

Hannu Järvinen

# Huoneistokohtaisen automaation toteuttaminen Fidelix Multi24 -järjestelmällä

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Talotekniikka

Insinöörityö

1.11.2015

Tekijä Otsikko  Sivumäärä Aika	Hannu Järvinen Huoneistokohtaisen automaation toteuttaminen Fidelix Multi24-järjestelmällä  30 sivua 1.11.2015
Tutkinto	insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	LVI tuotantopainotteinen
Ohjaajat	lehtori Jarmo Tapio tuotepäällikko Antti Koskinen
<p>Insinööriyön aiheena oli asuinkerrostalon huoneistokohtaisen rakennusautomaatiojärjestelmän toteutus. Työ liittyy asunto-osakeyhtiö Mäkilinnan kiinteistössä linjasaneerauksen yhteydessä tehtyyn rakennusautomaation perusparannukseen, jonka yhteydessä asuntoihin asennettiin huonesäätimet ja niiden käyttöliittymänä toimivat kosketusnäytöt. Järjestelmän toimitti ja rakennusautomaatiourakan toteutti Fidelix Oy, jolle työ tehtiin.</p> <p>As oy Mäkilinnan osakkaat näkivät linjasaneerauksen ja sen yhteydessä tehdyn sähköremontin mahdollisuutena tuoda asuntoihin myös tekniikaltaan uusinta rakennusautomaatiota. Asuntoihin vesijohtolinjojen uusimisen yhteydessä asennetuista huoneistokohtaisista vedenkulutusmittareita ja asunnon sähkönkulutusmittarista haluttiin kulutuslukemat helposti asukkaan ulottuville ja asunnon sisäisiä prosesseja, mm. lattialämmityksen säätö haluttiin automaatiolaitteiden ohjaukseen.</p> <p>Tulevaisuuden laajennettavuutta ajatellen kohteessa käytettyihin huonesäädinmoduuleihin otettiin myös tuki langattoman EnOcean-standardin mukaisille laitteille. EnOcean-standardi on langattomuuden uusimpia standardeja ja pitää sisällään toimilaitte- ja anturitekniikkaa jotka eivät tarvitse toimiakseen paristoja tai akkuvarmennusta.</p> <p>Insinööriyö koostui järjestelmän toteutuksen suunnittelusta kohteen automaatiosuunnitelmien perusteella ja varsinaisesta järjestelmän toteuttamisesta, joka piti sisällään laitteistojen vaatiman ohjelmoinnin ja käyttöliittymän luomisen. Työt tehtiin käyttäen Fidelix Oy:n luomia työkalu- ja apuohjelmia.</p> <p>Työssä myös pohdittiin järjestelmän laajempia hyödyntämismahdollisuuksia kotiautomaation tarpeisiin.</p> <p>Työn tuloksena oli toimiva ja helppokäyttöinen järjestelmän jonka sisältämää informaatiota ja toimintoja asunto-osakeyhtiön asukas pystyy helposti hyödyntämään. Järjestelmän laajempia käyttömahdollisuuksia kartoittaessa havaittiin myös, että järjestelmästä voisi olla vieläkin suurempi hyöty jos automatiikasta hyödynnettäisiin sen koko potentiaali. Työ voi täten parhaimmillaan antaa suuntaviivoja vastaavia järjestelmiä suunniteltaessa.</p>	
Avainsanat	rakennusautomaatio, kotiautomaatio

Author Title Number of Pages Date	Hannu Järvinen Home automation system implementation with Fidelix Multi24-system 30 pages 1 November 2015
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Production
Instructors	Jarmo Tapio, lecturer Antti Koskinen, product manager
<p>The subject of this Bachelor's thesis was the implementation of an apartment-specific building automation system. The work completed within the framework of the thesis was a part of an automation renovation project in a residential apartment building in Helsinki, Finland. A part of the project consisted of installation of apartment specific control modules and touchscreens in all of the apartments of the building.</p> <p>The residents saw the automation renovation project as a chance to bring the newest technology into the building. Each apartment was provided with an individual water and electricity metering system. The consumption readings and the building automation processes in the apartments were to be available for and controlled by the residents, respectively.</p> <p>Furthermore, the apartment-specific control modules were supplied with battery-free, energy harvesting wireless connectivity according to one of the newest wireless standards.</p> <p>During the final year project, the system was designed and implemented on the basis of the automation designs of the building. The project was carried out with computer programs created for the purpose. Furthermore, another possible implementation of the system was mapped.</p> <p>The project resulted in a functioning and easy-to-use home automation system that offers the residents data on water and electricity consumption, as well as allows them to control the apartment-specific building automation processes. Furthermore, it was seen that the opportunities offered by the system are a lot wider than implemented in the project. Thus, the thesis can serve as a future reference for similar system design.</p>	
Keywords	building automation, home automation

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Rakennusautomaatio	1
2.1	Rakennusautomaatiojärjestelmien toimintaperiaatteet	2
2.2	Rakennusautomaatiojärjestelmien tekniikka	5
2.2.1	Digitaalinen tulo	6
2.2.2	Digitaalinen lähtö	6
2.2.3	Analoginen tulo	7
2.2.4	Analoginen lähtö	7
2.3	Kotiautomaatio	7
2.4	Modulaarisen kotiautomaation sovellusmahdollisuudet kerrostalokäytössä	7
2.4.1	Mittaukset	8
2.4.2	Valvonta	8
2.4.3	Kulutusmittaukset	8
2.4.4	Ohjaukset	9
2.4.5	Säädöt	9
2.4.6	Aikaohjelmat	10
3	Asunto-osakeyhtiö Mäkilinna linjasaneeraus ja rakennusautomaation perusparannus	10
4	Fidelix Oy -rakennusautomaatiojärjestelmät	11
5	As Oy Mäkilinnan huoneistokohtaisen automaation toteutuksessa käytettävät laitteet	12
5.1	Automaatiotason laitteet	12
5.1.1	Asuntokohtaiset huonesäätölaitteet	12
5.1.2	Rakennusautomaatiojärjestelmän keskusyksikkö	13
5.1.3	Väylälaitteet	14
5.2	Hallintotason laitteet	14
5.2.1	Huoneistokohtaiset kosketusnäytöt	14
5.3	Kenttätason laitteet	15
5.3.1	Lämpöanturit	15
5.3.2	Kulutusmittarit	15

5.3.3	Valvontalaitteet	16
5.3.4	Sähkökeskuksen ohjauskontaktorit	16
6	Järjestelmän ohjelmallinen toteutus	17
6.1	Huonesäätimen toimintaselostus	19
6.1.1	Varotoiminnot ja hälytykset	19
6.1.2	Säädöt, ohjaukset ja mittaukset	19
6.2	Huonesäätimen pistemääritys	20
6.2.1	Fyysiset pisteet	20
6.2.2	Ohjelmalliset pisteet	21
6.3	Kosketusnäytön käyttöliittymän suunnittelu	22
6.4	Järjestelmän kehitysmahdollisuudet	26
6.4.1	Lämmityspattereiden säätö huonelämpötilan mukaan	27
6.4.2	Erillinen sähkönkulutusmittaus	27
6.4.3	Erilliset sähköohjaukset	27
7	Yhteenveto	27
	Lähteet	30

## Lyhenteet

IEC	International electrotechnical commission. Kansainvälinen sähköteknologian standardointijärjestö.
IO	Input, output. Tiedonsiirron sisääntulo- ja ulostuloväylä.
LVIS	Lämmitys, vesi, ilmanvaihto, sähkö. Talotekniikan eri osa-alueet.
RTU	Remote terminal unit. Etäkäytettävä järjestelmä.

## 1 Johdanto

Kerrostaloasuntoihin ei ole perinteisesti asennettu rakennusautomaatiolaitteita, koska asuntokohtainen talotekniikka on perinteisesti ollut yksinkertaista, toiminnaltaan mekaanista. Asuntokohtainen automaatio on kuitenkin lisääntymässä, kun elektroniikan hinta jatkuvasti laskee ja laitteet kehittyvät ominaisuuksiltaan monipuolisemmiksi.

Insinööriyön kohteena olevassa asunto-osakeyhtiö Mäkilinnassa haluttiin linjasaneerauksen yhteydessä toteuttaa asuntokohtainen rakennusautomaatiojärjestelmä. Ongelmana oli järjestelmän käytettävyys, perinteisesti rakennusautomaatiojärjestelmiä on voitu seurata vain järjestelmään kytketyiltä, erikoisohjelmiston sisältäviltä tietokonepäätteiltä. As Oy Mäkilinnan haluttiin järjestelmä, jossa käyttöliittymä olisi asuntokohtainen ja monipuolinen, sen kautta asukkaalle pitäisi pystyä esittämään mm. asunnon vedenkuluksmittareiden mittaama vedenkulutus ja asukkaan pitäisi pystyä hallitsemaan järjestelmän ohjaamia laitteita.

Tämän insinööriyön tavoitteena oli toteuttaa As Oy Mäkilinnan rakennusautomaatiojärjestelmä, jossa asuntokohtaisen kosketusnäytön kautta pystytään hallitsemaan laitteiston toimintaa. Tavoitteen saavuttamiseksi järjestelmä suunniteltiin insinööriyön puitteissa alusta loppuun laitteistovalinnoista alkaen ja ohjelmalliseen toteutukseen asti niin että asetetut tavoitteet saavutetaan. Insinööriyön puitteissa toteutettiin myös järjestelmän graafinen käyttöliittymä, ja pohdittiin järjestelmän jatkokehitys- ja laajennusmahdollisuuksia. Insinööriyö on tehty Fidelix Oy:n tilauksesta.

