



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Allan Välimaa

## RAU-projektin hoito saneerauskohteissa (FIDELIX)

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Automaatiotekniikka

Insinöörityö

09.04.2021

Tekijä Otsikko	Allan Välimaa RAU-projektinhoito saneerauskohteissa (FIDELIX)
Sivumäärä Aika	28 sivua + 2 liitettä 09.04.2021
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine	Automaatio
Ohjaajat	lehtori Markku Inkinen osastopäällikkö Harri Bamberg
<p>Tämän insinööriyön aiheena on rakennusautomaatioprojektinhoito saneerauskohteissa. Työssä käsitellään myös normaaliin projektinhoitoon liittyviä asioita. Raportti laadittiin suurimmaksi osaksi eräästä päiväkodin saneerausprojektista, jonka automaatiourakka hoidettiin yrityksen Fidelix Oy toimesta.</p> <p>Työn tavoitteena oli tehdä projektinhoito-opas, jota projektinhoitajat voivat käyttää apunaan omissa projekteissaan. Myös opiskelijat tai automaatioalasta kiinnostuneet saavat selkeän kuvan Fidelix-projektinhoito-työnkuvasta tutustuessaan oppaaseen.</p> <p>Insinööriyö aloitettiin tekemällä projekti valmiiksi Fidelix Oy:ssä. Projektin toteutusvaiheen aikana oli käynnissä projektinhoitajan perehdytys, jonka aikana opittiin yhtiön toimintatavat, käytettäviä ohjelmia, järjestelmiä ja laitteita. Projektin valmistuttua insinööriyö kirjoitettiin saadun kokemuksen ja tietämyksen pohjalta.</p> <p>Insinööriyön tuloksena saatiin valmis projektinhoito-opas sekä toimiva rakennusautomaatiojärjestelmä päiväkotiin.</p>	
Avainsanat	saneeraus, projektinhoito, rakennusautomaatio, fidelix

Author Title	Allan Välimaa Building Automation in Renovation Project Management (FIDELIX)
Number of Pages Date	28 pages + 2 appendices 9 April 2021
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Electrical and Automation Engineering
Professional Major	Automation Technology
Instructors	Markku Inkinen, Senior Lecturer Harri Bamberg, Department Chief
<p>The subject of this thesis work is building automation project management in renovation projects. The thesis handles project management also more generally. The thesis report is based mostly on a day care center project, which was managed by a company called Fidelix Oy.</p> <p>The aim was to make a project management guide, which project executives can utilize in their own projects. Also, students or people interested in automation industry will get clear view of the project management in Fidelix Oy.</p> <p>The thesis work was started by finishing the day care center project in Fidelix Oy. During the management of the day care center Fidelix was implementing an introduction for a new project executive. The introduction gave some knowledge and skills, and introduced to some software, systems and products, which the company is involved with. After the project was finished, the thesis was written based on the experience and knowledge gathered during the project management.</p> <p>The result is a complete project management guide and a functional building automation system integrated in the day care center.</p>	
Keywords	renovation, project management, building automation and control, fidelix

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusautomaatio yleisesti	2
2.1	Rakennusautomaatio lyhyesti	2
2.2	Yleistietoa projektinhoidosta	2
2.3	Järjestelmiä	4
2.3.1	Valvonta-alakeskus	4
2.3.2	Lämmönjakokeskus	6
2.3.3	IV-koneet	7
3	Projektin toteutuksen vaiheet	8
3.1	Luovutus myynniltä toteutukseen	8
3.2	Projektinohitajan laatimia luetteloita ja kuvia	10
3.2.1	Venttiililuettelo	10
3.2.2	Veto- ja laiteluettelo	11
3.2.3	VAK layout -kuva	11
3.2.4	Kilpiluetelo	13
3.3	FX-Editor	13
3.3.1	Grafiikkakuvien teko	13
3.3.2	Pistetietokannan luominen	15
3.3.3	Moduulien konfiguraatio	15
3.4	IEC-ohjelmointi	16
3.4.1	Ohjelmoinnin aloitus	16
3.4.2	Ohjelman ajo	18
3.4.3	Virheiden etsintä	18
3.5	Työmaavaihe	19
3.5.1	Asennukset	21
3.5.2	Kytkenät	21
3.5.3	Viritykset	22
3.5.4	Tarkastukset	23

3.6	Luovutus	24
3.6.1	Toimintakokeet	24
3.6.2	Käytönopastus	25
3.6.3	Loppudokumentointi	25
4	Yhteenveto	27
	Lähteet	29
	Liitteet	
	Liite 1. Pakkasrajoituksen paineiden lasketut asetusarvot IV-koneelle	
	Liite 2. Projektin toteutus ja luovutus huoltoon	

## Lyhenteet

IV	Ilmanvaihto.
LJK	Lämmönjakokeskus.
LTO	Lämmöntalteenotto.
RAU	Rakennusautomaatio.
VAK	Valvonta-alakeskus.

## 1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö perustuu pääasiallisesti erään päiväkodin automaatioasaneeraukseen, jonka on toteuttanut rakennusautomaatioyhtiö Fidelix Oy. Apuna on käytetty kokemuksia muista saneerausprojekteista. Työn tarkoituksena oli tehdä projektinhoito-opas saneerauskohteita varten sekä uusille että kokeneille projektinhoitajille. Työssä halutaan esittää myös mahdollisia ongelmatapauksia, joita projektinhoitaja kohtaa projektin eri vaiheissa.

Fidelix Oy on Pohjoismaiden rakennusautomaation markkinajohtaja, joka perustettiin vuonna 2002. Yhtiö toteuttaa energiatehokkaita ja luotettavia järjestelmiä avoimella rajapinnalla pitäen sisällän laadukkaana. Vuosiliikevaihto on yli 50 miljoonaa euroa, ja työntekijöitä on noin 360, joista suurin osa on Suomessa. Fidelix-järjestelmää käytetään myös ulkomailla. 2020 joulukuussa Assemblin Oy osti kaikki Fidelix Groupin osakkeet. [1.]

Rakennusautomaatio koostuu mm. lämmönjakokeskuksista, ilmanvaihtokoneista, sähköjauksista sekä hälytysjärjestelmistä. Näitä varten on käyttöliittymiä alakeskuksissa ja valvomoissa, mistä nähdään mittauksia, koneiden tiloja sekä hälytyksiä. Projekteissa ollaan tiiviissä yhteistyössä mm. sähkö-, IV- ja putkiurakoitsijoiden kanssa. Yleensä projektinhoitaja kilpailuttaa ulkopuolisen aliurakoitsijan automaatiourakan asennuksia ja kytkentöjä varten, mutta Fidelixillä voidaan usein turvautua Fidelixin omiin automaatioasentajiin.

Kun jatkossa viitataan ”tähän projektiin”, niin silloin on kyse johdannon alussa mainitusta päiväkotiprojektista.

## 2 Rakennusautomaatio yleisesti

### 2.1 Rakennusautomaatio lyhyesti

Rakennusautomaatiolla pyritään minimoimaan kiinteistöjen energiankulutus. Kiinteistöistä riippuen lämmityksen tai ilmanvaihdon ei tarvitse käydä täydellä teholla jatkuvasti. Esimerkiksi päiväkodissa lämmitystä voidaan pudottaa illaksi ja yöksi pienemmälle ja ilmanvaihdon voi pysäyttää kokonaan, kun talossa ei ole käyttäjiä. Etenkin Suomen vuodenaikojen mukaiseen ilmaston vaihtelevuuteen pystytään mukautumaan ja tekemään kiinteistöön suotuisat olosuhteet, kun säädöt ja ohjaukset riippuvat esimerkiksi lämpötilasta, kellonajasta tai kosteudesta. Samalla saadaan kiinteistölle käytännöllisiä etuja, kuten kerrostalon yhteissaunan kiukaan ajastus tietyille ajoille, älykäs ja nopea vesimittareiden lukeminen, tai tiettyjen ulkovalojen ohjaus tietyn kellonajan tai valoisuuden mukaan.

### 2.2 Yleistietoa projektinhoidosta

RAU-projektinhoitaja pyrkii ohjaamaan muita urakoitsijoita niin, että hän pystyy toteuttamaan suunnitelmien mukaiset automaatiojärjestelmät. Tämä vaatii myös asioiden varmistelua ja dokumenttien tarkastuttamista kohteen suunnittelijalla. Kuten kuvassa 1 näkyy, hankkeessa on sovittu, mitä laitteita tai osia kukin urakoitsija toimittaa ja asentaa. Esimerkiksi, jos IV-urakoitsija järjestää pakettivalmiin IV-koneen toimituksen, voi projektinhoitaja pyytää mahdollisesti Fidelixin säätimellä varustettua pakettia, mikä helpottaa projektinhoitajan työskentelyä. Myös muut muiden urakoitsijoiden toimittamat väylälaitteet on hyvä tietää ennalta siltä varalta, jos jokin muu laite olisi helpompi liittää järjestelmään, tai alkuperäinen laite ei sovellukaan tarvittavaan käyttöön.



<b>Tunnus:</b>	<b>LP01</b>
Laite:	Lämmityspatteri
Lämmitysteho:	6,7kW
Paine-ero (ilma):	6 Pa
Ilman lämpötilat (tuleva / lähtevä):	9,1 °C / 20,0 °C
Veden lämpötilat (tuleva / lähtevä):	50 °C / 30 °C
Virtaama (vesi):	0,08 l/s
Paine-ero (vesi):	1,3 kPa
<b>Tunnus:</b>	<b>P01</b>
Laite:	Kiertovesipumppu
Hankinta:	PU
Asennus:	PU
Virtaama:	0,08 l/s
Painetuotto:	35 kPa
Neste:	Vesi
Sähkötehoarvio:	0,15 kW
<b>Tunnus:</b>	<b>FV01</b>
Laite:	Säätöventtiili
Hankinta:	AU
Asennus:	PU
Malli:	Kaksitieventtiili
Virtaama:	0,05 l/s
Painehäviö:	15 kPa
Neste:	Vesi

Kuva 1. Suunnitelmien laiteluettelossa kerrotaan, kenen urakoitsijan pitää hankkia ja asentaa tietty laite.

Projektinhoitaja tekee automaatio suunnitelmat, tarvittavat laitetilaukset ja käyttöliittymään tarvittavat grafiikat ja ohjelmat. Näitä varten projektinhoitaja joutuu usein turvautumaan laitevalmistajien tukeen, muiden urakoitsijoiden tietoihin sekä hankkeen suunnittelijoihin. Automaatioasennuksia ja -kytkentöjä varten projektinhoitaja järjestää aliurakoitsijan, mitä Fidelixillä voi pyytää pienissä projekteissa tai saneerauskohteissa yhtiön omalta huolto-osastoltakin. Asennusten jälkeen projektinhoitaja testaa pisteet ja täyttää samalla itselleluovutus-dokumentin, jonka valmistuttua voidaan suorittaa varsinaiset tilaajan toimintakokeet. Hyväksytyjen toimintakokeiden jälkeen kohde on valmis käyttäjien vastaanotettavaksi.

RAU:n osuus tietyistä hankkeista on suhteellisesti pienempi kuin esimerkiksi sähkö- tai putkiurakoitsijan osuus. Projektinhoitajan työmaatyöskentelyn aloitus riippuu sähkö- ja putkiurakoitsijoiden töiden etenemisestä. Esimerkiksi sähköurakoitsijan pitää vetää kaapelit ja saada sähkönsyöttö valmiiksi ennen alakeskuksen tai toimilaitteiden asennuksia. Kun sähkö- ja putkiurakoitsijat ovat työmaalla kokonaisia kuukausia, riittää projektinhoitajalle olla työmaalla satunnaisia päiviä aina silloin tällöin, kun muiden urakoitsijoiden työvaiheet ovat valmistuneet. Työmaan aikataulutuksesta ja urakoitsijoiden eri työvaiheista johtuen projektinhoitajan työmaatyöskentely sijoittuu usein koko hankkeen loppuvaiheille.

