

# **Etäisyysmittauksen päivitys varastointikoneeseen**

LAB-ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK), Konetekniikka

2023

Nicklas Salmela

## Tiivistelmä

Tekijä(t) Salmela, Nicklas	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK	Valmistumisaika 2023
	Sivumäärä 31	
Työn nimi <b>Etäisyysmittauksen päivitys varastointikoneeseen</b>		
Tutkinto Insinööri (AMK), Konetekniikka		
Toimeksiantajan nimi, titteli ja organisaatio Mika Kilkki, Tekninen asiantuntija, Oy Hartwall Ab		
<p>Tiivistelmä</p> <p>Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella asiakkaan varastointikoneen lineaarisen mitausjärjestelmän päivitys varastointikoneen pysyessä käytössä ilman pitkäaikaisia pysäytyksiä. Vanhan etäisyysanturin ongelmana on sen valmistuksen lopettaminen ja eliniän mahdollinen päättymisen, joka lamaannuttaisi varastointikoneen toiminnan. Tavoitteena oli kahdentaa etäisyysmittaus vanhan anturin jäädessä käyttöön, jolloin toiminnan varmuus kaksinkertaistuu.</p> <p>Työssä tutkittiin laitteen kokoonpanoa, mikä pitää sisällään ohjelmoitavan logiikan, ohjelmoinnin, väylätekniikan ja erilaisia lineaarisia mittaustapoja. Työssä keskityttiin näiden aiheiden tutkimiseen ja suunnitteluun. Ei niinkään toteutukseen, joka jää tulevaisuuteen.</p> <p>Keskeisinä tekijöinä oli saada tietoa ohjelmoitavasta logiikasta, siihen liittyvistä väylä-ratkaisuista ja eri mittalaite vaihtoehtoista. Tutkimuksesta saadut tulokset ja päätelmät auttavat asiakasta mittalaitteen valinnassa.</p>		
Asiasanat etäisyysmittaus, päivitys, suunnittelu		

## Abstract

Author(s) Salmela, Nicklas	Type of Publication Thesis, UAS	Published 2023
	Number of Pages 31	
Title of Publication <b>Update for storage machine`s distance measurement</b>		
Name of Degree Bachelor of Engineering		
Name, title and organization of the client Mika Kilkki, Technical expert, Oy Hartwall Ab		
<p>Abstract</p> <p>The topic of the thesis was to plan linear measurement update for customer`s storage machine while the machine remains in use without long shutdowns. The problem with the old distance sensor is the discontinuation of its manufacture and possible end of life, which would paralyze the operation of the storage machine. The goal was to double the distance measurement while the old sensor remains in use, thus doubling the reliability of the operation.</p> <p>The work investigated the configuration of the device, which includes programmable logic, programming, bus technology and various linear measurement methods. The work focused on researching and planning these topics. Not so much for the implementation, which remains in the future.</p> <p>The key factors were to get information about programmable logic, related bus solutions and different measuring device options. The results and conclusions obtained from the study help the customer in choosing a measuring device.</p>		
Keywords distance, update, planning		

## Sisällys

1	Johdanto.....	1
2	Toimeksiantajan esittely.....	2
2.1	Hartwall .....	2
2.1.1	Hartwall historia .....	2
2.2	Sisälogistiikka .....	2
2.2.1	Demag- kuljetinjärjestelmä.....	3
2.2.2	DSB-riippukuljetinjärjestelmä .....	3
2.2.3	Korkeavarasto .....	3
2.3	Varttikeruukone .....	4
2.3.1	Toimintaperiaate.....	4
2.4	Algol Oy.....	8
2.4.1	Algol historia.....	9
2.4.2	Algol Technics .....	9
3	Ohjelmoitava logiikka.....	10
3.1	PLC perusteet.....	10
3.2	PLC-laitteiden ohjelmointi .....	10
3.3	PLC-ohjelmointi kielet .....	10
3.3.1	Graafiset kielet.....	11
3.3.2	Tekstipohjaiset kielet .....	12
4	Sähkötekniikan standardisointi.....	14
4.1	International Electrotechnical Commission .....	14
4.2	IEC historia .....	14
4.3	Kansainvälinen standardi.....	15
5	Ohjelmoitavat logiikat.....	16
5.1	Ohjelmoitavan logiikan rakenne.....	16
5.2	Ohjelmoitavien logiikkojen valmistajat.....	16
5.2.1	Siemens .....	17
5.2.2	Rockwell Automation .....	17
5.2.3	Omron .....	18
6	Kenttäväylä.....	19
6.1	Kenttäväylän perusteet .....	19
6.2	INTERBUS kenttäväylä .....	19
6.3	PROFIBUS kenttäväylä .....	19
7	Lineaarinen mittaus .....	21

7.1	Lineaarisen mittauksen perusteet .....	21
7.2	Mittauslaitteet .....	21
7.2.1	Absoluuttianturi .....	21
7.2.2	Etäisyysanturi .....	22
8	Sovellusohjelmointi .....	23
8.1	Varastointikoneen etäisyyskennon ohjelma .....	23
8.2	Multi Panel 370 .....	24
9	Asennus ja käyttöönoton suunnitelma .....	25
9.1	Lähtötilanne .....	25
9.2	Absoluuttianturin soveltaminen jakovaunun matkan mittaamisessa .....	26
9.2.1	Absoluuttianturi veto- tai vapaapyörässä .....	26
9.3	Etäisyysanturin soveltaminen jakovaunun matkan mittaamisessa .....	26
9.3.1	Etäisyysanturin asennus .....	27
10	Yhteenveto .....	28
	Lähteet .....	29

## 1 Johdanto

Opinnäytetyön aiheena oli suunnitella asiakkaalle varastointikoneen jakovaunuun uusi lineaarimittausjärjestelmä vanhan rinnalle. Alkuperäinen etäisyysanturi mittausjärjestelmä on toimiva, mutta ikääntynyt eikä sen kaltaista etäisyysanturia valmisteta enää. Työntaroituksena oli kartoittaa jo olemassa olevaa mittausmenetelmää ja tuoda esiin vaihtoehtoisia menetelmiä mittaukselle.

Opinnäytetyössä kerrottiin asiakkaan logistiikan laitteistosta ja opinnäytetyön kirjoittajan työnantajasta asiakkaan alihankkijana. Opinnäytetyössä tutkittiin eri ohjelmointitapoja, sähkötekniikan standardisointia, ohjelmoitavia logiikoita, väylätekniikkaa ja lineaarista mitausta.

Opinnäytetyön tavoitteena oli selvittää laitteen kokoonpano pitäen sisällä ohjelmoitavan logiikan valmistajan ja väylätekniikan mittausjärjestelmälle. Työssä tutkitaan asiakkaan prosesseissa käytössä olevan absoluuttianturin ja vanhan etäisyysanturin korvaajan eroja. Opinnäytetyön kirjoittaja työskentelee asiakkaan yrityksessä logistiikan puolella alihankkijana, jonka takia varastointikoneen prosessi ja muu logistiikka perustuu kirjoittajan omaan kokemukseen ja taitoihin.

## 2 Toimeksiantajan esittely

### 2.1 Hartwall

Oy Hartwall Ab on suurimpia juomanvalmistajia Suomessa. Hartwallin pääkonttori sijaitsee Helsingissä, mutta sen virvoitusjuomanvalmistus ja suurpanimo sijaitsee Lahdessa ja lähdevesipullottamo Karijoella. Yritys on perustettu 1836 Victor Hartwallin toimesta, mutta sen omistajuus on vaihtunut useasti. Vuonna 2013 Hartwallin osti Tanskalainen Royal Unibrew, joka on ollut omistajana tähän päivään asti. (Hartwall.)

Hartwallilta lähetetään juomaa maailmalle päivässä miljoona litraa, mutta kiireellisimpinä aikoina sitä lähtee päivittäin jopa kolme miljoonaa litraa. Valikoima ulottuu konjakista ja punaviinistä-, kahviin ja Pommacii:n. Omien juomien lisäksi Hartwallin valikoimaan kuuluu 800 erilaista trading -tuotetta. Hartwallin tunnettuja tuotteita ovat Hartwall Jaffa, Limonadi, Pommac sekä Hartwall Orginal Long Drink. (Hartwall.)

#### 2.1.1 Hartwall historia

Hartwallin historian aloitti vuonna 1836 Victor Hartwall, joka perusti Pohjoismaiden ensimmäisen kivennäisvesien tuotantolaitoksen Helsinkiin. Tuotantolaitoksella työskenteli 50-vuotta myöhemmin 9 vakituista työntekijää. 1800-luvun lopulla toiminta oli muuttunut käsityöstä teollisuudeksi. (Hartwall.)

Ensimmäistä kertaa tunnettu Hartwall Jaffa tuli markkinoille 1949. 1952 Hartwall Orginal Gin Long Drink nähtiin Helsingin olympialaisissa. Vuonna 1966 Hartwall osti Karjala-olutta valmistavan panimon ja sen jälkeen vuonna 1980 Lapin Kulta panimon. Lahtelaisen Mallasjuoman Hartwall osti vuonna 1988. Kauppojen yhteydessä Hartwallin omistukseen siirtyi myös entinen Mallasjuoman tuotantolaitos. Hartwall aloitti 90-luvun loppupuolella yhteistyön Pepsin kanssa ja avasi 2003 Lahteen pitkälle automatisoidun tuotantolaitoksen ja logistiikkakeskuksen. (Hartwall.)

