



SAVONIA

Ilmanvaihtokoneen sähköjärjestelmän uusiminen

Jarmo Kelandner

Opinnäytetyö

Ammattikorkeakoulututkinto

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Automaatiotekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Jarmo Kelderer	
Työn nimi Ilmanvaihtokoneen sähköjärjestelmän uusiminen	
Päiväys 10.12.2012	Sivumäärä/Liitteet Sivu 3 / 21
Ohjaaja(t) Harri Heikura, Markku Kosunen	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Arctic Silent Oy yhteistyössä Lappeenrannan teknillinen yliopisto varkauden yksikkö	
Tiivistelmä Päättötyöni tavoitteena oli suunnitella uusitun ilmanvaihtokoneen sähköjärjestelmä, sekä tutkia sähköistystyötä helpottavia toimenpiteitä. Lisäksi tein sähköpiirustukset. Ilmanvaihtokoneen vanha malli, jota päivitettiin, on pysynyt lähes ennallaan noin 20 vuotta. Koneeseen uusittiin samalla uudet EC-puhaltimet, jotta koneesta tulisi nykyaikaisempi ja tehokkaampi, myös logiikkaa lisättiin koneeseen, jotta siitä saataisiin itsestään säätyvä. Logiikaksi valikoitui Siemensin Logo! koska se on yleisesti käytetty, helppo käyttää ja kohtuullisen edullinen hankkia. Logiikan ohjelmistosta vastasi LUT:n tutkija. Kone on helppo lisätä muiden koneiden kanssa isoksi kokonaisuudeksi uuden logiikan myötä. Projektissa valmistettiin kaksi mallikonetta, joista toinen tehtiin ns. vanhalla tyylillä ja toinen uudella tyylillä. Valituilla toimenpiteillä ei ollut suurta vaikutusta koneen johdottamisnopeuteen, mutta koneen ulkonäkö on nykyään siistimpi kuin mitä se oli ennen. Työssä onnistuttiin siis parantamaan koneen ulkonäköä, joka osaltaan auttaa koneen myyntiä.	
Avainsanat Ilmanvaihtokone, uudelleensuunnittelu, sähköjärjestelmä, EC-puhaltimet	

Field of Study Technology, Communication and transport.			
Degree Programme Degree Programme in Automation Technology			
Author(s) Jarmo Kelandar			
Title of Thesis Redesigning the electricity of a HVAC unit.			
Date	10.12.2012	Pages/Appendices	Sivu 4 / 21
Supervisor(s) Harri Heikura, Markku Kosunen			
Client Organisation/Partners Arctic Silent Oy			
Abstract The aim of my thesis was to redesign the HVAC unit's electricity, and electric drawings of the new electric system. I studied how you could make the electric assembly a bit faster. The current design of the HVAC unit is about 20 years old. The fans were upgraded to EC-fans, and a Siemens LOGO! Logic was added to it to make it self-regulating. We selected Siemens LOGO! Because its extensive usage, easy configuration and programming and they are inexpensive. Programming was made by an expert of Lappeenranta University of Technology unit in Varkaus. Adding other appliances is possible due to the new logic. Two sample units were made, first one was made by using the old method, and the second one with the new method. The idea was to find out which is faster. There was no significant difference between the configurations, the only difference were the looks of the unit, which helps the sales.			
Keywords HVAC, redesigning, electric system, EC-fans.			

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	8
1.1	Yritys esittely	9
2	Ilmanvaihtokoneen sähköjärjestelmän uudelleen suunnittelu	10
2.1	Ilmanvaihtokoneet (IV-kone)	10
2.1.1	Yleistä ilmanvaihtokoneista	11
2.1.2	Lämmöntalteenotto (LTO)	12
2.1.3	Johdotus	12
3	Komponentit	15
4	EC-puhaltimet	18
5	Tulevaisuus	19
6	Johtopäätökset	20
	LÄHTEET	21

Ilmanvaihdolla tarkoitetaan rakennuksen sisäilman poistoa ja korvaamista toista kautta tuodulla ulkoilmalla sekä sisäilman puhdistusta. Ilmanvaihdon tehtävänä on tuoda rakennukseen puhdasta ilmaa siellä oleskelevien ihmisten tai eläinten hengitykseen ja poistaa ilmasta siihen kertyneet epäpuhtaudet.

