

## KNX-oppimisympäristön suunnittelu

Kai Manninen

Sähkötekniikan koulutusohjelman opinnäytetyö  
Sähkövoimatekniikka  
Insinööri (AMK)

KEMI 2012

## TIIVISTELMÄ

### KEMI-TORNION AMMATTIKORKEAKOULU

Tekijä(t):	Kai Manninen
Opinnäytetyön nimi:	KNX-oppimisympäristön suunnittelu
Sivuja (+liitteitä):	43+ 3
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella KNX-taloautomaation oppimisympäristö Kemi-Tornion ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön uuteen laboratoriotilaan. Oppimisympäristössä on tarkoitus opettaa KNX-taloautomaatiojärjestelmän käyttöönottoa ETS4-ohjelmaa käyttäen.</p> <p>Kiinteistöautomaatiojärjestelmien yleistyessä niiden toiminnan tuntemus on tärkeää. Väylätekniikka on lisääntynyt sen monipuolisuuden ja helpon muokattavuutensa ansiosta ja siitä on tullut tärkeä osa kiinteistöjen sähköjärjestelmiä. Työssä tutkittiin kahta eri hajautettua järjestelmää, jotka käyttävät tiedonsiirtoon väylätekniikkaa. Näistä kahdesta valittiin oppimisympäristöön toiminnoiltaan monipuolisempi ja valmistajista riippumaton KNX-järjestelmä.</p> <p>Oppimisympäristöksi haluttiin suunnitella laitteisto, joka olisi käytännöllinen ja osaksi siirrettävissä. Laitteistolla ohjataan valaistusta, lämmitystä, verhomootteita ja pistorasioita. Kiinteät asennukset integroidaan laboratoriotilaan ja lisäksi asennetaan uusi KNX-sähkökeskus. Oppimisympäristö käyttää tiedonsiirtoon EIB-väylätekniikkaa.</p> <p>Lopputuloksena saatiin tavoitteen mukaisesti suunnitelma KNX-oppimisympäristöstä sähkö- ja layout-piirustuksineen. Lisäksi laadittiin laitteiston hankemäärityt ja oppimistehtäväluettelo laboratoriotunneille.</p>	
Asiasanat: KNX, EIB, kiinteistöautomaatio	

## ABSTRACT

### KEMI-TORNIO UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Tekijä(t):	Kai Manninen
Opinnäytetyön nimi:	KNX-Learning Environment Plan
Sivuja (+liitteitä):	43+ 3
<p>The aim of this thesis is to design a learning environment of KNX-home and building automation system for Kemi-Tornio University of Applied Sciences, technology unit. The learning environment will be located in a new laboratory of property electronics. The purpose of this learning environment is to teach the commissioning of KNX- home and building system by using ETS4-configuration tool.</p> <p>Building automation systems has become more common so the function of the system is significant. The bus technology is proliferated because of versatility and formability and has become a major part of electricity systems in buildings. This thesis inspects two different decentralized systems which transfer data by using bus technology. Learning environment equipments were chosen from those two systems. KNX-home and building system were selected because of more varied functions and independency from one manufacturer.</p> <p>The learning environment equipment needs to be practical to use and transferable for some part. The equipment controls lightning, heating, curtain motors and sockets. Stationary equipment will be integrated to the laboratory. In addition a new KNX-main distribution board will be fitted. Learning environment uses EIB-technology to transfer the data.</p> <p>The goal of the task was achieved, design for the KNX-learning environment with electricity- and layout- drawings. In addition a project plan for the equipment and a list of learning tasks were produced.</p>	
Asiasanat: KNX, EIB, building automation	

## SISÄLLYS

Tiivistelmä .....	2
ABSTRACT .....	3
1 JOHDANTO .....	6
2 Kiinteistöautomaatio .....	7
2.1 Yleistä .....	7
2.2 KNX/EIB .....	8
2.2.1 KNX-järjestelmän rakenne.....	9
2.2.2 KNX-järjestelmän tiedonsiirtoväylät .....	10
2.2.3 KNX-sanoman rakenne .....	14
2.3 Smart-house .....	15
2.3.1 Smart-house -järjestelmän rakenne .....	16
2.3.2 Smart-house -järjestelmän tiedonsiirto .....	17
2.4 KNX/Smart-house -järjestelmän vertailu.....	18
3 Oppimisympäristön suunnittelu .....	20
3.1 Oppimistavoitteiden määrittäminen .....	20
3.2 Oppimisympäristön määrittäminen.....	20
3.3 Oppimisympäristössä tarvittavat laitteet.....	22
3.3.1 Keskuskomponentit.....	22
3.3.2 Toimilaitteet, tunnistimet, ohjauslaitteet ja huonetermostaatti .....	26
3.3.3 Sähköpääkeskus .....	29
3.4 Oppimisympäristön layout .....	30
3.5 Etäkäyttö ja liitännät muihin järjestelmiin .....	31
3.6 KNX-järjestelmän liittäminen opetusympäristön heikkovirtajärjestelmiin .....	32
3.7 Laitteiden hankinta.....	33
4 Asennus ja käyttöönotto .....	34
4.1 Kaapelointi .....	34
4.1 ETS-ohjelmointi .....	34
4.1.1 Ohjelmoinnin aloitus .....	35
4.1.2 Laitteiden linkitys.....	36

4.1.3 Tietojen lataaminen väylään .....	37
4.1.4 Väylän testaus .....	38
5 POHDINTA .....	39
LÄHTEET .....	41
LIITELUETTELO .....	43

## 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella kiinteistöautomaatiojärjestelmän oppimisympäristö Kemi-Tornio ammattikorkeakoulun tekniikan yksikön laboratoriotiloihin. KTAMK:n laboratorioympäristöön tulevan järjestelmän tehtävänä on perehdyttää opiskelijat kiinteistöautomaation toteutukseen ja KNX-laitteiston käyttöönottoon.

Kiinteistöjen automaatiojärjestelmät ovat yleistyneet ja KTAMK:n tarjotessa opinnäytetyötä KNX-järjestelmästä otin aiheen innolla vastaan. Olen tutustunut jo aiemmin KNX-kiinteistöautomaatioon sähköasennustöitä suorittaessani ja halusin myös syventää tietouttani aiheesta. KNX-kiinteistöohjausjärjestelmästä ei ole KTAMK:ssa mitään opetukseen tai sen käytön simulointiin tarkoitettua työkalua, joten oppimisympäristön suunnittelu oli tarpeellista.

Opinnäytetyön tavoite on tehdä suunnitelma peruskorjattuun laboratorioympäristöön, sisältäen siihen liittyvät piirustukset ja laitteet. Laitteistovertailuja ja yleiskatsauksia on tehty jo aiemmin, mutta nyt tavoite oli saada tarkka kuvaus opetusympäristöstä ja siihen tarvittava laitteisto.

Oppimisympäristön tavoite on antaa opiskelijalle valmiudet kiinteistöautomaatiojärjestelmän toteutukseen väylätekniikalla, johon sisältyy valaistus, lämmitys, sälekaihtimet ja niiden ohjelmoiminen tietokoneella. Ilmastointi ja jäähdytys rajattiin työn ulkopuolelle. Käytännössä ilmastoinnin ja jäähdytyksen ohjaus tapahtuu samalla tekniikalla, joten näiden pois jättäminen ei estä näiden osa-alueiden osaamista.

## 2 KIINTEISTÖAUTOMAATIO

Tässä luvussa selitetään kiinteistöautomaation tarkoitusta ja toimintaa sekä vertaillaan kahden eri valmistajan väylätekniikkaa tiedonsiirtoon käyttävää kiinteistöautomaatiojärjestelmää.

### 2.1 Yleistä

Kiinteistöautomaatiolla tarkoitetaan sähkölaitteiden käytön ohjaamista luotettavasti ja kustannustehokkaasti lisäten samalla käyttömukavuutta. Automatisoinnilla halutaan säästää energiaa ja pienentää elinkaarikustannuksia. Elinkaarikustannuksiin sisältyy investointikustannusten lisäksi koko rakennuksen elinkaaren aikana syntyvät kulut. Elinkaarikustannuksista suurin osa onkin näitä käyttökustannuksia. Takaisinmaksun ohella näihin kuluihin kiinnitetään nykyisin eniten huomiota. Energiatohokkuuden lisääminen ja energian kulutuksen vähentäminen automaation avulla on mahdollista nostaa moninkertaiseksi. Tämä tosiasia kiinteistöautomaatiojärjestelmistä kasvattaa sen suosiota maapallosta huolehtivien kansalaisten keskuudessa.

Väylätekniikalla tarkoitetaan laitteita, jotka kommunikoivat keskenään ilman erillistä keskustietokonetta. Anturit ja ilmaisimet lähettävät väylään sanomia joita toimilaitteet vastaanottavat ja ohjaavat esim. lämmitystä, valaistusta, ilmanvaihtoa sekä jäähdytystä. Kaikki väylään lähetetty tieto on kaikkien siihen liitettyjen laitteiden käytettävissä, näin toiminnan muutokset on toteutettavissa ilman johdotuksiin tehtäviä muutoksia.

Sähkönsyöttö ja ohjaustieto on erotettu toisistaan ja ne kulkevat omissa kaapeleissaan. Tämä rakenne yksinkertaistaa asennusta. (ABB älykkäät asennusjärjestelmät, hakupäivä 2.3.2012)

## 2.2 KNX/EIB

KNX eli Konnex association perustettiin toukokuussa 1999 seuraavien yhdistysten toimesta:

- EIBA (European Installation Bus Association)
- EHSA (European Home Systems Association)
- BCI (BatiBUS Club International)

Nämä eurooppalaiset yhdistykset halusivat yhdistää omien väyläratkaisujen parhaat piirteet yhteiseksi tiedonsiirtoväyläksi, näin syntyi EIB (European Installation Bus). KNX-yhdistyksen laitteissa on kuvassa 1 näkyvä KNX- tai EIB-logo. (KNX-Association, hakupäivä 2.4.2012)



Kuva 1. KNX-ja EIB-logo. (KNX-Association, hakupäivä 2.4.2012)

EIB-laitteet noudattavat seuraavien standardien vaatimuksia:

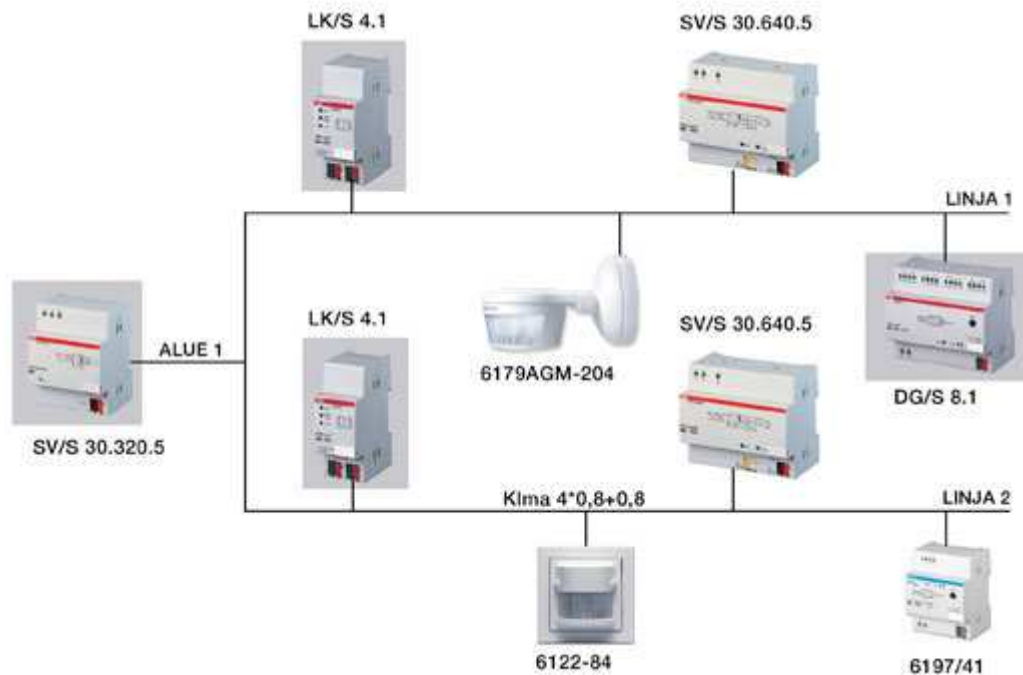
- CENELEC EN 50090 ja CEN EN 13321-1 (Eurooppalainen standardi)
- ISO/ IEC 14543- 3 (Kansainvälinen standardi)
- GB/Z 20965 (Kiinalainen standardi)

KNX-yhdistyksellä on jäsenyrityksiä yli 200 kpl 100:ssä eri maassa ja yhteistyösopimuksia 30 000:n urakointiyrityksen kanssa. Nämä reilut 200 jäsenyritystä tarjoavat lähes 7000 KNX-hyväksyttyä tuoteryhmää. Nämä yritykset myyvät yli 80 prosenttia taloautomaatiotarvikkeista Euroopassa. (KNX-Association, hakupäivä 2.4.2012)

KNX/EIB- järjestelmä on standardisoitu ja siihen on saatavilla paljon komponentteja sekä niiden valmistajia, mikä on loppukäyttäjälle eduksi. Suurin hyöty KNX-tekniologiasta saadaan, kun ohjataan montaa eri järjestelmää. Näin kaikki osa- alueet, kuten valaistus, lämmitys, jäähdytys, ilmanvaihto ja verhomootorit voivat kommunikoida keskenään ja saadaan energiaa säästävää kokonaisuus. (KNX-Association, hakupäivä 2.4.2012)

