



Dmytro Bezverkhyi

KNX-järjestelmät julkiskohteiden rakentamisessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma

Insinöörityö

7.4.2021

Tiivistelmä

Tekijä: Dmytro Bezverkhyi
Otsikko: KNX-järjestelmät julkiskohteiden rakentamisessa
Sivumäärä: 33 sivua + 7 liitettä
Aika: 7.4.2021

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine: Sähkövoimatekniikka
Ohjaajat: Lehtori Jarmo Tapio

Insinöörietyössä käsiteltiin yleisesti KNX-järjestelmän topologiaa, väylälaitteita, järjestelmän sisäistä viestintää, asennusvaatimuksia väylän kaapeloinnille sekä järjestelmän suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä.

Työn käytännön osassa tehtiin sähkösuunnitelma erään insinööritoimisto Leo Maaskola Oy:n kohteen laajennukseen, jonka nykyinen osa on toteutettu KNX-järjestelmää käyttäen.

Työn alussa käydään läpi KNX-järjestelmää yleisesti sekä järjestelmän topologiaa, tiedonsiirtotapoja, väylälaitteita sekä järjestelmän sisäistä viestintää.

MagiCAD-ohjelmassa, joka on käytössä Leo Maaskolassa, KNX-järjestelmää varten on olemassa standardin mukaiset symbolit, mutta ne soveltuvat lähinnä kaavioissa käytettäväksi, joten työssä kehitetään tarvittavat KNX-järjestelmän tasopiirustussymboleita sekä pääkaaviosymboleita.

Työssä käsitellään myös julkiskohteiden KNX-järjestelmän suunnitteluun liittyviä dokumentteja, esimerkiksi johdotuspiirustusta, ryhmäkesuksien pääkaavioita, KNX-järjestelmäkaavioita.

Työssä saatuja tuloksia käytetään hyödyksi insinööritoimisto Leo Maaskola Oy:n tulevien kohteiden sähkösuunnittelussa.

Lopputuloksena on sähkösuunnitelma Pornaiseen rakennettavaan päiväkodin laajennukseen sekä käyttöön valmiit KNX-järjestelmän tasopiirustussymbolit, pääkaaviosymbolit ja järjestelmäkaavion symbolit.

Avainsanat: KNX-järjestelmä, suunnittelu, pääkaavio, piirrosmerkki

Abstract

Author: Dmytro Bezverkhyi
Title: KNX Systems in Public Building Construction
Number of Pages: 33 pages + 7 appendices
Date: 7 April 2021

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and automation engineering
Professional Major: Electrical Power Engineering
Instructors: Jarmo Tapio, Senior Lecturer

The thesis work concerns the topology of the KNX system, bus devices, internal communication of the system, installation requirements for bus cabling and factors influencing the design of the system.

In the practical part of the work, the goal was to make an electrical plan for the kindergarten extension work of Insinööritoimisto Leo Maaskola Oy. The current part of the kindergarten has been carried out using the KNX system.

At the beginning of the thesis, the KNX system in general is reviewed, along with the system topology, data transmission methods, bus devices and internal system communication.

In MagiCAD which is used at Leo Maaskola, there are standard symbols for the KNX system, but they are chiefly suitable for use in diagrams. Therefore, the necessary KNX system plane drawing symbols as well as the main diagram symbols were developed.

The work also deals with documents related to the design of the KNX system for public sites, for example wiring drawing, main diagram of group exchanges, KNX system diagram.

The end result of this thesis work is an electrical plan for the kindergarten extension to be built in Pornainen, as well as ready-to-use plan drawing symbols, main diagram symbols and system diagram symbols for the KNX system.

The results obtained in the work will be used in the electrical design of the future sites of the Insinööritoimisto Leo Maaskola.

Keywords: KNX systems, design, main diagram, drawing symbol

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	KNX-järjestelmän yleiskatsaus	1
2.1	Historia	1
2.2	Määritelmä	2
2.3	Järjestelmän rakenne	3
2.4	KNX-järjestelmän viestintävälineitä	4
2.4.1	KNX Twisted Pair (KNX TP)	4
2.4.2	KNX Powerline (KNX PL)	7
2.4.3	KNX Radio Frequency (KNX RF)	7
2.4.4	KNX IP	8
2.5	Väyläkaapelin pituus	9
3	KNX-järjestelmän topologia	9
3.1	Linja ja linjasegmentti	9
3.2	Alue	10
3.3	Runkolinja ja alueiden yhdistäminen	11
3.4	Osoitus	12
3.4.1	Yksilöllinen osoite	13
3.4.2	Ryhmäosoite	13
4	Järjestelmäviestit (sähkeet) KNX TP:ssä	14
4.1	Sähkeen rakenne	14
4.2	Aikavaatimukset	15
5	KNX -järjestelmän asennusvaatimukset	16
5.1	Väyläkaapelien tyypit ja niiden asennus	16
5.2	Väylälaitteet jako- ja ryhmäkeskuksissa	17
5.3	Väyläkaapelit kojerasioissa	18
6	KNX-järjestelmän väylälaitteet	18
6.1	Käyttösovellukset	18
6.2	Väylälaitteet	19

6.3	KNX-laitteiden valmistajat ja laitteiden yhteensopivuus	21
7	Päiväkodin suunnittelu	22
7.1	Tasopiirustuksen väylälaitteet ja niiden piirrosmerkit	22
7.2	Ryhmäkeskukseen asennettavien väylälaitteiden merkit	22
7.3	KNX-järjestelmäkaavion piirrosmerkit	24
7.4	Päiväkodin KNX-järjestelmän dokumentointi	25
7.4.1	Johdotuspiirustus	25
7.4.2	Nousujohtokaavio	27
7.4.3	Ryhmäkeskuksien pääkaaviot	28
7.4.4	Maadoituskaavio	30
7.4.5	KNX-järjestelmäkaavio	31
8	Yhteenveto	33
	Lähteet	34

Liitteet

Liite 1: 1. kerros. Johdotuspiirustus (Liite vain työn tilaajan käyttöön)

Liite 2: 1. kerros. KNX-järjestelmä. Johdotuspiirustus (Liite vain työn tilaajan käyttöön)

Liite 3: Nousujohtokaavio (Liite vain työn tilaajan käyttöön)

Liite 4: Ryhmäkeskus RK-6. Pääkaavio (Liite vain työn tilaajan käyttöön)

Liite 5: Ryhmäkeskus RK-7. Pääkaavio (Liite vain työn tilaajan käyttöön)

Liite 6: Maadoituskaavio (Liite vain työn tilaajan käyttöön)

Liite 7: KNX-järjestelmäkaavio (Liite vain työn tilaajan käyttöön)

Lyhenteet

- KNX: Kansainvälinen kiinteistöautomaatiostandardi.
- EIB: European Installation Bus. Eurooppalainen asennusväylä.
- TP: Twisted Pair. Tiedonsiirto kierretyn parikaapelin kautta.
- RF: Radio Frequency. Tiedonsiirto radiosignaalin kautta.
- PL: Powerline. Tiedonsiirto olemassa olevan 230 V:n verkon kautta.
- IP: Internet Protocol. Tiedonsiirto Ethernet-yhteyden kautta.
- IEC: International Electrotechnical Commission. Kansainvälinen sähkötekninen komissio.
- ISO: International Organization for Standardization. Kansainvälinen standardointijärjestö.

1 Johdanto

Tämän insinööriyön alussa käsitellään yleisesti KNX-järjestelmän topologiaa, väylälaitteita, järjestelmän sisäistä viestintää, asennusvaatimuksia väylän kaapeloinnille sekä järjestelmän suunnitteluun vaikuttavia tekijöitä.

Työn ensimmäisenä käytännöllisenä tavoitteena on laatia kohteen sähkösuunnitelma. Suunnittelukohteena, tässä insinööriyössä on Pornaiseen rakennettava päiväkodin laajennus. Päiväkodin nykyinen osa on toteutettu väyläpohjaisella KNX-järjestelmällä. Sen takia oli päätetty toteuttaa laajennusosa samalla tavalla. Suunnittelun aikana tehdään sähkötekniset laskelmat, verkon mitoitus sekä käsitellään KNX-järjestelmän mahdollisuuksia julkiskohteissa.

Sähköpiirustusten tekemiseen käytetään MagiCAD-ohjelmaa. MagiCAD-ohjelmassa ei ole valmiina sopivia symboleita KNX-järjestelmää varten. Työn aikana kehitetään tarvittavat KNX-järjestelmän tasopiirustussymbolit, pääkaaviosymbolit sekä järjestelmäkaavion symbolit.

Insinööriyön tuloksena on valmis kohteen sähkösuunnitelma sekä käyttöön valmiit KNX-järjestelmän tasopiirustussymbolit, pääkaaviosymbolit ja järjestelmäkaavion symbolit.

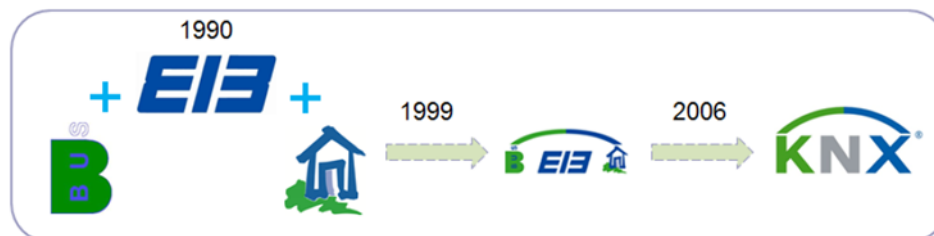
Työssä saatuja tuloksia käytetään hyödyksi insinööritoimisto Leo Maaskola Oy:n tulevien kohteiden sähkösuunnittelussa.

2 KNX-järjestelmän yleiskatsaus

2.1 Historia

KNX-yhdistys on perustettu vuonna 1990, ja sen pääkonttori sijaitsee Brysselissä (Belgia). Aluksi sen nimi oli "EIB-yhdistys". Yhdistyksen tavoitteena oli kehittää älykkäitä koteja ja rakennuksia, ja erityisesti EIB-järjestelmää.

Vuonna 1999 tämä yhdistys yhdistyi kahden muun eurooppalaisen yhdistyksen kanssa, eli BCI:n (Ranska, joka edisti Batibus-järjestelmää) ja European Home Systems Associationin (Alankomaat, joka edisti EHS-järjestelmää). Yhdistyksen tuloksena nimi muutettiin nimeksi "KNX-Association". Kuva 1 havainnollistaa yhdistyksen historian.



Kuva 1. KNX-järjestelmän historia.

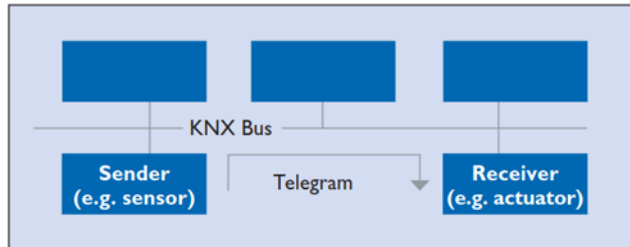
Vuoden 2003 lopussa CENELEC (Euroopan sähkötekniikan standardointikomitea) hyväksyi KNX-standardin koti- ja rakennusalan elektronisten järjestelmien eurooppalaiseksi standardiksi osana EN 50090 -sarjaa. Vuoden 2006 lopussa KNX hyväksyttiin myös maailman standardiksi (ISO / IEC 14543-3-1-7).

2.2 Määritelmä

KNX-järjestelmä on väyläpohjainen järjestelmä älykkäiden rakennuksien ohjauksien toteuttamiseksi. Tämä tarkoittaa, että kaikki KNX:n laitteet käyttävät samaa lähetystapaa ja pystyvät vaihtamaan tietoja keskenään yhteisen väylän kautta.

Tärkeä KNX-väyläjärjestelmän piirre on sen hajautettu rakenne, eli ei ole tarvetta keskusohjausyksikölle, koska järjestelmän "älykkyys" on levitetty kaikkiin sen laitteisiin. Keskitetyt yksiköt ovat kuitenkin mahdollisia hyvin erikoistuneiden sovellusten toteuttamiseksi. Jokaisella laitteella on oma mikroprosessori. KNX:n hajautetun rakenteen merkittävä etu on, että jos yksi laite on vikaantunut, muut jatkavat toimintaansa. Vain vikaantuneesta laitteesta riippuvat sovellukset keskeytetään.

