



# **KNX-opetuslaitteiston suunnittelu**

Eero Soini

Opinnäytetyö  
Toukokuu 2014  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja laiteautomaatio

## TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu  
Kone- ja tuotantotekniikka  
Kone- ja laiteautomaatio

EERO SOINI:  
KNX-opetuslaitteiston suunnittelu

Opinnäytetyö 49 sivua, joista liitteitä 19 sivua  
Toukokuu 2014

---

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja valmistaa JJJ-automaatio Oy:n projekti kiinteistöautomaatio-opetuslaitteistosta. Projekti oli ollut valmisteilla jo pidemmän aikaa, mutta ajan puutteen ja työkiireiden vuoksi laitteiston suunnittelussa otettiin yhteyttä Tampereen ammattikorkeakouluun.

Laitteiston suunnittelu aloitettiin selvittämällä oppilaitosten tarpeita käytännön tasolta ja myös opetussuunnitelmien pohjalta. Alkuperäinen suunnitelma oli muutaman vuoden vanha, joten laitevalintoja jouduttiin päivittämään nykYTEKNIikkaa vastaaviksi.

Rakennusvaihe oli suhteellisen yksinkertainen, koska rakenteiden suunnittelu ja toimilaitteiden sijoittelu oli tarjolla valmiina. Toimilaitteet ja niiden tekninen tuki tulivat DJS Automation Oy:ltä Espoosta. Laitetta esiteltäessä todettiin markkinoilla olevan kiinnostusta nykyaikaiselle opetuslaitteistolle ja kysyntä varmasti kasvaa rakennustekniikan kehittyessä.

Työn liitteet on jätetty julkaisematta yrityksen liikesalaisuuden suojaamiseksi.

## **ABSTRACT**

Tampere University of Applied Sciences  
Degree programme in Mechanical and Production Engineering  
Option of Machine Automation

EERO SOINI:  
Designing of KNX-teaching equipment

Bachelor's thesis 49 pages, appendices 19 pages  
May 2014

---

The objective of this thesis was to design and manufacture property automation system for JJJ-automaatio Ltd that would be used as teaching equipment. The project had been under preparation for few years already but due to busy work schedule and shortage of workforce in small business the project was offered to Tampere University of Applied Sciences.

The design begun by investigating the needs of colleges on practical level and also on the needs based on official curriculum laid by Ministry of Education. Original project plan was few years old and had to be updated to match with current technology.

The constructing phase was relatively simple as the structural plans and the layout for the components was ready. The components and technical support we needed came from DJS Automation Ltd at Espoo. As the equipment was presented was found that there is good demand for modern teaching equipment in the market and it will surely increase as construction technology develops.

---

Key words: property automation, teaching equipment, KNX

## **ALKUSANAT**

Haluaisin kiittää JJJ-automaatio Oy:tä mahdollisuudesta tehdä opinnäytetyö ja opastuksesta projektin aikana. Erityiskiitos Mika Laajalle kannustuksesta ja teknisestä tuesta projektin rakentamisen aikana. Kiitokset myös työn valvojalle Mika Korpelalle rakentavista kommentteista.

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	7
2	YRITYSESITTELYT .....	9
	2.1. JJJ-automaatio Oy.....	9
	2.2 JJJ-automaatio Oy:n tuotteet.....	10
	2.3. Yritysesittely, DJS Automation Oy .....	11
3	KNX-JÄRJESTELMÄ.....	12
	3.1 Toimilaitteet.....	13
	3.2 Topologia.....	16
	3.3 Viestin rakenne .....	18
	3.4 Ohjaustavat .....	19
4	OHJELMOINTI .....	21
	4.1 ETS4- ohjelman käyttö .....	21
	4.2 eCampus.....	23
5	OPETUSLAITTEISTO .....	24
	5.1 Suunnittelu .....	24
	5.2 Kokoonpano.....	26
6	POHDINTA.....	28
	LÄHTEET.....	29
	LIITTEET .....	30

**LYHENTEET JA TERMIT**

EIB	European Installation Bus
ETS	Engineering Tool Software
SELV	Safety Extra Low Voltage
PELV	Protective Extra Low Voltage
Topologia	Verkon rakenne/ laitteiden liitântätapa

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli tutkia kiinteistöautomaatiojärjestelmiä keskittyen KNX-järjestelmiin. Opinnäytetyössä esitellään aluksi KNX-järjestelmää yleisesti ja sitten järjestelmän toteuttamista käytännössä eli sen ohjelmointia ja käyttöönottoa. Työhön kuului toimivan opetuslaitteiston rakentaminen. Laitteistosta tulee esittelykäyttöön tarkoitettu prototyyppi, jonka avulla voidaan demonstroida laitteiston toimintaa asiakkaalle. Laitteiston pohjalta ja asiakkaan toiveiden mukaan JJJ-automaatio Oy voi rakentaa oppilaille tarkoitetun harjoituslaitteiston. Laitteistoa on tarkoitus myydä toisen asteen oppilaitosten sähkö- ja automaatio-osastoille vaativana harjoitustyönä. Prototyypilaitteisto eroaa myytävästä opetuslaitteistosta siinä, että kaikki komponentit ovat kiinteästi johdotettu ja laitteisto on myös valmiiksi ohjelmoitu. Laitteisto täytyy olla myös kuljetettavissa autolla oppilaitoksiin, joten ulkomitat oli suunniteltava kuljetukseen sopiviksi.

Oppilaskäyttöön rakennettavan harjoitustyön suorittamiseen kuuluu komponenttien kiinnittäminen järjestelmään, niiden johdottaminen ja laitteiston ohjelmointi. Ohjelmiston järjestelmään syöttämisen jälkeen laitteiston pitäisi demonstroida kiinteistöautomaatiota pienoiskoossa. Myytävään laitteistoon kuuluu itse laitteiston lisäksi kirjallinen harjoitus- ja vastauskirja.

Työ tehtiin JJJ-automaatio Oy:n tiloissa ja yhteistyössä Juhani Anttilan sekä Mika Laajan kanssa. Komponenttien valinnassa ja suunnittelussa auttoi DJS Automation Oy:n Niko Nissinen. Työ suunniteltiin oppilaitosten tarpeiden pohjalta ja suunnittelussa otettiin huomioon JJJ-automaatio Oy:n perustajan Jukka Halavan vuosien kokemus sähköpuolen opettajana sekä Juhaniin kokemus KNX-projekteista sekä opetushallituksen suunnitelma sähkö- ja automaatiotekniikan opetuksesta. Kävin projektin alussa Tampereen ammattiopiston Hervannan toimipisteessä katsomassa siellä tehtyä projektia, jossa ryhmä vaihto-oppilaita oli rakentanut valokatkaisijoista ja termostaatista koostuvan sovelluksen. Kävin tutustumassa myös DJS Automation Oy:n demolaitteistoon automaatiomessuilla Tampereen messu- ja urheilukeskuksessa. Näiden kokemusten pohjalta oli hyvä suunnitella työn sisältöä, kun oli tietoa siitä, mitä laitteita nykyaikainen kiinteistöautomaatio vaatii.

