

Jaakko Mertaniemi

**PALVELUTALON ILMANVAIHDON MALLINTAMINEN**

# **PALVELUTALON ILMANVAIHDON MALLINTAMINEN**

Jaakko Mertaniemi  
Opinnäytetyö  
Kevät 2015  
Talotekniikan koulutusohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutusohjelma

---

Tekijä: Jaakko Mertaniemi

Opinnäytetyön nimi: Palvelutalon ilmanvaihdon mallintaminen

Työn ohjaaja: Pirjo Kimari

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Kevät 2015 Sivumäärä: 24 + 1 liite

---

Työn aiheena on palvelutalon ilmanvaihdon mallintaminen MagiCAD-suunnitteluohjelmalla. Tavoitteena on selvittää ohjelmiston avulla, miksi kohteena olevassa palvelutalossa ei saada ilmanvaihdon päätelaitteista säädettyä suunnitelmien mukaisia ilmavirtoja. Toisena tavoitteena on etsiä ratkaisuja korjata ilmanvaihto asianmukaiseksi.

Työn pääasiallisena menetelmänä on mallintaa aiemmin suunniteltu ilmanvaihto ohjelmistolla ja tarkastella ilmanvaihtojärjestelmää ohjelmiston työkaluja hyväksi käyttäen. Kanavistot mallinnetaan mahdollisimman tarkasti paperisten suunnitelmien mukaisesti. Mallinnuksen jälkeen ohjelmalla lasketaan kanaviston aiheuttamat painehäviöt, virtausnopeudet ja äänitasot.

Työn tuloksista voidaan päätellä, että kanavisto on suunniteltu asianmukaisesti mutta kohteen IV-koneet ovat alimitoitettut. Mallinnuksen perusteella voidaan kuitenkin todeta, että olemassa olevassa kanavistossa on ongelmia, joita pitäisi tutkia tarkemmin. Kanavistojen painehäviö on todellisuudessa reilusti suurempi kuin pitäisi, mistä voidaan päätellä että kanavistossa on vuotoja, epäpuhtauksia tai suunnitelmista poikkeavia asennuksia, jotka aiheuttavat suunniteltua suurempia painehäviöitä. Näin ollen kanavistoasennukset on syytä tarkastaa kunnon. Kohteeseen kannattaa myös vaihtaa nykyistä tehokkaammat IV-koneet, joilla voidaan saavuttaa suunnitelmien mukaiset ilmavirrat.

---

Asiasanat: ilmanvaihto, MagiCAD, palvelutalo

## ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences  
Degree programme in building services

---

Author: Jaakko Mertaniemi

Title of thesis: Modeling of Air Conditioning for Sheltered home

Supervisor: Pirjo Kimari

Term and year: Spring 2015

Pages: 24 + 1 appendix

---

The subject of work is modeling in rest home air condition with MagiCAD desing software. Main goal is find out through software why doesn't get correct air flows from the terminal equipments in the target rest home. The second goal is find out solutions to repair air condition.

The principal methods are to model air condition with software according to previously design. And then to view air condition with software tools. The ducts are modeling exactly from previously design. After the modeling are calculated duct pressure drop, flow speed and noise level with the software.

From the results can though that the duct system is designed correctly but the air condition machines are measured too low. Also can note that the used duct system have some problems which should be inspect more specifically before do repairs. The pressure drop in the ducts are more bigger than should be. Conclusion is that there is maybe leak, impurity or different installation than the plan which cause that. The installations should be inspect properly. Favor change new, more powerful air condition machines to the target so can reach the correct air flows.

---

Keywords: Air Condition, MagiCAD, Sheltered Home

## ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on tehty kevään 2015 aikana. Olen opiskellut tutkintoa työni ohessa ja nyt neljäntenä lukuvuonna opinnäytetyö tuli ajankohtaiseksi. Aiheen työhön sain koulun kautta ja koska olen ilmanvaihdon kanssa tekemisissä myös työni kautta, aihe kiinnosti minua paljon. Kiitokset ohjaavalle opettajalleni Pirjo Kimarille sekä työn tilaajalle Hannu Reinikaiselle pätevistä neuvoista ja ohjauksesta. Kiitokset myös työnantajalleni kärsivällisyydestä ja joustavuudesta opinnoissani. Ennen kaikkea kiitos kuuluu kuitenkin vaimolleni ja perheelleni, joilla on riittänyt kärsivällisyyttä, vaikka illat ovat työn ja koulun takia venähtäneet toisinaan pitkiksi.

Oulu 1.6.2015

Jaakko Mertaniemi

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ABSTRACT	4
ALKULAUSE	5
SISÄLLYS	6
1 JOHDANTO	7
2 RAKENNUKSEN SISÄILMASTO	8
2.1 Yleistä sisäilmasta	8
2.2 Sisäilman laatu	8
2.2.1 Määräykset ja ohjeet	8
2.2.2 Lämpötila	10
2.2.3 Huoneilman kosteus	11
2.2.4 Ääniolosuhteet	11
2.2.5 Ilmanvaihto	12
2.3 SFP-luku	13
3 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN MALLINTAMINEN	15
3.1 Lähtötilanne	15
3.1.1 Rakennus A	15
3.1.2 Rakennus B	15
3.1.3 Rakennus C	16
3.2 Mallinnus	16
3.3 Tulokset	17
3.3.1 Kanaviston painehäviö	17
3.3.2 Kanaviston virtausnopeus	19
3.3.3 Äänitasot huonetiloissa	19
3.4 Parannusehdotukset	20
3.4.1 Kanaviston tiiveysmittaus	20
3.4.2 Ilmavirtojen tarkistaminen	21
3.4.3 Konevalinta	22
4 YHTEENVETO	23
LÄHTEET	24
Liite 1 Huonekohtaiset ilmavirrat	

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön aiheena on palvelukodin ilmanvaihtojärjestelmän mallintaminen MagiCAD-suunnitteluohjelmalla. Ilmanvaihtojärjestelmä on suunniteltu ja rakennettu 1990-luvun puolivälissä, ja siitä oli lähtötietona paperiset suunnitelmat.

Opinnäytetyön aihe tuli ajankohtaiseksi, kun palvelukodissa huomattiin ilmanvaihdon mittaustyön aikana, että suunnitelmien mukaisia ilmamääriä ei saada toteutettua. MagiCAD-ohjelman avulla oli tarkoitus tutkia, mistä ongelma johtuu ja mitä asialle voitaisiin tehdä.

Kohteeseen on tehty kiinteistön kuntoarvio, jossa on tarkasteltu myös ilmanvaihdon toteutusta. Samaten kohteessa on tehty ilmanvaihdon mittaus- ja säätyö.

Työn tavoitteena on selvittää, miten kohteen ilmanvaihto saataisiin järjestettyä suunnitelmien ja rakentamismääräysten mukaiseksi mahdollisimman kustannustehokkaasti.

