



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU  
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Santtu Grönfors

# OPETUSROBOTTISOLUN KEHITYS JA KÄYTTÖÖNOTTO

Vilpe OY

Tekniikka

2025

## TIIVISTELMÄ

---

Tekijä Santtu Grönfors  
Opinnäytetyön nimi Opetusrobotisolun kehitys ja käyttöönotto

Vuosi 2025  
Kieli suomi  
Sivumäärä 45 + 4 liitettä  
Ohjaaja Mika Billing

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda ja kehittää robotisolu opetuskäyttöä varten Vilpe Oy:lle. Solun tehtävänä on opettaa robotiikan ja automaatiojärjestelmien käyttöä yrityksen henkilöstölle ja täten lisätä sekä laajentaa osaamista yrityksen sisällä.

Opinnäytetyössä käsitellään teollisuusrobotiikkaa, automaatio- ja turvajärjestelmiä, sekä näistä muodostuvaa kokonaisuutta. Käytössä oli ABB:n IRB1100-sarjan nivelvarsirobotti, joka edustaa ABB:n tuotekannan pienempiä robotteja.

Opinnäytetyö toimi jatkokehityksenä roboakatemian yhteydessä aloitettuun projektiin, joten tuloksena oli valmis tuotekokonaisuus. Koneen sisällyttäminen robotisolussa päätettiin unohtaa aikataulurajoitusten vuoksi. Pääpaino opinnäytetyössä on logiikka- ja turvajärjestelmissä. Turvajärjestelmästä saatiin toimiva valoverhoja käyttämällä ja sen todettiin sopivan hyvin käytössä olevaan ympäristöön ja sen rajoitteisiin. Logiikkajärjestelmä toi kaivattua monipuolisuutta ja kiinnostavuutta kokonaisuuteen; molemmat ovat tärkeitä ominaisuuksia, jotta opetusluo opettaa mahdollisimman tehokkaasti.

## ABSTRACT

---

Author	Santtu Grönfors
Title	The Development and Implementation of an Educational Robotics Cell
Year	2025
Language	Finnish
Pages	45 + 4 Appendices
Name of Supervisor	Mika Billing

The aim of the thesis was to create and develop a robot cell for educational use for Vilpe Oy. The purpose of the cell is to teach the use of robotics and automation systems to the company's personnel and thus increase and expand expertise within the company.

The thesis deals with industrial robotics, automation and safety systems, and the whole formed by these topics. The robot used was an ABB IRB1100 series articulated arm robot, which represents the smaller robots in ABB's product portfolio.

The thesis served as a further development of a project started in connection with Roboakatemia, so the result was a finished product. A decision was made not to implement the machine vision in the robot cell due to schedule constraints. The focus of the thesis was on logic and safety systems. The safety system was made functional using light curtains and was found to be well suited to the environment, in use and its limitations. The logic system brought much-needed versatility and interest to the compiled package; both are important features for the teaching cell to teach as effectively as possible.

---

Keywords Automation, industrial robotics, articulated arm robot, security systems, PLC

# SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ .....	2
ABSTRACT .....	3
1 JOHDANTO .....	8
2 ROBOTISOLUN TURVALLISTAMINEN .....	10
2.1 Vaatimukset eri yhteistyösovelluksille ja -tasolle .....	11
2.2 Teollisuusrobotiikan turvallisuuden standardit.....	14
3 PAINEANTURIN KÄYTTÖÖNOTTO.....	17
3.1 Asennus ja toimintaperiaate .....	17
3.2 Testaus.....	18
4 PÖYDÄN TUKEMINEN .....	19
5 LOGIIKKAJÄRJESTELMÄ.....	21
5.1 Ohjelmoitava logiikka .....	21
5.2 Siemens LOGO! .....	23
5.3 Toimilaitteet .....	23
6 MUOVI-RUISKUVALUKONEEN SUUNNITTELU.....	26
6.1 Perusidea ja toteutus .....	26
6.2 Prototyyppi/konsepti .....	29
6.3 Lopullinen ratkaisu.....	30
7 TURVAJÄRJESTELMÄ .....	32
8 JÄRJESTELMÄKUVAUS.....	33
9 SIMULAATIOYMPÄRISTÖ .....	38
10 YHTEENVETO.....	39
LÄHTEET.....	40
LIITTEET.....	42
LIITE 1. Järjestelmän yleiskuvaus .....	42
LIITE 2. LOGO! Soft-ohjelma.....	42
LIITE 3. Muovikoneen RAPID -ohjelma.....	43
LIITE 4. Harjoituspaketin PLC-harjoitus.....	44