### 2.2 Sisälogistiikka

Hartwall toimii tuotantonsa lisäksi suurena sisälogistiikan keskuksena, jossa kuljetetaan ja varastoidaan kuormalavoilla tuotteita. Nämä tuotteet ovat tulleet omasta tuotannosta tai maailmalta.

Hartwallin logistiikassa käytetään keräilyjärjestelmää, joka tilaa tuotteet automaattisesti niitä tarvittaessa. Tuotteet tilataan joko koko lavana tai osittaisenalavana automaattiseen

tai käsin keräilyyn. Käsin keräilyssä täydennetään automaattisesti kerättyjä lavoja niillä tuotteilla, joita ei voi automaattikeräilyllä kerätä.

Hartwallin sisälogistiikka on jaettu viiteen osa-alueeseen:

- Demag- kuljetinjärjestelmä
- DSB- riippukuljetinjärjestelmä
- Korkeavarasto
- Automaattikeräily
- DONE varttikeruukone

### 2.2.1 Demag- kuljetinjärjestelmä

Hartwallin logistiikka muodostuu monesta erilaisesta Saksalaisen Demag- (nykyinen Dematic) valmistajan kuljettimesta. Näitä kuljettimia käytetään kappaletavaran siirtämiseen, kääntämiseen ja profiilintarkastukseen.

Kuljettimet ovat jaoteltu rulla- ja ketjukuljettimiin. Niitä löytyy sekä kääntö- ja nostopöytä versioina, jotka nimensä mukaisesti kääntävät tai nostavat kappaletavaraa. Kuljetinjärjestelmään kuuluu myös pystykuljettimia, joilla kappaletavaran siirto onnistuu kerroksien välillä.

### 2.2.2 DSB-riippukuljetinjärjestelmä

DSB- riippukuljetinjärjestelmä eli Demag System Bahn on noin 2.5 kilometriä pitkä kuljetinrata, jota voi pitää Hartwallin logistiikan tärkeimpänä elimenä. Ilman sitä kuormalavoja ei saa syötettyä kuljettimilta varastoon tai varastosta ulos. DSB- rata on jaettu kolmeen kerrokseen, joista ensimmäinen ja toinen kerros on yhteydessä toisiinsa DSB- pystykuljettimen avulla. Pystykuljettimen tarkoituksena on siirtää DSB- vaunu eri kerroksien välillä.

Rata itsessään koostuu 104 ratavaihtajasta sekä 154 radalla liikkuvasta DSB- vaunusta, jotka vastaanottavat ja syöttävät kuormalavoja Demag- kuljettimille. Radan tärkeimpänä ominaisuutena on sen mahdollistama vapaa lattiatila, sillä radan ympärille on rakennettu portaali, jossa rata on portaalin yläosaan kiinnitettynä.

### 2.2.3 Korkeavarasto

Korkeavarasto toimii nimensä mukaisesti tuotteiden varastotilana. Korkeavarasto koostuu 16 Demag- hyllystöhissistä, joille syötetään ja joilta haetaan kuormalavoilla tuotteita ja tarvikkeita.



Lavakapasiteetti korkeavarastossa on 36 000. Näille paikoille mahtuu 18 000 000 litraa juomia.

## 2.3 Varttikeruukone

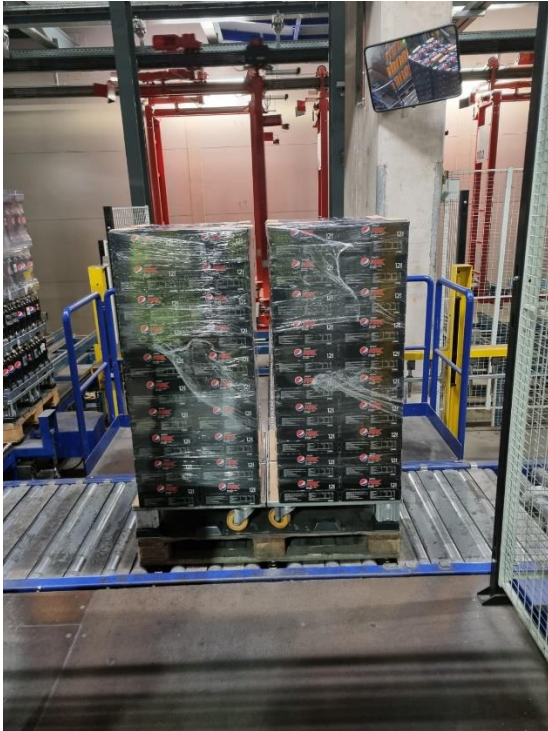
Opinnäytetyön kohde Varttikeruukone (varastointikone) on korkeavaraston tavoin varasto, mutta pienemmässä mittakaavassa. Varastointikone koostuu kuljettimista, adapterilavanpoistajasta, sidontakoneesta, jakovaunusta ja hyllystöstä. Varastointikoneelle tulevat tuotteet ovat rullakoiden päällä, joka mahdollistaa rullakoiden alla olevan adapterilavan poiston ja täten varastoimisen pelkän rullakon kanssa hyllyyn.

Varastointikoneelta tilattu tuote on valmiiksi sidottuna pienessä koossa kuljetusta varten. Tällä poistetaan suuren lattiatilan tarve ja hitaus, joka tulisi esille, kun tuotteet poistettaisiin käsin adapterilavalta ja sidottaisiin kuljetusta varten.

### 2.3.1 Toimintaperiaate

Varastointikoneen toimintaperiaatteena on poistaa rullakkotuotteiden alla oleva adapterilava ja varastoida jäljelle jäänyt tuote hyllyyn, josta sen voi tilata kuljetukseen. Valmiiksi pieneen tilaan saatu tuote on tarpeellinen esimerkiksi lähikaupoissa niiden pienen koon vuoksi.

Kuvassa 1 lava saapuu varastointikoneelle DSB- vaunulla. Adapterilava siirtyy kuljettimilla koneenkäyttäjän luo, jossa käyttäjä lisää tuotteesta riippuen pahviset kulmapalat tuotteiden reunoille.



Kuva 1. Tuotteen ja käyttäjän kohtaaminen

Kuvassa 2 tuote jatkaa matkaansa kohti lavanpoistoa, jossa adapterilavapoistaja tarttuu rullakoista kiinni ja nostaa ne adapterilavalta siirtäen rullakot seuraavalle kuljettimelle. Lava poistuu toiselle kuljettimelle ja siitä lavapinoon.

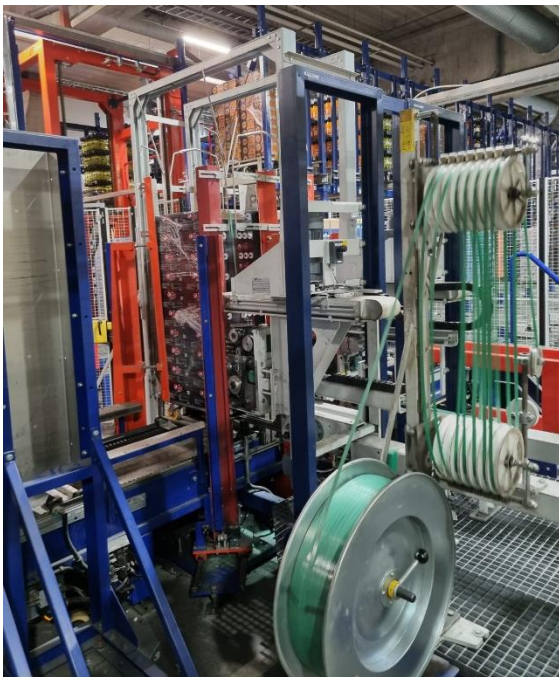


Kuva 2. Adapterilavanpoistaja ja rullakot

Adapterilavanpoiston jälkeen rullakot jatkavat matkaansa kohti sidontakonetta kuvassa 3. Kuvassa 4 sidontakoneella rullakon päällä olevat tuotteet sidotaan tiiviisti sidontanauhalla rullakon ja kulmapahvien välille.

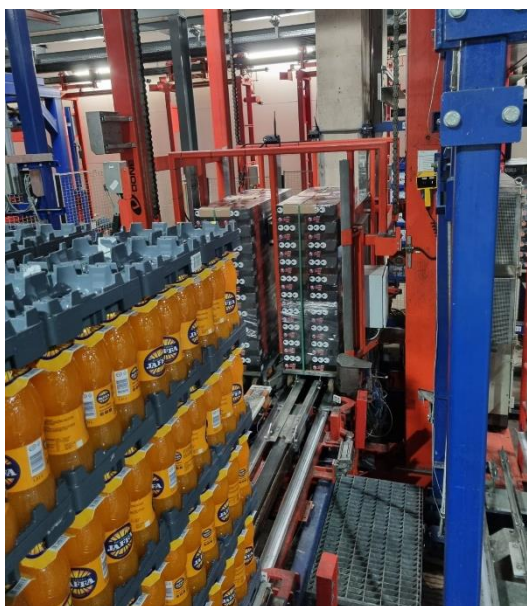


Kuva 3. Rullakot ilman adapterilavaa

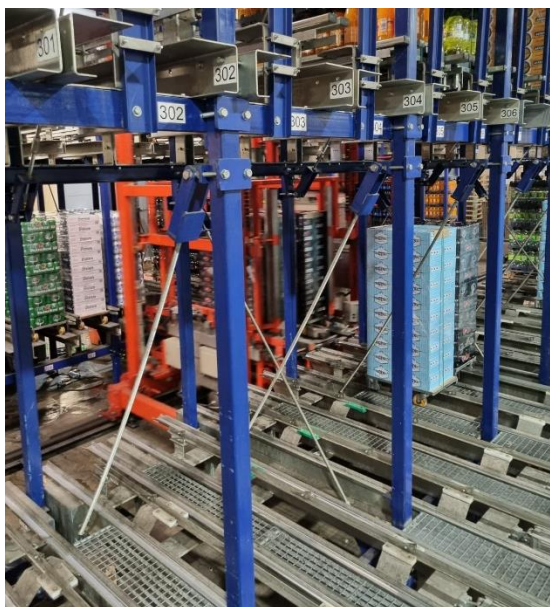


Kuva 4. Rullakot sidontakoneessa

Kuvassa 5 sidontakoneen jälkeen rullakot työnnetään jakovaunuun, joka siirtää tuotteet hyllyyn kuvassa 6 tai suoraan keruuradalle kuvassa 7. Keruuradalta trukkikuski nostaa rullakot kyytiin ja siirtää ne oikealle lastauslaiturille.

