

Panu Svahn & Tommi Auvinen

KNX-OPPIMISYMPÄRISTÖ

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka

2018



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Panu Svahn Tommi Auvinen	Insinööri (AMK)	Huhtikuu 2018
Opinnäytetyön nimi		50 sivua 25 liitesivua
KNX-oppimisympäristö		
Toimeksiantaja		
Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoulu		
Ohjaaja		
Teemu Manninen		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli tutustua KNX-järjestelmän toimintaan sekä rakentaa kaksi erillistä KNX-järjestelmää opetuskäyttöön Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoululle. Ensimmäinen järjestelmä rakennettiin kannettavaksi salkuksi ja toinen luokasta toiseen liikuttavaksi seinäksi. Salkun ideana oli toimia mukana kuljetettavana järjestelmänä, ja seinässä toteutettiin kokonaisen talon kiinteistöautomaatio. Lisäksi tavoitteena oli rakentaa sekä laatia käyttöohje KNX-järjestelmän etäohjaukseen Wagon KNX IP Starter Kit 2 -ohjelman avulla.</p> <p>Opinnäytetyössä perehdytään KNX-järjestelmän keskeiseen teoriaan. Materiaalina käytettiin aiheeseen liittyvää kirjallisuutta sekä erilaisia internet-lähteitä. Työssä selvitetään myös käyttöön valittujen laitteiden toimintaa. Käytännön osuudessa käydään läpi järjestelmien suunnittelu sekä rakentaminen.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena koululla on kolme ohjelmoitavaa KNX-järjestelmää. Useamman järjestelmän avulla KNX-kurssin ajankäyttö on tehokkaampaa. Opetus on myös monipuolisempaa, koska uusilla järjestelmillä voidaan toteuttaa todellisuutta vastaavia ohjelmointeja.</p>		
Asiasanat		
KNX, rakennusautomaatio, oppimisympäristö		

Author (authors)	Degree	Time
Panu Svahn Tommi Auvinen	Bachelor of Engineering	April 2018
Thesis title		50 pages 25 pages of appendices
Commissioned by	South-Eastern Finland University of Applied Sciences	
Supervisor	Teemu Manninen	
Abstract	<p>The purpose of this thesis was to get familiar with the operation of KNX system and to build two separate KNX systems for South-Eastern Finland University of Applied Sciences. First system was built as a portable suitcase and the second one as a movable wall which includes the automation system of an entire house. The secondary objective of the thesis was to build and create an instruction manual for KNX system's remote control with KNX IP Starter Kit 2.</p> <p>KNX system's essential theory is covered in this thesis, and literature and internet materials on the subject were used as sources. The functionality of the chosen devices is also clarified. The planning and building of the previously mentioned KNX systems is reported in the practical part of the thesis.</p> <p>As a result of this thesis, South-Eastern Finland University of Applied Sciences now has three programmable KNX systems. With these systems, the time usage of KNX courses will be more efficient. Teaching these courses will also be more versatile because with the new systems students can carry out realistic programming exercises.</p>	
Keywords	KNX, building automation, learning environment	

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KNX-ORGANISAATIO	6
3	KNX-JÄRJESTELMÄ	7
3.1	KNX-järjestelmän käyttökohteet	8
4	KOMMUNIKOINTI	9
4.1	Yksilöllinen osoite	9
4.2	Ryhmäosoitteet	10
4.3	Laitteiden kommunikointi	11
4.4	Datatyypit	11
5	SANOMA	12
5.1	Signaali parikaapelissa	14
6	TOPOLOGIA	15
6.1	Linja ja linjasegmentti	15
6.2	Alue	16
7	LAITTEET	18
7.1	Teholähde	18
7.2	Kytkintoimilaite	19
7.3	Säädintoimilaite	20
7.4	Kaihdintoimilaite	20
7.5	Logiikkayksikkö	21
7.6	Kello	22
7.7	USB-ohjelmointirajapinta	22
7.8	Liiketunnistin	23
7.9	Valoisuusanturi	24
7.10	Painike	24
7.11	Co2-, kosteus- ja lämpötila-anturi	25
8	SALKKU	26

8.1	Suunnittelu ja rakennus	26
7.12	Salkun ohjelmointi ja toiminnallisuus	32
9	SEINÄ.....	34
9.1	Suunnittelu ja laitteet	35
9.2	Ohjelmointi ja toiminnallisuus.....	40
9.3	Muutokset ja lisäykset.....	41
9.4	Wago	42
10	POHDINTA	47
	LÄHTEET	49

LIITTEET

Liite 1. Wago KNX IP Starter Kit 2 käyttöohje

Liite 2. Etäohjauksen Codesys-ohjelma

Liite 3. KNX Salkun osalista

Liite 4. KNX Seinän osalista

Liite 5. KNX Salkun sähkökuva

Liite 6. KNX Seinän sähkökuvat

1 JOHDANTO

Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoululla järjestetään KNX-ohjelmointikurssia sähköinsinööriopiskelijoille. Koululla oli käytössään KNX-kurssilla vain yksi KNX-järjestelmä, jolla oppilaat pääsivät testaamaan omia ohjelmiaan ja KNX-järjestelmän käyttöönottoa. Edellisenä syksynä KNX-kurssilla oli noin 30 opiskelijaa, jolloin kurssin aikaa ei pystytty käyttämään riittävän tehokkaasti, koska opiskelijat joutuivat jonottamaan ohjelmoinnin testausvuoroja. Erityisesti tämä haittasi aikuisopiskelijoita, koska heillä ei ole aikaa tulla muulloin kuin kurssin ohjattuina tunteina ohjelmoimaan koululle.

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on rakentaa kaksi KNX-järjestelmää lisää opetuskäyttöön. Koululla jo oleva järjestelmä oli rakennettu luokahuoneeseen, ja sen käyttö on sidottu luokahuoneeseen. Uudet järjestelmät halutaan helposti liikuteltaviksi. Toinen rakennetaan salkkuun kannettavaksi ja toinen pyörillä liikkuvaksi "seinäksi". Aikuisryhmän opiskelija pystyy ottamaan salkun kotiinsa ohjelmoitavaksi, ja seinän voi liikuttaa vapaaseen luokahuoneeseen. Tämän lisäksi tavoitteena on saada toimimaan KNX-järjestelmän etäohjaus koululta jo löytyvällä Wago KNX IP Starter Kit 2 -laitteistolla, sekä laatia ohjauksesta käyttöohjeet.

Opinnäytetyössä käydään läpi KNX-järjestelmän keskeistä teoriaa sekä rakentamiseen vaadittavat komponentit. Työn pääaiheena on KNX-järjestelmän suunnittelu ja rakentaminen, minkä takia ETS-ohjelmointia ei käsitellä työssä. Etäohjauksesta tavoitteena on laatia käyttöohje, joten käytettyihin komponentteihin ja teoriaan viitataan lyhyesti käytännön osuudessa.

2 KNX-ORGANISAATIO

15 tunnettua sähkötarvikevalmistajaa perusti vuonna 1990 EIBA (European Installation Bus Association) -yhdistyksen ja sitoutui käyttämään samoja standardeja /1 s. 13/. Tämän organisaation tavoitteena oli markkinoida kiinteistöautomaatiota ja lisätä EIB (European Installation Bus) -tuotteiden markkina-

osuutta /2, s. 3/. Ensimmäinen ETS (Engineering Tool Software) -ohjelma julkaistiin vuonna 1993 ja seuraavana vuonna aloitettiin ohjelmoinnin sertifiointikoulutukset. Vuonna 1999 perustettiin KNX Association kolmen suuren eurooppalaisen väyläjärjestelmän, Batibusin, EHS:n (European Home System Protocol) ja EIB:n yhdistyessä. Batibusin ja EHS:n kehittäminen lopetettiin, ja EIB valittiin pohjaksi KNX-standardille. /2, s. 3./

KNX Association on voittoa tavoittelematon järjestö, jonka tavoitteena on edistää ja ylläpitää KNX-standardia. Järjestö ylläpitää ETS-ohjelmaa, organisoii KNX-sertifiointikoulutukset ja koordinoi KNX-laitteiden sertifiointia /1, s. 14/. KNX Associationiin on liittynyt 340 laitevalmistajaa ja yli 40 000 ihmistä on läpäissyt sertifiointikoulutuksen 125 maassa /3, s. 7/. Suomessa KNX-järjestön etuja ja toimintaa ohjaa KNX Finland ry /11/.

3 KNX-JÄRJESTELMÄ

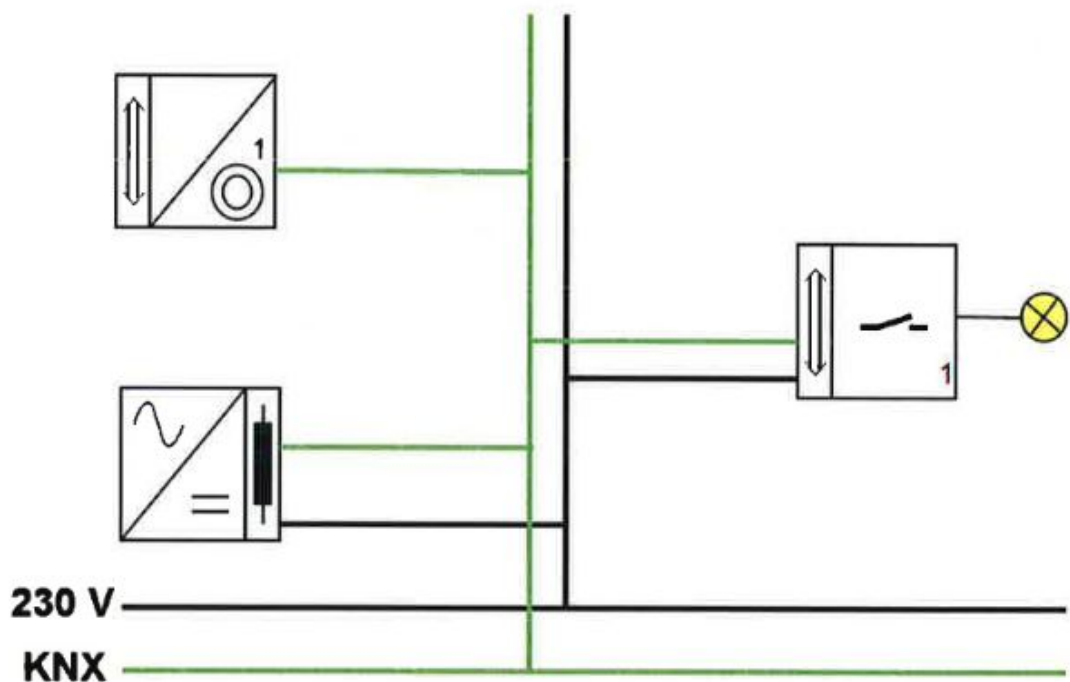
KNX-järjestelmä jaetaan antureihin, toimilaitteisiin, järjestelmäkomponentteihin ja siirtomediatoihin. Antureiden, kuten valoisuusanturin tai ohjauspainikkeiden, tehtävänä on kerätä tietoa sekä käyttäjän tekemiä ohjauksia ja välittää ne eteenpäin toimilaitteille. Toimilaitteet ovat KNX-järjestelmän suorittava osa, jotka toteuttavat anturien välittämät komennot. Toimilaitteita ovat esimerkiksi kytkintoimilaitteet ja verhotoimilaitteet. Järjestelmäkomponentteja ovat esimerkiksi teholahteet, linjayhdistimet ja ohjelmointirajapinnat. /1, s. 19./

ETS on KNX Associationin kehittämä ja lisensoima pc-ohjelma, jolla toteutetaan KNX-järjestelmän käyttöönotto ja diagnostiikka /1, s. 14/. Siirtomediolla tarkoitetaan väylää, millä muut komponentit kommunikoivat keskenään. Siirtomedioiden voidaan käyttää parikaapelia, Ethernet-verkkoa, radiotaajuutta tai sähköverkkoa. Yleisin tiedonsiirtotapa on kierretty parikaapeli. /1, s. 19./ YCYM 2x2x0,8 ja J-Y(St)Y2x2x0,8 ovat KNX Associationin sertifioidut väyläkaapelityypit, mutta myös muita väyläkaapelityyppejä voidaan käyttää. Suomessa käytetään yleensä tiedonsiirtokaapelina KLMA4x0,8. /1, s. 101 - 102./

KNX on hajautettu järjestelmä, eli jokaisessa komponentissa on mikrokontrolleri, joka toimii älynä järjestelmässä. Tästä syystä erillistä keskusyksikköä ei

tarvita. Hajautetussa järjestelmässä laajennettavuus on helppoa verrattuna keskitettyyn järjestelmään. Hajautettu järjestelmä on myös toimintavarmempi, koska yksittäinen vika ei pysäytä koko järjestelmää vaan vika-alue jää paikalliseksi. /1, s. 19./

Yksinkertaisimmillaan järjestelmä koostuu teholähteestä, anturista, toimilaitteesta ja niiden välisestä väyläkaapeloinnista. Kuvassa 1 on esitetty järjestelmän minimiasennus, jossa painike sekä kytkintoimilaite ohjaavat valaisinta. Kyseisessä tapauksessa painiketta painamalla kytkintoimilaite ohjaa valoa.



Kuva 1. KNX-järjestelmän minimiasennus /4, s. 4/

3.1 KNX-järjestelmän käyttökohteet

KNX-tekniikalla voidaan toteuttaa koko rakennuksen tilakohtainen kiinteistöautomaatio. Sillä voidaan ohjata valaistusta, lämmitystä, ilmanvaihtoa ja muita kiinteistön toimintoja. Käytettäessä vain yhtä automaatiojärjestelmää saadaan ohjaustoiminnot yhden käyttöliittymän alle ja kaikki laitteet kommunikoimaan keskenään. Tällä ratkaisulla saadaan aikaan energiatehokkaampia rakennuksia. KNX-järjestelmällä voidaan ohjata rakennuksen erilaisia toimintoja: valaistusta automaattisesti erilaisten tunnistimien avulla, kaihtimia ja markiiseja nou-

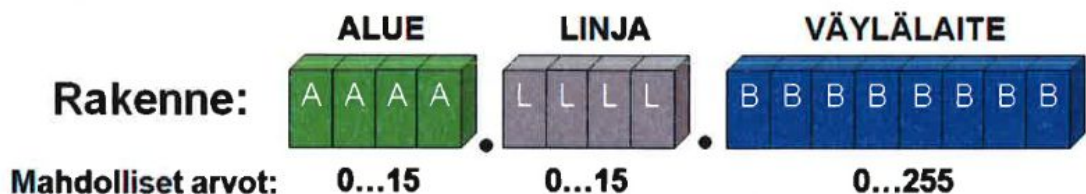
semaan tai laskemaan kellon tai valoisuuden mukaan, ilmanvaihtoa ja lämmitystä huonetermostaateilla ja läsnäolotunnistimilla. Järjestelmien eri osien energiankulutusta voidaan seurata tarkasti suoraan järjestelmästä. KNX-järjestelmää on mahdollista käyttää myös etänä, jolloin voidaan esimerkiksi seurata lämpötiloja, vastaanottaa hälytyksiä ja sammuttaa valoja. /1, s. 21 - 31./

4 KOMMUNIKOINTI

KNX-järjestelmä käyttää kommunikoinnissa yksilöllisiä osoitteita ja ryhmäosoitteita. Yksilöllinen osoite näyttää laitteen paikan järjestelmässä, mitä tarvitaan siirrettäessä ohjelmointisanomia ETS-ohjelmasta väylälaitteelle. Väylälaitteet käyttävät ryhmäosoitteita keskinäiseen kommunikointiin. /1, s. 36./

4.1 Yksilöllinen osoite

KNX-järjestelmässä jokaiselle laitteelle määritellään uniikki yksilöllinen osoite. Teholähde ei tarvitse yksilöllistä osoitetta, koska se ei lähetä tai vastaanota sanomia. ETS-ohjelmalla lähetetään yksilöllinen osoite väylälaitteelle, minkä laite hyväksyy painamalla laitteesta löytyvää ohjelmointipainiketta. Osoitteen pituus on 16 bittiä ja se koostuu kolmesta osasta: alue, linja ja väylälaitte. Kaksi ensimmäistä osaa ovat 4-bittisiä ja viimeinen osa 8 bittiä. Tällöin saadaan lukualueiksi 0-15, 0-15 ja 0-255. Esimerkiksi ensimmäinen yksilöllinen osoite voi olla alue 1, linja 1 ja väylälaitte 1, jolloin yksilölliseksi osoitteeksi muodostuisi 1.1.1 ja seuraava väylälaitteen osoite olisi 1.1.2. Kuvassa 2 on esitetty yksilöllisen osoitteen rakenne. /1, s. 36./

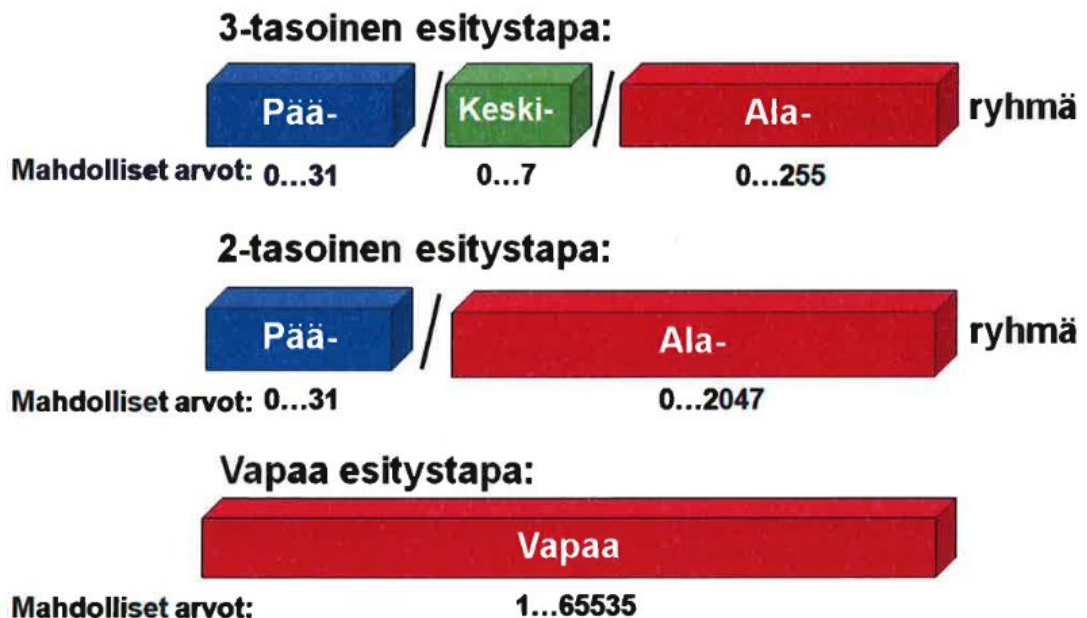


Kuva 2. Yksilöllisen osoitteen rakenne /4, s. 6/

Yksilöllistä osoitetta käytetään vain ohjelmoinnissa, kun laitteelle syötetään halutut toiminnot ja asetukset. Tämän jälkeen kommunikointi tapahtuu ainoastaan ryhmäosoitteiden välityksellä. /1, s. 36./

4.2 Ryhmäosoitteet

Ryhmäosoitteella linkitetään ohjelmallisesti yksilöllisen osoitteen omaavat laitteet toisiinsa. Ryhmäosoitteilla muodostetaan toiminnallinen yhteys haluttujen laitteiden välille. Ryhmäosoitteen koko on 16 bittiä ja se voidaan esittää kuvan 3 mukaan kolmella eri esitystavalla: kolmetasoisena, kaksitasoisena tai vapaana esitystavana. /1, s. 37./



Kuva 3. Ryhmäosoitteiden esitystavat /4, s. 7/

Esitystavalla ei ole vaikutusta laitteiden toimintaan, vaan sen tarkoituksena on jäsentää projektin ryhmäosoitteet selkeästi. Tämän takia kolmetasoinen esitystapa on oletuksena käytössä ETS-ohjelmassa ja se on käytetyin esitystapa. /1, s. 37./

4.3 Laitteiden kommunikointi

Yhdellä laitteella voi olla monta kanavaa ja jokaisella kanavalla tulee olla oma ryhmäobjektinsa. Ryhmäobjekteilla väylälaitteet lähettävät ja vastaanottavat viestejä. Esimerkiksi 2-osaisessa painikkeessa kumpaakin painiketta vastaa yksi ryhmäobjekti. Väylälaitteen käyttötarkoitus määrittelee sen muistipaikan koon 1 bitin ja 14 tavun välillä. Esimerkiksi kytkintoimilaite vaihtaa arvoa 0 tai 1, jolloin muistipaikaksi riittää 1 bitti. Himmennin taas vaatii 1 tavun kokoisen muistipaikan, jolloin valaistusvoimakkuutta pystytään säätämään välillä 0 – 255. ETS ei salli erikokoisten ryhmäobjektien yhdistämistä samaan ryhmäosoitteeseen. /1, s. 39 - 40./

4.4 Datatyypit

Väylälaitteiden yhteensopivuuden varmistamiseksi laitevalmistajien on käytettävä standardoituja datatyyppejä. Sama informaatio on mahdollista ilmaista eripituisena sanomana. Esimerkiksi lämpötila voitaisiin ilmaista 1 tavun tai 3 tavun pituisena sanomana, mutta tällöin väylälaitteet eivät kykenisi ymmärtämään toistensa sanomia. Tästä syystä ETS-ohjelma ei salli erikokoisten sanomien linkitystä keskenään. /1, s. 43./

KNX-järjestelmässä kaikille toiminnoille on määritetty tietyt datapistetyypit ja tunnistamisen helpottamiseksi niille on annettu nimi ja tunnus. Taulukossa 1 on esitetty KNX-järjestelmässä yleisimmin käytetyt datapistetyypit.