## 2 RAKENNUKSEN SISÄILMASTO

### 2.1 Yleistä sisäilmasta

Rakennuksen sisäilmastolla tarkoitetaan niitä ympäristötekijöitä rakennuksessa, jotka vaikuttavat ihmisen viihtyvyyteen ja terveyteen. Lämpö- ja kosteusolosuhteet vaikuttavat aineenvaihdunnan tasapainoon lämmönluovutuksen kautta. (1.)

Hyvään sisäilmaston laatuun vaikuttavat lämmitys, ilmanvaihto, rakennustekniikka, käytetyt materiaalit ja sääolot sekä rakennuksen käyttö ja kunnossapito (2, s. 2). Sisäilma ja sisäilmasto ovat käsitteenä eri asioita. Sisäilmalla tarkoitetaan hengitettävää, rakenteiden rajaamaa ilmaa sisätiloissa. Sen sijaan sisäilmastoon kuuluvat sisäilman lisäksi siihen vaikuttavat kemialliset ja fysikaaliset olot. Fysikaalisia tekijöitä ovat mm. lämpötila, kosteus, säteily ja ääniosuhteet. Kemiallisia tekijöitä puolestaan ovat mikrobit kosteusvaurioista, ihmiset, sisustus- ja rakennusmateriaalit ja kaikki ulkoiset epäpuhtaustekijät. (3.)

### 2.2 Sisäilman laatu

#### 2.2.1 Määräykset ja ohjeet

Rakennuksen sisäilman laatua määritellään mm. Terveysuojelulaissa (763/1994) ja rakentamismääräyskokoelmissa.

Terveysuojelulain tarkoituksena edistää ja ylläpitää väestön terveyttä sekä ennaltaehkäistä, vähentää ja poistaa elinympäristön terveyshaittoja. Terveysuojelulain 26 § määrittää asunnon ja muiden oleskelutilojen terveydelliset vaatimukset. 27 §:ssä on puolestaan säädetty asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyvistä terveyshaitasta. (4.)

#### 26§

*Asunnon ja muun sisätilan sisäilman puhtauden, lämpötilan, kosteuden, melun, ilmanvaihdon, valon, säteilyn ja muiden vastaavien olosuhteiden tulee olla sellaiset, ettei niistä aiheudu asunnossa tai sisätilassa oleskeleville terveyshaittaa.*



*Asunnossa ja muussa oleskelutilassa ei saa olla eläimiä eikä mikrobeja siinä määrin, että niistä aiheutuu terveyshaittaa.*

## 27§

*Jos asunnossa tai muussa oleskelutilassa esiintyy melua, tärinää, hajua, valoa, mikrobeja, pölyä, savua, liiallista lämpöä tai kylmyyttä taikka kosteutta, säteilyä tai muuta niihin verrattavaa siten, että siitä voi aiheutua terveyshaittaa asunnossa tai muussa tilassa oleskelevälle, toimenpiteisiin haitan ja siihen johtaneiden tekijöiden selvittämiseksi, poistamiseksi tai rajoittamiseksi on ryhdyttävä viipymättä.*

*Jos haitta aiheutuu asuinhuoneiston tai muun oleskelutilan rakennuksen rakenteista, eristeistä tai rakennuksen omistajan vastuulla olevista perusjärjestelmistä, haitan poistamisesta vastaa rakennuksen omistaja, ellei muualla laissa toisin säädetä. Jos terveyshaitta aiheutuu kuitenkin asunnon tai muun oleskelutilan käytöstä, joka ei ole tavanomaista, terveyshaitan poistamisesta vastaa asunnon tai muun oleskelutilan haltija. Kunnan terveydensuojeluviranomainen voi velvoittaa sen, jonka vastuulla haitta on, ryhtymään viipymättä tarvittaviin toimenpiteisiin terveyshaitan ja siihen johtaneiden tekijöiden selvittämiseksi, poistamiseksi tai rajoittamiseksi.*

*Jos terveyshaitta on ilmeinen ja on syytä epäillä sen aiheuttavan välitöntä vaaraa, haittaa ei voida korjata tai jos terveydensuojeluviranomaisen määräystä haitan poistamiseksi ei ole noudatettu, eikä muita tämän lain mukaisia toimenpiteitä ole pidettävä riittävinä, terveydensuojeluviranomainen voi kieltää tai rajoittaa asunnon tai muun oleskelutilan käyttöä.*

*Tässä pykälässä tarkoitettujen määräysten antamisen tulee perustua terveydensuojeluviranomaisen tekemään tarkastukseen sekä riittäviin ja luotettaviin mittauksiin, näytteisiin, tutkimuksiin, selvityksiin tai havaintoihin. Terveyshaitan selvittämiseksi voidaan lisäksi antaa määräys rakenteen kunto- tutkimuksen suorittamisesta.(4.)*

Rakennuksen sisäilmastoon ja ilmanvaihtoon liittyviä määräyksiä on lisäksi Suomen rakentamismääräyskokoelman osassa D2, jota käytetään uuden rakennuksen sisäilmaston ja ilmanvaihdon suunnittelussa. Lisäksi Sisäilmayhdistys ry on julkaissut vuonna 2008 sisäilmaluokituksen, joka on tarkoitettu ohjeeksi rakennus- ja talotekniikan suunnitteluun ja rakennusteollisuuteen. Sisäilmayhdistyksen tavoitteena on saada rakennuksista sisäilmastoltaan terveellisempiä ja viihtyisämpiä. Luokitus on tarkoitettu käytettäväksi sekä uudis- että korjausrakentamisessa. Luokituksessa sisäilmasto on jaettu kolmeen sisäilma-

luokkaan, jotka on esitetty taulukossa 1. Jokaisella luokalla on omat tavoitearvonsa lämpötilalle, hiilidioksidipitoisuudelle, radonpitoisuudelle ja ilman liikenopeudelle (vedolle).

*TAULUKKO 1. Sisäilmastoluokat (3, s. 4)*

S1: Yksilöllinen sisäilmasto	Tilan sisäilman laatu on erittäin hyvä eikä tiloissa ole havaittavia hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat viihtyisät eikä vetoa tai yllämpenemistä esiinny. Tilan käyttäjä pystyy yksilöllisesti hallitsemaan lämpöoloja. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset erittäin hyvät ääniolosuhteet ja hyviä valaistusolosuhteita tukemassa yksilöllisesti säädettävä valaistus.
S2: Hyvä sisäilmasto	Tilan sisäilman laatu on hyvä eikä tiloissa ole häiritseviä hajuja. Sisäilmaan yhteydessä olevissa tiloissa tai rakenteissa ei ole ilman laatua heikentäviä vaurioita tai epäpuhtauslähteitä. Lämpöolot ovat hyvät. Vetoa ei yleensä esiinny, mutta yllämpeneminen on mahdollista kesäpäivinä. Tiloissa on niiden käyttötarkoituksen mukaiset hyvät ääni- ja valaistusolosuhteet.
S3: Tyydyttävä sisäilmasto	Tilan sisäilman laatu ja lämpöolot sekä valaistus- ja ääniolosuhteet täyttävät rakentamismääräysten vähimmäisvaatimukset. Eri suureiden tavoite- ja suunnitteluarvot voidaan valita eri laatuluokista. Tarvittaessa jonkin suureen arvo voidaan määrittellä tapauskohtaisesti.