### 2.2.1 KNX-järjestelmän rakenne

KNX-järjestelmä koostuu linjoista, joihin syötetään 29VDC (+6/-4V) käyttöjännite virtalähteen avulla. Käyttöjännite on nostettu 30V:iin jännitehäviön pienentämiseksi. Väyläjännite on erotettu sähköverkkojärjestelmästä SELV (Safety Extra Low Voltage) ja käyttäjä voi turvallisesti koskettaa väyläkaapelia. Yhteen linjaan kytkettyjen laitteiden määrä on riippuvainen virtalähteestä ja laitteiden virrankulutuksesta. Yhteen linjaan voidaan kytkeä 64 laitetta. Yksinkertaisin KNX-järjestelmä voi sisältää pelkästään yhden linjan, mutta linjoja voi olla yhdellä alueella 15 kappaletta, jolloin toimilaitteita voi järjestelmässä olla  $64 \times 15 \times 15 = 14400$  kappaletta. Väyläratkaisun tiedonsiirtonopeus on 9.6 kbit/s (33 viestiä/s). Tällöin yhden sanoman lähettämiseen ja vahvistamiseen kuluva siirtoaika on n. 25ms. Kuvassa 2 on esitetty KNX-linjajakokaavio, jossa väylän siirtotienä on käytetty kierrettyä parikaapelia KLMA 4x0.8+0.8. (KNX-käsikirja 2006, 25-28)



Kuva 2. Linjakokaavio KNX. (ABB asennustuotteet, hakupäivä 24.4.2012)

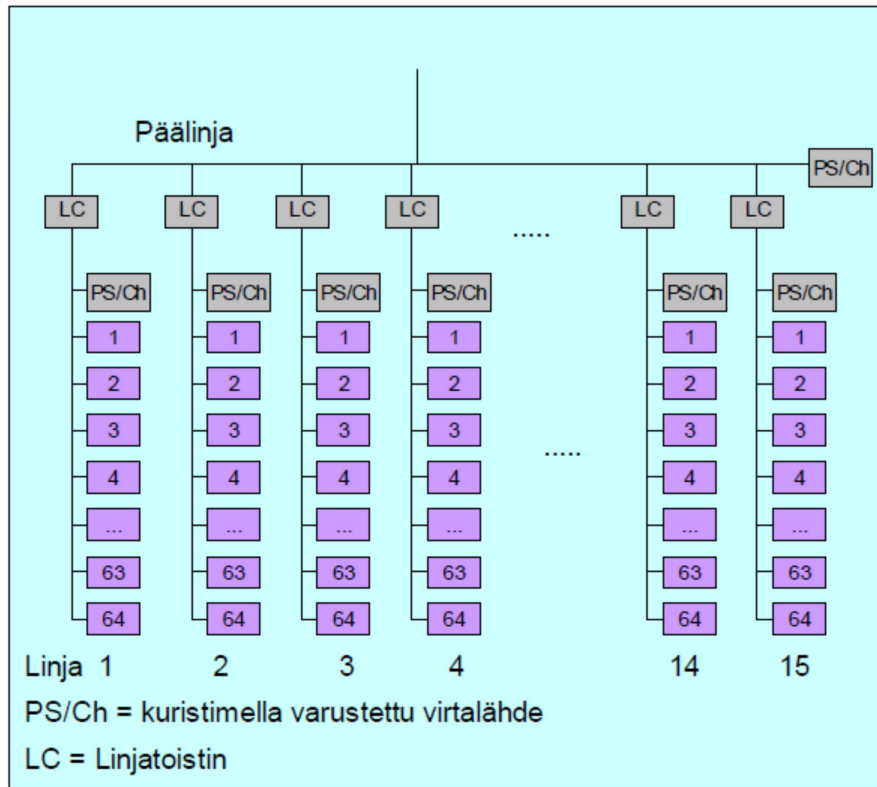
Väylän rakenne eli topologia saa olla hyvin vapaa, laitekokonaisuudet voidaan kytkeä joko väylä-, tähti-, tai puutopologiaan. Siirtoteknologia on suunniteltu niin, että väylälinja ei tarvitse impedanssisovitusta. Tämä teknologia sallii kaikki mahdolliset topologiat. Tiedot siirtyvät väyläkaapelissa symmetrisesti. Väylälaite laskee vaihtojännitteen eron kaapelin molempien johtimien välillä. (KNX-käsikirja 2006, 29)

### 2.2.2 KNX-järjestelmän tiedonsiirtoväylät

KNX-järjestelmässä voidaan käyttää kolmea tiedonsiirtoväylää

- tiedonsiirto väyläkaapelilla
- tiedonsiirto sähköverkossa
- tiedonsiirto radioverkolla 868 MHz:n taajuusalueella.

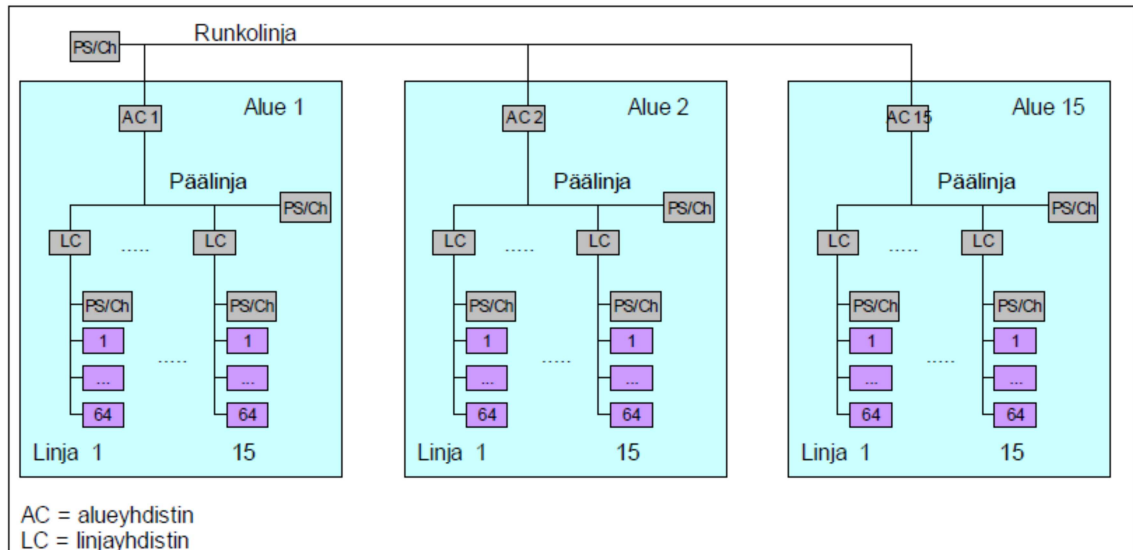
Väyläteknikkaa käytettäessä siirtotienä järjestelmän rakenne koostuu linjoista ja alueista. Päälinjaan on mahdollista yhdistää 15 kappaletta linjoja linjayhdistimen avulla. Näistä linjoista koostuu yksi alue, joka näkyy kuvassa 3. (KNX-käsikirja 2006, 27)



Kuva 3. Yksi KNX-alue. (KNX-käsikirja 2006, 27)

Näitä alueita voidaan jatkaa runkolinjalla, jolloin jokainen alue kytketään runkolinjaan oman alueensa alueyhdistimellä. Tämä runkolinjamalli antaa lisää mahdollisuuksia, kun tehdään suuria kiinteistöjä. Tästä järjestelmän jaosta alueisiin ja linjoihin on myös vianhallinnallisia etuja, koska linjoissa ja alueissa on oma virtalähteensä, niin muu järjestelmä toimii normaalisti, vaikka yhdessä linjoista olisi häiriöitä.

Toiseksi linjan tai alueen paikallinen tietoliikenne ei vaikuta muiden linjojen ja alueiden tiedon läpimenoarvoon. Kolmas hyödyllinen asia on, että saadaan selkeä yleiskuva KNX-asennuksesta käyttöönotto-, vianmääritys-, ja huoltotilanteissa. Kuvassa 4 näkyy alueiden rakenne. (KNX-käsikirja 2006, 28)



Kuva 4. KNX-runkolinjaan liitetyt alueet. (KNX-käsikirja 2006, 28)

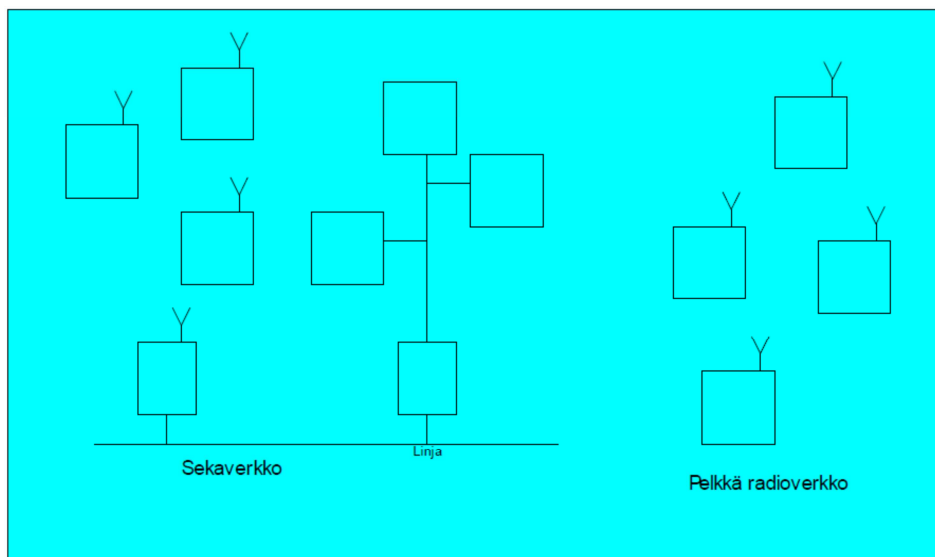
KNX-järjestelmässä tiedonsiirto voi tapahtua myös 230/400V:n sähköverkossa. Tätä järjestelmää kutsutaan nimellä KNX Powerline. KNX Powerline on käytössä yleisesti vain Saksassa, muualla keskitytään TP, RF ja IP viestintämedioita hyödyntäviin ratkaisuihin.

Erikoista KNX Powerline tekniikassa on väyläkaapeleiden tarpeettomuus, järjestelmä tarvitsee vain vaihejohtimen ja nollajohtimen kytkennän. Erillisiä virtalähteitäkään ei tarvita, vaan laitteisiin syötetään virtaa suoraan 230/400V:n sähköverkosta. Järjestelmän topologia vastaa melkein väyläkaapelin topologiaa, jolla voidaan toteuttaa 15 linjaa ja kahdeksan aluetta. Yhteen linjaan voidaan liittää 255 väylälaitetta, väylätekniikassa käytetyt linjayhdistimet korvataan järjestelmäkytkimillä. (KNX-käsikirja 2006, 34)

Yleisesti 230/400V:n sähköverkko ei ole tarkoitettu tietojen siirtämiseen, tiedonsiirto-tekniisessä mielessä se on kuitenkin avoin verkko, jonka siirtokäyttäytyminen, impedanssit ja syöttöhäiriöt ovat suurimmaksi osaksi tuntemattomia. Tietojen siirtämiseen 230/400V/50Hz:n verkossa käytetään suurtaajuussignaaleja. KNX Powerline käyttää taajuuksinaan 105,6 kHz, joka on looginen 1 sekä 115,2 kHz, joka on looginen 0 kaisalla 95-125 kHz. Tämä teknologia tunnetaan nimellä hajautettu vaihtotaajuuskoodaus, SFSK (Spread Frequency Shift Keying). Tällä saavutetaan 1200 bittiä/s tiedonsiirtonopeus ja yhden sanoman siirto kestää 130 ms. (KNX-käsikirja 2006, 37)

Käytettäessä radioverkkoa KNX-järjestelmän tiedonsiirtoon laitteet voidaan asentaa mihin paikkaan ja järjestykseen tahansa. Laitteet voivat kommunikoida keskenään radiosignaalin kantaman alueella. Kiinteistön rakenteet rajoittavat signaalin kantomatkaa ja siksi usein on käytettävä välivahvistimia, että signaali saadaan siirrettyä esim. kerroksesta toiseen. KNX-järjestelmä voidaan toteuttaa myös pelkästään radioverkolla tai yhdistämällä se johonkin em. siirtoteiden yhdistelmästä. Kuvassa 5 on esitetty radioverkko sekä yhdistetty radio- ja kierretyllä parikaapelilla yhdistetty verkko. (KNX-käsikirja 2006, 40- 42)

Tiedonsiirto tapahtuu radioverkossa 868,30 Mhz:n taajuudella, jota kutsutaan keskitaajuudeksi. Logiikkatilojen muutos toteutetaan vähäisellä poikkeamalla keskitaajuudesta. Bittinopeus on 16 384 bittiä/s, joka moduloidaan käyttäen Manchester- koodia. (KNX-käsikirja 2006, 41)



Kuva 5. KNX-radiotaajuusverkko. (KNX-käsikirja 2006, 41)

Järjestelmän ohjelmoimiseen ja projektien suunnitteluun on kehitetty ETS (Engineering Tool Software). Uusin versio ETS4 tarvitsee toimiakseen Windows 64- bittisen käyttöjärjestelmän. ETS-ohjelman kehitys alkoi vuonna 1991 ja nyt on menossa ohjelmiston neljäs versio, joka tuli markkinoille joulukuussa 2010. ETS4-ohjelmiston hinta oli 4.5.2012, 950 euroa. (KNX-Association, hakupäivä 30.4.2012)

