



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KNX-JÄRJESTELMÄ OMAKOTITALOSSA

TEKIJÄ: Miko Kähkönen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä Miko Kähkönen	
Työn nimi KNX-järjestelmä omakotitalossa	
Päiväys 7.6.2016	Sivumäärä/Liitteet 61/7
Ohjaaja lehtori Heikki Laininen, yliopettaja Ari Suopelto	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani MOK PALVELUT OY	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyössä toteutettiin KNX-kiinteistöautomaation asennus ja ohjelmointi omakotitaloon. Vuonna 1998 rakennettu talo on lattiapinta-alaltaan 400 m<sup>2</sup> ja se sijaitsee Sotkamossa. Työn tilaaja oli MOK PALVELUT OY. Talossa oli vanha IHC-kiinteistöautomaatiojärjestelmä, joka nyt korvattiin KNX-järjestelmällä. Kaikki asennetut KNX-laitteet olivat ABB:n valmistamia.</p> <p>Opinnäytetyössä käsitellään KNX-järjestelmän teoria, suunnittelu, laitteet, asennus ja ohjelmointi. Opinnäytetyön teoriaosassa käydään läpi KNX-järjestelmän yleisimmät teoriat ja käsitteet. Siinä esitellään myös projektisuunnittelu, KNX-laitteet ja mahdolliset liitännät muihin järjestelmiin. Käytännön osiossa käydään läpi KNX-laitteiden asennus ja järjestelmän ohjelmoiminen ETS-ohjelman avulla.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena omakotitalon IHC-järjestelmä korvattiin KNX-järjestelmällä ja se ohjelmoitiin asiakkaan toiveiden mukaisesti. Järjestelmän asennus ja ohjelmointi onnistui toivotusti ja lopputuloksena saatiin toimiva kiinteistöautomaatiojärjestelmä. Tämän ohessa saatiin koottua kattava tietopaketti KNX-automaatiosta myöhempää käyttöä varten.</p>	
Avainsanat KNX, kiinteistöautomaatio, ETS, ohjelmointi	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author Miko Kähkönen			
Title of Thesis Installing a KNX Building Automation System in a Detached House			
Date	7.6.2016	Pages/Appendices	61/7
Supervisor(s) Mr. Heikki Laininen, Lecturer and Mr. Ari Suopelto, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners MOK PALVELUT OY			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to implement a KNX building automation installation and programming to a detached house. The house which was built in 1998 has a floor area of 400 m<sup>2</sup> and is located in Sotkamo. There was an old building automation system called IHC in the house, which was now replaced by KNX. This thesis was commissioned by MOK PALVELUT OY. The KNX devices used in practical installations were all manufactured by ABB.</p> <p>The thesis dealt with the theory, design, devices, installation and programming of the KNX system and presented the most common KNX theories and concepts. Also the KNX project planning, the KNX devices and possible connections to another systems were introduced. The installations of the devices and the software programming were carried out with ETS4 program.</p> <p>The main result of the thesis was replacing the IHC system with the KNX system. The KNX system was programmed to operate according to the client's wishes. The installation and programming was successful and the result was a functional building automation system. Along with this, a comprehensive data of KNX automation was made for later use.</p>			
Keywords KNX, building automation, ETS, programming			

# SISÄLTÖ

1	JOHDANTO .....	7
2	KNX-JÄRJESTELMÄ .....	8
2.1	KNX-järjestelmä lyhyesti .....	8
2.2	Väylän topologia .....	8
2.2.1	Linja.....	9
2.2.2	Alue .....	9
2.2.3	Useat alueet.....	10
2.3	Tiedonsiirtoväylät.....	11
2.3.1	Väyläkaapeli.....	11
2.3.2	KNX IP eli Ethernet-verkko .....	12
2.3.3	KNX RF eli radiotaajuus.....	13
2.3.4	KNX Powerline eli sähköverkko .....	14
2.4	Sanoman rakenne .....	14
2.5	KNX-Laitteet .....	15
2.5.1	Virtalähteet.....	15
2.5.2	Ohjelmointirajapinnat.....	16
2.5.3	Kytkintoimilaitteet.....	17
2.5.4	Säädintoimilaitteet.....	18
2.5.5	Verhomoottoriohjaimet .....	19
2.5.6	Lämpötoimilaitteet.....	20
2.5.7	Painikkeet.....	21
2.5.8	Huonetermostaatit.....	23
2.5.9	Läsnäolotunnistimet.....	23
2.5.10	Valoisuusanturit ja sääasemat.....	24
2.5.11	Kosketusnäytöt .....	25
2.6	Ohjelmointi.....	26
2.7	Liitännät muihin järjestelmiin .....	26
2.7.1	Binäärirajapinnat .....	26
2.7.2	DALI .....	27
2.7.3	1 - 10 V .....	27

2.7.4	ENOCEAN .....	27
2.7.5	Internet ja Ethernet-verkko .....	27
2.7.6	Hälytysjärjestelmät .....	28
2.7.7	AV-järjestelmät .....	28
3	KNX-PROJEKTIN VAIHEET .....	29
3.1	Valmisteluvaihe .....	29
3.2	Automaation suunnittelu .....	29
3.2.1	Esisuunnittelu .....	29
3.2.2	Alustava suunnitelma .....	29
3.2.3	Lopullinen suunnitelma .....	30
3.2.4	Toiminnallisuussuunnitelma .....	30
3.3	Toteutus ja asennus .....	30
3.4	Luovutus .....	30
3.5	Ylläpito .....	31
4	SUUNNITeltu OMAKOTITALO .....	32
4.1	Työkohteen esittely .....	32
4.2	IHC-järjestelmä .....	33
4.2.1	Järjestelmän periaate .....	33
4.2.2	Yksiköt .....	34
4.2.3	Ohjelmointi .....	35
4.2.4	IHC ja KNX .....	36
4.3	Kohteen KNX-komponentit .....	36
4.3.1	KNX-keskus .....	37
4.3.2	Valaistus .....	38
4.3.3	Lämmitys .....	38
4.3.4	Hälytysjärjestelmä .....	38
4.3.5	Etäohjaus .....	39
4.3.6	Kameravalvonta .....	40
5	ETS4-OHJELMOINTI .....	41
5.1	ETS4 ja ETS5 .....	41
5.2	ETS-ohjelman lisensointi .....	41
5.3	Tietokannan luominen .....	42

5.4	Valmistajien tuotteiden lisääminen.....	42
5.5	Uuden projektin aloittaminen .....	43
5.6	Topologia .....	44
5.7	Rakennuksen rakenne .....	45
5.8	Laitteiden lisääminen.....	45
5.9	Parametrit .....	46
5.10	Ryhmäobjektit ja ryhmäosoitteet .....	47
5.11	Ohjelmien lataaminen.....	49
6	KNX-JÄRJESTELMÄN VAHVUUDET JA HEIKKOUEDET .....	52
7	YHTEENVETO .....	53
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	54
	LIITE 1A: OMAKOTITALON POHJAKUVA KELLARI .....	55
	LIITE 1B: OMAKOTITALON POHJAKUVA 1. KERROS.....	56
	LIITE 1C: OMAKOTITALON POHJAKUVA 2. KERROS.....	57
	LIITE 2A: KNX-KESKUSKAAVIO 1/4.....	58
	LIITE 2B: KNX-KESKUSKAAVIO 2/4.....	59
	LIITE 2C: KNX-KESKUSKAAVIO 3/4.....	60
	LIITE 2D: KNX-KESKUSKAAVIO 4/4.....	61

## 1 JOHDANTO

KNX on avoin, maailmanlaajuisesti standardoitu väyläpohjainen kiinteistöjen automaatiojärjestelmä. Sen tarkoituksena on parantaa kiinteistöjen energiatehokkuutta ja liittää niiden kaikki sähköiset toiminnot yhdeksi kokonaisuudeksi. Avoimen standardin ansiosta KNX-järjestelmään on saatavilla toisensa kanssa yhteensopivia laitteita useilta eri laitevalmistajilta. Järjestelmä perustuu hajautettuun väyläjärjestelmään, jossa ei ole yksittäistä keskusyksikköä, vaan kaikki laitteet kommunikoivat keskenään. KNX-järjestelmällä voidaan ohjata mm. kiinteistön valaistusta, lämmitystä, ilmastointia ja hälytysjärjestelmiä. Järjestelmä on myös hyvin muokattavissa ja siihen voidaan tehdä muutoksia jälkikäteen ohjelmoimalla, ilman fyysisiä kytkentöjen muutoksia. KNX sopii sekä pieniin että suuriin kohteisiin ja sitä käytetäänkin aina omakotitaloista lentokenttäterminaaleihin. Suurissa kohteissa korostuu selkeästi energian säästö, mutta pienissä kohteissa suurin hyöty saadaan käyttömukavuudesta.

Opinnäytetyössä korvataan omakotitalon vanha IHC-automaatiojärjestelmä nykyaikaisella KNX-järjestelmällä. Työhön kuuluu myös perehtyminen KNX-järjestelmään, sen toimintaan ja ominaisuuksiin. Uuden automaatiojärjestelmän asennus ja käyttöönotto aloitetaan määrittelemällä mitä toimintoja sillä halutaan ohjata. Suunnitteluvaiheen jälkeen toteutetaan laitteiden asennus ja vanhojen laitteiden korvaaminen uusilla. Työn lopussa perehdytään myös KNX-järjestelmän ohjelmointiin ETS-ohjelman avulla ja KNX-ohjelman lataamiseen järjestelmään lopullisen käyttöönoton yhteydessä.

## 2 KNX-JÄRJESTELMÄ

### 2.1 KNX-järjestelmä lyhyesti

KNX on kansainvälinen avoin kiinteistöautomaatiostandardi, jonka tarkoitus on yhdistää kaikki rakennuksen sähköiset toiminnot yhtenäiseksi verkoksi. KNX-järjestelmällä voidaan ohjata mm. valaistusta, lämmitystä, ilmastointia ja kulunvalvontaa. KNX-standardi perustuu 1990-luvun alkupuolella kehitettyihin Batibus, EHS ja EIB –standardeihin. KNX täyttää standardien ISO/IEC (14543), CENELEC (EN50090) ja CEN (13321) vaatimukset. (KNX Perusperiaatteet 2006, 4 – 9.)

KNX perustuu hajautettuun väylätekniikkaan, jossa kaikki laitteet keskustelevat keskenään ilman erillistä keskustietokonetta tai keskusälyä. Koska KNX on avoin standardi, kaikkien valmistajien laitteet ovat yhteensopivia keskenään.

### 2.2 Väylän topologia

KNX-väylän topologia eli rakenne muodostuu linjoista ja alueista. Jokaiselle laitteelle määritellään yksilöllinen osoite sen mukaan, missä se väylällä sijaitsee. Väylän jakaminen alueisiin ja linjoihin selkeyttää KNX-verkkoa ja lisää käyttövarmuutta. Verkko voi olla malliltaan joko linja, puu tai tähti, mutta ei rengas. Alla kuvassa 1 on tietoliikennejärjestelmien verkkorakenteita. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 102.)



KUVA 1. Tietoliikennejärjestelmien verkkorakenteita (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 103.)

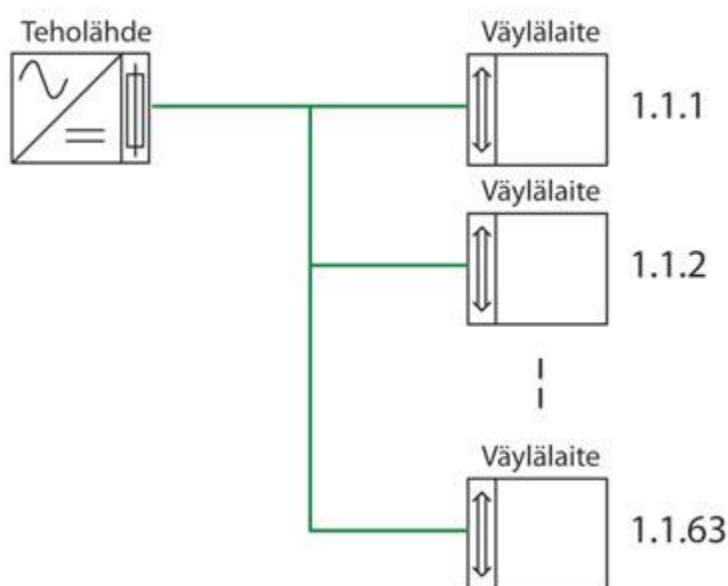


### 2.2.1 Linja

KNX-järjestelmän pienin asennusyksikkö on linja. Siihen voidaan kytkeä enintään 64 laitetta, mutta todellinen määrä riippuu valitusta virtalähteestä ja laitteiden virrankulutuksesta. Linjaa voidaan pidentää linjasegmenteiksi linjatoistimien avulla. Näitä voidaan kytkeä linjaan rinnan korkeintaan kolme, jolloin neljästä linjasegmentistä koostuvaan linjaan voidaan kytkeä yhteensä 256 laitetta. Alla kuvassa 2 on linja, joka koostuu yhdestä linjasegmentistä. Kaapelien pituuksia koskevat seuraavat rajoitukset:

- linjasegmentin pituus maks. 1000 m
- virtalähteen ja väylälaitteiden välinen etäisyys maks. 350 m
- kahden virtalähteen välinen etäisyys kuristimet mukaan lukien min. 200 m
- kahden väylälaitteen välinen etäisyys maks. 700 m.

(KNX Peruseriaatteet 2006, 25 – 26)

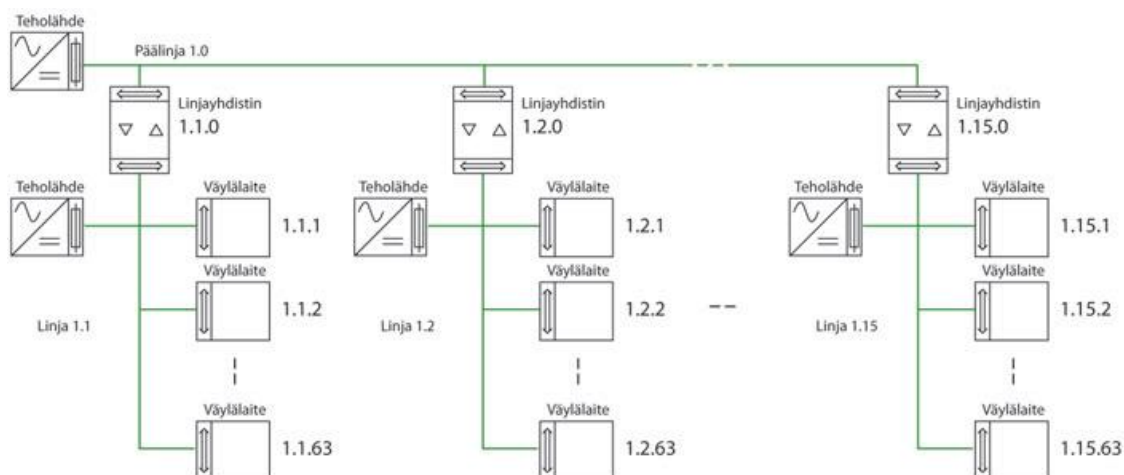


KUVA 2. Linja (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 58.)

### 2.2.2 Alue

Alue muodostuu päälinjasta, johon voidaan kytkeä enintään 15 linjaa linjayhdistimien avulla. Päälinjassa tulee olla oma virtalähde, jossa on kuristin. Päälinjaa ei voi jatkaa linjatoistimilla. Alueen päälinjaan voidaan kytkeä 64 laitetta. Linjayhdistimen kautta kytketty linja lasketaan yhdeksi laitteeksi. Kuvassa 3 on esimerkki alueesta KNX-järjestelmässä.

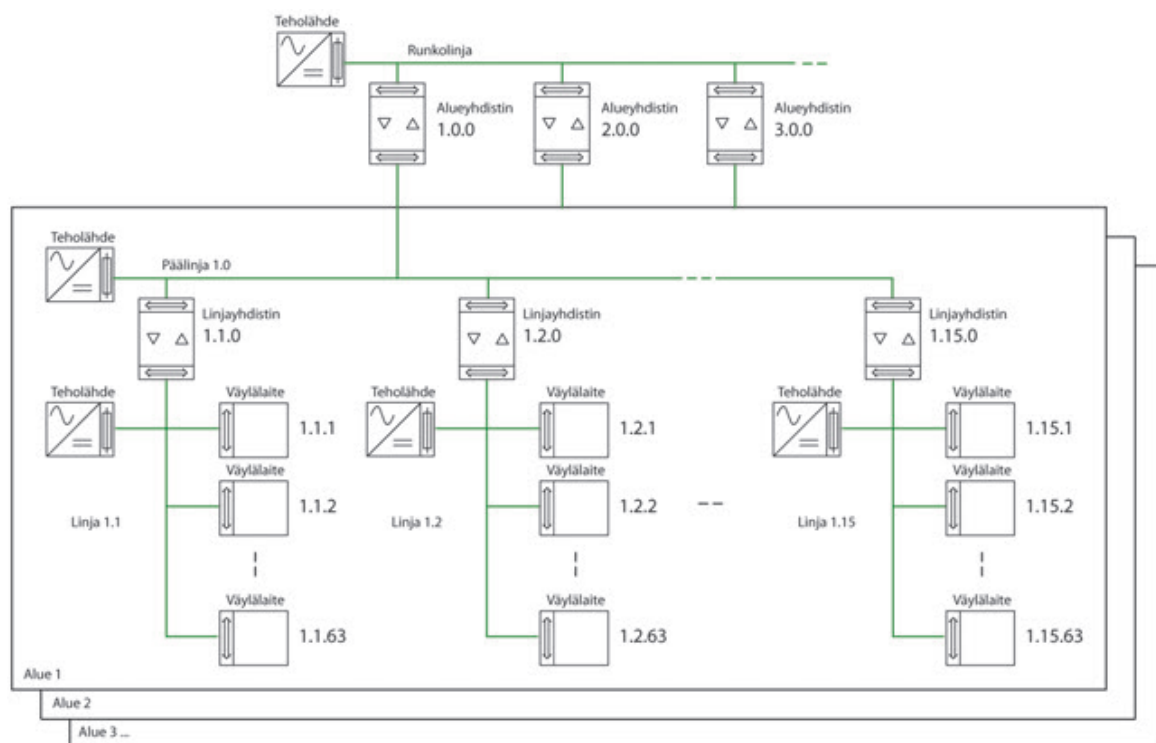
(KNX peruseriaatteet 2006, 27 - 28.)



KUVA 3. Alue (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 59.)

### 2.2.3 Useat alueet

Alueita voidaan lisätä runkolinjaan alueyhdistimen avulla, kuten kuvassa 4. Myös runkolinja on varustettu omalla virtalähteellä. Alueita voi järjestelmässä olla enintään 15, joten laitteita voi olla yli 58 000. Myös runkolinjaan voidaan kytkeä 64 toimilaitetta, joihin kuluvat myös alueyhdistimet. Kuten päälinjaa, runkolinjaakaan ei voi pidentää linjatoistimien avulla. (KNX perusperiaatteet 2006, 27.)



