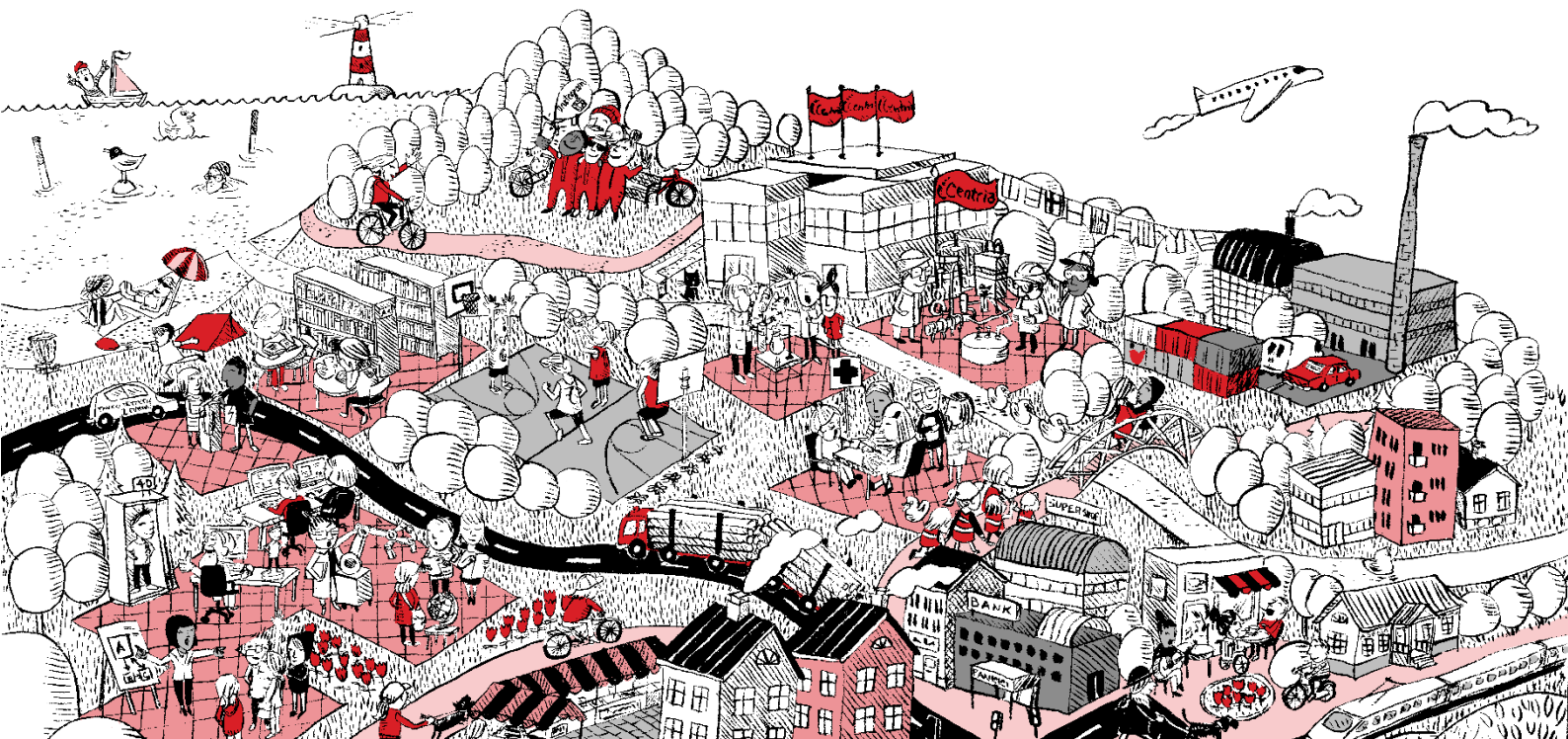


**Riki Korkiakoski**

## **3-LEHTISEN NOSTO-OVEN SÄHKÖSUUNNITTELU JA LOGIIK- KAOHJELMOINTI**

**Opinnäytetyö  
CENTRIA-AMMATTIKORKEAKOULU  
Sähkö- ja automaatiotekniikan koulutus  
Joulukuu 2020**



## TIIVISTELMÄ OPINNÄYTETYÖSTÄ

<b>Centria-ammattikorkeakoulu</b>	<b>Aika</b> Joulukuu 2020	<b>Tekijä/tekijät</b> Riki Korkiakoski
<b>Koulutus</b> Sähkö- ja automaatiotekniikka		<input checked="" type="checkbox"/> AMK <input type="checkbox"/> YAMK
<b>Työn nimi</b> 3-LEHTISEN NOSTO-OVEN SÄHKÖSUUNNITTELU JA LOGIIKKAOHJELMOINTI		
<b>Työn ohjaaja</b> Hannu Puomio		<b>Sivumäärä</b> 50
<b>Työelämäohjaaja</b> Kai Ahola		
<p>Työn tavoite oli tehdä Champion Door Oy:lle sähkösuunnittelu ja logiikkaohjelmointi 3-lehtiselle nosto-ovelle. Samalla yritettiin löytää kehitettäviä asioita tuotteeseen. Itse oven sähköihin ei löydetty kehityskohteita, mutta Pohjois-Amerikan ja Japanin projekteille tehtiin ehdotus niiden omavaraisuuden parantamiseksi. Investoimalla testilaitteistoon ja UL-hyväksyntöihin voitaisiin näille markkinoille valmistaa itse ohjauskeskukset.</p> <p>Oven sähkösuunnittelusta, logiikkaohjelmoinnista ja etävalvonnan käyttöönotosta saatiin tehtyä hyvät ohjeet vaihe vaiheelta. Näiden avulla olisi helppo perehdyttää uusi sähkösuunnittelija yritykseen.</p>		

**ABSTRACT**

<b>Centria University of Applied Sciences</b>	<b>Date</b> December 2020	<b>Author</b> Riki Korkiakoski
<b>Degree programme</b> Electric- and automationtechnic		
<b>Name of thesis</b> ELECTRICITY DESIGN AND LOGIC PROGRAMMING OF A 3-LEAF FOLD-UP DOOR		
<b>Instructor</b> Hannu Puomio	<b>Pages</b> 50	
<b>Supervisor</b> Kai Ahola		
<p>The goal of the thesis was to carry out electric design and logic programming of A 3-leaf fold-up door fom Champion Door Oy. At the same time the second goal was to somehow improve the product. As for the product itself, no major possibilities for improvements were found. A solution that could be profitable in the future, was found for the international project. The company could do more own cabins by investing in testing machinery and UL-certifikation.</p> <p>We managed to do electric designing, logical programming and take the remote monitoring in use. Result was a good package of advice for every step of the door electric design. Reading this thesis could help to orientate A new electric designer in his or her work.</p>		

## **KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**

### **ANSI**

(American National Standards Institute) on yhdysvaltalainen voittoa tavoittelematon yksityinen organisaatio, joka valvoo erilaisten standardien kehittymistä Yhdysvalloissa.

### **CCOHS**

(Canadian Centre for Occupational Health and Safety) on kanadalaisia liittovaltion lainsäädännön alaisia työpaikkoja valvova organisaatio

### **CE-merkintä**

Merkintä osoittaa, että valmistaja vakuuttaa tuotteen täyttävän sitä koskevat EU:n direktiivien vaatimukset.

### **COM**

(Common) Sarjaliitäntä. Käytetään ulkoisen oheislaitteiden liittämiseen tietokoneeseen.

### **CPU**

(Central Processing Unit) on tietokoneen keskusyksikkö, joka suorittaa tietokoneohjelman konekielisiä käskyjä.

### **EEPROM**

(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory) on haihtumatonta puolijohdemuistia. Käytetään asetustietojen tallentamiseen mikroprosessorin tai mikrokontrollerin sisältävissä laitteissa.

### **EPROM**

(Erasable Programmable Read-Only Memory) on haihtumatonta puolijohdemuistia, jolle voidaan kirjoittaa normaalia käyttöjännitettä suuremmalla jännitteellä.

### **ETL**

(Edison Testing Laboratories) Kansainvälisten laboratorioden listalla oleva sertifiointi.

**FBD**

(Function Block Diagram) eli toimintalohkokaavio on yksi viidestä IEC:n standardoimasta ohjelmointikielestä.

**IEC**

(International Electrotechnical Commission) on kansainvälinen sähköalan standardointiorganisaatio.

**IL**

(Instruction List) eli käskylista on yksi viidestä IEC:n standardoimasta ohjelmointikielestä.

**ISO**

(International Organization for Standardization) on kansainvälinen standardisoimisjärjestö.

**LD**

(Ladder Diagram) eli tikapuukaavio on yksi viidestä IEC:n standardoimasta ohjelmointikielestä.

**NFPA**

(National Fire Protection Association) on yhdysvaltalainen paloturvallisuusjärjestö.

**NPN**

(Negative-Positive-Negative) Transistorityyppi, missä kannan oltava johtavassa tilassa positiivinen emitteriin nähden.

**NRTL**

(Nationally Recognized Testing Laboratory) on virallinen OSHA:n valtuuttama testilaitos.

**OSHA**

(Occupational Safety and Health Administration) on Yhdysvaltojen työsuojelu organisaatio.

**PLC**

(Programmable Logic Controller) on ohjelmoitava logiikkaohjain.

**PNP**

(Positive-Negative-Positive) Transistorityyppi, missä kannan oltava johtavassa tilassa negatiivinen emiteriin nähden.

**PROM**

(Programmable Read-Only Memory) on kerran ohjelmoitava muisti.

**RAM**

(Random Access Memory) on tietokonejärjestelmän työmuisti.

**ROM**

(Read-Only Memory) on lukumuisti, johon ei voi tehdä muutoksia normaali käytön aikana.

**SCC**

(Standards Council of Canada) on järjestö, joka akkreditoi sähköiset testilaboratoriot Kanadassa.

**SFC**

(SFC, Sequential Function Chart) eli sekvenssikaavio on yksi viidestä IEC:n standardoimasta ohjelmointikielestä.

**ST**

(Structured Text) eli strukturoitu teksti on yksi viidestä IEC:n standardoimasta ohjelmointikielestä.

**TCP/IPv4**

(Transmission Control Protocol/Internet Protocol) on tietoliikenne protokollan yhdistelmä.

**TÜV Rheinland**

(Technical Inspection Association) on saksalais- itävaltalainen yritys, joka tarjoaa tuotteiden sertifiointia.

**TÜV SÜD**

(Technical Inspection Association) on saksalais- itävaltalainen yritys, joka tarjoaa tuotteiden sertifiointia.

**USB**

(Universal Serial Bus) on sarjaväyläarkkitehtuuri oheislaitteiden liittämiseksi tietokoneeseen.

**VAC**

(Volts Alternative Current) on lyhenne vaihtojännitteelle.

**VDC**

(Volts Direct Current) on lyhenne tasajännitteelle.

**VPN**

(Virtual Private Network) on virtuaalinen erillisverkko.

**WPA2/PSK**

(WiFi Protected Access/Pre-Shared Key) on langattomassa lähiverkossa käytettävä tiedonsalausjärjestelmä.

**TIIVISTELMÄ**  
**ABSTRACT**  
**KÄSITTEIDEN MÄÄRITTELY**  
**SISÄLLYS**

<b>1 JOHDANTO.....</b>	<b>10</b>
<b>2 CHAMPION DOOR OY .....</b>	<b>12</b>
<b>3 KANSAINVÄLISET PROJEKTIT .....</b>	<b>13</b>
<b>4 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT .....</b>	<b>16</b>
4.1 Logiikan rakenne.....	16
4.2 Logiikan muisti.....	17
4.3 Digitaaliset tulo- ja lähtöyksiköt .....	18
4.4 Analogiset tulo- ja lähtöyksiköt .....	21
4.5 Logiikan toimintaperiaate.....	21
4.6 Välityspalvelin .....	22
4.7 Logiikan ohjelmointi .....	22
4.8 Teollisuuden etäyhteydet.....	23
4.9 Tosibox.....	24
<b>5 SÄHKÖSUUNNITTELUN ETENEMINEN .....</b>	<b>26</b>
5.1 Piirikaavion suunnittelu .....	26
5.2 Yksiviivaesitys .....	26
5.3 Moniviivaesitys .....	27
5.4 Logiikkalähtöjen ja -tulojen suunnittelu .....	31
<b>6 OVILOGIIKAN OHJELMOINTI .....</b>	<b>34</b>
6.1 Yksiköiden määrittely .....	34
6.2 Tulojen ja lähtöjen määrittely .....	35
6.3 Ladder Digramin ohjelmointi .....	36
6.4 Anturien ohjelmointi .....	36
6.5 Ovien ajo yksitellen .....	38
6.6 Ovien aukaiseminen .....	40
6.7 Ovien sulkeminen .....	40
6.8 Merkkilamppujen ohjelmointi.....	41
<b>7 ETÄYHTEYDEN KÄYTTÖÖNOTTO .....</b>	<b>43</b>
7.1 Tosibox.....	43
7.2 Käyttöönotto .....	44
7.3 Lukon asetukset.....	45
7.4 Etähallinta logiikkaan .....	48
<b>8 POHDINTA.....</b>	<b>50</b>



**KUVAT**

KUVA 1. Kuvakaappaus oven julkisivukuvasta .....	27
KUVA 2. Kuvakaappaus ohjauskeskuksesta .....	27
KUVA 3. Kuvakaappaus päävirtapiiristä.....	28
KUVA 4. Kuvakaappaus päävirtapiiristä ja logiikan tehonsyötöstä .....	29
KUVA 5. Kuvakaappaus antureiden tuloista .....	29
KUVA 6. Kuvakaappaus merkkivalojen lähdöistä.....	30
KUVA 7. Kuvakaappaus painonapeista ja niiden tuloista .....	30
KUVA 8. Kuvakaappaus TS971 ja moottorin johdotuksesta sekä lähdöistä .....	31
KUVA 9. Kuvakaappaus anturien johdotuksista.....	32
KUVA 10. Kuvakaappaus lukon johdotuksista.....	32
KUVA 11. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	34
KUVA 12. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	35
KUVA 13. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	35
KUVA 14. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	36
KUVA 15. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	37
KUVA 16. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	37
KUVA 17. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	38
KUVA 18. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	39
KUVA 19. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	40
KUVA 20. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	41
KUVA 21. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	42
KUVA 22. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	42
KUVA 23. Kuvakaappaus Tosibox ohjelmasta.....	43
KUVA 24. Kuvakaappaus tietokoneen verkkoasetuksista.....	44
KUVA 25. Kuvakaappaus selaimesta .....	45
KUVA 26. Kuvakaappaus selaimesta .....	46
KUVA 27. Kuvakaappaus selaimesta .....	46
KUVA 28. Kuvakaappaus selaimesta .....	47
KUVA 29. Kuvakaappaus selaimesta .....	47
KUVA 30. Kuvakaappaus selaimesta .....	48
KUVA 31. Kuvakaappaus Sysmac studiosta .....	49

# 1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön tehtävänä oli esitellä nosto-ovien sähkösuunnittelua ja niiden logiikkaohjelmointia sekä löytää parannusehdotuksia suunnitteluun ja ohjelmointiin liittyviin toimintoihin. Opinnäytetyö tehtiin toimeksiantona Champion Door Oy:lle, joka valmistaa kangasnosto-ovia Nivalassa ja vie niitä ympäri maailmaa. Päädyin tekemään tätä opinnäytetyötä päästyäni keväällä töihin yritykseen. Opinnäytetyö antoi mahdollisuuden oppia uutta nosto-ovien suunnittelusta ja kehittää samalla jotain lisäarvoa tuotteelle.

Tuotteiden myynnin ja toimituksen välille mahtuu monta eri vaihetta. Opinnäytetyössä käydään läpi vaihteita, joissa sähkösuunnittelu on oleellisesti mukana. Sähkösuunnittelu on huomattavasti paljon enemmän riippuvainen muiden vaiheiden suunnittelusta kuten esimerkiksi mekaniikkasuunnittelusta. Kun sähkösuunnittelu aloitetaan, voidaan sanoa, että oven lähteminen maailmalle alkaa olla lähellä. Se on siis suunnittelun viimeinen vaihe.

Oven koosta ja ominaisuuksista riippuen joudumme miettimään, tarvitseeko nosto-ovi ohjelmoitavaa logiikkaa vai voidaanko nosto-ovi toteuttaa pelkällä kontaktorihjauksella. Opinnäytetyöhön otettiin tarkoituksella isompi projekti, johon voidaan ohjelmoida logiikka. Kyseessä on siis hangaari, jossa on kolme ovilehteä. Logiikkaa tarvitaan aina, kun ovilehtiä on useampia kuin yksi tai kyseessä on T-aukko-ovi.

Tässä työssä halusin myös erityisesti perehtyä etähallintayhteyteen. Sen ominaisuudet ja niiden kehittäminen ovat yksi aihe, johon työssäni halusin keskittyä eniten. Etähallintayhteyksien kehittämiseen on paljon mahdollisuuksia ja tarpeita, eteenkin tässä maailman tilanteessa. Ovet jotka vaativat logiikan, asennetaan aina myös etähallintajärjestelmä, jota käytetään oven valvontaan. Tällä tavoin voimme auttaa asiakkaitamme nopeasti ilman, että meidän tarvitsee lähettää omaa asentajaamme paikan päälle. Erityisesti tämän maailman laajuisen COVID-19-pandemian aikana tämä etävalvontajärjestelmä on noussut todella tärkeäksi osaksi tuotteitamme.

Mutta mitä haluan parantaa meidän tuotteessamme? Miten se voisi tapahtua? Tämän ajanjakson aikana, kun olen työskennellyt yrityksessä, olen jatkuvasti yrittänyt miettiä näitä asioita. Pandemian takia ei ollut aina mahdollista päästä asentamaan ovia paikanpäälle. Tämän takia paikallisia asentajia jouduttiin ohjeistamaan ovien asennuksessa. Kun puhelin soi jatkuvasti ja sähköposti on täynnä kysymyksiä, tulee

mieleen, voisiko ohjeet laatia asiakasta varten paremmin.

Kun yritin kehittää ratkaisua näihin, ei se saanut kuitenkaan tehdä tästä järjestelmästä liian monimutkaista. Jos tuotteeseen lisätään jatkuvasti komponentteja, lopulta ne tuovat enemmän haittaa kuin lisäarvoa tuotteen toiminnan kannalta. Tämän takia mahdollisten ratkaisujen tulisi olla mahdollisimman yksinkertaisia.

Tässä projektissa myös ilmeni ongelma, joka tekee myös tämän opinnäytetyön lopputuloksen tulkinnasta haastavaa. Tuote toimitetaan Yhdysvaltoihin, missä jännite on 460 voltia ja taajuus on 60 Hz. Lisäksi ohjauskeskuksen pitäisi olla UL-hyväksytty (Yhdysvaltojen standardi), ja tätä standardia yrityksen ohjauskeskus ei tällä hetkellä täytä. Tästä johtuen joudumme tilaamaan kaapin ulkopuoliselta toimittajalta. Toimittaja kuitenkin rakentaa kaapin Champion Door Oy:n suunnitelman pohjalta, joten sähkösuunnitelma ja logiikkaohjelma ovat Champion Door Oy:n laatimia.

## 2 CHAMPION DOOR OY

Champion Door Oy on vuonna 1992 perustettu osakeyhtiö, jonka kotipaikkana toimii Nivala. Yrityksen pääasiallinen toimiala on ovet ja ovien valmistus. Yhtiö on vientiyritys, mutta sen toimintaan kuuluu myös maahantuonti. Vuonna 2019 yhtiön liikevaihto oli 13,16 miljoonaa euroa. Tulos oli -233 tuhatta euroa. Liikevaihdon kasvu oli 20,6% ja liikevoittoprosentti 0,4%. Tiedot perustuvat yhtiön viimeisimpään tilintarkastukseen. (Finder, Yrityshaku 2020.)

Yritys valmistaa teollisuusovia, jakoseiniä ja rullapalo-ovia. Champion Door lupaa, että heidän tuotteensa on paras vaihtoehto suuriin kohteisiin, kun ovelta vaaditaan hyvää lämpö ja äänieristystä. Tuotteet ovat CE-merkittyjä ja täyttävät kaikki voimassa olevat standardit. Yrityksen valikoimasta löytää myös siltanosturiaukko-ovet, pienemmät teollisuusovet kuten rullautuvat palo-ovet ja pikarullaovet. (Champion Door 2020.)

Ovia on saatavilla laajasti eri teollisuuden ja viennin toimialoille kuten kaivoksille, lentokentille sekä telakoille ja satamiin. Erikoistuotteina valmistetaan myös kuumen kestäviä suojaseiniä ja lattialuukkuja. Myös jakoseiniä valmistetaan esimerkiksi liikuntasaleihin.

