



# **EIB/KNX-KENTTÄVÄYLÄN SUUNNITTELU JA OHJELMOINTI**

**Opinnäytetyö**

**Toivo Kuparinen**

**Sähkötekniikan koulutusohjelma**  
Energianhuolto

Hyväksytty \_\_\_\_ . \_\_\_\_ . \_\_\_\_ \_\_\_\_\_

# SAVONIA-AMMATTIKORKEAKOULU TEKNIikka KUOPIO

Koulutusohjelma

Sähkötekniikan koulutusohjelma

Tekijä

Toivo Kuparinen

Työn nimi

EIB/KNX kenttäväylän suunnittelu ja ohjelmointi

Työn laji

Päiväys

Sivumäärä

Insinöörityö

8.12.2009

37 + 12

Työn valvoja

Yrityksen yhdyshenkilö

lehtori Heikki Laininen

suunnittelupäällikkö Aulis Kananoja

Yritys

AH-talotekniikka

Tiivistelmä

Tämä insinöörityö tehtiin Kuopiossa sijatsevalle AH-talotekniikalle. Insinöörityön aiheena oli EIB/KNX-kenttäväylän suunnittelu ja ohjelmointi. Kohteena oli Toivalan alakoulu. Tavoitteena oli saada yleiskuva EIB/KNX väylätekniikasta, sen suunnittelusta ja ohjelmoinnista. EIB/KNX-väylätekniikan asiantuntijana tässä työssä oli AH-talotekniikalla työskentelevä teknikko Tapio Pasanen. Apuna käytettiin myös alan kirjallisuutta ja internet sivustoja.

Työ aloitettiin perehtymällä EIB/KNX väylätekniikkaan. Insinöörityössä kerrotaan väylätekniikasta ja esitellään erilaisia väylätekniikoita. Lisäksi työssä perehdytetään EIB/KNX-laitteistoon ja kerrotaan niistä yleisesti. EIB/KNX-väyläohjelmointiin käytettiin ETS 3.0 professional ohjelmistoa, työn lopussa ohjelmoinnista on lisätietoja.

Työn lopputuloksena saatiin toimiva EIB/KNX-väyläjärjestelmä Toivalan alakoululle. Ohjelmointi kohteeseen onnistui hyvin, lukuunottamatta muutamaa ongelmaa, kuten sovellusohjelmien ja laitteiden yhteensopivuus ongelmia sekä viallisia EIB/KNX-laitteista. EIB/KNX-väylätekniikalla on mahdollisuudet nousta Euroopassa hallitsevaksi kiinteistöautomaation ohjausjärjestelmäksi. EIB/KNX-väylätekniikalla on tiukat standardit, jonka ansiosta lähes kaikki laitteet ovat yhteensopivia keskenään.

Avainsanat

EIB/KNX, taloautomaatio

Luottamuksellisuus

julkinen

# SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Degree Programme

Electical Engineering

Author

Toivo Kuparinen

Title of Project

EIB/KNX Bus Programming and Designing

Type of Project

Final Project

Date

8 December 2009

Pages

37 + 12

Academic Supervisor

Mr Heikki Laininen, Principal Lecturer

Company Supervisor

Mr Aulis Kananoja

Company

AH-talotekniikka

Abstract

This thesis was made for AH-talotekniikka in Kuopio. The aim of this thesis was to design and program an EIB/KNX bus. The target of the programming and designing was Toivala's primary school. The expert for EIB/KNX bus in this project was a Tapio Pasanen (technician). Internet documents and EIB/KNX literature were very useful and helpful for doing this project.

The first step was to study the EIB/KNX bus technology. Different bus technologies and also EIB/KNX bus products were studied and they are demonstrated in this thesis. ETS3.0 was used to program the EIB/KNX bus system. More information about programming the EIB/KNX bus will be found in the end of this thesis.

The result of this thesis was a wellfunctioning EIB/KNX bus system in Toivala's primary school. Programming in Toivala was successful, except for few problems, such as compatibility between EIB/KNX devices and software programs and also some EIB/KNX equipment were broken. The EIB/KNX technology has possibilities to become a strong standard in Europe. EIB/KNX products have strict standardization, which makes almost all products compatible with each other.

Keywords

EIB/KNX-bus, building automation

Confidentiality

public

## SISÄLLYS

|                                     |    |
|-------------------------------------|----|
| <b>1. JOHDANTO</b>                  | 6  |
| <b>2. KENTTÄVÄYLÄT</b>              | 7  |
| <b>3. EIB/KNX KENTTÄVÄYLÄ</b>       | 9  |
| 3.1. Yleistä                        | 9  |
| 3.2. Toimintaperiaate               | 10 |
| 3.3. Standardi                      | 10 |
| 3.4. Hajautettu järjestelmä         | 11 |
| 3.5. Verkon rakenne                 | 11 |
| 3.6. Sovellukset                    | 12 |
| <b>4. EIB TUOTTEET</b>              | 13 |
| 4.1. Rakennetyypit                  | 13 |
| 4.2. Järjestelmäkomponentit         | 13 |
| 4.3. Toimilaitteet                  | 14 |
| 4.3.1. <i>USB-portti</i>            | 14 |
| 4.3.2. <i>Kytkeyksikkö</i>          | 14 |
| 4.3.3. <i>Binäärisisääntulo</i>     | 15 |
| 4.3.4. <i>Verhonmoottorihjaimet</i> | 16 |
| 4.3.5. <i>Kelloyksikkö</i>          | 17 |
| 4.3.6. <i>Säädettävä valaistus</i>  | 18 |
| 4.4. Anturit                        | 19 |
| <b>5. SIIRTOTIET</b>                | 20 |
| 5.1. EIB -väyläkaapeli              | 20 |
| 5.2. Sähköverkko                    | 21 |
| 5.3. Radiotie                       | 21 |
| 5.4. Infrapuna                      | 21 |
| 5.5. Kaukokäyttö                    | 21 |
| <b>6. TOIVALAN ALAKOULU</b>         | 22 |
| 6.1. Yleistä                        | 22 |
| 6.2. Koulun toiminnot               | 23 |
| <b>7. OHJELMOINTI</b>               | 24 |
| 7.1. ETS                            | 24 |
| 7.2. Fyysinen osoite                | 25 |
| 7.3. Ryhmäosoite                    | 26 |
| <b>8. OHJELMOINNIN SUORITUS</b>     | 27 |
| 8.1. Alku                           | 27 |

|                                    |    |
|------------------------------------|----|
| 8.2. Ohjelmointitaulukko           | 27 |
| 8.3. Laitteiden haku tietokannasta | 28 |
| 8.4. Ryhmäosoitteiden luominen     | 29 |
| 8.5. Laitteiden linkitys           | 30 |
| 8.6. Väylän käyttöönotto           | 31 |
| <b>9. VÄYLÄN TESTAUS</b>           | 32 |
| <b>10. VIAN ETSINTÄ</b>            | 33 |
| <b>11. DOKUMENTOINTI</b>           | 34 |
| <b>12. YHTEENVETO</b>              | 36 |
| <b>LÄHTEET</b>                     | 37 |
| <b>LIITTEET</b>                    |    |
| Liite 1: Ohjelmointitaulukko       | 38 |
| Liite 2: Pääkaavio JK-111          | 43 |
| Liite 3: Piirikaavio JK-111        | 48 |

## 1. JOHDANTO

Insinööriyöhöni kuului ohjelmoinnin suunnittelu ja toteutus, sekä järjestelmän käyttöönotto ja testaukset Toivalan alakoulun uuteen lisäosaan EIB/KNX-väylä. Työhön sisältyi myös dokumentointi. Työn tilaajana on AH-Talotekniikka. Työnohjaajana toimi Aulis Kananoja AH-talotekniikasta ja Heikki Laininen Savonia-ammattikorkeakoulusta.

AH-talotekniikka on perustettu vuonna 1996. Yrityksessä on 11 henkilöä, joista Heikki Miettinen on toimitusjohtaja, Aulis Kananoja suunnittelupäällikkö ja Ilkka Kosonen projektipäällikkö. Yrityksen päätoimikuvaan kuuluu sähkösuunnittelu, suunnittelun valvonta, energian konsultointi ja kuntoarviot.

EIB/KNX on joustava talotekniikkajärjestelmä. Muutostöiden, toimintojen muuttaminen ja järjestelmän laajentaminen on helppoa. Esimerkiksi valaistusta ohjaavien painikkeiden lisääminen onnistuu vaivattomasti liittämällä uusi painike väylään ja ottamalla se ohjelmallisesti käyttöön.

Kun koko talotekniikkajärjestelmää ohjataan samalla järjestelmällä, on mahdollista päästä hyvinkin suuriin energiasäästöihin

## 2. KENTTÄVÄYLÄT

1900-luvun lopussa virtausta, lämpötilaa ja painetta säädettiin kentällä manuaalisesti paikallisten laitteiden osoitinten, kuten näkölasien ja painemittareiden avulla.

1940-luvulla prosessi-instrumentaation apuna olivat kontrollilaitteet painesignaalin tarkkailuun ja valvontaan. Vuonna 1960 4-20mA:n analogiasignaalistandardi sai ensisijaisensa instrumentointiin.

Digitaalisen signaaliprosessorin kehitys 1970-luvulla vaikutti tietokoneiden käyttöön instrumenttijärjestelmien valvonnassa ja kontrolloinnissa keskeisillä paikoilla. 1970-luvulta lähtien on käytetty ohjelmoitavaa logiikkaa. 1980-luvulla älykkäät sensorit alkoivat olla kehittyneitä ja niitä asennettiin digitaalisiksi kontrollereiksi mikroprosessoriympäristöihin.

PC:n ja Windowsin käyttö on yleistynyt niin teollisuudessa ja kiinteistöautomaatiossa kuin toimistoissa. Aidot väylät tulivat kentälle 1990-luvulla. Käytetty tekniikka on tullut tutuiksi ihmisille. Kiinteistöautomaatiikka on siirtymässä voimakkaasti etäkäyttöön. Mobiilit ratkaisut valtaavat alaa ja Web-palvelimien nopea kehitys on vuosituhannen vaihteesta alkaen lisännyt tätä suuntausta.

Kenttäväylä on digitaalinen, kaksisuuntainen väyläliityntäinen tiedonsiirtoratkaisu, joka yhdistää älykkäät mittaus- ja ohjauslaitteet, muun automaation, näytön ja käyttöliittymät. Kenttäväylän ominaisuudet painottuvat hajautettuun, prosessien lähellä tapahtuvaan toimintaan. /1./

Yleisimmät väylätyypit ovat:

### *Lon-works*

LonWorks tekniikka on amerikkalainen Echelon Corporationin vuonna 1990 julkistama yleiskäyttöinen kenttäväyläratkaisu. Echelon on tuoteriippumaton valmistaja, joka vastaa väylänkehityksestä, kehityslaitteistosta ja aputuotteista/1/. LON-WORKS on kiinteistöautomaatiikka. /1./

### *Bacnet*

BACnet-verkkoon liittyvät laitteet mallinnetaan objekteina, jotka koostuvat joukosta ominaisuuksia. Objekteja ovat mm. järjestelmäpisteet, asetusarvot, aikaohjelmat ja kalenteriohjelmat. LonWorks ja EIB tukevat myös BACnetiä, joten näiden yhdistelmä on epäilemättä varteenotettava ratkaisuvaihtoehto./1./

### *Batibus*

BatiBus on ranskalainen standardin NFC 46620 mukainen Merlin Gerin yhtiön tekemä rakennusautomaation kenttäväylä, jossa siirtonopeus on 4kbps. Protokolla ei vaadi mitään erityistä väylänohjauspiiriä vaan soveltuu mihin tahansa mikroprosessoriin./1./

### *Ehs*

EHS-järjestelmä on tarkoitettu erityisesti kodinautomaatioon, lähinnä kodinkoneisiin kuten pesukoneisiin, kiukaisiin ja viihde-elektronikkaan. Järjestelmä syntyi eurooppalaisten yritysten EU-projektina 90-luvun alkupuolella./1./

### *Modbus*

Modbus on vuonna 1979 julkaistu tiedonsiirtoprotokollaperhe, joka on alun perin ohjelmoitavien logiikoiden liittämiseen tarkoitettu avoimeen arkkitehtuuriin perustuva väylä. Modbus-protokollaa käytetään laajasti teollisuuden sovellusten lisäksi rakennuskohteissa, energian optimointijärjestelmissä, pitkän matkan tiedonsiirroissa ja ohjauspaneelien yhdistämisessä./1./

### *Bluetooth*

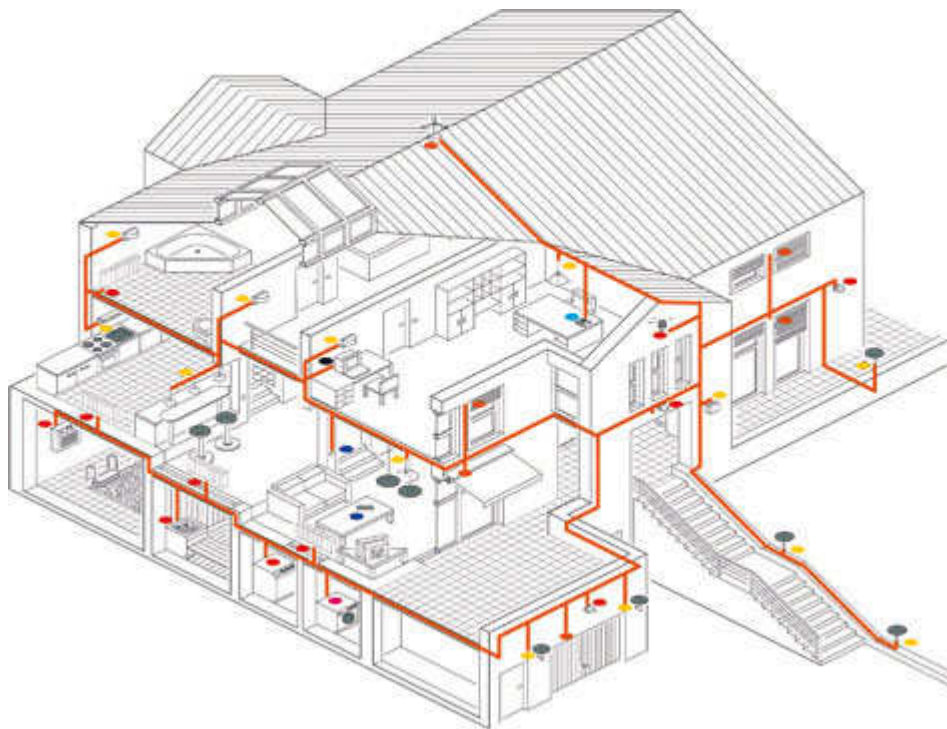
Bluetoothin kehitys on lähtenyt tarpeesta lyhyen etäisyyden radioyhteyden langattomasta tiedonsiirtotekniikan vaatimuksesta. Kaikissa kohteissa kaapeloinnin rakentaminen ei ole mahdollista, joten vaihtoehtona on langaton tiedonsiirto.