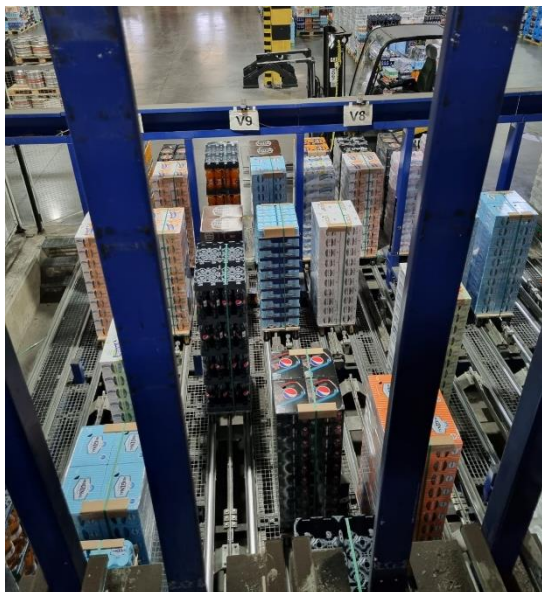


Kuva 5. Rullakot jakovaunussa



Kuva 6. Jakovaunu siirtämässä rullakoita hyllyyn





Kuva 7. Rullakot keruuradalla valmiina keräykseen

## 2.4 Algol Oy

Algol on suomalainen perheyritys ja monialakonserni, jolla on kokemusta kansainvälisestä kaupanteosta jo vuodesta 1894 lähtien. Konserniin kuuluu viisi tytäryhtiötä, jotka maahan-tuovat ja jälleenmyyvät monia eri tuotteita teollisuudelle ja terveydenhuoltosektorille. Algol-konsernin yhteistyökumppaniverkosto on maailmanlaajuinen ja yhtiöllä on toimintaa Pohjoismaissa, Baltiassa, Ukrainassa, Valko-Venäjällä ja Intiassa. (Algol a.) Algolin liiketoi-minnan lähtökohtana on asiakas ja hänen tarpeisiinsa luotu ratkaisu. Ratkaisu voi olla tuote tai järjestelmä, työsuoritus tai monimuotoinen palvelusopimus.

Teollisuudessa Algol turvaa asiakkaidensa tuotantoa, tehostaa prosesseja ja pidentää laitteistojen elinkaarta. Algol edistää myös terveen elämän edellytyksiä terveydenhuolto-alalla.

Algol-konsernissa toimii viisi erillistä yhtiötä:

- Algol Chemicals
- Algol Technics
- Algol Trehab
- Algol Diagnostics
- Pohjoismaissa toimiva Histolab Products.

### 2.4.1 Algol historia

Vuonna 1894 saksalainen Albert Goldbeck-Löwen perusti Helsingin Liisankadulle agenttuuriliikkeen, joka toimitti Suomen teollisuudelle kemikaaleja, metalleja ja rakennusaineita. Tukkukaupaksi yritys laajentui 1920-luvulla, jolloin myös myytävien teollisuustuotteiden määrä kasvoi. Tämän myötä varastotoiminta alkoi ja kotimaisetkin hyödykkeet tulivat valikoimaan. (Algol b.)

Algolin toiminta sijoittui Espoon Karamalmille ensiksi pelkkänä keskusvarastona 1960-luvulla, mutta 1980-luvun lopulla Algol siirsi sinne myös pääkonttorin ja teknisen kaupan toiminnot. Algolin nostolaitteiden tuotantoprosessi alkoi Herttoniemessä Helsingissä 1970-luvulla. Kansainvälistyminen, joka oli kasvavassa roolissa, alkoi 1990-luvulla suuntautua kohti Pohjoismaita, Baltiaan, Venäjää, Valko-Venäjää ja Ukrainaa. Palveluliiketoiminnan tärkeys kasvoi tuotemyynnin rinnalla 2000-luvulla huomattavasti ja tänä päivänäkin tukku- ja jakelukaupan ammattilaisena Algol asemoituu myös asiantuntijapalveluiden tarjoajana. (Algol b.)

### 2.4.2 Algol Technics

Algol Technics tarjoaa teollisuuden kunnossapidon palveluita maanlaajuisesti. Näihin kuuluvat erilaiset sisälogistiikan ja materiaalikäsittelyn ratkaisut sekä myös tuotteita, kuten nostimia ja nostureita.

Kunnossapidon ja huollon tarkoituksena on pitää laitteisto toiminnassa ilman keskeytyksiä. Algol Technicsin kattava huoltoverkosto on tavoiteltavissa koko Suomessa 24/7 vika-päivystys numeron kautta. Huollon palvelutaso vaihtelee tarpeen mukaan pienistä vikakorjauksista ja varaosista tuotantolaitoksen käynnissä pitoon. (Algol Technics.) Hartwall Lahdessa Algol Technics on toiminut jo yli 20 vuotta hoitaen Hartwallin logistiikan kunnossapitoa.

Algol Technicsin kunnossapidon huollon piiriin kuuluvat:

- nosturit
- automatisoidut kuljetin-, varastointi- ja keräilyjärjestelmät
- nosto-ovet
- automaatio ja teollisuusrobotit
- informaatiojärjestelmät
- kuljetinjärjestelmät
- teollisuuspuhaltimet
- junakalusto

### 3 Ohjelmoitava logiikka

#### 3.1 PLC perusteet

Programmable Logic Controller eli PLC tarkoittaa suomeksi ohjelmoitavaa logiikkaa tai logiikkaohjainta, mutta lyhennettä käytetään myös suomen kielessä. Ohjelmoitava logiikka on laite, jota käytetään ohjaustekniikassa ja prosessinohjauksessa tuotantolinjojen, koneiden ja teollisten laitteiden hallintaan ilman ihmisen läsnäoloa. (WatElectronics 2019.)

Alkuperäiset PLC:t olivat hyvin yksinkertaisia ja helppoja asentaa, mutta PLC:n kehittyessä monimutkaisemmaksi, tarvittiin siihen koulutettu henkilö ohjelmoimaan ja muokkaamaan niiden käyttötarkoitusta aina tarvittaessa. Ohjelmoitava logiikka voi olla yksinkertaisuudessaan painike, joka kytkee moottorin päälle, mutta se voi myös hajautua monimutkaisiin ohjausrakenteisiin, jolla ohjataan suurempaa kokonaisuutta. PLC-ohjelmoijat tai logiikkaohjelmoijat suunnittelevat, kirjoittavat ja testaavat ohjauslaitteita ohjaavaa koodia. (WatElectronics 2019.)

#### 3.2 PLC-laitteiden ohjelmointi

PLC-hallintalaitteita ohjelmoidaan tietyillä graafisilla tai tekstipohjaisilla ohjelmointikielillä. PLC-laitteista ei yleensä löydy perinteisiä syötteitä ja tulosteita, ja niissä ei yleensä ole myöskään graafista käyttöliittymää tai ne ovat vain pieniä näyttöjä. (WatElectronics 2019.)

PLC-ohjelmointiohjelmisto on saatavilla ohjelmoitavan logiikan valmistajalta. Tätä ohjelmointiohjelmaa käytetään ohjaavan koodin tekemiseen, tarkkailuun ja sen lataamiseen PLC-laitteistolle. Samaa ohjelmaa käytetään myös graafisen käyttöliittymän (Human Machine Interface) eli HMI:n luomiseen. HMI toimii laitteen käyttäjän työvälineenä, josta käyttäjä pääsee itse näkemään ilman ohjelmoijan apua esimerkiksi graafisessa muodossa materiaalien liikettä kuljettimilla, mutta myös erilaisia vikatilanteita, jossa esimerkiksi tietty valokenno on vaikuttuneena väärään aikaan kuljetin radalla. (WatElectronics 2019.)

