

# Pölykonttien automatisointi

Alexi Helala

OPINNÄYTETYÖ  
Tammikuu 2024

Sähkö- ja automaatiotekniikka  
Automaatiotekniikka

## TIIVISTELMÄ

Tampereen Ammattikorkeakoulu  
Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkintaohjelma  
Automaatiotekniikka

HELALA, ALEKSI:  
Pölykonttien automatisointi

Opinnäytetyö 46 sivua, joista liitteitä 18 sivua  
Tammikuu 2024

---

Opinnäytetyönä rakennetaan rehuviljaprosessista syntyvän pölyn automatisoitu jatkokäsittelyprosessi. Pöly kuljetetaan putkistoilla pois rehuprosessista pölykontteihin, joiden toiminta automatisoidaan. Raportti sisältää projektin sähkösuunnittelun piirikaaviot, logiikkaohjaimen ohjelman rakentamisen sekä projektin dokumentaation. Opinnäytetyön toimeksiantaja oli Rimic Oy.

Projektin päätavoitteina on saada pölyn jatkokäsittelyprosessi mahdollisimman helppokäyttöiseksi sekä turvalliseksi prosessiksi. Projektista saatiin turvallinen prosessi, joka toimii itsenäisesti tai operaattorin toimintaohjeilla.

Raportissa esitetään projektin jokainen vaihe sekä standardit, joita projektin aikana on sovellettu. Raportin liitteinä on prosessin piirikaaviot sekä logiikkaohjaimen ohjelma.

Opinnäytetyössä sovelletaan Suomen Standardisoimisliiton asettamia sähköasennus- ja sähkösuunnittelu määräyksiä. Sähkösuunnittelussa käytetään Kansainvälisen sähkötekniikka komission standardisoituneita symboleita.

Prosessin toteutuksesta ei löytynyt selkeitä epäkohtia, eikä toiminnallisuus puutteita. Kokonaisuutena opinnäytetyö valmistui aikataulussa sekä prosessi saatiin asennettua ilman muutoksia.

---

Asiasanat: piirikaavio, logiikkaohjelmointi, automaatio

## **ABSTRACT**

Tampereen Ammattikorkeakoulu  
Tampere University of Applied Sciences  
Degree Programme in Electrical and Automation Engineering  
Automation Engineering

HELALA, ALEKSI:  
Automation of dust containers

Bachelor's thesis 46 pages, appendices 18 pages  
January 2024

---

The thesis project involves the construction of an automated secondary processing system for dust generated from the feed grain process. The dust is transported through pipelines from the feed process to dust containers, the operation of which is automated. The report includes the project's electrical design schematics, the construction of the logic controller program, and project documentation. The thesis project was commissioned by Rimic Oy.

The main objectives of the project are to make the dust secondary processing process as user-friendly and safe as possible. The project resulted in a safe process that operates autonomously or with operator instructions.

The report presents each phase of the project and the standards applied during the project. Process schematics and the logic controller program are provided as appendices to the report.

The thesis project adheres to the electrical installation and electrical design regulations set by the Finnish Standards Association. International Electrotechnical Commission standardized symbols are used in the electrical design.

There were no clear shortcomings found in the implementation of the process, and there were no deficiencies in functionality. Overall, the thesis project was completed on schedule, and the process was installed without any modifications.

---

Key words: circuit diagram, logic programming, automation

## SISÄLLYS

1	JOHDANTO .....	6
2	TEORIA .....	8
2.1	EPLAN .....	8
2.2	PLC .....	8
2.3	IP-Luokitukset .....	9
2.4	Piirikaavio .....	11
3	STANDARDIT .....	12
4	DOKUMENTIT .....	13
5	OHJAUS .....	14
5.1	Suunnittelu .....	14
5.2	Valinta .....	14
5.3	Turvallisuus .....	15
5.4	Ilmaisu .....	16
6	PIIRIKAAVIOT .....	17
6.1	Piirikaavion sapluuna .....	17
6.2	Komponenttien nimeäminen .....	18
7	OHJELMA .....	20
8	TESTAUS .....	25
9	POHDINTA .....	27
	LÄHDELUETTELO .....	28
	LIITEET .....	29
	Liite 1. Piirikaaviot .....	29
	Liite 2. ohjelma .....	44
	Liite 3. Toimintaohjeistus .....	45

**LYHENTEET JA TERMIT**

2D	Two-dimensional – Kaksiulotteinen
DWG	Drawing – Piirustus
FBD	Function Block Diagram – Toiminnan lohkokaavio
IEC	International Electrotechnical Commission – Kansainvälinen sähkötekniikan komissio
I/O	Input and Output – Tulo ja lähtö
IP	Ingress protection rating – Suoja luokitus
LD	Ladder diagram – Tikaspuu kaavio
PDF	Portable document format – Siirrettävä asiakirjamuoto
PLC	Programmable Logic Controller – Ohjelmoitava logiikka
SFS	Finnish Standards Association – Suomen Standardisoimisliitto

## 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä automatisoidaan rehuviljaprosessista sivutuotteena tulevan pölyn käsittely. Pölyä muodostuu prosessissa runsaasti. Pöly viedään putkistojen kautta ulos prosessista kahteen eri konttiin, joista käytetään opinnäytetyössä nimityksiä pölykontti 1 ja pölykontti 2. Työ toteutetaan Rimic Oy insinööritoimistolle.

Opinnäytetyöhön kuuluu sähkökeskusten piirikaavioiden suunnittelu, PLC-ohjelman toteuttaminen, sekä järjestelmän käyttöönotto ja toiminnallinen testaus. Sähkökeskusten kokoonpanoon, anturien asentamiseen sekä kaapeleiden kytkemiseen ei oteta kantaa opinnäytetyössä, koska kyseiset asennukset ovat ulkoistettu eri toimittajalle.

Pölykonttiprosessi on ollut samankaltaisessa toiminnassa jo monta vuotta, mutta ilman automaatiota kaikki on jouduttu tekemään manuaalisesti. Pölykonttien yläpuolella on ollut käytössä käsitoiminen venttiili, jolla ohjataan pölyn siirtymistä joko pölykonttiin 1 tai pölykonttiin 2. Tämän lisäksi pölykonttien täysinäisyys on jouduttu tarkastamaan aina pölykonttien päällä olevasta huoltoluukusta, sillä kontteissa ei ole ollut pinnankorkeusanturia.

Konttien täysinäisyys on kriittinen asia pölykonttien toiminnassa, koska pölykonttien tyhjennys tilataan ulkopuoliselta toimittajalta tarveperusteisesti. Tämän lisäksi prosessissa ei saisi tulla hetkeä, jolloin molemmat kontit olisivat samanaikaisesti täynnä. Kyseisen tilanteen sattuessa koko rehuviljaprosessi jouduttaisiin pysäyttämään tai pöly jouduttaisiin siirtämään väliaikaisesti maahan, koska itse pölyn tuloa ei pysty pysäyttämään.

Pölykonttien sisällä sijaitsee myös siirtoruuvi, joka sekoittaa pölyä, jotta pöly tasoittuu tasaisesti konttiin. Siirtoruuvien moottorien kaapeli on myös jouduttu aina venttiilin ohjauksen asettamisen jälkeen kiinnittämään siihen konttiin, jota käytetään. Siirtoruuvien moottoreiden käyttöjännite on otettu konttien viereen asetetusta työmaakeskuksesta, josta moottoreihin on vedetty jatkojohto. Tämä toi-

minta on myös lisännyt työtaturmien mahdollisuutta, koska maata pitkin vedetty jatkojohto on suuri kompastumisvaara, eikä kyseinen asennus ole standardien mukainen.

Työn tavoitteena on automatisoida prosessi mahdollisimman yksinkertaisesti, jotta prosessista saadaan käyttäjäystävällisempi. Automatisointi suoritetaan asentamalla käsiventtiin tilalle sähköisellä signaalilla toimiva 5/2 bi-stabiili paineilmaventtiili, sekä raja-anturit pölykonttien sisälle ilmaisemaan konttien täysinäisyyttä. Pölykonttien viereen asennetaan myös käyttöliittymä toimintojen käyttämiseen sekä pölykonttien paikallaolon ja täysinäisyyden ilmaisemiseen.

Työn toisena tavoitteena on tehdä projektista kattavat dokumentit, jotka asiakas asettaa omaan tietopankkiin. Piirikaavioiden lopullinen versio lähetetään dwg-muodossa työn tilaajalle. Automaatioprosessin toimintakuvauksesta lähetetään pdf-versio.

