

Mauno Kela

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän päivitys

Pohjankyrön talo

Opinnäytetyö

Kevät 2018

SeAMK Tekniikka

Automaatiotekniikan koulutusohjelma

SeAMK 

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Koulutusyksikkö: Tekniikan yksikkö

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Tuotantoautomaatio

Tekijä: Mauno Kela

Työn nimi: Kiinteistöautomaatiojärjestelmän päivitys

Ohjaaja: Rajala Heikki

Vuosi: 2018

Sivumäärä: 38

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli uusia ilmanvaihdon automaatio Isokyrön kunnalle Pohjankyrön taloon. Työn päätavoitteena oli parantaa ilmanvaihtokoneiden säädettävyyttä sekä yhdistää järjestelmä Oumanin Ounet-valvomoon. Lisäksi tavoitteena oli yhdistää lämmönjakokeskuksen valvonta ja ohjaukset samaan järjestelmään.

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän päivityksen tarkoituksena oli helpottaa ilmanvaihdon hallintaa ja saada myös lämmönvaihtimen hälytykset valvomoon. Työssä suoritettiin myös käytännön asennukset, joihin sisältyi suunnittelu, asennus, ohjelmointi ja käyttöönotto. Työ sisälsi myös kaapeloinnin suunnittelun ja pienjännitekytkennät.

Työn lopputuloksena saavutettiin hyvin toimiva ohjausjärjestelmä sekä etävalvonta ilmanvaihtolaitteille. Myös lämmönjakokeskuksen valvonta ja lämpötilaohjauksille saatiin aiempaa uudenaikaisempi järjestelmä.

Avainsanat: kiinteistöautomaatio, rakennusautomaatio, Ouflex, Ounet

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Faculty: School of Technology

Degree programme: Automation Engineering

Specialisation: Electric Automation

Author/s: Mauno Kela

Title of thesis: Building Automation Update

Supervisor: Heikki Rajala

Year: 2018

Number of pages: 38

The function of this thesis was to renew the ventilation automation of Pohjankyrön talo in Isokyrö. The main aim of the work was to improve the controlling of ventilation machines and to connect the system to the Ouman's Ounet internet control room. In addition, the goal was to combine the monitoring and control messages of the unit controller to the same system.

The purpose of updating the building automation system was to ease the control of air exchange and also to be able to receive the heat exchanger alarms in the control room. During the thesis work also practical installations were carried out, including planning, installation, programming and commissioning. The work also included cabling planning and low voltage connection coupling.

The result of this thesis was a very functional control system and remote monitoring for the ventilation equipment. Also for the control of temperature and the heat distribution center a more modern system was provided.

Keywords: building automation, Ouflex, Ounet, Ouman Oy

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä.....	2
Thesis abstract.....	3
SISÄLTÖ	4
Kuvaluettelo	6
Käytetyt termit ja lyhenteet	8
1 JOHDANTO	9
1.1 Kiinteistöautomaatio yleisesti	9
1.2 Työn tausta	10
1.3 Työn tavoite	12
1.4 Työn rakenne	13
2 VANHA JÄRJESTELMÄ KOHTEESSA	14
2.1 TK1/PK1, liikuntasali	14
2.2 TK2 ja TK2, toimisto- ja sosiaalityöt.....	14
2.3 Lämpökeskus.....	15
2.4 SÄLE 10 -hälytyskeskus	16
2.5 Paloasema.....	16
3 OUFLEX-JÄRJESTELMÄ, TOIMILAITTEET JA ANTURIT	17
3.1 Ouflex C 203 -logiikka	17
3.2 Laajennusyksiköt	18
3.2.1 FLEX COMBI 32	19
3.2.2 FLEX COMBI 21	19
3.2.3 FLEX UI-16	20
3.2.4 FLEX EXU	20
3.3 EH-203, -lämmityksen säädin	20
3.3.1 Modbus-200-kortti	21
3.4 Modbus-tiedonsiirtoväylä	21
3.5 LON-tiedonsiirtoväylä.....	22
3.5 JVA 24 -jäätymissuoja-automaatti	22
3.5.1 PT 1000	23
3.5.2 Ni 1000-LG	24

3.5.3 PTC 1000.....	24
3.6 HDK-hiilidioksidianturi ja lähetin	24
3.7 TEK NTC 10 -lämpötila-anturi	25
3.8 PEL 2500-N-paine-erolähetin.....	25
3.9 Siemens GCA 161.1E -peltimoottorit.....	26
3.10 Belimo NRYD24-SR-SI -venttiilisäätömoottori	27
3.11 Vacon 100 Flow -taajuusmuuttaja	27
3.12 VAK	28
3.13 Ounet-valvomo.....	28
4 UUDEN JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU, ASENNUS JA	
 KÄYTTÖÖNOTTO.....	30
4.1 Suunnittelu.....	30
4.2 Purku	31
4.3 Asennus.....	31
4.4 Ohjelmointi ja käyttöliittymä.....	32
4.5 Käyttöönotto.....	36
5 TULOKSET JA POHDINTAA	38
LÄHTEET	39

Kuvaluettelo

Kuva 1. TK1/PK1, vanha säätökaavio.....	10
Kuva 2. TK1/PK1, vanha toimintaselostus	11
Kuva 3. TK2 ja PK2, vanha säätökaavio	11
Kuva 4. TK2 ja PK2, vanha toimintaselostus	12
Kuva 5. Ouman EH-203, lämmityksen säädin.....	15
Kuva 6. SÄLE 10 -hälytyskeskus	16
Kuva 7. Ouflex C-203 liittimet	18
Kuva 8. Ohjekuva Modbus-200-kortin laiteosoitteen määrittämiseen.	19
Kuva 9. Modbus-200-laajennuskortti.....	21
Kuva 10. JVA 24 -jäätymissuoja-automaatti.....	23
Kuva 11. TEV PT 1000 -lämpötila-anturi.....	23
Kuva 12. Produalin HDK-hiilidioksidianturi ja lähetin	24
Kuva 13. TEK NTC 10 -lämpötila-anturi	25
Kuva 14. Produalin PEL 2500-N -paine-erolähetin.....	26
Kuva 15. Siemensin GCA 161.1E -peltimoottori.....	26
Kuva 16. Belimo-venttiilisäätömoottori ilmanvaihtokonehuoneessa	27
Kuva 17. Vacon-taajuusmuuttaja	28
Kuva 18. Ouman-ohjauskeskukset	28
Kuva 19. Ounet-valvomo	29
Kuva 20. Uudet taajuusmuuttajat, VAK ja verkkoliitäntä asennettuna.	31

Kuva 21. Kytkenät viimeistelyä vaille valmiit	32
Kuva 22. Lisätyt laitteet.....	33
Kuva 23. I/O –pisteiden yksityiskohtaiset tiedot.....	33
Kuva 24. TK2 -toimilohko.....	34
Kuva 25. TK2 I/O-pisteiden yhdistäminen	34
Kuva 26. TK1/PK1 -toimintakaavio (Valvomosta).....	35
Kuva 27. TK2 ja PK2 -toimintakaavio (Valvomosta)	35
Kuva 28. Lämmönjaon toimintakaavio (Valvomosta).....	36
Kuva 29. Ouflex C-203 -käyttöliittymä	37

Käytetyt termit ja lyhenteet

TK1/PK1	Liikuntasalin ilmanvaihtokone.
TK2	Toimistotilojen tuloilmakone
PK2	Toimistotilojen poistoilmakone.
VAK	Valvonta-alakeskus. Ohjauskeskus, joka toimii logiikan ja siihen liitettävien lisävarusteiden kytkentäkotelona.
Modbus	Lisenssimaksuton tiedonsiirtoväylä, johon voidaan liittää kenen tahansa valmistajan laitteita.
LON	Lisenssimaksuton tiedonsiirtoväylä.
RJ45	RJ45 on verkkoliitännästandardi, joka on yleisesti käytössä mm. tietokoneiden välisiin kaapeliyhteyksiin sekä verkko-yhteyden muodostamiseen tietokoneen ja modeemin välille.
I/O-pisteet	I/O-pisteet ovat logiikalla tai toimilaitteella olevia fyysisiä kytkentäpisteitä.