## 2.3 Järjestelmiä

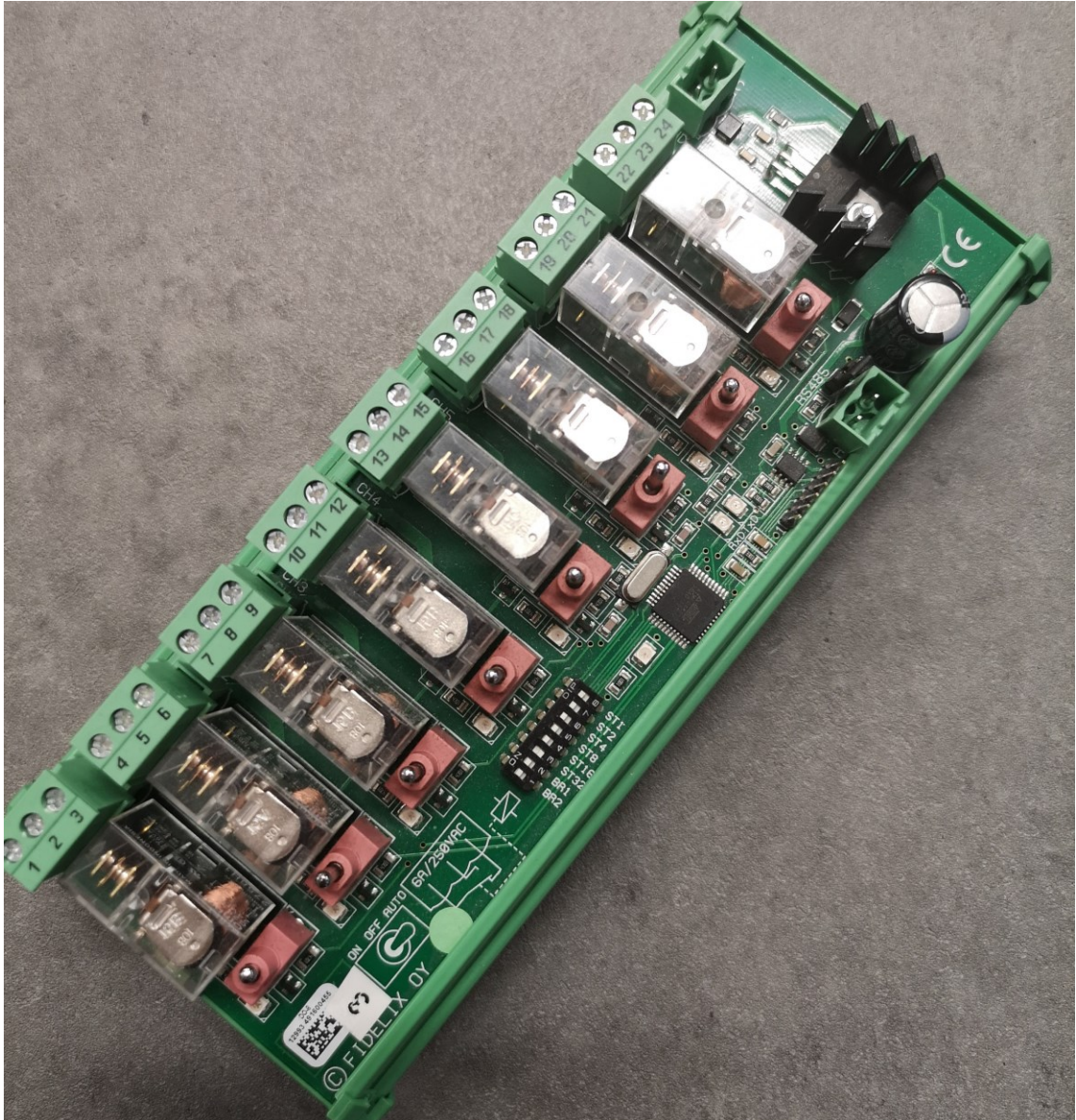
### 2.3.1 Valvonta-alakeskus

Valvonta-alakeskus on keskus, johon asennetaan ja kytketään pääsääntöisesti IO-kortteja eli moduuleja, Fidelixin CPU eli FX-3000-C sekä tarvittavia mediamuuntimia. CPU:ssa on alakeskuksen tietokanta, joka prosessoi kentältä saadun datan luodun ohjelman mukaisesti. Moduulit kytketään CPU:hun modbus-väylällä.



Kuva 2. Saneerattava alakeskus.

Fidelixin moduuleja ovat muun muassa DI-16, AI-8, DO-8, AO-8 sekä COMBI-36. Vastaavasti DI tarkoittaa digitaalista tuloa ja AO tarkoittaa analogista lähtöä. COMBI-36 on yhdistelmäkortti, jossa on 12 DO:ta ja muita pisteitä kahdeksan. [2.]



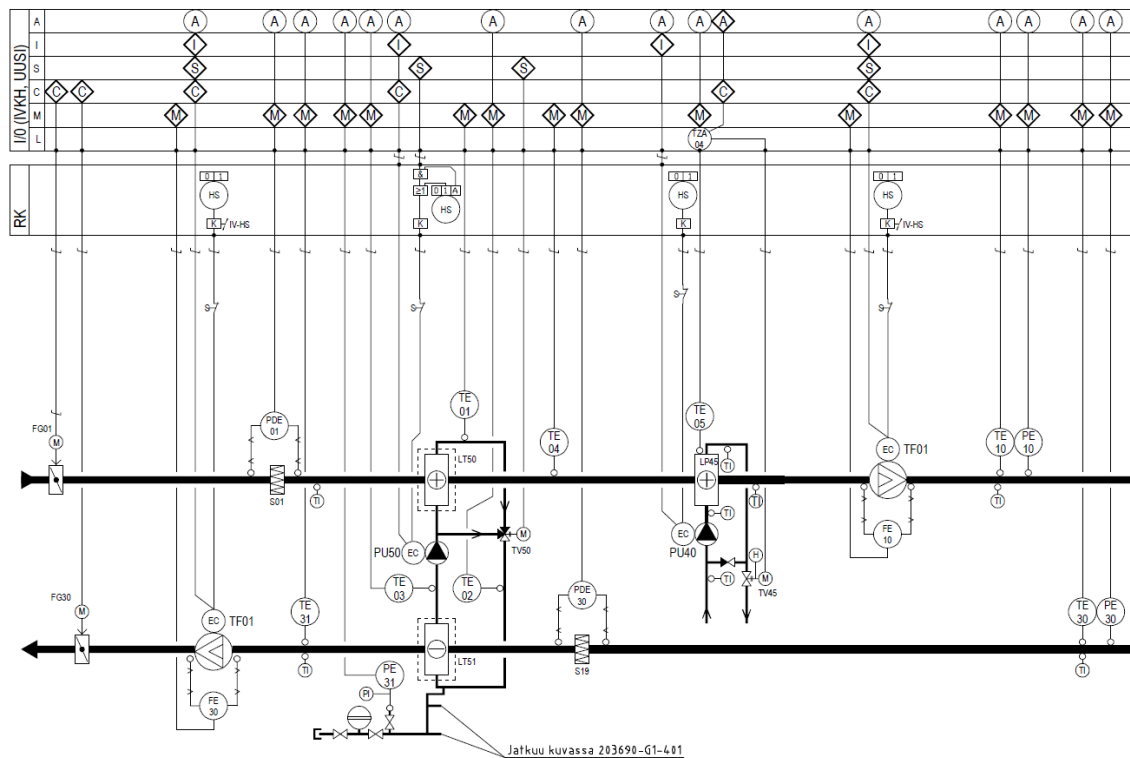
Kuva 3. DO-8 ohjausmoduli





### 2.3.3 IV-koneet

IV-koneita on tulo- ja poistoyhdistelminä sekä pelkinä poistopuhaltimina. IV-koneen toiminta perustuu kanavassa olevaan puhaltimeen, jonka pyörimisnopeutta säädetään haluttuun ilmamäärään. IV-koneen mekaanisia osia ovat lämmöntalteenotto eli LTO, tuloilman lämmityspatteri, peltimoottorit sekä paine- ja lämpötilamittauspisteet. LTO:lla hyödynnetään poistokanavan lämpöenergiaa, jota siirretään tässä projektissa glykolipiirin avulla tulokanavaan, jotta esimerkiksi kylmällä ilmalla sisään puhallettavaa ilmaa saadaan esilämmitettyä [3]. Jälkilämmityspatteri lämmittää sisään puhallettavan ilman haluttuun lämpötilaan. Tämä patteri saa lämpöenergiansa lämmönjakokeskuksen lämmityspiiriltä.



Kuva 5. Kuvankaappaus IV-koneen säätökaaviosta.

Käytännössä IV-kone toimii seuraavanlaisesti: Ennen käynnistyshetkeä LTO- ja jälkilämmityspiirin venttiilit ovat kiinni, kanavien peltimoottorit ovat kiinni ja puhaltimet eivät pyöri. Vain lämmityspatterin pumppu käy. Kanavien lämpötilat ovat tasoittuneet lähelle kiinteistön huonelämpötiloja ja painemittaukset näyttävät nollaa. Käynnistyshetkellä

peltimoottorit avautuvat. Asetetun viiveen jälkeen puhaltimet alkavat pyöriä hakeutuen haluttuun kanavapaineeseen. Samalla LTO ja jälkilämmityspatteri aktivoituvat säilyttäen tuloilman lämpötilan halutussa arvossa. Muutaman minuutin päästä puhaltimet ovat saavuttaneet halutut pyörimisnopeudet haluttuun kanavapaineeseen nähden, ja hyvin virityt lämmityspiirit ovat taanneet huojumattoman tuloilman lämpötilan.

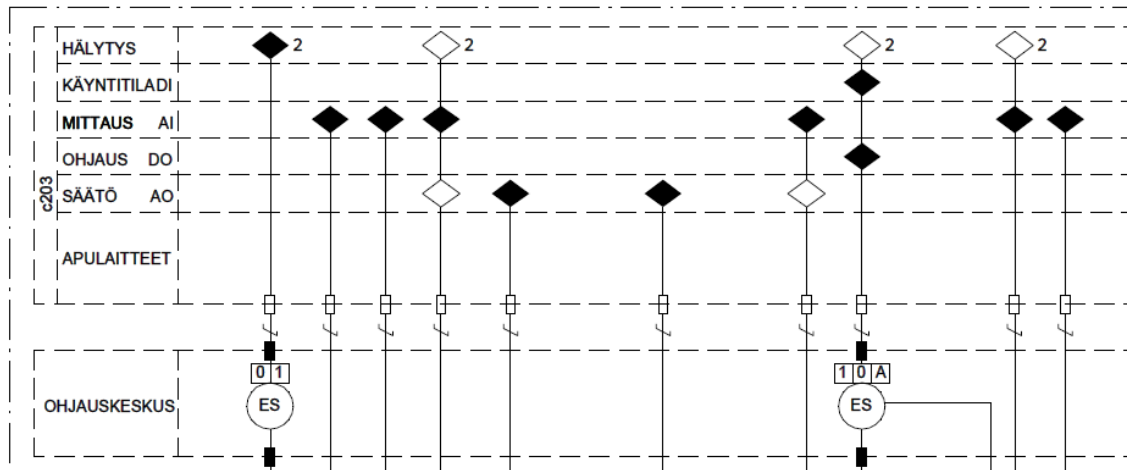
Tässä projektissa haluttiin uusia IV-koneen toimilaitteet mutta vanhat kanavat säilytettiin.