### 2.2.3 KNX-sanoman rakenne

Tässä osiossa kerrotaan sanoman rakenteesta ja osoitteiden muodostamisesta. Tiedot siirtyvät väylälinjassa sarjoittain eli peräkkäin. Väylälaite lähettää sanoman tapahtumaohjatusti, joten linjassa on vain yksi tieto kerrallaan. Sanoma on bittijono, joka sisältää laitteen tunnistustiedot ja tiedon välittämiseen tarvittavat tiedot. (KNX-käsikirja 2006, 30)

#### Sanoman rakenne väyläkaapeli-asennuksessa

Sanoma koostuu hyötytiedoista, joissa järjestelmän tapahtuma välitetään, sekä testitiedoista, joilla havaitaan siirtovirheet. Sanoman merkit yhdistyvät kenttiin oheistietosisälön kanssa. Kuvassa 6 näkyy sanoman rakenne. (KNX-käsikirja 2006, 30)

Ohjaus	Lähdeosoite	Kohdeosoite	Kierroskaskuri		Hyötykuorma	Tarkistussumman ohjaus
			Pituus			
8bittia	16	16+1	3	4	16x8	8
8bittia	8	8	8	8	8	8

Kuva 6. Sanoman rakenne

Tarkistussumma- ja valvontakentän tiedoilla varmistetaan häiriötön tiedonsiirto. Osoitekentässä on lähde- ja kohdeosoitteet, lähdeosoite on laitteen fyysinen osoite, joka osoittaa mihin alueeseen ja linjaan laite on asennettu. Kohdeosoitteella määritellään, mihin laitteeseen halutaan olla yhteydessä. Kohdeosoitteeseen voidaan kytkeä yksittäinen laite, tai ryhmä laitteita. Yksi laite voi kuulua moneen ryhmään. (KNX-käsikirja 2006, 30)

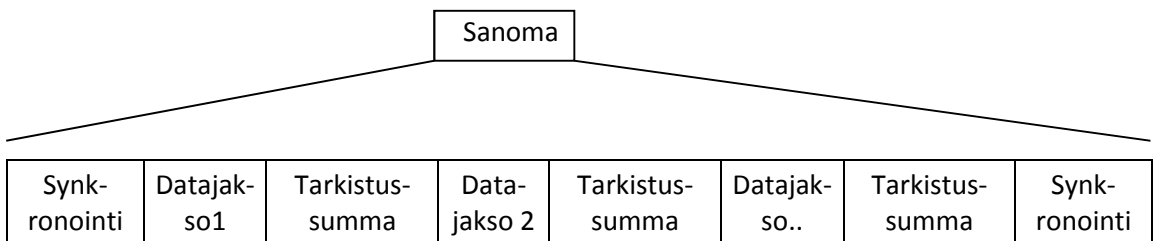
#### Sanoman rakenne Powerline-asennuksessa

Powerline-sanoma sisältää täsmälleen saman sanoman kuin väyläkaapeli-asennuksessa. Lisäksi sanoma tahdistetaan lähettimen ja vastaanottajan kesken bittijonolla 0101. Powerline-sanoma sisältää myös järjestelmätunnuksen ja vain saman järjestelmätunnuksen

omaavat laitteet voivat kommunikoida keskenään. Järjestelmätunnus on arvo 1- 255:n välillä ja on tärkeä suurehkoissa asennuksissa. (KNX-käsikirja 2006, 35)

### KNX-radiotaajuusverkko

KNX-radiosanoma sisältää useita datajaksoja, jotka erotetaan toisistaan tarkistussumman avulla. Synkronointi vastaanottajan ja lähettäjän välillä tapahtuu sanoman alussa ja lopussa olevien jaksosten avulla. Radiosanoma on esitetty kuvassa 7. (KNX- käsikirja 2006, 43)



Kuva 7. KNX-radiosanoma.

### 2.3 Smart-house

Smart-house on yrityksen nimeltä Carlo Cavazzi Automation SpA:n markkinoima kodinohjausjärjestelmä. Milanosta lähtöisin oleva Carlo Cavazzi aloitti teollisuusautomaatiomarkkinoilla yli 75 vuotta sitten. Yrityksellä on nykyään tehtaita ja toimistoja 64:ssä maassa aina Tyynenmeren rantavaltioista Yhdysvaltain länsirannikolle. Yhtiön Smart-House-tuotteet on tunnistettavissa kuvassa 3 olevasta logosta. (Carlo Cavazzi, hakupäivä 30.4.2012)



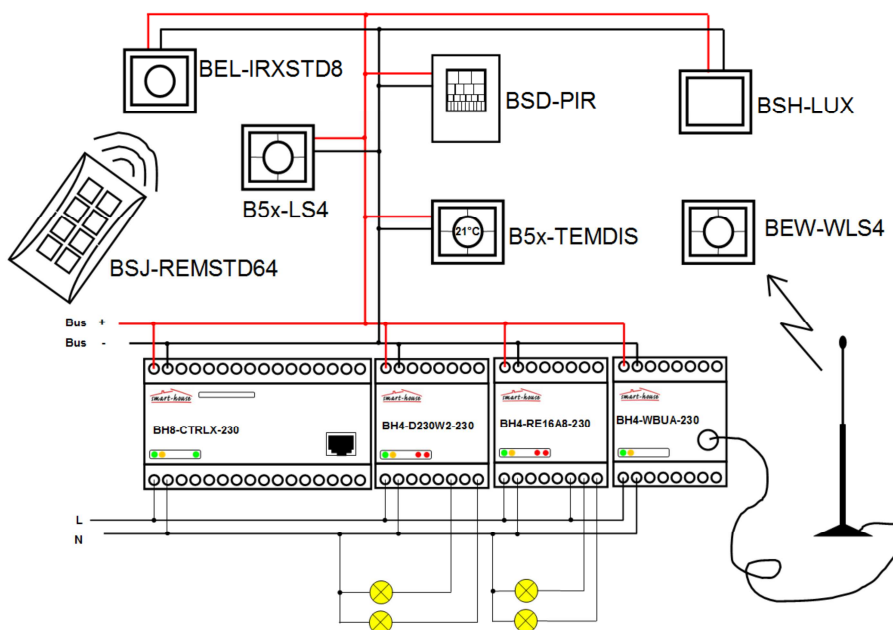
Kuva 3. Smart-house -logo. (Carlo Cavazzi, hakupäivä 30.4.2012)

Smart-house perustuu Dupline-asennusväylään. Dupline on alun perin teollisuuden käytössä ollut väyläratkaisu, jota on laajennettu taloautomaation puolelle. Dupline on vanha

väyläratkaisu, jota käytetään Suomessakin yli 2000 kohteessa. Väyläratkaisu perustuu signaalin siirtoon, joka vähentää johtimien tarvetta verrattuna tavalliseen asennukseen. Kahta johdinta käyttämällä voidaan tuoda 258 eri signaalia jopa 10 km:n päästä. Väylässä voi kulkea samanaikaisesti digitaalisia on/off signaaleja ja analogisia signaaleja. Analogisilla signaaleilla mitataan esim. lämpötilaa, valoisuutta, tuulennopeutta ja niin edelleen. Signaalien määrää voidaan lisätä aina 1024:ään asti kolmea laajennusmoduulia käyttämällä. (Carlo Cavazzi, hakupäivä 30.4.2012)

### 2.3.1 Smart-house -järjestelmän rakenne

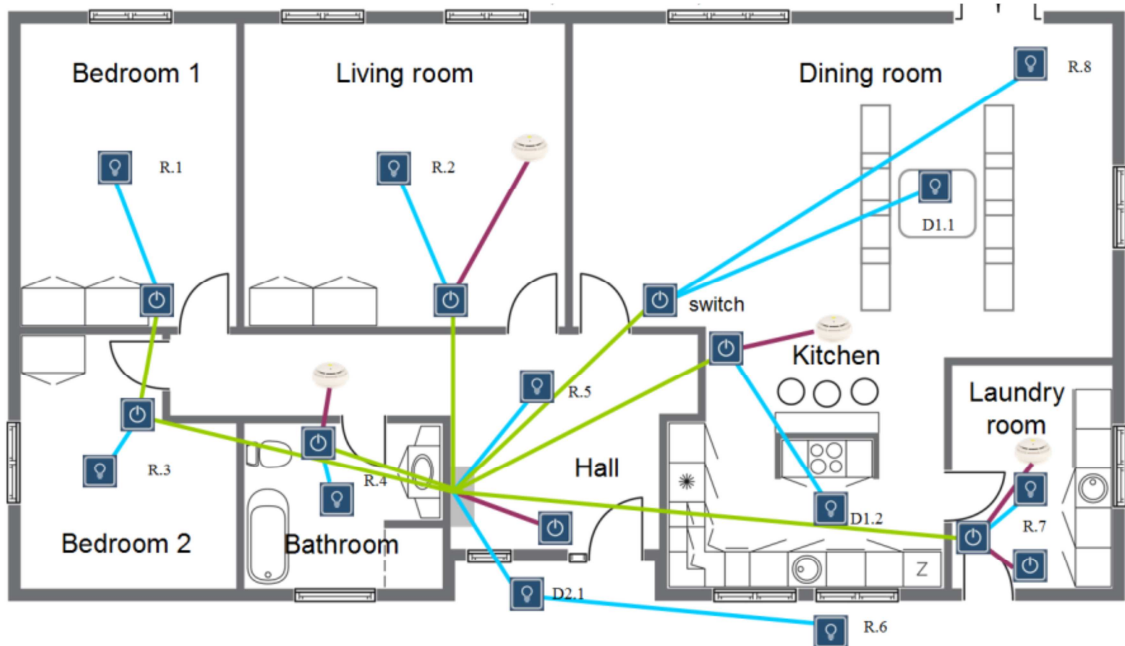
Smart-house -järjestelmässä väyläkomponentit yhdistetään toisiinsa yhdellä johdinparilla, samoin kuin KNX-järjestelmässä. Erona KNX-järjestelmään on, että väyläkomponentit eivät keskustele suoraan keskenään, vaan järjestelmän aivojen kanssa. Aivoina tässä systeemissä toimii Smart-house ohjain. Kuvassa 4 näkyy Smart-house -järjestelmän periaatekaavio. (Carlo Cavazzi, hakupäivä 30.4.2012)



Kuva 4. Smart-house periaatekaavio. BSJ- REMSTD64 on järjestelmän ohjain. (Carlo Cavazzi, hakupäivä 30.4.2012)

Smart-house ei ole määrittänyt tiettyä tyyppiä väyläkaapelille, koska järjestelmä ei ole altis häiriöille. Suositellaan kuitenkin KLM 4x0.8 kaapelin käyttöä. Järjestelmä ohjaa kommunikointia väylällä ja se voi käsitellä enintään 256 osoitetta. Nämä osoitteet on

jaettu kahteen osaan eli järjestelmässä on 128 tuloa ja 128 lähtöä. Osoitteita on mahdollista lisätä kolmella ulkoisella väylämoduulilla, jolloin osoitteiden määrä nousee 1024:ään. Kuvassa 5 on esimerkki kolmen eri kaapelin käytöstä samassa asennuksessa. Sininen kaapeli on MMJ 3x1,5 mm<sup>2</sup> asennuskaapelia, punainen KLMA 4x0,8 väyläkaapelia ja vihreä on valmiiksi johdotettua taipuisaa asennusputkea, jossa on 5x1,5 mm<sup>2</sup> ML johtimia sekä väyläjohtimet 2x0,8 mm<sup>2</sup>. (Carlo Cavazzi, hakupäivä 30.4.2012)



Kuva 5. Asennus esimerkki kolmea eri kaapelityyppiä käyttäen. (Carlo Cavazzi, tekninen esite 2010, 1).

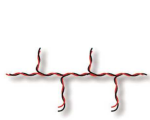
### 2.3.2 Smart-house -järjestelmän tiedonsiirto

Smart-house -järjestelmässä on kaksi tiedonsiirtoväylää

- tiedonsiirto väyläkaapelilla
- tiedonsiirto radioverkolla 868 Mhz:n taajuudella.

Smart-house ohjain siirtää viestisignaalin väyläkaapelia pitkin moduuleille, joka on pulssimainen DC-pienjännite. Tämän vuoksi väylän napaisuus (+/-) täytyy säilyä kaikissa yksiköissä.

Smart-house järjestelmän topologia on vapaa ja kaikki väylämuodot sallittuja. Kuvissa 5-8 esiintyy väylän topologiamallit.



Kuva 5. Väylä.

Kuva 6. Tähti.

Kuva 7. Ympyrä

Kuva 8. Yhdistelmä.

(Carlo Cavazzi, Dublinen tekninen esite 2010, 5)

Väyläkaapelointi voidaan asentaa erikseen tai väyläjännite voi kulkea samassa kaapelissa tai putkessa pääsyötön kanssa.

Smart-house moduulit ohjelmoidaan myös PC:lle tarkoitettulla ohjelmointityökalulla. BGP-COD-BAT -ohjelmisto on ilmainen. (Carlo Cavazzi, hakupäivä 30.4.2012)

#### 2.4 KNX/Smart-house -järjestelmän vertailu

KNX/EIB ja Smart-house -järjestelmät antavat mahdollisuuden automatisoida nykyaikaisella väyläteknikalla valaistusta, lämpötilaa, ilmastointia, rullakaihtimia yms. Tekniikat ovat monella tapaa samantyyppisiä. Molemmissa tekniikoissa laitteet kommunikoivat keskenään väylää pitkin. Suurimmat erot ovat ohjelmoinnissa ja väylään asennettävien laitteiden määrässä. Erona perinteisiin sähköasennuksiin on, että näiden teknologioiden avulla ei kytkimellä ohjata kuormaa suoraan päälle, vaan kytkin tai painike lähettää tietoa siirtomedian kautta määrättyyn toimilaitteeseen, joka sitten kytkee kuormituksen päälle (KNX-käsikirja 2006, 9-10).