## 3. EIB/KNX-KENTTÄVÄYLÄ

### 3.1 Yleistä

EIB/KNX (European Installation Bus/Konnex) on alunperin Euroopan markkinoille kiinteistötekniikkaan tarkoitettu tiedonsiirtoväylä. Järjestelmän kehitys käynnistyi 1980-luvulla, ja kaupalliset toteutukset alkoivat 1990-luvulla. Useat kansainväliset valmistajat toimittavat laajan valikoiman EIB/KNX-sertifioituja tuotteita, jotka ovat kehittäneet EIB/KNX-standardia eteenpäin, mikä takaa järjestelmän kehittymisen laajalla rintamalla myös tulevaisuudessa./3./

Kaikki toiminnot on yhdistetty yhdellä kaksinapaisella väyläkaapelilla. Kuvassa 1 on esimerkki omakotitalon väylästä. EIB/KNX-protokolla tukee eri medioita, kuten kierretty parikaapeli, sähkö-verkko, radioverkko ja infrapuna. EIB/KNX-väylä voidaan myös liittää muihin järjestelmiin.



Kuva 1. Omakotitalon esimerkillinen väyläratkaisu/2./

### 3.2 Toimintaperiaate

EIB/KNX-laitteet lähettävät väylään ryhmäosoitteellisia sanomia. Valokytkimen ryhmäosoitteen ollessa sama binääriulostulon kärjen kanssa, niin binääriulostulon kärki saa käskyn ja valot syttyvät. Tätä sovellusta voidaan käyttää esimerkiksi yhteissammutustilanteessa, jos halutaan sammuttaa yhdestä painikkeesta esimerkiksi koko kiinteistön ulkovalaistus.

Jokaista tunnistinta/anturia ja toimilaitetta kutsutaan liittyyäksi. Yksi liittyyä voi olla valopaniike, mikä koostuu väyläliitännälaiteyksiköstä ja valokytkimestä. Tässä tapauksessa liittyyä on väyläliitännäyksikkö ja valokytkin on laite, joka ohjaa väyläliitännäyksikköä.

Jokaiselle toimilaitteelle annetaan ohjelmointivaiheessa fyysinen osoite (luku 7). Osoite tulee automaattisesti ETS -ohjelman avulla, kun laite haetaan ohjelman tietokannasta. Millään toisella liittyyällä ei voi olla samaa fyysistä osoitetta. Fyysisten osoitteiden avulla kojeet näin ollen saavat oman tunnuksen ja ne on helppo erotella toisistaan.

Väyläohjelmointi tapahtuu ETS -ohjelmalla. Ohjelma löytyy verkko-osoitteesta: <http://www.knx.org/knx-tools/ets/downloads/>. Ohjelma toimii demoversiona, jos sitä ei aktivoida. Aktivointiin tarvitaan lisenssi. Ohjelmoinnista lisää luvussa 7.

### 3.3 Standardi

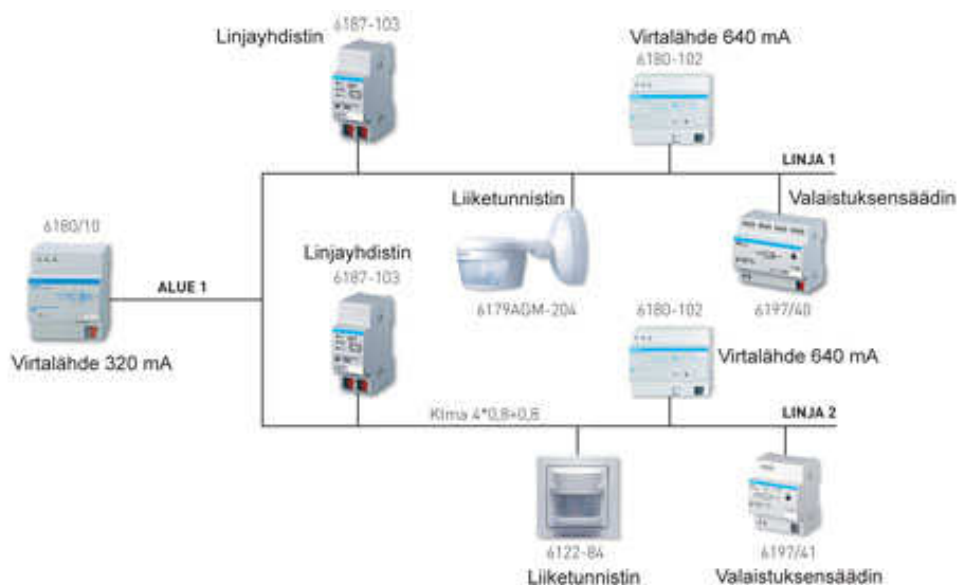
EIB/KNX -taloautomaatio on laitevalmistajista riippumaton standardi, joka on määriteltä normissa EN50090. EIB/KNX on standardoitu järjestelmä (ISO/IEC 14543-3), mikä takaa sen, että eri valmistajien EIB/KNX-tuotteet ovat keskenään yhteensopivia. EIB/KNX-standardia hallinnoi ja laitteiden yhteensopivuutta valvoo Konnex Association ([www.knx.org](http://www.knx.org)). EIB/KNX-tekniikka perustuu EIB, BatiBUS ja EHS – järjestelmiin./4./

### 3.4 Hajautettu järjestelmä

EIB -väyläjärjestelmä on keskusyksikötön hajautettu järjestelmä. Jokaisessa toimilaitteessa on oma mikroprosessorinsa ja sen tarvitsemat muistit, joten kaikki laitteet kommunikoivat keskenään. Erillistä valvontajärjestelmää ei tarvita. Keskitetyssä järjestelmässä keskusyksikön kaatuminen kaataa koko järjestelmän toiminnan. Hajautetussa ratkaisussa laitekohtaisen keskusyksikön kaatuminen vie mennessään ainoastaan kyseisen laitteen toimintoineen.

### 3.5 Verkon rakenne

Väylätopologiana EIB/KNX:ssä voi olla tähti, linja tai puu. Rengastopologia ei saa käyttää, koska sanoma voi jäädä kiertämään verkkoon ja aiheuttaa kuormituksen lisäksi virheellisiä toimintoja. Järjestelmän pienin yksikkö on linja, johon voidaan liittää 64 liittijää. Linjaa ei kannata käyttää kokonaan, vaan varata tilaa mahdollisia lisäyksiä varten. Jos kohteeseen tulee useampia linjoja, tarvitaan linjojen välille linjayhdistin. Jokaista linjaa syöttää virtalähde kuristimen läpi. Kuristin on tasavirralla pieniohminen. Sanoma on vaihtovirtaa, jolloin kuristin on suuriohminen ja virtalähde kuormittaa sanomaa mahdollisimman vähän. Päälinjaksi nimetty linja 0 yhdistää muut eri linjat. Päälinjaan voidaan liittää 12 linjaa, joista muodostuu yksi toiminta-alue. Päälinjaan voi liittää 64 liittijää./1./ Kuvassa 2 esitellään EIB/KNX -verkon rakenne.



Kuva 2. Verkon rakenne./2./

### 3.6 Sovellukset

EIB/KNX -taloautomaation toimintoja ovat mm: /2./

- valaistusryhmien ohjaus päälle/pois, säätö ja tilanneohjaukset
- tarpeettoman kulutuksen vähentäminen läsnäoloanturien ja liiketunnistimien avulla
- verhomoottorien ja markiisien ohjaus ajan ja ulkoisten olosuhteiden mukaan, esim. auringonhäikäisy tai lämpösäteily
- huoneiden lämmitys/jäähdytyslaitteiden ohjaus
- päivänvalon hyväksikäyttö energian säästössä
- keskitettyjen ohjausten toteutettavuus aikaohjelmalla erilaisiin tiloihin, kuten käytäville, auloihin ym.
- visualisointi ja liitynnät kiinteistöautomaation valvomoihin
- palo- ja murtohälytys
- kodinkoneiden ohjaus päälle/pois ja ajastukset esim. saunan kiuas.
- mittarointi esim. kaukoluentaa TCP/IP avulla
- julkisivujen ohjaukset
- automaattinen ikkunoiden ohjaus.

## 4. EIB – TUOTTEET

### 4.1 Rakennetyypit

EIB/KNX-tuotteet ovat rakenteeltaan neljää eri tyyppiä./3./

- N-malli  
Kojeet tulevat keskukseen ja ne kiinnitetään DIN EN 50022 – 35x7,5 mukaiselle kojekiinnityskiskolle.
- GE-malli  
Kojeet ovat koteloituja ja ne voidaan asentaa esim. alaslaskettuihin kattoihin, kaapelihyllyille tai valaisimiin.
- UP-malli  
60mm kojerasiaan asennettavat mallit esim. väyläliitäntäyksikkö ja valokytkin
- AP-malli  
Koteloidut pika-asennusjärjestelmän kojeet, jotka voidaan asentaa seinälle kaapelihyllyn viereen esim. seinään uppoon asennettava kosketusnäyttö.

EIB/KNX -tuotteet ovat IP 20 -kotelointiluokkaa, ellei toisin ole mainittu. Tuotteita ovat mm. himmentimet, releitä sisältävät binääriulostulot, binäärisisäänmenot, valoisuusanturit, kaihdiinohjaimet, loogiset ohjaimet, painikkeet, linjayhdistimet, virtalähteet.

### 4.2 Järjestelmäkomponentit

Järjestelmäkomponentteja ovat virtalähteet ja linjayhdistimet. Jos toimilaitteiden lukumäärä ylittää 64 kpl tarvitaan virtalähteitä useampia. Jos alueella on useampi linja ja eri osastot halutaan jakaa eri väylälinjoihin, käytetään linjojen välissä linjayhdistintä.

### 4.3 Toimilaitteet

Toimilaitteita ovat esim. kytkinyksiköt, relelähdöt, binäärisisäänmenot, valonsäätimet ja lämmityksenohjausyksiköt. Toimilaitteet sijoitetaan keskuksen DIN-kiskoon tai erillisiin koteloihin.

#### 4.3.1 USB-portti

USB-portti (kuva 3) on yksi tärkeimmistä toimilaitteista koko järjestelmässä. Sen avulla pystytään muodostamaan väylän ja tietokoneen välille yhteys. USB-portti voidaan liittää pysyvästi väyläjärjestelmään tai vain ohjelmoinnin ajaksi.



*Kuva3. USB-portti 6186USB./2./*

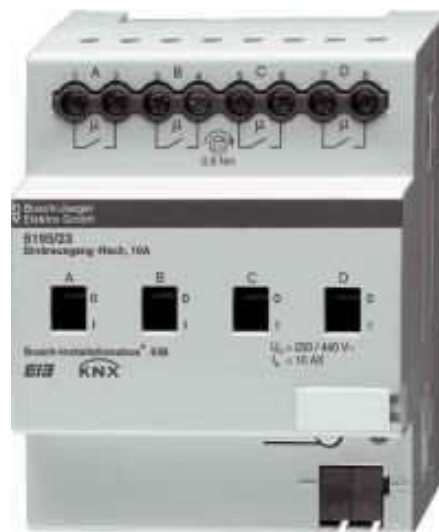
#### 4.3.2 Kytkinyksikkö

Kytkinyksikkö asennetaan DIN -kiskoon keskuksen sisälle. Kytkinyksikössä on potentiaalivapaita koskettimia jokaista ryhmää varten. Kuvassa 4 on 4-ulostuloinen kytkinyksikkö. Kytkinyksiköt voivat olla 2, 4, 8 ja 12 -kanavaisia ja 6A, 10A ja 16A nimellisvirroilla. Kuormat voidaan kytkeä suoraan koskettimille, mutta yleensä koskettimet on johdotettu keskuksen riviliittimille. Kytkinyksikkö tarvitsee lisäksi

käyttöjännitteen ja väyläjännitteen. Kuvassa 4 on ABB:n 4-kanavainen kytkinyksikkö 6195/23. Kytkinyksikön perustoiminta on valaistuksen päälle/pois ohjaus.

Kytkinyksikössä voidaan valita kanavakohtaisesti seuraavat toiminnot/2./:

- virranmittaus (ainoastaan 16A kytkinyksiköillä)
- virran ylä- ja alaraja-arvoihin perustuva ohjaus
- aikaohjaukset, kuten sytytys/sammutusviiveet
- porrasvaloautomaattitoiminto
- tilanneohjaukset
- loogiset funktiot (AND, OR, XOR ja Gate)
- todellinen tilatieto
- elektroninen lämmitys/jäähdytysventtiilin ohjaus.



Kuva 4. Kytkinyksikkö 6195-23./2./

### 4.3.3 Binäärisääntulo

Binäärisääntulossa voidaan käyttää perinteisiä painonappeja tai muita potentiaalivapaita koskettimia. Toivalassa binäärisääntuloa käytettiin VAK:n (valvonta-alakeskus) ohjauksissa, kuten käytävien valaistuksessa, ulkovalaistuksessa ja saatto-lämmityksessä. Binäärisääntulo toimii silloin, kun se saa kärkitiedon, että jokin pakko-ohjaus on mennyt päälle. Itse laite tunnistaa kärkimuutoksen ja lähettää väylää pitkin

käskyn toimilaitteelle, esimerkiksi kytkinyksikölle. Kuvassa 5 on binäärisisääntulo 6188/18./2./

Binäärivastaanottimissa yhdellä sovellusohjelmalla voidaan valita kanavakohtaisesti seuraavat toiminnot/2./:

- kytkentä päälle/pois ja säätö pitkällä painalluksella
- verhonmoottoreiden, valkokankaiden sekä markiisien ohjaus
- arvon lähetys esim. valaistus 80 %
- tilanneohjauksen aktivointi normaaleilla painonapeilla
- laskuritoiminnot esim. pulssilaskuri
- potentiaalivapaan kontaktin valvonta



Kuva 5. Binäärisisääntulo 6188-18./2./

#### 4.3.4 Verhonmoottoriohjaimet

2-, 4- ja 8-kanavaisilla verhonmoottoriohjaimilla voidaan ohjata helposti esimerkiksi kerroskohtaisia julkisivujen verhonmoottoreita. Paikallisesti painonapeilla voidaan ohjata huonekohtaisia verhonmoottoreita. Samalla verhonohjaimella voidaan yhdellä kanavalla ohjata valkokangasta, toisella kanavalla pimennysverhoja ja kolmannella ilmastoinninpeltiä auki/kiinni. Näillä automatisoiduilla toiminnoilla pyritään vaikuttamaan siihen, että huoneissa saavutettaisiin mahdollisimman miellyttävä työskentely-ympäristö./2./ Kuvassa 6 on verhonmoottoriohjain 6174/12.

Seuraavat toiminnot ovat mahdollisia kanavakohtaisesti/2./:

- ohjaus ylös/alas tai auki/kiinni
- pysäytys / lamellien kääntö
- ohjaa moottoria 0-100 %
- tilatieto moottorin asennosta
- tilanneohjauksissa voidaan ennalta määrittää paikka
- automaattiohjaus sääaseman ohjeiden mukaan
- pakko-ohjaus haluttuun tilaan.



*Kuva 6. Verhonmoottoriohjain 6174/12. /2./*

#### **4.3.5 Kelloyksiköt**

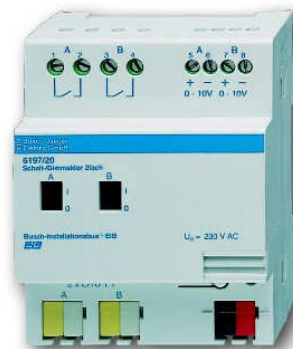
Väylää on mahdollista ohjata kelloyksiköllä tilaajan haluamalla tavalla. Esimerkkinä voidaan ohjata ulkovalaistusta ja autolämmityksiä. Kello voidaan ohjelmoida ohjelmallisesti tai käsin painikkeiden ja kellonnäytön avulla. Kuvassa 7 on kelloyksikkö 6140-101.



