

Santeri Laasonen

Kiinteistöautomaatiojärjestelmän suunnittelu ja toteutus

Opinnäytetyö
Sähkö- ja automaatiotekniikka

2020



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Santeri Laasonen	Insinööri (AMK)	Huhtikuu 2020
Opinnäytetyön nimi		37 sivua 8 liitesivua
Kiinteistöautomaatiojärjestelmän suunnittelu ja toteutus		
Toimeksiantaja		
Santeri Laasonen		
Ohjaaja		
Teemu Manninen		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa kiinteistöautomaatiojärjestelmä vuonna 1952 rakennettuun rintamamiestaloon. Järjestelmältä haluttiin saada kiinteistöön lähinnä valaistuksen ohjausta ja yksittäisten laitteiden ohjausta aluksi, mutta myös tulevaisuuden varalle haluttiin saada sellainen järjestelmä, jota olisi mahdollisuus laajentaa helposti.</p> <p>Ennen järjestelmän suunnittelua ja toteutusta oli otettava selvää kiinteistöautomaatiosta ja sen toiminnasta kiinteistöissä. Järjestelmälle oli asetettu toimeksiantajan puolesta muun muassa järjestelmältä halutut toiminnot ja budjetti. Järjestelmäksi valikoitui WAGO:n automaatiojärjestelmä. Järjestelmän suunnittelussa otettiin huomioon kiinteistössä halutut ohjaukset ja miten niitä haluttiin hallita, joiden pohjalta suunniteltiin järjestelmän komponentit ja ohjelmisto. Suunnitelmien pohjalta pystyi rakentamaan kiinteistöautomaatiojärjestelmän fyysiset osat, kuten alakeskuksen ja hankkimaan oikeanlaiset kenttälaitteet. Tärkein ja haastavin osa-alue projektissa oli itse järjestelmän ohjelmointi. Ohjelmointiympäristönä toimi WAGO:n oma käyttöliittymä, e!COCKPIT.</p> <p>Kiinteistöautomaatiojärjestelmästä saatiin toteutettua juuri sellainen kiinteistön ohjausympäristö, jonka toimeksiantaja halusi. Järjestelmän laajennusmahdollisuudet tulevaisuudessa ovat todella helppoja ja vaivattomia hyvin suunnitellun järjestelmän sekä erittäin kattavan dokumentaation ansiosta.</p>		
Asiasanat		
rakennusautomaatio, automaatio, ohjelmoitavat logiikat, suunnittelu, suunnittelu kohteen mukaan		

Author (authors)	Degree	Time
Santeri Laasonen	Bachelor of Engineering	April 2020
Thesis title Design and implementation of a building automation system		37 pages 8 pages of appendices
Commissioned by Santeri Laasonen		
Supervisor Teemu Manninen		
<p data-bbox="164 869 1461 1016">Abstract</p> <p data-bbox="164 869 1461 1016">The purpose of this thesis was to design and implement a building automation system for a detached house built in 1952. The aim was to set up the system mainly for lighting control and control of individual devices at the beginning, but also for the future, we wanted to have a system that could be easily expanded.</p> <p data-bbox="164 1055 1461 1417">Before designing and implementing the system, it was necessary to find out about building automation and its activities in real estate. The system had been set up on behalf of the client including the functions and budget desired by the system. The WAGO's automation system was selected as the system. The system was designed with the desired controls in the property and how they were to be managed, on the basis of which the system components and software were designed. Based on the plans, it was possible to build the physical parts of the building automation system, such as the substation, and acquire the right kind of field equipment. The most important and challenging aspect of the project was the programming of the system itself. The programming environment was WAGO's own user interface, e!COCKPIT.</p> <p data-bbox="164 1456 1461 1563">From the building automation system, the property control environment that the client wanted was implemented. Future system expansion options are really easy and hassle-free thanks to a well-designed system and very comprehensive documentation.</p>		
<p data-bbox="164 1608 320 1641">Keywords</p> <p data-bbox="164 1680 1430 1742">building automation, automation, programmable logics, planning and design, planning by object</p>		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	6
2	KIINTEISTÖAUTOMAATIO.....	6
2.1	Tavoitteet	6
2.2	Hierarkkinen rakenne	7
2.2.1	Hallintotaso.....	7
2.2.2	Automaatiotaso	8
2.2.3	Kenttätaso	8
2.3	Valvomolaitteet.....	8
2.4	Alakeskuslaitteet	9
2.4.1	Alakeskustyytit.....	9
2.4.2	Paikallinäytöt	10
2.5	Kenttälaitteet	10
2.5.1	Anturit.....	10
2.5.2	Toimilaitteet	11
2.6	Suunnittelu	11
2.6.1	Ohjelmistosuunnittelu	12
3	OHJELMOITAVA LOGIIKKA (PLC).....	13
3.1	Rakenne.....	13
3.1.1	Teholähde	13
3.1.2	Keskusyksikkö.....	14
3.1.3	Digitaaliset tulot ja lähdöt.....	14
3.1.4	Analogiset tulot ja lähdöt	15
3.2	Toimintaperiaate.....	16
4	PROJEKTI: AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU	16
4.1	Logiikan komponentit	17

4.1.1	Kontrolleri ja tehnlähde.....	17
4.1.2	Väyläkortit.....	18
4.2	Releet.....	19
4.3	Himentimet.....	19
5	PROJEKTI: OHJELMISTOSUUNNITTELU.....	20
5.1	Olohuone ja ruokailuhuone	25
5.2	Keittiö	26
5.3	Eteinen.....	27
5.3.1	Ulkovalaistus	27
5.3.2	Auton lämmitys.....	27
5.3.3	Kaikki-Pois.....	27
5.4	Makuuhuoneet	28
5.5	Kodinhoituhuone	29
5.6	Kellarikerros	29
6	PROJEKTI: AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS.....	30
6.1	Järjestelmän alakeskuksen kasaus.....	30
6.2	Järjestelmän asennus kiinteistöön.....	33
7	POHDINTA.....	36
	LÄHTEET	37

LIITTEET

Liite 1. I/O -taulukko

Liite 2. Alakeskuskuva

Liite 3. 1.krs sähkökuva

Liite 4. 2.krs sähkökuva

Liite 5. Sähköpääkeskuskaavio

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on suunnitella ja toteuttaa kiinteistöautomaatiojärjestelmä vuonna 1952 valmistuneeseen rintamamiestaloon. Kiinteistöön alkoi omistajan vaihtuessa peruskorjaus, joten kohteessa ollut vanha sähköistys uusittiin kiinteistöautomaatiojärjestelmällä. Järjestelmänä toimi WAGO:n ohjelmoitava logiikka.

Tässä työssä selvitän aluksi yleisesti, mitä kiinteistöautomaatio on, mitä laitteita siihen kuuluu ja myös järjestelmän suunnittelusta ja toteutuksesta. Näiden jälkeen kerron työssä käytetystä järjestelmästä ja sen suunnittelusta sekä toteutuksesta. Lopuksi pohdin, onnistuttiinko projektille asetetuissa tavoitteissa.

2 KIINTEISTÖAUTOMAATIO

Kiinteistöautomaatiojärjestelmä on älykäs laitteisto- ja ohjelmistojärjestelmä, jolla voi yhdistää lämmitys-, tuuletus- ja ilmastointijärjestelmän sekä valaistus- ja turvajärjestelmät yhdeksi keskitetyksi järjestelmäksi, jotka voivat kommunikoida keskenään yhdellä alustalla. Tällä tavalla kiinteistöautomaatiojärjestelmä antaa informaatiota rakennuksen eri järjestelmien toiminnallisuudesta ja niitä on helppo hallita ja seurata. Kiinteistöautomaatiojärjestelmällä pyritään myös vähentämään energiakustannuksia.

2.1 Tavoitteet

Kiinteistön energiatehokkuus ja sen ylläpitäminen on jatkuva prosessi, jonka tulee perustua reaaliaikaisesti oikeaan tietoon laitteiden toiminnallisuudesta, olosuhdetiedoista ja myös häiriö- ja vikatilanteista. Keskeisimmäksi osaksi kyttyy tieto kiinteistön tilasta ja olosuhteista, joiden seuraamiseksi on nykyaikainen säätö -ja valvontajärjestelmä. Kun kiinteistöön on asennettu oikeanlaiset komponentit, suunniteltu kiinteistölle sopiva ohjelmisto ja valveutuneen käyttäjän valvomana voidaan kiinteistön monimutkaisemmatkin järjestelmät pitää optimialueillaan ja näin ollen valvoa prosessia. [1, s. 21.]

Lyhyesti selvennettyinä kiinteistöautomaatiojärjestelmälle voidaan asettaa seuraavat keskeiset tavoitteet:

- prosessien säätöjen ja ohjausten toteuttaminen suunnitelmien mukaan
- taloteknisten toimintojen valvominen hälytysten tai mittausten avulla
- kiinteistön kulutus, energiatehokkuus-, olosuhde- ja tilastotietojen tuottaminen, joilla autetaan kiinteistön toiminnallista ja energiatehokasta ylläpitämistä
- järjestelmän tulee tarjota käyttäjäystävällinen käyttöliittymä käyttäjälle ja valvojalle, joka tulee olla selkeä ja päivittäiseen käyttöön soveltuva [1, s. 21].

2.2 Hierarkkinen rakenne

Kiinteistöautomaation hierarkkisessa rakenteessa on kolme päätasoa:

- hallintotaso, johon lukeutuu paikallis- ja etävalvomot
- automaatiotaso, johon lukeutuu alakeskukset, jotka sisältävät I/O -moduuleita
- kenttätaso, johon lukeutuu kenttälaitteita (anturit, toimilaitteet) sekä itsenäiset säätimet, esimerkiksi huonesäätimet ja joihinkin laitteisiin integroidut säätimet (IV-kone, lämmönvaihdin etc.) [1, s. 59].

2.2.1 Hallintotaso

Hallintotason tarkoituksena on toimia käyttäjärajapintana kiinteistöautomaatiojärjestelmään päin. Hallintotasoon kuuluu PC-valvomoita, joita automatisoitavan kiinteistön sisällä voi olla yksi tai useampia tai keskusvalvomossa, johon on keskitetty usean eri kiinteistön valvonta, esimerkiksi kaupungit, kunnat tai huoltoyhtiöt. Käyttäjä saa valvomoon erilaisia tietoja hälytyksistä tai vaikkapa voi tehdä haluttuja muutoksia lämpötilojen asetusarvoihin. Myös erilaiset raportointiin ja kunnossapitoon liittyvät ohjelmistot liittyvät hallintotason toimintapiiriin. [1, s. 59–60.]

Hallintotasolla paikallisesti kommunikaatio perustuu yleensä Ethernet-väylään. Etävalvonnassa käytetään laajakaistatekniikkaan perustuvia internetyhteyksiä. TCP-IP-protokollaan pohjautuvat LAN- ja internetyhteydet tarjoavat nopean ja luotettavan yhteyden. Tiedonsiirto-ongelmat ovat erittäin vähäisiä (laitevika tai verkon huoltotoimenpide) ja vikojen vaikutus rajautuu pääosin valvomoon, mutta muuten itse prosessien ohjaus ja säätö jatkuu aivan normaalisti omissa ala-asemissa ja säätimissä. [1, s. 60.]

2.2.2 Automaatiotas

Automaatiotas on perustana keskitetyissä automaatiojärjestelmissä ovat itsenäiset alakeskukset ja niihin liittyvät I/O-moduulit. Alakeskuksessa on järjestelmän ohjelmat, joilla ohjataan I/O-pisteisiin liitettyjen kenttälaitteiden kautta itse prosesseja. [1, s. 60.]

Automaatiotasolla verkossa liikkuu informaatiota, joka auttaa käyttäjää joko valvomossa tai alakeskusten keskimäistä tiedonsiirtotarvetta. Automaatiotasossa kommunikaatio perustuu yleensä hallintotason etävalvonnan tavoin eli LAN-verkkoon ja TCP-IP-protokolla. Tyypillisesti paikallisverkko pohjautuu Ethernet-verkkoon, mutta jos tulee pitempiä kaapelivetoja, CAT-6-kaapelointi korvataan optisilla kuiduilla. Myös langatonta verkkoyhteyttä voidaan käyttää automaatiotasolla. [1, s. 61.]

2.2.3 Kenttätas

Pääsääntöisesti, kun puhutaan kenttätasosta, puhutaan ensisijaisesti järjestelmässä olevista antureista ja toimilaitteista. Antureista kulkeutuu reaaliaikaista informaatiota, esimerkiksi tilojen kosteuksista ja lämpötiloista. Kun anturit lähettävät tilatietojaan alakeskusten ohjelmistoille, ohjelmistot vertaavat arvoja automaatiojärjestelmän suunnitelmaan ja ohjaavat toimilaitteita niin, että suunnitelmaan asetutut tavoitteet saavutetaan. [1, s. 61.]

Kenttätasolla voi olla ns. hajautettua I/O:ta, jolla tarkoitetaan alakeskuksen väylän kautta kommunikoivia I/O-moduuleita. Kenttätasolta voi myös löytyä itsenäisiä säätimiä, joita voi olla esimerkiksi huonesäätimet. [1, s. 61.]

2.3 Valvomolaitteet

Yleensä valvomolaitteet ovat PC-pohjaisia. Käyttöjärjestelmänä toimii lähes aina Windows. Jos on useampia valvomoita, on ne kytketty LAN-verkkoon. Myös samassa verkossa ovat usein IP-osoitteelliset alakeskukset. Etä- ja keskusvalvomolaitteet ovat myös PC-pohjaisia laitteita. Jos järjestelmässä oleva käyttöliittymä toimii selaimella ja yhteys järjestelmään saadaan internetin välityksellä, voidaan järjestelmän valvomoon ja ala-asemiin olla yhteydessä millä tahansa tietokoneella tai mobiililaitteella. [1, s. 67–68.]

2.4 Alakeskuslaitteet

2.4.1 Alakeskustyytit

Alakeskuksia on rakennemalliltaan useampia, joita ovat modulaarinen alakeskus, kiinteäpistemääräinen alakeskus ja moduulikoteloalakeskus.

Modulaarinen alakeskus kootaan I/O-moduuleista, jotka sitten asennetaan alakeskuskaapin pohjalle DIN-kiskoon, joko erilliseen korttikehikkoon tai pistokeliitäntäisiin moduulipohjiin. Erilaisia I/O-pisteitä on aivan omat I/O-moduulit tai yhdistelmäkortit, joihin pystytään kytkemään useita pistetyyppejä. Sitten moduulit kytketään alakeskuksessa olevaan CPU-korttiin alakeskuksen sisäisen tiedonsiirtoväylän avulla, joka yleensä on sarjamuotoinen. [1, s. 68.]

Kentällä yhteen I/O-moduuliin voidaan tyypillisesti kytkeä 8-40 kentällä olevaa konkreettista pistettä, jotka voivat olla esimerkiksi päälle/pois-ohjauksia, hälytystuloja tai lämpötila-antureita. Tyypillisesti alakeskusaseman pistemäärä on noin 100, mutta myös se voi olla useita satoja. Modulaaristen alakeskusten vahvuutena on keskuksen joustavuus rakennettaessa eripistemääräisiä alaseamia ja huoltotoimenpiteiden helppous, jos yksittäinen moduuli vikaantuu. [1, s. 68.]

Kiinteäpistemäinen alakeskus koostuu tyypillisesti elektroniikkakortista, johon on mahdollista kytkeä tietty määrä konkreettisia liityntäpisteitä. Tällöin myös CPU-osa prosessoreineen ja muisteineen on yhdistetty samaan korttiin. On myös toinen yleinen rakenne, jossa käytetään kahta korttia niin, että I/O-pisteet ovat omalla kortilla ja CPU-osa omalla. Erityyppiset I/O-pisteet voivat olla joko kiinteästi määriteltäviä tai osa niistä voi olla vapaasti ohjelmoitavissa kokonaispistekapasiteetin rajoissa. Tästä puhutaan nimellä UI-piste (universal input) ja esimerkiksi mittaustulo (analoginen sisääntulo) voidaan ohjelmoida joko hälytys- tai ilmoituspisteeksi. Lisäkorteilla voidaan laajentaa kapasiteettia, jotka asennetaan joko suoraan emolevylle tai joskus erilleen keskusyksiköstä käyttäen sarjaväylää. [1, s. 69.]

Moduulikoteloä käytetään alakeskuksena silloin, kun järjestelmä sallii I/O-moduulien hajauttamisen väylällä, jolloin koteloon asennetaan pelkästään I/O-

moduuleita, ja ne liitetään läheisimpään alakeskukseen, missä varsinaiset moduuleita ohjaavat ohjelmat sijaitsevat. Tällä tavalla voidaan joskus korvata pienipistemäinen alakeskus ja saada aikaan edullisempi ratkaisu. Hajautettu moduuli voi olla toiminnaltaan täysin itsenäinen säätö- ja ohjaustoimintojen suhteen. [1, s. 70.]

