



Gábor Fekete

Katsaus ilmanvaihdon säätämisen toteuttamiseen

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

22.4.2023

Tiivistelmä

Tekijä: Gábor Fekete
Otsikko: Katsaus ilmanvaihdon säätämisen toteuttamiseen
Sivumäärä: 27 sivua + 2 liite
Aika: 22.4.2023

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Talotekniikka
Ammatillinen pääaine: LVI-suunnittelu
Ohjaajat: lehtori Timo Värinen

Opinnäytetyön aiheena on koneellisten ilmanvaihtojärjestelmien säätö. Tavoitteena on perehdyttää lukija suhteelliseen säätöön sekä suhteelliseen säätöön liittyviin järjestelmän eri järjestelmätyyppeihin ja järjestelmän osiin kirjallisuuskatsauksen keinoin. Tämä menetelmä sopii yhtä hyvin pien- ja kerrostaloihin sekä asuin- että toimistorakennuksiin.

Työssä on käytetty lähteinä alaan liittyvää materiaalia, kuten RT- ja LVI-kortteja, ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelmaa, Hengitysliiton ja Talotekniikka-lehden artikkeleita sekä eri valmistajien ilmanvaihtokoneiden ohjekirjoja. Opinnäytetyössä käytetään kirjoitushetkellä luotettavista lähteistä saatuja tietoja. Työssä käydään läpi ilmanvaihdon säädön perusteet sekä huonosti säädetyin järjestelmän haitat.

Tämä opinnäytetyö auttaa työnsä juuri aloittanutta ilmanvaihdon säätäjää perehtymään säätötyön yksityiskohtiin. Raportin perusteella laadittua säätöopasta tullaan käyttämään IVAeris Oy:ssä ilmanvaihdon säätäjien työn tukena.

Työ edistää ilmanvaihtojärjestelmien oikeaa säätämistä ja parantaa sisäilman laatua ja viihtyisyyttä sekä energiatehokkuutta. Tämä vaikuttaa myönteisesti myös maailmanlaajuiseen ilmastonmuutokseen vähentämällä energiakulutusta. Lopputuloksena on raportti, joka perehdyttää työntekijän suhteelliseen säätöön ja saattaa myös lisätä hänen kiinnostustaan aihetta kohtaan.

Avainsanat: ilmanvaihto, suhteellinen säätö, energiatehokkuus

Abstract

Author: Gábor Fekete
Title: An overview of the implementation of ventilation control
Number of Pages: 27 pages + 2 appendices
Date: 22 April 2023

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Building Engineering
Professional Major: HVAC Design
Supervisors: Timo Värinen, Senior lecturer

The aim of the thesis was to introduce proportional ventilation control and the system types and components related to proportional control by means of a literature review. The goal was to help a ventilation system adjuster who has limited experience to get familiar with the details of the task.

The sources used in this thesis were relevant materials, such as RT and HVAC information cards, the Building Code of the Ministry of the Environment, articles in the Breathing Association and Building Technology magazines, and manuals for ventilation machines from various manufacturers. The thesis uses information from sources that were reliable at the time of writing. The thesis discussed the basics of ventilation control and the disadvantages of a poorly controlled system.

The thesis contributes to the correct adjustment of ventilation systems and improves indoor air quality, comfort, and energy efficiency. Furthermore it has a positive impact on global climate change by reducing energy consumption.

Keywords: ventilation, relative adjustment, energy efficiency

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Ilmanvaihtojärjestelmät	2
2.1	Painovoimainen ilmanvaihto	3
2.2	Koneellinen poistoilmajärjestelmä	4
2.3	Koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä	6
3	Pientalon ilmanvaihto	7
3.1	Ilman hiilidioksidipitoisuus	7
3.2	Järjestelmän äänitaso	8
3.3	Lämmöntalteenotto	9
3.4	Ilmanvaihtokoneen ohjaus	10
3.4.1	Ilmanvaihtokoneen käyttö	11
4	Päätelaitteet	12
5	Ilmanvaihdon säätäminen	14
6	Ilmavirran mittauslaitteet	16
6.1	Mittausvirheet	18
6.2	Kalibrointi	19
6.3	Dokumentointi	19
6.4	Tavoite	19
6.5	Toteuttaminen	20
7	Tulokset	22
8	Yhteenveto	23
	Lähteet	25
	Liitteet	
	Liite 1: Työselostus	
	Liite 2: Mittauspöytäkirja	

Lyhenteet ja käsitteet

- CO₂: Hiilidioksidi. Sisätilojen hiilidioksidipitoisuuksia voidaan käyttää osoittamaan ihmisen aiheuttamien epäpuhtauksien esiintymistä, mikä määrittää ilmanvaihdon tarpeen.
- IV: Ilmanvaihto. Rakennuksissa syntyy epäpuhtauksia, minkä takia tarvitaan riittävää ilmanvaihtoa.
- LTO: Lämmöntalteenotto. Laite, jolla siirretään poistoilman sisältämää lämpöenergiaa takaisin tuloilmaan.
- LVI: Lämpö, vesi ja ilmanvaihto. Tilojen, teknisten palveluiden ja järjestelmien kokonaisuus.
- ppm: parts per million. Miljoonasosa. Ppm on arvo, joka edustaa kokonaisluvun osaa yksikköinä 1/1000000.

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on perehtyä ilmanvaihtojärjestelmien säätämisen toteuttamiseen siten, että opinnäytetyön tilaaja voi laatia ohjeistuksen työntekijöilleen. Se on myös hyvää luettavaa niille, jotka ovat kiinnostuneita siitä, miten nämä järjestelmät on tehty toimimaan. Säätötyön tuloksella on merkittävä vaikutus kotitalouden viihtyvyyteen ja hyvinvointiin.

Ilmamäärien säätämällä varmistetaan, että ilma vaihtuu riittävän nopeasti, jolloin sisäilma pysyy raikkaana. Väärin säädetty ilmanvaihto lisää lämmityskustannuksia tai ylipaineen tapauksessa työntää kosteutta rakenteisiin, mikä luo mikrobien kasvulle otolliset olosuhteet. Venttiilien säätöjä ei pidä muuttaa yksinään, sillä muutaman millimetrin ero voi tarkoittaa useiden litrojen muutosta ilmavirtauksessa. Etenkin pienissä rakennuksissa tai asunnoissa muutaman litran ero voi merkitä eroa yli- ja alipaineen välillä.

Ilmavirtaa mitattaessa on noudatettava valmistajan ohjeita. Nykyään valmistajan verkkosivustolla on myös ohjeet omien ohjauskäyrien käyttämisestä ilmavirran tarkistamiseksi mitattua paine-eroa ja ohjausasettoa vasten. K-arvolla laskettu ilmavirta on kuitenkin aina tarkempi mitta kuin ohjauskäyrien kuvaaja. (1.)

Joissakin tapauksissa saatamme törmätä venttiileihin, jotka ovat joko niin vanhoja että niiden tiedot ovat kadonneet ajan myötä, tai ne eivät yksinkertaisesti sovi koneelliseen järjestelmään. Näissä tapauksissa on suositeltavaa vaihtaa venttiili tai asentaa säätöpelti, parhaan mahdollisen lopputuloksen saavuttamiseksi säätöjen osalta. (1.)

Opinnäytetyössä kerrotaan erityyppisistä ilmanvaihtojärjestelmistä ja niiden osista sekä eduista ja haitoista. Lisäksi painotetaan ilmanvaihtojärjestelmien suhteellista säätämistä hiljaisen ja tehokkaasti toimivan järjestelmän aikaansaamiseksi. Tätä säätömenetelmää voidaan käyttää kaikentyypisissä rakennuksissa, olivatpa ne pien- tai kerrostaloja, toimisto- tai asuinrakennuksia.

2 Ilmanvaihtojärjestelmät

Ilmanvaihto tapahtuu paine-erojen avulla. Ilma virtaa aina korkeammasta paineesta matalampaan. Paine-ero voidaan saavuttaa joko puhaltimilla tai lämpötilaeron ja tuulen yhteisvaikutuksella. (2.) Nykyaikaisissa kodeissa sisäilman tarkasta säätelystä on tullut ratkaisevan tärkeää, jotta kodista tulisi viihtyisä ja energiatehokas. Nykypäivän kodit ovat niin hyvin eristettyjä ja tiivistettyjä, että ne ovat käytännössä täysin erillisiä tiloja, johon ulkoilma ei pääse, joten niissä on oltava mahdollisuus hengittää. Näissä tapauksissa koneellinen ilmanvaihto on hyvin suosittu vaihtoehto. Sen avulla voi hallita melko tarkasti, kuinka paljon ilmaa rakennukseen tulee ja poistuu päivän aikana. (1.)

