



# **KNX-oppimisympäristön kehittäminen**

## **Opinnäytetyö**

Rami Heikka

Opinnäytetyö

9.4.2023

Insinööri (AMK), sähkö- ja automaatiotekniikka

**Heikka Rami**

## **KNX-oppimisympäristön kehittäminen**

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. **Huhtikuu 2023**, 42 sivua.

Tekniikan ala. Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: Suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: Kyllä

### **Tiivistelmä**

Jyväskylän koulutuskuntayhtymä Gradian Jämsän sähköalalle oli tarve kehittää oppimisympäristö KNX-järjestelmälle osaksi rakennusautomaatioasennukset tutkinnon osan harjoituksia. Toimeksiantajan toiveena oli noin yhdessä koulupäivässä suoritettava harjoitus, jossa toteutettaisiin väylälaitteiden kytkentä ja käyttöönotto ETS-ohjelmaa hyödyntäen.

Tutkimuksessa käytettiin kehittämistutkimukselle ominaisia menetelmiä. Tutkimus aloitettiin järjestelmän rakentamiseen käytettävissä olevien komponenttien kartoituksella ja KNX-järjestelmän ominaisuuksiin sekä vaatimuksiin perehtymällä, alan kirjallisuutta ja verkkolähteitä hyödyntäen. Oppimisympäristön rakentamisen lopputulosta arvioitiin toimeksiantajan haastattelulla. Toimeksiantajan haastattelun perusteella analysoitiin mahdollisia kehitys ehdotuksia.

Oppimisympäristöä varten rakennettiin siirreltävä asennuslevy. Levyyn sijoitettiin ryhmäkeskus, kojerasiat, valaisimet ja KNX-laitteet. Työssä käytetyistä tarvikkeista laadittiin myös tarvikeluettelo. Oppimisympäristölle laadittiin harjoitustyöohje, jossa ohjeistetaan kuvankaappauksilla ja sanallisesti harjoituksen eteneminen. Näitä ohjeita noudattamalla oppilaat saavat suoritettua ohjeessa selitettyjen toiminnallisuuksien parametroidin. Kytkentöjä varten piirrettiin keskuskaavio.

Tutkimukseen kuuluneen toimeksiantajan haastattelun perusteella havaittiin luodun oppimisympäristön olevan riittävä palvelemaan yhtenä harjoituksena rakennusautomaatioasennukset tutkinnon osassa.

### **Avainsanat (asiasanat)**

KNX, rakennusautomaatio, ePerusteet, oppimisympäristö

### **Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)**

-

**Heikka Rami**

### **Development of the KNX learning environment**

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, April 2023, 42 pages

Engineering and technology. Degree Programme in Electrical and automation Technology. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

### **Abstract**

Jyväskylä Educational Consortium Gradia Jämsä's electrical vocational field had a need to develop a learning environment for the KNX system as part of the exercises for the building automation installation unit. The client's wish was for an exercise to be carried out in about one school day, in which the connection and commissioning of bus devices would be carried out using the ETS program.

The research used methods specific to development research. The research started with the mapping of the components available for building the system and familiarization with the features and requirements of the KNX system, using the industry's literature and online sources. The result of the construction of the learning environment was evaluated through an interview with the client. Based on the client's interview, possible development proposals were analyzed.

A portable installation board was built for the learning environment. The distribution board, mounting boxes, lamps and KNX devices were placed in the board. A list of supplies was also made. An exercise manual was made for the learning environment, which instructs the progress of the exercise with screenshots and verbally. By following these instructions, the students will be able to complete the parameterization of the functions explained in the instructions. A central diagram was drawn for the connections.

Based on the client's interview, which was part of the research, it was found that the created learning environment is sufficient to serve as one exercise in the building automation installation unit.

### **Keywords/tags (subjects)**

KNX, building automation, eRequirements, learning environment

### **Miscellaneous (Confidential information)**

-

## Sisältö

<b>1</b>	<b>Johdanto .....</b>	<b>3</b>
1.1	Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet.....	3
1.2	Jyväskylän koulutuskuntayhtymä Gradia .....	3
<b>2</b>	<b>Tutkimusasetelma .....</b>	<b>4</b>
2.1	Kehittämistutkimus .....	4
2.2	Tietoperusta .....	5
<b>3</b>	<b>KNX-standardi .....</b>	<b>6</b>
3.1	Historiaa .....	6
3.2	Järjestelmän osat .....	7
3.3	Käyttösovellukset .....	9
3.3.1	Valaistus.....	9
3.3.2	Jäähdytys ja lämmitys .....	10
3.3.3	Markiisit ja kaihtimet .....	11
3.3.4	Ilmanvaihto .....	11
3.3.5	Tilaohjaukset ja energiankäytön hallinta.....	12
3.4	Toimintaperiaatteet ja topologia .....	13
3.4.1	Osoitteet .....	13
3.4.2	Topologia .....	16
3.5	Tietoturva .....	20
<b>4</b>	<b>Asennusharjoituksen suunnittelu ja toteutus .....</b>	<b>21</b>
4.1	Tarvikkeiden kartoitus ja harjoituksen suunnittelu .....	21
4.2	Harjoitus järjestelmän rakentaminen .....	22
<b>5</b>	<b>Ohjelmointi ja käyttöönotto .....</b>	<b>25</b>
<b>6</b>	<b>Tulokset ja pohdinta .....</b>	<b>27</b>
	<b>Lähteet .....</b>	<b>30</b>
	<b>Liitteet .....</b>	<b>32</b>
	Liite 1. Tarvikeluettelo.....	32
	Liite 2. Keskuskaavio.....	33
	Liite 3. Olohuoneen valaistusryhmien ohjaus.....	34
	Liite 4. Toimeksiantajan haastattelu .....	36

## Kuviot

Kuvio 1. Kehittämistutkimuksen vaiheet (Kananen 2012, 52).....	5
Kuvio 2. ABB yhdistelmäanturi (ABB n.d.) .....	7
Kuvio 3. ABB 6-kanavainen LED valonsäädin (ABB n.d.) .....	8
Kuvio 4. ABB KNX-teholähde ja IP-väylämuunnin yhdistelmä (ABB n.d.) .....	8
Kuvio 5. Havainnekuva valaistuksen tehonkäytöstä (Härkönen 2019) .....	9
Kuvio 6. Venttiiliohjain, 6-kanavaa (ABB n.d.) .....	10
Kuvio 7. Schneider KNX Huoneanturi (Onninen.fi n.d.) .....	12
Kuvio 8. Valaisimen ohjaus painikkeella (Härkönen 2019) .....	13
Kuvio 9. Yksilöllinen osoite (Härkönen 2019) .....	14
Kuvio 10. Ryhmäosoitteiden esitystavat (Härkönen 2019) .....	14
Kuvio 11. ABB neljäosainen vipupainike (ABB n.d.) .....	15
Kuvio 12. Ryhmäobjektit (KNX järjestelmän perusteet verkkokurssi n.d.) .....	15
Kuvio 13. Yhden linjan kaapelipituudet (Härkönen 2019) .....	16
Kuvio 14. Alue jossa päälinja ja viisitoista linjaa (Härkönen 2019) .....	17
Kuvio 15. Runkolinja ja kolme aluetta (Härkönen 2019) .....	17
Kuvio 16. Ethernet toteutus esimerkki (Härkönen 2019) .....	18
Kuvio 17. RF- kanava taajuuudet (Härkönen 2019) .....	19
Kuvio 18. Yksisuuntainen ja kaksisuuntainen verkko (Härkönen 2019, muokattu) .....	19
Kuvio 19. KNX IP (KNX.fi n.d.) .....	20
Kuvio 20. KNX Data Secure (KNX.fi n.d.) .....	20
Kuvio 21. ETS5-ohjelmassa laitteen sovelluksen ja osoitteen purkaminen (ETS5 n.d.) .....	22
Kuvio 22. Moduulikotelo, valaisimet ja kojerasiat asennettuna .....	23
Kuvio 23. Putkitukset ja kaapeloinnit.....	23
Kuvio 24. Moduulikotelon kalustus ja johdotus .....	24
Kuvio 25. Valmis KNX-harjoitus.....	25
Kuvio 26. ETS5-ohjelman kerrosnäkö.....	25
Kuvio 27. ETS-ohjelman tuoteluettelo näkö.....	26
Kuvio 28. RK1 laitteet lisättyinä .....	26
Kuvio 29. Ryhmäosoitteet.....	27

# 1 Johdanto

## 1.1 Opinnäytetyön tausta ja tavoitteet

Rakennusautomaatio on voimakkaasti kasvava ja kehittyvä osa-alue sähkö- ja automaatioalalla. Väyläpohjaiset järjestelmät ovat yleistyneet niin teollisuudessa kuin rakennusautomaatiossa. Työelämän vaatimukset sähköasentajalle laajenevat automaation kehittyessä, minkä takia vaatimukset ammatillisten oppilaitosten harjoitusympäristöille lisääntyvät.

Opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää oppimisympäristö KNX-järjestelmälle, sähkö- ja automaatioalan perustutkintoon. Tutkinnon laajuus on 180 osaamispistettä, josta 145 on ammatillisia ja 35 yhteisiä tutkinnon osia. Ammatillisia pakollisia tutkinnon osia on yhteensä 75 osaamispistettä sekä näiden lisäksi ammatillisia valinnaisia tutkinnon osia 70 osaamispistettä. (E-perusteet n.d.)

Tämä kehittämistutkimus kohdistuu yhteen valinnaiseen tutkinnon osaan: rakennusautomaatioasennuksiin. Tutkinnon osa on laajuudeltaan 45 osaamispistettä ja e-perusteiden mukaisesti sisältää mm. rakennusautomaatio järjestelmän konfigurointia. Gradia Jämsän sähkö- ja automaatioalalla ei ole tällä hetkellä oppimisympäristöä KNX-järjestelmiin liittyen. Tämän opinnäytetyön lopputulos palvelisi yhtenä osa-alueena kyseisen tutkinnon osan harjoituksia.

## 1.2 Jyväskylän koulutuskuntayhtymä Gradia

Toimeksiantajana tässä opinnäytetyössä toimii Gradia Jämsän sähköala. Gradia on kuitenkin isompi kokonaisuus, johon kuuluu kaksi ammatillista oppilaitosta: Gradia Jyväskylä ja Gradia Jämsä.

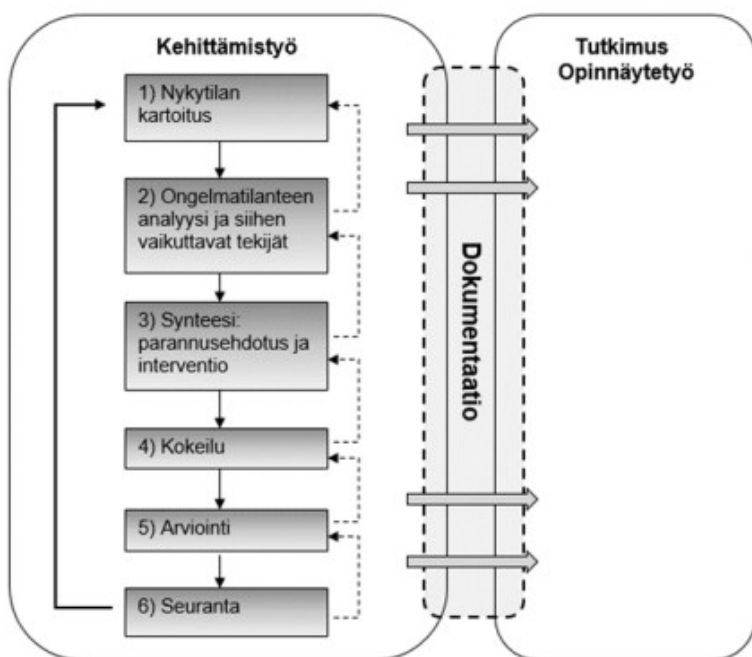
Näiden lisäksi Gradiaan kuuluu lukiot: Jyväskylän Lyseon lukio, Schildtin lukio ja Jyväskylän aikuislukio. Organisaatioon kuuluu myös sisäiset palvelut, ravintolat ja kiinteistöt. Vuoden 2022 alussa henkilöstöä oli noin 1100 ja opiskelijoita noin 21000. Liikevaihto 2020 vuonna oli 101 milj.€. (Jyväskylän koulutuskuntayhtymä Gradia n.d.)

