

Konehallin rakennusautomaatio- järjestelmän suunnittelu ja toteutus

Juha-Pekka Pulli

Opinnäytetyö

Marraskuu 2017

Tekniikan ja liikenteen ala

Insinööri (AMK), automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Automaatiotekniikka

Tekijä(t) Pulli, Juha-Pekka	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Päivämäärä 06.11.2017
	Sivumäärä 79	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty: x
Työn nimi Konehallin rakennusautomaatiojärjestelmän suunnittelu ja toteutus		
Tutkinto-ohjelma Automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma		
Työn ohjaaja(t) Flyktman Teppo, Kivistö Hannu		
Toimeksiantaja(t) Caverion Suomi Oy		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin Caverion Suomi Oy:n automaatoratkaisuiden yksikköön. Työn tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa rakennusautomaatiojärjestelmä Saarijärven Tarvaalaan rakennettavaan uuteen konehalliin. Työ piti sisällään kaukolämmönvaihdinpaketin, jossa on kolme lämmityspiiriä, lämmin käyttövesi, lattialämmitys ja ilmastointikoneiden patterin lämmitys. Kohteessa on myös kaksi ilmastointikonetta ja lisäksi erillispisteitä valaistuksen, ovien sähkölukkojen ja kynnyssulatuksen ohjaukseen ja hälytyksiin.</p> <p>Työ oli projekti, joka toteutettiin alusta loppuun. Projekti lähti liikkeelle järjestelmän suunnittelusta ja asennuksesta ja eteni aina lopulta käyttöönottoon ja toimintakokeisiin saakka. Työ aloitettiin maaliskuussa 2017 ja se valmistui saman vuoden toukokuun loppupuolella aikataulun mukaisesti. Konehalliin tehty automaatiojärjestelmä on tarkoitus liittää lopulta alueen keskusvalvomoon, missä sijaitsevat jo ennestään asiakkaan kiinteistöllä olevien muidenkin rakennusten järjestelmät.</p> <p>Päätavoitteena oli saada aikaan hyvä ja toimiva rakennusautomaatiojärjestelmä, asiakkaan tarpeiden ja toiveiden mukaisesti. Tavoitteisiin päästiin, sillä järjestelmän toimivuus testattiin ja todettiin automaatiovalvojen pitämässä toimintakokeessa. Järjestelmä toimi vaatimusten mukaisesti, pieniä hälytysviiveiden muutoksia täytyi kuitenkin tehdä. Järjestelmä on ollut käytössä keväästä asti ja liitetty keskusvalvomoon. Asiakas on ollut tyytyväinen lopputulokseen, sillä se on toiminut moitteettomasti.</p>		
Avainsanat (asiasanat) rakennusautomaatiojärjestelmä, konehalli, kaukolämmönvaihdinpaketti		
Muut tiedot		

Author(s) Pulli, Juha-Pekka	Type of publication Bachelor's thesis	Date 06.11.2017 Language of publication: Finnish
	Number of pages 79	Permission for web publication: x
	Title of publication Design and implementation of building automation system for machine hall	
Degree programme Automation engineering		
Supervisor(s) Flyktman Teppo, Kivistö Hannu		
Assigned by Caverion Suomi Oy		
Abstract <p>The thesis was assigned by the automation solutions unit of Caverion Suomi Oy's. The purpose of the thesis was to design and implement a building automation system for the new machine hall in Tarvaala in Saarijärvi. The work included a district heat exchanger package with three heating circuits, hot water, floor heating and air conditioning radiator heating. The target also contains two air conditioning units and additional points for controlling lighting, door locks, threshold thawing and different kind of alarms.</p> <p>The implementation of the thesis was a project, which was completed from start to finish. The project started with the system design and installation and eventually moved to the startup and operational trials. The work was started in March 2017 and was finished by the end of May of the same year in accordance with the timetable. The automation system for this building was to be connected to the central control room of the area where the customer's other system were already located.</p> <p>The main aim was to provide a good and functional building automation system in accordance with the customer's needs and wishes. The goals were reached as the functionality of the system was tested and found operational by the automation managers. The system worked according to the requirements; however, small changes in the alarm delays had to be made. The system has been in use since spring and connected to the central control unit. The customers has been satisfied with the result, as the system has worked well.</p>		
Keywords/tags (subjects) building automation system, machine hall, district heat exchanger		
Miscellaneous		

Sisältö

Sanasto ja lyhenteet.....	5
1 Johdanto	7
2 Caverion Suomi Oy	8
3 Rakennusautomaatio	8
3.1 Rakennusautomaation historia	8
3.2 Rakennusautomaatiojärjestelmä.....	11
3.3 Rakennusautomaatioalan työtehtävät	13
3.3.1 Automaatioasentaja	13
3.3.2 Automaatioprojektinhoitaja	14
4 Projektin toteutus	14
4.1 Opinnäytetyön rajaus ja aineisto.....	14
4.2 Laitteet	15
4.2.1 Universaalisäädin UIO-32	15
4.2.2 Vesianturi TEAT NTC 10	17
4.2.3 Kanavalämpötila-anturi TEK NTC 10.....	17
4.2.4 Anturi TENA NTC 10.....	18
4.2.5 Ulkolämpötila-anturi TEU NTC 10	18
4.2.6 Valoisuuslähetin LUX 34	19
4.2.7 Jäätymisvaara-anturi TEKV PT 1000	20
4.2.8 Jäätymis-suojatermostaatti JVA 24	20
4.2.9 Panielähetin VPL 16.....	21
4.2.10 Huonelämpötila-anturi TEHR NTC10.....	22
4.2.11 Lisäaikapainike LAP 5.....	22
4.2.12 Venttiilimoottori HRYD 24-SR	23
4.2.13 Peltimoottori AF 24	24
4.2.14 Panielähetin PEL 2500-N.....	25
4.2.15 Ilmamäärälähetin DPT-flow 2000-D	26

	2
4.2.16 Venttiilimoottori M41A15	26
4.2.17 Venttiilimoottori 31A150.....	27
4.3 Projektin eteneminen vaiheittain	28
4.3.1 Lähtötiedot.....	28
4.3.2 I/O- pisteytys logiikalle	28
4.3.3 Projektisuunnittelupohjan käyttö	28
4.3.4 Kenttätyöt työmaalla.....	29
4.3.5 Valvomokuvien piirto	31
4.3.6 Käyttöliittymän teko.....	32
4.3.7 Järjestelmän ohjelmointi	32
5 Toimintakokeet	39
6 Tulokset ja pohdinta.....	41
Lähteet.....	43
Liitteet	45
Liite 1. Toimintakaaviot	45
Liite 2. Valvontapisteluettelo.....	50
Liite 3. I/O-pistelista.....	54
Liite 4. Ristikytkentä	57
Liite 5. Kaapelinvetolista.....	64
Liite 6. Laitte- ja venttiililuettelot	68
Liite 7. Valvomokuvat	71

Kuviot

Kuvio 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne	11
Kuvio 2. UIO-32-universaalisäädin	16
Kuvio 3. Vesianturi TEAT NTC 10	17
Kuvio 4. Kanavalämpötila-anturi TEK NTC 10	18
Kuvio 5. LKV-lämpötila-anturi TENA NTC 10	18
Kuvio 6. Ulkolämpötila-anturi TEU NTC 10.....	19
Kuvio 7. Valoisuuslähetin LUX 34.....	19
Kuvio 8. Jäätymisvaara-anturi TEKV PT1000	20
Kuvio 9. Jäätymisvaaratermostaatti JVA24	21
Kuvio 10. Painelähetin VPL 16	22
Kuvio 11. Huonelämpötila-anturi TEHR NTC 10	22
Kuvio 12. Lisäaikapainike LAP5	23
Kuvio 13. Venttiilimoottori HRYDR24-SR	24
Kuvio 14. Peltimoottori AF24.....	25
Kuvio 15. Painelähetin PEL 2500-N	25
Kuvio 16. Ilmamäärälähetin DPT-flow 2000-D	26
Kuvio 17. Venttiilimoottori M41A15	27
Kuvio 18. Venttiilimoottori 31A150	27
Kuvio 19. Valvonta-alakeskus kytkettynä.....	30
Kuvio 20. Kaukolämmönvaihdivaihtopaketti	30
Kuvio 21. Ilmanvaihtokone kalustettuna ja kytkettynä	31
Kuvio 22. Logiikkariviohjelmointia	32
Kuvio 23. Lämpimänkäyttöveden säädin	33
Kuvio 24. IV-lämmityspiirin säädin.....	35
Kuvio 25. IV-lämmityspiirin säätökäyrä.....	35
Kuvio 26. Tuloilmamäärän säädin.....	37

Kuvio 27. Ovienlukitusohjauksien aikataulu.....	39
---	----

Sanasto ja lyhenteet

AI-piste	Analoginen sisääntulo (Analog input) kytkentäpiste, joka ottaa vastaan esim. lämpötilatiedon.
Anturi	Ilmaisin laite, joka muuntaa mitattavan suureen sähköiseen muotoon esim. lämpötilaksi.
AO-piste	Analoginen lähtö (Analog output) Kytkentäpiste, josta lähtee ulos säätöviesti esim. venttiilimoottorille.
DI-piste	Digitaalinen sisääntulo (Digital input) kytkentäpiste, josta saadaan tilatieto tai hälytys järjestelmään.
Indikointi	Tilatieto (Päällä, pois)
IV-kone	Ilmanvaihtokone
LKV	Lämminkäyttövesi
LL-piiri	Lattialämmityspiiri
LTO	Lämmöntalteenotto. Käytetään yleensä ilmastointikoneesta puhuttaessa.
Positio	Jokaisella kenttälaitteella oma, sen avulla pystytään tunnistamaan laitteet ja yksilöimään ne järjestelmään.

VAK

Valvonta-alakeskus. Pitää sisällään rakennusautomaatiojärjestelmän älyn ja kenttälaitteiden kytkennät.

1 Johdanto

Automaatio on tullut jäädäkseen lähes kaikkiin elämämme toimintoihin. Käytämme huomaamattamme lukuisia automatisoituja laitteistoja päivittäin. Automaatio on jo niin arkipäiväistä, että emme monesti osaa toimia ilman sitä. Talotekniikassa automaatio on ollut enemmän tai vähemmän mukana jo 1960-luvulta asti. Varsinaisen automaation käyttöönoton sai aikaan 1970-luvun energiakriisi, joka pakotti kiinteistönomistajat hakemaan keinoja energiakulujen pienentämiseksi. Siitä asti automaatio on lisääntynyt, ja nykyään pieninkin rakennus ilman jonkinasteista automaatiota on harvinaisuus. Talotekniikan automaatio on vuosien varrella monipuolistunut ja muuttunut sekä rakenteeltaan, että käyttöliittymien osalta. Enää ei tarvitse mennä kiinteistöön käyttääkseen automaatiota, vaan kiinteistöjä voidaan ohjata internetin kautta vaikka toiselta puolen maapalloa. (Suomäki & Vepsäläinen 2013, 9.)

Opinnäytetyössäni oli tarkoituksena suunnitella ja toteuttaa rakennusautomaatiojärjestelmä suunnittelutoimistolta saatujen toimintakaavioiden ja valvontapisteluetteloiden avulla, sekä ottaen huomioon asiakkaan tarpeet ja toiveet. Työ sisälsi rakennusautomaatiojärjestelmän suunnittelun, asennukset, ohjelmoinnin, valvomokuvien piirron, järjestelmän käyttöönoton, loppudokumentoinnin sekä myöhemmässä vaiheessa tehtävän järjestelmän liitännän asiakkaan keskusvalvomoon. Kohteessa oli kaksi ilmanvaihtokonetta ja kaukolämmönvaihdinpaketti, joka sisälsi kolme erillistä lämmityspiiriä, lämminkäyttövesi, lattialämmitys ja ilmanvaihto. Näiden lisäksi kohteessa oli vielä erillispisteitä, kuten ovi-, kynnyssulatus-, pistorasia- ja valaistusohjauksia. Opinnäytetyö tehtiin Caverion Suomi Oy:lle projektinhoitotyönä ja kohteena oli Pohjoisen Keski-Suomen oppimiskeskuksen uusi konehalli, joka rakennettiin Saarijärvellä sijaitsevaan Tarvaalaan, missä toimii maatalousoppilaitos. Työ aloitettiin perehtymällä kohteeseen ja sinne tuleviin automatisoitaviin prosesseihin ja laitteisiin. Työssä käytettiin UIO32-universaalisäätimiä, Citect Scada-ohjelmistoa ja Excel-taulukkolaskentaohjelmaa, jolla laadittiin työssä tarvittavat I/O-pistelista, ristikytkentä, kaapelivetolista sekä laite- ja venttiililuettelot. Työkohteessa tehtiin asennukset ja kytkennät erilaisille toimilaitteille, jotka hankittiin kohteeseen sen toiminnallisten vaatimusten edellyttävällä tavalla.

2 Caverion Suomi Oy

Sain työn toimeksiannon Caverion Suomi Oy:n Jyväskylän konttorin automaatio- ratkaisuiden yksiköltä. Tällä hetkellä siellä työskentelee yhdeksän henkilöä erilaisissa automaatioalan työtehtävissä, kuten uusien ja vanhojen rakennusautomaatiojärjestelmien rakennus- ja huoltotöissä. Opinnäytetyöaiheeni oli suunnitella ja toteuttaa Saarjärvellä Tarvaalassa sijaitsevalle maatalousoppilaitokselle tulevaan uuteen konehalliin rakennusautomaatiojärjestelmä.

Caverion on monialainen yritys joka suunnittelee, toteuttaa, huoltaa ja ylläpitää käyttäjäystävällisiä ja energiatehokkaita teknisiä ratkaisuja kiinteistöille, teollisuudelle ja infrastruktuurille Pohjois-, Keski- ja Itä-Euroopassa. Caverionin vuoden 2016 liikevaihto oli noin 2,4 miljardia euroa, joten se on yksi Euroopan johtavista teknisiä ratkaisuja kiinteistöille ja teollisuudelle tarjoavista yhtiöistä ja on tällä hetkellä kuudenneksi suurin toimija Euroopassa. Caverionilla on kaksi liiketoimintayksikköä: projektit ja palvelut. Yrityksellä on noin 17 000 työntekijää 12 toimintamaassa. Pääkonttori sijaitsee Helsingissä. Caverion syntyi kesäkuussa 2013 kiinteistötekniikan ja teollisuuden palveluiden irtautuessa YIT-konsernista itsenäiseksi konsernikseen. Kaupankäynti Caverionin osakkeella alkoi Helsingin pörssissä 1.7.2013. Yhtiö on uusi, mutta sillä on takana jo pitkä historia ja paljon kokemusta. (caverion lyhyesti)

3 Rakennusautomaatio

3.1 Rakennusautomaation historia

Rakennusautomaation historia on alkuvaiheiltaan säätötekniikan historiaa. 1900-luvun alussa virtausta, lämpötilaa ja painetta säädettiin kentällä manuaalisesti paikallisten osoitinlaitteiden, kuten näkölasien ja painemittareiden avulla. Ensimmäiset sovellukset olivat bi-metalleihin tai termolaajeneviin aineisiin perustuvia kattilalaitosten palamisilman tai vesiventtiilien säätöjä. Ensimmäiset säätimet olivat sähköme-

kaanisia, ja niillä säädettiin esimerkiksi patteriverkostoja. Ensimmäisen maailmansodan jälkeen manuaalinen säätö vaihtui vähitellen automaattisen lämpötilan, pinnan korkeuden sekä virtauksen säätöön. (Piikkilä 2012, 23.)

1940-luvulla prosessi-instrumentaation apuna olivat kontrollilaitteet painesignaalin tarkkailuun ja valvontaan. Vuonna 1947 Bellin laboratoriossa kehitetty transistori aloitti mikroprosessorin vallankumouksena, sillä oli merkittävä vaikutus myös automaation kehitykseen. (Piikkilä 2012, 23.)

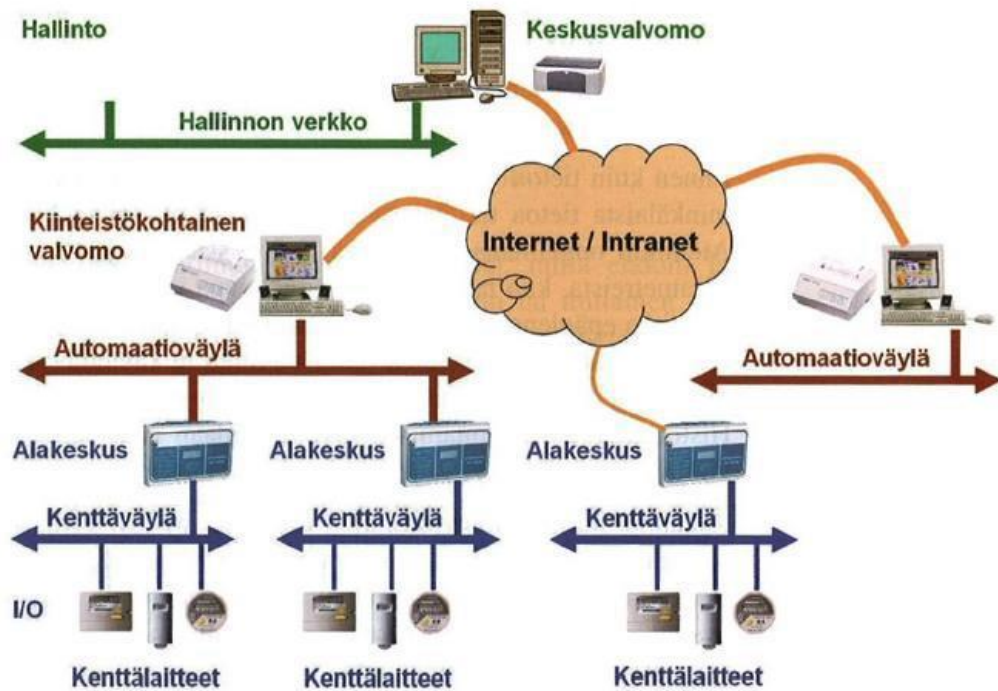
Ensimmäisen sysäyksen todelliselle kehitykselle antoi 1950- ja 1960-lukujen rakennusten ilmanvaihtotekniikan koneellistuminen, joka loi tarpeen ilmanvaihtokoneiden lämmityspattereiden luotettavalle säädölle ja valvonnalle. Vuonna 1960 hyväksyttiin 4...20mA:n analogisignaalistandardi. Samoihin aikoihin kaupallisiin sovelluksiin edennyt puolijohdetekniikka toi markkinoille transistoritekniikkaan perustuvat sähköiset säätimet, joilla pystyttiin hallitsemaan myös useampiportaiset säätövaatimukset. Rinnakkaisena polkuna eteni teollisuuden puolelta sovellettu pneumaattinen tekniikka, jonka etuna olivat voimakkaat, nopeat ja edulliset toimilaitteet, niinpä ne saivatkin hyvin markkinaosuutta erilaisissa järjestelmissä. Erityisesti suurissa laitoksissa paineilman tuotto oli helppoa ja edullista. Valvonta- ja ohjauspuolelle eivät kyseiset säädintekniikat tuoneet apua. Syntyi markkina erillisille valvonta- ja ohjausjärjestelmille. Ne toimivat säätölaitteista riippumattomina, omilla antureillaan, analogisia signaaleja käyttäen. Tämä johti usein kaksoisanturointiin, ja esimerkiksi asetusarvomuu-
tosten välittäminen säätölaitteille oli kömpelöä, kun jouduttiin käyttämään moottori-
potentiometrejä tai sähköpneumaattisia muuntimia. Yksinkertaisimmissa rakennuk-
sissa päädyttiin usein pelkkiin monikanava ohjauskelloihin sekä hälytyskeskuksiin.
(Piikkilä 2012, 23–24.)