2.4.2 Paikallisnäytöt

Alakeskuksien operointi yleensä on mahdollista paikallisilla operointi- ja näyttöyksiköillä. Operointiyksiköt voivat olla aivan yksinkertaisia nestekidenäyttöjä ja vieressä näppäimiä, joita operoimalla saadaan esimerkiksi pistetilaraportteja. Joissakin keskuksissa voi olla oveen integroitu värillinen TFT-kosketusnäyttö (3,5-24”), jolla voidaan pistetilaraporttien lisäksi esittää erilaisia graafeja prosessista ja tehdä erilaisia käyttötilamuutoksia. Tällaisella kokoonpanolla toiminnallisuus on melkein valvomotasoa. [1, s. 70.]

2.5 Kenttälaitteet

Kenttälaitteet ovat automaatiojärjestelmässä käytettyjä antureita tai toimilaitteita, jotka kommunikoivat väylän avulla.

2.5.1 Anturit

Kiinteistöautomaatiossa käytetään paljon erilaisia antureita erilaisten olosuhteiden mittaamiseen, kuten lämpötilan, paineen ja kosteuden. Myös on antureita, joilla voidaan ohjata valaistusta, esimerkiksi valoisuus- ja läsnäoloanturit.

Suurin osa kiinteistöautomaatiojärjestelmiin liitetyistä antureista on lämpötilaantureita. Käytetyimpiä lämpötila-antureita ovat Pt100- ja Pt100-anturit, joiden anturielementit ovat platinasta valmistettuja, Ni1000-anturit, jonka anturielementti on nikkeliä. Myös NTC-antureita käytetään (NTC10k- ja NTC20k), joiden elementti on puolijohde, eli ns. termistori. [1, s. 82.]

Useimmiten ilman suhteellisen kosteuden mittaamiseen käytetään kapasitiivista polymeerianturia. Anturissa oleva polymeeri vapauttaa tai sitoo vesihöyryä sen mukaan, kuinka paljon ilmassa on kosteutta. Anturin polymeeriin

jäänyt vesimäärä muuttaa kapasitanssia anturissa. Tällöin anturin elektro- niikka muuntaa suhteellisen kosteuden verrannolliseksi ulostulojännitteeseen. [1, s. 85.]

Ulkovalaistuksen ohjaukseen käytetään usein valoisuusantureita, mutta myös sisätiloissa käytetään valoisuusantureita. Sisätiloissa valoisuusanturin käytöllä halutaan saada ns. vakiovalosovellus, eli mitataan valoisuutta luonnonvalosta ja näin ollen valaistus säätyy luonnonvalon mukaan sisätiloissa. Anturien toiminta perustuu valodiodiin ja mittausalueet ovat joko 0 - 2000 lux tai 0 - 10 000 lux. Sisätiloissa anturien sijoittelu voi olla haastavaa, koska eri pinnoille luonnon- ja keinovalon heijastuminen on vaihtelevaa. [1, s. 87.]

Läsnäoloantureiden tehtävänä on säädellä tiloissa valaistusta, ilmanvaihtoa ja jäähdytystä, kun anturi havaitsee tiloissa henkilöitä. Anturi havaitsee tilassa lämpimän liikkeen, mutta tämä voi joissain tapauksissa aiheuttaa virhetoimintoja esimerkiksi silloin, kun tilassa työskentelevä henkilö on paikoillaan. Tällaisten virhetoimintojen estämiseksi voidaan asettaa erilaisia toimintaherkkyksiä ja viiveitä. Myös läsnäoloantureiden sijoittelussa on vaikeuksia, kuten ikkunoista tuleva auringonsäteily voi häiritä infrapuna-antureita. [1, s. 87.]

2.5.2 Toimilaitteet

Toimilaitteiden tehtävä kiinteistöautomaatiossa on ohjata esimerkiksi nesteverkostojen venttiilejä tai ilmapuolen peltejä. Toimilaitteita on joko on/off- tai portaattomasti ohjattavia. Portaaton ohjaus toteutetaan yleensä 0-10V DC - ohjauksella, mutta portaaton ohjaus voidaan myös toteuttaa kahdella ohjauslähdöllä, jolloin on kyseessä 3-pistehjaus, eli "auki-seis-kiinni". [1, s. 92.]

2.6 Suunnittelu

Kun aloitetaan suunnittelemaan kiinteistöautomaatiojärjestelmää, on sen tavoitteena saada aikaan turvallinen, kustannus- ja energiatehokas, helppokäyttöinen, toimiva ja laajennettavissa oleva kokonaisuus. Kun suunniteltu kokonaisuus on laadukas, suunnitelmien toteutus on sujuvampaa ohjelmoinnista ja asennuksista aina käyttöönottoon saakka. Laadukkailla suunnitelmilla toteutettu automaatiojärjestelmä luo kiinteistöstä käytön aikana älykkään ja oppivan. [1, s. 133.]

Järjestelmän suunnittelu on erittäin isossa roolissa niin sanotussa tervetaloajattelussa ja kiinteistön energian käytössä sekä sen hallinnassa. Esimerkiksi: jotta kiinteistössä olisi sopiva ilmamäärä, järjestelmä ohjaa ja seuraa kiinteistössä olevaa ilmamäärää vertailemalla sitä ulkoilmaan. Erilaisten olosuhteiden säätö ja valvonta on hyvin tärkeää vaikkapa sairaaloissa, joissa on oltava oikea lämpötila-, kosteus- ja puhtauden taso, jotka takaavat turvallisen ympäristön. [1, s. 133.]

Nykyisin yksityiskodit ovat rakennuksia, joihin ei kiinteistöautomaatiojärjestelmiä juurikaan suunnitella, mutta sekin on muuttumassa IoT-ratkaisujen myötä. Kiinteistöautomaatiojärjestelmällä voidaan vaikuttaa jopa yli 50 % kiinteistön kustannuksista sen elinkaaren aikana. Järjestelmät tukevat yhä enemmän tulevaisuudessa pilvipalvelujen kautta enemmän tekoälysovelluksia ja koneoppimista, joista johtuen kiinteistöautomaatiojärjestelmän suunnittelun lähtökohdat ja tavoitteet tulee käydä erittäin huolellisesti läpi, etenkin loppukäyttäjän kanssa. [1, s.133 – 134.]

2.6.1 Ohjelmistosuunnittelu

Hyvin keskeisenä osana kiinteistöautomaatioprojektia on ohjelmiston suunnittelu. Ohjelmoinnin tarkoituksena on saada suunniteltuun prosessiin halutut toiminnot sellaisiksi, joiksi ne on suunniteltu. Hyvänä esimerkkinä toimivat esimerkiksi prosessin erilaiset logiikat, säädöt, ehdolliset hälytykset ja niiden toiminnot sekä aikaohjelmat ja myös niiden prioriteetit. Jotta järjestelmän huollot, laajennukset ja kunnossapidot olisivat helppoja, on järjestelmän dokumentointi erittäin tärkeää. [1, s. 274.]

Hyväksi ohjelmoijaksi tuleminen vaatii pitkäaikaista harjoittelua. Kun ohjelmoinnin perusasiat ovat hallussa, jokaiselle ohjelmoijalle muodostuu omanlainen tyyli tehdä ohjelmointi halutuksi. Yleensä ohjelmoijalle on muodostunut edesmenneistä projekteista kirjastoja, joita ohjelmoija pystyy hyödyntämään tulevilla projekteilla, joka säästää aikaa.

3 OHJELMOITAVA LOGIIKKA (PLC)

PLC (Programmable Logic Controller), eli ohjelmoitavat logiikat ovat yleisimpiä ohjauslaitteita, joiden suorituskykyjen ja toimintojen määrä on kasvanut prosessorien kehityksen myötä [2, s. 102].

Logiikka toimii ohjainlaitteena siten, että se ottaa vastaan anturilta tai painikkeelta saamansa informaation ja reagoi saamansa tiedon perusteella ohjelmoinnin määräämällä tavalla, joka käy ilmi toimilaitteissa halutulla tavalla. Reagointinopeuteen vaikuttaa logiikan ominaisuudet ja reagointitapa riippuu ohjelmoijan tekemästä ohjelmasta. [2, s. 102.]

3.1 Rakenne

Perinteisesti logiikat jaetaan modulaarisiin ja pieniin kompakteihin logiikoihin. Modulaarinen logiikka koostuu jännitelähteestä, prosessorista ja käyttötarkoituksesta riippuen erilaisista I/O-yksiköistä. Yksiköt asennetaan joko takalevyihin tai korttikehikoihin. Kun käytetään modulaarista logiikkaa, on suunnittelijalla mahdollisuus valita logiikan kokoonpano. Useimmiten modulaariset logiikat ovat logiikoiltaan joko keskisuuria tai suuria. [2, s. 105.]

Pienet kompaktit logiikat ovat rajallisesti laajennettavia, noin 10-30 I/O:ta käsitteviä laitteita ja edullisia. Yleensä ne ovat suunniteltu jonkunlaisen pienen koneen ohjaukseen. Peruslaite voi sisältää tulojen ja lähtöjen lisäksi laskurituloja tai analogiatuloja. Nykypäivänä pienet kompaktit kokoonpanot ovat muuttumassa modulaarisiksi. [2, s. 105.]

3.1.1 Teholähde

Teholähde syöttää logiikalle ja I/O-yksiköille tehoa. Teholähteitä on saatavana joko 24 VDC tai 230 VAC jännitteellä. Teholähde erottaa logiikan verkosta, eli tekee niin sanotun galvaanisen erotuksen. Useimmiten kenttälaitteiden liitäntäteho otetaan erillisestä teholähteestä. [2, s. 107.]

3.1.2 Keskusyksikkö

Logiikka on perusrakenteeltaan mikrotietokone. Keskusyksikkö rakentuu prosessorista, mahdollisista kommunikointiporteista ja muistista. Prosessoreita voi olla logiikassa useita ja jokaisella erillisellä prosessorilla on oma tehtävänsä; Yleisprosessori huolehtii sanaoperaatiosta ja käyttöjärjestelmästä, logiikkavalmistajan oma piiri huolehtii bittioperaatiosta ja kommunikointiprosessori huolehtii keskusyksikön ulkoisesta kommunikoinnista. [2, s. 107.]

3.1.3 Digitaaliset tulot ja lähdöt

Erilaisiin kosketintietoihin perustuvat tilatiedot ja hälytykset yhdistetään alakeskukseen ns. digitaalisten, eli binääristen tulopisteiden avulla, ja tällaisista pistetyypeistä käytetään lyhennettä DI eli digital input. DI-moduulilla on usein led-indikointi, joka kertoo sisääntulon tilasta. [1, s. 72.]

Kenttälaitteessa oleva kosketin voi olla joko avautuva tai sulkeutuva, mutta mikäli kytkettävä kosketintieto on hyvin tärkeä, voidaan se kytkeä analogiapisteeksi lisävastuksella ja tällöin järjestelmä pystyy erottelemaan oikosulun, kaapelikatkoksen ja varsinaiset tilatiedot (normaali tai hälytys). Tällaista toteutustapaa käytetään esimerkiksi murtohälytyksissä. [1, s. 72.]

Valvontasilmukoiden jännitetaso on yleensä 20 - 48 V, ja lisäksi alakeskustulot ovat suojattu ylijännitteiltä. Galvaaninen erotus toteutetaan joko käyttäen erotusmuuntajia tai optoerottimia. Erotuksia käytetään, jos indikoiva laite on häiriötä tuottava, esimerkiksi taajuusmuuttajat ovat joskus hyvin ongelmallisia ja siksi vaativat erotusta. [1, s. 72.]

Erilaisia on/off-tyyppisiä toimintoja suoritetaan digitaalisilla lähdöillä (DO). DO-moduulilla ohjataan usein 230V kestoisia releitä, ja ne pystyvät ohjaamaan sekä 24V että 230V toimilaitteita ja kontaktoreita. Jos DO-moduulilla ei ole releitä, käytetään erilaisia välireleitä, joilla pystytään ohjaamaan kuormia. [1, s. 73.]

Digitaalisella lähtömoduulilla on usein led-indikointi, joka kertoo ohjausreleen tilan (on/off), ja käsikytkin, jolla voidaan ohjata manuaalisesti ohjattava piste

päälle, pois tai automaatile. Jotkin DO-moduulit ovat prosessoripohjaisia, joten voidaan moduulille ohjelmoida ns. oletustila häiriötilanteita varten, jolloin alakeskuksen ei tarvitse ohjata relettä kommunikaation kautta. [1, s. 73.]

3.1.4 Analogiset tulot ja lähdöt

Alakeskusten analogisiin tulomoduuleihin (AI, analog input) kytketään erilaiset mittausturinit. Yleensä mittausturinien signaalit ovat yleensä joko PTC- tai NTC-elementtien vastusarvoja, kun mitataan lämpötilaa. Muut mittaustyypit ovat yleensä 0 - 10V DC -viestityyppejä, mm. paineet ja erilaiset pitoisuudet. Viestit on skaalattava vastaamaan anturin teknisiä arvoja. Teollisuudessa on käytössä mA-tyyppisiä lähetinantureita, joita käytetään nykyisin todella vähän. Mikäli lähetin on tämän tyyppinen, muunnetaan se yleisesti jännitetyypiksi. [1, s. 73.]

Jotta prosessin säätö onnistuisi halutulla tavalla, on syytä ottaa huomioon, että anturille oikean mittausalueen valinta ratkaisee. Mittaukset toteutetaan siihen suunnitellulla AI-moduulilla, jonka ytimenä on A/D-muunnin. Muuntimen tarkkuus vaikuttaa mittaustulokseen, ja muunnin on yleensä vähintään 16-bittinen. Myös muuntimen häiriönsietoisuus on erittäin tärkeää, varsinkin vaimennus 50 Hz:n alueella, koska verkkovirran aiheuttamia häiriöitä esiintyy usein kiinteistöissä. [1, s. 73.]

Analogisiin lähtöihin (AO, analog output) liitetään toimilaitteet, kuten peltien ja venttiilien toimilaitteet, joita ohjataan portaattomalla jänniteviestillä. Ohjelmiston laskemat ohjausarvot muutetaan analogisiksi jänniteviesteiksi, jotka on yleensä 0 - 10 V tai 2 - 10 V DC. Virtaviestejä käytetään hyvin harvoin. AO-moduulin ytimenä on D/A-muunnin, joka tuottaa analogisen ohjausjännitteen ja muuntimen bittimäärä kertoo jännitetasojen määrän: 8-bittinen vastaa 256 erilaista jännitetasoa ja 10-bittinen vastaa 1024 erilaista jännitetasoa, joka on erittäin hyödyllinen tarkoissa säädöissä. Myös AO-moduulilla voi olla oma prosessori, jolle voidaan ohjelmoida itsenäisiä toimintoja, esimerkiksi vakioarvosäätö, jolla asetetaan jokin tietty toimilaitte tiettyyn arvoon, jos alakeskus on vikaantunut eikä anna ohjauskäskyä. [1, s. 74–75.]

3.2 Toimintaperiaate

Ohjelmoitavan logiikan toimintaperiaate perustuu releohjauksen yhteydessä esitettyjen loogisten perustoimintojen toteuttamiseen. Kun logiikka käsittelee diskreettiä tietoa, reagoi se tulotietojen muutokseen esimerkiksi seuraavasti: Jos tulot A ja B ovat aktiivisia, niin ohjelmisto ohjaa lähdön C päälle. Jos edellinen lause olisi koko ohjelma, logiikka toistaisi tätä käskyä uudelleen noin yhden millisekunnin välein. [2, s. 111.]

Logiikka tekee päätelmiä akun avulla, joka on yhden tai useamman bitin rekisteri, johon prosessori tallettaa loogisen operaation tuloksen. Kun logiikka suorittaa seuraavaa loogista operaatiota, vertaa logiikka tulon tilaa akun tilaan ja tallentaa jälleen tuloksen akkuun ja lähtöä osoittaessaan prosessori siirtää akun tilan käyttöön. [2, s. 111.]

4 PROJEKTI: AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN SUUNNITTELU

Automaatiojärjestelmän suunnittelu alkoi sillä, minkälainen tarve järjestelmälle asetetaan. Myös budjetti oli iso tekijä järjestelmän suunnittelussa. Kohteen ensimmäisestä ja toisesta kerroksesta suunnittelin pohjakuvat AutoCAD:llä sähköiseen muotoon, jonka jälkeen työmaalla suunnitelluista sähkökuvista suunnittelin CADs:llä kiinteistön sähkökuvat, jotta järjestelmän kokonaisuus oli helppo hahmottaa.

