

Joni Talvinen

KNX -JÄRJESTELMÄ KIINTEISTÖJEN SÄHKÖISTYKSESSÄ

Opinnäytetyö
Sähkötekniikan koulutusohjelma


Toukokuu 2011




MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU

Mikkeli University of Applied Sciences

KUVAILULEHTI

 MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU <small>Mikkeli University of Applied Sciences</small>	Opinnäytetyön päivämäärä	
Tekijä(t) Joni Talvinen	Koulutusohjelma ja suuntautuminen Tekniikan koulutusohjelma Sähkövoimatekniikka	
Nimeke KNX- järjestelmä kiinteistöjen sähköistyksessä		
Tiivistelmä Tässä opinnäytetyössä käsiteltiin KNX-väyläjärjestelmää. KNX-järjestelmällä on mahdollista yhdistää rakennuksen kaikki sähköiset toiminnot yhtenäiseksi ja energiatehokkaaksi järjestelmäksi. KNX on väylätekniikka, jolla taloautomaation eri osia ohjataan yhdellä ainoalla järjestelmällä, jossa laitteet ja eri järjestelmät keskustelevat keskenään. Opinnäytetyössä tutkittiin KNX -järjestelmän tekniikkaa, verkonrakennetta, väylän siirtoteitä ja keskeisimpiä asennuskomponentteja. Opinnäytetyössä oli tavoitteena antaa yleiskuva KNX -järjestelmän tekniikasta, komponenteista, suunnittelusta ja järjestelmän käytöstä osana kiinteistön sähköistystä. Lisäksi työssä selvennettiin KNX- järjestelmän eri toimintoja ja ohjausmahdollisuuksia. Opinnäytetyössä tehtiin sähkösuunnitelma omakotitaloon, jossa käytettiin KNX-järjestelmää. Suunnitelman teossa käytettiin Autocad-piirustusohjelmaa. Omakotitaloon tehty suunnitelma käsitti tasokuvat ja keskuskaavion. Suunnitelmassa paneuduttiin KNX-järjestelmän hyödyntämiseen pientalojen sähköistyksessä sekä järjestelmän toimintoihin. Kohteeseen tehtiin myös komponentti- ja tarvikevalinnat. Lopuksi suunnitelman pohjalta laskettiin KNX -järjestelmän kustannusarvio vertaillen tuotteita perinteisen sähköjärjestelmän tuotteisiin. Kustannusarvio laadittiin Ecom-laskentaohjelmalla. Tehdyistä sähkösuunnitelmasta selvisi, että KNX-järjestelmän joustavasta verkonrakenteesta on etua sekä suunnittelu- että toteutusvaiheessa. KNX-järjestelmää pystytään hyödyntämään monipuolisesti pientaloissa, vaikka järjestelmän edut saavutetaan paremmin suurissa toiminnallisissa kiinteistöissä. Hyvin hyödynnettynä KNX-järjestelmä ohjaa pientalon keskeisimpiä sähköisiä toimintoja. Väyläjärjestelmän mahdollistaman älykkään ohjauksen ansiosta pientaloihin voidaan toteuttaa sellaisia toimintoja, joita perinteisellä sähköjärjestelmällä ei ole mahdollista tai kannattavaa tehdä. Älykkään järjestelmän vastapuolena on korkea hankintahinta. Hankintahinta on lähes kaksinkertainen verrattuna perinteiseen sähköjärjestelmään. Korkea hankintahinta muodostuu käytetyistä KNX-komponenteista.		
Asiasanat (avainsanat) KNX, väylä, sähköjärjestelmä		
Sivumäärä 46 s. + liitt. 13 s.	Kieli Suomi	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn2011A1640
Huomautus (huomautukset liitteistä)		
Ohjaavan opettajan nimi Hannu Honkanen	Opinnäytetyön toimeksiantaja Mikkelin Ammattikorkeakoulu	

DESCRIPTION

 <p>MIKKELIN AMMATTIKORKEAKOULU Mikkeli University of Applied Sciences</p>		Date of the bachelor's thesis	
Author(s) Joni Talvinen		Degree programme and option Electrical engineering	
Name of the bachelor's thesis KNX Bus technology in buildings electrifying			
<p>Abstract</p> <p>This thesis focused on KNX Bus technology. The main idea of KNX system is to connect all electrical functions of a building together in one uniform system. KNX Bus technology transfers control data to all building management components. The system ensures that all components communicate via one common language. The aim of this thesis was to give a general view of KNX Bus technology, components and designing. The purpose was to give an informative report how to use the KNX system.</p> <p>In this thesis electricity plan was made to a detached house which use KNX system. The project drawings were accomplished with AutoCAD technical drawing program. Electricity plan included layer pictures and distribution box diagram. Based on planning KNX estimate costs were calculated. Results compared to KNX estimate cost and traditional electrical products.</p> <p>Result showed that KNX system's flexible structure brought benefits to electricity planning. KNX system is suitable for houses, even though the benefits are better achieved in major buildings. The bus system makes it possible to achieve such functions which are not possible with the traditional electrical system. The disadvantage is a high price. The purchase price is almost double compared to the conventional electrical system.</p>			
Subject headings, (keywords) KNX, bus, electrical system			
Pages 46 p. + app. 13 p.	Language finnish	URN URN:NBN:fi:mamk-opinn2011A1640	
Remarks, notes on appendices			
Tutor Hannu Honkanen		Bachelor's thesis assigned by Mikkeli University of Applied Sciences	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	1
2	VÄYLÄJÄRJESTELMÄT	2
3	SÄHKÖJÄRJESTELMÄN VALINTA	3
4	KNX –JÄRJESTELMÄ	6
4.1	Käyttösovellukset	8
4.2	KNX–järjestelmäkaavio	9
4.3	Tiedonsiirto.....	10
4.4	Järjestelmän ohjelmointi	11
5	KNX- JÄRJESTELMÄN RAKENNE.....	11
5.1	Siirtotiet	12
5.1.1	Radiotaajuudet tiedonsiirrossa	12
5.1.2	Infrapuna tiedonsiirrossa.....	13
5.1.3	Internetin hyödyntäminen tiedonsiirrossa.....	13
5.1.4	Tiedonsiirto kaapelilla	14
5.2	Verkon rakenne väyläkaapelia käytettäessä	16
5.2.1	Väylätopologiat.....	18
5.3	Keskusrakenne	19
6	KNX- JÄRJESTELMÄN ASENNUSTUOTTEET.....	21
6.1	Kojekiinnityskiskoon kiinnitettävät järjestelmä komponentit	22
6.2	Anturit ja käyttölaitteet	27
7	VÄYLÄJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	29
7.1	Asiakasvaatimusten määrittely	30
7.2	Rakenteen suunnittelu.....	33
7.3	Antureiden ja toimilaitteiden määrittäminen ja sijoittaminen	33
8	KNX–JÄRJESTELMÄN SUUNNITELMA OMAKOTITALOSSA	34
9	KUSTANNUSLASKELMA.....	38
9.1	Omakotitalokohde.....	38
9.2	Kustannus ja säästö.....	40
10	TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT.....	41
11	YHTEENVETO	42

LIITTEET

- 1 Perinteinen sähköistys omakotitalo suunnitelmassa
- 2 KNX-järjestelmän sähköpisteet omakotitalo suunnitelmassa
- 3 KNX väyläpisteet omakotitalo suunnitelmassa
- 4 Omakotitalon KNX-keskuskaavio
- 5 Omakotitalon sähköjärjestelmän kustannuslaskelma
- 6 Huonekortti

1 JOHDANTO

Tässä opinnäytetyössä tutustutaan kiinteistöihin asennettaviin KNX-väyläjärjestelmiin. KNX-järjestelmä on eurooppalainen väyläratkaisu, joka on maailman ainoa avoin standardi koti- ja taloautomaatio järjestelmille. Ohjelmistoa sekä standardisointia hallitsee Konnex Association.

KNX-väyläjärjestelmä on osa kiinteistön sähköjärjestelmää. KNX – järjestelmä mahdollistaa erilaisten automaatiotoiminnot, etäkäytön ja järjestelmävalvonnan käytön kiinteistössä. KNX- järjestelmän avulla pyritään saamaan kaikki kiinteistössä käytettävät sähköiset laitteet ja järjestelmät yhteen kokonaisvaltaiseen verkkoon. Yhden verkon välityksellä hallitaan koko kiinteistön toimintoja ja sähköjärjestelmää. KNX – järjestelmään voidaan liittää esimerkiksi ilmanvaihto, lämmitys, paloilmaisimet, kulunvalvonta ja valaistus. KNX- järjestelmässä laitteet kommunikoivat keskenään ilman keskustietokonetta. Väylälaitteiden välillä tieto siirretään kaapeleilla, infarapunaalla, radiosignaaleilla tai sähköverkon välityksellä. Järjestelmän käyttöönotossa suoritetaan ohjelmointi, jossa määritetään järjestelmän laitteet ja toiminnot. KNX – järjestelmää voidaan käyttää niin pientaloissa kuin suurissa toiminnallisissa rakennuksissa.

Työ painottuu KNX –järjestelmän tekniseen toteutukseen, hankintaan, ohjelmointiin ja suunnitteluun. Teknisessä toteutuksessa tutustutaan KNX- järjestelmän mahdollisiin verkkorakenteisiin, erilaisiin väylän tiedonsiirtoteihin, kaapelointiin ja järjestelmän eri asennuskomponentteihin. Järjestelmän hankinnassa perehdytään kiinteistön sähköjärjestelmän valintaan ja järjestelmän kustannustekijöihin. KNX -järjestelmän ohjelmointi liittyy järjestelmän käyttöönottoon ja toimintojen suorittamiseen. Järjestelmän suunnittelussa käydään läpi suunnittelun yleisperiaatteita, järjestelmän vaatimusten määritteitä ja väylärakenteen suunnittelua. Opinnäytetyössä muodostuu kattava käsitys KNX –järjestelmän käytöstä osana kiinteistöjen sähköistyksessä.

Opinnäytetyössä tehdään KNX–järjestelmän suunnitelma pientalokohteeseen. Suunnitelmassa otetaan kantaa järjestelmän asennukseen tarvittaviin laitteisiin, kaapelointiin sekä mahdollisiin järjestelmän toimintoihin. Suunnitelma käsittää tasokuvia ja keskuskaavioita ja asennustuotevalintoja. Lisäksi on selvennetty mahdollisia ohjaustoi-

mintoja omakotitalokohteessa. Suunnitelman perusteella lasketaan KNX-järjestelmän hankintakustannuksia vertailemalla hintoja perinteiseen sähköistykseen.

KNX-järjestelmää verrattuna perinteiseen sähköistykseen pääerovaisuudet ovat sähkösyöttöjen kaapeloinnissa, pienjänniteväylä kaapeloinnissa, verkonrakenteessa, ohjaustavassa ja käytettävissä komponenteissa. KNX-järjestelmän kantavana ideana on yhdistää kaikki rakennuksen sähköiset toiminnot yhteneväiseksi verkoksi. Yhden verkon kautta on vaivatonta hallita koko kiinteistön toimintoja ja sähköjärjestelmää.

Suurissa toiminnallisissa kiinteistöissä KNX-järjestelmän käyttöä voidaan pitää järkevänä. Järjestelmän avulla voidaan saavuttaa energian säästöä sekä älykkäitä automaatiosovelluksia. Myös nykypäivän pientaloissa voidaan hyödyntää KNX-järjestelmää. Järjestelmän käyttöä voidaan pitää hyvänä vaihtoehtona perinteiselle sähköistykselle. Pientalot ovat suurentuneet, monipuolistuneet ja sisältävät enemmän tekniikkaa. Ihmiset toivovat asumisen helppoutta sekä enemmän mukavuus- ja automaatiotoimintoja jokapäiväisessä elämässä. Pientaloissa KNX-järjestelmän hyödyntäminen ja korkea hankintahinta rajoittavat kuitenkin järjestelmän hankintaa.

2 VÄYLÄJÄRJESTELMÄT

Digitaalisen signaaliprosessorin kehitys 1970-luvulla vaikutti tietokoneiden käyttöön järjestelmien valvonnassa ja kontrolloinnissa. 1970-luvulta lähtien on käytetty ohjelmitavaa logiikkaa käyttöliittymänä. 1980-luvulla älykkäät sensorit alkoivat olla kehittyneitä ja niitä käytettiin digitaalisena ohjaimena. PC:n ja Windowsin käyttö yleistyivät niin teollisuudessa kuin kiinteistöautomaatiossakin. Aidot väylät tulivat kentälle 1990-luvulla. Käytetty tekniikka on tullut tutuksi ihmisille. PC-markkinoilla ainoa pysyvä asia on muutos. Kiinteistöautomaatio on siirtymässä voimakkaasti etäkäyttöön. Mobiiliratkaisut valtaavat alaa ja Web-palvelimien nopea kehitys vuosituhaten vaihteesta alkaen on lisännyt tätä suuntausta /8, s. 31/

Väyläjärjestelmän määritelmänä voidaan pitää digitaalisuutta. Väyläjärjestelmä on kaksisuuntainen väyläliityntäinen tiedonsiirtoratkaisu. Järjestelmä yhdistää älykkäät mittaus-, ja ohjauslaitteet, muun automaation, näytön ja käyttöliittymät. Väylän omi-

naisuudet painottuvat hajautettuun, prosessien lähellä tapahtuvaan toimintaan /8, s. 32./

Järjestelmät ovat tietokoneohjelma-perusteisia. Ohjelmalla määritetään järjestelmien eri toiminnot. Osa väyläjärjestelmistä vaatii toimiakseen keskustietokoneen tai muussa tapauksessa tietokoneella on suoritettava järjestelmän ohjelmointi ja käyttöönotto. Kiinteistöjen sähköistyksessä käytettyjä väyläjärjestelmiä ovat esimerkiksi Lon-Works, Bacnet, Batus, Modbus, Ehs ja KNX/EIB.

Avaintekijöinä voidaan pitää järjestelmän muokattavuutta, automaatiota, valvontaa ja järjestelmän monipuolisuuden hyödyntämistä. Perinteisessä sähköjärjestelmässä kuorma kytketään suoraan kytkimen tai kontaktorin kautta. Väyläjärjestelmissä kuorma kytketään päälle epäsuorasti. Väylässä siirretään tietoa laitteelta toiselle.

Väyläpohjaisia järjestelmiä on ollut käytössä jo pitkään, noin kymmeniä vuosia. Väyläjärjestelmät ovat olleet käytössä teollisuudessa ja suurissa kiinteistöissä kuten kaupakeskuksissa ja kouluissa. Väyläjärjestelmiä ei ole yleensä käytetty kokonaisvaltaisesti, vaan järjestelmät ovat toimineet vain yksittäisissä sovelluksissa. KNX-väyläjärjestelmän tarkoitus on tarjota kokonaisvaltainen ratkaisu liittämällä kaikki rakennuksen sähköiset toiminnot yhteen.

KNX-järjestelmät ovat yleistymässä myös pientalojen sähköistyksessä. Suurimpana hidasteena järjestelmän yleistymiselle pientalon sähköistyksessä on korkea hinta ja järjestelmän suppea hyödyntäminen. Myös laitteiden ja sovellusten valmistajien määrä on ollut vähäinen, jonka seurauksena järjestelmien hankintakustannukset ovat olleet liian suuria yksityiskäyttäjille.

3 SÄHKÖJÄRJESTELMÄN VALINTA

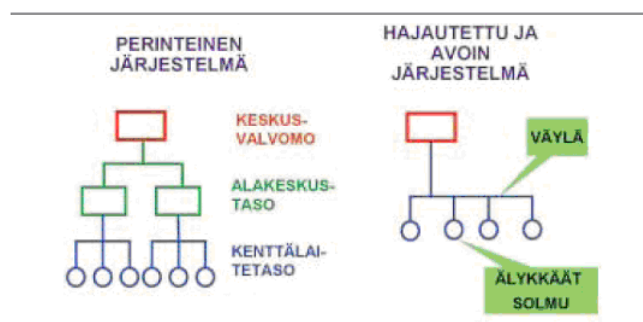
Valittaessa käytettävää sähköjärjestelmää kannattaa lähteä jo suunnitteluvaiheessa miettimään minkälaisia ominaisuuksia ja toimintoja toivotaan kohteen sähköjärjestelmältä. Sähköjärjestelmän sähköisten toimintojen monipuolisuus, valvonta mahdollisuudet, järjestelmän ylläpito, järjestelmän kustannukset ja järjestelmän muunneltavuus vaikuttavat järjestelmän valintaan. Sähköjärjestelmää valittaessa on varmistettava, että

valituille sovelluksille löytyy sopivia laitteita ja käytettävissä olevat komponentit ovat yhteensopivia järjestelmän tai järjestelmien kanssa.

Kiinteistöjen sähköistykseen on tarjolla markkinoilla monta erilaista sähköjärjestelmää perinteisen sähköjärjestelmän rinnalle toimimaan tai sen tilalle. Järjestelmiä on usealla eri periaatteella toimivia ja eri toteutustavalla toimivia. Isoissa kiinteistöissä on yleisesti useita eri järjestelmiä käytössä.

Järjestelmien keskeisiä käsitteitä ovat seuraavat: suljettu, keskitetty, hajautettu ja avoin. Suljettu ja keskitetty järjestelmä tarkoittaa, että kyseinen järjestelmä on yhden valmistajan valmistama järjestelmä ja siinä on oma valvomo/käyttöpaneeli. Usein järjestelmiä on monta erilaista samassa kohteessa, eli jokaisella järjestelmällä on oma valvomo ja käyttöpaneelit. Tämän tyyppisen järjestelmän huonona puolena on se, että järjestelmä on vain yhden valmistajan varassa. Jos valmistaja lopettaa toimintansa on huolto, varaosat, käytönopastus ja laajennus mahdollisuudet vaikea järjestää. Keskitetyn järjestelmän toimiessa yhden valvomon/keskuskoneen kautta, näiden vikaantumisen saattaa johtaa koko järjestelmän toimintahäiriöön. Avoimessa järjestelmässä riittää yksi yhteinen valvomo, kun taas erillisjärjestelmässä kullakin osajärjestelmällä on oma valvomonsa.

Hajautetut järjestelmät voidaan kuvata useaksi rinnakkaiseksi järjestelmäksi, missä tieto kuitenkin jaetaan eri laitteille yhteisellä kielellä. Hajautetussa järjestelmässä jokainen yksikkö toimii riippumatta muista yksiköistä. Järjestelmän rakenne poikkeaa kuitenkin olennaisesti keskitetyn järjestelmän rakenteesta /8, s. 17./



KUVA 1. Järjestelmien rakenteet /8, s. 17/

KNX-järjestelmä on avoin hajautettu järjestelmä. Se on valmistaja riippumaton ja siinä väylälaite sisältää muistin, mikroprosessorin ja toimintaohjelman. Järjestelmä ei näin vaadi erillistä keskuskonetta. KNX-järjestelmän ideana on saada kaikki kiinteistön järjestelmät ja toiminnot yhteen ja samaan järjestelmään.

Järjestelmään liittyvät kustannukset ovat tärkeässä osassa järjestelmää valittaessa. Järjestelmään liittyvää investointia on viisasta tarkastella koko elinkaaren ajalta. Vaikka suljettujärjestelmä olisi hankinta hinnaltaan edullisempi kuin KNX-järjestelmä, voi suljetun järjestelmän ylläpito kustannukset olla vastaavasti huomattavasti suuremmat. Ylläpito kustannukset ovat paljon vaikeampi arvioida kuin hankinta kustannukset. Ylläpito kustannuksiin vaikuttaa monta eri asiaa ja ovat ennalta arvaamattomia. Suljetuissa järjestelmissä voidaan käyttää vain yhden valmistajan komponentteja ja näin tuotteen hinnassa ei kilpailua käytännössä ole. Avoimissa järjestelmissä kilpailu eri valmistajien välillä säilyy myös myöhempiä lisäyksiä tehdessä. Suljettujen järjestelmien ylläpito edellyttää yleensä monipuolisempaa koulutusta järjestelmien käyttäjille, koska on monta eri järjestelmää ja erilaista työkalua ja menetelmää. Avoimessa järjestelmässä voidaan esimerkiksi yhdellä ohjelmalla suorittaa kaikkien osajärjestelmien asetukset ja muutokset. Tämä helpottaa järjestelmän hallintaa ja valvontaa.