## KUVAT

Kuva 1. Yrityksen tämänhetkinen logo. ....	9
Kuva 2. Vilpen tehdas Mustasaarella. ....	9
Kuva 3. Yhteistyön tasot (Suomen robotiikkayhdistys ry, 2023). ....	11
Kuva 4. Työalue sivulta. ....	13
Kuva 5. Työalue ylhäältä. ....	13
Kuva 6. Standardienväliset suhteet (SFS-EN ISO 10218-2). ....	15
Kuva 7. 45° runkokiinnikkeet. ....	19
Kuva 8. Valmis tuenta. ....	20
Kuva 9. PLC:n toiminta sykli. ....	21
Kuva 10. Feston paineilmasylinterit. ....	24
Kuva 11. SMC:n paineilmasylinteri. ....	24
Kuva 12. SICK-laseranturi. ....	25
Kuva 13. Epäonnistunut toinen versio tarraimista. ....	27
Kuva 14. Alkuperäiset syksyllä valmistetut tarraimet. ....	27
Kuva 15. Lopullinen muotoilu, reiät vielä väärissä kohdissa. ....	28
Kuva 16. Valmiit tarraimet. ....	28
Kuva 17. Konsepti muovivalukoneesta. ....	30
Kuva 18. Muovikoneen lopullinen rakennelma. ....	31
Kuva 19. Järjestelmän yleisnäkyminen. ....	33
Kuva 20. Logiikan ja toimilaitteiden liitännät. ....	34
Kuva 21. PLC:n FBD ohjelma LOGO! Softissa. ....	37
Kuva 22. Simulaatioympäristön lopullinen layout. ....	38

## **TAULUKOT**

Taulukko 1. Riskienarviointi .....	15
Taulukko 2. Logiikan tulot ja lähdöt.....	36

## Sanasto

AI	Analog input
DI	Digital input
DO	Digital output
ISO	engl. <i>International Organization for Standardization</i> , Kansainvälinen standardisoimisjärjestö
Layout	Pohjapiirros / asettelu
Nivelvarsirobotti	Käsivarsirobotti, muodostuu 6 nivelestä
PLC	Programmable logic controller/Ohjelmoitava logiikka
Robotstudio	ABB:n ohjelmisto robotiikan simulointiin ja ohjelmointiin

## 1 JOHDANTO

Idea opinnäytetyölle tuli syksyllä 2024 roboakatemiaan yhteydessä. Projekti aloitettiin robottitekniikan kurssilla, mutta jäi puutteelliseksi, joten se oli luontevaa saattaa päätökseen opinnäytetyön muodossa.

Tavoitteena on luoda turvallinen ja hyvin robotiikan perusteita opettava harjoitusympäristö ja ohjepaketti. Robottisolun tulee olla myös monipuolinen, jotta siitä olisi apua mahdollisimman monen tehdasympäristön järjestelmän käyttöön, ylläpitoon sekä muutoksiin. Tavoitteet täyttävä kokonaisuus sisältää harjoituksia ja ympäristön, joissa 1. käytetään robotin monia eri työkaluja, 2. tutkitaan robotin toimintaa yhdessä automaation ja turvajärjestelmien kanssa, 3. verrataan virtuaalista simulaatioympäristöä fyysiseen ympäristöön ja 4. käsitellään harjoitteiden avulla eri työtilanteita.

Järjestelmän kokoonpano muodostuu lukuisista eri komponenteista ja monenlaisesta laitteistosta. ABB IRB1100-käsivarsirobotin ohessa tärkeimmät laitteet ovat turvallisuutta tuova Datalogic-merkkinen valo-verho, sekä monipuolisuutta lisäävä Siemensin ohjelmoitava logiikka. Robotin työkalupästä löytyy tarrain, imukuppi ja kynä työkalut. Logiikkaohjain ohjaa paineilmasylintereitä ja vastaanottaa signaaleja paikka- ja laserantureilta.

Opinnäytetyön organisaatio:

- Santtu Grönfors, opinnäytetyön tekijä.
- Mika Billing, ohjaava opettaja (VAMK).
- Ari Kuusinen, toimeksiantajan edustaja (Vilpe OY).

Vilpe on suomalainen keskikokoinen rakennusalan yritys työllistäen noin 120 henkilöä, liikevaihdon pyöriessä 20 miljoonan euron yläpuolella. Vilpen tuotteet kohdistuvat kattorakenteisiin ja ilmanvaihtoon. Tyypillisimmät tuotteet ovat kiinnikkeitä, erilaisia läpivientejä ja ilmanvaihdon järjestelmiä, kuten imureita. Vilpen lähin toimipiste sijaitsee Mustasaarella ja toinen Espoossa. Yritys tunnettiin aikaisemmin myös nimellä SK-tuote.