Yleensä KNX-järjestelmässä laitteet jakautuvat kolmeen luokkaan, jotka ovat järjestelmälaitteet (virtalähde, ohjelmointirajapinta jne.), anturit ja toimilaitteet. Kuva 2 havainnollistaa anturi-toimilaitte-periaate.

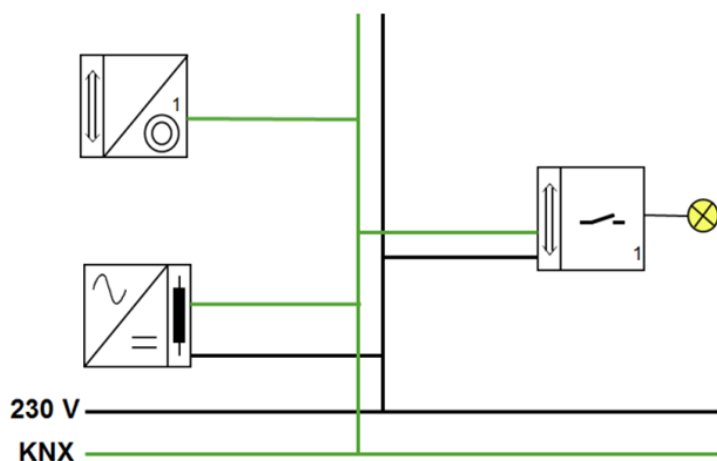


Kuva 2. Anturi/toimilaitte-periaate.

Anturit ovat laitteita, jotka havaitsevat rakennuksen tapahtumat (esim. joku painaa painiketta, joku liikkuu, lämpötila laskee asetetun arvon ylä- tai alapuolelle jne.), muuntavat ne sähköiksi (datapaketit) ja lähettävät niitä väyläverkkoon. Laitteita, jotka vastaanottavat sähköitä ja muuttavat niihin sisältävät komennot toiminnoiksi, kutsutaan toimilaitteiksi. Anturit antavat komentoja, kun taas toimilaitteet vastaanottavat niitä.

2.3 Järjestelmän rakenne

Pienin mahdollinen KNX-asennus koostuu seuraavista komponenteista: KNX-virtalähteestä (johon sisältyy KNX-kuristin), anturista, toimilaitteesta ja väyläkaapeloinnista. Kuvassa 3 väyläkaapeli on esitetty vihreänä linjana.



Kuva 3. KNX TP -asennuksen minimaalinen rakenne.

Hajautetun rakenteensa ansiosta KNX-väyläjärjestelmiä voidaan muokata ja lisätä tarpeen mukaan. Tämä perusjärjestelmä voidaan myöhemmin päivittää niin monella laitteella kuin tarvitaan haluttujen ohjaustehtävien suorittamiseksi. Teoriassa KNX-järjestelmä voi koostua yli 50 000 laitteesta.

2.4 KNX-järjestelmän viestintävälineitä

KNX-järjestelmässä voidaan käyttää seuraavia viestintävälineitä:

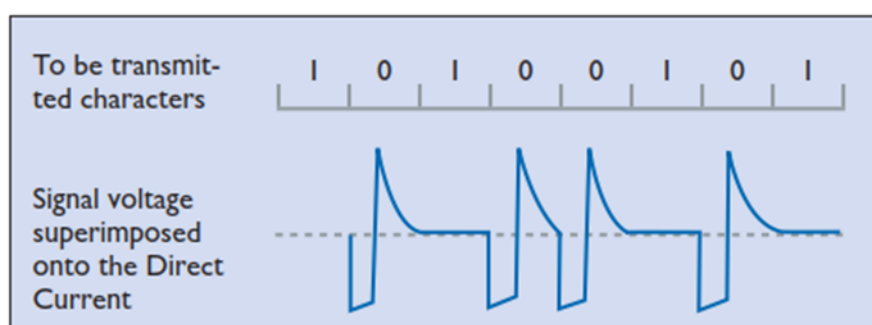
- KNX Twisted Pair (KNX TP) -tiedonsiirto kierretyn parikaapelin kautta (väyläkaapeli).
- KNX Powerline (KNX PL) –tiedonsiirto olemassa olevan 230V verkon kautta.
- KNX Radio Frequency (KNX RF) –tiedonsiirto radiosignaalin kautta.
- KNX IP –tiedonsiirto Ethernet-yhteyden kautta.

2.4.1 KNX Twisted Pair (KNX TP)

Kierretty parikaapeli (väyläkaapeli) on yleisin viestintäväline KNX-asennuksissa. Kaikki laitteet on kytketty toisiinsa väyläkaapelilla. Kierretyt parikaapelit ovat kustannustehokkaita ja niitä on helppo asentaa.

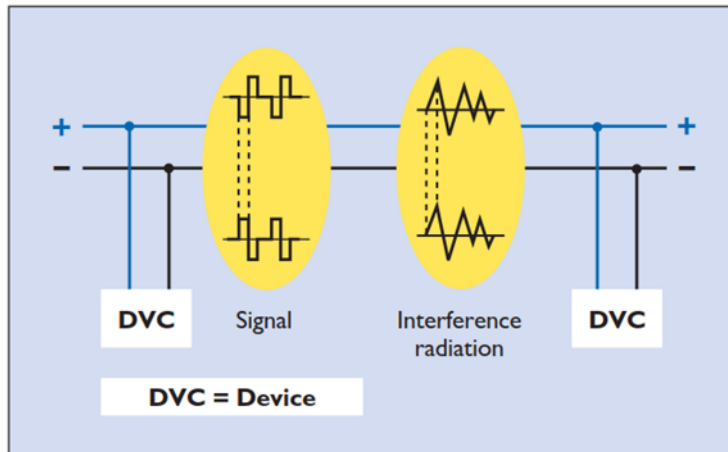
KNX TP:ssä väyläkaapeli toimittaa kaikille väylälaitteille sekä tietoja että virtaa. Väylä-järjestelmän nimellisjännite on 24 V, kun taas virtalähteiden tarjoama jännite on 30 V. Väylälaitteet toimivat virheettömästi 21 V:n ja 30 V:n välillä, joten 9 V:n toleranssialue on käytettävissä kompensoimaan jännitealenemaa kaapelissa.

Tiedonsiirtonopeus on 9600 bittiä/s, ja data kulkee sarjoilla, yksi tavu kerrallaan, asynkronisen tiedonsiirron kautta. Kun looginen nolla lähetetään, jännite laskee hetkeksi ja kasvaa sitten enintään 104 μ s:n kuluttua uudelleen alkuperäiseen tasoonsa. Tämä johtuu KNX-kuristimen induktorivaikutuksesta. Loogisen ykkösen lähettäminen vastaa väylän lepotilaa. Kuva 4 havainnollistaa signaalin muotoa KNX TP -asennuksissa.



Kuva 4. Signaalin muoto KNX TP:ssä.

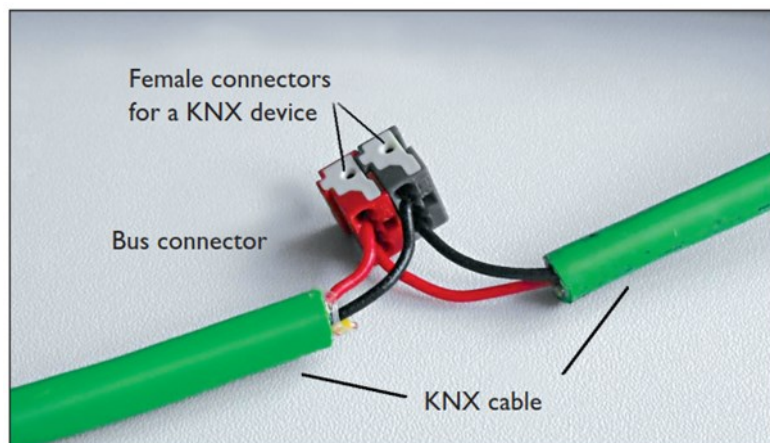
Tärkeä piirre KNX TP:n kautta tapahtuvassa viestinnässä on, että signaalit ”kytketään” symmetrisesti väylään, toisin sanoen datakaapelilla ei ole kiinteää vertailupistettä maata vastaan. Tällainen viestintä tunnetaan symmetrisenä maadoittamattomana lähetyksenä. Vastaanotin ei rekisteröi jännitettä maahan yksittäisessä datakaapelissa (kuten esim. USB-portissa), vaan arvioi sen sijaan kahden datakaapelin välisen jännite-eron muutokset. Kuva 5 havainnollistaa signaalin siirtoperiaatetta KNX TP:ssä.



Kuva 5. Symmetrinen tiedonsiirto.

Symmetrisen tiedonsiirron avulla, ilman merkittävää lisälaitteistoa, vakaus kytkettyjä häiriösignaaleja vastaan kasvaa merkittävästi, koska molempien ytimien häiriösignaalit tasapainottavat toisiaan.

Datakaapelit kytketään väylälaitteille plug-in-liittimien kautta, joihin mahtuu jopa neljä KNX-johdinta. Kuvassa 6 on esitetty KNX-järjestelmän väyläliitin.

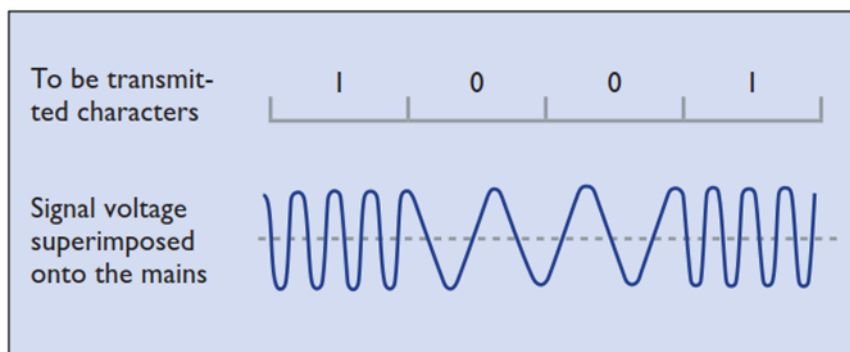


Kuva 6. KNX-väyläliitin, jossa on tuleva ja lähtevä väyläkaapeli.

Väyläliittimet mahdollistavat laitteiden irrottamisen väylästä katkaisematta väylälinjaa. Tämä on KNX-väyläjärjestelmän keskeinen etu: yksittäisen väylälaitteen poistaminen järjestelmästä ei estä muita laitteita olemasta yhteydessä toisiinsa.

2.4.2 KNX Powerline (KNX PL)

Rakennuksen olemassa olevien sähkökaapeleiden käyttö KNX-viestintävälineenä on kustannustehokas tapa asentaa rakennukseen KNX-järjestelmää. KNX Powerline:ssa (KNX PL) ei tarvitse asentaa erillistä väyläkaapelia: jo asennetut sähkökaapelit (yksi kolmesta vaiheesta + nollajohto) muuttuvat itse viestintävälineeksi. Datasignaali asetetaan verkkojännitteelle. KNX PL:lle ei tarvita muita virtalähteitä. Väylälaitteiden tarvitsema teho tulee 230 V:n sähköverkosta. Kuva 6 havainnollistaa signaalin siirtoperiaatetta KNX PL:ssä.



Kuva 7. Signaalin muoto KNX PL:ssa.

