

KARELIA-AMMATTIKORKEAKOULU
Talotekniikan koulutus

Antti Tuovinen

KIINTEISTÖN AUTOMAATIOSANEERAUS FIDELIX OY:N
JÄRJESTELMÄLLÄ

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2020



OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2020
Talotekniikan koulutus

Tikkarinne 9
80200 JOENSUU
+358 13 260 600 (vaihde)

Tekijä(t)
Antti Tuovinen

Nimeke
Kiinteistön automaatosaneeraus Fidelix Oy:n järjestelmällä

Toimeksiantaja
Fidelix Oy

Tiivistelmä

Tässä opinnäytetyössä Outokummun Tokmannin kiinteistöautomaatio saneerattiin Fidelix Oy:n laitteita ja järjestelmiä käyttäen. Uuden automaatiojärjestelmän tavoitteena oli parantaa kiinteistön käyttöikä, käytettävyyttä, joustavuutta sekä energiankulutusta. Vanha automaatiojärjestelmä oli 14 vuotta vanha TAC Vistalla toteutettu kokonaisuus. Vanhaa järjestelmää käytettiin hyödyksi saneerauksessa kenttälaitteiden sekä kaapelointien osalta.

Opinnäytetyö suoritettiin projektimaisena, ja se jäljitteli oikean projektin läpivientiä. Projektin fiktiiviset sekä fyysiset I/O-pisteet ja grafiikkakuvat konfiguroitiin Fidelix Oy:n käytössä olevaa Fx-Editoria käyttäen. Kiinteistön automaatio ohjelmoitiin Infoteam-OpenPCS sovelluksella. Järjestelmän kytkentäkuvat tehtiin Exceliä ja Fidelix Oy:n kehittämää Fx-Connection-sovellusta hyväksikäyttäen. Työssä tutustuttiin projektissa käytettyihin järjestelmiin ja saneerauksen eri vaiheisiin sekä kerrotaan prosessien ohjelmoinnista.

Työn lopputuloksena valmistui toimiva automaatiojärjestelmä. Uudella automaatio järjestelmällä parannettiin kiinteistön käyttöikä, käytettävyyttä sekä energiankulutusta.

Kieli
suomi

Sivuja 52
Liitteet 22
Liitesivumäärä 22

Asiasanat

Fidelix, automaatio, saneeraus, rakennusautomaatio, ohjelmointi



THESIS
March 2018
Degree Programme in Building
Services Engineering
Tikkariinne 9
80200 JOENSUU
FINLAND
+ 358 13 260 600

Author (s)
Antti Tuovinen

Title
Property Automation Renovation with Fidelix Oy Systems

Commissioned by
Fidelix Oy

Abstract
In this thesis, Outokumpu's Tokmanni property automation was renovated by using Fidelix Oy's equipment and systems. The aim of the new automation system was to improve the property's service lifespan, usability, flexibility and energy consumption. The old automation system was a 14-year-old entity implemented on TAC Vista. The old system was used for renovation.

The thesis was completed like a project and it mimicked a real project. The project's fictional and physical I/O points and graphics were configured by using Fidelix Oy's Fx-Editor. The property's automation was programmed with Infoteam's OpenPCS software. The system wiring diagrams were made by using Excel and the Fx-Connection application developed by Fidelix Oy. The thesis introduces the systems used in the project and the different stages of the renovation, as well as the process programming.

The result of the work was a functioning automation system. The new automation system improved the property's service life, usability and energy consumption.

Language
Finnish

Pages	52
Appendices	22
Pages of Appendices	22

Keywords
Fidelix, automation, renovation, building automation, programming

Sisältö

1	Johdanto.....	5
2	Rakennusautomaatiojärjestelmä yleisesti	6
2.1	Järjestelmän rakenne	6
2.2	IEC 61131-3-standardi	8
2.3	Structured Text (ST) ohjelmointikieli.....	9
3	Ohjelmointiympäristö	10
3.1	Fx-Editor	10
3.1.1	Grafiikkakuvien ja pistelistan luominen ja konfigurointi.....	11
3.1.2	Muunnostaulukot.....	14
3.1.3	Aikaohjelmat.....	16
3.1.4	Hälytykset	18
3.2	Infoteam OpenPCS	21
3.3	PI-Säädin	21
4	Järjestelmän kartoitus	23
5	Saneerauksen suunnittelu ja toteutus.....	29
6	Ilmanvaihto	30
6.1.1	Hyötysuhde.....	36
7	Lämmitysjärjestelmä.....	37
8	Poistokoneet	40
9	Valot.....	41
10	Erillispisteet.....	42
11	Uuden alakeskuksen suunnittelu ja rakentaminen	43
12	Käyttöönotto.....	50
13	Pohdinta.....	51

Liitteet

Liite 1	Vanhat pisteluettelot
Liite 2	Vanhat grafiikkakuvat
Liite 3	Vanhat kytkentäkuvat
Liite 4	Uudet kytkentäkuvat

1 Johdanto

Opinnäytetyön tehtävänä oli suorittaa automaatio saneeraus Polvijärventie 12:ssa sijaitsevaan kiinteistöön. Automaatiojärjestelmän saneeraus toteutettiin Fidelix Oy:n toimeksiantona.

Järjestelmän saneeraus tuli ajankohtaiseksi, koska vanha järjestelmä oli 14 vuotta vanha, ja automaation tässä ajassa kehittyessä todella paljon uuden järjestelmän tuomat hyödyt ovat täten huomattavat. Uudella järjestelmällä pyrittiin parantamaan kiinteistön energiakulutusta, lisäämään kiinteistön käytön joustavuutta ja toiminnallista varmuutta.

Työhön sisältyi kohteen ohjelmointi, uusien grafiikkakuvien piirtäminen VAK:n (Valvonta-alakeskus) kosketusnäyttöön ja keskuksen laitteiston uusiminen. Uusi järjestelmä toteutettiin FX-3000-C-säätimellä, joka käytännössä hoitaa kaikki ohjaukset ja kahdeksalla modulilla, joihin ohjattavat sekä säädettävät toimilaitteet liitetään.

Kohteen rakennusautomaatiojärjestelmällä ohjataan tuloilmakonetta, lämmönjakokeskusta, valaistuksia sekä muutamia erillispisteitä, kuten autolämmitystä ja jätepuristinta. Saneerauksessa uusittiin vanhan alakeskuksen automaatiolaitteisto, jonka tilalle asennettiin uudet Fidelix:n laitteet käyttäen Fidelix:n järjestelmiä.

Opinnäytetyössä tutustuttiin kiinteistöautomaation eri vaiheisiin, käytettyihin ohjelmiin ja kuinka automaation avulla pyritään parantamaan energian kulutusta, lisäämään kiinteistön käytön joustavuutta sekä toiminnallista varmuutta.

2 Rakennusautomaatiojärjestelmä yleisesti

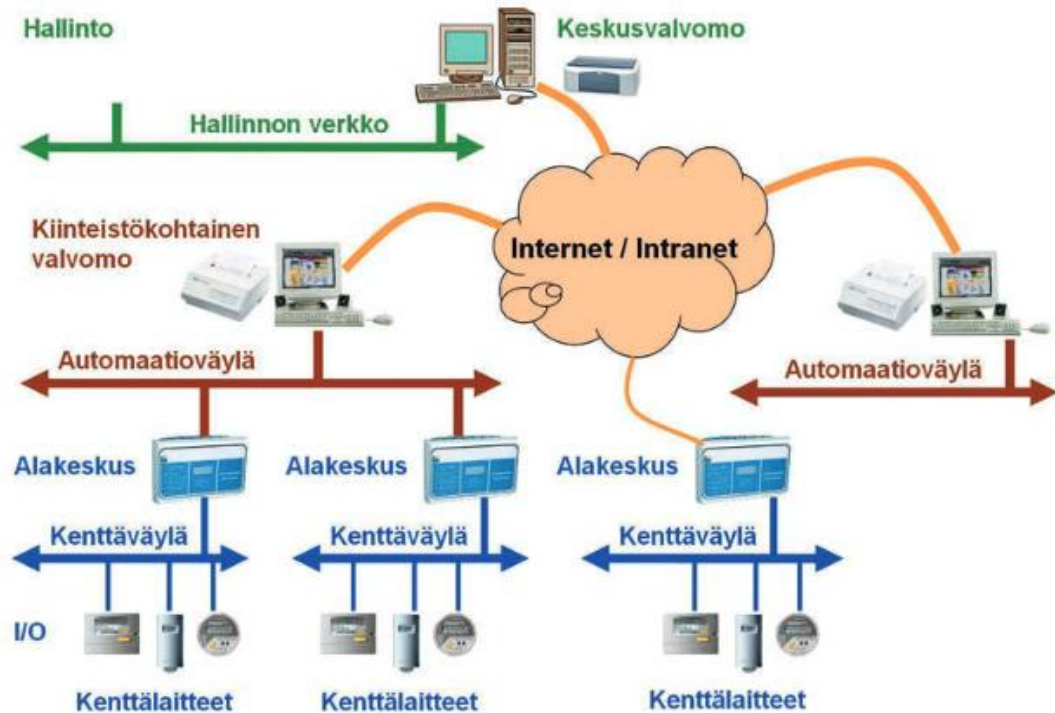
Rakennusautomaatio on talotekniikassa yksi merkittävimmistä osa-alueista. Sen keskeisimpiä tavoitteita on toteuttaa prosessien säädöt ja ohjaukset suunnitelmien edellyttämällä tavalla, valvoa hälytyksiä ja mittauksia sekä ilmoittaa vikatilanteista. Näiden tavoitteiden lisäksi automaatiolla voidaan tuottaa kulutus-, energiatehokkuus-, olosuhde- ja tilastomateriaalia auttamaan laitoksen toiminnallista ja energiatehokasta ylläpitoa sekä tarjota käyttäjälle selkeä päivittäistä käyttöä tukeva käyttöliittymä [1, 21.]

Rakennusautomaation keskeisten tavoitteiden lisäksi automaatiolla voidaan tuottaa myös lisäpalveluita joko itsenäisesti tai integroituna muihin taloteknisiin järjestelmiin. Esimerkiksi AV- järjestelmien esitys- ja viihdepalvelut, palo-, murto- tai kulunvalvontaan liittyvät mahdollisuudet ja erilaiset tilahallintaa hotelleissa tai toimistoissa tukevat järjestelmät kasvattavat jatkuvasti suosiotaan. [1, 21.]

Rakennusautomaatio erotetaan prosessiautomaatioon verrattavaksi omaksi ryhmäkseen, vaikka sen toiminnot ja ominaisuudet ovat samantapaisia kuin prosessiautomaatossakin. Tällainen ryhmittely on tarpeellista, koska kiinteistöissä kenttälaitteet ja niiden säädöt sekä valvonta ovat niin erilaisia kuin teollisuuden säätökohteet. [2, 5.]

2.1 Järjestelmän rakenne

Rakennusautomaatiojärjestelmät koostuvat kolmesta eri tasosta (kuva 1), jotka ovat valvomo-, alakeskus sekä kenttälaitetaso. Näitä tasoja yhdistää aina jokin tiedonsiirtoratkaisu, kuten RS-485. [3, 9.]



Kuva 1. Rakennusautomaation hierarkkinen rakenne [3, 10.]

Windows-pohjaisella PC-laitteistolla toteutetut valvomotasot ovat alkaneet vähentyä internetin välityksellä toimivien etäkäyttövalvomoiden yleistyttyä. Etäkäyttövalvomot helpottavat kohteen päivittäistä seuraamista sekä toimenpiteiden tekemistä. Kuvassa 1 kutsutulla automaatioväylällä tarkoitetaan eri alakeskusten ja kiinteistökohtaisen valvomoon yhdistettyä verkkoa. [3, 11.]

Yksi valvomoiden tärkeistä toiminnoista on kiinteistön seuraamisen erilaiset työkalut. Nämä voivat olla joko huoltoon tai energiatehokkuuteen liitettjä työkaluja. Näillä työkaluilla voidaan tarkastaa, kuinka eri prosessit ovat toimineet aikaisemmin. Tällä tiedolla huoltomies tai kiinteistöhoitaja pystyy päättämään, kuinka hyvin prosessi toimii tai vikatilanteessa vian syy. Hälytysten kuittaaminen myös voidaan hoitaa valvomon kautta. [4, 17.]

Alakeskusten (VAK) avulla hoidetaan säätö-, ohjaus- ja valvontaoperaatioita. Alakeskukset sisältävät prosessorin ja muistia, jossa sijaitsevat käyttöjärjestelmä ja säätöohjelmat. Tyypilliseen alakeskukseen kuuluu lisäksi liitännämahdollisuus noin 200 fyysiselle tulo- ja lähtöpisteelle (input/output), joihin kenttälaitteet, kuten

anturit, venttiilit ja pumput, liitetään. [1, 11.] Alakeskuksia on yleensä mahdollisuus operoida paikallisilla näyttö- ja operointiyksiköillä. Alakeskuslaitteet asennetaan tavallisesti erilliseen laitekaappiin, johon voidaan sijoittaa myös muita prosessin ohjauksessa tarvittavia laitteita. [1, 70-71.]

Kenttätasolla tarkoitetaan ensisijaisesti antureita ja toimilaitteita. Anturit välittävät reaaliaikaista tietoa prosessien tilasta ja olosuhteista, kuten esimerkiksi tilojen lämpötiloista. Alakeskuksen ohjelmistot vertaavat anturien tietoja automaatio-suunnitelman ja käyttäjän asettamiin tavoitteisiin ja ohjaavat toimilaitteita niin, että nuo tavoitteet saavutetaan. Kenttätasolla voi olla myös hajautettua I/O:ta, jolla tarkoitetaan alakeskuksen väylän kautta kommunikoiduvia I/O-moduuleita. Kentällä voi olla myös itsenäisiä säätimiä, kuten huonesäätimiä ja pakettiratkaisuihin integroidut säätimet, joita on kasvavissa määrin esim. IV-koneissa ja lämmönvaihtimissa. [4, 61.] Kenttälaitteet yleensä kytketään alakeskuksiin omilla kaapeleillaan, jolloin viestit ovat jännite- tai virtaviestejä. Nämä viestit ovat standardoituja, joten eri valmistajien eri kenttälaitteet ovat helposti vaihdettavissa. [3, 11.]

2.2 IEC 61131-3-standardi

IEC 61131-3-standardi tarjoaa edellytykset PLC-Ohjelmien kehittämiselle. IEC 61131-3 on maailmanlaajuinen standardi, joka määrittelee ohjelmoitavien ohjaimien yhteisen ohjelmointikielisarjan syntaksin ja semantiikan. Lisäksi IEC 61131-3 rakentaa tapaa, jolla ohjausjärjestelmä konfiguroidaan. [19.] Standardin mahdollistaa ohjelmoinnin kahdella graafisella ja kahdella tekstipohjaisella esitystavalla:

- Ladder diagram (LD), Graafinen
- Function block diagram (FBD), Graafinen
- Structured text (ST), tekstipohjainen
- Instruction list (IL), tekstipohjainen.

Fidelix-järjestelmän ohjelmointi tehdään pääsääntöisesti IEC61131-3-standardin mukaisella structured text-ohjelmointikielellä. [17.]

2.3 Structured Text (ST) ohjelmointikieli

Strukturoitu teksti on ohjelmointikieli, joka muistuttaa voimakkaasti Pascal-ohjelmointikieltä. Se on yksi viidestä IEC 61131-3-standardin tukemasta kielestä, joka on suunniteltu logiikkaohjaimille käytettäväksi. Ohjelmat kirjoitetaan koodiin lauseina, jotka erotetaan puolipisteillä toisistaan. Nämä lauseet noudattavat ennalta määritettyjä ohjeita sekä aliohjelmia muuttujien (kuva 2) muuttamiseen. Nämä ovat määriteltyjä arvoja, sisäisesti tallennettuja arvoja tai tuloja ja lähtöjä. Tehtävälausekkeita käytetään osoittamaan, kuinka muuttujan arvoa muutetaan. [6.]

Elementary Data Types			
keyword	name	range	size in bits
BOOL	Boolean	0 (FALSE), 1 (TRUE)	1 or 8
SINT	Short Integer	-128 to +127	8
USINT	Unsigned Short Integer	0 to 255	8
INT	Integer	-32 768 to +32 767	16
DINT	Double Integer	-2.147.483.648 to +2.147.483.647	32
UINT	Unsigned Integer	0 to 65 535	16
UDINT	Unsigned Double Integer	0 to 4.294.967.295	32
REAL	Real number	+/-3.4E+/-38	32
LREAL	Long real number	+/-1.8E+/-308	64
TIME	Time duration	t#-596h31m23s648ms to t#596h31m23s647ms	32
DATE	Day, Month, Year (only)	d#0001-01-01 to d#11759222-01-20	32
TIME OF DAY	Time of day (only)	tod#00h00m00s000ms to tod#23h59m59s999ms	32
DATE AND TIME	Date and Time		64
STRING	'Character String		length of string plus 2 bytes
WSTRING	2-byte-character String		length of wstring plus 2 bytes
BYTE	Sequence of 8 bits	0 to 255	8
WORD	'Sequence of 16 bits	0 to 65535	16
DWORD	Sequence of 32 bits	0 to 4294967295	32

Kuva 2. OpenPCS käytetyt muuttujat

Kuvassa 3 on esitetty patteriverkoston ohjelma, joka on toteutettu kokonaisuudessaan ST-ohjelmointikieltä käyttäen.

```
(* Ohjataan pumppu seis lämpimän ilman takia , 2 ASTEEN HYSTEREESI *)
If (Ulkoilma > (Kay_Raja + 2.0)) and AikaOhjelma = 0 and (Lammitys_SaatoPiste_Arvo < 1.5 and Venttiili < 1.5) then
  Tulos:=SetDigitalPointF(Value:=1,LockState:=1,Name:='LV01_PU01_O');
End_If;

(* Ohjataan pumppu käyntiin kylmän ulkoilman takia tai jos säätö pyytää lämmitystä*)
If Ulkoilma < Kay_Raja or Lammitys_SaatoPiste_Arvo > 3.0 or Venttiili > 3.0 then
  Tulos:=SetDigitalPointF(Value:=0,LockState:=1,Name:='LV01_PU01_O');
End_If;

(* Pumppu käyntiin, impulsipyöräytys kesällä kun muutoin ei ohjauspyyntöä.
Eli tällä pumppu päälle ja pysäytys lämpötilan mukaan ekassa ehdossa *)
If AikaOhjelma > 0 then
  Tulos:=SetDigitalPointF(Value:=0,LockState:=1,Name:='LV01_PU01_O');
End_If;

(* ===== RISTIRIITA HÄLYTYKSET ===== *)

indikointi:=GetDigitalpointF(Name:='LV01_PU01_I');
ohjaus:=GetDigitalpointF(Name:='LV01_PU01_O');

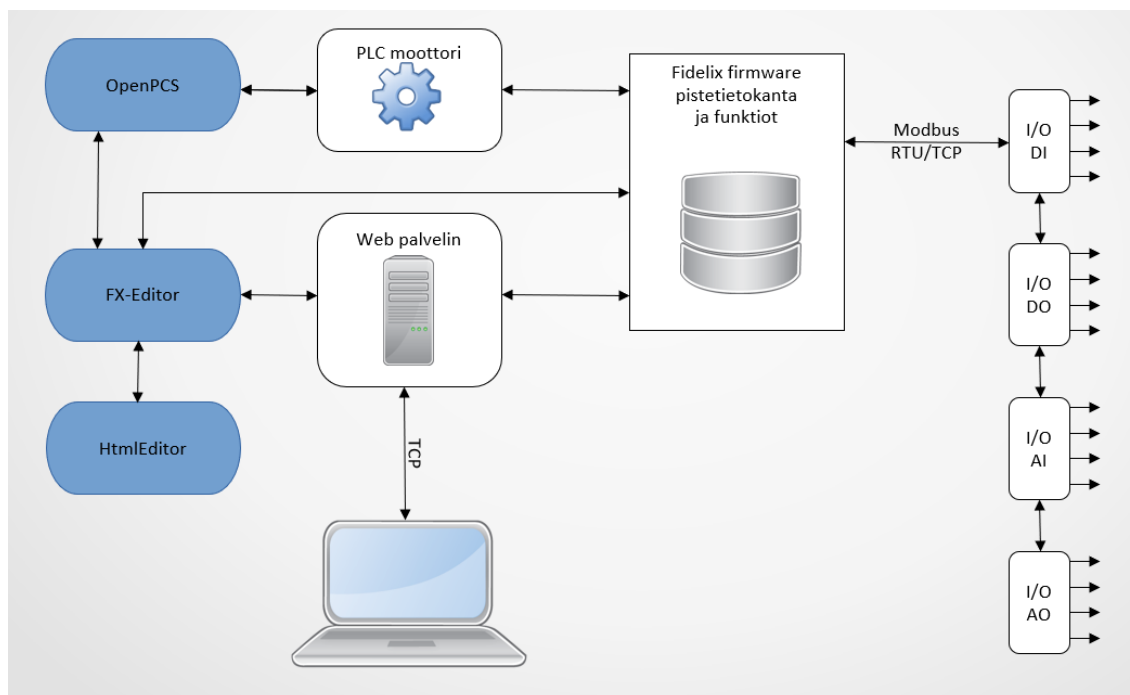
(* Ohjaus päällä = 0, indikointi päällä = 1 *)
if (indikointi = 0 and ohjaus = 0) or (indikointi = 1 and ohjaus = 1) then
  Tulos:=SetDigitalPointF(Value:=1,LockState:=1,Name:='LV01_PU01_RH');
else
  Tulos:=SetDigitalPointF(Value:=0,LockState:=1,Name:='LV01_PU01_RH');
end_if;
```

Kuva 3. Patteriverkoston ohjelma

3 Ohjelmointiympäristö

3.1 Fx-Editor

FX-Editor on Windows-pohjainen ohjelmointityökalu, jota käytetään projektissa ohjelmien tekoon sekä konfigurointiin. Se on koko projektinhoidon keskipiste, jolla vähennetään ulkoisten ohjelmien tarvetta sekä pyritään tehostamaan projektin hoitoa. Ohjelmassa on myös sisäänrakennettuna FTP- ja Telnet-yhteys, joka eliminoi ulkopuolisten samaan käyttöön kohdistuvien ohjelmien tarpeen. FX-Editorista saa avattua erilliset ulkoiset ohjelmat kuten OpenPCS:n, jota käytetään kohteen ohjelmointiin, ja FX-Connectionin sekä Excelin, joita taas käytetään lopukuvien aikaansaamiseksi. [5.] Kuvassa 4 on esitetty periaatekuva Fidelix:n ohjelmointityökaluista ja niiden kanssakäyminen. HtmlEditoria ei käytetä enää itsenäisenä sovelluksena, vaan se on integroitu FX-Editoriin.



