykyhetken kunto. Kuntotutkimuksessa selvitetään järjestelmien soveltuvuus rakennuksen nykyisen tai suunnitellun käytön kannalta. IV-kuntotutkimus liittyy monesti myös rakennuksessa todetun tai arvellun sisäilmaongelman selvittämiseen ja sen edellyttämään korjausselvitykseen. Kuntotutkimus voidaan aloittaa myös rakennuksen energiatalouden parantamismahdollisuuden selvittämiseksi. Ilmanvaihdon kuntotutkimus täydentää tai syventää rakennuksen kuntoarvion ja energiakatselmuksen tuloksia ilmanvaihtojärjestelmien osalta. (Sulvi, IVKT 2016, ohje 1, 2)

### 3 RAKENNUKSEN JA ILMANVAIHDON ENERGIAATEHOKKUUS

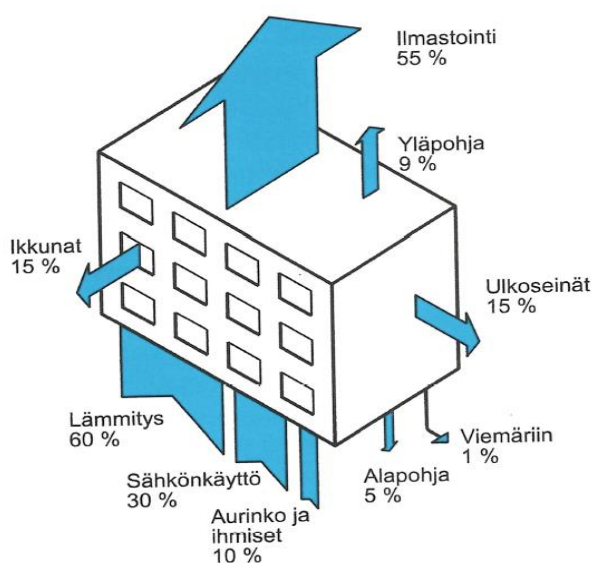
#### 3.1 Lämpöenergian kulutuksen muodostuminen rakennuksissa

Lämmitysenergian tarve rakennuksissa muodostuu lämpöhäviöistä vaipan lävitse, tarvittavan käyttöveden lämmittämisestä ja rakennuksessa tarvittavan ilmanvaihdon energian tarpeesta. Rakennuksen vaipan tärkein tehtävä on säilyttää sisälle muodostettu lämpö. Rakennuksen lämmitystarpeeseen vaikuttaa oleellisesti ulkolämpötilan ja sisälämpötilan erot. Nämä määräytyvät rakennuksen sijainnin ja käyttötarpeen mukaan.

Lämmitystarve rakennuksissa muodostuu pääasiassa rakennuksen lämpöhäviöistä. Lämpöhäviöt voidaan jakaa seuraaviin osiin:

- johtumislämpöhäviöt vaipan läpi (ulkoseinät, ylä- ja alapohja, ikkunat ja ovet)
- lämmin käyttövesi
- ilmanvaihto
- vuotoilma

Asuinrakennuksen tyypillinen lämpöhäviöiden jakauma todetaan kuvassa 1, jossa todetaan myös tyypillinen asuinrakennuksen lämmitystarpeen jakosuhte.



Kuva 1. Asuinrakennuksen lämmitystarpeen jakosuhte. ( Seppänen 2006, 60)

### 3.2 Rakennuksen energian kulutuksen laskenta

Rakennuksen energian kulutuksen laskennassa lasketaan kaikki kulutuksen osat alueet erikseen ja summataan ne yhteen. Rakennuksen energian kulutuksen laskenta ja sen määritykset kerrotaan selvästi Suomen ympäristöministeriön julkaisemassa rakennusmääräyskokoelman osassa Energiantehokkuus, rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta.

Rakennuksen lämmitysenergian nettotarve lasketaan em. rakentamismääräyskokoelman osan mukaan seuraavasti:

- rakennusvaipan johtumishäviöt
- vuotoilman lämpenemisen lämpöenergian tarve
- ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarve
- tuloilman ja korvausilman lämmitysenergian tarve
- ilmanvaihdosta talteenotettu energia
- lämpimän käyttöveden lämmitysenergian nettotarve

Rakennuksen energian kulutuksen laskennassa lasketaan myös:

- valaistuksen sähköenergian kulutus
- lämpökuormat henkilöistä
- lämpökuormat valaistuksesta ja sähkölaitteista
- ikkunoiden kautta rakennukseen tuleva auringon säteilyenergia
- lämpimän käyttöveden kierron ja varastoinnin aiheuttama lämpökuorma
- lämpökuormista hyödynnettävä lämpöenergia

### 3.3 Ilmanvaihdon energiankulutus

Ilmanvaihdon energian kulutus on yksi merkittävimmistä koko rakennuksen energiantarpeista. Suurin osa rakennuksessa käytettävästä energiasta kuluu hyvien sisäilmaolosuhteiden saavuttamiseen. Ilmanvaihtoilman lämmittämisen energiasta voidaan kattaa 50–80 % lämmöntalteenottolaitteella sen tyypistä ja hyötysuhteesta riippuen. (Heinonen 2014, 448)

Rakentamismääräyskokoelman osassa D5 (2012) esitetään laskentaesimerkit kuukausitasoiselle ilmanvaihdon lämmitysenergiatarpeen määrittämiselle. Ilmanvaihdon energiankulutukseen huomioidaan myös ilmavaihtokoneiden sähköteho, joka ilmoitetaan ilmanvaihtokoneen ominaissähkötehona.

Lämmitysenergian nettotarve lasketaan alla esitetyillä kaavoilla silloin, kun on kyse järjestelmästä, jossa käytetään vakioilmavirtaa ja ilmapuhaltusprosessi koostuu vain ilmanlämmityksestä. Jos ilmanvaihtoprosessissa on jäähdytystä tai kostutusta, taikka ilmanvaihtojärjestelmä on ilmamääräsäätöinen, on energiantarve laskettava muulla menetelmällä. (Energiatehokkuus 2018, 23)

$$Q_{iv} = \frac{t_d t_v \rho_i c_{pi} q_{v,tulo} \left( (T_{sp} - \Delta T_{puhallin}) - T_{lto} \right) \Delta t}{1000}$$

, jossa

$Q_{iv}$	ilmanvaihdon lämmitysenergian nettotarve, kWh
$t_d$	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhte, h/24
$t_v$	ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhte, vrk/7 vrk
$\rho_i$	ilmantiheys, 1,2 kg/m <sup>3</sup>
$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 J/(kg K)
$q_{v,tulo}$	tuloilmavirta, m <sup>3</sup> /s
$T_{sp}$	sisäänpuhalluslämpötila, °C
$\Delta T_{puhallin}$	lämpötilan nousu puhaltimessa, °C
$T_{lto}$	lämmöntalteenottolaitteen jälkeinen lämpötila, °C
$\Delta t$	ajanjaksonpituus, h
1000	kerroin, jolla suoritetaan laatumuunnos kilowattitunneiksi

Jos edellisen laskennan kaavasta saadaan tuloksi negatiivinen lukuarvo, niin  $Q_{iv}$  arvona on käytettävä nollaa.