*Kuva 7. Kelloyksikkö 6140-101.*

#### **4.3.6 Säädettävä valaistus**

EIB/KNX-järjestelmässä on useita toimilaitteita säädettävän valaistuksen säätöön. Niistä yleisimmät ovat digitaalinen DALI-säädin ja analoginen 1-10V säädin. Säätimet voidaan asettaa vakiovalotoimintaan. Vakiovalotoimintojen avulla voidaan säästää energiakustannuksissa. Toivalassa liikuntasalin tilassa käytettiin analogista 1-10V säätöä himmennystä varten. Salin valaistusta voitiin myös ohjata binäärisisäänmenon avulla AV-logiikan kanssa. Vakiovalotoimintoa ei salissa käytetty. Kuvassa 8 on 2-kanavainen 1-10V säädinyksikkö.



*Kuva 8. 1-10V säädin 6197/20./2./*

#### 4.4 Anturit

Anturit lähettävät sanomia toimilaitteille. Antureita ovat mm. painonapit (kuva 10), liikeilmaisimet, läsnäoloanturit, huonetermostaatit, valoisuusanturit, kelloyksiköt, ohjauspaneelit ja erilaiset sisääntuloyksiköt perinteisille antureille. Anturit ovat laitteita, jotka liitetään väylään omalla väyläliitännäyksiköllä (kuva 9). Ohjelmoinnin aikana väyläliitännäyksikköön ohjelmoidaan fyysinen osoite (luku 7). Toivalassa käytettiin 1-, 2-, 4-osaisia painikkeita, läsnäolotunnistimia/liiketunnistimia.



*Kuva 9. Väyläliitännäyksikkö 6120U-102. /2./*



*Kuva 10. Valokytkin 6127-84. /2./*

## 5. SIIRTOTIET

Siirtotieksi EIB/KNX-järjestelmässä voidaan käyttää kierretty parikaapeli, sähköverkko, radiotie, infrapuna tai ethernet.

### 5.1 EIB-väyläkaapeli

Kaapelitie on yleisin siirtotie kiinteistöissä. Väyläkaapelina voidaan käyttää kierrettyjä parikaapeleita. EIBA-sertifioitu parikaapelityyppi on Siemensin valmistama EIB-Siemens Busleitung YCYM 2x2x0.8 (kuva 11), jota pitkin kojeet saavat käyttöjännitteen 28VDC ja ohjaukset. Kaapelista otetaan käyttöön punainen- ja musta johdin. Punainen johdin on positiivinen napa ja musta johdin negatiivinen napa, keltainen ja valkoinen jäävät varalle. Kaapeli voidaan asentaa samalle hyllylle energiakaapeleiden kanssa, koska sanoma on symmetrinen ja mahdollinen häiriö ei muuta viestiä. Kaapelin mennessä kiinteistöstä toiseen on käytettävä läpivienttiä varten metalliputkea, joka on maadoitettava. Kun kaapeli asennetaan maahan, se on laitettava putkeen (min 16mm<sup>2</sup> Cu tai 25mm<sup>2</sup> Al tai 50mm<sup>2</sup> Fe) ja kaapelin maadoitusjohdin on maadoitettava. Kaapelin positiivista punaista- ja negatiivista mustaa johdinta ei saa koskaan maadoittaa.



*Kuva 11. YCYM 2x2x0.8 kaapeli*

Järjestelmään on standardoitu myös kaapelit JY(ST)Y 2x2x0,8 ja PYCYM 2x2x0,8. Väyläkaapelina voidaan käyttää kierrettyjä parikaapeleita, kuten NOMAK 2x2x0,5, JAMAK 2x2x0,5 tai KLMA 4x0,8

Kaapelin maksimipituus on määritetty 1000 metrin mittaiseksi. Linjalla kahden liittäjän välinen etäisyys on maksimissaan 700 metriä. Liittäjän ja kuristimen välinen etäisyys voi olla maksimissaan 350 m.

## **5.2 Sähköverkko**

Powerline eli sähköverkko mahdollistaa tiedonsiirron sähköverkossa. Laitteiden välinen suurin etäisyys on 600 m.

## **5.3 Radiotie**

Radio Frequency eli radioon perustuva tiedonsiirto. Jos kaapelitie ei ole mahdollinen rakenteen takia, voidaan valita radiosignaalilla toimivat lähettimet.

## **5.4 Infrapuna**

Infrapunatekniikkaan perustuva media. IR-tekniikan käyttö on yleistä kotitalouksissa. Julkisissa kohteissa tämä on huono ratkaisu, koska rakennukset ovat suuria ja infrapunasiirtotielle saattaa tulla esteitä eteen.

## **5.5 Kaukokäyttö**

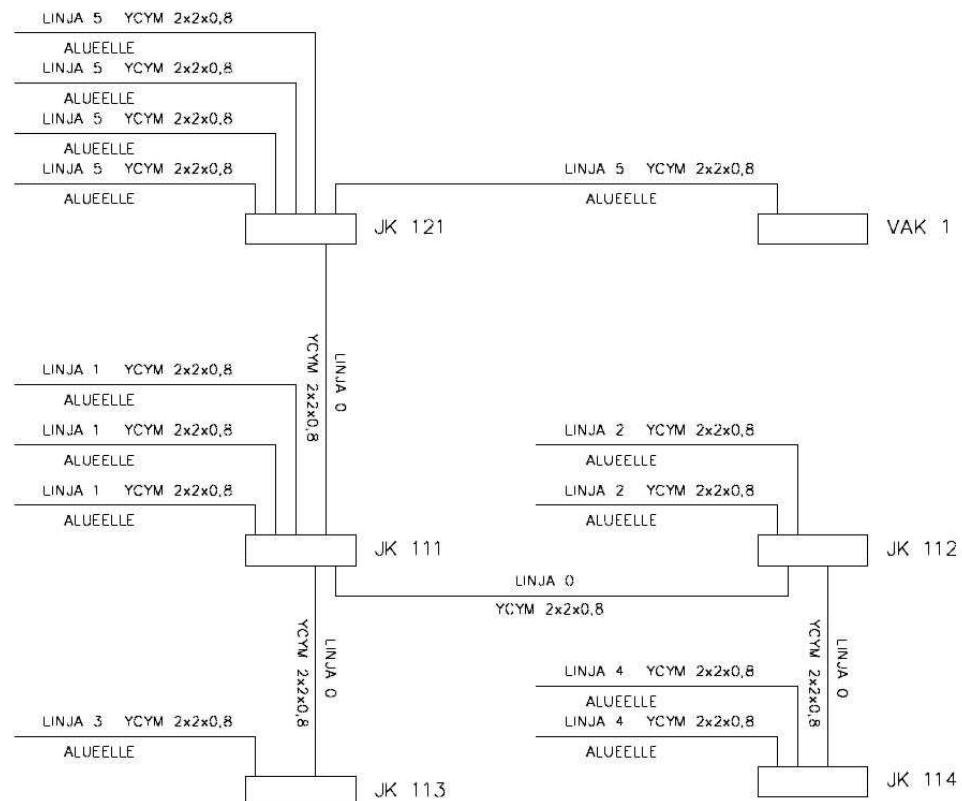
Järjestelmä voidaan liittää mihin tahansa internet-, ethernet- ja WLAN-yhteyksiin. Voidaan tehdä muutoksia ja seuranta kaukokäytöllä.

## 6. TOIVALAN ALAKOULU

### 6.1 Yleistä

Tavoitteena oli suunnitella ja ohjelmoida Toivolan alakouluun EIB/KNX-kenttäväyläjärjestelmä.

Toivalan alakoulu koostuu kahdesta eri osasta, ensimmäinen on ala-aste ja toinen on esikoulu. Koulun pinta-ala on 1 000 m<sup>2</sup>. Ala-aste on kahdessa kerroksessa ja esikoulu on ensimmäisessä kerroksessa. Koulu on jaettu viiteen eri linjaan. Jokaisen jakokeskuksen alueella on oma linja, jossa toimilaitteet sijaitsevat ja toimialueet missä anturit sijaitsevat. Koulun väyläjärjestelmä koostuu viidestä eri jakokeskuksesta ja yhdestä valvonta-alakeskuksesta (VAK 1), jakokeskukset yhdistää 0-lija. Kuvassa 12 on esitetty koko koulun verkon rakenne.



Kuva 12. Verkon rakenne

## 6.2 Koulun toiminnot

Koululla on haluttu, että luokissa on läsnäolotunnistimet valaistusta varten ja ilmastoinnin tehostusta varten. Valaistuksen läsnäolotunnistimet sammuttaa valot, jos ne on syystä tai toisesta jätetty päälle 20 minuutin kuluessa viimeisestä liikkeestä. Ilmastointitehostus luokissa lähtee päälle, jos luokassa läsnäolotunnistin havaitsee liikkeen ja sammuttaa sen, jos viimeisestä liikkeestä on kulunut 5 minuuttia. Koulun auloissa on myös samalla periaatteella toimiva ilmastoinnin tehostus.

Käytävän-, aulojen- ja pihavalaistuksen ohjauksen hoitaa VAK-1 tilaajan haluamalla aikavälillä. VAK:sta tieto luetaan binäärisisäänmenon potentiaalivapaiden koskettimien avulla. Käytävissä on myös kulkuvalot. Kulkuvalot ovat joka kolmannessa valaisimessa valaisinrivissä. Valot syttyvät liiketunnistimien avulla ja sammuvat 20 minuutin kuluessa viimeisestä liikkeestä.

Koulussa on juhlasali. Salin valaistuksen säätö on toteutettu 1-10V järjestelmällä. Salissa on myös rullaverho, mikä jakaa salin kahteen osaan. Salissa on neljä kappaletta neljäosaista painiketta. Verhon ollessa alhaalla on haluttu, että valaistus on jaettu kahteen osaan. Tällöin toisella puolella ei ole mahdollista sammuttaa toisen puolen valaistusta. Sovellukseen on käytetty logiikkayksikköä. Salin valaistusta voidaan ohjata myös AV-logiikalla. Av-logiikassa on neljä toimintatilaa. Ensimmäinen toimintatila on valot pois, toinen on 20% valomäärä, kolmas on 60% valomäärä ja neljäs tila on 100% valomäärä.

Koululla on myös saattolämmitykset. Saattolämmityksen ohjaa VAK, tilaajan haluamalla aikavälillä. Saattolämmityksen tilatieto luetaan VAK:sta binäärisisäänmenon potentiaalivapaiden koskettimien avulla ja toiminnasta välitetään indikointitieto takaisin VAK:lle.

WC:t, varastot, tekniset ja muut tilat on toteutettu perinteisellä asennusmenetelmällä. Koululla siirtotienä on pelkästään kaapelitie.

## 7. OHJELMOINTI

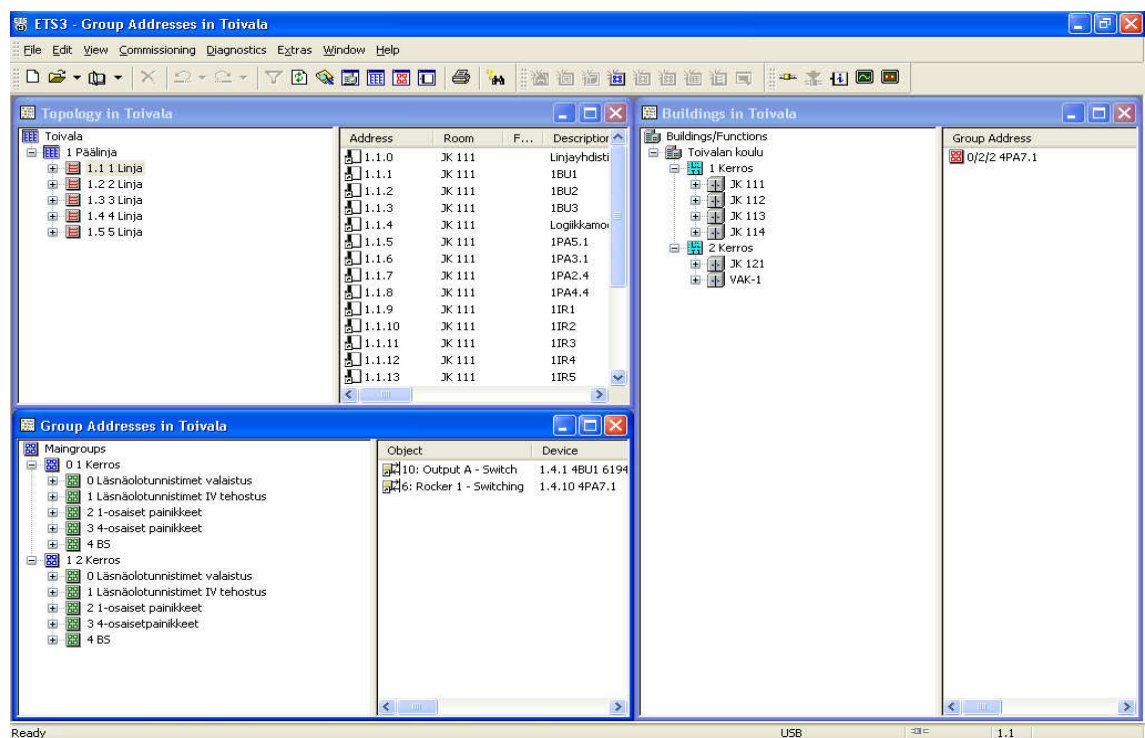
### 7.1 ETS

Käyttöönottoa varten PC:lle on olemassa Windows ohjelmisto EIB Tool Software, eli ETS. ETS-ohjelman avulla voidaan ohjelmoida kaikki EIB- laitteet ja niiden parametrit.

Väylän jokainen laite saa oman fyysisen osoitteen. Ryhmäkäskyt kytketään vastaavasti fyysisiin osoitteisiin siten, että halutut ja vain saman ryhmäkäskyn omaavat laitteet suorittavat tehtävänsä.

Ohjelmiston tietokannasta voidaan valita ne laitteet, jotka on fyysisesti valittu kohteeseen. Toivalan alakoululla käytettiin ABB Buch Jaeger -laitteita.

