

SAVONIA

ammattikorkeakoulu

OPINNÄYTETYÖ - AMMATTIKORKEAKOULUTUTKINTO
TEKNIIKAN JA LIIKENTEEN ALA

PURUNPOISTOJÄRJESTELMÄN SÄHKÖISTYS

TEKIJÄ Matti Poutanen

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala	
Tutkinto-ohjelma Sähkö- ja automaatiotekniikan tutkinto-ohjelma	
Työn tekijä Matti Poutanen	
Työn nimi Purunpoistojärjestelmän sähköistys	
Päiväys 22.4.2022	Sivumäärä/Liitteet 21
Toimeksiantaja CMe Solutions Oy	
<p>Tiivistelmä</p> <p>Tässä opinnäytetyössä suunniteltiin, ohjelmoitiin ja käyttöönotettiin Vaasan Kuljetuskanavat Oy:n purunpoistojärjestelmän sähköistys. Järjestelmä koostuu suodatinyksiköstä, puhaltimista ja purusiilosta.</p> <p>Työssä suunniteltiin sähkökeskus, joka syöttää ja ohjaa purunpoistojärjestelmää. Sähkökeskuksen suunnittelun lisäksi työ sisälsi ohjelmistosuunnittelun ja käyttöönoton. Suunnittelussa oli käytettävissä toimeksiantajan laatima toiminnankuvaus, sekä moottori- ja instrumenttiluettelo. Työssä perehdyttiin keskussuunnittelun, ohjelmistosuunnittelun ja käyttöönoton eri vaiheisiin.</p> <p>Työssä käytiin sähköistämisen yleisimmät työvaiheet ja lopputuloksena on toimiva laitteisto. Kokonaisuudessaan työ onnistui hyvin.</p>	
Avainsanat Sähkösuunnittelu, Automaatio	

Field of Study Technology, Communication and Transport	
Degree Programme Degree Programme in Electrical and Automation Engineering	
Author Matti Poutanen	
Title of Thesis Electrification of Sawdust Removal System	
Date 22 April 2022	Pages/Appendices 21
Client Organisation CMe Solutions Oy	
<p>Abstract</p> <p>The subject of this thesis was the electrification of a sawdust removal system in CMe Solutions Oy. It was part of the sawdust removal system for Vaasan Kuljetuskanavat Oy. The Sawdust removal system included a filter unit, fans, and a sawdust silo.</p> <p>The purpose of this thesis was to design an electrical cabinet which feeds and controls the sawdust removal system. The thesis also included software design and the introduction of the system. Designing was based on the Description of functionality and The Motor and instrument list which was provided by Vaasan Kuljetuskanavat. While writing the thesis, different phases of designing electrical cabinets, designing the software and the introduction of the system were familiarized with.</p> <p>The thesis included typical duties for electrification and the result was a working sawdust removal system. Overall, the project was a success.</p>	
Keywords Electrical design, Automation	

SISÄLTÖ

1	JOHDANTO	5
2	CME SOLUTIONS OY.....	6
3	SÄHKÖSUUNNITTELU	7
3.1	Esitiedot ja esisuunnittelu.....	7
3.2	Suunnitteluohjelmisto	7
3.3	Mitoitus- ja komponenttivalinnat	7
3.4	Layout	10
4	AUTOMAATION SUUNNITTELU	11
4.1	Järjestelmärakenne	13
4.2	Ohjelmistosuunnittelu	14
4.3	HMI ja valvomo.....	17
5	KÄYTTÖÖNOTTO.....	18
5.1	Moduulien testaus	18
5.2	Ohjelman lataus.....	18
5.3	IO-testaus	18
5.4	Toiminnallinen testaus	18
6	YHTEENVETO.....	20
	LÄHTEET	21

KUVALUETTELO

Kuva 1.	Kuopion toimitilat (CMe Solutions, 2022).....	6
Kuva 2.	Esimerkki pääpiirikaavioiden hierarkiasta.....	8
Kuva 3.	Esimerkki piirikaavioista	9
Kuva 4.	Layout esimerkki ulkopuolelta	10
Kuva 5.	Esimerkki kontaktorien ohjauksesta.....	11
Kuva 6.	Esimerkki turvakytkimien kytkeytymisestä.....	12
Kuva 7.	Järjestelmän verkon rakenne	14
Kuva 8.	Esimerkki tikapuukaaviosta.....	15
Kuva 9.	Järjestelmän toimintaperiaate.....	16

1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin CMe Solutions Oy:n työtehtävänä. Opinnäytetyön tavoitteena on suunnitella, ohjelmoida ja käyttöönottaa purunpoistojärjestelmän automaatio. Purunpoistojärjestelmän automaatio on osa Vaasan Kuljetuskanavat Oy:n purunpoistojärjestelmää.

Purunpoistojärjestelmä koostuu pääpuhaltimista, suodatinyksiköstä ja siirtopuhaltimesta. Purunpoisto keskustelee Profinet:n välityksellä tuotantolinjoille. Valvomossa on etäyhteys purunpoistoon ja sitä voidaan hallita valvomosta käsin. Purunpoistossa on puhaltimien lämpötilan ja värinänmittaus. Purunpoisto liittyy myös kipinänsammutusjärjestelmään. Myöhemmin tässä työssä purunpoistojärjestelmää kutsutaan järjestelmäksi.

Lyhenteet ja määritelmät

AC	Alternative Current, Vaihtosähkö
DC	Direct Current, Tasasähkö
DI	Digital Input
DO	Digital Output
HMI	Human Machine Interface, Käyttöpääte
IO	Input/Output, Tulo- ja lähtöliitäntä
MI-luettelo	moottori- ja instrumenttiluettelo
Pienjännite	Alle 1000V AC tai 1500V DC
Pienoisjännite	Alle 50 V AC tai 120 V DC
PLC	Programable Logical Controller, Ohjelmoitava logiikka
Profinet	Siemensin Ethernet pohjainen kenttäväylä
STO	Safety Torque Off

2 CME SOLUTIONS OY

Kuvassa 1. on CMe Solutions Oy:n Kuopion toimitilat. Yritys on perustettu vuonna 2008 ja työllistää useita osaajia. Vahvuuksina yrityksellä on laaja tuntemus automaation, ohjelmoinnin ja mobiilisovellusten alueelta. Yritys tarjoaa sähkö- ja automaatio suunnittelua, keskusvalmistusta ja asennuspalveluja teollisuuden projekteihin. (CMe Solutions, 2022.) Tämän opinnäytetyön aiheena on laatia purunpoistojärjestelmän sähköistys. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuottaa onnistunut asiakasprojekti yritykselle.