Järjestelmältä haluttiin ensisijaisesti valaistuksen ja yksittäisten pistorasioiden ohjausta. Yleisvalaistukselle haluttiin pelkästään päälle/pois, ja epäsuoralle tunnelmavalaisukselle haluttiin himmennykset. Myös lämpötilaa ja kosteutta halutaan mitata, mutta vasta tulevaisuudessa, kunnes kellarikerroksen sauna ja pesutilat uusitaan ja saadaan valmiiksi. Kun halutut ohjaustarpeet saatiin selville, täytyi suunnitella I/O-taulukko Excelillä. I/O-taulukon tehtävänä on kertoa, kuinka paljon analogisia tai digitaalisia I/O -moduuleita tarvitaan. Kun kaikki tarvittavat moduulit saatiin selville, aloin selvittämään, minkälaisia järjestelmiä oli tarjolla.

Kiinteistöautomaatiojärjestelmäksi valittiin WAGO:n tarjoama järjestelmä, koska kyseisen yrityksen tarjoama kiinteistöautomaatiokokonaisuus täytti kohteeseen asetetut tarpeet ja tämä kokonaisuus sopi myös budjettiin. Erilaisista

WAGO:n tarjoamista tuotteista valittiin aloituspakkaus, johon sisältyi kontrolleri, syöttömoduuli, teholähde, 2-kanavainen tulokortti, 2-kanavainen lähtökortti, päätemoduuli, konfigurointikaapeli, verkkokaapeli, muistikortti ja työkalut moduulien johdotuksia varten. Aloituspakkauksen lisäksi tilattiin erikseen lisää digitaalisia ja analogisia tulo/lähtömoduuleja tarpeen mukaan. Kuvassa 1 on esitetty koko WAGO:n ohjelmoitava logiikka komponentteineen.

4.1 Logiikan komponentit

WAGO-I/O-SYSTEM 750-sarjan kiinteistöautomaatiojärjestelmä koostuu kontrollerista, virtalähteestä ja erilaisista väyläkorteista. Yhdessä nämä komponentit muodostavat solmun kenttäväylään, joka suljetaan päätemoduulilla. Kontrolleriin rakennetulla ohjelmalla ohjataan väyläkorttien sisään- ja ulostuloja. Sisääntuloja ohjataan painonapeilla, tunnistimilla tai anturitiedoilla. Ulostuloilla ohjataan erilaisia kuormia, joita voi olla esimerkiksi valaistus, lämmitin tai vaikkapa jonkunlainen tuuletin. Seuraavissa alaluvuissa on jaoteltu suunniteltuun kiinteistöautomaatiojärjestelmään kuuluvat komponentit ja toimilaitteet omiin lukuihin, joissa kerrotaan yksityiskohtaisemmin näiden tuotteiden tiedot ja niiden toiminta järjestelmässä.

4.1.1 Kontrolleri ja teholähde

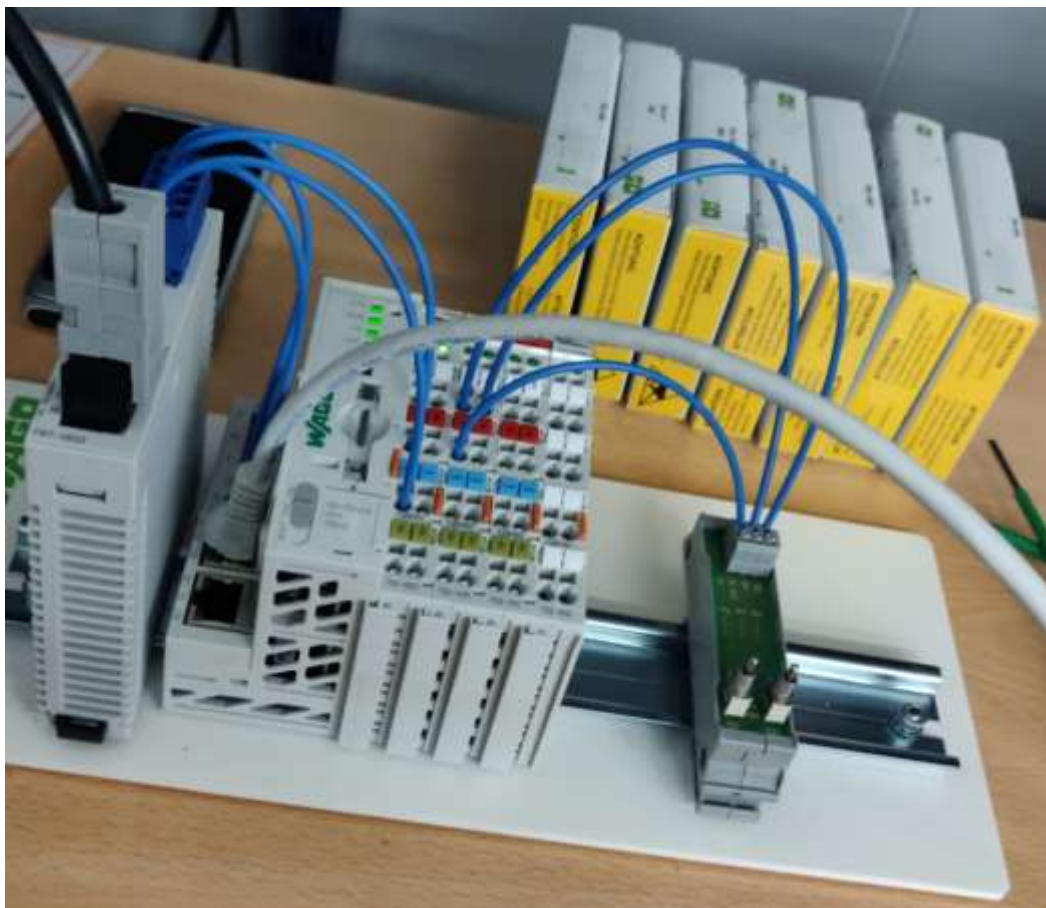
Projektissa käytettiin kontrollerina PFC100-ohjainta (750-8100). PFC100-logiikka on kompakti PLC modulaarista WAGO-I/O-SYSTEM-järjestelmää varten. PFC100 tukee kaikkia 750-sarjan digitaali-, analogia- ja erikois-I/O-moduuleita. Kontrollerista löytyy kaksi ETHERNET-liitäntää ja integroitu kytkin mahdollistavat linjatopologian johdotuksen. Kontrolleria käsitellään tietokoneen kautta joko RJ-45 -liitännän kautta verkkokaapelilla tai konfigurointikaapelilla. Kontrollerissa on päämuistia 256 MB ja sisäistä muistia 256 MB. Kontrolleriin saa myös microSD-muistikortin 32GB:hen saakka. PFC100-kontrollerin moduulien (I/O) määrä solmua kohti maksimissaan on 250 moduulia ja moduulien määrä ilman väylän pidennystä on maksimissaan 64. Kontrolleri tarvitsee toimiakseen 24V tasajännitettä, jonka se saa aloituspakkauksessa mukana tulleelta 787-1602-teholähteeltä.

4.1.2 Väyläkortit

Järjestelmässä käytettiin digitaalisia- ja analogisia tulo/lähtö väyläkortteja. Digitaalisina tuloina toimivat 16-kanavainen tulomoduuli 750-1405 ja 8-kanavainen tulomoduuli 750-430, joihin kytkettiin painonapit.

Digitaalisina lähtöinä käytettiin 16-kanavaista 750-1504 ja 8-kanavaista 750-530, joilla ohjataan 24VDC ohjaustulolla toimivia välireleitä, jotka ohjaavat valaistusta ja muita haluttuja kuormia. Järjestelmään jäi varalle yksi 2-kanavainen digitaalitulo 750-400 ja yksi 2-kanavainen digitaalilähtö 750-501.

Analogisina tulomoduuleina toimivat 2-kanavainen 0 - 10 V signaalilla toimiva 750-467 ja 2-kanavainen analogiatulo 750-461, jolla otetaan lämpötilatietoja PT100-vastusanturilta. Analogisena lähtömoduulina toimii 4-kanavainen 750-559, jolla ohjataan valaistuksen himmennystä 1-10V signaalia käyttäen. Jotta 1-10V signaali toimii valaistuksen himmennykseen, tarvitaan erillinen himmennin, joka vastaanottaa 1 - 10 V analogisen ohjaussignaalin logiikalta.



Kuva 1. Aloituspakkaus ja logiikkaan lisättävät väylämoduulit

4.2 Releet

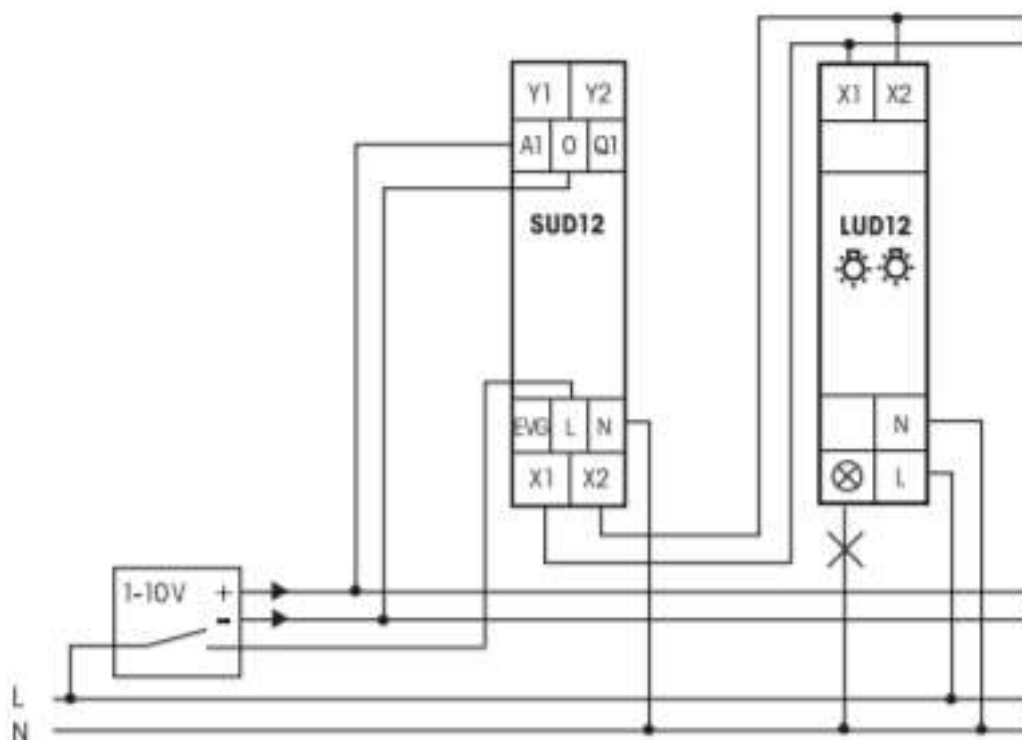
Projektissa käytettiin Hagerin valmistamia ERD225SDC-väli releitä (kuva 2). Väli releissä on yksi avautuva ja yksi sulkeutuva kosketin, joita ohjataan 24V tasajännitteellä. Väli releitä käytettiin yksittäisten kuormapisteiden ja valaistuksen ohjaukseen. Väli releistä löytyy kolme asentoa: 1, AUTO ja 0. Kun kytkimen kääntää asentoon 1, toimii väli rele pakko-ohjauksella, kun taas asennossa 0 väli rele ei laske ollenkaan läpi. AUTO-asennossa väli rele alkaa vetämään, kun se saa logiikalta 24V DC ohjaussignaalin.



Kuva 2. ERD225SDC -väli rele

4.3 Himmentimet

Himentiminä toimi Eltakon valmistamia SUD12/1-10V ohjausyksiköitä, joihin kytkettiin saman valmistajan LUD12-230V tehoyksiköitä. SUD12 vastaanottaa logiikalta analogisen ohjaussignaalin, joka muuttuu vakiohimmennys signaaliksi kytkettäessä tehoyksikköön. Kuvassa 3 on esitetty SUD12 ja LUD12 kytkentä 1-10V:n ohjaustuloa käyttäen.



Kuva 3. SUD12 ja LUD12 kytkentä 1-10V:n ohjaustulolla. [3, s. 91.]

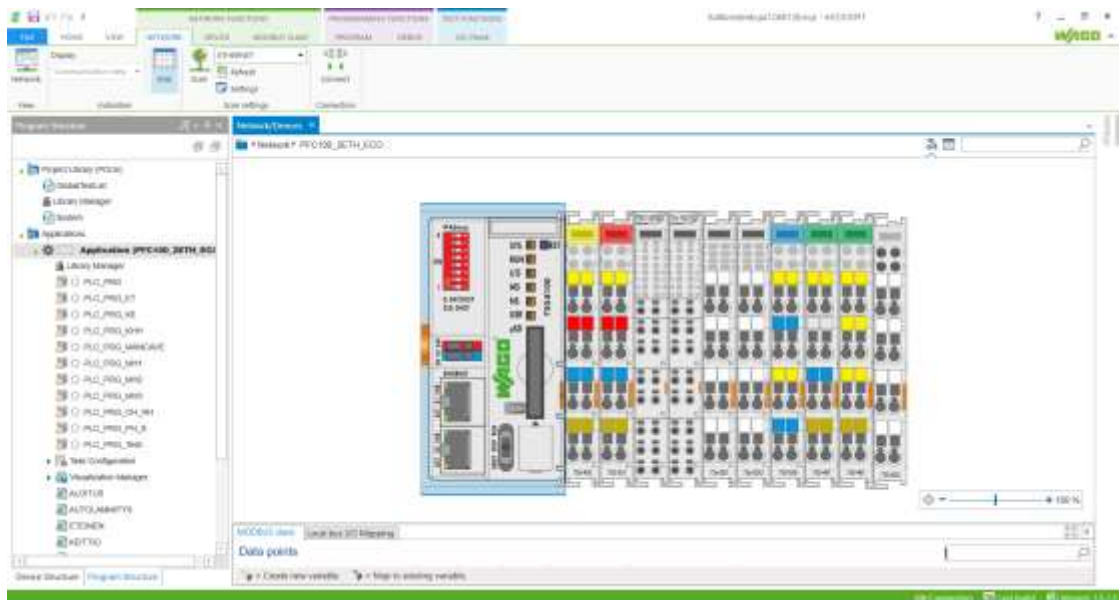
5 PROJEKTI: OHJELMISTOSUUNNITTELU

Ohjelmistosuunnittelun toteutin WAGO:n omalla ohjelmointiympäristöllä, e!COCKPIT:llä, joka on integroitu kehitysympäristö, jossa on saumaton tietojen käsittely kaikkiin automaatiotehtäviin. Se sisältää laajan valikoiman IEC-kirjastoja. Ohjelmisto tarjoaa myös useita mukavuustoimintoja, kuten automaattiset päivitykset.

e!COCKPIT perustuu CODESYS V3:een. Tämä mahdollistaa ohjelmien luomisen tavanomaisilla IEC 61131-3-ohjelmointikielillä: Strukturoitu teksti (ST), tikaskaavio (LD), toimintolohkokaavio (FBD), peräkkäinen toimintolohkokaavio (SFC) ja "Jatkuva toimintolohkokaavio" (CFC). Joustavuuden vuoksi kaikki ohjelmointikielet voidaan yhdistää toisiinsa.

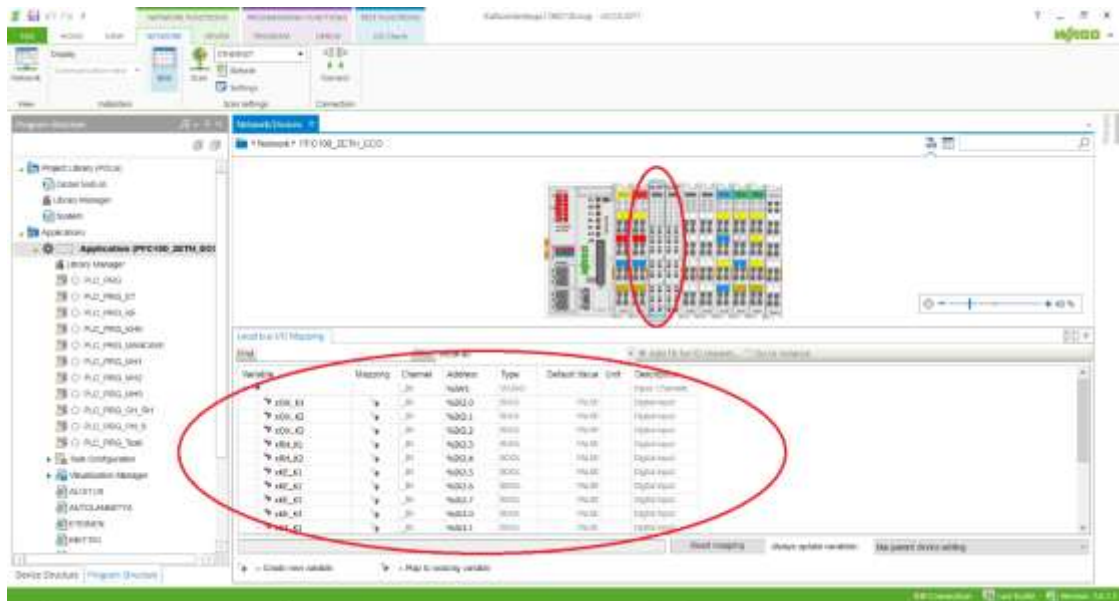
Tuottavaan, rajoittamattomaan ohjelmiston käyttöön tarvitaan lisenssi. Ohjelmistoa voidaan käyttää myös täysin ilman lisenssiä 30 päivän ajan.