## 2 Tutkimusasetelma

### 2.1 Kehittämistutkimus

Kehittämistutkimus voidaan jakaa kahteen prosessiin. Ensimmäinen prosessi on kehittämistyö, joka sitoutuu konkreettiseen tavoitteeseen ja tarpeeseen. Esimerkiksi tuotteeseen tai palveluun. Prosessissa on tunnistettava kehityksen kohde ja siihen vaikuttavat tekijät. Tämä voidaan ajatella prosessin teknisenä osana. Kehittämistutkimuksen toinen osa-alue on tutkimuksellinen prosessi. Tutkimuksellinen prosessi sijoittuu työn alkuun sekä loppuun ja sisältää mm. tietoperustan hankinnan, mahdolliset haastattelut tai kyselyt. Lopuksi analysoidaan tutkimuksen onnistumista ja mahdollisia kehittämistarpeita jatkossa. (Kananen 2012, 45.)

Kehittämistutkimuksen toteutus jakautuu tyypillisesti kuuteen vaiheeseen. Ensimmäisenä kartoitetaan kehitettävän kohteen nykytila, joka johtaa mahdollisen ongelman selvittämiseen ja analysointiin. Tähän vaiheeseen on syytä käyttää mahdollisimman paljon resursseja ja aikaa. Liian nopeasti ratkaisuvaiheeseen siirtyminen voi jättää ongelman analysoinnin heikoksi ja siten heikentää onnistumisen mahdollisuuksia. Kun kehittämistutkimukselle on saatu mitattavat tavoitteet, voidaan siirtyä synteysiin, eli parannusehdotuksiin ja interventioon. Interventiolla tarkoitetaan ongelmaan puuttumista. Suunniteltujen muutoksien jälkeen tarkistetaan teoreettiset vaikutukset lähtötilanteeseen. Jos muutoksissa on saavutettu haluttuja tavoitteita, voidaan siirtyä kokeilu vaiheeseen. Tässä vaiheessa muutokset toteutetaan käytännössä ja arvioidaan tuloksia. Tuloksia verrataan mitattaviin tavoitteisiin. Arviointia toteutetaan myös kehittämistyön aikana, eli arvioidaan koko prosessin etenemistä. Kuten kuviossa 1. esitetäänkin, jokaisessa prosessin vaiheessa voidaan palata aikaisempiin vaiheisiin, jos havaitaan tarvetta muutokselle. (Kananen 2012, 52–54.)



Kuvio 1. Kehittämistutkimuksen vaiheet (Kananen 2012, 52)

Kehittämistutkimuksen luotettavuutta on yleisesti kritisoitu. Luotettavuuden arvioinnissa on havaittu haasteita teoriapohjassa, koordinoinnissa ja tutkimusmenetelmissä. Sekä Pernaa (2013), että Kananen (2012) toteavatkin, että tieteellisen tutkimuksen arvioinnissa käytetyt kriteerit: luotettavuus, kohdistuminen ja toistettavuus, ovat lähinnä määrällistä, eli kvantitatiivista tutkimusta vastaavia. Kehittämistutkimuksessa tavoitteet ovat laadulliset ja yhtenä luotettavuuden analysointi menetelmänä voitaisiinkin käyttää triangulaatiota. Tässä monimenetelmäisessä tutkimuksessa tavoitellaan laadullisia havaintoja, määrällisiä mittauksia käyttämällä. Triangulaation haasteena on resurssitarpeiden ja ajankäytön kasvaminen. Tarkalla dokumentoinnilla, testaamisella ja raportoinnilla voidaan myös lisätä kehittämistutkimuksen luotettavuutta. (Kananen 2012, 31; Pernaa 2013, 18–22.)

## 2.2 Tietoperusta

Tietoperustana tässä kehittämistutkimuksessa käytetään ammattikirjallisuutta, verkkojulkaisuja ja verkkokurssi materiaalia. Aineiston valinnassa on kiinnitetty huomiota faktojen oikeellisuuteen lähdekriittisesti. Oppimisympäristön suunnittelussa on huomioitu toimeksiantajan toiveet ja lopputulosta arvioidaan toimeksiantajan haastattelun perusteella.



### 3 KNX-standardi

KNX on kiinteistöjen ohjaukseen tarkoitettu avoin maailmanlaajuinen standardi. Tämän standardin avoimuus avaa hyötyjä rakentamisen kaikille osapuolille. Standardi ei ole laitevalmistaja riippuvainen ja täten käyttäjien kiinteistö järjestelmien elinkaari on varmemmalla pohjalla. Esimerkiksi valmistajakohtaisessa suljetussa järjestelmässä laitetoimittajan poistuessa markkinoilta, voi käyttäjä jäädä täysin ilman teknistä tukea ja ylläpitopalveluja.

Suljettujen järjestelmien liittämisessä toisiinsa on haasteita. Eri valmistajien suljettujen järjestelmien käyttäminen kokonaisvaltaisessa rakennusautomaatiojärjestelmässä johtaa todennäköisesti kokonaiskustannusten kasvamiseen antureiden, kaapelointien ja toimilaitteiden määrän kasvaessa. Myös energiankustannusten hallinta, huonosti keskenään keskustelevien järjestelmien välillä voi olla haastavaa. (Härkönen 2019, 11.)

KNX kattaa seuraavat kansainväliset standardit (KNX Finland 2022):

- EN 50090 HBES (koti- ja kiinteistösähköjärjestelmät)
- EN 13321-1 BACS (kiinteistöautomaatio ja ohjausjärjestelmät)
- EN 13321-2 (KNXnet/IP)
- ISO/IEC 14543-3 HES (kodin sähköiset järjestelmät)
- ISO/IEC 14543-3

#### 3.1 Historiaa

Saksalaisen teknologian alkuperäinen nimi oli EIB, eli European Installation Bus. Tämän teknologian kehittivät 15 tunnettua sähköasennustarvikevalmistajaa vuonna 1990. Vuonna 1992 ensimmäinen laite saatiin markkinoille Siemensin toimesta. Seuraavana vuonna ETS-ohjelmisto julkistettiin ja 1994 sertifiointikoulutukset käynnistettiin. Ennen vuotta 2001, kolme eurooppalaista standardia, Batibus, EHS, EIB yhdistyivät ja kahden ensin mainitun tekniikan kehittäminen lopetettiin. Seuraava askel oli standardin maailmanlaajuinen kattavuus. Tämä johti päätökseen nimen





Kuvio 3. ABB 6-kanavainen LED valonsäädin (ABB n.d.)

Järjestelmä komponentteina toimivat mm. linjayhdistimet, teholähteet sekä ohjelmointirajapinnat. Nämä komponentit ylläpitävät KNX-järjestelmän infrastruktuuria. Järjestelmän komponenttien sanoman välityksestä puhuttaessa, käytetään termiä siirtomedia. Siirtomedioiden toimivat Ethernet, parikaapeli, sähköverkko ja radiotaajuus.



Kuvio 4. ABB KNX-tehölähde ja IP-väylämuunnin yhdistelmä (ABB n.d.)

### 3.3 Käyttösovellukset

#### 3.3.1 Valaistus

KNX- sovelluksista yleisin on valaistus automaatio. Tämän käyttösovelluksen toiminnallisuus perustuu ohjelmallisesti toteutettuihin algoritmeihin sekä yhteyksiin. Näin saadaan toteutettua helppokäyttöinen ja energiatehokas järjestelmä. Valaistuksen ohjauksen toimintojen muuttamiseksi ei yleensä tarvitse suorittaa kytkentämuutoksia. Käyttöohjaukset tapahtuvat esimerkiksi manuaalisesti painikkeilla tai vaihtoehtoisesti automaattisesti läsnäolotunnistimen havaitessa liikettä valvotussa tilassa. Energiatehokkuutta voidaan parantaa esimerkiksi soveltamalla näitä kahta edellä mainittua. Käyttäjän sytyttää valot painikkeilla, mutta jos läsnäolotunnistin ei havaitse liikettä tilassa asetetun ajan kuluessa, tunnistin sammuttaa valot. Myös vyöhyke kohtaisia ohjauksia voidaan toteuttaa esimerkiksi siivousta varten. Pientalo käytössä voitaisiin soveltaa mm. kaikki valot pois -painiketta. Tässä tapauksessa asennettaisiin painikkeet esimerkiksi eteiseen ja makuuhuoneeseen. Toimisto ympäristöissä läsnäolotunnistimien vakiovalo-ohjauksella saadaan aikaan energia säästöä, sekä mukavuutta valaistuksen voimakkuuden pysyessä melko vakiona, koska vakiovalo-ohjaus ottaa huomioon luonnonvalon voimakkuuden huonetilassa.

Kuviossa 4. esitetään esimerkki valaistuksen vuorokauden tehonkäytöstä. Harmaa katkoviiva kuvastaa perinteisen kello-ohjauksen tehonkäyttöä ja keltaisella viivalla läsnäolotunnistin vakiovalo-ohjauksella. Led-valaisimilla toteutettuna valaistuksen hyötysuhde on hyvä myös himmennettynä ja tällöin saavutetaan viihtyvyyden lisäksi energiansäästöä.



Kuvio 5. Havainnekuva valaistuksen tehonkäytöstä (Härkönen 2019)

### 3.3.2 Jäähdytys ja lämmitys

Toinen yleisesti käytetty sovellus on lämmityksen ja jäähdytyksen ohjaus. Huonelämmönsäätimien avulla tilojen lämpötilat saadaan säädettyä huonekohtaisesti. Energiatehokkuutta saadaan parannettua esimerkiksi läsnäolotunnistimilla, jolloin tilan ollessa tyhjiällä, voidaan pudottaa käyttämättömien tilojen lämpötilaa ja vähentää ilmanvaihtoa. Kuten ST kortissa 701.31 (2018, 6) että Härkönen ST-käsikirjassa 23 (2019, 27–28) esittää, rakennuksen suunnitteluvaiheessa on otettava huomioon LVI-urakointisuunnitelmissa kiinteistöautomaation liittäminen lämmityksen ja jäähdytyksen ohjaukseen. Vesikiertoisien lattialämmityksen ollessa pientalojen tyyppillisin lämmönjakotapa, molemmat edellä mainitut ST-julkaisut suosittelevat urakkarajaksi lämmönjakotukkia. LVI-urakoitsija asentaa tukille termiset toimilaitteet ja sähkö/automaatio urakoitsija kytkee ne ohjausjärjestelmään. Tällöin lämmitysjärjestelmä hoitaa jakotukille veden lämpötilan säädön ja KNX-järjestelmä huonekohtaisen lämpötilan, ohjaamalla termisiä toimilaitteita. Lisäksi ST-julkaisuissa mainitaan huonesäätimien tyyppillisesti ohjaavan viilennystä. Tämä voidaan toteuttaa esimerkiksi puhallinkonvektoreilla tai KNX-yhteensopivilla ilmalämpöpumpuilla. Saman huonelämmönsäätimen ohjatessa lämmitystä ja jäähdytystä saadaan estettyä niiden samanaikainen käyttö. (ST 701.31 2018; Härkönen 2019.)



