

Antti Halonen

Pientalon KNX-järjestelmän toteutus

Metropolia Ammattikorkeakoulu
Insinööri (AMK)
Talotekniikan koulutusohjelma
Insinöörityö
4.5.2011

Tekijä Otsikko	Antti Halonen Pientalon KNX-järjestelmän toteutus
Sivumäärä Aika	32 sivua + 2 liitettä 4.5.2011
Tutkinto	insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	talotekniikka
Suuntautumisvaihtoehto	rakennusten sähkö- ja tietotekniikka
Ohjaajat	sähkötöiden johtaja Jan Erik Tötterström lehtori Jarmo Tapio
<p>Insinöörityön aiheena oli pientalon KNX-järjestelmän toteutus. Työn tavoitteena oli suunnitella 238,6 m²:n suuruisen kolmekerroksisen yhden perheen omakotitalon KNX-järjestelmä ja seurata sen toteutumista sähköurakan eri vaiheissa. KNX-järjestelmällä haluttiin saada aikaan selkeä ja monipuolinen hallittavuus lämmitys-, valaistus-, palo- ja rikosilmoitusjärjestelmille.</p> <p>Insinöörityön teoriaosassa käsitellään KNX-väylätekniikan perusteita, erilaisia käyttökohteita ja KNX-järjestelmään tarvittavia komponentteja. Teoriaosassa keskitytään selkeästi KNX-järjestelmään, jossa siirtotienä käytetään väyläkaapelia, kuten kohdetalossa.</p> <p>Suunnittelu-, asennus- ja ohjelmointiosioissa käsitellään, mitä tekijöitä eri vaiheissa täytyy ottaa huomioon, jotta projekti etenee mahdollisimman sujuvasti eteen tulevista haasteista huolimatta. Insinöörityössä selvitetään KNX-järjestelmän eri ominaisuuksia ja toimintatapoja.</p> <p>Järjestelmän lopullinen käyttöönotto tapahtuu kesäkuussa 2011 sähköurakan valmistuttua. Tällöin selviää KNX-järjestelmän lopullinen toimivuus.</p>	
Avainsanat	KNX, EIB, ETS

Author Title	Antti Halonen Implementing KNX technology in a detached house
Number of Pages Date	32 pages + 2 appendices 4 May 2011
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Building Services Engineering
Specialisation option	Electrical Engineering for Building Services
Instructors	Jan Erik Tötterstöm, Manager of Electrical Design and Installation Jarmo Tapio, Senior Lecturer
<p>The topic of the Bachelor's thesis was the implementation of KNX technology in a detached house. The objective was to design a KNX system for a 238.6 m² three-storey detached house and follow the implementation of it at the various stages of electricity contracting. The reason for selecting the KNX system was selected to achieve clear and versatile controllability of heating and lighting, as well as fire and intruder alarm systems.</p> <p>In the thesis, the basis of the KNX bus technology, which uses a bus cable as a transmission, its applications and components required for the system are presented. Furthermore, the thesis explains the factors that need to be taken into consideration so that a project proceeds as smoothly as possible in spite of any challenges encountered. In addition, the properties and operations of the KNX system are analysed.</p> <p>The studied system is to be commissioned in June 2011, once the electricity contract has been completed. It is only then the functionality of the KNX technology is actually tested.</p>	
Keywords	KNX, EIB, ETS

Sisällys

Lyhenteet ja käsitteet	1
1 Johdanto	3
2 KNX	4
2.1 KNX:n perusta	4
2.2 KNX:n peruseriaatteet	4
2.3 KNX-järjestelmällä toteutettuja kohteita	5
2.4 Topologia	6
2.4.1 Kaapelien pituudet linjassa	8
2.4.2 Käytettävät kaapelityypit	8
2.5 Tiedonsiirto	8
2.5.1 Tiedonsiirto tavat	8
2.5.2 Sanoman rakenne	9
2.6 Komponentit	10
2.6.1 Järjestelmäkomponentit	10
2.6.2 Anturit	10
2.6.3 Toimilaitteet	10
3 Kohdetalo Villa Veikkola	12
4 Kohdetalon suunnittelu	13
4.1 KNX-suunnittelun aloitus	13
4.1.1 Suunnitelman luonti	14
4.1.2 Antureiden valinta	15
4.2 Toimilaitteiden valinta	15
4.3 Keskuksen suunnittelu	15
4.4 Suunnittelun haasteet ja mahdollisuudet	16
5 Kohdetalon KNX-komponentit	17
5.1 Järjestelmäkomponentit	17
5.1.1 KNX-teholähde 640 mA	17
5.1.2 Binääritulo 10 V 4 x 10 DIN	17
5.2 Toimilaitteet	18

5.2.1	Kytkintoimilaite 16 A 4 x 230/16 DIN käsiohjauksella ja virtamittauksella	18
5.2.2	Kytkintoimilaite 10 A 12 x 230 V/10 DIN käsiohjauksella	19
5.2.3	Valonsäädin universal 4 x 250W DIN	19
5.2.4	Ohjausyksikkö 0-10 V 1-säätöpiiri DIN	19
5.2.5	Verhotoimilaite 10 A 4 x/10 DIN käsiohjauksella	19
5.2.6	KNX-lämmityksen ohjain 6 x 230/0,05 A DIN	20
5.3	Anturit	20
5.3.1	KNX-painike 2-, 4-, 8-os.	20
5.3.2	Lämmönsäädin näytöllä	21
5.3.3	Liiketunnistin Argus 220	21
5.3.4	KNX-läsnäolotunnistin valonsäätö/IR	21
5.3.5	Valoisuus-/lämpötila-anturi	21
5.3.6	KNX-kosketusnäyttö 7"	22
6	Kohdetalon asennukset	23
6.1	KNX-asennukset	23
6.2	Antureiden asennus	24
6.3	Toimilaitteiden asennus	24
6.4	KNX-järjestelmän keskusasennukset	25
6.5	KNX-asennusten haasteet ja mahdollisuudet	25
7	Ohjelmointi	26
7.1	ETS-työkalu	27
7.2	Kohdetalon ohjaukset	27
7.2.1	Koko talon tilanneohjaukset	28
7.2.2	Tilakohtaiset ohjaukset	28
7.2.3	Turvallisuusjärjestelmät	29
8	Dokumentointi	30
9	Johtopäätökset	31
	Lähteet	33
	Liitteet	
	Liite 1. Vanha tasokuva	
	Liite 2. Uusi tasokuva	

Lyhenteet ja käsitteet

A	Ampeeri, virran yksikkö
AC	Vaihtovirta
AC	Alueyhdistin
Alue	Suurin KNX-järjestelmän yksikkö, johon voidaan yhdistää useita väylälinjoja linjayhdistimien avulla päälinjan kautta
AV	Audiovisuaalinen
BatiBUS	Ranskalainen kotiautomaatiojärjestelmä
CH	Sulake
CSMA/CA	Tietoliikenteen siirtotien varausmenetelmä ja sanomien törmäysten estäminen
DC	Tasavirta
DVC	Väylälaite
EHS	Eurooppalainen kotiautomaatiojärjestelmä
EIB	European Installation Bus. Eurooppalainen rakennusautomaatiojärjestelmä
Energiatehokkuusluokka	Energiatehokkuusluokka määritellään rakennuksen energiatehokkuusluvulla, joka saadaan jakamalla rakennuksen tarvitsema vuotuinen energiamäärä rakennuksen bruttopinta-alalla. Energiatehokkuusluku sisältää rakennuksen tarvitseman vuotuisen lämmitys, laitesähkö ja jäähdytysenergiamäärän. Muissa kuin pienissä asuinrakennuksissa laitesähköenergia sisältää vain kiinteistösähkön.
Ethernet	Lähiverkko
ETS	Projektisuunnittelu ja käyttöönotto työkalu KNX-järjestelmälle
Gateway	Ulkoinen käyttöliittymä, yhdyskäytävä
IP	Internetprotokolla

IP-luokitus	Eurooppalainen sähkölaitteiden tiiviiden luokitus
KNX	Konnex. Kenttäväyläprotokolla
KNX-yhdistys	KNX-sertifioitujen tuotteiden valmistajien organisaatio
LC	Linjayhdistin
Linja	Pienin KNX-järjestelmän yksikkö, johon voidaan kytkeä 64 väylälaitetta
LR	Linjatoistin
LVI	Lämpö, vesi, ilma
Nollaenergiatalo	Rakennus tuottaa yhtä paljon energiaa kuin kuluttaa.
PELV	Suojaava pienoisjännite
Plusenergiatalo	Rakennus tuottaa enemmän energiaa kuin kuluttaa.
PSU	Teholähde
PWM	Pulssinleveysmodulaatio
SELV	Suojaava pienoisjännite
TFT	Ohutkalvotransistori
USB	Sarjaväylä tiedonsiirtoon
V	Voltti, jännitteen yksikkö
W	Watti, tehon yksikkö

1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena oli suunnitella 238,6 m²:n suuruisen kolmekerroksisen yhden perheen omakotitalon KNX-järjestelmä ja seurata sen toteutumista sähköurakan erivaiheissa. Sähköurakasta ja suunnittelusta vastaa Suomi-Sähkö Oy. Olen itse Suomi-Sähkö Oy:n palveluksessa. Talon KNX-järjestelmän ohjelmoinnin suorittaa EBO-Sähkö Oy:n Ari Tuokko. Tein tiivistä yhteistyötä hänen kanssaan tämän projektin yhteydessä.

KNX-järjestelmä on kehitetty taloautomaation eri osa-alueiden yhteen liittämiseen ja yhtenäiseen ohjaukseen samalla järjestelmällä. KNX-järjestelmä on hajautettuun älyyn perustuva kenttäväylästandardi, jossa ei tarvita omaa keskusyksikköä. Tämän mahdollistavat KNX-laitteissa olevat omat mikro-ohjaimet. KNX-standardeissa määritellään, että kaikkien eri valmistajien KNX-laitteiden on oltava ohjelmoitavissa samalla ETS-työkalulla (Engineering Tool Software). KNX on avoin standardi, jossa kaikki laitteet ovat yhteensopivia valmistajasta riippumatta.

Yhä useampi oman talon sähköurakkaa miettivä ajattelee jonkinlaista taloautomaatiojärjestelmän hankintaa. Siinä KNX-järjestelmä on tällä hetkellä kaikkein monipuolisin, käyttäjäystävällisin ja muutoskykyisin järjestelmä. Eritoten kosketusnäyttö luo KNX-järjestelmään lisäarvoa ja näyttävyyttä, jolloin koko järjestelmää voidaan ohjata yhdestä keskeisestä paikasta. Tällä hetkellä KNX-järjestelmän hankintakynnyksenä koetaan olevan sen korkea hinta, joka on useita tuhansia euroja korkeampi verrattuna perinteiseen sähköjakelujärjestelmään.