Liitännät muihin järjestelmiin on mahdollista molempien valmistajien laitteilla. KNX-asennus voidaan liittää muihin rakennuksessa oleviin järjestelmiin, tähän tarkoitukseen on saatavissa liitäntöjä eri valmistajilta. Yhteensopivia järjestelmiä on BACnet, DALI, DMX sekä Internet ja IP-verkko (ABB asennustuotteet, hakupäivä 24.4.2012).

Smart-house etäkäyttö onnistuu, jos kontrollimoduulit on liitettyä profibus-DP tai Devicenet-kenttäväyliin, jotka molemmat ovat enemmän käytössä teollisuuden puolella (Carlo Cavazzi, Dublin tekninen esite 2010, 5).

Ohjelmointi KNX-järjestelmälle on monipuolisempaa ja väylälaitteiden asetuksia voidaan vapaasti muuttaa. Tämä tarjoaa enemmän mahdollisuuksia järjestelmän muokattavuuteen, ilman väylälaitteiden vaihtamista. ETS4-ohjelmisto vaatii monipuolisuutensa vuoksi hieman enemmän opettelua, kuin Smart-house -järjestelmän ohjelmointityökalu. Kaikki Smart-house järjestelmän automaattiset toiminnot ovat esiohjelmoituja, ja siksi omien loogisten ohjelmien tekeminen on tarpeetonta. Huomioitavaa on, että Smart-house:n ohjelmointityökalu on ilmainen, kun KNX:n vastaava maksaa n. 1000e.

Järjestelmien laajennettavuus on KNX-järjestelmän osalta huomattavasti parempi. Smart-house -järjestelmää voidaan maksimissaan laajentaa 1024:ään osoitteeseen, kun KNX-toimilaitteita voi järjestelmässä olla 14400 kappaletta.

Tarkkaa vertailua väyläjärjestelmien kustannuseroista ei toteutettu, mutta selvää on, että oppimisympäristö on kalliimpaa toteuttaa KNX-järjestelmällä. Toisaalta järjestelmän hyviä puolia ovat sen monipuolisuus, riippumattomuus ja nopea yleistyminen

Tämän opinnäytetyön oppimisympäristön suunnittelu toteutetaan KNX-standardin mukaisilla laitteilla, jonka etuna on sen toimivuus eri laitteiden ja toimintojen välillä sekä riippumattomuus kaikista valmistajista. KNX-väylätekniiikan käyttö kasvaa myös voimakkaasti, joten siihen tutustuminen on aiheellista.

### 3 OPPIMISYMPÄRISTÖN SUUNNITTELU

#### 3.1 Oppimistavoitteiden määrittäminen

Kiinteistöautomaatiojärjestelmien tuntemus sähkövoimainsinööreille on tulevaisuudessa tärkeä osa-alue. Automaatiojärjestelmät sulautuvat sähkövoimatekniikkaan vauhdilla ja tekniikoiden kehittyessä on tärkeää opiskella uusia järjestelmiä.

Laboratoriotyöt 3 opintojaksolla on tavoitteena saada tuntemusta seuraavista kiinteistöautomaatiojärjestelmien asioista

- kiinteistöautomaatiojärjestelmien ominaisuudet, toiminnot ja järjestelmätoteutusten suunnittelu sekä niiden valinta
- kiinteistöautomaatiojärjestelmien teknisten toteutusvaihtoehtojen vertailu
- komponenttien ja laitteiden määrittely sekä valinnat
- väylätekniikan tuntemus ja väyläjärjestelmien eri vaihtoehdot toteutustavoilla.

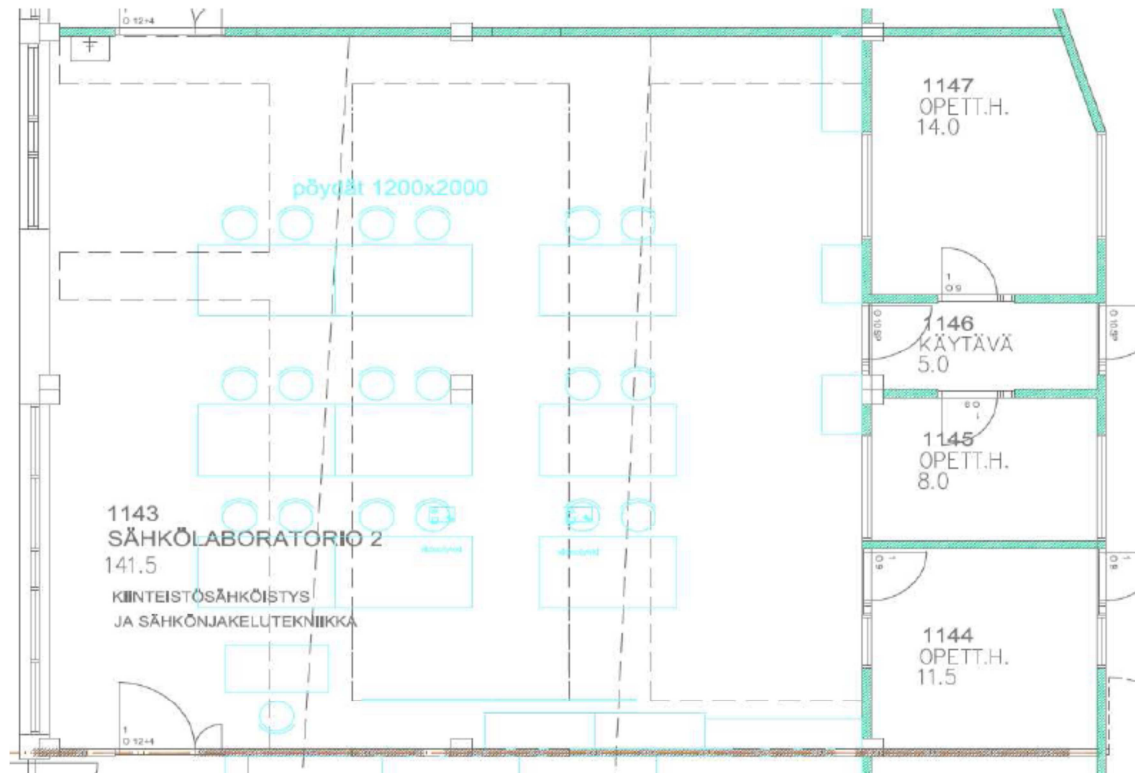
Tavoitteena on saada teknistä tietämystä, että voidaan huomioida järjestelmän toteutuksessa ja suunnittelussa tarvittava elinkaariajattelu sekä laajennettavuus. Lisäksi tavoitteena on uusien ja saneerattavien järjestelmien tarvekartoitus, suunnittelu, dokumentointi, hankinta mukaan lukien asennusvalvonta ja käyttöönotto.

#### 3.2 Oppimisympäristön määrittäminen

Kemi- Tornion ammattikorkeakoulu on saanut käyttöönsä laajan peruskorjauksen johdosta uuden laboratoriotilan johon KNX-opetusympäristö sijoitetaan. Kiinteistösähköistyksen laboratorio, luokkanumero 1143 KTAMK:n D-siivessä on tarkoitettu oppimisympäristöksi seuraaville aiheille

- kiinteistöjen sähköasennustekniikka
- kiinteistöautomaatio
- kiinteistöjen heikkovirtajärjestelmät

- valaistustekniikka
- tehoelektroniikka
- käytännön sähköasennukset. (Etto 2010, 24)



Kuva 1. Kiinteistösähköistyslaboratorio.

Laboratoriotiloissa opetus ja oppiminen tapahtuu lähes aina laboratoriopöydän yhteydessä 1-4 henkilön ryhmässä. Käytännössä oppimisen kannalta paras vaihtoehto on 2-3 hengen ryhmät. Jaakko Eton tekemän kehityssuunnitelman mukaan kahden hengenryhmää suuremmissa ei kaikki enää opiskele tai opi. Suurempiin ryhmiin mennään ainoastaan laitepulan tai ryhmäkoon niin vaatiessa. Laboratoriotöitä voi tehdä myös yksin, jos opiskelija näin haluaa ja resurssit ovat riittävät, esimerkkinä rästityöt. (Etto 2010, 24)

Nämä vaatimukset huomioiden opetukseen tarkoitetun järjestelmän suunnittelu alkoi. Koska laboratoriopöytiä on luokassa kuvan 1 mukaan yhdeksän kappaletta, järjestelmä pitäisi olla osaksi siirrettävissä ja ETS4-ohjelmointityökalu pitäisi asentaa jokaiselle laboratoriopöydässä sijaitsevalle tietokoneelle. Tämä on mahdollista hankkimalla koulutuslisenssi ETS4-ohjelmistolle, jossa on lisäksi 20 kappaletta lite-versiota ohjelmoin-

tia varten. ETS-lite:llä voidaan ohjelmoida KNX-järjestelmiä, joiden väylässä olevien laitteiden määrä ei ylitä 20 kappaletta. (Bentsen 5.4.2012, puhelinkeskustelu)

Kuvassa 2 on näkymä laboratorion takaosasta katsottuna. Oppimisympäristön laitteet on tarkoitettu sijoittamaan laboratorion ikkunanpuoleiselle seinälle. KNX-keskus asennetaan JK 109 viereen oikealle puolelle. Oppimisympäristön sähköpiirustukset liittessä 3.



Kuva 2. KNX-keskuksen sijoittuminen laboratoriossa.

### 3.3 Oppimisympäristössä tarvittavat laitteet

Seuraavassa esitellään opetusympäristöön valittavat komponentit. Komponentit ovat ABB:n katalogista, mutta samat laitteet löytyvät myös muilta KNX-valmistajilta. (Hankemääräittelyt liite 1)

#### 3.3.1 Keskuskomponentit

Virtalähde (Power supply) 640mA:n kuristimella, kuvassa 3. Virtalähde on KNX-järjestelmän sydän, joka syöttää 30VDC käyttöjännitteen toimilaitteille. Keskuskomponentit asennetaan DIN-kiskoon sähkökeskuksen sisällä. (ABB, hakupäivä 24.4.2012)



Kuva 3. Virtalähde. (ABB, hakupäivä 24.4.2012)

Sääasemaa (Kuva 4) käytetään verhomootoreiden ohjaukseen. Asemassa on valmiina tuulianturi, sadeanturi ja lämpötila-anturi, jotka ohjaavat markiisit tai verhot kiinni ja auki asentoon. Sääasema tarvitsee oman 24VDC virtalähteen. (ABB, hakupäivä 24.4.2012)



Kuva 4. Sääasema multianturilla. (ABB, hakupäivä 24.4.2012)

Kytkeyksikkö energianmittauksella (Kuva 5), jonka kärjiltä voidaan mitata energia (Wh), sekä virta, jännite, taajuus ja tehokerroin. Mittaustieto siirretään KNX-väylässä. Virtakestoisuus on 3x16A ja siihen on mahdollisuus summata 4 moduulia. (KNX-taloautomaation tuoteluettelo 2012)

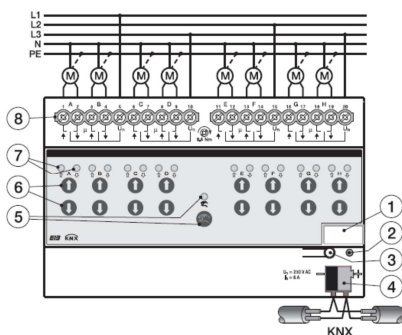


Kuva 5. Kytkeyksikkö energianmittauksella. (ABB, hakupäivä 24.4.2012)

4-kanavainen verhomoottoriohjain on tarkoitettu sekä verhomoottoreille, että esimerkiksi ilmastoinnin peltimoottoreille. Peltejä ohjataan kiinni tai auki asentoon, kuva 6. Verhomoottoreiden ohjaukseen julkisivukohtaisesti lisätään logiikkayksikkö JSB/1.1 kuva 7, jota käytetään yhdessä sääaseman kanssa. Logiikkayksikkö toimii myös vuosikellona sisältäen 15 päivittäistä aikaohjelmaa ja 800 kytkentää. Verhomoottoriohjain tarvitsee myös 24VDC syötön. Kuvassa 6 näkyy verhomoottoriohjaimen kytkentäkaavio. (ABB, hakupäivä 24.4.2012)



Kuva 6. Verhomoottoriohjain. (ABB, hakupäivä 28.4.2012)



Kuva 7. Verhomoottoriohjaimen kytkentäkaavio. (ABB, hakupäivä 28.4.2012)

TCP/IP Gateway mahdollistaa EIB-toimilaitteiden lukemisen, ohjaamisen ja etäkäytön Internetin kautta. Kuva 8. (ABB, hakupäivä 28.4.2012)



Kuva 8. TCP/IP Gateway. (ABB, hakupäivä 28.4.2012)

USB-liitäntäportin avulla voidaan kommunikoida tietokoneen ja EIB-väylän välillä. Tiedonsiirrosta ilmoittavat EIB- ja USB-led -merkkivalot. Liitäntäportti asennetaan yksinkertaisesti väyläjohtimiin ja sen jälkeen USB-liitin tietokoneeseen. Kuvassa 9 oleva liitäntäportti toimii ETS 3 V1.0 ja siitä uudemmilla ohjelmistoversioilla. (ABB, hakupäivä 29.4.2012)



Kuva 9. USB-liitäntäportti. (ABB, hakupäivä 29.4.2012)

Valonsäädinyksikkö, jossa on neljä ulostulokanavaa 1-10V:n säädöllä. Säädinyksikkö on tarkoitettu loisteputkille ja niiden elektronisille liitäntälaitteille. Kuvassa 10 oleva säädinyksikkö on 8-kanavainen malli. (ABB, hakupäivä 29.4.2012)



Kuva 10. Säädinyksikkö. (ABB, hakupäivä 29.4.2012)