Pneumatiikkaa käytettiin yleisesti 1970-luvulla toimistokiinteistöjen huonekohtaisissa säädöissä. 70-luvun puolessa välissä syntyi öljykriisi, jolloin öljytuottajat kaksinkertaistivat öljyn hinnan. Rakennusautomaation toiminnasta ei saatu riittävästi tietoa, jonka perusteella olisi kyetty ohjaamaan energiaa säästäviä toimia. Esim. patteriverkoston lämmönsäädön toimintaa ei pystytty tarkkailemaan automaattisesti. Vuosi-

kymmenen lopulla rakennettiin ensimmäiset keskitetyt rakennusvalvontajärjestelmät. Lämmityksen säätöjärjestelmät olivat tämän kehityksen alkuvaiheessa vielä erillään valvontajärjestelmästä. Valvontajärjestelmä toimi analogiatekniikalla, jossa jokainen hälytys-, mittaus-, indikointi- ja käynnistystieto vaati lähtöpisteestä valvontakeskukseen oman kaapeliparinsa. Ruuhkapaikkoihin, joita olivat lämmönjako-, ilmastointikone-, ja sähköhuoneet, asennettiin valvonta-alakeskukset (VAK). Usein tarvittiin, jopa 100-parinen runkokaapeli, jota pitkin eri tiedot saatiin siirrettyä valvonta-alakeskuksesta valvomoon. Tämä aloitti kehityksen kohti nykymuotoisen rakennusautomaation toteutustekniikkaa. Mahdollisuus syntyi puolijohdetekniikan vaihtuessa digitaalisten signaalien käyttöön, niinpä nykypäivänä käytössä olevat digitaalinen tiedonsiirto ja ohjelmointi yleistyivät. (Piikkilä 2012, 23.)

1980-luvulla tietokoneintegroidun tuotannon avulla yritettiin ratkaista tiedonsiirto- ja hallintaongelmat. Suunta oli kyllä oikea, mutta ratkaisu oli kallis, teknisesti mutkikas ja vaikea toteuttaa. 1980-luvun digitaaliset säätimet saatiin integroitua valvontajärjestelmään, joten säätimen parametreja voitiin asetella valvomosta. Tietokone ja tiedonsiirto olivat täysin digitaalisia valvomon ja alakeskuksen välillä. Vikamahdollisuudet vähenivät merkittävästi kaapeloinnin ja kytkentäpisteiden vähenemisen johdosta. Tultaessa 1990-luvulle yleistyivät mobiilit ratkaisut. Hälytykset siirtyivät GSM-verkon kautta tekstiviesteinä päivystäjän puhelimeen. PC:n ja Windowsin käyttö yleistyi niin teollisuudessa ja kiinteistöautomaatiossa, kuin toimistoissakin. Tämä kehitys integroi säätötekniikan valvontajärjestelmiin. Alakeskukset olivat tämän kehitysvaiheen alussa riippuvaisia valvomosta, kunnes 1990-luvun alussa kehittyivät itsenäisiksi yksiköiksi. (Piikkilä 2012, 24–25.)

Puolijohde- ja ohjelmistotekniikan kehityksen myötä 90-luvun aikana vakiintui vaativammassa rakentamisessa perustoteutusmalliksi vieläkin käytetty kolmitasoinen hierarkia, jossa järjestelmä koostuu valvomotasosta, alakeskustasosta sekä tarvittaessa kommunikoivasta huonelaitetasosta (ks. kuvio1).



Kuvio 1. Rakennusautomaatiojärjestelmän hierarkkinen rakenne. (Piikkilä 2017, 10.)

Internetin yleistymisen 2000-luvulle siirryttyä ratkaisi myös ns. kaukovalvomokysymyksen. Suuret kiinteistön omistajat, kuten kunnat ja kaupungit sekä vakuutusyhtiöt, olivat pitkään kaivanneet mahdollisuutta keskitetysti valvoa ja mahdollisesti ohjata koko kiinteistökantaansa, sijainnista riippumatta. Internetin kautta päästiin tilanteeseen, jossa yleisesti markkinoilla olevien selainten avulla, pystytään käyttämään internetin kautta kaikkia markkinoilla olevia järjestelmiä. Rakennusautomaatiojärjestelmien tietoliikenneominaisuudet ovat kehittyneet valtavasti ja muokkaavat järjestelmistä monikäyttöisempiä ja entistä paremmin käyttäjiä palvelevia. (Piikkilä 2012, 25–26.)

3.2 Rakennusautomaatiojärjestelmä

Automaatio tarkoittaa itsestään tapahtuvaa, mutta samalla myös käyttäjän ennalta määrittelemää toimintaa. Talotekniikan automaatiossa kyse on kiinteistöön liittyvien teknisten toimintojen ohjaamisesta ilman ihmisen jatkuvaa läsnäoloa. Kokonaisuudessaan talotekniikan automaation tavoitteena on ohjata ja valvoa kiinteistön toimintaa siten, että saavutetaan hyvä sisäilmasto mahdollisimman pienellä energian

kulutuksella. Rakennusautomaatiojärjestelmä on kiinteistön käytöstä ja huollosta vastaavien henkilöiden keskeinen työkalu, joka oikein käytettynä mahdollistaa kiinteistön olosuhteiden pitämisen halutulla tasolla, mahdollisimman edullisesti. (Suomäki & Vepsäläinen 2013,11.)

Rakennusautomaation keskeisimpänä tehtävänä on ns. sulauttaa kaikki muut rakennustekniikan osa-alueet yhteen toimivaksi kokonaisuudeksi, kuten lämmitys-, ilmanvaihto-, sähkö- ja turvatekniikka. Rakennusautomaatiojärjestelmä kokonaisuutena pitää sisällään ilmastointikoneiden ja lämmönjakopaketin toiminnan sekä yleensä erillisten pisteiden ohjauksia, kuten valo-, sulatus-, lämmitys- ja ovien lukitusohjauksia sekä näiden tilatietoja (indikointi) ja hälytyksiä. Edellä mainituille prosesseille luodaan valvomokäyttöliittymä, josta niitä voidaan hallita ja tarkkailla. useimmiten uusi kohde liitetään johonkin keskusvalvomoon, missä sijaitsee jo ennestään asiakkaan muut kohteet. Valvomosta voidaan tarkkailla järjestelmän toimintaa sekä asetusrvoja ja muuttaa niitä käyttäjien mieltymysten mukaan. Nykyään markkinoille tulevat pilvipalveluratkaisut saavat kokoajan enemmän jalansijaa valvomoidenkin toteutuksissa. Ne toimivat internetissä erillisellä ohjelmalla tai palvelinalustalla, jolloin ei tarvita enää fyysistä valvomo-ohjelmaa tietokoneella. Käyttäjä tarvitsee vain älylaitteen (PC, puhelin, tabletti) jossa on nettiyhteys, jolla valvomoon päästään kiinni. Valvomo liitännästä vastaa rakennusautomaatiojärjestelmän laatija eli loppuasiakkaan ei tarvitse tietää toteutetuista ratkaisuista. Etävalvomoilla saavutettavat edut ovat merkittäviä, sillä kohteisiin joissa on etävalvomo päästään käsiksi mistä vain ongelma- ja viikatilanteissa. Tällä tavoin voidaan vähentää turhia käyntejä kohteissa, kun ongelmat pystytään paikantamaan ja ratkaisemaan etänä.

Suomäen ja Vepsäläisen (2013,11.) mukaan ”rakennusautomaatiojärjestelmä on kiinteistön käytöstä ja huollosta vastaavien henkilöiden keskeinen työkalu, joka oikein käytettynä mahdollistaa kiinteistön olosuhteiden pitämisen halutulla tasolla mahdollisimman edullisesti”. Energiatehokkuuden hyödyntäminen ja energiatehokas ajattelutapa onkin nykyään erittäin ajankohtaista sillä esim. EU on määrittänyt vuonna 2007 tavoitteekseen energian kulutuksen vähentämisen 20 prosentilla unionin sisällä vuoteen 2020 mennessä. Lisäksi pyritään ajattelemaan muutenkin ympäristöä ja yle-

sesti maapallon tulevaisuutta, mutta miksipäs ei, Sillä nykyaikainen tekniikka mahdollistaa sen. Laitteet ja laitteistot ovat kehittyneet niin paljon, että niillä saadaan talteen paljon erilaista mittaus- ja datatietoa, jota pystytään huomioimaan järjestelmää suunniteltaessa ja toteutettaessa. Tämän lisäksi kuluttajan kannalta on tärkeää pitkällä aikavälillä ajateltuna, että sisäilman olosuhteet pystytään pitämään mahdollisimman hyvänä pienellä energiankulutuksella.

3.3 Rakennusautomaatioalan työtehtävät

3.3.1 Automaatioasentaja

Automaatioasentaja on henkilö, joka on suorittanut sähkö- tai automaatioalan perustutkinnon. Tällainen henkilö toimii yleensä automaatiolaitteiden asentajana työmaalla, jonkin kokeneemman henkilön seurassa ja tekee tarvittavat asennukset. Automaatioasentajan osaamisvaatimuksina on, että tuntee keskeisimmät käsitteet LVI-järjestelmistä, joita ovat rakennusten lämmitykseen liittyvät järjestelmät ja niiden keskeisimmät osat, kuten kaukolämmönvaihdin, öljylämmityskattila, maalämpöpumppu, sähkökattila, kiertovesipumppu ja erilaiset säätöventtiilit, jotka säätelevät verkostoissa vedenvirtausta. Lisäksi ilmanvaihdosta on tiedettävä raitis-, tulo-, jäte-, ja poistoilmakanava, sekä tunnistettava erilaiset lämmöntalteenotto komponentit, kuten levylämmönsiirrin ja pyörivälämmönsiirrin, sekä tiedettävä niiden merkitys energiansäästössä ja lämmöntalteenotossa. (Piikkilä 2012, 30.)

Ammattitaitoinen automaatioasentaja ymmärtää nämä kaikki edellä mainitut asiat ja osaa tehdä niiden asennustöitä itsenäisesti. Hän hallitsee prosessit kokonaisuutena, tuntee vesi- ja ilmavirrat ja ymmärtää niihin liittyvät syyt ja seuraukset. Tällainen henkilö kykenee parametroimaan automaatiojärjestelmän ja ymmärtää mihin mikään vaikuttaa. (Piikkilä 2012, 31.)

3.3.2 Automaatioprojektinhoitaja

Automaatioprojektinhoitaja on usein vastavalmistunut insinööri ja on yleensä suorittanut tutkintonsa automaatio-, tieto, talo- tai tietoliikennetekniikan parissa. Projektinhoitajan tehtävät ovat monipuolisia, niihin yleensä kuuluu suunnittelu, käyttöönotto sekä tarvittaessa asennustyöt. Näin ollen hänen täytyy hallita työkenttä kokonaisuutena, joten hänelle kuuluvat myös projektinhoito ja ohjelmointityöt. Hänen täytyy pystyä integroimaan eri prosessit saumattomasti toimivaksi kokonaisuudeksi energiatehokkuutta unohtamatta. Tämän lisäksi projektinhoitajan tehtäviin kuuluu osallistuminen työmaa- ja urakoitsijapalavereihin, joissa käsitellään työmaahan liittyviä asioita. (Piikkiä 2012, 32)

4 Projektin toteutus

4.1 Opinnäytetyön rajaus ja aineisto

Pyysin Caverionilta opinnäytetyötä, mikäli heillä on mahdollisesti jokin työprojekti, minkä voisin tehdä opinnäytetyönä. Lopulta esimieheni ilmoitti, että nyt on Saarijärven Tarvaalassa tekeillä uusi konehalli, johon meidän pitää toteuttaa rakennusautomaatiojärjestelmä. Kiinnostuin heti työprojektista ja ilmoitin, että olin halukas tekemään tämän projektin opinnäytetyönä. Tästä alkoi projektiin tutustuminen suunnittelutoimistosta tulleiden kuvien ja kaavioiden perusteella.

Suunnittelutoimistosta tulivat toimintakaaviot (ks. liite1), valvontapisteluettelo (ks. liite2), joiden mukaan aloitettiin järjestelmän suunnittelu kohteeseen. Myös toimilaitteiden ominaisuuksiin perehtyminen ja projektisuunnittelupohjan käytön opettelu kuuluivat ensimmäisiin asioihin työn alussa. Toimintakaavioissa on kuvattu järjestelmä yksinkertaisella tavalla (ks. liite 1.). Siinä on esimerkiksi kuvattu IV-kone, josta näkee koneen tulo- ja poistoilmakanavat ja niihin tulevat mittalaitteet sekä niille tulevat pistemäärät. Niinpä toimintakaavioiden perusteella nähdään heti suuntaa sille, kuinka paljon pisteitä tulee järjestelmään varata. Lisäksi ne sisältävät toimintaselosteet kyseisille prosesseille, jotta ohjelmointi ja käyttöönottovaiheessa tiedetään, miten niiden pitää toimia. Tämän työn rakennusautomaatiojärjestelmä sisälsi kaksi il-

manvaihtokonetta, kaukolämmönvaihdinpaketin ja erillispisteitä, kuten ulkovalaistus-, kynnyssulatus-, pistorasia- ja ovienlukitusohjauksia. Näiden lisäksi varattiin pisteitä myös erillispoistopuhaltimille, jotka saattavat tulla myöhemmin käyttöön. Työn tavoitteena oli saada nämä kaikki tekniset osa-alueet käyttöön ja toimimaan automatisoidusti. Sekä tehtyä niille valvomoon omat sivut, mistä asiakas pystyy tarkkailemaan ja hallitsemaan niitä mieltymystensä mukaan.

4.2 Laitteet

Toimivan rakennusautomaatiojärjestelmän toteuttamiseksi tarvittiin paljon erilaisia antureita, lähettimiä, säätimiä sekä säätömoottoreita. Niillä kaikilla on omat tehtävänsä automatisoiduissa prosesseissa, jotta ne saadaan toimimaan halutulla tavalla, mahdollisimman tarkasti ja hyvin. Seuraavissa alaluvuissa käydään läpi tässä työssä käytettyjä laitteita.

4.2.1 Universaalisäädin UIO-32

Työssä käytettiin UIO-32-universaalisäätimiä (ks. kuvio 2). Se on yleiskäyttöinen ja kustannustehokas säädin, joka voidaan liittää myös toisen laitteen I/O-moduuliksi tai minkä tahansa muun säätimen, jossa on Modbus-tuki. Säätimen hyviä etuja ovat: I/O-kortteja voidaan lisätä tarpeen mukaan, pieni ja kompakti koko sekä modulaarinen rakenne, I/O-kanavat ovat universaaleja, eli kukin kanava voidaan muuttaa tuloksi tai lähdöksi, analogiseksi tai digitaaliseksi. (UIO 032 univesaalisäädin tuote-esite, 2006,1-2)



Kuvio 2. UIO-32-universaalisäädin (UIO 032 univesaalisäädin tuote-esite, 2006,)

Alakeskusominaisuudet, jolloin laite voi olla myös ns. stand alone-laite: logiikkarivejä 80 kpl, Säätimet 8 kpl, aikaohjelmat 8 kpl ja hälytyskäsittelijä 80 kpl. Ohjelmointi tehdään UIO-Tool Citect-ohjelmistolla. Laitteessa on 32 (4x8) universaalia I/O-kanavaa. I/O-pisteen tyyppi valitaan kortilla olevilla oikosulkupaloilla. (UIO 032 univesaalisäädin tuote-esite, 2006,2-3)

UIO32-säädin on kompaktin kokoinen (180 x 125 x 100 mm). Säädin asennetaan 35 mm:n DIN-kiskoon. Liityntöjä on 2 kpl RS232/RS422/RS485 (galvaanisesti erotettuja). Tiedonsiirtoliitännänä säädin käyttää Modbus RTU protokollaa. Säätimen hallinta ja operointi tapahtuu Citect-valvomolla tai CWS-reitittimellä. (UIO 032 univesaalisäädin tuote-esite, 2006,3)

Modbus väylätekniikka

On Modiconin vuonna 1979 julkaisema sarjaliikenneprotokolla, joka on tarkoitettu käytettäväksi sitä tukevien ohjelmoitavien logiikkojen (PLC) kanssa. Protokollasta on muodostunut "de facto" standardi teollisuudessa, ja on nyt yleisesti käytössä elektroniikkalaitteiden välisessä kommunikoinnissa. Modbus-tekniikan hyviä puolia ovat avoin ja lisenssimaksuton tekniikka, helposti käyttöön otettava teollinen verkko sekä raakadatan siirto ilman rajoituksia. Modbus mahdollistaa monien samaan verkkoon kytkettyjen eri laitteiden välisen kommunikoinnin esim. järjestelmän, joka mittaa eri suureita, kuten lämpötilaa, kosteutta ja painetta ja siirtää nämä arvot suoraan tietokoneelle valvomoon. (Modbus artikkeli,2014)

4.2.2 Vesianturi TEAT NTC 10

TEAT NTC10 (ks. kuvio 3) vedenlämpötila-anturi on suunniteltu LVI-automatiikan tarpeisiin lämmitys- ja jäähdytysvesiverkostojen lämpötilamittauksiin. Anturi asennetaan aina suojataskuun, joka voi olla ruostumatonta tai haponkestävää terästä tai messinkiä. KytKentäkotelo on lämmönkestävää muovia. Kotelossa on kierrekansi. Anturissa on 10 k Ω NTC vastus. Mittaus alue on -50...120 °C. (TEAT NTC 10 tuote-esite 2007, 1.)