Kuva 1. Yrityksen tämänhetkinen logo.

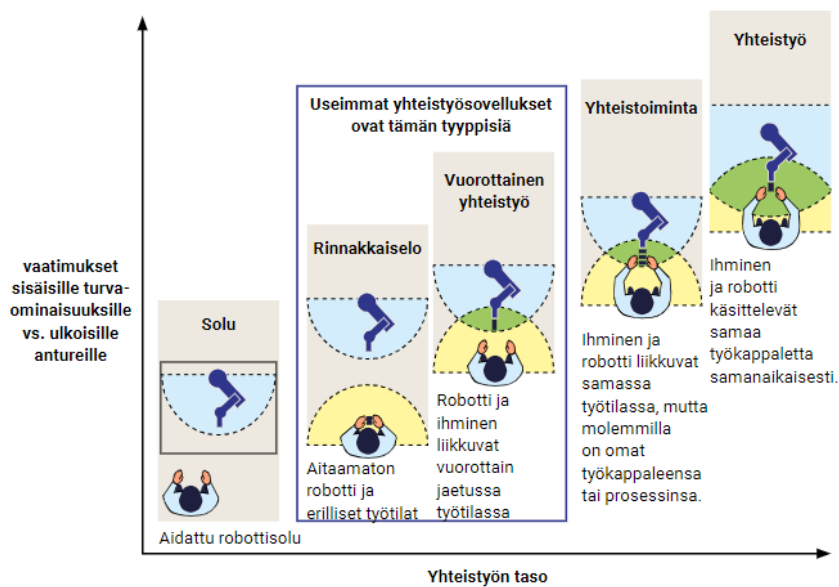


Kuva 2. Vilpen tehdas Mustasaarella.

## **2 ROBOTTISOLUN TURVALLISTAMINEN**

Robottisolun turvallistaminen lähtee liikkeellä laite- ja järjestelmäsuunnittelun kautta. Ehdottomasti tärkeintä on vaarojen poistaminen. Ensin on tiedettävä, millaista laitteistoa käytetään, jotta voidaan aloittaa turvallisuusvaatimusten määrittäminen. Täten heti alkuvaiheessa tulee käydä läpi ISO 10218 -standardi, jossa määritetään turvallisuusvaatimukset teollisuusroboteille.

Standardien perusteella selviää tarvittavat turvalaitteistot kullekin järjestelmälle, turvallisuusohjeet robotin operaattorille käyttöä varten ja turvallisuuskäytänteet koskien robotin tai robottisolun käyttötarkoitusta. Robotin osalta ensin tulee selvittää sen käyttötarkoitus, ja siihen liittyvät vaatimukset. Alla olevassa kuvassa 3 esitetään mahdolliset skenaariot ihmisen ja robotin välisen yhteistyön osalta. Turvavaatimukset ovat huomattavasti erilaiset, kun ihminen työskentelee saman työkalupaleen ääressä, verrattuna tilanteeseen, jossa robotti on aidattu ja poissa ihmisen ulottuvilta.



Kuva 3. Yhteistyön tasot (Suomen robotiikkayhdistys ry, 2023).

## 2.1 Vaatimukset eri yhteistyösovelluksille ja -tasolle

Suomen Robotiikkayhdistys ry:n julkaisemassa kirjassa Teollisuuden robotiikka (2023) luvussa 2.16 esitetään vaatimukset yhteistyösovelluksille- ja tasolle. Yhteistyön tasot jaotellaan viiteen eri tasoon. Nämä tasot ovat aidattu robottisolu, rinnakkaiselo, vuorottainen yhteistyö, yhteistoiminta ja viimeisenä reagoiva yhteistyö. Aidatussa robottisolussa yhteistyötä ei tapahdu, kun taas toisessa ääripäässä olevassa reagoivassa yhteistyössä ihminen pysyy samassa työtilassa robotin äärellä.

**Aidatussa robottisolussa** yhteistyötä ihmisen kanssa ei tapahdu, joten turvallistaminen on melko yksinkertaista. Aitauksen tulee olla sellainen, että se estää ihmisen pääsyn robotin työalueelle ja koskettamisen aidan läpi. Tämä toteutetaan sijoittamalla turva-aidat riittävälle etäisyydelle robotista ja sen ulottuvuudesta. Mikäli ihmisen tarvitsee käydä ajoittain aitauksen sisällä, on käytettävä turvaovea. Turvaovessa käy-

tään turvakytkintä tai turvalukkoa. Oven ollessa auki turvakytkin on aktiivinen ja solu on käytännössä hätäseis -tilassa, eli mikään liike ei ole mahdollinen riippumatta siitä, onko robotti käytössä vai ei. (Suomen robotiikkayhdistys, 2023.)