### **2.2.2 Lämpötila**

Lämpötilan kokeminen on yksilöllistä. Lämpötilan vaihtelut ovat herkästi aistittavissa, ja se aiheuttaa ihmisissä helposti epämiellyttävyyden tunnetta. Sopiva

huonelämpötila on noin 21 - 22 °C. Lattian pintalämpötilan tulisi olla vähintään 18 °C. (10, s. 8.)

Keväällä ja kesällä auringon säteily saattaa lämmittää sisätiloja liikaa. Rakennuksen sisälämpötiloihin vaikuttavat sääolojen lisäksi mm. rakennuksen lämpötekninen toimivuus, ilmanvaihto, huonetilojen kuormitus ja lämmitysjärjestelmä. (5, s. 13.)

Paitsi että huoneilman lämpötila vaikuttaa suoraan viihtyvyyteen, sillä voi olla vaikutusta myös terveyteen. Pitkäaikainen veto ja viileys voivat aiheuttaa terveyshaittoja. Lattian alhainen pintalämpötila voi olla lapsille ja aikuisillekin haitallinen. Liian lämmin huoneilma voi puolestaan lämmityskaudella lisätä väsymystä, keskittymiskyvyn alenemista tai aiheuttaa kuivuuden tunnetta. (5, s. 13.)

### **2.2.3 Huoneilman kosteus**

Huoneilman kosteus on lämpötilan ohella merkittävä tekijä viihtyvyyden kannalta. Kosteudella on vaikutusta mm. hikoiluun ja hengitykseen. Liiallinen kosteus voi aiheuttaa kosteuden tiivistymistä rakenteisiin ja edistää pölypunkkien esiintymistä. Kuiva ilma vaikuttaa liman poistumiseen hengitysteistä. Se heikentää värekarvojen liikettä, ja tällöin limakalvojen vastustuskyky heikkenee, mikä puolestaan voi aiheuttaa tulehduksia. (5, s. 20.)

Sopiva ilman suhteellinen kosteus asunnossa on noin 20 - 60 %, mutta sen saavuttaminen ei ole ilmastollisista syistä aina mahdollista. Ilman kostuttamista tulee välttää. Jos tähän kuitenkin päädytään, tulisi kosteutta seurata luotettavalla kosteusmittarilla. Suhteellisen kosteuden poikkeamaa ei pidetä terveyshaittana, jos asunnon muut terveydelliset edellytykset täyttyvät. (5, s. 20.)

### **2.2.4 Ääniolosuhteet**

Rakennus on suunniteltava ja rakennettava siten, että rakennuksessa on viihtyisät ääniolosuhteet (7, s. 8). Rakentamismääräyskokoelman osa C1 käsittelee tarkemmin meluntorjuntaa ja ääneneristystä rakennuksessa. Siinä on annettu määräyksiä sekä ohjeita LVIS-laitteiden aiheuttamista sallituista äänitasoista rakennuksen sisä- ja ulkopuolella. Ohjeistoissa on otettava huomioon eri ääni-

lähteiden yhteisvaikutus. Jos tilaan aiheutuu ääntä useammasta äänilähteestä, tulee jokaisen äänilähteen erikseen aiheuttama äänitaso olla niin alhainen ettei niiden yhteisesti tuottama äänitaso ylitä sallittuja raja-arvoja. Taulukossa 2 on esitetty asuintilojen suurimmat sallitut äänitasot eri huonetiloissa.

*TAULUKKO 2. Äänitasojen ohjearvot eri huonetiloissa (7, s. 28)*

Tila / käyttötarkoitus	Ulkoilma- virta (dm <sup>3</sup> /s)/hlö	Ulkoilma- virta (dm <sup>3</sup> /s)/m <sup>2</sup>	Poistoilma- virta dm <sup>3</sup> /s	Äänitaso L <sub>A,eq,T</sub> / L <sub>A,max</sub> dB	Ilman nopeus talvi m/s	Huom!
Asuintilat:	6					
Asuinhuoneet		0,5		<b>28 / 33 *</b>	0,20	*C1 määräys
Keittiö		#S	8 #A	<b>33 / 38 *</b>	0,20	*C1 määräys
- käyttöajan tehostus		#S	25	33 / 38	0,20	
Vaatehuone, varasto		#S	3	33 / 38		
Kylpyhuone		#S	10 #B	38 / 43	0,20	
- käyttöajan tehostus		#S	15	38 / 43	0,20	
WC		#S	7 #B	33 / 38		
- käyttöajan tehostus		#S	10	33 / 38		
Kodinhuoltohuone		#S	8	33 / 38	0,30	
- käyttöajan tehostus		#S	15	33 / 38	0,30	
Huoneistos sauna		2 #C	2/m <sup>2</sup> #C	33 / 38		

## 2.2.5 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdolla hallitaan ilmanlaatua. Sen avulla sisätiloihin tuodaan puhdasta ilmaa ja poistetaan epäpuhtauksia. Ilmanvaihto mitoitetaan tilassa syntyvien epäpuhtauksien perusteella. Asuinrakennuksissa ilmanvaihdon pitää olla jatkuvatoiminen ja tarvittaessa tehostettavissa. Ilman tulee vaihtua koko rakennuksessa mutta erityisesti makuuhuoneissa. Nykyään ilmanvaihto järjestetään lähes poikkeuksetta koneellisesti mutta se voidaan tehdä myös painovoimaisesti. Painovoimaisessa järjestelmässä hyödynnetään sisä- ja ulkolämpötilojen eroa. Koneellisessa ilmanvaihdossa ilma saadaan vaihtumaan tasaisesti säästä riippumatta jokaisesta huoneesta. (6, s. 48.)

Ilmanvaihtojärjestelmä suunnitellaan ja rakennetaan yleensä sillä periaatteella että ilma virtaa puhtaista tiloista likaisiin. Oleskelutiloihin, kuten makuuhuoneisiin ja olohuoneeseen tuodaan puhdasta ilmaa ja likainen ilma poistetaan WC-tiloista, pesu- ja kylpytiloista ja keittiöstä. Niin sanottua oikosulkuvirtausta eli tilannetta, jossa ilma virtaa tuloilmaventtiilistä suoraan poistoilmaventtiiliin, tulee välttää. Toinen tärkeä seikka on se, että huoneilma on jonkin verran alipainei-

nen ulkoilmaan nähden. Alipaineisuus estää kosteuden kulkeutumisen huoneilmasta rakenteisiin. (9, s. 163–165.)

Ulkoilmavirta määräytyy ensisijaisesti henkilöperusteen mukaan. Toissijaisesti käytetään pinta-alan mukaista perustetta silloin, kun henkilöperusteelle ei ole riittäviä edellytyksiä. Kolmantena perusteena on rakentamismääräyskokoelman ohjearvo siitä, että rakennuksen koko ilma tulee vaihtua kerran kahdessa tunnissa (ilmanvaihtokerroin 0,5 1/h). (7, s. 10.)