Kuvio 3. Vesianturi TEAT NTC 10 (TEAT NTC 10 tuote-esite 2007, 1.)

4.2.3 Kanavalämpötila-anturi TEK NTC 10

TEK NTC 10 (ks. kuvio 4) lämpötila-anturi on suunniteltu ilmanvaihtokoneen kanavälämpötilojen mittaukseen. Lämpötilaa mitataan NTC-termistorielementillä, jonka nimellisteho on 10 k Ω 25 °C:ssa.. KytKentäkotelo on lämmönkestävää muovia. Anturi kiinnitetään kanavaan joustavasta muovista valmistetulla laipalla, joka muotoutuu hyvin sekä pyöreisiin, että kantikkaisiin kanaviin. Asennussyvyys on säädettävissä n. 100...220 mm. (TEK NTC 10 tuote-esite 2016, 1.)



Kuvio 4. Kanavalämpötila-anturi TEK NTC 10 (TEK NTC 10 tuote-esite 2016, 1.)

4.2.4 Anturi TENA NTC 10

TENA NTC 10 -lämpötila-anturi (ks. kuvio 5) on suunniteltu erityisesti käyttöveden lämpötilan mittaukseen automaatiojärjestelmissä, sillä se reagoi nopeasti lämpötilan muutoksiin ja mahdollistaa nopean säätöpiirin toiminnan. Lämpötilaa mitataan NTC-anturielementillä, jonka nimellisvastus on 10 k Ω 25 °C:ssa. Kytchentäkotelo on lämmönkestävää muovia. (TENA NTC 10 tuote-esite 2016, 1.)



Kuvio 5. LKV-lämpötila-anturi TENA NTC 10 (TENA NTC 10 tuote-esite 2016, 1.)

4.2.5 Ulkolämpötila-anturi TEU NTC 10

TEU NTC 10 (ks. Kuvio 6) lämpötila-anturi on suunniteltu ulkoilman lämpötilamittaukseen. Lämpötilaa mitataan NTC termistorielementillä, jonka nimellisvastus on 10

k Ω /25 °C:ssa. Anturikotelo on hyvin säävaihteluja sietävää muovia. Anturi kiinnitetään ruuveilla korvakkeista seinäpinnalle, mielellään paikkaan, jossa auringonpaiste ei aiheuta vääristymää mittaustulokseen.(TEU NTC 10 tuote-esite 2016, 1.)



Kuvio 6. Ulkolämpötila-anturi TEU NTC 10 (TEU NTC 10 tuote-esite 2016, 1.)

4.2.6 Valoisuuslähetin LUX 34

LUX 34 (ks. kuvio 7) valoisuuslähetin mittaa valoisuuden voimakkuutta ja lämpötilaa, sekä muuttaa mittaustulokset lineaarisiksi 0-10V jänniteviesteiksi. Mittausviestejä voidaan käyttää säätö- ja valvontajärjestelmissä ohjattaessa valaistusta ja lämmitystä valoisuuden ja ulkolämpötilan mukaan. Mittausalue 0...1000 lx tai 0...10000 lx voidaan valita käyttöönnotossa. S1 koodausliitin on piirikortilla kotelon sisällä. Lämpötilalähdön alue on aina -50...+50 °C = 0...10V. LUX 34 suositellaan asennettavaksi ulkoseinälle, niin ettei se ole alttiina suoralle auringonpaisteelle, eikä mittausta häiritsevälle ulkopuoliselle valolle. (LUX34 tuote-esite 2016, 1.)



Kuvio 7. Valoisuuslähetin LUX 34 (LUX34 tuote-esite 2016, 1.)

4.2.7 Jäätymisvaara-anturi TEKV PT 1000

TEKV PT1000 (ks. kuvio 8) lämpötila-anturi on suunniteltu ilmastointikojeen lämmityspatterin jäätymisvaaratermostaatin anturiksi. Lämpötilaa mitataan PT1000 anturielementillä, jonka nimellisvastus on 1000Ω $0\text{ }^{\circ}\text{C}$:ssa. Anturin suojatasku on valmistettu ruostumattomasta teräksestä ja helmiliitin on niklattua messinkiä. Anturi asennetaan ilmastointikoneen patteriin R 1/4” yhteellä ja sen upotussyvyys on säädettävissä maksimissaan. 210 mm:iin. Anturin aikavakio on n. 2,5 sekuntia. (TEKV PT1000 tuote-esite 2016, 1.)



Kuvio 8. Jäätymisvaara-anturi TEKV PT1000. (TEKV PT1000 tuote-esite 2016, 1.)

4.2.8 Jäätymis-suojatermostaatti JVA 24

JVA 24 (ks. kuvio 9) on varolaite, joka valvoo ja tarvittaessa säätää ilmanvaihtokoneen patterin paluueden lämpötilaa, ja pyrkii siten estämään vesipatterin jäätyminen ja suuret vahingot rakennuksissa. JVA 24 asennetaan 35 mm DIN -kiskoon. Katkaistavat liittimet helpottavat käyttöönottoa ja huoltoa. Anturiksi voidaan käyttöönotossa valita $1000 / 2000\ \Omega$ PTC -, PT1000 - tai NI1000-LG - anturi. Anturin valintaliittimet (S1...S3) ovat piirilevyllä etulevyn takana.

Laite toimii siten että, lämpötilan alittaessa ennakoinnin aloituspisteen (=hälytyspiste + $3\text{ }^{\circ}\text{C}$) alkaa termostaatti korjata säätimeltä sen kautta säätöventtiilille menevää viestiä (vihreä merkkivalo). Lämpötilan alittaessa hälytyspisteen JVA pysäyttää IV-koneen ja antaa hälytyksen. Hälytys kuitataan kuitauspainikkeella tai katkaisemalla laitteen syöttöjännite.

HUOM: Jos mitattu lämpötila on $>130^{\circ}\text{C}$ tai anturissa on oikosulku tai katkos, hälyttää termostaatti anturiviasta ja ohjaa toimilaitteen eli säätöventtiilin täysin auki. Syöttöjännitteen katkos pysäyttää IV-koneen ja aiheuttaa hälytyksen. (JVA24 tuote-esite 2014, 1.)



Kuvio 9. Jäätymisvaaratermostaatti JVA24 (JVA24 tuote-esite 2014, 1.)

4.2.9 Panielähetin VPL 16

VPL 16 (ks. kuvio 10) painelähetin on suunniteltu vesiverkoston painemittauksiin. Painetta mitataan keraamisella anturielementillä. Sallittuja väliaineita ovat mm. vesi, glykoli/vesiseokset ilma ja öljyt. Lähtöviesti on verkostossa vallitsevaan ylipaineeseen suoraan verrannollinen vakioviesti 0-10V. Lähettimen kastuvat osat ovat ruostumattonta terästä. Asennettaessa lähetin kylmävesi- tai jäähdytysverkkoon on kosteuden kondensoituminen anturiin estettävä. Kondensoituminen voidaan estää esimerkiksi asentamalla lähetin riittävän kauas kylmästä putkesta. Sopiva mitta-alue ja -viesti voidaan valita käyttöönoton yhteydessä. Näyttö on lisättävissä jälkepäin. Näytön liitin on valmiina kortilla. (VPL 16 tuote-esite 2016, 1.)



Kuvio 10. Painelähetin VPL 16 (VPL 16 tuote-esite 2016, 1.)

4.2.10 Huonelämpötila-anturi TEHR NTC10

TEHR NTC10 (ks. kuvio 11) lämpötila-anturi on suunniteltu käytettäväksi kiinteistöjen huonelämpötilojen mittauksessa. Lämpötilaa mitataan NTC-termistorilla, jonka nimellisteho on 10 k Ω 25 °C:ssa. Kotelo soveltuu hyvin pinta-asennukseen, mutta se voidaan asentaa myös kojerasian päälle (reikäväli 60 mm). (TEHR NTC10 tuote-esite 2016, 1.)



Kuvio 11. Huonelämpötila-anturi TEHR NTC10. (TEHR NTC10 tuote-esite 2016, 1.)

4.2.11 Lisäaikapainike LAP 5

5-portaiset LAP 5 lisäaikapainikkeet (ks. kuvio 12) mahdollistavat energiaa säästävän ja helpon valaistuksen-, lämmityksen- tai ilmanvaihdon ohjauksen. Poikkeuksellisista työajoista johtuen voi tehostettu ilmanvaihto olla tarpeen myös normaalin käyttöajan ulkopuolella. Ajastimella voidaan ohjata suoraan esimerkiksi ilmanvaihtokoneen

kontaktoria. Ajastin käynnistetään painamalla painiketta. Lyhyet painallukset kasvattavat päällä oloaika askel askeleelta. Pitkä painallus (>3 s) sammuttaa ajastimen. Suurinta mahdollista päällä oloaika voidaan rajoittaa käyttöönoton yhteydessä. Liitimiä 7 ja 8 voidaan käyttää potentiaalivapaana kosketintulona. Kun kosketintulo on suljettu, merkkivalot palavat yhtäjaksoisesti. Kun kosketintulo on auki, merkkivalot vilkkuvat. (LAP5 tuote-esite 2016, 1.)



Kuvio 12. Lisäaikapainike LAP5 (LAP5 tuote-esite 2016, 1.)

4.2.12 Venttiilimoottori HRYD 24-SR

HRYD 24-SR (ks. kuvio 13) venttiilimoottori asennetaan venttiiliin suoraan, mukana tulevalla ruuvilla. Sähkökytkennän jälkeen laite on heti käyttövalmis. Synkronimoottoria ohjataan jänniteviestillä 0-10 V tai 2-10 V haluttuun asentoon. Toimilaitetta voidaan ohjata myös apureleillä. Toimilaitteessa on automaatti/ käsikäyttökytkin, jota kääntämällä saadaan valittua käsikäyttö- tai automaattitila. Käsikäytössä toimilaitte voidaan asettaa haluttuun asentoon sähköisestä ohjauksesta riippumatta. Automaattiasennossa toimilaitte seuraa ohjausviestiä 0-10V. (HRYD24-SR tekninen tuote-esite 2015, 1-2.)



Kuvio 13. Venttiilimoottori HRYDR24-SR (HRYD24-SR tekninen tuote-esite 2015, 1)

4.2.13 Peltimoottori AF 24

AF24 (ks. kuvio 14) on jousipalautteinen, päällä/pois-toiminen toimilaitte. Se sopii käytettäväksi noin 3 m² pelteihin. Toimilaitetta käytetään sulkupelleissä esimerkiksi jäätymisen tai savunleviämisen ehkäisemiseksi. Toimilaitte toimii siten, että se asettaa pellin toiminta-asentoon ja virittää samalla palautusjousen toiminnan. Jännitteen katkettaessa sähkökatkoksesta tai ohjelmallisesta toimesta, jousi palauttaa pellin alkuasentoon. Toimilaitte on yksinkertainen asentaa yleiskiinnityspukilla suoraan pellin akselille ja lukita se tuotteen mukana tulevalla kiertymisenestovarmistimella. Peltiä on mahdollista käyttää mekaanisesti ja lukita haluttuun asentoon, sekä vapauttaa lukitustilasta mekaanisesti tai jännitesyötöllä automaattisesti. Nimellisjännite on 24 Vac, suojaluokka on IP54 ja vääntömomentti 10Nm. (AF24, AF24-S Spring return actuators, 1)



Kuvio 14. Peltimoottori AF24 (Belimo tuote-esite 2016)

4.2.14 PAINELÄHETIN PEL 2500-N

PEL 2500-N (ks. kuvio 15) paine-erolähetin on tarkoitettu ilmanvaihtojärjestelmien paineiden ja paine-erojen mittaamiseen. Painemittaus on lämpötilakompensoitu ympäröivän lämpötilan mukaan. Lähtöviesti voidaan valita paine-ero- tai virtauslineaariseksi. Lähettimen nollapiste pidetään täsmällisenä automaattisesti toistuvan nol-lauksen avulla, joka poistaa mahdollisen nollapisteen siirtymän. Uudelleenkalibrointi ei yleensä tarvita. Nopeiden paine-erohäiriöiden (esim. turbulenssi) vaikutusta voidaan vähentää valitsemalla sopiva aikavakio (2 s tai 8 s). N-mallien näytön erotte-lukyky on 0,1 Pa alle 200 Pa- arvoille ja 1 Pa yli 200 Pa -arvoille. Näyttö voidaan lisätä lähettimeen myös jälkikäteen. (PEL 2500-N – painelähetin tuote-esite, 2014, 1.)



Kuvio 15. PAINELÄHETIN PEL 2500-N (PEL 2500-N – painelähetin tuote-esite, 2014, 1.)

4.2.15 Ilmamäärälähetin DPT-flow 2000-D

DPT-flow 2000-D (ks. kuvio 16) on suunniteltu radiaalipuhaltimien virtausnopeuden mittaamiseen ilmanvaihtojärjestelmissä. DPT-flow-lähetintä voidaan käyttää paikallisena virtausnopeusnäyttönä tai määrätyn puhaltimen tai tuulettimen virtausnopeutta säätelevänä lähettimenä. Laite on yhteensopiva monien eri mitta-antureiden kanssa. Sen kanssa voidaan käyttää esimerkiksi FloXact-anturia, Pitot-putkea tai säätöpeltejä. Edellytyksenä on, että mitta-anturin tai säätöpellin K-arvo on tiedossa. (DPT-flow tekniset tiedot, 2017)



Kuvio 16. Ilmamäärälähetin DPT-flow 2000-D (DPT-flow tekniset tiedot, 2017)

4.2.16 Venttiilimoottori M41A15

M41A15 (ks. kuvio 17) venttiilimoottori soveltuu hyvin lämpimän käyttöveden säätöön kaukolämmönvaihtimissa, ilmastoinnin säätöön, sekä erilaisiin kattilalaitoksiin. Toimilaite käyttää 24Vac jännitettä. Ohjausviesti on 0/2-10V käyttäjän mieltymysten mukaan valittavissa. Toimilaite on helppo ja nopea asentaa, nopea ajoaika ja lisäksi siinä on alhainen tehon kulutus sekä käsikäyttömahdollisuus. (M41A15- venttiilimoottori tuote-esite 2015, 1-2.)



Kuvio 17. Venttiilimoottori M41A15 (M41A15- venttiilimoottori tuote-esite 2015, 1-2.)

4.2.17 Venttiilimoottori 31A150

M31A150 (ks. kuvio 18) venttiilimoottori soveltuu hitaiden säätöprosessien ohjaamiseen, esim. lämmityspiirien säätöön. Venttiilimoottori ei tarvitse rajakytkimiä tai takaisinkytkentäpotentiometriä. Näiden mekaanisten komponenttien puuttuminen takaa venttiilimoottorille pitkän käyttöiän. Tämä venttiilimoottori soveltuu erityisen hyvin sovelluksiin, joissa asennustila on rajallinen ja laitteilta vaaditaan alhaista tehon kulutusta. Käyttöjännite on 24Vac ja Ohjausviesti 0-10V. (31A150 venttiilimoottori tuote-esite 2017, 1-2)



Kuvio 18. Venttiilimoottori 31A150 (31A150 venttiilimoottori tuote-esite 2017, 1-2)

4.3 Projektin eteneminen vaiheittain

4.3.1 Lähtötiedot

Opinnäytetyöprojekti käynnistyi maaliskuussa, kun sain suunnittelutoimistosta tulleet toimintakaaviot ja valvontapisteluettelon (ks. liitteet 1 ja 2). Perehdyttyäni niihin vuorossa oli ensimmäinen työvaihe, joka oli I/O-pistelintojen laatiminen eli I/O-pisteytys logiikalle (ks. liite 3). Tästä eteenpäin työ eteni vaihe vaiheelta, joita käsitellään seuraavissa alaluvuissa.

4.3.2 I/O- pisteytys logiikalle

I/O-pisteytyksellä tarkoitetaan erilaisten automaatiojärjestelmissä käytettävien laitteiden sekä valvonta- ja ohjauspisteiden suunnittelua järjestelmään. Pisteytys tehtiin pääsääntöisesti säätökaavioita tutkimalla ja sitä tehtiin valmiiseen Config_v7.8.xls-exceltiedostopohjaan, jota Caverionin automaatoratkaisuissa yleisesti käytetään. Pisteytys sisälsi kaksi ilmanvaihtokonetta sekä kaukolämmönvaihdinpaketin, johon kuului kolme lämmönvaihdinta ja näin ollen kolme erillistä lämmityspiiriä, jotka olivat lämminkäyttövesi-, ilmanvaihto- ja lattialämmityspiiri. Tämän lisäksi pisteytettiin vielä erillispisteitä, joihin kuului mm. sähkölukkojen-, ulkovalojen-, erillispoistopuhaltimien-, kynnyslämmityksien- ja oviverhokoneidenohjauksia sekä hälytyksiä.

