

Metropolia Ammattikorkeakoulu  
Talotekniikan koulutusohjelma

**Janne Hurme**

**KNX-järjestelmä**

Insinöörityo 9.6.2010

Ohjaaja:  
Ohjaava opettaja:

lehtori Jarmo Tapio  
lehtori Jarmo Tapio

## **Alkusanat**

Tämä insinöörityö on tehty Metropolia Ammattikorkeakoulussa. Työn ohjaajana ja ohjaavana opettajana toimi Lehtori Jarmo Tapio.

Haluan kiittää ohjaavaa opettajaani Jarmo Tapiota ETS-ohjelman käytön avustuksesta, sekä UTU POWEL Oy:ssä työskentelevää tuotepäällikköä Hannu Hietasta, tietokantojen lähetyksestä sekä käytännön neuvoista.

Esitän kiitokseni myös avopuolisolleni, läheisilleni ja ystävilleni tuestaan tämän työn aikana.

Espoossa 9.6.2010

Janne Hurme

Tekijä Otsikko	Janne Hurme KNX-järjestelmä
Sivumäärä Aika	46 sivua 9.6.2010
Koulutusohjelma	talotekniikka
Tutkinto	insinööri (AMK)
Ohjaaja Ohjaava opettaja	lehtori Jarmo Tapio lehtori Jarmo Tapio
<p>Insinööriyön aiheena oli KNX-järjestelmä. KNX on väyläpohjainen kiinteistöautomaatiojärjestelmä, joka perustuu KNX-standardiin. KNX standardin on kehittänyt KNX-association, ja se otettiin käyttöön vuonna 2003. Standardin mukaiset laitteet toimivat aina keskenään laitevalmistajasta riippumatta.</p> <p>KNX on järjestelmä, jolla pystytään ohjaamaan erilaisia sähköjärjestelmiä samanaikaisesti. Näitä järjestelmiä ovat esimerkiksi valaistus-, turva-, lämmitys-, jäädytys- ja ilmastointijärjestelmät sekä audio/video-järjestelmät. Tiedonsiirto järjestelmässä tapahtuu kierrettyä parikaapelia, Powerlinea tai radiotaajuutta hyödyntäen.</p> <p>Insinööriyön tavoitteena oli kehittää KNX-järjestelmän käyttöönottoa havainnollistavaa laitteistoa. Insinööriyön aikana koottiin kolme salkkumallista KNX-komponentteja sisältävää opetuslaitteistoa ja laadittiin käyttöönotto-ohje ohjelmointilaitteelle ETS 3 trainee. Käyttöönotto-ohjeen ja salkkumallisten harjoituslaitteiden tarkoituksena on perehdyttää tulevat opiskelijat KNX-järjestelmään käytännön kautta.</p> <p>Harjoituslaitteistosta tehtiin helppokäyttöinen ja käyttöönotto-ohje tuki laitteiston käytettävyyttä. Työn aikana laaditun kokonaisuuden pohjalta voidaan jatkossa tehdä erilaisia käytännön harjoituksia opiskelijoille laitteiston toimintaan liittyen.</p>	
Hakusanat	KNX, ETS, kiinteistöautomaatiojärjestelmä

Author Title	Janne Hurme KNX technology
Number of Pages Date	46 9 June 2010
Degree Programme	Building Services Engineering
Degree	Bachelor of Engineering
Instructor Supervisor	Jarmo Tapio, Senior Lecturer Jarmo Tapio, Senior Lecturer
<p>The topic of the final year project was technology that applies to the KNX standard for home-automation. KNX is a world wide standard, created for home and building control through building management equipment such as lighting, security systems, energy management, heating, ventilation and air-conditioning and audio / video systems. It allows different products from various manufacturers to operate and communicate with each other.</p> <p>The purpose of the final year project was to develop a training system to demonstrate the deployment of a KNX system. During the project, an instruction manual for the deployment of an ETS 3 trainee version together with three similar training systems were made. The purpose of this manual and training system was to introduce the general operations of KNX to students.</p> <p>The instruction manual and training systems succeeded in introducing the system to students. In the future they can be used to set up practical training for students.</p>	
Keywords	KNX, ETS, home-automation system

# Sisällys

	<b>ALKUSANAT</b>	
	<b>TIIVISTELMÄ</b>	
	<b>ABSTRAKTI</b>	
	<b>LYHENTEET JA KÄSITTEET</b>	
<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>7</b>
<b>2</b>	<b>KNX-JÄRJESTELMÄ</b> .....	<b>8</b>
<b>3</b>	<b>ERI VÄYLÄ- JA SIIRTOTEKNIIKAT</b> .....	<b>9</b>
3.1	VÄYLÄKAAPELOINTI.....	9
3.2	SÄHKÖVERKKO.....	9
3.3	LANGATON TIEDONSIIRTOVERKKO.....	10
<b>4</b>	<b>SANOMIEN RAKENTEET JA OSOITTEIDEN MUODOSTUS</b> .....	<b>11</b>
4.1	KIERRETTY PARIKAAPELOINTI TP (TWISTEDPAIR) .....	11
4.2	KNX POWERLINE .....	11
4.3	RADIOTAAJUUS.....	11
<b>5</b>	<b>KÄYTTÖKOHTEET</b> .....	<b>12</b>
5.1	KNX-JÄRJESTELMÄN KÄYTTÖKOHTEET .....	12
5.2	KNX -JÄRJESTELMÄN TOIMINTAMAHDOLLISUUDET .....	13
5.2.1	<i>Valaistus</i> .....	13
5.2.2	<i>Lämmitys</i> .....	14
5.2.3	<i>Ilmastointi</i> .....	14
5.2.4	<i>Turvallisuus</i> .....	14
5.2.5	<i>AV-järjestelmä</i> .....	15
5.2.6	<i>Energiankulutus</i> .....	15
<b>6</b>	<b>KNX-JÄRJESTELMÄN RAKENNE</b> .....	<b>15</b>
<b>7</b>	<b>KNX-KOMPONENTTEJA SISÄLTÄVÄN OPETUSLAITTEISTON KOKOAMINEN</b> .....	<b>18</b>
7.1	OPETUSLAITTEISTON ESITTELY JA KÄYTTÖÖNOTTO .....	18
7.2	LAITTEISTON VAATIMUKSET .....	21
7.3	LAITTEISTON OMINAISUUDET JA MAHDOLLISUUDET .....	21
<b>8</b>	<b>ETS-OHJELMA</b> .....	<b>24</b>
8.1	ETS-OHJELMAN HISTORIA .....	24
8.2	ETS 3 -OHJELMAN KUVAUS .....	25

8.3	ETS-OHJELMAN OMINAISUUDET JA MAHDOLLISUUDET .....	25
8.4	ETS-OHJELMAN OMINAISUUKSIEN KEHITTÄMINEN .....	25
8.5	ETS-OHJELMAN KÄYTTÖOHJE .....	26
<b>9</b>	<b>JOHTOPÄÄTÖKSET .....</b>	<b>26</b>
9.1	YHTEENVETO .....	26
9.2	ARVIOINTI.....	26
9.3	OHJEET JA EHDOTUKSET.....	27
9.4	VISIOT.....	27
	<b>LÄHTEET .....</b>	<b>29</b>

**LIITE 1: ETS 3 trainee -ohjelman käyttöopas (15 sivua)**

## Lyhenteet ja käsitteet

BatiBUS	Väyläteknikka
CEN (13321)	European Committee for Standardization. Eurooppalainen standardi
CENELEC (EN50090)	Committee For Electrotechnical Standardization. Eurooppalainen standardi
CSMA/CA	Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance, KNX Powerlinessä varaa siirtotien ja estää törmäykset.
EHS	European home system, väyläteknikka.
EIB	Eurooppalainen väyläjärjestelmä, johon KNX paljon perustuu.
ETS	Ohjelmointi ja suunnitteluohjelma, jota käytetään KNX-laitteiden ohjelmoimiseen
ISM	Industrial, Scientific and Medical. Tieteen, teollisuuden ja lääketieteen käyttöön suunniteltu lähetystaajuus.
ISO/IEC (14543)	ISO (International Organization for Standardization) / IEC (International Electrotechnical Commission). Kansainvälinen standardi
KNX	Standardoitu väyläpohjainen kiinteistöautomaatiojärjestelmä
LC (Line coupler)	Linjayhdistin, yhdistää linjat toisiinsa
SELV	Separated or safety extra-low voltage, SELV pienjännite.
SFSK	Spread Frequency Shift Keying KNX Powerlinessä käytetty siirtotekniikka. Sama asia kuin hajautettu vaihtotaajuuskoodaus.
TP	Kierretty parikaapeli, väyläkaapeli
A-tila	Käyttöönottotila, automaattitila
E-tila	Käyttöönottotila (easy mode) eli helppokäyttötila
S-tila	Kehittynein käyttöönottotila, tietokoneella ohjelmointia

## 1 JOHDANTO

Työ käsittelee KNX-kiinteistöautomaatiojärjestelmän toimintaa ja käyttöönottoa. KNX on väyläpohjainen kiinteistöautomaatiojärjestelmä, jolla pystytään ohjaamaan erilaisia sähköjärjestelmiä samanaikaisesti. Näitä järjestelmiä ovat esimerkiksi valaistus-, lämmitys-, jäähdytys- ja ilmastointijärjestelmät. KNX-järjestelmän suunnittelussa ja käyttöönotossa käytetään ETS-ohjelmaa. Ohjelmalla luodaan rakennuksessa ja sähkökeskuksessa oleville laitteille osoitteet ja toiminnalliset ryhmät. KNX-järjestelmän komponentteja on kolmenlaisia: parikaapelilla ja 230 V:n väyläkaapeloinnilla toteutettuja sekä radiotaajuuksilla toimivia langattomia laitteita. [1]

KNX-standardi on kansainvälinen avoin standardi, jonka on kehittänyt KNX-association. Maailmanlaajuinen standardi kehitettiin, jotta kaikkien valmistajien laitteet saataisiin yhteensopiviksi toistensa kanssa. Lähtökohtaisesti järjestelmää alettiin rakentaa 1990 luvulla kehitetyn European Installation Batibus- väyläjärjestelmän (EIB) seuraajaksi. Standardin piiriin kuuluu kolme väylätekniikkaa European Installation Batibus (EIB), (**BatiBUS**) ja European home system (EHS), jotka mahdollistavat eri valmistajien tuotteiden toiminnan keskenään. Standardit, jotka täyttävät KNX associationin asettamat kriteerit, ovat kansainvälinen ISO / IEC 14543 (International Organization for Standardization / International Electrotechnical Commission 14543 standardi ja eurooppalaiset CENELEC EN50090 (European Committee For Electrotechnical Standardization. [1]

KNX-järjestelmän yleistymistä omakotiorakentamisessa on hidastanut tavallista sähköjärjestelmää korkeammat hankintakustannukset. Toinen yleistymistä hankaloittanut tekijä on haasteellinen käyttöönotto. Ei riitä, että urakoitsija osaa asentaa laitteiston vaan se pitää myös osata ohjelmoida ja ottaa käyttöön. Järjestelmä on kuitenkin joustava, ja se voidaan helposti muokata käyttäjän tarpeiden mukaiseksi, myös KNX-järjestelmän laajentaminen on helppoa sekä uudisrakennus -että saneerauskohteissa. [1]

Insinööriyön tavoitteena oli kehittää KNX-järjestelmän käyttöönottoa havainnollistava laitteisto ja ETS 3 trainee -ohjelmointiohjelman käyttöönotto-ohje. Havainnollistavaksi



laitteistoksi valittiin salkkumallinen KNX-laitteisto. Työn aikana koottiin kolme salkkumallista KNX-komponentteja sisältävää opetuslaitteistoa ja laadittiin käyttöönotto-ohje ETS 3 trainee -ohjelmointilaitteelle. Laitteistosta ja ETS 3 trainee-käyttöönotto-ohjelmasta tehtiin käyttöönotto-ohje tuleville opiskelijoille. Ohjeen tarkoituksena on perehdyttää opiskelija KNX-järjestelmään käytännön kautta. [1]

ETS 3 trainee -ohjelmiston lisäksi, laitteisto on mahdollista ottaa käyttöön myös tebis TX-100 käsiohjelmointilaitteella. Tämän mahdollistaa Hagerin tebis-komponentit, joiden laitetietokannat on asennettu käsiohjelmointilaitteeseen. TX-100 -ohjelmointilaitte ei toimi muiden kuin Hager tebis -tuotteiden kanssa. KNX-komponentteja markkinoivista valmistajista valittiin Hager-käsiohjelmointilaitteen vuoksi. Järjestelmään on helppo yhdistää radiotaajuuksilla toimivia laitteita, mikäli laitteistoa halutaan laajentaa myöhemmin.

