



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU
SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Eetu Kuronen

Hakekuljetinjärjestelmän ohjauksen modernisointisuunnitelma

Opinnäytetyö

Kevät 2025

Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka



SEINÄJOEN AMMATTIKORKEAKOULU

Opinnäytetyön tiivistelmä

Tutkinto-ohjelma: Insinööri (AMK), Automaatiotekniikka

Suuntautumisvaihtoehto: Sähköautomaatio

Tekijä: Eetu Kuronen

Työn nimi alaotsikoinen: Hakekuljetinjärjestelmän ohjauksen modernisointisuunnitelma

Ohjaaja: Matti Perälä

Vuosi: 2025

Sivumäärä: 26

Liitteiden lukumäärä: 2

Opinnäytetyö tehtiin Atria-Lihavalmiste Oy:lle. Työn tavoitteena oli tehdä modernisointisuunnitelma vanhaan hakekuljetinjärjestelmään. Modernisoinnin tarkoituksena oli päivittää ikääntyneet komponentit uusiin, ja pidentää näin järjestelmän käyttöikä. Päivitettäviin komponentteihin kuului myös vanhentunut logiikkaohjain, minkä takia siihen oli myös tehtävä logiikkaohjelma.

Opinnäytetyössä käydään läpi logiikkaohjelmoinnin peruseriaatteita sekä muutaman eri ohjelmointikielen perusteet. Työssä on myös käyty läpi modernisoinnissa huomioon otettavia turvallisuuskysymyksiä.

Työn lopputuloksena saatiin valmis modernisointisuunnitelma hakekuljetinjärjestelmälle. Modernisointisuunnitelman toteutus ja käyttöönotto tullaan tekemään myöhemmässä vaiheessa.

¹ Asiasanat: modernisointi, PLC, Atria

SEINÄJOKI UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Thesis abstract

Degree programme: Bachelor of Engineering, Automation Engineering

Specialisation: Electric Automation

Author: Eetu Kuronen

Title of thesis: Modernization plan of woodchip transportation system

Supervisor: Matti Perälä

Year: 2025

Number of pages: 26

Number of appendices: 2

The thesis was commissioned by Atria-Lihavalmiste Oy. The target of the thesis was to make a modernization plan for the old woodchip transportation system. The purpose of the modernization was to upgrade the outdated components to new ones, which would extend the lifespan of the system. The components planned to be upgraded also included an outdated programmable logic controller. Because of this, a logic program had to be made for it.

The thesis reviewed the basic principles of logic programming as well as the fundamentals of a few different programming languages. The thesis also addressed the safety issues to be considered in modernization.

As the result of the thesis there was a completed modernization plan for the woodchip transportation system. The implementation and commissioning of the modernization plan will be done at a later stage.

¹ Keywords: modernization, PLC, Atria

SISÄLTÖ

Opinnäytetyön tiivistelmä	2
Thesis abstract	3
SISÄLTÖ	4
Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo	5
Käytetyt termit ja lyhenteet.....	6
1 JOHDANTO	7
1.1 Yritysesittely ja toimeksiantaja.....	7
1.2 Työn tausta	8
1.3 Työn tavoite.....	8
1.4 Työn rakenne	9
2 TEORIA.....	10
2.1 Ohjelmoitavat logiikat (PLC).....	10
2.2 Logiikkaohjelmointi	11
2.3 CADMATIC Electrical ja sähkösuunnittelu	14
2.4 Koneturvallisuus	15
3 HAKEKULJETIN.....	16
3.1 Nykytilanteen kuvaus	16
3.2 Toimintakuvaus	17
3.3 Tavoite	19
3.4 Hakekuljettimen sähkösuunnittelu ja uusien sähkökuvien piirtäminen	20
3.5 Järjestelmän logiikkaohjelman ja valvomosivun teko	21
4 YHTEENVETO	24
LÄHTEET	25
LIITTEET	26

Kuva-, kuvio- ja taulukkoluetelo

Kuva 1. Vanhassa järjestelmässä käytetty Mitsubishin Melsec F-40MR -logiikka.	10
Kuva 2. Hakekuljettimen ohjauskeskuksen ohjauspaneeli.....	16
Kuva 3. Hakkeen tilaus- ja hakekuljettimien pysäytyspainikkeet.....	18
Kuva 4. Savunkehittimien valintakytkin.....	19
Kuva 5. Hakekuljettimen vanha ohjauskeskus.....	21
Kuvio 1. Atria Suomen logo.	7
Kuvio 2. Atrian eri tuotantoalueiden brändejä.	8
Kuvio 3. NO- ja NC-kosketin kuvattuna Ladder-ohjelmointikielellä.	11
Kuvio 4. Esimerkki AND- ja OR-piiristä Ladder-ohjelmointikielellä.....	12
Kuvio 5. Esimerkki AND- ja OR-piiristä käyttäen Function Block Diagrammia.....	13
Kuvio 6. Hakekuljetinjärjestelmän valvomosivu.	22
Kuvio 7. Jonotustoiminto kuvattuna ohjelmassa.	23
Taulukko 1. CADMATICin liiketoiminnan kolme pääsegmenttiä.	14

Käytetyt termit ja lyhenteet

I/O	Input/output eli logiikan lähdöt ja tulot.
Modernisointi	Modernisointi tarkoittaa tässä yhteydessä käytössä olevan laitteiston uudistamista siten, että koneen elinkaari jatkuu uudistettuna.
NC	NC tulee sanoista normally closed, mikä tarkoittaa asian normaalitilassa olevan kiinni ja sen aktivoituessa avautuvan.
NO	NO tulee sanoista normally opened, mikä tarkoittaa asian normaalitilassa olevan auki ja sen aktivoituessa menevän kiinni.
PLC	Programmable logic controller, ohjelmoitava logiikka.

1 JOHDANTO

1.1 Yritysesittely ja toimeksiantaja

Vuonna 1991 perustettu Atria Oyj on yksi Pohjois-Euroopan johtavia elintarvikeyrityksiä (Atria, i.a.-a). Atria Oyj:n osake on listattu Nasdaq Helsinki Oy:ssä vuodesta 1991 lähtien. Atria Oyj:n liikevaihto vuonna 2023 oli noin 1,7 miljardia euroa ja liikevoitto oli noin 49 miljoonaa (Kauppalehti, i.a.-a). Henkilöstömäärä Atria Oyj:llä vuonna 2023 oli noin 3900. Kuviossa 1 on Atria Suomen logo.



Kuvio 1. Atria Suomen logo. (Atria, i.a.-a)

Atrian kansainvälinen toiminta ja markkinat ulottuvat laajalle, mikä tekee siitä merkittävän elintarviketeollisuuden toimijan niin Pohjoismaissa kuin muuallakin (Atria, i.a.-b). Yhtiön liiketoiminta on jaettu kolmeen pääalueeseen (kuvio 2). Suurin ja tärkein liiketoiminta-alue on Atria Suomi, joka kattaa Atrian kotimaan toiminnan. Atria Ruotsi on toiseksi suurin alue, joka kattaa Ruotsin markkinat. Tanskan ja Viron markkinat kattava Atria Tanska & Viro on kolmanneksi suurin liiketoiminta-alue.