## 2 Rakennusautomaatio

Talotekniikassa automaatio on ollut enemmän ja vähemmän mukana jo 1960-luvulta asti. Varsinaisen automaation rantautumisen sai aikaan 1970-luvun energiakriisi, joka pakotti kiinteistönomistajat hakemaan keinoja energiakulujen pienentämiseksi. Siitä asti automaatio on lisääntynyt, ja nykyään pieninkin rakennus ilman jonkinasteista automaatiota on harvinaisuus. Talotekniikan automaatio on vuosien varrella monipuolistunut ja muuttunut sekä rakenteeltaan että käyttöliittymän osalta. (Suomäki & Vepsäläinen 2013: 9.)

Rakennusautomaatiolla tarkoitetaan rakennuksen erilaisten teknisten toimintojen itses-  
tään tapahtuvaa ohjausta tavalla, jonka käyttäjä on ennalta määritellyt. Talotekniikan au-  
tomaatiolla pyritään ohjaamaan ja valvomaan kiinteistön toimintaa siten, että saavute-  
taan mahdollisimman suuri energiatehokkuus, käyttömukavuus ja turvallisuus. (Suomäki  
& Vepsäläinen 2013: 9.)

Taloteknisiä järjestelmiä, joita automatiikalla voidaan ohjata, ovat esimerkiksi lämmitys-,  
valaistus-, valvonta-, hälytys- ja ilmanvaihtojärjestelmät. Laitteistot voivat olla vain yhden  
järjestelmän ohjaukseen rakennettuja, tai useampien järjestelmien kokonaisvaltaiseen  
hallintaan kykeneviä laajempia keskitettyjä kokonaisuuksia. (Harju 2014: 43.)

Laittevalmistajia ja järjestelmätoimittajia on markkinoilla useita, ja laitteistojen ominaisuu-  
det ja ohjelmoitavuus poikkeavat toisistaan. Laitteistojen kyky kommunikoida keskenään  
on tärkeää, jotta toteutetut järjestelmät eivät olisi sidottuja vain yhden valmistajan tuot-  
teisiin. Laitteiden yhteensopivuuden tarvetta palvelemaan on luotu erilaisia standardoi-  
tuja väylätekniikoita ja langattomia tiedonsiirtotekniikoita, joiden avulla erilaiset laitteet  
pystyvät kommunikoimaan keskenään yhteisellä kielellä. (Härkönen ym. 2012: 251.)

## 2.1 Rakennusautomaatiojärjestelmien toimintaperiaatteet

Nykyaikaiset rakennusautomaatiojärjestelmät ovat digitaaliseen elektroniikkaan perus-  
tuvia laitteistoja jotka liittyvät analogisiin taloteknisiin prosesseihin erilaisten laitteiden  
välityksellä, keräten prosesseista tietoja ja suorittaen toimenpiteitä saadun tiedon ja käyt-  
täjän tekemän ohjelmoinnin mukaan.

Rakennusautomaatiojärjestelmät ovat rakenteeltaan hierarkkisia ja koostuvat kolmesta  
päätasosta. Alimmalla eli kenttätasolla rakennusautomaatiojärjestelmä liittyy talotekni-  
siin järjestelmiin erilaisten kenttälaitteiden, esim. anturien ja toimilaitteiden avulla. Antu-  
reilla saadaan erilaisia mittaustietoja, esimerkiksi lämpötiloista, tai ne voivat kertoa jär-  
jestelmästä kyllä/ei-tyyppistä tietoa, esimerkiksi siitä onko jätevesikaivon pinnankorkeus  
ylittänyt kriittisen rajan. Toimilaitteilla taas ohjataan ja säädetään järjestelmän toimintaa  
joko portaattomasti tai esim. auki/kiinni-tyyppisesti. (Härkönen ym. 2012: 93.)



Keskimmäisen tason eli automaatiotason laitteistot muodostavat rakennusautomaatiojärjestelmän toiminnallisen rungon. Automaatiotasolla toimintaa ohjaavat keskusyksiköt, joissa toimivaan ohjelmistoon järjestelmän toiminnot on ohjelmoitu. Kenttätason laitteet välittävät automaatiotasolle tietoa järjestelmien tilasta, ja tämän tiedon perusteella järjestelmä toimii siihen ohjelmoitujen toimintatapojen mukaan ja ohjaa ja säätää kenttätason prosesseja toimilaitteiden avulla. Kenttätason ja automaatiotason välinen toiminta tapahtuu automaattisesti ilman käyttäjän ohjausta. (Härkönen ym. 2012: 94.)

Automaatiotason laitteita ovat myös kaikki omatoimiset säätömoduulit, esim. huonesäätimet, jotka sisältävät keskusyksikön (suoritin, keskusmuisti) ja kenttälaitteiden kytkentämoduulin samassa paketissa. Tällaiset säätömoduulit voidaan ohjelmoida toimimaan kokonaan itsenäisesti, tai vuorovaikutuksessa keskusyksiköiden kanssa. (Härkönen ym. 2012: 94.)

Kolmas eli hallintotaso toimii käyttäjärajapintana järjestelmään päin. Hallintotason laitteisto koostuu yleensä tietokoneesta, johon on asennettu käyttöliittymäohjelmisto, joka kommunikoi automaatiotason laitteiden kanssa ja mahdollistaa niiden täyden hallinnan. Riippuen järjestelmän valmistajasta hallintotason toiminnallisuutta voi olla integroitu automaatiotason laitteistoihin esim. graafisen kosketusnäytön muodossa. (Härkönen ym. 2012: 93) Kuvassa 1 on nähtävissä kosketusnäytöllä varustettu Fidelix FX2030A -keskusyksikkö, jonka kosketusnäytölle on ohjelmoitu hallintotason käyttöliittymä.



Kuva 1. FX2030A-keskusyksikkö

Rakennusautomaatiojärjestelmän toteutus määritellään automaatio suunnitelmissa, joista selviää mm. järjestelmän yksityiskohtainen rakenne, järjestelmän piiriin kuuluvat laitteet, laitteilta vastaanotetun ja niille välitetyn tiedon muoto sekä tavat, joilla kunkin laitteiston halutaan toimivan.

Taloteknisiin prosesseihin liittyvää tietoa on kahtena perustyyppinä: digitaalista ja analogista. Sama pätee siten myös järjestelmän pisteisiin. Toisaalta automaatiotasolla kaikki tiedonkäsittely tapahtuu digitaalisesti, joten ohjelmistopuolella voi ajatella murtolukujen esittävän kaikkea luonteeltaan analogista ja kokonaislukujen luonteeltaan digitaalista tietoa. Esimerkiksi lämpötila on analoginen tieto ja kytkimen päällä/pois-tieto on digitaalinen tieto

Kaikki rakennusautomaatiojärjestelmän sisällään pitämä, taloteknisiin prosesseihin liittyvä tieto on jaoteltu ns. pisteisiin. Jokainen piste on ikään kuin "säiliö", joka pitää sisällään jonkin taloteknisiin laitteisiin liittyvän tiedon tai tietokokonaisuuden. Pisteitä on kahtena tyyppinä: fyysisiä ja ohjelmallisia. Fyysisen, ns. IO-pisteen sisältämä tieto liittyy aina kiinteästi johonkin kenttälaitteeseen. Väyläliityntäisille kenttälaitteille tiedonsiirto kuitenkin tapahtuu ohjelmallisesti, joten niihin liittyvät pisteet ovat ohjelmallisia pisteitä. Muita

ohjelmallisia pisteitä ovat esimerkiksi rajahälytyspisteet, jotka ohjelma laittaa hälytystilaan, jos jokin mittaus ylittää käyttäjän asetteleman hälytysrajan. Ohjelmallisia pisteitä järjestelmän ohjelmoija voi vapaasti luoda lisää, mutta fyysisiä pisteitä on aina se määrä, joka automaatio suunnitelmissa on määritelty. (Härkönen ym. 2014: 105.)

Jokaisella pisteellä on yksilöllinen, automaatio suunnitelmissa määritetty pistetunnus, johon yleensä sisällytetään tieto siitä, missä kiinteistössä ja alakeskuksessa ko. piste sijaitsee, mihin talotekniseen laitteistoon tai järjestelmään se liittyy ja minkälaisen ko. järjestelmään liittyvän tiedon se pitää sisällään. (Härkönen ym. 2014: 182.)

Modbus-RTU-protokollan mukainen väylän kautta tapahtuva kommunikaatio perustuu ns. tietorekistereihin, jotka ovat "tietosäiliöitä" vastaavalla tavalla kuin automaatiopisteetkin. Rekistereillä ei kuitenkaan ole yksilöityä pistetunnusta, vaan kommunikointi tapahtuu rekistereiden numeromuotoisten osoitteiden perusteella. (Building automation: 17.)

Järjestelmän toimintavarmuuden varmistamiseksi taloteknisten kenttälaitteiden ja keskusyksikön välinen tiedonsiirto tapahtuu yleensä fyysisten IO-pisteiden kautta, jotka vaativat jokaista välitettävää tietoa varten oman johdinparin kenttälaitteen ja keskusyksikön välille. Kenttälaitteet johdotetaan rakennusautomaatiojärjestelmän valvonta-alakeskuksille ja kytketään keskuksen sisältämiin IO-liitäntämoduuleihin, jotka siirtävät tietoa alakeskuksen keskusyksikön ja kenttälaitteiden välillä. Väyläliityntäiset laitteet liitetään keskusyksikköön väylämuuntimen avulla. (Härkönen ym. 2014: 102)

Alakeskuksia voi yhdessä kiinteistössä olla useampia, jotta kenttälaitteiden kytkemiseen vaadittavien johtojen pituus pysyisi mahdollisimman lyhyenä ja siten johdotuskustannukset mahdollisimman pienenä. Jos alakeskuksia on useampia, ne on yleensä yhdistetty toisiinsa dataväylällä keskinäistä kommunikointia varten.

