

KNX OPPIMISYMPÄRIS- TÖSSÄ

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Koulutusohjelma Sähkötekniikan koulutusohjelma	
Työn tekijä(t) Joel Jaatinen	
Työn nimi KNX Oppimisympäristössä	
Päiväys	10. marraskuu 2016
Sivumäärä/Liitteet	31+6
Ohjaaja(t) lehtori Heikki Laininen / Savonia-ammattikorkeakoulu	
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) projektipäällikkö Pekka Aho /AH-Talotekniikka, lehtori Jari Ijäs / Savonia-ammattikorkeakoulu	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Keväällä 2016 Savonia-ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusohjelmassa järjestettiin ensimmäistä kertaa KNX-laboratoriokurssi. Tällöin kurssilla käytettiin ABB:lta lainattuja KNX-keskuksia.</p> <p>Tämän opinnäytetyön tarkoitus oli suunnitella ja teettää KNX-keskuksia sekä kotelot väylälaitteille. Opinnäytetyön toimeksiantajia olivat Savonia-ammattikorkeakoulu ja AH-Talotekniikka. Uudet Keskukset ovat molempien osapuolten käytössä tarpeen mukaan.</p> <p>Työ aloitettiin kokoamalla ja ohjelmoimalla ensin yksi keskus, minkä jälkeen loput neljä keskusta ja väylälaitteiden kotelot koottiin yhteistyössä Savonia-ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusalan neljännen vuoden projekti-kurssin yhden ryhmän kanssa. ABB:lta lainattuihin keskuksiin suunnitellut harjoitukset muutettiin vastaamaan uusia keskuksia. Ohjelmoinnissa käytettiin ETS (Engineering Tool Software) -ohjelmaa. Harjoituksenaan opiskelijat voivat toteuttaa esimerkiksi valo-ohjauksen liiketunnistimella tai valoanturilla.</p> <p>Keskukset valmistuivat ajallaan ja luovutettiin toimeksiantajille. Työn tuloksena saatiin viisi keskusta ja niiden väylälaitteet koteloineen. Keskuksia käytetään KNX-ohjelmoinnin opetuksessa ja edistetään näin KNX-osaamista Suomessa.</p>	
Avainsanat KNX, keskus, kiinteistöautomaatio, laboratorio	

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Electrical Engineering			
Author(s) Joel Jaatinen			
Title of Thesis KNX in Learning Environment			
Date	10 November 2016	Pages/Appendices	31+1
Supervisor(s) Mr. Heikki Laininen, Lecturer / Savonia University of Applied Sciences			
Client Organisation /Partners Mr. Pekka Aho, Project Manager / AH-Talotekniikka Mr. Jari Ijäs, Lecturer / Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>In spring 2016 Savonia University of Applied Sciences launched a KNX laboratory course. Cabinets used for the course were borrowed from ABB.</p> <p>The goal of this thesis was to design and assemble KNX cabinets and housings for bus devices in co-operation with Savonia University of Applied Sciences and AH-Talotekniikka. The cabinets can be used by both parties.</p> <p>This thesis began with the designing and assembling of the first cabinet. The remaining four cabinets and the housings for the bus devices were assembled in co-operation with a fourth year project team of Electrical Engineering at Savonia. Then applications that were made for the cabinets borrowed from ABB were converted for the new cabinets. Students can program these applications as their laboratory assignments. The applications were designed for ETS (Engineering tool software). One example of application is light control with a motion sensor or light sensor.</p> <p>As a result, the cabinets were completed in time and handed over for the client organizations. The final product was five cabinets and bus devices with their housings for every cabinet. The cabinets are used in teaching KNX programming at Savonia thus advancing KNX knowledge in Finland.</p>			
Keywords KNX, cabinet, house automation, laboratory			

ESIPUHE

Tämä työ antoi minulle ensikosketuksen suunnitteluun ja toteutukseen sekä kehitti osaamistani KNX-tekniikasta. Tämän työn aikana kohtasin useita haasteita, kuitenkin näistä selvittiin ja neuvoja oli saatavilla kun niitä tarvitsin.

Tahdon kiittää tästä mahdollisuudesta AH-Talotekniikkaa ja Savonia-ammattikorkeakoulua. Haluan kiittää AH-Talotekniikan Projektipäällikkö Pekka Ahoa ja insinööri Timo Utriaista, jotka ohjasivat ja neuvoivat minua työn edetessä sekä Savonia-ammattikorkeakoulun lehtori Heikki Lainista tämän työn ohjaamisesta, lehtori Jari Ijästä, yliopettaja Juhani Rouvalia sekä muita opettajia siitä, että olen päässyt tähän pisteeseen. Kiitos myös ABB Oy:lle, Schneider Electric Finland Oy:lle, Ensto Finland Oy:lle ja Nylund Group Oy Ab:lle komponenttien lahjoittamisesta tähän työhön.

Tahdon vielä kiittää insinööri Iiro Nevalaista ja laboratoriomestari Jukka Rantala neuvoista ja avusta, projektiryhmää suuresta työstä, jonka teitte tämän projektin eteen, sekä ystäviä ja perhettäni tuesta opiskeluni aikana.

Kuopiossa 10.11.2016

Joel Jaatinen

SISÄLTÖ

TERMISTÖ JA LYHENTEET:	6
1 JOHDANTO	7
2 KNX.....	8
2.1 Perusteet	8
2.2 KNX:n periaatteet.....	9
2.2.1 Topologia.....	9
2.2.2 Käytännön esimerkki	10
2.2.3 Komponentti- ja laitoryhmät.....	11
2.3 ETS	13
2.3.1 Osoitteet.....	14
2.3.2 Lataaminen keskukseen.....	16
3 TOTEUTUS.....	19
3.1 Työn suunnittelu ja toteutus.....	19
3.2 Laitteisto ja komponentit.....	19
3.2.1 Keskuskomponentit.....	19
3.2.2 Väylälaitteet	22
3.2.3 Väyläkaapeli.....	23
3.2.4 Kotelot ulkoisille laitteille.....	24
3.2.5 Liittimet väylälle.....	24
3.3 Keskus.....	26
3.3.1 KNX asennusta koskevia huomautuksia	26
3.3.2 Keskusten toteutus	26
3.4 Ohjelmointi ja sovellukset	29
4 YHTEENVETO.....	30
LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT	31
LIITE 1: LAITEET JA OSOITTEET	32
LIITE 2: PIIRIKAAVIOT	33

TERMISTÖ JA LYHENTEET:

KNX = Kiinteistöautomaatio-järjestelmä "Konnex"

EIB = European Installation Buss. KNX-järjestelmän perusta

ETS = Engineering Tool Software

Topologia = Verkon fyysinen rakenne

Siirtomedia = tekniikka, jolla väylällä olevat laitteet kommunikoivat keskenään

PS = Power Supply (Teholähde/Virtalähde)

LC = Line Coupler (Linjayhdistin)

TP = Twisted pair (Siirtomedia)

SELV ja PELV = Pienoisjännitejärjestelmän maadoitustapa

SELV = Maasta erotettu pienoisjännitejärjestelmä

PELV = Maadoitus voidaan tehdä toisiopuolelle toiseen napaan.

S-moodi = ETS-ohjelmalla tehtävä käyttöönottopata. Laitteiden käyttöönottopata (S tai E) lukee laitteen arvokilvessä.

AV = Audio Visual (Äänen- ja kuvantoisto)

1 JOHDANTO

Savonia-ammattikorkeakoulun kevään 2016 KNX-laboratoriokurssin jälkeen huomattiin koulun omien KNX-demokeskusten tarve. Kevään 2016 kurssia varten keskuksset saatiin lainaan ABB:ltä. Kurssi saavutti päämääränsä ja KNX-laboratoriokursseja tulotaisin järjestämään tulevaisuudessakin. Tuleville KNX-laboratoriokursseille ei olisi ollut enää järkevää lainata keskuksia. Pilottikurssia varten lainakeskukset palvelivat tarkoituksensa, mutta kurssien yhtenäisyyden ja omien keskusten kehittämismahdollisuuksien myötä nousi ajatus omista keskuksista. Omien keskusten ansioista Savonia-ammattikorkeakoulu ei myöskään ole riippuvainen ulkoisista tahoista keskusten saamiseksi. AH-Talotekniikka voisi halutessaan käyttää keskuksia omiin tarpeisiinsa kuten demonstroimaan KNX-tekniikkaa.

Tämä opinnäytetyö sai alkunsa Savonia-ammattikorkeakoulun ja AH-Talotekniikan omien KNX-demokeskusten tarpeesta. Projektin toimeksiantajia olivat AH-Talotekniikka ja Savonia-ammattikorkeakoulu.

Työn tarkoitus oli suunnitella ja toteuttaa 5 KNX-demokeskusta väylälaitteineen Savonia-ammattikorkeakoulun ja AH-Talotekniikan käyttöön.

Keskusten toteuttamisen lisäksi tavoitteena oli muuttaa ABB:ltä lainattuihin keskuksiin tehdyt harjoitukset vastaamaan uusia keskuksia. Ensimmäiselle kurssille lainattujen ABB:n keskusten ja uuden demo-laitteiston komponentit erosivat toisistaan, joten harjoitukset, mitkä oli tehty ABB:ltä lainatuille keskuksille, täytyi muuttaa yhteensopiviksi uusille keskuksille.

2 KNX

2.1 Perusteet

KNX tunnettiin aiemmin nimellä European Installation Bus (EIB). Järjestelmälle haluttiin maailmanlaajuinen kattavuus ja sen myötä nimeksi tuli "Konnex" (Lat. "connexion"). Lopulta Järjestelmän nimeksi muodostui "KNX". (Härkönen 2015, 13)

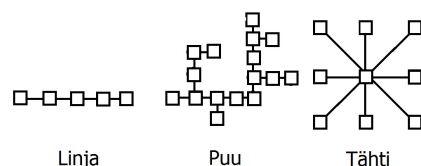
KNX on avoin maailmanlaajuinen standardi kotien ja kiinteistöjen automatisointiin.

Standardin avoimuus on etu suunniteltaessa ja ylläpidettäessä järjestelmiä: Eri valmistajien komponentteja voidaan yhdistää toisiinsa ja tukea järjestelmän ylläpitämiseen ja uudistusmahdollisuuksia on saatavilla ympäri maailmaa. Suljettu standardi olisi riippuvainen yhdestä valmistajasta, joten mikäli valmistaja poistuisi markkinoilta, häviäisivät samalla tuki ja uudistusmahdollisuudet. (Härkönen 2015, 11)

KNX-standardia ylläpitää ja kehittää KNX Association, voittoa tavoittelematon organisaatio, joka sijaitsee Brysselissä. Laitevalmistajat ovat KNX Associationin jäseniä. Organisaation yksi keskeisimmistä tehtävistä on kehittää standardia. (Härkönen 2015, 14)

KNX-väyläjärjestelmä soveltuu valojen, lämmityksen, viiennuksen, AV-järjestelmien, palo- ja murto-suojauksen, kodinkoneiden, verhojen sekä monien muiden laitteiden ja tilojen ohjaamiseen. Väylään voidaan helposti liittää liiketunnistimia ja muita antureita, joilla käyttäjä voi hallita liitettyjä laitteita. Kiinteistön lämmitys ja viiennys liitettynä samaan väylään lisää energiatehokkuutta, jolloin voidaan poistaa mahdollinen päällekkäinen toiminta. (Sähkötieto ry ST 701.32; Härkönen 2015, 28; KNX.fi)

Kuvassa 1 on esitetty erilaisia rakenteita eli topologioita. Väylärakenne voi olla linjan, puun tai tähden muotoinen. Renkaan muotoon väylää ei saa asentaa. (Sähkötieto ry ST 701.32; Härkönen 2015, 103)



KUVA 1. Erilaisia topologioita eli rakenteita

KNX-ohjelmoinnissa käytettävä ETS on KNX Associationin kehittämä. Se ei ole riippuvainen mistään laitevalmistajasta vaan sillä voi yhdistellä eri valmistajien komponentteja. Lisenssin voi ostaa KNX Associationin verkkosivuilta (Härkönen 2015, 14)

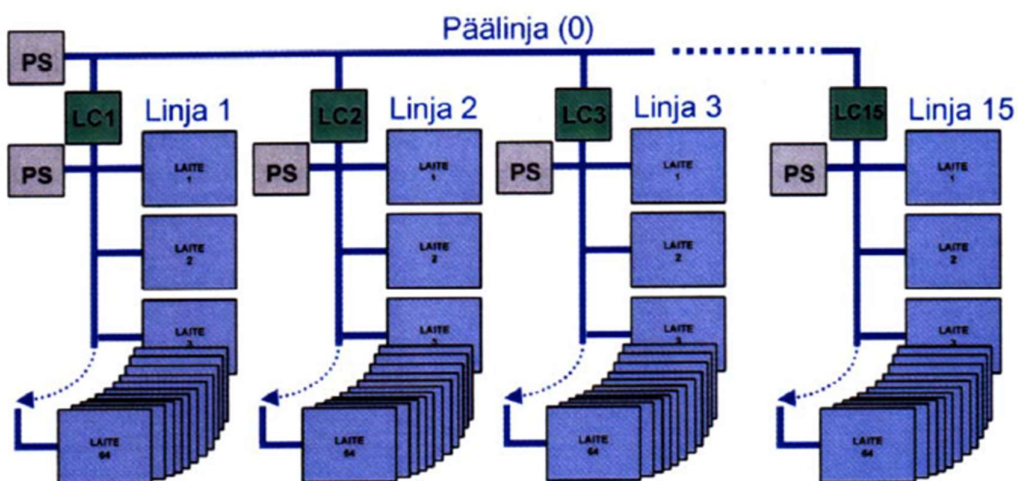
ETS-ohjelman hankkimista varten on KNX Association -verkkosivuille tehtävä tili. Ohjelman voi hankkia ainoastaan virallisilta KNX-verkkosivuilta. Lisenssit myydään yhdelle käyttäjälle ja niiden jälleenvyynti on kiellettyä. S-moodin KNX-laitteille ei ole saatavilla muita ohjelmointiohjelmia (Härkönen 2015, 111)