Projekti oli aloitettu jo aiemmin JJJ-automaatio Oy:llä vakituisen henkilöstön voimin, mutta muista työkiireistä johtuen työ oli jäänyt seisomaan useammaksi vuodeksi. Aloittaessani työn suunnittelua sain käyttööni Juhaniin omaan kesämökkiin tehdyt muutaman vuoden vanhat KNX-suunnitelmat laitelistauksineen, joista lähdimme karsimaan ylimääräisiä komponentteja sekä päivittämään laitteita nykyaikaisiin. Aluksi suunnittelimme tarjoavamme prototyypissä iPad-ohjausta ainoastaan optiona. Lopulta kuitenkin päädyimme käyttämään tablettia, koska esittelymallissa olisi hyvä olla näkyvillä viimeisimmät ja suosituimmat järjestelmät.

Työn edetessä aikataulut muuttuivat ja työ ilmoitettiin esittelyyn opetusalan messuille 14.3.2014 ja JJJ-automaatio Oy teki päätöksen tilata ohjelmoinnin ulkopuoliselta yrittäjältä ajan säästämiseksi. Laitteisto saatiin esiteltyä hieman viimeistelemättömänä ja se keräsi paljon kiinnostusta opettajien keskuudessa. Järjestelmää suunnitelleena oli myös mielenkiintoista huomata, että opetuslalla oltiin ylipäättänsä kiinnostuneita tämän kaltaisesta laitteistosta, vaikka laitteistosta oli vasta runkorakenne ja komponentit koottuina. JJJ-automaatio Oy:lle oli tullut kymmenkunta kyselyä laitteiston ostomahdollisuuksista jo rakennusvaiheessa.



## 2 YRITYSESITTELYT

### 2.1. JJJ-automaatio Oy

JJJ-automaatio Oy on yli 20 vuoden ajan valmistanut harjoituslaitteistoja oppilaitosten käyttöön. Perustajia ovat Jukka Halava, Juhani Anttila ja uutena työntekijänä nykyinen toimitusjohtaja Mika Laaja. Tampereen yksikössä työskentelevät Jukka Halava ja Juhani Anttila ovat päätoimisia opettajia Tampereen ammattiopistossa ja Mika Laaja on päätoimisesti työssä JJJ-automaatio Oy:llä. Tampereen toimipisteessä hoidetaan laitteistojen valmistus sekä myynti ja Helsingin toimipisteessä myydään edustustuotteita (JJJ-automaatio 2013).

JJJ-automaatio Oy suunnittelee ja valmistaa erilaisia automaation ja sähkötekniikan harjoituslaitteistoja koulutuskäyttöön. Laitteistoja on tarjolla seuraavilta alueilta:

- pneumatiikka
- releohjaustekniikka
- AC- ja DC-moottorikäytöt
- logiikkaohjelmointi
- servomoottorikäytöt
- teollisuuden väylätekniikka.

Asiakkaat ovat yleensä toisen asteen oppilaitoksia ja ammattikorkeakouluja. Laitteistot sopivat hyvin oppilaitosten kone- ja sähköosastojen harjoituslaitteistoiksi (JJJ-automaatio 2013).

## 2.2 JJJ-automaatio Oy:n tuotteet

Esimerkkinä 3J-SMO Sähkömekaaninen ohjaustekniikka

Harjoituksessa opetellaan lukemaan automaatiopiirustuksia, asentamaan releohjauksia teollisuuden komponentein ja suorittamaan vianetsintää erilaisissa ongelmatilanteissa. Laitteistoon kuuluu sylintereitä, sähköisiä säätöventtiilejä (24VDC) sekä erilaisia raja- ja painekeytkimiä kuten mm. magneettinen, optinen ja mekaaninen. Harjoitukseen kuuluu myös relekaappi, jossa on monitoimireleitä 10 kpl, aikarele, pääkytkin ja monipuolinen riviliitinkokoelma tarvikkeineen sekä käyttöpaneeli tarvittavine asennustarvikkeineen. Mukana tulee myös oppimateriaali; ratkaisukirja, jossa on teoriaosa automaatiotekniikan releohjaukseen, harjoitustehtävät esitettyinä sekvenssikaaviossa sekä täydelliset asennuskuvat ja piirikaaviot. Lisäksi laitteistoon kuuluu myös oppilaan tehtäväkirja, jossa on teoriaosa ja osittain valmiit tehtävät täydennettäväksi. Laitteisto on tyypillinen esimerkki JJJ-automaatio Oy:n valmistamasta opetuslaitteistosta oppilaitoksille (JJJ-automaatio 2013).



KUVA 1. 3J-SMO (JJJ-automaatio 2013)

### 2.3. Yritysesittely, DJS Automation Oy

DJS Automation Oy on taloautomaatio- ja sähkökomponentteihin erikoistunut maahantuonti- ja tukkuliike. DJS Automation Oy toimii yksityisten kuluttajien, suunnittelijoiden, urakoitsijoiden sekä taloautomaation ja sähkömekaniikan parissa toimivien teollisuuden edustajien kanssa (DJS Automation 2013).

Rakennusprojektia aloitettaessa DJS Automation Oy tekee tarvekartoituksen, jossa otetaan huomioon projektin perusvaatimukset ja asiakkaan henkilökohtaiset toiveet. Rakennuksen pohjakuvien perusteella tehdään budjettitarjous ennen sähkösuunnittelun aloittamista. Sertifioitu suunnittelija tekee rakennuksen sähkösuunnitelmat, joiden toteutumista valvotaan työmaalla. Automaatiojärjestelmä ohjelmoidaan valmiiksi, otetaan käyttöön ja varmistetaan suunnitelman mukainen toiminta. Loppukäyttäjä saa opastuksen järjestelmän käyttöön ja loppukäyttäjän manuaalin, johon on kirjattu järjestelmän toiminnot (DJS Automation -esite 2013).

DJS Automation Oy myy useita erimerkkisiä kiinteistöautomaatiotuotteita. Tässä opinnäytetyössä käytettävän saksalaisen Berkerin lisäksi tarjolla on myös Basalte KNX-tuotteita sisustukseen ja sähkösuunnitteluun, Delta Dore KNX-laitteita sekä remontointiuudistuksiin sopivia Zennio KNX-tuotteita. KNX-tuotteet ovat keskenään yhteensopivia, joten eri valmistajien laitteita on mahdollista käyttää yhdessä. Uusin lisä tuotteisiin on iOS-ohjaus kiinteistöautomaatiolle, jossa ladattavissa olevalla sovelluksella voi ohjata kiinteistön toimintaa puhelimesta tai iPadistä (DJS Automation 2013).