## 2.2 Rakennusautomaatiojärjestelmien tekniikka

Rakennusautomaatiojärjestelmän kenttälaitteita ei voi suoraan liittää automaatiotason keskusyksikköön, vaan ne kytketään ns. IO-moduuleihin eli liitäntämoduuleihin. IO tulee englannin kielen sanoista input ja output, eli suomeksi tulo ja lähtö. IO-pisteet perustuvat analogiaelektroniikkaan, ja niitä on neljää eri perustyyppiä. (Härkönen ym. 2014: 104.)

IO-moduulit asennetaan erilliseen laitekaappiin, ns. valvonta-alakeskukseen, johon asennetaan myös moduuleita ohjaava keskusyksikkö. Kenttälaitteilta vedetään johdot alakeskukseen ja ne kytketään IO-moduuleihin. Jos kenttälaite tarvitsee syöttöjännitteen, myös se syötetään laitteelle alakeskuksesta. (Härkönen ym. 2014: 102)

Jos alakeskukseen halutaan kytkeä väyläliityntäisiä laitteita, alakeskukaappiin asennetaan tarkoitukseen soveltuva väylämuunnin, joka liitetään keskusyksikön kanssa samaan dataväylään. Väyläliityntäisiä laitteita ovat esimerkiksi huonesäätimet ja vesimittarit.

### 2.2.1 Digitaalinen tulo

Erilaiset kosketintietoon perustuvat laitteiden tilatiedot ja hälytykset kytketään IO-moduulin digitaalisiin tulopisteisiin. Piste seuraa siihen yhdistetyn koskettimen tilaa sähköisesti lähettämällä koskettimen toiseen napaan jännitteen. Mikäli jännite palaa takaisin moduulin toiseen napaan, järjestelmä tietää, että kosketin on kiinni. Tällainen seurattava kosketin voi sijaita esimerkiksi palovaroittimessa. Varolaitteissa kosketin on yleensä normaalitilassa kiinni, joten se aukeaa palohälytystilanteessa ja antaa siten järjestelmään tiedon palohälytyksestä. (Härkönen ym. 2014: 105.)

Digitaaliseen tuloon yhdistetään myös pulssilaskentatyyppiset kulutusmittarit, jotka antavat pisteeseen sykäyksen esimerkiksi jokaista kulutettua 0,1 kilowattituntia kohden. Ohjelmallinen laskuri summaa sen jälkeen jokaisesta sykäyksestä laskurilukemaan 0,1.

### 2.2.2 Digitaalinen lähtö

IO-moduulin digitaalinen lähtöpiste on useimmiten moduulilla oleva rele eli sähköllä ohjattava pieni kytkin. Releellä voidaan ohjata laitteita on/off-tyyppisesti. Laite voi olla esimerkiksi pesukoneen vedensyöttölinjassa oleva sähköinen magneettiventtiili. Venttiilille kytketään käyttöjännite IO-moduulin releen kautta, joten venttiili saa virran ja aukeaa kun järjestelmä ohjaa releen päälle. (Härkönen ym. 2014: 105.)

### 2.2.3 Analoginen tulo

IO-moduulin analogiseen tulopisteen voi liittää erityyppisiä vastusantureita tai laitteita jotka antavat mittaustiedon 0—10 voltin jänniteviestinä tai 0—20 milliampeerin virtaviestinä. Jotta anturin mittaustieto näkyisi järjestelmässä oikein, tulopisteeltä mittaama ”raaka” arvo pitää vielä ohjelmallisesti skaalata sopivalla muunnostaulukolla anturin tyy-  
pistä riippuen. (Härkönen ym. 2014: 106.)

### 2.2.4 Analoginen lähtö

IO-moduulin analoginen lähtöpiste antaa ulos portaattoman 0—10 voltin jänniteviestin, jolla voidaan säätää jänniteviestillä säätyviä laitteita, esimerkiksi venttiilimoottoreita. (Härkönen ym. 2014: 105)

## 2.3 Kotiautomaatio

Kotiautomaatio on rakennusautomaatiota, joka hallitsee asumiseen liittyviä taloteknisiä järjestelmiä kodeissa. Kotiautomaatiojärjestelmät ovat mittakaavaltaan huomattavasti pienempiä kuin alakeskuksilla toteutetut rakennusautomaatiojärjestelmät. Asuinkerrostalossa kotiautomaatio voi kuitenkin muodostaa suuren, modulaarisen järjestelmän, jossa jokainen talon asunto sisältää omatoimisen säätömoduulin. Tällaisissa tapauksissa säätömoduulit liitetään yleensä väylään ja kytketään rakennuksen yleiseen automaatiojärjestelmään.

### 2.4 Modulaarisen kotiautomaation sovellusmahdollisuudet kerrostalokäytössä

Huoneistokohtaisen kotiautomaation käyttömahdollisuudet riippuvat pitkälti siitä, mitä taloteknisiä laitteita asunnossa on, jotka voi kytkeä automatiikan hallittavaksi, ja yhtä lailla sitä, millä tavalla asukas pystyy ohjaamaan ja seuraamaan järjestelmän toimintaa. Ilman oikeaa käyttöliittymää ohjaustapoina on ollut perinteisesti vain kotona/poissa-kytkin, jolla voi muuttaa järjestelmän toimintaa kahden esiohjelmoidun ohjaustavan välillä. Tällaisen ohjaustavan antamat mahdollisuudet jäävät hyvin rajallisiksi. Joissakin järjestelmissä huonesäädinmoduulit voidaan kuitenkin varustaa kosketusnäytöllä, mikä avaa kotiautomaation toteuttamiseen hyvin monipuoliset mahdollisuudet. (Bamberg ym. 2008: 17.)

Jotta kotiautomaatiojärjestelmään sovellusmahdollisuudet saataisiin mahdollisimman tehokkaasti hyödynnettyä, olisi tärkeää, että rakennuskohteen automaatiojärjestelmän suunnittelu aloitetaan jo heti projektisuunnittelun alkuvaiheessa, ja määritetään järjestelmän mahdollisuudet ja toivotut toiminnot yhdessä tilaajan, LVI-, sähkö- ja automaatio-suunnittelijan kesken.

#### 2.4.1 Mittaukset

Huonelämpötilan mittaus voi toimia käyttäjälle informatiivisena tietona, ja yhdessä säädettävien lämmityspatterien venttiilien kanssa sitä voidaan käyttää huonelämpötilan säädössä. Tällöin asukas voi valita määrittää lämpötilan kaikkiin niihin huoneisiin, joissa on lämpötilan mittaus ja automatiikkaan liitetyt patteriventtiilien toimilaitteet.

Rakennusautomaation alajakokeskuksesta voidaan myös välittää huoneiston kosketusnäytölle tieto ulkoilman lämpötilasta.

#### 2.4.2 Valvonta

Asuntoon voidaan asentaa palohälytys, joka saa käyttöjännitteen verkkovirrasta ja sisältää hälytyskoskettimen, jonka avulla hälytystieto voidaan välittää huonesäätimelle ja siitä eteenpäin rakennusautomaatiojärjestelmän kautta isännöitsijälle tai huoltoyhtiölle.

Jos asunnossa on vettä käyttäviä laitteita kuivissa tiloissa, esim. pyykin- tai astianpesukone, niiden alle voidaan asentaa vesivuotoanturi.

Asunnon eteiseen voidaan asentaa liiketunnistin, jonka antamasta liiketunnistustiedosta voidaan aktivoida hälytys, jos järjestelmä on asetettu siihen tilaan, ettei ketään pitäisi olla kotona.

#### 2.4.3 Kulutusmittaukset

Asumiseen kuluu vettä, sähköä ja lämpöä. Perinteisesti asuinkerrostalossa on huoneistokohtaisesti laskutettu vain sähkökulutuksesta, mutta nykyään linjasaneerausten yhteydessä ja uudisrakentamisessa huoneistokohtaisten vesimittareiden asentaminen on yleistä.

Lämpimän ja kylmän käyttöveden kulutusmittareita on saatavana malleina, jotka voi kytkeä rakennusautomaatioon etäluentaa varten. Myös sähkönkulutusmittareihin on malista riippuen mahdollista saada lisäosa, jonka avulla mittari voidaan liittää rakennusautomaatioon. (Härkönen ym. 2012: 120)

Jos huoneistokohtaisessa automaatiolaitteistossa on graafinen käyttöliittymä, kulutustiedot voidaan esittää siinä esimerkiksi päivä-, viikko, kuukausi- ja vuosikohtaisesti. Litra- ja kilowattituntimuotoisten kulutustietojen tietoarvo asukkaalle on rajallinen, mutta jos kulutuslukemat voidaan esittää euromääräisinä kustannuslukemina, hyöty kasvaa huomattavasti merkittävämmäksi.

#### 2.4.4 Ohjaukset

Jos huonesäädinmoduuli on mahdollista asentaa asunnon sähkökeskukseen, sillä voidaan ohjata erilaisia keskuksen sisäisiä sähkötoimisia kytkimiä eli kontaktoreita. Esimerkiksi kaikki keskuksen valaisinryhmät voidaan kytkeä yhden pääkontaktorin taakse, jolloin asunnosta lähtiessä kaikki valot on mahdollista sammuttaa automaation kosketusnäytöltä yhdellä painalluksella. Samaan ohjausryhmään voi johdottaa vielä jokaisesta pistorasiaryhmästä yhden pistorasian, jolloin ko. pistorasioihin kytketyt laitteet ja jalkalamput sammuvat. Keittiöstä tällaiseen pistorasiaan voidaan kytkeä kahvinkeitin.

Kylpyhuoneeseen asennetun sähköisen mukavuuslämmityksen ohjaus voidaan toteuttaa siten, että asukas voi itse asettaa halutun lattian lämpötilan käyttöliittymän kautta.