Kuvio 6. Venttiiliohjain, 6-kanavaa (ABB n.d.)

### 3.3.3 Markiisit ja kaihtimet

Keski-Euroopassa kaihtimien ohjaukset ovat yhtä yleisiä kuin valaistuksen ohjaukset. Suomessa kaihdin ohjauksia pidetään jostain syytä erikoisuutena, vaikka niiden avulla saadaan lisättyä merkittävästi asumismukavuutta. Suunnitteluvaiheessa olisikin syytä ottaa huomioon mahdolliset kaihdin tai markiisi ohjaukset, koska kaapeloinnit on helpoin toteuttaa rakennusvaiheessa. (ST-kortti 701.31. 2018, 6.)

Vaikka kaihtimet vähentävät automaattisen aurinkosuojauksen avulla sisätilojen kuumenemistä ja sen takia parantavat energiatehokkuutta jäähdytystarpeen vähenemisellä, voidaan niillä toteuttaa myös tilanneohjauksia (Härkönen 2019, 27). Tilanne ohjauksista lisää otsikolla 3.3.5. Tilanneohjauksena voisi olla esimerkiksi elokuvatila. Tässä tapauksessa aloitettaessa elokuvan katselu, saadaan yhdellä painikkeella toteutettua kolme ohjelmallista toimintoa: laskettua valkokangas, pimenysverhot, sekä himmennettyä valaistus ennalta asetettuun valaistuksen voimakkuuteen.

### 3.3.4 Ilmanvaihto

Ilmanvaihdon energiatehokkuutta ja laatua voidaan parantaa esimerkiksi huonekohtaisilla läsnäolotunnistimilla ja huoneantureilla. Läsnäolotunnistimen avulla voidaan painesäätöisessä ilmanvaihdossa vähentää ilmanvaihtoa tiloissa, joissa ei havaita liikettä. Kun liikettä ei havaita, säädetään huonekohtaisilla pelleillä tuloilmaa pienemmälle, jolloin paineen noustessa tulokanavassa ilmanvaihtokone vähentää tehoa (Härkönen 2019, 28). Suurissa kohteissa, joissa ilmanvaihto on jaettu vyöhykkeisiin, ilmanvaihdon laatua voidaan parantaa ilmanlaatuantureilla. Esimerkiksi ihmisten tuottaman hiilidioksidin määrän noustessa huonetilassa yli asetetun raja-arvon voidaan tehostaa ilmanvaihtoa, kunnes saavutetaan haluttu arvo. Ilmankosteus on myös yleisesti mitattu ja ilmavaihtoa ohjaava suure. (ST-kortti 701.31. 2018, 4.)



Kuvio 7. Schneider KNX Huoneanturi (Onninen.fi n.d.)

### 3.3.5 Tilaohjaukset ja energiankäytön hallinta

Tilaohjauksilla tarkoitetaan käyttäjälle yksinkertaistettuja ohjelmallisesti toteutettuja toimintoja, esimerkiksi yhdellä painikkeella toteutettavia toiminnallisia kokonaisuuksia. Kotiautomaatiossa yleisin tilaohjaus on kotona/poissa. Poissa tilanteessa voidaan esimerkiksi ohjata ilmanvaihdon ta-soa, aktivoida murtohälytykset, katkaista haluttujen pistorasiaryhmien sähkönsyöttö ja sammuttaa valaistukset. Näillä toimilla käyttäjä saavuttaa energian säästöä ja ehkäisee omaisuusvahinkoja. Kotona/pois- ohjauspainike sijoitetaan tyypillisesti eteiseen, jolloin käyttäjän on helppo valita tilanne poistuessaan tai palatessaan asuntoon. (ST-kortti 701.31. 2018, 4.)

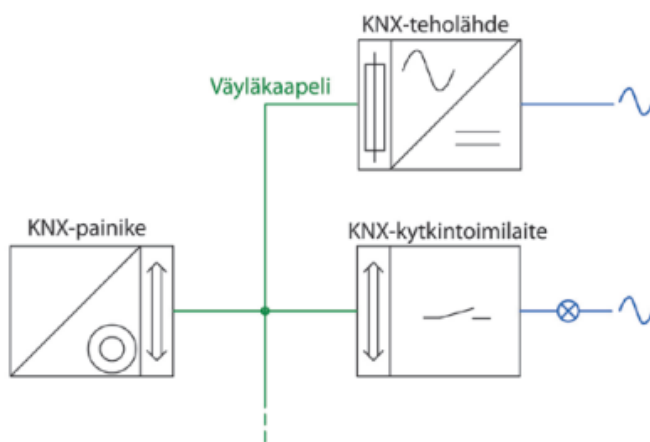
Tilaohjauksia käytetään myös asumismukavuuden parantamiseen. Yhtenä tilaohjauksena voi olla esimerkiksi elokuvatila. Tässä tapauksessa aloitettaessa elokuvan katselu, saadaan yhdellä painikkeella toteutettua kolme ohjelmallista toimintoa: laskettua valkokangas, pimennysverhot, sekä himmennettyä valaistus ennalta asetettuun valaistuksen voimakkuuteen. (Härkönen 2019, 27.)

Energiatohokkuus on isossa roolissa nyt ja tulevaisuudessa. On sitten kyse pientalosta tai isomasta kiinteistöstä, energian hallinnalle ja mittaamiselle on olemassa oleva tarve. Energian mitaus ja hallinta onkin järkevää integroida kiinteistöautomaatioon ja sen käyttöliittymään. Energia-varastot ja uusiutuvan energian tuotanto lisäävät kiinteistöautomaation roolia niiden järkevän

käytön saavuttamiseksi (Härkönen 2019, 29). Etenkin pörssisähkön spot-hinnoittelua seuraavat järjestelmät energian käytössä, varastoinnissa ja myynnissä ovat yleistymässä.

### 3.4 Toimintaperiaatteet ja topologia

Kuviossa kahdeksan esitetään KNX-järjestelmä yksinkertaisimmillaan: teholähde, anturi ja toimilaite. Väyläkaapelin lisäksi teholähde ja kytkintoimilaite tarvitsevat 230vac verkkojännitteen syötön. Painike saa käyttöjännitteensä teholähteen väylään syöttämästä 30vdc jännitteestä.

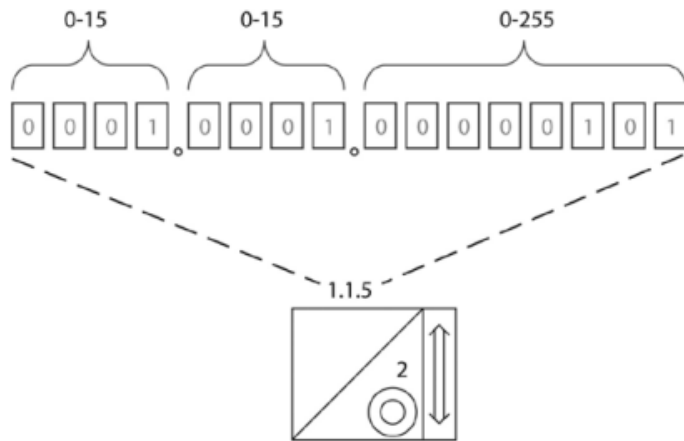


Kuvio 8. Valaisimen ohjaus painikkeella (Härkönen 2019)

#### 3.4.1 Osoitteet

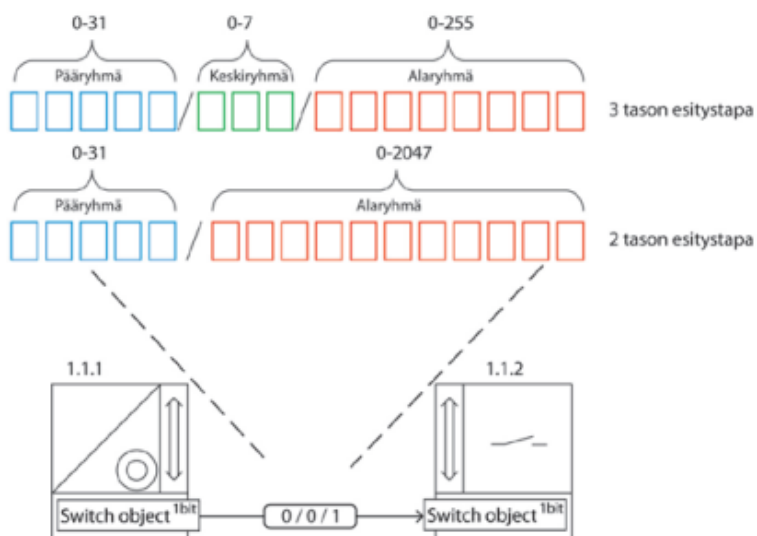
KNX-järjestelmä muodostuu yksilöllisistä osoitteista ja ryhmäosoitteista. Väylälaitteen sijainti järjestelmässä osoitetaan yksilöllisellä osoitteella ja laitteiden sanomien välittämiseen käytetään ryhmäosoitteita. Jokaisella laitteella, lukuun ottamatta teholähteitä on oltava yksilöllinen osoite. Yksilöllistä osoitetta KNX-järjestelmä käyttää käyttöönotto vaiheessa, varsinaisen käytön aikana yksilöllisellä osoitteella ei ole merkitystä. Yksilöllinen osoite on 16 bitin kokoinen ja se jakautuu kolmeen lukuun. Ensimmäinen ja toinen luku on 4 bittisiä (lukualue 0–15) ja kolmas luku 8 bittiä (lukualue 0–255). Ensimmäinen luku kertoo alueen, toinen luku linjan ja kolmas luku laitteen. Tällöin laitteita voi olla yhteensä  $15 \cdot 15 \cdot 255 = 57600$  laitetta. (Härkönen 2019, 36.)





Kuvio 9. Yksilöllinen osoite (Härkönen 2019)

Ryhmäosoitteiden käyttötarkoitus on sanomien välittäminen. Haluttu toiminnallisuus muodostetaan ohjelmoinnissa ryhmäosoitteita käyttämällä. Ryhmäosoitteille voidaan valita vapaa, kahden tason tai kolmen tason esitystapa. Vakiintunut käytäntö on kolmen tason esitystapa. Kolmen tason esitystavassa ensimmäisellä luvulla kerrotaan pääryhmä, toisella luvulla keskiryhmä ja kolmannella luvulla alaryhmä. Ryhmäosoitteen koko on 16 bittiä. (Härkönen 2019, 38.)