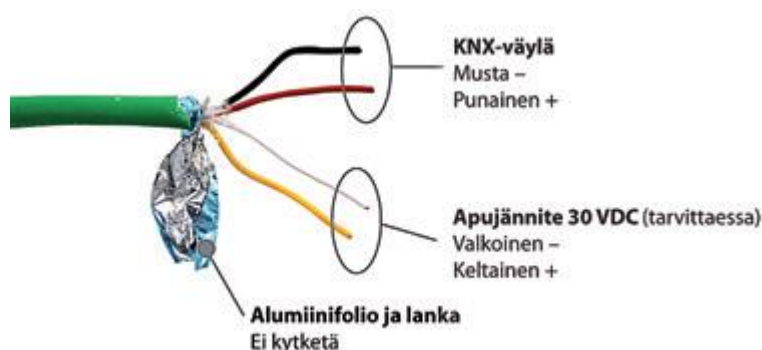
KUVA 4. Useat alueet (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 61.)

## 2.3 Tiedonsiirtoväylät

KNX-järjestelmässä tiedonsiirtoon voidaan käyttää useita eri väylätyyppejä. Yleisin näistä on väyläkaapeli, mutta tarpeen vaatiessa voidaan käyttää myös Ethernet-verkkoa, radiotaajuutta tai sähköverkkoa.

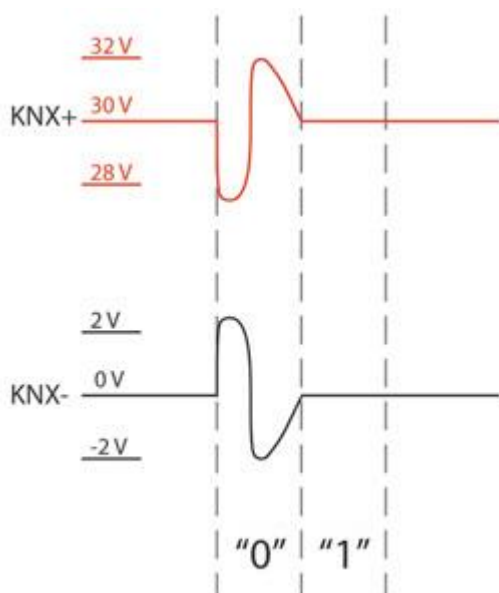
### 2.3.1 Väyläkaapeli

Väyläkaapelina käytetään yleensä YCYM 2x2x0,8-kaapelia normaaleissa, kuivissa sisäasennuksissa ja J-Y(ST)Y 2x2x0,8-kaapelia teollisuusympäristöä vastaavissa asennuskohteissa. Suomessa usein käytetään myös tiedonsiirtokaapelia KLMA 4x0,8. Väyläkaapelissa on 30 VDC pienoisjännite (SELV). Väylä on erotettu muusta sähköverkosta ja lisäksi yhteys maahan puuttuu, joten väyläkaapelin koskettaminen jännitteisenäkin on turvallista. Väylässä samaa kahta johdinta käytetään sekä väylälaitteiden kommunikointiin että niiden käyttöjännitteen syöttämiseen. Kuvassa 5 on kuvattu väyläkaapelin rakenne. Kelta-valkoista paria on käytetty aikaisemmin virransyöttöön teholahteelta kuristimelle, mutta koska nykyään useimmat teholahteet sisältävät integroidun kuristimen, ei sille ole enää juuri käyttöä. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 101 – 102.)



KUVA 5. KNX-väyläkaapelin rakenne (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 102.)

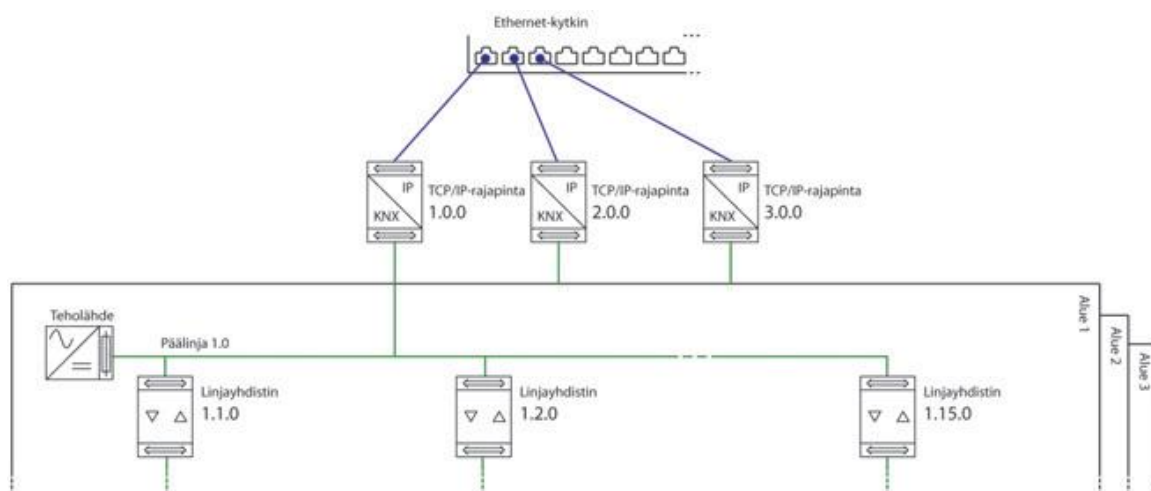
KNX-järjestelmän laitteet kommunikoivat sanomien avulla, jotka muodostuvat binäärikoodista eli kahdesta vaihtoehtoisesta tilasta, joko 0 tai 1. Tiedon siirtyminen väylässä perustuu jännite-erojen muutoksiin väyläkaapelin plus- ja miinus-johdimissa. Laitteet syöttävät väylään tasajännitteen "päällä" näkyviä jännitepulsseja ja taukoja. Looginen tila "0" ilmaistaan jännitepulsseina ja looginen tila "1" saman kestoisena taukona. Kuvasta 6 näkyy, kuinka tiedot siirtyvät väyläkaapelissa symmetrisesti, jolloin mahdollinen häiriösaiteily vaikuttavaa molempiin johtimiin samanarvoisesti. Tällöin se ei tuota jännite-eroa johtimien välille ja aiheuta väylän signaaliin häiriöitä. Tiedonsiirtonopeus väyläkaapelissa on 9600 bit/s ja sanoman lähettämiseen ja vahvistamiseen kuluva siirtoaika on noin 25 ms. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 51 – 52.)



KUVA 6. KNX-laitteiden signaalit näkyvät symmetrisinä jännitepulsseina (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 52.)

### 2.3.2 KNX IP eli Ethernet-verkko

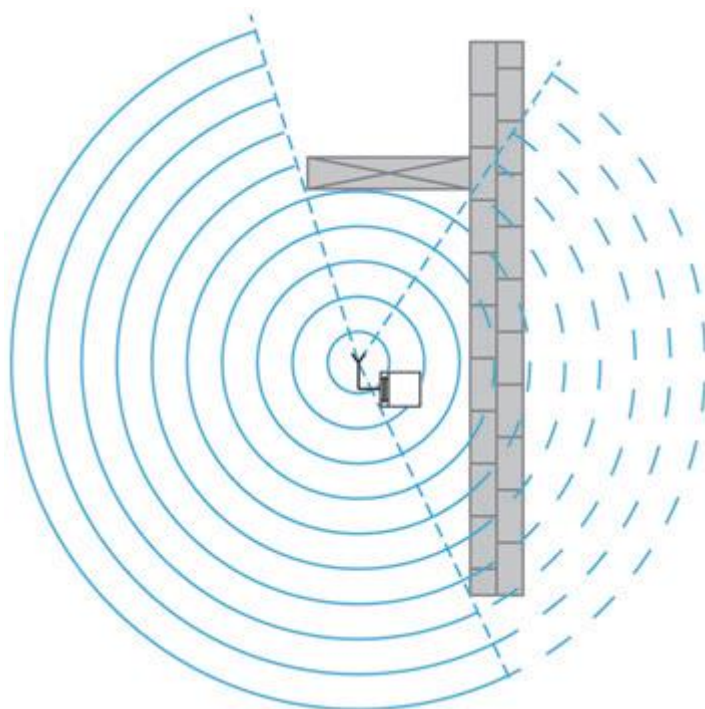
Mikäli väyläkaapelilla tehdään suuri, useita alueita sisältävä KNX-järjestelmä, on olemassa riski, että järjestelmään muodostuu pullonkauloja. Näin voi käydä, jos runkolinjan kautta kulkee suuri määrä sanomia. Tällöin tiedonsiirto hidastuu ja sanomia voidaan jopa menettää. Järjestelmän pullonkauloja voidaan välttää käyttämällä topologian ylätasossa Ethernet-tietoverkkoa, jonka avulla voidaan välittää sanomia 1000-kertainen määrä, väyläkaapeliin verrattuna. Käyttämällä Ethernet-verkossa valokuitua, voidaan yksittäisten linjojen pituutta kasvattaa useisiin kilometreihin. Muunnos väyläkaapelista Ethernet-verkkoon toteutetaan KNX TCP/IP -rajapinnalla. Kuvassa 7 KNX-järjestelmän runkolinjana käytetään Ethernet-verkkoa. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 64 - 65.)



KUVA 7. KNX-topologia, jossa runkolinja on korvattu Ethernet-yleiskaapeloinnilla. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 66.)

### 2.3.3 KNX RF eli radiotaajuus

KNX-järjestelmässä voidaan käyttää myös radiotaajuustekniikkaa, jolloin laitteiden sijoittelu on lähes vapaata. Kuten kuva 8 osoittaa, täytyy langatonta järjestelmää suunnitellessa kuitenkin ottaa huomioon ympäristön esteet, jotka vaikuttavat radiosignaalin kantamaan. Suuntaa-antavina ohjesääntöinä voidaan pitää, että tavallinen kipsilevy vaimentaa signaalia noin 10 %, tiiliseinä noin 30 %, raudoitettu betoni noin 70 % ja metallilevy tai -ritilä noin 90 %. Metalliset sähkökeskukset ja asennuskotelot vaimentavat signaalin lähes kokonaan ja luovat taakseen katvealueen. KNX RF-tuotteet kommunikoivat langattomien hälytys- ja ohjausjärjestelmien käyttöön tarkoitetuilla taajuuksilla 868,0 MHz... 869,7 MHz. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 67 - 69.)



KUVA 8. Esteet vaikuttavat radiosignaalin kulkuun (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 68.)

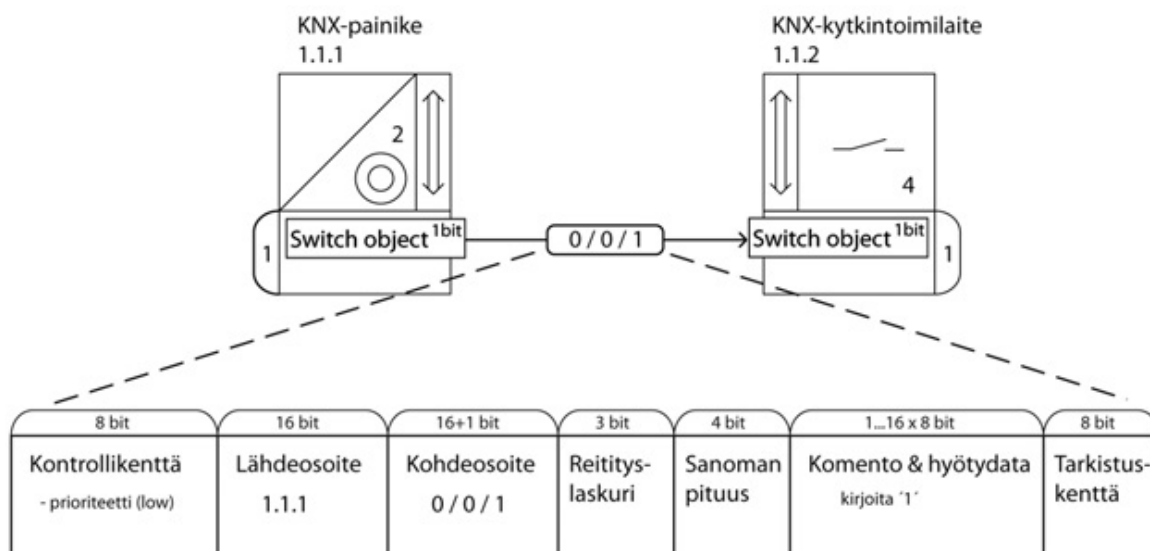
RF-laitteet jakautuvat kahteen eri perustyyppiin: yksisuuntaisiin ja kaksisuuntaisiin. Yksisuuntaiset laitteet joko lähettävät tai vastaanottavat tietoa. Kaksisuuntaiset laitteet pystyvät sekä lähettämään että vastaanottamaan tietoa. RF-laitteet voidaan liittää osaksi väyläkaapelilla toteutettua KNX-järjestelmää. Yksisuuntaisille laitteille asennetaan linjasegmenttiin TP/RF rajapinta, joka muuntaa väyläkaapelissa näkyvät sanomat RF-sanomiksi ja päinvastoin. Kaksisuuntaisille laitteille muodostetaan oma langaton linja joka liitetään päälinjaan TP/RF yhdistimellä. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 71 - 74.)

### 2.3.4 KNX Powerline eli sähköverkko

Saneerauskohteisiin tarkoitettu KNX Powerline käyttää siirtomediaa 230 V:n sähköverkkoa. Tällöin esimerkiksi tavallinen kytkin voidaan muuttaa KNX-painikkeeksi ja käyttää olemassa olevia sähköjohtoja tiedonsiirtoon. Erillistä virtalähdettä laitteille ei tarvita, koska tarvittava virta saadaan suoraan sähköverkosta. Powerline-laitteet kommunikoivat syöttämällä signaaleja sähköverkkoon keskitaajuudella 110 kHz ja tiedonsiirtonopeus on 1200 bit/s. Vaiheiden väliset yhteydet voidaan toteuttaa vaihesillalla. Sähköverkko voidaan liittää väyläkaapeliin järjestelmäkytkimellä. Koska sähköverkkoa ei ole alun perin tarkoitettu tiedonsiirtoon, on KNX Powerline huomattavasti epäluotettavampi kuin väyläkaapeli. Langattomien järjestelmien yleistymisen on myös vähentänyt KNX Powerlinen kysyntä. Näistä syistä KNX Powerline -tuotteet ovat melkein poistuneet markkinoilta. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 75.)

### 2.4 Sanoman rakenne

KNX-laitteet kommunikoivat toistensa kanssa lähettämällä väylään sanomia. KNX-järjestelmässä on käytössä kahdentyyppisiä sanomia: ryhmälähetys- ja täsmälähetys-sanomia. Ryhmälähetys-sanomalla tarkoitetaan järjestelmän käytön aikana väylälaitteiden toisilleen lähettämiä sanomia. Näillä sanomilla voi olla yksi tai useita vastaanottajia. Täsmälähetys-sanomia käytetään KNX-järjestelmän käytön yhteydessä, kun syötetään ohjelmia tietokoneelta jollekin tietylle väylälaitteelle. Molemmat sanomatyypit ovat rakenteeltaan samanlaisia. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 41 - 43.)



KUVA 9. KNX-sanoman rakenne (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 41.)

Kuvassa 9 näkyy, kuinka sanoma rakentuu useista erikokoisista kentistä. Kontrollikenttä vaikuttaa sanomien väliseen järjestykseen mahdollisen sanomatörmäyksen sattuessa. Käyttäjä voi antaa tietyille sanomille korkeamman prioriteetin, esimerkiksi hälytystoiminnoille. Lähdeosoite kertoo lähettävän laitteen fyysisen sijainnin KNX-väylällä. Kohdeosoite sisältää ryhmäosoitteen (katso ohjelmointi),

kun kyseessä on ryhmälähetysanoma, ja fyysisen osoitteen kun kyseessä on täsmälähetysanoma. Reitityslaskurin on sanoman mukana kuljetettava arvo, jota vähennetään aina yhdellä, kun sanoma välitetään yhdistimen tai toistimen kautta. Sen arvo on sanoman lähtiessä 6, ja kun se putoaa 0:llaan, sanomaa ei enää lähetetä. Reitityslaskurin tarkoitus on parantaa järjestelmän toimintakykyä mahdollisen asennusvirheen sattuessa. Sanoman pituus määrittää, kuinka paljon dataa sanoman varsinainen käyttökelpoinen data sisältää. Komento ja hyötydata, eli käyttökelpoinen data sisältää sanoman varsinaisen sisällön. Laite voi esimerkiksi pyytää toiselta laitteelta tietoja tai lähettää sille käskyn. Sanoman lopussa olevan tarkistuskentän tehtävänä on varmistaa, että sanoma menee varmasti perille kaikille väylälaitteille, joille se on lähetetty. Kaikki sanoman vastaanottaneet laitteet lähettävät kuittaussanoman. Jos kuittaussanoma on virheellinen tai se puuttuu, alkuperäisen sanoman lähettänyt väylälaitte toistaa sanoman. Yhden sanoman välitysprosessi kuittauksineen kestää noin 20 – 40 ms, riippuen sanoman hyötydatan pituudesta. Sanoma muodostuu edellä mainitulla tavalla käytettäessä siirtotienä väyläkaapelia tai sähköverkkoa. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 41 - 43.)

Radiotaajuutta käytettäessä sanoma muodostuu hieman eri tavalla. KNX-radiosanoma koostuu datajaksoista, jotka erotetaan tarkistuskentän tavuilla. Ensimmäinen datajakso sisältää osoitekentän, laitteen KNX-sarjanumeron ja tarkistuskentän. Osoitekenttä sisältää tietoa sanoman pituudesta, siirto- laadusta sekä akkukäyttöisten radiokomponenttien akkutilasta. Toinen tietojakso sisältää kontrollikentän, lähde- ja kohdeosoitteet, osoitekentän, hyötydatan ja tarkistuskentän. (KNX Perusteet 2006, 43 - 44.)

## 2.5 KNX-Laitteet

KNX-järjestelmään on saatavilla runsaasti erilaisia laitteita useilta laitevalmistajilta. KNX-standardi säätelee tiukasti, miten toimilaitteet kommunikoivat väylässä. Laitteiden fyysinen toteutus on kuitenkin melko vapaata. Tämän vuoksi eri valmistajien laitteet eroavat moduulimitoiltaan, kanavamääriltään, releiden teknisiltä ominaisuuksiltaan sekä parametreilla aseteltavilla toiminnoillaan. Seuraavaksi käydään läpi yleisimpiä KNX-laitteita.