### 3 Projektin toteutuksen vaiheet

#### 3.1 Luovutus myynniltä toteutukseen

Projektinhoidon ensimmäinen vaihe on projektin vastaanotto Fidelixin myynniltä. Myynti on laatinut kohteen säätökaavioiden pohjalta laskentataulukon, jossa näkyy alustava määrä muun muassa tarvittavia laitteita, pisteitä sekä työtunteja. Laskentataulukon ohella myynti on järjestänyt automaatioon liittyvät dokumentit projektinhoitajan saataville. Säätökaavioiden avulla projektinhoitaja pääsee suunnitteluvaiheeseen, mutta sitä ennen myynnin kanssa on hyvä pitää aloituspalaveri, jossa projekti käydään läpi. Tässä palaverissa pystytään keskustelemaan toistaiseksi epäselvistä asioista, joita projektinhoitajan pitää selvittää tilaajalta, pääurakoitsijalta tai suunnittelijalta. Saneerausprojekteissa voi heti olla kiire saada uusi lämmönjakokeskus valmistukseen sekä yliheittoon, eli vanhan järjestelmän korvaaminen uudella.

Fidelixin myynti sopii tilaajan kanssa maksuerätaulukon, jossa näkyvät summat, joita voi laskuttaa, kun summan selitteen mukainen työvaihe on suoritettu. Projektinhoitaja sopii vähintään tilaajan kanssa laskutusten hyväksyttämistavoista – riittääkö kuittaus sähköpostissa vai tarvitaanko kirjallinen allekirjoitus lomakkeeseen. Isoissa projekteissa saattaa tarvita myös tietyn valvojan sekä pääurakoitsijan allekirjoituksen tilaajan vakuuttamiseksi, että tietyt työvaiheet on tehty. Aina, kun projektinhoitaja saa myönteisen kuittauksen laskutuksen hyväksyntään, lähetetään Fidelixin taloushallintoon laskutuspyyntö kuitatusta maksuerästä projektinumeron ja kohteen nimen saattamana.



Kuva 6. Heti myynnin luovutuksen jälkeen säätökaaviot eivät välttämättä ole täysin päivitettyjä. Suunnitelmien mukaan kuvan lämmönjakopaketin pisteet kytketään Ouman C203 -säätimeen, vaikka myynti on neuvotellut sen toteutettavaksi ilman omaa säädintä – eli kytkettäväksi riviliitinkotelon kautta VAKiin.

Myynnin luovutuksen jälkeen projektinhoitajalla saattaa olla vain tilaajan tai pääurakoitsijan yhteystiedot. Projektinhoitaja sopii työmaavierailun, jossa työmaata kierretään pääurakoitsijan kanssa. Sähköasentajan ja putkimiehen läsnäolo on myös eduksi, sillä he ovat saattaneet tai aikovat tehdä jotain kaapelointeja tms. poiketen suunnitelmista. Viimeistään työmaavierailulla on hyvä saada sähkö- ja putkiurakoitsijan sekä suunnittelijan yhteystiedot, jotta epäkohtia selvitetessä voidaan pitää tarvittavat henkilöt ajan tasalla. Tähän auttaa myös pääsy projektikohtaiseen projektipankkiin, johon pääurakoitsijalta pyydetään käyttöoikeudet. Projektipankkiin on koottu viimeisimmät versiot suunnitelmista, jotta urakoitsijat näkevät suunnitelmien tuoreimmat revisiot sekä muutoslehdet.

PIIR.	REV	MUUTOS
001	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- korjattu maininta alapohjan tuuleuksesta radontuuledukseksi</li> <li>- lisätty kohtaan 3.1 maininta että radonhuippuimurin hankinta ja asennus kuuluu ilmanvaihtourakkaan</li> <li>- lisätty kohtaan 3.2 maininta että radontuuletusputkiston hankinta ja asennus kuuluu putkiurakkaan</li> <li>- lisätty kohtaan 14 HSY:n liitoskohtalausunta</li> </ul>
003	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lisätty radontuuletuksen huippuimuri 303PF03</li> <li>- poistettu varauksena olleen vedenjäähdytyskoneen sähkötiedot</li> </ul>
005	C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- lisätty alapohjan radontuuletuksen huippuimuri 303PF03</li> </ul>

Kuva 7. Muutoslehti näyttää suunnitelman nimen, version ja selitteen muutoksesta.

### 3.2 Projektinhoitajan laatimia luetteloita ja kuvia

Riippuen tarpeesta ja urakan kattavuudesta saneerauskohteissa ei ole aina muutettu kohteen kaikkia alkuperäisiä säätökaavioita. Tässä projektissa IV-koneiden ja LJK:n suunnitelmat oli päivitetty, mutta erillispisteet ja sähköohjaukset olivat vuodelta 1998. Tässä tilanteessa sähköasentaja kertoi, kuinka edellä mainittujen pisteiden kanssa toimitaan. Jotta projektinhoidon suunnitteluvaihe alkaisi hyvin, on suotavaa, että kommunikointi toimii eri urakoitsijoiden välillä.

Seuraavat luettelot arkistoidaan kohteen huoltoja tai uudelleensaneerauksia varten, jotta vanhatkin suunnitelmat on hyvä päivittää tai säilyttää.

#### 3.2.1 Venttiililuettelo

Projektinhoitajan pitää selvittää LJK:n venttiilit ja toimilaitteet suunnitelmien mukaisten virtaamien, painearvojen ja Kv-arvojen avulla. Fidelixillä on käytössä Excel-tilaustaulukko, jossa laskenta antaa tietyt venttiilit toimilaitteineen tietyllä Kv-arvolla. Vaikka painehäviön eroa saattaa muodostua suunnitellun arvon ja tietyllä venttiilillä aiheutuvan arvon välillä niin suunnittelijalta voi tarkistaa, onko paine-ero sopivan pieni. Kun suunnittelija hyväksyy projektinhoitajan valitsevat venttiilit, lähetetään nämä lämmönsiirtimen valmistajalle. LJK:n valmistajalla voi olla erityisiä ehtoja, kuten toimitettavien laitteiden ja venttiilien toimitus yhdessä paketissa. Projektinhoitaja voi tilata osan tavaroista suoraan laitevalmistajalta Fidelixin varastoon, ja varaston henkilökuntaa voi pyytää tilaamaan muiden valmistajien laitteita myös varastoon, jossa LJK:n tavarat voidaan koota valmiiksi yhdeksi paketiksi. Venttiilien toimilaitteet ja taskuun asennettavat anturit voi asentaa vasta työmaalla. Kohteessa voi olla myös LJK:n ulkopuolisia venttiilejä, jotka selvitetään samalla tavalla mutta toimitetaan suoraan kohteen putkiurakoitsijalle. Hänelle toimitetaan myös LJK:n ulkopuolella olevien vesiantureiden taskut, joihin automaatioasentaja asentaa anturit myöhemmin.

Myynti on sopinut neuvotteluissaan, toimittaako RAU-urakoitsija lämmönjakokeskuksen venttiilit ja toimilaitteet vai toimittaako putkiurakoitsija ne. Tässä tilanteessa RAU-urakoitsijan ei tarvitse tehdä venttiililuetteloita koskevia toimenpiteitä.

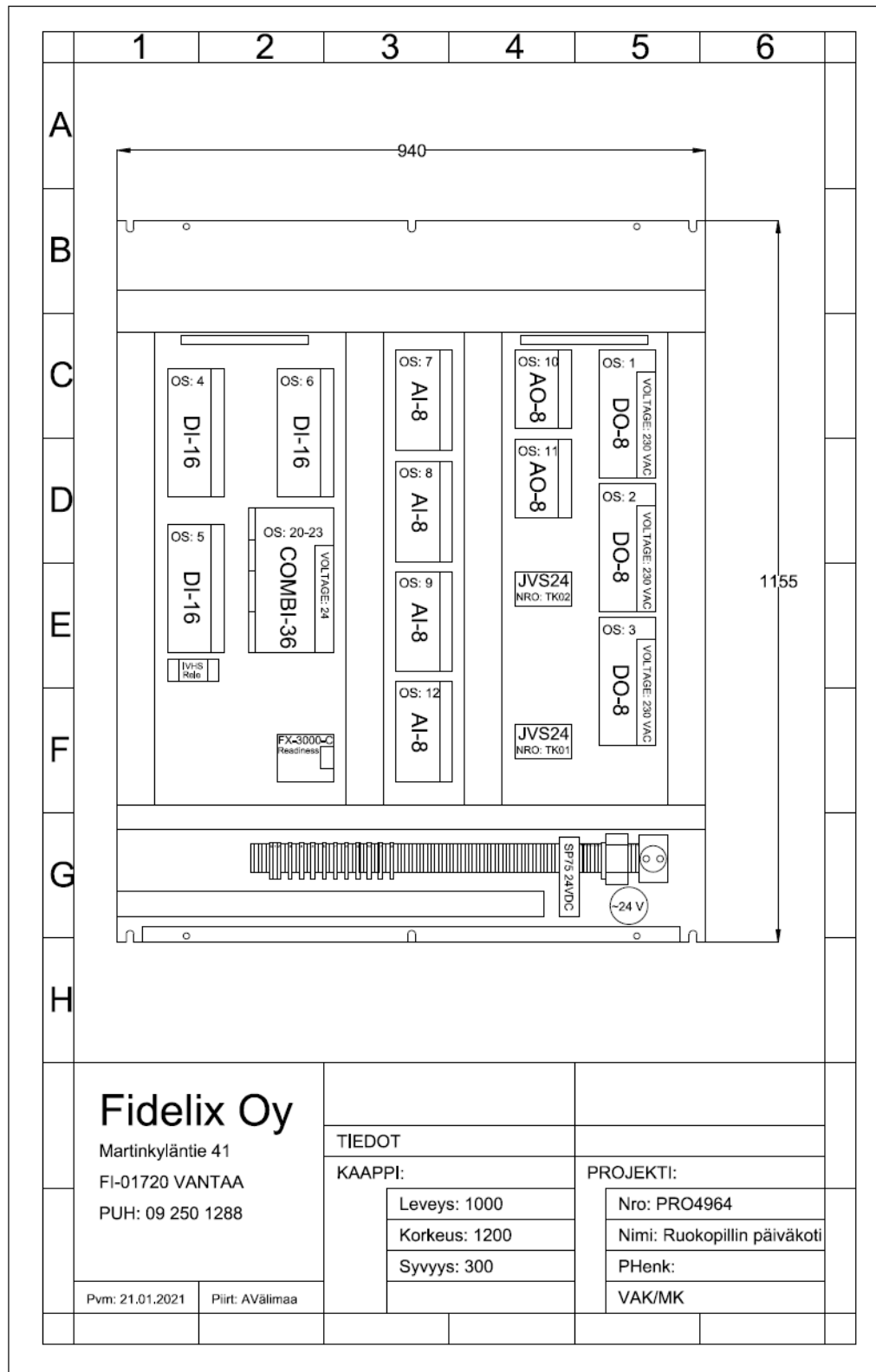


### 3.2.2 Veto- ja laiteluettelo

Saneerauskohteissa on paljon vanhoja kaapelointeja, joita voidaan käyttää uusien toimilaitteiden kanssa. Uusia järjestelmiä varten tarvitaan kuitenkin kaapeloinnit, joten sähköasentajaa varten laaditaan vetoluettelo. Tästä sähköasentaja pystyy päättämään, mikä laite kaapeloidaan, mistä ja mihin kaapeli vedetään ja millä kaapelilla. RAU-puolella yleisimmät kaapelityypit ovat NOMAK ja JAMAK, joissa on 0,5 mm<sup>2</sup> paksuisia parijohtimia. 230 V:n ohjauksiin käytetään MMO- tai MMJ-tyyppiä, eli vähintään 1,5 mm<sup>2</sup> paksuisia johtimia. Vetoluetteloon voi täsmentää esimerkiksi väylällä kytkettävien energiamittareiden tai sarjaan kytkettävien lattialämmitysventtiilien mahdollisesta ketjutuksesta. Tässä tilanteessa saman säätöviestin voi jakaa useammalle säätöventtiilille, jolloin jokaiselle venttiilille ei tarvitse vetää kaapelia erikseen.