Kuva 1. Kuopion toimitilat (CMe Solutions, 2022)

3 SÄHKÖSUUNNITTELU

Sähkösuunnittelun ensimmäiset vaiheet ovat esitietojen läpikäynti ja esisuunnittelu. Esisuunnittelu on tärkeä osa, jossa hahmotellaan pääpiirteet, haluttu toiminta ja asiakkaan vaatimukset. Jos toimitaan alihankkijana, on tilaaja mahdollisesti tehnyt esisuunnittelun valmiiksi. Sähkösuunnittelun lopputuloksena on dokumentaatio, jolla sähkökeskus voidaan valmistaa ja asentaa.

3.1 Esitiedot ja esisuunnittelu

Suunnittelu alkaa voitetusta tarjouskilpailusta. CMe Solutions toimi työssä alihankkijana ja Vaasan Kuljetuskanavat Oy on jo tehnyt esisuunnittelun järjestelmää varten. Esitiedoksi saadaan MI-luettelon laitetuottajalta ja tarjouspyyntö. MI-luettelosta selviää laitteessa olevat moottorit ja anturit. Tarjouspyynnössä on määritetty järjestelmän vaatimuksia. Suunnittelun edetessä täydennetään esitietoja toiminnankuvauksella.

3.2 Suunnitteluohjelmisto

Sähkösuunnittelua varten on olemassa erilaisia ohjelmistoja, joista edistyksellisemmät tukevat suunnittelua enemmän. Suunnitteluohjelmistona on käytössä hiljattain käyttöön otettu EPLAN 1.9-ohjelmisto. Ohjelmisto on tietokantapohjainen ja se mahdollistaa sujuvan suunnittelun. Ohjelmistossa suunnitellaan piirikaavio ja samalla määritetään käytettävät komponentit. Suurien komponenttivalmistajien komponentit löytyvät EPLAN DATA PORTAL kirjastosta valmiina, josta ne voi ladata omaan käyttöön. Harvinaisemmat komponentit luodaan itse. Valmiista piirikaavioista saadaan generoitua tarpeelliset dokumentit, kuten osaluettelo ja kaapelointikuvat.

Ohjelmiston tuli minulle käyttöön maaliskuussa ja ohjelmiston perusteisiin kävin koulutuksen Vantaalla. Koulutuksessa käytiin ohjelmiston ominaisuudet sähkösuunnittelun näkökulmasta. Koulutus loi pohjan, jolla ohjelmiston käytön pystyi aloittamaan. Suunnittelu on alussa hitaampaa, koska kaikki komponentit täytyy etsiä ja ohjelmiston käyttöliittymä ei ole vielä tuttu. Lisäksi ohjelmisto ohjaa piirtämään piirikaaviot poikkeavalla tavalla vanhoihin piirikaavioihin verrattaessa. Tarkoituksena on kouluttaa yrityksen muut suunnittelijat suunnitteluohjelmiston käyttöön, kun itse hallitsen ohjelmiston riittävän hyvin.

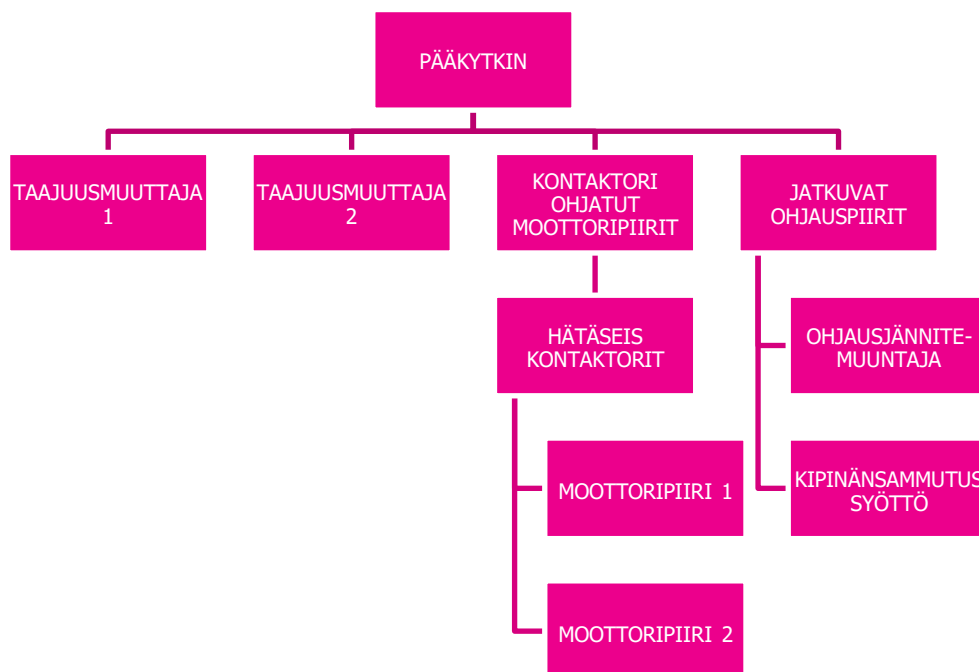
3.3 Mitoitus- ja komponenttivalinnat

Tarjouspyynnössä on määritelty taajuusmuuttajien valmistaja. MI-luettelossa on ilmoitettu pääpuhaltimien moottoriteho. Näiden avulla pystyy valitsemaan sopivat taajuusmuuttajat puhaltimille.

Koneen kaikki virtapiirit, joissa virta voi ylittää joko komponentin mitoitusvirran tai johtimen kuormitettavuuden, sen mukaisesti kumpi on pienempi, on varustettava ylivirtasuojauksella.