ETS-ohjelmasta on saatavilla kolme erilaista vaihtoehtoa: Demo, Lite ja Professional. Demo-lisenssi on ilmainen, mutta projektiin ei voi lisätä yli viittä laitetta. Lite-versio sopii esimerkiksi kouluille, sillä projektiin voi lisätä 20 laitetta. Professional-lisenssiin voi lisätä laitteita vapaasti, eikä se sisällä mitään rajoitteita. Professional-lisenssin päivitys on ilmaista, mutta korottaminen uudempaan versioon on maksullista. Professional-lisenssin lisäksi voi tilata kaksi Supplementary-lisälisenssiä täyttä hintaa halvemmalla. Supplementary-lisenssit toimivat samoin kuin Professional-lisenssit. (Härkönen 2015, 112)

2.2 KNX:n periaatteet

2.2.1 Topologia

KNX-järjestelmän topologia koostuu alueista, joiden sisällä on linjoja. Linjoja yhdessä alueessa voi olla maksimissaan 15, ja ne on yhdistetty päälinjaan linjayhdistimillä. Laitteita yhdessä linjassa voi olla maksimissaan 64. Jokaisella linjalla tulisi olla oma virtalähteensä. Kaapelin pituus kahden väylälaitteen välillä saa olla maksimissaan 700 m. Yhteensä yhdellä alueella voi siis olla 960 laitetta. (Piikkilä 2011, 30; Härkönen 2015, 108) Kuvassa 2 Näkyy linjojen ja laitteiden maksimimäärät, virtalähteet (PS) ja linjayhdistimet (LC)



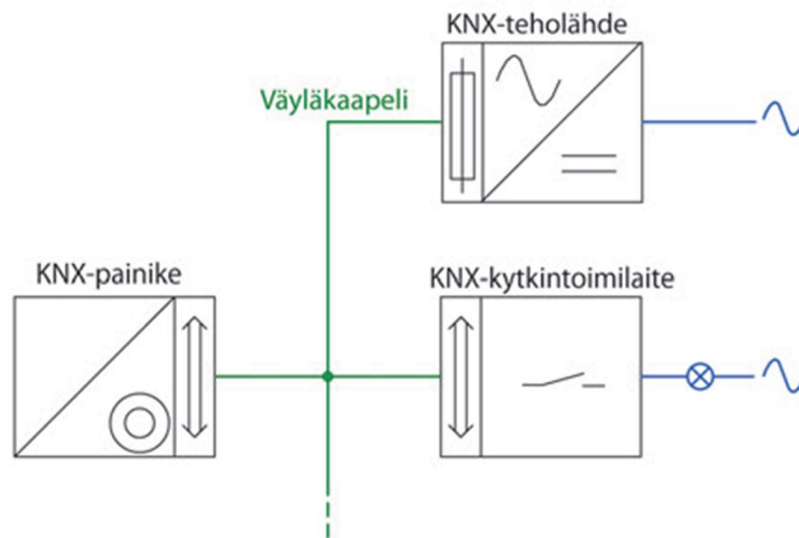
KUVA 2. Topologia ja struktuuri (Piikkilä 2011, 30)

2.2.2 Käytännön esimerkki

Pienin vyöhyke KNX-järjestelmässä on Linja. Linjassa on virtalähde, väyläkaapeli ja maksimissaan 64 väylälaitetta. (Härkönen 2015, 57)

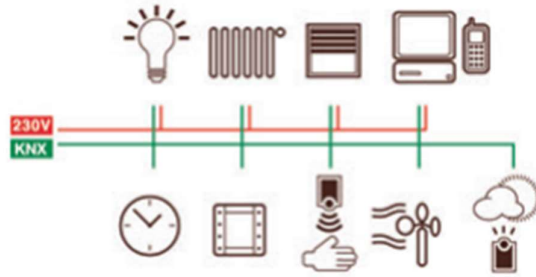
Yksinkertaisimmillaan KNX on kuvan 3 mukainen järjestelmä. Samalla aikaa KNX tarjoaa hyvin suuret mahdollisuudet suunnitella monimutkaisia ohjausjärjestelmiä esimerkiksi lentokentille. (Härkönen 2015, 36,57) KNX on joustava alusta, joka on nopea oppia, mutta syventyminen kaikkeen mitä sillä voi tehdä, vie aikaa, sillä mahdollisuuksia toteuttaa erilaisia järjestelmiä on paljon ja uusia kehitetään jatkuvasti.

Kuvan 3 painiketta painettaessa lähtee viesti väylään. Kaikki samassa väylässä olevat laitteet havaitsevat viestin, mutta vain ohjelmoitaessa määrätyt laitteet toteuttavat halutun käskyn. Kytkintoimilaitte reagoi viestiin ja käynnistää releen. Lopputuloksena valo syttyy. (Härkönen 2015, 5)



KUVA 3. Pienin mahdollinen KNX-asennus: anturi, toimilaite, virtalähde ja väyläkaapeli (Härkönen 2015, 36)

KNX-järjestelmässä tarvitaan ohjattavien laitteiden verkkovirran lisäksi vain yksi väyläkaapeli, joka toimii tiedon välittäjänä anturien ja toimilaitteiden välillä. Kuvasta 4 nähdään, että yksi väyläkaapeli riittää tiedon ja tehonsiirtoon väylällä. Vain ohjattavat laitteet tarvitsevat verkkojännitteen, sillä anturit saavat tarvitsemansa jännitteen suoraan keskukselta tulevalta väylältä.



KUVA 4. Väylä (Härkönen 2015, 18)

Väylän etuna verrattuna aikaisempiin menetelmiin on esimerkiksi se, ettei enää tarvita kuin yksi kaapeli monien ohjaukskaapeleiden sijaan. Toimintoja voidaan myös vapaasti muuttaa käyttöönoton jälkeen toisin kuin perinteisessä menetelmässä. (Härkönen 2015, 17)

2.2.3 Komponentti- ja laiteryhmät

KNX koostuu neljästä pääryhmästä: anturit, toimilaitteet, järjestelmäkomponentit ja siirtomedia. (Härkönen 2015, 19)

Anturit keräävät tiedon sekä käyttäjän tekemät ohjaukset ja välittävät komennot toimilaitteelle. Antureita ovat esimerkiksi painikkeet, liiketunnistimet ja kosketusnäytöt. (Härkönen 2015, 19)



KUVA 5. Esimerkkianturi: ABB liiketunnistin EAN: 4011395168547

Toimilaitteet vastaanottavat antureilta saadun tiedon sekä käyttäjän tekemät ohjaukset ja toteuttavat niitä vastaavan toiminnon. Toimilaitteita ovat esimerkiksi: kytkintoimilaitteet ja valaistuksen säädintöimilaitteet. KNX-Standardi säätää toimilaitteen toimintaa, mutta ulkomuoto on vapaammin suunniteltavissa. Käsi-ohjauksipainikkeilla voidaan järjestelmää testata jo ennen ohjelmointia. (Härkönen 2015, 19;88)



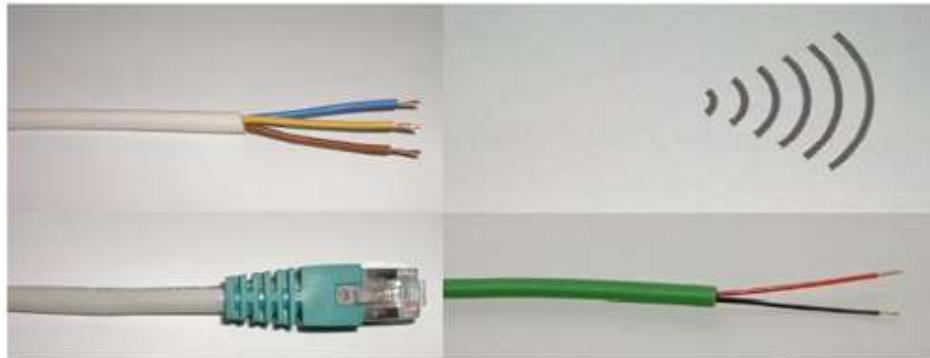
KUVA 6. Esimerkkitoimilaitte: Schneider kytkintoimilaitte EAN: 2820118

Järjestelmäkomponentit ylläpitävät KNX-järjestelmän perusrakennetta. Esimerkkikomponentteja ovat: Teholähteet, linjayhdistimet ja rajapinnat. (Härkönen 2015, 19)



KUVA 7. Esimerkki järjestelmäkomponentista: Schneider virtalähde EAN: 2820127

Tieto komponenttien välillä kulkee Siirtomediaa pitkin. Siirtomedioita ovat parikaapeli, Ethernet, radiotaajuus, valokaapeli, infrapuna ja sähköverkko. Kuvassa 8 näkyy yleisimpiä siirtomedioita. Yleisimmin käytetään parikaapelia (Härkönen 2015, 19; ST 701.60)

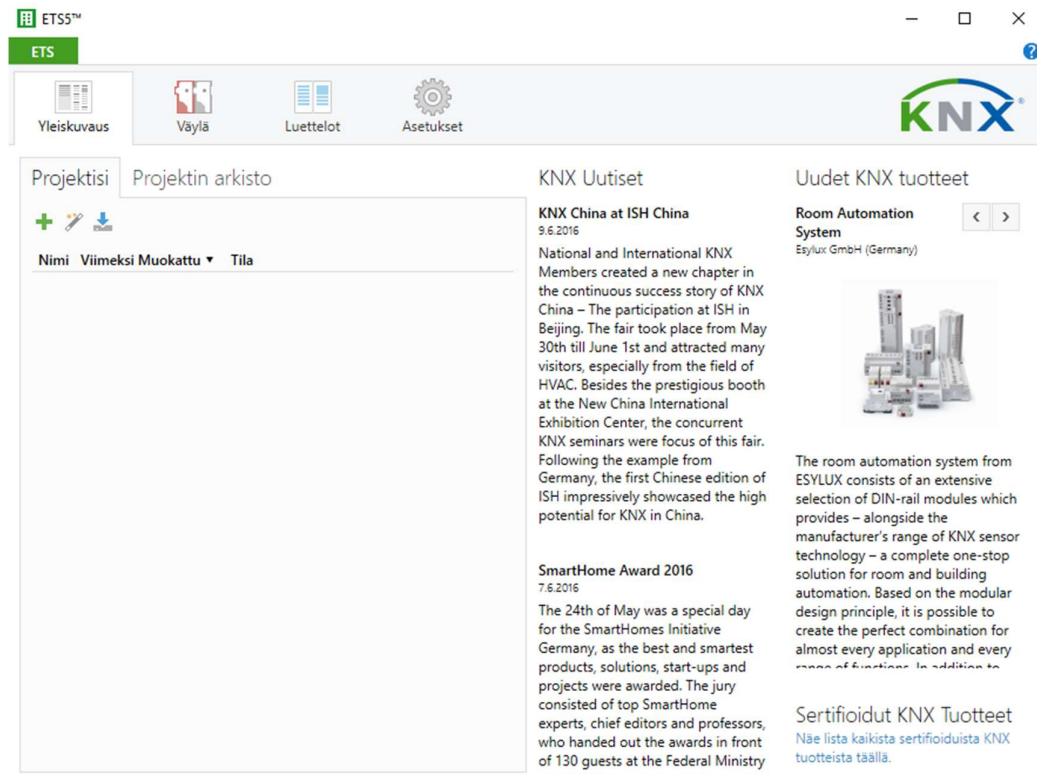


KUVA 8. Esimerkiksiirtoteitä: sähköverkko, radiotaajuus, Ethernet ja kierretty parikaapeli (Ensto)

Eri siirtomedioilla on hyvät ja huonot puolensa. Väyläkaapeli on luotettavin siirtomedia, mutta vaatii oman kaapelinsa toisin kuin sähköverkko. Sähköverkkoon on helppo asentaa, koska ei tarvita uusia kaapeleita, mutta haittoina on verkon riittämätön häiriönsieto. Tästä syystä sähköverkolla ei suositella kytkettävien kaikista tärkeimpiä laitteita. (Härkönen 2015, 75)

2.3 ETS

ETS eli Engineering Tool Software on ohjelma, jolla voidaan asettaa ja muokata KNX-laitteiden toimintoja. Opinnäytetyötä tehtäessä käytettiin ohjelman versioita 4 ja 5. Versio 5.5.2 (build 665) oli opinnäytetyön tekohetkellä uusin versio.