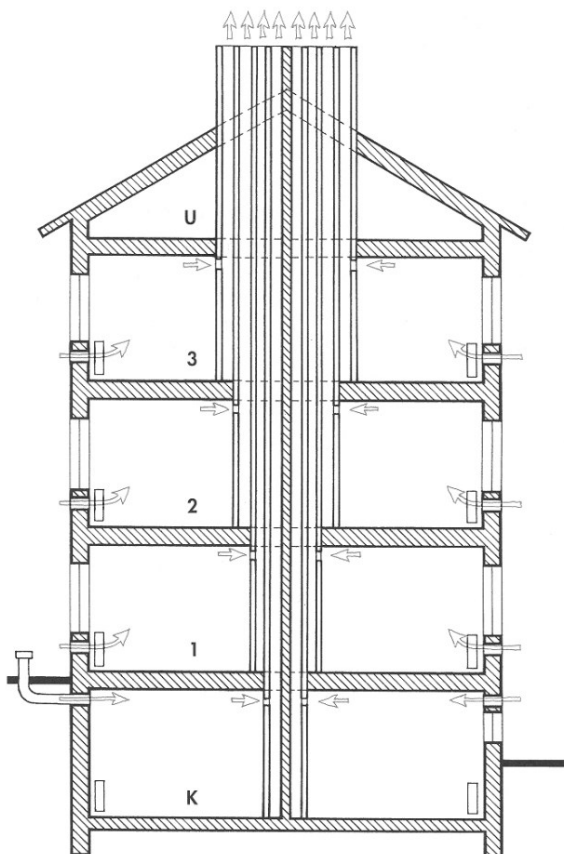
Ilmanvaihtojärjestelmien säätämisestä säädetään ympäristöministeriön asetuksella. Asetuksia pidetään ajan tasalla päivittämällä niitä aika ajoin. Päivittämisen syynä voi olla esimerkiksi uudet vaatimukset rakennuksen tiiveydestä tai energiatehokkuudesta.

Uusissa rakennuksissa ilmanvaihto säädetään aina ilmanvaihtosuunnitelmien mukaisesti, ja suunnitelmat perustuvat voimassa olevaan lainsäädäntöön ja määräyksiin. Vanhojen ilmanvaihtojärjestelmien ilmavirtojen säätämisessä on pyrittävä nykyisten vaatimusten tasoon. Se ei kuitenkaan välttämättä ole mahdollista ilman peruskorjausta. Näissä tapauksissa voidaan käyttää rakennuksen rakentamisajankohdan aikana voimassa olleet määräyksiä. (3.)

Jokaisessa talossa tulisi olla kansio, jossa on LVI-suunnitelmat ja asiakirjat, joista selviää, millä perusteella talo on rakennettu. Valitettavasti vanhojen rakennusten kansiot ovat yleensä kadonneet tai niitä ei ole tehty. Määräykset, joihin silloinen rakentaminen perustui, löytyvät nykyään useimmiten internetistä. (4.)

2.1 Painovoimainen ilmanvaihto

Painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä asuinrakennuksissa on keittiö- ja märkätiloista johdettu erillinen kanava ulkoilmaan vesikaton yläpuolelle. Poistokanavan on oltava pystysuora (kuva 1). Vaakasiirtymä ei saa olla yli 10 % kanavan pituudesta. Esimerkiksi 10 m pitkässä, pystysuorassa kanavassa saa olla enintään 1 m vaakasiirtymää. Jokaiseen huonetilaan wc-tiloja lukuun ottamatta johdetaan ulkoilmaa oman erillisen ulkoilmareitin kautta. Painovoimaisen ilmanvaihtojärjestelmän toimintaa voidaan tehostaa ikkunatuuletuksella. Se ei kuitenkaan korvaa erillistä ulkoilmareittiä. Painovoimaisella ilmanvaihtojärjestelmällä ei saavuteta kaikissa olosuhteissa sisäilmastoluokkaa S3. Järjestelmän toiminta riippuu ulkolämpötilasta ja tuulioloista. (4)

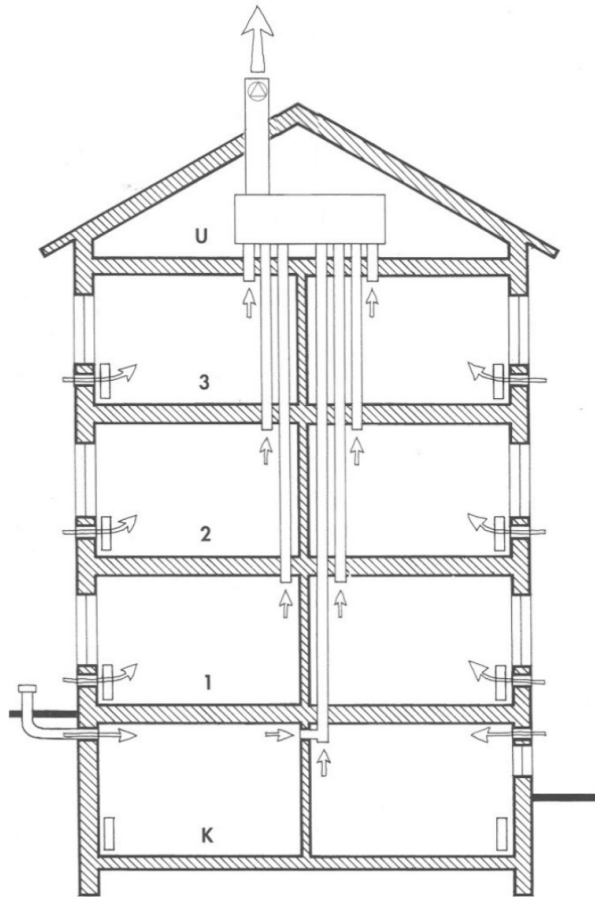


Kuva 1. Painovoimaisen ilmanvaihdon toimintaperiaate. Ilma poistetaan katolle menevien kanavien kautta. Korvausilmaa päästetään sisään avaamalla ikkunoita tai korvausilmaventtiileitä käyttämällä. (4)

Painovoimaisella ilmanvaihdolla voidaan saavuttaa riittävä ilmanvaihto, mutta se on hyvin riippuvainen ulkoisista sääolosuhteista. Lämmin ilma nousee ylöspäin, joten tämä järjestelmä toimii parhaiten talviaikaan, mutta parempi toiminta merkitsee myös paljon lämpöhäviöitä, koska lämmin ilma karkaa ulos. Lisäksi korvausilmaa ei lämmitetä ennen kuin se pääsee taloon, mikä aiheuttaa vedon tunnetta. Näiden ominaisuuksien vuoksi tämän tyyppiset järjestelmät ovat hyvin riippuvaisia käyttäjän toiminnasta. Sisään tai ulos menevän ilman määrää voidaan säätää sulkemalla tai avaamalla korvausilmaventtiilejä tai ikkunoita. Venttiilejä ei pidä koskaan sulkea kokonaan. (4.)

2.2 Koneellinen poistoilmajärjestelmä

Koneellisessa poistoilmajärjestelmässä sijoitetaan vesikatolle yksi tai useampi huippuimuri tai ullakolle konehuoneeseen yksi tai useampi puhallin. Ilmanvaihtokanavat ovat alipaineisia kaikissa sisätiloissa. Poistoilma johdetaan yleensä vesikaton yläpuolelle (kuva 2). Poistoilman tilalle virtaa ulkoilmaa pääasiassa erillisten ulkoilmaventtiilien kautta. Ulkoilmaventtiileitä tulisi olla kaikissa huone-tiloissa keittiötä lukuun ottamatta. Poistoilmaventtiilit tarvitaan keittiössä, märkätiloissa, vaatehuoneissa ja vastaavissa tiloissa. Koneellisen poistoilmajärjestelmän eräs ongelma on ulkoilmaventtiilien aiheuttama veto. Oikeilla korvausilmajärjestelyillä voidaan saavuttaa sisäilmastoluokka S2. (4.)