Pientalojen sähköistyksessä järjestelmän hinta ja järjestelmän mahdollinen hyödyntäminen ovat avain asioita. Yleisesti älykkäitä sähköjärjestelmiä käytetään vain suurimmissa pientaloissa. Jos valitaan käytettäväksi KNX-väyläohjattu sähköjärjestelmä pientalojen sähköistyksessä, yleensä sähköjärjestelmältä toivotaan monipuolisuutta, automaattisia toimintoja, kohteen etäkäyttöä ja energian säästöä. Erilaiset rakennuksen valvonta ja turvallisuus toiminnot ovat myös tärkeitä.

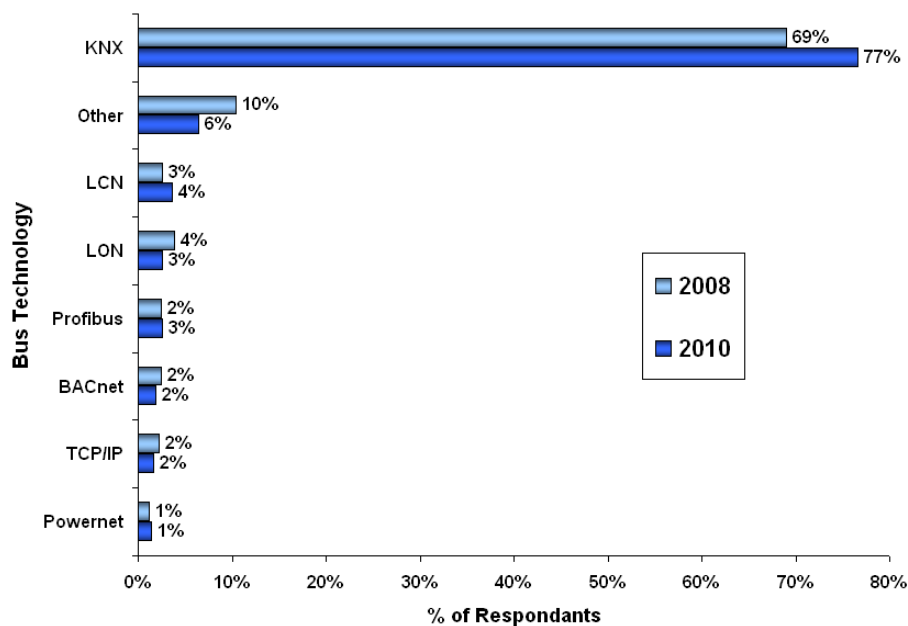
Myös rakennus, rakennustekniset ratkaisut ja halutut sähköiset toiminnot osaltaan vaikuttavat valitun sähköjärjestelmän kokonaisvaltaiseen hyödyntämiseen. On myös huomioitavaa, että markkinat ja laitteet kehittyvät, monipuolistuvat ja uusia sovelluksia tulee koko ajan.

Järjestelmän valintakriteereinä voidaan pitää seuraavia asioita:

- toteutettavat sovellukset ja toiminnot

- joustavuus, muutokset sekä uudet toiminnot
- laajennusmahdollisuudet
- ratkaisua tukevien valmistajien määrä
- käytön helppous ja luotettavuus
- huollon, seurannan ja ylläpidon tarve
- viranomaismääräykset
- hankintahinta
- kustannukset kiinteistön käyttöajalta

TAULUKKO 1. Kiinteistössä käytetyt väyläjärjestelmät /9/



Taulukossa 1 käy ilmi, että KNX-järjestelmä on käytetyin väyläjärjestelmä. KNX-järjestelmä on lisännyt suosiotaan kiinteistöjen sähköistyksessä parissa vuodessa 8 %. KNX-järjestelmä on vakiinnuttanut asemansa markkinoilla ja järjestelmän kehittyessä kokoajan. KNX-järjestelmä on avoin hajautettu järjestelmä, jota voidaan pitää suurena etuna kilpaileviin järjestelmiin.

4 KNX-JÄRJESTELMÄ

KNX (Konnex) on väyläpohjainen sähköjärjestelmä. KNX:n perustana on aikaisemmin kehitetyt EIB-, EHS- ja Batibus väyläteknikat. KNX- yhdistys perustettiin yhteisen maailmanlaajuisen standardin aikaansaamiseksi. KNX on laitevalmistajasta riip-

pumaton standardi, joka täyttää ISO/IEC 14543 ja EN50090 vaatimukset. KNX- tavaramerkki takaa eri valmistajien komponenttien laadun ja ongelmattoman yhdistämisen /10, s. 10/. Kaikki keskeiset laitevalmistajat kuuluvat Konnex yhdistykseen. Kansainväliset valmistajat toimittavat ja kehittävät KNX/EIB-sertifikoituja tuotteita ja varmistavat näin järjestelmän kehittymisen laajalla skaalalla myös tulevaisuudessa. Laitevalmistajia on yhdistyksessä jäsenenä tällä hetkellä noin 230, kymmenistä eri maista. KNX on avoin väyläjärjestelmä, eli valmistaja riippumaton järjestelmä /5./

KNX-järjestelmän kantavana ideana on yhdistää rakennuksen kaikki sähköiset toiminnot yhtenäiseksi ja mahdollisimman energiatehokkaasti toimivaksi verkoksi. KNX-järjestelmä mahdollistaa taloautomaation eri osien ohjaamisen yhdellä ainoalla järjestelmällä, laitteet ja eri järjestelmät keskustelevat keskenään.

KNX-taloautomaatio järjestelmä sopii hyvin erilaisiin ja erikokoisiin kohteisiin, kuten omakotitaloihin, toimistoihin, liikerakennuksiin, hotelleihin, kouluihin jne. Parhaiten järjestelmää hyödynnetään suurissa ja monipuolisissa kohteissa. Muunneltavuus on tärkeää rakennuksen koko elinkaarta ajatellessa. KNX-järjestelmä mahdollistaa helpon laajentamisen ja muutosten tekemisen.

KNX-väyläjärjestelmässä, väylään liitetyt laitteet kommunikoivat itsenäisesti keskenään ilman keskustietokonetta. Jokaisessa väylälaitteessa on oma mikroprosessori. Väylätyyppiä jossa älyä on jokaisessa väylälaitteessa, kutsutaan hajautetuksi väyläksi. Hajautetusta väylätyypistä on useita etuja, esimerkiksi väylälaitteen vikaantuessa. Vika ei vaikuta kokonaisjärjestelmään, koska jokainen väylälaitte on sisältää oman ohjelmansa.

Verrattuna perinteiseen sähköjärjestelmään, KNX-järjestelmässä kuormien sähkösyöttö kulkee erillään omassa verkkojohdotuksessa. Kuormia ohjaava tieto kulkee KNX-väylässä pienjännitteellä korkeintaan noin 30V. Kaapelointina käytetään kierrettyä parikaapelia. KNX-järjestelmässä tieto lähetetään sanomana jokaiselle väylän laitteelle, halutulla alueella. Valittavissa on myös täydentävät väylän siirtotiet, jotka ovat radiotaajuudet ja väylän tiedonsiirto normaalissa 230V vaihtosähköverkossa. Sähköverkkoa tiedonsiirrossa hyödyntävä järjestelmää kutsutaan Powerline KNX:si.

4.1 Käyttösovellukset

KNX-järjestelmä on nykyaikainen, monipuolinen ja joustava järjestelmä. Yksi järjestelmän perusideoista on järjestelmän muokattavuus ja järjestelmän vastaavuus asumisen tuomia muutoksia vastaan myös vuosien varrella. Järjestelmän eri muutokset, lisäykset ja laajennukset ovat helposti toteutettavissa. Yksi KNX-järjestelmän tuoma etu on myös järjestelmän jo käytössä ollessa helppo toimintojen muuttaminen, lisääminen ja poistaminen ilman suurempia kaapelointiin tehtäviä muutoksia. Toimintojen muutoksia voidaan tehdä helposti ohjelmaa muuttamalla.

KNX-järjestelmä takaa sellaisia mukavuustoimintoja ja loogisia operaatioita, jotka eivät olleet toteuttamiskelpoisia perinteisen järjestelmän kanssa tai jotka olisivat aiheuttaneet suuria kustannuksia, esimerkiksi valvomonäyttö ja ohjauspaneelit tai television kautta tapahtuva visualisointi /10, s. 14./

Järjestelmä pystyy näyttämään näytön ja viestien avulla runsaasti tietoa järjestelmän toiminnasta. Reaaliaikaista tietoa saadaan esimerkiksi ovien ja ikkunoiden asennosta, eri lämpötiloista, veden- ja sähkönkulutuksesta, valaistuksen kytkentätiloista ja hälytysjärjestelmän tiloista. Järjestelmästä saatavien energian kulutustietojen avulla lisääntään mahdollisuuksia optimoida esimerkiksi sähkötulusta.

Järjestelmään voidaan sisällyttää erilaisia hyödyllisiä turvallisuussovelluksia. Turvasovellukset antavat lisää käyttömukavuutta ja turvallisuutta niin kiinteistölle kuin sen asukkaille. Turvasovellukset voivat myös lähettää tapahtuma- tai virheilmoituksia, kuten vika tai vuoto jne. suoraan esimerkiksi tekstiviestinä käyttäjän puhelimeen.

KNX-järjestelmän keskeisiä toimintoja ovat esimerkiksi:

- Valaistusryhmien ohjaus päälle/pois, säätö ja tilanneohjaukset
- Tarpeettoman kulutuksen vähentäminen läsnäoloanturien ja liiketunnistimien avulla
- Verhomoottorien ja markiisien ohjaus ajan ja ulkoisten olosuhteiden mukaan, esim. auringonhäikäisy tai lämpösäteily
- Huoneiden lämmitys/jäähdytyslaitteiden ohjaus
- Päivänvalon hyväksikäyttö energian säästössä

- Keskitetyt ohjaukset on toteutettavissa aikaohjelmalla erilaisiin tiloihin, kuten käytäville, auloihin ym.
- Visualisointi ja liitynnät kiinteistöautomaation valvomoihin on myös mahdollista

/1, s. 4/

KNX-järjestelmän valvonta ja käyttötiedot:

- valaistuksen kytkentätila
- lamppujen käyttöikä
- ovien, ikkunoiden ja porttien asento
- hälytysjärjestelmän tila
- sälekaihtimien, aurinkosuojien ja markiisien asento
- huone- ja ulkolämpötila
- lämmitys- ja ilmastointilaitteiden käyttötilat ja häiriösignaalit
- äänentoisto ja kuvajärjestelmät
- jääkaappien ja pakastimien käyttötilat
- hissien häiriösignaalit
- nesteen pinnan arvot ja vuotoilmoitukset
- kaasun-, öljyn-, sähkön- ja vedenkulutuksen mittarilukemat
- muut käyttötiedot

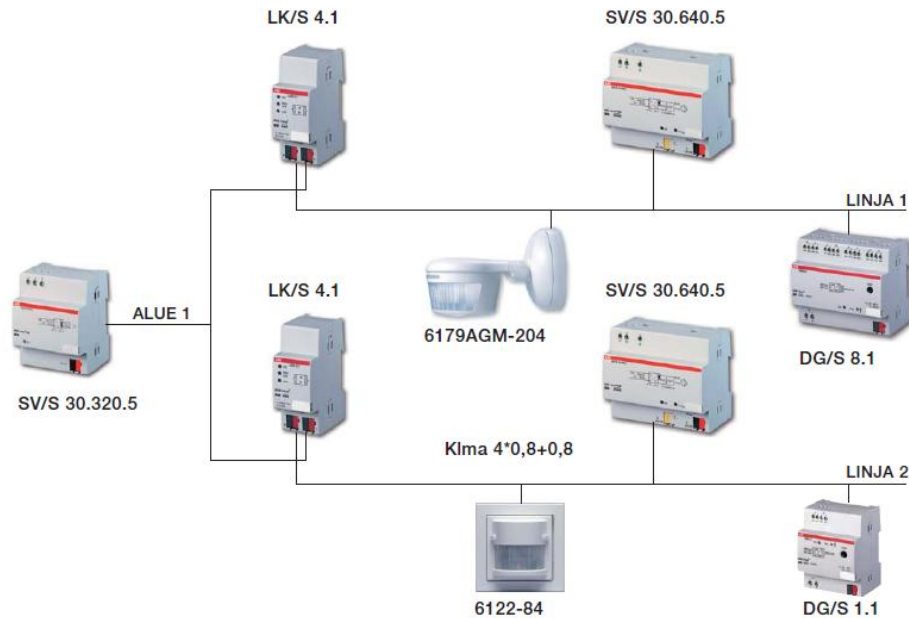
/10, s. 19/

KNX-järjestelmästä saatavia tietoja voi käyttäjä käsitellä ja visualisoida monin eri tavoin. Tiedot käyttäjälle on mahdollista välittyä monin eri tavoin, esimerkiksi tietokoneen, matkapuhelimen, television, näyttöjen ja erilaisten ohjauspaneelien kautta. KNX-järjestelmän käyttö tietyin edellytyksien on mahdollista mistä tahansa rakennuksen sisä- ja ulkopuolelta IP-rajapinnan omaavan laitteen kautta, esimerkiksi tietokoneen tai matkapuhelimen /10, s. 20./

4.2 KNX-järjestelmäkaavio

KNX -väyläjärjestelmä koostuu linjoista. Linjaan liitetty virtalähde (640mA) syöttää noin 30VDC käyttöjännitteen toimilaitteille. Toimilaitetta voidaan liittää yhteen linjaan maksimissaan 64 kappaletta. Väylälinjaan liitetyn laitteen ottama virta täytyy

standardin EN50090 mukaan olla alle 10mA. Linjoja yhdistetään toisiinsa linjayhdistimiä käyttämällä. Linjasta laajempi kokonaisuus on alue. Yksi alue voi sisältää enintään 15 linjaa /1, s. 6./ Yhdessä KNX-järjestelmä käsittää maksimissaan 15 aluetta, alueita yhdistetään toisiinsa alueyhdistimellä. KNX- järjestelmään voidaan liittää yli 58000 toimilaitetta /10, s. 27/.



KUVA 2. Linjakaavio /1, s. 6/

Kytentäkäskyt, signaalit ja muut tiedot välittyvät yksittäisten väylälaitteiden välillä sanomien kautta. Väylälinja on suunniteltu niin, että se ei vaadi impedanssisovitusta ja järjestelmän kaapeloinnissa suositellaan tähti-, puu-, ja väylätologiaa. Tiedot siirtyvät väyläkaapelissa (kierretty parikaapeli) symmetrisesti. Väylälaite laskee vaihtojännitteen eron kaapelin molempien johtimien välillä. Tästä johtuen mahdolliset häiriöt vaikuttaa näin molempiin johtimiin eikä sen vuoksi vaikuta olennaisesti signaalin jännitteen eroon /10, s. 29./

4.3 Tiedonsiirto

Tiedonsiirtonopeus on 9600 bittiä/s ja näin sanoman lähettäminen ja vastaanottaminen kuluu keskimäärin n.25ms siirtoaika. Väylälaitteiden välinen tietojen siirto on tapahtumaohjattu. Väylälinjassa yksittäiset tiedot siirtyvät sarjoittain, linjassa on siis vain yksi tieto kerrallaan. Luotettavuussyistä käytetään hajautettua väyläyhteysmenetelmää CSMA/CA, joka perustuu siirtotien varausmenetelmään ja sanomien törmäysten ha-

vaitsemiseen. Laitteiden välittämiä sanomia on mahdollista myös priorisoida, esimerkiksi vikasignaalit saavat etusijan väylästä /10, s. 29./

Väylällä siirtyvät sanomat koostuvat väyläkohtaisista tiedoista, hyötytiedoista ja testitiedoista. Väylälaitteilla on osoitekenttä, joka sisältää lähde- ja kohdeosoitteen. Lähdeosoite on aina fyysinen osoite, se osoittaa mihin alueeseen ja linjaan lähetyslaite on asennettu. Kohdeosoitteen perusteella puolestaan määritellään väylälaite tai laitteet jonka kanssa kommunikoidaan. Sanomassa olevaa tietokenttää käytetään hyötytietojen siirtämiseen. Hyötytietoja ovat erilaiset käskyt, viestit, asetusparametrit, mittausarvot /10, s. 30./

4.4 Järjestelmän ohjelmointi

KNX-järjestelmän ohjelmointi suoritetaan ETS-ohjelmaa käyttämällä. ETS (Engineering Tool Software) on Windows-ympäristössä toimiva ohjelma. Ohjelma on tarkoitettu suunnitteluun, käyttöönottoon, muutoksien hallintaan, huoltoon ja vian etsintään /7, s. 12/. Ohjelmointityökalun liittynässä väylään on mahdollista käyttää esimerkiksi RS232, USB tai IP-yhdyskäytävä liityntää.

Ohjelmassa tuotetietokannasta valitaan toimilaitteet ja asetetaan halutut parametriarvot. Ohjelmoinnissa syntyy ETS-projektitietokanta, jossa on laitelistaukset ja asetusarvot. Ohjelman käyttäjä tekee ratkaisut alue- ja linjajaosta sekä määrittää fyysiset ja ryhmäosoitteet laitteille. ETS-ohjelmasta saadaan automaattisesti laitelistat osoitteineen sekä ohjelmalistaukset. Dokumentoinnin tehostamiseksi voidaan hyödyntää ohjelman mahdollistamaa kommentointia. Käyttöönottovaiheessa ohjelmalla ladataan tiedot väylään, jotka kuitataan toimilaittekohtaisesti /7, s. 12./

5 KNX- JÄRJESTELMÄN RAKENNE

Tässä luvussa perehdytään KNX –järjestelmän väyläverkon rakenteeseen, kaapelointiin ja järjestelmänkeskusrakenteeseen. Järjestelmän rakenne on merkittävässä osassa suunnittelua ja toteutusvaihetta.

5.1 Siirtotiet

KNX-järjestelmässä voidaan hyödyntää kolmea erilaista tiedonsiirtoväylää. Käytettävät tiedonsiirtoväylät ovat kierretty parikaapeli väyläkaapelina, sähköverkon kautta (KNX Power Line) ja siirto radioverkon (868 MHz) kautta. /10, s. 25/. Sähköverkon kautta (Power Line) tapahtuva tiedonsiirto KNX-järjestelmässä ei ole Suomessa yleisessä käytössä.

Pääasiassa KNX-järjestelmän tiedonsiirto on tarkoitettu tehtäväksi kierretyllä parikaapelilla. Joissakin tilanteissa on hyödyllistä käyttää apuna radiotaajuutta tiedon siirrossa ja näin muodostaa erilaisia sekaverkkoja.

5.1.1 Radiotaajuudet tiedonsiirrossa

Radiotaajuuksia tiedonsiirrossa voidaan hyödyntää KNX-järjestelmässä. Tiedonsiirto tapahtuu lähettimen ja vastaanottimen välillä 868 MHz- taajuudella. Kantama on noin 100 metriä. KNX radiotaajuustuotteita ja komponentteja on saatavana uppo- ja pinta-asennettavina sekä tuotteisiin sisäänrakennettuina versioina. Radiotaajuustuotteita käytetään pääasiassa valojen ohjaukseen, verhojen/markiisien ohjaukseen ja laitteiden väliseen tiedonsiirtoon.