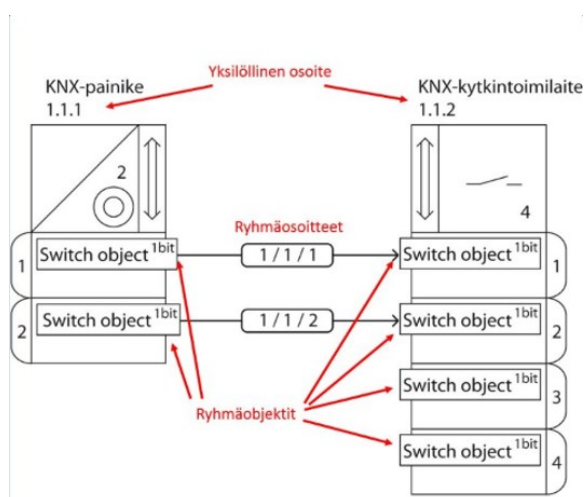


Kuvio 10. Ryhmäosoitteiden esitystavat (Härkönen 2019)

Usein väylään kytketty laite sisältää erillisiä kanavia. Esimerkiksi tässä opinnäytetyössä käytettiin kuvion 11 mukaisia neljäosaisia vipupainikkeita. Näissä painikkeissa vasemmanpuoleisilla ja oikeanpuoleisilla kytkimillä voidaan tuottaa eri sanoma. Tämä siksi, että jokaisella kytkimellä on omat ryhmäobjektinsa. Ryhmäobjektia käytetään lähettämään ja vastaanottamaan sanomia väylälaitteen välillä. Ryhmäobjekti sisältää muistipaikan. Jos käyttötarkoitus on esimerkiksi, valojen on / off ohjaus, muistipaikan koko on yksi bitti. Yleisesti säädintoimilaitteissa käytetään yhden tavun, eli kahdeksan bitin kokoista muistipaikkaa (Härkönen 2019, 40). Tämä on huomioitava ryhmäobjektien yhdistyksessä käyttöönottovaiheessa, sillä sanomien lähettäjän ja vastaanottajan muistipaikan koko on oltava sama.



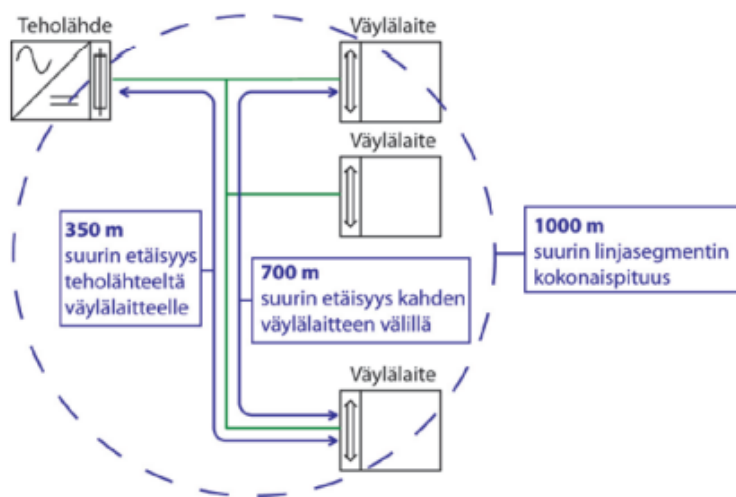
Kuvio 11. ABB neljäosainen vipupainike (ABB n.d.)



Kuvio 12. Ryhmäobjektit (KNX järjestelmän perusteet verkkokurssi n.d.)

### 3.4.2 Topologia

KNX-järjestelmän pienin vyöhyke on linja. Se sisältää teholähteen, väyläkaapeloinnin ja väylälaitteet. Teoriassa väylälaitteita on mahdollista sijoittaa linjaan 256 kappaletta, näistä yksi on linjayhdistin. Laitteiden määrää rajoittavana tekijänä on valittu teholähde. Yhden linjan kaapeloinnin kokonaispituus voi olla enintään 1000 metriä. Väyläkaapelointi voidaan toteuttaa ketjuttamalla tai tähtipisteestä haaroittamalla, mutta ei suljettuna rengasverkkona. Suurin etäisyys teholähteeltä väylälaitteelle saa olla enintään 350 metriä ja väylälaitteiden välinen etäisyys enintään 700 metriä. (Härkönen 2019, 58.)

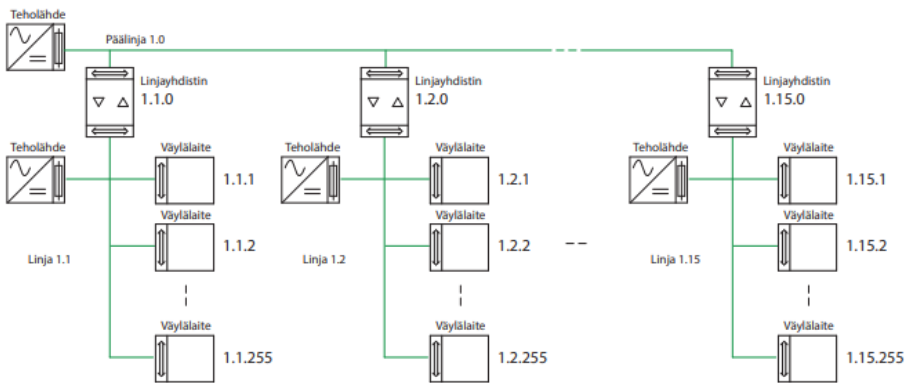


Kuvio 13. Yhden linjan kaapelipituudet (Härkönen 2019)

Jos tarvittavien väylälaitteiden määrä on suurempi kuin 256kpl tai väyläkaapeloinnin pituus ylittää 1000 metriä on tarpeellista toteuttaa kohde useammalla linjalla. Tällöin puhutaan alueesta. Esimerkiksi kerrostalo kohteessa voitaisiin kaapeloida oma linja jokaiselle kerrokselle. Näiden linjojen lisäksi kaapeloidaan päälinja, joka yhdistetään linjoihin linjayhdistimellä. Päälinjaan voidaan yhdistää enintään viisitoista linjaa. Tällöin yhdellä alueella voi olla enintään 3840 laitetta.

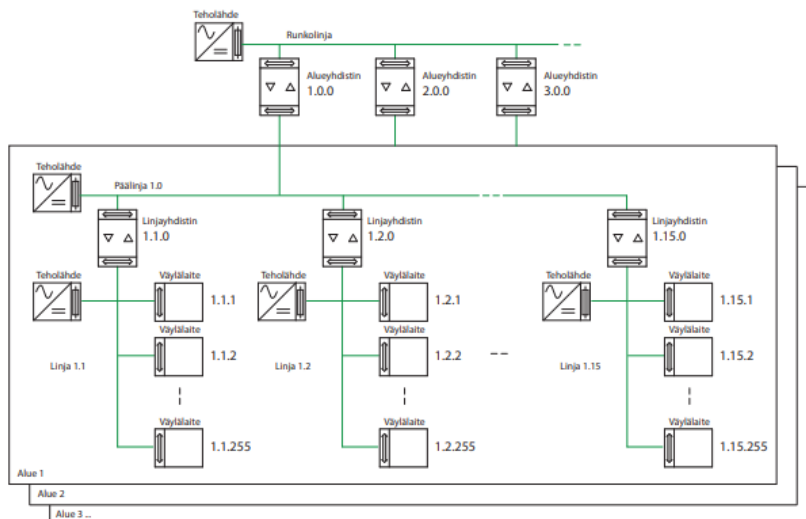
Linjayhdistin toimii väylässä galvaanisena erottimena, jolloin se vähentää häiriöiden mahdollisuutta suuressa järjestelmässä. Linjayhdistin välittää tarpeelliset sanomat päälinjalta linjalle ja toisinpäin. Jos linjassa olevan sanoman kohdeosoite on yhdistetty toisen linjan laitteisiin, kopioi yhdistin sanoman päälinjalle, josta toinen yhdistin taas siirtää sen omalle linjalleen. Jotta tämä

toteutuu, on käyttöönotossa kopioitava ryhmäosoitteet linjayhdistimien suodatintaulukkoihin. (Härkönen 2019, 59.)



Kuvio 14. Alue jossa päälinja ja viisitoista linjaa (Härkönen 2019)

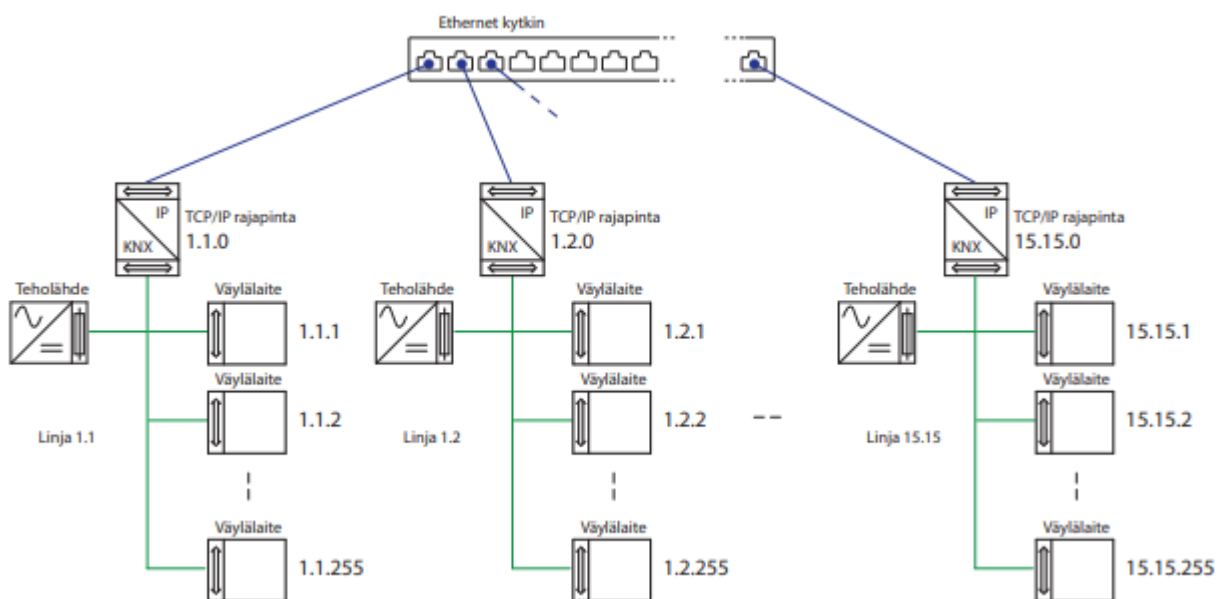
Jos järjestelmää on tarvetta kasvattaa vielä tätäkin suuremmaksi, voidaan lisätä runkolinja. Runkolinja toteutetaan samalla parikaapelilla kuin päälinja ja linjat. Runkolinjaan voidaan kytkeä viisitoista aluetta alueyhdistimillä ja tällöin väylälaitteiden maksimi määräksi tulee 57600. Alueyhdistin sijaitsee topologiassa eri tasolla, mutta on samanlainen laite kuin linjayhdistimet. (Härkönen 2019, 61.)



Kuvio 15. Runkolinja ja kolme aluetta (Härkönen 2019)

Väylälaitteita voidaan sijoittaa myös pää ja runkolinjaan, kuten tässä opinnäytetyössä toteutetussa KNX-oppimisympäristön harjoituksessa on tehty. Päälinjassa voi olla enintään 256 laitetta, mukaan lukien linja- ja alueyhdistimet. Väylälaitteiden sijoittaminen päälinjaan on järkevää, jos järjestelmä on pieni. Tässä työssä keskuslaitteet sijoitettiin päälinjaan ja linjayhdistimen jälkeiseen linjaan ”kentälle” tulevat laitteet, eli painikkeet.

TP-parikaapeli väylä toteutuksen vaihtoehtona suurissa järjestelmissä on järkevää käyttää IP- verkkoa runkolinjana. Myös jos linjan suurin kaapeli pituus ylittyy, on Ethernet verkko valokuitu yhteyksineen hyvä ratkaisu. IP-verkon, eli Ethernet-tietoverkon sanomanvälityskapasiteetti on noin tuhat kertainen verrattuna TP-parikaapeli verkkoon. Jos on tarve käyttää visualisointiohjelmia tai etäkäyttöä, tällöin runkolinja toteutetaan Ethernet verkolla. Yhdistys TP- parikaapelista Ethernetiin saadaan toteutettua KNX TCP/IP-rajapinnalla. Yleiskaapelointiin käy suojaamaton CAT6- kaapeli. (Härkönen 2019, 64.)