### 3 KANSAINVÄLISET PROJEKTIT

Champion Door on kansainvälinen yritys, joka toimittaa tuotteita ympäri maailmaa. Sen lisäksi yrityksellä on toimistot Ranskassa ja Dubaissa. Henkilöstöön kuuluu työntekijöitä monista eri maista.

Champion Doorin toiminta perustuu pääosin ulkomaan vientiin, joten kansainväliset projektit ovat arkipäivää. Näissä projekteissa pitää huomioida kohdemaan eri olosuhteet ja standardit. Euroopan sisälle sijoittuvat projektit eivät aiheuta yleensä mitään erityisiä toimenpiteitä, sillä jännite- ja taajuusalueet ovat pitkälti samoja ja standardit ovat EU:n sisällä pitkälti samat. Ranska on yleinen kohdema ja siellä on tärkeitä asiakkaita ja heillä on silloin tällöin erityisiä vaatimuksia, mutta nekään eivät aiheuta suuria muutoksia. Usein merkkauksiin tulee kiinnittää erityisesti huomiota.

Japani eroaa projekteista siinä mielessä merkittävästi, että siellä jännite- ja taajuusalueet ovat erilaiset kuin Suomessa ja Euroopassa. Jännite on siellä 200 voltin ja taajuus vaihtelee 50 Hz:n ja 60 Hz:n välillä. Tästä syystä, että pääkomponentit eli moottorit pitää vaihtaa tälle jännitealueelle sopivaksi. Japani kuitenkin noudattaa IEC:n mukaisia standardeja ja vaatimuksia, joten niiden kanssa ei ole ongelmia ja sen puolesta voitaisiin keskuksia valmistaa itse vaihtamalla vain komponentit oikeanlaisiin.

Ongelmana kuitenkin on, ettei yrityksellä ole tehölähdettä, jolla saataisiin 200 voltin jännite laitteisiin. Ennen kuin keskuksia viedään ulkomaille, pitää varmistua niiden toiminnasta ja tällä hetkellä se ei ole mahdollista. Tällaisia laitteita on, mutta ne ovat tietenkin yritykselle iso investointi. Uskon kuitenkin, että tämä investointi maksaisi itsensä nopeasti takaisin sillä Japani on kasvavaa markkina-aluetta ja sinne viedään myös tulevaisuudessa Champion Door Oy:n tuotteita.

Tällä hetkellä GFA:n valmistaman kaapin kustannukset ovat noin 2 kertaa enemmän kuin omaa tuotantoa olevan keskuksen. Säästöissä puhutaan suurista summista ja tuotteen laatu voitaisiin varmistaa itse ennen kuin se lähetetään eteenpäin. Tällöin myös korjaustöiden ja ohjeistukseen ei kuluisi resursseja niin paljon kuin nykyään.

Pohjois-Amerikka on tärkeä vienti kohde jo nyt ja sinne on potentiaali kasvaa laajemmin. Champion Doorilla on ollut lähiaikoina projekteja Pohjois-Amerikkaan kuten tämänkin työn projekti, joten olisi todella iso kehitysaskel, jos tuotteita voitaisiin valmistaa omavaraisesti.

Näissä projekteissa kuitenkin ongelmia aiheuttavat Pohjois-Amerikan standardit. Ne poikkeavat EU:n standardeista eikä CE-merkinnällä ole siellä painoarvoa vaan laitteiden pitää olla UL- hyväksytyjä.

UL eli Underwriter Laboratories on Yhdysvaltain palo- ja turvallisuusstandardi. Se asettaa vaatimukset sähkölaitteille ja komponenteille. UL-hyväksyntä osoittaa, että yritys toimittaa turvallisia tuotteita ja, että tuotteen materiaalit sekä rakenne on turvallinen. (Sertifikaatit.)

Yhdysvaltojen työsuojelu organisaatio OSHA (Occupational Safety & Health Administration) vaatii, että lähes kaikki työpaikkojen sähkölaitteet ja kaapelit täyttävät nämä standardit. Kansallisesti listattujen laboratorioiden eli NRTL (Nationally Recognized Testing Laboratory) tulee olla koestanut nämä laitteet. NRTL listoilla ovat muun muassa tämä UL (Underwriter Laboratories), CSA (Canadian Standards Association), ETL (Intertek), TÜV Rheinland ja TÜV SÜD. UL-standardit poikkeavat, ja ovat usein ristiriidassa eurooppalaisien (EN) ja kansainvälisten standardien (IEC) kanssa. Tarkastajat etsivät koestusmerkkiä UL, CSA jne. laitteesta. Jos merkkiä ei ole, ei laitetta tavallisesti hyväksytä. (Lait ja standardit Pohjois-Amerikassa.)

Yhdysvaltojen oikeusperustat ovat yhdistelmä tuotestandardeja, palosuojelumääräyksiä, sähködirektiivejä ja kansallisia lakeja. Paikalliset hallintoviranomaiset valvovat määräysten noudattamista ja toteutusta. (Lait ja standardit Pohjois-Amerikassa.)

Yhdysvaltojen tunnustamien organisaatioiden standardeja ovat OSHA (Occupational Safety & Health Administration), ANSI (American National Standards Institute), UL (Underwriters Laboratories) ja NFPA (National Fire Protection Association). Nämä ovat vastaavia merkintöjä, Yhdysvalloille kuin CE-merkintä Euroopalle. Yhdysvallat eivät tunnusta CE-merkintää ja sillä ei ole painoarvoa siellä. (Lait ja standardit Pohjois-Amerikassa.)

Eräät työpaikat Kanadassa ovat liittovaltion lainsäädännön alaisia, ja niitä valvoo Canadian Centre for Occupational Health and Safety (CCOHS). Useimpia säädetään provinssitason tai paikallisilla määräyksillä. (Lait ja standardit Pohjois-Amerikassa.)

Sähköiset standardit Kanadassa julkaisee CSA (Canadian Standards Association). Ne muistuttavat usein US-vaatimuksia. Eräät CSA-standardit muistuttavat IEC-standardeja ja ne on sovitettu Kanadan tarpeisiin, toiset on kehitetty yhdessä UL:n tai NFPA:n kanssa. SCC:n (Standards Council of Canada) akkreditoimat laboratoriot suorittavat sähköisen turvallisuussertifioinnin. Näitä laboratorioita ovat esim. CSA ja UL. (Lait ja standardit Pohjois-Amerikassa.)

CSA julkaisee Kanadassa myös mekaaniset standardit. Eräät perustuvat ANSI-standardeihin tai ne kehitetään yhdessä ANSI:n kanssa, muut ISO-standardeihin. (Lait ja standardit Pohjois-Amerikassa.)

UL-hyväksyntää voi kuitenkin hakea kuka vain. Sitä haetaan Underwriter Laboratoriesin verkkosivuilta täyttämällä tietoja yrityksestä. Sieltä otettiin yhteyttä yllättävän nopeallakin aikataululla ja kysyttiin lisätietoa tuotteesta. Lopulta he myös tarjosivat koulutusta ja tarkastuskäyntejä, jotta sertifikaatin voisi saada. Koulutus maksaisi 9800€, vuosittainen maksu 1400€ ja jokainen tarkastus käynti 1000€. Tarkastuksia olisi vuosittain 2-4 riippuen valmistusmäärästä. Ensimmäisen vuoden kustannukset olisivat enintään 15200€. Sen jälkeen kulut olisivat enintään 5400€ vuodessa.

Nämä ovat isoja rahoja, mutta laskujeni mukaan, kun Japanin projektit huomioidaan, voitaisiin ohjauskeskusten kustannukset saada puoleen nykyisestä. Sain myös puhelimen välityksellä haastateltua Yleiselektronikka Oyj:n Yrjö Inkistä. Inkisen mukaan Yleiselektronikka pystyy toimittamaan tuotteen, joka kävisi sekä Japanin jännitteille, että Pohjois-Amerikan jännitteille. Laite maksaisi noin 26000€. Tällä laitteella voitaisiin saada tuotteisiin sekä parempi laadun varmistus että alhaisemmat kustannukset. Tämä testauslaitteisto Inkisen mukaan täyttää myös kaikki IEC-vaatimukset, mutta myös UL-vaatimukset. (Inkinen, 2020.)

TS971-ohjausyksikkö voitaisiin tulevaisuudessa mahdollisesti korvata pulssianturilla ja ohjelmoitavalla logiikalla Pohjois-Amerikkaan toimitettavissa tuotteissa. Tämä myös poistaisi TS971 puutteen, joka on ohjelmoitavien kärkien määrä. Useat asiakkaat kuitenkin vaativat monia eri tilatietoja ja logiikalla voitaisiin ovet räätälöidä toimimaan useilla eri tavoilla. Lisäksi saataisiin etäyhteys ongelmatilanteissa jokaiseen oveen. Omronin logiikkayksiköt ovat myös UL- hyväksytyjä.

## 4 OHJELMOITAVAT LOGIIKAT

PLC (Programmable logic controller) eli ohjelmoitavat logiikat ja teollisuus-PC:t ovat yleisimpiä käytössä olevia automaation ohjauslaitteita. Ne ovat laitteita, jotka vastaanottavat painonapeilta ja antureilta saamansa tiedon ja suorittavat ohjausohjelman mukaisen koneen ja laitteen toimenpiteen. (Keinänen & Sumujärvi 2019.) Nykyajan logiikat ja teollisuus PC:t voivat suorittaa myös tehtäviä, kuten:

- laskentaa
- säätöä
- valvomotoimintoja
- hälytysten käsittelyä
- raportointia
- tietoliikennetoimintoja. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Pienissä ohjelmoitavissa logiikoissa tulojen ja lähtöjen määrä voi olla noin 10. Suurimmissa modulaarisissa logiikoissa määrä voi kasvaa tuhansiin tai kymmeneen tuhansiin. (Keinänen & Sumujärvi 2019.) Champion Doorin ovet eivät kuitenkaan vaadi kuin hieman vajaat 100 tuloa ja noin 50 lähtöä. Tämän kyseisen työn ovessa tuloja on 62 ja lähtöjä 34.

### 4.1 Logiikan rakenne

Logiikat voidaan rakenteeltaan jakaa kompakteihin- ja modulaarisiin logiikoihin. Kompaktit ovat juuri näitä pienempiä ohjelmoitavia logiikoita, joissa tulojen ja lähtöjen määrä on noin 10-30. Modulaarinen logiikka koostuu virtalähteestä, keskusyksiköstä ja tarpeellisesta määrästä I/O-liitäntäyksiköitä. I/O-yksiköiden lisäksi tavallisia liitäntäyksiköitä ovat muun muassa liikkeen ohjaus- ja tiedonsiirtoyksiköt. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Tällaisia yksiköitä Champion Doorilla ovat PLC-näytöt, joita on käytetty ohjaukseen. Tiedonsiirrossa ja etävalvonnassa käytettävä laite on Tosibox. Modulaarisen logiikkalaitteiston eri yksiköt asennetaan merkkikohtaiseen kehikkoon tai taustalevyyn. Näyttö asennetaan yleensä ohjauskeskuksen oveen ja yhdistetään Ethernet-kaapelilla Tosiboxiin. Tosiboxi asennetaan logiikan läheisyyteen ja yhdistetään Ethernet-kaapelilla.



Logiikan teholähde syöttää logiikan keskusyksikön ja I/O-yksiköiden tarvitseman tehon. Teholähteen käyttöjännite on 24 VDC tai 230 VAC, ja niiden avulla keskusyksikkö erotetaan galvaanisesti muusta sähköverkosta. (Keinänen & Sumujärvi 2019.) Teholähdettä valittaessa on otettava huomioon seuraavat asiat:

- tarpeellinen kapasiteetti. Jos jännitelähdettä käytetään myös antureiden ja toimilaitteiden tehollähteenä, mitoitus pitää tehdä suurimman mahdollisimman kulutuksen mukaan
- jännitteen stabiilius koko kuormitusalueella
- suurin sallittu jännitteen vaihtelu (rippeli)
- verkosta tulevien transienttihäiriöiden vaimennus
- oikosulkusuojaus
- sähköturvallisuusmääräykset. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Champion Doorin ovien ohjauskeskuksissa tehonsyöttö yksiköille on toteutettu kahdella tehollähteellä. 2,5 (S8VK-C06024) ampeerin tehollähde syöttää virtaa pelkästään keskusyksikölle (NX1P2-9024DT1) ja 5 ampeerin (S8VK-C12024) tehollähde hoitaa virran syötön laitteille. Lisäksi tulojen syötön väliin tulee lisätä tehollähde, (NX-PF0630) joka erottaa tulo ja lähtökortit galvaanisesti muusta verkosta. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Ohjelmoitavaa logiikkaa voi rakenteeltaan verrata tavalliseen tietokoneeseen. Keskusyksikkö sisältää prosessoreita, muistia ja tietoliikenneliitäntöjä. Jokaisella prosessorilla on omat tehtävänsä: käyttöjärjestelmän suoritus, tietoliikenne ohjelman suoritus jne. Keskusyksikön (CPU) tehtävä on toteuttaa PLC:lle ohjelmoituja käskyjä yksi kerrallaan. (Keinänen & Sumujärvi 2019; Keinänen, Sumujärvi, Kärkkäinen & Lähetkangas 2010.)

## **4.2 Logiikan muisti**

Logiikan muisti koostuu RAM-muistista (Random Access Memory) ja ROM-muistista (Read Only Memory). RAM-muisti eli luku ja kirjoitusmuisti on paristovarmennettua, koska se ei kykene säilyttämään tietoa ilman sähköä. PROM-muisteja (Programmable Read-Only Memory) on erilaisia: EEPROM

(Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory), EPROM (Erasable Read-Only Memory) ja PROM (Programmable Read-Only Memory). (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Logiikan muistit on jaettu eri alueisiin,

- tulojen muistialue
- lähtöjen muistialue
- apumuisti
- puskuroitu apumuisti
- tietoliikenteen käyttämä muistialue
- ajastin- ja laskurimuisti
- datamuisti. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Apumuistialue on tarkoitettu ohjelmissa tarvittavien lukitustietojen tallennukseen. Puskuroitu apumuisti säilyttää tiedot sähkökatkoksen aikana. Tietoliikenteen muistia tarvitaan kommunikoitaessa muiden automaatiolaitteiden kanssa. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Ajastimille ja laskureille varataan yhteinen muistialue, joka rajoittaa niiden yhteistä suurinta lukumäärää. Erikoisapumuistissa on logiikan sisäisiä ennalta määriteltyjä käyttötarkoituksia. Datamuistialue on tarkoitettu sovellusohjelmassa tarvittavien tietojen tallentamiseen. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

### **4.3 Digitaaliset tulo- ja lähtöyksiköt**

Digitaalinen tuloyksikkö ottaa vastaan antureilta ja ohjauslaitteilta tulevat digitaaliset on/off-signaalit ja siirtää tiedot keskusyksikölle. Lisäksi tuloyksikössä tehdään tulosignaalin jännitteen sovitin ja signaalin galvaaninen erotus esimerkiksi optoerottimella tai releellä. Modulaarisiin logiikoihin on tavallisesti saatavissa useita tuloyksiköitä, jotka poikkeavat toisistaan jännitteen keston, tulojen määrän ja tulojen ryhmittelyn osalta. Tulojen ryhmittely tehdään jakamalla tulot yhteisten liitäntäpisteiden avulla (COM-liittimet, Common= yhteinen). (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Kun antureita liitetään logiikan tuloyksikköön, on tarkistettava jännitteen sopivuus. Puolijohdeantureiden tavallisin käyttöjännite on 24 VDC. Kytkeytyppisten anturien taas voi olla myös 230VAC. Puolijohdeantureista on myös selvitettävä, ovatko ne PNP- vai NPN-tyyppisiä. Kytkeyntätekniisesti logiikat

voivat olla joko PNP- tai NPN-tyyppisiä. Euroopassa käytetään PNP-logiikoita ja Japanissa ja USA:ssa NPN-logiikoita. Erona näissä on juuri tulojen kytkennässä, sillä näissä virran kulkusuunnat ovat päinvastaisia. PNP-logiikoissa saapuva signaali kulkee logiikkaan päin ja NPN-logiikoissa poispäin. (Keinänen & Sumujärvi 2019; Keinänen, Sumujärvi, Kärkkäinen & Lähetkangas 2010.)

Tuloyksikköön kytkettäessä on selvittettävä siis seuraavat asiat:

- jännite
- jännitteen syötön kytkentä
- anturityyppi
- kaapelointireitit ja häiriönsuojaus
- kaapelointi merkinnät. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Digitaalisia lähtöyksiköitä käytetään ohjaamaan digitaalisignaaleilla ohjattavia laitteita, joita ovat muun muassa kontaktorit, magneettiventtiilit, merkkilamput ja apureleet. Erilaisten laitteiden vuoksi lähtöyksiköiden on pystyttävä kytkemään erijännitteisten kuormien lisäksi erilaisia tehoja eli virtoja muutamasta milliampeereista useisiin kymmeneen ampeereihin. Lähdeissä on myös galvaaninen erotus ja jännitteen sovitus lähtöyksikön tyyppin mukaisesti. Lähtöyksiköissä käytettäviä ”kytkimiä” ovat

- relekosketin
- transistori
- triakki. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Relekoskettimia käytetään seuraavista syistä:

- Jännitealue on 5-500 voltia
- Koskettimet sopivat sekä tasa- että vaihtosähkölle
- Koskettimet eivät häiriöherkkiä

- Jännitehäviöitä ei synny
- Tehoalue on laaja. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Transistoria käytetään tasasähkön kytkemiseen. Maksimijännite on yleensä noin 60 VDC. Koska transistori on puolijohde, sen yli jää pieni jännite myös silloin, kun se on johtavassa tilassa. Tästä seuraa lähtöyksiköiden lämpeneminen virtojen vaikutuksesta, mikä aiheuttaa jäähdytys tarpeen. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Triakkia käytetään vaihtosähkön kytkimenä. Ominaisuuksia ovat muun muassa

- suuri syöksyvirtojen kesto
- ideaalinen virran katkaisu induktiivisilla kuormilla virran nollakohdassa
- kuluvien osien puuttuminen
- pieni koko. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Triakin ohjaamiseen tarvitaan energiaa, joka voidaan ottaa potentiaalierotuksen kuorman puolelta. Lähtöyksikön kytkimenä voi olla rele, transistori tai triakki. Tuloyksiköiden tavoin lähtöyksiköitä on saatavilla useita tyyppisiä, joissa on eri määrä lähtöliitäntöjä. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Kun toimilaitteita kytketään logiikan lähtöihin logiikasta, tulee selvittää seuraavia asioita:

1. Ohjattavan laitteen jännite ja virta
2. Lähdön kytkin tyyppi:
  - a. relekosketin
  - b. transistori
  - c. triakki
3. Ulkoisen jännitteensyötön tarve
4. Sulakkeen koko
5. Onko lähdöt potentiaali vapaita vai ketjutetaanko ne toisesta navasta yhteen
6. Onko kuorma suojattu transientteja vastaan
  - a. RC-piirillä
  - b. varistorilla
  - c. diodilla.

## 7. Aiheuttaako toimilaitteet häiriöitä? (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

### 4.4 Analogiset tulo- ja lähtöyksiköt

Analogiasignaalien vastaanottaminen logiikoissa vaatii analogisen tuloyksikön. Siinä suoritetaan analogiselle signaalille analogia- digitaalimuunnos (A/D muunnos), jonka tulos ohjataan keskusyksikölle. Esimerkiksi 4-20 mA:n signaali muutetaan 16 bitin digitaalisena. Muunnoksessa käytettävien bittien määrä vaikuttaa siihen, kuinka suuri erottelukyky anturilta on saatavissa. Kun ohjataan laitteita analogiasignaalilla, tarvitaan säätöjen ja ohjauksien toteuttamiseen digitaalinen analogiamuunnos (D/A-muunnos). Siinä digitaalinen signaali muutetaan analogiohjaussignaaliksi. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Analogisissa lähtöyksiköissä voidaan määrittellä joko kytkimillä tai ohjelmallisesti, käytetäänkö virtavai jänniteviestiä. Nosto-ovien logiikkatoteutuksissa ei kuitenkaan näitä tarvita, joten en käy näitä sen enempää läpi. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

### 4.5 Logiikan toimintaperiaate

Logiikan toiminta perustuu ohjelman määrittämien loogisten toimintojen toteuttamiseen. Digitaalista tietoa käsitellessä logiikka reagoi tulojen muutokseen ja suorittaa ohjelman mukaisen toiminnon. Logiikan toimintaperiaate voi olla joko pyyhkäisevä logiikka tai tosiaikainen logiikka. Pyyhkäisevä logiikka suorittaa ohjelmaa tietyin väliajoin. Pyyhkäisevän logiikan toimintatavan vuoksi tulojen ja lähtöjen tilat eivät muutu ohjelman suorituksen aikana. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Tosiaikainen logiikka lukee tulojen tilat suoraan tuloyksiköstä ja asettaa lähdöt suoraan yksiköihin ohjelman mukaisesti sekä reagoi tilojen muutokseen reaaliajassa. Nosto-oven ohjaukset ovat toiminnallisesti kriittisiä, joten niissä käytetään tosiaikaista logiikkaa.