Uusi suuntaus nollaenergiataloja kohtaan ja jatkuvasti nousevat energiakustannukset tulevat lisäämään KNX-järjestelmän kysyntää tulevaisuudessa. Energiansäästöissä on ehdottoman tärkeää talotekniikan automaattinen hallinta. KNX-järjestelmällä voidaan hallita helposti energiankäyttöä. Hallitulla energiankäytöllä saadaan tehokkaasti säästettyä energiaa.

Insinööriyön aikana suunniteltiin vanhojen jo olemassa olevien sähkösuunnitelmien pohjalta uudet tasokuvat sekä ryhmäkeskuksen pääkaavio kohdetalona olevaan uudisrakennukseen. Uusiin suunnitelmiin lisättiin KNX-järjestelmä, jota vanhoissa suunnitelmissä ei ollut. Uusien sähkösuunnitelmien pohjalta toteutettiin kohdetalon sähköurakka.

2 KNX

2.1 KNX:n perusta

KNX on kansainvälinen rakennuksien kenttäväyläpohjainen automaatiostandardi. Sen kehitys alkoi jo yli 20 vuotta sitten, kun haluttiin luoda yhtenäinen standardi koti- ja kiinteistöohjausten sovelluksiin. Tavoitteena olivat entistä turvallisemman ja joustavamman järjestelmän luominen. Suurin osa KNX:n ominaisuuksista saatiin jo olemassa olevista väylätyypeistä EIB, BatiBUS ja EHS, kun näiden tukiyhdistykset tulivat mukaan jo 1996 kehittämään hanketta.

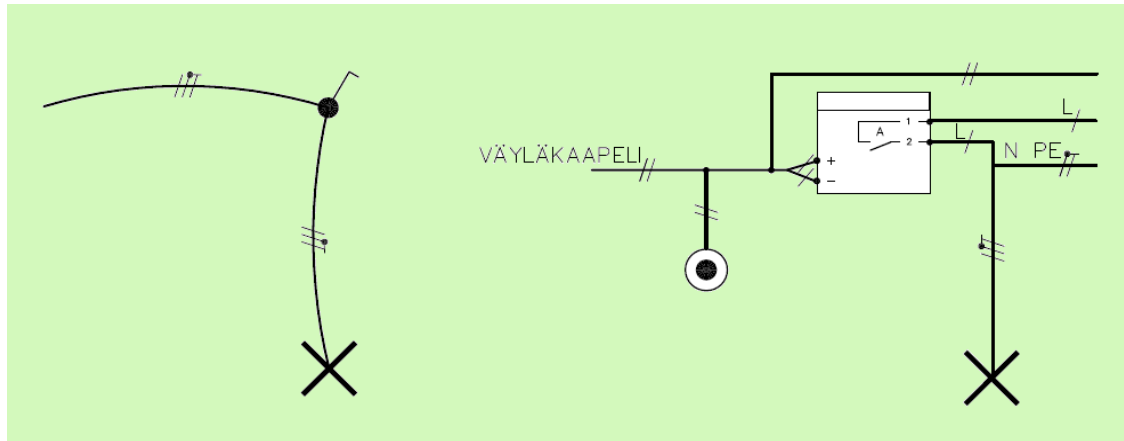
KNX-yhdistys valvoo kaikkien mukaantulevien valmistajien laitteiden täyttävän sen tarkkaan määräämät standardit. Näin voidaan varmistaa kaikkien laitteiden toimivan saumattomasti yhdessä. KNX-standardi takaa kaikkien laitteiden olevan ohjelmoitavissa samalla ETS-suunnittelu- ja käyttöönotto työkalulla. KNX-merkki tuotteessa takaa sen täyttävän kaikki nämä ehdot. [1; 2]

KNX-yhdistyksessä on joka puolella maailmaa jo yli 100 jäsenyritystä, joilla on noin 7000 eri vaatimukset täyttävää tuoteryhmää. Yhteistyösopimuksia on yli 50 teknillisellä korkeakoululla ja yli sadalla oppilaitoksella sekä yli 21 000 urakoitsijalla. Näiden kaikkien sopimusten tarkoituksena on kehittää järjestelmää vastaamaan tulevaisuuden haasteisiin. [5]

2.2 KNX:n peruseriaatteet

KNX-järjestelmässä ei ole keskusyksikköä, vaan jokaisessa sen anturissa, esimerkiksi painonapissa on oma mikro-ohjain, joka lähettää tietyn sille määrätyn sanoman. KNX-teknologiassa sähköistä kuormaa ei kytketä suoraan päälle niin kuin tavallisissa sähköasennuksissa. Ulkoinen toiminta, kuten painonapin painaminen, lähettää käskyn yhteisen siirtotien kautta toimilaitteelle, joka suorittaa sille määrätyn tehtävän kytkien kuorman epäsuorasti päälle. Tämä mahdollistaa kaikkien kuormien ohjaamisen mistä liittyydestä tahansa. Siirtotieväylinä voidaan käyttää väyläkaapelia, 868 MHz radioverkkoaluetta, Ethernetiä (IP-gateway-laitetta hyväksikäyttäen) tai sähköverkkoa (KNX powerline laitteen avulla). Yhteinen siirtotie kaikkien KNX-laitteiden välillä säästää

aikaa vanhempiin ratkaisuihin verrattuna, joissa tarvittiin vaikeasti toteutettavia keskinäisiä liitännöitä laitteiden välillä. Kuvassa 1 on esitetty kuorman ohjaukset. [1]



Kuva 1. Perinteinen kuormanohjaus sekä ohjaus KNX-tekniikalla.

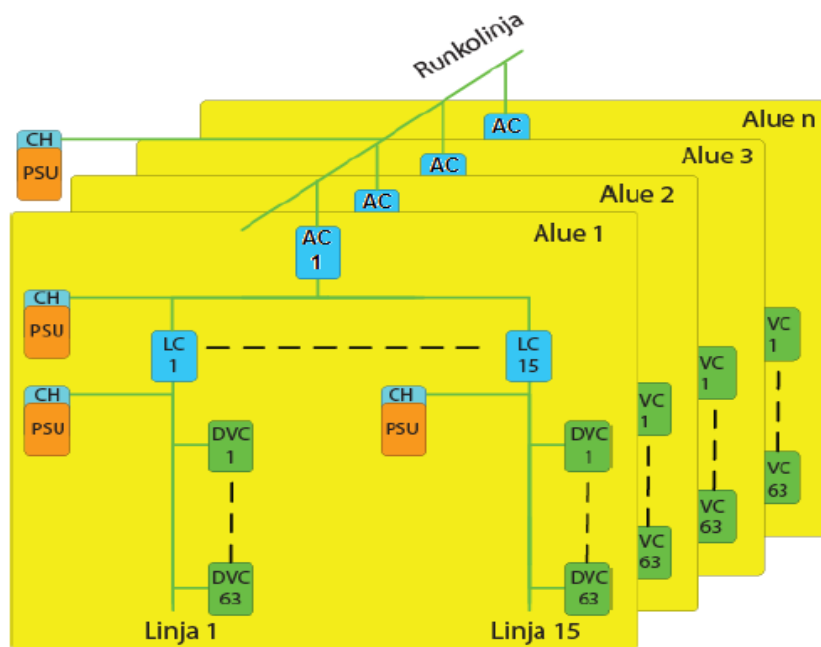
2.3 KNX-järjestelmällä toteutettuja kohteita

KNX-järjestelmää on käytetty menestyksekkäästi ympäri maailmaa saneeraus ja uudisrakentamisessa erilaisissa käyttökohteissa teollisuuden, julkisen sektorin ja asumisen puolella. KNX-järjestelmällä voidaan ohjata rakennuksien LVI-laitteita, hälytysjärjestelmiä, valaistusta, AV-järjestelmiä sekä muita sähköisiä kuormia. Suurimpia säästöjä KNX-järjestelmällä saadaan kaapeloinnissa ja energiankulutuksen hallinnassa.

Suomessa KNX-järjestelmällä on toteutettu historiallisesti arvokkaita saneerauskohteita muun muassa Hämeen Linnan ravintola Lintutupa, Porvoon Raatihuone sekä Holmin talo. Suurimpia kohteita, jotka käyttävät KNX-järjestelmää Suomessa, ovat Kiasma sekä Elämyskeskus Flamingon savunpoistojärjestelmä ja vesipuisto. Intiassa Delhin kansainvälisen lentokentän terminaali 3 toteutettiin käyttäen KNX-järjestelmää. KNX-komponentteja terminaalissa on 11 000 kappaletta, ja valaistuksen ohjaus sisältää 100 000 valaisinta. [1; 2]

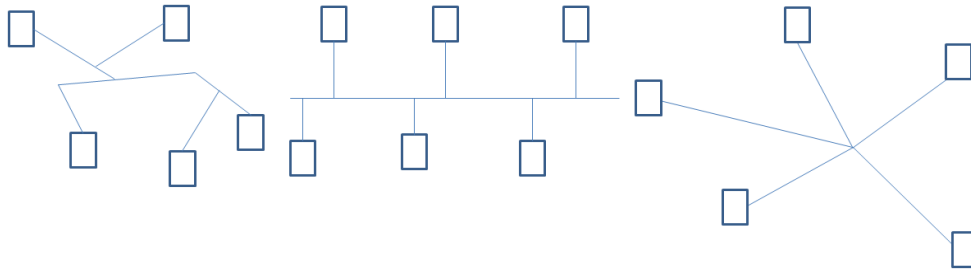
2.4 Topologia

Siirtotien ollessa väyläkaapeli sen rakenne koostuu linjoista ja alueista. Pienimmän yksikön linjan laitteiden määrään vaikuttaa tehonlähteen koko. Maksimissaan siinä voi olla 64 laitetta, tällöin tehonlähteenä käytetään 640 mA:n kokoista lähdetä, sillä KNX-laitteet voivat standardin mukaan käyttää maksimissaan 10 mA virtaa. Segmenttejä linjassa saa olla enimmillään 4 kappaletta. Segmentin pituus ei saa ylittää 1 000 m:ä. Yhdessä linjassa voi olla rinnan enimmillään kolme segmenttiä. Segmenttien lisääminen vaatii linjavahvistimen käyttöä päälinjan ja linjasegmenttien välillä. Linjasegmentit tarvitsevat myös oman tehonlähteen. Linjayhdistin vie yhden paikan, jolloin linjassa voi olla 63 laitetta maksimissaan tämän lisäksi. Kuvassa 2 on esitetty aluetopologia. [2; 4]