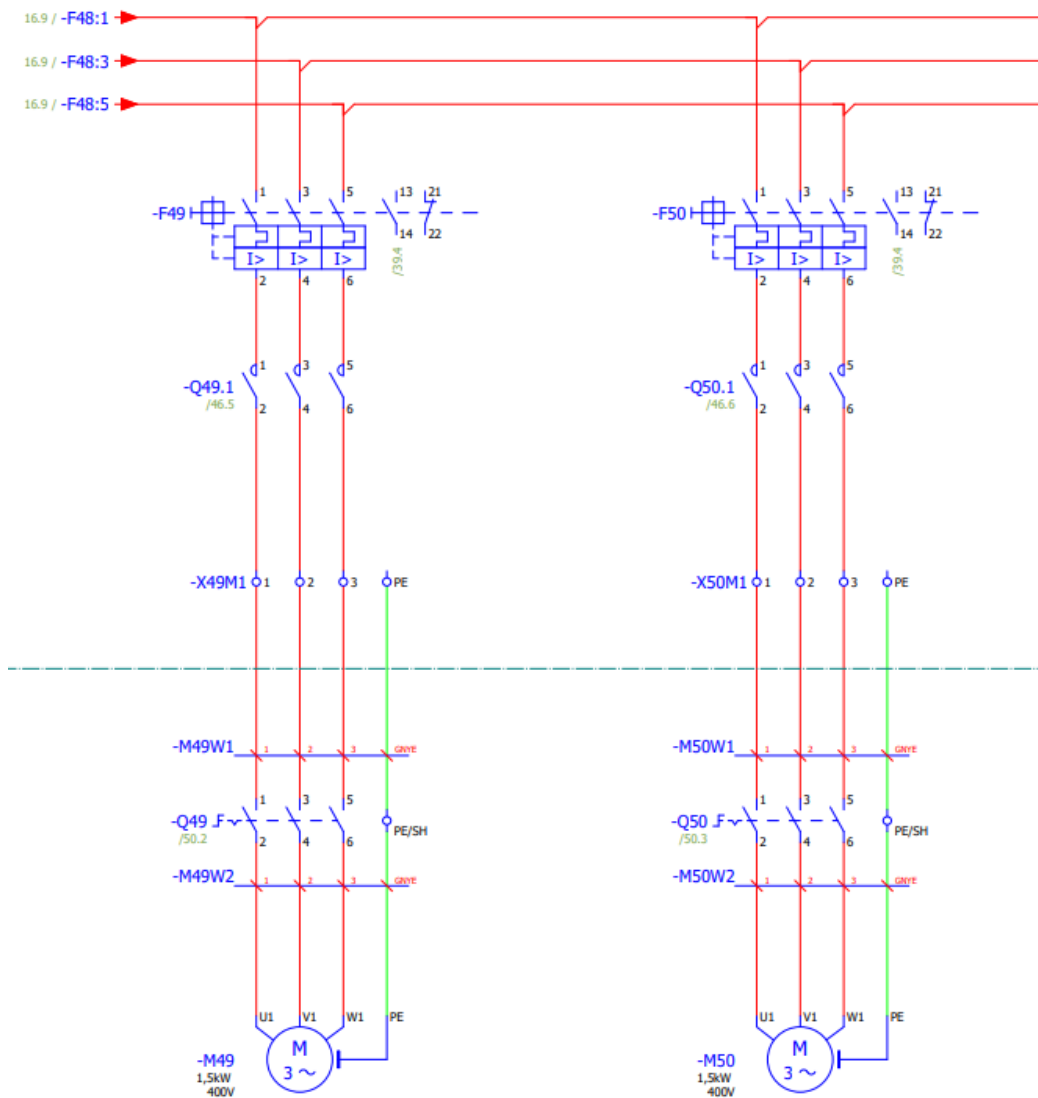
Sulakkeiden mitoitusvirrat tai muun ylivirtasuojien asetteluarvot on valittava mahdollisimman alhaiseksi, mutta kuitenkin vastaamaan odotettavissa olevia ylivirtoja (esim. moottorin käynnistysvirtaa tai muuntajan kytkentävirtaa). Suojalaitteita valittaessa on otettava huomioon ohjauspiirien kytkinlaitteiden suojaus ylivirtojen aiheuttamilta vaurioilta. (SFS-EN 60204-1:2018)

Kun kaikki suuret taajuusmuuttajat on määritetty, pystyy etenemään keskuksen jakelujärjestelmään. Keskuksen tulee valita kiskojärjestelmä taajuusmuuttajien suuren tehon takia. Jokaiselle taajuusmuuttajalle tulee oma varokelähtö kiskojärjestelmään ja taajuusmuuttajien varokkeet valitaan taajuusmuuttajien mitoitusvirran mukaisesti.



Kuva 2. Esimerkki pääpiirikaavioiden hierarkiasta (Poutanen 2022.)

Kiskojärjestelmä mitoitetaan siten, että kaikki puhaltimet voivat pyöriä mitoitusvirrallaan ja kiskoon jää mahdollisuus lisätä yksi varokelähtö. Mitoitus tehdään laskemalla virrat yhteen, käyttämättä korjauskertoimia. Pääkytkin mitoitetaan siten, että se kestävä laitteiston kuormituksen. Keskuksen sisäinen johdotus määritetään, käytössä olevan mitoitusaulukon mukaisesti. Kuvassa 2 on havainnollistava kaavio vastaavasta pääpiirikaavioiden hierarkiasta.



Kuva 3. Esimerkki piirikaavioista (Poutanen 2022.)

Ylikuormitussuojausta käytettäessä on jokainen jännitteinen johdin nolajohdinta lukuun ottamatta varustettava ylikuormituksen ilmaisulla.

Kuitenkin, kun moottorin ylikuormituksen ilmaisua ei käytetä kaapelin ylikuormituksen suojaukseen, ilmaisun voidaan jättää pois yhdestä äärijohtimesta. Yksivaiheisesti tai tasavirralla syötetyillä moottoreilla sallitaan pelkästään yhteen maadoittamattomaan jännitteiseen johtimeen asennettu ilmaisu.

