



Liikekiinteistön automaation modernisointi

Sami Nurminen

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu 2019

Sähkö -ja automaatiotekniikka
Sähköinen talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö -ja automaatiotekniikka
Sähköinen talotekniikka

NURMINEN, SAMI:
Liikekiinteistön automaation modernisointi

Opinnäytetyö 58 sivua, joista liitteitä 9 sivua
Toukokuu 2019

Opinnäytetyössä selvitettiin, mitä erään liikekiinteistön rakennusautomaation modernisointi vaatii. Nykyisiin prosesseihin lisättiin säädettävyyttä uusilla ohjausmenetelmillä. Esimerkiksi ilmanvaihtokoneisiin lisättiin antureita. Uusissa suunnitelmissa oli otettu huomioon vanhat aikaisemman toteutuksen automaatio suunnitelmat. Kiinteistön automaatio toteutettiin kokonaisuudessaan Fidelixin järjestelmällä.

Nykytilannetta kartoitettiin urakan aloitusvaiheessa muun muassa tilojen käyttäjille kohdistetuilla kyselyillä. Käyttäjiltä kysyttiin olosuhteista ennen saneerauksen aloitusta. Muun muassa tilojen lämpötilat ovat olleet epämukavat sillä jäädytyksen ja lämmityksen ohjaukset eivät ole oikein toimineet. Osana työtä selvitettiin myös, mitä tällainen kokonaisvaltainen automaatio saneeraus vaatii, kun kohteena on kiinteistö, joka on monilta osin käytössä vuorokauden ympäri ja monet prosessit (esimerkiksi ilmanvaihto) eivät saa sammua turhaan tai yllättäen.

Urakassa käytettiin myös instrumentoinnin osalta langatonta tekniikkaa, joka mahdollisti anturien sijoittelun käytännössä mihin vain kyseisessä tilassa. Langattomien anturien käyttöönotto mahdollisti sen, että jos tilat muuttuvat tulevaisuudessa, antureita varten ei tarvita kaapelointia. Rakennusautomaatiosta tuotiin esille yleisesti, että mitä se käytännössä on ja minkälaisiin tasoihin se jakautuu. Kohteen nimi jätettiin anonymiksi tilaajan toiveesta.

Asiasanat: Kiinteistöautomaatio, automaatio saneeraus, langattomat anturit

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree programme in Electrical Engineering
Option of Electrical Building Engineering

NURMINEN, SAMI:
Automation modernization of an real estate property

Bachelor's thesis 58 pages, appendices 9 pages
May 2019

This thesis studied building automation and the kind of modernization required by certain real estate property. New control methods for the present processes were added, for example sensors were added to the air conditioning machines. For the new automation plans all the previous automation plans were utilized. In its entirety, property's automation was made with Fidelix automation system. The reasons for modernization was old devices and the old system that hasn't been working properly lately.

All the processes's programmings and sub-station graphics were remade. All the sensors and damper actuators were changed. All the other actuators, for example valve actuators were left unchanged if those were unbroken. Property's control room computer was also replaced. Old computer was slow and it's softwares were not compatible with the new automation system.

Circumstances were asked from users before the automation renovation started and as a part of the work the thesis also investigated requirements of large automation renovation.

In this job wireless technology was used in instrumentation to make it possible to install the sensors in practice. Wireless sensors made it possible that changes to office spaces did not need cabling for sensors. The part of this thesis that belongs to the commissioner is confidential.

Key words: Building automation, automation renovation, wireless technology

SISÄLLYS

| | | |
|---|--|----|
| 1 | JOHDANTO | 6 |
| 2 | RAKENNUSAUTOMAATIO | 8 |
| | 2.1 Automaation tasot | 8 |
| 3 | URAKAN TAUSTAT..... | 10 |
| | 3.1 Fidelix..... | 10 |
| | 3.2 Kartoitus työmaalla..... | 10 |
| | 3.3 Olosuhteet ennen urakan aloitusta..... | 12 |
| 4 | PROJEKTIN LUONTI..... | 13 |
| | 4.1 Suunnittelu | 13 |
| | 4.1.1 Grafiikkakuvat ja pistemäärittelyt..... | 13 |
| | 4.1.2 Ohjelmointi | 15 |
| 5 | KÄYTTÖÖNOTOT | 17 |
| | 5.1 Huonesäädöt..... | 17 |
| | 5.1.1 EnOcean -teknologia Virhe. Kirjanmerkkiä ei ole määritetty. | |
| | 5.1.2 Langattomat anturit ja niiden tukiasemat | 20 |
| | 5.1.3 Säättöpiirien muut kenttälaitteet | 23 |
| | 5.2 Alakeskusten saneeraukset | 26 |
| | 5.2.1 Yleistä..... | 26 |
| | 5.2.2 Väylät | 29 |
| | 5.2.3 Alakeskus VAK01 | 30 |
| | 5.2.4 Alakeskus VAK02 | 34 |
| | 5.2.5 Alakeskus VAK04 | 42 |
| | 5.2.6 Alakeskus VAK03 | 43 |
| | 5.3 Valvomo | 44 |
| 6 | POHDINTA | 47 |
| | LÄHTEET..... | 49 |
| | LIITTEET | 50 |
| | Liite 1. Vetoluettelon osa..... | 50 |
| | Liite 2. Kytkentäluettelon osa | 51 |
| | Liite 3. Järjestelmäkaavio..... | 52 |
| | Liite 4. Ilmanvaihtokoneen 304TK säätökaavio..... | 53 |
| | Liite 5. Modulkotelon layout..... | 58 |

LYHENTEET JA TERMIT

| | |
|-----------------|--|
| bar | Nesteissä käytettävä paineen yksikkö |
| CO | Hiilimonoksidi |
| CO ₂ | Hiilidioksidi |
| Html | Avoimesti standardoitu kuvauskieli |
| I/O | Input/output, järjestelmän kommunikointipisteet |
| kWh | Tehon kulutuksen suure (kilowattia tunnissa) |
| mbus | EN 13757 -Standardoitu kaksijohtiminen väyläratkaisu |
| Pa | Ilmanpaineysikkö (Pascal) |
| PLC | Ohjelmoitava logiikka |
| RAU | Rakennusautomaatiourakointi |
| UPS | keskeytymätön virransyöttö |
| VA | Tehon yksikkö (volttiampeeri) |
| VAC | Vaihtojännite |
| VAK | Valvonta-alakeskus |
| VDC | Tasajännite |
| VPN | Virtual private network (virtuaalinen erillisverkko) |

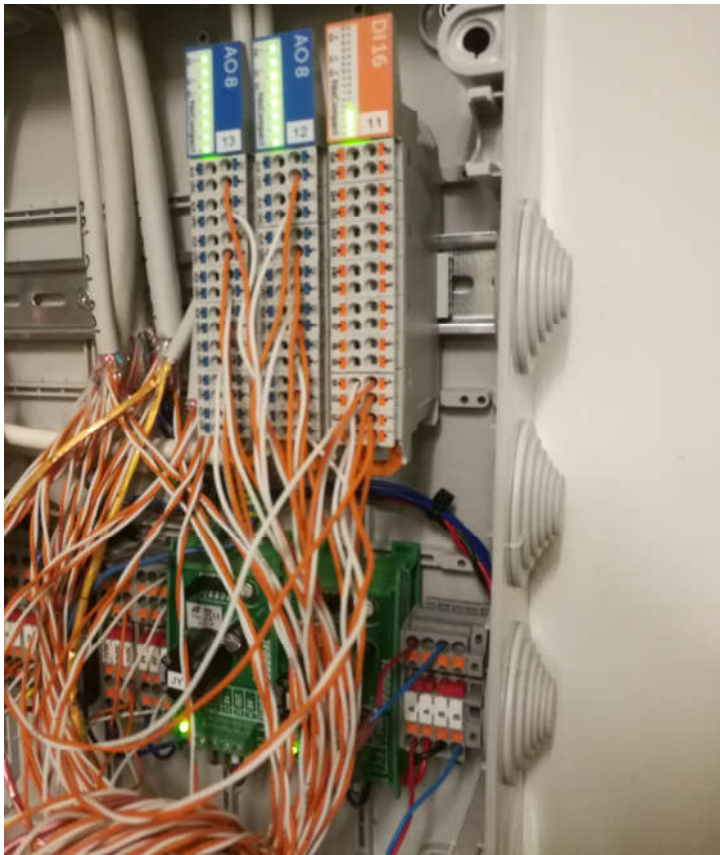
1 JOHDANTO

Työssä lähdettiin selvittämään mitä automaation saneeraus vaatii, kun kohteena on vanhahko kiinteistö. Kaikki järjestelmään liitetyt laitteet testattiin heti kytkentöjen perään. Venttiilimoottoreiden ja taajuusmuuttajien vaihtamiset eivät kuuluneet urakkaan. Vialliseksi havaitut uusittiin. Kaapeloinnit ja asennukset suoritti aliurakoitsija ja heille kuului kaikki automaatiotyöt sekä näiden lisäksi urakkaa koskevat sähkötyöt, kaikki tarvittavat keskusmuutokset ja tarvittavien komponenttien vaihdot tai lisäykset. Keskusmuutokset koskivat lähinnä ohjauskytkinten ja vikavirtasuojien vaihtoa.

Vanhaan automaatiojärjestelmään liitetyt laitteet siirrettiin uuteen järjestelmään, prosessien (esimerkiksi ilmanvaihto ja jäähdytys) ollessa koko ajan päällä. Esimerkiksi ilmanvaihdon tai käyttöveden katkoksista tuli tiedottaa tilojen käyttäjiä. Tämä asetti omanlaisen haasteen työn suoritukselle ja kunkin prosessin siirtoa järjestelmästä toiseen piti tarkkaan miettiä, että missä vaiheessa siirto tehtiin. Kriittisin osuus oli kiinteistön ravintolan keittiöön vaikuttavan ilmanvaihtokoneen siirto uuteen järjestelmään. Keittiön ilmanvaihdon pysähtyminen samanaikaisesti ruoanlaiton yhteydessä saattaa synnyttää paljon savua, jolloin vaarana on turha palohälytys. Myös jäähdytysverkosto piti olla päällä niiltä osin, mitä kiinteistön laittilat vaativat, koska kiinteistössä oli jonkin verran servereitä ja muita laitteita, mitkä rikki mennessä aiheuttaa isoja kuluja.

Pienen poikkeuksen kokonaissuoritukseen teki 1.kerroksen muutostyöt (josta koko RAU-saneerauskin aloitettiin). Tämä tila oli tyhjillään ja siellä oli muitakin urakoitsijoita. Muuten RAU-saneerausta suoritettiin samanaikaisesti, kun tiloissa työskenneltiin aktiivisesti.

Toimistotilojen huoneistoautomaatio toteutettiin yksittäisten huonesäätimien sijaan kuhunkin kerrokseen sijoitetun neljän modulikotelon avulla. Kaikki kenttälaitteet siis kytkettiin modulikoteloihin asennettuihin I/O-kortteihin. Modulikotelot kytkettiin väylällä alakeskukseen. Tällä haettiin sitä, että tilojen muuttuessa, voidaan automaatioon liittyvät muutokset tehdä vain ohjelmallisesti.



KUVA 1. Huonesäätöjen modulikotelo.

Urakkaan kuului myös jonkin verran putkitöitä, jotka suoritti toinen aliurakoitsija.

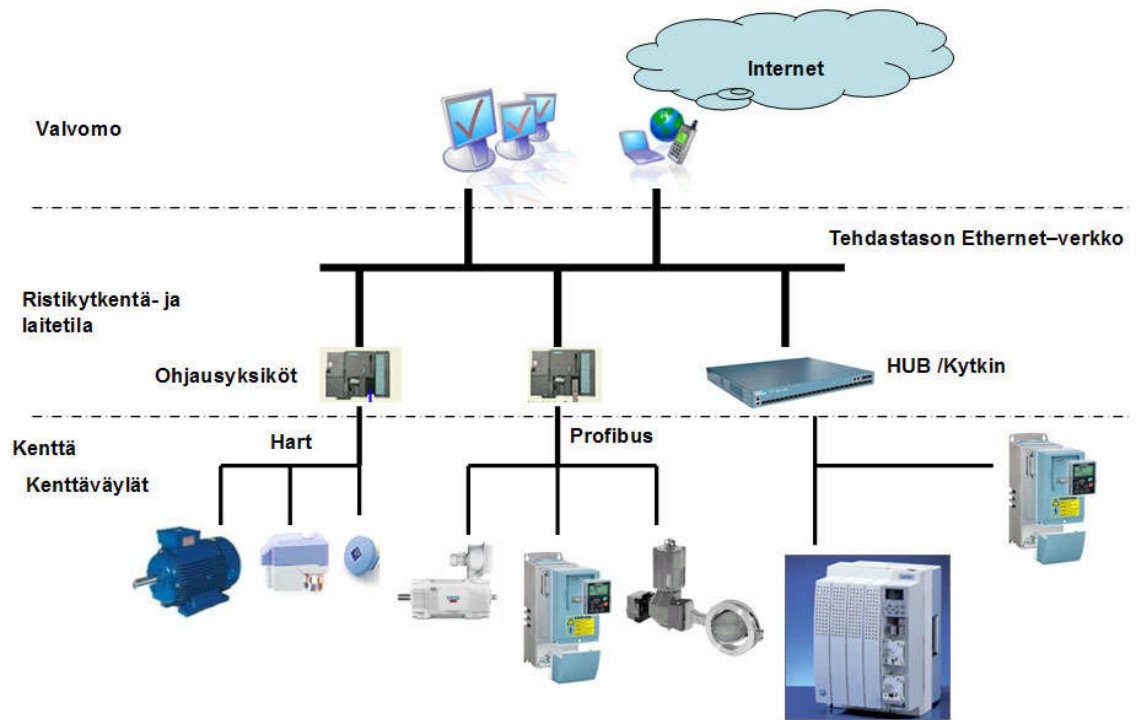
2 RAKENNUSAUTOMAATIO

Rakennusautomaatio ohjaa kiinteistön lämmitystä, ilmanvaihtoa, ulkovaloja sekä joskus myös sisävaloja riippuen käyttötarkoituksesta. Rakennusautomaatio suunnitellaan kiinteistöihin siten, että muut järjestelmät ovat liitettävissä siihen käyttäen eri väyläprotokollia tai suoraan fyysisiä liityntöjä hyödyntäen. Automaatio siis voi ohjata useita eri toimintoja samanaikaisesti riippuen käytettävästä järjestelmästä sekä käytössä olevasta I/O -määrästä. Pienillä säädinlaitteistoilla ohjataan usein esimerkiksi pelkkää lämmönjakoa, jossa on käytännössä vain lämpimän käyttöveden ja patteriverkoston säädöt. Tällöin ei tarvita kovinkaan monimutkaista laitteistoa. Sitten kun ohjataan esimerkiksi jo valaistuksia, sulanapitoja, jäähdytysverkostoa sekä ilmanvaihtoa, tarvitaan jo vähän järjestelmältään suorituskykyä. Tämä korostuu, mitä raskaampia, nopeampia tai kriittisempiä prosesseja ohjataan tai säädetään. Varsinkin sairaalaympäristössä tai datakeskuksissa vaatimukset ovat korkeat.

Rakennusautomaatio on automaation osa-alue, jolla on omat ominaispiirteensä. Rakennusautomaatio on työkalu, jolla vaikutetaan rakennusten sisäilmastoon ja valaistukseen sekä laajasti tulkiten myös rakennusten turvallisuuteen. Rakennusautomaatiolla ohjataan rakennuksen teknisiä laitteita ja pyritään optimoimaan energiankulutus, laitteiden kuluminen, melu ja maksimoimaan laitteiden käytöstä saatavat hyödyt. (Suomen automaatioseura 2019)

2.1 Automaation tasot

Automaatiolla on eri tasoja. Ensimmäisenä on kenttälaitetaso, jossa on kaikki toimilaitteet ja anturit. Tämän jälkeen tulee ohjainyksikkötaso, jossa tapahtuu prosessien analysointi ja ohjaukset. Tämän tason päälle tulee valvomo -/ internet-taso, jossa voidaan hakea tietoa kaikilta samaan ethernet -verkkoon liitetyiltä asemilta tai muilta prosessin osilta. Kuvassa 2 on esimerkkiteotus yleisestä automaatiojärjestelmän muodostuksesta. Rakenne on samankaltainen niin kiinteistö -kuin tehdasautomaatiossa. Vaatimukset näiden välillä ovat erilaiset. Tehdasympäristössä esimerkiksi kaapelityypeillä on suurempi merkitys siellä esiintyvien häiriöiden vuoksi.



KUVA 2. Automaatiojärjestelmän tasot. (Opetushallitus 2019)

3 URAKAN TAUSTAT

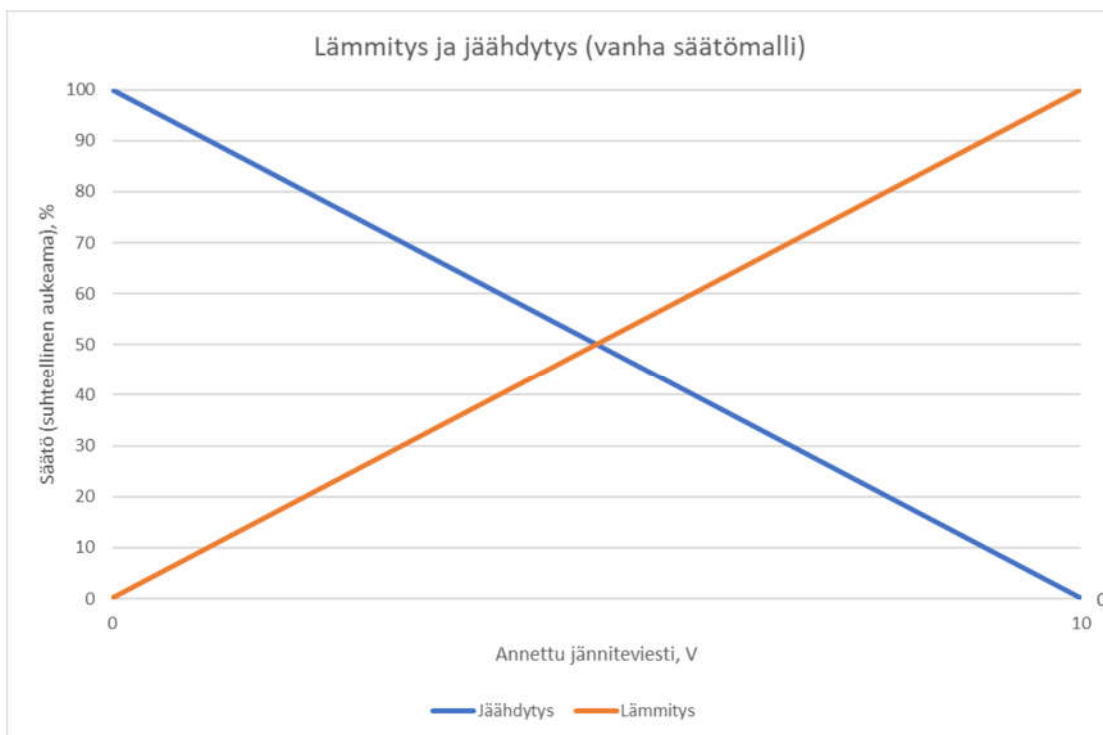
3.1 Fidelix

Kohteen automaatio toteutettiin Fidelixin järjestelmällä kokonaisuudessaan. Fidelix on yksi suurimmista kotimaassa toimivista rakennusautomaatioalan yrityksistä. Pääkonttori sekä tuotantoyksikkö sijaitsevat Vantaalla. Aluekonttoreita Suomessa on 10 sekä noin 40 jälleenmyyjää. Ruotsissa Fidelixillä on tytäryhtiö. Fidelix työllistää päämarkkina-alueellaan tällä hetkellä lähes 300 työntekijää. (Fidelix intra 2019)

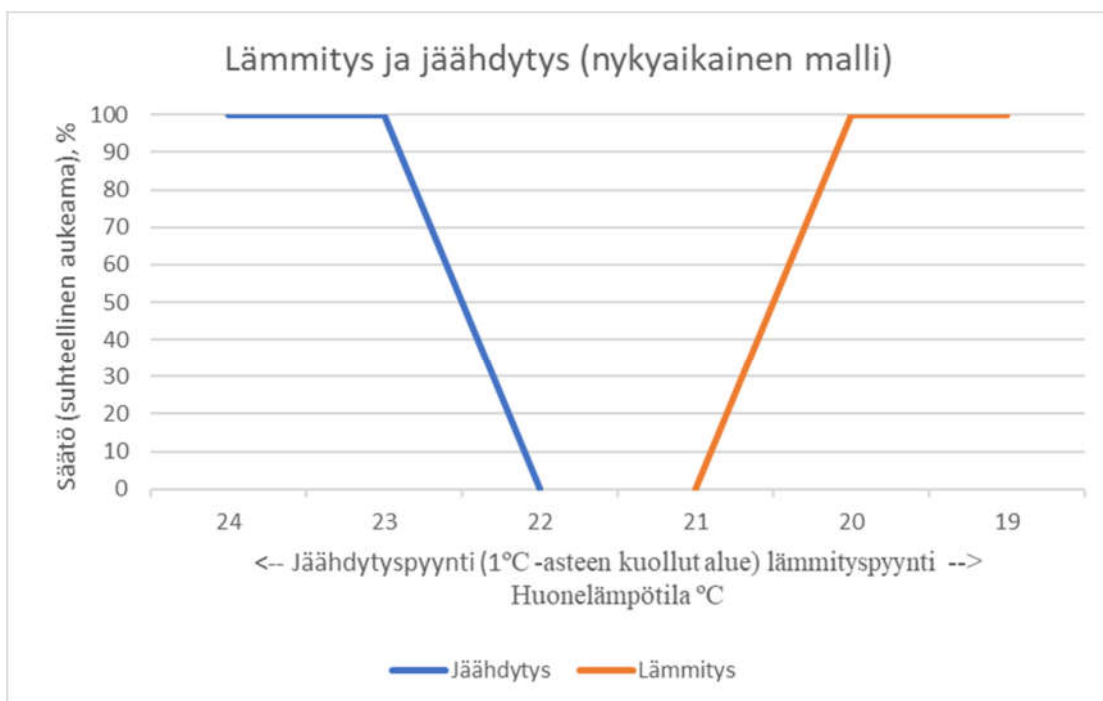
3.2 Kartoitus työmaalla

Ennen virallista työn aloitusta työmaalla tehtiin kartoituskierros, jossa oli lisäksi mukana kohteen tilaajan edustaja sekä suunnittelija, joka oli samalla automaatiourakan virallinen valvoja. Kartoituksessa kierrettiin mahdollisimman laaja-alaisesti työalueet läpi ja tässä samalla hyödynnettiin olemassa olevia pohjakuvia.