### 2.3 SFP-luku

SFP on lyhenne englanninkielisistä sanoista Specific Fan Power. SFP-lukua käytetään ilmaisemaan ilmanvaihtokoneen ominaissähkötehoa. Se kertoo, kuinka paljon sähkötehoa tarvitaan kuljettamaan ilmaa rakennuksessa. Se ilmaisee käytännössä ilmanvaihdon sähkönkäytön hyötysuhteen. Toisin sanoen, mitä pienempi SFP-luku on, sen energiatehokkaampaa on ilmanvaihto. (8, s. 2.)

SFP on tarkoitettu apuvälineeksi, jolla voidaan ohjata ilmanvaihtolaitteiden valintaa ja toteutettavan ilmanvaihtojärjestelmän sähkötehokkuutta. Samalla sitä voidaan käyttää apuvälineenä varmistamaan, että suunnittelu- ja toteutusprosessi johtavat haluttuun lopputulokseen. (8, s. 2.)

SFP-luku lasketaan kaavalla 1. (8, s. 2.).

$$SFP = \frac{P_{tulo} + P_{poisto} + P_{apulaitteet}}{q_{max}}$$

KAAVA 1

Missä:

SFP= ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho, kW/(m<sup>3</sup>/s)

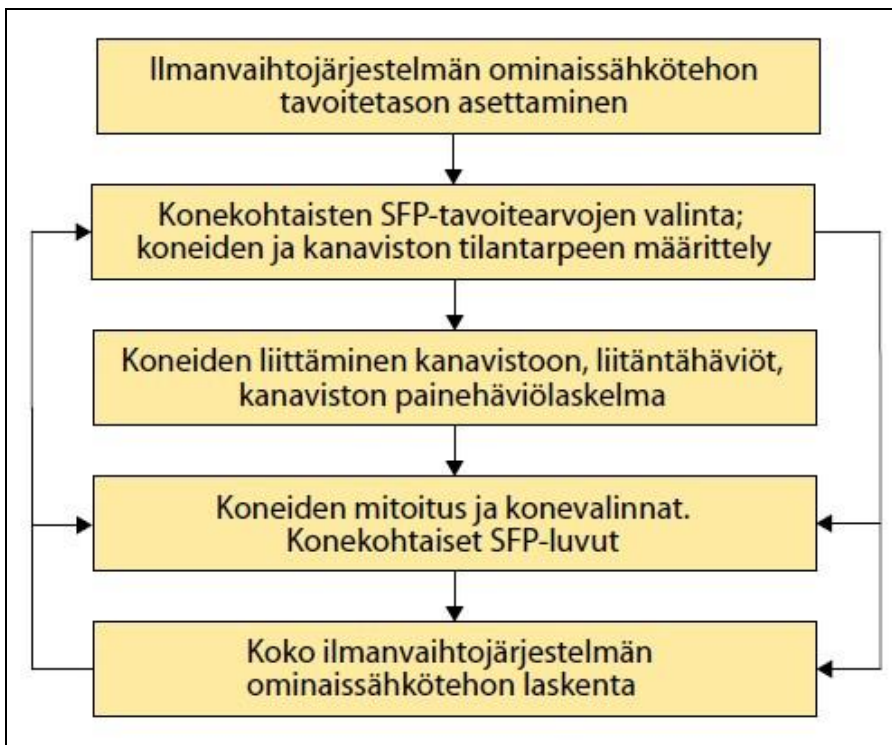
P<sub>tulo</sub>= tuloilmapuhaltimien ottama sähköteho yhteensä, kW

P<sub>poisto</sub>= poistoilmapuhaltimien ottama sähköteho yhteensä, kW

P<sub>apulaitteet</sub>= taajuusmuuttajien, LTO-pumppujen tai muiden apulaitteiden ottama sähköteho yhteensä, kW

q<sub>max</sub>= mitoittava jäteilmavirta tai tuloilmavirta, m<sup>3</sup>/s

Kunnollisella suunnittelulla ja huolellisilla laitevalinnoilla voidaan vaikuttaa ilmanvaihtolaitteiden sähkönkulutukseen ja siten rakennuksen elinkaarikustannuksiin. Alhaisen SFP-luvun saavuttaminen edellyttää väljää kanavistomitoitusta, koska IV-koneen ulkopuolinen painehäviö on merkittävä tekijä ominaissähkötehon suuruuteen. Huolellisen suunnittelun lisäksi on huolehdittava siitä, että myös asennukseen kiinnitetään huomiota. Suunnitteluvaiheessa saavutettu SFP-luku saatetaan ylittää, jos asennuksessa joudutaan poikkeamaan suunnitelmista esimerkiksi ylimääräisillä supistuksilla, putkikäyrillä tai suorakaidekanavaosuuksilla. Tietomallien käyttö suunnittelussa auttaa siihen, että myös asennus voidaan järjestää suunnitelmien mukaisesti. Kuvassa 1 on esitetty SFP-luvun suunnittelun ja laskennan vaiheet. (8, s. 3.)



KUVA 1. SFP-luvun suunnittelun vaiheet (8, s. 3.)

## **3 ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄN MALLINTAMINEN**

### **3.1 Lähtötilanne**

Työn aiheena on Joutsan palvelukodin ilmanvaihtojärjestelmän mallintaminen MagiCAD-suunnitteluohjelmalla. Palvelukoti on neljäosainen rakennuskokonaisuus, joista kahdessa on asuntoja, yhdessä ryhmäkoteja ja neljäs on keskusrakennus. Keskusrakennuksen ilmanvaihdossa ei ole todettu ongelmia, ja siksi se on rajattu tässä työssä pois tarkastelusta.

Palveluasuntorakennuksien ja ryhmäkotirakennuksen ilmanvaihto on toteutettu pienillä Valloxin Ilmava 100, 120 ja 240 -ilmanvaihtokoneilla. Ongelmana on ollut, että venttiileistä ei saada säädettyä suunnitelmien mukaisia ilmamääriä.

Työn tarkoituksena on mallintaa suunnitelmien mukainen kanavisto MagiCAD-ohjelmalla ja pyrkiä sitä kautta selvittämään, mistä riittämätön ilmanvaihto johtuu. Toisena työn tavoitteena on selvittää, millaisilla toimenpiteillä ilmanvaihto saataisiin korjattua toimivaksi.

#### **3.1.1 Rakennus A**

Rakennus A sisältää palveluasuntoja. Rakennuksessa on neljä kappaletta kaksioita ja neljä kappaletta yksiöitä. Kaikissa asunnoissa on WC- ja pesutilat sekä omat keittiötilat. Lisäksi rakennuksessa on kaksi kappaletta juttunurkkauksia, yksi viherhuone ja erilaisia varastotiloja.

Rakennuksen asuintiloja palvelee LTO-1-ilmanvaihtokone, joka on Vallox MUH-Ilmava 240. Lisäksi rakennuksen varastotiloja palvelee LTO-2-ilmanvaihtokone, joka on Vallox MUH-Ilmava 120.

#### **3.1.2 Rakennus B**

Rakennus B on lähes identtinen A-rakennuksen kanssa. Se on vain peilikuva A-rakennuksesta. Huoneiden koot ovat täysin samat, ainoastaan kahdella apuhuoneella on hivenen eri käyttötarkoitus.