**Rinnakkaiselo**-tapauksessa samat turvallisuusperiaatteet ovat käytössä kuin aidatuissakin robottisoluiissa. Erona on, että aidat korvataan oikeanlaiset turvallisuusluokitukset omaavilla sensoreilla, antureilla ja skannereilla. Esimerkkinä järjestelmästä on tämän opinnäytetyön robotisolu. Ohjelmoinnin aikana käyttämämme valoverho ei ole aktiivinen, Tällöin kapulan käyttäjä eli robotin ohjaaja on vastuussa robotista ja turvallisuudesta robotin äärellä. Valoverho on aktiivinen automaattijolla ajettaessa, sillä ihminen ei enää vastaa robotin liikkeistä, jolloin kyseisen solun turvajärjestelmän on otettava tämä huomioon. (Suomen robotiikkayhdistys, 2023.)

Nimensä mukaisesti **vuorottaisessa yhteistyössä** ihminen ja robotti vuorottelevat samassa työtilassa. Erona rinnakkaiseloon on se, että ihmisen saapuminen työtilaan tulee havainnoida, jolloin robotin toiminta pysähtyy. Toiminta voi jatkua vasta, kun henkilö on poistunut kokonaan työtilasta. (Suomen robotiikkayhdistys, 2023.)

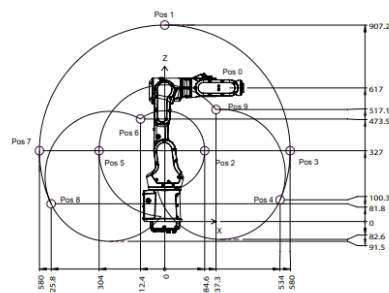
**Yhteistoiminnassa** robotti ja ihminen työskentelevät samassa tilassa, mutta kumpikin käsittelee omaa kappalettaan. Yhteistoiminta vaatii robotilta tehon ja voiman rajoittamista. Myös robotin liikkeen tulee olla hidasta, jotta pysähtyminen äkillisesti mm. kosketuksen myötä tapahtuu välittömästi. Toisin sanoen kosketuksesta ei saa aiheutua ihmisvahinkoja minkäänlaisissa tilanteissa. Yhteistoiminta vaatii yhteistyörobotin, joka poikkeaa tavanomaisista roboteista siten, että näiden robottien nivelet sisältävät voima-antureita, joilla toteutetaan siirtyminen turvatiilaan kosketuksen tapahtuessa. (Suomen robotiikkayhdistys, 2023.) Esimerkiksi ABB:n roboteista tällaisia ovat GoFa collaborative -sarjan ro-

botit. Yhteistoiminta soluissa käytetään myös robotin hidastavia järjestelmiä. Nämä järjestelmät havaitsevat ihmisen lähestymistä, hidastaen robotin liikettä, mitä lähempänä henkilö on.

**Reagoivassa yhteistyössä** ideana on, että robotti tarkkailee ja reagoi jatkuvasti ihmisen liikkeisiin, jolloin ihminen voi toimia saman työkapaleen äärellä. Tällä ei juuri ole käyttökohteita teollisuudessa, sillä se vaatii suuren määrän anturointia toimiakseen. (Suomen robotiikkayhdistys, 2023.)

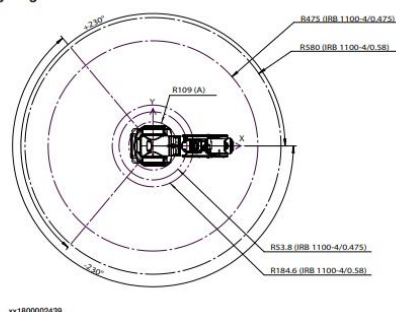
Turvallistamisessa ja turvajärjestelmien suunnittelussa on tärkeää huomioida **robotin ulottuvuus**. Kuvissa 4 ja 5 opetusrobotin IRB1100 -robotin työalue.

Illustration, working range IRB 1100-4/0.58  
This illustration shows the unrestricted working range of the robot.



Kuva 4. Työalue sivulta.