## **2 KNX-JÄRJESTELMÄ**

KNX-laitteisto eroaa tavallisesta sähköjärjestelmästä monin tavoin, mutta suurin ero on laitteiden kommunikointi väylää pitkin. Toinen merkittävä ero on valojen syyttämistapa. Tavallisessa valaistusjärjestelmässä valot sytytetään kytkintä painamalla, jolloin kytkimen kautta ohjataan sähkökuorma suoraan lampulle. KNX-järjestelmässä sähkökuorma ohjataan lampulle epäsuorasti. Järjestelmässä tietosanoma, lähetetään kytkimen painalluksella tiedonsiirtoväylää käyttäen tietylle keskuksen toimilaitteelle, joka ohjaa sähkökuorman lampulle ja valo syttyy. [1]

KNX-järjestelmä on väyläteknikalla toteutettu talotekniikkajärjestelmä. Laitteistolla voidaan ohjata useampaa eri järjestelmää. Paras hyöty KNX:stä saadaan, silloin kun monta järjestelmää, kuten ilmanvaihto, lämmitys, markiisit ja hälytys, kommunikoivat keskenään. Tämän mahdollistaa yhteensopivuus standardi ja se, että järjestelmät on kytketty samaan väylään. Järjestelmää voidaan käyttää, valvoa ja hallita erilaisilla käyttö-, ohjaus- ja näyttöpaneelilla, joissa on KNX-järjestelmään suoraan sopiva liitäntä. Kommunikointi eri laitteiden kanssa tapahtuu yhdyskäytävien tai palvelimien kautta. Järjestelmien yhdistämisessä on monia hyviä puolia, kuten helppokäyttöisyys ja energiatehokkuus. [1]

### **3 ERI VÄYLÄ- JA SIIRTOTEKNIIKAT**

KNX-järjestelmässä tiedonsiirto tapoja on kolme: väyläkaapelointi, sähköverkko ja langaton tiedonsiirtoväylä. Seuraavaksi käydään läpi eri tiedonsiirtotavat. [1]

#### **3.1 Väyläkaapelointi**

Väyläkaapelin kautta tapahtuva tiedonsiirto toimi aikaisemmin aina 29 V:n SELV (Separated or safety extra-low voltage) -pienjännitteellä, mutta nykyään se on nostettu 30 V:iin jännitealeneman vuoksi. Virtalähteen on aina oltava standardin DIN EN 50 090 määräysten mukainen. Virtalähde on usein väylän puolelta virtarajoitettu ja oikosulkusuojattu. Virtalähteeseen asennettu kuristin toimii väyläsanoman vastuskuormana signaalin vaimenemisen välttämiseksi. [1]

Väyläkaapeloinnissa siirtotekniikka eli käskyt ja signaalit välittyvät laitteiden välillä sanomien kautta. Järjestelmä on suunniteltu siten, että väylälinja toimii ilman impedanssin sovitusta ja mikä tahansa topologia on mahdollinen lukuun ottamatta ympyrää. Keskimääräinen aika käskydatan lähettävän ja vastaan ottavan laitteen välillä on 25 ms ja nopeus noin 9 600 bittiä/sekunti. Käskyt siirtyvät linjassa peräkkäin, ja niiden liike mahdollistetaan siirtotien varausmenetelmällä, jossa useilla laitteilla saatetaan lähettää tietoa tai käskyjä samanaikaisesti. Siirtotien varausmenetelmä perustuu törmäyksien havaitsemiseen, jolloin siirtotie varataan ennen todellisen paketin lähetystä. [1]

#### **3.2 Sähköverkko**

KNX Powerlinessa järjestelmäsanomia voidaan lähettää 230 V:n sähköverkkoa käyttäen. Järjestelmän toimimiseksi on oltava vaihe- ja nolla-johdin, joita pitkin tieto liikkuu. Erillistä johdotusta Powerlinessa ei tiedonsiirrolle tarvitse tehdä. [1]

KNX Powerline käyttää SFSK (Spread Frequency Shift Keying) -siirtotekniikkaa, joka tarkoittaa hajautettua vaihtotaajuuskoodausta. Powerlinessa sanomat lähetetään bitteinä (0 tai 1) kahdella eri taajuudella. Taajuus 105,6 kHz vastaa ykköstä ja taajuus 115,2 kHz

vastaa nollaa. Siten taajuudet muodostavat bittijonoja kuten pienjännite KNX. Tieto siirtyy nopeudella 1 200 bittiä/s ja tiedon liikkuminen kestää noin 130 ms. [1]

Väyläyhteys on KNX Powerlinessa toteutettu CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance) -väyläyhteyksimenetelmällä. Se estää törmäyksiä ja tunnistaa kantoaaltoja. Ensin varmistetaan, onko väylä vapaa, jos väylällä on samanaikaisesti kaksi lähetystä, törmäys huomataan ja lähetys keskeytetään. Satunnaisgeneraattori varmistaa, että seuraava lähetys ei törmää. Laitteet kommunikoivat järjestelmätunnuksen mukaan: ne joiden tunnukset ovat samanlaiset, kommunikoivat keskenään. [1]

Järjestelmä on luotettava ja nopea, se pystyy vertaamaan lähetettyä tietoa ja mallivertailuteknistä tietoa, eli sanoman vastaanottaja saa selvän sanomasta, vaikka siirron aikana olisi tapahtunut virheitä. Perille mennyt viesti kuitataan lähettimelle onnistuneen sanoman merkiksi. [1]

### **3.3 Langaton tiedonsiirtoverkko**

Langattomassa väylässä tieto siirtyy radioverkon kautta taajuudella 868 MHz. Mediakytkimillä mahdollistetaan eri siirtoteiden tiedon sovitus, eli radiosignaali parikaapelille sopivaksi ja toisin päin. Radioverkossa toimivien laitteiden asennusjärjestyksellä ei ole merkitystä, sillä kaikki kytkimet ja anturit voivat kommunikoida keskenään. Asennettaessa on huomioitava laitteiden kantama. Mikäli kantama ei riitä, sitä voidaan parantaa väylän varrelle asennettavilla välivahvistimilla. Radioteknologiassa tieto moduloidaan kantotaajuuteen ja välitetään taajuusmodulaationa eli taajuuden vaihteluina, kantoaallon voimakkuuden vaihteluna (amplitudimodulaationa), vaihemodulaationa eli vaihesiirtona tai näitä yhdistelemällä. KNX käyttää taajuusmodulaatiota tai vaihtotaajuusmodulaatiota. Viesti jota lähetetään, muodostuu biteistä 1 ja 0. Bitit muodostuvat kantotaajuudessa tapahtuvilla pienillä taajuusmuutoksilla. Kantotaajuus on sama kuin keskitaajuus. Keskitaajuuden arvo on 868,30 MHz, ja siirtonopeus on 16 348 bittiä sekunnissa. Viesti muunnetaan eli moduloidaan Manchester-nimisen koodin avulla ja KNX:n lähetystaajuus on sama kuin

tieteen, teollisuuden ja lääketieteen käyttöön suunniteltu ISM (Industrial, Scientific and Medical) -taajuus. Taajuuden lähetysteho on maksimissaan 12 mW. [1]

## **4 SANOMIEN RAKENTEET JA OSOITTEIDEN MUODOSTUS**

### **4.1 Kierretty parikaapelointi TP (TwistedPair)**

Väyläpohjaisissa tiedonsiirtorakenteissa sanomat välittävät käskyt ja signaalit väylää pitkin laitteelta toiselle. Sanomia on kahdenlaisia. Ensimmäinen sanomatyyppe on hyötytietoja sisältävä sanoma, se sisältää tiedon, jota lähetetään. Toinen sanomatyyppe on testitietosanoma, ja sen tehtävänä on saada sanoma perille ja huomata mahdolliset lähetyksen aikana tapahtuneet virheet, joista yleisin on sanomien törmääminen. Tämä tapahtuu väylän ollessa samalla hetkellä käytössä, kun uutta sanomaa yritetään lähettää. [1]

Sanoma muodostuu bittijonoista, kun taas bitit muodostuvat numeroista ”1” ja ”0”. Sanoma koostuu sekä lähtöosoitteesta että kohdeosoitteesta. Kun toisessa päässä painetaan valokytkintä, sanoma lähtee liikkeelle ja suunnistaa kohti kohdeosoitetta. Vastaanottava komponentti tietää lähdeosoitteen perusteella, minkä linjan laitteen tulisi reagoida sanomaan. [1]

### **4.2 KNX Powerline**

Powerlinen sanoman rakenne on samanlainen kuin parikaapeloinnissa. Sanomat välittävät käskyt ja signaalit väylää pitkin laitteelta toiselle. Ensimmäinen sanomatyyppe on hyötytietoja sisältävä sanoma. Toinen sanomatyyppe on testitietosanoma, ja sen tehtävänä on saada sanoma perille ja huomata mahdolliset lähetyksen aikana tapahtuneet virheet. [1]

### **4.3 Radiotaajuus**

Radiotaajuudella toimivassa tiedon siirrossa käytettävä sanoma muodostuu eri tietojaksoista. Ne erotellaan toisistaan tarkistussummaa hyväksikäyttäen. Sanomasta

selviää hyötytiedot ja väyläkohtaiset tiedot. Sanoman alussa ja lopussa annetulla synkronointikäskyllä saadaan lähetin ja vastaanotin kommunikoidaan keskenään. [1]

Datajaksot 1 ja 2 pitää sanomassa sisällään osoitekentän, laitteen KNX-sarjanumeron ja tarkistus-summan. Datajaksossa 2 varmistetaan tilannetta lisäohjauksella, yksittäisellä lähdeosoitteella, kohdeosoitteella, osoitekentällä, datalla ja tarkistus-summalla. Yksittäinen lähdeosoite on laitteelle annettu fyysinen osoite. Kohdeosoite on laitteen osoite, johon tulee olla yhteydessä, kun esimerkiksi kytkimiä ohjelmoidaan. [1]

## **5 KÄYTTÖKOHTEET**

### **5.1 KNX-järjestelmän käyttökohteet**

KNX-järjestelmä sopii asennettavaksi sekä uudis- että saneerauskohteisiin. KNX:llä voidaan toteuttaa rakennuksen koosta ja käyttötarkoituksesta riippumatta toimisto-, hotelli-, konferenssi-, sairaala-, koulu-, tavaratalo-, varasto- ja lentokenttärakennuksia. KNX-yhteensopivilla tuotteilla voidaan ohjata, valaistusta, lämmitystä, ilmastointia, hälytysjärjestelmiä, AV (Audio/Video) -järjestelmiä, kodinkoneita ja pienentää näin energiankulutusta. [3]

KNX-järjestelmää voidaan käyttää kerrostalohuoneistoissa ja pientaloissa. Järjestelmää voidaan käyttää myös liikerakennuksissa, julkisella sektorilla sekä teollisuudessa. Nite City Towers on Egyptissä sijaitseva 4 tähden hotelli, joka tukeutuu täysin KNX teknologiaan. Suomessa esimerkiksi Vanajanlinnan golfkentän ja sen yhteydessä olevan klubirakennuksen valaistuksen ohjaus on toteutettu KNX-järjestelmällä. Flamingo-kauppakeskuksen yhteydessä on elämyskeskus, jonka vesipuiston ja kylpylämaailman valaistusta ohjataan KNX:llä. Myös rakennuksen savunpoistojärjestelmän ohjaus on toteutettu KNX-järjestelmällä. Hämeen linnassa on KNX-järjestelmä yhdistetty osaksi korjaushanketta, jossa linnassa toimineet ravintolat saneerattiin ja uusi valaistuksen-ohjaus ravintoloihin toteutettiin KNX-järjestelmällä. [3]