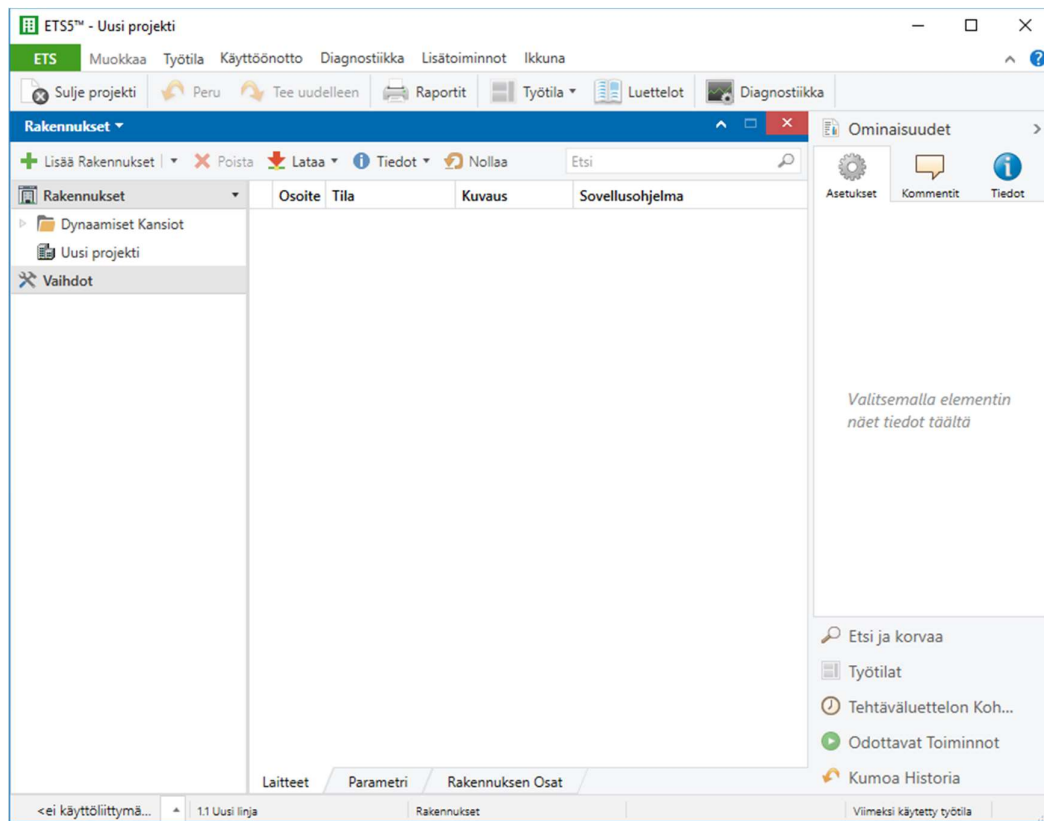


KUVA 9. Kuvankaappaus ETS5-ohjelman yleisnäkymä

Kuvan 9 vasemmassa yläkulmassa on päävalikot. Yleiskuvaus-valikosta voidaan valita uusi tai aiemmin tallennettu projekti. Väylä-valikosta voidaan muokata rajapinnan käyttöliittymää, ryhmän tai väylän seurantaa tai diagnostiikkaa. Luettelot-valikkoon tulevat ohjelmaan ladatut tuoteluettelot. Viimeisestä valikosta asetuksista, voidaan muuttaa ohjelman asetuksia.

Valittaessa uusi projekti aukeaa valikko, josta valitaan projektin nimi, runko, topologia ja ryhmäosoitteiden tyyli. Oletuksena runko on IP, topologia TP ja ryhmäosoitteiden tyyli kolmitasoinen. Kun projektin parametrit on asetettu, voidaan painaa luo projekti -painiketta ja näkymä on kuvan 10 mukainen.

Vasemmassa yläkulmassa olevaa vihreää ETS-painiketta painamalla päästään takaisin yleisnäkömään ja uudelleen painamalla takaisin projektiin. Työtilat-valikosta voidaan avata uusia paneeleita esimerkiksi ryhmäosoitteille tai topologialle. Painamalla vihreää plus-merkkiä kuvassa 10 auki olevassa rakennukset-työtilassa voidaan lisätä rakennuksen osia, kerroksia ja huoneita, joihin laitteet sijoitetaan luettelosta.



KUVA 10. Kuvankaappaus ETSS5 uusi projekti

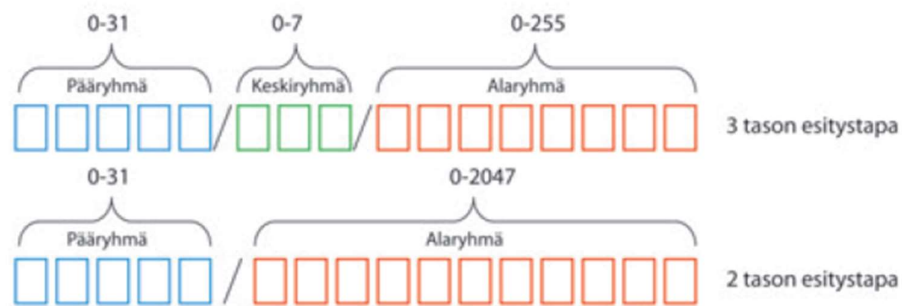
2.3.1 Osoitteet

ETS-ohjelma tunnistaa väylään liitetyt laitteet niiden osoitteista, joita ovat: ryhmä- ja yksilölliset osoitteet. Yksilöllinen osoite on laitteen oma tunnistusosoite, josta ETS havaitsee mikä laite on kyseessä. Ryhmäosoitteita käytetään viestien lähettämiseen ja vastaanottamiseen. (Härkönen 2015, 36)

Aloitettaessa ohjelmointia jokaiselle väylässä olevalle laitteelle täytyy antaa yksilöllinen osoite. Virtalähteet jotka eivät lähetä mitään tietoa eivät tarvitse osoitetta. Yksilölliset osoitteet ovat muodossa xx.xx.xxx, josta kaksi ensimmäistä paria ovat 4-bittisiä (0-15) ja viimeinen ryhmä on 8-bittinen (0-255). Yleensä uuden projektin alkaessa nimetään laitteet muotoon 1.1.1, 1.1.2 ja niin edespäin. Ensimmäinen ryhmä tarkoittaa aluetta, toinen linjaa ja viimeinen laitetta itseään. Yksilöllistä osoitetta tarvitaan vain ohjelmoitaessa. Laitteistoa käyttäessä ei tarvitse huolehtia osoitteista (Härkönen 2015, 36)

Ryhmäosoitteet ovat väylän tiedonsiirtoa varten, eli toiminnallisen yhteyden muodostus tapahtuu ryhmäosoitteilla. Projektia aloitettaessa valitaan ryhmäosoitteiden esitystapa ja vaihtoehtoina ovat kolmen tai kahden tason esitystapa sekä vapaa esitystapa. Yleensä valitaan kolmen tason esitystapa. Muut esitystavat on tarkoitettu lähinnä erityistilanteisiin ja saattavat, jopa hankaloittaa ohjelmointia, sillä esimerkiksi visualisointi ei tunnista muita kuin kolmen tason esitystapaa.

Kolmen tason esitystavassa ryhmäosoitteet ovat muodossa xx/x/xxx kuvan 11 mukaisesti. Ensimmäinen ryhmä on pääryhmä, toinen keskiryhmä ja kolmas alaryhmä. On suositeltavaa käyttää pääryhmiä 0 - 13. (Härkönen 2015, 36,37)



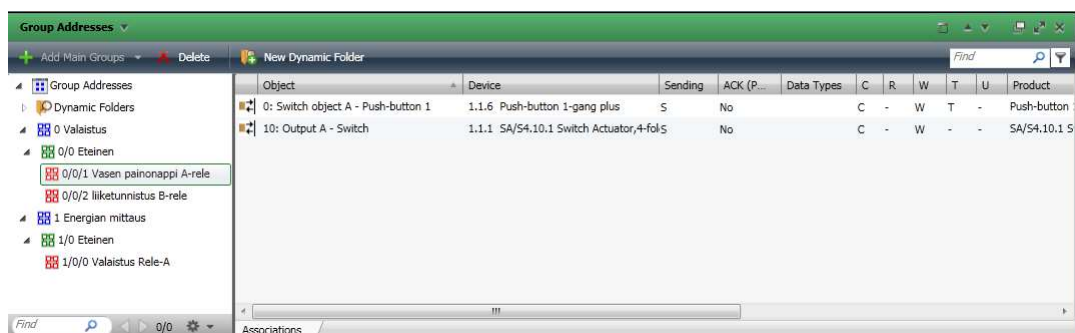
KUVA 11. Ryhmäosoitteiden esitystapa (Härkönen 2015, 37)

Yhdessä laitteessa voi olla useampi ryhmäobjekti. Ryhmäosoitteet mahdollistavat yhdessä laitteessa eri toimintojen ohjelmoinnin. Esimerkiksi jos painikkeessa on kaksi painiketta, saadaan näin eri painikkeille omat toiminnot. (Härkönen 2015, 37)

Laitteet lisätään rakennusnäkyssä huoneisiin, joissa niiden halutaan fyysisesti olevan. Ryhmäohjaus taas voidaan esimerkiksi luoda laiteryhmiin mukaan. Ryhmien muodostus olisi siis seuraavanlainen: kerrokset pääryhminä, laitteet kuten valot keskiryhmänä ja kolmantena alaryhmänä esimerkiksi eteisen valaistus.

Laitteiden ryhmäobjektit täytyy linkittää keskenään, jotta ohjaus saadaan toimimaan.

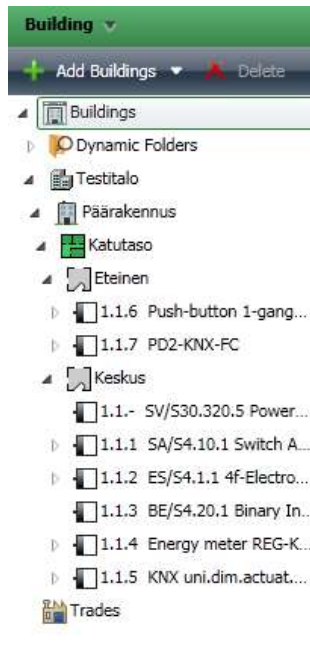
Linkitys toteutetaan siirtämällä valitun laitteen haluttu ryhmäobjekti kuten vaikka kaksiosaisen painonapin vasen painonappi haluttuun ryhmään. Kytkintoimilaitteesta siirretään haluttu lähtö samaan ryhmään painonapin ryhmäobjektin kanssa kuten kuvassa 12. Samaan ryhmään on kytketty painonapin vasen painonappi ja kytkintoimilaitteen lähtö A. Lähdön A takana olevaan pistorasiaan on kytketty valo. Linkityksen jälkeen täytyy sovellusohjelma ladata laitteisiin, joihin muutokset tehtiin. Laitauksen jälkeen vasenta painonappia painamalla lähtee kytkintoimilaitteelle käsky sulkea rele ja jännite kulkeutuu valaisimeen.



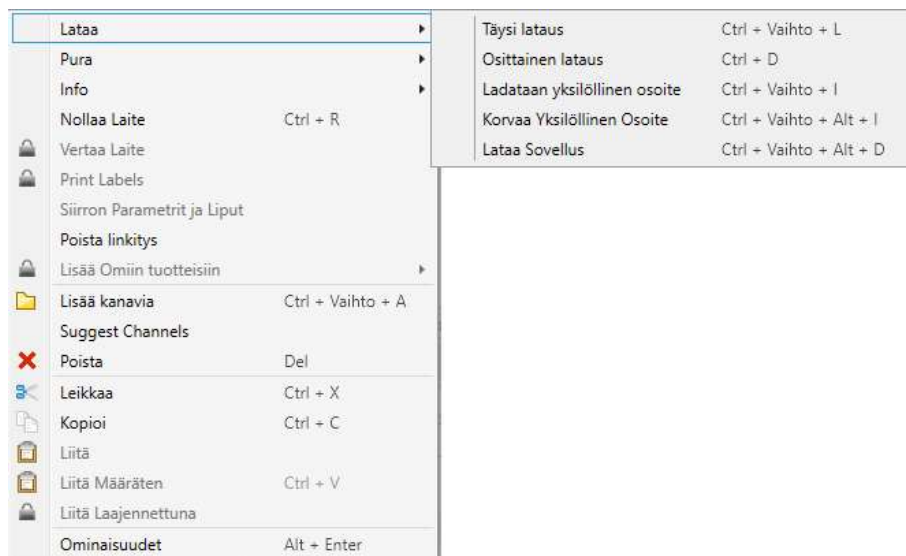
KUVA 12. Kuvankaappaus ETS-testikeskus, ryhmäosoitteet ja linkitys.

2.3.2 Lataaminen keskukseen

Ennen kuin KNX-laitteita voidaan käyttää, täytyy ohjelma ladata laitteisiin. Rakennukset (Building) -näkyvästä kuvassa 13 voidaan tarkastella laitteita, jotka ohjelmaan on asetettu. Valitaan hiiren vasemmalla painikkeella yksi tai useampi laite, jotka halutaan ladata keskukseen. Sitten painetaan hiiren oikealla painikkeella valittuun komponenttiin ja valitaan lataa-pudotusvalikko kuten kuvassa 14.



KUVA 13. Kuvankaappaus ETS-testikeskus, building-näkymä



KUVA 14. Kuvankaappaus ETS-ohjelman Latausvaihtoehdot

Täysi lataus (Download All) -valinnasta ladataan yksilöllinen osoite sekä sovellusohjelma väylässä olevaan laitteeseen. Ladattaessa yksilöllinen osoite järjestelmä vaatii tunnistamaan kohdelaitteen kuvan 15 mukaisesti. Tunnistaminen tehdään painamalla ohjelmointipainiketta (kuva 16). Näin kerrotaan järjestelmälle mihin laitteeseen tieto ladataan. (Härkönen 2015, 150)

Osittainen lataus (Download Partial) -valinta lataa laitteeseen ainoastaan muutokset, mitkä tehtiin viimeisen lataamisen jälkeen. (Härkönen 2015, 150)

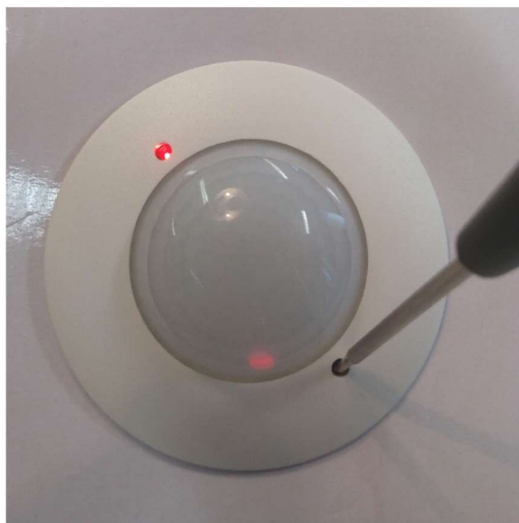
Ladataan yksilöllinen osoite (Download Individual address) -valinnasta Ladataan yksilöllinen osoite haluttuun laitteeseen. Kuten Täysi lataus -valinnassa ETS pyytää tunnistamaan laitteen, johon osoite halutaan ladata. Tunnistus tapahtuu painamalla ohjelmointipainiketta. (Härkönen 2015, 150)

Korvaa yksilöllinen osoite (Overwrite Individual address) -valinnasta väylässä olevan laitteen yksilöllinen osoite voidaan muuttaa ilman tunnistamista. Tätä voidaan esimerkiksi käyttää ladattaessa osoite laitteeseen, jonka manuaalinen tunnistaminen on vaikeaa. (Härkönen 2015, 150)

Lataa sovellus (Download Application) -valinnalla ladataan sovellusohjelma valittuun laitteeseen. Ennen sovellusohjelman lataamista täytyy laitteeseen olla ladattuna yksilöllinen osoite. (Härkönen 2015, 150)



KUVA 15. Kuvankaappaus ETS-ohjelma pyytää painamaan ohjelmointipainiketta laitteesta johon yksilöllinen osoite halutaan ladata.