Jokaiseen kerrokseen uusittiin huonesäädöt käyttäen nykyisiä venttiileitä, venttiilimoottoreita ja läsnäoloilmaisimia. Alkuperäiset huoneanturit purettiin kaapeleineen ja kaapelit päätettiin rasiaan. Aiemman toteutuksen huonesäätimiä pystyttiin hyödyntämään uusittavien kaapelointien kytkentärasioina. Huonesäätimien sisältö purettiin. Sieltä poistettiin kaikki mahdolliset I/O-kortit sekä mahdolliset virtalähteet. Huomattavaa oli myös se, että suurin osa yhden tilan lämmityksestä ja jäähdytyksestä oli kytketty samaan säätöviestilähtöön. Tällöin tulee väkisinkin tilanteita, että lämmitys ja jäähdytys ovat yhtä aikaa päällä. Näissä toimilaitteet olivat laitettu toimimaan lämmityksen ja jäähdytyksen välillä vastakaisesti toimisuuntiin toisiinsa nähden eli kun lämmitysventtiili lähtee aukeamaan, lähtee jäähdytysventtiili sulkeutumaan samassa suhteessa ja samanaikaisesti. Alkuun oli myös tiedossa, että joissain säätöpiireissä lämmitysventtiilin toimilaitte saattoi toimia 0-5 voltin alueella 0-100% -säädöllä ja jäähdytysventtiilin toimilaitte vastaavasti 5-10 voltin alueella 100-0% -säädöllä. Vanhalla toteutuksella lämmityksen ja jäähdytyksen välinen kuollut alue ei tule koskaan toteutumaan. Kuvista 3 ja 4 löytyy havainnollistus tästä.



KUVA 3. Lämmitys ja jäähdytys samassa AO-pisteessä (yhteinen säätöviesti)



KUVA 4. Lämmitys ja jäähdytys eri AO-pisteissä (erilliset säätöviestit)

Kartoituskäynnillä käytiin läpi myös kaikki sähkökeskusmuutokset niiltä osin mitä urakka vaati. Suuria muutoksia sähkökeskuksiin ei tullut, mutta kaikkiin ulkovalaistuksiin ja erillispoistopuhaltimiin lisättiin käytitiedot käyttäen kontakto-

riin lisättäviä apukoskettimia. Käyntitieto saadaan potentiaalivapaana kärkitietona. Ilmanvaihtokoneiden taajuusmuuttajilta poistettiin mahdolliset ohituskäytöt. Tämä tarkoitti muun muassa sitä, että taajuusmuuttajien sekä ilmanvaihtokoneiden lämmityspatterien pumppujen käyttökytkimet vaihdettiin A-0-1 -muotoisesta 0-1 -muotoon. Nykyisin on tapana, että lämmityspumput ovat koko ajan päällä. Taajuusmuuttajien ohituskäytön poistolla vältetään puhaltimen suora käynnistäminen täyteen nopeuteensa liian nopeasti. Kiinteistön puhaltimista suurin osa oli hihnakäyttöisiä ja tällaiset äkkikäynnistykset vain lyhentävät hihnan käyttöikä.



KUVA 5. Ohjauskytkimiä iv-konehuoneessa

3.3 Olosuhteet ennen urakan aloitusta

Urakan alkuvaiheessa tilojen käyttäjien edustajilta tiedusteltiin sähköpostitse, että mitkä asiat olivat olleet hyvin tai päinvastoin huonosti. Yleisesti ongelmana toimitusaloissa oli se, että tilojen lämmitykset tai jäädytykset eivät ole toimineet kovinkaan hyvin. Myös ilmanvaihdon kanssa on ollut ongelmia. Tämän totesivat myös kiinteistön huoltomiehet, kun heitä haastateltiin kentällä.

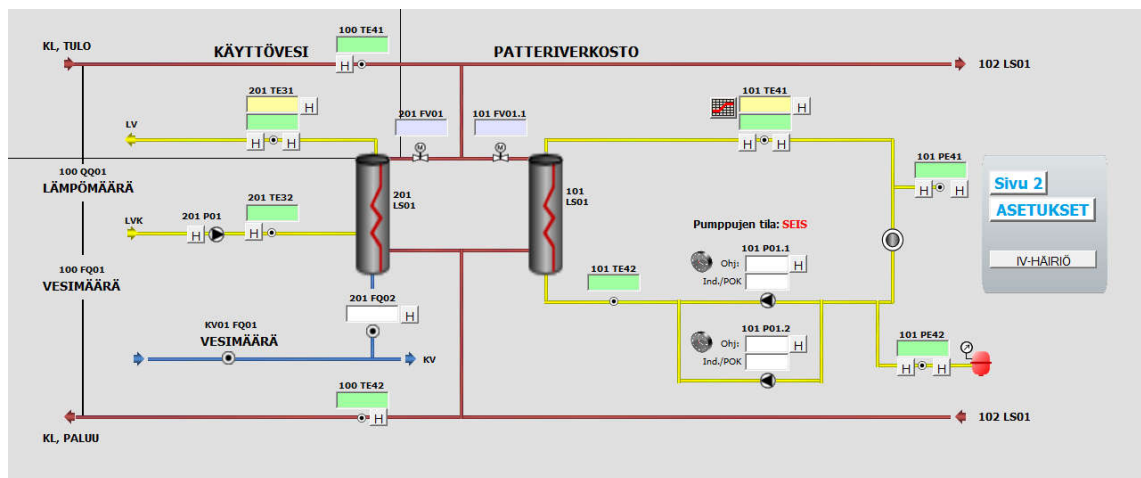
4 PROJEKTIN LUONTI

4.1 Suunnittelu

Ennen kuin oikeastaan mitään pystyi tekemään, täytyi perehtyä urakkakuviin. Perehtymisen myötä pystyttiin tekemään aliurakoitsijalle kaapelinvetoluettelo kaikista urakkaan kuuluneista kaapeleista. Liitteessä 1 esimerkki vetoluettelosta, joka luotiin tähän projektiin. Liitteessä 2 on esimerkki kytkentäluettelosta, minkä mukaan I/O-kortit tulee kytkeä.

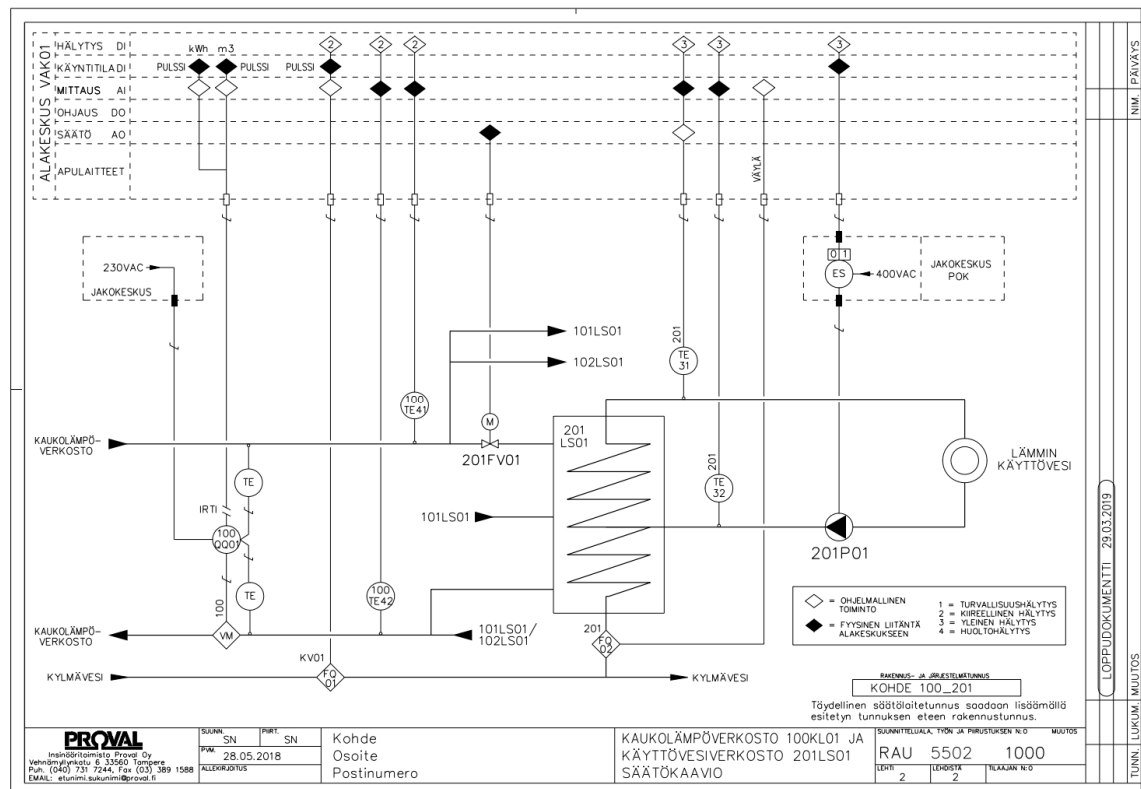
4.1.1 Grafiikkakuvat ja pistemäärittelyt

Jokaisesta säätökaaviosta tehtiin grafiikkakuvat, johon tuli dynaamisia tilojaan vaihtavia symboleja. Tähän käytettiin Fidelixin omaa html -pohjaista grafiikkakuvaeditoria.



KUVA 6. Kiinteistön lämmönjaon grafiikka.

Grafiikkakuvaan täytyi tuoda kaikki säätökaavion olennaisimmat asiat. Siinä täytyy näkyä kaikki mittaukset ja asetusarvot. Myös kaikki säätökaavioissa mainitut numeeriset viiveet tai muut sellaiset arvot täytyy näkyä ja olla käyttäjän muutettavissa. Grafiikoiden täytyy olla myös selkeitä, jotta huoltohenkilökunta tai muut vastaavat tahot osaavat sitä tulkita.



KUVA 7. Säätökaavio, käyttövesiverkosto. (Proval 2018)

Kun pisteet ovat grafiikalla, viedään ne erilliseen editoriohjelmaan, jossa pisteet määritellään lopulliseen muotoonsa. Niille annetaan määritetyn pistetunnuksen lisäksi tarkennettu teksti siitä mikä se on. Samoin pisteille annetaan kutakin esimerkiksi mittaus kuvaava suure (Pa, bar, kWh jne.). Hälytyspisteille voidaan määrittellä niiden kiireellisyysluokka (A, B, C jne.) ja pisteille voidaan määrittää päälle -ja poismenoviiveet. Kiireellisyysluokat on yleensä mainittu suunnitelmissa. Viiveiden asetteluun vaikuttaa myös hälytyksen laatu ja luokka. Kaikkien hälytysten ei tarvitse mennä samalla sekunnilla päälle. Esimerkiksi huonelämpötilojen raja-arvohälytykset eivät aiheuta välittömiä toimenpiteitä, jolloin näissä voidaan asettaa viive esimerkiksi 15-30 minuuttiin. Poikkeuksen tekee esimerkiksi mahdolliset muuntamotilojen lämpötilat, joissa niiden valvonta on tarkempaa. Vastaavasti esimerkiksi ilmanvaihtokoneen jäätymissuojatermostaatin hälytys tulisi lähteä nopeasti kiinteistön huoltohenkilökunnalle jatkohälytyksenä.

Measurement point properties*

OK
 Apply
 Cancel

Point

Pointname: KOHDE_201_TE31_M View: 0 Manual: 0 Progr.: 0

Text: LKV, Lämpötila, Meno, Mittaus

Picture: Auto History point

Point link

Port.Module: 03.001 Point:

Global point

FX-Editor properties

Include point to label list Physical point

Analog in

Set value: Unit: °C

Type: Analog Decimals: 1

Sample time (sec): 60 Tolerance: 0

Time constant (sec): 0 Offset: 0

Lookup table: NTC10

Runtime point name:

Limits

| | Name | Value |
|---------|---------|-------|
| Limit 1 | Yläraja | 65 |
| Limit 2 | Alaraja | 55 |
| Limit 3 | Liukuma | 8 |
| Limit 4 | | 0 |
| Limit 5 | | 0 |
| Limit 6 | | 0 |
| Limit 7 | | 0 |
| Limit 8 | | 0 |

1 point is selected for editing

KUVA 8. Mittauspisteen määrittely.

4.1.2 Ohjelmointi

Ohjelmoinnissa käytettiin vapaaseen lähdekoodiin perustuvaa OpenPCS -ohjelmistoa, jota on muokattu Fidelixille sopivaksi. Ohjelmat kirjoitetaan tekstipohjaisella ohjelmointikielellä eli ST-kielellä (Structured text). Ohjelmoinnissa käytetään samoja pistetunnuksia, mitä grafiikalle ja editoriin on luotu. Muuten ohjelma ei tunnista mitä laitetta pitäisi missäkin tilanteessa ohjata.

```

if Aikaohjelma_1 = -9999 then (*Jos aikaohjelmaa ei ole syötetty, toimii pelkällä valoisuusohjauksella*)
  (* ===== Sammutetaan valot ===== *)
  if FB_PaalleOhjausViive_1.Q = true then
    if Ylitys = 1 then
      Ohjaus:=0;
    end_if;
  end_if;

  (* ===== Sytytetään valot ===== *)
  if FB_PoisOhjausViive_1.Q = true then
    if Alitus = 1 then
      (* Ulkona pimeää *)
      Ohjaus:=1;
    end_if;
  end_if;

else (*Aikaohjelma otetaan huomioon ohjauksessa*)
  (* ===== Sammutetaan valot ===== *)
  if FB_PaalleOhjausViive_1.Q = true then
    if Aikaohjelma_1 = 0 or Ylitys = 1 then
      Ohjaus:=0;
    end_if;
  end_if;

  (* ===== Sytytetään valot ===== *)
  if FB_PoisOhjausViive_1.Q = true then
    if Alitus = 1 and Aikaohjelma_1 = 1 then
      (* Ulkona pimeää *)
      Ohjaus:=1;
    elsif Valoisuus_Tunnus = '' and Aikaohjelma_1 = 1 then
      (* Ulkona pimeää *)
      Ohjaus:=1;
    end_if;
  end_if;
end_if;
end_if;

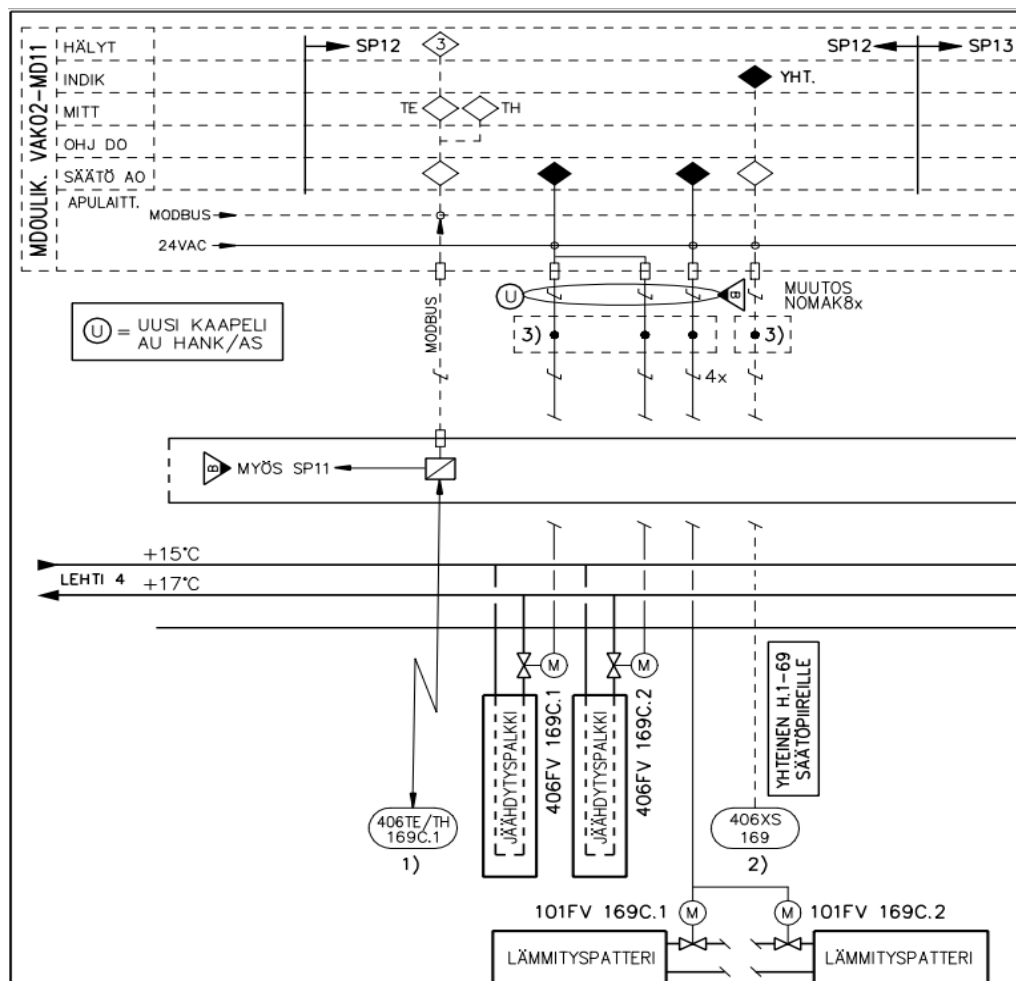
```

KUVA 9. Esimerkki ST-kielestä (Valo-ohjaus)

5 KÄYTTÖNOTOT

5.1 Huonesäädöt

Kaikkien toimistotilojen huonesäädöt kaapeloitiin niiltä osin mitä uusi järjestelmä vaati. Kaikki säädöt oli jaettu erillisiin säätöpiireihin, johon kuhunkin kuului enimmillään lämmityspatterit, jäähdytyspalkit, läsnäoloilmaisimien sekä langaton huoneanturi. Kohteessa oli myös useita avotoimistoja, joissa oli useita lämmityspattereita ja jäähdytyspalkkeja. Näiden ohjaus toteutettiin yleisesti niin sanotusti pareittain eli kaksi lämmityspatteria olivat pari ja vastaavasti kaksi jäähdytyspalkkia olivat pari. Kummallakin parilla oli oma AO-pisteensä. Yhtä tällaista patteripari -ja jäähdytyspalkkiparikombinaatiota säädetään yhdellä vapaasti sijoitettavalla anturilla. Kuvassa 10 näkyy esimerkki mitä tällaisella pariohjauksella esimerkiksi säätöpiirin nro 12 osalta tarkoitetaan.