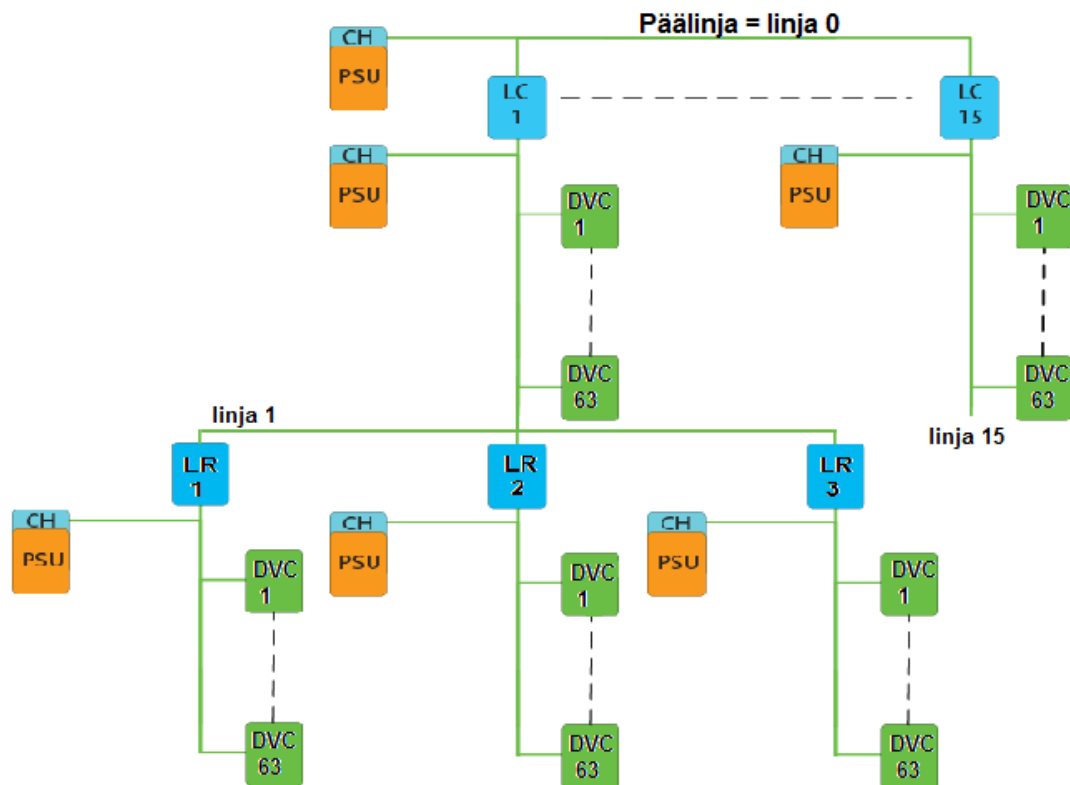
Kuva 2. Aluetopologia.

Perusrakenteiltaan linja voi olla reititetty puu-, linja- tai tähtirakenteiseksi. Rajoittavana tekijänä rakenteessa on silmukka, joka aiheuttaa lähtevän sanoman kiertämisen linjassa ja aiheuttaa häiriöitä. Kuvassa 3 on esitetty eri topologioita.



Kuva 3. Puu-, väylä- ja tähtitopologia.

Isommissa kohteissa, joissa tarvitaan vielä enemmän laitteita, on luotava alueita. Tämä onnistuu, kun yhtenäiseen runkolinjaan liitetään linjayhdistimillä uusi päälinja, johon voidaan liittää maksimissaan 15 linjaa, jolloin tämä muodostaa alueen. Päälinjaan sekä runkolinjaan tarvitaan omat kuristimelliset tehonlähteet. Suurin mahdollinen KNX-järjestelmä voi kattaa jopa 57 600 toimilaitetta, jos mukaan luetaan linjayhdistimet, linjavahvistimet ja alueyhdistimet. Tämä vaatii, että jokaisessa linjassa on 4 linjasegmenttiä. Kuvassa 4 on esitetty linjojen rakenne. [1]



Kuva 4. Linjojen rakenne ja linjan maksimilaajennus segmenteillä.

2.4.1 Kaapelien pituudet linjassa

Kaapelin pituuksia linjassa rajoittavat seuraavat tekijät:

- Teholähteen ja väylälaitteen välinen etäisyys saa olla maksimissaan 350 m
- Linjasegmentin pituus saa olla maksimissaan 1 000 m.
- Kahden tehonlähteen välinen etäisyys ei saa olla alle 200 m.
- Väylälaitteiden välinen etäisyys ei saa ylittää 700 m. [1]

2.4.2 Käytettävät kaapelityypit

Käytettävät väyläkaapelit ovat kuparisia kierrettyjä parikaapeleita, joiden johtimien läpimitta tulee olla 0,8-1 mm. KNX-järjestelmään standardoituja kaapeleita ovat YCY-, J-Y (St) Y 2 x 2 x 0,8 ja halogeeniton J-H(St) H2 x 2 x 0,8. Yleensä käytetään maakohtaisia kaapeleita, kuten Suomessa yleisesti käytetty KLMA 4 x 0,8 + 0,8. Vaikka KNX-tiedonsiirto ei ole häiriöherkkää, on kuitenkin hyvä käyttää KLMA 4 x 0,8 + 0,8 kaapeleita, jossa toista paria voidaan käyttää toiselle häiriöherkemälle järjestelmälle. Toista vapaata johdinparia saa käyttää vain suojatuille pienjännitteille AC < 25 V ja DC < 60 V (SELV ja PELV).

Rakennusten välillä väyläkaapelina voidaan käyttää maakaapelia tai valokuitua. Valokuitua käytettäessä tarvitaan "kuitulinjayhdistin", jolla väyläkaapeli saadaan liitettyä valokaapeliin. Maakaapelia käytettäessä on käytettävä ylijännitesuojaa mahdollisten ulkoisten ylijännitteiden vuoksi. Väyläkaapelia käytettäessä rakennusten välillä se on asennettava maadoitettuun metalliputkeen. [1; 12]

2.5 Tiedonsiirto

2.5.1 Tiedonsiirto tavat

KNX hyödyntää symmetristä tiedonsiirtoa lähettäen jännite-eroja molemmissa johtimissa. Toimilaite lukee näitä eroja ja toimii sen mukaan. Häiriösäteilyn vaikutus ei haittaa tiedonsiirtoa, sillä se vaikuttaa molempiin johtimiin. Tämä mahdollistaa väyläkaapelien kulun vahvavirtakaapelien seassa ilman häiriöitä sanomankulkuun. Tieto kulkee kaapeleissa 9600 bittiä/s, jolloin anturilta lähtevä sanoma saavuttaa toimilaitteen keskimäärin 25 ms:n kuluttua. Lähetyksenopeus 9600 bittiä/s ei tarvitse päätevastuksia.

Sanomat kulkevat väylässä peräkkäin. Ennen siirtotien käyttöä lähetetään varaussignaali, jolloin varsinainen sanoma pääsee perille ilman törmäyksiä muihin sanomiin. Varusmenetelmä CSMA/CA estää myös sanomien häviämisen. Kaikki sanomat on priorisoitu. Tällöin kiireelliset sanomat, kuten vikasignaalit, ohittavat kaikki muut sanomat. Mikäli kaksi samanarvoista sanomaa lähetetään yhtä aikaa, sanomien siirto keskeytyy. Tämän jälkeen sanomat lähtevät uudestaan liikkeelle automaattisesti eri aikaan satunnaisgeneraattorin avulla. [1; 2]

2.5.2 Sanoman rakenne

Sanoma on jono merkkejä, joka koostuu väyläkohtaisista hyötytiedoista ja testitiedoista. Hyötytieto on sanoma, jossa käsky lähetetään. Esimerkiksi termostaatti havaitsee lämpötilan laskun ja lähettää sanoman lämmityksen ohjausyksikölle, joka lukee merkkijonon ja toimii sen mukaan määrätyllä tavalla. Toinen sanomatyyppe on testitieto, jota käytetään sanoman kulkua haittaavien virheiden ja häiriöiden havaitsemiseen väylässä.

Sanoma koostuu bittijonosta. Jokaisessa sanomassa on 3 bittiä, jota kutsutaan kierros-laskuriksi, jonka oletusarvo on "6". Yhdistimet ja toistimet pienentävät kierros-laskuria arvoon "1", kun sanoma joutuu kulkemaan niiden kautta. Esimerkiksi kahden toistimen kautta tullut sanoma saa kierros-laskurin arvon "4". Kierros-laskurin arvo "0" jää huomiotta ja viittaa siihen, että väylässä on silmukka. Se voi johtua asennusvirheestä, mikä tulee korjata. Kierros-laskurilla saadaan siis selville väylässä olevat asennusvirheet.

Sanomassa on lähdeosoite ja kohdeosoite. Lähdeosoite kertoo, miltä anturilta sanoma on lähetetty. Kohdeosoite taas kertoo, mille toimilaitteelle se on tarkoitettu.

16-bittistä laitteen fyysistä osoitetta tarvitaan vain silloin, kun laite pitää löytää väylästä. Fyysisellä osoitteella tunnistetaan laite käyttöönottoa tai uudelleenohjelmointia varten. Uudelleenohjelmointia tarvitaan, jos laitteessa esiintyy jokin vika. [2]

2.6 Komponentit

KNX perustuu hajautettuun älyyn, jossa ei erillistä keskusyksikköä ole ollenkaan, vaan jokaisella komponentilla on oma mikroprosessori. Kaikki laitteet ovat samanarvoisia ja lähettävät sanomia kierrettyä parikaapelia pitkin. Parikaapelista komponentit saavat tarvitsemansa toimintajännitteen DC 24 V. Toimintajännite on nostettu DC 30 V:iin johtuen linjan jännitteen alenemasta. Tällöin voidaan taata kaikille KNX-komponenteille vähintään DC 24 V:n toimintajännite.

Komponentit voidaan jakaa kolmeen kategoriaan:

- järjestelmäkomponentit
- anturit
- toimilaitteet. [2]

2.6.1 Järjestelmäkomponentit

Jokainen KNX-järjestelmä tarvitsee järjestelmäkomponentteja toimiakseen. Näitä ovat tehonlähteet, jotka antavat väylään käyttöjännitteen, linjayhdistimet, linjatoistimet ja alueyhdistimet, joilla väylää saadaan jatkettua laajemmaksi. USB-sovittimella päästään ohjelmoimaan laitteita ja saadaan yhdistettyä tietokone väylään. Binääriyksiköt ovat potentiaalivapaita kärkiä ja muita ulkopuolisia järjestelmiä varten, jotka halutaan osaksi KNX-järjestelmää. [2]

2.6.2 Anturit

Anturit ovat komponentteja, jotka vastaanottavat ulkopuolisen käskyn, kuten painonapin painamisen. Anturit siirtävät sanomia väylään antaen käskyjä toimilaitteille, esimerkiksi kuormien päälle ja pois kytkennästä. Antureita ovat muun muassa painikkeet, termostaatit ja binääritulot. Yleensä anturit eivät tarvitse toimiakseen muuta kuin parikaapelista tulevan käyttöjännitteen. On myös antureita, jotka tarvitsevat tämän lisäksi vielä AC 230 V:n syötön toimiakseen. Esimerkiksi jotkut sadeilmaisimet tarvitsevat verkkovirtaa sadeantureiden sulatukseen pakkasella. [2]

2.6.3 Toimilaitteet

Toimilaitteet ovat komponentteja, jotka ottavat vastaan antureilta tulevat sanomat ja kytkvät kuormia päälle suorittaen niille määrättyjä toimintoja. Toimilaitteita ovat muun muassa himmennysyksiköt, kytkinyksiköt, lämmityksen ja jäähdytyksen ohjausyksiköt,

gatewayt sekä muut releyksiköt. Toimilaitteet asennetaan yleisesti keskuksen DIN-kiskoon. Toimilaitteet voidaan asentaa myös kentälle yhdistäen ne siellä osaksi väylää ja vetäen niille omat syöttökaapelit. [2]

3 Kohdetalo Villa Veikkola

Opinnäytetyöni kohdetalona on 238,6 m²:n suuruinen 4-henkisen lapsiperheen kaksikerroksinen omakotitalo, jossa on myös asuttava ullakkokerros. Sen rakentaminen alkoi vuonna 2010, ja kohteen tulisi valmistua vuoden 2011 aikana. Talo sijaitsee Espoon pientaloalueella. Tontilla sijainnut vanha pientalo purettiin uuden talon tieltä. Purkua varten anottiin purkulupa Espoon kaupungin Rakennusvalvontakeskukselta. Naapureiden toiveina oli maisemallisesti vanhojen mäntypuiden säästäminen tonttien rajalla. Kohdetalo täyttää uudet rakennusmääräykset ja on energiatehokkuudeltaan luokkaa A.