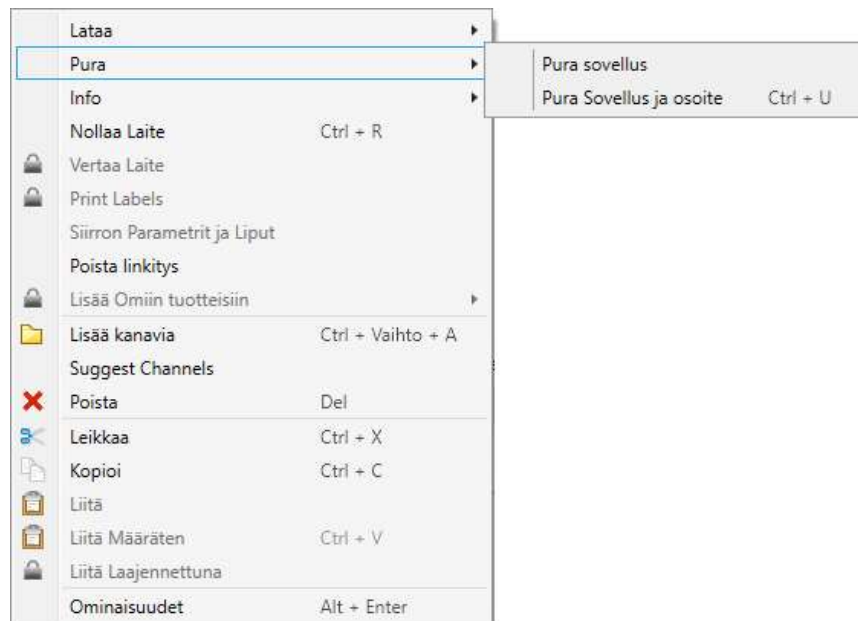


KUVA 16. Ohjelmointivalo(kuvassa yläpuolella) syttyy ohjelmointipainiketta painettaessa ja näin ETS tietää mihin laitteeseen yksilöllinen osoite ladataan.

Lataa-toimintojen lisäksi ETS-ohjelmassa on Pura-toiminto, jolla voidaan poistaa halutusta laitteesta, joko ohjelma tai ohjelma ja osoite. Ohjelmien purkaminen tapahtuu melkein samalla tavalla kuin niiden lataaminen. Ensin valitaan hiiren vasemmalla painikkeella komponentti, josta halutaan ohjelmointi purkaa. Painettaessa valittua komponenttia hiiren oikealla painikkeella aukeaa valikko josta valitaan pura-pudotusvalikko kuvan 17 mukaisesti.

Pura sovellus (Unload Application) -valinta poistaa laitteesta ohjelman, mutta säilyttää sen yksilöllisen osoitteen.

Pura sovellus ja osoite (Unload Application and Address) -valinta poistaa laitteesta ohjelman ja yksilöllisen osoitteen. Sovellusta ja osoitetta purkaessa ohjelma pyytää painamaan ohjelmointipainiketta.



KUVA 17. Kuvankaappaus ETS-ohjelman ohjelmoinnin purkuvaihtoehdot

3 TOTEUTUS

3.1 Työn suunnittelu ja toteutus

Suunniteltaessa opetuskäyttöön tulevaa keskusta on tärkeä ottaa huomioon millainen tarve on kyseessä ja mikä taso opetuksella halutaan saavuttaa. Tässä työssä keskuksat palvelevat johdantona KNX-järjestelmään, eli ohjelmointitehtävät ovat sopivan vaikeita käyttäjän sisäistettyä KNX-järjestelmän perusteet. Kytkeä ohjelmointilaitteilla saadaan opetettua järjestelmän perusteet ja PriOnin kosketuspaneelilla saadaan jo hieman vaikeutta ohjelmointiin. Suunnittelussa on hyvä ottaa huomioon turvallisuuden lisäksi myös käyttömukavuus ja kytkentöjen sujuvuus, ettei alussa kulu turhaa aikaa laitteiden kytkemiseen.

Opetuskeskukseen kannattaa toteuttaa pistorasialitännät ohjattaville laitteille. Näin pystytään liittämään ohjattavat laitteet nopeasti ja turvallisesti.

Työ jakautui useaan vaiheeseen. Aluksi täytyi perehtyä kaikkeen saatavilla olevaan aineistoon ja alkaa selvittämään, mitä tällä projektilla voidaan saada aikaiseksi. Tämän jälkeen täytyi laatia suunnitelma siitä, kuinka komponentit ja johdotus tulitisiin sijoittamaan keskuksiin. Kun keskus alkoi olla valmis ja se pystyttiin liittämään verkkovirtaan ja haluttuihin laitteisiin, voitiin siirtyä ohjelmointiin. Ohjelmointi toteutettiin ETS-ohjelmalla. Ohjelmoinnin pystyi toteuttamaan missä vain missä oli PC ja ETS-Dongle. Ensimmäisen keskuksen valmistuttua loput neljä keskusta koottiin samalla periaatteella kuin ensimmäinen. Lopuksi laitteisto tuli testata turvallisuuden ja toimivuuden takaamiseksi ennen luovuttamista.

3.2 Laitteisto ja komponentit

Tässä on esitetty opinnäytetyössä käytetyt komponentit ja laitteet.

3.2.1 Keskuskomponentit









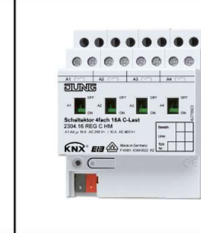

Keskuskomponentit saatiin suurimmaksi osaksi lahjoituksena yrityksiltä. Lisäjännitelähteet hankittiin itse. Taulukkoon 1 on koottu tässä työssä käytetyt keskuskomponentit. Keskuskomponenttien lisäksi jokaisessa keskuksessa on kuormakytkin ja 10A 1-vaiheinen C-tyyppin automaattisulake.

Virtalähde syöttää jännitteen välilä puna-mustasta liittimestä. Jos virtalähteessä on kelta-valkoinen liitin, on tehonotto ennen kuristinta

Jokaisella linjalla tulisi olla oma virtalähde. Yleensä on tapana laskea 10 mA välilä laitetta kohden. (Härkönen 2015, 85,86) Tässä työssä käytetty 320 mA virtalähde riittää tämän työn vaatimuksiin.

TAULUKKO 1. Keskuskomponentit

Nimi	SNRO	Valmistaja ja tuotekoodi	Lisätietoja	Viittauskuvaan 18
Virtalähde/EIB Power supply (Kuristimella)	2815185	ABB Oy SV/S 30.320.5	230 VAC / 30 VDC 320 mA	1
IP-Gateway	2818135	Ensto Finland Oy IPS200REGFI	Yhteys tietokoneen ja keskuksen välille	2
Tuloyksikkö/Electronic Relay 4ch 0,7A:	2815127	ABB Oy ES/S 4.1.1	Lämmityksenohjausyksikkö 4 kanavaa	3
Lähtöyksikkö / Binary output 4-fold	2815170	ABB Oy SA/S 4.10.1 230 VAC 4*10A	Kytkeyksikkö 4 x 10 A	4
Vastaanotin/Binary input 4-fold:	2815113	ABB Oy BE/S4.20.1 4 * 24V	Binäärisisääntulo 4 * 24V, MDR.	5
Energiamittari KNX	2820294	Schneider Electric MTN6600-0603	Energiamittari 3*230V/16A DIN (Vain 1. keskuksessa)	6
Valonsäädin KNX	2820285	Schneider Electric MTN6710-0002	2*300VA LED universal DIN (Vain 1. keskuksessa)	7
Virtalähde AMR2-24/24	2710058	Noratel Finland Oy 3-097-000040	Lisäjännite 24 VDC	8
JUNG Lähtöyksikkö KNX	2818116	Ensto Finland Oy 2304.16REGCHMFI	KNX-kytkinyksikkö C- kuormalle 4x16A	9
JUNG himmennin	2818131	Ensto Finland Oy 3902REGHEFI	KNX-yleishimmennin 2x300W	10

				
ABB virtalähde SV/S 30.320.5	JUNG IP-Gateway IPS 200 REG	ABB tuloyksikkö ES/S 4.1.1	ABB lähtöyksikkö SA/S 4.10.1	ABB vastaanotin BE/S4-20.1
1	2	3	4	5
				
Schneider Electric MTN6600-0603	Schneider Electric MTN6710-0002	Noratel virtalähde 3-097-000040	JUNG lähtöyksikkö 2304.16 REGCHM	JUNG valosäädin 3902 REGHE
6	7	8	9	10

KUVA 18. Keskuskomponentit (ABB; Schneider; Noratel; JUNG)

3.2.2 Väylälaitteet

Väylälaitteet saatiin lahjoituksina yrityksiltä. Taulukkoon 2 ja kuvaan 19 on koottu tässä työssä käytetyt väylälaitteet. Komponenttien lisäksi väylälle liitettiin valokatkaisija 1-kytkin, joka liitetään binääriiliittimeen demonstroimaan, kuinka väylälle voidaan liittää myös "tavallisia" laitteita.

TAULUKKO 2. Väylälaitteet (Schneider; JUNG; Nylund; ABB)

Nimi	SNRO	Toimittaja ja tuotekoodi	Lisätietoja	Viittaus kuvaan 19
Exxact 2-osainen painike	28 161 01	Schneider Electric Finland Oy WDE002931	Exxact KNX-painike	1
JUNG Painikemoduuli 4-kanavainen + painikevivut	28 183 89 + 28 184 13	Ensto Finland Oy LS5094TSM + LS504TSAWW	KNX F50 painike 4-kanavainen + Painikevivut kojeelle LS5248TSMFI	2
Luxomat läsnä-olo/valoisuustunnistin	26 030 16	Nylund Group Oy Ab PD2-KNX		3
Kaksiosainen PriOn	28 150 83	ABB Oy Busch-Jaeger 6346/11-101-500	24 VDC lisäjännite väyläliittimeen	4
PriOn Lisäjänniteliitin	28 150 09	ABB Oy Busch-Jaeger 6120/13		5



KUVA 19. Väylälaitteet

3.2.3 Väyläkaapeli

Tässä työssä käytettiin kierrettyä parikaapelia YCYM2*2*0,8. Kierretty parikaapeli on rakenteeltaan kaksi yhteen kierrettyä kaapelia. Kaapelit kierretään yhteen sähkömagneettisen häiriön minimoimiseksi, sillä yhteen kierrettyjen silmukoiden kautta kulkevan magneettikentän virta kumoaa toisen. (ST 701.60)

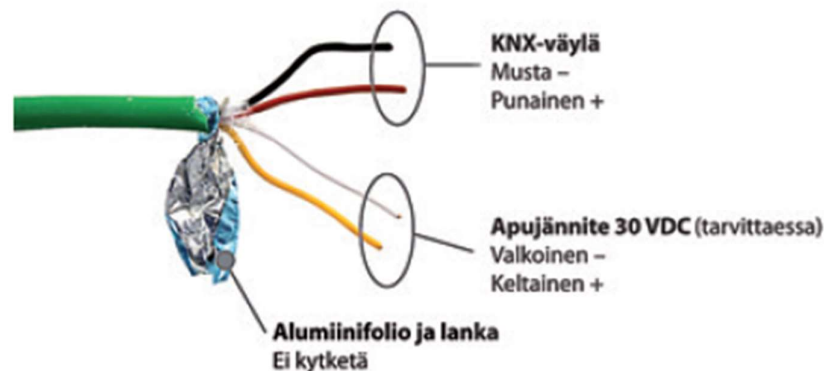
KNX-parikaapelissa on 30 VDC jännite (SELV). Pienoisjännitejärjestelmä on turvallinen käyttää: jännitteen pienuuden sekä riittävien ryömintä- ja ilmavälien ansioista osat erottuvat muusta verkosta. Pienoisjännitejärjestelmä ei ole yhteydessä maihin, minkä ansioista järjestelmää käyttävä henkilö ei voi tulla osaksi sitä. On suositeltavaa käyttää omanlaisiaan kaapeleita pienoisjännitteelle ja verkkojännitteelle, etteivät ne sekoittuisi keskenään. (Härkönen 2015, 101)

KNX-järjestelmälle on olemassa kaksi sertifioitua kaapelia: yksi normaaleille kuiville asennuksille ja yksi teollisille asennuksille. Sertifioituissa väyläkaapeleissa on vihreä vaippa ja KNX -ja/tai EIB-merkintä. Pinta-asennuksiin on saatavilla myös valkovaippainen sertifioitu kaapeli. Taulukossa 3 on esitetty sertifioidut väyläkaapelit. (Härkönen 2015, 101)

Normaalit kuivat asennukset	Teolliset asennukset
YCYM2*2*0,8	J-Y(St)Y2*2*0,8

TAULUKKO 3. Sertifioidut väyläkaapelit (Härkönen 2015, 19)

Väyläkaapeli koostuu kahdesta johdinparista: puna-musta ja kelta-valkoinen. Puna-musta johdinpari siirtää väylälaitteille virran ja välitettävän tiedon. Kelta-valkoista johdinparia on käytetty virtalähteen ja kuristimen välissä, mutta uudemmissa virtalähteissä on sisäänrakennetut kuristimet, jolloin kelta-valkoisia johtimia voidaan käyttää lisäjännitteelle. Kuvassa 20 näkyy väyläkaapelin sisältämät johtimet. (Härkönen 2015, 85,101,102)



KUVA 20. Väyläkaapelin sisältämät johtimet (Härkönen 2015, 102)

3.2.4 Kotelot ulkoisille laitteille

Väylälaitteet eivät yleensä ole ulkoisissa koteloisissa vaan upotettuna esimerkiksi seinään tai kattoon. Koteloina valittiin kuvassa 21 näkyvät Ensto-kotelot. Kotelot saatiin lahjoituksena. Pienempään SABP131306G-koteloon laitettiin läsnäolo-/ hämärätunnistimet sekä 1-kytkimet ja suurempaan SABP182508G-koteloon laitettiin PriOn-paneelit sekä painikkeet.