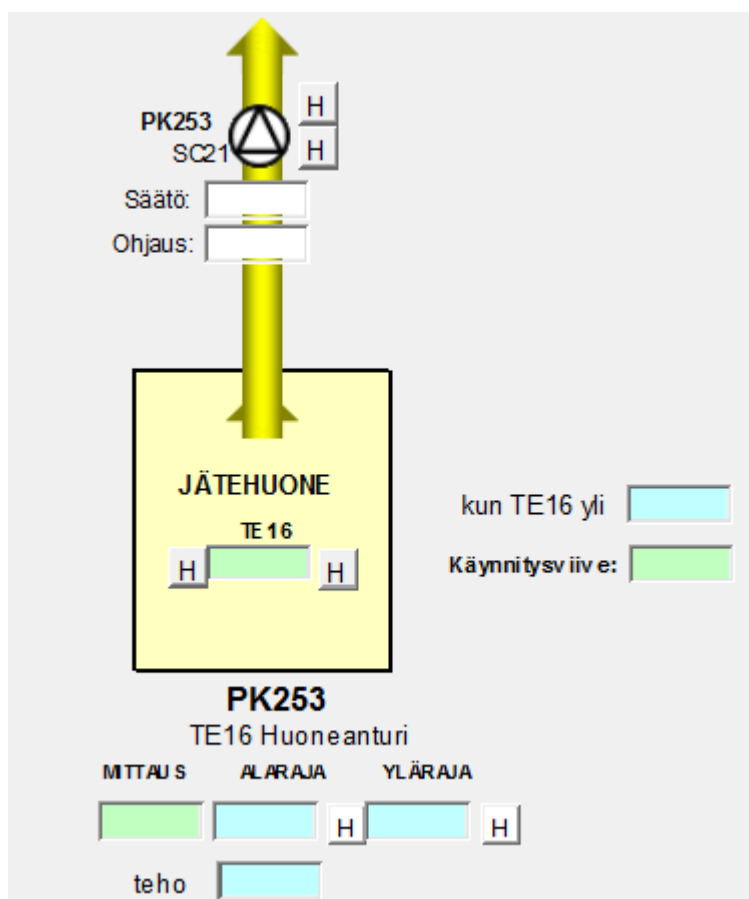
Kuva 4. Periaatekuva Fidelix alakeskus (PLC) ohjelmointityökalusta. [7.]

3.1.1 Grafiikkakuvien ja pistelistan luominen ja konfigurointi

Fx-Editoria käytetään projektissa valvomon ja alakeskuksen kosketusnäytön grafiikkakuvien tekoon. Näiden grafiikkakuvien yhteydessä muodostuvat grafiikkakuvissa käytetyt fyysiset sekä fiktiiviset pisteet pistelistaan. Näitä pisteitä voidaan taas konfiguroida halutulla tavalla. Kuvassa 6 nähdään pisteet, jotka ovat muodostuneet kuvan 5 poistokoneen grafiikkakuvan teon yhteydessä.

Jokaisesta järjestelmästä, jossa on paljon asetusarvoja tai muuten prosessin seurannan kannalta epäolennaisia pisteitä, tehdään kaksi erillistä grafiikkakuva. Yhdessä kuvassa näytetään kaikki pisteet ja toisessa kuvassa on karsittu prosessin seurannan kannalta turhat pisteet pois, kuten hälytysrajat sekä asetusarvot. Pisteiden siniset reunat kertovat, että piste on pakotettu käsin.

Jokainen grafiikkakuva pyritään tekemään mahdollisimman selväksi käyttäjää ajatellen käyttäen saman tyyppisiä symboleja sekä värejä eri pisteissä.

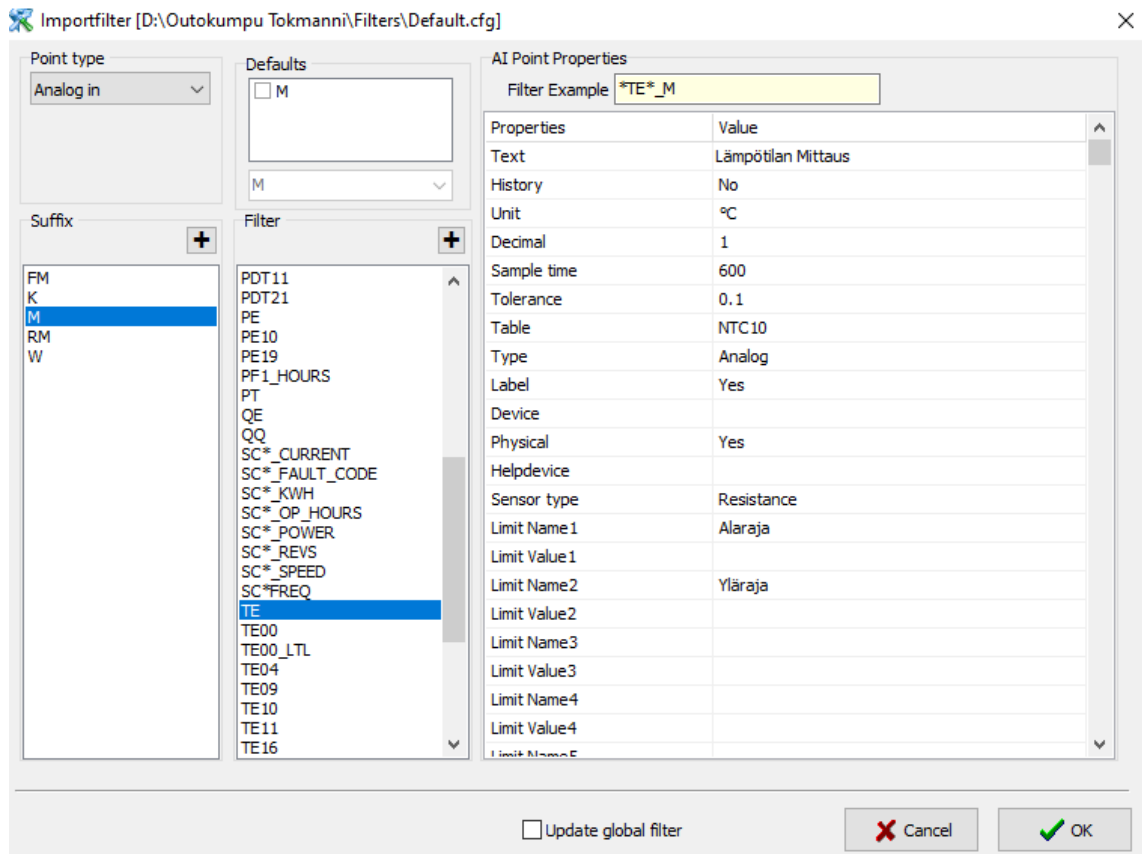


Kuva 5. Demo ohjelman PK253 grafiikkakuva

Pointname	Text	Type	I/O	Changed
DEMO_253_TE16_M	Huonelämpötilan Mittaus	Analog in	00.000:00	19.10.2018 9.28.28
DEMO_253_TE16_ARH	Lämpötilan Alaraja Hälytys	Alarm	00.000:00	19.10.2018 9.28.28
DEMO_253_TE16_YRH	Lämpötilan Yläraja Hälytys	Alarm	00.000:00	19.10.2018 9.28.28
DEMO_253_SC21_I	Taajuusmuuttajan tilatieto	Indication	00.000:00	19.10.2018 9.28.28
DEMO_253_SC21_A	Taajuusmuuttajan Säättöviesti	Analog out	00.000:00	19.10.2018 9.28.28
DEMO_253_SC21_H	Taajuusmuuttajan Hälytys	Alarm	00.000:00	19.10.2018 9.28.28
DEMO_253_SC21_FH	Taajuusmuuttajan ristiriitahälytys	Alarm	00.000:00	19.10.2018 9.28.28
DEMO_253_SC21_FM	Poistopuhaltimen asetus	Analog in	00.000:00	19.10.2018 9.28.28
DEMO_253_VIIVE_FM	Poistopuhaltimen käynnitysviive	Analog in	00.000:00	15.1.2019 11.19.16
DEMO_253_SC21_O	Taajuusmuuttajan Ohjaus	Digital out	00.000:00	19.10.2018 9.28.28

kuva 6. Demo ohjelman PK253 grafiikkakuvasta muodostunut pistelista

Tehdyt pisteet tuodaan projektiin syöttämällä ne filterin läpi (kuva 7). Filteri asettaa jokaiselle pisteelle pistetunnuksen nimen perusteella filterissä määritellyn tekstin, tyypin sekä konfiguraation.



kuva 7. Lämpötilamittauksen filteri

Luotuja pisteitä päästään muokkaamaan pistelistassa tuplaklikkaamalla haluttua pistettä, jonka jälkeen avautuu konfigurointi-ikkuna. Kuvassa 8 on esitetty lämpötilan konfigurointi-ikkuna.

Measurement point properties

OK Apply Cancel

Point

Pointname: DEMO_253_TE16_M View: 0 Manual: 0 Progr.: 0

Text: Huonelämpötilan Mittaus

Picture: Auto History point

Point link

Port.Module: Point: Global point

FX-Editor properties

Include point to label list
 Physical point
 Multi24

Analog in

Set value: Unit: °C

Type: Analog Decimals: 1

Sample time (sec): 600 Tolerance: 0.1

Time constant (sec): 0 Offset: 0

Lookup table: NTC10

Runtime point name:

Limits

	Name	Value
Limit 1	Yläraja	25
Limit 2	Alaraja	15
Limit 3		0
Limit 4		0
Limit 5		0
Limit 6		0
Limit 7		0
Limit 8		0

1 point is selected for editing

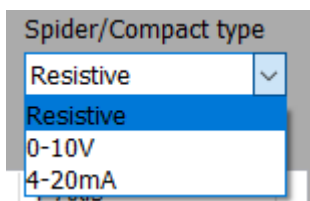
Kuva 8. Lämpötilan konfigurointi-ikkuna

Kyseiselle lämpötilalle voidaan asettaa kahdeksan eri rajaa (limit 1, 2, 3...). Näille rajoille voidaan asettaa haluttu arvo. Kuvassa 8 on asetettu lämpötilan 1 rajan arvoksi 25°C (limit 1, Value) ja rajan 2 arvoksi 15°C (Limit 2, Value). Myös nähdään, että kyseinen piste on konfiguroitu lämpötilan mukaan (°C). Se voidaan muuttaa valitsemalla konfigurointi-ikkunan Unit valikosta esimerkiksi ppm, jolloin mitattaisiin hiilidioksidia.

Pistetunnuksissa määritellyjä rajojen arvoja viitataan taas ohjelmointia tehdessä. Esimerkiksi kuvan 7 limit 1 arvoa "yläraja" voidaan käyttää ylärajahälytyksen tuottamiseen, joka tapahtuu silloin, kun mittaus ylittää kyseisen arvon.

3.1.2 Muunnostaulukot

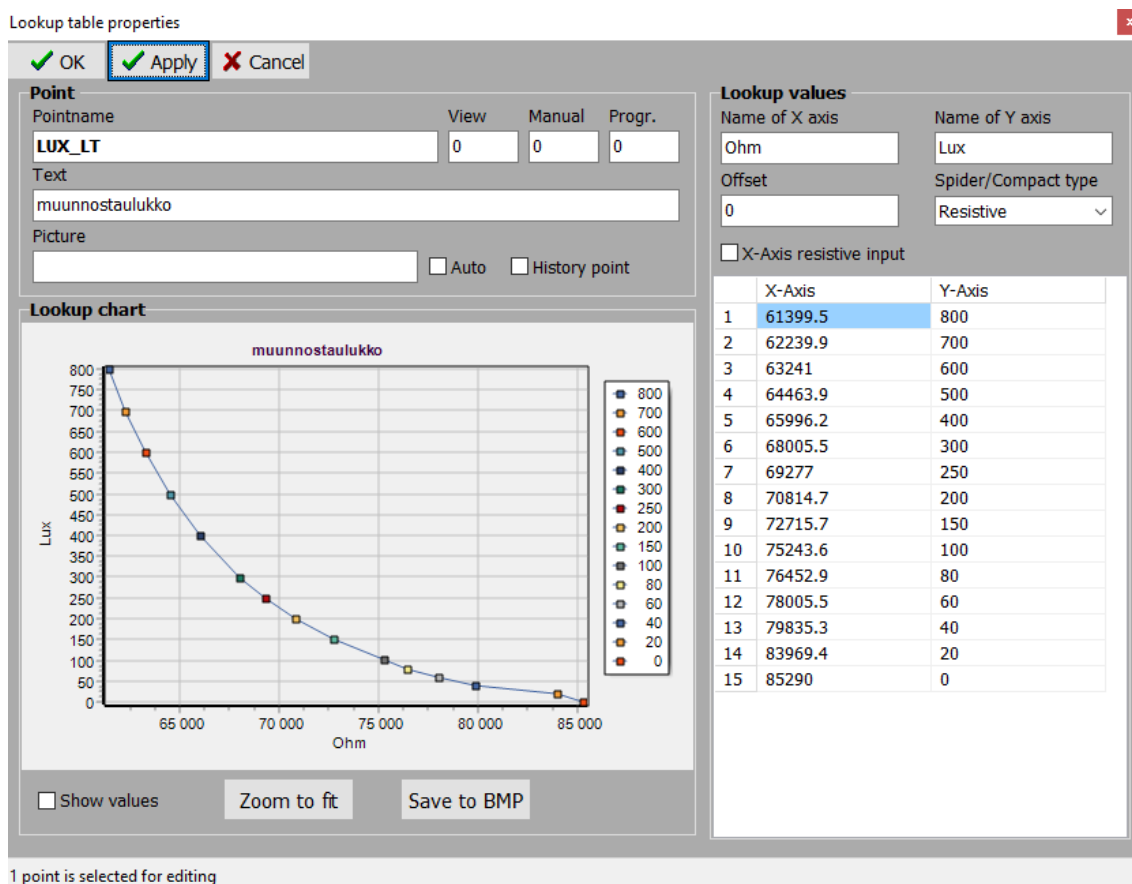
Muunnostaulukkoja käytetään yleensä AI-mittauksissa (Analog Input). Anturin lähettämä 0-10V, 2-10V, 4-20mA tai resistiivinen standardiviesti skaalataan muunnostaulukossa vastaamaan oikeaa arvoa kuten lämpötilaa tai painetta.



Kuva 9. Muunnostaulukon tyypin valinta Fx-Editorissa

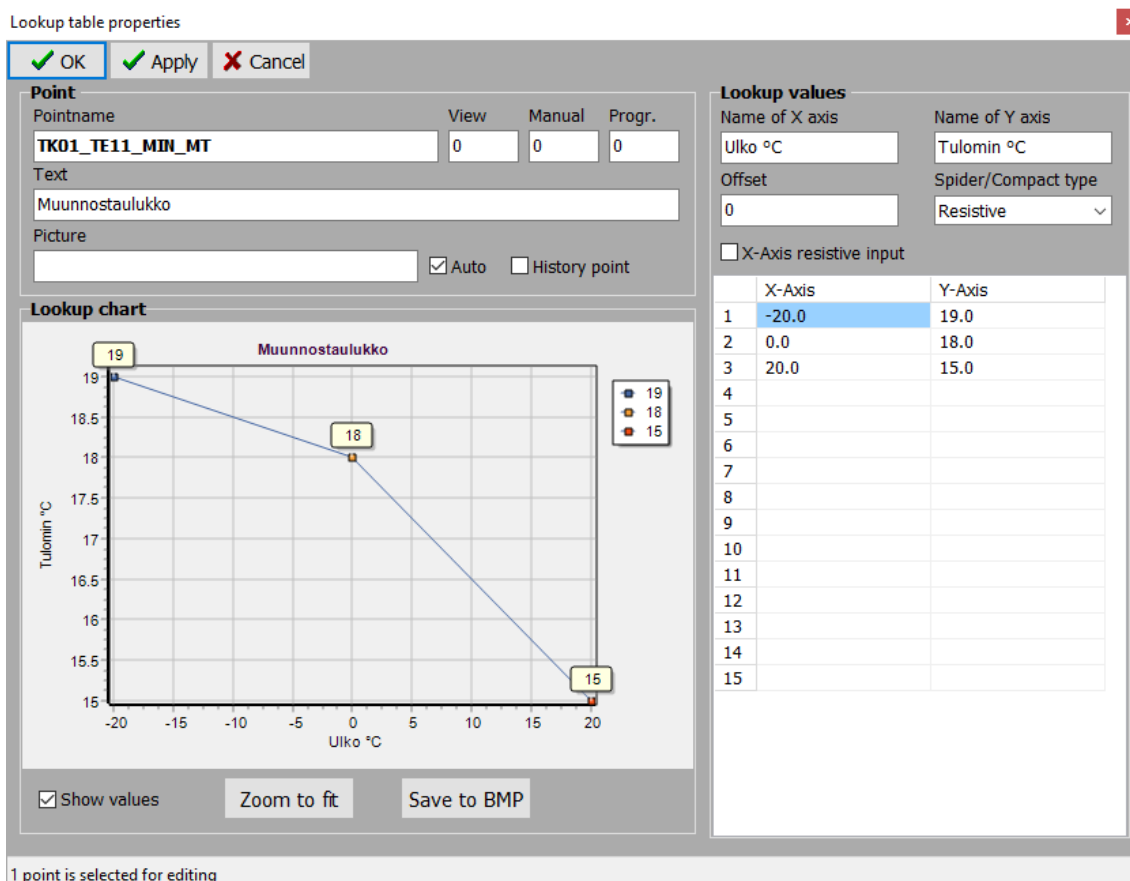
Laitteiden ja säätöjen muunnostaulukon valinta ja niiden konfigurointi ovat kriittisiä säätöjen onnistumisen kannalta. Alla esitetyssä kuvassa 10 on erään lux anturin muunnostaulukko. Anturi lähettämä vastusarvo skaalataan muunnostaulukossa vastaamaan oikeaa lux arvoa. Muunnostaulukkoon voidaan asettaa 15 eri arvoa.

Kun mittaustulos on skaalattu, voidaan lux-arvoja käyttää esimerkiksi raja-arvojen määrittelemisessä sekä normaalina mittauksena.



kuva 10. Valaistuksen muunnostaulukko

Säätökäyrä poikkeaa muunnostaulukosta, sillä säätökäyrän arvot ovat muunnostaulukolla skaalattuja arvoja, joita vain vertaillaan toisiinsa säätökäyrässä. Säätökäyrällä ohjataan jonkin toiminnon säätöä esimerkiksi kuvan 11 tapauksessa tuloilmaa ulkolämpötilan avulla. Säätökäyrän väliarvot ovat lineaarisia toisiinsa nähden.



Kuva 11. Säätökäyrä

3.1.3 Aikaohjelmat

Rakennusautomaatiossa prosessien ohjaus aikaohjelmien avulla on yksi tehokkaimmista sekä käytetyimmistä keinoista. Aikaohjelmilla käyttäjä pystyy määrittelemään eri prosesseille päivittäiset ajat, joiden avulla pyritään saavuttamaan optimaaliset käyttöajat, sisäilmaston asetusarvot sekä parantamaan energiankulutusta. Aikaohjelmien tekeminen sekä muokkaaminen on Fidelix:n laitteistossa tehty helpoksi. Aikaohjelma tehdään luomalla ”_T” päätteinen piste, joka syötetään filterin läpi projektiin muuttaen pisteen aikaohjelmaksi. Aikaohjelmat voidaan konfiguroida minuutin tarkkuudella, ja niille voidaan asettaa eri arvoja.

Saneerauskohteissa aikaohjelmia ei kannata miettiä hyvin tarkkaan vaan ne voidaan kysyä käyttäjältä. Jos halutaan karkea säätö aikaohjelmista ennen käyttäjän ohjeistusta, voidaan vanhoja aikaohjelmia käyttää hyödyksi katsomalla ne laitteistosta ennen saneerausta. Jos saneerattavassa kohteessa on ennen käytetty Xenta:n laitteistoa, voidaan vanhat aikaohjelmat nähdä operointipaneelilla (kuva 12).



Kuva 12. TAC Xenta OP operointipaneeli

Kyseisellä operointipaneelilla voidaan myös tarkastaa vanhan järjestelmän mui-
takin asetuksia kuten säätökäyriä sekä vanhoja hälytyksiä. Aikaohjelmia teh-
dessä pyritään aina lisäämään selkeä kuvake sekä ohjeistamaan käyttäjää
muokkaamaan aikaohjelmia halutuiksi. Kuvassa 13 on esitetty Outokummun
Tokmannin ilmanvaihtokoneen aikaohjelma, josta nähdään käyntiajat sekä kysei-
sen kellon ajan arvon (value) mukainen tilateksti (0=seis, 1=hidas, 2=nopea).

Time schedule properties

Point

Pointname: View:

Text:

Picture: Auto History point

State Text

Time schedule

Use exception days
 Synchronize

Event	1	Value	2	Value	3	Value	4	Value	5	Value	6	Value
Mo	07:00	2	20:00	1								
Tu	07:00	2	20:00	1								
We	07:00	2	20:00	1								
Th	07:00	2	20:00	1								
Fr	07:00	2	20:00	1								
Sa	07:00	2	19:00	1								
Su	09:00	2	18:30	1								
E1												
E2												
E3												
H1												
H2												

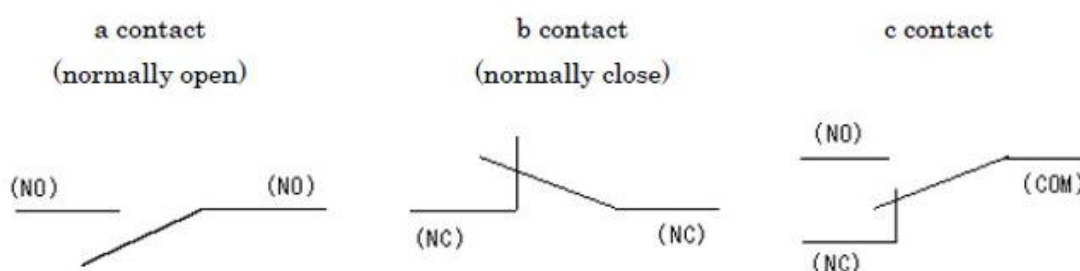
Kuva 13. TK01 aikaohjelma

3.1.4 Hälytykset

Hälytysvalvonta on yksi rakennusautomaatiojärjestelmän tärkeä toiminto. Hälytyksen tarkoitus on kiinnittää käyttäjän tai järjestelmästä vastaavan henkilön huomio sellaisesta prosessista tai tilan muutoksesta, joka vaatii toimenpiteitä. Hälytykset ovat yleensä vaaraa tai haittaa aiheuttavia, esimerkiksi palohälytyksiä tai vähemmän haittaa aiheuttavia huoltorajahälytyksiä. Hälytykset voidaan jakaa kosketinhälytyksiin ja analogisiin hälytyksiin. [10].

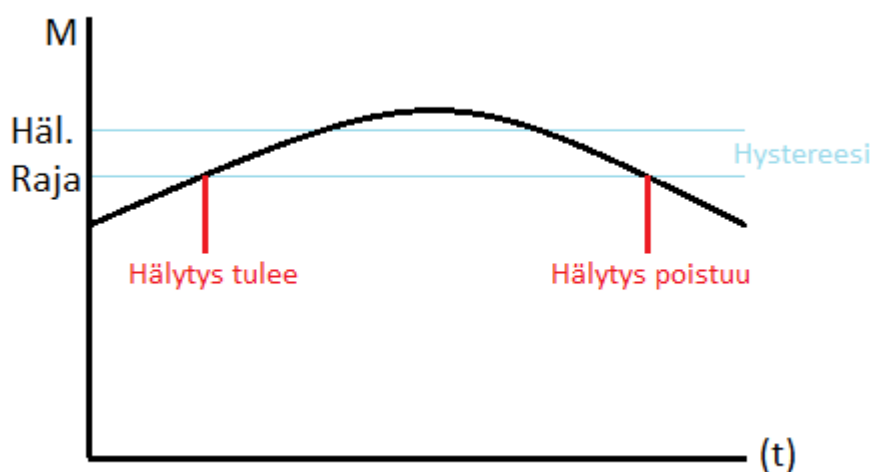
Kosketinhälytyksiä ohjataan kytkimen tai koskettimen avulla, joka tilaansa vaihtamalla lähettää hälytystiedon eteenpäin. Kosketinhälytyksen eri kytkennät on esitetty kuvassa 14.