KUVA 10. Huonesäätöjen perustoteutus. (Proval 2018)

Huonesäätöjen osalta kaapeloitiin kaikki modulikoteloiden ja tukiasemien väliset väylät. Nämä väylät kaapeloitiin häiriösuojatulla Jamak -kaapelilla alakeskuksiin siten, että puolet kerroksista kaapeloitiin lämmönjakohuoneessa sijaitsevaan VAK01:seen ja toinen puolisko kaapeloitiin ilmanvaihtokonehuoneessa sijaitsevaan VAK02.1:seen. Nämä jaettiin osaltaan pistemäärän takia ja osittain käyttöönottojen sujuvuuden takia. Huonesäätöjen kerroskohtainen porrastus pystyttiin tämän jaon myötä tekemään paremmin, koska tiloissa oli koko ajan siellä työskenteleviä ihmisiä. Näin ollen saatiin myös nopeammin käyttöönotettua ensimmäiset kerrokset. Alkuperäinen huonesäätöväylä oli kaapeloitu kokonaisuudessaan iv-konehuoneeseen. Tässä urakassa ei voitu kaikkia huonesäätöjä viedä iv-konehuoneeseen, sillä nämä huonesäätöjen käyttöönotot vaativat ohjelmien uudelleenlatauksia ala-asemaan, joka tarkoittaa sitä, että kaikki kyseiseen ala-asemaan liitetyt prosessit ilmanvaihtokoneita myöten käynnistyisivät uudelleen. Edellä mainitulla porrastuksella pystyttiin välttämään paremmin tällaiset tilanteet.

Kerrosten huonesäätöjen modulikoteloista tehtiin CAD-kuvat, joiden pohjalta keskusvalmistaja kokosi ne. Modulikoteloihin tulevat laitteet tilattiin erikseen suoraan keskusvalmistajalle. Koteloihin asennettiin kaikki tarvittavat I/O-kortit, virtalähteet etusulakkeilla sekä tarvittava määrä riviliittimiä jännitteiden kytkentöjä varten. Koska tiloihin jätettiin vanhat läsnäoloilmaisimet, niin näitä varten tarvittiin 12 voltin virtalähde. Siihen tarkoitukseen modulikoteloon asennettiin Proidualin JY -laite, jonka avulla siihen tuleva 24VAC -jännite voitiin muuttaa moneenkin eri jännitetasoon, kuitenkin niin, että yksi jännitetaso kerrallaan on käytössä. Samaista Proidualin JY:tä käytettiin I/O-kortteihin, sillä ne toimivat 24VDC -jännitteellä. Kummallekin jännitetasolle oli oma riviliitinpakkansa koteloidissa. Liitteessä 5 on esimerkki CAD-piirustus yhdestä kerroksen modulikotelosta.

Modulikoteloiden ja langattomien anturien tukiasemien sähkönsyöttö otettiin lähimmästä kerroksen jakokeskuksesta. Kussakin kerroksessa oli kaksi erillistä jakokeskusta ja syötöt jaettiin siten, että puolet modulikoteloista sekä tukiasemat kaapeloitiin toiselle jakokeskukselle ja puolet toiselle. Se miksi tämä jako tehtiin, johtuu siitä, että olemassa olevina muuntajina oli 500 VA:n tehoiset

230VAC/24VAC -muuntajat ja laskennalliset kuormat tällä puoliksi jaolla olisi ollut noin 300VA. Joten koko kerroksen laitteiden kytkennät yhteen muuntajaan olisi ollut kuormallisesti liikaa ja muuntaja olisi varmasti lakannut toimimasta. Kuormien laskennalliset arvot saatiin, kun tiedettiin paljonko siellä olevat laitteet oletettavasti tarvitsivat tehoa. Alkuperäisten toimilaitteiden maksimi tehontarve saatiin valmistajan datalehdessä ja tämä oli 5 VA. Tätä tietoa hyödynnettiin sitten laskemalla kokonaistehontarve, kun laitteita oli yhdessä kerroksessa keskimäärin noin 100 kappaletta. Uusissa toimilaitteissa tehontarve olikin sitten pienempi. Ainoastaan ensimmäiseen kerrokseen vaihdettiin nuo muuntajat uusiin. Tilalle asennettiin 400 VA:n tehoiset muuntajat.

Modulikoteloiden ja tukiasemien jännitesyöttö saatiin kunkin jakokeskuksen vapaasta muuntajan toisiopuolen lähdöstä. Lähtöjä kullakin muuntajalla oli yhteensä kuusi kappaletta ja näistä oli aina vähintään kaksi vapaana. Keskuksiin merkattiin nämä käyttöönotetut vapaat lähdöt. Jännitelähdöt kaapeloitiin 3x2,5mm² -kokoisella MMJ:llä. Tämä siksi, että kaapelointimatkat kasvoivat sen verran suuriksi, että niissä olisi tullut liikaa jännitehäviötä, jos oltaisiin kaapeloinnissa käytetty esimerkiksi Nomak -kaapelia. Esimerkiksi 30 metrin matkalla jännitehäviö näkyy hyvin erilaisena näiden kahden kaapelityypin välillä. Koska tässä tapauksessa voidaan vaihejohtimen olevan piirin kannalta vastus, jännitteenalenema 20°C -asteessa saadaan yhtälön 1 mukaisesti:

$$\Delta U = I_{tot} \cdot 2 \cdot l \cdot r \quad (1)$$

Missä

| | |
|------------|--|
| ΔU | On absoluuttinen jännitteenalenema (V). |
| I | On kuormituksen virta (A). |
| l | On johdotuksen pituus (m). |
| r | On kaapelin ominaisresistanssi (Ω/km). |

MMJ:n ominaisresistanssiin käytettiin taulukkoarvoa ja Nomakin kohdalla käytettiin erään valmistajan ilmoittamaa arvoa, jotka ovat hyvin suuntaa antavia. MMJ 3x2,5 -kaapelille (kuparijohdin) ominaisresistanssiksi ilmoitetaan 7,07 Ω/km . 0,5 mm²:n kuparikaapelille ominaisresistanssi on 37,4 Ω/km .

Yhden jakokeskuksesta käyttöön otetun lähdön maksimi kuorma laskettiin ottamalla huomioon kaikki yhden MMJ:n perässä olevat laitteet, eli kenttälaitteita maksimissaan 25 kappaletta, modulikotelon kahdet hakkurivirtalähteet sekä mahdollinen langattomien anturien tukiasema ja pisimmän kaapelin etäisyys jakokeskuksesta noin 30 metriä. Yhden modulikotelon maksimi venttiilimoottori-kuorma oli käynnistyshetkellä 125 VA. Hakkurivirtalähteiden vaatima tehon tarve valmistajan mukaan on alle 30 VA ja Multi24 -tukiasema ottaa tehoa 4 VA. Kun oletetaan hakkurivirtalähteen ottavan 25 VA, saadaan oletetuksi kokonais-tehon tarpeeksi 178 VA. Tästä tehosta saadaan virta jakamalla käyttöjännite 24 VAC tuolla lasketulla tehontarpeella ja maksimivirraksi I_{tot} saadaan 7,87 ampeeria.

Kun tuo oletettu maksimivirta sijoitetaan kaavaan yksi ja käytetään 2,5 mm²:n kaapelin arvoja, niin jännitteenalenukseksi saadaan 1,7 voltia, kun taas 0,5 mm²:n kaapelilla jännitteenalenukseksi saadaan 8,8 voltia, jolloin voidaan todeta, että vaikka kyseessä on 24 voltin lähtö, niin tuo kaapelin pituus yhdessä kuorman kanssa aiheuttaa jännitehäviötä. Kun tiedossa on absoluuttinen jännitteenalenukseksi ja nimellisjännite, suhteellinen jännitehäviö saadaan kaavalla:

$$\Delta u = \frac{\Delta U}{U_n} \cdot 100\% \quad (2)$$

Kun saadut absoluuttiset jännitteenalenukset on saatu laskettua, saadaan MMJ:lle suhteelliseksi jännitteenalenukseksi 7,1% ja Nomakille 36,6%.

Olemassa olleiden venttiilimoottorien valmistaja ilmoittaa käyttöjännitteeksi 24V ± 15 %, jolloin MMJ:tä käytettäessä jäädyään alle tuon ilmoitetun maksimin. Todellisessa käyttötilanteessa virrankulutukset ovat pienemmät, koska kaikkia laitteita ei välttämättä ajeta yhtä aikaa ja käyttöjännite venttiilimoottoreilla putoaa tuosta ilmoitetusta 5 VA:sta.

5.1.1 Langattomat anturit ja niiden tukiasemat

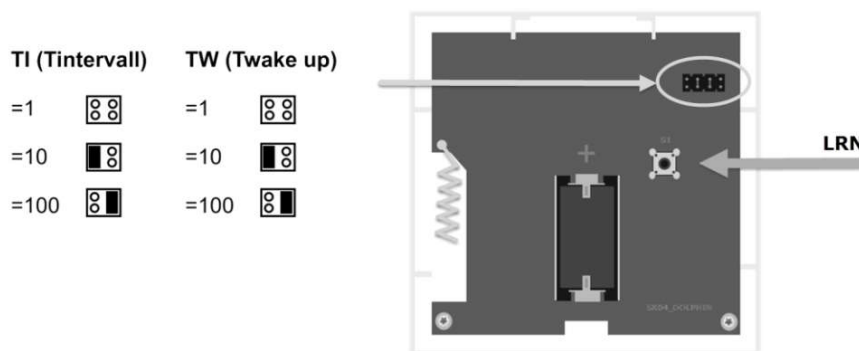
Huonesäädöissä käytetyt langattomat anturit olivat Thermokonin valmistamia EnOcean -tekniikalla toimivia ja ne toimivat omaenergia-periaatteella eli niissä on

valoenergiaa keräävä aurinkokenno. EnOcean -tekniikka mahdollistaa laitteiden langattoman viestinnän tietyillä radiotaajuuksilla. Euroopan alueella tämä taajuus on 868 MHz, Yhdysvalloissa 902 MHz ja Japanissa 928 MHz. EnOcean -tekniikka voidaan käyttää myös 2,4 GHz:n taajuuksilla, mikä on bluetooth -tekniikan taajuus. Antureissa on myös mahdollisuus paristolle. Kaikkiin antureihin asennettiin nämä paristot, sillä se nopeutti huomattavasti anturin käyttöönottoa. Anturin toiminta perustuu siihen, että se pyrkii käyttämään pääsääntöisesti tuota valokennon kautta saatua energiaa ja sitten vasta patterista saatavaa varaenergiaa. Paristojen kestoksi valmistaja on arvioinut 5-10 vuotta käytöstä riippuen.



KUVA 11. Thermokonin SR04-P -anturi, jossa lämpötilan poikkeutus

Antureissa on mahdollista myös asettaa dippikytkimillä mittauksien aikaväli sekä mittaustiedon lähetyksen aikaväli. Tämän kaltaisessa ympäristössä kyseisten aikavälien ei tarvitse olla kovinkaan tiheitä. Kuitenkin, mitä nopeammaksi nuo aikavälit asetetaan, kasvaa myös anturin käyttämä energiantarve.



TW (Twake up): *Measuring interval* | **TI (Tintervall):** *Transmission interval*

KUVA 12. Langattoman anturin taustaosa. (Thermokon 2019)

Käyttöönotoissa huomattiin, että dippikytkinten keskimmäiset asennot (10) todettiin parhaimmiksi tässä urakassa. Kyseiset asetukset ovat toimineet yleisesti muuallakin. Kuvassa 12 näkyvää LRN-painiketta käytettiin anturin yhdistämiseksi tukiasemaan.

Tukiasemana käytettiin Fidelixin omaa Multi24 -laitetta, jossa on EnOcean -lisäosa. Multi24:sta voidaan käyttää myös itsenäisenä huonesäätimenä, mutta soveltuu se tuon lisäosan myötä myös ihan pelkästään tukiasemaksi. Tukiasemia asennettiin kaksi kappaletta kuhunkin kerrokseen. Anturien kantamat riittivät todella hyvin, sillä ensimmäisten anturien käyttöönotoissa kantamia testattiin siten, että anturi vietiin pahimpaan mahdolliseen paikkaan eli kerrosta ylemmäs ja yhteys anturin ja tukiaseman välille saatiin tällöinkin muodostettua. Tällaista tilannetta ei todellisuudessa tullut, kun kaikki keskenään konfiguroitavat laitteet sijaitsivat samassa kerroksessa, eikä esimerkiksi paksuja väliseiniä ollut hirveästi.

Anturien käyttöönottoa varten oli luotu tarkoitukseen soveltuva IEC 61131-3 -standardia käyttävä PLC-ohjelma aikaisemmin mainitulla OpenPCS -ohjelmalla. Grafiikalle tehtiin käyttöönottoa varten piste, jonka arvoa voidaan aina kasvattaa yhdellä numerolla. Kun pisteeseen kirjoitettiin esimerkiksi arvo 1, voitiin tämän jälkeen yhdistää anturi painaen LRN-painiketta muutaman sekunnin pohjassa. Tätä jatkettiin niin kauan kuin kaikki kerroksen anturit olivat yksitellen otettu käyttöön. Ohjelmaan tehtiin myös mahdollisuus anturin poistoon, jos esimerkiksi

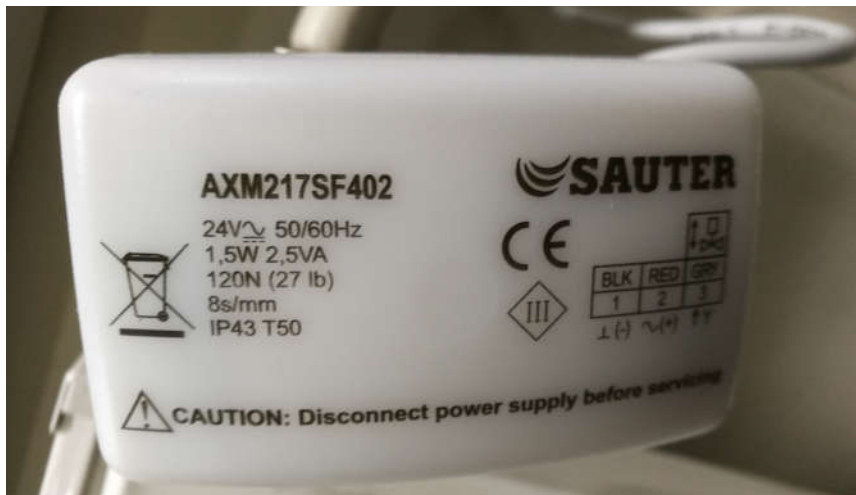
joku anturi konfiguroitiin vahingossa väärään tilaan tai, jos myöhemmin poistetaan rikkoutunut anturi ja tilalle paritetaan uusi.

Myös Multi24 -tukiaseman käyttöönotto tapahtui nopeasti, sillä se toimii samalla väyläprotokollalla kuin alakeskuksissa tai modulikoteloissa käytettävät I/O-kortit. Ainoastaan laitteiden osoitteet piti tarkkaan miettiä. Virhetilanteita syntyi välillä siitä syystä, että samassa väylässä oli vahingossa samalle osoitteelle määritettyä laitetta. Tällöin master -laite eli alakeskus ei pysty tunnistamaan kumpakaan laitetta ja molemmat samalla osoitteella olevat laitteet menevät virhetilaan.

5.1.2 Säätöpiirien muut kenttälaitteet

Urakkasuoritukseen kuului jokaisen venttiilin, venttiilimoottorin sekä läsnäoloilmaisimien testaamiset. Koestukset suoritettiin sen takia, että tiedetään laitteen olevan kytketty oikeaan I/O-pisteeseen modulikotelossa sekä tietysti senkin takia, että nähdään laitteen ylipäättään toimivan.

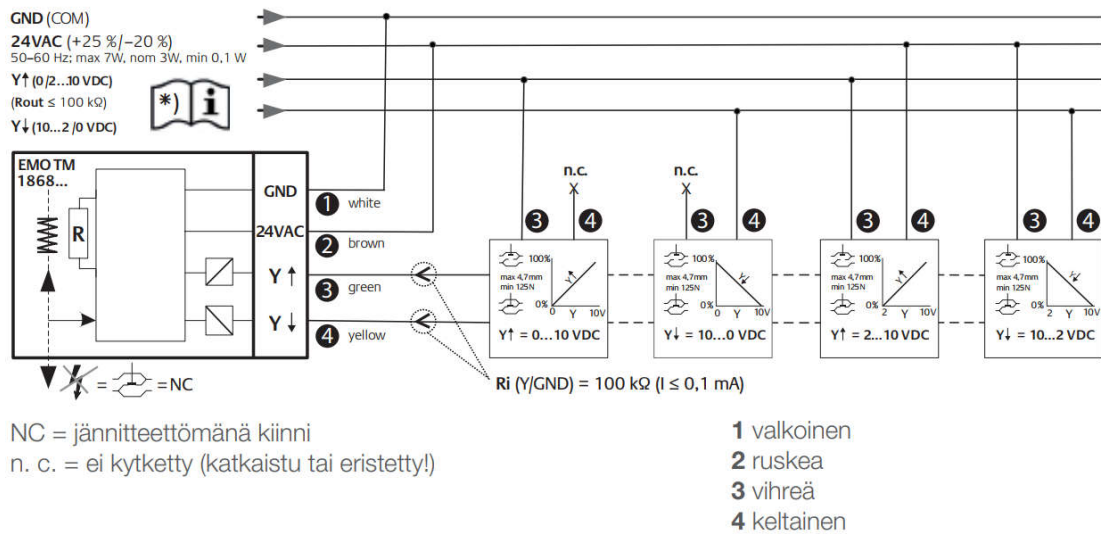
Kohteen alkuperäisistä venttiilimoottoreista ei päällepäin suoraan nähnyt, että ajaako se venttiilin karaa vaan jokainen täytyi irrottaa ja tarkastaa, että toimilaitte ajoi. Laitteessa paloi toisessa päädyssä punainen tai vihreä valo (riippuen laitteen iästä) ja se rupesi vilkkumaan toimilaitteen ajaessa. Koska etukäteen oli tiedossa, että tiloista saattaa suurella todennäköisyydellä löytyä eri jänniteviesteillä toimivia toimilaitteita. Toimilaitteita ajettiin 0 V:n, 2 V:n, 5 V:n, 8 V:n sekä 10 V:n alueilla. Näin saatiin selville millä jänniteviestialueella kukin toimilaitte toimii. Kaikki lämmityspatterien toimilaitteet ajoivat 0-100%:n säädöllä eli auki-kiinni suuntaan jännitteen kasvaessa ja pääosin kaikki jäähdytyspalkkien toimilaitteet ajoivat 100-0%:n säädöllä eli kiinni-auki -suuntaan jännitteen kasvaessa.



KUVA 13. Lämmityspatterien ja jäähdytyspalkkien toimilaitte.

Toimilaitteita löytyi kolmea eri mallia samalta valmistajalta. F202 oli käytössä lämmityspattereissa, F302 oli jäähdytyspalkkeissa sekä uudempia F402 -sarjalaisia oli oikeastaan tasaisesti molemmissa käytöissä. Näistä F402 on tarkoitettu muutettavaksi säätöjen suhteen, sillä niiden kansi saatiin kohtalaisen helposti auki. Edeltävissä malleissa on samat muuntomahdollisuudet toimilaitteen sisällä, mutta niitä ei saanut auki hajottamatta toimilaitteen rakennetta. Se miksi F202 oli lämmityskäytössä ja F302 oli jäähdytyskäytössä, johtuu siitä, että niiden toimisuunnat ovat tehtaalla asetettu päinvastaisiksi, joten ne ovat toimineet niiltä osin tuossa vanhassa yhden säätöpisteen ohjaustekniikassa. Toimilaitteiden ajosuunnat jätettiin sellaisiksi, sillä urakkaan ei kuulunut näiden toimilaitteiden uusimiset. Ainoastaan vialliset uusittiin. Viallisia löytyikin kokonaisuudessaan yli 80 kappaletta ja niiden tilalle asennettiin eri valmistajan toimilaitte. Toimilaitteiksi valikoitui IMI Hydronic Engineeringin EMO TA toimilaitte. Nämä hyväksyttiin ennen asennusta valvojalla ja tilaajan edustajalla. Uudet toimilaitteet olivat vähän hitaampia kuin vanhat. Syy siihen on se, että vanhat toimilaitteet olivat sähkömekaanisesti hammaspyörästä toimivia ja uudet toimilaitteet ovat vahapalloa lämmittäviä. Vahapallon lämmittämiseen menee tietysti oma aikansa, mutta niiden mekaaninen kestävyys on parempi. EMO TA:ssa toimisuunnan muunto tapahtui kytkemällä eri johdin säätöviestille.

Kytkentäkaavio



KUVA 14. IMI Hydronic Engineering EMO TA:n kytkentäkaavio. (IMI Hydronic Engineering 2019)

Myös kaikkien venttiilien toiminta tarkastettiin eli näistä todennettiin karan toiminta. Tässä kohtaa rupesi muutama jäähdytysventtiili vuotamaan, koska niitä ei oltu talven aikana juurikaan käytetty.