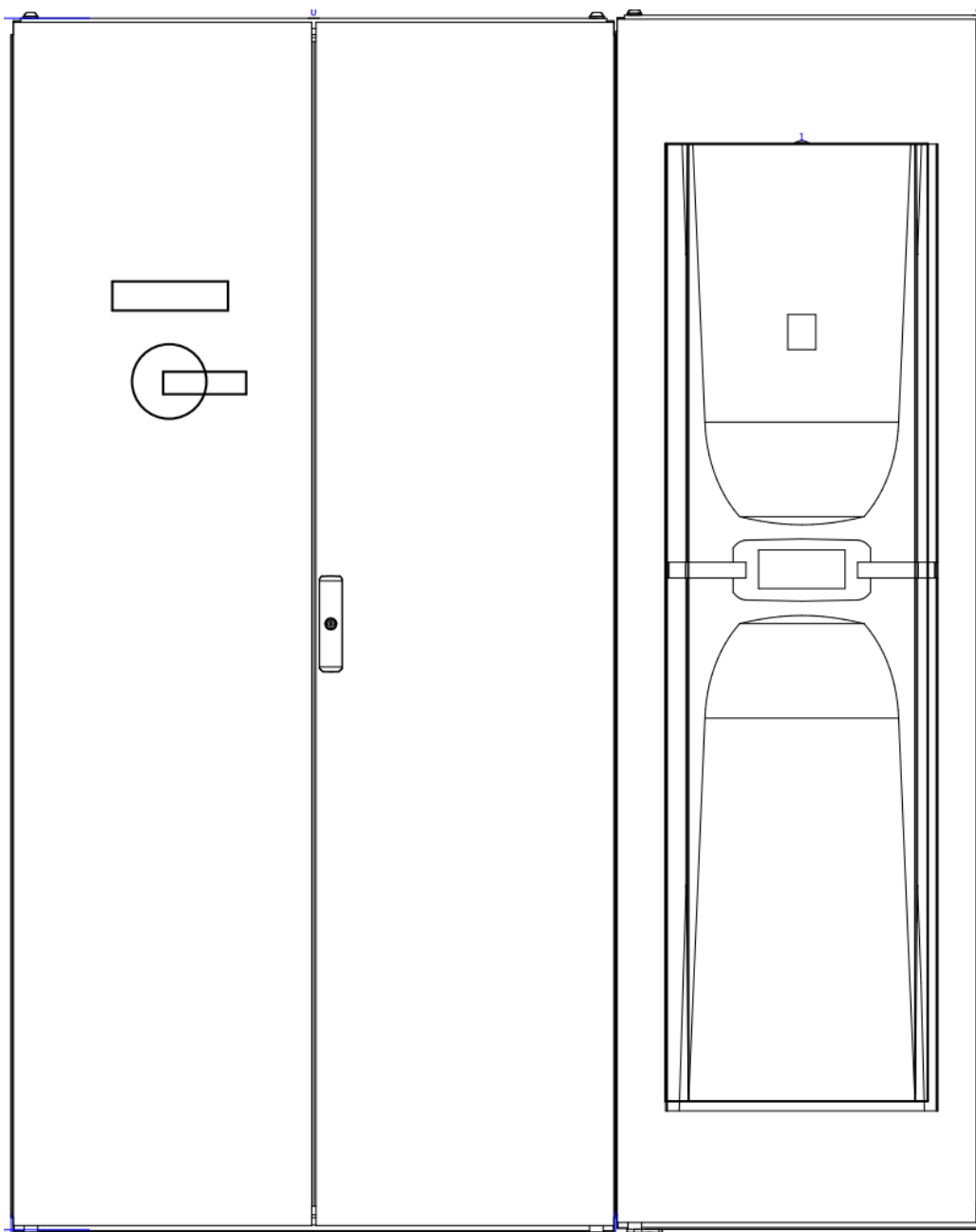
Kun ylikuormitussuojaus toteutetaan poiskytkemällä virta, kytkinlaitteen on kytkettävä virrattomaksi kaikki jännitteiset johtimet. Nolajohdinten kytkentä ei ole ylikuormitussuojauksen takia välttämätön. (SFS-EN 60204-1:2018)

Kiskojärjestelmässä on pienempiä suorakäyttöisiä moottorilähtöjä varten yhteinen varokelähtö. Varokelähdön sulakekoko on yhteenlaskettua kokonaisvirtaa pienempi, koska laitteen toimintatavan takia, ei kaikki moottorit ole yhtä aikaa käytössä. Varokelähdön moottoripiirien moottorisuojakatkaisijoiden välissä on kontaktorit, jotka ovat kytketty hätäseispiiriin. Kontaktorit katkaisevat moottoripiirien pääjännitteen, jos hätäseispiiri laukeaa.

Moottoripiireihin on valittu ylikuormitussuojaksi moottorin virran mukainen moottorisuojakatkaisija. Hätäseispiirin katkaiseva sähkö johdetaan moottoripiirien moottorisuojakatkaisijoille. Moottoripiirejä ohjataan kontakteilla, joilla moottori saadaan ohjattua käyntiin ja seis.

3.4 Layout

Sähkökeskus päätettiin tehdä kolmesta rivikaappijärjestelmän keskuksesta, jotka rivitetään yhdeksi keskuksiksi. Pääkytkintä, kiskostoa ja taajuusmuuttajia varten varataan kaksi keskusta. Kokemuksesta tiedetään, että keskus tulee kuumentumaan liikaa, kun sisälle on asennettu suuria taajuusmuuttajia. Keskuksen oveen suunnitellaan koneellinen jäähdytys, poistamaan taajuusmuuttajien tuottamaa hukkalämpöä.



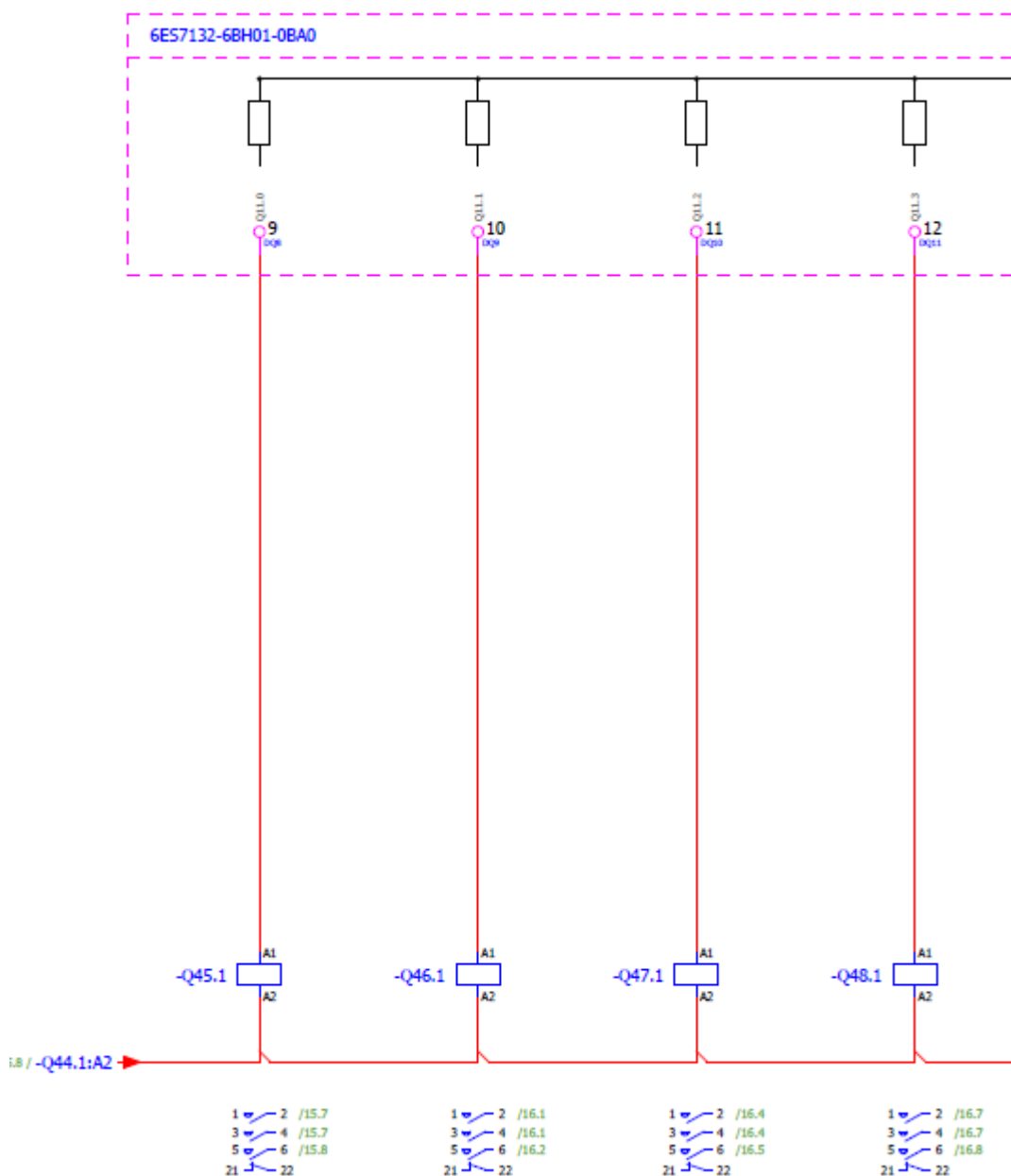
Kuva 4. Layout esimerkki ulkopuolelta (Poutanen 2022.)