Ohjelmointi alkoi uuden projektin luomisella ohjelmaan. Uuteen projektiin määriteltiin järjestelmässä käytettävät komponentit (kontrolleri, väylämoduulit) joko skannaamalla Ethernet -tai konfigurointikaapelia käyttäen tai manuaalisesti luettelosta hakemalla, jonka jälkeen ohjelma visualisoi automaatiojärjestelmässä käytetyt väylämoduulit (kuva 4) ja ne voidaan järjestää visualisoinnissa haluttuun järjestykseen, vaikka samaan järjestykseen, johon ne on alakeskuksesta sijoitettu. Ethernet-kaapelia käytettäessä täytyy controllerille määrittellä IP-osoite, minkä täytyy olla käytettävän lähiverkon osoitevaruuden sisällä. Oikean IP-osoitteen määrittäminen on myös hyvin olennainen asia, jotta järjestelmää voidaan hallinnoida joko PC:llä tai mobiililaitteella lähiverkon kautta.

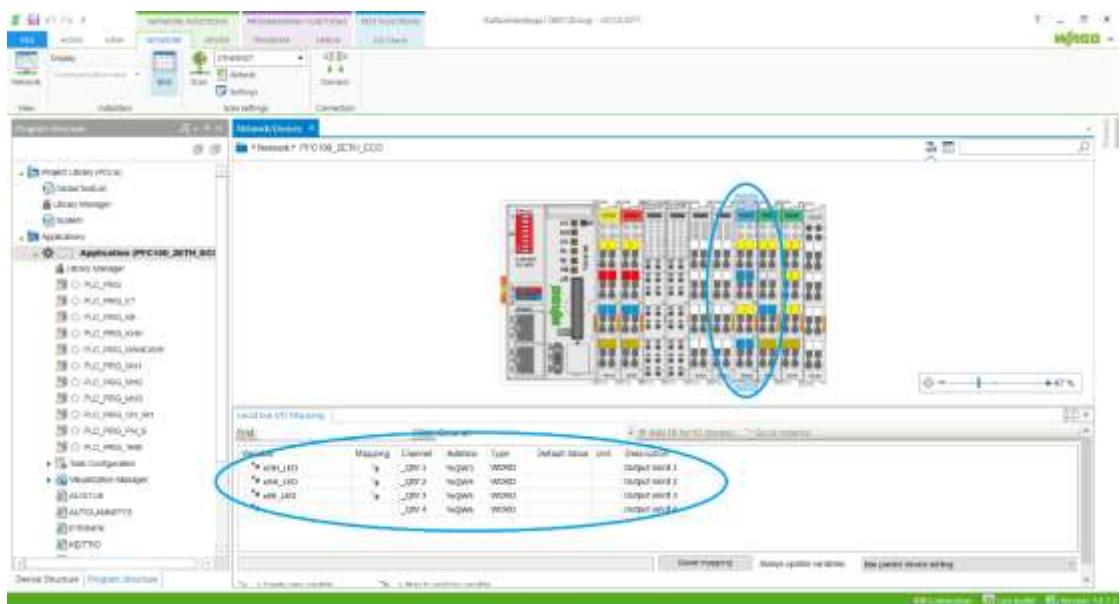


Kuva 4. Järjestelmän kontrolleri ja väylämoduulit visualisoituna

Kun järjestelmässä käytetyt komponentit on haettu ja todettu, että komponentit ovat oikeat, voidaan aloittaa täyttämään I/O-taulukosta sisään- ja ulostulot oikeille väylämoduuleille. Seuraavissa kuvissa on esitetty 16-kanavaisen digitaalisen sisääntulomodulin sisääntulot (kuva 5) ja 4-kanavaisen 0-10V ulostulosignaalia toimivan analogisen ulostulokortin lähdöt (kuva 6).

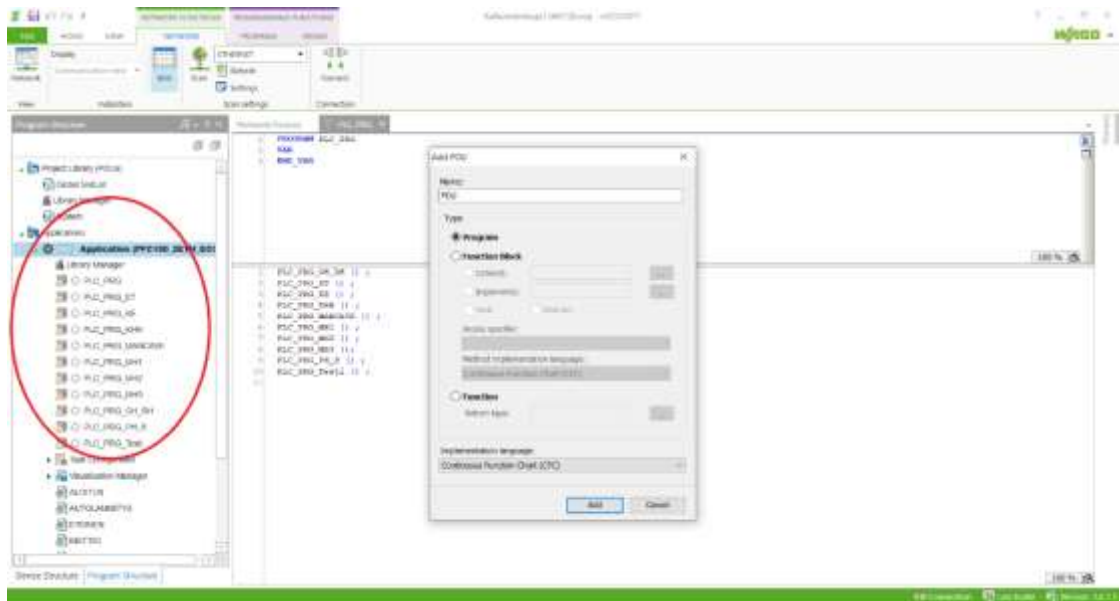


Kuva 5. 750-1405-digitaalisen sisääntulomoduulin inputit



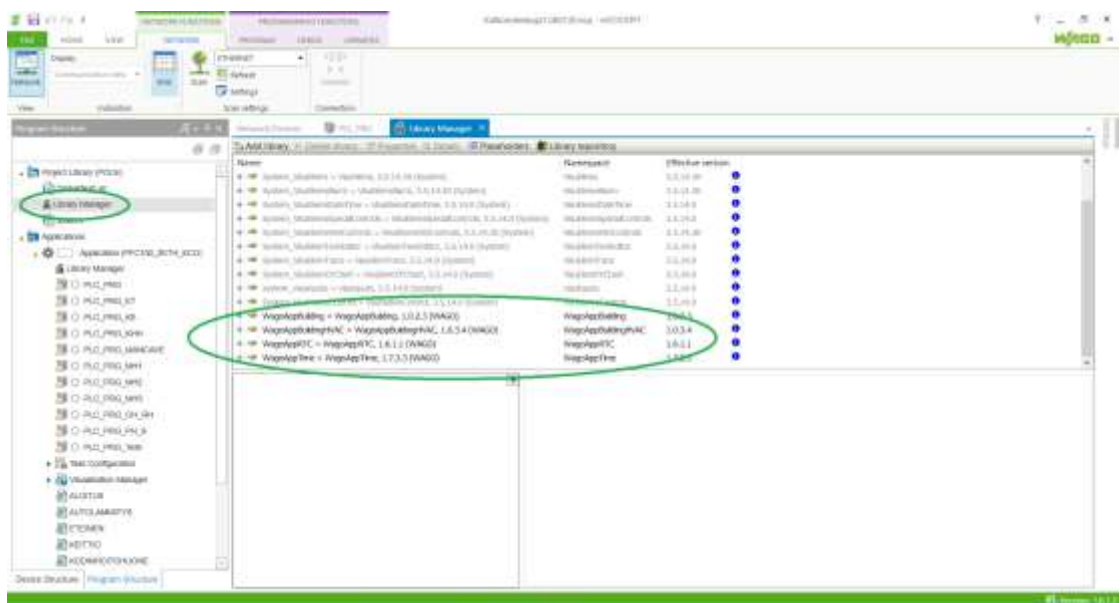
Kuva 6. 750-559-analogisen ulostulomoduulin outputit

I/O-määrittelyjen jälkeen voidaan aloittaa ohjelmien luonti. **Applications**-sarakeesta määritellään POU:t (Program Organization Unit) jokaiselle kiinteistön huoneelle tai kokonaisuudelle, jotka ovat ns. samaa tilaa. POU:ssa määritellään, onko POU:n tarkoitus toimia ohjelmana vai jonain muuna toimintona. Myös haluttu ohjelmointikieli määritellään. Projektissa käytin CFC-ohjelmointikieltä. Kuvassa 7 on esitetty POU-valikko ja projektiin lisätyt POU:t.



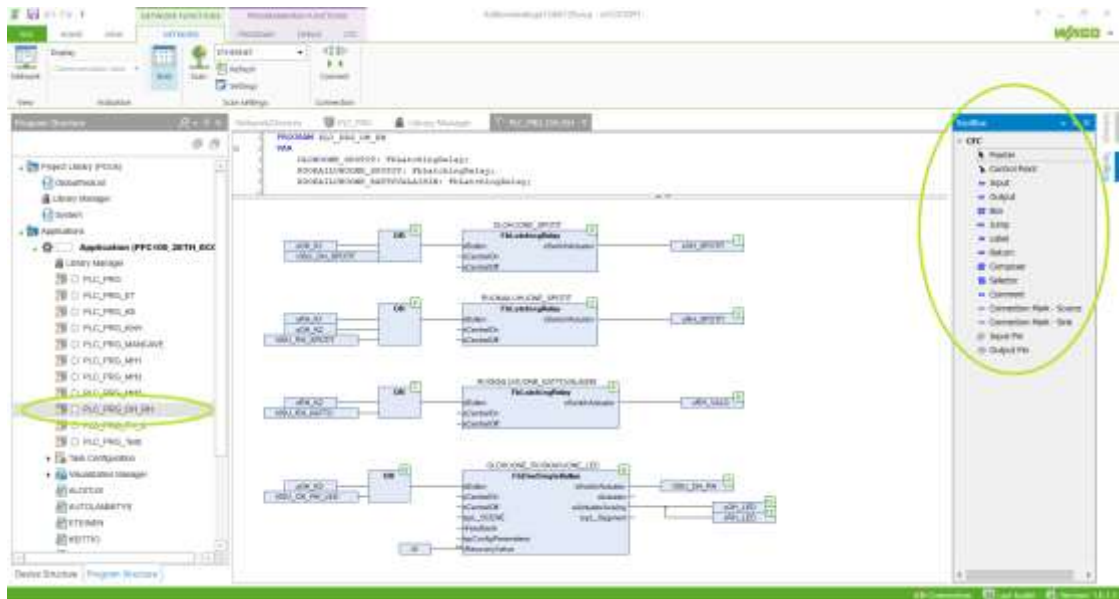
Kuva 7. POU-valikko ja lisätyt POU:t

Kun ohjelmat on luotu, etsin **Library Manager** -valikosta (kuva 8) ohjelmointiin sopivat kirjastot ja lisäsin ne projektiin. Projektissa pääsääntöisesti käytin WAGO:n omia rakennusautomaatiokirjastoja.



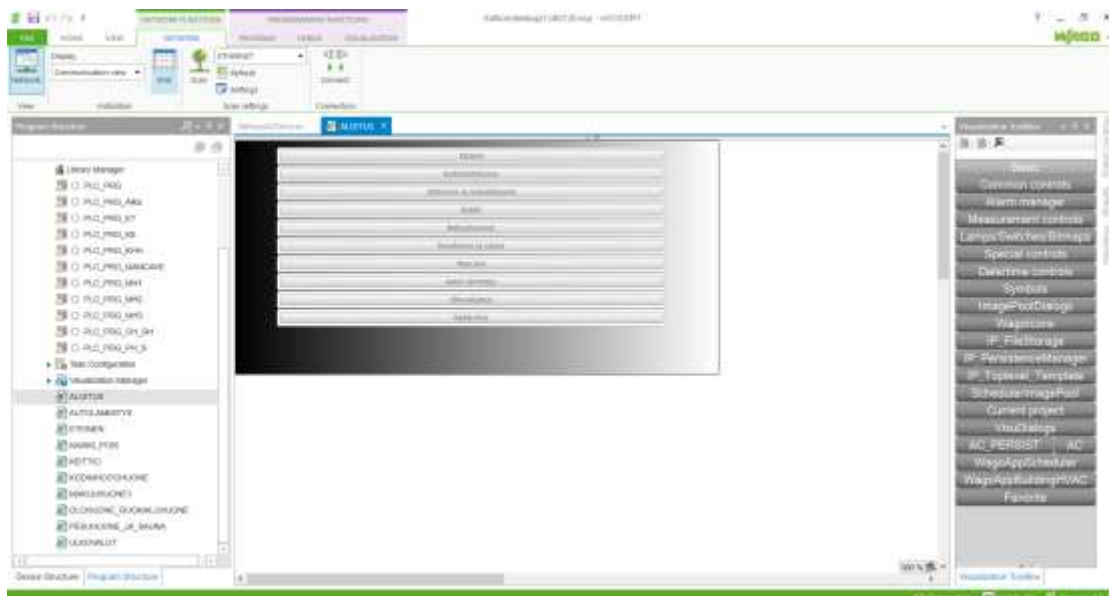
Kuva 8. Kirjastovalikko

Kun kaikki aikaisemmin mainitut asiat ovat tehty, voidaan aloittaa itse ohjelmointi. Valitaan haluama POU auki, jolloin tyhjä alusta aukeaa ruutuun, johon itse ohjelma luodaan. Ohjelmointi tapahtuu **Toolbox**-valikkoa käyttämällä, josta löytyy kaikki tarvittavat toiminnot CFC-ohjelmointikieltä käyttäen. Kuvasssa 9 on esitetty edellä mainitut asiat.



Kuva 9. Valittu POU ja sen ohjelma sekä Toolbox

Myös erittäin isona ohjelmoinnin osana on WebVisu. WebVisun ohjelmointi takaa järjestelmän ohjauksen etänä joko PC- tai mobiililaitteella. WebVisulle luodaan omia välilehtiä kiinteistön eri osille, jotta loppukäyttäjälle olisi helpompaa etäohjata järjestelmää. Visualisointiin voidaan luoda esimerkiksi nappuloita, valaistuksen indikointia (on/off), lämpötila- ja kosteusarvoja tai diagnostiikkaa. Visualisoinnin ohjelmointi tapahtuu **Visualisation Toolbox** -valikon kautta, josta voidaan valita esimerkiksi nappula, jolle voidaan asettaa erilaisia parametreja **Properties**-valikosta. Valikosta saadaan esimerkiksi asetettua nappulalle sisääntulo, jonka seurauksena nappulaa painettaessa se toteuttaa ohjelmassa toiminnon, johon sisääntulo on asetettu. Visualisointiin rakensin ”Aloitustus”-sivun, jossa on kaikki kiinteistön huoneet omissa välilehdissä. Esimerkiksi ”Aloitustus”-sivulta painettaessa ”Olohuone ja ruokailuhuone” -painiketta, pääsee käyttäjä tarkastelemaan ja ohjailemaan olohuoneessa ja ruokailuhuoneessa olevia valaistuksia. Käyttäjä pääsee navigoimaan itsensä takaisin ”Aloitustus”-sivulle painamalla ”Päävalikko”-nappulaa. Kuvassa 10 olen esittänyt ”Aloitustus”-sivun visualisoinnissa.



Kuva 10. Visualisoinnin ALOITUS -sivu

Seuraavissa alaluvuissa kerron lyhyesti eri huoneiden ja yksittäisten pisteiden ohjauksista ja niiden ohjelmoimisesta.