DALI-valonsäädinyksikkö on digitaalinen valonohjain DALI-liitäntälaitteille, jolla voidaan ohjata 64 kappaletta DALI-liitäntälaitetta. Kuvassa 11 on yksikanavainen ohjain, jossa 64 laitetta jaetaan 16:sta ryhmään. Laitteen ohjelmointi tehdään KNX:n puolella sekä erillisellä sovellusohjelmalla DGS-Software:lla. (ABB, hakupäivä 29.4.2012)



Kuva 11. DALI-valonsäädinyksikkö. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)

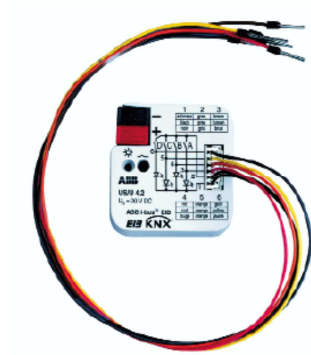
Binäärisäädinyksikön avulla voidaan käyttää perinteisiä painonappeja tai muita potentiaalivapaita kontakteja aktivoimaan haluttuja toimintoja. Binääriyksikön avulla KNX-järjestelmään voidaan liittää esimerkiksi hälytysjärjestelmä. Kuvassa 12 on 4-kanavainen binääriyksikkö, jonka leveys on kaksi moduulia. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)



Kuva 12. 4-kanavainen binääriyksikkö. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)

### 3.3.2 Toimilaitteet, tunnistimet, ohjauslaitteet ja huonetermostaatti

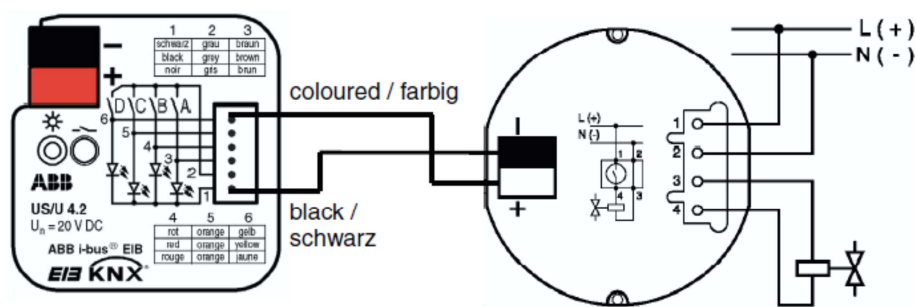
I/O-yksikköön voidaan ohjelmoida sovelluksia, sekä liittää potentiaalivapaita kytkimiä ja painikkeita. Kuvassa 13 oleva I/O-yksikkö voi vastaanottaa neljä eri kanavaa. I/O-yksikön ja elektronisen releyksikön kuva 14, yhdistämällä kuvan 15 mukaisesti voidaan kiinteistössä ohjata esimerkiksi magneettiventtiiliä, jolla suljetaan tilan päävesijohto vikatilanteessa tai tilasta poistuessa pidemmäksi aikaa. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)



Kuva 13. I/O- yksikkö.



Kuva 14. Elektroninen releyksikkö.



Kuva 15. I/O-yksikön ja elektronisen releyksikön kytkentäkaavio. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)

Liiketunnistin 16-metrin valvonta-alueella. Tunnistin sisältää valoisuusanturin, jonka mittaaman arvon laite lähettää säätimelle. Kuva 16. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)



Kuva 16. Liiketunnistin. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)

Kosketusnäyttö kuvassa 17, jolla voidaan ohjata kodin kaikkia huoneita yhdestä paikasta. Näytön mitat ovat (lxkxs) 179.9x214.8x69 mm. Johdotuksessa pitää huomioida syöttö näytölle MMJ 3x1.5S sekä CAT 6 kaapeli, jos sitä halutaan käyttää myös Internet-selaimena. Lisäksi yksikkö tarvitsee väyläkaapelin KLMA 4x0.8+0.8. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)



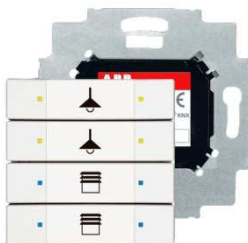
Kuva 17. Kosketusnäyttö. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)

Läsnäolotunnistimella voidaan ohjata esim. valaistusta ja huonetermostaatin tilaa automaattisesti. Kuvassa 18 olevassa läsnäolotunnistimessa on valmiina väyläliitinyksikkö. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)



Kuva 18. Läsnäolotunnistin (ABB, hakupäivä 30.4.2012)

Neliosainen painiketaulu, jolla lähetetään sähke väylään. Kuvassa 19 oleva painiketaulu kiinnitetään kojerasiaan asennettuun väyläliitintäyksikköön, jonka lisäksi lopulliseen asennukseen tarvitaan vielä peitelevy. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)



Kuva 19. Neliosainen painiketaulu väyläyksiköllä. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)

Huonetermostaatti lämmityksen ja jäädytyksen ohjaukseen. Huonetermostaatti kiinnitetään KNX- väyläliitintäyksikköön kuten painiketaulukin. Huonetermostaatti asenne-

taan kojerasiaan lämmitettävään huoneeseen. Kuvassa 20 on huonetermostaatti näytöllä varustettuna. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)



Kuva 20. Huonetermostaatti. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)

### 3.3.3 Sähköpääkeskus

Huomioitavaa keskuksen valinnassa on, että valmiiksi kalustettuja keskuksia ei ole tarjolla. Tämä johtuu laajasta tuotevalikoimasta mahdollistaen samalla yksilölliset asiakasvaatimukset. Tämän vuoksi keskus täytyy suunnitella ja kalustaa omatoimisesti.

Väyläteknikalla sähköistäminen kasvattaa keskuksen ulkomittoja, koska väyläkomponentit vaativat lisätilaa keskuksessa. Lisäksi keskusta valittaessa on otettava huomioon mahdolliset laajennukset, joihin väyläteknologia antaa loistavat mahdollisuudet.

Sähkökeskukseen tulevat KNX-väyläkomponentit ja teholähteet asennetaan DIN-asennuskiskoon. Asennuksessa on varmistettava, että SELV ja PELV-piireihin kuulumattomat virtapiirit on erotettava KNX-järjestelmästä väliseinillä tai muilla lisäsuojuksilla. Datakiskonsuojukset ovat tarpeen suojaerotukseen ja suojaamaan komponentin piirilevyä lialta, jos ne jäävät näkyviin. Lisäksi eniten lämpöä tuottavat komponentit kannattaa asentaa keskuksen yläosaan, esim. virtalähteet, releyksiköt ja valosäätimet ja heikkovirtakomponentit alaosaan. (KNX- käsikirja 2006, 77- 81)

Oppimisympäristöön valitaan ABB:n asennustuotteista kuvassa 21 näkyvä KNX-ryhmäkeskuskotelo 13, jonka ulkomitat ovat 550x1350x112. Ryhmäkeskus sisältää DIN-asennuskiskot KNX-komponenteille, johon mahtuu 136 moduulia. Kotelointiluokka on IP 20.



Kuva 21. KNX-asennuskotelo 13. (ABB, hakupäivä 30.4.2012)

### 3.4 Oppimisympäristön layout

Kuten aiemmin jo todettiin, oppimisympäristö suunniteltiin käytettäväksi jokaiselta laboratoriossa sijaitsevalta työskentelypöydältä. Tämän vuoksi laitteiston pitäisi olla siirrettävissä. Suunniteltiin ohjauspaneeli, johon sijoitetaan näyttö, 8-osainen painiketaulu, liittimet PC:lle ja väylälle. Tätä ohjauspaneelia voitaisiin liikutella helposti jokaiselle työpisteelle kytkemällä vain ohjauspaneeli pöytään. Tämä vaatii ylimääräistä kaapelointia, koska jokaiseen pöytään pitää kaapeloida oma väyläkaapeli keskukselta. Näytön syöttö otettaisiin suoraan työpöydältä ja se voitaisiin liittää haluttaessa myös Internetiin pöydällä. Laboratoriossa on hyvät johtokanavat lattiassa ja katossa, joten kaapelointi on helppo suorittaa.

Sähkökeskus asennetaan laboratorion etuseinälle, jonka sisään keskuskomponentit sijoitetaan DIN-kiskolla. Sähkökeskuksen syöttö saadaan laboratoriossa sijaitsevalta JK 109:n ryhmästä 71. Keskukselle riittää 3x16 A:n vikavirtasuojakytkimellä varustettu syöttö.

KNX-järjestelmän anturit eli toimilaitteet sijoitetaan ohjauspaneeliin sekä kentälle. Säätöasema pitää asentaa rakennuksen ulkoseinään, keräämään tietoa ja lähettämään ne väylään. Liiketunnistin ja läsnäoloanturi laitetaan laboratorion nurkkaan, josta on helppo kokeilla laitteiden toimintaa. Kuvassa 22 näkyy Schneider Electric:in ohjauspaneelimali, joka antaa käsityksen siirrettävästä ohjauspaneelistä.

Laboratorion ikkunaseinälle asennetaan valaisimet, verhomootorit, pistorasiat, magneettiventtiili ja lämmitin joita voidaan sitten ohjata ja demonstroida KNX-järjestelmän toimintaa käytännössä. Valaisimia voidaan ohjata päälle ja pois sekä himmentää. Läm-

mitintä ohjataan termostaattilla ja pistorasioita painikkeilla, jotka sijaitsevat siirrettävässä ohjauspaneelissa. Liitteessä 3 on tasokuva laboratorion sähköistyksestä.



Kuva 22. Schneider Electric:in valmistama KNX-oppimisympäristö. (Schneider Electrics, hakupäivä 5.5.2012)

### 3.5 Etäkäyttö ja liitännät muihin järjestelmiin

Usein tulee vastaan tarve liittää KNX-asennus muihin rakennuksessa oleviin järjestelmiin, varsinkin suurissa kiinteistöissä. Laittevalmistajilla on olemassa tähän tarkoitukseen liitäntöjä, joiden kautta on mahdollista

- lähettää sähköposteja, tekstiviestejä ja automaattisia signaaleja
- operoida kytkentätoimintoja KNX-asennuksessa
- ohjelmoida KNX-asennuksen laitteita uudelleen
- lukea ja näyttää KNX-asennuksen tiloja. (KNX- käsikirja 2006, 127)

Etäkäyttö tapahtuu yhdyskäytävien ja palvelimien kautta, joilla voidaan liittyä Internetiin tietoverkkoihin, tietoliikenteeseen tai infrapunaohjaimiin. Järjestelmästä saatavia tietoja on mahdollista käsitellä ja visualisoida monipuolisesti tietokoneilla ja erilaisilla näyttö-, sekä ohjauspaneelilla. (KNX- käsikirja 2006, 127)

Sähköasennusten laajennus tai modernisointi vaatii yleensä laajamittaisia johdotustöitä. KNX-teknologiassa asennuskustannukset ovat pienemmät, etenkin jos halutaan ohjata laitteita olemassa olevan asennuksen ohjauspisteistä. Siirtotie voidaan yksinkertaisesti kytkeä vanhojen asennusten siirtotiehen. KNX-tyyppihyväksyntä on sen takuuna, että laitteet ovat aina taaksepäin yhteensopivia edellisten kanssa. Esimerkiksi laajennuksen yhteydessä asennettu uusi painiketaulu ymmärtää vanhan keskuspaneelin käskyjä ja valaisimen tilan vaste näkyy oikein näytöllä. (KNX-käsikirja 2006, 127.)

Uusien väylälaitteiden asennuksessa linjaan on huomioitava, ettei väylälaitteiden maksimimäärä 64 kappaletta ylity. Kokonaiskaapeloinnin pituus saa olla enintään 1000m, kahden väylälaitteen väli saa olla enintään 700m, virtalähteen ja väylälaitteen välinen kaapeli enintään 350m. (KNX-käsikirja 2006, 26.)

### 3.6 KNX-järjestelmän liittäminen opetusympäristön heikkovirtajärjestelmiin

Tässä osiossa selvitetään KNX-oppimisympäristön liittämistä muihin laboratorioon tuleviin heikkovirtajärjestelmiin.

Heikkovirtajärjestelmiä saattaa kiinteistöissä olla useita erilaisia, joten näiden yhdistäminen olisi vähintäänkin järkevää. Järjestelmien liitettävyyteen ei ole vielä panostettu kunnolla, johtuen varmaankin valmistajien halusta käyttää vain oman tuoteperheen laitteita. Opiskelijatoverini Mikko Kelottijärvi on tehnyt opinnäytetyössään vertailua hälytysjärjestelmistä, jotka voisivat toimia opetuskäytössä yhdessä KNX-järjestelmän kanssa.

KNX-järjestelmään voidaan liittää valvontasilmukoita erilaisilla valvontatoimilaitteilla. Näin valvonta- ja rikosilmoitusjärjestelmän toteutus on myös mahdollista pelkästään KNX-laitteita käyttäen. Nykyaikaisten osoitteellisten rikosilmoitusjärjestelmien toiminnot ovat kuitenkin paljon kehittyneempiä ja KNX-laitteilla näiden ominaisuuksien saa-

minen maksaa liikaa. Pelkästään KNX:llä toteutetussa ratkaisussa pystyttäisiin kuitenkin käyttämään samoja tunnistimia myös muihin toimintoihin, kuten valaistukseen. Paloilmaisimia ei kuitenkaan ole saatavilla KNX-järjestelmään.