Kuvio 2. Atrian eri tuotantoalueiden brändejä. (Atria, i.a.-b)

Yrityksen strategiaan tavoitteisiin kuuluu olla yksi halutuimmista brändeistä, olla vastuullisuuden edelläkävijä, olla paras kumppani asiakkaille ja omistajatuottajille, omata sitoutunut henkilöstö ja tehdä erinomaisia taloudellisia tuloksia (Atria, i.a.-c).

1.2 Työn tausta

Atrialla koettiin tarpeelliseksi suunnitella vanhan hakekuljetinjärjestelmän modernisointia. Vanha järjestelmä oli käytännössä täysin manuaalinen ja lisäsi turhaan työntekijöiden päivittäistä kuormitusta. Järjestelmässä käytetyt komponentit alkoivat olla jo vanhoja, ja laitteiston varaosien saatavuus huonoa. Esimerkiksi logiikan hajotessa tai vikaantuessa järjestelmä olisi täysin hyödytön, koska vanhaa ohjelmaa ei ole pystytty kopiaimaan, eikä noin 30 vuotta vanhaa Mitsubishiin Melsec F-40MR -logiikkaa enää nykyään valmisteta. Järjestelmä ei ole myöskään valvottavissa, joten kaikki vianetsintä on suoritettava täysin fyysisesti.

1.3 Työn tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on toteuttaa modernisointisuunnitelma vanhaan hakekuljetinjärjestelmään. Vanhan järjestelmän huonoja puolia on manuaalinen käyttö, joka vaatii jatkuvaa valvomista, ja näin ollen vie aikaa operaattoreiden muilta työtehtäviltä ja/tai lisää niitä. Uudesta

järjestelmästä tehdään täysin automaattinen, mikä vaatii vanhojen ja ikääntyneiden komponenttien korvaamista uusilla.

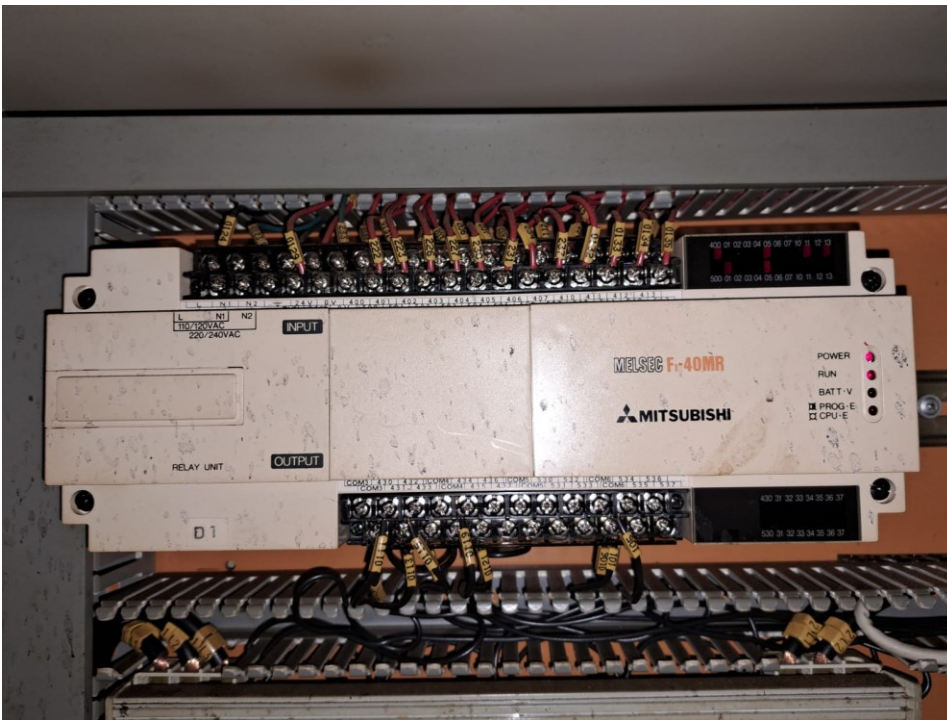
1.4 Työn rakenne

Työn teoriaosassa luvussa 2 käsitellään ohjelmoitavaa logiikkaa, sekä muutamaa ohjelmointikieltä pääpiirteittäin. Teoriaosaan sisältyy myös lyhyt esittely CADMATICista ja muutama kappale koneturvallisuudesta. Luvussa kolme on kerrottu järjestelmän nykytilanteesta, toiminnan kuvauksesta ja tavoitteesta. Osiossa on myös käyty läpi hakekuljetinjärjestelmän sähkösuunnittelua, sekä muutama asia logiikkaohjelman ja valvomosivun tekemisestä. Luku neljä sisältää yhteenvedon työstä ja sen tuloksista.

2 TEORIA

2.1 Ohjelmoitavat logiikat (PLC)

Programmable logic controller, eli tutummin PLC on toiminnaltaan melko yksinkertainen laite (Ben, 2020). Ohjainyksikkö vastaanottaa tulotietoja esimerkiksi siihen kytketyiltä antureilta, painonapeilta tai muilta siihen tietoja lähettävältä laitteelta. Logiikkaohjain prosessoi tiedon siihen tehdyn ohjelman perusteella, ja kytkee lähtöportteja aktiiviseksi, kun näin halutaan. Hakekuljetinjärjestelmän nykyinen ohjelmoitava logiikka on Mitsubishiin Melsec F-40MR (kuva 3).



Kuva 1. Vanhassa järjestelmässä käytetty Mitsubishiin Melsec F-40MR -logiikka.

PLC pystyy myös monitoroimaan ja tallentamaan dataa riippuen siihen kytketyistä laitteista tai sensoreista (Ben, 2020). Logiikkaohjain pystyy käsittelemään esimerkiksi lämpötiloja, laitteen tuottavuutta, käynnistää ja sammuttaa prosessin. Sillä voi myös tehdä erilaisia hälytysviestejä, esimerkiksi jonkun prosessin osan tai komponentin vikaantuessa. PLC suorittaa pääsääntöisesti kolmea eri tehtävää: PLC lukee tulotietojen informaation, käy tehdyn ohjelman läpi ja muuttaa tämän jälkeen lähtöportin tiedon tulotietojen perusteella oikeaksi. Tämän jälkeen ohjelma palaa takaisin alkuun ja suorittaa kirjoitetun koodin uudelleen.

Logiikkaohjainta valittaessa täytyy ottaa huomioon hallinnoitavan järjestelmän koko ja erilaiset toiminnot (Berger, 2003). Pienempiä projekteja tai kokonaisuuksia tehtäessä on hyvä ottaa huomioon logiikan sisääntulojen ja lähtöporttien määrä ja ohjelman koko. Suuremmissa laitoksissa pitää ajatella edellä mainittujen asioiden lisäksi vasteaikaa sekä tarvittavaa muistia. On selvitettävä, onko logiikkaohjaimen muistissa tarpeeksi tilaa esimerkiksi kaikkien reseptien ja käyttöön vaadittavien tiedostojen tallentamiseen. Tähän ei ole olemassa minkäänlaista nyrkkisääntöä, vain kokemuksen ja edellisten automaatoratkaisuiden opeilla on mahdollista osata arvioida järjestelmän vaatimien komponenttien kapasiteetti.