Nykytaiteen museon Kiasman valaistusta ohjataan KNX:llä. Kiasman valmistuessa asennettu ohjausjärjestelmä tunnettiin nimellä EIB, kuitenkin kaikki markkinoilla olevat KNX-tuotteet on mahdollista yhdistää Kiasman järjestelmään, koska kyseessä on väyläpohjainen järjestelmä, joka noudattaa samoja standardeja. [3]

## **5.2 KNX -järjestelmän toimintamahdollisuudet**

### ***5.2.1 Valaistus***

Valaistuksen ohjaukseen on käytetty useissa kohteissa KNX-järjestelmää. Valaistuksen muunneltavuus ja helppokäyttöisyys on suunniteltu mahdollisimman käyttäjäystävälliseksi. Valaistusryhmiä voidaan ohjata manuaalisesti monista eri paikoista ja tiloista, ja valoja on mahdollista himmentää yhdessä ja erikseen. [1]

Valaistuksenohjauksia voi olla kahdenlaisia, joko langattomia tai ajastettuja. Ajastetuissa ohjaus tapahtuu automaattiohjauksella. Langattomissa valaistuksenohjauksissa voidaan käyttää radiosignaaleilla toimivaa kaukosäädintä, liiketunnistinta tai ääniohjausta. Ohjaustavasta riippuen asukas voi ohjata asunnon valaistusta usealla eri tavalla. [1]

Valaistuksen, aurinkosuojien ja kaihtimien käyttöä voidaan yhdistellä monissa tapauksissa energiaa säästävillä tavoilla. Valoja voidaan sytyttää tiloihin automaattisesti, kun aurinkosuojat tai kaihtimet laskeutuvat. Lisäksi valaistus voidaan säätää valaistusvoimakkuus anturilla automaattisesti juuri oikeanlaiseksi ihmissilmälle. Anturi tarkkailee ulkoa tulevan valon määrää ja sovittaa himmentimen takana olevan kuorman valaistusvoimakkuuden sen mukaan. [1]

Valaistus voidaan kytkeä päälle automaattisesti myös monissa muissa tapauksissa. Jos järjestelmään on integroitu varashälytintä, voidaan valaistus kytkeä päälle pelottamaan tunkeutujaa. Tilannetta voidaan vahvistaa äänimerkeillä, kuten sireenillä. [1]

### **5.2.2 Lämmitys**

KNX-järjestelmällä voidaan ohjata lämmitystä hyvinkin tarkasti ja energiaa säästävästi. Huonelämpötilan yksilöllinen ohjaus toteutetaan jokaiseen huoneeseen asennettavan lämpötilaa säätävän termostaatin avulla. Termostaatti huolehtii, että huoneen lämpötila pysyy asetetussa arvossa. Toinen tärkeä osa on lämpöpatterin venttiilin ohjain. Näiden avulla jokaiselle huoneelle on mahdollista asettaa haluttu lämpötila. Näin voidaan säästää energiaa, kun kaikkia huoneita ei tarvitse pitää tavoitesisälämpötilassa 21 °C:ssa. Yhden asteen pudotus huonelämpötiloissa säästää 6 % lämmitysenergian kulutuksesta. [1]

Lämminvesivaraajan säädin vaikuttaa koko lämmitysjärjestelmään säätämällä lämmöntuotantoa ja jakelua rakennuksessa. Lämminvesivaraajan säätimen integrointi kiinteistöautomaatiojärjestelmään on ollut käytössä 1990-luvulta asti. Polttimen -ohjaus toteutetaan yleensä ulkolämpötilan tai huonelämpötilan muutoksien avulla. [1]

### **5.2.3 Ilmastointi**

Ilmanvaihdon-ohjaus KNX-järjestelmällä on mahdollista tarpeen mukaan. Ilmanvaihtojärjestelmää on mahdollista ohjata läsnäolotunnistimien avulla, jolloin ilmanvaihto toimii siten, että ilmanvaihtuvuus on minimissään ihmisten ollessa poissa tilasta. Läsnäolo-ohjauksen avulla ilmanvaihto tehostuu, kun ihmisiä saapuu tilaan. [4]

### **5.2.4 Turvallisuus**

KNX-järjestelmällä on mahdollista lisätä rakennuksen turvallisuutta. Järjestelmällä voidaan hoitaa sisääntulon kameravalvonta, se voi ilmoittaa avoimista tai rikkoutuneista ikkunoista ja ovista. Järjestelmä valvoo tarvittaessa murtoja ja myös savuhavaintoja. Järjestelmään on mahdollista ohjelmoida hälytystila, jolloin murron yhteydessä kaikki valot kytkeytyvät automaattisesti päälle. Järjestelmä voi ilmoittaa murrosta tai muusta ongelmasta omistajan puhelimeen tekstiviestillä tai internetin kautta. [4]

Murto- ja palosuojauksen lisäksi rakennuksen turvallisuutta voidaan lisätä pistorasioiden ja päävesiventtiilin ohjauksella sekä jo mainittujen vikatiетоjen hälytyksellä. [5]

### 5.2.5 AV-järjestelmä

KNX-järjestelmä tuo myös lisää mahdollisuuksia musiikin kuunteluun, se esimerkiksi mahdollistaa musiikin kauko-ohjauksen talon kaikista osista. Järjestelmällä on mahdollista toteuttaa myös moni huone -äänentoistoa. Tämä tarkoittaa sitä, että eri tiloihin voidaan määrittää eri musiikki. [4]

### 5.2.6 Energiankulutus

Energiaa voidaan säästää järjestelmien tarpeenmukaisella ohjauksella, optimoimalla valaistuksen lämmityksen ja ilmanvaihdon käyttöä. Optimointi tapahtuu hämärä- ja liikeilmaisimia käyttäen, huonekohtaisilla lämpötilaprofiileilla sekä kotona-, poissa- ja loma-asetuksilla. [5]

Valaistuksen-ohjaus on merkittävä energiansäästömahdollisuus. Esimerkiksi toimistorakennuksen autohallin valaistusta voidaan ohjata äänen avulla. Ääniohjauksella autohallin valot syttyvät, kun autohallissa on henkilöitä ja valoa tarvitaan. On/off-kytkimellä toteutetussa ratkaisussa valot sytytetäisiin aamulla ja sammutettaisiin illalla. [1]

## 6 KNX-JÄRJESTELMÄN RAKENNE

KNX-järjestelmän rakenteet, tiedonsiirtonopeudet ja laitemäärät eroavat toisistaan eri siirtoväyläratkaisuissa ja niiden yhdistelmissä. Topologiaaltaan eli rakenteeltaan, eri laitekonnaisuudet voidaan kytkeä väylä-, puu- tai tähtitopologiaan, mutta ei ympyrään. Jos laitteet kytketään ympyrään, lähetetty tieto jää pyörimään laitteistoon ja sotkee siirtotien tiedonkulkua. [1]

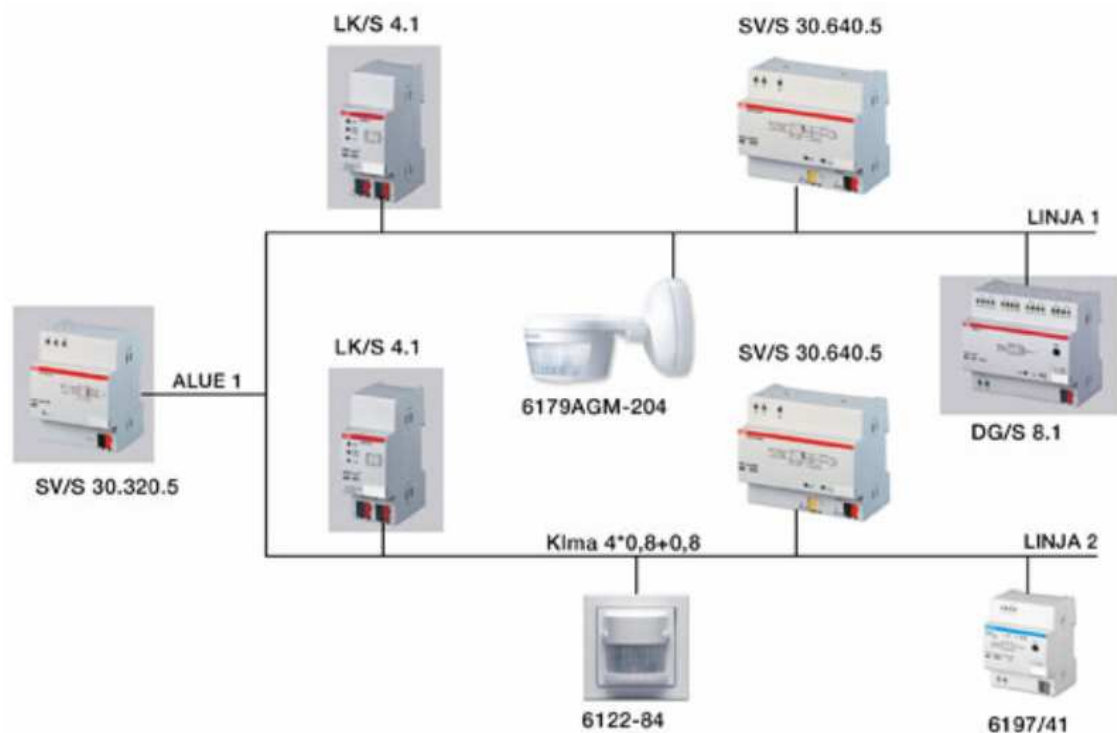
Topologia koostuu väyläkaapeloinnissa ja KNX Powerlinessa, linjoista ja alueista. Radiotaajuudella toimivassa siirtotiessä topologia on vapaampi, eikä linjoja ja alueita tarvita, vain radiotaajuuden kantomatkat ovat rajoitteena. [1]



Linja tarkoittaa topologian osaa, johon laitteet ja komponentit kytketään. Linjoja on kahdenlaisia: linja, joka käsittää laitteet ja komponentit, sekä runkolinja, josta laitelinjat lähtevät. Linjan lisäksi alue on toinen tärkeä topologian osa. Alue muodostuu linjoista, jotka linjayhdistin yhdistää yhdeksi kokonaisuudeksi. [1]

Väyläkaapeloinnissa linjaan kytkettävien laitteiden määrään vaikuttaa virtalähteen koko ja laitteiden virrankulutus. Ehdoton enimmäislaitemäärä yhteen linjaan on 64 laitetta. Koko järjestelmä voi pitää sisällään jopa 58 000 toimilaitetta. [1]

Väyläkaapeloinnissa linjoja voi yhdessä alueessa olla 15. Linjat yhdistetään toisiinsa runkolinjalla, johon voi myös kytkeä 64 komponenttia, mutta silloin niistä vähennetään linjayhdistimien määrä. Jos runkolinjassa on esimerkiksi neljä linjayhdistintä, siihen voi kytkeä vain 60 komponenttia. [1] Kuvassa 1 on esitetty KNX-järjestelmän linjakaavio.



**Kuva 1.** Malli KNX-järjestelmän linjakaaviosta [2].

KNX Powerlinea käytettäessä on systeemin topologia hyvin samanlainen kuin väyläpohjaisessa ratkaisussa, mutta erillistä virtalähdettä ei tarvita, koska virta tulee suoraan 230 V:n verkosta. Järjestelmäkytkimillä korvataan myös linjayhdistimet, LC (Line coupler), joita käytetään kierretyssä parikaapelissa. Järjestelmämuunnin kytketään parikaapelin tai runkolinjan kautta. KNX Powerline -linjaan voidaan kytkeä 255 laitetta. Linjoja voi enintään olla 15 ja korkeintaan 8 alueellista päälinjaa ja enintään 255 laitetta. Kantoaaltoaalpa toimii alueiden erottimena. [1]

KNX on kiinteistöautomaatiojärjestelmä, jolla pystytään ohjaamaan erilaisia sähköjärjestelmiä samanaikaisesti. Yhdellä kiinteistöautomaatiokeskuksella on mahdollista ohjata samanaikaisesti valaistus-, lämmitys-, jäähdytys- ja ilmastointijärjestelmiä. Kuvassa 1 on esitetty järjestelmä, jossa on yhdistetty relelähtöjä ja valaistuksenohjausta. Järjestelmän suunnittelussa ja käyttöönotossa käytetään ETS-ohjelmaa, jolla luodaan keskuksessa ja rakennuksessa oleville laitteille osoitteet ja toiminnalliset ryhmät. KNX-järjestelmän komponentteja on kolmenlaisia, parikaapelilla, 230 V:n väyläkaapeloinnilla ja radiotaajuuksilla toimivia laitteita; kuvan 1 järjestelmässä on käytetty parikaapelointia. Väylä voi olla rakenteeltaan eli topologialtaan väylä-, puu- tai tähtimuotoon rakennettu. Topologia ei voi kuitenkaan olla ympyrän muotoinen, muuten lähetetty tieto jää pyörimään laitteistoon ja sotkee siirtotien tiedonkulkua. Väylä-parikaapeloinnissa ja KNX Powerlinessa topologia koostuu linjoista ja alueista kuten kuvan 1 järjestelmä. Radiotaajuudella topologiaa rajoittavat vain radiotaajuuden kantomatkat. Väylillä lähetetään tietoa sanomina. Sanoman tarkoituksena on välittää käskyt ja signaalit väylää pitkin laitteelta toiselle.

