



Ennaltaehkäisevän huoltovalikon toteutus Fidelix-automatiojärjestelmään

Rasmus Karlsson

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2021

Talotekniikan koulutus
Sähköinen talotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Talotekniikan koulutus
Sähköinen talotekniikka

KARLSSON, RASMUS:

Ennaltaehkäisevän huoltovalikon toteutus Fidelix-automaatiojärjestelmään

Opinnäytetyö 32 sivua
Huhtikuu 2021

Säännölliset huoltotoimenpiteet ovat keskeinen osa rakennusautomaatiojärjestelmän ylläpitoa. Työn tavoitteena oli suunnitella ja toteuttaa ennaltaehkäisevässä huoltotyössä käytettävä huoltovalikko kiinteistöautomaatiojärjestelmään Fidelix Oy:lle. Toimivan huoltovalikon avulla yritys pystyy tehostamaan tarjoamaansa huoltopalvelua. Ohjelma seuraa automaatiojärjestelmän komponenttien perustietoja, kuten keskusyksikön lämpötilaa ja moduulien tilaa sekä hälyttää havaitessaan niissä jotain vikaa. Ohjelman kautta saadaan myös tehtyä huollon aikaisia toimintoja, kuten hälytysten siirron estot ja niiden yhteiskuittaukset.

Ensimmäiseksi työssä käytiin läpi rakennusautomaation yleisiä periaatteita ja selvitettiin mitä huoltoa helpottavia toimintoja valikon tulisi sisältää. Tämän jälkeen työssä luotiin tarvittavat grafiikkakuvat ja tehtiin huoltotoimintojen ohjelmointi Open PCS -ohjelmointityökalulla.

Työn tuloksena saatiin luotua huoltovalikko, johon sisältyy valmiit grafiikkakuvat sekä ohjelmat. Toiminnot testattiin lataamalla valikko keskusyksikköön ja simuloimalla eri huolto- ja vikatilanteita. Valikko toteutettiin siten, että se on helppo ja nopea lisätä mihin tahansa uuteen tai jo olemassa olevaan projektiin, vaikka kaikkia siinä olevista toiminnoista ei otettaisikaan käyttöön.

Huoltovalikko toimii valmiina perustana, johon pystytään lisäämään uusia toimintoja tarvittaessa. Yhtenä lisäyksenä voisi olla esimerkiksi yleisimpien hälytysten taulukko, josta nähtäisiin kohteen yleisimmät vikatilanteet nopeasti. Valikko otettiin testikäyttöön muutamaasi asiakaskohteeseen ja jatkossa halutut lisätoiminnot tehdään huoltovalikkoon.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Building Services Engineering
Electrical Building Services

KARLSSON, RASMUS:
Creating a Preventative Service Menu for the Fidelix System

Bachelor's thesis 32 pages
April 2021

The goal of this thesis was to create a service menu that would enhance the maintenance service provided by Fidelix automation. The program monitors information from the automation systems basic components such as central unit's temperatures and the state of I/O modules and alerts when any fault is detected. In addition, some of the maintenance work related functions can be done through the program, such as preventing the alarm forwarding.

At first the thesis reviewed general principles of building automation and revealed which maintenance helping functions should be added to the program. Later, the graphic images were created. Then, programming was made with Open PCS programming tool.

As a result, a fully working maintenance menu was created and tested. The menu includes ready-made graphic images and programs. The menu is made in a way that it is quick and easy to add on any old or new automation project. It also works as a basis where additional functions can be added later. The service menu was put into test use in a few customer sites and new functions will be added in the menu when needed.

Key words: building automation, programming

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	RAKENNUSAUTOMAATIO YLEISESTI	8
2.1	Automaation tavoitteet ja toiminnot	9
2.2	Järjestelmän rakenne	9
2.2.1	Kenttätaso	10
2.2.2	Automaatiotaso	10
2.2.3	Hallintotaso	10
2.3	I/O-pisteet	11
2.3.1	AI-pisteet	11
2.3.2	AO-pisteet	12
2.3.3	DI-pisteet	12
2.3.4	DO-pisteet	12
2.4	Määräykset ja standardit	12
3	HUOLTO JA KUNNOSSAPITO	14
3.1	Huollon merkitys	14
3.2	Kunnossapitolajit	14
3.2.1	Huolto ja ehkäisevä kunnossapito	14
3.2.2	Korjaava kunnossapito	15
3.2.3	Parantava kunnossapito	16
3.2.4	Vikojen selvitys	16
3.3	Huoltopalvelusopimukset	16
4	HUOLTOVALIKKO	18
4.1	Grafiikka	18
4.2	Ohjelmointi	20
4.2.1	Structured Text	20
4.2.2	Ohjelmoinnin esimerkki	21
4.3	Huoltovalikkoon halutut toiminnot	22
4.3.1	FX-3000-C Keskusyksikkö	23
4.3.2	Anturivika	24
4.3.3	Moduulivika	24
4.3.4	Huoltomuistio	25
4.3.5	Alakeskusten välinen kommunikaatio	25
4.3.6	Hälytysten yhteiskuittaus painike	26
4.3.7	Huoltokytin	26
4.3.8	Jatkohälytykset Fidelix huollolle	27
4.3.9	Venttiilien ja pumppujen verryttely	27

4.4 Ohjelman lataus ja testaus.....	28
5 POHDINTA	31
LÄHTEET.....	32

LYHENTEET JA TERMIT

VAK	Valvonta-alakeskus
CPU	(Central Processin Unit), prosessori
I/O-moduuli	Laite, jolla ohjelmoitava logiikka liitetään muihin kenttä-laitteisiin.
I/O-piste	Input/Output, tulo/lähtöpiste
AI-piste	analog input, analoginen tulopiste
AO-piste	analog output, analoginen lähtöpiste
DI-piste	digital input, digitaalinen tulopiste
DO-piste	digital output, digitaalinen lähtöpiste
PLC	programmable logic controller, eli logiikka on pieni tietokone, jota käytetään automaatioprosessien ohjauksessa.

1 JOHDANTO

Taloautomaatiojärjestelmät yleistyvät ja niiden merkitys kasvaa jatkuvasti, automaation avulla voidaan seurata ja parantaa rakennuksen taloteknisten laitteistojen toimintaa ilman että kaikkia järjestelmiä tarvitsisi ohjata erikseen. Automaatiolla saadaan ylläpidettyä halutut sisäolosuhteet energiatehokkaasti. Järjestelmien kasvaessa ja kehittyessä, myös niiden huollon tarve kasvaa. Pitämällä huolta järjestelmän ylläpidosta, saadaan ehkäistyä mahdollisia laiteongelmia. Kiinteistön toimivuuden takaamiseksi onkin tärkeää pitää järjestelmät toimintakunnossa koko rakennuksen elinkaaren ajan.

Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda automaatiolaitteiden ennaltaehkäisevää huoltoa ja tarkkailua tekevä huoltovalikko Fidelix järjestelmään, yrityksen omien huoltotyöntekijöiden avuksi. Huoltovalikon avulla laiteviat havaitaan ja niihin pystytään reagoimaan entistä nopeammin. Opinnäytetyön aluksi käydään läpi rakennusautomaatiojärjestelmän rakennetta yleisesti ja selvitetään mitä eri toimintoja ohjelmalta halutaan, tämän jälkeen luodaan FxEditor työkalulla huoltovalikon grafiikkakuva sekä ohjelmoidaan siinä näkyvät toiminnot.

Huoltovalikko pyritään tekemään niin, että se olisi mahdollisimman helppo lisätä mihin tahansa jo olemassa olevaan tai uuteen kohteeseen riippumatta siitä otaanko kaikkia huoltovalikon toimintoja kohteessa käyttöön. Järjestelmien kehityessä myös huoltovalikkoa on päivitettävä.

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Fidelix Oy. Yritys on perustettu 2002 ja sen päätoimialana on älykkäiden rakennusautomaatio- ja turvajärjestelmien urakointi ja kehitys. Tänä päivänä Fidelix Oy työllistää päämarkkina-alueellaan noin 300 henkilöä ja on yksi alan suurimmista toimijoista Suomessa. Vantaalla sijaitsevan pääkonttorin ja tuotekehitys- sekä tuotantoyksiköiden lisäksi Suomessa on 11 aluekonttoria sekä n. 40 jälleenmyyjää. Yrityksellä on lisäksi tytäryhtiö Ruotsissa sekä vientiä useisiin eri maihin ympäri maailmaa. (Fidelix yritysinfo)

2 RAKENNUSAUTOMAATIO YLEISESTI

Rakennusautomaatio on talotekniikan toimintojen automatisointia ja eri laitteiden sekä järjestelmien yhdistämistä yhdeksi kokonaisuudeksi. Nykypäivän rakennusautomaatiotekniikka tarkoittaa digitaalisten signaalien ja ohjelmoinnin kautta tapahtuvaa tiedonkäsittelyä ja siirtoa, jonka avulla järjestelmää seurataan ja säädetään automaattisesti. Automaation avulla halutut talotekniset toiminnot tapahtuvat itsestään ennalta määritellyllä tavalla ja sen avulla luodaan kiinteistöön viihtyisät olosuhteet säätämällä muun muassa valaistuksen, ilmanvaihdon sekä lämmönjaon järjestelmiä. Toimiva automaatio ylläpitää vaaditut sisäilmaston tavoitteet sekä optimoi kiinteistön olosuhteet eri käyttötilanteiden mukaisiksi, tällaisella tarpeenmukaisella säädöllä vähennetään tarpeetonta energiankulutusta ja saadaan kiinteistö energiatehokkaammaksi. Lisäksi järjestelmään liitetään usein turvajärjestelmät kuten kulunvalvonta, ovilukitukset sekä palohälytysjärjestelmät. (ST-käsikirja 17 2018.)