Sulkeutuvaa kytkintä ei koskaan käytetä prosessin kannalta kriittisissä tapauksissa. Näissä kriittisissä tapauksissa käytetään avautuvaa kytkintä koska hälytyksen tilatiedon lisäksi voidaan seurata myös virtapiirin kuntoa. Esimerkiksi, jos hälytyksestä vastaava johdin katkeaa avautuvassa hälytyspiirissä, virtapiiri katkeaa ja saadaan tieto hälytyksestä. Tämän seurauksena ei kuitenkaan tiedetä, onko hälytyksen aiheuttanut vaurioitunut virtapiiri vai onko kyseessä normaali hälytystilanne. Tämä ongelma voidaan ratkaista käyttämällä vaihtokytkintä, sillä tilan vaihtuminen erotetaan virtapiirin katkeamisesta.



Kuva 14. Kosketinhälytys periaatekuva [8.]

Analogiset hälytykset toteutetaan vertaamalla lähettimen mittausviestiä asetettuun hälytysrajaan (kuva 15). Kuvassa 8 on esitetty mittauspisteeseen asetettuja hälytysrajoja. Jos tämän lähettimen lämpötila laskee alle rajan 2 asetetun 15°C arvon, voidaan alarajahälytys laukaista, kunhan koodissa on näin kirjoitettu.

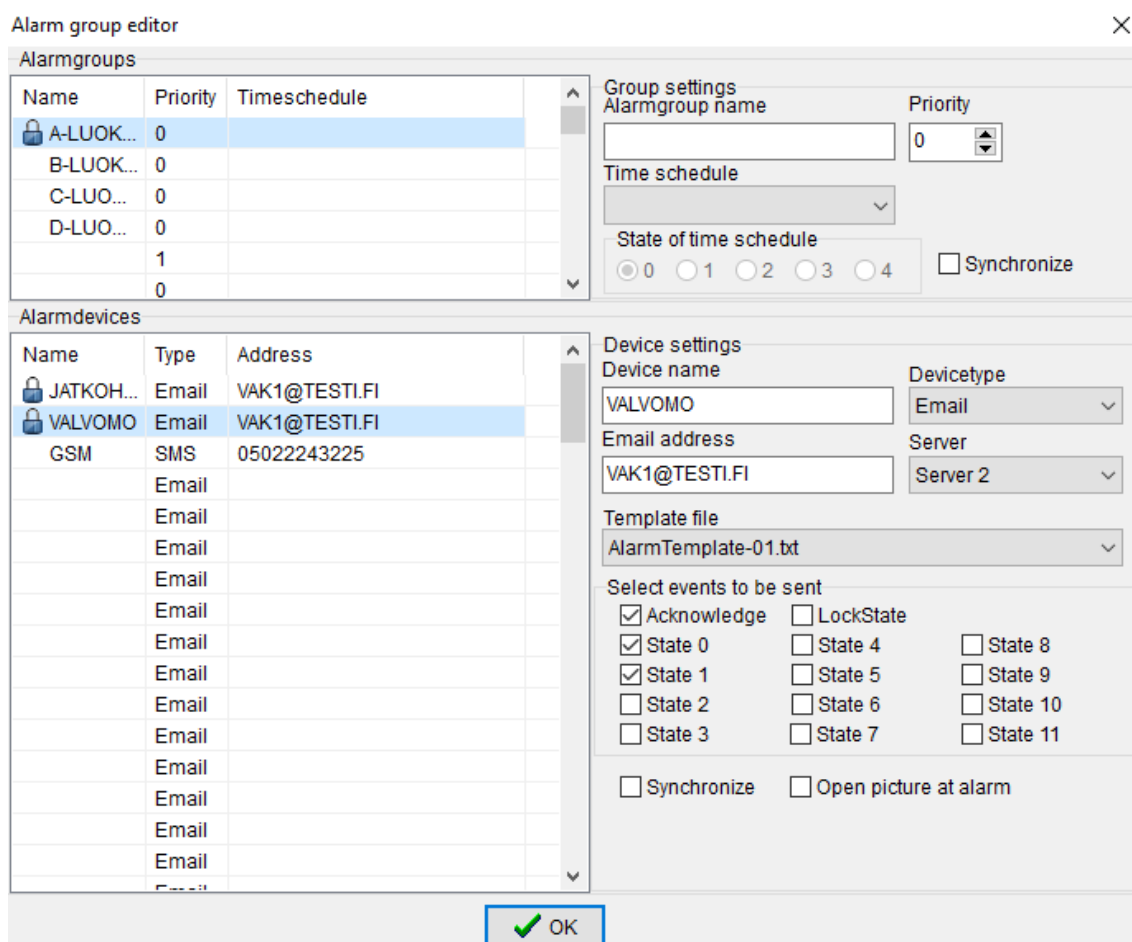


Kuva 15. Analogisen hälytyksen kytkeytyminen sekä hälytyksen hystereesi.

Fx-editorissa hälytyksille voidaan antaa 4 eri luokkaa (A, B, C, D), mutta näistä yleisimmin on käytössä vain A ja B luokan hälytykset (kuva 16).

A-luokan hälytyksiä käytetään kriittisemmissä prosesseissa ja hälytystilanteissa. Näistä A-luokan hälytyksistä lähtee tieto eteenpäin alakeskuksen kosketusnäytön lisäksi valvomoon, kiinteistön huoltoon tai palovaarahälytyksen tapahtuessa palokunnalle.

B-luokan hälytyksiä taas ei lähetetä eteenpäin, vaan ilmoitetaan pelkästään alakeskuksen kosketusnäytössä. Hälytyksen ilmaannuttua kosketusnäytössä joudutaan aina kuittaamaan hälytys, vaikka se olisi poistunut. Tämä tehdään, jotta nähdään esimerkiksi yöllä tapahtuneet hälytykset, jotka ovat jo poistuneet ja täten huomataan mahdolliset häiriöt sekä säätöviat prosessissa.



Kuva 16. Hälytysryhmien editointi

3.2 Infoteam OpenPCS

OpenPCS on infoteam Software AG:n kehittämä ohjelmointityökalu. Infoteam julkaisi OpenPCS-ohjelmointijärjestelmän vuonna 1985 ja loi perustan yhdelle ensimmäisistä alustasta-riippumattomista PLC-järjestelmistä. Infoteam jatkaa OpenPCS:n kehittämistä vieläkin, minkä vuoksi sitä käyttävät lukuisat tunnetut laitevalmistajat ympäri maailmaa. Infoteam tarjoaa kolme erilaista PLC-ohjelmointijärjestelmää (OpenPCS, ISaGRAF, FlexiSafe), josta käytössä tässä projektissa on IEC 61131-standardia käyttävä OpenPCS. [11.]

Järjestelmä koostuu kahdesta komponentista: ohjelmointijärjestelmästä ohjaisovellusten kehittämistä varten ja ajonaikaisesta järjestelmästä, joka lopulta suorittaa sovelluksen laitteistolla. [11.]

Kyseisellä ohjelmalla voidaan myös tarkastaa prosessin koodia sekä simuloida sitä. Ohjelman rakenne muodostuu neljästä yleisestä kohdasta:

1. muuttujien esittely
2. pistetietokannasta arvojen luku muuttujiin
3. ohjelma
4. tulosten kirjoitus pistetietokantaan.

Tässä projektissa käytetään pelkästään ST-kielistä ohjelmointitapaa.

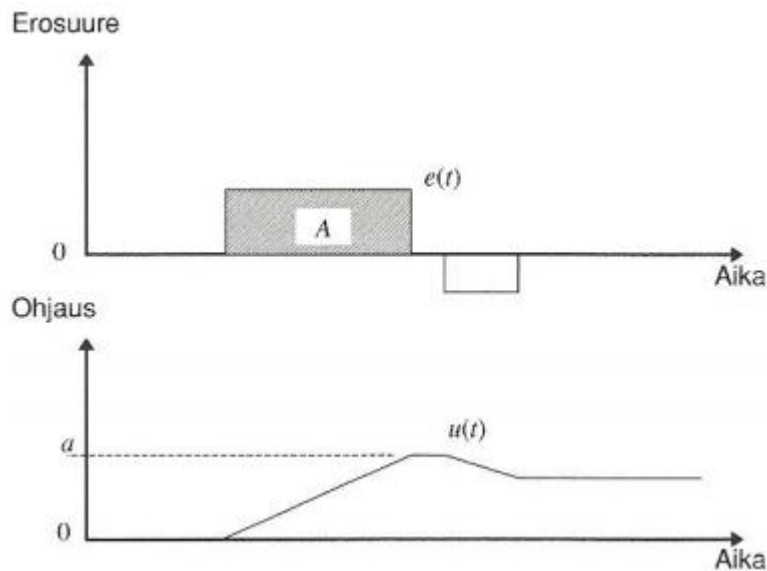
3.3 PI-Säädin

PI-Säädin eli proportional Integral controller on rakennusautomaatiossa yksi yleisimmin käytetyistä säätötavoista, jossa yhdistetään P- ja I-säädön edut. I-osan takia P-säädön tavallinen asentovirhe korjaantuu. P-säätö muuttaa välittömästi säätimen lähtöä, kun se havaitsee asetus- tai mittauseron muuttuneen. Tämän jälkeen I-säätö kasvattaa/pienentää lähtöä niin kauan, että säätöpoikkeamasta on päästy eroon. [8, 65.] PI-Säätimen ohjaussignaali voidaan laskea kaavalla 1. Kuvassa 17 nähdään I-osan vaikutus säädön lähtöön.

$$u(t) = K_p \left(e(t) + \frac{1}{T_i} \int e(t) dt \right)$$

kaava 1

jossa:

 $u(t)$ = ohjausarvo K_p = vahvistus $e(t)$ = säätöpoikkeaman arvo $\frac{1}{T_i}$ = integrointiaika (s)

kuva 17. I-osa [8, 48.]

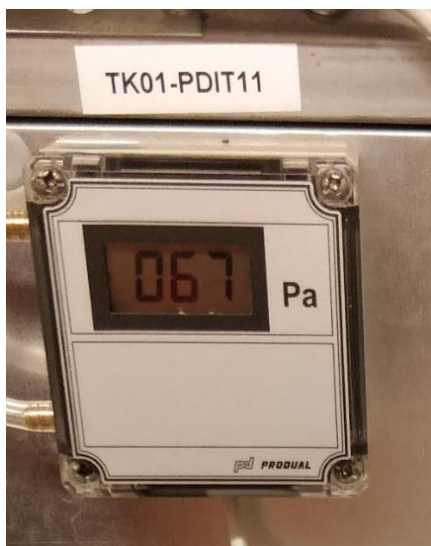
Erosuureeseen tullessa ensimmäinen askelmuutos kasvatetaan säätimen lähtöä melkein suoraviivaisesti. Säädön kulmakerroin taas riippuu täysin integrointitermin vahvistuksesta (K_p/T_i). Erosuureen asetuttua nolnaan, jää säätimen ohjaus vakioksi. Erosuureen muuttuessa negatiiviseksi säätimen lähtö pienentyy. Erosuure vaihtaa merkkiään aina kun säädettävä suure leikkaa asetusrvon "a" (kuva 17). [8, s.48]

Kuvassa 17 huomataan, että säätimen ohjaus pienenee hitaammin kuin kasvaa. Tämä tapahtuu, koska erosuure on pienempi negatiiviseen suuntaan. Lopuksi säätimen ohjaus jää perustasoon (ns. bias), koska erosuuretta ei ole. Näin haetaan automaattisesti ohjauksen perustaso integrointitermin avulla sekä välttyään P-säädön tavanomaisesta asentovirheestä. [8, s.49]

Fidelixin laitteistossa PI-säätö toteutetaan pisteen konfigurointi-ikkunassa muuttamalla integrointiaikaa sekä suhdealuetta (P-Band), joka on vahvistuksen (Kp) käänteisluku.

4 Järjestelmän kartoitus

Saneerattavaa kohdetta ei käyty katsomassa paikan päällä, vaan käytössä oli kohteesta otetut valokuvat. Valokuvista sekä pisteluettelosta kävi ilmi, että kiinteistössä automatisoinnin kohteita oli kaksi ilmanvaihtokoneetta, öljyä käyttävä vesikiertoinen lämmitysjärjestelmä, poistokoneet, ulko- ja sisävalot, autolämmitys, kiertoilmapuhallin, pistorasiat, jätepuristin sekä muutamia hälytyksiä eri kohteista. Liiketiloihin oli asennettu kolme kappaletta huonelämpötila- ja hiilidioksidiantureita. Suuremmassa Fläkt:n ilmanvaihtokoneessa oli pyörivä lämmöntalteenotto ja vesikiertoinen lämmityspatteri. Kyseiseen koneeseen oli asennettu taajuusmuuttaja (kuva 21), ohjatut tulo- ja poistopuhaltimet sekä neljä lämpötilamittausta. Lämpötilamittareina oli käytössä TAC 1800ohm/25°C termistorit. Painemittauksia koneessa oli viisi kappaletta sisältäen kaksi kanavapainemittausta, kaksi suodatinmittausta sekä LTO:n yli menevän paineen mittauksen. Paine-eromittauksissa oli käytössä Produal:n näytöllinen lähetin. (kuva 18).



Kuva 18. Produal paine-erolähetin

Ilmanvaihtokoneessa ei myöskään ollut erillistä iv-hätäseis painiketta, vaan hätäseis- toiminto on toteutettu IV-konehuoneessa sijaitsevan sähkökeskuksen su- lakkeita käyttäen (kuva 19). IV-Hätäseis painikkeelle on kuitenkin tehty ohjelmal- linen valmius toteuttaa esimerkiksi lisätöinä, ja moduuleihin on jätetty vapaa piste.



Kuva 19. IV-Hätäseis

Ilmanvaihtokoneen lämmityspiirin säätö on toteutettu Grundfos:n 230V pumpulla, yhdellä säätöventtiilillä ja lämpötilamittauksella. Vanhassa järjestelmässä ei ollut fyysistä jäätymissuojaa, vaan se oli tehty ohjelmallisesti. Suojauksen parantami- sen takia uuteen järjestelmään lisättiin JVA 24 -jäätymisvaaratermostaatti (kuva 20).



Kuva 20. JVA 24 jäätymisvaaratermostaatti [12.]

” JVA 24 on varolaite, joka valvoo ja tarvittaessa säätää ilmanvaihtokoneen vesipatterin paluuveden lämpötilaa, ja pyrkii siten estämään vesipatterin jäätyksen. Syöttöjännitteen katkos pysäyttää IV-koneen ja aiheuttaa hälytyksen.” [12.] Tulo- ja poistoilmapeltejä ohjattiin TAC:n jousipalautteisella AF24 15Nm toimilaitteilla (kuva 21) lähettämällä sille 0-10V viesti modulilta. Tulo- ja poistoilmapeltejä ajettiin auki 30 sekuntia IV-koneen käynnistyessä ja sammutettiin vaaratilanteessa tai koneen ollessa kiinni.



Kuva 21. AF24 Toimilaite



kuva 22. Ilmanvaihtokoneen taajuusmuuttajat

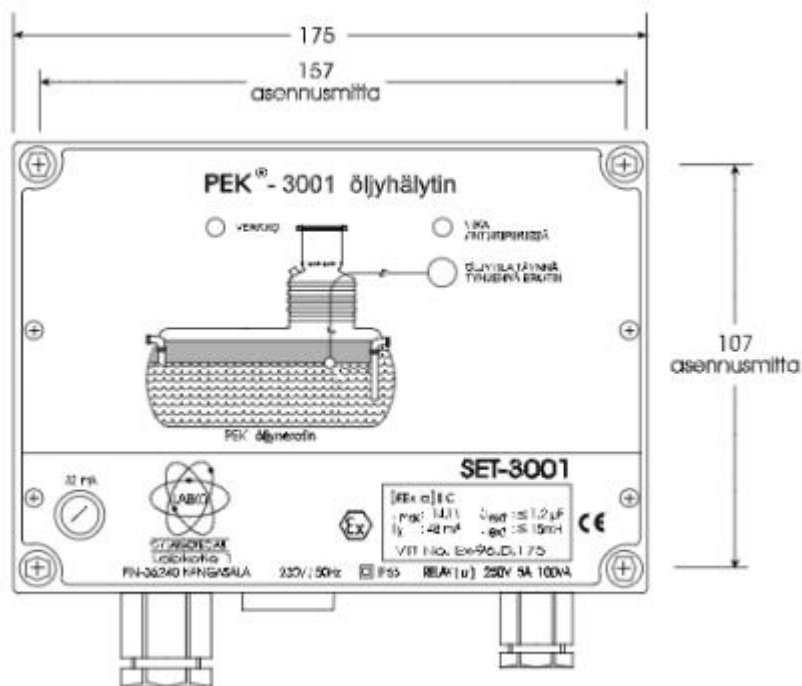
Toinen ilmanvaihtokone oli Vallox:n vuonna 2007 tuotannosta poistunut Ilmava 252 D -pakettikone. Koneessa oli jo itsessään sen verran automatiikkaa, että siihen oli liitetty vain yksi lämpötilamittaus sekä tuloilmasuodattimen paineen ylärajahälytys. Koneita ohjattiin moduulilta saadulla 0-10V jänniteviestillä ajamalla konetta 100%:n tai 50%:n nopeudella aikaohjelman ja ulkolämpötilan salliessa.

Kohteen lämmitysenergianlähteenä oli käytetty öljyä. Lämmönjakuhuoneessa oli öljykattila, öljytoimintoihin liittyvät hälytyslaitteet kuten Labcotec SET-61 kuiviin kiehunnanestin (kuva 23), PEK 3001 Öljyhälytin (kuva 24) sekä lämmitysjärjestelmän eri piirien toimilaitteet. Öljysäiliöt oli sijoitettu erilliseen huoneeseen. Vanhoissa pistekuvissa olevaa öljynmäärämittaria ei löydetty, ja se todettiin puretuksi. Tämä tieto varmistettiin kiinteistön hoitajalta.



Kuva 23. Labcotec SET-61 kuiviinkiehunnanestin

”SET-61 on johtokykytoiminen nestepintakytkin ja tarkoitettu kuiviinkiehunnanestimeksi suljettuihin nestekattilalaitoksiin johtokykytoimisen SET/J1-nestepintakytkimen kanssa. SET-61 valvoo höyrykeräyskammiossa vedenpinnan korkeutta.” [13.]



Kuva 24. PEK 3001 öljyhälytín [14.]

PEK-3001 on öljyhälytín, joka koostuu anturista ja keskusosasta. Keskusosalta saadaan hälytyspotentiaalivapaana vaihtokosketintietona siitä, milloin anturi on johtamattomassa nesteessä tai ilmassa. Laitteen kanssa on jännitteen merkkivalo ja hälytyksen merkkivalo sekä anturipiirin vian merkkivalo. Anturilla tunnustellaan öljyä veden pinnalta. Anturitoiminta perustuu siihen, että vesi ja öljy ovat sähköisiltä ominaisuuksiltaan erilaisia. [14.]

Valaistus oli toteutettu aikaohjelmilla, valoisuusanturilla sekä painonapeilla, joita käytettiin myös lisäaikapainikkeena.

5 Saneerauksen suunnittelu ja toteutus

Automaatiojärjestelmän suunnittelun lähtökohtana toimi järjestelmistä, kenttälaitteista, VAK:sta otetut kuvat sekä vanhat pisteluettelot (liite 1). Projektin puolesta välissä löytyi 2006 vuonna tehdyt grafiikkakuvat (liite 2), jotka helpottivat huomattavasti eritoten lämmitysjärjestelmän kartoituksessa. Alkuvaiheessa oli hieman epäselvää, millä lämminkäyttövesi oli tuotettu. Lopulta selvisi, että lämminvesi tuotettiin omalla sähköisellä lämminvesivaraajalla, jonka takia siitä ei löytynyt pisteluettelosta tietoa. Minkäänlaisia säätökaavioita ei kohteesta löytynyt, joka myös hieman vaikeutti suunnitelman toteutusta. Saneerauksen alkuvaiheessa ei suunniteltu käytettävien modulien määrää tai niiden sijoittelua alakeskuksen sisälle, koska ne riippuivat täysin fyysisten pisteiden määrästä, jotka saadaan selville vasta jokaisen grafiikkakuvan ja pisteiden konfigurointien valmistuessa. Saneerauksen suunniteltiin valmistuvan 2020 keväällä.

Saneerauksen toteutuksen lähtökohtana oli uusia automaatiojärjestelmä käyttäen vanhoja kenttälaitteita sekä kaapelointeja. Ensimmäinen vaihe oli piirtää uudet grafiikkakuvat ja konfiguroida projektin fyysiset sekä fiktiiviset pisteet. Tämän jälkeen prosessit ohjelmoitiin OpenPCS-ohjelmalla.

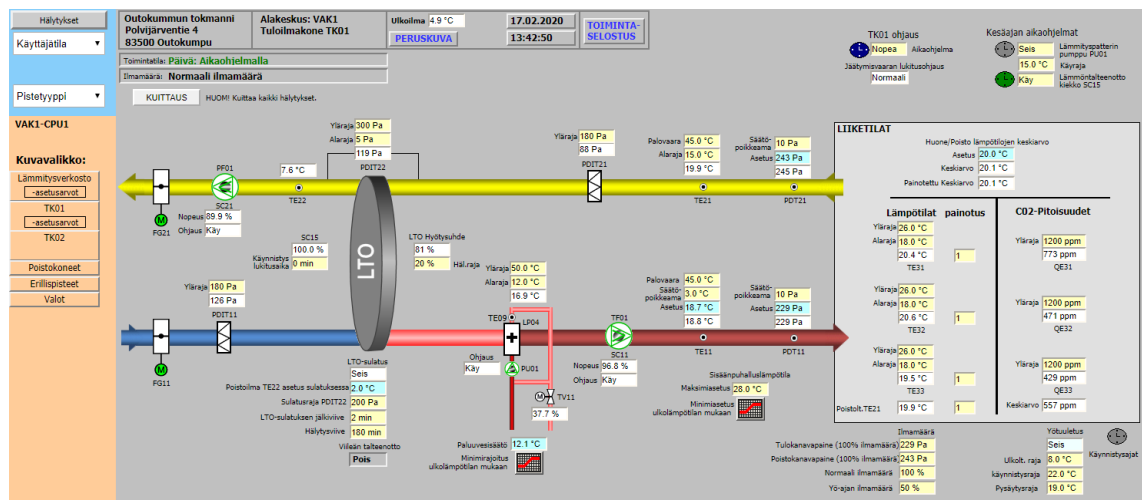
Ohjelmien sekä grafiikkakuvien valmistuessa niiden toimivuus testattiin. Projektin ollessa opinnäytetyö, jossa oli myös tarkoitus oppia, päätettiin toimistolle rakentaa pieni testiympäristö. Testausympäristöön asennettiin uuden järjestelmän suunnitellut laitteet kuten CPU, PSU, modulit sekä muutamia kenttälaitteita muunnos- taulukkojen testausta varten. Testausympäristössä selvisi myös tarkemmin kytkennät sekä laitteistojen eri fyysiset toiminnot, kuten dippikytkimien sekä jumbpereiden merkitykset. Normaalisti tällaista testausympäristöä ei rakenneta, vaan yleensä käytetään pelkkää CPU:ta, johon projektin tiedot ladataan ja Fx-Editoria käyttäen testataan.