Myös rakennuksesta B löytyy kaksi ilmanvaihtokonetta, jotka niin ikään ovat identtisiä rakennuksen A kanssa. Asuintiloja palvelee Vallox MUH-Ilmava 240 (LTO-3) ja varastotiloja Vallox MUH-Ilmava 120 (LTO-4).

### **3.1.3 Rakennus C**

Rakennus C sisältää solutyyppejä ryhmäkoteja. Siinä on kaksi kappaletta ryhmäkoteja, joissa molemmissa on viisi kappaletta WC- ja pesutiloilla varustettuja asuinhuoneita ja yhteinen keittiö-/ruokailutila. Lisäksi C-rakennuksessa on yhteinen takkahuone, toimistohuone ja saunaosasto.

Ilmanvaihtokoneita C-rakennuksessa on kolme. Nämä on jaettu siten, että LTO-5 (Vallox MUH-Ilmava 240) palvelee asuinhuoneita, LTO-6 (Vallox MUH-Ilmava 120) yhteisiä oleskelutiloja ja LTO-7 (Vallox MUH-Ilmava 100) saunaosastoa.

### **3.2 Mallinnus**

Lähtötietona mallinnuksen aloittamiselle oli paperiset ilmanvaihtosuunnitelmat vuodelta 1994. Suunnitelmat on piirretty jäljestä päätellen käsin. Piirustukset olivat selkeät ja helposti luettavat. Ainoat puutteet mallinnusta ajatellen niissä olivat korkomerkitöjen puute ja se, ettei jäteilmakanavia ollut piirretty ollenkaan. Kanavistossa oli myös nähtävissä muutamia törmäyksiä piirustuksissa. Sitä, miten nämä törmäykset on kanavistoa rakennettaessa ratkaistu, voidaan vain arvailla ja olettaa.

Mallinnuksessa käytettiin AutoCAD 2013 -ohjelman päälle asennettua MagiCAD-suunnitteluohjelmistoa. MagiCADin versiona oli 2014.4. MagiCAD on LVI-suunnitteluun kehitetty 3D-suunnitteluohjelma, jolla pystyy suunnittelemaan niin lämmitys-, vesi-, viemäri- kuin ilmanvaihtoputkistojakin. MagiCADin etuna normaalissa suunnittelussa on sen monipuoliset laskentamahdollisuudet. Se osaa laskea mm. kanavakoot ja painehäviöt sekä tasapainottaa putkiston. Tässä työssä näitä ominaisuuksia voitiin käyttää rajoitetusti, koska kyseessä oli olemassa olevan kanaviston mallinnus eikä uuden suunnittelu. Kun normaalisti ohjelman annetaan mitoittaa kanavakoot, nyt ne valittiin mallinnettaessa itse ja lukittiin kohdalleen.



Ohjelmasta löytyivät lähes kaikki päätelaitteet ja muut kanavaosat, mitä työssä tarvittiinkin. Oikeastaan ainoa puute oli oikeat liesikuvut. Alkuperäisten suunnitelmien mukaan palvelukodissa käytetään Valloxin MUH KTXEA -liesikupuja ja näitä ei ohjelmasta löydy. Mallinnukseen valittiin tilalle Valloxin PTX -liesikupu. Tämä valinta oli hivenen arpapeliä ja aiheuttaa tuloksiin epävarmuutta.

Lähtötiedoksi saatiin myös paperisista suunnitelmista dwg-muotoon käännetty pohjapiirustukset. Mallinnus aloitettiin siten, että pohjapiirustukset otettiin AutoCAD-blockina oikeassa mittasuhteessa pohjalle ja tämän päälle alettiin mallintamaan. Ensimmäiseksi sijoitettiin päätelaitteet oikealle kohdalleen ja päätelaitteisiin syötettiin suunnitelmien mukaiset ilmavirrat. Tämän jälkeen mallinnettiin kanavisto alkaen päätelaitteista ja päättyen ilmanvaihtokoneisiin. Ilmanvaihtokoneita itsessään ei mallinnettu. Kun kanavisto oli saatu mallinnettua, laitettiin lopuksi vielä äänenvaimentimet, puhdistusluukut ja muut kanavistovarusteet paikalleen.

Kuten sanottua, suunnitelmissa ei ollut kanavistojen korkoja merkattu, joten nämä piti laittaa malliin oletuksien pohjalta. Myöskään kanavistojen törmäyksiä ei lähdetty mallinnuksessa väistelemään, koska eri järjestelmien törmäykset eivät vaikuta ohjelman laskentoihin. Selvää on kuitenkin se, että todellisuudessa kanavistot eivät voi mennä toistensa läpi, mutta koska todellisesta tilanteesta ei ollut tietoa, mallinnettiin suunnitelmien mukaan.

Jokaisen ilmanvaihtokoneen kanavat jaettiin omiin järjestelmiinsä ja näin saatiin ilmanvaihtokoneiden mukaan seitsemän tuloilma-, poistoilma-, raitisilma- ja jäteilmajärjestelmää. Tällä mahdollistettiin se, että jokaista ilmanvaihtokonetta voitiin tarkastella erikseen.

### **3.3 Tulokset**

#### **3.3.1 Kanaviston painehäviö**

Kun mallinnus oli valmis, ajettiin ohjelmalla kanavistojen painehäviölaskenta. Saatuja painehäviöitä verrattiin ilmanvaihtokoneiden datalehdistä saatuihin valmistajan ilmoittamiin paineentuottokäyriin.

Ilmanvaihtokoneen tuloilmapuhaltimen täytyy tuottaa riittävä paine voittamaan sekä raitisilma- että tuloilmakanaviston aiheuttama painehäviö. Samaten koneen poistoilmapuhaltimen täytyy tuottaa riittävä paine voittamaan poistoilma- ja jäteilmakanaviston painehäviö. Taulukossa 3 on esitetty konekohtaisesti sekä IV-koneen valmistajan ilmoittama paineentuotto suunnitelluilla ilmavirroilla että mallinnuksen avulla laskettu kanaviston painehäviö.

*TAULUKKO 3. Kanavistojen painehäviöt mallinnettuna vs. IV-koneiden puhaltimien paineentuotto*

	LTO-1		LTO-2		LTO-3		LTO-4		LTO-5		LTO-6		LTO-7	
	poisto +jäte	raitis +tulo	poisto +jäte	raitis +tulo	poisto +jäte	raitis +tulo	poisto +jäte	raitis +tulo	poisto +jäte	raitis +tulo	poisto +jäte	raitis +tulo	poisto +jäte	raitis +tulo
Ilmoitettu, Pa	225	160	190	130	225	160	160	130	250	180	190	0	230	170
Laskettu, Pa	110	120	125	120	110	120	150	132	120	90	155	145	135	75
Ilmavirta, l/s	160	160	114	90	160	160	120	90	150	150	115	115	73	66

Mallinnuksen perusteella asuinhuoneita palvelevien koneiden, LTO-1, LTO-3 ja LTO-5, pitäisi pystyä tuottamaan tarvittava kanavapaine, jotta ilmamäärät saataisiin suunnitelmien mukaisiksi. Erityisesti poistokanavien painehäviö jää noin puoleen siitä, mitä koneiden poistoilmapuhallin pystyy maksimissaan tuottamaan. Koneen pitäisi pystyä suunniteltuihin ilmavirtoihin poistojen osalta jo nopeudella 3 (asteikko 1 - 4), jolloin myös tehostusvaraa jäisi jonkin verran. Tuloilmapuhallinta joudutaan käyttämään nopeudella 4. Tiedossa ei ole, pystyykö tulo- ja poistopuhaltimien nopeutta säätämään erikseen vai säätääkö nopeusasetus molempia puhaltimia yhtä aikaa.