Ilmanvaihto perustuu paine-eroihin, joiden takia ilma virtaa suurimmasta paineesta pienempään. Paine-erojen syntymisen mukaan ilmanvaihto voi olla joko painovoimainen tai koneellinen. Painovoimaisessa ilmanvaihdossa sisä- ja ulkoilman tiheyserot sekä tuloilman ja poistoilman aukkojen korkeuserot synnyttävät alipaineen, jonka ansiosta ilmaa poistuu poistoaukoista ja tuloaukoista tulee korvausilmaa tilalle. Tuloilma-aukot voivat olla muun muassa tuloilmaventtiilejä seinässä, ikkunan-karmiventtiilejä, tai yhdistettynä niin sanottuihin tuloilmaikkunoihin tai tuloilmapattereihin.

Koneellisessa ilmanvaihdossa poistoilmaputken yläpäähän sijoitetaan ilmanvaihtokone tai poistopuhallin, joka huolehtii riittävästä ilman virtauksesta. Ilmanvaihtokoneen toiminta voi olla joko automaattista tai käsin säädettävää. Myös tuloilmaa voidaan puhalttaa koneellisesti rakennuksen sisätiloihin. Suomessa yleisin ilmanvaihtotapa on painovoimainen ilmanvaihto. Se oli 1960-luvulle saakka lähes ainoa ilmanvaihtotapa. Nykyään uusien asuinrakennusten ilmanvaihtoa ei enää yleensä tehdä painovoimaisena, koska sen ei katsota enää riittävän kaikkiin huonetiloihin. Osittain tämä johtuu uusiin järjestelmiin liitetyistä lämmöntalteenottojärjestelmistä, jotka edellyttävät koneellista ilmanvaihtoa. Toimiva ilmanvaihto auttaa yöunien laatua ihminen pysyy pitempään virkeänä, työteho paranee ja huonosta ilmanvaihdosta aiheutuvat sairaudet helpottuvat. Päättötyö tästä aiheesta tehtiin, koska haluttiin nopeuttaa ilmanvaihtokoneen valmistusta, sekä saada ulkonäköä paremmaksi. Päättötyössäni tutkin, kuinka voi helpottaa koneen johdottamista, kuinka se kannattaa tehdä ja minkälaisia johtoja ja muita apukeinoja kannattaa käyttää. Päättötyöhön sisältyi myös sähkökaavioiden piirtäminen ja päivittäminen sitä mukaa kun koneessa tapahtui muutoksia johdotuksen suhteen.

1.1 Yritysesittely

Tein päättötyöni Arctic Silent Oy:ssä, Yritys toimi pitkään kolmen hengen voimin, mutta ennen päättötyötä henkilöstömäärä nousi, koska yritys alkoi tehdä LVI-saneerauksia, jolloin tuli mukaan ali-hankkijat. IV-koneiden valmistuksessa on käytetty myös vuokratyövoimaa.

Arctic Silent Oy on perustettu vuonna 1990. Yrityksen toimialaa ovat:

- LVI-asennukset
- LVI-suunnittelu
- ArcticSilent-ilmanvaihtokoneet
- ArcticSilent-äänenvaimentimet
- Insu IV -kanavaeristeet
- LVI-saneeraukset

Tärkeimpiä näistä ovat ArcticSilent-ilmanvaihtokoneet ja LVI-suunnittelu.

