

Antti Lauronen

OLOSUHDEMUKAINEN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

OLOSUHDEMUKAINEN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

Antti Lauronen
Opinnäytetyö
Talvi 2021
Talotekniikan tutkinto-ohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Tutkinto-ohjelma, Talotekniikka

Tekijä(t): Antti Lauronen

Opinnäytetyön nimi: Olosuhdemukainen ilmanvaihtojärjestelmä

Työn ohjaaja: Tomi Jäävirta

Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: Talvi 2021

Sivumäärä: 27+7

Swegon Wisen tavoitteena on toteuttaa olosuhdemukainen IV-järjestelmä. Järjestelmä pitää kiinteistön olosuhteet huonetasolla määräysten mukaisena. Wise reagoi olosuhteiden muutoksiin huonetasolla säätämällä ilmanvaihtoa ja lämpötilaa. Toimiessaan järjestelmä tuottaa sekä hyvät sisäilmasto-olosuhteet että energiatehokkuudenkin.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää Swegon Wisen toimintavarmuus ja todentaa se mittaamalla toteutettu järjestelmä. Työssä mitattiin äänenpainetasoja, lämpötiloja, hiilidioksidipitoisuuksia sekä ilmavirtoja. Wise mittaa itse omilla mittareillaan hiilidioksidipitoisuuksia, VOC-tasoja, lämpötiloja, ilmavirtoja ja sisäilman suhteellista kosteutta. Referenssimittareiden tuloksia verrattiin Wisen omilla antureilla tuottamiin lämpötilan, hiilidioksidin ja ilmavirran mittaustuloksiin. Järjestelmä tuottaa lisäksi myös mittauksia VOC-tasoista ja sisäilman suhteellisesta kosteudesta. Opinnäytetyössä tarkastellaan myös järjestelmän hankinnan vaikutuksista urakoitsijan toimintaan urakan kaikissa vaiheissa.

Tutkimuksessa kohteena oli Oulun keskustassa sijaitseva KOy Säästöraha, joka saneerattiin 2020–2021. Saneerauksen yhteydessä LVIA-tekniikkaa uudistettiin laajalti sekä kohteeseen asennettiin Swegon Wise. Suunnittelun ja toteutuksen lähtökohdaksi on otettu sisäilmaluokituksen luokka S2. Sisäilmastoluokka S2 asettaa tavoitetasot mm. lämpötilalle ja ilmanvaihdolle. Kohde toteutettiin kokonaisuudessaan P1-työmaana. Puhtausluokka P1 asettaa rakentamisen ajalle kriteerit pölyn määrästä, alipaineistuksesta ja siivoamistavoista, jotta loppukäyttäjällä on puhtaat ja terveelliset tilat työskennellä.

Kohteeseen asennettiin kolme IV-konetta ja noin 290 lämmitys- ja/tai jäähdytyspaneelia, jotka kaikki ovat liitettyinä Wiseen. Järjestelmän toiminnan varmentaminen ja käyttöönotot tapahtuvat vaiheittain saneeraustöiden edetessä.

Tutkimuksen perusteella järjestelmän toiminta on luotettavaa ja odotuksenmukaista. Järjestelmä reagoi huonetasolla tapahtuviin rasitteisiin lähes välittömästi ja lämpötilojen ohjaaminen huoneissa on yksinkertaista, mutta toimivaa. Wisen hankinta ei itsessään vaikuta LVI-urakoitsijan urakkaan muuten kuin IMS-peltien asennuksessa huomioon otettavalla suojaetäisyydellä. Järjestelmän asennus liittyy vahvasti myös sähköurakoitsijan urakkaan.

Asiasanat: energiatehokkuus, ilmanvaihtojärjestelmät, LVI-järjestelmät, lämmönsäätö, sisäilmasto, talotekniikka

ABSTRACT

Oulu University of Applied Sciences
Degree programme, HVAC

Author(s): Antti Lauronen

Title of thesis: Conditionally Controlled Air Handling System

Supervisor(s): Tomi Jäävirta

Term and year when the thesis was submitted: Winter 2021 Number of pages: 27+7

The aim of this thesis was to find out the reliability of Swegon Wise Conditionally Controlled Air Handling System and to verify it by measuring the system. It was realized by measuring temperatures, sound pressure levels, carbon dioxide concentration and air flow. These measurement results will be compared to the systems own measurements. The thesis also describes the effects of the acquisition of the system to the contractor's operations at all stages of the contract.

Swegon Wise aims to implement a conditionally controlled HVAC-system. The system keeps the conditions of the property at room level in accordance with regulations. Wise reacts to the changes in conditions at the room level by adjusting ventilation and temperature. When operating, the system produces as well good indoor climate conditions as energy efficiency.

The subject of the thesis was KOy Säästöräha which is located in the center of Oulu. It was renovated in 2020–2021. The HVAC systems were extensively renewed and Swegon Wise was installed.

The property has three air handling units and approximately 290 heating and / or cooling panels installed at the site. All of these are connected to Wise. The verification of the system's operation and commissioning will take place in stages as the renovation work progresses.

Keywords: HVAC, energy efficiency, Conditional controlling, Air handling unit

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	SISÄILMASTO.....	7
3	MUUTTUVAILMAVIRTAINEN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ	9
3.1	Tavanomainen.....	9
3.2	Olosuhdemukainen	10
4	JÄRJESTELMÄESITTELY KOY SÄÄSTÖRAHA.....	13
4.1	Ilmanvaihtokoneet	13
4.2	Lämmitysjärjestelmät.....	13
4.3	Jäähdytysjärjestelmät.....	13
4.4	Mittauspisteet ja anturit.....	14
4.4.1	Wise RTA.....	14
4.4.2	Wise IORE	15
4.4.3	Wise IAQ MULTI	15
5	MITTAUKSET	17
5.1	Mittalaitteet.....	17
5.2	Wisen mittapisteet ja niiden tarkkuus	18
5.3	Mittaustulokset	18
5.4	Tuloksien pohdinta	22
6	VAIKUTUS URAKOITSIJAAAN	23
7	YHTEENVETO	25
	LÄHTEET.....	26
	LIITTEET	28

1 JOHDANTO

Tässä työssä tutustutaan olosuhdemukaisen ilmanvaihtojärjestelmän toimintaan ja tutkitaan sitä mittausten kautta. Lisäksi opinnäytetyössä käsitellään järjestelmän hankkimisen vaikutus urakoitsijan toimintaan kaikissa urakan vaiheissa. Työn tilaajana toimii Swegon ja työn tavoitteena on selvittää Wisen toimintavarmuus ja todentaa se mittaamalla toteutettu järjestelmä.

Kohde, johon olosuhdemukainen ilmanvaihtojärjestelmä toteutettiin, on vuonna 1928 rakennettu toimistorakennus Oulun keskustassa. Kohdetta peruskorjattiin ja peruskorjauksen yhteydessä LVI-tekniset järjestelmät uudistettiin laajalti. Ilmanvaihto- ja olosuhdejärjestelmän toimitti Swegon ja olosuhdemukaisen järjestelmän aivot on Swegonin Wise.

Opinnäytetyön mittauksia verrataan S2:n raja-arvoihin ja näiden perusteella pohditaan, kuinka järjestelmä toimii. Järjestelmästä mitataan lämpötilat, hiilidioksidipitoisuudet, ilmanvaihto ja äänenpaineetasot. Mittauksia ja mittatuloksia verrataan Wise-järjestelmän trendikäyriin ja päätellään, voidaanko Wisen mittaustuloksiin ja trendikäyriin luottaa.

2 SISÄILMASTO

Olosuhdemukaisella ilmanvaihdolla pyritään tarjoamaan vakaat ja hyvät sisäilmasto-olosuhteet. Suomessa on kehitetty sisäilmaston suunnittelulle ja toteutukselle ohjaava kortti, jossa on esitelty jokaiselle sisäilmastoluokalle ohjeelliset raja-arvot esimerkiksi lämpötiloille, hiilidioksidipitoisuuksille ja ulkoilmavirralle.