### 3.2.3 VAK layout -kuva

Jos tarvitaan uutta VAK-kaappia, niin se pitää suunnitella CADS-ohjelmalla Fidelixin VAK-tuotantoa varten. Tässä kohteessa oli valmiiksi vanha alakeskus, jonka kalusteet uusittiin, joten layout-kuvan piirto tehtiin vasta projektin loppuvaiheilla dokumentointia varten. Layout-kuvaan piirretään moduulit, riviliittimet sekä muut laitteet kuten CPU, jäätymissuojat ja tarvittavat apureleet. Fidelixillä on valmiita VAK layout -pohjia eri kokoisille kaapeille ja VAKin kalusteille. Tässä projektissa käytettiin kohteen vanhaa VAK-kaappia, jonka kalusteet uusittiin. Kaapin mittojen mukaista pohjaa ei löytynyt, joten CADS:lla piti tehdä uusi kuva vanhan kaapin mitoilla.



Kuva 8. VAK layout -kuva.

### 3.2.4 Kilpiluetelo

Jokainen kenttälaite merkitään osoitekilvillä, joissa lukee laitteen tunnus. Kilvet kiinnitetään joko tarrapinnalla laitteen läheisyyteen tai nippusiteellä laitteen kaapelointiin. Projektinhoitaja merkitsee vain toimittamansa laitteet. Jotkut laitteet kuten seinään asennettava huoneanturi on helpompi merkitä DYMO-tarralla, eli kaikkia projektinhoitajan toimitamia laitteita ei välttämättä merkitä kilvillä.



Kuva 9. Osoitekilvessä on järjestelmä- ja laitetunnus, sekä lyhyt kuvaus laitteen toiminnasta, ominaisuuksista sekä vaikutusalueesta.

## 3.3 FX-Editor

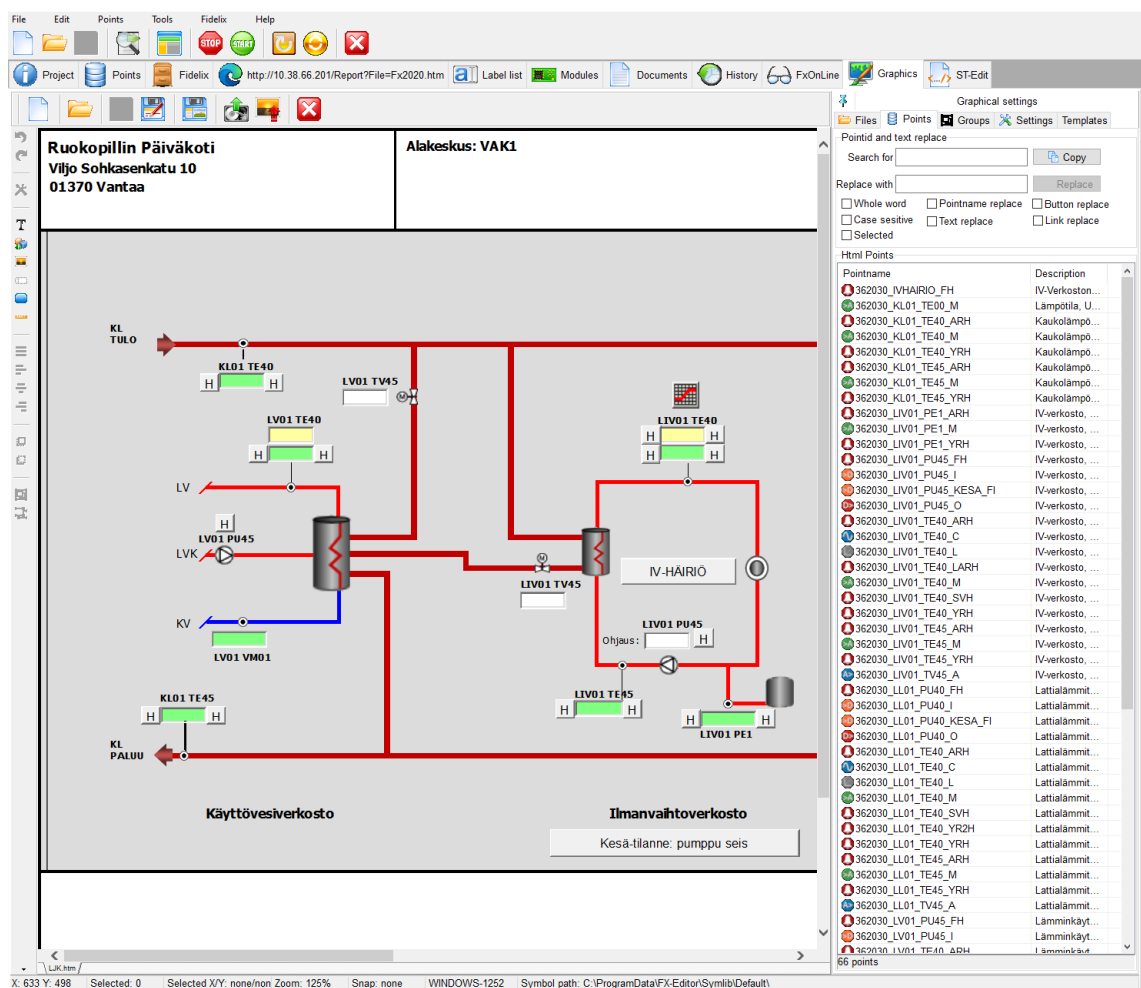
FX-Editorilla luodaan Fidelix CPU:hun ala-aseman järjestelmä eli käyttöliittymä, pistetietokanta ja IEC-ohjelma. FX-Editor-projektitiedostoja tehdään saman verran kuin kohteessa on alakeskuksia. Projektia testatessa toimistolla luodaan yhteys projektinhoitajan testaus-CPU:hun IP-osoitteella. FX-Editorilla myös syötetään tai luetaan tietoa CPU:sta.

### 3.3.1 Grafiikkakuvien teko

FX-editor-työskentely alkaa grafiikoiden luomisella. Grafiikat sisältävät symboleita ja tekstilaatikoita, joille voidaan antaa pistetunnuksia. Fidelixillä on käytössä Templateja eli valmiita malligrafiikoita. Niiden avulla grafiikat ja IEC-ohjelman teko nopeutuvat huomattavasti.

Fidelixin Templateja on mm. lämmönjakokeskuksista sekä IV-koneista eli yleisimmistä laitekokonaisuuksista. Template-aloituksessa valitaan haluttujen piirien pisteet ja muokataan niiden pistetunnusten osia. Pistetunnus muodostuu yleensä rakennusosasta, järjestelmäosasta, laiteosasta sekä pisteen tyypistä, esimerkiksi ALEPA\_301TK\_TE01\_M:stä.

Kun Templatesta on saatu haluttu laitekokonaisuus, sitä voidaan muokata samalla tavalla, kuin grafiikkaa alkaisi tekemään tyhjältä sivulta. Kannattaa olla muokkaamatta pistetunnuksia myöhemmin, koska Template luo samalla IEC-ohjelman määritellyillä pistetunnuksilla.



Kuva 10. FX-Editorin Graphics-välilehti. Kuvassa on kaukolämpökeskus

### 3.3.2 Pistetietokannan luominen

Kun tietty grafiikkakuva on tehty, kuva liitetään projektiin Graphics-ikkunan Files-välilehden tiedostopuussa Includefile-toiminnolla. Tällöin kuvan pisteet tulevat näkyviin Points-välilehden Import-ikkunaan. Pisteet voi lisätä filtterin kautta pistetietokantaan, jolloin pisteet saavat valmiiksi täytettyjä ominaisuuksia, kuten DI-pisteen On/OffDelay-aika tai AO-pisteen kuvaus eli StateText. Toimiva filtterin käyttö nopeuttaa pistetietokannan työstämistä. Pisteitä voi käsitellä Points-ikkunassa yksitellen tai useamman kerrallaan.

Pointname	Text	Type	I/O
362030_PV01_TE40_C	Patteriverkosto, Lämpötila, Menovesi, Asetusarvo	Control point	---
362030_PV01_TE40_L	Patteriverkosto, Lämpötila, Menovesi, Asetusarvo ulk...	LookUp Table	---
362030_PV01_TE40_M	Patteriverkosto, Lämpötila, Menovesi, Mittaus	Analog in	03.008:07
362030_PV01_TE40_SVH	Patteriverkosto, Lämpötila, Menovesi, Sääätövikahälytys	Alarm	00.000:00
362030_PV01_TE40_YRH	Patteriverkosto, Lämpötila, Menovesi, Ylärajahälytys	Alarm	00.000:00
362030_PV01_TE45_ARH	Patteriverkosto, Lämpötila, Paluuvesi, Alarajahälytys	Alarm	00.000:00
362030_PV01_TE45_M	Patteriverkosto, Lämpötila, Paluuvesi, Mittaus	Analog in	03.022:02
362030_PV01_TE45_YRH	Patteriverkosto, Lämpötila, Paluuvesi, Ylärajahälytys	Alarm	00.000:00
362030_PV01_TV45_A	Patteriverkosto, Säättöventtili, Säättöviesti	Analog out	03.010:03
362030_SJ01_AL01_FH	Lämmitys, Autopaikat	Alarm	00.000:00
362030_SJ01_AL01_I	Lämmitys, Autolämmitys, Indikointi	Indication	03.005:01
362030_SJ01_AL01_O	Lämmitys, Autolämmitys, Ohjaus	Digital out	03.002:08
362030_SJ01_AL01_RM	Lämmitys, Autopaikat	Analog in	00.000:00
362030_SJ01_AL01_T	Lämmitys, Autopaikat, Aikaohjelma	Time schedule	---

Kuva 11. Points-ikkuna. Pistetunnuksen lisäksi pisteille ominaista on lyhyt kuvaus, pisteen tyyppi sekä osoite moduulissa.

Grafiikkakuvat, symbolit ja pisteet viedään CPU:hun Upload-toiminnolla. Yksittäisiä pisteitä CPU:ssa voi päivittää Upload selected points -toiminnolla, jolloin vain valitut pisteet viedään CPU:hun.

### 3.3.3 Moduulien konfiguraatio

Pisteet, jotka syötetään kentälle tai luetaan kentältä, kytketään moduuleihin. Points-ikkunassa nämä pisteet määritetään fyysisiksi, ja voidaan liittää tiettyyn osoitteeseen. Nopeampi keino on raahata pisteitä Modules-ikkunassa, jossa voi määrittää useamman pisteen kerralla.