Rakennusautomaatiojärjestelmien markkinoiden kasvu johtuu pääosin kasvaneista energiakuluista, ympäristöuhkien tiedostamisesta sekä kiinteistöjen tiukentuneesta sääntelystä. Tällä hetkellä rakennusten energiankäyttö vastaa noin 40 prosenttia energian loppukäytöstä Suomessa ja aiheuttaa noin 30 prosenttia kasvihuonepäästöistä. Rakennusten energiatehokkuuden parantamisella on siis selkeä merkitys ilmastonmuutoksen hillitsemisessä ja hiilineutraaliustavoitteiden saavuttamisessa. (motiva, rakentaminen ja rakennukset 10.8.2020.)

Rakennusten energiatehokkuusvaatimusten tiukentuessa hyvän energiatehokkuuden saavuttamiseksi ei usein enää riitä energiatehokas rakenne, vaan lisäksi tarvitaan jatkuvaa LVIS-järjestelmien säätöä, sillä ilman toimivaa automaatiota, hyvinkin rakennetun kiinteistön energiankulutus saattaa jäädä korkeaksi. Järjestelmien ohjauksen tulee perustua tietoon rakennuksen ulko- ja sisäolosuhteista sekä käyttötilanteesta. Nykypäivän järjestelmät toimivat pääosin itsenäisesti ja rakennusautomaatio toimiikin parhaiten silloin, kun käyttäjä ei sitä juuri huomaa eikä hänen siihen tarvitse puuttua. Valvontaa ja huoltoa yhä kuitenkin tarvitaan mahdollisten toimintahäiriöiden ja laitteiden vikaantumisten korjaamiseksi.

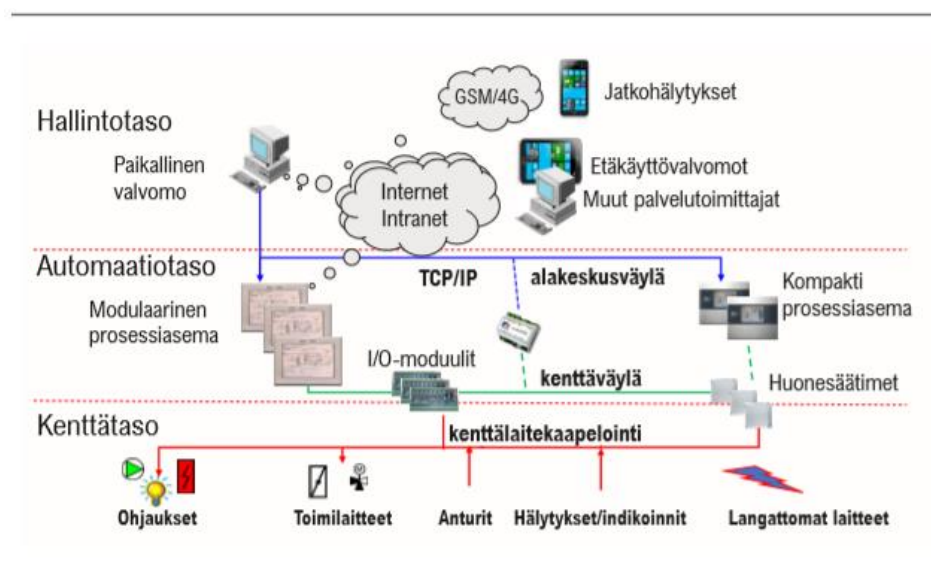
2.1 Automaation tavoitteet ja toiminnot

Rakennusautomaation tavoitteena on pitää tilat turvallisina ja miellyttävinä sekä helpottaa niiden käyttöä ja hallintaa. Tilojen pitää toimia ennalta määritellyllä tavalla niin, että ne toimivat ihmisten ehdoilla eikä päinvastoin. Talotekniikalla tuotetaan ja välitetään kiinteistössä mm. ilmaa, vettä, valoa ja lämpöä sekä tietoa ja näiden avulla tiloihin saadaan luotua halutut olosuhteet. Automaatiolle keskeistä on eri järjestelmien keskinäinen yhteensopivuus ja niiden yksinkertainen hallinta. Automaatiolla on myös tarkoitus tuoda mahdollisimman paljon kustannussäästöjä energiankäytön osalta. (Piikkilä 2017.)

Oikein säädetty automaatiojärjestelmä säästää huomattavasti kiinteistön ylläpito-kustannuksissa, esimerkiksi pienetkin muutokset ilmastointi- ja lämmitysjärjestelmien asetusarvoissa saattaa tuoda huomattavaa säästöä. Tärkeimmistä mittauksista ja säädöistä kannattaa kerätä historiatietoa, jota voidaan hyödyntää vikatilanteissa.

2.2 Järjestelmän rakenne

Automaatiojärjestelmä rakentuu kolmesta päätasosta, jotka ovat kenttätaso, automaatiotaso ja hallintotaso



Kuva 1. Järjestelmän rakenne. (ST-käsikirja 17, Rakennusautomaatiojärjestelmät, 2018)

2.2.1 Kenttätaso

Alimpana kenttätasolla ovat anturit ja toimilaitteet, kuten lämpötila- ja paine anturit sekä venttiili- ja peltimoottorit. Antureiden avulla valvonta-alakeskuksen ohjelmistot seuraavat prosessien tilaa ja olosuhteita kuten lämpötiloja ja paineita reaaliajassa. Ohjelmistot vertaavat saatua dataa asetettuihin tavoitteisiin ja ohjaavat toimilaitteita niin, että halutut arvot saavutetaan. Lisäksi kenttätasoon kuuluu osittain itsenäisesti toimivat säätimet, kuten huonesäätimet. (ST-käsikirja 18 2018.)

2.2.2 Automaatiotaso

Automaatiotason perustana on itsenäisesti toimivat alakeskukset ja niihin kuuluvat I/O-moduulit. Alakeskuksessa oleva keskusyksikkö toimii ns. järjestelmän aivoina, jotka sisältävät ohjelmat, joilla ohjataan ja luetaan moduuleiden I/O-pisteisiin kytkettyjä kenttälaitteita. Tiedonsiirto keskuksen ja toimilaitteiden välillä kulkee kenttäväylien avulla. Kenttäväylän etuna on kaapeloinnin väheneminen, kaksisuuntainen tiedonsiirto ja erilaisten laitteiden yhteen toimivuus. Järjestelmän toimimiseksi laitteiden täytyy käyttää valitun kenttäväylän tukemaa protokollaa. Nykyään yleisimpiä rakennusautomaation väyläprotokollia ovat mm. Modbus, Mbus, BACNet, KNX ja DALI. (ST-käsikirja 18 2018.)

Pienoisjännitteellä toimivat kenttälaitteet kaapeloidaan alakeskukselle usein NOMAK, JAMAK tai KLMA-instrumentointikaapeleilla ja pienjännitteellä ohjattavat laitteet useimmiten MMO-kaapeleilla. Valvonta-alakeskusten väli kaapeloidaan CAT6-tyypin Ethernet kaapelilla.

2.2.3 Hallintotaso

Ylimpänä hierarkiassa on hallintotaso, jolla käyttäjä valvoo ja ohjaa järjestelmän toimintaa. Hallintotaso sisältää keskuksilla olevat käyttöpäätteet ja PC-valvomot. Valvomoita on mahdollista olla useampia ja ne voivat sijaita automatisoitavan

kiinteistön sisällä paikallisvalvomossa tai etävalvomossa. Etävalvomot ovat nykypäivän useimpien rakennusautomaatiojärjestelmien olennainen osa, jolla ohjataan ja seurataan talotekniikan toimintaa. Etäkäyttö mahdollistaa joustavan tavan seurata ja ohjata järjestelmää, eikä Internetselaimella toimiva etäkäyttö myöskään vaadi erillisiä investointeja laitteisiin tai ohjelmistoihin.

2.3 I/O-pisteet

Input/Output pisteet ovat fyysisiä I/O-moduuleiden kytkentäpisteitä joihin kenttälaitteet liitetään. Alakeskuksen keskusyksikkö seuraa laitteiden tuottamaa tietoa ja ohjaa tilanteen mukaan laitteille ohjaus- ja jännitesignaalit. I/O pisteet jaetaan neljään eri tyyppiin, jotka ovat, AI (analog input), AO (analog output), DI (digital input) ja DO (digital output). Rakennusautomaatiossa käytetään usein myös ohjelmallisia pisteitä, joilla ei ole laitteilta suoraan fyysistä pistettä, vaan ne on johdettu jonkin toisen fyysisen pisteen tilasta. Esimerkiksi hälytyspisteet johdetaan usein fyysisen DI-pisteen ylä- tai alarajatiedon mukaan.