Taulukko 1. KNX-järjestelmän datapistetyyppejä /1, s. 43 - 50/

Tunnus	Koko	Käyttö	Arvot
1.xxx	1 bitti	Käytetään vain arvoja 0 tai 1. Esimerkiksi valo päälle/pois.	0 = pois päältä 1 = päällä
3.xxx	4 bittiä	Säätää valaistustasoa himmeämmäksi tai kirkaammaksi. Ensimmäisellä bittillä suunta ja muilla säädön nopeus.	Seis Askel ylös Askel alas
5.xxx	8 bittiä	Käytetään osoittamaan laitteelle haluttu arvo. Esimerkiksi valon kirkkaus.	0 - 100 % 0 - 255

9.xxx	2 tavua	Luonnollisten suureiden ilmaisu esim. lämpötila tai paine.	± 670760
10.xxx	3 tavua	Aika.	Ma - Su 00:00:00
11.xxx	3 tavua	Päivämäärä.	dd/mm/yyyy
14.xxx	4 tavua	Fysikaaliset suureet esim. sähkövirta, voima, energia.	Arvo + yksikkö ± 670760
17.xxx	8 bittiä	Scene. Voidaan asettaa haluttu esi-asetettu tilanne.	0-63 tilannetta
19.xxx	8 tavua	Aika ja päivämäärä.	Ma - Su 00:00:00 dd/mm/yyyy

5 SANOMA

KNX-järjestelmä kommunikoi väylässä sanomien välityksellä. Väylän nopeus on 9600 bittiä/s. Riippuen lähetettävästä datasta sanoman pituus ajallisesti on välillä 20 – 40 ms. Kuvassa 5 on esitetty sanoman vaatima aika. /6, s. 3 - 4./

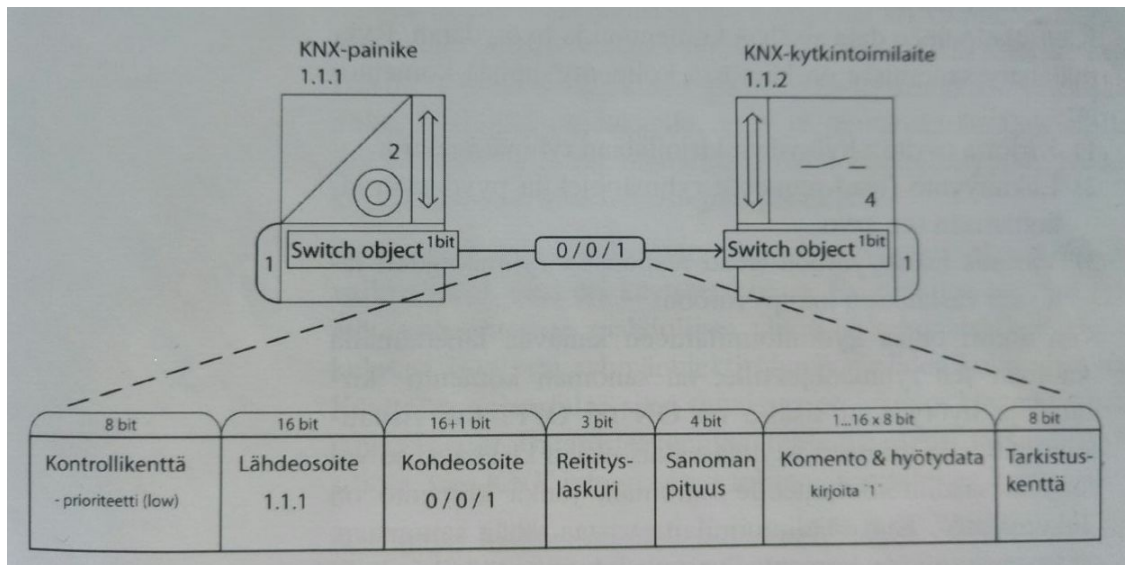


Kuva 4. KNX sanoman lähetys /6, s. 3/

Väylälaitte aloittaa sanoman lähetyksen vasta, kun väylä on vapaa eli aika t_1 on kulunut. Tämän jälkeen väylälaitte lähettää itse sanoman, jonka jälkeen ajan t_2 kuluttua vastaanottanut väylälaitte lähettää kiittauksen vastaanotetusta sanomasta. Jos lähetävä väylälaitte ei vastaanota kiittausta, lähettää se sanoman enintään kolme kertaa uudelleen. Kuvassa 4 on esitetty sanoman lähetys. /6, s. 3 - 4./

Sanomia on kahdenlaisia: ryhmälähetyssanomiamia ja täsmälähetyssanomiamia. Ryhmälähetyssanomiamia ovat sanomat, millä väylälaitteet keskustelevat keskenään. Täsmälähetyssanomiamia käytetään ohjelmoinnissa, kun halutaan siirtää

asetuksia yhdelle väylälaitteelle. Kaikki sanomat ovat samanlaisia rakenteeltaan, joka on esitetty kuvassa 5. /1, s. 41 - 42./



Kuva 5. KNX-sanoman rakenne /1, s. 41/

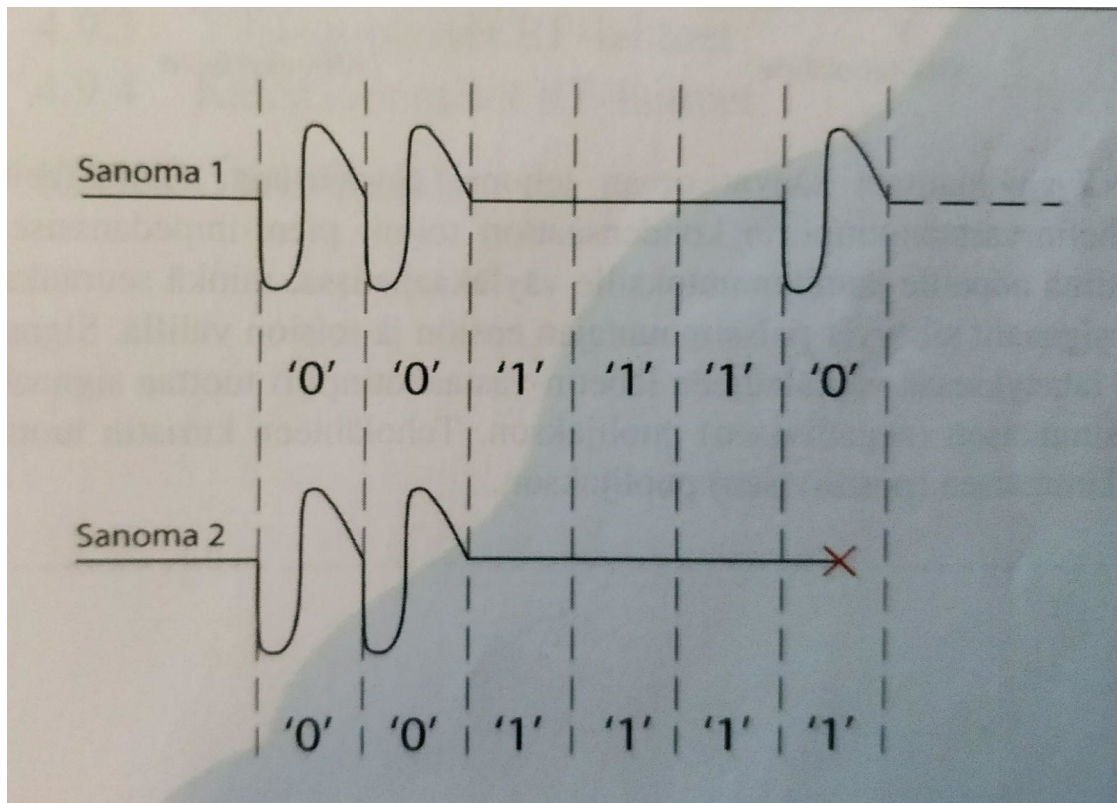
KNX-järjestelmän sanoman rakenne kentät /1, s. 42 – 43/:

- Kontrollikentällä määritetään sanoman tärkeys järjestelmässä. Korkean prioriteetin sanomat ovat etuoikeutettuja sanomien samanaikaisessa lähetyksessä. Korkean prioriteetin sanomia ovat esimerkiksi erilaiset hälytykset.
- Lähdeosoite kertoo lähettävän laitteen yksilöllisen osoitteen.
- Kohdeosoite on vastaanottavan laitteen ryhmäosoite tai yksilöllinen osoite, riippuen sanomatyyppistä. Osoitteen lisäksi käytetään yhtä lisäbittiä kertomaan, kumpi sanomatyyppi on kyseessä.
- Reitityslaskurin arvo on 6 sanoman lähtiessä liikkeelle, jokainen yhdistin tai toistin vähentää tästä arvosta yhden. Kun arvo saavuttaa nollan, sanomaa ei enää lähetetä eteenpäin. Reitityslaskurin tarkoituksensa on vähentää asennusvirheestä johtuvien kiertävien viestien määrää.
- Sanoman pituus määrittää hyötydatan määrän.
- Komento- ja hyötydatakenttä sisältää varsinaisen halutun toiminnon ja sen koko määräytyy käytetyn datatyyppin mukaan 1 bitti – 14 tavua.
- Tarkastuskentän tarkoitus on estää mahdolliset tiedonsiirtovirheet. Tarkastuskenttä sisältää tarkastussumman, mikä kertoo väylälaitteille, että sanoma on vastaanotettu oikein.

5.1 Signaali parikaapelissa

KNX-järjestelmässä parikaapelia käytetään sekä kommunikointiin että käyttöjännitteen syöttöön. Kommunikointi tapahtuu lähettämällä viestit binäärikoodina. Loogiset tilat 0 ja 1 ovat toteutettu järjestelmässä käyttöjännitteen päällä näkyvinä jännitepulsseina ja taukoina. Tila 0 toteutetaan jännitepulsseina ja tila 1 yhtä pitkänä taukona. /1, s. 51./

KNX-järjestelmä käyttää ennakoivaa törmäyksen tunnistusta CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance), jolloin se ei lähetä samanaikaisesti erilaisia sanomia. Väylälaite seuraa väylän liikennettä, ja jos väylä on vapaa, sanoma lähetetään normaalisti. Mikäli väylälaite havaitsee käynnissä olevan sanoman lähetyksen, se odottaa lähetyksen loppumista ja lähettää tämän jälkeen oman sanomansa. Jos käynnissä olevan sanoman päättymistä odottaa useampi väylälaite, määräytyy sanomien lähetysjärjestys törmäystunnistussääntöjen mukaan. Väylän vapauduttua kaikki jonossa olevat väylälaitteet aloittavat oman sanoman lähetyksen. Tämä jatkuu niin kauan kuin sanomat ovat identtisiä. Sanomien törmäystilanteessa looginen tila 0 on vahvempi kuin tilaa 1 lähettävät laitteet. Tilaa 1 lähettävät laitteet tunnistavat tilan 0 ja keskeyttävät lähetyksen ja jäävät odottamaan uudestaan väylän vapautumista. Kuvassa 6 on esitetty sanomien törmäystilanne. /1, s. 52 – 53./



Kuva 6. Sanomien törmäyksen tunnistus /1, s. 53/

6 TOPOLOGIA

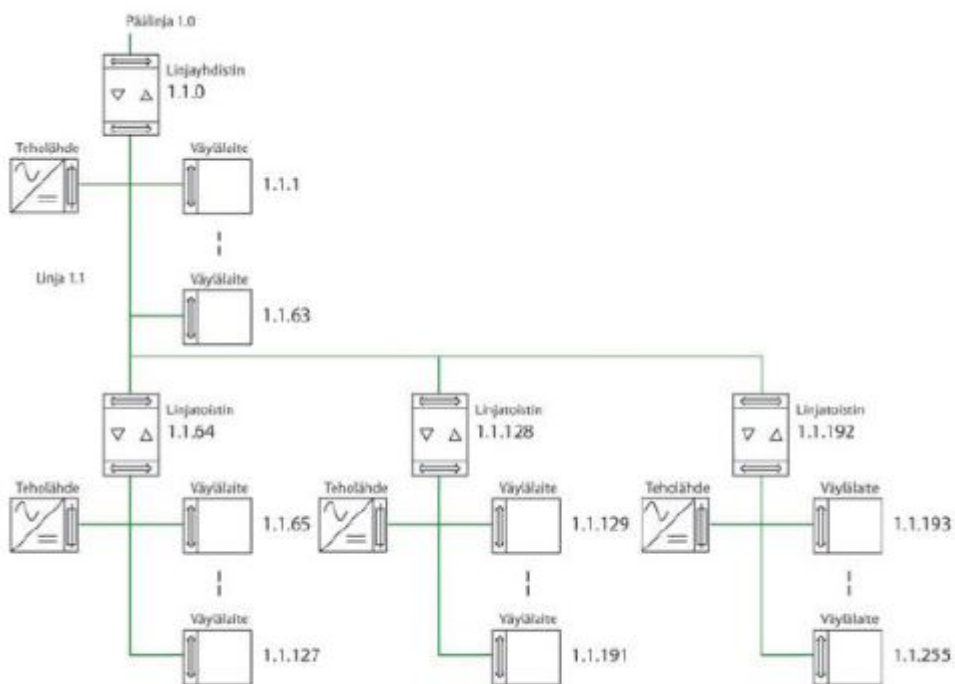
Topologialla tarkoitetaan KNX-järjestelmän rakennetta. Suurimmillaan KNX-topologia koostuu runkolinjasta, päälinjasta (alue), linjasta ja linjasegmentistä. Rakenteen avulla järjestelmä saadaan sopimaan pieniin sekä suurin kohteisiin. Suuremmissa KNX-asennuksissa kohde saadaan jaettua pienempiin osiin eli alueiksi ja linjoiksi. Esimerkiksi ison rakennuksen eri siivet saadaan jaoteltua omiksi alueiksi ja siiven jokainen kerros omaksi linjaksi. /1, s. 57./

KNX-järjestelmän topologian rakenne on vapaasti määriteltävissä esimerkiksi puu- tai tähtirakenteiksi, ainoastaan rengasrakenteen käyttäminen on kielletty /1, s. 102/.

6.1 Linja ja linjasegmentti

Linja koostuu pienimillään yhdestä linjasegmentistä, joka sisältää tehonlähteen, väyläkaapeloinnin sekä enintään 64 väylälaitetta. Linjasegmentin väyläkaapeloinnin enimmäispituus on 1000 metriä ja etäisyys tehonlähteeltä väylälaitteelle saa olla maksimissaan 350 metriä. /1, s. 57 – 58./

Yksi linja voidaan jakaa neljään linjasegmenttiin, jolloin linjaan voidaan kytkeä 255 väylälaitetta. Jokainen linjasegmentti tarvitsee oman linjatoistimen, ja sen tehtävänä on toistaa kaikki sanomat omalle linjasegmentilleen. Linjatoistimia ei voi ketjuttaa, vaan ne tulee kytkeä rinnan ensimmäiseen segmenttiin. Jokainen linjasegmentti vaatii oman tehonlähteensä, koska yksi tehonlähde pystyy syöttämään maksimissaan 64 väylälaitetta. Linjatoistimella on oma yksilöllinen osoite eli se vaatii yhden väylälaittepaikan. Kuvassa 7 havainnollistetaan linjan jakaminen useampaan linjasegmenttiin. /1, s. 57 - 58; 1, s. 62 - 63./



Kuva 7. Linjan jakaminen useaan linjasegmenttiin /1, s. 63/

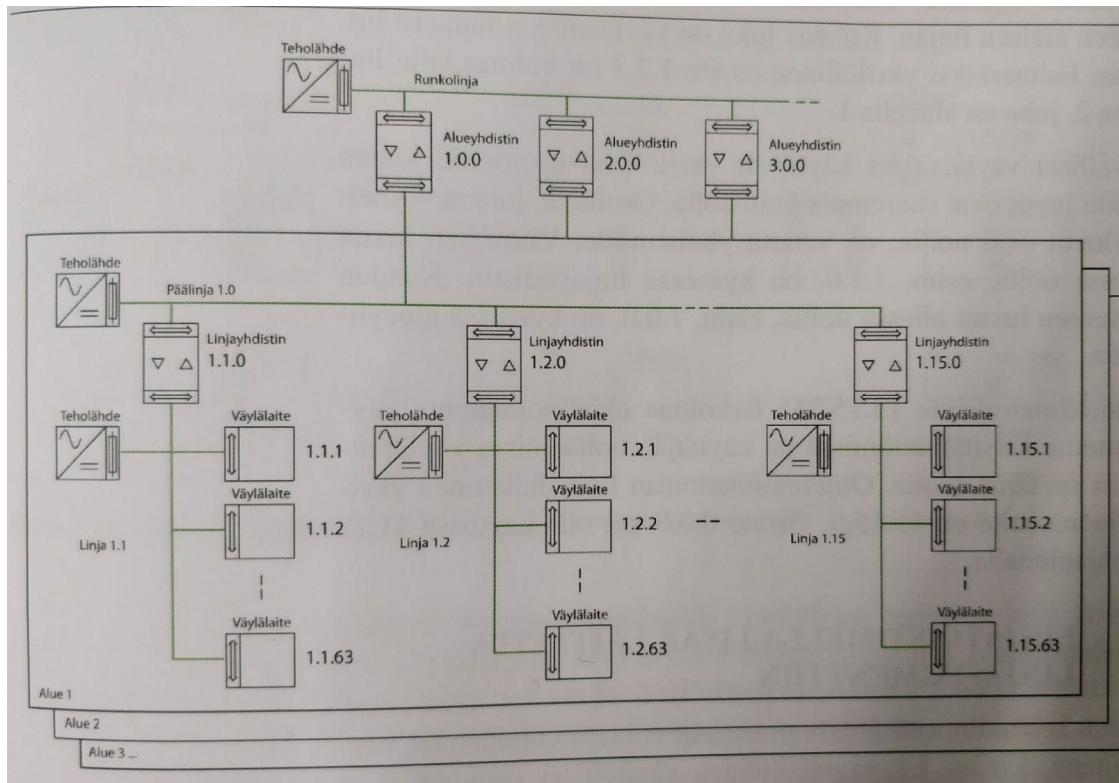
6.2 Alue

Mikäli KNX-järjestelmään tarvitaan yli 64 laitetta tai siirtoetäisyys on yli 1000 metriä, on yleisesti tapana toteuttaa tämä usealla linjalla. Jokainen linja rakennetaan itsenäisenä osana, ja linjat yhdistetään väyläkaapelilla. Tätä linjojen välistä kaapelia kutsutaan päälinjaksi. Linjat pitää yhdistää päälinjaan erillisen linjayhdistimen avulla. Linjayhdistin suodattaa sanomia, eli se välittää vain halutut sanomat eteenpäin päälinjalle ja toisinpäin. Linjatoistinta ei voida käyttää

suoraan päälinjassa, koska se välittää kaiken sanoman eteenpäin. Linjayhdistin tekee galvaanisen erotuksen päälinjan ja linjan välillä, mikä pienentää häiriötä järjestelmässä. Tämän erotuksen takia linja sekä päälinja tarvitsevat oman teholähteensä. KNX-järjestelmässä keskenään kommunikoivat laitteet pyritään asettamaan samaan linjaan, jolloin päälinjassa kulkeva sanomien määrä on mahdollisimman pieni. KNX-järjestelmän sanomakapasiteetti yhdessä linjassa on 20 sanomaa sekunnissa. Linjayhdistimillä vältetään väylän ruuhkautumista ja saadaan lisättyä järjestelmän yhteenlaskettua sanomakapasiteettia, koska jokaisessa linjassa kulkee 20 sanomaa sekunnissa. /1, s. 59 – 60./

Päälinjaan voidaan yhdistää enintään 64 väylälaitetta ja maksimissaan 15 linjayhdistintä. Yksi linjayhdistin vie kuitenkin yhden väylälaittepaikan, eli 15 linjayhdistimellä voidaan päälinjaan liittää 49 normaalia väylälaitetta. Päälinjan ja linjojen muodostamaa kokonaisuutta kutsutaan alueeksi. /5, s. 5./

Erittäin suurissa järjestelmissä voidaan käyttää useita alueita. Alueet yhdistetään väyläkaapeloinnilla, ja tätä alueiden välistä kaapelia kutsutaan runkolinjaksi. Alueet liitetään runkolinjaan alueyhdistimellä, joka toimii samalla tavalla kuin linjayhdistin. Runkolinjaan voidaan liittää alueita ja väylälaitteita samalla periaatteella kuin linjoja päälinjaan. Alue- ja linjajaolla KNX-järjestelmän toimintavarmuus kasvaa ja laitemäärä nousee jopa noin 58 000 väylälaitteeseen. Kuvassa 8 on esitetty päälinjojen liittäminen runkolinjaan. /5, s. 6./



Kuva 8. Alueiden yhdistäminen runkolinjaan /1, s. 61/

7 LAITTEET

KNX-järjestelmään on valittavissa laitteita yli 300 laitevalmistajalta. Laitteet ovat KNX Associationin standardoimia ja keskenään yhteensopivia. KNX-laitteet jaotellaan toimilaitteisiin ja antureihin.

7.1 Teholähde

Teholähde syöttää järjestelmään väylälaitteiden käyttöjännitteen 30 VDC /1, s. 51/. Teholähde tarvitsee aina kuristimen, joka on nykyään sisällytetty teholähteisiin. Vanhemmissa järjestelmissä on mahdollista kohdata erillisiä kuristimia. Kuristimen tarkoitus on tuottaa induktiivinen reaktanssi teholähteen ja väylän välille. Teholähteet pystyvät ylläpitämään väyläjännitteen 100 ms sähkökatkon aikana. Pidemmän katkon yhteydessä teholähde laskee jännitteen hallitusti alas, mikä viestii väylälaitteille jännitekatkosta ja ne tekevät määritetyt toimenpiteet ja tallentavat käyttäjän asettamat asetukset muistiinsa. Laitevalmistajilta

löytyy myös akkuvarmennettuja teholähteitä. KNX-teholähteitä on saatavilla nimellisvirraltaan 160 mA, 320 mA ja 640 mA. Käytännössä yhden väylälaitteen voidaan laskea kuluttavan 10 mA virran, jolloin esimerkiksi 160 mA teholaähde pystyy syöttämään 16 väylälaitetta. /1, s. 85 – 87./ Kuvassa 9 on esitetty KNX teholaähde.



Kuva 9. KNX teholaähde /13/

7.2 Kytkintoimilaite

Kytkintoimilaite ohjaa kuormaa päälle tai pois. KNX-standardi on määritellyt ai-noastaan toimilaitteen kommunikoinnin väylässä. Valmistaja vastaa fyysisistä mitoista, teknisistä ominaisuuksista ja parametrien toiminnoista vapaasti. Kyt-kintoimilaitteiden kytkentäkyky kanavaa kohden on yleensä 6 A, 10 A tai 16 A. Kytkentäkyky on ilmoitettu resistiivisen kuorman mukaan, induktiivisella kuor-malla kytkentäkyky on ilmoitettua pienempi. Nimelliskuormaa suuremmilla kuormilla voidaan käyttää välirelettä tai kontaktoria. Kytkintoimilaitteita on saatavilla myös sisäisellä virranmittauksella. /1, s. 88./ Kuvassa 10 on esitetty KNX kytkintoimilaite.



Kuva 10 KNX Kytkintoimilaite /14/

7.3 Säädintoimilaite

Säädintoimilaitteen toiminta perustuu vaiheen leikkaamiseen. Valonsäädin on nolлахetkestä alkaen johtamattomassa tilassa, ja liipaisuhetkellä se siirtyy johtavaan tilaan. Valoisuuden määrä riippuu jännitteen tehollisarvosta eli siniaal-
 lon pinta-alasta. Liipaisuajankohtaa muuttamalla säädetään jännitteen tehollis-
 arvoa. Kyseinen säätötapa toimii hehku- ja halogeenilampuilla, mutta led-lam-
 puilla voi ilmetä ongelmia. Led-lamppuja käytettäessä ongelmatilanteissa voi-
 daan kokeilla erityyppistä toimilaitetta tai resistiivisen pohjakuorman lisää-
 mistä. /1, s. 88 – 89./ Kuvassa 11 on esitetty KNX- säädintoimilaite.



Kuva 11. KNX-säädintoimilaite /15/

7.4 Kaihdintoimilaite

Sähköisiä kaihtimia ohjattaessa tarvitaan kaihdintoimilaite. Kaihtimen ohjaus vaatii toimilaitteelta suunnan vaihtoa, minkä takia kaihdintoimilaitteissa on kaksi relettä. Ensimmäinen rele toteuttaa päälle/pois-ohjauksen ja toinen vaihtaa edellisen polaarisuutta, mikä toteuttaa suunnan muutoksen. Kaihdintoimilaitteessa ei ole mitään antureita, vaan kaikki säätö tehdään releiden kytkentäaikoja ohjaamalla. Tämän takia verhomotorissa on rajakytkin, joka pysäyttää moottorin yläasennossa. Kaihdintoimilaitteita on saatavissa 24 VDC ja 230 VAC moottoreille. /1, s. 90 – 91./ Kuvassa 12 on esitetty KNX-kaihdintoimilaite.



Kuva 12. KNX-kaihdintoimilaite /16/

7.5 Logiikkayksikkö

Logiikkayksiköllä pystytään tekemään loogisia operaatioita antureiden ja toimilaitteiden välillä. Yksiköllä pystytään ohjelmoimaan monimutkaisempia tilanteita käyttämällä loogisia portteja. Yleisimmät käyttökohteet ovat turvallisuuden tai energiansäästöön liittyvät tilanteet. /7, s. 3./ Kuvassa 13 on esitetty KNX-logiikkayksikkö.



Kuva 13. KNX-logiikkayksikkö /17/

7.6 Kello

Vuosikellolla tuodaan aika- ja päivämäärätieto KNX-järjestelmään. Kello voidaan asettaa vaihtamaan kesä- ja talviaika automaattisesti. Kelloon on mahdollista liittää DCF-antenni, jolloin kello synkronoi ajan Frankfurtin läheisyydessä sijaitsevasta atomikellosta. /8, s. 1./ Kuvassa 14 on esitetty KNX-kello.



Kuva 14. KNX-kello /18/

7.7 USB-ohjelmointirajapinta

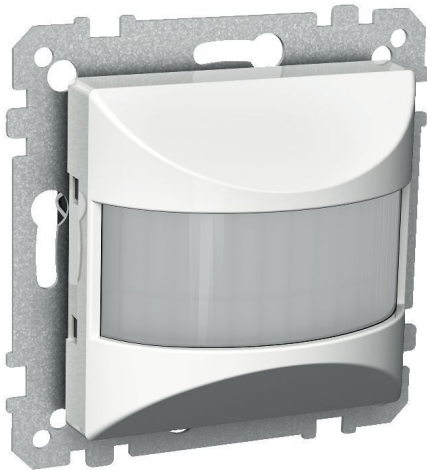
USB-rajapinta toimii ohjelmointirajapintana tietokoneen ja KNX-väylän välillä. Ohjelmointirajapinnan kautta voidaan suorittaa käyttöönotto ja diagnostiikka koko järjestelmään riippumatta siitä, mihin kohtaan se on väylässä kytketty. /10, s. 2./ Kuvassa 15 on esitetty KNX USB -rajapinta.