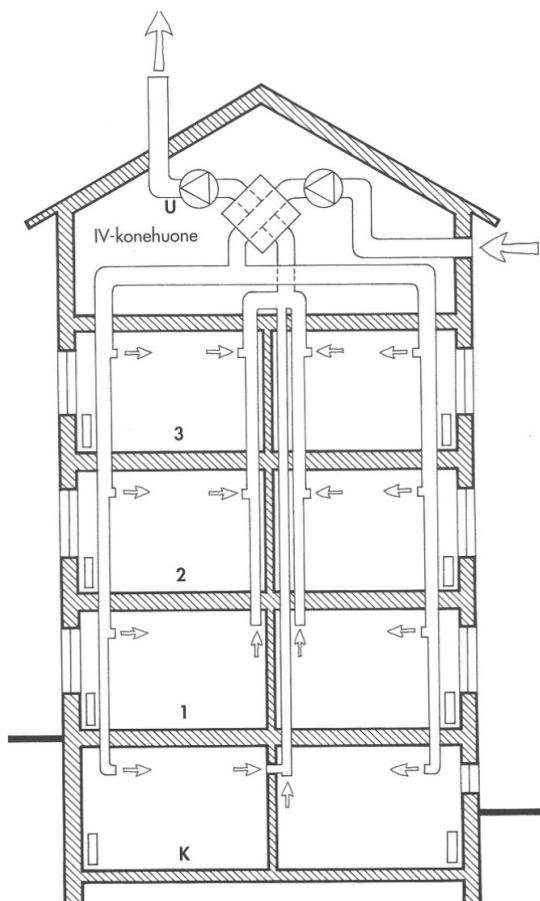


Kuva 2. Huippumuri poistaa ilmaa sisätiloista, kun taas korvausilmaventtiilit päästävät jatkuvasti raitista ilmaa sisään. Toimii periaatteessa samalla tavalla kuin painovoimainen ilmanvaihto, mutta huippumurin ansiosta tämä järjestelmä toimii yhtä hyvin kesällä tai talvellakin. (4)

Poistojärjestelmä on nykyaikaistettu versio painovoimaisesta ilmanvaihdosta. Katolle asennettu poistoilmapuhallin varmistaa, että ilmanvaihto on aina halutulla tasolla myös lämpiminä kesäkuukausina. Tämä ei kuitenkaan tarkoita, ettei käyttäjän tarvitsisi säätää järjestelmää. Vaikka poistoilma on koneellistettu, korvausilma tulee edelleen lämmittämättömänä, mikä aiheuttaa talvella lämmitystarvetta. Korvausilmaventtiilin avauksen voi säätää halutulle tasolle, mutta se ei saisi koskaan olla kokonaan kiinni, ei edes talosta poistuttaessa. Poistoilma-venttiileitä säätää ilmanvaihdon ammattilainen, joten kodinomistajan ei pidä muuttaa poistoventtiilien avausta. (4.)

2.3 Koneellinen tulo- ja poistoilmajärjestelmä

Koneellisella tulo- ja poistojärjestelmällä hallitaan ilman vaihtuvuus ja sisäilman laatu. Poistoilmasta otetaan yleensä talteen lämpöenergiaa, jolla lämmitetään tuloilmaa. Tuloilmaa voidaan lisäksi suodattaa ja lämmittää. Järjestelmässä ilmanvaihto hoidetaan keskitetysti konehuoneeseen sijoitetuilla ilmanvaihtokoneilla. Uudemmissa rakennuksissa käytetään myös asuntokohtaisia ilmanvaihtokoneita. Tuloilma johdetaan huonetiloihin yleensä katosta tai seinän yläosasta. Poistoilma poistetaan huonetilojen yläosasta (kuva 3). Päätelaitteilla on sekä ääni- että säätötekniisiä vaatimuksia. (4.)



Kuva 3. Koneellinen tulo- ja poistoilmavaihtojärjestelmän toimintaperiaate. Ilmanvaihtokoneessa kaksi puhallinta, tuloilma- ja poistoilmapuhallin. (4.)

Tämä on suositeltavin järjestelmä uusissa rakennuksissa sen hallittavuuden vuoksi. Monikerroksisessa rakennuksessa on kuitenkin parasta, että jokaiselle asunnolle on oma ilmanvaihtojärjestelmä. Kun jokaisessa asunnossa on oma yksikkö, asukas voi ohjata yksikön nopeutta ja muuttaa ilmamäärän haluamalleen tasolle tiettyä toimintaa varten. Tämä voidaan tehdä koneen ohjauspaneelista. Ammattilainen asettaa kaikki tulo- ja poistoilmaventtiilit, eikä avauksia saa muuttaa sen jälkeen, kun ne on asetettu. Venttiilien aukkojen muuttaminen voi johtaa painetasapaino-ongelmiin, mikä voi aiheuttaa rakennuksen rakenteissa ongelmia, joiden korjaaminen on aikaa vievää ja kallista. (4.)

3 Pientalon ilmanvaihto

3.1 Ilman hiilidioksidipitoisuus

Laadukasta ilmanvaihtoratkaisua arvioitaessa on otettava huomioon useita tekijöitä. Yksi niistä on hiilidioksidin määrä tietyssä tilassa. Hiilidioksidi (CO₂) ilmakehässä on peräisin kasvien ja maaperän hengityksestä sekä polttoprosessista ja sementintuotannosta. Mitä alhaisempi tämä taso on sisätiloissa, sitä parempi järjestelmä on. Sisäilman laadussa on kolme eri luokkaa, korkeimmasta S1-tasosta matalimpaan S3-tasoon. (6.) Taulukossa 1 esitetään eri luokkien raja-arvoja.

Taulukko 1. Sisäympäristön laadun tavoitearvot. *Suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus. (6.)

Luokitus	S1	S2	S3
Hiilidioksidipitoisuuslisä* [ppm]	<350	<550	<800

Hiilidioksidipitoisuustavoite koskee ihmisperäistä hiilidioksidia. Olosuhteiden pysyvyyttä tarkastellaan hiilidioksidipitoisuuden yhden tunnin liukuvan keskiarvon

avulla. Pienhiukkasten tavoitearvo on keskimääräinen pitoisuus sisäilmassa 24 tunnin mittauksen aikana. (6)

3.2 Järjestelmän äänitaso

Rakennuksessa äänitaso mitataan keskellä tavanomaisesti kalustettua huonetta 1,2–1,5 metrin korkeudella lattiasta. Tyhjässä huoneessa saatavat mittaustulokset ovat noin 3 dB korkeammat kuin kalustetussa huoneessa. Halutut tulokset esitetään seuraavassa taulukossa 2. LVIS-laitteiden aiheuttaman äänitason mittaustaessa tulee mittaolosuhteet esimerkiksi ympäristön ääniolosuhteet tai ikkunoiden ja ovien suljettuna oleminen, järjestää mahdollisimman hyvin, vastamaan tulevia käyttötilanteita sekä tyypillisiä ääniolosuhteita. Erikoistilanteissa esimerkiksi yöaikaan tai epätavallisessa käyttöolosuhteessa mittaamisesta sovi- taan tilaajan, toteuttajan ja mittajaan kanssa erikseen. (8)

Taulukko 2. Äänitason ohjearvoja vanhentuneesta rakentamismääräyskokoel- masta. (7.)

Tila / käyttötarkoi- tus	Äänitaso $L_{A,eq,T}$ / $L_{A,max}$ dB
Asuintilat:	28 / 33
Asuinhuoneet	28 / 33
Keittiö	33 / 38
Vaatehuone, va- rasto	33 / 38
Kylpyhuone	38 / 43
WC	33 / 38
Kodinhoituhuone	33 / 38
Huoneistosauna	33/ 38

3.3 Lämmöntalteenotto

LTO-laitteiksi kutsutaan lämmöntalteenotolla varustettuja ilmanvaihtokoneita. Laitteissa käytettäviä lämmönsiirtimiä on markkinoilla erilaisia, joista yleisimmät ovat ristivirtalevylämmönsiirtimet, vastavirtalevylämmönsiirtimet, lämpöpumpulla varustetut sekä pyörivät lämmöntalteenottolaitteet (kuva 4). (9.)