LTO-6-kone puolestaan on jo ilmamääriä tarkasteltaessa selkeästi liian pienitehoinen. Tuloilmapuhaltimen painekäyrä ei yllä suunnitelluille ilmavirroille ollenkaan. Myös poistoilmakanaviston painehäviö menee mallinnuksessa hyvin lähelle puhaltimen tuottoa. Teoriassa poistopuhaltimen teho riittäisi, mutta käytännössä asennusteknisistä syistä ja likaantumisen vuoksi kanaviston painehäviö lienee teoreettista hieman isompi, jolloin puhallin jää alitehoiseksi. Poistopuhaltimessa ei myöskään ole tehostusvaraa ollenkaan.

Rakennuksen A ja B varastotiloja palvelevat ilmanvaihtokoneet LTO-2 ja LTO-4 ovat myös liian pieniä. Molemmissa järjestelmissä poistoilmakanaviston painehäviö on suurempi, mihin puhaltimet pystyvät, joten suunniteltuja ilmavirtoja on mahdotonta näillä koneilla toteuttaa.

Rakennuksen C saunatiloja palveleva ilmanvaihtokone LTO-7 pystyy tuottamaan suunnitelman mukaiset ilmavirrat, mutta tehostamisen varaa siinäkään ei ole.

Yhteistä kaikille koneille on se, että suunnitelmien mukaisille ilmavirroille koneita joudutaan käyttämään maksiminopeudella, mikä tarkoittaa sitä, että tarvittavaa käytön ajan tehostusvaraa ei jää ollenkaan.

### **3.3.2 Kanaviston virtausnopeus**

Yhtenä osatavoitteena oli selvittää, onko ilmanvaihtokanavistot riittävän väljät suunnitelmien mukaisille ilmavirroille. Tätä lähdettiin tarkastelemaan mallista ilmavirran nopeuden avulla. Kokemusperäisten tietojen perusteella nopeus runkokanavissa tulisi olla enimmillään 5 - 6 m/s ja haarakanavissa 2 - 3 m/s.

Yleisesti voitiin todeta tarkastelun jälkeen, että näillä ilmavirroilla kanaviston nopeus ei ole vielä ongelma. Pääsääntöisesti nopeudet jäivät runkokanavissa-kin alle 5 m/s. Lähinnä heti koneiden läheisyydessä oli muutamia kohtia, joissa nopeus nousi kovemmaksi, mutta nämä olivat hyvin lyhyitä osuuksia. Merkittävää haittaa niistä ei aiheudu ja osittain nämä osuudet johtuivat koneiden lähtöliitäntästä.

### **3.3.3 Äänitasot huonetiloissa**

Kun todettiin, että koneita joudutaan käyttämään maksiminopeudella, päätettiin tarkastella myös koneiden aiheuttamaa melua huonetiloihin. MagiCAD-ohjelma osaa laskea automaattisesti päätelaitteista huonetiloihin tulevan äänitason, kun ohjelmaan syötetään lähtötiedoksi koneen tuottamat äänitasot.

Huoneeseen tulevaan äänitasoon vaikuttaa koneen tuottaman äänen lisäksi myös päätelaitteen aiheuttama ääni. Myös kanavistossa syntyy ääntä ilman virratessa, mutta normaalisti kanavistot mitoitetaan tavanomaisissa ilmanvaihtolai-

toksissa niin väljäksi, että virtausnopeuden aiheuttama ääni jää merkityksettömäksi.

Tässä kohteessa jokaiseen kanavistoon on asennettu erillinen äänenvaimennin, joka vaimentaa koneiden tuottamaa ääntä.

Rakennuksien varastotiloja palvelevasta MUH Ilmava 120 -koneesta ei löytynyt teknisiä tietoja äänitasojen osalta, joten näiden tilojen ääniolosuhteita ei tarkasteltu työssä ollenkaan.

Asuintiloissa, kuten makuuhuoneissa ja olohuoneissa ei todettu olevan äänien kanssa ongelmia. RakMK D2 taulukon mukaan asuinhuoneiden A-painotettu ekvivalenttiäänitaso saa olla korkeintaan 28 dB(A). Kaikissa asuinhuoneissa äänitasot jäivät reilusti tämän alle, ollen korkeimmillaan 22 dB(A).

Ainoa huonetila, jossa ääniarvot ylittyivät sallitusta, oli rakennuksen C sauna-osaston pukuhuonetila, jossa äänitaso oli ohjelman mukaan 36 dB(A). Pukuhuonetilan suurin sallittu ekvivalenttiäänitaso on taulukon mukaan 33 dB(A).

### **3.4 Parannusehdotukset**

#### **3.4.1 Kanaviston tiiveysmittaus**

Ilmavirtojen mittaus- ja säätötyön yhteydessä on todettu käytännössä, että päätelaitteista ei saada suunnitelmien mukaisia ilmavirtoja ulos. Toisaalta tämän työn aikana kanaviston mallinnuksen kautta on todettu, että kanavistojen painehäviöt eivät pääsääntöisesti pitäisi olla niin suuret, etteikö käytössä olevat koneet pystyisi suunniteltuihin ilmavirtoihin ainakin koneiden maksiminopeudella. Näistä kahdesta ristiriitaisesta toteamasta voidaan päätellä, että kanavistoja ei ole rakennettu suunnitelmien mukaan tai kanavistossa on epäpuhtautta tai vuotoja, jotka lisäävät painehäviötä.

Kanaviston sisäpuolisella kuvauksella voitaisiin kenties löytää syyt/syitä, jotka aiheuttavat kanavistoihin normaalia enemmän painehäviötä. Kanavistojen tiiveysmittaus puolestaan paljastaisi, onko kanavistot rakenteeltaan riittävän tiiviitä. Jo ilmanvaihdon säätötyön yhteydessä oli todettu, että IV-koneiden kansien kiinnitykset ovat olleet rikki ja niitä on paikattu teippikiinnityksin. IV-koneen

omalla tiiveydellä on merkittävä vaikutus koneen paineentuottoon. Kun on todettu, että koneet itsessään eivät ole tiiviitä, voidaan päätellä, ettei koneet kykene tuottamaan valmistajan ilmoittamien painekäyrien mukaista ilmavirtaa ja painetta kanavistoon.