### 3 KNX-JÄRJESTELMÄ

KNX-järjestelmä pohjautuu 1990-luvun alussa luotuun EIB-väylään (European Installation Bus). Turvallisuutta, joustavuutta ja energiatarpeen minimointia koskevat vaatimukset johtivat EIB-väylätekniikalla toimivien kiinteistöhallintaohjelmien kehittämiseen. Myöhemmin erilaiset kiinteistöhallinnan standardit yhdistyivät ja keskittyivät KNX:n standardeihin. KNX-yhdistys sertifioi laitteet ja takaa niiden toimivuuden yhdessä. KNX-järjestelmä noudattaa eurooppalaisia ja kansainvälisiä sähköstandardeja, mikä helpottaa eri valmistajien tuotteiden käyttämistä. Nykyään laitteissa voi olla sekä EIB-logo että KNX-tavaramerkki. Kiinteistöautomaatiota käytetään enemmän isoissa tehdashalleissa ja rakennuksissa, mutta järjestelmien hinnat ovat laskeneet niin paljon, että on kannattavaa asentaa kiinteistöautomaatiota myös keskikokoisiin omakotitaloihin ja mökkeihin (Piikkilä, Liukku, Parviainen 2006, 10).

Normaali KNX-järjestelmä eroaa perinteisestä sähkökytkennästä kytkentätapansa puolesta. Tavallisesti kuorma kytketään suoraan tai releen/kontaktorin kautta päälle. KNX-järjestelmässä kuorma kytketään epäsuorasti toimilaitteille. Kiinteistön toimilaitteet ja anturit kytketään yhteiseen verkkoon, jonka kautta laitteita voidaan säätää päälle ja pois. Kytkentätapana voidaan käyttää normaaleja seinäkytkimiä, ohjauspaneelina toimivaa kosketusnäyttöä tai Internet-yhteyden kautta tapahtuvaa kytkentää (Piikkilä ym. 2006, 9).

### 3.1 Toimilaitteet

Toimilaitteet kytketään erikseen sähköverkkoon ja KNX-järjestelmän väyläkaapeliin, jolloin esimerkiksi valokatkaisijaa painettaessa ohjausyksikkö lähettää kytkinyksikölle viestin sytyttää kyseinen valo. Kytkeyksikkö vastaanottaa viestin, kytkee valon verkkovirtaan ja valo syttyy. Toimilaitteina voi olla kaikki kiinteistön normaalit valot, ilmastointilaitteet sekä moottoroidut ikkunaverhot, audiojärjestelmät ja KNX-yhteensopivat kodinkoneet. Järjestelmällä voidaan myös säästää energiaa, sillä lämmitys on helposti pienennettävissä asunnon ollessa tyhjänä. Hälytysjärjestelmä on mahdollista yhdistää suoraan kiinteistön ohjaukseen, jolloin järjestelmä voi hälytyksen lauetessa lähettää automaattisen hälytyksen viranomaisille (Piikkilä ym. 2006, 15-19).

#### *Väyläyhteys*

Väyläyhteyden välinen tietojen vaihto on tapahtumasuojattu. Yksittäiset tiedot kulkevat väylässä sarjoittain, linjassa on sen vuoksi väylälaitteesta vain yksi tieto kerrallaan. Luotettavuussyistä käytetään hajautettua väyläyhteyksimenetelmää, siirtotien varausmenetelmää, jolla useat lähettävät laitteet jakavat siirtotien. Menetelmä perustuu törmäysten havaitsemiseen, jossa törmäykset havaitaan lähettämällä siirtotien varaava signaali ennen varsinaista dataa. Menetelmä takaa sen, ettei tietoja pääse häviämään väylän ruuhkautumisen vuoksi (Piikkilä, ym. 2006, 29).

#### *Keskuksen toimilaitteet*

Järjestelmän toimilaitteet voidaan jakaa toiminnallisiin väylälaitteisiin, kytkimiin ja antureihin sekä keskuksen toimilaitteisiin. Keskuksessa sijaitsee virtalähteet, keskuksen väyläliityntäyksikkö ja kulutuskohteita ohjaavat kytkin-, himmennys-, ja lämmitysyksiköt. Toiminnalliset väylälaitteet ovat yleensä rakenteeltaan uppoasennettuja ja ne koostuvat laitteen omasta väyläliityntäyksiköstä sekä käyttömoduulista. Väyläliityntäyksikkö on pohja, johon voidaan liittää erilaisia laitteita. Varsinainen käyttömoduuli painetaan väyläliityntäyksikön päälle liityntäyksikön 10-napaiseen liittimeen. Väylälaitteet kytketään keskuksen väyläliityntäyksikköön, joka välittää viestit keskuksen toimilaitteille (Piikkilä, ym. 2006, 31).

## *Virtalähde*

Virtalähde syöttää väyläkaapeliin korkeintaan 29V:n jännitteen. Nykyään jännite tosin nostetaan yleisesti 30V:in jännitehäviön vuoksi. Virtalähde noudattaa DIN 50 090 standardin vaatimuksia ja on oikosulkusuojattu sekä virtarajoitettu väylän puolelta. Virtalähteen sisäänrakennettu kuristin toimii vastuskuormana väyläsanomille, joten signaali ei vaimene väylässä. Virtalähteen toista kuristamatonta ulostuloa voidaan käyttää lisälinjan syöttämiseen käyttämällä erillistä kuristinta (Piikkilä, ym. 2006, 33).



KUVA 2. Berker-virtalähde (Berker-tuoteluettelo 2014)

## *IP-ohjausyksikkö*

Ohjausyksiköitä kutsutaan hieman eri nimillä riippuen laitteen käyttötarkoituksesta. Berker-tuoteluettelosta löytyvää yksikköä voi käyttää yleisesti mobiililaitteiden, kännyköiden ja tablettien ohjaukseen ja Berker iOS Server toimii erityisesti Applen tuotteiden kanssa. Muilla valmistajilla on myös samantyyppisiä yksiköitä, joilla voi ohjata sekä Applen, Androidin että Windowsin tuotteita. Joissain yksikkömalleissa on virtalähde, jolla voi korvata erillisen virtalähteen tai se voi toimia vahvistimena mobiililaitteikäytössä. Ohjausyksiköstä voidaan päivittää laitteiston ohjelmistoa joko suoraan laitteen liittimestä tai langattoman verkon kautta. IP-ohjainyksikkö tukee tavallisimpia webselaimia ja sitä on mahdollista käyttää Apple-järjestelmillä (Berker-tuoteluettelo, 2014).