KNX-radiolaitteita on yksisuuntaisia ja kaksisuuntaisia. Yksisuuntaiset laitteet voivat joko lähettää tai vastaanottaa väyläsanomia. Yksisuuntaiset laitteet ovat pääasiassa akkukäyttöisiä antureita, lähettimiä tai vastaanottimia. Esimerkkinä yksisuuntaisesta laitteesta on kaukosäädin ja ovi-/ikkunakosketin. Kaksisuuntaiset laitteet voivat lähettää ja vastaanottaa väyläsanomia. Kaksisuuntainen laite voi olla samanaikaisesti anturi ja toimilaite /10, s. 45./ Osa radiolaitteista vaatii 230V sähkönsyötön.

Radiotaajuuksia käytettäessä on huomioitava radiosignaalin käyttäytyminen asennuskohteessa. Monet eri tekijät heikentävät radiosignaalia matkalla lähettimestä vastaanottimeen. Radiosignaalit eivät läpäise esteettä seiniä, kattoja ja muita mahdollisia esteitä vaan vaimentuvat ja heijastuvat. Radiosignaalin vaimennukseen ja heijastukseen vaikuttaa esteen materiaali ja paksuus. Heijastuksilla voi olla negatiivinen sekä positiivinen vaikutus tiedonsiirtoon. Mahdolliset radiosignaalien vaikutustekijät on otettava huomioon jo järjestelmän suunnitteluvaiheessa. Radioyhteyttä voidaan parantaa

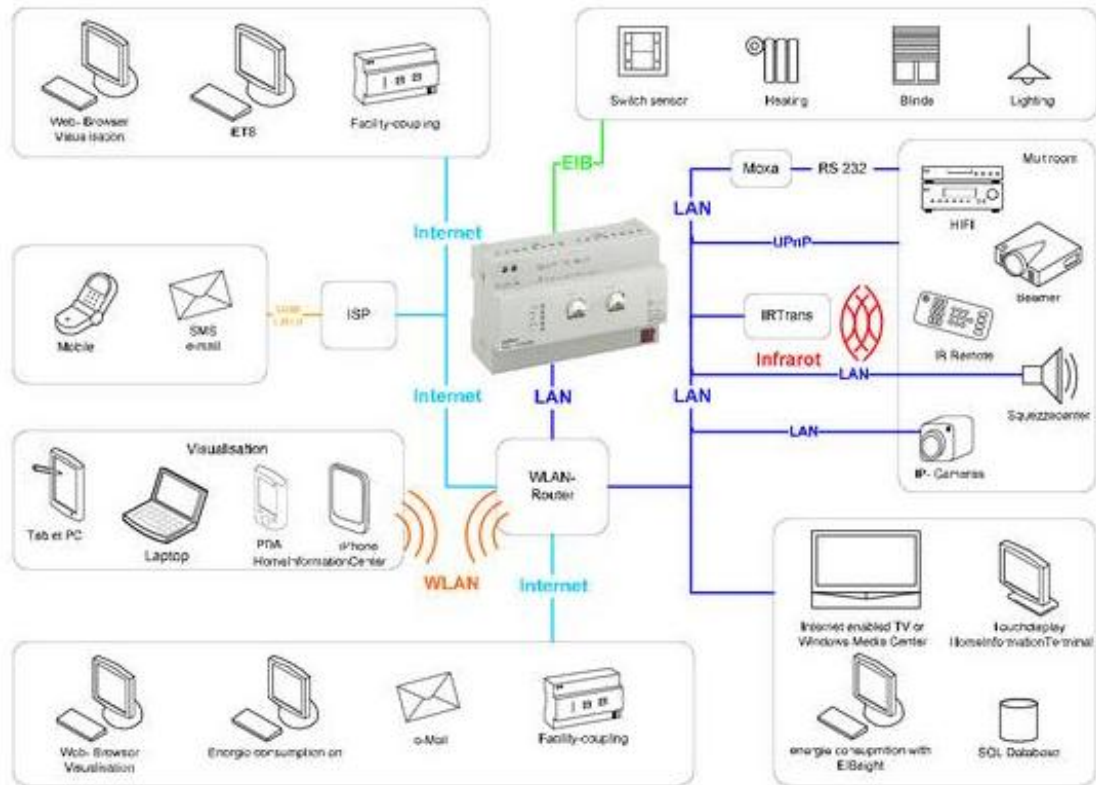
asennuskomponenttien hyvällä asennus paikan valinnalla sekä välivahvistimien käytöllä /10, s. 75-77./ Radiosignaalia käytettäessä hyötynä voidaan pitää, että radiosignaali on johtimetön siirtotie ja radiosignaali ei vaadi suoraa näköyhteyttä lähettimen ja vastaanottimen välillä. Haittana voi olla että radiotaajuuden käytöstä aiheutuu muille järjestelmille häiriöitä tai muut järjestelmät aiheuttavat radiosignaaliin häiriötä /8, s. 102/.

5.1.2 Infrapuna tiedonsiirrossa

KNX-järjestelmään on myös mahdollista valita infrapunalla ohjattavia toimilaitteita. Yhteistä infrapunalla ohjattavissa laitteissa on sen kaukokäyttö mahdollisuus. Infrapunalaite on käskyjä lähettävä tai vastaanottava laite, joka toimii yleensä paristoilla ja on kädessä pidettävä. Infrapunalla toimivalla kaukosäätimellä voidaan ohjata esimerkiksi valaistusta, sälekaihtimia ja markiiseja. Kaukosäätimellä lähetetään sanoma infrapunalla siihen sopivaan vastaanottimeen. Infrapunalla vastaanotto mahdollisuus on yleensä rakennettu ohjauspaneelien sisään. On syytä muistaa infrapunalla toimivien laitteiden käyttörajoitukset, laite vaatii suoran näköyhteyden lähettimen ja vastaanottimen välille. Infrapunalla toimiva tiedonsiirto ei häiritse muita järjestelmiä. Parhaiten infrapunaliikenne sopii muutaman kymmenen metrin tiedonsiirtoon samassa huoneitilassa. Yleensä infrapunalla toimiva väylälaitteen ohjaus on vaihtoehtoinen ja täydentävä ohjaus mahdollisuus /8, s. 102-103./

5.1.3 Internetin hyödyntäminen tiedonsiirrossa

KNX-järjestelmä voidaan liittää internetiin käyttämällä yhdyskäytävää. Internetin välityksellä voidaan suorittaa toimintoja järjestelmässä ja seurata järjestelmän toimintaa. Internetin välityksellä tehtäviä suoritteita voidaan tehdä tietokoneella ja matkapuhelimella. Kuvassa 3 on selvennetty internetin, väylän ja lähiverkon eri toimintoja ja laitteita. On huomattava myös langattoman lähiverkon käyttömahdollisuus järjestelmän ohjauksessa.



KUVA 3. KNX- internet liitynnät /2/

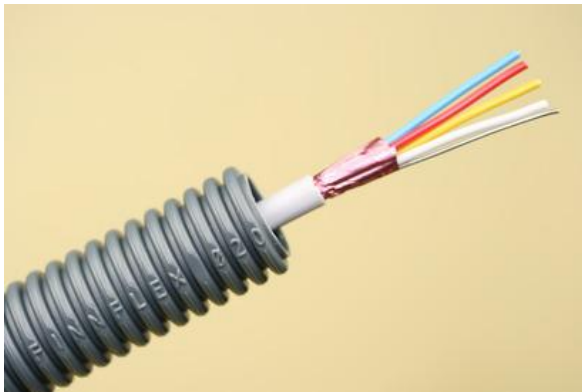
Verkkoselaimen välityksellä voidaan suorittaa esimerkiksi:

- lähettää automaattisia signaaleja ja tietoja kuten säätiedot, uutissyötteen ja musiikki
- tehdä kytkentätoimintoja KNX-laitteissa
- lähettää viestejä kuten sähköposteja ja tekstiviestejä
- seurata järjestelmän toimintoja ja tilatietoja
- ohjelmoida KNX-tuotteita

5.1.4 Tiedonsiirto kaapelilla

Kaapelina KNX-järjestelmässä käytetään kierrettyä parikaapelia, markkinoilla on myös järjestelmä jossa tieto siirretään sähköverkon kautta. KNX-powerlineksi kutsutaan järjestelmää, missä tiedon siirto tapahtuu sähköverkossa. KNX-powerline järjestelmä on Saksassa käytössä, Suomessa on käytössä yleisesti parikaapelilla ja radiotaajuudella tapahtuva tiedonsiirto. Tästä johtuen en perehdy KNX-powerline järjestelmään tässä työssä.

KNX-järjestelmässä väyläkaapelista väylälaitteet saavat tiedot, käskyt ja muut siirrettävät sanomat. Samassa väyläkaapelissa väylälaitteet saavat myös käyttöjännitteen noin 30 VDC. KNX- järjestelmässä käytetään suojattua kaapelia, jossa on kaksi kierrettyä paria ja kaapelin läpimitta on 0,8mm. Johdin materiaalina kupari, yksi- tai monisäikeisenä. Väyläkaapelit asennetaan kuten muutkin sähkökaapelit, olemassa olevien säännösten ja standardien mukaan. Väyläkaapeli voidaan asentaa lähelle muita energiakaapeleita, esimerkiksi samaan putkireittiin tai kaapelihyllylle. Tiedonsiirrossa tapahtuva sanoman siirto on symmetrinen eli mahdollinen häiriö ei muuta viestin sisältöä. Suomessa yleisesti käytetään väyläkaapelina KLMA 4x0,8+0,8 kaapelia. Kaapeli on neljäjohtiminen ja sisältää häiriösuojaukseen/maadoitukseen käytettävän suoja folion ja yhden eristämättömän johtimen. Käytettäessä KLMA 4x0,8+0,8 kaapelia, johtimista otetaan käyttöön punainen ja sininen johdin. Punainen johdin on positiivinen napa ja sininen johdin negatiivinen napa, keltainen ja valkoinen jäävät varalle. Ylimääräistä paria (keltainen ja valkea) voidaan käyttää muihin järjestelmiin tai mahdollisiin tulevaisuuden tarpeisiin. Käytettäessä ylimääräistä paria muihin kuin väylätarkoitukseen on käytävä ylivirtasuojattuja pienjännitteitä (SELV/PELV) ja maksimissaan 2,5A tasavirtaa. Käytössä olevia johtimia ei saa mistään kohdalta maadoittaa.



KUVA 4. KLMA 4x0,8+0,8 kaapeli muovisessa suojaputkessa /4/

Muita asennukseen liittyviä huomiota:

- Jos vaaditaan halogeeni vapaita kaapeleita, voidaan käyttää esimerkiksi KLMA-HF 4x0,8+0,8
- Kahden rakennuksen linkittämisessä voidaan käyttää maakaapelina telekaapelia A2Y(L)2Y tai A-2YF(L)Y.
- Väylä- ja syöttökaapeli voivat olla samassa asennuskotelossa kunhan ne ovat

erotettu toisistaan.

- Eristetyt muovipäällysteiset sähkökaapelit voidaan asentaa ilman fyysistä väliä.
- Väylä- ja syöttökaapelien läpiviennit tehdään samoille alueille.
- Induktiosilmukoiden välttämiseksi, asennetaan virta- ja väyläjohdot mahdollisimman lähelle toisiaan.
- Väyläkaapelin vaatimukset ylijännitteiden varalta tulee täyttää seuraavat vaatimukset. Nimellispurkauskyky vähintään 5 kA (8/20ms). Suojaustaso 350 V.
- Asennuksessa käytettyjä sähkökaapeleita ei saa käyttää väyläkaapelina.

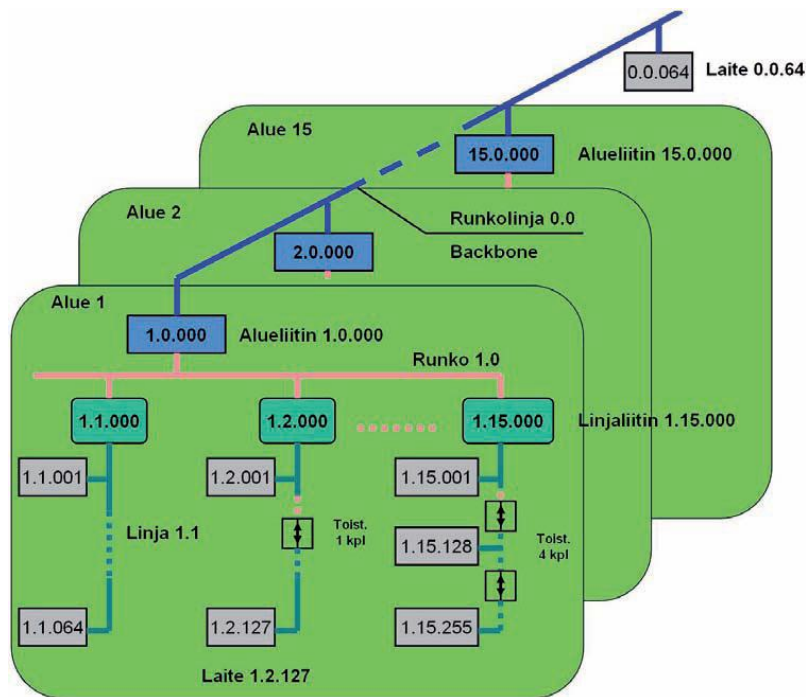
/10, s. 78, 120-121/

KNX-järjestelmän kaapelointi on edullista toteuttaa, yleisesti käytetty väyläkaapeli KLMA 4x0,8+0,8 on hankintahinnaltaan edullista. Väyläkaapeli on myös helppo asentaa, kaapeli on kevyttä ja ohutta. KLMA 4x0,8+0,8 kaapelia saa myös valmiiksi putkeen asennettuna. KLMA 4x0,8+0,8 kaapelia voidaan helposti myös kytkeä, kaapeli on yksisäikeinen ja sopii yleisimpiin kytkentäliittämiin. KNX-järjestelmään liitettävien 230V sähkönsyöttökaapeleiden asennuksessa tulisi kiinnittää huomiota sähkökaapeloinnin muutos ja laajennus mahdollisuuksiin, ettei sähkönsyöttö kaapeloinnit rajoittaisi KNX-järjestelmän laajennus mahdollisuuksia.

5.2 Verkon rakenne väyläkaapelia käytettäessä

Väyläkaapelia käytettäessä hierarkkisessa rakenne muodostuu linjoihin ja alueisiin, riippuen muun muassa järjestelmän laajuudesta ja kiinteistön teknisistä ratkaisuista.

Pienin asennusyksikkö on linja. Linja voi muodostua enintään neljästä linjasegmentistä. Yhteen linjaan on mahdollista kytkeä 64 väylälaitetta. Linjaa kytkettyjen väylälaitteiden kokonaismäärää vaikuttaa käytettävä virtalähde ja laitteiden virrankulutus. On myös huomioitavaa, että osa väylään liitetyistä laitteista saattaa vaatia lisävirtalähteen pienjännitteen syöttöön tai liitännän 230V sähköverkkoon. Linjan kaapelointi pituuteen voi vaikuttaa esimerkiksi pidentämällä linjaa eri segmentteihin. Linjasegmentti vaatii linjavahvistimen ja virtalähteen /10, s. 25-27./



KUVA 5. KNX –verkkomalli /2, s. 10/

Kuvassa 5 on havainnollistettu verkkomalli. Kuvassa näkyy laitteiden sijoitus, alueet ja väylälinjat. Alueet ja linjat ovat yhdistetty toisiinsa yhdistimien avulla (alueliitin ja linjaliitin).

TAULUKKO 2. Linjan kaapelointipituudet

Seuraavat raja-arvot koskevat linjassa olevien kaapelien pituuksia:	
Linjasegmentin pituus	maks. 1000m
Virtalähteen ja väylälaitteen välinen etäisyys	maks. 350m
Kahden virtalähteen välinen etäisyys	min. 200m
Kahden väylälaitteen välinen etäisyys	maks. 700m

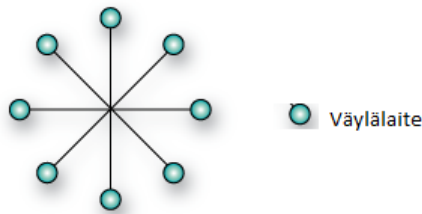
Taulukosta 2 nähdään linjan kaapeloinnissa käytettävät linjan pituus raja-arvot. Linjan maksimi pituuteen vaikuttaa myös linjaan liitettävien väylälaitteiden virrankulutus.

Käytettäessä järjestelmässä useampia linjoja, muodostetaan päälinja johon on mahdollista yhdistää enintään 15 linjaa. Linjat liitetään päälinjaan linjayhdistäjällä. Näin muodostuu järjestelmään alue. Alueiden maksimi määrä on 15. Jos järjestelmä käsittää useita alueita, yhdistetään alueet linjaan jota kutsutaan runkolinjaksi. Alueet liitetään runkolinjaan alueyhdistimen avulla. On huomioitavaa, että käytettävät linjayhdistimet, alueyhdistimet ja linjavahvistimet ovat identtisiä laitteita. Näiden laitteiden suoritettavat tehtävät muodostuvat sijoittelusta verkontopologiassa, vastaavasti määritetystä

fyysisestä osoitteesta ja ladatusta sovellusohjelmasta. Useisiin linjoihin ja alueisiin jaosta on etua, esimerkiksi käyttöluotettavuuden lisääntyminen ja vianmääritys. Myös mahdollistaa väylän vähäisemmän kuormituksen, linjan sisäiset viestit eivät välity muille alueille ja linjoille ellei käsky edellytä toisen linjan tai alueen väylälaitteita toimimaan.

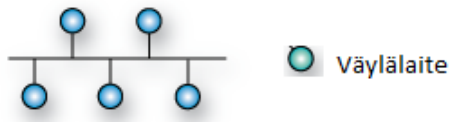
5.2.1 Väylätopologiat

Väylätopologialla tarkoitetaan väylänverkon fyysistä rakennetta. KNX-järjestelmässä käytettävät verkkotopologiat ovat tähti-, väylä/linja- ja puutopologia. Rengastopologia ei ole suositeltavaa, koska väylään siirrettävä sanoma saattaa jäädä pyörimään silmukkaan. KNX-järjestelmässä jokainen väylälaitte voi lähettää sanomia mille tahansa toiselle väylään asennettuun laitteeseen verkon alueella. Sanoman lähetys ja vastaanotto alueita voidaan pienentää jos tietyn laitteen sanoman siirrosta tietylle alueelle ei ole järkevää.



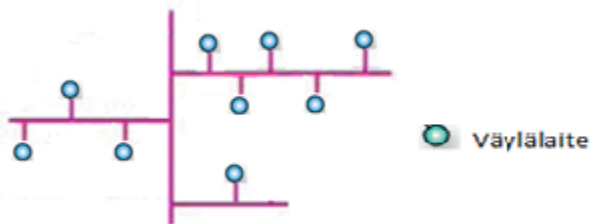
KUVA 6. Tähtitopologia väyläverkon rakenteena

Tähtitopologiassa kaikki väylälaitteet kytketään samaan keskustaan, jota sanotaan tähtipisteeksi. Kuvassa 6 on malli verkon tähtirakenteesta. Tässä tapauksessa tähtipisteessä sijaitsee keskuslaitteet johon väylälaitteet kaapeloidaan. Tähtitopologia olisi teoriassa paras verkonrakenteen malli. Tähtitopologiaa käytettäessä jokaiselle väylälaitteelle tulisi oma väyläkaapeli joka on tarkoitettu vain kyseisen väylälaitteen sanomien lähetykseen ja vastaanottamiseen. Tämän verkkoratkaisun hyötyjä on esimerkiksi mahdollisen väylänlinja vian sattuessa, vika vaikuttaisi vain yhteen väylälaitteeseen. Käytännössä laajan KNX-järjestelmän asennus tähtitopologiaa käyttäen tulisi kaapelointi kohtuuttoman kalliiksi ja suuren kaapelointi määrän takia myös järjestelmä tulisi myös hankalaksi kytkeä ja vaikeaksi asentaa. KNX-järjestelmän tuomia etuja on juuri monipuolisen verkonrakenteen hyödyntäminen ja kaapeloinnin minimoiminen.