Port.Module...	Pointname	Text	Module sockets		Pointname	Text	Type
<b>DO-8</b>	<b>Pointname</b>	<b>Text</b>	<b>Module sockets</b>				
03.001:01	362030_TK...	TK01/PK01...	(C) 1,(NO) 2,(NC) 3		362030_KV01...	Vesimit...	Analo...
03.001:02	362030_TK...	TK01/PK01...	(C) 4,(NO) 5,(NC) 6		362030_LL01_...	Lattialä...	Indica...
03.001:03	362030_TK...	TK01/PK01...	(C) 7,(NO) 8,(NC) 9		362030_LL01_...	Lattialä...	Digita...
03.001:04	362030_TK...	TK01/PK01...	(C) 10,(NO) 11,(NC)		362030_SJ01...	Oviluko...	Indica...
03.001:05	362030_TK...	TK02, Poist...	(C) 13,(NO) 14,(NC)		362030_TJ01_...	Rikosil...	Alarm
03.001:06	362030_TK...	TK02, Poist...	(C) 16,(NO) 17,(NC)		362030_TK01...	TK01/P...	Indica...
03.001:07	362030_TK...	TK01/PK01...	(C) 19,(NO) 20,(NC)		362030_TK01...	TK01/P...	Indica...
03.001:08			(C) 22,(NO) 23,(NC)		362030_TK02...	TK02, ...	Indica...
<b>DO-8</b>	<b>Pointname</b>	<b>Text</b>	<b>Module sockets</b>		362030_TK02...	TK02, T...	Indica...
03.002:01	362030_TK...	TK01/PK01...	(C) 1,(NO) 2,(NC) 3		362030_TK01...	TK01/P...	Digita...
03.002:02	362030_SJ...	Ovilukot, O...	(C) 4,(NO) 5,(NC) 6				
03.002:03	362030_VJ...	Valot, Pylvä...	(C) 7,(NO) 8,(NC) 9				
03.002:04	362030_VJ...	Valot, Pylvä...	(C) 10,(NO) 11,(NC)				
03.002:05	362030_VJ...	Valot, Sein...	(C) 13,(NO) 14,(NC)				
03.002:06	362030_VJ...	Valot, Num...	(C) 16,(NO) 17,(NC)				
03.002:07	362030_SJ...	Lämmitys, ...	(C) 19,(NO) 20,(NC)				
03.002:08	362030_SJ...	Lämmitys, ...	(C) 22,(NO) 23,(NC)				
<b>DO-8</b>	<b>Pointname</b>	<b>Text</b>	<b>Module sockets</b>				
03.003:01	362030_SJ...	Sivukello-oh...	(C) 1,(NO) 2,(NC) 3				
03.003:02	362030_SJ...	Sivukello-oh...	(C) 4,(NO) 5,(NC) 6				
03.003:03	362030_VJ...	Sammutus...	(C) 7,(NO) 8,(NC) 9				
03.003:04	362030_VJ...	Valot, Sisäv...	(C) 10,(NO) 11,(NC)				
03.003:05	362030_PV...	Patteriverko...	(C) 13,(NO) 14,(NC)				
03.003:06	362030_LIV...	IV-verkosto,...	(C) 16,(NO) 17,(NC)				
03.003:07	362030_TK...	TK02, Poist...	(C) 19,(NO) 20,(NC)				
03.003:08	362030_HJ...	LVIA-jatkoh...	(C) 22,(NO) 23,(NC)				

Kuva 12. Modules-ikkuna. Ikkunan oikealta puolelta voi raahata pisteitä vasemmalle puolelle haluttuun moduuliosoitteeseen.

### 3.4 IEC-ohjelmointi

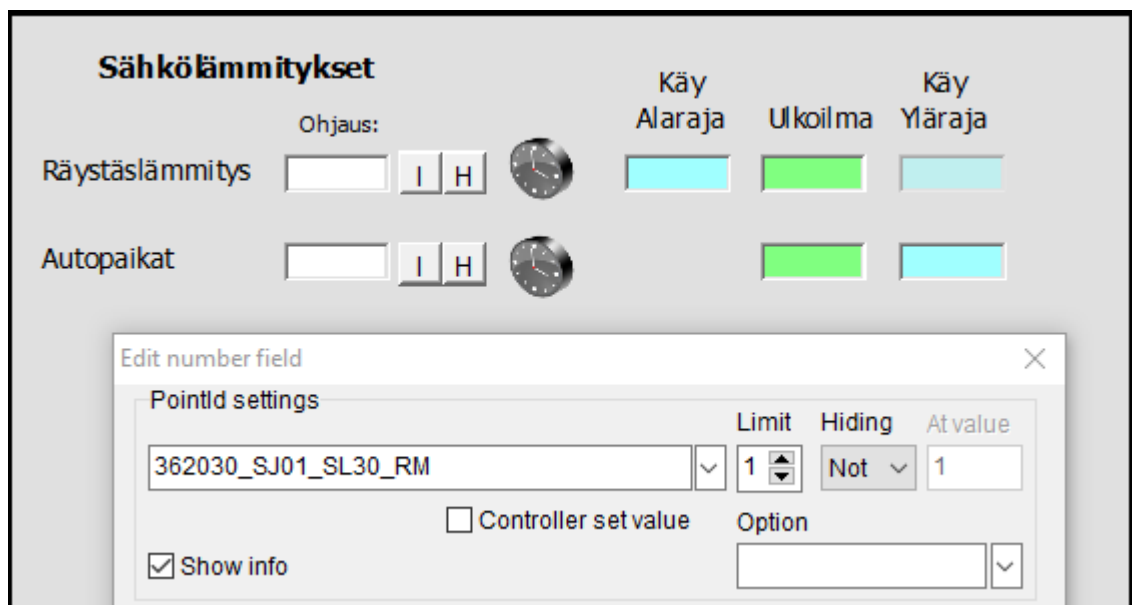
FX-Editorissa on oma ST-edit-ikkuna, jossa IEC-ohjelmointi tehdään. Pitkään käytössä oleva erillinen OpenPCS-ohjelmisto eroaa vain ulkoisesti FX-Editorin ST-edit-ohjelmointiympäristöstä, eli molemmissa on samat mahdollisuudet luoda IEC-ohjelmaa.

#### 3.4.1 Ohjelmoinnin aloitus

Fidelixillä tehdään IEC-ohjelmat Structured Text -kielellä. Templaten käytöllä saadaan valmiita ohjelmia, jotka koostuvat Function Blockkeista ja kutsuntakoodista. Pienien järjestelmien kuten poistopuhaltimien ohjelmat voidaan kirjoittaa käsin. Koodi muodostuu

kolmesta osasta: muuttujien esittelystä, ohjelmasta sekä tulostuksista. Muuttujien tyypit pitää myös määritellä Variables-välilehdellä eli onko muuttuja esimerkiksi kokonais- vai reaali-luku vai Function Block. Ohjelmaosiossa pystyy toteuttamaan IF-lauseilla sekä alkeellisia kuin kehittyneempiäkin ohjelmia. Rakennusautomaatiossa vertaillaan usein lämpötiloja haluttuun asetusarvoon tai luetaan laitteiden tilatietoja, joiden perusteella tulostetaan arvoja Output-pisteisiin.

Yksinkertaisia ohjelmia voi tehdä myös FX-Editorin Points-välilehdellä ilman tekstityypistä ohjelmointia. Ohjauspisteeseen voidaan liittää aikaohjelma, joka ohjaa haluttua pistettä tiettyyn arvoon tiettyinä kellonaikoina. Asetusarvopisteeseen voidaan liittää haluttu mittauspiste ja määrittää viritysarvot I ja P. Fidelixillä pyritään välttämään ohjelmassa kirjoitettuja arvoja eli kovakoodausta. Näiden sijaan luodaan fiktiivisiä pisteitä, joiden arvoja voi muokata suoraan käyttöliittymässä. Näin ohjelman käyttäytymiseen voidaan vaikuttaa ilman, että koodia muokataan. Esimerkiksi ulkovalojen syttymisrajalle voidaan tehdä fiktiivinen mittauspiste, kuten ulkovaloisuuden raja-arvo, johon voidaan syöttää haluttu arvo.



Kuva 13. Grafiikkakuvan oikeaan yläreunaan on lisätty vaaleansininen, fiktiivinen mittauspiste, jonka Edit-ikkunassa voidaan määrittää tälle jo olemassa oleva pistetunnus. Tämän lisäksi ikkunasta määritetään pisteen Limit eli monentena raja-arvona piste toimii. Raja-arvoja voi määrittää pisteellä maksimissaan kahdeksan kappaletta. IEC-ohjelmassa raja-arvoja luetaan komennolla GetLimitF(raja-arvo, 'pistetunnus').

### 3.4.2 Ohjelman ajo

Ohjelman syntaksin tarkistuksella varmistetaan, että ohjelmaa on teknisesti kirjoitettu oikein. Käyttöön halutut ohjelmat aktivoidaan Link to active resource -toiminnolla. Kutsunkoodiin liitettyjen Function Blockien syntaksitarkistus on tarpeellinen ensimmäisen kerran, kun ohjelmaa käytetään. Muuten kutsuntaohjelma ilmoittaa useasta virheestä.

Kun ohjelmaa halutaan testata ja syntaksin tarkistus ei tuota virheitä, siirrytään Online-tilaan ja viedään ohjelma CPU:hun. Online-tilaan pääsy edellyttää yhteyttä CPU:n kanssa. Ohjelman viennin jälkeen ohjelma käynnistetään Cold start -toiminnolla. Tämän jälkeen selaimella haetaan CPU:n IP-osoitteen mukainen sivu, jossa näkyvät viedyt grafiikkakuvat. Toimistolla testauksessa kirjoitetaan Input-pisteisiin realistisia arvoja ja aktivoidaan aikaohjelmia, jotta Output-pisteet eli ohjaukset ja säädöt alkavat reagoimaan.

### 3.4.3 Virheiden etsintä

Kun ohjelmaa on tehty osittain pisteiden parametrivalikoissa sekä ohjelmointiympäristössä, ohjelmassa voi tulla ristiriitaisuuksia päällekkäisyyden takia, tai joitain pisteitä on jäänyt huomioimatta. Säätopisteestä on saattanut jäädä pisteen päämittauspiste valitsematta, jolloin säätopiste ei tiedä, mihin arvoon se vertaa asetusarvoaan, kuten kuvassa 14.