#### 2.4.5 Säädot

Asunnon lämpöpatterit voidaan varustaa sähköisillä, huonesäätimeen kytkettävillä toimilaitteilla kaikissa niissä huoneissa, joista saadaan huonelämpötilan mittausta. Tällöin asukkaalle voidaan antaa mahdollisuus asettaa huoneen haluttu lämpötila, ja automatiikka hoitaa lämmityspatterien venttiilien säädön.

Mikäli asunto varustetaan omalla ilmanvaihtokoneella, voidaan valita konemalli, joka on mahdollista liittää huonesäätimeen joko IO-liityntäpisteiden tai väyläohjauksen kautta. Konemallista riippuen käyttäjän ohjattavissa voi olla esimerkiksi puhallinnopeus, ja kehittyneimmissä malleissa jopa tuloilman lämpötilan asetusarvo.

#### 2.4.6 Aikaohjelmat

Aikaohjelmien avulla on mahdollista lisätä asumismukavuutta tai säästää sähköä. Kylpyhuoneen sähköinen mukavuuslämmitys voidaan aikaohjelmalla kytkeä pois haluttuun aikaan ja ilmanvaihtokoneen tehoa voidaan esimerkiksi yöllä pudottaa. Asumisviihtyvyyteen vaikuttava tekijä voi olla esimerkiksi makuuhuoneen yölämpötilan pudotus aikaohjelmalla, jos asukas haluaa nukkua viileämmässä tilassa ja makuuhuoneen lämmityksen säätö on automatiikan ohjauksessa.

### 3 Asunto-osakeyhtiö Mäkilinna linjasaneeraus ja rakennusautomaation perusparannus

Asunto-osakeyhtiö Mäkilinna on Helsingin Kalliossa, Agricolankatu 5:ssä sijaitseva, vuonna 1927 valmistunut, 102 huoneistoa käsittävä kivirunkoinen kerrostalo, jossa toteutetaan vuoden 2015 aikana linjasaneeraus. Yleensä linjasaneerauksissa uusitaan ja peruskorjataan rakennuksen LVI-tekniikka, mutta on yleistä, että samalla kertaa uusitaan myös muita rakennuksen järjestelmiä, esimerkiksi rakennuksen sähköistyksen runkoverkko. As Oy Mäkilinnan linjasaneerauksen yhteydessä uusitaan myös asuntojen sähkökeskukset, mikä on avannut mahdollisuuden tuoda asuntoihin myös rakennusautomaatiota. As Oy Mäkilinnan taloyhtiön hallitus on tiedostanut tarjoutuneen mahdollisuuden ja päättänyt tuoda rakennuksen uudelle vuosituhannelle taloautomaation avulla. (Rissanen 2014: 24—30)

Rakennukseen on suunnitteluvaiheessa päätetty ottaa asuntokohtainen säätöautomaatiikka, johon yhdistetään asuntoihin tulevat huoneistokohtaiset veden- ja sähkönkulutusmittarit. Huoneistojen automaatiolaitteeseen haluttiin ohjausta varten kosketusnäyttö ja graafinen käyttöliittymä, jotta asukas pääsee seuraamaan veden- ja sähkönkulutusta ja tekemään haluamiaan säätöjä asuntonsa automatiikan toimintaan.

Asuntojen kylpyhuoneeseen asennetaan sähköinen mukavuuslattialämmitys, jonka päälle/pois-ohjaus tapahtuu asunnon sähkönjakokeskuksessa. Ohjaus liitetään huoneiston automatiikkaan, ja se tapahtuu lattiassa olevan lämpöanturin ja käyttäjän asetteleman tavoitelämpötilan perusteella. Sähkön jakokeskukseen tulee myös päälle/pois-ohjaus keittiöihin tuleville pyykinpesukoneille. Pyykinpesukoneen alle on asukkaan toivomuksesta mahdollista asentaa vesivuotoanturi, jonka antamasta hälytyksestä pyykinpesukoneen sähköt voidaan katkaista.



Eteiseen sähköjakokeskuksen yhteyteen asennetaan verkkojännitteellä toimiva, hälytyskoskettimen sisältävä palovaroitin, jonka valvonta kytketään huonesäätimeen.

Mäkilinna on 1900-luvun alussa rakennettu kerrostalo, eikä asunnoissa ole alun perin ollut suihkutiloja ollenkaan. Jälkikäteen komerotiloihin rakennetut kylpyhuoneet ovat pienet, ja pyykinpesukone joudutaan useimmissa tapauksissa asentamaan keittiöön. Tämä tuo asuntoihin kohonneen vesivahingon uhkan, koska vuototapauksessa vesi pääsee nopeasti valumaan vanhan puulattian ja seinän välisistä raoista lattian alle ja alla olevaan asuntoon ohuen betonisen kattorakenteen läpi.

Asukkaille tarjottiin optiona mahdollisuus tilata keittiöön pesukoneen alle huonesäätimeen kytkettävä vesivuotoanturi.

Rakennuksen valvonta-alakeskuksesta vedetään jokaisen rakennuksessa pystysuuntaan kulkevan vesijohtolinjan yhteyteen linjakohtainen väyläjohto vedenkulutusmittarien liittämistä varten. Väyliä on yhteensä 12 kpl. Huonesäätimet kytketään omaan, rappukohtaiseen väylään ja osalle vedetään oma väylä. Huonesäädinväyliä on yhteensä 8 kpl.

#### **4 Fidelix Oy -rakennusautomaatiojärjestelmät**

Multi-24 on suomalaisen Fidelix Oy:n suunnittelema ja valmistama säätömoduuli, joka voidaan liittää laajempaan rakennusautomaatiokokonaisuuteen väylän välityksellä, ja johon voidaan liittää 3,5” Multidisplay-kosketusnäyttö. Multi-24-huonesäädinmoduuli voidaan myös varustaa EnOcean-standardin mukaisella langattomalla vastaanottimella, jonka kautta laitteistossa voidaan käyttää useita erilaisia EnOcean-standardin mukaisia langattomia kenttälaitteita. EnOcean-teknologia on energiaa keräävä langaton anturitekнологia, jota käytetään ensisijaisesti rakennusautomaatiojärjestelmissä ja lisäksi teollisuudessa, kuljetuksessa, logistiikassa ja älykodeissa. EnOcean-teknologiaan perustuvat laitteet yhdistävät mikrokokoisia energiamuuntimia erittäin pienen energiankulutuksen omaavaan elektroniikkaan ja mahdollistavat paristottomat langattomat anturit, kytkimet ja toimilaitteet.

Sekä Multi-24-moduuli että Multidisplay -näyttö ovat vapaasti ohjelmoitavissa, eli niihin ei ole ennalta ohjelmoitu mitään toimintoja. As oy Mäkilinnaan tulevan järjestelmän toiminnallinen ohjelmointi ja käyttöliittymän suunnittelu toteutetaan tämän insinööriyön puitteissa kohteen automaatio suunnitelmien antamien suuntaviivojen pohjalta.

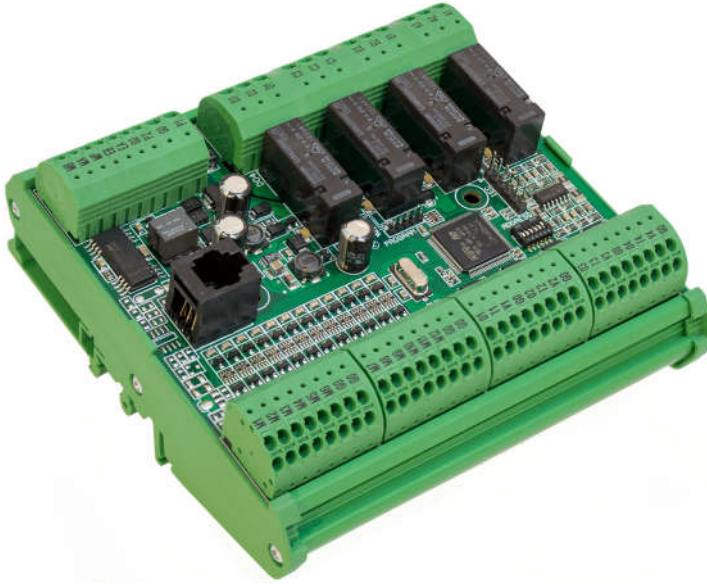
Ohjelmoinnissa käytetään pääosin Fidelix Oy:n kehittämiä työkalu- ja apuohjelmia. Kosketusnäytön käyttöliittymän, huonesäätimien ja rakennusautomaatiojärjestelmän väliseen tiedonsiirtoon liittyvä ohjelmointi tehdään Fidelix Multi24Tools -ohjelmalla, kosketusnäytön grafiikat luodaan Fidelix htmleditor-ohjelmalla ja kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmän keskusyksikön ohjelmointi tehdään Fidelix FxEditor -ohjelmalla. Järjestelmän suorittamien toimintojen ohjelmoimiseen käytetään OpenPCS ohjelmointiohjelmaa.

## **5 As Oy Mäkilinnan huoneistokohtaisen automaation toteutuksessa käytettävät laitteet**

### 5.1 Automaatiotason laitteet

#### 5.1.1 Asuntokohtaiset huonesäätölaitteet

Jokaiseen asuntoon tulee sähkökeskuksen sisään omalla suorittimella ja sähkökatkon kestäväällä flash-muistilla varustettu Fidelix Multi-24 -huonesäädinmoduuli, joka on vapaasti ohjelmoitavissa IEC 61131-3 -standardin mukaisella ohjelmointikielellä. Multi24 sisältää 12 yleiskäyttöistä sisääntuloa, jotka voivat toimia joko digitaalisina tai analogisina, 4 ulostulorelettä kestävyyltään 230V/6A, 4 TRIAC-ulostuloa ja 4 analogista 0-10V:n säätöviestiulostuloa. Kuvassa 2 on nähtävissä Multi-24-moduulin rakenne, kenttälaitteet kytketään jousiliittimiin, moduulin alareunassa ovat sisääntulot ja analogiset lähdöt, moduulin ylärivissä on nähtävissä digitaaliset lähdöt ja mustat releet.