KUVA 7. Väylä/linjatopologia väyläverkon rakenteena

Väylätopologiassa kaikki väylälaitteet on asennettu samaan väyläkaapeliin linjan muotoisesti. Kuvassa 7 on havainnollistettu rakennemalli. Väylätopologiasta käytetään myös linjatopologia nimeä. Väylätopologian keskeisiä etuja on rakenteen yksinkertaisuus ja yleensä mahdollistaa myös pienen kaapelointi menekin. Kaapelin menekki riippuu tietysti monesta asiasta kuten rakennuksen muodosta, väylän laajuudesta ja väylän käytöstä kiinteistön eri tiloissa. Väylätopologia on vikojen suhteen tähtitopologiaa epäluotettavampi. Linjavian esiintyessä esimerkiksi linjan alkupäässä kaikki vian jälkeiset laitteet eivät ole enää kytkettyinä linjaan.



Kuva 8. Puutopologia väyläverkon rakenteena

Puutopologia rakenne periaatteessa muodostuu yhdistetyistä linjatopologioista. Puutopologia on suosittu topologia KNX-järjestelmän verkkorakenteena. Kuvassa 8 on kuvattu puutopologiaa. Puutopologian etuja on selkeä verkkorakenne, varsinkin väylälaitteiden määrän ollessa suuri huonemuotoisissa tiloissa. Puutopologia mahdollistaa vähäisen kaapelointi määrän ja omaa hyvän muutos mahdollisuuden.

5.3 Keskusrakenne

KNX -järjestelmän järjestelmäkomponentit ja toimilaitteet sijoitetaan sähkökeskuksen DIN -kiskoon tai erillisiin koteloihin. Komponentteja on siis DIN-kisko kiinnitteisiä ja valmiiksi koteloituja malleja. Järjestelmäkomponentteja ovat esimerkiksi virtalähteet ja yhdistimet. Toimilaitteeksi kutsutaan muun muassa valonsäätimiä ja kytkinkykösiköitä.

Valmiiksi kalustettuja yleismallisia KNX-järjestelmä keskuksia ei monelta valmistajalta löydy. Yleismallisiin keskuksiin on asennettu KNX-väyläjärjestelmän peruskomponentit valmiiksi. Keskeiset peruskomponentit ovat väylän teholähde, 12-kanavainen kytkinyksikkö (10 A), 4-kanavainen kytkinyksikkö (16 A), yleissäädin sekä 4-kanavainen binäärivastaanotin potentiaalivapaille koskettimille. Yleismallin keskuksiin on myös jätetty runsaasti laajennustilaa, johon on helppo tarpeen mukaan lisätä muita laitteita kohteeseen asennettavan KNX-järjestelmän tarpeen mukaan. Yleismallisiin keskuksiin joutuu lähes poikkeuksetta lisäämään komponentteja. Keskuksat ovat KNX-järjestelmässä hyvin erilaisia, keskuksen valittuihin komponentteihin vaikuttaa monta asiaa, kuten minkälaisia sovelluksia käytetään, sovellusten määrä ja minkälainen on verkkotopologia. Keskuksat ovat siis hyvin yksilöllisiä ja räätälöityjä eri kohteen mukaan. Keskuksen valinnassa kannattaa kiinnittää suurta huomiota keskuksen kokoon ja valita keskus sen kokoiseksi että suunnitelman mukaiset laitteet mahtuvat siihen. Keskuksen valinnassa kohteeseen on huomioitava myös keskuksen jätettävä noin 30 % tilavaraus myöhempiä lisäyksiä varten ja keskuksen fyysisen koon kasvaminen perinteiseen sähkökeskukseen nähden.

On myös mahdollista tilata keskus erikseen suunnitelmien perusteella. Suunnitelmien mukaan räätälöityjä keskuksia voidaan tilata keskusvalmistajilta jotka ovat erikoistuneet tekemään keskuksia asiakkaiden toivomusten mukaan. Asiakas voi itse vaikuttaa keskuksen muotoon, väriin, kotelointiin, käytettäviin komponentteihin ja keskuksen komponenttien sijoitteluun. Tämä on järkevää varsinkin jos on kyseessä laaja järjestelmä tai suuria keskuksia on paljon.

Itse tehtävä keskuksen kalustaminen on varteen otettava vaihtoehto varsinkin pienissä järjestelmissä, esimerkiksi omakotitaloon asennettavissa järjestelmissä. On huomiotavaa että sähköjärjestelmän keskuksen tai keskusten koko kasvaa reilusti perinteiseen sähkökeskukseen verrattuna. KNX-järjestelmän keskus voi helposti tuplata sähkökeskuksen tilan tarpeen. KNX-järjestelmässä voidaan myös järjestelmäkomponentteja ja toimilaitteita hajauttaa eri kohtaan rakennuksessa, mikä vaikuttaa tilantarpeeseen muualla kuin esimerkiksi rakennuksen teknisessä tilassa missä sijaitsee yleensä sähkökeskukset. Hajauttamisesta on voi myös olla hyötyä kaapeloinnin toteutuksessa ja järjestelmän yksinkertaistamisessa.

Yleismalliasia tyhjiä keskuskoteloita on mahdollista saada erittäin monelta valmistajalta. Yleismallisia keskuskoteloita on monta eri kotelokokoja, eri suojausluokan omaavia koteloja, eri asennustavan omaavia koteloita ja eri materiaalista valmistettuja. Esimerkiksi ABB valmistaa neljää eri kokoista kalustamatonta koteloa KNX – järjestelmää varten. Keskuskoteloita on helppo valita tietyn asennustavan ja kohteen mukaan. Yleisenä vaatimuksena keskukselle voidaan pitää DIN-kiskoja ja mahdollisuutta erottaa pienjännitepiirit normaalista 230V verkkojännitteestä. Erotus voidaan tehdä erillisillä suojilla ja eri kenttien erotuksella.

6 KNX- JÄRJESTELMÄN ASENNUSTUOTTEET

Tässä osiossa tarkastellaan KNX-järjestelmien keskeisimmät asennustuotteet. Käytettävät asennustuotteet riippuvat kiinteistön varuste- ja vaatimustasosta. Kiinteistössä käytettävät komponenttien mallit, tyypit ja määrät vaihtelevat huomattavasti eri kiinteistöjen välillä. KNX-järjestelmään liittyvien laitteiden ja komponenttien hyvä tuntemus on erittäin tärkeää niin suunnittelun kuin asennuksenkin kannalta. Asennustuotteiden valintaan vaikuttaa usein myös asennuskohteen erilaiset tilaluokitukset ja sisustukselliset asiat. Tuotteiden valinnalla voidaan vaikuttaa myös väylän rakenteeseen, järjestelmän kaapelointiin ja käytettävien komponenttien määrään. KNX-tuotteiden valinnalla on myös suuri merkitys koko järjestelmän hankinta kustannuksiin. KNX-järjestelmän komponentti ja laite valmistajia on useita, vastaavaa tuotetta tai laitetta voidaan näin etsiä monelta valmistajalta. Tämä auttaa löytämään sopivan tuotteen kohteeseen, eri valmistajan tuotteet eroavat toisistaan esimerkiksi fyysiseltä ulkomuodoltaan, hinnaltaan ja ominaisuuksiltaan.

KNX-asennustuotteet voidaan asennustavaltaan jakaa neljään eri tyyppiin:

- Keskuksiin ja koteloihin DIN EN 50022 mukaiselle kojekiinnityskisko kiinnitetyt tuotteet
- Valmiiksi koteloidut tuotteet jotka asennetaan esimerkiksi kaapelihyllyille, johtokanaviin tai alaslaskettuihin kattoihin.
- Kojerasioihin asennettavat tuotteet
- Pinta-asennettavat koteloidut tuotteet

6.1 Kojekiinnityskiskoon kiinnitettävät järjestelmä komponentit

Tässä osiossa käydään läpi keskuksiin ja koteloihin asennettavat KNX-järjestelmän keskeiset peruskomponentit. Peruskomponentit ovat tärkeä osa järjestelmää, osa tuotteista liittyy väylän tekniseen toteutukseen ja osa liittyy järjestelmän toimintoihin.



KUVA 9. Virtalähde SV/S30.640.5 /1, s. 31/

Virtalähde tuottaa väyläjännitteen noin 30VDC. Kuvassa 9 on ABB:n valmistama virtalähde. Virtalähteen ulostulovirta (640mA) riittää noin 64 väylälaitteen liittämiseen, riippuen liitettävistä väylälaitteiden virrankulutuksesta. Virtalähteen tilantarve keskuksessa on yleensä 6 moduulia. Samassa kiinteistöissä voi olla useita KNX-järjestelmän virtalähteitä.



KUVA 10. Linjayhdistin LK/S4.1 /1, s. 34/

Linjayhdistintä käytetään linjojen ja alueiden yhdistämiseen. Jokainen linja sisältää linjayhdistimen jonka kautta liitytään alueen päälinjaan. Jokainen alue joita voi järjestelmässä olla enintään 15 kappaletta yhdistetään alueyhdistimen välityksellä runkolinjaan. Linjayhdistimet ja alueyhdistimet ovat identtisiä laitteita. Suoritettavat tehtävät määrittävät laitteiden sijoittelussa verkkotopologiassa /10, s. 28./ Tilantarve keskuksessa yleensä 2 moduulia /1, s. 34/.



KUVA 11. USB-portti USB/S1.1 /1, s. 34/

USB- porttia käytetään liityntään tietokoneen ja KNX –väylän välillä. Ohjelmana käytetään yleisesti ETS3:a /1, s. 34/.



KUVA 12. TCP/IP yhdyskäytävä /1, s. 35/

TCP/IP-yhdyskäytävä on selainpohjainen. Laite muuntaa KNX-väylän tiedonsiirron TCP/IP verkkoon. WEB-selainpohjainen visualisointi sekä internetin välityksellä tapahtuva etäkäyttömahdollisuus. Laitteen avulla on mahdollista ohjata ja lukea kaikkia KNX-väylän toimilaitteita /1, s. 35/



KUVA 7. Binäärisäätöyksikkö /6, s. 7/

Binäärisäätöloja käytetään tavanomaisten kytkimien, painikkeiden ja muiden potentiaalivapaiden koskettimien liittämiseen väylään. Binäärituloyksiköihin on myös mahdollista kytkeä 230V-lähdöllä olevia laitteita väyläjärjestelmään. Mallit ovat yleensä 4- tai 8-kanavaisia. /6, s. 7./ Tilantarve keskuksessa riippuu käytettävästä mallista, yleensä 2-4 moduulia. Yksiköt sisältävät yleensä erilaisia kytkentä ja laskuri toimintoja.



KUVA 14. Kytkintoimilaite /6, s. 10/

Kytkintoimilaitteita käytetään kuorman kytkemiseen sulkeutuvan koskettimen avulla. Nimellisvirraltaan 6,10 tai 16 ampeeria. Kytkinlaitteita on saatavana 2,4,6,8,10 tai 12 kanavaisena. Jokainen kanavaa voidaan ohjata erikseen. Kytkinlaiteessa on yleensä tilatieto osoitin jokaiselle kanavalle ja kuorman kytkentä voidaan suorittaa myös käsin laitteen etupaneelisti. Joissain kytkinlaitteissa on erilaisia lisätoimintoja kuten virranmittaus, kytkentä määrä, kytkentäaika, aikaohjelmat ja erilaiset loogiset operaatiot. Tilantarve keskuksessa riippuu kanava määrästä, yleensä 2-8 moduulia /3, s. 3./



KUVA 15. Yleissäädin 4-kanavaa /1, s. 58/

KNX-järjestelmään on saatavilla useita eri laitteita valaistuksen säätöön. Esimerkkinä säädin malleista ovat DALI-, DSI-, analoginen 1-10V säädin ja erilaiset yleissäätimet. Käytettävät säätimet valitaan valolähteen tyyppin, ohjaustavan ja kuormituksen mukaan. Säätimet ovat yleensä 1,2,4 tai 8 kanavaisia. Säätimiin voidaan myös yhdistää esimerkiksi vakiovaloantureita. Induktiivisen ja kapasitiivisen kuorman sekakytkentä ei ole sallittua. Tilantarve keskuksessa käytettävästä mallista riippuen 2-8 moduulia.



KUVA 16. Verhomoottoriohjain 4-kanavaa /1, s. 55/

Verhomoottori ohjaimilla voidaan ohjata markiiseja, sälekaihtimia, verhoja, ilmanvaihdon eri peltimoottoreita ja muita moottoreita. Yleisesti käytössä olevat laitteet ovat 2,4 tai 8 kanavaisia, kanavan nimellisvirran ollessa 6 ampeeria. Moottoriohjaimen toimintaa voidaan ohjata myös sääasemien avulla. Tilatarve keskuksessa 2-4 moduulia.

Mahdollisia kanavakohtaisia toimintoja:

- Ohjaus ylös/alas tai auki/kiinni
- Pysäytys / lamellien käänno
- Ohjaa moottoria 0-100 %

- Tilatieto moottorin asennosta
- Tilanneohjauksissa voidaan ennalta määrittää pysäytys paikka
- Automaattiohjaus sääaseman ohjeiden mukaan
- Pakko-ohjaus haluttuun tilaan

/3/



KUVA 17. Viikkokellokytkin 4-kanavaa /1, s. 63/

Aikayksiköiden avulla voidaan ohjata esimerkiksi valaistusta, pistorasioita ja laitteita erilaisilla aikafunktioilla. Aikayksikköä käyttämällä voidaan myös tahdistaa aikakellojärjestelmä. Tilatarve keskuksessa 2-4 moduulia.



KUVA 18. Huoneyksikkö /1, s. 42/

Huoneyksiköihin on sisällytetty monia erilaisia toimintoja, kytkentöjä ja ohjauksia. Huoneyksikön avulla voidaan hoitaa esimerkiksi hotellihuoneen koko automaatioohjaukset. Laitteen ominaisuuksia ovat esimerkiksi sisääntulot painikkeille, ulostulot valaistukselle, lämmitykselle, venttiileille ja puhallinkonvektoreille.

6.2 Anturit ja käyttölaitteet

Tässä osiossa tarkastellaan keskeisimmät anturit ja käyttölaitteet. Anturit ja käyttölaitteet ohjaavat valittuja toimintoja. Anturit ja käyttölaitteet lähettävät sanomia toimilaitteille. Antureita ja käyttölaitteita ovat painikkeet, läsnäolotunnistimet, termostaatit jne. Laitteet liitetään väylään väyläliitäntäyksikön avulla. Toiminnallinen väylälaite esimerkiksi kytkinanturi koostuu kahdesta osasta. Osat ovat väyläliitäntäyksikkö ja käyttömoduuli /10./ Anturit ja käyttölaitteet asennetaan yleensä pinta-asennuksena tai uppo-asennuksena koje- tai jakorasiaan.



KUVA 19. Väyläpohja /1, s. 67/

Väyläpohjan avulla väylään liitetään erilaisia käyttölaitteita kuten termostaatteja ja painikkeita. Väyläyksiköt ovat yleensä valmistajakohtaisia tai mallikohtaisia, eli tietty malli sopii vain siihen tarkoitettuihin tuotteisiin.



KUVA 20. 5-osainen painike /1, s. 18/

KNX- järjestelmän yleisimpänä käyttölaitteena voidaan pitää painiketta. Painikkeita saadaan esimerkiksi 1,2,3,4,5,6 ja 8 osaisina. Painike liitetään väylään erillisen väyläyksikön kautta. KNX-järjestelmässä voidaan käyttää myös perinteisen sähköjärjestelmän painikkeita binäärisisääntuloyksikön avulla. Painikkeessa voi myös olla erilaisia informaatiota sisältäviä näyttöjä. Huomioitavaa on, että jotkut painikkeet ja niiden eri yhdistelmät vaativat lisävirtalähteen käyttöä. Materiaaleina on käytettävissä esimerkiksi muovia, metallia ja lasia. Värejä ja niiden yhdistelmiä on erittäin monta. Painikkeissa on myös erilaisia lisätoimintoja kuten tilanneohjauksia ja kaukosäätö mahdollisuuksia. Painikkeisiin on mahdollista lisätä myös lämpötila mittauksia ja lähestymistunnistimia, esimerkiksi voidaan valita painikkeelle peitekehys johon on lisätty nämä toiminnot.



KUVA 21. Ohjauspaneeli /1, s. 15/

Ohjauspaneelilla voidaan hallita kokojärjestelmän toimintoja. Paneelit sisältävät todella paljon erilaisia helppokäyttöisiä sovelluksia. Ohjauspaneeli kuva 21 on kosketusnäyttölinen. Paneeliin voi visualisoida oman kohteen huonekuvia ja pohjapiirustuksia. Visuaalisten kuvien lisääminen helpottaa järjestelmän käyttöä. Paneelissa on wlan/lan käyttöliittymä. Paneeliin voi siirtää tietoa SD-kortilta tai USB-liittymän välityksellä /1, s. 15/. Useat suuret kosketusnäyttöpaneelit tarvitsevat liitännän sähköverkkoon.

7 VÄYLÄJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Suunnittelu osiossa käydään läpi KNX-järjestelmän suunnittelun liittyvistä erityispiirteistä. Hyvä suunnittelu on kaiken lähtökohta toimivan järjestelmän ja kiinteistön saamiseksi. KNX-järjestelmä on erittäin monipuolinen ja hyvin hyödynnettynä KNX-järjestelmällä hoidetaan suurin osa koko kiinteistön sähköisistä toiminnoista. On siis itsestään selvää, että järjestelmän toiminnalla on erittäin suuri vaikutus niin kiinteistölle ja sen käyttäjille. KNX-järjestelmän suunnittelussa tarvitaan huomattavasti enemmän tietoa kuin perinteisessä sähköjärjestelmässä. Suunnittelijalta vaaditaan hyvää järjestelmän ja laitteiden tuntemusta. Suunnittelijalla pitää olla myös tietoa sähkö-alan tuntemuksen lisäksi myös esimerkiksi LVI-alan ja erilaisten erityisalojen tietoutta. Vaihtoehtoisesti järjestelmän suunnittelija voi suunnitella yhdessä eri alojen osaajien, suunnittelijoiden tai asiantuntijoiden kanssa. Koko järjestelmän kattava tuntemus mahdollistaa järjestelmän hyvän hyödyntämisen, asiakkaan ja kiinteistön tarpeita mahdollisimman hyvin vastaavaksi.

Suunnittelijan ja asiakkaan on keskusteltava rakennuksen sähköistyksestä paljon enemmän kuin perinteisessä sähköistyksessä. Tavoitteena on saada järjestelmä yksilölliseksi ja vastaamaan mahdollisimman hyvin asiakkaan tarpeita. Suunnittelijan on oltava erityisen vastavuoroinen ja tuotava asiakkaan tietoon väyläjärjestelmän eri mahdollisuuksia. Asiakas ei yleensä ole tietoinen mitä kaikkea järjestelmällä voidaan tehdä ja mitä kaikkea siihen on mahdollista liittää.