Testauksessa prosessit pyrittiin karkeasti säätämään asettamalla säätöpisteille PI-Säädön arvot ja testaamalla säätöjen toimintaa. Tässä vaiheessa myös tarkastettiin jokaisen hälytysten ja lukitustoiminnon toimivuus. Testauksen tulok-

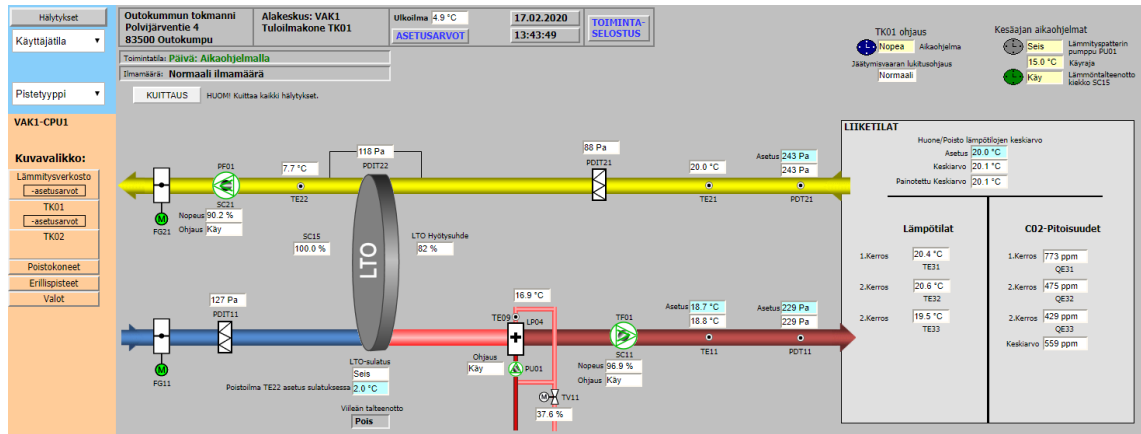
sena oli saada järjestelmä täysin toimivaksi ennen työmaalle menoa. Vasta työmaalla tehtäisiin hienosäätö. Käytännössä pyrittiin siihen, että kaikki saadaan toimimaan ennen työmaalle menoa.

6 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon tuloilman lämpötilan säätö on toteutettu kaskadi- eli sarjasäädöllä, joka tarkoittaa sitä, että yhtä pisteettä säädetään monella eri pisteellä sarjassa. Tässä tapauksessa se tarkoittaa sitä, että sisäilman keskiarvolla sekä poistoilmanlämpötilalla säädetään tuloilman lämpötila. Huonelämpötila-antureille on grafiikkaan rakennettu painotus mahdollisuus millä voidaan priorisoida tiettyä mitausta. Kuvassa 25 nähdään ilmanvaihdon grafiikkakuva kaikkineen pisteineen eli asetusarvo kuva. Kuvassa 26 taas on poistettu keltaisella taustalla olevat asetusarvot näkyvistä. Tällä selkeytetään prosessin seuraamista

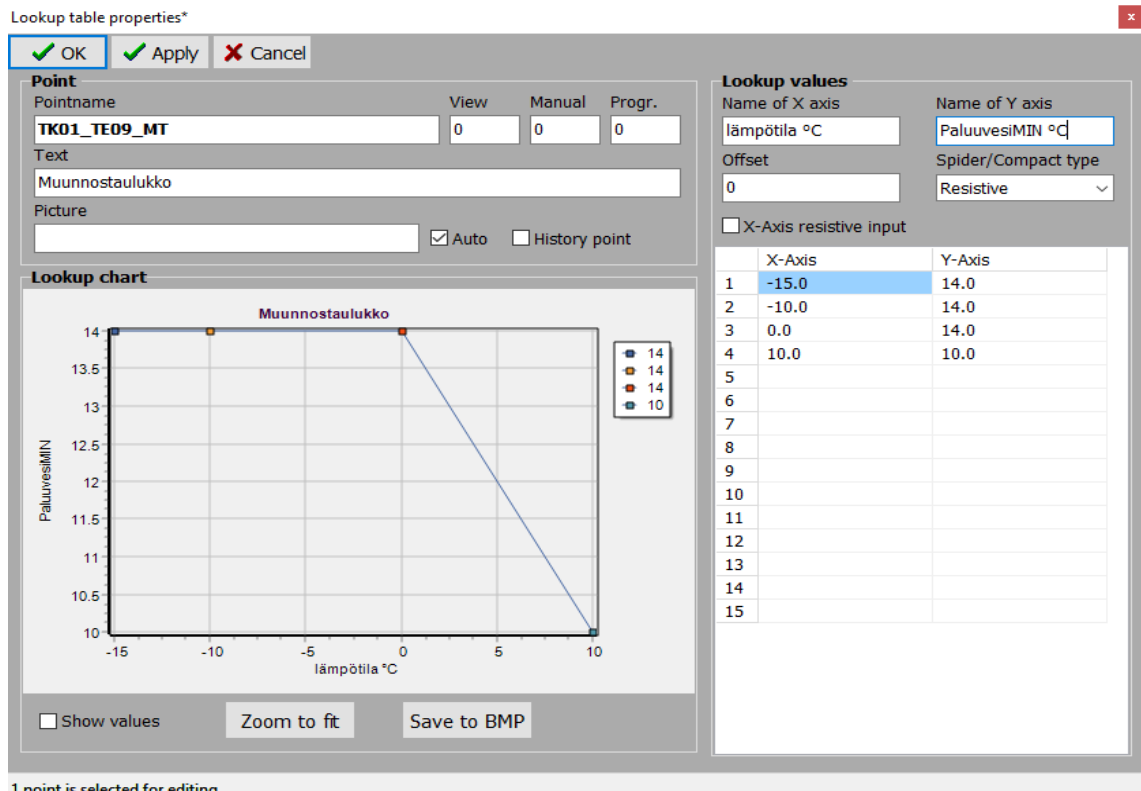


kuva 25. TK01 Grafiikkakuva asetusarvoineen



Kuva 26. TK01 Grafiikkakuva ilman asetusrvoja

Ilmanvaihtokoneen lämmityksen säätöpiiri muodostuu kolmesta eri portaasta. Ensimmäisessä portaassa ajetaan lämmöntalteenottolaitteisto täysille, jolloin se pyrkii ottamaan kaiken lämmön talteen poistoilmasta tuloilmaan. Jos lämmöntalteenotolla poistoilmasta saatu lämpö ei riitä, niin säädön toisessa portaassa lämmityspatterin venttiili TV-11 lähtee aukeamaan ja pumppu PU01 käynnistyy. Koneen ajaessa lämmityspatterin paluuv veden säätöarvo asetetaan muunnostaulukon TK01_TE09_MT (kuva 27) mukaan. Koneen ollessa seis tilassa paluuv veden asetusravoksi tulee 18°C.



1 point is selected for editing

Kuva 27. TK01_TE09_MT Lämmityspatterin paluuv veden

Jos lämmityspatterillakaan ei saada tuloilmaa riittävän lämpimäksi, lähtee kolmas porras käyntiin säädössä. Tässä portaassa aletaan rajoittamaan ilmanvaihtokoneen tulopuolen painetta PDT11 eli käytännössä alennetaan puhaltimen nopeutta, jotta saataisiin lisää aikaa ilman lämmitystä varten. Jos tässä vaiheessa ei vielä saataisi lämpötilaa haluttuun arvoon, niin silloin ilmanvaihtokone on oletetusti mitoitettu väärin ja automaatiolla ei enää pystyttäisi edesauttamaan asiaa.

Normaalissa käytössä taajuusmuuttaja SC11 pyrkii pitämään tuloilmapuhaltimen TF01 avulla paineen 100% ilmamäärä asetusravossa, joka ennalta asetettiin paineen yhdeksi raja-arvoksi. Tämä arvo nähtiin vanhoista grafiikkakuvista, mutta uusissa kohteissa kyseinen arvo pitää kalibroida paikan päällä koneen ollessa päällä. Aikataulut näille ilmamäärille on asetettu ilmavaihtokoneen aikaohjelmassa (kuva 13). Aikaohjelman ajaessa arvoa 2 IV-kone käy 100%:n ilmamäärällä eli tässä tapauksessa tuloilmaan haetaan 229 Pa:n painetta. Yöaikana taas kone pudottaa tulokanavan paineen 50%:n arvoon. Kaikki arvot on tehty grafiikalla muutettavaksi paikan päällä säätämisen helpottamisen takia, kuten kuvassa 25 nähdään.

Normaalin käytön lisäksi koneeseen ohjelmoitiin erillisiä lisätoimintoja. Yks näistä on yötuuletus, jolla pyritään säästämään energiaa käyttäen hyväksi viileää ulkoilmaa sisäilman jäähtyöksessä. Yötuuletus lähtee päälle aikaohjelman salliessa, huoneilman ollessa yli 3°C lämpimämpää kuin sisäilman lämpötila-antureiden keskiarvo, ulkoilman ollessa yli 8°C ja huoneilman ollessa yli 22°C. Yötuuletus sammutetaan, kun jokin näistä ehdoista ei täyty tai jos huoneilman keskiarvon lämpötila laskee alle 19°C. Kesällä pumppuja käytetään päällä aikaohjelman mukaan yhtenä päivänä viikossa 10 minuutin ajan. Tällä estetään pumpun jumittuminen sekä ristiriitahälytyksen lauetessa saadaan tieto pumpun olevan rikki, jolloin se voidaan huoltaa ennen todellista käyntitarvetta.

Talvella yksi tärkeä ilmanvaihtokoneen ominaisuus on sulatustoiminto. Sulatus-toiminnolla estetään lämmöntalteenoton jäätyminen. Lämmöntalteenoton ollessa toiminnassa sen pinnalle saattaa kondensoitua vettä. Ulkolämpötilasta ja läm-möntalteenoton hyötysuhteesta riippuen jäte- sekä tuloilma saattavat olla pakka-sen puolella jäädyttäen LTO:n kiekkoa ja siten nostamalla paine-eroa.

Sulatus käynnistyy lämmöntalteenoton yli menevä painemittauksen PDIT22 ylit-täessä 200 Pa:n sulatusrajan sekä lämmöntalteenoton jälkeisen lämpötilan TE22 laskiessa alle 2°C. Sulatus pysähtyy, jos jompikumpi näistä ehdoista ei täyty IV-koneen ollessa päällä tai paine laskee -10 Pa sulatusrajan alle. Sulatusohjelma hälyttää vasta kun sulatusohjelma on ollut päällä yli ennalta asetetun hälytysviiveen ajan.

Sulatuksen ollessa päällä lasketaan kiekon pyörimisnopeutta kohti minimiä eli 0%:a, kunnes jäteilma TE22 asettuu ”poistoilma TE22 asetus sulatuksessa” mu-kaan 2°C lämpötilaan. Sulatusohjelman ollessa päällä kiekko voi pyöriä esimer-kiksi 80% nopeudella, jolloin saadaan hyödynnettyä lto:ta sulatustoiminnosta huolimatta ja näin parannettua energiakulutusta. Sulatukseen on tehty päästöhi-dastettu viive, joka pitää sulatusohjelman päällä 2 minuuttia sulatustarpeen lop-pumisen jälkeen. Tällä toiminnolla varmistetaan, että lämmöntalteenoton kiekko on täysin sulanut.

Vallox:n pakettikoneen eli TK02 ohjelmassa sitä ajettiin joko puoliteholla tai täy-siteholla aikaohjelman mukaan. Täysitehon toiminnalle tehtiin lämpötilalukitus -15°C lämpötilaan, jolla estettiin täysitehon käyttö. Kone toimi kuitenkin puoliteholla täysitehon lukituksen ollessa voimassa.

Jokaiselle koneelle ja niiden mittauksille sekä prosesseille tehtiin erilaisia häly-tystoimintoja. Hälytyksiä tehdessä kannattaa miettiä, ettei tee päällekkäisiä häly-tyksiä. Esimerkiksi, jos säätöpoikkeamahälytyksen lisäksi tehtäisiin samasta mit-tauksesta alarajahälytys niin lämpötilan laskiessa alle säätöpoikkeaman sekä alarajan alkaisivat molemmat pisteet hälyttämään samasta aiheesta. Yleensä lämpötilamittauksiin tehdään säätöpoikkeamahälytys sekä palohälytys.

Tästä poikkeuksia ovat kriittisemmät prosessit lämpötilojen suhteen, kuten lattialämmitys tai jäätymissuojalla varustettu lämmityspatteri, johon tulee ala- ja ylärajahälytykset. Ylärajalla pysäytetään pumput ja estetään ylikuumentuminen. Alarajahälytyksen lauetessa taas ei haluttaisi sammuttaa pumppua. Säätopoikkeamahälytystä käyttäessä näissä tilanteissa jouduttaisiin vertaamaan hälytyksen lauetessa lämpötilaa vielä erillisin raja-arvoihin ja sen avulla selvittämään mikä hälytystilanteen ollessa voimassa. Tällöin prosessi muuttuisi monimutkaisemmaksi ja mahdollisten virheiden määrä lisääntyisi. Periaatteena on tehdä mahdollisimman selvät ja varmat ohjelmat.

Säätopoikkeamahälytykset on estetty, jos ulkolämpötila nousee yli säätöpisteen asetusarvon. Tämä on hyvä toiminto koneissa, joissa ei ole jäähdytysmahdollisuutta, koska kesällä lämpimillä keleillä lämpötilan noustessa korkealle ei päästä haluttuun arvoon ja kone periaatteessa hälyttäisi turhaan. Tällä ei kuitenkaan estetä palohälytystä, joka on 45°C.

Grafiikkakuviin hälytyksistä tehdään kuitattava piste, joka on normaalisti piilossa ja ilmestyy näytölle hälytyksen ollessa aktiivinen. Hälytyksiä ei pysty kuittaamaan, jos hälytys on aktiivinen. Kuitattu hälytys häviää grafiikalta. Jokainen hälytysraja esitetään grafiikkakuvassa mahdollisimman selvänä.

Jokaiselle hälytykselle asetetaan "on delay" eli päällempiivi. Tällä estetään mahdollisten turhien hälytysten ilmaantuminen. Mitä kriittisempi hälytys on kyseessä sitä pienempi viive asetettiin. Fyysisille, moduleihin liitettyihin hälytyksiin asetettiin 2 sekunnin viive. Palovaarahälytyksille päällempiivi asetettiin 10s kriittisyyden takia.

Ala- ja yläaja sekä säätövikahälytyksille asetettiin 600 s (sekunti) viive, jolla estetään turhan hälytyksen ilmaantuminen, jos säätö ei pysykään muutoksen perässä. Huonelämpötila-antureille asetettiin pitkä 1800 s hälytysviive, koska jos esimerkiksi anturin läheisyydessä olevaa ovea pidettäisiin talvella auki, ei hälytys laukeaisi ennekuin ovi olisi ollut auki 20 minuuttia.

Ristiriitahälytykset tehtiin jokaisesta laitteesta, joita ohjattaessa saadaan takaisin laitteen tilatieto. Ristiriita hälytyksessä verrataan ohjausviesti takaisin tulevaan tilatietoon ja sitä kautta laukaistaan hälytys viiveen jälkeen. Viive kannattaa huomioida laitteissa, jotka saattavat lähettää tilatietoa vielä jonkin aikaa ohjauksen loppuessa. Tästä yhtenä esimerkkinä voisi toimia taajuusmuuttaja, joka saattaa lähettää tilatietoa, vaikka ohjaus olisikin poissa päältä. Kun taajuusmuuttaja sammutetaan, pyörimisnopeuden hiljentyessä laite saattaa lähettää tilatietoa eteenpäin. Turhien hälytysten välttämiseksi taajuusmuuttajien ristiriitahälytysviiveiksi laitettiin 60 s.

```
if ohjaus <> indikointi then
    Tulos:=SetDigitalpointF(value:=1, lockstate:=1, Name:='ESIMERKKIHÄLYTYS_H');
else
    Tulos:=SetDigitalpointF(value:=0, lockstate:=1, Name:='ESIMERKKIHÄLYTYS_H');
end_if;
```

Kuva 28. NO ohjatun laitteen ristiriitahälytys

Kuvassa 28 on esitetty ristiriitahälytyksen periaate normaalissa tilanteessa. Kun laitetta ohjataan, asetetaan lähdön arvoksi 1 ja samalla laite indikoi arvoa 1 sen ollessa ehjä. Laitteen ollessa rikki indikoinnin arvo on 0 eli erisuuri kuin ohjauksen arvo ja asettaa hälytyspisteelle arvon 1.

Koneessa on myös hälytysten lisäksi muita lukituksia kuten jäätyminenesto mikä pysäyttää IV koneen jäätymisvaara-anturin TE09 ollessa 8°C. Jäätymisvaaran lauetessa pellit FG21 ja FG11 sulkeutuvat ja venttiili TV11 ajetaan täysin auki 120 s ajaksi.

Kone ei myöskään lähde päälle, jos palovaarahälytys on päällä tai kuittaamaton, pumppu ei pyöri eli pumpun ristiriitahälytys on voimassa tai tuloilmapuhaltimien ristiriitahälytykset ovat aktiiviset tai kuittaamattomia.

6.1.1 Hyötysuhde

”Ilmanvaihdon lämmöntalteenottolaitteen kykyä ottaa poistoilmasta lämpöä talteen voidaan kuvata tuloilman lämpötilahyötysuhteella ja poistoilman lämpötilahyötysuhteella.” [16, 35.]

$$N, \text{tulo} = \frac{\text{Tuloilma LTO:n jälkeen} - \text{Ulkoilma}}{\text{Poistoilma} - \text{ulkoilma}} \quad \text{kaava 2}$$

$$N, \text{Poisto} = \frac{\text{Poistoilma} - \text{Poistoilma Lto:n jälkeen}}{\text{Poistoilma} - \text{ulkoilma}} \quad \text{kaava 3}$$

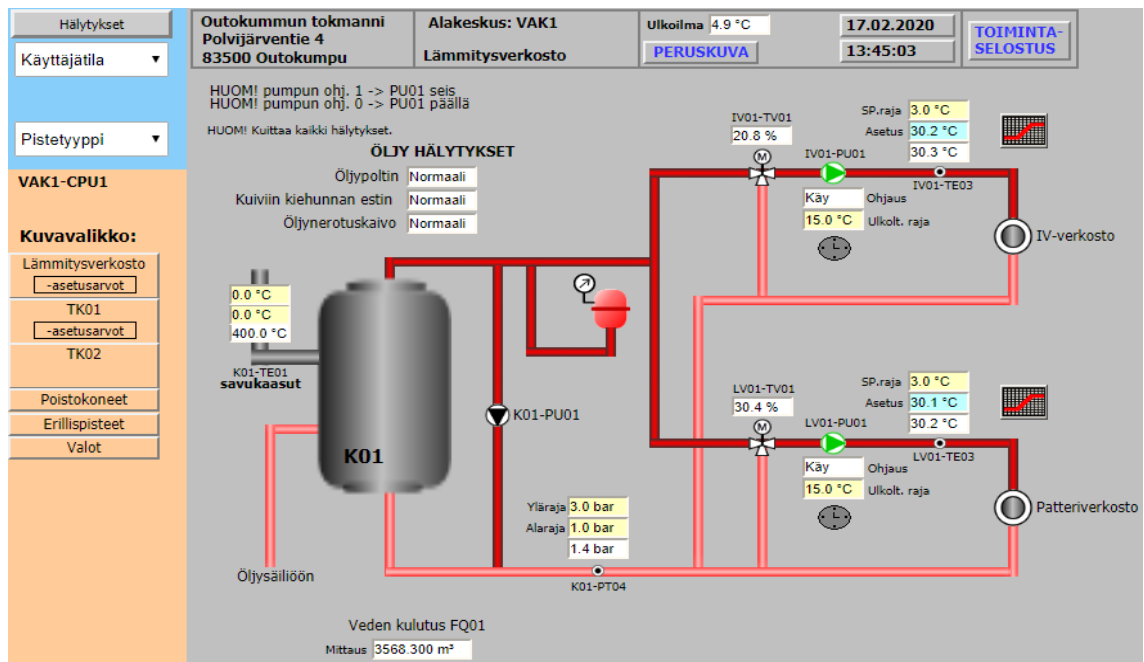
Hyötysuhde kertoo lämmöntalteenottolaitteiston tehokkuuden prosentteina. Nämä prosenttiarvot eivät välttämättä kerro täyttä totuutta lämmöntalteenoton tehokkuudesta jos kohteessa on paljon erillispoistoja. Tämän seurauksena ilmanvaihtokoneen poistokanavan massavirta pienenee tuloilmaan nähden ja nostaa poistoilmalla lasketun hyötysuhteen (kaava 2) korkeammaksi tuloilmalla lasketuun (kaava 3) verrattaessa.

Jos erillispoistoja ei olisi ja rakennus suunniteltaisiin normaalilla tavalla hieman alipaineiseksi, olisi poistoilmavirta tuloilmaa nopeampi ja tällöin taas saataisiin tuloilmavirta laskentakaavalla korkeampi hyötysuhde. Tämän takia, jos ilmavirrat eivät ole tasapainossa ja hyötysuhteet poikkeavat toisistaan lasketaan tulo- ja poistoilmavirran suhde, jonka mukaan todellinen hyötysuhde saadaan. Tarkemmin kyseiseen aiheeseen voi perehtyä lukemalla lähteestä 18 ympäristöministeriön monisteen 122.

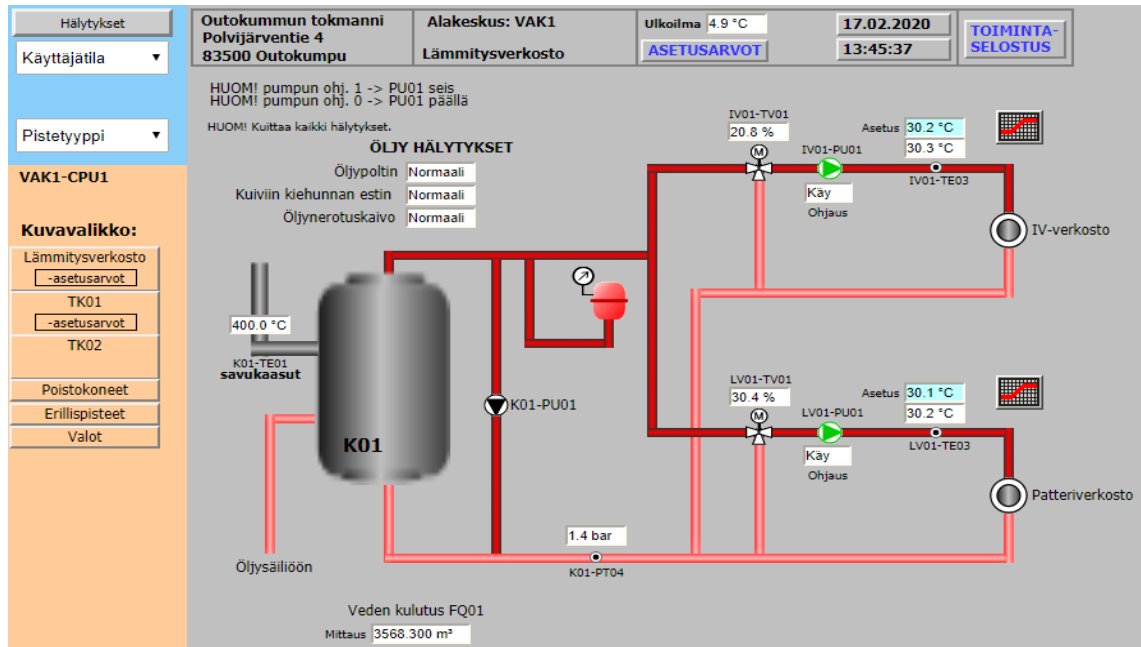
Ilmanvaihtokoneen TK01 hyötysuhde ohjelmassa estetään nolllalla jakaminen eikä tehdä laskentaa, jos poistoilma = Ulkoilma. Hyötysuhteesta ei myöskään tule hälytystä, jos Ilmanvaihtokone on seis, ulkoilma on yli 10°C, ulkoilma on lämpimämpää kuin poistoilma tai lämmöntalteenoton taajuusmuuttajan ohjausviesti on alle 85%. Hyötysuhde on tässä kohteessa laskettu kaavan x mukaan, koska kohteessa ei ollut lämpötilamittaria tuloilmakanavassa ennen lämmitysjärjestelmiä. Hyötysuhdelaskemiin ei myöskään ole otettu huomioon ilmamääriä.