## 2 TEORIA

### 2.1 EPLAN

EPLAN Electric P8 on suunnitteluohjelmisto, joka kuuluu EPLAN-tuoteperheeseen. Ohjelmisto tarjoaa perustan tehokkaalle ja nopealle sähkösuunnittelulle, kuten esimerkiksi sähkökaavioiden sekä 2D layouttien valmistamiseen. (EPLAN n.d.)

Ohjelmisto on erittäin laajasti käytetty sähkökaavioiden suunnittelun ja rakennusautomaation puolella. Ohjelmisto tarjoaa myös laajan yhteensopivuuden toisten samankaltaisten suunnitteluohjelmistojen kanssa. Esimerkiksi EPLAN Electric P8 ohjelmalla valmistetun piirikaavion pystyy tallentamaan Dwg-tiedostomuotoon, jotta samaa tiedostoa pystyy käyttämään Autodeskin valmistamalla AutoCAD suunnitteluohjelmistolla.

### 2.2 PLC

Ohjelmoitava logiikka eli PLC on yleensä pieni tietokone, joka pystyy käsittelemään dataa sen sisälle asennetun ohjelmiston mukaisesti. Logiikkaohjain toimii pääsääntöisesti sen tulojen ja lähtöjen kautta, joilla se liittyy ulkoisiin laitteisiin. PLC esimerkiksi vastaanottaa tietoa joko automaattisista toiminnoista kuten antureista, tai käsin ohjattujen nappien tai vipujen kautta. PLC käsittelee lukeensa tietoa ja sen perusteella hallinnoi lähtöjä. (Polycase n.d.)

PLC on nopeasti yleistynyt nykyautomaatiossa pienen rakenteen, monipuolisuuden sekä yksinkertaisten ohjelmointikielien kautta. Nykyään ohjelmoitavia logiikoita käytetään laajasti monella eri teollisuuden alalla.

Opinnäytetyössä käytetään Siemensin markkinoille tuomaa LOGO!-logiikkaa. Siemens loi LOGO!-n ratkaisuna edullisille automaatiosovelluksille. Kyseisen logiikanohjaimen suurimpia etuja ovat kompakti koko, sekä monipuolisuus tehtä-

essä pieniä automaatiokokonaisuuksia. Logiikkaan on myös tarjolla monipuolisesti lisäosia, jolla pystytään lisäämään ohjelmointimahdollisuuksia - esimerkiksi lisäämällä tuloja sekä lähtöjä. (SIEMENS n.d.)

LOGO!-a pystytään ohjelmoimaan LOGO! Soft Comfort -ohjelmistolla. Ohjelmisto on erittäin käyttäjäystävällinen ja helppokäyttöinen. Ohjelmisto tarjoaa kattavat työkalut prosessin ohjelman luomiseen. Ohjelmoimisen tekemiseen sovellus tarjoaa FBD eli Function Block Diagram -kielen sekä LD eli Ladder Diagram -kielen, jotka ovat erittäin yleisiä ja suosittuja kieliä.

Function Block Diagram -kieli käyttää graafisia toimilohkoja toiminnan havainnollistamiseen sekä viivoja, joilla yhdistetään toimilohkoja. Ladder Diagram ohjelmointikieli käyttää graafisia kiskostoja sekä viivoja, joiden väliin ohjelma luodaan. Kiskostojen väliin lisätään komponentteja, jotka yhdistetään viivoilla kiskostojen väliin. Tämän takia kieltä kutsutaan useasti myös tikapuukieleksi, koska ohjelman luomisen jälkeen se näyttää tikapuulta.

### **2.3 IP-Luokitukset**

IP (Ingress Protection Rating) luokitus on kaksiosainen numero, jota käsitellään Euroopassa käytössä olevassa standardissa IEC 60529. IP-luokitus käsittelee sähkölaitteiden sekä laitekoteloiden suojausta pölyä sekä vettä kohtaan. Luokituksen ensimmäisestä numerosta selviää laitteen suojaus vieraita esineitä ja pölyä vastaan. Toinen numero kertoo laitteen suojauksen vettä sekä kosteutta vastaan. (VESITIIVIYDEN LUOKITUSJÄRJESTELMÄ - IP-LUOKITUS n.d.)

Ensimmäinen numero on luokiteltu asteikolla nolasta kuuteen, joka on alla olevan taulukon 1 mukainen.

### TAULUKKO 1. IP-Luokituksen ensimmäinen numero.

1. Numero	Suojaustaso
0	Ei suojausta.
1	Suojaus vieraita esineitä vastaan, joiden halkaisija on 50 mm tai suurempi.
2	Suojaus vierailta esineitä vastaan, joiden halkaisija on 12,5 mm tai suurempi.
3	Suojaus vieraita esineitä vastaan, joiden halkaisija on 2,5 mm tai suurempi.
4	Suojaus vieraita esineitä vastaan, joiden halkaisija on 1 mm tai suurempi.
5	Täydellinen kosketus, sekä sisäpuolisen pölykertymän suojaus.
6	Täydellinen kosketus, sekä pölynsuojaus.

Toinen numero on luokiteltu asteikolla nolasta kahdeksaan, joka on esitetty alla olevassa taulukossa 2.

### TAULUKKO 2. IP-Luokituksen toinen numero.

2. Numero	Suojaustaso
0	Ei suojausta vedeltä.
1	Suojaus pystysuoraan tulevalta vedeltä / Pisarasuojattu.
2	Suojaus enintään 15 asteen kulmassa tulevasta vettä kohtaan.
3	Suojaus enintään 60 asteen kulmassa tulevasta vettä kohtaan.
4	Suojaus vesiroiskeita vastaa.
5	Suojaus vesisuihkua vastaan, jokaisesta suunnasta.
6	Suojaus paineellista vettä vastaan, jokaisesta suunnasta.
7	Kestää hetkellisen upotuksen veteen.
8	Kestää pysyvän upotuksen.

Jos komponentilla ei ole määriteltyä suojaustasoa, sen suojaustietoihin merkitään IPx.

Normaaleissa ulko-olosuhteissa suositellaan käytettäväksi vähintään IP44 luokitusta, joka suojaa vierailta esineiltä, joiden halkaisija on 1 mm ja sitä suuremmilta. Luokitus suojaa myös roiskuvalta vedeltä, jota verrataan sateeseen.

Kuitenkin ulkotilassa käytettävät komponentit sekä rasiat on syytä suojata mahdollisen hyvällä luokituksella, jotta varmistutaan suojauksen kestosta. Opinnäytetyön kytkentäkeskukset sijoitetaan ulkotiloihin seinän vierustalla, jossa ne ovat alttiita sateelle sekä ulkopuolisille kappaleille. Tämän takia kytkentäkaappien luokituksiksi valittiin IP66 luokitus, joka on määritelty IEC 60 529 standardin mukaan.

## 2.4 Piirikaavio

Piirikaavio tunnetaan myös nimellä sähkökaavio. Kaaviossa esitetään graafisesti sähköpiirin kytkentä sekä prosessin komponentit. Piirikaavio on erittäin oleellinen ja tärkeä dokumentti sähköpiirin ymmärtämisessä. Piirikaavion avulla sähkölaitteiston rakentaja pystyy ymmärtämään, kuinka laitteisto johdotetaan, ja mihin komponentit sijoitetaan. (Mikä on piirikaavio? n.d)

Piirikaavion luomiseen on käytössä monien eri valmistajien ohjelmistoja, jotka käyttävät standardisoituja IEC-symboleita komponenttien kuvaamiseen. Sähköpiirrossymbolit tulevat IEC 60617 standardista. Standardisoidut symbolit takaavat kansainvälisen sähkökaavion tulkitsemisen, jotta sähkökaaviota voidaan tulkita monissa erimaissa.

### 3 STANDARDIT

Pienjännitesähköasennuksille, eli alle 1000 V sähkölaitteistoille, on asetettu turvallisuusvaatimukset SFS 6000 standardisarjassa. Sarja sisältää 41 kappaletta erillisiä standardeja (Tukes n.d). Kyseistä standardisarjaa käytetään opinnäytetyössä, koska sähkölaitteistot eivät ylitä 1000 V rajaa.