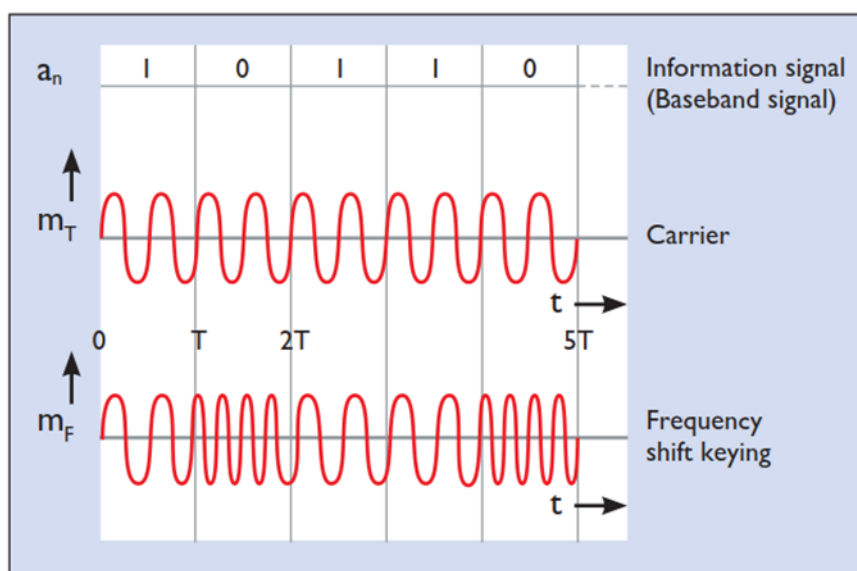
KNX PL:n tiedonsiirtonopeus on 1 200 bittiä/s. Loogiset nollat ja ykköset lähetetään taajuusavainnuksella (taajuusmodulointimenetelmä, S-FSK). Lähettimen lähettämä taajuuden 105,6 kHz signaali vastaa loogista nollaa, kun taas loogista ykköstä vastaa taajuus 115,2 kHz.

2.4.3 KNX Radio Frequency (KNX RF)

Radiotaajuudella tapahtuva tiedonsiirto on aina sopiva KNX-viestintäväline tilanteissa, joissa uusia kaapeleita ei voida asentaa rakennukseen, esim. remontoitaviin kohteisiin ja täydentämään jo olemassa olevan rakennuksen toimintoja tai väylälaitteille, joihin ei ole pääsyä. KNX RF soveltuu erityisen hyvin olemassa olevien KNX TP -asennusten laajentamiseen. Teoriassa KNX RF voisi sallia

kaiken rakennuksen tekniikan ohjaamisen langattomasti, mutta tämä jää pikemminkin poikkeukseksi kuin säännöksi.

Jotta RF-anturit voidaan sijoittaa paikkaan, jossa niillä ei ole pääsyä verkkovirtaan, ne on yleensä varustettu paristoilla. Tämä on mahdollista vain, jos näiden laitteiden ei tarvitse olla pysyvässä ”käyttövalmiina”-tilassa. Toisaalta toimilaitteiden on kyettävä vastaanottamaan koko ajan, joten niiden on oltava kaksisuuntaisia. RF-toimilaitteet ottavat sen vuoksi yleensä virtansa 230 V:n verkosta. Kuva 8 esittää, miten KNX RF käyttää taajuusmodulaatiota signaalin lähettämiseen.



Kuva 8. Taajuusmodulaatio ja signaali KNX RF:ssä.

KNX RF käyttää taajuusmodulaatiota signaalin lähettämiseen. Loogiset nollat ja ykköset tuotetaan muuttamalla hieman kanta-aallon taajuutta, joka tunnetaan myös nimellä keskitaajuus.

2.4.4 KNX IP

Ethernet on avoin (valmistajariippumaton), suorituskykyinen lähi- ja laajaverkko, joka on kansainvälisen IEEE 802.3 -standardin (Ethernet) mukainen.

KNX-järjestelmä käyttää kahta Ethernet-tiedonsiirtomenetelmää: tunnelointia ja reititystä, jotka molemmat käyttävät UDP-protokollaa. Tunnelointia käytetään väylään pääsyyn paikallisverkosta tai internetistä, esimerkiksi KNX-asennuksen ohjelmoinnissa. Reititystä käytetään sähköiden vaihtoon Ethernet-verkon kautta, esim. jos tarvitaan yhdistää kaksi KNX TP -järjestelmää Ethernet-yhteyden kautta.

2.5 Väyläkaapelin pituus

Signaalinmuodostussyistä ja suurimman sallitun etenemisviiveen vuoksi etäisyyksiä linjasegmenteissä rajoitettu seuraavasti:

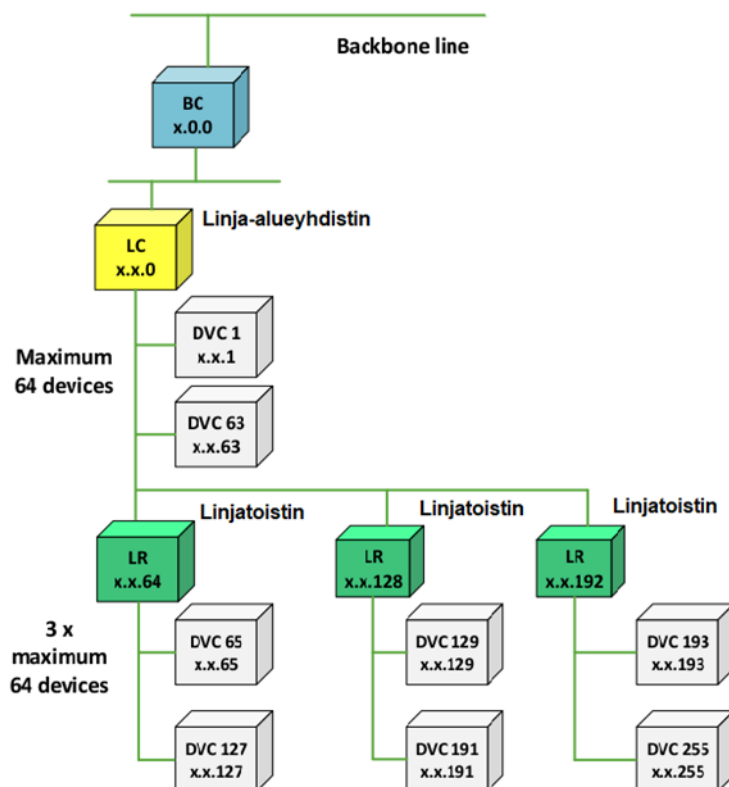
- Etäisyys virtalähteen ja väylälaitteen välissä on enintään 350 m.
- Etäisyys kahden väylälaitteen välissä on enintään 700 m.
- Yhden KNX-linjan kokonaispituus on enintään 1000 m.
- Etäisyys kahden virtalähteen välissä, jotka ovat samassa linjassa, määrittelee laitteiden valmistaja.

3 KNX-järjestelmän topologia

3.1 Linja ja linjasegmentti

KNX TP -asennuksen perusyksikkö on linja. Linja sisältää KNX-virtalähteen (kuristimen mukaan lukien) ja yleensä enintään 64 väylälaitetta. Virtalähde ja väyläkaapeli suorittavat kaksi toimintoa: ne toimittavat väylälaitteille tarvittavan virran ja mahdollistavat tietojen vaihdon - eli sähköiden lähettämisen näiden laitteiden välillä.

Haaroja voidaan asentaa haluttaessa mihin tahansa kohtaan. Tuloksena oleva topologia on vapaa puurakenne, joka antaa paljon joustavuutta asennuksissa. Linjatoistimia voidaan käyttää linjan jatkamiseen, jos tarvitaan yli 64 laitetta. Tällä tavalla lisätyt osiot tunnetaan linjasegmentteinä. Kuva 9 havainnollistaa KNX TP -linjan topologian.

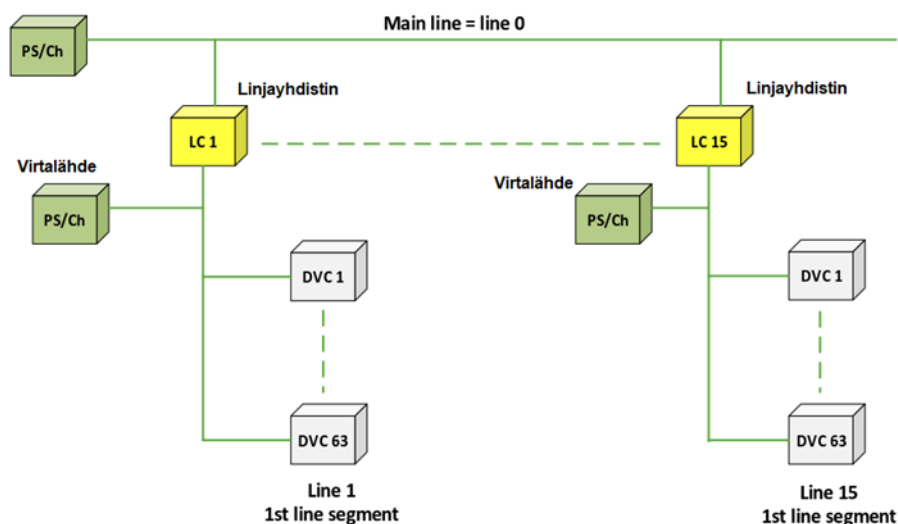


Kuva 9. KNX TP -linjan topologia.

Linjasegmentti koostuu toistimesta, virtalähteestä ja enintään 64 muusta väylälaitteesta. Linjatoistimia lasketaan myös väylälaitteina. Linjassa voi olla enintään kolme toistinta rinnakkain, mikä tarkoittaa, että väylälaitteiden enimmäismäärä on 255.

3.2 Alue

Toinen tapa laajentaa asennusta on luoda uusia linjoja käyttämällä linjayhdistimiä. Linjatoistin ja linjayhdistin on tekniikaltaan sama laite. Siitä syystä useimmiten toistinta ei käytetä, vaan sen sijaan luodaan uusi linja. Kuvassa 10 on esitetty KNX TP:n alueen topologia.

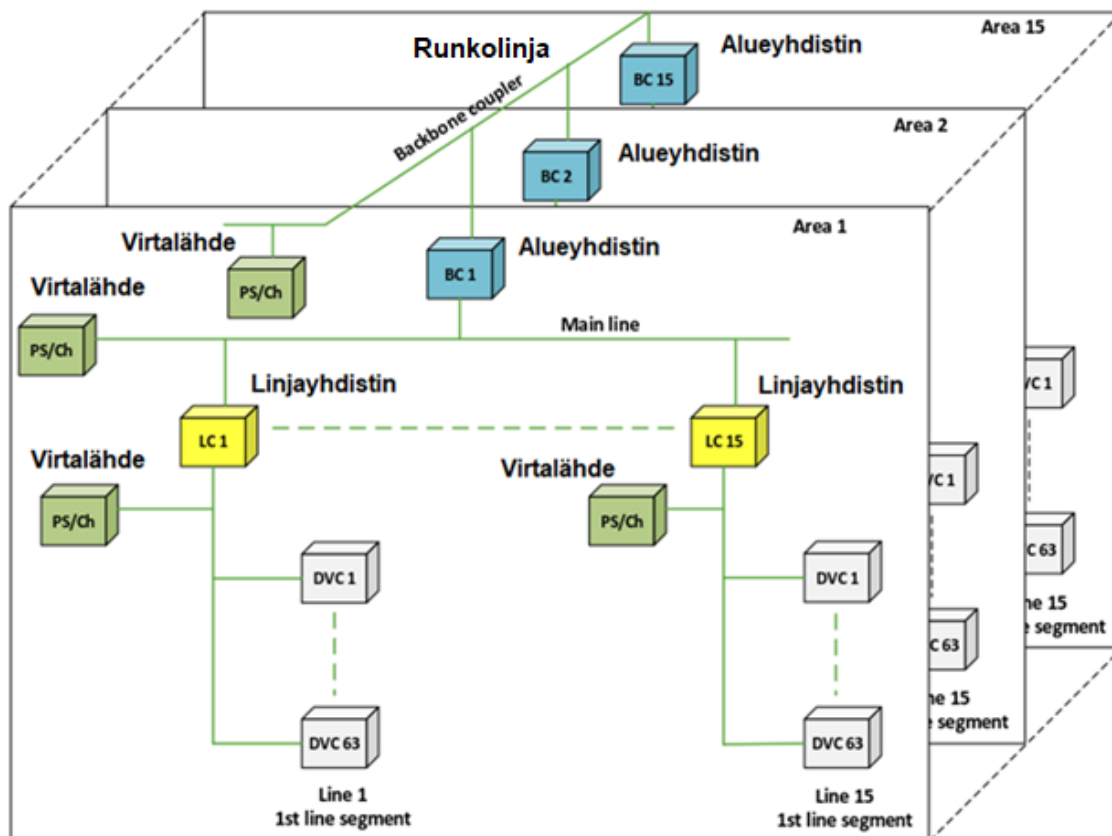


Kuva 10. Alue KNX TP:ssä.