Sanoma muodostuu kahdesta sanomatyypistä. Ensimmäinen sanomatyypipi on hyötytietoja sisältävä sanoma, se sisältää tiedon jota lähetetään. Toinen sanomatyypipi on testitietosanoma ja sen tehtävänä on saada sanoma perille ja huomata mahdolliset lähetyksen aikana tapahtuneet virheet. Sanoma muodostuu bittijonoista ja bitit ovat muotoa "1" ja "0".

KNX-järjestelmä sopii asennettavaksi, sekä uudis- että saneerauskohteisiin. KNX-yhteensopivilla tuotteilla voidaan ohjata, valaistusta, lämmitystä, ilmastointia, hälytysjärjestelmiä, AV-järjestelmiä, kodinkoneita ja pienentää näin energiankulutusta.

## **7 KNX-KOMPONENTTEJA SISÄLTÄVÄN OPETUSLAITTEISTON KOKOAMINEN**

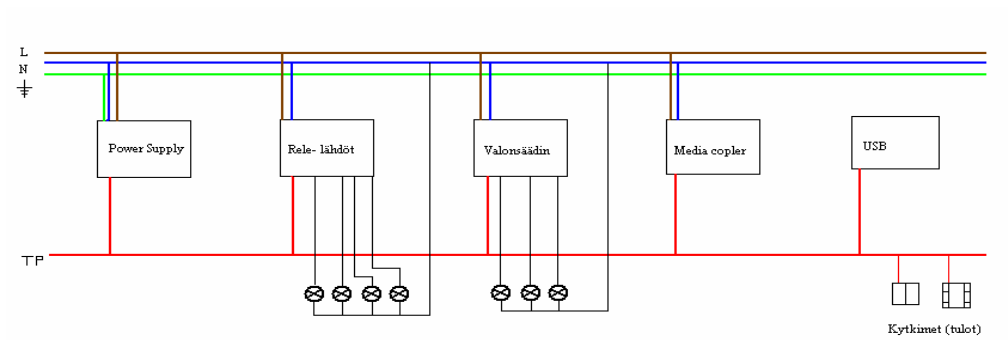
### **7.1 Opetuslaitteiston esittely ja käyttöönotto**

Työssä koottiin kolme salkkumallista opetuslaitteistoa sekä harjoitusohjeita todellisen järjestelmän käytön ja käyttöönoton simuloimiseksi. Käyttöönotossa käytetään TX-100-käsiohjelmointilaitetta tai ETS 3 trainee -ohjelmointiohjelmaa.

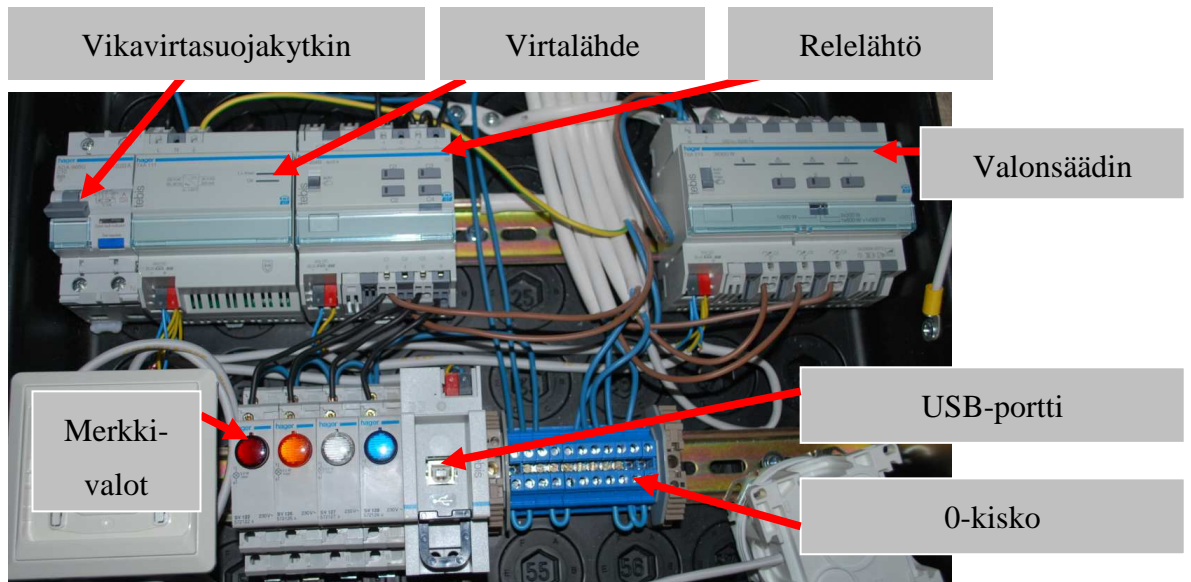
Salkkuihin asennetut komponentit:

- Valonsäädin (TXA 213: Dimmer 3x300 W)
- Radiosignaalikeytkin (TD250: RF solar push button)
- Kruunukytkimen väylään yhdistin (TXB 302: 2-flush mounted inputs)
- Väyläkeytkin ja runko (WUT 03 + WYT 36)
- Vikavirtasuojajohdonsuoja Hager
- Virtalähde (TXA111: Power Supply)
- USB-portti (TH101: USB datainterface)
- Mediamuunnin (TR130A: Media coupler)
- Viisi pistorasiaa (Strömfors yksiosainen, uppo)
- Relelähtö (TXA 204B: 4x10 A).

Laitekohtaiset tekniset tiedot löytyvät liitteestä 1. Kuvassa 2 on esitetty työssä tehdyn salkun piirikaavio. Yhdestä salkkumallista on esitetty sisältö, kuvissa 3 ja 4.



**Kuva 2.** Salkkumallisen harjoituslaitteiston piirikaavio



**Kuva 3.** Salkun toinen puoli, jossa on vikavirtasuojakytkin, relelähde, valonsäädin, merkivalot ja USB-portti.



Strömfors-poistorasiat

Mediamuunnin

Edellä kuvassa 3 on esitetty salkun alaosa yksityiskohtaisesti.

**Kuva 4.** Salkun sisältö yhdestä työn aikana kootusta mallisalkusta.

Salkkumallisen harjoituslaitteiston kaapeloinnit on toteutettu käyttämällä kaapeleita KLMA 2 x 2 x 0,8 ja MSK 3 x 1,5 s. Kaikki salkun väylässä olevat laitteet ovat Hagerin tebis-komponentteja. Tebis-mallin laitteet on kehitetty asiakasystävällisiksi. Niitä voidaan hallita TX-100 käsiohjelmointilaitteella. Kaikkien ohjelmointilaitteen laitetietokannassa olevien laitteiden ohjelmointi ja käyttöönotto on aina mahdollista käsiohjelmointityökalulla.

KNX-standardissa on kolme mahdollista käyttöönottopapaa. A-, E- ja S-tila. Tilat eroavat toisistaan käytettävyyden, helppokäyttöisyyden, toiminnallisuuden ja käyttäjäryhmän mukaan. KNX A -tila on automaattitila. A-tilalla käyttöönotto on

helpoin kolmesta vaihtoehdoista, eikä käyttö tarvitse erillistä koulutusta. A-tilaan sopivia laitteita ei vielä ole markkinoilla. [1]

KNX E -tila on helppokäyttötila (easy mode). Tätä tilaa voidaan käyttää pienissä ja keskisuurissa rakennuksissa. E-tilan laitteiden käyttö vaatii perehtymistä ja osaamista. Käyttöönotto tehdään langattomalla ohjelmointisäätimellä, keskusohjaimella, koodipyörällä tai itse laitteissa olevilla painikkeilla. Työssä tehtyä laitteistoa voidaan ohjata TX-100-laitteella, joka luokitellaan E-tilan laitteeksi. [1]

KNX S -tila on vaikein vaihtoehto järjestelmän käyttöönotossa. Määrittelyt ja käyttöönotto tapahtuvat tietokoneella, johon on asennettu ETS 3 -ohjelma. S-tila sopii kaikentyypiseen rakentamiseen pienkohteista suuriin rakennuksiin. ETS 3 -ohjelman käyttö vaatii koulutusta. [1]

Salkkumallinen harjoituslaitteisto kytketään tietokoneeseen USB-kaapelilla ja kytketään laitteiston virrat päälle. Kytketään koululle hankitun ohjelman käyttölisenssi dongle (USB) -tietokoneeseen. Valitaan käynnistä valikosta Start > ETS > ETS 3 professional. Nimetään uusi projekti ja seurataan seuraavia käyttöönottovaiheita: ETS 3:n ja salkun välisen yhteyden tarkistus, tietokannan varmistus, laitetietokantojen hakeminen ja tarkistus, uuden projektin aloittaminen, Buildings-ikkunan luonti, Group Addresses-ikkunan luonti, Edit Parameters, laitteiden linkitykset, tietojenlataukset ja laitteiden tarkistaminen. Tarkempia ohjeita löytyy käyttöönottoohjeesta (liite 2).

## **7.2 Laitteiston vaatimukset**

KNX-järjestelmää havainnollistavan salkkumallisen harjoituslaitteiston tulee opettaa opiskelijalle KNX:n käyttöä ja laitteiston ohjelmointia, ETS 3 trainee -ohjelman avulla. Salkun komponenteille luodaan uusi projekti ja laitteisto on saatava toimimaan ETS -ohjelman avulla.

## **7.3 Laitteiston ominaisuudet ja mahdollisuudet**

Laitteiston muunneltavuus on yksi KNX-järjestelmän tarjoamista mahdollisuuksista. Entisestä toimisto rakennuksesta saadaan tehtyä yksinkertaisesti asuinhuoneistoja

helpon muunneltavuuden takia. Muutoksia on helppo tehdä ja joustava ohjausjärjestelmä minimoi hankkeesta aiheutuvat häiriöt. Valmiina olevilla kaapeloinneilla voidaan usein toteuttaa uusikin ratkaisu, ilman että lisäkaapeleita tarvita. KNX-järjestelmässä muutokset voidaan tehdä ohjelmamuutoksina tietokoneella. [4]

KNX-järjestelmää simuloivalla salkkumallisella harjoituslaitteistolla on mahdollista opetella järjestelmän suunnittelua ja käyttöönottoa sekä ETS 3 trainee -versiolla että TX-100-laitteella. Salkulla on mahdollista havainnollistaa erilaisten valaistusohjausten ja muiden kuormien toteutuksia relelähdön ja valonsäätimen avulla. Salkku sisältää kolme valonsäädinlähettä sekä neljä relelähettä. Laitteisto on koottu siten, että jokaisella valonsäätimen lähdöllä saadaan säädettyä yksittäisiä valaistuskuormia. Säätimellä toimivat valaistuselähdöt ovat salkun kanssa olevissa kolmessa alemmassa pistorasiasyötössä. Relelähdöistä kaksi ensimmäistä ohjaavat salkun kanssa olevia kahta ylempää pistorasiaa ja kahta merkkivaloa. Kaksi jälkimmäistä relelähettä ja merkkivaloa voidaan ajatella olevan vaikka lämmitystä tai muuta mahdollista kuormaa, jota voidaan ohjata erilaisilla väylään kytketyillä kytkimillä.