### **3.4.2 Ilmavirtojen tarkistaminen**

Suunnitelmien huonekohtaisia ilmavirtoja voitaisiin kenties joltain osin tarkistaa. Olemassa olevissa suunnitelmissa esim. makuuhuoneisiin on laitettu ilmavirraksi 8 l/s. Huoneet ovat kooltaan yhden hengen huoneita. Tuloilma oleskeluhuoneisiin määräytyy ensisijaisesti henkilöperustein. Suositeltu tuloilmamäärä on uusimman Suomen rakentamismääräyskokoelman (RakMK) osa D2:n mukaan 6 l/s per henkilö.

Samaten esimerkiksi varastotilojen poistoilmavirraksi on suunnitelmissa laitettu 5 l/s per varasto. RakMK D2:n mukaan varastotilaan riittää kuitenkin 3 l/s per varasto.

Huomio kiinnittyy ilmavirroissa myös siihen, että pääsääntöisesti tulo- ja poistoilmavirrat ovat asunnoissa yhtä suuret. Rakentamismääräyksissä suositellaan kuitenkin ilmanvaihtoon lievää alipainetta, mikä tarkoittaa käytännössä sitä, että poistoilmavirran tulisi olla hieman tuloilmavirtaa suurempi. Sopiva erotus on n. 5 - 10 %. Alipaine ehkäisee kosteuden tiivistymistä huoneilmasta rakenteisiin.

Asunnoissa on keittiötiloissa liesikuvut. Ilmeisesti asunnoissa ei kuitenkaan käytännössä ruokaa juuri valmisteta, joten liesikupujen tarpeellisuutta olisi ehkä syytä harkita uudelleen. Liesikupujen toiminnassa on myös havaittu säätötyön yhteydessä puutteita, joten ehkäpä liesikuvut voitaisiin korvata normaaleilla poistoilmaventtiileillä.

Liitteessä 1 on esitetty tilakohtaisesti uudet ilmavirrat. Ilmavirrat ovat taulukossa aluksi mitoitettu RakMK D2 ohjeiden mukaan, minkä jälkeen ilmavirtoja on hieman tasoitettu niin, että tulo- ja poistoilmavirta aiheuttavat sopivan alipaineen rakennukseen.

### 3.4.3 Konevalinta

Mallinnuksen perusteella on kohtuullisen selvää, että IV-koneet ovat alimitoitettut. Laskennallisestikin koneita joudutaan käyttämään maksiminopeudella, jotta päätelaitteista saadaan suunnitellut ilmavirrat ulos. Tämä tarkoittaa sitä, että koneissa ei ole tehostusvaraa yhtään, ja toisaalta sitä, että jos ja kun kanavistossa on vuotoja tms. lisäpainehäviötä aiheuttavia tekijöitä, mitä ei mallinnuksessa saada esiin, ei koneilla saada edes maksiminopeudella tuotettua suunniteltuja ilmavirtoja.

IV-konevalintaa ohjaa nykyisin SFP-luku, joka tarkoittaa lyhykäisyydessään ilmastointilaitteen ominaissähkötehoa. Käytännössä SFP-luvun takia koneet täytyy mitoittaa entistä väljemmiksi, jotta suunnitellut ilmavirrat saadaan tuotettua koneen parhaalla hyötysuhdealueella.

Uusiksi koneiksi löytyy tietysti useita erilaisia ja toimivia vaihtoehtoja. Koska tässä kohteessa ei ole likaisille poistoille omia järjestelmiä, se rajaa pyöriväkennoisella LTO-tekniikalla toimivat koneet pois. Likaisia poistoja ei saa sekoittaa tuloilmaan muissa kuin omakotitaloissa, ja pyöriväkennoisessa LTO:ssa tätä sekoittumista väistämättä tapahtuu.

Ilmava 240 -koneiden tilalle sopisi esim. Vallox 280 SE. Kone on fyysisiltä mitoiltaan lähes saman kokoinen entisen kanssa, joten se ei vaadi isoja rakennusteknisiä muutoksia kohteeseen. Koneen kanavalähdöt ovat myös nykyistä konetta suurempia, joten tarpeetonta kanavan supistamista ennen konetta ei tarvitse tehdä ja näin ollen kanaviston painehäviökin hieman pienenee. Vallox 280 SE on myös riittävän tehokas ilmavirroiltaan ja paineentuotoltaan kohteeseen ja sillä päästään vaadittuun SFP-lukuun. Lisäksi se on varustettu ristivirtakennolla, joten tulo- ja poistoilman sekoittumista ei tapahdu.

Ilmava 120 ja 100 -koneiden tilalle puolestaan voisi harkita esim. Swegon CASA W9 -konetta. Perusteet ovat pitkälti samat kuin edellisessäkin: Fyysiset mitat, kanavalähdöt, ristivirtakenno ja riittävä ilmavirran-/paineentuotto.

## 4 YHTEENVETO

Työn tarkoituksena oli tutkia MagiCAD-suunnitteluohjelmalla kohteena olevan palvelutalon ilmanvaihtoa. Kohteessa on ilmavirtojen mittaus- ja säätötyön yhteydessä todettu, että nykyisillä ilmanvaihtokoneilla ei voida suunnitelmien mukaisia ilmavirtoja saavuttaa. Koska ilmanvaihtosuunnitelma on aikoinaan tehty ilman tietokoneohjelmistoa, päätettiin tässä työssä tutkia suunnitelmia mallin-  
nusohjelmiston avulla. Tämän työn avulla voitaisiin saada lisätietoa ongelmasta ja pohtia mahdollisia parannuskeinoja.

Työn aikana kävi selvästi ilmi, että kohteen ilmanvaihtokanavistot on suunniteltu asianmukaisesti ja järkevästi mutta IV-koneet ovat alimitoitettut. Mallinnuksen perusteella koneiden pitäisi teoriassa pystyä tuottamaan vaadittavat ilmamäärät, kun koneita käytetään maksiminopeudella, mutta käytännössä tähän ei ole pystytty. Työn perusteella voidaan päätellä, että kanavia ei ole asennettu suunnitelmien mukaisesti ja/tai asennus on tehty huolimattomasti niin, että siinä on vuotoja tai muita epäkohtia, jotka aiheuttavat kanavistoon suunniteltua suuremman painehäviön. Tämäkin työ osoittaa sen, että asennuksissa kannattaa olla huolellinen ja suunnitelmia tulee noudattaa mahdollisimman tarkasti, jotta ilmanvaihto toteutuu käytännössäkin kuten on suunniteltu. Kohteessa on käytetty suunnitelmista poiketen eri valmistajan päätelaitteita, mutta tällä tuskin on kovin isoa vaikutusta tuloksiin. Käytetyt päätelaitteet ovat teknisiltä ominaisuuksiltaan hyvin pitkälti vastaavia kuin suunnitelmiin merkityt.

Työn tuloksena todettiin, että IV-koneet on syytä vaihtaa tehokkaampiin, jotta suunnitellut ilmavirrat pystytään toteuttamaan. Samoin todettiin, että kanavistojen kuntoa olisi ehkä syytä tutkia tarkemmin, ennen kuin koneita aletaan vaihtamaan. Nykyisin on suhteellisen helppo tehdä esimerkiksi kanaviston tiiveysmittaus, jolla voidaan löytää ja paikantaa mahdollisia vuotoja kanavistoissa. Myös huonetilojen ilmavirtoja voitaisiin joltain osin tarkistaa, koska näyttäisi siltä, että niissä olisi hieman parantamisen varaa.