RT-kortiston kortti RT 07-11299 jakaa sisäilmaston kolmeen eri ryhmään: S1, S2 ja S3. Näistä kolmesta S1 on kaikista vaativin sisäilmaluokitus ja S3 vaatimattomin. Kortti määrittelee S1:n yksilölliseksi sisäilmastoksi, S2:n hyväksi sisäilmastoksi ja S3:n tyydyttäväksi sisäilmastoksi. Kaikkiin näihin luokkiin on määritelty lämpötilat, ilman liikenopeudet, laadun tavoitearvot sekä esimerkiksi akustisten suureiden tavoitearvot. Kohteessa lämpötilojen raja- ja tavoitearvoina käytettiin taulukon 1. S2-luokkaa. Sisäilmaston laadun raja- ja tavoitearvot poimittiin taulukosta 2. (1.)

TAULUKKO 1. Operatiivisen lämpötilan tavoitearvot eri sisäilmastoluokissa (1)

	S1	S2	S3
Operatiivinen lämpötila t_{op} [°C]			21
$t_u \leq 0$ °C	21,5 ¹⁾	21,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$21,5 + 0,15 \times t_u$ ¹⁾	$21,5 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	24,5 ¹⁾	25,5	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama ylöspäin			
$t_u \leq 0$ °C	< 22,5	< 23	
$0 < t_u \leq 15$ °C	$< 22,5 + 0,166 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 25	< 26	
Lämpötilan sallittu vaihteluväli [°C] poikkeama alaspäin			
$t_u \leq 0$ °C	> 20,5	> 20,5	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$> 20,5 + 0,075 \times t_u$	$> 20,5 + 0,025 \times t_u$	
$t_u > 20$ °C	> 22	> 21	
Operatiivisen lämpötilan enimmäisarvo [°C]			
$t_u \leq 0$ °C	< 23	< 23	
$0 < t_u \leq 20$ °C	$< 23 + 0,2 \times t_u$	$< 23 + 0,2 \times t_u$	
$t_u > 15$ °C	< 27	< 27	
$t_u \leq 10$ °C			< 25 (26) ²⁾
$t_u > 10$ °C			< 27 (32) ²⁾
Operatiivisen lämpötilan vähimmäisarvo [°C]	> 20	> 20	> 20 (18) ²⁾
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttäjästä]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	
asunnot	90 %	80 %	

TAULUKKO 2. Sisäympäristön laadun tavoitearvot (1)

	S1	S2	S3
Hiilidioksidipitoisuuslisä* [ppm]	< 350	< 550	< 800
Radonpitoisuus [Bq/m ³]	< 100	< 100	< 200
PM _{2,5} [µg/m ³]	< 10	< 10	< 25
PM _{2,5} sisällä/ulkona	< 0,5	< 0,7	-
Ilman suhteellinen kosteus [% RH]	-	-	-
Olosuhteiden pysyvyys [% käyttäjasta]			
toimi- ja opetustilat	90 %	90 %	-
asunnot	90 %	80 %	-

*suurempi kuin ulkoilman hiilidioksidipitoisuus.

Sisäilmastoluokitukset on luotu edesauttamaan eri toimijoiden yhteistyötä ja vähentämään täten terveyttä tai viihtyvyyttä heikentävien ongelmien syntymisen riskiä. Sisäilmastoluokitus ei kuitenkaan ole viranomaisohje tai sellaisen tulkinta, vaan ennemminkin laatusuunnitelma, jolla voidaan vaikuttaa rakennuksen lopulliseen käyttöön ja sen mukavuuteen.

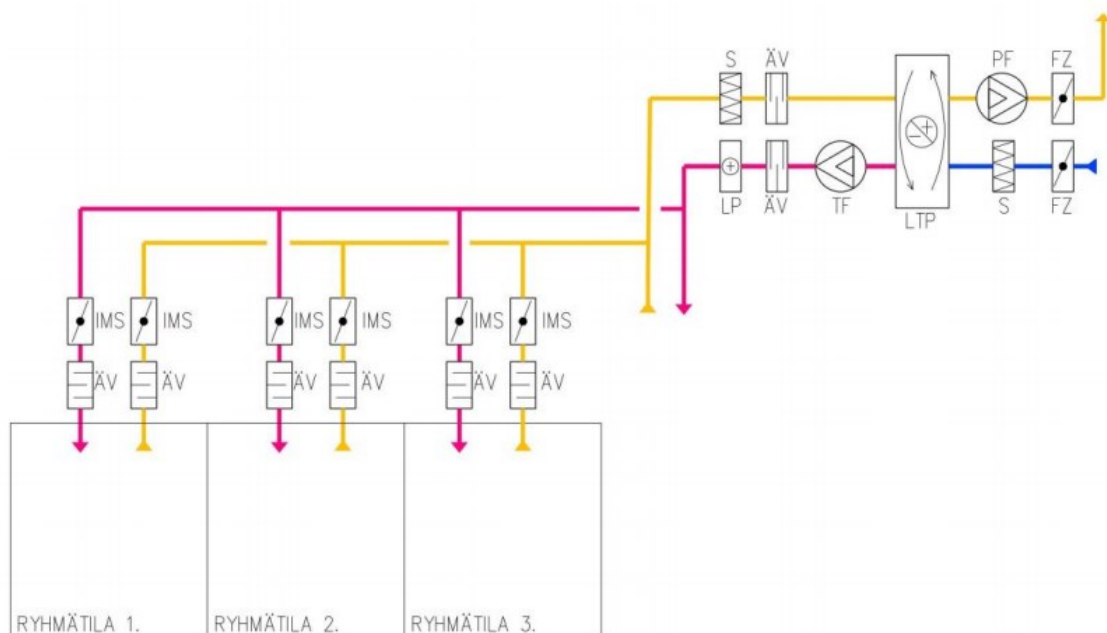
3 MUUTTUVILMAVIRTAINEN ILMANVAIHTOJÄRJESTELMÄ

Muuttuvilmavirtaisella ilmanvaihdolla tarkoitetaan ilmanvaihtojärjestelmää, jossa tilojen ilmamäärä ohjataan tarpeen mukaisesti. Tässä luvussa käsitellään tavanomaista järjestelmää sekä olosuhdemukaista järjestelmää.

3.1 Tavanomainen

Tavanomaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä jokaiselle tilalle on suunniteltu ja asennettu omat ilmamäärsäätimet (IMS), jotka mahdollistavat yksilöllisten tilojen ilmavirran säätämisen erikseen kuten kuvassa 1 voidaan havaita. Järjestelmiä myös suunnitellaan ja toteutetaan vyöhykesäätöisinä, jolloin yhden ilmamäärsäätöpellin takana on useampi tila. (2)

Esimerkiksi toimistorakennuksissa tuloilman ilmamäärsäädintä ohjataan huoneessa sijaitsevan huoneanturin perusteella. Huoneanturilta saatavalla mittauksella voidaan kasvattaa tai pienentää huoneeseen tulevaa ilmavirtaa. Poistoilmavirta seuraa tuloilmavirran määrää, jotta ilmavirrat pysyvät tasapainossa huoneessa.



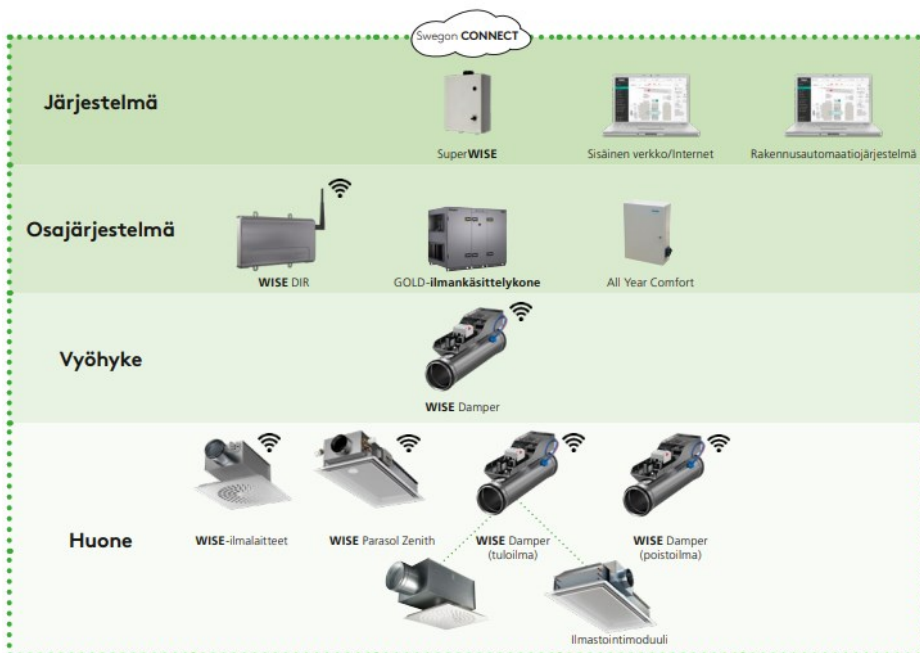
KUVA 1. Esimerkkipiirros huonekohtaisesti muuttuvasta ilmanvaihdosta (3)