Kuva 4. Erilaisia lämmönsiirtimiä, vasemmalla levylämmöntalteenottokenno ja oikealla pyörivä LTO. (9)

Tyypillisesti pyörivällä lämmöntalteenotolla on parempi hyötysuhde kuin levylämmöntalteenotolla, ja se pystyy myös pitämään suhteellisen kosteuden tietyllä tasolla lisäämällä tai vähentämällä pyörimisnopeutta. LTO:n tyyppi ei vaikuta merkittävästi ilmamäärien säätöön. Tuloilman lämmittämiseen kuluvan energian osuus on Suomessa tyypillisesti 30–50 % koko rakennuksen lämmitysenergian tarpeesta. Lämmöntalteenotolla tästä energiantarpeesta voidaan kattaa noin 50–80 %. (10)

Ilmanvaihtokoneen lämmöntalteenottokennon kaksi tärkeää ominaisuutta ovat lämpötilasuhde ja vuosihyötysuhde. Lämpötilasuhde on laitteen ominaisuus, joka tulisi ilmoittaa laitteelle standardisoidussa testaustilanteessa mitattuna lukuarvona, yleensä prosentteina (taulukko 3). Laitteen lämpötilasuhde riippuu monesta eri tekijästä, muun muassa ilman virtausnopeudesta itse laitteessa.

Lämpötilasuhteen tulisi olla testattu mahdollisimman tarkasti laitteen todellista toimintaympäristöä vastaavissa olosuhteissa. (10)

Taulukko 3. Enervent Salla lämmöntalteenottolaitteen hyötysuhteen tiedot, käytetyt testit on esitetty suluissa. (11)

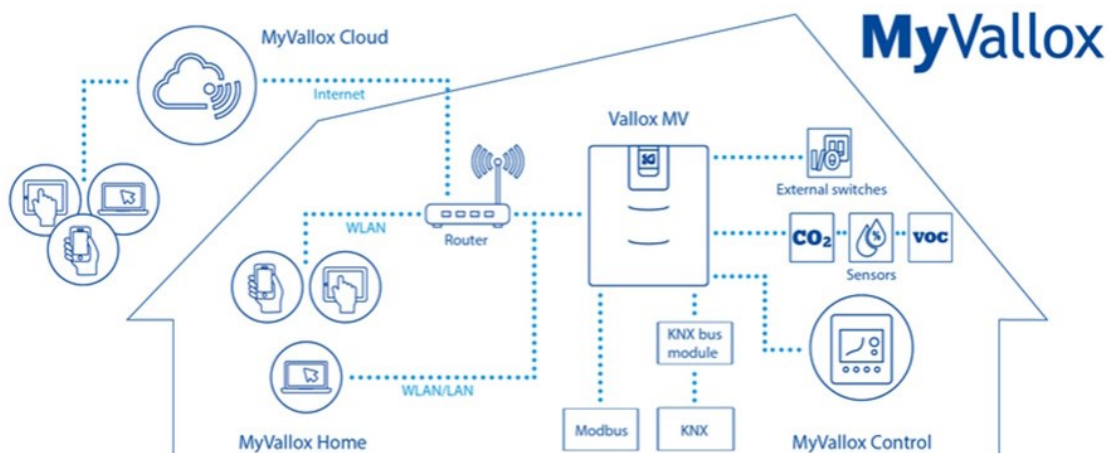
Ilmanvaihtokoneen vuotuinen lämpötilahyötysuhde (EN 13141-7:2010)	84 %
Tuloilman vuotuinen lämmöntalteenoton hyötysuhde (EN 16798-3:2017)	96 %
Poistoilman vuotuinen lämmöntalteenoton hyötysuhde (D5:2012)	83 %

Ilmanvaihdon lämmöntalteenoton vuosihyötysuhde on koko rakennuksen ilmanvaihdolle laskettava arvo, joka ilmoitetaan yleensä prosentteina. Se ei ole siis laitteen ominaisuus, eikä näin ollen tule verrata keskenään eri laitetyypeillä eri rakennuksissa aikaansaatuja vuosihyötysuhteen arvoja tai yhden laitteen lämpötilasuhdetta jollakin toisella laitteella varustetun rakennuksen LTO-vuosihyötysuhteeseen. Eri laitetyypeillä saavutettavia vuosihyötysuhteita voidaan verrata sertifikaattien avulla tai laskemalla. Vuosihyötysuhde antaa parhaan käsityksen rakennuksen ilmanvaihdon energiatarpeesta. (10)

3.4 Ilmanvaihtokoneen ohjaus

Hallintalaitteet ovat yksi tärkeimmistä asioista käytön kannalta. Se auttaa ilmanvaihtoasentajaa asettamaan koneen käyttöön nopeammin ja luotettavammin. On erittäin tärkeää, että koneessa on puhaltimien nopeuden säätömahdollisuus, jotta asentaja voi asettaa järjestelmän mahdollisimman energiatehokkaaksi ja siten hallita konetta käytännössä täysin. Nykyään on myös mahdollista liittää laite internetiin ja käyttää sen antureita ja asetuksia verkkoselaimella (kuva 5). Tämä tarkoittaa myös sitä, että konetta voidaan ohjata etänä, eikä välttämättä

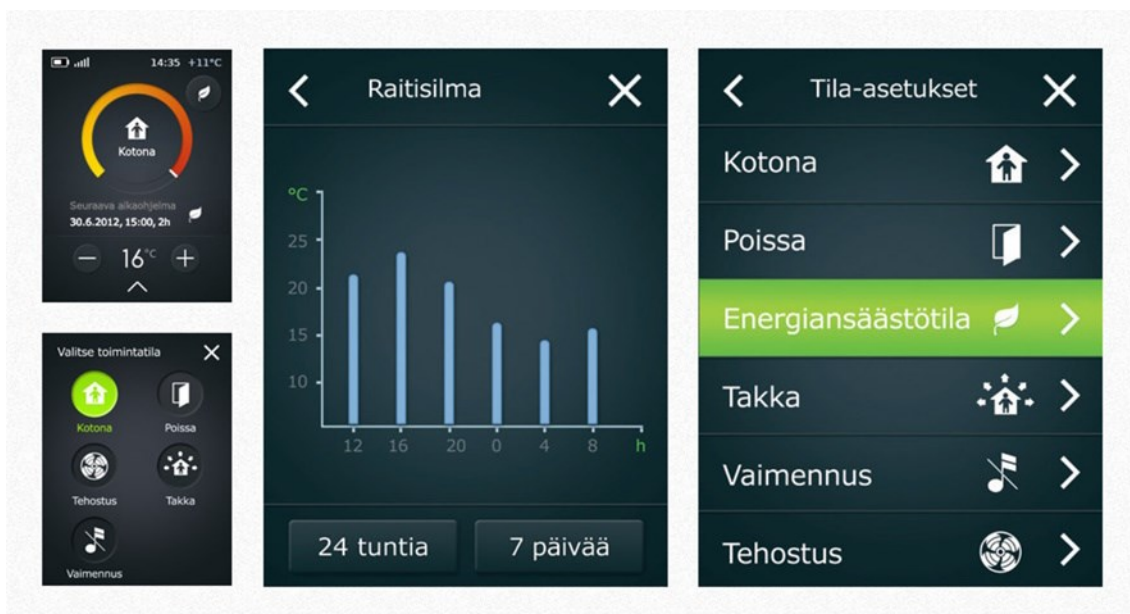
vain kotoa käsin. Tämä on erittäin arvokas ominaisuus, sillä se helpottaa toimintojen käyttöä ja antaa selkeämmän kuvan koneen ominaisuuksista. (25.)



Kuva 5. Valloxin havainnollistus siitä, miten heidän laitteensa yhdistyy muihin laitteisiin internetin kautta. (12)

3.4.2 Ilmanvaihtokoneen käyttö

Ohjauspaneeleita on monenlaisia, mutta hyvän ohjauspaneelin pitäisi antaa asentajalle pääsy kaikkiin koneen toimintoihin ja tarjota käyttäjälleen helppo ja nopea tapa muuttaa ilmanvaihtokoneen tilaa (kuva 6). Kun järjestelmä on asennettu ja asetettu, se on valmis käyttöön. Vaikka käyttäjän ei pitäisi muuttaa koneen asetuksia, koneessa on monia eri toimintatiloja, joita voidaan käyttää rakennuksen käyttötilanteen ja tarpeiden mukaan. (25.)