### 2.5.1 Virtalähteet

Jokainen linjasegmentti KNX-järjestelmässä tarvitsee oman virtalähteensä. Virtalähteen yhteydessä täytyy olla kuristin, jonka tehtävä on tuottaa induktiivinen reaktanssi tehollähteen jännitteensäätöpiiriin ja KNX-väylän välille. Nykyisissä virtalähteissä kuristin on valmiiksi integroituna, mutta vanhoissa asennuksissa voidaan vielä tavata erillisiä kuristimia. Virtalähde syöttää jännitteen väylälle punamustan väyläliittimen kautta. Joissakin malleissa on toinen virtalähtö, joka ohittaa kuristimen. Sitä voidaan käyttää tehonsyöttöön niille laitteille, joilla on KNX-väylän ohella toinen tehonsyöttö (esim. TCP/IP-rajapinta). KNX-virtalähteet kestävät ilman häiriötä enintään 100 ms pituisen jännitekatkon. Pidemmän katkon sattuessa virtalähde laskee väyläjännitteen alas hallitusti. Väylälaitteet tunnistavat tämän jännitteenaleneman ja osaavat tehdä tarpeelliset toimenpiteet ennen jännitekatkoa. KNX-

virtalähteiden nimellisvirta on yleensä joko 640 mA, 320 mA tai 160 mA. Virtalähde mitoitetaan laskemalla linjasegmentissä olevien väylälaitteiden virrankulutukset yhteen. Käytännössä väylälaitteiden keskimääräinen virrankulutus on 10 mA. Virtalähteissä voi olla myös diagnostiikka, jolloin voidaan seurata väylän jännitettä, virrankulutusta, kommunikaatioita ja vikatilanteita suoraan virtalähteen etupaneelista tai tietokoneelta. KNX-virtalähteen syötön puolella kytketään vaihe, nolla ja suojamaa. Samaan ryhmäjohtoon ei luotettavuussyistä tulisi kytkeä muita laitteita. Kuvassa 10 on uudentyyppinen virtalähde, jossa on integroitu kuristin. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 85 - 87.)



KUVA 10. Virtalähde 640 mA kuristimella ja diagnostiikalla (ABB OY 2016.)

## 2.5.2 Ohjelmointirajapinnat

Ohjelmointirajapinnan kautta PC saadaan yhdistettyä KNX-väylään ohjelmalatausten ja diagnostiikan ajaksi. Yleensä ohjelmointirajapinnassa on USB-portti, jonka kautta tiedonsiirto tapahtuu. On myös mahdollista käyttää TCP/IP-rajapintaa, jolloin ohjelmointi voidaan toteuttaa Ethernet-verkon kautta, eikä erillistä ohjelmointirajapintaa tarvita. Kuvassa 11 on USB-portin sisältävä ohjelmointirajapinta. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 87.)

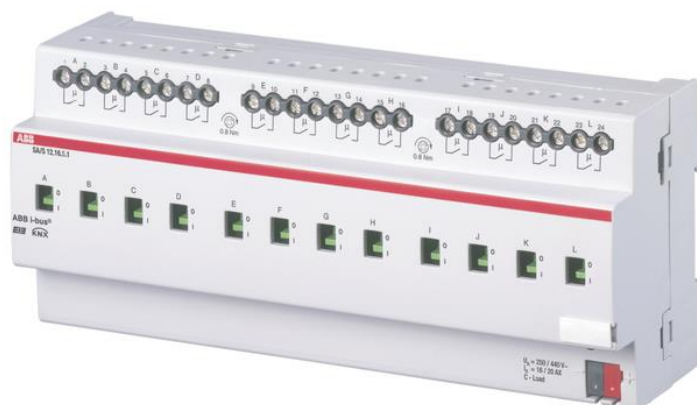




KUVA 11. USB-portti (ABB OY 2016.)

### 2.5.3 Kytkintoimilaitteet

Kytkintoimilaitteita käytetään ohjaamaan kuormia päälle ja pois KNX-järjestelmässä. Kytkintoimilaitteen kanavakohtainen kytkentäkyky on yleisesti 6 A, 10 A tai 16 A. Kytkintoimilaitteiden jokaiselle releelle erikseen on ohjelmoitavissa monia toimintoja, kuten veto- ja päästöviive, logiikkatoimintoja ja porrasvaloautomaattitoiminto. Relekärkien asennon määrittäminen väyläjännitteen hävitessä on myös mahdollista. Tällöin voidaan päättää, mitkä releet ovat auki tai kiinni sähkökatkon päättyttyä. Joissain malleissa on myös mahdollisuus käsiohjaukseen ja indikointi etupaneelissa. Kuvassa 12 on 12-kanavainen kytkintoimilaite. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 88.)



KUVA 12. 12-Kanavainen kytkinyksikkö (ABB OY 2016.)

#### 2.5.4 Sädintoimilaitteet

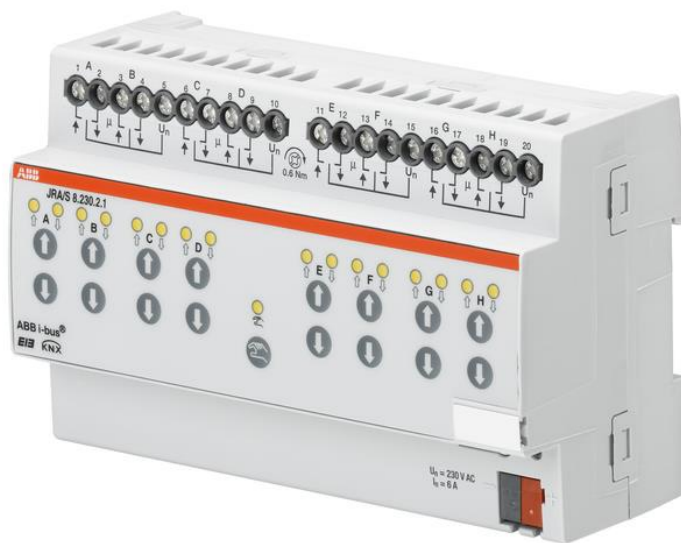
Sädintoimilaitteita käytetään ohjaamaan himmennettäviä valaisimia. Ne toimivat tavallisen, vaihetta leikkaavan valonsäätimen tavoin. Sädintoimilaitteita on saatavilla sekä nousevaa reunaa leikkaavaa, että laskevaa reunaa leikkaavaa mallia. Valonsäädin, joka leikkaa nousevaa reunaa, on vaihejännitteen nollahetkestä alkaen suuri-impedanssisessa tilassa ja liipaisuajankohdassa se siirtyy johtavaan tilaan. Laskevaa reunaa leikkaava valonsäädin on johtavassa tilassa vaihejännitteen nollahetkestä alkaen ja liipaisuajankohdassa se siirtyy suuri-impedanssiseen tilaan. Muuttamalla liipaisuajankohtaa voidaan säätää valaisimen jännitteen tehollisarvoa. On olemassa myös yleissäätimiä (Kuva 13), joilla on mahdollista säätää sekä nousevaa että laskevaa reunaa. Vaihetta leikkaavan säätötavan haittana on standardin puute, minkä vuoksi led-lamppujen himmentämisessä on toisinaan ongelmia: led-valaisimet eivät aina himmene kunnolla tai saattavat vilkkua. Tällöin täytyy lisätä resistiivistä pohjakuormaa tai vaihtaa led-lamppu tai säädintoimilaitte. Myös säädintoimilaitteiden jokainen kanava voidaan parametroida erikseen halutulla tavalla. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 88 - 89.)



KUVA 13. 6-Kanavainen yleissäädin (ABB OY 2016.)

### 2.5.5 Verhomoottoriohjaimet

Tavallinen kytkintoimilaite ei sovi sähköisille verhoille. Näitä varten on olemassa erikseen verhomoottoriohjaimia. Ne sopivat verhoille, joita säädetään ylös tai alas, kuten markiisit, pimennysverhot tai valkokankaat. Lisäksi on saatavilla kaihdintoimilaitteita, joilla voidaan ohjata myös sälekaihtimia, joissa on kääntyvät säleet. Toimilaitteita on saatavana sekä 24 V:n että 230 V:n verhomoottoreille. Kun verho saavuttaa ääriaseman, pysäyttää verhomoottoriin integroitu rajakytkin verhon liikkeen. Toimilaitteessa on kaksi relettä kullekin kanavalle, joista toinen ohjaa päälle/pois-ohjausta ja toinen suunnanvaihtoa. Releiden kytkentäajoilla voidaan säätää verhon korkeutta ja säleiden kääntymää. Verhomoottoriohjaimia on saatavilla myös käsiohjauksen sisältäviä malleja, kuten kuvassa 14. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 90 - 91.)



KUVA 14. 8-Kanavainen verhomoottoriohjain käsiohjauksella (ABB OY 2016.)

### 2.5.6 Lämpötoimilaitteet

KNX-järjestelmällä voidaan ohjata sekä kiinteistöjen lämmitystä että jäähdytystä. Yleisin lämmitystapa pientaloissa on vesikiertoinen lattialämmitys. KNX-järjestelmään on saatavilla venttiiliohjaimia (Kuva 15) joilla lattialämmitystä voidaan ohjata. Venttiiliohjain ohjaa jakotukissa sijaitsevia lattialämmityksen piirien venttiilejä. Venttiiliohjaimia on saatavilla 24–230 V:n venttiilimoottoreille. Puhallinkonvektoreita varten on saatavilla puhallinohjaimia (Kuva 16), jotka ohjaavat sekä puhaltimen lämmönvaihdinta että puhaltimen tehoa. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 91 - 92.)



KUVA 15. 6-Kanavainen venttiiliohjain käsiohjauksella (ABB OY 2016.)



KUVA 16. Puhallinkonvektoriohjain käsiohjauksella (ABB OY 2016.)

### 2.5.7 Painikkeet

Painikkeet valitaan yleensä kohteeseen tulevan sähkökalustesarjan mukaan. Tavallisesti KNX-painikkeet koostuvat painiketaulusta ja väyläliityntäyksiköstä. Väyläliityntäyksikkö asennetaan kojerasiaan ja painiketaulu kiinnittyy sen päälle. On olemassa myös painikkeita, joihin on jo valmiiksi in-

tegroituna väyläliityntäyksikkö. Peruspainikkeiden lisäksi on saatavissa painikkeita, joissa on lisätoimintoja kuten, indikointi, tilanne-, porrasvaloautomaatti- ja logiikkatoimintoja. Kuvissa 17 – 19 on erilaisia KNX-painikkeita. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 92 - 93.)



KUVA 17. 8-osainen painiketaulu (ABB OY 2016.)



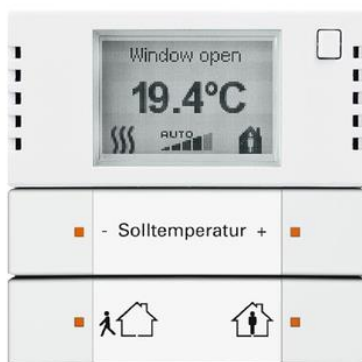
KUVA 18. 5-osainen painike termostaatilla (ABB OY 2016.)



KUVA 19. 4-osainen painike (Basalte 2016.)

### 2.5.8 Huonetermostaatit

Jos KNX-järjestelmällä halutaan ohjata lämmönsäätöä, pitää huoneisiin asentaa huonetermostaatteja. Niillä voidaan ohjata sekä lämmitystä että jäähdytystä. KNX-huonetermostaatteja on saatavilla näytöllä, kuten kuvassa 20 tai ilman. On saatavilla myös painikkeita ja kosketusnäyttöjä, joihin huonetermostaatti on integroitu. Suuriin huoneisiin voidaan asentaa useita huonetermostaatteja, jolloin mitattu suure saadaan niiden keskiarvosta. KNX-huonetermostaatteihin voidaan ohjelmoida monia liisätoimintoja, kuten lämpötilanpudotus tai jäätymissuoja. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 93 - 94.)



KUVA 20. Huonetermostaatti LCD-näytöllä (ABB OY 2016.)

### 2.5.9 Läsäolotunnistimet

KNX-järjestelmään on saatavissa suoraan väylään kytkettäviä läsnäolotunnistimia (Kuva 21). Tavallisia läsnäolotunnistimiakin voidaan käyttää kytkemällä ne KNX-järjestelmään binäärirajapinnan kautta, mutta silloin ei voida toteuttaa kaikkia niitä toimintoja joita KNX-läsnäolotunnistimilla voidaan. Tunnistimia on saatavilla useita sekä korkeisiin että mataliin huoneisiin ja niihin on saatavilla myös vakiovalotoiminto. Tämä toiminto ottaa huomioon ikkunoista tulevan päivänvalon ja säättää valaistuksen kirkkautta sen mukaan, näin säästään energiaa. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 94 - 95.)



KUVA 21. Läsäolotunnistin (ABB OY 2016.)

#### 2.5.10 Valoisuusanturit ja sääsamat

KNX-järjestelmään liitettävät valoisuusanturit (Kuva 22) toimivat kuten perinteiset hämäräkytkimet. Niille voidaan asettaa useita raja-arvoja, jolloin eri toimintoja voidaan porrastaa alkamaan eri aikaan illan hämärtyessä. Samaa anturia voidaan käyttää myös ohjaamaan markiiseja ja kaihtimia. Useissa valoisuusantureissa on myös lämpötila-anturi, jolloin saadaan myös tieto ulkolämpötilasta. KNX-sääsamalla saadaan tieto valoisuuden ja lämpötilan lisäksi myös tuulesta ja sateesta. Kuvassa 23 on sääsaman yksikkö ja kuvassa 23 anturi. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 95 - 96.)



KUVA 22. Päivänvaloanturi (ABB OY 2016.)





KUVA 23. Sääyksikkö (ABB OY 2016.)



KUVA 24. Sääyksikön anturi (ABB OY 2016.)

### 2.5.11 Kosketusnäytöt

KNX-järjestelmää voidaan käyttää myös kosketusnäytön (Kuva 25) avulla. Kosketusnäyttöjä on saatavilla useasta hintaluokasta riippuen niiden ominaisuuksista. Tavallisella kosketusnäytöllä voidaan suorittaa ajonaikaisia ohjauksia. Näytön kautta voidaan myös valvoa mittatietoja ja vastaanottaa hälytyksiä. Jos kosketusnäytössä on palvelintoiminto tai erillinen palvelin, voidaan näyttöön tallentaa tietoja, esimerkiksi energian kulutustietoja. Nykyään yleistyneitä tabletteja voidaan myös käyttää KNX-järjestelmän ohjaamiseen kiinteiden kosketusnäyttöjen sijasta. Tabletti tai matkapuhelin saadaan yhdistettyä KNX-järjestelmään KNX-keskuksessa sijaitsevaan palvelimeen langattoman sisäverkon tai VPN-yhteyden kautta. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 96 - 97.)



KUVA 25. Kosketusnäyttö (ABB OY 2016.)

## 2.6 Ohjelmointi

KNX-järjestelmän käyttöönotto-ohjelmointi tapahtuu ETS-ohjelmalla (Engineering Tool Software), joka on KNX-järjestelmän suunnitteluun ja ohjelmointiin tarkoitettu työkalu. Sitä myy ja kehittää KNX Association. KNX-standardin avoimuuden ansiosta ETS-ohjelmalla voidaan ohjelmoida kaikkia KNX-laitteita niiden valmistajasta riippumatta. Ensimmäinen ETS-versio saapui markkinoille 1993 ja uusin, ETS5, julkaistiin syksyllä 2014. ETS toimii vain Windows-käyttöjärjestelmällä. ETS-ohjelmaan on saatavilla oheisohjelmistoja joita voidaan hyödyntää esimerkiksi etäkäytössä tai käytön analysoinnissa. Näitä ovat mm. iETS, FALCON ja EITT. KNX-järjestelmään liitettävät kosketusnäytöt ja visualisointiserverit ohjelmoidaan niiden valmistajien omilla ohjelmistoilla.

## 2.7 Liitännät muihin järjestelmiin

KNX-järjestelmä voidaan yhdistää moniin muihin olemassa oleviin järjestelmiin. Seuraavaksi esimerkkejä järjestelmistä ja rajapinnoista, joita voidaan käyttää KNX:n kanssa.

### 2.7.1 Binäärirajapinnat

Binäärirajapintoja käytetään yksinkertaisten päälle/pois-tyyppisten tilanne- ja ohjaussignaalien välittämiseen järjestelmien välillä. KNX-binäärirajapintoja on saatavilla sekä jännitteisille että potentiaali-vapaille koskettimille. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 169 - 170.)

### 2.7.2 DALI

DALI (Digital Addressable Lighting Interface) on valaistukseen tarkoitettu digitaalinen ohjausväylä. Se on standardoitu maailmanlaajuisesti standardien ICE 62386 ja ICE 60929 mukaan. Jokaista DALI-laitetta voidaan ohjata erikseen, sillä jokaisella laitteella on oma osoitteensa. Yhdessä DALI-väylässä voi olla enintään 64 osoitetta. Tavanomaisesti yksi valaisin tarvitsee yhden osoitteen, mutta poikkeuksiakin on. DALI voidaan liittää osaksi KNX-järjestelmää KNX/DALI-rajapinnan avulla. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 170 - 171.)

### 2.7.3 1 - 10 V

1 - 10 V on analoginen jänniteviesti valaistuksen kirkkauden säätöön. Valaisimen liitäntälaitte syöttää säätöpiiriin 10 V jännitteen. Säätöpiirissä on vastus, jota toimilaitte säätää siten, että liitäntälaitteelle palautuva jännite on 1 - 10 V. Jännite vaikuttaa valaisimen kirkkauteen siten, että jännitteen ollessa 1 V kirkkaus on minimissään ja jännitteen ollessa 10 V kirkkaus on maksimissaan. Toimilaitteeseen integroidulla releellä valaisin voidaan kytkeä päälle ja pois. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 173 - 174.)

### 2.7.4 ENOCEAN

EnOcean on langaton ja paristoton ohjausjärjestelmä asuntoihin ja kiinteistöihin. Järjestelmä perustuu saksalaisen EnOcean GmbH:n patentteihin. Järjestelmän painikkeet tuottavat itse energiansa sähködynaamisesti samalla, kun niitä käytetään. Muut tuotteet, kuten lämpömittarit ja läsnäolotunnistimet saavat energiansa niihin integroidulla valokennolla. EnOcean-laitteita voidaan käyttää KNX-järjestelmässä KNX/EnOcean-rajapinnan avulla. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 175.)

### 2.7.5 Internet ja Ethernet-verkko

KNX-järjestelmä voidaan yhdistää Internetiin ja näin mahdollistaa järjestelmän etäohjaus. Suurissa järjestelmissä voidaan käyttää Ethernet-verkkoa myös osana KNX-topologiaa sanomien kuljetukseen. KNX-järjestelmä yhdistetään Internetiin KNX/IP-rajapinnan avulla. Järjestelmää etäohjattaessa Internetin välityksellä muodostetaan KNX-järjestelmään suojattu VPN-yhteys. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 66.)

### 2.7.6 Hälytysjärjestelmät

KNX-väylään on mahdollista yhdistää palo- ja kulunvalvontajärjestelmien antureita. Hälytysjärjestelmästä voidaan siirtää ohjauksia KNX-järjestelmään esimerkiksi binääritulojen kautta. Pientalojen KNX-ohjausjärjestelmiin on saatavilla integroituja rikosilmoitustoimintoja. Jos järjestelmään kuuluu etäkäyttö, voi talon asukas saada matkapuhelimeensa tiedon valvontajärjestelmän hälytyksistä. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 175.)

### 2.7.7 AV-järjestelmät

KNX-väylän kapasiteetti ei riitä ääni- tai kuvasignaalin välittämiseen. AV-laitteita voidaan kuitenkin ohjata KNX-järjestelmän kautta, vaikka itse kuva ja ääni siirretään toisilla siirtomediailla. AV-laitteet voidaan yhdistää samaan Ethernet-verkkoon KNX TCP/IP -rajapinnan kanssa, jolloin niitä voidaan ohjata suoraan KNX-järjestelmään liitetyiltä kosketusnäytöiltä. Tyypillisiä toimintoja ovat soittolistien valinta, äänenvoimakkuuden säätäminen ja soitettavan kappaleen nimen esittäminen. AV-laitteiden ohjaus ei kuulu KNX- tuotesertifiointin vaatimuksiin, joten mahdolliset toiminnot ja yhteensopivuus ovat valmistajakohtaisia. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 176.)