Lopullinen toimivuus tarkastettiin käyttäen apuna FLIR C3 -lämpökameraa. Sen avulla nähtiin lämmityspatterien ja jäähdytyspalkkien lämpötilat, kun toimilaitteita ajettiin ääriasennosta toiseen sähköisesti. Lämmityspatterien lämpötilan todennus oli paljon helpompaa kuin jäähdytyspalkkien sillä lämmitys oli koko ajan päällä ja lämpötilan muutos oli selkeämpi. Jäähdytystä varten laitettiin jäähdytysverkon vapaajäähdytys päälle, jolloin jäähdytystilanteessa lämpötilan tulisi laskea noin 16,5-17,5°C -asteeseen. Jäähdytysventtiilin ollessa kiinni, kuuluisi sisäänpuhalluksen lämpötilan olla se, mitä ilmanvaihtokone tuottaa eli noin 19-20°C -astetta. Jäähdytyspalkkien lämpökameramittausta haittasi paikoitellen palkkien kanssa samalla tasolla olleet lamput. Tarkastukset saatiin kuitenkin kohtalaisen hyvin tehtyä. Jäähdytysventtiilien toiminnan testaus olisi ollut helpompaa, mikäli oltaisiin käytetty konejäähdytystä. Konejäähdytystä ei kuitenkaan voida käyttää alle tietyn ulkolämpötilarajan ja testauksia suoritettaessa ulkolämpötila oli reilusti pakkasen puolella.

Läsnäoloilmaisimien tarkastukset sujuivat hyvin, sillä ne toimivat kaikki mitä sinne oli alun perin asennettu. Läsnäoloilmaisimilla oli sellainen ominaisuus, että kun niihin kytkettiin jännite, suorittivat ne jonkinlaisen omadiagnostiikan. Laitteen indikointi siis vaihtoi muutama kerran tilaansa ilman, että kukaan oli lähelläkään läsnäoloilmaisimen vaikutusaluetta. Tätä ei aluksi huomattu ja osa meinattiin todeta viallisiksi.

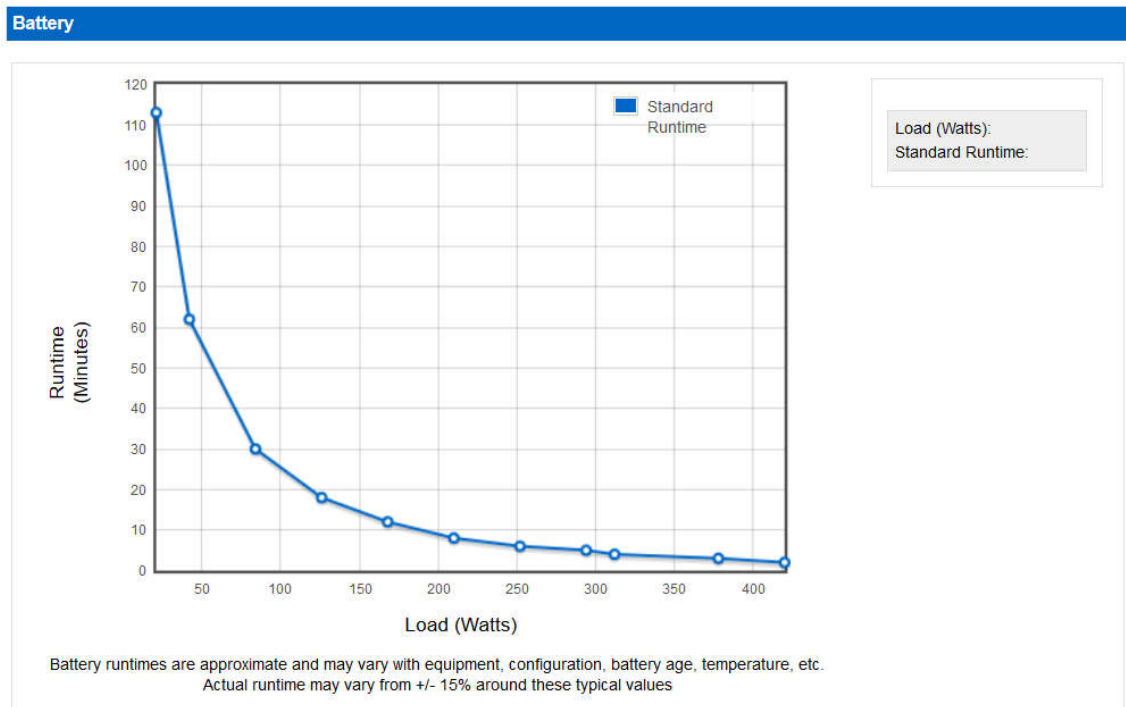
5.2 Alakeskusten saneeraukset

5.2.1 Yleistä

Kaikkien alakeskusten saneeraukset pyrittiin tekemään parhaassa mahdollisessa järjestyksessä ja saneeraus aloitettiin lämmönjakohuoneessa sijaitsevasta VAK01:stä. Saneeraus pystyttiin tekemään samanaikaisesti ensimmäisen huonesäätöjen osuuden ohella. Loppujen alakeskusten saneerauksien aikataulut täytyi miettiä tarkasti ja sopia tilojen käyttäjien kanssa varsinkin ilmanvaihtokoneita ohjaavien alakeskusten saneerauksen osalta. Alakeskusten saneerausten ohessa myös vaihdettiin kaikki urakkaan kuuluneet kenttälaitteet. Niitä olivat kaikki vyöhykepeltimoottorit, kaikki anturit sekä ilmanvaihtokoneiden tulo- ja poistoilmapeltimoottorit. Kaikista alakeskuksista löytyi vanhat kytkentä -ja piste-listat, joiden avulla pystyttiin alakeskussaneeraukset tekemään. Kaikki kenttälaitteet siis oli tuotu määritettyjen riviliittimien kautta I/O-korteille. Ilman näitä kytkentälistoja kytkentätyöstä olisi tullut täysin mahdotonta, kun ei voida tietää mikä mikäkin kaapeli on ja olisi jouduttu käymään alakeskukseen tuleva jokainen kaapeli yksitellen läpi.

Kaikkiin alakeskuksiin asennettiin UPS-varmennus ja UPS:lle tulevaan jännitteen valvontaan asennettiin erillinen valvontarele. Eli kun UPS:lle tuleva jännite jostain syystä katkeaa, rele lakkaa vetämästä ja näin ollen aiheuttaa hälytystilan. Isoimmassa alakeskuksessa VAK02:ssa jännitteen valvontareleen hälyttäessä, ajetaan isoimmat kuormat pois päältä eli isot ilmanvaihtokoneet sekä konejäähdytys ja jännitteen tullessa takaisin UPS:lle, lähdetään nostamaan kuormia ylös hallitusti portaittain. UPS-laitteina käytettiin Eatonin 5S 700i -mallia,

jossa on itsessään jo ylijännitesuojaukset, jolloin ei tarvittu erillisiä ylijännitesuojia. Kuvassa 15 nähdään, miten urakassa käytetty UPS toimii teoriassa eri kuormitustilanteissa.



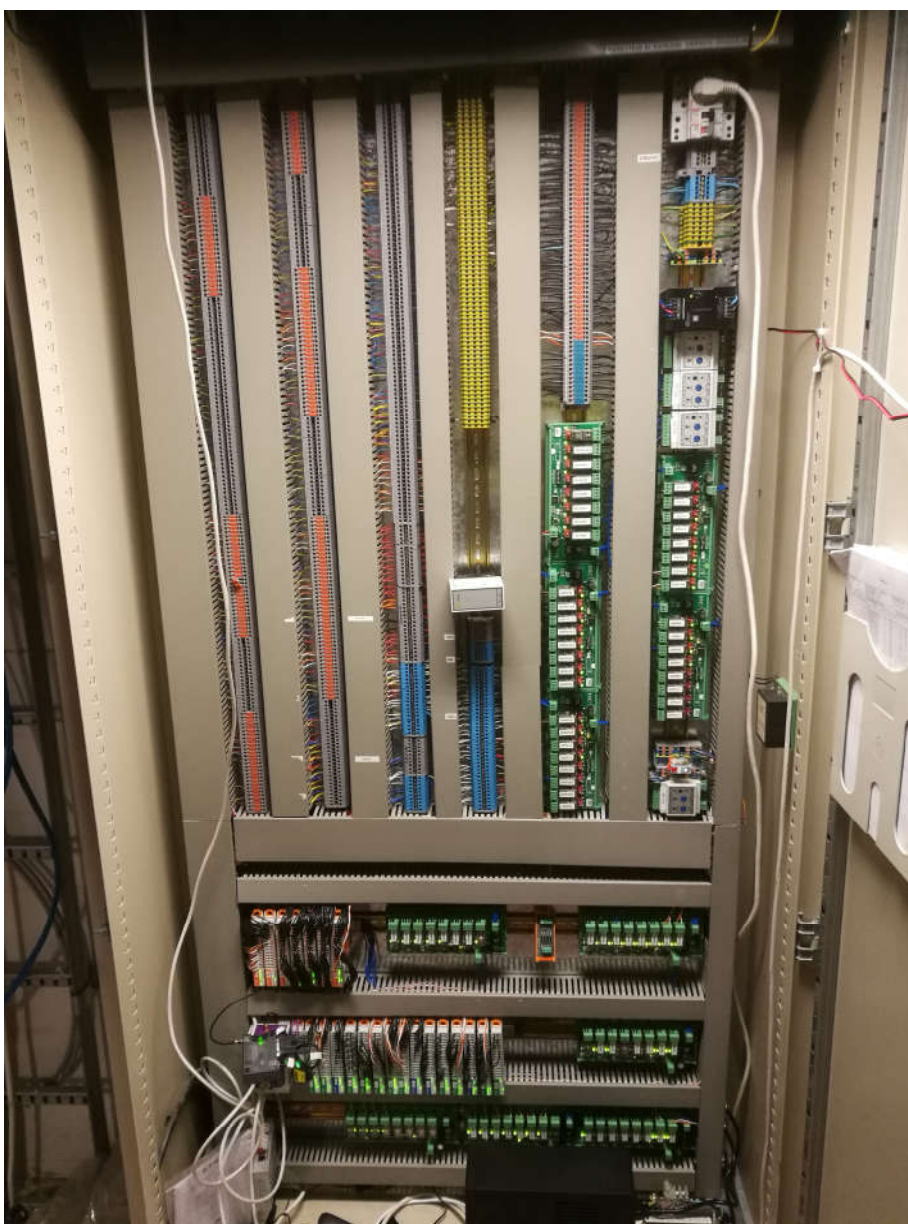
KUVA 15. Eaton 5S 700i UPS:n toimintakäyrä eri kuormilla. (Powerquality/Eaton 2019)

Vanhaa järjestelmää ei oltu miltään osin UPS -varmennettu. Ainoastaan kiinteistön sähköpääkeskuksessa oli kaksi isoa UPS:ää, jotka sitten palvelee kiinteistötasolla isoalaisesti.

Kaikkiin alakeskuksiin tuli omat keskusyksiköt sekä kaikkiin omat kosketusnäyttölliset Fidelixin Visio 15-C -näyttöpaneelit.



KUVA 16. Fidelix Visio 15-C -kosketusnäyttöpaneeli.



KUVA 17. Saneerattu alakeskus. Uudet I/O-kortit

Kaikista saneeratuista alakeskuksista luotiin CADS:lla luovutusmateriaalia varten viitteelliset layout -piirustukset.

5.2.2 Väylät

Alakeskusten välillä meni nelikertainen Jamak-kaapelointi ja tätä hyödyntäen pystyttiin rakentamaan uudelle järjestelmälle ethernet -väylä. Ethernet -muunnos saatiin tehtyä Telewellin TW-EV902 -modeemilla, jolla pystyy luomaan ethernet -verkon niin sanotusti normaalin puhelinverkon kautta. Näitä laitteita voidaan käyttää sekä tilaaja -että keskuspään laitteina. Tässä tapauksessa se merkitsee sitä, että kuhunkin alakeskukseen tuli kaksi tällaista modeemia, joista toinen on vastaanottava ja toinen lähettävä laite.

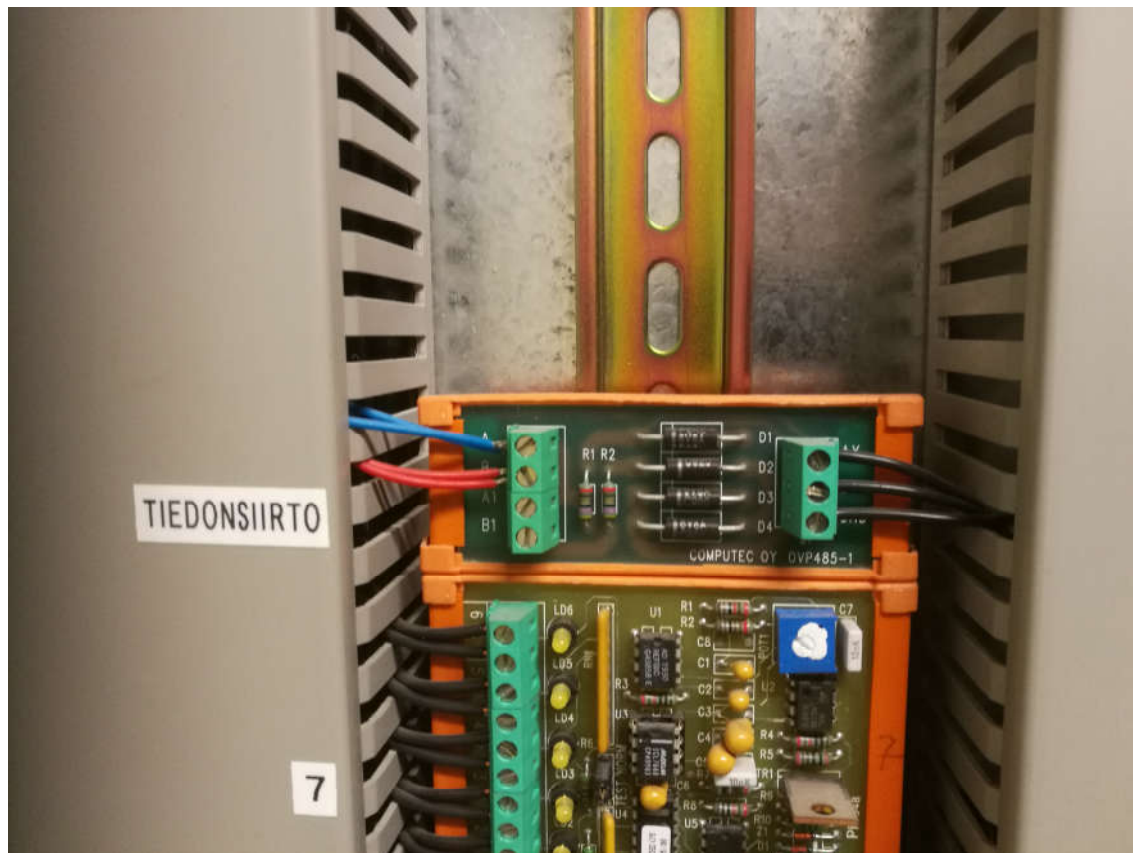


KUVA 18. Telewell TW-EV902 -modeemi. (Telewell)

Liitteessä kolme on esitetty kiinteistön olemassa olevien järjestelmälaitteiden väliset väyläkaapeloinnit.

Vanha järjestelmä oli kytketty suoraan tähän Jamak -kaapeliin ja alakeskuksissa oli väyläkortit, joiden kautta ala-asemat olivat yhteyksissä toisiinsa. Näitä

kortteja hyödynnettiin edelleen, sillä Jamak -kaapelin yhdistykset olivat niissä jo valmiina. Niistä purettiin ainoastaan vanhan järjestelmän keskusyksikköliittynät.

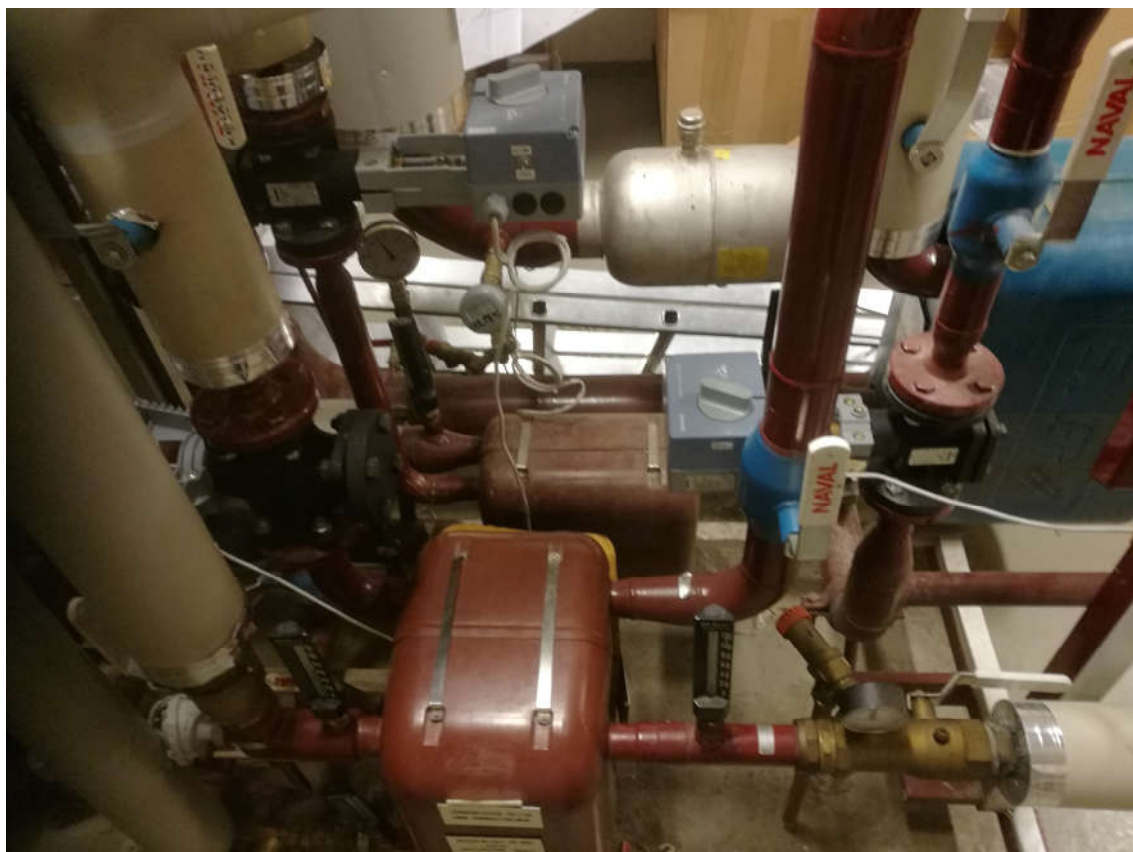


KUVA 19. Tiedonsiirron liitäntäkortti.

5.2.3 Alakeskus VAK01

Alakeskus VAK01 ohjaa lämpimän käyttöveden säätöä, patteriverkoston säätöä sekä ilmanvaihto -sekä lattialämmitysverkostoa. Patteri -ja ilmanvaihtoverkostoilla oli kaksi pumppua, joiden ohjauksia vuorotellaan tietyillä sykleillä. Niihin tehtiin 2-3 vuorokauden mittaiset ohjauksykliitit. Ilmanvaihtoverkostolle tehtiin esto kylmillä keleillä tälle pumpun vaihdolle, koska vaihtohetkellä huomattiin verkoston lämpötilan laskevan sen verran paljon, että ilmanvaihtokoneista osan jäätymissuojatermostaatti rupesi herkästi hälyttämään. Myös vaihtohetkellä todettu verkoston hetkellinen paineen romahdus aiheutti verkoston lämpötilan laskun verkoston ylimmässä kohdassa eli ilmanvaihtokonehuoneessa. Suoraa syytä tälle paineen romahdukselle ei löydetty. Mahdolliseksi syyksi epäiltiin verkoston väärin mitoitettua paisuntasäiliön esipainetta.

Kaikki sisävalo-ohjaukset tapahtuivat VAK01:sen kautta sekä noin puolet ulkovalo-ohjauksista. Myös monia erillishälytyksiä oltiin kytketty VAK01:seen, mutta niistä suurta osaa ei pystytty testaamaan, sillä siinä joukossa oli esimerkiksi hissihälytyksiä tai palohälytyksiä ja näiden omatoiminen mallintaminen ilman, että oikosulkee pelkän johtimen, on käytännössä mahdotonta, sillä näille laitteille pitäisi tehdä todellinen hälytystila.



KUVA 20. Osa lämmönjakokeskuksesta.

Muutoin kaikki laitteet ja kytkentäpisteet siirrettiin sellaisenaan vanhasta järjestelmästä uuteen järjestelmään. Kaikki lämpötila -ja paineanturit vaihdettiin uusiin. Lämpötila-antureiksi asennettiin Fidelixin FX-TEW NTC10 -anturit pois lukien käyttöveden menolämpötila, jonka anturina oli käytetty Proidualin TENA NTC10 -anturia ja uusikin oli täsmälleen sama. Proidualin TENA NTC10 -anturissa on lyhyt aikavakio mittauksessa, jolloin se soveltuu käyttöveden mittaukseen huomattavasti paremmin kuin tällainen taskuun asennettava anturi. Proidualin TENA:ssa termoelementti on suoraan kosketuksissa veden kanssa. Käyttöveden paluulämpötilan mittaukseen lisättiin myös anturi, mutta tässä voi-

tiin käyttää Proidualin TEP NTC10 -pinta-asenteista anturia, koska tällä mittauksella ei suoraan säädetä mitään. Se on vain tieto lämpimän käyttövesiverkoston kierrosta. Vanhat vedenpainelähettimet olivat Proidualin VPL16 -mallia ja uudet olivat samanlaiset. Mittaukset saatiin siis suoraan näyttämään oikeaa lukemaa hyvin helposti. Myös ulkoanturit vaihdettiin. Uusi ulkoanturi oli HK Instrumentsin passiivinen yhdistelmäanturi, jolla voidaan mitata siis lämpötilaa sekä valoisuutta. Toinen vaihdettavista ulkoantureista oli ulkokosteutta mittaava. Uudeksi anturiksi asennettiin Proidualin KLU100 -anturi.