Suurimpia asiakkaita ovat:

- Varkauden kaupunki
- Joroisten kunta
- Rakennustoimisto Reno-Rakennus Oy
- ARE Oy
- Tekmanni Oy

2 Ilmanvaihtokoneen sähköjärjestelmän uudelleen suunnittelu

Työn suunnittelu alkoi kesällä 2012. Työtä tehtiin alkuun muiden töiden rinnalla sitä mukaa, kun aikaa oli. Varsinainen toteutus alkoi loka-marraskuun vaihteessa. Ensimmäinen versio uusitulla ohjauksella varustetusta koneesta valmistui jouluviikolla, jolloin kone vietiin työnantajan loma-asunnolle testattavaksi. Kone on todettu toimivaksi. Toinen versio eli ns. myyntimiehen malli valmistui maaliskuun alussa. Koneeseen piti suunnitella myös täysin uusi etupelti, joka oli ennen kaksiosainen. Nykyään tilantarve on suurempi, joten päädyttiin yksiosaiseen peltiin, jolla saatiin sähkötilaan kaksi senttimetriä lisää korkeustilaa, ja parannettua koneen ulkonäköä.

2.1 Ilmanvaihtokoneet (IV-kone)

Suurimpia suomessa myytävien koneiden valmistajia ovat

- Enervent
- MerAir
- Nilan
- Swegon
- Vallox

2.1.1 Yleistä ilmanvaihtokoneista

Ilmanvaihtokone on rakennuksen ilmanvaihtojärjestelmässä ilmaa kierrättävä kone. IV-koneen aikaansaaman ilmanpaineen avulla kuljetetaan tuore ilma huoneisiin ja jäteilma ulos. Tarvittaessa jäteilmasta otetaan lämpö talteen lämmöntalteenotto järjestelmällä.

Koneellisessa tulo- ja poistoilmajärjestelmässä sekä jäteilman poisto- että korvausilman otto hoidetaan ilmanvaihtokoneen puhaltimilla. Koneellisessa poistoilmajärjestelmässä ilma poistetaan rakennuksesta koneellisella huippuimurilla, ei ilmanvaihtokoneella. Tuloilma virtaa sisään korvausilma-venttiileistä, tai hallitsemattomassa järjestelmässä rakenteiden rakosista. Poistettavan ilman lämpöä ei oteta talteen. Painovoimaisessa ilmanvaihtojärjestelmässä ei käytetä lainkaan koneita, vaan ilma liikkuu korkeuden, tuulen tai lämpötilaeron aikaansaaman paine-eron avulla. Lämmön talteenotto ei ole mahdollista.



Kuva 1. Ilmanvaihtokoneen etupelti

2.1.2 Lämmöntalteenotto (LTO)

Lämmöntalteenotolla tarkoitetaan poistoilmasta talteen otettavaa lämpöä, joka kennoston avulla siirretään tuloilmaan ja sitä kautta takaisin asuntoon. Lämmöntalteenotto on hyödyllinen varsinkin talvisin koska siiten saadaan lämmityksen hyötysuhdetta paremmaksi. Lämmöntalteenotolla pyritään vähentämään energian kulutusta, lähes puolet kaikesta energiasta käytetään lämmitykseen ja jäähdytykseen, siihen käytetystä energiasta suunnilleen puolet aiheutuu ilmanvaihdosta, kun se toteutetaan ns. ikkuna auki menetelmällä. Energian säästöpotentiaali on suuri, koska läheskään kaikissa rakennuksissa ei ole ilmanvaihdon lämmöntalteenottoa tai se on puutteellisesti toteutettu. Sisäilmamääräykset pakottavat ilmanvaihtoon. Ilmanvaihdossa lämmön- /energiantalteenotto on hyvä esimerkki termodynamiikan ensimmäisestä pääsäännöstä. Energiaa ei voida luoda eikä hävittää, vaan sitä voi kierrättää. Koneellisen tulo- ja poistoilmajärjestelmän IV-koneet ovat nykyisin varustettu LTO-järjestelmällä. Yleisimpiä LTO menetelmiä ovat, pyörivä, levy ja vesiglykoli lämmönsiirtimet. Hyötysuhteeltaan pyörivä lämmönsiirrin on paras.