2.3.1 AI-pisteet

AI-moduulin analogisiin tulopisteisiin liitetään erilaisia mittausantureita, jotka lähettävät pisteelle portaattomasti vaihtuvia reaaliarvoja esimerkiksi lämpötilan, paineen, tai virtauksen mukaan. Mittaussignaalit ovat usein resistanssiarvoja lämpötiloja mitattaessa tai 0-10V tasajännitettä painetta ja pitoisuuksia mitattaessa. Jotta prosessien säätö toimisi, tulee antureiden mittausalue valita oikein. AI-Moduulissa oleva A/D-muunnin muuntaa antureilta tulevat analogiset viestit digitaaliseen muotoon, jonka jälkeen alakeskuksen prosessori voi käsitellä saattua dataa ohjelmallisesti.

2.3.2 AO-pisteet

Analogisiin lähtöpisteisiin kytketään portaattomalla jänniteviestillä ohjattavat toimilaitteet, kuten venttiili- ja peltimoottorit. Alakeskuksen ohjelmisto lähettää laskeut ohjausarvot AO-moduulille digitaalisessa muodossa, jonka jälkeen moduulissa oleva D/A-muunninpiiri muuntaa arvot digitaalisesta signaalista takaisin analogiseen muotoon. AO-moduulilta lähtevä jänniteviesti on useimmiten 2-10V tasajännitteen muodossa.

2.3.3 DI-pisteet

Digitaalisiin tulopisteisiin liitettävien kenttälaitteiden kosketin voi olla avautuvaa tai sulkeutuvaa tyyppiä, ”normal open” (NO) kosketin on lepotilassa avoin ja ”normal closed” (NC) kosketin on lepotilassa suljettu. Näiden kosketintietojen perusteella saadaan tuotua alakeskukselle laitteiden tilatiedot ja hälytykset. Lisäksi moduulin pisteillä voidaan toteuttaa impulssimittaukset. Useimmissa DI-moduuleissa on jokaiselle pisteelle oma merkkivalo, joka kertoo pisteen sen hetkisen tilan.

2.3.4 DO-pisteet

Digitaalisilla lähtöpisteillä ohjataan kenttälaitteita päälle/pois tyyppisesti, erillisten välireleiden tai DO-moduulilla olevien releiden kautta. Yleensä DO-pisteellä ohjattua laitetta myös valvotaan DI-pisteellä, jotta saadaan varmistettua ohjauksen toteutuminen.

2.4 Määräykset ja standardit

Talotekniikan alaa säädellään voimakkaasti erilaisilla velvoittavilla säädöksillä ja ohjeilla, kuten sähköturvallisuussäädöksillä, asennusstandardeilla ja rakentamismääräyksillä. Vaikka rakennusautomaatioon ei juurikaan ole suoranaisia viranomaismääräyksiä, silti suurin osa talotekniikkaa koskevasta säädännöstä pätee

epäsuorasti myös rakennusautomaatioon. Automaatioon liittyviä standardeja löytyy tekijöille runsaasti ja niissä määritellään kattavasti rakennusautomaatioon liittyvät asiat kuten suunnittelun, toteutuksen, testauksen ja dokumentoinnin yleiset periaatteet sekä rakennusautomaatiojärjestelmien komponenttien ja toimintojen laatuvaatimukset. Standardit ovat yleisesti käytettyjä opastuksia ja ohjeita, mutta eivät sitovia määräyksiä. Määräyksistä erityisesti tulisi tuntea Suomen rakentamismääräyskokoelma, sähköturvallisuuteen liittyvä säädäntö sekä erillisjärjestelmiä kuten palo- ja turvajärjestelmiä koskevat määräykset. (ST 710.10, luku 2.)

Vuonna 2020 hyväksytty laki velvoittaa varustamaan rakennukset automaatio- ja ohjausjärjestelmillä ja sähköajoneuvojen latauspisteillä sekä latauspistevalmiuksilla. Laki velvoittaa hankkimaan automaatiojärjestelmän muihin kuin asuinrakennuksiin, joiden lämmitysjärjestelmän tai yhdistetyn lämmitys- ja ilmanvaihtojärjestelmän nimellisteho on yli 290 kilowattia, tai yhdistetyn ilmastointi- ja ilmanvaihtojärjestelmän nimellisteho on yli 290 kilowattia. Määritelmän mukaiseen rakennukseen haettaessa rakennus- tai toimenpidelupaa lämmitys, ilmastointi- tai ilmanvaihtojärjestelmän muutos- ja korjaustyöhön on hankkeeseen ryhtyvän huolehdittava automaatio- ja ohjausjärjestelmän toteutumisesta. Vaatimusta aletaan soveltaa 11.3.2021. Vastaavat jo olemassa olevat rakennukset tulee varustaa automaatiojärjestelmällä viimeistään 31.12.2024. (ST 710.00, luku 2.)

Automaatio- ja ohjausjärjestelmän tulee kyetä energian käytön jatkuvaan seuramiseen, kirjaamiseen ja analysointiin sekä mahdollistaa käytön mukauttaminen. Järjestelmän pitää pystyä tekemään vertailevaa analyysia ja havaita teknisten järjestelmien tehokkuuden heikentyminen ja sen tulee mahdollistaa rakennuksen toisiinsa yhteydessä olevien järjestelmien ja laitteiden välinen viestintä. (ST710.00, luku 2.)

3 HUOLTO JA KUNNOSSAPITO

3.1 Huollon merkitys

Automaatiojärjestelmien laajentuessa ja niiden merkityksen kasvaessa myös niiden huollon tarve kasvaa. Järjestelmän toimimattomuus saattaa aiheuttaa epä-mukavan toimintaympäristön ja pahimmillaan suurta taloudellista vahinkoa. Mikään talotekniikan järjestelmä ei toimi optimaalisesti, jos niiden huollot ja säädöt jätetään tekemättä. Kiinteistön toimivuuden takaamiseksi onkin tärkeää huolehtia järjestelmien toimintakunnosta koko rakennuksen elinkaaren ajan. Säännöllisellä huollolla on tarkoitus estää vikaantumisia ja palauttaa normaali toiminta mahdollisimman nopeasti. Huollon avulla mahdollistetaan myös kohteen arvon säilyminen ja pitkä käyttöikä, jotta näissä voidaan onnistua, tulee järjestelmiin tehdä ennakkohuoltoa tietyin aikavälein.

Rakennusautomaation hyödyntäminen helpottaa kunnossapidon toimintaa. Järjestelmä lähettää etävalvomoon reaaliaikaista tietoa prosessien tilasta, käyntiajoista ja hälytyksistä. Lisäksi hälytykset voidaan lähettää huollolle sähköpostiin tai tekstiviestinä puhelimeen. Etähallinnan ansiosta osa vikatilanteista voidaan selvittää ilman fyysistä kohteessa käyntiä.

3.2 Kunnossapitolajit

Kunnossapito jaetaan tyypillisesti viiteen päälajiin, jotka ovat: huolto, ehkäisevä kunnossapito, korjaava kunnossapito, parantava kunnossapito ja vikojen sekä vikaantumisten selvitys. (Järviö 2007, 49.)

3.2.1 Huolto ja ehkäisevä kunnossapito

Säännöllisellä huollolla ylläpidetään käyttöominaisuuksia ja parannetaan toimintakykyä ennen varsinaisten vikojen syntymistä. Huolto on useimmiten jaksotettu määräväleihin, käyttöajan ja käytön rasittavuuden perusteella. Huoltoon sisältyy käytön aikaiset kunnossapitotyöt, puhdistukset, voitelut, kalibroinnit, kuluvien

osien vaihdot ja toimintakyvyn palautus ja ylläpito. Rakennusautomaatiojärjestelmissä tämän huoltolajin toimenpiteitä ovat esimerkiksi venttiili- ja peltimoottoreiden sekä automaatiojärjestelmällä ohjattavien pumppujen verryttelykäyttö. (Järviö 2007, 50.)

Ehkäisevällä kunnossapidolla vähennetään vikaantumisten todennäköisyyttä ja estetään toimintakyvyn heikkeneminen, seuraamalla kohteen suorituskykyä. Ehkäisevään kunnossapitoon kuuluu tarkastukset, kunnan- ja käynninvalvonta, testaukset, määräysten mukaisuuden toteaminen sekä vikaantumistietojen analysointi. Ehkäisevän kunnossapidon ollessa tehokasta, voidaan tulevat huoltotoimenpiteet suunnitella ja aikatauluttaa etukäteen, jolloin tehtävien toimenpiteiden viiveaika pienenee. Ehkäisevää kunnossapitoa kannattaa tehdä vain silloin, kun sen aiheuttamat kustannukset ovat pienemmät kuin sen puuttumisesta aiheutuneet vahingot ja kun ehkäistävälle vialle on olemassa tehokas ennakkohuoltomenetelmä. (Järviö 2007, 50.)

3.2.2 Korjaava kunnossapito

Korjaavassa kunnossapidossa korjataan vikaantuneeksi todettu komponentti ja palautetaan järjestelmä käyttökuntoon. Korjaavaa kunnossapitoa on sekä suunnitellut kunnostukset, että suunnittelemattomat häiriökorjaukset. Korjaukseen kuuluu vian määrittäminen ja tunnistaminen, vian paikallistaminen, korjaus sekä toimintakunnon palautus. Korjaukset voidaan toteuttaa väliaikaisella korjauksella, komponentin vaihdolla uuteen vastaavaan tai parantavalla korjauksella, jolloin vian toistumista saadaan ehkäistyä. (Järviö 2007, 49.)