Lämmöntalteenoton jälkeinen keskimääräinen kuukauden tulolämpötila  $T_{lto}$  lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$T_{lto} = T_u + \frac{\Phi_{lto}}{t_d t_v \rho_i c_{pi} q_{v,tulo}}$$

, jossa

$T_{lto}$	lämmöntalteenottolaitteen jälkeinen lämpötila, °C
$T_u$	ulkoilman lämpötila, °C
$\Phi_{lto}$	lämmöntalteenotolla talteenotettu kuukauden keskimääräinen teho, W
$t_d$	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde, h/24
$t_v$	ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7 vrk
$\rho_i$	ilmantiheys, 1,2 kg/m <sup>3</sup>
$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 J/(kg K)
$q_{v,tulo}$	tuloilmavirta, m <sup>3</sup> /s

Lämmöntalteenotolla talteenotettu teho lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$\Phi_{lto} = \eta_{a,ivkone} t_d t_v \rho_i c_{pi} q_{v,poisto} (T_s - T_u)$$

, jossa

$\Phi_{lto}$	lämmöntalteenotolla talteenotettu kuukauden keskimääräinen teho, W
$\eta_{a,ivkone}$	ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenoton poistoilman vuosihyötysuhde, -
$t_d$	ilmanvaihtolaitoksen keskimääräinen vuorokautinen käyntiaikasuhde, h/24
$t_v$	ilmanvaihtolaitoksen viikoittainen käyntiaikasuhde, vrk/7 vrk
$\rho_i$	ilmantiheys, 1,2 kg/m <sup>3</sup>
$c_{pi}$	ilman ominaislämpökapasiteetti, 1000 J/(kg K)
$q_{v,poisto}$	poistoilmavirta, m <sup>3</sup> /s
$T_s$	sisälämpötila, °C
$T_u$	ulkolämpötila, °C

Vuosihyötysuhdetta  $\eta_{a,ivkone}$  voidaan käyttää kaikkina laskentakuukausina. Ilmanvaihto pitää olla toteutettu lämmöntalteenotolla, joka siirtää poistoilmasta talteen otettua energiaa tuloilmaan. Laskennassa voidaan jättää lämmöntalteenotto ja ilmanvaihdon jälkilämmitys pois laskuista kesäkuukausina (kesä-, heinä- ja elokuu), jollei rakennuksen käyttö muuta edellytä. Tuloilman lämpötilana voidaan käyttää  $+18\text{ °C}$ , jos muuta tietoa ei ole saatavilla. (Energiatehokkuus 2018, 24)

### 3.4 Ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho ja sähkönkulutus

Puhaltimilla ja pumpuilla on suuri merkitys ilmanvaihtojärjestelmän energian kuluksessa. Koneellinen tulo- ja poistoilmanvaihtojärjestelmä suunnitellaan niin, että ominaissähköteho ei ylitä arvoa  $2,0\text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ . Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoon vaikuttaa puhaltimien hyötysuhde ja ilmanvaihtojärjestelmän painehäviö. Laskenta suoritetaan käyttämällä suurempaa käytönajan tehostamatonta tulo- tai poistoilmanvirtaa. Alla esitetään kaavat ominaissähkötehon laskentaan:

$$SFP = \frac{P_{puh}}{q_v}$$

, jossa

$SFP$  puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho,  $\text{kW}/(\text{m}^3/\text{s})$

$P_{puh}$  puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen sähköteho tehonsäätölaitteineen,  $\text{kW}$

$q_v$  puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ilmavirta,  $\text{m}^3/\text{s}$

Ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutus lasketaan suunnitelman mukaisella ominaissähköteholla, ilmavirralla ja käyntiaikana. Ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutukseen lasketaan myös ilmanvaihtojärjestelmään kuuluvien pumppujen ja pyörivien lämmöntalteenotto laitteiden moottorien sähkönkulutus. Alla esitetään ilmanvaihtokoneiden sähkönkulutuksen kaavoja:

$$W_{ilmanvaihto} = \sum SFP q_v \Delta t + W_{iv, muu}$$

, jossa

$W_{ilmanvaihto}$  ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutus, kWh

$SFP$  puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ominaissähköteho, kW/(m<sup>3</sup>/s)

$q_v$  puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen ilmavirta, m<sup>3</sup>/s

$\Delta t$  puhaltimen tai ilmanvaihtokoneen käyttöaika laskentajaksolla, h

$W_{iv, muu}$  muu ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutus, kWh

$$W_{iv, muu} = \sum \frac{P_{muu} \Delta t}{1000}$$

, jossa

$W_{iv, muu}$  muu ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutus, kWh

$P_{muu}$  muiden ilmanvaihtojärjestelmän laitteiden kuin puhaltimien ja puhaltimien säätölaitteiden sähköteho, W

$\Delta t$  ajanjakson pituus, h

(Heinonen 2014, 454)

## 4 IV-KUNTOTUTKIMUS

### 4.1 IV-kuntotutkimuksen tarve ja arviointi

Ilmanvaihtojärjestelmien kuntotutkimuksella tarkastellaan järjestelmien toimivuus ja kunto, sekä ylläpidon taso yksityiskohtaisesti. Ilmanvaihtojärjestelmien kuntotutkimus käynnistetään yleensä kiinteistön elinkaaren, vanhenemisen tai energiatalouden selvittämiseksi. Kuntotutkimus käynnistyy usein myös rakennuksessa todetun sisäilmaongelman selvittämiseksi ja sen edellyttämän korjausselvityksen tarpeeksi.

Rakennuksien elinkaaren aikana omistajien tavoitteet ja tarpeet ilmanvaihdon toiminnasta saattavat muuttua, taikka tapahtuu sellaisia muutoksia, etteivät alkuperäiset suunnitelmat sovellu uuteen tilanteeseen. Rakennuksen tekninen vanheneminen tai energiatehokkuuden parantaminen voi aiheuttaa myös tarpeen kuntotutkimukselle, jotta voidaan parantaa rakennuksen sisäilmastoa ja/tai ilmanvaihtojärjestelmiä.



Sisäilmaongelmiin liittyy henkilöiden kokema puutteellinen sisäilmanlaatu ja siihen liittyvät erilaiset oireet. Oireita voi olla esimerkiksi epämiellyttävät hajut, väsymys, tunkkaisen ilman tuntu, päänsärky ja iho-, silmä-, ja hengitysoireet.

Sisäilmaongelmiin kohdistuvia olosuhdevalituksia ja oireita on vaikea yhdistää ympäristötekijöihin. On tutkittu että, oireita voi aiheuttaa esimerkiksi puutteellinen ilmanvaihto, ilmanvaihtokoneeseen ja kanavistoon kertynyt kosteus, äänenvaimennusmateriaalista lähtevät kuidut, suodattimiin kertyneet epäpuhtaudet ja kanavistoon kertynyt pöly. (Sulvi, IVKT 2016, asuinrakennukset, 6)

#### 4.2 Lähtötiedot

Ilmanvaihdon kuntotutkimuksessa edellytetään, että kohteesta on käytettävissä ajan tasalla olevat asiakirjat ilmanvaihtojärjestelmästä ja rakennuksesta. Ilmanvaihdon kuntotutkimus sisältää asiakirjojen tutkimista, käyttäjäkyselyjä, haastatteluja, havaintojen tekemistä kohteesta sekä tarvittavia mittauksia ja laskemia.

Ilmanvaihdon kuntotutkimuksessa keskeisiä tietoja ovat:

- ajantasaiset IV- piirustukset
- työselostukset
- luovutusasiakirjat
  - konekortit ja muut laitteiden tekniset tiedot
  - toimintakokeiden pöytäkirjat
  - ilmavirtojen mittauspöytäkirjat
  - äänimittauspöytäkirjat
  - kanavistojen painekoepöytäkirjat
- huoltokirja tai käyttö- ja huoltosuunnitelma
- piirustukset ja muut tiedot järjestelmään käytönaikana tehdyistä muutoksista
- energiakatselmusraportti
- luettelo viihtyvyystekijöihin liittyvistä käyttäjävalituksista
- luettelo tehdyistä korjauksista
- kuvaus kiinteistön käytöstä ja käyttöhistoriasta

- kuvaus kiinteistön tulevasta käytöstä
- kunnossapitosuunnitelma
- omistajan asettamat tavoitteet sisäilmanlaadulle ja energiataloudelle

Ilmanvaihdon kuntotutkija kirjaa ja dokumentoi saamansa aineiston ja liittää tiedot raporttiinsa. (Sulvi, IVKT 2016 ohje 1, 8)

#### 4.3 Perusosa

Ilmanvaihdon kuntotutkimus jaetaan kahteen osaan: perusosaan ja yksityiskohtaisiin tutkimuksiin. Perusosa on tehdään jokaisessa ilmanvaihdon kuntotutkimuksessa samansisältöisenä. Yksityiskohtaisten tutkimuksien laajuus selviää perusosan tekemisen myötä. Ilmanvaihdon kuntotutkimus ei siis ole kaikille rakennuksille samansisältöinen, vaan kukin tutkimus on suunniteltava kyseistä rakennusta ja tarkoitusta varten.

