



**SAVONIA**

■ OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO  
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

# KNX-AUTOMAATIO OMAKOTITALOSSA

TEKIJÄ/T: Jani Lämsä

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä Jani Lämsä			
Työn nimi KNX-automaatio omakotitalossa			
Päiväys	12.05.2015	Sivumäärä/Liitteet	62/12
Ohjaajat lehtori Heikki Laininen, yliopettaja Ari Suopelto			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani Uno Action Oy			
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyössä suunniteltiin ja toteutettiin KNX-kiinteistöautomaatio vuonna 2014 rakennettuun omakotitaloon. KNX-automaatio toteutettiin Kuopiossa Rautaniemen asuinalueella asuinpinta-alaltaan 180 m<sup>2</sup>:n omakotitaloon. Työn tilaaja oli Uno Action Oy ja käytännön asennuksissa käytetyt KNX-laitteet olivat ABB:n valmistamia. KNX-automaation valintaperuste omakotitaloon oli sen monipuolinen käytettävyys ja muunneltavuus.</p> <p>Opinnäytetyössä käsitellään KNX-automaation teoria, suunnittelu, kustannukset ja käytännön toteutus. KNX-automaation teoriassa käydään läpi yleisimmät KNX:ään liittyvät teoriat ja käsitteet. Suunnitteluosiossa käydään läpi suunnittelussa huomioon otettavat asiat KNX-automaatioon liittyen. Käytännön osiossa käydään läpi käytännön ohjelmointi, suunnittelu ja toteutus sekä rakennuksen käyttöönotto ja luovutus. Kustannuksissa vertaillaan KNX-automaatiolla ja perinteisellä asennustavalla toteutettua sähköjärjestelmää.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin kattava aineisto KNX-teoriaa ja suunnitteluohjeita käytännön toteutuksiin. Opinnäytetyö tulee tilaajalle suunnitteluohjeeksi ja asiakkaalle ohjeeksi tuleviin KNX-asennuksiin.</p>			
Avainsanat KNX-järjestelmä, kiinteistöautomaatio, väylätekniikka			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author Jani Lämsä			
Title of Thesis KNX Automation in a Detached House			
Date	12 May 2015	Pages/Appendices	62/12
Supervisors Mr. Heikki Laininen, Lecturer Mr. Ari Suopelto, Principal Lecturer			
Client Organisation /Partners Uno Action Oy			
<p>Abstract</p> <p>The thesis dealt with the designing of KNX building automation in a detached house built in 2014. The installation was carried out in Rautaniemi which is a residential area in Kuopio. The house has a living area of 180 m<sup>2</sup>. The commissioner of the thesis was Uno Action Oy. The KNX devices used in practical installations were manufactured by ABB. The reason why KNX automation was chosen as the electricity system of the house was its versatile usability and adaptability.</p> <p>The thesis dealt with the theory, design, costs and practical implementation of KNX automation. The most common KNX theories and concepts are presented in the theory chapter of the thesis. Another chapters dealt with the designing of the system and things that must be taken into consideration in the design process. The practical chapter goes through the programming, planning and implementation. The differences between the costs of electricity systems carried out with KNX automation and conventional installation are presented in the cost comparison.</p> <p>The thesis contains comprehensive data of KNX automation and can be used as a design manual or as an instruction manual in future KNX installations.</p>			
Keywords KNX system, building automation, bus technology			

## SISÄLTÖ

LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT .....	7
1 JOHDANTO .....	8
2 AUTOMAATIO OMAKOTITALOSSA.....	9
3 KNX-JÄRJESTELMÄ .....	10
3.1 KNX-järjestelmän esittely.....	10
3.2 Väylän topologia .....	10
3.2.1 Linja.....	10
3.2.2 Alue .....	11
3.2.3 Useampia alueita.....	11
3.3 Tiedonsiirto väylässä .....	12
3.3.1 Väyläkaapeli .....	12
3.3.2 Sähköverkko .....	13
3.3.3 Radiotaajuus.....	13
3.4 Sanoman muodostuminen .....	14
3.5 KNX-laitteet .....	14
3.5.1 Tekniset vaatimukset.....	15
3.5.2 Väylälaitteiden rakenne .....	15
3.6 Ohjelmistot.....	16
3.6.1 ETS – Engineering Tool Software .....	16
3.6.2 Muut ohjelmistot .....	16
3.7 Käyttösovellukset .....	16
3.7.1 Dali - Digital Addressable Lighting Interface.....	17
3.7.2 Internet ja IP-verkko .....	17
3.8 Ylijännitesuojaus.....	18
3.9 KNX-järjestelmän väylän suojaus .....	19
4 KNX-PROJEKTIN MALLIASIAKIRJA .....	20
4.1 KNX-projektin vaiheet .....	20
4.2 Valmisteluvaihe.....	20
4.3 Automaation suunnittelu .....	20
4.4 Toteutus ja asennus.....	21
4.5 Luovutus .....	21

4.6	Ylläpito.....	21
5	SUUNNITELTU OMAKOTITALO .....	23
5.1	Suunnittelukohteen esittely.....	23
5.2	Suunnitellut KNX-asennukset .....	25
5.2.1	Sähkökeskus.....	26
5.2.2	Valaistus.....	28
5.2.3	Lämmitys.....	30
5.2.4	Ilmastointi .....	31
5.2.5	Hälytysjärjestelmä.....	31
5.2.6	Etäohjaus .....	32
5.2.7	KNX-asennuksissa huomioitavaa .....	33
6	KÄYTÄNNÖN TYÖVAIHEET .....	34
6.1	Aloituspalaveri .....	34
6.2	Suunnittelu.....	34
6.3	ETS4-ohjelmointi.....	35
6.3.1	Ohjelmoinnin vaiheet.....	35
6.3.2	ETS-ohjelman lataaminen väylään .....	39
6.4	Käyttöönottotarkastus .....	41
6.4.1	Aistinvarainen tarkastus.....	41
6.4.2	Eristysvastusmittaus.....	41
6.5	Kohteen luovutus.....	41
6.6	Suunnitelmien dokumentointi.....	41
7	KUSTANNUSVERTAILU.....	42
7.1	Kustannusten vertailu.....	42
8	KNX-JÄRJESTELMÄ KÄYTTÄJÄLLE .....	44
9	SUUNNITTELUOHJEET .....	45
10	KNX-JÄRJESTELMÄN VAHVUUDET JA HEIKKOUEDET.....	46
11	YHTEENVETO.....	47
	LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT .....	48
	Liite 1A: OMAKOTITALON POHJAKUVA ALAKERTA.....	50
	LIITE 1B: OMAKOTITALON POHJAKUVA YLÄKERTA.....	51
	LIITE 2: KNX-PROJEKTIN MALLIASIAKIRJA.....	52

LIITE 3: KUSTANNUSLASKELMA .....	58
LIITE 4: TUOTEKORTTI KYTKINYKSIKKÖ 12X10A .....	60
LIITE 5: KNX-, PALO- JA RIKOSJÄRJ. ALAKERTA .....	61
LIITE 6: KESKUKSEN PÄÄKAAVIO .....	62

## LYHENTEET JA MÄÄRITELMÄT

ETS	Ohjelmisto KNX-tuotteiden suunnitteluun ja käyttöönottoon
Kiinteistöautomaatio	Verkotettu laite rakennuksen sisäisten toimintojen ohjaukseen
LAN	Lähiverkko sarjamuotoiseen viestintään itsenäisten laitteiden välillä
Ryhmäosoite	Osoite, jolla useita vastaanottimia voidaan osoittaa sanoman kautta
Sanoma	Tietoteknologiassa bittijono, joka sisältää laitteen ja tietojen välittämiseen tarvittavat tiedot
SELV	Suojaava pienoisjännite
Topologia	Tietoverkon kaapelin sisäänviennin perusrakenne
V	Voltti (jännitteen yksikkö)
Yhdyskäytävä	Eri väyläjärjestelmien tai verkkojen kytkentäelementti

## 1 JOHDANTO

KNX-automaatio on kiinteistöjen automaatiojärjestelmä, joka perustuu väylätekniikkaan. Väylätekniikka tarkoittaa, että laitteet viestivät keskenään ilman keskitettyä tietokonetta. KNX-automaatio on kansainvälinen kiinteistöautomaatiostandardi, sen tarkoituksena on parantaa kiinteistöjen energiatehokkuutta ja käyttömukavuutta sekä yhdistää kiinteistön sähköiset toiminnot toisiinsa. KNX-automaatiolla voidaan ohjata muun muassa kiinteistön ilmanvaihtoa, lämmitystä, hälytysjärjestelmiä, savunpoistoa ja valaistusta. KNX-automaatiota on käytössä sekä isoissa liikekiinteistöissä että julkisissa rakennuksissa; esimerkkikohteita ovat Helsingin Musiikkitalo ja Espoon Kiasman nykytaiteen museo.

Opinnäytetyössä suunnitellaan KNX-automaatio omakotitaloon ja vertaillaan kustannuksia perinteisellä asennustavalla toteutettuun sähköjärjestelmään. Aihe tuli tilaajalta, jonka palveluksessa työskentelen. Tilaaja ehdotti KNX-automaation asentamista tulevaan sähköistettävään omakotitaloon. Aihe on kiinnostava KNX-automaation monipuolisuuden vuoksi. KNX-automaatiolla pystytään toteuttamaan monimutkaisemmatkin ohjaukset ja näiden ratkaiseminen kiinnostaa. Myös tietokoneella tehtävä ohjelmointi vaikuttaa mielenkiintoiselta. Opinnäytetyön teoriaosuus rajattiin yleiseen KNX-teoriaan ja työosuus omakotitalon KNX-asennuksiin. Opinnäytetyön tavoitteena on kerätä kattava tietopaketti KNX-automaatiosta. Työn tärkeimmät lähteet ovat KNX Finlandin KNX-perusperiaatteet -kirja ja ABB:n KNX-laitteiden tuotetiedot. Työ luovutetaan tilaajalle. Työ tarkoituksena on toimia tilaajalle runkona tuleville KNX-kohteille.



## 2 AUTOMAATIO OMAKOTITALOSSA

Sana automaatio tarkoittaa itsestään tapahtuvaa toimintaa. Tämä tarkoittaa, että toimilaite on ohjelmoitu tietotekniikan avulla ja toimii sille annettujen parametrien mukaisesti. Automaation avulla on tarkoitus ulkoistaa tiettyjen toimintojen säätäminen ja helpottaa kiinteistönhoitoa. Kiinteistöautomaatio mahdollistaa kiinteistöjen energiakustannuksien pienentämisen. Kiinteistöautomaatioon kuuluvat hälytysjärjestelmät, ilmanvaihto, lämmitys ja valaistus.

(Uusi Kiinteistöautomaatio 2004, 3.)

## 3 KNX-JÄRJESTELMÄ

### 3.1 KNX-järjestelmän esittely

KNX on maailmanlaajuinen standardi, joka on suunniteltu kiinteistöjen automaatioiden ohjaukseen. KNX-järjestelmässä on monipuoliset käyttömahdollisuudet; sitä voidaan soveltaa valaistukseen, ilmastointiin, lämmitykseen, valvontaan sekä energiankulutuksen ohjaukseen. Näin pystytään suunnittelemaan jokaiselle kiinteistölle yksilöllinen ja mahdollisimman taloudellinen automaatio-ohjausjärjestelmä. KNX-järjestelmä yhdistää kiinteistön sähköiset järjestelmät yhdeksi kokonaisuudeksi. (KNX-Finland 2012.)

KNX-järjestelmä perustuu väyläteknikkaan, jossa kaikki laitteet keskustelevat keskenään ilman erillistä tietokonetta. Kentällä olevat laitteet (esim. anturit liiketunnistimet ja painikkeet) antavat komentoja väylään ohjelmoiduille toimilaitteille. Yksinkertaistettuna KNX-järjestelmä toimii hermostona, jossa kaikki toimilaitteet on kaapeloituna samaan väylään. KNX-järjestelmä pohjautuu Batibus-, EHS- ja EIB-väyläteknikkaan, jotka kehitettiin 1990-luvun alussa. (KNX-Finland 2012.)

Myös eri valmistajien valmistamat komponentit keskustelevat keskenään. KNX-standardi on luotu niin, että kaikkien valmistajien KNX-tuotteita voidaan yhdistää. KNX-järjestelmä noudattaa standardeja EN 50060, EN 13321-1 ja ISO/IEC 14543. (KNX perusperiaatteet 2006, 4 - 9.)

### 3.2 Väylän topologia

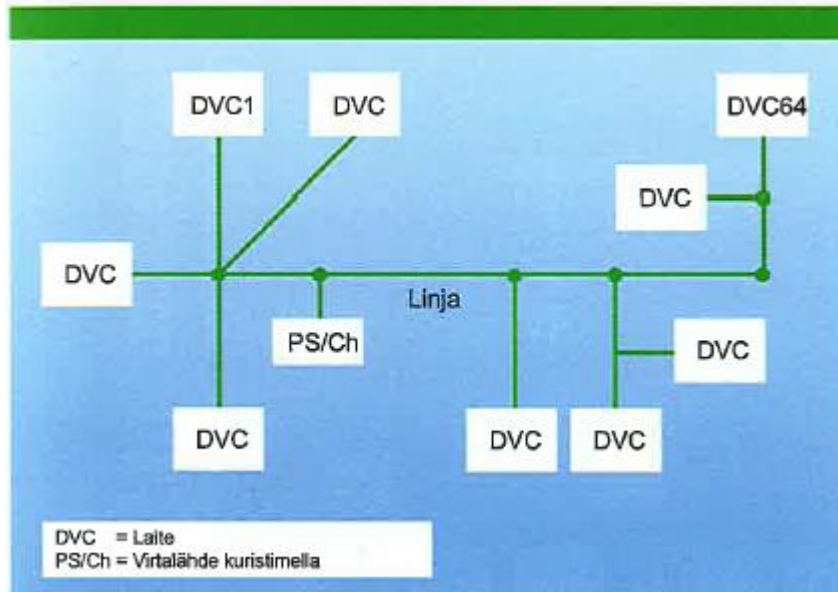
KNX-järjestelmän kokonaisuus koostuu linjoista ja alueista. Topologia juontuu KNX-laitteiden määrityksistä paikoista ja fyysisistä osoitteista. Näitä linjoja voidaan yhdistellä linja- ja alueyhdistimillä. Nämä yhdistimet vievät sanomia eteenpäin väylässä. Jakaminen linjoihin ja alueisiin luo selkeän kuvan kiinteistön KNX-järjestelmän rakenteesta. Verkon malli voi olla linja-, puu- tai tähtikytkentä. (KNX perusperiaatteet 2006, 25 - 26.)

#### 3.2.1 Linja

KNX-järjestelmässä pienin rakenteellinen verkko on linja. Kuvassa 1 on esimerkki linjan rakenteesta. Linja rakentuu neljästä linjasegmentistä, ja yhteen linjaan voidaan kytkeä 64 eri laitetta. Linjaan kytkettyjen laitteiden määrä riippuu siihen kytketystä virtalähteestä ja laitteiden virrankulutuksesta. KNX-järjestelmän laitteen keskimääräinen virrankulutus on noin 10 mA. Kaapeloinnin tuomat rajoitukset ovat seuraavat:

- linjan maksimipituus 1000 m
- virtalähteen ja väylälaitteiden välinen maksimietäisyys 350 m
- kahden virtalähteen välinen etäisyys kuristimet mukaan luettuna vähintään 200 m
- kahden väylälaitteen välinen etäisyys korkeintaan 700 m.

(KNX perusperiaatteet 2006, 25 - 26.)



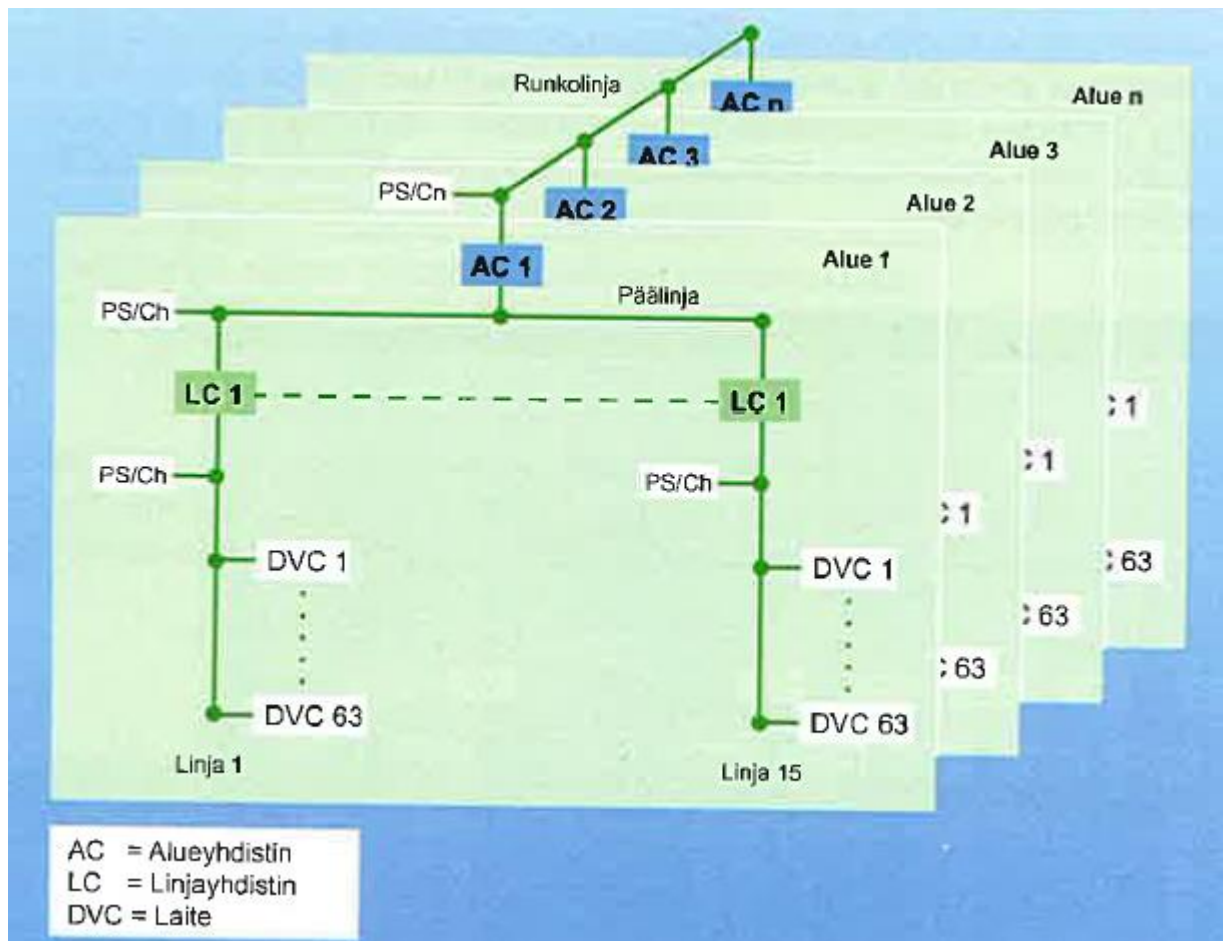
KUVA 1. Linjan rakenne (KNX perusperiaatteet 2006, 25.)