### 3 KNX-PROJEKTIN VAIHEET

KNX-projekti muodostuu viidestä vaiheesta, jotka on esitetty alla kuvassa 26.



KUVA 26. KNX-projektin vaiheistus (KNX Finland 2012.)

#### 3.1 Valmisteluvaihe

KNX-projekti aloitetaan valmisteluvaiheella, jossa määritellään rakennuttajan kanssa tulevan automaatiojärjestelmän taso. Automaatiotaso vaikuttaa suuresti sähköasennustyöhön. Valmisteluvaiheessa valitaan myös järjestelmässä käytettävät KNX-laitteet ja niiden toimittaja. Toimittajaksi kannattaa valita luotettava taho, jotta laitteiden toiminta olisi varmaa ja reklamointi mahdollista. Järjestelmästä luodaan toimintakuvaus ja määritellään laitteiden toiminnot. Laittevalmistajilta ja muilta asiantuntijoilta voidaan myös kysyä tietoa laitteista ja niiden toiminnoista. (KNX Finland 2012.)

#### 3.2 Automaation suunnittelu

Valmisteluvaiheen jälkeen siirrytään automaation suunnitteluun, johon kuuluu esisuunnittelu, alustava suunnitelma, lopullinen suunnitelma sekä toiminnallisuussuunnitelma. (KNX Finland 2012.)

##### 3.2.1 Esisuunnittelu

Esisuunnittelussa määritetään projektin automaatiotaso. Tällöin päätetään halutaanko KNX-järjestelmällä ohjata vain valaistusta vai yhdistetäänkö siihen muitakin rakennuksen osa-alueita tai jopa kaikki, yhdeksi kokonaisuudeksi. Esisuunnittelussa päätetään myös halutaanko järjestelmän toimintoja etäohjata. (KNX Finland 2012.)

##### 3.2.2 Alustava suunnitelma

Alustavassa suunnitelmassa muodostetaan KNX-järjestelmän peruskaaviot ja toimintakuvaus. Myös järjestelmällä ohjattavasta valaistuksesta laaditaan valaistussuunnitelma. (KNX Finland 2012.)

### 3.2.3 Lopullinen suunnitelma

Lopulliseen suunnitelmaan laaditaan:

- sähkökuvat
  - valaistussuunnitelma
  - väyläkaapelointi
  - KNX-kalusteiden sijoittelu
  - sähkökeskusten kuvat
  - KNX-keskuksen kuvat
  - erillisjärjestelmien KNX-liitäntäpisteet.
- (KNX Finland 2012.)

### 3.2.4 Toiminnallisuussuunnitelma

Toiminnallisuussuunnitelmassa suunnitellaan KNX-järjestelmän omat toiminnot ja yhteydet muihin järjestelmiin rajapintojen avulla. Rakennuksen eri osille luodaan huone- ja tilakohtaiset kuvaukset. Tässä vaiheessa luodaan myös toiminnallisuuskuvaukset, joista selviää mitä kaikista käyttöliittymistä, painikkeista ja näytöistä ohjataan. (KNX Finland 2012.)

## 3.3 Toteutus ja asennus

Toteutus- ja asennusvaihe jakautuu mekaaniseen asennukseen sekä ohjelmointiin ja käyttöönottoon. Mekaaninen asennus, jolla tarkoitetaan KNX-järjestelmän väyläkaapelointia ja väylälaitteiden asennusta, tapahtuu muiden sähköasennusten lomassa. Väyläkaapelin asennuksen jälkeen tulee suorittaa sen eristysvastusmittaus. Tämä mitataan tasajännitteellä 250 VDC ja eristysresistanssiin tulee olla vähintään 500 kΩ. Mittaus suoritetaan väylän ja suojamaan välillä. Ohjelmointi ja käyttöönotto suoritetaan toiminnallisuussuunnitelman mukaan. (KNX Finland 2012.)

## 3.4 Luovutus

Luovutus-vaiheeseen kuuluu järjestelmän testaus ja opastus. Järjestelmän testauksessa tarkastetaan KNX-järjestelmän oikea toiminta kaikilta osa-alueilta. Testaukseen kuuluu mm. järjestelmän ohjauksen oikean toiminnan tarkistus jokaiselta käyttöliittymältä, sekä järjestelmän toiminta virtakatkojen aikana ja niiden jälkeen. Luovutukseen kuuluu myös käyttäjän opastus, jonka aikana on mahdollista ilmetä tarpeita ohjelmallisiin muutoksiin. Asiakkaalle luovutetaan KNX-järjestelmän dokumentit sekä KNX-projektitiedosto esimerkiksi muistitikulle tallennettuna. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 159.)

### 3.5 Ylläpito

KNX-järjestelmän ylläpidolla tarkoitetaan ohjelmallisia muutoksia ja lisätoimintojen liittämistä järjestelmään. Käyttöönoton yhteydessä on hyvä sopia yksi päivityskäynti, joka tehdään muutaman kuukauden kuluttua käyttöönotosta. Tällä käynnillä voidaan kohteeseen tehdä mahdollisia parametrien hienosäätöjä ja korjata käyttäjän havaitsemia puutteita järjestelmässä. KNX-järjestelmän toiminnan takaamiseksi on hyvä laatia huolto- ja kunnossapitosuunnitelma, johon sisältyvät kaikki asennusten kunnon säilyttämistä koskevat toimenpiteet. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 159.)

## 4 SUUNNITELTU OMAKOTITALO

### 4.1 Työkohteen esittely

Työkohteena, joka näkyy kuvassa 27, oli vuonna 1998 rakennettu 400 m<sup>2</sup> (josta 250 m<sup>2</sup> asuinpinta-alaa) omakotitalo, joka sijaitsee Sotkamossa. Kohteeseen oli rakennusvaiheessa asennettu Schneider Electricin Strömfors IHC-järjestelmä, joka nyt korvattiin KNX-järjestelmällä. Kohteessa käytetyt KNX-tuotteet ovat kaikki ABB:n valmistamia.

Rakennuksen tiedot:

Kellari

- Rakenne: Muurattu lämpöharkko
- Asennusvarasto, Toimisto, Aula, Kuivaushuone, WC, Autotalli, Kattilahuone, Polttopuuvarasto, Varasto

1. Kerros

- Rakenne: Tiili
- Viherhuone, Olohuone, Ruokailutila, Keittiö, Parveke, Aula, Kolme makuuhuonetta, Sauna, Pesuhuone, Kaksi WC:tä, Eteinen, Tuulikaappi, Kodinhoitohuone, Terassi

2. Kerros

- Rakenne: Puu
- Kotiteatteri, Kirjasto, Vaatehuone, Kylpyhuone, Parveke, Makuuhuone, Aula

Muut rakennukset

- Erillinen varastorakennus

Lämmitys

- Maalämpö ja vesikiertoinen lattialämmitys
- Lisäksi puulämmitteinen keskuslämmityskattila

Ilmastointi

- Ilmanvaihtokone lämmöntalteenotolla
- Liesituuletin





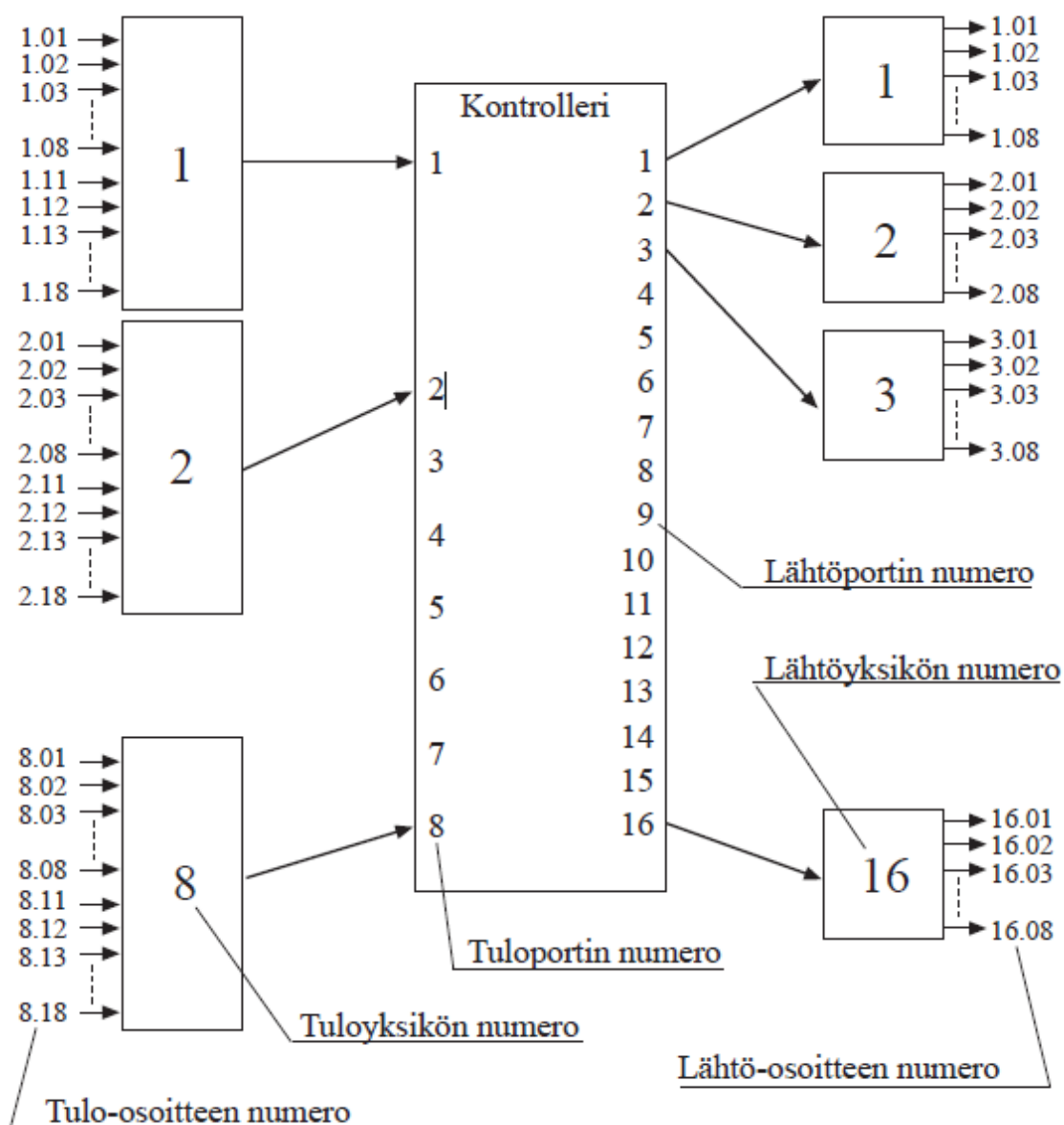
KUVA 27. Työkohte takapihalta (Kähkönen 2015-20-07.)

## 4.2 IHC-järjestelmä

Työkohteeseen oli sen rakennuksen yhteydessä asennettu Schneider Electricin Srömfors IHC-sähkönohjausjärjestelmä (Intelligent House Control). IHC-järjestelmä on alun perin tanskalaisen LK:n (Lauritz Knudsen) kehittämä, mutta siirtyi Schneider Electricin omistukseen 90-luvun lopulla. Sillä voidaan ohjata mm. valaistusta, lämmitystä, ilmanvaihtoa sekä hälytyksiä. Myös etäohjaus on mahdollista. IHC-järjestelmä on avoin ulospäin, eli se voi ohjata on/off –toimintoja relekärkien avulla ja vastaavasti ottaa vastaan on/off –ohjauksia.

### 4.2.1 Järjestelmän periaate

IHC on keskitetty järjestelmä, eli siinä on keskusyksikkö jonka ympärille järjestelmä rakentuu tähti-verkon muodossa. Keskusyksikössä eli kontrollerissa on tulo- ja lähtöportteja. Näihin portteihin kytketään tähtimäisesti tulosignaaleja varten tuloyksiköitä ja vastaavasti lähtösignaaleja varten lähtöyksiköitä. Yksiköiden kanavien tulo- ja lähtöosoitteet määräytyvät sen mukaan, mihin porttiin kyseinen yksikkö on kytketty. Kontrollerissa on 8 tuloporttia ja 16 lähtöporttia joihin yksiköitä kytketään. Tuloyksiköitä on 24 V:n ja 230 V:n sensoreita varten. 24 V:n yksiköissä on 16 tulo-osoitetta ja 230 V:n yksikössä 8 osoitetta, mutta näitä voidaan kytkeä yhteen tuloporttiin kaksi ketjuttamalla, jolloin yhteen porttiin saadaan 16 osoitetta. Lähtöyksiköissä on aina 8 lähtöosoitetta. Kuten alla olevasta periaatekaaviosta (KUVA 28) voi havaita, on IHC-järjestelmän kapasiteetti yhdellä kontrollerilla 128 tulo-osoitetta ja 128 lähtöosoitetta. Jos nämä osoitemäärät eivät riitä, on mahdollista käyttää useampaa kontrolleria. (Schneider Electric, 2006)



KUVA 28. IHC-järjestelmän periaatekaavio (Schneider Electric 2006.)

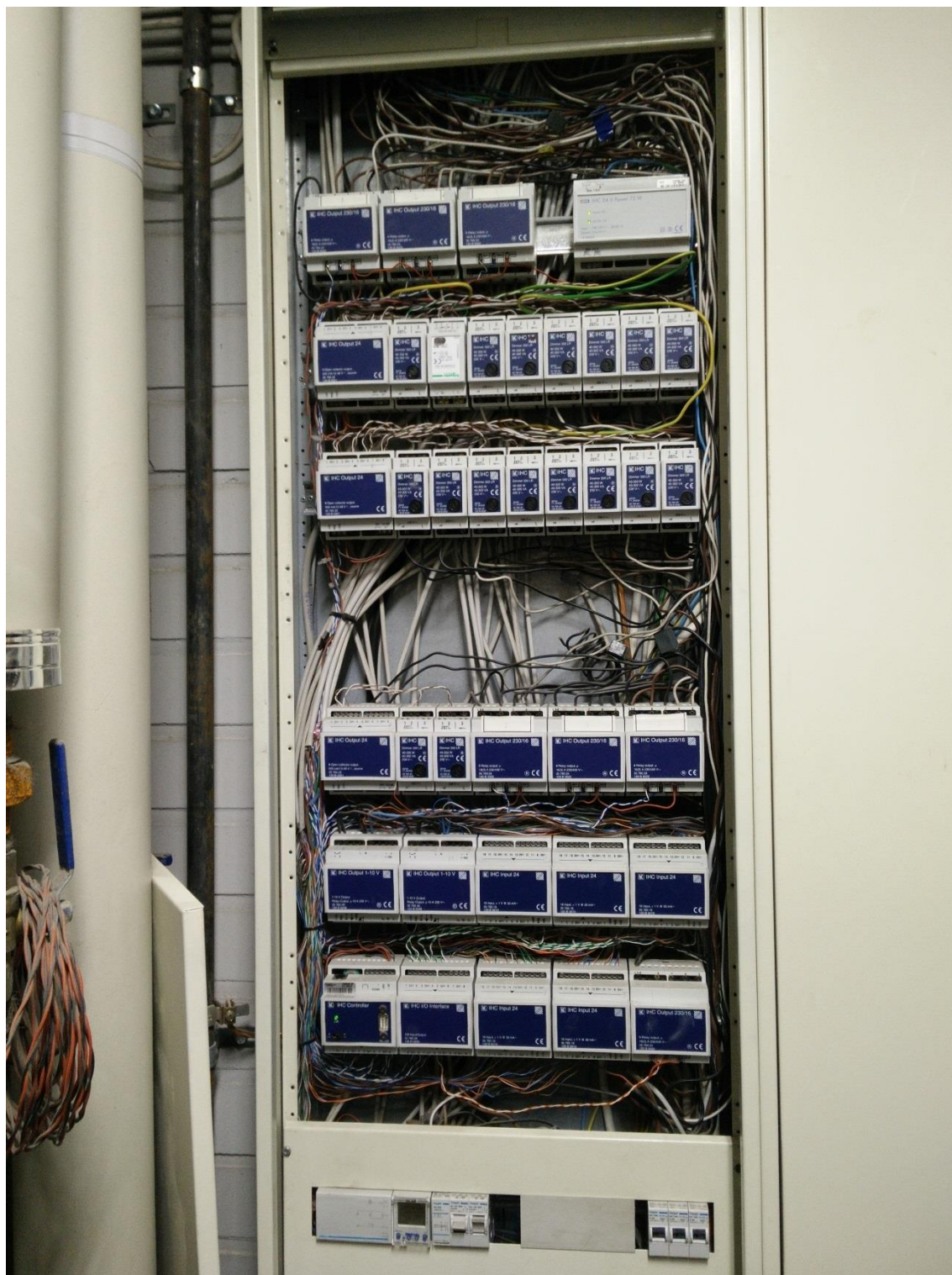
#### 4.2.2 Yksiköt

IHC-järjestelmässä käytettäviä lähtö- ja tuloyksiköitä on muutamaa eri tyyppiä. Lähtöyksiköitä on 24 V:n, 230 V:n ja 400 V:n jännitteille. 24 V:n lähtöyksikkö on merkkivaloja ja muita heikkovirtalaitteita varten. Valaistuskuormia taas ohjataan 230 V:n yksiköllä ja 400 V:n yksikkö on tarkoitettu erityisesti 3-vaihekuormien ohjaukseen. (Schneider Electric, 2006)

Tuloyksiköistä yleisin 24 V:n yksikkö ja sillä kytketään kaikki heikkovirtapainikkeet ja muut heikkovirtasensorit järjestelmään. 230 V:n tuloyksikköön kytketään esimerkiksi ulkoiset liikekytkimet ja muut 230 V:n tulot. (Schneider Electric, 2006)

IHC-valonsäätimet ovat universaalia tyyppiä (UNI) eli niitä voi käyttää kaikenlaisten kuormatyyppien kanssa. Valonsäätimiä on 300, 600 ja 1000 W:n tehoille. (Schneider Electric, 2006)





KUVA 29. IHC-toimilaitteet keskuksessa (Kähkönen 2015-19-09.)