Suurissa kiinteistöissä järjestelmäasiantuntijan käyttöä projektin läpi viennissä voidaan pitää järkevänä. Asiantuntijan käyttö selkeyttää suunnittelua, ongelman ratkaisuja ja käyttöönottoa. Asiantuntijan avulla voidaan myös säästää aikaa ja nopeuttaa eri prosessien toimintaa. Lisäksi väärinkäsitysten määrä eri sopimusosapuolten välillä pienenee. Myös erilaiset dokumentoinnit ja selostukset jotka liittyvät projektin läpi vientiin on syytä tehdä tarkasti. Väärinkäsityksiä on helppo syntyä eri urakoitsijoiden välillä, koska laajaksi suunniteltu KNX-järjestelmä koskettaa montaa eri urakoitsijaa. KNX-järjestelmään liittyviä tuotteita voi olla samassa kiinteistössä esimerkiksi sähkö-, LVI-, palo-, automaatio-, murto-/kulunvalvonta urakoitsijalla. Esimerkiksi toimintarajat, tuote hankinnat ja aikataulut eri urakoitsijoiden välillä kannattaa tarkasti miettiä ja selvästi esittää projektin asiakirjoissa.

Suunnittelu aloitetaan yleensä kartoittamalla asiakkaan ja kiinteistön perustarpeet kaikkien osa-alueiden kohdalta. Huomioon otetaan myös muut mahdolliset erilliset järjestelmät. Suunnittelu aloitetaan pienemmästä alueesta ja jatketaan niistä suurempiin tai monipuolisemmin käytettyihin tiloihin. Kiinteistöstä riippuen voidaan myös suunnitella muilla tilajaoilla. Eri tilojen ja laitteiden riippuvuudet toisistaan tulee huomioida suunnittelun alku vaiheessa. Näiden tietojen pohjalta määritellään toiminnalliset vaatimukset, jotka voidaan kirjata esimerkiksi vapaamuotoisesti tai tehdä tiloista huonekortit /10, s. 63/. Malli huonekortista (Liite 6). Esimerkiksi kiinteistön eri tiloista tehdyistä huonekorkeista voidaan laatia järjestelmän konsepti eri vaatimusten perusteella. KNX-järjestelmä mahdollistaa monia eri tapoja täyttää asiakkaan ja kiinteistön vaatimukset. Toimintatavat voivat poiketa suunnittelijan, kiinteistön tai asiakkaan mukaan.



KUVA 22. Suunnittelun mahdolliset eri vaiheet /8, s. 134/

Suunnittelun eri vaiheet muovautuvat kohteen mukaan, kuvassa 21 on esimerkki suunnittelun vaiheista. Suunnittelu ei siis välttämättä mene kuvan 21 kaavio tapaisesti, mutta teoriassa kuvan 21 lohkon joka osa tulee käsiteltyä jollain tavalla. Mahdolliset muutokset vaikuttavat suunnittelun kulkuun, muutosten aiheuttamaa vaikutusta joudutaan käsittelemään uudelleen jolloin palataan kaaviossa alkuun tai sen hetkisen tilanteen mukaan /8, s. 135/. Pienissä hankkeissa suunnittelun eri vaiheet ovat yksinkertaisempia ja yleensä suunnittelun aikana käydään keskusteluja vain suoraan asiakkaan kanssa.

7.1 Asiakasvaatimusten määrittely

Asiakasvaatimusten määrittäminen on haasteellinen osa suunnittelua. Vaatimukset KNX-järjestelmältä vaihtelee niin asiakkaan kuin kiinteistön mukaan. Pientaloissa yleensä järjestelmän käyttömahdollisuudet ja kustannukset ovat tärkeitä seikkoja suunnittelussa. KNX-järjestelmän kokonaiskustannuksiin vaikutetaan suurimmaksi osaksi halutulla pientalon automaatiotasolla ja käytettävillä asennustuotteilla. KNX-

järjestelmää suunniteltaessa pientaloihin, suunnitteluun tarvittavat keskustelut käydään yleensä suoraan asiakkaan eli loppukäyttäjän kanssa /10, s. 63/.

Suurissa kiinteistöissä suunnittelu asioita hoidetaan pääosin muiden suunnittelijoiden ja arkkitehtien kanssa. Osallisena ovat myös eri kontaktihenkilöt /10, s. 63/. Yhden suuren monialaisen suunnittelutoimiston käyttäminen takaa yleensä parhaan lopputuloksen. Yhtä suunnittelutoimistoa käytettäessä epäselvyydet vähenevät ja suunnitteluun liittyvät asiakirjat ovat yhdenmukaiset.

KNX- järjestelmän suunnittelussa huomioita vaativia toiminnallisia asioita:

1. Ohjaukset kojeet (pistorasiat ja valaistus):

- Pistorasioiden ohjaus, esimerkiksi pistorasia liitännäiset valaisimet ja laitteet
- Ulkopistorasioiden ohjaus lämpötilan mukaan, kellolla ja painikkeilla tai näiden eri yhdistelmillä
- Valaistuksen ohjaus läsnäolotunnistimia käyttämällä, mahdollisuus myös yhdistää painikkeiden ja kaukosäätimen käyttö.
- Erilaisten loogisten toimintojen ja aikaohjelmien hyödyntäminen
- Erilaisten valaistustilanteiden käyttäminen. Esimerkiksi kotona, poissa, aamu, yö, siivous ja tv-katselu.
- Kaukosäädin ohjaus esimerkiksi infrapunalla tai radiosignaaleilla. Kaukosäätöä tukevat toiminnot.
- Valaistuksen säätö automaattisesti valoisuusantureilla ja vakiovalotunnistimilla.
- Hämäräkytkin ohjaus

2. Laitteohjaukset ja liitettävät laitteet/järjestelmät:

- Ilmanvaihdon ohjaus erilaisilla käyttö toiminnoilla yö/päivä, kotona/poissa, aikaohjelmalla ja läsnäolotunnistimella
- Vesijärjestelmän sulkeminen tai aukaisu eri toiminnoilla, kotona/poissa ja hätäsulku
- Kulunvalvonnan ohjaus ja seuranta
- Murtovalvonnan ohjaus ja seuranta
- Äänentoiston käyttö

- Aikakellojärjestelmän ohjaus
- Palojärjestelmän seuranta
- Kameravalvonta seuranta
- Lämmitysjärjestelmien ja –laitteiden ohjaus tilakohtaisesti
- Markkiisien, kaihtimien ja verhojen ohjaus erilaisten olosuhteiden perusteella.
Esimerkiksi tuuli, aurinko, vesisade ja hämäryys
- Ovien, ikkunoiden ja porttien lukitukset ja tilatiedot.
- Muiden eri järjestelmien yhteensopivuus toisiinsa ja KNX-väylään

3. Asennustuotevalinnat:

- Tuote-, merkki- ja mallikohtaiset erikoistoiminnot.
- Ohjausmahdollisuudet ja lisätoiminnot.
- KNX-väylä liitettävyyys
- Ulkomuoto ja sisustuksellinen yhteensopivuus
- Asennus mahdollisuudet
- Käytettävyys ja toimintavarmuus kohteen vaatimusten mukaan
- Valmistajan valinta
- Varaosa- ja tuotetukimahdollisuudet

4. Hälytykset:

- Eri järjestelmiltä tulevat hälytykset, esimerkiksi palo- ja murtohälytykset.
- Eri laitteilta tulevat hälytykset
- Hälytysten välitys ja luettavuus. Hälytysten välitys mahdollisuus sähköpostiin, matkapuhelimeen, näytöille tai tietokoneelle.

5. Etäkäyttö ja valvonta:

- Järjestelmän käyttö ja seuranta matkapuhelimella, internetin kautta, tietokoneella tai käyttöpaneeleista
- Hälytys- ja tilatietojen välitys

6. Turvallisuustoiminnot ja sovellukset:

- Eri ohjausten ja toimintojen yhdistäminen
- Tulipalotilanteen toiminnot.:
 - Valaistuksen päälle kytkeminen

- Ovien, kaihtimien, verhojen ja porttien aukaisu
- Sähköjen katkaisu liedeltä ja pistorasioilta
- Käyttäjien poissa ollessa valojen automaattinen satunnainen käyttö
- Erilaiset lukitukset

7.2 Rakenteen suunnittelu

Asiakasvaatimusten toteamisen jälkeen määritetään toimintojen ja sovellusten tarkempi käyttö- ja ohjaustapa. Selvitetään KNX-järjestelmän asennus kohde kiinteistön eri tiloissa, huomioiden myös sellaiset tilat joihin ei mahdollisesti asenneta KNX-järjestelmää. Rakennusvaiheessa tehty esijohdotus helpottaa mahdollista myöhemmin tehtävää KNX-järjestelmän laajennusta tai muutosta. Kiinteistössä valittujen toimintojen ja sovellusten valinta määrittää osaltaan myös käytettävää verkkorakennetta. Verkkorakenne ja kaapelointi on helppo määrittää kun käytettävät toiminnot on määritetty ja piirustuksiin on merkitty käytettävät asennustuotteet ja laitteet. KNX-järjestelmän etuja on kaapelointi rakenteen monipuolinen käyttö mahdollisuus. Toimintojen ja sovellusten muuttaminen on mahdollista KNX-järjestelmässä vain ohjelmaa muuttamalla. Tämä mahdollistaa muutoksen ilman kaapelointi- tai verkkorakenne muutoksia.

KNX- järjestelmän rakenteen suunnittelun keskeiset asiat:

- asennuskohteeseen soveltuvien siirtoteiden valinta
- mahdolliset liittynät muihin verkkoihin ja järjestelmiin
- verkkotopologian, alueiden ja linjojen määrittäminen
- yhdistimien, toistimien ja yhdyskäytävien käyttö ja määrittäminen
- KNX- asennustuotteiden valinta, määrät ja sijoitus
- kiinteistön olosuhteitten, tilaluokitusten ja ympäristön määrittäminen

/10, s. 64/

7.3 Antureiden ja toimilaitteiden määrittäminen ja sijoittaminen

KNX-järjestelmän toiminnallisuuden määrittävät erilaiset väylälaitteet, niiden yhdistelmät ja vuorovaikutus. KNX-asennustuotteiden ominaisuudet on tunnettava asennuksen, sijoituksen, toiminnan ja ohjelmoinnin takia.

Komponenttien määrittämiseen liittyy erilaiset toiminto tyypit ja niiden määrät. Toimintotyyppinä voidaan pitää esimerkiksi himmennystä, ohjausta, sanoman lähetystä, tilanneohjaukset, tilatiedot ja kytkentä. Toimintojen tyypit ja määrät riippuvat asiakkaan vaatimuksista. Laitteet valitaan yleisesti asennustavan ja toimintavaatimusten mukaan. On muistettava, että jotkut väylälaitteet tarvitsevat väyläsiirron lisäksi myös ulkoisen 230V syötön tai lisävirtalähteeltä tulevan jännitesyötön. On huomioitava asennustuotteiden sijoituksessa ja valinnassa myös erilaiset ulkoiset vaikutukset. Ulkoisia vaikutuksia ovat esimerkiksi lämpötila, kosteus ja pöly.

Asennustuotteita sijoitetaan jakokeskuksiin, asennuskoteloihin ja asennusrasioihin. Tuotteita on uppoasennettavia ja pinta-asennettavia. Antureiden sijoituksessa on varmistuttava siitä, että erilaiset häiriöt eivät vaikuta mitattavaan suureeseen.

8 KNX-JÄRJESTELMÄN SUUNNITELMA OMAKOTITALOSSA

Tein KNX- järjestelmän suunnitelman omakotitalokohteeseen. Omakotitalo on noin 250 m² suuruinen. Suunnittelukohde käsittää asunto B:n, autotallin ja pienemmän asunto A:n. Suunnitelmaa lähdin laatimaan suunnitteluosion ohjeiden mukaisesti. Suunnitelman piirtämisessä käytin Autocad piirto-ohjelmaa. Suunnitelman teko alkoi huonekohtaisella määrittelyllä, mietin KNX- järjestelmän mahdolliset toiminnot eri tiloissa alkaen pienimmästä suurimpaan. Tässä vaiheessa mietin myös tuleeko KNX- väylä kaikkiin tiloihin, päätin jättää asunto A:n pois väyläjärjestelmästä. Huonekohtaisen toimintojen määrittelyn jälkeen, vuorossa oli miettiä eri tilojen riippuvuudet toisistaan ja mahdollisten muiden järjestelmien liittämistä KNX- väylään. KNX- järjestelmän toimintojen määrittelyn jälkeen valittiin käytettävät asennustuotteet, tuotteet valittiin ABB valmistajalta. KNX- järjestelmän toimintojen ja tuotteiden valintojen jälkeen oli vuorossa suunnitella järjestelmän verkkorakenne ja kaapelointi. KNX- järjestelmän keskuksen suunnittelu tapahtui samalla työn edetessä. Samaan omakotitalon pohjapiirustukseen olin tehnyt myös suunnitelman perinteistä sähköistystä käyttämällä. Suunnitelman toteutuksesta kohteen tasokuvat ja keskuskaavio on tässä työssä liitteenä (Liitteet 2,3 ja 4). Liitteenä on myös perinteisellä tavalla suunniteltu sähköistys (Liite 1). Kohteessa käytettävät KNX- komponentit näkyvät tasokuvassa, keskuskaaviossa ja kustannuslaskelmassa (Liitteet 3,4 ja 5). Työssä on tarkoitus

myös vertailla KNX- järjestelmän ja perinteisen sähköistyksen hankintakustannus eroja. Suunnitelmaan on lisätty myös vaihtoehtoisia tuotteita, jotta kustannusvertailu olisi mahdollisimman todenmukainen. Esimerkki vaihtoehtoisesta tuotteesta on verhomoottoriohjain.

Suunnitelmaan on numeroitu sähkönsyöttökaapelien johdinmäärät ja ohjattavat laitteet/valaisimet numeroilla. Tämä esitystapa selventää ja nopeuttaa johtimien kytkentää laitteissa, rasioissa ja keskuksessa. Tasokuvaan on merkitty myös sähkösyöttökaapeleiden tyypit. Sähkön syöttöjohtoina KNX-keskukselta jakorasioille on käytetty MMO 7*1,5 , MMJ 5*2.5s ja MMJ 5*1,5s. KNX-järjestelmän sähköpistekaapeloinnissa suositetaan ohjauskaapeleita kuten MMO. MMO-kaapelia on 7,12,19 ja 27 johtimisena. Syöttökaapeleiden mahdollisemman suurella johdinmäärällä saadaan vähennettyä syöttökaapeleiden määrää. Suuret johdinmäärät on huomioitava kytkentärasioiden tilassa. Väyläjohdotuksessa käytettävä kaapeli on KLMA 4x0,8+0,8. Käytettävien asennustuotteiden ja keskuskomponenttien mallit löytyvät myös suunnitelman kuvista. Hyvin tehty sähkösuunnitelma vähentää epäselvyyksiä eri osapuolten välillä ja antaa tarkemman käsityksen kohteesta myös urakointikustannuksia laadittaessa. KNX- järjestelmän toimintojen määrittäminen antaa selkeän pohjan järjestelmän ohjelmointiin.

KNX- järjestelmään liitettävät toiminnot kohteessa:

- sisä- ja ulkovalaistus
- osa pistorasioista
- kosteusvahti
- magneettiventtiili veden pääsululle
- lieden ohjaus
- ilmavaihtokoneohjaus
- rikosilmoitinkeskus
- vaihtoehtoisina toimintoina:
 - verhomoottorit
 - valkokangasmoottori
 - TCP/IP etäohjausmahdollisuus
 - paloilmaisin järjestelmä
 - läsnäolotunnistimien hyödyntäminen valaistuksessa ja murtojärjestelmässä

Sisävalaistus

Valaistusta ohjataan huonetilakohtaisista painikkeista sekä keittiöön sijoitetusta kosketusnäytöllisestä käyttöpaneelistä. Osa valaisimista on varustettu omalla liikeilmaisimella. Lisäksi suunnitelmaan on lisätty vaihtoehtoisena tuotteena läsnäolotunnistimia, läsnäolotunnistimien käyttöä voidaan hyödyntää myös erilaisten loogisten muuttujien avulla valaistuksessa. Valaistuksen säätöä on hyödynnetty olohuoneen, keittiön ja makuuhuoneen valaistuksessa. Valaistuksessa on myös mahdollisuus erilaisiin tilanneohjauksiin. Valaisimille on mahdollisuus säätää myös sytytys- ja sammutusviiveet. Eteiseen asennetusta kotona/poissa painikkeesta voidaan esimerkiksi sammuttaa kaikki valot, sytyttää kulkuvalot, pienentää/suurentaa ilmanvaihtoa, sulkea veden pääsulku, asettaa turvatoimintoja, katkaista sähköt liedeltä ja pistorasioilta. Eteiseen sijoitettu liiketunnistin ohjaa kotona tilaan poissa tilan ollessa asetettuna. Perus toiminnot ohjataan päälle kotia saavuttaessa ilman minkään painikkeen painamista. Eteisessä oleva pir-valaisin huolehtii eteisen valaistuksesta. Kohteeseen valittu 3-portainen hämäräkytkin mahdollistaa myös sisävalojen asteittaisen säädön hämäryyden mukaan.

Ulkovalaistus

Ulkovalaistuksen ohjaus voidaan suorittaa painikkeilta, hämäräkytkimellä, liiketunnistimilta, aikaohjelmalla sekä kosketusnäytöltä. Ulkovalaistukseen voidaan asettaa erilaisia toimintoja. Toiminto esimerkkinä kuistin, terassin ja autotallin valot sammuvat pienellä viiveellä asunnosta poistuttaessa maavalojen jäädessä päälle. Hämärän aikaan liiketunnistin aktivoi tullessa kulkuvalot sisäänkäyntioville, jos hämäräkytkin on asetettu poissa tilaan. Aikaohjelmalla ja hämäräkytkimellä yhdistämällä voidaan tehdä ohjelma jolloin ulkovalaistus on päällä, esimerkiksi toistuva kotiintuloaika. 3-portainen hämäräkytkin mahdollistaa ulkovalojen käyttömäärän hämäryys asteen mukaan, esimerkiksi 1-tasossa vain seinävalot palaa, 2-tasossa myös kuistin valot palaa ja 3-tasossa lisäksi maavalot palaa.

Pistorasiat

Pistorasioiden KNX-ohjaukseen liitetään keittiön työtason pistorasiat, huoneen kattoon asennettu videotykkiä varten oleva pistorasia, huoneen yksi seinäpistorasioista, pesukonepistorasia, pesuhuoneen työtasopistorasiat, autonlämmityspistorasia ja autotallinpistorasiat. Kotona/poissa toiminto ohjaa näiden pistorasioiden sähkönsyöttöä. Osa pistorasioista ohjataan myös eri tilanneohjausten kautta. Autolämmityspistorasiaa ohjataan kosketusnäytön, ulkolämpötilan ja aikaohjelman kautta.

Lämmitys

Esimerkki kohteeseen olin alunperin suunnitellut sähköllä toimivan lattialämmityksen. Kustannusvertailun takia en muuttanut lämmitystapaa. KNX –järjestelmän käyttöä en ottanut lämmityksen säätöön/ohjaukseen. Lämpötilan pudotus toiminto on helppo lisätä esimerkiksi aikaohjelmaan tai kotona/poissa toimintoon jos termostaattien johdoksessa on kaksi vapaata johdinta.

Ilmavaihto

Ilmanvaihtokoneelle on suunnitelmassa piirretty väyläkaapeli ja kytkinyksikköön varattu kolme kanavaa moottorin eri pyörimisnopeuksille. Käytettävä sähkökytkentä ja laitteen mahdolliset ohjaustoiminnot riippuvat käytettävästä ilmanvaihtokoneesta ja siihen liittyvistä mahdollisista antureista. Ohjaus tapahtuu kotona/poissa toiminnosta ja kosketusnäytöstä.