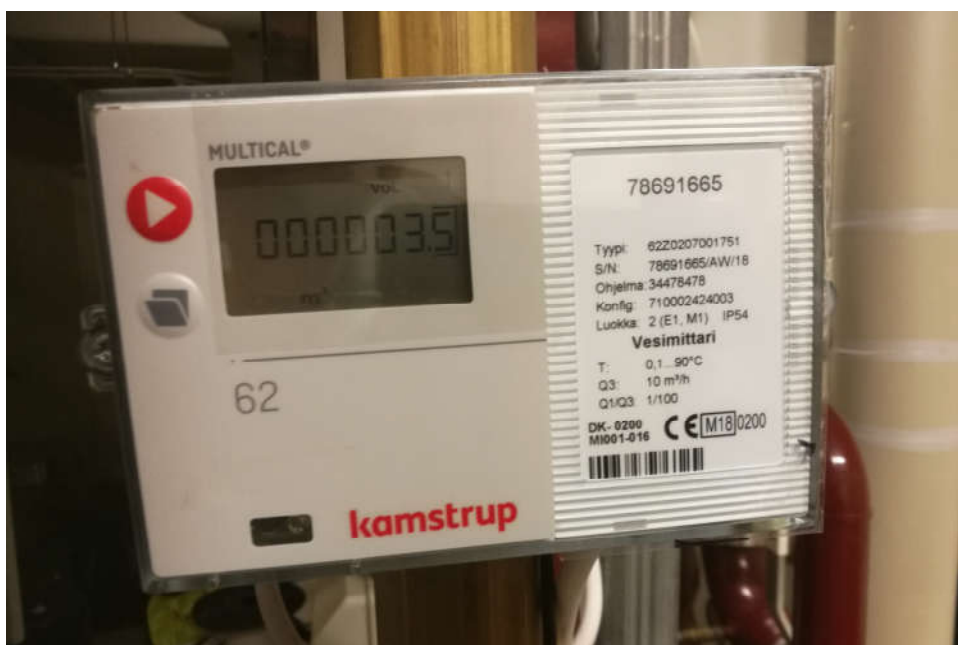
Kaikki laitteet pistetestiattiin. Uusina pisteinä tuon aikaisemmin mainitun käyttöveden paluulämpötilan mittauksen lisäksi tuli 26 sähkömittarin pulssiliitynnät. Sähkömittareita oli kahta eri mallia ja ne oli asennettu aikaisemmin ennen tätä urakkaa ja niihin jouduttiin tilaamaan jokaiseen erillisliittimet tämän pulssitiedon saamiseen. Näiden pulssitietojen saattamiseksi Fidelixin järjestelmän ymmärtävään muotoon, jouduttiin pulssitiedot parametroimaan alakeskuksessa sopiviksi. Kun kunkin pulssimittauksen parametointi oli asetettu, otettiin mittarilukemat talteen. Lukemat tarkastettiin esimerkiksi 3-5 vuorokauden kuluttua, jotta mittareiden kertymät olivat kasvaneet. Lukemien täytyi tietenkin täsmätä alakeskuksen ja yksittäisen mittarin välillä.

Sähkömittarit olivat joko Iskran tai Aidonin valmistamat ja niissä pulssikertoimet olivat kaikissa tismalleen samat. Aidonin etupaneelissa oli merkintä, että 5000imp/kWh. Oikea kerroin saadaan jakamalla luku yksi tuolla 5000:lla ja tästä saadaan arvoksi 0,0002. Iskroissa oli merkintä, että 0,2 imp/Wh. Tämän muunnos kWh -tasolle saadaan siis jakamalla tuo 0,2 tuhannella, jolloin lukemaksi tulee tuo sama 0,0002.

Sähkömittarit kaapeloitiin kahdella Nomak -moniparikaapelilla. Kaapeleiksi johdotettiin yksi 24 -parinen ja yksi 12 -parinen Nomak. Näitä kaapeleita pystyttiin myös hyödyntämään joissain lisätyissä ulkovalaistusindikoinneissa, sillä alkupe-raisessä VAK01:n ja sähköpääkeskuksen välisessä runkokaapelissa loppui parit kesken.

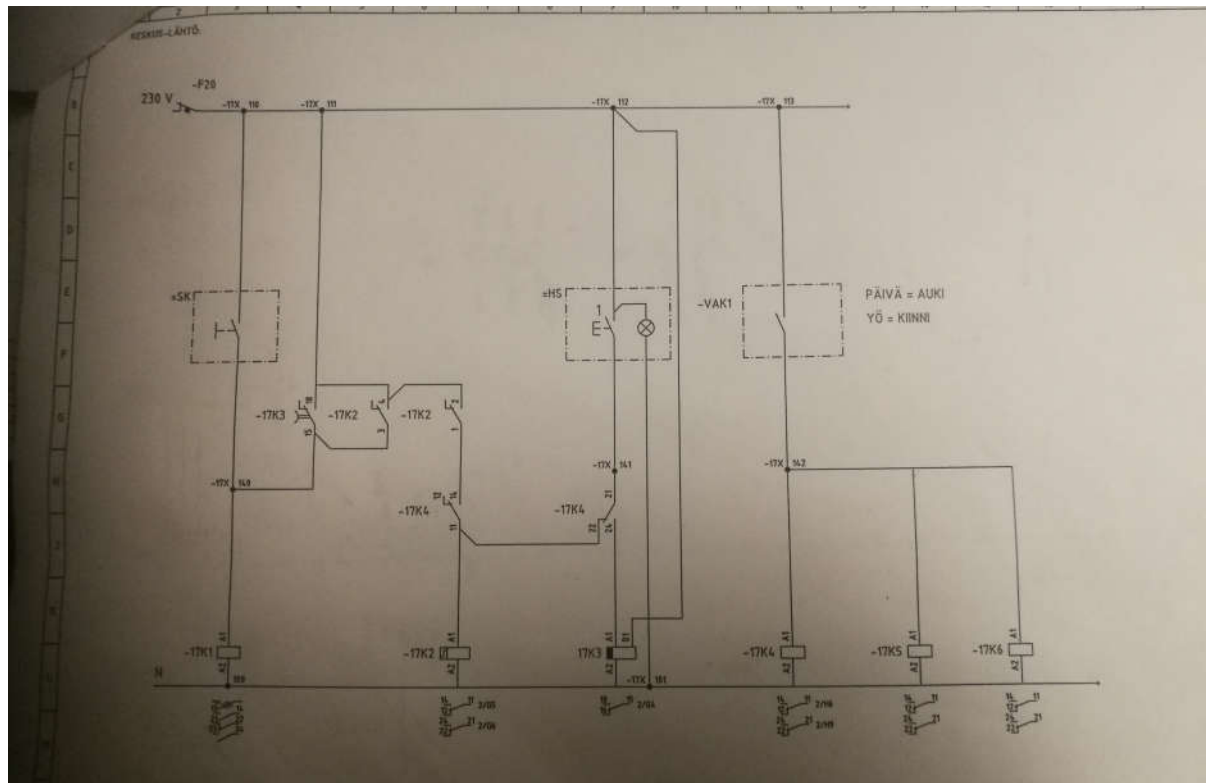
Eniten tilojen käyttäjiä haittaava työvaihe oli lämpimän käyttöveden vesimäärämittarin lisäys. Se aiheutti siis käyttöveden katkoksen hetkeksi ja käyttövesi piti

saada päälle taas tietyssä ajassa, sillä kiinteistössä toimiva ravintola ja keittiö tarvitsivat vettä pyörittääkseen omaa toimintaansa. Mittari, joka asennettiin, oli Kamstrupin valmistama Multical 62 -vesimittari. Vesimittari kytkettiin mbus-väylällä alakeskukseen. Vesimittarin ja alakeskuksen väliin jouduttiin laittamaan Fidelixin Multilink -väylämuunnin, jolla voidaan käyttöönottaa eri väyläprotokollia. Vesimittarin sähkönsyöttö saatiin viereisestä pumppuohjauskeskuksesta, sillä toimitettu mittari toimi 230 voltin vaihtojännitteellä. Mittareita saa myös 24 voltin jännitteisinä, jolloin jännite ja väylä voidaan kytkeä käyttäen samaa kaapelia. Mittarin näyttämien lukemien selvitykseen käytettiin tähän tarkoitukseen sopivaa testausohjelmaa, jolla saadaan selville, että mikä rekisterin arvo näyttää mitään arvoa.



KUVA 21. Kamstrup Multical 62

Edellä olevien asioiden lisäksi jouduttiin vaihtamaan porraskäytävien valojen ohjauksessa mukana oleva aikarele, joka oli konfiguroitu päästöhidasteiseksi siten, että valo-ohjaukset pysyvät painonapista painettua seitsemän minuuttia päällä. Alakeskusohjaus oli siten toteutettu, että kun alakeskuksesta menee ohjaus päälle, niin valot jäävät palamaan ala-asemaan määritetyn aikaohjelman mukaisesti. Eli se ohittaa tuon aikareleen. Muuna aikana valot palavat tuon aikareleen mukaisesti. Kuvasta 22 nähdään piirikaavio tästä valo-ohjauksesta.

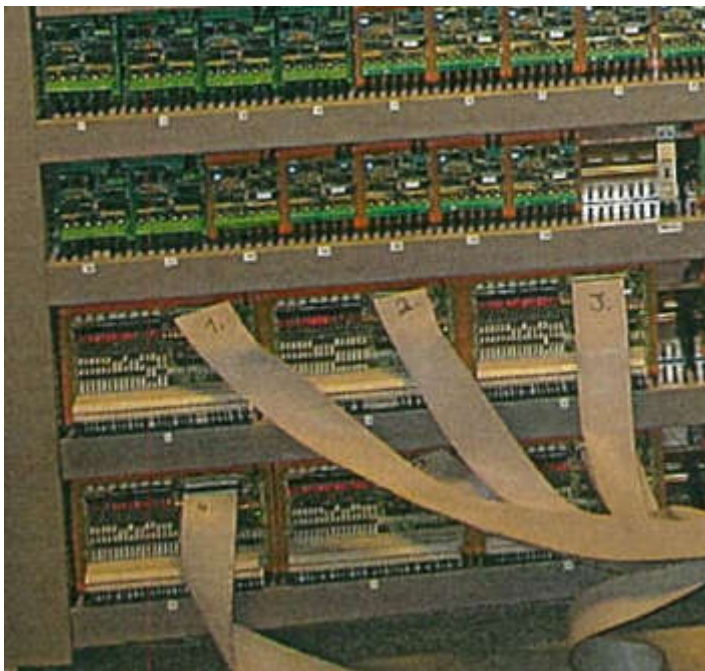


KUVA 22. Porraskäytävävalaistuksen piirikaavio.

5.2.4 Alakeskus VAK02

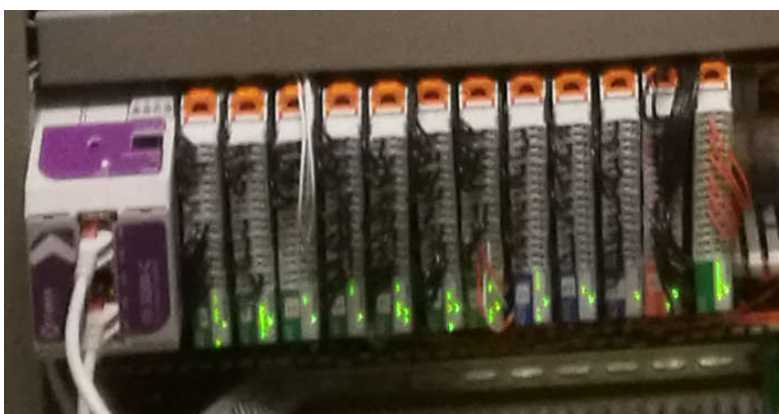
Kiinteistön isoin alakeskus, VAK02, oli jaettu kahteen osaan ja kuormat oli jaettu siten, että isoimmat ilmanvaihtokoneet sekä muutama erillispoistopuhallin oli kytketty VAK02.1:seen ja pienimmät ilmanvaihtokoneet sekä jäähdytysverkosto löytyi VAK02.2:sta. Myös VAK02.2:ssa oli jokunen erillispoistopuhallin.

VAK02:sen saneeraus suoritettiin kahdessa osassa, jolloin pystyttiin ilmanvaihdon seisotusta porrastamaan ja saatiin pidettyä ilmanvaihto päällä tarvittavin osin. Koska uudet asennettavat Fidelixin I/O-kortit olivat osaltaan huomattavasti pienempiä, jouduttiin vähän miettimään, miten kytkentätyöstä saadaan suoritettua sujuvasti. Kaikki uudet DO-modulit (Digital output, ohjauslähtö) olivat noin saman kokoiset kuin vanhatkin, mutta uusissa korteissa oli kaksi ohjauskärkeä enemmän. Suurimman eron teki se, että vanhoissa DO-korteissa ohjauslähdöt olivat eri järjestyksessä kuin uusissa, jolloin kytkentälistat jouduttiin näiden osalta siis tekemään käänteisiksi alkuperäisiin verrattuna.



KUVA 23. Vanhoja I/O-kortteja.

Muiden korttien osalta saatiin uudet kortit kohtalaisen hyvin asennettua siihen kohtaan, missä vanha vastaava kortti oli. Joissain tilanteissa vanhat kaapelit eivät riittäneet uuden I/O-kortin asennusposition asti, joten niiltä osin jouduttiin suorittamaan alakeskuksen sisäistä kaapelointia. Alkuperäisenä pyrkimyksenä oli käyttää vanhoja alakeskusten sisäisiä kaapelointeja niin pitkälle kuin mahdollista työn nopeuttamiseksi.



KUVA 24. Uudet I/O-kortit.

Kun kaikki laitteet saatiin kytkettyä VAK02.1:ssä uuteen järjestelmään, niin sitten tehtiin kaikille laitteille pistetestaukset. Kuitenkin ennen kuin mitään alettiin testaamaan, vaihdettiin kaikki anturit ja muut urakkaan kuuluneet kenttälaitteet.

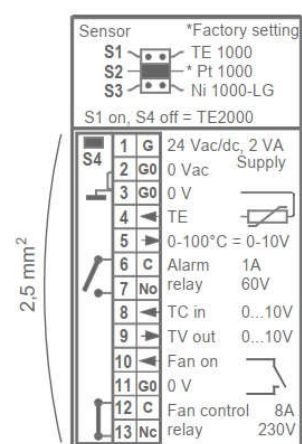
Ilmanvaihtokoneisiin vaihdettiin kaikki lämpötila-anturit, painelähettimet, kosteuslähettimet sekä peltimoottorit. Lämpötila-antureiksi ilmanvaihtokoneiden kanaviin asennettiin Fidelixin omat FX-TED NTC10 -anturit, LTO-verkoston vesiantureiksi asennettiin Fidelixin FX-TEW NTC10 -anturit pois lukien lämmityspatterien paluuvesianturit. Kokonaan uusiksi antureiksi asennettiin lämmityspatterin ja jäähdytyspatterin väliin FX-TED -anturit. Tällä haettiin sitä, että lämmityskaudella tuloilman lämpötilan säätöön käytettäisiin tuota heti lämmityspatterin jälkeistä anturia ja kun lämmitystä ei enää juurikaan tarvita, vaihdetaan säätöpisteen mittausanturi jäähdytyspatterin jälkeiseen. Tällä pyritään optimoimaan lämmitysenergian tarve niillä keinoin mitä on tässä säädössä käytettävissä.

Vanhat jäätymissuojatermostaatit olivat Produalin JV24 -mallit, joissa käytettävät anturit eivät sovellu uusiin asennettuihin Produalin JVS 24 -jäätymissuojatermostaatteihin. Syy siihen on se, että näissä käytettävien anturien vastusarvot ovat eri lämpötilan ollessa 0°C-astetta, joten mittaukset vääristyvät. Vanhojen termostaattien antureina toimivat Produalin PTC -puolijohdeanturi TEV 1000, jolla tuo 1000 ohmia saavutetaan 25°C-asteen lämpötilassa, kun uusiin termostaatteihin asennetuissa antureissa vastusarvo 1000 ohmia saavutetaan lämpötilan ollessa 0°C-asteessa. (Produal)

Näiden termostaattien ja niihin kuuluvien anturien vaihdot tehtiin siten, että aiheutetaan mahdollisimman vähän haittaa. Tähän päästiin sillä, että putkiurakoitsija suoritti anturin vaihdon ja saman aikaisesti alakeskuksen päässä tehtiin termostaatin vaihdot. Näin ilmanvaihtokoneiden seisotusajat saatiin minimoitua.

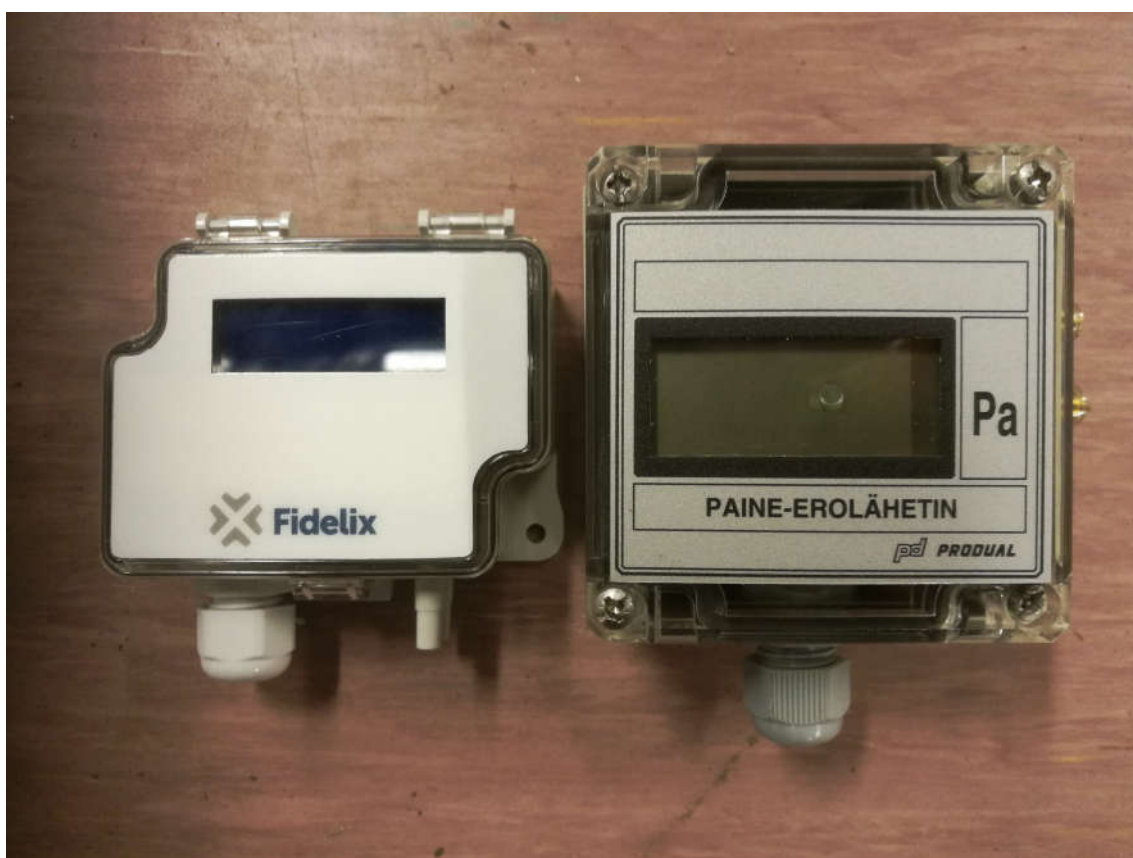


KYTKENTÄ:



KUVA 25. Produal JVS24. (Produal)

Kanavapainelähttimiksi sekä suodattimien paine-erolähttimiksi asennettiin HK Instrumentsin DPT2500-R8-AZ-D -lähttimet. Näissä kyseisissä lähttimissä on automaattinen nollaus. Vanhoissa lähttimissä ei välttämättä tätä kyseistä nol-lausta ole, joten esimerkiksi kanavapaineiden mittaukset saattavat jossain koh-taa ruveta olemaan alkuperäisistä poikkeavat, jos heittoa tulee esimerkiksi ± 5 Pascalia. Tämä saatetaan huomata tilojen ali -tai ylipaineisuutena vaikka ase-tusarvo on edelleen sama ja lähtetin näyttää oletettavasti oikein. Lämmöntal-teenottoverkostoissa käytetyt vedenpainelähttimet vaihdettiin myös uusiin ja niiksi asennettiin samat kuin lämmönjaossa käytetyt Proidualin VPL16 -anturit.