7 Lämmitysjärjestelmä

Säädettävään lämmitysverkostoon kuului ilmanvaihtoverkosto sekä kiinteistön lämmityspatterit. Näitä säätöpiirejä ohjattiin yhdellä venttiilillä, lämpötilamittauksella ja pumpulla. Pumput ohjattiin päälle ulkolämpötilan mennessä alle 15°C tai jos säätö pyytää lämmitystä. Kesällä pumpuilla suoritettiin impulssipyöräytys jumittumisen estämiseksi. Molempien lämmityspiirien ohjaukset ja säädöt toimivat samalla periaatteella. Kuvassa 29 nähdään lämmitysjärjestelmän grafiikkakuva kaikkineen pisteineen eli asetusarvo kuva. Kuvassa 30 taas on poistettu keltaisella taustalla olevat asetusarvot näkyvistä. Tällä selkeytetään prosessin seuraamista.

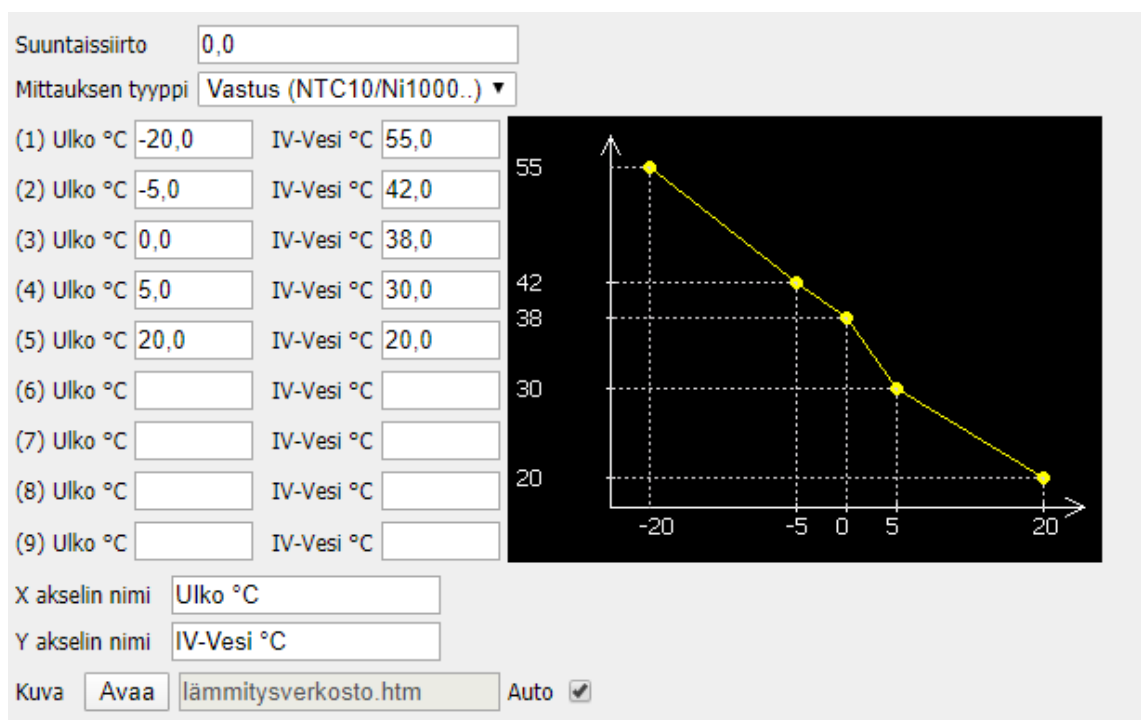


kuva 29. Lämmitysjärjestelmän grafiikkakuva asetusarvoineen

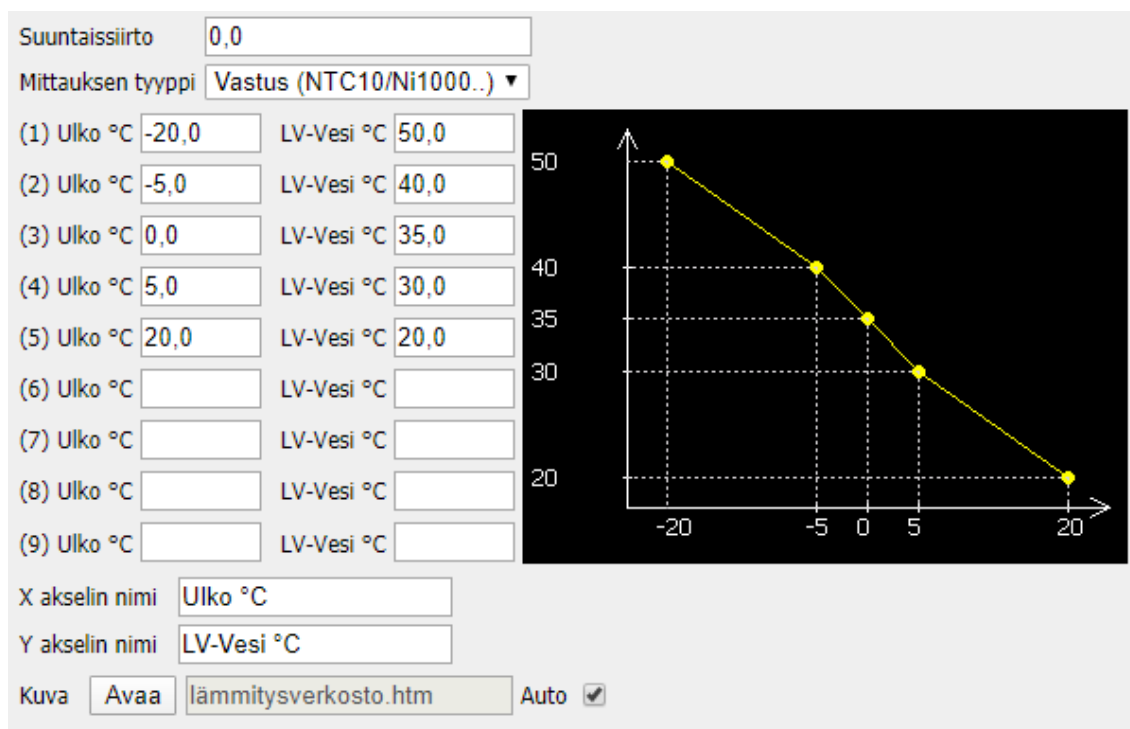


kuva 30. Lämmitysjärjestelmän grafiikkakuva ilman asetusarvoja

Veden lämpötilaa säädettiin säätökäyrällä, jossa ulkolämpötilan kautta asetettiin säätöpisteelle TE03_S arvo, jota venttiili IV01_TV01_A sitten lähti hakemaan. Karkean säädön arvoiksi asetettiin integrointiin 60 s ja suhdealueeksi 80. Käytönottovaiheessa virityksen jälkeen asetettiin integrointiajaksi 100 s ja suhdealueeksi 50.



Kuva 31. IV säätökäyrä.



Kuva 32. LV säätökäyrä

Pumput sammutetaan, jos aikaohjelma ei ole päällä, ulkolämpötila ylittää 17°C lämpötilan tai säätö ei pyydä lämmitystä ja venttiilin ohjaus menee alle 1.5%:n arvon. Pumppujen ohjausviestin ollessa arvo 0 pumppu on päällä ja arvossa 1 seis. Tämän takia pumppujen ohjaukset täytyi kytkeä DO releiden NC (Normally closed) kärkeen. Tällä estetään pumppujen pysähtyminen VAK:n sähkökatkon sattuessa. Koska pumppuja ohjattiin arvolla 0, täytyi ristiriitahälytys tehdä, jos ohjaus ja indikointi ovat samassa arvossa.

Lämpötilojen säätöpoikkeamahälytykset estettiin ulkolämpötilan ylittäessä säätöpisteen TE03 arvon. Painemittauksiin asetettiin 3.0 bar yläraja sekä 1 bar alaraja.

Vesimittari antoi 100 l pulssiviestin ja koska pisteessä käytettiin m³ määrää laskentaan pulssin skaalaksi asetettiin 0.1 (kuva 32). Mittari kytkettiin DI korttiin ja kortissa olevilla jumbpereilla asetettiin se pulssituloksi.

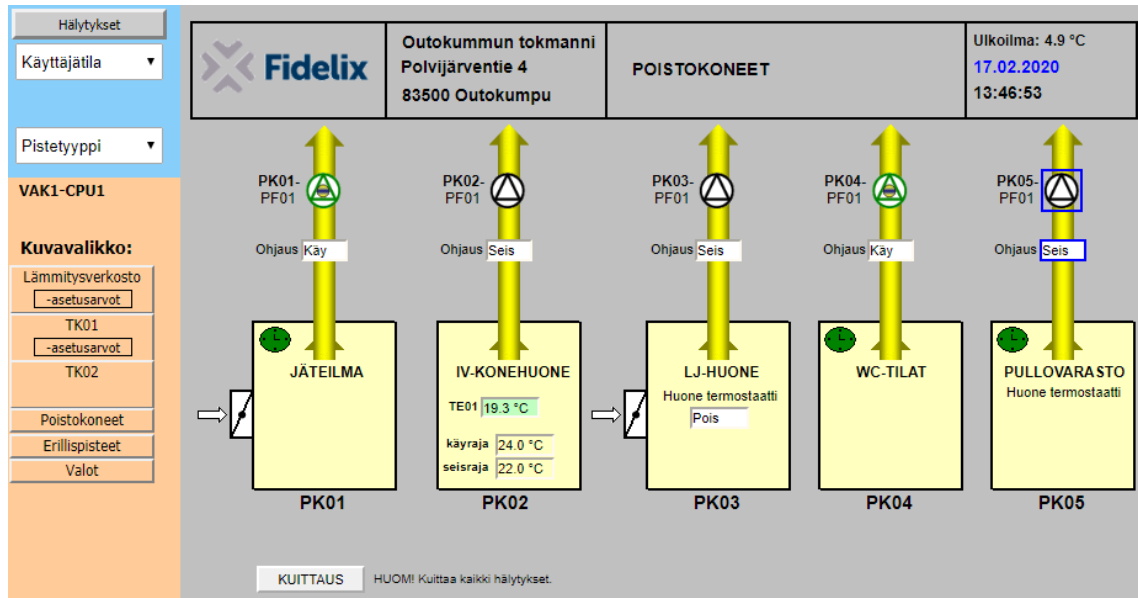
Tunnus	K01_FQ01_M	Teksti	Vesimittarin määrämittaus
Moduli	03.007	Piste	14 ▼
<input type="checkbox"/> Globaalipiste <input type="checkbox"/> Asetusarvo <input checked="" type="radio"/> Laskuri <input type="radio"/> Analoginen			
Yksikkö	m ³	Näytteenottoväli (sek)	600
Desimaaleja	3	Toleranssi	0.1
Skaalauskerroin	0.1	Minimi pulssinpituus (ms)	40
Kuva	<input type="button" value="Avaa"/> Lämmitysverkosto_AS.htm	Auto	<input checked="" type="checkbox"/>

Kuva 32. vesimittarin konfigurointi

8 Poistokoneet

Kohteessa oli viisi poistokonetta, joita ajettiin aikaohjelmilla sekä termostaatteja hyväksikäyttäen. Aikaohjelmat asetettiin vastaamaan sisävalojen aikaohjelmia eli koneet olivat käynnissä aikavälillä 5.30-21.00. Energiasäästöyistä koneita ei pidetty päällä yön yli.

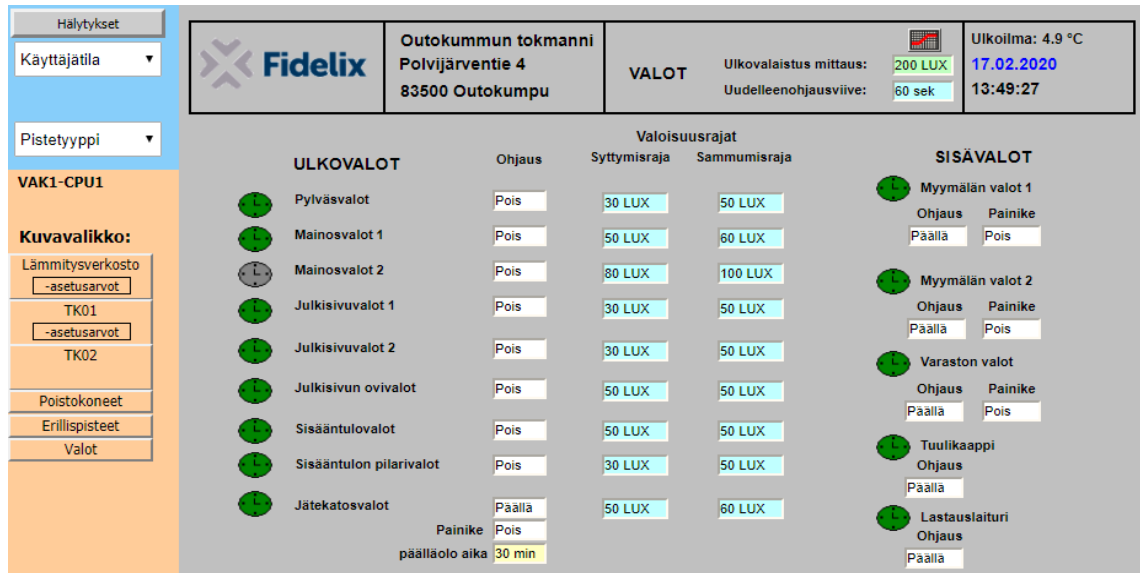
Jätetilat ja wc-tilat olivat aikaohjattuja. IV-konehuoneeseen tehtiin lämpötilan ylärajan mukaan ohjauksen käynnistys 24°C ja lämpötilan laskiessa alle 22°C ohjaus sammui. Lämmönjakohuoneessa oli oma termostaatti, jolta saatiin moduuliin tieto, jonka avulla saatiin ohjattua puhallin päälle. Jokaisessa koneesta tehtiin ris-tiriitahälytys sekä IV-hätäseis napilla pysäytys. Kuvassa 34 nähdään ilmanvaihdon Erillispoistojen grafiikkakuva kaikkineen pisteineen. PK05 on asetettu käsi-käytölle, joka nähdään sinisistä reunuksista kuvassa.



Kuva 34. Poistokoneiden grafiikkakuvat

9 Valot

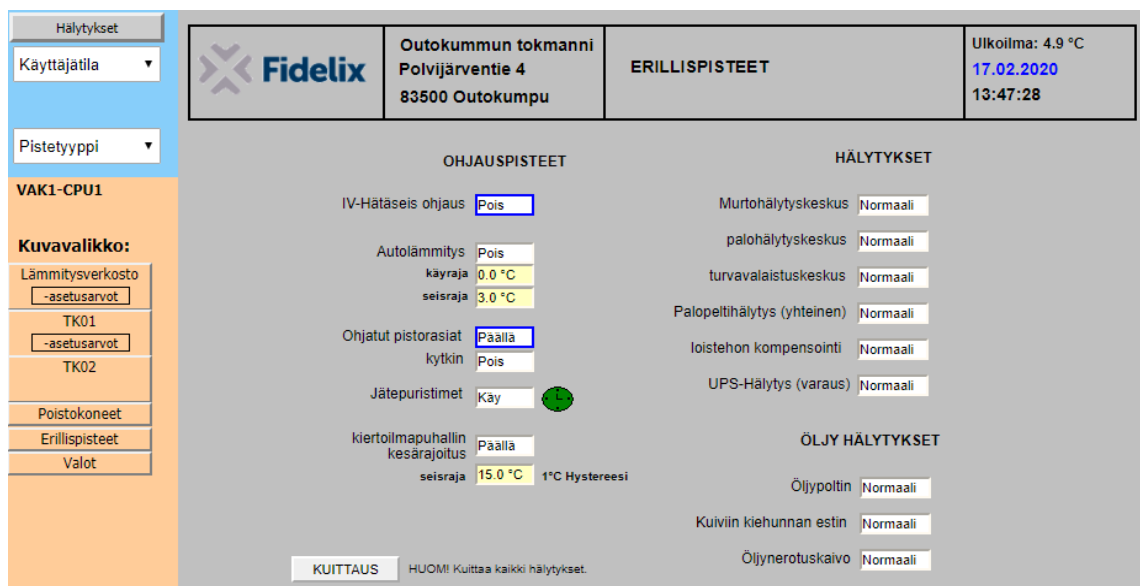
Kohteen valaistuksessa käytettiin pääsääntöisesti aikaohjelmia, lux-rajoja sekä painonappeja. Ulkovaloja ohjattiin aikaohjelmilla ja lux rajoilla. Aikaohjelman ollessa päällä otettiin huomioon valojen syttymis- ja sammumisrajat ja taas toisinpäin aikaohjelman ollessa poissa päältä mikään lux raja ei vaikuttanut valojen syttymiseen. Jätekatoksessa oli lisäaikapainike, joka ohitti aikaohjelmat ja luxrajat pitäen valon päällä 30minuuttia. Valoihin tehtiin myös uudelleenohjausviive mikä estää valojen turhan välkkymisen. Eli jos ohjaus meni päälle, alkoi ohjelma laskemaan uudelleenohjausviiveen ajan ennekuin otti taas huomioon ulkovalaisuusmittauksen. Kaikki arvot tehtiin grafiikassa muokattavaksi käyttäen päälle- ja poisrajoja hystereesin sijaan. Kuvassa 35 nähdään ilmanvaihdon Ulko- ja sisävalojen grafiikkakuva kaikkineen pisteineen.



Kuva 35. Valojen grafiikkakuvat

10 Erillispisteet

Erillispisteiksi luettiin hälytykset sekä erilliset ohjaukset kuten IV-hätäseis, autolämmitys, pistorasiat, jätepuristin ja kiertoilmapuhallin. IV-hätäseis pakotettiin pois päältä, koska sille ei ollut erillistä kytkintä. Se kuitenkin lisättiin ohjelmaan ja grafiikkaan, jos se joskus lisättäisiin kohteeseen. Kuvassa 36 nähdään erillispisteiden grafiikkakuva kaikkineen pisteineen. Siniset reunukset kuvaavat käsipakotusta grafiikassa.



Kuva 36. Erillispisteiden grafiikkakuvat

Ohjatuille pistorasioille oli ennen suunniteltu nappi, jolla ne pystyttiin sammuttamaan. Kuitenkin kävi ilmi, että kyseisten pistorasioiden perässä oli pakastimia, jonka takia ohjaukset pakotettiin ohjelmallisesti sekä sähkökeskuksen A-0-K kytimestä käsin päälle (kuva 37).



kuva 37. Pistorasiat käsin pakotettuna

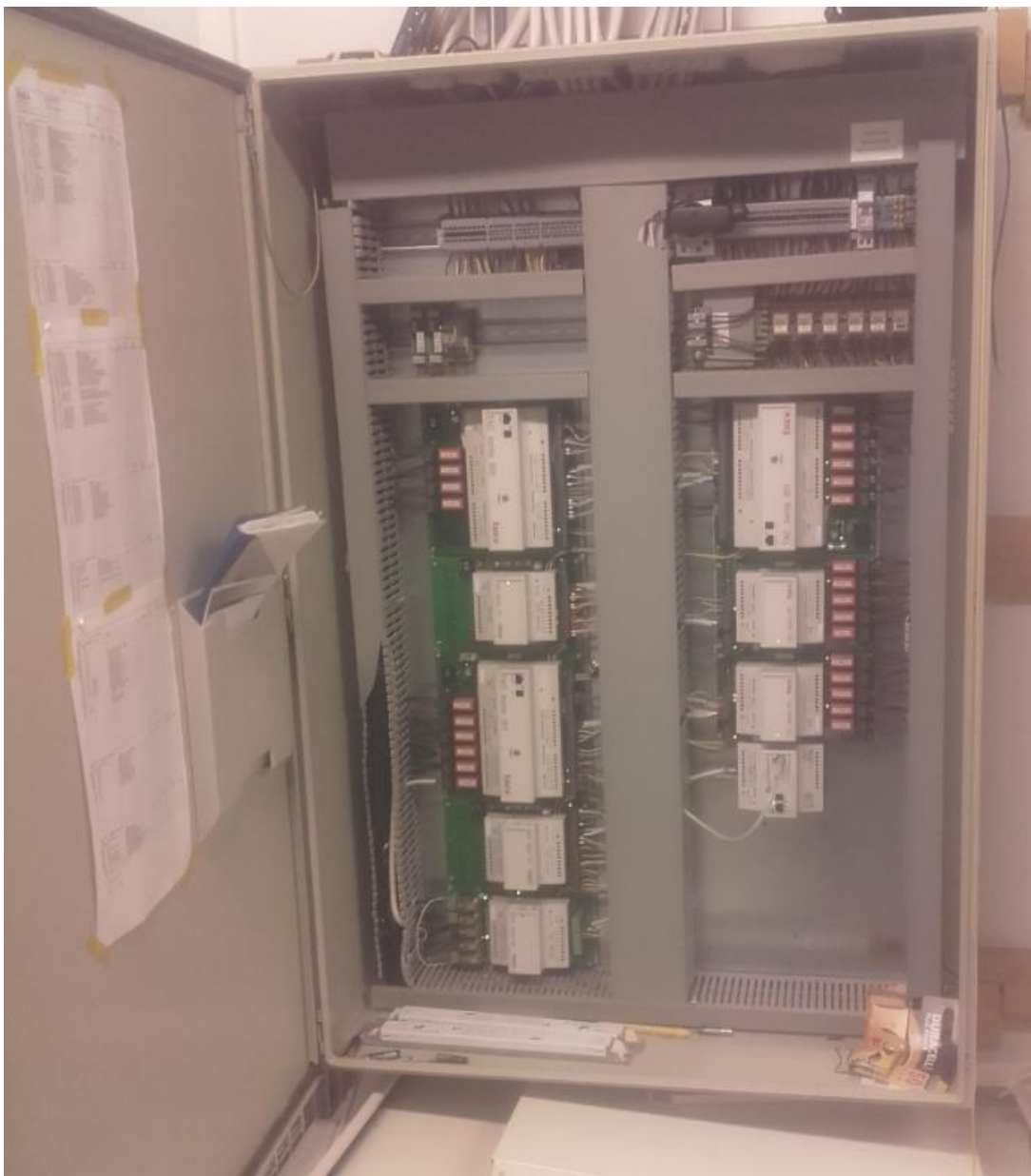
Autolämmitys toimi ensisijaisesti kellonajan mukaan, jolloin ohjaus lähti päälle lämpötilojen salliessa. Lämmitys toimi kello 05.00-20.30 ulkolämpötilan ollessa alle 0°C. Lämmitys sammui 3°C:ssa, joten ohjaukseen jäi 3°C:n hystereesi. Kier-toilmapuhaltimen käynnistyi ulkolämpötilan ylittäessä seisrajan.