Kuvio 16. Ethernet toteutus esimerkki (Härkönen 2019)

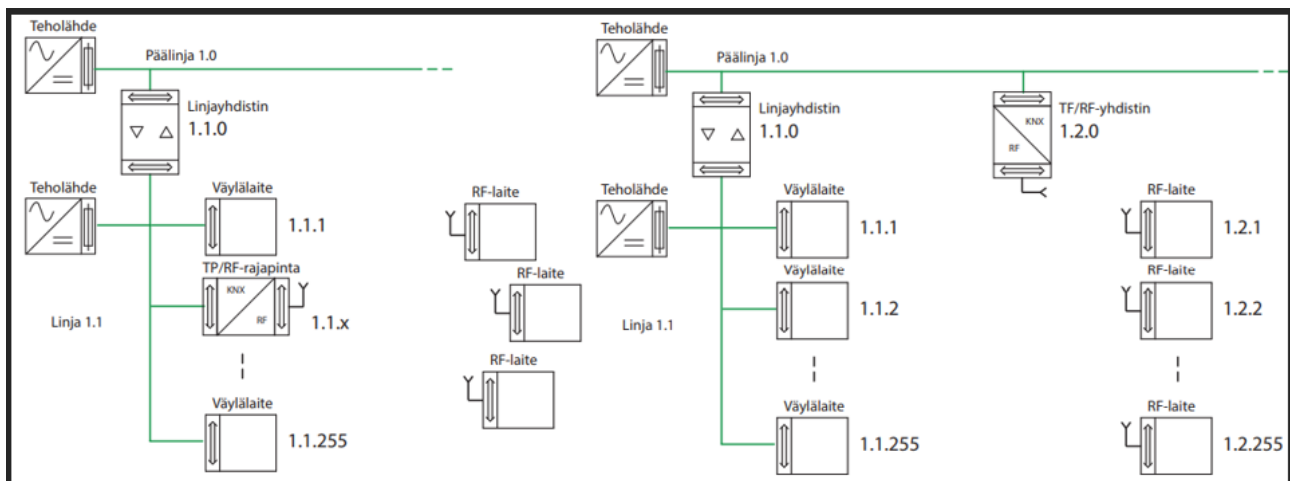
TP- parikaapeloinnilla toteutettuun verkkoon on mahdollista yhdistää myös langattomia KNX-laitteita. Tällöin puhutaan RF-laitteista. Laitteet käyttävät viittä radiotaajuus kanavaa. RF multi- järjestelmän kanavista kolme on nopeaa: F1, F2 ja F3 ja kaksi on hidasta kanavaa: S1 ja S2. Taajuusalueet esitetään kuviossa 17. Nopeita kanavia käytetään välittömien toimintojen toteuttamiseen,

kuten tunnistimet ja painikkeet. Hitaita kanavia voidaan käyttää esimerkiksi LVI-laitteiden väliseen viestintään. (Härkönen 2019, 71.)

Kanava	Taajuusalue MHz	Keskitaajuus MHz
F1	868,0–868,6	868,3
F2	868,7–869,2	868,95
F3	869,7–870	869,85
S1	869,7–870	869,85
S2	869,4–869,7	869,525

Kuvio 17. RF- kanava taajuudet (Härkönen 2019)

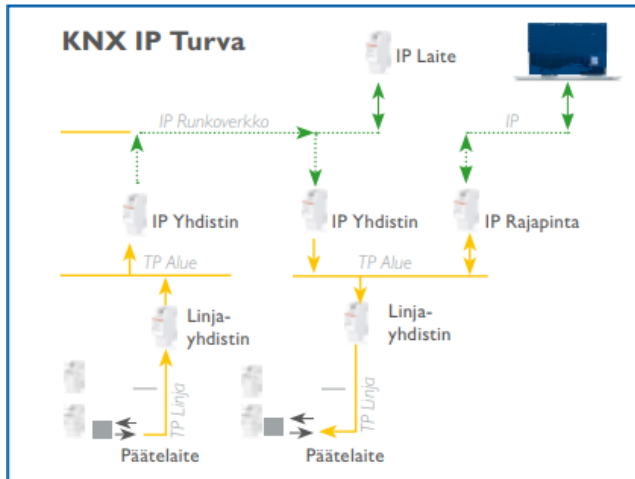
Langattomia laitteita on yksi- ja kaksisuuntaisia. Kuviossa 18 on esitetty molempien verkkojen toteutustavat. Yksisuuntaiset laitteet yhdistetään yleensä suoraan linjaan TP/RF-rajapinnalla, kun taas kaksisuuntaisille langattomille laitteille luodaan oma langaton linja. (Härkönen 2019, 72–73.)



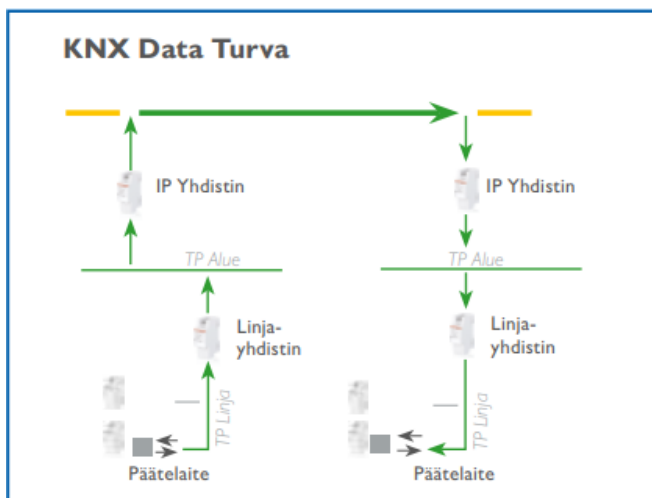
Kuvio 18. Yksisuuntainen ja kaksisuuntainen verkko (Härkönen 2019, muokattu)

### 3.5 Tietoturva

Kiinteistöautomaation yleistyessä kiinnitetään yhä enemmän huomiota järjestelmien tietoturvaan. KNX Data Secure ja KNX IP Secure ovat KNX-protokollan tietoturvalaajennukset. Nämä laajennukset ovat standardin ISO/IEC 18033-3 mukaisia ja käyttävät AES128 salaus menetelmää. (Härkönen 2019, 75–76.)



Kuvio 19. KNX IP (KNX.fi n.d.)



Kuvio 20. KNX Data Secure (KNX.fi n.d.)

KNX Data Secure suojaus salaa ryhmäsanomat väylälaitteiden välillä, jos laitteet sitä tukevat. KNX IP Secure suojaa viestit nimensä mukaisesti IP-verkossa. Projektissa on mahdollista käyttää molempia suojaus menetelmiä. Jotta tietoturvallisia sanomia voidaan käyttää, on ETS-projekti suojattava salasanalla. Projektissa käytettävät väylälaitteet tunnistetaan FDSK-avaimella, jonka laitevalmistaja toimittaa tulostettuna laitteen arvokilpeen tai erillisellä dokumentilla. ETS-projektiin avain syötetään käsin tai QR-koodilukijalla. Kun väylässä oleva laite on hyväksynyt avaimen, ei FDSK-avainta jatkossa tarvita, jos laitteita ei ole palautettu tehdasasetuksille. (Härkönen 2019, 76.)

## **4 Asennusharjoituksen suunnittelu ja toteutus**

### **4.1 Tarvikkeiden kartoitus ja harjoituksen suunnittelu**

Asennusharjoituksen suunnittelu alkoi olemassa olevien komponenttien kartoituksella. Gradia Jämsän sähköalalta löytyi jonkin verran vanhoja KNX-laitteita ja tarkoitus olikin saada näillä komponenteilla toteutettua mahdollisimman edullisesti asennus ja käyttöönottoharjoitus. Oppimisympäristö rakentuu käsin siirreltäväälle asennuslevylle. Asennuslevy sisältää keskuksen KNX-laitteineen, uppokojerasiat putkitettuna, led-valaisimet ja KNX-painikkeet. Koska tämä harjoitus on tarkoitettu suoritettavaksi noin yhden koulupäivän aikana, on harjoituksen laajuus mitoitettu sen mukaiseksi. Valitut väylälaitteet ja asennustavat mahdollistavat kuitenkin harjoituksen muokkauksen ja tästä työstä poikkeavien ohjelmallisten toiminnallisuuksien luomisen.

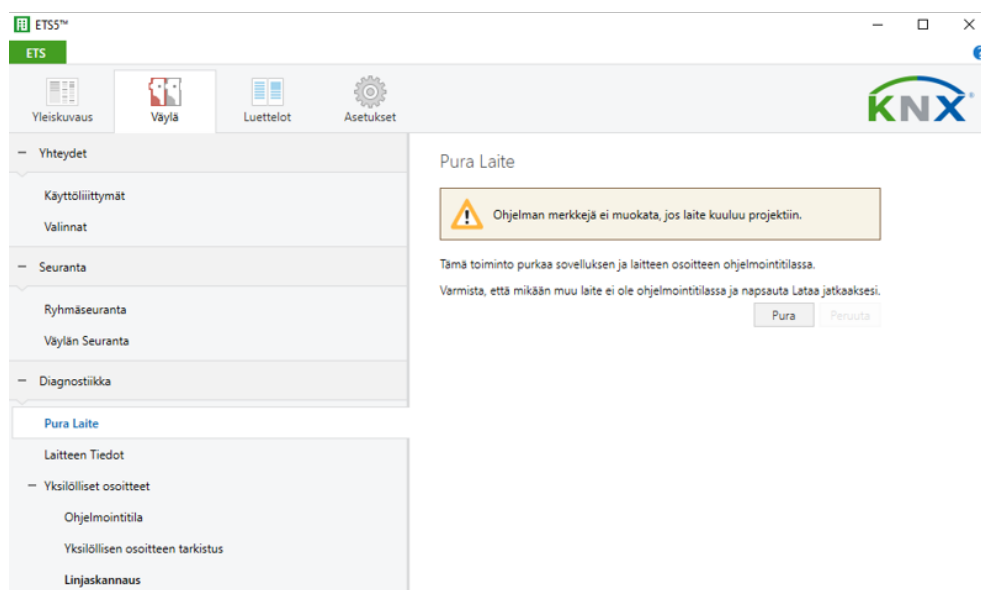
KNX-projektin luomiseen käytettiin ETS5-ohjelmaa, johon Gradialla oli olemassa olevat USB-lisenssiavaimet. ETS5-ohjelman peruskäyttöön löytyy opetusvideoita esimerkiksi KNX Finlandin YouTube kanavalta osoitteesta: <https://www.youtube.com/@knxfinland3761/videos>.

Koska laitteita oli joskus aiemmin käytetty harjoituksissa, oli näissä jo vanhat osoitteet ja sovellukset. Laitteiden toimivuuden testaamisen aloitinkin palauttamalla ne tehdasasetuksille ETS5-ohjelmaa käyttäen. Tehdasasetusten palauttaminen ETS5-ohjelmalla tapahtuu seuraavasti:

Paina vasemmasta yläreunasta vihreää ETS painiketta ja siirry väylä välilehdelle, kuten kuviossa 21 esitetään. Täältä voit purkaan laitteen sovelluksen ja osoitteen: Diagnostiikka -> Pura laite -> Pura. Ennen purkamista, varmista että yhtään laitetta ei ole ohjelmointi tilassa. Ohjelma opastaa painamaan purettavan laitteen ohjelmointi painiketta.