## LÄHTEET

1. Ilmanvaihdon perusteet. Sisäilmayhdistys. Saatavissa:  
<http://www.sisailmayhdistys.fi/paasivuista-toinen/>. Hakupäivä 26.4.2015.
2. RT 07-10946. 2008. Sisäilmastoluokitus 2008: Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Rakennustieto Oy. Saatavissa:  
<https://www.rakennustieto.fi/kortistot/rt/kortit/10946> (vaatii käyttäjälisenssin).  
Hakupäivä 26.4.2015
3. Perustietoa sisäilmasta. Sisäilmayhdistys. Saatavissa:  
<http://www.sisailmayhdistys.fi/terveelliset-tilat-tietojarjestelma/sisailmasto/perustietoa/>. Hakupäivä 26.4.2015
4. TSL 19.8.1994/763. Laki terveydensuojelusta.
5. Asumisterveysohje. Sosiaali- ja terveysministeriön oppaita 2003:1.
6. Seppänen, Olli. 1996. Ilmastointitekniikka ja sisäilmasto. Helsinki: Suomen LVI-yhdistysten liitto.
7. D2 (2012). 2011. Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. Määräykset ja ohjeet 2012. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. Helsinki: Ympäristöministeriö, Rakennetun ympäristön osasto. Saatavissa:  
[http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012\\_Suomi.pdf](http://www.finlex.fi/data/normit/37187-D2-2012_Suomi.pdf). Hakupäivä 26.4.2015.
8. LVI 30-10259. 2013. Ilmanvaihtojärjestelmän ominaissähköteho SFP. Rakennustieto Oy. Saatavissa: <https://www.rakennustietokauppa.fi/lvi-30-10259-ilmanvaihtojarjestelman-ominaissahkoteho-sfp/109760/dp> (vaatii käyttäjälisenssin). Hakupäivä 26.4.2015
9. Seppänen, Olli – Seppänen, Matti. 1996. Rakennuksen sisäilmasto ja LVI-tekniikka. Helsinki: Suomen LVI-liitto.
10. Sisäilmaopas. 2012. Helsinki: Allergia- ja Astmaliitto, Hengityслиitto ry.



Rakennus A	Tuloilma		Poistoilma	
	Vanha ilmavirta l/s	Uusi ilmavirta l/s	Vanha ilmavirta l/s	Uusi ilmavirta l/s
TILA				
LTO-1				
<b>as.1</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.2</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.3</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.4</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.5</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.6</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.7</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.8</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>YHT.</b>	<b>160</b>	<b>152</b>	<b>-160</b>	<b>-160</b>

Rakennus A	TILA	Tuloilma		Poistoilma	
		Vanha ilmavirta l/s	Uusi ilmavirta l/s	Vanha ilmavirta l/s	Uusi ilmavirta l/s
LTO-2					
Juttunurkka 1		30	30		
Juttunurkka 2		30	30		
Viherhuone		15	10	-15	-15
Viherhuone		15	10		
Irtainvarasto 1				-5	-3
Irtainvarasto 2				-5	-3
Irtainvarasto 3				-5	-3
Irtainvarasto 4				-5	-3
Irtainvarasto 5				-5	-3
Irtainvarasto 6				-5	-3
Irtainvarasto 7				-5	-3
Irtainvarasto 8				-5	-3
Ulk.välinevar.				-5	-5
Huuhteluh.				-30	-15
Siivoushuone				-12	-12
Kuivaushuone				-12	-12
<b>YHT.</b>		<b>90</b>	<b>80</b>	<b>-114</b>	<b>-83</b>

Rakennus B	Tuloilma		Poistoilma	
	Vanha ilmavirta l/s	Uusi ilmavirta l/s	Vanha ilmavirta l/s	Uusi ilmavirta l/s
TILA				
LTO-3				
<b>as.1</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.2</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.3</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.4</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.5</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.6</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.7</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>as.8</b>				
WC/Ph			-15	-15
Mh	8	7		
Tpk	12	12		
Keittiö			-5	-5
<b>YHT.</b>	<b>160</b>	<b>152</b>	<b>-160</b>	<b>-160</b>

Rakennus B	Tuloilma	Poistoilma			
		Vanha ilmavirta l/s	Uusi ilmavirta l/s	Vanha ilmavirta l/s	Uusi ilmavirta l/s
TILA					
LTO-4					
Juttunurkka 1	30	30			
Juttunurkka 2	30	30			
Viherhuone	15	10	-15	-15	
Viherhuone	15	10			
Irtainvarasto 1			-5	-3	
Irtainvarasto 2			-5	-3	
Irtainvarasto 3			-5	-3	
Irtainvarasto 4			-5	-3	
Irtainvarasto 5			-5	-3	
Irtainvarasto 6			-5	-3	
Irtainvarasto 7			-5	-3	
Irtainvarasto 8			-5	-3	
Huuhteluh./Siiv.			-30	-15	
Vaatehuolto			-20	-15	
Ulk.välinevar.			-5	-5	
Talonmies			-10	-10	
<b>YHT.</b>	<b>90</b>	<b>80</b>	<b>-120</b>	<b>-84</b>	

Rakennus C	Tuloilma		Poistoilma	
	Vanha ilmavirta l/s	Uusi ilmavirta l/s	Vanha ilmavirta l/s	Uusi ilmavirta l/s
TILA				
LTO-5				
<b>solu 1</b>				
AH a	15	14	-15	-15
AH b	15	14	-15	-15
AH c	15	14	-15	-15
AH d	15	14	-15	-15
AH e	15	14	-15	-15
<b>solu 2</b>				
AH f	15	14	-15	-15
AH g	15	14	-15	-15
AH h	15	14	-15	-15
AH i	15	14	-15	-15
AH j	15	14	-15	-15
<b>YHT.</b>	<b>150</b>	<b>140</b>	<b>-150</b>	<b>-150</b>

LTO-6				
Huuhtelu/siivous			-15	-10
Huuhtelu/siivous			-15	-10
Keittiö/ruokailu			-20	-20
WC			-10	-10
Varasto/tekn.			-5	-3
Vaatehuolto			-20	-20
Keittiö/ruokailu			-20	-20
Varasto/IV-kone			-5	-3
Varasto			-5	-3
Takkahuone	30	25		
Olohuone	30	27		
Olohuone	30	27		
Käytävä	25	16		
<b>YHT.</b>	<b>115</b>	<b>95</b>	<b>-115</b>	<b>-99</b>

LTO-7				
WC			-20	-20
Pkh	30	30		
Pesuhuone	22	22	-16	-18
Pesuhuone			-16	-18
Lh	14	16	-7	-6
Lh			-14	-10
<b>YHT.</b>	<b>66</b>	<b>68</b>	<b>-73</b>	<b>-72</b>