Viimeinen keskus varataan suoria moottorilähtöjä ja automaatiota varten. Suorat moottorilähdöt sijoitetaan keskuksen yläosaan, jotta pienoisjännitekomponentit voidaan sijoittaa erilleen moduulin alaosaan. Automaatiomoduli eristetään väliseinällä vähentämään komponenttien lämpenemistä

4 AUTOMAATION SUUNNITTELU

Asiakas on määrittänyt käytettäväksi Siemens 1500 F sarjan logiikka ja 15 tuuman HMI:tä, jotka tukevat etävalvontaa. MI- luettelosta saa anturoinnin selville ja IO:n määrä pystyttiin laskemaan.

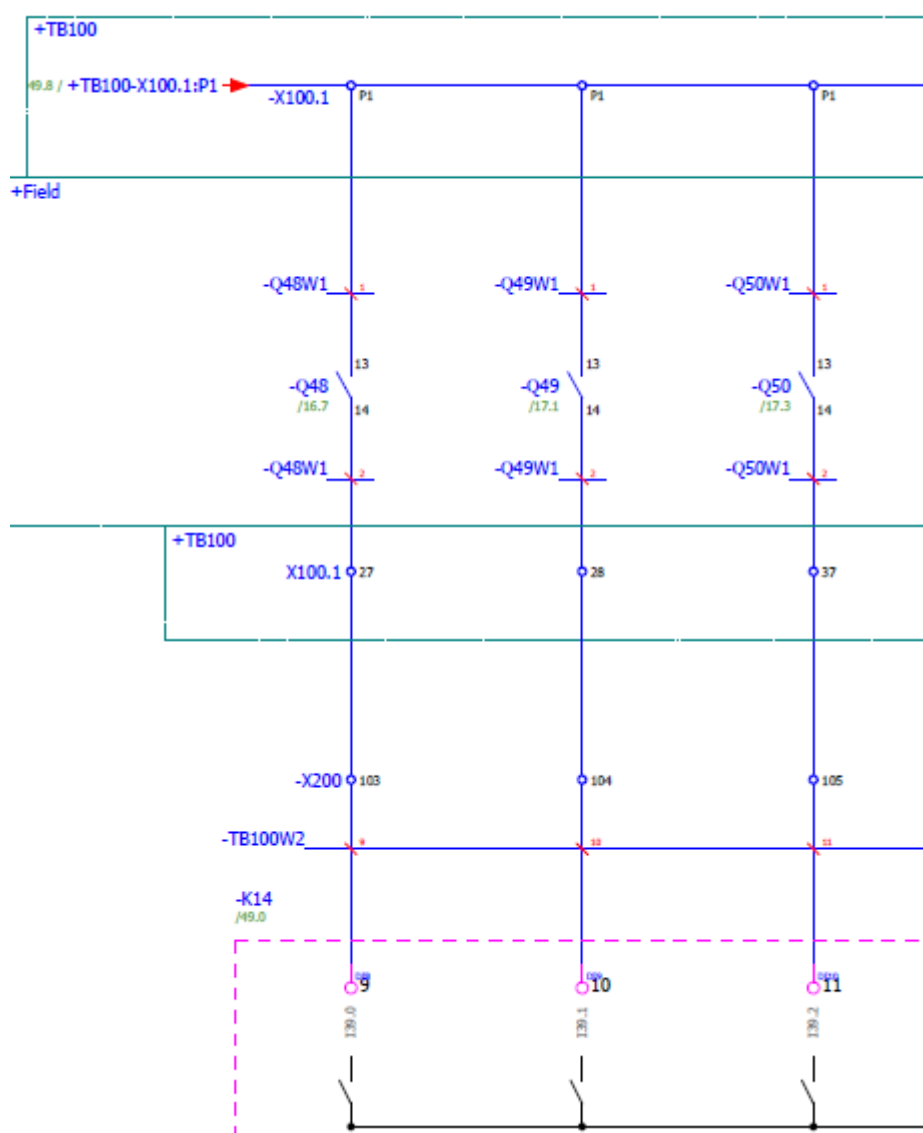
S1500-sarjan logiikoiden kanssa voi käyttää ET200SP hajautus IO:ta. Etuna on hajautettavuus, modulaarisuus ja kiinnittyvyys DIN-kiskoon. Fail safe logiikka mahdollistaa turvatulojen, -lähtöjen ja Profisafe:n käyttämisen. Kun turvapiirit toteutetaan logiikan turvapuolella, voi taajuusmuuttajia ohjata täysin väylää käyttäen. Interface-moduulin valinnassa huomioidaan yhteensopivuus fail safe logiikan kanssa. Yhteensopivuuden tarkastelussa apuna käytetään TIA Selection Tool- ohjelmistoa.



Kuva 5. Esimerkki kontaktorien ohjauksesta (Poutanen 2022.)

Kun ohjauspiirejä syötetään vaihtosähköteholähteestä, on käytettävä erillisillä käämityksillä varustettuja muuntajia erottamaan tehosyöttö ohjauspiirien syötöstä. (SFS-EN 60204-1:2018)

Keskuksessa käytetään 230V AC ohjausjännitemuuntajaa ja 24V DC virtalähdettä. Ohjaukset suunnitellaan 24V DC jännitettä käyttäen. Kontaktoreiksi valitaan sellaiset mallit, jotka tukevat suoraa ohjausta logiikan lähdöllä. Väli releiden tarve poistuu keskuksen sisäisistä ohjauksista, kuten kuvassa 5 on esitetty.