Kuva 2. Multi-24-huonesäädinmoduuli

Multi-24 liitetään rakennuksen automaatiojärjestelmään Modbus RTU -yhteyden välityksellä asetusten ja komentojen vastaanottamista varten ja hälytysten ja muiden tietojen järjestelmään lähettämistä varten. Multi-24 sisältää myös Modbus-master-väyläliitännän, jonka kautta se kommunikoi ohjaukseen käytettävän kosketusnäyttöyksikön kanssa

Multi-24 varustetaan myös varusta EnOcean-standardia käyttävällä langattomalla tiedonsiirtomodulilla ja antennilla sekä FRAM-muistilla sähkön- tai lämmönkulutuksen pulssimittauksia varten.

### 5.1.2 Rakennusautomaatiojärjestelmän keskusyksikkö

Lämmönjakohuoneeseen asennetaan alajakokeskus, joka pitää sisällään huoneistokohtaisen automatiikan hallintaa varten kolme Fidelix FX2030A -keskusyksikköä. FX2030A on 10,4” kosketusnäytöllä varustettu, teollisuus-PC-alustalla Windows CE -käyttöjärjestelmällä toimiva rakennusautomaation keskusyksikkö. Laitteessa on sisäinen FTP- ja web-palvelin, ja se on varustettu RJ45-liitännällä, jonka kautta se voidaan kytkeä verkkoon laitteen sisäisen web-palvelimen kautta tapahtuvaa etähallintaa varten.

Yksi keskusyksikkö ohjaa rakennuksen lämmitystä, ulkovalaistusta ja saunatilojen ilmanvaihtoa ja valvoo erilaisia laitteistoja, jotka sisältävät hälyttimen, esimerkiksi jätevesipumppaamo.

Huonesäätimille ja vedenkulutusmittareille tarvitaan kaksi keskusyksikköä vesimittauksien ja huonesäätimien välittämän tiedon suuren pistemäärän vuoksi. Yhden FX2030A keskusyksikön maksimipistemäärä on 2 000 pistettä, joka ylittyy vedenkulutusmittausten vaatiman suuren asuntokohtaisen pistemäärän vuoksi.

### 5.1.3 Väylälaitteet

FX2030A-keskusyksikkö sisältää yhden Modbus RTU-485 -väyläportin, ja toteutuksessa tarvitaan liitäntä yhteensä X eri väylälle. Näitä varten valvonta-alakeskukseen asennetaan tarvittava määrä Multilink-väylämuuntimia, jotka kytketään keskusyksikköön.

Multilink on väylämuunnin, joka sisältää yhden Modbus RS485 -portin ja kaksi vapaata väyläkorttipaikkaa, jotka voidaan varustaa joko Modbus- tai M-Bus-väyläkortilla. Multilink kommunikoi Fidelix FX2030A -keskusyksikön kanssa Ethernet-verkkoliittymän kautta.

Huonesäätimien väylät kytketään Modbus-väyläliitännöihin ja vedenkulutusmittarit M-Bus-väyläliitännöihin.

## 5.2 Hallintotason laitteet

### 5.2.1 Huoneistokohtaiset kosketusnäytöt

Jokaiseen huoneistoon asennetaan 3,5” Fidelix Multidisplay -kosketusnäyttö, jolla voidaan ohjata Multi24-moduulin toimintoja. Näyttö kommunikoi Multi-24:n kanssa Modbus RTU -protokollaa käyttäen, ja sen käyttöliittymä on vapaasti ohjelmoitavissa. Näytöllä voidaan esittää Multi-24:ltä luettua dataa tai sen kautta voidaan syöttää tietoa Multi-24-moduulille. Näyttö sisältää integroidun lämpötila-anturin. Kuvassa 3 on nähtävissä näytön rakenne, kokonaisuus koostuu taustalevystä ja siihen kiinnitettävästä näyttöyksiköstä. Lämpötila-anturin aukko näkyy näytön vasemmassa alalaidassa.



Kuva 3. Fidelix Multidisplay -kosketusnäyttö

### 5.3 Kenttätason laitteet

#### 5.3.1 Lämpöanturit

Asuntoihin asennettava Multidisplay-kosketusnäyttö sisältää lämpötila-anturin, jolta saadaan tieto asunnon huonelämpötilasta.

Kylpyhuoneen lattiaan asennetaan lattiavalun yhteydessä suojaputki, johon sijoitetaan Produal TEM NTC10 -lämpöanturi lattian lämpötilan mittausta varten.

#### 5.3.2 Kulutusmittarit

Vedenkulutusmittareiksi valittiin Itron Unimag-vesimittarit varustettuna elektronisella Cyble-lisäosalla, joka lukee vesimittarin kulutuslukeman ja välittää sen rakennusautomaatiojärjestelmän keskusyksikölle M-Bus-väylän kautta.

Jokaisella mittarilla on oma yksilöllinen sarjanumero, johon sisältyy myös mittarin väyläosoite. Sarjanumerot kirjataan suunnitteluvaiheessa taulukkoon yhdessä sen asunnon numeron kanssa, johon mittari asennetaan. Nämä tiedot syötetään automaatiojärjestelmän keskusyksikön ohjelmistoon, jolloin jokaiselta mittarilta saatu kulutuslukematieto

kohdistuu alakeskusohjelmistossa oikeaan asuntoon. Kulutuslukemista lasketaan keskusyksikön automaatio-ohjelmistossa päivä-, viikko-, kuukausi- ja vuosikohtaiset kulutustiedot. Tiedot välitetään huonesäädinväylän kautta asunnoissa olevien kosketusnäyttöyksikköjen käyttöliittymään.

Asuntojen uusiin sähkökeskuksiin kuuluu Landis+Gyr E350 -sähkökulutusmittarit. Mittareissa on pulssilähtö, joka antaa jokaista kulututtua kilowattituntia kohti tuhat pulssia, eli mittari pystyy mittaamaan sähkönkulutusta yhden wattitunnin tarkkuudella. Sähkömittari yhdistetään Multi-24:n mittaustuloon, jolloin sähkönkulutustiedot voidaan lukea huoneiston säädinmoduuliin ja esittää kosketusnäytön käyttöliittymässä.

### 5.3.3 Valvontalaitteet

Huoneistojen sähkökeskuksen välittömään läheisyyteen asennetaan optinen palovaroitin, joka saa käyttöjännitteensä 230V:n sähköverkosta paristovarmennuksella. Palovaroitin on hälytyskosketin joka sulkeutuu, mikäli varoitin havaitsee savua, mikäli varoitimen syöttöjännite on poikki tai mikäli varmennusparisto tyhjenee. Hälytyskosketin kytketään huonesäädinmoduuliin.

Niissä asunnoissa, joissa asukas on tilannut optiona tarjotun vesivuotoanturin, asennetaan keittiössä pesukoneen alla olevaan kaukaloon Produal VVA3 -vesivuotoanturilevy. Erillistä vesivuotohälytintä ei tarvita, sillä anturilevy on avoin silmukka, jonka sähkövastusta huonesäädin mittaa. Mikäli levyn pinnalle tulee vettä, silmukka sulkeutuu ja huonesäädin saa tiedon vuodosta.

### 5.3.4 Sähkökeskuksen ohjauskontaktorit

Asunnon keittiöissä on mahdollisuus käyttää joko sähkö- tai kaasuliettä. Keittiöiden kaasulinjoihin suunniteltiin alun perin asennettavaksi sähköisesti toimiva magneettiventtiili, jolla linja olisi voitu sulkea palohälytystilanteessa. Tätä ei kuitenkaan lopulta toteutettu, sillä magneettiventtiilien hinta oli korkea ja vain harva asukas talon käyttää kaasua keittiössään. Magneettiventtilin ohjaukseen tarkoitettu ohjauskontaktori on kuitenkin sähkökeskuksessa olemassa ja huonesäätimeltä on kytketty sille ohjaus.

Sähkölieden sähkösyöttö on sähkökeskuksessa eriytetty oman kontaktorin taakse, jonka toimintaa huonesäädin ohjaa. Kontaktorilla ohjataan lieden sähköt pois päältä palohälyttimen hälyttäessä.

Keittiöön asennettavan pyykinpesukoneen sähkösyöttö on kytketty huonesäätimen ohjaaman kontaktorin taakse, ja sähkösyöttö katkaistaan, mikäli pesukoneen alle asennettu vesivuotoanturi havaitsee vesivuodon.

Asuntojen kylpyhuoneisiin tulee saneerauksen yhteydessä sähkötoiminen mukavuuslämmitys ja lattiaan asennetaan suojaputken sisään lämpöanturi, joka kytketään huonesäätimeen. Lattilämmitysvastus on kytketty sähkökeskuksessa ohjauskontaktorin taakse, jota ohjataan huonesäätimen relelähdöllä. Lämpöanturin mittaustuloksen ja asukkaan asetteleman lämpötilan tavoitearvon perusteella huonesäädin kytkee ja sammuttaa lämmitysvastuksen syöttöjännitteen.

## **6 Järjestelmän ohjelmallinen toteutus**

Fidelix FX2030A -keskusyksikön ohjelmointi tapahtuu kahdella erillisellä ohjelmistolla. Fidelix FxEditor -työkaluohjelmistolla luodaan keskusyksikön pistemäärittelyt ja graafinen käyttöliittymä. Keskusyksikön toiminnallinen ohjelmointi noudattaa avointa IEC 61131-3 -standardia, ja ohjelmoinnissa käytetään OpenPCS-ohjelmistoa.