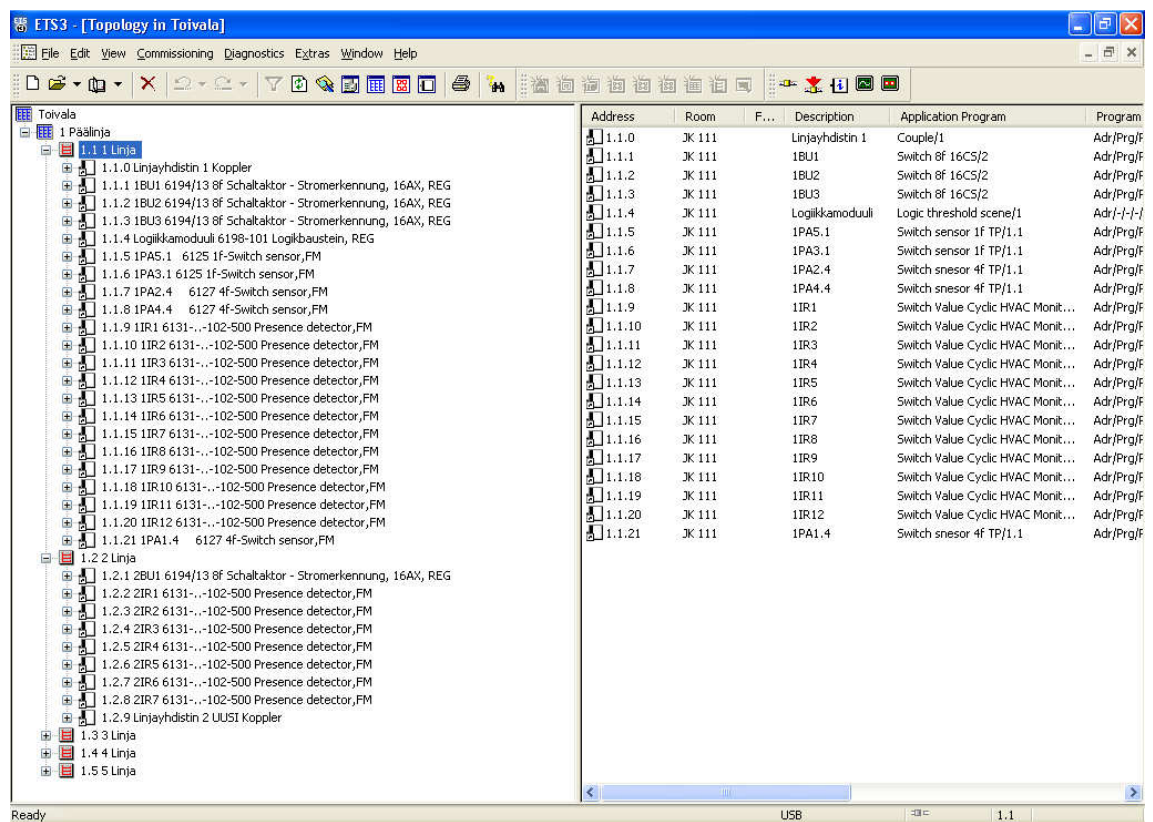
Kuvassa 13 on ETS-ohjelman yleisnäkymä. Näkymässä on kolme pääikkunaa, topologia (Topology in Toivala), ryhmäosoitteet (Group Addresses in Toivala) ja verkon rakenne (Buildings in Toivala).



Kuva 13. ETS yleisnäkymä.

## 7.2 Fyysinen osoite

Fyysistä osoitetta tarvitaan järjestelmän käyttöönotto vaiheessa, kun liittyjille ohjelmoidaan sovellusohjelmat. Fyysinen osoite on 16 bitin pituinen laitteen osoite, joka muodostuu alueen, linjan sekä laitteen järjestysluvusta. Fyysinen osoite yksilöi laitteet. Järjestelmässä kahdella eri laitteella ei voi olla samaa fyysistä osoitetta. Laitteiden fyysiset osoitteet näkyvät parhaiten topologiaikkunassa. Kuvassa 14 on suurennos topologiaikkunasta.



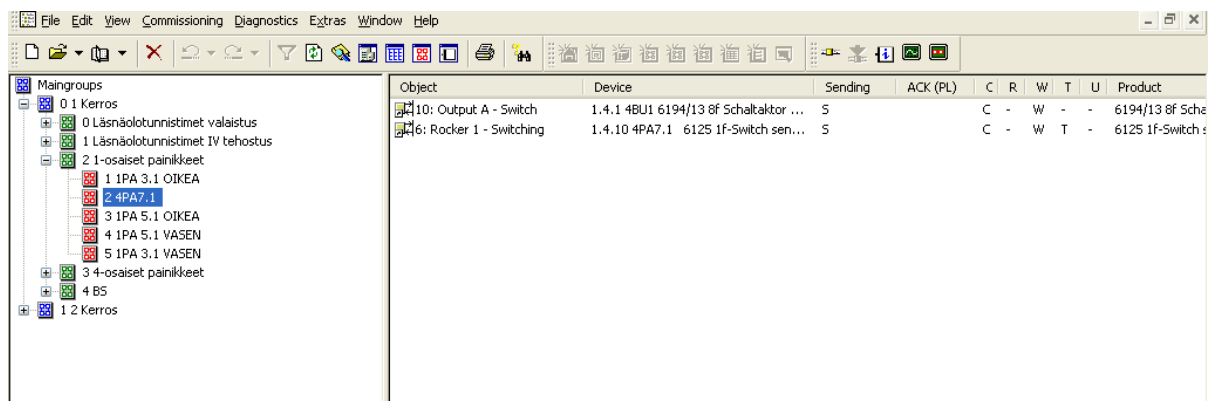
Kuva 14. Topologia.

Kuvassa 14 on näkyvillä ensimmäisen ja toisen linjan laitteet. Laitteiden edessä on fyysinen osoite esim: 1.1.0 Linjayhdistin 1 Koppler. Fyysinen osoite voidaan ohjelmoida laitteeseen ennen kuin se on edes fyysisesti asennettu paikalle. Toivalassa ohjelmoitiin ensimmäisenä jokaisen toimilaitteen ja liittäjän fyysinen osoite. Näin ollen jokainen laite, joka on lisätty topologiaan on nyt sekä fyysisesti, että ohjelmallisesti yksilöity ja on helposti ohjelmoitavissa ja löydettävissä.

### 7.3 Ryhmäosoite

Tyhmä osoitteidenavulla laitteet kommunikoivat keskenään. Ryhmäosoite on se, jossa tehdään kaikki väylän kytkennät. Ryhmäosoite koostuu kolmesta osasta, pää (main)-, keski (middle)- sekä alaryhmän osasta (subgroup).

Kuvassa 15 on esimerkki ETS-ohjelman ryhmäosoitteiden ikkunasta, AH-talotekniikan tapana ryhmäosoitteet on nimetty omalla tavalla. *4PA7.1* tarkoittaa, että painike on linjalla 4. *PA* tarkoittaa painonappia, *7.1* tarkoittaa, että painike on seitsemäs ja on yksiosainen painike. Oikealla puolella näkyy mitä toimintoja tämä ryhmäosoite sisältää. Tässä tapauksessa osoitteessa on *4BU1 output A* ja *4PA7.1 rocker 1*, eli aina kun *4PA7.1* painikkeesta painetaan, niin kytkinyksikön A kanava reagoi. Toimintoja tässä voi olla joko päälle tai pois kytkentä. Toivalassa pääryhmät on jaettu molempiin kerroksiin. Keskiryhmät ovat läsnäolotunnistimia (sekä valaistuksen kohdalla että ilmastoinnin tehostuksen kohdalla), yksiosaiset painikkeet, neljäosaiset painikkeet ja binäärisisäänmeno.



Kuva 15. Ryhmäosoitteet.

## 8. OHJELMOINNIN SUORITUS

### 8.1 Alku

Ensimmäisenä on tutkittava mitä erilaisia toimintoja rakennuksessa on ja mitä toimintoja tilaaja on toivonut ja ovatko toiminnot mahdollisia toteuttaa. On tärkeää muistaa ottaa huomioon minkälaisen laitteiston urakoitsija on valinnut kohteeseen, koska ohjelmoinnin aloittaminen ei kannata, jos laitteet poikkeavat fyysisesti ja ohjelmallisesti. Komponenteilla on valmistajan sovellutusohjelma, joka tulee huolellisesti tarkistaa komponentin valmistusversiolle sopivaksi.

### 8.2 Ohjelmointitaulukko

Kun laitteet ja toiminnot ovat selvillä, voidaan koko kohteesta laatia ohjelmointitaulukko. Keskuskaavioista ja tasokuvista otetaan selvää kuinka monta laitetta kohteessa on ja minkälaisia kytkentöjä laitteiden välillä on. Ohjelmointitaulukkoon kootaan kaikki toimilaitteet ja niitä ohjaavat laitteet (Liite 1). Kuva 16 on ohjelmointitaulukon osa, josta näkyy toimilaite *IBU1*, eli kytkinyksikkö ja sen kaikki kanavat A-H, kytkinyksikön toiminnot ja sen ohjaavat laitteet. Tässä tapauksessa kyseessä on yleisvalaistuksesta, eli käytävien, tuulikaappien, aulan, ulkolipan ja ruokasalin valaistuksesta. Ohjaavat laitteet ovat *5BS1.1* binäärisisäänmeno, läsnäolotunnistimet esim. *IIR1* ja neljäosainen painonappi *IPAI.4A*.

| Keskus  | Toimilaite | Toiminta                    | Ohjaava laite |      |        |      |      |  |
|---------|------------|-----------------------------|---------------|------|--------|------|------|--|
| JK 111  |            |                             |               |      |        |      |      |  |
| 1-linja | 1BU1.A     | valaistus käytävä           | 5BS1.1        |      |        |      |      |  |
|         | 1BU1.B     | valaistus käytävä kulkuvalo | 1IR1          | 1IR2 | 1IR3   | 1IR4 | 1IR7 |  |
|         | 1BU1.C     | valaistus tuulikaappi       | 5BS1.1        | 1IR8 |        |      |      |  |
|         | 1BU1.D     | valaistus tuulikaappi       | 5BS1.1        |      |        |      |      |  |
|         | 1BU1.E     | valaistus aula              | 1IR5          | 1IR6 | 5BS1.1 |      |      |  |
|         | 1BU1.F     | valaistus ulkolippa         | 5BS1.5        |      |        |      |      |  |
|         | 1BU1.G     | valaistus ulkolippa         | 5BS1.5        |      |        |      |      |  |
|         | 1BU1.H     | valaistus ruokasali         | 1PA1.4A       |      |        |      |      |  |

Kuva 16. *IBU1* toiminnot ohjelmointitaulukossa.

### 8.3 Laitteiden haku tietokannasta

Kun laitteiden merkki ja tyyppi on selvitetty, haetaan tietokantaan (ellei sitä ole vielä tehty) sovellusohjelmat product finderin avulla. Kuvake näkyy kuvassa 17. Kuvakkeesta aukeaa uusi ikkuna (kuva 18), josta voidaan valita eri hakukriteereillä haluttu laite. Kun haluttu laite on löydetty, lisätään se tuplaklikkaamalla luettelosta, jolloin se siirtyy automaattisesti topologiaikkunaan ja luo laitteelle oman fyysisen osoitteen. Buildings-ikkunaan voidaan luoda koko rakennuksen rakenne. Toivalassa rakenne on jaettu kahteen kerrokseen ja rakennuksessa oleviin keskuksiin. Topologiasta siirretään laitteet, jotka on haettu tietokannasta omiin kerroksiin ja niihin keskusalueisiin, jonne laitteet kuuluvat.



*Kuva 17. Product finder.*

 A screenshot of the Product Finder dialog box. It features several input fields and a table.
 

| Name | Description | Product | Order Number | Program | Progr... | DIN Rail Moun... |
|------|-------------|---------|--------------|---------|----------|------------------|
|      |             |         |              |         |          |                  |

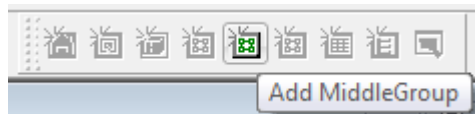
*Kuva 18. Laitteiden haku tietokannasta.*

## 8.4 Ryhmäosoitteen luominen

Kun laitteet on siirretty tietokannasta, näkyvät ne kaikki topologiaikkunassa. Luodaan pääryhmä klikkaamalla ylhäällä olevaa kuvaketta, Add MainGroup (kuva 19). Toivalassa pääryhmät ovat ensimmäinen ja toinen kerros. Jos pääryhmien alle halutaan lisätä keskiryhmät, klikataan ylhäällä olevaa kuvaketta Add MiddleGroup (kuva 20). Keskiryhmät voivat olla yksi- tai neliosaisia painikkeita. Keskiryhmän jälkeen klikataan ylhäällä olevaa kuvaketta Add Group Address (kuva 21), joka luo uuden ryhmäosoitteen (kuva 22).



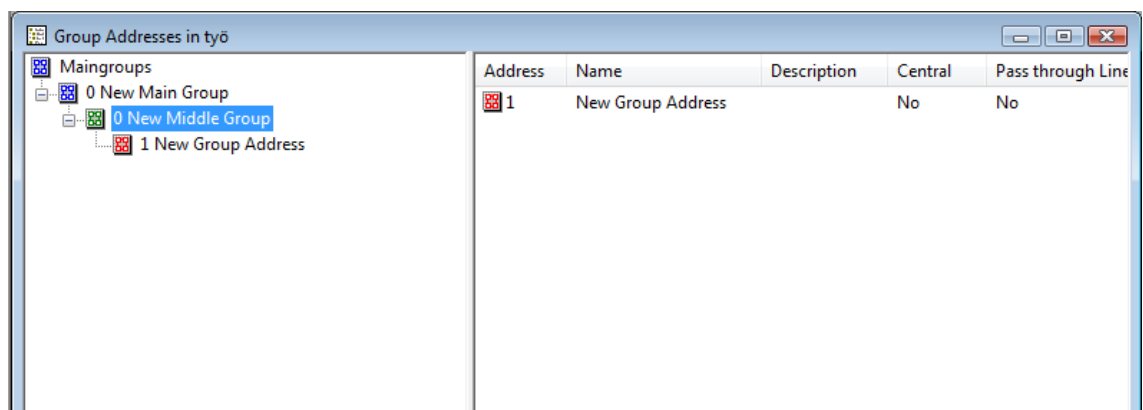
*Kuva 19. Add MainGroup.*



*Kuva 20. Add MiddleGroup.*



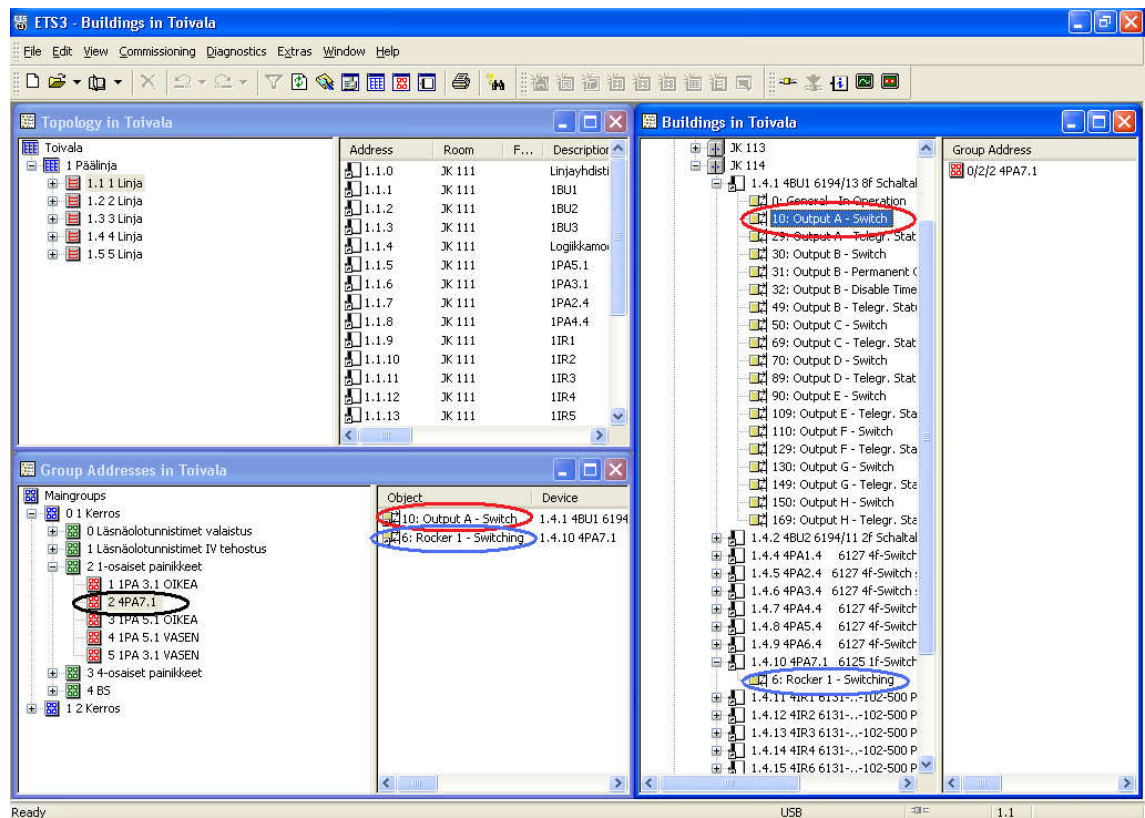
*Kuva 21. Add GroupAddress*



*Kuva 22. Uusi ryhmäosoite.*

## 8.5 Laitteiden linkitys

Laitteet kytketään yksinkertaisesti vetämällä tietty laite buildings-ikkunasta tietyn ryhmäosoitteen päälle. Kuvassa 23 mustalla ympyröityyn ryhmäosoitteeseen on lisätty 4BU1 kytkinyksikön A -kanava (ympyröity punaisella) ja sitä on haluttu ohjata 4PA7.1 yksiosaisella painikkeella (ympyröity sinisellä). Nyt ryhmäosoitteessa on toimilaite sekä toimilaitetta ohjaava laite eli painonappi. Näin näiden välillä on nyt yhteys. Samalla tavalla käydään kaikki laitteet läpi ohjelmointitaulukkoa käyttäen.