Vaikka korjaustöiden tulisi olla lähtökohtaisesti kunnossapidon viimeinen vaihtoehto, ovat suunnittelemattomat häiriökorjaukset valittavan usein huoltopalvelua tarjoavan yrityksen työllistävin huoltotoimenpidemuoto. Kohteissa, joissa takuu-aika on umpeutunut, eikä kattavaa huoltopalvelusopimusta ole tehty, on korjaavaan kunnossapitoon kuuluvat huoltotoimenpiteet pääasiallinen tapa ylläpitää järjestelmiä.

3.2.3 Parantava kunnossapito

Parantavalla kunnossapidolla parannetaan laitteiden toimintaa ja helpotetaan huoltotöiden tekemistä. Parantavaa kunnossapitoa voidaan tehdä käyttämällä alkuperäisiä uudempia komponentteja ja uudelleensuunnittelulla, jolla parannetaan koneiden toimintavarmuutta. Rakennusautomaatiossa tällaisia toimenpiteitä ovat esimerkiksi I/O-moduulin, keskusyksikön tai muun automaatiolla ohjattavan laitteen vaihto uudempaan ja tehokkaampaan malliin. Kohteen suorituskykyä muutettaessa puhutaan yleensä modernisaatiosta. (Järviö 2007, 51.)

3.2.4 Vikojen selvitys

Vikaantumisella tarkoitetaan kohteen tilaa, jossa sen toiminta häiriytyy tai estyy kokonaan. Vikaantuminen ei ilmesty tyhjästä, vaan syynä on usein laitteiden vääränlainen käyttö, käyttö sopimattomissa olosuhteissa tai huollon puute. Vikaantumisten selvityksessä etsitään vian perussyyn sekä vikaantumisprosessi. Vikaantumisen seurauksena syntyy joko häiriö tai vaurio. Häiriössä kohde ei ole rikki, vaan se voidaan korjata esimerkiksi puhdistamisella, säätämällä tai uudelleen käynnistämällä. Vaurion syntyessä seuraukset ovat samat kuin häiriössä, mutta kohde täytyy korjata tai vaihtaa uuteen. (Järviö 2007, 51.)

3.3 Huoltopalvelusopimukset

Kiinteistön käytön, ylläpidon ja hoidon perustuessa automaatiojärjestelmän toimintaan, järjestelmän edellytetään toimivan luotettavasti. Tämän mahdollistamiseksi on järjestelmän toimintoja testattava jatkuvasti. Automaatiojärjestelmien ylläpito vaatii rutiininomaista tarkkailua ja ennakoivia huoltotoimenpiteitä, vaikka osa rakennusautomaation ylläpitotehtävistä voidaan tehdä kiinteistön oman henkilöstön toimesta, vaativat rakennusautomaation tehtävät kuitenkin järjestelmän kattavaa asiantuntemusta ja monipuolista osaamista. Tällöin ulkopuolisen huoltoyhtiön käyttö on usein helpompaa ja kannattavampaa. (St-käsikirja 17, 2018, 251.)

Automaatiojärjestelmien valvomot ovat yleensä todella monipuolisia ja ne vaativat käyttäjältä jatkuvaa valvomon käyttöä ammattitaidon säilyttämiseksi. Ulkopuolisen huoltosopimuksen tekemällä asiakkaalla on käytössään rakennusautomaatioon koulutettuja ammattilaisia, jotka varmistavat kiinteistön jatkuvan toiminnan ja selvittävät mahdolliset vikatilanteet.

Ulkopuoliset huoltosopimukset ovat nykypäivänä yleisiä. Tällöin huoltoyhtiö tarkkailee ja käyttää järjestelmää usein myös omalta etävalvomoltaan. Kunnossapitotarkastukset ja huollot tehdään ennalta määritellyin määräajoin ja häiriöiden ilmetessä vikakäynnit tulee hoitaa sovituisissa aikarajoissa. Vikatilanteista johtuvista käynneistä laskutetaan usein erikseen. Huoltosopimusten laajuus ja hinnasto vaihtelee suuresti, eikä niitä ole välttämättä helppoa vertailla keskenään. Hyvä sopimus antaa riittävän turvan vikatilanteiden varalta, pysyen kuitenkin edullisena siihen verrattuna, miten suuri vahinko voisi syntyä ilman kyseisen sopimuksen sisältämiä huoltotoimenpiteitä.

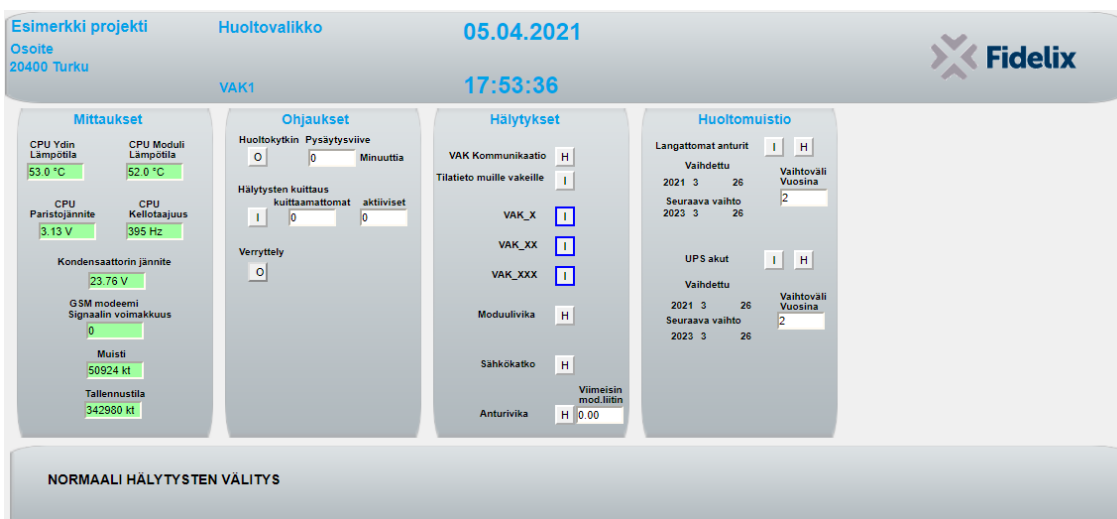
4 HUOLTOVALIKKO

Huoltovalikon tarkoituksena on estää sekä automaatio että prosessilaitteiden viikaantumisia ja nopeuttaa vikojen havaitsemista. Ideana on, että Fidelixin huolto-tiimi havaitsee viat jo ennen asiakasta, mahdollistaen vikojen entistä nopeamman korjauksen asiakkaan näkökulmasta.

4.1 Grafiikka

Grafiikkakuvan tarkoituksena on toimia automaatiojärjestelmän käyttöliittymänä, jonka kautta käyttäjä näkee järjestelmän historiatiedot sekä sen hetkisen toiminnan. Grafiikan tulee olla helposti luettava ja selkeä. Grafiikan teko toteutetaan FX-Editorilla. Kuva aloitetaan tyhjältä pohjalta ja ensimmäisenä kuvaan lisätään ylätunniste, josta nähdään projektin yleistiedot, kellonaika sekä päivämäärä. Tämän jälkeen eri toiminnot jaotellaan omiin lohkoihin pistetyypin perusteella.

Ohjelmassa on laaja symbolikirjasto, jonka kautta on helppo lisätä kuvaan tarvittavat symbolit. Lisäksi grafiikkaan on mahdollista lisätä kuvia, mikäli sopivaa symbolia ei löydy, mutta huoltovalikkoa tehdessä sille ei ollut tarvetta. Kuvassa 2 on esitetty huoltovalikon grafiikkakuva. Grafiikkakuva näkyy samanlaisena etäyhteydellä tietokoneelta, kuin paikan päällä käyttöpaneelilta katsottaessa.



KUVA 2. Huoltovalikon grafiikkakuva.

Grafiikkakuvalla luodaan kaikki ohjelmassa käytettävät mittaus, ohjaus, indikointi ja hälytyspisteet. Vihreällä pohjalla olevat laatikot ovat mittauspisteitä, valkoiset laatikot, joissa O-kirjain ovat ohjauspisteitä, I-kirjaimet ovat indikointipisteitä ja H-kirjaimella olevat hälytyspisteitä. Indikointi ja ohjauspisteet muuttuvat grafiikalla vihreiksi ja hälytyspisteet punaisiksi niiden tilan ollessa päällä.

Kaikille pisteille määritellään omat pistetunnukset. Kaksoisklikkaamalla pistettä avautuu kuvan 3 mukainen pistetunnusikkuna, johon kirjoitetaan pisteen oma tunnus. Perinteisesti pistetunnus on muodossa "Projektitunnus_järjestelmätunnus_laitetunnus_pistetyyppi". Huoltovalikon pistetunnukset pysyvät kuitenkin samoina projektista riippumatta, joten projektitunnusta ei laiteta. Kaikkiin huoltovalikon pisteisiin laitetaan alkuun tunnus "HUOLTO", jotta ne on helppo erottaa projektin muista pisteistä. Tunnuksen loppuosalla osoitetaan pisteen tyyppi. Fyysisten pisteiden tunnuksia on O (Ohjaus), I (Indikointi), H (Hälytys), M (Mittaus). Jos piste on ohjelmallinen, sen tunnuksen eteen lisätään kirjain F (Fictive).