Isommissa laitoksissa tai pitemmän matkan päässä toisistaan olevissa järjestelmän osissa on yleensä halvempaa käyttää hajautettua I/O:ta, kuin useampaa päälogiikkaa (Berger, 2003). Monissa tapauksissa hajautettu I/O säästää kaapeloinnissa ja pienentää vasteaikaa. Hajautukset pystyvät toimimaan myös erillään järjestelmästä, mikä taas pienentää päälogiikan käsittelemää taakkaa.

2.2 Logiikkaohjelmointi

Logiikkaohjelmoinnissa yleisimpiä ohjelmointikieliä ovat ladder logic diagram (LD), statement list (STL) ja function block diagram (FBD) (Vladimir, i.a.). Jokaisella ohjelmointikiielellä on omat hyviä ja huonoja puolia. Esimerkiksi pätevälle ohjelmoijalle yksi oleellinen asia ohjelmointikieltä valittaessa on pystyä etsimään vikaa tai häiriötä koodista ja pystyä hyödyntämään siihen tarkoitettuja työkaluja. Jokaisella ohjelmoijalla on kuitenkin omat preferenssinsä, joiden perusteella valitaan käytetty kieli.

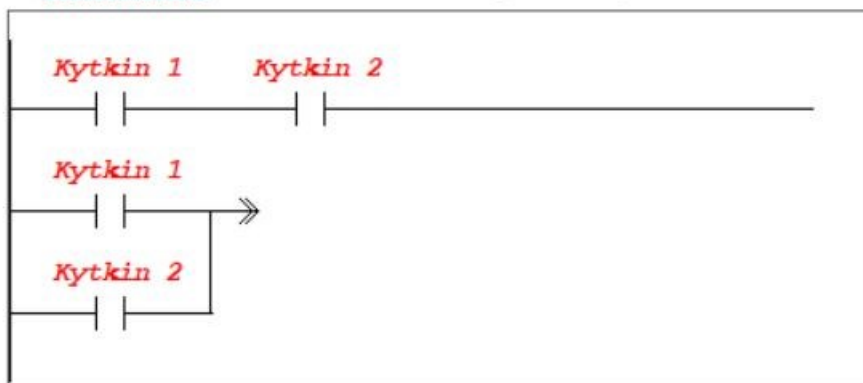


Kuvio 3. NO- ja NC-kosketin kuvattuna Ladder-ohjelmointikiielellä.

Ladder-ohjelmointikieli on erittäin graafinen, ja se on laajasti käytössä teollisuusautomaatiossa ja ohjausjärjestelmissä (Schneider Electric, 2022). Kielen nimi tulee sen visuaalisesta ulkomuodosta, koska sen koodirivin rakenne muistuttaa suhteellisen paljon tikapuuta (kuvio

3). Ladder-logiikka on suunniteltu mallintamaan ja ohjaamaan sähkömekaanisia järjestelmiä käyttäen hyväkseen toisiinsa kytkettyjä releitä, kytkimiä ja käämejä. Ladder-logiikka rakentuu logiikkaportti-käsitteen ympärille. Esimerkiksi muissa kielissä esiintyvät portit AND, OR, NOT ja XOR on ratkaistu pääsääntöisesti pelkillä (NO) ja (NC) koskettimilla (kuvio 4). Ladder-logiikan alkuperä releohjatuissa ohjausjärjestelmissä takaa luotettavuuden ja turvallisuuden. Se on laajasti käytetty ohjelmointikieli kriittisissä aplikaatioissa, joissa tarkka ohjaus ja toimintavarmuus on erittäin tärkeää.

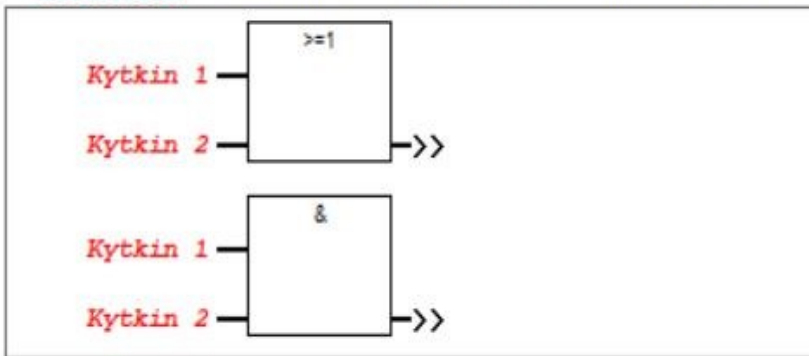
□ Network 18: Esimerkki "AND" ja "OR" piiristä



Kuvio 4. Esimerkki AND- ja OR-piiristä Ladder-ohjelmointikielillä.

Function Block Diagram (FBD) eli toimintolohkokaavio on yksi käytetyimmistä ohjelmointikielistä (Berger, 2003). FBD:n kirjoittaminen koostuu bittien määrittämisestä logiikalle AND- ja OR-piirien avulla. Ne esiintyvät visuaalisesti ohjelmassa yksinkertaisina laatikoina (kuvio 5). Jokaisella laatikolla eli function blokilla on oma tehtävänsä ja käyttötarkoituksensa. Function block -kaaviossa on tulojen ja lähtöjen lisäksi erilaisia funktioita, function bloqueja ja siirtymiä (Schneider Electric, i.a.). Jokainen function block -kaavio käyttää omia funktioitaan määrittämään lähtöjen tilat perustuen tulojen arvoihin. FBD:ssä pystytään tekemään NC-kosketintointo käyttämällä negaatiota. Kun kyseinen tulo tai lähtö ei ole aktiivisena, tämä bitti on silloin päällä. Kun negatiivinen tulo tai lähtö on aktiivisena, tällöin bitti ei ole päällä.

Network 1: Function Block esimerkki "AND" ja "OR" piireistä



Kuvio 5. Esimerkki AND- ja OR-piiristä käyttäen Function Block Diagrammia.

Statement list (STL) on tekstipainotteinen ohjelmointikieli toisin kuin aikaisemmin esiteltyt ohjelmointikielien (LD) ja (FBD), mutta vähintäänkin yhtä selkeä lukea (Berger, 2003). STL-kieltä kirjoittaessa ohjelma kirjoitetaan listan muodossa, jossa jokainen rivi edustaa tiettyä tilatietoa. Tilatieto muuttuu rivillä annetun ohjeistuksen perusteella joko päälle tai pois.

Graafisilla ohjelmointikielillä kirjoittaessa ohjelma kirjoitetaan vaiheittain (Berger, 2003). Tämä tarkoittaa sitä, että editori tarkistaa muuttujat heti niiden lisäämisen jälkeen. Kun ohjelmaan tallennetaan joku blokki, se käännetään automaattisesti koodiksi. Ainoastaan sellaisia blokkeja voidaan tallentaa, jotka eivät sisällä virheilmoituksia.