Kuva 15. KNX USB -rajapinta /19/

7.8 Liiketunnistin

Liiketunnistinta käytetään havaitsemaan, onko tilassa liikettä. Liiketunnistimet perustuvat PIR (Passive Infrared Receiver) -tekniikkaan. PIR-tunnistin havaitsee tilassa tapahtuvan infrapunalämpösäteilyn muutoksen. Tunnistimia on saatavilla myös sisäisellä valoisuusanturilla, jolloin on mahdollista toteuttaa vakiovalo-ohjaus. /1, s. 94 – 95./ Kuvassa 16 on esitetty KNX-liiketunnistin.



Kuva 16. KNX-liiketunnistin /20/

7.9 Valoisuusanturi

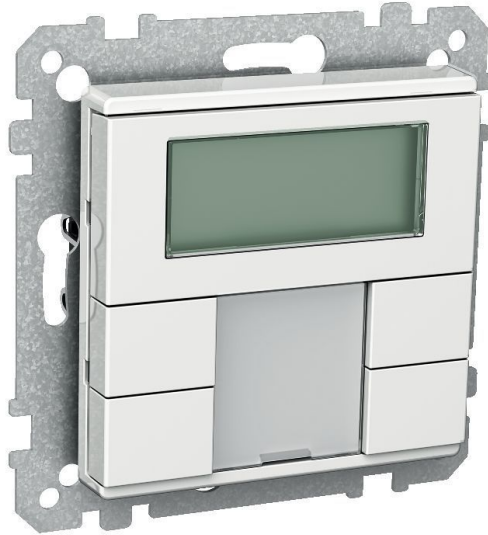
Valoisuusanturilla mitataan valoisuutta ja lämpötilaa. Näillä suureilla pystytään ohjaamaan esimerkiksi ulkovalaistusta tai ikkunoiden kaihtimia. Valoisuusanturille on mahdollista asettaa useita raja-arvoja, jolloin voidaan ohjata esimerkiksi numerovalo ensin päälle ja vasta hämärämmällä kulkuvalot. /1, s. 95./
Kuvassa 17 on esitetty KNX-valoisuusanturi.



Kuva 17. KNX-valoisuusanturi /21/

7.10 Painike

KNX-järjestelmässä käytetään kahdenlaisia painikkeita; normaaleja painikekytkimiä tai huoneenlämpösäätimellä varustettuja kytkimiä. Painikekytkin toimii normaalin kytkimen tavoin, yhdellä painikkeella ohjataan yhtä toimintoa. Huonelämpösäätimillä saadaan yksilöllinen lämmönsäätö joka huoneeseen. Osa kytkimistä on varustettu näytöllä, jolloin käyttäjä pystyy itse muuttamaan huonelämpötilaa. Huonelämpösäätimet osaavat suoraan ohjata huoneen lämmitystä tai jäähdytystä. Huonelämpösäädin pystyy myös ohjaamaan kahta rinnakkaista lämmitystapaa, esimerkiksi ilmalämpöpumppua ja suorasähkölämmitystä. /1, s. 92 - 94./ Kuvassa 18 on esitetty KNX-painike.



Kuva 18. KNX-painike /22/

7.11 Co₂-, kosteus- ja lämpötila-anturi

Anturi mittaa huoneen hiilidioksidin, suhteellisen kosteuden ja lämpötilan vaihtelun. Anturissa olevilla LED-valoilla indikoidaan huoneen silloinen hiilidioksidin ja suhteellinen kosteuden määrä. LED-valojen raja-arvot määritellään ohjelmallisesti. Esimerkiksi MTN6005-0001-anturi mittaa sisäilmaa 0 - 40 °C, suhteellista kosteutta 1 - 100 % ja kosteuden fyysistä arvoa 0 - 9999 ppm. /10, s. 10./ Kuvassa 19 on esitetty KNX CO₂-, kosteus- ja lämpötila-anturi.



Kuva 19. KNX CO₂-, kosteus- ja lämpötila-anturi /23/

8 SALKKU

Salkun rakennus alkoi tammikuussa 2017, ja se piti saada valmiiksi ennen maaliskuun alussa alkavaa aikuisryhmän KNX-kurssia. Suhteellisen lyhyt aikataulu oli haastava, koska suoritimme samaan aikaan muita opetussuunnitelman mukaisia opintoja eikä meillä ollut aikaisempaa kokemusta KNX-järjestelmästä. Kannettavaan KNX-salkkuun suunniteltiin kompakti KNX-järjestelmä, millä pystytään toteuttamaan kiinteistöautomaatiossa käytettyjä valo- ja tuuletinohjauksia.

8.1 Suunnittelu ja rakennus

Pohtiessamme opinnäytetyössä käytettäviä komponentteja päädyimme käyttämään Schneider Electricin tuotteita. Tähän vaikutti laitevalmistajan tarjoama alennus opetuskäyttöön tulevista laitteista, mikä mahdollisti laajemman järjestelmän rakentamisen annetuilla määrärahoilla. Valitsimme salkkuun myös yhden ABB:n säädintoimilaitteen, joka näyttää opiskelijalle, miten kahden eri valmistajan säädintoimilaitteet eroavat ohjelmoitaessa.

Salkun suunnittelu alkoi laitevalinnalla. Schneiderin tuotekatalogista valikoitiin perustoiminnallisuuksiin tarvittavia komponentteja: teholähde, 4-kanavainen kytkintoimilaite, 2-kanavainen himmennin, kaksi 4-osaista kytkintä (toinen näyttöllä varustettu), liiketunnistin, lämpötila- ja kosteusanturi, valoisuusanturi sekä USB-rajapinta. Tämän lisäksi tarvittiin tuuletin ja valaisimia. Koululta löytyi valmiina 12V tuuletin, mutta se ei toimisi suoraan himmentimen kautta, koska himmennin syöttää 230V. Tuulettimen ohjaukseen valittiin TRIAC-säädin. Valaisimia ei vielä valittu, koska käytettävän tilan määrä ei ollut vielä selvillä. Tämän lisäksi tilattiin ABB:n 2-kanavainen kytkintoimilaite.

Näillä laitteilla voi ohjelmoida esimerkki-KNX-järjestelmän. Valo-ohjaus voidaan toteuttaa kytkimellä, liiketunnistimella tai valoisuusanturilla. Tuuletinta voidaan ohjata kosteuden mukaan. Tämä lisäksi halusimme tuoda laitteeseen enemmän toimintoja ja monimutkaisempia ohjelmointimahdollisuuksia, minkä vuoksi tilasimme vielä vuosikellon ja logiikkayksikön. Laitevalinnan jälkeen

hahmoteltiin paperilapuille kaikkien osien koot ja selvitettiin salkun kokovaatimus.

Salkun valinnassa rajoittava tekijä oli riittävä syvyys sekä kannessa että pohjassa. Pohjassa syvyysvaatimus oli noin 7 cm ja kannessa noin 8 cm. Syvyyden määrittivät pohjassa DIN-kiskoon kiinnitettävät KNX-keskuskomponentit sekä kannessa antureiden korkeus. Monessa salkussa kansiosan korkeus oli riittämätön. Clash Ohlsonilta löytyi edullinen musta kovamuovisalkku, mikä täytti kokovaatimukset ja kestäisi myös iskuja. Salkun syvyys pohjaosassa on 10 cm ja kannessa 8 cm. Salkku oli muilta sisämitoiltaan riittävän suuri 48,5x35,5 cm. Tässä vaiheessa valittiin salkkuun valoiksi kolme spottivaloa. Valaisimet olivat todella matalia upotussyvyydeltään, joten ne sopivat käyttö-tarkoitukseen hyvin. Osat tilattiin SLO:lta, ja salkku ostettiin Clash Ohlsonilta.

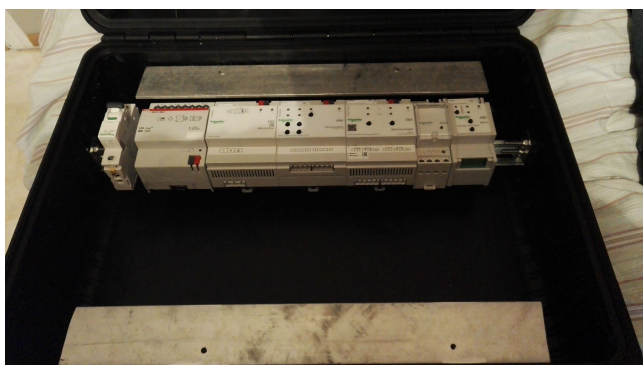
Osien saavuttua hahmoteltiin laitteiden todellisia paikkoja. Laitteiden sijoittelu-variantioita oli useita, ja kuvassa 20 on esitetty muutama suunnitteluvaihtoehto. Toimivimmaksi ratkaisuksi osoittautui sijoittaa valot ja DIN-kisko pohjaosaan. Tällöin valot ovat suunnattuna ylöspäin, jolloin ne häikäisevät käyttäjää vähemmän ja kaikki 230V verkkojännitelaitteet ovat pohjaosassa. Anturit, kytkimet ja tuuletin sijoitettiin kanteen, jolloin vain väyläkaapeli ja tuuletin ohjaus jouduttiin siirtämään pohjasta kanteen.



Kuva 20. Laitteiden paikkojen suunnittelua

Seuraavaksi alkoi laitteiden kiinnitysten suunnittelu. Tarkoituksena oli kiinnittää salkun ylä- ja alaosien molemmille sivuille koko sivun mittaiset kulma-raudat. Tähän rautaan kiinnitettäisiin polykarbonaattilevy, mihin valot ja anturit kiinnitettäisiin. Toimilaitteet kiinnitettäisiin DIN-kiskoon, mikä kiinnitetään suoraan salkkuun läpipulteilla. Etralta tilattaessa tarvikkeita myyjä suositteli polykarbonaatin tilalle halvempaa akryylilevyä, koska levyn ei tarvitse kestää suurta rasitusta. Salkun levyjen materiaaliksi valittiin akryyli. Levyjen väriksi valittiin musta, koska sisäisten johdotusten ei tarvinnut näkyä. Lisäksi ostettiin 1 mm paksua alumiinikulmalistaa, lukkoruuveja, priikkoja ja lukitusmuttereja. Salkun tarkka osalista löytyy liitteestä 3.

Etra toimitti levyt suorakulmaisina, ja ne viilattiin sopimaan salkun pyöristettyihin kulmiin. Kulma-alumiiniin oli tarkoitus tehdä kierteet, mutta hankittu lista oli aivan liian ohutta kierteiden tekoon. Koulun metallipajalta löytyi paksua alumiinikulmalistaa, mihin pystyi tekemään kierteet. Alumiinilistat kiinnitettiin salkkuun läpipulteilla ja niihin tehtiin kierteet levyjen kiinnitystä varten. DIN-kisko kiinnitettiin läpipulteilla sopivalle korkeudelle, jolloin toimilaitteet tulivat akryylilevyn tasoon. Myös kanteen kiinnitettiin alumiinilistat ja sovitettiin akryylilevyä. Kuvassa 21 on esitetty akryylilevyn sovitus sekä kulmarautojen ja DIN-kiskon kiinnitys.



Kuva 21. Levyn sovitus salkkuun sekä kulmarautojen kiinnitys

Akryylilevyihin piirrettiin toimilaitteiden, antureiden sekä valojen reikien paikat. Toimilaitteiden reiät sahattiin Boschin monitoimityökalulla ja antureiden reiät porattiin kuppiterällä. Kuvassa 22 on esitetty akryylilevyt valmiina paikoillaan.



Kuva 22. Akryylilevyt valmiina

Toimilaitteiden ohjelmointipainikkeille porattiin reiät, jotta niitä pystyy painamaan ilman levyn irrotusta. Reikien teon jälkeen toimilaitteet kiinnitettiin DIN-kiskoon, TRIAC-säädin kiinnitettiin DIN-kiskon alle sekä anturit, valot ja kytkimet akryylilevyihin. Alapuolella kuvassa 23 on esitetty valmis salkku ja laitteiden sijainti.



- | | |
|--|---------------------------------------|
| 1. Valoisuusanturi | 9. Himmennin 2-kanavainen |
| 2. CO ₂ -, lämpötila- ja kosteus anturi | 10. Kytkintoimilaite 4-kanavainen |
| 3. Tuuletin | 11. Logiikka-moduuli |
| 4. Painike 4-osainen, näytöllä | 12. Vuosikello |
| 5. Liiketunnistin | 13. ABB kytkintoimilaite 2-kanavainen |
| 6. Painike 4-osainen | 14. Valaisin |
| 7. Sulake | 15. Valaisin |
| 8. Teholähde | |

Kuva 23. Salkun toimilaitteet ja anturit

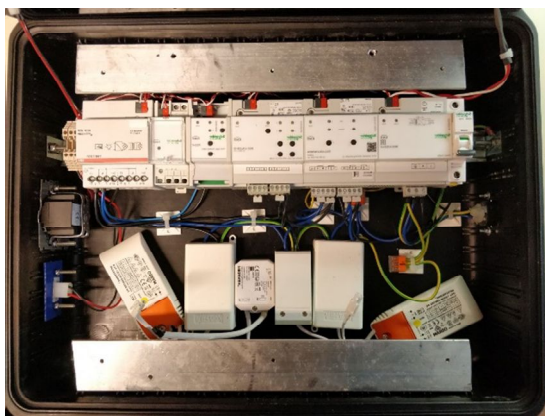
Alapuolella olevan kuvan 24 mukaan järjestelmän virtakaapelin liitin sijoitettiin salkun vasempaan sivuun ja USB-rajapinta sekä Molex-liitin oikeaan sivuun, jolloin salkun kannen vahingossa sulkeminen ei riko mitään. Molex-liitin lisättiin jälkeempään, ja sitä käsitellään Seinä-osuudessa. Salkun tehonsyöttö on toteutettu pistotulpallisella virtajohdolla, mikä liitetään vasemmassa kyljessä olevaan virtaliittimeen. Koska kyseessä on pistotulpallinen liitin, sen voi kytkeä

pistorasiaan kahdella tavalla eli vaihe ja nolla voivat vaihtaa liitintä. Tämä napaisuuden vaihtuminen ei kuitenkaan häirinnyt salkun toimintaa.



Kuva 24. Virtaliitin, Molex sekä USB-rajapinta

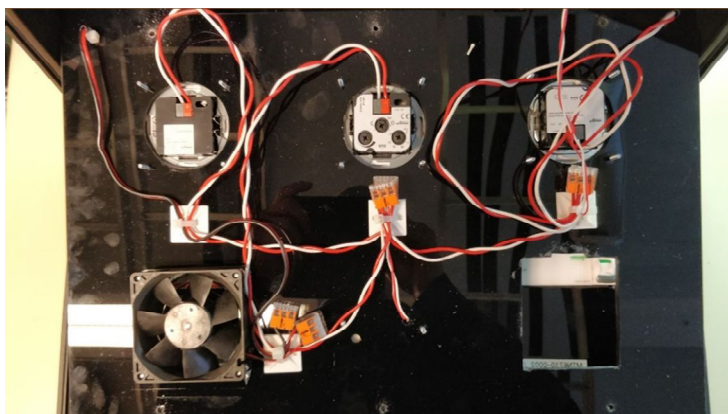
Virtaliittimeltä johdotettiin vaihe mustalla 1.5 mm² MKEM-johtimella sulakkeelle, joka toimii myös pääkytkimenä. Sulakkeelta vaihe ketjutettiin teholähteelle, toimilaitteille ja valaisimien liitäntälaitteille. Nolla ketjutettiin sinisellä 1.5 mm² MKEM teholähteeltä toimilaitteille ja valaisimien liitäntälaitteille. Salkun metalliosista suojamaadoitettiin keltavihreällä 1.5 mm² MKEM vain DIN-kisko, koska se on lähellä jännitteisiä johtimia ja sen kiinnityspultit salkun ulkopuolella ovat kosketussuojaamattomia. Suojamaa johdotettiin myös valaisimien liitäntälaitteille mahdollisia tulevaisuuden tarpeita huomioiden. Kytken jälkeen salkun sisäpuolella oleville virtaliittimen paljaille osille pursotettiin kuuma-liimaa eristeeksi. Kuvassa 25 on esitetty valmiin salkun kaapelointi sekä toimilaitteiden sijoitus.



Kuva 25. Salkun kaapelointi pohjaosassa

Teholähteeltä kaapeloitiin väyläkaapeli tähtimäiseen verkkoon käyttämällä KLMA 4x0,8+0,8 kaapelista paria punainen ja valkoinen. Punainen on väylän + ja valkoinen -. Väyläkaapeli tuotiin salkun vasenta puolta riviliitimeen kautta

alaosasta yläosaan kierrettyllä 0.75 mm² MKEM kaapelilla ja suojattiin kutisteletkulla sekä vedonpoistolla. Kytkimien sekä liiketunnistimen ohjelmointipainikkeet sijaitsevat laitteiden takaosassa, ja tämä otettiin huomioon vaihtamalla väyläkaapelityyppiä salkun yläosassa paremmin rasitusta kestäviin kierrettyihin MKEM-johtimiin. Oikealta puolelta tuotiin tuulettimen ohjaus TRIAC:lta 2x0.8 mm² parikaapelilla. Kuvan 26 mukaan anturit ja kytkimet johdotettiin tähtimäiseen verkkoon. Valoisuusanturiin porattiin reikä ohjelmointipainikkeen kohdalle. Salkun sähkökuvat ovat liitteessä 5.



Kuva 26. Väyläkaapelointi

7.12 Salkun ohjelmointi ja toiminnallisuus

Salkun vasemman puoleisin valaisin ja TRIAC-säädin on kytketty Schneiderin himmentimeen, keskimmäinen kytkintoimilaitteeseen ja oikeanpuoleisin valaisin ABB:n himmentimeen. Nämä ovat ohjelmoinnin fyysiset rajat, kaikki muut laitteet yhdistetään toisiinsa ohjelmallisesti. Lisäksi kuitenkin koululla on käytössä ETS-ohjelmasta ilmainen versio, missä voidaan ohjelmoida vain viittä laitetta samanaikaisesti. Viisi laitetta riittää hyvin opetuskäyttöön, koska viidellä laitteella pystyy ohjelmoimaan riittävän laajoja kokonaisuuksia. Laajemmat ETS lisenssit ovat kalliita, jopa 1000 € vuodessa.

Opiskelija aloittaa ohjelmoinnin yksinkertaisella valojen päälle- ja pois- ohjelmoinnilla. Kytkintoimilaitte yhdistetään vapaavalintaisesti toisen kytkimen yhteen painikkeeseen. Nappia painettaessa valo syttyy ja sammuu. Seuraavaksi ohjelmoidaan valon himmennys linkittämällä saman kytkimen toinen painike himmentimen siihen kanavaan, missä valo on. Napille ohjelmoidaan lyhyellä

painalluksella päälle- ja pois-toiminto ja pitkällä painalluksella himmennystoiminto. Kytkimen parametreista voidaan muuttaa asetuksia, esimerkiksi muistaako lamppu sammutuksen jälkeen edellisen himmennystason. Perusohjelmoinnin jälkeen mukaan otetaan liiketunnistin ja valoisuusanturi. Liiketunnistin yhdistetään kytkintoimilaitteeseen, ja se ohjelmoidaan sytyttämään valot liikkeestä. Samalla tavalla valoisuusanturille asetetaan raja-arvo, minkä ala- tai yläpuolella valot syttyvät.

Tuulettimen oli tarkoitus simuloida poistopuhallinta, eli kosteusanturi ohjaisi suoraan puhaltimen toimintaa lämpötilan tai kosteuden mukaan. Käytetty TRIAC-säädin ei suoraan toimi näin, koska TRIAC toimii liipaisulla ja se säätelee nousevaa pulssia. Esimerkiksi jos tuulettimen linkittää kytkimelle himmentäväksi, pystyy sen käynnistämään ja sen nopeutta säätämään. Jos nopeutta halutaan vähentää, joudutaan nappia painamaan kerran pois ja takaisin päälle, jolloin saadaan taas siniaallon nouseva reuna. 230 voltin tuuletin olisi toiminut suoraan ilman TRIAC-säädintä ja säätynyt himmentimen mukaan suoraan. Tuulettimen ohjaus tapahtuu ohjelmallisesti siten, että painonapilta tulevalla pitkällä painalluksella lähdetään 0,3 sekunnin välein kasvattamaan ohjauksen arvoa 10 % välein nolasta sataan prosenttiin. Kun painonapilta tulee laskevan reunan tieto, ajetaan himmentimelle tieto 0 %, jolloin seuraavalla kerralla jälleen nousevalla reunalla arvo lähtee nousemaan nolasta.

Perusohjelmointiin saadaan lisättyä myös vaativampaa ohjelmointia. Vuosikellolla tuodaan järjestelmälle vuorokaudenaika-tieto, millä pystytään tekemään esimerkiksi valaistuksen ohjaukseen sammutuskäsky yön ajaksi. Sammutus eli 0-tila on aina vahvempi kuin päällä-olo eli tila 1. Logiikkayksikköä tarvitaan, jos valot halutaan päälle yöllä, kun liiketunnistin havaitsee liikettä. Logiikkayksiköllä pystytään tekemään loogisia operaatioita. Kuvassa 27 on esitetty valmis salkku.



Kuva 27. Valmis salkku

9 SEINÄ

Salkun rakennuksen aikana oli puhetta ohjaavan opettajamme kanssa rakentaa toinen KNX-järjestelmä E006-luokkatilaan. Tarvetta koululla oli toiselle järjestelmälle suurien ryhmäkokojen takia. KNX-kurssilla opiskelijat joutuivat joutottamaan päästäkseen ohjelmoimaan, ja toinen järjestelmä vähentäisi ruuhkautumista. Alkupalvesta ei kuitenkaan vielä ollut tietoa, saataisiinko järjestelmälle rahoitusta. Huhtikuussa rahoitus varmistui, ja toisen järjestelmän suunnittelu alkoi. Alun perin toisen KNX-järjestelmän piti tulla luokkahuoneeseen, mutta silloin sen käyttömahdollisuudet olisivat sidottuina luokkatilan varauksiin. Koululla oli menossa samaan aikaan toinen hanke, mitä varten laboratorioinsinööri Konsta Viljakainen oli rakentamassa liikuteltavaa käyttöönottomittaus-testialustaa ja hän oli jo tilannut Trestonin yleisvaunurungon. Vaunu on mitoiltaan 800 mm x 715 mm x 1625 mm Sovimme rakentavamme kärryn toiselle puolelle KNX-järjestelmämme.