Kuva 6. Tässä näytetään tärkeimmät Enerventin eAir-ohjausyksikön toiminnot, jotka ovat kodinomistajan käytettävissä. Eri tilanteita varten on 5 eri tilaa, mukaan lukien takkatoiminto ja äänenvaimennustila. (13)

Perustilat ovat poissa, kotona ja tehostus. Poissa-tila on tarkoitettu käytettäväksi, kun rakennus on tyhjä ja ympäristöministeriön asetuksen 1009/2017 pykälän 10 mukaan ilmavirta saa tällöin olla enintään 60 % pienempi kuin suunniteltu kokonaisilmavirta. Myöskään pidempiaikaisessa poissaolossa, esimerkiksi pidemmällä matkoilla tai jopa lomalle lähdeettäessä, ilmanvaihtokonetta ei saa kytkeä pois päältä. Kotona-tila on nimensä mukaisesti suunniteltu käytettäväksi silloin, kun kotitalous on kotona eikä tee toimintoja, jotka vaativat ylimääräistä ilmanvaihtoa, kuten suihkussa käyntiä, saunomista tai ruoanlaittoa. Kaikkia näitä toimintoja varten on tehostustila, joka voi lisätä kokonaisilmamäärää asetuksen mukaan 30 % perussuunnittelun ilmamäärään verrattuna. (26)

4 Päätelaitteet

Päätelaitteiden on oltava avattavissa tai irrotettavissa puhdistusta varten. Puhdistuksen jälkeen ne on voitava asettaa takaisin alkuperäiseen asentoonsa. Päätelaitteiden rakenteen ja toiminnan on oltava sellainen, että ilmavirta ei poista pinnoille mahdollisesti kertynyttä pölyä ja likaa. Lika ei saa häiritä

päätelaitteiden toimintaan. Kankaisten päätyjen on oltava helposti irrotettavissa ja pestävissä valmistajan ohjeiden mukaisesti. Käytettävä päätelaitteentyyppe riippuu siitä, kuinka paljon ilmaa tarvitaan ja miten ilma on jaettava huoneeseen. Ne eroavat toisistaan teknisissä ominaisuuksissaan. Joissakin niistä on parempi ilmavirtaus vastaavissa aukoissa, ja jotkut niistä taivuttavat ilmaa paremman äänitason saavuttamiseksi. Venttiilejä säädetään avaamalla tai sulkemalla keskikappale, joka on kiinnitetty päärunkoon kierretangolla (kuva 7). Kun venttiili on säädetty, se lukitaan paikalleen mutterilla. Tuloilmahajottimissa on joko kana-vaan valmiiksi asennettu säätöosa tai läpinäkyviä tarroja tai magneettisia säätöliuskoja, jotka peittävät reikärivit ilmavirran vähentämiseksi. (6.)



Kuva 7. Poistoilmaventtiilin aukeama mitataan rakotulkilla, joka ilmoittaa aukeaman millimetreissä. (28.)

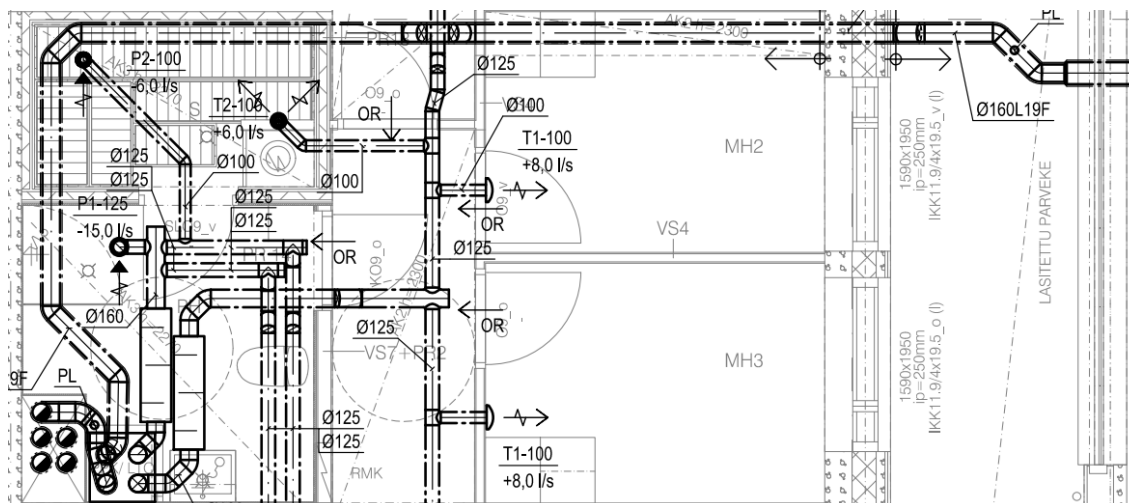
5 Ilmanvaihdon säätäminen

Sisäilman epäpuhtauksien raja-arvojen käyttäminen ilmanvaihdon mitoitusperusteena on epävarmaa ja vaikeaa. Ilmanvaihdon suunnittelu ja mitoitus perustuvat yleensä arvioihin odotettavissa olevasta tilanteesta. Ilmanvaihdon ulkoilmavirrat mitoitetaan yleensä huoneen pinta-alan tai siellä oleskelevien ihmisten lukumäärän mukaan (taulukko 4). Pinta-alaan pohjautuvat ulkoilmavirran mitoitusarvot vaihtelevat 1–6 (dm³/s)/m². Henkilöä kohden määritetyt ulkoilmavirrat vaihtelevat 6–16 (dm³/s)/henkilö. Tarkemmilla mitoitusmenetelmillä ilmanvaihdon ilmavirrat voidaan mitoittaa epäpuhtaustuottojen ja muun muassa ilmanvaihdon poistotehokkuuden mukaan. (16)

Taulukko 4. Ulkoilmavirtojen mitoitusarvot tavanomaisissa asuin- ja työtiloissa (16.)

Käyttötilanne	Yksikkö	Ulkoilmavirta S1	Ulkoilmavirta S2	Ulkoilmavirta S3
Normaali-käyttö	dm ³ /s/hlö	12	8	6
	dm ³ /s/m ²	4	3,5	3

Uusissa rakennuksissa on aina päivitetty työselostus, jossa kerrotaan säätötyön aikana noudatettavista säännöksistä. Liitteessä 1 on esimerkki työselostuksesta. Ilmamäärien säätö on toteutettava suunnitelmien mukaan, kuvassa 8 esitetään miltä ilmanvaihtosuunnitelma näyttää. (24.)



Kuva 8. Esimerkki ilmavirran merkinnöistä suunnitelmissa. Kuvassa on venttiili tyyppi T1 ja koko 100 mm, sen alapuolella on säädettävä ilmavirta 8 l/s, kyseessä on makuuhuone 2 ja 3 tuloilmaventtiilit. (5)

Nykyään on tavallista tasapainottaa lievällä alipaineella, joka on 3–5 Pa. Näin varmistetaan, että käytön aikana, kun talo tiivistetään eli kun ikkunat ja ovet suljetaan, ei synny ylipainetta, joka voisi vahingoittaa talon rakenteita. Alipaineisuuden varmistamisella pyritään estämään, ettei rakenteisiin tiivisty kosteutta, jonka huonetilojen ylipaineisuus ulkoilmaan nähden aiheuttaa. Paine-ero ulkoilmaan nähden on niin vähäinen, että ovien ja ikkunoiden avaamisen yhteydessä ei ole havaittavissa vetoa, ja se varmistaa myös, että ilma kulkee talon läpi oikein eli asuinhuoneista märkätiloihin, keittiöön ja vaatehuoneeseen. Ylipaine on helpommin havaittavissa talvella, kun ulkona on kylmää. (27.)

Ylipaineinen ilmanvaihto tapahtuu, kun huoneeseen tulee enemmän tuloilmaa kuin sieltä poistetaan. Tämä tarkoittaa, että ilma työntyy talon rakenteiden sisään ja läpi. Ilma kulkee aina helpointa reittiä, joka useimmissa tapauksissa on asunnon kaksinkertaiset lasi-ikkunat. Jos kahden lasilevyn väliin muodostuu tai jäätyy näkyviä vesipisaroita, se on varma tapa todeta, että asunnossa on ylipaine (kuva 9). Tämä johtuu siitä, että sisäilman suhteellinen kosteus on korkeampi kuin kylmemmän ulkoilman, ja kun nämä kaksi sekoittuvat ikkunan sisäpuolella, lämpimämmän ilman vesihöyry tiivistyy lasiin, koska kylmä ilma ei pysty sitomaan niin paljon vesihöyryä. Alipaineen vallitessa sisään vedetty kylmän ilman vesihöyry sitoutuu lämpimään ilmaan. Niiden sekoittuessa lämpimän

ilman suhteellinen kosteus nousee, eikä vesi pääse tiivistymään. Alipaineisessa asunnossa sisään vedetyn ilman määrä on niin vähäinen, että se ei vaikuta sisäilman lämpötilaan merkittäväällä tavalla. (14.)