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tilaajana toimii pääasiassa Vaasan ja Seinäjoen ympäristöissä toimiva Säätopiste Oy. Säätopiste Oy on keskittynyt pääasiassa automaatiourakointiin. Yrityksen tarkoituksena on tuottaa toimivia automaatiojärjestelmiä kiinteistöihin. Yrityksen tarkoituksena on tuottaa toimivia automaatiojärjestelmiä kiinteistöihin. Yrityksen tarkoituksena on tuottaa toimivia automaatiojärjestelmiä kiinteistöihin. Yritys toteuttaa myöskin vanhojen järjestelmien huoltoa ja saneerauksia. Yritys on perustettu vuonna 1990 ja työllistää tällä hetkellä 10 henkilöä (Säätopiste Oy).

Kohderakennus on Pohjankyrön talo Isokyrössä. Kiinteistö on rakennettu vuonna 1939 suojeluskuntataloksi. Nykyään kiinteistössä toimii mm. palokunta sekä reserviupseerikerho. Lisäksi kiinteistössä on liikuntasali.

1.1 Kiinteistöautomaatio yleisesti

Kiinteistöautomaation tärkeimmät tehtävät on hoitaa talotekniikan säädöt sekä valvoa järjestelmän toimivuutta ja ilmoittaa vikatilanteista ilman ihmisen läsnäoloa. Lisäksi kiinteistöautomaatiolla on nykyään suuri merkitys myös kulunvalvonnassa, energian säästössä sekä asumismukavuuden parantamisessa.

Kiinteistöautomaatiota voidaan verrata prosessiautomaatioon, mutta se erotetaan omaksi ryhmäkseen. Ryhmittely on tarpeen, koska kiinteistöistä seurattavat valvonta- ja säätökohteet ovat erilaisia. Kiinteistöautomaatiossa mitataan paljon erilaisia suureita, kuten energia- ja vesimäärien laskentaa. Myös laitteiden ja toimintojen ohjaus, säädöt, valvonta- ja hälytystoiminnot, raportointi sekä tilastojen tallennus erottavat kiinteistöautomaatiota prosessiautomaatosta. Lisänä kiinteistöautomaatiossa on vielä keskitetyt kiinteistön valvonnat, joiden avulla voidaan hoitaa kaupunkien kaikkien rakennusten kiinteistöjen seuranta yhdestä valvomosta. (Värjä 1999 5.)

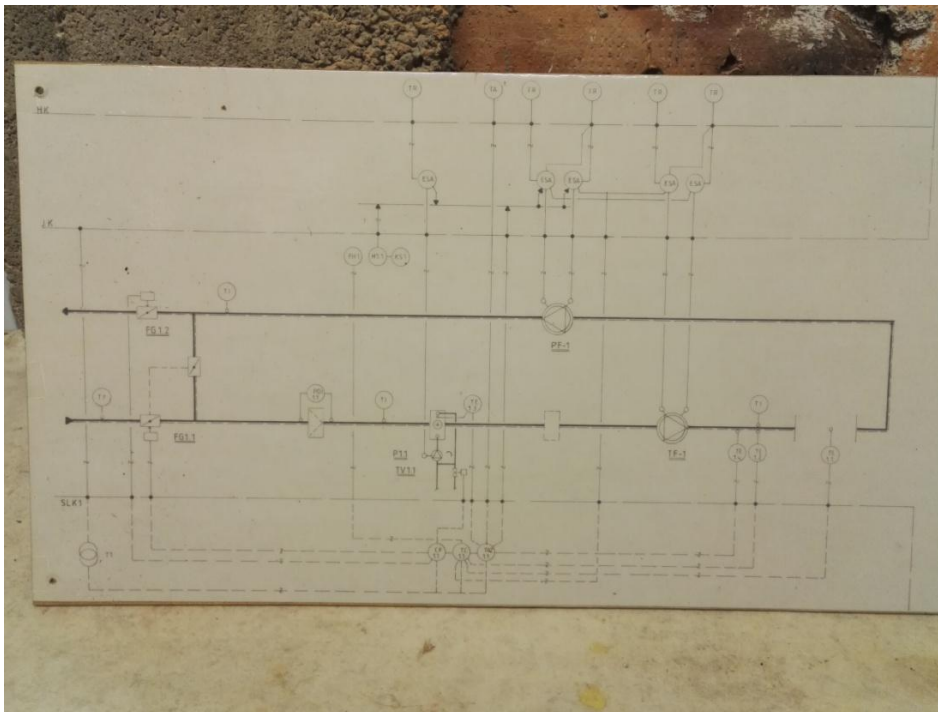
1.2 Työn tausta

Tässä työssä on tarkoitus päivittää Isokyrössä sijaitsevan Pohjankyrön talon Ilmanvaihdon automaatio sekä yhdistetään lämmönvaihtimen säätimen valvonta sekä hälytykset vanhasta hälytyskeskuksesta samaan järjestelmään. Vanhaan hälytyskeskukseen jää vielä muutamia hälytyspisteitä, joiden hälytykset kytketään tähän järjestelmään myöhemmin tämän työn ulkopuolella.

Päivitysprojektiin kuuluu TK1/PK1, joka palvelee liikuntasalin ilmanvaihtokoneena. Tämän koneen automaatio on tarkoitus uusia kokonaan.

Aiemmin kiinteistössä on uusittu TK2- ja PK2-ohjauksia. Kyseiseen konepariin on aiemmin lisätty Vaconin taajuusmuuttajat, jotka jäävät käyttöön. Tästä koneparista on tarkoitus uusia ohjaukset ja anturit.

Ilmanvaihtokoneiden vanhat säätökaaviot ja toimintaselostukset ovat hyvä alusta uudelle suunnitelmalle (kuvat 1-4).



Kuva 1. TK1/PK1, vanha säätökaavio

1.4 Työn rakenne

Luvussa kaksi käsitellään nykyistä automaatiojärjestelmää.

Luvussa kolme käsitellään Ouflex-järjestelmää ja sen laajennusmahdollisuuksia sekä järjestelmän muita laitteita.

Luvussa neljä käsitellään uuden järjestelmän suunnittelua, asennusta ja käyttöönottoa.

Lopussa pohditaan järjestelmän toimivuutta sekä saavutettuja etuja.

2 VANHA JÄRJESTELMÄ KOHTEESSA

Ilmanvaihdon ohjausjärjestelmä kohteessa on vanha ja on ollut jo jonkin aikaa saneerauksen tarpeessa. Nykyinen ilmanvaihto ja ohjausjärjestelmä on rakennettu vuonna 1986.

2.1 TK1/PK1, liikuntasali

Konepari on toteutettu ilmanvaihtokoneella, jossa on kiertoilmatoiminto. Koneessa ei ole nykyaikaista lämmön talteenottoa. Ohjaus on toiminut releohjattuna ajastimella, siten että yöaikaan kone on aina ollut sammuksissa ja aamulla käynnistynyt täysteholle.

Salissa on ollut käytössä termostaatti-anturi, joka on ohjannut koneen kiertoilma- ja ulkoilmapeltejä sekä lämmityspatterin säätöventtiiliä lämmitystarpeen lisääntyessä. Tuloilman lämpötilan liiallinen laskeminen on estetty erillisen tuloilmakanavassa sijaitsevan lämpötila-anturin avulla.

Kesäkäyttö on ollut periaatteella likaista ulos ja raitista sisälle. Eli kiertoilmapelti on ollut kiinni koko kesän. Talvikäytössä on ollut käytössä osittainen kiertoilma lämmitysenergian säästämiseksi. Kovemmilla pakkasilla ilmanvaihtoa on vähennetty puoliteholle. (kuvat 1-4.)

2.2 TK2 ja TK2, toimisto- ja sosiaalitilat

Konepari on toteutettu erillisellä tuloilmakoneella, jossa tuloilman lämmitys sekä poistoilma huippuimurilla. Tällä koneparilla on ollut myös käytössä lisäaikakytkin, jolla ilmanvaihto on saatu päälle myöskin aikaohjelman ulkopuolella.