SFS 6000-standardin osa 1 käsittelee pienjännitesähköasennuksien perusperiaatteita, yleisiä ominaisuuksia sekä määritelmiä (SFS 6000-1 2022, 11). Opinnäytetyössä sovelletaan standardin 132 asetusta, joka käsittelee sähköasennuksien suunnittelua.

SFS 6000-standardin osa 4-41 käsittelee suojausta sähköasennuksien sähköiskuilta. Perusperiaate standardissa on, ettei jännitteelliset osat saa olla käyttäjän kosketeltavissa (SFS 6000-4-41 2022, 7). Opinnäytetyössä sovelletaan kyseistä standardia, kytkennät sekä keskukset asennetaan sen mukaisesti, ettei sähköiskun vaaraa synny.

SFS 6000-standardin osa 5-56 sisältää vaatimukset sähköjärjestelmien turvallisuuskomponenttien sekä sähkönsyöttöjärjestelmien valinnoille. Standardi käsittelee myös niiden asentamista sekä teholähteitä. (SFS 6000-5 2022, 10)

## 4 DOKUMENTIT

Opinnäytetyössä käytetään kolmea eri ohjelmistoa kattavien dokumenttien luomiseen. Dokumentit varustetaan omalla dokumentaationimellään, jotka kertovat dokumenttien sisällön.

Projektin sähkökaavion luomiseen käytetään EPLAN Electric P8 -ohjelmistoa. Dokumentti sisältää sähkökaavioiden etusivun, sisällysluettelon, osalistan, sekä molempien keskuksien piirikaaviot ja 2D-mallinnukset. Dokumentit ovat esitetty liitteessä 1.

Toisena ohjelmana käytetään Siemensin luomaa LOGO! Soft Comfort -ohjelmistoa. Ohjelmistolla luodaan prosessissa käytettävän PLC-logiikkaohjaimen koodi. Itse ohjaimen koodia ei toimiteta työn tilaajalle, vaan koodi ladataan prosessin testauksissa logiikkaohjaimeen, josta sen pystyy näkemään sekä muokkaamaan. LOGO! Soft Comfort -ohjelmistolla luotu koodi on esitetty liitteessä 2.

Viimeiseksi työssä käytetään Microsoftin luomaa Word-ohjelmistoa. Ohjelmistolla luodaan käyttöliittymän toimintaohjeistus. Toimintaohjeistus sisältää automaatiojärjestelmän turvallisen käyttämisen, sekä käyttöliittymän toiminnot. Toimintaohjeistus on esitetty liitteessä 3.

## 5 OHJAUS

### 5.1 Suunnittelu

Prosessia rakentaessa mietittiin paljon, kuinka prosessin käyttöliittymästä tulee mahdollisimman toimiva ja käyttäjäystävällinen, sekä mitä komponentteja tarvittaisiin. Näiden ymmärtämiseksi on tärkeää pystyä havainnollistamaan kaikki halutut toiminnot prosessille sekä kaikki komponentit, joita halutaan ohjata prosessin kulussa.

Itse prosessiin asennetaan 5/2 bi-stabiili venttiili ohjaamaan pölyä konttien välillä. Venttiili toimii paineilmalla, mutta ohjaus tapahtuu sähköisesti LOGO!-PLC:llä. Kontteihin asennetaan pinnankorkeuden yläraja-anturit ilmaisemaan pölykontin täysinäisyyttä. Pölykontteihin on jo valmiiksi asennettu siirtoruuvit tasoittamaan pölyä kontin sisällä. Moottoreita ohjataan myös LOGO!-PLC:llä kontaktorien avulla.

### 5.2 Valinta

Prosessiin halutaan saada kolme erilaista tilaa – automaattitila, kontin 1 manuaalikäyttö, sekä kontin 2 manuaalikäyttö. Tilanvalinta tehdään käyttöliittymästä kolmeasentoisella valintakytkimellä. Valintakytkimen 1 asennolla on toiminnassa pölykontti 1:sen käyttö. Tämä asettaa venttiilin ohjaamaan pölyt pölykontti 1:seen sekä M1 moottorin päälle.

Toisessa tilassa, jolloin valintakytkin on asetettu 2 asentoon tapahtuu pölykontti 2:sen käyttö. Itse toiminnallisuudeltaan toiminta on vastaavanlainen kuin valintakytkimen asennossa 1. Venttiili asettaa pölyn kulkemaan pölykontti 2:seen sekä asettaa moottorin M2 päälle.

Viimeisessä tilassa halutaan tila, jolloin PLC-yksikkö itse päättää konttien käytöstä eikä valintakytkintä tarvitse vaihdella pölykonttien välillä, jos toinen pöly-

kontti tulee täyteen. Tätä tilaa kutsutaan valintakytkimessä A:ksi eli automaattitilaksi. Automaattitilan ollessa valittuna ohjelma ottaa huomioon pölykonttien täysinäisyyden yläpintaraja-antureiden kautta, sekä ohjaa sitä kautta kumpaa konttia käytetään.

Ohjelma siis sisältää kaksi pakko-ohjaus valintaa, jolla prosessin käyttäjä pystyy valitsemaan jommankumman kontin käyttöön. Pakko-ohjauksella pölykontin valinta ei vaihdu ennen kuin käyttöliittymästä prosessi pysäytetään tai valintakytkin käännetään eriasentoon. Näiden lisäksi ohjelmasta löytyy yksi automaatti ohjaus, jolloin prosessi pyörii PLC-yksikön ohjeilla, eikä käyttäjän tarvitse huolehtia toiminnoista.

### **5.3 Turvallisuus**

Prosessia täytyy miettiä laajasti myös turvallisuuden kannalta. Prosessi ei saa lähteä itsestään tekemään ei-haluttuja asioita, ja täten vaarantaa koko pölyprosessin ja sitä käyttävät henkilöt.

Turvallisuutta edistävänä komponenttina käytetään käyttöliittymässä start/stop -painiketta, joka on esitetty piirikaaviossa liitteessä 1. Komponentti sisältää start- sekä stop painikkeen sekä merkkivalon H5.

Painiketta käytetään aloittamaan ohjelman kulku. Tämä tuo oleellisen toiminnon ohjelmaan, jotta mikään toiminta ei automaattisesti lähde käyntiin valintakatkaisimen käynnön jälkeen vaan jokainen prosessi täytyy erikseen aloittaa start painikkeella. Painikkeen stop-painiketta käytetään prosessin pysäyttämiseen. Tämä pysäyttää pelkästään moottoreiden pyörimisen. Painikkeen merkkivalolla H5:llä ilmaistaan prosessin käyntitieto. Toiminto varmistaa, että käyttäjä on tietoinen prosessin päällä olemisesta.

Tämän lisäksi prosessiin asennetaan kaksi hätäseis-painiketta, joita painamalla prosessi pysähtyy tilasta riippumatta. Toinen hätäseis-painike asennetaan käyt-

töliittymäkeskukseen, ja toinen sijoitetaan pölykonttien läheisyyteen, jotta prosessin pystyy pysäyttämään pölykonttien läheisyydestä nopeasti sekä turvallisesti sitä vaadittaessa.

#### **5.4 Ilmaisuu**

Konttien tila on myös oleellinen tieto, jota käyttäjä tarvitsee valitakseen oikean toiminnon. Ilmaisuna käytetään Schneider Electricin valmistamia keskusmerkkivaloja, jotka ovat ilmaistu nimillä H1, H2, H3 sekä H4 piirikaaviossa liitteessä 1.

H1 ja H2 merkkivalot ilmaisevat pölykonttien paikallaoloa. Poissa ollessa kontit eivät ole lukittu paikalleen vaan niitä käydään tyhjentämässä. H1 ilmaisee pölykontin 1 paikallaoloa, ja merkkivalo H2 pölykontin 2 paikallaoloa. Tilatiedon loogikkaohjain saa konttiin asennetun raja-anturikaapelin liittimen kautta. Tilatieto on toteutettu asettamalla liittimeen yhdistysliitin, joka näkyy liite 1 sivulla ohjauspiiri\_DI. Jos pölykontin raja-anturikaapeli on kytkettynä liittimeen, ohjain saa tiedon kontin paikallaolotilasta.

