

Henri Parviainen

# Rakennusautomaatioprojektin hoito

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

29.3.2017

Tekijä(t) Otsikko	Henri Parviainen Rakennusautomaatioprojektin hoito
Sivumäärä Aika	27 sivua + 6 liitettä 22.3.2017
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Automaatiotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	
Ohjaaja(t)	Lehtori Timo Tuominen
<p>Tämän insinöörityön aiheena on rakennusautomaatioprojektin hoito. Työtä varten hoidettiin asuinkerrostalon rakennusautomaatioprojekti suomalaisessa rakennusautomaatio yrityksessä, Fidelix Oy:ssä. Projekti oli uusiorakennus asuinkerrostalo, nimeltä As Oy Espoon Mestari.</p> <p>Työn materiaali on suurimmaksi osaksi opittu työtä tekemällä Fidelixissä ja tutustumalla laitteisiin ja niiden toimintaan työhön perehdyttäessä.</p> <p>Opinnäytetyössä käydään läpi projektinhoitajan työtehtäviä Fidelixissä sekä kerrotaan hoidetun projektin avulla esimerkkejä työtehtävistä ja asioista, joita projektinhoitajan tulee ottaa huomioon projektia hoitaessaan. Lisäksi työssä käydään läpi rakennusautomaatiota yleisellä tasolla, kuten mitä laitteita rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa ja miten ohjaukset näille laitteille toimivat.</p> <p>Työn tuloksena saatiin suunnitelmien mukainen toimiva rakennusautomaatiojärjestelmä kohteeseen sovitussa aikataulussa, eli helmikuun 2017 loppuun mennessä, jolloin rakennuksella oli sovittu luovutus.</p>	
Avainsanat	Fidelix, rakennusautomaatio, projektinhoito

Author(s) Title	Henri Parviainen Building automation project Management
Number of Pages Date	27 pages + 6 appendices 22 March 2017
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Automation Technology
Specialisation option	
Instructor(s)	Timo Tuominen, Senior Lecturer
<p>The subject of this thesis is building automation project management. For this thesis a building automation project for an apartment building was completed for a Finnish building automation company called Fidelix Oy. The project completed was a new apartment building called As Oy Espoon Mestari.</p> <p>The material for this work was mostly learned by working at Fidelix, and by getting to know the machinery and how they operate by being trained for the job.</p> <p>This thesis covers the tasks of a project executive at Fidelix and also uses the completed project as an example for the tasks and the things that a project executive must take into account during the project. In addition this thesis covers building automation in general. The general building automation parts cover most common building automation devices and how they are controlled by the automation system.</p> <p>The result of this work is a building automation system that works according to the plans made for the building. The project was completed on schedule at the end of February 2017 when the building was surrendered to the property manager.</p>	
Keywords	Fidelix, building automation, project management

# Sisällys

## Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusautomaatioprojektinhoitaminen yleisesti	1
3	Rakennusautomaatio yleisesti	2
3.1	IV-kone	2
3.1.1	IV-koneen puhaltimet	2
3.1.2	Tuloilman lämpötila	2
3.1.3	IV-koneen hälytykset	4
3.2	Lämmönjakopaketti	5
3.3	Poistopuhaltimet	6
3.4	Sähköohjaukset	6
3.4.1	Sulanapidot	7
3.4.2	Ulkovalot	7
3.4.3	Kiuas	7
3.5	Erillismittaukset	7
3.6	Erillishälytykset	8
3.7	Econet-säädin	8
3.8	ModBus-väylä	8
3.9	MBus-väylä	9
4	Projektin kulku	9
4.1	Projektin alku	9
4.1.1	Projektipankki	9
4.1.2	Yhteystiedot	9
4.1.3	Lämmönjakopaketin venttiilit	10
4.1.4	Lämmönjakopaketin laitteiden toimitus siirrinvalmistajalle	10
4.1.5	Ilmanvaihtokoneen venttiilit	11
4.1.6	Laitetilaukset	11
4.1.7	Kilpittalaus	11
4.1.8	Vetoluettelo	12
4.1.9	Grafiikkakuvien teko	13
4.1.10	Pistetietokanta	13
4.1.11	Hardware konfiguraatio	14
4.1.12	KytKentäkuvat	14

4.1.13	Valvonta-alakeskuksen ohjelmointi	15
4.1.14	ModBus-väylän ohjelmointi	16
4.1.15	Valvonta-alakeskusten tilaaminen ja toimittaminen työmaalle	16
4.2	Projektin hoito	17
4.2.1	Alihankkijoiden kilpailutus	17
4.2.2	VAKien asentaminen	17
4.2.3	Asentajien varaaminen työmaalle	18
4.2.4	Asuntokohtainen vedenmittausjärjestelmä	18
4.2.5	230 V:n asennukset	18
4.2.6	Rakennusautomaatiojärjestelmän käyttöönotto	19
4.2.7	Econet -säätimen käyttöönotto	19
4.2.8	GSM-hälytysten käyttöönotto	20
4.2.9	Etäyhteys	20
4.2.10	Urakoitsijakokoukset	21
4.2.11	Maksuerät	21
4.2.12	Lisätyöt	21
4.3	Projektin loppu	22
4.3.1	Pistetestaus	22
4.3.2	Vesimittarien täsmäys	23
4.3.3	Toimintakoe	23
4.3.4	Käytönopastus	23
4.3.5	Yhteiskoekäyttö	24
4.3.6	Huoltokirja	24
4.3.7	Loppudokumentointi	24
4.3.8	Punakynä merkinnät	24
4.3.9	Luovutuskansio	25
5	Yhteenveto	26
	Lähteet	27
	Liitteet	
	Liite 1. IV-koneen grafiikkakuva	
	Liite 2. Econet-säätimen grafiikkakuva	
	Liite 3. Vedenmittausjärjestelmän kulutuslukemien grafiikkakuva	
	Liite 4. Asuntokohtaisen vedenmittausjärjestelmän kulutusraportti	
	Liite 5. Valvonta-alakeskuksen pohjakuva	
	Liite 6. VAK-kytkentäkuvan esimerkki	

## Lyhenteet

IV	Ilmanvaihto
RAU	Rakennusautomaatio
LVI	Lämpö, vesi ja ilmanvaihto
LVISA	Lämpö, vesi, ilmanvaihto, sähkö ja automaatio
LTO	Lämmöntalteenotto
VAK	Valvonta-alakeskus

## **1 Johdanto**

Tämän insinöörityön aiheena on rakennusautomaatioprojektin hoitaminen. Työ tehtiin suomalaisessa rakennusautomaatioyhtymässä nimeltä Fidelix, ja työn kohteena oli uudisrakennus Espoossa nimeltään asunto-osakeyhtiö Espoon Mestari. Rakennuksessa on yksitoista kerrosta. Näistä kahdeksassa on asuntoja, kahdessa kellarikerroksessa on teknisiä tiloja sekä autohallit. Ylimmässä yhdennessätoista kerroksessa on ilmanvaihdon konehuone. Insinöörityön tavoitteena oli hoitaa kohteen rakennusautomaatioprojekti siten, että kohde olisi toimintakunnossa aikataulun mukaisesti helmikuun 2017 loppuun mennessä. Kohteen rakennusautomaatio koostuu kaukolämmön lämmönjakopaketista, ilmanvaihtokoneesta, poistopuhaltimista ja rakennuksen sähköpis-teistä, kuten kiukaan ohjauskeskuksesta ja sulanapidoista.

## **2 Rakennusautomaatioprojektinhoitaminen yleisesti**

Fidelix Oy:ssä projektinhoitoon liittyviä työ tehtäviä on työmaa-aikataulun laadinta ja seuranta sekä urakoitsija- ja työmaakokouksiin osallistuminen. Projektin hoitoon kuuluu lisäksi automaatiosuunnitelmien laatiminen, kuten valvonta-alakeskusten kytkentäkuvat, pohjakuvat ja vetoluettelot, venttiili- ja laiteluetteloiden laadinta ja hyväksyttäminen sekä suunnittelijoilla että energialaitoksella, huonesäätimien kytkentäkuvat, kilpilueteloiden teko ja kilpien tilaus sekä aliurakoitsijoiden kilpailutus. Projektinhoitajalle kuuluu myös asennustyön valvominen sekä työntekijöiden varaaminen. Näiden tehtävien lisäksi projektinhoitajat ohjelmoivat laitteistot, tähän kuuluu alakeskuksen grafiikkakuvien tekeminen ja laitteistoa ohjaavan logiikan ohjelmoiminen. Kun järjestelmä on valmistunut työmaalla, projektin hoitajan tehtävänä on ladata ohjelmat keskukselle ja tarkastaa järjestelmän toiminta. Kun järjestelmä on toimintakunnossa, osallistuu projektinhoitaja toimintakokeisiin muiden urakoitsijoiden sekä tilaajan kanssa.

### 3 Rakennusautomaatio yleisesti

#### 3.1 IV-kone

##### 3.1.1 IV-koneen puhaltimet

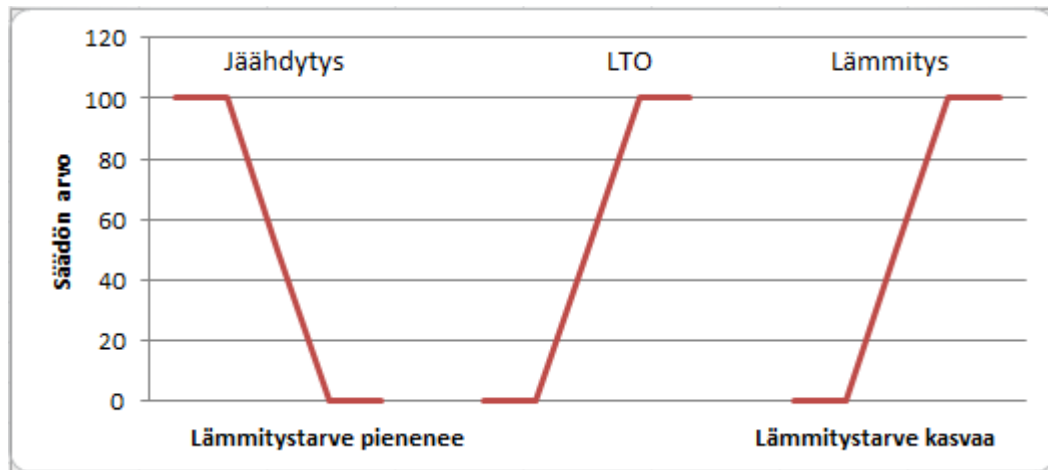
Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa IV-koneen puhaltimia antamalla niille käyntiluvan ja säätämällä niiden pyörimisnopeutta yleensä kanavapaineen mukaisesti. Kanavapainetta säädetään molemmissa kanavissa erikseen. Ennen kuin puhaltimet käynnistetään, pitää kuitenkin kanavien ulkoilmapellit avata. Ulkoilmapelleille määritellään avautumisviive, jolloin puhaltimet eivät voi käynnistyä ennen kuin pellit ovat kokonaan avautuneet.

##### 3.1.2 Tuloilman lämpötila

Rakennusautomaatio ohjaa myös tuloilman lämpötilan säätöä ohjaamalla IV-koneen LTO:ta sekä ilman lämmitystä ja jäähdytystä. IV-koneen lämmityspatteri on tulokanavassa oleva patteri, jonka läpi ilmavirta kulkee, jolloin ilma lämpiää. Lämmityspatterin lävitse virtaa kaukolämmön IV-verkostossa kiertävä lämmin vesi, josta lämmityspatteri saa lämmitystehonsa. Jäähdytyspatterin toiminta on samanlainen kuin lämmityspatterin, mutta sen lävitse kulkee kylmää vettä, jolloin ilma jäähtyy.