The image shows a screenshot of a software dialog box titled "Edit button". The dialog is organized into several sections:

- Pointid settings:** Includes a dropdown menu with "HUOLTO_HUOLTOKYTKIN_O" selected. To the right are "Limit" (0), "Hiding" (Not), and "At value" (0). Below these is a checked "Show info" checkbox and an "Option" dropdown.
- Button:** Contains a "Text" field with "O" and a "Fixed value" field.
- Position:** Contains four input fields: "Left" (250), "Top" (154), "Width" (20), and "Height" (20).
- Color settings:** Contains a "Background color" dropdown with "Buttonface" selected and a "Front color" dropdown with "Green" selected.
- Object settings:** Contains a "Css" dropdown, "User level" (0), "Group" (0), and "Object id" (18030).

At the bottom of the dialog are "OK" and "Cancel" buttons.

KUVA 3. Pistetunnusikkuna

Luodut pisteet tuodaan pistetietokantaan FX-Editorin Points välilehdellä. Pistetietokannan kautta saadaan määriteltyä pisteiden toiminnallisuudet, kuten mittauspisteiden anturitaulukot ja mittayksiköt, ohjausten, indikointien ja hälytysten alkamis- ja loppumisviiveet ja hälytysten priorisoinnit sekä säätöpisteiden viritysarvot. Pistetietokannan tekstiriville kirjoitetaan lyhyt kuvaus siitä, mikä kyseisen pisteen

tarkoitus on. Jotta järjestelmässä pisteet saadaan toimimaan oikein, on pistetunnuksen oltava grafiikkakuvassa, pistetietokannassa ja koodissa oltava täysin samat. Mikäli pistetunnusta muokkaa myöhemmin esimerkiksi grafiikkakuvassa, on pistetunnus muistettava päivittää myös pistetietokantaan ja ohjelmaan. Kuvassa 4 on näkyvässä FX-Editorin Points välilehti, josta nähdään pistetietokantaan tuodut pisteet. Lopuksi valmis pistetietokanta ladataan ala-asemaan.

Pointname	Text	Type	I/O	Changed
HUILO_CPU_TE_YRH	CPU, Lämpötila, Ylärajahälytys	Alarm	0...	15.3.2021 15.18.51
HUILO_CPU_MOD_TE_YRH	CPU, Modulin lämpötila, Ylärajahälytys	Alarm	0...	15.3.2021 15.19.22
HUILO_PARISTO_V_ARH	CPU, Pariston jännite, Alarajahälytys	Alarm	0...	15.3.2021 15.19.33
HUILO_GSM_MODEM_SIGNAL_ARH	GSM Modeemi, Signaali, Alarajahälytys	Alarm	0...	15.3.2021 15.20.03
HUILO_MUISTI_ARH	CPU, Muistimäärä, Alarajahälytys	Alarm	0...	15.3.2021 15.20.18
HUILO_TALLENNUSTILA_ARH	CPU, Tallennustila, Alarajahälytys	Alarm	0...	15.3.2021 15.20.26
HUILO_CPU_TE_FM	CPU, Lämpötila, Mittaus	Analog in	0...	15.3.2021 15.20.37
HUILO_KYTKIN_O	Huoltokytken, Ohjeus	Digital out	0...	15.3.2021 15.20.44
HUILO_CPU_MOD_TE_FM	CPU, Modulin lämpötila, Mittaus	Analog in	0...	15.3.2021 15.20.59
HUILO_PARISTO_V_FM	CPU, Pariston jännite, Mittaus	Analog in	0...	25.3.2021 14.39.11
HUILO_GSM_MODEM_SIGNAL_FM	GSM Modeemi, Signaali, Mittaus	Analog in	0...	25.3.2021 14.40.30
HUILO_KELLOTAAJUIS_FM	CPU, Kellotaajuus, Mittaus	Analog in	0...	25.3.2021 14.42.47
HUILO_MUISTI_FM	CPU, Vapaa Muistimäärä, Mittaus	Analog in	0...	25.3.2021 14.41.27
HUILO_TALLENNUSTILA_FM	CPU, Vapaa Tallennustila, Mittaus	Analog in	0...	25.3.2021 14.41.06

KUVA 4. Pistetietokanta

4.2 Ohjelmointi

Ohjelman luomiseen sisältyy rajapinnan käyttö oman järjestelmän tietojen lukemiseen. Ohjelmointi toteutetaan tekstipohjaisena IEC-ohjelmointina, FX-Editor ohjelmasta löytyvällä Open PCS ohjelmointityökalulla. Ohjelmointikieli perustuu IEC 61131-3-standardiin, joka määrittelee syntaksin eli lauseopin siinä oleville viidelle ohjelmointikielille, jotka ovat Structured Text (ST), Instruction List (IL), Ladder Diagram (LD), Function Block Diagram (FBD) ja Sequential Function Charts (SFC).

4.2.1 Structured Text

Open PCS käyttää standardissa esitettyä Structured Text kieltä, joka on Pascal ohjelmointikielen perustuva ja C-kieltä muistuttava tekstipohjainen ohjelmointikieli. Kielen etuna on sen helppo ymmärrettävyys, mikäli tekijällä on aikaisempaa kokemusta lähes mistä tahansa tekstipohjaisesta ohjelmoinnista. Ohjelmointikieli on hyvin skaalautuva, joten sillä pystytään toteuttamaan helposti yksinkertaiset

toiminnot, mutta sillä kyetään myös hyvin monimutkaisten toimintojen tekoon. (IEC 61131-3 2013, 201.)

Ohjelma muodostuu lausekkeista, joiden kautta lasketaan ja määritellään arvot eri muuttujille. Ohjelmalla luetaan pisteiden arvot pistetietokannasta ja kirjoitetaan pisteille arvoja ohjelman ehtojen toteutumisen perusteella. Suurin osa ohjelmoinnista tapahtuu IF-lauseilla. IF-lauseessa ohjattava komento toteutuu, kun sille määrätty ehdot toteutuvat. IF-lause aloitetaan aina IF sanalla, jonka jälkeen kirjoitetaan lausekkeen ehdot, ehtojen jälkeen kirjoitetaan ehtojen lopettava komento "THEN", jonka jälkeen määritetyt asiat tapahtuvat. Lopuksi lauseke lopetetaan "END_IF;" sanaan.

4.2.2 Ohjelmoinnin esimerkki

Ohjelmoinnin alussa lisätään muuttujat ohjelmointityökalun muuttujataulukoon (Variable table), jossa määritellään muuttujien datatyypit muuttujan nimen jälkeen kirjoitettavalla lyhenteellä, jos käytetyn muuttujan datatyyppiä ei ole määritely, antaa ohjelma virheen tarkistuksessa virheen "undeclared identifier". Pääosin datatyypit ovat joko kokonaislukuja (0/1/2/3/4), tai reaalilukuja (0.00).

Kokonaisluvut eli Int-tyyppiset muuttujat ovat esimerkiksi kytkinten tilatietoja ja aikaohjelmia. Real-muuttujilla haetaan tai tavoitellaan jotain tiettyä arvoa, esimerkiksi seuraamalla ja säätämällä sisätilan lämpötilaa. Int-muuttujat määritellään muuttujataulukossa ":int;" ja reaaliluvut ":real;" loppupäätteellä.

Jokaisen ohjelmatiedoston eteen on hyvä lisätä kommentin avulla selostus siitä, mihin ohjelmaa tai ohjelmanosaa käytetään. Kommentointi tapahtuu rajaamalla teksti sulkeilla ja tähti merkeillä (*kommentti esimerkki*), näin kirjoitettuna ohjelma värjää tekstin vihreäksi ja osaa jättää kommentin huomioimatta, jolloin se ei aiheuta koodiin virheitä.

Kuvassa 5. on esimerkkiohjelma hämäräkytkimen käytöstä. Ylhäällä olevaan muuttujataulukoon lisätään muuttujaksi Int-tyypin hämäräkytkin, jolla voi olla ar-

vot 0 tai 1. kytkimen tilaa seurataan GetDigitalPointF komennolla, joka hakee pisteen arvon ohjelmaan Int-tyyppinä. Kun kytkin on päällä eli saa arvon 1, ohjataan ohjauspiste "valo_ohjaus_o" tilaan 1, jolloin sen takana olevat valot syttyvät, muussa tapauksessa ohjauspiste on tilassa 0.