#### 3.3 PLC-ohjelmointi kielet

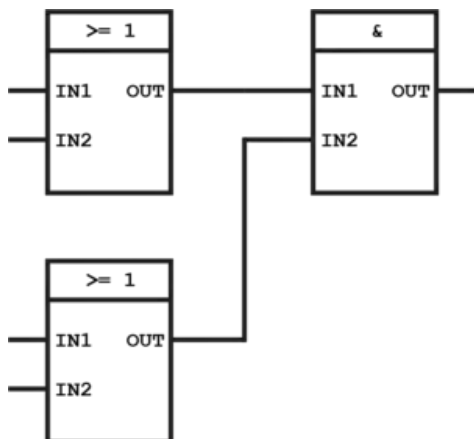
PLC:n prosessori (CPU) suorittaa kahden eri ohjelman tai järjestelmän sisältämiä konekielellisiä käskyjä. Näitä ovat käyttöjärjestelmä Operating System (OS) ja käyttäjän tekemä ohjelma User Program.

Käyttöjärjestelmä suorittaa kaikki CPU:n toiminnot ja sekvenssit, jotka eivät liity ohjaustehävään. Näitä toimintoja ovat uudelleen käynnistys ja käynnistytksen käsittely, tulosten ja lähtöjen prosessikuvataulukoiden päivittäminen ja tulostaminen, käyttäjäohjelman suoritus-



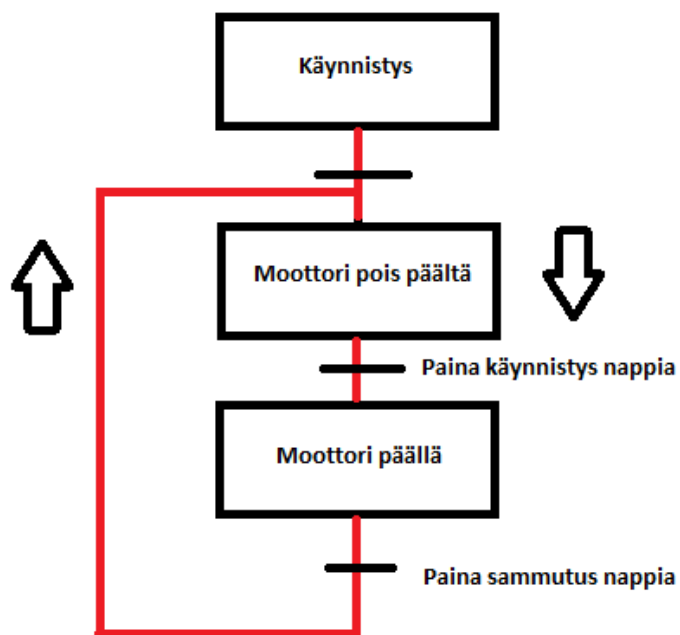


Kuvassa 9 on esitetty yksinkertainen kaavio Functional Block Diagramista (FBD). Jokaisella function blockilla on oma käsky, joka näkyy blockin yläosassa.



Kuva 9. Functional Block Diagram (Peter 2018)

Kuvassa 10 on esitetty yksinkertainen Sequential Function Chart (SFC) eli askelkaavio. Askelkaavion prosessi etenee vaiheittain ja alkaa alusta vaiheiden loppuessa.



Kuva 10. SFC askelkaavio

### 3.3.2 Tekstipohjaiset kielet

Tekstipohjaiset kielet ovat hieman vaikeampia, mutta loogisia vaihtoehtoja tiettyihin tarkoituksiin. Niiden käyttökohteita voivat olla kohteet, joissa joudutaan laskemaan hankalia matemaattisia funktioita, joihin graafinen ohjelmointikieli ei kykene helposti.

Structured Text (ST) on korkean tason PLC-ohjelmointikieli. Se on verrattavissa C ja C++ kieliin, jotka voivat olla tieto- ja viestintätekniikan ammattilaisille helpompia ymmärtää. ST on kieli, jota voi rakentaa ja lukea nopeasti sekä helposti. Vianetsintä ST-kielellä tehdystä ohjelmasta voi olla monimutkaisempi prosessi, koska muuttujien tilat eivät ole helposti havaittavissa. Ohjelmointikielenä sitä voidaan käyttää esimerkiksi viivakoodin lukuun, tietojen käsittelyyn ja monimutkaiseen matematiikkaan. (Inductive automation 2022.)

Instruction List (IL) on matalan tason PLC-ohjelmointikieli. IL on vanhentunut IEC:n standardissa, mikä voi tarkoittaa, ettei sitä tulla näkemään enää ohjelmointikielenä tulevaisuudessa. IL oli yksi viidestä IEC 61131-3 standardin ohjelmointikielistä, jota standardin alkuperäiset versiot tukivat. Standardin kolmannessa painoksessa IL-kieli poistettiin. Nykyiset PLC:t kuitenkin käyttävät IL-ohjelmointikieltä, joten sitä on hyvä oppia ymmärtämään. Instruction List (suomeksi ohjelista tai ohjesarja) koostuu nimensä mukaisesti ohjeiden sarjasta. (Inductive automation 2022.)

## 4 Sähkötekniikan standardisointi

### 4.1 International Electrotechnical Commission

Kansainvälinen sähkötekniinen komissio IEC Commission électrotechnique internationale) on kansainvälinen voittoa tavoittelematon standardointijärjestö. Se valmistelee ja julkaisee kansainvälisiä standardeja kaikille sähkö-, elektroniikka- ja niihin liittyville teknologioille, joka toimii yhteisnimellä elektrotekniikka. (IEC a.)

IEC:n piiriin kuuluu jo yli 170 maata ja 20 000 asiantuntijaa, joille se tarjoaa globaalin ja neutraalin standardointialustan. Se hallinnoi neljää arviointijärjestelmää, joilla sertifioidaan laitteiden, asennusten, palveluiden ja ihmisten toiminta vaatimusten mukaisesti. IEC on julkaissut noin 10 000 IEC-standardia, jotka tarjoavat vaatimustenmukaisen perustan, joita seuraamalla voidaan rakentaa laadukkaita, turvallisia ja luotettavia tuotteita sekä infrastruktuuria ympäri maapalloa. IEC:n kansainvälisten standardien mukaan testatut ja hyväksytyt laitteet ovat läpäisseet laadun tarkastuksen ja ovat täten turvallisia ja valmistajan lupauksien mukaisia käyttöä. (IEC a.)

Kaikki elektrotekniikka kuuluu IEC-standardien piiriin. Tähän sisältyy energiantuotanto- ja jakelu, elektroniikka, magneetti ja sähkömagneetti tekniikka, sähköakustiikka, multimedia, tietoliikenne ja lääketieteellinen tekniikka sekä niihin liittyvät yleiset tieteenalat, kuten terminologia ja symbolit, sähkömagneettinen yhteensopivuus, mittaustapa ja suorituskyky, luotettavuus, suunnittelu ja kehitys, turvallisuus ja ympäristö. (IEC b.) Tavanomainen kuluttaja hyötyy IEC standardeista siten, että hän voi luottaa tuotteen tai palvelun kuvaukseen ja saa täten rahoillensa vastinetta.

### 4.2 IEC historia

Sähkö oli toisen teollisen vallankumouksen liikkeellepaneva voima ja se on yhtä tärkeä voima vielä nykyään neljännelle teolliselle vallankumoukselle. 1880-luvulla tiedemiehet ymmärsivät, että yhteistä terminologiaa, mittaustapaa ja luokittelua tarvittiin sähkötieteen edistämiseksi. Vuonna 1904 St. Louisissa kokoontui kansainvälinen sähkökongressi, jonka sähköpalatsin näyttelyssä esiteltiin eri jännitteiden sähköä, tasavirtaa, 1-, 2- ja 3-vaiheista vaihtovirtaa, kuten myös erilaisia liittimiä ja pistokkeita. Tämän seurauksena kongressissa tehtiin ehdotus pysyvästä kansainvälisen toimikunnan perustamisesta, jonka tehtävä oli standardisoida sähkölaitteiden, -koneiden mitoitus ehdot ja raja-arvot mittaustuloksille. (IEC c.)

Myöhemmin Lontooseen perustettiin IEC eli International Electrotechnical Commission. Sen ensimmäinen kokous pidettiin Hotel Cecilissä 26. ja 27. kesäkuuta vuonna 1906 Alexander Siemensin ollessa kokouksen puheenjohtajana. Kokoukseen osallistui Itävallan, Belgian, Kanadan, Ranskan, Saksan, Iso-Britannian, Hollannin, Unkarin, Sveitsin, Espanjan, Japanin ja Yhdysvaltojen edustajat, mutta myös Norja, Ruotsi ja Tanska olivat järjestön jäseniä, vaikka heillä ei ollut kokouksessa edustajia. Tässä kokouksessa lordi Kelvinistä tuli komission ensimmäinen puheenjohtaja ja Charles Le Maistre sihteeriksi. (IEC c.) Ensimmäisestä kokouspäivästä lähtien komissio julkaisi standardeja, jotka ovat tänäkin päivänä käytössä.

#### 4.3 Kansainvälinen standardi

IEC:n kansainväliset standardit heijastavat tuhansien teknisten asiantuntijoiden maailmanlaajuisesta yhteisymmärryksestä ja terävyyttä, johon heidät on maansa puolesta delegoitu osallistumaan. Tämä tarjoaa kansainväliset säännöt, ohjeet ja määritelmät, joita käytetään sähköisten ja elektronisten laitteiden suunnittelussa, valmistamisessa, asentamisessa, testaamisessa, ylläpidossa ja korjaamisessa. Kansainvälisten standardien tarkoitus antaa valmistajille mahdollisuus tehdä tasalaatuisia ja suorituskäyviä tuotteita, jotka on kaikki testattu ja sertifioitu samantapaisissa olosuhteissa, jolloin ne ovat riskikartoitettu. (IEC b.)