Nosto-oven ohjauksiin ja monitorointiin on myös mahdollista yhdistää PLC-näyttö. Tätä voidaan myös kutsua nimellä paneeli-PC. Näyttö liitetään osaksi automaation laiteverkkoa, johon on liitetty muutkin järjestelmän laitteet. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

## 4.6 Välityspalvelin

Teollinen internet asettaa lisävaatimuksia. Nykyään kaikki tietoa halutaan koostaa pilvipalveluihin tai kaikki tiedot ja ohjelmia halutaan etänä. Näin ollen tarvitaan välityspalvelin, joka kykenee siirtämään tietoa yritykselle. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Champion Doorilla tämä välityspalvelin on Tosibox, jonka avulla voidaan tietokone yhdistää etänä ohjelmoitavaan logiikkaan ja tällä tavoin toimistolta suunnittelija kykenee tekemään tarvittavat muutokset ohjelmaan tai paikantamaan vian.

## 4.7 Logiikan ohjelmointi

Jokaisella ohjelmoitavalla logiikalla ohjatulla automaatioprojektilla on ainakin yksi ohjelma, joka on samalla järjestelmän pääohjelma. Pääohjelmalla voidaan kutsua muita ohjelmia, toimilohkoja ja funktioita. Ohjelmointiin nykyään käytetään tietokoneeseen asennettavia ohjelmointiohjelmistoja. (Keinänen & Sumujärvi 2019.) Tunnettuja ohjelmistoja logikoille tarjoaa muun muassa Beckhoff, Siemens, ja Omron jonka kehittämää ohjelmaa Sysmac Studiota käytettiin tässä työssä.

Koska kaikilla logiikka valmistajilla on oma ohjelmansa, on ohjelmoinnista tullut hyvin kirjavaa ja logiikan valinta perusteena on toiminut ohjelmointitavan tunteminen. Tästä johtuen on laadittu PLC-ohjelmointistandardi IEC 61131-3 joka koostuu viidestä eri ohjelmointi kielestä. Seuraavaksi käymme näitä kieliä läpi. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Instruktiolista, IL (Instruction List) on yksinkertainen tapa ohjelmoida. Se on kuitenkin toiminnoiltaan hieman rajoittunut ohjelmointikieli. Normaalit helpot SET/RESET-toiminnot ja laskennat voidaan tehdä tiiviissä muodossa, mutta monimutkaisemmat asiat ovat hankalia toteuttaa. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Relekaavio, LD (Tikapuukaavio, Ladder Diagram) on yksinkertainen tikapuukaavio, joka muistuttaa releohjauksien piirikaaviota. Signaali liikkuu vasemmalta jännitekiskolta oikealle nollakiskolle. Avautuvilla ja sulkeutuvilla koskettimilla muodostetaan bittimuuttujista ehtologiikka, jonka tila kopioidaan kelalla haluttuun bittiin. Ohjelmissa esiintyy useita erilaisia bittejä tai sanoja käsitteleviä logiikkakäskyjä, joilla voidaan toteuttaa tarvittaessa mutkikkaitakin toimintoja. For-Next-luoppien tapaisten silmukoiden ohjelmointi ja siten myös taulukoiden tehokas käyttäminen on kuitenkin lähes mahdotonta. Tikapuukaavio on itse suosimani ohjelmointikieli sen yksinkertaisuuden ja laajojen toimintojen takia. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Logiikkakaavio, FBD (Function Block Diagram) on Toimintalohkokaavio, joka rakentuu toisiinsa johdotetuista toimilohkoista ja se muistuttaa ulkonäöltään mikropiireillä toteutettua ohjainkortin kaaviota. Se tarjoaa samat perustoiminnallisuudet kuin tikapuukaavio. Se on myös paljon käytetty ja sen etu on visuaalisuus. Lohkojen välinen riippuvuus näkyy selvästi. Ohjelmaa testatessa online-tilassa, ehtojen toteutumista on helppo seurata. Se myös tarjoaa kaikki logiikkasymbolit. Tämä on toinen ohjelmointikieli, johon olen tutustunut koulussa. (Keinänen, Sumujärvi, Kärkkäinen & Lähetkangas 2010.)

Strukturoitu teksti, ST (Structured Text) on lausekielinen ohjelmointikieli, joka muistuttaa Basic- ja Pascal-ohjelmointikieliä. Se sopii hyvin mutkikkaiden laskentaoperaatioiden ohjelmointiin ja ohjelmiin, joissa on monimutkaisia silmukkarakenteita. Sen etuna on, että se on kopioitavissa helposti eri logiikoiden välillä. Lisäksi ST-kielillä voi kirjoittaa kommentteja suoraan ohjelmakoodin jokaiselle riville, mikä ei ole mahdollista muissa ohjelmointikielissä. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Sekvenssikaavio, SFC (Sequential Function Chart) on ohjelmointikieli, joka soveltuu sekvenssien tekemiseen. Tällä muodolla siis toteutetaan sekvenssin runko. Ehdot ja toimenpiteet ohjelmoidaan jollain edellä kerrotuista tavoista tai toteutetaan yksinkertaisesti ehdoilla. Se on graafinen ohjelmointikieli, jota käytetään sekvenssiohjauksissa. Ohjelman rakenne muodostuu askelista, jotka linkitetään toisiinsa siirtoehdoilla. Jokainen siirtoehto sisältää boolean-operaation. Askeleet sisältävät ohjauskomennot, jotka sitten ohjelmoidaan näillä ensin kerrotuilla kielillä. Nämä kaksi viimeisintä ohjelmointikieltä ei ole oikeastaan tuttuja itselleni enkä ole niitä käyttänyt. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

## 4.8 Teollisuuden etäyhteydet

Teollisuudessa käytettävät etäyhteydet voivat perustua erilaisiin kaapelointiratkaisuihin tai langattoman tiedonsiirtoon. Maailmanlaajuisia etäyhteyttä voidaan käyttää muun muassa seuraaviin automaatioalan tehtäviin:

1. etävalvonta (tiedot, hälytykset, huoltotehtävät jne.)
2. etäohjaus
3. ohjelmistojen ja sovellusten etäpäivitys.

Langallisen etäyhteyden vaihtoehdot:

1. yleiset verkot
  - a. internetverkko
2. yksityiset verkot
  - a. parikaapeli
  - b. kuitukaapeli
  - c. Ethernet-verkko. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Tiedonsiirto voi olla Ethernet- tai sarjaliikennettä. SHDSL-modeemeja käytetään jo useissa laitoksissa, joissa voidaan hyödyntää jo olemassa olevia kuparikaapeleita, esimerkiksi puhelinkaapeleita. Samaan tekniikkaan perustuvilla Ethernet-Extendereillä tiedonsiirtomatka voi olla useita kilometrejä. Toinen vaihtoehto tiedonsiirtoon on välittää tietoliikenne internetverkon kautta suojatulla VPN- tekniikalla (Virtual Private Network). (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

VPN on tekniikka, jossa internetin kautta muodostetaan yhteys, jonka molemmissa päissä on reititin. Lähetettävät tietosähkeet salakirjoitetaan ennen lähetystä. Kun tietosähke saapuu yhteyden loppupäähän, vastaanottava reititin purkaa salakirjoituksen ja lähettää tietosähkeen eteenpäin. Molempien, lähettäjän ja vastaanottajan tiedot ovat salattuja. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

## 4.9 Tosibox



Tietoturvallinen etäyhteys internetin kautta voidaan toteuttaa Suomessa kehitetyllä Tosibox-järjestelmällä. Tosiboxissa käytetään erityisiä USB-liitännässä käytettäviä avaimia ja lukkolaitteita. Lukkolaitteeseen etäyhteyden muodostaminen on helppoa. Siihen tarvitaan vain internetyhteys ja verkkovirtaa. Internetyhteys voidaan esimerkiksi jakaa matkapuhelimesta. Yhteyden nopeudella ei myöskään ole väliä, mutta luonnollisesti tiedonsiirto hidastuu huonolla yhteydellä. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Lukkolaitteeseen saadaan yhteys USB-liitännän kautta toimivalla laitteella, jota kutsutaan avaimeksi. Avain on USB-muistitikkaa muistuttava laite, joka sisältää prosessorin. Avaimella saadaan muodostettua yhteys lukkoihin, joihin se on sarjoitettu. Avain vaatii oman käyttöliittymän, joka on ladattavissa Tosiboxin kotisivuilta. (Keinänen & Sumujärvi 2019.)

Tosibox-lukko on laite, jolla voidaan ohjata siihen kytkettyjä laitteita verkon kautta etänä. Lukko otetaan käyttöön omalla selainkäyttöliittymällä, jonka asetuksia voidaan muuttaa Service-portin, salatun Tosibox VPN-yhteyden kautta tai sisäverkosta. Lukon kautta voidaan ohjata laitteita, jos ne ovat kytkettävissä Ethernet-kaapelilla. Lukkoon voidaan sarjoittaa niin monta lisäavainta kuin on tarve. (Keinänen & Sumujärvi 2019.) Champion Doorin tapauksessa lukolla ohjataan logiikoita ja PLC-näyttöjä.

## **5 SÄHKÖSUUNNITTELUN ETENEMINEN**

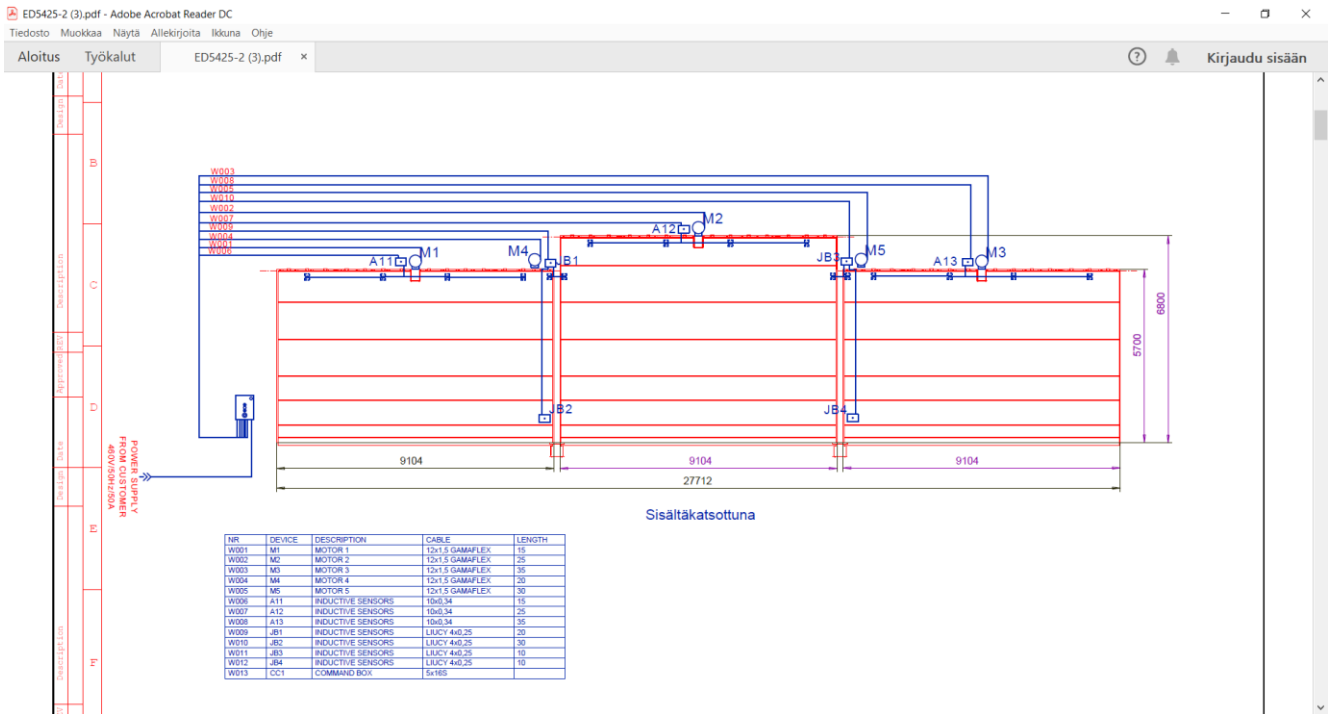
Suunnittelu saadaan alkuun myynnin katselmuksen jälkeen. Tämä on projektin aloituspalaveri, jossa saamme oven suunnitteluun tarvittavat tiedot. Tärkeitä tietoja sähkösuunnittelulle ovat oven mitat, syöttöjännite ja taajuus. Lisäksi myynninkatselmuksessa käydään läpi asiakkaan haluamat lisävarusteet kuten 3-painikekytkimet, valokennot, kauko-ohjaus jne. Myös asiakkaan turvallisuusvaatimukset otetaan huomioon.

### **5.1 Piirikaavion suunnittelu**

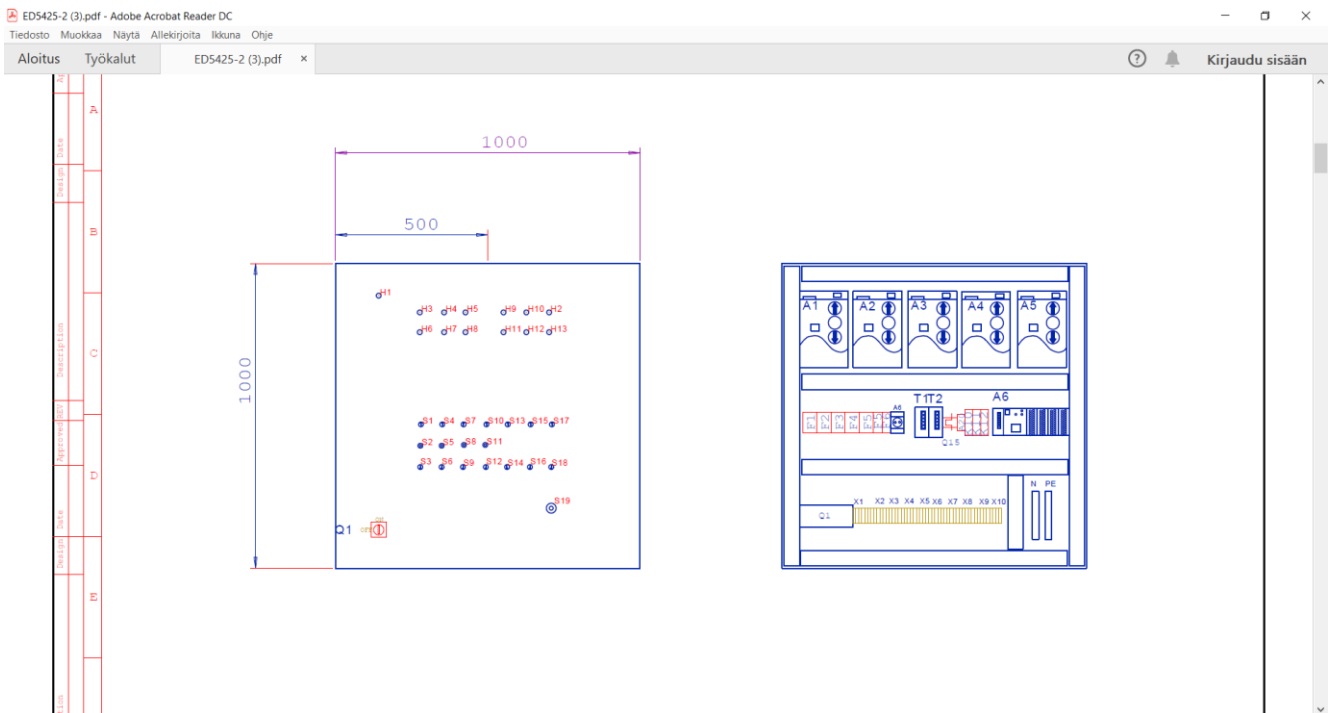
Tämän projektin tapauksessa tiedoksi saatiin mitat, jännite ja taajuus. Ovi oli 27712x6800 mm kokonaismitaltaan. Sivulehdet olivat 9104x5700 mm ja keskimmäinen lehti 9104x6800 millimetriä. Koska ovi myytiin USA:han syöttöjännite ohjauskeskukselle pitää olla 460 voltia ja taajuus 60 Hz. Lisäksi kaapin pitää olla UL-hyväksytty (Underwriters Laboratories). Oveen ei tullut mitään lisävaatimuksia toimintoihin eikä turvallisuuteen. Tämän kaltaisissa NK2-ovissa turvavarusteina toimivat induktiiviset anturit, jotka tunnistavat oven törmätessä voimakkaasti johonkin. Vaijerit menevät löysälle ja anturit antavat signaalin logiikalle, joka pysäyttää oven. Ja tällaisia isoja ovia voidaan ajaa vain kuolleen miehen kytkimenä eli käyttäjän pitää painaa nappia koko laskun ajan pohjassa. Lisäksi käyttäjän on koko ajan oltava näköetäisyydellä ovesta jotta, mitään ei tapahdu kun käyttäjä on huolellinen.

### **5.2 Yksiviivaesitys**

Oven sähkösuunnittelu toteutetaan Vertex ED -suunnitteluohjelmalla. Sähkösuunnittelu aloitetaan naamakuvasta yksiviivaesityksenä. Mekaniikkasuunnittelijan piirtämästä kuvasta, jossa näkyvät oven mitat ja moottorien paikat yläkoneistossa. Tähän piirretään yksiviivaesityksellä koko ovijärjestelmä. Kuvaan tulee muun muassa ohjauskeskus ja moottorit. Kaapelitaulukko lisätään tuotantoa varten, jotta osataan mitoittaa kaapelit oveen. Toiselle sivulle piirretään kuva ohjauskeskuksesta. Lehdelle tulee kaapin mitat, napit ja niiden paikat sekä komponenttien järjestys keskuksen sisällä.



KUVA 1. Kuvakaappaus oven julkisivukuvasta.

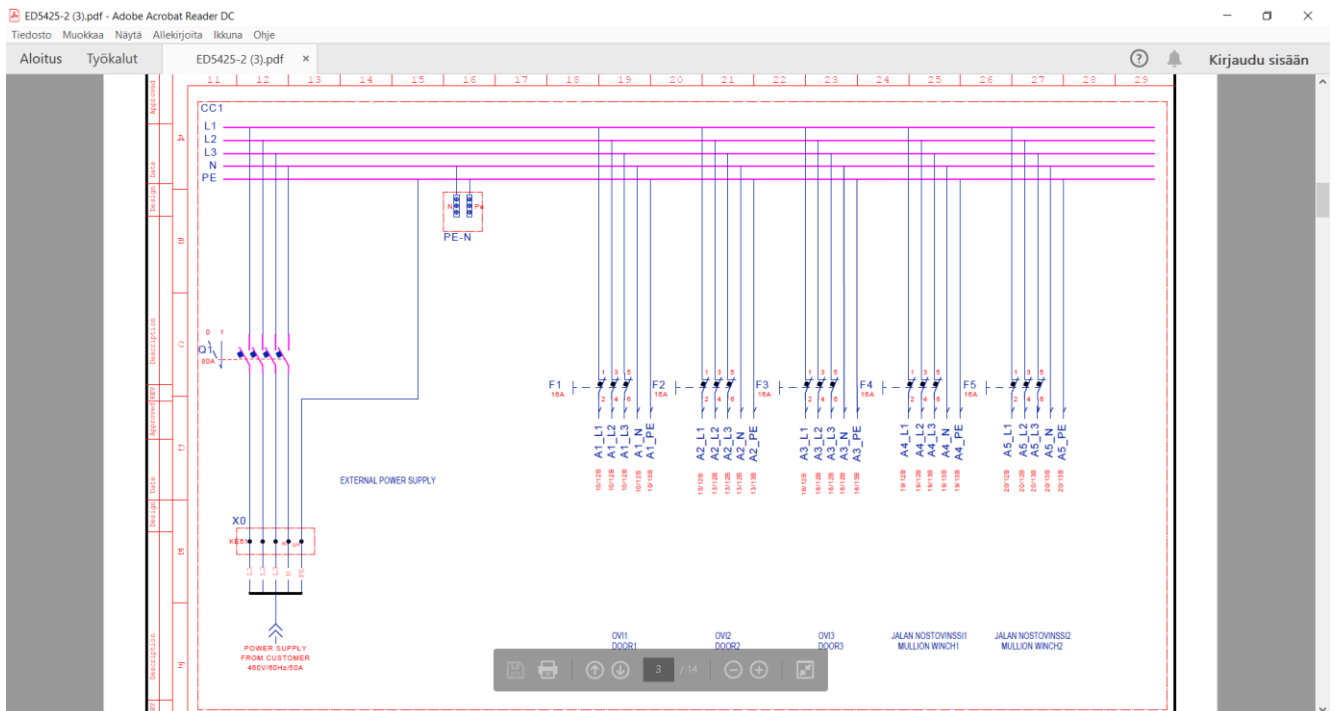


KUVA 2. Kuvakaappaus ohjauskeskuksesta.