### 3.2.2 Alue

Alue muodostuu useista eri linjoista. Alueen päälinjaan voidaan kytkeä jopa 15 linjaa linjayhdistimen avulla. Myös päälinjaan voidaan kytkeä 64 laitetta joiden määrä määräytyy linjayhdistimien määrällä. Päälinjassa on oma virtalähteensä, joka sisältää kuristimen. Linjatoistimien käyttö runko- tai päälinjassa ei ole sallittua. Kuvassa 2 on alueita. (KNX perusperiaatteet 2006, 27 - 28.)

### 3.2.3 Useampia alueita

Useita alueita voidaan yhdistellä runkolinjan avulla toisiinsa. Tällöin jokaisella alueella on alueyhdistimensä, joka kytkeytyy runkolinjaan. Myös runkolinja on varustettu omalla virtalähteellään. Runkolinjaan voidaan kytkeä laitteita, mutta niiden lukumäärä määräytyy alueyhdistimien mukaan. Alueita voi olla järjestelmässä 15, joten laitteita voi olla yli 58 000. Kuvassa 2 esitetään päälinjan yhdistäminen runkolinjaan alueyhdistimen avulla. Tämä mahdollistaa alueiden liittämisen yhtenäiseksi verkoksi. (KNX perusperiaatteet 2006, 27.)



KUVA 2. Alueyhdistimillä yhdistetyt alueet (KNX perusperiaatteet 2006, 34.)

### 3.3 Tiedonsiirto väylässä

KNX-järjestelmän tiedonsiirto pohjautuu hajautettuun älyyn ja tapahtuma ohjattuun älyyn. Väylässä kulkevaa tietoa kutsutaan sanomaksi. (ST 701.32, 2014, 1.)

Tiedonsiirtoväylä tarkoittaa sitä, että tietoa siirretään fyysisesti laitteelta toiselle langattomasti tai langallisesti. KNX-järjestelmässä käytetään yleisesti kolmea tiedonsiirtoväylää: väyläkaapelia, sähköverkkoa ja radioverkkoa. Ethernetin ja internetin käyttö mahdollistaa etäohjauksen.

(KNX perusperiaatteet 2006, 29, 37, 41.)

#### 3.3.1 Väyläkaapeli

Laitteen antamat käskyt ja tiedot välittyvät väylälaitteiden välillä sanomien kautta. Tiedot välittyvät väyläkaapelissa symmetrisesti. Käskyn tai tiedon lähettäminen perustuu siihen, että väylälaitte pudottaa vaihtojännitteen eron väyläkaapelin johtimien välillä. KNX-järjestelmässä käytetään korkeintaan 29 V:n SELV-pienoisjännitettä. Väylä on erotettu muusta sähköverkosta, jolloin jännitteeseen väyläkaapeliin koskettaminenkin on turvallista. Virtalähteen sisältämä kuristin toimii kuormavastuksena väylässä oleville sanomille, jolloin signaalin voimakkuus ei heikkene.

(KNX perusperiaatteet 2006, 29 - 33.)

Sanoman muodostamiseen kuluva aika on noin 25 ms ja sen tiedonsiirtonopeus on 9600 bittiä sekunnissa. Väyläkaapelina käytetään yleisesti YCYM 2 x 2 x 0,8 tai halogeenitonta versiota J-H(ST) H 2 x 2 x 0,8. Nämä kaapelit ovat väriltään vihreitä, joten ne osataan yhdistää KNX-järjestelmään. Myös KLMA 4 x 0,8+0,8 -kaapelia käytetään usein. (KNX perusperiaatteet 2006, 29 - 33.)

### 3.3.2 Sähköverkko

KNX-järjestelmä pystyy hyödyntämään 230 V:n sähköverkkoa. Sitä kutsutaan Powerline KNX - sähköverkoksi. Tämä järjestelmä käyttää taajuuskaistaa, joka noudattaa EN 50065 -vaatimuksia. Viestinsiirtoon käytetään 3 kHz – 148,5 kHz taajuusalueita. Tällä tavalla voidaan hyödyntää saneerauskohteissa olevia alkuperäisiä sähköverkkoja eikä esimerkiksi erillisiä väyläkaapeleita tarvita. Alkuperäismuodossaan 230 V:n verkko ei ole tarkoitettu tiedonsiirtoon. (KNX perusperiaatteet 2006, 34 - 39.)

KNX Powerline -laitteet vaativat vain vaihejohtimen ja nollassa johtimen asennuksen. Laitteiden käyttö ja mitoitus ovat suurimmalta osin samoja, mitä käytetään parikaapeloinnissa. Tässä järjestelmässä ei tarvitse erillisiä virtalähteitä, koska virta tulee 230 V:n sähköverkosta. Myös parikaapeloinnin ja Powerline linjojen yhdistäminen onnistuu järjestelmäkytkimellä.

(KNX perusperiaatteet 2006, 34 - 39.)

### 3.3.3 Radiotaajuus

Kun käytetään radioverkkoa tiedonsiirtoväylänä, mahdollistuu laitteiden langattoman verkon asentaminen. Tällöin laitteita voidaan sijoitella ympäri kiinteistöä. Järjestelmää suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon seinien ja kattojen rakenne, jotka rajoittavat radiosignaalin kantamaa. Sellaisissa kohteissa, joissa seinien ja kattojen rakenne heikentää radiosignaalia, sitä voidaan vahvistaa väli vahvistimilla. Radioteknologiassa siirrettävät tiedot moduloidaan kantotaajuuteen ja tiedot välitetään kantoaallon voimakkuuden ja taajuuden vaihteluina, vaihesiirtona tai näiden yhdistelminä. KNX-radiojärjestelmässä käytetään keskitaajuutena 863,30 MHz:n taajuutta.

(KNX perusperiaatteet 2006, 40 - 45.)

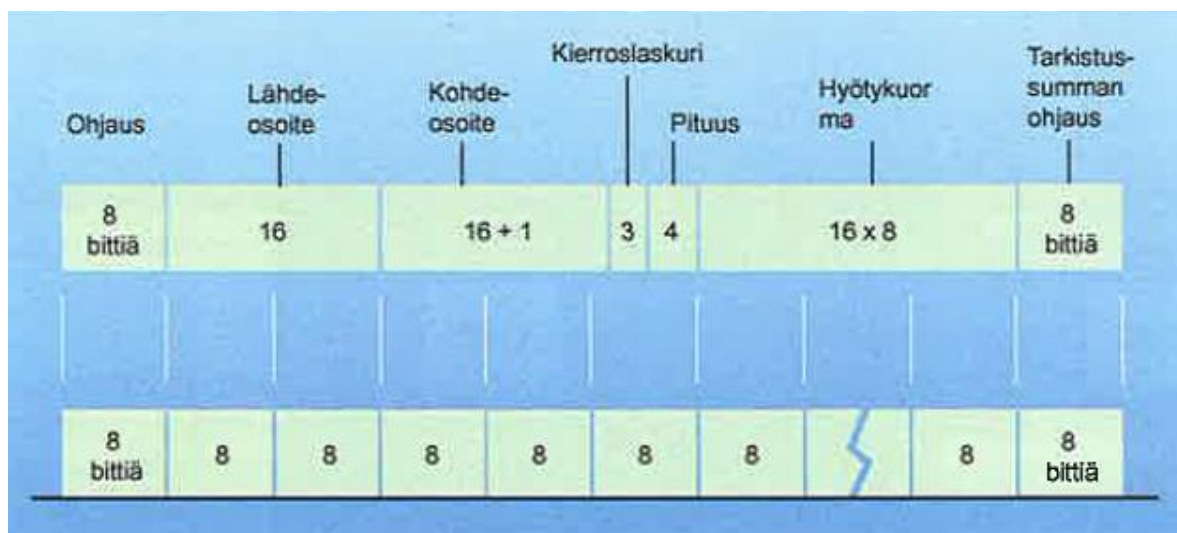
Laitteet on suunniteltu joko yksi- tai kaksisuuntaisiksi. Yksisuuntaiset laitteet voivat lähettää ja vastaanottaa tietoa. Nämä ovat pääosin akkukäyttöisiä antureita tai tunnistimia. Kaksisuuntaiset laitteet lähettävät ja vastaanottavat tietoa. Ne pystyvät olemaan samanaikaisesti antureita ja toimilaitteita.

(KNX perusperiaatteet 2006, 40 - 45.)

Kaikki järjestelmän laitteet voivat kommunikoida keskenään. Tällöin täytyy huomioida radiosignaalin kantama. Myös toisen KNX-radioverkkoon kytketyt laitteet voivat vastaanottaa tietoa. Muodosta maansa sanomaan laite liittää oman laitetunnuksensa. Tiedonsiirtoväylien yhdistäminen on mahdollista mediakytkimillä. Esimerkiksi kierretyn parikaapelin tai Powerlinen sisältävän järjestelmän yhdistäminen onnistuu mediakytkimellä. (KNX perusperiaatteet 2006, 40 - 45.)

### 3.4 Sanoman muodostuminen

Väylässä kulkeva tieto tulee sanomana väylässä kytkettyyn laitteeseen ja väyläliitäntäyksikkö alkaa käsittellä sanomaa. Sanoma muodostuu laitteen väyläkohtaisista tiedoista, joissa esimerkiksi kytkimen painaminen välitetään. Sanoma muodostuu merkkijonosta, johon yhdistyy laitteen oheissisältö. Sanoma sisältää lähtö- ja kohdeosoitteen, jotka ovat fyysisiä osoitteita ja ne on ohjelmoitu laitteeseen. Fyysinen osoite osoittaa, mihin alueeseen ja linjaan lähetyslaite on asennettu. Yksittäinen laite voidaan ohjelmoida ohjaamaan monta eri toimilaitetta. Sähkökatkon tai jonkin muun vian sattuessa tieto pysyy väyläliitäntäyksiköllä. Powerline KNX -sähköverkon sanoma koostuu samalla tavalla kuin väyläkaapeloinnissa. Sanoman rakenne näkyy kuvassa 3. (KNX peruseräpäätökset 2006, 30.)



KUVA 3. Sanoman muodostuminen KNX-laitteessa (KNX peruseräpäätökset 2006, 30.)

KNX-radiosanoma taas koostuu useista erilaisista tietojaksoista, jotka erotetaan tarkistussumman tavuilla. Tietojaksot muodostuvat varsinaisista käskytiedoista, esimerkiksi kytkentäkäskystä. Näitä tietojaksoja on kaksi. Ensimmäinen tietojakso sisältää sanoman pituuden, radiokomponentin akkutilan, laitetunnuksen ja tarkistussumman. Toinen tietojakso sisältää lisäohjauksen, tarkistussumman tavut, lähdeosoitteen ja lisäksi hyötytiedot. Näin sanomat menevät perille eivätkä sekoitu toisiin väylällä oleviin laitteisiin. (KNX peruseräpäätökset 2006, 43 - 44.)

### 3.5 KNX-laitteet

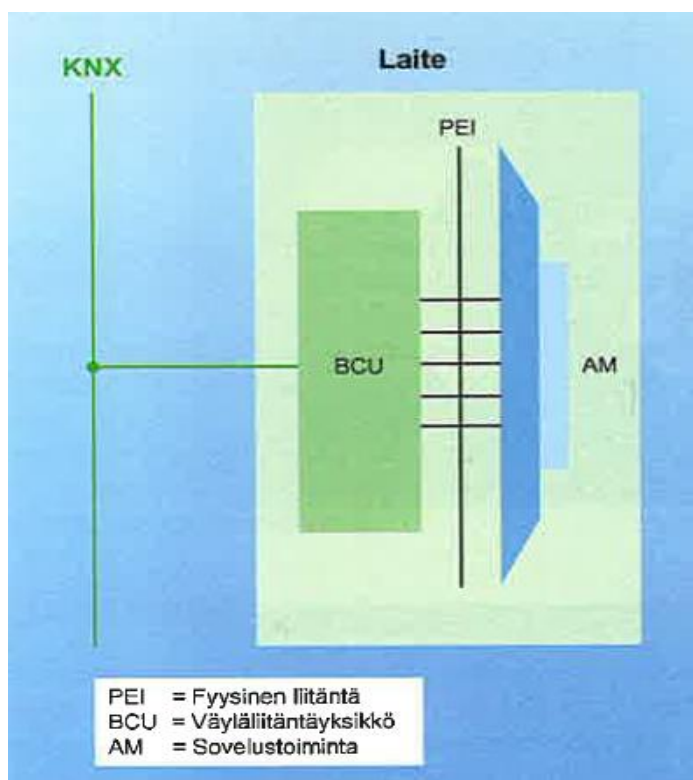
KNX-järjestelmässä komponentteja ja laitevalmistajia on satoja. Järjestelmään kokonaisuudessaan kuuluu paljon erilaisia laitteita. Seuraavassa käydään läpi väylälaitteiden ja keskuskomponenttien rakennetta.

### 3.5.1 Tekniset vaatimukset

*KNX-väyläjärjestelmään liitettävien laitteiden tulee olla rakenteeltaan ja toiminnoiltaan voimassa olevien säädösten, määräysten ja asetusten mukaisia. Asennuksissa on noudatettava EN 50090 -sarjan standardeja. Median ja protokollan osalta noudatetaan standardia EN 13321-1 ja KNXnet/IP:n osalta standardia EN 13321-2. (ST 701.32 2014, 2.)*

### 3.5.2 Väylälaitteiden rakenne

Väylälaitteen rakenne koostuu kahdesta osasta: väyläliitäntäyksiköstä (BCU) ja käyttömoduulista (AM). Väylälaitteita ovat esimerkiksi anturit, liiketunnistimet ja painikkeet. Väyläliitäntäyksikkö ja käyttömoduuli kytketään yhteen fyysisen ulkoisen liitännän (PEI) kautta, joka on tavallisimmin pinnejä. Kuvassa 4 on esimerkki väylälaitteen rakenteesta. (KNX perusperiaatteet 2006, 31.)



KUVA 4. Väylälaitteen rakenne. (KNX perusperiaatteet 2006, 31)

Myös eri sähkölaitevalmistajat ovat kehittäneet väyläsovitimia laitteille, joilla laitteita saadaan kytkeä väylään ja näin pystytään ohjaamaan laitteita väylän kautta.

Keskuksiin asennettavat toimilaitteet ovat DIN-kiskoon asennettavia. Toimilaitteet ovat kiinteitä laitteita, jotka rakentuvat väyläliitäntäyksiköstä ja käyttömoduulista. Näitä toimilaitteita ovat esimerkiksi kytkinyksiköt. Kuvassa 5 on toimilaitteita. (KNX perusperiaatteet 2006, 32.)



KUVA 5. KNX-järjestelmän toimilaitteita keskuksella (KNX peruseriaatteet 2006, 32.)

### 3.6 Ohjelmistot

KNX-väyläjärjestelmän ohjauksien ohjelmointi tapahtuu ETS-ohjelmistolla ja siihen kuuluvilla oheisohjelmilla. ETS-ohjelmistolla toteutetaan kenttälaitteiden ja toimilaitteiden ohjaukset. Eri laitevalmistajilla on omia näyttöpaneeleita, jotka ohjelmoidaan valmistajien omilla ohjelmilla.

#### 3.6.1 ETS – Engineering Tool Software

KNX-standardi on mahdollistanut eri valmistajien tuotteiden yhdistämisen ja niiden ohjelmointi voidaan suorittaa samalla ohjelmointiohjelmalla. Tämä ohjelma on ETS (Engineering Tool Software), joka on valmistajasta riippumaton suunnittelu- ja ohjelmointityökalu. ETS-ohjelma toimii Windows-käyttöjärjestelmän tietokoneissa. Ensimmäinen ETS-ohjelma tuli markkinoille vuonna 1993 ja nyt uusin ohjelmistoversio ETS 5 saapui markkinoille 2014. Kaikki KNX-standardiin kuuluvien laitevalmistajien laitteet on testattu tällä ohjelmalla. (KNX FINLAND 2012.)

#### 3.6.2 Muut ohjelmistot

KNX-järjestelmään kuuluu oheisohjelmistoja, joita voidaan hyödyntää etäkäytössä, käyttöönotossa, käytössä ja diagnostiikassa. Näitä ohjelmia ja sovelluksia ovat EITT, ETS Apps, iETS ja Falcon SDK. (KNX FINLAND 2012.)

### 3.7 Käyttösovellukset

KNX-järjestelmän yleistettyä muiden järjestelmien yhteenliittäminen on ollut haasteellista. Ajan kuluessa on kehitetty piirikortteja ja väylämuuntimia, joilla voidaan rikkoa erilaisten järjestelmien rajapintoja. Tämä mahdollistaa myös muiden käyttöjärjestelmien ohjaamista. Esimerkiksi valaistuksen ohjauksen voi kytkeä KNX-väylän kautta kiinteistönvalvontakeskukseen. Seuraavassa käydään läpi dali- ja internet/ip -järjestelmiä, joita usein käytetään kiinteistöjen KNX-asennuksissa.



### 3.7.1 Dali - Digital Addressable Lighting Interface

Dali (Digital Addressable Lighting Interface) on järjestelmä standardi, joka on suunniteltu ohjaamaan valaisimia valaisinkohtaisesti. Se on mahdollista kytkeä KNX-järjestelmään yhdyskäytävän kautta. Dali ohjelmoidaan Dali tool -ohjelmistolla. Dali-järjestelmien laitteita ohjataan keskitetysti. Jokaisella valaisimella on Dali-liitäntälaitte, jolle annetaan osoite ja tarvittava tieto on tallennettu liitäntälaitteeseen. Liitäntälaitteisiin tallennetaan kunkin valaisimen osoite, asetusarvot, valaistusarvo sekä syttymis- ja sammumisarvot. Valaistuksen ohjaaminen voidaan tehdä yhdellä tai useammalla käyttölaitteella. Esimerkiksi himmentimen ja hämäräkytkimen yhdistäminen on mahdollista. (KNX peruseriaatteet 2006, 127.)