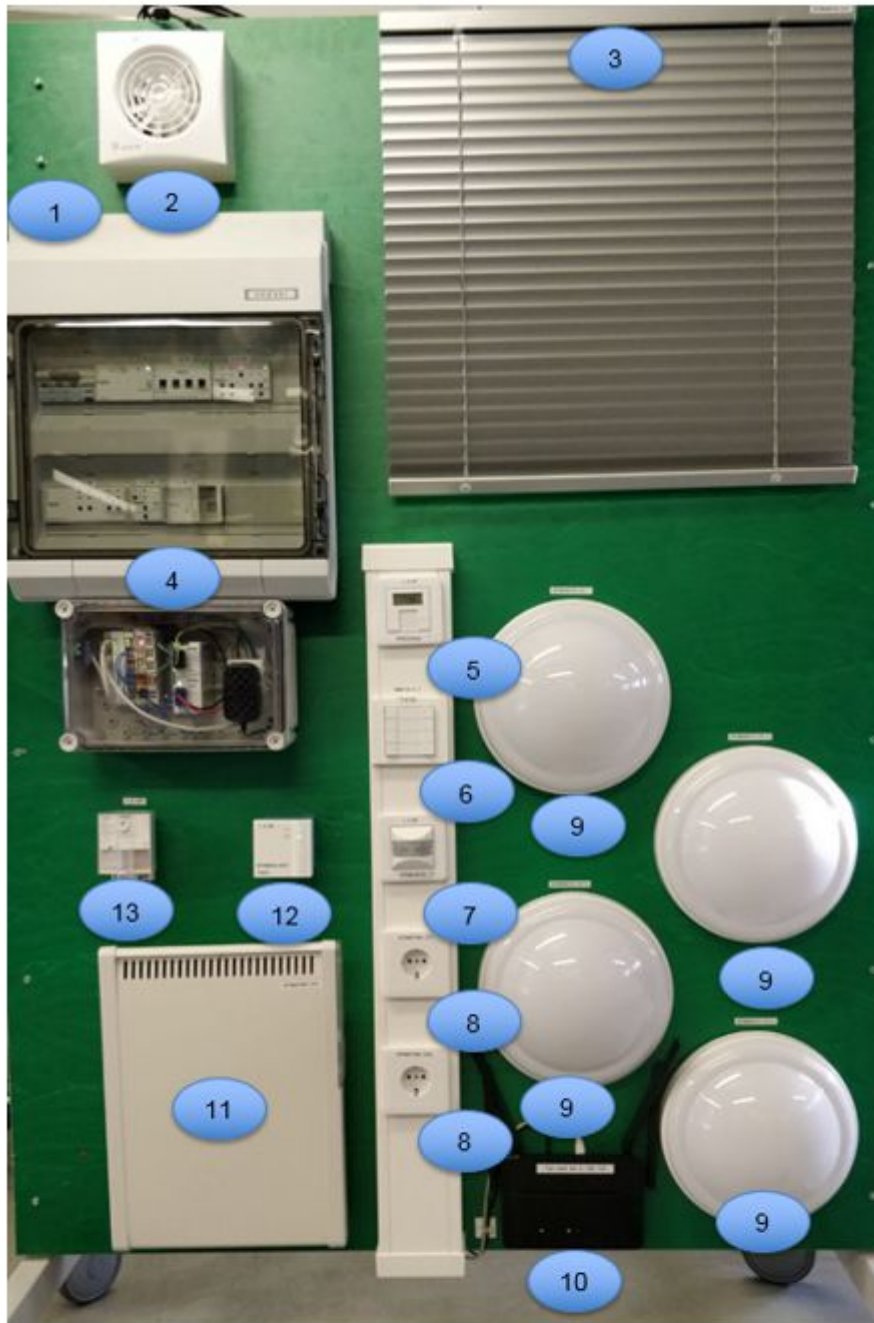
9.1 Suunnittelu ja laitteet

Kärryn runko tuli, ja aloimme suunnittelemaan kärryyn kiinnitettävien levyjen kokoa. Tavoitteena oli helposti liikuteltava järjestelmä, joten sen koko määräytyi luokkahuoneiden ovien korkeuden ja hissien syvyyden mukaan. Levyjen mitat ovat korkeus 163 cm ja leveys 120 cm. Levyt sahattiin koulun puupolilla. Levyt kiinnitettiin kärryn runkoon ja liikuttelun helpottamiseksi toiselle sivulle kiinnitettiin kahva. Aloimme suunnitella seinään laitteita ja toiminnallisuuksia. Seinä oli kooltaan paljon suurempi kuin salkku, ja siihen pystyi rakentamaan enemmän toimintoja. Seinään suunniteltiin samat toiminnallisuudet kuin salkussa, mutta lisänä on paljon laajempi kokonaisuus.

Koulu oli myöntänyt hankkeelle rahoituksen, ja seinässä oli riittävästi tilaa laitteille, joten mikään ei rajoittanut suunnittelua. Seinän toiminnoiksi halusimme erilaisia valo-, pistorasia- ja kosteusohjauksia sekä lämpötilan ja sälekaihtimen ohjauksia. Seinään pystyttiin toteuttamaan todellisuutta vastaava KNX-järjestelmä, mikä näyttää opiskelijalle konkreettisesti ohjelmoinnin toiminnassa. Kiinteistöautomaatiossa ohjataan valaistuksen lisäksi kaikkia muitakin talon toimintoja: lämmitystä, ilmanvaihtoa ja verhoja. Nämä toiminnot haluttiin tuoda myös seinään, jolloin niitä ei simuloida valoilla tai liukuvastuksilla. Opiskelija näkee verhon oikeasti liikkuvan, lämmityksen päälle- ja pois-kytkeytymisen sekä tuulettimen pyörivän. Myös paneeliohjausta mietittiin, mutta sellainen löytyi jo koululta KNX-luokasta ja paneelit olivat kalliita. Ohjaava opettajamme Teemu Manninen kuitenkin mainitsi mahdollisesta etäohjauksesta käyttäen koululla jo olevaa Wago KNX IP Starter Kit 2:sta

Seinään valittiin Schneiderin tuotevalikoimasta teholähde, 4-kanavainen kytkintoimilaite, 4-kanavainen himmennin, 4-kanavainen verhotoimilaite, USB-rajapinta DIN-kiskoon, vuosikello, logiikkayksikkö, 4-osainen kytkin, kaksi pistorasiaa sekä valoisuus- ja kosteusanturit. Koululta löytyi valmiiksi yksi ABB:n kytkin, Schneiderin liiketunnistin, 230 V tuuletin sekä Enston Taso 2-lämmitin. SLO:lta tilattiin keskusotelo, pääkytkin, sulake, vikavirtasuoja, neljä valaisinta ja neljä LED-lamppua. Värisilmästä tilattiin sälekaihdin 24 VDC verhomoottorilla. Liitteessä 4 on seinän osalista. Laitteet sommiteltiin loogisesti levyille pai-

nottaen käyttömukavuutta. Valaisimet sijoitettiin levyn alaosaan silmien häikäisyn minimoimiseksi, verho valaisimien yläpuolelle, patteri alaosaan ja lämpötila- sekä kosteusanturi sen yläpuolelle. Keskus sijoitettiin melko korkealle ja tuuletin sen päälle. Kytkimet, liiketunnistin ja pistorasiat sijoitettiin pystyyn siten, että ensimmäinen kytkin on 1,5 metrin korkeudella lattiasta käden ulottuvilla ja pistorasiat lähimpänä maata. Asentamisen helppouden vuoksi nämä päätettiin asentaa Rehaun kouruun huomioiden samalla seinän mahdollinen laajennettavuus tulevaisuudessa. Kuvissa 28 ja 29 on esitetty seinän laitteet ja keskuskomponentit.



1. Linjayhdistimen kiinnitys

2. Tuuletin

3. Verhomoottori

4. Keskus ja Wago-kotelo

5. Painike 4-osainen, näytöllä

6. Painike 4-osainen

7. Liiketunnistin

8. Pistorasia

9. Valaisin

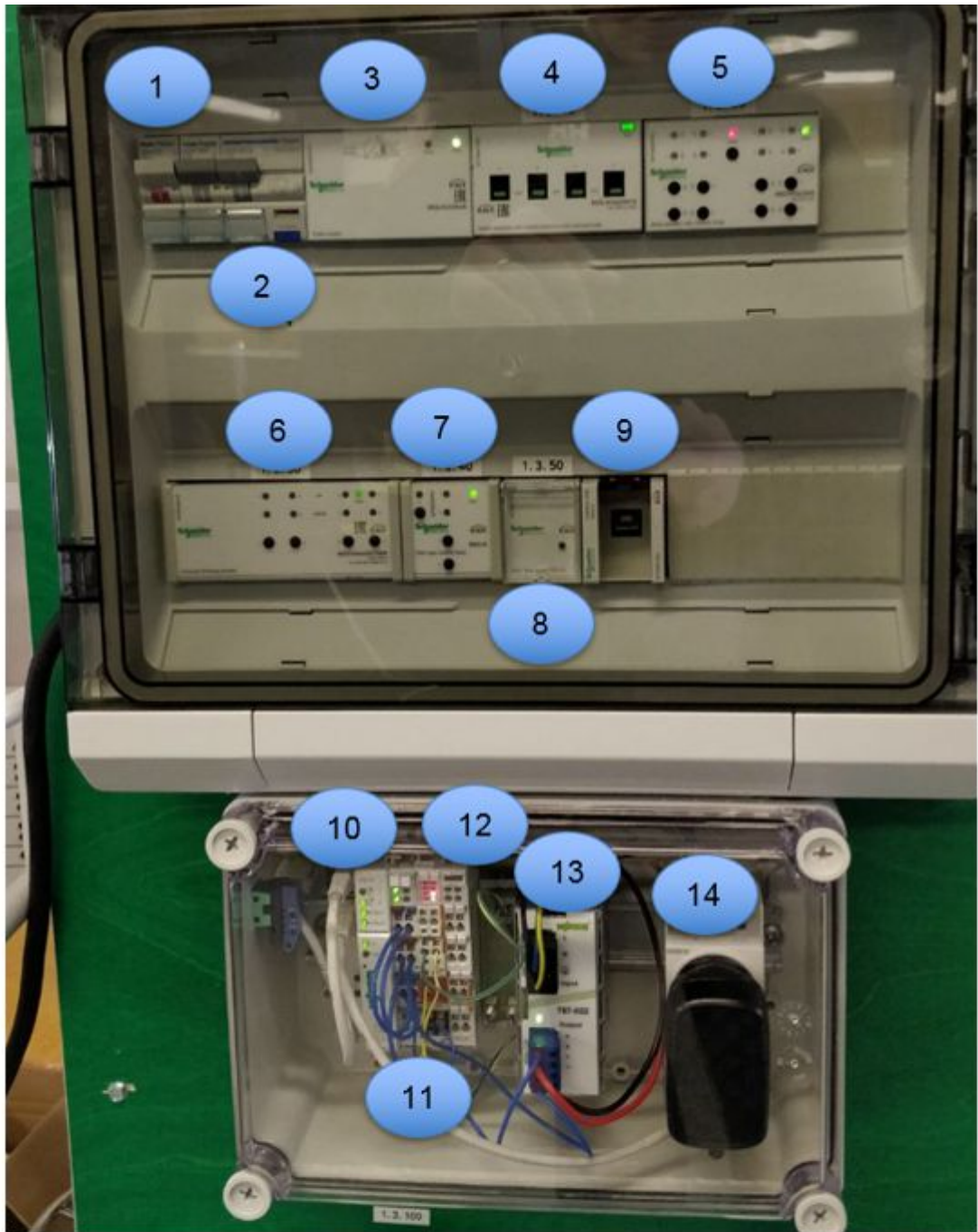
10. Wlan-reititin

11. Patteri

12. CO₂-, lämpötila- ja kosteusanturi

13. Valoisuusanturi

Kuva 28. Seinän toimilaitteet ja anturit



- | | |
|----------------------------------|-----------------------------|
| 1. Pääkytkin | 8. Vuosikello |
| 2. Sulake ja vikavirtasuoja | 9. USB-rajapinta |
| 3. Teholähde | 10. <u>Wago controlleri</u> |
| 4. Kytkintoimilaite 4-kanavainen | 11. KNX-moduuli |
| 5. Verhotoimilaite 4-kanavainen | 12. Pääty-moduuli |
| 6. Himmennin 4-kanavainen | 13. <u>Wago</u> teholähde |
| | 14. Musta komponentti |

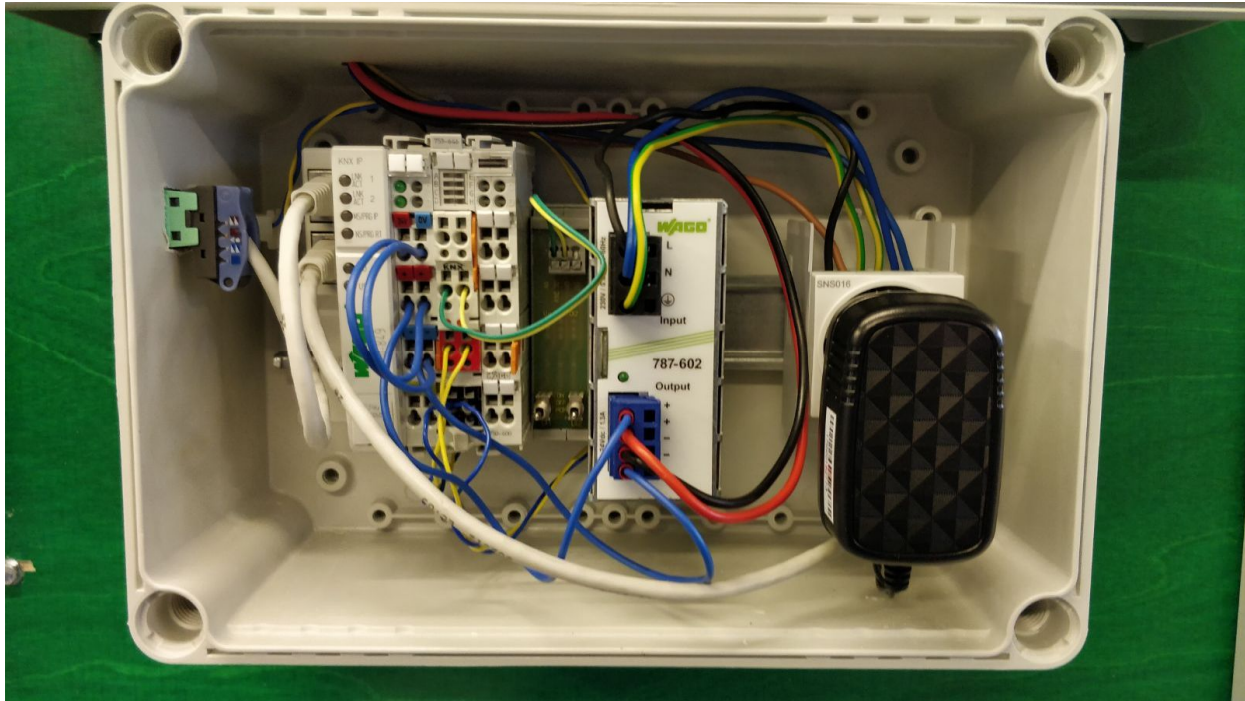
Kuva 29. Seinän keskuskomponentit

Johdotuksia tehdessä muutamia ongelmia jouduttiin ratkaisemaan. Tuuletin on malliltaan Silent 100, ja siinä on oma kosteusanturi, eli se kykenee toimimaan itsenäisenä poistopuhaltimena. Tämän työn käyttötarkoitukseen olisi riit-

tänyt pelkkä 230V tuuletin ilman omaa ohjauspiiriä, mutta tuuletin oli jo valmiina. Ongelma ratkaistiin kääntämällä tuulettimen säädöt maksimille, eli tuuletin on oman korttinsa mukaan aina päällä, kun se saa jännitettä. Myöskin Enston Taso 2 -patteri oli master-versio, eli siinä on oma termostaatti. Tässäkin tapauksessa olisi riittänyt slave-patteri, jossa ei ole omaa lämmönsäätöä. Tämäkin ongelma ratkaistiin asettamalla termostaatti täydelle teholle eli patteri on aina päällä, kun se saa jännitettä.

Keskuksen sisäiset johdotukset tehtiin 1.5 mm² MKEM ja pistorasioille tuotiin MMJ 3x2.5 mm², joten siitä pystyy oikeasti käyttämään sähkölaitteita. Valaisimet ja tuuletin kaapeloitiin MMJ 3x1.5 mm². Seinän tehonsyöttö tapahtuu kiinteällä virtakaapelilla, jossa on pistotulppaliitin. Pistotulppa-liittimen takia myös seinässä vaihe ja nolla voivat vaihtaa liitintä. Vaihe tuotiin ensin C25 Hagerin sulakkeelle, mikä toimii seinän pääkytkimenä, ja tämän jälkeen C10 pääsulakkeelle sekä 30 mA vikavirtasuojalle. Tästä vaihe kierrätettiin teholähteen kautta toimilaitteille. Ainoastaan verhotoimilaitetta ei vielä kytketty, koska toimilaitte vaatii 24V käyttöjännitteen ja tätä ei ollut otettu huomioon. Nolla ja suojamaa kytkettiin kiskoihin ja kiskoilta nollan vaativille toimilaitteille. Liitteessä 6 on esitetty seinän sähkökuvat.

Tässä vaiheessa ohjaavan opettajamme kanssa päätimme ottaa projektiin etäohjauksen KNX-järjestelmälle Wagon käyttöliittymän kautta. Koululla oli varastossa tähän tarvittava Wago KNX IP Starter Kit 2, mikä sisältää Wago tehonlähteen, controllerin, välämuuntimen sekä kaikissa Wago-järjestelmissä vaaditun päätymoduulin. Nämä osat eivät mahtuneet jo kiinnitettyyn keskuksen, joten SLO:lta haettiin pieni kotelo, mikä kiinnitettiin keskuksen alle kuvan 30 mukaisesti.



Kuva 30. Wago KNX IP Starter Kit 2

Teholähteeseen kytkettiin vaihe, nolla ja suojamaa, ja väyläkaapeli kytkettiin väylämuuntimeen. Teholähteeltä oli valmiit kaapeloinnit controllerille. Laitteet tulivat kiinni DIN-kiskoon kotelon pohjalla. Wago-teholähteeltä saatiin myös 24 V syöttö verhotoimilaitteelle.

9.2 Ohjelmointi ja toiminnallisuus

Seinällä voidaan toteuttaa samat toiminnallisuudet kuin salkulla sekä vielä laajempi kokonaisuus, mikä vastaa paremmin kiinteistöautomaatiota. Valaisimet on kytketty himmentimeen, ja niitä voidaan ohjata kytkimillä, liiketunnistimella tai hämäräkytkimellä. Kytkintoimilaitteeseen on kytketty puhallin, patteri sekä kaksi pistorasiaa. Puhallinta voidaan ohjata lämpötilan sekä kosteuden mukaan ja patterilla voidaan toteuttaa lämmityksen ohjaus siten, että patteri oikeasti lämmittää lämpötila-anturia. Pistorasioita voidaan ohjata kytkimellä tai kellolla. Verhoa voidaan ohjata alas tai ylös painamalla kytkintä pitkään, ja kaihtimia auki tai kiinni lyhyellä painalluksella. Verho voidaan myös ajaa parametreihin asetettuun arvoon esimerkiksi 50 % auki ja 50 % sälekäntö. Lisäksi verhoa voidaan ohjata valoisuuden mukaan.

9.3 Muutokset ja lisäykset

Teoriassa käytiin läpi KNX-topologiaa: linjoja ja alueita sekä linjayhdistimiä. Koululla oli nyt kolme KNX-järjestelmää opetuskäytössä, mutta niillä ohjelmoitiin yhden linjan toiminnallisuuksia. Oikeissa KNX-järjestelmissä on käytännössä aina useita alueita ja linjoja, joten halusimme näyttää opiskelijoille niiden yhdistämisen. Esitimme asian ohjaavalle opettajallemme, ja hän innostui aiheesta. Linjayhdistintä tulisi pystyä käyttämään kaikissa kolmessa järjestelmässä, joten linjayhdistimestä tuli rakentaa liikuteltava. SLO:lta tilattiin kuvan 31 mukainen linjayhdistin sekä pieni kotelo. Linjayhdistimeen liitetään yhdistettävien järjestelmien väyläkaapelit ja kaapelit pitää liittää oikein päin. Banaani-liittimiä mietittiin, mutta niissä on mahdollista kytkeä johdot ristiin. Päädyttiin käyttämään Molex-liittimiä, koska niitä ei saa kytkettyä väärinpäin. Molex-liittimet lisättiin salkkuun sekä seinän ja luokan järjestelmiin. Luokkaan ja seinään ruuvattiin molempiin kaksi ruuvia, mihin linjayhdistin kiinnitetään ohjelmoinnin ajaksi. Linjayhdistimessä toinen liitosjohto on pidempi, millä se kytkettiin toiseen järjestelmään.



Kuva 31. Linjayhdistin kotelossa

Molex-liittimen kanssa lisättiin ethernet-liitin Wago-kotelon kylkeen internet-kaapelia varten. Tämä osoittautui kuitenkin turhaksi, koska opettajamme halusi liittää seinän E006-luokan verkkoon, missä kaikki muutkin automaatiolait-

teet olivat. Wlan-reititin kiinnitettiin seinän alaosaan, lampujen alle, ja reitittimen pistotulppaista virtajohtoa varten Wago-kotelon DIN-kiskoon asennettiin pistorasia. Lämpötila-anturi asennettiin alun perin seinään kiinni, mutta ohjelmia testatessa huomattiin, että patterin tuottama lämpö ei osunut anturiin. Anturille rakennettiin koroke, jolloin anturi nousi patterin tasolle ja sen lämpötila muuttui patterin ollessa päällä. Kuvassa 32 on valmiista KNX-seinästä.



Kuva 32. Valmis seinä

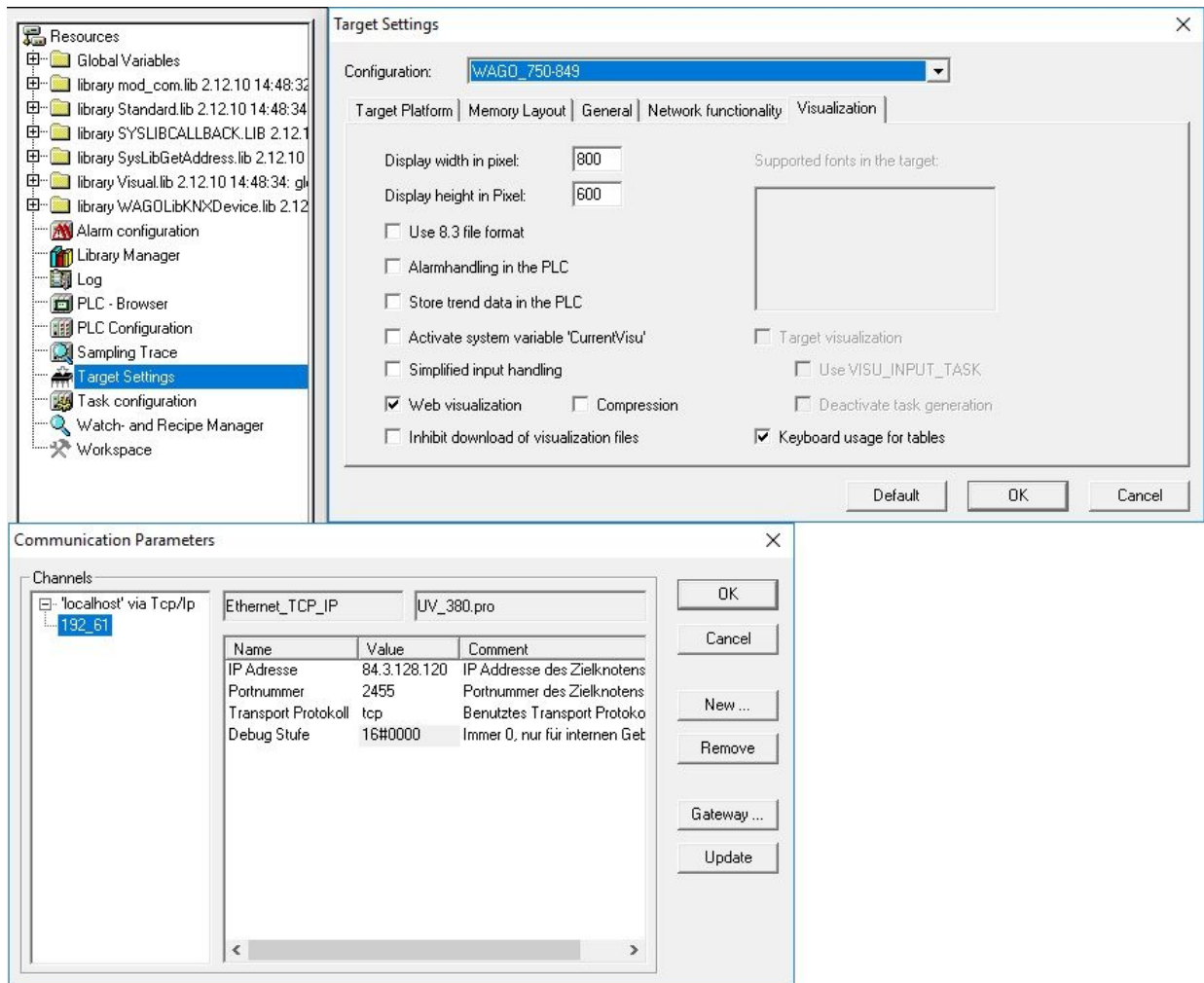
9.4 Wago

Seinän KNX-järjestelmän etäohjaus päätettiin toteuttaa Wago IP Starter Kit 2:lla. Wagon kautta toteutettavaan etäohjaukseen päädyttiin, koska koululla oli siihen tarvittavat komponentit valmiiksi hankittuna ja vaihtoehtoiset järjestelmät olivat kalliita. Wagon KNX IP Starter Kit 2 sisälsi KNX IP Controllerin 750-849, KNX TP1 moduulin 753-646 sekä tarvittavan päätylevyn 750-600. Lisäksi paketissa oli mukana asennus CD-levy, josta löytyivät valmiit pohjat ETS- ja Codesys-ohjelmiin sekä tarvittavat Codesys-kirjastot. Controlleri mahdollistaa

KNX-järjestelmien eri linjojen tiedonsiirron Ethernet-verkon yli, jolloin voidaan välttää väylän ruuhkautumista. Lisäksi controlleriin liitettävien moduulien avulla voidaan toteuttaa yhteys eri järjestelmien välille, esimerkiksi KNX-järjestelmä saadaan keskustelemaan DALI-valaisinohjauksen kanssa. TP1-moduulin tehtävänä on hoitaa väylien sanomamuutokset molempiin suuntiin, jotta ne osaavat keskustella ymmärrettävästi keskenään.