4.3.3 Projektisuunnittelupohjan käyttö

Tehtyjen I/O-pistelintojen avulla pystyin kätevästi laatimaan ristikytkennän projektisuunnittelupohjaan (ks. liite 4). Ristikytkentään on merkattu projektissa tarvittavien kenttälaitteiden, kuten, antureiden, lähettimien ja venttiilimoottoreiden paikat, UIO 32-säätimen I/O-pisteille eli mihin mikäkin laite kytketään. Samaan projektisuunnittelupohjaan saadaan laadittua kaapelivetolista (ks. liite 5), laite- ja venttiililuettelot (ks. liite 6), pistetestausta ja edellä mainittu ristikytkentä.

Tämän työvaiheen jälkeen vuorossa oli kaapelivetolistan laatiminen. Valmiiden pistelintojen avulla nähdään, millaisia kenttälaitteita tulee, ja pystytään valitsemaan kullekin kenttälaitteelle sen vaatima kaapelityyppi. Valmis kaapelivetolista toimitettiin

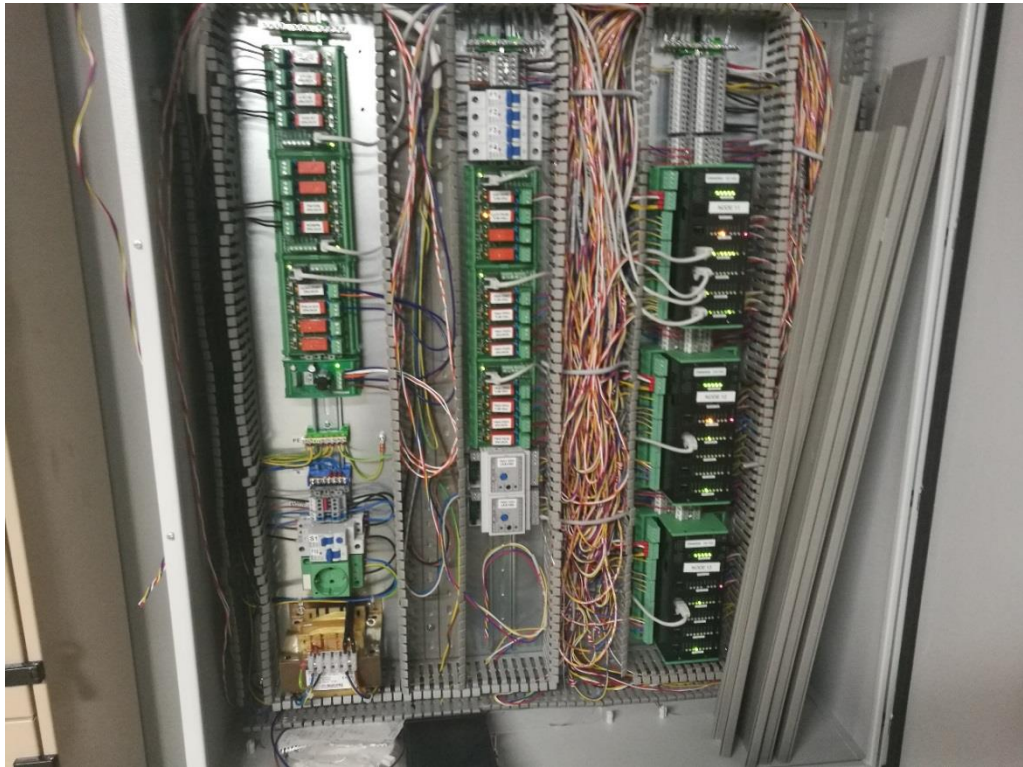
projektista vastaavalle sähköurakoitsijalle, joka vetää kaapelit kenttälaitteilta valvonta-alakeskukseen.

Seuraavaksi tehtiin laite- ja venttiililuettelo toimintakaavioiden perusteella ja kokeimpien toimihenkilöiden avustuksella, sekä valittiin oikeat kenttälaitteet näihin prosesseihin. Kun sain laiteluettelon valmiiksi, toimitin sen esimiehelleni, joka pisti tilaukseen tarvittavat laitteet. Laitteiden valinta on tärkeä vaihe automaatioprojektin alussa, sillä oikeanlaiset laitevalinnat vaikuttavat merkittävästi prosessin säätöön ja toimivuuteen.

4.3.4 Kenttätyöt työmaalla

Kun laitetoimitukset saapuivat, vuorossa oli ensimmäinen käynti työmaalla Tarvaalassa. Tarkoituksena oli suorittaa tarvittavat kenttälaitteiden asennukset, eli kalustaa IV-koneet ja vaihdinpiirit. Asennusten lomassa merkitsimme laitteisiin niille varatut positiot, jotta sähköurakoitsijoiden olisi helpompi vetää kaapelit oikeille laitteille. Kenttälaitteiden kytkennät alkoivat toimestamme, kun kaapelit oli saatu vedettyä.

Seuraavaksi vuorossa oli valvonta-alakeskuksen kiinnittämien paikoilleen, jonka kiinnitimme seinään käyttämällä kiviporaa ja ruuviankkureita. VAK:n koko oli 800 mm x 1000 mm ja se kiinnitettiin sähkönjakokeskuksien viereen iv-konehuoneeseen noin 1900 mm korkeuteen lattiapinnasta. Tämän jälkeen vuorossa oli VAK:n kytkentä: kenttälaitteiden kaapelit pujotettiin sisään keskukseen ja merkattiin ne oikeilla positioilla. Kun kaapelit oli saatu pujotettua VAK:n sisään ja merkattua, kuorittiin kaapelit. Tämän jälkeen vuorossa oli kaapeleiden kytkeminen UIO32-säätimelle ja MRE-relekorteille (ks. kuvio 19).



Kuvio 19. Valvonta-alakeskus kytkettynä

Tämän työvaiheen jälkeen niin sanotut kenttätyöt olivat tehty, kaukolämmönjakopaketin asennus ja kytkentä (ks. kuvio 20),



Kuvio 20. Kaukolämmönvaihdinpaketti

ja IV-koneen laitteiden asennus ja kytkentä (ks. kuvio 21).



Kuvio 21. Ilmanvaihtokone kalustettuna ja kytkettynä

Seuraavana vuorossa oli Citect Scada-ohjelmistolla tehtävät valvomokuvien piirto ja automaatiojärjestelmän ohjelmointityövaiheet.

4.3.5 Valvomokuvien piirto

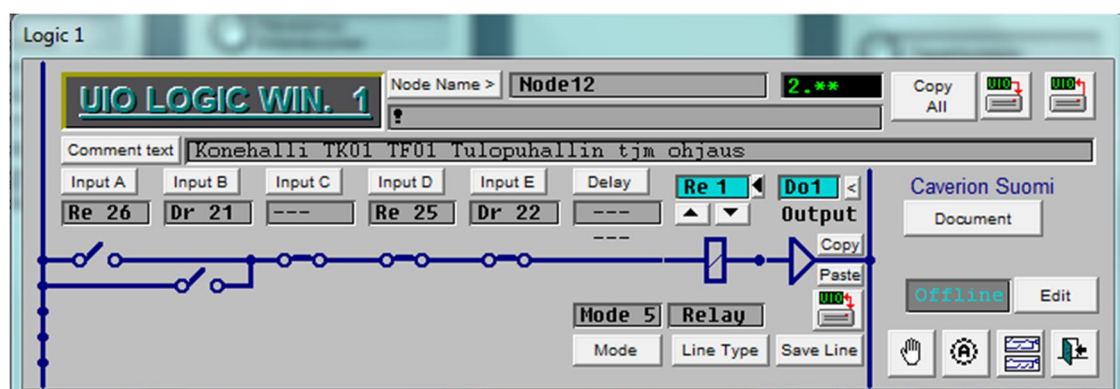
Valvomokuvilla tarkoitetaan kuvia toteutetusta rakennusautomaatiojärjestelmästä, jossa näkyy kaikki järjestelmään liitetyt prosessit, kuten IV-koneet, lämmityspiirit, erillisojaukset ja hälytykset sekä näiden mitattavat ja aseteltavat suureet. Tyypillisesti kuvat liitetään asiakkaan valvomoon, mistä pystytään tarvittaessa tarkkailemaan ja asettamaan haluttuja asetusarvoja eri laitteille, kuten iv-koneisiin ja lämmityspiireihin. Opinnäytetyössäni valvomokuvien piirtäminen tapahtui Citect Graphics Builder-ohjelmalla. Piirtotyövaiheeseen kuului kaukolämmönvaihtimien, ilmanvaihtokoneiden, oviverhopuhaltimien, erillishälytyksien ja ohjauksien piirto (ks. liite 7).

4.3.6 Käyttöliittymän teko

Kun kuvat olivat valmiita, vuorossa oli käyttöliittymän teko piirtämiini kuviin. Se tapahtui laadittujen I/O-pistelistorojen pohjalta, eli linkitettiin kuvien eri objekteihin, kuten lämpötila-anturiin oikea AI-piste, jotta saadaan aikanaan valvomoon näkyviin oikeat arvot. Seuraavaksi pistelistöihin luotiin hälytyspisteet eri mittalaitteille (DI-pisteet) ja lisättiin säädin- ja asetusarvokentät kuviin, sekä tehtiin jo edeltä käsin pisteitä analogia- ja digitaalirekisteriin, joista ohjelma lukee asetusarvoja, näihin tuli kuitenkin lisäyksiä ohjelmointivaiheessa.

4.3.7 Järjestelmän ohjelmointi

Rakennusautomaatiojärjestelmän ohjelmointi tapahtui Citect Scada Explorerista löytyvällä UIO-Tool-ohjelmalla. Ohjelmointi tehtiin logiikkariveillä, joista ensimmäisenä valittiin oikea Node-numero, se mille universaalisäätimelle (UIO32) haluttiin ohjelmoida. Tämän jälkeen nimettiin logiikkarivi, jollain kuvaavalla nimellä, jotta tiedetään myöhemmässä vaiheessa heti, mitä siinä tapahtuu. Seuraavana vuorossa oli logiikkarivin toiminnan valinta, kuten ”ja, tai, rele, laskuri, vertailija” riippuen siitä, millainen ehto tai toiminto haluttiin toteuttaa. Viimeisenä toimenä oli toiminnan tarkempi määrittäminen, kuten kuinka monta ehtoa halutaan määrittää esimerkiksi IV-koneen puhaltimen käynnistymiseen (ks. kuvio 22).

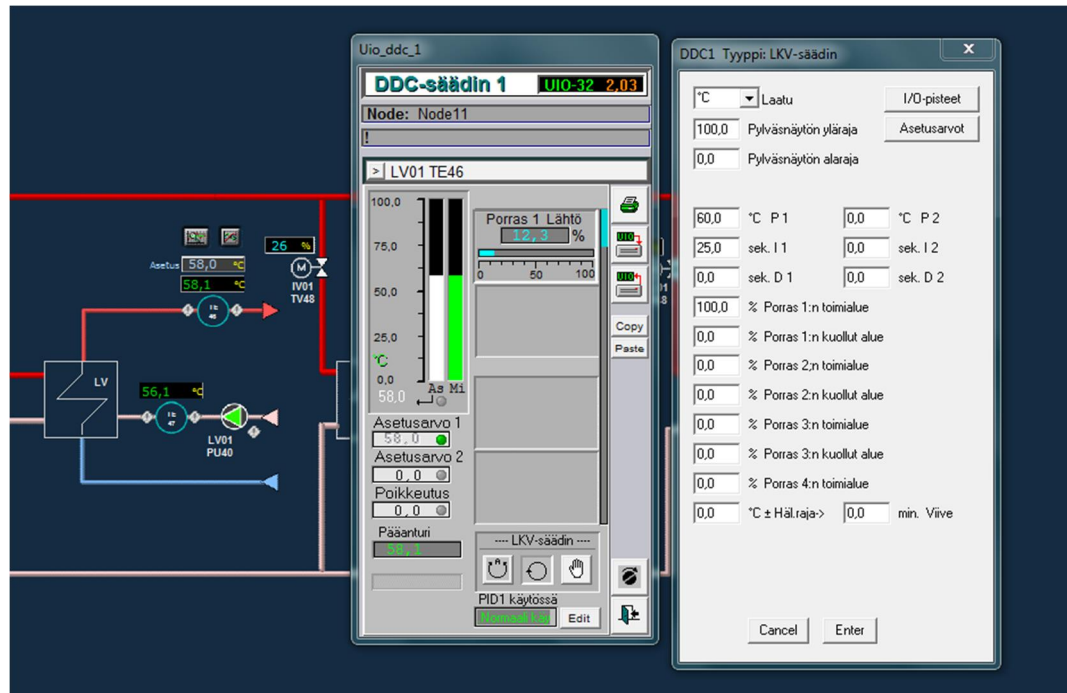


Kuvio 22. Logiikkariviohjelmointia

LKV-piiri

Ohjelman teko aloitettiin logiikkarivi kerrallaan. Ensimmäisenä tehtiin ohjelma lämmönjakopakettiin, koska se haluttiin saada ensimmäisenä käyttöön. Ensimmäisenä ohjelmoitiin lämpimänkäyttövedenpiiri, mikä toteutettiin siten, että piirin pumppu

käy aina normaalitilanteessa ja valvonta-alakeskus pitää käyttöveden asetusarvos-
saan +58 °C:ssa ohjaamalla piirin venttiiliä tarpeen mukaan (ks. kuvio 23).



Kuvio 23. Lämpimän käyttöveden säädin

Piirin pumpussa oli itsessään taajuusmuuttaja, jolloin indikointipiste saatiin suoraan kytkettyä pumpusta alakeskukseen. Käyttövedelle ohjelmointiin kiinteä ala- ja ylära-
jahälytys, jossa viive oli kaksi minuuttia. Lämpimän käyttöveden säädin toteutettiin
PI-säätimenä, jossa P-arvo on vahvistus ja I-arvo integrointiaika. Säätimelle annettiin
mittaustietona AI10-piste, joka tässä piirissä oli verkoston menoveden lämpötila. Tä-
män jälkeen luotiin asetusarvokenttä ja sille kirjoituspaikka analogiarekisteriin ja
tämä annettiin säätimen asetusarvotietoihin. Viimeisenä säätimelle määritettiin läh-
töpisteeksi AO26, joka on säätöventtiilin ohjauspiste. Nyt säädin pyrkii pitämään me-
noveden lämpötilan annetussa asetusarvossa +58 °C ohjaamalla piirin venttiiliä, sen
mukaan, mikä on menoveden mitattu lämpötila. Jos lämpötila on liian alhainen, sää-
töventtiiliä avataan. Tällöin kaukolämmityspiiristä pääsee kuumaa vettä LKV-piiriin,
jolloin saadaan menoveden lämpötila halutun korkeaksi, kun haluttu lämpötila ale-
taan saavuttamaan, säätöventtiili rupeaa sulkeutumaan, jolloin kaukolämmityslin-
jasta ei pääse enää kuumaa vettä piiriin.

P-säädin

P-säädin ei pyri säätämään mittausarvoa asetusarvon suuruiseksi, vaan pitää sen vahvistuksen mukaan määräytyvällä säätöalueella, eli vertoalueella. Asetus- ja mittausarvon eroa kutsutaan säätöpoikkeamaksi. P-säätimen vahvistusero saadaan, kun 100 jaetaan halutulla P-arvolla. Esim. $100: 40 = 2,5$. Jolloin säätimen vahvistukseksi saadaan 2,5 ja Säätimen P-ajaksi 40. (Pöllänen & Virjonen 2006, 52.)

I-säädin

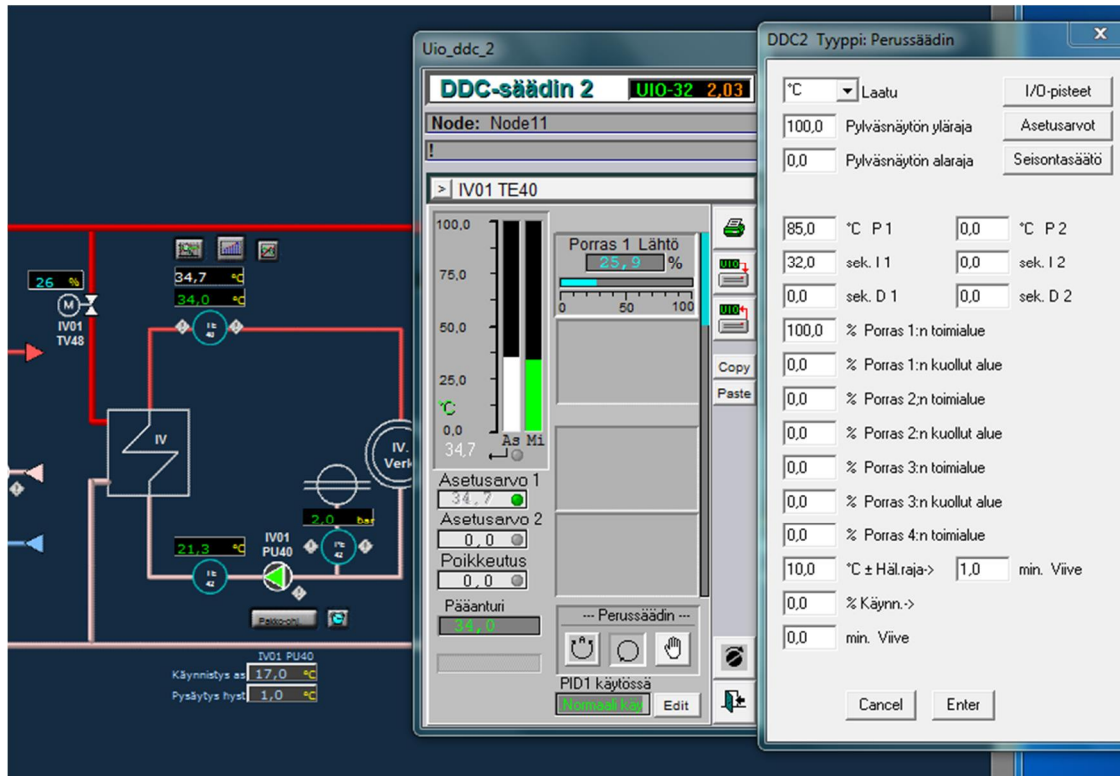
I-säädin integroi asetus- ja mittausarvon välistä eroarvoa ja muuttaa lähtöä niin kauan, että eroarvo eli säätöpoikkeama poistuu. Integrointiaika annetaan sekunteina. (Pöllänen & Virjonen 2006, 52.)