Ensimmäisessä kerroksessa sijaitsee tekninen tila, wc, keittiö, varasto, kodinhoitohuone, kotiteatterihuone, jossa on infrapunasauna, työhuone, ruokailutila, olohuone, eteishalli, lasitettu terassi ja kahden auton autokatos. Toisessa kerroksessa on kolme makuuhuonetta, joista yhdessä on parvitiila kaappien päällä, olohuone, kaksi kylpyhuonetta, josta toisen yhteydessä on sauna, wc ja parveke. Toisesta kerroksesta johtaa portaat asuttavaan ullakkokerrokseen. Villa Veikkolassa on myös suuri piha-alue. Kuvassa 5 on esitetty kohdetalon julkisivu.



Kuva 5. Villa Veikkolan julkisivukuva lounaaseen takana näkyy naapuritalo.

4 Kohdetalon suunnittelu

NSP-Sähköpalvelu Oy oli tehnyt kohdetalosta sähkösuunnitelman, jossa sähköjärjestelmät oli toteutettu perinteisellä menetelmällä (ks. luku 2.2 KNX:n peruseräperiaatteet). Sähköurakkapalaverissa asiakkaan kanssa ehdotettiin taloautomaation toteuttamista KNX-järjestelmällä taloautomaation hallittavuuden helpottamiseksi ja valaistuksenohjauksen monipuolistamiseksi. KNX-järjestelmää pidettiin hyvänä vaihtoehtona sen monipuolisuuden sekä muunneltavuuden kannalta niin tulevaisuutta kuin talon arvoakin ajatellen. Monet samantyyppiset kohteet oli toteutettu KNX-järjestelmällä Suomi-Sähkö Oy:n toimesta, ja asiakkaat ovat olleet erittäin tyytyväisiä lopputulokseen, joten myös Villa Veikkolassa päädyttiin KNX-järjestelmään.

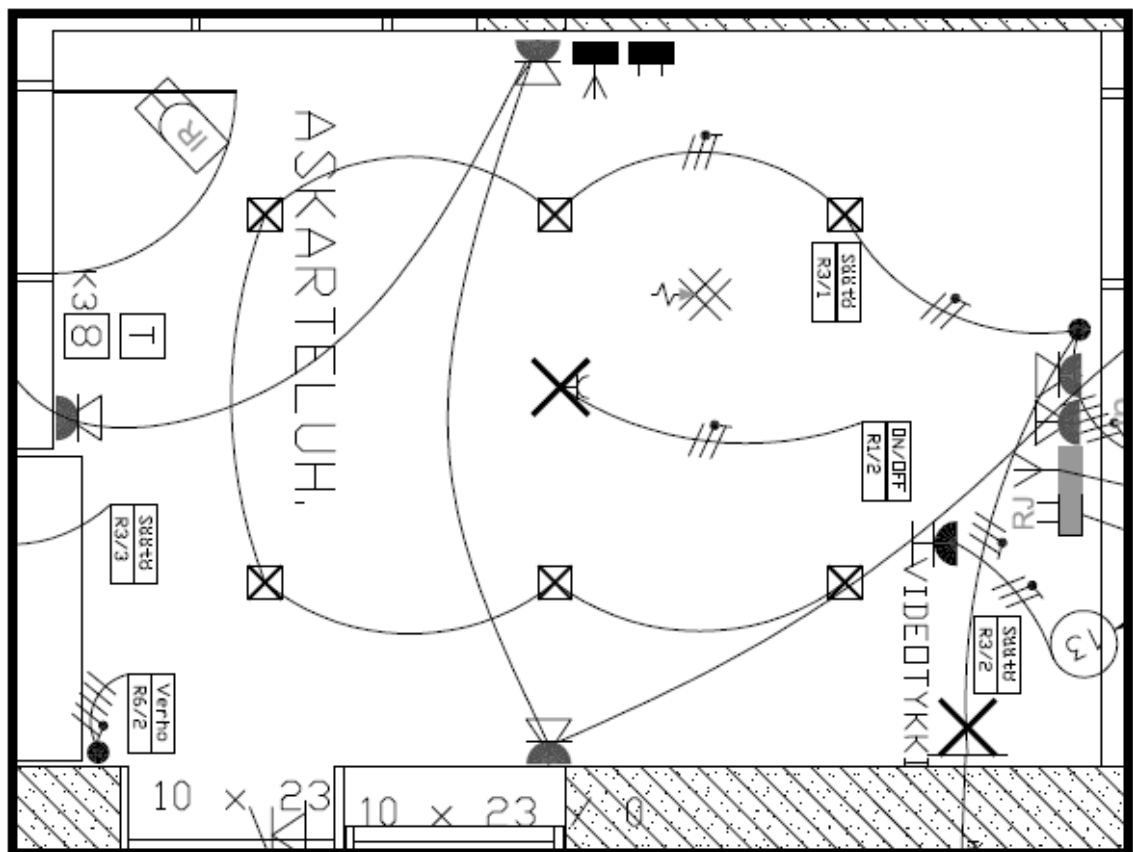
4.1 KNX-suunnittelun aloitus

Suunnittelu aloitettiin palaverilla asiakkaan kanssa, ja palaverissa käytiin läpi asiakkaan tarpeet ja halut järjestelmän suhteen. Tässä vaiheessa on erittäin tärkeää, että suunnittelijalla on hyvät tiedot KNX-järjestelmästä ja sen laitteista. Tällöin asiakkaalle voidaan kertoa, mihin kaikkeen sillä pystytään. Koska kyseessä on kallis järjestelmä, kuten KNX, on pystyttävä määrittämään asiakkaan tarpeet tarkasti. Joskus asiakkaalla voi olla sellaisia ideoita, jotka nostavat urakan hinnan niin korkealle, ettei halukkuutta sen hankintaan enää ole. Tällöin suunnittelijan on pystyttävä kertomaan, mitä asiakas todella tarvitsee ja mitä ei, ja näin päästään kaikkia miellyttävään lopputulokseen. KNX-järjestelmää voidaan helposti laajentaa tulevaisuudessa, jos uusia tarpeita havaitaan myöhemmin. Alustavasti sovittiin, että KNX-järjestelmällä ohjataan valaistusta, lämmitystä ja muut järjestelmät kytkettäisiin siihen binääriyksiköiden ja gateway-portin avulla.

KNX-suunnittelu ja piirtäminen alkoivat olemassa olevien sähkösuunnitelmien ja valaistussuunnittelijan tekemien valaistuskuvien pohjalta. Ennen aloitusta keskusteltiin asiakkaan kanssa valaistusryhmien ja pistorasioiden ohjauksesta sekä eri ryhmien himmennettävyydestä ja ohjauksesta liike- tai hämärätunnistimien avulla.

4.1.1 Suunnitelman luonti

KNX-suunnitelman piirtäminen alkaa, kuten muidenkin sähkötasokuvien, piirtäminen pisteiden sijoittelulla kuvaan. Painikkeita ja muita antureita ei vielä tässä vaiheessa sen tarkemmin tarvitse määrittää, koska lopullisesta kalusteesta huolimatta niille kaikille tulee sama kaapeli (KLMA 4 x 0,8 + 0,8). Ne on tosin hyvä nimetä esimerkiksi K1, K2, K3 Kn-kaapeleiden merkitsemistä varten. Suunnitelmassa ryhmämerkistä tulee selvitä, miten ryhmää ohjataan, kuten Säättö/R1/1 tai ON/OFF/R2/1. Tämä helpottaa laitteiden ohjelmointia sekä toimilaitteiden valintaa. Ryhmämerkissä ensimmäinen numero kertoo sulakkeen ja viimeinen numero toimilaitteen kanavan, mikä ohjaa kuorman syttymistä. Laitteiden ryhmäjohdot piirretään kuvaan samalla tavalla kuin normaalissa sähkösuunnitelmassa. Antureiden johdotusta ei tarvitse esittää kuvassa, jos on etukäteen sovittu asentajien kanssa, millaista topologiaa käytetään. Kuvassa 6 on esitetty kotiteatteri-huoneen sähköpisteet.



Kuva 6. Askarteluhuone, joka toimii talon kotiteatteri-huoneena. Kuvasta näkyy käytettävä ryhmämerkintä sekä antureiden merkitseminen.

4.1.2 Antureiden valinta

Antureiden valinta aloitetaan vasta, kun asiakkaan kanssa on sovittu millaisia tilanneohjauksia taloon halutaan. Tämän jälkeen anturit voidaan määritellä kuvaan tarkasti. Toiminnot, joita painikkeisiin ohjelmoidaan vaikuttavat kytkimien mallin valintaan. Esimerkiksi WC:ssä ei tarvita kuin kahden valaisimen sytytystä ja sammutusta. Tällöin voidaan valita kaksiosainen painike. Kotiteatterihuoneessa halutaan valaistuksella luoda eri tilanteita valon määrän ja laadun suhteen käyttäen mukana verhomoottoria, jolloin pelkkä valojen sytyttäminen ja sammuttaminen ei riitä, vaan tarvitaan useampiosainen painike. Antureiden valintaan vaikuttavat ulkoiset olosuhteet. Ulos asennettavissa antureissa, kuten liiketunnistin sekä valoisuus- ja lämpötila-anturi, on huomioitava niiden sopivuus ulkokäyttöön.

4.2 Toimilaitteiden valinta

Toimilaitteet pystytään valitsemaan sen jälkeen kun niiden sijoittelu on suunniteltu. Suurin osa toimilaitteista tulee keskukseen. Lämmityksen ohjausyksiköt sijoitettiin jakotukkien yhteyteen, jolloin niille piti suunnitella omat syötöt. Valaistussuunnittelijan valaisinluettelon pohjalta valittiin oikeat toimilaitteet niiden ohjaukseen.