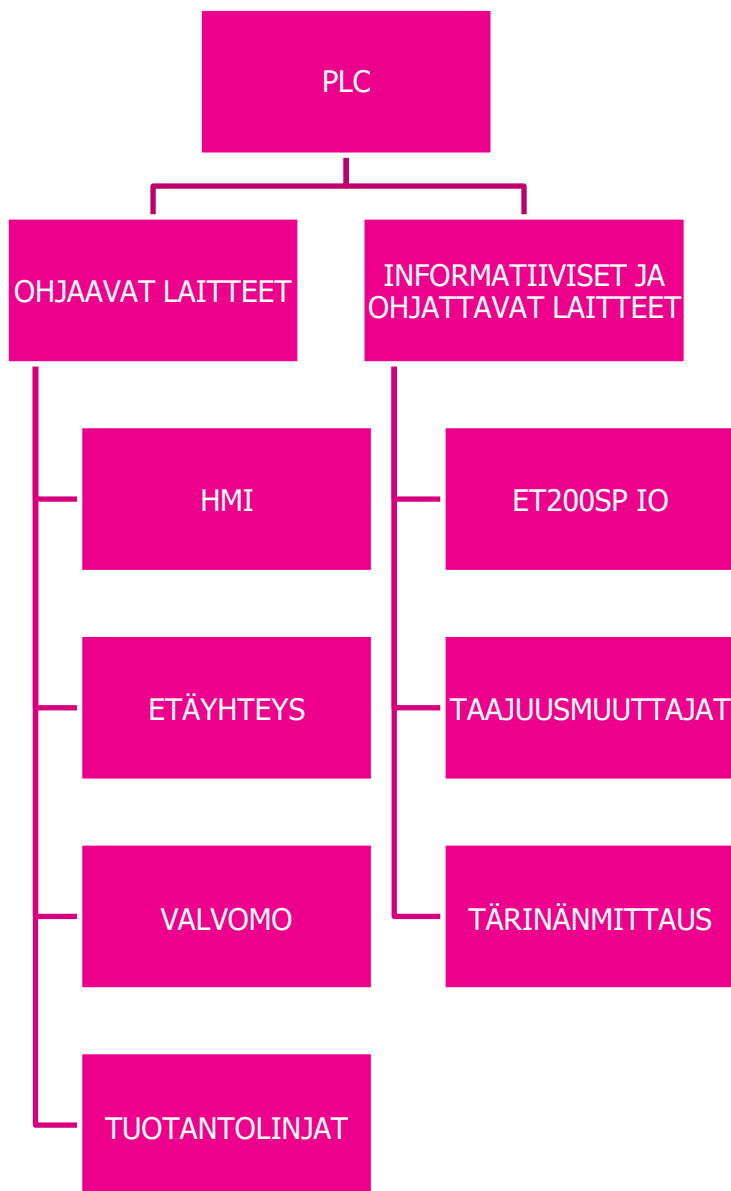
Kuva 6. Esimerkki turvakytkimien kytkeytymisestä (Poutanen 2022.)

Kenttälaitteiden sijainti huomioidaan jo suunnittelun alkupuolella. Suurin osa antureista ja turvakytkimistä sijaitsee suodattimen luona, kaukana keskukselta. Antureiden erillinen kaapelointi keskukselle on kallis ja hidas toteuttaa. Antureita ja turvakytkimiä varten suunnitellaan riviliitinkotelo suodattimen runkorakenteeseen. Antureiden ja turvakytkimien kaapelointi toteutetaan riviliitinkotelolle, josta ne etenevät yhteistä runkokaapelia käyttäen keskukselle. Kuvassa 6 on esitetty turvakytkimien kytkentä käyttäen riviliitinkoteloa +TB100.

4.1 Järjestelmärakenne

Järjestelmään rakenne muodostuu kenttäväylään ja hajautus IO-yksikköön kytketyistä laitteista.

- Väylä
 - Tärinän mittaus
 - Taajuusmuuttajat
 - Kättelyt tuotantolinjoille
 - Valvomo
- Hajautus IO
 - Turvakytkimien tiedot
 - Induktiiviset ja mekaaniset rajatiedot
 - Lämpötilamittaukset
 - Rakennusautomaatio-kättelyt
 - Kipinäsammutusjärjestelmä
 - Ohjauspainikkeet



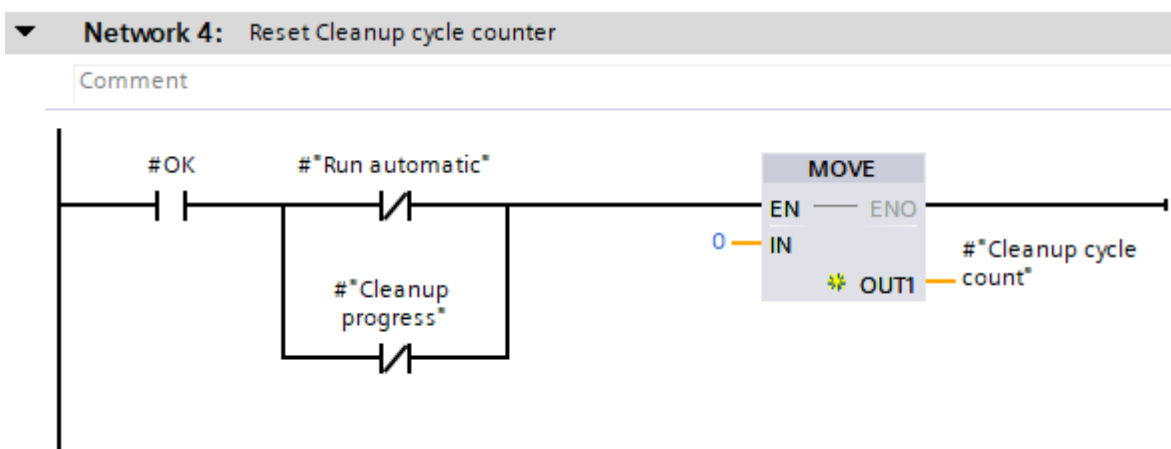
Kuva 7. Järjestelmän verkon rakenne (Poutanen 2022.)

Järjestelmä rakentuu Profinet perusteisesti. Taajuusmuuttajat, hajautus IO ja värinänmittaus kytetään logiikkaan Profinet:llä. Lukitustiedot siirretään käyttäen kenttäväylää. Järjestelmään rakennetaan etäyhteys, joka mahdollistaa päivitykset ja vikatilanteiden ratkaisun etänä. Asiakas on määritellyt IP-osoitteet, joilla laitteiston pystyi liittämään. Kuvasta 7 selviää, kuinka järjestelmän verkko rakentuu. Laitteet jakautuvat karkeasti laitteisiin, jotka voivat kirjoittaa ja lukea logiikkaa ja niihin, joista luetaan ja joihin kirjoitetaan.