### *Väyläliityntäyksikkö*

Käsiteltävät tiedot tulevat ensin keskuksen väyläliityntäyksikköön. Yksikkö sijaitsee normaalisti virtalähteen vieressä. Liityntäyksikössä on prosessori, joka ohjailee sanomien välitystä ja ohjelmien suoritusta. Se myös säilyttää tiedot virran katketessa tai vian sattuessa. Käyttömoduulit ja esiasennettu ohjelma määräävät liityntäyksikön toiminnan. Moduuleihin kuuluvat painikkeet, binäärivastaanottimet, kytkinyksiköt, himmentimet tai näiden yhdistelmät (Piikkilä, ym. 2006, 33).

### *Kytkinyksikkö*

Kytkinyksikkö ohjaa kulutuskohteiden toimintaa. Yksikköä ohjataan väyläkaapelin kautta ja se syöttää 230V:n sähkövirtaa kytkimien kautta kulutuskohteille. Kytkinyksikkö on ohjelmoitu syöttämään tiettyjä kohteita tai kohderyhmiä erillisistä kytkimistä ja se toimii antureiden ja painikkeiden mukaan (Berker-tuoteluettelo, 2014).



KUVA 3. Berker 4-kanavainen kytkinyksikkö (Berker-tuoteluettelo 2014)

### *Väylälaitteet*

Väylälaitteisiin kuuluvat painikkeet, termostaatit, kosketusnäytöt ja anturit. Näillä säädellään laitteiston toimintaa. Kaikki väylälaitteet ohjelmoidaan etukäteen ennen ohjelman latausta järjestelmään. Ohjelmassa voidaan määrittellä nappien toiminta ja herkkyys sekä eri toiminnot pitkille ja lyhyille painalluksille. Antureiden raja-arvot on määriteltävissä ja niillä voidaan määrittää eri laitteiden toimintaa. Kosketusnäyttöihin voi ohjelmoida koko rakennuksen tai huoneiston ohjauksen ja käyttää sitä keskusyksikkönä eri tilojen säätelyssä. (Piikkilä, ym. 2006, 19).

### 3.2 Topologia

Seuraavissa kappaleissa keskitytään verkon rakenteeseen ja toimintaan käyttäen väyläkaapelia, sillä se on yleisin käytetty järjestelmä ja opinnäytetyössä käytetty asennus. Siirtotienä voidaan käyttää myös sähkö- ja radioverkkoa, mutta sähköverkkoa käytetään yleisesti vain Saksan markkinoilla ja radioverkkoa käytetään yleensä vain väyläyhteyden ohessa. Molemmat asennustavat käydään suppeasti läpi ohjaustavat-  
osuuden lopussa. (Piikkilä, ym. 2006, 34).

Pienin asennusyksikkö on linja. Yhteen linjaan voidaan asentaa 64 laitetta ja korkeintaan 4 linjasegmenttiä. Linjaa voidaan pidentää linjasegmentiksi linjavahvistimen avulla. Linjaan voidaan kytkeä rinnan korkeintaan kolme linjasegmenttiä. Jokaisessa linjasegmentissä tulee olla sopiva KNX-virtalähde. Linjasegmenteillä on rajoituksia myös koon puolesta. Taulukossa 1. on esitetty raja-arvoja linjassa olevien kaapelien pituuksille (Piikkilä, ym. 2006, 25-26).

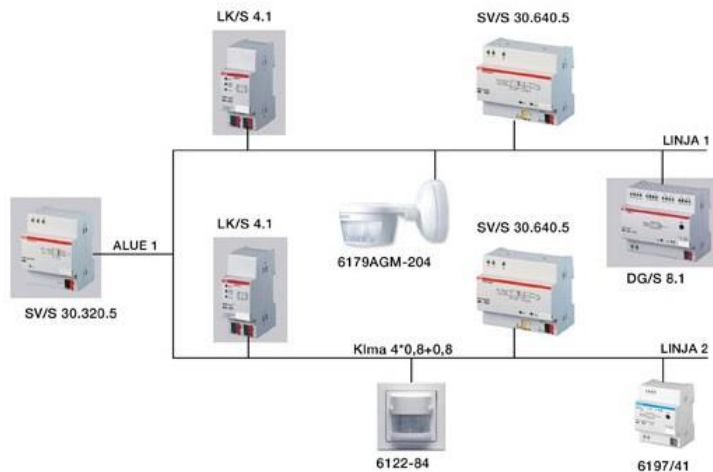
TAULUKKO 1. Kaapeleiden pituudet linjassa (Piikkilä, ym. 2006, 26)

Linjasegmentin pituus	maks. 1000m
Tehonlähteen ja väylälaitteen välinen etäisyys	maks. 350m
Virtalähteiden välinen etäisyys kuristimet mukaan lukien	min. 200m
Väylälaitteiden välinen etäisyys	maks. 700m

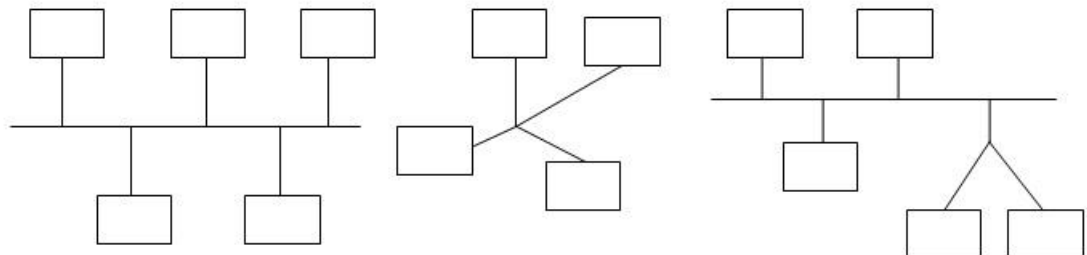
Käytettäessä useampaa kuin yhtä linjaa liitetään päälinjaan linjayhdistin. Päälinjaan voidaan kytkeä 64 laitetta, joista 15 voi olla linjayhdistimiä. Päälinjassa tulee olla oma virtalähde, jossa on kuristin (Piikkilä, ym. 2006, 27).



Linjarakenteina voidaan käyttää väylä-, tähti- tai puurakennetta tai näitä voidaan sekoittaa asennuksissa lisäämällä uusia väyläsegmenttejä. Kuvassa 4. on esimerkki väylärakenteesta, jossa on kaksi erillistä linjaa. Ainoa rajoitus on silmukkarakenne, jota ei voi käyttää, sillä kyseinen rakenne aiheuttaa viestin toistumisen, joka johtaa järjestelmän häiriöön (ABB, Järjestelmän rakenne, 2013).