Tämä tekee järjestelmästä hallittavamman ja vähentää kutakin linjaa pitkin kulkevien sähkeiden määrää (hyödyntämällä linjayhdistimien suodatintoimintoa). Linjayhdistin ei lähetä sähkeitä linjalle, jolle sitä ei ole tarkoitettu. Jopa 15 linjaa voidaan yhdistää yhteen linjaan käyttämällä linjayhdistimiä.

3.3 Runkolinja ja alueiden yhdistäminen

Alueiden yhdistämisen avulla voidaan lisätä enintään 15 aluetta runkolinjaan, kokonaisjärjestelmän muodostamiseksi. Aluelinjassa voi olla myös jopa 64 väylälaitetta. Linjayhdistimet aluelinjassa lasketaan väylälaitteiksi. Kuva 11 esittää, miten voidaan yhdistää muutama KNX TP -alue.



Kuva 11. Yhdistetyt alueet isoissa KNX-järjestelmissä.

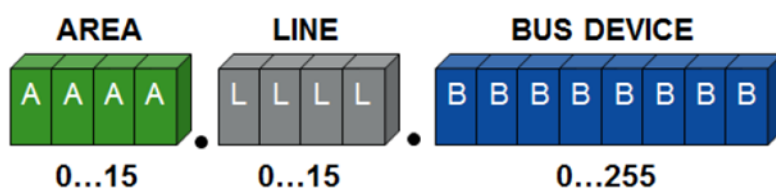
Käytännössä alueyhdistys suoritetaan tyypillisesti käyttämällä linjayhdistimiä, jotka on konfiguroitu niin kuin alueyhdistimet. Runkolinja tarvitsee oman virtalähteen.

3.4 Osoitus

Jokaiselle KNX-järjestelmän laitteelle on annettu yksilöllinen, yksiselitteinen numero - sen laitekohtainen osoite. Se koostuu kolmesta numerosta, jotka on erotettu pisteillä. Numerot riippuvat väylälaitteen sijainnista topologiassa. KNX-järjestelmässä on kaksi osoitetyyppiä: yksilöllinen ja ryhmäosoite.

3.4.1 Yksilöllinen osoite

Yksilöllinen osoite määrittää KNX-laitteen sijainnin järjestelmän sisällä, eli topologian sisällä. Yksilöllinen osoite on oltava uniikki konkreettisesti KNX-asennuksessa. Sen ensisijainen tavoite on välittää ”ohjelmointisähkeet” ja uudet parametritiedot ETS-sovelluksen kautta väylälaitteelle. Kuva 12 havainnollistaa yksilöllisen osoitteen rakennetta.



Kuva 12. Yksilöllisen osoitteen rakenne.

Yksilöllisellä osoitteella, järjestelmän sähkeessä, on kiinteä rakenne (16 bittiä) ja sen muoto on kuvion 10 mukainen. Eli: ”ALUE”. ”LINJA”. ”LAITTEEN OSOITE”.

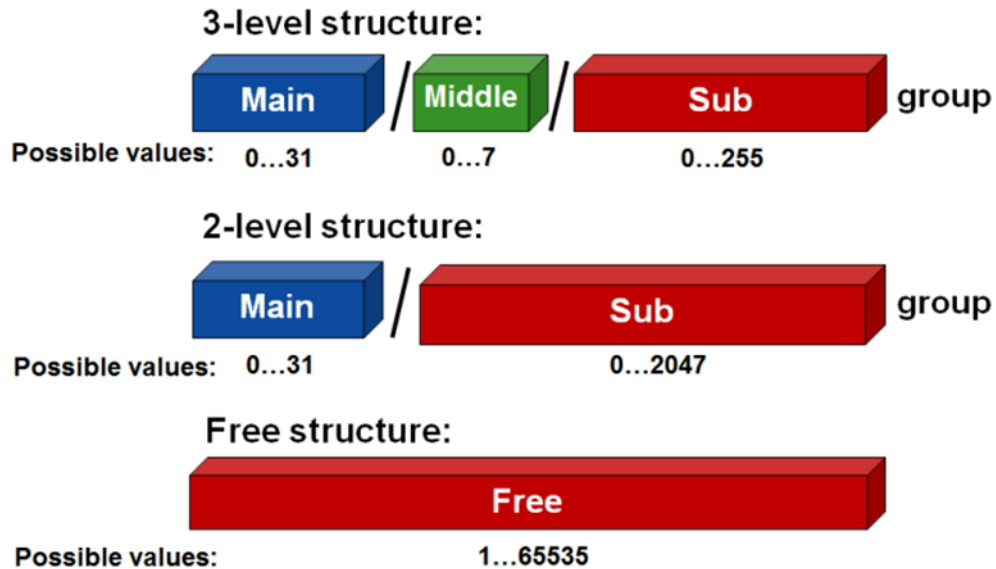
3.4.2 Ryhmäosoite

Ryhmäosoitteiden tarkoituksena on tehdä ryhmäobjekteista osa rakennustoimintoja.

Ollakseen toimintakuntoinen ryhmäosoite on yhdistettävä vähintään kahteen ryhmäobjektiin: yksi sähkeiden lähettämiseksi väylään ja toinen niiden vastaanottamiseksi väylästä. Myös ryhmäobjekti voi yhdistää useisiin ryhmäosoitteisiin.

Kutakin ETS-projektia varten on mahdollista valita ryhmäosoitteiden esitys: 3-tasoinen rakenne (pääryhmä / keskiryhmä / alaryhmä), 2-tasoinen rakenne (pääryhmä / alaryhmä) sekä vapaasti määritelty rakenne.

Kuva 13 havainnollistaa ryhmäosoitteiden eritasoisia rakenteita.



Kuva 13. Ryhmäosoitteiden rakenne.

Normaali tiedonsiirto kohteen laitteiden välillä tapahtuu ryhmäosoitteiden kautta. Projekti-insinööri määrittelee asennuksen jokaiselle toiminnolle sopivan ryhmäosoitteen. Hän voi vapaasti valita ryhmän osoiterakenteen. Yhteensä 65535 ryhmäosoitetta on käytettävissä projektia kohden.

4 Järjestelmäviestit (sähkeet) KNX TP:ssä

4.1 Sähkeen rakenne

Tietoja vaihdetaan väylälaitteiden välillä ns. sähkeillä. Sähke koostuu merkkisarjasta, jossa kukin merkki koostuu kahdeksasta nollasta/ykkösestä, toisin sanoen kahdeksasta bitistä tai yhdestä tavusta. Monesti useita merkkejä yhdistetään keskenään kentän muodostamiseksi.

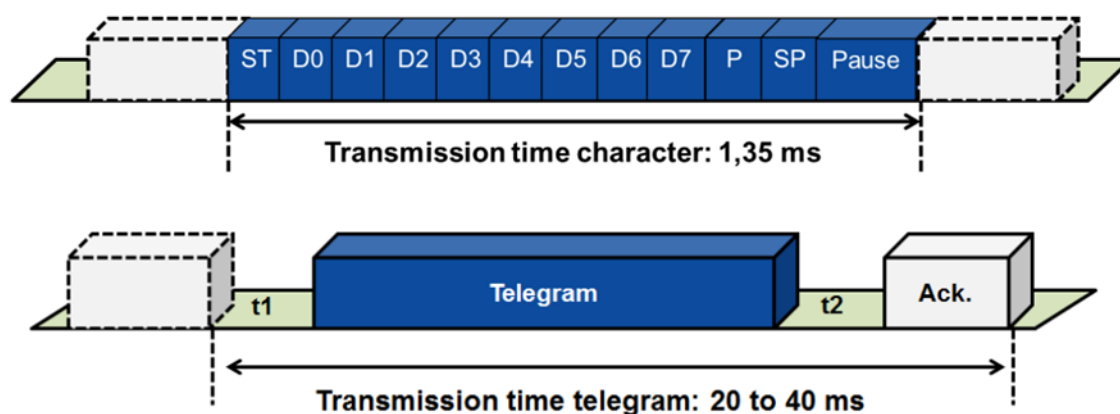
KNX TP -sähkeillä on neljä kenttää:

- Ohjauskenttä. Se määrittelee sähkeen prioriteetin ja sen, toistetaanko sähkeen lähetys vai ei (jos vastaanotin ei vastannut).

- Osoitekenttä. Se määrittää lähettäjän yksilöllisen osoitteen ja vastaanottajan kohdeosoitteen (laitekohtainen osoite tai ryhmäosoite).
- Tietokenttä. Tietokenttä voi olla enintään 16 tavua pitkä, sisältää sähkeen hyötysisällön.
- Tarkistussummakenttä. Se käytetään virheiden havaitsemiseksi sähkeen siirrossa.

4.2 Aikavaatimukset

Sähke lähetetään bittinopeudella 9600 bittiä/s, eli yhden bitin lähettäminen kestää $1/9600$ sekuntia tai $104 \mu\text{s}$. Merkki koostuu 11 bitistä. Yhdessä 2 bitin tauon kanssa, merkkien välillä, se tarkoittaa $1,35 \text{ ms}$ (13 bittiä) lähetyisaikaa merkkiä kohden. Kuva 14 esittää, kuinka kauan kestää sähkeen lähettäminen.



Kuva 14. KNX TP -sähke, aikavaatimukset.

Sisällön pituudesta riippuen sähke koostuu 8 - 23 merkistä, ja kuittaus on vain yksi merkki (11 bittiä). Kun otetaan huomioon prioriteettiin riippuvainen odotusaika t_1 (50 bittiä) ja aika sähkeen ja kuittauksen t_2 (15 bittiä) välillä, niin viestin lähettäminen kestää 20-40 ms.

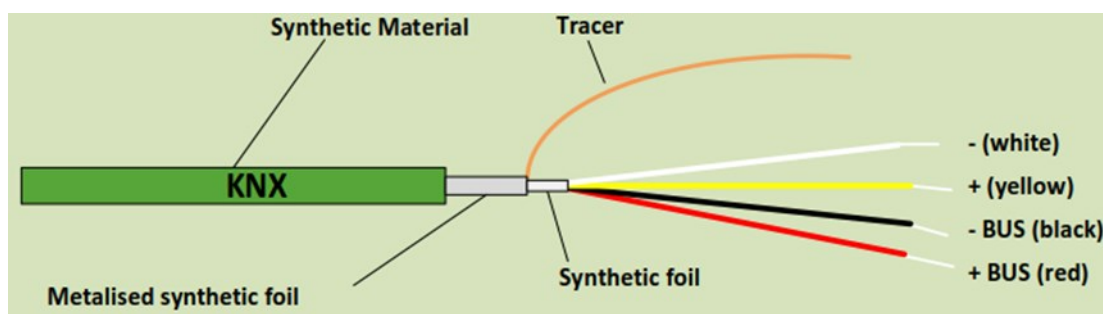
5 KNX -järjestelmän asennusvaatimukset

Väyläkaapeleiden asennusta koskevat vaatimukset ovat yleensä samat kuin 230/400 V AC -verkkojen asennuksessa, joten kaikki pienjännitesähköasennuksiin (SFS 6000 jne.) sovellettavat vaatimukset koskevat myös KNX:ää. Mutta huomioon on otettava myös KNX:n erityiset vaatimukset.

5.1 Väyläkaapelien tyypit ja niiden asennus

KNX TP -väyläkaapelin asennettaessa ei tarvitse soveltaa mitään turvatoimenpiteitä, koska väyläjännite täyttää SELV-piirien vaatimukset. Kannattaa ottaa huomioon, että häiriöiden vaikutukset tiedonsiirtoon riippuvat käytettävästä kaapelista. KNX-standardi sisältää tarkat määräykset siitä, mitkä väyläkaapelit ovat hyväksyttäviä. Kaapelin on oltava suojattu, kierretty parikaapeli, eikä kaapelin suojavaippaa saa liittää maadoitukseen kummassakaan päässä. Kaapelin suojavaippa toimii vain metallikehikkona. KNX TP:ssä ei saa käyttää tavallisia 230V:n kaapeleita väyläkaapeleina sekaannusvaaran vuoksi, koska ne eivät ole tiedonsiirtoon soveltuvia.