Kuva 9. Kerrostalon huurtunut ikkuna. (14)

6 Ilmavirran mittauslaitteet

Ilmavirtaa voidaan mitata monella eri tavalla monilla eri laitteilla. Yleisin laite, jota käytetään nykyaikaisten ilmanvaihtoventtiilien säätämiseen pientaloissa, on paine-eromittari esimerkiksi kuvassa 10 on mittari, jossa on esiohjelmoituna yli 1000 venttiilin k-arvot, jonka avulla mittaustulos näkyy välittömästi näytöllä. Paine-eromittauksia tehdään ilmastointijärjestelmissä kanavien ilmavirtojen tasapainotuksen yhteydessä, pääte-elimien ilmavirtojen ja huoneiden ilmanvaihdon määrittämisessä. Ilmakanavien tiiviysmittaukset ja huonetilojen alipaineisuuden toteaminen perustuvat myös paine-eromittauksiin. (18)



Kuva 10. Paine-eromittari PHM-V1, joka laskee ilmavirran reaaliaikaisesti valitsemalla venttiilin tyypin, koon ja aukon. (19)

Toinen yleisesti käytetty ilmavirran mittauslaite on siipipyöräänemometri. Tämä laite laskee ilmavirran mittaamalla tietyn pinta-alan läpi kulkevan ilman nopeuden. Ilmavirta voidaan keskittää mittauskartion avulla (kuva 11). Tämä menetelmä voi olla hyödyllinen, kun kyseessä ovat tunnistamattomat päätelaitteet. Mittauskartiota käytettäessä saadaan venttiin tai tuloilmahajottimen keskimääräinen ilmavirta. Mikäli kartio ei voi käyttää esimerkiksi, kun kartio ei pysty peittämään mittausaluetta kokonaan, mittajaan on mitattava eri kohdista päätelaitetta ja laskettava keskiarvo ilmavirran arvioimiseksi. (18)



Kuva 11. Siipipyöränemometri ja mittauskartiot. Mittaustulos kuvaa keskinopeutta siipipyörän peittämällä alueella (20.)

6.1 Mittausvirheet

Mittausvirheet voidaan luokitella kolmeen pääryhmään. Lukemavirhe on käyttäjän tekemä virhe hänen lukiessaan mittarista mittaustulosta. Mittausmenetelmän virhe aiheutuu väärästä mittausmenetelmän käytöstä tai olosuhde- ja ympäristötekijöiden huomiotta jättämisestä. Esimerkiksi mittaus suoritetaan olosuhteissa, joihin mittaria ei ole kalibroitu tai se on alttiina säteilylle, lämmölle, paineelle tai magneettikentälle. Keinoja laitevirheen välttämiseen ovat mittarin

huolto, kalibrointi, asianmukainen kuljetus mittauspaihalle ja mittausten suoritus laitevalmistajan ohjeiden mukaisesti. (18)

6.2 Kalibrointi

Mittauslaitteiden kalibrointi on pakollista. Kalibroinnista saa paperisen todistuksen, joka on sisällytettävä säätötyön dokumentointiin. Kalibroinnit ovat voimassa yhden vuoden, jonka jälkeen laitteet on kalibroitava uudelleen. Tämä tehdään vertaamalla yksinkertaisen vertailumittarin, kuten nestemanometrin, lukemaa kalibroitavan laitteen ilmoittamaan paine-eroon. (18.)

6.3 Dokumentointi

Tulokset dokumentoidaan siten, että kaikki mittaukset voidaan toistaa ja mitaustiedot voidaan helposti tarkastaa. Saaduista tuloksista on kyettävä tehdä tarvittavat johtopäätökset. Säädön jälkeen tilaajalle on lähetettävä mittauspöytäkirja, jossa on oltava seuraavat tiedot:

- mittausajankohta, urakoitsija, mittaaja
- käytetty mittari ja mittausmenetelmä
- säädön ja mittauksen kohde
- mittauspaikan sijainti
- mittarin lukemat
- suunnitellut ja mitatut arvot
- poikkeama suunnitellusta arvosta laskettu prosentteina
- kalibrointitodistus asiakirjan liitteenä. (3.)

6.4 Tavoite

Puhaltimien nopeuden säätäminen on tärkein vaihe sen varmistamiseksi, että järjestelmä toimii mahdollisimman tehokkaasti. Mitä nopeammin puhaltimet pyörivät, sitä enemmän energiaa ne kuluttavat. Hyvin säädetyssä järjestelmässä puhaltimien nopeus on mahdollisimman hidas, joten se kuluttaa vähemmän

sähköä. Korkeampi puhaltimen nopeus voi johtua liian pienistä kanavista tai puhaltimesta, joka ei ole riittävän tehokas halutun ilmavirran saavuttamiseksi. Päätelaitteiden tarpeeton kuristus voi myös aiheuttaa suuria puhaltimen nopeuksia ja melua. Ihannetapauksessa venttiilit olisi avattava mahdollisimman kaukana koneesta ja suljettava vähitellen sitä mukaa, kun lähestytään konetta. (3.)

6.5 Toteuttaminen

Ilmankäsittelykoneet asetetaan täydelle ilmavirralle ja sisäänpuhalluslämpötila säädetään normaaliksi. Säättäminen aloitetaan avaamalla kaikki päätelaitteet maksimiasetuksiinsa ja määrittämällä, missä on aluksi pienin ilmavirta. Normaalisti tämä on koneesta kauimpana oleva päätelaite, mutta näin ei aina ole. Paljon parempi ja varmempi tapa määrittää, mikä päätelaite on heikoin, on mitata kunkin venttiilin ilmavirta ja laskea prosentuaalinen poikkeama suunnitellusta ilmavirrasta. Liitteessä 2 on esimerkki mittauspöytäkirjasta, johon on laskettu mitatun ilmavirran prosentuaalinen poikkeama suunnitellusta ilmavirrasta. Pienimmän arvon omaavasta tuloksesta tulee vertailukohde säätöä varten. Tällä keinolla voidaan säätää myös kohteita, joissa ilmanvaihtosuunnitelmia ei ole saatavilla. (21.)

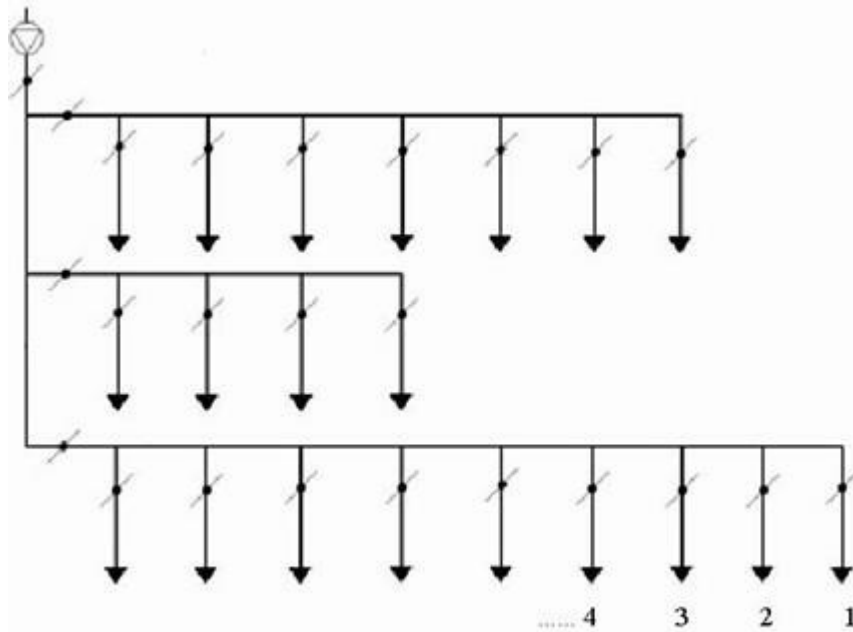
Kun vertailuventtiili on löydetty, säätö voidaan aloittaa nousevassa tai laskevassa järjestyksessä eli joko suurimman ilmavirran venttiilistä tai toiseksi pienimmästä. Tavoitteena on säätää venttiilit siten, että niiden poikkeamaprosenttiarvo on sama kuin vertailuventtiilillä. Tämä edellyttää, että suljetaan venttiilin aukon, mikä nostaa ilmavirtaa kaikissa muissa venttiileissä. Tämän kompensoimiseksi vertailuventtiili on tarkistettava uudelleen jokaisen venttiilin säädön jälkeen (kuva 12). (21.)