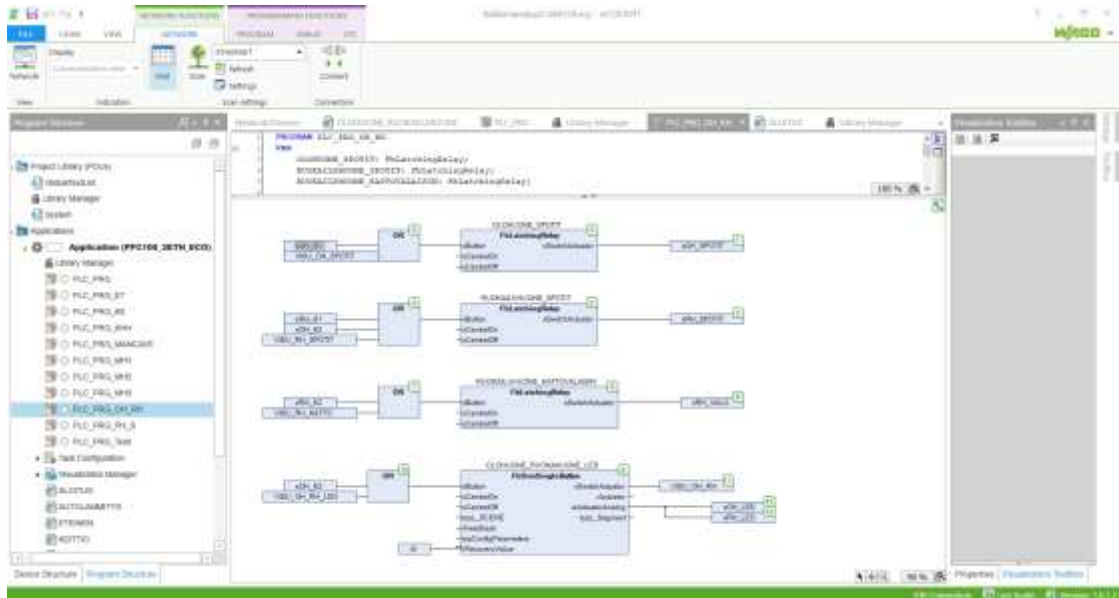
5.1 Olohuone ja ruokailuhuone

Olohuoneeseen ja ruokailuhuoneeseen asennettaville spoteille haluttiin vain päälle/pois toiminnot. Myös ruokailuhuoneeseen tulee yksi valaisinkansi, joka haluttiin vain päälle ja pois. Molempiin huoneisiin on haluttu tunnelmavalaisuus, joka toteutetaan LED-nauhoilla. Tunnelmavalaisuudelle haluttiin himmennystoiminto.

Olohuoneen ja ruokailuhuoneen päälle/pois -toiminnoille käytin ”WagoApp-Building”-kirjastosta ”FbLatchingRelay”-toimintolohkoa. Toimintolohko reagoi, kun se saa kytkentäsignaalin ”xButton”-sisääntuloon. Tämän jälkeen toimintolohko aktivoi ”xActuator”-ulostulonsa, joka päästää signaalin ohjattavalle releelle ja releen perässä oleva kuorma kytkeytyy päälle tai pois.

Huoneiden tunnelmavalaisuudelle käytin samaisesta kirjastosta ”FbDimSingleButton”-toimintolohkoa. Kun toimintolohkossa ”xButton” saa kytkentäsignaalin, antaa se käskyn ”wActuator”-ulostulolle, joka ohjaa valaistuksen tasoa.

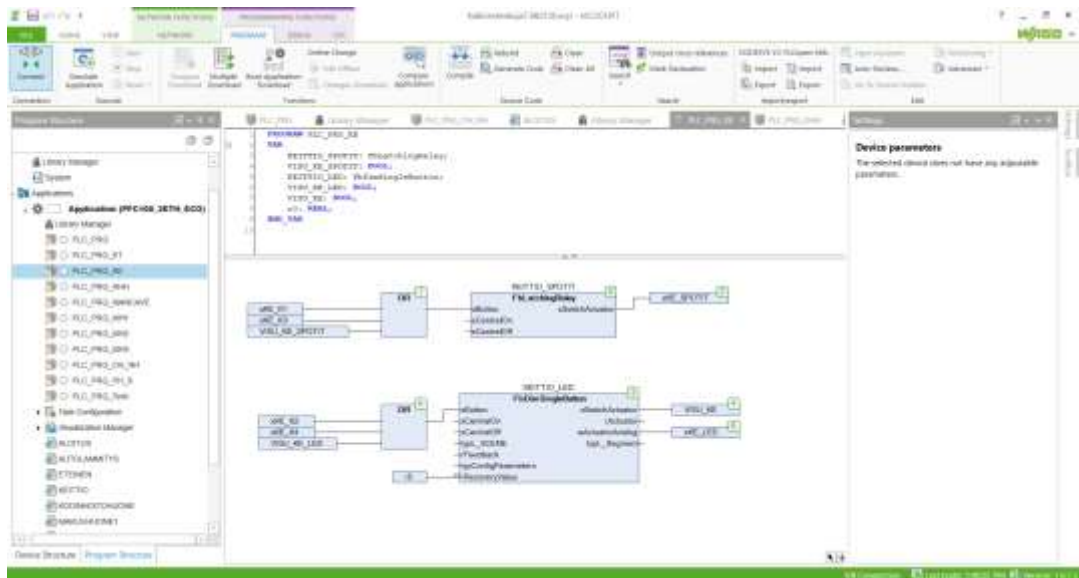
Molempiin toimintolohkoihin lisäsin myös visualisoinnin kautta ohjattavat säätulot, joilla pystyy etänä hallinnoimaan valaistuksia. Kuvassa 11 on esitetty olohuoneen ja ruokailuhuoneen valaistuksen ohjaukset.



Kuva 11. Olohuoneen ja ruokailuhuoneen valaistuksen ohjaukset

5.2 Keittiö

Keittiön valaistusta (kuva 12) haluttiin ohjata siten, että katossa olevat spotit toimivat päälle/pois ja työtasovalaisukseen tulevalta LED-nauhalta haluttiin himmennystoiminto, jos tarpeen tullessa halutaan himmentää työtasovaloa. Ohjauksissa käytin samoja toimintalohkoja päälle/pois- ja himmennystoimintoihin kuin olohuoneessa ja ruokailuhuoneessa. Myös keittiölle on etäohjausmahdollisuus.



Kuva 12. Keittiön valaistuksen ohjaukset

5.3 Eteinen

Eteisen valaistuksen ohjaukselta haluttiin vain päälle/pois. Lisäksi etäohjauksella halutaan ohjata eteisen valaistusta. Eteisestä haluttiin ohjata myös fyysisesti ulkovalaistusta, auton lämmitystä ja Kaikki-Pois-toimintoa.

5.3.1 Ulkovalaistus

Ulkovalaistukselle haluttiin aluksi vain päälle/pois -ohjaus, mutta toivottiin, että tulevaisuudessa voidaan lisätä valaistusanturi ulkovalaistuksen ohjaukseen. Kun haluttu valoisuusanturi on hankittuna, pienellä ohjelmistomuutoksella saadaan anturi liitettyä ulkovalaistuksen ohjaukseen. Myös ulkovalaistuksessa on etäohjausmahdollisuus.

5.3.2 Auton lämmitys

Auton lämmitykseltä toivottiin, että paikallisesti ja etänä saadaan aktivoitua autonlämmitykselle tarkoitettuun pistorasiaan 2 tuntia lämmitysaikaa. Etäohjaukseen haluttiin näkyville, kuinka paljon lämmitysaikaa on jäljellä.

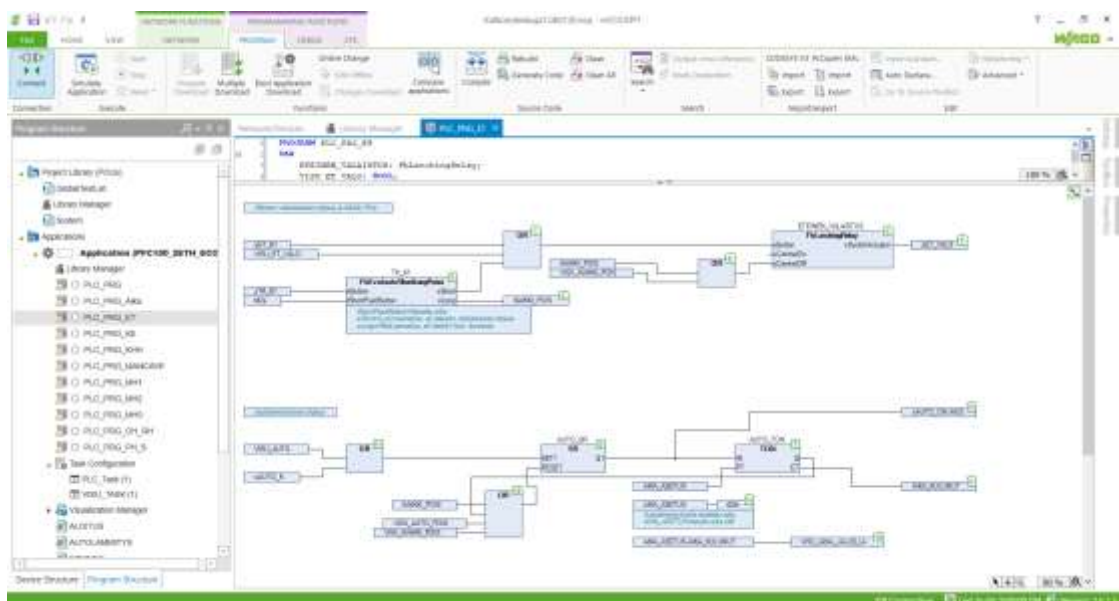
5.3.3 Kaikki-Pois

Erittäin isona toiveena kohteeseen oli saada ns. Kaikki-Pois-toiminto, jolla saatiin automaatiojärjestelmään liitetyt valaistukset ja kuormat kytkettyä pois päältä. Toiminto on erittäin hyödyllinen esimerkiksi rakennuksesta poistuessa,

jolloin ei tarvitse miettiä, jäikö esimerkiksi valoja päälle. Kaikki-Pois-toiminto toimii joko eteisessä olevasta fyysisestä painikkeesta tai etäohjauksesta. Fyysistä painiketta täytyy painaa kahden sekunnin ajan pohjassa, jotta toiminto aktivoituu päälle.

Kaikki-Pois -toiminnoille on käytetty ohjelmassa "FbEvaluateShortLongPress" -toimintolohkoa. Kun toimintolohkon "xButton" sisääntulo saa signaalin, arvioi toimintolohkolle asetetun ajan ("tShortPushButton") perusteella, onko painallus lyhyt vai pitkä, eli pitkällä painalluksella "xLong" -ulostulo aktivoituu, jonka signaali menee jokaisen valaistuksen ohjauksessa käytettyjen "FbLatchingRelay" ja "FbDimSingleButton" toimintolohkojen "xCentralOff" -sisääntuloon. Muissa kuormissa, esimerkiksi auton lämmityksen ohjelmassa "xLong" -signaali kytkeytyy ohjelmassa käytettyyn "SetReset" -toiminnon "Reset" -sisääntuloon.

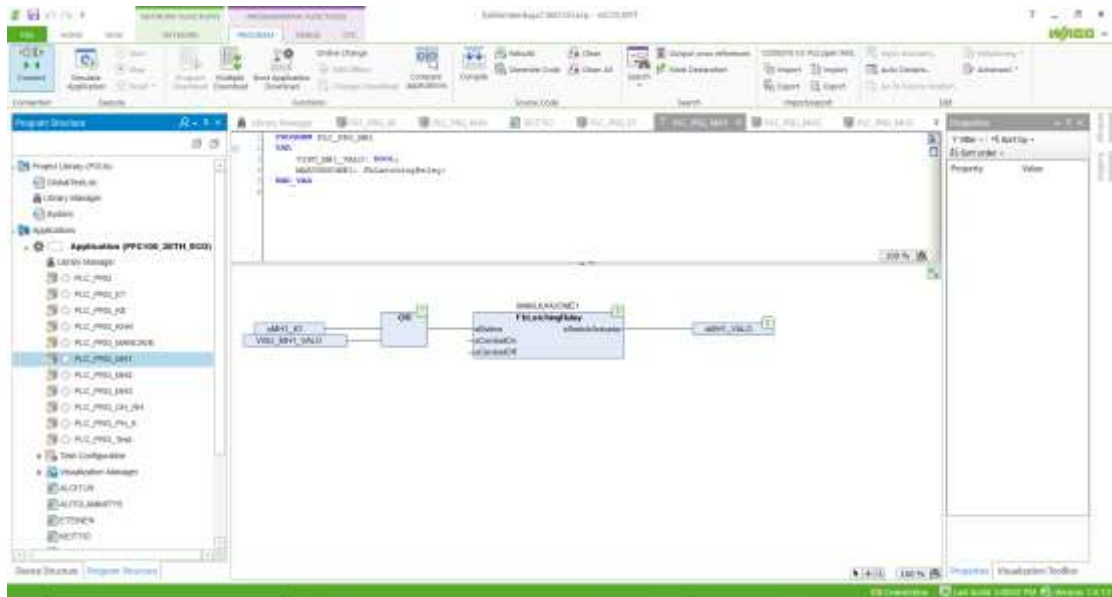
Kuvassa 13 on esitetty eteisen ohjelmointi kaikkineen ohjauksineen.



Kuva 13. Eteisen valaistuksen ohjaus, Kaikki-Pois -toiminto ja autolämmityksen ohjaus

5.4 Makuuhuoneet

Aluksi jokaiseen makuuhuoneeseen haluttiin päälle/pois sekä himmennykset, mutta lopulta asiakas halusi jättää himmennysten pois. Myös jokaiseen makuuhuoneeseen on suunniteltu etäohjaus. Kuvassa 14 on esitetty yhden makuuhuoneen valaistuksen ohjaus.



Kuva 14. Makuuhuone 1:sen valaistuksen ohjaus

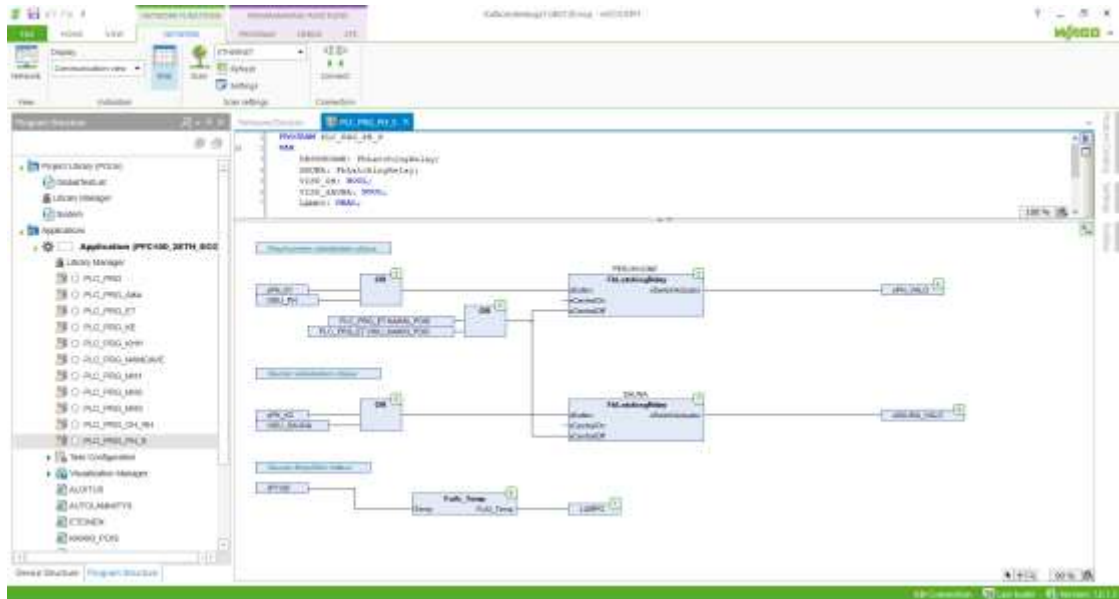
5.5 Kodinhoitohuone

Kodinhoitohuoneeseen haluttiin valaistuksen ohjaukselta pelkästään päälle/pois. Kodinhoitohuoneeseen tulee tulevaisuudessa yksi suihku, joten tätä varten on suunniteltu varaus kosteusanturille ja poistotuulettimelle. Kentälaitteet liitetään järjestelmään sitten, kun ne on hankittu ja asennus on ajankohtainen.

5.6 Kellarikerros

Kiinteistössä on kellarikerros, joka on edellisen omistajan aikana toiminut varastona, pääsääntöisesti puuvarastona. Kellarikerroksessa on ollut aikoinaan sauna ja pesutilat, jotka halutaan ottaa uudestaan käyttöön. Kellarikerroksen remontointi tapahtuu vasta lähitulevaisuudessa, joten toiveita ohjauksilta ei kauheasti tiedetty. Lähtökohtana on pesuhuoneeseen ja saunaan suunniteltu valaistuksen ohjaus päälle/pois -toiminnolla sekä pesutiloihin halutaan kosteuspoisto ja ennen kaikkea saunaan toivottiin lämpötilan mittausta (kuva 15).