Etäkäyttö

Kohteen suunnitelmaan on lisätty vaihtoehtoisena tuotteena TCP/IP yhdyskäytävä. Mikä mahdollistaa internetin avulla järjestelmän ohjauksen, valvonnan, ohjelmoinnin ja seurannan. Järjestelmän käyttö voi näin myös tapahtua esimerkiksi tietokoneen tai matkapuhelin kautta. Erilaiset tilatiedot ja hälytykset saadaan suoraan vaikka sähköpostiin.

Hälytykset

Kohteeseen suunnitellut kosteusvahdit sijaitsevat keittiö- ja kodinhoitohuoneen kaappien alakkelitilassa. Kosteusvahdin toimiessa ohjaus sulkee veden päävesiputken magneettiventtiilin ja tehdään hälytys. Järjestelmään voidaan lisäksi liittää lämpötilantureita jotka lähettää hälytyksen liian alhaisista tai korkeista lämpötiloista. Vaihtoehtoisina tuotteina kohteeseen suunnitellut paloilmaisimet voidaan kytkeä KNX-järjestelmään. Tulipalon sattuessa voidaan sytyttää valot, ohjata verhomoottorit auki tilaan, lähettää hälytys, katkaista sähköt liedeltä ja pistorasioilta. Murtojärjestelmän toiminnasta seuraa valojen vilkutus, moottoroidut verhot aukeaa ja hälytyksen lähetys. Läsnaolotunnistimia voidaan käyttää myös murtojärjestelmän tarpeisiin.

9 KUSTANNUSLASKELMA

Osiossa tutkitaan KNX-järjestelmän hankintakustannuksia omakotitalokohteessa ja yleisiä kustannuksia suurissa toiminnallisissa rakennuksissa. Valaistuksen, ilmanvaihdon ja lämmityksen täsmällisellä ohjauksella saavutetaan energiansäästöjä.

9.1 Omakotitalokohde

Tässä osiossa tutkitaan KNX-järjestelmän hankintaan liittyviä kustannusasioita. Kustannuksia vertaillaan perinteiseen sähköjärjestelmään. KNX-järjestelmän mahdollisia lisäkustannuksia voi syntyä suunnittelusta, käytettävistä tuotteista/komponenteista, ohjelmoinnista ja käyttöönnotosta. KNX-järjestelmän tuotteiden asennus ja kaapeloinnista johtuvat kustannukset eivät muodosta merkittävää eroa perinteiseen sähköjärjestelmään, poikkeuksena KNX-keskuksen kalustamisesta ja johdotuksesta aiheutuvat lisäkustannukset. On huomioitavaa että järjestelmät ovat yksilöllisiä ja ovat tehty vastaamaan kunkin asiakkaan tarpeita. Tästä johtuen järjestelmien hankintakustannukset ovat tapauskohtaisia.

Perinteisen sähköjärjestelmän ja KNX-järjestelmän välisiä kustannus eroja on vaikea arvioida. Valittaessa KNX-järjestelmä, kohteen sähköistys tehdään yleensä paljon monipuolisemmaksi kuin perinteisellä sähköjärjestelmällä tehdessä. On monta toimin-

toa jota perinteisellä sähköjärjestelmällä ei voida tehdä tai se tulisi kohtuuttoman kalliiksi, esimerkiksi järjestelmänvalvonta ja graafiset käyttöliittymät.

Kustannuslaskelman suoritin esimerkki omakotitaloon tekemäni suunnitelman mukaisesti (Liitteet 1-4). Kustannukset laskettiin Ecom-tarjouslaskentaohjelmalla. Kustannuslaskelman tavoitteena oli saada käsitys minkä verran KNX-järjestelmän kustannukset eroaa perinteiseen sähköjärjestelmän kustannuksiin.

Tavoitteena oli saada mahdolliset kustannuserot mahdollisemman todenmukaiseksi. Tästä johtuen kustannuksiin laskettiin vain perinteisen sähköjärjestelmän ja KNX-järjestelmän väliset muutokset ja poikkeavuudet. Laskennassa ei huomioitu lämmitysjärjestelmää, telejärjestelmää eikä muita tuotteita mitkä ovat samat perinteisessä- ja KNX-järjestelmässä. Kustannuslaskelmaan lisättiin KNX-järjestelmän osalta myös vaihtoehtoisia tuotteita. Vaihtoehtoisilla tuotteilla (Liite 5(5)) saadaan omakotitaloon KNX-järjestelmän keskeisiä toimintoja lisättyä, esimerkiksi järjestelmän liityntä internettiin ja moottoroitujen verhojen/markkiisien ohjaus.

Sähkösuunnittelu kustannukset KNX-järjestelmän kanssa 250m² omakotitaloon on noin 1300-2000 euroa Alv 0%. KNX-järjestelmän suunnittelukustannukset ovat noin 30-50 % korkeammat kuin perinteisellä sähköjärjestelmällä. Ohjelmoinnista ja käytönotosta aiheutuu noin 1000-2000 euron (Alv 0 %) lisäkustannus.

TAULUKKO 3. Kustannusvertailu järjestelmien välillä omakotitalokohteessa

	Hinnat € sis. alv 23%	
	Perinteinen	KNX
Keskuskalusteet	144	9343
Kaapelointi	2615	2569
Asennuskalusteet	2277	9027
Sähkösuunnittelu	800	1600
Ohjelmointi	-----	1800
Yhteensä	5836	24339
Hinta ero		18503

Taulukossa 3 on huomioitu kohde omakotitalon järjestelmien eroavaisuudet. Taulukossa esitetyt hinnat ovat suuntaa-antavia. Hinnat voivat vaihdella suuresti, esimerkiksi urakoitsijan, asiakkaan ja tarvike tarjousten vaikutuksesta. Esitetyt hinnat sisältävät myös tuotteiden asennukset. Tarvikehinnat on saatu sähkötukkuliikkeiden hinnastois-

ta. Tarkemmat tiedot kustannuksista (Liite 5). KNX-järjestelmään käytettävät sähkökalusteet muodostavat suurimman osan järjestelmän kustannuksista. KNX-kalusteiden ja eri toimintojen valinnalla voidaan vaikuttaa eniten koko järjestelmän kustannuksiin.

Perinteisen sähköjärjestelmän hankintakustannus on noin 1900€ kohde omakotitalossa, missä on otettu huomioon valaisimet, sähkökeskus ja sähkölämmitys. Hankintakustannus perustuu, ennen päättötyöntekoa tekemääni kohteen tarjouslaskentaan. Omakotitaloon asennettavan KNX-järjestelmän lisäkustannus olisi noin 18500€. Kohde omakotitalo varustettuna KNX-järjestelmällä olisi hankintakustannuksiltaan noin 37500€. Tästä johtuen KNX-järjestelmän hankintakustannukset asuin-neliöhinnaksi laskettuna olisivat $37500\text{€}/250\text{m}^2 = 150\text{€/m}^2$ ja perinteisellä sähköistyksellä tehdessä $19000\text{€}/250\text{m}^2 = 76\text{€/m}^2$. KNX-järjestelmän hankintakustannukset tässä tapauksessa ovat noin kaksinkertaiset perinteiseen nähden. Suunnitelmaan lisätyt vaihtoehtoiset tuotteet nostavat KNX-järjestelmän hankintahintaa vielä noin 4400€. On huomioitavaa, että kustannukset ovat tapauskohtaisia kohteen mukaan.

Kustannusten arvioimissa KNX-järjestelmällä sähköistettyyn omakotitaloon on myös muistettava, että KNX-väylään yhteensopivien muiden talotekniikka-alojen tuotteiden ja laitteiden hinta on oletettavasti normaalia korkeampi. Esimerkkinä on KNX-väyläyhteensopiva ilmanvaihtokone.

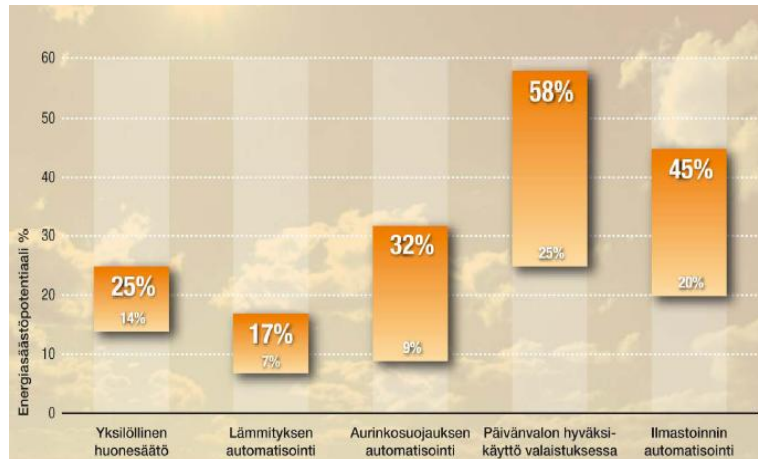
9.2 Kustannus ja säästö

KNX-järjestelmän tuomista säästöistä on erittäin vaikea löytää tutkittua tietoa. Lämmityksen, ilmavaihdon ja valaistuksen monipuolisella ohjauksella saavutetaan energiansäästöjä. Myös reaaliaikainen veden ja sähkön kulutuksen seuranta vaikuttaa mahdolliseen energiansäästöön. Rahaa voi myös säästää automaattiset vika- ja huoltoilmoitukset. Mahdollisesti myöhemmin tehtävät muutos- ja laajennustyöt onnistuvat joustavammin KNX-järjestelmään kuin perinteiseen sähköjärjestelmään. Mikä voidaan huomioida koko kiinteistön elinkaarikustannuksissa. Edellä mainitut säästötoimenpiteet ovat merkittäviä suurissa toiminnallisissa kiinteistöissä. Pientaloissa järjestelmän investointikustannuksia ei saada katettua järjestelmän käytöstä johtuvilla säästöillä, riippuen tosin KNX-järjestelmän laajuudesta.

KNX- järjestelmällä toteutettu modernin taiteen museo Rovereto. Museo sijaitsee Italiassa. Kohteen energiasäästöt:

- 28% energiansäästö valaistuksenohjauksella
- Säästöt: 450,000 kWh/v, energiansäästö 112000€/vuosi

/9/



KUVA 22. KNX-järjestelmän käytöllä saavutettavat rakennusten energian säästöpotentiaalit /1, s. 5/

Kuvassa 22 käy ilmi mahdollisia energiansäästö osa-alueita ja niiden suuruusluokkia. Energiansäästöt, hankintakustannukset ja ylläpitokustannukset ovat tapauskohtaisia ja eri kohteitten välillä voi olla suuria eroja. Kuvasta 22 selviää valaistus ja ilmanvaihto omaa suurimman säästöpotentiaalin. Suurissa rakennuksissa kuten kauppakeskukset, koulut ja hotellit näihin energiansäästö mahdollisuuksiin voidaan hyvin vaikuttaa. Pientaloissa säästövaikutus on todella pieni, valaistuksen määrän ja valaistuksen käytön takia.

10 TULEVAISUUDEN NÄKYMÄT

Automaatiojärjestelmien käyttö erilaisissa kiinteistöissä tulee tulevaisuudessa todennäköisesti kasvamaan. KNX-järjestelmä sopii niin pientaloihin kuin suuriin toiminnallisiin rakennuksiin. KNX-järjestelmien tuoma automaatio, energian säästö ja turvallisuus sovellukset mielletään tänä päivänä tärkeäksi asiaksi. Järjestelmien yleistyminen voi osaltaan vähentää hankintakustannuksia niin tuotteiden kuin asennuksenkin osalta. Suunnittelijoiden ja urakoitsijoiden tulee hankkia hyvä osaamistaso ja pitää sitä yllä

vaikka järjestelmien kehitys ja markkinoiden kasvu on nopeaa. Järjestelmien käyttäjiltä vaaditaan myös enemmän paneutumista järjestelmien hankintaan ja käyttämiseen.

Väyläohjattuja järjestelmien yleistymiseen on osaltaan vaikuttanut järjestelmissä käytettävä tekniikka ja standardien puute. Väyläjärjestelmien valinnassa on mietitty tuleeko järjestelmä pysymään markkinoilla. Järjestelmän vakiinnuttamisella saavutetaan varaosien, tuotteiden, huollon ja järjestelmän asiantuntemuksen saatavuus myös tulevaisuudessa. KNX-järjestelmä on avoin hajautettu järjestelmä. KNX-järjestelmään on sitoutunut suuri määrä eri valmistajia, joten järjestelmän kehitys ja tuotesaatavuus on taattu. Yleistyminen ja valmistajien välinen kilpailu auttaa myös kustannuskehityksessä. Hintojen alenemisen myötä järjestelmän yleistyminen varsinkin pientalojen puolella kasvasi nopeasti. Järjestelmän yleistymiseen vaikuttaa myös osaltaan sähköurakoitsijoiden ja suunnittelijoiden tuomat ehdotukset rakennuttajille, aktiivisemmalla markkinoinnilla saataisiin rakennuttajille tietoa KNX-järjestelmästä ja sen eri mahdollisuuksista. Viranomaisten päätökset vaikuttavat myös osaltaan järjestelmien yleistymiseen. Viranomaisten päätökset koskevat yleensä turvallisuusmääräyksiä.

11 YHTEENVETO

Väyläohjatut sähköjärjestelmät ovat olleet jo pitkään osana kiinteistöjen sähköistystä. Mielestäni väyläperusteisten sähköjärjestelmien suurin ongelma on ollut yhteisen standardisoinnin puute, järjestelmien kehitys ja korkea hintataso. KNX-järjestelmän myötä nämä ongelmat ovat osaltaan poistuneet. KNX-järjestelmä on valmistajariippumaton, minkä johdosta järjestelmä on yhteensopiva eri valmistajien tuotteiden kanssa. Järjestelmän standardisointia hallinnoidaan yhdistyksen kautta. KNX-järjestelmään on sitoutunut kaikki merkittävimmät tuotevalmistajat. Tämä on merkittävä asia myös tulevaisuudessa laitteiden huollon, ylläpidon ja asiantuntijapalveluiden käytön ja saatavuuden kannalta.

Oikean järjestelmän valinta kohdekiinteistöön on suunnittelun tärkeimpiä asioita. Järjestelmän valinnalla on suuri merkitys käyttäjille koko rakennuksen elinkaaren ajalla. Tärkeänä asiana järjestelmän tai järjestelmien valinnassa on sen kokonaiskustannukset, järjestelmää tukevien valmistajien määrä, järjestelmän hyödyntäminen, toimintavarmuus, laajennus tai muutosmahdollisuudet sekä valvonta ja ylläpito. KNX-

järjestelmä vastaa näihin haasteisiin erittäin hyvin. Mielestäni hankkeen suunnittelu- vaiheessa hankintakustannukset ovat liian suuressa arvossa. Käytettävän järjestelmän valinnassa on tapauskohtaisesti tehtävä selvitys järjestelmän sopivuudesta asiakkaalle ja järjestelmän kustannuksista ja säästöpotentiaalista rakennuksen käyttöajalta. KNX-järjestelmä sopii sekä suurin että pieniin kiinteistöihin. Järjestelmän käyttö on alkanut yleistyä myös pientalojen sähköistyksessä. Mielestäni olisi mielenkiintoista selvittää käyttäjien tyytyväisyys KNX-järjestelmään. Oma näkemykseni on, että käyttäjät ovat tyytyväisiä KNX-järjestelmään, vaikka hankintakustannukset ovat selvästi suurempia perinteiseen sähköjärjestelmään nähden.

Tutkimuksissa todettiin KNX-järjestelmän tekniikan tuomia etuja suunnittelu-, toteutus- ja käyttövaiheessa. Järjestelmä mahdollistaa joustavan väyläverkon rakenteen. Joustavasta verkonrakenteesta on etua sekä uudisrakentamisessa että saneerausrakentamisessa. Järjestelmä mahdollistaa myös erilaisten tiedonsiirtoteiden käytön. Järjestelmään on mahdollista tehdä muutoksia pelkästään ohjelmaa muuttamalla. KNX-järjestelmän sähkökeskukset ovat perinteisiä sähkökeskuksia suurempia. Lisäksi kasvanut tilantarve joudutaan ottamaan huomioon keskuksen paikkaa valittaessa. Tämä tekijä tuo haasteita varsinkin saneerausrakentamisessa.

KNX-järjestelmän suunnittelussa on paljon haasteita. KNX-järjestelmä on monipuolinen. Oikein hyödynnettynä järjestelmällä voidaan ohjata koko kiinteistön sähköisiä toimintoja. Suunnittelijoilla pitää olla laaja käsitys rakennusten eri tekniikoista. Yleensä suunnittelussa joudutaan käyttämään eri tekniikkaa alojen asiantuntijoita apuna. Jatkotutkimuksena voisi käsitellä suurien suunnittelutoimistojen suunnittelukäytäntöjä KNX-järjestelmän osalta. Yhtenä opinnäytetyön aiheena voisi tutkia onko suunnittelutoimistossa asiantuntijat KNX-järjestelmälle vai tehdäänkö suunnitelmat yhdessä eri osajien puolesta. Järjestelmän monipuolisuudesta johtuen joudutaan keskustelemaan ja pohtimaan suunnittelijoiden ja käyttäjien kesken eri toiminnoista huomattavasti perinteistä sähköjärjestelmää enemmän. Järjestelmän toteutusvaiheessa erilaiset epäselvyydet lisääntyvät urakoitsijoiden välillä, koska käytetään yhteistä järjestelmää. Tästä syystä järjestelmän suunnittelussa on hyvä huomioida selkeiden asiakirjojen laatiminen.

KNX-järjestelmän kustannukset ovat mielenkiintoinen asia tutkia. Haasteena selvityksessä oli KNX-järjestelmästä ja perinteisestä sähköjärjestelmästä aiheutuvien kustan-

nusten vertailu. Jos valitaan KNX-järjestelmä kiinteistöön, tulee järjestelmästä poikkeuksetta monin tavoin laajempi ja monipuolisempi kuin perinteisellä järjestelmällä. Tämä hankaloittaa kustannusvertailua. Myös erilaiset energian säästömahdollisuudet ovat tapauskohtaisia ja säästöä on vaikea arvioida uudiskohteissa. Jatkoselvityksenä tarkemmin voisi tutkia kustannussäästöjä. Parhaiten tutkiminen onnistuisi saneeraus-rakentamisessa. Saneerauskohteissa olisi helppo saada kustannusarviot pitkältikin ajalta ja vertailu onnistuisi helposti uuteen järjestelmään nähden saneerauksen myötä. Opinnäytetyössä kustannusvertailu tehtiin uudiskohteessa vain järjestelmien eroavuuksien osalta. Tämän johdosta saatiin yleisesti moneen kohteeseen sopiva suuntaantava kustannusarvio. Tutkimuksesta selvisi, että KNX-järjestelmän hankintahinta on noin kaksinkertainen perinteiseen sähköjärjestelmään nähden. Pientaloissa suurimmat KNX-järjestelmän hankintakustannukset tulevat käytettävistä asennustuotteista. Tosin käytettäviin asennustuotteisiin voidaan helpoiten itse vaikuttaa omilla valinnoilla.

Uskon, että KNX-järjestelmän käyttö kiinteistöjen sähköistyksessä tulee yleistymään merkittävästi tulevaisuudessa niin suurissa kiinteistöissä kuin pientaloissa. Sähköammattihenkilöille suunnatuissa sähkötekniikka-alan julkaisuissa on huomattavissa KNX-järjestelmän yleistyminen. Myös kotitalouksiin suunnatuissa asumiseen, remontointiin ja rakentamiseen liittyvissä aikakauslehdissä on huomattavissa KNX-järjestelmän käyttö pientaloissa.