Monet maat noudattavat IEC:n luomia standardeja ja pelkästään eurooppalaisista sähkö- ja elektroniikkastandardeista 80 % on IEC:n kansainvälisiä standardeja. Maissa on kuitenkin omien viranomaisten asettamia sääntöjä ja direktiivejä, joiden noudattaminen on yleensä välttämätöntä. On kuitenkin melko yleistä, että näissä säännöissä ja direktiiveissä viitataan kansainvälisiin standardeihin, koska standardit välttävät lakien muuttumisen liian yksityiskohtaiseksi tai kuvailevaksi. Näin ollen lait pysyvät ajan tasalla, koska standardeja tarkkaillaan ja päivitetään säännöllisesti. (IEC b.)

Kansainvälisten standardien ansiosta maiden välinen yhteistyö on helpompaa, kun käytetään samoja suureita ja mittoja esimerkiksi yritysprojekteissa. Näin ei synny väärinymmärryksiä ja toiminnan suunta on yhtenäinen.

## 5 Ohjelmoitavat logiikat

### 5.1 Ohjelmoitavan logiikan rakenne

Ohjelmoitava logiikkaohjain (PLC) on tietynlainen teollisuustietokone, jonka suunniteltu tehtävä on ohjata automatisoituja teollisia prosesseja ja koneita. Ohjelmoitavat logiikat ovat käytössä melkein kaikkialla. Niitä löytyy useimmiten tehtaista ja teollisuuslaitoksissa, joissa niitä tarvitaan, moottoreiden, pumppujen, valojen, katkaisijoiden ja muiden laitteiden ohjaamiseen. Arjessa ohjelmoitavia logiikkoja käytetään esimerkiksi hisseissä, automaattipesuloissa, liikennevaloissa ja muissa itsestäänselvyytenä pidettävissä laitteissa. (Jeffries 2021.)

Ohjelmoitava logiikka rakentuu input ja output (I/O) moduulista, keskusyksiköstä (CPU), virtalähteestä ja muistista. Input ja output ovat tulo- ja lähtömoduuleja. Tulomoduuli kytketään antureihin, ohjauspaneeliin tai muihin lähteisiin mistä tulomoduuli saa signaalin. Lähtömoduuliin kytketään laite kuten moottori, jota halutaan ohjata vaihtelemalla tulosignaaleja. CPU toimii ohjelmoitavan logiikan aivoina, joka suorittaa ohjelmointikäskyt tulosignaalien käsittelemiseksi ja lähtösignaalien ohjaamiseksi. Virtalähde on komponentti, joka syöttää virtaa tulo- ja lähtölaitteisiin. Muisti tallentaa CPU:n käyttämän ohjausohjelman ja tiedot laitteista, joihin ohjelmoitava logiikka on kytketty. (Jeffries 2021.)

### 5.2 Ohjelmoitavien logiikkojen valmistajat

Ohjelmoitavia logiikkoja löytyy monilta eri valmistajilta pienestä suureen kokonaisuuteen. Jokainen näistä valmistajista käyttää omaa ohjelmointi ohjelmaa ja -laitteistoa, vaikka lopputulos ja periaate on hyvin samanlainen. Ohjelmoitavan logiikan valmistajan valinta on kuitenkin tärkeä tekijä, sillä vain kourallinen valmistajista voi tarjota tukea ja jatkuvaa innovaatioita, jotta tuote pysyy elinkelpoisena useamman vuoden ajan. Ohjelmoitavan logiikan valinnassa määräävinä tekijöinä ovat myös hinta, helppokäyttöisyys, käyttöönotto ja myöhempi tekninen tuki. (Knowles 2018.)

Suuret yritykset kuten Siemens, Rockwell Automation ja Omron ovat turvallisempia valintoja niiden tuen ja varaosa saatavuuden vuoksi. Tarvittaessa ohjelmoitavaa logiikkaa pitää laajentaa, jolloin komponenttien saatavuus on tärkeää. Kustannukset ovat myös pienemmät, kun on vaihtoehtoja, joista valita. Suuret yritykset julkaisevat myös päivityksiä, jotta ohjelmoitavat logiikat pysyvät ajan tasalla sen hetkisistä trendeistä ja viestiprotokollista. Yritysten välinen kilpailu ajaa niiden innovaatiota eteenpäin päästäkseen etulyöntiasemaan, joten uusia päivityksiä kehitetään jatkuvasti, mutta ne eivät ole kuitenkaan vaatimuksia päivittää laitetta, jos päivitys ei ole merkittävä. (Knowles 2018.)

### 5.2.1 Siemens

Siemens AG on vuonna 1847 perustettu saksalainen monialayritys. Sen päätoimialoja ovat tietotekniikka, tietoliikennetekniikka, energiatuotantotekniikka, automaatiotekniikka, liikennetekniikka, terveydenhuollon tekniikka ja valaistusjärjestelmät. Arjessa Siemensiä voi nähdä kodinkoneissa ja muussa kodin elektroniikassa. (Siemens 2023a.)

Vuonna 1958 pieni asiantuntijaryhmä etsi uusia sovellusalueita juuri kehitetyille transistoreille. Näin SIMATIC ”**Siemens ja Automatic**” -tavaramerkki rekisteröitiin Saksan patenttivirastossa 2. huhtikuuta 1958. Vuotta myöhemmin Pariisissa pidetyssä työstökonenäytelyssä SIMATIC G esiteltiin maailmalle. SIMATIC G:n tekniikka oli huomattavasti nopeampaa ja kulumattomampaa, kuin aikaisempi releillä ohjattu tekniikka. Se vaati myös vähemmän tilaa kuin aikaisemmat ohjausjärjestelmät. Tämä oli pohja yhdelle maailman menestyneimmistä automaatiojärjestelmistä. Siemens kehitti SIMATIC G:n jälkeen SIMATIC S3, SIMATIC S5 ja vielä tänäkin päivänä käytössä olevan SIMATIC S7 automaatio järjestelmät. (Siemens 2023a.)

Siemensillä on useisiin eri tarkoituksiin sopivia logiikka ohjaimia, joita voi valita esimerkiksi toimintojen ja koon perusteella. Esimerkiksi SIMATIC S7-1200 tarjoaa kattavan valikoiman teknisiä toimintoja ja integroitua IO:ita. Se on kompakti ja tilaa säästävä. Siemens käyttää laitteidensa ohjelmointiin ohjelmointiohjelmaa TIA portal. (Siemens 2023b.)

### 5.2.2 Rockwell Automation

Allen-Brandley vuonna 2001 uudelleen nimetty Rockwell Automation, Inc. on vuonna 1903 perustettu amerikkalainen teollisuusautomaation ja digitaalisen muunnosteknologian toimittaja. Rockwell Automation on maailman suurin teollisuusautomaation ja informaatioon omistautunut yritys. Yrityksen tuotemerkkejä ovat Allen-Bradley, FactoryTalk-ohjelmisto ja LifecycleIQ Services. (Rockwell Automation.)

1970- alkupuolella Allen-Bradley lanseerattiin mukaan ohjelmoitavien logiikkojen maailmaan ja teki suosituksi PLC-nimen ja lyhenteen, jota oli aikaisemmin kutsuttu ”Programmable Controlleriksi”. Allen-Bradleyn ensimmäinen markkinoille esitelty PLC oli PLC-5 perhe. 1980- luvulla julkaistiin nykyään vanhentuneet PLC-2 ja PLC-3 logiikat. Näiden jälkeen julkaistiin vielä PLC-5, joka on käytössä edelleen. (Peterson, D. 2022.)

Allen Bradley on julkaissut useita ohjelmistopaketteja, joita voidaan käyttää ohjelmoimaan PLC:tä vuosien varrella. Näitä ovat RSLogix 5, 500, 5000, Studio 5000 ja Connected Components Workbench. Näistä nykyisellään käytössä oleva on RSLogix 5000. (Romanov, V.)

### 5.2.3 Omron

Omron on japanilainen Kazuma Tateishin vuonna 1933 perustama elektroniikka yritys. Omronin liiketoimintaan ja tuotteisiin kuuluu teollisuudenautomaatio, elektroniset komponentit, sosiaaliset järjestelmät ja terveydenhuollon kuluttajan ja ammattilaisten tuotteet. Yrityksen nimi Omron johdettiin Kioton alueelta nimeltä Omuro. (Omron a.)

Omronin ensimmäinen ohjelmoitava logiikka Sysmac tuotiin markkinoille 1970- luvulla. 1980- luvulla Omron siirsi katseensa innovatiiviseen konseptiin, jota kutsutaan sumeaksi logiikaksi eli fuzzy logic. Fuzzy logicin oli tarkoitus yhdistää fyysisen maailman arvaamattomuudet matemaattiseen logiikkaan. Boolean logiikassa asiat ovat vain tosia tai epätosia eli niiden arvo on 1 tai 0. Fuzzy logicissa asiat voivat olla tosia tai epätosia, mutta ne voivat olla myös osittain tosia tai osittain vääriä. Ensimmäiset Fuzzy logicia käyttävät ohjaimet olivat vuonna 1983 markkinoille tuotuja C-sarjan ohjaimia. Vuonna 1988 Omron otti Fuzzy logicin käyttöön täysin logiikkoihinsa. (Armenta, A. 2022.)