Tässä koneparissa ei ole kiertoilmamahdollisuutta. Lämmitystä on ohjattu huone-lämpötilan mukaan poistokanavassa sijaitsevan lämpötila-anturin avulla. Tuloilmakanavassa sijaitsevalla lämpötila-anturilla on estetty tuloilman liiallinen laskeminen sekä nouseminen.

Kesäaikaohjaus on ollut yöaikaan puoliteholla ja päivällä täysteholla. Kovemmissa pakkasilla ilmanvaihtoa on vähennetty päivälläkin puoliteholle.

Koneparin lisänä on ollut pienikokoinen, aina päällä oleva huippumuri PF2.2 WC-tilojen poistona (kuva 3). Tämä poisto toimii itsenäisesti ilman automaatio-ohjausta.

2.3 Lämpökeskus

Lämpökeskus toimii kellarikerroksessa vanhassa kattilahuoneessa. Keskus on saneerattu vuonna 2007. Lämmönlähteenä toimii nykyään kaukolämpö. Lämmönvaihtimen valmistaja on GST Group Ltd, ja se on malliltaan GST-2. Lämmönvaihtimen ohjaus on toteutettu Oumanin EH-203-säätimellä (kuva 5).



Kuva 5. Ouman EH-203, lämmityksen säädin

2.4 SÄLE 10 -hälytyskeskus

Lämmönvaihtimelta on ollut kytkettynä hälytys kärkitietona lämmönvaihtimen vieressä sijaitsevaan Sähköleppä Oy:n valmistamaan SÄLE 10 (kuva 6) -hälytyskeskukseen, johon hälytykset on kerätty muualtakin kiinteistöstä mm. ilmanvaihtokoneiden jäätymissuojalta sekä patteriverkoston pumpuista. Hälytykset on toimitettu eteenpäin erillisellä vahdilla, joka taas on saanut kärkitiedon SÄLE 10-keskukselta. Tiedot hälytyksistä on toimitettu eteenpäin tekstiviestillä, mutta hälytyksen syy on pitänyt käydä tarkistamassa paikanpäällä.



Kuva 6. SÄLE 10 -hälytyskeskus

2.5 Paloasema

Paloaseman puolella on omat automaatiojärjestelmänsä, joihin tässä työssä ei ole tarkoitus tehdä muutoksia.

3 OUFLEX-JÄRJESTELMÄ, TOIMILAITTEET JA ANTURIT

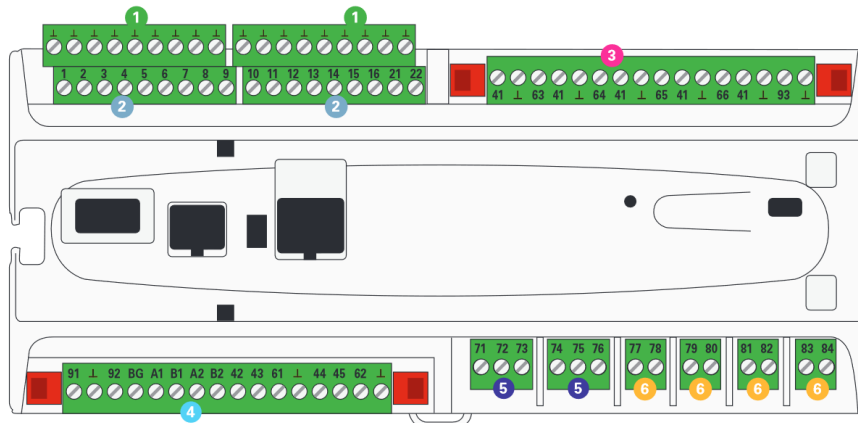
Ouman Oy on kotimainen kiinteistöautomaatioalan laitevalmistaja. Ouflex-järjestelmä on yrityksen monipuolisin järjestelmä mm. vapaan ohjelmitavuutensa ansiosta. Järjestelmän laajennettavuus tarpeen mukaan on helppoa.

3.1 Ouflex C 203 -logiikka

Ouflex-järjestelmän aivoina toimii Oumanin C-203, joka on vapaasti ohjelmitava logiikka. Logiikassa on itsessään 16 analogista tuloa, 2 digitaalista tuloa, 10 analogista lähtöä sekä 6 potentiaalivapaata relelähtöä.

Logiikassa on vakiona 12 universaalituloa, joihin kytketään oletuksena NTC-10-mittausantureita (kuva 11). Nämä tulot on myös mahdollista konfiguroida lähetinmittauksiksi, jolloin ne pystyvät vastaanottamaan 0—10 VDC:n ohjausviestejä. Nämä sijaitsevat logiikan liittimessä numero 2 (kuva 7). Vakiovarustukseen kuuluu myös samassa liittimessä sijaitsevat 4 universaalituloa, jotka on mahdollista konfiguroida myös laskurituloiksi. Lisäksi vakiovarusteista löytyy saman liittimen 2 digitaalista tuloa, jotka on mahdollista konfiguroida pulssilaskentatuloiksi. (Ouman Oy 23.3.2017.)

Lähtöpuolella vakiovarusteena on 10 analogisia lähtöä, joissa neljässä on sekä 24 VAC:n jännitesyöttö sekä 0—10 VDC:n säätöviesti ja kahdessa ainoastaan 24 VAC:n jännitesyöttö. Samassa liittimessä on yhdessä liittimessä 15 VAC:n jännitesyöttö sekä yhdessä 12 VAC:n jännitesyöttö akkuvarmennusta varten. Kahta näistä lähdoistä on mahdollista käyttää myös 0—10 VDC:n ohjausviesitinä, 24 VAC:n jännitesyöttönä tai Triac-lähtöinä. Nämä sijaitsevat logiikan liittimissä numero 3 ja 4 (kuva 7). Liittimissä numero 5 ja 6 sijaitsee 6 potentiaalivapaata relelähtöä, joista kaksi on vaihtokärkikoskettimilla ja neljä sulkeutuvilla koskettimilla. Relelähtöjen maksimikuorma on 230 VAC/6A. Logiikassa on myös kaksi Modbus-tiedonsiirtoliityntämahdollisuutta. Ne sijaitsevat logiikan liittimessä numero 4 ja on merkittynä BG-, A1-, B1-, A2- ja B2-merkinnöillä (kuva 7). Logiikkaa voidaan laajentaa laajennusyksiköillä, joita voidaan asentaa korkeintaan 32 kpl yhdelle logiikalle. (Ouman Oy 23.3.2017.)



Kuva 7. Ouflex C-203 liittimet
(Ouman Oy 23.3.2017)

3.2 Laajennusyksiköt

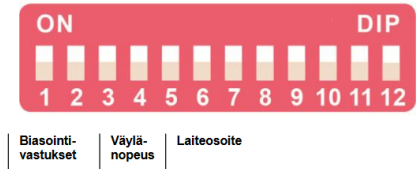
Ouflex on mahdollista laajentaa laajennusyksiköillä FLEX COMBI 32, FLEX COMBI 21, FLEX UI-16 ja FLEX-EXU. Laajennusyksiköt liitetään sarjaan käyttäen uros-uros-RJ45-adapteria. Laajennusyksiköiden osoitteiden konfigurointi logiikalle tehdään kussakin laajennusyksikössä olevilla dippikytkimillä. Jokaiselle modulille asetetaan oma osoite sekä tiedonsiirtonopeus dippikytkimillä. Biasointivastukset pitää asentaa väylän molempiin päihin, koska ne pitävät väylän stabiilina silloin kun mikään laite ei lähetä väylään tietoa. (Ouman Oy 14.2.2014.) Kuvassa 8 on esimerkki Modbus-200-kortin ohjeesta.