PI-säädin

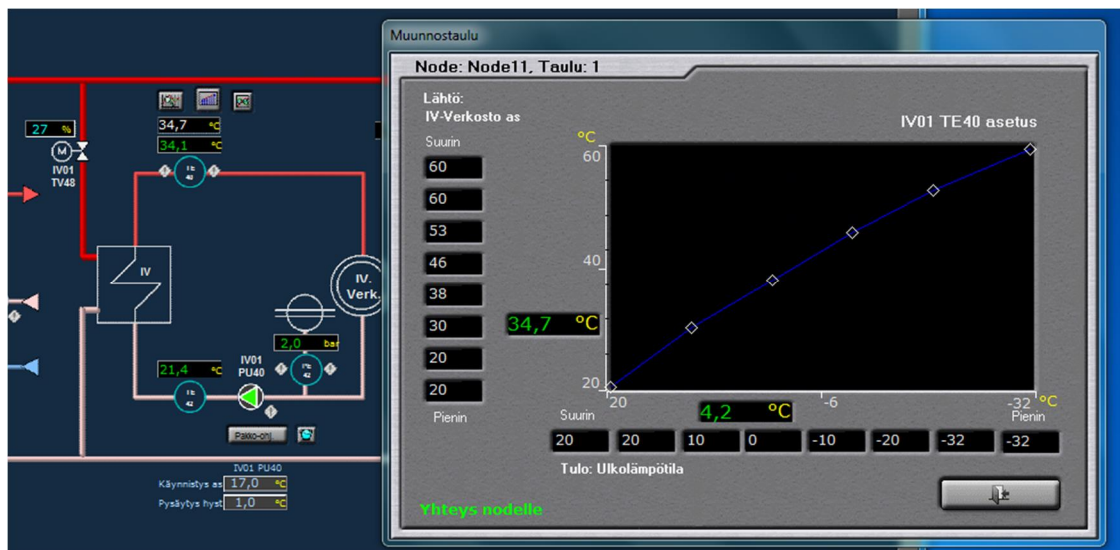
PI-säädössä on yhdistetty sekä P-, että I-säätimien etuja. P-säätö muuttaa välittömästi säätimen lähtöä, kun se havaitsee asetus- ja mittausarvon muuttuneen. Sen jälkeen I-säätö muuttaa lähtöä niin kauan, että säätöpoikkeama poistuu. (Pöllänen & Virjonen 2006, 53.)

IV-piiri

Iv-verkoston pumppua ohjattiin ulkolämpötilan mukaan. Ulkolämpötilan ollessa yli $+17\text{ °C}$ pumppu on pysähdyksissä ja venttiili kiinni. Lämpiminä kesäpäivinä, kun pumppu on pidempään pysähdyksissä, ohjelmoitiin pumpulle jumiutumisenesto, jolloin pumppu käy vuorokaudessa minuutin, jonka aikana pidetään venttiili kiinni, eli verkostoon ei päästetä lämmintä vettä. Verkoston menoveden lämpötila pidetään halutussa arvossa ulkolämpötilan mukaan toimivan lämpötilakäyrän avulla, jota säädin seuraa (ks. kuviot 24 ja 25). Käyrään määritettiin kuusi eri lämpötilapistettä. Menovedelle asetettiin liukuvat ala- ja ylärajahälytykset $\pm 10\text{ °C}$, kuitenkin niin, ettei yläraja-arvo alita lukua $+35\text{ °C}$. Hälytysviiveeksi valvomoon asetettiin 10 minuuttia. Säädin toteutettiin samalla tavalla, kuin edellisessäkin piirissä, sillä erotuksella, että säätimen mittaustietona toimii nyt ulkolämpötila ja asetusarvoksi luotiin lämpötilakäyrä, johon määritettiin ulkolämpötilasta riippuvat asetusarvot, joiden mukaan säädin pyrkii säätämään menovettä tässä piirissä.



Kuvio 24. IV-lämmityspiirin säädin



Kuvio 25. IV-lämmityspiirin säätökäyrä

LL-piiri

Viimeisenä lämmönjaosta vuorossa oli lattialämmitysverkoston ohjelmointi, joka toimi seuraavasti. Pumppu käy normaalisti aina. Alakeskus pitää menoveden lämpötilan ulkolämpötilasta riippuvassa arvossa, kuten edellisessä IV-piirissä. Hälytysrajat

olivat eri, kuin edellisessä IV-piirissä. Säädin toteutettiin samalla periaatteella, kuin IV-piirissäkin, tosin sillä erotuksella, että lämpötilakäyrälle määritettiin eri lämpötilan asetusarvopisteet.

Säätimissä käytettyjä säätöparametreja ei saatu laskennallisin perustein, vaan työkalvereiden kokemuksiin pohjautuen, jolloin ne saatiin osumaan lähelle oikeita arvoja. Loppusäädöt saatiin kohdilleen piirien käyttäytymisten perusteella ja tekemällä ns. häiriöitä piireihin, kuten lisäämällä äkillisesti veden kulutusta lämpimänkäyttöveden piiriin, jolloin nähtiin miten säädin ja venttiili pysyvät mukana.

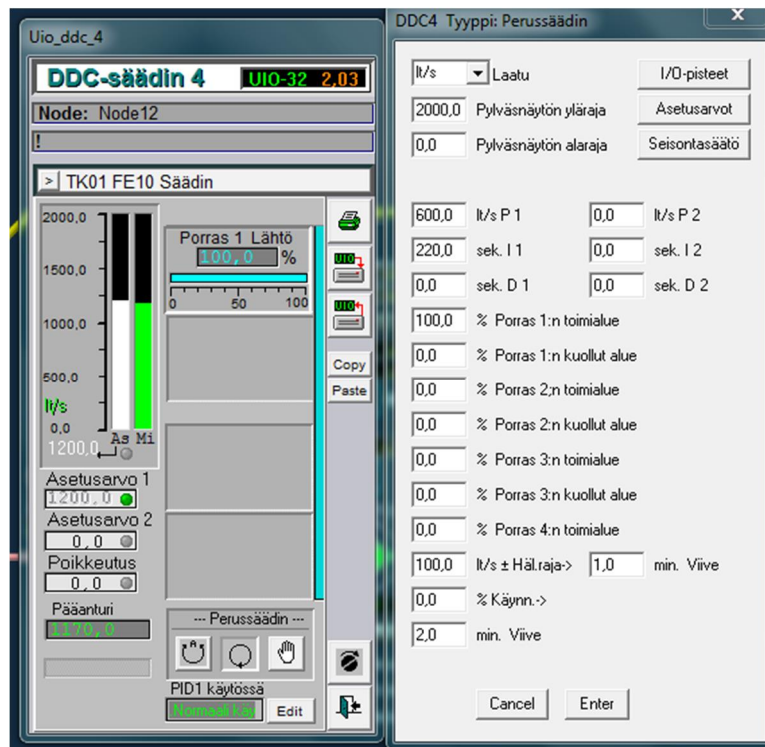
Ilmanvaihtokoneen ohjaukset ja lukitukset

Ilmanvaihtokoneiden ohjelmointi aloitettiin sen jälkeen, kun lämmönjakopaketti oli saatu käyttöön. Ilmanvaihtokoneisiin tehtiin seuraava toiminta. Lämmityspatterin pumppu käy normaalisti aina. Tuloilmapuhallin tarvitsee käynnistyäkseen useampia tietoja ja lukituksia. Tuloilmapuhallin tarvitsee lämmityspatterin pumpun käyntitiedon. Poistoilmapuhallin on lukittu tuloilmapuhaltimeen: kun tulopuhallin pyörii, niin poistonkin on pyörittävä. Lisäksi raitisilmapellin ja jäteilmapellin on oltava myös auki puhaltimien käydessä. Näiden lisäksi puhaltimille luotiin aikataulu, jonka mukaan säädellään IV-koneen ilmamääriä.

Toiminta ilmanvaihtokoneen käydessä

Valvonta-alakeskus pitää koneen ilmamäärät asetusarvoissaan ohjaamalla puhaltimien kierrosnopeutta ilmamäärämittausten perusteella (ks. kuvio 26). IV-koneen ilmamäärien säätimille annettiin käyntilupa ensin taajuusmuuttajan indikoinnin perusteella. Kun taajuusmuuttaja saa käyntitiedon, niin säädinkin lähtee päälle. Tämän jälkeen säätimille annettiin mittaustieto AI-pisteistä, joihin oli kytketty ilmamäärälähetimet. Kuviin luotiin asetusarvokentät ja niille varattiin pisteet analogiarekisteristä samalla tapaa, kuin aikaisemmissa lämmityspiirien säätimissä. Viimeisenä määritettiin säätimen lähtöön AO-pisteeksi taajuusmuuttajan säätöpiste, joka ohjaa puhaltimen pyörimisnopeutta portaattomasti. Nyt kun IV-koneelle annetaan jokin haluttu ilmamäärä asetusarvokenttään, säädin lukee tiedon analogiarekisterin kautta. Saatuaan

mittaustiedon ilmamäärälähttimeltä säädin pyrkii säätämään taajuusmuuttajan taajuuslähtöä, niin että puhaltimen moottori saavuttaa oikean pyörimisnopeuden ja siten myös halutun ilmamäärän asetusarvon.



Kuvio 26. Tuloilmamäärän säädin

Päiväkäytössä puhaltimet toimivat niiden mitoitusilmamäärillä, tätä varten luotiin aikataulu, jolloin oletetaan rakennuksessa olevan eniten käyttöä ja lisäksi IV-koneen toimintaan pääsee vaikuttamaan lisäaikapainikkeella, jolloin aikataulun ulkopuolelta voidaan ohjata koneen toimintaa tarpeen mukaan. Ulkolämpötilan laskiessa alle asetusarvon -15 °C päiväkäytön ilmamääriä alennetaan ulkolämpötilan mukaan portaattomasti siten, että -32 °C:ssa ilmamäärä on 2/3 mitoitusilmamäärästä. Yöllä puhaltimet toimivat minimi-ilmamäärillä.

Tuloilman lämpötila pidetään poistoilman lämpötilasta riippuvassa arvossa ohjalla LTO-peltejä ja lämmitysventtiiliä, peltien ohjauksella pyritään ottamaan kaikki mahdollinen lämpö talteen ulkoilman ollessa viileämpää, kuin sisäilman. Jos lämpö ei meinaa riittää lämmitysventtiilin ollessa täysin auki, pienennetään puhaltimien ilmamäärää. Tuloilman lämpötila ei saa laskea eikä nousta yli raja-arvojen. Myöskään

lämmityspatterin paluueden lämpötila ei saa laskea alle raja-arvon, muutoin vaarana on lämmityspatterin jäätyminen. Poistoilman ollessa ulkoilmaa viileämpää LTO-pellit ovat täysin ns. LTO-asennossa, tällä pyritään viilentämään lämmintä ulkoilmaa kesäaikaan, sillä näissä koneissa ei ole erillistä jäähdytyspatteria. LTO:n paine-eron noustessa yli asetusarvon, ohjautuu LTO-pellit aseteltuun osittaiseen ohitusasentoon, jolla pyritään estämään LTO-kennoston huurtuminen/jäätyminen tulo- ja poistoilman lämpötilaerosta johtuen.

LTO:lle ohjelmoitiin myös hyötysuhdelaskenta ja sille annettiin hälytysrajat, jotka ovat voimassa seuraavin ehdoin: koneen on täytynyt käydä halutun asetellun ajan verran, ulkolämpötila on alle raja-arvon ja LTO:n ohjausviesti on yli 95 %. Nämä ehdot on annettu siksi, että hyötysuhdelaskenta pitäisi mahdollisimman hyvin paikkansa.

Toiminta ilmanvaihtokoneen seistessä

Kun IV-kone on pysähdyksissä Raitis- ja jäteilmapellit ovat kiinni. LTO-pellit ovat täysin LTO-asennossa ja puhaltimien ohjaus on 0 %. Lämmityspatterin paluueden lämpötila pidetään asetusarvossaan ohjaamalla lämmitysventtiiliä.

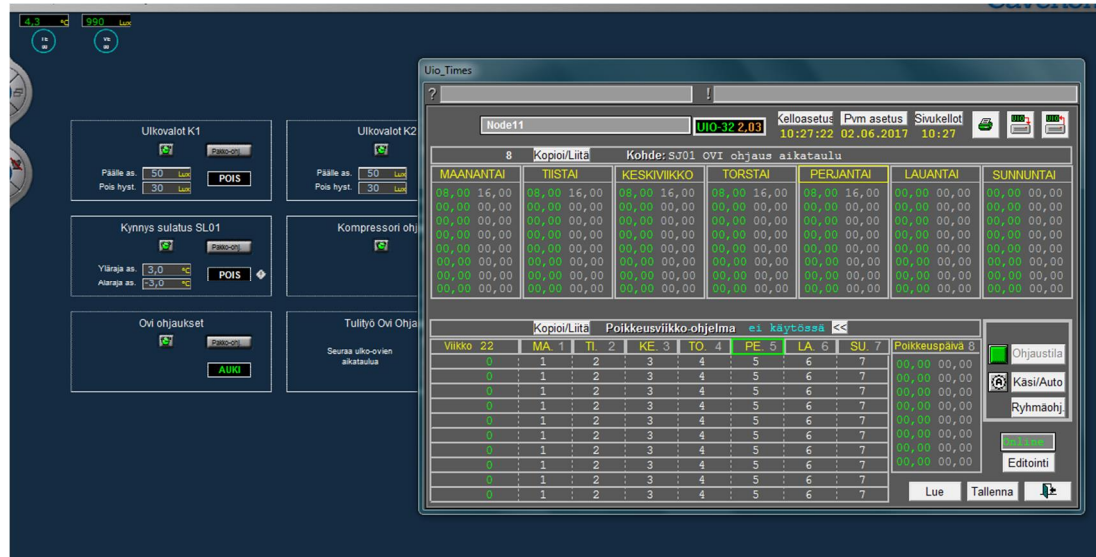
Varolaitetoiminnot

Molemmat puhaltimet pysähtyvät, raitisilma- ja jäteilmapelti menevät kiinni ja tapahtuu kiireellinen hälytys valvomoon seuraavissa tilanteissa: ilmastoinnin pysäytyskytkintä käytettäessä (häätä-seis kytkin), lämmityspatterin pumpun pysähtyessä ja paluueden lämpötilan laskiessa alle jäätymissuoja-asetusarvon, joka on +8 °C.

Molemmat ilmastointikoneet olivat toimintaperiaatteiltaan identtiset, lukuun ottamatta lisäaikapainiketta, joka oli vain toisessa koneessa.

Näiden lisäksi tehtiin myös ulkovalojen-, kynnyslämmityksen-, pistorasioiden- ja ovien sähkölukkojen ohjausten ohjelmoinnit. Valojen ohjaukset toteutettiin luomalla niille aikataulut, milloin ne saavat olla päällä ja lisäksi päällä olo ehtoihin luettiin ulkovaloisuuden arvo. Kynnyslämmitykselle ehdoksi asetettiin, ulkolämpötilan alittaessa -3 °C lämmitys menee päälle ja ylittäessä +3 °C ohjaus on pois päältä. Pistorasioille

tehtiin pelkkä aikataulun mukaan toimiva ohjaus, samoin kuin ovilukoille (ks. kuvio 27).



Kuvio 27. Ovienlukitusohjauksien aikataulu

5 Toimintakokeet

Ohjelmanteon jälkeen, vuorossa oli tarkistaa ohjelmat silmämääräisesti ja tehdä pieniä testejä: vaikuttaako kaikki siltä miltä pitää ja onko toiminta halutun mukainen. Tämän lisäksi tarkistettiin vielä asennukset, että kaikki ovat asianmukaisesti kunnossa toimintakokeita varten, jotka olivat toukokuun loppupuolella 2017.

Toimintakokeet aloitettiin, kun kaikki osapuolet olivat saapuneet paikalle: automaatio-, ilmanvaihto-, putki- ja sähköurakoitsija. Toimintakokeen pitivät automaatiovalvojat. Kokeet aloitettiin tarkastamalla lämpimänkäyttövedenpiirin toiminta, ensimmäiseksi testattiin piirin säätöä laskemalla lämmintä vettä hanasta, kun todettiin, että se toimii, testattiin piirin kiertovesipumpun hälytystä pysäyttämällä pumppu. Hälytyksen tultua valvomoon seuraavana vuorossa oli lämpötilojen hälytysrajojen ala- ja ylärajan testaaminen, hälytyksiä ei ensin saatu valvomoon, koska hälytysviiveet olivat liian pitkät, joten lämpötilat eivät ehtineet olla tarpeeksi kauan hälytysrajojen sisällä. Hälytysviiveitä lyhentämällä hälytykset saatiin toimimaan ja voitiin siirtyä testeissä eteenpäin.

Seuraavana vuorossa oli IV- ja lattialämmityspiirin testaaminen. IV-piiristä testattiin ensimmäisenä kiertovesipumpun käynnistys. Pumppu oli tuolloin pysähdyksissä, koska oli lämmin päivä. Se saatiin käyntiin muuttamalla käynnistysraja-arvoa, joka on ulkolämpötila. Tämän jälkeen testattiin lämpötilojen ala- ja ylärajahälytykset, ne toimivat asianmukaisesti. Lattialämmityspiirin kiertovesipumppu käy normaalisti aina, joten se pysäytettiin ja testattiin, tuleeko hälytystieto alakeskukseen. Kun käyntitieto-hälytyksen toiminta oli varmennettu, testattiin tästäkin piiristä meno- ja paluuväiden ala- ja ylärajahälytykset.

Seuraavaksi testattiin IV-koneet, jotka aloitettiin käynnistämällä ne. Tulo- ja poistopuhallin lähtivät pyörimään sekä raitis- ja jäteilmapelti avautuivat, joten pystyimme aloittamaan kenttälaitetestaukset koneista. Aloitimme testaamalla suodatinvahtien hälytykset. Kun tulo- tai poistoilmansuodattimen yli mitattava paine-ero kasvaa, tiedetään, että suodatin on likainen ja se pitää vaihtaa. Suodatinvahti mittaa suodattimen yli olevaa paine-eroa letkuilla, joten toista letkua litistämällä saadaan kasvatettua paine-eroa. Näin voitiin testata hälytykset.