STL sallii lähdekoodipainotteisen ja aikaisemmin mainitun vaiheittain ohjelmoinnin (Berger, 2003). Ohjelma voidaan luoda STL-kielillä, joka on tekstitiedosto ASCII-muodossa. Ohjelmaa voidaan tallentaa milloin vain, vaikka se sisältäisi virheilmoituksia. Ohjelmaa voidaan myös kirjoittaa käyttäen ulkoista tekstiedittoa, josta se tuodaan takaisin ohjelmointiympäristöön. Ohjelma täytyy kuitenkin kääntää ennen kuin sitä pystyy suorittamaan.

Ohjelman testauksessa LAD-kielillä ohjelma kulkee riviä pitkin koskettimelta toiselle, ja FBD-kielillä pystyy osoittamaan eri värillä logiikkatoimituksen, joka on tosi (Berger, 2003). STL sallii ohjeistuksen tarkastamisen rivi riviltä ja siitä pystyy tarkastelemaan binäärisiä ja digitaalisia arvoja.

2.3 CADMATIC Electrical ja sähkösuunnittelu

CADMATICin juuret ulottuvat 1980-luvun puoliväliin, kun Elomatic Oy, CADMATICin emoyhtiö, alkoi kehittää 3D-suunnitteluohjelmistoa sisäisissä projekteissaan (CADMATIC, i.a.-a). 3D-teknologian käyttöönotolla pyrittiin parantamaan suunnittelua, visualisointia ja projektien kustannustehokkuutta. Elokuussa 2019 CADMATIC osti suomalaisen Kyndata-ohjelmistoyhtiön, joka oli erikoistunut sähkö- ja automaatio-suunnitteluun CADS-ohjelmistollaan. Tämä yrittyskauppa laajensi merkittävästi CADMATICin tarjontaa, erityisesti sähkö- ja automaatio-suunnittelussa. Kaupan myötä CADMATICin liiketoiminta jaettiin kolmeen pääsegmenttiin, jotka on esitelty taulukossa 1.

Taulukko 1. CADMATICin liiketoiminnan kolme pääsegmenttiä. (CADMATIC, i.a.-a)

Meriteollisuus	Tarjoaa ratkaisuja laivanrakennuksen ja offshore-teollisuuden suunnitteluun ja hallintaan.
Prosessiteollisuus	Palvelee muun muassa öljy-, kaasu-, kemian- ja energiantuotannon suunnittelutarpeita.
Rakennusteollisuus	Sisältää Kyndatan CADS-ohjelmiston ansiosta sähkö- ja automaatio-suunnittelun sekä laajentaa tarjontaa muuhun rakennusten suunnitteluun.

Yrittyskauppa vahvisti CADMATICin asemaa markkinoilla ja mahdollisti sen, että yhtiö pystyi tarjoamaan kokonaisvaltaisempia suunnitteluratkaisuja eri teollisuudenaloille (CADMATIC, i.a.-b). Tätä nykyä CADMATIC Electrical on Suomen käytetyin ja myös laajin sähkösuunnitteluohjelmisto. CADMATIC kertoo sivuillaan parhaimmiksi puolikseen käytettävyyden ja työaikaa säästävän suunnittelun.

CADMATIC pystyy myös hyödyntämään jo olemassa olevia piirikaavioita tai generoida valmiit mallipiirikaaviot tietokannan tai Excel-tiedoston avulla (CADMATIC, i.a.-c). CADMATIC Electricalissa pystyy hallinnoimaan monia sähködokumentteja keskitetysti yhdessä integroidussa suunnitteluohjelmassa, esimerkkeinä tästä ovat opinnäytetyössä käytetyt dokumentit johdotuskaavio ja keskuslayout. Lisäksi CADMATICilla pystyy samaa ohjelmaa käyttämällä tekemään tasopiirustuksia, raportteja sekä kaapeli- ja johdotuslistauksia. Reaaliaikainen projektipuu auttaa hallitsemaan viittauksia ja laitteiden sekä kaapeleiden ja kytkentöjen esiintymiä.

Ohjelma oli selkeä käyttää ja ongelmien sattuessa ohjeita on löydettävissä helposti esimerkiksi CADMATICin ohjelmasta ja opetusvideoita Youtubesta.

2.4 Koneturvallisuus

Opinnäytetyön kohteeseen toteutettiin myös riskiarviointi käyttäen apuna Atrialla käytössä olevaa riskiarviointitaulukkoa. Mekaanisia muutoksia ei turvallisuuden suhteen koettu tarpeelliseksi. Kehityskohteenä järjestelmän modernisoinnissa koneturvallisuuden kannalta oli erityisesti hätäpysäytystoiminto. Turvapiiriä ei ollut kahdennettu ja hätäseis-toiminto lähetti ainoastaan tiedon logiikalle, joka pysäyttää prosessin.

Turvallisuuden ylläpitämiseksi ja kehittämiseksi on tunnettava koneen käyttötavat ja ominaisuudet, turvallisen tekniikan nykytaso sekä turvallisuusteknisiä ratkaisuja (Malm & Hämäläinen, 2006). Käytössä olevia koneita koskevat erityisesti työturvallisuuslaki ja sen nojalla annettu käyttöpäätös.

Koneen tai laitteen turvallisuustaso ei modernisointiin liittyvien muutostöiden yhteydessä saa alentua (Malm & Hämäläinen, 2006). Turvallisuus ei saa missään tapauksessa jäädä alemmaksi, kuin mitä käyttöpäätös velvoittaa. Vaikka kone olisi aikoinaan otettu käyttöön konepäättöksen turvallisuusvaatimusten mukaisena, voi olla, että ajan kuluessa turvallisuustasossa on tapahtunut kehitystä ja koneen turvallisuusratkaisuja on parannettava. Muutostyön yhteydessä on päivitettävä kaikki turvallisuuden kannalta tarpeelliset dokumentit, kuten koneen käyttö- ja kunnossapito-ohjeet, piirikaaviot ym.

3 HAKEKULJETIN

3.1 Nykytilanteen kuvaus

Järjestelmän tehtävänä on siirtää leppähaketta savunkehittimille, joita käytetään uuneissa erilaisten ruokien savustukseen. Kuvan 2 ohjauspaneeli laitteistoinen on asennettu tehtaalle 1990-luvulla.



Kuva 2. Hakekuljettimen ohjauskeskuksen ohjauspaneeli.

Samalta ajalta ovat myös sähkökuvat, jotka eivät juurikaan pidä paikkaansa hakekuljettimeen tehtyjen muutosten takia. Hakekuljetin toimii suurilta osin manuaalisesti, mikä teettää operaattoreille ylimääräistä työtä, kuten koneen järjestelmän jatkuvaa valvontaa ja käyttämistä.

Opinnäytetyön laajuuteen kuuluva prosessi alkaa säiliöstä, johon hakkeen tilaaminen on toteutettu automaattisesti opinnäytetyöhön kuulumattoman ohjauksen toimesta. Hake siirretään ruuvikuljettimella manuaalisesti käännettävälle läpälle, joka tiputtaa sen eteenpäin kuljettimelle kaksi tai kolme. Syötettäviä pisteitä eli tiputuspaikkoja on neljä, jotka ryhmittyvät seuraavasti: 1, 2–3, 4–5 ja 6–7. Järjestelmässä on käytössä noin 30 vuotta vanha Mitsubishiin Melsec F-40MR -logiikka, jonka ohjaamana hake siirtyy kytkimien ja painonappien perusteella halutulle tiputuspaikalle.