11 Uuden alakeskuksen suunnittelu ja rakentaminen

Uuden järjestelmän grafiikkakuvat, pisteet ja ohjelmat valmistuivat tammikuussa 2020. Tämän seurauksena päästiin rakentamaan uutta järjestelmää heti helmikuussa 2020. Kokonaisuudessaan uuden järjestelmän rakentamiseen kului

kolme päivää. Vanhan alakeskuksen (kuva 38) ollessa suhteellisen iso pystytettiin käyttämään normaaleja moduuleja kompaktien sijaan.

Tähän kohteeseen tuli yksi COMBI36, kolme kappaletta DO (Digital output) ja AI (Analog input) moduleita sekä yksi DI (Digital input) moduuli. Combi36 modulissa on yhdistetty DI, DO, AI sekä AO moduulit yhteen kokonaisuuteen. DI-12 osuutta käytetään potentiaalivapaiden kärkitietojen liittämiseen järjestelmään. DO-8 osuutta käytetään releohjauksiin, AI-8 osuutta analogisiin mittauksiin, jossa jokainen piste voidaan yksilöllisesti määrittellä mittaamaan joko vastusta, jännitettä tai virtaa. Määrittely tapahtuu modulilla olevien oikosulkupalojen avulla. AO-8 moduulia käytetään analogisiin säätölähtöihin. Jokainen säätölähtö voidaan yksilöllisesti ohjelmoida 0-10V tai 2-10V signaalitasoon. Kaikki yksittäisesti lisätyt DI, DO ja AI moduulit toimivat samalla tavalla kuin combissa. Kaikki moduulit asennettiin DIN-kiskoon. Jokaiselle moduulille sekä CPU:lle tuli 24V DC-syöttö virtalähteeltä. Virtalähteen ja CPU:n väliin asennettiin 1 A sulake. Moduleille taas tuli suurempi 4 A sulake.



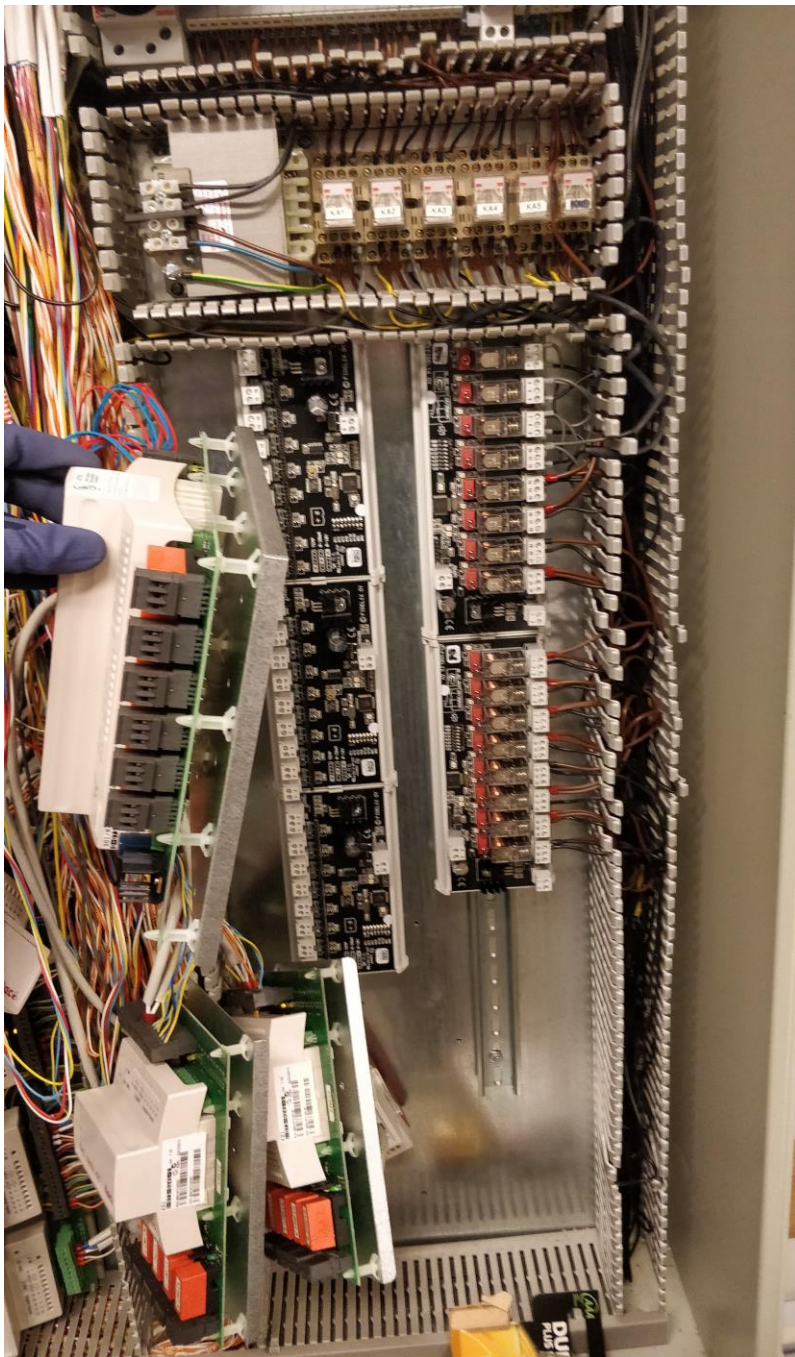
Kuva 38. Vanha alakeskus

Uusi järjestelmä asennettiin vanhaan alakeskukseen. Tämä mahdollisti vanhojen kaapelointien ja laitteiden hyväksikäytön uudessa järjestelmässä sekä tällä mini-
moitiin järjestelmän seisonta-aika. Pelkästään jäätymisvaara-anturi TE9 vaihdettiin uuteen, koska tällöin varmistuttiin sen toiminnasta. Automatiikan perään oli kytketty sisävaloja ja koska asennukset tehtiin kiinteistön ollessa käytössä, pyrittiin uuden järjestelmän rakentamisen ajaksi asettaa kaikki mahdolliset laitteet kä-
sikäytöllä päälle sähkökeskuksen kytkimiä käyttäen.

Ensimmäisenä päivänä kartoitettiin moduulien paikat sekä tutkittiin vanhaa järjestelmää tarkemmin. Moduulit asennettiin vanhan automatiikan alle häiritsemättä lämmityksen ja ilmanvaihdon automatiikkaa (kuva 38). Kaikki erillispisteet asennettiin uusiin moduleihin ensimmäisenä päivänä.

Vanhassa järjestelmässä oli käytössä apureleitä, joita ohjattiin DO-lähdöillä eli yksi Xenta:n DO-piste ohjasi apurelettä, joka taas ohjasi kahta ohjausta. Tämä oli tehty DO-pisteiden puutteen takia ja kyseisiä releitä käytettiin myös hyväksi uudessa järjestelmässä. Vanhassa järjestelmässä oli myös kaksi kappaletta RY 1-U releitä. ” RY 1-U on jänniteohjattu rele, jonka avulla 0-10 Vdc ohjausviesti voidaan muuttaa potentiaalivapaaksi kosketinlähdeksi.” [15.]

Tätä relettä voitaisiin käyttää, jos haluttaisiin ohjata DO-pistettä 0-10V AO viestillä, mutta uudessa järjestelmässä on tarpeeksi DO-pisteitä kaikille lähdöille ja siksi nämä releet purettiin.



Kuva 39. Yläreunassa on näkyvissä edellä mainitut apureleet, joita ohjataan DO modulilla. Lämmitysjärjestelmä ja ilmanvaihto ovat vielä ohjattu vanhalla automaatiikalla.

Uuteen alakeskukseen myös lisättiin Android-pohjainen visio-15-c kosketusnäyttö (kuva 40) järjestelmän operointia varten. Kosketusnäytöllä käyttäjä pääsee huoltotunnuksia käyttäen muokkaamaan järjestelmän asetuksia.



Kuva 40. Alakeskuksen kosketusnäyttö visio

Toisena päivänä liitettiin loputkin automaatiot uuteen järjestelmään. Saneerauksen loppuvaiheessa huomattiin, että muutamia vanhan pistelistan mukaisia pisteitä oli purettu pois. Purettuja kohteita olivat UPS-hälytys, sähkömittarit ja öljymäärämittari.

Kohteeseen myös asennettiin etäkäyttöyhteys valvontaa varten. Valvonnan lisäksi etäkäytöllä pystyttiin muokkaamaan ja lataamaan grafiikkakuvia sekä pisteitä tarvittaessa. Tehonsyöttö etäkäyttölaitteelle saatiin valvomon pistorasiasta. Kaikkien kytkentöjen ollessa valmiita täytettiin kytkentäkuvat vastaamaan uutta järjestelmää (liite 4) sekä releet nimettiin ohjauksien mukaan tarrakirjoittimella.



kuva 41. Valmis alakeskus

12 Käyttöönotto

Käyttöönottovaiheessa varmistettiin jokaisen kriittisten prosessien toimivuus indikointien, ohjausten, hälytysten ja lukitusten osalta. Toimivuus todettiin grafiikalta katsomalla sekä varmistamalla hälytyksen lauetessa oikeiden varotoimien toimivuus. Esimerkiksi jäätymisvaara-anturi testattiin laukaisemalla sen hälytys irrottamalla johtimet ja seuraamalla mitä prosessissa tapahtuu.

Venttiileistä ei tiedetty, että oliko niitä ennen ohjattu 0-10V vai 2-10V jännitteellä. Tämä testattiin asettamalla venttiili käsin täysin kiinni, jonka jälkeen sille asetettiin 20% arvo. Jos venttiili lähti liikkumaan sen tiedettiin toimivan 0-10V alueella. Jos taas venttiili ei tekisi mitään, niin se toimisi 2-10V jännitteellä.

Kaikki säädöt tehtiin kokeilemalla. Alustavat viritysparametrit oli annettu laitteille pisteitä konfiguroidessa. Viritys tapahtui prosesseja muuttamalla vähän kerrallaan ja seuraamalla, kuinka lämpötilat, paineet ja venttiilit käyttäytyivät. Kaikkia säätöjä hieman hidastettiin, kun testausvaiheessa huomattiin niiden olevan liian nopeita. Liian nopeilla säädöillä säätö saattaisi jäädä huojumaan.

Lopuksi kiinteistönhoitaja perehdytettiin järjestelmän toimintaan ja säätöihin. Hyvällä perehdytyksellä ja selvillä grafiikkakuvilla vältyttiin epäselvyyksiltä. Perehdytyksen ansiosta kiinteistönhoitaja osaa itse muokata aikaohjelmia sekä säätää lämpötiloja ja säätökäyriä.

Käyttöönotonvaiheen jälkeen prosessia vielä tarkkailtiin etäkäyttöyhteyden avulla ja viritettiin tarvittaessa.

13 Pohdinta

Työn aiheena oli saneerata Outokummun Tokmannin automaatiojärjestelmä. Opinnäytetyö onnistui hyvin ottaen huomioon, kuinka vähän aikaa opinnäytetyön tekijällä oli tutustua järjestelmiin ja yrityksen käytäntöihin ennen opinnäytetyön aloitusta. Työ suoritettiin projektimaisesti samalla tavalla kuin muissakin yrityksen projekteissa ja siksi se antoi hyvät lähtökohdat tehdä tulevaisuudessa samankaltaisia projekteja itsenäisesti. Projektissa käytetty ohjelmistot ja laitteet ovat käytännössä täysin samoja mitä yritys käyttää jokapäiväisiä projekteja tehdessä.

Projektille ei annettu tarkkaa aikataulua vaan se oli tarkoitus suorittaa 2020 kevään aikana. Tästä huolimatta projekti valmistui jo helmikuun alussa.

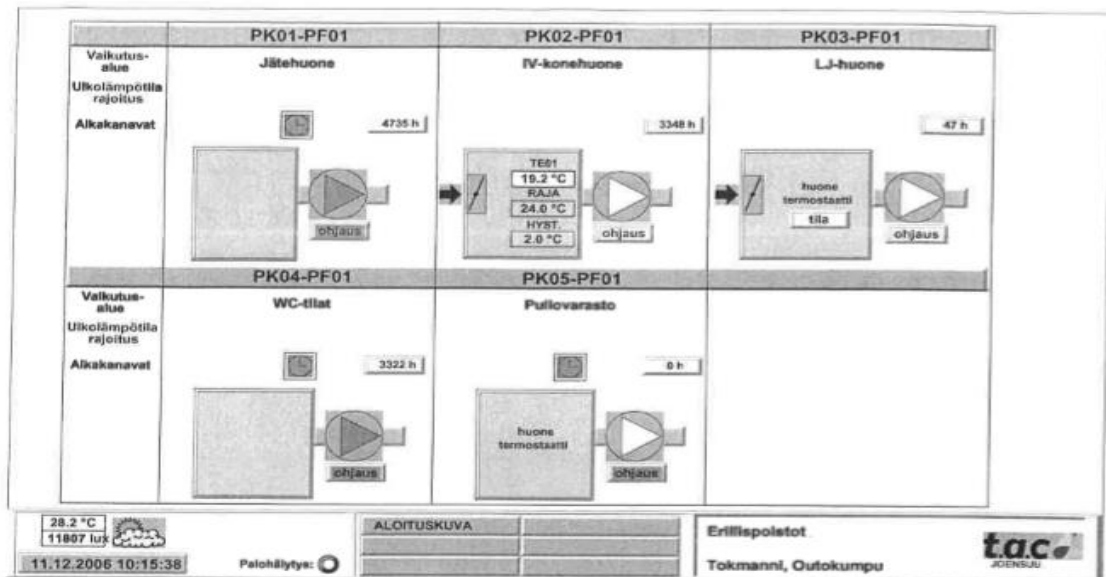
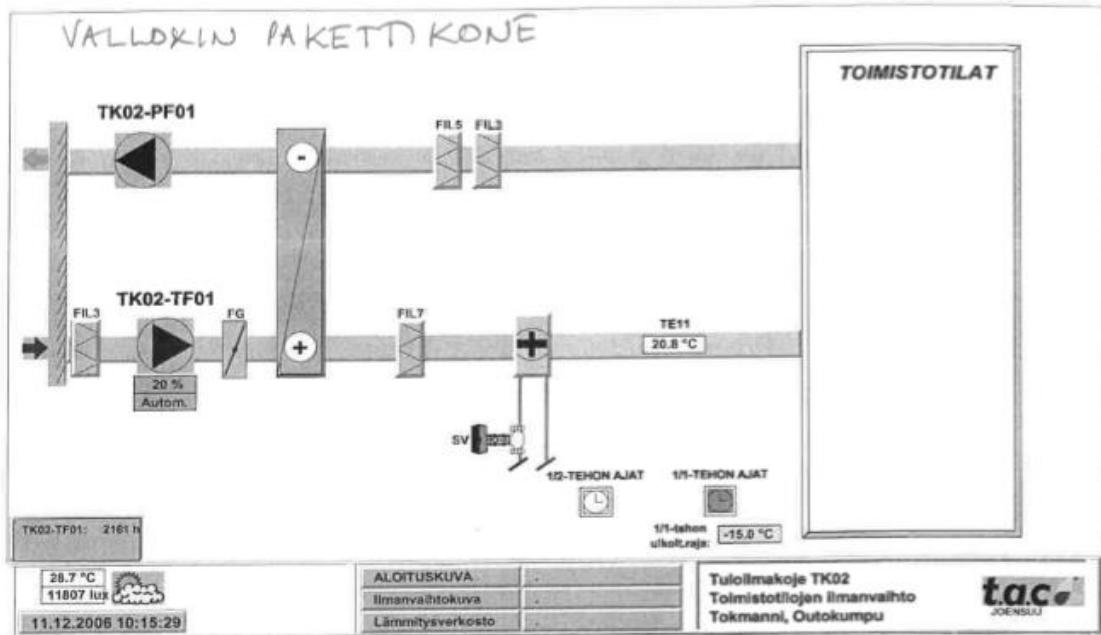
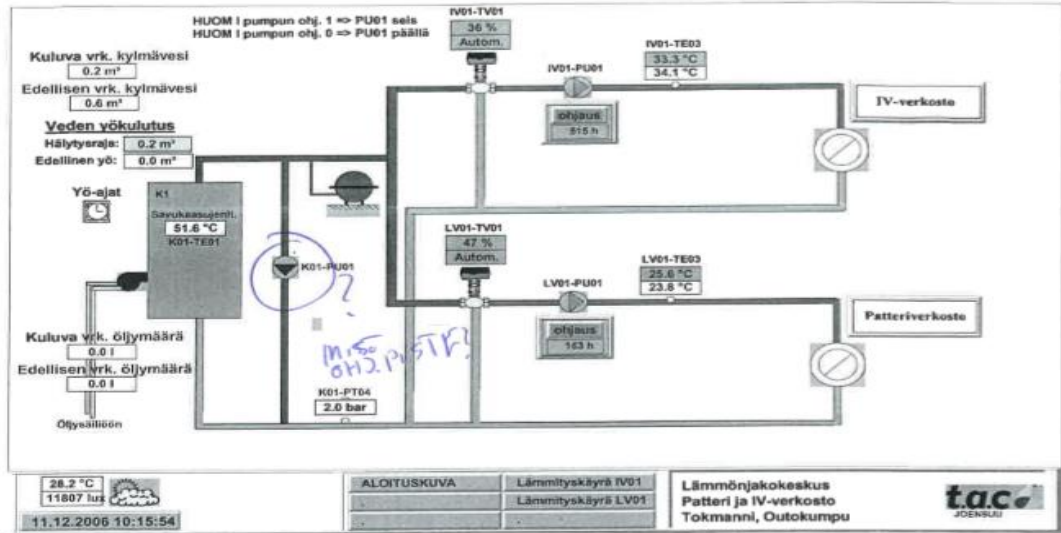
Uudella järjestelmällä pyrittiin parantamaan kiinteistön joustavuutta, energian kulutuksia sekä lisäämään kiinteistön elinkaarta. Uuteen järjestelmään asennetun kosketusnäytön sekä etäyhteyden ansiosta kiinteistön ylläpito, huolto sekä prosessien seuraaminen helpottuvat huomattavasti.

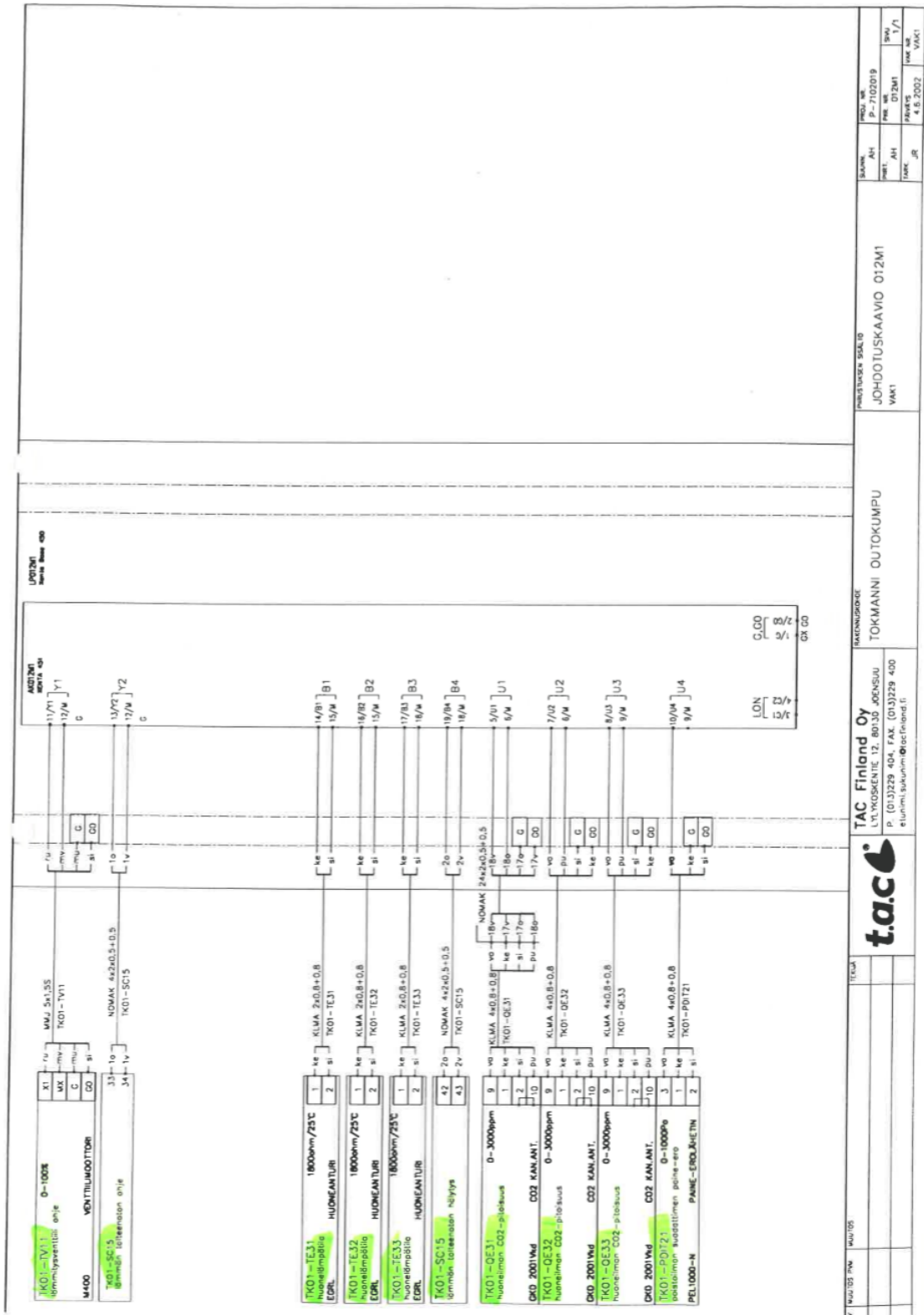
Saneerauksen haastavimmat tehtävät olivat ohjelmien sekä grafiikkakuvien teko pelkän pistelistan perusteella alkuvaiheessa. Käyttöönottovaihe sujui lähes ongelmitta hyvän valmistelun takia. Uuden järjestelmän käytössä ei ole ilmaantunut ongelmia ja säädötkin ovat toimineet hyvin.