Omron käyttää PLC- ohjelmointiohjelmana CX-Onea. CX-One-ohjelmistopakettin avulla käyttäjät voivat rakentaa, konfiguroida ja ohjelmoida monia laitteita, kuten PLC:tä, käyttöpäätteitä, liikkeenohjausjärjestelmiä ja verkkoja, käyttämällä vain yhtä ohjelmistopakettia yhdellä asennus- ja lisenssinumerolla. (Omron b.)

## 6 Kenttäväylä

### 6.1 Kenttäväylän perusteet

Kenttäväylä eli fieldbus kommunikoi lähtö- ja tulolaitteiden kanssa ilman, että jokaista laitetta tarvitsisi kytkeä takaisin ohjelmoitavaan logiikkaan. Kenttäväylä toimii verkkorakenteessa, jotka voivat olla tähti-, ketju-, rengas-, haara-, ja puurakenteellisia, joka kuvaa miten laitteisto on kytketty toisiinsa. Kenttäväylällä ei kuitenkaan tarkoiteta yksittäistä yhteystyyppiä vaan se on kuvaus isommasta protokollaryhmästä. Tällaisia protokollia ovat esimerkiksi Modbus, Interbus, Profibus, ControlNet, Profinet ja monia muita. Nämä protokollat on standardisoitu IEC61158 -standardilla. (RealPars.)

Kenttäväylän etu on siihen liitettävien laitteiden käyttö. Esimerkiksi ohjelmoitavasta logiikasta kaukana olevat anturit, moottorit, lamput ja muut laitteet voidaan kytkeä I/O-moduuliin, joka on yhteydessä kenttäjakelulaitteeseen, joka on kytkettynä väylän virtalähteeseen ja siitä takaisin ohjelmoitavaan logiikkaan. (RealPars.)

### 6.2 INTERBUS kenttäväylä

INTERBUS on kenttäväyläjärjestelmä, jonka on kehittänyt Phoenix Contact ja se on ollut käytössä vuodesta 1987. Se on automaatioalan yksi johtavimmista kenttäväyläjärjestelmistä ja se on täysin standardisoitu standardin IEC 61158 mukaisesti.

INTERBUS on verkkorakenteeltaan rengasmallinen. Tämä tarkoittaa, että sen kaikki laitteet on integroitu suljettuun signaaliverkkoon. Jokainen laite vahvistaa signaalia ja lähettää sitä edelleen, joka mahdollistaa korkeat lähetysnopeudet pitkällä etäisyyksillä. Toisin, kun muut verkkorakenteeltaan rengasmalliset järjestelmät, INTERBUS järjestelmä yhdistetään vain yhden kaapelin kautta. INTERBUS:n väylä voi olla kahden laitteen välillä jopa 400 m pitkä. Väylän maksimaalinen pituus on 13 km ja tiedonsiirto nopeus 500 kbps, tiedonsiirto nopeus bitteinä per sekunti. (Interbusclub 2000.) Vuodesta 2011 lähtien INTERBUS-teknologiaa isännöivät saksalainen toimialajärjestö Profibus ja Profinet International (Profibus 2011).

### 6.3 PROFIBUS kenttäväylä

PROFIBUS kenttäväylä alkoi osana projektia PROFIBUS FMS (Fieldbus Message Specification), johon osallistui 13 yritystä ja viisi yliopistoa Saksassa vuonna 1987. PROFIBUS on yhdistelmä sanoista **Process Fieldbus**. Se on teollisuusprotokolla, joka on suunniteltu täyttämään kaikki teollisuuden automaatiovaatimukset yhdistämällä erilaisia prosessilaitteita. (Powell & Vandelinde 2013, 7.)



PROFIBUS on ainut kenttäväylä, joka voi täyttää tehtaan kaikki vaatimukset. Vuoden 1990 alussa muut kenttäväylät kuten Honeywell DMCS ja Modicon Modbusplus olivat toimivia kenttäväyliä, mutta niiden käyttäjät oli lukittu käyttämään sen valmistajan kenttäväylää tehtaan elinkaaren ajaksi. PROFIBUS, jota hallitsee useiden yritysten organisaatio PROFIBUS and PROFINET International toimii avoimena kenttäväylänä ja sitä pystyi käyttämään ja valmistamaan kuka tahansa, ilman ettei mikään yksittäinen yritys voinut rajoittaa sen käyttöä. Usein Siemensiä pidetään kuitenkin PROFIBUS yksikköjen ensisijaisena myyjänä. (Powell & Vandelinde 2013, 9.)

Nopeamman ja yksinkertaisemman kenttäväylän tarve kasvoi 1990- luvulla ja niin syntyi PROFIBUS DP (Decentralized Peripherals), joka korvasi aikaisemman PROFIBUS FMS-väylän. PROFIBUS DP: n kahden laitteen maksimaalinen pituus oli 1200 metriä tiedonsiirto nopeuden ollessa 9.6 kbps, mutta 400 metrin matkalle se oli 500 kbps ja 100 metrissä 1200 kbps (Powell & Vandelinde 2013, 70).

## 7 Lineaarinen mittaus

### 7.1 Lineaarisen mittauksen perusteet

Lineaariseksi mittaamiseksi määritellään pituuksien, halkaisijan, korkeuksien ja paksuuden mittaamista. Esimerkkejä lineaarisesta mittauksesta ovat jalkapallokentän, pöydän ja auton pituus. Voimme kutsua sitä myös etäisyyden mittaamiseksi. (Flinn & Overgaard 2021.)

Lineaarinen mittaus edustaa yhtä ulottuvuutta. Tämä tarkoittaa yhden tason tai viivan mittaamista. Viivan muodolla ei ole merkitystä, vaikka se olisi kaareva tai mutkikas. Viivasta mitataan vain sen pituutta. Lineaarista mittausta suoritetaan erityyppisillä yksiköillä, jotka ovat käyttämäämme metristä järjestelmää kuten esimerkiksi metri, sentti-, milli- ja nanometri. (Flinn & Overgaard 2021.)

### 7.2 Mittauslaitteet

Mittauslaitteet eli mittaus instrumentit ovat laitteita, joilla mittausten tulokset saadaan esille eri suureista. Mittalaitteeseen on merkattu asteikko, jonka mukaan mittaus tuloksia saadaan. Tavanomaisia arkipäiväisiä lineaarisia mittalaitteita ovat viivoittimet ja rullamitat.

Teollisuudessa mittalaitteena voi toimia anturi, tekninen elin, mikä ilmaisee mitattavan suureen sähköisessä muodossa ja lähettää signaaleja esimerkiksi siihen kytkettyyn automaatiojärjestelmään, joka reagoi tilanteeseen kyseisen tiedon perusteella. Teollisuudessa antureita on erilaisia eri tarkoituksiin. Etäisyysanturi mittaa kahden objektin etäisyyttä toisistaan, induktiivinen rajakytkin tunnistaa sähköä johtavat metalliesineet ja paineanturit viestittävät paineen vaihtelusta.

#### 7.2.1 Absoluuttianturi

Absoluuttianturia tarvitaan, kun halutaan saada tietoja sijainnista, asennosta ja kierrosluvuista erilaisissa positioissa. Anturin ollessa kiinni esimerkiksi koneikon pyörän akselissa, se mittaa pyörivän akselin tarkkaa asentoa luomalla ainutlaatuisia koodeja jokaiselle akselin asennolle. Vaikka anturi menettäisi virran ja koneikkoa liikutettaisiin käsin, niin se löytää oman asemansa lukiessaan näitä koodeja. Tämä tarkoittaa, että absoluuttianturia ei tarvitse referoida eli opettaa uudestaan sähkökatkoksen jälkeen. (Abd 2022.)

Anturitekniikassa on olemassa kahdenlaisia absoluuttiantureita. Yksi- ja monikierroksisia. Yksikierrosanturit ovat hyviä ratkaisuja kohteisiin, joissa mitataan lyhyttä matkaa akselin asennon yhdenkierroksen sisällä. Monikierrosanturit soveltuvat kohteisiin, joissa lasketaan

pitkää matkaa ja tarvitaan tietoa kierroksen sisältä, mutta myös kuinka monta kertaa anturi on pyörähtänyt 360 asteen kierroksen. (Abd 2022.)

### 7.2.2 Etäisyysanturi

Etäisyysanturit soveltuvat kosketuksettomaan etäisyyden, siirtymän, asemien ja profiilien mittaamiseen ja esteiden välttämiseen. Etäisyysantureita käytetään autojen pysäköintitutkissa, kosketuksettomissa pesuaineiden annostelijoissa ja teollisuuden automaatiassa. (NYU.)

Etäisyysanturit käyttävät kolmea mittaus menetelmää. Signaalin voimakkuutta, jossa mitataan lähetetyn signaalin voimakkuuden palaamista heijastavasta kohteesta takaisin. Kolmiomittaus, jossa lasketaan etäisyys sen kulman funktiona, josta lähetetty signaali heijastuu kohteesta. Lentoaika, jossa lasketaan ajankulumista signaalin lähettämisestä kohteeseen ja heijasteen vastaanottamiseen takaisin lähettimeen. (NYU.)