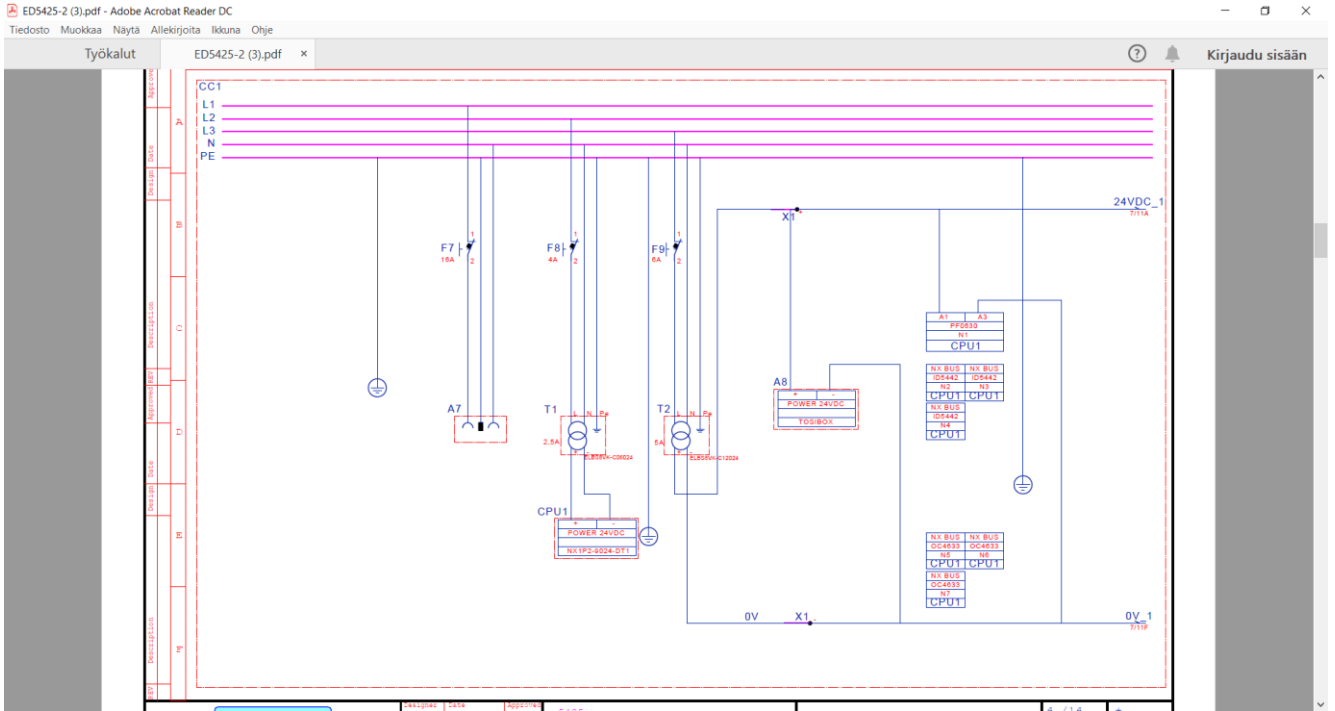
### 5.3 Moniviivaesitys

Piirikaavion suunnittelu/piirtäminen aloitetaan kolmannelta sivulta moniviivaesityksenä. Kuten piirikaavion piirustusstandardeihin kuuluu, piirtäminen aloitetaan päävirtapiiristä. Ohjausvirtapiiri on toteutettu

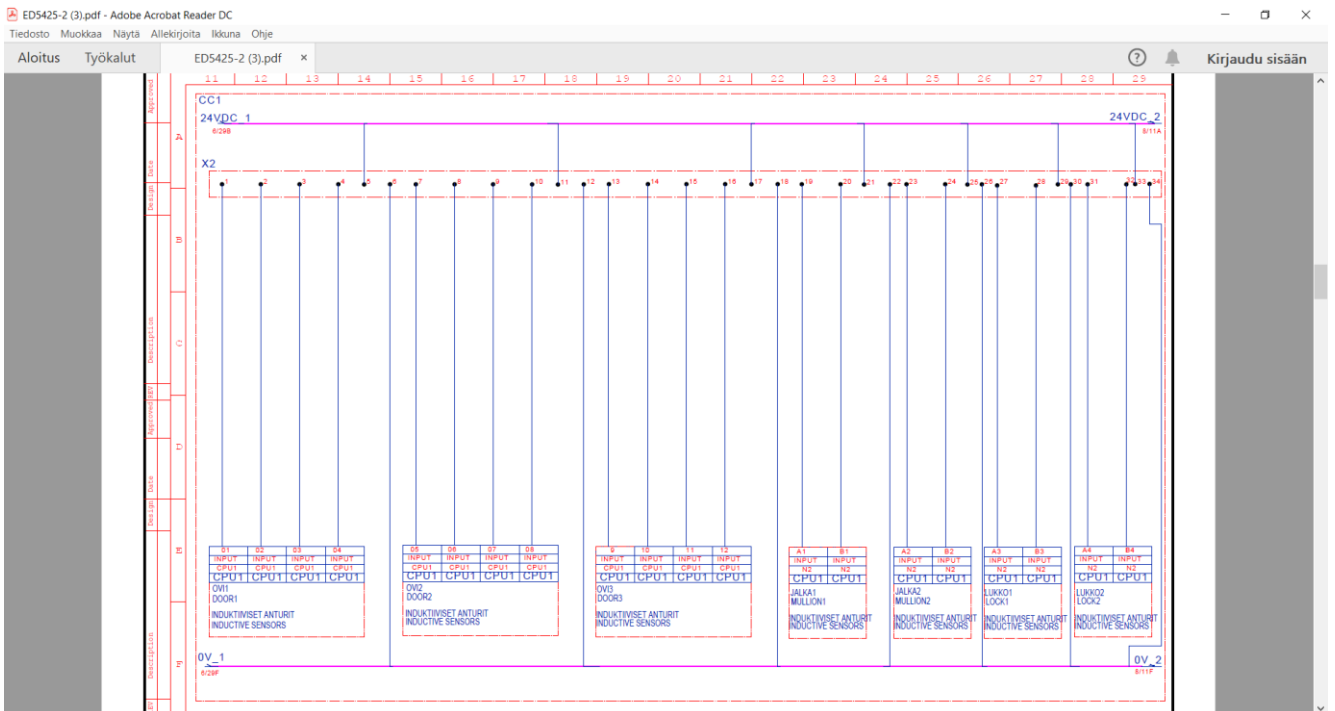
tässä 24 voltin tasajännitteellä, joka on kytketty ohjelmoitavaan logiikkaan. Logiikan tuloihin piirretään aluksi anturit ja sen jälkeen painonapit, jotka ohjaavat ovea. Seuraaville lehdille piirretään jokaisen oven ja oven jalkojen ohjausyksiköiden (TS971) piirikaaviot. Tässä työssä olen myös laittanut ohjattavien moottorien kytkennät samaan kuvaan. Ohjausyksiköt ohjaavat moottoreita ja ohjausyksiköille käskyt tulevat logiikan lähdöiltä, joita logiikan tulot ohjaavat. Tuloja taas vastaavasti ohjataan painonapeilla höltymäkytkimien PNP-antureilla.



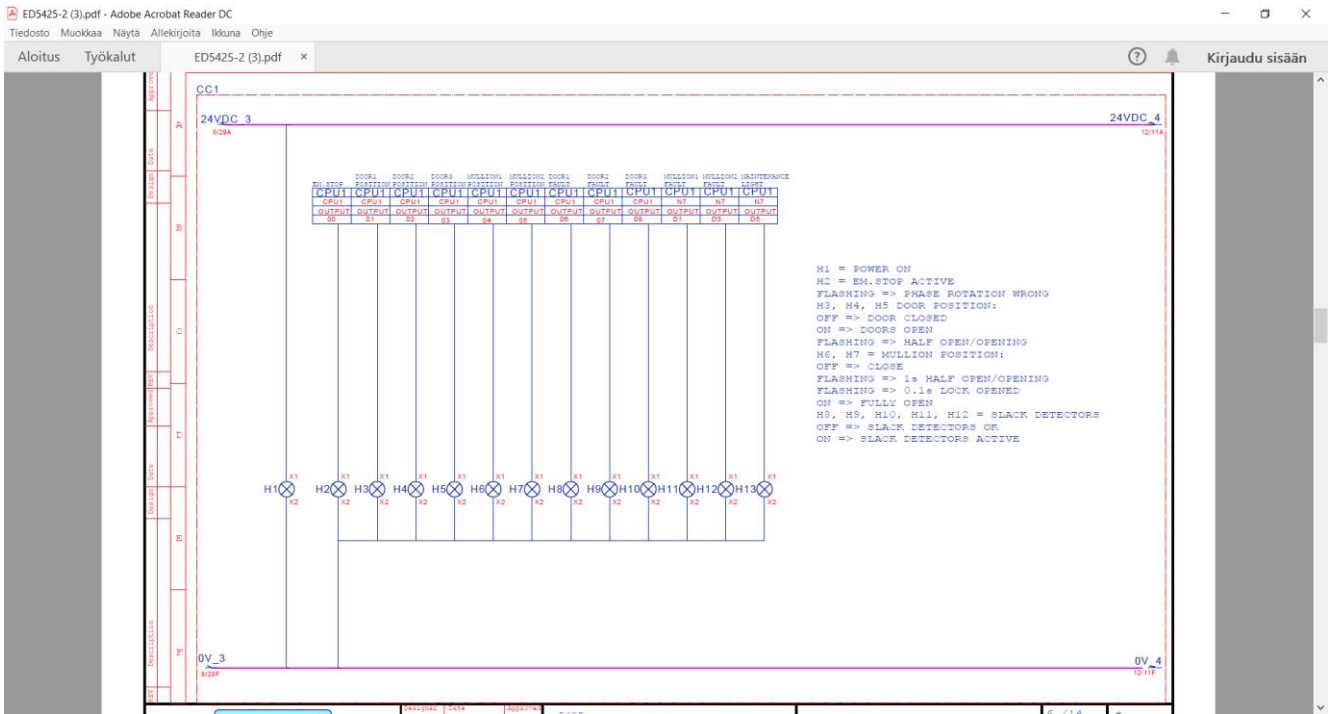
KUVA 3. Kuvakaappaus päävirtapiiristä.



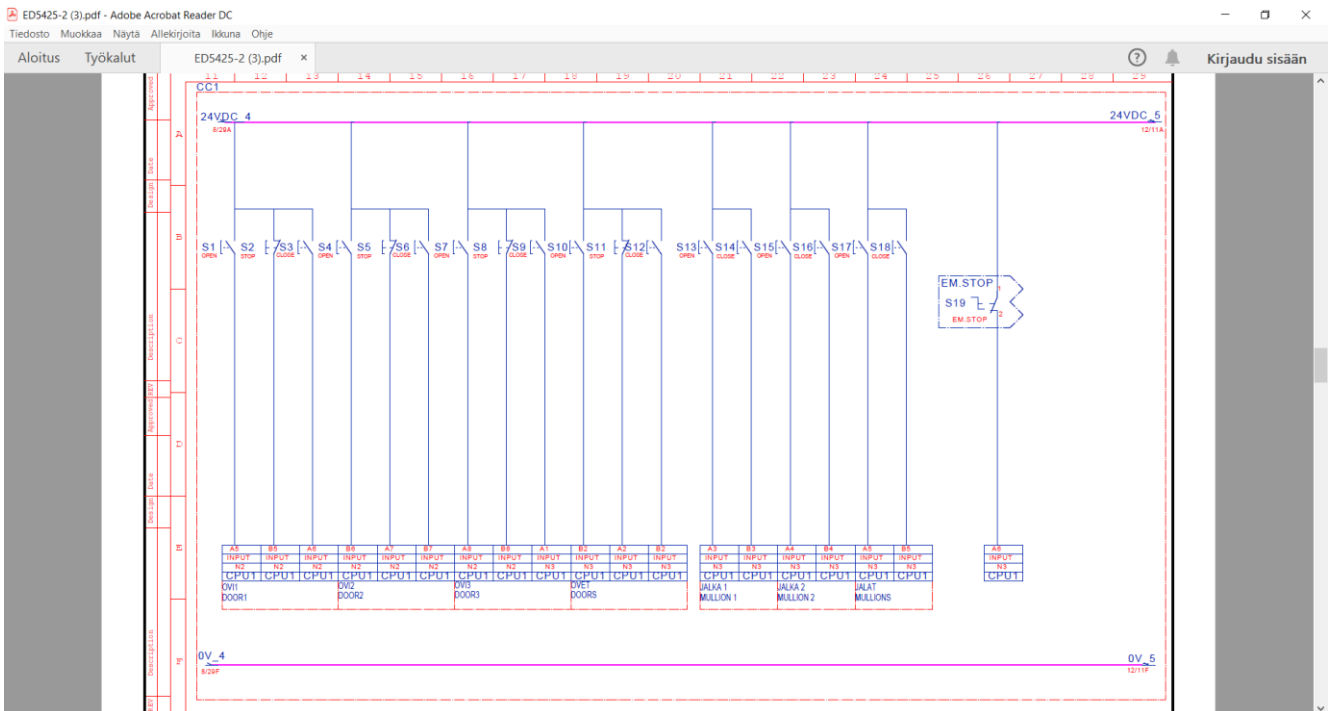
KUVA 4. Kuvakaappaus päävirtapiiristä ja logiikan tehonsyötöstä.



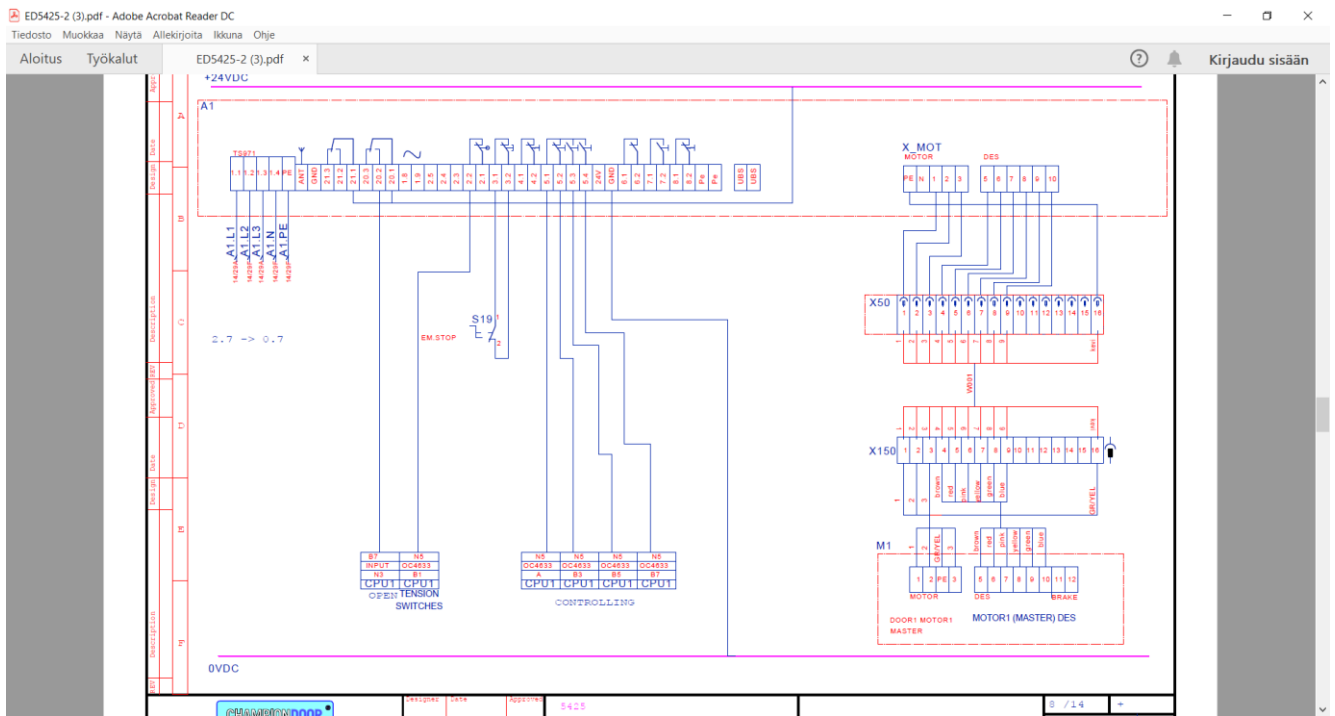
KUVA 5. Kuvakaappaus antureiden tuloista.



KUVA 6. Kuvakaappaus merkkivalojen lähdöstä.



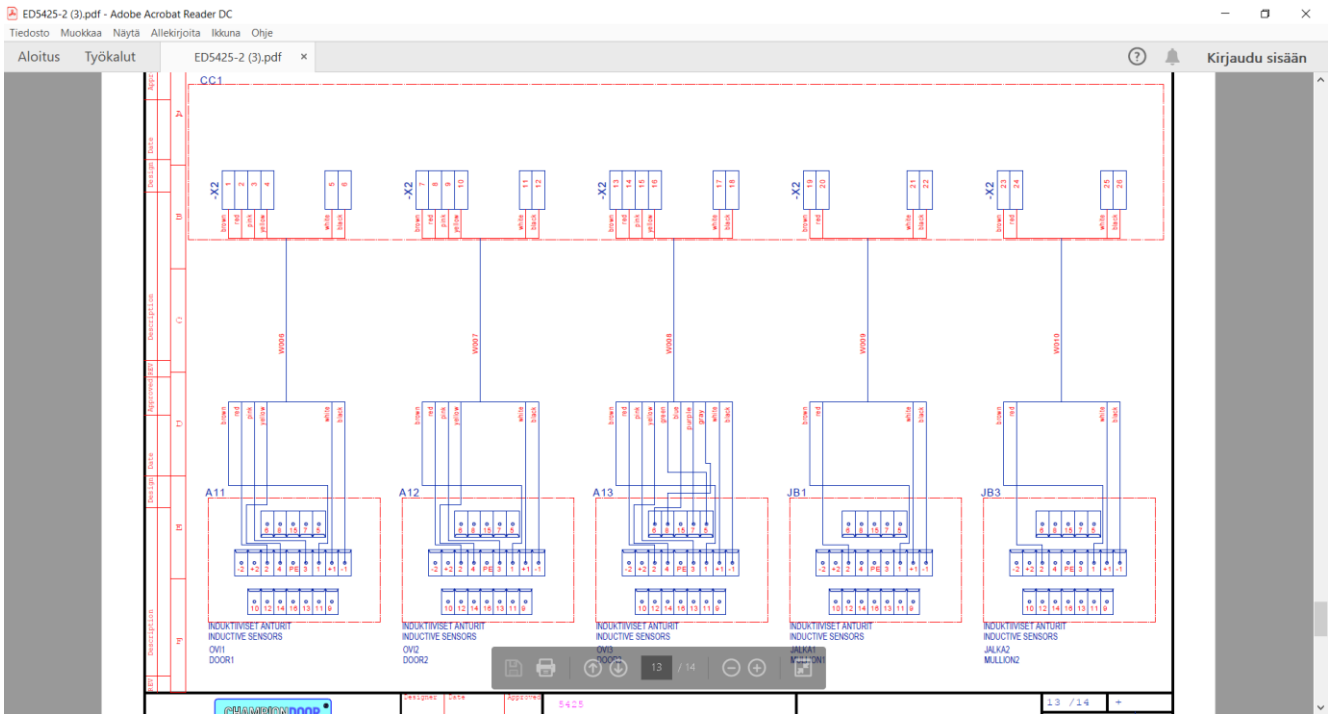
KUVA 7. Kuvakaappaus painonapeista ja niiden tuloista.