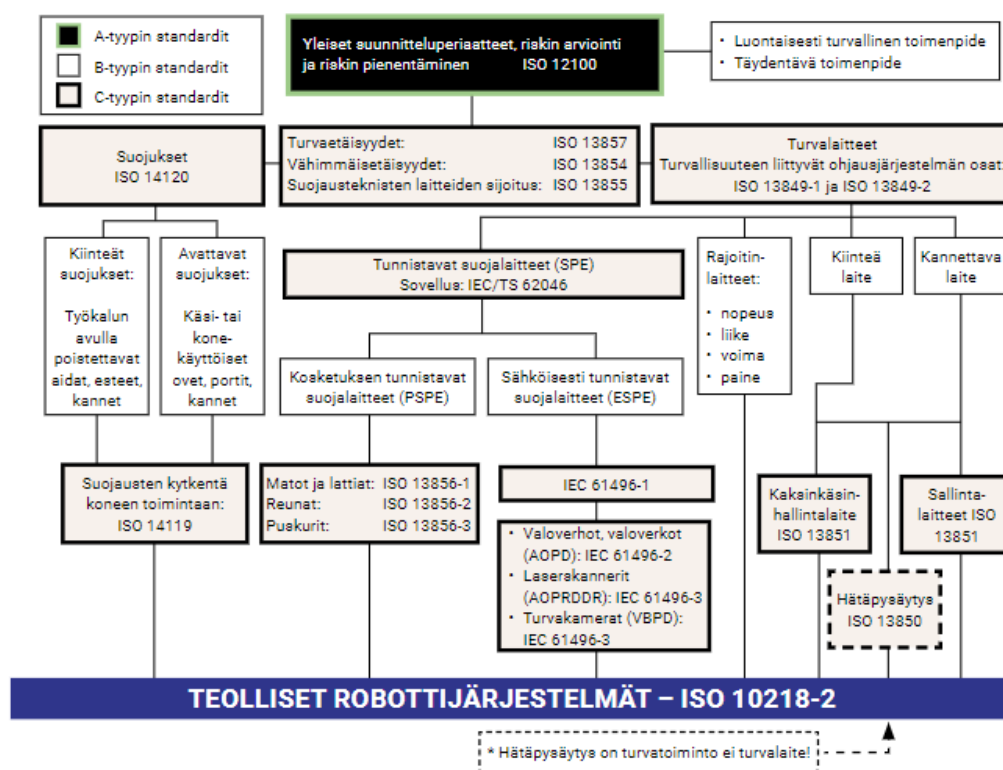
Top view of working range



Kuva 5. Työalue ylhäältä.

## **2.2 Teollisuusrobotiikan turvallisuuden standardit**

Kuvassa 6 esitetään teollisten robottijärjestelmien standardienväliset suhteet. Robottisolua ja -järjestelmiä suunniteltaessa ei riitä pelkästään käytettävien laitteiden turvallisuusstandardit, vaan on otettava huomioon koko ympäristö ja ympäristössä työskentelevät. Kaikki turvallisuus suunnittelu perustuu ISO 12100 -standardiin (A-tyyppi) eli turvallisuuden perusstandardiin, jossa määritetään turvallisuuden perusteet ja suunnitteluperiaatteet. Seuraavaksi käsitellään turvallisuusstandardit, joilla määritetään yleiseen työturvallisuuteen liittyviä kohtia, kuten melu ja turvaetäisyydet. Nämä ovat B-tyypin standardeja, ja ne pätevät yleisesti laitteiden ympäristössä toimiessa. Lopuksi päästään C-tyypin standardeihin, jotka ovat kone- ja laitekohtaisia standardeja. Tässä opinnäytetyössä esimerkiksi valoverholle pätee IEC 61496-2 -standardi.



Kuva 6. Standardienväliset suhteet (SFS-EN ISO 10218-2).

Taulukko 1. Riskienarviointi

Laite	Standardi	Riskit	Vakavuus (1-3)	Toimenpiteet
ABB IRB1100	ISO 10218-2	Turva-alue	3	Valoverho / ohjaaja lähimpänä robottia
		Nopea liike	3	Valoverho estämään työalueelle pääsyn
Festo DHPS-16-A-NC	ISO 14539	puristusvaara	2	Ohjaaja lähimpänä robottia
Festo DPDM-16-40-PA	ISO 6432 / ISO 15552	Nopea liike / puristusvaara	2	Käytön aikana valoverho estää koskettamisen

SMC CQMB20-25	ISO 6432 / ISO 15552	Nopea liike / puristusvaara	2	Käytön aikana valoverho estää koskettamisen
Datalogic SG2-B4-120-00-E	IEC 61496-2	-		Turvallistaa robottisolua
Siemens LOGO! 8	ISO 10303-239	Sähköturvallisuus	2	Oikeanlaiset liittimet / asennus
SICK proximity sensor	ISO 18038	Lasersäde	1	Asento toimilaitteessa sellainen, ettei haittaa aiheudu
Pöytä	ISO 21016	Heiluminen/tärinä	1	Tukipalkit runkoon
		Pöytä pääsee liikkumaan	1	Pöytä ruuvataan runkoon