Tavanomaisessa muuttuvilmavirtaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä kaikki järjestelmän laitteet eli ilmamääräsäätimet, huoneanturit, mittapisteeet yms. täytyy kaapeloida alahallintakeskukselle (VAK). Tämä tarkoittaa huomattavaa määrää kaapelointia sekä joissakin tapauksissa äärimmäisen pitkiä kaapelivetoja huoneesta VAK:lle. Alahallintakeskuksella ohjataan ja säädetään kaikkia järjestelmän pisteitä. Järjestelmä siis luottaa vain yhteen kohtaan tietojen siirtymiselle ja arvojen muuttamiselle ilmamääräsäätimissä ja ilmanvaihtokoneissa.

3.2 Olosuhdemukainen

Olosuhdemukainen ilmanvaihtojärjestelmä poikkeaa tavanomaisesta järjestelmästä sillä, että järjestelmä ottaa huomioon huoneolosuhteet lämpötilan, kosteuden ja hiilidioksidipitoisuuden osalta sekä ohjaa saaduilla tiedoilla lämmitystä, jäähdytystä ja ilmanvaihtoa huoneissa. Järjestelmä siis ottaa enemmän asioita huomioon, minkä perusteella voidaan ohjata olosuhteita tarkemmin. Tämä toisaalta vaatii huomattavasti enemmän automaatiota, jotta kokonaisuudesta saataisi toimiva.

Swegon Wise on kaupallinen järjestelmäkokonaisuus olosuhdemukaiseen ilmanvaihtoon. Wise-järjestelmämallilla ohjauksesta on tehty jokseenkin helppoa, koska kaikkia automaatioon liitettäviä laitteita ja/tai peltejä ei kytketä suoraan alahallintakeskukseen (VAK), vaan ne ohjataan Directorille, joka ohjaa tiedot suurempana kokonaisuutena langattoman verkon lävitse eteenpäin SuperWiselle (4). Järjestelmäkaavio kuvassa 2 selkeyttää kokonaisuutta.



KUVA 2. Wise-järjestelmäkaavio (5)

Suomessa Wise-järjestelmiä löytyy jo yli 30 ja niissä on yli 500 ilmamäärää säätävää ilmanvaihtokomponenttia ja yli 1000 anturia, mutta nämä kaikki tulevat samalta toimittajalta. Wise-järjestelmiin tehdään tehtaassa valmiiksi automaatio-ohjelmisto ja kentällä laitteet keskustelevat keskenään langattomasti ja siirtävät tietoa langattomasti.

Järjestelmäkokonaisuuksiin kuuluvat:

- ilmanvaihtolaitteet
- anturit
- automaatio
- tietoliikenne
- rajapinta

Järjestelmät siis tulevat kokonaisuuksina ja niillä voidaan ohjata koko kiinteistöä ilmanvaihdon, lämpötilan ja huoneolosuhteiden mukaisesti esimerkiksi huonekohtaisesti.

Toteutetussa kohteessa Wise-järjestelmän mitta-antureita, peltejä ja muita laitteita on yhteensä 374 kpl (6).

SuperWise on koko järjestelmän aivot eli järjestelmän käyttöliittymä. Järjestelmää voidaan hallita ja säätää tältä laitteelta. Kohteessa on vain yksi SuperWise. Järjestelmää pääsee ohjaamaan paikallisesti kiinnittämällä verkkopiuhun laitteeseen ja tietokoneeseen tai mahdollista on myös Swegonin avulla päästä verkon välityksellä yhteyteen SuperWisen käyttöliittymään (liite 1.). SuperWisellä voidaan ohjelmoida koko järjestelmän IMS-pellit, huonesäätimien lämpötila-arvojen rajat ja esimerkiksi käyntiajat. Järjestelmä on monimuotoinen, mikä antaa mahdollisuuden luoda toimivia kokonaisuuksia helposti. (7)

Directorit eli suuntaimet toimivat järjestelmän keskusohjausyksikkönä, joka kerää langattomasti kaikki tiedot, käsittelee ne ja lähettää sitten erilaista tietoa ilmastointi- ja ilmanvaihtotuotteille sisäilmaston hallintaa varten. (8)

Damperit ovat Wise-järjestelmän ilmamääräsäätöpeltejä eli IMS-peltejä, jotka ohjaavat esimerkiksi kerrokseen menevää kokonaisilmavirtaa. Suuntaimet ja SuperWise ohjaavat yhdessä peltien asentoa, jotta säätöpellin ohitse menee oikea ilmavirta. Säätöpelleille on myös mahdollista tehdä ohjelmallisia aikaohjelmia, jolloin säätöpellit ovat esimerkiksi 100 % auki kello 8.00–16.00. Tällaisella

ohjelmallisella lukitsemisella voidaan saavuttaa suuriinkin avooneisiin tarpeellinen ilmanvaihto, joka ei mittapisteiden avulla muuten onnistuisi. (9)

4 JÄRJESTELMÄESITTELY KOY SÄÄSTÖRAHA

Tässä kappaleessa käsitellään tarkemmin kohteen IV-, lämmitys- ja jäähdytysjärjestelmät. Lisäksi perehdytään Wisen mitta-antureihin, jotka kohteeseen tulevat käyttöön.

Kohteessa on yksi SuperWise ja jokaisessa kerroksessa on oma suuntain.

4.1 Ilmanvaihtokoneet

IV-koneet ovat IV-PRODUKTin toimittamia ilmankäsittelykoneita. Ilmanvaihtokoneet ovat yhteensovitettuja Wisen kanssa ja niitä ohjataan alahallintakeskuksilta yhteistyössä Wisen ohjausten kanssa.

Ilmanvaihtokoneita Wise-piirissä on yhteensä kolme, ja ohjattavia kerroksia, joita nämä koneet palvelevat, on kuusi. Ilmanvaihtokoneiden ja erillispoistojen kokonaistuloilmamäärä on 10,6 m³/s ja poistoilmamäärä on 10,7 m³/s.

4.2 Lämmitysjärjestelmät

Kohteessa lämmitys on järjestetty seinälle ikkunoiden alle asennetuilla radiaattoreilla sekä Itulan ItuGraf-lämmityspaneelilla (kuva 3). Paneeleita ohjataan Oventrop Cocon QTZ toimilaitteventtiileillä, jotka tottelevat Wisen lämmityksen tai jäähdytyksen ohjausviestiä. Järjestelmä saa lämpönsä kaukolämmöstä ja kaukolämpösiirtimiä on kolme, IV-lämmitys (555 kW), säteilijälämmitys (50 kW) ja patterilämmitys (115 kW).

4.3 Jäähdytysjärjestelmät

Kohteessa on jäähdytysjärjestelmä, joka on järjestetty Itulan ItuGraf-jäähdytyspaneelilla (kuva 3). Jäähdytyspuolen paneelien toimilaitteita ohjataan Wise-järjestelmällä. Lisäksi kohteessa on tiettyihin tiloihin asennettu jäähdyttäviä puhallinkonvektoreita, mutta näitä ei ohjata WISE-järjestelmällä. Jäähdytetty vesi tuotetaan jäähdytysjärjestelmälle Carrierin kylmävesiasemalla, jonka teho on n. 60 kW.



KUVA 3. Kattoon asennettuja lämmittäviä ja jäähdyttäviä ItuGraf-paneeleja

4.4 Mittauspisteet ja anturit

Järjestelmään tulee kolme erityyppistä huonemittauslaitetta ja kaikki laitteet toimivat langattomasti yhdessä SuperWisen ja IMS-pellin kanssa. Mittauspisteet ja mittausanturit sijoitetaan huoneissa seinään n. 1,5 metrin korkeuteen lattiapinnasta. Laitteet lähettävät tietoa langattoman verkon avulla eteenpäin suuntaimille, josta tiedot menevät SuperWiselle.