DIP1	DIP2	
0	0	Biasointivastukset eivät ole käytössä
1	1	Biasointivastukset ovat käytössä

DIP3	DIP4	Nopeus
0	0	4800
1	0	9600
0	1	19200
1	1	38400

DIP kytkimien tilat, 1 = ON Osoite

DIP 5	DIP 12	
1 0 0 0 0 0 0 0		= 1
0 1 0 0 0 0 0 0		= 2
1 1 0 0 0 0 0 0		= 3
0 0 1 0 0 0 0 0		= 4
1 0 1 0 0 0 0 0		= 5
0 1 1 0 0 0 0 0		= 6
1 1 1 0 0 0 0 0		= 7
.....		
1 1 1 0 1 1 1 1		= 247



Kuva 8. Ohjekuva Modbus-200-kortin laiteosoitteen määrittämiseen.
(Ouman Oy 14.2.2014)

3.2.1 FLEX COMBI 32

FLEX COMBI 32 -laajennusyksikössä on 32 I/O-pistettä, joista 5 on 24 VAC:n jännitesyöttöä ja 1 on 15 VAC:n jännitesyöttö. Tämä yksikkö on logiikan C-203 tulojen ja lähtöjen puolesta lähes identtinen. Tässä yksikössä ei ole digitaalituloja. Moduulissa on kaksi Modbus-tiedonsiirtomahdollisuutta. (Ouman Oy 31.1.2018.)

3.2.2 FLEX COMBI 21

FLEX COMBI 21 -laajennusyksikössä on 21 I/O-pistettä. Tässä yksikössä on 9 universaalituloa. Moduulissa on yksi Modbus-tiedonsiirtoliitännämahdollisuus. Lähtöpuolella on 1 kpl 24 VAC:n tehonsyöttö, 1 kpl 12 VAC:n tehonsyöttöä akkuvarmennukselle. Lisäksi modulist löytyy 2 kpl 24 VAC:n jännitesyöttöjä, jotka voidaan konfiguroida Triac-lähdöiksi, 2 kpl on 0—10 VDC:n analogia lähtöjä ja 6 on potentiaalivapaita relelähtöjä, joista 2 kpl on vaihtokoskettimilla ja 4 kpl sulkeutuvilla koskettimilla. (Ouman Oy 31.1.2018.)

3.2.3 FLEX UI-16

FLEX UI-16 -laajennusyksikössä on 16 I/O-pistettä, joista 4 on mahdollista konfiguroida laskurituloiksi. Moduulissa on yksi Modbus-tiedonsiirtomahdollisuus. Lähtöpuolella on 1 kpl 24 VAC:n tehonsyöttöä, 1 kpl 12 VDC:n tehonsyöttöä akkuvarmennukselle, 5 kpl 24 VAC:n jännitesyöttöjä sekä 1 kpl 15 VAC:n jännitesyöttöä. (Ouman Oy 31.1.2018.)

3.2.4 FLEX EXU

FLEX EXU -laajennusyksiköä tarvitaan esimerkiksi GSM-modeemin liittämiseen Ouflex-laitteeseen. Laajennusyksikön avulla voidaan ottaa käyttöön Ouflexin kolmas RS-485-väylä. (Ouman Oy 27.3.2017.)

3.3 EH-203, -lämmityksen säädin

OUMAN EH-203 on monipuolinen ja toimiva säädin kaikenlaisiin lämmönsäätöä tarvitseviin sovelluksiin. Sen monipuolisuus tekee siitä sopivan säätimen vesikiertoisiin järjestelmiin. (Ouman Oy 12.9.2013.)

EH-203 lämmityksen säätimeen on mahdollista lisätä useita erilaista etäkäyttömahdollisuuksia. EH-net on Web-palvelinyhteys, johon liitytään kiinteistön lähiverkon kautta. GSM Control on tekstiviestipohjainen käyttömahdollisuus kaikille GSM-puhelimille. Ounet on nettivalvomo, johon liitytään Ouflexin tai EH-netin kautta internetyhteyden avulla. Lisäksi säädin voidaan yhdistää valvomoratkaisuihin Modbus- tai LON-protokollaa käyttävän sovitin kortin avulla. Tätä tapaa käytetään tässä työssä. (Ouman Oy 12.9.2013.)

3.3.1 Modbus-200-kortti

Modbus-200-kortti on EH-200-sarjan säätimeen tarkoitettu lisävaruste (kuva 9). Kortin osoite konfiguroidaan dippikytkimillä samoin kuin Ouflex-järjestelmän muutkin laitteet (Ouman Oy 14.2.2014.)



Kuva 9. Modbus-200-laajennuskortti
(Ouman Oy 14.2.2014)

3.4 Modbus-tiedonsiirtoväylä

Tiedonsiirto tapahtuu käyttämällä yhteen kiedottua parikaapelia kuten useimmissa väyläratkaisuisissa. Modbus-väylälaitteita voi kuka tahansa valmistaa ilman lisenssimaksuja. (Piikkilä & Sahlsten 2017 140).

Modbus-protokollaperhe on julkaistu vuonna 1979. Se on alunperin kehitetty ohjelmoitavien logiikoiden väyläksi. Protokollat perustuvat avoimeen arkkitehtuuriin. Modbus on lisenssivapaa, joten siihen liitettävien laitteiden valmistajien ei tarvitse huolehtia korvauksista protokollan kehittäjille. Modbusia käytetään laajasti erilaisissa teollisuuden ja rakennuksien automaattoratkaisuisissa, joissa tarvitaan pitkiä tiedonsiirtomatkoja, kuten etävalvontaratkaisuisissa. Modbus on myös edullinen tapa liittää eri valmistajien laitteita keskenään. (Piikkilä & Sahlsten 2017, 140.)

Modbus on ns. isäntä-orja-protokolla. Modbus-laitteet kytketään aina sarjaan ja yhteen isäntäohjaimen voidaan liittää jopa 247 renkiä. Modbus-kehyskiä on kolme: Modbus RTU (Remote Terminal Unit), Modbus ASCII (American Standard Code for Information Interchange) ja Modbus over TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol). Sarjaväylätoteutuksissa näistä käytetään RTU-kehystä sekä ASCII-kehystä. TCP/IP taas on käytössä Ethernet-liitännöissä. (Piikkilä & Sahlsten 2017, 140.)

3.5 LON-tiedonsiirtoväylä

LON-lyhenne tulee sanasta LonWorks. LON-protokolla on lisenssimaksuton ja sen käyttö on nykyisin vähäistä, mutta ei ole kokonaan poistunut markkinoilta. LON-tekniikka lanserattiin Suomessa 1990-luvun loppupuolella ja sitä voidaan kutsua avoimien ja hajautettujen järjestelmien edelläkävijäksi. Se loi pohjan automaation uudelle kehityssuunnalle. (Piikkilä & Sahlsten 2017, 119.)

3.5 JVA 24 -jäätymissuoja-automaatti

JVA 24 on Produalin valmistama varolaite (kuva 10). Laitteen käyttöjännite on 24 VAC. Varolaite on valmistettu varmistamaan, ettei vesikiertoinen lämmityspatteri pääse jäätymään esimerkiksi lämmönjakopumpun rikkoonnuttua. Se vahtii patterin paluueden lämpötilaa. Myös sähkökatkos tai muusta syystä johtuva jännitekatkos saa aikaan hälytyksen ja ilmanvaihtokoneen pysäyttämisen. Tuote soveltuu PT 1000-, Ni 1000-LG-, ja PTC 1000 -antureille. (Produal Oy [Viitattu 20.5.2018].)



Kuva 10. JVA 24 -jäätymissuoja-automaatti
(Produal Oy [Viitattu 20.5.2018])

3.5.1 PT 1000

PT 1000 on Produalin valmistama anturi. PT 1000 -sarjan antureita on saatavilla paljon eri malleja eri käyttötarkoituksiin, esimerkiksi ulkoilman ja vesiverkon lämpötilan sekä kanavalämpötilojen mittaamisiin. Anturin nimitys tulee sen vastusarvosta, joka on 0 asteessa 1000 ohmia. Anturit on suunniteltu ilmanvaihtokoneen jäätymissuojan mittausanturiksi, mutta ne soveltuvat hyvin myös lämpimän käyttöveden lämpötilamittauksiin lyhyen aikavakionsa johdosta. (Produal Oy [Viitattu 21.5.2018].)

Tässä työssä käytettävä anturi on mallia TEV PT 1000 (kuva 11).