KNX voidaan liittää laitteisiin, jotka käyttävät BACnet, DALI, DMX sekä Internet ja IP-verkkoa. Mikko Kelottijärvi suosittelee käytettäväksi valvontajärjestelmiä yleiskaapelointijärjestelmän kaapeleita käyttäen. Turvajärjestelmään liitetään myös kameravalvonta yleiskaapeloinnin kautta. Mikon esittämät turvajärjestelmät eivät käytä mitään ed. mainituista väylätekniikoista, jotka voitaisiin liittää KNX-järjestelmään. Ainoastaan Internet ja IP-verkko ovat yhteensopivia kommunikointiväyliä. Tästä syystä laboratorioon tulevat turvajärjestelmät tuleekin liittää taloautomaatioon binäärisisääntuloina, jolloin hälytyksen sattuessa voidaan ohjata KNX-toimilaitteita. Tällä liittymistavalla kaikki Mikko Kelottijärven esittämät järjestelmät saadaan yhdistettyä KNX-oppimisympäristön kanssa. Esimerkiksi murtohälytyksen sattuessa ohjataan kaikki valot päälle. Laitteistot toimisivat erillisinä yksiköinä, mutta tukisivat toiminnallaan toisiaan.

KNX-asennus voidaan liittää epäsuorasti Internet ja IP-verkkoon käyttöliittymän kautta. Huomioitavaa kuitenkin on, että KNX-käsikirjassa puhutaan vain KNX:n kytkentöjen suorittamisesta näiden yhteyksien kautta eikä liittämistä muihin samaa verkkoa käyttäville laitteille. Sulava järjestelmien yhdistäminen saattaa aiheuttaa lisätutkimuksia ja ylimääräistä paneutumista asiaan.

### 3.7 Laitteiden hankinta

Laitteisto hankitaan tarjouspyyntöjen perusteella. Laitteisto toimitetaan kokonaisuudessaan toimittajan kanssa sovitulla aikataululla. Liitteessä 1 on hankintamäärittelyt tarjouspyyntöjä varten. KNX-laitteita Suomessa myy ABB, DJS- automation, Gycom, Merilux, Schneider Electrics, Somfy, UTU ja Wago.

Laitteisto vaatii myös rakennus- ja pientarvikkeita ohjauspaneelin rakentamista varten, jotka voidaan hankkia projektin alussa KTAMK: n parhaaksi katsomastaan tarviketoimittajalta.

## 4 ASENNUS JA KÄYTTÖÖNOTTO

Tässä luvussa käsitellään laitteiston asennusta ja käyttöönottoa ETS4-ohjelmistolla.

### 4.1 Kaapelointi

KNX-oppimisympäristön väyläkaapelointi toteutetaan KLMA 4x0,8+0,8 kierrettyllä parikaapelilla, jota suositellaan käytettäväksi KNX-väyläasennuksissa. Väylän kaapeloinnissa on huomioitava, että mitään väylän johdinta ei saa kytkeä suojamaahan (PE) tai tekniseen maahan (TE). Mikäli väyläkaapelin toista johdinparia halutaan käyttää lisäksi, jännitteenä saa käyttää vain pienjännitettä SELV/PELV. Lisäksi tarvitaan ylivirtasuojaus max 2.5A/DC. Verkon topologia muodostuu väylä- ja tähtimäisestä rakenteesta. Jokaiseen laboratoriopöytään viedään väyläkaapeli, jonka päähän asennetaan liittimet ohjauskeskuksen liittämistä varten.

Sähköjärjestelmät kaapeloidaan MMJ kaapelilla, kaapelihyllyjä ja lattiakanaaleita pitkin. Muovipäällysteiset 230V:n eristetyt johtimet ja väyläkaapelit voidaan asentaa ilman väliä, mutta ilman muovivaippaa kaapeleiden välillä pitää olla  $\geq 4\text{mm}$  asennusetäisyys. Eristys on taattava erotustangon tai eristysputken avulla, jos asennusetäisyys ei täyty. Sähköasennuksen kaapeleita ei saa käyttää väyläkaapelina. Sähköpiirustukset ovat liitteessä 2.

### 4.1 ETS-ohjelmointi

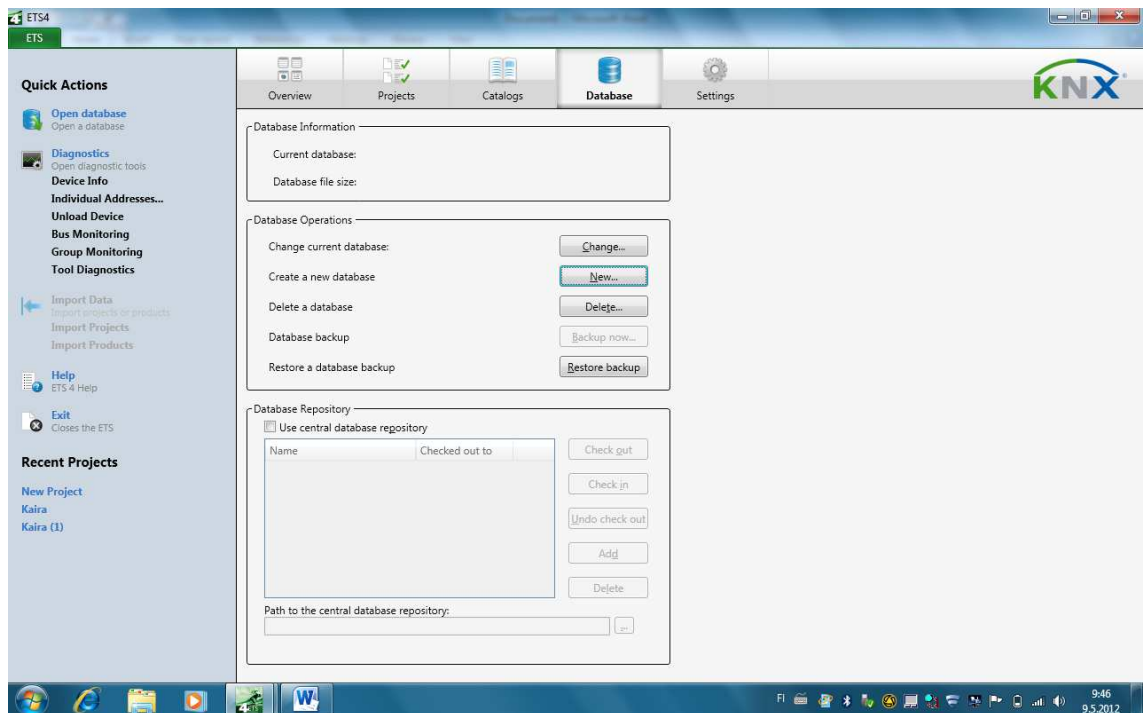
KNX-väylälaitteiden ohjelmointi suoritetaan ETS-ohjelmalla, jonka voi asentaa tietokoneelle osoitteesta [www.knx.org](http://www.knx.org). Ohjelmasta on saatavilla uusin ETS4-versio ja se on taaksepäin yhteensopiva aina ETS2-ohjelmiston kanssa. ETS4-ohjelmistosta on kolme versiota, demo, lite ja professional. Demoversio on ilmainen ja sillä voi suorittaa vain pieniä testiprojekteja. Lite- versio on tarkoitettu pieniin ja keskikokoisiin projekteihin ja Professional-versio sopii kaiken kokoisiin projekteihin sisältäen kaikki mahdolliset toiminnot. (KNX-Association, hakupäivä 2.4.2012)

ETS4-ohjelmalla suoritetaan KNX- projektiin seuraavia toimenpiteitä

- projektin suunnittelu ja luonnokset
- asennusten käyttöönotto
- dokumentointi
- diagnoosit ja vianetsintä. (KNX-Association, hakupäivä 2.4.2012)

#### 4.1.1 Ohjelmoinnin aloitus

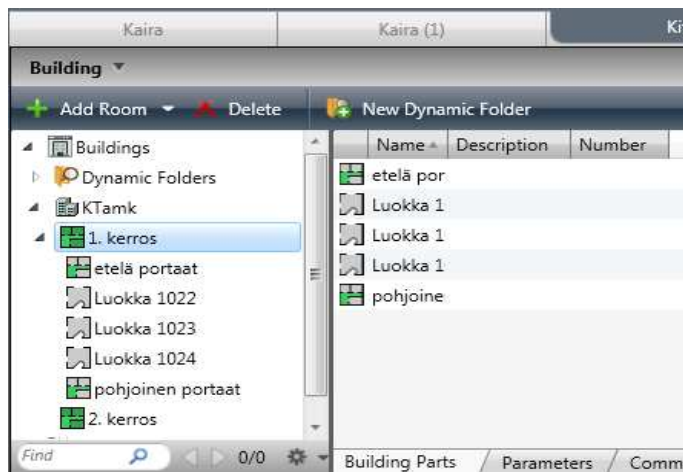
Ohjelman käyttö aloitetaan luomalla tietokanta KNX-projekteille ja valmistajien tuotetiedoille. Tietokanta luodaan aloitusnäytöstä Database-kuvakkeella, joka on kuvassa 23. Tietokantaan tuodaan valitun valmistajan tuotetiedot lataamalla ne valmistajan www-sivuilta.



Kuva 23. ETS4 aloitusnäyttö.

Seuraava vaihe on aloittaa uusi ETS-projekti New Project -valikosta. Valikko aukaisee ikkunan, jossa määritetään käytetty KNX-yhteys, tähän laitetaan valikosta TP (Twisted Pair) eli kierretyllä parikaapelilla toteutettu väylä. Projektin rakennuksesta luodaan ra-

kennekuvaus Add building -painikkeella. Rakennuksen kerrokset ja huoneet mallinnetaan kuten kuvassa 24.

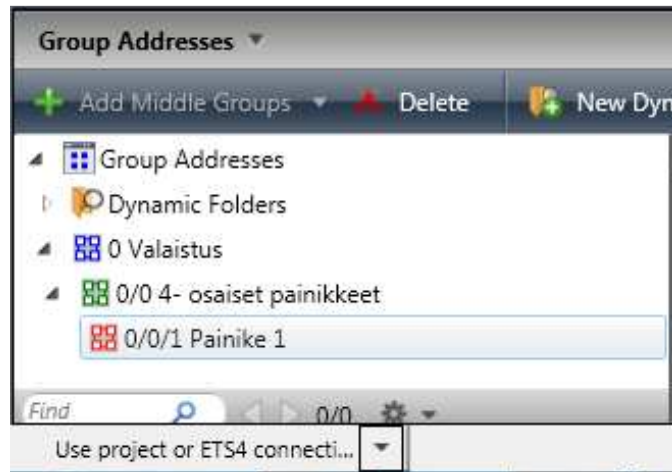


Kuva 24. Rakennuksen kuvaus (Building structure).

Rakennekuvaukseen voidaan nyt liittää väylälaitteet, jotka ovat välttämättömiä asennuksen toiminnan kannalta. Laitteet näkyvät Catalogs-ikkunassa, josta ne voidaan ”raahata” hiirellä rakennuksen määritettyyn osaan. Liitä kaikki laitteet mitkä on asennukseen määriteltä.

#### 4.1.2 Laitteiden linkitys

Väyläkomponenttien parametrit täytyy asettaa tässä vaiheessa, lähtökohtaisesti laitteet ovat tehdasasetuksissa ja ne voivat vaihdella valmistajasta riippuen. Parametrit muutetaan Parameter Settings -ikkunassa, joka sijaitsee parametrivalikon alapalkissa. Ennen linkittämistä täytyy myös luoda ryhmäosoitteet, joka toimii linkkinä ohjattavan laitteen ja ohjaimen välillä. Kuvassa 25 näkyy ryhmäosoitekenttä, jossa valaistus kuuluu ns. main group:iin, 4-osaiset painikkeet middle group:iin ja painike 1 sub group:iin.



Kuva 25. Ryhmäosoite kenttä.

Seuraavaksi voidaan yhdistää laitteet eli linkittää ryhmät niille tarkoitetuille ohjaimille. Laitteiden yhdistäminen tapahtuu yksinkertaisesti vetämällä laite building-ikkunasta haluttuun Group Address -ryhmään. Jos muodostetaan yksi laitepari, valitaan kytkinyksikön kanava A sekä painonappi B, lisätään laitteet Painike 1 ryhmäosoitteeseen, näin saadaan kytkentä, jossa painonappi B ohjaa valaisinta A. Ohjelmointi toistetaan kaikille asennuksessa oleville laitteille, niin laitteet saadaan toimimaan suunnittelijan haluamalla tavalla.

#### 4.1.3 Tietojen lataaminen väylään

Väylän käyttöönotto alkaa laitteiden fyysisten osoitteiden ohjelmoinnilla. Väylälaitteissa pitää olla jännite kytkettynä. ETS4-ohjelma kytketään väylään tietokoneen USB-portin kautta. Valitaan ensin tietokoneelta ladattava KNX-väylälaitte, jolle halutaan ohjelmoida fyysinen osoite. ETS4-ohjelmistosta valitaan sitten Download Physical Address (lataa fyysinen osoite) ja painetaan väylälaitteen ohjelmointipainiketta. Väylälaitteessa vilkkuu LED-valo, joka sammuu ohjelmoinnin tapahduttua. Väylälaitte on syytä merkitä dokumentointia varten.

Fyysisten osoitteiden ohjelmoinnin päätyttyä, laitteisiin määritetään toiminnot sovellusohjelmalla. ETS4-ohjelmistosta valitaan Download Application (lataa sovellus) toiminto ja ryhmäosoitteisiin linkitetyt loogiset toiminnot latautuvat KNX-laitteisiin. Laitteiston toiminta voidaan nyt testata.