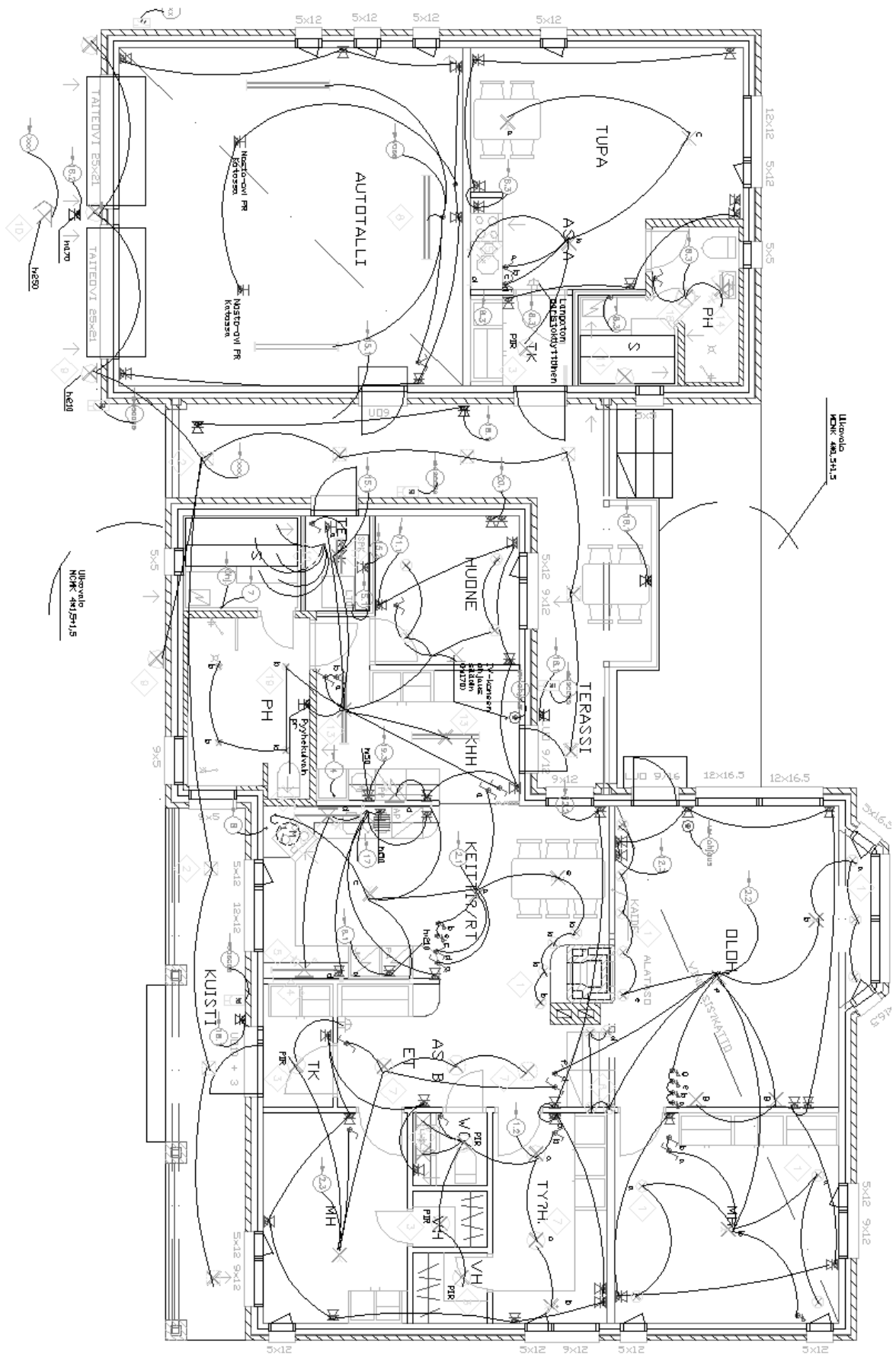
Opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia KNX-järjestelmän tekniikkaa ja asennustuotteita. Selvittää järjestelmien valintaan ja suunnitteluun liittyviä asioita kiinteistön sähköistyksessä. Osana päättötyötä oli lisäksi järjestelmään liittyvien kustannusten selvitys. Opinnäytetyössä pääsin hyvin asetettuihin tavoitteisiin. Uskon, että Mikkelin ammatikorkeakoululle on työstä hyötyä KNX-järjestelmiin liittyvien asioiden selvittämisessä. Työtä voidaan hyödyntää sähköasennuksiin, sähkösuunnitteluun ja tarjouslaskentaan liittyvissä kursseissa. Kurssit ovat tärkeitä sähkötekniikka opinnoissa.

Jos nyt aloittaisin tekemään opinnäytetyötä, rajaisin aiheen koskemaan ainoastaan suuria kiinteistöjä tai pientaloja. Opinnäytetyössä tarkasteltiin molempia kohdetyyppejä minkä johdosta tutkiminen jäi vähän pintapuoliseksi. Rajaamalla aiheen vain toiseen tyyppiin olisi saanut syvällisempää tutkimustietoa.

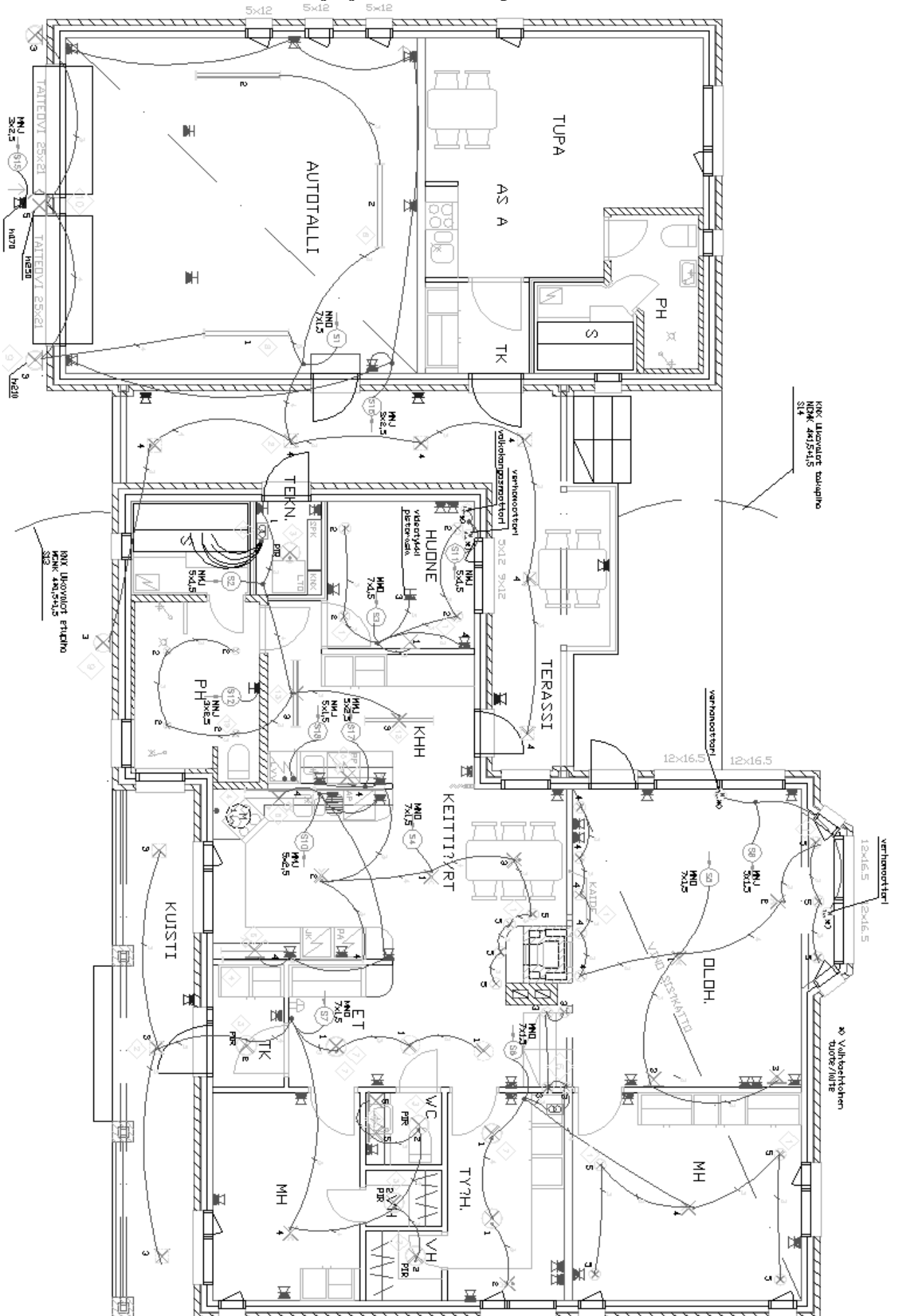
LÄHTEET

- /1/ ABB 2011. KNX-taloautomaatio tuoteluettelo 2010. PDF-dokumentti.
http://abb.smartpage.fi/fi/KNX_taloautomaatio/#undefined. Ei päivitys tietoa. Luettu 10.4.2011.
- /2/ Bab-tec 2011. WWW-dokumentti. <http://www.bab-tec.de/index.php?id=466&L=1>. Ei päivitystietoa. Luettu 20.3.2011.
- /3/ Ensto Oy 2006. Uuden sukupolven väyläohjatut toimilaitteet taloautomaatioon.
- /4/ Finnflex 2009. WWW-dokumentti. <http://www.finnflex.fi/app/tuotteet/view>. Ei päivitystietoa. Luettu 15.2.2011.
- /5/ KNX-Finland 2011. WWW-dokumentti. <http://www.knx.fi/>. Ei päivitystietoa. Luettu 22.4.2011.
- /6/ Schneider Electric Finland Oy 2011. KNX-tuoteluettelo 10.
- /7/ Sähköinfo 2009. ST-kortti 701.60. Kenttäväylä tekniikka.
- /8/ Sähköinfo 2006. ST-Käsikirja 21. Kiinteistöjen tiedonsiirtoväylät.
- /9/ Tammisto, Paavo 2011. Power Point-esitys. Päivitetty 31.3.2011. Luettu 23.4.2011.
- /10/ ZVEI 2006. KNX Käsikirja asuntojen ja rakennusten ohjauksiin.

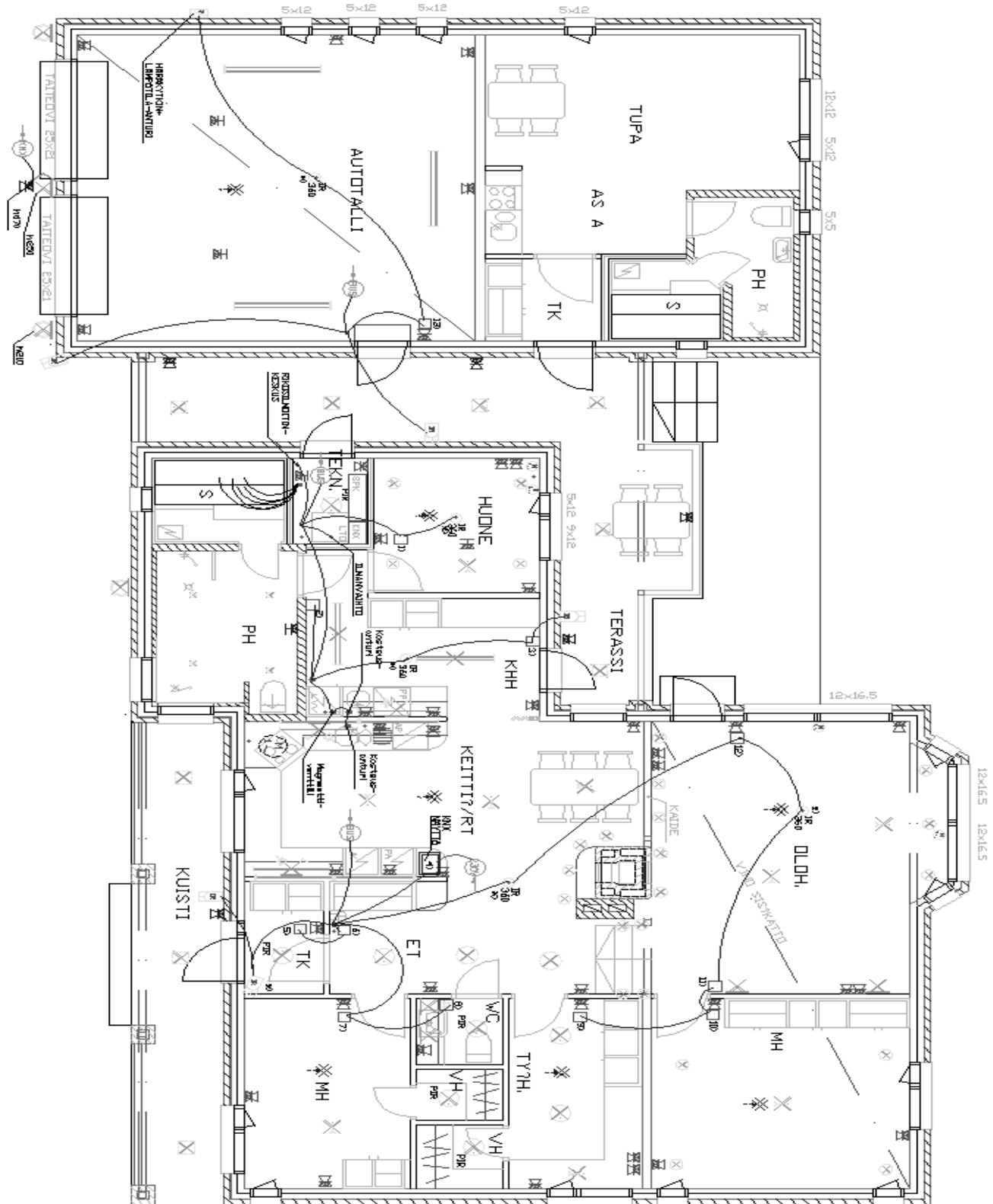
Perinteinen sähköistys omakotitalo suunnitelmassa