Yleisimmät väyläkaapelit sisältävät myös toisen kierretyn parin. Seuraavia ohjeita sovelletaan tämän ”vapaan” parin käyttöön: vain SELV/PELV-piirit ovat sallittuja; pitää olla ylikuormitussuojattu (maks. 2,5A); ei saa käyttää tietoliikenneverkon piirinä; tätä paria käytetään vain erillisen vitalähteen piirinä niille väylälaitteille, jotka sitä tarvitsevat. Kuvassa 15 on esitetty KNX-väyläkaapelin rakennetta.



Kuva 15. KNX-väyläkaapelin rakenne.

KNX-asennuksissa käytettävät väyläkaapelit:

- YCYM 2x2x0.8. Testijännite 4 kV, sopii rakennusten sisätiloihin. Käytetään enintään Saksassa.
- J-Y(St)Y 2x2x0.8. Testijännite 2,5 kV, sopii rakennusten sisätiloihin. Käytetään enintään Saksassa.
- JH(St)H 2x2x0.8. Halogeenivapaa, sopii rakennusten sisätiloihin. Käytetään Suomessa. Vaaditaan tietty etäisyys väyläkaapelin ja vahvavirran kaapeloinnin välissä.
- A-2Y(L)2Y tai A-2YF(L)2Y. Käytetään ulkoasennuksiin, esimerkiksi jos tarvitsee yhdistää kaksi rakennusta.

Väyläjännitteen ja 230 V:n verkon välillä vaaditaan yleensä kaksoiseristys, joka kestää 4 kV:n testijännitteen. Vähimmäisetäisyys väyläkaapelien johtojen ja vahvavirtakaapelien johtojen (ilman vaippaa) välillä pitää olla vähintään 4 mm.

5.2 Väylälaitteet jako- ja ryhmäkeskuksissa

KNX-väylälaitteet voidaan asentaa kaikkiin markkinoilla oleviin, standardoituihin sähkökeskuksiin, joissa on EN 50022 standardin mukainen 35x7,5 mm:n DIN-kisko. KNX-väylälaitteita ei tule asentaa vahvavirtalaitteiden (joilla on merkittävät tehohäviöt) yläpuolelle, koska se voi aiheuttaa epätoivottua KNX-väylälaitteiden lämpenemistä.

Keskuksien sisällä on myös hyvä käyttää sertifioitua KNX-väyläkaapelia. Sertifioidut kaapelit sopivat erityisesti hyvin keskuksien sisäisiin asennuksiin sen takia, että niissä on kaksoiseristys.

5.3 Väyläkaapelit kojerasioissa

SELV-piirit edellyttävät kaksoiseristystä tai ainakin vahvistettua eristystä vahvavirta- ja KNX-väyläkaapeleiden välillä. Toisin sanoen vaipaton väyläkaapeli ei saa koskaan koskettaa verkkokaapeleihin. Se tarkoittaa sitä, että väylälaitteet ja vahvavirta-asennuskalusteet tulee asentaa erillisiin kojerasioihin tai rasioihin, joissa on välilevy (varmistetaan että etäisyys kalusteiden välillä on vähintään 5,5 mm).

Ennen vahvavirtakalusteiden ja väylälaitteiden asennusta saman peitelevyn alle pitää tarkistaa väylälaitteen valmistajan ohjeistuksista, onko se mahdollista vai ei. Valmistaja voi määrittää tietyt asennusvaatimukset, joita on noudatettava tarkasti.

6 KNX-järjestelmän väylälaitteet

6.1 Käyttösovellukset

Perinteisesti Suomessa KNX on mielletty valaistuksenohjausjärjestelmäksi. Valaistuksen ohjaukseen KNX toki sopii, mutta järjestelmän käyttösovellukset ovat paljon laajempi. Paras hyöty KNX-tekniikasta saadaan, kun sillä toteutetaan rakennukseen huoneautomaatio, jossa monen toiminnon ohjaus on yhdistetty KNX-väylään. [1, s. 20.]

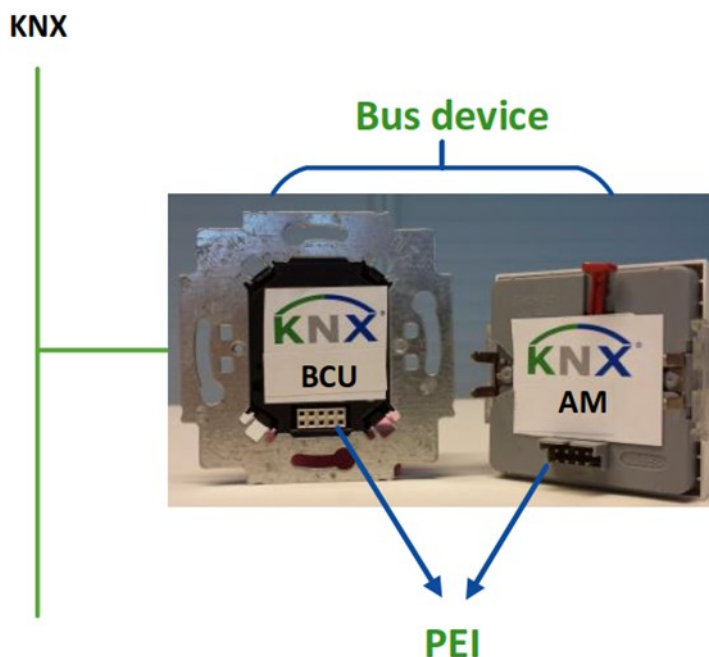
KNX-järjestelmän pääsovellukset ovat:

- Valaistuksen ohjaus: valaistusryhmien päälle/pois ohjaus, valaistuksen himmennys ja päivänvalo-ohjaus, valaistustilanneohjaukset, liiketunnistin- ja läsnäoloanturi ohjaus, aikaohjelmaohjaukset, yhteys muihin valaistusohjausjärjestelmiin (esim. DALI).
- Lämmityksen, ilmanvaihdon, jäähdytyksen ohjaus: huonekohtaiset ohjaukset, läsnäoloanturiohjaukset.
- Verho- ja markiisimoottorien ohjaus: manuaalinen ohjaus auki/suljettu, kello-ohjaukset, automaattinen ohjaus auringonhäikäisyn ja lämmönsäteilyn mukaan, markiisien automaattinen ohjaus tuulen ja sateen perusteella.
- Turvajärjestelmät: liityntä palovaroitin- ja murtohälytysjärjestelmiin, kosteusvalvonta, kameravalvonta.
- Visualisointi: liityntä kiinteistöautomaatiojärjestelmään, ohjauspaneelit, liityntä AV-järjestelmiin.

6.2 Väylälaitteet

Toimiva väylälaitte (esim. himmennystoimilaite, monitoiminen painike, palotunnistin) koostuu pääasiassa kolmesta toisiinsa kytketystä osasta: väyläliitännäyksiköstä, sovellusmoduulista ja sovellusohjelmasta.

Väyläliitännäyksiköitä (BCU-bus coupling unit) ja sovellusmoduuleja (AM-application module) tarjotaan markkinoilla joko erillisinä tai yhden kotelon moduuleina. Ne on kuitenkin aina hankittava samalta valmistajalta. Sovellusmoduuli liitetään väyläliitännäyksikköön standardin mukaisen tai valmistajakohtaisen PEI-liittimen kautta (PEI-Physical External Interface). Kuva 16 havainnollistaa väylälaitteen rakennetta.



Kuva 16. KNX-järjestelmän väylälaite.

Tämä PEI-liitin yhdistää väylälaitteen osat toisiinsa, välittää viestejä ja syöttää käyttöjännitteen sovellusmoduulille. Sekä sovellusmoduulin ja väyläliitännäyksikköön yhteensopivuus että mahdollisuus yhdistää moduulit mekaanisesti - on tarkistettava valmistajalta. BCU-laiteita voidaan tällä hetkellä liittää kolmeen eri KNX-järjestelmän viestintävälineeseen: KNX TP:iin, KNX PL:iin ja KNX RF:iin.

Klassinen väyläliitännäyksikkö sisältää fyysisen kytkentätoiminnon (väylän sähköiden lähettäminen ja vastaanottaminen) lisäksi myös sovellusohjelmamuistin. Jokaisella väylälaitteella on oma "älykkyys" integroidun käyttöjärjestelmän ja ohjelmamuistin ansiosta (joko BCU:ssa tai sovellusmoduulissa). Sen takia KNX-järjestelmä ei tarvitse keskitettyä ohjausyksikköä.

Pääsovelluksesta riippuen väylälaitteet voidaan periaatteessa jakaa kolmeen luokkaan: anturit, toimilaitteet ja ohjaimet.

Anturit keräävät sekä tietoa että käyttäjien tekemiä ohjauksia asennusympäristöstä ja siirtävät tiedot väyläliitännälaitteelle (BCU:lle). BCU-laite muuttaa niitä sähköiksi ja lähettää väylään. BCU-laite jatkuvasti tarkistaa sovellusmoduulin

sisääntulojen tilan. Esimerkkejä antureista ovat ohjauspainikkeet, valoisuusanturit, lämmönsäätimet, kosketusnäytöt ja sääasemat.

Toimilaitteen tapauksessa BCU vastaanottaa väylältä sähkeitä, purkaa ne ja välittää nämä tiedot sovellusmoduulille, joka sitten suorittaa komennon. Esimerkkejä toimilaitteista ovat kytkintoimilaitteet, valaistuksen säädintoimilaitteet ja lämmityksen venttiilitoimilaitteet.

Ohjain säätelee anturien ja toimilaitteiden välistä vuorovaikutusta eikä sillä ole fyysisiä tuloja ja lähtöjä.

6.3 KNX-laitteiden valmistajat ja laitteiden yhteensopivuus

KNX-laitevalmistajia on yli sata. Tunnetuimmat niistä ovat ABB, Schneider Electric, Siemens, Hager, Eaton, Gira ja Ensto.

KNX on standardoitu järjestelmä, jossa eri valmistajien laitteet ovat yhteensopivia. Kaikkien valmistajien KNX-laitteet on käytävä läpi saman sertifiointiprosessin. Tämä sertifiointiprosessi takaa sen, että eri valmistajien KNX-tuotteet toimivat ongelmitta samassa järjestelmässä.

KNX-järjestelmän käyttöönotossa käytetään aina samaa, KNX-yhdistyksen kehittämää, ETS-ohjelmaa, minkä vuoksi ohjelmalliset ongelmat minimoituvat.






Mahdollisien virheiden välttämiseksi on kuitenkin parempi käyttää väylälaitteiden sovellusmoduulit (AM) ja väyläliitäntäyksiköt (BCU) samalta valmistajalta. Jos se ei ole mahdollista, niin niiden yhteensopivuus on varmistettava valmistajalta.

7 Päiväkodin suunnittelu

7.1 Tasopiirustuksen väylälaitteet ja niiden piirrosmerkit

Tasopiirustuksissa väylälaitteista käytetään pääosin ohjauspainikkeita ja läsnäolotunnistimia.

KNX-järjestelmä kuuluu rakennusautomaatiojärjestelmään T810. ST-kortissa 13.52 esitetty rakennusten asennuspiirustuksissa käytettäviä tietoteknisten järjestelmien (T) piirrosmerkkejä. Usein laitevalmistajilla on omat piirrosmerkkikirjastot, jotka ovat ladattavissa yritysten tuotesivuilta. Kuvassa 17 on esitetty päiväkodin projektissa käytetyt tasopiirustusmerkit.