Vedenkulutusmittauksien vaatimien alakeskuspisteiden sekä alakeskuksen ja mittareiden väliseen kommunikointiin tarvittavan IEC-koodirajapinnan luontiin on erillinen Microsoft Excel -muodossa oleva taulukko, johon on ohjelmoitu makrotoimintoja. Taulukkoon syötetään asuntojen numerot ja kyseisiin asuntoihin asennettujen vesimittareiden sarjanumerot, ja taulukkoon ohjelmoitujen makrot muodostavat niiden pohjalta alakeskukseen ladattavan pistetietokannan ja IEC-koodirajapinnan.

Multidisplay-kosketusnäytön käyttöliittymä luodaan FxEditor-työkaluohjelmistoon sisältyvällä Htmleditor-grafiikkatyökalulla. Käyttöliittymä muodostuu yhdestä tai useammasta 320x240 pikselin kokoisesta kuvasivusta, jolle voidaan vapaasti koostaa erilaisia grafiikkaelementtejä. Käytettävissä olevat grafiikkaelementtityypit ovat kuva (jpg- tai gif-tiedostomuodossa), nappi, numerokenttä, tekstikenttä, palkkinäyttö ja symboli. Jokainen ele-

menttityyppi voi olla näytöllä kiinteä, siis pelkkä muuttumaton ”kuva”, tai aktiivinen elementti, joka esittää jonkin tiedon tai jolla on jokin toiminto. Toiminto voi olla esimerkiksi linkitys seuraavalle kuvasivulle. Niille elementeille, joiden sisältämä tieto ja toiminnallisuus liittyvät näyttöön kytketyllä Multi-24-moduulilla pyörivään ohjelmaan, annetaan pistenumero, jolloin tieto voidaan synkronoida moduulin ja näytön välillä.

Multi-24-huonesäädinmoduulien ohjelmointi tapahtuu IEC 61131-3 -standardin mukaisesti samalla tavalla kuin alakeskuksenkin, ja siihen käytetään OpenPCS-ohjelmistoa. Multi-24-säädinmoduuli ei varsinaisesti sisällä eikä vaadi pistetietokantaa samalla tavalla kuin FX2030A-keskusyksikkö. Yksinkertaisissa sovelluksissa huonesäätimen ohjaamien prosessien toiminnot ohjelmoidaan säätimelle siten, että niissä tarvittava tieto luetaan ohjelmaan suoraan moduulin sisääntuloista ja ulostuloja ohjataan suoraan ohjelmasta. Tällainen prosessi ja siihen liittyvät tiedot alkavat aina alkutilanteesta, jos moduulista katkeaa sähkö. Mikäli jotain prosessin sisäisiä tietoja halutaan tallentaa sähkökatkon kestävään muistiin, Multi-24-moduulissa tallennus tapahtuu moduulin sisäisiin muistirekistereihin, ja samat rekisterit ovat käytössä, jos moduuli on yhdistetty väylän kautta FX2030A-keskusyksikköön ja kommunikoi sen kanssa. Keskusyksikössä pyörivä IEC-koodi hoitaa kommunikaation tallentamalla ja lukemalla rekisterit määrättyillä osoiteväleillä, moduulin ohjelmaan kommunikointia ei tarvitse erikseen ohjelmoida. Kommunikaatio Multidisplay-kosketusnäytön aktiivisten elementtien kanssa tapahtuu säätimeen koodissa luku- ja kirjoitusfunktiolla pistenumeron mukaan.

Jos Multi-24-moduuli on liitetty väylällä FX2030A-keskusyksikköön ja siihen on kytketty myös Multidisplay-kosketusnäyttö ja moduulin sisältämiä tietoja synkronoidaan sekä näytön että keskusyksikön välillä, monimutkaistuu moduulin vaatima ohjelmointi huomattavasti. Tällaisissa tapauksissa ohjelmoinnissa käytetään Fidelix Multi24Tools -apuohjelmaa, johon määritellään moduulin ohjelmassa käytettävät, kosketusnäytön käyttöliittymän sisältämät ja alakeskuksen keskusyksikölle välitettävät pisteet. Ohjelma antaa pistemäärittelyn perusteella kosketusnäytön aktiivisten grafiikkaelementtien Htmleditor-työkalussa tarvitsemat tiedot. Säätomoduulille ladattavan IEC-ohjelman Multi24Tools antaa valmiina pakettina, johon on ohjelmoitu määritellyt pisteet ja kaikki niiden tallentamiseen ja tiedonsiirtoon liittyvä toiminnallisuus valmiiksi. Keskusyksikölle ladattavaksi Multi24Tools antaa pistetietokannan ja IEC-ohjelman, joka hoitaa tiedonvälityksen huonesäätimen ja keskusyksikön pisteiden välillä.



## 6.1 Huonesäätimen toimintaselostus

Kohteen automaatio suunnitelmat eivät sisältäneet huonesäätimille ns. toimintaselostusta, jossa säätimeen ohjelmoitavat toiminnot olisi tarkkaan määritelty. Halutut toiminnot esiteltiin neuvotteluissa ja seuraavien alalukujen sisältämä toimintaselostus on luotu osana tätä insinööriötä.

### 6.1.1 Varotoiminnot ja hälytykset

Jos huonesäätimeen kytketty palovaroitin antaa hälytyksen, ohjelma ohjaa keittiön sähkölieden sähköt poikki. Kosketusnäyttö ohjataan grafiikkasivulle, jossa on painike tekstillä "KUITTAA HÄLYTYS". Mikäli painiketta painetaan 60 sekunnin kuluessa hälytyksestä, hälytystietoa ei välitetä eteenpäin valvonta-alakeskukselle. Sähkölieden sähköjen ohjaus ja kosketusnäyttö palaavat normaalitilaan, kun hälytystieto poistuu.

Jos vesivuotoanturin mittasilmukka sulkeutuu ja silmukan mitattu sähkövastus alittaa hälytysrajan (veden sähkövastus), ohjelma ohjaa pyykinpesukoneen sähköt poikki. Hälytystieto esitetään kosketusnäytöllä graafisesti ja näytön hälytysääni aktivoidaan.

### 6.1.2 Säädot, ohjaukset ja mittaukset

Ohjelma säätää kylpyhuoneen lattian lämpötilaa ohjaamalla lattialämmitysvastusta lattian lämpötila-anturin mittauksen mukaan. Ohjelma pyrkii pitämään lattian lämpötilan tavoitearvossa, joka on käyttäjän aseteltavissa.

Ohjelma laskee sähkönkulutusmittarin antamat pulssit ja tallentaa pulssimäärän huonesäätimen sisäiseen muistiin. Pulssilukeman perusteella lasketaan kulutetun sähkömäärä ja tieto välitetään valvonta-alakeskukselle päivä-, viikko-, ja kuukausikohtaisten kulutuslukemien laskemiseksi, jotka luetaan takaisin säätimelle. Käyttäjä voi asettaa näytöltä sähkön kilowattituntihinnan, jonka perusteella kulutus muutetaan euromääräiseksi arvoiksi, jotka esitetään näytöllä yhdessä kulutuslukemien kanssa.

Ohjelma lukee valvonta-alakeskukselta huoneiston vesimittarien päivä- viikko- ja kuukausikohtaiset kulutuslukemat ja niitä vastaavat euromääräiset arvot ja ulkolämpötila-anturin mittaustiedon ja välittää tiedot kosketusnäytölle.

## 6.2 Huonesäätimen pistemäärittely

### 6.2.1 Fyysiset pisteet

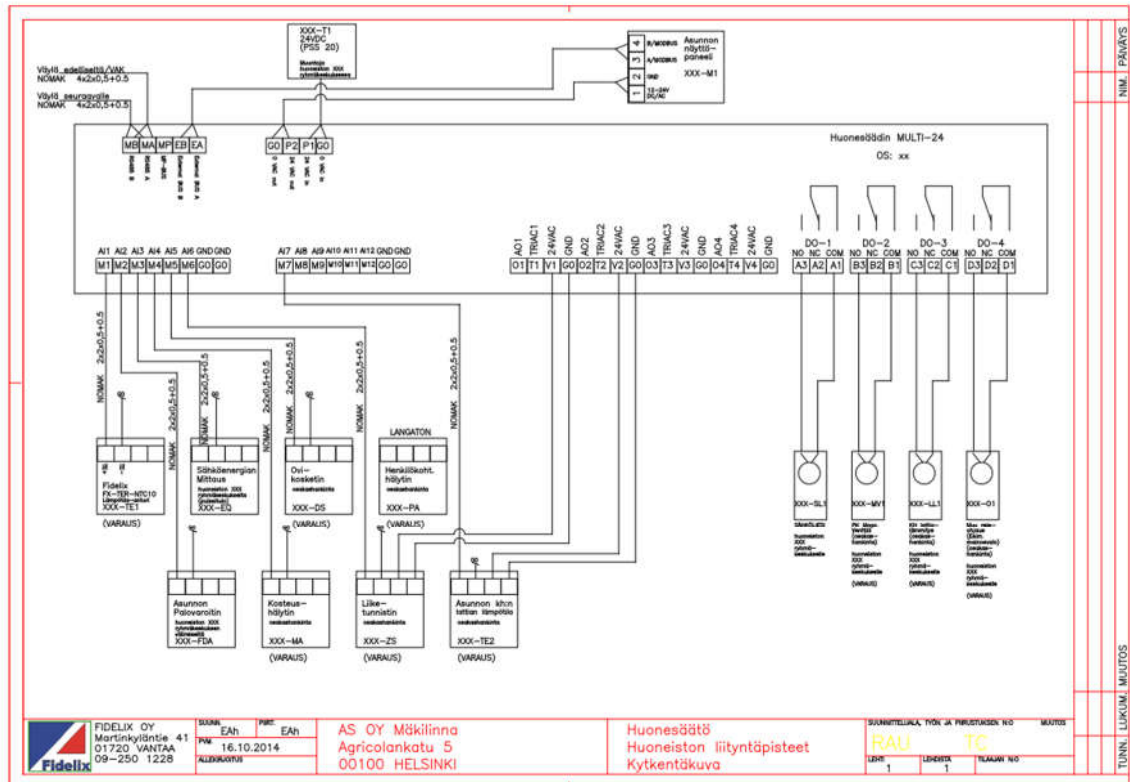
Huonesäädinmoduulin fyysiset IO-pisteet on määritelty automaatio suunnitelmissa. Pisteistä luodaan taulukko, johon määritellään pisteiden ominaisuudet. Tilatieto- ja ohjauspisteillä ei ole yksikköä eikä desimaaleja. Kosketusnäytöllä esitettävien mittauspisteiden yksikkö ja desimaali on määriteltävä. Taulukossa 1 on nähtävissä As Oy Mäkilinnan säätölaitteiden fyysisten pisteiden määrittely.