Edeltävässä taulukossa numero 1 esitetään riskienarviointi opetusrobotisolun näkökannalta. Riskit arvioidaan laitteittain, lisäksi otetaan huomioon pöytätasosta muodostuva kokonaisuus. Kullekin laitteelle on merkitty tarvittavat standardit. Esitettyjen riskien vakavuutta arvioidaan numeraalisesti asteikolla 1–3 ja riskien poistamiseen esitetään tarvittavat toimenpiteet ja turvalaitteet. Isoimmat riskit liittyvät robotin liikkumiseen, sillä ihminen pääsee robotin työalueelle. Automaattiajolla työalueelle pääsy robotin liikkeessä estetään valoverholla.

### **3 PAINEANTURIN KÄYTTÖÖNOTTO**

Paineanturi oli tarkoitus ottaa käyttöön jo syksyllä 2024, mutta toimitus saapui vasta esityspäivänä, joten se siirtyi osaksi tätä opinnäytetyötä. Laitteen asennus olikin sopiva aloitus projektille, sillä se antoi konkreettista tekemistä heti alkuun ja esimakua anturoinnista, mihin päästään käsiksi toden teolla myöhemmin automaatiojärjestelmän ja turvalaitteiston yhteydessä.

#### **3.1 Asennus ja toimintaperiaate**

Valitsimme SMC:n valmistaman PS1100-R06L-Q air checker -paineanturin. Kyseinen PS1100 toimii vakuumin/alipaineen ja jäännöspaineen tarkastelulla. PS1000 toimii vastaavasti positiivisen paineen alueella ja PS1200 ainoastaan vakuuimissa. Valitsemamme anturi on käytännössä katsoen erittäin yksinkertainen kytkin, joka aktivoituessaan lähettää signaalia 1 ja signaalia 0 ollessaan epäaktiivinen. Anturi tarkastelee järjestelmässä vallitsevaa painetta asetettuun painetavoitteen. Järjestelmän paineen ollessa vähemmän kuin asetettu paine, lähettää anturi virtaa. Käytämme anturia imukupin yhteydessä, jolloin tämä imuun perustuva toiminta on ihanteellista. Anturin säätövara on -0,1–0,4 MPa.

Kytkentä robottiin oli yksinkertainen ja erosi hieman Feston antureista, joita käytetään robotissamme tarttujan auki- ja kiinniolon mittaamiseen. Feston anturissa plus- ja miinusjohdot kytkettiin robotin ohjaimen X19 liittimiin ja maa -johto I/O liittimeen. SMC:n anturissa oli vain 2 johtoa, joten ruskea positiivinen johto kytkettiin X19:sta ja sininen negatiivinen I/O liitäntöihin, kolmanneksi digitaalilähdöksi. Paineliitäntöjen kytkeminen oli myös erittäin helppoa. Paineilmaletkuihin lisättiin T-haara solenoidiventtiilin ja tyhjiögeneraattorin jälkeen. Anturi on suunniteltu kytkettäväksi suoraan tähän T-haaraan.

### 3.2 Testaus

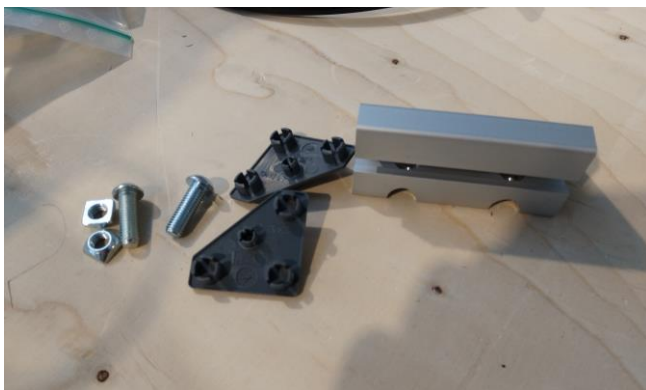
Kun anturi on asennettu oikein, seuraa anturin säätö ja testaus ohjelmallisesti. Anturissa olevaa pientä ruuvia käännetään 220 asteen toiminta-alueella, tämä säätää sitä, missä kohtaa signaalin arvo muuttuu. Ensitöikseni säädin järjestelmän paineeksi 4 baaria. Seuraavaksi laitoin imukupin päälle ja asetin yhden harjoituskappaleista imukupin imettäväksi. Säädin anturin ruuvia kiinni, kunnes anturin punainen merkkivalo syttyi. Tämän jälkeen otin harjoituskappaleen pois imukupin tartunnasta. Valon kuuluisi tällöin sammua. Pienen hienosäädön jälkeen anturi toimi halutulla tavalla.