Tunnus	ALEPAK_101_TE1_C	Teksti	Käyttövesi 101, Meno, Lämpötila, Säättö	Taso: Katselu	0
				Taso: Käsiohjaus	0
				Taso: Ohjelmointi	0
<b>Pääsäätö</b>					
Päämittaus					
<input checked="" type="radio"/> Vakioasetusarvo	Oletus arvo	58	<input checked="" type="checkbox"/> Kopioi käsiasetus oletukseksi		
<input type="radio"/> Kaskadisäätö					
<input type="radio"/> Kompensointisäätö					
Indikointipiste	ALEPAK_101_P01_I				
Integrointiaika (sek)	40				
Yksikkö	°C				
Suoritusväli (sek)	1				
Kuva	<input type="button" value="Avaa"/>	LJP01.htm			
Tasapainopiste (porras ja arvo)	--	0%	v		
Säätötapa	PI säätö v				

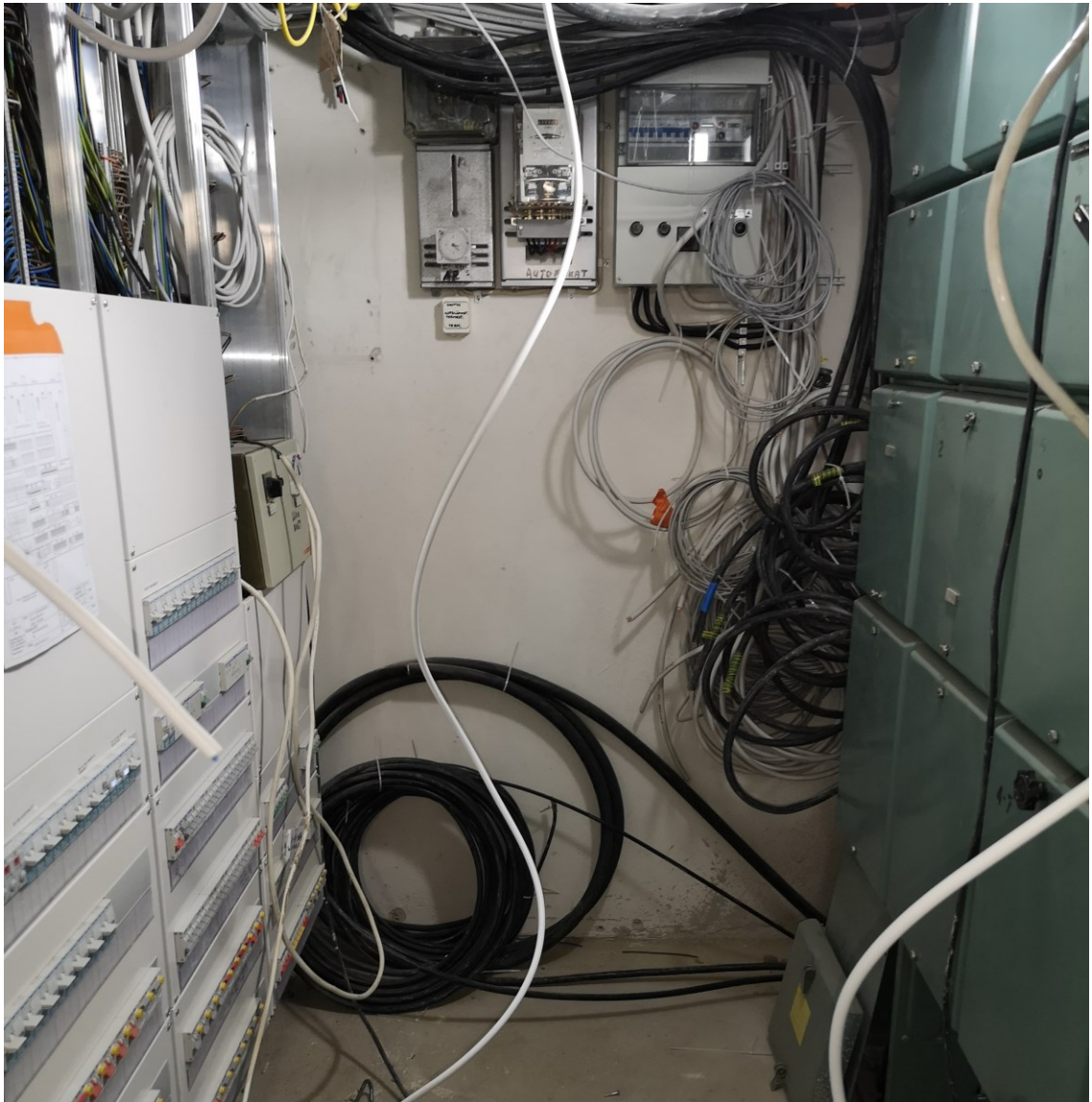
Kuva 14. Säätpisteen ohjelmointivalikko. Pisteeltä puuttuu päämittaus, joten säätpiste ei vertaa asetusarvoaan mihinkään mittaukseen.

Grafiikan selainäkymässä pystyy myös muokkaamaan pisteitä samalla tavalla kuin FX-Editorin Points-välilehdellä. Molemmista näkymistä muutoksien tekemistä samaan aikaan kannattaa välttää, sillä pistetietojen syöttäminen ala-asemaan kumoaa selainäkymässä tehtyjä muutoksia, ja ala-aseman pistetietokannan lataaminen kumoaa FX-Editorissa tehtyjä muutoksia. Tämä ominaisuus on hyödyksi, jos haluaa säilyttää mahdollisuuden palata takaisin tilanteeseen ennen pisteiden muokkausta. Lähtökohtaisesti kannattaa kuitenkin pitää toista näkymää sellaisena, jossa muutokset ovat pysyviä. Kun yhdessä kohteessa on useampi projektinohittaja, on hyödyksi sopia muiden projektinohittajien kesken, että ajan tasalla oleva ohjelma säilyy ala-asemassa, jolloin FX-Editor-tiedostoa ei tarvitse pakkailla zip-tiedostoon ja siirrellä sitä sähköpostin tai pilvipalvelun välityksellä.

### 3.5 Työmaavaihe

Kun muut urakoitsijat ovat saaneet työmaalle valmiita sähkönsyöttöjä, kaapelointeja, putki- ja IV-verkostoja, voi projektinohittaja aloittaa työmaavaiheen. Projektinohittajan ensimmäisiä töitä työmaalla on tyypillisesti alakeskuksen tai lämmönjakokeskuksen

asennukset. Saneerausprojekteissa voi olla vanha alakeskus, jolloin rauta eli hardware uusitaan. Vanhaa alakeskusta ei välttämättä ole, jolloin projektinhoitajan pitää suunnitella ja tilata se valmiiksi. Työmaalle joutuu usein jo projektin alkuvaiheessa toimittamaan putkiurakoitsijalle venttiilejä, ja työmaahan on hyvä tutustua etukäteen suunnitteluvaiheessa muutenkin.



Kuva 15. Saneerausprojekteissa voi olla ahtaat asennuspaikat alakeskukselle. Kuvan päätyseinä on suunniteltu alakeskuksen asennuspaikaksi. Tämä piti ottaa huomioon projektissa, ettei alakeskusta suunnittele liian leveäksi tai korkeaksi.

### 3.5.1 Asennukset

Projektinhoitaja järjestää aliurakoitsijan valtaosaan asennuksiin. Aliurakoitsijoita voi kilpailuttaa tai pyytää Fidelixin huolloilta. Projektinhoitaja toimittaa asentajille tarvittavia dokumentteja kuten kytkentäluettelon, säätökaavioita ja tasopiirustuksia. Näiden avulla asentaja pystyy hoitamaan asennukset itsenäisesti. Projektinhoitaja voi auttaa helpommissa asennuksissa kuten lämpötila-antureiden parissa.

Asennukset käsittävät laitteiden kiinnityksen järjestelmiin, kuten antureiden tai peltimootoreiden liittämisen. Urakoissa kaapeleiden veto on määritetty sähköurakoitsijan työksi, mutta joskus voi olla tilanteita, että esimerkiksi automaatiourakoitsijan on itse helpompi vetää kaapelit riviliitinkotelolta kentälaitteille.

### 3.5.2 Kytkenät

Kytkenät käsittävät johtimien kytkentää alakeskukseen sekä laitepäähän. Asentaja näkee kytkentäluettelosta, mihin moduuleihin ja niiden pisteisiin projektinhoitaja on suunnitellut tiettyjen laitteiden kytkettävän. Vaikka urakan suunnitelmissa on painotettu tietynlaisesta nimeämismenetelmästä, saattaa sähköurakoitsijan kaapeleiden merkinnät olla tulkinnanvaraisia. Kohteessa voi olla esimerkiksi viisi palopeltiä, mutta alakeskuksen päässä roikkuu viisi kaapelia samoilla merkkauksilla. Tämä on yksi syy, miksi pisteitä testataan. Jos tarvitsee selvittää kaapeleiden laitepäät, projektinhoitaja voi kiinnittää pari johtimet yhteen kaapelin toisesta päästä, ja mitata yleismittarilla kaapelin jatkuvuus äänimerkin avulla toisesta päästä.

Pisteiden testaus on helpompaa, jos ei tarvitse tehdä sitä yksin. Kerrostaloissa ylimmässä kerroksessa olevan IV-konehuoneen pisteiden testaaminen on nopeampaa, kun yksi henkilö seuraa alakeskukselta Input-pisteiden arvoja samalla, kun toinen henkilö esimerkiksi jompittaa eli oikosulkee mittauspisteen liittimet laitepäästä. Output-pisteiden testaus tehdään niin, että käyttöliittymästä asetetaan säätöpisteelle arvoja tai muutetaan ohjauspisteen arvoja samalla, kun toinen henkilö seuraa kentällä tapahtuvista muutoksista. Asentajan kanssa pistetestaus hoituu asennusten ohella, mutta pistetestaus luonnistuu projektinhoitajalta yksinkin, jos käytössä on etäyhteys alakeskukseen. Tällöin

kannettavan tietokoneen kanssa voi liikkua kentällä, ja käyttöliittymään pääsee käsiksi tietokoneelta.

### 3.5.3 Viritykset

Muun muassa lämmönjakopaketin moottoriventtiilit sekä IV-koneiden puhaltimien pyörimisnopeudet ja puhalluksien lämpötilat toimivat säätöpisteillä, jotka vaativat virityksiä. Tässä kohteessa käytettiin P-säätöä lämmönjaon menoveden virityksessä sekä PI-säätöä esimerkiksi lattialämmityksen moottoriventtiilien virityksissä. P vastaa suhdealuetta ja I vastaa integrointiainia. I-arvo saadaan selville aikavakiolla 3,3 ja ”kuolleella alueella”. Kuollut alue tarkoittaa sitä aikaa, mikä kestää, ennen kuin säädön vaikutus näkyy mitauspisteessä. Helppo tapa on tehdä huomattava säädön muutos käsin. Esimerkiksi, kun moottoriventtiili on aluksi auki 20 % ja lämpötilamittaus on asettuneena arvoon 58 °C, muutetaan venttiilin säätö käsin 50 prosenttiin. Tämän säädön jälkeen kesti kolme sekuntia, kunnes lämpötilamittaus alkoi nousemaan. Tästä esimerkistä saadaan I-arvoksi 9,9 sekuntia. Fidelixillä on säätöarvoille oma laskentataulukko, josta saadaan P- ja I-arvot. Kohteen verkosto ja toimilaitteet eivät ole absoluuttisen täsmällisiä, joten taulukolla on tarkoitus päästä lähelle hyvää viritystä. Mitä isompi verkosto on, sen helpompaa yhden säädön virittäminen on.

Virityksistä tehdään pöytäkirja, johon merkataan virityshetkellä olevien meno- ja paluuviesien lämpötilat sekä viritysarvot P ja I. Virityspöytäkirjaa tarvitaan luovutuskansion lisäksi energialaitoksen käyttöveden tarkastuksessa.

Virittäessä tulee ottaa huomioon esimerkiksi IV-koneen aikaohjelman mukaiset käyntinopeuden muutokset. Vaikka tuloilman paine tai lämpötila pysyy suhteellisen stabiilina koneen käydessä, se ei välttämättä takaa onnistunutta käynnistystä. Päiväkodin keittiön tehostuspainikkeella IV-kone nostaa ilmamääränsä noin kaksinkertaiseksi verrattuna hitaaseen käyntinopeuteen. Tämän keittiön IV-koneen viritys oli hankala, sillä käytössä ei ollut LTO:ta eli lämmitys toimi pelkästään lämmityspatterilla. Viritysten aikana ulkoilman lämpötila vaihteli 10-20 °C välillä. Kovien pakkasten takia raitis tuloilma pakotti lämmityspiirin rajoitussäätimen aktivoitumisen. Tämä rajoitussäädin estää lämmityspiirin paluveden lämpötilan tippumisen alle jäätymisvaararajan eli käytännössä avaa

lämmityspiirin moottoriventtiiliä nopeasti ja voimakkaasti estääkseen ilmastointikoneen vesipatterin jäätyksen.