Toteutuvat arvot asetetaan komennolla "tulos:= SetDigitalPointF", jonka Value kohtaan asetetaan pisteen haluttu arvo, Lockstate arvoon luku, johon tilaan piste ajetaan ja Name kohtaan merkitään ohjattavan pisteen pistetunnus. Lockstate 0 ajaa pisteen autotilaan, arvo 1 ohjelmatilaan ja arvo 2 käsikäytölle. Useimmiten piste halutaan ohjata ohjelmointitilaan. Lopuksi IF-lause päätetään end_if; sanalla.

```
VAR
hamarakytkin: int;
END_VAR

(*Valojen hämäräkytkin ohjaus*)
hamarakytkin:= Getdigitalpointf('valo_hamarakytkin_I');

if hamarakytkin = 1 then
tulos:= setdigitalpointf( value := 1, lockstate := 1, name :='valo_ohjaus_O');
else
tulos:= setdigitalpointf( value := 0, lockstate := 1, name :='valo_ohjaus_O');
end_if;
```

KUVA 5. IF-lause hämäräkytkin

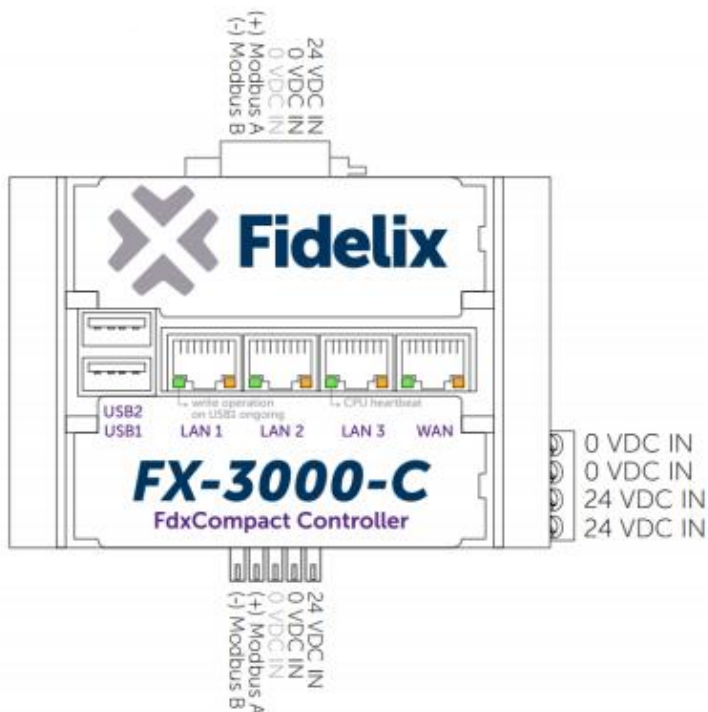
4.3 Huoltovalikkoon halutut toiminnot

Fidelix Oy:n projektinhoitajan ja huoltoinsinöörin kanssa pidetyissä haastatte- luissa selvitettiin, millaisia toimintoja huoltovalikkoon tarvittaisiin ja miten niitä tu- lisi ohjelmassa toteuttaa. Ohjelman tulisi olla kattava, helppolukuinen sekä hel- posti päivitettävissä jatkossa lisättäviä toimintoja varten. Huoltovalikossa käyte- tään aina samaa grafiikkakuvaa, pistetunnuksia ja ohjelmaa, tällöin se toimii val- miina pakettina, joka on helppo lisätä mihin tahansa jo olemassa olevaan tai tu- levaan projektiin ilman tarvittavia lisämuutoksia.

4.3.1 FX-3000-C Keskusyksikkö

Valvonta-alakeskuksessa olevalla keskusyksiköllä ohjataan kaikkea automaatiota ja se on rakennusautomaatiojärjestelmän tärkein yksittäinen osa, joten keskusyksikköön tulevat viat on tärkeää havaita nopeasti. Keskusyksikköön kirjaututaan ja siihen ladataan ohjelma tietokoneelta Open PCS ohjelmointityökalun kautta.

FX-3000-C vapaasti ohjelmoitava PLC, jossa on integroitu web-palvelin ja Wi-Fi-reititin. Keskusyksikköön on asennettu väyläliityntämahdollisuus Modbus-, M-bus- ja BACnet-sarjaväylille. M-bus ja BACnet-väyläliityntää käytettäessä tarvitaan kuitenkin lisäksi Fidelixin multiLINK mediamuunnin. Keskusyksikössä on yksi RS485 sarjaportti, johon voidaan kytkeä enintään 63 I/O-moduulia. Tarvittaessa sarjaporttien määrää saadaan lisättyä multiLINK-mediamuuntimella. Väyläliityntä tapahtuu joko RJ45 liittimellä tai laitteiden pohjaan tulevan liittimen kautta. Pohjassa olevan liittimen etuna on laitteille samalla saatu virran syöttö. Keskusyksikössä on kolme LAN-porttia, joiden kautta saadaan laajennettua sisäverkkoa ja kytkettyä mediamuunnin sekä VISIO-15-C näyttöpaneeli.



KUVA 6. FX-3000-C (Fidelix.fi)

Keskusyksiköltä seurataan sen ytimen kellotaajuutta ja lämpötilaa, modulin lämpötilaa, pariston ja kondensaattorin jännitettä, GSM-modeemin signaalin voimakkuutta, muistin ja tallennustilan vapaana olevaa tilaa. Jokaiselle mittauspisteelle lisätään tarpeen mukaiset ala- ja ylärajahälytykset.

4.3.2 Anturivika

Projektin kaikista porteista kerätään yhteishälytys eri anturivioista. Yhteishälytys tila saadaan haettua `GetSystemStatusF`-komennolla. Komento hakee viallisen anturin fyysisen osoitteen tai jos vikoja ei ole antaa tilaksi 0. Hälytys luodaan vertaamalla `GetSystemStatusF` komennolta saatua arvoa perustilanteeseen eli arvoon 0, jos arvo on perustilannetta suurempi, kirjoitetaan anturivikahälytys. Grafiikkaan lisätään hälytyspiste ja laatikko, josta nähdään viimeisimmän anturivian tarkka kytkentäpaikka eli moduulinumero ja moduulin liitin. Arvo annetaan muodossa `moduulinumero.liittimen numero`.

4.3.3 Moduulivika

Kun I/O-moduulissa ilmenee vikaa, siitä halutaan hälytys huollolle. Omalla logiikalla toimivat Modbus-laitteet saattavat toimia, vaikka ne eivät olisi yhteydessä muuhun automaatiojärjestelmään, tällöin kaikki säädöt eivät välttämättä toimi automaatiojärjestelmän haluamalla tavalla. Projektin moduuleista haetaan tilatieto `GetSystemStatusF` komennolla, jonka kautta saadaan kaikkien moduuleiden tuottama virheiden määrä. Kun moduulin kommunikoinnissa on toimintahäiriö, virheiden määrä kasvaa jatkuvasti. Saatua arvoa verrataan perustilanteeseen ja sen perusteella ohjataan hälytyspistettä.

Aluksi grafiikkaan oli ajatuksena lisätä laatikko, josta nähtäisiin kommunikaatiohäiriössä olevien moduulien määrän ja niiden numeron ja portin numeron. Tätä toimintoa ei kuitenkaan nähty tarpeelliseksi, koska tiedot saadaan nopeasti alaseman moduuli listasta.

4.3.4 Huoltomuistio

Ohjelmaan lisätään muistio, joka muistuttaa langattomien antureiden ja UPS akkujen vaihdosta määrääjän kuluttua. Muistiolla voidaan pitää kirjaa rakennusautomaatiojärjestelmän kuluviista komponenteista, ja muistion perusteella saadaan ilmoitukset tietyllä aikavälillä tarpeellisista huoltotöistä, kuten akustojen ja antureiden paristojen vaihdosta.

Muistion toiminnoille lisätään grafiikkaan painike, jota painamalla kuitataan huoltopäivämäärä nykyiselle päivälle. Grafiikassa olevaan laatikkoon merkataan laitteiden vaihtoväli vuosina. Vaihtovälin perusteella ohjelma laskee ja osoittaa seuraavaan huollon päivämäärän. Mikäli uutta huoltoa ei tehdä akkuja tai paristoja käyttäville laitteille ennen tätä päivämäärää, muistiosta saadaan muistutushälytys.

4.3.5 Alakeskusten välinen kommunikaatio

Kohteissa, jossa on kaksi tai useampi alakeskus, keskuksat kommunikoivat keskenään, jos jokin alakeskus ei vastaa, on keskusten välinen yhteys jostain syystä katkennut ja siitä halutaan hälytys. Hälytyspiste toteutetaan lisäämällä projektin jokaiseen keskukseseen oma ohjelmallinen indikointipiste, joka on aina tilassa 1, ja jota muut alakeskukset jatkuvasti tarkkailevat. Ohjelmassa olevalla GetPointErrorF komennolla seurataan muiden keskusten indikointipisteiden tilaa, ja kun globaalipisteen kommunikointi ei toteudu, tiedetään keskusten välisessä yhteydessä olevan häiriötilanne. Jokaiseen projektin keskukseseen on siis ladattava huoltovälikko ja nimettävä siihen keskuskohtainen indikointipiste.

Valvonta-alakeskuksen mennessä pimeäksi esimerkiksi sähkökatkon takia, siitä ei enää ehdi lähteä mitään tietoa eteenpäin, jotta tällaisessa tapauksessa tiedon siirto saadaan kuitenkin varmistettua huollolle, tulee eri keskuksiin asentaa vähintään yksi Tosibox sähköpostin lähetyksen mahdollistamiseksi ja yksi GSM-modeemi tekstiviestien lähettämiseen. Tosiboxilla varustetun keskuksen mennessä matalaksi, hälytys siirtyy GSM-modeemin kautta ja modeemilla varustetun keskuksen mennessä mykäksi hälytys siirtyy Tosiboxin kautta.

4.3.6 Hälytysten yhteiskuittaus painike

Kohteeseen kerääntyy huollon aikana helposti useita eri hälytyksiä, ja niiden kuittaaminen yksitellen vie turhaan ylimääräistä aikaa. Valikkoon lisätään ohjelmallinen painike, jolla kuitataan ennen huoltoa ja huollon aikana muodostuneet hälytykset kerralla.

Ohjelmaa kirjoitettaessa hyödynnettiin editorin sisäisistä funktioista löytyvää AlarmAckF toimintoa, jonka kautta saadaan haettua hälytysten tilat ja kuitattua ne. Grafiikkakuvaan lisätään laatikot, joista nähdään kuittaamattomien hälytysten ja aktiivisten hälytysten lukumäärä.