Ilman lämpötilaa säädetään siten, että tuloilman lämpötilan ollessa yli asetusarvon jäähdytyspatterin säätöventtiili on auki. Kun tuloilman lämpötila alkaa laskea lähemmäs asetusarvoa, alkaa jäähdytyspatterin säätöventtiili sulkeutua, kunnes lämpötila saavuttaa asetusarvon ja venttiili sulkeutuu kokonaan. Jos tuloilman lämpötila laskee alle asetusarvon, alkaa järjestelmä ensin nostamaan IV-koneen LTO:n säätöviestiä ja LTO:n säätöviestin saavutettua maksimiarvonsa alkaa järjestelmä avata lämmityspatterin säätöventtiiliä. Kuvassa 1 on esimerkki IV-koneen säätökaaviosta löytyvästä periaatekuvasta tuloilman lämpötilan säädölle.





Kuva 1. IV-koneen tuloilman lämpötilan säätöpiirin portaat

Lämmöntalteenotto voidaan toteuttaa monella eri tavalla, mutta yleisimmät ovat kiekko LTO, kuutio LTO ja neste LTO.

Kiekko-LTO:ssa lämmöntalteenotto tapahtuu pyörivällä kiekolla, joka pyörii poisto- ja tuloikanavassa. Poistoilmakanava lämmittää kiekkoa kanavan alueelta ja kun poistoilmakanavassa lämmennyt kiekon osa pyörähtää tuloilmakanavaan, lämmittää kiekko tuloilmaa joka virtaa kiekon läpi. Tämä on lämmöntalteenotto tapa, jossa on hyvä hyötysuhde, mutta ongelmana on, että tässä poistoilma saattaa sekoittua tuloilmaan. Kiekko-LTO:ssa talteenoton tehoa säädetään säätämällä kiekon kierrosnopeutta.

Kuutio-LTO:ssa tulo- ja poistoilmakanavat kulkevat ristiin LTO:n kohdalla ja ilmavirtojen välissä on lämpöä johtava metallilevy, jolloin poistoilma lämmittää suoraan tuloilmaa. Tässä LTO tekniikassa ei ole vaaraa ilmavirtojen sekoittumisesta. Kuutio-LTO:ssa talteenoton tehoa säädetään säätämällä kuinka suuri osa ilmavirrasta johdetaan kuution läpi.

Neste-LTO:ssa tulo- ja poistoilmakanavassa on lämpöpatterit, joissa kiertää glykolines-tettä. Kun neste kiertää poistoilmakanavassa olevan patterin läpi, poistoilma lämmittää glykolin ja kun neste kiertää tuloilmakanavan patteriin, lämmittää neste tuloilmaa. Neste-LTO:ssa talteenoton tehoa säädetään säätämällä nestettä liikuttavan pumpun kierrosnopeutta.

### 3.1.3 IV-koneen hälytykset

IV-koneessa olevia kiireellisiä hälytyksiä on yleensä esimerkiksi lämmityspatterin jäätymisvaarahälytys sekä tulo- ja poistoilman lämpötilojen palovaarahälytykset. IV-koneen turvallisuusluokan hälytykset pysäyttävät aina IV-koneen.

Lämmityspatterin jäätymisvaarahälytys toteutetaan jäätymisvaaratermostaattilla. Jäätymisvaaratermostaatti koostuu kahdesta osasta, anturielementistä, joka asennetaan lämmityspatteriin kohtaan jossa valmistaja ilmoittaa olevan patterin kylmin kohta, sekä itse jäätymisvaaratermostaatista, joka asennetaan VAKin sisään. Jäätymisvaaratermostaatti valvoo itsenäisesti lämmityspatterin veden lämpötilaa. Tarvittaessa termostaatti säätelee lämmityspatterin säätöventtiiliä. Termostaatti antaa automaatiojärjestelmälle jäätymisvaarahälytyksen, jos veden lämpötila laskee liian alhaiseksi. Jäätymisvaarahälytyksen lauetessa pitää hälytys kuitata sekä automaatiojärjestelmästä että itse jäätymisvaaratermostaattilta, ennen kuin IV-koneen saa takaisin päälle. [1.]

Tuloilman palovaarahälytys on ohjelmallinen hälytys, joka aktivoituu kun tuloilman lämpötila ylittää asetellun rajan, esimerkiksi 45 °C.

IV-koneessa olevia vähemmän kiireellisiä hälytyksiä ovat esimerkiksi tulo- ja poistoilman lämpötilojen ylä- ja alarajahälytykset, LTO:n hyötysuhteen hälytys sekä suodattimien virtausvahti- ja suodatinvahtihälytykset.

Tulo- ja poistoilman lämpötilojen ylärajahälytys aktivoituu, kun ilman lämpötila ylittää asetellun arvon, esimerkiksi 30 °C. Alarajahälytys aktivoituu, kun ilman lämpötila alittaa asetellun arvon, esimerkiksi 10 °C.

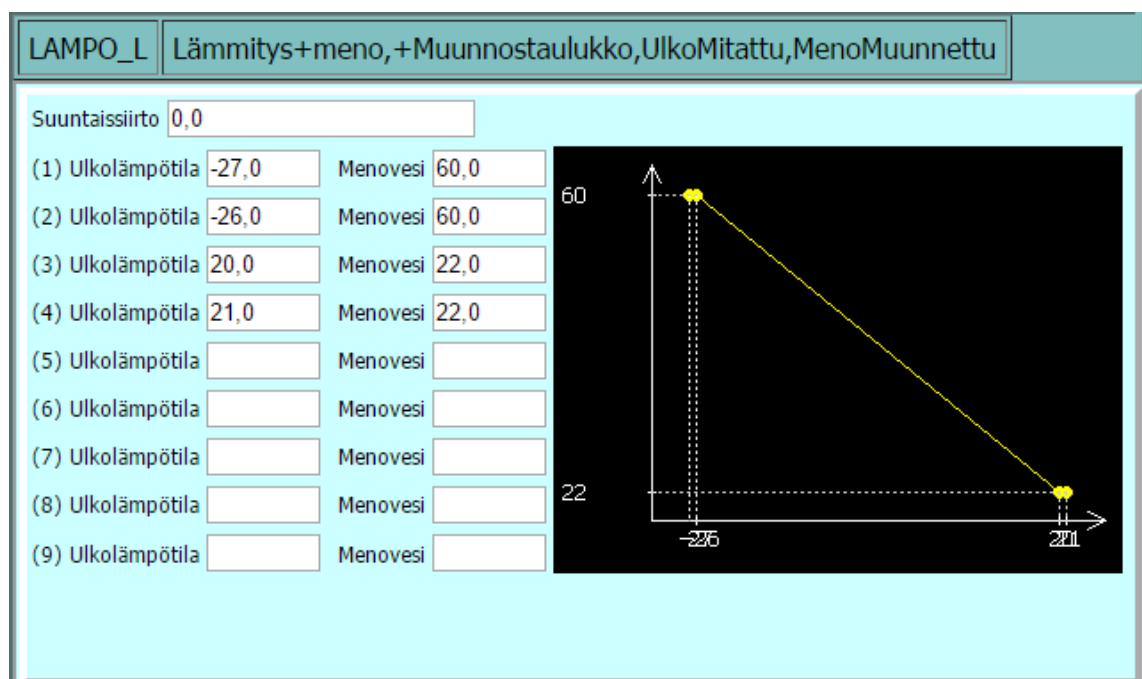
LTO:n hyötysuhteen hälytys aktivoituu, kun LTO:n laskettu hyötysuhde alittaa esimerkiksi 40 %. LTO:n hyötysuhteen hälytykselle on yleensä myös määritelty, että se ei voi aktivoitua, jos LTO:lta ei pyydetä 100 %:n tehoa.

Suodattimien virtausvahtihälytykset ovat hälytyksiä, jotka aktivoituvat kun suodattimen paine-eromittauksen arvo alittaa asetellun rajan. Tällöin voidaan olettaa, että IV-koneen puhaltimet ovat pois päältä. Suodatinvahtihälytys on hälytys, joka aktivoituu kun suodattimen paine-eromittauksen arvo ylittää asetellun rajan. Tällöin voidaan olettaa, että suodatin on tukossa ja pitää vaihtaa.

### 3.2 Lämmönjakopaketti

Lämmönjakopaketti on kaukolämmityksen laite, jolla energialaitoksen tuottama lämpö saadaan siirrettyä kiinteistön verkostoihin. Energialaitoksen kuuma vesi kiertää lämmönsiirtimien ensiöpuolella ja toisiopuolella kiertää kiinteistön verkostojen vesi. Rakennusautomaatiojärjestelmä säättää verkostojen veden lämpötilaa säätämällä lämmönsiirtimien ensiöpuolella virtaavan, energialaitokselta tulevan, kuuman veden virtausta säätöventtiileillä. Säästöventtiilejä säädetään kyseisen verkoston menoveden lämpötilan perusteella, siten että verkoston menoveden lämpötilan laskiessa asetusarvon alle venttiiliä avataan, jolloin kaukolämmön virtaus kasvaa. Päinvastoin menoveden lämpötilan noustessa asetusarvon yläpuolelle säätöventtiiliä suljetaan, kunnes lämpötila saavuttaa taas asetusarvon.

Asetusarvo lämmitys- ja IV-verkostojen menovedelle muuttuu ulkolämpötilan mukaisesti, siten että kun ulkolämpötila laskee, menoveden lämpötilan asetusarvo nousee. Kuvassa 2 on esimerkki muunnostaulukosta lämmitysverkoston menoveden asetusarvoille.



Kuva 2. Lämmitysverkoston menoveden lämpötilan asetusarvon muunnostaulukko

Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa myös lämmönjakopaketin lämmitys- ja IV-verkoston pumppuja. Pumput sammutetaan kesällä, kun ulkoilman lämpötila on niin

korkea, ettei lisälämmitystä tarvita, ja käynnistetään taas, kun ulkolämpö laskee tarpeeksi alas. Automaatiojärjestelmään ohjelmoidaan kesäajalle niin sanottu ”pumppujumppa”-ohjelma. Tämä tarkoittaa sitä, että ulkolämmön ollessa niin korkea, että lämmitysverkostojen pumput sammutetaan, pumppujen ja säätöventtiilien jumiutumisen estämiseksi pumput käynnistetään hetkeksi ja venttiilit avataan ja suljetaan pari kertaa joka päivä.

Lämmönjakopaketissa olevia kiireellisiä hälytyksiä ovat esimerkiksi verkostojen paineiden hälytykset sekä pumppujen ristiriitahälytykset. Vähemmän kiireellisiä hälytyksiä ovat verkostojen menoveden lämpötilan säätövikahälytykset ja verkostojen lämpötilamittausten ylä- ja alarajahälytykset.

Lämmönjakopaketteihin liitetään monesti myös paineenkorotusasema. Paineenkorotusasema on laite, joka mittaa lämminkäyttövesiverkoston painetta ja tarvittaessa käynnistää pumpun, joka pumppaa vettä käyttövesiverkostoon, nostaen verkoston painetta. Paineenkorotusasemaa tarvitaan yleensä asuinkerrostalokohteissa, joissa lämmintä vettä käytetään samanaikaisesti useassa asunnossa, jotta veden paine riittää palvelemaan tarvetta.

### 3.3 Poistopuhaltimet

Poistopuhaltimet ovat rakennuksessa olevia puhaltimia, jotka puhaltavat ilmaa pois rakennuksen jostakin tietyistä tilasta. Poistopuhaltimia on yleensä autohallille ja hissi-kuilulle. Hissikuilun poistopuhallin on puhallin, joka käy vakionopeudella aina. Autohallin poistopuhallinta ohjataan yleensä autohallin CO-pitoisuuden mukaan. Tässä projektissa molemmissa autohalleissa oli kolme CO-anturia ja poistopuhallinta ohjattiin näiden perusteella siten, että poistopuhallin käy normaalisti 50 %:n nopeudella ja jos jonkin CO-mittauksen arvo ylitti 40 ppm, nostettiin puhaltimen nopeus 80 %:iin.

### 3.4 Sähköohjaukset

Sähköohjauksilla tarkoitetaan rakennusautomaatiojärjestelmällä ohjattavia 230 V:n laitteita. Näitä ohjataan yleensä ohjaamalla ryhmäkeskuksessa olevaa kontaktoria.