3.2 Toimintakuvaus

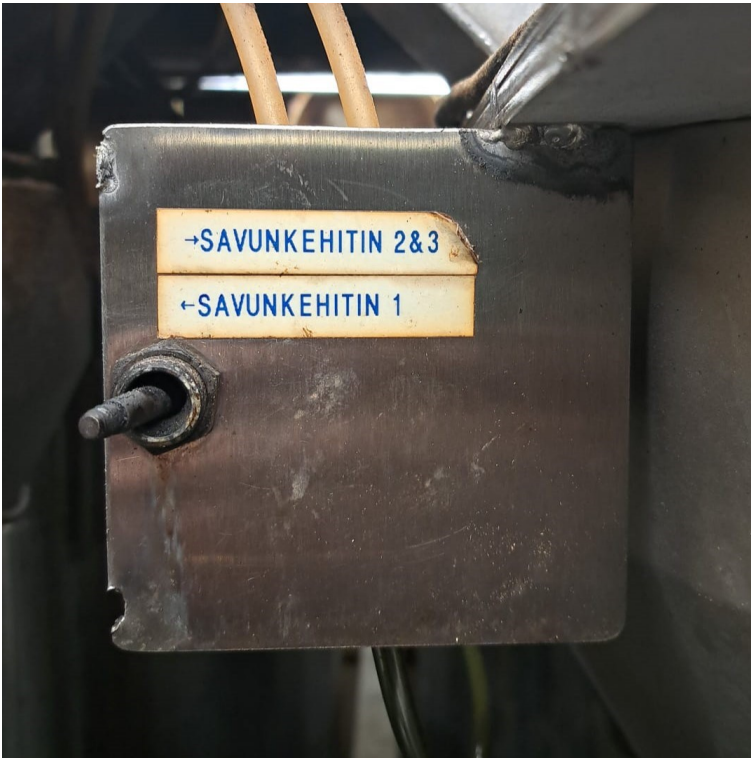
Vanhan logiikkaohjaimen käyttö ei ole enää vaihtoehto, koska siitä ei enää uskalleta lähteä kopioimaan/tarkastelemaan tai edes yrittämään saada yhteyttä logiikkaohjaimen hajoamisen pelossa. Laitteiston muutkin komponentit alkavat olla todella vanhoja ja niiden saatavuudesta ei ole täyttä varmuutta. Järjestelmällä ei myöskään ole minkäänlaista monitorointimahdollisuutta, joten kaikki vianhaku on tehtävä täysin manuaalisesti.

Järjestelmän toimintakuvaus selvitys on osaltaan myös hankalaa, koska komponentteja on asennuksen jälkeen poistettu ja lisätty, mutta sähkökuvia ei ole päivitetty. Kuvasta 3 näkyvistä painikkeista saadaan järjestelmä valmiustilaan ja sammuksiin. Kaapin ovesa on myös järjestelmän ainoa hätäseis-painike. Muita pääkeskuksen vääntimiä tai kytkimiä ei ole operaattoreiden mukaan käytetty ainakaan viimeiseen kymmeneen vuoteen.



Kuva 3. Hakkeen tilaus- ja hakekuljettimien pysäytyspainikkeet.

Jokaisen savunkehittimen välittömästä läheisyydestä löytyy painonapit (kuva 3). HAKEKULJETIN KÄYNNISTYS -painike käynnistää prosessin ja HAKEKULJETIN PYSÄYTYS -painike pysäyttää sen. Prosessi käynnistyy siten, että edellä mainittua käynnistyspainiketta painamalla hake siirtyy ruuvikuljettimella ylös kohti kuljettimia, jossa on manuaalisesti ketjulla käännettävä läppä. Läppä ohjaa hakkeen kuljettimelle 2 tai 3, josta se kulkeutuu ensimmäiselle pudotuspaikalle joko kehittimille 2 ja 3 tai sitten seuraavalle kuljettimelle.



Kuva 4. Savunkehittimien valintakytkin.

Ensimmäinen pudotuspaikka valitaan kuvassa 4 näkyvällä vääntökytkimellä, joka ohjaa paineilmasylinteriä. Kääntämällä vääntökytkin asentoon SAVUNKEHITIN 1, sylinteri työntyy ulos päin, ja näin hake jatkaa matkaansa seuraavalle kuljettimelle pudotuspaikan sijaan. Toisen kuljettimen jälkeen on enää yksi mahdollinen pudotuspaikka, joka on savunkehitin 1. Järjestelmässä on ennen ollut rajakytkimillä toteutettu täytönesto, joka on myöhemmin korvattu aiemmin esitetyillä vääntökytkimillä. Täytönesto toimii siten, että sille pudotuspaikalle, missä täytönestotieto on aktiivisena, ei pystytä tällöin haketta siirtämään.

3.3 Tavoite

Opinnäytetyön tavoitteena on saada järjestelmästä nykyaikaisilla ja helposti saatavilla olevilla komponenteilla mahdollisimman pitkälle automatisoitua. Kohteeseen vaihdetaan ohjausjännitteeltään 24 VDC:n olevat komponentit. Lisäksi tavoitteena on lisätä alueen turvallisuutta ja järjestelmän toimintavarmuutta. Sähkökeskukseen lisätään hätäseis-rele ja jokaisen tiputuspaikan välittömään läheisyyteen hätäseis-kytkin. Hakekuljetinjärjestelmään lisätään myös jokaiselle tiputuspaikalle anturi ilmaisemaan hakkeen tarvetta, sekä täytönestokytkin laitteen huoltoa varten. Vanhan järjestelmän manuaalisesti käännettävät sylinteriohjaimet korvataan automatiikalla käyttäen paineilmatoimisia sylintereitä ja magneettiventtiileitä. Opinnäytetyöhön sisältyy uusien sähkökuvien piirtäminen, hakekuljetinjärjestelmää ohjaavan

hajautusyksikön liittäminen osaksi päälogiikkaa, sekä logiikkaohjelman ja monitorointisivun tekeminen Atrian omaan jo olemassa olevaan järjestelmään.