4.3 Keskuksen suunnittelu

Keskuksen suunnittelussa lähdettiin liikkeelle vanhan pääkaavion pohjalta tekemällä ensin esille tulleet muutokset, joita asiakas oli halunnut normaaliin sähkönjakelujärjestelmään. Keskuksen pääkaavion suunnitteluvaiheessa on viimeistään oltava tiedossa lopullinen massalista KNX-laitteiden osalta.

Keskukseen tulevat ryhmät on selkeyden vuoksi hyvä rajata. Ensiksi kuviin piirretään pääkytkimen jälkeen kaikki KNX-ryhmät järjestyksessä ja sen jälkeen normaalin sähkönjakeluun liittyvät ryhmät. Järjestys voi olla myös toinen. Pääkaavioon piirretään kaikki KNX-laitteiden tarvitsemat vikavirtasuojaukset ja johdonsuojakatkaisimet.

Toimilaitteita ei välttämättä tarvitse vielä näihin kuviin lisätä. Ne voidaan esittää toisella sivulla, josta selviää laitteiden johdonsuojakatkaisimien lisäksi laitteet, niissä olevat

kanavat ja se mitkä ryhmät kytketään mihinkin kanavaan. Toimilaitesymboleina käytetään valmistajan omia merkkejä laitteista. Nämä antavat selkeän kuvan niiden kytkennöistä. Keskuskuvissa kerrotaan tehdäänkö keskus riviliittimillä vai ilman. Riviliitimien käyttö nostaa keskuksen hintaa. Sijoitus maksaa itsensä takaisin asennusajan nopeutumisen vuoksi. Piirikaavioita ei turhaan tarvitse piirtää tämän kokoisissa keskuksissa, kunhan pääkaavio on tarpeeksi selkeä ja keskusvalmistajalle on KNX-järjestelmä tuttu, kuten tässä tapauksessa oli. Keskukseen jätetään varalle ryhmiä mahdollisia tulevaisuuden tarpeita ajatellen.

4.4 Suunnittelun haasteet ja mahdollisuudet

Puhelinpalavereissa asiakkaan kanssa käytiin lävitse seinien materiaaleja sekä olisiko niihin mahdollista tehdä kaapeleille reittejä. Näin saatiin suunnitteluvaiheessa lähes kaikkien kalusteiden sijoittamiseen vaikuttavat esteet kartoitettua. Asiakkaan hyvä taito lukea piirustuksia ja rakennustieto auttoi paljon palaverien sujuvuutta.

KNX-järjestelmä mahdollistaa nopean alkusuunnittelun. Kohdetalossa tarvittiin suunnitelmat nopeasti valmiiksi lattiavalujen kiireellisen aikataulun vuoksi. Anturit voitiin sijoittaa oikeille paikoille nopeasti. Tässä vaiheessa suunnittelua ei sen tarkemmin tarvinnut miettiä, minkätyyppinen anturi tilaan tulisi, ja kaikille antureille käy sama johdotus.

Muuttuvat valaistussuunnitelmat toivat omaa haastetta kuvien johdotusten muokkamiseen. Valaistussuunnittelijan uuden valaisinluettelon pohjalta piti miettiä syttymisryhmien kaapeloinnit siten, että alkuperäiset suunnitelmat muuttuisivat mahdollisimman vähän. Näin välttyttäisiin uusien kaapeleiden vedoilta. Osa poisjäävistä valaisimista mahdollisti valmiin kaapeloinnin muutosten toteuttamiseen.

Järjestelmät, joita ei otettu mukaan KNX-järjestelmään, saivat kuitenkin varaukset. Ilmastointia varten vedettiin tarvittavat putkitukset ja KLMA 4 x 0,8 + 0,8 - väyläkaapeli, jos ilmastointi tulevaisuudessa haluttaisiin osaksi järjestelmään.

5 Kohdetalon KNX-komponentit

Kohdetaloon valittiin käytettäväksi Schneider Electricin tuotteita, jotka ovat osoittautuneet luotettaviksi ja monipuolisiksi monissa Suomi-Sähkö Oy:n tekemissä kohteissa. Seuraavassa on esitetty kaikki kohdetaloon tulevat KNX-komponentit ja niiden käyttö-tarkoitukset. Teksti DIN laitteiden nimessä tarkoittaa laitteiden olevan DIN-kiskoon sopivia.

5.1 Järjestelmäkomponentit

5.1.1 KNX-teholähde 640 mA

Teholähteitä on saatavilla 160 - 640 mA:n malleja ilman sisäänrakennettua varavirtalähdettä ja sisäänrakennetun varavirtalähteen kanssa. Tehonlähteeseen kytkettävien laitteiden määrä saadaan jakamalla sen mA:t 10:llä. Jokaiselle laitteelle on siis varattu 10 mA, vaikka kaikki laitteet eivät näin paljon virtaa tarvitse. Kohdetaloon valittiin 640 mA:n malli ilman varavirtaa, koska varavirtateholähde olisi vain nostanut kustannuksia ilman, että sillä olisi saatu merkittävää hyötyä tämäntyyppisessä kohteessa. Tehonlähdettä voidaan pitää koko järjestelmän sydämenä. Se antaa muille väylälaitteille niiden tarvitseman toiminta jännitteen DC 30 V. Tehonlähde tarvitsee AC 230 V:n verkkojännitteen, ja se kytketään keskuksen DIN-kiskoon 10A:n johdonsuojakatkaisimen taakse.

Tässä mallissa etupaneelin led-merkkivalot indikoivat mahdollisia ylikuormituksia ja oikosulkuja. Tehonlähde toimii väylän oikosulkusuojana. Tehonlähteen käsikytkimestä voidaan kytkeä väylän jännite pois ja päälle. Se asennetaan keskuksen DIN-kiskoon. [9]

5.1.2 Binääritulo 10 V 4 x 10 DIN

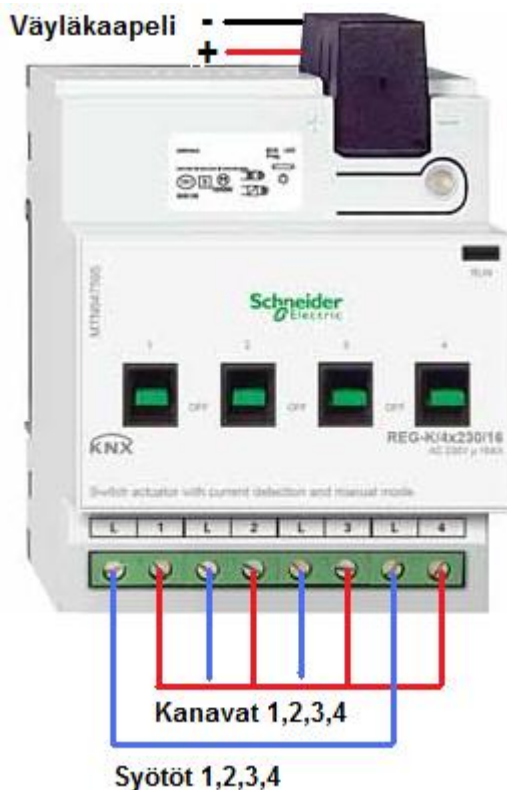
Binäärituloyksikköä käytetään potentiaalivapaiden kärkien kytkentään osaksi väylää. Kohdetalossa rikos- ja palohälytysjärjestelmät kytkettiin binääritulon avulla. Ne voivat ohjata kaikkia toimilaitteita halutulla tavalla. Esimerkiksi tulipalon sattuessa saadaan tarvittavat valot syttymään automaattisesti, jolloin hätätilanteessa on turvallista poistua kohteesta.

Binääritulo ei tarvitse erillistä AC 230 V:n syöttöjännitettä toimiakseen. Se saa toiminta-jännitteen väylästä. Binääritulo syöttää potentiaalivapaille kärjille galvaanisesti erotet-
tua 10 V:n (SELV) kontaktijännitettä. [9]

5.2 Toimilaitteet

5.2.1 Kytkintoimilaite 16 A 4 x 230/16 DIN käsiohjauksella ja virtamittauksella

16 A:n kytkintoimilaitetta käytetään pistorasioiden kuormien kytkentään sulkeutuvaa kosketinta käyttäen. Jokaiselle ohjattavalle kanavalle vedetään oma syöttö tai ne lenki-
tetään yhteen kuorman tehontarpeesta riippuen. Virranmittauksella voidaan tarkkailla kytkentä- ja käyttöaikoja, sekä määritellä kuormitus kaikille kanaville erikseen. Virran mittaukselta saatuja tietoja voidaan lähettää väylään tilastointia ja analyysiä varten. Kuvassa 7 on esitetty kytkintoimilaite 16A 4x230/16 DIN. [9]



Kuva 7. Kytkintoimilaite 16A 4 x 230/16 DIN käsiohjauksella ja virtamittauksella. Keskellä etu-
paneelissa on releiden käsiohjauskytkimet.

5.2.2 Kytkintoimilaite 10 A 12 x 230 V/10 DIN käsiohjauksella

10 A:n kytkintoimilaite on edellä mainitun 16 A:n kytkintoimilaitteen kanssa lähes identtinen. Laitteesta puuttuu virranmittaustoiminta ja se on tarkoitettu käytettäväksi pienemmille kuormille. Käyttäessä useampia sulakkeita laitteiden tehosta riippuen on muistettava lenkitys vain vierekkäisten kanavien välillä. [9]

5.2.3 Valonsäädin universal 4 x 250W DIN

Valonsäädin on tarkoitettu himmennettävälle valaistusryhmille, hehku-, halogeeni- ja pienjännitehalogeenilamppujen himmentämiseen. Pienjännitehalogeeneissa täytyy käyttää säädettävää muuntajaa, joka asennetaan lamppujen läheisyyteen muuntajan asennusohjeiden mukaisesti. Jokaiseen kanavaan kyseisessä laitteessa voidaan johtaa maksimissaan 250 W kuorma. Laitteessa ovat oikosulku-, ylikämpö- ja tyhjäkäyntisuoja. Lamppujen säätäminen tapahtuu niin sanotulla pehmökäynnistyksellä, jonka tarkoituksena on pidentää lamppujen käyttöikää. Kanavat on hyvä lenkittää yhteen johdon-suojakatkaisimien ja sulakkeiden säästämiseksi. [9]

5.2.4 Ohjausyksikkö 0-10 V 1-säätöpiiri DIN

Ohjausyksikkö 0-10 V on tarkoitettu loistelamppujen himmentämiseen. Loistelamppuvalaisimista on varmistettava, että niissä on elektroninen liitäntälaitte, jolla niiden himmentäminen mahdollistetaan. Ohjausyksikössä on vain yksi säätöpiiri jolloin sillä voidaan säätää vain yhtä valaistusryhmää. Laitteelta lähtee valaisimelle 3 johdinta 1- 10 V säädön vuoksi. Se tarvitsee vaiheen lisäksi omat [+]- ja [-]- johtimet. [9]

5.2.5 Verhotoimilaite 10 A 4 x/10 DIN käsiohjauksella

Verhotoimilaitteella ohjataan talossa olevia verhomootteita. Suunnanohjaus tapahtuu vaihetta vaihtamalla.