### 3.4.1 Sulanapidot

Tässä projektissa oli sulanapidot kattokaivoille, sadevesiviemäreille ja autohallin nosto-oven alustalle. Sulanapidot ovat lämmitysvastuksia, joilla estetään jäätymistä rakennuksen tietyssä kohdassa. Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa ryhmäkeskuksen kontaktoria siten, että sulanapito on päällä, kun ulkoilman lämpötila on lämpötilojen +3 °C ja -3 °C välissä. Sulanapidoille toteutetaan yleensä ohjauksen lisäksi tilatieto ja ristiiriitähälytys.

### 3.4.2 Ulkovalot

Rakennusautomaatio ohjaa rakennuksen ulkovaloja, ulkovaloisuusmittauksen perusteella. Ulkovalot käynnistetään, kun ulkovaloisuusmittauksen arvo laskee asetellun käynnistysrajan alapuolelle ja sammutetaan, kun arvo nousee sammutusrajan yläpuolelle. Ulkovalojen sammutusraja asetellaan hieman korkeammaksi kuin käynnistysraja, jolloin ulkovalot eivät pääse räpsymään päälle ja pois turhaan. Yleinen suunnitelmissa määriteltä arvo tälle on, että sammutus tapahtuu 30 luksia korkeammalla arvolla kuin käynnistys. Tässä projektissa ohjattavia ulkovaloja oli muurivalaistus, seinävalot sekä pylväsvalot.

### 3.4.3 Kiuas

Kiukaan ohjaus tapahtuu muista sähköohjauksista poiketen ohjaamalla kiukaan ohjauskeskusta ryhmäkeskuksen kontaktoriin sijaan. Rakennusautomaatiojärjestelmä ohjaa kiukaan ohjauskeskusta aikaohjelman mukaisesti. Kiukaan ohjauksessa pitää ottaa huomioon, että kiukaan ohjauskeskuksissa on monesti omia turvatoimintoja, kuten toiminto ettei kiuas voi olla kerralla päällä kuin ohjauskeskuksen määrittelemän ajan eikä kiuas voi käynnistyä uudelleen sammumisen jälkeen, ennen kuin varoaika on kulunut.

## 3.5 Erillismittaukset

Erillismittaukset ovat rakennuksessa olevia mittauspisteitä, jotka eivät suoranaisesti liity mihinkään suurempaan kokonaisuuteen. Nämä mittaukset voivat olla joko vain informatiivisia mittauksia. Niillä voi olla hälytystoimintoja tai niitä voidaan käyttää myös ohjaamaan muita laitteita. Tyypillisiä erillismittauksia ovat asuntojen lämpötila- ja kosteusmit-

taukset tai autohallin CO- ja CO<sub>2</sub>-mittaukset. Asuntojen lämpötilamittauksia voidaan käyttää esimerkiksi IV-koneen tehostusnopeuden käyttöönotossa ja niille voidaan tehdä hälytykset jos huoneistojen lämpötila nousee tai laskee liikaa. Autohallin CO- ja CO<sub>2</sub>-mittauksia voidaan käyttää autohallin poistopuhaltimen ohjaukseen sekä niistä voidaan tehdä hälytys jos pitoisuudet nousevat liikaa.

### 3.6 Erillishälytykset

Erillishälytykset ovat rakennuksen eri laitteiden ohjauskeskuksista saatavia hälytyksiä. Erillishälytyksiä on esimerkiksi paloilmoitinkeskuksen ennakko-, vika- ja palohälytys, palopeltien hälytykset, IV-hätäseishälytys, perus- ja jätevesipumppaamoiden hälytykset, öljynerottimen hälytys ja turvavalokeskuksen hälytys. Suurimmalla osalla erillishälytyksistä ei ole rakennusautomaatiojärjestelmässä muuta toimintoa kuin ilmoittaa huoltoyhtiölle, että rakennuksessa on jossakin laitteessa vika. Erillishälytyksiä, joilla on muitakin toimintoja, on esimerkiksi IV-hätäseishälytys, palopeltien hälytykset ja paloilmoitinkeskuksen palohälytys jotka kaikki sammuttavat rakennuksen ilmanvaihdon.

### 3.7 Econet-säädin

Econet-säädin on Fläkt Woodsin valmistama IV-koneen LTO:n ohjaukseen tarkoitettu laite. Econet-säädin on nestekiertoinen lämmöntalteenoton ratkaisu jolla pystytään saavuttamaan jopa 80 % lämmöntalteenoton hyötysuhde. Econet-säädin eroaa normaalista rakennusautomaatiojärjestelmän ohjaamasta nestelämmöntalteenotosta siten että Econet-säädin saavuttaa normaalia paremman hyötysuhteen optimoimalla LTO:n nestevirtauksen. Econet-säädin tarvitsee kuitenkin rakennusautomaatiojärjestelmältä joitakin tietoja, kuten lämmitystarpeen, tuloilmapuhaltimen virtauksen yksikköinä m<sup>3</sup>/s sekä käyntiluvan. [2.]

### 3.8 ModBus-väylä

ModBus-väylä on rakennusautomaation eniten käyttämä väylä. ModBus on Modiconin kehittämä väylätekniikka, joka on avoin protokolla eli se on ilmainen. Rakennusautomaatiossa ModBus-väylää käytetään yleisesti taajuusmuuttajien väyläliitännänä. ModBus on helppokäyttöinen väylätekniikka jossa yksi master kommunikoi useiden slave-

jen kanssa. ModBus-väylässä väylälaitteet kytketään masterilla esimerkiksi RS485-porttiin ja laitteille asetetaan osoitteet 1–247. [3].

### 3.9 MBus-väylä

M-bus tai meter-bus on väylätekniikka, joka on kehitetty kulutusta mittaavien mittarien kenttäväyläksi. M-bus-väylässä laitteiden kytkentä pystytään toteuttamaan usealla eritavalla. Ainoa asia mikä kytkennässä pitää ottaa huomioon, on että rakenteeseen ei saa muodostua silmukka kytkentöjä. Fidelixin vedenmittausjärjestelmässä suositellaan yhteen väylään kytkemään maksimissaan 64 mittaria, mutta M-bus väylä sallisi kyllä useampiakin. Fidelix käyttää M-bus-väylää asuntokohtaisten vesimittarien väylänä. Vesimittareilla on oma laitenumero jonka perusteella mittarit tunnistetaan väylältä ja oikean mittarin lukema saadaan luettua rakennusautomaatiojärjestelmässä oikeaan paikkaan [4.]

## 4 Projektin kulku

### 4.1 Projektin alku

#### 4.1.1 Projektipankki

Projektipankki on palvelu josta löytyy rakennusprojektin dokumentit sähköisessä muodossa. Projektipankkipalveluita on useita, esimerkiksi SokoPro. Projektipankista löytyy aina uusimmat versiot projektin dokumenteista ja projektinhoitajan pitääkin saada tunnukset aina projektin projektipankkiin, jotta hänellä on saatavilla aina uusimmat säätökaaviot ja muut suunnitelmat projektille. Projektipankki tunnukset saadaan projektin pääurakoitsijan edustajalta, esimerkiksi työmaan mestarilta.

#### 4.1.2 Yhteystiedot

Rakennusautomaatioprojektinhoitaja tarvitsee yhteystiedot ainakin projektin LVI-urakoitsijalle, LVI-suunnittelijalle, sähköurakoitsijalle ja projektin pääurakoitsijan edustajille. Yhteystiedot saadaan ottamalla yhteyttä urakkasopimuksesta löytyvään tilaajan yhteyshenkilöön ja pyytämällä projektin yhteystietolista.

#### 4.1.3 Lämmönjakopaketin venttiilit

Projektin hoitaminen aloitettiin kesäkuussa 2016. Ensimmäinen asia joka projektiin tehtiin, oli lämmönjakopaketin venttiilien tilaus. Rakennusautomaatiourakoitsija tilaa ja toimittaa työmaalle kaikki säätökaavioissa näkyvät venttiilit ja toimilaitteet jotka ovat rakennusautomaatiojärjestelmän ohjauksessa. Venttiilit valitaan suunnitelmassa näkyvien virtaaman ja paineen avulla. Näiden avulla lasketaan venttiilin vaadittu Kv-arvo käyttäen kaavaa (1). Kv-arvon laskeminen tapahtuu automaattisesti Fidelixillä käytössä olevalla ”venttiililuettelo”-Excel taulukolla, kun siihen syötetään virtaama ja paine.

$$K_v = \frac{Q \cdot 3,6}{\sqrt{0,01 \cdot p}} \quad (1)$$

*Kaavassa Q = virtaama ja p = paine*

Kun Kv-arvo on selvillä, venttiililuettelolla voidaan valita sopivan kokoiset venttiilit. Kaukolämpöpaketin venttiileitä valittaessa pitää ottaa huomioon, että lämminkäyttövesiverkostoon tarvitaan nopea toimilaitte sillä piirin lämpötilassa voi tapahtua nopeita muutoksia, kun esimerkiksi huoneistojen suihkuja käytetään. Fidelixillä käytetään pääasiassa Belimon venttiileitä ja toimilaitteita. Tähän projektiin tarvittiin kolme venttiiliä, yksi patteriverkoston lämmitykseen, yksi ilmanvaihtoverkoston lämmitykseen ja yksi lämminkäyttövesiverkoston lämmitykseen. Patteriverkostoon valittiin Belimon R407DK-venttiili jonka Kv-arvo on 1,00 ja ajoaika 35 s. Ilmanvaihtoverkostoon valittiin Belimon R406D jonka Kv-arvo on 0,63 ja ajoaika 35 s. Lämminkäyttövesiverkostoon valittiin Belimon R417D-venttiili jonka Kv-arvo on 6,30 ja ajoaika 15 s.

#### 4.1.4 Lämmönjakopaketin laitteiden toimitus siirrinvalmistajalle

Kun lämmönjakopaketin venttiilit on valittu ja hyväksytetty sekä suunnittelijalla että energialaitoksella, ne tilataan Fidelixin varastosta. Venttiilien lisäksi samalla tilataan kaikki laitteet, jotka siirrinvalmistajan täytyy asentaa lämmönjakopakettiin. Näitä ovat veden lämpötila-anturien anturitaskut, käyttövesiverkoston lämpötila-anturi, verkostojen painelähettimet sekä paine-erolähettimet. Lämmönjakopaketin laitteet toimitetaan siirrinvalmistajalle joka kokoaa lämmönjakopaketin tehtaallaan ja toimittaa sen valmiina työmaalle. Kun lämmönjakopaketti on työmaalla, putkiurakoitsija asentaa sen paikalleen.



#### 4.1.5 Ilmanvaihtokoneen venttiilit

IV-koneessa on econetin lisälämmitystä varten lämmönsiirrin. Lämmönsiirtimeen tulee lämmintä vettä kaukolämmön ilmanvaihtoverkostosta ja vedellä lämmitetään LTO-verkoston nestettä. LTO-verkostossa oleva neste kiertää LTO pattereissa joiden lävitse ilmavirta kulkee, jolloin patteri lämmittää tuloilmaa. Lämmitys tehoa säädetään säätöventtiilillä, joka säättää lämmönsiirtimelle kulkevan vesivirran määrää. Tähän venttiiliksi valittiin Belimon R2015-4-S1, jonka Kv-arvo on 4 ja ajoaika 35 s.