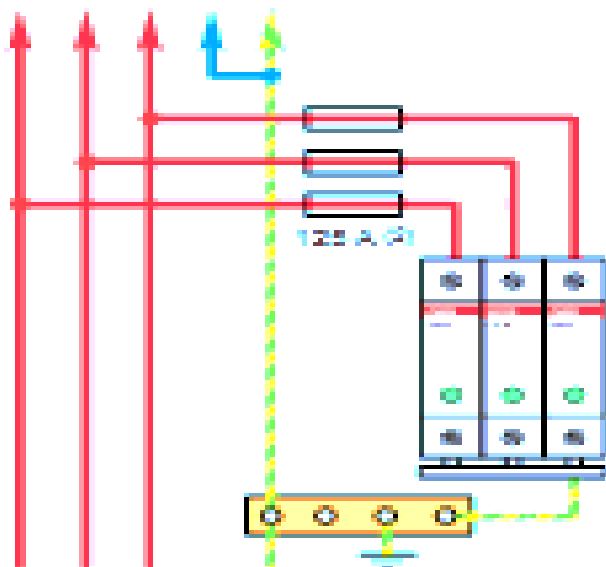
### 3.7.2 Internet ja IP-verkko

KNX-järjestelmän yhdistäminen internetiin mahdollistaa järjestelmän etäohjauksen. Internetin avulla voidaan ohjelmoida ja hallita kiinteistön väylään yhteydessä olevia sähköjä. Internetin ja väylän väliin tarvitaan yhdyskäytävä, jonka avulla ne keskustelevat keskenään. Yhdyskäytävänä toimii KNX/IP-väylämuunnin. Etäkäyttöyhteyden internetyhteys suojataan VNP-yhteydellä. Tämä takaa suojatun internetyhteyden KNX-väylään. Laajoissa asennuksissa on mahdollisuus käyttää IP-verkkoa sanomien jakamiseen. Jos käytetään wlan-verkkoa, täytyy huomioida seinien ja lattioiden rakenne, jotta signaalit pääsevät kulkemaan normaalisti. (KNX peruseriaatteet 2006, 128.)

### 3.8 Ylijännitesuojaus

Ylijänniteiltä suojaaminen on yksinkertaista ylijännitesuojilla, joiden käyttö kiinteistössä parantaisi laitteistojen kestoja ja turvallisuutta. Kun kiinteistön sähkönsyöttö tulee ilmajohtona, standardi edellyttää ylijännitesuojauksen käyttöä. Tätä standardia käsitellään SFS 6000:n kohdassa 443.3.2. Syöttökaapelin tullessa maakaapelina ei ylijännitesuojan asentaminen ole välttämätöntä. Mahdolliset ylijännitteet ovat ukkos- ja kytkentäylijännitteet. Näihin vaikuttaa jakeluverkon rakenne ja mahdolliset suojaukset ennen kiinteistön pääkeskusta. Osa suojauksen toimivuudesta riippuu kiinteistön potentiaalimaadoituksista. Kaikki metallirunkoiset laitteet, putkistot ja kanavat kytketään pääpotentiaalitasaukseen, jolloin mahdolliset ylijännitteet menevät maadoituspotentiaaliin.

Ylijännitesuojauksen mitoitus riippuu laitteiden ylijännitekestoisuudesta. Sähkölaitteille on määritelty neljä ylijännitekestoisuusluokkaa. KNX-järjestelmän laitteet kuuluvat luokkaan kolme. Rakennusten sähkö- ja tietoteknisten laitteistojen ylijännitesuojauksesta on ohjeet ST-kortissa ST 53.16. Kuvassa 6 esitetään kiinteistön pääkeskukseen sijoitettava ylijännitesuoja. (D1-2012 käsikirja rakennusten sähköasennuksista 2012, 147 -149.)

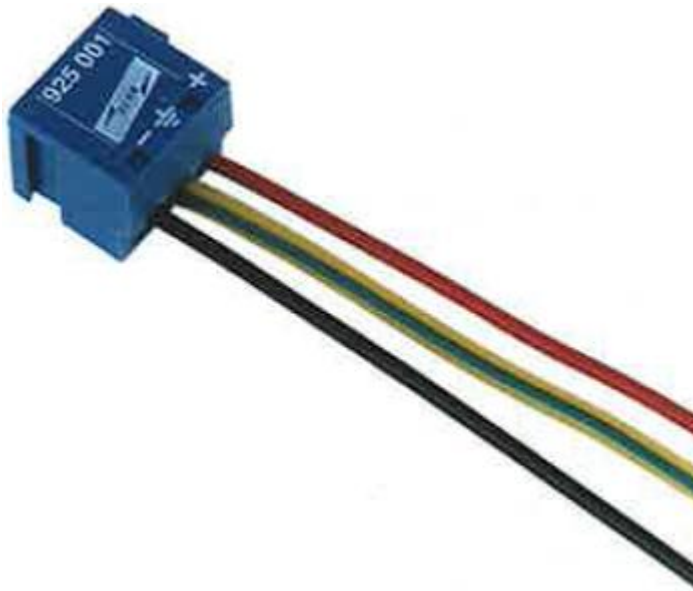


KUVA 6. Ylijännitesuoja sähkökeskuksessa (ABB OY 2006.)

### 3.9 KNX-järjestelmän väylän suojaus

Ylijännitesuojan on tarkoitus rajoittaa sähköverkosta tulevat ylivirrat sellaiselle tasolle, ettei niistä ole haittaa sähkölaitteistolle. KNX-järjestelmän väylän suojaamista varten on olemassa ylijännitesuoja, joka suojaa väylää, ja sen toimivia laitteita. Nämä ylijännitesuojat noudattavat standardin DIN EN 50090 vaatimuksia, ja ne on sovitettu yhteen KNX-järjestelmän kanssa. Ylijännitesuojan kokoluokka vastaa väyläkytkentäliitintä ja siihen on kytketty lisämaadoitusjohdin, joka kytkeytyy suoraan maadoituspotentiaaliin. Kuvassa 7 on KNX-järjestelmän ylijännitesuoja. Ylijännitesuoja kytketään kenttälaitteen tai toimilaitteen väyläkytkentäliittimeen. (KNX perusperiaatteet 2006, 121.)

Toinen KNX-järjestelmän ylijännitesuoja on diagnostiikkayksikkö, jonka tarkoituksena on seurata väylää ja sulkea pois ylijännitepiikkejä ja transienttiyljännitteitä väylästä. Diagnostiikkayksikkö sijoitetaan kiinteistön pääkeskukselle muiden toimilaitteiden kanssa. (ABB OY 2014, 45.)



KUVA 7. KNX-järjestelmän ylijännitesuoja (KNX perusperiaatteet 2006.)

## 4 KNX-PROJEKTIN MALLIASIAKIRJA

KNX-projektien hoitamiseen on laadittu malliasiakirja, jota voidaan käyttää apuna KNX-projektien läpiviemiseen. Malliasiakirjan ovat laatineet sveitsiläiset ja suomalaiset KNX-asiiantuntijat. Asiakirjan tiedot on laadittu tekijöiden pitkäaikaisen kokemuksen ja KNX-integraattoreiden avulla. Tarkoituksena on ollut luoda selkeät toimintamallit. Suomen KNX ry on tehnyt yhteistyössä jäsenistön kanssa sovelluksia alkuperäiseen asiakirjaan, joten siihen on tullut Suomen omia sovellusratkaisuja sekä yleisiä asennuskäytäntöjä. Suomessa julkaistiin vuonna 2012 uusi ST 701.31 -kortti, johon on koottu ohjeita KNX-projektien läpiviemiseen. (KNX Finland 2012.)

### 4.1 KNX-projektin vaiheet

KNX-projekti koostuu useita eri vaiheista. Kuvasta 8 voidaan tarkastella, mitä vaiheita projektin läpiviemiseen kuuluu.



KUVA 8. KNX-projektin hallinta (KNX Finland 2012.)

### 4.2 Valmisteluvaihe

Projektin keskeisin vaihe on valmisteluvaihe. Tällöin pitää selvittää rakennuttajan kanssa, millainen automaatiotaso rakennukseen suunnitellaan. Automaatiota suunniteltaessa täytyy ottaa huomioon myös sähköasennuksien taso. Tärkeää tiedon keräämisessä on ottaa selville järjestelmään vaadittavat tarvikkeet ja niiden saatavuus. Heti alussa kannattaa valita luotettavat laitevalmistajat, joten laitteiden toiminta on varmaa ja reklamointi on mahdollista. Valmisteluvaiheessa kannattaa laatia koko järjestelmäkuvaus ja määritellä laitteiden toiminnot. Tietoa laitteista voi myös kysyä laitevalmistajilta, joilla on tarkkaa tietoa laitteiden ominaisuuksista. (KNX Finland 2012.)

### 4.3 Automaation suunnittelu

Automaation suunnitteluvaiheessa laaditaan tarkat tavoitteet ja aletaan suunnitella tarkemmin eri järjestelmiä ja niiden rajapintoja. Näin saadaan hyödynnettyä automaatiota kokonaisuudessaan. (KNX Finland 2012.)

Esisuunnittelussa määritellään automaatiotaso. Automaatiotasot on jaettu kolmeen eri osaan:

1. valaistuksen ohjaus
2. kaikkien kiinteistössä käytettävien järjestelmien koonti yhdeksi kokonaisuudeksi
3. kaikkien kiinteistössä käytettävien järjestelmien etäohjaus.

Alustavassa suunnitelmassa laaditaan

1. järjestelmän peruskaaviot
2. toimintakuvaukset.

Lopulliseen suunnitelmaan laaditaan

1. sähkökuvat
2. valaitussuunnitelma
3. väyläkaapelointi
4. KNX-kalusteiden sijoittelu
5. sähkökeskusten kuvat
6. KNX-liitäntäpisteet.  
(KNX Finland 2012.)

#### 4.4 Toteutus ja asennus

Toteutus- ja asennusvaihe ei poikkea muista sähköasennuksista. KNX-järjestelmän asennuksia tehdään muiden sähköasennusten lomassa. Kaapelointi ja laitteiden asentaminen kuuluvat keskeisimpiin asennustöihin. Olennaisena osana on myös järjestelmän käyttöönottaminen. Testaaminen täytyy suorittaa ennen varsinaista käyttöönottamista. (KNX Finland 2012.)

#### 4.5 Luovutus

Luovutukseen kuuluu järjestelmän testaus ja opastus. Järjestelmän tarkastukseen kuuluu silmämääräinen tarkastelu ja liitäntöjen tarkastaminen. (KNX Finland 2012.)

#### 4.6 Ylläpito

Koska kyseessä on rakenteeltaan joustava järjestelmä, on myöhemmin tehtävät muutokset yksinkertaista toteuttaa. Komponenttien vaihtopäivämäärää taikka viimeistä käyttöpäivää ei ole annettu, minkä vuoksi järjestelmän ylläpito on vaivatonta. Jotta voidaan varmistaa, että KNX-järjestelmä toimii moitteettomasti, on hyvä laatia huolto- ja kunnossapitosuunnitelma. KNX-järjestelmän huolto- ja kunnossapitosuunnitelmassa sovelletaan samoja sääntöjä kuin muissakin sähköasennuksissa. Ennakoivaan huoltoon voidaan sisällyttää toimilaitteiden ja kenttälaitteiden vuosittainen tarkastelu, jotka kuuluvat kiinteistön määräaikaistarkastusten joukkoon.  
(KNX perusperiaatteet 2006, 106 - 107.)

KNX-väylän tilan seuraamiseksi voidaan asentaa tiedonkeruuyksikkö, joka kerää tietoa väylän tilasta ja kytkentäkerroista sekä laskee laitteiden käyttötunnit. Tiedonkeruuyksikölle voidaan asettaa raja-arvoja esimerkiksi kytkimen kytkentäkerroista, jolloin se lähettää tiedon vaihdettavasta komponentista. Näin voidaan suunnitella, milloin osa voidaan vaihtaa, jottei se aiheuta turhia toimenpiteitä ja keskeytyksiä. Kuvassa 8 ABB:n valmistama tiedonkeruuyksikkö. (ABB OY 2014, 45.)



KUVA 8. Tiedonkeruuyksikkö (ABB OY 2014.)

## 5 SUUNNITELTU OMAKOTITALO

### 5.1 Suunnittelukohteen esittely

Suunnittelykohteena oli 180 m<sup>2</sup> omakotitalo, joka sijaitsee Kuopion Rautaniemessä. Kuvassa 9 näkyy kiinteistö etupihalta kuvattuna. Kohteessa käytetyt asennustuotteet ja KNX-järjestelmä ovat ABB:n valmistamia. Rakennuksen pohjapiirustukset ovat liitteinä 1A ja 1B.

Kohteen tiedot:

Alakerta

- Rakenne: Muurattu lämpöharkko
- Autotalli, eteinen, lämmönjakohuone, makuuhuone, oleskelutila, pesuhuone, sauna ja wc

Yläkerta

- Rakenne: Omatalon valmiselementti, kappaletavara
- Keittiö, kolme makuuhuonetta, pesuhuone, olohuone, vaatehuone ja wc

Muut rakennukset

- Erillinen autokatos

Lämmitys

- Kaukolämpö ja vesikiertoinen lattialämmitys

Ilmastointi

- Ilmastointikone ja liesituuletin



KUVA 9. Suunnittelukohte etupihalta (Lämsä 2015-02-27.)



KUVA 10. Keittiön led-valaistus (Lämsä 2015-02-27.)





KUVA 11. Olohuoneen suora- ja epäsuora valaistus (Lämsä 2015-02-27.)

## 5.2 Suunnitellut KNX-asennukset

Kappaleessa käydään läpi mitä KNX-järjestelmän osia kohteeseen suunniteltiin käytettäväksi. Kuvassa 12 on virtalähde, joka syöttää väylään 24 VDC:n käyttöjännitteen. Seuraavat asiat suunniteltiin KNX-automaatioon:

- Valaistus
- Lämmitys
- Ilmastointi
- Hälytysjärjestelmä



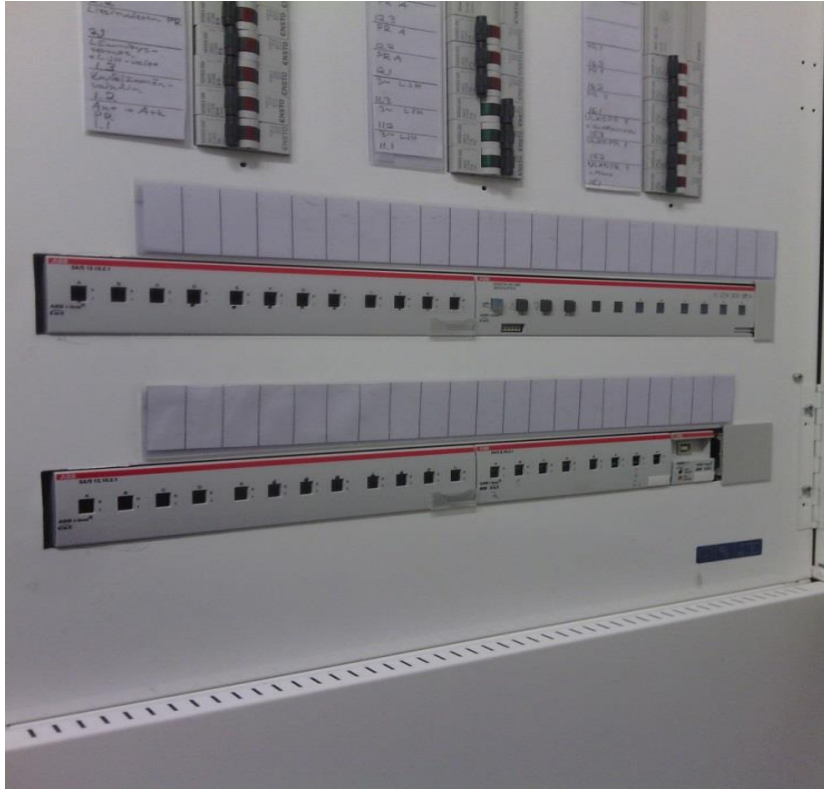
KUVA 12. Virtalähde 24 VDC (ABB OY 2014.)

### 5.2.1 Sähkökeskus

Sähkökeskuksiksi valittiin Enston ENSV345.48 -it-mittauskeskus. Keskuksessa on sekä kiinteistön sähköenergianmittaus, että it-osa, johon kytkettiin yleiskaapelointijärjestelmä. Valittaessa sähkökeskusta on otettava huomioon KNX-järjestelmän toimilaitteet, jotka vievät valtaosan varalle merkityistä moduulipaikoista. Toimilaitteiden lisääminen vaatii datakeskuksen asentamisen sähkökeskuksen viereen. Kuvassa 13 näkyy kiinteistön it-mittauskeskus kokonaisuudessaan ja kuvassa 14 KNX-toimilaitteet asennettuna keskuksessa.



KUVA 13. Ensto ENSV345.48 it-mittauskeskus asennettuna (Lämsä 2015-02-27.)



KUVA 14. KNX toimilaitteet asennettuna it-mittauskeskukseen (Lämsä 2015-02-27.)

## 5.2.2 Valaistus

Valaistuksen ohjaaminen KNX-järjestelmällä on mahdollista painikkeilla, ohjauspaneelilla, kännykällä tai läsnäolotunnistimella. Myös valoisuudenmittauksen avulla on helppo säätää valaistusta, jolloin saadaan aina haluttu optimivalaistus. Huoneisiin voidaan luoda valaistustilanteita ETS-ohjelmalla, jolloin esimerkiksi painiketta painaessa saadaan haluttuja valaistustilanteita huoneisiin.

Sisätilojen valaistusohjaus toteutettiin painonapeilla ja läsnäolotunnistimilla. Sähkökeskukselle asennettavat toimilaitteet ovat kytkinyksiköt ja himmenninyksiköt, joita on kuvissa 15 ja 16. Dali-liitäntälaitte mahdollistaa yksilöllisen valaistusohjauksen. Kuvissa 10 ja 11 näkyy ohjattavia valaistuksia. Ulkovalaistuksen ohjaus toteutetaan loppuun kesän 2015 aikana. Kuvassa 18 liiketunnistin ulkovalaistuksen ohjaukseen. Kuvassa 17 näkyy neliosainen KNX-painike asennettuna ja tarrakirjoittimella merkittynä. Valaistuksen ohjaus toteutettiin seuraavilla painike- ja liiketunnistinmäärillä:

- KNX-painike yksiosainen 3 kpl
- KNX-painike kaksiosainen 6 kpl
- KNX-painike neliosainen 8 kpl
- KNX-liiketunnistin 6179AGM-204 3 kpl
- KNX-kytkinyksikkö 12x10 A 2 kpl
- KNX-kytkinyksikkö 8x16 A 1 kpl
- Valonsäädin 4x315 VA 1 kpl.