4.4.1 Wise RTA

Wise RTA:t ovat huonelaitteita, joilla mitataan lämpötilaa ja asetetaan huoneeseen haluttu lämpötila. RTA:n sisällä on elin, joka mittaa lämpötilaa huoneessa, ja laitteen etupaneeli näyttää huoneeseen toivotun lämpötilan.

Laitteella on määritetty normaalin tilanteen tavoiteltu sisälämpötilan arvo (22 °C), mutta tätä arvoa voidaan muuttaa väliaikaisesti tai pysyvästi muuttamalla RTA:n näyttöarvo haluttuun lämpötilaan.

RTA:n näyttö kertoo näytössä sijaitsevalla värikkäällä pallolla, lämmitetäänkö vai jäähdytetäänkö huonetilaa. Jos pallo on punainen, huonetta lämmitetään ja jos pallo on sininen, huonetta jäähdytetään (kuva 4) (10).



KUVA 4. Wise RTA kahdessa toimintotilassa, lämmitys ja jäähdytys. RTA näkyy kuvassa alempana

4.4.2 Wise IORE

IORE on lämmitys- ja jäähdytysventtiilien ohjaaja huonetasolla. IORE keskustelee suoraan venttiilien toimilaitteiden kanssa ja ohjaa niitä. IORE saa tiedon suuntaimelta, joka saa halutun lämpötilaolosuhteen RTA:lta huoneesta. IORE säättää paneelien Oventrop-venttiilien toimilaitteiden toiminnan vastaamaan lämmityksen tai jäähdytyksen tarvetta. (11)

4.4.3 Wise IAQ MULTI

IAQ Multi on ilmanlaadun mittauselin huonetasolla (kuva 5). Elin mittaa CO₂:n, VOC:ja, suhteellista kosteutta ja lämpötilaa. Näiltä saadun mittausdatan perusteella säädetään Wisen IMS-peltien ilmavirtaa. Kyseessä on siis huonelaitteista tärkein ilmavirran kannalta. Tämä laite määrittää tarvittavan

ilmavirran IMS-pelleille huonoimman mittaustuloksen perusteella. IAQM:n mittaustuloksia ei pääse näkemään muualta kuin verkosta tai Wisen huolto-ohjaimelta. Mittausten pohjalta järjestelmä piirtää trendiviivastoa jokaiselle huoneelle ja tämän trendin mukaan voidaan tarkastella, onko huoneessa hyvä sisäilmasto vaiko ei. (12)



KUVA 5. Kuvassa ylempänä näkyy IAQM-anturi

5 MITTAUKSET

Mittausten tavoitteena oli analysoida järjestelmän toiminta. Mittausten pohjalta tehtiin analysointi, jossa vertailtiin Wise-järjestelmän omia mittauksia kalibroituihin mittalaitteisiin. Kohteessa suoritettiin mittaukset kahdesta tyyppihuoneesta 5. kerroksesta. Molemmissa tiloissa kattoon oli asennettu Itugraf-paneeleja kaksitoimisina ja pelkkinä jäähdytyspaneelina. Tiloihin oli asennettu Swegonin tuloilmalaatikot sekä poistoilmaventtiilit.

Kohteessa mitattiin ilmavirrat, lämpötilat ja hiilidioksidit pidemmältä aikajaksolta. Äänenpainetasot mitattiin huonetiloista hetkellisesti tehostetun käytön sekä normaalin käytön aikana. Pidemmän aikajakson mittaukset kestivät 24 tuntia eli tilaa seurattiin yksi täysi päivä. Tilat eivät olleet asiakkaan käytössä mitausten aikana, joten tiloihin luotiin rasitetta, jonka aikana mittaukset aloitettiin. Toiseen huonetilaan asetettiin tavoiteltavaksi lämpötilaksi 20 °C ja toiseen 24 °C.

Huonekohtaisissa mittauksissa mittalaitteet aseteltiin huoneeseen (LVI-)kortin LVI 014-10290 mukaan. Lämpötilat ja hiilidioksidipitoisuudet mitattiin oleskeluvyöhykkeeltä, noin 1,2 metrin korkeudesta. Tavoitteena oli selvittää toimistotyöhön tarkoitettun huoneen pöydän ääressä olevat olosuhteet.

5.1 Mittalaitteet

Työssä käytettiin huoneen hiilidioksidipitoisuuden ja huonekosteuden mittaamiseen TSI:n QTrak-mittalaitetta, ilmavirtojen mittaamiseen TSI:n VelociCalc-mittalaitetta, lämpötilojen mittaamisen Kilog-mittaria ja äänenpainetasojen mittaamiseen Cirrus Optimus CRC161-mittalaitetta.

QTrack-mittalaitteen hiilidioksiditasot oli kalibroitu 1000 ppm:n hiilidioksidipullolla vuosi ennen näitä mittauksia. VelociCalc-mittarin tarkkuus varmennettiin toisella mittarilla, joka oli kalibroitu kaksi kuukautta ennen mittauksia. Mittalaitteiden lisäksi mittatuloksia otettiin suoraan Swegon Wisen omasta pilvipalvelusta ja näitä tuloksia verrattiin mittalaitteiden tuloksiin.

5.2 Wisen mittapisteet ja niiden tarkkuus

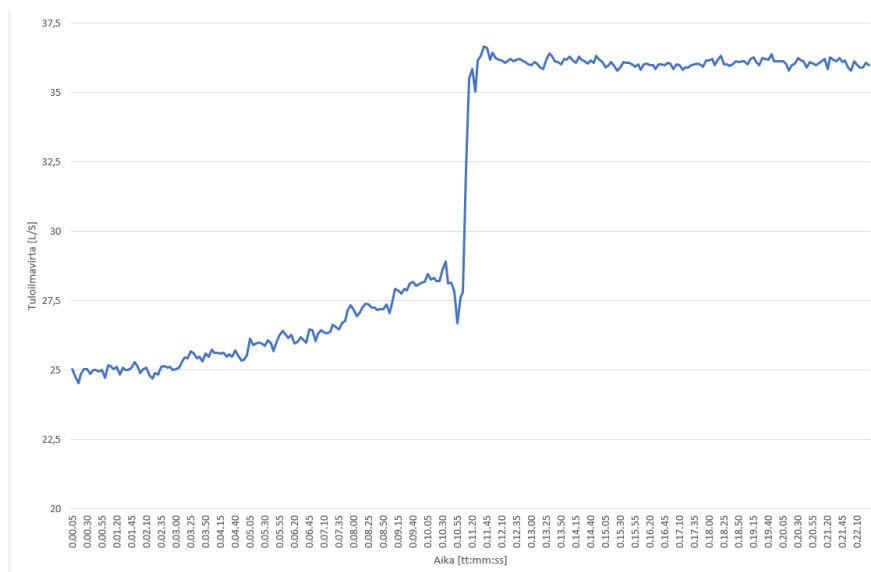
Järjestelmässä itsessään on ilmanlaatumittareita ja lämpötilamittareita. Näiden perusteella piirretään trendikäyrää Wisen hallintasivuille, josta on helppo seurata järjestelmän toimintaa huonetasolla. Mittalaitteet ovat huonekohtaisia, mutta IMS-pellit ovat vyöhykekohtaisia ja vaikuttavat useampaan huoneeseen kerralla.

IAQM- ja RTA-mittareiden tarkkuutta vertailtiin mittalaitteiden tarkkuuteen ja vertailujen perusteella todettiin, että mittatuloksiin voidaan luottaa. Mittalaitteiden ja Wisen omien mittapisteiden välinen ero oli huomaamaton tyyppihuoneissa, joten mittaustulokset ovat ainakin pienissä toimistotiloissa yhtä luotettavia kuin kalibroitujen mittalaitteiden. Wisen mittarit on sijoitettu seinälle sähkökiskoon noin 1,4 metrin korkeuteen oven läheisyyteen.