#### 4.2.3 Ohjelmointi

IHC-järjestelmän uudempien Windows-pohjaisten versioiden ohjelmointi tapahtuu IHC Win-ohjelmiston avulla. Tässä kohteessa oli käytössä IHC-järjestelmän vanha DOS-pohjainen TermIHC-versio. Sen ohjelmointi tapahtui vanhalla TermIHC DOS-ohjelmalla. IHC-kontrollerissa on sisäänrakennettuna sen käyttöjärjestelmä, joka määrittelee kontrollerin ominaisuudet. IHC Win-käyttöjärjestelmä voidaan päivittää uudempaan ja näin saada käyttöön uusia ominaisuuksia. Vanhaa

TermIHC-kontrollereita ei voi päivittää ohjelmallisesti IHC Win-kontrolleriksi, vaan se on korvattava kokonaan uudemmalla kontrollerilla. Kuvassa 30 on vanhan DOS-pohjaisen TermIHC-ohjelman päävalikko. (Schneider Electric, 2006)

```

TERMIHC 1.3C | Overfær Udskriv Tekster Indstil Version Afslut | 22:28:12
*****
! Velkommen til LK IHC systemet !
! Controller Ver.4.82 DK !
*****

***** Hovedmenu *****
! 1=Servicemenu !
! 2=Modemmenu !
! 3=Programmeringsmenu !
*****

Indtast dit valg ?..: _
<H>=Hjælp <Esc>=Exit

Terminalemulering (følg vejledningen på skærmen). | F18:Menu

```

KUVA 30. Vanhan TermIHC-ohjelman päävalikko (www.tooms.dk.)

#### 4.2.4 IHC ja KNX

IHC- ja KNX-järjestelmän suurin ero on että KNX on hajautettu järjestelmä ja IHC keskitetty. IHC-järjestelmässä väyläkaapeloinnin täytyy myös olla aina tähtiverkon muodossa kun KNX-järjestelmässä verkon muoto on vapaampaa. KNX-väyläkaapelointiin riittää parhaimmillaan kaksinaipainen heikkovirtakaapeli kun taas IHC-järjestelmässä tarvitaan jopa 16-napaisia kaapeleita. IHC on suljettu järjestelmä eli siinä voidaan käyttää vain Schneider Electricin omia IHC-laitteita toisin kun KNX, johon järjestelmän avoimuuden vuoksi on saatavilla useiden eri laitevalmistajien laitteita. Vaikka IHC-järjestelmällä voidaankin ohjata useita samoja rakennuksen osia kun KNX-järjestelmällä, on se jo kovin vanhentunut eikä IHC-laitteita ole enää yleisesti saatavilla. Tämä vaikeuttaa rikkoutuneiden komponenttien korvaamista, mikä tekee järjestelmän korvaamisen uudemmalla kannattavaksi.

#### 4.3 Kohteen KNX-komponentit

IHC-järjestelmällä ohjattiin vain rakennuksen valaistusta. Muut rakennuksen järjestelmät, kuten lämmitys ja ilmanvaihto, toteutettiin perinteisesti. Nyt kohteeseen toteutettiin KNX-järjestelmällä ohjattavaksi valaistus, lämmitys, hälytysjärjestelmä ja kameravalvonta. Kaikkia näitä toimintoja voidaan myös etäohjata.

#### 4.3.1 KNX-keskus

Kohteessa oli rakennusvaiheessa asennettu Strömfors IHC-järjestelmä. IHC-järjestelmän keskuskomponentit sijaitsivat omassa erillisessä keskuksessaan, rakennuksen varsinaisen sähkökeskuksen vieressä. Kuvassa 29 näkyvästä keskuksesta poistettiin IHC-järjestelmän keskustoimilaitteet ja ne korvattiin KNX-laitteilla. Uudet laitteet kytkettiin jo olemassa olevaan väyläkaapeliin. Kuvassa 31 näkyy kohteen valmis KNX-keskus.



KUVA 31. KNX-keskus (Kähkönen 2016-08-04.)

#### 4.3.2 Valaistus

Valaistuksen ohjaus toteutettiin KNX-järjestelmässä pääosin painikkeilla. Vanhat IHC-järjestelmän kanssa käytetyt painikkeet korvattiin KNX-painikkeilla. Valaistusta voidaan ohjata myös puhelimen ja tablettien avulla. Huoneisiin luotiin valaistustilanteita, jolloin voidaan yhdellä napin painalluksella saada syttymään halutut valaisimet halutulla kirkkaudella. Pihvalaistus on automatisoitu toimimaan kellonajan ja ulkohämäryyden mukaan päivänvaloanturin avulla. Ulko-ovilla sijaitsevia ulkovaloja voidaan ohjata käsin ja liiketunnistimilla. Kohteeseen tuli yhteensä 46 erillistä valaisinryhmää, joita ohjataan neljällä 6-kanavaisella yleissäätimellä ja kahdella 12-kanavaisella kytkinyksiköllä. Nämä toimilaitteet sijaitsevat KNX-keskuksessa. KNX-painikkeita rakennukseen tuli yhteensä 33 ja ne ovat kaikki kaksiosaisia. Osaan ulko-ovilla ja makuuhuoneissa sijaitsevista painikkeista ohjelmoitiin hyödyllinen ”kaikki pois” – toiminto, jolla saadaan sammutettua koko rakennuksen valaistus kerralla. Myös tätä toimintoa voi käyttää puhelimen ja tabletin avulla.

#### 4.3.3 Lämmitys

Rakennuksessa on vesikiertoinen lattialämmitys, jota lämmitetään maalämmöllä. Lisäksi kiinteistössä on puulämmitteinen keskuslämmityskattila. IHC-järjestelmällä ei ohjattu lämmitystä, vaan lattialämmityksen ohjaus oli toteutettu perinteisillä termostaateilla. Nyt tavalliset termostaatit korvattiin KNX-termostaateilla. Lattialämmityksen piirejä on rakennuksessa yhteensä 17, joista 10 säädellään termostaateilla ja loppuja käsin. Kaikkia piirejä ohjataan sähköisillä 230 V:n venttiilimoottoreilla, jotka liitettiin KNX-järjestelmän venttiiliohjaimiin. Koska korvatulla IHC-järjestelmällä ei ohjattu lämmitystä, ei väyläkaapelointia keskukselta jakotukeille ollut vedetty. Tämän vuoksi venttiiliohjaimet sijoitettiin suoraan jakotukkien yhteyteen ja liitettiin lähimpään väyläkaapeliin. Rakennuksessa on kolme jakotukia, joille jokaiselle asennettiin oma 6-kanavainen venttiiliohjain. Venttiiliohjaimia ohjaa 10 KNX-huonetermostaattia jotka sijoitettiin vanhojen termostaattien tilalle. Termostaateilta vedettiin väyläyhteys painikkeille ja sitä kautta KNX-väylään. Myös lämmitystä voidaan ohjata puhelimen ja tabletin avulla.

#### 4.3.4 Hälytysjärjestelmä

Rakennuksessa oli erillinen hälytysjärjestelmä, joka päätettiin nyt liittää osaksi KNX-järjestelmää. Hälytysjärjestelmä kattoi sekä paloilmoitus- että murtohälytysjärjestelmän. Jokaisessa talon kerroksessa on oma paloilmoitinsilmukka, johon paloilmalaitteet on kytketty. Nämä silmukat kytkettiin nyt KNX-hälytysyksikköön, joka näkyy kuvassa 32. Hälytyksen sattuessa yksikkö ohjaa palosireenin päälle, sekä antaa hälytyksen kännykkään. Rakennuksessa on myös liiketunnistimia murtohälytysjärjestelmää varten, joka voidaan myös halutessa liittää osaksi KNX-järjestelmää.







KUVA 34. Valaistuksen ohjaus tabletin näytöltä (Kähkönen 2016-08-04.)

#### 4.3.6 Kameravalvonta

Rakennukseen asennettiin kaksi IP-kameraa ulkoseiniin ulko-ovien läheisyyteen. Kameran kytkettiin talon LAN-verkkoon, joka on yhteydessä KNX-järjestelmään KNX TCP/IP -rajapinnan kautta. Kameran välittämää kuvaa voidaan seurata etäyhteyden avulla matkapuhelimesta.



## 5 ETS4-OHJELMOINTI

### 5.1 ETS4 ja ETS5

ETS-ohjelmasta on saatavilla jo ETS5-versio, mutta koska toimeksiantajalla oli käytössä ETS4, käytettiin sitä KNX-järjestelmän ohjelmointiin. Ohjelmoinnin kannalta versioiden eroavaisuuden ovat pieniä. Suurimmat muutokset liittyvät langattomien KNX RF-tuotteiden ohjelmointiin ja tietokannoista luopumiseen. ETS-versiot 3 ja 4 käyttivät SQL-tietokantaa projektien ja tuotetietojen tallentamiseen. Suuret tietokannat kuluttivat paljon tietokoneen resursseja, mikä sai ohjelman hidastelemaan. ETS5-versiossa tietokannoista on luovuttu ja tiedot tallennetaan XML-formaatissa suoraan tietokoneen kiintolevyille. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 112.)



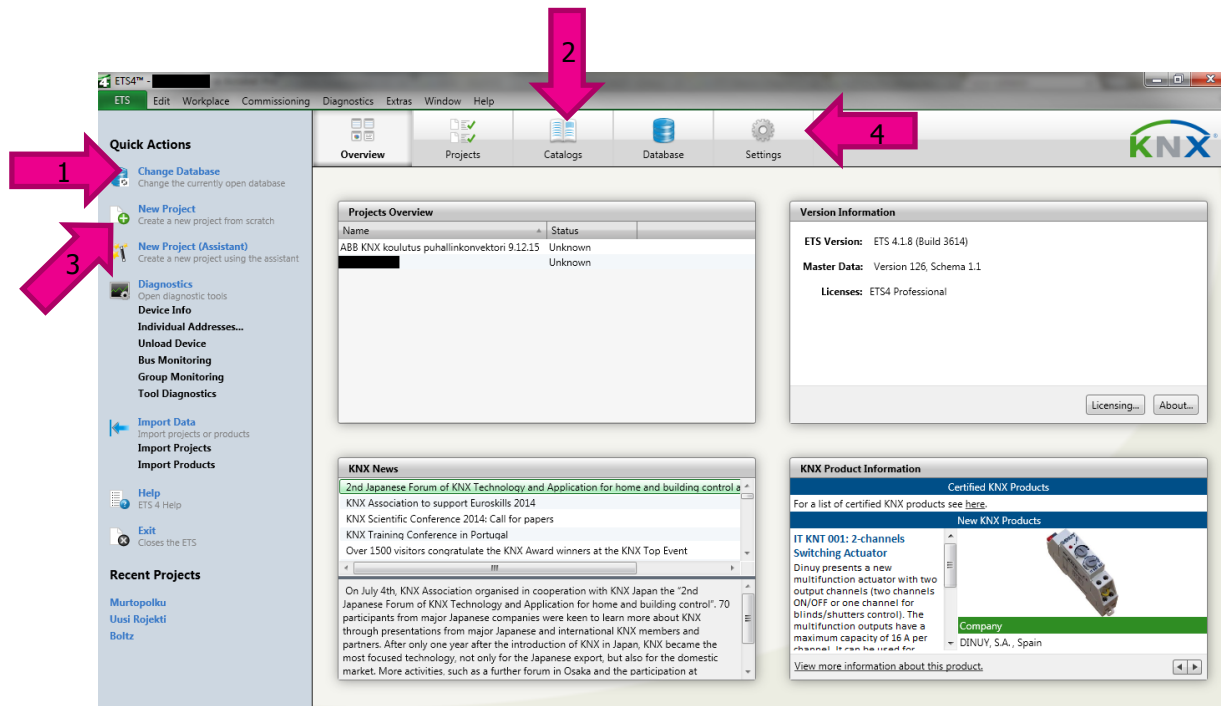
KUVA 35. ETS4 (www.knx.org 2016.)

### 5.2 ETS-ohjelman lisensointi

ETS4-ohjelma täytyy ladata ja asentaa my.knx.org-sivuston kautta. Ohjelmasta on olemassa demo-versio, jonka saa suoritettuaan eCampus-verkkokoulutuksen. Demo-versio rajoittaa projektien ja projekteissa käytettävien toimilaitteiden määrää. Jos halutaan rajaton määrä toimilaitteita ja projekteja, on ETS4 lisensoitava. KNX Professional on ETS4-ohjelman täysversion ohjelmalisenssi ja vaaditaan ammattimaiseen työhön. Maksullinen lisenssi hankitaan KNX Associationilta my.knx.org-sivuston kautta. Kuvassa 35 on ETS4 Professional -ohjelman logo. (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 113.)

### 5.3 Tietokannan luominen

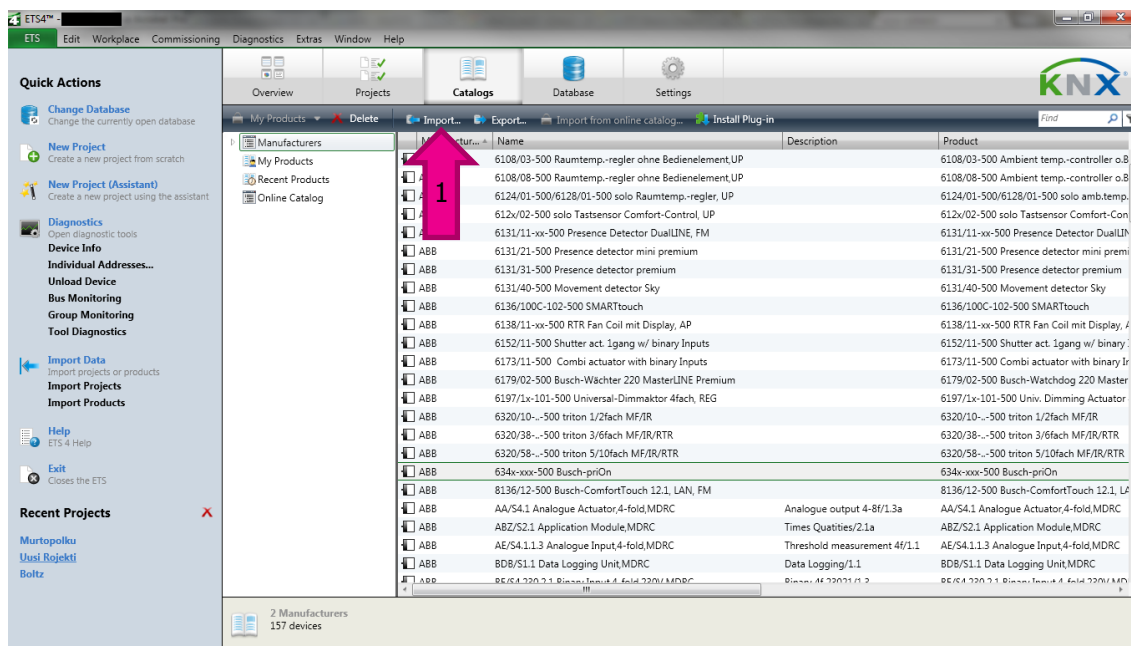
Ennen varsinaista ohjelmointia, täytyy ETS4:ään luoda tietokanta, johon projektit tallennetaan. Tämä tapahtuu klikkaamalla päänäkylässä Change Database -painiketta (KUVA 36 kohta 1). Tämän jälkeen klikataan avautuvasta ikkunasta New.. ja annetaan uudelle tietokannalle nimi.



KUVA 36. ETS4-ohjelman päänäkyvä (Kähkönen 2016-08-04.)

### 5.4 Valmistajien tuotteiden lisääminen

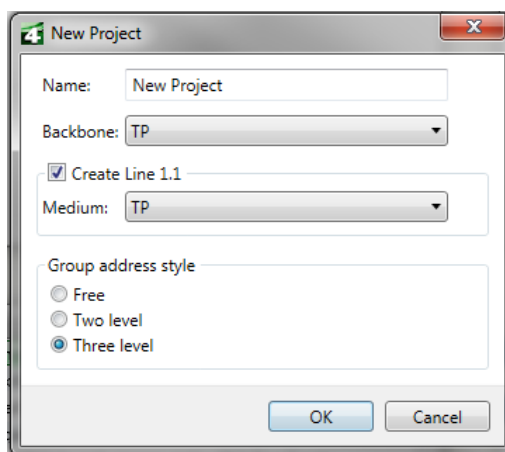
Kun tietokanta on luotu, täytyy lisätä tuotetiedot KNX-laitteista joita projektissa halutaan käyttää. Tuotetietokannat ovat laitevalmistajakohtaisia ja ne ladataan valmistajan verkkosivuilta. Tuotetietokantojen lisääminen tapahtuu klikkaamalla päänäkylässä Catalogs-painiketta (KUVA 36 kohta 2). Tämä avaa sivun, jossa näkyvät kaikki ETS4-ohjelmaan tuodut KNX-laitteet. Seuraavaksi painetaan Import...-painiketta, joka avaa tuotteiden tuonti -työkalun (KUVA 37 kohta 1). Työkalun ohjeita seuraamalla tuotetietokannat saadaan tuotua ohjelmaan käytettäviksi.



KUVA 37. KNX-laitteiden tuotetietokantojen tuominen ETS4-ohjelmaan (Kähkönen 2016-08-04.)

## 5.5 Uuden projektin aloittaminen

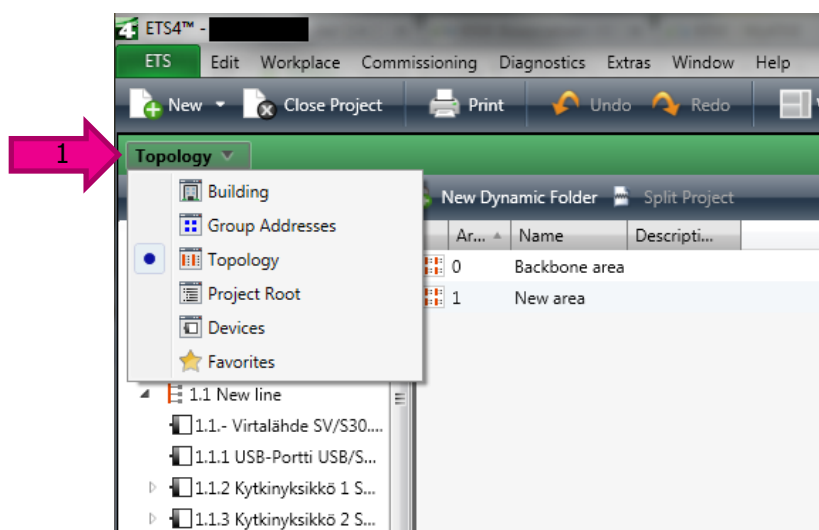
Uusi projekti aloitetaan painamalla päänäkyvässä olevaa New Project -painiketta (KUVA 36 kohta 3.) Tämä avaa uuden ikkunan (KUVA 38) jossa annetaan projektille nimi ja määritetään runkolinjan siirtomedia (parikaapeli TP tai Ethernet IP). Lisäksi valitaan, tekeekö ETS4 linjan 1.1 valmiiksi, sekä ryhmäosoitteiden esitystapa. Oletuksena ryhmäosoitteet ovat kolmessa tasossa, koska monet ulkoiset järjestelmät tunnistavat vain kolmen tason esitystavan.