#### 4.1.6 Laitetilaukset

RAU-urakoitsijan täytyy toimittaa kohteen laitteisiin anturit ja toimilaitteet, kuten venttiilimoottorit. Projektin suunnitelmissa näkyy yleensä kenelle toimilaitteiden toimitus kuuluu. Yleisesti RAU-urakoitsija toimittaa esimerkiksi IV-koneen anturit, peltimoottorit ja venttiilit sekä venttiilimoottorit. Lämmönjakopakettiin RAU-urakoitsija toimittaa venttiilit, venttiilimoottorit, lämpötila-anturit ja paineanturit. Erillismittauksia, jotka kuuluvat myös RAU-urakoitsijalle, voivat olla esimerkiksi autohallin CO-pitoisuusmittarit, huonelämpötilamittarit ja ulkolämpö- ja valoisuusmittari. Fidelixillä projektinhoitaja kerää säätökaavioista kaikki RAU-urakoitsijalle kuuluvat laitteet ja tekee näistä taulukon. Taulukko lähetetään Fidelixin varastoon, josta ilmoitetaan, kun laitteet ovat noudettavissa. Laitteiden toimitus työmaalle voidaan hoitaa ilmoittamalla asentajalle, että noutavat laitteet Fidelixin varastosta, samalla kun käyvät asentamassa laitteet paikoilleen tai projektinhoitaja voi viedä laitteet työmaalle, samalla kun käy urakoitsijapalaverissa.

#### 4.1.7 Kilpittaus

Projektin työselitteessä yleensä vaaditaan, että kaikilla toimilaitteilla on laitekilpi josta käy ilmi laitteen tyyppi ja positiotunnus. RAU-urakoitsija tilaa ja asentaa laitekilvet jokaiseen toimittamaansa toimilaitteeseen ja anturiin sekä VAKkeihin. Kuvassa 3 on esimerkki rakennusautomaatiolaitteissa käytettävistä laitekilvistä.



Kuva 3. Tyypillinen rakennusautomaatiolaitteen laitekilpi IV-koneen poistoilmapiipelle.

#### 4.1.8 Vetoluettelo

Vetoluettelo on taulukko, joka tehdään sähköurakoitsijalle. VAK-kohtaisissa vetoluette-loissa näkyy kaikki kyseiseen VAKiin liitettävät laitteet, niiden sijainti ja mitä kaapelia kyseiselle laitteelle tarvitsee käyttää. Vetoluettelossa näkyy myös viite säätökaavion kuvaan, jossa laite näkyy. Vetoluettelon perusteella sähköurakoitsija vetää pyydetyn tyyppiset kaapelit laitteelta VAKille. Yleisimmät kaapelityypit joita käytetään, ovat NOMAK 2x2x0.5+0.5, JAMAK 2x(2+1)x0.5+0.5 ja MMO. Numerot kaapelityypin perässä tarkoittavat minkälaisia ja kuinka monta johdinta kaapelissa on. NOMAKissa on kaksi johdinparia joissa molemmissa on kaksi 0,5 mm<sup>2</sup>:n johdinta ja kaapelissa on yksi 0,5 mm<sup>2</sup>:n häiriösuoja. JAMAKissa on kaksi johdinparia joissa molemmissa on kaksi 0.5 mm<sup>2</sup>:n johdinta sekä molemmilla oma 0,5 mm<sup>2</sup>:n häiriösuoja, lisäksi kaapelissa on yksi yhteinen 0,5 mm<sup>2</sup>:n häiriösuoja. Näistä kaapeleista eniten käytetään NOMAKia sillä se soveltuu suurimpaan osaan rakennusautomaation laitteiden tiedonkulkuun. JAMAKia käytetään säätöviesteissä joissa viesti on altis häiriöille, jolloin JAMAKin lisähäiriön-suojat auttavat vähentämään häiriöitä. MMO-kaapelia käytetään 230 V:n ohjausvies-teissä, sillä näissä johtimissa kulkeva virta on yleensä liian suuri NOMAKin ja JAMAKin ohuille johtimille. Tässä projektissa on kolme VAKia ja vetoluettelot tehtiin erikseen jokaiselle VAKille. Vetoluetteloon merkitään myös VAKien väliset väyläkaapelit, jotka ovat tyyppiä CAT6.

#### 4.1.9 Grafiikkakuvien teko

Fidelixin VAKit ovat oletuksena varustettu kosketusnäytöllisellä ohjausyksiköllä. Tähän näyttöön tehdään käyttöliittymä käyttäen FX-editor-ohjelmaa. Käyttöliittymälle tehdään grafiikkakuvat jokaisesta järjestelmän laitteistosta, ja jokainen järjestelmän piste tulee grafiikalle näkyviin. Grafiikalle tehdään myös asetusarvosivut kaikille järjestelmille, jolloin järjestelmien asetukset ja hälytysrajat ovat helposti muutettavissa tarpeen vaatiessa. Lisäksi näyttöön tehdään valikko, jossa on linkit joista pääsee siirtymään eri grafiikkakuville. Pisteitä järjestelmässä on indikointipisteet, jotka ovat digitaalisia tuloja, ohjauspisteet, jotka ovat digitaalisia lähtöjä, mittauspisteet, jotka ovat analogisia tuloja sekä säätöpisteet jotka ovat analogisia lähtöjä. Pisteitä on myös sekä fyysisiä että fiktiivisiä pisteitä. Fyysiset pisteet ovat pisteitä, jotka saavat tietonsa VAKiin kytketyltä laitteelta kuten anturilta. Fiktiiviset pisteet ovat pisteitä, jotka saavat tietonsa ohjelmalta, kuten esimerkiksi LTO:n hyötysuhteen laskennan tulos tai ModBus-väylä-ohjelmalla luettava tieto. Pisteiden tilaa voidaan sekä valvoa että käsin muuttaa grafiikalta tarpeen mukaan. Esimerkiksi asetus arvot ovat muutettavissa grafiikalta, ja mittaukset ja mahdolliset hälytykset nähdään ja voidaan kuitata grafiikalta. Liitteessä 1 on esimerkki IV-koneen grafiikkakuvasta.

#### 4.1.10 Pistetietokanta

Pistetietokanta on FX-editorissa tehtävä lista järjestelmän kaikista pisteistä. Pistetietokannassa on sekä fyysiset että fiktiiviset pisteet. Pistetietokantaan pisteet saadaan lisättyä automaattisesti tehdyistä grafiikkakuvista. Tämän lisäksi tietokantaan voidaan tehdä pisteitä jotka eivät ole grafiikalla, jos esimerkiksi ohjelmointiin tarvitaan apupisteitä joiden näkeminen grafiikalla olisi turhaa. Kun pisteet tuodaan grafiikoilta pistetietokantaan, voidaan valita käyttöön niin sanottu ”filteri” joka asettaa pisteille joitakin asetuksia automaattisesti pistetunnuksen pääteosan mukaisesti. Mittauspisteillä pääteosa voi olla esimerkiksi \_M joka tarkoittaa fyysistä mittauspistettä tai \_FM joka tarkoittaa fiktiivistä mittauspistettä. Indikoinnilla päätteet voivat olla samalla tavalla esimerkiksi \_I tai \_FI. Säätöpisteiden pistetunnuksen pääteosa on \_C, ohjauspisteiden pääteosa on \_O ja hälytyksillä pistetunnuksen pääteosa asetetaan sen mukaan, minkälainen hälytys on kyseessä. Fyysisellä hälytyksellä, joka on jonkin laitteen omasta ohjauskeskuksesta saatava koskettimen ON/OFF-tieto, loppuosa on \_H. Mittauksen ylä- ja alarajahälytyksien pääteosa on rajan mukaisesti \_YRH tai \_ARH. Säättövikahälytyksellä, joka on hälytys, joka aktivoidaan, kun mittaus poikkeaa liian paljon asetusarvosta, esimerkiksi

lämmitysverkoston menoveden lämpötila, päätetunnus on \_SVH. Fiktiivisellä hälytyksellä, kuten ristiriitahälytys, pääteosa on \_FH.

Lisäksi järjestelmässä tarvitaan niin sanottuja globaalejapisteitä. Globaalipisteet ovat VAKissa olevia pisteitä, jotka saavat tietonsa muilta VAKeilta. Esimerkiksi tässä projektissa IV-hätäseis fyysisesti kytkettiin VAK 3:een. Koska tämä tieto tarvitaan myös VAK 2:een, sillä VAK 2 ohjaa IV-konetta, piti VAK 2:een luoda IV-hätäseispiste, joka on globaalipiste ja hakee siis tilatietonsa VAK 3:sta.

#### 4.1.11 Hardware konfiguraatio

Fidelixin ohjausyksikön hardwarekonfiguraatio tehdään FX-editor-ohjelmassa. Hardware konfiguraatioon kuuluu ohjausyksikköön liitettyjen IO-korttien määrän ja tyyppin valitseminen ja niiden osoitteiden asettaminen. Kun kaikki tarvittavat IO-kortit on asetettu osoitteisiinsa, pitää vielä ohjauspisteitä määritellä 230 V:n -ohjauspisteiksi tarvittava määrä. 230 V:n ohjauspisteiden valitsemisessa pitää ottaa huomioon, että 24 V:n ohjauksien johtimet eivät saa kulkea samassa johdinkourussa 230 V:n ohjauksien johtimien kanssa. Tämä estetään asettamalla 230 V:n ohjaukset sellaisille IO-korteille, että 230 V:n johtimet kulkevat keskuksen oikeassa laidassa.

#### 4.1.12 KytKentäkuvat

KytKentäkuvat ovat taulukoita, jotka tehdään RAU-asentajille. VAK-kohtaisissa taulukoissa näkyy kaikkien laitteiden kaikki fyysiset pisteet, esimerkiksi puhaltimen säätöviesti, -ohjaus ja -tilatieto. KytKentäkuvissa olennainen tieto on VAKin moduulin numero ja liitinnumero johon kyseinen piste kytketään.

KytKentäkuvat voidaan tehdä automaattisesti FX-editorilla Excel-tilukkuun "kytkäri työkalulla". Kun fyysise tpisteet ovat linkitetty FX-editorissa tehdyn hardware konfiguraation moduuleihin, voidaan pisteiden tiedot tulostaa Excel-tilukkuun. Tämä Excel taulukko ei vielä ole ihmisen luettavassa muodossa, vaan se pitää vielä purkaa käyttäen Fidelixin tekemää "kytkäri työkalu" -nimistä Excel-tilukkoa. Kun pisteiden tiedot ovat purettu, saadaan luettavissa oleva taulukko, jossa näkyy kytKentäohjeet projektin kaikille laitteille.

Sähköurakoitsijan saatua kaikki RAU-kaapelit vedettyä lähetetään asentaja kohteeseen kytkemään kaapelit sekä kenttälaitteen päästä että VAKin päästä. Liitteessä 6 on esimerkki VAK-kytkentäkuvasta.

#### 4.1.13 Valvonta-alakeskuksen ohjelmointi

Fidelixin VAKit ohjelmoidaan käyttäen infoteamin OpenPCS-ohjelmaa. VAKit ohjelmoidaan käyttäen logiikkaohjelmoinnin standardikieltä structured text. Structured text on tekstipohjainen ohjelmointikieli. Suurin osa rakennusautomaation ohjelmoinnista pystytään toteuttamaan käyttämällä if-lauseita, jonka toiminto suoritetaan, kun sen ehto täyttyy.

Kuvassa 4 on esimerkki if-lauseesta, joka ohjaa kattokaivojen sulanapitoa. If-lause vertaa ulkolämpötilaa sulanapidon käynitluvan ylä- ja alarajaan ja jos ulkolämpötila on näiden rajojen välissä, ohjataan sulanapito päälle. Ensimmäiset rivit ohjelmassa ovat toimintoja jotka sijoittavat automaatiojärjestelmästä haetun pisteen arvon kyseiseen ohjelman muuttujaan. Viimeinen rivi ohjelmasta asettaa if-lauseen tuloksen perusteella automaatiojärjestelmässä olevan ohjauspisteen päälle tai pois päältä.

```
(*Kattokaivojen sulanapidon ohjaus*)

UlkoLampo := getanalogpointf ('MEST_171_UT01_TE00_M');
SL3Yla := getAnalogpointf ('MEST_361_SL3_YLA_RAJA_FM');
SL3Ala := getAnalogpointf ('MEST_361_SL3_ALA_RAJA_FM');

if UlkoLampo < SL3Yla and UlkoLampo > SL3Ala then
    asetus50 := 1;
else
    asetus50 := 0;
end_if;

Tulos := SetDigitalPointF(Value:=asetus50, LockState:=1, Name:= 'MEST_361_SL3_O');
```

Kuva 4. If-lause esimerkki kattokaivojen sulanapidon ohjauksesta.