Kellarikerroksesta löytyy tila, joka on toiminut puuvarastona. Tähän tilaan halutaan rakentaa huone, joka lähinnä toimii oleskelutilana. Tämän tilan ohjauksilta näin aluksi toivottiin päälle/pois ja mahdollisuus himmentää valaistusta.



Kuva 15. Pesuhuoneen ja saunan ohjelma

6 PROJEKTI: AUTOMAATIOJÄRJESTELMÄN TOTEUTUS

6.1 Järjestelmän alakeskuksen kasaus

Kun järjestelmän koko oli selvillä, alkoi alakeskuksen suunnittelu. Alakeskuksen suunnittelussa haastavin tekijä oli keskuksen koko, koska se piti saada sähköpääkeskuksen viereen, jossa oli n.35cm vapaata tilaa ja että koko järjestelmä mahtuisi järkevästi siihen ilman, ettei tarvitsisi rakentaa erillistä laajennusta. Keskusrungoksi valikoitui kotelo, jonka mitat on 30,0cm x 54,5cm.

Kun keskusrunko oli saatavilla, alkoi suunnittelu, miten ja mihin järjestelmän eri komponentit sijoittuisi keskusrungossa. Lähtökohtana suunnittelussa oli se, että koko keskusrungon kiertää kaapelikourulla, jotta kaikki kaapelit ja johtimet olisi piilossa. Kaapelikouruna toimi yksi 2m kappale Rittalin valmistamaa kaapelikourua. Aluksi asensin kourun kiertämään keskusrungon sivut ja yläreunan, jonka jälkeen aloin mallaillemaan moduuleille ja riviliittimille DIN-kiskoja. Moduuleille paikkoja suunnitellessa havaitsin ongelman, joka oli logiikan tehollähde: tehollähde oli korkeampi kuin mitä keskusrunko oli syvä, joten tehollähteelle täytyi suunnitella oma paikkansa, joka lopulta löytyi muutaman sommitelun jälkeen.

Kun moduuleiden paikat oli mallailtu runkoon ja todettu, että ne siihen mahtuvat, kiinnitin DIN-kiskot niille suunnitelluille paikoille ja kiinnitin moduulit ja riviliittimet paikoilleen. Riviliittiminä käytin WAGON valmistamia riviliittimiä. Kun

olin saanut moduulit ja riviliittimet paikoilleen, lisäsin kaapelikourut jokaisen moduulirivin väliin, jonka jälkeen keskusrunko oli valmis. Tämän jälkeen alkoi keskuksessa olevan järjestelmän johdotus. Kasatusta alakeskuksesta suunniteltiin CADs:llä alakeskuskaavion, jossa on keskuksen mitat ja keskuksessa olevat komponentit sekä riviliittimet merkintöineen.

Kuvassa 16 on esitetty alakeskuksen rungon suunnittelua sekä valmis keskusrunko.



Kuva 16. Keskuksen suunnittelua ja valmis keskusrunko.

Asennusjohtona riviliittimiltä moduleille ja logiikan yleisjohdotukseen käytin mustaa MKEM 1,5 -asennusjohtoa. Kaikki johdotukset merkitsin tarrakirjoittimella. Tarrakirjoittimessa oli kutistesukka -nauharulla, jolla oli todella helppo merkitä johtimet, Johtimet on merkitty samoilla merkeillä, mitä itse ohjelmistossa on käytetty. Kuvassa 17 sekä kuvassa 18 on esitetty alakeskuksen moduulien johdotuksia.



Kuva 17. Moduuleiden johdotusta



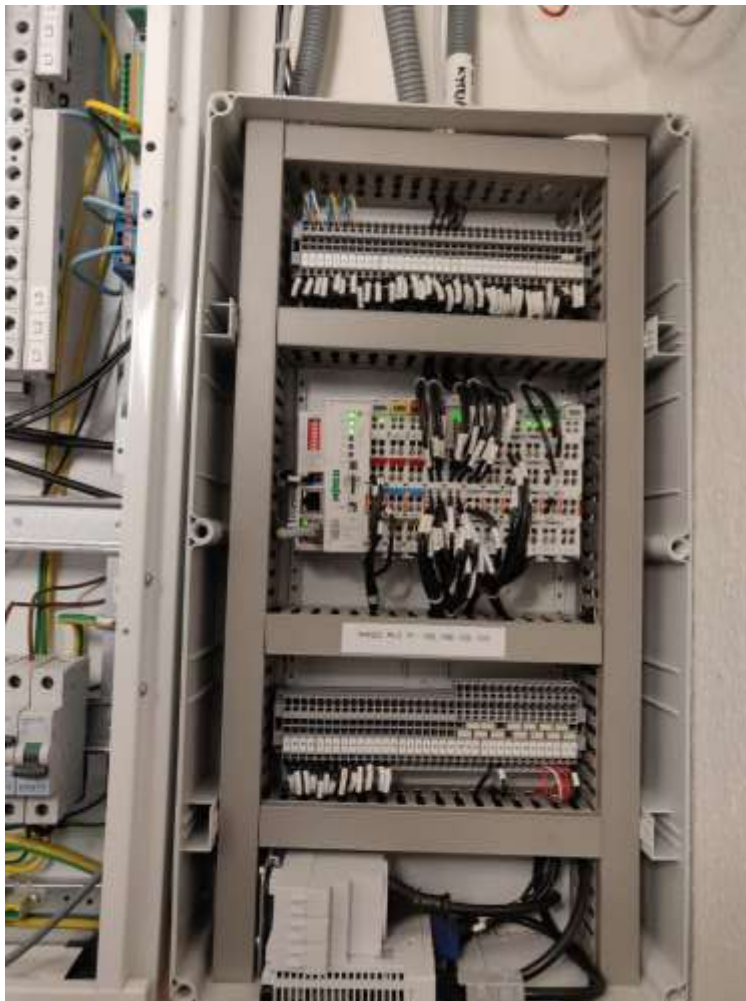
Kuvat 18. Moduuleiden johdotusta

Kun kaikki keskuksen sisäiset johdotukset olivat valmiit, merkitsin riviliittimet numerokylteillä ja jokaisen liittimen numeron merkitsin eri dokumentteihin (alakeskuskuva, I/O-taulukko), jotta kentällä oikean liittimen löytämien olisi helpompaa. Tämän jälkeen suoritin vielä aistinvarainen tarkastuksen, että kaikki

näyttää sille kuin pitää ja että kaikki kytkennät olivat oikein kytketty. Aistinvaraisten tarkistusten jälkeen testasin ohjelman toimivuuden kokoonpanolla. Testausten jälkeen ja todettuani, että kaikki on valmista, keskus oli valmis toimitettavaksi kiinteistöön asennettavaksi.

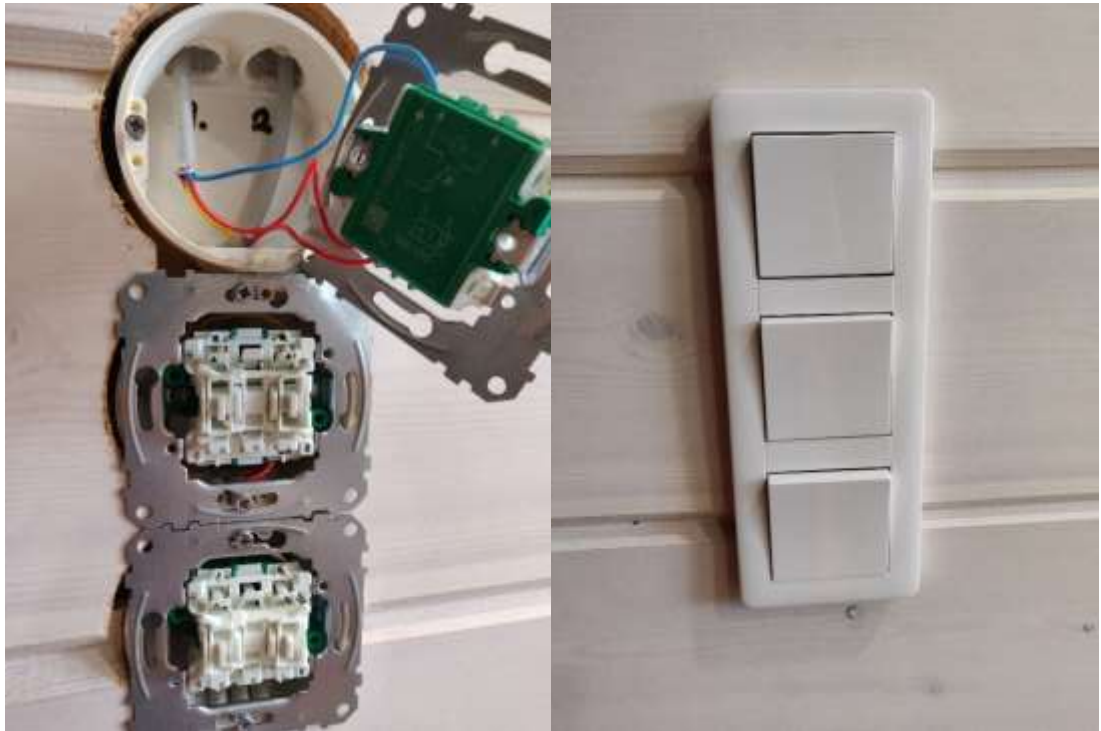
6.2 Järjestelmän asennus kiinteistöön

Järjestelmän alakeskus sijoitettiin sähköpääkeskuksen viereen tekniseen tilaan (kuva 19). Tekniseen tilaan oli jo kaapeloitu kiinteistön fyysisiltä painikkeilta tulevat kaapelit sekä valaistuksille että muille ohjattaville laitteille tulevat kaapelit. Kaapelina painikkeille käytettiin KLMA 4x0,8+0,8. Kun alakeskus oli omalla paikallaan, kytkettiin alakeskukseen DIN-kiskoon asennettuun pistorasiaan sähköt sille tarkoitetusta sulakelähdöstä sähköpääkeskuksesta. Todettua, että pistorasiaan tuli sähköt ja että se oli kytketty oikein, alakeskus tehtiin jännitteettömäksi ja alakeskukseen alkoi kiinteistön kentälaitteiden kaapeleiden kytkeminen.



Kuva 19. Järjestelmän alakeskus asennettuna kiinteistöön

Aloitin kytkennät kytkemällä ensin kiinteistön fyysiset painikkeet (kuva 20). Painikkeina käytettiin Schneider Electricin valmistamia Exxact-sarjan vipupainikkeita. Painikkeen tulevaan, eli L-liittimeen kytkin 24V DC tulevan sähkön, joka tulee alakeskuksen 24V DC riviliittimeltä. Katkaisijan ohjaussignaali kytkettiin katkaisijasta riippuen siihen merkittyyn riviliittimeen alakeskukseen.



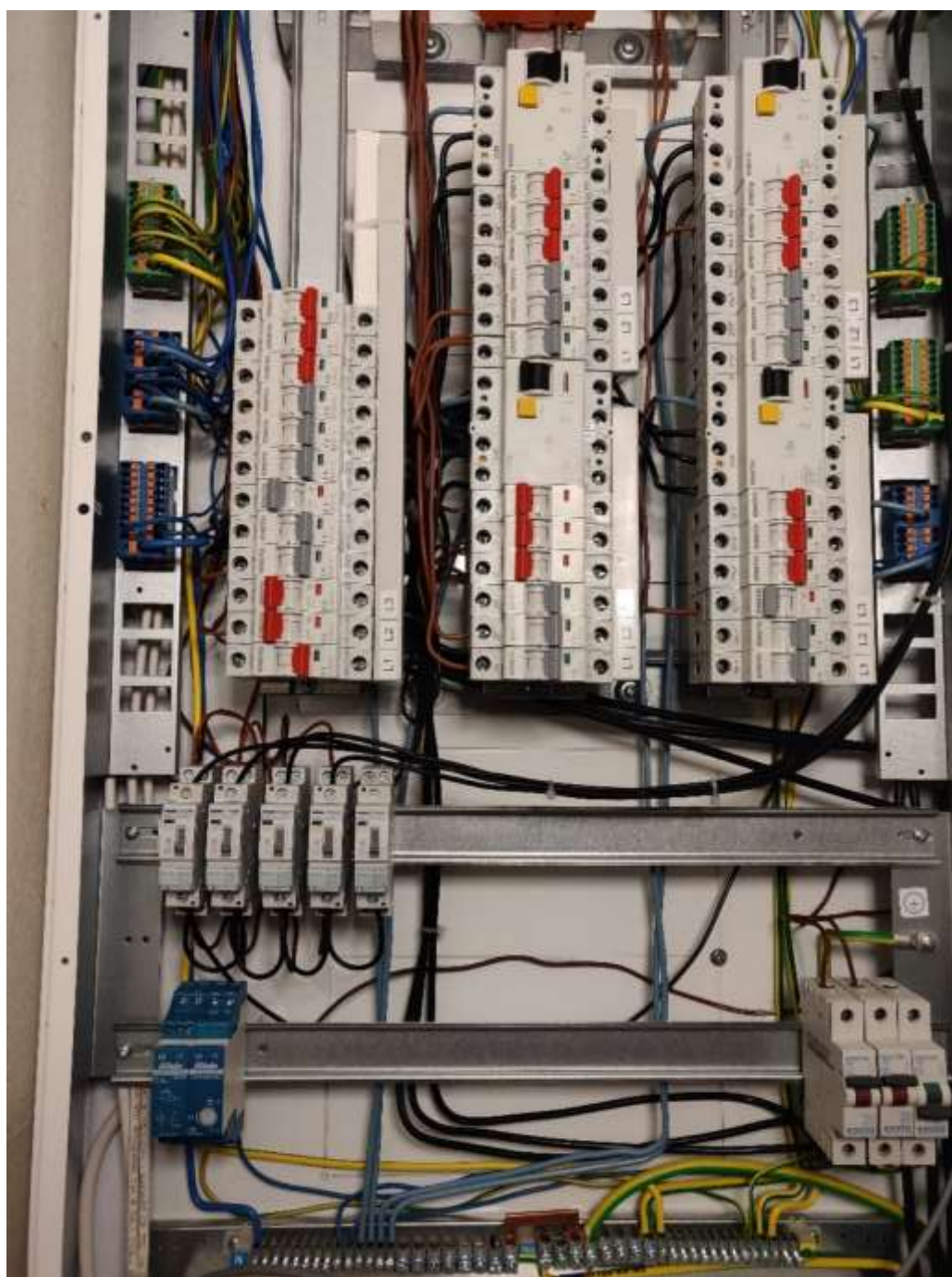
Kuva 20. Olohuoneen vipukytkimien asennus

Kun tulot oli kytketty, alkoi lähtöjen kytkentä. Lähtöjen kytkentä alkoi releiden ja himmentimien lisäämisellä sähköpääkeskukseen ja niiden sähkönsyöttöjen kytkemisellä. Tämän jälkeen johdotin alakeskukselta tietyille releelle tai himmentimelle tietyn ohjauksen alakeskuksen riviliittimistä, releille digitaaliset signaalit ja himmentimille analogiset signaalit. Johdotuksessa käytin samaa johdinta, mitä alakeskuksen kasaamisessa käytettiin, eli MKEM 1,5.

Alakeskukseen kytkettiin myös Ethernet-kaapeli kiinteistön reitittimestä, jotta automaatiojärjestelmän WebVisu-etäohjaus saataisiin käyttöön. Järjestelmän IP-osoite merkittiin alakeskukseen.

Kun kaikki tarvittavat johdotukset alakeskuksen ja sähköpääkeskuksen välillä oli suoritettu, jäljellä oli enää vain valaistuksien ja muiden kenttälaitteiden kyt-

kenttä releiden ja himmentimien lähtöihin. Näiden kytkentöjen jälkeen, ja todettua, että kaikki oli kytketty oikein, alkoi kiinteistöautomaatiojärjestelmän käyttöönotto sekä toimivuuden testaaminen niiltä osin, mitkä oli testattavissa, koska suurinta osaa kenttälaitteista päästään asentamaan vasta lähitulevaisuudessa kiinteistön peruskorjauksen edettyä. Todettuani, että ne järjestelmän osat, joiden testaamisen pystyin suorittamaan, ja että ne toimivat juuri niin kuin pitikin, oli järjestelmä niiltä osin valmis käyttöönotettavaksi. Kuvassa 21 on kiinteistön sähköpääkeskus, josta pystyy näkemään keskukseen lisätyt releet ja himmentimet kytkentöineen.



Kuva 21. Sähköpääkeskus

Alakeskuksen kanteen kiinnitin muovitaskun, johon tuli kaikki kiinteistöautomaatiojärjestelmän alakeskuksen dokumentoinnit sekä muistitikku, jossa oli järjestelmän ohjelma sekä myös vielä dokumentit sähköisessä muodossa.