4.2 Ohjelmistosuunnittelu

Suunnitteluohjelmistona käytetään TIA Portal V16-ohjelmistoa. Ohjelmiston suunnittelu aloitetaan luomalla projekti, johon lisätään projektissa olevat laitteet. Kun laitteet on lisätty, listataan käytössä olevat tulot ja lähdöt. Tarkempi tutustuminen toimintasuunnitelmaan aloitetaan tässä vaiheessa. Toimintasuunnitelmassa on halutut hälytykset ja niiden vaikutukset laitteiston toimintaan. Hälytykset luodaan toimintasuunnitelman mukaisesti. Samalla ohjelmoidaan turvaohjelma.

Ohjelmoinnissa käytetään LAD- ja SCL-ohjelmointikieliä. Ladder diagram eli tikapuukaavio on graafinen ohjelmointikieli, jossa luodaan virtapiiriä muistuttavia piirejä. Network alkaa vasemmasta laidasta, johon liitytään puolilla. Bittitason toiminta toteutuu lisäämällä puoliin NO- ja NC-kontakteja. AND-piiri saadaan lisäämällä kontakteja peräkkäin ja OR-piiri lisäämällä kontakteja rinnakkain. Funktiot on kuvattu laatikoilla. Kela merkitään avonaisella pallolla. Kelalla ohjataan muuttujia ja lähtöjä päälle. Kuvassa 4 on esimerkkejä LAD piiristä. SCL on tekstipohjainen IEC 61131-1 pohjautuva ohjelmointikieli. Suurin osa ohjelmoinnista tehdään LAD ohjelmointikieltä käyttäen. SCL ohjelmointikieltä käytetään vain, jos siitä saadaan huomattavaa etua. (S7-1200 Programmable controller System Manual, V4.4 11/2019, 182) Esimerkiksi taajuusmuuttajien ohjauslohko sisältää paljon ehtolauseita, joissa SCL-ohjelmointikieli on parempi. Tästä syystä ohjauslohko toteutetaan käyttämällä SCL-ohjelmointikieltä.



Kuva 8. Esimerkki tikapuukaaviosta (Poutanen 2022.)

Kun perusteet ohjelmalle on luotu, aloitetaan käynnistys- ja sammutussekvenssi moduulin suunnittelu. Suunnittelussa tarkastellaan toimintasuunnitelmaa ja toiminta suunniteltiin sen perusteella. Kun toimintaa on hahmoteltu, aloitetaan ohjelman luonti. Ohjelma moduulin teossa huomioitiin hälytyksen vaikutus. Moduulin valmistuttua, jatkettiin suodattimen käyntiin liittyviin ominaisuuksiin. Suodattimen regenerointia varten luodaan oma moduuli. Perustoiminnan valmistuttua paneudutaan lisäominaisuuksiin, kuten lämmön talteenotto ja tärinämittaus.

Erikoistilanteita varten toimintasuunnitelmassa on määritelty toiminta. Suodattimen kannalta vakavat toimintavirheet aiheuttavat välittömän sammuttamisen, jotta voidaan välttää mahdollinen järjestelmän vahingoittuminen. Linjakohtaiset tai vähäisemmät toimintavirheet aiheuttavat hälytyksen ja mahdollisen linjakohtaisen puhaltimen pysähtymisen.

Ohjelmiston pääpiirteinen sisältö:

- Turvaohjelma
 - Hätäseis
 - Taajuusmuuttajien Profisafe

- Hälytykset
 - Antureiden valvonta
 - Hälytys-rajat
 - Tärinänmittaus
- Järjestelmän ohjelma
 - Käynnistys- ja sammutussekvenssi
 - Suodattimen puhdistus
 - Järjestelmän parametrit
 - Kättelyt ulkopuolelle
- Taajuusmuuttajien ohjaus

Järjestelmän toimintaperiaate



Kuva 9. Järjestelmän toimintaperiaate (Poutanen 2022.)

Järjestelmässä on useita puhaltimia erilaisia tuotantolinjoja varten. Puhaltimia voidaan ohjata päälle ja pois päältä useita ohjausrajoja käyttäen. Puhaltimen käynnistyskäsky aktivoituessa tarkastetaan, onko suodatin käynnissä. Jos suodatin ei ole käynnissä, suoritetaan käynnistyssekvenssi. Kun suodatin on täydessä toiminnassa, käynnistyy pyydetty puhallin ja tuotantolinjalle annetaan syöttölupa. Suodattimen käydessä, suodatin puhdistaa itseään regeneroimalla. Lisäksi suodattimen painerommittausta ja pyörintävahteja valvotaan. Virhetilanteissa syöttölupa perutaan ja suodatin sammutetaan.

Kun puhaltimelle tulee sammutuskäsky, linjan syöttölupa poistuu ja puhallin sammuu. Suodatin pysyy käynnissä, kunnes kaikki linjapuhaltimet ovat pysähtyneet. Jos kaikki puhaltimet ovat pysähtyneet, aloittaa suodatin sammutussekvenssin.

Järjestelmässä on käsiajot jokaiselle moottorille. Suodatinta ei ole tarkoitettu käytettäväksi käsiajoilla. Käsiajot ovat puhtaasti huoltoa ja vianpaikannusta varten.

4.3 HMI ja valvomo

Laitteistoa ohjataan käyttöpaneelilta. Käyttöpaneelin etusivulla on yleisnäkymä linjan tilasta. Käyttöpaneelilla on seuraavat sivut:

- Päänäyttö
 - Kuvaa laitteen tilaa
 - Pääpuhaltimien käynnistys ja pysäytys
- Käsiajo
 - Laitteen toimintojen käsikäyttö
 - Mahdollistaa huolloissa yksittäisen laitteen testaamisen
- Parametri
 - Laitteen käynnistys- ja pysäytysviiveiden säätö
 - Pääpuhaltimien pyörimisnopeuksien säätö
 - Lämpötilojen raja-arvojen säätö
- Hälytykset
 - Hälytysten tarkastelu
 - Hälytysten kuittaus

Parametri-sivujen parametrit ovat salasanalla lukittuja, ettei käyttäjät pääse muuttamaan niitä. Huoltohenkilökunnalla on tunnukset parametreihin.

Käyttöpaneelissa on käytössä etähallinta, joka mahdollistaa kuvan peilaamisen Ethernet yhteyden yli. Toimintoa käytetään valvomossa, josta nähdään reaaliaikaisesti näyttö. Laitetta voi ohjata täysin valvomosta käsin. Keskuksen ovesta löytyy käynnistys painikkeet, jos näyttö vikaantuu.