Anturin testaus on puolivälissä, sillä vielä tulee varmistaa sen toiminta ohjelman sisällä ja lisätä tarvittavat käskyt ohjelmaan. Päätin ensin muuttaa aiemmat Waittime-komennot WaitDI-komennoiksi. Aiemmin robotti odotti määrätyn ajan tilanteesta huolimatta. Uudella komennolla robotti odottaa anturin signaalia. Tämän ansiosta robotti ei pääse jatkaamaan vikatilanteissa eteenpäin ja aiheuttamaan lisää vahinkoa. Lisäksi robotti toimii nopeammin ja suoraviivaisemmin. Viimeisenä piti enää ajaa toimintoa imukuppia käyttävät ohjelmat läpi ja todeta järjestelmän sekä ohjelmien toimivuus.

## 4 PÖYDÄN TUKEMINEN

Pöytä todettiin syksyllä liian löysäksi. Vaarana oli, että pöytä heiluu liikaa suuremmilla robotin nopeuksilla. Täten oli luontevaa puuttua tähän epäkohtaan ennen esimerkiksi logiikka- ja turvajärjestelmien suunnittelua. Pöydän pintalevy päätettiin säilyttää, mutta se oli puutteellisesti kiinnitetty. Tämä ei vaatinut monimutkaista ratkaisua, vaan ratkaisuna oli erittäin yksinkertaisesti porata ruuvit pöydän läpi runkoon kiinni. Samalla pöytä jäykkeni, mutta jäykkyyden lisäämiseen tarvittiin vielä erikseen omat tukiraudat. Luonteva päätös oli käyttää alumiiniprofiileja tukirautoina, sillä pöydän runko oli myös kokoonpantu alumiiniprofiileista.

Tarvittavat alumiiniprofiilit saatiin Vilpeltä ja VAMKin varastoista, joten muualta tarvitsi ainoastaan ostaa 45° kulmapalat, jotta tukiprofiili saatiin kiinnitettyä pöydän runkoon. Kuvassa 7 on kulmapalat, jotka tilattiin Suomalaiselta Movetecilta.



Kuva 7. 45° runkokiinnikkeet.



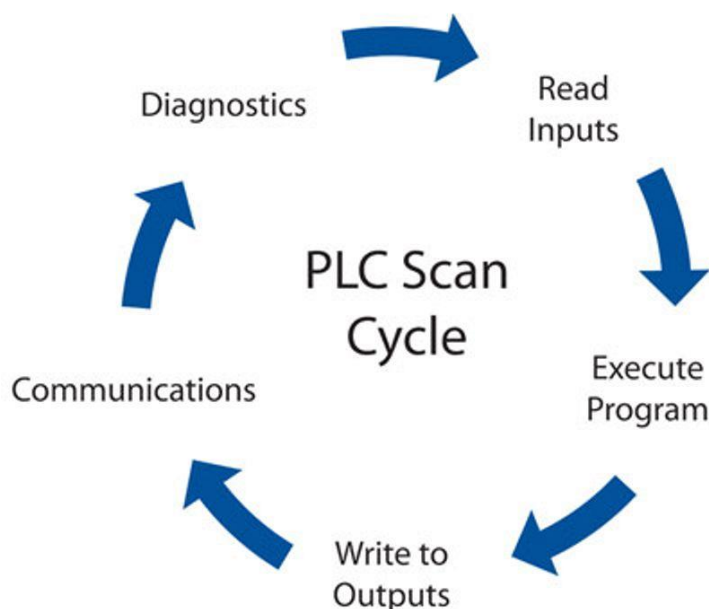
Kuva 8. Valmis tuenta.

Lopuksi kuvassa 8 esitetään käytetty ratkaisu pöydän tukemiseen. Robotin tietokoneyksikön taso ja sen tukipalkit tukevat pöytää kuvasta katsottuna vasemmalta puolelta. Tämän takia uudet tuennat sijoitettiin kuvan mukaisesti oikealle, tukemattomalle puolelle. Tukipalkkien todettiin vähentävän heilumista merkittävästi, kuten tavoitteena olikin alusta lähtien.