Kuva 23. Laitteiden kytkentä.

## 8.6 Väylän käyttöönotto

Kun kaikki kytkennät on suoritettu ohjelmallisesti, voidaan ohjelma ohjelmoida väylään. Alussa tärkein asia väylän ohjelmoinnissa on ohjelmoida kaikkien laitteiden fyysiset osoitteet. Fyysisten osoitteiden ohjelmointiin tarvitaan yleensä kaksi henkilöä. Osoitteiden ohjelmoinnissa on myös hyvä olla radiopuhelimet molemmilla osapuolilla. Fyysisen osoitteen ohjelmoiminen on yksinkertaista. Valitaan topologiaikkunasta laite, johon halutaan ohjelmoida fyysinen osoite ja oikealla hiirennapilla valitaan valikosta Download Address (lataa osoite). Jokaisessa EIB-laitteessa on ohjelmointipainike. Painiketta painaessa laite siirtyy ohjelmointitilaan. ETS-ohjelman avulla lähetetään ohjelmointikäsky. Ohjelma olettaa, että laite, joka on ohjelmointitilassa on se, jota pitää ohjelmoida. Ohjelma varoittaa, jos useampi laite on ohjelmointitilassa. Näin ollen estetään saman fyysisen osoitteen esiintyminen useammassa laitteessa yhtäaikaan.

Kun kaikki fyysiset osoitteet on ohjelmoitu, laitteisiin voidaan aloittaa sovellusohjelmien ohjelmointi. Tämä tapahtuu samalla tavalla kuin fyysisten osoitteiden ohjelmointi. Erona on vain se, että valitaan Download Application (lataa sovellusohjelma). Samalla siirtyy kaikki ryhmäosoitteiden kytkennät. Näin ollen kaikki toiminnot alkavat toimia suunnittelijan valitsemalla tavalla. Tässä vaiheessa ei enää tarvita kahta henkilöä, koska fyysiset osoitteet ovat jo laitteissa, ja ohjelma tietää missä mikäkin laite sijaitsee.

Laitteet voidaan myös ohjelmoida ennen kuin ne ovat edes fyysisesti asennettu paikalleen.

On myös tärkeää suorittaa kaikille kenttälaitteille fyysinen merkintä tussilla tai merkintätarralla.

## 9. VÄYLÄN TESTAUS

ETS-ohjelmassa on monia diagnostiikkatoimintoja. Näistä tärkeimpiä ovat ryhmämonitori (kuva 24), joka avautuu painamalla kyseistä pikakuvaketta. Väylämonitori (kuva 25) avautuu painamalla kyseistä pikakuvaketta. Monitoreista näkee kaiken toiminnan, joka on kyseisellä hetkellä väylässä. Painaessa painiketta 1PA1.1 monitori näyttää kellonajan milloin painike on painettu ja myös kaikki muut laitteet, jotka ovat samassa ryhmäosoitteessa. Testausvaiheessa kannattaa kaikki toiminta-ajat ohjelmoida lyhyeksi, esimerkiksi läsnäolotunnistimien ajat. Näin voidaan helposti testata läsnäolotunnistimien päälle/pois -kytkennät ja että ne toimivat niin kuin suunnittelija on halunnut niiden toimivan.

Toivalassa testasimme kaikki laitteet silmämääräisesti ja ohjelmallisesti. Hyvä perussääntö on, että aina ohjelmoinnin jälkeen kannattaa testata samantien eikä jättää myöhempään ajankohtaan. Testauksessa ohjelman toiminnallisuudessa ilmeni useita eri ongelmia, joihin kului paljon ylimääräistä aikaa. Vian etsimisestä lisää luvussa 10.



*Kuva 24. Ryhmämonitori.*



*Kuva 25. Väylämonitori.*

## 10. VIAN ETSINTÄ

Ohjelmointivaiheessa toimilaitteisiin valitaan erilaisia parametreja. Ohjelmoija saattaa tehdä tässä vaiheessa ohjelmallisia virheitä. Virheet voivat olla selviä ja näkyviä, jolloin ne huomataan silmämääräisesti. Esimerkiksi kytkin sytyttää väärän tilan valoja. Koko väylän jumiutuminen saattaa olla mahdollista ja sen selvittäminen vaatii yleensä jo syvällisempää EIB-tuntemusta ja pitkäjänteisyyttä. On myös tärkeää tarkastaa tuleeko kaikkiin laitteisiin asianmukainen väyläjännite. Laite ei voi toimia oikein, jos se ei saa käyttöjännitettä. Kannattaa tarkastaa onko väyläjohdin kiinni laitteessa ja ovatko johtimet oikein kytketty. Jos PC:n ja väylän välinen yhteys on heikko, saattaa ilmetä ongelmia ohjelmointivaiheessa. Silloin on tarkastettava onko USB-johto kiinnitetty kunnolla USB-sovittimeen.

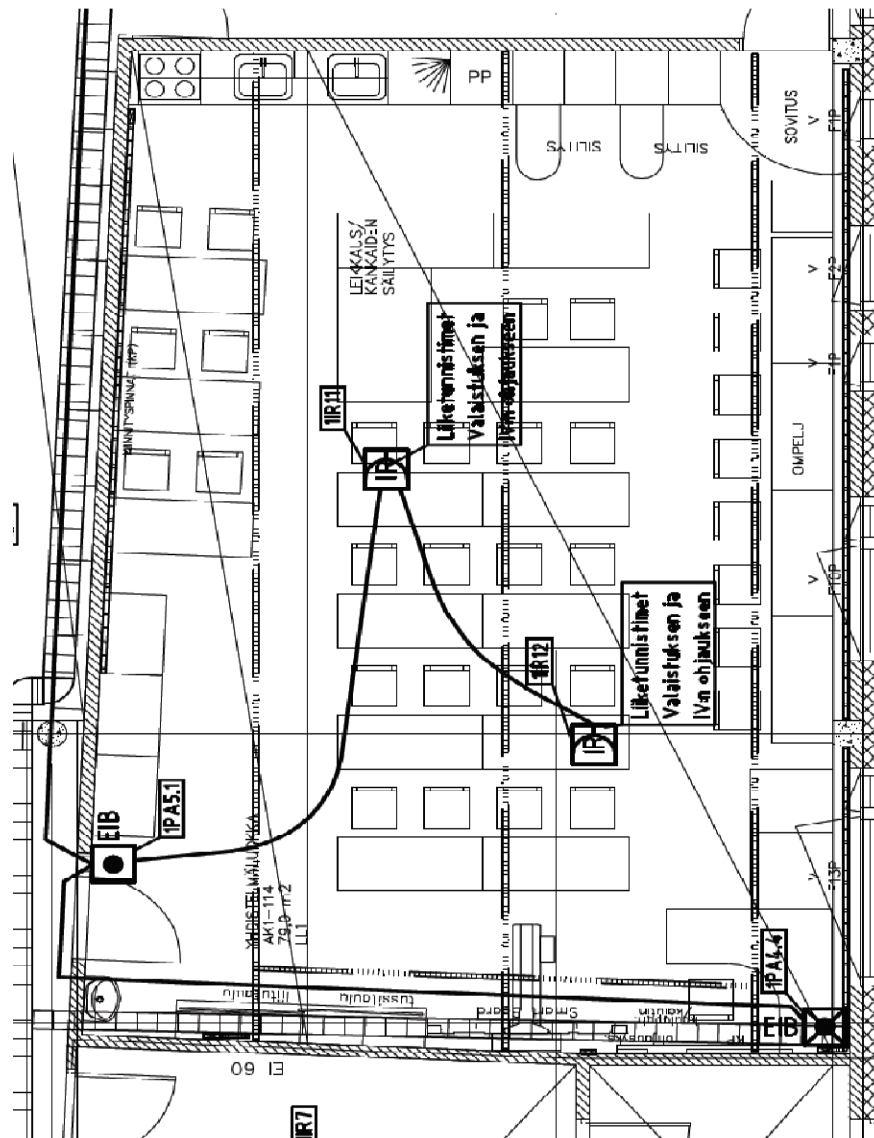
Toivalassa oli paljon ongelmia liiketunnistimissa, käytävien valot sammuiivat ja syttyivät ilman mitään syytä. Vikojen etsimiseen meni turhauttavan paljon aikaa. Työn loppuvaiheessa selvisi, että viisi liiketunnistinta olivat viallisia eikä vika ollut itse ohjelmassa.

Joskus vika saattaa jäädä väylään. Se ei välttämättä edes haittaa käyttäjää, mutta käyttäjä saattaa jossain vaiheessa huomata vian ja tehdä reklamaation ohjelmoijalle. Esimerkkinä Toivalaan oli vahingossa jäänyt yksi läsnäolotunnistin testiasentoon. Tunnistin sammutti valot 10 sekunnin jälkeen liikkeen loppuessa. Normaalikäytössä se ei haitannut ketään, koska luokassa on koko ajan liikettä ja läsnäolotunnistimet ovat erittäin herkkiä. Vika ilmeni, kun luokassa pidettiin koetilaisuus, jossa oppilaat onnistuivat pysymään kaikki paikoillaan samanaikaisesti 10 sekunnin ajan.

## 11. DOKUMENTOINTI

Suunnittelijan on laadittava kohteesta tasokuva, pääkaavio ja piirikaavio. Itse käytönopastus tulee tarvittaessa antaa tilaajalle, mikäli tilaaja sen haluaa.

Tasokuvissa tulee esittää kentälaitteiden sijainnit ja johdotukset. Tasokuvissa olisi hyvä olla valmiiksi merkattuna kentälaitteiden nimet, esim. *IPA4.1*. Näin ollen asentajat voivat valmiiksi merkitä kentälaitteet ja fyysisten osoitteiden ohjelmoiminen nopeutuu. Tasokuvien liittäminen liitteeksi on hankalaa, koska kuvat ovat suuria. Kuvassa 26 on luokasta AK1-114 otettu osasuurennos. Kuvassa nähdään väylän esitystapa.



Kuva 26. Luokka AK1-114 suurennos

Pääkaaviossa (liite 2) esitetään kaikki toimilaitteet, mitkä sijaitsevat keskuksen sisällä. Kaaviossa on esitettävä selvästi mitkä toimilaitteet ohjaavat mitäkin ryhmiä.

Piirikaaviossa (liite 3) voidaan esittää tarkemmin pääkaaviossa olevat toimilaitteet. Piirikaaviot ovat tärkeitä keskusvalmistajille, jotta he osaisivat koota keskuksen niin kuin suunnittelija on ne suunnitellut.

Valmis ohjelma olisi hyvä toimittaa CD/DVD-levyllä kaikkine piirustuksineen sekä tilaajalle että urakoitsijalle.

## 12. Yhteenveto

Insinööriyön tavoitteena oli suunnitella Toivalan alakouluun EIB/KNX-kenttäväylä. EIB:n suosio on kasvussa, ja väyläratkaisuja halutaan nykyään enenevässä määrin omakotitaloihin. Kuopiossa Savonia-ammattikorkeakoulussa Tekniikan yksikössä on käytössä myös EIB/KNX-väyläjärjestelmä. Samoin Kuopion työvoimatoimistossa. EIB/KNX-järjestelmää nähdään koko ajan enemmän ja enemmän julkisissa rakennuksissa. Järjestelmän avulla voidaan säästää merkittäviä summia energia-kustannuksissa.

### *Vahvuudet*

Järjestelmän vahvuus on se, että se on täysin muunneltavissa. Mikäli jokin ratkaisu on huono, niin aina voidaan ohjelmoida uusi ratkaisu, joka tyydyttää tilaajaa. Standardin vuoksi melkein kaikki laitteet ovat keskenään yhteensopivia. Siemensin painonapilla voidaan ohjata ABB:n kytkinyksikköä.

### *Heikkoudet*

Tietokanta vaatii koko ajan päivittämistä. Toivalassa eräs kytkinyksikkö ei ohjelmoitunut, koska ohjelmointivaiheessa oli käytetty vanhaa sovellusohjelmaa. Tiukasta standardoinnista huolimatta jotkut laitteet eivät aina ole täysin yhteensopivia. Keskukset kasvavat entisestään etenkin omakotitalosovelluksissa. Järjestelmä on tällä hetkellä kallis. Lisäksi sovellusohjelmat ovat saksankielisiä.

Yksi iso heikkous on, että ohjelman laatimisessa ei ole minkäänlaista standardia, miten se tulisi tehdä ja kuinka laitteet tulisi nimetä. Jos ohjelmaan tulee muutos ja muutoksen tekijä on eri yritys kuin se, joka on alunperin suunnitellut ohjelman, muutoksen tekemiseen saattaa kulua ylimääräistä aikaa. EIB on merkittävä tekijä vain Euroopassa.

Insinööriyönä tämä työ oli erittäin mielenkiintoinen, koska EIB/KNX-väyläjärjestelmän osaajia ei ole Suomessa paljon. On hyvä osata jotain sellaista, josta tulee aivan varmasti enemmän kysyntää tulevaisuudessa. Haastavinta tätä työtä tehdessä oli, että aiheesta ei ole paljon suomalaista kirjallisuutta. Työ ei sisällä paljon lähteitä, vaan on pitänyt itse pohtia. Itse ohjelmoiminen on mielestäni helppoa ja loogista. Ammattikorkeakouluissa ja Teknillisissä korkeakouluissa EIB pitäisi ottaa vakavasti esille, koska EIB on tullut jäädäkseen.