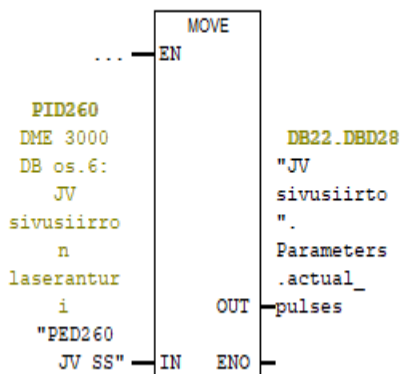
Etäisyysanturia valitessa on otettava huomioon niiden minimi- ja maksimikäyttöalueet. Resoluutio eli kuinka tarkkoja mittayksiköt ovat. Ympäristön valaistusolosuhteet, jotka vaikuttavat häiritsemällä anturin toimintaa. Näitä häiriöitä ovat esimerkiksi vasteajan muuttuminen, väärät signaalit tai signaalien havaitsemattomuus. Anturin signaaliin vaikuttavat myös kohteen koko, väri, läpinäkyvyys, heijastavuus ja muoto. (NYU.)

## 8 Sovellusohjelmointi

### 8.1 Varastointikoneen etäisyyskennon ohjelma

Varastointikoneen ohjelmassa DME3000 lähettää pulssitietoa jakovaunun sijainnista. Tätä pulssitietoa käytetään jakovaunun siirtämiseen positiosta toiseen. Kuvassa 11 jakovaunun ohjelman virtapiirissä 18 DME3000 etäisyyskennon pulssitieto siirtyy MOVE-käskyllä Datablock 22:lle (DB22). Kuvassa 12 datablockissa 22 on määritelty jakovaunun reaaliaikainen ja kohde positio kuten myös otto- ja jättöpositiot, joita ovat syöttökuljetin kotiasemassa ja varastointiin tarkoitetut hyllypaikat.

Network 18: read actual pulses from abs.encoder



DB22 - Parameters

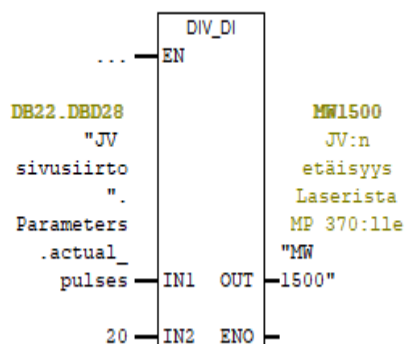
Address	Declaration	Name	Type	Initial value	Actual value
75	148.0	stat	Source	BYTE	DB15#0
76	149.0	stat	Destination	BYTE	DB15#0
77	150.0	stat	Positions[0]	DINT	L#0
78	151.0	stat	Positions[1]	DINT	L#0
79	152.0	stat	Positions[2]	DINT	L#0
80	153.0	stat	Positions[3]	DINT	L#0
81	154.0	stat	Positions[4]	DINT	L#0
82	155.0	stat	Positions[5]	DINT	L#0
83	156.0	stat	Positions[6]	DINT	L#0
84	157.0	stat	Positions[7]	DINT	L#0
85	158.0	stat	Positions[8]	DINT	L#0
86	159.0	stat	Positions[9]	DINT	L#0
87	160.0	stat	Positions[10]	DINT	L#0
88	161.0	stat	Positions[11]	DINT	L#0
89	162.0	stat	Positions[12]	DINT	L#0
90	163.0	stat	Positions[13]	DINT	L#0
91	164.0	stat	Positions[14]	DINT	L#0
92	165.0	stat	Positions[15]	DINT	L#0
93	166.0	stat	Positions[16]	DINT	L#0
94	167.0	stat	Positions[17]	DINT	L#0
95	168.0	stat	Positions[18]	DINT	L#0
96	169.0	stat	Positions[19]	DINT	L#0
97	170.0	stat	Positions[20]	DINT	L#0
98	171.0	stat	Positions[21]	DINT	L#0
99	172.0	stat	Positions[22]	DINT	L#0
100	173.0	stat	Positions[23]	DINT	L#0

Kuva 11. MOVE- käsky

Kuva 12. Datablock- taulukko

Jakovaunu lähettää pulssitietoa koneenkäyttäjän MP 370, Multi Panelille kuvassa 13, josta käyttäjän on mahdollista nähdä jakovaunun sijainti menemättä jakovaunun toiminta-alueelle. Paneelissa näkyy jakovaunun reaaliaikainen sijainti ja sen kohde positio.

Network 34: JV:n etäisyys Laserista MP 370:lle



Kuva 13. Tiedon siirto MP 370:lle

## 8.2 Multi Panel 370

Multi Panel 370 toimii koneenkäyttäjän tiedonanto laitteena. Käyttäjä näkee paneelin näytöltä varastointikoneen prosessin tapahtumat ja häiriöilmoitukset. Tätä voi hyödyntää vika-tilanteissa ilman, että käyttäjän tarvitsee etsiä fyysisesti esimerkiksi, mikä valokenno ei ole vaikuttuneena tietyssä kohdassa prosessia.

Osa näytön tapahtumista on kuitenkin epäselkeitä ja joitakin graafisia päällekkäisyyksiä on havaittavissa. Tämä hankaloittaa näytön käyttöä ja se saattaa jäädä käyttämättä joiltakin koneenkäyttäjistä.

## 9 Asennus ja käyttöönoton suunnitelma

### 9.1 Lähtötilanne

Nykyisen etäisyysanturi SICK DME3000 valmistus on lopetettu ja se joudutaan korvaamaan. Kuvassa 14 etäisyysanturi on omalla jalustalla ja sen lasersäde on kohdistettu jakovaunun runkoon kiinnitettyyn peiliin. Etäisyysanturin profibus väylä on kaapeloitu Siemens RS 485 vahvistimen kautta. Väylän reitti jatkuu kaapelikouruissa varastointikoneen Siemens S7 400 CPU 414-3 yksikölle noin 8 metrin päähän.



Kuva 14. Jakovaunun etäisyysanturi.

Alkuperäinen anturi on toimiva, mutta sen valmistamisen lopettamisen vuoksi ja toiminnan varmuuden takaamiseksi se korvataan uudella. Vanha etäisyysanturi jatkaa kuitenkin toimintaansa niin kauan kuin se pysyy toimintakunnossa. Vanhan anturin rinnalle rakennetaan uusi mittausmenetelmä. Se otetaan käyttöön, kun vanha etäisyysanturi lopettaa toimintansa.

## 9.2 Absoluuttianturin soveltaminen jakovaunun matkan mittaamisessa

Profibus absoluuttianturi Hengstler 0 566 003 soveltaminen jakovaunun veto- tai vapaapyörän akseliin voi vaatia väylän uudelleen kaapeloinnin jakovaunun energiasiirtoketjua pitkin vaunun sähkökaapille, sillä alkuperäinen väyläkaapeli on vanha ja mahdollisesti haurastunut. Haurastunut kaapeli voi johtaa sen rikkoutumiseen ja lamaannuttaa varastointikoneen toiminnan.

Absoluuttianturi vaatii telineen, jolla se kiinnitetään jakovaunun runkoon. Teline täytyy olla tarpeeksi kestävä mahdollisten tuotteiden kaatojen varalta. Absoluuttianturin akselin kiinnitys veto- ja vapaapyörien akseliin täytyy valmistaa, koska akseleihin ei ole suunniteltu absoluuttianturin kiinnitys mahdollisuutta.

### 9.2.1 Absoluuttianturi veto- tai vapaapyörässä

Vetopyörä asennuksessa on otettava huomioon sähkömoottorin aiheuttama renkaiden mahdollinen tyhjäliike, jota syntyy, kun jakovaunu jää jumiin, mutta renkaat pyörivät edelleen. Näin absoluuttianturin pulssit menevät sekaisin ja jakovaunu paikoittaa itsensä väärään positioon, jolloin syntyy häiriö tai pahimmassa tapauksessa tuotteen kaato. Vetopyörän akselissa on kiertet, jotka helpottavat anturin asentamista, mutta anturi jäisi jakovaunun rungon ulkopuolelle, jossa sillä on suurempi mahdollisuus rikkoutua esimerkiksi lattialle tippuvien tuotteiden seurauksena.

Vapaapyörän akselissa on vetopyörän tavoin kiertet, ja ne sijaitsevat jakovaunun rungon sisäpuolella. Tämä antaisi anturille passiivista suojaa anturin telineen lisäksi. Anturin asentamisen lisäksi anturille vedetään väyläkaapeli jakovaunun sähkökaapilta. Väyläkaapeli asennetaan jakovaunun runkoon, josta sillä on suorin reitti anturille.

Absoluuttianturin soveltaminen kohteessa on riskialtista asennuksen hankaluuden, kriittisten paikkojen lisäämisen ja mahdollisten paikoitushäiriöiden takia. Kriittisillä paikoilla tarkoitetaan anturin ylimääräisenä pidettävää johdotusta, jota ei syntyisi, jos mittauksessa käytettäisiin etäisyysanturia. Anturin paikoitusta haittaa myös renkaiden kulumisen ja niiden materiaali eli kumi. Kumin ongelmana on sen halkaisijan muutos ilman kuormaa ja kuorman kanssa. Kumin kulumisen tulisi aiheuttamaan pyörän halkaisijan muutosta ja siitä johtuvaa paikoitushäiriötä.