 KNX	=	KNX 1-OSAINEN PAINIKE
 KNX	=	KNX 2-OSAINEN PAINIKE
 KNX	=	KNX 4-OSAINEN PAINIKE
 KNX	=	KNX 6-OSAINEN PAINIKE
 LO	=	KNX LÄSNÄOLOTUNNISTIN

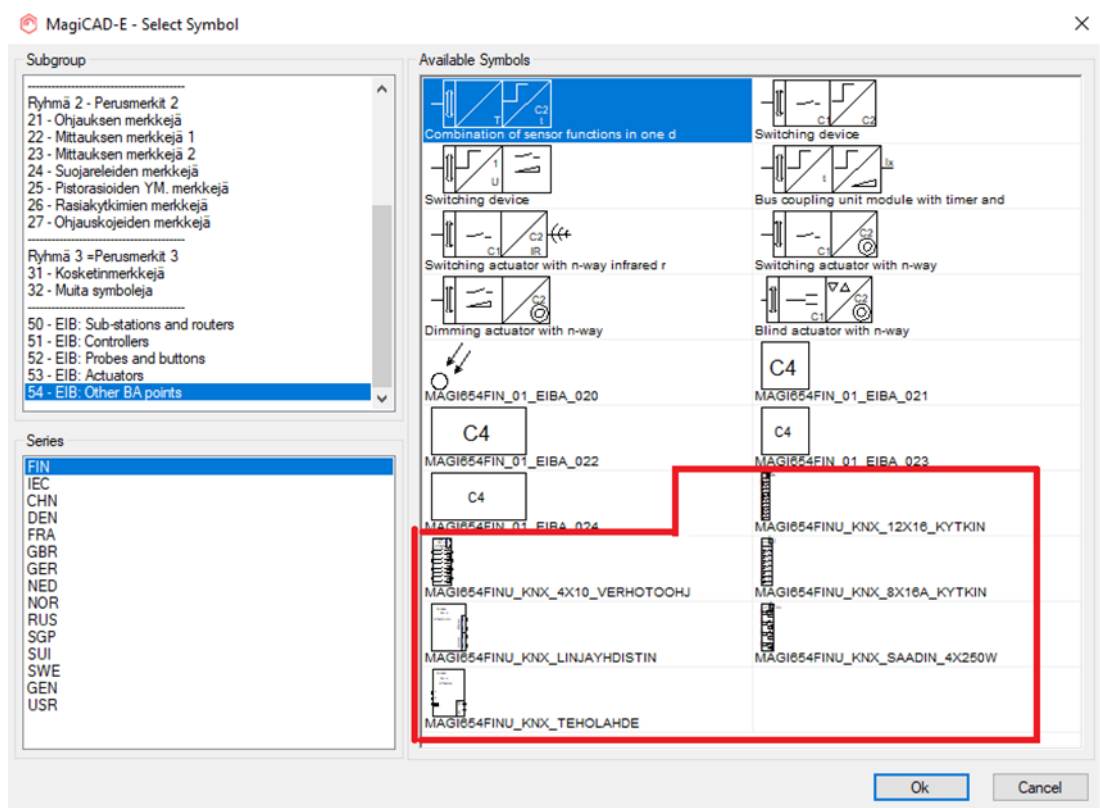
Kuva 17. Piirrosmerkkien selitys.

Yleensä kaikista käytetyistä piirrosmerkeistä on hyvä esittää symbolien selitykset, mutta varsinkin tätä piirustusta varten luotujen merkkien selitys on erittäin tärkeää piirustuksien selkeyden vuoksi ja väärinkäsitysten välttämiseksi.

7.2 Ryhmäkeskukseen asennettavien väylälaitteiden merkit

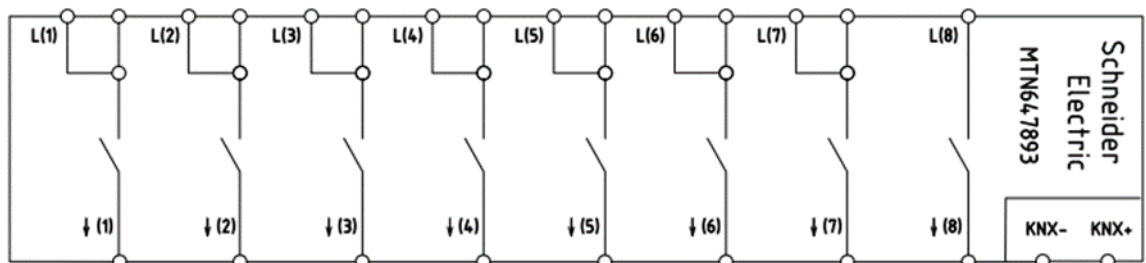
Meidän tapauksessa ryhmäkeskuksiin asennetaan teholähteitä, linjayhdistimiä, kytkin-toimilaitteita ja valosäätimiä. Päiväkodin suunnitelmissa käytetään Schneider Electricin keskuslaitteita.

Tätä projektia varten olemme luoneet, MagiCad-projektiin, moduulisymboleita kaikille projektissa käytetyille laitteille (kuva 18).



Kuva 18. Ryhmäkeskukseen asennettavien väylälaitteiden moduulisymbolit MagiCadin projektissa.

Esimerkki moduulisymbolista esitetty kuvassa 19 sekä näkyy ryhmäkeskuksien pääkaavioissa (liite 4, 5).

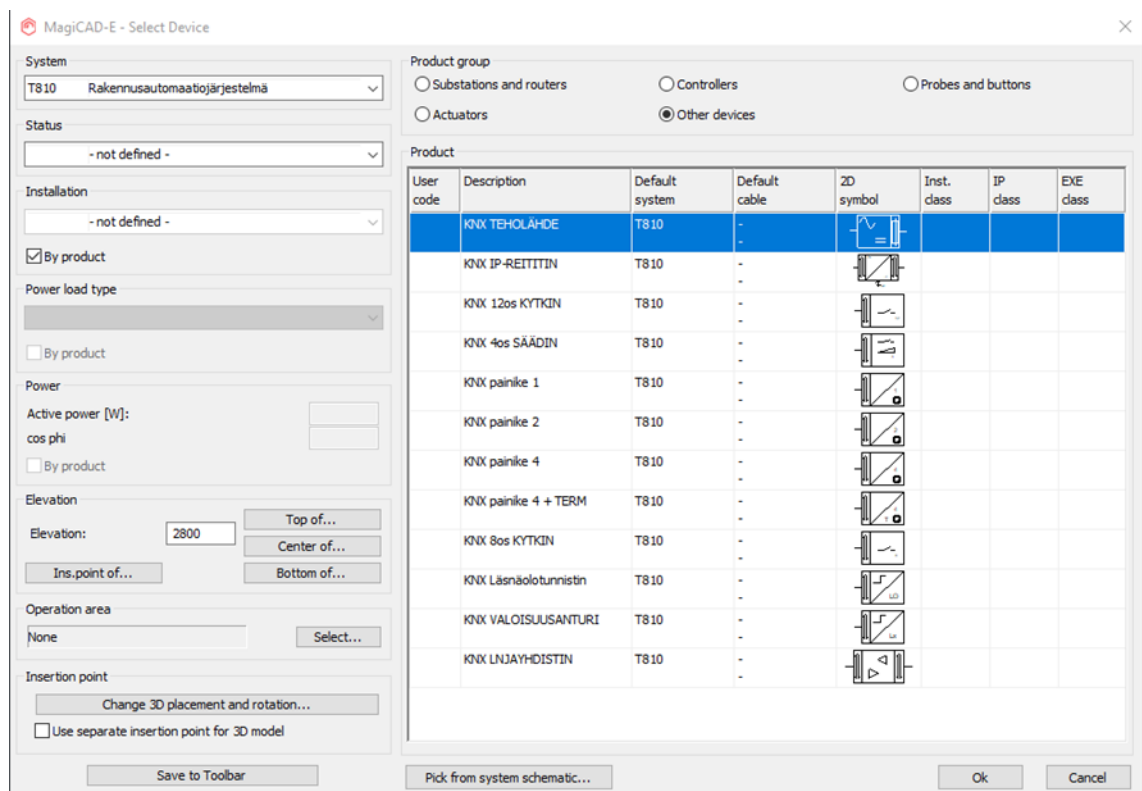


Kuva 19. Kytkintoimilaitteen Schneider Electric MTN 647893 8x230/16A.

7.3 KNX-järjestelmäkaavion piirrosmerkit

KNX-järjestelmäkaavioissa käytettäviksi soveltuvat piirrosmerkit on esitetty standardissa DIN 40900. MagiCAD-ohjelmassa ei ole valmiina sopivia symboleita KNX-järjestelmää varten.

Tätä projektia varten olemme luoneet MagiCad-projektiin symboleita kaikille projektissa käytetyille järjestelmäkaavion laitteille (kuva 20).



Kuva 20. KNX-järjestelmäkaavion symbolit MagiCad:n projektissa.

Sen lisäksi olemme luoneet symbolit myös niille laitteille, jotka saavat paljon käyttöä nykykohteissa. Kaikkia luotuja symboleita käytetään Maaskolan tulevissa projekteissa.

7.4 Päiväkodin KNX-järjestelmän dokumentointi

Tässä insinööriyössä tehtiin sähkösuunnitelma Pornaiseen rakennettavaan päiväkodin laajennukseen. Päiväkodin nykyinen osa on toteutettu väyläpohjaisella KNX-järjestelmällä. Sen takia oli päätetty toteuttaa laajennusosa samalla tavalla. Teknisten suunnitelmadokumenttien tarkoituksena on kuvata kohteen sähköjärjestelmän sekä KNX-järjestelmän rakennetta ja laajuutta. Suunnitelmien tekemiseen on käytetty insinööritoimisto Leo Maaskolassa käytössä olevaa MagiCAD-ohjelmaa.

7.4.1 Johdotuspiirustus

Johdotuspiirustus on yksi tärkeimmistä piirustuksista projektissa. Johdotuspiirustuksissa esitetään seuraavia asioita:

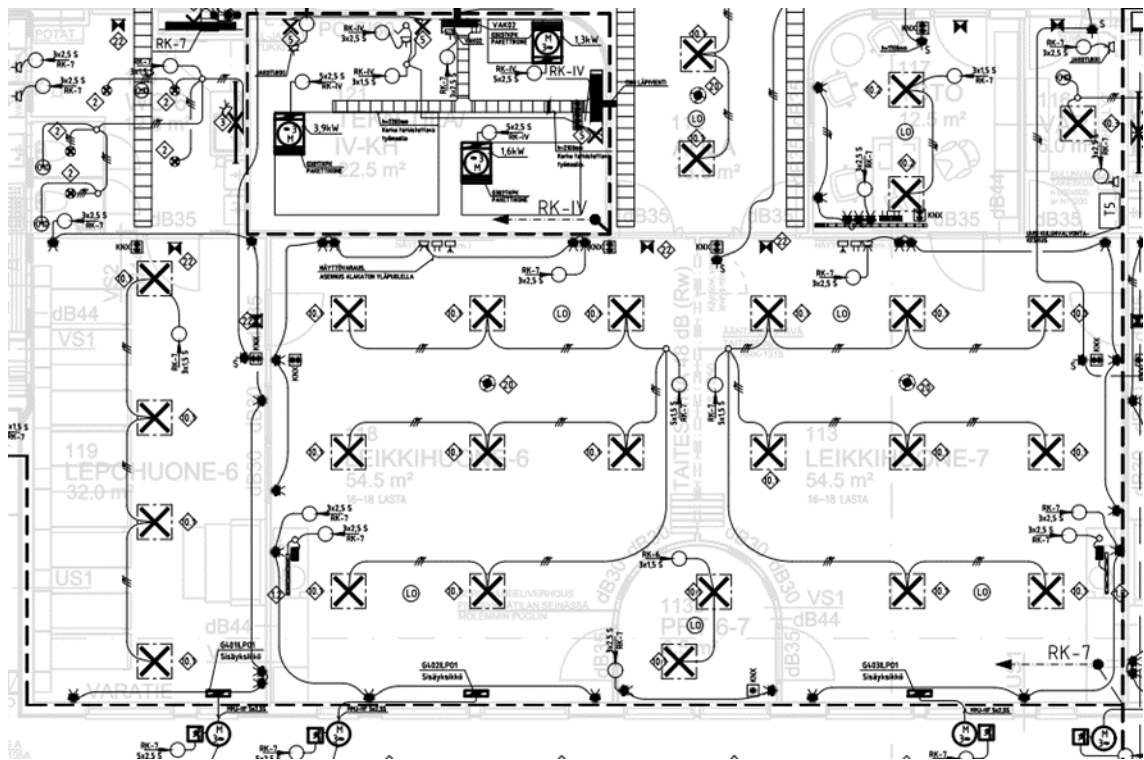
- sähkökeskukset
- tele-jakamot sekä telejärjestelmien pää- ja keskusyksiköt
- johtotiet (yleensä erikseen vahvavirta-asennuksia varten, TELE-järjestelmiä varten ja turvajärjestelmiä/palonkestävästi asennettujen järjestelmien varten)
- valaisimet + valaistusjärjestelmän johdotukset
- turvavalaisimet (opastevalaisimet sekä poistumistievalaisimet)
- käyttäjän laitteet, kiinteistön laitteet, LVI-laitteet ja niiden johdotukset
- tarvittavin osin automaatiolaitteet sekä tarvittaessa niiden johdotukset.