2.1.3 Johdotus

Johdottamista varten valittiin sellaisia johtoja, joilla johdotus käy nopeammin ja helpommin. Esimerkiksi logiikalta lähtevät ohjausjohdot valittiin monijohdin - kaapelista, koska on helpompaa vetää yksi kaapeli, jossa useampi johto yhden kuoren sisässä, kuin että vetäisi monta johtoa erikseen. Lisäksi tämä paransi myös ulkonäköä. Myös turvallisuus piti ottaa huomioon, koska koneessa on sähkösuodatin, joka toimii 4-8 kV jännitealueella. Johdotuksessa käytettiin kaapelikourua, jolla saatiin koneen ulkonäköä parannettua ja selkeytettyä.

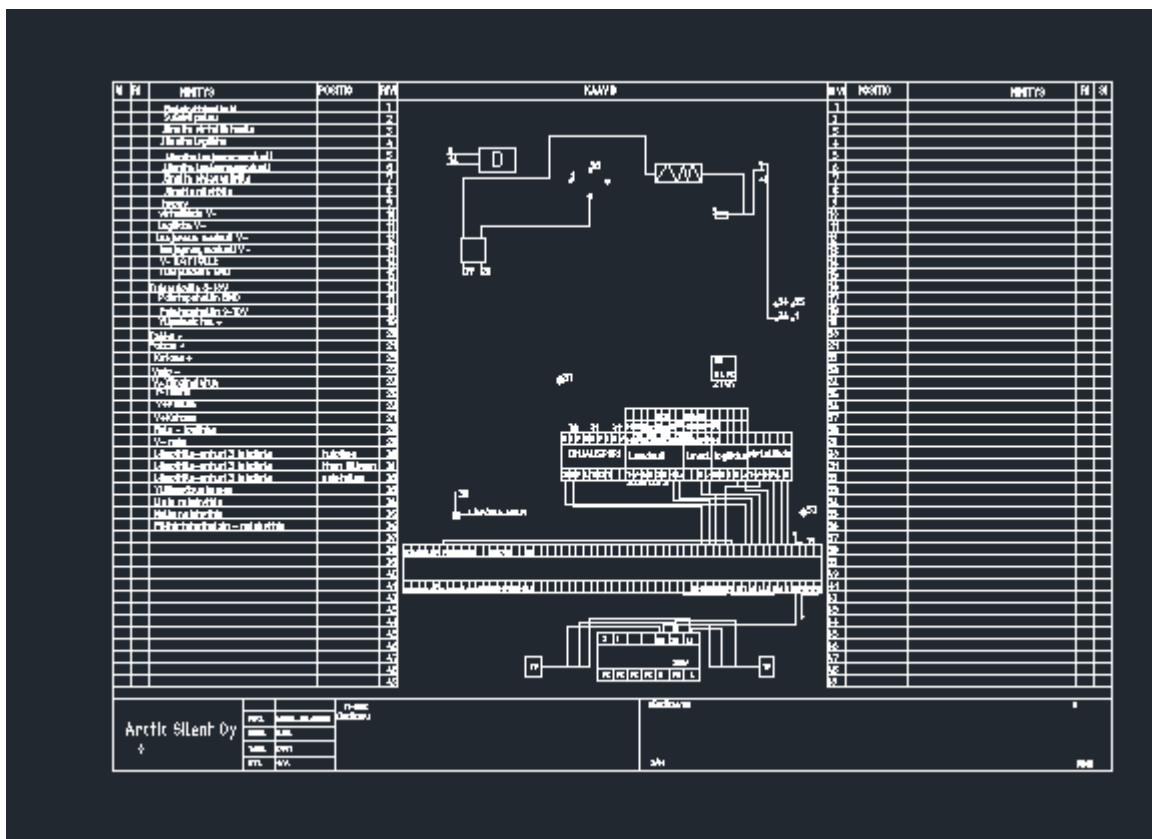
Koska koneessa on logiikan myötä din-kiskoa, niin valittiin myös kaapeleita varten din -kiskoon sopivaa riviliitintä.