## LÄHTEET

/1./ ST-Käsikirja 21, *Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät*. Espoo: Sähköinfo OY 2006

/2./ *EIB/KNX -taloautomaatio 2008 Building Technology*, ENSTO OY 2008

/3./ Siemensin EIB rakennusten sähköohjaus tekniikka suunnitteluohje, SIEMENS OY

/4./ ABB OYJ [verkkodokumentti] päivitetty 20.11.2009 [viitattu 01.12.2009]

*Etusivu>Sovelluksia>KNX-taloautomaatio*

saatavissa <http://asennustuotteet.fi/index>

## Liite 1. Ohjelmointitaulukko

**Kohde** Toivalan alakoulu  
**Suunnittelija** AH-TALOTEKNIikka OY, Kuopio  
**Urakoitsija**

| Keskus           | Toimilaite       | Toiminta                     | Ohjaava laite         |         |        |       |      |  |
|------------------|------------------|------------------------------|-----------------------|---------|--------|-------|------|--|
| <b>JK 111</b>    |                  |                              |                       |         |        |       |      |  |
| 1-linja          | 1BU1.A           | valaistus käytävä            | 5BS1.1                |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU1.B           | valaistus käytävä kulkuvalo  | 1IR1                  | 1IR2    | 1IR3   | 1IR4  | 1IR7 |  |
|                  | 1BU1.C           | valaistus tuulikaappi        | 5BS1.1                | 1IR8    |        |       |      |  |
|                  | 1BU1.D           | valaistus tuulikaappi        | 5BS1.1                |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU1.E           | valaistus aula               | 1IR5                  | 1IR6    | 5BS1.1 |       |      |  |
|                  | 1BU1.F           | valaistus ulkolippa          | 5BS1.5                |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU1.G           | valaistus ulkolippa          | 5BS1.5                |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU1.H           | valaistus ruokasali          | 1PA1.4A               |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU2.A           | valaistus ruokasali          | 1PA1.4B               |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU2.B           | valaistus ruokasali          | 1PA1.4C               |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU2.C           | valaistus ohjattu ulkokellot | 5BS1.5                |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU2.D           | vara                         |                       |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU2.E           | vara                         |                       |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU2.F           | vara                         |                       |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU2.G           | vara                         |                       |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU2.H           | vara                         |                       |         |        |       |      |  |
|                  | 1BU3.A           | val. A luokka AK1-114        | 1PA5.1                | 1PA4.4A | 1IR11  | 1IR12 |      |  |
|                  | 1BU3.B           | val. B luokka AK1-114        | 1PA5.1                | 1PA4.4B | 1IR11  | 1IR12 |      |  |
|                  | 1BU3.C           | val. C luokka AK1-114        | 1PA5.1                | 1PA4.4C | 1IR11  | 1IR12 |      |  |
|                  | 1BU3.D           | val. D luokka AK1-114        |                       | 1PA4.4D | 1IR11  | 1IR12 |      |  |
|                  | 1BU3.E           | val. A luokka AK1-112        | 1PA3.1                | 1PA2.4A | 1IR9   | 1IR10 |      |  |
|                  | 1BU3.F           | val. B luokka AK1-112        | 1PA3.1                | 1PA2.4B | 1IR9   | 1IR10 |      |  |
|                  | 1BU3.G           | val. C luokka AK1-112        | 1PA3.1                | 1PA2.4C | 1IR9   | 1IR10 |      |  |
|                  | 1BU3.H           | val. D luokka AK1-112        |                       | 1PA2.4D | 1IR9   | 1IR10 |      |  |
|                  | 4-os.<br>painike | 1PA4.4A                      | val. A luokka AK1-114 |         |        |       |      |  |
|                  |                  | 1PA4.4B                      | val. B luokka AK1-114 |         |        |       |      |  |
|                  |                  | 1PA4.4C                      | val. C luokka AK1-114 |         |        |       |      |  |
|                  |                  | 1PA4.4D                      | val. D luokka AK1-114 |         |        |       |      |  |
| 1PA2.4A          |                  | val. A luokka AK1-112        |                       |         |        |       |      |  |
| 1PA2.4B          |                  | val. B luokka AK1-112        |                       |         |        |       |      |  |
| 1PA2.4C          |                  | val. C luokka AK1-112        |                       |         |        |       |      |  |
| 1PA2.4D          |                  | val. D luokka AK1-112        |                       |         |        |       |      |  |
| 1-os.<br>painike | 1PA5.1           | Luokka AK1-114 val A,B ja C  |                       |         |        |       |      |  |
|                  | 1PA3.1           | Luokka AK1-112 val A,B ja C  |                       |         |        |       |      |  |

**JK 112**

|         |        |                                  |        |      |  |
|---------|--------|----------------------------------|--------|------|--|
| 2-linja | 2BU1.A | valaistus käytävä                | 5BS1.1 |      |  |
|         | 2BU1.B | valaistus ulkolippa              | 5BS1.5 |      |  |
|         | 2BU1.C | valaistus tuulikaappi ja eteinen | 2IR3   | 2IR4 |  |
|         | 2BU1.D | valaistus leikki ja lepo 159     | 2IR5   |      |  |
|         | 2BU1.E | valaistus leikki ja lepo 154     | 2IR6   |      |  |
|         | 2BU1.F | kulkuvalo käytävä                | 2IR1   | 2IR2 |  |
|         | 2BU1.G | valaistus, ryhmähuone 150        | 2IR7   |      |  |
|         | 2BU1.H | vara                             |        |      |  |

**JK 113**

|         |        |                             |        |         |         |
|---------|--------|-----------------------------|--------|---------|---------|
| 3-linja | 3BU1.A | valaistus ulkolippa         | 5BS1.5 | 3PA1.4A | 3PA2.4A |
|         | 3BU1.B | valaistus eteinen           |        | 3PA1.4B | 3PA2.4B |
|         | 3BU1.C | valaistus keittiö           |        | 3PA1.4C | 3PA2.4C |
|         | 3BU1.D | valaistus kulkuvalo keittiö |        | 3PA1.4D | 3PA2.4D |
|         | 3BU1.E | vara                        |        |         |         |
|         | 3BU1.F | vara                        |        |         |         |
|         | 3BU1.G | vara                        |        |         |         |
|         | 3BU1.H | vara                        |        |         |         |

## 4-os painike

|         |                             |
|---------|-----------------------------|
| 3PA1.4A | valaistus ulkolippa         |
| 3PA1.4B | valaistus eteinen           |
| 3PA1.4C | valaistus keittiö           |
| 3PA1.4D | valaistus kulkuvalo keittiö |
| 3PA2.4A | valaistus ulkolippa         |
| 3PA2.4B | valaistus eteinen           |
| 3PA2.4C | valaistus keittiö           |
| 3PA2.4D | valaistus kulkuvalo keittiö |

**JK 114**

|         |          |                            |         |         |         |         |
|---------|----------|----------------------------|---------|---------|---------|---------|
| 4-linja | 4BU1.A   | valaistus                  | 4PA7.1  |         |         |         |
|         | 4BU1.B   | kulkuvalaistus käytävä     | 4IR1    | 4IR2    | 4IR3    | 4IR4    |
|         | 4BU1.C   | valaistus käytävä          | 5BS1.3  |         |         |         |
|         | 4BU1.D   | sulanpitolämmitys          | 5BS1.6  |         |         |         |
|         | 4BU1.E   | valaistus A musiikkiluokka | 4PA1.4A | 4PA2.4A |         |         |
|         | 4BU1.F   | valaistus B musiikkiluokka | 4PA1.4B | 4PA2.4B |         |         |
|         | 4BU1.G   | valaistus C musiikkiluokka | 4PA1.4C | 4PA2.4C |         |         |
|         | 4BU1.H   | valaistus D musiikkiluokka | 4PA1.4D | 4PA2.4D |         |         |
|         | 4BU2.A   | valaistus sisäänkäynti VSS | 5BS1.5  |         |         |         |
|         | 4BU2.B   | valaistus eteinen VSS      | 5BS1.1  |         |         |         |
|         | 4DALI3.B | DALI ohjaus liikuntasali   | 4PA6.4A | 4PA5.4A | 4PA6.4B | 4PA5.4C |
|         | 4DALI3.C | DALI ohjaus liikuntasali   | 4PA6.4A | 4PA5.4A | 4PA5.4B | 4PA6.4C |
|         | 4DALI3.A | DALI ohjaus liikuntasali   | 4PA3.4A | 4PA4.4A | 4PA3.4B | 4PA4.4C |
|         | 4DALI3.D | DALI ohjaus liikuntasali   | 4PA3.4A | 4PA4.4A | 4PA4.4B | 4PA3.4C |
|         | 4DALI3.E | vara                       |         |         |         |         |
|         | 4DALI3.F | vara                       |         |         |         |         |
|         | 4DALI3.G | vara                       |         |         |         |         |
|         | 4DALI3.H | vara                       |         |         |         |         |

## 4-os painike

|         |                            |
|---------|----------------------------|
| 4PA1.4A | valaistus A musiikkiluokka |
| 4PA1.4B | valaistus B musiikkiluokka |

4PA1.4C valaistus C musiikkiluokka  
4PA1.4D valaistus D musiikkiluokka

4PA2.4A valaistus A musiikkiluokka  
4PA2.4B valaistus B musiikkiluokka  
4PA2.4C valaistus C musiikkiluokka  
4PA2.4D valaistus D musiikkiluokka

4PA3.4A valaistus F61 ja F64  
4PA3.4B valaistus F61  
4PA3.4C valaistus F64  
4PA3.4D salin yhteis päälle/pois

4PA4.4A valaistus F61 ja F64  
4PA4.4B valaistus F64  
4PA4.4C valaistus F61  
4PA4.4D salin yhteis päälle/pois

4PA5.4A valaistus F63 ja F62  
4PA5.4B valaistus F63  
4PA5.4C valaistus F62  
4PA5.4D salin yhteis päälle/pois

4PA6.4A valaistus F63 ja 62  
4PA6.4B valaistus F62  
4PA6.4C valaistus F63  
4PA6.4D salin yhteis päälle/pois

1-os painike 4PA7.1 valaistus PARVI AK1-226

## JK121

|         |        |                                |        |         |       |       |
|---------|--------|--------------------------------|--------|---------|-------|-------|
| 5-linja | 5BU1.A | kulkuvalo käytävä              | 5IR4   | 5IR3    | 5IR2  | 5IR1  |
|         | 5BU1.B | valaistus käytävä              | 5BS1.2 |         |       |       |
|         | 5BU1.C | kulkuvalo käytävä              | 5IR5   | 5IR6    | 5IR7  |       |
|         | 5BU1.D | valaistus porrasaula           | 5BS1.4 |         |       |       |
|         | 5BU1.E | val A luokka valaistus AK1-210 | 5PA1.1 | 5PA2.4A | 5IR8  | 5IR9  |
|         | 5BU1.F | val B luokka valaistus AK1-210 | 5PA1.1 | 5PA2.4B | 5IR8  | RIR9  |
|         | 5BU1.G | val C luokka valaistus AK1-210 | 5PA1.1 | 5PA2.4C | 5IR8  | 5IR9  |
|         | 5BU1.H | val D luokka valaistus AK1-210 |        | 5PA2.4D | 5IR8  | 5IR9  |
|         | 5BU2.A | val A luokka valaistus AK1-212 | 5PA3.1 | 5PA4.4A | 5IR10 | 5IR11 |
|         | 5BU2.B | val B luokka valaistus AK1-212 | 5PA3.1 | 5PA4.4B | 5IR10 | 5IR11 |
|         | 5BU2.C | val C luokka valaistus AK1-212 | 5PA3.1 | 5PA4.4C | 5IR10 | 5IR11 |
|         | 5BU2.D | val D luokka valaistus AK1-212 |        | 5PA4.4D | 5IR10 | 5IR11 |
|         | 5BU2.E | val A luokka valaistus AK1-215 | 5PA5.1 | 5PA6.4A | 5IR12 | 5IR13 |
|         | 5BU2.F | val B luokka valaistus AK1-215 | 5PA5.1 | 5PA6.4B | 5IR12 | 5IR13 |
|         | 5BU2.G | val C luokka valaistus AK1-215 | 5PA5.1 | 5PA6.4C | 5IR12 | 5IR13 |
|         | 5BU2.H | val D luokka valaistus AK1-215 |        | 5PA6.4D | 5IR12 | 5IR13 |

|              |          |                                |         |          |       |       |
|--------------|----------|--------------------------------|---------|----------|-------|-------|
|              | 5BU3.A   | val A luokka valaistus AK1-216 | 5PA7.1  | 5PA8.4A  | 5IR14 | 5IR15 |
|              | 5BU3.B   | val B luokka valaistus AK1-216 | 5PA7.1  | 5PA8.4B  | 5IR14 | 5IR15 |
|              | 5BU3.C   | val C luokka valaistus AK1-216 | 5PA7.1  | 5PA8.4C  | 5IR14 | 5IR15 |
|              | 5BU3.D   | val D luokka valaistus AK1-216 |         | 5PA8.4D  | 5IR14 | 5IR15 |
|              | 5BU3.E   | val A luokka valaistus AK1-217 | 5PA9.1  | 5PA10.4A | 5IR16 | 5IR17 |
|              | 5BU3.F   | val B luokka valaistus AK1-217 | 5PA9.1  | 5PA10.4B | 5IR16 | 5IR17 |
|              | 5BU3.G   | val C luokka valaistus AK1-217 | 5PA9.1  | 5PA10.4C | 5IR16 | 5IR17 |
|              | 5BU3.H   | val D luokka valaistus AK1-217 |         | 4PA10.4D | 5IR16 | 5IR17 |
|              | 5BU4.A   | val A luokka valaistus AK1-213 | 5PA13.1 | 5PA14.4A | 5IR20 | 5IR21 |
|              | 5BU4.B   | val B luokka valaistus AK1-213 | 5PA13.1 | 5PA14.4B | 5IR20 | 5IR21 |
|              | 5BU4.C   | val C luokka valaistus AK1-213 | 5PA13.1 | 5PA14.4C | 5IR20 | 5IR21 |
|              | 5BU4.D   | val D luokka valaistus AK1-213 |         | 5PA14.4D | 5IR20 | 5IR21 |
|              | 5BU4.E   | val A luokka valaistus AK1-214 | 5PA11.1 | 5PA12.4A | 5IR18 | 5IR19 |
|              | 5BU4.F   | val B luokka valaistus AK1-214 | 5PA11.1 | 5PA12.4B | 5IR18 | 5IR19 |
|              | 5BU4.G   | val C luokka valaistus AK1-214 | 5PA11.1 | 5PA12.4C | 5IR18 | 5IR19 |
|              | 5BU4.H   | val D luokka valaistus AK1-214 |         | 5PA12.4D | 5IR18 | 5IR19 |
| 4-os painike | 5PA2.4A  | val A luokka valaistus AK1-210 |         |          |       |       |
|              | 5PA2.4B  | val B luokka valaistus AK1-210 |         |          |       |       |
|              | 5PA2.4C  | val C luokka valaistus AK1-210 |         |          |       |       |
|              | 5PA2.4D  | val D luokka valaistus AK1-210 |         |          |       |       |
|              | 5PA4.4A  | val A luokka valaistus AK1-212 |         |          |       |       |
|              | 5PA4.4B  | val B luokka valaistus AK1-212 |         |          |       |       |
|              | 5PA4.4C  | val C luokka valaistus AK1-212 |         |          |       |       |
|              | 5PA4.4D  | val D luokka valaistus AK1-212 |         |          |       |       |
|              | 5PA6.4A  | val A luokka valaistus AK1-215 |         |          |       |       |
|              | 5PA6.4B  | val B luokka valaistus AK1-215 |         |          |       |       |
|              | 5PA6.4C  | val C luokka valaistus AK1-215 |         |          |       |       |
|              | 5PA6.4D  | val D luokka valaistus AK1-215 |         |          |       |       |
|              | 5PA8.4A  | val A luokka valaistus AK1-216 |         |          |       |       |
|              | 5PA8.4B  | val B luokka valaistus AK1-216 |         |          |       |       |
|              | 5PA8.4C  | val C luokka valaistus AK1-216 |         |          |       |       |
|              | 5PA8.4D  | val D luokka valaistus AK1-216 |         |          |       |       |
|              | 5PA10.4A | val A luokka valaistus AK1-217 |         |          |       |       |
|              | 5PA10.4B | val B luokka valaistus AK1-217 |         |          |       |       |
|              | 5PA10.4C | val C luokka valaistus AK1-217 |         |          |       |       |
|              | 4PA10.4D | val D luokka valaistus AK1-217 |         |          |       |       |
|              | 5PA14.4A | val A luokka valaistus AK1-213 |         |          |       |       |
|              | 5PA14.4B | val B luokka valaistus AK1-213 |         |          |       |       |
|              | 5PA14.4C | val C luokka valaistus AK1-213 |         |          |       |       |
|              | 5PA14.4D | val D luokka valaistus AK1-213 |         |          |       |       |
|              | 5PA12.4A | val A luokka valaistus AK1-214 |         |          |       |       |
|              | 5PA12.4B | val B luokka valaistus AK1-214 |         |          |       |       |
|              | 5PA12.4C | val C luokka valaistus AK1-214 |         |          |       |       |
|              | 5PA12.4D | val D luokka valaistus AK1-214 |         |          |       |       |
| 1-os painike | 5PA1.1   | luokka AK1-210 val A, B ja C   |         |          |       |       |