TX-100 kommunikoi salkun laitteiden kanssa mediakytkimen avulla. Käsiohjelmointilaitteesta pitää valita, joko offline- tai online-tila. Tiloilla määritetään onko salkku ohjattavissa/kokeiltavissa kesken asennuksen vai ei. Tila valitaan asetukset valikosta, ennen numerointia ja ohjelmointia. Kuvassa 5 TX-100-käsiohjelmointilaite.

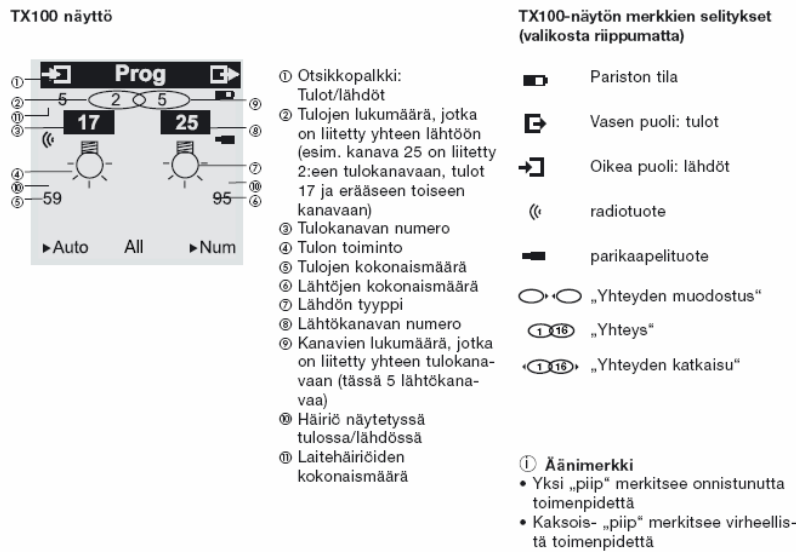


**Kuva 5.** TX-100-käsiohjelmointilaitte [10]

Ohjelmointilaitteella asennetaan tuloille ja lähdöille numerot (Num) -tilassa. Numerointi voidaan tehdä joko automaattisesti tai manuaalisesti. Kun numeroinnit on tehty, voidaan ohjelmointitilassa (ohj) määrittää, mikä tulo ohjaa mitäkin lähtöä ja miten.

Järjestelmässä yksittäinen tulo on aina yksittäinen painike eli kytkimen nappi. Lähdöllä tarkoitetaan yksittäistä kuormaa, jota tietyllä kytkimellä ohjataan. Kun tulo ja lähtö on valittu, valitaan tulolle symboli, eli päätetään onko kyseessä esimerkiksi tavallinen kytkin tai valon kirkkauden säätökytkin, joka ohjaa valonsäädintä. Lähdölle valitaan myös kuorma, joka on esimerkiksi valaistus. Tulon ja lähdön linkitys tapahtuu painamalla vihreää ok-nappia pohjassa, kunnes ruutu on kuvan 2 mukainen. Kuvasta 6 selviää käsiohjelmointilaitteen näyttö ja toiminnot.





**Kuva 6.** TX-100 laitteen näyttö vasemmalla ja toiminnot oikealla [6].

Kun laitteille on tehty linkitykset, voidaan päivittää tehdyt muutokset menu-painikkeella, joka on laitteen sivulla. Kun päivitys on valmis, mennään menu-valikosta asennuksen hallinta -tilaan, sieltä ohjelma ladataan laitteisiin komennolla lataa. Latauksen jälkeen laitteistoa voidaan kokeilla.

## 8 ETS-OHJELMA

### 8.1 ETS-ohjelman historia

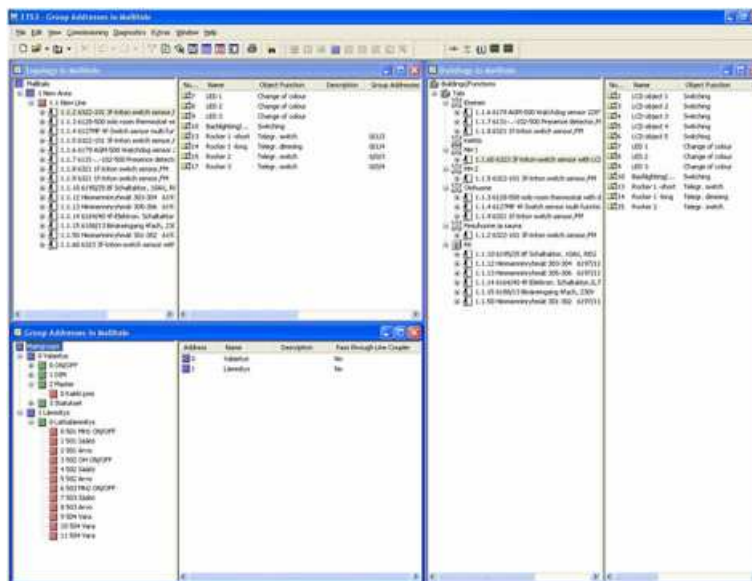
Ensimmäinen ETS-ohjelma otettiin käyttöön vuonna 1991. Siitä lähtien ohjelmaa on kehitetty uusilla versioilla ja päivityksillä. ETS 3 on viimeisin versio, joka on suunnittelijoiden käytössä. Se on ollut saatavilla vuodesta 2004 lähtien. ETS 4 on jo kehitteillä, mutta sen myyntiä ei ole vielä aloitettu. [4]

Huono puoli ohjelman kehityksessä on ollut se, että ETS 1 -ohjelmalla luotuja tiedostoja ei voida avata ETS 3 -ohjelmalla. Jos vanha ETS 1 -ohjelmalla luotu tiedosto joudutaan päivittämään muutos tai laajennustöiden takia, joudutaan hankkimaan ensin ETS 1- ja ETS 2 -ohjelmat. Sen jälkeen pitää päivittää ensimmäiset suunnitelmat, tuote- ja projektitiedot, versiolla 2 sellaiseksi, että versio 3 ymmärtää sen. ETS 2 ja ETS 3 taas

pystyvät kommunikoimaan keskenään ja tiedostot ovat yleensä siirrettävissä ohjelmasta toiseen, tällöin ETS 1 -projekti on taas käytettävissä. [1]

## 8.2 ETS 3 -ohjelman kuvaus

ETS-ohjelma on KNX-järjestelmän käyttöönottoon, ohjelmointiin ja projektisuunnitteluun valmistettu ohjelma. Se on vaikeampikäyttöinen kuin Hager tebis-komponenttien käsiohjelmointilaitte. ETS 3 -ohjelmaa voidaan käyttää suunniteltaessa kaikenkokoisia ja käyttötarkoitukseltaan riippumattomia kohteita. [1]



Kuva 7. ETS 3 -ohjelman käyttöliittymä [7]

## 8.3 ETS-ohjelman ominaisuudet ja mahdollisuudet

ETS 3 -ohjelma toimii työn aikana hankitulla harjoittelijalisenssillä. ETS 3 -ohjelmaan on mahdollista saada erillisiä lisäosia, joilla käytettävyys parantuu sovelluksissa. [1]

## 8.4 ETS-ohjelman ominaisuuksien kehittäminen

Komponenttien osoitenumeroinneissa tuli ongelmia ensimmäisissä käyttöönotto vaiheissa. Komponenttien laitetietokannat olivat uudistuneet, ja niistä oli tullut uusia versioita. Jos laitteelle asensi vanhan laitetietokannan, järjestelmän indikaattori valot

alkoivat vilkkua ja laite lopetti toimintansa. Päivittämällä komponentille uuden tietokannan laitteen sai toimimaan.

ETS 3 ei kuitenkaan asiasta ilmoittanut mitään. Edellisestä johtuen laitetietokantaa tulisi kehittää siten, että komponentille ei voi asentaa väärää tietokantaa eikä väärää versiota. Jos kuitenkin näin pääsee käymään, ETS:n tulisi ilmoittaa asiasta. Osa komponenteista oli uudempaa mallia, ja nimien perässä pitää olla malli tarkennustietokannasta.

## **8.5 ETS-ohjelman käyttöohje**

Työn tarkoituksena oli laatia ETS-ohjelmalle käyttöohje rakennettujen kolmen salkkumallin lisäksi. Käyttöohje on tämän työn liitteenä 2.

ETS-ohjelman käyttöohjeessa esitellään työkalut sekä ohjelman eri käyttövaiheet. Työssä käytettäviä työkaluja ovat: salkkumallinen harjoittelulaitteisto, USB-kaapeli ja tietokoneeseen lisättävä USB-Dongle, joka toimii ohjelman käyttölisenssinä.

Ohjelman käytöstä esitellään käyttöohjeessa yhdeksän eri vaihetta, ETS 3:n ja salkun välisen yhteyden tarkistus, tietokannan varmistus, laitetietokantojen hakeminen ja tarkistus, uuden projektin aloittaminen, Buildings-ikkunan luonti, Group Addresses-ikkunan luonti, Edit Parameters- ja laitteiden linkitykset, tietojen lataus sekä laitteiden tarkistaminen. Eri vaiheet on selvitetty yksityiskohtaisesti käyttöohjeessa.

## **9 JOHTOPÄÄTÖKSET**

### **9.1 Yhteenveto**

Työn tavoitteena oli kehittää KNX-järjestelmän käyttöönottoa havainnollistava laitteisto ja ETS 3 trainee -ohjelmointiohjelmalle tarkoitettu käyttöönotto-ohje käyttöönottoa helpottamaan. Työn aikana koottiin kolme salkkumallista KNX-laitteistoa.

### **9.2 Arviointi**

ETS 3 trainee -ohjelmointiohjelma oli helppokäyttöinen ja toimi hyvin. Suurin ongelma työn aikana muodostui laitetietokannoista. Ensin laitetietokannat lähetettiin erissä,

jolloin tietokantojen joukossa oli työssä käytettyihin komponentteihin sopimattomia tietokantoja päivitysten vuoksi. Työn edetessä tietokantoja oli mahdollista hakea myös suoraan yrityksen kotisivuilta, jolloin toimivien tietokantojen saaminen helpottui huomattavasti. Jos komponenteille latasi vääriä tietokantoja, ei ohjelma ilmoittanut ongelmasta. Käyttäjän tuli itse päätellä virhe laitteiston toimimattomuudesta. Sopimattomilla tietokannoilla laitteisto meni sekaisin. Asentamalla laitteille sopivat tietokannat ETS 3 traineen avulla laitteisto saatiin kuitenkin toimimaan. Ohjelmaa tulisi kehittää siten, että vääristä tietokannoista tulisi virhesanoma käyttäjän tietoon. Projektin toteuttamiseen kului suunniteltua enemmän aikaa, juuri väärin tietokantojen vuoksi.

Työn aikana koottu laitteisto soveltuu harjoituslaitteistoksi ammattikorkeakouluun ja opettaa järjestelmän käyttöönottoa. Salkkuihin kootut laitteiston on helppo kuljettaa mukana, ja niistä on nopeasti mahdollista nähdä KNX-järjestelmän rakenne ja sen osat. Laitteiston rakentaminen salkkuihin onnistui alkuperäisten suunnitelmien mukaisesti, eikä kokoaminen ollut liian haasteellista. Laitteistojen kokoamista nopeutti vastaavanlaisen laitteistoon tutustuminen.

### **9.3 Ohjeet ja ehdotukset**

Laitteistoa tulisi kehittää siten, että laitetietokantojen yhteensopivuus laitteiden kanssa olisi taattu. Komponenteista on tullut uusia versioita, ja jokaiselle on oma tarkka laitetietokanta. Jos asentaa väärän tietokannan, laitteet eivät ilmoita ohjelmointiohjelman kautta asiasta, eivätkä ne toimi. Ohjelman tulisi myös ilmoittaa, että tietokanta on asennettu väärään laitteeseen.