Kun koneeseen oli valittu kaikki siihen tulevat komponentit alettiin miettiä miten johdotus kannattaisi tehdä, jotta koneesta saataisiin siisti ja ammattimaisesti valmistetun näköinen. Jokaisen komponentin paikka mietittiin sillä perusteella, että johtoja tulisi mahdollisimman vähän. Paikkojen varmistuttua leikattiin DIN-kiskosta sopivan mittaiset palat, joihin komponentit kiinnitettiin.

Ensin valittiin paikka logiikoille tarvittavalle kiskolle, jonka jälkeen lisättiin riviliittimille omat kiskonsa. Sen jälkeen lisättiin johtojen ja kaapelien suojaamiseksi/piilottamiseksi kaapelikourua. Johdotus aloitettiin 1.5 mm² silikonijohdolla, jolla johdotettiin kaikki logiikoihin tuleva tieto. Lähtevät tiedot johdotettiin tarpeen vaatiessa 2 mm² johdolla tai sitten moninapaisella johdolla.

Johdotukset viimeisteltiin vetämällä johdot nippusiteellä näteiksi nipuiksi kaapelikourun sisälle. Tarkoituksena oli jättää mahdollisimman vähän johtoja näkyville.

Ohjaus-yksikkö johdotettiin käyttämällä 10x0,5 mm² ohjauskaapelia.



Kuva 2. Säättökaavio ilmanvaihtokoneesta.

2.2.0 Laajennettavuus

Koneeseen on mahdollista liittää muita kodin teknisiä laitteita, kuten lattialämmitys. Laajennukseen tarvitsee vain lisätä tietoliikennemuoduli, joka toimii joko KNX-väylän avulla tai ethernetin välityksellä. Kodintekniikka on mahdollista säätää ja käyttää yhdellä laitteella, esim. Älypuhelimella tai tietokoneella.

2.2.1 Mikä on KNX

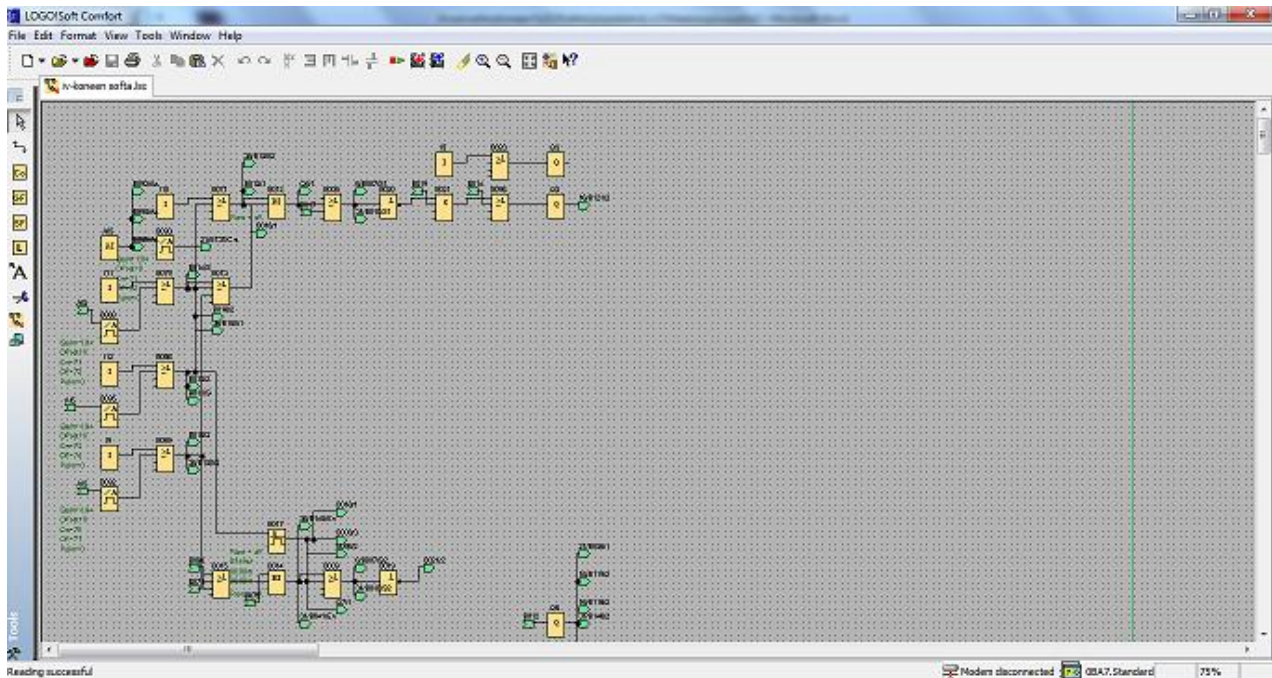
KNX on kansainvälinen koti- ja kiinteistöautomaation standardi, jota sadat valmistajat ympäri maailmaa käyttävät tuotteissaan. KNX on avoin standardi, joka "puhuu samaa kieltä" kuin kaikki muut KNX-valmistajien tuotteet.