KUVA 15. Kytkeyksikkö 4x10A (ABB OY 2014.)



KUVA 16. Yleissäädin 4x10A 315VA (ABB OY 2014.)



KUVA 17. KNX-järjestelmän 4-osainen painike merkattuna (Lämsä 2015-02-27.)



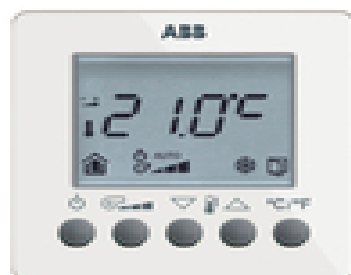
KUVA 18. Liiketunnistimet IP 54 (ABB OY 2014.)

### 5.2.3 Lämmitys

Kiinteistö lämmitetään kaukolämmöllä ja lämmitysratkaisuna on vesikiertoinen lattialämmitys. KNX-järjestelmällä lattialämmityksen ohjaaminen suunniteltiin huonetermostaateilla ja venttiiliohjaimilla. Vesikiertoisen lattialämmityksen piirejä on alakerrassa ja yläkerrassa yhteensä 15 kappaletta. Lattialämmityksen piirejä ohjataan sähköisillä 230 V:n venttiilimoottoreilla, joten venttiilimoottoreita on yhteensä 15 kappaletta. Venttiiliohjaimet oli mahdollista kytkeä asiakkaan hankkimiin venttiilimoottoreihin, koska venttiiliohjaimien käyttöjännite on 24 V - 230 V eivätkä venttiiliohjaimet vaadi saman valmistajan venttiilimoottoreita. Venttiiliohjaimet sijoitetaan sähkökeskukselle ja sieltä ne kaapeloidaan lattialämmityksen jakotukeille. Venttiiliohjaimia ohjataan huonetermostaateilla. Huonetermostaatit sijoitetaan yleisiin tiloihin ja ne kaapeloidaan suoraan väylään. Kuvassa 19 venttiiliohjain ja kuvassa 20 huonetermostaatti. Lattialämmityksen ohjaukseen suunniteltiin käytettäväksi neljä huonetermostaattia ja 12-kanavainen venttiiliohjain.



KUVA 19. Venttiiliohjain (ABB OY 2014.)



KUVA 20. Huonetermostaatti (ABB OY 2014.)

#### 5.2.4 Ilmastointi

KNX-järjestelmän ilmastoinninohjaus voidaan toteuttaa huonetermostaateilla ja puhallinohjaimilla. Huonetermostaatti ohjaa puhallinohjainta ja tämä ilmastointikoneetta. Ilmastointikoneen merkki on Vallox ja malli 110 SE. Kuvassa 20 huonetermostaatti ja kuvassa 21 puhallinohjain. KNX-puhallinohjain sijoitetaan sähkökeskukseen. Ilmastoinnin ohjaukseen voidaan käyttää samoja huonetermostaatteja kuin lattialämmityksen ohjaukseen. Ilmastoinnissa ei ole erillistä jäähdytystoimintoa, eikä liesituuletin kuulu samaan järjestelmään. Liesituulettimessa on oma ohjausyksikkönsä ja huippuimurinsa.

Autotalli on paloluokitukseltaan korkeammassa luokassa, ja tämän takia sitä ei ole liitetty huoneistoiden ilmastointijärjestelmään. Autotallin ulkoseinään sijoitettiin oma poistoilmapuhallin, jota ohjataan KNX-painikkeella. Poistoilmapuhaltimen syöttö on kytketty 16 A kytkinyksikköön sähkökeskussella.



KUVA 21. Puhallinohjain (ABB OY 2014.)

#### 5.2.5 Hälytysjärjestelmä

Hälytysjärjestelmä rakentuu pääkeskukseen asennetusta valvontayksiköstä ja kentällä olevista kentälaitteista. Murtohälytys suunniteltiin asentamalla oviin magneettikytkimet ja sisälle kulkuväylille liiketunnistimia. Murtohälytyksen aktivoituessa sireeni alkaa soida ja kiinteistön kaikki valot syttyvät. Tällaiset hälytysohjaukset ohjelmoidaan ETS-ohjelmistossa. Sähkökatkoksia varten on akkuvarmennus, joka säilyttää tarvittavan jännitetason. Paloilmoitinjärjestelmä toteutetaan asentamalla huoneisiin paloilmalämpömittarit joka 60 m<sup>2</sup>:iä kohti. Kosteusvahti valvoo astianpesukoneen ja lattialämmityksien jakotukkien vuotoja. Vesivahingon sattuessa sireeni alkaa soida.

Kaikista näistä hälytyksistä menee tieto kiinteistönomistajan puhelimeen ja eteisessä olevaan hallintapaneeliin, jolla voidaan kuitata hälytys. Kuvassa 22 KNX-valvontayksikkö. Suunniteltu hälytysjärjestelmä koostuu seuraavista komponenteista:

- KNX-valvontayksikkö 1 kpl
- KNX-palohälyttimet 10 kpl
- KNX-magneettikytkimet 5 kpl
- KNX-läsäolotunnistimet 4 kpl
- KNX-vuotoilmaisimien 3 kpl.



KUVA 22. Valvontayksikkö (ABB OY 2014.)

### 5.2.6 Etäohjaus

Etäohjaaminen voidaan toteuttaa ohjauspaneelilla, tabletilla taikka älypuhelimella. Etäohjaamalla voidaan päästä kaikkiin toimintoihin, jotka on liitetty KNX-järjestelmään. KNX/IP -väylämuuntimella voidaan internetin avulla hallita väylää. Väylämuunnin sijaitsee keskuksella, jossa se on kytketty väylään ja kiinteistön lan-verkkoon. Kuvassa 23 KNX/IP -väylämuunnin. Ohjauspaneeli mahdollistaa kiinteistön KNX-järjestelmien hallintaa. Ohjauspaneeli asennetaan kiinteästi seinään. Myös ohjauspaneeli kytketään väylään ja internettiin langallisesti. Kuvassa 24 smart-touch ohjauspaneeli.





KUVA 23. KNX/IP-muunnin (ABB OY 2014.)



KUVA 24. Ohjauspaneeli SMARTtouch (ABB OY 2014.)

### 5.2.7 KNX-asennuksissa huomioitavaa

Koska väyläkaapeli on ohutlankainen, johtimet kannattaa kuoria hienovaraisesti. Yleisimpiä syitä tiedonsiirto-ongelmiin ovat poikkimenneet johtimet.

Kytettäessä keskusta täytyy ottaa huomioon myös kuoritun väyläkaapelin ja vahvavirtakaapelin läheisyys. Niiden etäisyys toisistaan täytyy olla 4 mm. Näin vahvavirtajohto ei aiheuta häiriötä väyläkaapeliin. (ST 701.32, 2014, 3.)

KNX-laitteen asennuksen jälkeen on tärkeää merkitä laitteeseen toiminnot ja sen laitetunnus tarpeen vaatiessa. Merkintään kuuluu laitetunnus ja laitteen asennuspäivämäärä. Muutoksia tehdessä voidaan myöhemmin merkata muutospäivämäärä. (ST 701.32, 2014, 2.)

## 6 KÄYTÄNNÖN TYÖVAIHEET

### 6.1 Aloituspalaveri

Ennen KNX-järjestelmän suunnittelemista kävimme aloituspalavereissa läpi mitä asiakas haluaa järjestelmältä ja millaisia kustannuksia se toisi. Kustannuslaskelmaan laadittiin KNX-järjestelmän laitteiden ja perinteisen sähköjärjestelmän laitteiden hinnastot. Tämän jälkeen kustannuksia vertailtiin. Ohjauksien toteutuksen piti olla yksinkertaisia ja ymmärrettäviä, jotta järjestelmän toiminnot eivät jää epäselväksi loppukäyttäjälle.

KNX-järjestelmän osalta asiakkaalta tiedusteltiin millä asennuskalustemallilla asiakas kenttälaitteet haluaa. Tässä yhteydessä tarkistettiin mistä paikoista loppukäyttäjä haluaa ohjata toimintoja ja millaisia ohjauksia käyttäjä haluaa. Suunnitelupalaverissa suunniteltiin valaistussuunnitelma ja valaistusten ohjaukset.

### 6.2 Suunnittelu

Asiakkaan kanssa laaditun pistekuvan perusteella suunnittelin painikkeiden paikat. Kenttälaitteiden paikat valittuamme kävin yhdessä laitetoimittajan kanssa läpi millaisia toimilaitteita keskukselle tarvittaisiin, jotta ohjaukset voitaisiin toteuttaa, ja millaisia painikkeita tarvittaisiin. Tämän pohjalta pystyin laatimaan lopullisen laiteluettelon ja KNX-järjestelmän laitteiden kustannukset.

Suunnittelukuvat piirsin CADS-planner -suunnitteluohjelman avulla. Valitettavasti KNX-järjestelmän piirrosmerkkejä ei ollut vielä CADS-plannerin tietokannassa. Siksi käytettiin kojerasia piirrosmerkkiä ja viereen merkattiin painikkeen tyyppi. Myöhemmin paljastui että laitevalmistajien sivuilta on mahdollista saada ladattua piirrosmerkit dwg-versiona suunnitteluohjelman tietokantaan.

Kohteen ollessa omakotitalo ei tarkempia ryhmäosoitteita lähdetty määrittämään. Ohjelma laatii ryhmäosoitteet automaattisesti. Automaattisesti laaditut ryhmäosoitteet voidaan merkata tasokuviin. ETS-ohjelmassa on tarkoin määritelty mihin huoneeseen kenttälaitte on sijoitettu ja sen ohjaukset. Tarkat kuvaukset mahdollistavat myöhemmin tehtävät muutokset. KNX-järjestelmästä tasokuvista piirrettiin ala- ja yläkerran kuvat, ja varaukset suunnittelin samoihin suunnitelmiin.

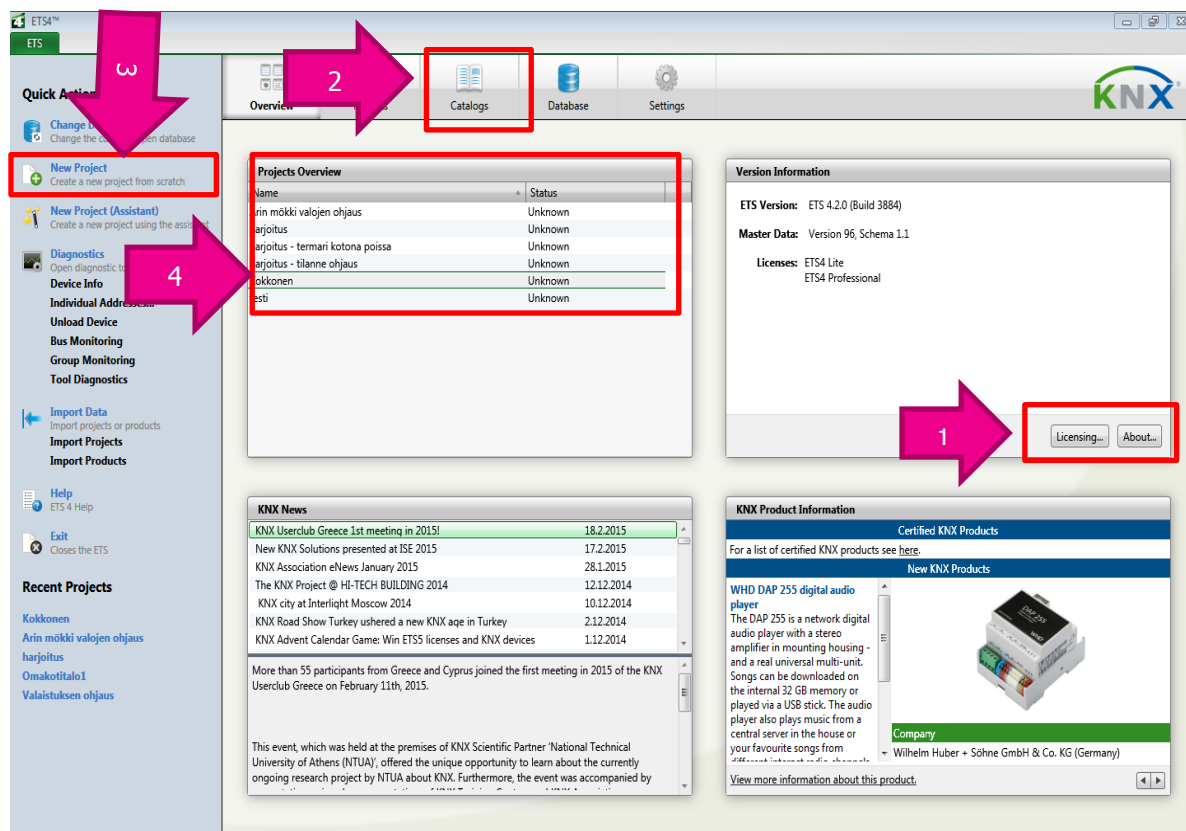
Aloittaessa kaapeloinnin suunnittelua ei ollut varmuutta miten kaapelointi olisi pitänyt toteuttaa. Kaapelointi päädyttiin toteuttamaan ketjuttamalla kenttälaitteet. Eri järjestelmät, esimerkiksi palohälytin ja rikoshälyttimet suunniteltiin omille silmukoille. Tämä sen takia etteivät järjestelmät vahingossakaan haittaa toistensa toimivuutta. Toisen kerroksen ollessa Omatalon valmiselementti täytyi sähköpistekuvat piirtää ensin. Sähköpistekuvat merkattiin Omatalon ohjeiden mukaisesti.

## 6.3 ETS4-ohjelmointi

Ennen ohjelmoinnin aloittamista asennetaan ETS-ohjelmisto, jolla KNX-järjestelmän ohjelmoidaan. Alkuun pääsemiseksi voi ladata demoversion KNX:n internetsivuilta. Ennen ohjelman lataamista täytyy henkilön suorittaa lyhytkestoinen verkkokurssi, joka tutustuttaa ohjelman alkeisiin. Myös laitevalmistajat, esimerkiksi ABB, järjestävät yrityksille parin päivän mittaisia ilmaisia ohjelmointikursseja. Seuraavassa käydään läpi missä järjestyksessä ohjelmointi toteutettiin ja mikä tuotti eniten työtä. Kuvissa 25 -31 on merkittyinä punaisilla nuolilla ohjelmointiin liittyvät valikot. Kuvassa 25 kohdassa 1 näkyy ohjelman Licensing-linkki, jolla ohjelmaan asennetaan lisenssi.

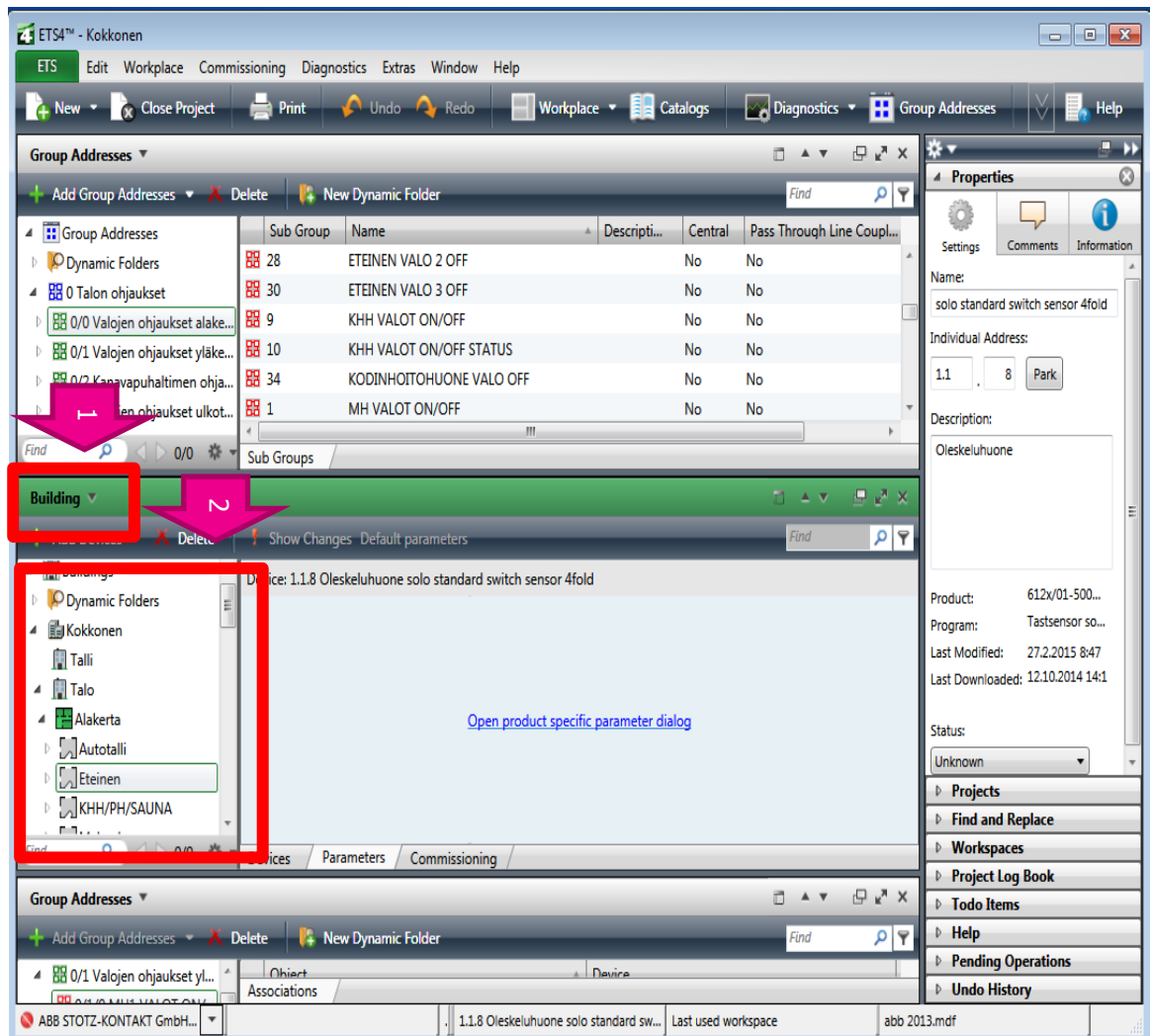
### 6.3.1 Ohjelmoinnin vaiheet

Ennen varsinaista ohjelmointia määritellään projektille nimi ja ladataan KNX-laitteiden tuotetiedot valmistajien sivuilta tietokantaan. Tuotetietojen avulla ohjelma ymmärtää, mikä laite on kyseessä, ja sen avulla voidaan määrittää laitteen asetukset ohjelmassa. Tietokantaan on mahdollista ladata tuotetietoja jälkepäin. Kuvassa 25 kohdassa 2 näkyy Catalogs-valikko, josta laitetietokanta ladetaan. Jos tietoja ei ole ladattu oikein, käyttöönoton aikana ohjelman lataaminen väylään ei onnistu ja toimilaite ei toimi halutulla tavalla.