Lähteet

1. Rakennusautomaatiojärjestelmät: ST-käsikirja 17, Tietotekniset järjestelmät. 6. uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.
2. Värjä, P & M, J-M. Uusi kiinteistöautomaatio: automaatio- ja säätötekniikkaa. Kuusankoski. Mikro-oppi 1999. 208s.
3. Piikkilä, Veijo – Sahlstén, Toivo 2017. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät: STkäsikirja 21. 2. uusittu painos. Espoo: Sähköinfo Oy.
4. Kivimäki, Pasi 2014. Rakennusautomaatiojärjestelmän peruskorjauksen suunnittelu saatavissa: https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/70581/Kivimaki_Pasi.pdf
5. Fidelix Oy 2019. FxEditor esittely. Powerpoint-dokumentti. Fidelix Oy sisäinen materiaali. [viitattu 12.2.2020]
6. Structured text. Elsevier B.V. 2020 [Viitattu 12.2.2020] Saatavissa: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/structured-text>
7. Fidelix Oy 2019. IEC_lataus. Powerpoint-dokumentti. Fidelix Oy sisäinen materiaali. [viitattu 12.2.2020]
8. Harju T., Marttinen A., 2000. säätöpiirin virityksen perusteet., 1., painos. Ota media Oy.
9. Basic Switch: NO, NC and COM Contact Terminal. OMRON Corporation 2000–2020. [Viitattu 14.2.2020] Saatavissa: http://www.omron.com.au/service_support/FAQ/FAQ03206/index.asp
10. Oulun seudun ammattikorkeakoulu. Automaatiotekniikka. 2009. [Viitattu 14.2.2020] saatavissa: http://www.tekniikka.oamk.fi/~te-rohi/auto1_s2009u.htm
11. Infoteam Software AG. PLC Programming Systems. [Viitattu 17.2.2020] saatavissa: <https://infoteam.de/en/our-know-how/plc-programming-systems/>
12. Produal Oy. Termostaatit. JVA 24. [Viitattu 18.2.2020] saatavilla: https://www.produal.com/fi/shop/web_thermostats/sku-1110110
13. Labotec Oy. SET-61 Kuiviinkiehunnanestoin. [Viitattu 18.2.2020] saatavilla: <https://www.labkotec.fi/fi/tuotteet/pintakytkimet-ja-vuotovalvonta/kuiviinkiehunnan-esto/set-61-kuiviinkiehunnanestoin>
14. Oy Labko AB. PEK-3001 öljyhälytin. [Viitattu 18.2.2020] saatavissa: <https://docplayer.fi/9692804-Pek-3001-oljyhalytin.html>
15. Produal Oy. Apureleet. RY 1-U. [Viitattu 20.2.2020] saatavissa: https://www.produal.com/fi/shop/web_relay_modules/sku-1183040 Luettu 20.2.2020
16. Ympäristöministeriön moniste 122. Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto lämpöväiöiden tasauslaskennassa [Viitattu 21.2.2020] saatavissa: http://www.laskentapalvelut.fi/maaraykset/YM_opas_122.pdf
17. Fidelix Oy 2019. IEC perusteet. Powerpoint-dokumentti. Fidelix Oy sisäinen materiaali. [viitattu 9.3.2020]

taco		PISTELUETTELO		VAK1				
TAC Finland Oy		P-7102019		piir.no: 1				
Lylyskenterä 12, 40130 JOENSUU		TOKMANNI OUTOKUMPU		päiväys: 4.6.2002				
P. 019223 4M FAX. 019223 405				Laatija: AH				
				muutos:				
Xenta 301 Numero: 012M0 NIMI:		Selite		Rev	Kytetty	AK:sta Testattu	valvomo Testattu	Huom.
Piste	Laji	Tunnus						
B1	TH	TK01-TE11	tuloilma lämpötila					
B2	TH	TK01-TE21	poistoilman lämpötila					
B3	TH	TK01-TE22	poistoilman lämpötila ilon jälkeen					
B4	TH	TK01-TE09	patterin paluuveden lämpötila					
K1	DO	TK01-PU01	lämmityspumpun ohjaus					
K2	DO	TK01-SC11	tuloilmapuhaltimen taajuusmuuttaja ohjaus					
K3	DO	TK01-SC21	poistoilmapuhaltimen taajuusmuuttaja ohjaus					
K4	DO	TK01-FG11/21	raite- /poistoilmapielin ohjaus					
K5	DO	TK01-TSAH09	jäätymisvaaran lukituksen ohjaus					
K6	DO		Hälytysten jälleenanto robotipuhelimelle	Aj 15.4.2003				
X1	DI	TK01-PU01	lämmityspumpun indikointi					
X2	DI	TK01-SC11	tuloilmapuhaltimen taajuusmuuttaja indikointi					
X3	DI	TK01-SC21	poistoilmapuhaltimen taajuusmuuttaja indikointi					
X4	DI							
U1	V	TK01-PDIT11	tulosuodattimen paine-ero mittaus					
U2	V	TK01-PDT11	tulokanavan paine					
U3	V	TK01-PDT21	poistoilmakanavan paine					
U4	V	TK01-PDIT22	lämmön talteenoton paine-ero mittaus					
Y1	AO	TK01-SC11	tuloilmapuhaltimen taajuusmuuttaja ohje					
Y2	AO	TK01-SC21	poistoilmapuhaltimen taajuusmuuttaja ohje					
Xenta 451 Numero: 012M1 NIMI:		Selite		Rev	Kytetty	AK:sta Testattu	valvomo Testattu	Huom.
Piste	Laji	Tunnus						
B1	TH	TK01-TE31	huonelämpötila					
B2	TH	TK01-TE32	huonelämpötila					
B3	TH	TK01-TE33	huonelämpötila					
B4	TH	TK01-SC15	lämmön talteenoton hälytys					
U1	V	TK01-OE31	huoneilman CO2-pitoisuus					
U2	V	TK01-OE32	huoneilman CO2-pitoisuus					
U3	V	TK01-OE33	huoneilman CO2-pitoisuus					
U4	V	TK01-PDIT21	poistoilman suodattimen paine-ero					
Y1	AO	TK01-TV11	lämmitysventtiilin ohje					
Y2	AO	TK01-SC15	lämmön talteenoton ohje					
Xenta 421 Numero: 012M2 NIMI:		Selite		Rev	Kytetty	AK:sta Testattu	valvomo Testattu	Huom.
Piste	Laji	Tunnus						
K1	DO	IV-HS	iv hätäseis ohjaus					
K2	DO	KSK	kiertoilmapuhaltimen käyntilupa ohjaus					
K3	DO		mainosvalot ohjaus					
K4	DO	PK05-PF01	poistoilmapuhaltimen ohjaus (pullovarasto)					
K5	DO							
X1	DI	PK05-PF01	poistoilmapuhaltimen indikointi (pullovarasto)					
X2	DI							
X3	DI							
X4	DI							





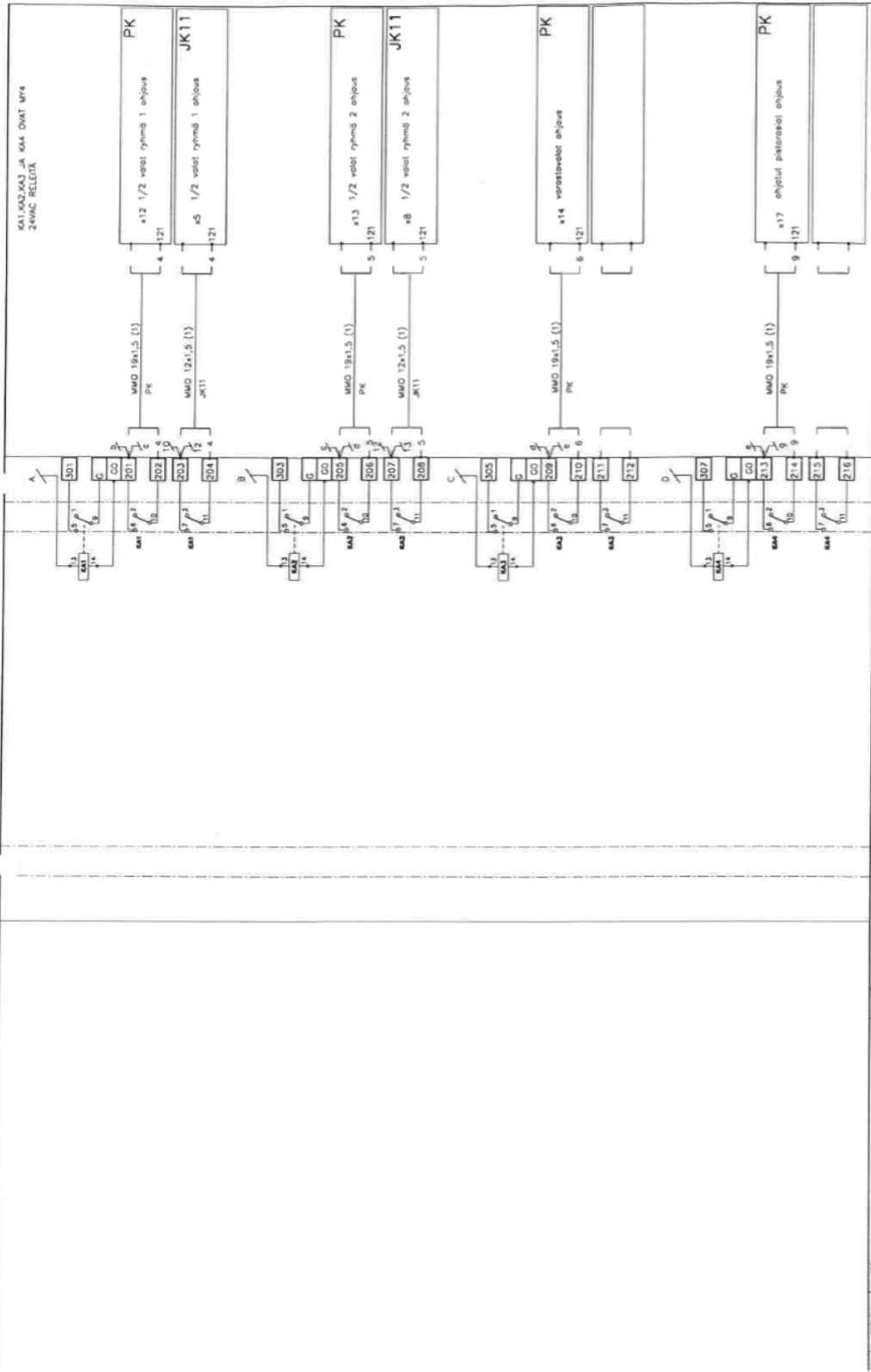
TAC Finland Oy
LÄNKÖSKENTIE 12, 00030 JOENSUU
P. (013)229 604, FAX (013)229 400
e.tuomi.takuum@tacfinland.fi

tac

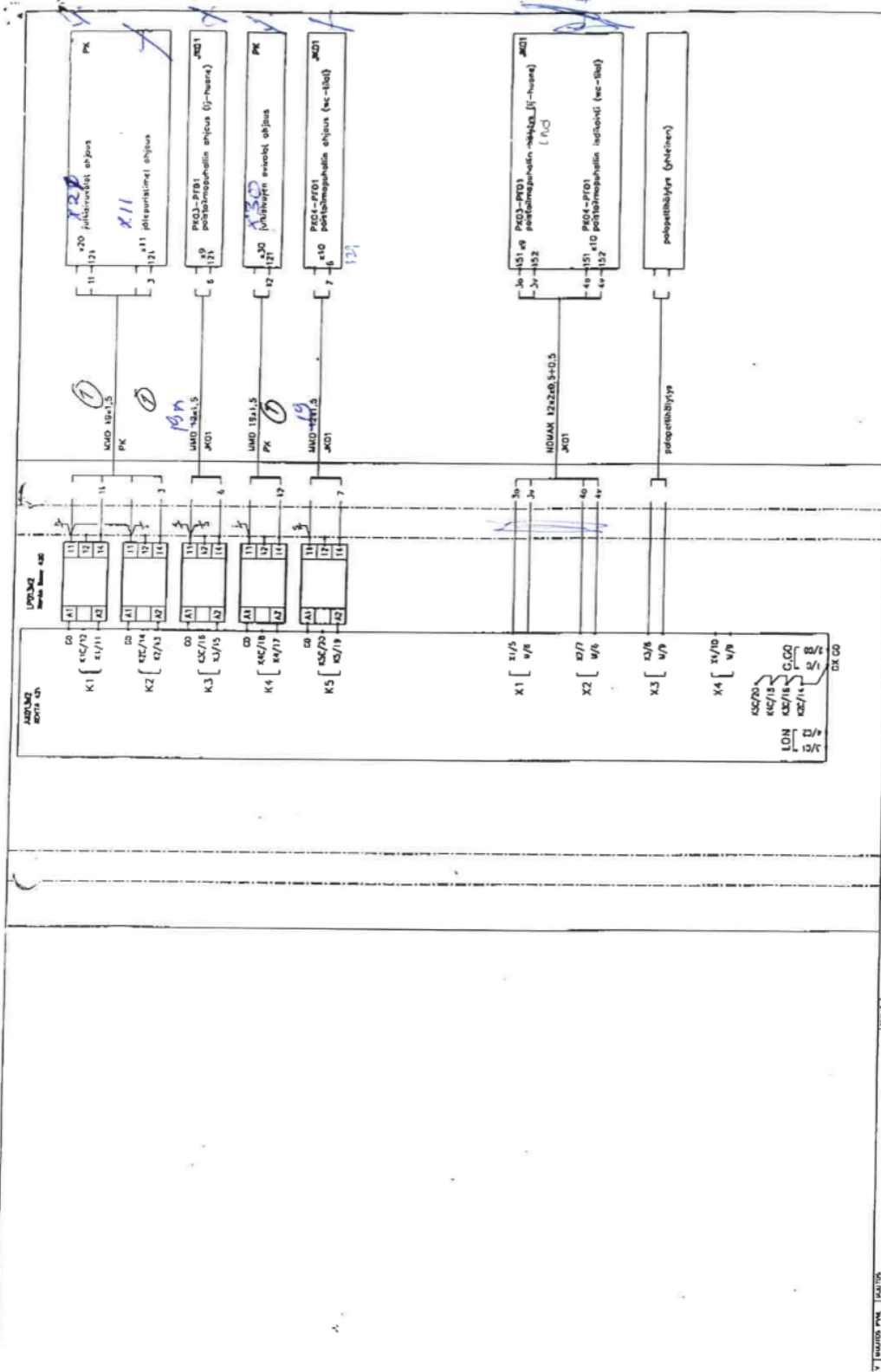
RAKENNUSKORTTI
TOKMANNI OUKUMPIU

PROJEKTIN SÄÄLÖ
JOHDOTUSKAAVIO 012M1
VAKI

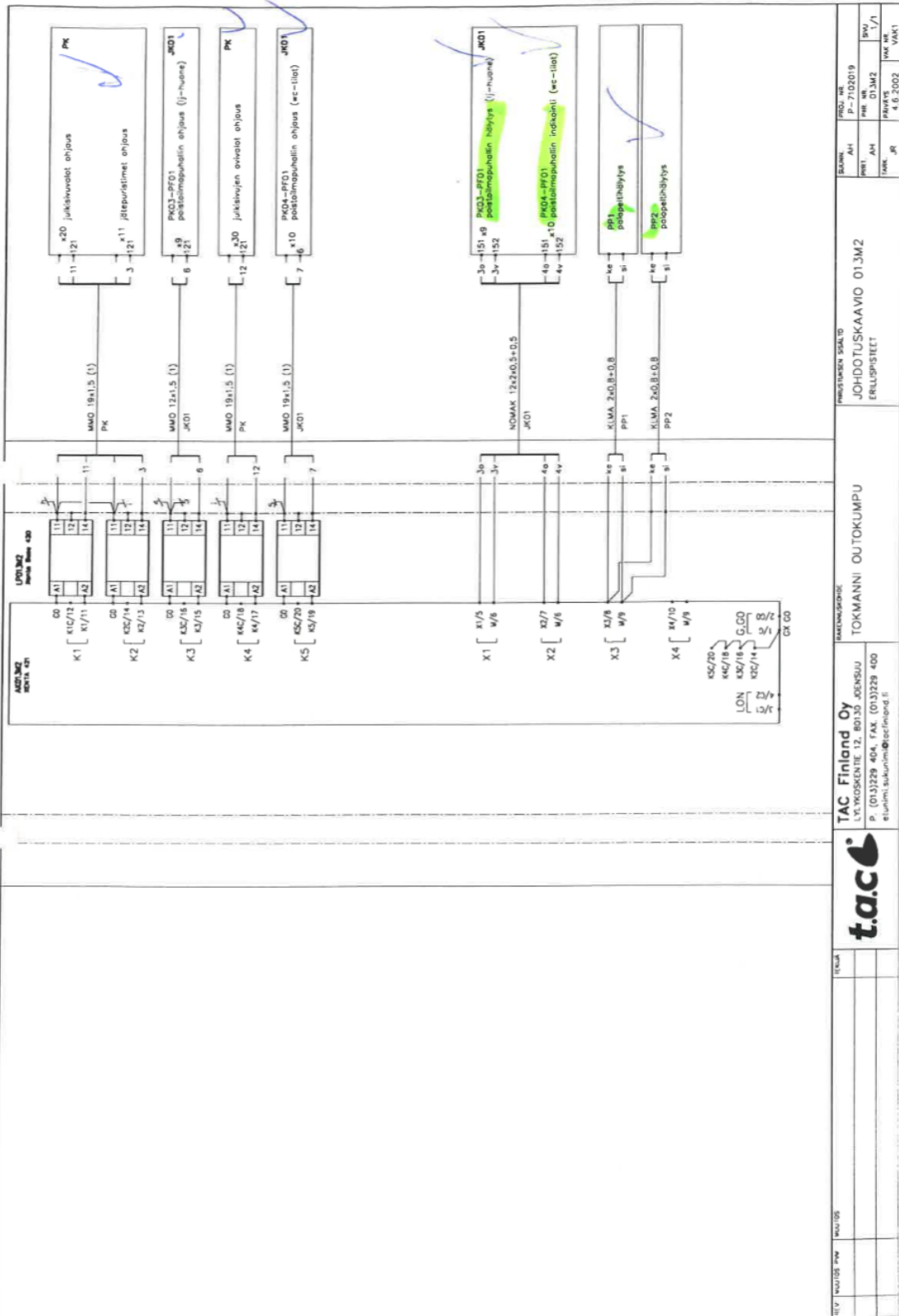
SIKAKO	PROJ. NR.
012M1	P-7102019
012M1	PROJ. NR.
012M1	SIKAKO
012M1	SIKAKO
012M1	SIKAKO



<p>TYÖ NIMI: M4</p> <p>MAK: 05</p>	<p>PROJEKTI: T2518</p> <p>OHJE: 01JMO_1</p> <p>PIK: 2/2</p>	<p>YHTIÖ: KAIJOKAJA JA KAA OY</p> <p>OHJE: 01JMO_1</p> <p>PIK: 2/2</p>	<p>PROJEKTI: T2518</p> <p>OHJE: 01JMO_1</p> <p>PIK: 2/2</p>
<p>TAC Finland Oy</p> <p>LÄTKÖKENTIE 12, 00130 JOENSUU</p> <p>P. (013)229 404, FAX (013)229 400</p> <p>e (tunti): suunitim@tacfinland.fi</p>		<p>TOKMANNI AUTOKUMPU</p> <p>JOHDOTUSKAAVIO 01JMO</p> <p>VAKI</p>	



YHTEYSTYS PAKI	ITÄMÄ	TAC Finland Oy LYNKOSKIVIE 12, 00130 JOUKSU P. (013)229 404, FAX. (013)229 403 etunimi.suuronen@tacfinland.fi	KOKONAISKOKO TOKMANNI OUTOKUMPU	PAIKALLISEN SUUNNITTELUKOKOON JOHDOTUSKAAVO D13M2 OHJEKIRJAT	SAIKKA PÄIVÄ JUVU	PIKSI PÄIVÄ JUVU	PIKSI PÄIVÄ JUVU	PIKSI PÄIVÄ JUVU	PIKSI PÄIVÄ JUVU
----------------	-------	--	------------------------------------	--	-------------------------	------------------------	------------------------	------------------------	------------------------



Portti: 3		Moduuli: 1		DO 8		Jännite		Kaapecti		Keskus / Laite	
						Liitin	Johdin	Tunnus ja tyyppi	Johdin	Liitin	Tyyppi
1	RYHMA1_VALOT_O sisävalot ryhmä 1/2 ryhmä 1 ohjaus	1	COM	G0	ke	SISÄINEN KYTKENTÄ	ke	KA1-A2	PK/JK11 APURELE KA1 1/2 VALOT OHJAUS RYHMA 1		
		2	NO	G	ha		mu			KA1-A1	
		3	NC								
2	RYHMA2_VALOT_O sisävalot ryhmä 1/2 ryhmä 2 ohjaus	4	COM	G0	ke	SISÄINEN KYTKENTÄ	ke	KA2-A2	PK/JK11 APURELE KA2 1/2 VALOT OHJAUS RYHMA 2		
		5	NO	G	ha		mu			KA2-A1	
		6	NC								
3	V_VALOT_O Varaston valot ohjaus	7	COM	G0	ke	SISÄINEN KYTKENTÄ	ke	KA3-A2	PK APURELE KA3 VARASTO VALOT OHJAUS		
		8	NO	G	ha		mu			KA3-A1	
		9	NC								
4	PR_O pistorasia ohjaus	10	COM	G0	ke	SISÄINEN KYTKENTÄ	ke	KA4-A2	PK APURELE KA4 PISTORASIA OHJAUS		
		11	NO	G	ha		mu			KA4-A1	
		12	NC								
5	MAINOS_VALOT_O Mainos valot ohjaus	13	COM			MMO 12x1.5(1)	1	x1:110	JK01		
		14	NO		1		x1:121				
		15	NC		2						
6	ST_VALOT_O sisäntulon valojen ohjaus	16	COM		ru	MMO 12x1.5(1)			JK11		
		17	NO		6			6		x11:121	
		18	NC								
7	ST_PILARI_VALOT_O sisäntulon pilarivalojen ohjaus	19	COM		ru	MMO 12x1.5			JK11		
		20	NO		10			10		x10:121	
		21	NC								
8	AUTO_LAM_O autolämityksen ohjaus	22	COM		ru	MMO 19x1.5(1)	1	x10:110	PK		
		23	NO		2			2		x10:121	
		24	NC								

Portti: 3		Moduuli: 2		DO 8		Jännite		Kaapecti		Keskus / Laite	
						Liitin	Johdin	Tunnus ja tyyppi	Johdin	Liitin	Tyyppi
1	JATE_VALOT_O jätevalot ohjaus	1	COM		ru	MMO 19x1.5(1)			PK		
		2	NO		7			7		x15:121	
		3	NC								
2	LL_VALOT_O lastauslaituri ohjaus	4	COM		ru	MMO 19x1.5(1)			PK		
		5	NO		8			8		x16:121	
		6	NC								
3	PYLVAS_VALOT_O pylväsvalot ohjaus	7	COM		ru	MMO 19x1.5(1)			PK		
		8	NO		10			10		x19:121	
		9	NC								
4	JS_VALOT_O julkisivuvalot ohjaus	10	COM		ru	MMO 19x1.5(1)			PK		
		11	NO		11			11		x20:121	
		12	NC								
5	JS_OVI_VALOT_O julkisivun ovi-valot ohjaus	13	COM		ru	MMO 19x1.5(1)			PK		
		14	NO		12			12		x30:121	
		15	NC								
6	JATE_PUR_O Jätepuristimen ohjaus	16	COM		ru	MMO 19x1.5(1)			PK		
		17	NO		3			3		x11:121	
		18	NC								
7	PK03_FF01_O Poistokoneen Ohjaus	19	COM		ru	MMO 19x1.5(1)			JK01		
		20	NO		6			6		x9:121	
		21	NC								
8	PK04_FF01_O Poistokoneen Ohjaus	22	COM		ru	MMO 19x1.5(1)			JK01		
		23	NO		7			7		x10:121	
		24	NC								