Perusosan tärkein tehtävä on ilmanvaihto ja ilmanvaihtojärjestelmien yleisarviointi, eli arvioida miten järjestelmä vastaa nykyisen tai suunnitellun käytön vaatimuksia. Yleisarvioinnin perusteella saadaan suositus siitä, mitä ilmanvaihtojärjestelmälle on tehtävä vaatimusten saavuttamiseksi. Jos yleisarvioinnissa todetaan, että ilmanvaihtojärjestelmä ei täytä vaatimuksia tai sitä ei ole korjattavissa vaatimuksia vastaavaksi, ei yksityiskohtaisia tutkimuksia ole tarve tehdä. Ilmanvaihdon kuntotutkimuksen perusosan yhteydessä otetaan kantaa järjestelmän puhtauteen sekä järjestelmän ylläpidon toteuttamiseen. Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus todetaan aistinvaraisesti. (Sulvi, IVKT 2016 ohje 1, 2)

#### 4.4 Raportointi

Kuntotutkimuksen raportointi laaditaan huolellisesti ja dokumentoidaan kaikkien osatutkimuksien tulokset ja luovutetaan ne koostettuna tilaajalle. Dokumentointiin kuuluu aina toimenpiteitä vaativien kohteiden valokuvaaminen. Kuntotutkimuksen kokonaisuudesta tehdään raportti, jossa on selkeät johtopäätökset ja toimenpideehdotukset.

Perusosan raportoinnissa esitetään yhteenveto perusosan tuloksista valmiiden mallien mukaisesti, joita on käytettävissä Sulvin ohjeistoissa. Perusosan raportointiin kuuluu myös ylläpidon raportointi ohjeiden mukaisesti.

Yksityiskohtaiset tutkimustulokset laaditaan ja esitetään raportoinnin liitteenä, kohteesta tehtäväksi sovittujen osa-alueiden mukaisesti. Valmiita malleja yksityiskohtaisiin tutkimuksiin ja raportointiin löytyy myös Sulvin ohjeistoista.

Kuntotutkimuksen tekijä esittelee tilaajalle tilaajan kanssa sovitussa laajuudessa kuntotutkimuksen tulokset. Raportoinnit luovutetaan tilaajalle sovitussa muodossa liitteineen. Kuntotutkimuksen tekijä säilyttää raportin ja siihen liittyvät aineistot konsulttitoiminnan yleisissä sopimusehdoissa KSE 2013 määritetyn ajan.

(Sulvi, IVKT 2016 ohje 1, 10)

## 5 SOMERON MONITOIMIHALLIN IV-KUNTOTUTKIMUS

### 5.1 IV- Kuntotutkimuksen tavoitteet ja suorittaminen

Someron kaupungin rakennuskanta on monipuolista ja eri aikakausilla rakennettua. Rakennuksien kunto vaihtelee kohteittain paljon ja korjaustarpeita löytyy monenlaisia. Someron monitoimihalli on yksi selvityksen kohteista, koska käyttäjiltä on tullut paljon palautetta ilmanvaihdon toimivuudesta. Monitoimihallilla on hyvä käyttöaste ja se on erilaisten liikuntaseurojen aktiivisessa käytössä. Rakennuksessa sijaitsee myös kaupungin kuntosali, tatami ja liikuntahalli.

Kuntotutkimus oli tarkoitus tehdä ilmanvaihdon osalta noudattaen Suomen LVI-liiton ilmanvaihdon kuntotutkimuksen ohjeita ja rakennetta. Kuntotutkimus aloitettiin tekemällä kuntotutkimuksen yleisarviointi sekä ylläpidon arviointi. Päätös yksityiskohtaisista tutkimuksista tehtiin yleisarvioinnin jälkeen tilaajan kanssa yhteistyössä. Tavoitteena oli selvittää ilmanvaihdon toimivuus ja soveltuvuus nykypäivän vaatimuksiin, sekä tutkia ilmanvaihtojärjestelmää energiataloudellisesta näkökulmasta.

Kuntotutkimus aloitettiin tutustumalla kaikkeen saatavilla olevaan aineistoon, tekemällä käyttäjäkysely, sekä tutustumalla kohteeseen. Kuntotutkimuksessa tarvittavaa aineistoa ei ollut paljoa saatavilla, joten kuntotutkimuksen täydellisen tekemisen tiedettiin olevan haasteellista. Ennakkotietona oli käyttäjiltä tulleita palautteita ilmanvaihdon toimivuudesta sekä huonosta energiataloudesta. Asiakkaan kanssa tehtyjen keskusteluiden pohjalta aloitettiin työ vajailla tiedoilla ja tutkittiin järjestelmää mahdollisimman paljon hyväksikäyttäen Suomen LVI-liiton ilmanvaihdon kuntotutkimuksen ohjeita ja rakennetta.

### 5.2 Rakennuksen tiedot

Someron monitoimihalli on valmistunut 1984. Rakennuksen kerrosala on 2200 m<sup>2</sup> ja tilavuus 14500 m<sup>3</sup>. Rakennuksessa on monitoimiliikuntasali, tatami, kuntosali, toimistohuoneita sekä pukuhuoneita. Rakennukseen ei ole tehty mitään peruskorjausta,

ainoastaan joitain pieniä pintaremontteja. Halli on lähes alkuperäisessä kunnossa kaikilta osin. Ilmanvaihtojärjestelmä on alkuperäinen, automaatiota on päivitetty joiltakin osin.

### 5.3 Käytön yleisarviointi

Tämän raportin yleisarviointi on laadittu siten, että siinä on käytetty hyväksi kiinteistöissä suoritettuja katselmuksia, käyttäjähaastatteluja sekä asiakirjoja. Yleisarvioinnin tarkoituksena on selvittää järjestelmän kunto sekä täyttääkö se nykyisen ja tulevan käytön vaatimukset. Yleisarvioinnissa otetaan kantaa myös tarvittavista lisätutkimuksista.

#### 5.3.1 Yhteenveto tuloksista

Tulokset esitetään Sulvin raportoinnin ohjeiden mukaisesti. Tutkimusten perusteella todetaan, että ilmanvaihtojärjestelmä kaipaisi pikaista huomiota. Kanavat pitäisi puhdistaa ja ilmamäärät tulisi säätää mahdollisimman nopeasti. Rakennuksessa on eri tiloissa huomattavia paine-eroja suunnitelmiin nähden. Poistokanavat ovat paikoittelun ummessa ja hyvin likaisia.

Ilmanvaihtojärjestelmän tekninen käyttöikä alkaa olla lopussa ja korjattavaa löytyy monesta paikasta. Puhaltimet ovat vielä käyntikuntoisia, mutta moottorit ovat hyötysuhteeltaan vanhoja ja käyttävät paljon energiaa. Lämmöntalteenottolaitteet eivät ole toimivia ja ovat hyötysuhteeltaan vanhoja. Suurimmassa koneessa ei ole lämmöntalteenottoa lainkaan ja vuotuinen lämpöhukka on suuri. Kenttälaitteet eivät toimi kaikilta osin hyvin ja laitteiden toiminnasta löytyy parannettavaa. Ilmanjaon pääte-laitteet ovat likaisia ja kaipaavat huoltoa. Rakennuksessa ilmanvaihdon äänekkyyys ja veto tuntuvat lähes joka tilassa, ja niihin pitäisi kiinnittää huomiota käyttäjäpalautteen mukaan.

Kokonaisuudessaan ilmanvaihtojärjestelmä kaipaisi huomiota, säätöä ja uusimista. Tilaajan toivomus olisi Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 määräysten

mukainen ilmanvaihto kohteessa, mutta nykyisillä laitteistoilla sitä on vaikea saavuttaa, vaikka jätettäisiin lämmöntalteenotto huomioimatta.

### 5.3.2 Tuleva käyttö ja tavoitteet

Rakennuksen käyttötapa pysyy samana. Rakennukseen ei ole suunnitteilla mitään käyttötarkoituksen muutosta, joka muuttaisi ilmanvaihdon tarpeita. Tilaajan kanta on, että rakennuksessa olisi D2 määräysten mukainen ilmanvaihto ja lämmön hyvä hallittavuus. Ilmastoinnin muunneltavuuteen ei ole tarpeita. Käyttö- ja huoltokustannuksia haluttaisiin pienemmiksi.