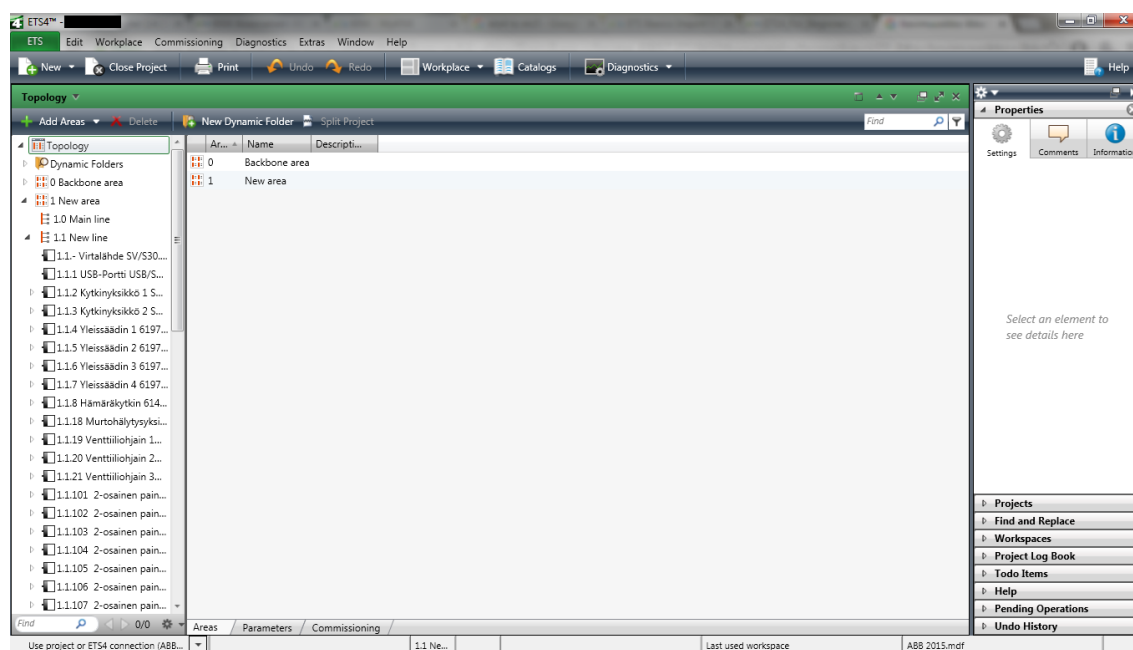
KUVA 38. Uuden projektin aloittaminen (Kähkönen 2016-08-04.)

## 5.6 Topologia

Kun uusi projekti on luotu, päästään projektia muokkaamaan yhdessä tai useammassa paneelissa. Uudessa projektissa on aluksi vain yksi alue ja yksi linja. Tämä riittää useimmissa pienissä kohteissa, kuten myös tässä kohteessa. Jos kyseessä olisi suurempi kohde, voidaan siihen topologia-näkymässä lisätä uusia alueita tai linjoja (KUVA 40). Topologia-näkymään päästään klikkaamalla paneelin otsikkorivillä sijaitsevaa vetovalikkoa, josta voidaan vaihtaa paneelin näkymää (KUVA 39 kohta 1).



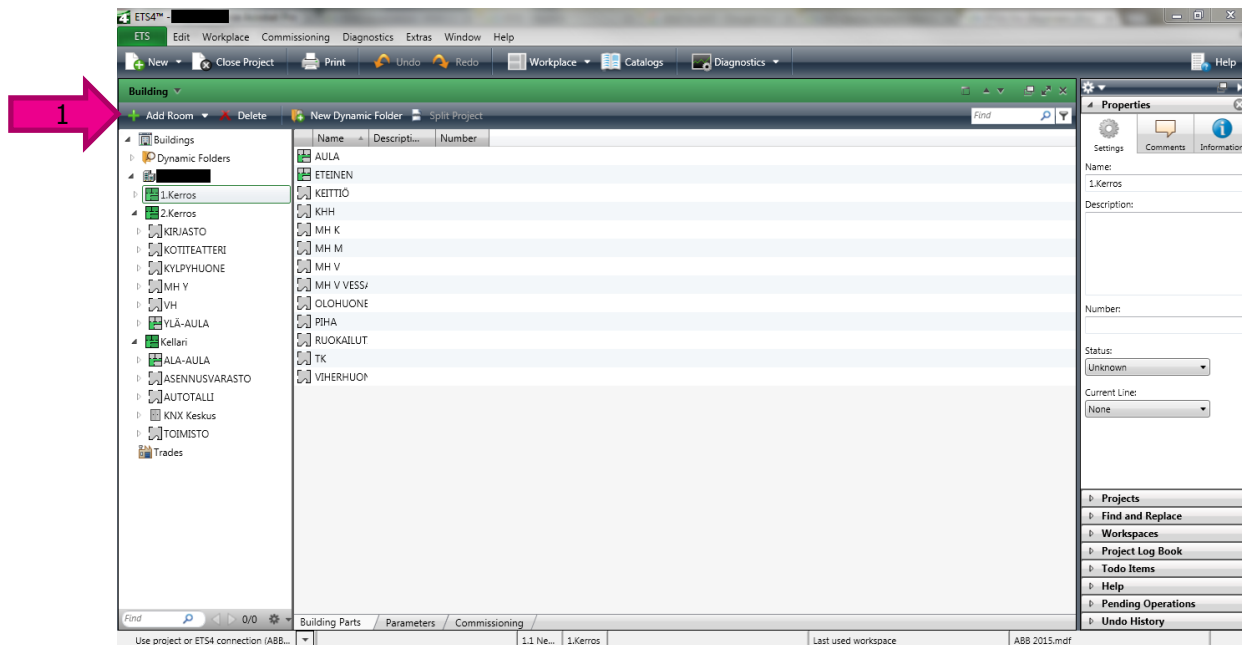
KUVA 39. Paneelin näkymän vaihtaminen (Kähkönen 2016-08-04.)



KUVA 40. Topologia-näkymä (Kähkönen 2016-08-04.)

## 5.7 Rakennuksen rakenne

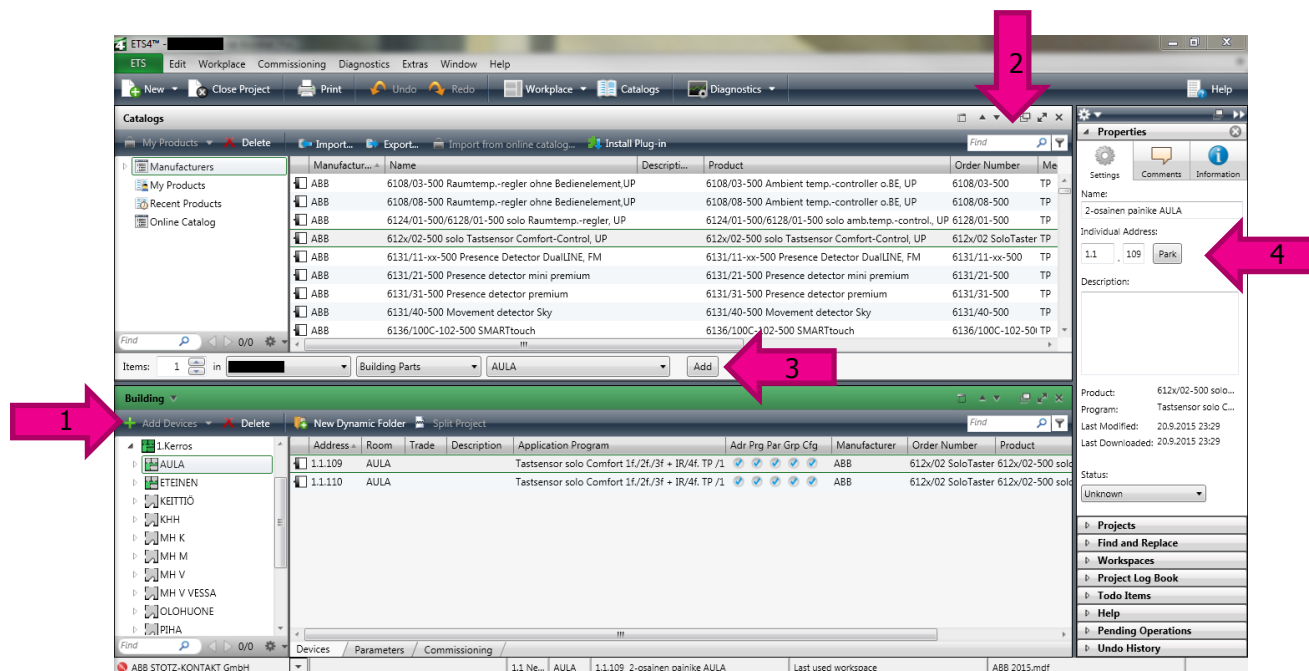
Building-näkymässä määritetään rakennuksen rakenne. Projektiin voidaan rakentaa erilliset rakennukset, rakennusten osat, kerrokset, portaikot, käytävät, huoneet ja keskukset. Kun väylälaitteet lisätään projektiin, sijoitetaan ne todellisuutta vastaaviin tiloihin rakennuksessa. Tämä helpottaa projektin käsittelyä, kun laitteet on valmiiksi ryhmitelty asennuspaikkansa mukaan. Rakennuksen osia lisätään paneelin otsikkorivin alapuolella sijaitsevasta painikkeesta (KUVA 41 kohta 1).



KUVA 41. Building-näkymä (Kähkönen 2016-08-04.)

## 5.8 Laitteiden lisääminen

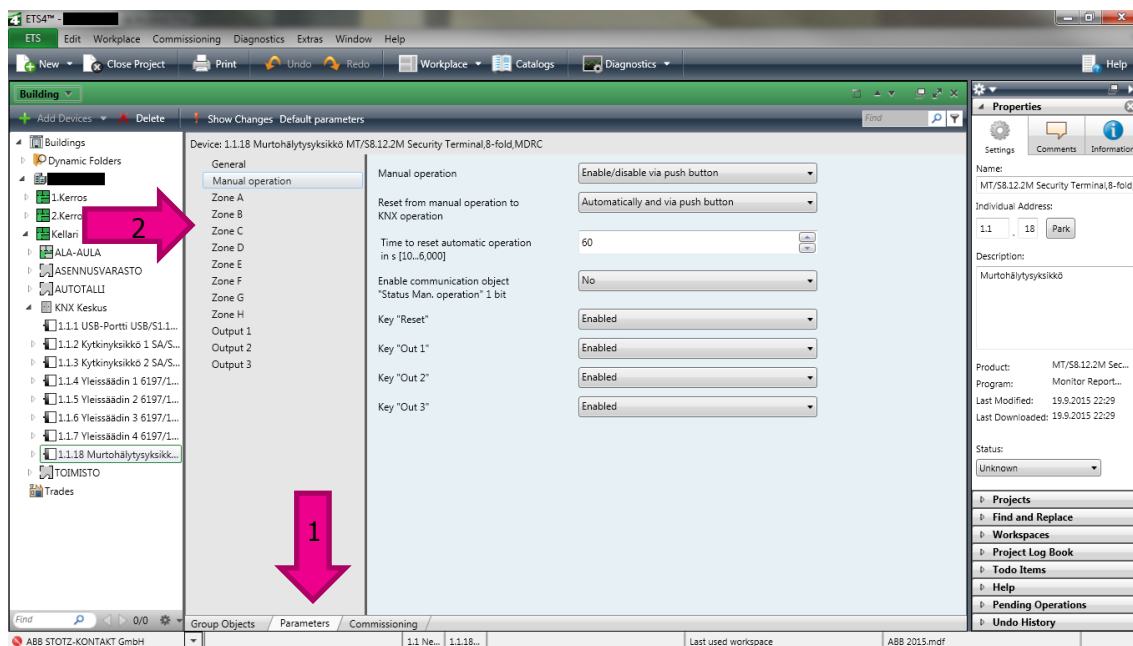
Kun rakennus on luotu projektiin, on aika lisätä KNX-laitteet. Kun valittuna on jokin huone, voidaan siihen lisätä laitteita klikkaamalla Add Devices -painiketta (KUVA 42 kohta 1). Tämä avaa Catalogs-paneelin, jossa näkyvät kaikki ohjelmaan tuodut laitteet. Laitteet löytyvät listasta helpoiten tuotenumeron mukaan etsimällä (KUVA 42 kohta 2). Haluttu laite voidaan lisätä valittuun huoneeseen Add-painiketta klikkaamalla (KUVA 42 kohta 3) tai raahaamalla se hiirellä suoraan haluttuun huoneeseen. ETS4 antaa laitteille automaattisesti pienimmän vapaana olevan yksilöllisen osoitteen, mutta tämä voidaan muuttaa halutuksi sivupalkin Properties/Settings -välilehden Individual Address-kentästä (KUVA 42 kohta 4). Samalla välilehdellä voidaan laitteille myös antaa nimi ja tarkempia tietoja. Tämä kannattaa erityisesti silloin kun samaan tilaan tulee useita samanlaisia väylälaitteita.



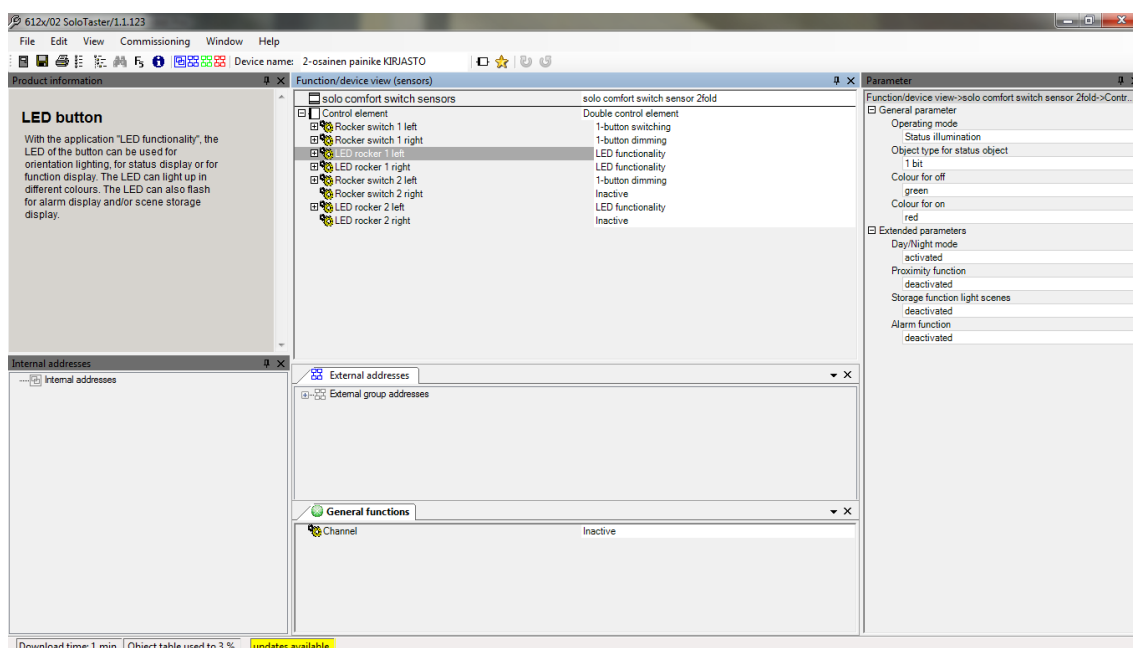
KUVA 42. Laitteiden lisääminen projektiin (Kähkönen 2016-08-04.)

## 5.9 Parametrit

Kun välälaitteet on sijoitettu paikoilleen, määritellään niille parametrit. Parametreilla aktivoidaan välälaitteissa halutut toiminnot. Parametrivalintoihin päästään valitsemalla haluttu laite ja klikkaamalla hiiren kakkospainikkeella Edit Parameters tai klikkaamalla Parameters-välilehteä (KUVA 43 kohta 1). Parametrivalinnat on usein jaettu usealle välilehdelle (KUVA 43 kohta 2). Esimerkiksi kytkintoimilaitteen jokaiselle kanavalle on yleensä oma välilehti, josta jokaisen kanavan parametrit löytyvät. Jotkin parametrivalinnat avaavat lisää välilehtiä, joissa on lisää parametreja. Parametrit eivät ole KNX-standardin määrittelemiä, joten laitteiden parametrivalinnat poikkeavat toisistaan riippuen valmistajasta. Tämän vuoksi parhaat tiedot parametrivalintoihin saa valmistajien omista ohjeista. Joillakin valmistajilla on parametrien määrittelyä varten oma työkalu, joka täytyy ladata ETS4-ohjelmaan. Koska tässä projektissa käytettiin ABB:n KNX-tuotteita, täytyi ohjelmaan ladata ABB:n Power Tool -työkalu (KUVA 44).



KUVA 43. Parametrien valinta (Kähkönen 2016-08-04.)



KUVA 44. Parametrien valinta Power Tool -työkalun avulla (Kähkönen 2016-08-04.)

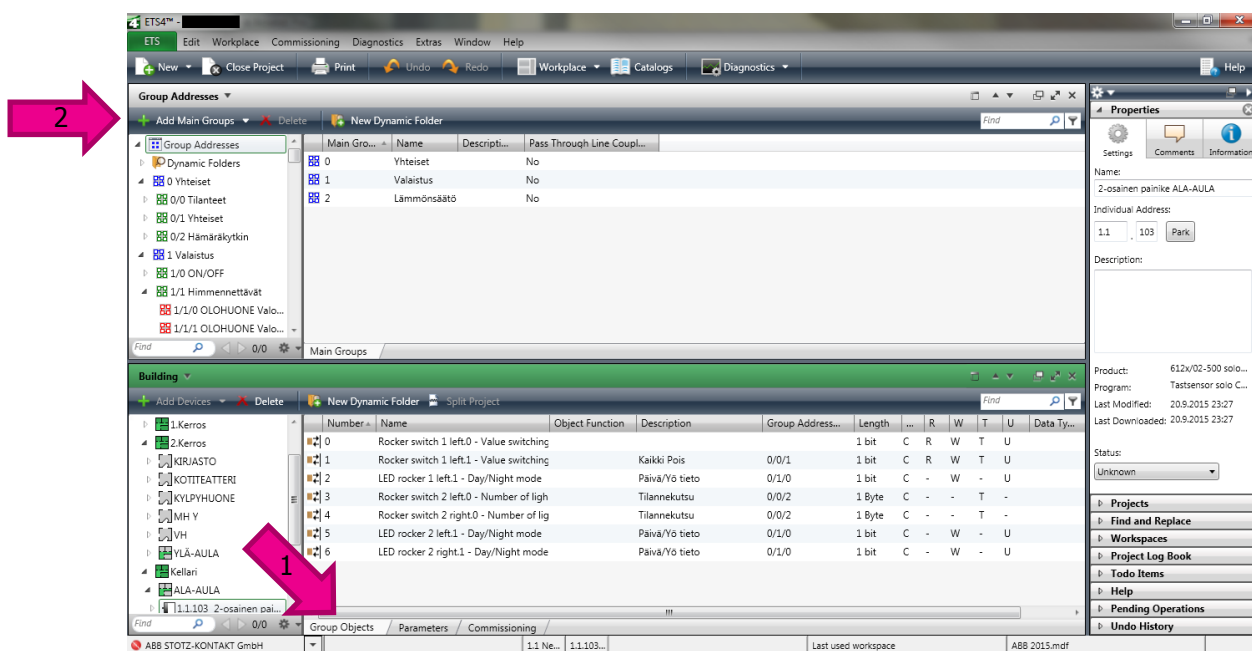
## 5.10 Ryhmäobjektit ja ryhmäosoitteet

Parametrien määrittämisen jälkeen laitteet linkitetään toisiinsa ryhmäosoitteiden avulla. Laitteet sisältävät ryhmäobjekteja, joiden lukumäärä riippuu parametrivalinnoista. Ryhmäobjektit löytyvät valitsemalla haluttu laite ja sen jälkeen klikkaamalla Group objects -välilehteä (KUVA 45 kohta 1). Ryhmäobjektit voivat lähettää tai vastaanottaa sanomia, tai molempia, niiden toiminnan mukaan. Laitteiden ryhmäobjekteja linkitetään toisiinsa ryhmäosoitteiden avulla. Ryhmäosoitteita päästään muokkaamaan Group Address -paneelissa. Ryhmäosoitteita käsitellään oletuksena kolmen tason esi-

tystavalla. Esitystapa koostuu pääryhmistä, keskiryhmistä ja varsinaisista ryhmäosoitteista. Ryhmä-osoitteiden selkeä ryhmittely helpottaa projektia ja sen dokumentointia. Kun valittuna on Group Addresses, päästään lisäämään pääryhmiä klikkaamalla Add Main Groups -painiketta (KUVA 45 kohta 2). Pääryhmien alle voidaan lisätä keskiryhmiä ja keskiryhmien alle varsinaiset ryhmäosoitteet. Ryhmäosoitteet nimetään selvästi niiden toimintojen mukaan, esimerkiksi KEITTIÖ Valot (7) ON/OFF.