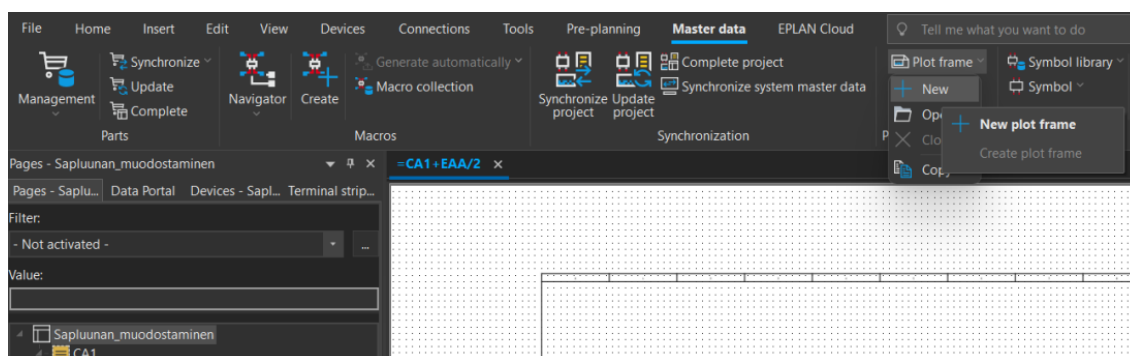
H3 ja H4 merkkivalot ilmaisevat pölykonttien täysinäisyyttä. H3 ilmaisee pölykontin 1 täysinäisyyttä, ja merkkivalo H4 pölykontin 2 täysinäisyyttä. Tämä on myös oleellinen tieto ohjelman tilan valitsemisessa, koska käyttäjän on tiedettävä, milloin vaihtaa pölykontista toiseen ja tilata pölykontin tyhjennys. Pölykonttien täysinäisyys tulee suorana tietona konttien antureista UWT1 sekä UWT2.

## 6 PIIRIKAAVIOT

### 6.1 Piirikaavion sapluuna

Piirikaavioiden sapluunan rakentaminen suoritettiin ensimmäiseksi piirikaavioiden luomisessa. Piirikaaviot haluttiin tehtäväksi asiakkaan valmiiksi luotuun pohjaan, mutta koska pohja oli tehty erisovelluksessa sekä ZWI-tiedostomuodossa se ei ole yhteensopiva EPLAN-suunnitteluohjelmiston kanssa. Tämän vuoksi työssä suoritettiin uuden sapluunan muodostaminen EPLAN-sovelluksella, joka vastasi asiakkaan sapluunaa.

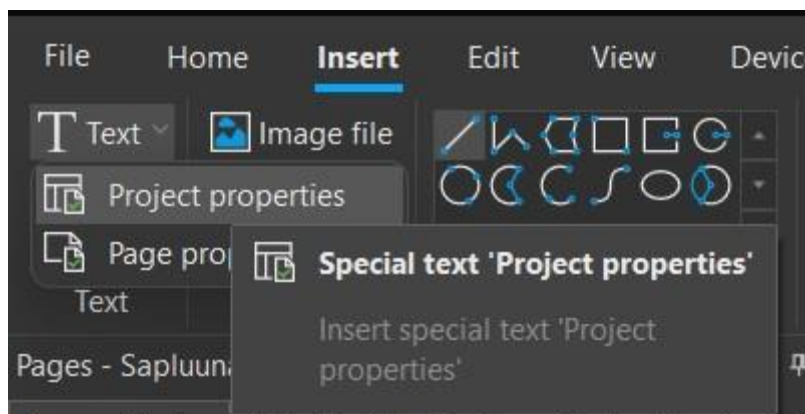
Sapluunan luominen aloitetaan projektin luomisen jälkeen avaamalla Master data välilehdeltä Plot frame sekä sieltä valitaan New vaihtoehto kuvan 1 mukaisesti.



KUVA 1. Sapluunan luominen.

Valitsemisen jälkeen pystyy asettamaan nimen uudelle sapluunalle, ja luomaan sen. Ohjelma tekee automaattisesti Pages-navigaattoriin sapluunan muutostilan, josta sitä pystyy muokkaamaan. Sapluunan ulkonäköä pystyy muokkaamaan pelkästään muutostilasta, eikä yksittäisten piirroksien sivuilta.

Sapluuna rakennetaan käyttäen Insert-välilehden Graphic- sekä Text-toimintoja. Graphic-toiminnoilla asetetaan muotoja ja viivoja sapluunaan sekä Text toimintoilla pääsee asettamaan tekstikenttiä kuvan 2 mukaisesti.



KUVA 2. Sapluunan luominen.

Text valinta antaa käyttöön joko Project properties sekä Page properties, josta molemmat ovat hyödyllisiä toimintoja sapluunan rakentamisessa. Page properties tekstikenttä pysyy samana jokaisella sivulla, jossa käytetään kyseistä sapluunaa. Valitsemalla Project properties tekstikentän sapluunaan pystyy muokkaamaan jokaiselle sivulle erikaltaisen tekstin.

Page properties tekstikenttiä pääsee muokkaamaan File välilehdeltä, josta pystyy asettamaan nopeasti tekstin tekstikenttään, joka pysyy samana jokaisella sivulla. Project properties tekstikenttiä pystyy muokkaamaan valitsemalla hiiren oikealla painikkeella sivuista ja valitsemalla properties.

## 6.2 Komponenttien nimeäminen

Komponentit nimetään yhdellä tai kahdella komponenttia kuvaavan sanan alkukirjaimella. Tämän lisäksi numerolla, joka merkitsee, kuinka monta samankaltaista komponenttia piirikaavioissa on. Esimerkiksi piirikaaviossa on kolme johdonsuojakatkaisijaa. Johdonsuojakatkaisijat nimetään F1, F2 ja F3. Ensimmäinen sana F tulee englannin sanasta fuse, joka tarkoittaa suomeksi sulaketta.

Kaapelit merkitään kahdella kirjaimella ja vastaavanlaisesti numerolla, joka numeroidaan juoksevasti. Ensimmäinen kirjain tulee englanninkielisestä sanasta wire, jonka alkukirjain on W. Tätä alkukirjainta käytetään jokaisessa kaapelissa, jonka jälkeen merkintään lisätään kaapelin toimintoa kuvaava kirjain. Esimerkiksi

pääkeskuksen sekä käyttöliittymä keskuksen välinen kaapeli nimettiin WC1, joka tulee sanoista wire control.

## 7 OHJELMA

Prosessin automaatio toteutetaan Siemensin LOGO! PLC:llä, joka on alla olevan kuvan 3 mukainen.



KUVA 3. Logo! PLC-logiikkaohjain. (LOGO! basic modules n.d.)

Logon tulot eli inputit sijaitsevat sen yläreunassa. Esimerkiksi työn osalta tuloihin kytketään valintakatkaisimet, tilatiedot sekä anturi tiedot. Yksikön alapuolella sijaitsee ohjaimen lähdöt eli outputit. Näihin kytketään kaikki laitteet, johon ohjain lähettää jännitesignaalia. Esimerkiksi merkkivalot ja moottoreiden kelat.