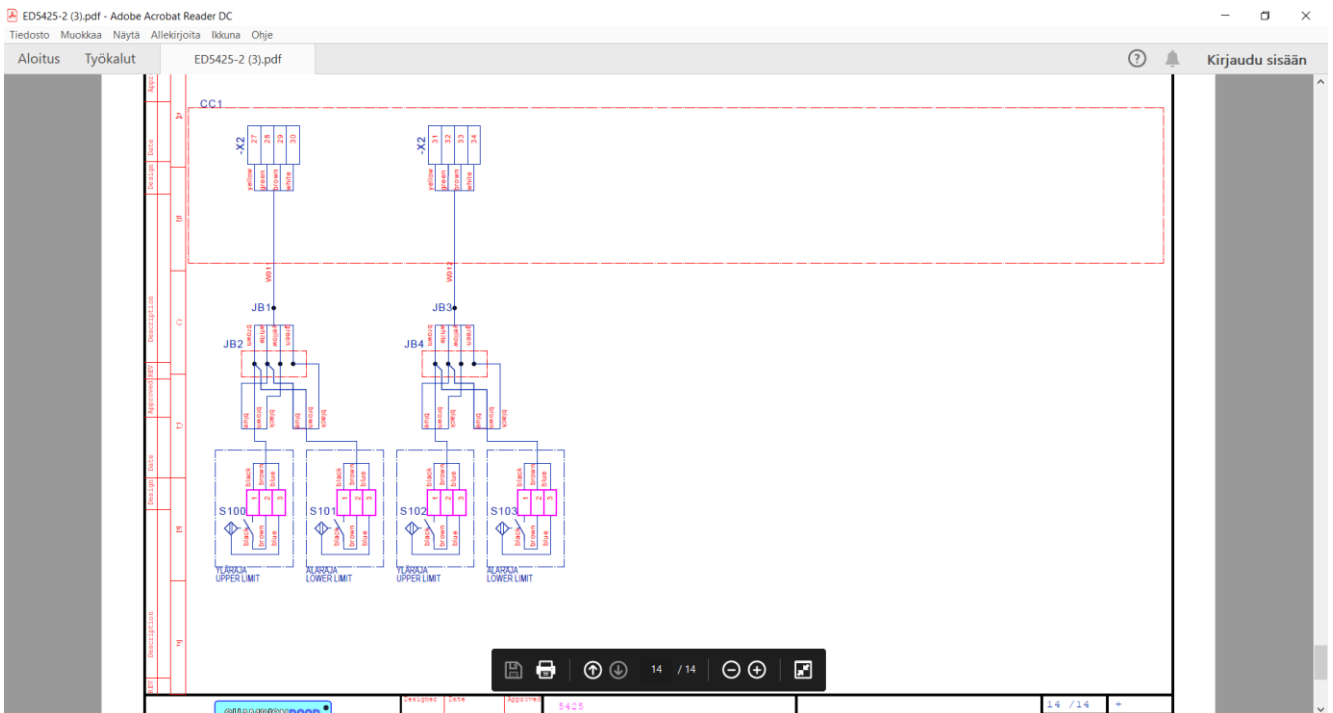
KUVA 8. Kuvakaappaus TS971 ja moottorin johdotuksesta sekä lähdöistä.

## 5.4 Logiikkalähtöjen ja -tulojen suunnittelu

Viimeisille sivuille piirretään anturien ja jalan lukkojen johdotukset. Jalan lukko on kahva, joka käännetään, kun jalat halutaan ylös. Lukolla anturit ovat samanlaisia kuin höltymissä ja lähettävät signaalia logiikalle lukon asennosta. Kun lukon asento on alhaalla jalkoja ei voida ajaa, mutta ovia taas voidaan ajaa. Tämä varmistaa sen, ettei ovia pysty ajamaan silloin, kun jalat eivät ole varmasti maassa asti.



KUVA 9. Kuvakaappaus anturien johdotuksista.



KUVA 10. Kuvakaappaus lukon johdotuksista.

Ovien rajat eivät toimi antureilla vaan ne ohjelmoidaan ohjausyksikköön. Yleensä ovissa käytetään sähköisiä rajatietoja, jonka asentaja asettaa ohjausyksikön muistiin. Ovi ajetaan halutulle rajalle ja tieto



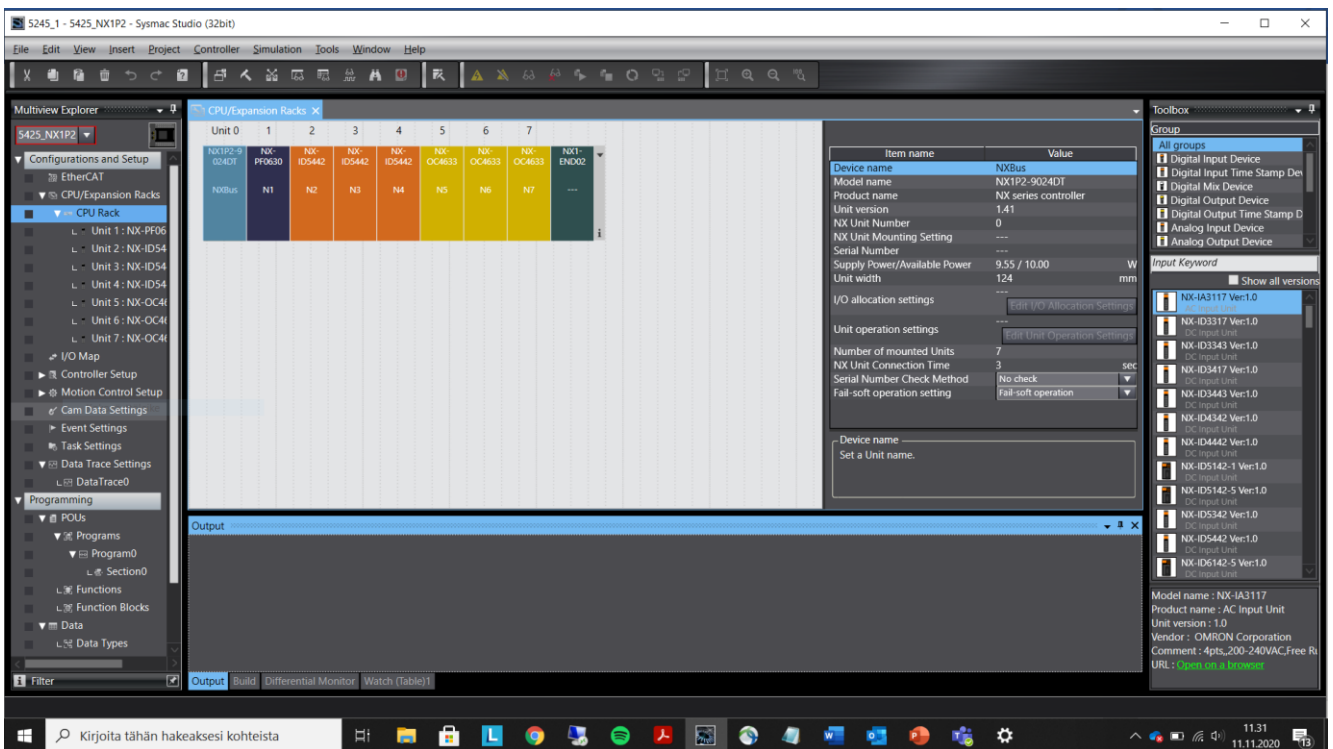
tallennetaan ohjausyksikön muistiin. Nämä rajatiedot saadaan ulos yksikössä sijaitsevista ohjelmoitavista kärjistä (21.8 ja 21.7). Nämäkin tiedot pitää erikseen ohjelmoida yksiköihin. Kärjet antavat tietoa eteenpäin logiikalle, joka sitten hoitaa ohjauksen.

## 6 OVILOGIIKAN OHJELMOINTI

Kun sähköpiirikaavio on saatu valmiiksi, voidaan logiikan ohjelmointi aloittaa. Ohjelmointi tapahtuu Sysmac studio-ohjelmointiohjelmistolla. Ohjelmointiin sisältyy eri vaiheita, joista kerrotaan seuraavaksi.

### 6.1 Yksiköiden määrittely

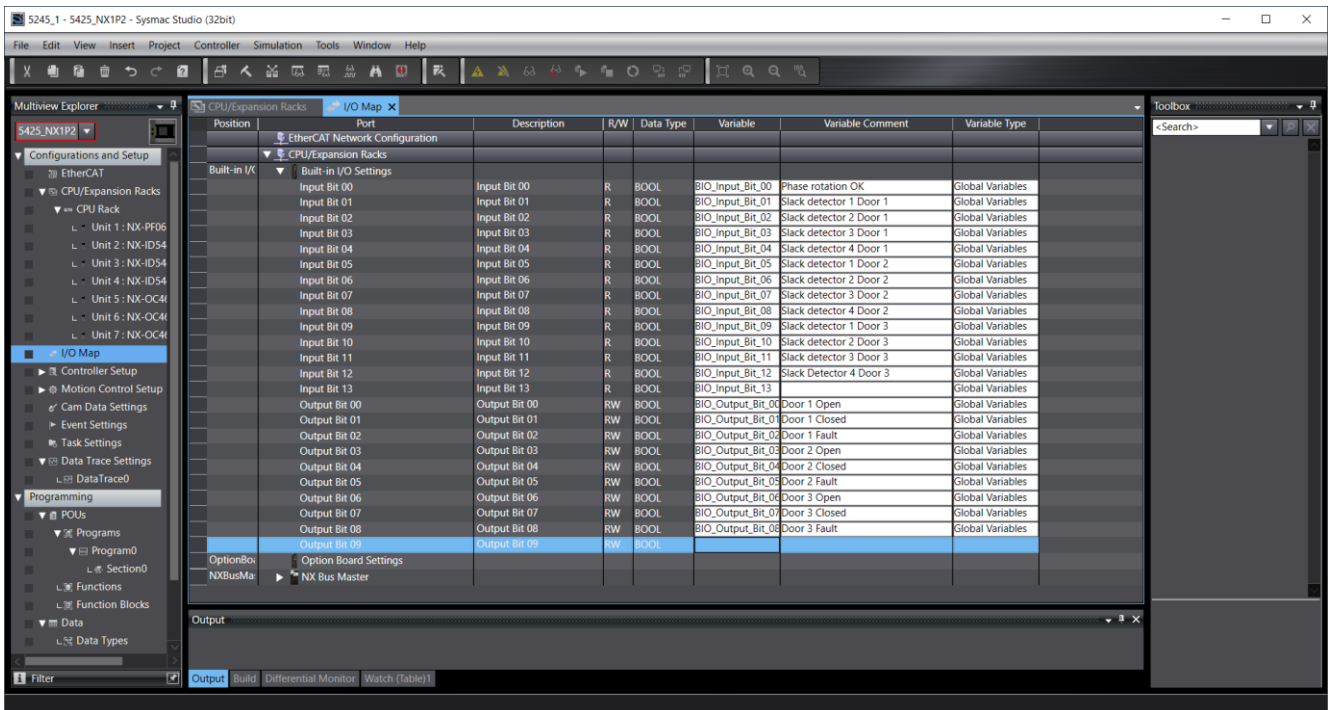
Sysmac-studiolla ohjelmointi aloitetaan logiikka yksiköiden määrittelystä. Yksiköiden määrä riippuu ovilehtien määrästä ja asiakkaan haluamista lisäominaisuuksista. Tämän projektin ovi on kolmielehtinen eikä asiakkaalta ole tullut vaatimuksia lisätoimintojen suhteen, kuten vaikkapa liikennevalojen, varoitusvalojen ja kulkulätkä toimintojen suhteen. Tähän siis riittää yksi keskusyksikkö (NX1P2-9024DT1), virransyöttökortti (NX-PF0630), kolme tuloyksikköä (NX-ID5442) ja kolme lähtöyksikköä (NX-OC4633).



KUVA 11. Kuvakaappaus Sysmac studiosta.

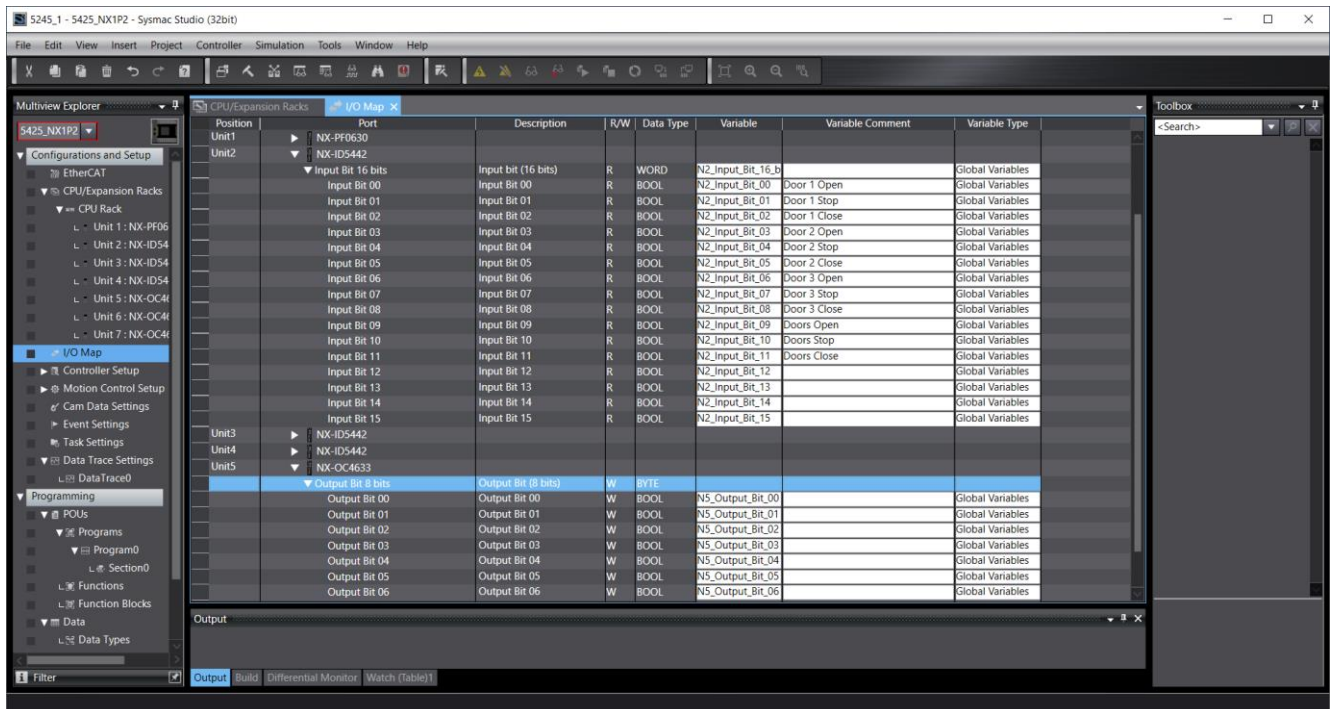
## 6.2 Tulojen ja lähtöjen määrittely

Kun yksiköt on määritetty käytettävissä olevat tulot ja lähdöt siirtyvät I/O Map-välilehdelle. Tällä välilehdellä määritellään tulot ja lähdöt piirikaavion sen mukaan mistä ne saavat signaalin tai mitä laitetta ne ohjaavat. Keskusyksikössä on siis käytössä 14 tuloportti ja 10 lähtöporttia. Tulokorteissa on paikka 16 tulolle ja lähtökorteissa 8 lähdölle. Alla olevassa kuvassa näemme keskusyksikköön määritellyt tulot ja lähdöt. Niiden numerointi aloitetaan nolasta ja muuttujan (variable) nimi keskusyksikössä on BIO\_Input/Output\_XX (KUVA 13). Tulo- ja lähtökorteissa muuttuja nimetään NX\_Input/Output\_XX (KUVA 14). Tulojen ja lähtöjen paikat määräytyvät piirikaavion mukaan.



Position	Port	Description	I/W	Data Type	Variable	Variable Comment	Variable Type
EtherCAT Network Configuration							
CPU/Expansion Racks							
Built-in I/O							
Built-in I/O Settings							
	Input Bit 00	Input Bit 00	R	BOOL	BIO_Input_Bit_00	Phase rotation OK	Global Variables
	Input Bit 01	Input Bit 01	R	BOOL	BIO_Input_Bit_01	Slack detector 1 Door 1	Global Variables
	Input Bit 02	Input Bit 02	R	BOOL	BIO_Input_Bit_02	Slack detector 2 Door 1	Global Variables
	Input Bit 03	Input Bit 03	R	BOOL	BIO_Input_Bit_03	Slack detector 3 Door 1	Global Variables
	Input Bit 04	Input Bit 04	R	BOOL	BIO_Input_Bit_04	Slack detector 4 Door 1	Global Variables
	Input Bit 05	Input Bit 05	R	BOOL	BIO_Input_Bit_05	Slack detector 1 Door 2	Global Variables
	Input Bit 06	Input Bit 06	R	BOOL	BIO_Input_Bit_06	Slack detector 2 Door 2	Global Variables
	Input Bit 07	Input Bit 07	R	BOOL	BIO_Input_Bit_07	Slack detector 3 Door 2	Global Variables
	Input Bit 08	Input Bit 08	R	BOOL	BIO_Input_Bit_08	Slack detector 4 Door 2	Global Variables
	Input Bit 09	Input Bit 09	R	BOOL	BIO_Input_Bit_09	Slack detector 1 Door 3	Global Variables
	Input Bit 10	Input Bit 10	R	BOOL	BIO_Input_Bit_10	Slack detector 2 Door 3	Global Variables
	Input Bit 11	Input Bit 11	R	BOOL	BIO_Input_Bit_11	Slack detector 3 Door 3	Global Variables
	Input Bit 12	Input Bit 12	R	BOOL	BIO_Input_Bit_12	Slack Detector 4 Door 3	Global Variables
	Input Bit 13	Input Bit 13	R	BOOL	BIO_Input_Bit_13		Global Variables
	Output Bit 00	Output Bit 00	RW	BOOL	BIO_Output_Bit_00	Door 1 Open	Global Variables
	Output Bit 01	Output Bit 01	RW	BOOL	BIO_Output_Bit_01	Door 1 Closed	Global Variables
	Output Bit 02	Output Bit 02	RW	BOOL	BIO_Output_Bit_02	Door 1 Fault	Global Variables
	Output Bit 03	Output Bit 03	RW	BOOL	BIO_Output_Bit_03	Door 2 Open	Global Variables
	Output Bit 04	Output Bit 04	RW	BOOL	BIO_Output_Bit_04	Door 2 Closed	Global Variables
	Output Bit 05	Output Bit 05	RW	BOOL	BIO_Output_Bit_05	Door 2 Fault	Global Variables
	Output Bit 06	Output Bit 06	RW	BOOL	BIO_Output_Bit_06	Door 3 Open	Global Variables
	Output Bit 07	Output Bit 07	RW	BOOL	BIO_Output_Bit_07	Door 3 Closed	Global Variables
	Output Bit 08	Output Bit 08	RW	BOOL	BIO_Output_Bit_08	Door 3 Fault	Global Variables
	Output Bit 09	Output Bit 09	RW	BOOL			
Option Board Settings							
NX Bus Master							

KUVA 12. Kuvakaappaus Sysmac Studiosta.



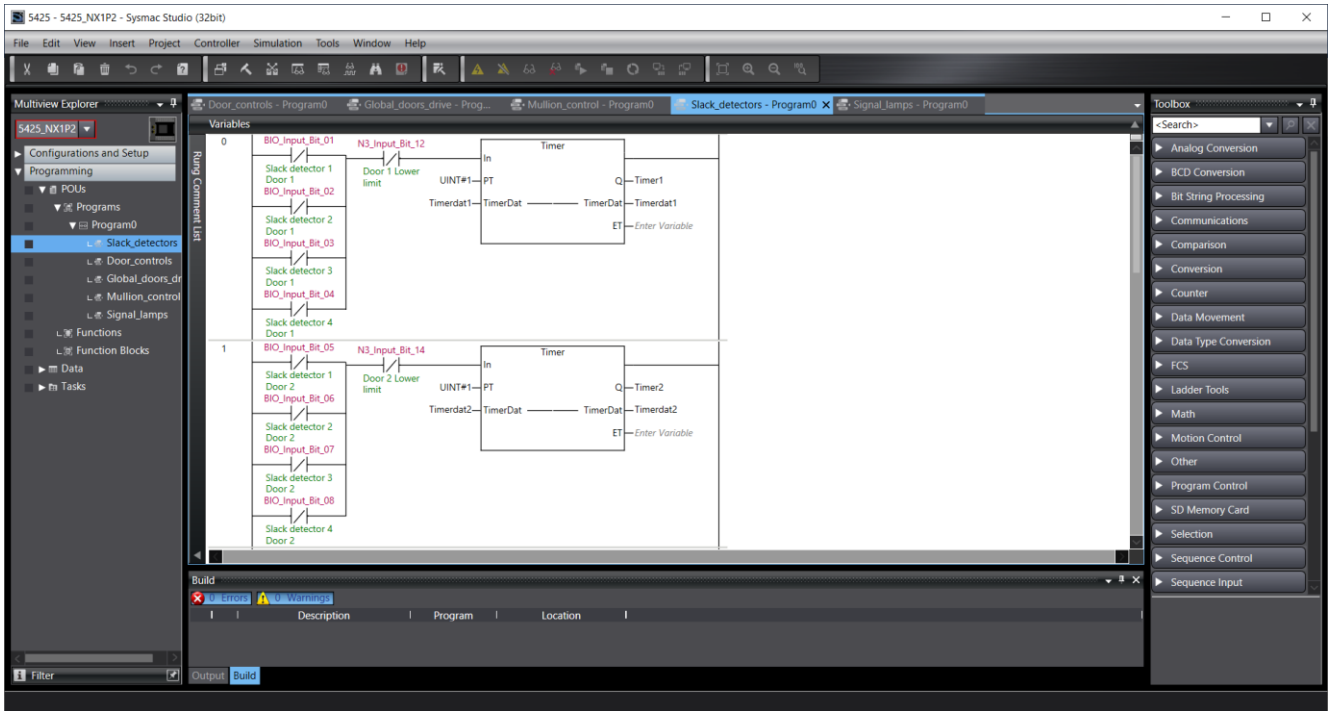
KUVA 13. Kuvakaappaus Sysmac Studiosta.