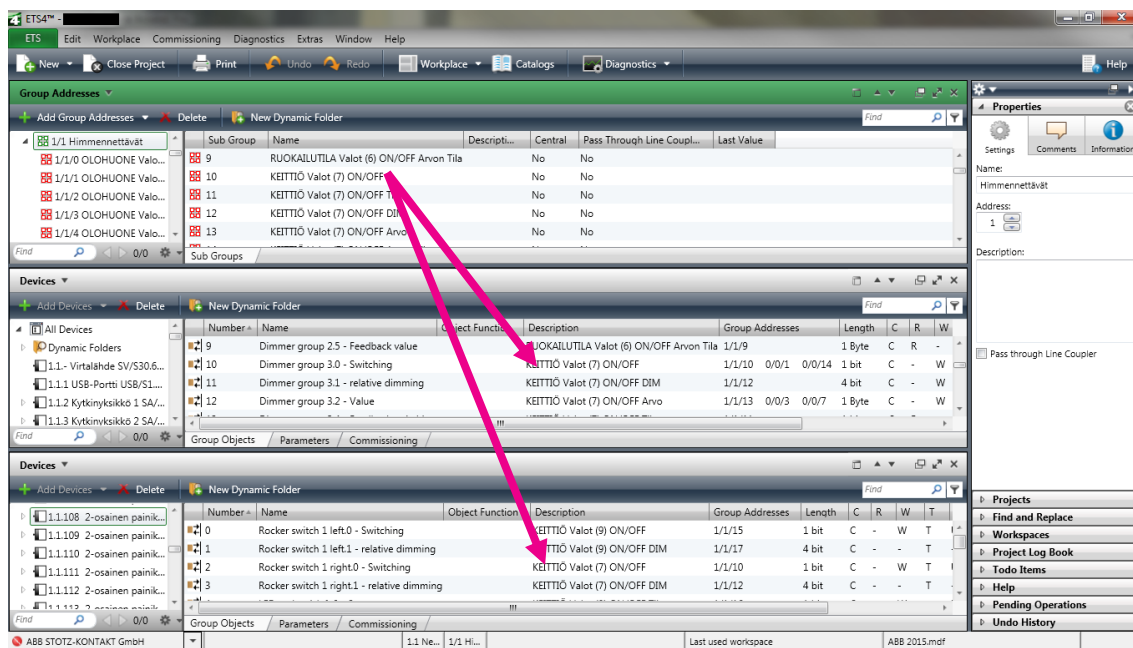
Kun ryhmäosoitteet on luotu, niitä käytetään linkkinä laitteiden ryhmäobjektien välillä. Jos esimerkiksi halutaan saada ohjattua valaisinta painonapista, raahataan haluttu ryhmäosoite hiirellä painikkeen painonapin Switching-ryhmäobjektiin. Oletetaan että valaisin on kytketty säädintomilaitteen C-kanavaan. Tämän jälkeen sama ryhmäobjekti raahataan myös säädintomilaitteen C-kanavan Switching-ryhmäobjektiin (KUVA 46).

Jos halutaan tehdä valaistukseen kaikki pois -toiminto, linkitetään sama ryhmäosoite painonapille sekä kaikkien kytkinyksiköiden ja säädintomilaitteiden kaikkiin kanaviin. Samalla painikkeen parametreista asetetaan painonappi lähettämään vain OFF-käskyä. Näin saadaan ohjelmoitua painike, joka sammuttaa rakennuksesta kaikki valot.



KUVA 45. Ryhmäosoitteiden lisääminen (Kähkönen 2016-08-04.)

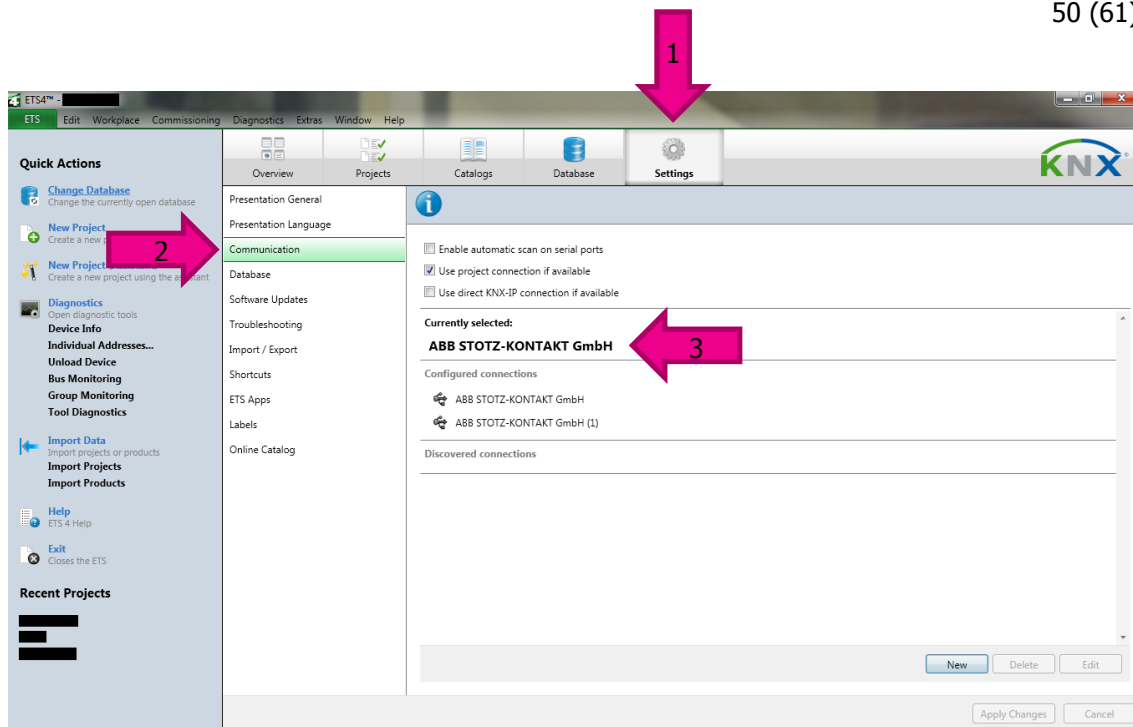




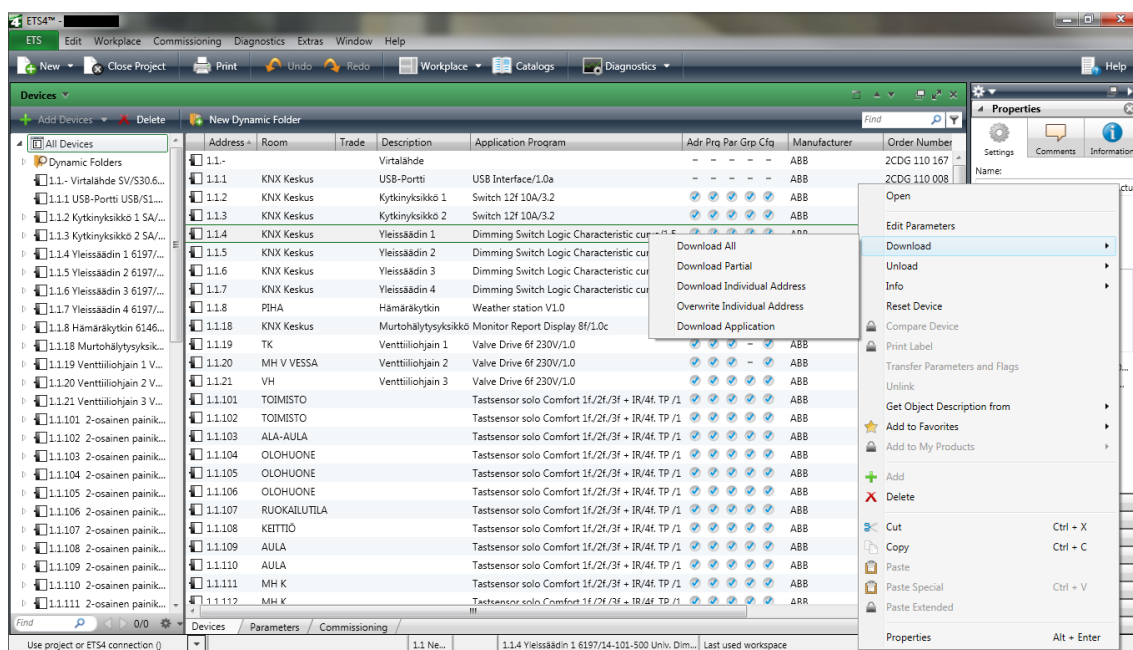
KUVA 46. Ryhmäobjektien linkitys ryhmäosoitteiden avulla (Kähkönen 2016-08-04.)

## 5.11 Ohjelmien lataaminen

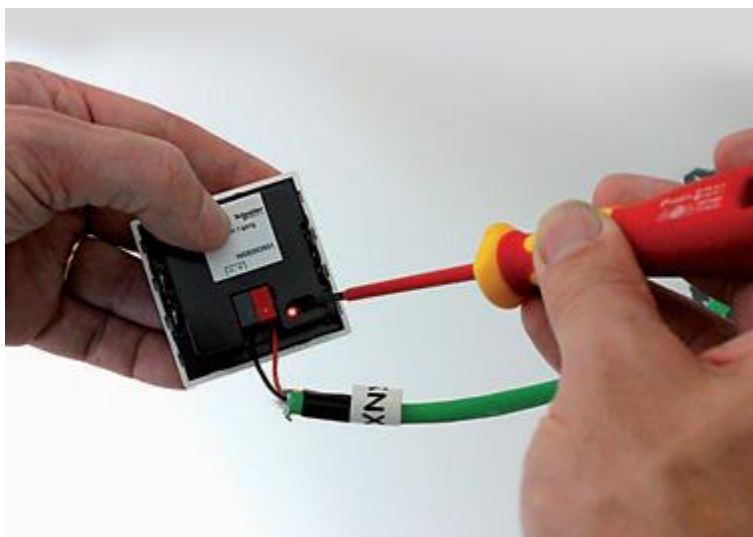
Kun laitteiden linkitykset ja parametrivalinnat on tehty, voidaan ohjelmat ladata väylälaitteisiin. Ennen ohjelmien latausta täytyy ETS4 yhdistää KNX-järjestelmään. Tämä tapahtuu klikkaamalla päänäkyymässä olevaan Settings-painiketta (KUVA 47 kohta 1) ja sen jälkeen avautuvasta ikkunasta Communication-painiketta (KUVA 47 kohta 2). Kun USB-kaapeli on kiinnitetty tietokoneeseen ja KNX-väylän USB-rajapintaan, valitaan löydetty ohjelmointirajapinta (KUVA 47 kohta 3) ja muodostetaan yhteys. Kaikki projektin laitteet löytyvät Devices-paneelistä. Kun laitteeseen ladataan ohjelma ensimmäistä kertaa, täytyy sen yksilöllinen osoite määrittää. Tämä tapahtuu klikkaamalla valittua laitetta hiiren kakkospainikkeella ja valitsemalla Download ja Download Individual Address (KUVA 48). Tällöin ETS4 pyytää ilmaisemaan ladattavan laitteen, mikä tehdään painamalla kyseisen laitteen ohjelmointipainiketta (KUVA 49). Ohjelmointipainiketta painettaessa ohjelmointi-led syttyy palamaan ja yksilöllinen osoite latautuu väylälaitteeseen. Tämän jälkeen laitteeseen voidaan ladata varsinainen ohjelma valitsemalla Download Application. Laitteisiin voidaan ladata ohjelma ja yksilöllinen osoite myös samanaikaisesti valitsemalla Download All ja painamalla tämän jälkeen ohjelmointipainiketta. Laitteiden ohjelmat voidaan ladata yksitellen tai monta kerralla, valitsemalla useita laitteita.



KUVA 47. ETS4-ohjelman yhdistäminen KNX-väylään (Kähkönen 2016-08-04.)



KUVA 48. Ohjelmien lataaminen väylälaitteisiin (Kähkönen 2016-08-04.)



KUVA 49. Väylälaitteen ohjelmointipainiketta painetaan ladatessa yksilöllistä osoitetta laitteelle (KNX-järjestelmän perusteet 2015, 105.)

## 6 KNX-JÄRJESTELMÄN VAHVUUDET JA HEIKKOUEDET

KNX-järjestelmän vahvuuksia ovat sen avoimuus, muunneltavuus ja energiatehokkuus. KNX-standardin avoimuus takaa, että järjestelmään on saatavissa yhteensopivia laitteita useilta eri valmistajilta. Standardin mukaisia tuotteita valmistaa jo yli 400 yritystä ja näiden määrä tulee vielä kasvamaan. Tällä taataan myös järjestelmän säilyvyys tulevaisuudessa, sillä jos yksi valmistaja joskus jostain syystä lopettaa tuotteiden valmistuksen, on tuotteita vielä saatavana muilta valmistajilta.

Toinen KNX-järjestelmän tarjoama etu on muunneltavuus. Nykyaikaisia rakennuksia muunnellaan ja muokataan paljon käyttäjän tarpeiden ja vaatimusten mukaan. Kiinteistössä voidaan haluta muuttaa vaikkapa valaistuksen ohjausta, koska jonkin tilan käyttötarkoitus on muuttunut. Perinteisillä menetelmillä toteutettujen ohjauksien muokkaaminen vaatii aina kytkentöjen muuttamista fyysisesti. KNX-järjestelmässä muutokset ovat yksinkertaisia toteuttaa ja vaativat vain ohjelmamuutoksia tietokoneella. Jos koko rakennusta ollaan laajentamassa, on KNX-järjestelmän laajentaminen myös helppoa; lisätään vain tarvittavat laitteet ja kytketään ne olemassa olevaan väylään.

KNX-järjestelmän vahvuuksiin kuuluu myös sen energiatehokkuus. Kun kaikkia rakennuksen sähköisiä toimintoja ohjataan saman järjestelmän avulla, pystytään saamaan säästöjä. Myös lämmityksen ja ilmastoinnin ohjauksen automatisointi sekä valaistuksen ohjaus esimerkiksi vakiovalotoiminnon avulla säästää energiaa. Järjestelmän energiatehokkuus korostuu sitä enemmän, mitä suuremmasta rakennuksesta on kyse.

KNX-järjestelmän heikkoudeksi voidaan laskea sen laitekustannukset. Koska KNX on hajautettu järjestelmä, täytyy jokaisessa toimilaitteessa olla itsessään prosessori, mikä nostaa laitteiden hintaa. Suurissa kohteissa järjestelmä maksaa itsensä takaisin energiansäästön avulla, mutta pienissä koh-teissa tämä ei välttämättä toteudu, etenkin jos KNX:llä ohjataan pelkkää rakennuksen valaistusta. Tästä syystä KNX-järjestelmään kannattaa sisällyttää mahdollisimman paljon rakennuksen sähköohjauksia.

## 7 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli asentaa ja ohjelmoida KNX-automaatiojärjestelmä omakotitaloon. Työssä myös perehdyttiin KNX-järjestelmään, sen suunnitteluun, toimintaan ja ominaisuuksiin.

Vuonna 1998 rakennetussa talossa oli sen rakennuksen yhteydessä asennettu IHC-automaatiojärjestelmä joka nyt korvattiin KNX-järjestelmällä. Koska vanha järjestelmä oli toteutettu myös väyläohjauksella, pystyttiin sen kaapelointia hyödyntämään KNX-järjestelmän asennuksessa. IHC-järjestelmällä ohjattiin vain rakennuksen valaistusta, mutta nyt KNX-järjestelmän piiriin saatiin valaistuksen lisäksi myös lämmitys, hälytykset ja kameravalvonta. Kaikkia rakennuksen KNX-järjestelmän toimintoja voidaan myös etäohjata kännykän tai tabletin avulla.

Opinnäytetyön tuloksena saatiin onnistuneesti päivitettyä omakotitalon automaatiojärjestelmä uudempaan. Järjestelmän asennus ja ohjelmointi sujui odotetusti ja lopputuloksena oli asiakkaan toiveiden mukaisesti toimiva järjestelmä. Tämän ohessa saatiin myös koottua kattava tietopaketti KNX-automaatiosta, jota voidaan käyttää hyödyksi tilaajaan myöhemmissä KNX-asennuksissa.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

ABB OY. (26. 5 2016). *KNX-taloautomaatio*. Noudettu osoitteesta ABB OY:

[http://www.asennustuotteet.fi/catalog/15909/KNX%20-taloautomaatio\\_FIN1.html](http://www.asennustuotteet.fi/catalog/15909/KNX%20-taloautomaatio_FIN1.html)

ABB OY. (26. toukokuu 2016). *Älykäs asennusjärjestelmä KNX*. Noudettu osoitteesta ABB OY:

<http://www.abb.com/eib>

Härkönen, K. (2015). *KNX-järjestelmän perusteet*. Espoo: Sähkötieto Oy.

KNX Association. (4. 1 2011). *KNX Downloads*. Haettu 26. 5 2016 osoitteesta KNX Association :

[http://www.knx.org/fileadmin/downloads/08%20-%20KNX%20Flyers/ETS4%20For%20Beginners/ETS4\\_For\\_Beginners\\_English.pdf](http://www.knx.org/fileadmin/downloads/08%20-%20KNX%20Flyers/ETS4%20For%20Beginners/ETS4_For_Beginners_English.pdf)

KNX Finland. (25. 12 2013). *KNX Finland KNX-muistilista*. Haettu 26. 5 2016 osoitteesta KNX Finland:

<http://www.knx.fi/index.php?k=224474>

Kähkönen, M. (2015). *Kuva 26. Työkohde takapihalta*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2015). *Kuva 28. IHC-toimilaitteet keskuksessa*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 30. KNX-keskus*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 32. Visualisointiserverin ohjelmointi eibPort Editor-ohjelman avulla*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 33. Valaistuksen ohjaus tabletin näytöltä*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 35. ETS4-ohjelman päänäköymä*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 36. KNX-laitteiden tuotetietokantojen tuominen ETS4-ohjelmaan*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 37. Uuden projektin aloittaminen*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 38. Paneelin näkymän vaihtaminen*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 39. Topologia-näköymä*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 40. Building-näköymä*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 41. Laitteiden lisääminen projektiin*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 42. Parametrien valinta*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 43. Parametrien valinta Power Tool-työkalun avulla*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 44. Ryhmäosoitteiden lisääminen*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 45. Ryhmäobjektien linkitys ryhmäosoitteiden avulla*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 46. ETS4-ohjelman yhdistäminen KNX-väylään*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Kähkönen, M. (2016). *Kuva 47. Ohjelmien lataaminen väylälaitteisiin*. Sotkamo: Tekijän sähköiset kuvat.