### **9.4 Visiot**

ETS 3 -ohjelma säilyy markkinoilla todennäköisesti vielä kauan, vaikka markkinoilla on saatavilla ohjelmasta uusi versio ETS 4. Ohelmien käyttöönotto uudemmalla ohjelmalla tapahtuu siten, että esimerkiksi ETS 1:llä luotu projekti voidaan avata ETS 3 -ohjelmalla ainoastaan silloin, kun projekti ensin viedään ETS 1 -ohjelmasta ETS 2 -ohjelmaan ja edelleen ETS 3 -ohjelmaan. Tämän vuoksi vanhat ohjelmat säilyvät, että niillä tehtyjä projekteja voidaan muokata.

KNX-järjestelmä on kehittymässä ja tulevaisuudessa myös A-tilan laitteita on mahdollista ottaa käyttöön. A-tila tarkoittaa automaattitilaa, jossa laitteet ovat heti käytettävissä linjaan asennettaessa ja ne tekevät käyttöönoton automaattisesti. Uusi tila lisää varmasti KNX-järjestelmän käytettävyyttä, sillä tällöin käyttöönotto vaihe nopeutuu.

KNX-järjestelmän tulevaisuuden näkymät ovat hyvät, kansainvälisesti on asetettu merkittäviä tavoitteita energiansäästöön ja rakennusten energiatehokkuuteen kiinnitetään erityistä huomiota. KNX-järjestelmällä on mahdollista säästää rakennuksen sähkönkulutuksessa, joka parantaa rakennuksen energiatehokkuutta. Pienilläkin korjauksilla järjestelmän toimivuutta voidaan parantaa käyttäjäystävällisemmäksi. KNX-järjestelmällä on tulevaisuudessa mahdollisuuksia kehittyä tunnetummaksi ja merkittävämmäksi järjestelmäksi.

## LÄHTEET

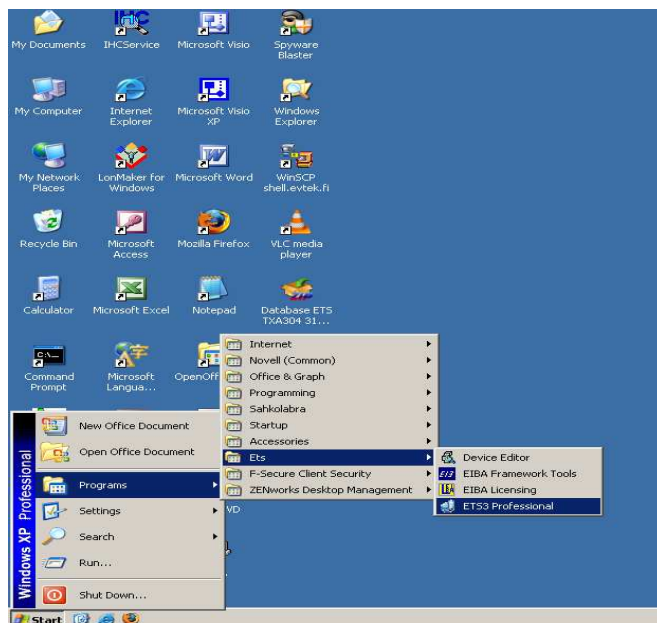
- 1 Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin, KNX Perusperiaatteet. KNX Association. 2010.
- 2 Järjestelmän rakenne. [WWW-dokumentti.] ABB Oy, Asennustuotteet. <<http://asennustuotteet.fi/index.pl?id=70&lang=FIN1>>. Luettu 1.5.2010
- 3 Käyttökohteet. [WWW-dokumentti] KNX Finland r.y. <<http://www.knx.fi/>>. Luettu 24.4.2010.
- 4 KNX. (WWW-dokumentti.) KNX association. <[www.knx.org/fileadmin/downloads/.../Consumer%20Screen%20FI.pdf](http://www.knx.org/fileadmin/downloads/.../Consumer%20Screen%20FI.pdf)>. Luettu 24.4.2010.
- 5 KNX. (WWW-dokumentti.) Hendell Oy. <<http://www.hendell.fi/index.php?page=knx-taloautomaatio>>. Luettu 24.4.2010.
- 6 TX-100-käsiohjelmointilaite. (WWW-dokumentti.) UTU Powel Oy. [www.utupowel.fi](http://www.utupowel.fi). Luettu 25.4.2010
- 7 Järjestelmän rakenne. [WWW-dokumentti.] ABB Oy. <<http://asennustuotteet.fi/index.pl?id=74&lang=FIN1>>. Viitattu 1.5.2010.
- 8 Hietanen, Hannu. Tuotepäällikkö, UTU POWEL Oy. Opetusluento. 2.12.2009. Espoo Leppävaara
- 9 ETS 3 trainee. KNX:n suunnitteluun, ohjelmointiin ja käyttöönottoon tarkoitettu tietokoneohjelma.
- 10 Käsiohjelmointilaite. Järjestelmän rakenne. [WWW-dokumentti.], <[http://www.hager.fr/images/\\_product/appareillage/domotique/TX100/tips\\_hager-tebis-configurateur-TX100.jpg](http://www.hager.fr/images/_product/appareillage/domotique/TX100/tips_hager-tebis-configurateur-TX100.jpg)>. Luettu 1.5.2010.

**LIITE 1****ETS 3 trainee -OHJELMAN KÄYTTÖOPAS****TYÖKALUT**

- 1 Salkkumallinen harjoittelulaitteisto
- 2 USB-kaapeli
- 3 USB-Dongle-ohjelman käyttölisenssi tietokoneeseen

**OHJELMAN KÄYTTÖ**

Kytke salkkumallinen harjoituslaitteisto tietokoneeseen USB-kaapelilla ja laita laitteistoon virrat päälle. Kytke koululle hankittu ohjelman käyttölisenssi dongle (USB) tietokoneeseen. Valitse tämän jälkeen käynnistä valikosta Start > ETS > ETS 3 professional kuvan 1 mukaisesti.



**Kuva 1.** ETS 3 -ohjelman käynnistys tapahtuu käynnistä valikosta valitsemalla programs -> ETS -> ETS 3 professional [9].

Ohjelman käynnistämisen jälkeen ohjelma kysyy: jatketaanko nykyistä projektia, jos aikaisempi tiedosto on jo olemassa.

## OHJELMAN KÄYTTÖÖNOTON ERI VAIHEET

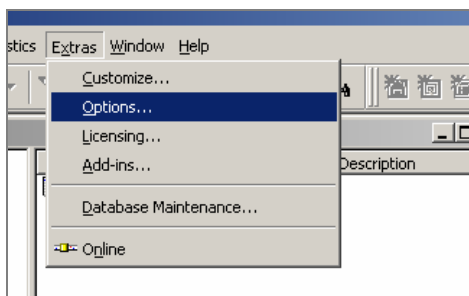
- 1 ETS 3:n ja salkun välisen yhteyden tarkistus
- 2 Tietokannan varmistus
- 3 Laitetietokantojen hakeminen ja tarkistus
- 4 Uuden projektin aloittaminen
- 5 Buildings-ikkunan luonti
- 6 Group Addresses -ikkunan luonti
- 7 Edit Parameters ja laitteiden linkitykset
- 8 Tietojen lataus
- 9 Laitteiden tarkistaminen



**LIITE 1****1. YHTEYDEN TESTAUS**

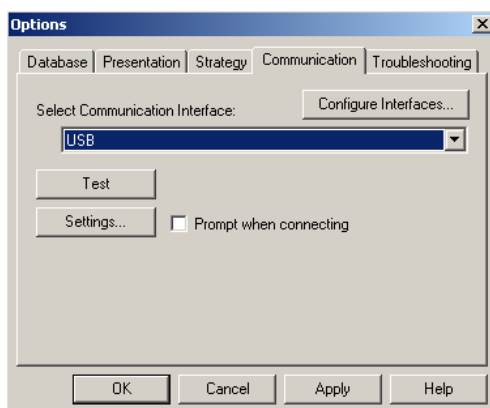
Tarkistetaan, että salkun komponentit saavat yhteyden USB-kaapelin kautta

Valitaan ylä-palkissa olevaan extras kohtaan ja valikosta kohta options (kuva 2).



**Kuva 2.** Valikosta Extras valitaan Options. [9]

Tämän jälkeen aukeaa options-ikkuna. Ikkunasta valitaan Communication interface kohtaan USB, ellei se jo ole valittuna. Sitten painetaan Test-painiketta, jolloin painikkeen viereen tulisi ilmestyä teksti OK. (Kuva 3.) Tällöin salkku on yhteydessä tietokoneeseen ja voidaan aloittaa tietokantojen haku sekä projektin luonti.

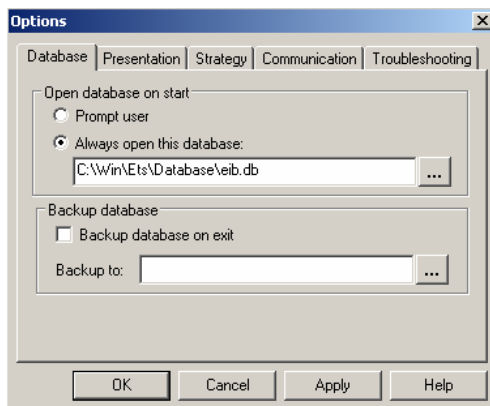


**Kuva 3.** Options-valikosta avautuu uusi ikkuna, josta valitaan välilehti communication. Välilehdeltä valitaan kohta USB ja Test. [9]

## 2. TIETOKANNAN VARMISTUS

Laitteisto tallentaa projektin aina database-tiedostoon, josta se avaa tallennetun tiedon, kun ohjelma seuraavan kerran aukaistaan.

Avataan valikko Extras > Options > Database ja varmistetaan, että tietokanta on haettu oikeasta paikasta (kuva 4).

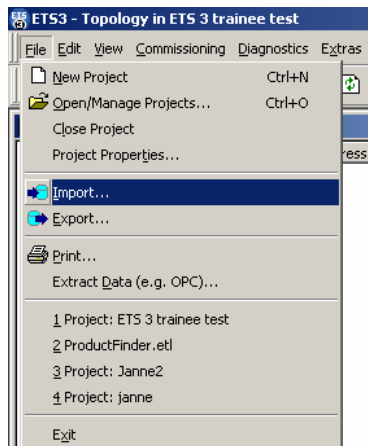


**Kuva 4.** Varmistetaan Options-ikkunasta välilehdeltä Database, että avattava tietokanta on haettu oikeasta paikasta. [9]

## 3. LAITETIETOKANTOJEN HAKEMINEN JA TARKISTUS

Laitetietokannat haetaan tiedostosta, johon ne on tallennettu. Ilman laitetietokantoja ei laitteita pystytä lisäämään kohdassa 5.

Valitaan File > Import ja valitaan tiedostot, jotka sisältävät laitetietokantoja (Database) ja kohta Import all (kuva 5).

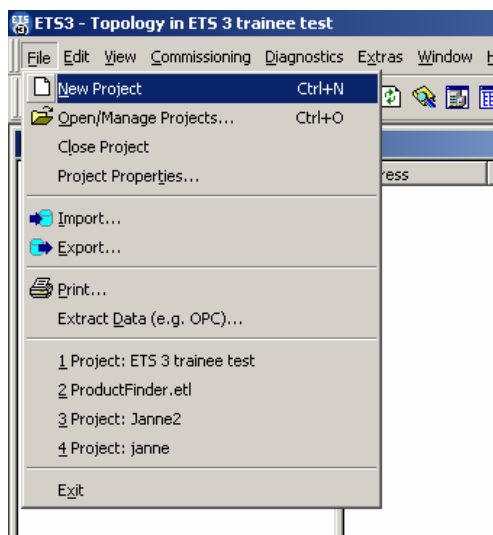


**Kuva 5.** Avataan valikko File ja kohta Import. [9]

#### 4. UUDEN PROJEKTIN ALOITTAMINEN

Jos ohjelmassa on vanha projekti jo olemassa ohjelma ilmoittaa, että uutta ei voi aloittaa ennen vanhan poistoa. Ilmoitus johtuu harjoittelijalisenssin ominaisuuksista. Vanha projekti on poistettava delete-painikkeella ennen uuden aloittamista.