#### 4.1.4 Väylän testaus

KNX-väylän testaukseen on ETS4-ohjelmistossa olemassa kaksi toimintoa, joilla voidaan seurata tapahtumia väylässä. Bus Monitoring (väylän seuranta) ja Group Monitoring (ryhmä seuranta). Väylän seurannalla voidaan tallentaa ja analysoida väylän viestettä ja ryhmä seurannalla samaa voidaan tehdä ryhmän viesteille. Nämä toiminnot näyttävät milloin sanoman lähetysajan, prioriteetin, lähdeosoitteen, kohdeosoitteen ja kohteen nimen, jos sellainen on olemassa.

## 5 POHDINTA

Tässä opinnäytetyössä tutustuttiin kahteen nykyaikaiseen kiinteistöautomaatiojärjestelmään, joka on vain pieni raapaisu vauhdilla kehittyvään sähkötekniikan osa-alueeseen. Oppilaitosten on vastattava tulevaisuuden haasteisiin opettamalla kiinteistöautomaatiojärjestelmien toimintaa opiskelijoille. Tähän haasteeseen vastaa osaltaan myös tämä opinnäytetyö.

On huomattu, että yhdistämällä kiinteistön toimintoja automatisoinnin avulla saadaan aikaan merkittäviä säästöjä. Automaatiojärjestelmät ovat perinteistä sähköasennusratkaisua kalliimpia hankkia, mutta täytyy muistaa, että investointikustannukset ovat vain 25 prosenttia kokonaiskustannuksista. Uusissa sähköasennuksissa on hyvä huomioida tulevaisuuden muutostarpeet ja asentaa väylälinja valmiiksi, vaikka niitä ei juuri sillä hetkellä tarvittaisikaan. Mahdollisuudet laajennuksiin ja muunneltavuus väylätekniikalla on helppoa toteuttaa, näin automaatiojärjestelmät kestävät koko rakennuksen eliniän mukautuen muuttuviin tarpeisiin.

Tulevaisuudessa on selvää, että KNX-järjestelmä, niin kuin monet muut järjestelmät yleistyvät entisestään. Kasvava huoli ympäristöstä, kasvihuonepäästöt ja energian kalliistuminen lisäävät halua kasvattaa energiatehokkuutta maailmassa. Sähköntuotannon jälkeen useimmissa maissa 40 prosenttia energiasta käytetään rakennusten lämmittämiseen, jäähdyttämiseen, ilmanvaihtoon, ilmastointiin ja kotitalouksien sähkölaitteisiin. Energiatehokkuutta kasvattamalla, eli toimintojen toteuttamista pienemmällä energiankulutuksella automaatiojärjestelmiä hyväksi käyttäen voidaan saada jopa 50 prosentin alennus energiankulutukseen.

Kiinteistöohjausjärjestelmät vaikuttavat osaltaan myös kestävään kehitykseen. Energian säästöjen lisäksi asumisviihtyvyys ja turvallisuus lisääntyvät. Yksilön jaksamisen kannalta viihtyvyys kotona sekä työssä on tärkeä asia ja edesauttavat myös kestävänsä kehityksen jatkumista.

Tämän opinnäytetyön tekeminen antoi paljon lisää tietoa kiinteistöautomaatiojärjestelmistä. Opinnäytetyön tavoitteet saavutettiin, mutta aiheen laajempi tarkastelu olisi ollut

hyödyllistä. Aika on kuitenkin rajallinen ja henkilökohtaisesti tulen tutustumaan järjestelmän ohjelmoimiseen opiskelujen jälkeen. Aiheesta järjestetään kursseja, joihin aion osallistua. Järjestelmän ohjelmoimisen oppiminen olikin suurin haaste tässä työssä, johon tuen käyttöönotto- ohjelmiston Demo-versiosta. ETS4-Demo onkin hyvin rajallinen ja hyödytön ilman oikeaan lisenssiä. Etäkäyttömahdollisuuksien kokeilemista olisi ollut kiinnostavaa testailta.

KNX-oppimisympäristön suunnitelma antaa perustiedot ja valmiudet järjestelmän toteuttamiseen. Kiinteistösähköistyksen laboratorion KNX-oppimisympäristön antaa mahdollisuuden opiskella tätä järjestelmää monipuolisesti. Oppimistehtävien antamisessa on vain mielikuvitus rajana, järjestelmän muokattavuuden vuoksi. KNX-järjestelmä vaatii käyttäjältään aikaa, jotta voidaan oppia sen monipuolinen käyttö.

## LÄHTEET

ABB Oy 2012. Älykkäät asennusjärjestelmät. Hakupäivä 30.3.2012.

<<http://www.abb.com/product/fi/9aac111724.aspx>>

ABB Oy 2012. KNX- taloautomaatio asennustuotteet. Halupäivä 24.4.2012.

<<http://www.abb.com/product/fi/9aac111724.aspx>>

Bentsen, Mikael, tekninen tuki, KNX- Finland Ry. Puhelinhaastattelu 12.3.2012

Carlo Cavazzi Oy Ab. Smart- house asennusohjeet. Hakupäivä 24.4.2012.

<[http://www.smarthouse.fi/smarthouse/download/manualer/Smart-house%20installation%20guide%20rev10\\_FIN.pdf](http://www.smarthouse.fi/smarthouse/download/manualer/Smart-house%20installation%20guide%20rev10_FIN.pdf)>

Carlo Cavazzi Oy Ab. Smart- house suunnitteluohjeet. Hakupäivä 24.4.2012.

<[http://www.smarthouse.fi/smarthouse/download/programforslag/Smart%20House%20suun\\_as%20ohjeet.pdf](http://www.smarthouse.fi/smarthouse/download/programforslag/Smart%20House%20suun_as%20ohjeet.pdf)>

Carlo Cavazzi Oy Ab. Dublin features. Hakupäivä 15.4.2012.

< <http://www.dupline.com>>

Etto, Jaakko 2010. Sähkötekniikan insinöörikoulutuksen oppimisympäristöjen kehittäminen. Kemi- Tornion ammattikorkeakoulu. Teknologiaosaamisen johtaminen- koulutusohjelma. Opinnäytetyö.

ZVEI- Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e. V. 2006. KNX- käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin- KNX peruseriaatteet. 5. Korjattu painos. Frankfurt am Main: ZVEH.

KNX- Association. Worldwide standard for home and building control. Hakupäivä 2.4.2012)

< <http://www.knx.org>>

Schneider Electric. Kiinteistöjen ohjausjärjestelmät. Hakupäivä 2.5.2012.

><http://ecatalogue.schneider-electric.fi>>

## LIITELUETTELO

Liite 1	Hankemäärittelyt
Liite 2	Sähköpiirustukset
Liite 3	Oppimistehtäväluettelo

## Hankemäärittelyt

Kaikki väylälaitteet on oltava EIB- sertifioituja ja KNX- yhteensopivia. Laitteiden käyttöönotto ETS4- ohjelman mukaisesti.

**KNX- virtalähde** 640mA kuristimella ja kahdella ulostulolla. Väyläjännite  $30V \pm 2V$ .

Väyläliitäntä väyläkaapeliliittimien kautta. Asennus DIN- kiskoon. 1 kpl

**KNX- sääasema** neljällä kanavalla ja multianturilla varustettuna. Asennus DIN- kiskoon.

1 kpl

**KNX- virtalähde** sääasemalle, ylikuormitus ja oikosulkusuoja integroituna. Asennus DIN- kiskoon.

1 kpl

**KNX- kytkinyksikkö** energianmittauksella. Kytkinyksikön kärjiltä voidaan mitata energian lisäksi teho, virta, jännite, taajuus ja tehokerroin. Asennus DIN- kiskoon.

1 kpl

**KNX- verhomoottoriohjain**, jossa on liikkeen tunnistus sekä käsiohjausmahdollisuus.

Asennus DIN- kiskoon.

1 kpl

**KNX- logiikkayksikkö** neljä kanavaa, käytetään yhdessä KNX- elektronisen puolijohdereleen kanssa venttiilien ohjaukseen.

1 kpl

**KNX- elektroninen puolijohderele** venttiilien ohjaukseen

1 kpl

**ETS4- ohjelmisto**, KNX- järjestelmän ohjelmointiin ja käyttöönottoon. Koulutuslisenssillä.

1 kpl

**TCP/IP Gateway**, EIB- toimilaitteiden etäkäyttöön Internet: in kautta. Asennus DIN- kiskoon.

1 kpl

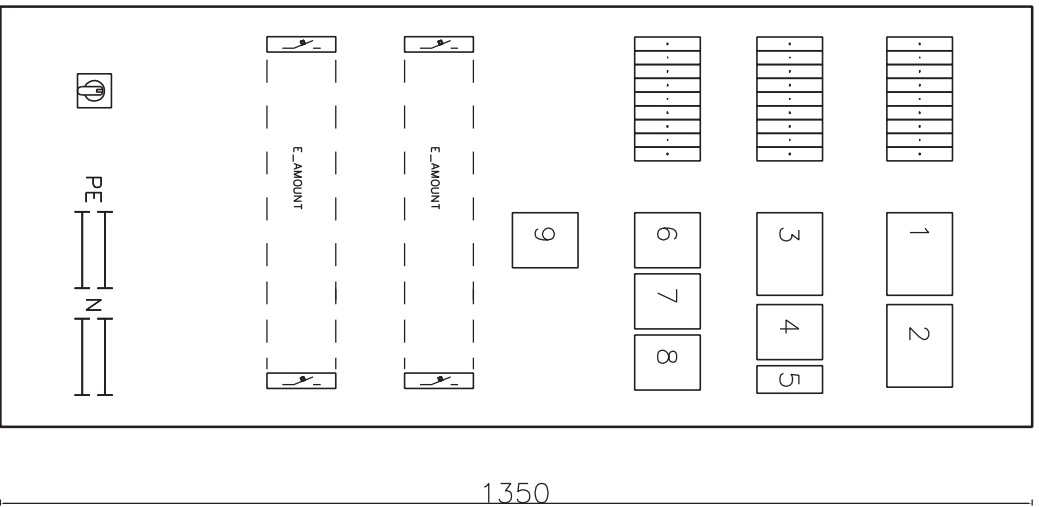
<b>KNX väylään USB- liitäntäportti</b> , kommunikointiin tietokoneen ja EIB- väylän välille. Asennus DIN- kiskoon.	1 kpl
<b>KNX- valonsäädinykdikkö</b> , jossa on neljä ulostulokavaa 1- 10 V:n säädöllä. Asennus DIN- kiskoon.	1 kpl
<b>KNX- liiketunnistin</b> , sisältää myös valoisuusanturin. Säästöalue 0,1- 1000 luxia. Valvonta- alue 16 m. Pinta-asennus (asennuskorkeus n. 2.5m).	1 kpl
<b>1- Kavavainen Dali- säädin</b> , Dali- Gateway KNX- järjestelmään, jolla voidaan ohjata 16 eri Dali- ryhmää. Asennus DIN- kiskoon.	1 kpl
<b>Läsnäolotunnistin</b> KNX- järjestelmään. Valvonta- alue 60 astetta/ neljä sektoria/ 4- 18m. Kiinnityskorkeus 2- 5m.	1 kpl
<b>KNX- binäärivastaanotin</b> , neljän koskettimen liittämiseksi, asennus DIN- kiskoon. Asennus DIN- kiskoon.	1 kpl
<b>KNX- kosketusnäyttö</b> , integroidulla Windows CE- käyttöjärjestelmällä. Värillinen. EIB- väylään yhdistettävä ohjainyksikkö. Näytön koko 179,9x 214,8x 69mm. Lisäksi upotuskotelo ja kehys näytölle.	1 kpl
<b>Väyläliitäntä yksikkö</b> , kojerasiaan asennettava väyläpohjaosa 4- osaiselle painonapille.	2 kpl
<b>4- osainen KNX- painike</b> , 2- kpl led- indikointia/ nappi. Lisäksi peitelevy.	1 kpl
<b>KNX- ryhmäkeskuskotelo</b> , sisältäen DIN- asennuskiskot 136: lle moduulille. Keskuksen koko 550x 1350x 112. Pinta- asennus.	1 kpl
<b>1- vaiheinen verhomoottori</b> KNX- asennukseen yhteensopiva.	3 kpl
<b>Johdonsuojakatkaisin, C10A</b>	21 kpl
<b>Pääkytkin, 3- napainen, 25A</b>	1 kpl

**Loisteputkivalaisin**, elektronisella liitäntäyksiköllä, valaistuksen säätö 1- 10V ohjauksella. T5 loisteputkella teho 21W. 2 kpl

**Huonetermostaatti**, lämmityksen ja jäähdytyksen ohjaukseen. KNX- väylään yhteensopiva. 1 kpl

**Väyläkaapeli liittimet**, Väyläkaapelin liitosten jatkamiseen ja haaroittamiseen 50kpl

550



- 1 KNX – virtalähde
- 2 TCP/IP Gateway
- 3 Valonsäädin / kytkinyksikkö 1 – 10V
- 4 Kytkeyksikkö
- 5 Binäärituloyksikkö
- 6 Säädasema
- 7 Verhomoottoriohjain
- 8 Venttiiliohjain
- 9 Dali – liitäntälaitte

Tunnus	Lukuma	Muutos	Nimi	Pvm
K.osa/Kyö	Kortti/Tila	Roo	Viranomaisen merkintä	
<b>KNX – oppimisympäristökeskus Layout</b>				
Mk:				
Pvm	13.5.12	Työnumero	Tilauksen numero	
Pirtti	KMO			
Suunn.				
Tark.				
Yht.lio				
Lähti				
SÄH			Piirustusnumero	Muutos