Purkamisen jälkeen painamalla uudelleen vihreää ETS painiketta saadaan palattua projekti näkymään, jossa laitteelle on mahdollista antaa uusi osoite ja haluttu toiminnallisuus.



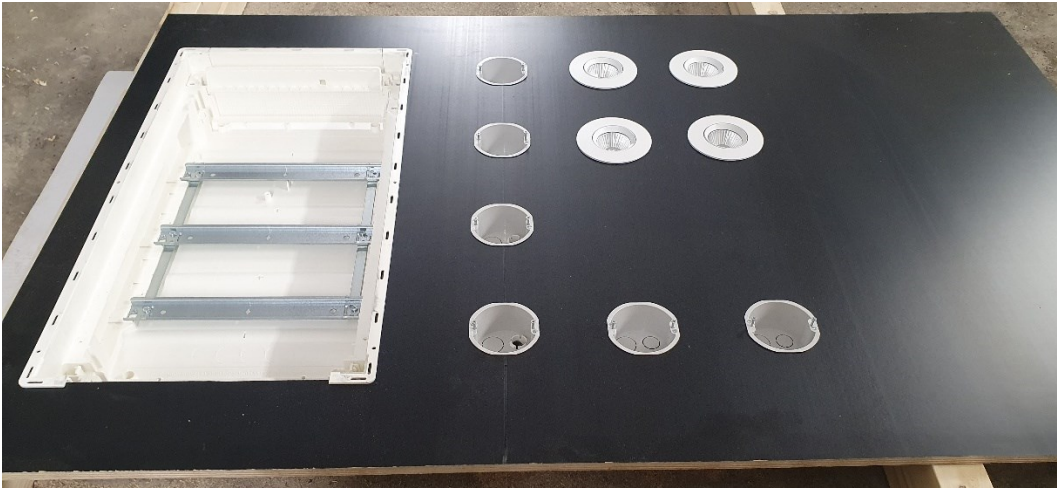
Kuvio 21. ETS5-ohjelmassa laitteen sovelluksen ja osoitteen purkaminen (ETS5 n.d.)

Käytettyjen laitteiden joukosta löytyi myös viallisia komponentteja, kuten ABB 4-kanavainen switch actuator, eli ns. relälähtö. Tässä laitteessa ei kanavan A ja B releet toimineet. Alkuun testasinkin harjoitukseen suunnitellut laitteet ETS-ohjelmalla yksitellen. Harjoitukseen valitut laitteet ja tarvikkeet löytyvät liitteenä 1. olevasta tarvikeluettelosta. Laitteiden valinnan jälkeen piirsin Cadmatic ohjelmalla keskuskaavion rakennettavan keskuksen kytkennöistä. Tämä keskuskaavio löytyy liitteestä 2.

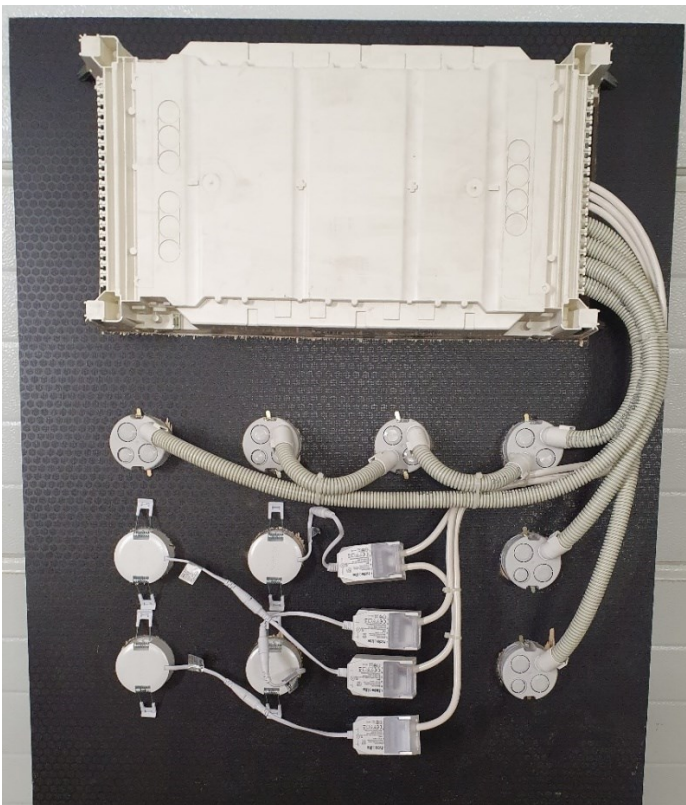
## 4.2 Harjoitus järjestelmän rakentaminen

Järjestelmän rakentamisen aloitin mitoittamalla kojerasioiden, keskuksen ja valaisimien paikat filmivanerille. Tämän jälkeen tein levyyn aukot näille ja asensin ne paikoilleen. Jotta harjoitus olisi muokattavissa, kaikki kojerasiat on putkitettu taipuisalla muoviputkella keskukselle. Levyseinä kojerasioita käytettäessä on huomioitava levyyn tehtävä aukon halkaisija, joka on 1 mm pienempi kuin tavallisten uppokojerasioiden asennusreiän halkaisija. Valaisimet on kaapeloitu MMJ 3x1.5S-kaapelilla putkittamatta, koska ammatillisten opintojen tässä vaiheessa ei ole enää oleellista harjoitella valaisimen kytkentää. Väylä kaapelointi on mahdollista toteuttaa esimerkiksi KLMA

2x0.8+0.8 kaapelia käyttämällä, mutta tähän harjoitukseen käytin vaipaltaan vihreää KNX 2x2x0.8 väyläkaapelia, koska sitä oli Gradialla käytettävissä. Keskukseksi valikoitui Hagerin levyseinä asennukseen tarkoitettu moduulikotelo, joka kynsi kiinnityksensä ansiosta oli yksinkertainen kiinnittää levyyn.



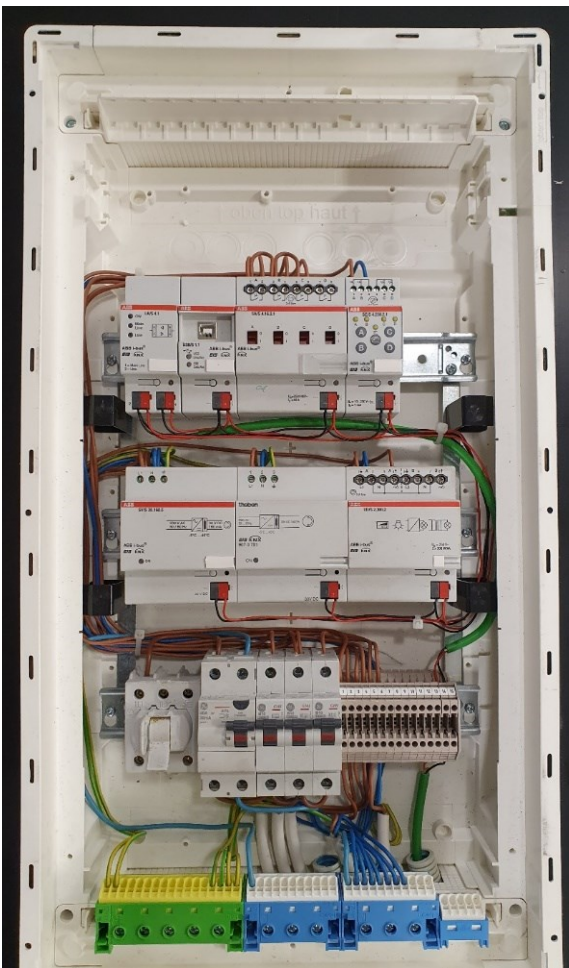
Kuvio 22. Moduulikotelo, valaisimet ja kojerasiat asennettuna



Kuvio 23. Putkitukset ja kaapeloinnit

Seuraava työvaihe oli moduulikotelon kalustaminen komponenteilla ja johdotus suunnitteluvaiheessa tehdyn keskuskaavion mukaisesti. Keskukseen sisäisissä johdotuksissa huomioitavaa on, että johtimien reiteissä vältettiin väyläkaapeleiden ja 230V jännitteisien johtimien rinnan kulkemista häiriöiden välttämiseksi. Kuten kuviossa 24. näkyykin, 230V johtimet on johdotettu vasempaan reunaan ja KNX-väylä oikeaan reunaan keskusta.

Keskukseen kytkentöjen jälkeen asensin kaksi ABB:n nelivipuista KNX-painiketta, yhden 230V 6-kytkimen ja yhden pistorasian kojerasioihin. Kaksi kojerasiaa jäi varalle, mahdollista harjoituksen laajentamista varten. KNX-painikkeista kannattaa jättää tässä vaiheessa vielä painiketaulu irti, koska osoitteiden määrittäyksessä tarvitaan pääsy painikkeen väyläliitäntäyksikön ohjelmointipainikkeelle. Valaisimet on kytketty niin, että kaksi vasemmanpuoleista on ketjutettu samaa ryhmään ja kaksi oikeanpuoleista on omilla ryhmäjohtoilla. Kuviossa 25. näkyy valmis asennus, jossa painikkeet ja valaisimet ovat nimettyä kuvitteellisten tilojen mukaan, kuten olohuone ja eteinen.



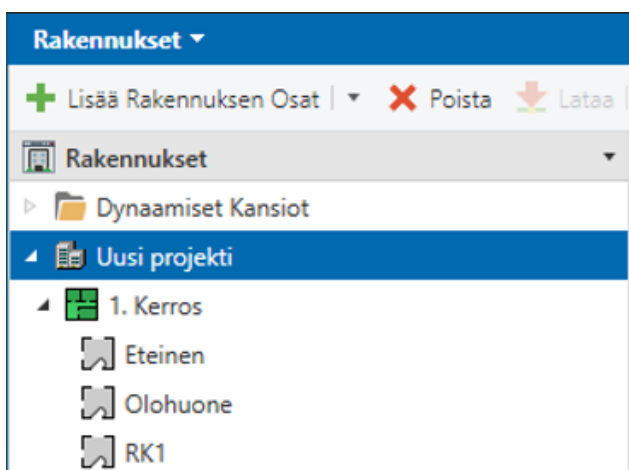
Kuvio 24. Moduulikotelon kalustus ja johdotus



Kuvio 25. Valmis KNX-harjoitus

## 5 Ohjelmointi ja käyttöönotto

Oleellinen osa tätä oppimisympäristöä on KNX-järjestelmän käyttöönotto ETS5-ohjelmalla. Laadin toimeksiantajalle harjoitustyöohjeen, jossa käyttöönotossa edetään ETS5-ohjelmasta otettuja kuvankaappauksia ja kirjallista selitystä noudattaen. Alla tiivistetty versio ohjelman rakenteesta. Aluksi ohjeistuksessa luodaan kuvitteelliset huoneet ja ryhmäkeskus kuvion 26. mukaisesti.



Kuvio 26. ETS5-ohjelman kerrosnäkymä

Näihin huoneisiin sijoitetaan harjoitukseen valitut laitteet ETS-ohjelman online-tuoteluetteloa hyödyntäen. Osa tämän harjoituksen laitteista ei löytynyt online-tuoteluettelosta, koska niiden valmistus on loppunut tai malli uudistunut, mutta tuotteen valmistajan verkkosivustolta sai ladattua oikeat tuotetiedostot. Laitteet lisätään raahaamalla laitetiedosto luettelosta oikeaan huoneeseen. ETS-ohjelma antaa laitteille automaattisesti osoitteet siinä järjestyksessä missä ne lisätään huoneeseen.