Fidelixillä käytetään myös valmiita ohjelmia yleisimmille laitteille. Esimerkiksi IV-koneille ja hälytyksille on käytössä valmiit ohjelmat, joita hieman muokkaamalla saa suurimman osan laitteista ohjelmoitua helposti.

#### 4.1.14 ModBus-väylän ohjelmointi

Kun kohteessa on laitteita, jotka pitää ottaa käyttöön ModBus-väylän avulla, pitää VAKkeihin tehdä ohjelma, joka lukee ja kirjoittaa tietoja laitteelle väylän kautta. Yleisimmille laitteille Fidelixillä on valmiit ohjelmat, jotka lisätään projektin ohjelmakirjastoon ja ohjelmaan sijoitetaan vain projektin pisteet oikeisiin paikkoihin. Väyläohjelman lisäksi, jotta väylä toimisi, pitää VAKkiin avata ModBus-portti, johon laitteen väylä kytketään, asettaa väylän nopeus laitetta vastaavaksi sekä luodaan väylälle tarvittavat objektit. Tässä projektissa ainoa ModBus-väylälaite oli IV-koneen econet-säädin. Econet-säätimen väylää varten IV-koneen VAKiin asennettiin Fidelixin mediamuunnin multiLINK. Mediamuuntimen portti asetettiin ensimmäiseksi vapaaksi portiksi, joka Fidelixin laitteissa on portti 6 ja väylälle luotiin rekisterit COILS (READ=1, WRITE=15), jossa on 64 rekisteriä alkaen rekisteristä nolla, DISCRETE INPUTS (READ=2), jossa on 64 rekisteriä alkaen rekisteristä nolla, HOLDING REGS (READ=3, WRITE=16), jossa on 64 rekisteriä alkaen rekisteristä nolla, INPUT REGS (READ=4), jossa on 64 rekisteriä alkaen rekisteristä nolla ja toinen INPUT REGS (READ=4), jossa on seitsemän rekisteriä alkaen rekisteristä 84. Nämä rekisterit toimivat linkkinä VAKin ohjelman ja laitteen väyläkommunikaatiolle.

#### 4.1.15 Valvonta-alakeskusten tilaaminen ja toimittaminen työmaalle

Kun grafiikkakuvat ja pistetietokanta on tehty, lasketaan fyysisistä pisteistä, kuinka monta digitaalista tuloa ja lähtöä sekä analogista tuloa ja lähtöä VAKeissa on. Kun pisteiden määrä on selvillä, voidaan laskea, kuinka monta I/O-korttia VAKiin tarvitaan. Fidelixissä on käytössä Combi-yhdistelmäkortti, jossa on 12 digitaalista tuloa, 8 digitaalista lähtöä, 8 analogista tuloa sekä 8 analogista lähtöä. Yleensä Combi-korteilla saadaan tarvittavat pistemäärät. Jos jotakin pistetyyppiä tarvitaan lisää, voidaan lisätä yksittäisiä kortteja, joissa on vain tiettyä pistetyyppiä, esimerkiksi kortti jossa on 16 digitaalista tuloa. Kun korttien määrä tiedetään, voidaan piirtää pohjakuvat VAKeille. Pohjakuvat piirretään käyttäen CADS-ohjelmaa. Pohjakuvia varten Fidelixillä on valmiita kuvia erikokoisista VAKeista sekä kaikista tarvittavista komponenteista. Kuvat piirretään kopioimalla tarvittavat komponentit VAKin pohjaan. VAKit valitaan yleensä sen kokoisiksi, että tarvittavien korttien jälkeen on vielä tilaa mahdollisille laajennuksille vähintään yhden kortin verran.

Fidelixin VAKit voidaan myös varustaa etäyhteydellä, jolloin huoltoyhtiö pystyy valvomaan laitteiston toimintaa ilman, että huoltajaa tarvitsee lähettää kohteeseen. Hälytyksille on myös GSM-yhteys, jolloin järjestelmän kriittisimmistä hälytyksistä lähtee automaattisesti tekstiviesti huoltoyhtiöön. GSM-yhteyttä varten urakan tilaaja, tässä projektissa rakennusprojektin pääurakoitsija hankkii prepaid liittymän ja sim-kortin.

Kun pohjakuvat on piirretty, VAKit tilataan lähettämällä pohjakuvat PDF-tiedostona Fidelixin tuotantoon. Liitteessä 5 on esimerkki valvonta-alakeskuksen pohjakuvasta.

Kun VAKit valmistuvat tuotannosta, voidaan ilmoittaa asentajille, että VAKit voidaan käydä asentamassa kohteeseen. VAKit voidaan käydä asentamassa, kun työmaalla VAKien huoneet ovat siinä kunnossa, että saadaan lupa asentaa VAKit seinille.

## 4.2 Projektin hoito

### 4.2.1 Alihankkijoiden kilpailutus

Ennen kuin työmaa alkaa olla siinä vaiheessa, että rakennusautomaatiotöiden tekeminen voidaan aloittaa kohteessa, pitää projektinhoitajan järjestää asentajat projektille. Tämä tarkoittaa sitä, että projektin asennustöistä lähetetään tarjouspyyntö usealle eri automaatioasennustöitä tekeväälle yritykselle. Tarjouspyynnön liitteeksi laitetaan aina kohteen säätökaaviot ja tarjouspyynnöstä näkee projektin aikataulun. Yleensä tarjouspyyntö kannattaa lähettää hyvissä ajoin, sillä kiireelliset työt maksavat aina enemmän. Kun yritysten tarjoukset ovat saapuneet, tarjouksia vertaillaan ja niistä valitaan paras. Ennen kuin aliurakoitsijalle lähetetään tilauksen vahvistusta, selvitetään, pystyvätkö Fidelixin omat asentajat hoitamaan projektin asennustyöt. Tämän projektin osalta päätettiin käyttämään Fidelixin omia asentajia.

### 4.2.2 VAKien asentaminen

Ensimmäisiä asioita joita rakennusautomaatiourakoitsijan täytyy tehdä työmaalla, on käydä asentamassa VAKit. Kerrostalokohteissa on yleisesti kaksi VAKia. Toinen VAK on yleensä lämmönjakuhuoneessa, joka sijaitsee rakennuksen kellarikerroksessa ja toinen on yleensä IV-konehuoneessa, joka sijaitsee rakennuksen ylimmässä kerrok-

sessä tai rakennuksen katolla. Kun VAKit ovat asennettu kohteeseen, sähköurakoitsija pystyy aloittamaan kaapelien vetämisen kenttälaitteilta VAKille.

#### 4.2.3 Asentajien varaaminen työmaalle

Kun sähköurakoitsijalta saadaan tieto, että RAU-kaapelit on vedetty, voidaan ilmoittaa asentajien työnjohdolle, että kohteeseen pitäisi mennä tekemään asennuksia. Tämän jälkeen asentajat käyvät kohteessa asentamassa kenttälaitteet ja tekemässä kytkennät. Tässä vaiheessa projektinhoitajan on hyvä olla säännöllisesti yhteydessä asentajiin, jotta tietää työmaan tilanteen sekä tarvitseeko asentajia varata vielä pidemmäksi aikaa, jotta asennustöiden ajoissa valmiiksi saattamiseksi. Tässä kohteessa asennustyöt tehtiin tammikuun ja helmikuun aikana.

#### 4.2.4 Asuntokohtainen vedenmittausjärjestelmä

Fidelix tarjoaa asuinkerrostaloprojekteihin optiona asuntokohtaista vedenmittausjärjestelmää. Tämä järjestelmä mittaa jokaisen asunnon kuuman ja kylmän veden kulutusta ja tuottaa kulutuslukemista kuukausiraportin. Tällöin isännöitsijä voi jakaa vesilaskun asukkaiden kesken, heidän todellisen vedenkulutuksensa mukaan. Vedenmittausjärjestelmässä on myös diagnostiikkatoimintoja kuten vuotohälytys, joka aktivoituu jos jonkin asunnon vedenkulutus lukema nousee jatkuvasti ilman taukoa, sekä mittarin lukeman jumiutumishälytys, joka aktivoituu, jos jonkin mittarin lukema ei muutu pitkään aikaan. Vedenmittaus käytännössä tapahtuu asuntojen vesiputkiin asennetuilla vesimittareilla joita tulee jokaiseen asuntoon kaksi kappaletta, yksi kuumalle vedelle ja yksi kylmälle vedelle. Vesimittarit kytketään Mbus-väylällä VAKkiin. Vesimittarien väylän kytkentä kuuluu urakkarajojen mukaisesti joko sähköurakkaan tai automaatiourakkaan. Tässä kohteessa kytkeminen kuului sähköurakkaan, joten kohteessa olevat sähköasentajat kytkivät mittarit. Liitteessä 3 on esimerkki vedenmittauksen kulutuslukemien grafiikkakuvasta ja liitteessä 4 on esimerkki vedenmittausjärjestelmän tuottamasta kulutusraportista.

#### 4.2.5 230 V:n asennukset

230 V:n asennukset eli niin sanotut ”kovan puolen asennukset”, joita on esimerkiksi lämmönjakopaketin pumppujen ohjaukset sekä kaikki ryhmäkeskuksiin menevät ohja-



ukset, tekee yleensä sähköurakoitsija. Näitä asennuksia varten sähköurakoitsijalle täytyy ilmoittaa liitinnumerot, joihin VAKin päässä kaapeli tulee kytkeä.

#### 4.2.6 Rakennusautomaatiojärjestelmän käyttöönotto

Kun asentajat ovat saaneet kytkennät tehtyä ja sähköurakoitsija on kytkenyt ryhmäkeskuksesta syötön VAKeille, voidaan laitteiden käyttöönotto aloittaa. Käyttöönotto aloitetaan käynnistämällä VAKit ja lataamalla grafiikkakuvat, IEC-ohjelmat ja mahdolliset moduulitiedot VAKiin. Kun nämä on ladattu VAKkiin alkavat kaikki fyysisillä liitännöillä kytketyt laitteet toimimaan, kunhan asennukset ovat kunnossa. Yleensä tässä vaiheessa vielä työmaalta puuttuu osa laitteista ja näihin liittyvät pisteet ohjataan käsin seistilaan. VAKeihin ladataan myös ”stations.dat” -tiedosto johon määritellään kaikkien VAKien ip-osoitteet ja VAKeille annetaan nimi, esimerkiksi VAK 1:n nimi voisi olla Mestari\_VAK1. Tämä nimeäminen on tärkeätä, sillä muut VAKit hakevat globaaleja pisteitä tämän nimen perusteella. Lisäksi kun tiedostoon on annettu VAKien ip-osoitteet, ilmestyy VAKien aloitusnäkyymään painikkeet joita painamalla voidaan ottaa yhteys toiseen VAKiin, esimerkiksi lämmönjakuhuoneesta voidaan katsoa IV-konehuoneen tilannetta.

#### 4.2.7 Econet-säätimen käyttöönotto

Kohteessa oleva IV-kone on Fläkt Woods oy:n valmistama ja siinä on lämmöntalteenottoa ohjaava Econet-säädin. Econet-säädintä ohjataan rakennusautomaatiojärjestelmästä antamalla sille käyntilupa ja lämmityksen tarve 0–100 %:n viestinä. Rakennusautomaatiojärjestelmään myös luetaan säätimeltä hälytys- sekä mittaustietoja, kuten LTO-piirin nesteen lämpötila eri piirin osissa, jäätymisvaarahälytys, huurtumisvaarahälytys, LTO-pumpun hälytys ja LTO-nesteen paineen hälytys. Liitteessä 2 näkyy Econet-säätimen tiedot, kuten ne automaatiojärjestelmässä ovat.