Kuva 12. Sensorcell Oy:n etäluettava paine-eromittari. Mittaustuloksia on mahdollista seurata reaaliaikaisesti nettiselaimesta. Mittarilla mitataan referenssiventtiin ilmavirtaa. (22)

Kun kaikki venttiilit on säädetty, on tehtävä tarkistuskierrös. Lopuksi puhaltimien nopeutta voidaan säätää mittaamalla ilmavirta yhdestä poisto- ja yhdestä tuloventtiilistä, sillä kaikkien muiden venttiilien ilmavirta muuttuu suhteessa toisiinsa. Säädön viimeistelyä varten on mitattava paine vaipan yli lievän alipaineen varmistamiseksi. Suhteellinen säätömenetelmä on erittäin joustava, ja kun se on kerran hallussa, sitä voidaan soveltaa minkä tahansa kokoiseen järjestelmään. Suurien järjestelmien haasteena on se, että säädettäviä venttiileitä on

enemmän ja venttiilit sijaitsevat myös säätöpeltien takana, kuten kuvassa 13 esitetään. (21.)



Kuva 13. Kuvio suuremmasta järjestelmästä. Diagonaaliiviivat kuvaavat säätöpeltiä ja nuolenkärjet venttiileitä. Järjestelmän vasen yläreunassa on puhaltimen symboli. (21)

Säätöpelti avataan maksimiasentoonsa ja venttiileitä säädetään suhteessa toisiinsa. Jos järjestelmässä on useampi kuin yksi säätöpelti, tietyn säätöpeltihäärän venttiilit on säädettävä ensin, ja sen jälkeen säädetään säätöpellit suhteessa toisiinsa. Jos järjestelmässä on säätöpeltiä ja myös haaroja, joissa on vain venttiilejä, säätöpellit ja venttiilit säädetään suhteellisesti toisiinsa nähden. Säätöpellin takana olevat venttiilit pitävät säädetyt suhteet likimain samana. (21.)

7 Tulokset

Kirjallisuuskatsauksen ensisijaisena tavoitteena oli tiivistää ilmanvaihdon säädön aihe yhteen asiakirjaan. Asiakirjaa käytetään taustatietona IVAeris Oy:n säätöoppaalle, jota yritykseen työhön tulevat ilmanvaihtoharjoittelijat voivat

käyttää työssään. Säätoopasta ei ole liitetty tämän opinnäytetyön liitteeksi, koska sitä ei tulla julkaisemaan IVAerisin ulkopuolella.

Asiakirjan laatiessa tarkoituksena oli, että oppaan tietojen olisi perustuttava luotettaviin lähteisiin, joihin voidaan tukeutua säätötyötä tehtäessä. Tämä tarkoitti ympäristöministeriön antamien asetusten ja lakien soveltamista. Lähteitä etsiesäni sain myös uutta tietoa ilmanvaihdon säätämisestä.

8 Yhteenveto

Ilmanvaihdon säätöprosessi on hyvin monimutkainen. Se on helppo oppia, mutta vaikea hallita. Kokemukseni mukaan prosessia selittävää materiaalia on harvassa, eikä sitä ole helppo ymmärtää tai löytää. Kirjallisuuskatsauksen tuloksena on melko kattava tietopaketti, joka selittää säätöprosessin sellaisella tasolla, että aloittelijakin pääsee alkuun.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli perehtyä ilmanvaihdon ohjauksen periaatteisiin ja keskittyä samalla antamaan esimerkkejä erityyppisistä järjestelmistä ja niiden osista. Työssä keskityttiin vahvasti ilmanvaihtojärjestelmän säädettäviin osiin ja säätömenetelmään. Tavoitteena oli tehdä säätöprosessi helposti ymmärrettäväksi. Opinnäytetyötä voidaan käyttää myös tämäntyyppisen työn muistin virkistämiseen tai säätämisen peruseriaatteen selittämiseen vasta-alkajille.

Työtä käytetään taustana IVAeris Oy:n säätooppaassa, joka annetaan ilmanvaihtoalaan tuleville aloittelijoille säätötyöhön perehdyttämiseksi. IVAerisin toiveena on tarjota heille lyhyttä ja helposti ymmärrettävää materiaalia, johon he voivat tarvittaessa viitata. Opinnäytetyössä on käytetty ilmanvaihdon säätötyöhön liittyvää aineistoa, kuten tietoa erityyppisistä venttiileistä, koneista ja mittalaitteista sekä siitä, miten säädöt tehdään oikein ja miten tulokset esitetään. Käytetyt lähteet ovat RT- ja LVI-kortteja, ympäristöministeriön rakentamismääräyskokoelmaa, Hengitysliiton ja Sisäilmasto ry:n artikkeleita sekä eri ilmanvaihtoyritysten artikkeleita.

Hyvin säädetyllä ilmanvaihtojärjestelmällä on merkittävä vaikutus. Se pitää talon sisätilat terveinä ja asuttavina. Järjestelmä myös vähentää energiankulutusta, mikä auttaa käyttäjää taloudellisesti ja on ystävällistä ympäristölle.

Lähteet

- 1 Denut, Mikael. 2023. Toimitusjohtaja. IVAeris Oy. Espoo. Kokouskeskustelu. 4.4.2023
- 2 Ilmanvaihdon perusteet. Verkkoaineisto. Sisäilmayhdistys ry. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Perustietoa-sisailmasta/Ilmanvaihdon-perusteet>. Luettu 5.4.2023.
- 3 Rakennuksen vastaanotto. 2009. Verkkoaineisto. Rakentaja.fi. https://www.rakentaja.fi/artikkelit/4517/rakennuksen_vastaanotto.htm. Luettu 21.4.2023.
- 4 Sisäilmayhdistys ry. 2008. Ilmavirtaukset rakennuksessa. Verkkoaineisto. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteustekninen-toiminta/Ilmavirtaukset-rakennuksessa>. Luettu 21.4.2023.
- 5 Asuinrakennuksen ilmanvaihtojärjestelmän peruskorjaus ja -parannus. 2004. RT 56-10831.
- 6 RT 103296. 2020. Ympäristöministeriön asetus eräiden rakennusten teknisten järjestelmien energiatehokkuuden vaatimuksista. Suomen säädöskokoelma.
- 7 RT 07-11299. 2018. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset.
- 8 Ratu S-1215. 2006. Työmaan laadunvarmistus, tarkastukset ja mittaukset. Työmaatekniikka - Olosuhteet, Materiaalit, Alusta, Mittatarkkuus, Toimivuus.
- 9 Rakennusten sisäilmasto ja ilmanvaihto. D2 Suomen rakentamismääräyskokoelma. 30.3.2011 Rakennetun ympäristön osasto. Ympäristöministeriö
- 10 Lämmöntalteenoton perusteet. Verkkoaineisto. Systemair Oy. <https://www.systemair.com/fi/sovellukset/asuintalojen-ilmanvaihto/laemmoentalteenotto/>. Luettu 6.4.2023.
- 11 Ilmanvaihdon lämmöntalteenottokenno. 2010. LVI 38-10454.
- 12 Salla comprehensive technical details. 2016. Enervent. Heat exchanger. <https://www.enervent.com/salla/>. Luettu 21.4.2023.

- 13 MyVallox. 2015. Verkkoaineisto. Vallox. <https://www.vallox.com/myvallox>. Luettu 6.4.2023.
- 14 Ilmanvaihdon päivittäinen käyttö. 2016. Salla eAir Ilmanvaihtolaitteen käyttö- ja ylläpito-ohje. Verkkoaineisto. Enervent. https://www.enervent.com/optimizer/?model_id=27&heating_id=3&cooling_id=1&control_id=10&model_fan_id=56&side_id=1. Luettu 21.4.2023.
- 15 Ympäristöministeriön asetus uuden rakennuksen sisäilmastosta ja ilmanvaihdosta. 2018. RT RakMK-21752. Suomen säädöskokoelma 1009/2017.
- 16 Ilmanvaihtojärjestelmän säätö. n.d. Verkkoaineisto. Rakentaja.fi. https://www.rakentaja.fi/tv/e429ilmanvaihtojarjestelman_saato.aspx. Luettu 21.4.2023.
- 17 Rakennusten sisäilmaston suunnitteluperusteet. 2007. LVI 05-10417.
- 18 Tuukka Honkavaara. 2021. Työmaan suunnitelmasta kuvakaappaus. Suomen Talokeskus Oy.
- 19 LVI -järjestelmien vaikutus. 2008. Sisäilmayhdistys ry. Verkkoaineisto. <https://www.sisailmayhdistys.fi/Terveelliset-tilat/Kosteusvauriot/Kosteusvaurioituminen/LVI-jarjestelmien-vaikutus>. Luettu 21.4.2023.
- 20 Ikkunan huurtuminen – Mistä se johtuu? Verkkoaineisto. Tiivi. <https://www.tiivi.fi/artikkelit/huurtuminen/>. Luettu 12.4.2023.
- 21 LVI-laitosten mittaukset. 1999. LVI 014-10290.
- 22 PHM-V1 Venttiilisäätömittari. n.d. Verkkoaineisto. Kimrok Oy. <https://www.kimrok.fi/tuotteet/phm-v1-venttiilinsaeetoemittari>. Luettu 17.4.2023.
- 23 Testo 417 Siipipyöranemometri. 2013. Verkkoaineisto. Kimrok Oy. <https://www.kimrok.fi/tuotteet/testo-417-siipipyora-anemometri>. Luettu 17.4.2023.
- 24 RT 10-11302. 2018. Talotekniikan laadunvarmistus- ja vastaanottomenettely. Tehtävät ja dokumentointi.
- 25 Suhteellinen säätö. n.d. Verkkoaineisto. Pietiko Oy. <https://www.pietiko.fi/mittaustietoa/suhteellinen-saato/>. Luettu 18.4.2023.