### 5.3.3 Nykytilanteen kuvaus

Someron monitoimitalon ilmanvaihto koostuu kolmesta isommasta tulo- ja poistokoneesta, yhdestä pienestä tulo- ja poistokoneesta sekä kahdesta huippuimurista. Lisäksi siellä on kaksi kanavapuhallinta. Laitteisto ja kanavat on suurimmaksi osaksi rakennettu vuonna 1984 ja 2012 on saneerattu pieni osa koneita ja kanavia. Toimistoihin on lisätty pieni tulo- ja poistokone, sekä vuonna 2012 rakennettuihin WC tiloihin on asennettu oma huippuimuri. Samalla on aulaan asennettu uusi huippuimuri. Kaikki koneet ovat kiinteistöautomaation ohjaamia, pois lukien toimiston pieni tulo- ja poistokone.

Kiinteistön omistajan ja henkilökunnan haastattelussa tehtiin henkilökohtaisena haastatteluna sekä henkilökunnalle jaettiin käyttäjäkysely. Rakennuksessa ei ole havaittu mitään normaalista poikkeavaa. Kuntosalin ilmanvaihtoa on toivottu paremmaksi ja joissakin tiloissa on talvella kylmä ja kesällä kuuma. Käyttäjäkyselyn mukaan suurimmat ongelmat ovat ilmanvaihdon paine-erot, paikoitellen kova veto ja ilmanvaihdon äänekkyys.

#### 5.3.4 Käytön ja huollon arviointi

Kuntotutkimuksen tekijä toimii tällä hetkellä huoltoyhtiön (Someron Talkkari Oy) toimitusjohtajana. Käytön ja huollon järjestäminen on ulkoistettu Someron Talkkari Oy:lle sekä Someron Liikunta ry:lle. Kummatkin hoitavat omalta osaltaan kiinteistöä ja sen laitteita.

Kohteessa on käytössä Buildercomin sähköinen huoltokirja, nimeltään Facilityinfo. Huoltokirjaa käyttävät kiinteistöhoitajat, jotka pitävät sitä ajan tasalla. Huoltokirjasta löytyy kohteeseen laaditut tarkastuslistat viikoittaisista tehtävistä. Huoltokirjan pääkäyttäjänä toimii kiinteistön omistaja, joka laatii tarvittavat huoltosuunnitelmat ja tarkistuslistat kiinteistöhuollon käyttöön. Huoltotoimintaa valvovat kaupungin edustajat, jotka saavat tiedot poikkeuksista huoltokirjan kautta.

Käyttö- ja huolto-ohjeita ei löytynyt ja kiinteistöhuollon edustajallakaan niitä ei ollut. Sääto- ja toimintakaavio löytyi IV-konehuoneesta, mutta se oli alkuperäinen ja kelaistunut, eikä siitä saanut mitään selvää. Kohteessa ei ole tarvittavia paikantamispiirroksia, toimintakaavioita eikä käyttöaikaohjelmia ja vaikutusalueita. Kohteessa on Trentec Oy:n toimittama Trend kiinteistöautomaatiojärjestelmä, josta määritellyt hälytykset lähtevät kiinteistöhoiton päivystykseen.

Kiinteistöhuoltoyhtiö hoitaa ilmanvaihtojärjestelmien huollon ja korjauksen. PTS-suunnitelmasta ei löytynyt tietoa, mutta vuonna 2016 on laadittu rakennuksesta kuntoraportti Inspectan toimesta. Rakennuksen huoltokirjasta ilmenee, että kiinteistönhuolto on tehnyt kaikki tarkastukset, sekä suodattimet on vaihdettu ja huollot kirjattu huoltokirjaan. Ilmanvaihtojärjestelmän osalta kanapuhdistus on tekemättä ja venttiilit likaiset. Kohteen energian kulutusta seuraa kiinteistöhuolto, joka toimittaa tiedot kiinteistön omistajalle kaksi kertaa vuodessa.

Laitetilat ja laitteet ovat päällisen puolin puhtaat ja ylimääräistä palokuormaa konehuoneissa ei ole. Kohteesta pitäisi löytyä laitteistojen huolto-ohjeet, paikannuskaaviot, laitteiden vaikutusalueet sekä toimintakaaviot. Automaation pisteluettelot pitäisi löytyä keskuksien sisältä.

Kokonaisuudessaan kiinteistön huolto toimii hyvin ja riittävästi ilmavaihdon osalta. Korjaustoiminta tehdään tarveaikaisesti, ennakoivaa huoltoa ei ole ohjeistettu kiinteistön omistajan taholta.

### 5.3.5 Katselmukset ilmanvaihtokonehuoneissa

Rakennuksen ilmanvaihtokonehuoneet rakentuvat kolmen alkuperäisen kojeen ympärille. Kojeet ovat TK/PK1, TK/PK2 ja TK/PK3. Ilmanvaihtokonehuoneet ovat kaikki samaa tilaa, käynti eri koneille tapahtuu omista ovistaan. Ilmanvaihtokonehuoneiden yleisilme on siisti ja puhdas. Huomattavaa kuitenkin on erittäin huono valaistus konehuoneissa.

Keskellä konehuonetilaa on rakennuksen liikkumisesta syntynyt iso railo, joka on noin 2-3cm leveä. Railo on yhteydessä liikuntasaliin ja pukuhuoneisiin. Lattian kosteuseristeet ovat myös irti kyseisestä kohdasta.



Kuva 2. Railo liikuntasalissa.



Kuva 3. Railo konehuoneen lattialla.

Ilmanvaihtokojeet ovat alkuperäisiä ja niillä on ikää yli 30 vuotta. Ne alkavat olla teknisen käyttöikänsä loppupäässä. Rakennusautomaatiota on saneerattu ja nykyaikaistettu.



Liikuntasalia palvelevassa TK/PK1 kojeessa on tuloilman kostutin parkettilattian vaatimien tasaisten kosteusolosuhteiden vuoksi. Kostutinlaitteistoa on uusittu viime vuonna, mutta sekin vaatisi peruskorjausta.

TK/PK1 kojeessa ei ole lämmöntalteenottoa ja TK/PK2 ja TK/PK3 kojeissa lämmöntalteenottojärjestelmänä on ns. lämpöputkipatterit, joiden tehon säätö perustuu patterin kallistamiseen tulo- ja poistoilmavirtojen välillä. Kojeeissa TK3/PK3 lämpöputkipatterin nesteet ovat vuotaneet lattialle ja kummankaan kojeen patterin kallistaminen ei toimi. Lämpöputkipatterit ovat vanhentuneita järjestelmiä niiden korkean painehäviön ja huonon lämmöntalteenoton vuoksi.

Sisäilmastotavoitteiden määrittämät ilmamäärät riittävät nykyisten suunnitelmien mukaan ainakin liikuntasalissa, kuntosalilla ja tatamilla. Määräykset lähes täyttyvät myös pukuhuoneiden ja pesuhuoneiden osalta. Nykymääräyksen mukaiset poistoarvot wc-tiloista ovat suuremmat kuin vanhan suunnitelman mukaiset. Myöskin pukuhuoneiden ilmamäärät ovat nykyään hieman suuremmat kuin vanhassa suunnitelmassa. Ilmamääriä ei ole mitattu tutkimuksen yhteydessä, vaan arvot ovat suunnitelmista.

Palotekniset ratkaisut ovat ilmanvaihtokonehuoneiden osalta kiristyneet ja konehuoneista puuttuvat palonrajoittimet ja pysäytyskytkin, jolla saadaan hälytystilanteessa ilmanvaihtojärjestelmä pysäytettyä. Konehuoneessa oleva iso railo on myöskin paloteknisesti huomiota kaipaava, koska se yhdistää eri käyttöluokan tilat toisiinsa.

Yhteenvedona voidaan todeta, että nykymääräysten mukaisia sisäilmatavoitteita ei voida saavuttaa käytössä olevilla kojeilla vaikka ilmavirrat voisivatkin riittää. Sisäilmatavoitteisiin on myös kirjattu monia muitakin määräyksiä joita ei yli 30 vuotta vanhassa laitteistossa ole. Nykymääräysten mukaisiin energian käytön tavoitteisiin ei myöskään päästä nykyisillä kojeilla.