KUVA 21. Ensto SABP131306 ja SABP182508G

Koteloiden valinnassa tärkeitä kriteereitä olivat niiden jämäkyys ja helppokäyttöisyys. Koteloiden täytyi pysyä jämekästi paikoillaan niin, etteivät ne heilu käytettäessä. Helppo avattavuus oli myös yksi kriteeri, jotta asennus ja huolto sujuisivat mahdollisimman helposti.

Koteloihin tehtiin reiät liittimille ja väylälaitteille Savonia-ammattikorkeakoulun konetekniikan laboratoriossa, minkä jälkeen ne pystyttiin kokoamaan sähkötekniikan laboratoriossa käyttövalmiiksi. Kuvassa 22 on PriOn ja Läsnäolo/valoistuustunnistin koteloihinsa asennettuna.



Kuva 22. PriOn ja läsnäolo-/ hämärätunnistin

3.2.5 Liittimet väylälle

Väylälle tarvittiin pikaliittimet, jotta väyläkaapeli saatiin saumattomasti liitettyä keskuksen ja laitteiden välille. Opetustilanteessa tärkeää on asennuksen sujuvuus, ettei opetusaikaa kulu väylälaitteen väyläänliittämiseen.

Demo-keskuksissa, joissa kytkentöjä laitteiden välillä joudutaan useasti muuttamaan, ovat pikaliittimet välttämättömiä. Tässä työssä tarvittiin 4-napaiset liittimet PriOn-paneelin vaatiman lisävirran vuoksi eli väylän oman 30 VDC lisäksi täytyi väylälle saada 24 VDC lisäjännite. Kuvassa 23 on väyläl-

le valitut WeiPU SP-13-sarjan neli-napaiset liittimet. Yleensä väylällä ei käytetä pikaliittimiä vaan johtimet kytketään suoraan laitteisiin, mikä toi oman haasteensa sopivien pikaliittimien löytämiseksi, sillä useimmat neli- tai useampinapaiset liittimet olivat niin sanottua raskaampaa sarjaa ja/tai kalliita yksittäisesti.

Binääritulolle oli helpompi valita liittimet, sillä kaksi-napaisia liittimiä on saatavilla enemmän. Kuvassa 24 on binääritulolle valitut Hirschmann STAS2 ja STAKEI2 -liittimet.



KUVA 23. Weipu SP-13-sarjan liittimet



KUVA 24. Hirschmann STAS2 ja STAKEI2 -sarjan liittimet

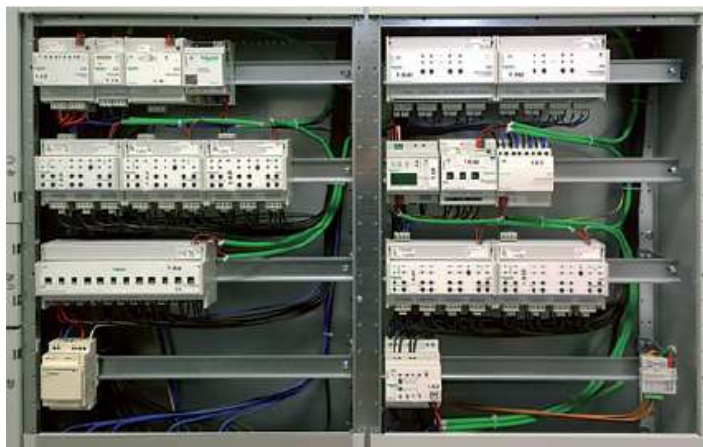
Keskuksesta liittimet alkavat naarasliitoksella ja päättyvät laitteen urosliitokseen. Sama pätee laite-koteloihin. Tämä sen tähden, ettei käyttäjä altistuisi jännitteisille osille missään kytkennän vaiheessa. Väylän puna-mustat johtimet kytkettiin jokaiseen väylälaitteeseen. 24 VDC kelta-valkoiset johtimet kytkettiin vain PriOniin vetäen lisäjännite muista kotelosta läpi liittimeltä suoraan toiselle. Väyläkaapelin pituus laitteiden välillä on 40 cm.

3.3 Keskus

3.3.1 KNX asennusta koskevia huomautuksia

Sertifioitua väyläkaapelia tulisi käyttää niin ulkoisten kuin keskusten sisäisten kytkentöjen asennukseen. Sertifioidussa väyläkaapelissa on kaksoiseristys ja siksi se soveltuu myös keskuksen sisäisiin asennuksiin. Keskuksissa on kuitenkin kohtia, joissa vaippa joudutaan poistamaan ja tällöin kaksoiseristys menetetään. Kohdissa, joissa vaippa on poistettu, on huolehdittava, että verkkovirrassa olevien kaapelien ja KNX-kaapelin välille jää ainakin 4 mm ilmavälin. Kuvassa 25 on esimerkki KNX-keskuksesta. (Härkönen 2015, 105)

Osassa KNX-laitteita on kaapelisuojaus, joka estää kosketuksen KNX-liittimen ja verkkovirrassa olevien johtimien välillä. Laitteissa, joissa ei suojusta ole täytyy johtimet kiinnitettävä niin, ettei kosketus ole mahdollinen. (Härkönen 2015, 105)



KUVA 25. Esimerkki KNX-keskus (Härkönen 2015, 107)

3.3.2 Keskusten toteutus

Keskuksen suunnittelussa oli tärkeää selkeä järjestys komponenteille ja johtimille. Keskuskomponentit asetettiin siten, että väyläkaapeli olisi mahdollisimman selkeä asentaa ja että se risteäisi verkkojännitteen kanssa mahdollisimman vähän. Verkkovirrassa olevat johtimet kulkevat pääasiassa keskuksen reunoilla ja risteävät väyläkaapelin kanssa vain silloin kun sitä ei voinut välttää. Kohdissa joissa verkko- ja väyläkaapeli risteävät niin, että väyläkaapelin vaippa on kuorittu, toteutuu 4mm ilmaväli, ja muutoin kaapelit on kaksoiseristetty. Kotelo maadoitettiin vaatimusten mukaisesti. Kuvassa 26 on ensimmäinen keskus, jonka pohjalta loput keskuksat kasattiin.



KUVA 26. Ensimmäinen keskus komponentteineen

Keskusten ja välilaitteiden koteloiden kokoamiseen avuksi tuli yksi Savonian sähkötekniikan koulutusalan neljännen vuoden projektiryhmä. Yhteistyö oli merkittävä apu tähän projektiin. Keskukset kasattiin piirikaavion ja ensimmäisen keskuksen mukaisesti. Projektiryhmä pääsi nopeasti työhön sisälle ja otti vastuun keskusten valmistumisesta ja testauksesta hyvin vastaan. Keskukset valmistuvat ajallaan ja ne pystyttiin luovuttamaan opetuskäyttöön suunnitelmien mukaisesti.

Schneiderin komponentteja ei ollut kuin ensimmäiseen keskukseseen. Schneiderin komponentit laitettiin ensimmäiseen keskukseseen, jotta niitä voitaisiin kuitenkin hyödyntää. Keskukset ovat muutoin identtiset, jolloin minkään ryhmän ei tarvitse käyttää samaa keskusta alusta loppuun asti ja näin ollen keskuksia voidaan vaihtaa kurssin myötä. Savonia-ammattikorkeakoululla on Dali-keskus joka pitäisi siirtää samanlaiseen keskukseseen kuin nämä uudet KNX-keskukset. Dali-keskuksen valmistuttua Schneiderin komponentit siirretään siihen.

Keskusten liitäntä tietokoneeseen ohjelmointia varten tapahtuu CAT-6 -kaapelilla RJ-45 -liitimeen. Käytössä olevien IP-Gateway -rajapintojen oma RJ-45 -liitin jää keskusten sisäpuolelle, jonka tähden keskusten sivuun muiden liittimien viereen teetettiin reikä RJ-45 -liitintä varten kuvan 27 mukaisesti. Aluksi oli tarkoitus liittää keskukset tietokoneeseen USB-liitännällä, mutta projektiin lahjoitettiin IP-Gatewayt. Keskusten ollessa muuten valmiit, täytyy keskuksiin tehdä asianmukaiset suojaukset ettei liitinreikää tehdessä syntyvä lastu vahingoita komponentteja. Komponenttien purkaminen ja uudelleen asentaminen olisi vienyt liikaa aikaa, mutta projektissa ei haluttu tinkiä ulkoasusta tai käytettävyydestä.



KUVA 27. Keskusten liittimet vasemmalta oikealle: virta-, RJ-45-, väylä- ja binääriliitin

Kuvassa 28 on ensimmäinen keskus kuvattuna kansi kiinni. Keskuksia täytyy avata syötettäessä yksilölliset osoitteet keskuskomponentteihin, mutta sen jälkeen keskusta voidaan käyttää avaamatta kantta. Kuvassa vasemmalla alhaalla kuormakytkimen oikealla puolella oleville Schneiderin komponenteille annettiin muista eriävät osoitteet, koska ne on tarkoitus siirtää tulevaan Dali-keskukseen.

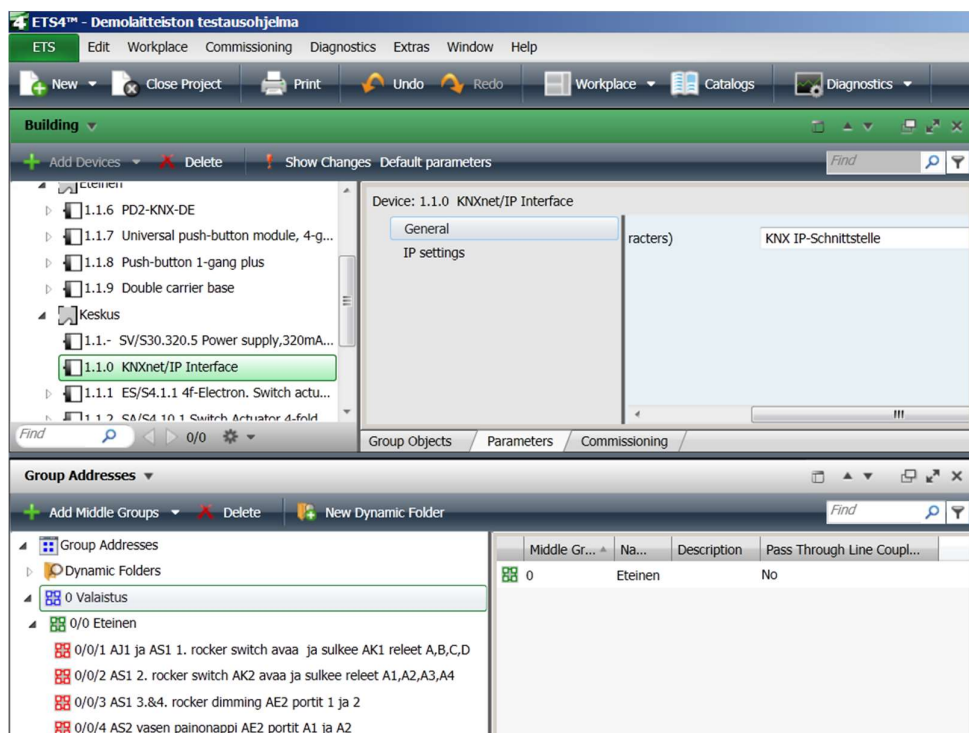


KUVA 28. Ensimmäinen keskus

Valmiille keskuksille tehtiin käyttöönottotarkastukset, testaukset ja päivitettiin piirikaaviot vastaamaan lopullista kokoonpanoa. Lopuksi tarvittavat asiakirjat ja demolaitteisto luovutettiin toimeksiantajille.

3.4 Ohjelmointi ja sovellukset

ETS-ohjelmalla testattiin, että kaikki laitteet toimivat ja niillä voidaan toteuttaa KNX ETS-ohjelmointia. ETS-ohjelmalla tehtiin esimerkkitalo, johon sijoitettiin laitteet ja komponentit, jonka jälkeen niiden yhteensopivuutta ja toimivuutta pystyi testaamaan. Toimivuus testattiin laitteiden perustoiminnoilla. Esimerkkitestaus: painonapilla ohjattiin kytkinyksikköä ja testattiin tuleeko releen takana olevaan pistorasiaan jännite. Kuvassa 29 näkyy ETS-suunnittelua ja testausta varten luotu esimerkkitalo.