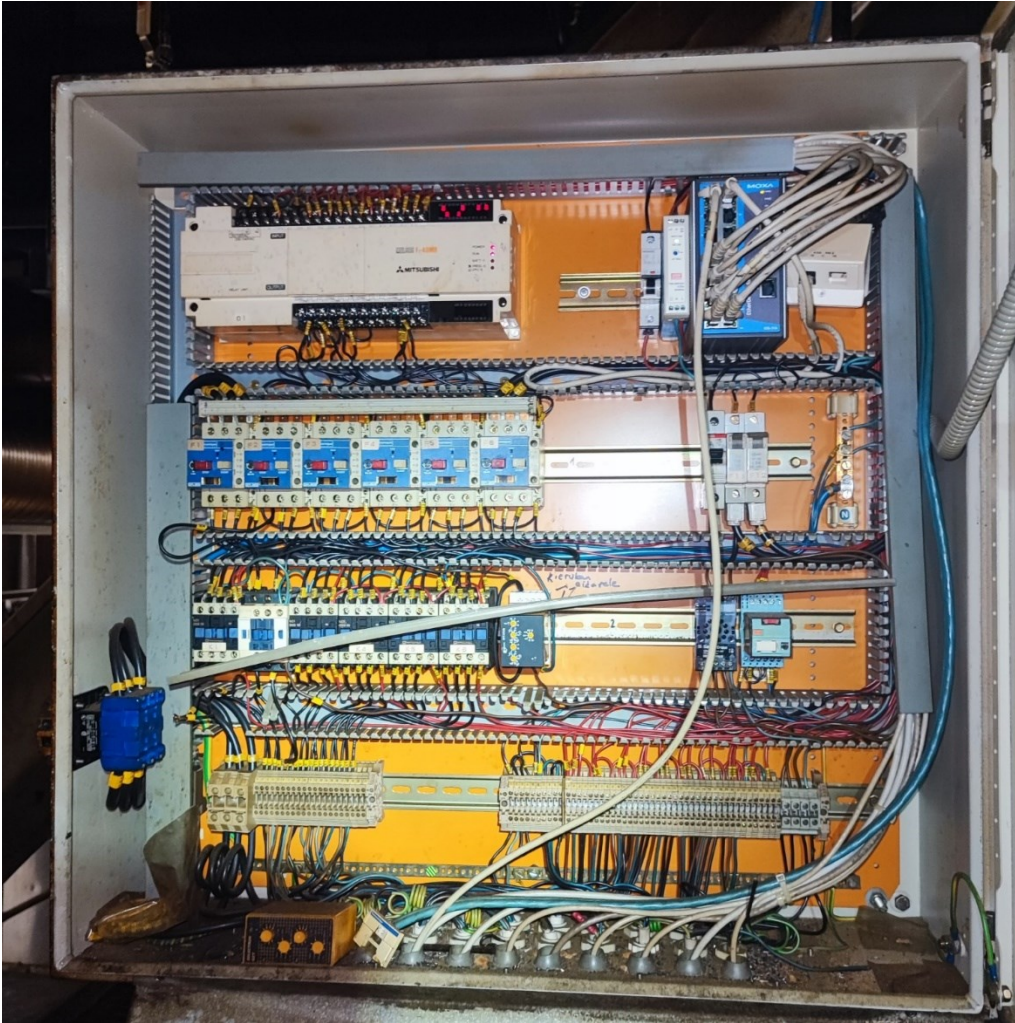
3.4 Hakekuljettimen sähkösuunnittelu ja uusien sähkökuvien piirtäminen

Vanhan järjestelmän toiminnankuvauksen varmistamisen jälkeen aloitettiin sähkökeskuksen uudelleensuunnittelu yrityksen edustajan kanssa. Vanhan järjestelmän 230 VAC:n ohjauksen sijasta modernisoituun järjestelmään valikoitui nykyään globaalisti yleistynyt ohjausjännite 24 VDC. Vanhan logiikkaohjaimen korvaajaksi valittiin Siemensin SIMATIC ET 200SP hajautettu I/O -järjestelmä. Hajautettu I/O -järjestelmä valittiin, koska se vähentää kaapelointitarvetta huomattavasti ja olisi silti helposti liitettävissä päälogiikkaan Profinet-yhteydellä.

Järjestelmään oli vaihdettava sylintereiden käsin käännettävät venttiiliohjukset magneetti-venttiileihin, että hädän sattuessa ja hätäseis-painiketta painettaessa sylinterit saataisiin energiattomiksi turvaventtiilin avulla. Sähkökeskukseen oli lisättävä myös hätäseis-rele, joka toteuttaisi edellä mainitun toiminnon ja pysäyttäisi myös prosessin muut liikkuvat osat. Järjestelmään suunniteltiin nykyisten ominaisuuksien ja komponenttien lisäksi savunkehittimille pinta-anturit valvomaan kehittimien automaattista täyttöä, ja uusi magneettiventtiilillä ohjattu paineilmatoiminen sylinteri käsin käännettävän jakoläpän tilalle.

Hätäseis-releen lisääminen lisää huomattavasti järjestelmän turvallisuutta. Liitteen 1 mukaan hätäseis-painiketta painettaessa turvaventtiilin Y3 ja pääkontaktorin K10 ohjausjännite katkaistaan. Hätäseis-rele on kuitattavissa HS-Kuittaus -painikkeella, kun turvaventtiili on toiminut ja pääkontaktorin NC-kosketin on kiinni. Jos esimerkiksi turvaventtiilissä on vika, eikä turvaventtiilin kosketin sulkeudu, ei hätäseis-relettä pystytä tällöin kuittaamaan.

Komponentteja valittaessa oli otettava huomioon esimerkiksi tarvittavien tulojen ja lähtöjen määrä ja tarvittavat sulakkeet ohjaukselle (liite 2). Jännitteenjako tässä ohjausjärjestelmässä tehtiin käyttämällä Siemensin 4-kanavaista diagnostiikkamoduulia, jonka avulla 24 VDC -jännite on jaoteltu erillisillä sulakkeilla erikseen tuloille, lähdöille, turvapiirille ja itse logiikalle. Tähän ratkaisuun päädyttiin, koska esimerkiksi magneettiventtiilin oikosulun sattuessa, pystytään vikapaikka paikallistamaan kahden lähtökortin tarkkuudella, mikä nopeuttaa vikapaikan löytämistä.



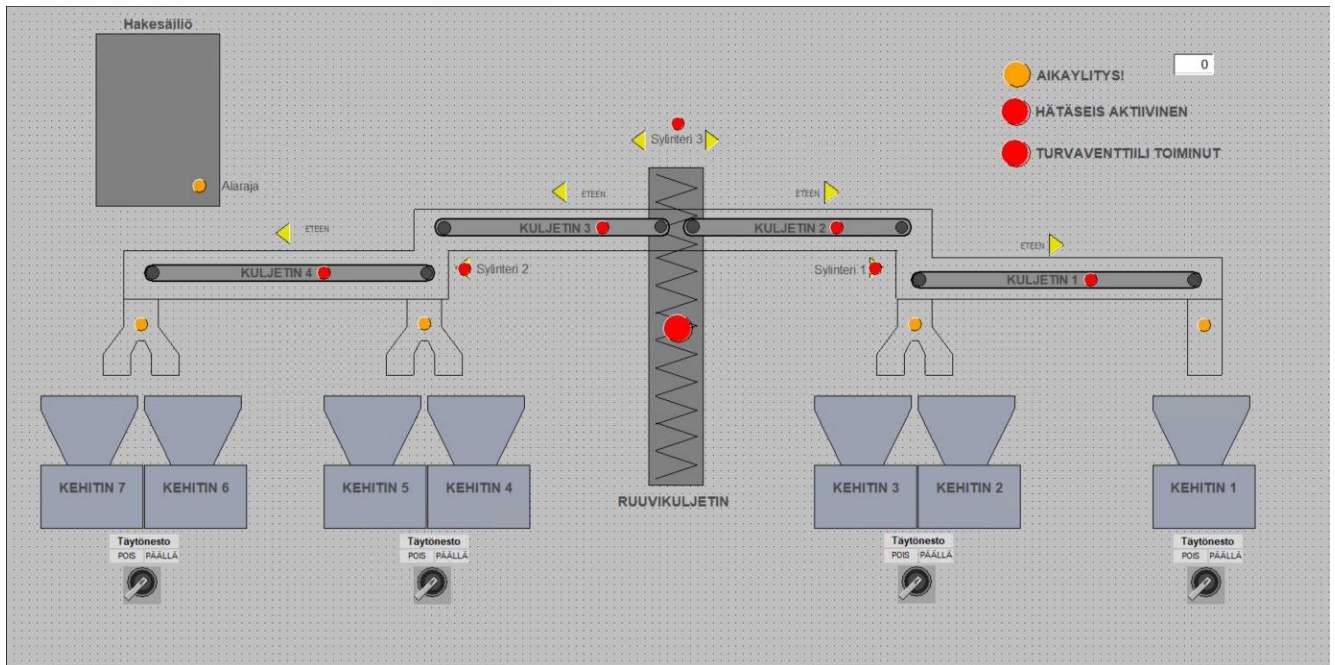
Kuva 5. Hakekuljettimen vanha ohjauskeskus.