5 KÄYTTÖÖNOTTO

5.1 Moduulien testaus

Ohjelmisto pyritään valmistelemaan etukäteen mahdollisimman hyvin. Ohjelman suunnittelussa ja ohjelmoinnissa, testattiin uusia moduuleita simuloimalla. Simuloinnilla saa testattua moduulin toiminnan ja korjattua virheitä. Simulointi toteutetaan TIA Portal-ohjelmiston PLC-simulaattorilla. Kun PLC-simulaattori on käynnissä, ohjelmisto ladataan simulaattoriin, kuten oikeaan logiikkaan. Moduuleja testataan simulaattorissa, muuttamalla muuttujia käsin ja seuraamalla moduulin toimintaa. Tämän avulla ohjelmointiaikaa asennuspaikalla saadaan vähennettyä. Osa käytössä olevista moduuleista on etukäteen suunniteltu ja testattu. Näiden simulointi ei ole tarpeellista. Ohjelmiston kokonainen simuloiminen ei ole käytännöllisesti mahdollista.

5.2 Ohjelman lataus

Ohjelman lataus suoritetaan lopullisella asennuspaikalla. Ohjelman lataus alkaa lataamalla hardware-määrittely. Hardware-määrityksen jälkeen pitää asettaa taajuusmuuttajien parametrit. Parametrit asetetaan käyttämällä TIA Portal-ohjelmiston sisältämää työkalua. Lisäksi taajuusmuuttajiin täytyy aktivoida Profisafe STO-toiminto. Logiikan ja HMI-ohjelmisto ladataan. Lopuksi asetellaan HMI:n asetukset paneelilta näytönpeilausta varten.

5.3 IO-testaus

Ennen IO-testausta testataan hätäseispiirin toiminta. Kaikki hätäseis-painikkeet testataan, yksi kerrallaan, välillä hätäseispiiri kuitaten. Kun hätäseispiirin toiminta on testattu, edetään järjestelmän muiden osien testaukseen. Järjestelmä IO-testaus tehdään asentajan avustuksella. Puhelinyhteyden välityksellä asentaja testaa anturit ja kytkimet. Antureiden testauksessa saadaan tieto antureiden toiminnasta ja löydetään kytkentävirheet. Induktiivisia antureita testataan käyttämällä metallista työkalua, joka aktivoi anturin. Osaa mekaanisista antureista ei voi testata rakenteen takia. Näiden kohdalla virheet simuloitiin. Kytkentävirheet korjattiin sellaisia huomattaessa. Moottorilähdöt testataan ohjelmasta löytyvillä käsiajoilla. Puhaltimien pyörimissuunnat varmistetaan hitaalla pyörimisnopeudella puhelinyhteydellä.

5.4 Toiminnallinen testaus

Toiminnan testaus alkaa käynnistyssekvenssin testauksella. Testausta varten puhaltimet säädetään pienelle nopeudelle. Käynnistyssekvenssi on valmisteltu etukäteen, mutta sitä ei ole simuloitu suuren IO-määrän takia. Ensimmäisillä käynnistyksillä sekvenssiä muutetaan, jotta toiminta saadaan halutuksi. Kun järjestelmä on käynnistynyt, seurataan suodattimen toimintaa. Suodattimen puhdistusmoduuli on testattu etukäteen ja se toimi halutulla tavalla. Kun suodattimen normaali toiminta on todennettu, aloitetaan sammutussekvenssin toiminta. Sammutussekvenssiä ei ole testattu etukäteen ja se vaatii pieniä muutoksia. Muutokset tehdään, kun ongelmia havaitaan.

Kun normaali toiminta on saatu halutuksi ja todettu toimivaksi, luodaan erikoistilanteita. Erikoistilanteita luodaan pakottamalla tuloja logiikan pakotustoiminnolla. Tämän avulla varmistetaan järjestelmän oikea toiminta erilaisissa virhetilanteissa ja hälytyksissä.

- Pyörintävahdit
 - Ohjelman toiminta
 - Anturin rikkoontuminen
- Turvakytkimien toiminta
 - Eri laitteiden turvakytkimillä eri toimintoja
- Lämpötilan mittaus
 - Indikoinnin testaus
 - Toiminnan pysäytys
- Tärinänmittaus
- Kättelyt rakennusautomaatiosta
 - Lämmöntalteenoton testaus

HMI:n toimintaa tarkastellaan koko testauksen ajan. Kun toiminnassa ilmenee puutteita, korjataan ne. Myös valvomon toiminta testataan. Valvomo on toteutettu ulkopuolisen toimijan kanssa ja näytön peilaus valvomoon onnistuu toimijan ohjeiden mukaan. Etäyhteyden asetukset tarkastetaan ja yhteys testataan.

Järjestelmän toiminta on saatu toiminnankuvauksen ja asiakkaan toiveiden mukaiseksi, testataan vielä puhaltimien oikeat nopeudet. Nopeutta nostetaan virtaa tarkkaillen kohti nimellisnopeutta. Kaikki puhaltimet nostetaan nimellispyörimisnopeudelle ja ilmamäärämittaukset suoritetaan. Puhaltimet asetetaan hieman nimellisnopeutta pienemmälle asetukselle. Laitteisto luovutetaan asiakkaalle ja he pitävät koulutuksen loppukäyttäjälle.

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyö oli purunpoistojärjestelmän sähköistys Vaasan Kuljetuskanavat Oy:lle, joka sisältää sähkösuunnittelun, ohjelmoinnin ja käyttöönoton. Työssä perehdyttiin suunnittelun eri vaiheisiin. Projektissa oli laitevalmistajalta saadut hyvät esitiedot, jotka mahdollistivat suoraviivaisen suunnittelun. Sähkösuunnittelussa käytössä ollut uudehko suunnitteluohjelmisto vaati enemmän aikaa, koska käyttökokemusta oli vielä vähän. Uutta ohjelmistoa käyttäessä sai hyvää kokemusta, miten ohjelmistosta hyötyy parhaiten.

Työ oli yhden suunnittelijan suunniteltavaksi sopivankokoinen. Työ sisältää kaikki yrityksen yleisimmät työtehtävät ja yhdistyy hyväksi kokonaisuudeksi. Työn jälkeen minulla on hyvät valmiudet yrityksessä työskentelyyn. Työ vahvisti osaamista monella osa-alueella ja mahdollisti projektin kokonaiskulun ymmärtämisen.

LÄHTEET

CMe Solutions Oy. (ei pvm). *Tietoja yrityksestä*. Haettu 20. 3. 2022 osoitteesta CMe Solutions Oy:

<http://cmesolutions.fi/?page=00yritys>

SFS-EN 60204-1. 2018. Koneturvallisuus. Koneiden sähkölaitteisto. Osa 1: Yleiset vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoi-misliitto SFS.

S7-1200 Programmable controller System Manual, V4.4 11/2019. Siemens. Pdf-tiedosto. <https://support.industry.siemens.com/cs/document/109772940/simatic-s7-s7-1200-programmable-controller?dti=0&lc=en-WW>. Viitattu 31.3.2022.