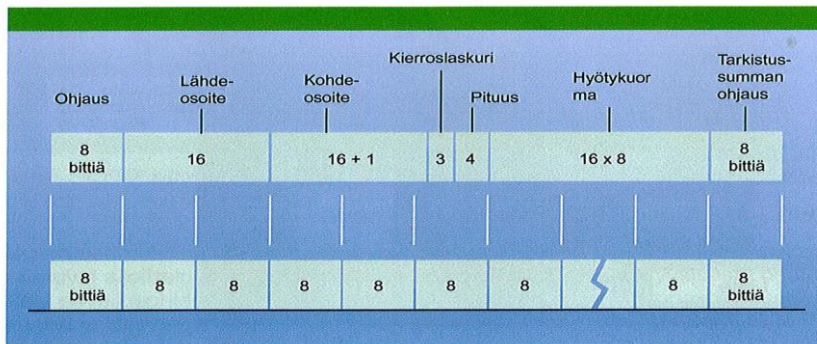
KUVA 4. KNX-väylärakenne (ABB, Järjestelmän rakenne, 2013)



KUVA 5. Esimerkki väylä-, tähti- ja puurakenteesta

### 3.3 Viestin rakenne

Väylässä kulkeva viesti on merkkijono (Kuva 6), joka koostuu väyläkohtaisista tiedoista; hyöty- ja testitiedoista. Hyötytiedoissa välitetään fyysiset tapahtumat eli esimerkiksi painikkeen painaminen ja testitietojen avulla varmistetaan tiedon kulku ja havaitaan siirtovirheet. Lisäksi väylässä kulkevassa viestissä kulkee aina lähettävän laitteen fyysinen osoite, joka osoittaa mihin alueeseen ja linjaan lähetyslaite on kytketty. Vastaanottavan laitteen tiedoissa on yksittäisen laitteen osoite tai laiteryhmä, jolle viesti on tarkoitettu. Valvonta ja tarkistussummakentillä määritellään viestin häiriötön kulku (Piikkilä, ym. 2006, 30).

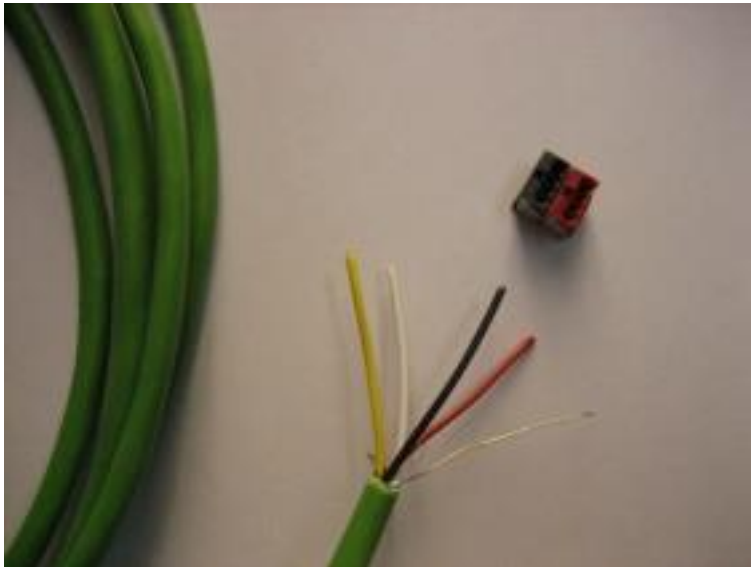


KUVA 6. Viestin rakenne jaettuna osiin

### 3.4 Ohjaustavat

#### *Väyläkaapeli*

Parikaapeli on yleisin KNX-ohjaustapa Euroopassa Saksaa lukuun ottamatta. Asennuksissa käytetään yleensä siihen tehtyä vihreää väyläkaapelia YCYM 2x2x0.8. Kaapelista käytetään positiivista punaista johdinta ja negatiivista mustaa johdinta, joiden jännite tulee olla korkeintaan 29V pienjännite SELV (koejännite 2,5kV). Kaapelin toinen johdinpari jää varalle tai sitä voidaan käyttää toisen järjestelmän laitteille. (Piikkilä, ym. 2006, 33, 77) Jousiliitintä (Kuva 7 ja 8) käytetään kaapelin haaroittamiseen laitteissa, kiskoliittimissä ja haaroitusrasioissa. On suositeltavaa käyttää haaroitusta vain laitteiden yhteydessä, sillä vikatilanteissa viallisen haaroitusrasian löytäminen on vaikeaa ilman yksityiskohtaisia piirustuksia (Elbus Oy, tuotteet, 2013).



KUVA 7. Väyläkaapeli johtimiseen ja jousiliitin (Elbus Oy 2013)



KUVA 8. Siemens-jousiliitin (Elbus Oy 2013)

### *Powerline*

Asennukset voidaan tehdä käyttäen 230V:n sähköverkkoa. Viestit kulkevat laitteelta toiselle kahdella eri taajuudella lähetettynä bittitietona. Viestinsiirtotekniikkaa kutsutaan hajautetuksi vaihtotaajuuskoodaukseksi. Taajuudet ovat 105,6kHz (looginen 1) ja 115,2 kHz (looginen 0). Toimilaitteiden vastaanottimet ratkaisevat viestit ja välittävät tietoa eteenpäin. Powerline on luotettava siirtotie kaikissa tyypillisissä verkko-olosuhteissa. Vastaanotettua signaalia voidaan korjata mallivertailutekniikalla ja korjausmenetelmällä. Lähetettyään viestin lähetin jää odottamaan vastausta, kunnes viesti on ymmärretty oikein ja siirto päättyy. Jos viesti ei palaudu lähettimeen, se lähetetään uudelleen (Piikkilä, ym. 2006, s.37).

### *Radioverkko*

Signaaleja voidaan siirtää myös radioteitse. Viestit siirtyvät lähettimen ja vastaanottimen välillä taajuudella 868,30 MHz väylänopeuden ollessa 16384 bittiä sekunnissa. Radiotaajuudella toimivia laitteita voidaan liittää normaaliin väyläkaapelilla toimivaan verkkoon. Radiotaajuutta käytettäessä on otettava huomioon radioaaltojen kantavuus ja erilaiset esteet. Ulkona seinät ja erilaiset olosuhteet sekä sisätiloissa huonekalut ja sisäseinät vähentävät kantomatkaa. Kantamaa voi parantaa välivahvistimilla, laitteilla, jotka toistavat vastaanotettuja sanomia. Vahvistimena voi toimia toinen toimilaite tai väylään kytketty laite. Laitteet ohjelmoidaan vahvistamaan signaaleja tietyiltä laitteilta tai laiteryhmillä, jolloin lähettimen täytyy lähettää signaalin mukana oma osoitteensa (Piikkilä, ym. 2006, 40-41).