### 6.3 Ladder Digramin ohjelmointi

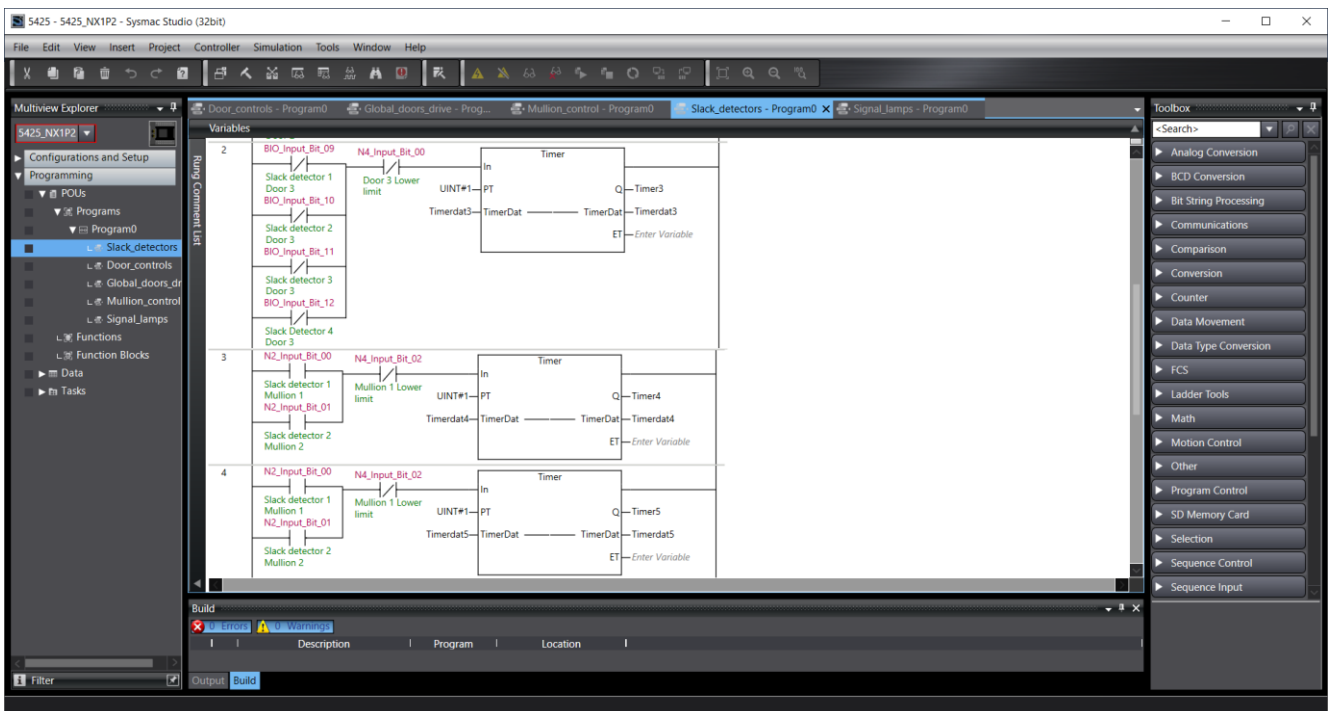
Itse ohjelmointiin päästään Programming-välilehdellä. Valitaan POU -> ja Program -välilehdeltä klikataan hiiren oikeaa painiketta. Sieltä valitaan Add ja valitaan ohjelmointikieli. Vaihtoehtoina ovat Ladder (Tikapuukaavio) tai ST (Strukturoitu teksti). Koska minulle Ladder-kieli on tutumpi, valitsen sen ohjelmointikieleksi. Program-välilehdeltä valitaan Add Section. Tästä aloitetaan tikapuukaavion ohjelmointi. Jokainen oven toiminto ohjelmoidaan omaan osioon. Esimerkiksi turvatoiminnot eli höltymäkytkimien anturit ohjelmoidaan omaan osioon ja oven ohjaukset omaan.

### 6.4 Anturien ohjelmointi

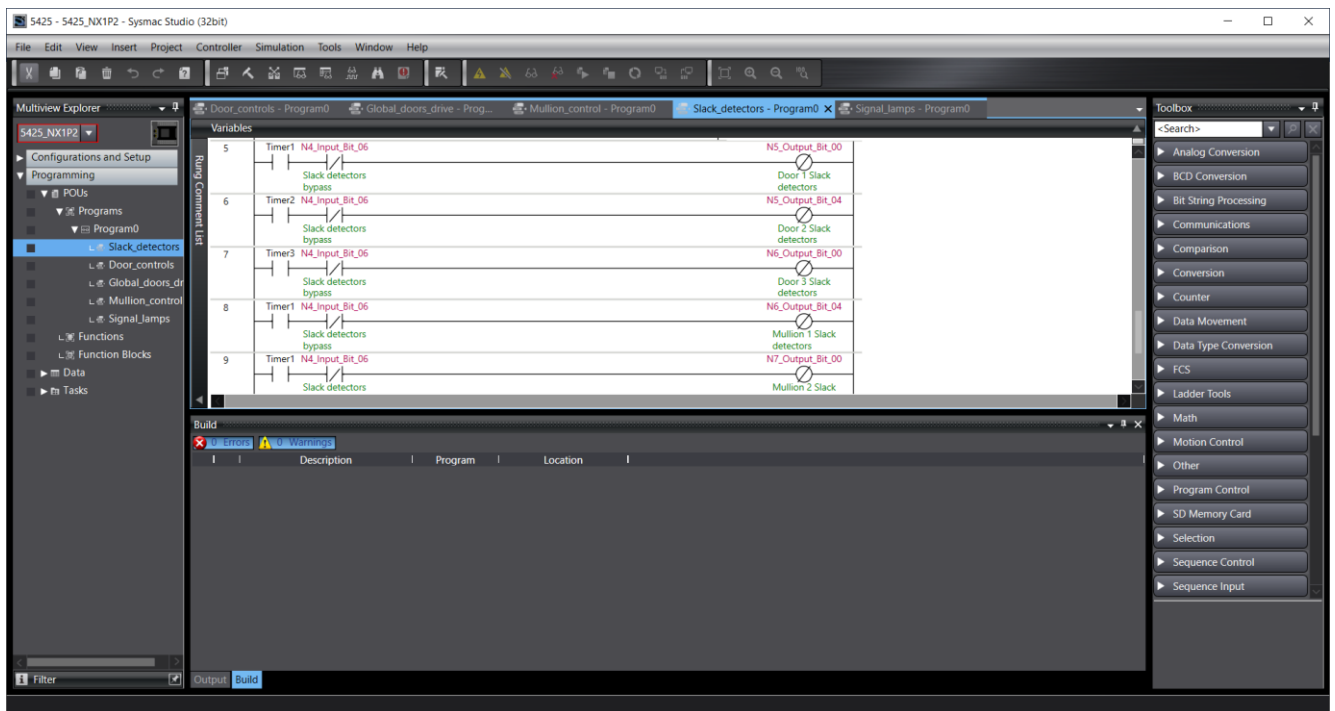
Ensimmäiseen osioon ohjelmoidaan höltymien anturit. Jokainen anturin tulo ohjelmoidaan NOT-Inputiksi ja eli normaali tilassa kosketin on kiinni-asennossa. Kun jokin antureista tunnistaa höltymän kahvan ajastin saa signaalin. Ajastimille ohjelmoidut koskettimet ohjaavat NOT-outputteja. Näille lähdoille on ohjelmoitu koskettimia oven ja jalan ajo -lehtiin, jotka estävät näin ovien ajon, kun anturit antavat signaalin. Jalan höltymät kuitenkin toimivat päinvastoin eli ne ohjelmoidaan normaalisti auki oleviksi koskettimiksi.



KUVA 14. Kuvakaappaus Sysmac studiosta.



KUVA 15. Kuvakaappaus Sysmac studiosta.

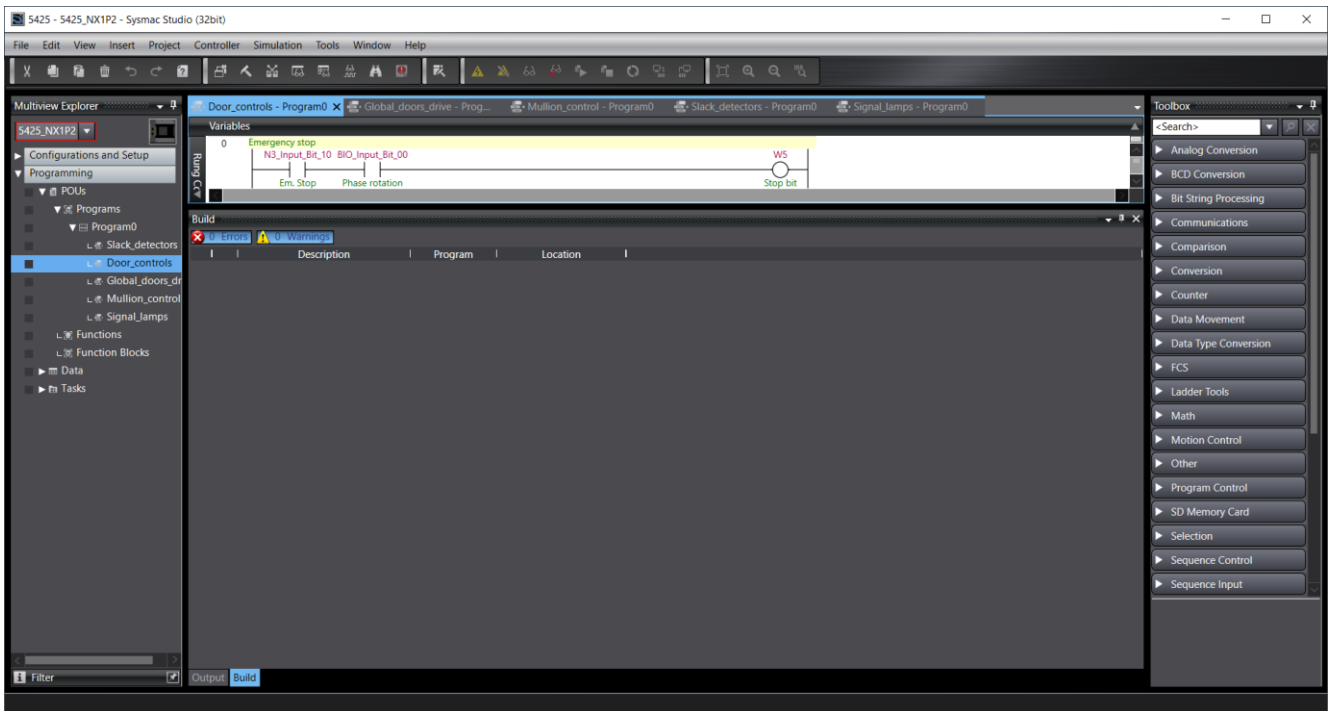


KUVA 16. Kuvakaappaus Sysmac studiosta.

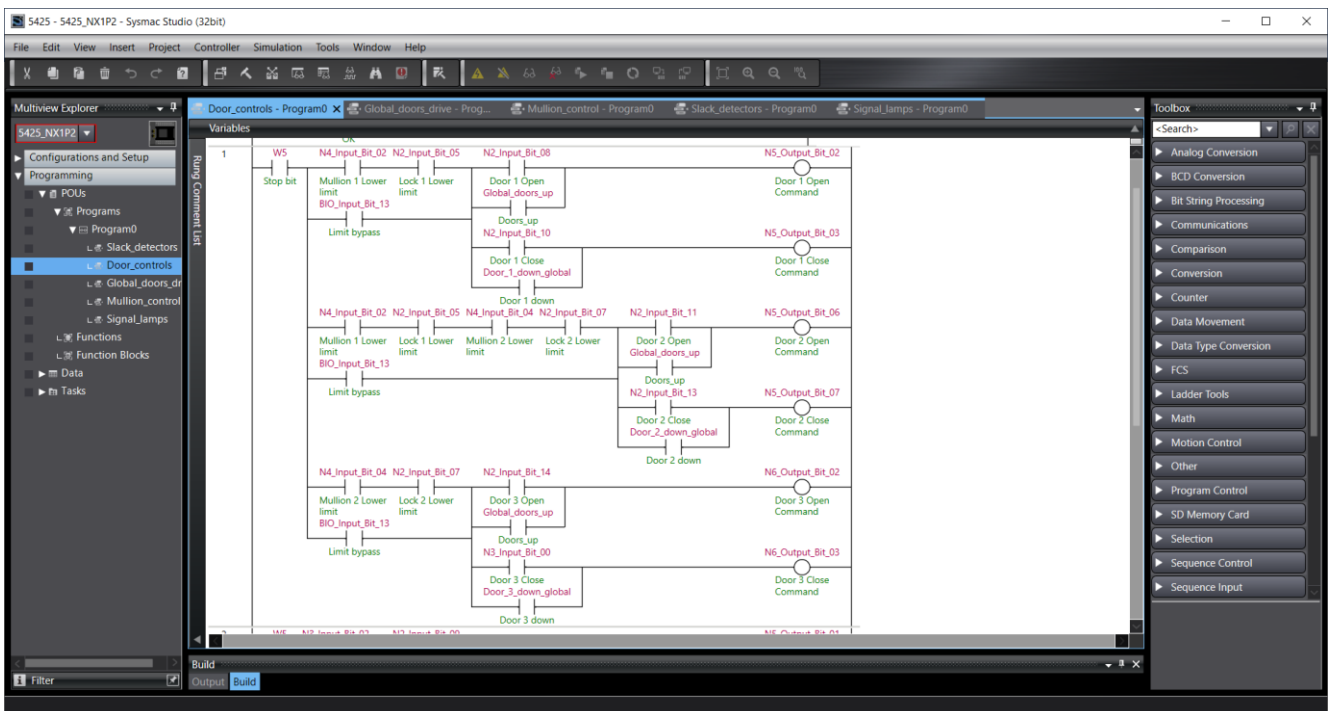
## 6.5 Ovien ajo yksitellen

Seuraaviin osioihin ohjelmoidaan oven ja jalkojen ohjaukset sekä merkkivalojen ohjaukset, jotka ilmoittavat oven tilatiedon. Oven ohjaukset ovat hieman monimutkaisempia ja vaatii useammilta koskettimilta tiettyä ehtoa samaan aikaan. Aivan ensimmäiseksi ohjelmoidaan W5 stop -apubitti, joka pitää olla kiinni, jotta mitään voidaan ajaa. W5 on virtuaalinen globaali muuttuja eli sitä ei ole fyysisesti kytketty mihinkään. W5-apubittia ohjaa hätäseis nappi ja vaihevahti, joka vahtii vaiheiden oikeaa järjestystä.

W5-apubitin lisäksi täytyy monen lähdön ja tulon täyttää oikeat ehdot. Kun ovea halutaan ajaa, pitää lukon olla alarajalla ja jalat alarajalla. Näiden lisäksi tarvitaan signaali napilta tulopiiriin, joka ohjaa ovea. Ovet pysähtyvät automaattisesti ala- ja ylärajalla. Kun ovia ohjataan yksi kerrallaan pitää nappia painaa pohjassa, jotta ovi liikkuu myös aukaistaessa. Kuolleen miehen kytkin on aina käytössä kiinni ajettaessa turvallisuussyistä.



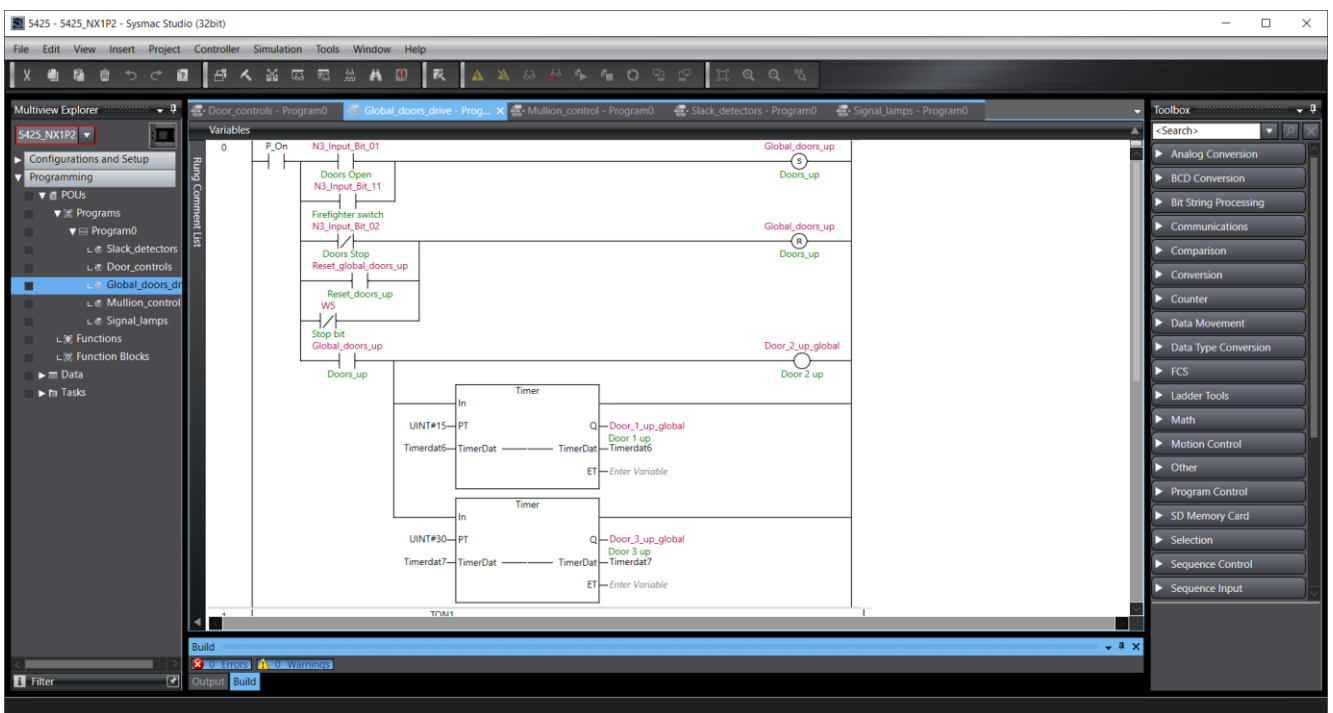
KUVA 17. Kuvakaappaus Sysmac studiosta.



KUVA 18. Kuvakaappaus Sysmac studiosta.

## 6.6 Ovien aukaiseminen

Seuraavalle sivulle on ohjelmoitu kaikkien ovien ohjaus yhtä aikaa. Tähän on luotu SET/RESET-piiri ovien aukaisuun. Kun kaikki samat ehdot kuin normaalissa aukaisussa täyttyvät, voidaan ovet nostaa yhtä nappia painamalla. Apubitti Global\_doors\_up asettuu päälle ja se ohjaa apubittejä, jotka on joka ovelle määritelty. Sivulehdet ovat sijoitettu ajastimen taakse, sillä jos ovet lähtisivät yhtä aikaa liikkeelle, ei ohjauskeskuksen pääkytkin kestäisi sitä moottorien suuren starttivirran vuoksi. Keskimmäinen ovi nousee ensin, 15 millisekunnin viiveellä nousee toinen sivu ovi ja 30 millisekunnin päästä nousee kolmas ovi.