Johdotuspiirustuksen tekeminen aloitetaan sähköpistekuvasta, jonka pohjalla käydään keskustelua tilaajan kanssa hänen tarpeistaan ja toiveistaan. Tilaajaan kommenttien perusteella korjataan pistekuva.

Johtoteiden reitit ja sähköasennuskalusteiden paikat on oltava yhteensovitettu projektin muiden osapuolten kanssa, varsinkin arkkitehdin ja TATE-järjestelmien suunnittelijoiden kanssa.

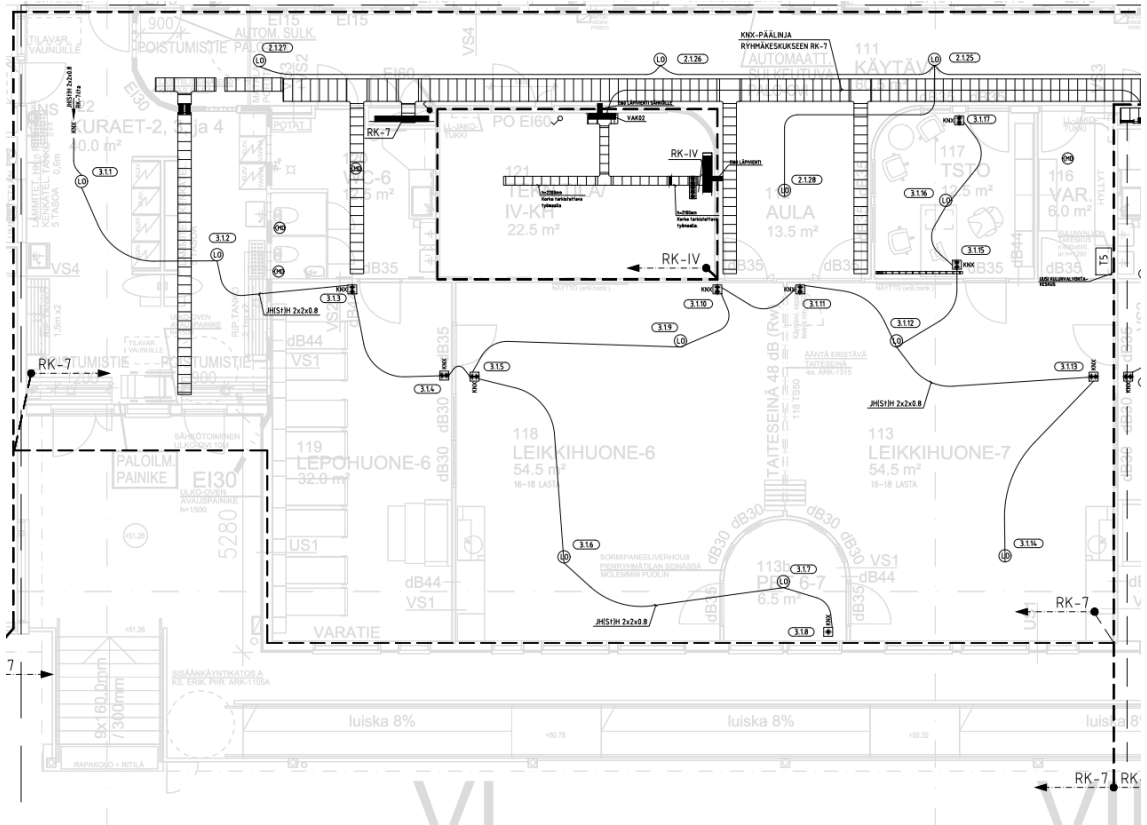
Kun sähköpistekuvat on hyväksytty tilaajalla sekä yhteensovitettu projektin muiden osapuolten kanssa, siirrytään seuraavaan vaiheeseen, eli johdotusvaiheeseen. Johdotusvaiheessa ryhmitellään sähköpisteitä ja piirretään tarvittavat johdotukset.

Johdotuspiirustus on oltava helposti luettava ja selkeä asentajille. Johdotuspiirustuksesta täytyy selvittää, mistä keskuksista mikäkin johto tulee sekä kaapelin johdinmäärä. Myös on hyvä, jos tasopiirustuksessa näkyy keskuksien rajat tai jokaisessa ryhmäsymbolissa lukee, mistä keskuksista se tulee. Kuvassa 21 on esitetty ote päiväkodin tasopiirustuksesta.



Kuva 21. Ote johdotuspiirustuksesta.

Meidän tapauksessamme tasopiirustuksessa on esitetty myös KNX-väylälaitteiden sijoittelu sekä erillisessä piirustuksessa on esitetty niiden johdotukset (KNX-väylä) ja laiteosoitteet. Kuvassa 21 on esitetty ote päiväkodin KNX-järjestelmän johdotuspiirustuksesta.



Kuva 22. Ote KNX-järjestelmän johdotuspiirustuksesta.

Johdotuspiirustus ja KNX-järjestelmän johdotuspiirustus on esitetty liitteessä 1 ja 2 vastaavasti.

7.4.2 Nousujohtokaavio

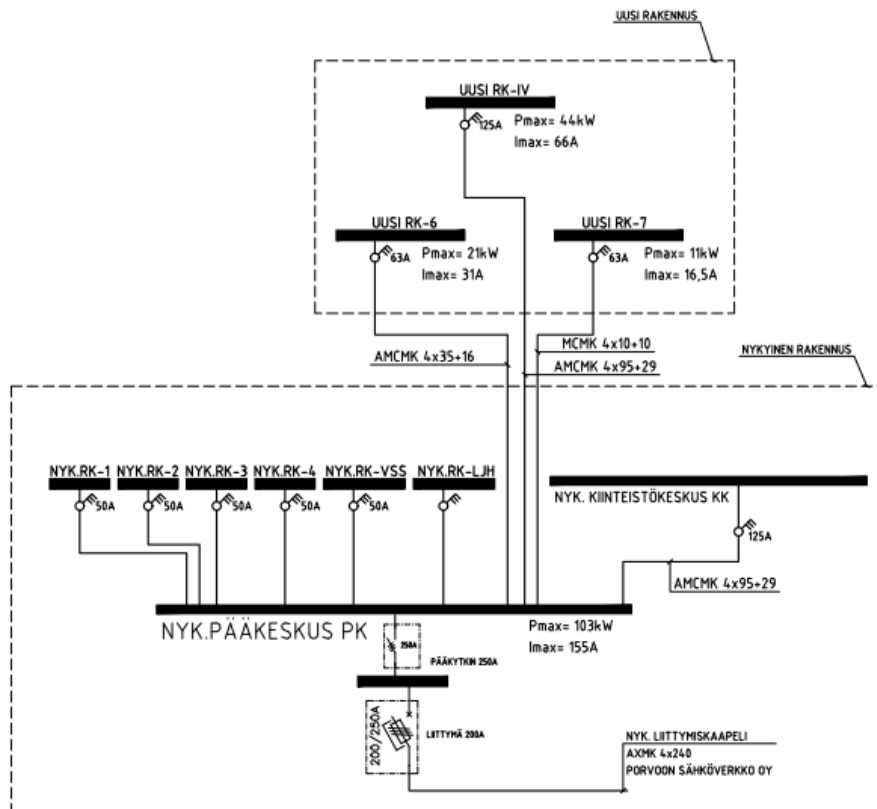
Nousujohtokaavio on tärkeä osa projektia. Nousujohtokaaviossa esitetään sekä olevat että uudet nousu-, jakelu- ja ryhmäkeskukset sekä niiden nousujohtot.

Yleensä nousujohtokaaviosta saadaan seuraavat tiedot:

- liittymän koko ja liittymisjohtojen määrä ja poikkipinnat
- pääkeskuksen ja muiden keskuksien nimellisvirrat
- keskuksien huipputehot ja niille vastaavat virrat (joskus annetaan myös tehokertoimen arvot)
- kaikkien nousujohtojen lajit ja poikkipinnat

- yleiset tiedot kohteesta ja johtoteistä.

Meidän tapauksessamme päiväkodin laajennusosaan on tulossa kolme uutta ryhmäkeskusta, eli RK-6, RK-7 ja RK-IV. Niiden nousujohtot ovat AMCMK 4x35/16, MCMK 4x10/10 ja AMCMK 4x95/29 vastaavasti. Kuvassa 23 on esitetty ote päiväkodin nousujohtokaaviosta.



Kuva 23. Ote nousujohtokaaviosta.

Nousujohtokaavio on esitetty liitteessä 3.

7.4.3 Ryhmäkeskuksien pääkaaviot

Tässä työssä olemme tehneet uusien ryhmäkeskuksien RK-6- ja RK-7-pääkaaviot. Ryhmäkeskuksien pääkaavioissa esitetään seuraavat tiedot:

- keskuksen liityntä- ja huipputehot

- nimellisjännite, nimellisvirta, taajuus
- oikosulkuvirrat keskuksen kiskoissa
- keskuksen rakenne (kenno, kotelo, kehikko) ja kotelointiluokka
- asennustapa ja suuntaa antavat mitat
- jokaisen lähdön osalta annetaan seuraavat tiedot: suojalaitteen tyyppi ja symboli, piirin tarkoitus, suojalaitteen nimellisvirta ja laukaisukäyrä, lähdön kaapelityppi ja poikkipinta-ala.

Meidän tapauksessamme keskuksien pääkaavioissa on esitetty myös kaikki KNX-väylälaitteet, jotka asennetaan keskuksiin. Kuvassa 24 näkyy, miten KNX-väylälaitteet on esitetty keskuksen pääkaaviossa.

	Nro	Nimitys	Sulake	Kaapeli	Teho kW
		VALONSAÄDIN LED 4x250W MTN6710-0004		J-H(ST)H 2x2x0,8 J-H(ST)H 2x2x0,8	
		VALAISTUS MINIKEITTIÖ h.104 OHJAUS: KNX	C16	MMJ 3x2,5 S	
		VALAISTUS h.101 OHJAUS: KNX	C16	MMJ 3x1,5 S	
		VALAISTUS h.109 OHJAUS: KNX	C10	MMJ 3x1,5 S	
		VALAISTUS h.104 OHJAUS: KNX	C10	MMJ 3x1,5 S	
		VALONSAÄDIN LED 4x250W MTN6710-0004		J-H(ST)H 2x2x0,8 J-H(ST)H 2x2x0,8	

Kuva 24. Ote RK-6-pääkaaviosta.

KNX-laitteet keskuksien pääkaavioissa on esitetty tässä työssä kehitettyjä merkkejä/symboleja käyttäen. Valitun esittelytavan ansiosta asentajille on heti selvä, kuinka paljon KNX-laitteita on tulossa ja minkä KNX-laitteen mikäkin kosketin ohjaa kyseistä lähtöä.

Ryhmäkeskuksien RK-6- ja RK-7-pääkaaviot on esitetty liitteessä 4 ja 5 vastavasti.