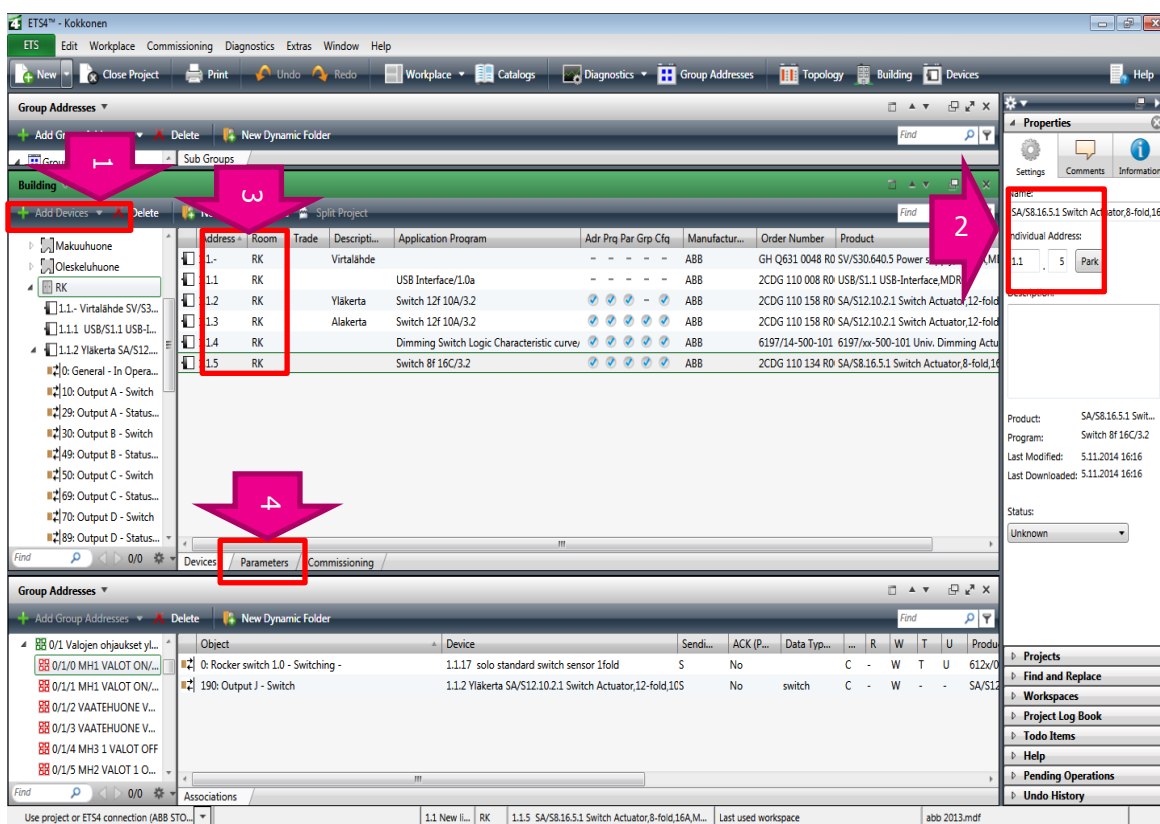
KUVA 25. ETS 4 ohjelman aloitussivu (Lämsä 2015-02-27.)

Avattaessa uusi projekti New Project –linkistä ensimmäisenä määritellään rakennukset, kerrokset, huoneet ja sähkökeskukset. Kuvassa 25 kohdassa 3 New Project -linkki ja kohdassa 4 näkyy ohjelmoituja projekteja. Tarkasti määritellyt tilojen nimet helpottavat ohjauksien tekemistä. Nämä tehdään Building-ikkunassa. Kuvassa 26 kohdassa 1 on Building-ikkuna ja kohdassa 2 näkyy määritelty rakennus.



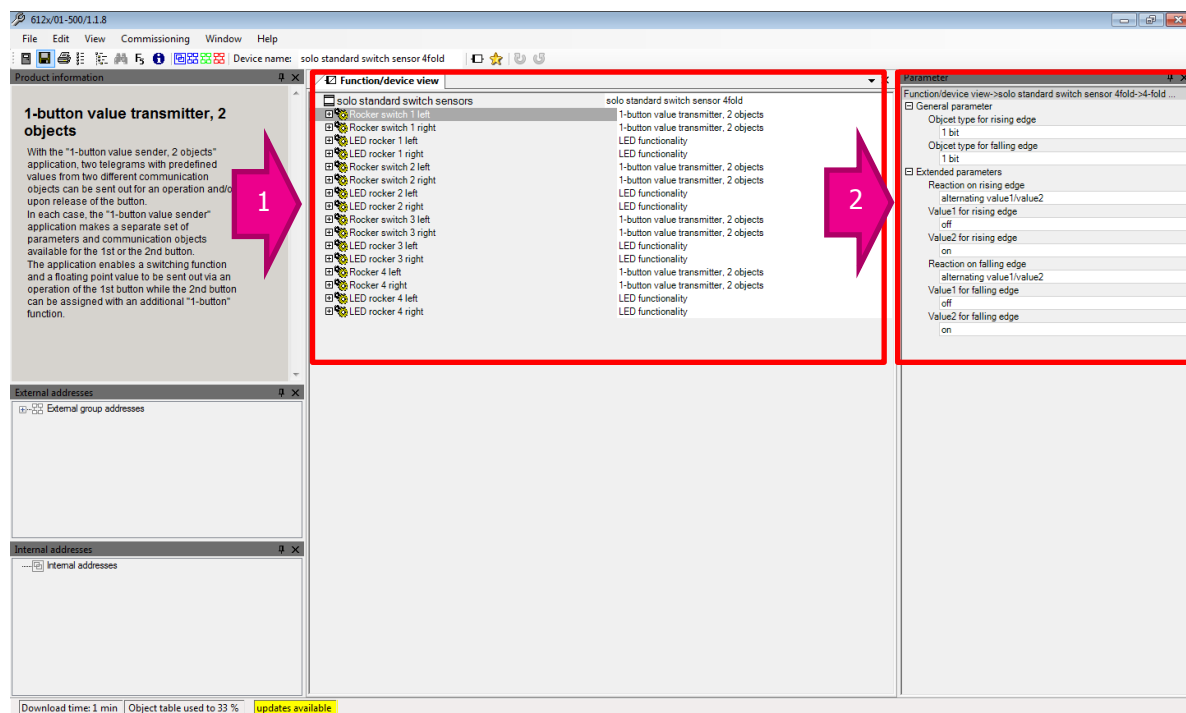
KUVA 26. Kiinteistön määrittely ohjelmaan (Lämsä 2015-02-27.)

Kiinteistön huoneiden määrittelyn jälkeen lisätään keskukseen tulevat toimilaitteet ja huoneisiin tulevat kenttälaitteet tuotetietokannasta. Tuotteet löytyvät tietokannasta mallinumeron mukaan. Tuote lisätään Add Devices -valikon kautta. Kuvassa 27 näkyy Add Devices -linkki. Kenttälaitteet lisätään järjestyksessä kiinteistön huoneisiin ja samalla kerralla lisätään huoneen kaikki kenttälaitteet. Toimilaitteita lisättäessä ohjelma antaa automaattisesti osoitteen, ellei sitä ole asetuksissa muutettu. Kuvassa 27 kohdassa 2 on ohjelman antama ryhmäosoite. Jos ryhmäosoitteet on ennalta määritetty, osoitteet voidaan muuttaa halutuiksi. Tässä kohteessa ohjelma laati juoksevan numeroinnin ja nämä osoitteet merkittiin lopullisiin suunniteltuihin sähkökuviin. Kuvassa 27 kohdassa 3 on ohjelman laittamat ryhmäosoitteet. Sähkönumeron avulla ei ole mahdollista löytää tuotteita. Tietyt toimilaitteet, esimerkiksi virtalähde ja usb-yksikkö, eivät tarvitse ryhmäosoitetta. Kyseiset laitteet eivät tee toimintoja.



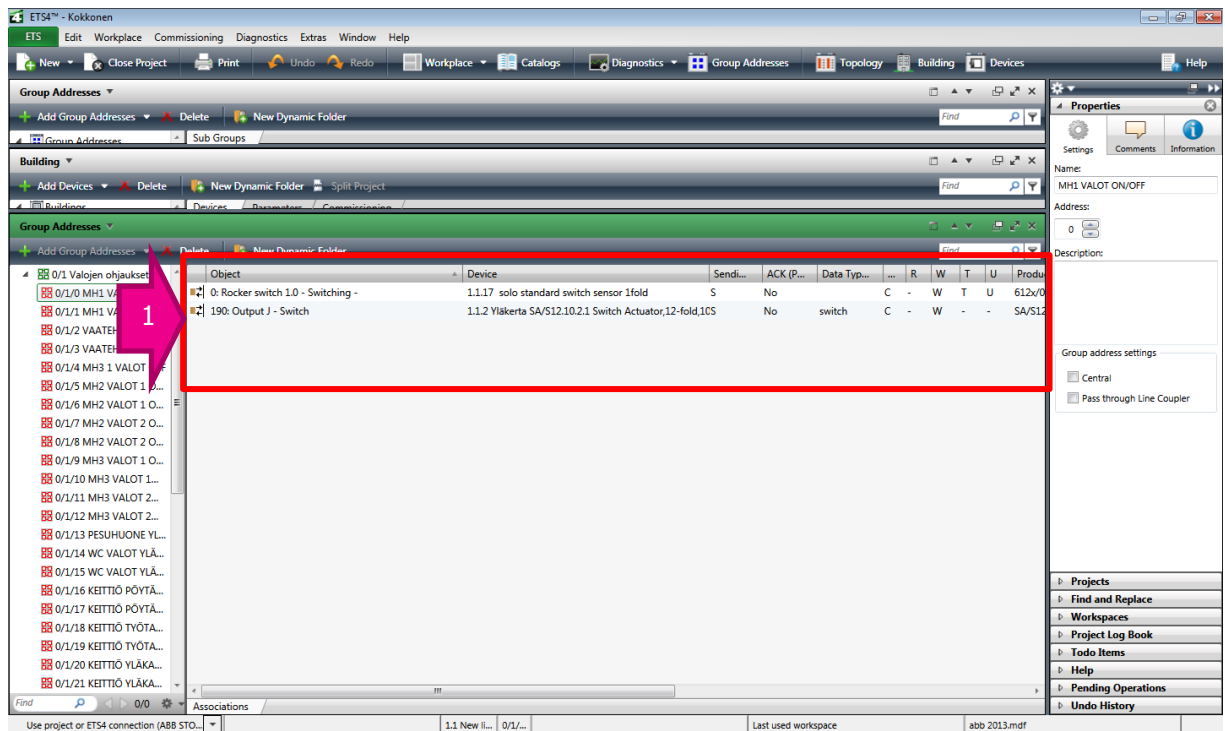
KUVA 27. KNX-toimilaitteiden lisääminen projektiin (Lämsä 2015-02-27.)

Toimilaitteiden ja kenttälaitteiden lisäämisen jälkeen määritellään parametrit joiden avulla laitteiden toiminnot ohjautuvat. Nämä parametrit määritellään Power-Tool-ohjelmalla, joka avautuu ETS-ohjelman Parameters-linkistä. Kuvassa 27 kohdassa 4 näkyy Parameters-linkki. Esimerkiksi ABB:n IMPRESSIVO-sarjan 4-osaisen painikkeen toiminnoilla saadaan ohjattua kahdeksaa valoryhmää. Jokaisella erillisellä painikkeella voidaan hallita omaa valoryhmää. Parametreista voidaan määrittellä himmennykset, painonappitoiminnot, valaistuksen voimakkuus ja syttymisajat. Myös led-merkkivalojen väri ja syttyminen voidaan määrittellä parametreista. Kuvassa 28 kohdassa 1 valitaan kustakin painikkeesta osa, jonka parametreja halutaan muuttaa. Kohdassa 2 valitaan muutettavat parametrit.



KUVA 28. KNX-kenttälaitteen asetuksien määrittely (Lämsä 2015-02-27.)

Parametrien määrittelyn jälkeen aloitetaan väylälaitteiden yhdistäminen linkittämällä ne toisiinsa ryhmäosoitteiden avulla. Esimerkiksi yksiosaisella painikkeella on määriteltävä switching, joka linkitetään tietyn kytkinyksikön koskettimelle. Painikkeelle täytyy määrittää status ON/OFF-tila, jolloin kytkinyksikkö tietää milloin valaistus on päällä ja milloin pois päältä. Kuvassa 29 kohdassa 1 on linkitetty painike kytkinyksikköön.

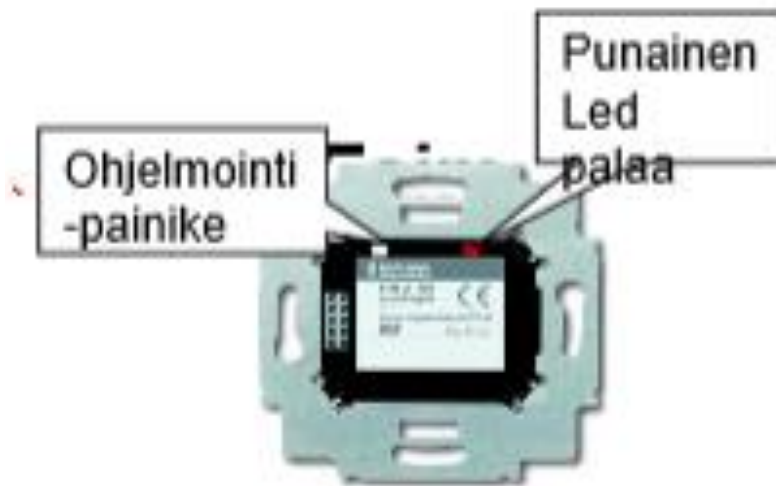


KUVA 29. Linkitys kytkinyksikön ja 1-osaisen painikkeen välillä (Lämsä 2015-02-27.)

### 6.3.2 ETS-ohjelman lataaminen väylään

Fyysinen liitäntä PC:n ja väylän välillä tehdään usb-toimilaitteen kautta. Jotta ohjelmointi voidaan siirtää väylään täytyy ETS-ohjelmistossa muokata asetukset ohjelman etusivulta Settings-valikosta. Sieltä määritellään liityntärajapinnaksi USB. Ryhmäosoitteiden lataaminen väylään tapahtuu kytke-mällä tietokone väylään usb-kaapelin avulla. Tämän jälkeen valitaan hiiren oikealla napilla haluttu toimi- tai kenttälaite, joka halutaan ladata väylään. Download all -painikkeesta ladataan sekä osoite että ohjelma. Muutoksia tehdessä ohjelmassa on mahdollisuus ladata Download partial tai Physical address, jolloin on mahdollista ladata yksilöllinen osoite, parametreja tai kytkentämuutoksia.

Ennen lataamista täytyy toimi- tai kenttälaite aktivoida ohjelmointipainikkeesta, joka sijaitsee fyysisesti laitteessa. Painettaessa painiketta syttyy laitteeseen merkkivalo, jolloin laite on valmis ottamaan ryhmäosoitteensa. Kuvassa 30 näkyy painikkeen ohjelmointipainikkeen paikka ja merkkivalo. Laitteiden ryhmäosoitteiden lataaminen väylään kannattaa toteuttaa järjestyksessä aloittamalla keskuksen toimilaitteista ja tämän jälkeen linja kerrallaan käydä toimilaitteet läpi. Tätä tehdessä on hyvä olla kaksi henkilöä, jolloin toinen on painamassa laitteen ohjelmointipainiketta ja toinen lataa ryhmäosoitteen väylään. Kuvassa 31 kohdassa 1 ryhmäosoitteen lataaminen kenttälaitteelle on onnistunut.



KUVA 30. Painikkeen ohjelmointi painike. (ETS4-ohjelman käyttö 2011)

The screenshot shows the ETS4 software interface with a table of devices. The table has columns: Address, Room, Trade, Description, Application Program, Addr, Prq, Par, Grp, Cfg, Manufactur..., Order Number, and Product. A red box highlights the 'Addr Prq Par Grp Cfg' columns for the first row, with a pink arrow pointing to it and the number '1'.

Address	Room	Trade	Description	Application Program	Addr	Prq	Par	Grp	Cfg	Manufactur...	Order Number	Product
1.1.7	Eteinen	Ulko-ovi	Tastensor solo Standard 1f	Tastensor solo Standard 1f	0	0	0	0	0	BB	612x/01-500	612x/01-500 solo Tastensor Standard
1.1.8	Eteinen	Oleskeluhuone	Tastensor solo Standard 1f	Tastensor solo Standard 1f	0	0	0	0	0	BB	612x/01-500	612x/01-500 solo Tastensor Standard
1.1.9	Eteinen	Portaikko	Tastensor solo Standard 1f	Tastensor solo Standard 1f	0	0	0	0	0	BB	612x/01-500	612x/01-500 solo Tastensor Standard
1.1.10	Eteinen	Palo-ovi	Tastensor solo Standard 1f	Tastensor solo Standard 1f	0	0	0	0	0	BB	612x/01-500	612x/01-500 solo Tastensor Standard

KUVA 31. Ohjelman lataaminen väylään. (Lämsä 2015-02-27.)



## 6.4 Käyttöönottotarkastus

Käyttöönottotarkastukseen kuuluivat aistinvaraiset tarkastukset ja sähköiset mittaukset. Käyttöönottomittarina käytettiin Fluke 1650B -mittaria. KNX-järjestelmään tehtiin aistinvaraisia tarkastuksia ja sähköisistä mittauksista väyläkaapelin eristysvastusmittaus sekä jatkuvuuden ja napaisuuden mittaus. Kohteen käyttöönottotarkastus toteutettiin edeltävänä päivänä ennen rakennustarkastusta. (ST 701.32, 2014, 3.)

### 6.4.1 Aistinvarainen tarkastus

Aistinvaraisia tarkastuksia on tehty koko rakentamisen ajan. Ennen sähköisiä mittauksia suoritettiin aistinvaraisia tarkastuksia. KNX-järjestelmän osalta tarkastettiin, että kenttälaitteet ovat omilla paikoillaan suunnitelmien mukaisesti ja painikkeet on merkitty tarrakirjoittimella. Tarkastuksessa katsottiin, että keskuksella olevat toimilaitteet ovat asiallisesti paikoillaan ja kaapelit ovat siistissä nipussa. Tarkastuksessa tarkastettiin koko kiinteistön sähköjärjestelmät. Tarkistettavia kohteita ennen varsinaista käyttöönottoa ovat väyläkytkennät ja väylän sähkönsyötön kytkennät (ST 701.31, 2014, 3.)