Taulukko 1. Järjestelmän fyysiset pisteet

Piste	pisteen yksikkö	desimaalit
palohälyttimen hälytyskosketin		
vesivuotoanturi		
lattian lämpötila-anturi	°C	1
sähkönkulutuksen pulssitieto	kWh	3
pesukoneen sähkön ohjaus		
kaasulinjan magneettiventtiin ohjaus		
lattialämmitysvastuksen ohjaus		
huonelämpötila-anturi (varaus)	°C	1
ovikosketin (varaus)		
liiketunnistin (varaus)		
kontaktoriohjaus (varaus)		

Ns. ”varauksena” eli kytkentävalmiutena on määritelty huonelämpötila-anturi, ovikosketin, liiketunnistin ja yksi määrittelemätön kontaktoriohjaus sähkökeskukseen. Varauksiksi määriteltyjä pisteitä ei ohjelmoida tässä vaiheessa, koska niiden käyttöönotto vaatii ohjelman muokkaamista, joten ne voidaan määritellä samassa yhteydessä, jos ne otetaan käyttöön.

Fyysisten pisteiden kytkentä on esitetty kuvassa 4 nähtävässä kytkentäkaaviossa.



Kuva 4. Huonesäädinmoduulin ja kentälaitteiden kytkentäkaavio

## 6.2.2 Ohjelmalliset pisteet

Ohjelmalliset pisteet määräytyvät toimintaselostuksen ja laitteen ohjelmoinnin tarvitsemien pisteiden mukaan. Kaikki ohjelmalliset pisteet synkronoidaan kosketusnäytön kanssa ja asetusarvopisteitä käyttäjän pitää päästä muuttamaan. Laitteiston ohjelmoija määrittelee ja listaa toteutuksessa tarvittavat ohjelmalliset pisteet. Näytöllä esitettävillä mitta-arvoille määritellään yksikkö ja desimaalit ja käyttäjän aseteltavissa olevat pisteet määritellään asetusarvopisteiksi. As Oy Mäkilinnan laitteiston sisältämät ohjelmalliset pisteet ovat nähtävissä taulukossa 2.

Taulukko 2. Järjestelmän ohjelmalliset pisteet

Piste	pisteen yksikkö	desimaalit	asetus
huonelämpötila	°C	1	
ulkolämpötila	°C	1	
lattian lämpötilan asetusarvo	°C	1	x
palohälytyksen kuittaus			x

palohälytystieto alakeskukselle			
sähkönkulutuksen pulssilukema			
sähkön kilowattituntihinta	€/kWh	2	x
sähkön päiväkulutus	kWh	1	
sähkön viikkokulutus	kWh	1	
sähkön kuukausikulutus	kWh	1	
sähkön päiväkulutus euroina	€	2	
sähkön viikkokulutus euroina	€	2	
sähkön kuukausikulutus euroina	€	2	
lämpimän veden päiväkulutus	L	0	
lämpimän veden viikkokulutus	L	0	
lämpimän veden kuukausikulutus	L	0	
lämpimän veden päiväkulutus euroina	€	2	
lämpimän veden viikkokulutus euroina	€	2	
lämpimän veden kuukausikulutus euroina	€	2	
kylmän veden päiväkulutus	L	0	
kylmän veden viikkokulutus	L	0	
kylmän veden kuukausikulutus	L	0	
kylmän veden päiväkulutus euroina	€	2	
kylmän veden viikkokulutus euroina	€	2	
kylmän veden kuukausikulutus euroina	€	2	

### 6.3 Kosketusnäytön käyttöliittymän suunnittelu

Rakennusautomaatiojärjestelmän käytettävyys riippuu täysin sen käyttöliittymän laadusta. Käyttöliittymän laatuun vaikuttavat tekijät ovat käyttöliittymän selkeys, toimivuus ja helppokäyttöisyys. Näiden saavuttamiseksi on oleellista tunnistaa, mitkä järjestelmän toimintaan liittyvät tiedot ovat käyttäjälle oleellisia ja miten nämä tiedot tulisi käyttöliittymässä ryhmitellä ja miten niiden hallinta toteuttaa (Bamberg ym. 2008: 11)

As Oy Mäkilinnan asuntokohtaisessa rakennusautomaatiossa asukkaiden ulottuville halettavat tiedot ovat veden ja sähkön kulutustiedot ja kulutuksesta lasketut euromääräiset hintatiedot sekä kylpyhuoneen lattialämmityksen säätöön liittyvät tiedot. Palo- ja vesivuotohälytykset tuodaan käyttäjän näkyville vain silloin, jos hälytykset aktivoituvat. Sähköisten kontaktorien ohjaukseen ei ole tarvetta antaa asukkaalle käyttöliittymän kautta mahdollisuutta, koska ohjaukset ovat normaalitilanteessa päällä ja ne katkaistaan vain palohälytyksen tai vesivuotohälytyksen ollessa aktiivinen.

Multidisplay-kosketusnäytön fyysinen koko on 3,5", joten näytöllä kerrallaan esitettävän tiedon määrä on rajallinen. Täten käyttöliittymä joudutaan jakamaan pääsivuun, jolta on havainnolliset linkit alasuviille, joilla tarkemmat mittaustiedot ja lattialämmityksen säätöön liittyvät tiedot ovat.



Kuva 5. Kosketusnäytön käyttöliittymän pääsivu

Kuvassa 5 on nähtävissä käyttöliittymän pääsivu. Sivun yläosassa on kosketusnäytön yhteydessä olevalta lämpötila-anturilta mitattu huonelämpötila, ja rakennusautomaatiojärjestelmän keskusyksiköltä saatu ulkoilman lämpötila. Vedenkulutustiedot, sähkönkulutustiedot ja lattialämmityksen säätöön liittyvät tiedot on jaettu omille alasuviilleen, joille pääsivulta on linkit.



Kuva 6. Vedenkulutusmittausten alasuvi

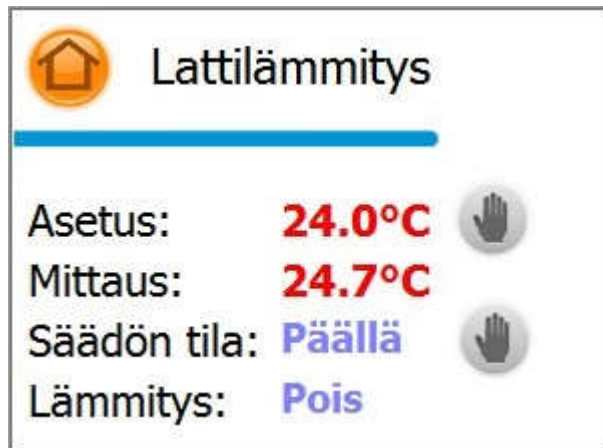
Kuvassa 6 on nähtävissä vedenkulutusmittausten tiedot sisältävä käyttöliittymän alisivu. Sivulla on nähtävissä päivä-, viikko- ja kuukausikohtainen vedenkulutus ja vedenkulutuksesta lasketut euromääräiset kustannukset. Laskennassa käytetty veden hinta on ohjelmoitu rakennusautomaatiojärjestelmän keskusyksikköön koska hinta on rakennus-, ei asuntokohtainen.

Alasivulta pääsivulle pääsee koskettamalla oranssia talon kuvalla varustettua grafiikkaelementtiä.



Kuva 7. Sähkönkulutusmittauksen alisivu

Kuvassa 7 on nähtävissä sähkönkulutusmittaustiedot sisältävä käyttöliittymän alisivu. Kulutustiedot on lajiteltu päivä-, viikko- ja kuukausikohtaiseen kulutukseen ja kulutustiedoista on laskettu euromääräinen sähkön hinta. Sähkön hinta riippuu asuntokohtaisesta sähkösoituksesta, joten hinta on käyttäjän määriteltävissä. Käyttäjän aseteltavia tietoja käyttöliittymässä ilmentää harmaa käden kuvake, jota koskettamalla näytölle aukeaa numeronäppäimistö, jolta hinta on aseteltavissa.



Kuva 8. Lattialämmityksen säädön alisivu

Kuvassa 8 on nähtävissä lattialämmityksen säätöön liittyvä käyttöliittymän alisivu. Sivulla on nähtävissä lattiassa olevalta lämpötila-anturilta mitattu lämpötilatieto sekä käyttäjän määriteltävissä oleva tavoitearvo. Käyttäjä voi myös kytkeä säädön pois päältä.



Kuva 9 Käyttöliittymän palohälytystietosivu

Kuvassa 9 on nähtävissä grafiikkasivu, joka ilmestyy näytölle, mikäli säätömoduuliin kytketty palohälytin hälyttää. Kuvassa pyydetään asukasta kuittaamaan hälytys, mikäli se oli väärä, jotta hälytystä ei välitettäisi eteenpäin huoltoyhtiölle. Kuittaaminen tapahtuu koskettamalla ruutua mistä tahansa kohdasta. Hälytyssivulla informoidaan asukasta myös siitä, että keittiön lieden sähköt on katkaistu hälytyksen ollessa päällä.