Kuva 11. TEV PT 1000 -lämpötila-anturi
(Produal Oy [Viitattu 21.5.2018])

3.5.2 Ni 1000-LG

Ni 1000-LG on Produalin valmistama anturi. Antureita on myös saatavilla useita eri malleja eri käyttötarkoituksiin. Anturit ovat ulkoisesti ja teknisiltä ominaisuuksiltaan täysin vastaavia PT 1000 -antureiden kanssa. (Produal Oy [Viitattu 24.5.2018].)

3.5.3 PTC 1000

PTC 1000 -anturi on puolijohdeanturi eli termistori ja se eroaa PT 1000 -anturista ominaiskäyränsä ansiosta, joka ei ole lineaarinen, kuten metalliantureilla. Sen vastusarvo nousee voimakkaasti lämpötilan noustessa. Tämän anturin nimitys tulee sen termistorista ja vastusarvosta, joka on 25 asteessa 1000 ohmia. (Värjä & Mikola 1999.)

3.6 HDK-hiilidioksidianturi ja lähetin

HDK on Produalin valmistama hiilidioksidianturi ilmastointikanavia varten. Anturin mittausalue on 0—2000 ppm ja käyttöjännite on 24 VAC. Anturissa on myös sisäänrakennettu lämpötilamittaus lämpötilakompensointia varten. Anturi lähettää mittausarvon jänniteviestinä 0—10 VDC (kuva 12). (Produal Oy, [Viitattu 22.5.2018].)



Kuva 12. Produalin HDK-hiilidioksidianturi ja lähetin (Produal Oy [Viitattu 22.5.2018])

3.7 TEK NTC 10 -lämpötila-anturi

TEK NTC 10 -anturi on Produalin valmistama anturi. Anturin vastusarvo 25 asteessa on 10000 ohmia. Käyttöjännitettä tämä anturi ei tarvitse, vaan mittaus tapahtuu vastusarvoa lukemalla (kuva 13). Anturi on suunniteltu ilmanvaihtokanavien lämpötilamittauksiin. Kuminen ja hyvin kanavan tiivistävä kiinnityslaippa tiivistää mittausreiän hyvin. (Produal Oy [Viitattu 22.5.2018].)



Kuva 13. TEK NTC 10 -lämpötila-anturi
(Produal Oy, [Viitattu 22.5.2018])

3.8 PEL 2500-N-paine-erolähetin

PEL 2500-N on Produalin valmistama näytöllinen paine-erolähetin. Lähettimen mittausalue on 0—2500 Pa (Pascal) ja käyttöjännite 24 VAC. Anturi lähettää mittausarvon jänniteviestinä 0—10 VDC (kuva 14). Anturi on suunniteltu ilmanvaihtokanavien paineiden mittaamiseen. Anturissa on myös sisäänrakennettu lämpötilakompensointi. (Produal Oy [Viitattu 19.5.2018].)



Kuva 14. Pro dualin PEL 2500-N -paine-erolähetin
(Pro dual Oy [Viitattu 19.5.2018])

3.9 Siemens GCA 161.1E -peltimoottorit

Siemensin GCA-sarjan peltimoottorit ovat jousipalautteisia ja niitä on saatavissa 3 eri päätyyppiä (kuva 15). Saatavissa on 2- ja 3-asentoiset sekä tässä työssä käytettävä moduloiva tyyppi. Moduloivan tyyppin etuna on, että sitä voidaan ohjata mihin tahansa asentoon 0—10 VDC:n säätöviestillä. Toimilaite tarvitsee säätöviestin lisäksi 24 VAC jännitesyötön. Jännitesyötön katketessa jousi ajaa pellin joko kiinni tai auki riippuen siitä kummin päin moottori on asennettu. (Pirkanmaan automaatiokeskus Melo Oy, 31.5.2005.)



Kuva 15. Siemensin GCA 161.1E -peltimoottori

3.10 Belimo NRYD24-SR-SI -venttiilisäätömoottori

Belimo NDYR24 on jännitesäätöinen toimilaitte 2- ja 3-tie säätöpalloventtiileille (kuva 16). Toimilaitteen käyttöjännite on 24 VAC ja ohjaus tapahtuu 0—10 VDC:n säätöviestillä. (Belimo Finland Oy 3.2007.)



Kuva 16. Belimo-venttiilisäätömoottori ilmanvaihtokonehuoneessa

3.11 Vacon 100 Flow -taajuusmuuttaja

Vacon-tuotemerkin omistaja on nykyään Danfoss Oy. Tässä työssä käytettävät taajuusmuuttajat, Vacon 100 Flow -pienjännite taajuusmuuttajat (kuva 17), on suunniteltu nimenomaan kiinteistöautomaattoratkaisuihin. Taajuusmuuttaja on suunniteltu erityisesti teollisuuden puhaltimille ja pumpuille. Energian säästö on myös Vacon-taajuusmuuttajien kehityksessä tärkeimpiä asioita. (Danfoss Oy [Viitattu 23.5.2018].)



Kuva 17. Vacon-taajuusmuuttaja
(Danfoss Oy [Viitattu 23.5.2018])

3.12 VAK

Ouman-ohjauskeskukset (kuva 18) on saatavissa joko metallisena tai muovisena. Keskukset on saatavissa valmiiksi suunniteltuna ja johdotettuina, jos asiakas katsoo sellaisen tarpeelliseksi. (Ouman Oy 28.8.2015.)



Kuva 18. Ouman-ohjauskeskukset
(Ouman Oy 28.8.2015)

3.13 Ounet-valvomo

Ounet-valvomo (kuva 19) on helppokäyttöinen selainpohjainen pilvipalvelimella toimiva graafinen valvomo. Valvomossa voidaan valvoa järjestelmään liitettyjen kiinteistöjen tietoja kenttälaitetasolle saakka. (Ouman Oy 6.10.2015.)

4 UUDEN JÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU, ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

4.1 Suunnittelu

Automaatiolaitteena päädyttiin käyttämään Oumanin Ouflex-järjestelmää. Ouflexissa on vapaasti ohjelmoitava logiikka, joka mahdollistaa laajatkin myöhemmät muutokset automaatioon.

Suunnittelu toteutettiin käsin piirtämällä. Suunnitelma luonnosteltiin paperille havainnollistamaan tarvittavien antureiden, toimilaitteiden sekä muiden automaatiolaitteiden hankintaa. Haluttu toiminta sovittiin Isokyrön kiinteistöpäällikön kanssa suullisesti.

Automaatio päädyttiin toteuttamaan molemmille ilmanvaihtokoneille hyödyntäen nykyaikaisia Pro dual HDK-hiilidioksidimittareita. Ilmamäärien varmistamiseksi koneisiin päätettiin lisätä Pro dual PEL 2500- N -kammio painelähettimek. Hiilidioksidimittaus mahdollistaa ilmanvaihdon määrän säätämisen tarpeen mukaan ja kammio painemittaus varmistaa, että haluttu ilmamäärä myös toteutuu.

Koneet päädyttiin varustamaan kiinteistöpäällikön toivomuksesta erillisillä Pro dual JVA 24 -jäätymissuoja-automaateilla. Ne varmistavat, että vesikiertoiset lämmityspatterit eivät pääse jäätymään vikatilanteissa ja antavat hälytyksen automaatiojärjestelmälle vapaapotentiaalisella kärkitiedolla.

Koneiden ohjaus sekä vika- ja häiriötiedot suunniteltiin toteutettavaksi ohjelmallisina Ouflex-ohjelmoinnin yhteydessä. Lämmönjaon mahdollisten vikojen ja häiriöiden haluttiin myös välittyvän uuden järjestelmän kautta valvomoon. Lämmönjaon Ouman EH-203 -säädin päätettiin varustaa Oumanin Modbus-200-modulilla väyläyhteyden mahdollistamiseksi.

Etäyhteys valvomoon päätettiin toteuttaa kiinteistön olemassa olevaa LAN-verkkoyhteyttä käyttäen. Ounet-valvomoyhteys tarvitsee myös IP-osoitteen, jonka avulla Ouman-valvomo voi muodostaa yhteyden kiinteistön Ouflex-yksikköön.