5.3 Mittaustulokset

Mittaustuloksia kertyi mittausjaksolta yhteensä noin 40000. Ilmavirtojen mittauksen aikavakiona oli 5 sekuntia, hiilidioksidien ja lämpötilojen 10 sekuntia. Aikavakiot pidettiin lyhyenä, koska huonetilan ilmamäärän vaihtelut IMS-peltien vaikutuksesta olivat nopeita. Jos aikavakio olisi ollut pidempi, IMS-pellin avautumisesta ei olisi saanut selkeää kuvaajaa (kuva 6).

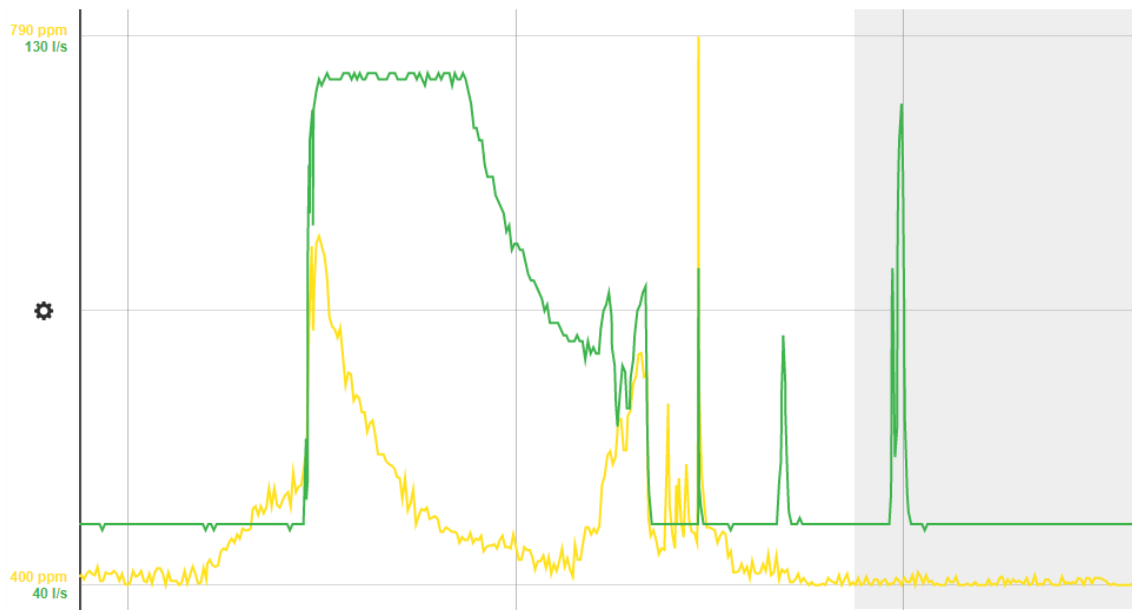
Tuloksissa käytetyissä Wisen tuloskuivissa ei ollut mahdollista määrittää akseleille nimeä, mutta järjestelmä piirtää selkeän kuvaajan mittaustuloksista.



KUVA 6. IMS-pellin avautumisen vaikutus tuloilmavirtaan

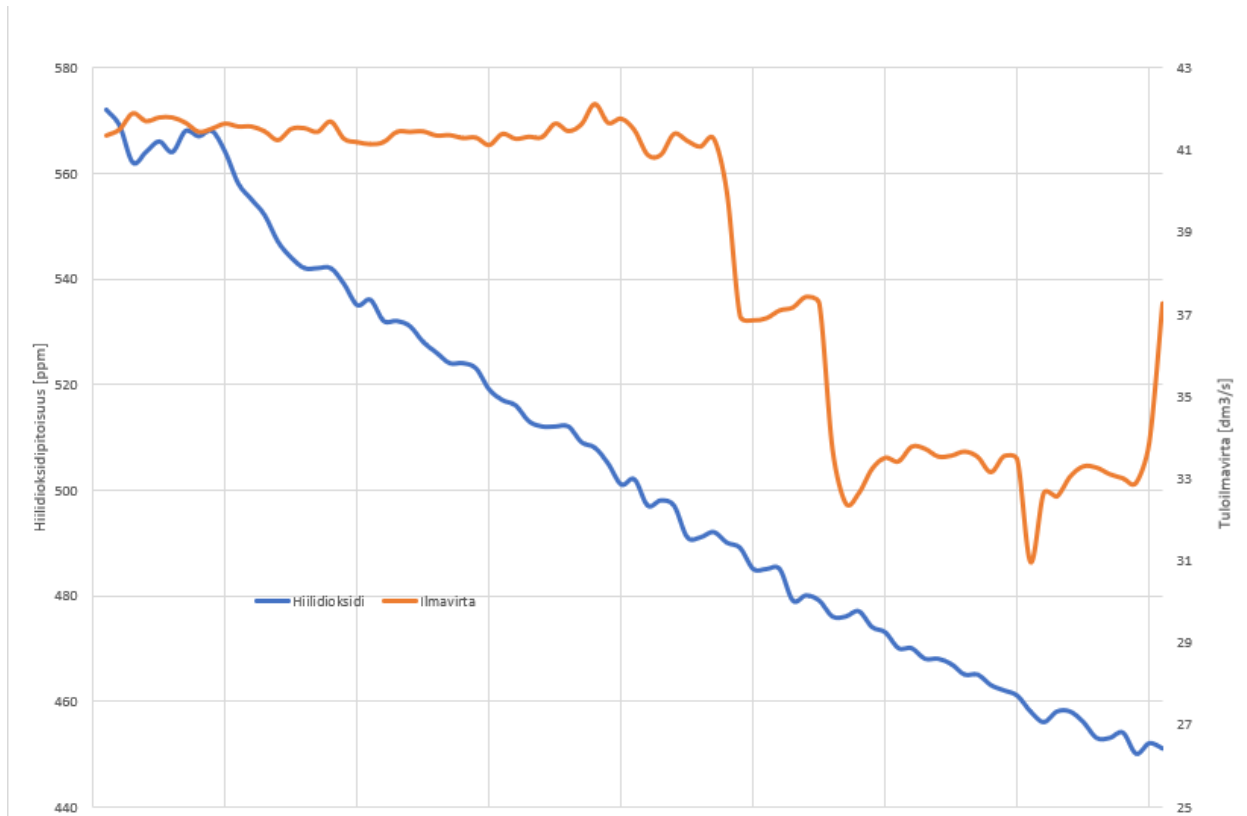
Mittaustulosten käsittely aloitettiin tuomalla kaikista mittatuloksista saadut tekstitiedostot Excelliin ja lukuja tarkasteltiin siellä tarkemmin.

Tuloilmavirran mittaustuloksista pyrittiin selvittämään, kuinka IMS-pelti reagoi huonetilan hiilidioksidipitoisuuksiin. Tulosten käsittelyssä koko tietueesta etsittiin alimmat ja ylimmät arvot, tehtiin keskiarvoinen kuvaaja ilmavirran vaihtelusta huonetilassa. Hiilidioksidipitoisuuden avulla tutkittiin IMS-pellin vaikutusajanjaksoa. IMS-pelti reagoi lähes välittömästi, kun huonetilassa havaittiin rasiitetta (kuvat 6 ja 7).