|              |         |                                      |       |       |
|--------------|---------|--------------------------------------|-------|-------|
|              | 5PA3.1  | luokka AK1-212 val A, B ja C         |       |       |
|              | 5PA5.1  | luokka AK1-215 val A, B ja C         |       |       |
|              | 5PA7.1  | luokka AK1-216 val A, B ja C         |       |       |
|              | 5PA9.1  | luokka AK1-217 val A, B ja C         |       |       |
|              | 5PA13.1 | luokka AK1-213 val A, B ja C         |       |       |
|              | 5PA11.1 | luokka AK1-214 val A, B ja C         |       |       |
| IV ohjaukset | 5BU5A   | IV-ohjaus luokka AK1-112             | 1IR9  | 1IR10 |
| linja 5      | 5BU5B   | IV-ohjaus luokka AK1-114             | 1IR11 | 1IR12 |
| Vak-1        | 5BU5C   | IV-Ohjaus ryhmähuone AK1-150         | 2IR7  |       |
|              | 5BU5D   | IV-Ohjaus leikki/lepo AK1-154        | 2IR6  |       |
|              | 5BU5E   | IV-Ohjaus leikki/lepo AK1-159        | 2IR5  |       |
|              | 5BU5F   | vara                                 |       |       |
|              | 5BU5G   | vara                                 |       |       |
|              | 5BU5H   | vara                                 |       |       |
|              | 5BU6A   | IV-ohjaus luokka AK1-210             | 5IR8  | 5IR9  |
|              | 5BU6B   | IV-ohjaus luokka AK1-212             | 5IR10 | 5IR11 |
|              | 5BU6C   | IV-ohjaus luokka AK1-213             | 5IR20 | 5IR21 |
|              | 5BU6D   | IV-ohjaus luokka AK1-214             | 5IR18 | 5IR19 |
|              | 5BU6E   | IV-ohjaus luokka AK1-215             | 5IR12 | 5IR13 |
|              | 5BU6F   | IV-ohjaus luokka AK1-216             | 5IR14 | 5IR15 |
|              | 5BU6G   | IV-ohjaus luokka AK1-217             | 5IR16 | 5IR17 |
|              | 5BU6H   | vara                                 |       |       |
| 5BS1         | 5BS1.1  | Valaistus käytävä ja tuulikaapit 1kr |       |       |
| linja 5      | 5BS1.2  | Valaistus käytävä 2.krs              |       |       |
| Vak-1        | 5BS1.3  | Valaistus käytävä saliosa            |       |       |
|              | 5BS1.4  | Valaistus porraskäytävä              |       |       |
|              | 5BS1.5  | Ovivalot / lipat                     |       |       |
|              | 5BS1.6  | Sulanpito kellari sisäänkäynti       |       |       |
|              | 5BS1.7  | Vara                                 |       |       |
|              | 5BS1.8  | Vara                                 |       |       |



| Ryhmä | Kaavio | Nimitys                        | Sulake | Kaapeli    | In [A] | Teho [kW] | R |
|-------|--------|--------------------------------|--------|------------|--------|-----------|---|
| 11    |        | Pistorasiat luokka AK1-112     | C 16   | MMJ 3x2,5S |        |           |   |
| 12    |        | Pistorasiat luokka AK1-112     | C 16   | MMJ 3x2,5S |        |           |   |
| 13    |        | ATK-Pistorasiat luokka AK1-112 | C 16   | MMJ 3x2,5S |        |           |   |
| 14    |        | Pistorasiat luokka AK1-114     | C 16   | MMJ 3x2,5S |        |           |   |
| 15    |        | Pistorasiat luokka AK1-114     | C 16   | MMJ 3x2,5S |        |           |   |
| 16    |        | Pistorasiat luokka AK1-114     | C 16   | MMJ 3x2,5S |        |           |   |
| 17    |        | ATK-pistorasiat luokka AK1-114 | C 16   | MMJ 3x2,5S |        | 2.20      |   |
| 18    |        | Vara                           | C 16   |            |        |           |   |
| 19    |        | Vara                           | C 16   |            |        |           |   |
| 20    |        | Vara                           | C 16   |            |        |           |   |
| 21    |        | Liesi luokka AK1-114           | C 16   | MMJ 5x2,5S |        |           |   |
| 22    |        | Pistorasia pesukone            | C 16   | MMJ 5x2,5S |        | 2.20      |   |
| 23    |        | Vara                           | C 16   |            |        |           |   |

|  |   |   |                   |                                |                |
|--|---|---|-------------------|--------------------------------|----------------|
| <b>AH-TALOTEKNIikka</b><br><small>AK, SUUNN. JA HYV. KÄYTTÖOHJEET JA KÄYTTÖOHJEET</small><br><small>PL 00100, 00100 KORTTI (Tietokanta 01)</small><br><small>Puh. 017-238 2882, Fax. 017-238 2880</small><br><small>Email: ohjeet@talotekniikka.fi</small> | KORTTI<br>TOIVALAN KOULU<br>LAAJENNUS<br>Vallantie 2<br>SIILINJÄRVI | SISÄLTÖ<br>PÄÄKAAVIO<br>JK 111<br>24.8.2009 Luovutuspiirustus | Käyttökäsiö (nro) | Työ nro<br>AH-2898             | LEHTI<br>3 /10 |
| PIRT.<br>AK  | SUUNN.<br>AK  | HYV.  | Pää-alue (nro)    | Harkkaturv.<br>PIR nro<br>2512 | HUUTOS         |
|  |   |   | Rakennus (nro)    | Päiväys<br>4.4.2008            | SÄHKÖ          |

| Ryhmä | Kaavio | Nimitys                              | Sulake | Kaapeli    | In [A] | Teho [kW] | R |
|-------|--------|--------------------------------------|--------|------------|--------|-----------|---|
| 24    |        | Vara                                 | C 10   |            |        |           |   |
| 25    |        | Pistorasia kuivauskaappi             | C 16   | MMJ 3x2,5S |        | 2.20      |   |
| 26    |        | Pesukone luokka AK1-114              | C 16   | MMJ 3x2,5S |        |           |   |
| 27    |        | Kuivausrumpu luokka AK1-114          | C 16   | MMJ 3x2,5S |        |           |   |
| 28    |        | Vara                                 | C 16   |            |        |           |   |
| 29    |        | Pistorasiat kamerat                  | C 16   | MMJ 3x2,5S |        | 2.20      |   |
| 30    |        | Valaistus tekniset tilat ja Wc:t     | C 10   | MMJ 3x1,5S |        |           |   |
| 31    |        | Valaistus ruokasalin seinävalaisimet | C 16   | MMJ 3x2,5S |        |           |   |
| 32    |        | Vara                                 | C 16   |            |        |           |   |
| 33    |        | Vara                                 | C 16   |            |        |           |   |
| 34    |        | Vara                                 | C 16   |            |        |           |   |
| 35    |        | Vara                                 | C 16   |            |        |           |   |
| 36    |        | Turvavalaisuskeskus                  | C 10   | MMJ 3x1,5S |        |           |   |

|  |   |   |                   |                                |                |
|--|---|---|-------------------|--------------------------------|----------------|
| <b>AH-TALOTEKNIikka</b><br><small>AK, SUUNN. JA HYV. KÄYTTÖOHJEET JA KÄYTTÖOHJEET</small><br><small>PL 00100, 00100 KORTTI (Tietokanta 01)</small><br><small>Puh. 017-238 2882, Fax. 017-238 2880</small><br><small>Email: ohjeet@talotekniikka.fi</small> | KORTTI<br>TOIVALAN KOULU<br>LAAJENNUS<br>Vallantie 2<br>SIILINJÄRVI | SISÄLTÖ<br>PÄÄKAAVIO<br>JK 111<br>24.8.2009 Luovutuspiirustus | Käyttökäsiö (nro) | Työ nro<br>AH-2898             | LEHTI<br>4 /10 |
| PIRT.<br>AK  | SUUNN.<br>AK  | HYV.  | Pää-alue (nro)    | Harkkaturv.<br>PIR nro<br>2512 | HUUTOS         |
|  |   |   | Rakennus (nro)    | Päiväys<br>4.4.2008            | SÄHKÖ          |

| Ryhmä  | Kaavio  | Nimitys  | Sulake                         | Kaapeli               | In [A]             | Teho [kW]      | R      |
|--------|---|--|--------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------|--------|
| 37     |   | Vara   | C 10                           |                       |                    |                |        |
| 38     |   | Vaihevahti TVK   | C 10                           |                       |                    |                |        |
| 39     |   | Vaihevahti TVK   | C 10                           |                       |                    |                |        |
| 40     |   | Vaihevahti TVK   | C 10                           |                       |                    |                |        |
| 41     |   | 3101 Virtalähde, linja 0<br>640mA  | C 10                           |                       |                    |                |        |
|        |   | Linjayhdistin<br>linja 0, 3kpl, keskuksille JK 112, JK 113, JK 121<br>linja 1, 3kpl, keskusalueella JK 111 |                                |                       |                    |                |        |
| 42     |   | 3101 Virtalähde, linja 1<br>640mA  | C 10                           |                       |                    |                |        |
|        |   | 3101 EIB/KNX binaariulostulo 8 kpl 16A kosketinlähde<br>BU   |                                |                       |                    |                |        |
| 43     |   | Käytävä valaistus<br>Vak/EIB-ohjaus  | C 16                           | MMJ 3x2,5S            |                    |                |        |
| 44     |   | Kulkuvalo käytävä<br>tutkaohjaus   | C 10                           | MMJ 3x1,5S            |                    |                |        |
| 45     |   | Tuulikaappi valaistus<br>Vak/EIB-ohjaus  | C 10                           | MMJ 3x1,5S            |                    |                |        |
| 46     |   | Tuulikaappi valaistus<br>Ohjaus EIB/Vak  | C 10                           | MMJ 3x1,5S            |                    |                |        |
| MUUTOS | <b>AH-TALOTEKNIIKKA</b><br><small>Äänä- ja valaistustekniikan suunnittelu</small><br><small>PL 100, 00100 (Tikkakatu 10)</small><br><small>Puh. 010-288 2882, Fax. 010-288 2880</small><br><small>Ennen ohjelmistonsiirtoa - talonmuutoksia</small> | KORDE<br>TOIVALAN KOULU<br>LAAJENNUS<br>Vallantie 2<br>SIILINJÄRVI   | SISÄLTÖ<br>PÄÄKAAVIO<br>JK 111 | Käyttökäsikirja (nro) | TYÖ NRO<br>AH-2898 | LEHTI<br>5 /10 |        |
| PIRT.  | SUUNN.  | HYV.   |                                | Maas-alue (nro)       | Hanketunnus        | PIIR NRO       | MUUTOS |
| AK     | AK  |  |                                | Rakennus (nro)        |                    | PÄIVÄYS        | SÄHKÖ  |
|        |   |  |                                |                       |                    | 4.4.2008       |        |