### 6.4.2 Eristysvastusmittaus

KNX-väyläjärjestelmän käyttöjännite on 24 VDC ja muuntaja muuttaa 230 V:n jännitteen sopivalle tasolle. Eristysvastusmittaus toteutettiin SELV-piirille. Ennen mittausta irrotettiin liitin silmukoista, jotta testijännite ei vahingoita kenttälaitteita eikä vaikuta mittaustuloksiin. Testausjänniteenä käytettiin 250 VDC:tä, ja eristysvastuksen tulee näyttää vähintään 250 kΩ. Mittauksissa mitataan ensiö- ja toisiopiirin välinen eristysvastus. Koska kyseessä on SELV-piiri, standardi edellyttää mittaamaan eristysresistanssin SELV-piirin ja maan väliltä. (KNX peruseriaatteet 2006, 89.)

## 6.5 Kohteen luovutus

Kun ryhmäosoitteet on ladattu väylään testataan kaikki toiminnot. Toimintojen itseluovutustestaus suoritetaan huonetila ja väylälaitte kerrallaan. Tällä testataan, että kaikki laitteet ja ohjaukset suunnitelmien mukaisesti. Testaustulokset kirjataan toimintokortteihin. Testauksia tehdessä kannattaa samalla esitellä loppukäyttäjälle ohjaukset ja toiminnot. (ST 701.31, 2014, 3.)

## 6.6 Suunnitelmien dokumentointi

Käyttäjälle toimitettiin sähkösuunnitelmat paperisena ja sähköisenä. Työn aikana suoritettavat muutokset piirrettiin puhtaaksi loppukuviin. Nämä koottiin kansioon, joka luovutettiin asiakkaalle. Samalla tallennettiin ETS-ohjelmistolta ohjelmoinnit muistitikulle. Näin myöhempi muokkaaminen helpottuu. Loppudokumentteihin kuuluvat tasopiirustukset sekä järjestelmä- ja keskuskaaviot. Huolto- ja kunnossapitosuunnitelmaa järjestelmälle ei laadittu, koska standardi ei edellyttänyt sitä. (ST 701.31, 2014, 3.)

## 7 KUSTANNUSVERTAILU

Kustannusvertailun tarkoituksena on vertailla KNX-järjestelmän ja perinteisellä asennustavalla toteutetun sähköjärjestelmän kustannuksia. Kustannusvertailuun on koottu toteutetun omakotitalon valaistusjärjestelmän kustannukset. Tuotteet ovat ABB:n valmistamia ja ne tilattiin Rexel Oy Kuopion kautta. Hinnat ovat verottomia ja suoraan Rexel e-catalog-tuoteluettelosta. Asennusten hinnat on otettu Sähköasennustoimialan työehtosopimuksesta. Keskimääräisenä verottomana tuntihintana käytetään 40 euroa. KNX-järjestelmän suunnittelu maksaa noin 1 000 - 2 000 € ja perinteisellä asennustavalla toteutettu 500 - 1 200 €. Kustannusvertailussa käytetyt sähkösuunnittelukustannukset ovat urakoitsijan määrittelemiä. Ohjelmoinnin ja käyttöönoton hinnat laskutetaan normaalin tuntiveloituksen hinnalla. Järjestelmien kustannukset koostuvat

- asennustuotteista
- kaapeleista
- keskuskomponenteista
- suunnittelusta
- käyttöönotosta.

### 7.1 Kustannusten vertailu

KNX-järjestelmän ja perinteisellä asennustavalla toteutetun sähköjärjestelmän välinen hintaero on huomattava. Se syntyy KNX-järjestelmän asennustuotteiden ja keskuskomponenttien kustannuksista. Järjestelmien vertailu on tosin hankalaa, koska KNX-järjestelmällä voidaan tehdä monipuolisempia ohjauksia kuin perinteisen asennustavan sähköjärjestelmällä. Esimerkiksi järjestelmän valvonta ja etäkäyttömahdollisuudet perinteisellä järjestelmällä on vaikea toteuttaa.

Perinteisellä asennustavalla toteutettu järjestelmä tuo lisää kustannuksia kaapelointiin, rasioiden asentamiseen ja kytkemiseen. KNX-järjestelmällä kaapelointi ja rasiointi on yksinkertaisempaa. Kustannuksiin ei ole arvioitu KNX-järjestelmän muunneltavuutta ja monikäyttöisyyttä. Keskuskytkennät ja jakorasioiden kytkennät vievät saman ajan.

Taulukossa 1 on esitetty järjestelmien kustannusvertailu ja hintaero; liitteessä 3 näkyy tarkempi kustannusten erottelu. Asennustarvikkeiden ja keskuskomponenttien kustannusero johtuu siitä, että perinteisellä asennustavalla toteutettu sähköjärjestelmä perustuu suoraan valopisteen ohjaukseen. KNX-järjestelmällä valopisteen ohjaus perustuu sen sijaan väyläohjaukseen, jolloin se ohjaa keskukset olevaa kytkinyksikköä. Kaapeloinnin ja rasioiden välinen kustannusero on pienempi. KNX-järjestelmän väylää kaapeloidessa käytetään heikkovirtakaapeleita, ja jotka ovat edullisempia kuin perinteisessä järjestelmässä käytettävät mmj-tyyppiset kaapelit.

Suunnitteluhinnat ovat urakoitsijan määrittelemiä, ja KNX-järjestelmän suunnitteluhinta on perinteisen järjestelmän suunnitteluhintaa korkeampi vaativuutensa vuoksi. Perinteisellä asennustavalla toteutetulle järjestelmälle ei tarvitse tehdä erityisiä käyttöönottoja, kun taas KNX-järjestelmälle niitä täytyy tehdä. Tämän vertailun perusteella KNX-järjestelmän kustannukset ovat lähes 2,5-kertaiset verrattuna perinteisellä asennustavalla toteutettuun sähköjärjestelmään.

TAULUKKO 1. KNX-järjestelmän ja perinteisen asennustavan kustannusvertailu

	Perinteinen asennustapa, €	KNX-järjestelmä, €
Keskuskomponentit	96	4228
Asennustarvikkeet	1002	2703
Kaapelointi/rasointi	2399	1822
Suunnittelu	800	1500
Ohjelmointi/käyttöönotto	---	500
Yhteensä	4297	10831
Hintaero		6456

## 8 KNX-JÄRJESTELMÄ KÄYTTÄJÄLLE

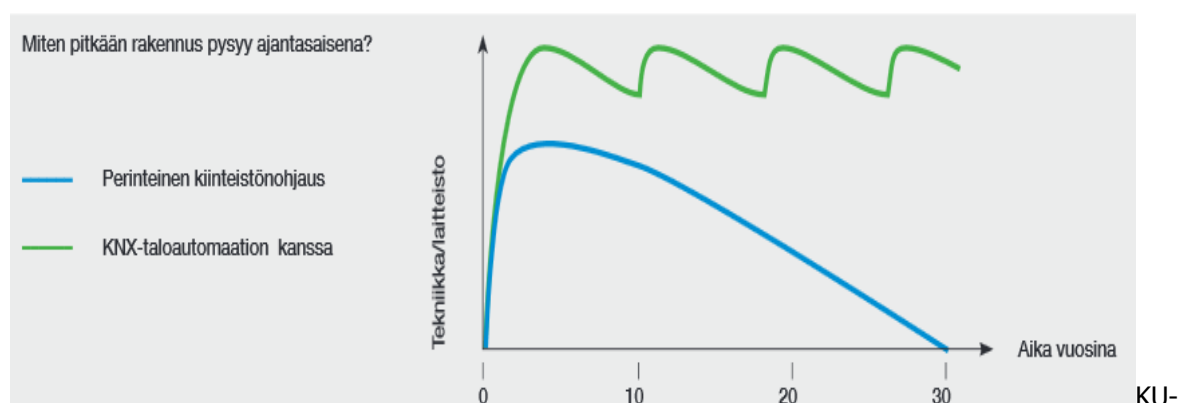
KNX-järjestelmällä avulla voidaan toteuttaa yksi selkeä järjestelmä eikä erillisiä ohjausratkaisuja tarvita. Tämä helpottaa KNX-järjestelmän käyttämistä loppukäyttäjällä. Yhden ohjausjärjestelmän energiankulutus on vähäisempi ja tällöin voidaan alentaa energiankulutusta. Myös isojen kokonaisuuksien automaattinen ohjaaminen vähentää energiakustannuksia, koska energiaa käytetään aina optimaalinen määrä.

Suunniteltaessa voidaan ottaa paremmin huomioon asiakkaan mielipiteitä ja tarpeita. Esimerkiksi useiden ohjauksien yhdistäminen yhden painikkeen taakse helpottaa laitteiden valaistuksen ohjaamista. KNX-järjestelmän uusien toimintojen käyttöönottoaminen on yksinkertaisempaa. Tällaiset toimet voidaan toteuttaa ohjelmistossa.

Tablettien ja näyttöpaneelien avulla loppukäyttäjä voi halutessaan itse muuttaa ohjelmalla ohjauksia, mutta tämä vaatii loppukäyttäjän perehdyttämistä järjestelmään. Esimerkiksi valaistusohjauksen muuttaminen on helppoa tabletilla. Tällaisten muutoksien tekeminen perinteisellä asennustavalla toteutetussa sähköjärjestelmässä jouduttaisiin kutsumaan sähköasentaja.

Kiinteistön turvalisuuden valvontaa kuuluu kosteus-, murto- ja paloturvallisuuden valvonta. Näiden hälytykset voidaan lähettää käyttäjän puhelimelle taikka ohjauspaneelille. Myös erillisen hälytysjärjestelmän liittäminen KNX-järjestelmään on mahdollista. Esimerkiksi kotoa pois lähtiessään käyttäjä painaa kotona/pois-painiketta, jolloin kaikki valot sammuvat, vedenpääsulun magneettiventtiili ja murtohälytys aktivoituu. Tällöin talo on valvottuna käyttäjän ollessa pois kotoa.

KNX-järjestelmä on käyttäjälle monipuolinen järjestelmä, jota monipuolisesti hyödyntämällä saadaan asumista helpottavia ratkaisuja. Kuvaajassa 1 näkyy KNX-järjestelmän ajanmukaisuus 30 vuoden ajanjaksolta. KNX-järjestelmän päivittäminen tuo säästöjä pidemmällä aikavälillä, koska KNX-järjestelmän päivittäminen on yksinkertaisempaa verrattuna perinteisiin kiinteistöohjaus järjestelmiin.



VAAJA 1. KNX-järjestelmän ajanmukaisuus 30-vuoden ajanjaksolla tarkasteltuna verrattuna perinteiseen ohjausjärjestelmään kiinteistössä (ABB OY 2011.)

## 9 SUUNNITTELUOHJEET

Aloittaessa suunnittelemaan KNX-järjestelmää on selvítettävä mitä kaikkea asiakas haluaa järjestelmältä ja esitellä järjestelmän ominaisuudet. Karkean kustannuslaskelman laadinta kannattaa tehdä, etteivät KNX-järjestelmän kustannukset tule asiakkaalle yllätyksenä. Heti alussa olisi selvítettävä kuka toimittaa LVI-kojeet, koska näihin tulevat yleensä omat ohjauslaitteensa. Näin saadaan ilmastoinnin ja lämmityksen ohjaukset KNX-järjestelmään. Myös kaapelivarauksien suunnittelu on tärkeää myöhempiä lisäyksiä varten. Suunnittelua tekevän henkilön on hyvä tehdä suunnittelu, käyttöönotto, testaus ja dokumentointi, koska tämä säästää aikaa ja kustannuksia. Käytännönasennukset voi suorittaa sähköurakoitsija suunnitelmien mukaisesti.

Suunnitelmiin määritetään järjestelmän rakenne ja laaditaan KNX-järjestelmäkaaviot. Lisäksi laaditaan laiteluettelo, jossa ilmenee asennettavat laitteet, ominaisuudet, ryhmäosoite ja positionumero. Suunnitteludokumenteissa käytetään KNX-komponenttien tunnuksia ja niiden fyysisiä osoitteita. Piirrettäessä pääkaavioita KNX-komponentit piirretään pääkaavion loppuosaan. Esimerkkipääkaaviomalleja löytyy ST-korteista ja KNX-laitevalmistajien sivuilta. Piirikaavioissa piirretään KNX-lähtöjen koskettimet ja riviliitinnumeroineen. Väyläkaapeleiden kytkennöistä voidaan laatia yleispiirustus. Tasopiirustuksiin piirretään KNX-laitteet laitetunnuksineen. KNX-väyläkaapeloinneista laaditaan omat tasokuvat. Pienemmissä suunnittelukohteissa KNX-järjestelmän suunnitelmia voidaan yhdistää muiden järjestelmien kuviin. Kaikista KNX-järjestelmän ohjauspisteistä laaditaan taulukko, josta käy ilmi laitteen fyysinen sijainti, huonetila, ryhmäkeskus ja kohde, jota se ohjaa. Sähkötyöselostukseen esitetään sellaiset asiat mitä tasokuvaan ja järjestelmäkaavioihin ei voida esittää. Tällaisia ovat esimerkiksi KNX-painikkeiden asennuskorkeudet, kenttälaitteiden mallit ja kaapelin tyyppi, jolla väylä kaapeloidaan. (ST 701.31, 2014,2 -3.)

## 10 KNX-JÄRJESTELMÄN VAHVUUDET JA HEIKKOUEDET

KNX-järjestelmässä erilaiset mahdollisuudet toteuttaa automaatio-ohjauksia ovat monipuoliset. Verrottuna perinteisiin järjestelmävaihtoehtoihin KNX-automaatiolla on yksinkertainen toteuttaa kiinteistön automatisointi. KNX-automaation ohjauksien suunnittelu ja toteutus ovat riippuvaisia tekijän ammattitaidosta. Laitevalmistajatkään eivät ole testanneet kaikkia käytännössä tapahtuvia tilanteita, joten komponenttien testaaminen jää toteuttajalle. KNX-järjestelmän heikkoutena on sen laitekustannukset.

KNX-järjestelmän etuja ovat sen muunteltavuus, energiatehokkuus, yhteensopivuus, sovellettavuus ja toteuttaminen. Muutostöiden tekeminen ja myöhemmässä vaiheessa sen laajentaminen on yksinkertaista. Käytännössä asennuksia ei tarvitse muuttaa vaan muutokset voidaan tehdä ohjelmalla. Kun kiinteistön säätäminen ja ohjaus toteutuu samalla järjestelmällä, pystytään saamaan säästöjä. Lämmityksen ja ilmastoinnin automaattinen ohjaus antureilla säästää energiaa, samoin valaistusten ohjaaminen läsnäoloantureilla ja ohjelmassa ohjelmoidut valaistustilanteet tuovat energian säästöä. (ABB OY 2006.)

Eri valmistajien komponenttien yhteensopivuus laajentaa erilaisten ohjausten ja toteutusten mahdollisuutta. KNX-järjestelmä on sovellettavissa erilaisiin kohteisiin aina omakotitalosta julkisiin kiinteistöihin. KNX-automaatiota suunnitellessa on asennusten aikana helppo toteuttaa muutoksia ja suunnittelun aikana ei tarvitse kaikkia suunnitelmia lyödä lukkoon. Jos on mahdollista hyödyntää 230 V:n verkko, vähentää kaapelointia ja nopeuttaa tekemistä. Saneerauksissa ei tarvitse tehdä johtoreittejä eikä repiä seinäpintoja auki. (ABB OY 2006.)

## 11 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella KNX-automaatio omakotitaloon ja perehtyä KNX-automaation teoriaan. Opinnäytetyön tuloksena saatiin Uno Action Oy:lle malli KNX-automaation toteuttamista ja asiakkaalle tulevaisuutta varten KNX-automaatiosuunnitelma. Vaikka omakotitalokohde oli toteutettu ennen opinnäytetyön laatimista, on opinnäytetyön aikana tullut lisää näkemystä KNX-automaatioon ja sen teoriaa on tullut käytyä läpi kattavasti.

Valitettavasti omakotitalokohteessa ei hyödynnetty koko KNX-automaatiota, joten en päässyt toteuttamaan ja ohjelmoimaan kaikkia toimintoja. KNX-automaation suunnitteluun ja teoriaan perehtymisen lisäksi osaltaan tietotaitouttani suunnitella suurempia kiinteistöjä ja pystyn nyt hyödyntämään KNX-automaatiota enemmän.

Kohteessa valaistuksen ohjaamisen hankaluus oli led-valaisimien himmentäminen suoraan himmenninyksiköllä. Led-polttimot ovat himmennettävää mallia. Himmenninyksikön himmennystoiminto pohjautuu sähkövirran ohjaukseen, joten ledien pohjakuorma on liian vähäinen. Himmenninyksikkö ei näin pieniä kuormia voi ohjata. Asia huomattiin vasta, kun himmennykset otettiin käyttöön ja ledien himmennykset eivät toimineet halutulla tavalla. Tällaisissa tapauksissa helpointa valaisimien himmennykset on tehdä dali-liitäntälaitteella.

Mielestäni KNX-automaatio on järkevä ratkaisu kiinteistöautomaatiojärjestelmäksi sen muokattavuuden ja monipuolisuuden vuoksi. Väyläjärjestelmää on yksinkertainen ohjelmoida ja sillä pystytään toteuttamaan monimutkaisiakin ohjauksia. Ainoastaan KNX-automaation laitekustannukset ovat hinnaltaan korkeita, mutta ajan myötä hinnat todennäköisesti laskevat. Tulevaisuutta ajatellen KNX-järjestelmä kuitenkin nostaa kiinteistön arvoa sen käytettävyyden ja muokattavuuden vuoksi. Investointi eisis mene hukkaan, koska se nostaa kiinteistön arvoa vähintään investoitujen kustannuksien verran.

KNX-automaation kysyntä omakotitorakentamisessa on melko vähäistä, koska kuluttajat eivät tunne järjestelmää. Tietoutta pitäisikin lisätä mediassa ja sähköalan yrityksissä, millä saataisiin lisättyä järjestelmän kysyntää.

## LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

### Kirjalliset lähteet

ABB OY 2014. ABB i-buss KNX-taloautomaatio Tuoteluettelo. Porvoo.

D1-2009 KÄSIKIRJA RAKENNUSTEN SÄHKÖASENNUKSISTA 2012. 18. painos. Espoo: Sähköinfo Oy.