7 POHDINTA

Opinnäytetyön tarkoituksena oli suunnitella ja toteuttaa peruskorjauskohteeseen kiinteistöautomaatiojärjestelmä. Työhön sain paljon kerättyä tietoa kirjallisuudesta. Järjestelmän tavoitteena oli saada aikaan helppokäyttöinen kiinteistön hallintaympäristö, jota pystytään tulevaisuudessa helposti ja vaivattomasti laajentamaan. Mielestäni onnistuin työssäni hyvin ja pääsin toivottuun tulokseen, koska aikaisempaa taustaa koulun pohjalta on jo WAGO:n valmistamista ohjelmoitavista logiikoista.

Projekti oli erityisen antoisa ja opettava, koska todella paljon täytyi ottaa järjestelmän suunnittelussa ja toteutuksessa erilaisia tekijöitä huomioon, esimerkiksi minkälaiset releet ja himmentimet toimivat järjestelmässä. Itse ohjelmoinnissa ei ollut paljoa ongelmia tuottavia tekijöitä, paitsi uusi ohjelmointiympäristö (e!COCKPIT), jonka käyttöliittymän opetteluun ja sisäistämiseen meni oma aikansa. Myös projektin dokumentointi vei oman aikansa ja oli haasteellinen. Suunnitellut dokumentit täytyi olla hyvin huolellisesti tehty, jotta tulevaisuuden laajennukset järjestelmään tulisivat sujumaan vaivattomasti ja järjestelmän ylläpito sekä mahdolliset huoltotoimenpiteet olisivat helposti sujuvia prosesseja.

LÄHTEET

1. Sähkötieto ry. Rakennusautomaatiojärjestelmät. Tampere: Grano Oy. 2018.
2. Fonselius, J., Pekkola, K., Selosmaa, S., Ström, M. & Välimaa, T. 1996. Automaatiolaitteet. Helsinki: Oy Edita Ab.
3. Eltako GmbH. 2019. Eltako Gesamtkatalog. PDF-dokumentti. https://www.eltako.com/fileadmin/downloads/fi/katalog/Eltako_Gesamtkatalog_FIN_internet_low_2019.pdf [viitattu 23.3.2020].

Moduuli	Portti	Nimi	Kuvaus	Riviliitin
750-1405 (DI16)				
	1	xOH_K1	Olohuone katkaisija 1	1
	2	xOH_K2	Olohuone katkaisija 2	2
	3	xOH_K3	Olohuone katkaisija 3	3
	4	xRH_K1	Ruokailuhuone katkaisija 1	4
	5	xRH_K2	Ruokailuhuone katkaisija 2	5
	6	xKE_K1	Keittiö katkaisija 1	6
	7	xKE_K2	Keittiö katkaisija 2	7
	8	xKE_K3	Keittiö katkaisija 3	8
	9	xKE_K4	Keittiö katkaisija 4	9
	10	xET_K1	Eteinen katkaisija 1	10
	11	xET_K2	Eteinen katkaisija 2	11
	12	xMH1_K1	Makuuhuone 1 katkaisija	12
	13	xKHH_K1	Kodinhoituhuone katkaisija 1	13
	14	xKHH_K2	Kodinhoituhuone katkaisija 2	14
	15	xTK_K1	Tuulikaappi katkaisija 1	15
	16	xTK_K2	Tuulikaappi katkaisija 2	16

Moduuli	Portti	Nimi	Kuvaus	Riviliitin
750-430 (DI8)				
	1	xMH2_K1	Makuuhuone 2 katkaisija	37
	2	xMH3_K1	Makuuhuone 3 katkaisija	38
	3	xAUTO_K	Autolämmitys katkaisija	39
	4	xPH_K1	Pesuhuone katkaisija 1	40
	5	xPH_K2	Pesuhuone katkaisija 2	41
	6	xMANCAVE_K1	Mancave katkaisija 1	42
	7	xMANCAVE_K2	Mancave katkaisija 2	43
	8	-	-	-

Moduuli	Portti	Nimi	Kuvaus	Riviliitin
750-467 (AI2)				
0-10V	1	-	-	-
	2	-	-	-

Moduuli	Portti	Nimi	Kuvaus	Riviliitin
750-461 (AI2)				
PT100	1	iPT100	Sauna lämpötila	34/35/36 (+R/R/-R)
	2	-	-	-

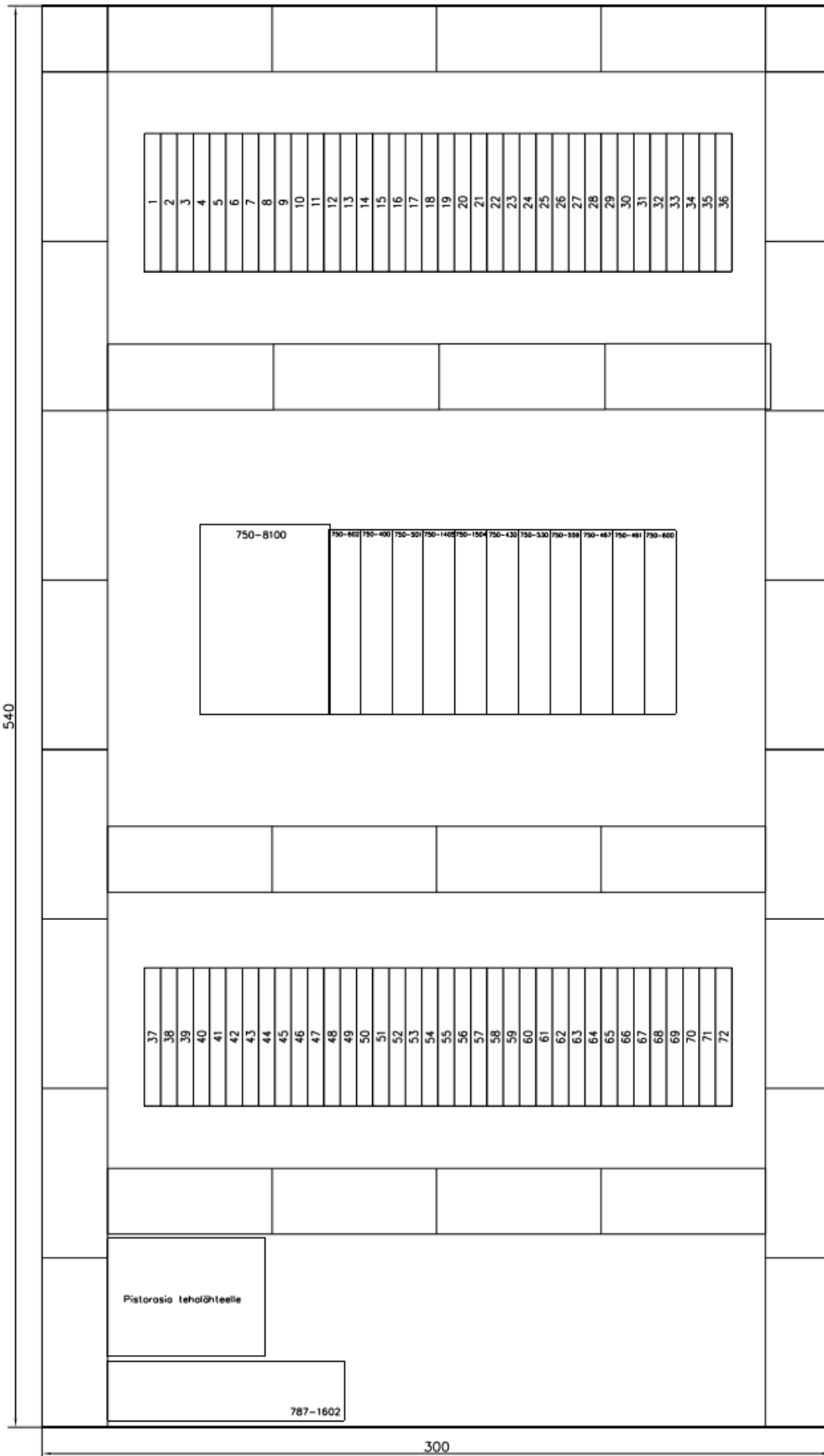
Moduuli	Portti	Nimi	Kuvaus	Riviliitin
750-400 (DI2)				
	1	-	-	-
	2	-	-	-

Moduuli	Portti	Nimi	Kuvaus	Riviliitin	Rele
750-1504 (DO16)					
	1	xOH_SPOTIT	Olohuone spotit	17	K1
	2	xRH_SPOTIT	Ruokailuhuone spotit	18	K2
	3	xRH_VALO	Ruokailuhuone valaisinkansi	19	K3
	4	xKE_SPOTIT	Keittiö spotit	20	K4
	5	xET_VALO	Eteinen valot	21	K5
	6	xMH1_VALO	Makuuhuone 1 valot	22	K6
	7	xKHH_VALO1	Kodinhoituhuone valot	23	K7
	8	xKHH_VALO2	Suihkuhuone valot	24	K8
	9	xMH2_VALO	Makuuhuone 2 valot	25	K9
	10	xMH3_VALO	Makuuhuone 3 valot	26	K10
	11	xULKO_VALO1	Etupiha ulkovalot	27	K11
	12	xULKO_VALO2	Takapiha ulkovalot	28	K12
	13	xAUTO_OHJAUS	Autolämmitys	29	K13
	14	xPH_VALO	Pesuhuone valot	30	K14
	15	xSAUNA_VALO	Sauna valot	31	K15
	16	xMANCAVE_VALO	Mancave valot 1	32	K16

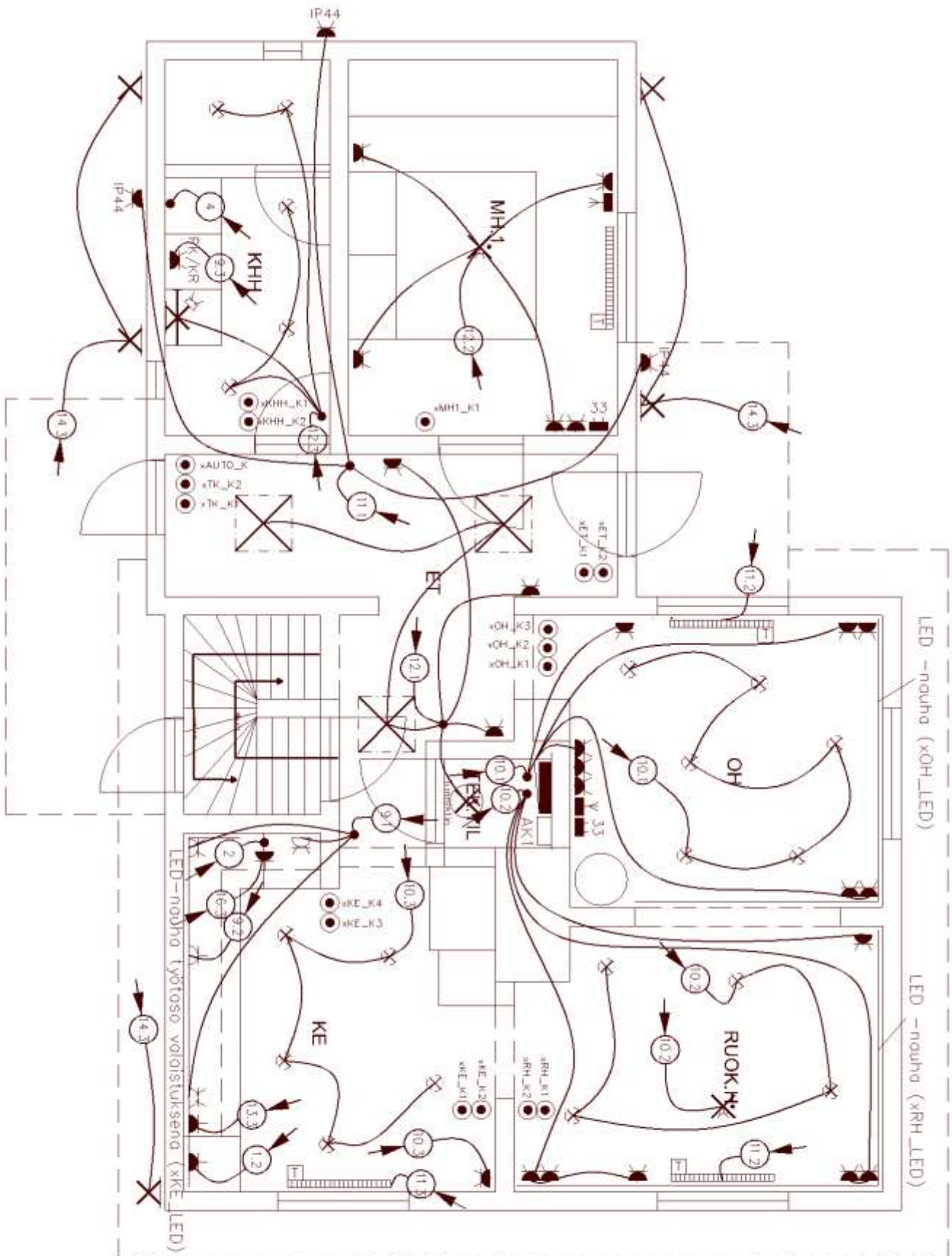
Moduuli	Portti	Nimi	Kuvaus	Riviliitin	Rele
750-530 (DO8)					
	1	xMANCAVE_VALO	Mancave valot 2	33	K17
	2	-	-	-	-
	3	-	-	-	-
	4	-	-	-	-
	5	-	-	-	-
	6	-	-	-	-
	7	-	-	-	-
	8	-	-	-	-

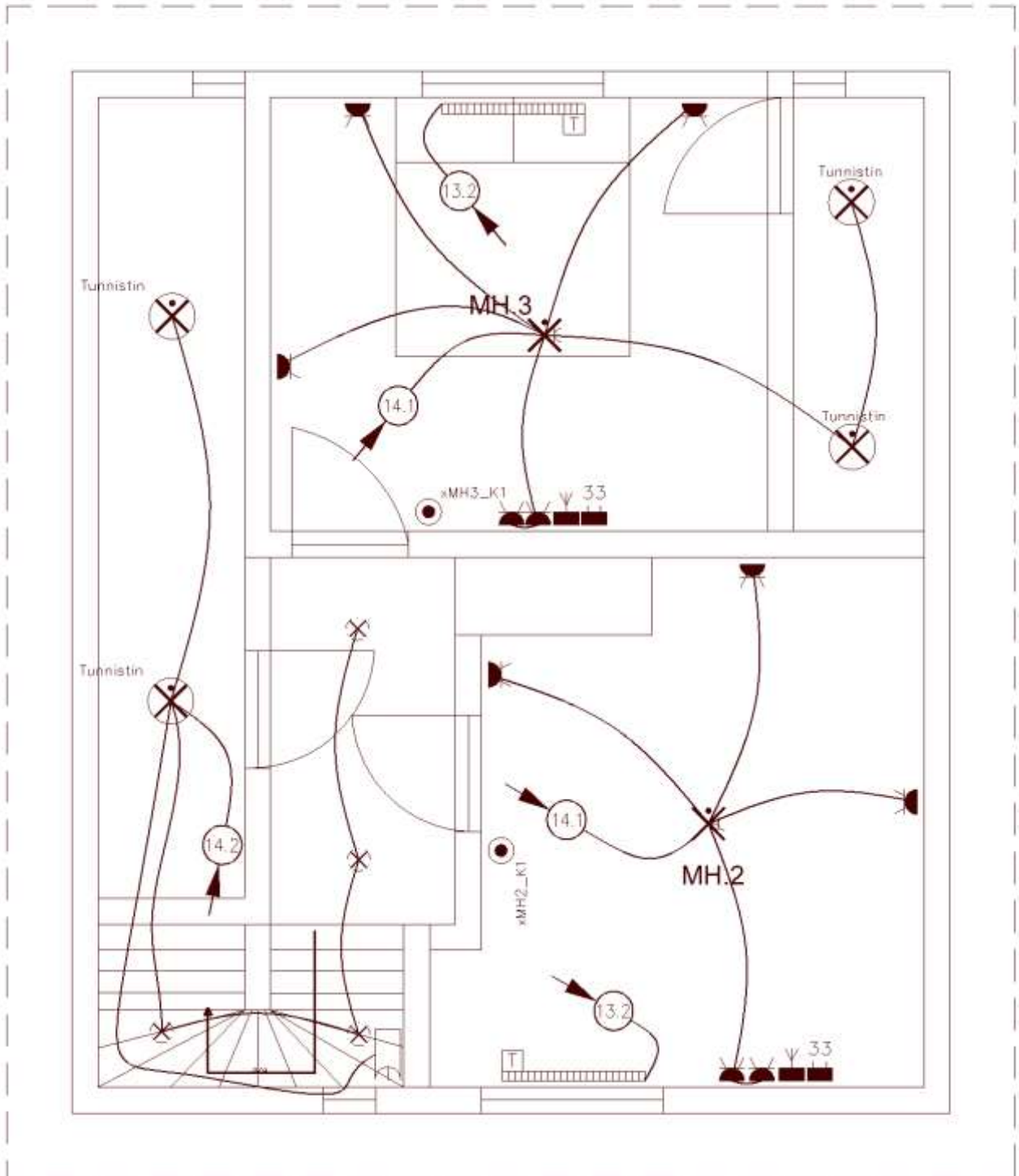
Moduuli	Portti	Nimi	Kuvaus	Riviliitin	Himmennin
750-559 (AO4)					
0-10V	1	xOH_LED	Olohuone LED-nauha	44/45 (+/-)	H1
	2	xRH_LED	Ruokailuhuone LED-nauha	46/47 (+/-)	H2
	3	xKE_LED	Keittiö LED-nauha	48/49 (+/-)	H3
	4	-	-	-	-