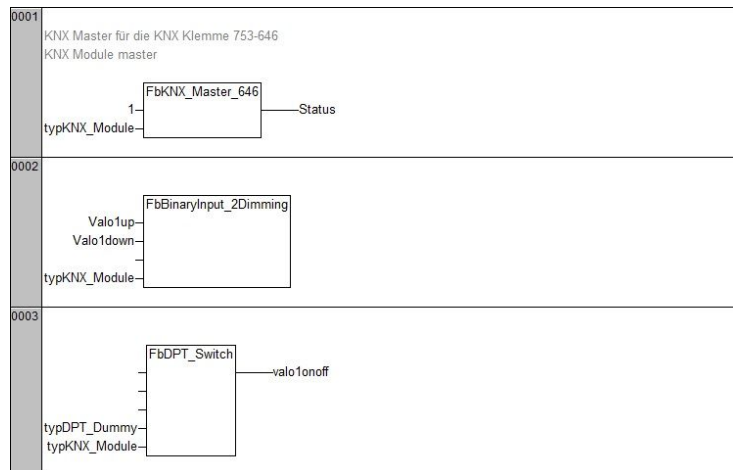
Ennen varsinaista ohjelmointia tulee tietokoneelle olla asennettuna Wago Ethernet Settings-, Wago USB Service Cable Driver- sekä Codesys 2.3-ohjelmat. Myös asennuslevyn mukana tulleet kirjastot tulee olla kopioituna Codesys-ohjelman libraries-kansioon. Tämän jälkeen liitetään tietokone ja controlleri yhteen ohjelmointikaapelilla. Wago Ethernet Settings-ohjelman avulla päästään muuttamaan controllerin IP-osoite. Asetimme controllerin IP-osoiteeksi E006-luokan verkossa vapaana olleen 84.3.128.120 sekä subnet-maskiksi määrittelimme 255.255.128.0. Osoitteiden määrittelyn jälkeen Wago Web Base Management-sivulla päästään muokkaamaan controllerin asetuksia vielä tarkemmin. Asetuksista tärkeintä on muistaa muuttaa kohta Enable KNX-net/IP Router pois käytöstä, jolloin controlleri toimii vain yhtenä laitteena järjestelmässä. Tässä työssä tarkoituksena oli toteuttaa ainoastaan etäohjaus Wagon avulla, jolloin controllerin ei pidä toimia routerin ominaisuudessa ja lähettää järjestelmän data verkkoon. Kokonaisuudessaan etäohjauksen toteutamisohje löytyy liitteestä 1.

Codesysin ohjelmapohja sisältää valmiin ohjelman, jossa on rakennettu valmis väylämuunnos-ohjelmalohko. Ohjelman avaamisen jälkeen, ennen ohjelmoinnin aloittamista, täytyy muutamia parametrejä muuttaa. Kuvasta 33 näkyy, kuinka target settings -asetuksista käydään valitsemassa web visualization aktiiviseksi sekä communication parametreista asetetaan aikaisemmin valittu IP-osoite yhteysväyläksi controlleriin.



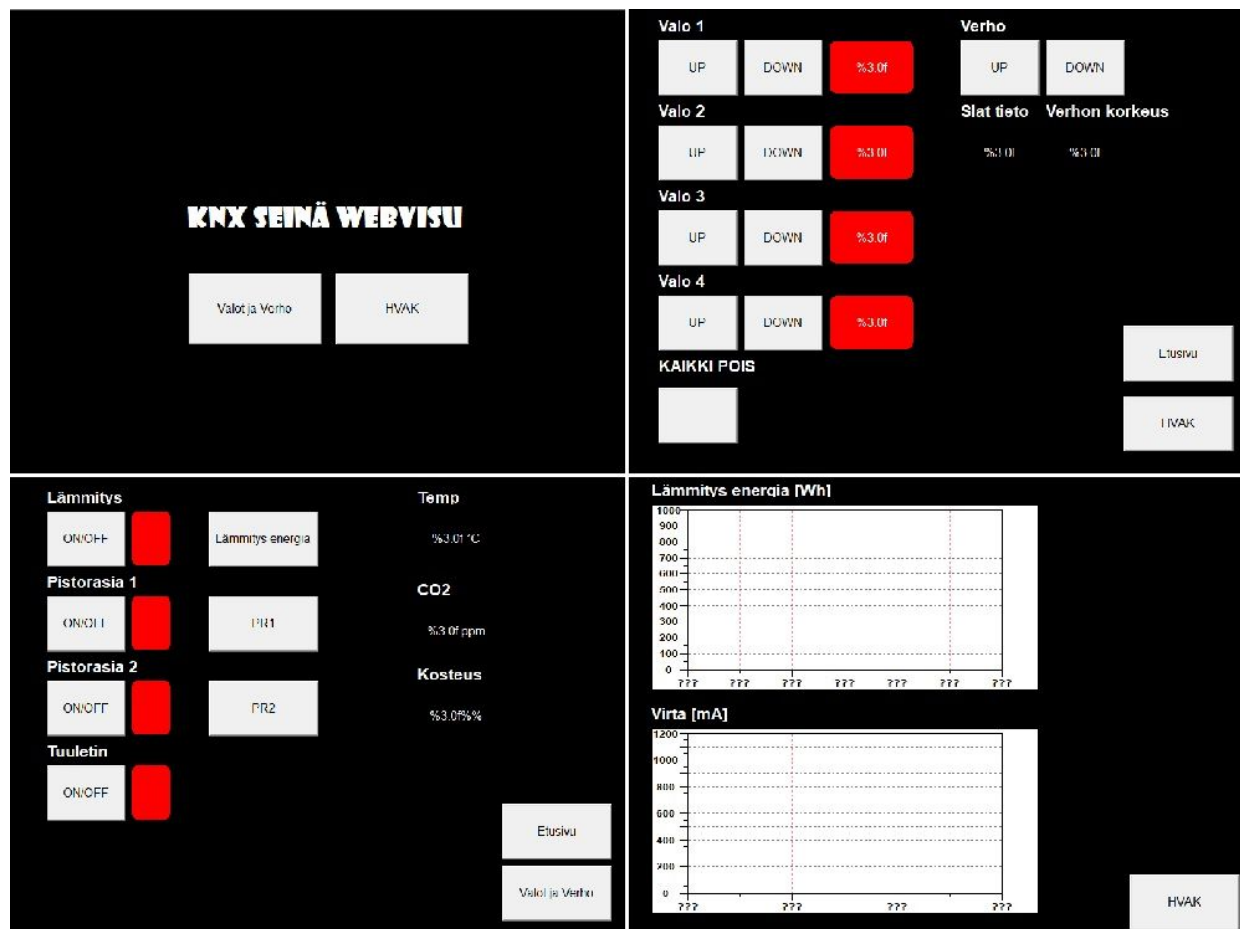
KUVA 33. Target settings ja IP-osoite

Ohjelmointikielenä valmiissa ohjelmassa toimii FBD (function block diagram). Ohjelmointi on tehty käyttäjälle helpoksi lisättyjen kirjastojen avulla. Applikaations_02.lib -kirjastosta löytyy valmiit function blockit yleisimpiin käyttötarkoituksiin, kuten valojen himmentämiseen ja sälekaihtimien ohjaukseen. Lisäksi KNX.lib-kirjastosta löytyy käännös-blockit jokaiselle datatyypille, jotka ovat käytössä KNX-järjestelmässä. Näiden valmiiden blockkien avulla voidaan toteuttaa datan liikkuminen järjestelmien välillä. Näitä blockkeja on havainnollistettu kuvassa 34.



KUVA 34. Valmiita blockkeja.

Codesys-ohjelmaan rakennetaan kaikki toiminnallisuudet, joita Wagon järjestelmän halutaan ohjaavan tai indikoivan KNX-järjestelmässä. Tässä työssä tarkoituksena oli toteuttaa etäohjaus Wagon web visualizationin kautta, joten teimme kuvassa 35 esiintyvät välilehdet pohjana visualisoinnille.

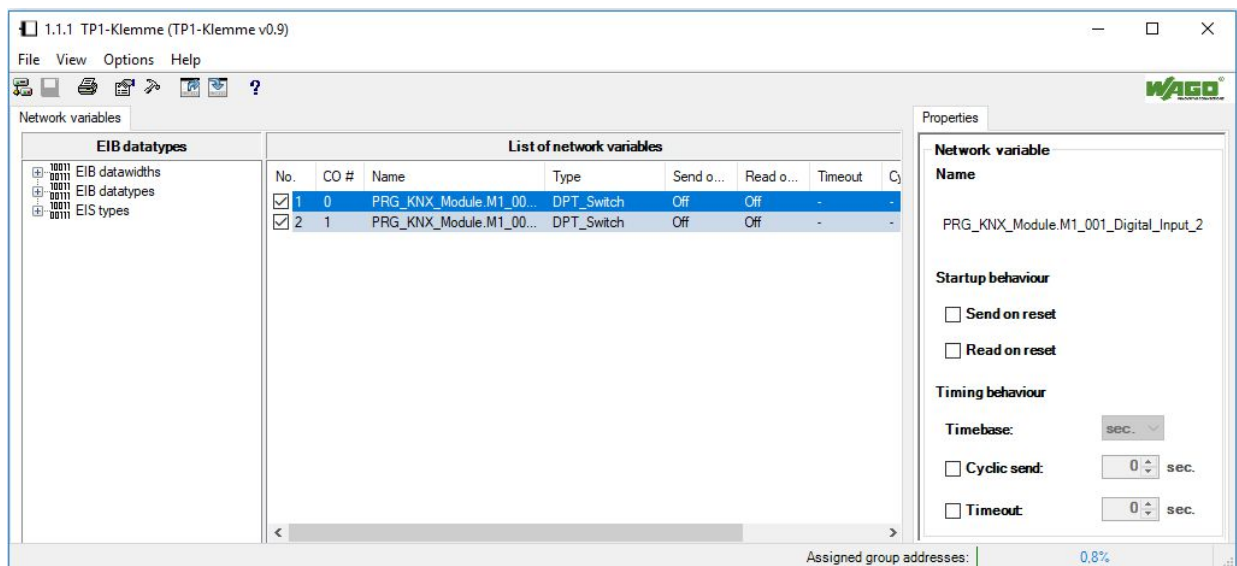


KUVA 35. Visualisointipohja

Tämän jälkeen lisättiin ohjelmaan tarvittavat datamuunnos-blockit, ja ne liitettiin oikeisiin objekteihin visualisoinnissa. Visualisoinnissa jokaista valoa pystyy

ohjaamaan päälle/pois, himmentämään ja myös suoraan asettamaan halua- maansa valaisutason. Sama idea toistui myös verhon ohjaamisessa. Na- peista voi ohjata sälekaihtimia eri asentoihin, mutta myös prosentuaalinen asetus on mahdollinen. Kytkintoimilaitteen perässä olevat lämmitys, tuuletin ja pistorasiat ovat päälle/pois-ohjattavia. Lisäksi kytkintoimilaitteessa on lasken- nallinen sisäinen virranmittaus, joten visualisointiin luotiin mahdollisuus tutkia jokaisen laitteen energian- ja virrankulutusta graafisessa muodossa.

Ohjelman valmistuessa Codesysiin luodut tiedot pitää viedä KNX-järjestelmän laitteille. Aluksi Codesysissä täytyy projektin asetuksien kautta luoda symboli- tiedosto, joka tekee ohjelman muuttujista tiedoston, jota ETS osaa tulkita. ETS-ohjelmassa avataan jälleen Wagon luoma valmis ohjelma Application Note KNX Starter Kit 3. Tähän ohjelmaan on lisätty jo valmiiksi tarvittava Wa- gon KNX TP1 -moduuli. TP1-moduulin parametri-valikosta avautuu uusi ik- kuna, kuten kuvassa 36.



KUVA 36. TP1-moduulin parametrivalikko

Valikon File-kohdasta löytyy Import SYM-XML file -valinta, jolla päästään ha- kemaan Codesysissä luotu symbolitiedosto. Tämä toiminto tuo symbolitiedos- tosta kaikki Wagon input- ja output-muuttujat ETS-ohjelmaan. Tämän jälkeen ETS-ohjelmointi tapahtuu aivan normaalisti, Wagon input- ja output-objektit yhdistetään KNX-järjestelmässä olevien laitteiden kanssa ryhmäosoitteiden avulla. Mikäli Codesys-ohjelmaan tehdään muutoksia, on symbolitiedosto luo- tava aina uudestaan ja haettava ETS-ohjelmassa, jotta ne näkyvät myös ETS:ssä. Ohjelmointien ollessa valmis täytyy vain ETS:n tiedot ladata KNX-

järjestelmään ja Codesysin ohjelma Wagon Controllerille, jolloin etäohjaus on valmis. Tässä opinnäytetyössä käytetty Codesys-ohjelma löytyy liitteestä 2.

10 POHDINTA

Opinnäytetyöllä oli kaksi tavoitetta: rakentaa Kaakkois-Suomen ammattikorkeakoululle kaksi uutta KNX-järjestelmää opetuskäyttöön sekä tutkia KNX-järjestelmän etäohjauksen toteutus Wago KNX IP Starter Kit 2:n avulla. Ensimmäisenä osiona oli tarkoituksena rakentaa KNX-salkku, ja sen rakentaminen aloitettiin helmikuussa 2017. Saatuamme KNX-salkun valmiiksi ja rahoituksen varmistuttua aloitimme KNX-seinän suunnittelun ja rakentamisen saman vuoden huhtikuussa. Aihe oli erittäin haastava, sillä kummallakaan ei ollut aikaisempaa kokemusta sähköalasta tai KNX-järjestelmästä ja sen ohjelmoinnista. Opinnäytetyö oli laajuudeltaan erittäin suuri johtuen suunnittelusta, asennuksista ja laitteiston testauksesta.

Etäohjauksen rakennus ja ohjelmointi oli työläs prosessi, koska ennakkotietoja ei ollut kenelläkään koulussamme ja etäohjauksesta oli tullut uudempi versio markkinoille. Tämä aiheutti haasteita, sillä Wagon sivuilta löytyvät ohjelmat ja ohjeet olivat tähän uudempaan versioon. Lisäksi Starter Kit 2 -ohjeet olivat vanhempaan ETS-versioon. Controllerin mukana tulevalta CD-levyltä ladatuilla ohjeilla ja ohjelmilla alkoi ohjelmointi onnistua. Suurin oivallus oli huomata, että ohjeet olivat kaksiosaiset. Ohjeissa oli eri ohjeet controllerille sen toimiessa laitteena tai reitittimenä. Tämä piti valita Wago Web Base Managementista, jossa oletuksena oli reititin, minkä vuoksi controlleri ei toiminut meidän käyttötarkoituksessamme. Lisäksi controllerin ohjelmoinnissa havaitsimme, että laitteelle ajettava boot project, joka mahdollistaa ladatun ohjelman pysymisen controllerin muistissa virran katketessa, aiheuttaa vain ristiriitoja controllerin muistissa useita versioita ladatessa. Tämän takia joudutaan aina tietyn väliajoin nollaamaan koko controlleri.

Salkku ja seinä otettiin heti käyttöön opetuksessa, ja opiskelijat pääsivät ohjelmoimaan niitä KNX-kurssilla. Salkun ohjelmoinnin yhteydessä ei havaittu puutteita. Seinän valoissa havaitsimme satunnaista vilkuntaa ja selvitimme tämän johtuvan siitä, että valitsemamme himmennin-yksikkö ei sovellu LED-

lamput. LED-valoille on olemassa niiden ohjaukseen tarkoitettu oma himmennin-yksikkö. Tästä vilkkumisesta päästään eroon vaihtamalla LED-lampujen tilalle normaalit hehkulamput.

Rakennettujen järjestelmien avulla voidaan KNX-kurssilla toteuttaa paljon laajempia ohjelmointikonaisuuksia ja opiskelijat saavat paremmin todellisuutta vastaavan kuvan ohjelmoinnista. Verrattaessa vanhaan vain yhden järjestelmän valo-ohjausohjelmointiin uudet oppimisympäristöt parantavat opetuksen tehokkuutta ja laatua huomattavasti. Lisäksi järjestelmät ovat liikuteltavia, mikä helpottaa tilojen varauksien suunnittelua. Salkku antaa myös mahdollisuuden kotona tapahtuvaan ohjelmoinnin harjoitteluun. Mielestämme saimme aikaan erittäin toimivat järjestelmät, jotka tukevat koulun KNX-kurssin toteutusta.

LÄHTEET

1. Härkönen, K. KNX-järjestelmän perusteet. 2. painos. Espoo: Sähköinfo Oy. 2015.
2. KNX-järjestelmän perusteet. KNX Association. 200x. Pdf-dokumentti. Saatavissa: https://moodle.xamk.fi/pluginfile.php/809270/mod_resource/content/1/KNX-perusteet.pdf [viitattu 20.10.2017].
3. KNX-Intoduction. KNX Association. 2016. Pdf-dokumentti. Saatavissa: https://www.knx.org/media/docs/Flyers/KNX-Introduction-Flyer/KNX-Introduction-Flyer_en.pdf [viitattu 22.10.2017].
4. KNX-kommunikointi. KNX Association. 200x. Pdf-dokumentti. Saatavissa: https://moodle.xamk.fi/pluginfile.php/809271/mod_resource/content/1/KNX2-kommunikointi.pdf [viitattu 20.10.2017].
5. KNX TP1 Topologia. KNX Association. 200x. Pdf-dokumentti. Saatavissa: https://moodle.xamk.fi/pluginfile.php/809273/mod_resource/content/1/KNX4-topologia.pdf [viitattu 23.10.2017].
6. KNX TP1-sanoma. KNX Association. 200x. Pdf-dokumentti. Saatavissa: https://moodle.xamk.fi/pluginfile.php/809272/mod_resource/content/1/KNX3-TP1-sanoma.pdf [viitattu 24.10.2017].
7. KNX Logic module. Schneider Electric Oy. 2017. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=P676090_1_0_Logik_Modul_56x_EN&p_EnDocType=System%20user%20guide&p_File_Id=1764695858&p_File_Name=P676090_1_0_Logik_Modul_56x_EN.pdf [viitattu 25.10.2017].
8. KNX Time sender. Schneider Electric Oy. 2017. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=P6772_561_00_GB&p_EnDocType=System%20user%20guide&p_File_Id=1764695753&p_File_Name=P6772_561_00_GB.pdf [viitattu 25.10.2017].

9. KNX Usb-liitäntä. Schneider Electric Oy. 2017. Pdf-dokumentti. Saatavissa: http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=V6818-751-01&p_EnDoc-Type=User%20guide&p_File_Id=3212990&p_File_Name=V6818-751-01.pdf [viitattu 25.10.2017].
10. KNX CO2, kosteus ja lämpötila anturi. Schneider Electric Oy. 2017. PDF-dokumentti. Saatavissa: http://download.schneider-electric.com/files?p_Reference=V6212-451-00&p_EnDoc-Type=User%20guide&p_File_Id=2598633&p_File_Name=V6212-451-00.pdf [viitattu 9.11.2017].
11. KNX Finland. KNX Finland ry. 2017. Www-dokumentti. Saatavissa: <http://www.knx.fi/index.php?k=220445> [viitattu 9.11.2017].
12. KNX tuoteluettelo 2016. Saatavissa: <https://www.schneider-electric.fi/fi/download/document/E-KNX-09-2016/> [viitattu 9.11.2017].
13. Teholähde KNX. Sähköteknisen kaupanliitto. 2018. Saatavissa: <https://www.sahkonumerot.fi/2820126/> [viitattu 3.3.2018]
14. Lähtöyksikkö KNX. Sähköteknisen kaupanliitto. 2018. Saatavissa: http://www.sahkonumerot.fi/2820118/?ws_info=false [viitattu 3.3.2018]
15. Valonsäädin KNX. Sähköteknisen kaupanliitto. 2018. Saatavissa: <http://www.sahkonumerot.fi/2820282/> [viitattu 3.3.2018]
16. KNX- Verhomoottorin ohjain. Sähköteknisen kaupanliitto. 2018. Saatavissa: <https://www.sahkonumerot.fi/2820272/> [viitattu 3.3.2018]
17. Logiikkayksikkö KNX. Sähköteknisen kaupanliitto. 2018. Saatavissa: <https://www.sahkonumerot.fi/2820327/> [viitattu 3.3.2018]


18. Ohjausyksikkö KNX. Sähköteknisen kaupanliitto. 2018. Saatavissa:
<https://www.sahkonumerot.fi/2820326/> [viitattu 3.3.2018]
19. Väylämuunnin KNX. Sähköteknisen kaupanliitto. 2018. Saatavissa:
<https://www.sahkonumerot.fi/2820124/> [viitattu 3.3.2018]
20. Liiketunnistin Exxact. Sähköteknisen kaupanliitto. 2018. Saatavissa:
<https://www.sahkonumerot.fi/2816181/> [viitattu 3.3.2018]
21. Sääasema KNX. Sähköteknisen kaupanliitto. 2018. Saatavissa:
<https://www.sahkonumerot.fi/2820312/> [viitattu 3.3.2018]
22. Painike Exxact. Sähköteknisen kaupanliitto. 2018. Saatavissa:
<https://www.sahkonumerot.fi/2816141/> [viitattu 3.3.2018]
23. Anturi KNX KNX. Sähköteknisen kaupanliitto. 2018. Saatavissa:
<https://www.sahkonumerot.fi/2820146/> [viitattu 3.3.2018]

Wago KNX IP Starket Kit 2 käyttöohje

- Aseta controllerin mukana tullut asennus cd-levy tietokoneesi cd-asemaan.
- Avaa levyllä oleva tiedosto.
- Levy avaa internet sivun mistä pääset lataamaan tiedostoja.
- Valitse downloads.

You are here: [Home](#)

eBooks



Please find here the catalogs and brochures of our product range AUTOMATION as eBooks.
[more...](#)





AUTOMATION Tools and Docs

Welcome to the WAGO AUTOMATION Tools and Docs DVD.
This DVD provides you with all the information about our AUTOMATION product range.

AUTOMATION Tools and Docs offers the advantage that bigger files such as manuals in the form of PDF files are available without having to connect to the Internet, possibly resulting in long download times.

You will find the latest information and all current downloads at www.wago.com in the Service area under "Downloads". This tool is an offline information resource and as such only contains the data which is valid at the time of production. Specifications are subject to changes and errors may be expected.

Quicklinks

-  [eShop/Online Catalog](#)
-  [Documentation](#)
-  [Downloads](#)
-  [Information material](#)

Contact

We want to enlarge our range of information continuously. It is important to us to also respond to your requirements, so we would be pleased to receive your ideas and suggestions!

WAGO Kontakttechnik GmbH & Co. KG
 Technical Advice
 Hansastr. 27
 D-32423 Minden

+49 (0)571/ 887-625
 +49 (0)571/ 887-169
tce@wago.com

>>Please find the latest information at www.wago.com<<

Design and navigation on AUTOMATION Tools and Docs have also been adapted to the website layout. The contents are:

AUTOMATION


This area contains the current documentation at the time of production as well as technical information.

Service

This rubric includes the current documentation at the time of production, catalogs and brochures of our product range AUTOMATION as eBooks, information material as PDF as well as AUTOMATION and building automation softwares to be downloaded from DVD.

Contact

Please find your contact person here.



- Valitse Building automation.

You are here: [Service](#) >> [Downloads](#)

Service

- Support
- Downloads
- AUTOMATION
- Building Automation
- General
- Documentation
- Literature request

On this page we provide software applications for our AUTOMATION products and building automation which you can install from the DVD. You can [download](#) more software and CAD/CAE data for WAGO products from our website.