KNX-järjestelmän sähköpisteet omakotitalo suunnitelmassa

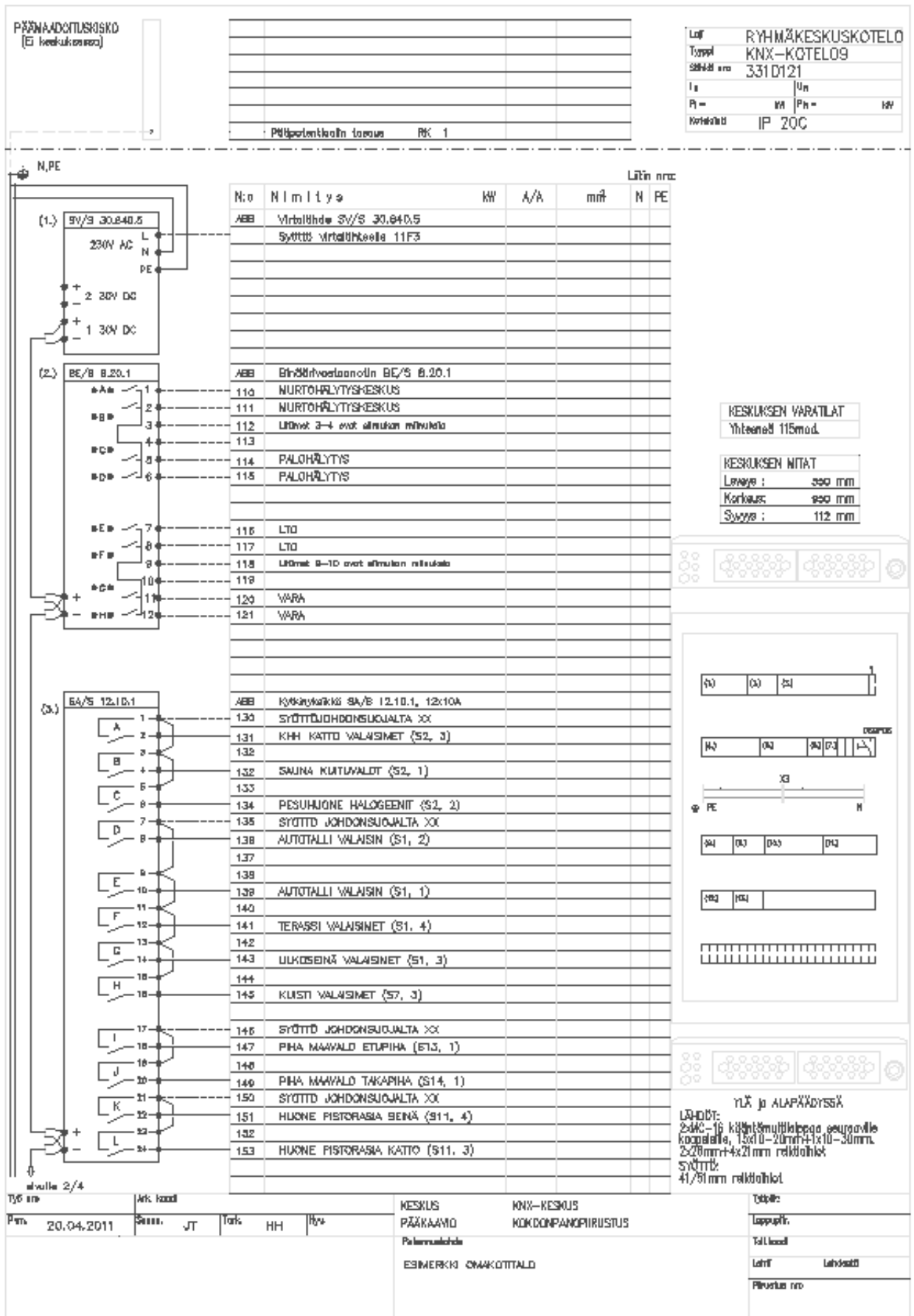


KNX väyläpisteet omakotitalo suunnitelmassa

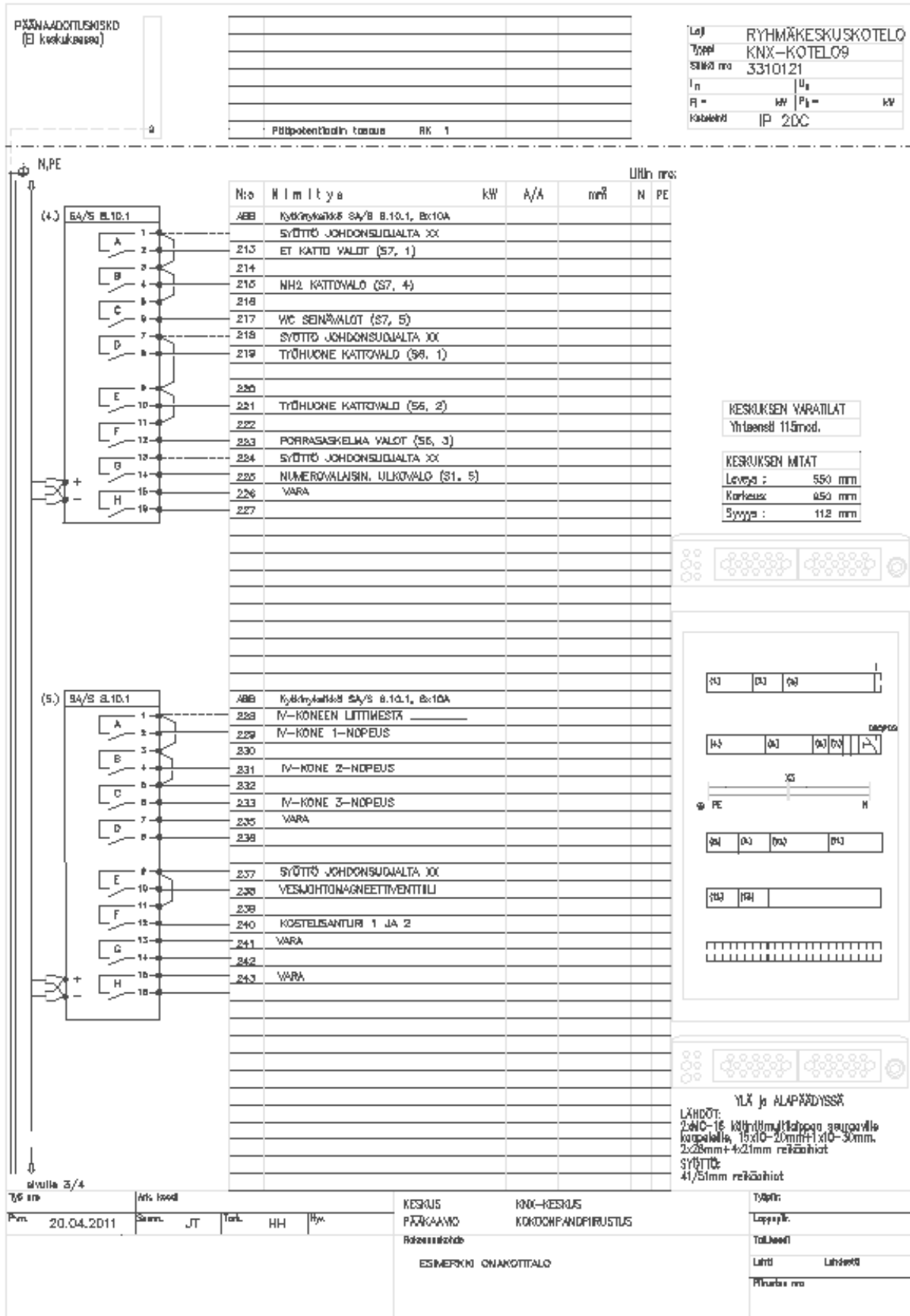


- 1) 3-OSANEN PAINO ABB T800T4 698-84-0E
+ VÄLILITTIMISSÄ 680U-10E
- 2a) 3-OSANEN PAINO ABB BUSCH+PION 646-24G
+ VÄLILITTIMISSÄ 680U-10E
+ ALUSLEVY 694-24G
+ TILAPÄTTI 694-24G
+ ALUSLEVY 694-24G
- 2b) 3-OSANEN PAINO ABB T800T4 698-84-0E
+ VÄLILITTIMISSÄ 680U-10E
+ VÄLILITTIMISSÄ 680U-10E
- 3) 5-OSANEN PAINO ABB T800T4 698-84-0E
+ VÄLILITTIMISSÄ 680U-10E
- 4) NÄITÄLÄINEN KÄYTTÖPANEELI
SWART TOUCH 656/100 656/100-10E
HEIKS 656/10
- 5a,5) 2-OSANEN PAINO ABB 694-84-10E
+ VÄLILITTIMISSÄ 680U-10E
+ HEIKS VÄLILITTIMISSÄ 680U-10E
- 7a) 1-OSANEN PAINO ABB 694-10E
+ VÄLILITTIMISSÄ 680U-10E
+ HEIKS VÄLILITTIMISSÄ 680U-10E
- TR VÄLILITTIMISSÄ
36.0 LAMPOLOITTIMEN
ABB 694-7-10E
- 3-OSANEN KÄYTTÖPANEELI +
ABB 694-10E
ABB 694-10E
ABB SWART TOUCH
+ HEIKS PANEELI
- VARANS
PÄÄLÄMÄN
SÄÄNTÖLÄMÄN
PÄÄLÄMÄN
PÄÄLÄMÄN
- Ulkopaineet
SÄÄ
- Väntövoimien
toiminta

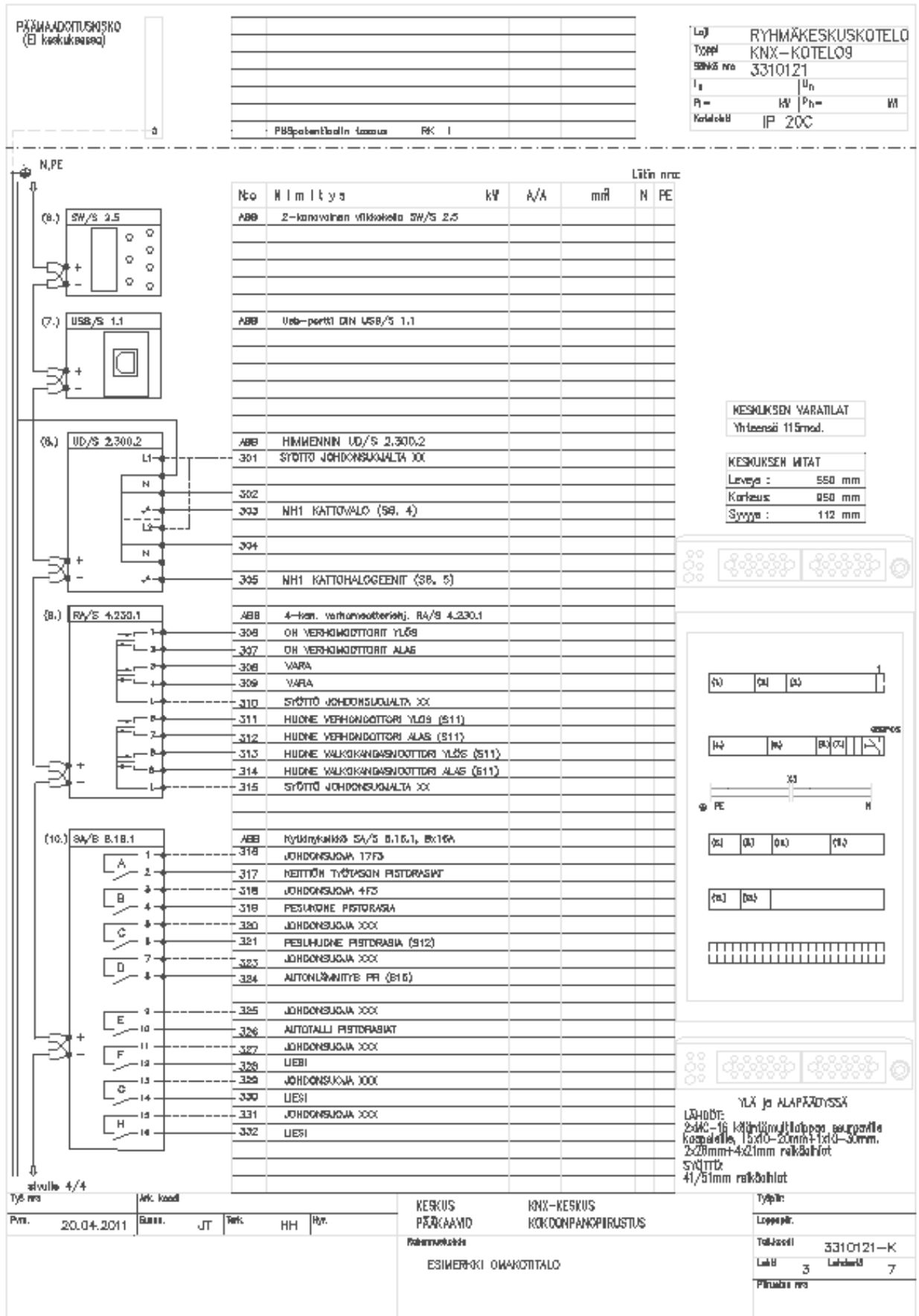
Omakotitalon KNX-keskuskaavio



Omakotitalon KNX-keskuskaavio



Omakotitalon KNX-keskuskaavio



Omakotitalon sähköjärjestelmän kustannuslaskelma

Mikkelin Ammattikorkeakoulu Oy Postikohtainen erittely 10026 21.4.2011

Joni Talvinen 21.4.2011

1 Perinteinen keskuskalusteet

Tuotteet

Numero Nimi Määrä

S 3572210 KELLOKYTKIN TR 610 TOP2 1-KAN. **1**

S 3583165 VÄLIRELE ER120 1S+1A 16A 230VAC HAGER **3**

5 KNX keskuskalusteet

Paketit

Numero Nimi Määrä

S 41215 211 KESKUKSEN ASENNUS; 1,5 m2 / KIV **1**

Työt

Numero Nimi Määrä

S 2310112 Keskus,Kivi/metalli **1,5**

S 2510112 KytKentä max 1,0 mm2,Johtot **29**

S 2510121 KytKentä max 1,5 mm2,Johtimet **120**

Tuotteet

Numero Nimi Määrä

S 1350604 NAULATULPPA TPS 6X50 THORSMAN **4**

S 2815116 VASTAANOTIN 8 X 32 V ABB ASENNUSTUOTTEET **1**

S 2815164 TULOYKSIKKÖ 230 VAC, 12 X 10 A ABB ASENNUS **1**

S 2815174 TULOYKSIKKÖ 230 VAC, 8 X 10 A ABB ASENNUS **2**

S 2815175 TULOYKSIKKÖ 230 VAC, 8 X 16 A ABB ASENNUS **1**

S 2815186 TEHOLÄHDE KURISTIMELLA 640MA ABB ASENNUS **1**

S 2815190 VALONSÄÄDIN 231 VAC, 2X300 VA ABB ASENNUS **2**

S 2815211 VALONSÄÄDIN 230 VAC, 4 X 210A ABB ASENNUS **2**

S 3310121 RYHMÄKESKUSKOTELO UPPO/PINTA KNX-KOTELO9 IP20 **1**

Omakotitalon sähköjärjestelmän kustannuslaskelma

2 Perinteinen kaapelointi

Paketit

Numero Nimi Määrä

S 04404 000 MMJ 3X1.5S / O **270**
S 04412 000 MMJ 5X1.5S / O **127**
S 04418 000 MMJ 3X2.5S / O **201**
S 04424 000 MMJ 5X2.5S / O **24**
S 04500 000 MMO 7X1.5 / O **8**
S 06136 003 MCMK 4X1.5+1.5 / M **80**

Työt

Numero Nimi Määrä

S 2710112 Johdinpoikkipinta max 2,5 mm²,Maahan **80**
S 2710113 Johdinpoikkipinta max 2,5 mm²,Putkeen,putketon **630**

Tuotteet

Numero Nimi Määrä

S 0412022 OHJAUSKAAPELI MMO 7X1,5 S K8/1000 DRAKA **8**
S 0456722 ASENNUSKAAPELI MMJ 3X1,5 S K7/1000 DRAKA **270**
S 0456723 ASENNUSKAAPELI MMJ 3X2,5 S K7/1000 DRAKA **201**
S 0456742 ASENNUSKAAPELI MMJ 5X1,5 S K7/1000 DRAKA **127**
S 0456743 ASENNUSKAAPELI MMJ 5X2,5 S K8/750 DRAKA **24**
S 0602172 MAAKAAPELI MCMK 4X1,5/1,5 K8/1000 DRAKA **80**

3 KNX- järjestelmän kaapelointi

Paketit

Numero Nimi Määrä

S 02068 000 KLMA 4X0.8+0.8 / O **120**
S 04404 000 MMJ 3X1.5S / O **130**
S 04412 000 MMJ 5X1.5S / O **81**
S 04418 000 MMJ 3X2.5S / O **201**
S 04424 000 MMJ 5X2.5S / O **24**
S 04500 000 MMO 7X1.5 / O **55**
S 06136 003 MCMK 4X1.5+1.5 / M **80**

Työt

Numero Nimi Määrä

S 2710112 Johdinpoikkipinta max 2,5 mm²,Maahan **80 80**
S 2710113 Johdinpoikkipinta max 2,5 mm²,Putkeen,putketon **611**

Omakotitalon sähköjärjestelmän kustannuslaskelma

Tuotteet

Numero Nimi Määrä

S 0292003 MERKINANTOKAAPELI KLMA 4X0,8+0,8 PK500 DRAKA **120**
 S 0412022 OHJAUSKAAPELI MMO 7X1,5 S K8/1000 DRAKA **55**
 S 0456722 ASENNUSKAAPELI MMJ 3X1,5 S K7/1000 DRAKA **130**
 S 0456723 ASENNUSKAAPELI MMJ 3X2,5 S K7/1000 DRAKA **201**
 S 0456742 ASENNUSKAAPELI MMJ 5X1,5 S K7/1000 DRAKA **81**
 S 0456743 ASENNUSKAAPELI MMJ 5X2,5 S K8/750 DRAKA **24**
 S 0602172 MAAKAAPELI MCMK 4X1,5/1,5 K8/1000 DRAKA **80**

7 Perinteinen kaapelointi kalusteet

Paketit

Numero Nimi Määrä

S 11434 112 PEITEKANSI AK 1.1 / UA 1,5 **5**
 S 21100 100 1-KYTKIN / UA/KL 1,5 **1**
 S 21100 101 1-KYTKIN / UA/PL 1,5 **3**
 S 21103 101 5-KYTKIN / UA/PL 1,5 **3**
 S 21103 100 5-KYTKIN / UA/KL 1,5 **3**
 S 21105 100 6-KYTKIN / UA/KL 1,5 **6**
 S 21105 101 6-KYTKIN / UA/PL 1,5 **1**
 S 21110 101 PAINONAPPI VAIHTO / UA/PL 1,5 **2**
 S 21115 255 2-OS PEITELEVY / AS **4**
 S 21117 255 4-OS PEITELEVY / AS **2**
 S 35102 101 VAL.SÄÄD.400VA / UA/PL 1,5 **6**

Työt

Numero Nimi Määrä

S 2811111 Rasioiden as.ja kytk. 1,5 mm2 asti,Uppo/Puu **25**
 S 2821111 Jakoras.as. ja kyt. 1,0-1,5 mm2,Uppo/Puu **17**

Tuotteet

Numero Nimi Määrä

S 1152108 JAKORASIA AU 8 ABB ASENNUSTUOTTEET **20**
 S 1152364 KOJERASIA AU 3.2 ABB ASENNUSTUOTTEET **25**
 S 1152521 PEITEKANSI AK 1.1 ABB ASENNUSTUOTTEET **5**
 S 1152754 NYSÄ AN 16 ABB ASENNUSTUOTTEET **25**
 S 1152757 NYSÄ AN 20 ABB ASENNUSTUOTTEET **50**
 S 1152774 YHDYSKAPPALE PMR 474 ABB ASENNUSTUOTTEET **10**
 S 2106011 KYTKIN JUSSI 1/16A/250V/IP20 UKJ 0X VAL ABB **4**

Omakotitalon sähköjärjestelmän kustannuslaskelma

S 2106015 KYTKIN JUSSI 5/16A/250V/IP20 UKJ 0X VAL ABB **6**
 S 2106016 KYTKIN JUSSI 6/16A/250V/IP20 UKJ 2X VAL ABB **7**
 S 2106070 MERKKILAMPPU ABB HOH/230V/0,4MA, KYTKIMILLE ABB **2**
 S 2126011 PAINIKE JUSSI 6/10A/250V/IP20 UKJ 1N LI VAL **2**
 S 2166111 PEITELEVY JUSSI 1OS/IP20/85MM VAL ABB ASENNUST **9**
 S 2166112 PEITELEVY JUSSI 2OS/IP20/85MM VAL ABB ASENNUST **4**
 S 2166114 PEITELEVY JUSSI 4OS/IP20/85MM VAL ABB ASENNUST **2**
 S 3512750 VALONSÄÄDIN PJ.400VA 2247 UJCGL-212 VALKOI **6**
 S 3514140 HÄMÄRÄKYTKIN NIGHTMATIC 3000 VALK.HÄMÄRÄKYT **1**
 S 3515200 LIIKETUNNISTIN IS 140 VALKOINEN **4**

8 KNX kaapelointi kalusteet

Paketit

Numero Nimi Määrä

S 11262 121 KOJERASIA AU 3.2 / PUT, et **13**S 11434 112 PEITEKANSI AK 1.1 / UA 1,5 **16**

Työt

Numero Nimi Määrä

S 2811111 Rasioiden as.ja kytk. 1,5 mm2 asti,Uppo/Puu (kytkin asennus **13**S 2821111 Jakoras.as. ja kyt. 1,0-1,5 mm2,Uppo/Puu (sähkö j.rasiat) **19**S 2821111 Jakoras.as. ja kyt. 1,0-1,5 mm2,Uppo/Puu (väylä j.rasiat) **5**

Tuotteet

Numero Nimi Määrä

S 1152108 JAKORASIA AU 8 ABB ASENNUSTUOTTEET (väylärasiat) **5**S 1152108 JAKORASIA AU 8 ABB ASENNUSTUOTTEET (sähkörasiat) **22**S 1152364 KOJERASIA AU 3.2 ABB ASENNUSTUOTTEET **13**S 1152521 PEITEKANSI AK 1.1 ABB ASENNUSTUOTTEET **16**S 1152578 VEDONPOISTAJANYSÄ AS 12 ABB ASENNUSTUOTTEET **39**S 2166101 PEITELEVY IMPRESSIVO 1OS/IP20/85MM VAL ABB ASEN **8**S 2815008 ASENNUSTARVIKE PRION ABB VÄYLÄPOHJA **2**S 2815024 PAINIKE 1-OS. IMPRESSIVO, VALKOINEN AB **2**S 2815029 PAINIKE 2-OS. IMPRESSIVO, VALKOINEN AB **6**S 2815062 KOSKETUSNÄYTTÖ VÄRILLINEN ABB ASENNUSTUOTTEE **1**S 2815074 PAINIKE 3-OS PRION, VALKOINEN ABB ASEN **2**S 3575168 RAAMI NÄYTÖILLE MUSTA/KROMI ABB ASEN **1**S 3575265 LIIKEILMAISIN 180 ASTETTA SOLO **4**S 3575273 PAINIKE 6324-24G ABB ASENNUSTUOTTEET **1**S 3575275 PAINIKE 6323-24G ABB ASENNUSTUOTTEET **1**S 3575368 VÄYLÄLIITINYKSIKKÖ 6120U-102 ABB ASENNUSTUOTTEE **10**

Omakotitalon sähköjärjestelmän kustannuslaskelma

6 KNX vaihtoehtoiset LISÄYKSET

Työt

Numero Nimi Määrä

S 2811111 Rasioiden as.ja kytk. 1,5 mm2 asti,Uppo/Puu **12**

Tuotteet

Numero Nimi Määrä

S 2815133 VÄYLÄMUUNNIN TCP/IP ABB ASENNUSTUOTTEET **1**

S 2815137 TULOYKSIKKÖ 230 VAC, 4 X 6 A ABB V.MOOTTORI.OHJ. **1**

S 2815154 VIRTALÄHDE 12 VDC, 1600 MA ABB ASENNUSTUO **1**

S 3515306 INFRAPUNAKÄSILÄHETIN 6010-28 ABB **1**

S 3575175 ANTURI 3-KANAVAINEN PÄIVÄNVALO- JA LÄ **1**

S 3575265 LIIKEILMAISIN LIIKEILMAISIN 180 ASTETTA SOLO' **1**

S 3575410 LÄSNÄOLOTUNNISTIN 6131-74-102 ABB 360 ast. **5**

LIITE 6.
Huonekortti

Ok-talo mallitalo _____ posti osoite, postitoimipaikka _____

pvm 00.00.0000

_____	positionumero	_____	Muut KNX-painikkeet samassa tilassa
_____	huonetila	_____	1. _____
_____	painikkeen tyyppi	_____	2. _____
_____	fysinen osoite	_____	3. _____
_____	väylälittäytyskisko	_____	

Lämmitysryhmä: _____

Ryhmä numerot: _____

- Painike 1: _____
- Painike 2: _____
- Painike 3: _____
- Painike 4: _____
- Painike 5: _____
- Scene 1: _____
- Scene 2: _____
- Scene 3: _____
- Scene 4: _____

Revisio: A _____ B _____ C _____ D _____ E _____ F _____



6324-24