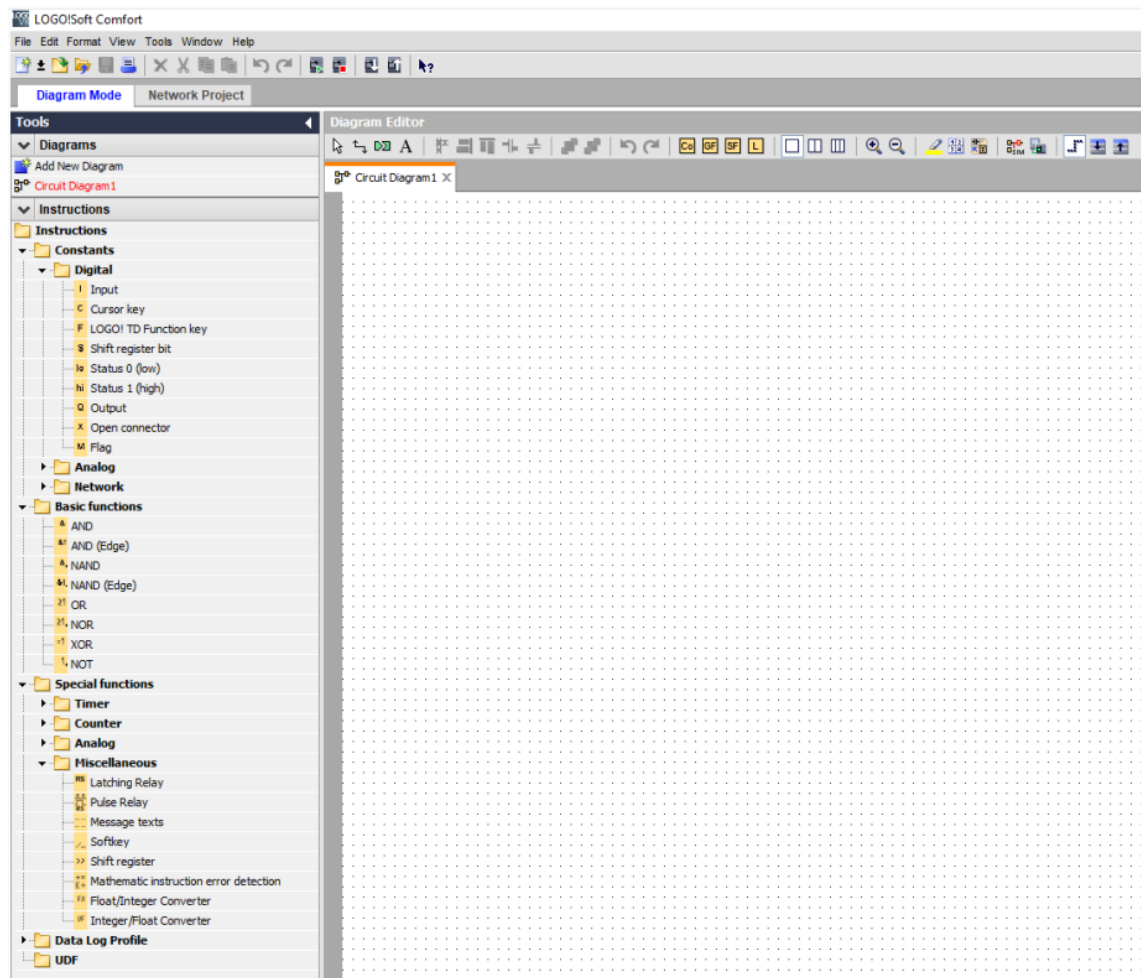
Logoon on myös saatavilla paljon erilaisia lisäosia, jotka tuovat suurempia ohjelmointi mahdollisuuksia. Logiikkaohjaimen omat tulot ja lähdöt eivät riitä työn tekemiseen, joten ohjaimen liitetään kuvassa 4 näkyvä lisämoduuli.



KUVA 4. Logo! Lisämoduuli. (6ED1055-1CB00-0BA2 n.d.)

Lisämoduulin kanssa saadaan yhteensä käytettäväksi 12 tulosignaalia sekä 8 lähtösignaalia.

PLC-yksikköä pystyy ohjelmoimaan LOGO! Soft Comfort ohjelmiston kautta, jota käytetään opinnäytetyössä. Ohjelmisto on kuvan 5 mukainen.

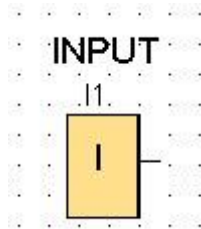


KUVA 5. Logo! Soft Comfort.

Kieleksi valittiin Function Block Diagram. Kieli valittiin sen helppolukuisuuden vuoksi. Lisäksi aiempi kokemus kyseisellä kielellä ohjelmoinnista edesauttoi valinnassa.

Kuvan 5 ohjelman vasemmasta reunasta Instructions välilehden alta löytyy kaikki lohkot, jotka ovat käytettävissä. Projektin luonteen mukaan käytettävissä olevien työkalujen avulla pystyy rakentamaan myös melko monimutkaisia, sekä kattavia ohjelmistoja. Projektia ei kuitenkaan pysty paloittelemaan pienempiin kokonaisuuksiin, vaan projektissa käytetään yhtä suurta työskentelyaluetta ohjelman luomiseen. Tämä tuo myös huonon puolen LOGO!-n käyttöön, koska liian suuret ohjelmistot ovat herkästi sekavia ja vaikeampilukuisia. Toisin taas esimerkiksi Siemensin TIA Portalissa ohjelmistokokonaisuus rakennetaan tarvittaessa useista erillisistä funktioista, joista kullakin on selkeä tehtävä. Tällöin yksittäinen funktio suorittaa vähemmän toimintoja, ja sen tehtävä on helpompi hahmottaa.

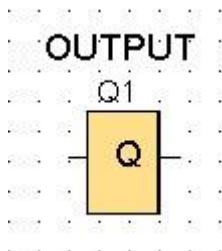
Ohjelman tekemiseen käytettiin kuutta yleistä toimintalohkoa, joilla jokaisella on erikaltaiset ominaisuudet. Ensimmäiseksi käytettiin Input-lohkoa tulosignaalien lukemiseen. Lohko on esitetty alla olevassa kuvassa 6.



KUVA 6. INPUT toimintalohko.

Input-toimintalohko lukee PLC yksikön tulokanaviin asetetun signaalin tiedot, sekä välittää ne ohjelmassa eteenpäin. Esimerkiksi kun valintakytkintä käännetään käyttöliittymästä, ohjelma saa tiedon ja pystyy jatkamaan ohjelman kulkua.

Seuraavaksi ohjelmassa käytettiin Output-toimintalohkoja PLC yksikön lähtösignaalien asettamiseen. Output lohko on kuvan 7 mukainen.

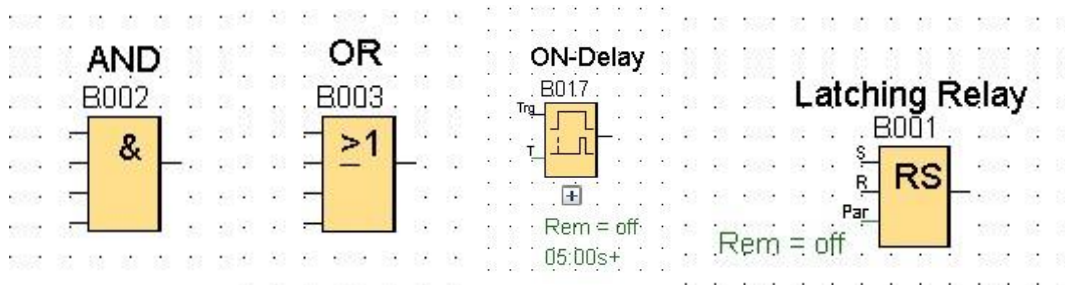


KUVA 7. OUTPUT toimintalohko.

Output toimintalohko kytkee PLC yksikön lähtökanavia. Signaalit välittyvät kaapeleilla ohjattaviin laitteisiin.

Näiden lisäksi ohjelmassa käytettiin AND, OR, Latching Relay sekä On-Delay toimintalohkoja, jotka ovat esitetty kuvassa 8. AND-lohko yhdistää saamaansa signaalit yhdeksi, ja vasta kun kaikki lohkon vasemmalle puolelle asetut signaalit ovat aktiivisia eli TRUE tilassa toimintalohko päästää signaalin eteenpäin.

OR toimintalohko yhdistää saamansa signaalit yhteen ja päästää signaalin eteenpäin, kun yksikin tulosignaali on aktiivinen. ON-Delay on toimintalohko, joka odottaa siihen asetetun ajan ennen kuin päästää signaalin ylitseen. Tätä toimintalohkoa käytetään ohjelmassa automaattitilan pölykontin valitsemiseen. Viimeiseksi ohjelmassa käytettiin Latching Relay -toimintalohkoa moottoreiden päälle asettamiseen. Toimintalohkoon asetetaan kaksi signaalia vasemmalle puolelle - start sekä reset. Kun Start signaali on päällä, Latching Relay pysyy aktiivisena vaikka signaali sammuisi. Kun toimilohkon Reset signaali on aktiivinen, lähtö menee pois päältä. Tällöin siis ohjattava laite käynnistyy start-signaalilla, ja käy kunnes se kytketään pois päältä reset-signaalilla.



KUVA 8. Toimintalohkot.

## 8 TESTAUS

Prosessin käyttöönottestauksessa käydään läpi kaikki toiminnot, jotka ovat asetettu prosessiin. Testaus on tärkeä vaihe uuden automaatioprosessin rakentamisessa, jotta varmistetaan prosessin toiminnallisuuden olevan halutun mukainen. Testaus sisältää kaikki prosessin pysäytysasetukset kuten hätäseis painikkeet, sekä ohjelmaan tehdyt lukitukset. Testaukset tehdään, jotta varmistetaan niiden toiminnasta ja estytään henkilövahingoilta.