#### 3.5.4 Tarkastukset

Putkiurakoitsija järjestää kaukolämmön käyttövedelle energialaitoksen tarkastuksen. Tässä projektissa Vantaan Energian tarkastajan metodi oli tarkistaa käyttöveden viritys niin, että menoveden lämpötila pysyy huojumisvälillä 56-60 °C. Sama lämpötila ei saa myöskään alittaa 48 °C:ta, ylittää 65 °C:ta, eikä olla huojumisrajojen ulkopuolella kahta minuuttia pidempään. [3, s. 14.] Tarkastus tehtiin niin, että ensin avattiin neljä hanaa rauhallisesti vuorotellen, minkä jälkeen käyttöveden menoveden lämpötila alkoi laske-  
maan. Kun lämpötila oli asettunut 58 °C:een, hanat suljettiin samalla tavalla, jolloin käyt-  
töveden menoveden lämpötila nousee. Tarkastaja oli tässä kohteessa tarkempi, koska  
kyseessä oli päiväkoti.

Putkiurakoitsija myös järjestää kohteelle virtaamamittaajat - ilmamäärille sekä vesiver-  
kostoille. Projektinohitaja vaihtaa puhaltimen säätöviestiä löytäen ilmamäärämittaajalle  
oikean ilmamäärän. Samalla projektinohitaja näkee paineanturin näyttämän lukeman,  
joka asetetaan puhaltimen paineen asetusarvoksi. Jos ilmamääriä on määritelty IV-ko-  
neelle eri nopeuksille, niin ne saadaan samalla metodilla. Vesiverkoston virtaamamit-  
taaja asettaa pumppujen nopeudet mittaustulostensa pohjalta samalla periaatteella kuin  
ilmamäärämittaaja.

Tässä projektissa IV-koneen TK01-paineen asetusarvot haettiin ilmamäärämittaajan  
kanssa haluttuihin arvoihin – nopealle käynnille oli määritelty ilmamäärät tulo- ja poisto-  
kanaville noin 2500 l/s ja hitaalle noin 1250 l/s. Ennen toimintakokeita päätettiin, että  
TK01 tulee käydä vain nopealla käyntinopeudella. Hyväksytyjen toimintakokeiden jäl-  
keen tilaaja ja pääurakoitsija päätti, että käyttöön otetaan myös pakkasrajoitus lämpöti-  
lan ollessa alle -11 °C, eli puhaltimet pyörisivät jossain tiedossa olevien painearvojen  
välissä. Pakkasrajoituksen käynnin ilmamäärät haluttiin 1750 l/s:iin mutta mittaajaa ei  
kutsuttu enää paikalle. Mitatuista ilmamäärästä tehtiin liitteen 1 mukainen laskentatau-  
lukko fysikaalisten kaavojen avulla, mistä saatiin pakkasrajoitukseen halutut ilmamäärät.

### 3.6 Luovutus

Kun projektinhoitaja on saanut itselleluovutuslistan lähes valmiiksi, voidaan sopia toimintakokeiden päivämäärä.

#### 3.6.1 Toimintakokeet

Toimintakokeisiin osallistuu projektinhoitajan lisäksi projektista riippuen pääurakoitsija, tilaaja ja suunnittelija. Tarvittaessa sähkö- ja putkiurakoitsija on mukana automaation toimintakokeissa. Toimintakokeiden tarkoitus on tarkistaa, että koneet ja järjestelmät toimivat suunnitelmien mukaisesti. Tässä projektissa keskityttiin IV-koneiden toimintaan ja jatkohälytysten siirtoon.

Pää-IV-kone käynnistettiin nopealle käynnille. Samalla seurattiin, että peltimoottorit avautuvat ensimmäisenä. Asetetun viiveen jälkeen puhaltimet alkavat pyöriä. Jäätymissuojan toiminto haluttiin testata myös, joten jälkilämmityspatterin venttiili suljettiin käsin. Patterin paluuvesi, josta jäätymissuoja lukee lämpötilarajan, alkoi laskemaan. Lämpötilan laskettua alle 8 °C:een jäätymissuoja laukesi ja IV-kone sammui. Jälkilämmityspatterin pumppu käynti jatkoi toimintaansa IV-koneen käyntitilasta riippumattomana, kuten suunnitelmissa oli mainittu.

Automaatiojärjestelmän A-luokan jatkohälytyksen testaamisessa piti aluksi ilmoittaa hälytyskeskukselle, että tässä kohteessa testataan hälytysten siirtoa. Toimintakokeiden henkilöille esitettiin A-luokan hälytyslista, josta nähtiin riittäväksi testata kolme A-luokan hälytystä. Kun yksikin A-luokan hälytys aktivoituu, niin alakeskuksen DO-piste aktivoituu lähettäen päiväkodin robottipuhelimeen tiedon hälytystilasta. Eli samanaikaisten hälytysten määrällä ei ole vaikutusta hälytysten siirtoon. Tästä syystä hälytyskeskus ei saa tietoa hälytysten määrästä.

Lopuksi säätökäyrät sekä aikaohjelmien kellonajat ja käyntitilat tarkastettiin. Puutteiden korjaamisesta sovitaan erikseen, että tarvitseeko uusia toimintakokeita pitää. Tässä tapauksessa lisättiin keittiön IV-koneen lisäaikapainikkeelle tehostustoiminto, sen asettaminen uusiin ilmamääriin sekä lattialämmityksen säätökäyrän muuttaminen kohti parempia tuloksia. Uusilta toimintakokeilta vältyttiin. Hyväksytyjen toimintakokeiden jälkeen

kohde on valmis tilaajan vastaanotettavaksi. Tämä kohde vastaanotettiin, vaikka puutteita oli vielä korjattavana mutta niiden katsottiin olevan päiväkodin avaamisen kannalta suhteellisen pieniä puutteita.

### 3.6.2 Käytönopastus

Projektinhoitaja esittelee automaatiojärjestelmät kiinteistön huoltoyhtiölle huoltotoimien kannalta. Käytönopastukseen osallistuu myös putki- ja sähköurakoitsija, jotka opastavat huoltoyhtiön lisäksi myös kiinteistön käyttäjiä. Tässä projektissa huoltoyhtiölle näytettiin VAKin käyttöliittymään liittyviä toimintoja kuten hälytysten kuittaus, sivujen selaaminen sekä arvojen, käyrien ja aikaohjelmien muokkaaminen. Projektinhoitaja luo huoltomiehille erilliset käyttäjätunnukset, joilla he pystyvät muokata rajoitetusti Fidelix-järjestelmän arvoja. Myös IV-koneiden sekä muiden järjestelmien ja laitteiden sijainnit näytettiin huoltoyhtiölle.

### 3.6.3 Loppudokumentointi

Projektinhoitaja tekee loppukuvakansion, joka sisältää VAK layout -kuvan, laiteluettelon sekä kytkentäluettelon. Kansion sisältö on usein määritelty projektin työselitteessä, mutta tässä projektissa siitä ei ollut mainintaa. Loppukuvat toimitetaan alakeskukseen säilytettäväksi uusia saneerauksia tai huoltoja varten.

Projektista luodaan myös luovutuskansio, joka sisältää muun muassa automaation laitekohtaisia oppaita, projektinhoitajan luomia luetteloita sekä RAU-urakoitsijan yhteystiedot, kuten kuvassa 16 näkyy. Myös viimeisimmät säätökaaviot liitetään tähän kansioon, mikä vaatii usein "punakynäyksen". Tämä tarkoittaa projektinhoitajan päivittämiä säätökaavioita, jotka toimitetaan lopuksi suunnittelijan päivitettäväksi. Myös muut urakoitsijat tekevät punakynäykset samoille dokumenteille, joten projektinhoitajan voi olla helpompi tehdä nämä muutokset heidän kanssaan. Tässä projektissa luovutuskansio toimitettiin sähköisenä pääurakoitsijalle, mikä siirrettiin lopuksi kohteen projektipankkiin.



## LUOVUTUSKANSIO

1. YHTEYSTIEDOT
2. SÄÄTÖKAAVIO
3. VENTTIILI- JA LAITELUETTELOT
4. VIRITYSPÖYTÄKIRJAT JA KÄYTÖNOPASTUKSEN PÖYTÄKIRJAT
5. KÄYTTÖOHJEET
6. JÄRJESTELMÄLAITTEET
7. KENTTÄLAITTEET
8. KYTKENTÄKUVAT
9. ITSELLEEN LUOVUTUSPÖYTÄKIRJAT
10. \_\_\_\_\_
11. \_\_\_\_\_
12. \_\_\_\_\_
13. \_\_\_\_\_
14. \_\_\_\_\_
15. \_\_\_\_\_

---

**FIDELIX Oy**

Martinkyläntie 41  
01720 VANTAA

[www.fidelix.fi](http://www.fidelix.fi)  
puh. 09 250 1288

[info@fidelix.fi](mailto:info@fidelix.fi)  
Y-tunnus 1770269-0

Kuva 16. Luovutuskansion sisällysluettelo



## 4 Yhteenveto

Päiväkodin automaatiourakka saatiin vastaanotettavaan kuntoon aikataulujen mukaisesti. Patteri- ja lattialämmitysverkostojen epätasapainon vuoksi kiinteistön lämmityspattereiden lämmittämät huoneet jäivät käyttäjille hieman viileinä samalla, kun lattialämmityksen lämmittämät huoneet vastaanotettiin hieman kuumina. Ongelmaksi jäi lattialämmitysverkoston säilyttäminen patteriverkoston lämmönsiirtimen takana sekä muita automaatiosta riippumattomia asioita. Lattialämmityksen teho riippuu huonelämpötilasta, johon päiväkodin ohjaajien ja lasten aiheuttama lämpö vaikuttaa. Tähän varauduttiin niin, että päiväkodin vastaanoton ja avaamisen jälkeen viritettiin lattialämmitystä suotuisammaksi. Päiväkodin avaamisen jälkeen tuli kylmempi sää, jolloin keittiön IV-koneen lämmityspatterin paluuveden lämpötila alkoi huojua. Tätäkin viriteltiin lattialämmityksen ohella uudelleen. Lopulta saatiin paremmat viritysarvot, jotka saatiin testattua toimiviksi kovilla pakkasilla sekä nollakeleillä. Urakka saatiin siis sovitusti valmiiksi, mutta projektinohitajan ensimmäisenä projektina urakan kate jäi oletettavasti alle tavoitteen.

Opinnäytetyössä haluttiin esittää käytännönläheisiä esimerkkejä tyypillisistä ongelmatilanteista sekä mahdollisista ratkaisuista. Ongelmatilanteita on kuitenkin lukuisia, joten työssä on esitelty työtapoja ja menetelmiä, jotka ennaltaehkäisisivät yleisesti epätietoisuutta sekä ongelmatilanteita.

Projektinhoito-aihealueesta on tehty muitakin opinnäytetyöraportteja. Joitain muissa raporteissa toistuvia asioita ja aihealueita jätettiin pois kokonaan tai ei avattu syvemmin, kuten kenttäväylät. Vaikka IEC-ohjelmointi on oleellinen osa RAU-projektinhoitoa niin siihen ei syvennytty, sillä siitä on muita raportteja ja oppaita. Kerrostalohuoneistojen vesimittareiden liittäminen automaatioon olisi ollut hyödyllinen aihe raporttiin, mutta insinöörityön aikana tällaista työtä ei tullut vastaan. Yleisimmät työvaiheet haluttiin kuitenkin vähintään mainita.