KUVA 29. Kuvankaappaus ETS-Suunnittelua ja testausta varten luotu esimerkkitalo

Käytössä olevia PriOn paneeleita ohjelmointiin ETS-ohjelman lisäksi asennettavalla Power Tool ohjelmalla.

Tulevaa KNX-laboratoriokurssia varten muokattiin olemassa olevia laboratorioharjoituksia sopivamiksi uuteen demolaitteistoon. Vanhat olemassa olevat tehtävät eivät olisi suoraan käyneet uuteen demolaitteistoon, koska laitteet niin keskuksen sisä- kuin ulkopuolella eroavat lainassa olleista ABB:n laitteista.

Tulevalle kurssille suunniteltiin uudet harjoitukset, mutta vanhat olemassa olevat tehtävät haluttiin uusien rinnalle, jotta niitäkin voitaisiin hyödyntää laboratorio-opetuksessa. Kurssin opettajat suunnittelivat uudet harjoitukset.

4 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tavoite oli suunnitella ja toteuttaa Savonia-ammattikorkeakoululle ja AH-Talotekniikalle yhteiset KNX-keskukset, ulkoisten komponenttien kotelot ja päivittää laboratoriosovelluksia vastaamaan uutta demo-laitteistoa.

Komponentit, keskukset ja kotelot saatiin lahjoituksina yrityksiltä, jotka halusivat tukea KNX-osaamisen edistämistä. Pikaliittimet väylälle, kuormakytkimet, lisäjännitelähteet ja muut asennustarvikkeet hankittiin itse.

Suunnitteluun ei ollut mitään mallia tai suunnittelupohjaa. Ensimmäisen keskuksen valmistuttua loput keskukset koottiin ensimmäisen mukaisesti. Savonia-ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusalan neljännen vuoden projektikurssin yksi projektiryhmä otti vastuulleen loppujen keskusten ja ulkoisten koteloiden kokoamisen. ABB:ltä lainattujen keskusten harjoitukset muutettiin vastaamaan uusia kotelointeja. KNX-laboratoriokurssia opettavat henkilöt suunnittelivat täysin uusia harjoituksia demo-laitteistolle. Opiskelijat voivat soveltaa harjoituksia laboratoriotöinänsä. Opetuskäyttöön suunniteltiin erilaisia tilanteita, kuten valo-ohjaus, johon oppilaat ohjelmoisivat ohjauksen esimerkiksi liiketunnistimen tai painonappien kautta. Schneiderin keskuskomponentit siirretään Dali-keskukseen tämän valmistuttua.

Lopuksi tehtiin käyttöönottotarkastukset sekä testattiin keskukset ja väylälaitteet, minkä jälkeen demo-laitteisto luovutettiin toimeksiantajille. Keskukset on suunniteltu ja toteutettu siten, että niihin on mahdollista tehdä laajennuksia. Keskukset otetaan käyttöön Marraskuussa 2016 osana Savonia-ammattikorkeakoulun sähkötekniikan koulutusalan KNX-laboratoriokurssia.

LÄHTEET JA TUOTETUT AINEISTOT

AHO, Pekka. Selostusesimerkit S2010-nimikkeistön mukaan. T860, sähköautomaatiototeutus KNX-väyläjärjestelmää käyttäen. ST 701.32. Laadittu 2014-09-15. Espoo: Sähkötieto ry.

HARSIA, Pirkko Virtuaaliammattikorkeakoulu. Opintojakso: Suojaus sähköiskulta [Viitattu 2016-07-21] Saatavissa: <http://www2.amk.fi/digma.fi/www.amk.fi/opintojaksot/030503/1133959973706.html>

HARSIA, Pirkko ja Piikkilä, Veijo [Verkkoaineisto] Ensto Pro koulutuskonsepti. Opintojakso: KNX [Viitattu 2016-06-07] Saatavissa: <http://www2.amk.fi/Ensto/www.amk.fi/opintojaksot/0705016/1228110247982.html>

HÄRKÖNEN, Kalevi 2015. Knx-järjestelmän perusteet- ST-käsikirja 23. Espoo: Sähkötieto ry.

KNX ASSOCIATION 2015. KNX Basic Course Documentation. Bryssel: KNX Association

KNX. KNX-Association. [Viitattu 2016-06-06] Saatavissa: <https://knx.org/knx-en/index.php>

KNX. KNX National Finland [2016-11-10] Saatavissa: <http://knx.fi/index.php>

PIIKKILÄ, Veijo. Kenttäväyläteknikka. ST 701.60. Laadittu 2009-11-15. Espoo: Sähkötieto ry.

PIIKKILÄ, Veijo 2011. Luentomoniste knx peruskurssi. [Verkkoaineisto]. Savonia-ammattikorkeakoulu Moodle [verkko-oppimisympäristö]. 15A ESV0310 Kiinteistöjen tele- ja automaatiojärjestelmät-kurssi.

SÄHKÖNUMEROT.FI. Sähkönumerot.fi [Viitattu 27.09.2016] Saatavissa: <http://www.sahkonumerot.fi/>

LIITE 1: LAITEET JA OSOITTEET

Demolaitteet

KNX-laitteet:

Virtalähde	AU1 SV/ S30.320.5	1.1.-
IP-Gateway	AZ1 IPS200REG	1.1.0
IP-paikallinen osoite		1.1.21
Tuloyksikkö	AE1 ES/S4.1.1	1.1.1
Kytkeyksikkö	AK1 SA/S 4.10.1 230	1.1.2
Binääri-input 4 kanavaa	AP1 BE/S4.20.1 4 * 24V	1.1.3
Kytkeyksikkö	AK2 2304.16REGCHM	1.1.4
Himmennin 2x300W	AE2 3902REGHE	1.1.5

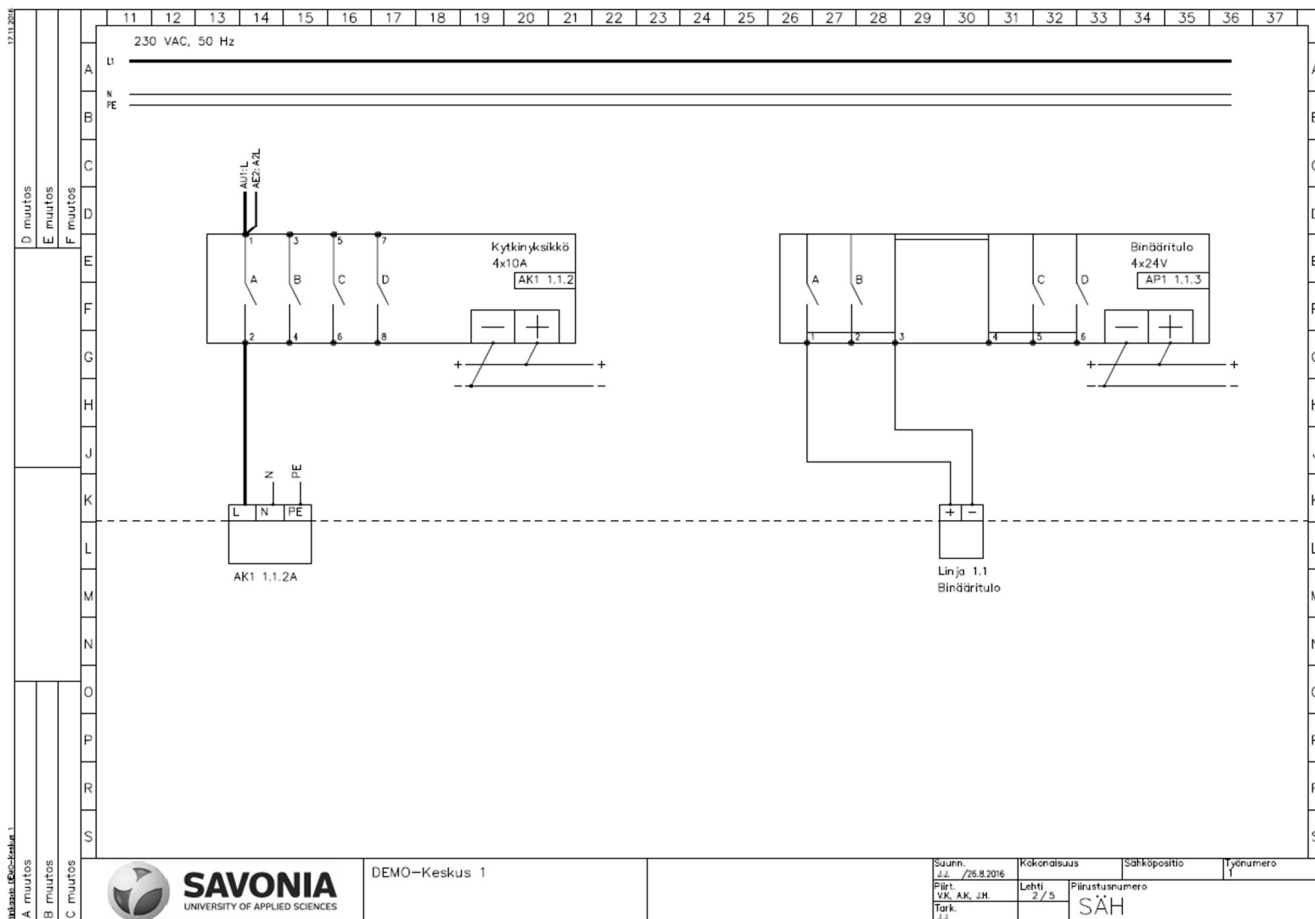
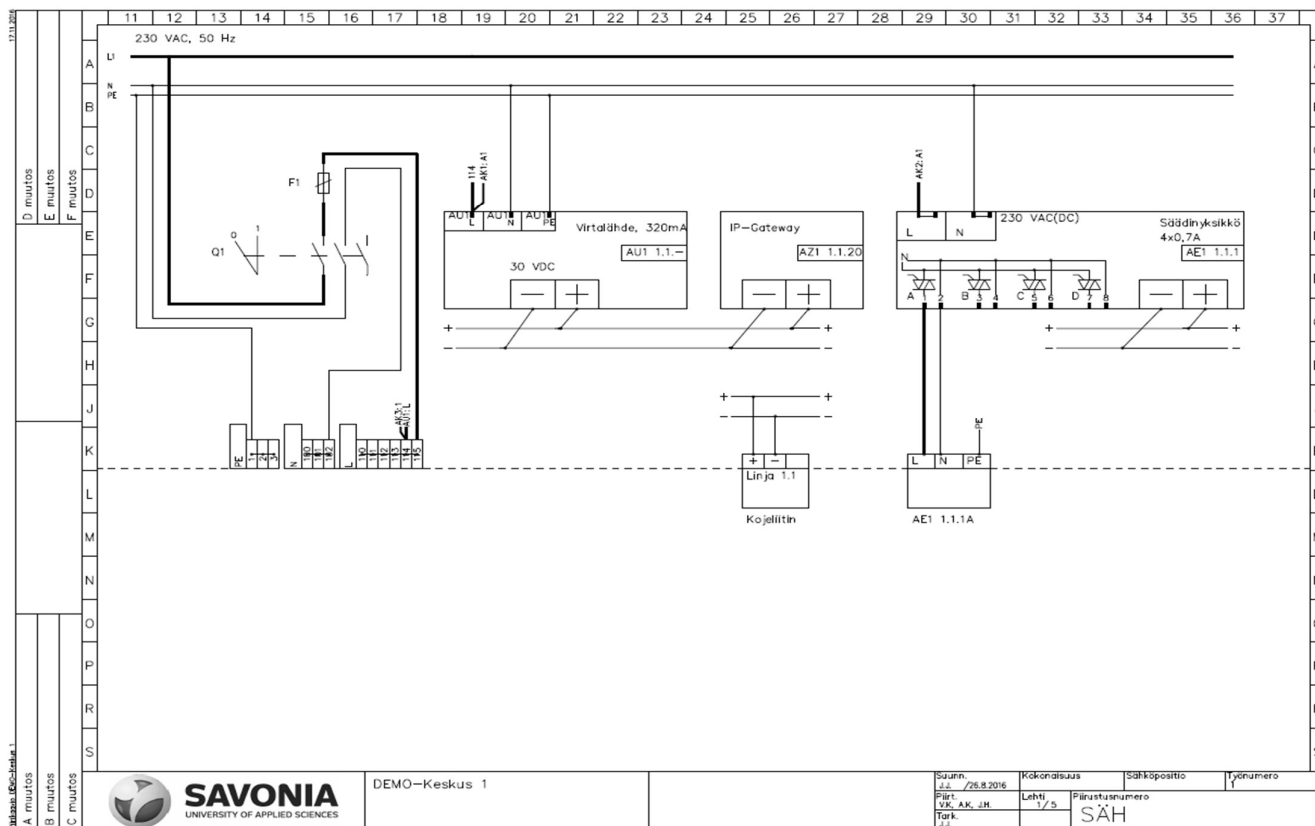
Vain 1. keskuksessa