KUVA 26. Uusi ja vanha iv-koneen paine-erolähtetin

Ainoastaan yhteen ilmanvaihtokoneeseen vaihdettiin lämmityspatterin venttiili moottoreineen, koska sen tiedettiin jo etukäteen vuotavan. Vanha venttiili ja toi-milaite olivat Siemensin valmistamat ja näiden tilalle lähdettiin selvittämään Beli-molta sopivia saneerauslaitteita. Vaihdettavista tavaroista lähetettiin Belimolle kuvat tarvittavien tietojen kera ja uudet laitteet saatiin jo seuraavana päivänä työmaalle. Muuten kaikki venttiilit ja niiden moottorit jätettiin vaihtamatta.

Ilmanvaihtokoneiden vanhat ilmamääriä mittaavat manometrit vaihdettiin uusiin sähköisiin ilmamäärälähttimiin. Ilmamäärälähttimiksi asennettiin HK Instrumentsin DPT-Flow-7000 -mallit ja ne parametroitiin näyttämään 0-10 m³/s asteikolla 0-10VDC, koska tiedossa oli, että mahdollinen maksimi ilmamäärä tulee millä tahansa ilmanvaihtokoneella jäämään reilusti alle 10m³/s. Nämä tiedot oli ilmoitettu kanavien kyljissä olleilla laitekilvillä.



KUVA 27. HK instrumentsin ilmamäärälähtetin

Nämä lähttimien lisäykset vaativat tietysti kokonaan uudet kaapelit ja niitä varten johdotettiin kaksipariset Nomak-kaapelit. Jotta ilmamäärälähttimet saatiin näyttämään edes lähelle oikeaa arvoa, piti tietää puhaltimien k-arvo. K-arvo on puhallinvalmistajakohtainen vakio, jota käytetään kokonaisilmamäärän laskennassa, kun tiedetään myös puhaltimen yli oleva paine. Kuvasta 28 nähdään, miten puhallinkohtaisesti tämä k-arvon laskenta tehdään.

DPT-FLOW LASKENTAKAAVAT

Jokaisella puhallinvalmistajalla on oma laskentakaavansa, K-arvonsa ja mittayksikkönsä. Kun valitset valikosta puhallinvalmistajan nimen, laite käyttää automaattisesti puhallinvalmistajan määrittelemiä asetuksia.

| Puhallinvalmistaja | Laskentakaava | K-arvo | Mittayksikkö |
|--------------------|---|-----------|-------------------|
| FläktWoods | $q = \frac{1}{k} \cdot \sqrt{\Delta P}$ | 0.3...99 | m ³ /s |
| Rosenberg | $q = k \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}$ | 37...800 | m ³ /h |
| Nicoltra | $q = CPFN \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}$ | 10...1500 | m ³ /h |
| Comefri | $q = k \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}$ | 10...2000 | m ³ /h |
| Ziehl-Abegg | $q = k \cdot \sqrt{\Delta P}$ | 10...1500 | m ³ /h |
| ebm-papst | $q = k \cdot \sqrt{\Delta P}$ | 10...1500 | m ³ /h |
| Gebhardt | $q = k \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot \Delta P}{\rho}}$ | 50...4700 | m ³ /h |

KUVA 28. Eri puhallinvalmistajien käyttämiä kertoimia. (HK Instruments)

Yleisesti tuo k-arvo on merkitty koneen kanavaan jollain tarralla tai kilvellä, missä muutkin koneikon tiedot puhaltimien osalta. K-arvo saadaan yleisesti selville myös valmistajan koneajomateriaaleista. Saneerauskohteissa saattaa tulla eteen se, että tuota k-arvoa ei välttämättä löydykään mistään ja niin kävi tässäkin urakassa. Kun tiedettiin puhaltimien valmistaja sekä malli, lähdettiin selvittämään mahdollinen k-arvo suoraan valmistajalta. Tähän saatiinkin kaksi eri arvoa, sillä valmistajallakaan ei tässä tapauksessa ollut täyttä varmuutta, mitkä puhaltimet koneissa olivat, kun tätä heiltä tiedusteltiin. Koneista puretuista vanhoista u-putkimanometreistä löytyi varmasti pari ehjää ja niiden avulla lähdettiin selvittämään mahdollista k-arvoa. Koneiden kanaviin oltiin merkitty mitoitusilmamäärä ja koneet laitettiin tuottamaan tätä mitoitusilmamäärää vanhalla u-putkimanometrillä mitaten ja kun oikea kohta löytyi, parametroitiin toinen saaduista oletetuista k-arvoista uusiin ilmamäärälähettämiin. Mitoitusilmamäärän saa-

miseksi hyödynnettiin myös vanhasta valvomosta tarkastettuja kanavapaineasetuksia. Oikeaksi k-arvoksi valikoitui siis 0.557. Tällä ei siis ole suuretta sillä se on vain kerroin (vakio). Toinen ilmoitetuista k-arvoista oli 2.88, mutta tällä mittaukset näyttivät väärin.

Vanhat kosteuslähettimet olivat näytöttömiä ja uudet kosteuslähettimet sisälsivät myös näytön, jolloin mittauksen oikeellisuuden pystyi helposti todentamaan, jos epäiltiin, että alakeskuksessa on väärät asetukset.

Liitteestä neljä löytyy yhden kiinteistön ilmanvaihtokoneen säätökaavio toimintaselostuksineen. Toimintaselostuksessa nähdään, miten kiinteistön useimpien ilmanvaihtokoneiden ohjaukset ja säädöt toteutettiin.

Vanhat taajuusmuuttajatkin jätettiin vaihtamatta, mutta niihin lisättiin lukitusohjaukset, jolla tarkoitetaan sitä, että jäätymissuojatermostaatin hälyttäessä tai esimerkiksi lämmityspatterin pumpun pysähtyessä ohjataan tuo lukitus pois päältä. Kun lukitus on etäohjauksella pois päältä, niin taajuusmuuttajaa ei saada käsinkään päälle. Näitä lukituksia varten lisättiin kokonaan uudet kaapelit, sillä vanhoissa kaapeloinneissa ei ollut enää vapaita johdinpareja käytettävissä. Näissä vanhoissa Mitsubishin E500 -taajuusmuuttajissa oli kyllä valmiina tuo lukitusohjausmahdollisuus, mutta sitä vain ei oltu aikaisemmin otettu käyttöön. Kytkenät saatiin helposti selvitettyä, sillä työmaalle oli jätetty vanha suomenkielinen ohjekirja, josta selvisi mihin kyseiset lukitukset kuului kytkeä.

Mitsubishin taajuusmuuttajille on aikaisemmin rakennettu erilliset kaapistot, mitkä on jouduttu pitämään auki jostain ajan hetkestä lähtien, jotta niissä saadaan ilma vaihtumaan eikä taajuusmuuttajat rupea ylikuumenemaan. Kaapeissa oli kyllä jonkinlainen pieni tuuletin, mutta osassa se ei edes enää toiminut. Aikaisemmat taajuusmuuttajia koskevat häiriötilanteet ovat syntyneet juurikin tuon kaapin huonon ilmanvaihdon takia.



KUVA 29. Kohteen taajuusmuuttajia

VAK02.2:n saneeraus piti tarkkaan sopia kiinteistössä toimivan ravintolan henkilökunnan kanssa, koska ilmanvaihtoa ei voitu pysäyttää kuin tietyn kellon ajan jälkeen. Hankaluuden aiheutti se, että keittiön poistopuhallin on osana tulokonetta ja sen käyntiin on vaikuttanut tulopuhaltimen käynti. Poistopuhallin on ollut siis lukittu tulopuhaltimen käyntiin. Näin se siis toimii normaalisti tavanomaisissa ilmanvaihtokoneissa. Tästä asiasta osaltaan pidettiin erillinen palaveri, jossa päätettiin, että kyseisen koneen poistopuhallin ei seuraisi enää joka tilanteessa tulopuhallinta. Eli tilanteet, joissa poistopuhallin pysähtyy, on ilmanvaihdon häätäseispysäytys, palohälytys sekä poistopuhaltimen mahdollinen taajuusmuuttajan häiriötilanne. Kaikissa muissa tilanteissa poisto jätetään päälle, eli siihen ei vaikuta esimerkiksi, jos koneen jäätymissuojajärjestelmä hälyttää. Kone onkin ollut altis menemään juuri tuolla jäätymissuojajärjestelmälle, sillä tässä ilmanvaihtokoneessa ei ole lämmöntalteenottoa osaltaan myös sen takia, että, jos tähän asennettaisiin nestekiertoinen lämmöntalteenotto, niin sen toinen keruupatteri asennettaisiin poistokanavaan ja kun tässä tapauksessa tuo poistokanava on niin sanotusti rasvakanava, niin patteri olisikin hyvin nopeasti tukossa epäpuhtauksista.

Tätä tilannetta silmällä pitäen ohjelmoitiin ravintolan ilmanvaihtokoneeseen tilanne, jolloin kun keittiössä ohjautuu tai jää pelkkä poistopuhallin päälle, pudotetaan ravintolan poistopuhaltimen tehoa hieman, jolloin mahdolliset haittahajut vetäytyvät parhaalla mahdollisella tavalla tässä tilanteessa keittiön poistopuhaltimelle.

VAK02.2 ohjaa myös kiinteistön autohallin ilmanvaihtoa. Sen tulolämpötila pyritään pitämään koko ajan samana (esimerkiksi +16°C -astetta) eli siinä ei ole poistokompensointia sekä siinä ei otettu käyttöön aikaisemmin mainittua kahta eri tulolämpötilan mittaus-/säätöpistettä. Koneen käyntiä ohjaavat olosuhdeanturit vaihdettiin Sensorexin SX322 -yhdistelmäantureihin, jotka mittaavat sekä hiilidioksidia (CO) että hiilimonoksidia (CO₂), toisin sanoen häkäpitoisuutta.

Muutoin kaikki lämpötila-anturit, painelähtimet ja muut vaihdettavat kenttälaitteet olivat samat kuin jo aiemmin mainitut VAK02.1:n saneerauksen yhteydessä ja niille suoritettiin samanlainen pistetestaus.

Kiinteistön jäähdytysverkoston laitteet oli kytketty VAK02.2:seen ja sinne vaihdettiin kaikki lämpötila-anturit ja painelähtimet. Venttiilit ja niiden toimilaitteet jätettiin vaihtamatta. Jäähdytysverkostoon kuului kaksi vedenjäähdytyskojetta, kaksi nestejäähdytyspuhallinta sekä varaaja. Erikoista joidenkin verkostojen ohjauksissa oli se, että niissä oli kahdet pumput rinnan ja pumppujen kierrosnopeutta säädettiin yhdellä taajuusmuuttajalla. Nämä ohjaustoteutukset oli rakennettu jäähdytysverkostoa ohjanneeseen jakokeskukseen.

Kun jäähdytysverkosto siirrettiin uuden järjestelmän perään, meni testauksien aikana vedenjäähdytyskoneet häiriötilaan sillä, jos vedenjäähdytyskoneella on käyntilupa ja lataus -tai lauhdepumput eivät käy (ei virtausta putkistossa), hälyttää tällöin laitteen sisäinen virtausvahti ja koje menee varoitusvirhetilaan.

5.2.5 Alakeskus VAK04

VAK04:n saneeraus pystyttiin suorittamaan heti VAK02:n jälkeen, sillä se sijaitsi kanssa iv-konehuoneessa. Kyseiseen alakeskukseen oli kytketty pelkästään palopelti-indikoiteja. Käytännössä 95% kiinteistön palopelleista oli kytketty

VAK04:seen ja sen saneerauksesta ei tarvinnut kenenkään kanssa sopia, sillä sen alasajo kytkentätilanteessa ei vaikuttanut muihin prosesseihin. Ainoastaan piti varmistaa, että tämän alakeskuksen osalta ei lähtenyt kiinteistön huoltoon turhia hälytyksiä. Uusien I/O-korttien asennuksessa vanhojen tilalle ei ollut mitään ongelmia ja pisteiden siirto kortista toiseen sujui täysin ongelmitta. VAK04:seen tuli ainoastaan DI-kortteja (Digital input, binäärinen sisääntulo) ja palopelleistä testattiin kaikki ne mihin päästiin käsiksi. Koska palopeltejä ei varmaan oltu pitkään aikaan tai ikinä laukaistu, oli niiden takaisinvirittäminen melko hankalaa.

5.2.6 Alakeskus VAK03

VAK03:n saneeraus oli sovittu viimeiseksi näistä alakeskusten saneerauksista. Tähän alakeskukseen oli kytketty muutama kiinteistön ulkovalo-ohjauksista sekä muutama sulanapito-ohjaus. Myös muutama tuulikaappikoje oli tämän alakeskuksen ohjaama sekä muutama huonelämpötilamittaus ja hälytys oli tähän kytketty.

Suurin työ oli ravintolan ja viereisen liiketilan puhallinkonvektoreihin liittyvissä toimenpiteissä. Kummassakin tilassa oli puhallinkonvektoreiden ryhmä, joita ohjattiin rinnan. Konvektorit olivat 3-nopeus -toimisia, joita ohjattiin tilassa sijaitsevan relekotelon kautta. Releketeloissa oli jokaiselle nopeudelle oma kontaktorinsa. Konvektorien ohjaus tapahtui siis alkuperäisessä toteutuksessa siten, että huoneillassa oli termostaatti, jossa oli konvektorin nopeuksille liukukytkin. Tämä vanha termostaatti purettiin ja tilalle asennettiin Fidelixin lämpötila-anturi, jossa on lämpötilan säätöpotentiometri sekä liukukytkin, josta voidaan konvektorille antaa haluttu nopeus. Kummankin tilan konvektoriryhmän ohjausta varten asennettiin jo aikaisemmin mainitut Fidelixin Multi24 -huonesäätimet. Säätimet liitettiin väylällä VAK03:seen. Koska Multi24:ssa on neljä erillistä ohjauslähtöä, joiden kärkien kestävyys on 230V/8A, niin konvektorien nopeusohjaukset voitiin kytkeä suoraan näihin kärkiin, jolloin 230 voltin jännite ei enää kiertänyt tuon huoneen lämpötila-anturin kautta. Ohjaukset kytkettiin siten, että konvektorin 230 voltin syöttö kiersi jokaisen ohjauslähdön kautta eli konvektori sai jännitteen missä vain tilanteessa paitsi silloin kun mikään ohjauslähdeistä ei ollut vetäneenä. Ohjauksia ohjelmoidessa piti pitää huoli siitä, että vain yksi lähdeistä oli vetäneenä, jolloin ei tule tilannetta, että kaksi kontaktoria olisi yhtä aikaa vetäneenä. Releketeloiden

ohjauksien siirto noihin huonesäätimiin oli sinänsä hankalaa, sillä niistä ei löytynyt mitään piirikaavioita niiden sisäisistä kytkennöistä mistään. Kaikki johtimet täytyi siis mitata yleismittarilla.

Puhallinkonvektoreiden yhteydessä oli myös jäähdytysventtiili, joka oli alunperin 230 voltilla toimiva on-off -magneettiventtiili ja nämä vaihdettiin 24 voltilla toimiviksi, joita pystyttiin säätämään 0-10 Vdc -jännitteellä. Tätä kautta jäähdytyksen ohjaukseen saatiin paras mahdollinen säädettävyyden. Nämä vaihdot vain tietysti vaati osaltaan uutta kaapelointia.

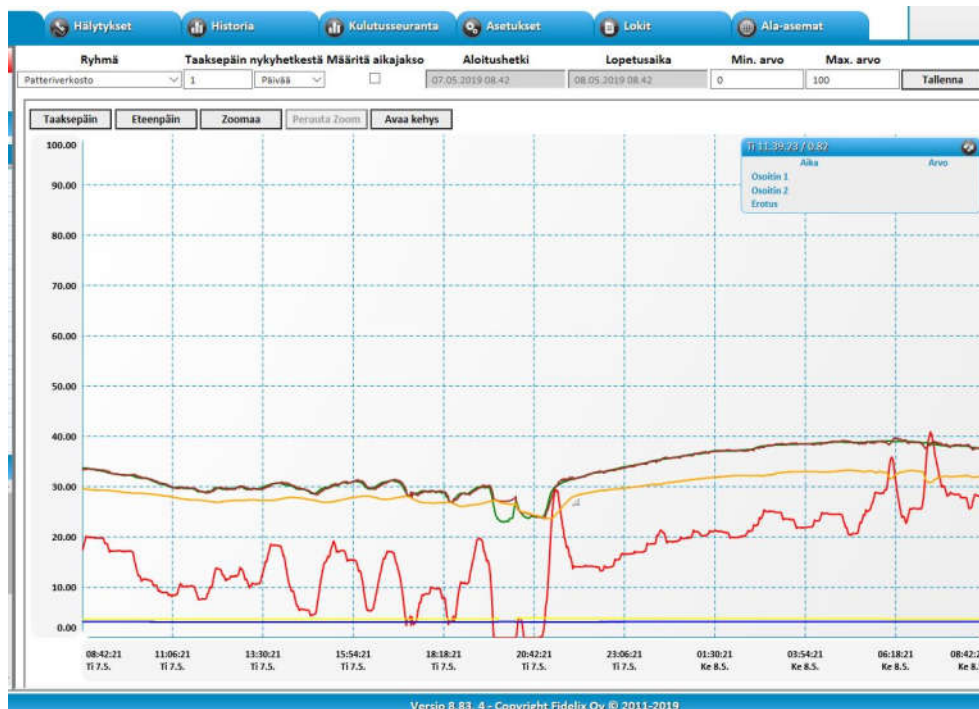
5.3 Valvomo

Myös kiinteistön vanha valvomo-PC laitteistoinen ja ohjelmistoinen uusittiin. Vanhasta valvomosta täytyi ottaa talteen kaikki mahdolliset aikaohjelmat, asetusarvot, lämpökäyrät sekä hälytysrajat, jos mahdollista. Myös grafiikoiden toteutus visuaalisesti pyrittiin pitämään vanhojen valvomokuvien mukaisina, kuitenkin niin, että kuvia päivitettiin helppokäyttöisemmiksi. Valvomolaitteisto asennettiin suoraan vanhan tilalle ja sinne tehtiin kaikille sitä käyttäville omat tunnukset. Kun kaikilla on omat tunnukset, pystytään kirjautumislokista seuraamaan, kuka on kirjautunut ja milloin.



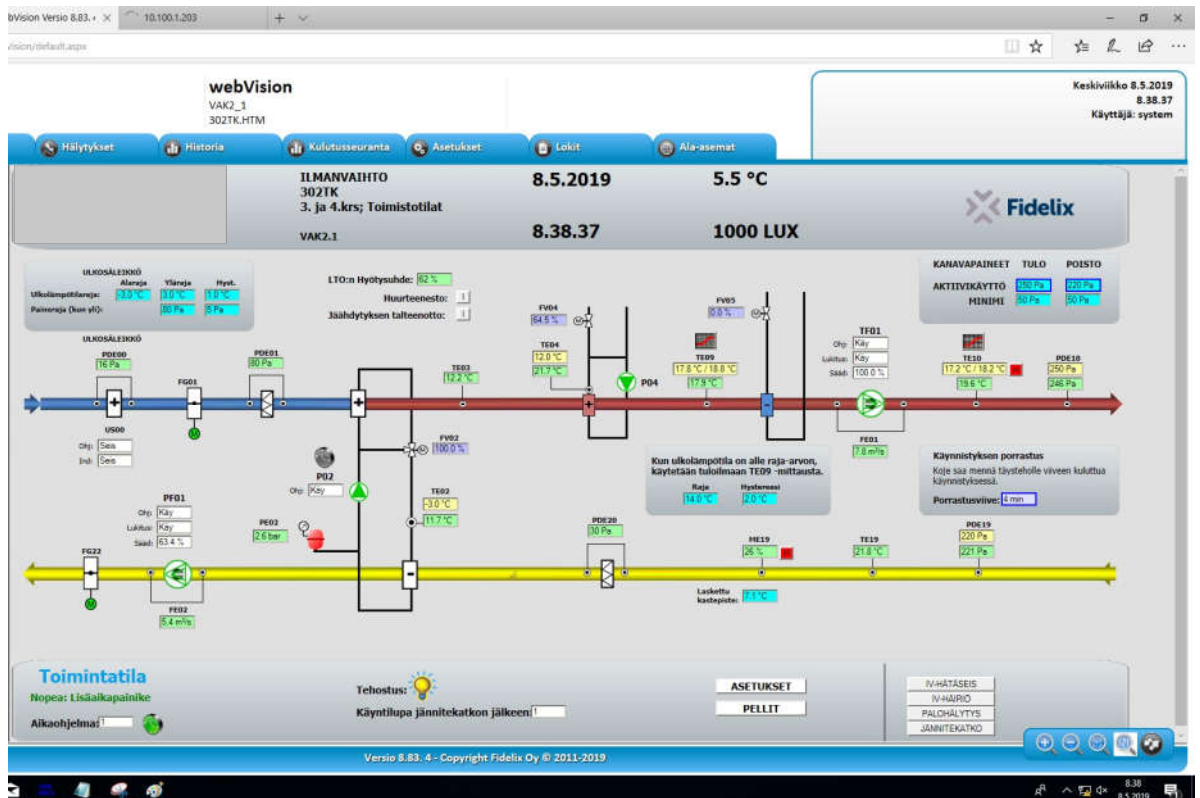
KUVA 30. Fidelix WebVision pääikkuna

WebVisionissa voidaan hallinnoida kaikkia siihen liitettyjä ala-asemia sekä kaikkien ala-asemien hälytykset näkyvät kokonaisuutena valvomografiikalla. Näin pystytään helpommin ja nopeammin tarkastamaan ja kuittaamaan kaikki hälytykset. Myös historiatrendien luonti käy helposti, kun mittauspisteitä pystyy parilla klikkauksella lisäämään pistelistasta haluttuun ryhmään. Näin pystytään jakamaan esimerkiksi lämmönjaon ja ilmanvaihdon mittaukset omiin ryhmiinsä.