AUTOMATION

Software for the WAGO-I/O-SYSTEM

Building automation

Software for building automation

General

Updates for Internet Browser and PDF-Reader



→Valitse KNX/EIB Downloads

You are here: [Service](#) >> [Downloads](#) >> [Building Automation](#)

Service

- Support
- Downloads
- AUTOMATION
- Building Automation
 - General
 - Documentation
 - Literature request

BACnet Downloads
BACnet Configurator, BACnet manuals, PICS, CoDeSys Library, Application Note

KNX/EIB Downloads
ETS3 product database, WAGO-KNX concept, manuals and data sheet, software for the KNX IP StarterKit

LON-Downloads
WAGO TOPLOM® PRIO, WAGO TOPLOM® IF, manual, data sheet, quickstart
Neuron-C Library

Application notes
Examples of HVAC installations, KNX/EIB, time switch functions (scheduler), typical applications for M-Bus, DALI, EnOcean and LON, touch panels from Micro Innovation AG, weather station, Thermokon WRF08

WAGO-I/O-PRO libraries
General building functions, building functions HVAC, KNX/EIB, DALI for terminal 750 - 641, EnOcean for terminal 750 - 642, M-Bus, Belimo® IP-Bus for terminal 750 - 643, Romotec® manual operation robotech easy, Romotec® manual operation with Modbus-RTU connection, time switch functions (Scheduler)

Quicklinks

eShop/Online Catalog

- [BACnet Downloads](#)
- [KNX/EIB Downloads](#)
- [LON-Downloads](#)
- [Application notes](#)
- [WAGO-I/O-PRO libraries](#)

→Valitse KNX IP Starter Kit 2 Download from DVD.

You are here: [Service](#) >> [Downloads](#) >> [Building Automation](#)

Service

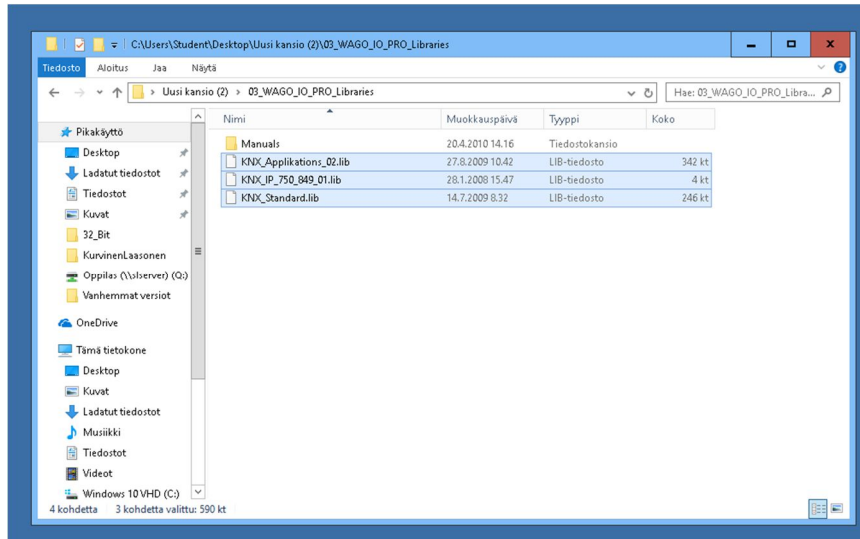
- Support
- Downloads
- AUTOMATION
- Building Automation
 - General
 - Documentation
 - Literature request

Software

Description	Version Date	Size	Download from DVD
KNX IP StarterKit 2 Ttem no. 512 206 18	09/2009	48.403 kB	
KNX-Library for WAGO-I/O-PRO CAA	07/2009	2.285 kB	
KNX/EIB/TP1-module 753-646 Application note	04/2007	1.243 kB	
WAGO product database for KNX controller 750-849 including the PlugIn for ETS3.0f	1.0.187.0 07/2008	10.138 kB	
WAGO product database for KNX Router 750-849 + 753-646 including the PlugIn for ETS3.0f	1.0.187.0 07/2008	9.710 kB	
WAGO product database for KNX module 753-646 including the PlugIn for ETS3.0d	1.0.187.0 07/2008	10.134 kB	

→Pura tiedostot haluamaasi kansioon.

→Vie wago_io_pro_libraries kansioista, 3 kirjastoa C:\Program Files (x86)\WAGO Software\CoDeSysV2.3\Targets\WAGO\Libraries\32_Bit polusta löytyvään kansioon.

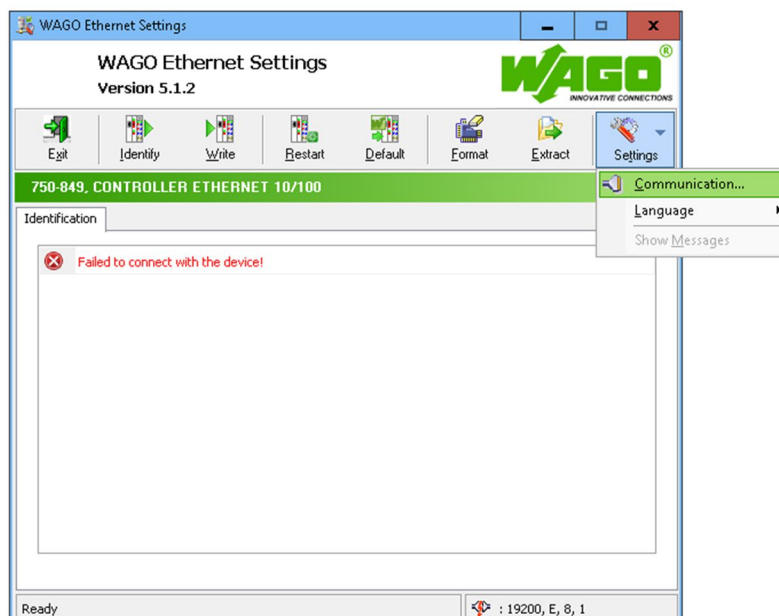


→Valitse vapaa IP-osoite -> E02 Automaatiolabra 84.3.128.xxx subnet mask 255.255.128.0 default gateway 84.3.128.1

→Asenna Wago USB Service Cable Driver tietokoneelle.

→Muodostetaan yhteys Wago controllerin ja tietokoneen välille Wago-kaapelilla.

→Avataan Wago Ethernet Settings-ohjelma. Valitaan Settings-välilehdeltä Communication kohta



→Connection kohdasta valitaan Serial Ports.

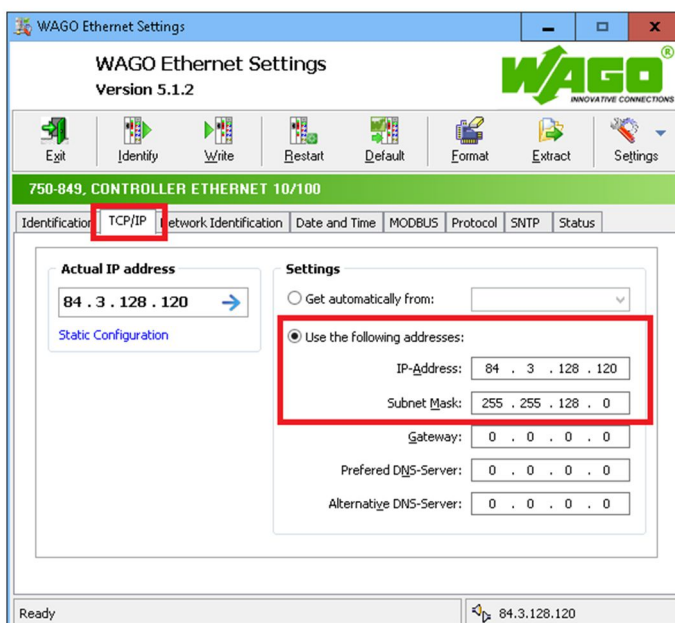
→Porttikohtaan valitaan oikea USB-portti, missä lukee Wago USB Service Cable.

→Tämän jälkeen testataan yhteys Test-painikkeella. Ja painetaan OK.



→Avataan TCP/IP välilehti.

→Valitaan täppä Use the following addresses ja syötetään siihen aikaisemmin valittu IP-osoite ja Subnet Mask.

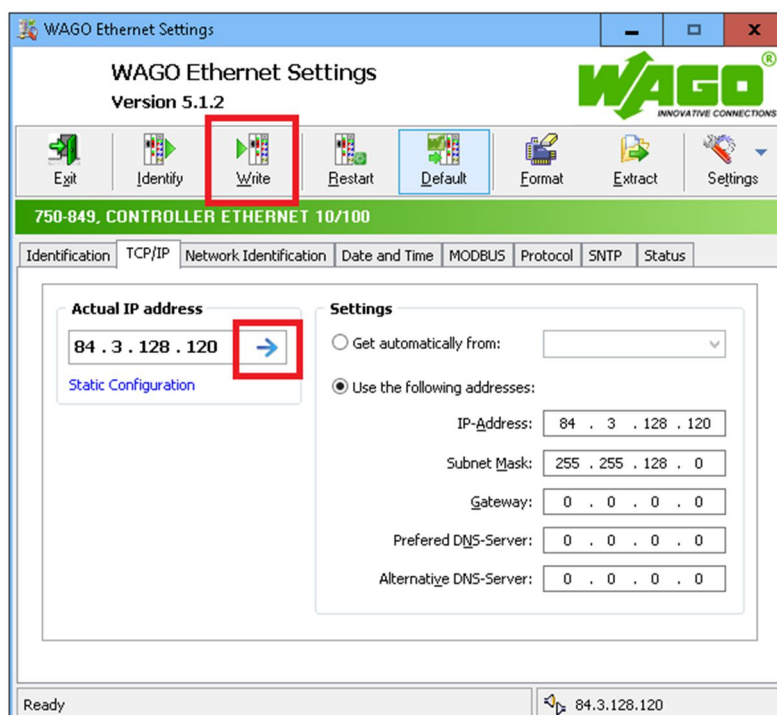


→Date and Time välilehdeiltä painetaan Apply. Tämä päivittää controllerin ajan ja päivän.



→Tämän jälkeen painetaan Write-nappia, mikä tallentaa asetukset controlleriin.

→Katsotaan Actual IP -osoite kohdasta, että on valittu oikea IP-osoite ja painetaan oikealla puolella olevaa nuolta. Tästä aukee Wago Web Based Management, mihin palataan myöhemmin.



→Tämän jälkeen mennään edellä mainittuun Wago Web Based Management

→Navigation-valikosta valitaan KNX.



→Ohjelma kysyy käyttäjää ja salasanaa oletuksena kt:admin ss:wago.

→Enable KNXnet/IP Router kohdasta painetaan täppä pois. Ja tämän jälkeen painetaan submit-näppäintä.

→Tämän jälkeen controlleri käynnistetään uudelleen.

Web-based Management



KNX Settings

This page is for the configuration of additional features. Changes of the configuration will take effect after the next software or hardware reset.

**KNX IP Controller
address configuration**

Router address:	1.1.1
Router tunneling address:	15.15.255
KNX IP Device address:	15.15.254

**KNXnet/IP Router
KNX IP Device
Configuration**

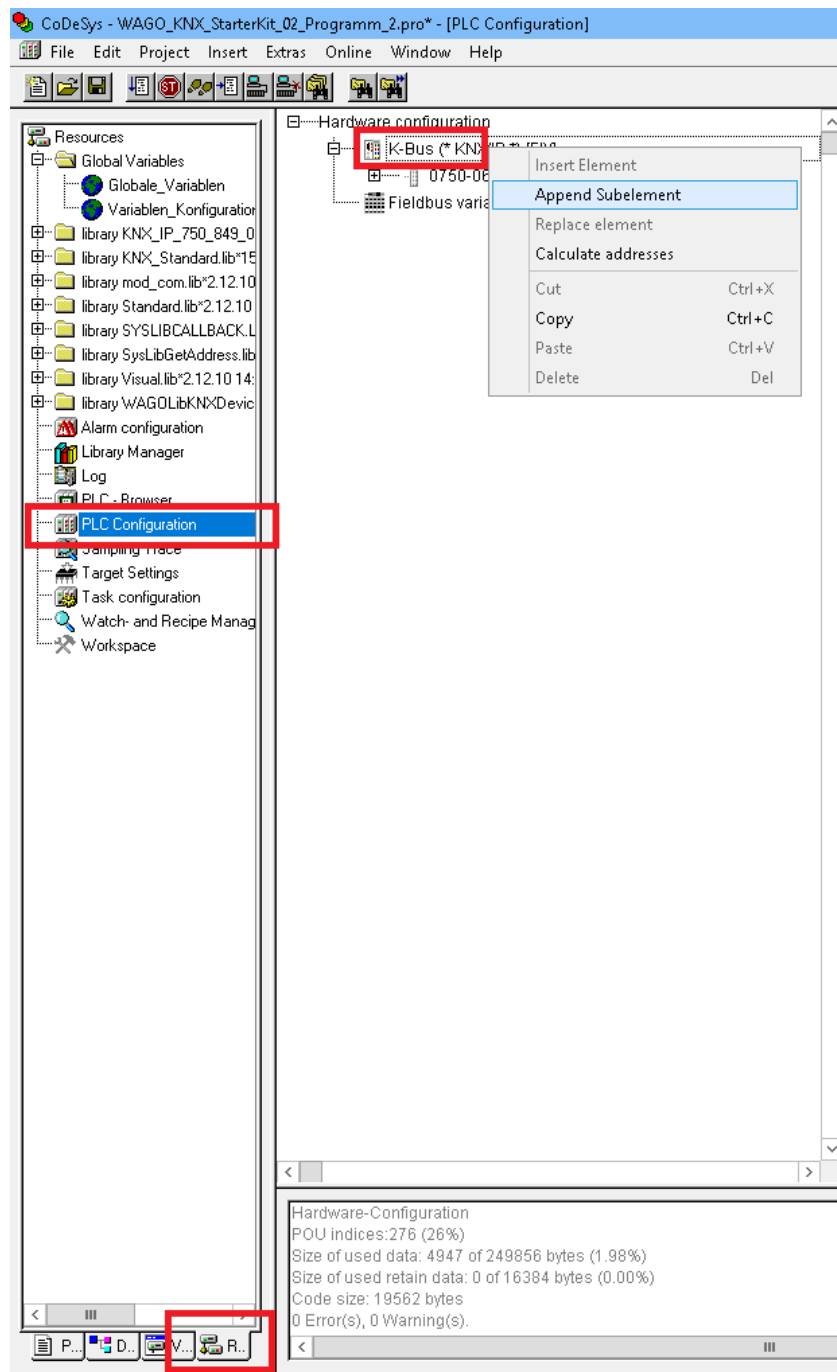
Enable transmission limit for IP => TP routers	<input checked="" type="checkbox"/>
Enable KNXnet/IP Router	<input checked="" type="checkbox"/>
Non-adaptive terminal bus speed	<input type="checkbox"/>

→ Käynnistä wago_io_pro_aplication kansioista Wago_knx_starkeit_02_programm_02.pro

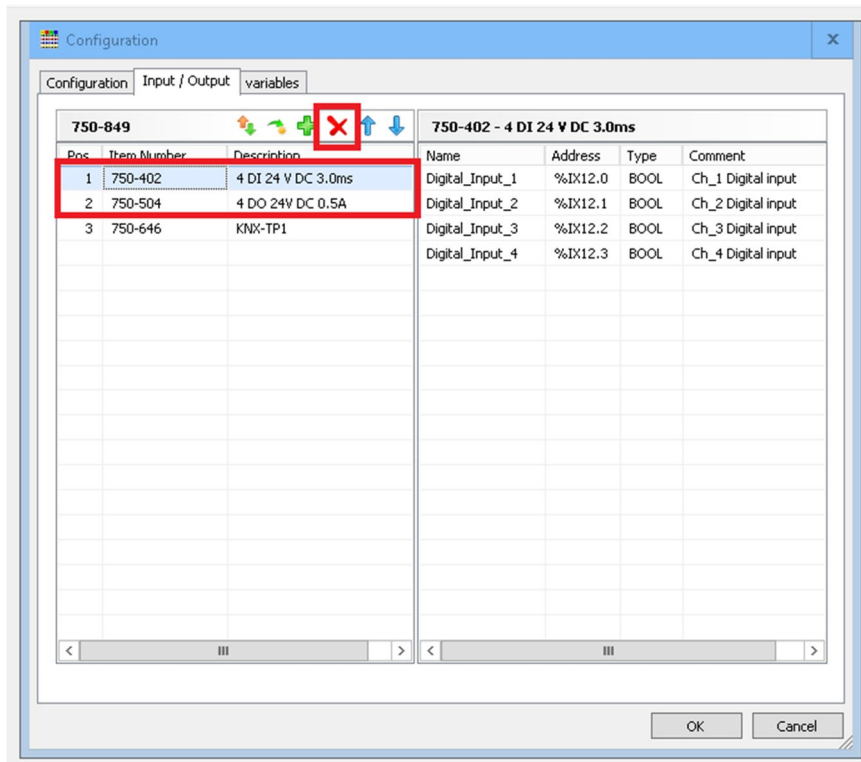
→ Codesys avaa valmiin ohjelmapohjan.

→ Vasemmasta alareunasta Resource välilehti.

→ Valitaan PLC Configuration ja K-Bus kohdasta hiiren oikealla Append Subelement.

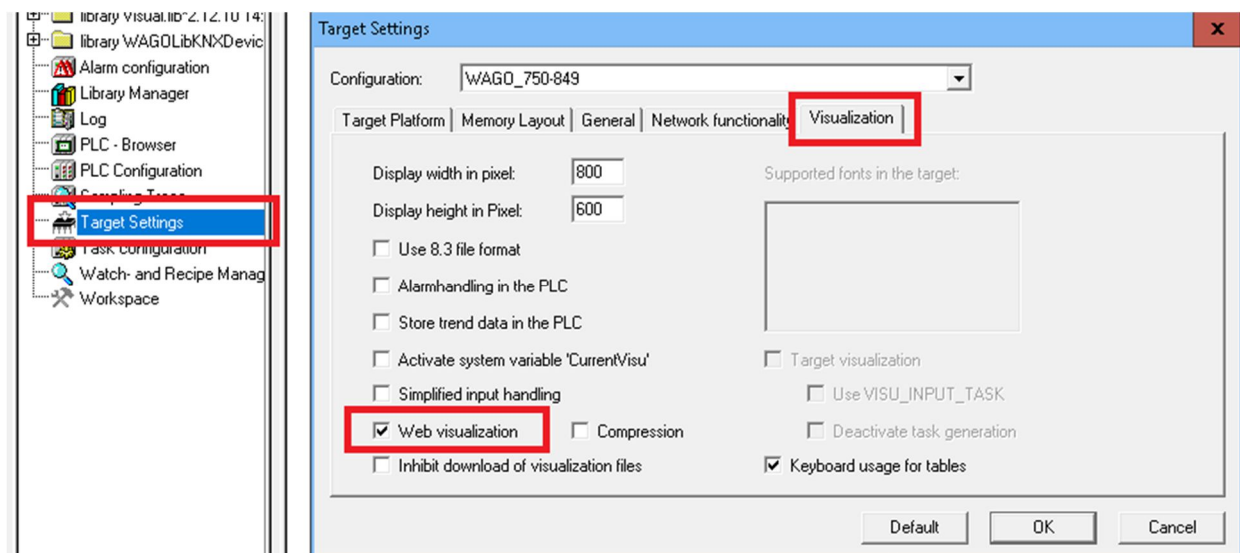


→ Poistetaan Digitaaliset input ja output palikat 750-402 ja 750-504 valitsemalla ne ja painamalla punaista ruksia.



→ Puuvalikosta valitaan Target Setting.

→ Visualization välilehdeltä Web visualization täppä päälle.



→Pous välilehdeltä valitaan PRG_KNX_Module.

→Luodaan muuttujat Digital_input_2 BOOL ja Digital Output_2 BOOL.

CoDeSys - WAGO_KNX_StarterKit_02_Programm_2.pro* - [PRG_KNX_Module (PRG-FBD)]

File Edit Project Insert Extras Online Window Help

POUs
 PLC_PRG (PRG)
 PRG_KNX_Module (PRG)

```

0004 typKNX_Module      : typKNX;      (*Variable zur internen Kommunikation
0005 Status             : enumStatusKNX; (*Anzeige Statusinformation / Indicator
0006 ProgMode           : BOOL;        (*Programmiermodus / Program mode
0007 typDPT_Dummy      : typDPT;      (*Variable um optional Werte RETAIN s
0008 KNX_OUT_Digital_Input_2 : FbDPT_Switch; (*KNX Kommunikationsobjekt Senden
0009 KNX_IN_Digital_Output_2 : FbDPT_Switch; (*KNX Kommunikationsobjekt Empfangen
0010
0011 Digital_Input_2    : BOOL;
0012 Digital_Output_2  : BOOL;
0013
0014
0015 END_VAR
0016
0017
0018
  
```

0001
 KNX Master für die KNX Klemme 753-646
 KNX Module master
 KNX_module_Master
 FbKNX_Master_646
 1-bModule_753_646 enumStatusKNX Status
 typKNX_Module-typKNX > xProg_Mode-ProgMode

0002
 KNX Kommunikationsobjekt 1-Bit zum Senden
 KNX communication object for sending 1-Bit data
 KNX_OUT_Digital_Input_2
 FbDPT_Switch
 Digital_Input_2-xSwitch_IN xSwitch_OUT
 xUpdate_KNX xUpdate_PLC
 tMinSendTime xTimeOut
 typDPT_Dummy-typDPT >
 typKNX_Module-typKNX >

0003
 KNX Kommunikationsobjekt 1-Bit zum Empfangen
 KNX communication object for receiving 1-Bit data
 KNX_IN_Digital_Output_2
 FbDPT_Switch
 xSwitch_IN xSwitch_OUT Digital_Output_2
 xUpdate_KNX xUpdate_PLC
 tMinSendTime xTimeOut
 typDPT_Dummy-typDPT >
 typKNX_Module-typKNX >

→Ylävalikosta Project →Options kohta.

CoDeSys - WAGO_KNX_StarterKit_02_Programm_2.pro* - [PRG_KNX_Module (PRG-FBD)]

File Edit Project Insert Extras Online Window Help

POUs
 PLC_PRG (PRG)
 PRG_KNX_Module (PRG)

```

0004 typKNX_Module      : typKNX;      (*Variable zur internen Kommunikation
0005 Status             : enumStatusKNX; (*Anzeige Statusinformation / Indicator
0006 ProgMode           : BOOL;        (*Programmiermodus / Program mode
0007 typDPT_Dummy      : typDPT;      (*Variable um optional Werte RETAIN s
0008 KNX_OUT_Digital_Input_2 : FbDPT_Switch; (*KNX Kommunikationsobjekt Senden
0009 KNX_IN_Digital_Output_2 : FbDPT_Switch; (*KNX Kommunikationsobjekt Empfangen
0010
0011 Digital_Input_2    : BOOL;
0012 Digital_Output_2  : BOOL;
0013
0014
0015 END_VAR
0016
0017
0018
  
```

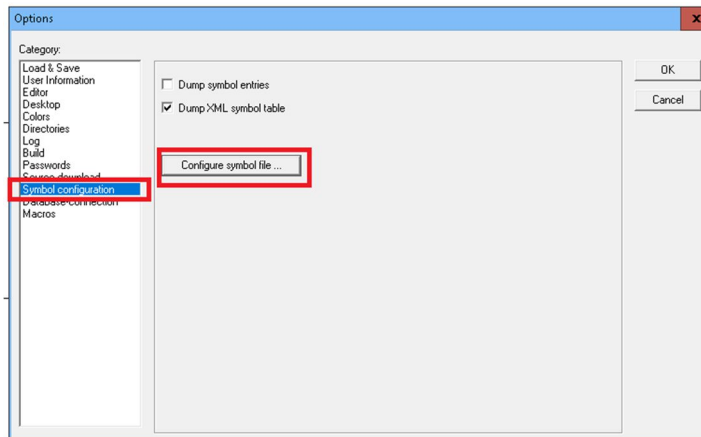
Build F11
 Rebuild all
 Clean all
 Load download information...
 Object >
 Project database >
 Options...
 Translate into other languages >
 Document...
 Export...
 Import...
 Siemens Import >
 Merge...
 Compare...
 Project Info...
 Global Search...
 Global Replace...
 View Instance...
 Show Call Tree
 Show Cross Reference...
 Check >
 Add Action
 User Group Passwords...