Portti: 3		Moduuli: 3		DO 8		Kaapeli			Keskus / Laite	
				Jännite		Tunnus ja tyyppi	Johdin	Liitin	Tyyppi	
				Liitin	Johdin					
1	TK01_PU01_O Tulokoneen lämmityspumpun Ohjaus	1	COM		G	MMO 19x1.5(1)	16	x51-121	PK TK01-PU01	
		2	NO							
		3	NC							
2	TK01_SC11_O Taajuusmuuttajan Ohjaus Tulopuhallin	4	COM			MMO 19x1.5(2)	3	x54-124	PK TK01-SC11	
		5	NO		3					
		6	NC							
3	TK01_SC21_O Taajuusmuuttajan Ohjaus Poistopuhallin	7	COM		4	MMO 19x1.5(2)	4	x54-122	PK TK01-SC21	
		8	NO		5					
		9	NC							
4	PK01_PFO1_O Poistopuhallin ohjaus Iv-konehuone	10	COM		G	MMO 19x1.5(2)	13	x59-124	PK PK01-PFO1	
		11	NO							
		12	NC							
5	PK02_PFO1_O Poistopuhallin ohjaus Jätettä	13	COM		G	MMO 19x1.5(2)	14	x58-124	PK PK02-PFO1	
		14	NO							
		15	NC							
6	TK01_LUKITUS_O Tulokoneen lukituksen ohjaus Jäätär/ Ivhs	16	COM		2	MMO 19.1.5(2)	2	x54-122	PK Lukituksen ohjaus	
		17	NO		va					
		18	NC							
7	MAINOS2_VALOT_O Ohjaus	19	COM		1	MMO 12x1.5(1)	1	x11-110	JK11	
		20	NO		2					
		21	NC							
8	PK05 Ei käytössä	22	COM		1					
		23	NO		5					
		24	NC							

Portti: 3		Moduuli: 4		AI 8		Kaapeli			Keskus / Laite	
				Jännite		Tunnus ja tyyppi	Johdin	Liitin	Tyyppi	
				Liitin	Johdin					
1	TK01_TE31_M Huonelämpötilan Mittaus	1	AI		ke	KLMA 2x0.8+0.8	ke	1	EGRL 1800ogm/25°C	
		2	AI 0V		si					
2	TK01_TE32_M Huonelämpötilan Mittaus	3	AI		ke	KLMA 2x0.8+0.8	ke	1	EGRL 1800ogm/25°C	
		4	AI 0V		si					
3	TK01_TE33_M Huonelämpötilan Mittaus	5	AI		ke	KLMA 2x0.8+0.8	ke	1	EGRL 1800ogm/25°C	
		6	AI 0V		si					
4	TK01_QE31_M Hiidioksidin Mittaus			G	17v	NOMAK 24x2x0.5+0.5	18v		GKD 2001 Vkd 0-3000ppm	
		7	AI		18v					
		8	AI 0V		18o					
5	TK01_QE32_M Huoneilman CO-2 Mittaus			G		KLMA 4x0.8+0.8	pu		GKD 2001 Vkd 0-3000ppm	
		9	AI		pu					
		10	AI 0V							
6	TK01_QE33_M Huoneilman CO-2 Mittaus			G		KLMA 4x0.8+0.8	va	pu	GKD 2001 Vkd 0-3000ppm	
		11	AI		va					
		12	AI 0V		pu					
7	TK01_PDIT21_M Paine-eron Mittaus			G	ke	KLMA 4x0.8+0.8	va		PEL1000-N 0-1000Pa	
		13	AI		va					
		14	AI 0V							
8	TK01_SC15_H LTO:n Taajuusmuuttajan Hälytys			G		KLMA 4x0.8+0.8	2o	33	TK01-SC15	
		15	AI		2o					
		16	AI 0V		2v					

Fidelix		Kiinteistö		Dokumenttitilä		Ala-asema		Julkaisupvm		Tekijä	
Martinkyläntie 41 01720 Vantaa		Outokummun tokmanni Polvijärventie 4, 83500 Outokumpu		Kytkenäluettelot Projektinumero 4496		VAK1 Sijainti		27.1.2020		Antti Tuovinen	
Portti: 3		Moduuli: 5		AI 8		Jännite		Kaapeli		Keskus / Laite	
				Liitin		Johdin		Tunnus ja tyyppi		Liitin	
								Johdin		Tyyppi	
1	TE90_M Ulkoilman lämpötila	1	AI		ke			KLMA 2x0.8+0.8	ke	1	EGU TE90
		2	AI OV		si				si	2	
						24VDC	ke		ke	1	
2	XE90_LUX_M Ulkovaloisuusmittaus 4-20mA - 0-1000LUX	3	AI		si			KLMA 2x0.8+0.8	si	2	DEGB XE90
		4	AI OV							22	
						G	22o		22o	ke	
3	K01_PT04_M Paineen Mittaus vesipainelähetin 0-6bar					G0	22v	NOMAK 24x2x0.5+0.5	22v	si	JK01 - KLMA 4x0.8+0.8 K01-PT04 ECOS6.0V
		5	AI				21v		21v	va	
		6	AI OV								
4	K01_TE01_M Lämpötilan Mittaus savukaasu-anturi					G	20o	NOMAK 24x2x0.5+0.5	20o	ke	JK01 - KLMA 4x0.8+0.8 K01-TE01 TESK LU 0/400
		7	AI			G0	20v		20v	si	
		8	AI OV				19v		19v	va	
5	PK02_TE01_M Lämpötilan Mittaus IV-konehuone							KLMA 2x0.8+0.8			EGRL PK02-TE01
		9	AI		ke				ke	1	
		10	AI OV		si				si	2	
6		11	AI								
		12	AI OV								
7		13	AI								
		14	AI OV								
8		15	AI								
		16	AI OV								


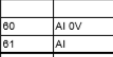
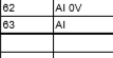
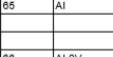
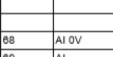
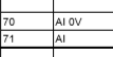
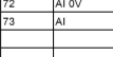
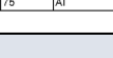
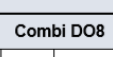
Fidelix		Kiinteistö		Dokumenttitilä		Ala-asema		Julkaisupvm		Tekijä	
Martinkyläntie 41 01720 Vantaa		Outokummun tokmanni Polvijärventie 4, 83500 Outokumpu		Kytkenäluettelot Projektinumero 4496		VAK1 Sijainti		27.1.2020		Antti Tuovinen	
Portti: 3		Moduuli: 6		AI 8		Jännite		Kaapeli		Keskus / Laite	
				Liitin		Johdin		Tunnus ja tyyppi		Liitin	
								Johdin		Tyyppi	
1	IV01_TE03_M IV-verkoston menoveden lämpötilamittaus Vesianturi nopea	1	AI		24o			NOMAK 24x2x0.5+0.5	24o	ke	JK01 - KLMA 2x0.8+0.8 EGWS IV-TE03
		2	AI OV		24v				24v	si	
2	LV01_TE03_M Patteriverkoston menoveden lämpötilamittaus Vesianturi nopea	3	AI		23o			NOMAK 24x2x0.5+0.5	23o	ke	JK01 - KLMA 2x0.8+0.8 EGWS LV-TE03
		4	AI OV		23v				23v	si	
3	TK02_TE11_M Tulotilman lämpötilamittaus Kanava-anturi	5	AI		10o			NOMAK 12x2x0.5+0.5	10o	JK11.605	JK11 EGL TK02-TE11
		6	AI OV		10v				10v	JK11.606	
4	K01_OLJYPOLITIN_01_H Öljypolitin Hälytys	7	AI		14o			NOMAK 24x2x0.5+0.5	14o	1o	JK01 - NOMAK 2x2x0.5+0.5 K01-OLJYPOLITIN-01 hälytys
		8	AI OV		14v				14v	1v	
5	K01_KK01_H kuiviin kiehunnan estin hälytys	9	AI		15o			NOMAK 24x2x0.5+0.5	15o	1o	JK01 - NOMAK 2x2x0.5+0.5 K01-KK01 hälytys
		10	AI OV		15v				15v	1v	
6	K01_OLJYEROTIN_01_H Öljyerotuskaivo Hälytys	11	AI		16o			NOMAK 24x2x0.5+0.5	16o	1o	JK01 - NOMAK 2x2x0.5+0.5 K01-OLJYEROTIN-01 hälytys
		12	AI OV		16v				16v	1v	
7		13	AI								
		14	AI OV								
8	JATE_VALOT_J painike	15	AI		pu			KLMA 4x0.8+0.8	pu		Jätevalot käyttöpainike lisäaika
		16	AI OV		va				va		

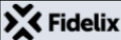
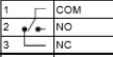
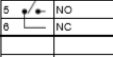
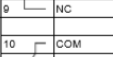
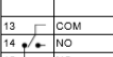
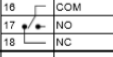
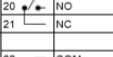


Fidelix		Kiinteistö		Dokumenttityyppi		Ala-asema		Julkaisupvm		Tekijä	
Martinkyläntie 41 01720 Vantaa		Outokummun tokmanni Polvijärventie 4, 83500 Outokumpu		Kytkenäluettelo		VAK1		27.1.2020		Antti Tuovinen	
		83500 Outokumpu		Projektinumero 4496		Sijainti		Revisiopvm 10.2.2020		Revisio Rev. A	
Portti: 3		Moduuli: 7		DI 16		Kaapeli		Keskus / Laite			
				Jännite		Tunnus ja tyyppi		Liitin		Tyyppi	
				Liitin		Johdin		Johdin			
9	PALO_H Palohälytys	17	DI+		ke	KLMA 2x0.8+0.8		ke		palohälytyskeskus hälytys	
		18	DI		si		si				
10	TURVAVALAISTUS_H Turvavalot	19	DI+		ke	KLMA 2x0.8+0.8		ke		turvavalistuskeskus hälytys	
		20	DI		si		si				
11	KOMPENSINTI_H Iosteho kompensointi hälytys	21	DI+		ke	KLMA 2x0.8+0.8		ke		kompensointi hälytys	
		22	DI		si		si				
12	PP_H Palopeltihälytys yhteinen	23	DI+		ke	KLMA 2x0.8+0.8		ke		PP1 palopeltihälytys	
		24	DI		si		si				
13		25	DI+								
		26	DI								
14	K01_FQ01_M Vesimittarin määrämittaus pulsssi 100L	27	DI+		ke	KLMA 4x0.8+0.8		ke		K01-FQ01 Käyttövesimittari	
		28	DI		si		si				
15		29	DI+								
		30	DI								
16		31	DI+								
		32	DI								

Fidelix		Kiinteistö		Dokumenttityyppi		Ala-asema		Julkaisupvm		Tekijä	
Martinkyläntie 41 01720 Vantaa		Outokummun tokmanni Polvijärventie 4, 83500 Outokumpu		Kytkenäluettelo		VAK1		27.1.2020		Antti Tuovinen	
		83500 Outokumpu		Projektinumero 4496		Sijainti		Revisiopvm 10.2.2020		Revisio Rev. A	
Portti: 3		Moduuli: 7		DI 16		Kaapeli		Keskus / Laite			
				Jännite		Tunnus ja tyyppi		Liitin		Tyyppi	
				Liitin		Johdin		Johdin			
1	LV01_PU01_J Patteriverkoston pumpun tilatieto	1	DI+		1o	NOMAK 24x2x0.5+0.5		1o	x3.151	JK01 LV01-PU01	
		2	DI		1v		1v				x3.152
2	IV01_PU01_J Ilmanvaihtoverkoston pumpun tilatieto	3	DI+		2o	NOMAK 24x2x0.5+0.5		2o	x4.151	JK01 IV01-PU01	
		4	DI		2v		2v				x4.152
3	RYHMA1_VALOT_J painike	5	DI+		pu	JAMAK 8x(2+1)x0.5		pu		1/2 VALOT RYHMÄ 1	
		6	DI		si		si				
4	RYHMA2_VALOT_J painike	7	DI+		pu	JAMAK 8x(2+1)x0.5		pu		1/2 VALOT RYHMÄ 2	
		8	DI		si		si				
5	V_VALOT_J painike	9	DI+		pu	JAMAK 8x(2+1)x0.5		pu		VARASTO	
		10	DI		si		si				
6		11	DI+								
		12	DI								
7	PR_CNT_J pistorasia tilatieto HUOMI! AINA PÄÄLLÄI PAKASTIMET	13	DI+		pu	JAMAK 8x(2+1)x0.5		pu		PISTORASIA	
		14	DI		si		si				
8	MURTOHALYTYS_H Murtohälytyskeskus	15	DI+		ke	KLMA 2x0.8+0.8		ke		murtohälytyskeskus hälytys	
		16	DI		si		si				

Fidelix		Kiinteistö	Dokumenttialaji	Ala-asema	Julkaisupvm	Tekijä		
Martinkyläntie 41 01720 Vantaa		Outokummun tokmanni Polvijärventie 4, 83500 Outokumpu	Kytkenäluettelo	VAK1	27.1.2020	Antti Tuovinen		
		83500 Outokumpu	Projektinumero	Sjaini	Revisiopvm	Revisio	Sivu	
			4496		10.2.2020	Rev. A	10 / 14	
Portti: 3	Moduuli: 20	Combi DI12	Jännite	Kaapeli			Keskus / Laite	
			Liitin	Johdin	Tunnus ja tyyppi	Johdin	Liitin	
							Tyyppi	
9	PK03_PFO1_J Poistokoneen tilatieto		46	DI+	NOMAK 12x2x0.5+0.5	2o	x9-151	JK01 PK03-PFO1 Ij-huone
			47	DI		2v	x9-152	
10	PK03_TS_I Poistokoneen termostaatin tilatieto		48	DI+	NOMAK 24x2x0.5+0.5	13o	mu	JK01 - MMJ 3x1.5S PK03-TS
			49	DI		13v	ru	
11	PK04_PFO1_J Poistokoneen tilatieto		50	DI+	NOMAK 12x2x0.5+0.5	4o	x10-151	JK01 PK04-PFO1 wc-tilat
			51	DI		4v	x10-152	
12			52	DI+				
			53	DI				

Fidelix		Kiinteistö	Dokumenttialaji	Ala-asema	Julkaisupvm	Tekijä		
Martinkyläntie 41 01720 Vantaa		Outokummun tokmanni Polvijärventie 4, 83500 Outokumpu	Kytkenäluettelo	VAK1	27.1.2020	Antti Tuovinen		
		83500 Outokumpu	Projektinumero	Sjaini	Revisiopvm	Revisio	Sivu	
			4496		10.2.2020	Rev. A	9 / 14	
Portti: 3	Moduuli: 20	Combi DI12	Jännite	Kaapeli			Keskus / Laite	
			Liitin	Johdin	Tunnus ja tyyppi	Johdin	Liitin	
							Tyyppi	
1	TK01_PU01_J Lämmityspumpun tilatieto		30	DI+	NOMAK 24x2x0.5+0.5	4o	x51:151	PK TK01-PU01 Grundfos UPS 25-60 180
			31	DI		4v	x51:152	
2	TK01_SC11_J Taajuusmuuttajan tilatieto		32	DI+	JAMAK 4X(2+1)x0.5+0.5	2p	x1.20	TK01-SC11
			33	DI		2s	x1.22	
3	TK01_SC21_J Taajuusmuuttajan tilatieto		34	DI+	JAMAK 4X(2+1)x0.5+0.5	2p	x1.20	TK01-SC21
			35	DI		2s	x1.22	
4	TK01_TZA09_H Jäätymissuoja lauennut		36	DI+	JÄÄTYMISVAARATERMOSTAATTI SISÄINEN KYTKENTÄ	or	6	Produal JVS24
			37	DI		va	7	
5	TK02_TF01_H Tulokoneen puhallimen Hälytys		38	DI+	NOMAK 12x2x0.5+0.5	11o	JK11:603	TK02_TF01 Hälytys
			39	DI		11v	JK11:604	
6	TK02_PDA1_H Suodatinvahäli Hälytys		40	DI+	NOMAK 12x2x0.5+0.5	12o	JK11:607	TK02_PDA1 Hälytys
			41	DI		12v	JK11:608	
7	PK01_PFO1_J Poistokoneen tilatieto		42	DI+	NOMAK 8x2x0.5+0.5	6o	x59:151	PK PK01_PFO1 Jättilat
			43	DI		6v	x59:152	
8	PK02_PFO1_J Poistokoneen tilatieto		44	DI+	NOMAK 8x2x0.5+0.5	5o	x58:151	PK PK02_PFO1 IV-konehuone
			45	DI		5v	x58:152	

		Kiinteistö Outokummun tokmanni Polvijärventie 4, 83500 Outokumpu 83500 Outokumpu		Dokumenttilaji Kytkentäluettelo Projektinumero 4406		Ala-asema VAK1 Sijainti		Julkaisupvm 27.1.2020 Revisiopvm 10.2.2020		Tekijä Antti Tuovinen Revisio Rev. A Sivu 12 / 14				
Portti: 3			Moduuli: 22			Combi A18			Jännite		Kaapeli		Keskus / Laite	
			Liitin		Johdin		Tunnus ja tyyppi		Johdin		Liitin		Tyyppi	
1	TK01_TE11_M Tulolman lämpötilamittaus		60	AI 0V		ke	KLMA 2x0.8+0.8		ke	1	TK01-TE11 EGL 1800ohm/25°C			
			61	AI		si			si	2				
2	TK01_TE21_M Poistoilman lämpötilamittaus		62	AI 0V		ke	KLMA 2x0.8+0.8		ke	1	TK01-TE21 EGL 1800ohm/25°C			
			63	AI		si			si	2				
3	TK01_TE09_1_M LP:n paluuesimittaus		64	AI 0V			JÄÄTYMISVAARATERMOSTAATTI SISÄINEN KYTKENTÄ			or	5	Produal JVA24		
			65	AI										
4	TK01_TE22_M Poistoilman Lto:n jääk. lämpötilamittaus		66	AI 0V		ke	KLMA 2x0.8+0.8		ke	1	TK01-TE22 EGL 1800ohm/25°C			
			67	AI		si			si	2				
5	TK01_PDT21_M Paine-eron Mittaus		68	AI 0V	G	ke	KLMA 4x0.8+0.8		ke	1	TK01-PDT21 PEL 0-500Pa			
			69	AI		si			si	2				
6	TK01_PDT11_M Paine-eron Mittaus		70	AI 0V	G	ke	KLMA 4x0.8+0.8		ke	1	TK01-PDT11 PEL 0-500Pa			
			71	AI		si			si	2				
7	TK01_PDIT22_M Lto Paine-ero mittaus		72	AI 0V	G	ke	KLMA 4x0.8+0.8		ke	1	TK01-PDIT22 PEL1000-N 0-1000Pa			
			73	AI		si			si	2				
8	TK01_PDIT11_M Paine-eron Mittaus		74	AI 0V	G	ke	KLMA 4x0.8+0.8		ke	1	TK01-PDIT11 PEL1000-N 0-1000Pa			
			75	AI		si			si	2				

		Kiinteistö Outokummun tokmanni Polvijärventie 4, 83500 Outokumpu 83500 Outokumpu		Dokumenttilaji Kytkentäluettelo Projektinumero 4406		Ala-asema VAK1 Sijainti		Julkaisupvm 27.1.2020 Revisiopvm 10.2.2020		Tekijä Antti Tuovinen Revisio Rev. A Sivu 11 / 14							
Portti: 3			Moduuli: 21			Combi DO8			Jännite		Kaapeli		Keskus / Laite				
			Liitin		Johdin		Tunnus ja tyyppi		Johdin		Liitin		Tyyppi				
1	TK01_FG11 / FG21_O raitis- ja poistoilma pellin ohjaus pellimoottorit		1	COM	G		SISÄINEN KYTKENTÄ			si	1	TK01-FG11 - ON/OFF+JP (15Nm) TAC M-AF24					
			2	NO	309	ke									ke	2	TK01-FG21 - ON/OFF+JP (15Nm) TAC M-AF24
			3	NC													
2			4	COM													
			5	NO													
			6	NC													
3	IVHS_O IV-hätäseis		7	COM		sis kyt	SISÄINEN KYTKENTÄ			sis kyt		PK JK01 JK11 (MY2) KA5 ohjaus					
			8	NO		sis kyt									sis kyt		
			9	NC													
4	KSK_KESARAJOITUS kiertoilmahuuhtimen kesärajitus		10	COM		Sis kyt	SISÄINEN KYTKENTÄ			sis kyt		PK JK01 JK11 (MY2) KA6 ohjaus					
			11	NO		sis kyt									sis kyt		
			12	NC													
5	LV01_PU01_O Pumpun Ohjaus 230V patteriverkosto		13	COM	1/G		MMO 19x1.5			3	x3:121	JK01 LV01-PU01					
			14	NO													
			15	NC	3												
6	IV01_PU01_O Pumpun Ohjaus 230V ilmanvaihtoverkosto		16	COM	G		MMO 19x1.5			5	x4:121	JK01 IV01-PU01					
			17	NO													
			18	NC	5												
7	TK_VALOT_O ohjaus 230V		19	COM	G		MMO 12x1.5(1)			8	x13:121	JK11					
			20	NO													
			21	NC	8												
8	JS2_VALOT_O ohjaus 230V		22	COM	G		MMO 12x1.5(1)			4	x12:121	JK11					
			23	NO	4												
			24	NC													

		Kiriteistö Outokummun toimanni Polvijärventie 4, 83500 Outokumpu 83500 Outokumpu		Dokumenttilaji Kytkenäluettelo Projektnumero 4496		Aia-asema VAK1 Spainti		Julkaisupvm 27.1.2020 Revisiopvm 10.2.2020		Tekijä Antti Tuovinen Rev. A Sivu 13 / 14	
Portti: 3 Moduuli: 23 Combi A08			Jännite Liitin Johdin		Kaapeli Tunnus ja tyyppi Johdin Liitin				Keskus / Laite Tyyppi		
1	TK01_TV11_A lämmitysventtiilin Säätöviesti			G	mu	MMJ 5x1.5S	mu	G	TK01-TV11 Venttiili		
		80	AO ref		ha		si	G0			
		81	AO		ru		ha	MX			
2	TK01_SC15_A Taajuusmuuttajan Säätöviesti LTO					NOMAK 4x2x0.5+0.5			TK01-SC15 Taajuusmuuttaja		
		82	AO ref		1v		1v	34			
		83	AO		1o		1o	33			
3	TK01_SC11_A Taajuusmuuttajan Säätöviesti Tuloilmapuhallin					JAMAK 4x(2+1)x0.5+0.5			TK01-SC11 ACS 401		
		84	AO ref		1s		1s	3			
		85	AO		1p		1p	2			
4	TK01_SC21_A Taajuusmuuttajan Säätöviesti Poisilmapuhallin					JAMAK 4x(2+1)x0.5+0.5			TK01-SC21 ACS 401		
		86	AO ref		1s		1s	3			
		87	AO		1p		1p	2			
5	TK02_TF01_A Tuloilmapuhallin 0-10V					NOMAK 12x2x0.5+0.5			TK02-TF01 Tuloilmapuhallin		
		88	AO ref		9v		9v	JK11.802			
		89	AO		9o		9o	JK11.801			
6	LV01_TV01_A Venttiilin Säätöviesti			G	mu	MMJ 5x1.5S	mu	G	M400 Venttiilimoottori		
		90	AO ref		ha		si	G0			
		91	AO		ru		ha	MX			
7	IV01_TV01_A Venttiilin Säätöviesti			G	mu	MMJ 5x1.5S	mu	G	M400 Venttiilimoottori		
		92	AO ref		ha		si	G0			
		93	AO		ru		ha	MX			
8											
		94	AO ref								
		95	AO								