KUVA 31. Valvomon trendi.

Kuvassa 31 nähdään patteriverkostosta otettu trendikäyrästä yhden vuorokauden ajalta. Kuvan eniten hyppivä (punainen) käyrä on säätöventtiili ja siinä nähdään, että yöllä patteriverkoston kuormitus on vähäistä, jolloin patteriventtiileitä ei juurikaan ajeta. Tällöin verkosto myös stabiloituu. Samainen ilmiö on todennettavissa menolämpötilasta (viinipunainen käyrä). Isoimmat kuorman vaihtelut on päiväsaikaan kuvasta arvioituna kello 12 ja 20 välillä. Tämä pitänee hyvinkin paikkansa, sillä kiinteistö hiljenee suurilta osin kello 20:n jälkeen.



KUVA 32. Ilmanvaihtokoneen valvomokuva prosessista (Kohteen tiedot peitetty)

Kuvassa 32 nähdään yhden ilmanvaihtokoneen prosessikuva, jossa on kaikki koneeseen vaikuttavat mittaukset ja säädöt sekä ohjaukset. Kaikki kiinteistön ilmanvaihtokoneiden grafiikkakuvat toteutettiin samalla ideologialla.

6 POHDINTA

Kokonaisuutena tämä suoritettu rakennusautomaation saneerausurakka oli melko laaja ja työtä riitti joka osa-alueella useallekin työntekijälle. Selvitystyötä urakassa oli hyvin paljon, sillä kun kiinteistössä on vanhoja toteutuksia, jotka pitäisi saada toimimaan uudessa järjestelmässä, niin näiden synkronointi vaati oman haasteensa. Prosesseihin pyrittiin tekemään niin paljon säädettävyyttä, kuin suinkin pystyi. Suunnittelijalta saatiin kohteen kuvat cads -tiedostoina, mihin muutettiin kaikki kohdetta koskevat tiedot.

Yksi tärkeimmistä asioista tämän kaltaisissa isoissa saneerauksissa on se, että otetaan selvää mikä on vanhan järjestelmän niin sanottu master -alakeskus. Monissa järjestelmissä kello on masterissa ja muut ala-asetat saavat täältä tiedon kellon mukaan toteutettaviin ohjauksiin. Fidelixillä jokaisella ala-asetalla on omat kellonsa ja kalenterinsa.

Huonesäätöjen kaapeloinnissa ja kytkennöissä oli omat haasteensa, kun kiinteistö on näiltäkin osin muuttunut aikojen saatossa ja muutoksista ei välttämättä oltu mitään materiaaleja ole tehty. Vanhojen laitteiden kaapelireiteissä ja se mihin huonesäätimeen ne oltiin kytketty, meni niiden selvityksissä useita työtunteja. Huonesäätöjen testauksissa ala-asemaan liitettiin Tosibox 4G -modeemi, jonka avulla saatiin VPN -yhteydellä yhteys ala-asemaan kannettavalla tietokoneella tai tabletilla, jossa oli synkronoitu Tosibox -sovellus. Tämä helpotti ja ennen kaikkea nopeutti testauksia. Kaikki ohjelmalliset korjaukset tai muutokset pystyttiin tekemään samanaikaisesti testausten kanssa. Tosibox pidettiin kiinni laitteistossa koko urakan ajan ja vähän aikaa myös sen jälkeen, jotta voitiin seurata etänä prosesseja ja tehdä myös pieniä muutoksia tätä hyödyntäen.

Käytännössä jokainen saneerauksen työvaihe piti osaltaan tarkkaan miettiä, että missä vaiheessa mikäkin asia tehtiin. Tätä varten tehtiin myös aikataulu, joka esitettiin tilaajan lisäksi myös aliurakoitsijoillemme, joka pystyi täten aikatauluttamaan omat työnsä tämän urakan osalta.

Kokonaisuutena työssä oli monia eri haasteita ja koko ajan piti pyrkiä tiedottamaan tilojen käyttäjiä mahdollisista muutoksista tai heidän tiloissaan tapahtuvista töistä. Urakan aikana ei välttytty myöskään ongelmilta. Useimmat näistä liittyivät aikaisemmin mainitun ravintolan ilmanvaihtokoneeseen. Välillä oli taajuusmuuttajat virhetilassa ja välillä oli jäätymissuojatermostaatti lauenneena. Myös ylimääräisiä sähkökeskustöitä jouduttiin tekemään, kun jossain vaiheessa huomattiin, että esimerkiksi porraskäytävien aikarele oli rikkoutunut ja tämä tietysti jouduttiin vaihtamaan uuteen. Uusi komponentti löytyikin keskuksen lähetyiltä. Näitä ilmeisesti on aikaisemminkin mennyt hajalle.

Työssä tuli opittua paljon uusia asioita monesta eri näkökulmasta ja usein joutui pohtimaan, että miten joku työvaihe suoritetaan mahdollisimman järkevällä tavalla.

LÄHTEET

EnOcean alliance. What is EnOcean. Luettu 29.4.2019. <https://www.enocean-alliance.org/what-is-enocean/>

Fidelix. 2019. Yrityksen sisäiset koulutusmateriaalit. Luettu 14.5.2019.

HK Instruments. Ilmanvirtauslähettimet. Luettu 30.4.2019. <http://hkinstruments.fi/fi/tuotteet/ilmanvirtauslahettimet/>

Hammer, J. 2017. What is difference between M-bus and Modbus. Meters UK LTD. <https://meters.co.uk/m-bus-vs-modbus-difference/>

Opetushallitus. Automaatiojärjestelmä. Luettu 6.5.2019. http://www03.edu.fi/op-pimateriaalit/kunnossapito/sahkotekniikka_a2_automaatiojarjestelma.html

Produal. Passiiviset anturit. Luettu 20.4.2019. http://www.produal.com/fi/shop/web_passive_sensors

Produal. Termostaatit. Luettu 20.4.2019. http://www.produal.com/fi/shop/web_thermostats


Suomen automaatioseura. Rakennusautomaatio. Luettu 9.5.2019. <https://www.automatioseura.fi/sas/jaostot/rakennusautomaatio/>

LIITTEET

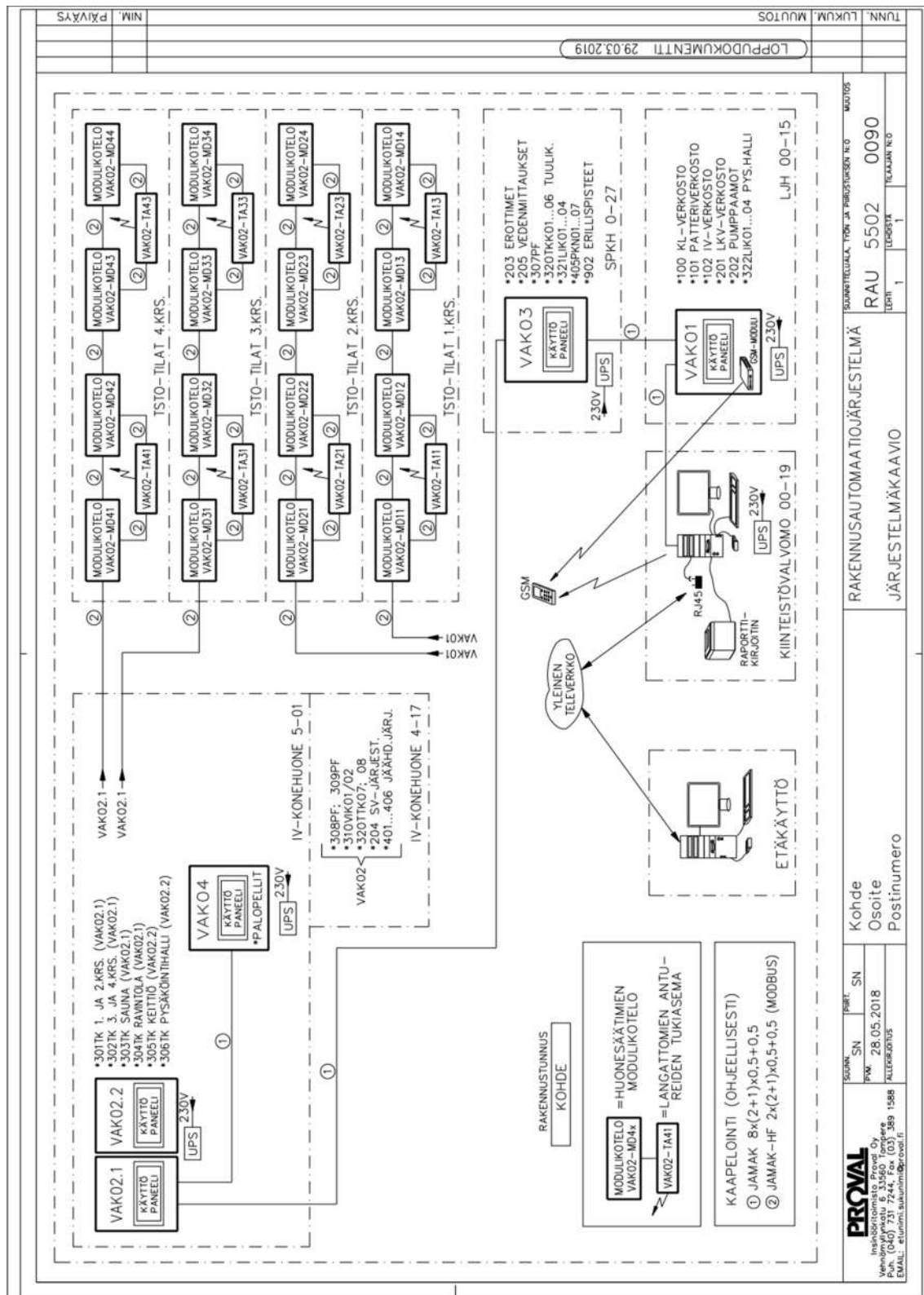
Liite 1. Vetoluettelon osa

| Fidex Oy Mänttymäentie 41, 01720 VANTAA Puh. +358 9 250 1288 Fax. +358 9 250 1289 | | RAKENNUSAUTOMAATIO Vetoluettelo | | HUOMAUTUKSET: Sähköarokkeita tarkistaa tarvittavien johtimien lukumäärän ryhmäkeskusten osalta. N2 NOMAK 2x2x0,5+0,5 N4 NOMAK 4x2x0,5+0,5 J2 JAMAK 2x(2+1)x0,5+0,5 J4 JAMAK 4x(2+1)x0,5+0,5 MMO MMJ | | | | | | | | |
|--|----------------------|---|----------------|--|----------|-------------------------------|--|-------------------|--------|-----------|------------------------------|--------------------------------|
| Kohde Osoite | | Asiakas n:o Projekti n:o Viimeisin muutos Laadittu | | Kohde X_vetoluettelo_Uudet kaapelit xx 12.11.2018 | | Laatija/Tark. SNUR SNUR | | | | | | |
| Muu- tos | Littyvä asiak.n:o | VAK/ lähtöpiste | Koje Tunnus | Laite Tunnus | Sijainti | Hankinta | Laite | Tekniset arvot | Tyyppi | Vaimitaja | Kaapelointi Tyyppi n:o | Lisä tiedot |
| | 1000 | VAK01 | 201 | TE32 | | | Lämmin käyttövesi, kiertö (pinta-anturi) | | | | N2 | |
| | 1000 | VAK01 | 201 | FQ02 | | | Lämmin käyttövesi, vesimäärämittari | | kykyä | | J2 | |
| | 2100 | VAK02 | 301TK | SC02 | | | Postipuhallin, Taaajuusmuuttaja | | | | N2 | |
| | 2100 | VAK02 | 301TK | FE02 | | | Postipuhallin, Ilmamäärämittaus | | | | N2 | |
| | 2100 | VAK02 | 301TK | TE09 | | | Lämpötila-anturi, Tubkanava, Läm.patt. Jälkeen | | | | N2 | |
| | 2100 | VAK02 | 301TK | SC01 | | | Tuopuhallin, Taaajuusmuuttaja | | | | N2 | |
| | 2100 | VAK02 | 301TK | FE01 | | | Tuopuhallin, Ilmamäärämittaus | | | | N2 | |
| | 2150 | VAK02 | 301PF02 | 301SC03 | | | Postipuhallin (WC-tilat 1. ja 2. kerros), Taaajuusmuuttaja | | | | N2 | |
| | 2150 | VAK02 | 301PF03 | 301SC04 | | | Postipuhallin (WC-tilat 1. ja 2. kerros), Taaajuusmuuttaja | | | | N2 | |
| | 2150 | VAK02 | 301PF04 | 301SC05 | | | Postipuhallin (WC-tilat maantasokerros), Taaajuusmuuttaja | | | | N2 | |
| | 2150 | VAK02 | 301PF05 | | | | Postipuhallin (L-Huone H.00-15) | | | | MMO+ | JK JL 501 2x ohjauk ja 2x ind. |
| | 2150 | VAK02 | 301PF06 | | | | Postipuhallin (Akkahuone H.00-13) | | | | MMO+ | JK JL 501 2x ohjauk ja 2x ind. |
| | 2150 | VAK02 | 301PF06 | FT19 | | | Postipuhallin (Akkahuone H.00-13), Virtsavähti | | | | MMO+ | |
| | 2150 | VAK02 | 301PF07 | 301SC06 | | | Postipuhallin (Kellitö H.2-67), Taaajuusmuuttaja | | | | N2 | |
| | 2200 | VAK02 | 302TK | SC02 | | | Postipuhallin, Taaajuusmuuttaja | | | | N2 | |
| | 2200 | VAK02 | 302TK | FE02 | | | Postipuhallin, Ilmamäärämittaus | | | | N2 | |
| | 2200 | VAK02 | 302TK | TE09 | | | Lämpötila-anturi, Tubkanava, Läm.patt. Jälkeen | | | | N2 | |
| | 2200 | VAK02 | 302TK | SC01 | | | Tuopuhallin, Taaajuusmuuttaja | | | | N2 | |
| | 2200 | VAK02 | 302TK | FE01 | | | Tuopuhallin, Ilmamäärämittaus | | | | N2 | |
| | 2250 | VAK02 | 302PF02 | 302SC03 | | | Postipuhallin (WC-tilat 3. ja 4. kerros), Taaajuusmuuttaja | | | | N2 | |
| | 2250 | VAK02 | 302PF03 | 302SC04 | | | Postipuhallin (WC-tilat 3. ja 4. kerros), Taaajuusmuuttaja | | | | N2 | |

Liite 2. Kytkentäluettelon osa


|  Klinteistö Kohde Martinkyläntie 41 01720 Vantaa | | Kirjasto Kohde | | Dokumentitaji Kytkentäluettelo Projektnumero Nro | | Ala-asema | | Tekijä | | Julkaisupvm | |
|---|--|-------------------|-----|---|--|-------------------|--|------------------------------------|--|-------------------------|--|
| | | | | | | VAK01 Sijainti | | Sami Nurminen Revisio Rev. A | | 16.4.2019 Revisiopvm | |
| Portti: 3 | | Moduuli: 1 | | AI 8C | | | | | | | |
| | | | | Jännite | | Kaapeli | | Liitin | | Tyyppi | |
| | | | | Liitin | | Tunnus ja tyyppi | | Liitin | | Tyyppi | |
| 1 | KOHDE_100_TE41_M Kaukolämpö, Lämpötila, Tulo, Mittaus | AUX | AUX | | | | | | | | |
| | | DC | DC | | | | | | | | |
| 2 | KOHDE_100_TE42_M Kaukolämpö, Lämpötila, Paluu, Mittaus | 1 | GND | | | | | | | | |
| | | AUX | AUX | | | | | | | | |
| 3 | KOHDE_201_TE31_M LKV, Lämpötila, Meno, Mittaus | DC | DC | | | | | | | | |
| | | 2 | GND | | | | | | | | |
| 4 | KOHDE_201_TE32_M LKV, Lämpötila, Paluu, Mittaus | AUX | AUX | | | | | | | | |
| | | DC | DC | | | | | | | | |
| 5 | KOHDE_101_TE41_M Patteriverkosto, Lämpötila, Meno, Mittaus | 3 | GND | | | | | | | | |
| | | AUX | AUX | | | | | | | | |
| 6 | KOHDE_101_TE42_M Patteriverkosto, Lämpötila, Paluu, Mittaus | DC | DC | | | | | | | | |
| | | 5 | GND | | | | | | | | |
| 7 | KOHDE_101_PE42_M Patteriverkosto, Paine, Mittaus | AUX | AUX | | | | | | | | |
| | | DC | DC | 24Vdc | | | | | | | |
| 8 | KOHDE_101_PE41_M Patteriverkosto, Paine meno, Mittaus | 7 | GND | Y | | | | | | | |
| | | AUX | AUX | 0 V | | | | | | | |
| | | 8 | GND | 24Vdc | | | | | | | |
| | | AUX | AUX | 0 V | | | | | | | |