KNX Klemme 753-646
 KNX_module_Master
 FbKNX_Master_646
 1-bModule_753_646 enumStatusKNX Status
 typKNX_Module-typKNX > xProg_Mode-ProgMode

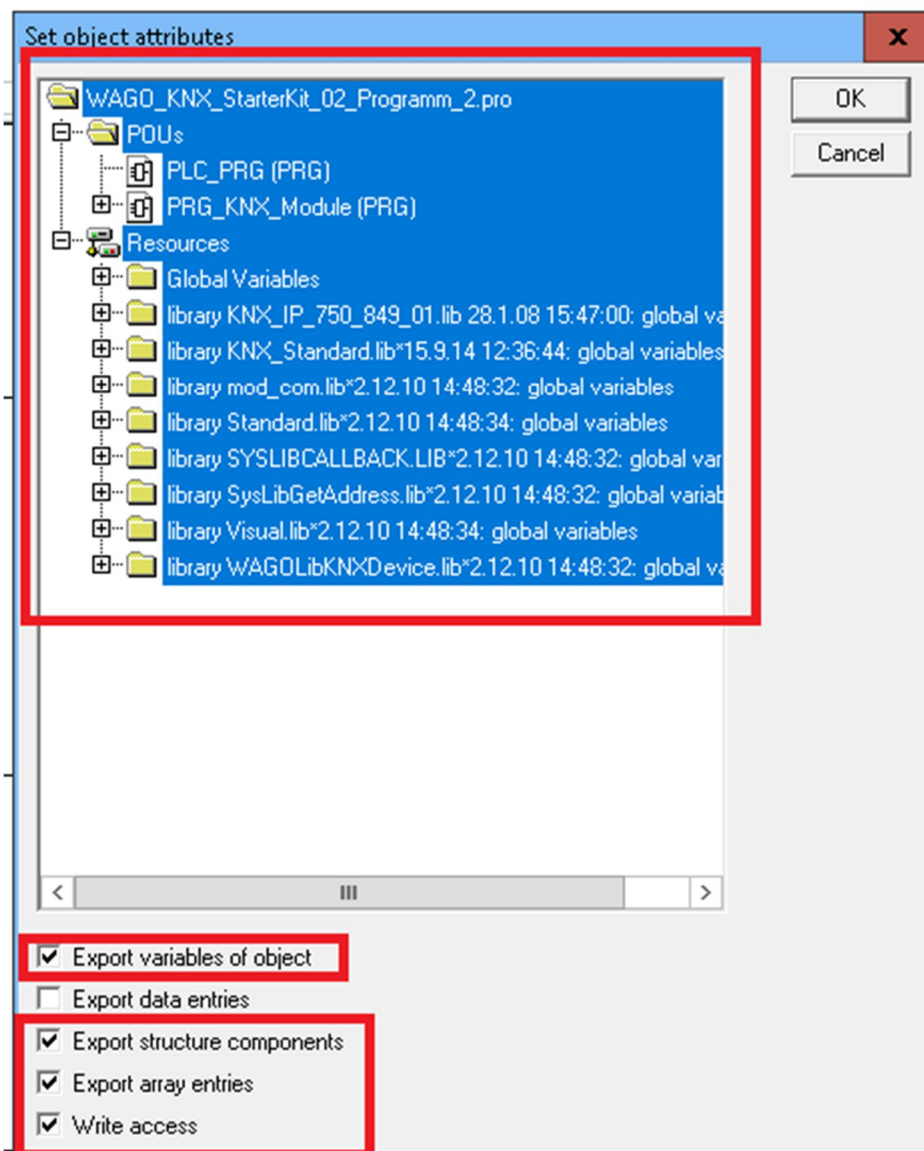
KNX Kommunikationsobjekt 1-Bit zum Senden
 KNX communication object for sending 1-Bit data
 KNX_OUT_Digital_Input_2
 FbDPT_Switch
 Digital_Input_2-xSwitch_IN xSwitch_OUT
 xUpdate_KNX xUpdate_PLC
 tMinSendTime xTimeOut
 typDPT_Dummy-typDPT >
 typKNX_Module-typKNX >

KNX Kommunikationsobjekt 1-Bit zum Empfangen
 KNX communication object for receiving 1-Bit data
 KNX_IN_Digital_Output_2
 FbDPT_Switch
 xSwitch_IN xSwitch_OUT Digital_Output_2
 xUpdate_KNX xUpdate_PLC
 tMinSendTime xTimeOut
 typDPT_Dummy-typDPT >
 typKNX_Module-typKNX >

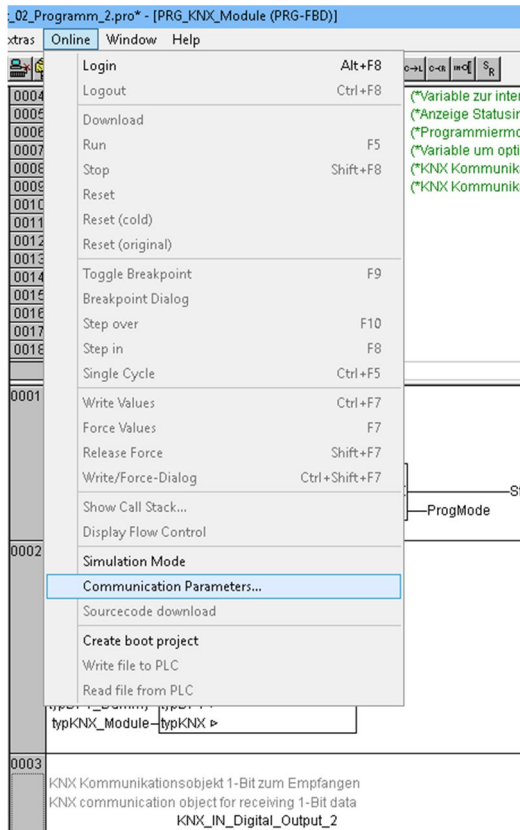
→ Symbol configuration kohdasta -> Configure symbol file.



→Avautuvasta ikkunasta katsotaan, että kaikki kohdat on valittu ja täpät ovat oikeissa kohdissa. Export variables of object kohdassa täppä voi olla harmaana jolloin sitä pitää painaa 2 kertaa.

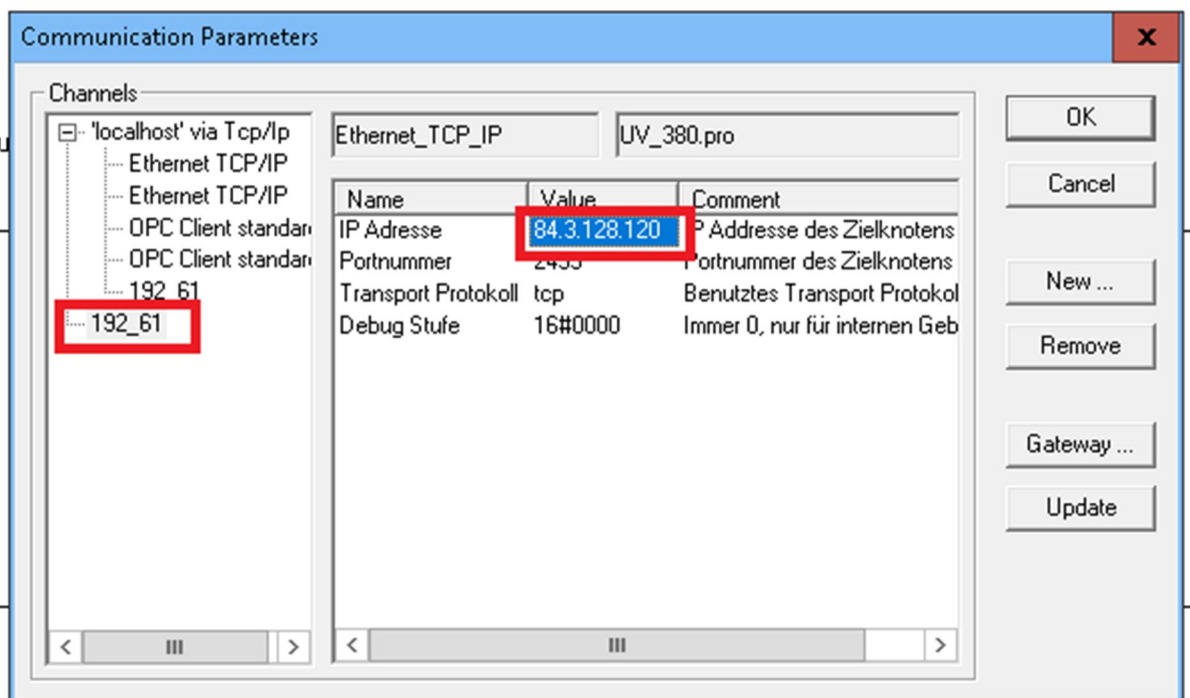


→Valitaan ylävalikosta Online→ Communication parameters.

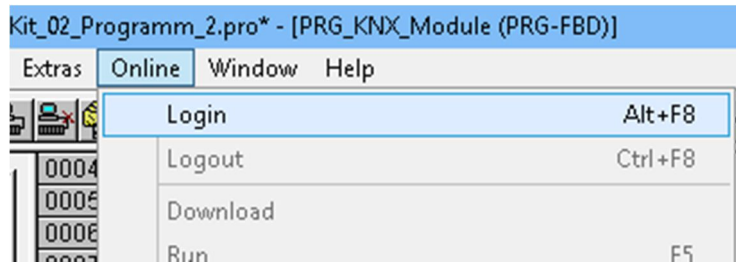


→Channels kohdasta valitaan alin kohta.

→Kaksoisklikkaamalla Value kohdasta pääset muuttamaan IP-osoitetta. Asetetaan valittu IP-osoite 84.3.128.120

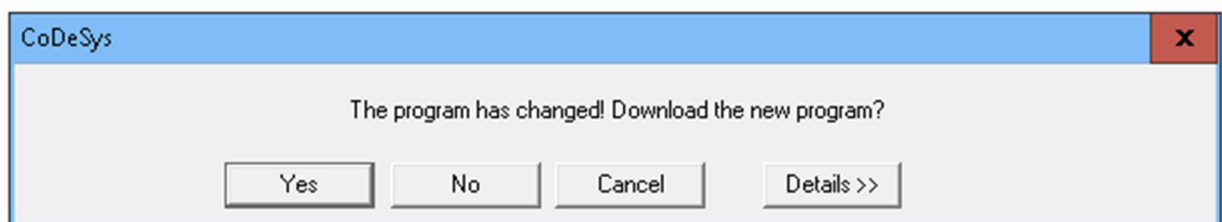


→Ylävalikosta Online→ Login.

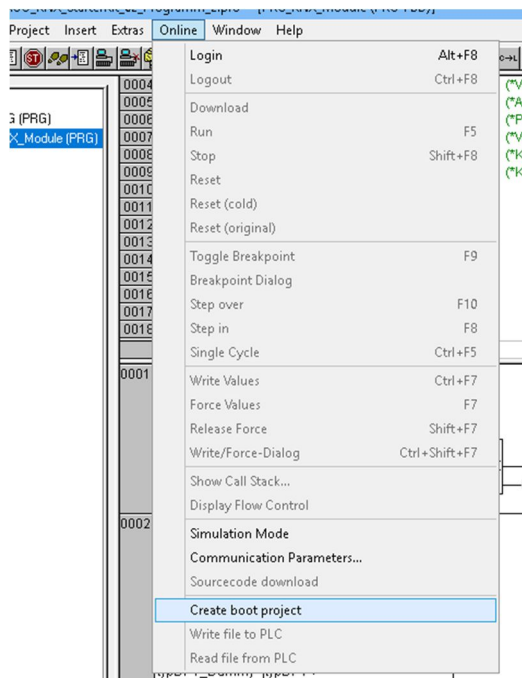


→Codesys kysyy ladataanko ohjelma controllerille.

→Valitaan kyllä.



→Ylävalikosta Online→Create boot project.



→Ladataan Application Note KNX Starterkit3.

http://global.wago.com/en/services/downloads/download-search/index.jsp?q=Application+Note+KNX+StarterKit3&action=search&frontendId=frontendDownload_cms_de-en&lang=en

→Puretaan haluttuun kansioon.

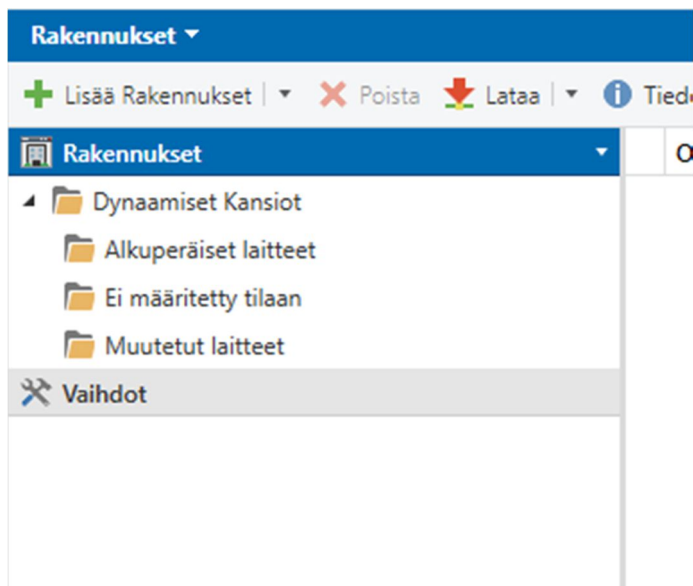
→Avaa ETS 5.

→Yhdistä USB-kaapelilla tietokone ja KNX USB-rajapinta.

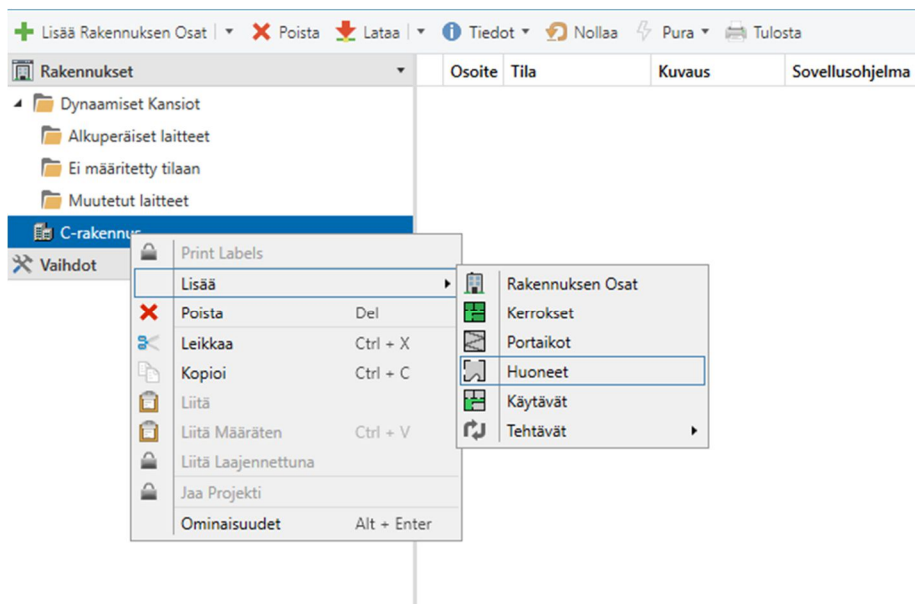
→Valitse tuo projekti →Tuo äsken purkamastasi kansioista ETS 4 projekti wago_starterkit3_programm_2.knxproj

→Käynnistä projekti.

→Lisää rakennus.

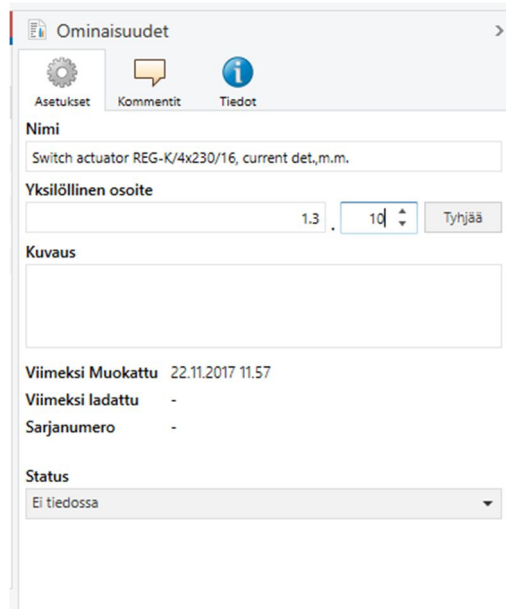


→Luo rakennukseen uusi huone ja keskus ja nimeä ne.

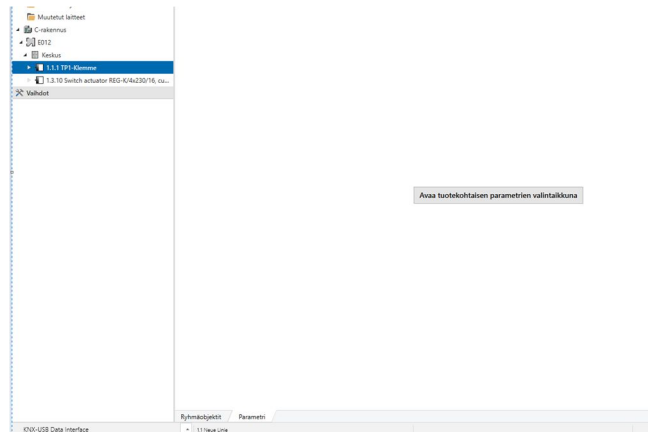


→Lisää huoneeseen ja keskukseen laitteet drag and dropilla. (esimerkiksi kytkintoimilaite).

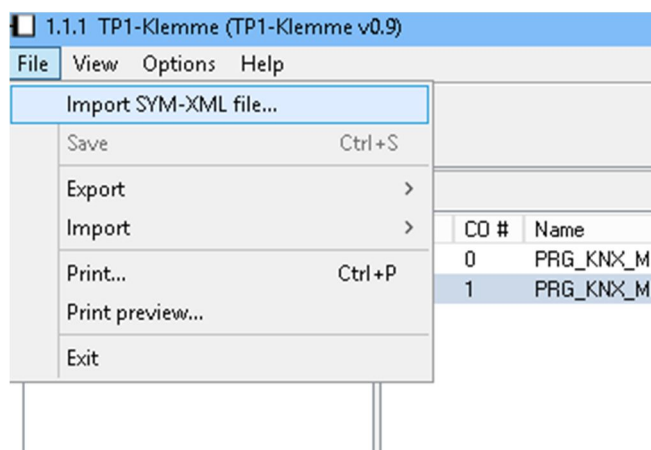
→Aseta yksilölliset osoitteet.



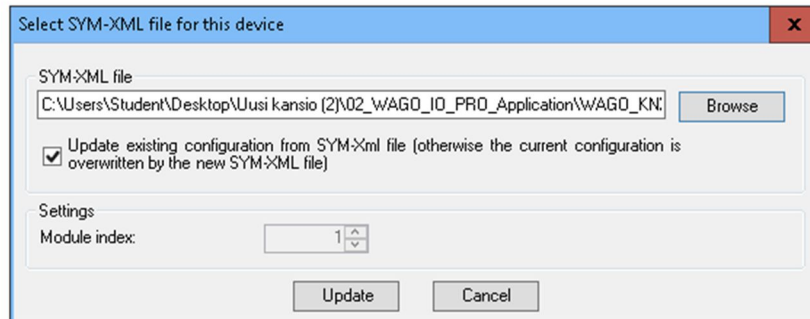
→Valitse TP1-Klemme→Parametrit.



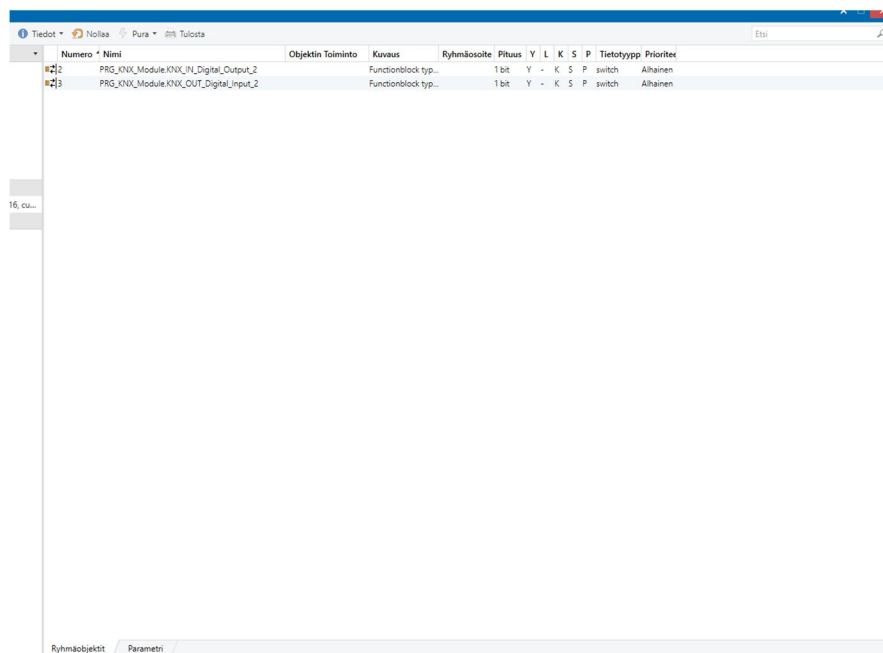
→File Import SYM-XML file...



→Browse näppäimellä etsi SYM-XML file samasta kansioista mihin tallensit Codesys tiedoston→Update.



→Tämän jälkeen Codesyssä luodut inputit ja outputit näkyvät TP1-Klemmen ryhmäobjekteissa.



→Tämän jälkeen voit ryhmäosoitteilla yhdistää Codesys inputteja ja outputteja KNX-ryhmäobjektien kanssa.

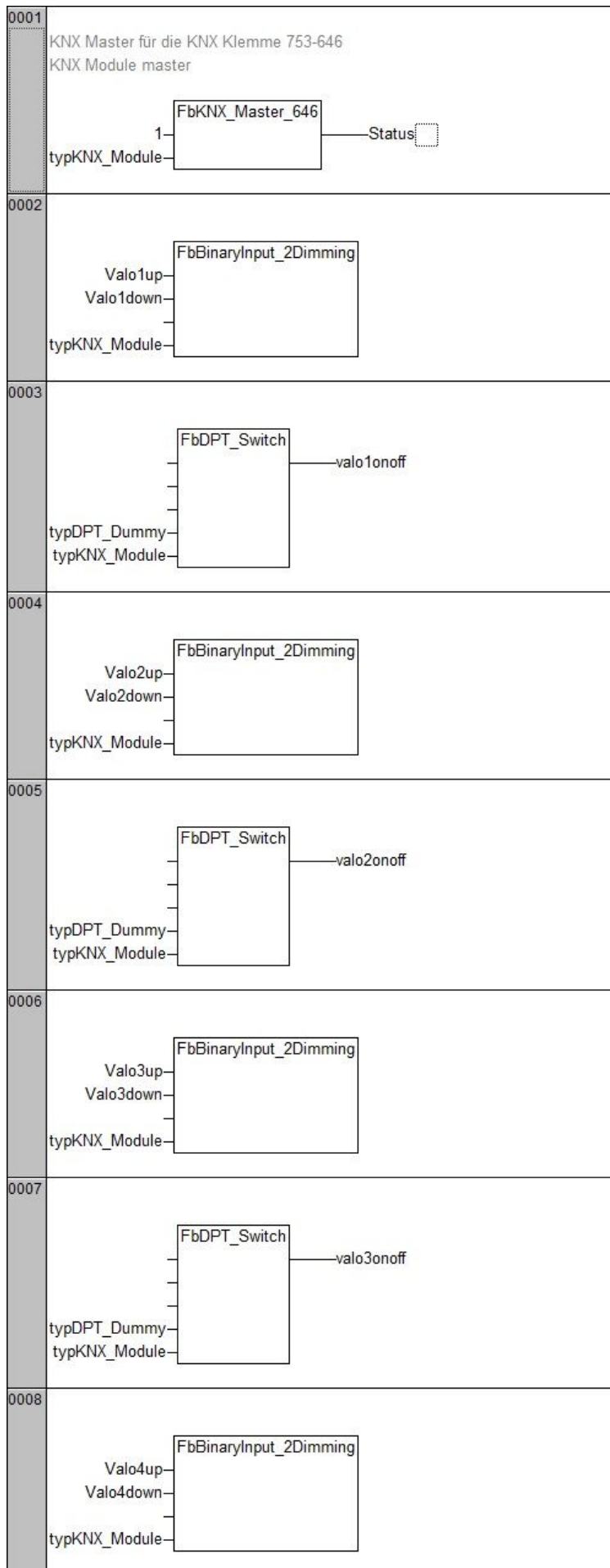
→Kun olet tehnyt ohjelman valmiiksi lataat sovelluksen ja yksilölliset osoitteet ETS:llä.