Tämän jälkeen siirryimme testaamaan lämpötila-antureita. Tuloilmananturi testattiin laittamalla anturi oikosulkuun johdinlenkillä, resistanssin ollessa käytännössä ääretön anturi näytti maksimiarvoa noin 3278,7 °C, jolloin saimme testattua palovaarahälytyksen, sen rajan ollen +55 °C.

Seuraavana vuorossa oli jäätymisvaara-anturin testaus. Kun jäätymisvaara-anturista irrotetaan toinen johdin, se näyttää alinta lämpötila-arvoa, joka on noin -29,5 °C. Tämä puolestaan johtaa siihen, että jäätymisvaaratermostaatti VAK:ssa laukeaa ja katkaisee kovanpuolen (230V) sähkönsyötön ja pysäyttää IV-koneen. Sen jälkeen tulo- ja jäteilmapelti sulkeutuvat ja puhaltimet pysähtyvät. Lämmityspatterin venttiili aukeaa täysin, jotta patteriin menisi mahdollisimman lämmintä vettä. Jäätymisvaaran testauksessa kaikki meni niin kuin pitikin, edellä mainitut ehdot toteutuivat.

Lisäksi testattiin hätä-seispiiri. Hätä-seiskytkintä painettaessa pitäisi tapahtua samoin, kuin jäätymisvaaran lauetessa, sillä erotuksella, että hätä-seispysäytyksessä molemmat koneet pysähtyvät, kun taas jäätymisvaara koskee, vain kyseistä konetta,

jossa termostaatti laukeaa. Tämän jälkeen testattiin ensimmäisen IV-koneen HS-lisäaikapainikkeen toiminta, jolloin valvomografiikalle tulee teksti, lisäaika on päällä ja ilmanvaihdon tehostus käytössä.

Viimeisenä vuorossa oli erillispistetestaukset, joissa tarkistettiin, että kaikki erillispistehälytykset tulevat valvomoon niille tehdylle hälytyssivulle ja releohjaukset toimivat suunnitellusti, kuten valojen ja sähkölukkojen ohjaukset aikataulun mukaisesti.

6 Tulokset ja pohdinta

Opinnäytetyöni päätavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa hyvin toimiva rakennusautomaatiojärjestelmä uudiskohteeseen projektinhoitotyönä. Lähtökohtana työlle oli suunnittelutoimistosta tulleet toimintakaaviot, joiden mukaisesti työ oli tarkoitus toteuttaa, lisäksi ottaen huomioon asiakkaan toiveet, joita olivat mm. nyt rakennettavan uuden konehallin rakennusautomaatiojärjestelmän liitos heidän keskusvalvomoonsa, jossa sijaitsivat jo ennestään heidän aikaisemmat järjestelmänsä. Omia henkilökohtaisia tavoitteitani oli oppia käyttämään Citect Scada Explorer ohjelmistoa, jolla ohjelmointi ja valvomokuvien piirto tapahtui. Muita tavoitteita oli oppia yleisesti projektinhoitotyön työvaiheiden hallitseminen ja rakennusautomaatiojärjestelmän toimintaprosessien ymmärtäminen - miten mikäkin toimii tai miten niiden pitäisi toimia.

Tavoitteisiin päästiin, sillä aikataulussa pysyttiin, eikä toimintakokeissa ilmennyt mitään suurempia puutteita järjestelmän toiminnassa. Tosin tämän kaltaisissa projekteissa toiminallisuus tullaan huomaamaan vasta, kun rakennus on oikeassa tarkoituksen mukaisessa käytössä. Lisäksi kiinteistön lämmönjaon automaation toimivuus tulee testiin vasta toden teolla, kun sääolosuhteet vaihtelevat vuodenaikojen mukaan. Tämän vuoksi täytyy tarkkailla järjestelmän toimivuutta ensimmäisen talven aikana, jotta nähdään, että säätöpiirit toimivat oikeasti hyvin, eikä pääse syntymään pakka-
sesta aiheutuneita vahinkoja.

Omat tavoitteeni, jotka olin asettanut, toteutuivat sillä opin työssä käytettävien ohjelmien peruskäytön ja sain selkeän kuvan projektinhoitotyön työvaiheista ja miten projektit etenevät. Sain myöskin lisää ymmärrystä IV-koneiden ja lämmönvaihtimien toiminnasta.

Asennus- ja kytkentätyöt sujuivat parhaiten kaikista työvaiheista, sillä niistä oli jonkin verran kokemusta aikaisemmilta kesiltä. Uusina työtehtävinä tulivat järjestelmän suunnittelutyöt, jotka tein pääsääntöisesti projektinsuunnittelupohjaan I/O-pistelistöihin, näissä työvaiheissa jouduinkin kysymään neuvoa työtovereiltani. Myös valvomokuvien piirto ja järjestelmän ohjelmointi tulivat uutena. Ohjelmointi oli aluksi haastavaa, mutta mielestäni pääsin siihen lopulta hyvin sisään.

Ohjelmointia edelsi IV-koneisiin ja lämmönvaihdinpiirien yleiseen toimintaan tutustuminen. Toimintakaavioissa esitettyjen toimintaselostuksien lukeminen ja läpikäyminen, jotta pystyin sisäistämään, miten minkäkin prosessin haluttiin toimivan. Lopulliseen järjestelmään tuli hieman muutoksia toimintakaavioiden tietoihin verrattuna, sillä huomattiin, että IV-koneisiin oli laitettu muutamia lämpötila-antureita liikaa, joilla ei ollut merkitystä koneiden toimivuuden tai toteutettujen ohjelmien suhteen, niinpä ne jätettiin lopulta pois. Myös muutamat erillispoistot ja oviverhokoneet jäivät varauksiksi, eli ne voidaan tulevaisuudessa ottaa käyttöön, mikäli asiakas niin haluaa. Yleensä tällaisissa uudisprojekteissa tulee jonkin verran muutoksia matkan aikana alkuperäisiin suunnitelmiin, kun huomataankin, että esim. kaikki suunniteltu tekniikka ei välttämättä olekaan tarpeen sillä hetkellä. Muilta osin toimintakaaviot olivat johdonmukaiset ja niihin pystyi hyvin luottamaan projektia tehdessä.

Kaiken kaikkiaan tuloksena saatiin toimiva rakennusautomaatiojärjestelmä konehalliin, joka on liitetty asiakkaan keskusvalvomoon. Asiakas ja työnantaja ovat olleet tyytyväisiä työn lopputulokseen. Uskomme, että jatkossa samankaltaisissa kohteissa, voidaan hyödyntää tästä projektista saamiamme tuloksia ja käytettyjä toteutustapoja.

Lähteet

AF24 -spring return actuators. N.d. Datasheet. Belimo. Viitattu 11.6.2017.

http://www.belimo.ch/pdf/e/af_5_e4.pdf

Caverion lyhyesti. Viitattu 2.6.2017.

<http://www.caverion.fi/tietoa-caverionista/caverion-lyhyesti>

DPT-flow 2000-D –ilmamäärälahetin.2017.Tekniset tiedot. HK instruments. Viitattu 11.6.2017.

<http://www.hkinstruments.fi/fi/tuotteet/ilmanvirtauslahettimet/dpt-flow/>

HRYD24-SR venttiilin toimilaite. N.D. tuote-esitys. Belimo. Viitattu 11.6.2017.

<http://www.pakmelo.fi/wp-content/uploads/Belimo-HRYD24-SR-ja-HRC24-SR.pdf>

JVA24–Jäätymisvaaratermostaatti.2014. Tuote-esitys. Pro dual. Viitattu 20.7.2017.

http://www.produal.com/fi/shop/web_thermostats/sku-1110110#dataSheet

Kiinteistöjen tidonsiirtoväylät 2017. Toim.V. Piikkilä. 2. painos. ST-käsikirja 21. Espoo: Sähköinfo

LAP5 –lisäaikapainike.2015. Tuote-esitys. Pro dual. Viitattu 9.6.2017.

http://www.produal.com/fi/shop/web_timers/sku-1185020#dataSheet

LUX34- valoisuuslähetin. 2010. Tuote-esitys. Pro dual. Viitattu 9.6.2017.

http://www.produal.com/fi/shop/web_illumination_transmitters/sku-1133310#dataSheet

M31A150 –venttiilimoottori. 2015.Tuote-esitys. Ouman. Viitattu 11.6.2017.

http://ouman.fi/documentbank/M31A150_data_brochure_fi.pdf

M41A15 –venttiilimoottori. 2015.Tuote-esitys. Ouman. Viitattu 11.6.2017.

http://ouman.fi/documentbank/M41A15_data_brochure_fi.pdf

PEL 2500-N –painelähetin.2014. Tuote-esitys. Pro dual. Viitattu 11.6.2017

http://www.produal.com/fi/shop/web_differential_pressure_transmitters_for_air/sku-1131211#dataSheet

Pöllänen, A & Virjonen, A-P UIO 032- universaalisäädin käyttäjän käsikirja V1.0,9.5.2006. Viitattu 11.6.2017

<http://www.kiinteistovalvonta.com/binary/file/-/fid/45>

Pöllänen, A & Virjonen, A-P UIO 032- universaalisäädin käyttäjän käsikirja V1.0, 9.5.2006. Viitattu 18.7.2017

Rakennusautomaatiojärjestelmät 2012. Toim. V. Piikkilä. 3. painos. ST-käsikirja 17. Espoo: Sähköinfo

Suomäki, J. & Vepsäläinen, S. 2013. Talotekniikan Automaatio- käyttäjän opas.

Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy

Suomäki, J. & Vepsäläinen, S. 2013. Talotekniikan Automaatio- käyttäjän opas. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy. Viitattu 2.6.2017.

TEAT NTC10- vesianturi. 2007. Tuote-esite. Pro dual. Viitattu 9.6.2017.
http://www.produal.com/fi/shop/web_ntc_10_sensors/sku-1175070#dataSheet

TEHR NTC10 –huonelämpötila-anturi.2006. Tuote-esite. Pro dual Viitattu 9.6.2017.
http://www.produal.com/fi/shop/web_ntc_10_sensors/sku-1175190#dataSheet

TEK NTC10- kanavalämpötila-anturi. 2016. Tuote-esite. Pro dual. Viitattu 9.6.2017.
http://www.produal.com/fi/shop/web_duct_sensors/sku-1175040#dataSheet

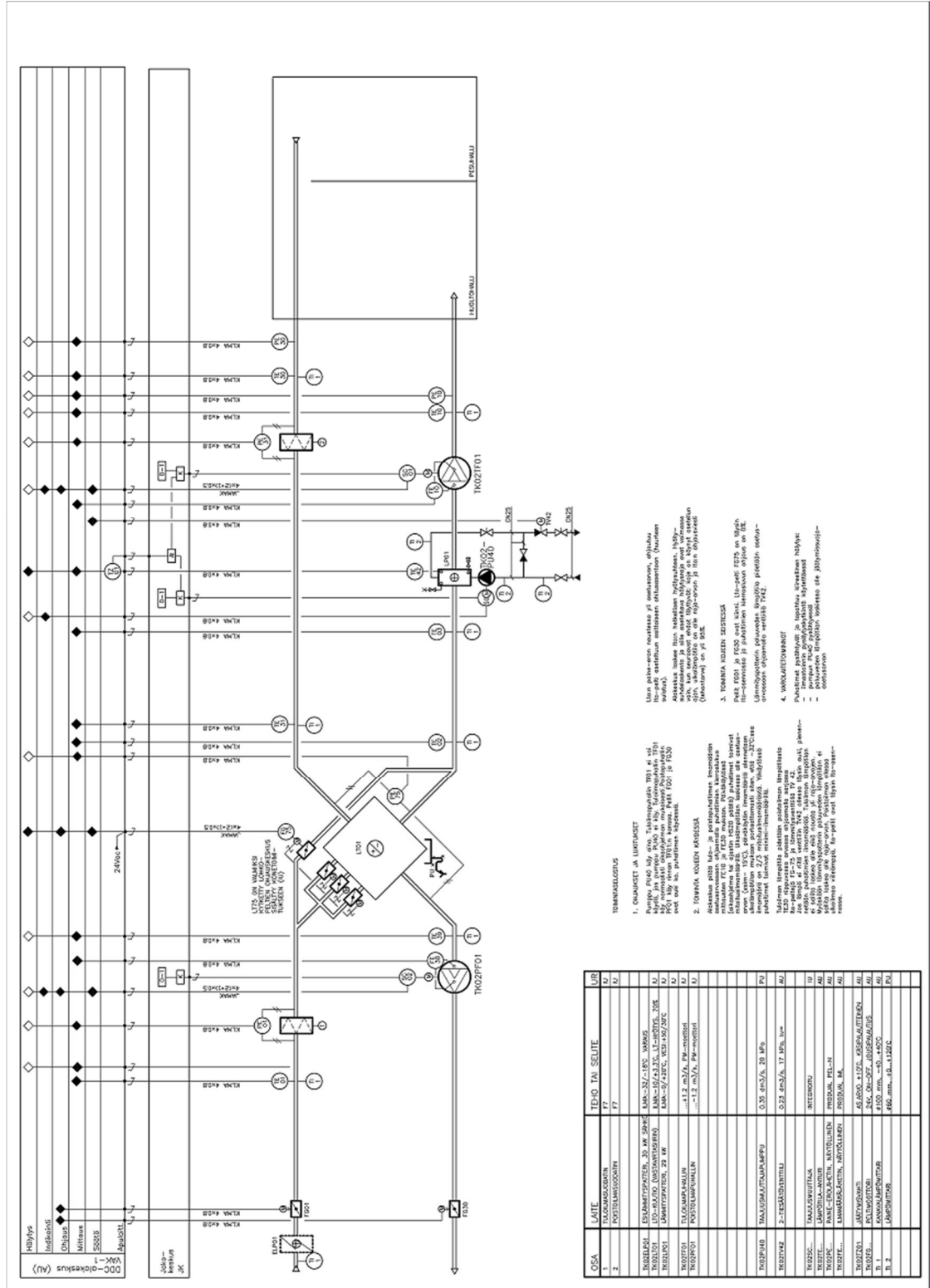
TEKV PT1000 –jäätymisvaara-anturi.2006. Tuote-esite. Pro dual. Viitattu 9.6.2017.
http://www.produal.com/fi/shop/web_passive_sensors/sku-1174120#dataSheet

TENA NTC10-LKV-anturi. 2016. Tuote-esite. Pro dual. Viitattu 9.6.2017.
http://www.produal.com/fi/shop/web_ntc_10_sensors/sku-1175050#dataSheet

TEU NTC10- ulkolämpötila-anturi. 2006. Tuote-esite. Pro dual. Viitattu 9.6.2017.
http://www.produal.com/fi/shop/web_ntc_10_sensors/sku-1175090#dataSheet

VPL16 –painelähetin.2016. Tuote-esite. Pro dual. Viitattu 9.6.2017.
http://www.produal.com/fi/shop/web_water_pressure_transmitters/sku-1134050#dataSheet

Wikipedia, vapaa tietosanakirja: Modbus. Päivitetty 28.04.2014. Viitattu 3.11.2017
<https://fi.wikipedia.org/wiki/Modbus>



- 1. OLMUKSET JA LAMPUT**
 OLMUKSET: K1, K2, R1, R2, R3, R4, R5, R6, R7, R8, R9, R10, L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9, L10.
 LAMPUT: L1, L2, L3, L4, L5, L6, L7, L8, L9, L10.
- 2. TOIMIVA KÄYTTÄ KÄYTTÄ**
 Käyttöaste: 0.85.
 Käyttöaste: 0.85.
 Käyttöaste: 0.85.
- 3. TOIMIVA KÄYTTÄ KÄYTTÄ**
 Käyttöaste: 0.85.
 Käyttöaste: 0.85.
 Käyttöaste: 0.85.
- 4. VÄLILÄMPÖTILA**
 Väylä: 0.85.
 Väylä: 0.85.
 Väylä: 0.85.

OSAN NIMI	TEKNIINEN KUVAUS	TEKNIINEN TUNNUS	MÄÄRÄ	YK
1. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K1	1	K
2. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K2	1	K
3. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K3	1	K
4. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K4	1	K
5. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K5	1	K
6. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K6	1	K
7. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K7	1	K
8. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K8	1	K
9. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K9	1	K
10. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K10	1	K
11. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K11	1	K
12. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K12	1	K
13. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K13	1	K
14. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K14	1	K
15. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K15	1	K
16. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K16	1	K
17. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K17	1	K
18. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K18	1	K
19. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K19	1	K
20. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K20	1	K
21. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K21	1	K
22. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K22	1	K
23. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K23	1	K
24. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K24	1	K
25. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K25	1	K
26. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K26	1	K
27. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K27	1	K
28. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K28	1	K
29. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K29	1	K
30. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K30	1	K
31. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K31	1	K
32. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K32	1	K
33. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K33	1	K
34. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K34	1	K
35. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K35	1	K
36. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K36	1	K
37. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K37	1	K
38. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K38	1	K
39. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K39	1	K
40. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K40	1	K
41. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K41	1	K
42. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K42	1	K
43. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K43	1	K
44. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K44	1	K
45. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K45	1	K
46. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K46	1	K
47. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K47	1	K
48. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K48	1	K
49. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K49	1	K
50. KESKILÄMPÖTILA	KESKILÄMPÖTILA	K50	1	K

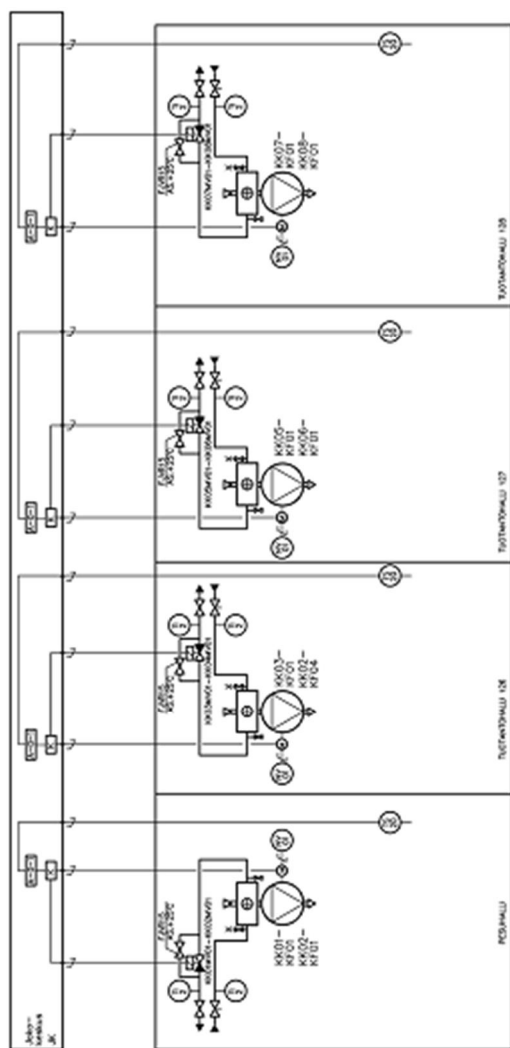


TABELA
 Oprekovanje motora (M101-M103) u skladu sa
 zahtjevima i komponentama motora i kontrolne
 napajanja (M101) sa svih tri izvora napajanja.