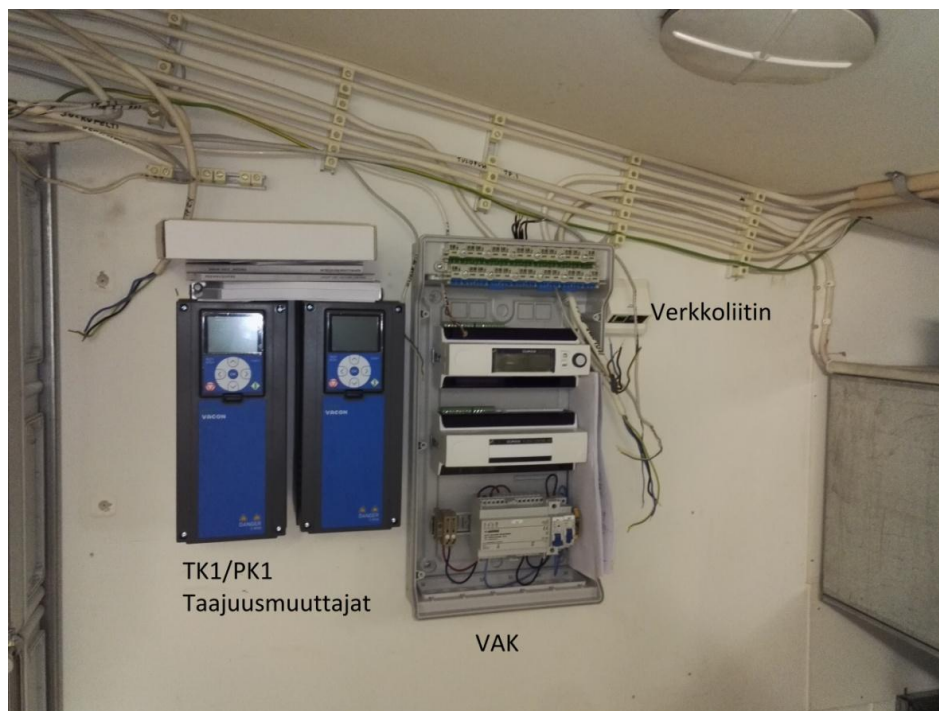
4.2 Purku

Purku aloitettiin merkitsemällä vanhat käyttöön jäävät johdot. Purkutöiden aikana päädyttiin korvaamaan 1 vanha kiertoilmapelti ja vivusto kolmella uudella Siemens GCA 161.1E -peltimoottorilla. Tämä siksi, että saadaan kiertoilman säädettävyys paremmaksi.

Yli 24 voltin johdotuksen purkamisen kävi hoitamassa työn tilaajan hankkima sähköliike, joka teki samalla tarvittavat muutokset samassa tilassa sijaitsevaan sähkökeskukseen.

4.3 Asennus

Asennus aloitettiin valitsemalla ilmanvaihto konehuoneesta sopiva paikka ohjauskeskukselle (VAK) ja TK1/PK1 -koneparin taajuusmuuttajille. Keskuksen viereen tuotiin myös verkkoliitäntä. Verkkoliitäntä tuotiin tilaajan toimesta konehuoneeseen (kuva 20).



Kuva 20. Uudet taajuusmuuttajat, VAK ja verkkoliitäntä asennettuna.

Johdotukset sekä taajuusmuuttajien ja jäätymissuoja-automaattien kytkennät suoritettiin tilaajan hankkima sähköliike. Automaatiokytkennät suoritettiin Säätopiste Oy:n toimesta (kuva 21).



Kuva 21. Kytkenät viimeistelyä vaille valmiit

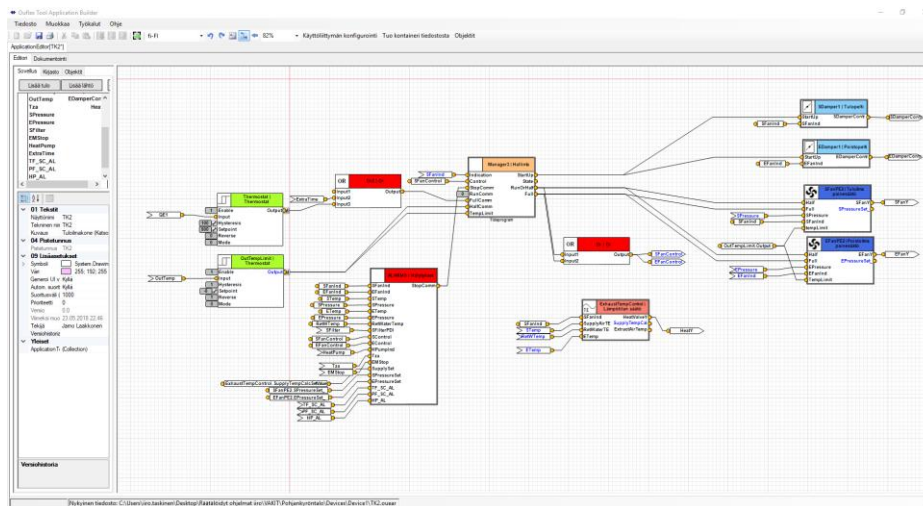
Tässä vaiheessa oltiin valmiita ohjelmoinnille sekä käyttöönotolle.

4.4 Ohjelmointi ja käyttöliittymä

Ohjelmointi ja käyttöliittymä tehtiin Oumanin Ouflex-työkalulla yhteistyössä Ouman Oy:n ohjelmoijan kanssa. Ohjelman pohjana käytettiin olemassa olevaa ilmanvaihtokoneen ohjelmalohkoa. Lohkosta poistettiin ylimääräiset toiminnot, kuten LTO-toiminnot sekä jäähdytystoiminnot ja niiden valvonnat.

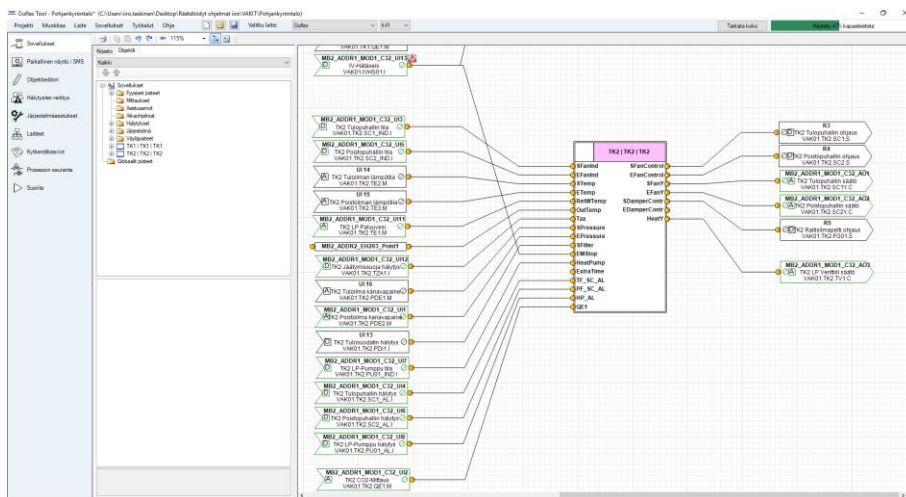
Ouflex Tool on käyttäjäystävällinen työkalu ammattilaiselle. Työkalun kirjasto sisältää kattavan valikoiman erilaisia kiinteistöautomaation prosesseja. Valmiita prosesseja käyttämällä ohjelmointivaiheen virheiden määrä pienenee huomattavasti. (Ouman Oy [Viitattu 22.5.2018].)

Ohjelmoinnin vaikein vaihe oli ilmanvaihtokoneen lohkojen modifiointi. Tässä vaiheessa on tärkeää muistaa, että vaikka aloitetaan valmiista lohkoista, niin voi vahingossa poistaa lohkoista myöhemmin tarvittavan osion. Tätä työvaihetta helpottaa huomattavasti graafinen käyttöliittymä, joka Ouflex Tool -ohjelmointityökalussa on hyvin toteutettu (kuva 24).