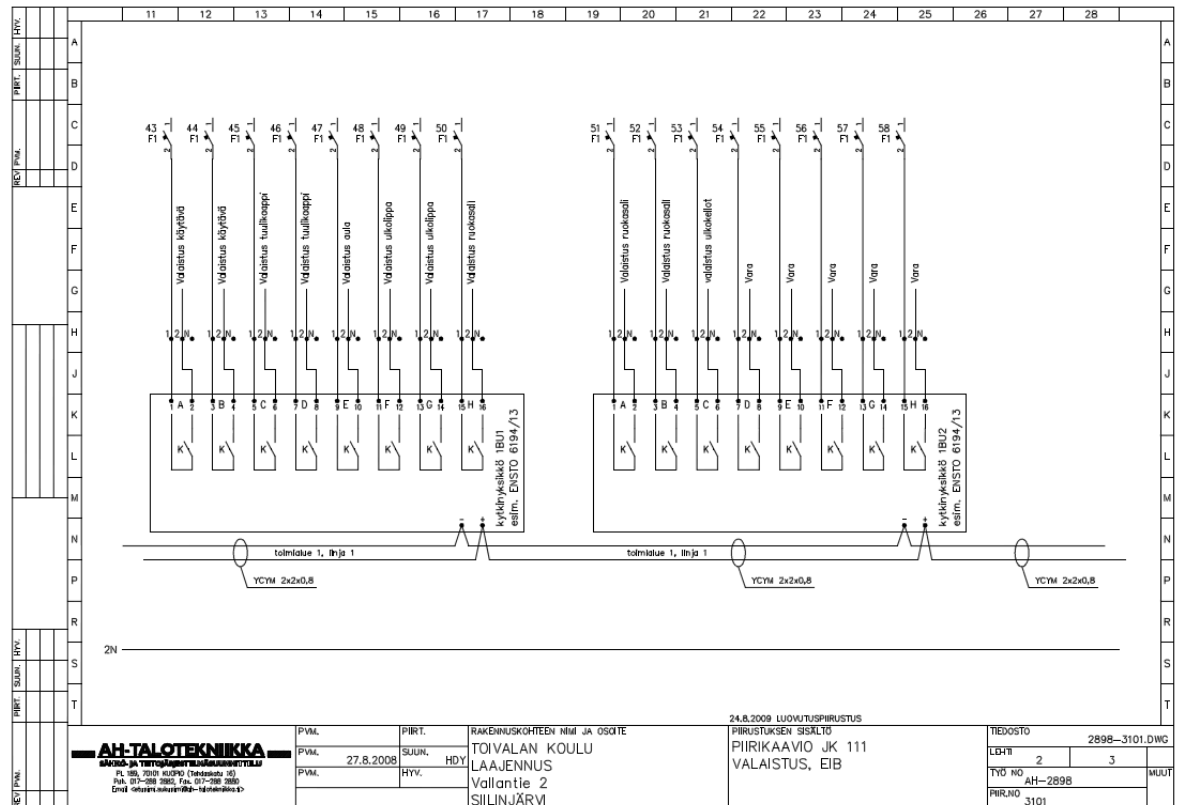
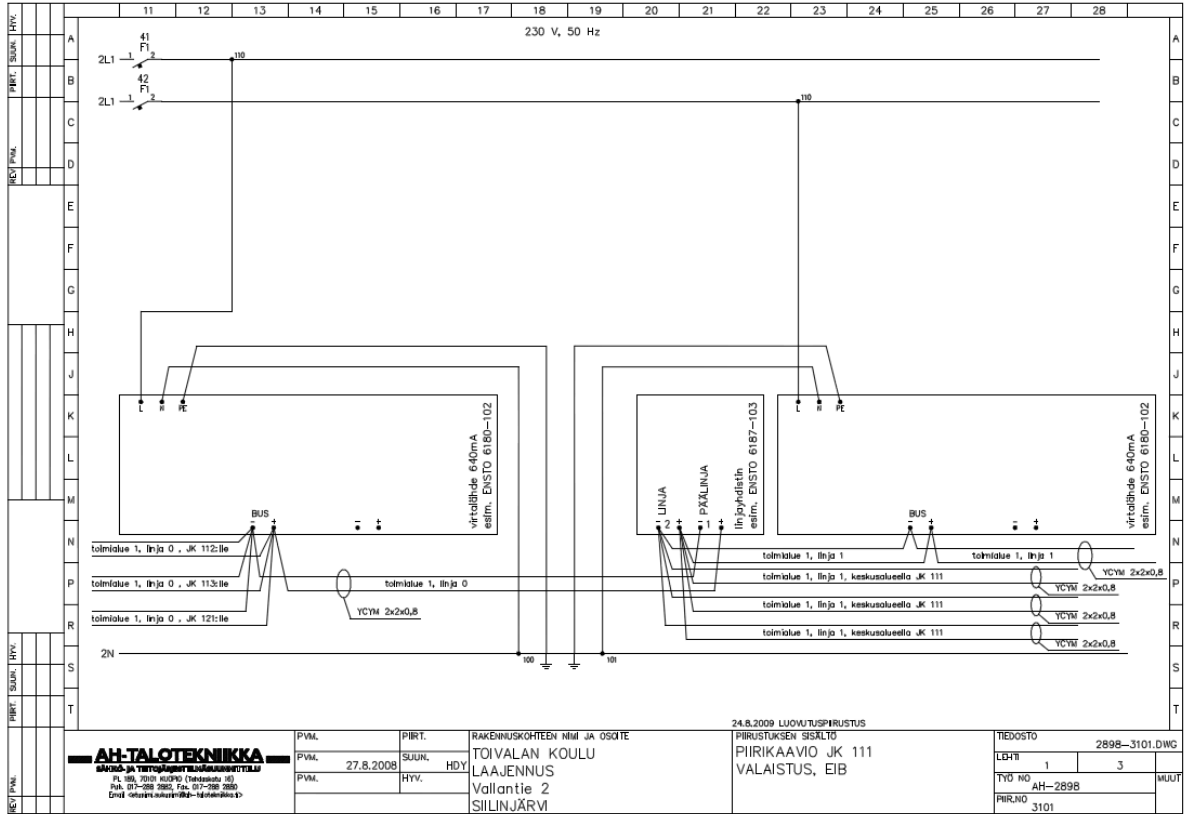
| Ryhmä  | Kaavio  | Nimitys  | Sulake                         | Kaapeli               | In [A]             | Teho [kW]      | R      |
|--------|---|--|--------------------------------|-----------------------|--------------------|----------------|--------|
| 47     |   | Valaistus aula<br>Ohjaus EIB   | C 10                           | MMJ 3x1,5S            |                    |                |        |
| 48     |   | Valaistus, Ulkolippa<br>VAK/EIB                                      | C 10                           | MMJ 3x1,5S            |                    |                |        |
| 49     |   | Valaistus, Ulkolippa<br>VAK/EIB                                      | C 10                           | MMJ 3x1,5S            |                    |                |        |
| 50     |   | Valaistus, ohjattu ruokasali<br>EIB                                  | C 16                           | MMJ 3x2,5S            |                    |                |        |
|        |   | 3101 EIB/KNX binaariulostulo 8 kpl 16A kosketinlähde<br>BU           |                                |                       |                    |                |        |
| 51     |   | Valaistus, ohjattu ruokasali<br>EIB                                  | C 10                           | MMJ 3x2,5S            |                    |                |        |
| 52     |   | Valaistus, ohjattu ruokasali<br>Monimetallivalaisimet 12 kpl á 150 W | C 16                           | MMJ 3x2,5S            |                    |                |        |
| 53     |   | Valaistus, ohjattu ulkokellot  | C 10                           | MMJ 3x1,5S            |                    |                |        |
| 54     |   | Vara   | C 10                           |                       |                    |                |        |
| 55     |   | Vara   | C 10                           |                       |                    |                |        |
| 56     |   | Vara   | C 10                           |                       |                    |                |        |
| 57     |   | Vara   | C 10                           |                       |                    |                |        |
| MUUTOS | <b>AH-TALOTEKNIIKKA</b><br><small>Äänä- ja valaistustekniikan suunnittelu</small><br><small>PL 100, 00100 (Tikkakatu 10)</small><br><small>Puh. 010-288 2882, Fax. 010-288 2880</small><br><small>Ennen ohjelmistonsiirtoa - talonmuutoksia</small> | KORDE<br>TOIVALAN KOULU<br>LAAJENNUS<br>Vallantie 2<br>SIILINJÄRVI   | SISÄLTÖ<br>PÄÄKAAVIO<br>JK 111 | Käyttökäsikirja (nro) | TYÖ NRO<br>AH-2898 | LEHTI<br>6 /10 |        |
| PIRT.  | SUUNN.  | HYV.   |                                | Maas-alue (nro)       | Hanketunnus        | PIIR NRO       | MUUTOS |
| AK     | AK  |  |                                | Rakennus (nro)        |                    | PÄIVÄYS        | SÄHKÖ  |
|        |   |  |                                |                       |                    | 4.4.2008       |        |

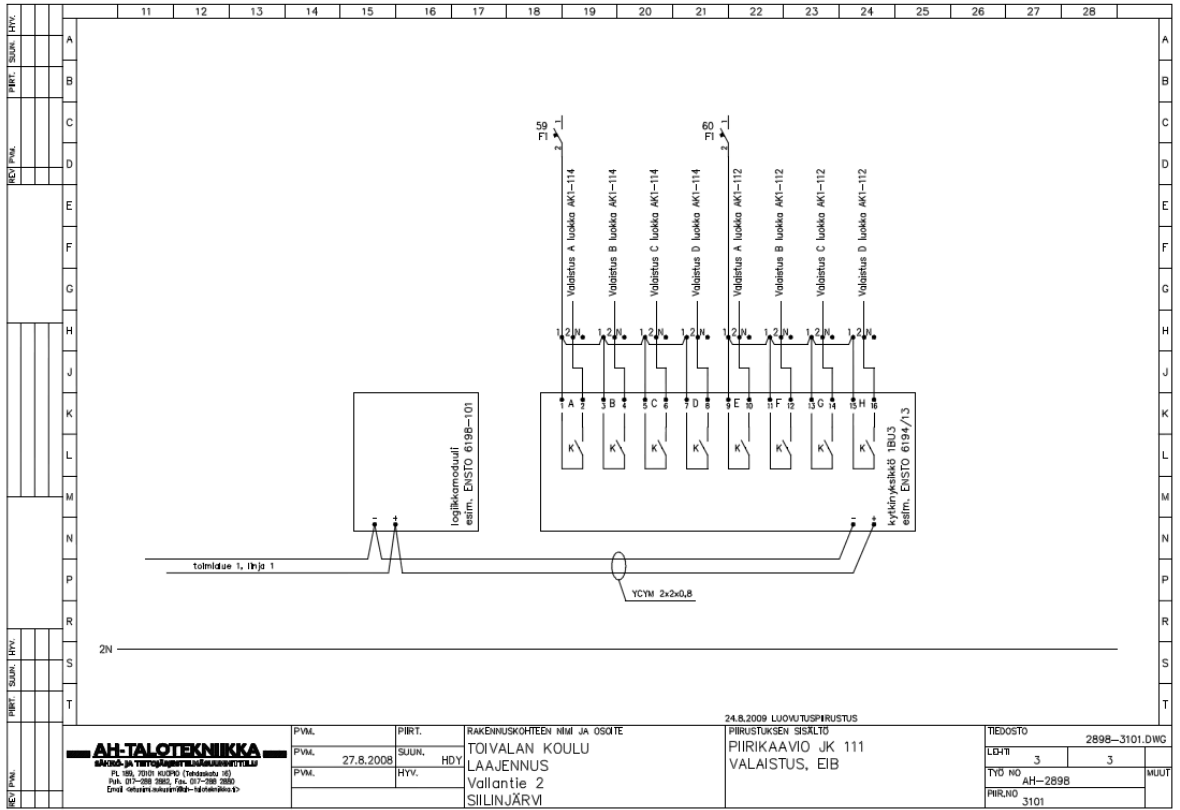
| Ryhmä  | Kaavio | Nimitys   | Sulake  | Kaapeli   | In [A]  | Teho [kW]                                     | R |
|--|--------|---|---|---|---|---|---|
| 58   |        | Vara  | C 10  |   |   |   |   |
|  |        | EIB/KNX logiikkamoduuli   |   |   |   |   |   |
|  |        | 3101  | EIB/KNX binääriulostulo 8 kpl 16A kosketinlähde BU            |   |   |   |   |
| 59   |        | Valaistus, luokka AK1-114   | C 10  | MMO 7x1,5   |   |   |   |
|  |        | A   |   |   |   |   |   |
|  |        | B   |   |   |   |   |   |
|  |        | C   |   |   |   |   |   |
|  |        | D   |   |   |   |   |   |
| 60   |        | Valaistus, luokka AK1-112   | C 10  | MMO 7x1,5   |   |   |   |
|  |        | A   |   |   |   |   |   |
|  | B      |   |   |   |   |   |   |
|  | C      |   |   |   |   |   |   |
|  | D      |   |   |   |   |   |   |
| <b>MAUTOS</b><br><b>AH-TALOTEKNIIKKA</b><br><small>SÄÄLÖ- JA TILALÄMPÖTALOUSALUEIDEN SUUNNITTELU</small><br><small>P.O. BOX 20101 KUUSINKI (Espoo) 05</small><br><small>Puh. 017-288 2880, Fax. 017-288 2885</small><br><small>Etunimi@talotekniikka.fi - talotekniikka.fi</small> |        | KORTTI<br>TOIVALAN KOULU<br>LAAJENNUS<br>Vallantie 2<br>SIILINJÄRVI | SISÄLTÖ<br>PÄÄKAAVIO<br>JK 111<br>24.8.2009 Luovutuspiirustus | Käyttötarkoitus (nro)   Työ nro<br>AH-2898<br>LEHTI<br>7 / 10 | Pää-alue (nro)   Hankekuusi   Piiri nro<br>2512<br>MAUTOS | Rakennus (nro)   Päiväys<br>4.4.2008<br>SÄHKÖ |   |

| Ryhmä  | Kaavio | Nimitys   | Sulake  | Kaapeli   | In [A]  | Teho [kW]                                     | R |
|--|--------|---|---|---|---|---|---|
| 61   |        | Ohjaussulake  | C 10  |   |   |   |   |
| 62   |        | 3201  | Autolämmitys ohjaus VAK                                       | C 35  | MCMK 4x10+10S   |   |   |
| 63   |        | 3201  | Autolämmitys ohjaus VAK                                       | C 35  | MCMK 4x10+10S   |   |   |
| 64   |        | 3107  | Ulkovalaistuspylväät  | C 16  | MCMK 4x6+6S   |   |   |
| 65   |        | 3107  | Pihavalaisuspylväät   | C 16  | MCMK 4x6+6S   |   |   |
| 66   |        | 3107  | Kentän valaistusmastot  | C 16  | MCMK 4x10+10S   |   |   |
| 67   |        | 3202  | Työpaikkakeskus 3x16 A ja 3x32 A pistorasiat                  | C 32  | MCMK 4x10+10S   |   |   |
| 68   |        | 3108  | Vara  | C 16  |   |   |   |
| 69   |        | 3108  | Vara  | C 16  |   |   |   |
| 53   |        | Valaistus, ohjattu ulkokello  | C 10  | MMJ 3x1,5S  |   |   |   |
| <b>MAUTOS</b><br><b>AH-TALOTEKNIIKKA</b><br><small>SÄÄLÖ- JA TILALÄMPÖTALOUSALUEIDEN SUUNNITTELU</small><br><small>P.O. BOX 20101 KUUSINKI (Espoo) 05</small><br><small>Puh. 017-288 2880, Fax. 017-288 2885</small><br><small>Etunimi@talotekniikka.fi - talotekniikka.fi</small> |        | KORTTI<br>TOIVALAN KOULU<br>LAAJENNUS<br>Vallantie 2<br>SIILINJÄRVI | SISÄLTÖ<br>PÄÄKAAVIO<br>JK 111<br>24.8.2009 Luovutuspiirustus | Käyttötarkoitus (nro)   Työ nro<br>AH-2898<br>LEHTI<br>8 / 10 | Pää-alue (nro)   Hankekuusi   Piiri nro<br>2512<br>MAUTOS | Rakennus (nro)   Päiväys<br>4.4.2008<br>SÄHKÖ |   |



Liite 3. Piirikaavio.





**AH-TALOTEKNIIKKA**  
 KÄSI- JA TIIVISTÄMISTEKNIIKKA  
 P.O. BOX 2010 KUPVA (Helsinki)  
 Puh. 017-288 2862, Fax. 017-288 2850  
 Email: ohje@ah-tekniikka.fi

|      |       |                              |
|------|-------|------------------------------|
| PVM. | PIRT. | RAKENNUSKOHTEEN NIMI JA OSIO |
| PVM. | SUUN. | TOIVALAN KOULU               |
| PVM. | HDY   | LAAJENNUS                    |
|      | HYV.  | Vallantie 2                  |
|      |       | SILIJÄRMÄ                    |

|                             |
|-----------------------------|
| 24.8.2009 LUOVUTUSPIIRUSTUS |
| PIIRUSTUKSEN SISÄLTÖ        |
| PIIRIKAAVIO JK 111          |
| VALAISTUS, EIB              |

|          |               |
|----------|---------------|
| TIEDOSTO | 2898-3101.DWG |
| LDH      | 3             |
| TYÖ NO   | AH-2898       |
| PIIRI NO | 3101          |