HARJU, Pentti 2002. Talotekniikan automaatio, mittaus ja säätö. Hamina: Kotkaset Oy.

ZVEI Zentralverband Elektrotechnik- und Elektronikindustrie e.V., ZVEH Zentralverband der Deutschen Elektro- und Informationstechnischen Handwerke 2006. KNX peruseriaatteet - Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin. (Suom. KNX Finland ry, Veijo Piikkilä, Harri Liukku ja Kari Parviainen.) 5. painos. Belgia: KNX Association cvba.

MIKKOLA, Jukka-Matti ja VÄRJÄ, Pertti 2004. Uusi kiinteistöautomaatio, automaatio ja säätötekniikka. Koria: Korian Kirjapaino Alanko Ky.

ST-kortisto 701.31 2012. Sähköautomaatiototeutus KNX-järjestelmää käyttäen. Espoo: Sähköinfo Oy.

ST 701.32 2014. Sähköautomaatiototeutus KNX-väyläjärjestelmää käyttäen. Espoo: Sähköinfo Oy.

PALTA RY ja SÄHKÖALOJEN AMMATTILIITTOJEN RY 2012. Talotekniikka-alan, Sähköasennustoi-  
mialan TES 1.9.2012 – 30.9.2014.

### Internetlähteet

PIIKKILÄ, Veijo 2011. ETS4-ohjelman käyttö. Rajoitettu saatavuus.

ABB OY 2006. Ylijännitesuojat, ovr-valintaopas [verkkosivu]. [Viitattu 13.4.2015] Saatavissa: [http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/714929bf5d32c23bc1257241004440d0/\\$file/abb\\_ovr\\_fi\\_online.pdf](http://www05.abb.com/global/scot/scot209.nsf/veritydisplay/714929bf5d32c23bc1257241004440d0/$file/abb_ovr_fi_online.pdf)

ABB OY 2006. KNX:n etuja [verkkosivu]. [Viitattu 13.4.2015] Saatavissa: [http://www.asennustuotteet.fi/71/KNX:n%20etuja\\_FIN1.html](http://www.asennustuotteet.fi/71/KNX:n%20etuja_FIN1.html)

ABB OY 2011. KNX-taloautomaation, Investoi rakennusautomaation [verkkosivu]. [Viitattu 13.4.2015] Saatavissa: [http://www.asennustuotteet.fi/documents/Esitteet/investoi\\_rakennusautomaatioon\\_FIN\\_11-2011.pdf](http://www.asennustuotteet.fi/documents/Esitteet/investoi_rakennusautomaatioon_FIN_11-2011.pdf)

KNX FINLAND 2012. KNX Muistilista-toteutetaan vain onnistuneita projekteja osa 1-4. [verkkosivu]. [Viitattu 13.4.2015] Saatavissa: <http://www.knx.fi/index.php?k=220424>

KNX FINLAND 2012. Mitä KNX on [verkkosivu]. [Viitattu 13.4.2015] Saatavissa: <http://www.knx.fi/index.php?k=220442>

KNX FINLAND 2012. KNX-standardit [verkkosivu]. [Viitattu 13.4.2015] Saatavissa: <http://www.knx.fi/index.php?k=220446>

KNX FINLAND 2012. KNX-ohjelmistotyökalut [verkkosivu]. [Viitattu 13.4.2015] Saatavissa: <http://www.knx.fi/index.php?k=220448>



REXEL FINLAND OY 2014. E-catalog [verkkosivu]. [Viitattu 13.4.2015] Saatavissa: <http://e-catalog.rexel.fi/>

## Valokuvat

LÄMSÄ, Jani 2015-02-27:

Ensto ENSV345.48 it-mittauskeskus asennettuna [digikuva] Oma albumi, Kuopio: Tekijän sähköiset kuvat

ETS 4 ohjelman aloitussivu [digikuva] Oma albumi, Kuopio: Tekijän sähköiset kuvat

Keittiön led-valaistus [digikuva] Oma albumi, Kuopio: Tekijän sähköiset kuvat

Kiinteistön määrittely ohjelmaan [digikuva] Oma albumi, Kuopio: Tekijän sähköiset kuvat

KNX-kenttälaitteen asetuksien määrittely [digikuva] Oma albumi, Kuopio: Tekijän sähköiset kuvat

KNX toimilaitteiden lisääminen projektiin [digikuva] Oma albumi, Kuopio: Tekijän sähköiset kuvat

KNX toimilaitteet asennettuna it-mittauskeskukseen [digikuva] Oma albumi, Kuopio: Tekijän sähköiset kuvat

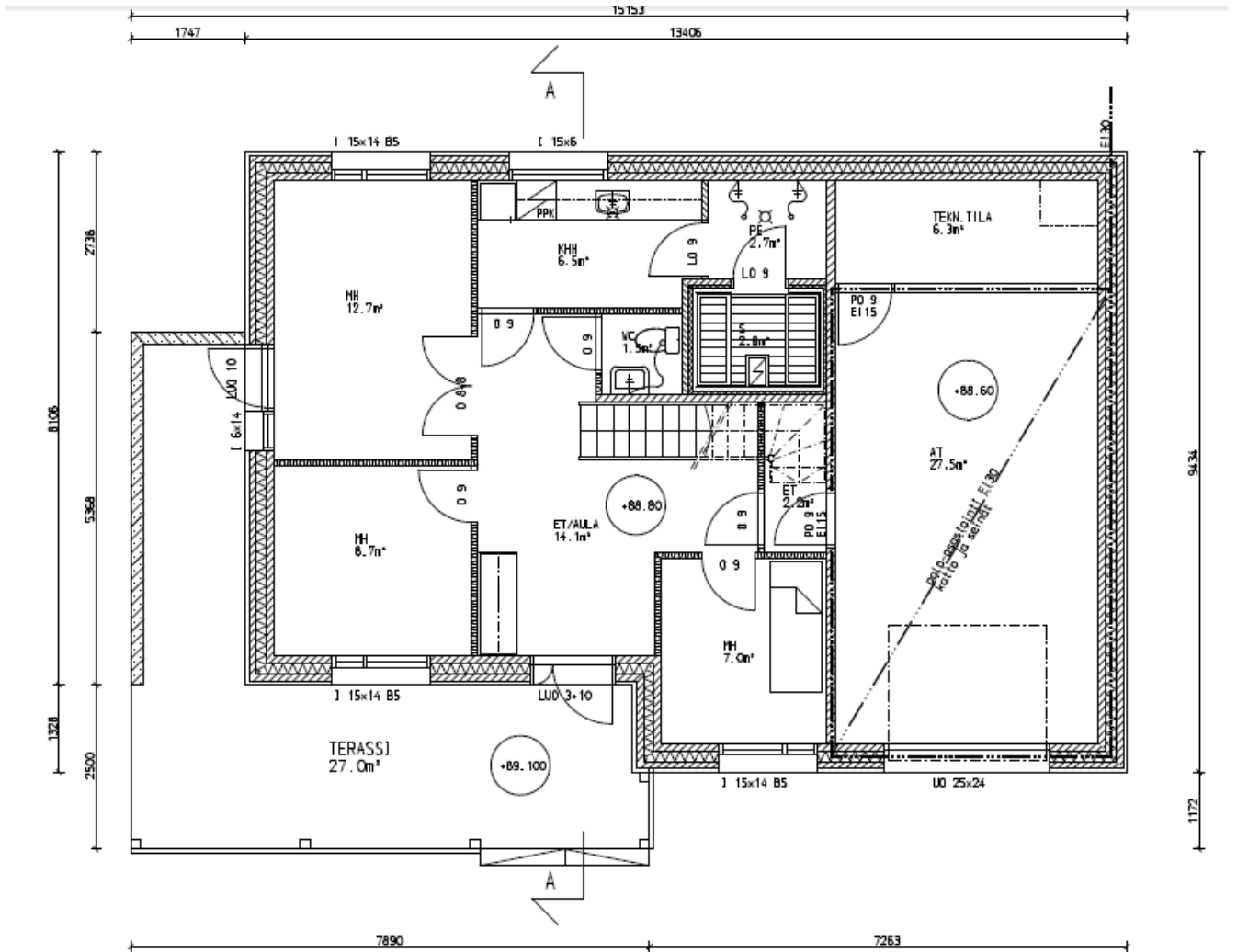
Linkitys kytkinyksikön ja 1-osaisen painikkeen välillä [digikuva] Oma albumi, Kuopio: Tekijän sähköiset kuvat

Olohuoneen suora- ja epäsuora valaistus [digikuva] Oma albumi, Kuopio: Tekijän sähköiset kuvat

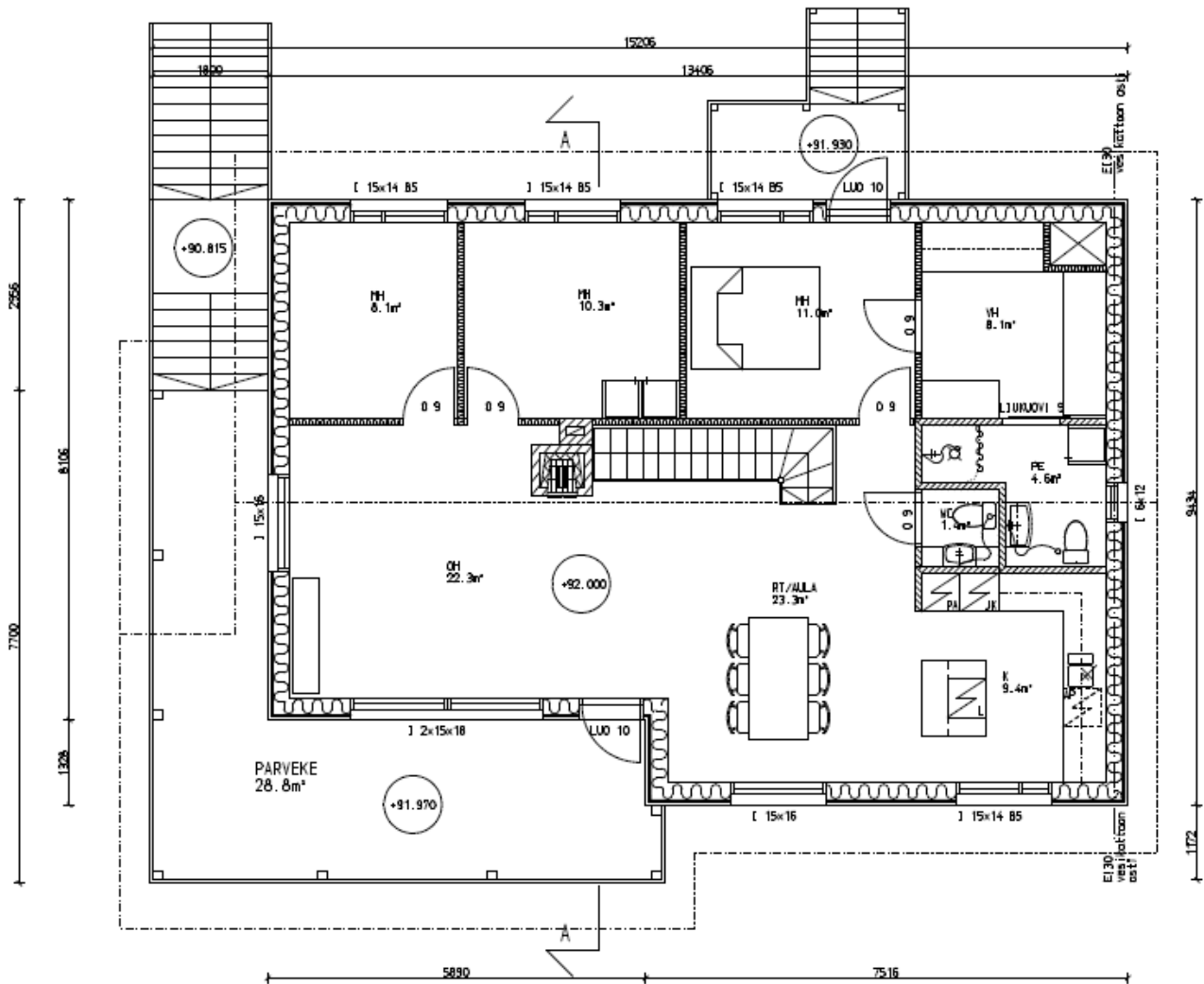
Ohjelman lataaminen väylään [digikuva] Oma albumi, Kuopio: Tekijän sähköiset kuvat

2015-02-27 Suunnittelu kohde etupihalta [digikuva] Oma albumi, Kuopio: Tekijän sähköiset kuvat

## Liite 1A: OMAKOTITALON POHJAKUVA ALAKERTA



## LIITE 1B: OMAKOTITALON POHJAKUVA YLÄKERTA



## LIITE 2: KNX-PROJEKTIN MALLIASIAKIRJA

## KNX projektin vaiheiden muistilista / toimintamalli



## Tiedon keruu

	Nimi / yhteystieto	Kommentit
Toimittajat		
Tekijät		
Kurvaus		
Ajatukala		

## 1) Projektin perustiedot

Projektin Tiedot	Projekti nro	Pvm:
Asiakas		
Osoite		
Yhteystiedot		
Lisätiedot		

- 2) Projektin osallistajat  
 Varmista osallistujien osaamistaso ja ammattipätevyyydestä
- KNX osaaminen
  - KNX väyätie mulla, lvi asennukset

Projektin Tiedot	Projekti nro	Pvm:
Sähkösuunnittelija		
Toiminnallisuus suunnittelu		
Sähköasennusliike		
Ohjelmointiliike		
Muut toimijat		
Valaisinsuunnittelija		
Rakennusliike		
LVI asennus		

## KNX projektin vaiheiden muistilista / toimintamalli



## 2.1.1 Valaistus:

Valaistuksen ohjaus	Valitaan	Optio	Kommentit
Kytkimellä ohjattu valaistus. (Päälle/Pois)			
Painikkeesta toteutettu valojen himmennys			
Liiketunnistimella ohjattu valaistus käytävissä, varastoissa, ulkoalueilla.			
Hämäräkytkimellä ohjattu valaistus			
Ajastuksella ohjattu valaistus			
Valaistustehon mukainen valaistuksenohjaus			
Päivänvalon mukaan ohjattu valaistus, eli valaisimet eivät turhaan kytkeydy päälle, kun tarjolla on riittävästi päivänvaloa.			
Tilanneohjaukset, jolla kytketään talossa monipuolisesti valaisimia yhdestä tai useammasta kohtaa, joko himmennettynä tai täydellä teholla päälle			
Tunnelmavalaisituksen ohjaus, eri valolähteiden yhdistäminen ja säätö eri huoneoloissa (oleskelu-, ruokailu, kylpy)			
Kosketusnäytöltä valaisimien ohjaus			
Kosketusnäytöltä valaistustilanteiden ohjaus			
Väriasetusten ohjauksen (LED) erikoistehosteita?			
Paikallinen kaukosäädin ohjaa yksittäisiä valoja tai ryhmää valoja (infrapuna, jne..)			
Valaistuksen ohjaus yhdistettynä muiden järjestelmien kanssa, kuten TV, Video jne.			
Valaistus liitettyä osana turvajärjestelmää			

## 2.1.2 Lämmitys ja jäähdytys

Lämmitys- ja jäähdytysohjaus	Valitaan	Optio	Kommentit
Enillinen lämmitysjärjestelmä			
KNX keskitetty tilakohtainen lämmityksenohjaus			
KNX aluekohtainen lämmityksenohjaus, ilmansuuntien mukaan tai avoimet tilat			
KNX huone/tilakohtainen lämmityksenohjaus, jolla säädetään yksittäiset tilat toivotulle tasolle			
Keskitetty lämmityksen säätö yksikkö, näyttö			
Huonekohtainen lämmityksen näyttö ja säätö			
Tilanteen mukaan lämmityksen säätö, yö, päivä, loma			
Lämmityksen ohjaus yhdistettynä esim. ovien ja ikkunoiden tilatietoon			
Lämmityksen ohjaus Webin yli, kesämökki, matkailu peluu, jne..			
Lämmityksen ja kaihtimien yhteisvaikutuksen mukainen säätö			
Lämmityksen ja jäähdytyksen yhteensopivuus, ettei molemmat toimi samanaikaisesti			
Rakennusmassa vaikuttaa merkittävästi siihen, miten nopeasti ja hitaasti lämmönsäätö vaikuttaa.			

## KNX projektin vaiheiden muistilista / toimintamalli



## 2.1.3 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon ohjaus	Valitaan	Optio	Kommentit
Eriinen ilmanvaihdon järjestelmä			
Ilmanvaihdon ohjaus minimi ja normaali			
Ilmanvaihdon ohjaus tehostustoiminnot			
Ilmanvaihdon ohjaus ilmakehän mukaan (CO <sub>2</sub> )			
Ilmanvaihdon ohjaus läsnäolon mukaan			
Ilmanvaihdon ohjaus tilanteiden mukaan			
Ilmanvaihto ohjataan KNX gatewayn kautta			
Ilmanvaihdon ohjaus näyttöä			

## 2.1.4 Verhot, Kaihtimet ja markkisit

Verhot, kaihtimet ja markkisit	Valitaan	Optio	Kommentit
Eriiset kaihtimet, käsikäyttöinen			
Kaihtimien yksittäinen ohjaus painikkeelta			
Käikkien kaihtimien samanaikainen ohjaus painikkeelta			
Tilanteiden mukaan ohjattu kaihdin			
Näyttöä ohjatut kaihdin/kaihtimet			
Sääseman mukaan keskitetty kaihdinohjaus			
Kaihtimien ohjaus suojelemaan julkisivua, sateelta, tuulelta, lumelta jne.			
Kaihtimien vaikutus lämmitysenergian kulutukselle talvella (lämmitysstarve) ja kesällä (jäähdytystarve)			
Kaihtimien vaikutus eri tilanteissa kuten TV: katselu ja auringon häikäisy ruokailun yhteydessä, työskentelytilan PC:n käyttö.			