Suunnittelun yhtenä oleellisena kysymyksenä oli, mahtuisivatko uudet komponentit vanhaan keskukseen (kuva 5) vai täytyisikö myös keskus vaihtaa. Vanha ohjauskeskus todettiin riittävän suureksi, ja sen kunto riittävän hyväksi kohteen vaatimuksiin nähden. Ainoastaan komponentit tullaan vaihtamaan uusiin. Modernisoidun keskuksen komponentit tullaan kokoaamaan uudelle pohjalevyille, joka asennetaan myöhemmin paikalleen.

3.5 Järjestelmän logiikkaohjelman ja valvomosivun teko

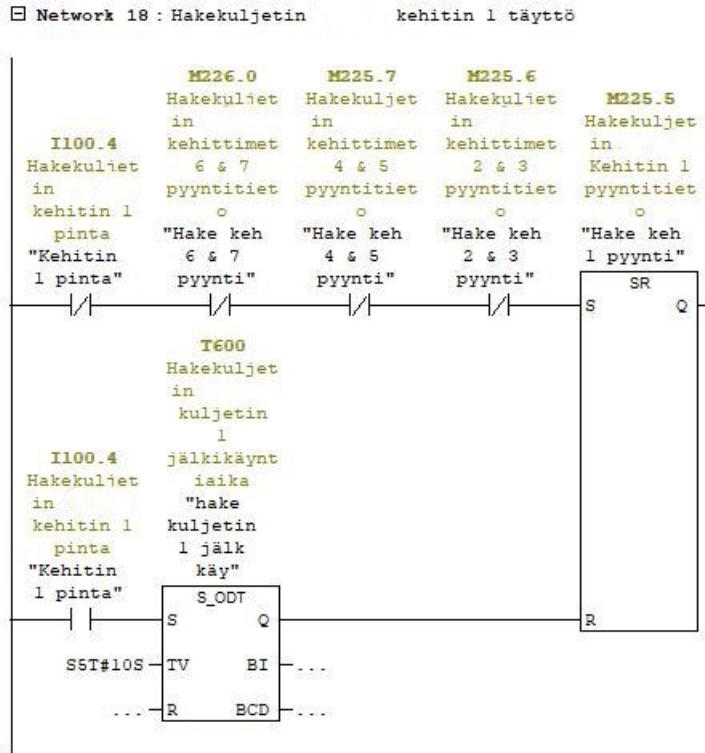
Hakkeen siirrosta vastaava logiikkaohjelma tehtiin Siemens Step 7 -ohjelmistolla LAD-kielillä. Ohjelmoinnin tavoitteena oli saada järjestelmä toimimaan käytännössä täysin ilman operaattoreiden jatkuvaa valvontaa.

Järjestelmän visualisointi lisätään Atrian valvontajärjestelmään, jonka näyttöpäätteitä on käytännössä jokaisella työpisteellä. Valvomosivulle (kuvio 6) on kuvattu kaikki järjestelmän toiminnot.



Kuvio 6. Hakekuljetinjärjestelmän valvomosivu.

Ohjelmassa oli oleellista, että haketta saadaan sille pudotuspaikalle, missä sitä tarvitaan. Jokaisen pudotuspaikan hakkeen tarvetta ilmaisee kapasitiiviset anturit. Kun ensimmäisen pudotuspaikan anturin NC-kosketin menee takaisin kiinni, se kertoo logiikalle, että haketta voidaan lisätä kyseiselle pudotuspaikalle. Tällöin sylinterin kolme ja kaksi täytyy työntyä ulos, sekä kuljettimien yksi ja kaksi täytyy lähteä käyntiin. Hakkeen täyttäminen useammalle pisteelle samaan aikaan estettiin tekemällä ohjelmaan jonotustoiminto, joka täyttää pisteet järjestyksessä ensimmäisestä neljänteen (kuvio 7).



Kuvio 7. Jonotustoiminto kuvattuna ohjelmassa.

Tavoitteena oli myös kerätä paljon erilaista dataa, että pystyttäisiin ilmaisemaan erilaiset häiriöt mahdollisimman tarkasti käyttäjille. Järjestelmän häiriöitä ovat esimerkiksi aikaylitys, sylinterihäiriö tai moottorinsuojan laukeaminen. Aikaylitys pysäyttää prosessin ja se on kuitattava ennen automaattiajon käynnistystä. Syy aikaylitykselle voi olla esimerkiksi hakkeen loppuminen tai muu häiriö siirrossa. Sylinterihäiriöt ja moottorinsuojan laukeaminen ilmaistaan valvomosivulla osoittamaan kyseistä sylinteriä tai moottoria, missä häiriö on aktiivisena. Sylinterihäiriö on aktiivisena, jos sylinteri ei saavuta seuraavaa päätyrajaa tietyssä ajassa, tai molemmat sylinterin rajat ovat aktiivisena samaan aikaan. Moottorinsuojan laukeamista tai sylinterihäiriötä kuvataan valvomossa punaisella pallolla kyseisen moottorin päällä.

4 YHTEENVETO

Tässä työssä suunniteltiin Atria-Lihavalmisteelle hakekuljetinjärjestelmän modernisointisuunnitelma, joka piti sisällään sähkökuvat, logiikkaohjelman ja valvomosivun. Modernisointisuunnitelmassa päivitettiin myös laitteiston turvallisuutta.

Ensimmäiseksi tehtiin alkumäärittely siitä, mitä modernisointi tulisi pitämään sisällään. Suunnitelluista käytettävistä tietokoneohjelmista ja komponenteista kerättiin tietoa sähkökuvien piirtämisen ja logiikkaohjelmoinnin tueksi.

Vanhan järjestelmän toimintakuvauksen tekemisessä oli haasteita, koska siihen oli tehty useita muutoksia niin mekaanisesti kuin sähköisestikin. Näitä parin-kolmenkymmenen vuoden takaisia muutoksia ei ollut dokumentoitu asiaan kuuluvalla tavalla, joten järjestelmän toiminta piti todeta fyysisesti paikan päällä testaamalla ja kysymällä operaattoreilta kokemuksia.