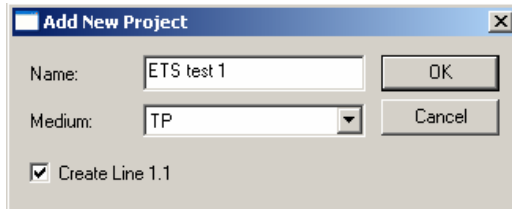
Uusi projekti aloitetaan valitsemalla File > New Project (kuva 6).



**Kuva 6.** Uuden projektin aloittaminen tapahtuu File-valikosta valitsemalla kohta New Project [9].

New Project -kohdasta aukeaa Add New Project-ikkuna, johon annetaan projektin nimi (kuva 7).

Avautuvaan ikkunaan syötetään projektin nimi ja valitaan väylätyyppi, jota käytetään TP tarkoittaa Twisted Pair eli kierretty pari > OK

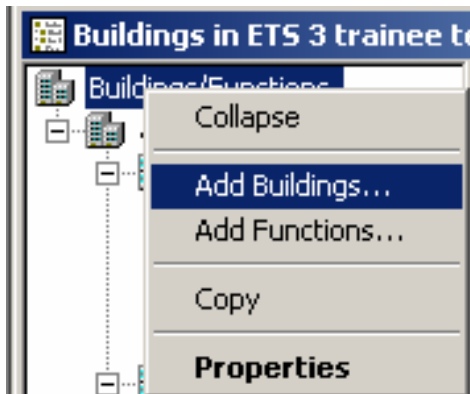


**Kuva 7.** Ikkunassa Add New Project annetaan projektille nimi ja valitaan väylätyyppi vetovalikosta [9].

## 5. BUILDINGS-IKKUNAN LUONTI

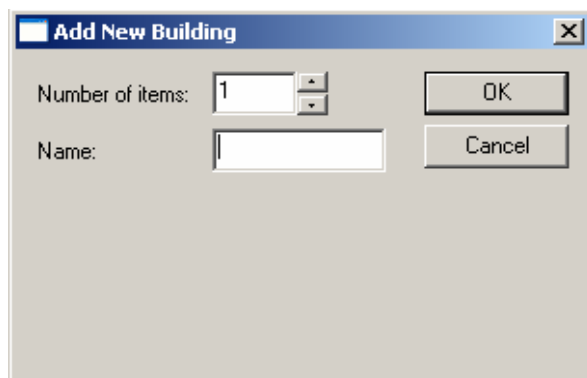
Kun uusi projekti on luotu, voidaan Buildings-ikkunaan luoda uusi rakennus kuvassa 5. olevassa mallissa as Oy salkku.

Painetaan hiiren oikealla tekstiä Buildings/Function, jonka jälkeen valikosta valitaan Add Buildings (kuva 8).



**Kuva 8.** Valitaan hiirellä teksti Buildings/Function, jolloin näkyviin tulee valikko, josta valitaan kohta Add Buildings [9].

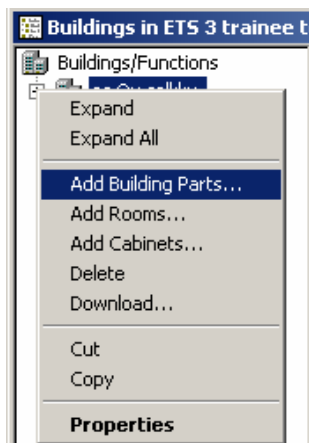
Seuraavaksi annetaan rakennukselle nimi, avautuvaan ikkunaan. Number of items -kohdassa annetaan olla numeron yksi (kuva 9.)



**Kuva 9.** Rakennus nimetään Add New Building -ikkunassa [9].

Rakennuksen lisäämisen jälkeen lisätään rakenteellisia osia. Mallissa on annettu kaksi eri kerrosta, niillä viitataan salkun kansi- ja pohjaosaan. Alakerta on keskustila, jossa on väylälaitteet ja yläkerta on kansi, jossa on ohjattava kuorma (pistorasiat).

Valitaan as Oy salkku hiiren oikealla ja valitaan Add Building Parts (kuva 10).

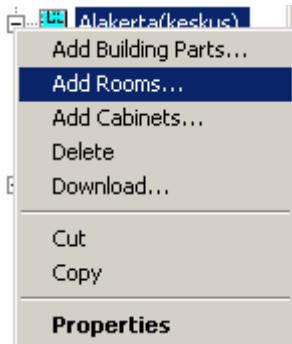


**Kuva 10.** Valitaan hiirellä as Oy salkku, ja valikosta tämän jälkeen kohta Add New Building Parts [9].

Valinnan jälkeen aukeaa samanlainen ikkuna kuin rakennusta lisättäessä. Annetaan nimeksi Alakerta. Toiminta toistetaan uudelleen ja annetaan uudelle rakennusosalle nimeksi Yläkerta.

Rakennusosien jälkeen lisätään huoneet. Toimitaan samoin kuin rakennusosia lisättäessä.

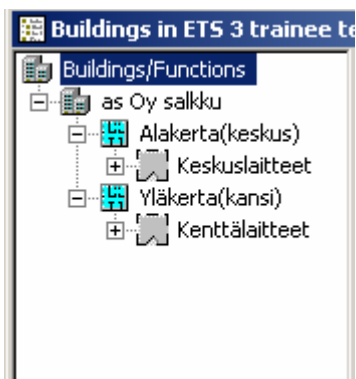
Painetaan hiiren oikealla painikkeella kohtaa alakerta ja valitaan avautuvasta ikkunasta Add Rooms (kuva 11). Valinnan jälkeen aukeaa samanlainen ikkuna kuin rakennusta lisättäessä. Annetaan nimeksi Keskuslaitteet.



**Kuva 11.** Huoneiden lisäys tapahtuu valikon kohdasta Add Rooms [9].

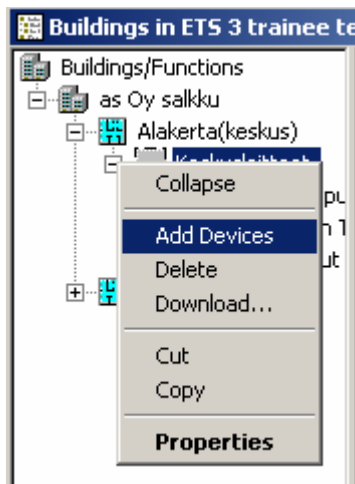
Sama toistetaan kohdalle yläkerta, mutta nimeksi annetaan Kenttälaitteet.

Buildings-ikkunan ollessa kuvan 12 mukainen voidaan huoneisiin, keskuslaitteet ja kenttälaitteet, lisätä komponentteja, joita salkku sisältää.



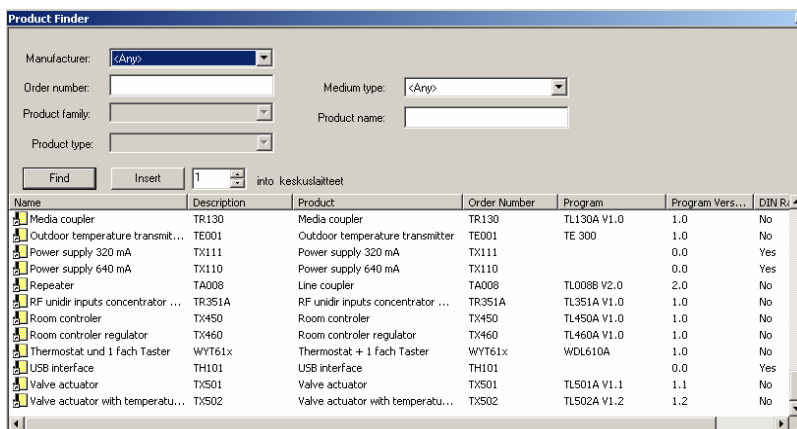
**Kuva 12.** Buildings-ikkuna valmiina laitteiden ja komponenttien lisäykseen [9].

Valitaan huone, johon laitteita halutaan lisätä ja hiiren oikealla Add Devices (kuva 13).



**Kuva 13.** Komponenttien ja laitteiden lisäys valikosta [9].

Tämän jälkeen aukeaa Product Finder -ikkuna, jossa on kaikki sinne importtauksella haetut laitetietokannat. Lista on aluksi tyhjä, mutta kun painaa vain find. niin kaikki tietokannat löytyvät (kuva 14.)



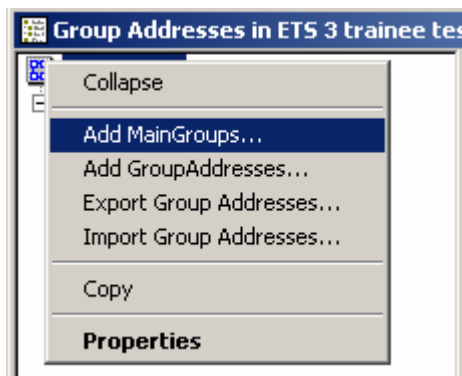
**Kuva 14.** Product Finder -ikkuna [9].

Laitteet, jotka pitää lisätä ohjelmaan: relelähtö (TXA 204B a2), valonsäädin (TXA 213 a2) ja kytkin (TXB 302). Tunnukset löytyvät Product Finder -ikkunasta kohdasta Description. Komponentissa tunnus on vasemmassa yläkulmassa. Radiosignaali toimiva komponentti lisätään TX-100-käsiohjelmointilaitteella.

## 6. GROUPADDRESSES-IKKUNAN LUONTI

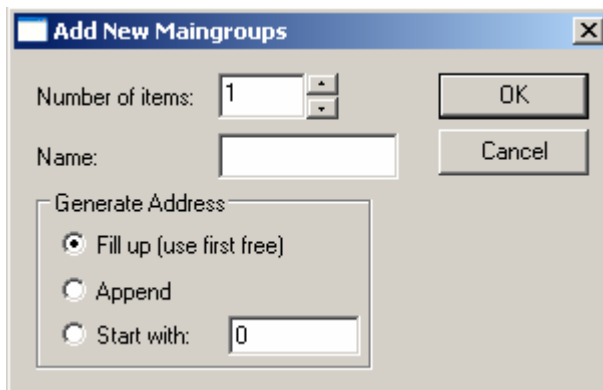
Laitteiden lisäämisen jälkeen voidaan keskittyä osoitteiden tekoon ETS 3 -ohjelman Group Addresses -ikkunassa.

Painetaan hiiren oikealla ikkunan ylintä ryhmää ja valitaan avautuvasta ikkunasta Add Maingroups (kuva 15).



**Kuva 15.** Osoitteiden teko Group Addresses -ikkunassa [9].

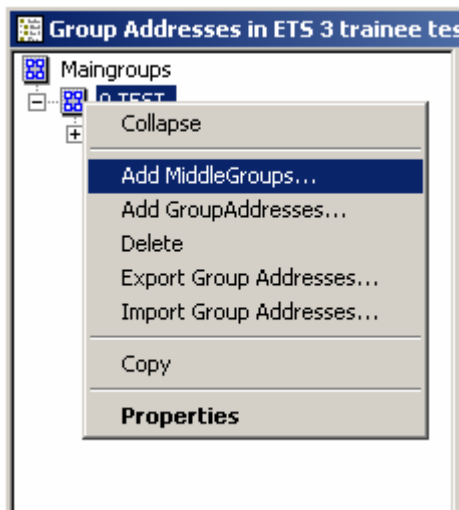
Tämän jälkeen aukeaa nimeämiskikuna, johon annetaan pääryhmän nimi, muut kohdat saavat olla samoja, mitä oletusasetus antaa >OK (kuva 16).



**Kuva 16.** Ryhmän nimeämiskikuna [9].

Luodaan pääryhmään keskiryhmä. Valitse pääryhmä >hiiren oikeapainike > Add MiddleGroups (kuva 17).

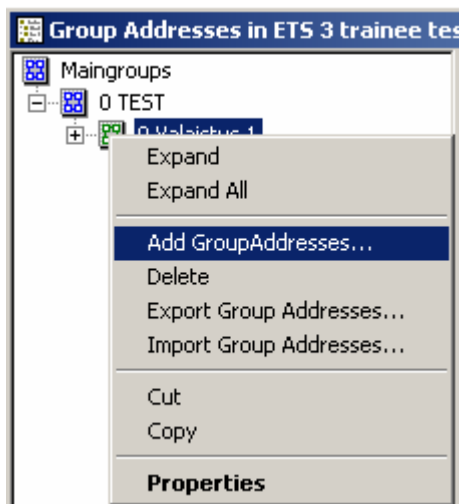




**Kuva 17.** Keskiryhmän teko valikoista [9].

Tämän jälkeen aukeaa samanlainen nimeämiskuna kuin pääryhmää tehdessä. Annetaan nimi ja painetaan OK. Sitten luodaan itse ryhmäosoite.