4.3.7 Huoltokytkin

Huoltotöiden aikana saattaa syntyä tahattomia hälytyksiä, joiden ei haluta siirtyvän eteenpäin huoltomiehen puhelimeen tai palveluhallintajärjestelmään. Tätä varten valikkoon lisätään huoltokytkin niminen ohjauspainike, jolla estetään hälytysten siirtymisen eteenpäin, ohjauksen ollessa päällä. Kytkimeen lisätään automaattinen viivästetty palautus siltä varalta, jos se joskus unohtuu huoltotyön jälkeen päälle.

Huoltokytkimen toteutus perustuu aikaohjelman ohjaukseen, normaalitilanteessa aikaohjelma on tilassa 0, jolloin sitä käyttävät hälytysryhmät lähettävät viestit eteenpäin, kun huoltokytkintä painetaan, ohjelma ajaa aikaohjelman tilaan 4, ja siihen liitettyjen hälytysten siirto estyy.

Grafiikkaan lisätään huoltopainikkeen lisäksi laatikko, josta käyttäjä saa määritellyä automaattisen palautuksen viiveen minuuteissa. Huoltopainike palautuu tilaan 0, kun sitä painetaan uudestaan tai kun laatikossa määritelty aika on kulunut. Grafiikkaan lisätään myös teksti, joka kertoo hälytysten siirron tilan, estotilassa teksti muuttuu punaiseksi, jolloin se myös erottuu valikosta selvästi.

4.3.8 Jatkohälytykset Fidelix huollolle

Kaikista huoltovalikkoon tehdyistä hälytyspisteistä halutaan vian ilmetessä hälytysilmoitus Fidelixin huollolle joko sähköpostina tai tekstiviestinä puhelimeen. Jatkohälytyksiä varten täytyy määrittää käytetyt hälytyslaitteet. FX-Editorin ohjelmointi sivulla hälytyslaitteelle valitaan nimi ja sen tyyppi sekä mitkä toiminnot laitteeseen lähetetään. Huoltovalikkoa varten lisätään kaksi laitetta, jotka ovat huollon sähköposti ja huollon puhelin. Tämän jälkeen tehdään uusi hälytysryhmä, jolla määritetään mihin hälytyslaitteeseen mikäkin hälytys lähetetään. Valikkoon luodaan hälytysryhmä nimellä FDX_HUOLTO ja siihen linkitetään aiemmin tehdyt hälytyslaitteet. Lopuksi hälytysryhmä lisätään huoltokytkimen taakse valitsemalla aikaohjelman kohdalla huoltokytkimen aikaohjelma.

4.3.9 Venttiilien ja pumppujen verryttely

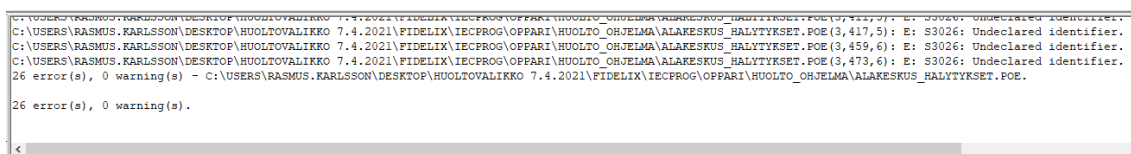
Yhtenä alkuperäisistä tavoitteista oli lisätä huoltovalikkoon universaali verryttelytoiminto, johon olisi helppo liittää halutut toimilaitteet, ja joka osaisi huomioida normaalista poikkeavan säädön mahdollisesti aiheuttamat haittavaikutukset.

Pitkään käyttämättömänä olleet venttiilit ja pumput saattavat jumiutua, tämän estämiseksi niitä ohjataan liikkeelle hetkellisesti tietyin väliajoin. (Venttiilit auki/kiinni, pumput päälle/pois). Normaalitilanteesta poikkeava ohjaus aiheuttaa herkästi hälytyksen, joten verryttelyn ajaksi hälytykset tulee estää. Verryttelyohjelmat eivät myöskään saa vaikuttaa säätöjen toimintaan, kuten tuloilmakoneen tuloilman lämpötilaan.

Kaikkialla toimivan verryttelytoiminnon toteutus osoittautui hankalaksi, sillä se vaatii paljon yksityiskohtaista tietoa projektin järjestelmistä, eikä tätä kaikkea tietoa ole huoltovalikkoa tehdessä saatavilla. Lisäksi yleinen verryttelytoiminto tulisi käyttöön lähinnä vain vanhoissa kohteissa, sillä uusissa kohteissa verryttelytoiminnot ovat jo yleensä tehty järjestelmät huomioon ottaen. Tästä syystä yleinen verryttelyohjelma jätettiin ainakin toistaiseksi ulos huoltovalikosta.

4.4 Ohjelman lataus ja testaus

Valmis ohjelma tarkastetaan ”syntax check” painikkeella, ennen sen lataamista ala-asemaan. Mikäli koodin kirjoituksessa on jotain vikaa, ilmoittaa ohjelmointityökalu virheen ja sen tyyppin alapalkissa. Vikakoodia klikkaamalla ohjelma osoittaa missä kohdassa koodia kyseinen virhe on. Yksinkertainenkin virhe saattaa aiheuttaa koodissa useita virheitä, kuvan 7. esimerkkitilanteessa on unohdettu lisätä yksi muuttuja muuttujataulukkaan ja tästä syntyi koodiin virhe kohtiin, joissa kyseistä muuttujaa on käytetty.

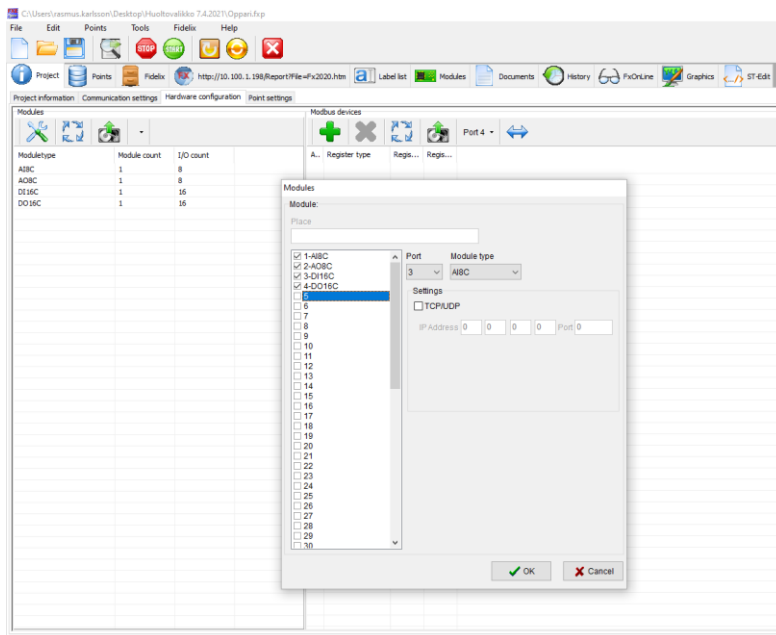


```
C:\USERS\RASMUS.KARLSSON\DESKTOP\HUOLTOVALIKKO 7.4.2021\FIDELIX\IECPROG\OPPARI\HUOLTO_OHJELMA\ALAKESKUS_HALITYKSET.POE (3,417, 5) : E: S3026: Undeclared identifier.
C:\USERS\RASMUS.KARLSSON\DESKTOP\HUOLTOVALIKKO 7.4.2021\FIDELIX\IECPROG\OPPARI\HUOLTO_OHJELMA\ALAKESKUS_HALITYKSET.POE (3,459, 6) : E: S3026: Undeclared identifier.
C:\USERS\RASMUS.KARLSSON\DESKTOP\HUOLTOVALIKKO 7.4.2021\FIDELIX\IECPROG\OPPARI\HUOLTO_OHJELMA\ALAKESKUS_HALITYKSET.POE (3,473, 6) : E: S3026: Undeclared identifier.
26 error(s), 0 warning(s) - C:\USERS\RASMUS.KARLSSON\DESKTOP\HUOLTOVALIKKO 7.4.2021\FIDELIX\IECPROG\OPPARI\HUOLTO_OHJELMA\ALAKESKUS_HALITYKSET.POE.
26 error(s), 0 warning(s).
```

KUVA 7. Virhe ohjelmassa

Kun kaikki virheet on korjattu ja tarkastettu uudestaan, antaa ohjelma tulokseksi 0 virhettä ja 0 varoitusta. Tämän jälkeen ohjelman saadaan ladattua ala-asemaan ”go online” näppäimellä. Kun valikon grafiikka, pistetietokanta ja ohjelma on saatu ladattua ala-asemaan, pystytään ohjelmaa testata käytännössä. Osa toiminnosta testataan fyysisesti kytkemällä komponentit keskusyksikköön ja osa ohjelmallisesti, asettamalla mittaus- ja indikointipisteiden tiloja käsikäytöllä.