Saneerausnäkökulmaa saatiin kohtalaisesti tähän raporttiin, sillä yhden projektin pohjalta oli vaikeaa saada kattavasti tietoa. Raporttiin haluttiin saada pienemmälle huomiolle jääneitä asioita myös uudiskohteiden projektinhoidosta. Opinnäytetyön raporttia oli vaikeaa tehdä työn ohella, sillä pelkästään työskentely itse työn oppimisvaiheessa oli

raskasta. Raportin laatiminen oli kuitenkin hyvää kertausta, ja asioihin syventyminen oli hyödyksi myöhempiä projekteja varten.

## Lähteet

- 1 Fidelix esittely. Verkkoaineisto. <https://www.fidelix.fi/fidelix-esittely/>. Luettu 13.11.2020.
- 2 Fidelix tuotteet. Verkkoaineisto. <https://www.fidelix.fi/tuotteet/>. Luettu 3.4.2021.
- 3 Ilmanvaihdon lämmöntalteenotto. Verkkoaineisto. [https://fi.wikipedia.org/wiki/Ilmanvaihdon\\_l%C3%A4mm%C3%B6ntalteenotto](https://fi.wikipedia.org/wiki/Ilmanvaihdon_l%C3%A4mm%C3%B6ntalteenotto). Luettu 9.3.2021
- 4 Seppänen, Kervinen, Parkkila, Karkela, Meriläinen. 2007. MAOL-taulukot. Otava.

## Pakkasrajoituksen paineiden lasketut asetusarvot IV-koneelle

Tarkastellaan puhaltimen ulkopuolista ilmaa etäisyydellä  $dh$ , joka saapuu sisäpuolelle ajassa  $dt$ . Tällöin virtausnopeus  $v$  on siis:

$$v = \frac{dh}{dt}$$

Avuksi:

$$(dV = Adh)$$

$$(m = \rho dV)$$

Newtonin toinen laki:

$$(F = \frac{dp}{dt})$$

Liikemäärän määritelmä:

$$(p = mv)$$

Tällöin alueella ilmaan kohdistuva paine  $p$  on: [1].

$$p = \frac{F}{A} = \frac{\frac{dp_2}{dt}}{A} = \frac{1}{A} \frac{d}{dt} mv$$

$$p = \frac{v}{A} \frac{d}{dt} \rho V = \frac{\rho v}{A} \frac{dhA}{dt}$$

$$p = \frac{\rho v A}{A} \frac{dh}{dt} = \rho v \frac{dh}{dt}$$

$$p = \rho v^2$$

Ilmamäärä  $I$  on tilavuuden muutosnopeus  $dV$ , eli:

$$I = \frac{dV}{dt} = \frac{dAh}{dt} = A \frac{dh}{dt}$$

$$I = Av$$

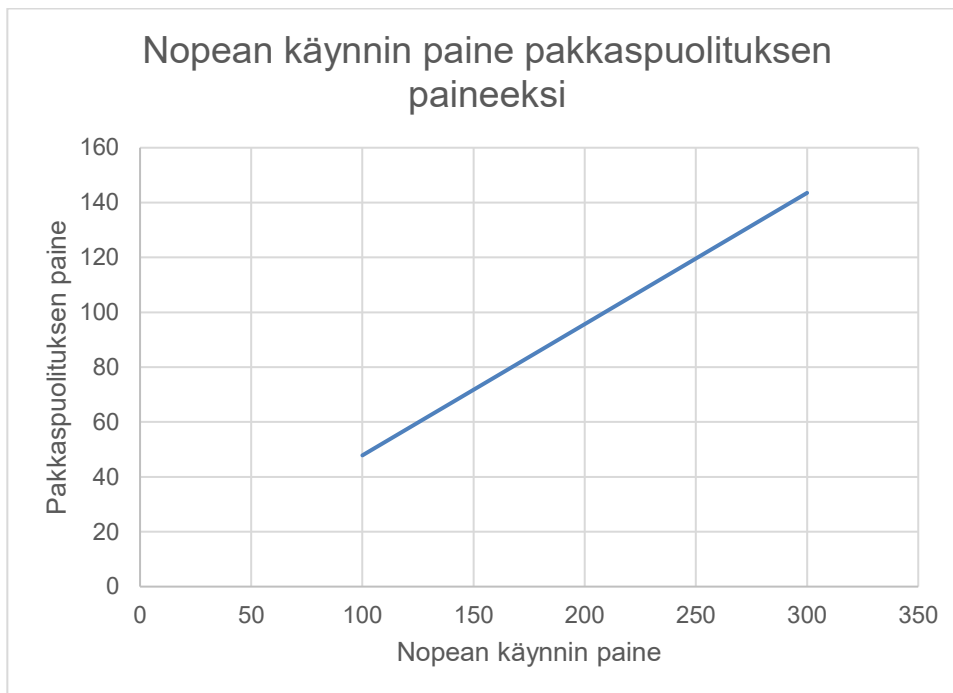
Joten paine  $p$  on:

$$p = \rho \left( \frac{I}{A} \right)^2$$

$v$  = ilman nopeus  
 $dh$  = tarkkailuetäisyys  
 $dt$  = ajan muutos  
 $dV$  = tilavuuden muutos  
 $A$  = kanavan poikkipinta-ala  
 $m$  = ilman massa  
 $\rho$  = ilman tiheys  
 $p$  = ilmaan kohdistuva paine  
 $p_2$  = ilman liikemäärä  
 $F$  = puhaltimen aiheuttama voima ilmaan  
 $I$  = ilmamäärä

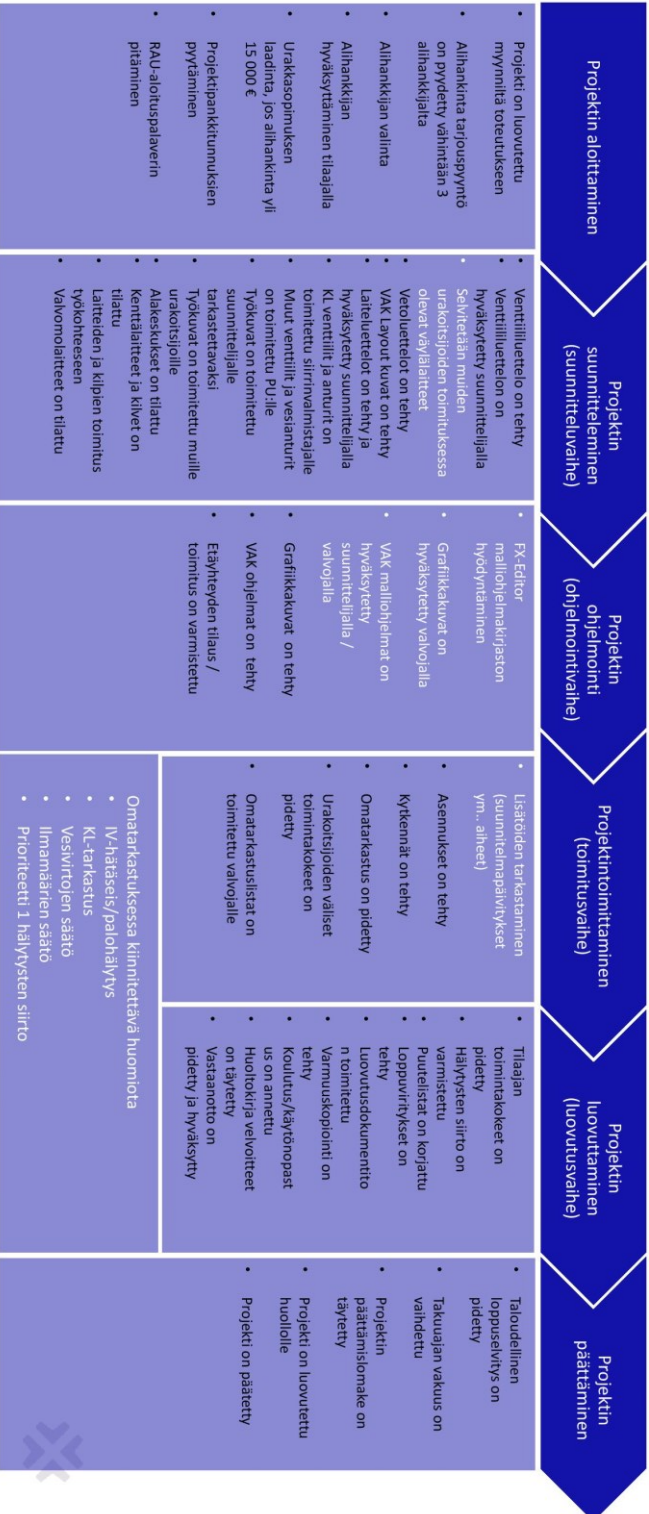
Tulokanavan paineen asetusarvo nopealla käynnillä on 210 Pa, poistokanavan paineen asetusarvo nopealla käynnillä on 260 Pa. Nämä haettiin ilmamäärämittaajan kanssa tähden ilmamäärään 2530 dm<sup>3</sup>/s. Kun pakkaspuolituksen ilmamääräksi ilmoitettiin 1750 dm<sup>3</sup>/s, saatiin näillä arvoilla taulukko:

Nopea käynti -paine p1 (Pa)	Nopea käynti -ilmamäärä I1 (dm <sup>3</sup> /s)	Pakkaspuolitus -ilmamäärä I2 (dm <sup>3</sup> /s)	Pakkaspuolitus -paine p2 (Pa)
100	2530	1750	47,84483432
110	2530	1750	52,62931775
120	2530	1750	57,41380118
130	2530	1750	62,19828462
140	2530	1750	66,98276805
150	2530	1750	71,76725148
160	2530	1750	76,55173491
170	2530	1750	81,33621834
180	2530	1750	86,12070178
190	2530	1750	90,90518521
200	2530	1750	95,68966864
<b>210</b>	<b>2530</b>	<b>1750</b>	<b>100,4741521</b>
220	2530	1750	105,2586355
230	2530	1750	110,0431189
240	2530	1750	114,8276024
250	2530	1750	119,6120858
<b>260</b>	<b>2530</b>	<b>1750</b>	<b>124,3965692</b>
270	2530	1750	129,1810527
280	2530	1750	133,9655361
290	2530	1750	138,7500195
300	2530	1750	143,534503



Kohteeseen oli alun perin mitattu IV-koneen puolikkaalle nopeudelle eli 1250 dm<sup>3</sup>/s ilmamäärälle paineiden asetusarvoiksi 52 Pa tulokanavaan ja 65 Pa poistokanavaan. Kun nopean käynnin ilmamäärällä 2530 dm<sup>3</sup>/s paineiden asetusarvot olivat 210 Pa tulokanavassa ja 260 Pa poistokanavassa niin pakkasrajoituksella eli 1750 dm<sup>3</sup>/s ilmamäärällä uusien paineiden asetusarvot pitäisi olla tulokanavassa välillä 52-210 Pa ja poistokanavassa 65-260 Pa. Eli pakkasrajoitukseen tarvittavat paineet 100 Pa ja 125 Pa kuulostavat realistisilta.

## Projektin toteutus ja luovutus huoltoon



Aikaan kun projektinohjaja vastaanottanut myyjästä siirtolomakkeen

# Projektin toteuttaminen

Päätytty kun projektin päättämislomake täyrenty ja projekti luovutettu huolilolle