### 5.3.6 Katselmukset huonetiloissa

Huonetilojen katselmuksiin valittiin liikuntahalli, kuntosali, yksi pukuhuoneista sekä liikuntaohjaajan huone. Nämä tilat ovat jokapäiväisessä käytössä, joten oli luontevaa tarkistaa sellaiset tilat, joissa käyttöä on eniten.

Liikuntahallissa ilmalaatu oli aistinvaraisesti hyvä, ilmavirrat tuntuivat vetona vain katsomo-osassa koneiden käydessä täysillä. Painesuhteet tuntuivat tasaisilta, mutta ilmavaihtojärjestelmä oli todella äänekäs. Nykyiseen käyttötarkoitukseen tila soveltuu hyvin, parannettavaa olisi ilmavirtojen äänen hallinnassa. Venttiilit olivat likaiset, poistoilmaventtiilit olivat lähes muurautuneet kiinni (kuva 4.). Tämä aiheuttaa ylimääräistä painehäviötä ja poiston ilmavirta ei ole suunnitelman mukainen.



Kuva 4. Liikuntasalin tukkeutuneet poistoilmaventtiilit.

Kuntosalilla ilmanlaatu oli aistinvaraisesti hyvä, mutta ilmavirrat tuntuivat kovana vetona koneiden käydessä täysillä. Painesuhteet tuntuivat tasaisilta, ilmavaihtojärjestelmä oli todella äänekäs. Nykyiseen käyttötarkoitukseen tila soveltuu hyvin, parannettavaa olisi ilmavirtojen äänen hallinnassa sekä ilmavirran tulonopeudessa.

Pukuhuoneessa ilmanlaatu oli aistinvaraisesti hyvä. Ilmavirrat tuntuivat hieman vetona aivan venttiilin edessä olevassa paikassa koneiden käydessä täysillä. Painesuhteet tuntuivat tasaisilta, mutta ilmavaihtojärjestelmä oli todella äänekäs. Nykyiseen

käyttötarkoitukseen tila soveltuu hyvin, parannettavaa olisi ilmavirtojen äänen hallinnassa. Venttiilit olivat likaiset.

Ohjaajan huoneessa ilmanlaatu oli aistinvaraisesti hyvä, eivätkä ilmavirrat eivät tuntuneet koneiden käydessä täysillä. Painesuhteet tuntuivat tasaisilta. Ilmavaihtojärjestelmä oli hieman äänekäs. Nykyiseen käyttötarkoitukseen tila soveltuu hyvin, parannettavaa olisi ilmavirtojen äänen hallinnassa.

Yhteenvetona voidaan todeta, että tarkastetuiden tilojen ilmanlaatu oli aistinvaraisesti hyvä, mutta lähes kaikissa tiloissa ilmannopeus ja ääni ylittävät sallitut raja-arvot. Ilmamäärät ovat nykyvaatimusten mukaisia liikuntahallissa, kuntosalissa ja ohjaajan huoneessa. Pukuhuoneissa nykyvaatimukset edellyttäisivät hieman suurempaa ilmavaihtoa.

#### 5.3.7 Kanavisto

Kanaviston viimeisestä puhdistuksesta ei löytynyt tietoa. Tiiveyden mittausta ei koolotietojen mukaan ole koskaan suoritettu, mutta tästä ei ole varmaa tietoa. Kanaviston puhdistaminen on vaikeaa, koska yläpohjan tarkastuksessa ei löytynyt yhtään puhdistusluukkua, eikä myöskään alaslasketuista katoista tarkastettujen tilojen kohdalla. Konehuoneiden kanavistossa ei ole kuin muutama puhdistusluukku konetta kohden. Raitisilmakanavassa, joka on kaikilla koneilla yhteinen, ei ole yhtään puhdistusluukkua.

Kanaviston säätö käyttötarkoituksen muutostilanteessa onnistuu TK/PK3 koneen osalta hyvin, mutta muiden koneiden osalta se on vaikeampaa, koska säätöpeltejä on käytetty vähän.

Yhteenvetona voidaan todeta, että kanavisto pitäisi puhdistaa välittömästi. Tämän jälkeen järjestelmä pitäisi mitata ja tasapainottaa. Järjestelmän ilmavirtoja ja ääntä pitäisi pystyä hallitsemaan nykyistä paremmin.

### 5.3.8 Energian käyttö

Ilmastointijärjestelmän sähköenergian käyttö selvitettiin kohteessa laskemalla järjestelmän vuotuinen sähköenergian kulutus. Ilmastointijärjestelmän sähköenergian kulutus laskettiin jokaisen ilmanvaihtokoneen osalta sekä poistopuhaltimien osalta. Energian kulutukseen kuuluu osana myös tuloilman lämmityksen energian käyttö, sekä lämmöntalteenoton toimivuus. Kohteessa ei laskettu ilmanlämmitykseen kuluvaa energiaa sekä lämmöntalteenoton hyötysuhdetta, koska riittäviä tietoja ei ollut saatavilla.

Vuonna 2015 sähköenergian kokonaiskulutus kohteessa on ollut 176 565 kWh ja vuonna 2016 sähköenergian kokonaiskulutus kohteessa on ollut 214 333 kWh.

Sähköenergian käyttö kohteessa on suurta johtuen vanhentuneesta tekniikasta. Nykyaikaisten moottorien hyötysuhde on jopa 30 % parempi kuin lähes 30 vuotta vanhojen moottoreiden. Ilmanvaihtojärjestelmän kokotehon käyntiajat vaikuttavat todella paljon ilmanvaihtojärjestelmän sähkönkulutukseen. Ilmanvaihtokoneiden käydessä kokoteholla sähköenergian kulutus lisääntyy yli 10-kertaiseksi, koska osateho moottorin tehot ovat paljon pienempiä kuin kokoteholla toimiessa. Ilmanvaihtojärjestelmän uusimisella hyötysuhteeltaan tehokkaimmilla moottoreilla sekä muuttamalla ilmanvaihtojärjestelmän ohjaus enemmän tarpeenmukaiseksi saavutettaisiin huomattavia säästöjä energian kulutuksessa. Kohteen ilmanvaihtojärjestelmän laskennallinen vuosikulutus nykyisillä aikaohjelmilla on 140 193 kWh, eli noin 66-80 % vuoden 2015-2016 sähköenergian tarpeesta.

Koneiden sähkötehojen perusteella laskettiin ilmanvaihtokoneiden ominaissähkötehot. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho on oltava uudisrakennuksissa enintään  $2,0 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ . Vuonna 2018 määräykset tiukkenevat edelleen, jolloin rakennuksen SFP luku saa olla enintään  $1,8 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ . Rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähkötehoksi laskettiin  $2,5 \text{ kW}/(\text{m}^3/\text{s})$ .

### 5.3.9 Teknisten tilojen laajentamismahdollisuus

Teknisten tilojen laajentamista ei tarkasteltu kuin uusien koneiden osalta. Rakennuksen käyttötapa ei ole tulevassa käytössä muuttumassa ja vedenjäähdytyskoneita ei olla hankkimassa. Järjestelmän mahdollisessa saneerauksessa uudet koneet on mahdollista asentaa nykyisiin tiloihin ja vanhoja kanavareittejä voi käyttää hyväksi.

### 5.3.10 Johtopäätökset

Ilmanvaihtojärjestelmä on nykyiseen käyttötapaan riittävä, jos jätetään energian kulutus huomioimatta ja tehdään kanaviston puhdistus ja täydellinen säätö. Tulevan käytön tavoitteiden saavuttamiseksi ilmanvaihtojärjestelmään pitäisi tehdä peruskorjaus. Ilmanvaihtojärjestelmän ilmamäärät riittävät nykyisellään lähes tavoitearvoihin, mutta ääniteknisesti ja virtauksien hallittavuuden kannalta Suomen rakentamismääräyskokoelman osan D2 määräyksiin ei yllätä. Kanavisto pitäisi ehdottomasti ensi-tilassa puhdistaa ja säätää, jotta sisäilmaongelmilta välttyttäisiin.