DETA	L A T E	TIPO TAJ SELITE	IR
M101	3~380V/50Hz, 2~3kW		2N
M102	3~380V/50Hz, 2~3kW		2N
M103	3~380V/50Hz, 2~3kW		2N
K101	MAGNETIČNI, 0~100°C	EN5, 120 x 0,8, 0,5/0,5	2N
K102	MAGNETIČNI, 0~100°C	EN5, 120 x 0,8, 0,5/0,5	2N
K103	MAGNETIČNI, 0~100°C	EN5, 120 x 0,8, 0,5/0,5	2N
SI	ROČNI POKRETAČ	30VA, 450	2N
3.2	1. Napajanje	400V, 50Hz, 3~	2N

Kantäilynnät		Sijainti		Laitin		Väri		Parin		Väri		Riv./I.		Suunnittelija		Järjestelmä		Caverion		Apulaite liitynnät ja syötöt					UIO liitynnät			
		Laitin	Väri	Parin	Nro	Kaapeli	Parin	Väri	Riv./I.	Laite	Tunnus	Setite	Syötöt							Laitin	Laite	Laitin	Syötöt	MREin	Syötöt	MREin	Syötöt	MREin
Keskisuunnittelu														122920116.A.AU		Caverion				A								
Keskisuunnittelu														Tarvaalla konehalli		Kokhde		Konttori		Versto					TYOKUVAT			
Keskisuunnittelu														Alakeskus		VAK-1		MREin										
Keskisuunnittelu														Keskisuunnittelu				MREin										
Keskisuunnittelu														SLO2		Rännlämmitys indikointi		MREin										
Keskisuunnittelu														SLO1		Kynnysalustus indikointi		MREin										
Keskisuunnittelu														SPOK		Sevunpoistokeskus häilytys		MREin										
Keskisuunnittelu														TVK		Turvalakkeskus häilytys		MREin										
Keskisuunnittelu														Kompr.		Pänelimakompressorin ohjaus		MREin										
Keskisuunnittelu														Pistor.		Pistorasiat ohjaus		MREin										
Keskisuunnittelu																		MREin										
Keskisuunnittelu														TK01		LTO Sulanapito häilytys		MREin										
Keskisuunnittelu														TK01		Tulotimappuhallin indikointi		MREin										
Keskisuunnittelu														TK01		Postoimappuhallin indikointi		MREin										
Keskisuunnittelu														TK01		Lämmitysatteri pumppu indikointi		MREin										
Keskisuunnittelu														TK01		Jäätymisvaara häilytys		MREin										
Keskisuunnittelu														TK01		LTO peltistä häilytys		MREin										
Keskisuunnittelu														TJ01		IV-Hätäsisä indikointi		MREin										
Keskisuunnittelu														TK01		Lisäaika painike h.110		MREin										
Keskisuunnittelu														TK01		Tulotimappuhallin ohjaus		MREin										
Keskisuunnittelu														TK01		Postoimappuhallin ohjaus		MREin										
Keskisuunnittelu														TK01		Tulotimappeli ohjaus		MREin										
Keskisuunnittelu														TK01		Postoimappeli ohjaus		MREin										
Keskisuunnittelu														TK01		FG30		MREin										

Käyttäjän nimi Sijainti	Laitin	Väri	Parit	Asennuspaikka		Suunnittelija	Kohde	Järjestelmä	Caverion		PVM	26.5.17		A			UIO liitännät			
				Nro	Kaspeili				Konttori	VAK-1		MREOut	MREIn	MREin	MREin	MREin		MREin	MREin	
																				Uusi
122920116.A.AU	KLMA	Ke					Alakeskus	TK01	TE10	Tuulilma lämpöpöytä						2	10	12		
	4x0.8+0.8	Si						TK01	TE30	Postoimain lämpöpöytä								2	11	12
	KLMA	Ke						TK01	TE02	Tuulilman lämpöpöytä LTO:n jälkeen								2	12	12
	4x0.8+0.8	Si						TK01	TE39	Postoimain lämpöpöytä LTO:n jälkeen								2	13	12
	KLMA	Ke						TK01	TE20	Huonelämpöpöytä Aula h. 130								2	14	12
	4x0.8+0.8	Si																2	15	12
																		2	16	12
	KLMA	Ke						TK01	PE01	Raitisilmasuodatin paine-ero										
	4x0.8+0.8	Pu						TK01	FG75	LTO pellistö ohjaus										
	Nomak	Or																		
	4x2x0,5+0,5	Va	2																	
	KLMA	Ke						TK01	TE42	Pääuuden lämpöpöytä										
	4x0.8+0.8	Si																		
	KLMA	Ke						TK01	PE10	Tuulimakanava painelähteen										
	4x0.8+0.8	Pu																		
		Si																		
	KLMA	Ke						TK01	PE30	Postoimakanava painelähteen										
	4x0.8+0.8	Pu																		
		Si																		
	KLMA	Ke						TK01	FE10	Tuulimakanavain ilmaäärä										
	4x0.8+0.8	Pu																		
		Si																		
	KLMA	Ke						TK01	FE30	Postoimakanavain ilmaäärä										
	4x0.8+0.8	Pu																		
		Si																		

Suunnittelija		Järjestelmä		Caverion		PVM			26.5.17		A										
		Kohde	Kohde	Konttori	Konttori	PVM	PVM	PVM	Yleistö	TYÖKUVAT											
		Alakeskus		VAK-1						Sarja											
40320 JYVÄSKYLÄ		Suunnitelma		Caverion		PVM			26.5.17		A										
Kuusimiesjärjestäjä 7		122920116.A.AU		Konttori		PVM			Yleistö		TYÖKUVAT										
40320 JYVÄSKYLÄ		Tarvaala konehalli		VAK-1		PVM			Sarja		TYÖKUVAT										
Kenttäillynnät	Alakeskusliitynnät		Suunnittelija		Järjestelmä		Caverion		PVM			26.5.17		A							
	Sijainti	Liltoin	Väri	Parit	Väri	Riv.	Laite	Turnus	Kohteen tunnistetiedot	Laite	Syöttö	Laitte	Syöttö	Liittimet ja syöttö	MREIn	Syöttö	MREno	UIO liittymät	Kortit	UIOL	NOOE
							TK02	TE42	paluuveden lämpötila										3	17	13
							TK02	PE10	Tulotilakanava paineiläheihin					24VAC GND					3	18	13
							TK02	PE30	Pöstitoimakanava paineiläheihin					24VAC GND					3	19	13
							TK02	FE10	Tulotilapuhallin ilmamäärä					24VAC GND					3	21	13
							TK02	FE30	Pöstitoimapuhallin ilmamäärä					24VAC GND					3	22	13
																			3	23	13
							TK02	PE31	Pöstitoimasuodatin paine-ero					24VAC GND					3	24	13
																			3	17	13
															NO	C	1	13-3	3	17	13
															NO	C	2	13-3	3	18	13
															NO	C	3	13-3	3	19	13
															NO	C	4	13-3	3	20	13
																			4	25	13
																			4	26	13
							TK02	TF01	Tulotilapuhallin säätö										4	27	13
							TK02	PF01	Pöstitoimapuhallin säätö										4	28	13
							TK02	FG75	Säätöpainetta säätö										4	29	13
							TK02	TV42	Lämmityspatteri venttili säätö					24VAC GND					4	30	13

Liite 5. Kaapelinvetolista

KAAPELIVETOLUETTELO

VAK-1 Kaapeli	Laitte	Tunnus	Seilite	Mistä	Mihin	Sijainti	Huom.
KLMA 4x0,8+0,8	LV01	PU40	LKV-Verkostopumppu indikointi	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	IV01	PU40	IV-verkostopumppu indikointi	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	LL01	PU40	LL-verkostopumppu indikointi	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	KL01	QQ01	Kaukolämpö energiamittaus	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	LV01	TE46	LKV-Verkosto meno lämpötila	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	IV01	TE40	IV-Verkosto meno lämpötila	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	LL01	TE40	LL-Verkosto meno lämpötila	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	KL01	TE49	Kaukolämpö paluu lämpötila	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	KL01	TE48	Kaukolämpö meno lämpötila	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	LV01	TE47	LKV-Verkosto paluu lämpötila	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	UT00	TE00	Ulkolämpötila	Ulkoseinä pohj.	VAK		
MMO 12x1,5	SJ01	K1	Ulkovälilaistus ohjaus	RK	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	UT00	VE00	Ulkovaloisuus	Ulkoseinä pohj.	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	IV01	PE42	IV-Verkosto paine mittaus	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	LL01	PE42	LL-Verkosto paine mittaus	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	IV01	TE42	IV-Verkosto paluu lämpötila	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	LL01	TE42	LL-Verkosto paluu lämpötila	LJ-Paketti	VAK		
MMO 12x1,5	SJ01	OV/2	Turvalukot ohjaus	RK	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	LV01	TV48	LKV-Verkosto venttiili säätö	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	IV01	TV48	IV-Verkosto venttiili säätö	LJ-Paketti	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	LL01	TV48	LL-Verkosto venttiili säätö	LJ-Paketti	VAK		

KAAPELIVETOLUETTELO

VAK-1	Kaapeli	Laitte	Tunnus	Seilite	Mistä	Mihin	Sijainti	Huom.
	Nomak 12x2x0,5+0,5	SJ01	OVI	Sähköjukot indikoiti	RK	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8		CA01	Kompensoini indikoiti	Kentällä	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8		SPOK	Savunpoistoluukut indikoiti	Kentällä	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8		TVK	Turvavaloakeskus indikoiti	Turvavaloakeskus	VAK		
	Jamak 4x(2+1)x0,5	TK01	TF01	Tuulilmapuhallin indikoiti	TK01	VAK		
	Jamak 4x(2+1)x0,5	TK01	PF01	Postoittilmapuhallin indikoiti	TK01	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	PU40	Lämmityspatteri pumppu indikoiti	TK01	VAK		
	Nomak 4x2x0,5+0,5	TK01	FG75	LTO pelistö hälytys	TK01	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TJ01	HS00	IV-Hääläseis indikoiti	Kentällä	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	HS20	Lisäläike painike h.110	h.110	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	FG01	Tuulilmapelti ohjaus	TK01	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	FG30	Postoittilmapelti ohjaus	TK01	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	TE10	Tuulilma anturi	TK01	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	TE30	Postoittilma anturi	TK01	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	TE02	Tuulilma lämpötila LTO:n jälkeen	TK01	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	TE39	Postoittilman lämpötila LTO:n jälkeen	TK01	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	TE20	Huonelämpötila Aulis h. 130	h.130	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	PE01	Raitisilmasuodatin paine-ero	TK01	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	TE42	paluuveden lämpötila	TK01	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	PE10	Tuulilma painelähetin	TK01	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK01	PE30	Postoittilma painelähetin	TK01	VAK		

KAAPELIVETOLUETTELO

VAK-1	Laite	Tunnus	Selite	Mistä	Mihin	Sijainti	Huom.
Kaapeli KLMA 4x0,8+0,8	TK01	FE10	Tulolmapuhallin ilmamäärä	TK01	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK01	FE30	Poistolmapuhallin ilmamäärä	TK01	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK01	PE75	Säätöpellistö paine-ero	TK01	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK01	PE31	Poistolmaisuodatin paine-ero	TK01	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK01	TV42	Lämmityspatteri venttiili säätö	TK01	VAK		
Jämäk 4x(2+1)x0,5	TK02	TF01	Tulolmapuhallin indikointi	TK02	VAK		
Jämäk 4x(2+1)x0,5	TK02	PF01	Poistolmapuhallin indikointi	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	PU40	Lämmityspatteri pumpepu indikointi	TK02	VAK		
Normak 4x2x0,5+0,5	TK02	FG75	Säätöpellistö Hilylys	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	FG01	Tulolmapelti ohjaus	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	FG30	Poistolmapelti ohjaus	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	TE10	Tulolma anturi	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	TE30	Poistolma anturi	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	TE02	Tulolma lämpötila LTO:n jälkeen	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	TE39	Poistolman lämpötila LTO:n jälkeen	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	PE01	Raililmaisuodatin paine-ero	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	TE42	peluveden lämpötila	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	PE10	Tulolma painelähetin	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	PE30	Poistolma painelähetin	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	FE10	Tulolmapuhallin ilmamäärä	TK02	VAK		
KLMA 4x0,8+0,8	TK02	FE30	Poistolmapuhallin ilmamäärä	TK02	VAK		

KAAPELIVETOLUETTELO

VAK-1	Kaapeli	Laitte	Tunnus	Seilite	Mistä	Mihin	Sijainti	Huom.
	KLMA 4x0,8+0,8	TK02	PE75	Säätöpölyistä paine-ero	TK02	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK02	PE31	Poistolinjasuodatin paine-ero	TK02	VAK		
	KLMA 4x0,8+0,8	TK02	TV42	Lämmityspatteri venttili säätö	TK02	VAK		

Liite 6. Laite- ja venttiililuettelot

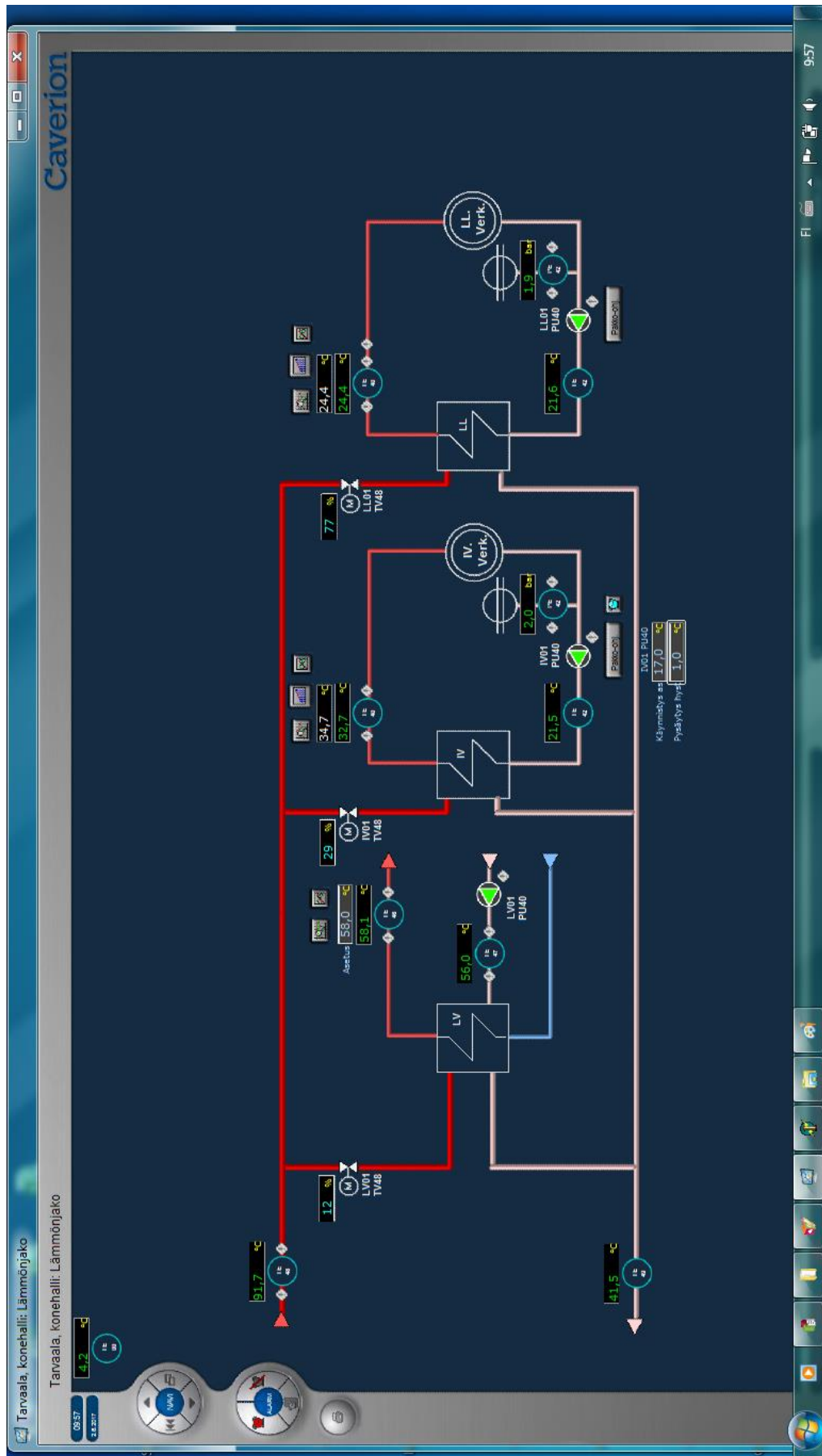
Caverion Kuormaajantie 7 40320 JYVÄSKYLÄ Varaston lattieliiedot		122920116.A.AU Tarvaalia konehalli		Suunnittelija		0 Järjestelmä		Caverion		26.5.17		Versio		A	
Nimike	Tyyppi/2	Viesti	Alue	Laite	Tunnus	Kohde	Konttori	Lisätarvikkeet	PVM	Sarja	Muuta	Valmistaja	TYÖKUVAT		
						Alakeskus	VAK-1	Lisälaite 1							
KÄYTTÖVESIANTURI	TENA NTC10	Termistori	0..120 C	LV01	TE46							Produal			
VESIANTURI	TEAT NTC10	Termistori	-50..+80 C	IV01	TE40				AT80			Produal			
VESIANTURI	TEAT NTC10	Termistori	-50..+80 C	LL01	TE40				AT80			Produal			
VESIANTURI	TEAT NTC10	Termistori	-50..+80 C	KL01	TE49				AT80			Produal			
VESIANTURI	TEAT NTC10	Termistori	-50..+80 C	KL01	TE48				AT80			Produal			
VESIANTURI	TEAT NTC10	Termistori	-50..+80 C	LV01	TE47				AT80			Produal			
ULKOANTURI	TEU NTC10	Termistori	-50..+80 C	UT00	TE00							Produal			
VALOISUUSLÄHETIN	LUX 34	0..10V	0..10000lux	UT00	VE00							Produal			
PAINELÄHETIN NESTELLE	VPL 16	0..10V	0..16 bar	IV01	PE42							Produal			
PAINELÄHETIN NESTELLE	VPL 16	0..10V	0..16 bar	LL01	PE42							Produal			
VESIANTURI	TEAT NTC10	Termistori	-50..+80 C	IV01	TE42				AT80			Produal			
VESIANTURI	TEAT NTC10	Termistori	-50..+80 C	LL01	TE42				AT80			Produal			
VENTTIILIMOOTTORI	HRYD24-SR	0..10VDC	5Nm	LV01	TV48							Belimo			
VENTTIILIMOOTTORI	HRYD24-SR	0..10VDC	5Nm	IV01	TV48							Belimo			
VENTTIILIMOOTTORI	HRYD24-SR	0..10VDC	5Nm	LL01	TV48							Belimo			
PELTIMOOTTORI	NF 24	ON/OFF ohjaus	10Nm	TK01	FG01							Belimo			
PELTIMOOTTORI	NF 24	ON/OFF ohjaus	10Nm	TK01	FG30							Belimo			
KANAVA-ANTURI	TEK NTC10	Termistori	-50..+80 C	TK01	TE10							Produal			
KANAVA-ANTURI	TEK NTC10	Termistori	-50..+80 C	TK01	TE30							Produal			