KNX:n käyttäjälle avautuu täysin uudet mahdollisuudet ohjata kotia yhdestä näytöstä. Perinteiseen asennustekniikkaan verrattuna KNX on monipuolisempi ja helppokäyttöisempi. Sitä on myös helppo mukauttaa ja laajentaa tarpeiden mukaan.

KNX tukee useita kytkentätapoja, esim. Twisted pair-, radio frequency-, power line- ja dataliitäntöjä. KNX on nykyaikainen, muunneltava ja älykäs sähköjärjestelmä, jota voidaan hyödyntää esimerkiksi valaistuksessa, sälekaihtimissa, hälytyksessä, lämmityksessä, ilmastoinnissa, ilmanvaihdossa, energianmittauksessa ja – hallinnassa, audio-video - laitteissa, visualisoinnissa ja sähkölaitteissa, eli useimmissa modernissa kodissa tarvittavissa laitteissa.

3 Komponentit

Logiikat valittiin helppokäyttöisyyden vuoksi, ja koska Logolla on hyvä ohjelmointityökalu. Logiikasta vastasi Lappeenrannan teknillisen yliopiston tutkija.



kuva 3. osa ilmanvaihdon logiikka koodia. (LUT)

Logiikaksi valikoitui Siemens Logo! 6ED1052-2CC01-0BA6 jossa on 8 24V DC tuloa ja neljä transistorilähtöä.

Laajennusmoduuleita ovat

Laajennusmoduuli Logo! AM2 6ED1 055-1MM00-0BA1 jossa on kaksi analogiaulostuloa.

Laajennusmoduuli Logo! DM8 6ED1-055-1CB00-0BA0 jossa on 4 digitaalituloa ja lähtöä.

Lisäksi koneeseen tuli näyttö Logo! TD 6ED1-055-4MH00-0BA0 näytöllä ilmoitetaan perustilassa lämpötila ja päivämäärä, ja tila jossa kone on sillä hetkellä.

Näytössä on neljä painiketta, joita käyttäjän tarvitsee käyttää.



Kuva 4. Ilmanvaihtokoneen näyttö

Kuvassa neljä kuvatun ilmanvaihtokoneen näyttö toimii seuraavasti.

Ensimmäisestä painikkeesta vasemmalla saa lisättyä vähennettyä.

Toisesta painikkeesta saa lisättyä lämpötilaa

Kolmannesta painikkeesta tulee informuutu, jossa näkyy seuraavat tiedot:

- Sen hetkisen puhaltimien prosentuaalisen tehon
- Esilämmitysvastuksen tehoprocentin
- Poisto, tulo ja ulkoilman lämpötilat
- Tehokkuusprosentin

Neljäs painike näyttää hälytykset.



Kuva 5. Ohjausyksikkö

Ohjausyksikössä on neljä painiketta, joista käyttäjä valitsee haluamansa toimintatilan. Vihreä painike tarkoittaa kotona tilaa, jolloin kone toimii normaalisti. Vihreän painikkeen vieressä oleva punainen poissa painike tarkoittaa sitä, että käyttäjä on poissa kotoa, jolloin kone pudottaa tehoja vain ylläpi-toilmankiertoon.