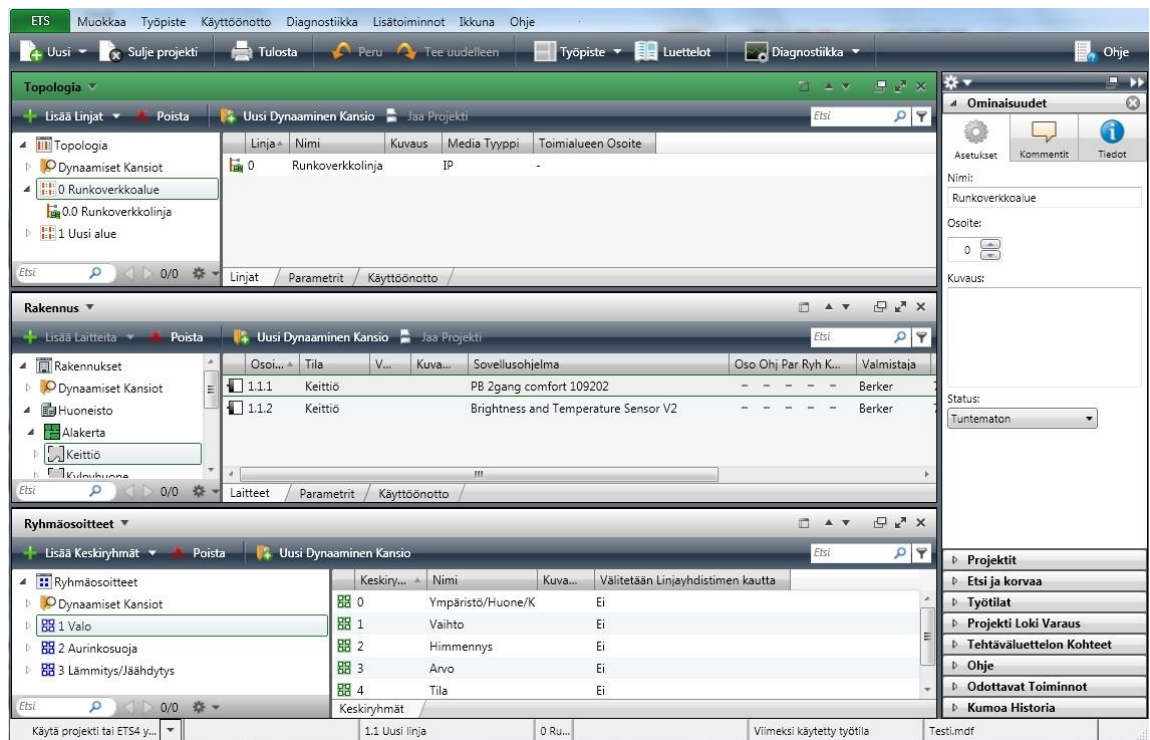
## 4 OHJELMOINTI

ETS-ohjelmalla voidaan rakentaa järjestelmä tietokoneella valmiiksi yksittäisiä osoitteita myöten. Ohjelma on helppokäyttöinen Windows-ohjelmisto, johon voidaan ladata eri valmistajien laitteita omaksi kirjastoksi. Ohjelmoitaessa rakennus jaetaan huoneisiin ja laitteet asetetaan huoneisiin niiden sijainnin mukaan. Laitteita ryhmiteltäessä valitaan mitkä kytkimet halutaan millekin toimilaitteelle, esimerkiksi valot voidaan ryhmitellä huoneittain tai yksitellen. Laitteista voidaan myös tehdä ryhmiä, joita voidaan hallita kokonaisuuksina.

Keskukseen voidaan myös ohjelmoida erilaisia tiloja kuten ”Poissa” tai ”Loma”, jolloin järjestelmä sulkee ylimääräiset laitteet virrankulutuksen säästämiseksi tai simuloi valojen ja sälekaihtimien avulla rakennusta asutuksi. Laitteiden parametrit ovat muunneltavissa ohjelmasta käsin (valojen himmennykset, ajastukset ym.). ETS:lla ohjelmoidaan yhteydet laitteiden ja niitä ohjaavien kytkimien välille, jolloin niitä ei tarvitse ottaa huomioon asennuksissa. Ohjelma asettaa laitteille niiden laitekohtaiset osoitteet, minkä mukaan niitä ohjataan. Valmis ohjelma ladataan järjestelmään ohjauskeskuksen USB-liitännästä tai langattomasti verkosta.

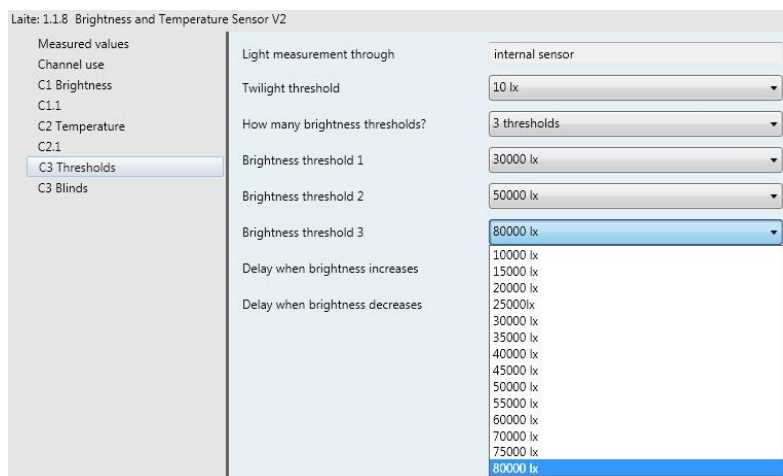
### 4.1 ETS4- ohjelman käyttö

Uuden järjestelmän luominen voidaan aloittaa joko tyhjästä projektista, jossa kaikki huoneet ja alueet luodaan itse tai valmiilta pohjalta avustettuna, jossa vain nimetään huoneet ohjelman luodessa normaalit alueet valojen ja lämmityksen ohjauksille. Ohjelmaan on helppo luoda lisää huoneita sekä kopioida tarvittavat toimilaitteet valmiista huoneesta. Toimilaitteet ladataan tietokoneelle, josta ne voidaan ottaa ohjelman käyttöön erilliseen kirjastoon. Tuotteiden mukana tulee tuotenumerot ja nimet, joita voidaan käyttää haettaessa oikeita laitteita kirjastosta. Ohjelmointi tapahtuu pääasiassa työtilassa (Kuva 9), jossa määritellään toimilaitteiden sijainti ja toiminnot. Työtilaan voidaan avata erilaisia ikkunoita riippuen siitä, ohjelmoidaanko toimilaitteita vai liitetäänkö kytkimiä omiin ryhmäosoitteisiin.