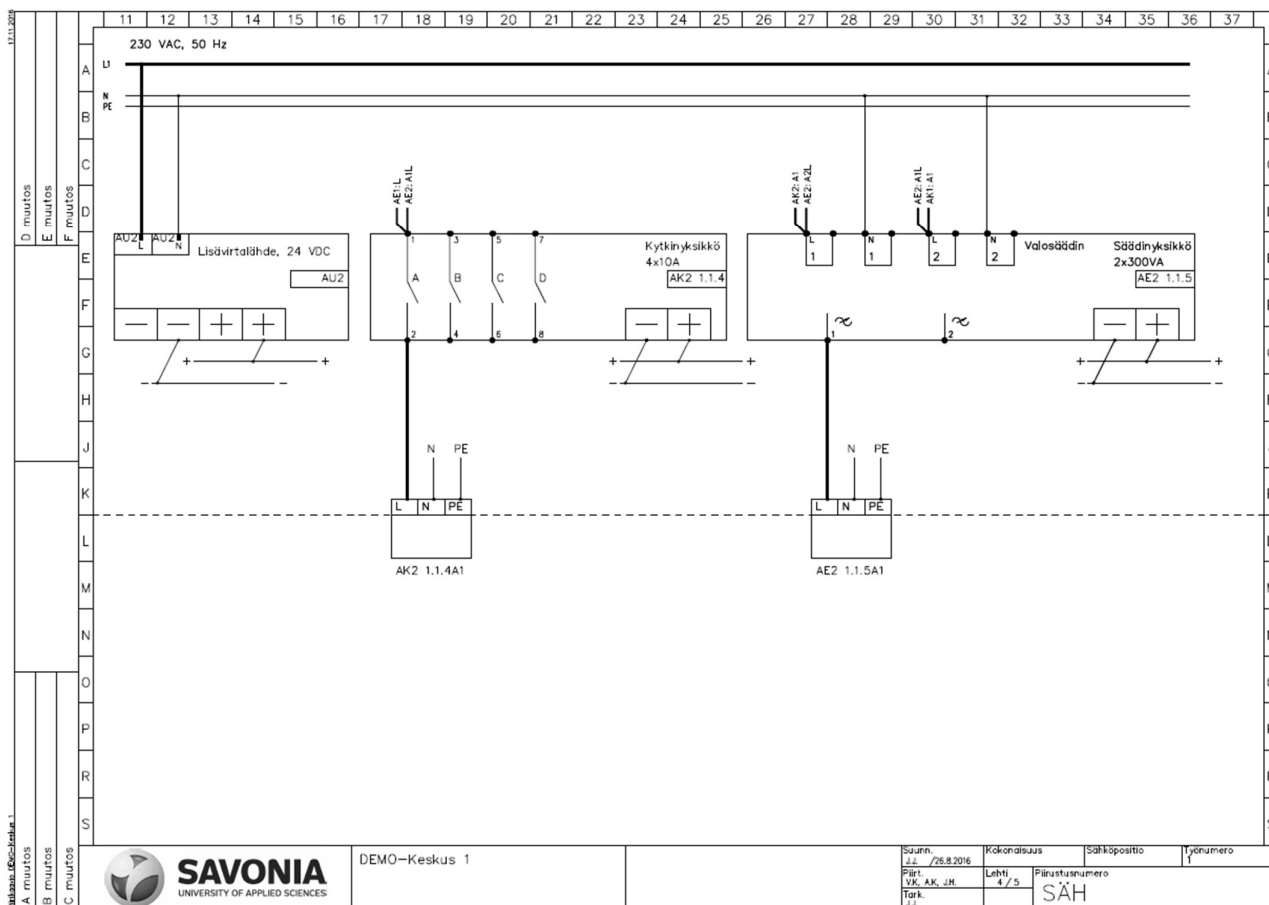
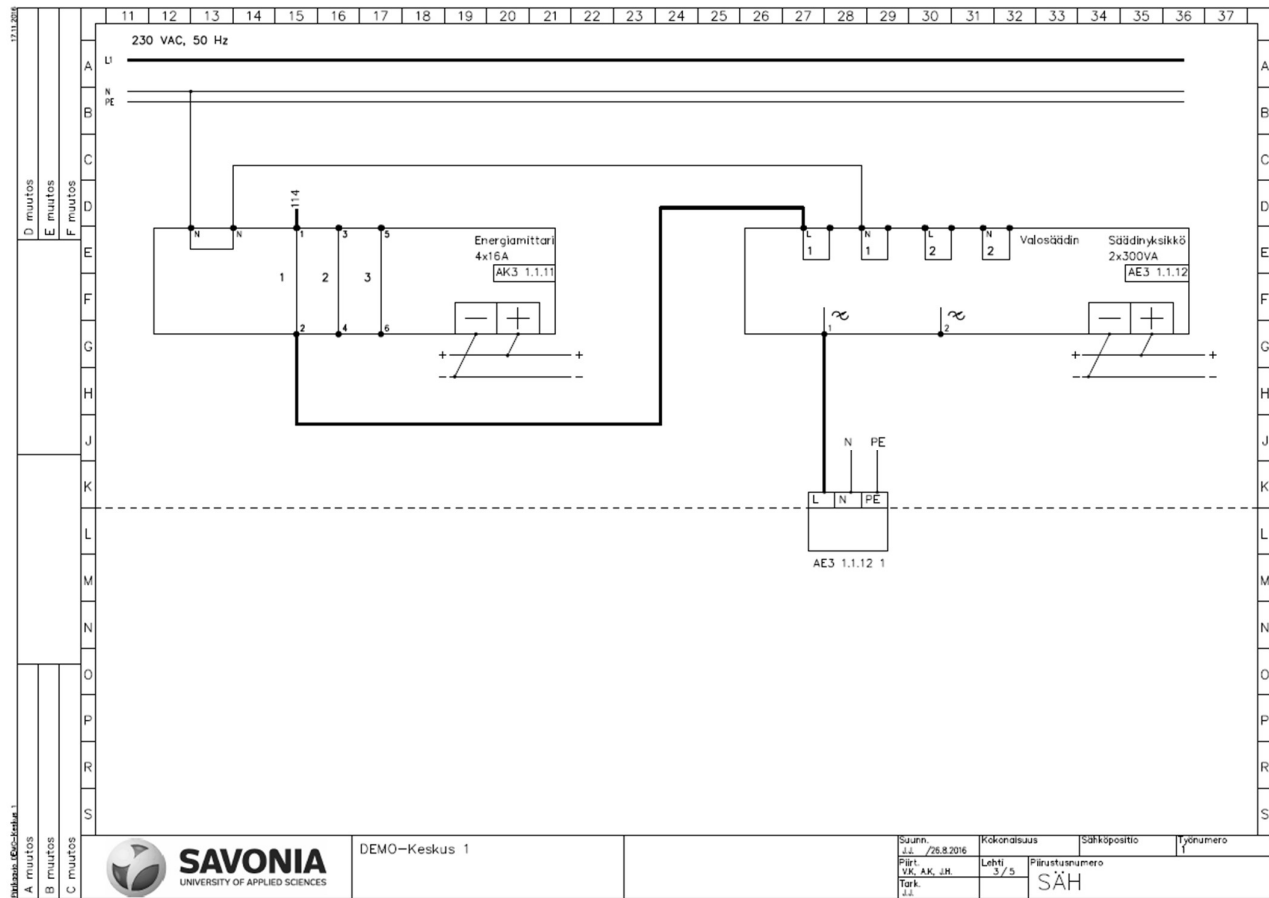
Energiamittausyksikkö	AK3 MTN6600-0603	1.1.11
Valosäädin 2x300VA	AE3 MTN6710-0002	1.1.12


Väylälaitteet

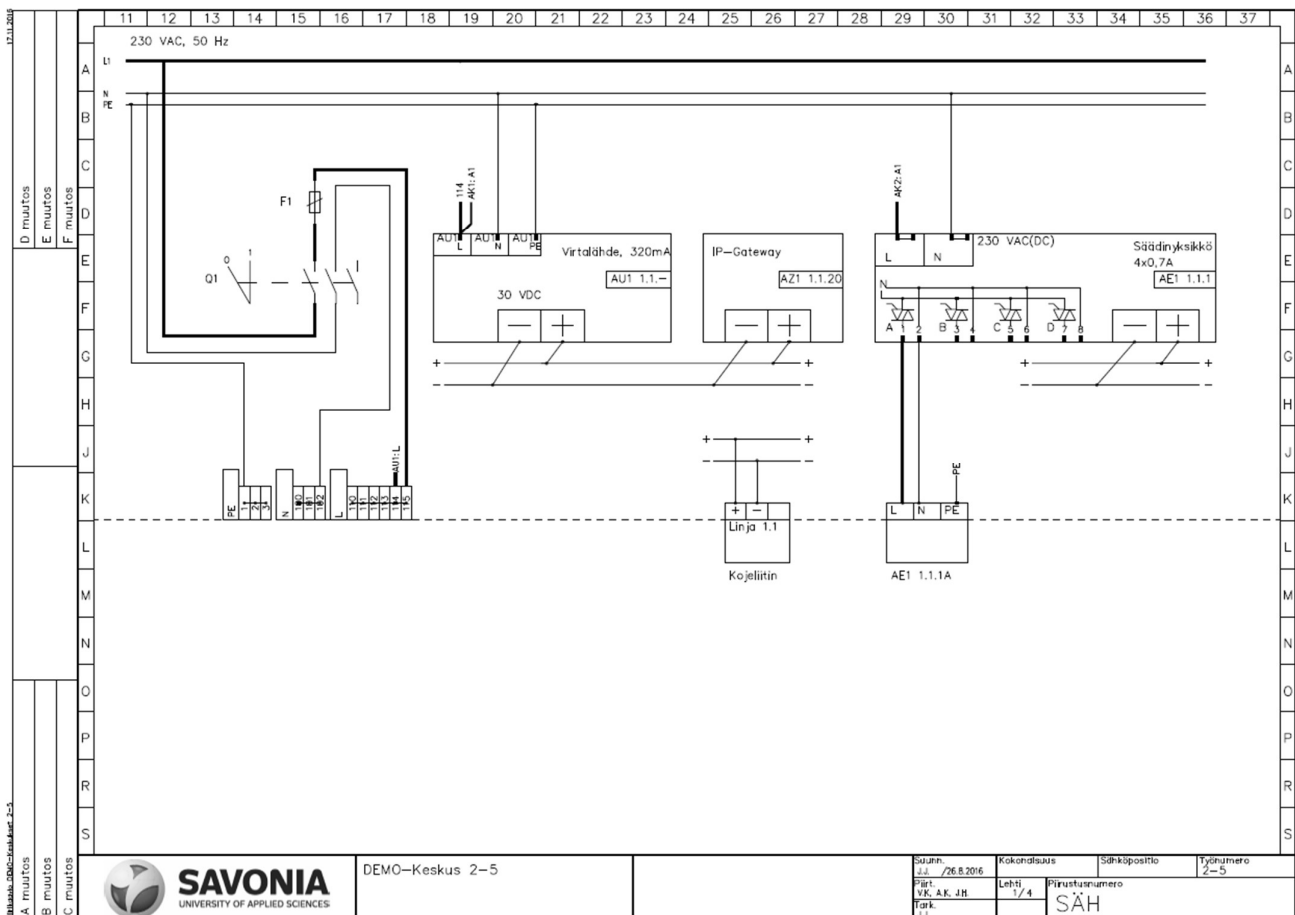
Läsnäolo-/ hämärätunnistin	AJ1 PD2-KNX	1.1.6
2x4 painike	AS1 LS5094TSM	1.1.7
2x1 painike	AS2 WDE002931	1.1.8
3,5" TFT näytöllinen PriOn	AS3 6346/11-101-500	1.1.9
Valokatkaisija 1-kytkin	AS4	