Econet-säädin käyttöönotetaan yhdessä Fläkt Woodsin asiantuntijan kanssa. Käyttöönotossa Fläkt Woodsin asiantuntija käynnistää säätimen ja asettelee yleiset asetukset kuten lämpötilojen hälytysrajat ja käytössä olevat turvatoiminnot. Kun yleiset asetukset ovat kunnossa, pitää säätimeen asetella vielä kommunikaatioasetukset. Kommunikaatioasetuksilla määritellään säätimen liitäntä automaatiojärjestelmään. Tässä projektissa säädin liitettiin automaatiojärjestelmään ModBus-väylällä, joten säädin piti asetella seuraamaan väylältä annettavia käskyjä sekä säätimelle piti asetella väylän

nopeus ja säätimen osoite. Jotta väylä yhteys toimii, tulee automaatiojärjestelmään olla aseteltu sama nopeus ja osoite säätimelle.

#### 4.2.8 GSM-hälytysten käyttöönotto

Kun kohteen VAKeja tilataan Fidelixin tuotannosta, yhteen VAKiin piirretään hälytysten siirtoa varten GSM-modeemi. GSM-modeemi asennetaan yleensä IV-konehuoneessa olevaan VAKiin, sillä lämmönjakohuoneissa on yleisesti huono yhteys. Hälytysten siirto vaatii GSM-modeemiin myös SIM-kortin. SIM-kortin hankkii rakennusurakoitsija ja se on yleensä prepaid-liittymä. Kun rakennusurakoitsija on hankkinut SIM-kortin, asetetaan se GSM-modeemiin, jonka jälkeen GSM-hälytykset voidaan ottaa käyttöön. Tässä vaiheessa GSM-hälytykset asetetaan tulemaan projektinhoitajan omaan puhelimeen, sillä työstä johtuvia hälytyksiä todennäköisesti tulee vielä useita, eikä niillä kannata huoltoyhtiötä kuormittaa. Hälytykset asetetaan siirtymään huoltoyhtiöön yleensä käytönopastuksen aikana, jolloin paikalla oleva huoltoyhtiön edustaja antaa päivystyksen puhelinnumeron, johon hälytykset lähetetään. GSM-viestillä siirrettäviä hälytyksiä ovat rakennuksen kiireellisimmät hälytykset eli turvallisuushälytykset. Turvallisuushälytyksiä on esimerkiksi IV-koneen lämmityksen jäätymisvaarahälytys, lämmönjakopaketin pumppujen ristiriitahälytykset, IV-hätäseishälytys ja paloilmoittimen hälytykset. Koska GSM-modeemi on vain yhdessä VAKissa, muut VAKit lähettävät turvallisuusluokan hälytyksistä tiedot sähköpostina VAKien välisen väylän kautta VAKille, jossa GSM-modeemi on. Tätä yhteyttä varten pitää kaikissa VAKeissa olevien turvallisuushälytysten olla asetettu samannimiseen hälytysryhmään, esimerkiksi "A-hälytys".

#### 4.2.9 Etäyhteys

Etäyhteys tehdään kohteisiin, joissa se on joko urakkasopimuksessa määritelty toteuttavaksi tai jos sellainen on jälkikäteen pyydetty. Esimerkiksi tässä kohteessa rakennuksen isännöitsijä halusi kohteeseen etäyhteyden, jottei hänen tarvitse käydä kohteessa aina tulostamassa asuntokohtaisten vesimittarien kulutusraporttia. Kun isännöitsijä ilmoitti haluavansa etäyhteyden, häntä pyydettiin ottamaan yhteyttä projektipäällikköön ja pyytämään häntä tilaamaan etäyhteys Fidelixiltä. Tämän jälkeen projektipäällikkö tilasi etäyhteyden Fidelixin myyntipäälliköltä ja kun kirjallinen tilaus etäyhteydestä saatiin, toteutettiin etäyhteys. Fidelix tarjoaa kahta eri etäyhteystyyppiä. Ensimmäinen on VPN-yhteys joka on halvempi toteuttaa, mutta VPN-yhteydessä on tietoturvallisuuden kannalta huono suojaus. Kun etäyhteys toteutetaan VPN-yhteydellä, pys-

tyyvät laitteistoon ottamaan yhteyden kaikki, jotka tietävät VPN-yhteyden tiedot. Toinen Fidelixin tarjoama yhteys on TosiBox-yhteys. Tällöin etäyhteys toteutetaan TosiBoxin valmistamalla lukkolaitteella, joka yhdistyy internetiin 3G-modeemilla. TosiBox-etäyhteys on hieman kalliimpi toteuttaa, mutta siinä on tietoturvallisuuden kannalta hyvä suojaus. Kun etäyhteys toteutetaan TosiBoxilla, etäyhteydenotto tapahtuu TosiBox-lukkoon sarjoitetulla USB-avaimella. USB-avaimia voidaan sarjoittaa lukkoon useampia, mutta oletuksena näitä kuitenkin toimitetaan vain yksi kappale. TosiBox etäyhteyden käyttö on myös käyttäjälle helpompi, sillä yhteys aukeaa automaattisesti kun USB-avaimen yhdistää tietokoneeseen. Tässä kohteessa etäyhteys tehtiin TosiBoxilla ja USB-avain toimitettiin isännöitsijälle. Huonona puolena TosiBox-yhteydessä on, että avaimia on vain yksi, joten esimerkiksi huoltoyhtiö ei pysty ottamaan etäyhteyttä rakennukseen. [3].

#### 4.2.10 Urakoitsijakokoukset

Urakoitsijakokoukset ovat pääurakoitsijan järjestämiä kokouksia johon kutsutaan osallistumaan kaikkien urakoiden johtohenkilöt. Urakoitsijakokouksissa käydään läpi urakoiden tilanne ja mietitään ratkaisut mahdollisiin ongelmiin. Urakoitsijakokouksissa koordinoidaan tarvittaessa myös urakoitsijoiden välistä yhteistyötä.

#### 4.2.11 Maksuerät

Projektinhoitaja huolehtii urakan laskuttamisesta. Fidelixin taloushenkilökunta tekee projekteille maksuerätaulukon jonka taloushenkilökunta hyväksyttävät tilaajalla. Urakka laskutetaan maksuerätaulukon mukaisesti siten, että aina kun jonkin maksuerän tavoite täyttyy, lähetetään maksuerä hyväksyttäväksi tilaajalle ja kun tilaaja on maksuerän hyväksynyt, lähetetään maksuerä Fidelixin talousosastolle laskutettavaksi. Maksueriä on yleisesti esimerkiksi, kun VAK1 on asennettu, kun VAK1 toimilaitteet on asennettu ja kun toimintakokeet on hyväksytysti suoritettu.

#### 4.2.12 Lisätyöt

Aina kun projektin suunnitelmiin tulee jokin muutos, joka vaikuttaa rakennusautomaatiojärjestelmään, pitää muutostyöstä tehdä lisätyötarjous. Muutokseen liittyviä töitä ei myöskään tehdä ennen kuin lisätyötarjous on hyväksytty. Lisätyötarjouksessa tehdään

yksikköhintaluettelon mukaisesti ja tarjouksessa eritellään kaikki muutokseen liittyvät laitetilaukset, VAK-pisteiden luonti ja -muutostyöt sekä ohjelmointityö. Tässä projektissa suunnitelmiin tuli LVISA-palaverissa sovittu muutos, jossa kohteeseen lisättiin autohalliin oma VAK. Tähän VAKkiin tuli uusia pisteitä sekä siirrettiin vanhoista VAKeista jo olemassa olevia pisteitä. Kaikki nämä pisteet otetaan huomioon lisätyötarjousta tehtäessä, sillä vaikka piste olisi jo olemassa vanhassa VAKissa, aiheuttaa pisteen ja sen ohjelman siirtäminen uuteen VAKkiin työtä.

#### 4.3 Projektin loppu

##### 4.3.1 Pistetestaus

Kun projektin asennustyöt ovat valmiita, voidaan aloittaa pistetestaus. Pistetestaus tarkoittaa automaatiojärjestelmän kaikkien fyysisten pisteiden toiminnan tarkastusta. Pistetestaus suoritetaan yleensä yhdessä asentajan kanssa, jolloin projektinohitaja ohjaa VAKista pisteitä ja asentaja on laitteen luona ja puhelinyhteydellä ilmoittaa toimii-ko laite halutusti. Ohjauspisteiden toiminta tarkastetaan ohjaamalla laite päälle automaatiojärjestelmästä ja katsomalla fyysisesti ohjattavaa laitetta tai ryhmäkeskuksen kontaktoria, että se on käynnistynyt. Indikointipisteiden toiminta tarkastetaan ohjaamalla laite päälle ja kun laite on päällä, katsotaan käynnistyykö indikoinnin piste automaatiojärjestelmässä. Mittauspisteiden toiminta tarkastetaan anturista riippuvalla tavalla, esimerkiksi lämpötila-anturit tarkastetaan siten, että asentaja oikosulkee anturin vastuksen ja automaatiojärjestelmässä kyseisen anturin lukema nousee 120 °C ja piste menee anturivikatilaa. Säätopisteiden toiminta tarkastetaan siten, että kun laite on päällä, asetetaan säätöviesti esimerkiksi 20 %:iin ja kun säätöviesti nostetaan esimerkiksi 80 %:iin, asentaja pystyy katsomaan, nouseeko laitteen nopeus. Pistetestaus on tärkeä vaihe projektinohitoa, sillä sen avulla pystyy katsomaan missä vaiheessa työmaa rakennusautomaation osalta on ja mitä pitää vielä tehdä. Pistetestauspöytäkirjaan kirjataan ylös myös kaikki mahdolliset viat, jotka havaitaan. Pistetestauspöytäkirjaa voidaan käyttää myös ilmoittamaan tilaajalle urakan tilanne. Yleensä pistetestaus kannattaa olla valmiiksi tehtynä ennen tilaajan toimintakokeita, ettei toimintakokeissa pääse tulemaan yllätyksiä laitteiden toimivuuden osalta.

#### 4.3.2 Vesimittarien täsmäys

Kun rakennukseen tulee asuntokohtainen vedenmittausjärjestelmä, täytyy kaikkien vesimittareiden lukemat täsmätä. Vesimittarien täsmäys tapahtuu asentajan kanssa siten, että projektinhoitaja on VAKin luona ja asentaja kiertää asunnoissa. Asentaja avaa alakatossa olevan huoltoluukun, jonka alta vesimittarit näkyvät ja peilin kanssa katsoo vesimittarin näytössä olevan lukeman ja ilmoittaa sen projektinhoitajalle. Projektinhoitaja vertaa asentajan ilmoittamaa lukemaa VAKin grafiikalla näkyvään lukemaan ja tarvittaessa muokkaa lukemaa täsmäämään mittarilla näkyvään lukuun. Kun lukema on täsmätty asunnon molemmille mittareilla, laskee asentaja vielä muutaman litran kuumaa- ja muutaman litran kylmää vettä, jonka jälkeen katsotaan, että lukema nousee grafiikalla.

#### 4.3.3 Toimintakoe

Toimintakoe on tilaajan järjestämä tarkastus, jossa käydään läpi rakennuksen LVISA-toimivuus. Toimintakokeeseen osallistuu yleensä ainakin automaatiourakoitsija, LVI-urakoitsija, sähköurakoitsija sekä LVI-suunnittelija. Toimintakokeessa suunnittelija katsoo automaatiojärjestelmästä esimerkiksi, ovatko laitteiden asetusarvot helposti muutettavissa grafiikalta, laitteet toimivat suunnitelmien mukaisesti ja suunnitelmissa ilmoitetut toiminnot on toteutettu laitteille sekä hälytykset toimivat ja kiireellisimmistä lähtee SMS-viesti. Toimintakoetta varten hälytyksien SMS-viesti asetetaan yleensä tulemaan projektinhoitajan puhelimeen, jolloin on helppo todistaa, että hälytysten jatko toimii. Toimintakokeen sisältö voi myös hieman vaihdella riippuen suunnittelijasta. Toimintakoetta varten laitteiston pitäisi olla täysin toimintavalmiina, ja suunnittelija tekee yleensä puutelistan kaikista havaitsemistaan puutteista.