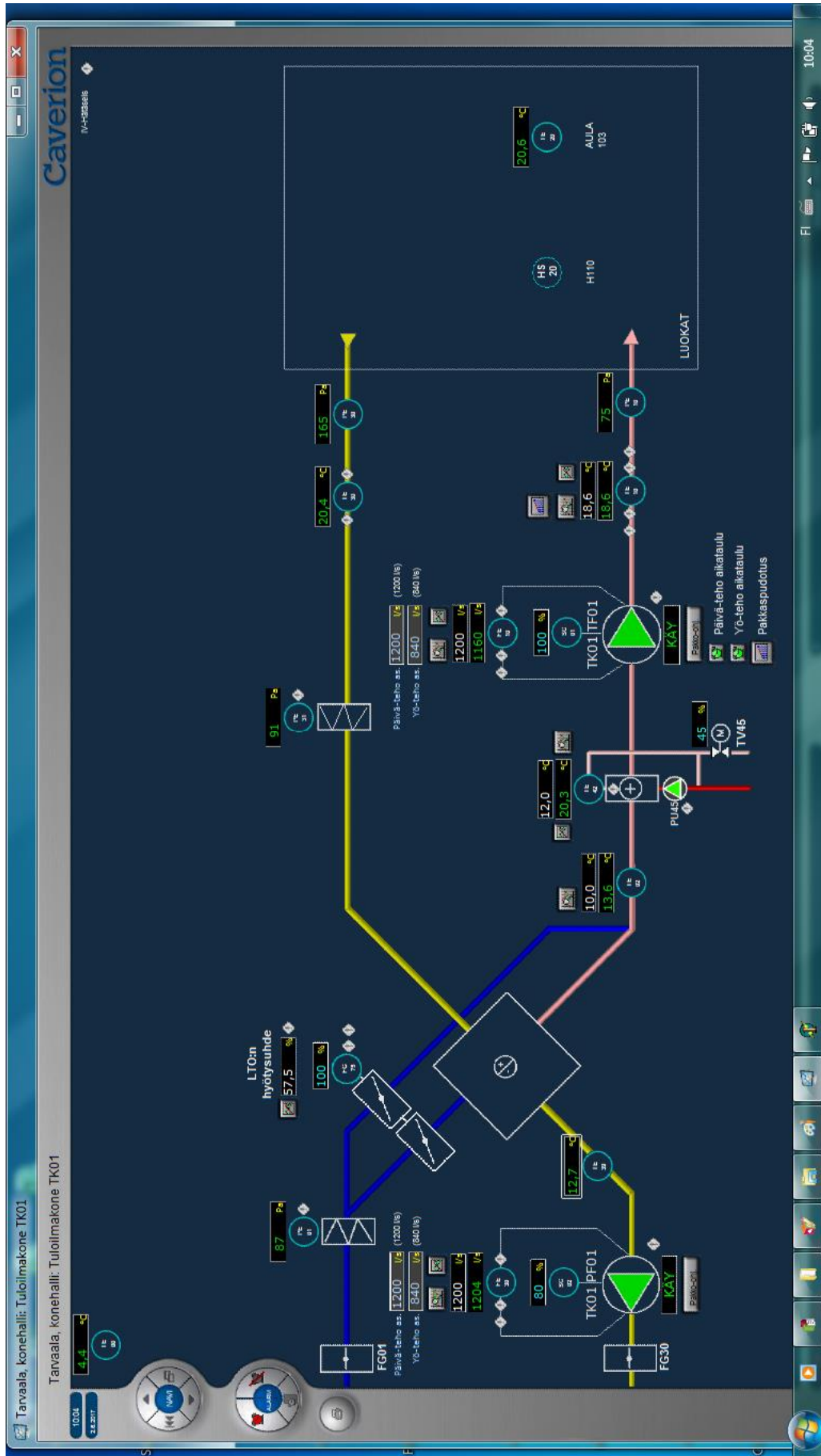
Varaston luetelutiedot	Kokteeseen tunnistetiedot						Lisätarvikkeet			Muuta	
	Nimike	Tyyppi2	Viesti	Alue	Laite	Tunnus	Selitte	Lisälaitte1	Messinki	Teräs	Vaimistaja
PAINE-EROLÄHETIN NÄYTÖLLÄ	PEL 2500-N	0..10V	0..2500 Pa	TK01	PE10	Tuoliima painelähetin				Produal	
PAINE-EROLÄHETIN NÄYTÖLLÄ	PEL 2500-N	0..10V	0..2500 Pa	TK01	PE30	Poistoilma painelähetin				Produal	
ILMAMÄÄRÄLÄHETIN	DPT-Flow	0..10V	0..5000Pa	TK01	FE10	Tuoliimapuhalin ilmamäärä				HK-Instruments	
ILMAMÄÄRÄLÄHETIN	DPT-Flow	0..10V	0..5000Pa	TK01	FE30	Poistoilmapuhalin ilmamäärä				HK-Instruments	
PAINE-EROLÄHETIN NÄYTÖLLÄ	PEL 2500-N	0..10V	0..2500 Pa	TK01	PE75	Säätöpellistö paine-ero				Produal	
PAINE-EROLÄHETIN NÄYTÖLLÄ	PEL 2500-N	0..10V	0..2500 Pa	TK01	PE31	Poistoilmasuodatin paine-ero				Produal	
VENTTIILIMOOTTORI	HRYD24-SR	0..10VDC	5Nm	TK01	TV42	Lämmitys patteri venttiili säätö				Belimo	
PELTIMOOTTORI (JOUSIPALAUENTEINEN)	NF 24	ON/OFF ohjaus	10Nm	TK02	FG01	Tuoliimapelti ohjaus				Belimo	
PELTIMOOTTORI (JOUSIPALAUENTEINEN)	NF 24	ON/OFF ohjaus	10Nm	TK02	FG30	Poistoilmapelti ohjaus				Belimo	
KANAVA-ANTURI	TEK NTC10	Termistori	-50..+80 C	TK02	TE10	Tuoliima anturi				Produal	
KANAVA-ANTURI	TEK NTC10	Termistori	-50..+80 C	TK02	TE30	Poistoilma anturi				Produal	
KANAVA-ANTURI	TEK NTC10	Termistori	-50..+80 C	TK02	TE02	Tuoliima lämpötila LTO:n jälkeen				Produal	
KANAVA-ANTURI	TEK NTC10	Termistori	-50..+80 C	TK02	TE39	Poistoilman lämpötila LTO:n jälkeen				Produal	
PAINE-EROLÄHETIN NÄYTÖLLÄ	PEL 2500-N	0..10V	0..2500 Pa	TK02	PE01	Raitisilmasuodatin paine-ero				Produal	
JÄÄTYMISSUOJUA-ANTURI	TEKV PT1000	Termistori	-50..120 C	TK02	TE42	paluuveden lämpötila				Produal	
PAINE-EROLÄHETIN NÄYTÖLLÄ	PEL 2500-N	0..10V	0..2500 Pa	TK02	PE10	Tuoliima painelähetin				Produal	
PAINE-EROLÄHETIN NÄYTÖLLÄ	PEL 2500-N	0..10V	0..2500 Pa	TK02	PE30	Poistoilma painelähetin				Produal	
ILMAMÄÄRÄLÄHETIN	DPT-Flow	0..10V	0..5000Pa	TK02	FE10	Tuoliimapuhalin ilmamäärä				HK-Instruments	
ILMAMÄÄRÄLÄHETIN	DPT-Flow	0..10V	0..5000Pa	TK02	FE30	Poistoilmapuhalin ilmamäärä				HK-Instruments	
PAINE-EROLÄHETIN NÄYTÖLLÄ	PEL 2500-N	0..10V	0..2500 Pa	TK02	PE75	Säätöpellistö paine-ero				Produal	
PAINE-EROLÄHETIN NÄYTÖLLÄ	PEL 2500-N	0..10V	0..2500 Pa	TK02	PE31	Poistoilmasuodatin paine-ero				Produal	
VENTTIILIMOOTTORI	HRYD24-SR	0..10VDC	5Nm	TK02	TV42	Lämmitys patteri venttiili säätö				Belimo	

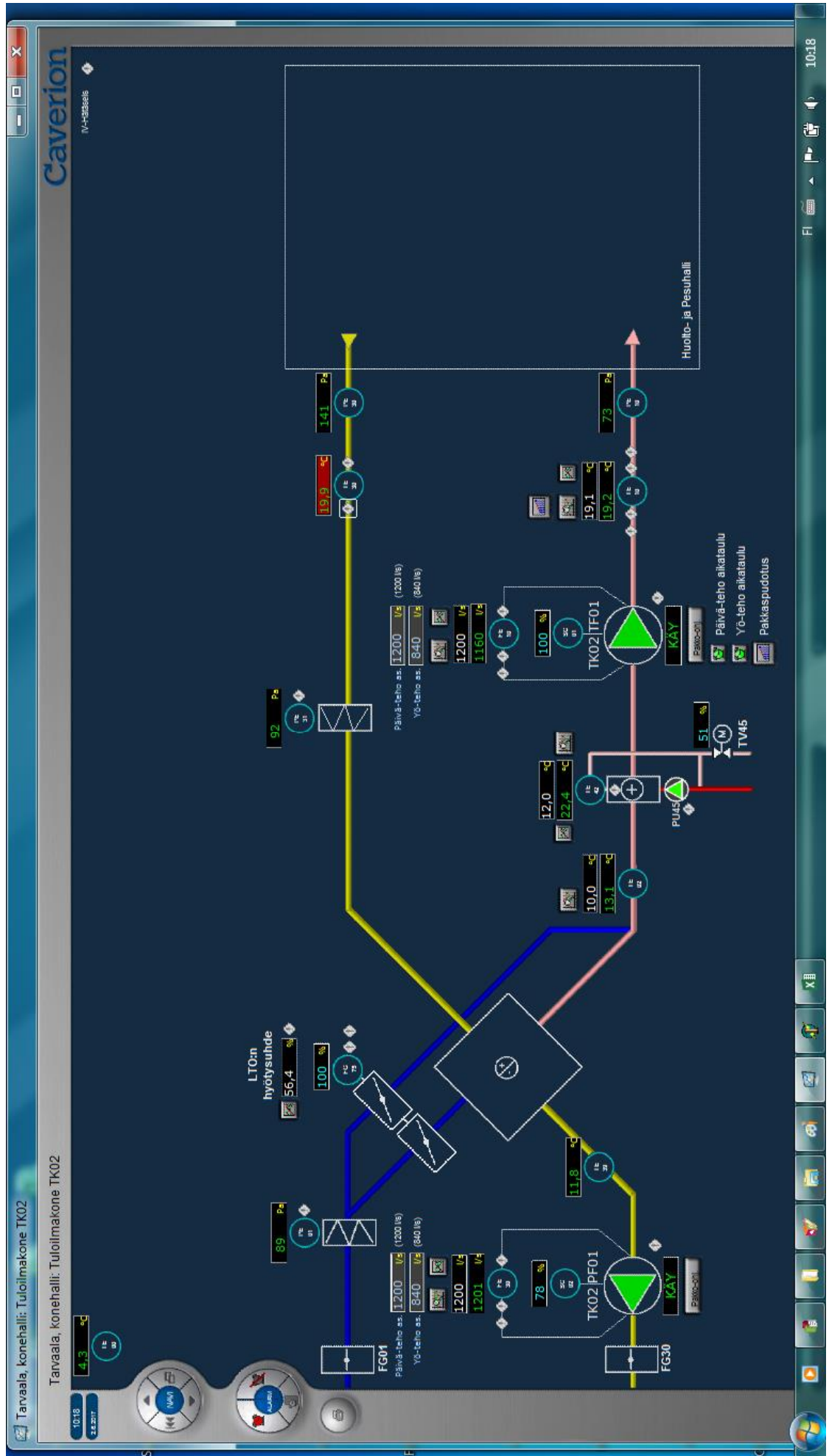
Venttiililuettelo

Varaston laihetiedot		Nimike		Kierre / laippa	2 / 3 tie	Suunnittelija		Järjestelmä		Caverion		PVM		26.5.17		Versio					
Kuormaajantie 7 40320 JYVÄSKYLÄ		122920116.A.AU Tarvaala konehalli		Tommiatle		Suunnittelija		Kohde Alakeskus		Konttori VAK-1		PVM		PVM		Sarja					
Venttiilityyppi		Nimike		Kierre / laippa	2 / 3 tie	Tyyppi2		Laite		Tunnus		Selite		Venttiilin lisälaitteet		Valitun venttiilin arvot		Suunnitellut arvot			
								Lisälaitte3		Lisälaitte4		Paine		kvs		L/sek		Paine		kvs	
R95	SAATOPALLOVENTTIILI	Kierre	2	M41A15	TV48	LV01	TK01	TK02	TK01	TK02	TV48	TV42	TV42	115 kpa	6,30	1,88 l/s	46 kpa	9,98			
R65	SAATOPALLOVENTTIILI	Kierre	2	M31A150	TV48	IV01	TV48	TV48	IV-Verkosto venttiili säätö		IV-Verkosto venttiili säätö			9 kpa	4,00	0,34 l/s	24 kpa	2,50			
RG5	SAATOPALLOVENTTIILI	Kierre	2	M31A150	TV48	LL01	TV48	TV48	LL-Verkosto venttiili säätö		LL-Verkosto venttiili säätö			423 kpa	0,63	0,36 l/s	27 kpa	2,49			
R2015-2P5-S1	SAATOPALLOVENTTIILI	Kierre	2	HRVD24-SR	TV42	TK01	HRVD24-SR	HRVD24-SR	Lämmityspatteri venttiili säätö		Lämmityspatteri venttiili säätö			11 kpa	2,50	0,23 l/s	17 kpa	2,01			
R2015-2P5-S1	SAATOPALLOVENTTIILI	Kierre	2	HRVD24-SR	TV42	TK02	HRVD24-SR	HRVD24-SR	Lämmityspatteri venttiili säätö		Lämmityspatteri venttiili säätö			11 kpa	2,50	0,23 l/s	17 kpa	2,01			

Liite 7. Valvomokuvat







Tarvaala, konehalli: Erillisohjaukset

Tarvaala, konehalli: Erillisohjaukset

10:23 8.8.2017

4,3 °C 99,1 Lux

Ulkovalot K1

Päälle as. 50 Lux Pois hyst. 30 Lux

POIS

Ulkovalot K2

Päälle as. 50 Lux Pois hyst. 30 Lux

POIS

Mainosvalot K3

Päälle as. 50 Lux Pois hyst. 30 Lux

POIS

Kynnys sulatus SL01

Yläraja as. 3,0 °C Alaraja as. -3,0 °C

POIS

Pistorasiat ohjaus

PÄÄLLÄ

Kompressori ohjaus

PÄÄLLÄ

Ovi ohjaukset

AUKI

Tuultyo Ovi Ohjaus

Seuraa ulko-ovien aikataulua

AUKI

10:23

Tanvaala, konehalli: Eriilishälytykset

10:22
8.8.2017

4,2 °C

1-2-3

1-2-3-4

Caverion

- Turvavaiastuskeskus hälytys
- Savunpoistokeskus hälytys
- Rikosilmointikeskus murtohälytys
- Rikosilmointikeskus palohälytys
- Rikosilmointikeskus vikahälytys
- Savunpoistoluuku 1 hälytys
- Savunpoistoluuku 2 hälytys
- Savunpoistoluuku 3 hälytys
- Savunpoistoluuku 4 hälytys
- Öljynerotuskaivo hälytys
- Ränniliämmitys hälytys

10:22