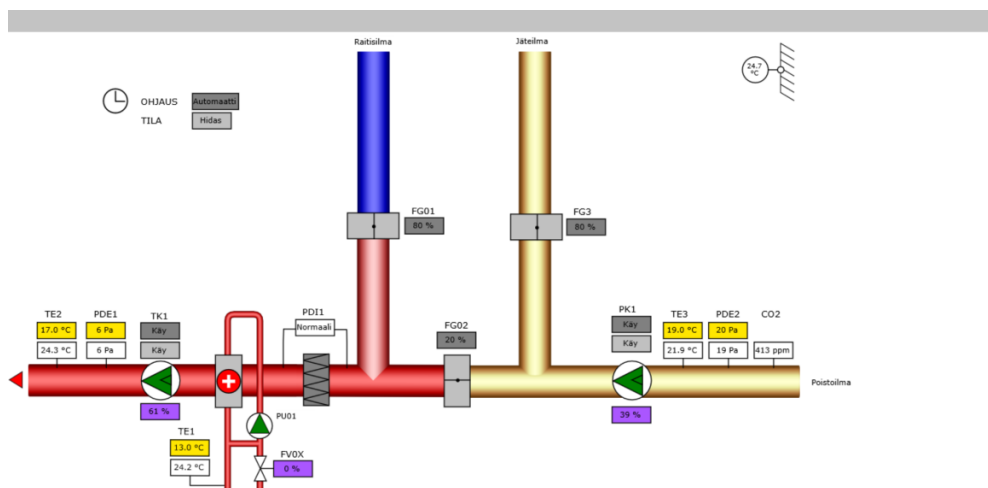
Kuva 24. TK2 -toimilohko

Kun ilmanvaihtokoneen toimilohkot saatiin valmiiksi, niin sen jälkeen alkoi tulojen ja lähtöjen yhdistäminen lohkoon (kuva 25). Tämä työvaihe oli helppo, kun kaksi aiempaa vaihetta oli tehty kunnolla.

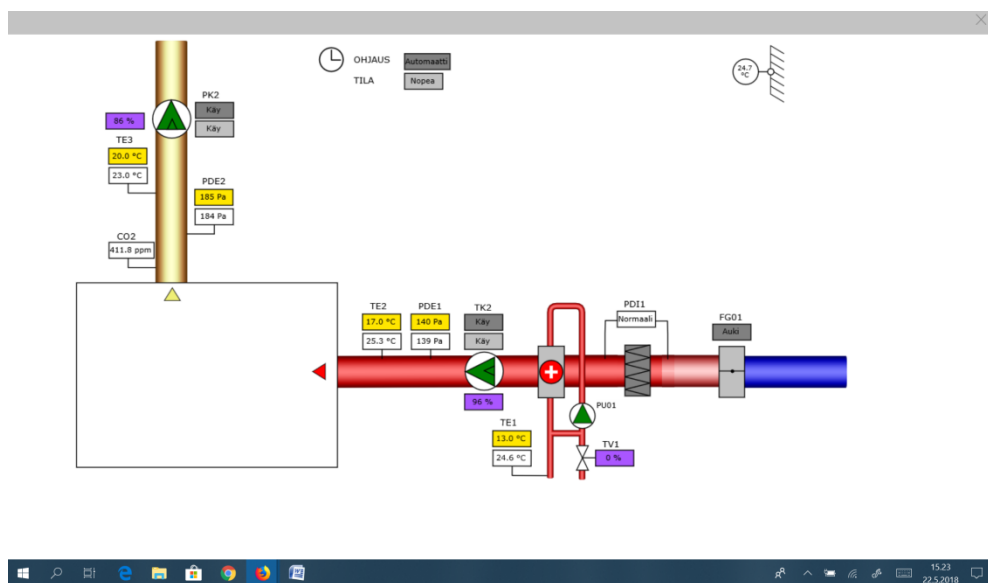


Kuva 25. TK2 I/O-pisteiden yhdistäminen

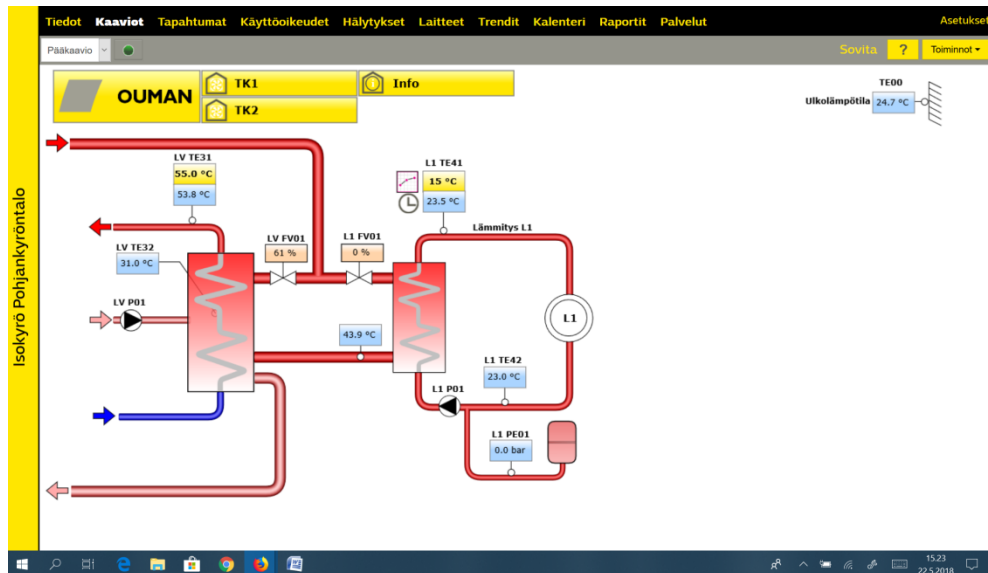
Seuraavana työvuoressa oli Ounet-valvomon graafisten toimintakaavioiden luonti. Tähän voisi käyttää valmista toimintakaaviota jostakin muusta projektista tai Ouflexin kirjastosta. Tässä kohteessa on kuitenkin sen verran yksinkertaiset koneet, että päädyttiin rakentamaan ne alusta alkaen. Toimintakavioihin voi lisätä mittaus-, säätö- ja ohjaustiedot. Tässä kohteessa lisättiin hyvin informaatiota antamaa paljon mittaustietoa. Esimerkiksi keltaisella taustalla näkyvät arvot ovat automaatiojärjestelmän antamia ohjearvoja ja niiden alla olevissa valkoisella taustalla olevat arvot ovat kyseisen anturin reaaliaikaisia mittautietoja. (Kuvat 26-28).



Kuva 26. TK1/PK1 -toimintakaavio (Valvomosta)



Kuva 27. TK2 ja PK2 -toimintakaavio (Valvomosta)



Kuva 28. Lämmönjaon toimintakaavio (Valvomosta)

Kun ohjelmointi saatiin valmiiksi, voitiin ladata ohjelma logiikalle. Tässä vaiheessa oltiin valmiina käyttöönottoa varten.

4.5 Käyttöönotto

Käyttöönotto sujui hyvin ilman suurempia ongelmia. Käyttöönotto vaatii IP-osoitteen internetyhteyden mahdollistamiseksi. IP-osoite tuli Oumanilta, kun tilaaja teki sopimuksen uudesta kohteesta. IP-osoite syötetään Ouflex-logiikkaan, jolloin se muodostaa yhteyden palvelimelle, mikäli verkkoyhteys on käytettävissä. Tässä vaiheessa uusi kohde tulee aktiivisena näkyviin Ounet-valvomoon. Valvomo löytyy selaimella osoitteesta www.ounet.fi. Valvomon käyttö vaatii rekisteröitymisen ja käyttöoikeudet kuhunkin kohteeseen erikseen.

Käyttöönotto toteutettiin Ouflex C-203 -käyttöpaneelia käyttämällä. Käyttöpaneeli on tekstipohjainen ja looginen. Käyttöönotto onnistuu myös ilman tietokoneohjelmointia. Tuolloin on hyvä käyttää laitteen ohjattua käyttöönotto toimintaa.