5.2.6 KNX-lämmityksen ohjain 6 x 230/0,05 A DIN

Tällä toimilaitteella ohjataan jakotukeille sijoitettuja venttiilitoimilaitteita. Ohjauksessa on kaksi tapaa riippuen ohjelmoinnista, joko se ohjelmoidaan ON/OFF-kytkimeksi (1 bit) venttiileille tai niiden ohjaus tapahtuu PWM-signaalin (8 bit) avulla. Kohdetalossa laitteet sijoitettiin jakotukkien läheisyyteen. Se keventää keskukseen tulevia kaapeleita. Ne voivat olla silloin MMJ 3 x 1,5 S, eikä tarvita monijohtimellista MMO-kaapelia. [9]

5.3 Anturit

5.3.1 KNX-painike 2-, 4-, 8-os.

Kohdetalossa on 2-, 4- ja 8-osaisia painikkeita. Ohjauspainikkeiden määrä valitaan sen mukaan, kuinka monta eri toimintaa tai tilannetta niillä halutaan ohjata. Painikkeet kytketään osaksi väylään väyläkaapeliliitimillä + ja -. Kuvassa 8 on esitetty 4-osainen painike.



Kuva 8. 4-osainen painike keskelle painiketta voidaan laittaa käyttöä helpottavat ohjetekstit. [9]

5.3.2 Lämmönsäädin näytöllä

Lämmönsäätimet tarkkailevat huoneen lämpötilaa ja ohjaavat lämmityksen ohjainta siten, että lämpötila pysyy asetetussa arvossa. Digitaalinen valaistunäyttö kertoo huoneen lämpötilan lisäksi, päivän, kellonajan ja toimintatilan. Näytön painikkeista voidaan helposti pudottaa lämpötilaa parilla asteella yön ajaksi, ja aamulla painamalla toista painiketta lämpötila nousee takaisin päivätilan asetettuun arvoon. Kohdetalossa tätä toimintoa ei käytetä vesikiertoisen lattialämmityksen hitaan lämmön muutoksen takia. [9]

5.3.3 Liiketunnistin Argus 220

Tämä liiketunnistin on ulkokäyttöön sopiva (IP 55) ja sillä on 16 m:n tunnistusalue (220°). Liiketunnistimessa oleva hämärätunnistin estää valojen turhan syttymisen, jos ympäristön valomäärä on riittävä. Kohdetalossa autokatoksessa oleva liiketunnistin on asetettu eri arvoon pihavalaja ohjaavan valoisuusanturin kanssa, koska autokatoksessa tarvittava valonmäärä on suurempi kuin pihalla. Herkkyys- sekä ajastusarvoja säätämällä saadaan ympäristöstä johtuvia haittoja eliminoitua. [9]

5.3.4 KNX-läsnäolotunnistin valonsäätö/IR

Läsnäolotunnistin sisältää liiketunnistimen sekä valoisuusanturin. Läsnäolotunnistimella voidaan ohjata valaistusta päivänvalon mukaan. Se säätää automaattisesti valojen kirkkautta. Tilan valonmäärä pysyy samana päivällä ja yöllä. Läsnäolotunnistimella voidaan kytkeä turhat valot pois päältä, jos tilassa ei ole ihmisiä. [9]

5.3.5 Valoisuus-/lämpötila-anturi

Ulkokäyttöön sopivalla hämäräkytkimellä (IP 54), voidaan mitata myös ulkolämpötilaa. Lämpötilatieto voidaan lukea kosketusnäytöltä. Anturi tulisi sijoittaa varjoiseen paikkaan, jolloin saadaan todellinen lämpötila sekä valonmäärä. Anturi liitetään osaksi väylää. Kohdetalossa tällä ohjataan pihavalaja. [9]

5.3.6 KNX-kosketusnäyttö 7"

Kosketusnäytöllä pystytään ohjaamaan talon kaikkia KNX-toimintoja yhdestä paikasta. Sen sijainnille tulee mieltä keskeinen paikka, kuten eteishalli. Vaikka se on anturi, on muistettava sen oikea johdotus, syöttö MMJ 1,5S, väyläkaapeli KLMA 4 x 0,8 + 0,8 ja UTP CAT 6, jos sitä halutaan käyttää Internet-selaimena. Näytössä oleva käyttöjärjestelmä on Microsoftin kehittämä Windows CE. Sillä on saatu näytön käyttö yksinkertaiseksi ja selkeäksi. Näyttö on 7 tuuman TFT-kosketusnäyttö, jossa pikseleiden määrä on 800 x 480 ja värejä näytössä on 65 000. Kuvassa 9 on esitetty kosketusnäyttö 7".



Kuva 9. Kosketusnäyttö 7", jossa näkyy huoneiden toimintavalikot. [8]

Näytössä on integroitu USB-portti ja kellokytkin, jolloin niitä ei erikseen tarvitse hankkia. Näytön nauhoitustoiminnalla voidaan nauhoittaa esimerkiksi valojen syttymistä normaalissa käytössä ja käyttää tätä arkisimulointia sillä aikaa, kun asukkaat ovat lomalla. Simuloinnilla saa aikaan sellaisen vaikutuksen, että talossa olisi ihmisiä. Tosin vaarana voi olla, että naapurit luulevat talossa olevan murtovarkaita, jos tietävät perheen olevan lomalla. [7; 8]

6 Kohdetalon asennukset

Kohdetalossa asennukset alkoivat vanhojen sähkösuunnitelmien pohjalta, jotka NPS-Sähkötalo OY oli tehnyt (liite 1). Niiden avulla saatiin tehtyä piha-alueen valaistusten kaapelointi valmiiksi ennen varsinaisia suunnitelmia. Uusien suunnitelmien avulla loput asennukset tullaan saattamaan loppuun (liite 2). Ensimmäinen vaihe asennusten osalta alkoi niiden kaapeleiden vedoilla, jotka tulisivat jäämään lattiavalun alle. Kaapeleiden vedot, putkitukset ja rasioinnit tehtiin valmiiksi ennen sähkökalusteiden asentamista. Osa asennuksista jouduttiin uusimaan muutosten pohjalta. Lopullisesti sähköasennukset saadaan valmiiksi kesäkuussa 2011.

6.1 KNX-asennukset

KNX-asennusten osalta käytetään samoja ohjeita kuin normaaleissa sähköasennuksissa sekä rasioissa että keskuksissa. KNX-järjestelmä ei ole häiriöherkkä, joten se voidaan asentaa muiden kaapeleiden kanssa ilman pelkoa häiriöistä.

Kohdetalossa väylätopologiana käytettiin tähtimallia, joka mahdollistaa vioittuneen osan helpon vaihtamisen ilman, että koko väylä kärsisi vaihdosta. Tähtien keskipiste sijoitettiin ryhmäkeskuksen lähelle, jossa kaapelit kytkettiin liittimillä toisiinsa jakorasiasa. Väylän eri sakarat on hyvä merkitä antureiden tunnuksilla, jolloin jakorasialla tiedetään, mille anturille mikin kaapeli menee. Käytettäessä väylän tähtitopologiaa kannattaa silti lähekkäin olevat anturit, esimerkiksi painonappi ja sen yläpuolella oleva termostaatti, liittää väylään toisiinsa kautta. Näin säästetään kaapelikuluissa.

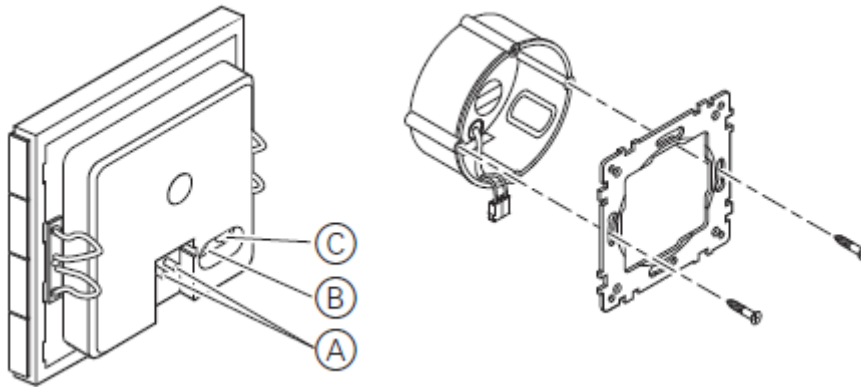
KNX-järjestelmässä ohjattavien kuormien kaapelit tuodaan suoraan toimilaitteelta syttymisryhmälle. Kytkimiä käyttäen normaaleissa sähköasennuksissa yhdellä vaiheella voidaan tehdä monta syttymisryhmää.

Järjestelmät, joita ei vielä liitetä KNX-järjestelmään, huomioidaan tulevaisuutta ajatellen vetämällä niille oma väyläkaapelivaraus. Tarvittaessa ne on helppo yhdistää osaksi järjestelmää, jos niin halutaan.

6.2 Antureiden asennus

Antureiden asennuksessa on aina huomioitava valmistajan asennusohjeet. Väylään liittämisessä käytetään KLMA 4 x 0,8 + 0,8 kaapelin punaista johdinta [+] -johtimena ja sinistä johdinta [-] -johtimena. Ylimääräisiä johtimia ei leikata, vaan ne kierretään kaapelin ympärille ja teipataan huolellisesti. Näin vältetään niiden osuminen [+] ja [-] -johtimiin. Tulevaisuudessa niitä voi käyttää muiden järjestelmien kaapeloinnissa.

Kohdetalossa käytettävissä Schneiderin antureissa on kalusteiden irrottamista helpottavia ominaisuuksia. Näitä ovat irrotettavat KNX-väyläliittimet ja asennuslevy, joka kiinnitetään kojerasiaan. Itse anturi kiinnitetään asennuslevyyn painamalla ilman ruuvausta. Kuvassa 10 on esitetty 8-osainen painike ja sen asennuslevyn asennus.



Kuva 10. Vasemmalla on 8-osainen painike. A väyläliittimen paikka, B ohjelmoinnin merkki led, C ohjelmointipainike. Oikealla on painikkeen asennuslevyn kiinnittäminen. [9]

Ulos asennettavien valoisuusantureiden toiminta on hyvä testata. Testaus tapahtuu peittämällä anturit. Näin nähdään, syttyvätkö oikeat valot suunnitelmien mukaisesti.

6.3 Toimilaitteiden asennus

Suurin osa toimilaitteista asennetaan keskuksen DIN-kiskoon keskusvalmistajan toimesta. Jakotukkien lämmityksen ohjaimet sijoitetaan kentälle jakotukkien läheisyyteen. Syöttökaapelin johtimien ja väyläkaapelin vaipattomien johtimien etäisyyksien pitää olla

yli 4 mm, joten kaapeleita ei kannata kuoria liikaa. Pahimmassa tapauksessa jännitepiikki syöttökaapelissa voi saada sanoman häviämään.