Käyttöönottestauksen alussa suoritetaan yleensä myös prosessin sähkölaitteiston käyttöönottomittaukset, mutta opinnäytetyön osalta käyttöönottomittauksiin ei oteta kantaa. Käyttöönottomittauksiin ei oteta kantaa, koska sama ulkopuolinen yritys, joka asentaa prosessin suorittaa niiden tekemisen.

Prosessin käyttöönottestaus aloitetaan tarkastamalla LOGO! PLC:n johdotukset, jotta ne menevät varmasti tarkoitettuihin komponentteihin samassa järjestyksessä, mihin ne on ohjelmassa asetettu. Tämän jälkeen keskuksiin kytketään sähköt, ja PLC logiikkaohjaimen otetaan yhteys tietokoneella. Tietokoneen Logo! Soft Comfort -ohjelmistosta avataan online view -simulointi. Simulointi kuvasta näkee prosessin tapahtumat reaaliaikaisesti. Tämä helpottaa prosessin seuranta ja virheiden tunnistamista. Suurimmat virheet näkyvät  
Tämä on erittäin tärkeä osa testausta koska jos prosessissa tapahtuu virheitä, sen näkee suoraan tietokoneelta ja suurimmat virheet löydetään nopeammin.

Kun yhteys tietokoneen ja logiikkaohjaimen välille on luotu, aloitetaan prosessin testaus. Ensimmäiseksi testauksessa käydään läpi käyttöliittymän pakko-ohjaukset, eli valintakytkimen asennot 1 sekä 2 ja niiden toiminnot. Testauksien ohessa kokeillaan myös turvatoimintoja kuten esimerkiksi hätäseispainikkeiden käyttöä sekä stop nappien toimintaa.

Lopuksi käyttöönottestauksessa testataan valintakytkimen asentoa A eli automaattitila. Automaattitilan ollessa päällä itseprosessista simuloidaan pölykonttien täysinäisyyttä sekä paikalla oloa, jotta nähdään, reagoiko prosessi tapahtumiin niille asetettujen vaatimusten mukaisesti.

Testauksissa otetaan huomioon myös käyttöliittymän merkkivalot ja niiden toiminnallisuus. Merkkivalot ilmaisevat pölykonttien täysinäisyyttä sekä paikallaoloa. Tapahtumat simuloidaan asettamalla anturit käsin täysiasentoon ja pois. Paikallaolotieto simuloidaan katkaisemalla raja-anturiin kulkeutuva signaali. Signaali katkaistaan irrottamalla raja-anturi liitin, joka on asennettu pölykontteihin.

## 9 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli saada automatisoitu ratkaisu pölyn jatkokomenteille korostaen käyttäjäystävällisyyttä ja toiminnallisuutta. Projektin loppukokouksessa todettiin tavoitteisiin pääsyn onnistuneen. Loppuratkaisusta tuli kompakti järjestelmä, jossa huomioitiin mahdollisuus päivittää järjestelmää tulevaisuudessa.

Henkilökohtaisia tavoitteita työlle oli saada parempi ymmärrys projektin kulusta ja vaiheista, sähköinsinöörin työkuvaan kuuluvista tehtävistä tämänkaltaisessa projektissa. Työtä tehdessä pääsi etsimään tietoa uusista työtä koskevista asioista ja oikeaoppisista kytkentätavoista. Työn aikana pääsi myös keskustelemaan eri tahojen kanssa prosessiratkaisuista. Projektin aikana mietittiin yhdessä, miten järjestelmästä saadaan juuri sopiva polyprosessikäyttöön.

Projektin suunnitteluvaiheessa pääsi tutustumaan entuudestaan ei niin tuttuun suunnitteluohjelmistoon, josta on varmasti hyötyä tulevaisuuden projektien suunnittelussa. Suunnittelussa huomasi, kuinka paljon erikaltaisia toimintoja suunnitteluohjelmistosta löytyy ja miten niitä käytetään sekä miten niillä nopeutetaan toimintojen tekemistä.

Kyseinen projekti oli erittäin hyvä opinnäytetyöksi, koska työssä käytiin monen osaamisalueen asioita läpi, joita sähkö- ja automaatioinsinöörin tutkinnon käyneiltä henkilöiltä odotetaan osaavan. Tämän lisäksi työssä korostui hyvän kommunikaation merkitys osapuolten välillä. Kommunikaatio projektin kulussa on erittäin tärkeää, jotta ei tehdä turhaa työtä. Vain hyvällä kommunikaatiolla on mahdollista saavuttaa kaikkia osapuolia miellyttävä lopputulos.

## LÄHDELUETTELO

BAIQIANCHENG. 2020. Mikä on piirikaavio?. Verkkosivu. Viitattu 14.3.2024.  
<https://fi.pcba-emsfactory.com/info/what-is-a-circuit-diagram-48999802.html>

EPLAN. n.d. EPLAN Electric P8. Verkkosivu. Viitattu 5.3.2024.  
<https://www.eplan.fi/ratkaisut/eplan-electric-p8/>

Polycase. 2021. What Is a Programmable Logic Controller (PLC)?. Verkkosivu. Viitattu 5.2.2024.  
<https://www.polycase.com/techtalk/electronics-tips/what-is-a-programmable-logic-controller.html>

SFS 6000-1:2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 1: Peruseriaatteet, yleisten ominaisuuksien määrittely ja määritelmät. Viitattu 30.3.2024. Vaatii käyttöoikeuden.  
<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/1141256.html.stx>

SFS 6000-4-41:2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 4-41: Suojausmenetelmät. Suojaus sähköiskulta. Viitattu 30.3.2024. Vaatii käyttöoikeuden.  
<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/1141200.html.stx>

SFS 6000-5:2022. Pienjännitesähköasennukset. Osa 5-56: Sähkölaitteiden valinta ja asentaminen. Turvajärjestelmät. Viitattu 30.3.2024. Vaatii käyttöoikeuden.  
<https://online.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFSsahko/SFS/ID2/6/1141216.html.stx>

SIEMENS. n.d. 6ED1055-1CB00-0BA2. Verkkosivu. Viitattu 20.3.2024.  
<https://mall.industry.siemens.com/mall/en/WW/Catalog/Product/6ED1055-1CB00-0BA2>

SIEMENS. n.d. LOGO! basic modules at a glance. Verkkosivu. Viitattu 20.3.2024.  
<https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo/logo-basic-modules.html>


SIEMENS. n.d. LOGO! – Kompakti ohjain pilviliittymällä. Verkkosivu. Viitattu 5.3.2024.  
<https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo.html#DiscovertheLOGOportfolio>

TUKES. n.d. Sähköasennusten tekniset vaatimukset. Verkkosivu. Viitattu 30.3.2024.  
<https://tukes.fi/sahko/sahkotyot-ja-urakointi/sahkoasennusten-tekniset-vaatimukset>

VIRANOMAINEN. n.d. VESITIIVIYDEN LUOKITUSJÄRJESTELMÄ - IP-LUOKITUS. Verkkosivu. Viitattu 12.3.2024.  
<https://viranomainen.fi/ip-luokitus>