D muutos	E muutos	F muutos	<p>SÄHKÖTEKNISET TIEDOT :</p> <p>1. NIMELLISJÄNNITE / –VIRTA / –TAAJUUS . . . . . <u>400</u> V    <u>25</u> A    <u>50</u> Hz</p> <p>2. TERMINEN OIKOSULKUKESTOISUUS . . . . . _____ kA</p> <p>3. TASATTU– / ASENETTU TEHO / COSFII . . . . . _____ kW    _____ kW    _____ cosfii</p> <p>4. OHJAUSJÄNNITEKISKOT . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> EI    <input type="checkbox"/> ON    JÄNNITE _____ V    VIRTA _____ A</p> <p>5. AC–KISKOT TAI JOHTIMET . . . . . <input type="checkbox"/> L1,N    <input type="checkbox"/> L1,N,PE    <input type="checkbox"/> L1,L2,L3,N <input checked="" type="checkbox"/> L1,L2,L3,N,PE</p> <p>RAKENNETIEDOT :</p> <p>1. KESKUSLAJI . . . . . <input type="checkbox"/> KENNO    <input checked="" type="checkbox"/> KOTELO    <input type="checkbox"/> KEHIKKO</p> <p>2. ASENUSTAPA . . . . . <input checked="" type="checkbox"/> PINTA    <input type="checkbox"/> UPPO    KOTEL. LUOKKA IP <u>20</u></p> <p>3. KIINNITYS . . . . . <input type="checkbox"/> LATTIA    <input checked="" type="checkbox"/> SEINÄ</p> <p>4. OVILAITE . . . . . <input type="checkbox"/> LUKKO    <input type="checkbox"/> SALPA</p> <p>5. LATT.SEIS.KESK. POHJALEVYT . . . . . <input type="checkbox"/> AVOIN    <input type="checkbox"/> PALONKESTÄVÄ</p> <p>6. MAALAUUS . . . . . <input type="checkbox"/> VAKIO    <input type="checkbox"/> ERIKOIS</p> <p>7. MITAT . . . . . KORKEUS : <u>1350</u>    LEV. : <u>550</u>    SYV. : <u>112</u></p> <p>KALUSTUSTIEDOT :</p> <p>1. KALUSTUSTYYPPI . . . . . <input type="checkbox"/> KIINTEÄ    <input type="checkbox"/> ULOSV.    <input type="checkbox"/> ULOSOT.</p> <p>2. KALUSTUSTAPA . . . . . <input type="checkbox"/> YKSIKÖ    <input type="checkbox"/> KESKITETTY</p> <p>3. MERKKILAMPUT . . . . . <input type="checkbox"/> HEHKU    <input type="checkbox"/> HOHTO    <input type="checkbox"/> LEDI</p> <p>4. MITTAUKSEN TOIMITTAJA . . . . . <input type="checkbox"/> SÄHKÖLAITOS    <input type="checkbox"/> VALMISTAJA</p> <p>KAAPELOINTI :</p> <p>1. SYÖTTÖKAAPELI . . . . . <input type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ    <input type="checkbox"/> ALHAALTA</p> <p>2. PÄÄKAAPELIT . . . . . <input type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ    <input type="checkbox"/> ALHAALTA    <input type="checkbox"/> KOJEISIIN    <input type="checkbox"/> RIVIL.</p> <p>3. OHJAUSKAAPELIT . . . . . <input type="checkbox"/> YLHÄÄLTÄ    <input type="checkbox"/> ALHAALTA    <input type="checkbox"/> KOJEISIIN    <input type="checkbox"/> RIVIL.</p> <p>TUNNUSMERKINNÄT :</p> <p>1. TUNNUSKILVET . . . . . <input type="checkbox"/> VALM.NORM.    <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE</p> <p>2. KOJEMERKINNÄT . . . . . <input type="checkbox"/> JUOKSEVA    <input type="checkbox"/> KENNOKOHT.    <input type="checkbox"/> ERILL.OHJE</p> <p>MUUT TIEDOT : _____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>																
A muutos	B muutos	C muutos	<p>KNX–oppimisympäristö</p> <table border="1"> <tr> <td>Suunn.</td> <td>Kokonaisuus</td> <td>Sähköpositio</td> <td>Työnumero</td> </tr> <tr> <td>Piirt.</td> <td>Lehti</td> <td>Piirustusnumero</td> <td></td> </tr> <tr> <td>KMa</td> <td>/</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Tark.</td> <td></td> <td>SÄH</td> <td></td> </tr> </table>	Suunn.	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero	Piirt.	Lehti	Piirustusnumero		KMa	/			Tark.		SÄH	
Suunn.	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero																
Piirt.	Lehti	Piirustusnumero																	
KMa	/																		
Tark.		SÄH																	



oppimisymparisto\_keskusknx2

22.5.2012

		11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28
		KESKUS						RYHMÄ	OSOITE	kW	A/A	JOHDOTUS							
D muutos	E muutos	F muutos							2.2	Verhomoottori 1		C10	MMJ 5x1.5S	A					
										Verhomoottori 2				B					
										Verhomoottori 3				C					
D muutos	E muutos	F muutos							2.3	Magneettiventtiili		C10	MMJ 3x1.5S	D					
														E					
														F					
A muutos	B muutos	C muutos								VARA				G					
									3.1	Lämmitys		C10	MMJ 3x1.5S	H					
									3.2	Pistorasia 1		C10	MMJ 3x1,5S	J					
									3.3	Pistorasia 2		C10	MMJ 3x1,5S	K					
														L					
														M					
														N					
														O					
														P					
														R					
					S														
					T														
					U														
					V														
					X														
					Y														
					Z														
					1														
					2														

KNX- oppimisympäristö

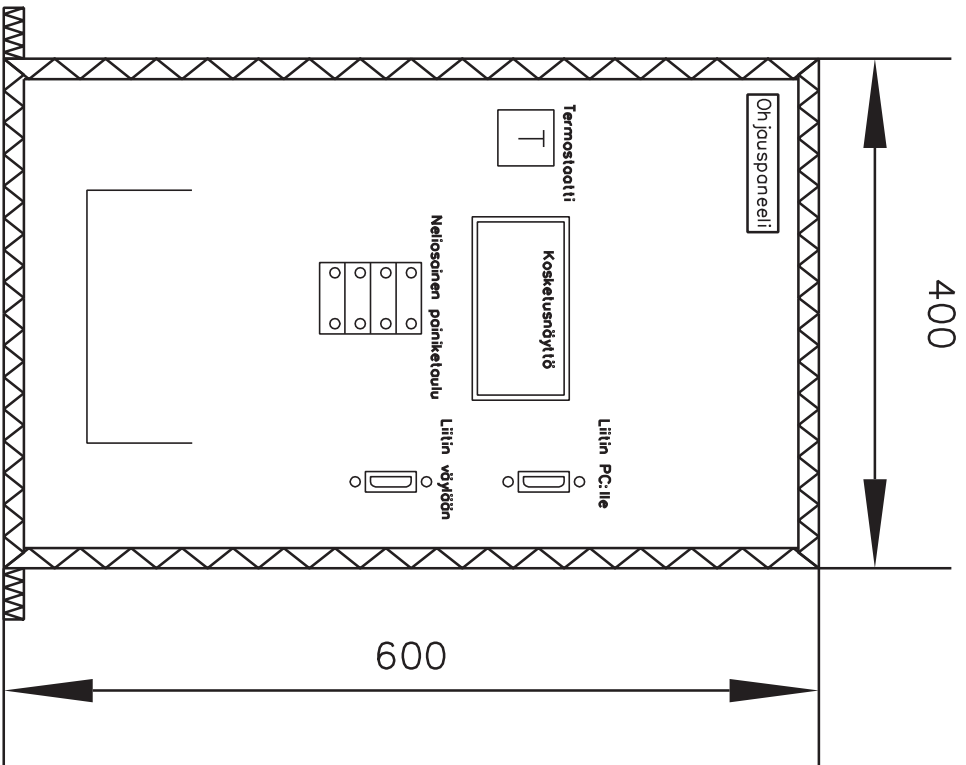
Suunn. /13.5.2012  
Piirt.  
Tark.

Kokonaisuus  
Lehti 2 / 3

Sähköpositio  
Piiustusnumero  
SÄH

Työnumero

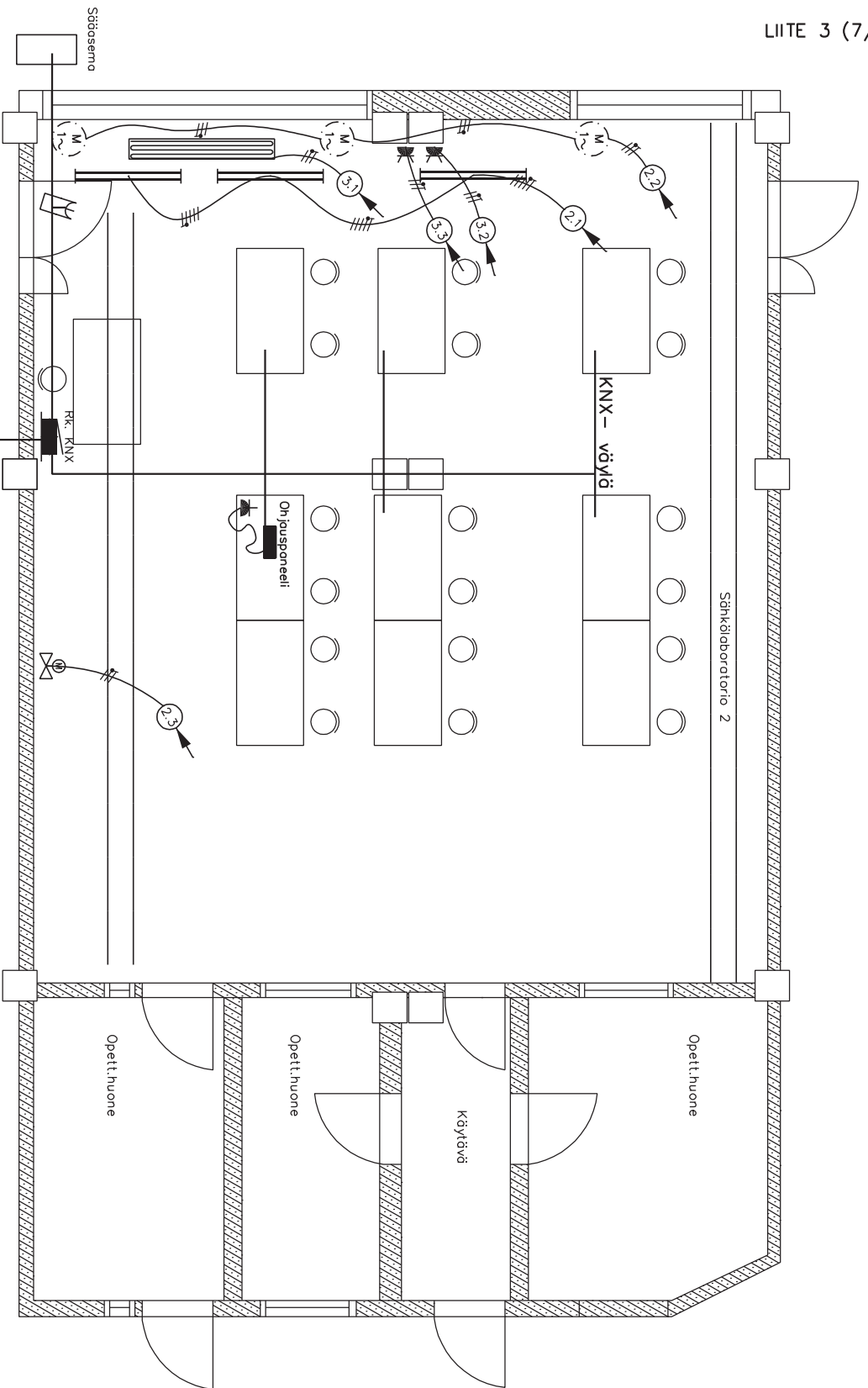
opari knx keskuskaavio2						22.5.2012																			
						11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28		
						KESKUS												RYHMÄ	OSOITE	kW	A/A	JOHDOTUS			
D muutos	E muutos	F muutos	3.L.N.PE															4.1	VARA			C10		A	
																		4.2	VARA			C10		B	
																		4.3	VARA			C10		C	
																		5.1	VARA			C10		D	
																		5.2	VARA			C10		E	
																		5.3	VARA			C10		F	
																		6.1	VARA			C10		G	
																		6.2	VARA			C10		H	
																		6.3	VARA			C10		J	
																									K
																									L
																									M
																			N						
																			O						
																			P						
																			R						
																			S						
																			T						
																			U						
																			V						
																			X						
																			Y						
																			Z						
																			1						
																			2						
A muutos	B muutos	C muutos	KNX- oppimisympäristö														Suunn.	Kokonaisuus	Sähköpositio	Työnumero					
																	Piirt. KMa	Lehti 3/3	Piirustusnumero						
																	Tark.		SÄH						



Ohjauspaneeli

Runko: Alumiiniprofiili 20x20  
 Etulevy: Polycarbonaattilevy

Turn.	Lukum.	Muutos	Kortti/Tila	Tonitti	Rno	Nimitt.	Pvm
K.osa/kyä			Kortti/Tila		Viranomaisen merkintöjä		
KNX-oppimisymp.				Ohj. paneeli			
				MK:			
				Työnumero		Tilaajan numero	
				Pvm 29.4.2012			
				Pirtti KMO			
				Suunn.			
				Tark.			
				Yht. hiö			
				Lehti			
				SÄH		Pirustusnumero	
				101		Muutos	



Tunn.	Lukum.	Muutos	Nimim.	Pvm
Koso/Kyivä	Kortti/Tila	Tontti	Rno	Viranomaisen merkintöjä
KNX – oppimisymp.			Tasokuva lab2	
MK:				
Pvm	3.5.12	Työnumero	Tilaajan numero	
Piirt.	KMa			
Suunn.				
Tark.				
Yhtähti				
Lehti	SÄH	Piirustusnumero	102	
Muutos				