Käyttö- ja huoltokustannuksien alentamiseen on mahdollista päästä, mutta nykyisten ilmanvaihdon ja hallittavuuden määräysten mukaisiin arvoihin ei ole mahdollista päästä olemassa olevilla koneilla.

## 5.4 Yksityiskohtaiset tutkimukset

Kohteesta sovittiin tilaajan kanssa, että tehdään yksityiskohtaisia tutkimuksia Suomen LVI-liiton ilmanvaihdon kuntotutkimuksen ohjeita ja rakennetta noudattaen seuraavista osa-alueista:

- ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus
- mittaus- ja säätölaitteet
- lämmöntalteenottolaitteet
- mittaukset ja äänitekniset tarkastelut
- rajoitetusti kaikista osa-alueista

#### 5.4.1 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtaus

Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tutkiminen on tehty IVKT 2016 ohjeen 4 Ilmanvaihtojärjestelmän puhtauden tutkiminen mukaisesti.

Ilmanvaihtojärjestelmä on kanavistosta ja päätelaitteista likainen. Koneita ja kanavia aukaistiin mahdollisuuksien mukaan. Kaikki koneet ja kanavat ovat likaisia, suuria eroja ei löytynyt. Alakattojärjestelmien päälle on kertynyt pölyä vaihtelevasti. Tiedossa ei ole milloin viimeinen kanavapuhdistus on tehty. Sisäilmastoluokitus 2008 suosittelee kanaviston puhtauden tarkastusta viiden vuoden välein. Kohteen poistojärjestelmät likaantuvat helposti käyttötarkoituksen vuoksi.

TK2 ja TK3 kanaviston alkupäässä oli äänenvaimenninmattoa käytetty kanavan sisäpuolella. Tämä on huono ratkaisu, koska käytetty solukumi kerää pölyä ja mikrobeja sekä aiheuttaa turhaa palokuormaa.

Järjestelmän puhdistaminen on haasteellista, koska kuvissa ja tutkimuksissa ei puhdistusluukkuja löytynyt kuin muutama. Liikuntahallin päätelaitteet sijaitsevat noin 8 metrin korkeudessa ja yläpohjasta ei löytynyt tutkimuksissa yhtään puhdistusluukkuja. Liikuntahallin kostutuslaitteiston puhdistus vaatii huolellisuutta, laitteisto on yli 30 vuotta vanha ja alkaa olla käyttöikänsä loppupäässä.

Konehuoneet ovat kokonaisuudessaan siistejä ja niissä ei sijaitse ylimääräistä palokuormaa. Tulo- ja poistoilmasäleiköt ovat puhtaat. Suodattimet vaihdetaan kaksi kertaa vuodessa kiinteistöhuollon toimesta. Seuraavassa on esitetty muutamia kuvia ilmanvaihtojärjestelmästä:



Kuva 5. PK1 kanavistosta.



Kuva 6. PK2 kanavistosta.



Kuva 7. TK1 päätelaitteita.



Kuva 8. PK3 kanavistosta.



Kuva 9. TK3 kanavistosta.



Kuva 10. TK3 kammio.

Ilmanvaihtojärjestelmä on kanavistosta ja päätelaitteista likainen ja sen puhdistusta suositellaan. Kanaviston keskimääräinen pölykertymä on lähes koko kanavistossa tutkimusten osalta yli  $2,8 \text{ g/m}^2$ . Suositusten mukainen pölykertymä kanavistossa ei saisi ylittää  $2,5 \text{ g/m}^2$ . TK2 ja TK3 alkupäässä kanaviston sisällä sijaitsevien äänen- vaimennusmateriaalin poistoa suositellaan ja korvaamista nykyaikaisilla äänen- vaimentimilla.

#### 5.4.2 Mittaus- ja säätölaitteet

Mittaus- ja säätölaitteiden tutkiminen on tehty IVKT 2016 ohjeen 7 Mittaus- ja säätölaitteet mukaisesti.

Käytössä ei ole mitään käyttöönottoasiakirjoja. Ainoa käytettävissä oleva dokumentti on ilmanvaihtosuunnitelma ja sen muutososa. Käytössä on myös kiinteistöhuollon huoltokirja, josta selviävät kiinteistöhuollon tekemät huollot.

Someron Monitoimihallin rakennusautomaatio on aluksi rakennettu paikallisjärjestelmänä, jota voitiin ohjata kiinteistössä sijaitsevasta valvontahuoneesta ja toimilaitteilta. Rakennusautomaatio on päivitetty 1993. Tällöin järjestelmä muutettiin Siemensin Visonik säätö- ja kaukovalvontalaitteistoksi. Vuonna 2012 järjestelmä on liitetty Trend Controlsin 963 valvomoon ja tehty tarvittavat päivitykset.

Kokonaisuudessaan automaatio on hyvässä kunnossa. Automaatio on vasta käyttökänsä alkupäässä ja järjestelmä toimii hyvin tietyin osin. Kenttälaitteet, esimerkiksi venttiilimoottorit ovat osittain vanhentuneita ja moni niistä taas on käyttökänsä loppupäässä. Ilmanvaihtokoneita ohjataan alkuperäisten kontaktorien kautta ja niiden indikointi ei käyttäjien mukaan ole aina toiminut. Ilmankostutusta pitäisi saada paremmin mitattua ja ohjattua. Kostutuksen ohjaus on erikseen automaatiojärjestelmästä ja sitä ohjaa oma käyttölaite, joka ei huomioi kuin yhdessä kohdassa olevan huonekosteuden.

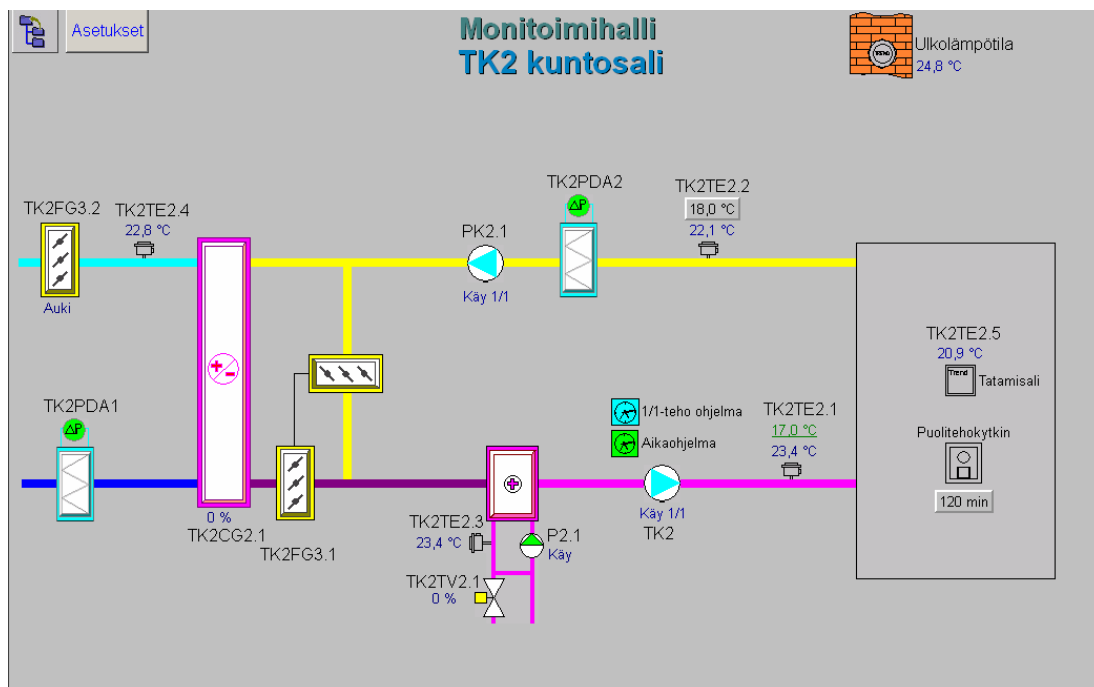
Ilmanvaihtojärjestelmää ohjataan valvomosta tai IV-konehuoneessa sijaitsevista käyttökytkimistä. Käyttökytkimistä voidaan valita laitteet päälle ja pois sekä koneiden eri nopeus kahdella eri moottorinopeudella. Valvomo on selkeä ja toimiva, mutta siitä ei saa kaikkia laitteita ohjattua ja testattua. Ilmanvaihtokoneiden aikaohjelmat ovat selkeitä ja helppokäyttöisiä.