## LIITEET

## Liite 1. Piirikaaviot

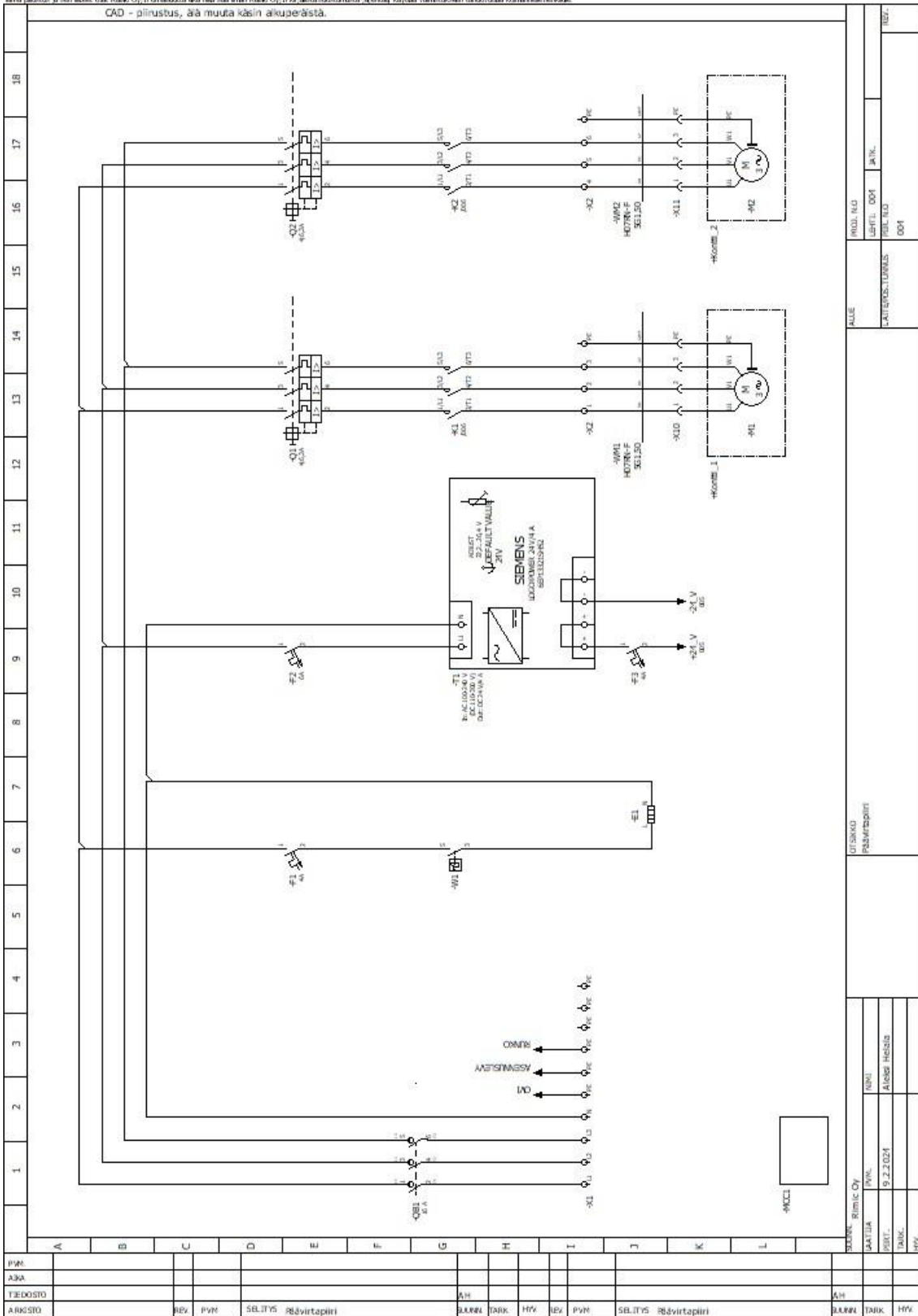
			
Yritys	Rimic	Osoite	
Projekti kuvaus	Pölykontti_automatiokeskus	Hirdenkatu 7 G	
Työnumero	RY_510 Mylly	20360, Turku	
Luotu:	30.1.2024	Svut	15
Mukattu:	30.3.2024	Suunnittelija:	Aleksi Helala





Tämä piirustus ja sen liitteet ovat Ilmarin Oy:n omaisuutta eikä niitä saa ilman Ilmarin Oy:n kirjallista suostumusta julkistaa, kopioida, viedä ulkomaille tai muuten käyttää ilman Ilmarin Oy:n kirjallista suostumusta.

CAD - piirustus, älä muuta käsin alkuperästä.



PROJ. NIMI	ILMARIN RINNE OY	LOKASIO	REKUPROJEKTI
LIITTEIDEN NIMI	PIIRI		
LAATIJAN NIMI	PVL	PIIRIN NIMI	ALASKI HEIKKILÄ
PIIRIN NIMI	9.2.021		
PIIRIN NIMI			
PIIRIN NIMI			
PIIRIN NIMI			

PROJ. NIMI	ILMARIN RINNE OY	LOKASIO	REKUPROJEKTI
LIITTEIDEN NIMI	PIIRI		
LAATIJAN NIMI	PVL	PIIRIN NIMI	ALASKI HEIKKILÄ
PIIRIN NIMI	9.2.021		
PIIRIN NIMI			
PIIRIN NIMI			
PIIRIN NIMI			

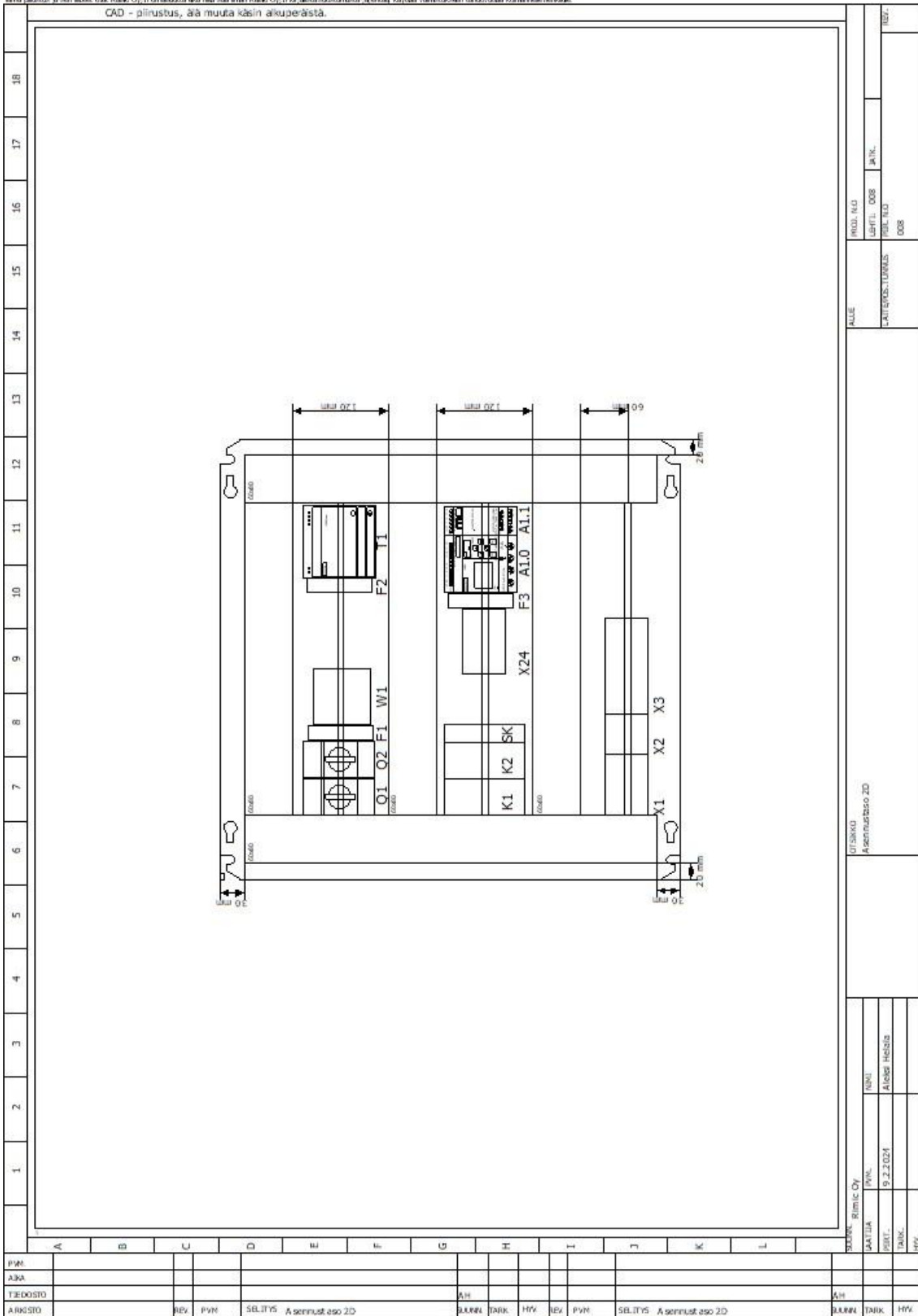






Tämä piirustus ja sen liitteet ovat Ilmarin Oy:n omaisuutta eikä niitä saa ilman Ilmarin Oy:n kirjallista suostumusta julkistaa, kopioida, vareskoida tai muuten julkisesti levittää.

CAD - piirustus, älä muuta käsin alkuperästä.



PROJ. NIMI	ALUE	LOUNAS	Asennusosa 2D
LAITTEI. OOS	LAITE	SAATILJA	PVIL
RAK. KII. OOS	RAK. KII. OOS	PIIKI.	9.2.2021
DOOR	DOOR	PAIK.	Alisa Heliö
		PVV.	