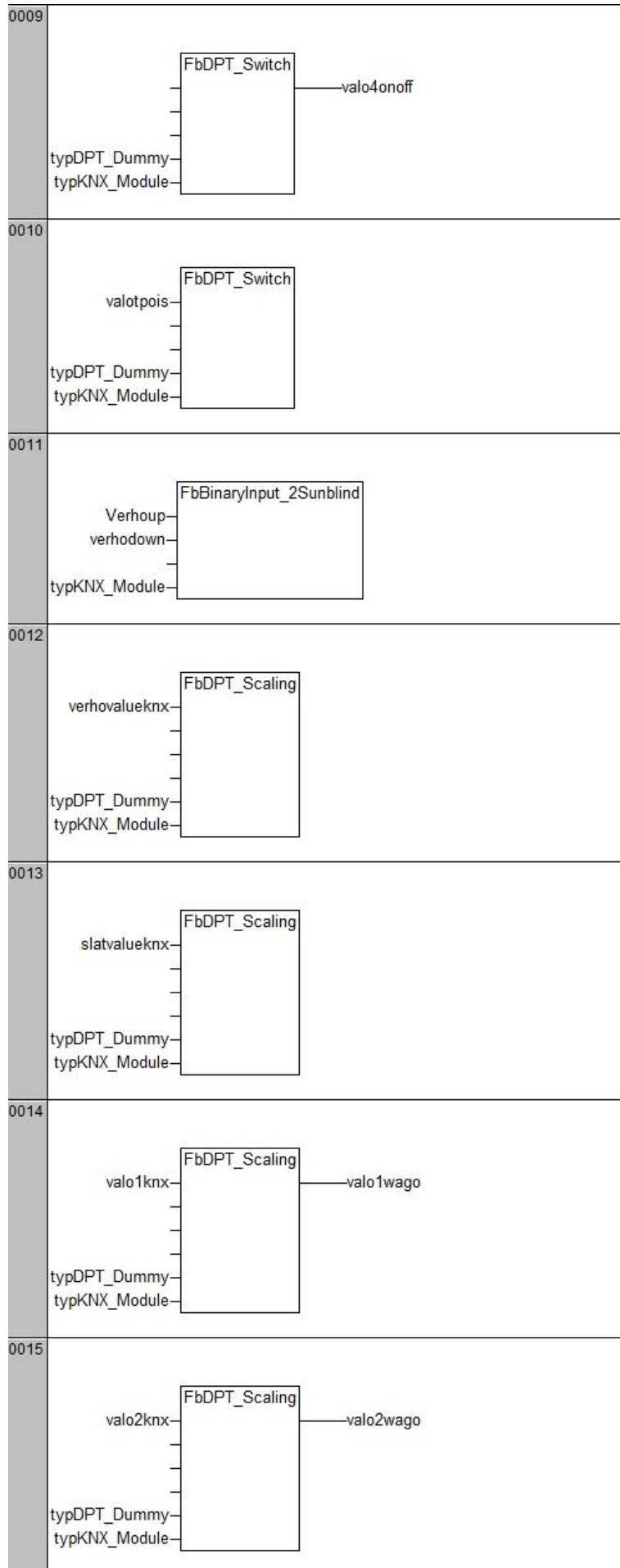
Etäohjauksen Codesys-ohjelma

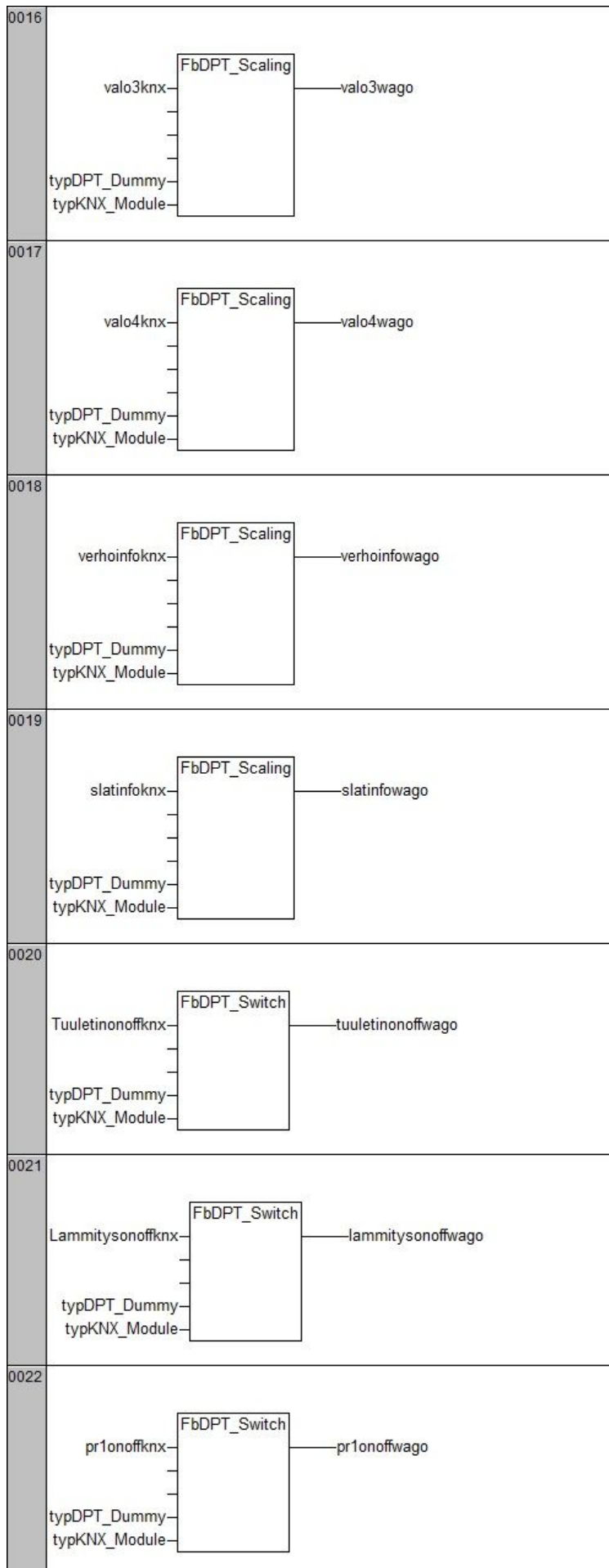
```

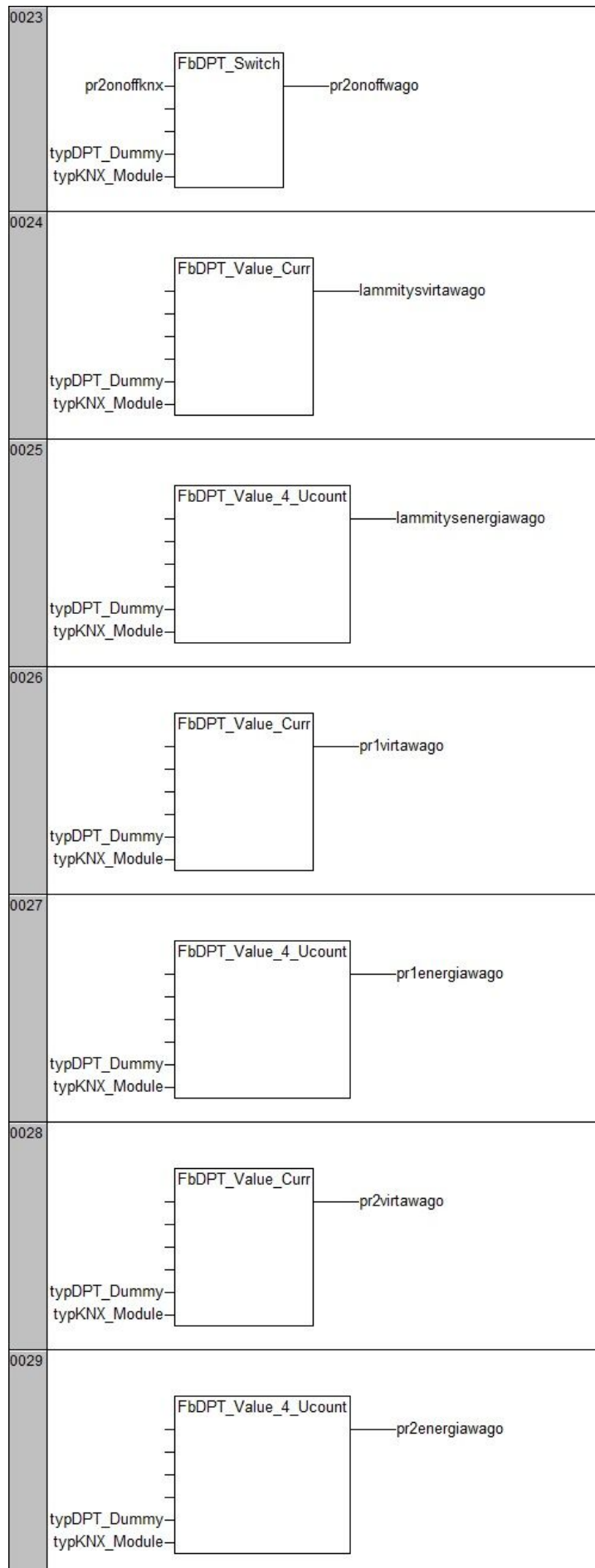
0001 PROGRAM PRG_KNX
0002 VAR
0003   KNX_module_Master      : FbKNX_Master_646; (*Instanz KNX Master / Ins
0004   typKNX_Module          : typKNX;           (*Variable zur internen Korr
0005   Status                  : enumStatusKNX;   (*Anzeige Statusinformatio
0006   ProgMode                : BOOL;           (*Programmiermodus / Prc
0007   typDPT_Dummy           : typDPT;         (*Variable um optional Wer
0008
0009   Valo_1: FbBinaryInput_2Dimming;
0010   Valo1up: BOOL;
0011   Valo1down: BOOL;
0012   Valo_2: FbBinaryInput_2Dimming;
0013   Valo2up: BOOL;
0014   Valo2down: BOOL;
0015   Valo_3: FbBinaryInput_2Dimming;
0016   Valo3up: BOOL;
0017   Valo3down: BOOL;
0018   Valo_4: FbBinaryInput_2Dimming;
0019   Valo4up: BOOL;
0020   Valo4down: BOOL;
0021   Valo_1_onoff: FbDPT_Switch;
0022   valo1onoff: BOOL;
0023   valo2onoff: BOOL;
0024   valo_2_onoff: FbDPT_Switch;
0025   Valo_3_onoff: FbDPT_Switch;
0026   valo3onoff: BOOL;
0027   valo4onoff: BOOL;
0028   Valo_4_onoff: FbDPT_Switch;
0029   Valot_pois: FbDPT_Switch;
0030   valotpois: BOOL;
0031   Verho_ohjtaus: FbBinaryInput_2Sunblind;
0032   Verhoup: BOOL;
0033   verhodown: BOOL;
0034   Valo1_info: FbDPT_Scaling;
0035   valo1knx: REAL;
0036   valo1wago: REAL;
0037   Valo2_info: FbDPT_Scaling;
0038   valo2knx: REAL;
0039   valo2wago: REAL;
0040   Valo3_info: FbDPT_Scaling;
0041   valo3knx: REAL;
0042   valo3wago: REAL;
0043   valo4_info: FbDPT_Scaling;
0044   valo4knx: REAL;
0045   valo4wago: REAL;
0046   verho_info: FbDPT_Scaling;
0047   verhoinfowago: REAL;
0048   verhoinfoknx: REAL;
0049   slat_info: FbDPT_Scaling;
0050   slatinfoknx: REAL;
0051   slatinfowago: REAL;
0052   Tuuletin_onoff: FbDPT_Switch;
0053   tuuletinonoffknx: BOOL;
0054   tuuletinonoffwago: BOOL;
0055   Lammitys_onoff: FbDPT_Switch;
0056   lammitysonoffknx: BOOL;
0057   lammitysonoffwago: BOOL;
0058   PR1_onoff: FbDPT_Switch;
0059   pr1onoffknx: BOOL;
0060   pr1onoffwago: BOOL;
0061   PR2_onoff: FbDPT_Switch;
0062   pr2onoffknx: BOOL;
0063   pr2onoffwago: BOOL;
0064   lammitysvirtawago: REAL;
0065   tuuletinvirtawago: REAL;
0066   pr1virtawago: REAL;
0067   pr2virtawago: REAL;
0068   Lammitys_energia: FbDPT_Value_4_Ucount;
0069   lammitysenergiawago: DWORD;
0070   lammitys_virta: FbDPT_Value_Curr;
0071   PR1_virta: FbDPT_Value_Curr;
0072   PR1_energia: FbDPT_Value_4_Ucount;
0073   pr1energiawago: DWORD;
0074   PR2_virta: FbDPT_Value_Curr;
0075   PR2_energia: FbDPT_Value_4_Ucount;
0076   pr2energiawago: DWORD;
0077   verhoinfovisu: REAL;
0078   Verho_value: FbDPT_Scaling;
0079   verhoalueknx: REAL;
0080   slat_value: FbDPT_Scaling;
0081   slatalueknx: REAL;
0082   co2_info: FbDPT_Value_Pres;
0083   co2infowago: REAL;
0084   temp_info: FbDPT_Value_Temp;
0085   tempinfowago: REAL;
0086   kosteus_info: FbDPT_Scaling;
0087   kosteusinfowago: REAL;
0088 END_VAR

```









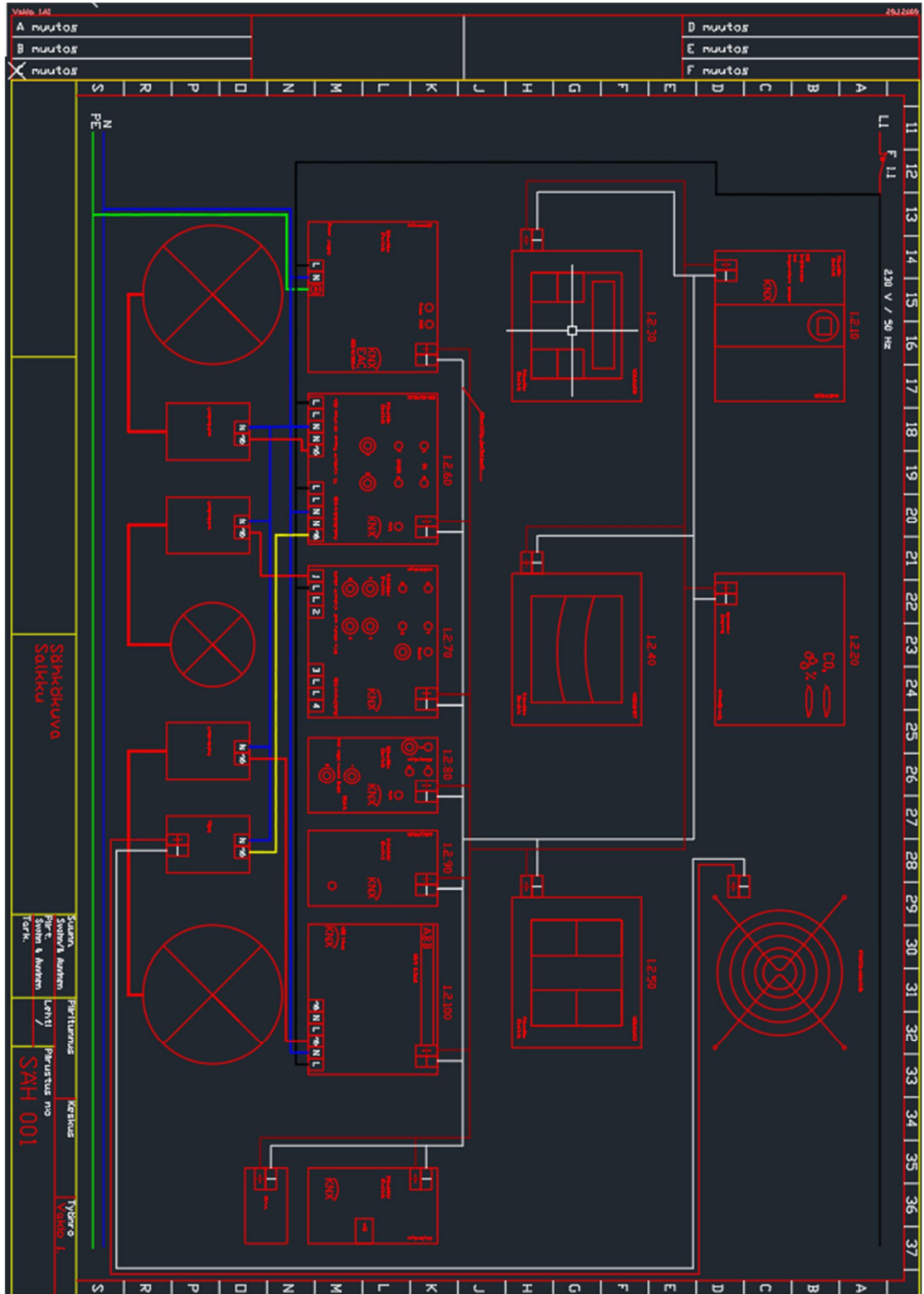
KNX Salkun osalista

Sähkönumero	Tuote	Lukumäärä
0292003	KLMA 4X0,8+0,8	20
1922102	WAGO vipurasialiitin 2-os	200
1922103	WAGO vipurasialiitin 3-os	200
2112081	Peitelevy muokattava Exxact	5
2815190	Säädinyksikkö 2x300VA	1
2816111	Painike 4-os. Exxact	1
2816141	Painike 4-os. + näyttö Exxact	1
2816181	Liiketunnistin Exxact KNX	1
2820126	Teholähde 320mA KNX	1
2820146	Huoneilma-anturi KNX	1
2820276	Kytkin toim.l. KNX	1
2820285	Valosäädin KNX	1
2820312	Valo- ja lämpötila-anturi KNX	1
2820326	Kello/ajastus-lähetin KNX	1
2820327	Logiikkayksikkö KNX	1
2820330	USB-sovitin uppoas. KNX	1
3258006	iC60N johdonsuojak. B6A 6kA	1
4019000	LED-muuntaja	1
4207580	Alasvalo AIRAM	2
5230461	Kutisteletku	1
5230466	Kutisteletku	1
4289816	Alasvalo RICO	1
1370874	Johdinside ankkuri	100
	Akryylilevy XT musta 5 mm	0,35
	Molex-liitin	1
	Kulmarauta 4mm	1,6
	DIN-kisko	0,5
	Salkku	1
	Virtaliitin	1
	Kiinnitystarvikkeita	x

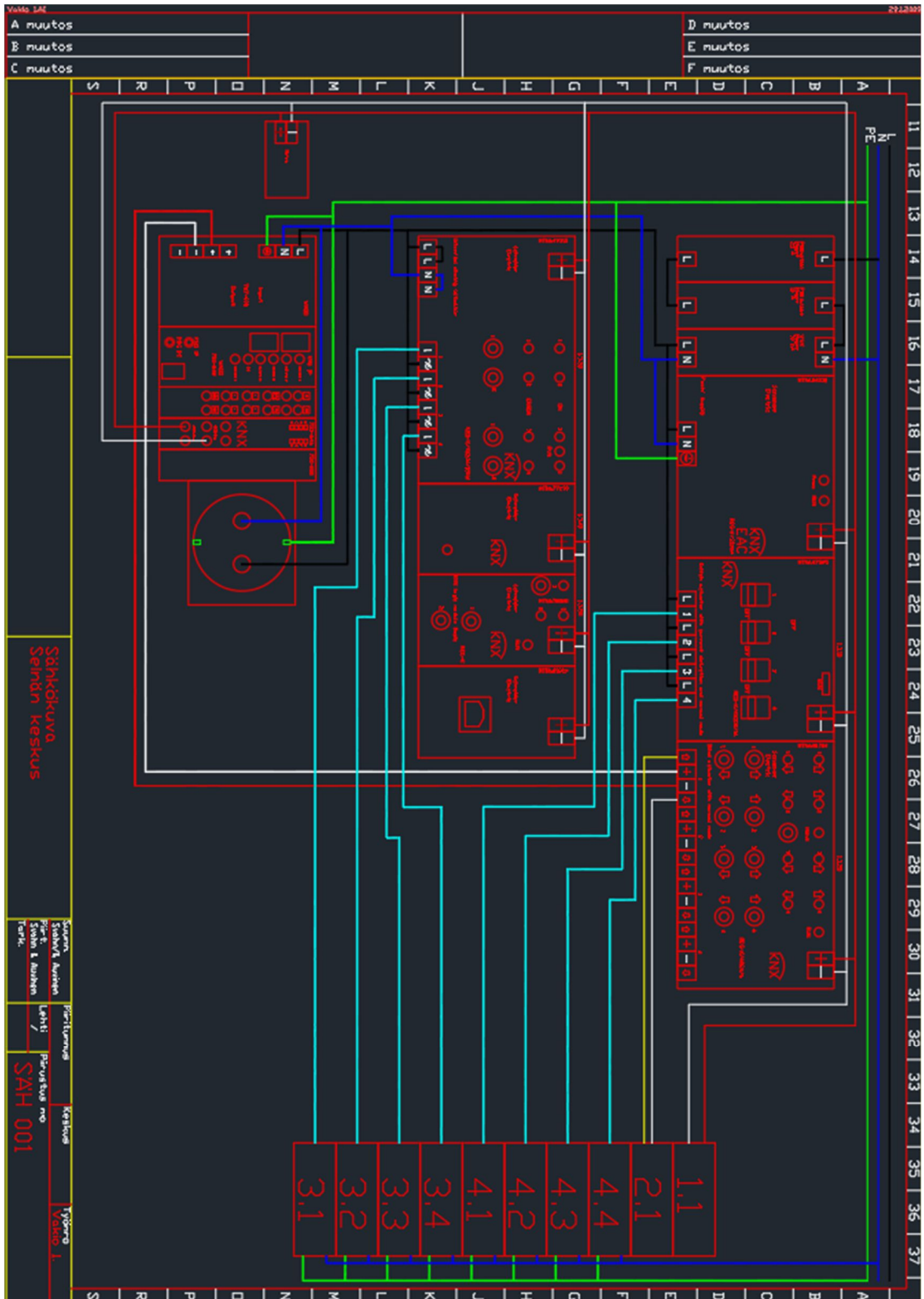
KNX Seinän osalista

Sähkönumero	Tuote	Lukumäärä
1415563	Kojerasia SIGNA	20
1415564	Pääty SIGNA	4
1415576	Johtokanava SIGNA	2
1415579	Kansi SIGNA	2
2815358	Painike 4 KNX Impressivo	1
2166116	Sovitin Impressivo	1
2166142	Peitelevy Impressivo	1
3260701	Vikavirta/johdonsuojakatkaisin	1
3425456	Kotelo, kirkas kansi, ruuvit	1
2112081	Peitelevy muokattava Exxact	10
2530001	Pistorasia Exxact	2
2816141	Painike 4-os.+näyttö Exxact	1
2820118	Kytkin toim.I. KNX	1
2820124	USB-sovitin KNX	1
2820126	Teholähde 320 mA KNX	1
2816181	Liiketunnistin Exxact KNX	1
2820146	Huoneilma-anturi KNX	1
2820272	Verhom.ohjain KNX	1
2820282	Valosäädin 4x150W KNX	1
2820312	Valo- ja lämpötila-anturi KNX	1
2820326	Kello/ajastus-lähetin KNX	1
2820327	Logiikkayksikkö KNX	1
3246510	Johdonsuojakatk. 1-nap C 6 kA	1
3430668	Moduulikotelo IP54	1
3637640	Kuormakytkin vipu	1
4218522	Yleisvalaisin	4
4730473	LED-lamppu PARATHOM	4
3429603	Modulikotelo	1
2820122	Linjasovitin DIN-kiskoas. KNX	1
2507242	Pistorasia 16A/250V DIN	1
2428238	Kumipistotulppa	1
0406722	MMJ 3x1,5S	20
0406723	MMJ 3x2,5S	20
8127240	Ensto lämmitin taso2	1
0422122	Kumikaapeli	3
	WAGO KNX IP Starter Kit 2	1
	Somfy verhomoottori 24VDC	1
	Sälekaihdin	1
	Molex-liitin	4
	Treston yleisvaunu runko	1
	Vanerilevy	2
	D-Link DIR-842 WiFi-reititin	1
	Tuuletin Silent 100	1
	Kiinnitystarvikkeita	x

KNX Salkun sähkökuva



KNX Seinän sähkökuvat



Sähkökuva
Seinän keskus

Suomen
Sähköliiton
Suomi & Ahvenan
saari

Perustuu
Lehti /

Käyttö
Päivästä m
SAH 001

Työno
Vasta