Automaation huollosta ei löytynyt tietoa. Kiinteistöhuolto testaa määräajoin kenttälaitteita ja tutkii koneet. Valvontajärjestelmänä toimii Trend Controlsin 963 valvomo-ohjelmisto. Ohjelmistoon on määritelty hälytykset ja poikkeamat. Kriittiset hälytykset siirtyvät kiinteistöhuollon gsm-puhelimeen ja muut hälytykset ja poikkeamat siirtyvät valvomo-ohjelmiston hälytysnäyttöön. Valvontajärjestelmä on hyvässä kunnossa ja nykyaikainen.

Valvontajärjestelmään kirjaudutaan sisään henkilökohtaisilla tunnuksilla. Kaikille käyttäjille on määritelty käyttöoikeudet järjestelmässä. Järjestelmän hälytys- ja vikahistoria on muistissa vain yhden viikon. Trendiseurantaa voi myös tarkastella yhden viikon taaksepäin.



Valvonnan tarkempi tarkastelu vaatisi täyttää pääsyä ohjelmaan, jotta voitaisiin tarkastella ohjelmien rakennetta. Kuvassa 11 on esitetty kuntosalin ilmanvaihdon valvontajärjestelmän perussivu.



Kuva 11. TK2 valvontasivu.

Alakeskus sijaitsee sähköpääkeskuksessa. Alakeskus on saneerattu Trendin IQ3 lo-  
giikalla ja sen lisäkorteilla. Keskukseen saneeraus on tehty vanhan Visonik-  
järjestelmän johdotuksilla ja suurimmalla osalla kenttälaitteita. Kuvassa 12 on esitet-  
ty monitoimihallin koko automaatiokeskus. Erillisiä säätimiä ei ilmanvaihtojärjes-  
telmään kuulu.



Kuva 12. Trend alakeskus.

Ilmanvaihtojärjestelmässä ei ole muita huonesäätöjä kuin valvontajärjestelmästä erikseen toimiva huonetilan kostutin liikuntasalissa sekä liikuntasalin huonetila-asetus.

Liikuntahallin lämpötilamittari sijaitsee liikuntasalin seinällä noin kahden metrin korkeudella keskellä liikuntasalia. Paikka on mittaukselle keskeinen ja mittausta häiritseviä elementtejä ei ole. Mitta-anturista puuttuu pallosuoja ja se on herkkä osumille.

Liikuntasalin huonetila-asetus yhdessä huonetilan mittauksen kanssa ohjaa ilmanvaihdon sisäänpuhalluslämpötilaa, jolle on annettu omat raja-arvonsa. Kostuttimen toimintaa ei saatu tarkasteltua, koska valvontajärjestelmässä ei ole mahdollisuutta säätää kostuttimen toimintaa. Valvontajärjestelmästä saadaan määritetyt ylä- ja alarajahälytykset liikuntasalin kokonaiskosteudesta.

Kenttälaitteiden suunnitelmia ei ollut saatavilla. Kenttälaitteet ovat suurimmaksi osaksi alkuperäisiä ja ne ovat käyttöikänsä loppupäässä. Kenttälaitteet on merkitty yhtenäisesti valvontajärjestelmän kanssa ja niistä löytyy lähes kaikista selkeät merkinnät. Monista kenttälaitteista puuttuu käsinohjausmahdollisuus sekä selkeät osoittimet.

Koska suunnitelmia ei ollut saatavilla, on mahdotonta tarkistaa laitteiden ja automaatiojärjestelmän toimivuus. Kostutin toimii itsenäisesti: tietoa ei ole, mitkä ovat hälytysrajat ja mihin huonetilan kosteuteen laitteisto on säädetty. Kenttälaitteiden johdotus on tehty huolimattomasti useissa kenttälaitteissa. Kuvassa 13 on esimerkki korjattavasta johdotuksesta.



Kuva 13. Korjattava johdotus.

Rakennusautomaation dokumentointi olisi tehtävä ajan tasalle. Valvomo-ohjelmisto on toimiva järjestelmä hälytyksensiirtoineen, mutta järjestelmän toimintaa ei ole saat-  
tu tarkasteltua puutteellisen dokumentaation vuoksi. Kenttälaitteet ovat käyttökänsä  
loppupuolella suurimmaksi osin. Suositeltavaa olisi uusia vanhat kenttälaitteet ja  
sähköiset komponentit. Valvontajärjestelmä itsessään on toimiva ja siinä on tarpeeksi  
laajennusvaraa. Automaatiosuunnitelmia ei ollut saatavilla tarkastuksen aikana. Kyt-  
kentäkuvia ei myöskään löytynyt mistään. Suunnitelmat pitäisi toimittaa keskuksiin  
ja käyttöhenkilöstölle.

#### 5.4.3 Lämmöntalteenottolaitteet

Lämmöntalteenottolaitteiden tutkiminen on tehty IVKT 2016 ohjeen 11 Lämmöntal-  
teenottolaitteet mukaisesti. Tutkimus on rajoitettu yleiseen tutkimukseen asiakkaan  
sopimuksen mukaisesti.

Käytössä ei ole mitään käyttöönottoasiakirjoja. Ainoa käytettävissä oleva dokumentti on ilmanvaihtosuunnitelma ja sen muutososa. Käytössä on myös kiinteistöhuollon huoltokirja, josta selviää kiinteistöhuollon tekemät huollot.

Rakentamismääräyskokoelman osassa D2 määrätään, että uudisrakennuksen ilmanvaihdon lämmöntalteenoton hyötysuhteen on oltava vähintään 45 %.

Lämmöntalteenottolaitteet ovat käytössä kuntosalin ja tatamin TK2 ja yleisilmas-  
toinnin TK3 koneissa. TK5 koneessa on nykyaikainen levylämmönsiirrin, jonka toi-  
minnasta ei löytynyt huomautettavaa. Liikuntahallin TK1 koneessa ei ole lämmöntal-  
teenottoa. Lämmöntalteenottolaitteena toimii ns. lämpöputkipatteri, jonka tehonsäätö  
perustuu pattereiden kallistamiseen tulo- ja poistoilmavirtojen välillä. Lämmöntal-  
teenottotapa on vanhentunut ja aiheuttaa korkean painehäviön kanavistoon.

Lämmöntalteenottolaitteiston kallistussäätö ei toiminut. Käyttäjiltä saadun palautteen  
perusteella se ei ole toiminut vuosiin. Lämpöputkipatterin nestetasoa ei pysty tarkis-  
tamaan, koska se on rakennettu suljetuksi järjestelmäksi. Kanavistoon sijoitetuista  
lämpötilamittareista seuraamalla ei lämmönsiirrin toimi lainkaan. Mittauksia ei saatu  
tehtyä kesä-syyskaudesta johtuen. Kuvissa 14 ja 15 on esitetty lämmöntalteenottolai-  
tetta TK2 koneesta.



Kuva14. Lämmöntalteenottokenno.



Kuva 15. Lämmöntalteenottokenno.

Laitteisto on herkkä likaantumiselle johtuen patterin tiiviistä rimoituksesta ja paksusta rakenteesta. Lämmöntalteenottokennot ovat paikoin likaisia. Kennojen puhdistus on haasteellista ja vaikeaa. Puhdistusluukut ovat pieniä ja sijaitsevat liikkuvan kennoton molemmilla puolilla.

Lämmöntalteenottojärjestelmä ei toimi suunnitellulla tavalla. Järjestelmän energiatehokkuus ei vastaa toimivanakaan nykypäivän vaatimuksia. TK5 koneessa on toimiva lämmöntalteenotto, mutta kone palvelee ainoastaan kahta toimistohuonetta. TK1 koneessa ei ole mitään lämmöntalteenottoa. Kone vaihtaa tunnissa ilmaa nykyisillä asetuksilla keskimäärin 24 000 m<sup>3</sup>, jolloin vuotuinen energiahukka on suuri ilman lämmöntalteenottoa. TK2 ja TK3 koneiden lämmöntalteenottolaitteiden toimimattomuus aiheuttaa suuren energiahukan vuositasolla.