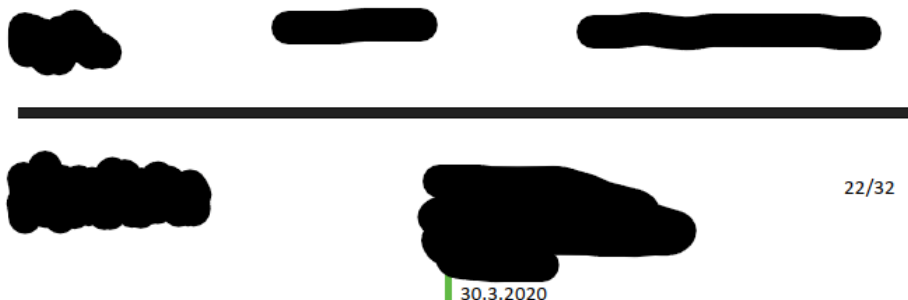
- 26 Celsivent. n.d. Verkkoaineisto. Sensocell Oy. https://www.sensor-cell.fi/epages/sensorcell.sf/fi_FI/?ObjectPath=/Shops/2016080104/Products/%220170%204000%22. Luettu 18.4.2023.

Työselostus

Esimerkki työselostuksen sisällöstä.

Ilmavirtojen säätö ja mittaukset

Pohjapiirustuksissa huonetiloihin, kanavistoihin ja säätöelimiin merkityt ilmavirrat ovat ”täyden tehon” tai normaalitehon ilmavirtoja. Ilmavirrat on tasopiirustuksissa laskettu ilman kanavavuotojen vaikutusta. Pääsääntöisesti tasopiirustusten ilmavirroissa ei ole huomioitu rakennuksen yli/alipaineistamisen vaatimaa ilmavirtaeroa tulo- ja poistoilmavirroissa. Kanavistoon merkityissä ilmavirroissa on myös kaikkien huoneiden tai vyöhykkeiden ilmavirrat laskettu olevan samanaikaisesti täydellä teholla.



Laiteluetteloissa kojeiden ilmavirroissa on erikseen ilmoitettu mitoitusilmavirrat ja käyttöön otettava ilmavirta. Käyttöön otettava ilmavirta sisältää tasopiirustuksista laskettavissa olevat ilmavirrat huomioituna mahdollinen laskennallinen epäsamanaikaisuus (ilmavirtasäätöisessä laitoksessa) sekä lisätynä kanavavuotojen arvioidulla määrällä. Käyttöön otettavat ilmavirtalaskelmat eivät pidä laiteluetteloiden osalta sisällään rakennuksen painesuhteiden vaatimia ilmavirtausmääriä normaalitapauksissa (puhdistiloissa asia on huomioitu). Laiteluetteloissa esitetyt laitteiden mitoitusilmavirrat sisältävät lisäksi varautumisen laajennuksiin tai ilmavirtojen muutoksiin.

Samana tilan venttiilikohdaiset- ja kokonaisilmavirrat saavat poiketa korkeintaan 10 % suunnitelluista arvoista. Tilan tulo- ja poistoilmavirtojen suhteen poikkeamaksi sallitaan 10 %. Painesuhteiden on säädön jälkeen oltava suunnitelmien mukaiset.

Kojeiden ilmavirrat säädetään ensisijaisesti piirustuksista laskettaviin ilmavirtoihin ja verrataan lisäksi laiteluettelossa mainittuun käyttöön otettavaan ilmavirtaan.

Ilmavirrat on säädettävä siten, että vältetään turhia kuristuksia (= pisimmän haaran säätöpeltien tulee olla lähes auki, n. 10...20 Pa ”ylimääräisellä” paine-erolla pääte-elimessä ja runkokanavan säätöpellissä). Puhaltimien kokonaisilmavirrat säädetään kanavapaineen asetusarvoa muuttamalla.

Huonekohtaisia ilmavirtoja säädettäessä ao. huoneiden välivet käytävään tulee olla auki. Porras-huoneiden väliovien tulee olla kiinni.

Kojekohtaisten eri käyttötehojen ilmavirtasuhteet on tarkastettava. Kaikilta puhaltimilta mitataan säätötyön ja eri käyttötehojen mittaustyön yhteydessä ilmavirran lisäksi paine-ero. Samoin mitataan jokaiselta palvelualueelta (= jokaisesta huoneistosta) paine ulkoilmaan nähden. Mitattaessa huoneen väliovi käytävään (huoneiston sisäiseen) pidetään auki.

Säätötyö tehdään niin, että rakennus on kokonaisuudessaan ulkoilmaan nähden alipaineinen 1 ... 5 Pa. Näin siitä huolimatta, että suunnitelmiin ilmavirrat on merkitty \pm tasapainoon.

Ilmavirtasäätöisissä laitoksissa on ilmavirrat tarkistettava eri käyttötilanteissa (min, max). Kokonaisilmavirtoja mitattaessa huomioidaan suunniteltu epäsamanaikaisuus. Suunnittelijalta saatavien ohjeiden mukaisesti. Liitteessä on esitetty säätötyön toteutus vaihe vaiheelta.

Ilmastointikojien sähkötehokkuusarvo SFP mitataan ilmastointikojen käyttöön otettavilla ilmavirta-arvoilla. SFP lasketaan kojeiston puhaltimien (tulo- ja poisto-) yhteisestä sähkömoottorien (tai taajuusmuuttajien, jos niitä on) ottotehosta jaettuna suuremmalla ilmavirralla. Sähkömoottorien ottotehot kirjataan mittauspöytäkirjaan ja näistä urakoitsija laskee kojeiston SFP-luvun. Kojetojen SFP-luvut merkitään mittauspöytäkirjaan.

Kanaviin tehdyt mittausreiät tulpataan mittauksen jälkeen.

Mittauspöytäkirja

Tyypillinen mittaustaulukko, josta käy ilmi mitattu ilmavirta ja prosentuaalinen poikkeama suunnitellusta ilmavirrasta. Tässä tapauksessa näytetään vain tuloilmaventtiilit.

Alipaine	VENTTIILI	KOKO mm	ASENTO RAKO	K-Arvo mm	Paine Pa	VAADITTU DM ³ /S	MITATTU DM ³ /S	POIKEAMA
Eteinen							0,0	
Suihku/WC							0,0	
Ruokailutila	KTS	100	3	1,6	14,6	10	5,9	-41%
	KTS	100	2	1,1	21,6	10	5,1	-49%
Olohuone	KTS	100	2	1,1	18,0	10	4,7	-53%
	KTS	100	3	1,6	11,3	10	5,2	-48%
Kolo	KTS	100	2	1,1	12,7	8	3,9	-51%
Keittiö							0,0	
WC 1							0,0	
KHH							0,0	
Suihku							0,0	
Sauna	KTS	100	15	5,1	16,0	10	20,4	104%
Makuuhuone 1/VH	STI	100	16	7,0	6,5	20	17,8	-11%
Makuuhuone 2	STI	100	16	7,0	1,6	16	8,9	-45%
Makuuhuone 3/S	STQA	125	14	4,2	2,8	10	7,0	-30%
Makuuhuone 4/Cs	STQA	125	14	4,2	3,1	10	7,4	-26%
Eteinen Ylekkerta							0,0	
WC 2							0,0	
							0,0	
	TULOILMA					114	86,4	-24%