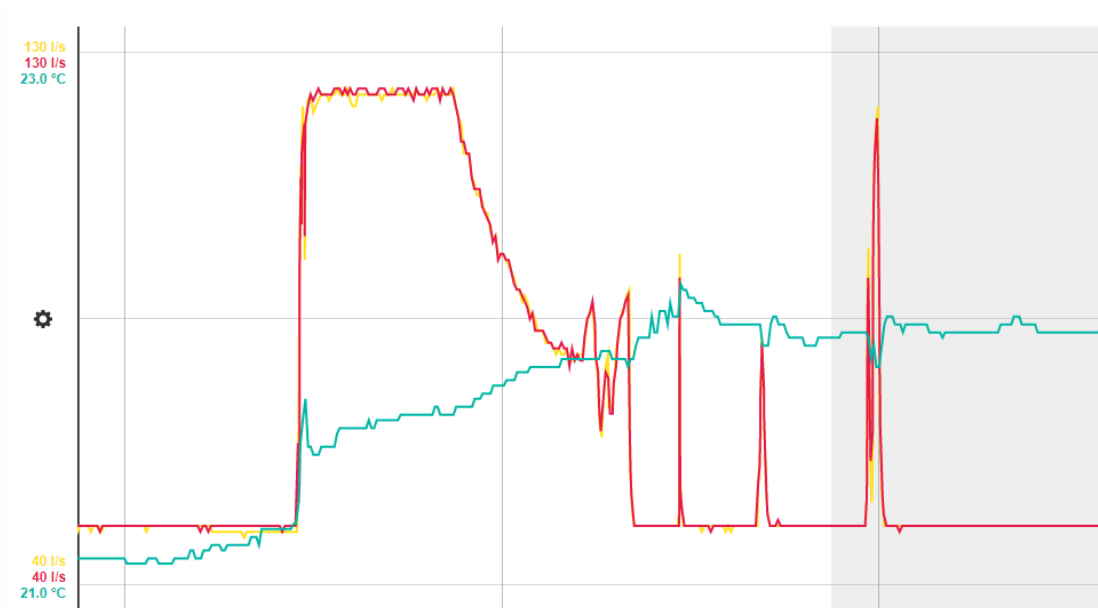
KUVA 7. Wisen mittaamat hiilidioksidipitoisuudet verrattuna tuloilmavirtaan. Vihreä kuvastaa ilmavirtaa ja keltainen hiilidioksidipitoisuutta.

Hiilidioksidimittaustulosten käsittelyssä luotiin kuvaaja hiilidioksidista ja ilmavirrasta, kuinka ilmavirta nousee hiilidioksidipitoisuuden mukaan. Tämän avulla saadaan käsitys, kuinka toimiva ilmanvaihdon tarpeen mukainen ohjaus on (kuva 8).

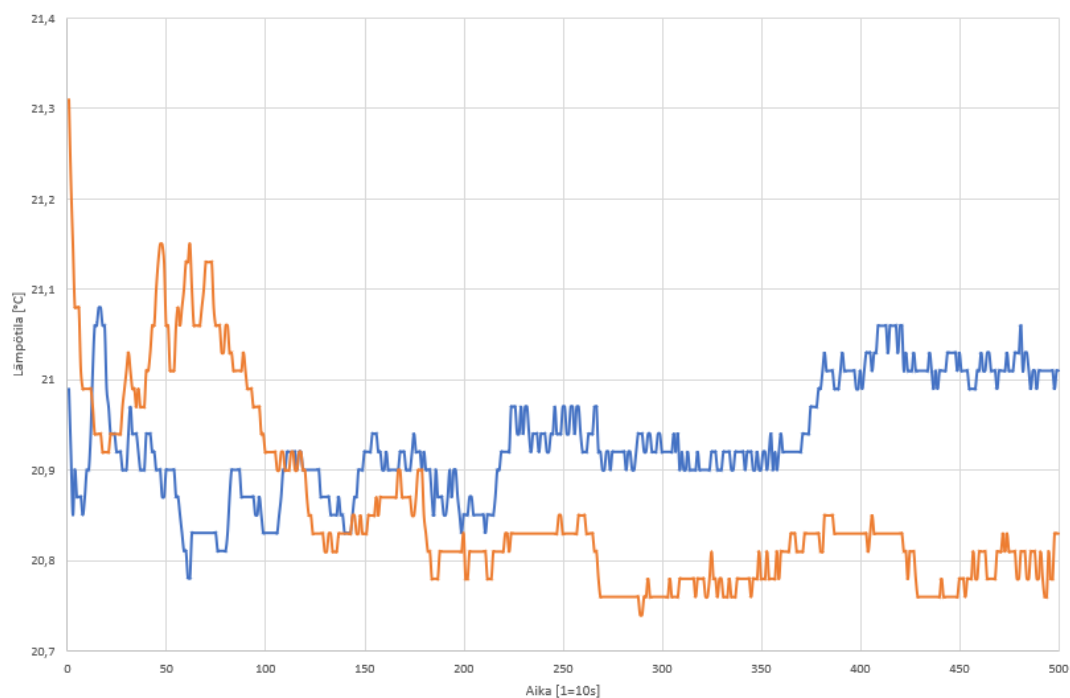


KUVA 8. Hiilidioksidin käyrä verrattuna tuloilman mittatulokseen

Lämpötilan mittaustuloksista piirrettiin kuvaajat, kuinka Wisen ohjaamat lämmitys- ja jäähdytyspaneelit reagoivat ohjattavaan lämpötilaan ja kuinka nopeasti lämpötilamuutos huonetilassa tapahtuu. Mittaustulosten perusteella lämmitys- ja jäähdytyspaneelit reagoivat asetusarvon muutokseen noin 15 minuutin jälkeen (kuvat 9 ja 10).



KUVA 9. Wisen mittaamat lämpötilat suhteutettuna tulo- ja poistoilmavirtaan



KUVA 10. Wisen mittaustulos verrattuna mitattuihin huonelämpötiloihin. Oranssi kuvastaa Wisen mittatulosta ja sininen mittalaitteen.

Äänimittausten tarkoituksena oli selvittää vaikuttaako IMS-peltien avautuminen tai sulkeutuminen huonetilan äänenpainetasoihin. Äänimittausten aikana Wise-järjestelmää kuormitettiin keinotekoisesti, jotta järjestelmä tehostaisi huoneeseen tulevaa ilmavirtaa. Ilmavirran nouseminen aiheuttaa

IMS-pellin avautumisen. Mittauksissa ei huomattu suurempaa nousua dB(A)-tasoissa. Tämän äänimittauksen perusteella voidaan päätellä, että järjestelmän kokonaistoiminta on hiljaista eikä huonetilassa voi havaita, kuinka järjestelmä muuttaa IMS-pellin asentoa tarpeenmukaisesti.

5.4 Tuloksien pohdinta

Mittausten ja tulosten perusteella voi havaita kuvan 8 mukaisesti, että järjestelmä säätää omaa toimintaansa hiilidioksidin rasiutilanteessa. Wise ajaa IMS-pellin suuremmalle tehostaen tuloilma- ja poistoilmamäärää huonetilassa laskien tehokkaasti hiilidioksidipitoisuutta. Näiden perusteella voidaan sanoa, että järjestelmän oletettu toiminta on juuri kuten pitääkin.

Järjestelmän lämpötilansäätö kattosäteilijöillä on myös toimivaa sekä lämpötilan säätö huonekohtaisesti on äärimmäisen helppoa. Lämpötilojen helpolla ja nopealla säätämällä saavutetaan huonekohtaisesti sekä käyttäjäkohtaisesti mahdollisuus muuttaa huoneen olosuhteita tilanteen muuttuessa. Tällä tavalla voidaan esimerkiksi palaverien yhteyteen laskea toimistohuoneen lämpötilaa ennakkoon ja palaverin jälkeen nostaa lämpötilaa takaisin ylöspäin henkilökuorman vähentyessä.

Mittausten ja koekäyttöjen yhteydessä kaikissa huonetiloissa olevat lämmitys- ja jäähdytyspaneelit kuvattiin lämmityskameralla, jotta voitiin varmistua paneelien toiminnasta. Mittaustuloksissa voidaan myös nähdä tämä lämpötilojen asetusravon muutos huoneilman lämpötilan nousuna tai laskuna.

Kokonaisuudessaan järjestelmän toiminta on luotettavaa ja odotuksenmukaista. Tuloksien ja järjestelmän omien mittauksien valossa voi myös todeta, että olosuhdemukainen säätäminen toimii. Järjestelmä reagoi lämpötiloihin, hiilidioksideihin sekä käyttäjien omiin muutoksiin lämpötilapyyntöihin.

6 VAIKUTUS URAKOITSIJAAAN

Järjestelmän suunnitelmat eivät olleet vielä valmiit kohteen tarjouspyynnön aikaan, joten järjestelmä on tarjottu lisätyönä suunnitelmien valmistuttua. Järjestelmä ei täten vaikuttanut itse tarjouslaskentavaiheessa mitenkään. Suunnitelmien valmistuttua järjestelmän tyyppitykset ja toimitusrajat tutkittiin sekä pyydettiin tarjous Swegonilta. Järjestelmää ei ollut mahdollista kilpailuttaa kohteeseen tarkkojen tyyppitysten vuoksi, eikä Suomessa tällä hetkellä ole kenelläkään muulla toimittajalla vastaavaa olosuhdemukaista järjestelmää.