6.4 KNX-järjestelmän keskusasennukset

Monessa tapauksessa syttymisryhmien tarvitsevat johtimet on tuotu ohjattaville kuormille kaapelein, joissa on useampi kuin yksi vaihejohdin. Tällöin on tiedettävä tarkkaan, mihin toimilaitteen kanavaan mikäkin johdin liitetään. Keskuspään kytkentöjen nopeuttamiseksi on tärkeää merkitä kaapelit tarkkaan ja kytkeä samanlaiset tilat samalla tavalla, kuten WC:t ja kylpyhuoneet. Näissä voidaan kytkeä musta johdin peilivalolle ja harmaa johdin kattovalolle. Usein keskuksessa tehdyt väärät kytkennät tulevat esille vasta ohjelmoinnin ja KNX-järjestelmän käyttöönoton jälkeen, jolloin kokeilemalla huomataan esimerkiksi WC:n painikkeen sytyttävän parvekkeen valon. Vika voidaan korjata syttymisryhmän vaihejohtimen uudelleen kytkemisellä sille tarkoitettuun oikeaan kanavaan.

Keskukset ovat usein hyvin ahtaita ja kaapelit koskettavat pakosta toisiaan. Tällöin on tärkeää, että väyläkaapelia kuoritaan vain sen verran kuin on tarpeen, jotta se saadaan toimilaitteessa olevan suojan alle. Samalla vaipattomat väyläjohtimet säilyttävät 4 mm:n etäisyyden muista johtimista.

6.5 KNX-asennusten haasteet ja mahdollisuudet

KNX-järjestelmä nopeuttaa ja selkeyttää huomattavasti kytkentöjä, koska lähes kaikki kytkennät tehdään väriväriin-periaatteella. Vain antureissa tarvitsee kytkeä [+] ja [-]-johdin liitimeen. Väylälaitteiden lisäys on helppoa, koska niille väyläkaapeli voidaan vetää oikeastaan mistä tahansa väylän pisteestä.

Haasteina on uusien KNX-ohjattavien ryhmien lisäys. Ryhmät tarvitsevat aina oman syöttökaapelin toimilaitteelta. Kohdetalossa tämä ongelma tuli esiin, kun uudet valaistussuunnitelmat tulivat vastaan. Uusille valaisimille ei ollut tarvittavaa kaapelointia. Normaaleissa sähköasennuksissa ne olisi voitu jatkaa samasta ryhmästä toisten valaisimien kanssa.

7 Ohjelmointi

Ohjelmointia aloittaessa on oltava tiedossa kaikki KNX-järjestelmään tulevat komponentit ja asiakkaan toiveet ohjauksen suhteen. Asiakkaan kanssa käytävissä keskusteluissa hänelle kerrotaan, kuinka aikaisemmissa kohteissa on tehty erilaisia tilanneohjauksia. Samalla asiakkaalta tiedustellaan erikoistarpeet ja toivomukset ohjauksen suhteen. Ohjelmoinnin lähtökohtana on järjestelmän helppo ja yksinkertainen käyttö. Jos erilaisia tilanneohjauksia on liikaa, niille ei yleensä löydy käyttöä, vaan ne hankaloittavat järjestelmän käyttöä päivittäisessä elämässä.

Kaikki komponentit tarvitsevat ohjelmointiin oman tietokannan. Tietokannat ovat ladattavissa valmistajan sivuilta. Ne haetaan ohjelmoinnissa käytettävään ETS-työkaluun. Ennen ohjelmointia on syytä tarkistaa, että käytössä on uusin tuotteen tietokanta, joka sopii kyseiseen laitteeseen. Laitetietokantoja päivitetään tiheään tahtiin. Useimmat KNX-kosketusnäytöt eivät tarvitse ohjelmointiin omaa ohjelmaa. Ne ovat ohjelmoitavissa täysin ETS-työkalulla. Poikkeuksiakin löytyy ja on hyvä tarkistaa, tarvitaanko ohjelmointiin kosketusnäytön omaa ohjelmaa. Kohdetalon ohjelmoinnissa käytettiin ETS:n versiota 3, vaikka ETS:n versio 4 oli jo saatavilla. Uusimmassa versiossa esiintyy vielä tällä hetkellä liikaa vikoja. Version 4 käyttö on vielä liian epävarmaa jatkuvien ohjelman kaatumisten vuoksi.

KNX-järjestelmää päästään ohjelmoimaan tietokoneella USB-sovittimen kautta, joka liitetään väylään väyläliittimillä. Ohjelmoinnin voi suorittaa mistä tahansa väylän pisteestä. KNX-järjestelmään ei kannata lisätä USB-sovitinta, jos asiakas ei aio ohjelmoida järjestelmää jatkossa itse. USB-sovittimet maksavat yli 300 euroa (ALV 23 %). KNX-järjestelmän ohjelmoijalla on yleensä oma USB-sovitin, jolla päästään käsiksi järjestelmään.

Ohjelmointia ei tarvitse suorittaa kohteessa komponenttien omien mikro-ohjainten ansiosta. Ohjelmointi voidaan siis suorittaa missä vain. Parhaassa tapauksessa kohteessa komponentit kytketään väylään, ja KNX-järjestelmä on käyttövalmis, mutta sen edellytyksenä ovat oikeat kytkennät, jotka on tehty keskuksen pääkaavion ja tasokuvien mukaan.

Kaikille komponenteille annetaan oma osoite, joka koostuu kolmesta osasta esimerkiksi 1.1.1. Ensimmäinen osa kertoo alueen, toinen linjan ja kolmas komponentin. Ennen laitteen ohjelmointia painetaan sen ohjelmointinappia, jolloin ETS-työkalu tietää, mille laitteelle osoite on annettu.

Kohteeseen tehdystä tietokannasta on hyvä antaa asiakkaalle kopio. Uuden KNX-komponentin lisäys järjestelmään vaatisi kaikkien laitteiden uudelleenohjelmointia, jos kohteen omaa tietokantaa ei ole saatavilla.

7.1 ETS-työkalu

ETS (Engineering Tool Software) on KNX-järjestelmän projektinsuunnittelu- ja käyttöönotto-työkalu. Sitä käytetään järjestelmän vianetsintään, valvontaan, ohjaustensuunnitteluun ja ohjelmointiin. Ohjelma vaatii toimiakseen Windows-käyttöjärjestelmän tietokoneeseen.

KNX-standardissa vaaditaan kaikkien KNX-tuotteiden olevan ohjelmoitavissa ETS-työkalulla. Ohjelmoitavien tuotteiden tietokantojen on oltava sellaisia, että ne voidaan tuoda ETS-ohjelmaan. Tuotetietokannat löytyvät usein valmistajan kotisivuilta ja ovat sieltä helposti haettavissa.

ETS-työkalujen kehitys alkoi vuonna 1991. Tuolloin tajuttiin kansainvälisen tuotteiden valmistajasta riippumattoman järjestelmän tarvitsevan oman ohjelmointityökalua. Hattuihin luoda työkalu, jolla kaikki projektit voidaan hoitaa helposti ilman, että tarvitsisi hallita monien eri ohjelmien käyttöä. Tällä hetkellä on saatavissa uusin versio ETS 4, joka tuli markkinoille lokakuussa 2010, mutta yleisesti käytetään vielä vuonna 2004 markkinoille tullutta ETS 3. [1; 2]

7.2 Kohdetalon ohjaukset

Kohdetalon KNX-järjestelmään kuuluu valaistus-, lämmitys-, palohälytys- sekä rikosilmoitusjärjestelmä.

7.2.1 Koko talon tilanneohjaukset

Tilanneohjauksia koko taloon ohjelmoidaan kuusi kappaletta. Näitä ovat kotona, poissa, loma, arki, siivous ja juhla. Kolme viimeksi mainittua tilannetta tehdään niin sanotusti oppiviksi. Kun käytössä on havaittu hyvät asetukset valaistukselle, painetaan painonappia tai kosketusnäytön painiketta 3 s:n ajan. Tällöin KNX-järjestelmä tallentaa muistiin tilanteen ja muistaa sen jatkossa. Kotona- ja poissa-tilanteet aktivoidaan kytkemällä rikosilmoitusjärjestelmä päälle. Poissa-tilassa talon valaistus ja KNX-järjestelmään kuuluvat pistorasiat menevät pois päältä. Lomalla toiminto pudottaa sisälämpötilaa. Tätä ei liitetty poissa-tilanteeseen johtuen vesikiertoisen lattialämmityksen hitaasta reagoinnista lämpötilan pudotukseen. Lämpötilan pudotus päivittäisessä käytössä ei olisi miellyttävää, vaan sitä pudotetaan vain kun ollaan pidempi ajanjakso poissa. Samalla saadaan energiansäästöjä. Yhden asteen lämpötilan pudotus säästää 6 % energiakuluissa.

7.2.2 Tilakohtaiset ohjaukset

Kohdetalon olohuoneisiin luotiin tv:n katselu tilanteet. Näissä tilanteissa tarvittavat valaisimet sammuvat ja himmenevät. Näin saadaan miellyttävä tv:n katseluvalaistus.

Kotiteatterihuoneessa haluttiin oma elokuvatila elokuvien katseluun videotykillä. Elokuvatilassa verho laskeutuu ikkunan eteen ja valot sammuvat, jolloin saadaan paras mahdollinen katselu kokemus.

Korkeassa ruokailutilassa läsnäolotunnistin hoitaa valaistuksen automaattisen himmentämisen päivänvalon mukaan. Ruokailu tilanteessa saadaan tarvittavat valaisimet sammumaan ja himmentymään. Tilaan saadaan aikaan mahdollisimman harmoninen valaistus ruokailun ajaksi ilman, että kaikkia valoja täytyisi itse käydä säätämässä. Haluttu tilanne saadaan päälle yhtä painiketta painamalla.

Autolämmityspistorasiat saadaan kytkettyä päälle kosketusnäytöltä ja ajastettua toimimaan tiettyyn kellon aikaan.

7.2.3 Turvallisuusjärjestelmät

Talon turvallisuusjärjestelmät palo- ja rikosilmoitusjärjestelmä kytkettiin KNX-järjestelmään binääritulon avulla. Hälytysten kytkeminen saa poissa tilanteen päälle talossa.

Palohälytyksen sattuessa talon kaikki valot kytkeytyvät päälle. Automaattisella valaistuksella mahdollistetaan turvallinen poistuminen talosta, eikä paniikissa tarvitse alkaa etsiä valonkatkaisimia.

Rikosilmoitusjärjestelmän laukeaminen saa kaikki talon valot syttymään. Yleensä tällaisessa tilanteessa varas säikähtää ja jättää keikan kesken. Ohjelmoinnissa olisi voitu tehdä valaistukseen pakotustoiminta, jolloin niitä ei voida kytkeä pois päältä hälytyksen aikana. Tämä olisi täysin turhaa, jos sireenit ja valojen syttyminen ei pelota varasta pois. Ei sillä ole enää mitään väliä, saako varas ohjata itse valaistusta vai ei.