KUVA 9. ETS4:n työtila, jossa näkyvillä erilaisia työtilaruutuja

Kaikissa laitteissa on mukana niihin kuuluvat parametrit, joita voidaan muuttaa ennen ohjelman lataamista järjestelmään. Esimerkiksi valoisuuden tunnistimiin voidaan asettaa raja-arvoja luksimäärän mukaan sekä ohjelmoida kaihtimien toimintaa ja ilmastoinnin säätöä valomäärän ja lämpötilan mukaan. Kuvassa 10 on esitetty valo- ja lämpötila-anturin raja-arvojen määrittely ohjelman parametreista. Luksimäärään on asetettavissa arvoja esimerkiksi yöajalle (n. 1 lx), auringonnousuun (n. 400 lx), suoraan auringonvaloon (n.100 000 lx).



KUVA 10. Valoisuuden tunnistimen raja-arvojen asettaminen

KNX-yhdistyksen sivustolla on opetusohjelma eCampus, jolla pääsee alkuun ohjelmoinnissa. Ohjelma opettaa perusteoriaa ETS-ohjelmoinnista, kytkimien liittamisestä oikeisiin ryhmäosoitteisiin (Kuva 11) sekä osoitteiden lataamisesta toimilaitteille.



KUVA 11. Ryhmäosoitteet valoille, aurinkosuojille ja lämmitykselle

Ryhmäosoitteilla yhdistetään valot ja muut laitteet keskuksen ja katkaisijoihin. Ohjelma määrittää laitteiden tarkat osoitteet, kun ohjelma ladataan järjestelmään.

## 4.2 eCampus

KNX-teknologia perustuu laajaan standardiin ja sen takana toimivaan järjestöön, joka toimii 75:ssä eri maassa. Järjestö tarjoaa teknistä tukea tuotteidensa ostajille ja auttaa myös pääsemään alkuun ohjelmoinnissa. eCampus-harjoitteluohjelma opettaa perusteet automaatiojärjestelmän luomiseen. Ohjelman hyväksyty suoritus kestää muutaman tunnin ja siitä saa palkinnoksi ETS Lite -ohjelmaversioon. Ohjelmalla pystyy luomaan maksimissaan 30:n toimilaitteen ohjelmia ohjelmointitavan ollessa kuitenkin sama kuin maksullisessa ohjelmistoversiossa.

## 5 OPETUSLAITTEISTO

### 5.1 Suunnittelu

Laitteiston suunnittelu aloitettiin suunnittelemalla koulutuslaitteiston ominaisuuksia oppilaan tarpeiden näkökulmasta. Opetushallituksen tekemä suunnitelma käytiin läpi etsien kiinteistöautomaatioon liittyviä opetuskokonaisuuksia. (Opetushallitus, 2009) Tutkintoperusteista löytyi muutamia kiinteistöautomaatioon liittyviä termejä ja automaation teoriaopintoja, mutta kurseja tai erillisiä harjoitustöitä ei löytynyt. Uusien kiinteistöautomaatiojärjestelmien hintojen laskiessa on odotettavissa, että järjestelmiä asennetaan enemmän uusiin ja korjattaviin kiinteistöihin ja ammattitaitoisia asentajia tarvitaan myös näiden asennuksiin. DJS Automation Oy teki suunnitelman laitteiston asennukseen tarvittavista komponenteista. Suunnitelmassa otettiin huomioon projekteissa käytetyimmät ja suosituimmat komponentit sekä uudet laitteet. Näistä tehtiin opetuslaitteistoon sopiva laitekokonaisuus. Suunnittelussa täytyi ottaa huomioon myös opetuslaitteiston käyttäjät, asennusten toimivuus käytännössä ja laitteiden kesto kouluympäristössä.

Laitteiston runko suunniteltiin alumiiniprofiilista. Vaatimuksena rungolle oli kuljetusmahdollisuus pakettiautossa, vaikka myytävä laitteisto tulisikin olemaan kiinteästi asennettavissa. Laitteiston tukevan käytön kannalta täytyi siihen saada tukijalat, jotka voidaan irrottaa kuljetuksen ajaksi. Kaikki rungon osat löytyivät Easy Conveyor Oy:n myyntiluettelosta ja ne ovat yhteensopivia Bosch-alumiiniprofiilien kanssa.

DJS Automation Oy:ltä saatiin suunnittelupohja sekä ohjeet, jonka mukaan varsinaista automaatiolaitteistoa suunniteltiin. Keskukselta tehtiin osasijoittelukuva ja kytkentäkaavio sekä erillinen keskuskaavio, josta näkee toimilaitteiden ryhmittelyn kytkentöineen. Kokonaisuuden hahmottamiseksi tehtiin myös pohjapiirros, joka tulee näkymään valmiin laitteiston seinällä.



Pohjapiirroksen merkittiin huoneiston rakenteen lisäksi kaikki kulutuskohteet sekä johdotukset. Sähköjohdot eriteltiin väreillä väyläkaapeleista ja merkittiin johdotusten alkuun ryhmän sulakenumero, jonka mukaan kohteet ryhmiteltiin ennen kytkinyksikköä. Väylälaitteet johdotettiin sarjaan kohteiden vähyyden vuoksi ja väyläkaapelointi haaroitettiin kahteen osaan, jossa kaikki kytkimet ovat sarjassa.

Kulutuskohteet sijoitettiin simuloimaan huoneiston sähkölaitteita ja toimintoja. Valojen ja pistokkeiden määrää rajoitettiin yhteen per huone, jotta laitteet saatiin mahtumaan lopulliseen laitteistoon. Väyläkaapeliin liitettäviä katkaisijoita on jokaiseen huoneeseen yksi. Lisäksi eteisessä on näytöllinen keskusyksikkö ja termostaattillinen katkaisija. Termostaatin alapuolelle suunniteltiin asennettavaksi pieni lämmitin, jonka avulla saadaan simuloitua termostaatin toimintaa. Suunnittelussa kaikki verkkojännitejohdotukset suunnitteli Juhani Anttila ja hän oli myös antamassa neuvoja keskuskaavion ja pohjakuvien suunnitteluun.

Keskuskaaviokuva tehtiin DJS Automation Oy:n mallipohjan mukaisesti. Kaaviossa näkyy kulutuskohteiden ryhmittely sulakkeiden mukaan, keskuksen asennettavat komponentit sekä niiden kytkentä, eri ryhmien kytkentä kytkinyksikölle ja kaapelivetojen numerointi riviliittimille ja eri kulutuskohteille. Keskuskaaviokuva on kuitenkin vain periaatekuva kytkennästä, joten keskuksen kytkentöjä ei voida tehdä kokonaisuudessaan pelkän kaavion perusteella. Laitesijoittelukuva tehtiin keskuksen toimilaitteiden sijoittelun hahmottamiseksi. Kuvan perusteella voitiin mitoittaa keskuskaappi riittävän suureksi ja jättää sulakkeille, riviliittimille sekä johdotuksille riittävästi tilaa toimilaitteiden ympärillä.