Toteutusvaiheessa järjestelmän vaikutukset LVI-urakoitsijan toimintaan olivat minimaaliset. Wisen toimitusaika vastasi tarjouspyynnössä kerrottua aikaa ja oli oikeastaan annettua aikaa lyhyempi. Järjestelmän IV-asennukset eli IMS-pellit eivät oikeastaan eroa juurikaan normaaleista säätöpeltileistä, mutta IMS-peltien suojaetäisyydet ovat pidemmät verrattuna normaaliin säätöpeltiin. Ennen järjestelmän asennusta Arto Ollakka Swegonilta piti opastuksen järjestelmän asentamiseen sekä asioihin, joihin kiinnittää huomiota asennuksien yhteydessä (liite 2). Aloituspäivästä käytiin lävitse kaikki järjestelmän komponentit sekä niiden asennukset. Tässä palaverissa tuli selkeästi ilmi, kuinka järjestelmä vaikuttaa laajalti sähköurakoitsijaan ja heidän asennuksiinsa.

Ilmanvaihtoasennuksiin Wise vaikutti eniten IMS-peltien vuoksi. IMS-pellit ovat tehtaalla valmisohjelmoituja, mutta niille ei ole esiaseteltu positiota. Tämä tarkoittaa, ettei ollut väliä mikä IMS-pelti minnekin asennetaan. IMS-pellit asennetaan toisesta päästä pop-niiteillä kiinni IV-kanavaan ja toinen pää yhdistetään IMS-pellin mukana tulevalla pannalla.

Wise-laitteiden asennukset eivät vaikuttaneet putkiasennuksiin mitenkään, sillä Wiseseen liitetyt venttiileiden toimilaitteet eivät olleet järjestelmän osa. Wise ohjaa toimilaitteiden toimintaa. Kohteeseen tarjottiin Swegonin vastaavaa venttiilipakettia, mutta ehdotusta ei hyväksytty (13).

Järjestelmän käyttöönotto tapahtui asennusten edistyessä siihen pisteeseen, että laitteille saatiin sähköä ja SuperWise oli toiminnassa. SuperWiselle ladattiin ohjelma, joka oli valmisohjelmoitu tehtaalla juuri tähän kohteeseen. Tämän jälkeen järjestelmän laitteita yhdistettiin langattomasti Wisen suuntaimeen kiinni. Laitteiden yhdistäminen oli erittäin nopeaa ja helppoa. Laitteessa vilkkuvan merkkivalon avulla voitiin varmistua oikeasta laitteesta ja sen tilasta. (14; 15)

Swegon hoitaa käyttöönoton ja sen yhteydessä tapahtuvan vianhaun kokonaisuudessaan, eikä urakoitsijan tarvitse itse suorittaa vian etsintää. Jos pariliitosten aikana havaittiin tai löydettiin viallinen laite, se vaihdettiin heti.

Wise tarjoaa urakoitsijalle erinomaiset työkalut takuuajalle kohteen seurantaan varten. Etäyhteydellä on mahdollista tarkistaa kohteen tiedot tilakohtaisesti. Tämä helpottaa erityisesti ilmanvaihdon, lämmityksen sekä jäähdytyksen ongelmatilanteiden selvittämistä.

Swegon on vastuussa Wise-järjestelmästä koko takuuajan. Mahdollisissa vikatilanteissa järjestelmä ei siis ole urakoitsijan vastuulla.

7 YHTEENVETO

Työn tavoitteena oli selvittää Wisen toimintavarmuus ja todentaa se mittaamalla toteutettu järjestelmä. Tutkimuksen mittaustulosten perusteella kohteeseen toteutettu järjestelmä toimii odotetulla tavalla. Järjestelmänä Wisellä voidaan toteuttaa paljon suurempiakin kohteita ja siihen on mahdollista liittää paljon enemmän laitteita ja järjestelmiä kuin tässä kyseisessä kohteessa liitettiin. Wise tarjoaa avaimet käteen -järjestelmän, jossa urakoitsija huolehtii vain järjestelmän oikeiden osien asentamisen oikeaan paikkaan ja Swegon huolehtii käyttöönoton, ylläpidon ja vikatilanteet.

Opinnäytetyössä raapaistaan vain hyvin pinnallisesti Wisen mahdollisuuksia, rajoituksia sekä sen lopullista toimintaa. Mielestäni järjestelmä on erittäin mielenkiintoinen ratkaisu sekä urakoitsijalle että kiinteistönomistajalle. Työn kohokohtia olivat järjestelmän ensimmäiset käyttöönotot, joissa pääsi näkemään, kuinka järjestelmä herää henkiin.

Opinnäytetyö kokonaisuudessaan oli erittäin mielenkiintoinen vaikkakin myös erittäin haastava. Järjestelmästä kirjoittaminen ja mittauksien suorittaminen aiheuttivat erittäin paljon pohdintatyötä, joka osakseen voi myös tässä opinnäytetyössä näkyä. Kokonaisuudessaan matka työn aloittamisesta mittauksien suorittamiseen ja opinnäytetyön kirjoittamiseen on ollut mutkikas, mutta mukava. Mittauksien yhteydessä joutui ajattelemaan kuinka kyseisessä tilassa tullaan työskentelemään sekä millaiseen käyttötarkoitukseen tilat ylipäättään tulevat. Maailmanlaajuisella pandemialla oli oma vaikutus työhön, eikä sitä voitu mittausten osalta suorittaa alun perin ajatellussa laajuudessa.

LÄHTEET

1. RT 07-11299. Sisäilmastoluokitus 2018. Sisäympäristön tavoitearvot, suunnitteluohjeet ja tuotevaatimukset. Espoo: Rakennustietosäätiö RTS sr 2018. Hakupäivä 24.10.2020. <https://kortistot.rakennustieto.fi/kortit/RT%2007-11299>. Vaatii lisenssin.
2. Sandberg, Esa 2016. Ilmastointiteknikka osa 1 ja 2-kirjat. Talotekniikka-Julkaisut Oy.
3. Laakkonen, Henri 2018. Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon kannattavuus päiväkodissa. Hakupäivä 1.9.2020. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/158676/Laakkonen_Henri_2018_12_19.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
4. Lipponen, Antti 2017. Tarpeenmukaisen ilmanvaihdon toteutuksen optimointi paineohjatussa VAV-järjestelmässä. Hakupäivä 8.12.2020. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/126744/Lipponen_Antti.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
5. Swegon Oy Ab 2020. Swegon Wise-suunnitteluopas. Hakupäivä 28.3.2021. https://www.swegon.com/globalassets/product-documents/flow-control/wise-gen.2/fi/wise_suunnitteluopas_lammitys-jaahdytys--ilmanvaihto.pdf.
6. Ollakka, Arto 2020. Wise-aloituspalaveri.
7. Swegon Oy Ab 2020. SuperWise 2-käyttöohje. Hakupäivä 1.12.2020. https://www.swegon.com/globalassets/product-documents/flow-control/wise-gen.2/fi/superwise_ii-user.pdf.
8. Swegon Oy Ab 2019. Wise DIR-tuotesivu. Hakupäivä 17.3.2021. https://www.swegon.com/globalassets/product-documents/flow-control/wise-gen.2/fi/wise_dira.pdf.
9. Swegon Oy Ab 2021. Wise Damper-tuotesivu. Hakupäivä 20.3.2021. https://www.swegon.com/globalassets/product-documents/flow-control/wise-gen.2/fi/wise_damper_a.pdf.
10. Swegon Oy Ab 2021. Wise RTA-tuotesivu. Hakupäivä 20.3.2021. https://www.swegon.com/globalassets/product-documents/flow-control/wise-gen.2/fi/wise_rtaa.pdf.
11. Swegon Oy Ab 2017. Wise IORE-tuotesivu. Hakupäivä 20.3.2021. https://www.swegon.com/globalassets/product-documents/flow-control/wise-gen.2/fi/wise_iorea.pdf.