Liite 3. Järjestelmäkaavio



Liite 4. Ilmanvaihtokoneen 304TK säätökaavio

1(5)

| LAITETUNNUS | LAITTEEN NIMITYS | TEKNISET ARVOT | NYKYINEN LAITE | HANKKIJA/ASENTAJA | LISÄTietoja | TUNNUS |
|---|--|--|----------------|-------------------|-------------|---|
| 304TK FV04 | MOOTTORVENTTIILI LÄMMITYS | 2- TIEVENTTIILI; VIRTAAMA 0,51 l/s; PAINE-ERO 21 kPa; kvs 4 | | | | |
| 304TK FV02 | MOOTTORVENTTIILI LTO | 3- TIEVENTTIILI; VIRTAAMA 0,65 l/s; PAINE-ERO 34 kPa; kvs 4 | | | | |
| 304TK FV05 | MOOTTORVENTTIILI JÄÄHDYTYKSEN | 2- TIEVENTTIILI; VIRTAAMA 1,08 l/s; PAINE-ERO 38 kPa; kvs 6,3 | | | | |
| 304TK FG01 | PELTIMOOTTORI ULKOILMA | 24VAC; ON-OFF; JOUSIPALAUTUS | | AU/AU | | |
| 304TK FG22 | PELTIMOOTTORI JÄTEILMA | 24VAC; ON-OFF; JOUSIPALAUTUS | | AU/AU | | |
| 304TK TE02 | LÄMPÖTILA-ANTURI LTO | PUTKEEN | | AU/AU | | |
| 304TK TE03 | LÄMPÖTILA-ANTURI LTO-N JÄLKEEN | KANAVAAN; KESKIVARVO VÄH. 2m | | AU/AU | | |
| 304TK TE04 | LÄMPÖTILA-ANTURI PALUUVESI | PUTKEEN | | AU/AU | | |
| 304TK TE09 | LÄMPÖTILA-ANTURI LÄMM. JÄLKEEN | KANAVAAN | | AU/AU | | |
| 304TK TE10 | LÄMPÖTILA-ANTURI TULOILMA | KANAVAAN | | AU/AU | | |
| 304TK TE19 | LÄMPÖTILA-ANTURI POISTOILMA | KANAVAAN | | AU/AU | | |
| 304TK TI | LÄMPÖMITTARI | ALUE -40...+40° (ULKOILMA) ALUE 0...+50°C (TULO/POISTOILMA) | | AU/AU | 6 KPL | |
| 304TK FE01 | PAINE-EROLÄHETIN, ILMAMÄÄRÄMITTAUS TULO | 24VAC; 0-10VDC; KANAVAAN, ALUE 0...2000Pa, NÄYTÖLLÄ | | AU/AU | | |
| 304TK FE02 | PAINE-EROLÄHETIN, ILMAMÄÄRÄMITTAUS POISTO | 24VAC; 0-10VDC; KANAVAAN, ALUE 0...2000Pa, NÄYTÖLLÄ | | AU/AU | | |
| 304TK PDE10 | PAINE-EROLÄHETIN TULOILMA | 24VAC; 0-10VDC; KANAVAAN, ALUE 0...500Pa, NÄYTÖLLÄ | | AU/AU | | |
| 304TK PDE19 | PAINE-EROLÄHETIN POISTOILMA | 24VAC; 0-10VDC; KANAVAAN, ALUE 0...500Pa, NÄYTÖLLÄ | | AU/AU | | |
| 304TK PI | PAINE-EROMITTARI | KALVOTOMINEN, ALUE 0...500 Pa | | AU/AU | 2 KPL | |
| 304TK PDE00 | PAINE-EROLÄHETIN ULKOSÄLEIKKÖ | 24VAC; 0-10VDC; KANAVAAN, ALUE 0...500Pa, NÄYTÖLLÄ | | AU/AU | | |
| 304TK PDI | PAINE-EROMITTARI ULKOSÄLEIKKÖ | KALVOTOMINEN, ALUE 0...500 Pa | | AU/AU | | |
| 304TK PDE01 | PAINE-EROLÄHETIN SUODATIN | 24VAC; 0-10VDC; KANAVAAN, ALUE 0...500Pa, NÄYTÖLLÄ | | AU/AU | | |
| 304TK PDI | PAINE-EROMITTARI SUODATIN | KALVOTOMINEN, ALUE 0...500 Pa | | AU/AU | | |
| 304TK PDE20 | PAINE-EROLÄHETIN SUODATIN | 24VAC; 0-10VDC; KANAVAAN, ALUE 0...500Pa, NÄYTÖLLÄ | | AU/AU | | |
| 304TK PDI | PAINE-EROMITTARI SUODATIN | KALVOTOMINEN, ALUE 0...500 Pa | | AU/AU | | |
| 304TK PE02 | PAINELÄHETIN LTO-PIIRI | PUTKEEN; 0...6bar | | AU/AU | | |
| 304TK ME19 | KOSTEUSLÄHETIN | 24VAC; 0-10VDC; KANAVAAN, SUHTEELLINEN KOSTEUS, NÄYTÖLLÄ | | AU/AU | | |
| 304TK TZA04 | JÄÄTYMISSUOJAATERMOSTAATTI | 24VAC; ENNAKOIVA; KÄSIN KUITATTAVA; LUKITUS- JA HÄLYTYSKOSKETTIMET | | AU/AU | | |
| 304TK SC01 | TAAJUUSMUUTTAJA TULOILMAPUHALLIN | 400VAC | | | | |
| 304TK SC02 | TAAJUUSMUUTTAJA POISTOILMAPUHALLIN | 400VAC | | | | |
| xX01 | TULO- JA POISTOPUH. SEKÄ PUMPUN OHJAUSKYTKIN | JAKOKESKUKSEEN 0-1-KYTKIN 10A | | AU/AU | 3 KPL | |
| 304TK IM1; IM2 | ILMAMÄÄRÄMITTARI TULO- /POISTOILMA | OSOITINTOIMINEN | | | 2 KPL | |
|  <p> PROVAL Insinööri-toimisto Proval Oy Hannamäentie 24, 03560 Toivakka Puh: +358 (0)9 2411599 Faksi: +358 (0)9 2411599 EMAIL: eturimi.suurnim@proval.fi </p> | | | | | | SUURTEHTAVALUKKO JA PRODUKTIN N:o RAU 5502 2400 TUPPI 1 LUOKKA 5 |
| KOHDE Kohde OSOITE Osoite Postinumero Postinumero | | | | | | TULOILMAKONE 304TK RAVINTOLA SÄÄTÖKAAVIO |
| LOPPUKOKKUMENNTTI 29.03.2019 | | | | | | LUKUM. MUUTOS |
| NIM. PÄIVÄYS | | | | | | TUNN. |

| KÄYTTÖ | | TUNNUS | | KOHDE | SÄÄTÖMUOTO | ASETUSARVO | HUOMI |
|----------|--|-----------|------------------------|--------|------------|-------------|------------|
| Käytössä | | TE09/10 | TULOILMAN LÄMPÖTILA | P | PI | KUVA 1 | TE00 +12°C |
| Käytössä | | TE19/16.1 | POISTO/SISÄILMAN LÄMP. | P | P | KUVA 1 | |
| Käytössä | | TE04 | JÄÄTYMISVAARA | ON-OFF | ON-OFF | + 8 °C | |
| Käytössä | | TE04 | PATTERIVESI/ KOJE SEIS | P | P | + 20 °C | |
| Käytössä | | TE04 | PATTERIVESI/ KOJE KÄY | P | P | + 12 °C | |
| Käytössä | | TE10,TE19 | PALOVAARA | ON-OFF | ON-OFF | + 45 °C | |
| Käytössä | | PDE01/20 | SUODATTINVAHDIT | ON-OFF | ON-OFF | xxxPa/xxxPa | |
| Käytössä | | PDE10 | TULOILMAN PAINE | PI | PI | xxxPa | |
| Käytössä | | PDE19 | POISTOILMAN PAINE | PI | PI | xxxPa | |
| Käytössä | | TE02 | LTO:n HUURTUMISENESTO | P | P | + 2 °C | |
| Käytössä | | FE01/02 | VIRTAUSVAHDIT | ON-OFF | ON-OFF | xxxPa/xxxPa | |

| KÄYTTÖ- TILANNE | LAITE | TF01 SCO1 | PF01 SCO2 | P04 | FV04 | 1) | FC01 FG22 | FV02 | FV04 | LYÖHYK- FGX.xx |
|--------------------|-------------------------|-----------------|--------------|------|-------|--------|--------------|--------|--------|-------------------|
| Käytössä | Kojeisto käynnissä | säätö | säätö | köy | säätö | ohjous | säätö | auki | ohjus | |
| Käytössä | Kojeisto seis | seis | seis | köy | TE04 | seis | kiinni | kiinni | kiinni | |
| Käytössä | Jäätymisvaara | seis | seis | köy | TE04 | seis | kiinni | kiinni | kiinni | |
| Käytössä | Palovaara | seis | seis | köy | TE04 | seis | kiinni | kiinni | kiinni | |
| Käytössä | Pumppu P04 pysäytysissä | seis | seis | seis | TE04 | seis | kiinni | kiinni | kiinni | |
| Käytössä | IV-häädöystyys painettu | seis | seis | köy | TE04 | seis | kiinni | kiinni | kiinni | |
| Käytössä | Palohälytystä | seis | seis | köy | TE04 | seis | kiinni | kiinni | kiinni | |
| Käytössä | Yliilmän yläuuletuus | köy 50% köy 50% | | köy | TE04 | seis | kiinni | kiinni | kiinni | |
| Käytössä | | | | köy | TE04 | seis | kiinni | kiinni | auki | |

1) SEISONTA-AIKANA PUMPPU P02 KÄYTÄÄN 2 MINUUTTA VUOROKAUDESSA

KÄYTTÖ

Kojeiston käyttöä ohjataan tässä säätökäsoiviossa esitetyllä tavalla sekä tapahtumaohjelmilla X, 1, 2, 4, 5, 10, 11, 17, 23, 25, 35, 39 ja P sekä aikoohjelmalla (käynnistyys/pysäytys). LTO:n hyötysuhde lasketaan raportointiohjelman R3 ja T17 mukaisesti.

Kojeisto köy aikoohjelman ohjautuessa jatkuvasti vähintään minimi-ilmamäärällä. Aktiivikäyttöaikana kojeisto köy onalla aikoohjelmalla (yemmillä kanavapaneureuvilla).

Puhalltimien paine-eromittauksien avulla lasketaan tulo- ja poistoilmavirrat.

Ilmamäärämittaukset FE01 ja FE02 ohjelmakäytössä toimivat virtausvaihteina. Tuloilmamäärän määrittäminen ohjataan päälle tuloiilmakojien käydessä kun ukolämpötila on välillä -3...+3°C tai kun säleikön paine-eromittaus PDE00 ylittää asetellun raja-arvon.

LUKITUKSET

Kojeisto ei voi käydä mikään kiertovesipumppu P04 ei köy, jäätymisvahti TZA04 tai palovaara TE10/19 on suoritettu laukaisuun, IV-häädöystyyspainiketta on painettu tai paloilmoitin on palohälytystilassa. Poistoilmapuhaltimen PF01 käyttö on luku tuloiilmapuhaltimen TF01 käyttöä.

VYÖHYKKEIDEN TOIMINTA (YHTEENSÄ 3 VYÖHYKKEITÄ)

Jokaisella vyöhykkeellä on oma aikoohjelmalla joka ovat ko. vyöhykkeitä PDE01, PDE02, PDE03, PDE04, PDE05, PDE06, PDE07, PDE08, PDE09, PDE10, PDE11, PDE12, PDE13, PDE14, PDE15, PDE16, PDE17, PDE18, PDE19, PDE20, PDE21, PDE22, PDE23, PDE24, PDE25, PDE26, PDE27, PDE28, PDE29, PDE30, PDE31, PDE32, PDE33, PDE34, PDE35, PDE36, PDE37, PDE38, PDE39, PDE40, PDE41, PDE42, PDE43, PDE44, PDE45, PDE46, PDE47, PDE48, PDE49, PDE50, PDE51, PDE52, PDE53, PDE54, PDE55, PDE56, PDE57, PDE58, PDE59, PDE60, PDE61, PDE62, PDE63, PDE64, PDE65, PDE66, PDE67, PDE68, PDE69, PDE70, PDE71, PDE72, PDE73, PDE74, PDE75, PDE76, PDE77, PDE78, PDE79, PDE80, PDE81, PDE82, PDE83, PDE84, PDE85, PDE86, PDE87, PDE88, PDE89, PDE90, PDE91, PDE92, PDE93, PDE94, PDE95, PDE96, PDE97, PDE98, PDE99, PDE100.

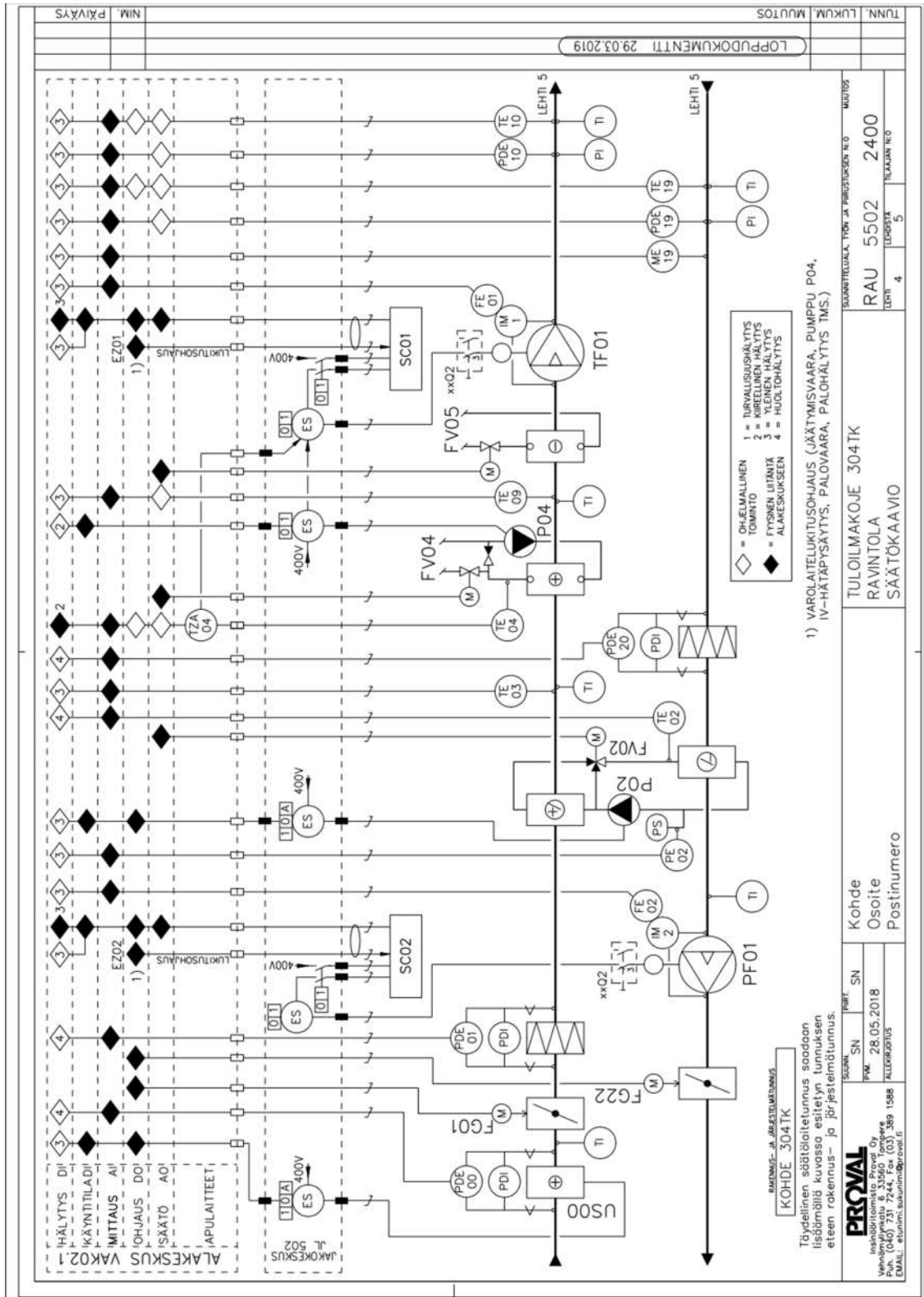
Vyöhyke 1 ja 2 on oma jatkuvasti ohjautuva jatkuvasti vähintään minimi-ilmamäärällä.

Vyöhyke 3 on oma jatkuvasti ohjautuva jatkuvasti vähintään minimi-ilmamäärällä.

Yliilmän yläuuletuus: ohjelmakäytössä: aktiivikäytön ukopuolella (kojeisto aktiivikäytössä). Painikkeen merkinnällä osoittaa ko. peltiparin olevan auki.

SÄÄDÖN TOIMINTA

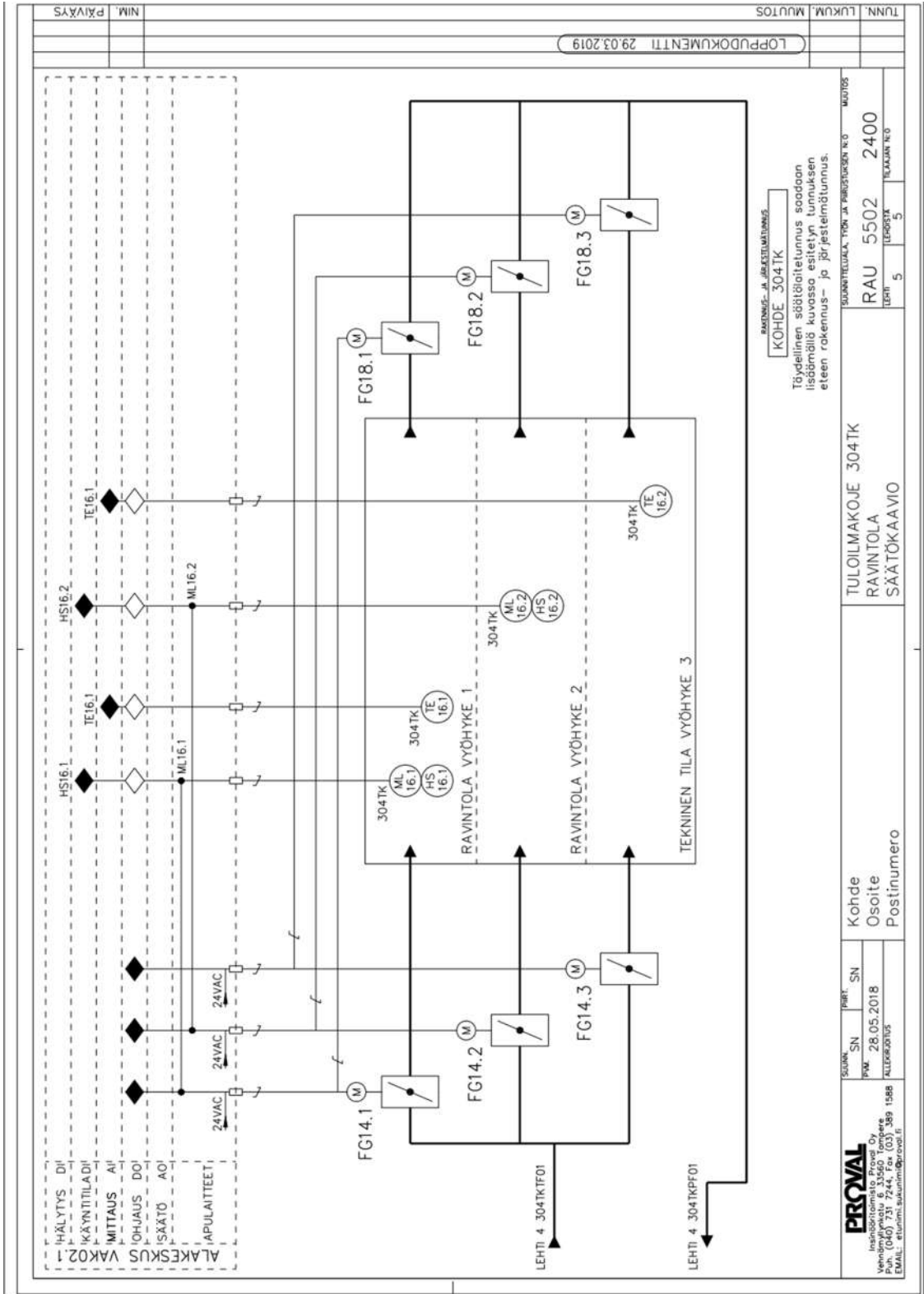
- Kojeisto käynnissä**
 - Tuloilman lämpötila TE09/10 pidetään asetusravossa. Asetusravon riippuu poistoilmapötilän TE19 ja sisäilman lämpötilan TE16.1 keskiarvoon kuvan 1 osoittamalla tavalla. Lämällä tavalla säätö ohjaa sarjassa LTO:n pumppu P02, LTO:n venttiili FV02 sekä lämmitysventtiiliä FV04 kuvan 2 osoittamalla tavalla.
 - Jäätymistä tarvittaessa säätö ohjaa jäähdytysventtiiliä FV05 kuvan 2 osoittamalla tavalla.
 - Tulo- ja poistoilman kanavapainetä pidetään asetusravossa (min./aktiivikäytössä) säätämällä taajuusmuuttaja SCO1 ja SCO2 paine-eroilmoittimen PDE10 ja PDE19 mittaustuloksien perusteella.
 - Ukolämpötilan ollessa alle +10°C ohjataan tuloiilmakojien käynnistyessä LTO-venttiili FV02 auki 5 min ajaksi.
 - Poistoilman lämpötilan ollessa ukolämpötilaa alempi (>1°C) säätö ohjaa LTO:n tyydelle talteenotolle.
- Koje on seis (tai jäätymisvaara) tai palovaaran pysäyttämässä**
 - Jäätymisvaaran ehkäisemiseksi lämmityspatterin lämpötila pidetään holuttu arvossa.
 - Yliilmän yläuuletuus
- Yliilmän yläuuletuus**
 - Yläuuletukseseen käytetään poistoilmapötilä-anturin TE19 ja sisäilman TE16.1 mittaustuloksen keskiarvoa.
- LTO:n huurteesto**
 - LTO:n huurteesto toteutetaan LTO-paluupatterille palovan nesteen lämpötilan TE02 perusteella siten, että lämpötilan ollessa asetettua lämpötilaa alemmaksi ohjaa rajoitus säätö LTO-venttiiliä FV02 auki.
- Raportit**
 - Kojeisto on voimava listoosta vähintään seuraavat raportit: R1, R2, R3 ja R5.
- Kastepisteilaskenta**
 - Poistokanavan kosteusmittauksen ME19 perusteella järjestelmä laskee kostepisteen.
 - Kastepisteilämpötilaa käytetään jäähdytyspakkien kondensoitumisen estämiseen.



LOPPUDOKUMENTTI 29.03.2019

| | | |
|-------|--------|--------|
| TUNN. | LUKUM. | MUUTOS |
| | | |

| | | | |
|---|--|--------------------------------|--|
| PROVAL Insinööritoimisto Proval Oy Vehmäjärvenkatu 6, 33560 Tampere Puh. (040) 731 7244, Fax. (03) 389 1588 E-mail: etuunimi@suunnittelija.fi | SAUNNITTEILIJAN NIMI JA PÄIVÄYS TUULIILMAKOJE 304TK RAVINTOLA SÄÄTÖKAAVIO | KOHDE Osoite Postinumero | SAUNNITTEILIJAN NIMI JA PÄIVÄYS N:o RAU 5502 2400 LEHTI 4 TILAUKSEN N:o 3 |
|---|--|--------------------------------|--|



Liite 5. Modulikotelon layout