ARKISTO	REV.	PVM	SELITYS	Asemmusosa 2D	ARKK.	TRKK.	HVV.	REV.	PVM	SELITYS	Asemmusosa 2D	ARKK.	TRKK.	HVV.
---------	------	-----	---------	---------------	-------	-------	------	------	-----	---------	---------------	-------	-------	------







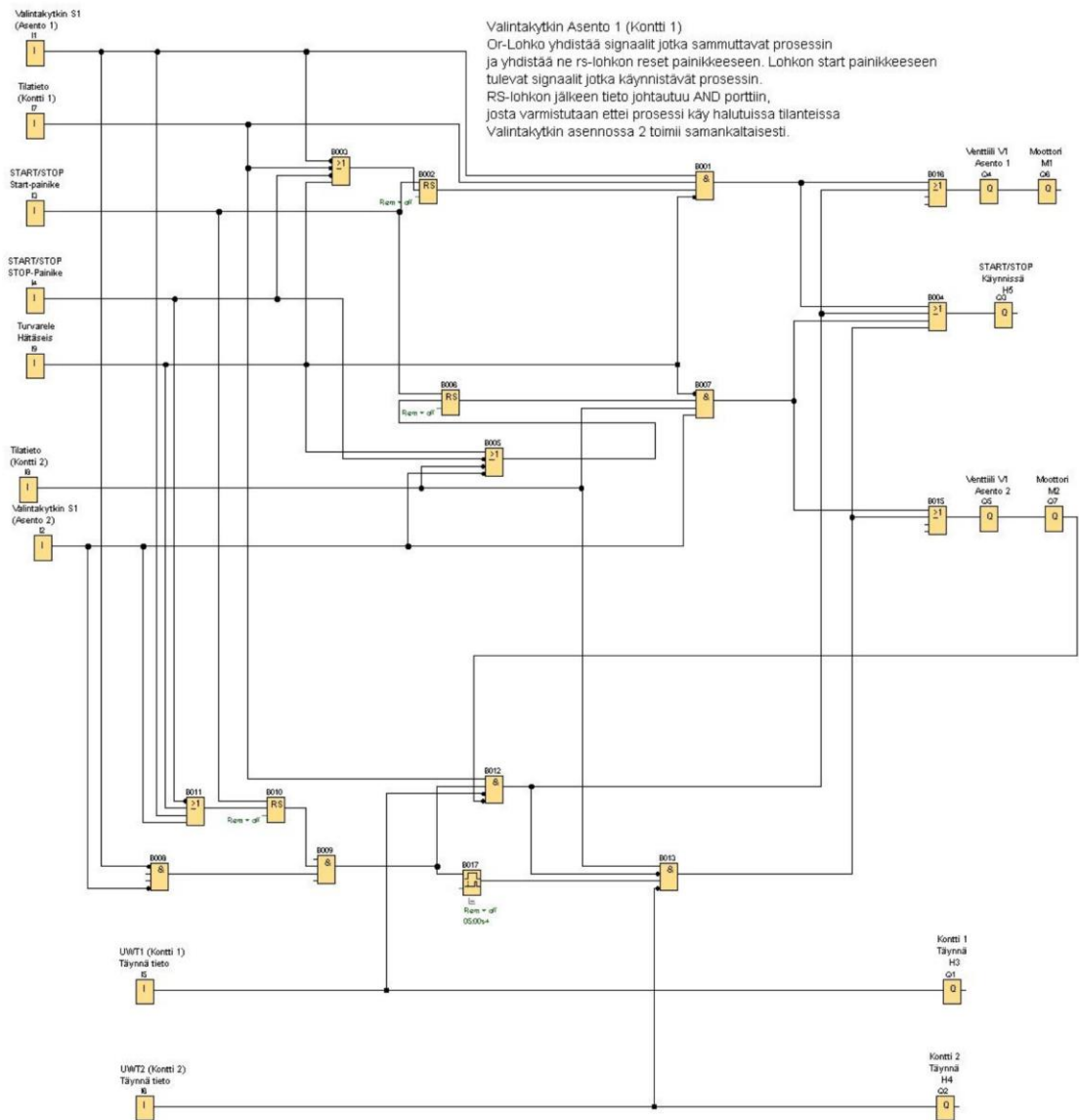








## Liite 2. ohjelma



Automaatti tilalähtee käyntiin, jos valintakytkin ei ole asennossa 1 tai 2.

Ohjelma asettaa aina ensimmäisesksi tilaksi kontti 1 jos se on toiminnassa.

Jos kontti 1 ei ole paikalla tai täynnä se valitsee kontin 2.

Jos kontti tulee täyteen automaattitilan aikana. Prosessi sammuttaa ja aloittaa prosessin toisessa kontissa.

## Liite 3. Toimintaohjeistus

### Pölykonttien automatisointi | LOGO! logiikkaohjaimen toimintaohje

#### Toiminnan kuvaus

- Prosessi ei lähde käyntiin suoraan valintakatkaisimen käännöstä. Prosessin käynnistymiseen vaaditaan erillinen vahvistus I3 tulolta eli START-painikkeelta.
- Prosessi pysähtyy heti kun painetaan STOP-painiketta
- Jos turvarele SK on aktiivinen, ohjelma on pysäytys tilassa, eikä prosessissa tapahdu mitään.
- Jos kontti ei ole paikalla, ohjelma ei voi käynnistyä kyseiseen konttiin.

#### Valintakytkin asento A

Jos valintakatkaisin (kontti 1), tulo I1 tai valintakatkaisin (kontti 2), tulo I2 ei tule jännitettä on käynnissä automaattitila.

Automaatti tila ei lähde käyntiin ennen kuin Start-painikkeesta painetaan ja tämän jälkeen merkkivalo H5 syttyy. Automaatti tila alkaa aikaisemmin käytetystä kontista tai kontti 1. Ohjelma katsoo myös konttien tilatiedon ja katsoo niiden perusteella oikean kontin.

Ohjelma antaa tiedon venttiilille kumpaa konttia käytetään ja laittaa oikean pölykontin moottorin päälle. Ohjelma jatkuu niin kauan, kunnes kontti tulee täyteen, jolloin merkkivalo H3 tai H4 jää palamaan ja logo vaihtaa pölykontista toiseen.

Automaatti tila on päällä niin kauan, kunnes stop-painiketta painetaan, jolloin kaikki pysähtyy tai jos valintakytkintä käännetään. H5 sammuu, jos stop nappia painetaan.

#### Valintakytkin asento 1

Kun valintakytkin on asetettu 1 asentoon (pölykontti 1) ohjelma lähtee käyntiin, jos tuloon I7 tulee tilatieto kontin paikalla olost. seuraavaksi se asettaa venttiilin asentoon 1 jännitteen ja M1 moottori lähtee pyörimään. Moottori pyörii niin kauan, kunnes valintakytkin vaihdetaan tai jos kontti tulee täytteen anturin tiedosta. H3 valo, palaa kun kontti on täynnä.

#### Valintakytkin asento 1

Kun valintakytkin on asetettu 2 asentoon (pölykontti 2) ohjelma lähtee käyntiin, jos saadaan kontin tilatieto, jolloin venttiili asento 2 saa jännitteen ja M2 moottori lähtee pyörimään. Moottori pyörii niin kauan, kunnes valintakytkin vaihdetaan. Jos kontti tulee täytteen anturin tiedosta H4 valo syttyy ja prosessi pysähtyy.

## I/O LISTAUS

Tulot:			
I1	Kontti 1 (Asento 1)	Valintakytkin S1	no
I2	Kontti 2 (Asento 2)	Valintakytkin S1	no
I3	START	-START/STOP	no (Painike)
I4	STOP	-START/STOP	nc (Painike)
I5	Anturi 1	UWT1 (Kontti 1)	no
I6	Anturi 2	UWT2 (Kontti 2)	no
I7	Tilatieto 1	Kontti 1	no
I8	Tilatieto 2	Kontti 2	no
I9	Hätäseis	Turvarele SK	no
Lähdöt:			
Q1	H3	Kontti 1 Täynnä	
Q2	H4	Kontti 2 Täynnä	
Q3	H5  Prosessi käynnissä	-Start/Stop	
Q4	Venttiili asento 1	V1 (Kontti 1)	
Q5	Venttiili asento 2	V1 (Kontti 2)	
Q6	Moottori M1	K1	
Q7	Moottori M2	K2	