Vihreän painikkeen alapuolella olevasta sinisestä tehostusnapista saa tarvittaessa neljä eri tehoista tehostusvaihetta. Tätä toimintoa tarvitaan, jos järjestetään esimerkiksi juhlat joihin tulee paljon vie-raita.

Viimeinen painike on keltainen ns. "takka"-ylipaineistuspainike, toiminto on tarkoitettu takkaan tai saunaan. Painike luo asuntoon tilapäisen ylipaineen, jolloin tuloilmapuhaltimen teho pienenee ja poistoilmapuhaltimen teho suurenee ennalta määrätyksi ajaksi.

4 EC-puhaltimet

EC-puhaltimet tunnetaan yleensä uusimmasta energiatehokkaasta ilmanvaihtotekniikastaan. EC-puhaltimet (eli Electronically Commutated eli elektronisesti kommutoitu), ovat puhaltimia, joissa on harjaton DC-moottori. DC-moottorit käyttävät hiiltä, harjoja ja kommutointiyksikköä virran suunnan vaihtamiseen ja pyörivän roottorin magneettikenttänapaisuuden määrittämiseen. Tämän sisäisen roottorin ja kiinteiden kestopagneettien vuorovaikutus indusoi sen pyörimisen. EC-moottoreissa mekaaninen kommutointi on korvattu elektronisella piirillä, joka syöttää tarvittavan määrän apuvirtaa oikeaan suuntaan tarkalleen oikeaan aikaan virheetöntä moottorin ohjausta varten. Asioista on tehty yksinkertaisia käyttämällä kiinteää staattoria, jossa on kiinteät käämitykset. Kestomagneetit on kiinnitetty roottorin sisälle puhaltimen siipipyöriin. EC-puhaltimen elektroniikka on integroitu. Puhallin voidaan kytkeä suoraan vaihtovirtaverkkoon. Lisäksi kommutoinnin ansiosta elektroniikka muuttaa vaihtovirran tasavirraksi ja ohjaa puhallinnopeutta säätämällä moottorin omaa virtaa.

5 Tulevaisuus

Jatkossa konetta olisi mahdollista kehittää esimerkiksi lisäämällä LTO peltiin peltimoottori, jolla voitaisiin säätää lämmöntalteenottoa automaattisesti, jolloin käyttäjän ei tarvitsisi syksyisin ja keväisin avata tai sulkea peltiä. Itse rakennukseen jossa ilmanvaihtokone sijaitsee. Voisi lisätä CO₂ -antureita, joilla voidaan haistella häkäpitoisuuksia. Tällaisia olisivat esimerkiksi automaattinen takkakytkin, tai automaattinen tehostus juhlien aikaan.

Muutamilla lisäyksillä koneesta saisi täysin automaattisen, jolloin käyttäjän tarvitsisi vain valita haluamansa lämpötila sisälle asuntoon. Käyttäjän ei siis tulevaisuudessa tarvitsisi tehdä muuta kuin huoltaa kone, sekä puhdistaa/vaihtaa suodattimet.

6 Johtopäätökset

Kaksi mallikonetta valmistettiin, joista toinen tehtiin ns. vanhalla tyylillä ja toinen uudella tyylillä. Valituilla toimenpiteillä ei ollut suurta vaikutusta koneen johdottamisnopeuteen, mutta koneen ulkonäkö on nykyään siistimpi kuin mitä se oli ennen. Koneeseen ei mene enää niin paljon johtoa, eikä se ole ”johtoviidakkoa”, koska johdot kulkevat kaapelikouruissa.. Työssä onnistuttiin siis parantamaan koneen ulkonäköä, joka osaltaan edistää koneen myyntiä.



Kuva 6. Viimeistelty ilmanvaihtokone.

LÄHTEET

www.arcticsilent.com (luettu 30.5.13)

fi.wikipedia.org/wiki/ilmanvaihtokone (luettu 30.5.13)

Kuvan 3 logiikka koodi (LUT tutkijan tekemästä koodista)