#### 4.3.4 Käytönopastus

Käytönopastus on tilaisuus, joka järjestetään yhdessä LVI- ja sähköurakoitsijan kanssa. Käytönopastukseen kutsutaan kiinteistön isännöitsijä sekä huoltoyhtiön edustaja, joka on yleensä rakennusta hoitava huoltomies. Käytönopastuksessa isännöitsijä ja huoltomies opastetaan käyttämään Fidelixin laitteita. Esimerkiksi heille opastetaan kuinka hälytykset pääsee näkemään ja kuittaamaan, miten pisteitä pystyy käsin ohjaamaan sekä miten laitteiden asetuksia ja aikaohjelmia pystyy muuttamaan. Lisäksi heille kerrotaan, mitä kaikkia laitteita rakennuksessa on, ja näytetään, missä laitteet ja niiden oh-

jauskeskukset fyysisesti sijaitsevat. Käytönopastuksessa myös luodaan käyttäjätunnukset VAKeihin isännöitsijälle sekä huollolle.

#### 4.3.5 Yhteiskoeikäyttö

Yhteiskoeikäyttö on projektinhoitajan tekemä tarkastus rakennusautomaatiojärjestelmälle, joka tehdään kun laitteisto on ollut kokonaisuudessaan toiminnassa jonkin aikaa. Tarkastuksessa käydään läpi kaikkien säätöpiireihin liittyvien mittauksien trendikäyrät ja varmistetaan, että säätöpiirit toimivat halutusti eikä säädöissä tapahdu suurta huojuntaa. Lisäksi tarkastuksessa käydään läpi hälytyshistoriat, joista katsotaan kaikki hälytykset jotka, eivät johdu työnteosta, ja erityistä huomiota kiinnitetään mahdollisiin useasti toistuviin hälytyksiin. Näiden syy pitää selvittää ja mahdollisesti korjata.

#### 4.3.6 Huoltokirja

Pääurakoitsija järjestää rakennukselle tehtävän huoltokirjan. Huoltokirjan voi tehdä esimerkiksi kiinteistöjen ylläpidon palveluita tarjoava yritys kuten Enco Oy [6], joka teki huoltokirjan tähän kohteeseen. Huoltokirjaa varten Enco pyysi Fidelixiä toimittamaan dokumentteja kuten käytettyjen toimilaitteiden toimittajien yhteystietoluettelo, laiteluettelot, laitteiden huolto- ja käyttöohjeet sekä takuuajan huoltosuunnitelman.

#### 4.3.7 Loppudokumentointi

Viimeisiä asioita joita projektiin täytyy tehdä, on tehdä loppukuvat. Loppukuville on yleensä projektin työselitteessä määritelty sisältö dokumenteille, jotka pitää luovutuskansoista löytyä. Rakennusautomaation loppukuvia ovat esimerkiksi kytkentäkuvat, VAKien sisäiset kytkentäkuvat, väylien kytkentäkuvat, VAKien pohjakuvat.

#### 4.3.8 Punakynämerkinnät

Punakynämerkinnät tehdään projektin suunnitelmiin, silloin kun laitteiston toteutus ei vastaa suunnitelmia. Ennen punakynämerkintöjä pitää kuitenkin varmistaa suunnittelijalta ja pääurakoitsijalta, että suunnitelmien vastainen toteutus on hyväksyttävä. Punakynämerkintöjä joutuu tekemään, kun esimerkiksi rakennukseen toimitetusta laitteesta ei pystytty saamaan suunniteltua tietoa. Punakynämerkinnöillä korjataan suunnitelmista

myös mahdolliset suunnitteluvirheet ja punakynä merkintöjen perusteella suunnittelijat piirtävät rakennuksen suunnitelmien loppukuvat.

#### 4.3.9 Luovutuskansio

Kun projektin työt on tehty, puutteet on korjattu ja rakennusautomaatiolaitteisto toimivat halutusti, pitää kohteeseen toimittaa luovutuskansio. Luovutuskansion sisältö määritellään projektin työselitteessä. Yleisiä vaadittuja dokumentteja on esimerkiksi kaikki työ-  
kuvat eli VAKien kytkentä- ja pohjakuvat, tekniset esitteet kaikista käytetyistä antureista, toimilaitteista ja VAKien sisäisistä laitteista, loppukuvat projektin säätökaavioista, käyttöohjeet rakennusautomaatiolaitteistolle, toimintaohjeet hälytysten sattuessa ja huoltoohjeet. Kuvassa 5 on esimerkki työselitteen osasta jossa määritellään rakennusautomaation luovutuskansion sisältö.

#### 49.2 Luovutusasiakirjat

Urakoitsijan on toimitettava laitoksen luovutustilaisuuteen mennessä seuraavat ajan tasalla olevat asiakirjat mapitettuna A4-kokoon:

- dokumentoinnin yleiskuvaus, dokumenttiluettelo
- järjestelmän yleiskuvaus
- luettelot ja -esitteet asennetuista laitteista
- huolto-ohjeet: huollon tarve ja suoritustapa
- säätö- ja virituspöytäkirjat
- ohjelmallistaukset, tallenteet

Alakeskuskohtaiset asiakirjat:

- järjestelmäkaavion
- säätö- ja logiikkakaaviot toimintaselostuksineen
- piste- ja ohjelmaluettelot
- alakeskuksen johdotuspiirustukset
- alakeskuksen sisäiset piirikaaviot, kytkentätaulukot ja laitesijoituspiirustukset
- suomenkieliset käyttöohjeet
- toimintaohjeet keskeytyksien ja häiriöiden varalta

Lisäksi urakoitsijan on toimitettava kopiot alakeskuskohtaisista asiakirjoista kyseisiin alakeskuksiin asennettaviin suojataskuihin.

Kuva 5. Esimerkki työselitteen osasta jossa määritellään luovutuskansion sisältö

## 5 Yhteenveto

Lopulta työn tuloksena syntyi siis suunnitelmien mukainen, toimiva rakennusautomaatiojärjestelmä kohteeseen. Järjestelmä valmistui rakennusprojektin aikataulun mukaisesti, sekä projekti saatiin hoidettua Fidelixin puolesta ajallaan ja suunniteltujen kustannusten mukaisesti. Lisäksi työstä valmistui insinöörityöraportti, joka esittelee projektinhoitajan työtehtäviä Fidelixillä. Insinöörityön raportti valmistui myös insinöörityön alussa tehdyn aikataulun mukaisesti. Insinöörityötä tehdessäni opin, Fidelixillä projektinohjauksen lisäksi, yleisesti rakennusautomaatiojärjestelmistä ja sen ohjaamista laitteista todella paljon. Rakennusautomaatio on koulussa vähän esillä oleva aihe, joten suurimmaksi osaksi kaikki insinöörityön aikana eteen tulleet laitteet ja niiden toiminta oli uutta. Insinöörityötä tehtäessä tutuksi tulivat yleisimmät rakennusautomaatiolaitteet, sekä niiden toimintaperiaate. Työn aikana opin myös selvittämään rakennusautomaatiolaitteistoissa esiintyviä ongelmia. Yhteenvetona siis työ sujui hyvin ja valmistui ajallaan.



## Lähteet

1 Tuote-esite. Verkkodokumentti. Produal Oy.  
[http://www.produal.com/fi/shop/web\\_thermostats/sku-1110120#dataSheet](http://www.produal.com/fi/shop/web_thermostats/sku-1110120#dataSheet) Luettu 20.3.2017.

2 Tuote-esite. Verkkodokumentti. Fläkt Woods Oy.  
<http://resources.flaktwoods.com/Perfion/File.aspx?id=0733ff56-c823-4751-bd8b-fb9683f76d07> Luettu 20.3.2017.

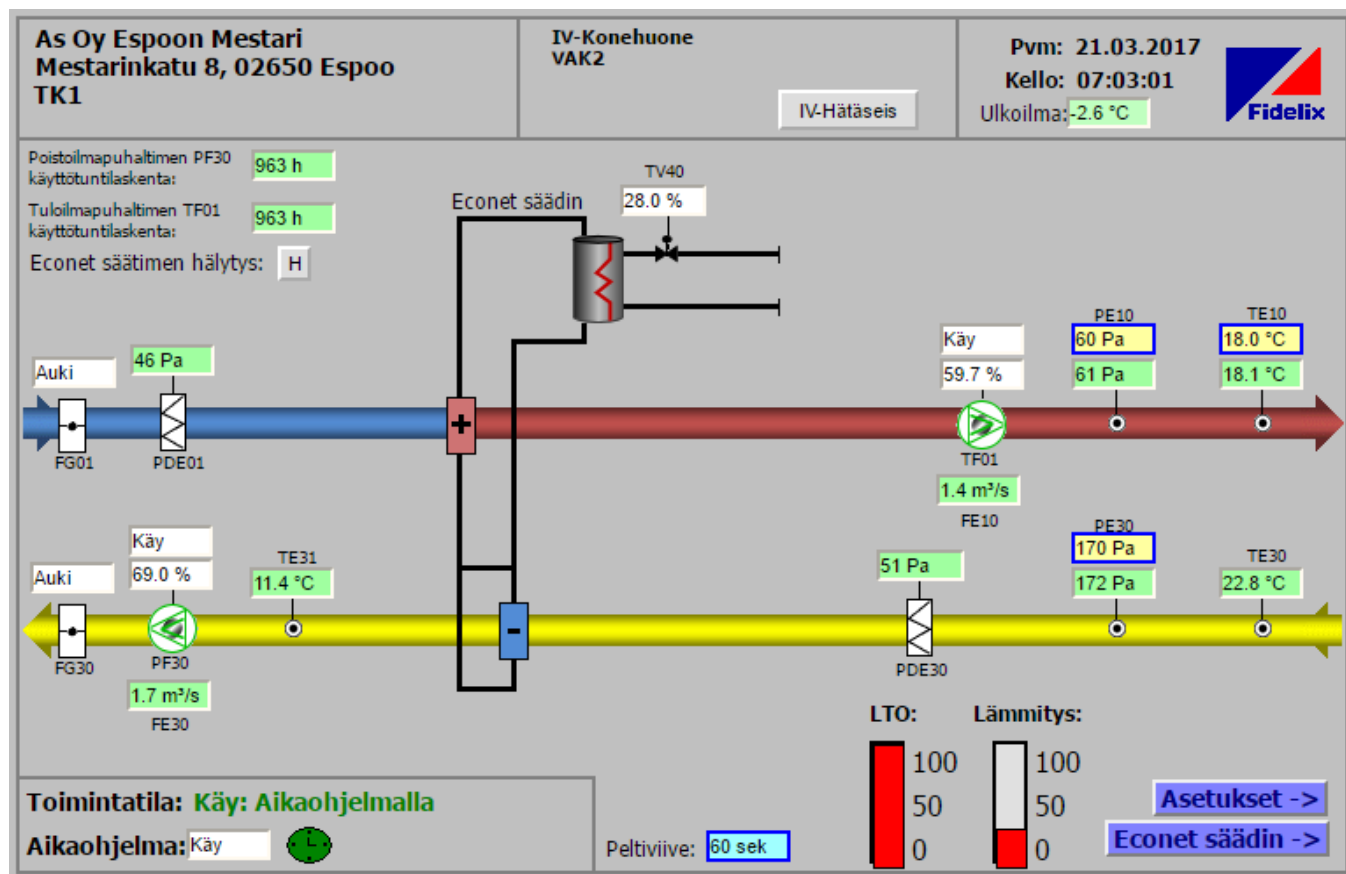
3 What is ModBus. Verkkodokumentti. Simply ModBus.  
<http://www.simplymodbus.ca/faq.htm#Modbus> Luettu 20.3.2017.