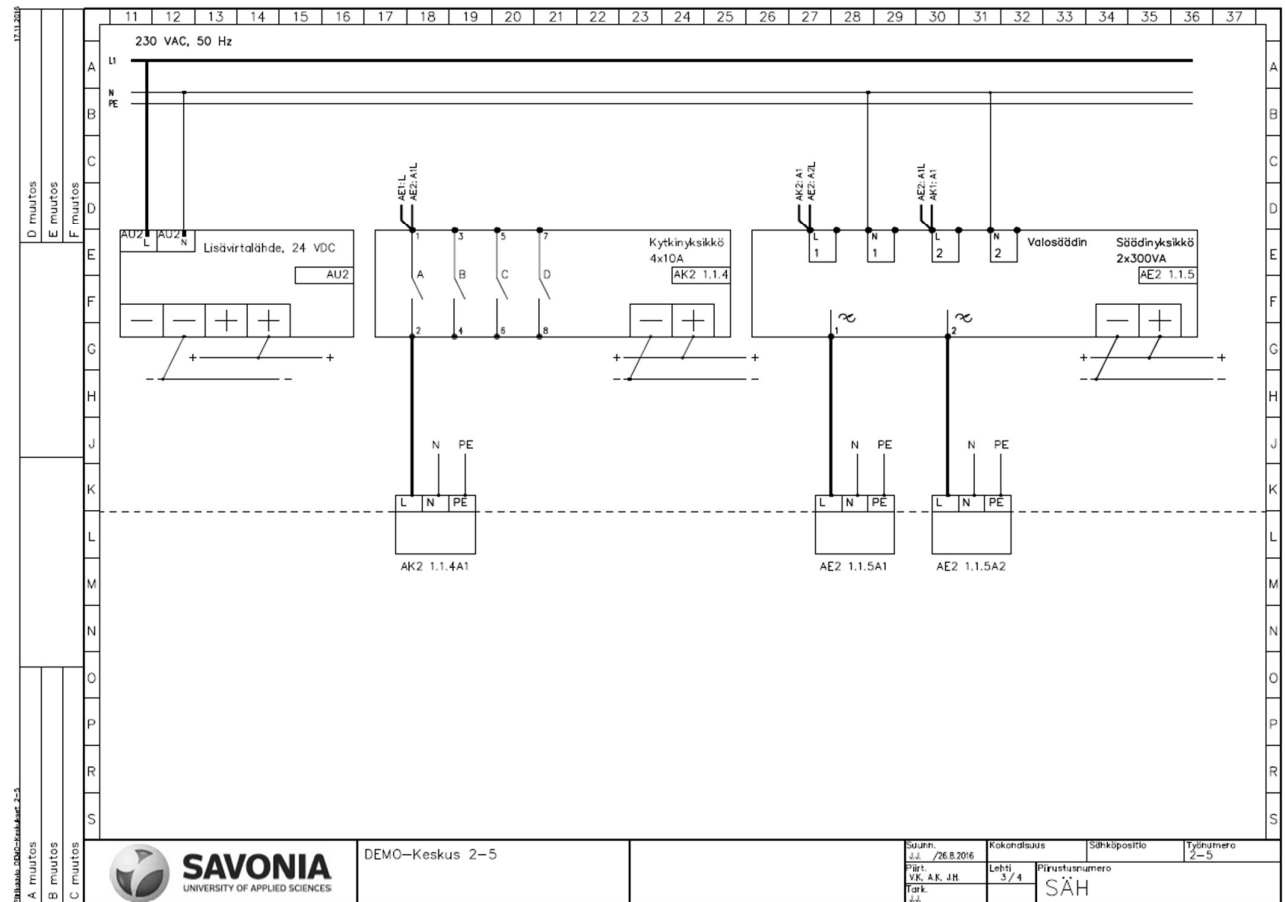
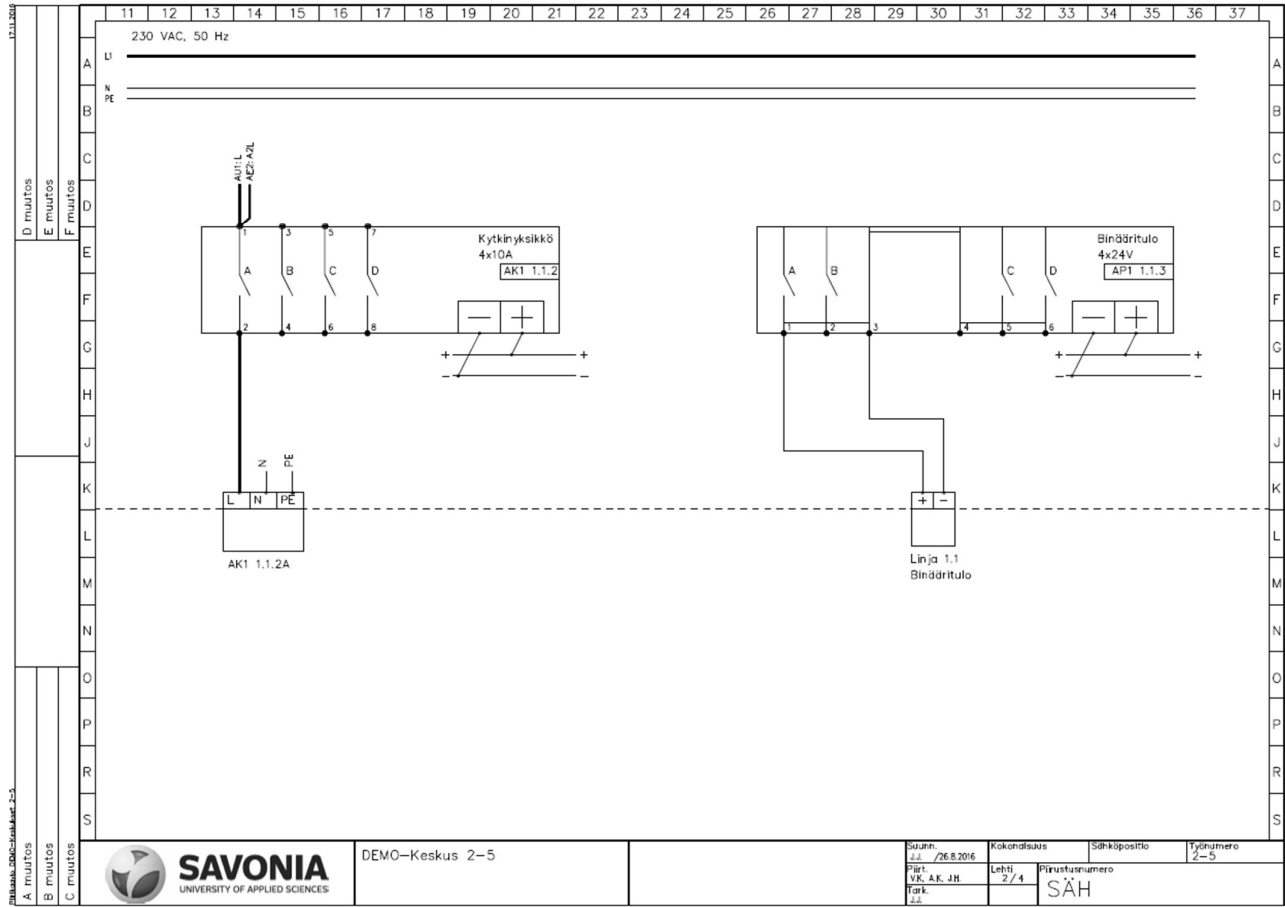
LIITE 2: PIIRIKAAVIOT






1211.201	A B C D E F G H J K L M N O P R S	D muutos E muutos F muutos	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37																																																	
			<table border="1"> <thead> <tr> <th>SEUTYS</th><th>LIITTIMEN TUNNUS</th><th>LIITIN</th><th>PE</th><th>LIITTIMEN TUNNUS</th><th>LIITIN</th><th>SEUTYS</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verkkoliitin</td><td>Verkkoliitin-C14</td><td>PE</td><td>1</td><td>Kotelo maadoitus</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>Pistorasia 1</td><td>AE1 1.1.1A</td><td>PE</td><td>2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>Virtalähde</td><td>AU1</td><td>PE</td><td>3</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>										SEUTYS	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	PE	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	SEUTYS	Verkkoliitin	Verkkoliitin-C14	PE	1	Kotelo maadoitus	-	-	Pistorasia 1	AE1 1.1.1A	PE	2	-	-	-	Virtalähde	AU1	PE	3	-	-	-	<table border="1"> <thead> <tr> <th>SEUTYS</th><th>LIITTIMEN TUNNUS</th><th>LIITIN</th><th>N</th><th>LIITTIMEN TUNNUS</th><th>LIITIN</th><th>SEUTYS</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Energiamittaus</td><td>AK3 1.1.11</td><td>N</td><td>100</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>Lisävirtalähde</td><td>N</td><td>N</td><td>101</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>Pölyytin</td><td>Q1</td><td>N</td><td>102</td><td>AU1</td><td>N</td><td>Virtalähde</td></tr> </tbody> </table>										SEUTYS	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	N	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	SEUTYS	Energiamittaus	AK3 1.1.11	N	100	-	-	-	Lisävirtalähde	N	N	101	-	-	-	Pölyytin	Q1	N	102	AU1	N	Virtalähde
			SEUTYS	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	PE	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	SEUTYS																																																																					
			Verkkoliitin	Verkkoliitin-C14	PE	1	Kotelo maadoitus	-	-																																																																					
			Pistorasia 1	AE1 1.1.1A	PE	2	-	-	-																																																																					
			Virtalähde	AU1	PE	3	-	-	-																																																																					
			SEUTYS	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	N	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	SEUTYS																																																																					
			Energiamittaus	AK3 1.1.11	N	100	-	-	-																																																																					
			Lisävirtalähde	N	N	101	-	-	-																																																																					
			Pölyytin	Q1	N	102	AU1	N	Virtalähde																																																																					
<table border="1"> <thead> <tr> <th>SEUTYS</th><th>LIITTIMEN TUNNUS</th><th>LIITIN</th><th>L</th><th>LIITTIMEN TUNNUS</th><th>LIITIN</th><th>SEUTYS</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>110</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>111</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>112</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>113</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>Energiamittaus</td><td>AK3 1.1.11</td><td>1</td><td>114</td><td>AU1</td><td>L</td><td>Virtalähde</td></tr> <tr> <td>Lisävirtalähde</td><td>AU2</td><td>L</td><td>115</td><td>F1</td><td>-</td><td>Sulake F1 10A</td></tr> </tbody> </table>										SEUTYS	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	L	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	SEUTYS	-	-	-	110	-	-	-	-	-	-	111	-	-	-	-	-	-	112	-	-	-	-	-	-	113	-	-	-	Energiamittaus	AK3 1.1.11	1	114	AU1	L	Virtalähde	Lisävirtalähde	AU2	L	115	F1	-	Sulake F1 10A																				
SEUTYS	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	L	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	SEUTYS																																																																								
-	-	-	110	-	-	-																																																																								
-	-	-	111	-	-	-																																																																								
-	-	-	112	-	-	-																																																																								
-	-	-	113	-	-	-																																																																								
Energiamittaus	AK3 1.1.11	1	114	AU1	L	Virtalähde																																																																								
Lisävirtalähde	AU2	L	115	F1	-	Sulake F1 10A																																																																								
 SAVONIA UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES										DEMO-Keskus 1																																																																				
Suunn. J.J. /26.8.2016 Piir. VK, AK, JH Tark. J.J.										Kokonaisuus Lehti 5/5 Päästösnumero SÄH																																																																				





02.12.2016
Puhdas, zöocoradaker 2-5
A muutos
B muutos
C muutos
D muutos
E muutos
F muutos

	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37																																																																
A																																																																																											
B	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>SELITYS</th><th>LIITTIMEN TUNNUS</th><th>LIITIN</th><th>PE</th><th>LIITTIMEN TUNNUS</th><th>LIITIN</th><th>SELITYS</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Verkkoliitin</td><td>Verkkoliitin-C14</td><td>PE</td><td>↑ 1</td><td>Kotolomaskaliitus</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>↓ 2</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>↓ 3</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>				SELITYS	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	PE	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	SELITYS	Verkkoliitin	Verkkoliitin-C14	PE	↑ 1	Kotolomaskaliitus	-	-	-	-	-	↓ 2	-	-	-	-	-	-	↓ 3	-	-	-	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>SELITYS</th><th>LIITTIMEN TUNNUS</th><th>LIITIN</th><th>N</th><th>LIITTIMEN TUNNUS</th><th>LIITIN</th><th>SELITYS</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>↑ 100</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>↓ 101</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>Lisävirtalähde</td><td>N</td><td>N</td><td>↓ 102</td><td>AU1</td><td>N</td><td>Virtalähde</td></tr> <tr> <td>Pöytäytin</td><td>Q1</td><td>N</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> </tbody> </table>				SELITYS	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	N	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	SELITYS	-	-	-	↑ 100	-	-	-	-	-	-	↓ 101	-	-	-	Lisävirtalähde	N	N	↓ 102	AU1	N	Virtalähde	Pöytäytin	Q1	N	-	-	-	-																				
SELITYS	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	PE	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	SELITYS																																																																																					
Verkkoliitin	Verkkoliitin-C14	PE	↑ 1	Kotolomaskaliitus	-	-																																																																																					
-	-	-	↓ 2	-	-	-																																																																																					
-	-	-	↓ 3	-	-	-																																																																																					
SELITYS	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	N	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	SELITYS																																																																																					
-	-	-	↑ 100	-	-	-																																																																																					
-	-	-	↓ 101	-	-	-																																																																																					
Lisävirtalähde	N	N	↓ 102	AU1	N	Virtalähde																																																																																					
Pöytäytin	Q1	N	-	-	-	-																																																																																					
C																																																																																											
D																																																																																											
E																																																																																											
F	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>SELITYS</th><th>LIITTIMEN TUNNUS</th><th>LIITIN</th><th>L</th><th>LIITTIMEN TUNNUS</th><th>LIITIN</th><th>SELITYS</th></tr> </thead> <tbody> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>↑ 110</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>↓ 111</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>↓ 112</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>↓ 113</td><td>-</td><td>-</td><td>-</td></tr> <tr> <td>-</td><td>-</td><td>-</td><td>↓ 114</td><td>AU1</td><td>L</td><td>Virtalähde</td></tr> <tr> <td>Lisävirtalähde</td><td>AU2</td><td>L</td><td>↓ 115</td><td>F1</td><td>-</td><td>Sulake FT 10A</td></tr> </tbody> </table>				SELITYS	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	L	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	SELITYS	-	-	-	↑ 110	-	-	-	-	-	-	↓ 111	-	-	-	-	-	-	↓ 112	-	-	-	-	-	-	↓ 113	-	-	-	-	-	-	↓ 114	AU1	L	Virtalähde	Lisävirtalähde	AU2	L	↓ 115	F1	-	Sulake FT 10A																																						
SELITYS	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	L	LIITTIMEN TUNNUS	LIITIN	SELITYS																																																																																					
-	-	-	↑ 110	-	-	-																																																																																					
-	-	-	↓ 111	-	-	-																																																																																					
-	-	-	↓ 112	-	-	-																																																																																					
-	-	-	↓ 113	-	-	-																																																																																					
-	-	-	↓ 114	AU1	L	Virtalähde																																																																																					
Lisävirtalähde	AU2	L	↓ 115	F1	-	Sulake FT 10A																																																																																					
G																																																																																											
H																																																																																											
J																																																																																											
K																																																																																											
L																																																																																											
M																																																																																											
N																																																																																											
O																																																																																											
P																																																																																											
R																																																																																											
S																																																																																											
										DEMO-Keskus 2-5										<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>Suunn. d.d. /26.8.2016</td> <td>Kokonaisuus</td> <td>Sähköpostio</td> <td>Työnnumero 2-5</td> </tr> <tr> <td>Piirt. VK, AK, JH</td> <td>Lehti 4/4</td> <td colspan="2">Pinnustusnumero SÄH</td> </tr> <tr> <td>Park d.d.</td> <td colspan="3"></td> </tr> </table>								Suunn. d.d. /26.8.2016	Kokonaisuus	Sähköpostio	Työnnumero 2-5	Piirt. VK, AK, JH	Lehti 4/4	Pinnustusnumero SÄH		Park d.d.																																																							
Suunn. d.d. /26.8.2016	Kokonaisuus	Sähköpostio	Työnnumero 2-5																																																																																								
Piirt. VK, AK, JH	Lehti 4/4	Pinnustusnumero SÄH																																																																																									
Park d.d.																																																																																											