Hakekuljetinjärjestelmän logiikkaohjelma suunniteltiin liitettäväksi osaksi päälogiikan ohjelmaa hajautetun I/O:n avulla. Logiikkaohjelmassa yritettiin pitää ohjelman rakenne selkeänä ja helposti luettavana mahdollisia lisäyksiä tai muutoksia varten.

Työn lopputuloksena saatiin tuotettua uudet sähkökuvat, logiikkaohjelma, komponenttilista ja valmis valvomosivu odottamaan käyttöönottoa.

LÄHTEET

Atria. (i.a.-a). *Tietoa Atriasta*. <https://www.atria.com/tietoa-atriasta/>

Atria. (i.a.-b). *Tietoa Atriasta, Liiketoiminta-alueet*. <https://www.atria.com/tietoa-atriasta/>

Atria. (i.a.-c). *Tietoa Atriasta, Strategia*. <https://www.atria.com/tietoa-atriasta/strategia/>

Ben, W. (20.3.2020). *Mroelectric : What is a PLC (Programmable Logic Controller)*
<https://www.mroelectric.com/blog/what-is-a-plc/>

Berger, H. (2003). *Automating with SIMATIC: Integrated automation with SIMATIC S7-300/400: Controllers, software, programming, data communication, operator control and process monitoring*. https://automatasjwborjasunexpo.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/01/han_s_berger_-_automating_with_simatic.pdf

CADMATIC. (i.a.-a). *Yritys*. <https://www.cadmatic.com/fi/yritys/>

CADMATIC. (i.a.-b). *CADMATIC Electrical rakennusteollisuudelle*.
<https://www.cadmatic.com/fi/ratkaisut/sahkosuunnittelu/cadmatic-electrical-rakennusteollisuudelle/>

CADMATIC. (i.a.-c). *CADMATIC Electrical prosessiteollisuudelle, Laitteiden ja koneiden ohjaukset*. <https://www.cadmatic.com/fi/ratkaisut/sahkosuunnittelu/cadmatic-electrical-prosessiteollisuudelle-1/laitteiden-ja-koneiden-ohjaukset/>

Kauppalehti. (i.a.). *Yrityshaku: Atria Oyj*.
<https://www.kauppalehti.fi/yritykset/yritys/atria+oyj/08410661>

Malm, T., & Hämäläinen, V. (2006). *Turvallisuustietoinen koneiden ja tuotantolinjojen modernisointiprosessi [VTT Tiedotteita]*. <https://sarjaweb.vtt.fi/pdf/tiedotteet/2006/T2359.pdf>

Schneider Electric Blog. (5.8.2022). *Machine and process management (Ladder logic programming and its importance)*. <https://blog.se.com/industry/machine-and-process-management/>

Schneider Electric. (i.a.). *How Function Block Diagrams Work*. [Logic Guide - How Function Block Diagrams Work \(Function Block Diagrams\)](#)

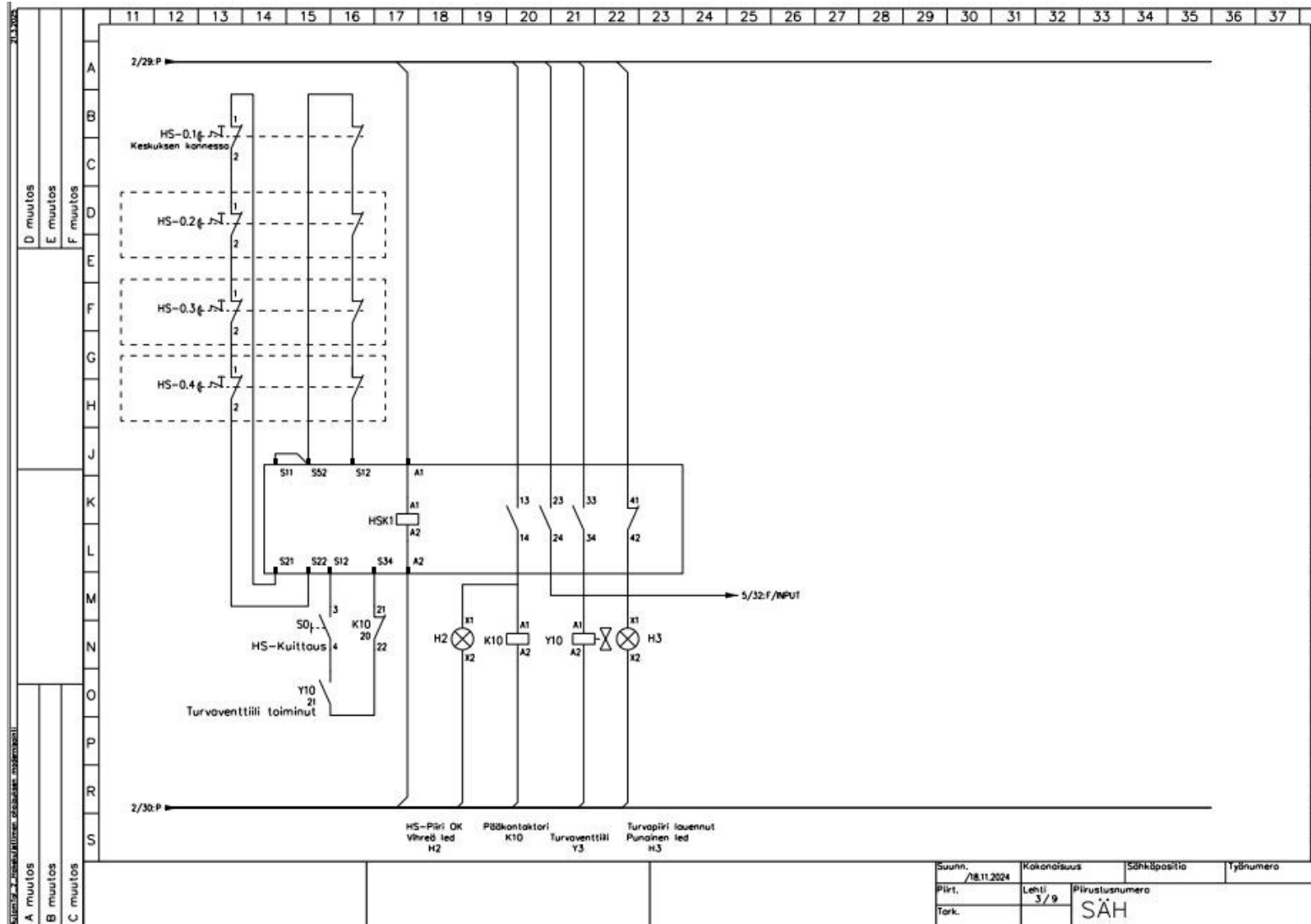
Vladimir, R. (i.a.). *SolisPLC : Learning*. [Top 5 Most Popular Types of PLC Programming Languages \(solisplc.com\)](#)

LIITTEET

Liite 1. Turvapiiri

Liite 2. Jännitteenjako

Liite 1. Turvapiiri



Liite 2. Jännitteenjako