## 9.3 Etäisyysanturin soveltaminen jakovaunun matkan mittaamisessa

Jakovaunun paikoitus tapahtuisi alkuperäisen kaltaisella etäisyysanturilla. Etäisyysanturin asennus ei tarvitse kaapelointia jakovaunun läheisyyteen eikä se vaadi uuden telineen

rakentamista. Asennuspaikka korkealla telineessä antaa sille myös hyvän suojan kaadoilta tai muilta vaaroilta.

Etäisyysanturin valinnassa huomioitiin mitattavaa matkaa, yhteensopivuutta väylän kanssa, hintaa ja toimitusaikaa. Toimitusaika etäisyysanturille oli 8kk tilaus hetkestä.

### 9.3.1 Etäisyysanturin asennus

Etäisyysanturin DL 100 Pro mittausalue on 0.15–100 m ja se toimii Profibus väylässä (Sick). Asennus tapahtuisi vanhan etäisyysanturin rinnalle samalle alustalle ja sen lasersäde kohdistettaisiin jakovaunun heijastinpeiliin.

Ohjelmaan DL 100 anturi asetettaisiin laskemaan paikkatietoa, mutta se kytkeytyisi lähettämään tietoa vasta, kun DME 3000 etäisyysanturi lopettaa toimintansa. Ohjelmaan luotaisiin määritelmä, jonka mukaan DL 100 käynnistyy, kun DME 3000 tiedon lähetyksen loppuu.

Vanhan anturin voi myös korvata uudella, jolloin kaapelointia tai ohjelman muutosta ei tehdä. DL 100 parametroidaan ohjelmaan ennen vaihtoa ja sen toimivuus varmistetaan vaihdon jälkeen. Tällainen vaihto täytyisi suorittaa aikana, jolloin varastointikone ei ole käytössä. Laitteen testiajot suoritettaisiin käsin ja automaatti ajolla.

Etäisyysanturin asennus on turvallisempi laitteen toimintaa ajatellen. Se ei vaadi uuden väylän vetoa, ja sijaintinsa vuoksi se pysyy turvassa. Lasersäde on helposti suunnattavissa jakovaunun heijastinpeiliin.



## 10 Yhteenveto

Opinnäytetyön tarkoituksena oli kerätä tietoa ja suunnitella asiakkaan varastointikoneen vanhan mittausjärjestelmän tilalle uusi toimintavarmempi järjestelmä. Työssä tutustuttiin ohjelmoinnin perusteisiin, ohjelmoitaviin logiikoihin, väylä ratkaisuihin ja mittaus menetelmiin tarkoituksena hyödyntää niitä valittaessa uutta mittausmenetelmää. Työ antaa pohjaa vaihto työlle ja sen kanssa huomioitaviin asioihin.

Vertailujen perusteella vanha mittausjärjestelmä kannattaisi korvata sen rinnalle tulevalla etäisyyskennolla. Näin säästytäisiin ylimääräisiltä kaapelin vedoilta laitteen kriittisille alueille, missä tuotteen kaatoja tapahtuu. Etäisyyskenno asennuksella lyhennettäisiin varastointilaitteen pysäyksiä, koska tarve mennä jakovaunun toiminta-alueelle poistuu.

Opinnäytetyötä tehdessä havaittiin varastointilaitteen haavoittuvuus ja vaihtotyön hankaluus, jos etäisyyskenno lopettaisi toimintansa yllättäen. Työnpohjalta voidaan kartoittaa asiakkaan muiden laitteistojen ikääntyneiden anturien vaihtoa, jotka aiheuttavat samantyyppistä haavoittuvuutta muissa prosesseissa.

## Lähteet

### Sähköiset lähteet

Abd, S. 2022. Absolute Encoder (Working Principle, Types, Applications, Advantages). Blogi. Viitattu 30.5.2023. Saatavissa <https://www.dubai-sensor.com/blog/absolute-encoder-working-principle-types-applications-advantages/>

Algol a. Algol. Viitattu 18.3.2023. Saatavissa <https://www.algol.fi/algol>

Algol b. Historia. Viitattu 18.3.2023. Saatavissa <https://www.algol.fi/algol/historia>

Algol Technics. Palvelut. Viitattu 1.5.2023. Saatavissa <https://www.algoltechnics.fi/palvelut>

Armenta, A. 2022, Omron PLCs - A Hardware History. Control Automation. Viitattu 27.5.2023. Saatavissa <https://control.com/technical-articles/omron-plcs-a-hardware-history/>

Flinn, C. & Overgaard, M. 2021. Linear Measurements. E-kirja. BCcampus. BCcampus Open Education. Viitattu 29.5.2023. Saatavissa <https://opentextbc.ca/mathfortrades2/chapter/understanding-and-working-with-linear-measurements/>

Hartwall. Yritys. Viitattu 18.3.2023. Saatavissa <https://www.hartwall.fi/yritys/>

IEC a. What we do. Viitattu 18.3.2023. Saatavissa <https://www.iec.ch/what-we-do>

IEC b. Understanding standards. Viitattu 12.5.2023. Saatavissa <https://www.iec.ch/understanding-standards>

IEC c. The first 50 years. Viitattu 25.5.2023. Saatavissa <https://www.iec.ch/history/first-50-years>

Inductive automation 2022. PLC Programmin Languages. Viitattu 24.5.2023. Saatavissa <https://inductiveautomation.com/blog/plc-programming-languages-go-beyond-ladder-logic>

Interbusclub 2000. Interbus Basics. INTERBUS Club Deutschlandn e.V. PDF. Viitattu 28.5.2023. Saatavissa [http://www.interbusclub.com/dl/Dok\\_interbus\\_basics\\_en.pdf](http://www.interbusclub.com/dl/Dok_interbus_basics_en.pdf)

Jeffries, M. 2021. Choosing the Right PLC: 6 Things to Consider. Mader electric, inc. Viitattu 25.5.2023. Saatavissa <https://www.maderelectricinc.com/blog/choosing-the-right-plc-6-things-to-consider>

Knowles, G. 2018. Our latest blog on choosing a Programmable Logic Controller manufacturer. LinkedIn. Viitattu 27.5.2023 Saatavissa [https://www.linkedin.com/pulse/our-latest-blog-choosing-programmable-logic-greg-knowles?trk=read\\_related\\_article-card\\_title](https://www.linkedin.com/pulse/our-latest-blog-choosing-programmable-logic-greg-knowles?trk=read_related_article-card_title)

NYU. Distance Sensors: The Basics. Viitattu 30.5.2023. Saatavissa <https://itp.nyu.edu/physcomp/distance-sensors-the-basics/>

Omron a. Basic Corporate Information. Viitattu 27.5.2023. Saatavissa <https://www.omron.com/global/en/about/corporate/outline/>

Omron b. CX-One Automation Software Suite. Viitattu 27.5.2023. Saatavissa <https://automation.omron.com/en/mx/products/family/CXONE>

Peter 2018. Function Block Diagram (FBD) PLC Programming Tutorial for Beginners. Viitattu 4.5.2023. Saatavissa <https://www.plcacademy.com/function-block-diagram-programming/>

Peter 2019. Ladder Logic Tutorial – Part 2: Building Logic. Viitattu 4.5.2023. Saatavissa <https://www.plcacademy.com/ladder-logic-tutorial-part-2/>

Peterson, D. 2022. The Origin Story of the PLC. Control Automation. Viitattu 25.5.2023. Saatavissa <https://control.com/technical-articles/the-origin-story-of-the-plc/>

Powell, J. & Vandelinde, H. 2013. Catching the Process Fieldbus: An Introduction to PROFIBUS for Process Automation. E-kirja. New York: Momentum Press. EBSCOhost. Viitattu 29.5.2023 Saatavissa <https://web-s-ebSCOhost.com.ezproxy.saimia.fi/ehost/ebookviewer/ebook/ZTAwMHh3d19fNTAxMTIzX19BTg2?sid=362c014a-b171-4f9e-a727-ee87392764f9@redis&vid=0&format=EB&rid=1>

Profibus. 2011. PI Germany hosts Interbus technology. Viitattu 28.5.2023. Saatavissa <https://www.profibus.com/newsroom/press-news/pi-germany-hosts-interbus-technology>

RealPars a. What is Fieldbus. Viitattu 28.5.2023. Saatavissa <https://realpars.com/fieldbus/>

Rockwell Automation. Our Company. Viitattu 25.5.2023. Saatavissa <https://www.rockwellautomation.com/en-us/company.html>

Romanov, V. Allen Bradley PLC Programming Tutorials | Training in RSLogix 5000. SolisPLC. Viitattu 27.5.2023. Saatavissa <https://www.solisplc.com/tutorials/plc-programming-tutorial-allen-bradley-training-in-rslogix-5000-ladder-logic-basics-for-beginners>

Sick. Pitkän kantaman etäisyysanturit. Viitattu 25.5.2023. Saatavissa <https://www.sick.com/fi/fi/etaisyysanturit/pitkaen-kantaman-etaisyysanturit/dx100/dl100-21aa2101/p/p280206>

Siemens a. SIMATIC throughout history. Viitattu 25.5.2023. Saatavissa <https://www.siemens.com/global/en/company/about/history/specials/60-years-of-simatic.html>

Siemens b. SIMATIC controllers – passion for automation. Viitattu 25.5.2023. Saatavissa <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc.html>

WatElectronics 2019. Step by Step Procedure of PLC Programming in Industries. Viitattu 1.5.2023. Saatavissa <https://www.watelectronics.com/how-to-program-the-programmable-logic-contr>