8 Dokumentointi

Tilajalle luovutettaviin dokumentteihin KNX-järjestelmästä kuuluvat tasokuva, keskuksen pääkaavio, kohteen KNX-projektin ETS-tietokannan kopio ja massalista käytetyistä KNX-komponenteista. Pienissä kohteissa, joissa on vai yksi linja, ei erillistä järjestelmäkaaviota tarvita. Järjestelmäkaavion laatiminen tulee kysymykseen suurissa kohteissa, joissa on useita linjoja ja mahdollisesti alueita. Järjestelmäkaaviosta selviää mille alueelle ja linjalle mikäkin komponentti kuuluu.

Tasokuvasta näkyy kaikkien KNX-antureiden sijainti, syttymisryhmät sekä muut sähkölaitteet. Tasokuvat arkistoidaan urakoitsijalle ja suunnittelijalle tulevaisuutta varten, kohteeseen tulevien järjestelmälaajennusten tai korjausten vuoksi. Yleensä ainoiden kuvien ollessa tilaajan hallinnassa ne häviävät ajan saatossa.

Keskuksen pääkaaviosta selviää kaikki siellä olevat toimilaitteet sekä se mitä ryhmiä ne ohjaavat.

KNX-projektin ETS-tietokantaa tarvitaan järjestelmän uudelleen ohjelmointiin. Lisättäessä laitteita KNX-järjestelmään, jossa ei ole tietokantaa, jouduttaisiin ohjelmointi aloittamaan alusta.

Massalista on hyvä säilyttää, koska siitä nähdään kaikki kohteessa käytetyt KNX-komponentit. Vioittuneen komponentin tilalle pystytään hankkimaan uusi vastaava massalistan perusteella.

9 Johtopäätökset

Insinööriyöni tavoitteena oli suunnitella 238,6 m²:n suuruisen kolmekerroksisen yhden perheen omakotitalon KNX-järjestelmä ja seurata sen toteutumista sähköurakan eri vaiheissa. Kohdetalossa KNX-järjestelmällä haluttiin saada aikaan selkeä ja monipuolinen hallittavuus taloautomaatioon.

KNX-järjestelmän avulla asukkaat voivat hallita taloautomaatiota helposti. Hyvin toteutettu KNX-järjestelmä nostaa asumismukavuutta ja talon arvoa. KNX-järjestelmä pelkkänä investointina talon jälleenmyyntiarvon nostamiseen ei tosin ole kannattavaa joh-tuen sen korkeasta hankintahinnasta.

On tärkeää antaa asukkaille riittävä opastus KNX-järjestelmän käytöstä ja selvittää sen kaikki ominaisuudet. Opastukseen tulisi sisällyttää taloautomaatiojärjestelmän eri osa-alueiden hallinta ja ohjelmoitujen tilanteiden käyttö. Opastuksessa kerrotaan, mitä hyö-tyä milläkin toiminnalla saadaan aikaan. Riittävä opastus antaa asiakkaalle hyvän läh-tökohdan KNX-järjestelmän miellyttävään ja monipuoliseen käyttöön. Näin asukkaat saavat kaiken irti järjestelmästä ja ovat tyytyväisempiä lopputulokseen.

KNX-järjestelmää voidaan edelleen kehittää tulevaisuudessa. Tulevaisuuden laajennuk-set tulee ottaa huomioon suunnittelu- ja asennusvaiheissa. Keskukseen on jätettävä tilaa mahdollisille uusille toimilaitteille, jotta lisäykset voidaan tehdä helposti suoraan keskukseen. KNX-järjestelmä ei sido sen tilaajaa käyttämään jatkossa vain talossa jo olevan valmistajan tuotteita, vaan hän voi hankkia minkä tahansa KNX-tuotteiden val-mistajan komponentteja ja liittää ne osaksi järjestelmää. Kohdetalossa ilmastointia ei liitetty KNX-järjestelmään. Ilmastoinnin liittämällä tämänkokoisessa kohteessa saata-vat energiasäästöt olisivat olleet niin pieniä verrattuna sen liittämiseen tarvittavien KNX-komponenttien hankintahintaan.

Rakennusprojektin eri vaiheiden edistymisen kannalta on tärkeää, että kaikki osapuolet (suunnittelijat, asentajat, ohjelmoijat ja tilaaja) tekevät yhteistyötä keskenään. Usein jokin muutos jollain osa-alueella vaikuttaa kaikkiin osa-alueisiin. Muutoksista tulisi ra-portoida välittömästi kaikille osapuolille. Jos muutoksista ollaan ajoissa tietoisia, vältty-tään turhilta ristiriidoilta ja aikaa ei tuhlaudu niin paljon niiden korjaamiseen.

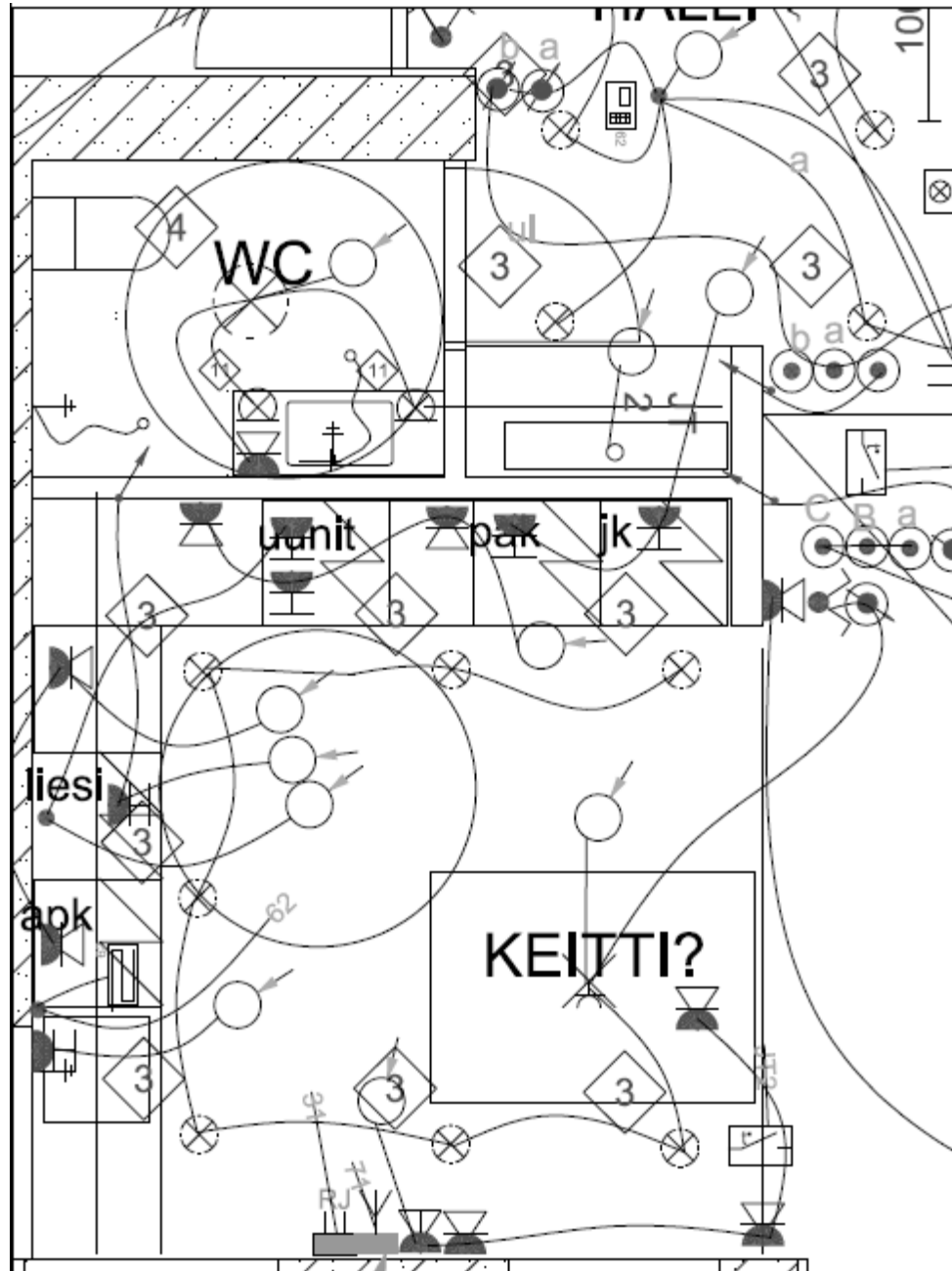
KNX-järjestelmien määrä on jatkuvasti lisääntymässä erityyppisissä rakennuskohteissa kautta maailman, ja niitä toteutetaan Suomessakin kiihtyvällä tahdilla. Energiansäästö-tavoitteet ajavat rakennuksia kohti nollaenergiataloja. Puhutaan jopa plusenergiatalois-ta, joissa talo tuottaa enemmän energiaa kuin kuluttaa. Tällaisissa taloissa taloauto-maation hallinta tulee yhä tärkeämmäksi. KNX-järjestelmällä saadaan taloautomaation hallintaan selkeyttä, kun se voidaan hoitaa kokonaisuudessaan yhdellä järjestelmällä.

Lähteet

- 1 Käsikirja asuntojen ja rakennuksien ohjauksiin KNX Perusperiaatteet. KNX Association
- 2 Piikkilä, Veijo. KNX, Luentoaineisto 19.-20.08.2010.
- 3 Tapio, Jarmo. Integroidut järjestelmät. Kurssimateriaali. 2011.
- 4 Härkönen, Kalevi. Schneider Electric. Luentoaineisto. 12/2010.
- 5 KNX Finland Lisää standardista. Verkkodokumentti. KNX Finland r.y. <http://www.knx.fi/>. Luettu 12.03.2011.
- 6 Bendtsen, Michael. KNX Finland Ry. Puhelinkeskustelu. 02.03.2011.
- 7 Exxact sähkökalusteet. Tuoteluettelo 2011. Schneider Electric.
- 8 KNX-tuoteluettelo, 10 tuoteluettelo. Schneider Electric.
- 9 Kiinteistöjen ohjausjärjestelmät (KNX). Verkkodokumentti. Schneider Electric. <http://ecatalogue.schneiderelectric.fi/GroupList.aspx?navoption=1&navid=32119>. Luettu 09.03.2011
- 10 Delhi International Airport with Efficient Lighting. KNX Journal. 2/2011
- 11 KNX Finland- Referenssit. Verkkodokumentti. KNX Finland r.y. <http://www.knx.fi/>. Luettu 12.03.2011.
- 12 ST kortisto. ST 701.60 KENTTÄVÄYLÄTEKNIikka.

Vanha tasokuva

Osa kohdetalon vanhasta ensimmäisen kerroksen tasokuvasta



Uusi tasokuva

Osa kohdetalon uudesta ensimmäisen kerroksen tasokuvasta, josta käy ilmi KNX-järjestelmän tuomat muutokset. Painonapit ja kytkimet on korvattu KNX-anturimerkeillä (K7). Ryhmämerkit KNX-ryhmille on korvattu toimintaa havainnollisilla merkeillä