Luettelo

Tuo...

Vie...

Lataa

Etsi

Suosikit

Laitemallit

Aiemmin käytetty

Aiemmin tuotu

Valmistajat

ABB

AIRZONE – ALTRA

Albrecht Jung

APRICUM

AUTOMATISMI BENINCA S...

Tui

Valmistaja

Nimi

Tilausnumero

Mediatyyppi

Sovellus

ABB

SA/S2.10.2.2 Switch Act, 2-f, 10A, MDRC

2CDG 110 257 R0011

TP

Switch Star

ABB

USB/S1.1 USB Interface, MDRC

2CDG 110 008 R0011

TP

USB Interfa

Albrecht Jung

Room controller display compact module

4093KRMTSD

TP

Room cont

ABB

612x/01-500 solo touch sensor standard operating e

612x/01-500

TP

Touch sens

Hager Electro

Dimmer 3x 300W

TXA213 - a2

TP

TL213A V3.

ABB

SA/S2.16.2.1 Switch Actuator, 2-fold, 16A, MDRC

2CDG 110 159 R0011

TP

Switch 2f 1

ABB

LK/S4.2 Line/Area Coupler, MDRC

2CDG 110 171 R0011

TP

Couple Res

ABB

LK/S4.1 Coupler, MDRC

2CDG 110 027 R0011

TP

Repeat/1.0i

ABB

SA/S4.16.2.1 Switch Actuator, 4-fold, 16A, MDRC

2CDG 110 160 R0011

TP

Switch 4f 1

ABB

UD/S2.300.2 Universal Dim Act., 2-fold, 300VA, MDRC

2CDG 110 074 R0011

TP

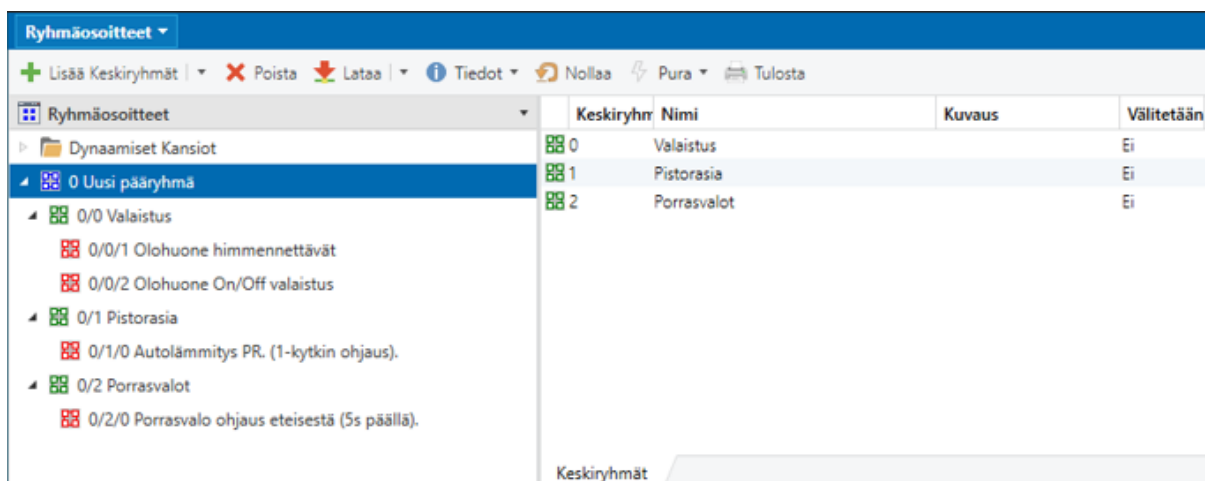
Dim 2f 230

Kuvio 27. ETS-ohjelman tuoteluettelo näkymä

Rakennukset							
<div> <div> Lisää Laitetta Pöytä Latua Tiedot Nollaa Pura Tulosta </div> </div>							
<div> <div>Rakennukset</div> <div> Dynaamiset Kansiot Koeprojekti Kerros 1. Eteinen Olohuone IK1 </div> <div>Valitut</div> </div>	Osoite	Tila	Kuvaus	Sovellusohjelma	Oso Ohj Par Ryh Koi Valmistaja	Tilausnumero	Tuote
	1.1.0	RK1	Linjajohdin	Repeat/1.0a	✓✓✓✓✓ ABB	2CDG 110 027 R0011	UK/S4.1 Line-/Area Coupler; MDRC
	1.1.1	RK1	On/Off lähdöt	Switch 4f 16A/3.2b	✓✓✓✓✓ ABB	2CDG 110 160 R0011	SA/S4.16.2.1 Switch Actuator 4-fold 16A; MDRC
	1.1.4	RK1	Himmennin	Dim 2f 230V/1.1c	✓✓✓✓✓ ABB	2CDG 110 074 R0011	UD/S2.300.2 Universal Dim Act. 2-fold 300VA; MDRC
	1.1.5	RK1	Binääri sisäkkäntulo	Binary 4f 230/21.3c	✓✓✓✓✓ ABB	2CDG 110 091 R0011	BE/S4.230.2.1 Binary Input 4-fold 230V; MDRC

Kuvio 28. RK1 laitteet lisättynä

Laitteiden huoneisiin sijoittamisen jälkeen voidaan luoda ryhmäosoitteet. Tässä tapauksessa luodaan pääryhmän alle kolme keskiryhmää: valaistus, pistorasiat ja porrasvalot. Keskiryhmiin lisätään ryhmäosoitteet toimintaa kuvaavalla nimellä, kuten kuviossa 29. esitetään. Tämän voi tehdä myös ennen laitteiden sijoitusta.



Kuvio 29. Ryhmäsoitteet

Oppimisympäristöön valikoitui melko yksinkertaisesti aseteltavat toiminnot, koska harjoitus on tarkoitus saada suoritettua yhden koulupäivän aikana. Toiminnot ovat seuraavanlaiset:

- Olohuoneen painikkeella ohjataan on/off valaisinryhmää ja himmennettävää valaisinryhmää.
- Eteisen painikkeella ohjataan porrasvaloa (porrasvalotoiminto).
- 230V-kytkimellä ohjataan binääri sisääntulon kautta pistorasian jännitesyöttöä (relelähtö).

Liitteessä 3. on esimerkki luodusta ohjeistuksesta olohuoneen valaisinryhmien ohjaukseen.

## 6 Tulokset ja pohdinta

Tässä kehittämistutkimuksessa on pyritty käyttämään alkuperäisiä lähteitä tutkimuksen luotettavuuden ja oikeellisuuden varmistamiseksi. Lähteen alkuperää kunnioitetaan viittaamalla niihin selkeästi. Tiedonkeruu on toteutettu eettisesti ja asiat on pyritty esittämään huolellisesti ja riittävää tarkkuutta noudattaen. Henkilötietoja ei ole kerätty ja liitteenä 4. oleva toimeksiantajan haastattelu on toteutettu niin, että haastateltava ei ole tunnistettavissa. Haastattelun julkaisuun on saatu haastateltavan lupa.



Opinnäytetyön tavoitteena oli luoda KNX-oppimisympäristö sähköalalle toisen asteen ammatilliseen koulutukseen. Työn lopputulos palvelee yhtenä harjoituksena rakennusautomaatioasennukset tutkinnon osassa. KNX-oppimisympäristö luovutettiin toimeksiantajalle joulukuussa 2022. Oppimisympäristö valmistui ajallisesti noin kuukauden suunnitellusta aikataulusta myöhässä, mutta kerkesi silti osaksi juuri tuolloin käynnissä olleen rakennusautomaatioasennukset tutkinnon osan opetusta ja kolmannen vuoden opiskelijat pääsivät testaamaan uutta oppimisympäristöä osana tutkinnon osaan jo aiemmin laadittuja harjoituksia. Lopputuloksen arvioinnissa käytettiin sähköalan lehtorin haastattelusta saatua palautetta. Haastattelu toteutettiin kirjallisella lomakkeella, johon vastasi toimeksiantajan edustajana toimiva Gradia Jämsän sähköalan lehtori. Lomake vastauksineen on tämän opinnäytetyön liitteenä 4.

Haastattelussa oli viisi kysymystä. Kysymyksillä selvitettiin työnantajan edustajan kokemuksia toteutetusta oppimisympäristöstä. Laadittujen kysymyksien perusteella arvioitiin harjoitustyöohjeen toimivuutta käytännössä, harjoitukseen käytettyä aikaa, sisältöä, sekä opiskelijoiden mielenkiintoa KNX-järjestelmään ja rakennusautomaatioasennukset tutkinnon osaan

Oleellinen osa työtä oli asennus ja konfigurointi ympäristön rakentaminen, sekä harjoitustyö ohjeen laadinta. Lopullinen harjoitustyö ohje jäi hieman suppeaksi. Osittain syynä tähän oli tavoite saada toteutettua yhdessä päivässä suoritettava harjoitus. Kokemukset käytännössä olivatkin osoittaneet, että osa opiskelijoista sai suoritettua harjoituksen ohjeellisessa ajassa, kun taas osalla suorittamiseen meni huomattavasti pitempi aika. Harjoitustyö ohjeessa pyrittiin visuaalisesti ohjeistamaan konfigurointi kuvankaappauksia hyödyntäen ja tämän todettiin auttavan selvästi työn suorituksessa.

Toimeksiantajan palautteen mukaan harjoituksessa oli riittävä sisältö ja tämän työn pohjalta voidaan kehittää lisäharjoituksia KNX-järjestelmiin liittyen, sekä mahdollisesti yhdistää KNX tekniikkaa muihin asennusharjoituksiin. Tähän liittyen parannusehdotuksena yhdeksi konfigurointi lisä tehtäväksi olisi esimerkiksi tilanneohjauksen luominen.

Omasta näkökulmasta tässä tutkimuksessa oli haastavaa saada toteutettua riittävän laaja, mutta ei liian haastava harjoitus sähköalan perustutkintoa suorittaville opiskelijoille. Vanhojen KNX laittei-

den käyttö toi myös omat haasteensa harjoituksen toteuttamiseen. Oma osaaminen KNX järjestelmästä oli opinnäytetyön aloitus vaiheessa melko suppeaa ja pohjatietoa oli hankittava verkkokursseilta ja ammattikirjallisuutta lukien. Tutkimustyö oli palkitsevaa ja opettavaa. Opinnäytetyötä tehdessä hankitun osaamisen myötä olisikin huomattavasti helpompaa lähteä toteuttamaan vastaavaa oppimisympäristöä.



## Lähteet

ABB asennustuotteiden tuoteluettelo. N.d. KNX-taloautomaation verkkosivusto. Viitattu 30.10.2022. [https://www.asennustuotteet.fi/catalog/15909/KNX-taloautomaatio\\_FIN1.html](https://www.asennustuotteet.fi/catalog/15909/KNX-taloautomaatio_FIN1.html)

ABB neljäosainen vipupainike. N.d. ABB verkkosivusto. Viitattu 22.1.2023. <https://search.abb.com/library/Download.aspx?DocumentID=2CKA000073B7704&LanguageCode=en&DocumentPartId=&Action=Launch>

ETS5-ohjelma. Kuvankaappauksia KNX-projektista. N.d.

E-perusteet. N.d. Opetushallituksen verkkosivusto. Viitattu 15.11.2022. <https://eperusteet.opinto-polku.fi/#/fi/ammattillinen/7854766/tiedot>

Härkönen, K. 2019. KNX-järjestelmän perusteet. ST-Käsikirja 23. Espoo: Sähkötieto ry.