Valitaan MiddleGroup > hiiren oikea > ja valitaan Add GroupAddresses (kuva 18).



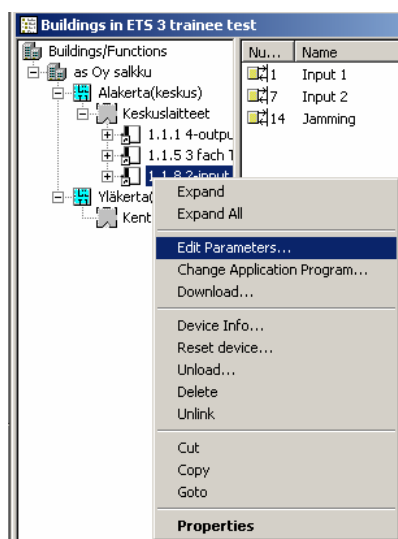
**Kuva 18.** Ryhmän nimeäminen valikoiden kautta [9].

Seuraavaksi aukeaa taas nimi-ikkuna, johon laitetaan Valaistus 1 ja muut tiedot voivat olla oletus-asetuksia.

## 7. EDIT PARAMETERS JA LAITTEIDEN LINKITYKSET

Tämän jälkeen voidaan ruveta linkittämään lähtöjä ja tuloja, eli valita, millä painikkeella ohjataan mitään kuormaa, mutta ennen sitä kannattaa kytkimille määrittää uusia parametreja. Jos parametreja ei muuteta, kytkimet ovat lähtökohtaisesti tehdasasetuksissa. Toisin sanoen niille ei ole luotu mitään toimintoja. Tilannetta voidaan muuttaa seuraavasti.

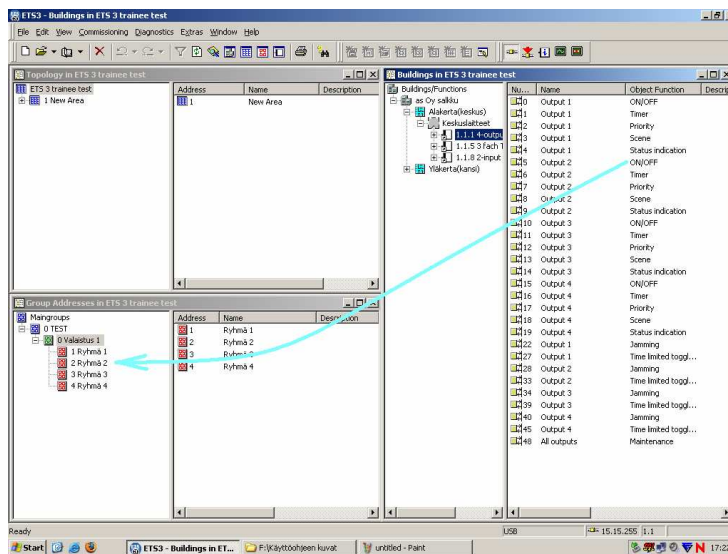
Valitaan kytkin > painetaan hiiren oikealla > valitaan Edit Parameters (kuva 19).



**Kuva 19.** Kytकिनparametrien muokkaus Edit Parameters -kohdasta [9].

Kun kytkinasetukset on määritetty, siirrytään linkitykseen.

Raahataan haluttu lähtö Group Addresses -ikkunan sytytysryhmään.



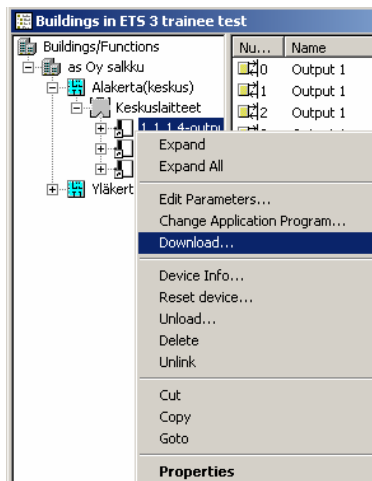
**Kuva 20.** Tulon ja lähdön linkitys [9].

Valitaan tulo, jolla halutaan ryhmän lähtö syyttää ja raahataan se samaan syytys ryhmään. Tällä tavoin laitteet on linkitetty toimimaan keskenään (kuva 20.) Toiminta toistetaan niin monta kertaa kuin ryhmiä on.

## 8. TIETOJEN LATAUS

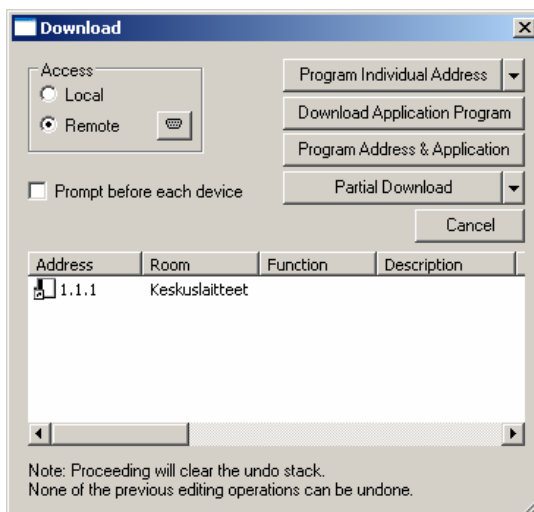
Laitteiden osoitteet ja toiminnot pitää ladata järjestelmään komennolla Download. Laitteet voidaan ladata järjestelmään kaikki kerrallaan tai yksittäin. Lataus vaihtoehdot on käyty läpi seuraavaksi.

Kun halutaan ensin ladata pelkkä osoite komponentille: Valitse komponentti > Paina hiiren oikeaa painiketta ja valitse Download (kuva 21).



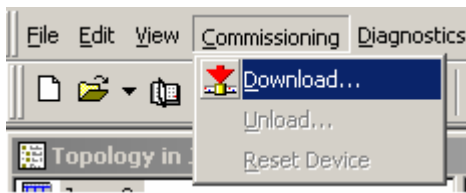
**Kuva 21.** Osoitteen lataus komponentille valikosta [9].

Seuraavaksi aukeaa ikkuna, jossa on laite, jonka olet valinnut esim. 1.1.1. Valitaan Access kohdasta remote ja sen jälkeen painetaan kohtaa ProgramAddress&Application (kuva 22.) Ohjelma lataa tiedot komponentille.



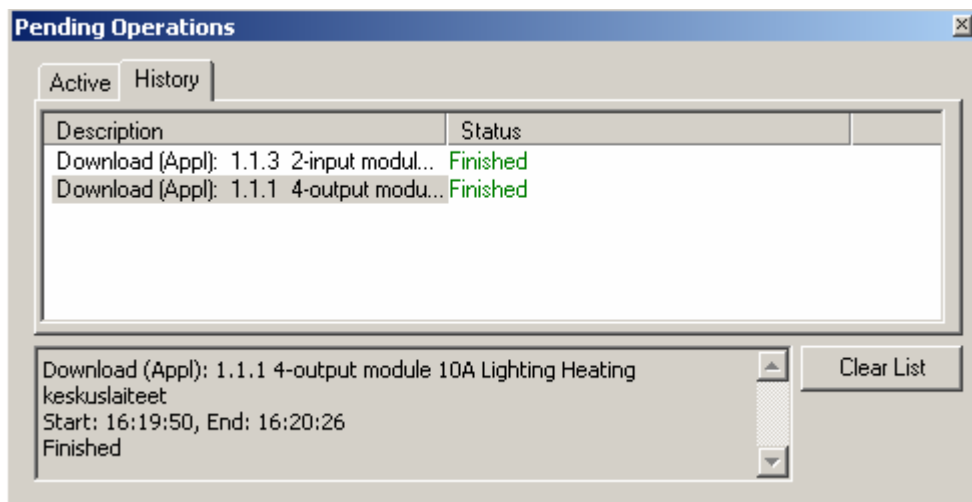
**Kuva 22.** Valitaan laite esimerkiksi 1.1.1, jolle halutut tiedot ladataan [9].

Saman voi tehdä myös koko laitteistolle samalla kertaa, jos olet varma, että kaikki linkitykset ja osoitteet ovat valmiina. Valitse yläpalkista Commissioning ja Download (kuva 23).



**Kuva 23.** Kaikille laitteille voidaan suorittaa samanaikainen laitteiden ja tietojen asennus [9].

Laitteiden asennuksen jälkeen aukeaa Pending Operations -ikkuna, josta nähdään ohjelmoitavat komponentit (kuva 24.)

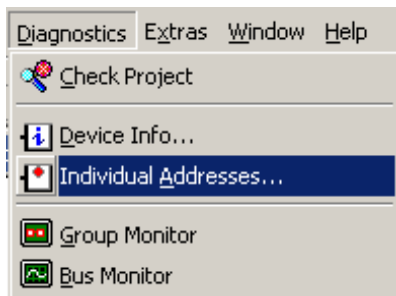


**Kuva 24.** Ohjelmoitujen komponenttien ikkuna [9].

## 9. LAITTEIDEN TARKISTAMINEN

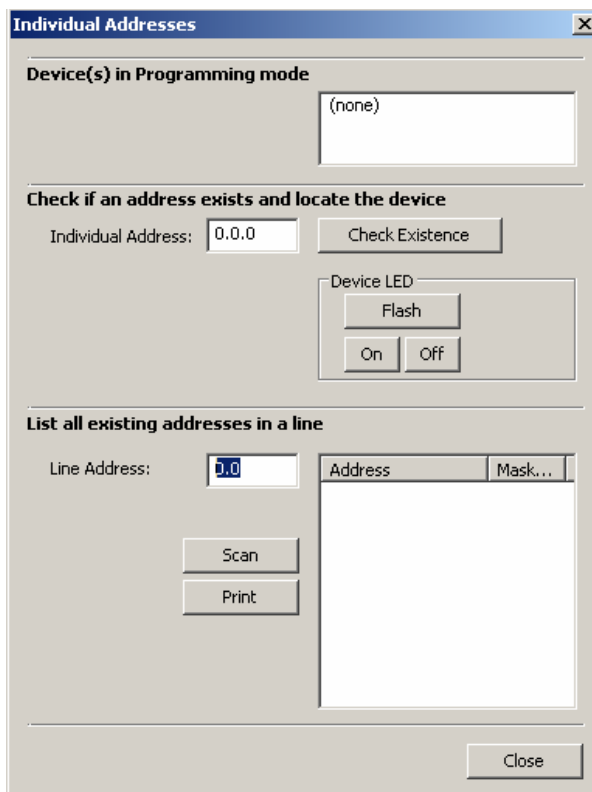
Laitteisiin ohjelmoitujen osoitteiden ja laitteiden ohjelmoinnin voi tarkistaa seuraavasti.

Valitse Yläpalkista kohta Diagnostics > Valitse Individual Addresses (kuva 25).



**Kuva 25.** Laitteiden tarkistus kohdan Individual Addresses -kohdan avulla [9].

Tämän jälkeen aukeaa Individual Addresses -ikkuna. Kohtaan Line Address kirjoitetaan linja numero 1.1 ja painetaan Scan (kuva 26). Ohjelma käy läpi projektin ja näyttää laitteet, jotka siitä löytyvät. Yksittäistä laitetta voidaan hakea ja paikallistaa kohdassa Check if an address exists and locate the device. Kirjoitetaan laitteen osoite ja painetaan Check Existence. Merkkivalo voidaan myös syyttää ja sammuttaa ohjelmasta käsin.



**Kuva 26.** Valitaan Individual Addresses -ikkunasta laite tai linja, jota halutaan tarkastella [9].

Kun osoitteet on varmistettu, voidaan ikkuna sulkea. Laitteiston toiminta voidaan varmistaa painamalla ohjelmoidun kytkimen nappia, jolloin valo syttyy.