Schneider Electric. (1. 5 2006). *IHC opas 4.0*. Haettu 26. 5 2016 osoitteesta Schneider Electric:

<http://fi.snb.leon.se/Downloads/PDF/IHC%20opas%204.0.pdf>

Schneider Electric. (16. 1 2007). *Strömfors IHC*. Haettu 26. 5 2016 osoitteesta Schneider Electric:

<http://fi.snb.leon.se/Downloads/pdf/IHCesite.pdf>

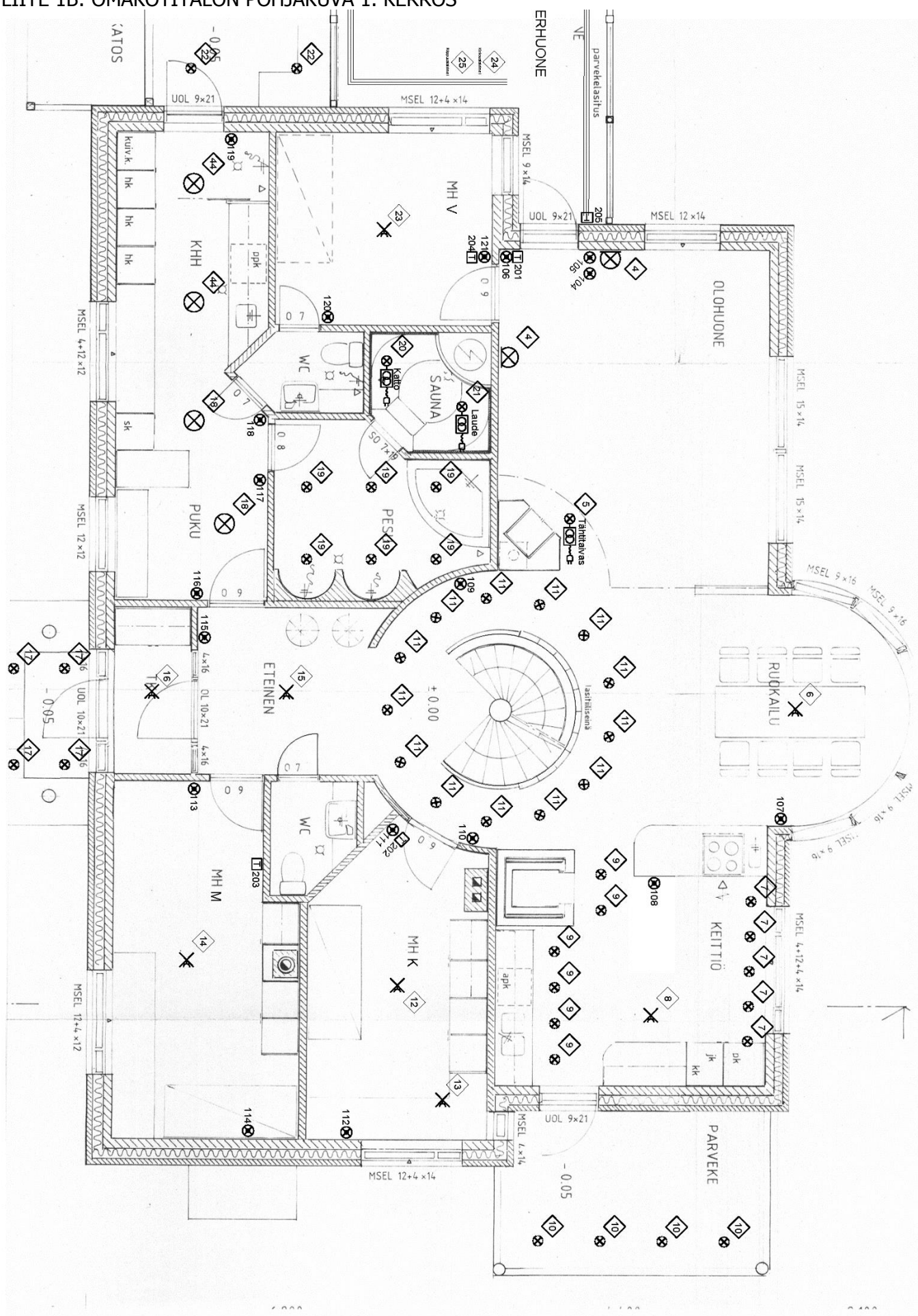
ST-kortisto. (2012). *ST 701.31 Sähköautomaatiototeutus KNX-järjestelmää käyttäen*. Espoo: Sähkötieto ry.

ZVEH Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke. (2006). *KNX perusteet - Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin*. Belgia: ZVEI Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V.



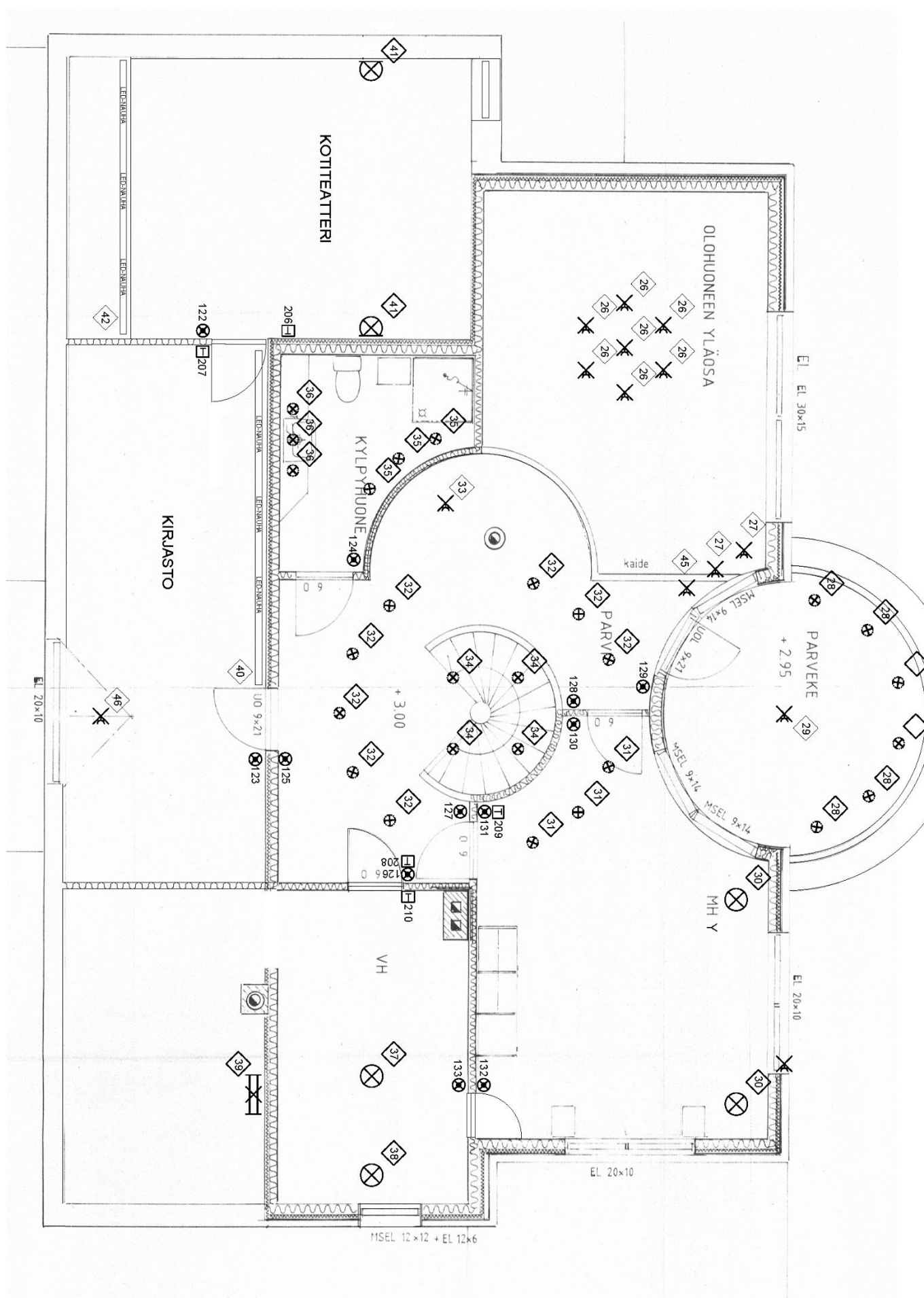


## LIITE 1B: OMAKOTITALON POHJAKUVA 1. KERROS

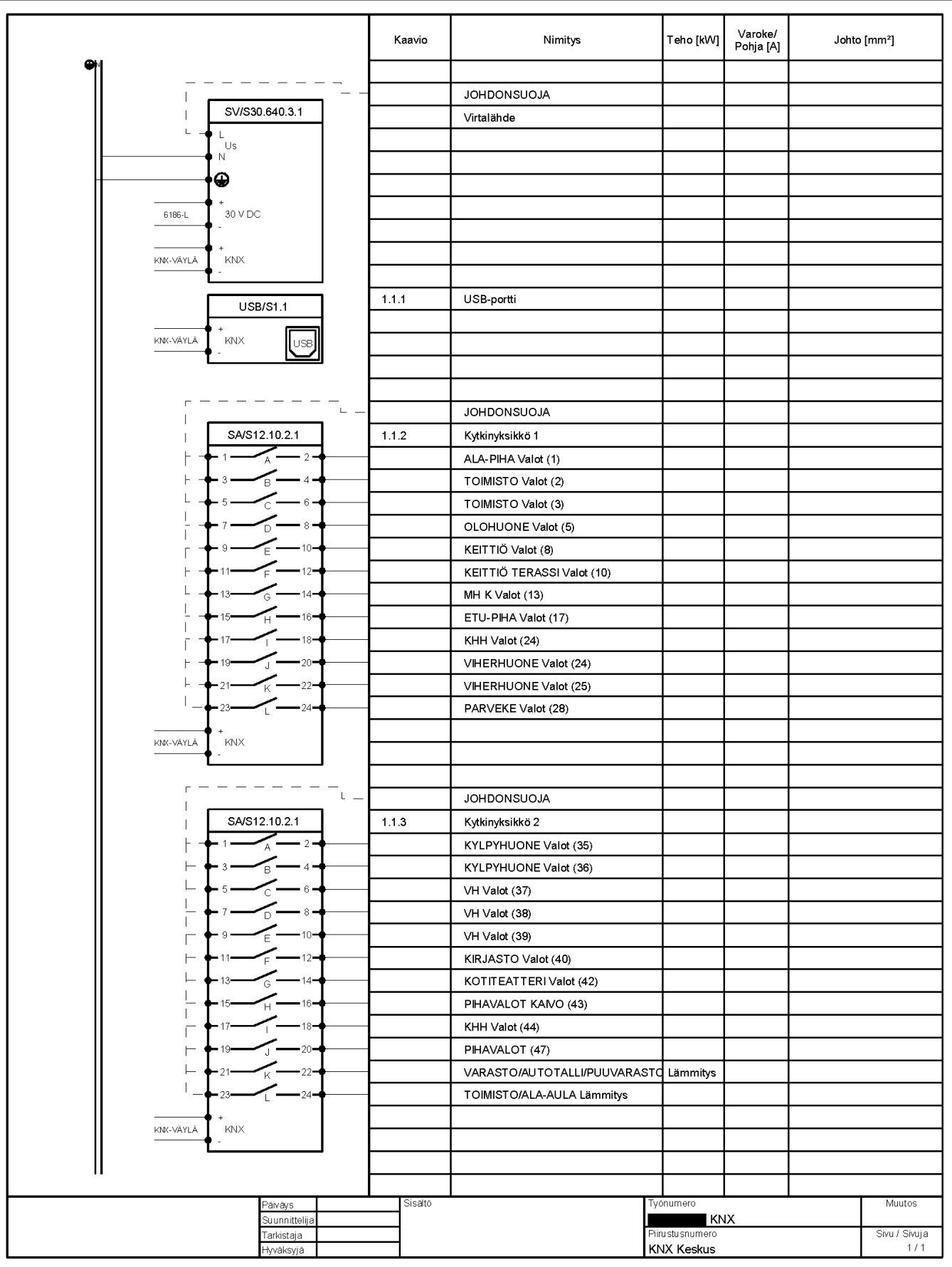




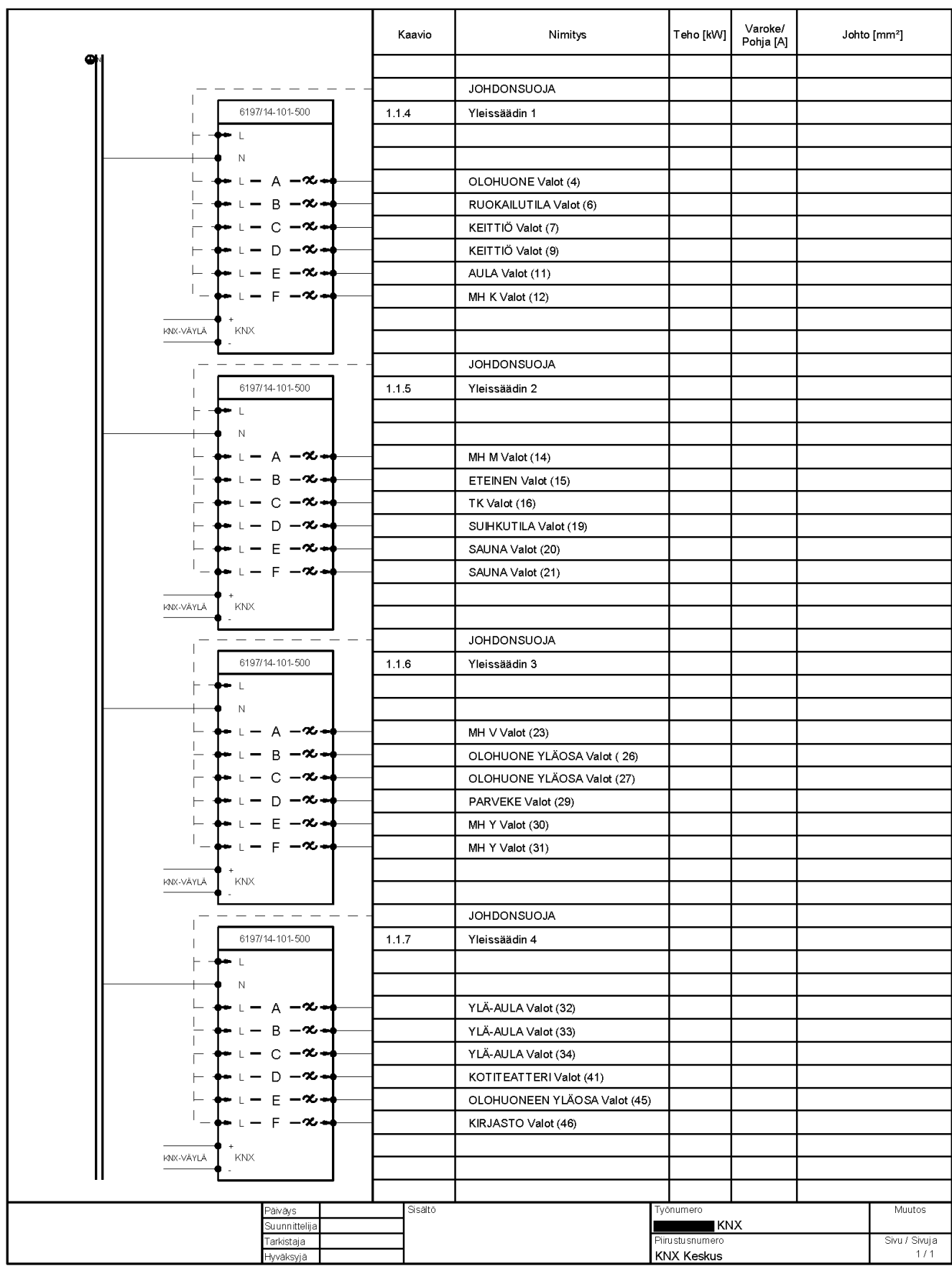
## LIITE 1C: OMAKOTITALON POHJAKUVA 2. KERROS



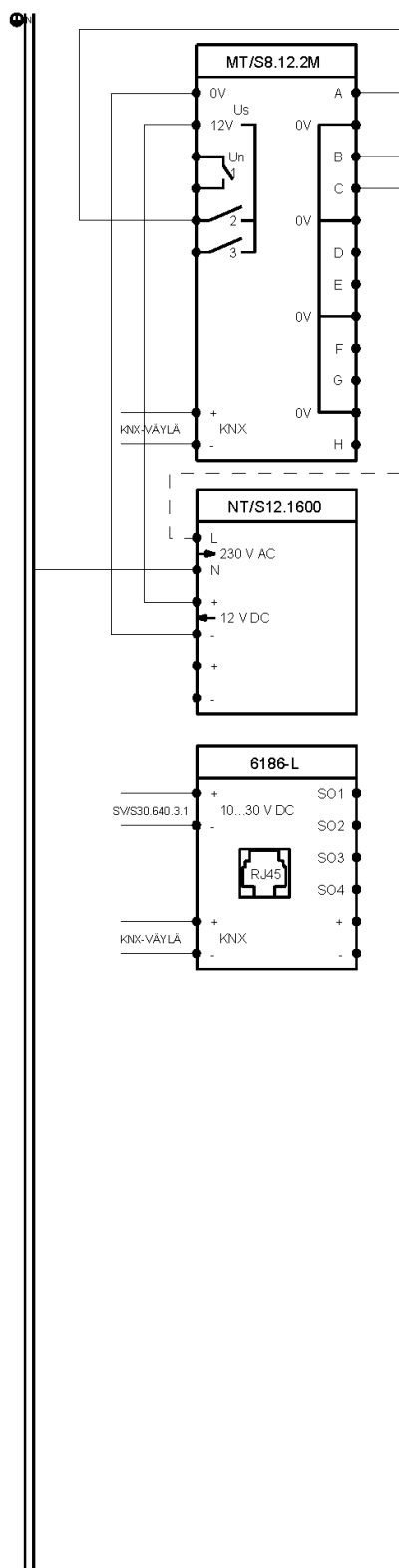
## LIITE 2A: KNX-KESKUSKAAVIO 1/4



## LIITE 2B: KNX-KESKUSKAAVIO 2/4



## LIITE 2C: KNX-KESKUSKAAVIO 3/4

[illegible]

Päiväys	
Suunnittelija	
Tarkistaja	
Hyväksyjä	

Työnumero  
[REDACTED] KNX

Piirustusnumero  
KNX Keskus

	Muutos
	Sivu / Sivuja 1 / 1

## LIITE 2D: KNX-KESKUSKAAVIO 4/4

[illegible]