Koska palohälyttimen hälytys aktivoituu vain hälyttimen tunnistaessa savua, käyttöliittymän palohälytys on itsestään kuittaantuva, eli hälytyksen poistuessa kosketusnäyttö palaa päänäkymään ja keittiön liedet sähköt kytkeytyvät uudelleen päälle.



Kuva 10. Käyttöliittymän vesivuotohälytystietosivu

Kuvassa 10 on nähtävissä grafiikkasivu, joka ilmestyy näytölle, mikäli säätömoduuliin kytketty vesivuotoanturi kastuu ja vesivuotohälytys aktivoituu. Kuvassa annetaan asukkaalle ohjeet, kuinka toimia vuotohälytyksen tapahtuessa. Vesivuotohälytys vaatii aina vesivuotoanturin tarkistamisen hälytyksen syyn selvittämiseksi, joten käyttöliittymän hälytys ei ole itsestään kuittaantuva, eli käyttäjän on ensin selvitettävä vuodon syy ja kuivattava anturi, jotta fyysinen hälytystieto poistuu. Tämän jälkeen kuitattava hälytys kosketusnäytöltä ennen kuin pesukoneen sähköt ohjataan takaisin päälle.

#### 6.4 Järjestelmän kehitysmahdollisuudet

As Oy Mäkilinnan rakennusautomaation toteutus tapahtui urakan suunnitteluvaiheessa luotujen ja urakkasopimukseen sisällytettyjen sähkö-, LVI- ja automaatio suunnitelmien perusteella. Näin ollen järjestelmän toteutus noudattaa suunnitelmissa määriteltä.

Huonesäätimet tilattiin langattomalla EnOcean-liitäntämoduulilla ja antennilla varustettuna, mutta langattomien laitteiden liitettävyyttä ei toteutuksessa hyödynnetty. Langattomilla EnOcean-standardin mukaisilla laitteilla on jälkikäteen mahdollista toteuttaa ilman johdottamista useita erilaisia toimintoja.



EnOcean-laitteita varten huonesäätimen ohjelmaan ja säätimen käyttöliittymään täytyy ohjelmoida laitteiden toimintojen lisäksi laitteiden tunnistus. Laitteet liitetään Multi-24-säätimeen aktivoimalla tunnistus säätimellä ja painamalla EnOcean-laitteesta tunnistuspainiketta.

#### 6.4.1 Lämmityspattereiden säätö huonelämpötilan mukaan

Langattoman huonelämpötila-anturin ja lämpöpatterin venttiilin toimilaitteen avulla on mahdollista toteuttaa huonekohtainen lämpötilan säätö. Käyttöliittymään tulee automaattisesti yhtä monta huonekohtaista sivua kuin huonelämpöantureita liitetään, ja käyttäjä voi asetella jokaiselle huoneelle halutun lämpötilan asetusarvon. Asetusarvon ja mittauksen perusteella säätimen ohjelma säätää huoneen lämmityspatterin venttiiliä ja pitää huoneen lämpötilan halutussa arvossa.

#### 6.4.2 Erillinen sähkönkulutusmittaus

Käyttöliittymään voidaan ohjelmoida erilliselle sähkönkulutusmittarille kulutuslukemasivu, jonka kautta käyttäjä voi seurata järjestelmään liitettävän kulutusmittarin laskemaa kulutusta. Kulutusmittari on kooltaan kompakti, joten sen voi liittää melkein minkä tahansa laitteen sähköjohdon ja sähköpistokkeen väliin.

#### 6.4.3 Erilliset sähköohjaukset

Erillisiä sähköohjauksia voidaan toteuttaa kojerasioihin asennettavilla pienikokoisilla langattomilla kytkimillä, jotka saavat tarvitsemansa käyttövirran suoraan kytkimen napoihin kytketystä sähköstä. Langattomia kytkimiä ohjataan painonapeilla, jotka pystyy asentamaan pinta-asennuksena tasaiseenkin seinään. Kytkin ja painike linkitetään käyttöliittymään ohjelmoitavalla painikkeella, ja kytkin-painike-pareja voi lisätä järjestelmään useita.

## 7 Yhteenveto

Insinööriyön puitteissa toteutettu As Oy Mäkilinnan asuntokohtainen rakennusautomaatiojärjestelmä toimii hyvänä esimerkkinä nykyaikaisesta kotiautomaatiolaitteistosta ja sen

tarjoamista mahdollisuuksista. Linjasaneerauksien määrä on Suomessa suuressa kasvussa asuinrakennusten LVI-järjestelmien tullessa käyttöikänsä päähän, ja saneeraukset tarjoavat samanaikaisesti hyvän mahdollisuuden lisätä huoneistoihin myös automaatiikkaa. Huoneistokohtainen vedenmittausjärjestelmä palvelee asukkaiden tarpeita ja tekee vedenkulutuksen laskutuksesta reilumman, kun vedestä voidaan laskuttaa vain kulutetun määrän mukaan. Tämä lisää myös veden säästöä, kun asukas suoraan omalla toiminnallaan vaikuttaa siihen, kuinka paljon hän joutuu kulutuksestaan maksamaan. Täten automatiikalla voidaan saavuttaa etuja myös ekologisessa mielessä.

Itselleni As Oy Mäkilinnan automaatioprojekti oli ensimmäinen, jossa toteutin huonesäädinmoduulilla ja kosketusnäytöllä asuinhuoneistokohtaisella käyttöliittymällä hallittavan järjestelmän, joka myös liitettiin kiinteistön rakennusautomaatiojärjestelmän keskusyksikköön väylän välityksellä.

Yleensä rakennusautomaatiojärjestelmillä hallitaan taloteknisiä LVIS-prosesseja, ja järjestelmien toteutus noudattaa pitkälti samaa kaavaa. Järjestelmien hallintotason käyttöliittymille on tietyt yleisesti käytössä olevat toteutusperiaatteet, jolloin käyttöliittymän suunnitteluun ei tarvitse käyttää aikaa ja käyttöliittymä koostetaan valmiista grafiikkaelementeistä. Tällaisissa käyttöliittymissä ensisijainen tavoite on käyttöliittymän selkeys ja käytännöllisyys, eikä graafiseen ulkonäköön ole tarvetta kiinnittää kovin suurta huomiota. Järjestelmiä käyttävät pääasiallisesti kiinteistöalan ammattilaiset. Kotiautomaation piirissä tilanne muuttuu, koska järjestelmää käyttävät tavalliset ihmiset, jotka ovat nykyelektronikassa tottuneet näyttäviin ja helppokäyttöisiin käyttöliittymiin. Tällöin käyttöliittymän suunnitteluun tulee kiinnittää normaalia rakennusautomaatiojärjestelmää suurempaa huomiota. Tällöin kyseeseen voi tulla käyttöliittymän suunnittelun antaminen ammattilaisten, käyttöliittymäsuunnittelijoiden ja graafikoiden käsiin. Tämän insinööriyön käsitelmässä projektissa käyttöliittymän toteutus oli kuitenkin vielä suhteellisen yksinkertainen, ja pystyin toteuttamaan sen itse, käytössäni olleilla valmiilla grafiikkasymboleilla.

Langaton tekniikka tarjoaa kotiautomaatiossa entistä juostavampia mahdollisuudet järjestelmän toteuttamiseen, kun kenttälaitteiden lisääminen järjestelmään ei enää vaadi johdotusta. As Oy Mäkilinnassa valmius langattomuuteen on olemassa, mutta sitä ei vielä tämän projektin puitteissa päästy hyödyntämään. Järjestelmien, erityisesti EnOcean-pohjaisten ratkaisujen, kehitystyö on kuitenkin Fidelix Oy:ssa aktiivista, ja Mäkilinnan kiinteistöön on myöhemmin mahdollista lisätä langattomia laitteita.

Insinööriyön tuloksena toteutettuun kohteeseen saatiin toimiva automaatiojärjestelmä, joka antaa lisäksi monenlaisia jatkokehitysmahdollisuuksia. Työssä esille tulleita seikkoja voidaan käyttää suunniteltaessa vastaavien järjestelmien toteutusta, joten työn tulokset ovat tässä mielessä arvokkaita myös tulevaisuutta ajatellen. Henkilökohtaisella tasolla insinööriyön kohteena ollut projekti laajensi käsitystäni ja ammattitaitoani rakennusautomaatiojärjestelmien toteutuksesta.

## Lähteet

Bamberg Harri, Jussila Tuomas, Laaksonen Tero, Piikkilä Veijo, Sahala Antti, Sahlstén Toivo, Spangar Tapani, Sulku Jukka. 2008. Kiinteistöjen valvomojärjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Building automation, including: KNX (standard), Zigbee, HVAC control system, LON-works, Modbus, LONtalk, EnOcean, lightning control system, energy monitoring and targeting, Dynalite, digital addressable lightning interface, digital signal interface, Obix. 2011. Hephaestus Books.

Harju, Pentti. 2014. Talotekniikan mittauksia, säätöjä ja automatiikkaa. Kouvola: Penan Tieto-Opus Ky.

Härkönen Pentti, Mikkola Juhana, Piikkilä Veijo, Sahala Antti, Sahlstén Toivo, Sandström Börje, Sirviö Arto, Spangar Tapani, Sulku Jukka. 2012. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Tietotekniset järjestelmät. Espoo: Sähköinfo Oy.

Rissanen, Hanna. 2014. Putkiremontti uudella tavalla ajatellen. Kiinteistöposti, 2/2014, s. 24—30.

Suomäki, Jorma ja Vepsäläinen, Sami. 2013. Talotekniikan automaatio – Käyttäjän opas. Helsinki: Kiinteistöalan kustannus Oy