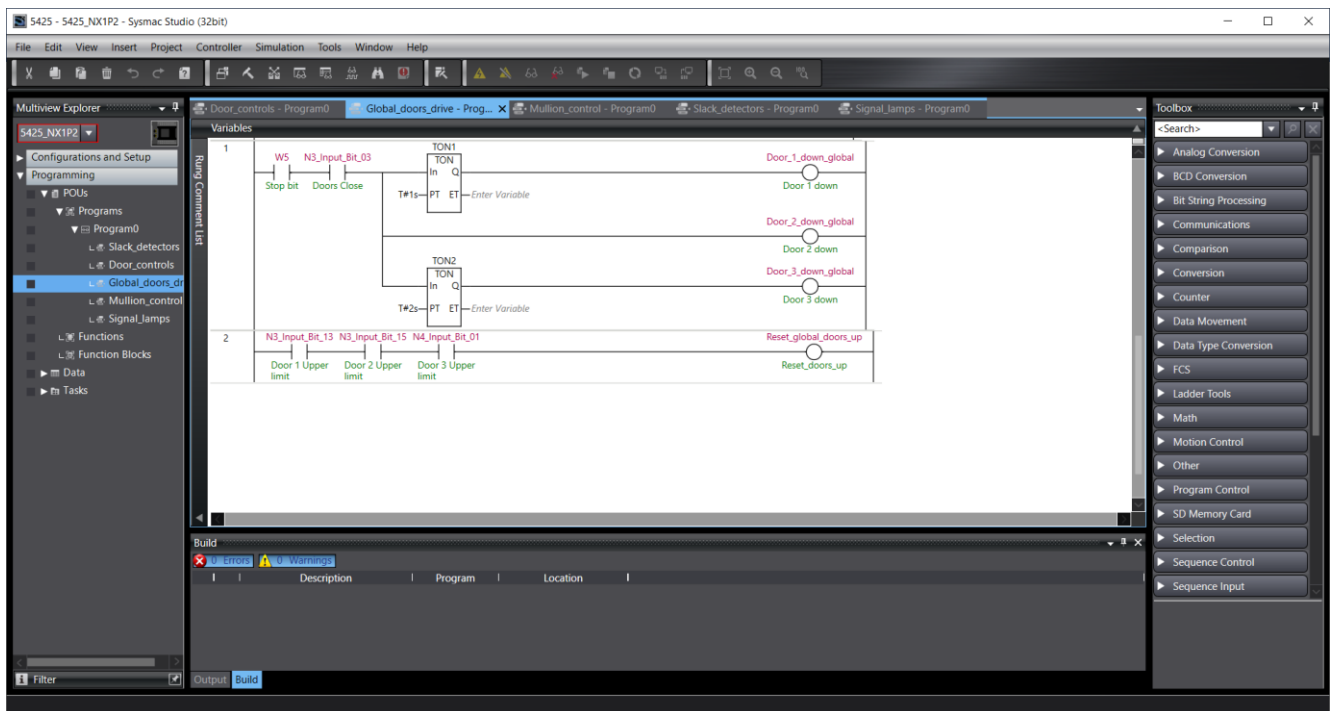


KUVA 19. Kuvakaappaus Sysmac studiosta.

## 6.7 Ovien sulkeminen

Myös sulkemiseen on sama toiminto, mutta nappia pitää painaa pohjassa. Tämän takia sulkemiseen ei tarvita SET/RESET-piiriä. Tarvitaan samalla tavalla apubitit, jotka päästävät signaalin lähdölle. Koska suljettaessa ei ole impulssitoimintoa käytetään hieman erilaista ajastinta. TON-ajastin lopettaa laskemisen, kun painonappi vapautetaan.



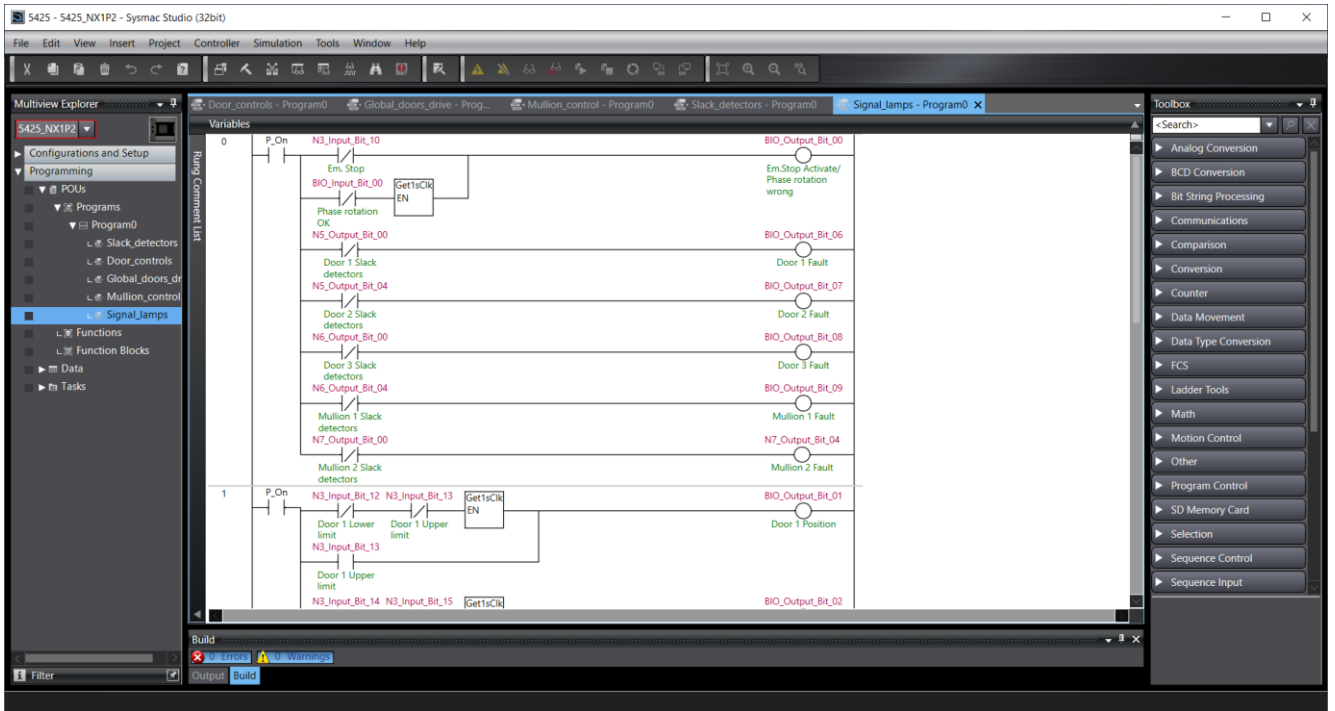


KUVA 20. Kuvakaappaus Sysmac studiosta.

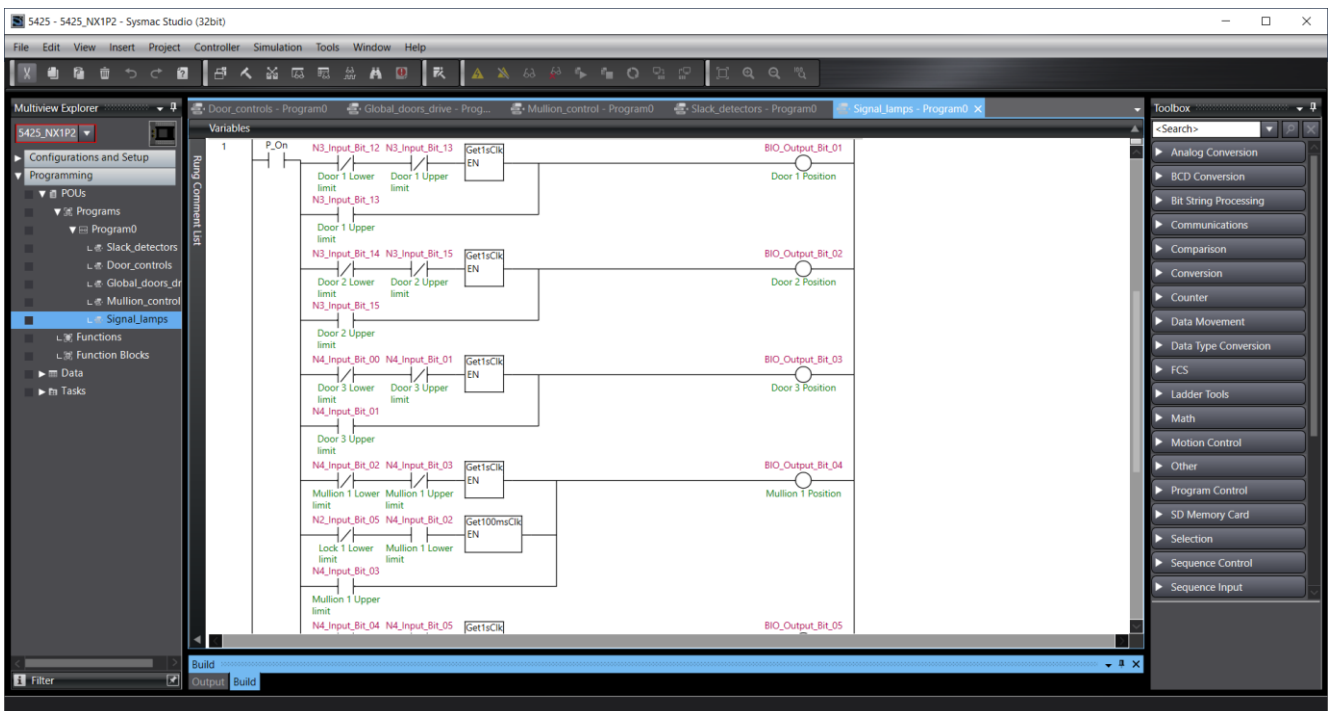
## 6.8 Merkkilamppujen ohjelmointi

Viimeiseen osioon ohjelmoidaan merkkilamppujen toiminnot. Merkkilamput voidaan ohjelmoida monilla eri tavoin. Yleiset käytännöt näiden toiminnassa kuitenkin on seuraavanlainen. Kaikki vikatilanteet syyttävät punaisen valon. Oven merkkilampuilla on kaksi eri toimintoa ja jalkojen merkkilampuilla kolme toimintoa. Oven tai jalan ollessa liikkeessä tai noston vaiheessa vihreä valo vilkkuu yhden sekunnin nopeudella. Kun ne saavuttavat ylärajan vihreä valo palaa koko ajan. Jalkojen ollessa maassa ja lukkojen ollessa ylärajalla vihreä valo vilkkuu 100 millisekunnin nopeudella.

Tässä kyseisessä projektissa kuitenkin jouduimme luopumaan ovien ja jalkojen alarajatiedosta, sillä DC970-mallin ohjausyksikössä ei ole saatavilla kuin yksi ohjelmoitava kärki. Valot kuitenkin saadaan toimimaan moottorin liikkeen mukaan ohjelmoimalla moottoreiden lähdöille Input-tulot merkkivalojen ohjauksiin.



KUVA 21. Kuvakaappaus Sysmac studiosta.



KUVA 22. Kuvakaappaus Sysmac studiosta.

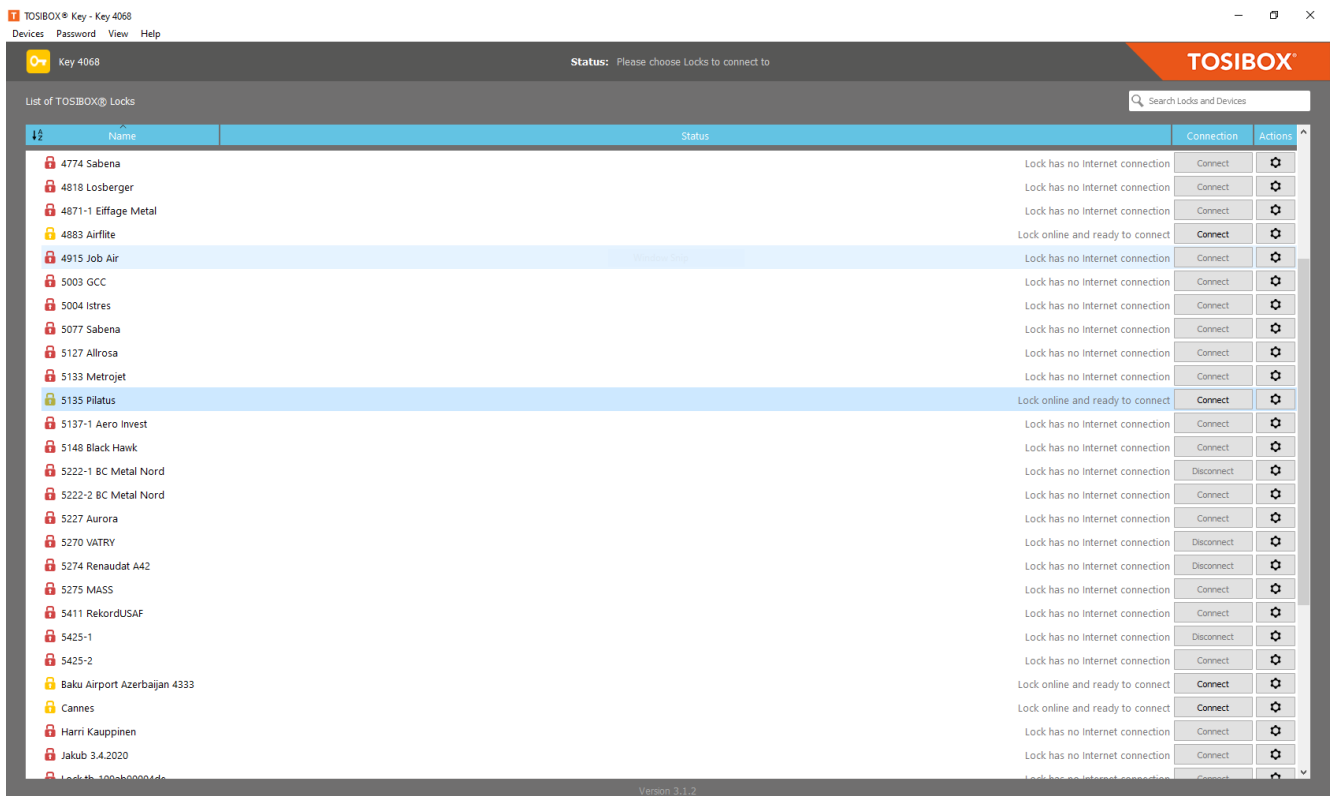
## 7 ETÄYHTEYDEN KÄYTTÖÖNOTTO

Kun logiikka on saatu suunniteltua, voidaan aloittaa Tosiboxin käyttöönotto ja laitteiden testaaminen.

### 7.1 Tosibox

Tosibox on logiikoissamme käyttämä etähallintajärjestelmä. Se on pieni ja helppo ottaa käyttöön. Se yhdistetään logiikkaan LAN-kaapelilla. Se tarvitsee vain verkkoyhteyden ja avaimen yhteydenottoon.

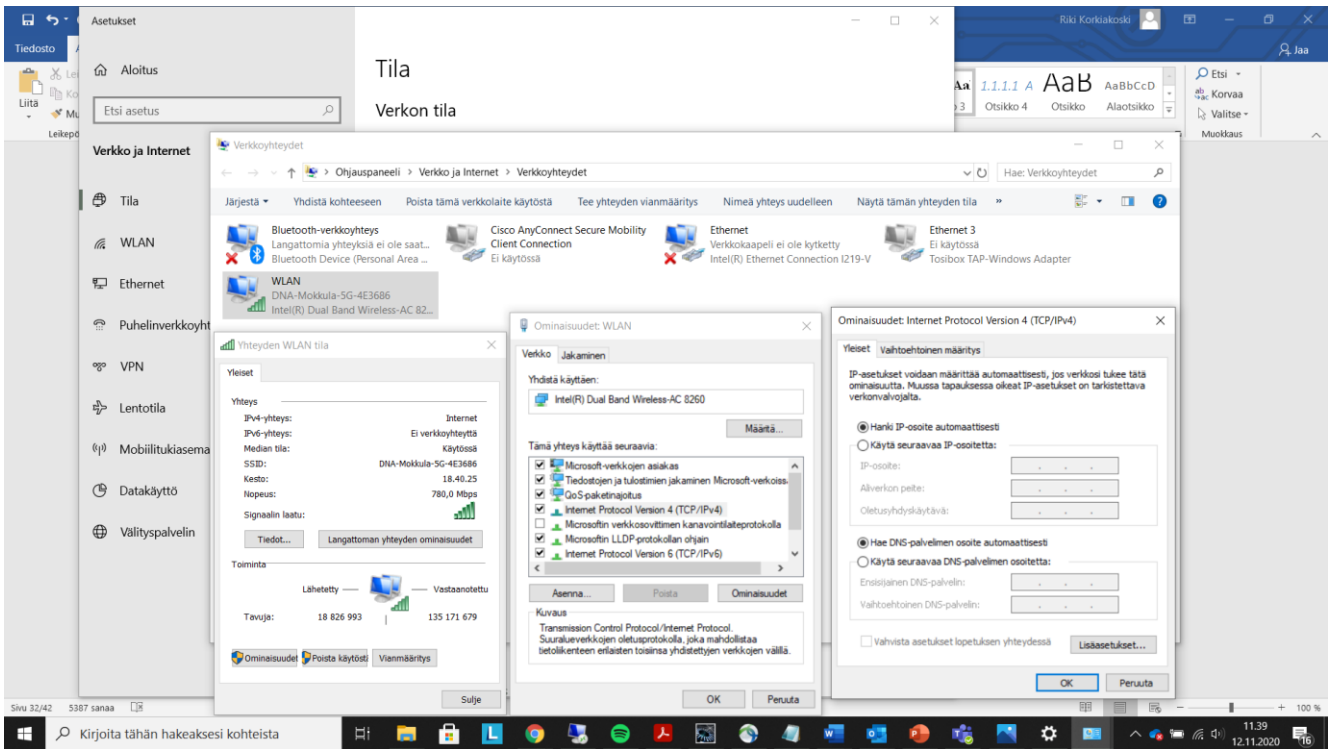
Jokaiseen logiikkaohjelmitavaan oveen asennetaan Tosibox lukko. Niitä on myös asennettu kohteisiin jälkeenpäin. Tällä hetkellä asennuksissa käyttämämme malli on Lukko 100. Lukon lisäksi tarvitsemme avaimen näihin ”lukkoihin”. Avaimet ovat kuten tavallinen muistitikku ja ne yhdistetään tietokoneen USB-porttiin. Tosibox ohjelma avautuu ja näkyville tulevat lukot, jotka on yhdistetty tähän avaimeen. Keltaisella näkyvät lukot ovat verkkoyhteydessä, ja niihin voidaan ottaa etäyhteys. Punaisella olevat tarvitsevat verkkoyhteyden.



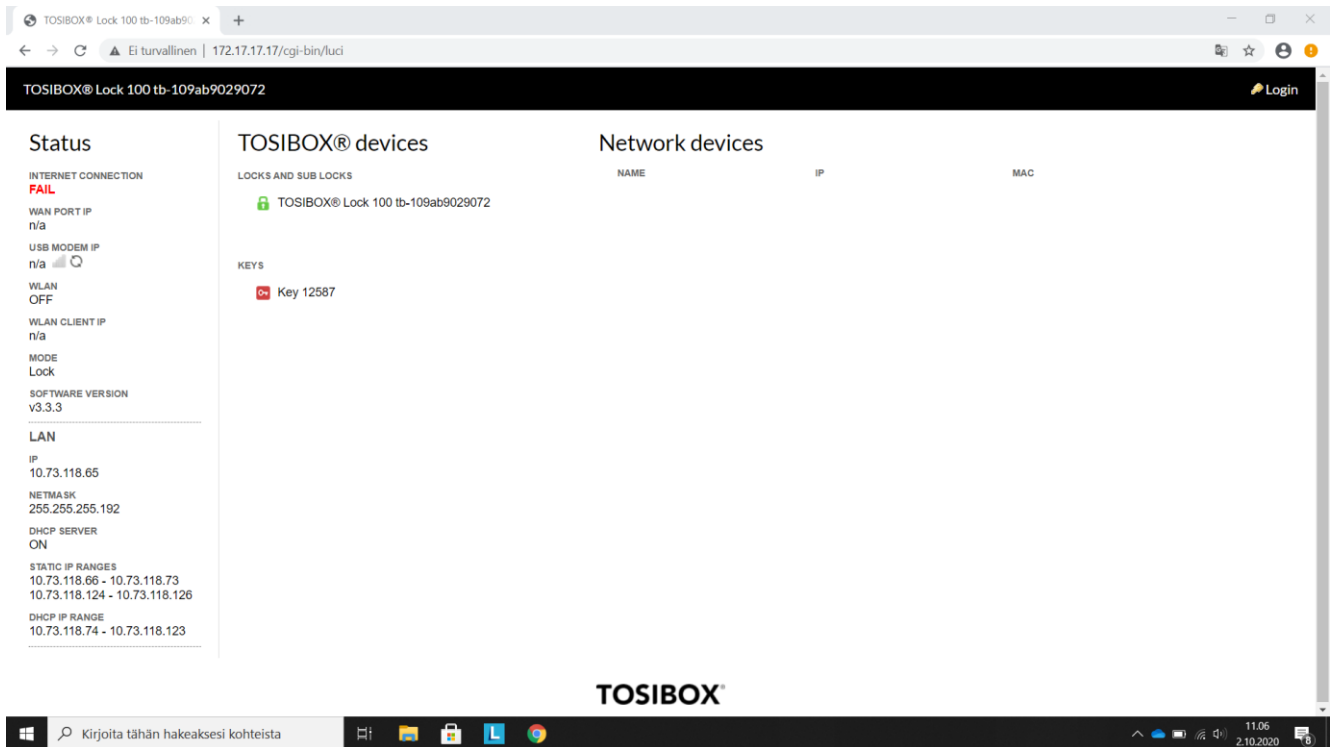
KUVA 23. Kuvakaappaus Tosibox ohjelmasta.