7.4.4 Maadoituskaavio

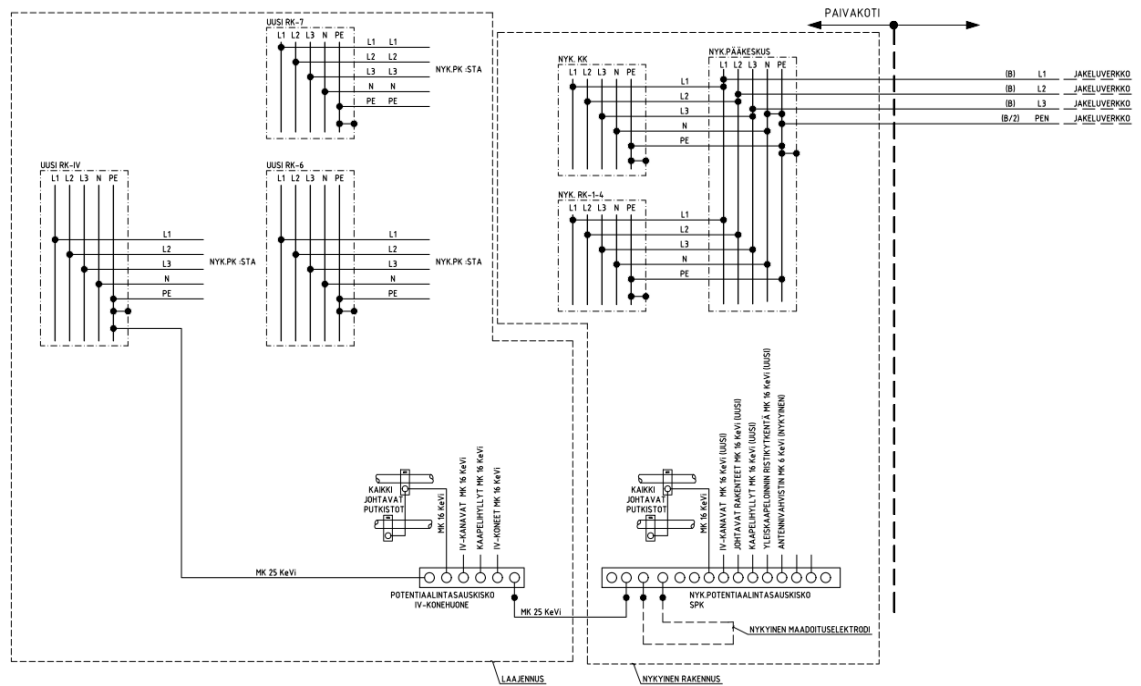
Pienjännitesähköasennuksen maadoitusjärjestelmän tehtävänä on tehdä mahdolliseksi sähköasennuksen turvallinen ja luotettava toiminta. [2, s. 31.]

Pienjänniteasennuksen maadoitusta koskevat perusvaatimukset on esitetty standardisarjan SFS 6000 osissa 4-41 ja 5-54. Nämä standardit perustuvat kansainvälisen sähköalan standardisointijärjestön IEC:n standardisarjan IEC 60364 vastaaviin osiin. [2, s. 31.]

Maadoitusjärjestelmän rakenteen valintaan vaikuttavat seuraavat tekijät:

- asennuksen turvallisuusvaatimukset
- sähköjärjestelmän maadoitustapa (TN-, TT- tai IT-järjestelmä)
- rakennuksen käyttötarkoitus ja siinä käytettävien laitteiden asettamat vaatimukset
- rakennuksessa tarvittavat erilaiset maadoitusjärjestelmät (ylijännitesuojaus, salamasuojaus, tietoliikennejärjestelmien maadoitus)
- rakennuksen mekaaninen rakenne (johtavat runkorakenteet, LVI-järjestelmät).

Suomessa rakennusten sähköasennuksissa käytetään lähes pelkästään TN-järjestelmää. Jakeluverkoissa käytetään TN-C-järjestelmää. Uusissa rakennuksissa liittymiskohdasta eteenpäin käytetään TN-S-järjestelmää. Kuvassa 25 on esitetty ote päiväkodin maadoituskaaviosta.



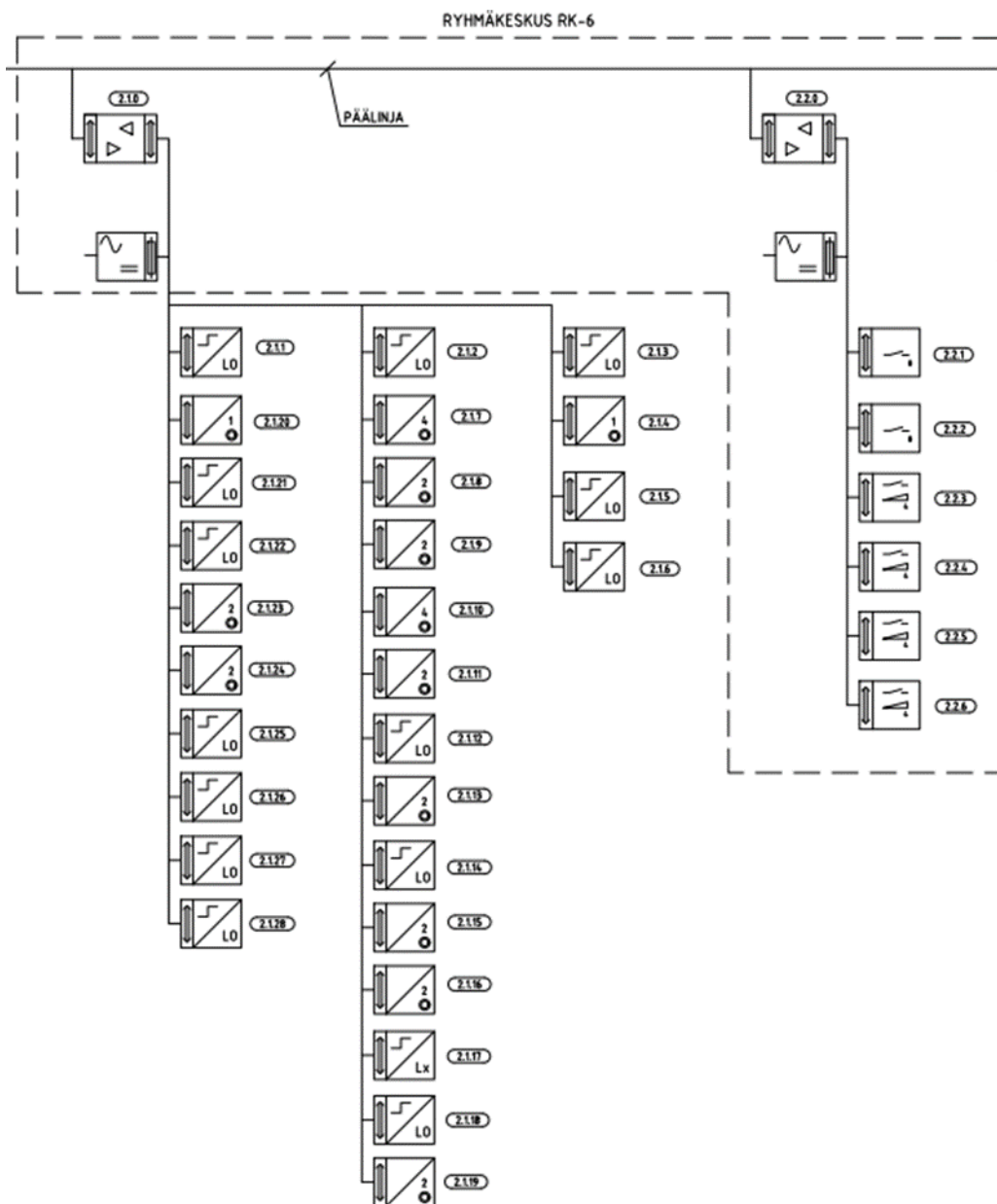
Kuva 25. Ote maadoituskaaviosta.

Meidän tapauksessamme päiväkodin nykyisessä osassa on olemassa oleva maadoituselektrodi, joka jää käyttöön myös tulevaisuudessa. Päiväkodin laajenusosassa olevaan IV-konehuoneeseen asennetaan erillinen potentiaalitasauskisko. IV-konehuoneen potentiaalitasauskisko ja oleva päämaadoituskisko yhdistetään MK 25 -kevi johtimella. Uusien ryhmäkeskusten RK-6- ja RK-7-PE-kiskot käytetään myös potentiaalitasauskiskoina.

Maadoituskaavio on esitetty liitteessä 6.

7.4.5 KNX-järjestelmäkaavio

Järjestelmäkaavio on tarkoitettu siihen, että kaaviosta urakoitsijoille olisi selvää, miten KNX-järjestelmä jaetaan alueeksi ja kuinka paljon linjasegmenttejä jokaisessa alueessa tulee olemaan. Kuvassa 26 näkyy, miltä KNX-järjestelmäkaavio näyttää meidän tapauksessamme.



Kuva 26. Ote KNX-järjestelmäkaaviosta.

Meidän tapauksessamme järjestelmäkaaviolla on tärkeä rooli, koska kaaviosta näkyy, miten integroidaan kohteen laajennusosan KNX-järjestelmän olemassa olevaan järjestelmään.

8 Yhteenveto

Tämän insinööriyön ja suunnitteluprosessin tuloksena on päiväkodin sähkösuunnitelmat, eli johdotuspiirustukset, nousujohtokaavio, KNX-järjestelmäkaavio, ryhmäkeskuksien pääkaaviot ja maadoituskaavio sekä KNX-järjestelmän tasopiirustussymbolit, pääkaaviosymbolit ja järjestelmäkaavion symbolit, joita insinööritoimisto Leo Maaskola Oy käyttää hyödyksi tulevissa projekteissaan. Kaikki mainitut piirustukset on esitetty liitteissä 1-7.

Tässä insinööriyössä käsiteltiin yleisesti KNX-järjestelmän teknisiä vaatimuksia ja ominaisuuksia sekä järjestelmän suunnitteluun vaikuttavat tekijät. Tämän jälkeen siirryttiin päiväkodin laajennusosan KNX-järjestelmän suunnitteluun.

Yleisesti KNX-järjestelmän käytöstä julkiskohteissa haluaisin mainita, että se on hyvä harkinta. Se mahdollistaa julkiskohteen tehokkaampaa käyttöä ja monipuolisia ohjausmahdollisuuksia. Mutta kannattaa myös muistaa, että KNX-järjestelmä vaatii myös opastettua henkilökuntaa ja pätevää huoltohenkilökuntaa, jotta voisimme saada mahdollisimman paljon hyötyä järjestelmän ominaisuuksista. Toisaalta jos henkilökunta ja huoltohenkilökunta ei osaa tai ei halua ottaa käyttöön kaikkia KNX-järjestelmän ominaisuuksia, niin järjestelmästä saatava hyöty voi jäädä melko vähäiseksi verrattuna järjestelmän toteutuskustannuksiin.

Lopulta haluaisin todeta, että KNX-järjestelmän tutkiminen ja päiväkodin sähkösuunnitelman laatiminen oli erittäin opettavainen ja mielenkiintoinen prosessi, jonka ansiosta sain tärkeitä työkokemusta.

Työn tulokset, mielestäni, ovat hyvät, koska suunnitteluprosessi meni jouhevasti ja tilaaja on tyytyväinen lopputulokseen.

Lähteet

- 1 Sähkötieto ry. 2019. ST-käsikirja 23 KNX-järjestelmän perusteet. Sähköinfo Severi.
- 2 Sähkö- ja teleurakoitsijaliitto STUL ry. 2014. Maadoituskirja.
- 3 KNX Finland ry. 2021. KNX projektin vaiheiden muistilista / toimintamalli osa 2. Verkkodokumentti.
- 4 Suomen Standardisoimisliitto SFS ry. 2017. SFS 6000-5-54. Pienjännitesähköasennukset. Metropolia Ammattikorkeakoulu. E-aineisto.
- 5 Sähkötieto ry. 2018. ST 701.31 Kotiautomaatiojärjestelmän suunnittelu ja toteutusperiaatteet. Sähköinfo Severi.
- 6 Sähkötieto ry. 2017. ST-käsikirja 17. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Sähköinfo Severi.