12. Swegon Oy Ab 2018. Wise IAQ-tuotesivu. Hakupäivä 20.3.2021.
https://www.swegon.com/globalassets/_product-documents/flow-control/wise-gen.2/ fi/wise_iaqa.pdf.
13. Ojakoski Rauno, 2021. Hankejohtaja. Moxiecon Oy. Haastattelu 12.3.2021.
14. Swegon Oy Ab 2018. TuneWise-käyttöohje. Hakupäivä 3.1.2021.
https://www.swegon.com/globalassets/_product-documents/flow-control/wise-gen.2/ fi/tunewisea-m.pdf.
15. Nironen, Arto 2019. Tarveohjatun Swegon Wise-ilmanvaihtojärjestelmän käyttöönotto. Hakupäivä 28.11.2020. https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/172687/Nironen_Arto.pdf?sequence=2.

Swegon
KOY Säästörahha

Yleiskatsaus

- [Puu](#)
- [Pohjapiirros](#)
- [Hälytys](#)
- [Käyrä ja loki](#)
- [Muutosloki](#)
- [Muistiinpanoja](#)

- [Optimointi](#)
- [Toimintoryhmät](#)
- [Säätö](#)
- [Ohjelma](#)
- [Dokumentaatio](#)
- [Asetukset](#)
- [Käyttäjät](#)

2021-02-21 17:02

ALa (Local)

[Kirjautu ulos](#)

Lisää laitteistokuva.

KOY Säästörahha

Ilmankäsittelykone

Aktiivinen hälytys 6

Muutosloki

Muistiinpanoja

Ohjelmisto

Nimi	Käyttötila	Ilmavirta	Kanavapaine	Kohde
TK01	Ilmankäsittelykoneen tulo	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> → Tuloilma - l/s</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> ← Poistoilma - l/s</div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> - Pa (0.0) TK01 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> - Pa (0.0) </div>	
TK03	Ilmankäsittelykoneen tulo	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> → Tuloilma - l/s</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> ← Poistoilma - l/s</div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> - Pa (0.0) TK03 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> - Pa (0.0) </div>	
TK04	Ilmankäsittelykoneen tulo	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> → Tuloilma - l/s</div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> ← Poistoilma - l/s</div>	<div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> - Pa (0.0) TK04 </div> <div style="display: flex; justify-content: space-between; align-items: center;"> - Pa (0.0) </div>	



Swegon

**WISE-aloituspalaveri
Säästöraha, Oulu
2.4.2020**

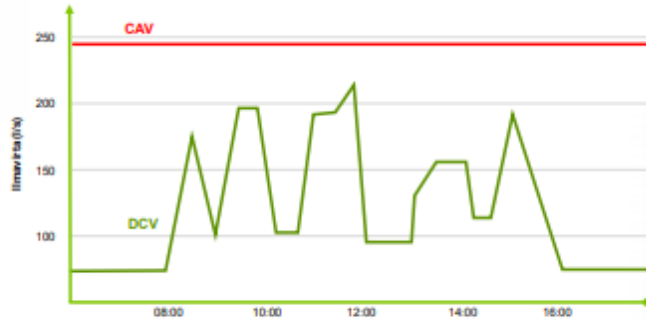


Swegon

WISE-aloituspalaverin sisältö

- Järjestelmäesittely
 - Toimintaperiaate
 - Komponentit
- Asennusohjeet
 - Ilmanvaihto
 - Suojaetäisyydet
 - Asennussuunta
 - Sähkö & Automaatio
 - Käyttöönotto
 - Käyttö

WISE – Tarpeenmukainen ilmanvaihto



WISE – tarpeenmukaisen ilmanvaihdon kokonaisjärjestelmä

Järjestelmäkokonaisuus:

- Ilmanvaihtolaitteet
- Anturit
- Automaatio
- Tietoliikenne
- Rajapinta



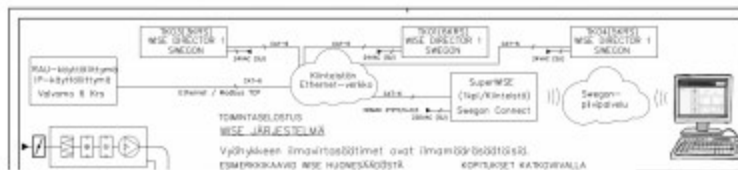
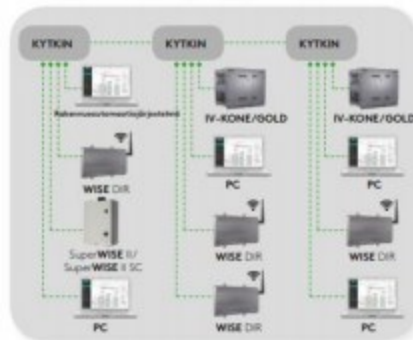
- 30 järjestelmää (iv-konetta)
- Yli 500 ilmamäärää säätävää ilmanvaihtokomponenttia
- Yli 1000 anturia
- Yksi järjestelmätoimittaja
- Tehtaassa tehty automaatio-ohjelmisto
- Laitteiden langaton tiedonsiirto
- Rajapinta RAU-järjestelmään



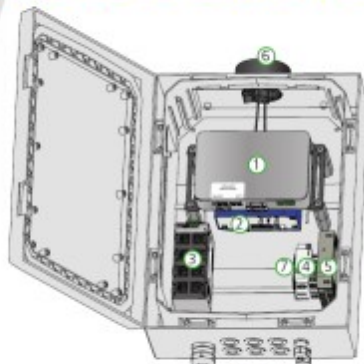
Langaton tiedonsiirto



2. Kiinteistön omistaja toimittaa käyttöverkon



Käyttöliittymä ja langaton tiedonsiirto Super WISE & DIRECTOR



230V



24V



Ilmavirtasäätö WISE Damper



Anturit:
Ilmavirta, lämpötila, kosteus



Huonelämpötilan säätö WISE RTA



Lämpötilan asettaminen.
Voidaan määrittää, että jääkö asetus voimaan
tai onko asetus voimassa tietyn ajan



Lämmityksen ja jäähdytysventtiileiden ohjaus huonetasolla WISE IORE



Venttiilitoimilaitteen ohjaus.
Ohjataan venttiileiden toimilaitteita.
Laitteista voidaan tehdä ohjelmallisesti ryhmiä
esim. Vyöhykkeen sisällä

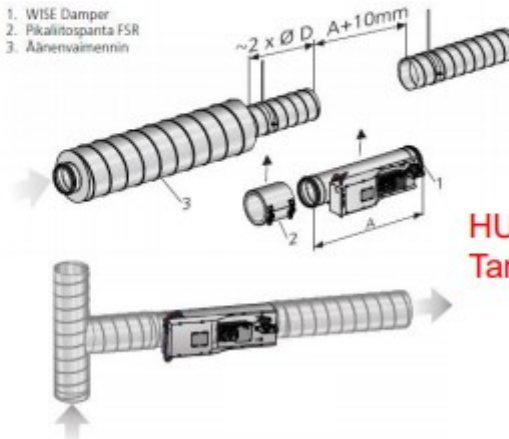


24V

WISE Damper - suojaetäisyys



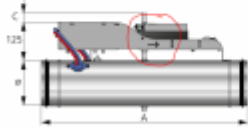
1. WISE Damper
2. Pikaliitospanna FSR
3. Äänenvaimennin



2 x D

HUOM!
Tarvitsee vain yhden pannan

WISE Damper - asennustapa



- Laitteen asennussuunta voi olla kanavassa miten päin vain. **Ilman virtaussuunta osoitettu laitteessa nuolella!**
- Asennus **aina** siten, että huolto mahdollista ts. "boxi" ei seinään tai kaapelihyllyyn päin.

Swegon
Palvelimen Perusteita

TKPR1 TKPR1 120TH Kalkki tuulet Tyljennö

Lämpötila Palonon perheeseen 1 krs

120TH

Lukeminen

- Pölypitoisuus
- Käyttövoimakkuus
- Lämpötila 21.9 °C (23.5)
- Tuulivuoto 47 l/s (140)
- Pölypitoisuus 45 l/s (140)
- Tehostus 21 %
- Ilmanmuutos VOC 475 ppm

Lukeminen

Huonetta Säätö

Tuulilämpötila 20.0 °C

Ilmanvirtauksennopeus - l/s

Air boost aktiivinen 0

Suuri paine asento, tuuletus 24 %

Pienin paine asento, tuuletus 24 %

Suuri paine asento, pölysuodatus 42 %

Tallenna Päivitä

2019-04-17 07:30

Info (Service) Kirjasto-sivö