## 7.2 Käyttöönotto

Tosiboxin käyttöönotto on helppoa. Lukko tarvitsee 8-30 voltin tasajännitteen toimiakseen. Lukkoon saadaan virta mukana tulevalla johdolla ja pistokkeella. Näin voidaan helposti ottaa toimistolla lukko käyttöön. Kun lukko on päällä, laitamme haluamamme avaimen kiinni siinä olevaan USB-porttiin. Näin saamme paritettua avaimen lukkoon. Avaimia voidaan yhteen lukkoon parittaa useampia. Yhdistämme tietokoneen lukon mukana tulevalla LAN-johdolla. Se asennetaan lukon hallinta porttiin 17.17.17.168. Asetamme tietokoneesta TCP/IPv4-asetukset kuvan (KUVA 24.) mukaisesti ja sen jälkeen selaimen laitamme lukon IP-osoitteen selaimen. Kirjaututaan sisään lukon pohjassa olevilla tunnuksilla.



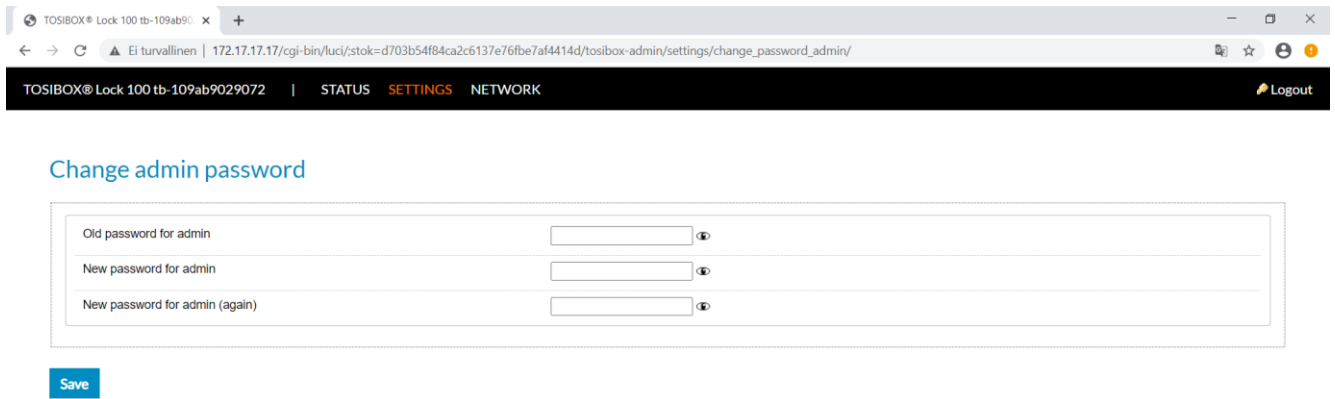
KUVA 24. Kuvakaappaus tietokoneen verkkoasetuksista.



KUVA 25. Kuvakaappaus selaimesta.

### 7.3 Lukon asetukset

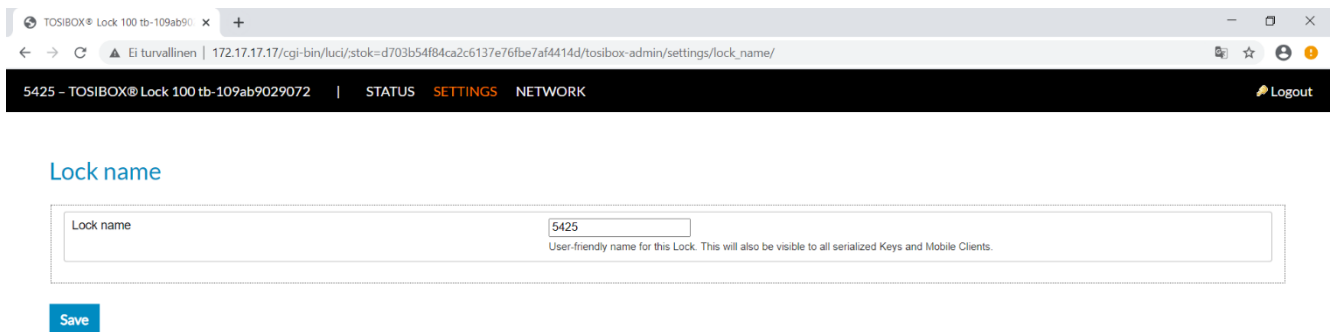
Nyt päästään muuttamaan lukon asetuksia. Ensimmäisenä muutan lukon käyttäjänimen ja salasanan helpompaan muotoon. Samoin nimi asetetaan projektin mukaan. Network-välilehdeltä siirrymme LAN-asetuksiin. Tässä osiossa asetamme lukossa olevien kolmen LAN-portin asetukset. Muutamme vain IPv4-osoitteen ja IPv4-netmaskin. Tallennetaan muutokset. Nyt siirrymme samalta välilehdeltä WLAN-asetuksiin. Täällä määritetään langattoman verkkoyhteyden asetukset. Otetaan langaton yhteys käyttöön ja määritetään toiminta kanavat. Kanava pitää olla yhteen sopiva matkapuhelimen jaettavan verkkoyhteyden kanssa. Asetamme nettiyhteyden nimen, mihin haluamme lukon yhdistävän. Yhteyden nimenä olemme käyttäneet ”Asentaja”. Siirrymme toiselle välilehdelle, jossa määritämme suojauksen, joka tulee olla jaetussa nettiyhteydessä. Suojaus tulee olla WPA2/PSK. Lisäksi määritetään salasana, jota yhteydessä käytetään. Tallennetaan asetukset ja lukko on valmis etäyhteyteen.



TOSIBOX®



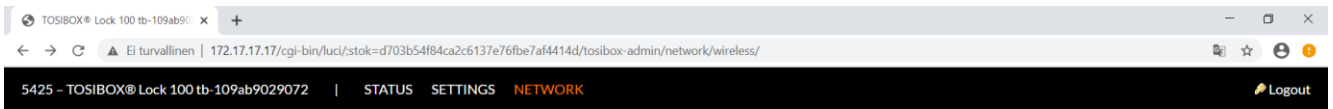
KUVA 26. Kuvakaappaus selaimesta.



TOSIBOX®



KUVA 27. Kuvakaappaus selaimesta.



## Wireless Overview

**Wireless Network Configuration**

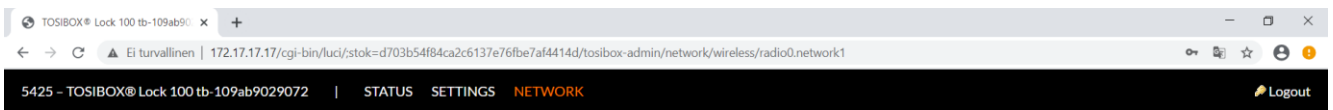
SSID: Tosibox tb-109ab9029072 | Mode: Access Point  
0% Wireless is disabled or not associated

[Edit](#)

TOSIBOX®



KUVA 28. Kuvakaappaus selaimesta.



## Wireless Network: Client "Tosibox tb-109ab9029072"

**Device Configuration**

General Setup | Advanced Settings

Wireless network is enabled [Disable](#)

Channel: 11 (2.462 GHz)

Transmit power: 20 dBm (100 mW)

**Interface Configuration**

General Setup | Wireless Security

Network name (ESSID): Asentaja

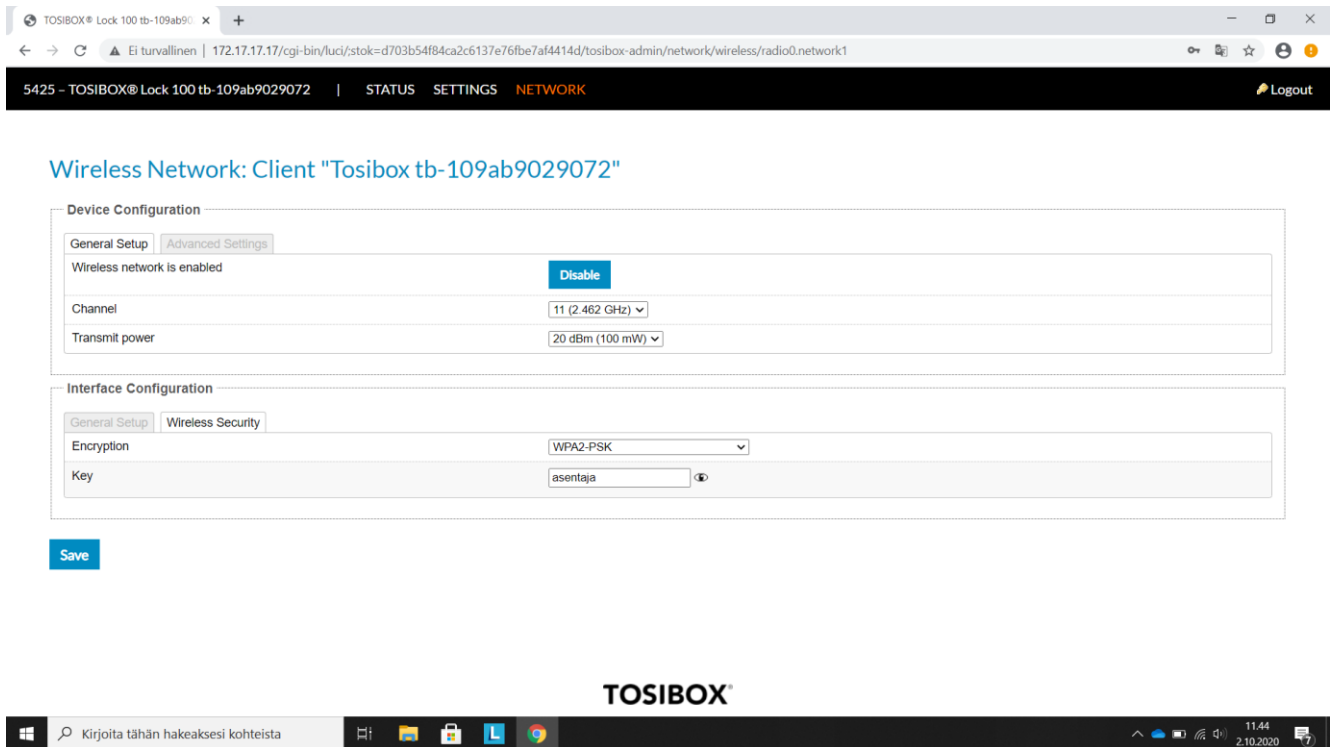
Mode: Client

[Save](#)

TOSIBOX®



KUVA 29. Kuvakaappaus selaimesta.

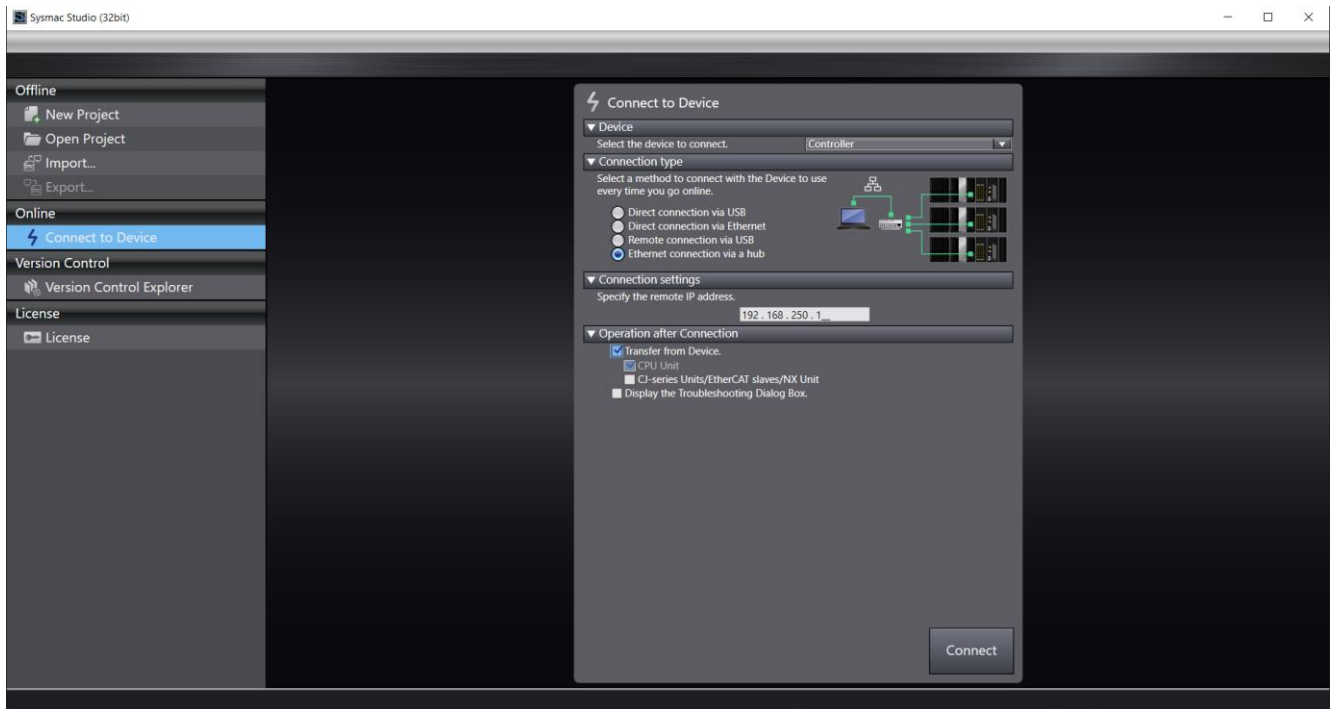


KUVA 30. Kuvakaappaus selaimesta.

## 7.4 Etähallinta logiikkaan

Nyt otamme matkapuhelimen ja asetamme jaettavan internetyhteyden asetukset kuten lukkoon asetettiin. Kun nyt laitetaan avain kiinni tietokoneeseen pitäisi, uusi lukko tulla näkyviin ja päästään muokkaamaan lukon asetuksia etänä. Nyt kun yhdistämme tämän Omronin logiikkaan LAN-johdolla päästään hallitsemaan logiikka ohjelmaa avaamalla Sysmac studio. Painetaan ”Connect to device” ja asetetaan laite, johon halutaan yhdistää, millä tavoin, IP-osoite ja toiminnot yhdistämisen jälkeen. Tässä tapauksessa valitaan laitteeksi Controller, tavaksi Ethernet via hub, ja IP-osoitteeksi 192.168.250.1. Lisäksi aina otettaessa etäyhteys ladataan ohjelma logiikasta. Jos kaikki on kunnossa, meidän pitäisi nyt olla yhteydessä logiikkaan ja kyetä muokkaamaan ja valvomaan ohjelmaa reaaliajassa.





KUVA 31. Kuvakaappaus Sysmac studiosta.

## 8 POHDINTA

Tämä suunnittelu oli miellyttävää tehdä. Myöskin kirjoittaminen oli mukavaa, sillä logiikkaohjelmointi todella kiinnostaa itseäni. Etenkin etähallintaan liittyvien uusien innovaatioiden kehittäminen ja pohdiskelu on ollut opettavaista ja kehittäväää. Vaikka mitään näistä pohdinnoista valvontakameroista ja vika-järjestelmästä ei tähän kyseiseen projektiin saatu toteutettua, aion jatkaa niiden kehittämistä jatkoa varten. Omasta mielestä tästä työstä saa kuitenkin kaikki hyvän kuvan siitä, minkälaista on Champion Doorin ovien sähkösuunnittelu ja logiikkaohjelmointi. Voisin uskoa, että moni sähkötekniikan opiskelija, joka nyt lukee tämän, pystyisi suunnittelemaan oven sähköistyksen sekä logiikoiden ohjelmoinnin. Tämä voisi hyvinkin toimia seuraavan sähkösuunnittelijan perehdytysmateriaaliina.

Omat vaikeutensa tähän työhön toi maailmanlaajuinen pandemia. Tämän vuoksi en ole päässyt asentamaan kyseisiä ovia ja nähnyt tällaisia isojen projektien kasaamista paikan päällä. Asennuskeikat ovat kuuluneet aiemmin olennaisena osana perehdytykseen uusilla sähkösuunnittelijoilla.

Myös tämän työn kohdemaahan hankaloitti työtä hieman. Olisin halunnut myös, että ohjauskeskus rakennettaisiin Champion Doorin sähkötuotantopajassa. Ohjauskeskuksen kuitenkin piti olla UL-hyväksytty, joten se täytyi tilata meidän moottoreiden toimittajalta. Myöskin tämä on tulevaisuuden kehityskohde, että pystymme itse rakentamaan kaapit kaikille markkina-alueille. Eteenkin UL-hyväksyntä olisi tärkeä seuraava askel, sillä Pohjois-Amerikassa ohjauskeskuksissa täytyy olla UL-hyväksyntä ja sinne on lähi-aikoina mennyt useita ovia ja varmasti jatkossakin tulee menemään. Tekemällä itse ohjauskeskukset voitaisiin kustannuksia saada merkittävästi alhaisemmaksi.

Tämä onkin mielenkiintoinen kehityksen kohde jatkossa Champion Doorin tuotteessa. UL-hyväksyntä ja Pohjois-Amerikan markkinoille tuotteen kehittäminen tulee olemaan yksi asia, johon aion paneutua, kun pääsen täysipäiväisesti työskentelemään yrityksessä.

Opinnäytetyön tekeminen, viimeisten kurssien opiskelun ja työn yhdistäminen on ollut haastava urakka. Haluankin kiittää Champion Dooria joustavuudesta ja opintojen tukemisesta tämän syksyn aikana, ja tästä mahdollisuudesta näyttää kyvykkyyteni tämän opinnäytetyön avulla. Haluan myös kiittää Hannu Puomiota, joka sai minut kiinnostumaan ohjelmoinnista ja eteenkin logiikkaohjelmoinnista, ja tietenkin Kai Aholaa, joka on perehdyttänyt minut työhön hyvin ja antanut helpotusta työkuormaan näiden opiskeluiden aikana.

## LÄHTEET

Toimi Keinänen, Matti Sumujärvi, Pentti Kärkkäinen, Markku Lähetkangas, Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat, 1.- 2. painos, 2010, Helsinki: WSOYpro Oy

Toimi Keinänen, Matti Sumujärvi, Automaatiotekniikka, 1. painos, 2019, Helsinki: Sanoma Pro.

Inkinen Yrjö. 2020. Henkilökohtainen tiedonanto, Viitattu 25.11.2020.

*Lait ja standardit Pohjois-Amerikassa.* Pilz GmbH & Co. KG. Saatavissa: <https://www.pilz.com/fi-FI/support/knowhow/law-standards-norms/international-standards/north-america>. Viitattu 24.11.2020.

*Referenssit.* Champion Door Oy Saatavissa: <https://www.championdoor.com/fi/referenssit>. Viitattu 6.10.2020.

*Sertifikaatit.* Reimax Electronics Oy. Saatavissa: <http://reimax.net/fi/konserni/sertifikaatit/>. Viitattu 24.11.2020.

*Yrityshaku.* Fonecta Oy. Saatavissa: <https://www.finder.fi/Ovet+ja+ovien+valmistus/Champion+Door+Oy/Nivala/yhteystiedot/159783>. Viitattu 6.10.2020.