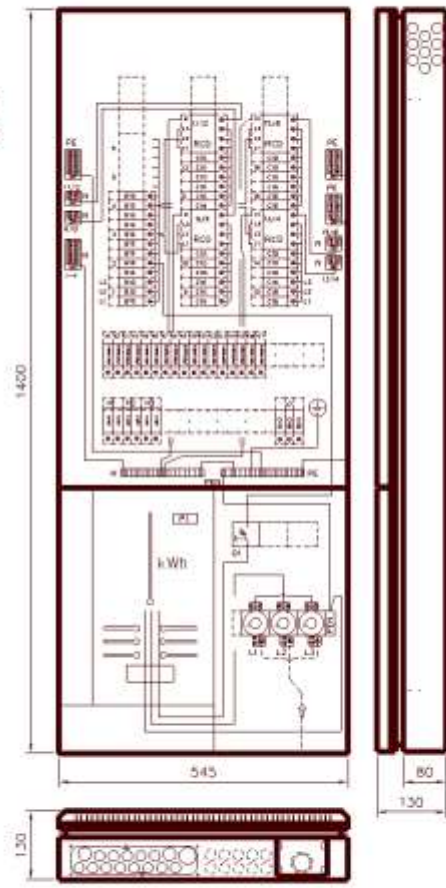
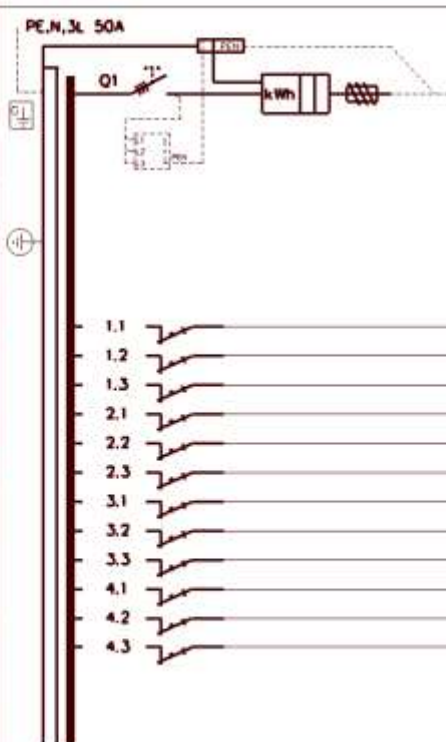
Moduuli	Portti	Nimi	Kuvaus	Riviliitin
750-501 (DI2)				
	1	-	-	-
	2	-	-	-



xOH_K1 (750-1405_D0_1/16)	Olehuone katkaisija 1			
xOH_K2 (750-1405_D0_2/16)	Olehuone katkaisija 2			
xOH_K3 (750-1405_D0_3/16)	Olehuone katkaisija 3			
xRH_K1 (750-1405_D0_4/16)	Ruokailuhuone katkaisija 1			
xRH_K2 (750-1405_D0_5/16)	Ruokailuhuone katkaisija 2			
xKE_K1 (750-1405_D0_6/16)	Kellitied katkaisija 1			
xKE_K2 (750-1405_D0_7/16)	Kellitied katkaisija 2			
xKE_K3 (750-1405_D0_8/16)	Kellitied katkaisija 3			
xKE_K4 (750-1405_D0_9/16)	Kellitied katkaisija 4			
xET_K1 (750-1405_D0_10/16)	Eteinen katkaisija 1			
xET_K2 (750-1405_D0_11/16)	Eteinen katkaisija 2			
xMH_K1 (750-1405_D0_12/16)	Mokahuone 1 katkaisija			
xKH_K1 (750-1405_D0_13/16)	Kodinhalohuone katkaisija 1			
xKH_K2 (750-1405_D0_14/16)	Kodinhalohuone katkaisija 2			
xTK_K1 (750-1405_D0_15/16)	Tuulikaappi katkaisija 1			
xTK_K2 (750-1405_D0_16/16)	Tuulikaappi katkaisija 2			
xOH_SPO01T (750-1504_D0_1/16)	Olehuone spotti (K1)			
xRH_SPO01T (750-1504_D0_2/16)	Ruokailuhuone spotti (K2)			
xRH_VAL0 (750-1504_D0_3/16)	Ruokailuhuone valaisinkansi (K3)			
xKE_SPO01T (750-1504_D0_4/16)	Kellitied spotti (K4)			
xET_VAL0 (750-1504_D0_5/16)	Eteinen valot (K5)			
xMH_VAL0 (750-1504_D0_6/16)	Mokahuone 1 valo (K6)			
xKH_VAL01 (750-1504_D0_7/16)	Kodinhalohuone valot (K7)			
xKH_VAL02 (750-1504_D0_8/16)	Suihkuhuone valot (K8)			
xMH2_VAL0 (750-1504_D0_9/16)	Mokahuone 2 valo (K9)			
xMH3_VAL0 (750-1504_D0_10/16)	Mokahuone 3 valo (K10)			
xULK_VAL01 (750-1504_D0_11/16)	Etuporta ulkovalot (K11)			
xULK_VAL02 (750-1504_D0_12/16)	Takaporta ulkovalot (K12)			
xAUTO_OHJAUUS (750-1504_D0_13/16)	Autolämmitys (K13)			
xPH_VAL0 (750-1504_D0_14/16)	Pesuhuone valot (K14)			
xSAUNA_VAL0 (750-1504_D0_15/16)	Sauna valot (K15)			
xMANCAVE_VAL01 (750-1504_D0_16/16)	Mancave valot 1 (K16)			
xMANCAVE_VAL02 (750-1504_D0_17/16)	Mancave valot 2 (K17)			
PT100_R (750-461_AI_1/2)	Saunan lämpötila-anturi (+)			
PT100_R (750-461_AI_R)	Saunan lämpötila-anturi (+)			
PT100-R (750-461_AI_GND)	Saunan lämpötila-anturi (-)			
xMH2_K1 (750-430_D0_1/8)	Mokahuone 2 katkaisija		37	
xMH3_K1 (750-430_D0_2/8)	Mokahuone 3 katkaisija		38	
xAUTO_K (750-430_D0_3/8)	Autolämmitys katkaisija		39	
xPH_K1 (750-430_D0_4/8)	Pesuhuone katkaisija 1		40	
xPH_K2 (750-430_D0_5/8)	Pesuhuone katkaisija 2		41	
xMANCAVE_K1 (750-430_D0_6/8)	Mancave katkaisija 1		42	
xMANCAVE_K2 (750-430_D0_7/8)	Mancave katkaisija 2		43	
xOH_LED+ (750-559_A0_1/4)	Olehuone LED-nouhu ohjous H1:lle (+)		44	
xOH_LED- (750-559_A0_GND)	Olehuone LED-nouhu ohjous H1:lle (-)		45	
xRH_LED+ (750-559_A0_2/4)	Ruokailuhuone LED-nouhu ohjous H2:lle (+)		46	
xRH_LED- (750-559_A0_GND)	Ruokailuhuone LED-nouhu ohjous H2:lle (-)		47	
xKE_LED+ (750-559_A0_3/4)	Kellitied LED-nouhu ohjous H3:lle (+)		48	
xKE_LED- (750-559_A0_GND)	Kellitied LED-nouhu ohjous H3:lle (-)		49	
			50	
			51	
			52	
			53	
			54	
			55	
			56	
			57	
0V DC		0V DC	58	0V DC
0V DC		0V DC	59	0V DC
0V DC		0V DC	60	0V DC
0V DC		0V DC	61	0V DC
0V DC		0V DC	62	0V DC
0V DC		0V DC	63	0V DC
+24V DC		+24V DC	64	+24V DC
+24V DC		+24V DC	65	+24V DC
+24V DC		+24V DC	66	+24V DC
+24V DC		+24V DC	67	+24V DC
+24V DC		+24V DC	68	+24V DC
+24V DC		+24V DC	69	+24V DC
+24V DC		+24V DC	70	+24V DC
+24V DC		+24V DC	71	+24V DC
+24V DC		+24V DC	72	+24V DC





Rakennuksen nimi ja osoite Rakennusluvannumero	Keskuksen mitoituksarvot EN 61 439-1 ja EN 61 439-3	Keskuksen mukona toimitetaan: - 3 kpl pohjosketin 25 A - 3 kpl suloke 25A - 3 kpl sulokekansi 25/63A																																																																	
	Tyypit ESNV 345.36 SSL nro 3305024 EAN nro 6418677666704																																																																		
Rakennuksen kuvaus Muutokset MUUTOSKESKUS MK	Muutos F, 30.12.2014 Pääkytkin kWh-mittarin jälkeen, lisätty vvs ja johdonsuojamuutos, lisätty suloketarvikkeet keskukseseen Muutos C 12.03.2018 N- ja PE-iliinmuutos	Keskuksen lisätöön: - 3 kpl B10 johdonsuojia - 17 kpl ERD225SDC välireleitä - 3 kpl SUD12/1-10V sötötimii - 3 kpl LUD12 tehoyksiköitä - 6 kpl C25 johdonsuojia																																																																	
	Huom! Ennen keskuksen käyttöönottoa pitää kaikki pöövirtopöörin ruuviliitokset öökiköristöä Keskus öllöistuu kuljetusten öikönä öörinöille ja siksi ruuviliitosten kireys pitää tarkistaa.																																																																		
Mittauskeskus johdonsuoja-automatella ja vikavirtasuojakytkimillä. Pinto- ja uppoasennukseen. Övi vakiona																																																																			
Pöörinö Muutos 06.04.2020 SLO	PE,N,3L 50A		<table border="1" style="width:100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>Köövö</th> <th>Nimitys</th> <th>A/A</th> <th>Loj mm²</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td>Nousujohlo</td> <td>25/63</td> <td>AXMK 4x16 S</td> </tr> <tr> <td></td> <td>öörövarous yijönnötesuojie</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td>Polövaröoilöimel</td> <td>B10</td> <td>MMJ 5x1,5 S</td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>Jöököoappi+Pököstin</td> <td>B10</td> <td>ML 3x1,5 S</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td>öimöömpöppumppu</td> <td>B10</td> <td>MMJ 3x1,5 S</td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td></td> <td>B16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>Liesi</td> <td>B16</td> <td>ML 5x2,5 S</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td></td> <td>B16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td></td> <td>B16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>Köuos</td> <td>B16</td> <td>MMJ 5x2,5 S</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td></td> <td>B16</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L1</td> <td></td> <td>B10</td> <td></td> </tr> <tr> <td>L2</td> <td>Lömmöivesivöroöjjo</td> <td>B10</td> <td>MMJ 5x1,5 S</td> </tr> <tr> <td>L3</td> <td></td> <td>B10</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Köövö	Nimitys	A/A	Loj mm ²		Nousujohlo	25/63	AXMK 4x16 S		öörövarous yijönnötesuojie							L1	Polövaröoilöimel	B10	MMJ 5x1,5 S	L2	Jöököoappi+Pököstin	B10	ML 3x1,5 S	L3	öimöömpöppumppu	B10	MMJ 3x1,5 S	L1		B16		L2	Liesi	B16	ML 5x2,5 S	L3		B16		L1		B16		L2	Köuos	B16	MMJ 5x2,5 S	L3		B16		L1		B10		L2	Lömmöivesivöroöjjo	B10	MMJ 5x1,5 S	L3		B10	
Köövö	Nimitys	A/A	Loj mm ²																																																																
	Nousujohlo	25/63	AXMK 4x16 S																																																																
	öörövarous yijönnötesuojie																																																																		
L1	Polövaröoilöimel	B10	MMJ 5x1,5 S																																																																
L2	Jöököoappi+Pököstin	B10	ML 3x1,5 S																																																																
L3	öimöömpöppumppu	B10	MMJ 3x1,5 S																																																																
L1		B16																																																																	
L2	Liesi	B16	ML 5x2,5 S																																																																
L3		B16																																																																	
L1		B16																																																																	
L2	Köuos	B16	MMJ 5x2,5 S																																																																
L3		B16																																																																	
L1		B10																																																																	
L2	Lömmöivesivöroöjjo	B10	MMJ 5x1,5 S																																																																
L3		B10																																																																	



Mittauskeskus johdonsuoja-automateilla ja vikavirtasuojakytkimillä, Pinto- ja uppoasennukseen. Ovi vakiona		Koolio	Nimitys	A/A	Loji mm ²
<p>PE,N,3L 50A</p>					
	5.1			C25	
	5.2		Aurinkovoimala syöttö	C25	MMJ 5x6 S
	5.3			C25	
	6.1			C25	
	6.2		Autotalli syöttö	C25	MCMK 4x6+6
	6.3			C25	
	9.1		L1 Keittiön työpöytä pistorasiat	C16	ML 3x2,5 S
	9.2		L2 Astianpesukone	C16	MMJ 3x2,5 S
	9.3		L3 Pyykkipesukone	C16	MMJ 3x2,5 S
	10.1		L1 Olohuone valaistus+pistorasiat	C16	ML 3x1,5 S
	10.2		L2 Ruokakuhuone valaistus+pistorasiat	C10	ML 3x1,5 S
	10.3		L3 Keittiö valaistus+pistorasiat	C10	ML 3x1,5 S
	11.1		L1 Ulkopistorasiat+Autolämmitys	C16	ML 5x2,5 S
	11.2		L2 Olohuone+Ruokakuhuone patterit	C16	2xML 3x2,5 S
	11.3		L3 Keittiö patteri	C16	ML 3x2,5 S
	12.1		L1 Eteinen+Tekninen tila valaistus+pistorasiat	C10	ML 5x1,5 S
	12.2		L2 Makuuhuone alakerta valaistus+pistorasiat	C10	ML 5x1,5 S
	12.3		L3 Kodinhoituhuone valaistus	C10	ML 5x1,5 S
	13.1		L1 Makuuhuone alakerta patteri	C16	ML 2,5 S
	13.2		L2 Makuuhuoneet yläkeria patterit	C16	2xML 3x2,5 S
	13.3		L3 Mikro	C16	MMJ 3x2,5 S
	14.1		L1 Makuuhuoneet yläkeria valaistus+pistorasiat	C10	ML 5x1,5 S
	14.2		L2 Porrasvalaistus+Vinlli	C10	ML 5x1,5 S
	14.3		L3 Ulkovoistukset	C10	ML 5x1,5 S
	15.1		L1 Kellari pistorasiat	C16	ML 3x2,5 S
	15.2		L2	C16	
	15.3		L3	C16	
	16.1		L1 Kellari valaistus	C10	ML 5x1,5 S
	16.2		L2 Pesuhuone+Sauna+WC valaistus	C10	ML 5x1,5 S
	16.3		L3 Liesiluetin	C10	MMJ 3x1,5 S
	17.1				
	17.2		WAGO PLC -syöttö	B10	MMJ 3x1,5 S
	17.3		IT-osa pistorasio	B10	MMJ 3x1,5 S
				B10	

Yhteyshenkilö
 Johtimien mitat mm ja värit

Piirustaja
 PÄIKKAAMO + KOKKOPIIPANKUVA
 Piirustuksen sisältö
 MITTAUSKESKUS MK

Pvm
 Kuuti
 Sivu
 06.04.2020
 SLO
 ESMV345-36_C

ENSTO
ENSTO FINLAND OY
 Enso Merikatu 2, 00101 Poroo
 puh. 0204 76 21 ensto.fi/ensto.com

Mittauskeskus
 PTFIX-jousilittimet
 2
 3

**PTFIX-jousilittimet keskuksessa:
 - johtimien kuorintopituudet**

Phoenix tuotekoodi	Sähkö nro	Nimitys
PTFIX 6/18X2,5-NS35 BU	19 631 99	N-liitin, sininen
PTFIX 6/18X2,5-NS35 GN	19 632 79	PE-liitin, vihreä