## 5.2 Kokoonpano

Kokoonpano aloitettiin alumiiniprofiilirungosta, johon asennettiin taustalevy (Kuva 12) komponenttien kiinnitykseen. Keskuskaapit asennettiin kiinni profiilirunkoon sopivalle asennuskorkeudelle. Taustalevyssä oleva teipattu pohjapiirros peitettiin siistin lopputuloksen saamiseksi läpinäkyvällä muovilevyllä. Johdotukset keskuskaapeilta komponenteille vietiin rakennustekniikasta tutulla putkitusmenetelmällä (Kuva 13), jossa kaikki johtimet kulkevat suojassa putken sisällä.

Ohjelmoinnin haasteellisuudesta johtuen ja työn jouduttamiseksi laitteiston ohjelmoimiseen käytettiin ulkopuolista ohjelmoijaa. Normaalin valo-, kytkin- ja termostaattijärjestelmän ohjelmointi olisi onnistunut omatoimisestikin, mutta päätimme ottaa laitteistoon iPad-ohjauksen, jonka ohjelmoimiseen olisi kulunut DJS Automation Oy:n mukaan huomattavasti pidempi aika aloittelevalta ohjelmoijalta.



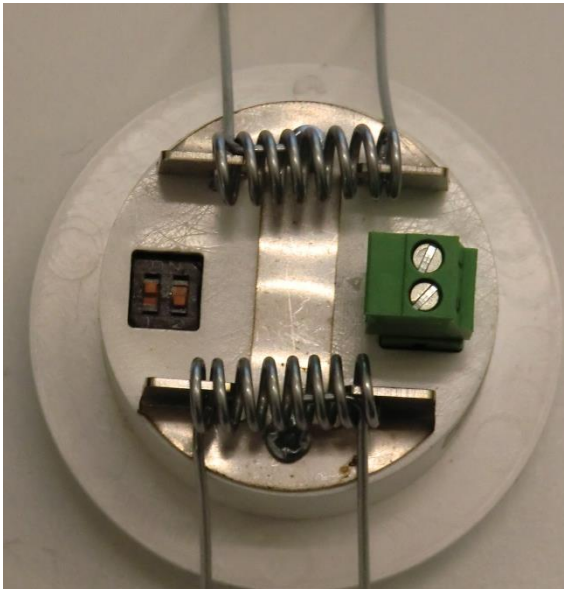
KUVA 12. Profiilirunko ilman väylälaitteita ja valoja

KUVA 13. Taustalevyn putkitukset

Väylälaitteiden johdotus vedettiin putkituksen läpi ja liitettiin väyläliityntäyksikköön (Kuva 13). Väyläliityntäyksikkö asennettiin muoviseen kytkentäpohjaan ja päälle liitettiin kyseiseen paikkaan kuuluva moduuli (Kuva 13). Laitteiston väylämoduuleista ainoastaan liikkeentunnistimeen (Kuva 14) tuli suora kytkentä ilman liityntäyksikköä.



KUVA 14. Vasemmalta väyläliityntäpohja, painikemoduuli näytöllä ja painikkeet



KUVA 15. Liikkeentunnistin ZN1IO-DETEC

Kuvassa 15 näkyy liikkeentunnistimen tausta, jossa on vihreä liitinyksikkö KNX-parikaapelille ja erilliset ohjelmointinapit manuaalista ohjelmointia varten.

## 6 POHDINTA

Laitteiston kysyntä yllätti jo rakennusvaiheessa, sillä laitteiston tilausmahdollisuuksia kyseltiin jo ennen sen esittelyä opetusalan messuilla. Vastaavanlaisia opetuskäyttöön tehtyjä laitteita ei ainakaan kotimaan markkinoilla ole, joten kysyntää vastaavalle kokoonpanolle löytyy. Myös opetusalan ammattilaiset olivat kiinnostuneita laitteistosta, koska kiinteistöautomaatio on jo mukana opetussuunnitelmissa ja sitä varmasti halutaan lisätä tulevaisuudessa rakennusalan kehittyessä ja työelämäyhteyksien vaatimustason kasvaessa. Rakennustekniikan kehittyminen laskee laitteistojen hintoja, joka näkyy varmasti kiinteistöautomaation yleistymisenä yksityisellä sektorilla.

Opinnäytetyönä projekti ei ole ollut erityisen antoisa johtuen aikataulujen venymisestä ja muuttumisesta sekä siitä, ettei kiinteistöautomaatio ole kone- ja tuotantotekniikan toimialaa. En myöskään tuntenut kiinteistöautomaatiota omaksi vahvuudekseni oman osaamiseni keskittyessä lähinnä konetekniikkaan ja robotiikkaan. Opin kuitenkin paljon projektin aikana erityisesti sähkötekniikasta ja projektityöstä kokonaisuutena. Opetuslaitteiston suunnittelutyö sinänsä on opettanut projektityötä sekä suunnittelun vaikutusta kokoonpanoon. On ollut myös mielenkiintoista huomata, miten tilanteiden ja haluttujen päämäärien muuttuminen kesken projektin vaikeuttaa huomattavasti suunnittelua.

## LÄHTEET

ABB, Järjestelmän rakenne, Luettu 4.3.2013

[http://asennustuotteet.fi/70/J%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20rakenne\\_FIN1.html](http://asennustuotteet.fi/70/J%C3%A4rjestelm%C3%A4n%20rakenne_FIN1.html)

Berker-tuoteluettelo, Luettu 27.4.2014

[http://www.berker.com/en/international/catalogue/?link=true&design\\_nr=7#75710004](http://www.berker.com/en/international/catalogue/?link=true&design_nr=7#75710004)

DJS Automation, Luettu 7.5.2013

<http://www.djsautomation.fi/>

DJS Automation -esite, Luettu 7.5.2013

Elbus Oy, tuotteet, Luettu 6.3.2013

<http://www.elbus.fi/tuotteet/tuote.php?ID=389>

Elbus Oy, tuotteet, Luettu 24.5.2013

<http://www.elbus.fi/tuotteet/tuote.php?ID=619>

JJJ-automaatio, Luettu 23.1.2013

<http://www.jjj-automaatio.fi/>

Piikkilä, V., Liukku, H., Parviainen, K. (Käännös, KNX Finland ry). 2006. Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin, KNX Peruseriaatteet. Frankfurt: ZVEI Saksan sähköteknisen teollisuuden ja elektroniikkateollisuuden keskusjärjestö.

Sähkö- ja automaatiotekniikan perustutkinto. Ammatillisen perustutkinnon perusteet, 23.11.2009. Opetushallitus. Luettu 4.3.2013

[http://www.oph.fi/download/111947\\_Sahko.pdf](http://www.oph.fi/download/111947_Sahko.pdf)

**LITTEET**