Moduulivian ja anturihälytysten testausta varten ala-asemaan liitetään yksi FDX Compact sarjan AI-8-C moduuli, ja siihen kytketään lämpötila-anturi. Jotta keskusyksikkö tunnistaa moduulin, tulee se lisätä projektiin FX-Editorin Project väli-lehdeltä. Add modules painikkeella avautuu kuvassa 8. näkyvä valikko, josta valitaan moduulin portti, tyyppi ja moduulinumero. Jokaisella moduulilla tulee olla oma yksilöllinen numero ja aiemmin varatut moduulipaikat näkyvät moduulivalikossa lukittuina. Valittu numero tulee myös asettaa moduulille siinä olevilla DIP-kytkimillä.



KUVA 8. Moduulivalikko.

Moduulin lisäämisen jälkeen siihen voidaan linkittää halutut AI-tyyppiset pisteet. Testianturia varten valikkoon lisätään mittauspiste ja se linkitetään moduulin ensimmäiseen liittimeen, johon anturi fyysisesti kytkettiin. Kuvassa 9. on näkyvässä editorin moduulit välilehti, josta nähdään moduuleihin linkitetyt pisteet ja vapaana olevat liittimet. Sivun oikeassa reunassa näkyvät pisteet ovat linkkaamattomia.

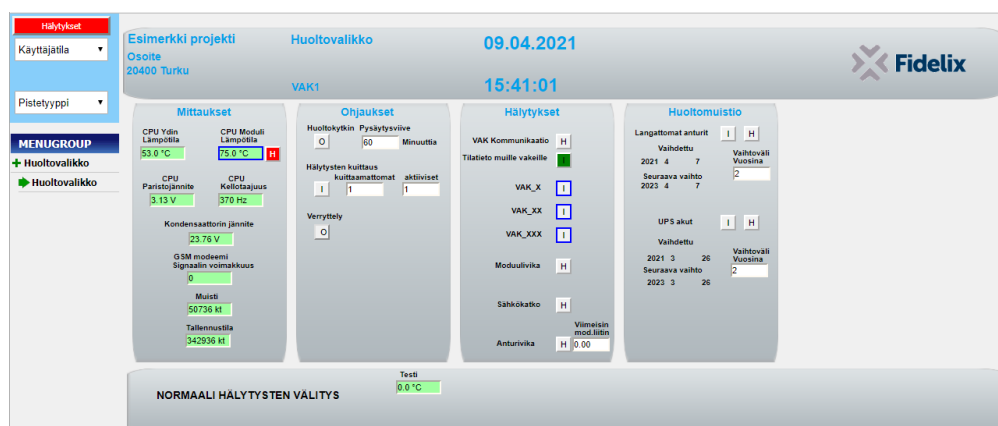
Port	Module	Pointname	Text	Module sockets
A18C		Pointname	Text	Module sockets
03.035:01		LAMPOTILA_ANTURI_TESTI_M	Anturin testaus, Mittaus	
03.035:02				DC, 1,GND,AUX
03.035:03				DC, 2,GND,AUX
03.035:04				DC, 3,GND,AUX
03.035:05				DC, 4,GND,AUX
03.035:06				DC, 5,GND,AUX
03.035:07				DC, 6,GND,AUX
03.035:08				DC, 7,GND,AUX
				DC, 8,GND,AUX

KUVA 9. Anturin linkitys moduulille.

Kun mittaus on saatu toimimaan, voidaan hälytyksiä testata aiheuttamalla häiriötilanne tarkoituksella. Anturivikaa testatessa anturi kytketään irti moduulista ja tarkistetaan, että hälytystieto syntyy sekä siirtyy eteenpäin, ja että anturin moduu-

lin numero ja sen liittimen numero tulee näkyville grafiikkaan. Moduulivikaa testatessa, moduuli irrotetaan keskusyksiköstä, jolloin moduulivika syntyy, tällöin moduuliin liitettyjen antureiden mittausta ei toimi, mutta anturivikahälytystä ei synny. Antureiden ja moduuleiden lisäksi fyysisesti testataan valvonta-alakeskusten välisen kommunikaation toiminta, lataamalla ohjelma kahteen ala-asemaan ja liittämällä ne toisiinsa. Kun ala-asemien kommunikaatio on saatu toimimaan, sammutetaan toinen ala-asema ja seurataan että päälle jääneelle asemalle syntyy hälytys.

Muut toiminnot testataan ohjelmallisesti indikointi, ohjaus ja mittausarvoja muuttamalla käsin ala-asemasta. Klikkaamalla pistettä avautuu valikko, josta valitaan käsiohjaus ja asetetaan haluttu pisteen arvo. Aluksi painetaan huoltokytin päälle, jolloin hälytykset eivät siirry eteenpäin. Esimerkkinä kuvassa 10. keskusyksikön moduulin lämpötilan mittaustulokseksi asetetaan sen ylärajaa suurempi arvo, jolloin hälytys menee päälle, samalla nähdään että aktiivisten ja kuitaamattomien hälytysten määrä päivittyy grafiikkakuvaan. Tämän jälkeen vapautetaan lämpötilamittaus käsikäytöltä ja kuitataan hälytys yhteiskuitaus painikkeella, jolloin sekin tulee testatuksi. Langattomien antureiden ja UPS akkujen vaihtomuistutus testataan painamalla niiden indikointipainiketta, jolloin vaihdettu päivämäärä päivittyy nykyhetkeen ja seuraavan vaihdon päivämäärä vaihtovälin määrittelemään hetkeen. Huoltomuistutuksen hälytys testataan vaihtamalla seuraavan vaihdon päivämäärä käsin edelliseen päivään.



KUVA 10. Ohjelmallinen testaus

Kun kaikki toiminnot ja hälytykset on testattu ja todettu toimiviksi, voidaan huoltovalikko ottaa käyttöön todellisessa kohteessa lisäämällä se osaksi projektia.

5 POHDINTA

Työn idea syntyi huoltoapuolen esille tuomasta tarpeesta lisätä automaatiojärjestelmän omien komponenttien seuranta. Työn tavoitteena oli saada luotua kattava huoltovalikko yrityksen huoltotiimin tueksi ja toisena tavoitteena oppia työn tekemisen kautta tekstipohjaisen ohjelmoinnin käyttöä tulevaisuuden työtehtäviä varten. Ennen varsinaisen työn aloitusta haastateltiin Fidelixin Turun toimipisteen huoltoinsinööriä ja projektihoitajaa, haastattelun tarkoituksena oli selvittää, minkälaisia toimintoja tulevaan huoltovalikkoon kaivattaisiin ja millä tavoin niitä olisi hyvä toteuttaa.

Grafiikkakuvien ja pisteiden teko oli itselleni ennestään tuttua, joten niiden luonti ja jäsentely kävi melko nopeasti. Haastavinta työssä oli itse toimintojen ohjelmointi, sillä aiempaa kokemusta tekstipohjaisesta ohjelmoinnista ei käytännössä ollut. Aluksi ohjelmointikoodia kirjoittaessa virheitä tapahtui paljon ja välillä niitä oli vaikea löytää tai ymmärtää. Ohjelmointityökalun hakemiston lisäksi esimerkkiohjelmia oli tarjolla runsaasti ja niitä tutkimalla sekä testaamalla eri komentojen käyttö alkoi tulla tutuksi.

Huoltovalikon suunnitteluvaiheessa esille tulleet toiminnot saatiin toteutettua ja testattua. Huoltovalikosta saatiin luotua valmis perusta, joka voidaan lisätä sellaisenaan eri projekteihin ja johon on helppo kehittää uusia toimintoja tarpeen tullen. Työ otettiin testikäyttöön muutamaan asiakaskohteeseen seurattavaksi ja ajan myötä sitä tullaan jatkokehittämään uusilla toiminnoilla.

LÄHTEET

Fidelix, Rakennusautomaatio. Luettu 2.1.2021
<https://www.fidelix.fi/rakennusautomaatio/>

Fidelix, Yritysinfo. Luettu 2.1.2021
<https://www.fidelix.fi/yritysinfo/>

Forsell J. Fidelix Turun aluekonttori huoltoinsinööri. Haastattelu 3.11.2020.
Haastattelija Rasmus Karlsson

FxEditor- ohjelmointityökalu. Fidelix Manual

IEC 61131-3:2013. Programmable controllers – part 3: Programming languages. Sveitsi: International Electrotechnical Commission (IEC). Luettu 10.3.2021

Järviö, J. 2007. Kunnossapito. 4. Painos. Helsinki: KP-Media Oy.

Motiva, 2020. Rakentaminen ja rakennukset. Luettu 7.1.2021
https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/kestavat_julkiset_hankinnat/tietopankki/rakentaminen_ja_rakennukset

Piikkilä, V. 2017. Kiinteistöautomaation integraatioprosessi. Teknisten tieteiden koulutusohjelma. Tampereen teknillinen yliopisto. Lisensiaattityö.

St-käsikirja 17. 2018. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Tietotekniset järjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy

St 710.00. 2020. Rakennusautomaatiojärjestelmän säädökset, määräykset, standardit ja ohjeet. Espoo: Sähköinfo Oy. Tulostettu 4.1.2021

St 710.10. 2017 Rakennusautomaatiojärjestelmän hyödyntäminen. Espoo: Sähköinfo Oy. Tulostettu 4.1.2021

St-esimerkit 06. 2018 Huonetilakohtaisen säädön esimerkkejä. Espoo: Sähköinfo Oy. Luettu 12.1.2021

Viitasalo V. Fidelix Turun aluekonttori projektinohitaja. Haastattelu 3.11.2020.
Haastattelija Rasmus Karlsson