Mikäli ohjelmoinnissa ei ole tapahtunut virheitä tai muutostarpeita, niin tässä vaiheessa käyttöönotto ja asetusarvojen muuttaminen onnistuu ilman Ouflex Tool -ohjelmointityökalua. Kuvassa 29 on näkymä Ouflex-logiikan käyttöpaneelin näkymästä, jossa voidaan muuttaa TK2-koneen kammiopaineasetusta. Tässäkin käyt-

töönnotossa jouduttiin muuttamaan peltimoottoreiden ohjauksia ohjelmointivaiheessa tapahtuneen ristiriitaisuuden vuoksi.



Kuva 29. Ouflex C-203 -käyttöliittymä

5 TULOKSET JA POHDINTAA

Työn tuloksena saatiin uudistettu ohjausjärjestelmä vanhaan kiinteistöön. Ilmämäärien säätöön on nyt saatu portaaton ja automaattinen ohjaus. Tässä on myös suurena etuna se, ettei välttämättä tarvita aikaohjelmia ollenkaan, vaan järjestelmä voi olla koko ajan automaattiohjauksella. Saavutettuja etuja on mm. se, ettei turhaan tarvitse ohjata aamulla konetta täysteholle, jos kiinteistössä on ilman laatutekijät eli lämpötila- ja hiilidioksidimäärät kohdallaan. Jatkuvasti päällä oleva ilmanvaihto luo käyttömukavuutta, kun ilma on puhdistunut yön aikana. Lisäaika kytkimiä ei tarvita, kun hiilidioksidimittaus huolehtii tehostuksesta automaattisesti.

Energian säästön kannalta tämä saneeraus ei tuo suuria muutoksia, mutta kiinteistön hoidollisesti järjestelmän valvonta helpottuu huomattavasti vähentyneiden tarkistuskäyntien muodossa. Ilman laadullista parannusta saatiin huomattavasti parannettua poistamalla turhia täystehoajoja ja lisäämällä ympärivuorokautinen ilmanvaihto. Tämä poistaa mm. vanhan kiinteistö hajuja paljon tehokkaammin kuin aiempi järjestelmä.

LÄHTEET

- Belimo Oy. 3.2007 . Belimo Oy Tuotteet. Tekninen tuote-esitys [PDF-dokumentti].
Belimo Oy [Viitattu 16.5.2018]. Saatavissa: http://www.belimo.fi/pdf/fi/HRY24-SR_1_0_fi.pdf
- Danfoss Oy. Ei päiväystä. Pienjännitteiset taajuusmuuttajat. [verkkosivusto]. Vacon Oy. [Viitattu 23.5.2018]. Saatavissa:
<http://drives.danfoss.fi/products/vacon/low-voltage-drives/vacon-100-flow/#/>
- Ouman Oy. 12.9.2013. Ouman Tuotteet/Dokumentit. EH-203 Lämmönsäädin käsikirja [PDF-dokumentti]. Ouman Oy [Viitattu 17.5.2018]. Saatavissa:
http://ouman.fi/documentbank/EH-203_manual_fi.pdf?x57655
- Ouman Oy. 14.2.2014. Ouman Tuotteet/Dokumentit. Modbus-200 käyttöohje [PDF-dokumentti]. Ouman Oy [Viitattu 18.5.2018]. Saatavissa:
http://ouman.fi/documentbank/Flex-EXU_brochure_fi.pdf
- Ouman Oy. 28.8.2015. Ouman keskuksien -esitys. [PDF-dokumentti]. Ouman Oy. [Viitattu 20.5.2018]. Saatavissa: http://ouman.fi/documentbank/VAK-KOTELOT_brochure_fi.pdf?x57655
- Ouman Oy. 6.10.2015. Ounet rakennusautomaation valvomo. [PDF-dokumentti]. Ouman Oy. [Viitattu 21.5.2018]. Saatavissa:
http://ouman.fi/documentbank/Ounet_brochure_fi.pdf.
- Ouman Oy. 23.3.2017. Ouman Tuotteet/Dokumentit. C-203 Käyttöohje [PDF-dokumentti]. Ouman Oy [Viitattu 16.5.2018]. Saatavissa:
http://ouman.fi/documentbank/Ouflex_manual_fi.pdf
- Ouman Oy. 27.3.2017. Ouman Tuotteet/Dokumentit. Flex Exu -käyttöohje [PDF-dokumentti]. Ouman Oy [Viitattu 19.5.2018]. Saatavissa:
http://ouman.fi/documentbank/MODBUS-200_manual_fi.pdf?x57655
- Ouman Oy. 31.1.2018. Ouman Tuotteet/Dokumentit. Flex Combi 32 -esitys [PDF-dokumentti]. Ouman Oy [Viitattu 18.5.2018]. Saatavissa:
http://ouman.fi/documentbank/Flex-Combi32_brochure_fi.pdf?x57655
- Ouman Oy. 31.1.2018. Ouman Tuotteet/Dokumentit. Flex Combi 21 -esitys [PDF-dokumentti]. Ouman Oy [Viitattu 23.5.2018]. Saatavissa:
http://ouman.fi/documentbank/Flex-Combi21_brochure_fi.pdf?x57655
- Ouman Oy. 31.1.2018. Ouman Tuotteet/Dokumentit. Flex UI-16 -esitys [PDF-dokumentti]. Ouman Oy [Viitattu 24.5.2018]. Saatavissa:
http://ouman.fi/documentbank/Flex-UI16_brochure_fi.pdf?x57655

- Ouman Oy. Ei päiväystä. Rakennusautomaatio. Ouman Oy. [Verkkosivusto]. Ouman Oy. [Viitattu 22.5.2018]. Saatavissa: <http://ouman.fi/palvelut/rakennusautomaatio/ouflex-tool-tyokalu/>
- Piikkilä V. & Sahlsten T. 2017. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät: Tietotekniset järjestelmät. Sähköinfo Oy.
- Pirkanmaan automaatiokeskus Melo Oy. 31.1.2005. Tekninen tuote-esitys [PDF-dokumentti]. Siemens Building Technologies [Viitattu 23.5.2018] Saatavissa: <http://www.pakmelo.fi/wp-content/uploads/Siemens-GCA.pdf>
- Produal Oy. Ei päiväystä. Paine-erolähettimet ilmalle. [Verkkosivusto]. Produal Oy. [Viitattu 19.5.2018]. Saatavissa: http://www.produal.com/fi/shop/web_differential_pressure_transmitters_for_air/sku-1131211
- Produal Oy. Ei päiväystä. Termostaatit. [verkkosivusto]. Produal Oy. [Viitattu 20.5.2018]. Saatavissa: http://www.produal.com/fi/shop/web_thermostats/sku-1110110
- Produal Oy. Ei päiväystä. Passiiviset tuotteet. [Verkkosivusto]. Produal Oy. [Viitattu 21.5.2018]. Saatavissa: http://www.produal.com/fi/shop/web_pt_1000_sensors/sku-1174020
- Produal Oy. Ei päiväystä. Pitoisuuslähettimet. [Verkkosivusto]. Produal Oy. [Viitattu 22.5.2018]. Saatavissa: http://www.produal.com/fi/shop/web_concentration_transmitters/sku-1135050
- Produal Oy. Ei päiväystä. Passiiviset anturit. [Verkkosivusto]. Produal Oy. [Viitattu 23.5.2018]. Saatavissa: http://www.produal.com/fi/shop/web_duct_sensors/sku-1175040
- Produal Oy. Ei päiväystä. Passiiviset tuotteet. [Verkkosivusto]. Produal Oy. [Viitattu 24.5.2018]. Saatavissa: http://www.produal.com/fi/shop/web_ni_1000_lg_sensors/sku-1178020
- Säätöpiste Oy. Ei päiväystä. Säätöpiste Yritys. [Verkkosivusto]. Säätöpiste Oy. [Viitattu 24.5.2018] Saatavissa: <http://www.saatopiste.fi/yritys/>
- Värjä & Mikkola. 1999. Uusi kiinteistöautomaatio: Automaatio ja säätötekniikka. Mikro-oppi.