4 The MBus: An Overview. Verkkodokumentti. m-bus. <http://www.m-bus.com/info/mbuse.php> Luettu 20.3.2017.

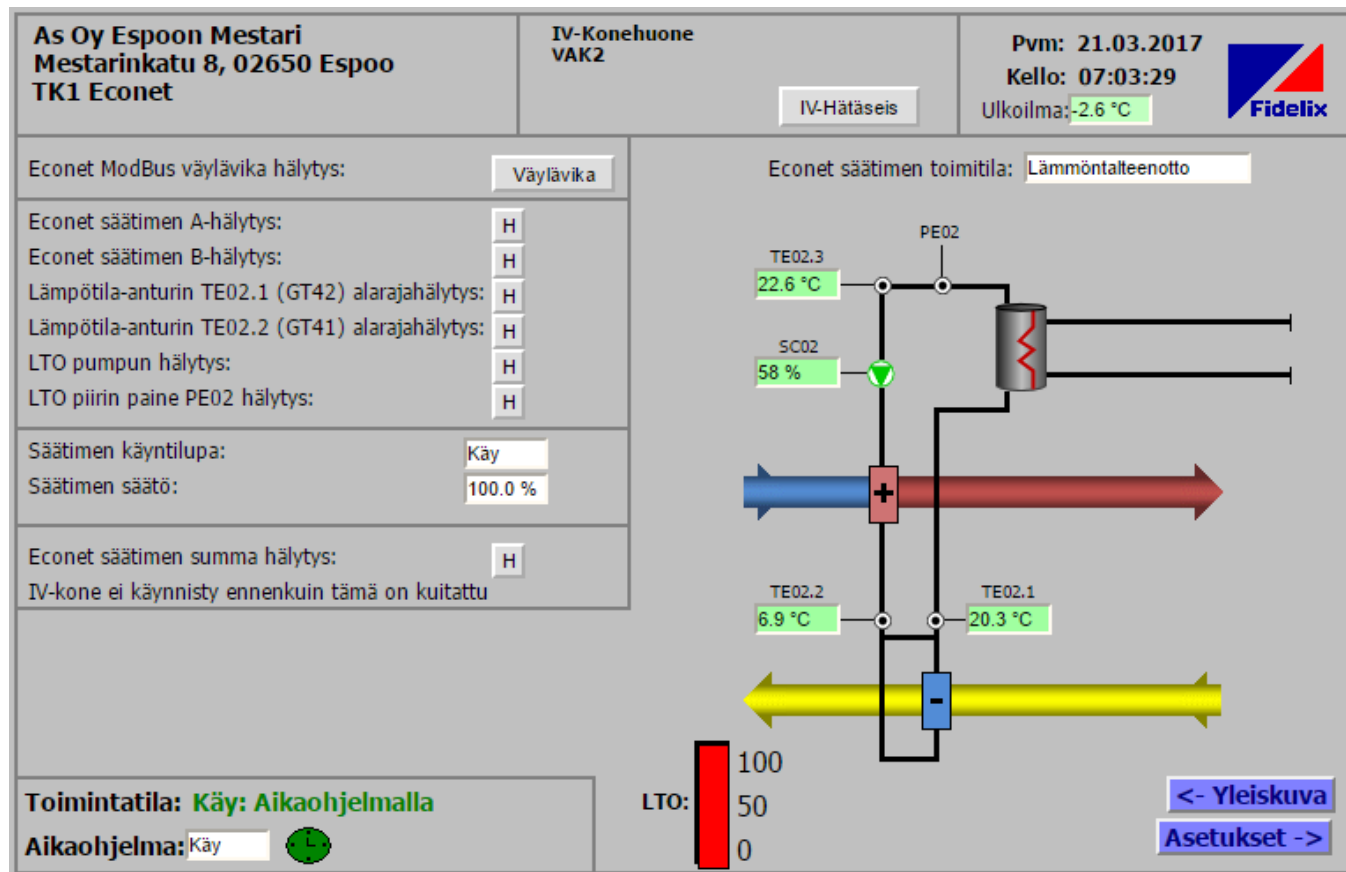
5 Käyttöohje. Verkkodokumentti. TosiBox Oy. [https://www.tosibox.com/finland/wp-content/uploads/sites/11/2017/03/Tosibox\\_User\\_Manual\\_fi.pdf](https://www.tosibox.com/finland/wp-content/uploads/sites/11/2017/03/Tosibox_User_Manual_fi.pdf) Luettu 20.3.2017.

6 Yrityksen kotisivu. Verkkodokumentti. Enco Oy. <https://enco.fi/> Luettu 22.3.2017.

## IV-koneen grafiikkakuva



## Econet-säätimen grafiikkakuva



## Vedenmittausjärjestelmän kulutuslukemien grafiikkakuva

As Oy Espoon Mestari		Vedenmittausjärjestelmä				21.03.2017		Takaisin	
Mestarinkatu 8 02650 Espoo		Koontikuva asunnot 1-43				07:06:58			
	Asunto 1	Asunto 2	Asunto 3	Asunto 4	Asunto 5	Asunto 6	Asunto 7	Asunto 8	
Kylmä	1422 L	2841 L	801 L	608 L	8098 L	1238 L	204 L	3441 L	
Lämmin	504 L	2109 L	539 L	215 L	8591 L	246 L	69 L	505 L	
	Asunto 9	Asunto 10	Asunto 11	Asunto 12	Asunto 13	Asunto 14	Asunto 15	Asunto 16	
Kylmä	205 L	75 L	1796 L	5554 L	3433 L	3130 L	3050 L	227 L	
Lämmin	118 L	93 L	729 L	3054 L	1402 L	2617 L	2155 L	252 L	
	Asunto 17	Asunto 18	Asunto 19	Asunto 20	Asunto 21	Asunto 22	Asunto 23	Asunto 24	
Kylmä	5998 L	2931 L	4837 L	2498 L	2674 L	276 L	4116 L	8178 L	
Lämmin	4905 L	1435 L	3128 L	2053 L	2323 L	229 L	2220 L	7153 L	
	Asunto 25	Asunto 26	Asunto 27	Asunto 28	Asunto 29	Asunto 30	Asunto 31	Asunto 32	
Kylmä	175 L	895 L	1297 L	1995 L	3962 L	6570 L	470 L	235 L	
Lämmin	97 L	711 L	1473 L	1778 L	2756 L	2821 L	284 L	115 L	
	Asunto 33	Asunto 34	Asunto 35	Asunto 36	Asunto 37	Asunto 38	Asunto 39	Asunto 40	
Kylmä	181 L	4176 L	4313 L	3395 L	3075 L	2805 L	4852 L	1987 L	
Lämmin	89 L	2869 L	3258 L	2897 L	1226 L	1344 L	2357 L	1572 L	
	Asunto 41	Asunto 42	Asunto 43						
Kylmä	4711 L	3772 L	2918 L						
Lämmin	2400 L	1380 L	1339 L						

**Asuntokohtaisen vedenmittausjärjestelmän kulutusraportti**

\*\*\*\* Vesimittariraportin alku \*\*\*\*

Raportti ajalta 0.0.2017 - 24.02.2017

Vesimittari: 1K

Mittarilukema: 105 litraa

Kausikulutus: 105 litraa

Kausilaskutus: 0.00 euroa

Vesimittari: 1L

Mittarilukema: 94 litraa

Kausikulutus: 94 litraa

Kausilaskutus: 0.00 euroa

Vesimittari: 2K

Mittarilukema: 313 litraa

Kausikulutus: 313 litraa

Kausilaskutus: 0.00 euroa

Vesimittari: 2L

Mittarilukema: 273 litraa

Kausikulutus: 273 litraa

Kausilaskutus: 0.00 euroa

Vesimittari: 3K

Mittarilukema: 239 litraa

Kausikulutus: 239 litraa

Kausilaskutus: 0.00 euroa

Vesimittari: 3L

Mittarilukema: 160 litraa

Kausikulutus: 160 litraa

Kausilaskutus: 0.00 euroa

Vesimittari: 4K

Mittarilukema: 360 litraa

Kausikulutus: 360 litraa

Kausilaskutus: 0.00 euroa

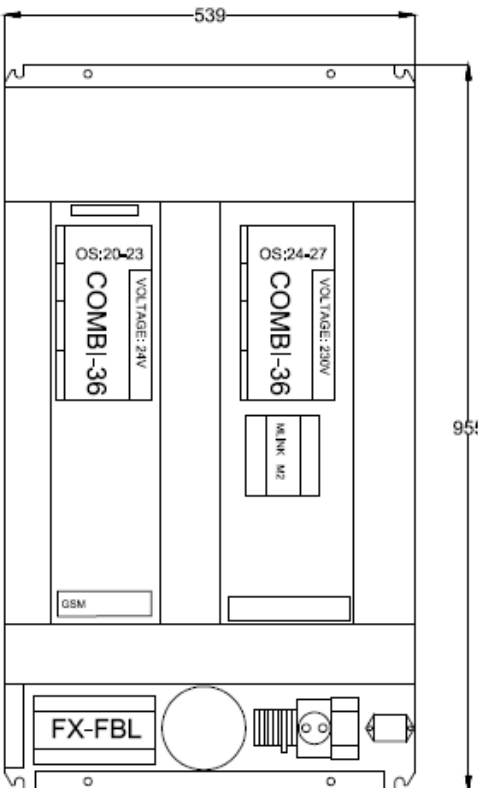
Vesimittari: 4L

Mittarilukema: 161 litraa

Kausikulutus: 161 litraa

Kausilaskutus: 0.00 euroa

# Valvonta-alakeskuksen pohjakuva

	1	2	3	4	5	6	
A							
B							
C							
D							
E							
F							
G							
H							
5 porttinen ethernet swtch mukaan							
<b>Fidelix Oy</b> Martinkyläntie 41 FI-01720 VANTAA PUH: 09 250 1288		TIEDOT		PROJEKTI:			
		KAAPPI:		Nro: 2708			
		Leveys: 600		Nimi: Espoon Mestari			
		Korkeus: 1000		PHenk: Henri Parvialainen			
Pvm: 21.6.2016		Syvyys: 250		VAK1			
Pih: HP							
Loppukuva		14.2.2017					

VAK-kytkentäkuvan esimerkki

Combi36 /A18 moduuli				Osote			22 (Port:3)			
Piste	Pistetunnus	Teksti	Litit	Johdin	Kaapeli	Tyyppi	Litit	Kenttälaite		
1	MEST_171_KL01_TE44_M	Mittaus, Kaukolämmön menon lämpötila	60 61	1 va 1 or	Kauko meno	NOMAK 24x2x0.5+0.5		Fidelix FX-TEW-NTC10		
2	MEST_171_KL01_TE49_M	Mittaus, Kaukolämmön paluun lämpötila	62 63	1 va 1 or	Kauko paluu	NOMAK 24x2x0.5+0.5		Fidelix FX-TEW-NTC10		
3	MEST_170_LV01_TE40_M	Mittaus, Lämminkäyttövesiverkoston menon lämpötila	64 65	1 va 1 or	LJP	NOMAK 24x2x0.5+0.5		Produal TENA NTC10		
4	MEST_170_LV01_TE41_M	Mittaus, Lämminkäyttövesiverkoston kierron lämpötila	66 67	2 va 2 or	LJP	NOMAK 24x2x0.5+0.5		Fidelix FX-TEW-NTC10		
5	MEST_102_PV01_TE40_M	Mittaus, Lämmitysverkoston menon lämpötila	68 69	3 va 3 or	LJP	NOMAK 24x2x0.5+0.5		Fidelix FX-TEW-NTC10		
6	MEST_102_PV01_TE46_M	Mittaus, Lämmitysverkoston paluun lämpötila	70 71	4 va 4 or	LJP	NOMAK 24x2x0.5+0.5		Fidelix FX-TEW-NTC10		
7	MEST_102_PV01_PA40_M	Mittaus, Lämmitysverkoston paine	72 73	8 or	LJP	NOMAK 24x2x0.5+0.5	3	Produal VPL 16-N		
8	MEST_101_IV01_TE40_M	Mittaus, IV-verkoston menon lämpötila	74 75	5 va 5 or	LJP	NOMAK 24x2x0.5+0.5		Fidelix FX-TEW-NTC10		

Kohde	As Oy Espoon Mestari
Keskus	VAK1
Tekijä	Henri Parvainen
Pvm	15.9.2016
Loppukuva	13.2.2017