Suositellaan lämmöntalteenottojärjestelmän päivittämistä nykyvaatimusten mukaiseksi ja lisäämistä TK1 koneeseen.

#### 5.4.4 Mittaukset

Mittaukset kuntotutkimuksen yhteydessä on tehty IVKT 2016 ohjeen 15 Mittaukset kuntotutkimuksen yhteydessä mukaisesti.

Käytössä ei ole mitään käyttöönottoasiakirjoja. Ainoa käytettävissä oleva dokumentti on ilmanvaihtosuunnitelma ja sen muutososa. Käytössä on myös kiinteistöhuollon huoltokirja, josta selviää kiinteistöhuollon tekemät huollot.

Ilmanvaihtojärjestelmän mittaukset rajoittuivat kuntotutkimuksessa ilmavirtojen mittauksiin ja tilojen äänimittauksiin. Ilmavirtojen mittaukset suoritettiin kaikista tiloista lukuun ottamatta liikuntahallia. Mittaukset liikuntahallin päätelaitteista eivät onnistuneet tilojen korkeuden vuoksi ja myöskään liikuntahallin kanavistossa ei ole mittausyhteitä. Liikuntahallin mittauksia yritettiin tehdä myös kanavistoon tehtyjen reikien avulla, mutta ilmavirran pyörteilyn vuoksi luotettavia mittaustuloksia ei saatu. Tilojen äänimittaukset on kirjattu suurimman keskiarvon mukaan. Mittaukset suoritettiin kaikista tiloista.

Käyttäjiltä on tullut palautetta vedontunteesta ja tatamisalin ja kuntosalin ylipaineesta. Mittauksien perusteella voidaan todeta, että kummassakin tilassa on ylipainetta. Ilmavirran liike on myös kummassakin tilassa selvästi huomattavissa koneen ollessa täydellä teholla päällä.

Kanaviston säätöpellit ovat kaikki auki-asennossa konehuoneissa. Kanavistossa on eteisaulassa, tatamilla ja kuntosalissa havaittavissa päätelaitteiden ympäristössä ohivuotoa. Päätelaitteet ovat likaisia ja aiheuttavat selvää ääntä tilaan. Ääni on kaikissa tiloissa yli Suomen rakennusmääräyskokoelman osan D2:n suositusten.

Ilmanvaihtojärjestelmä on puhdistettava sekä tasapainotettava ja säädettävä. Päätelaitteiden tiivistyksen uusimista suositellaan. Ilmavirtojen nopeus ja ääni todennäköisesti laskee kanaviston tasapainotuksen ja säädön seurauksena. Kanaviston äänen ja ilmavirrannopeuden tarkastelut kannattaa tehdä uudestaan kanaviston säädön jälkeen. Jos äänitasot ja ilmavirtojen nopeudet eivät laske, suositellaan uusia päätelaitteita ja lisää äänenvaimentimia.

#### 5.4.5 Rajoitetut tutkimukset

Kohteesta sovittiin tilaajan kanssa, että tehdään kevyempiä tutkimuksia Suomen LVI-liiton (SuLVI) ilmanvaihdon kuntotutkimuksen ohjeita ja rakennetta noudattaen seuraavista osa-alueista:

- sähköenergian laskenta
- jäähdytyslaitteet
- päätelaitteet
- puhaltimet
- ilmanvaihtokoneet
- ilmakekanavistot
- ilman sisäänotto- ja puhalluslaitteet
- ilmansuodattimet

Näistä kaikista osa-alueista tehtiin SuLVIn ohjeiden mukaiset raportit ja liitteet, jotka toimitettiin myös asiakkaalle. Keskeisimpinä asioina nousi esiin laitteistojen ikä ja toimivuus. Koneet, puhaltimet, päätelaitteet, kanavistot ja muut ovat teknisen käytöikänsä loppupäässä. Pientä korjattavaa löytyy kaikista tarkastelluista kohdista.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää, missä kunnossa rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmä on. Tiedossa oli muutamia epäkohtia ja ajatuksia, mitä tutkimuksessa paljastuu. Yhteistyössä tilaajan kanssa sovittiin tutkimuksien laajuudesta ja tutkittavista painopisteistä.

Opinnäytetyötä tehtiin pitkälti Suomen ilmanvaihtoliiton ohjeiden mukaisesti ja niistä raportoitiin liiton mallien mukaisesti. Työn laajuus ja työmäärä yllätti, kun alettiin tehdä yksityiskohtaisia tutkimuksia ja niiden raportteja perusosan lisäksi. Kuntotutkimuksen perusosan lisäksi tehtiin paljon tutkimuksia ja mittauksia ja niiden perusteella saatiin raportoitua epäkohtia asiakkaalle. Kuntotutkimusraportin pituudeksi tuli yhteensä 90 sivua liitteineen.

Opinnäytetyön teosta oli hyötyä asiakkaalle, koska monia epäkohtia saatiin korjattua samalla kun työtä tehtiin. Esimerkiksi kanaviston puhdistus ja säätö tehtiin työn aikana. Puhdistuksen jälkeen päästiin tarkistamaan puhdistuksen ja säädön tuloksia. Ne paljastivat paljon epäkohtia puhdistus- ja säätötyön laadusta. Kanaviston osia pitää puhdistaa uudelleen ja koko rakennus pitää säätää uudestaan.

Työtä tehdessäni Someron kaupunki aloitti esisuunnittelun koko rakennuksen peruskorjaukselle, joten ilmanvaihtojärjestelmän uudistaminen on suunnittelussa myös. Peruskorjauksen myötä ilmanvaihdon kuntotutkimukseen ei tarvita enempää panostusta hankesuunnitteluun ja korjaukseen, vaan keskitytään olemassa olevan ilmanvaihtojärjestelmän toimintakunnossa pitämiseen vielä muutaman vuoden ajan.

## LÄHTEET

Heinonen, J. & Sandberg, E. (2014). Ilmastointitekniikka: Osa 2. Ilmastointilaitoksen mitoitus: opastusta sisäilmaston, ilmastointilaitoksen järjestelmien, tilailmastoinnin, kanavistojen, koneiden sekä jäähdytys- ja rakennusautomaatiojärjestelmien suunnitteluun ja mitoitukseen. Helsinki: Talotekniikka –Julkaisut.

Hekkanen, M. (2000). Kuntotutkimuksen tilaaminen. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus.

Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkimus, asuinrakennukset. 2016. Helsinki: SuLVI Ry. Viitattu 26.5.2018. <https://www.sulvi.fi>

Ilmanvaihto- ja ilmastointijärjestelmien kuntotutkimus, yleisohje ja tilaajan ohje. 2016. Helsinki: SuLVI Ry. Viitattu 26.5.2018. <https://www.sulvi.fi>

Kaivanto, K., Jokirinta, K. (1999). Sisäilmasto- ja kosteustekninen tutkimus kouluille ja päiväkodeille. Espoo: SIY Sisäilmatieto

KH 90-00500. Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, tilaajan ohje. 2012. Helsinki: Rakennustieto.

KH 90-00501. Liike- ja palvelukiinteistön kuntoarvio, kuntoarvioijan ohje. 2012. Helsinki: Rakennustieto.

KH 92-00220. Julkisivun korjaustarpeen arviointi, korjausrakentaminen. 1996. Helsinki: Rakennustieto.

Rakennustietosäätiö. (2014). Kiinteistön kuntoarvio. Helsinki: Rakennustieto

Seppänen, O. & Seppänen, M. (1996). Rakennusten sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Helsinki: Sisäilmayhdistys.

Suomen RaKMK. 2018. Energiatehokkuus, rakennuksen energiankulutuksen ja lämmitystehontarpeen laskenta. Helsinki: Ympäristöministeriö, Maankäyttö ja rakentaminen. Viitattu 26.5.2018. [www.ym.fi](http://www.ym.fi)

Tiainen, E., Lehtonen, R. (2002). Kuntotutkijan käsikirja. Espoo: Sähköinfo.