Jyväskylän koulutuskuntayhtymä Gradia. N.d. Gradian verkkosivusto. Viitattu 15.11.2022. <https://www.gradia.fi/>

Kananen, J. 2012. Kehittämistutkimus opinnäytetyönä. Kehittämistutkimuksen kirjoittamisen käytännön opas. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu.

KNX.fi verkkosivusto N.d. KNX esineiden internet esite. [https://www.knx.fi/doc/esitteet/KNX\\_esineiden\\_internetissa.pdf](https://www.knx.fi/doc/esitteet/KNX_esineiden_internetissa.pdf)

KNX järjestelmän perusteet verkkokurssi. N.d. Sähköinfo.fi. Viitattu 22.1.2023. <https://www.sahkoinfo.fi/product/1454>

KNX suunnittelijalle. N.d. KNX Finland verkkosivusto. Viitattu 3.10.2022. <https://www.knx.fi/>

Pernaa, J. 2013. Kehittämistutkimus tutkimusmenetelmänä. Julkaisussa Kehittämistutkimus opetuslalla. Jyväskylä: PS-kustannus, 9–26.

Schneider KNX huoneanturi. N.d. Onninen verkkosivusto. Viitattu 10.12.2022. <https://www.onninen.fi/schneider-electric-anturi-knx-schneider-co2-ilmankost-lampo-ip20/p/AME464>

ST-kortti, ST701.31. Kotiautomaatiojärjestelmän suunnittelu ja toteutusperiaatteet. 2018. Espoo: Sähkötieto ry.

## Liitteet

### Liite 1. Tarvikeluettelo

KNX oppimisympäristön  
kehittäminen

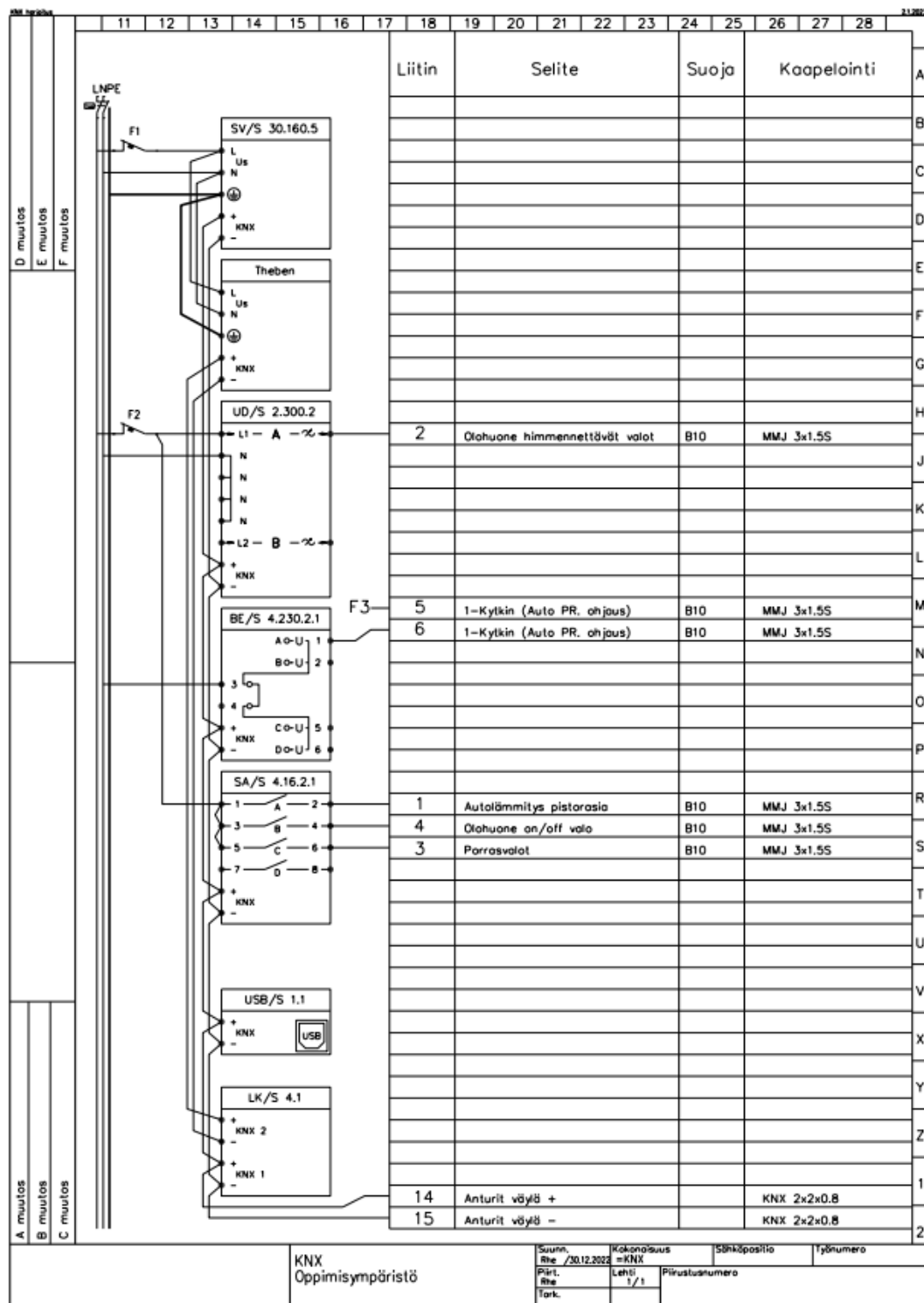
#### TARVIKELUETTELO

KNX-laitteet:	Määrä kpl/m:
ABB LK/S4.1 Line- /Area coupler	1
ABB SA/S4.16.2.1 Switch actuator, 4-fold,16A	1
ABB UD/S2.300.2 Universal Dim Act, 2-fold, 300VA	1
ABB BE/S4.230.2.1 Binary input, 4-fold,230V	1
ABB SV/S 30.160.5 KNX Power supply, 160mA, 30VDC	1
Theben KNX Power supply 9070701, 160mA, 30VDC	1
ABB USB/S 1.1 USB-interface	1
ABB 6127/01-500 el. solo standard, 4gang, fl	2

Muut tarvikkeet:	
Hager moduulikotelo FE Volta 2x12M IP30	1
GE Johdonsuojakatkaisija B10	3
GE Vikavirtasuojia 2P 40A 30mA	1
Hager pääkytkin SH140 3x40A	1
ABB kojerasia AUS 15.2	6
ABB kulmanysä ANP 20.1	8
TAM20 asennusputki	4
ABB Jussi 6-kytkin IP21 uppo	1
ABB Jussi 1-os. IP21 pistorasia uppo	1
Hidealite alasvalo IP44 510lm 6,5W 2/3/4K, DIM WH	4
ABB Jussi umpikeskiölevy 85 mm	2
ABB Jussi peitelevy 1-os.	3
ABB Impressivo peitelevy 1-os.	2
Filmivaneri 15mm 80x120cm	2
Runkopuu 48x48mm	8
Lankavedin	2
Kulmalista	4
MMJ 3x1,5S	4
KNX väyläkaapeli 2x2x0.8	2
Weidmuller riviliitin 2,5 ru.	15
Riviliitinmerkki	15

## Liite 2. Keskuskaavio







## Liite 4. Toimeksiantajan haastattelu



### **KNX oppimisympäristön kehittäminen**

#### **Kehittämistutkimuksen tuloksen arviointi**

Rami Heikka, TSA19SM

Toimeksiantajan edustajan haastattelu  
27.2.2023

1

**Sisältö**

<u>1</u>	<u>Johdanto</u> .....	<b>1</b>
<u>2</u>	<u>Haastattelu</u> .....	<b>2</b>



## 1 Johdanto

Tässä haastattelussa arvioidaan opinnäytetyönä toteutetun KNX oppimisympäristön soveltuvuutta rakennusautomaatioasennukset tutkinnon osaan. Tämän opinnäytetyön lopputulos palvelee yhtenä osa-alueena kyseisen tutkinnon osan harjoituksia. Haastateltavana toimeksiantajan edustaja joka toimii Gradia Jämsässä sähköalan lehtorina.

## 2 Haastattelu kysymykset

- Työlle laadittiin harjoitustyöohje. Ohjeessa opastettiin ohjelmointi ja käyttöönotto selittäen ja kuvankaappauksilla ETS-ohjelmasta. Onnistuiko harjoituksen toteuttaminen näillä ohjeilla sujuvasti, vai onko ohjeessa kehitettävää?

Harjoitustyön ohjeistus on laadittu niin, että niitä seuraamalla työ on tehtävissä valmiiksi. Tämä on oikeastaan ainoa kriteeri ohjeistukselle, joten voisi sanoa sen täyttävän vaatimukset kiitettävästi. Kuvakaappausten käyttö helpottaa ohjeistuksen käyttöä ja etenkin nuorten opiskelijoiden kohdalla kuvien käyttö on osoittautunut tehokkaaksi tavaksi havainnollistaa työn tekoa.

- Asennus ja käyttöönotto harjoitus on suunniteltu suoritettavaksi noin yhdessä päivässä. Oliko harjoitus oppilaiden suorittamana toteutettavissa tässä ajassa?

Aktiivisempien ja motivoituneempien opiskelijoiden kohdalla aikamääreeseen päästään. Ohjelmiston käyttö on osalle opiskelijoista haastavaa ohjeistuksesta huolimatta. Osa opiskelijoista puolestaan nauttii harjoituksen teosta niin paljon että viettää sen parissa huomattavasti pitempiä aikoja, kuin henkilökunta toivoisi.

- Mitä mieltä olet harjoituksen sisällöstä? Oliko sisältöä liikaa vai jäikö jotain oleellista puuttumaan?

Ottaen huomioon, että harjoitustyötä tekee ammatilliseen perustutkintoon koulututtavat opiskelijat ja se on yksi osa valinnaista tutkinnon osaa, harjoitustyön laajuus on riittävä. Tarvittaessa voidaan tehdyn työn rinnalle tai sen pohjalle kehittää jatkoa, mutta itse nykyinen työ on laajuudeltaan sitä, mitä toivottiinkin.

- **Kuinka kiinnostavana opiskelijat pitivät KNX järjestelmää ja rakennusautomaatioasennukset tutkinnon osaa?**

Opiskelijat ovat ennen rakennusautomaatioasennusten tutkinnon osaa tehneet pääsääntöisesti ”perinteisiä sähköasennuksia” (= ei automaatiota), joten tutkinnon osa tuo omalta osaltaan mielenkiintoista vaihtelua ohjelmointineen ja käyttöönottoineen. Osa opiskelijoista nauttii vaihtelusta, osa ei. Riippuu vahvasti yksilöstä. KNX-järjestelmän opiskelijat näkevät vielä tässä vaiheessa vain osana suoritettavia harjoitustöitä, kun kokemus ja näkemys alalta syvenee, ehkä heillekin aukeaa KNX:n merkitys rakennusautomaation maailmassa.

- **Kehitysehdotukset ja yleinen palaute työstä**

Työ on tehty ajallaan ja sellaisena, kuin olemme sen toivoneet. Työ tuli tarpeeseen ja tukee tulevien ammattilaisten osaamisen kehittymistä. Ei mitään moitteita työhän liittyen. Toki jatkokehityksenä voisimme miettiä miten soveltaa työtä laajempiin kokonaisuuksiin / tiloihin, mutta tässä vaiheessa se ei ollut tavoitteena.