## 2.1.5 Ikkunat

Ikkunat	Valitaan	Optio	Kommentit
ei ikkunavalvontaa			
Ikkunoiden tilatieto, jolla valvotaan avoimia ikkunoita esim. näyttöä, ja voidaan tarpeen mukaan aktivoida häilytyksiä.			
Ikkunoiden tilatieto yhdistettynä lämmitysohjaukseen ja jäähdytysohjaukseen, jolla välitetään turhat lämmitys- ja jäähdytys-kustannukset			
Sää riippuvainen ohjaus suojaamaan ikkunat ja kattoikkunat tuulelta, sateelta ja jäätymiseltä			
Lämpötilasta riippuva ohjaus, esim. kattoikkunoiden kautta tapahtuva tuuletus, yöviilennys			
Ikkunavalvonta liitetty rikoilmoitusjärjestelmään			

## KNX projektin vaiheiden muistilista / toimintamalli



### 2.1.7 Turvallisuus

Turvallisuus	Valitaan	Optio	Kommentit
Eriilinen palohälytysjärjestelmä			
Eriilinen murtohälytysjärjestelmä			
Eriilinen Videovalvontajärjestelmä			
Eriilinen porttipuhelinjärjestelmä			
Palovaroittimet lainsäädännön mukaisesti			
Kosteusvalvonta, tiskikone, pesukone, jakokukit, vesimittarit, jne.			
Kuorisuoja, tilätieto ovissa, ikkunoissa			
Murtovalvonta liiketunnistimet sireenit			
Videovalvonta, kameravalvonta eri kohteissa			
Kulunvalvonta, ovi valvonta ja avaimet			
Porttipuhelin, oven valvonta			
Sisäpuhelin sisäiseen tiedonkulkuun talon eri osien välillä			
Paikallishälytys hälyttää sisäisesti hälytyksen aktivoituttua			
Liiketunnistimet, jotka huomaavat liikkeen piha-alueella ja syyttää valot			
Läsnäolosimulointi, joka on neuvonnut normaali päivän rytmit ja toistaa sitten poisissa ollessa valojen ohjeus päivärhythmin mukaan			
Paniikkipainike josta voi aktivoida hälytykset, syyttää valot, jne.			
Eriilijärjestelmien tekninen hälytys			
Hälytyksen jälleenanto omalle esimerkiksi gsm yhteyden kautta			
Hälytyksen jälleenanto vartiointiliikelle			
Hälytyksen aktivointi muihin järjestelmiin, esim valo, vesi,			

### 2.1.8 Etäkäyttö

Etäkäyttö	Valitaan	Optio	Kommentit
Ei etäkäyttöä			
Etäkäyttö tekstiviestillä			
Etäkäyttö internetin yli älypuhelimella, tablettitietokoneella			
PC:n selaimella			
Visualisointi tekstimuodossa			
Visualisointi pohjekuvamuodossa			

## KNX projektin vaiheiden muistilista / toimintamalli



### 2.1.9 Energian hallinta

Energian ohjaus ja kulutuksen seuranta	Valitaan	Optio	Kommentit
Ei erillistä kulutuksen mittausta			
Sähkön kokonaiskulutus			
Veden kokonaiskulutus			
Valaistuksen sähkönkulutus			
Pistorasioiden sähkönkulutus			
Erillijärjestelmien sähkönkulutus			
Sähkön tuotto			

### 2.1.11 Kodinkoneet

Kodinkoneet	Valitaan	Optio	Kommentit
Kodinkoneiden sähkön katkaisu			
Kodinkoneiden ja talotekniikan kulutuksen valvonta			

### 2.1.12 Muut järjestelmät ja ohjaukset

Muut järjestelmät ja ohjaukset	Valitaan	Optio	Kommentit
Uima-allas, poreallas?			
Kastelujärjestelmä			
Sulanapitojärjestelmä			
Autolämmityspistorasiat			
Autotallien oven avaus			
Saunan ohjaus			

### 2.1.13 AV/Video järjestelmät

AV/Video järjestelmä	Valitaan	Optio	Kommentit
Monihuone musiikkijärjestelmä			
Monihuone videojärjestelmä			
Sisäpuhelinjärjestelmä			
Sisäinen WIFI verkko			
Kotiteatterijärjestelmä			
AV/videon yhdistäminen KNX talotekniikkaan			



## KNX projektin vaiheiden muistilista / toimintamalli



### 2.1.14 Kaapelointi ja keskusvaraukset

Putkius Kaapelointi ja keskusvaraukset	Valitaan	Optio	Kommentit
Putkiusvaraukset kaikille KNX laitteille ja liitettäville järjestelmille tulevia tarpeita varten (turvallisuus, Säätösama, AV/video, TV, Data jne.)			
KNX väyläkaapeli asennus kaikissa painikkeissa ja antureissa			
Tilivaraus keskuksen tuleville KNX / integraatio laajennustarpeille, Alakeskus talon muissa tiloissa.			
Kaapelikanavien asennus, joka mahdollistaa nopean ja joustavan tavan lisätä kaapelointi tarpeen kasvaessa			
Tietoliikenne	Valitaan	Optio	Kommentit
Tietoliikenneverkko			
Antenniverkko			
Antennijärjestelmä Piiska / satelliitti			
Sisäverkko kattaa kodin huoneet, jossa vähintään yksi data ja TV-piste käytettävissä.			
Sisäverkko on rajattu määrättyihin tiloihin ja huoneisiin.			

## LIITE 3: KUSTANNUSLASKELMA

## Perinteisellä asennustavalla toteutettu

Toimilaite	snro	Kpl	Hinta €, Alv 0%	Yhteensä €, Alv 0%
1-kytkin	2106011	9	6,65	59,85
5-kytkin	2106015	10	9,93	99,30
6-kytkin	2106016	8	7,25	58,00
Yleissäädin 40-420VA	2620024	2	178,00	356,00
Painonappi	2106012	9	17,90	161,10
Liiketunnistin Hedtec IS 140-2 VA	2604005	3	62,50	187,50
Peitelevy 85 mm 1 auk.	2166111	8	2,33	18,64
Peitelevy 85 mm 2 auk.	2166112	7	3,68	25,76
Peitelevy 85 mm 3 auk.	2166113	2	5,73	11,46
Peitelevy 85 mm 5 auk.	2166115	2	12,30	24,60
YHTEENSÄ €, Alv 0 %				1002,21

Keskuskomponentit	snro	Kpl	Hinta €, Alv 0%	Yhteensä €, Alv 0%
Z-S12/S, sysäysrele	3587430	3	32	96

Kaapelit	snro	m tai kpl	Hinta €, Alv 0 %	Yhteensä €, Alv 0%
MMJ 3x1,5S	406970	520	2,02	1050,4
MMJ 5x1,5S	406990	78	3,24	252,72
MMO 7x1,5	412810	80	4,38	350,4
Kojerasia AU 3.2	1152364	38	1,69	64,22
Jakorasia AU 19	1152119	23	2,77	63,71
YHTEENSÄ €, Alv 0 %				1781,45

Työt	Hinta € / KPL tai		Yhteensä
	m	m tai kpl	
Kojerasia kytkentä puu	3,64	28	101,92
Kojerasia kytkentä kivi	4,50	10	45,00
Jakorasia kytkentä	6,21	23	142,83
Kaapelointi MMJ 3x1,5S	0,47	520	244,40
Kaapelointi MMJ 5x1,5S	0,47	96	45,12
Kaapelointi MMO 7x1,5	0,49	80	39,20
YHTEENSÄ €, Alv 0 %			618,47

## KNX-väyljärjestelmä kustannukset

Toimilaitteet	snro	Kpl	Hinta Alv 0%	Yhteensä
6125/01-84-500 PAINIKE KNX	2815342	3	127,00	381
6126/01-84-500 PAINIKE KNX	2815350	6	140,00	840
6127/01-84-500 PAINIKE KNX	2815358	8	180,00	1440
1-os. Peitelevy 85mm IMPRESSIVO VAL	2166101	17	2,48	42,16
YHTEENSÄ €, Alv 0 %				2703,16

Keskuskomponentit	snro	Kpl	Hinta €, Alv 0 %	Yhteensä €, Alv 0%
SU/S30.640.1 Teholähde	2815183	1	510,00	510,00
USB/S1.1 Liitäntäportti	2815196	1	283,00	283,00
IPS/S2.1 Väylämuunnin	2815133	1	282,00	282,00
Valonsäädin 4x315VA/230	35757374	1	646,00	646,00
SA/S12.10.2.1 LÄHTÖYKSIKKÖ	2815164	2	574,00	1148,00
SA/S8.16.2.1 KYTKINYKSIKKÖ	2815175	1	516,00	516,00
KNX liiketunnistin 6179AGM-204	3575374	3	281,00	843,00
YHTEENSÄ €, Alv 0 %				4228,00

Kaapelit	snro	Pituus, m tai kpl	Hinta €, Alv 0 %	Yhteensä €, Alv 0%
MMJ 3x1,5S	406970	351	2,02	709,02
MMJ 5x1,5S	406990	38	3,24	123,12
MMO 7x1,5	412810	98	4,38	429,24
KLMA 4x0,8+0,8	291073	129	0,15	19,35
Kojerasia AU 3.2	1152364	17	1,69	28,73
Jakorasia AU 19	1152119	19	2,77	52,63
YHTEENSÄ €, Alv 0 %				1362,09

Työt	Hinta € / KPL tai m	Määrä kpl / m / h	Yhteensä
Kojerasioiden kytkentä	3,64	17	40,00
Jakorasia kytkentä	6,21	19	117,99
Kaapelointi MMJ 3x1,5S	0,47	351	164,97
Kaapelointi MMJ 5x1,5S	0,47	38	17,86
Kaapelointi MMO 7x1,5	0,49	116	56,84
Kaapelointi KLMA 4x0,8+0,8	0,49	129	63,21
Ohjelmointi ja käyttöönotto	40,00	7	280,00
YHTEENSÄ €, Alv 0 %			740,87

## LIITE 4: TUOTEKORTTI KYTKINYKSIKKÖ 12X10A

## TUOTEKORTTI

16.3.2015

## SA/S12.10.2.1

1/2

Nimi:	Lähtöyksikkö KNX Kytkeyksikkö 12x10A, 12 moduulia KNX
Tyyppi:	SA/S12.10.2.1
EAN:	4016779877800
Srno:	2815164
Kuvaus:	Kytkeyksikkö 230 V, 50 Hz, 12 x 10 A cos φ 1. 12 erillistä kosketinlihtää 12 ryhmän ohjaukseen. Ei tarvitse lisäjäännitelähdettä, väyläkaapeliin sisältyy toimittukseen.
Pakkaus:	1/1
Yksikkö:	KPL



## Tekniset tiedot

## Mitat

Mitat	216x90x64,5 mm
Paino	0,65 kg
DIN Leveys	12 mod

## Luokittelu

Kotelointiluokka	IP20
Suojausluokka	II DIN EN 61 140
Likaisuusluokka	2: EN 60 664-1

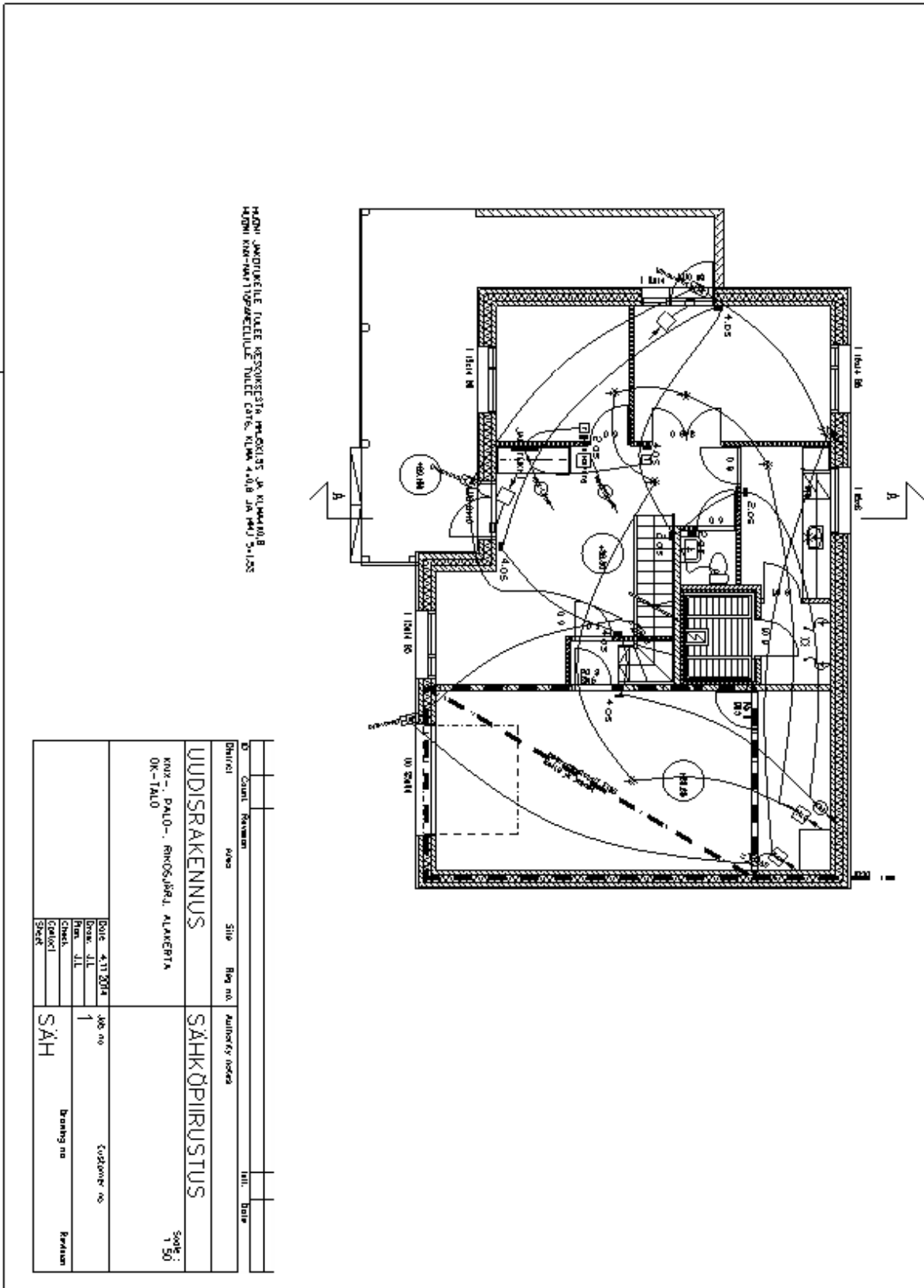
## Sähkösuureet

Nimellisvirta	10 A
Nimellisjännite	250/440 V AC (50/60 Hz)
Kuormitettavuus AC1 käyttö (cosφ=0,80) EN 60 947-4-1	10
Kuormitettavuus AC3 käyttö (cosφ=0,45) EN 60 947-4-1	8 AC1
Kuormitettavuus AX Iolstevalokäyttö EN 60 669-1	10
Virtankulutus	< 12 mA
Käyttöjännite	21...31 V DC

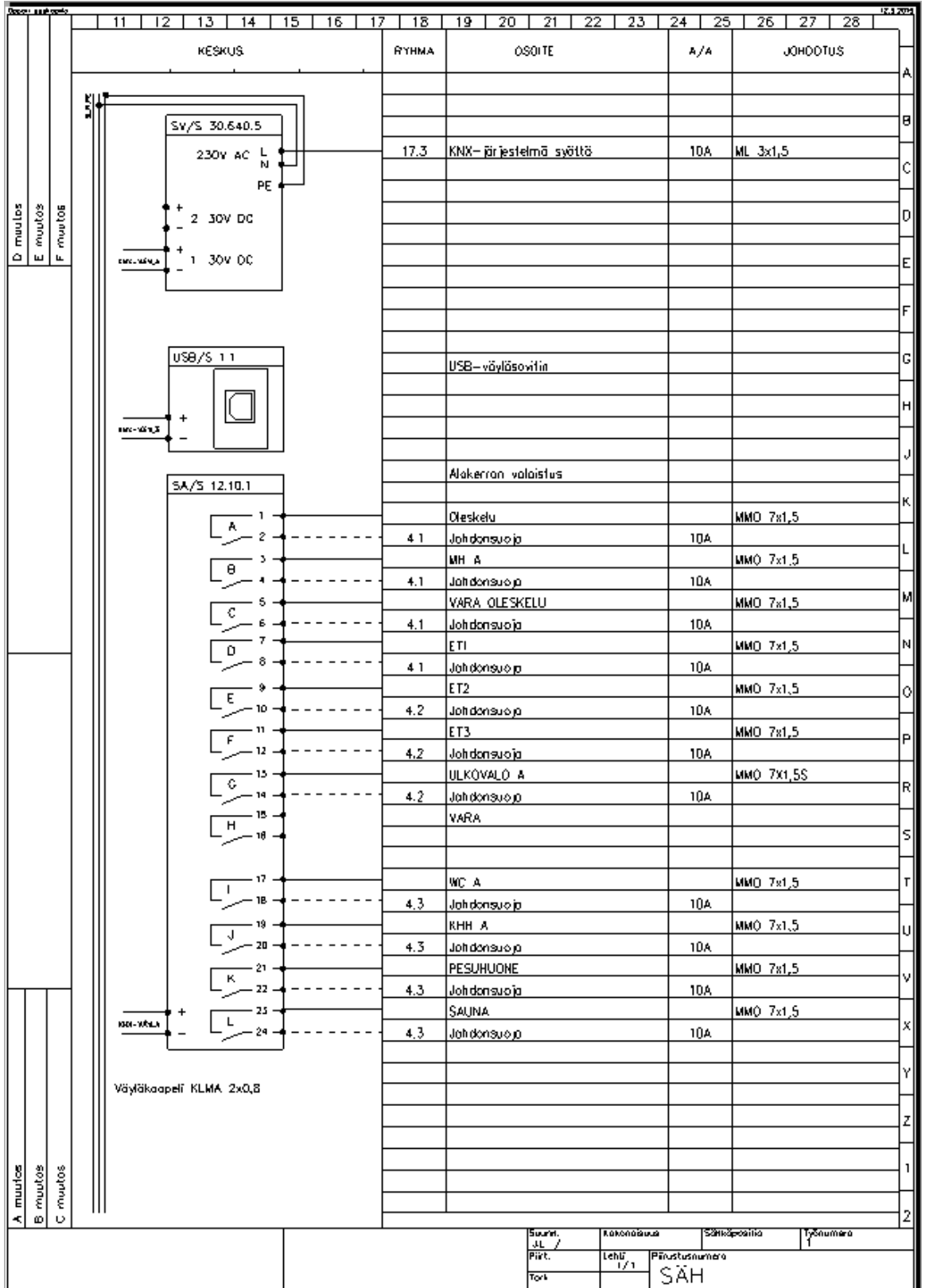
## Elektronikka

Potentiaalivapaita koskettimia	12
Mekaaninen kestävyys (tilanvaihtoa)	>3x10 <sup>6</sup>
Ylijänniteluokka	III: EN 60 664-1

## LIITE 5: KNX-, PALO- JA RIKOSJÄRJ. ALAKERTA



LIITE 6: KESKUKSEN PÄÄKAAVIO



Suunn.	JK /	Kokoonpanu	Sähköpiirros	Työnumero
Piirt.		Lehti	Päätösnumero	1
Tark.		1/1	SÄH	