## 5 LOGIIKKAJÄRJESTELMÄ

### 5.1 Ohjelmoitava logiikka

Unitronicsplc:n julkaisemassa artikkelissa "What is the definition of PLC" (2016) määritellään ohjelmoitava logiikka seuraavasti; "A Programmable Logic Controller, or PLC, is a ruggedized computer used for industrial automation. These controllers can automate a specific process, machine function, or even an entire production line.". Tarve logiikalle syntyi teollisuudessa, jossa aiemmin oli käytössä releitä ja ajastimia. Ongelmaksi muodostui tarvittavien releiden määrä isoissa tehtaissa, joissa niitä tarvittiin valtavasti. Yksi logiikka korvaa jopa tuhansia releitä, näin järjestelmistä saadaan yksinkertaisempia, helpompia asentaa ja käyttää sekä näiden myötä halvempia toteuttaa. Järjestelmistä on sittemmin kasvanut ohjauskeskuksia, joilla ohjataan kehittynyttä liikkeen ohjausta, hajautettuja hallintajärjestelmiä ja ne voidaan liittää tietokoneverkkoihin. Kuvassa 9 havainnollistetaan PLC:n toimintaa.



Kuva 9. PLC:n toiminta sykli.

Yksittäisen PLC:n tärkeimmät tehtävät liittyvät liikkeenohjauksen lisäksi ajoitukseen ja nopeuden säätöön. Hallinta tapahtuu tulo- ja lähtösignaalien avulla. Tavallisessa logiikkamoduulissa on 8 digitaalista tuloa (DI) ja 4 digitaalista lähtöä (DO). Yleensä käytettävissä on myös 4 analogia tuloa (AI), joita käytetään esimerkiksi tilanteissa, joissa mitataan jokin suuretta, kuten painetta tai lämpötilaa. Kun logiikan halutaan toimivan yhteistyössä jonkin laitteen kanssa, kuten tässä opinnäytetyössä ABB robotin, tarvitsee logiikan tuloihin ja lähtöihin kytkeä ns. "kättelysignaalit". Näillä kättelysignaaleilla logiikka pystyy kommunikoimaan robotin kanssa sekä päinvastoin. Käytännössä tämä tarkoittaa, että järjestelmä pystytään ohjelmoimaan toimimaan vuoropäätteisesti. Esimerkki toimintaperiaatteesta opinnäytetyön robottisolussa:

1. Robotti antaa signaalin PLC:lle
2. Paineilmasyylinteri avaa luukun, jolloin kappale tippuu työalueelle
3. Toinen paineilmasyylinteri sulkee muotin ja painaa muovin muotoon (mukailee muovin ruiskuvalukonetta)
4. Muotti avautuu ja kolmas paineilmasyylinteri työntää valmiin kappaleen ulos
5. Robotti saa signaalin logiikalta, että kappale on valmis haettavaksi ja vie valmiin tuotteen linjaston seuraavaan kohteeseen

Edellä olevan esimerkki kuvastaa, millaisissa tilanteissa logiikkaa usein tarvitaan. Käyttökohteet sisältävät usein monenlaisia eri laitteita, jotka tulee saada synkronoitua yhteen ja toimimaan järkevänä kokonaisuutena.

## **5.2 Siemens LOGO!**

Robottisolun logiikkaohjauksesta vastaa Siemens LOGO! 8. Kyseisen mallisarjan logiikkaohjain on Siemensin pienen kokoluokan ohjain, joten se sopii hyvin solun yksinkertaiseen automaatiojärjestelmään. Hintataso laitteilla on 100–200 euron luokkaa, tietenkin riippuen mallista ja kyseisen mallin ominaisuuksista.

Logiikan tukena toimii lisämoduuli, jonka tarkoituksena on lisätä digitaalitulojen ja -lähtöjen määrää. Valmistajilla on logiikan ohjausta ja ohjelmointia varten lähes aina oma käyttöliittymänsä ja ohjelmistonsa. Siemens -merkkisiä laitteita ohjataan niin ikään Siemensin omalla LOGO! Soft comfort -ohjelmistolla.

## **5.3 Toimilaitteet**

### **Festo DPDM-16-40-PA x2**

Kuvan 10 Feston paineilmasyylinterit luokitellaan pienen kokoluokan laitteiksi. Iskun pituus on 40 mm ja sylinterin halkaisija 16 mm. Tyypillinen käyttökohde sylinterille on muun muassa pienehköjen osien pysäytys liukuhihnalla tai osien kohdistaminen tiettyyn paikkaan ja asentoon. Tässä opinnäytetyössä toinen Feston paineilmasyylinteri avaa muotin ja toinen mukailee muotin sulkua/puristusta. Festo on saksalainen teollisuus- ja automaatioalan yritys.



Kuva 10. Feston paineilmasylinterit.

### **SMC MDUB25-75DM**

Kuvan 11 SMC:n paineilmasylinteri on kokoluokaltaan selkeästi isompi verrattuna edellä mainittuihin Feston laitteisiin. SMC:n iskunpituus on pidempi, 75 mm. Kyseinen paineilmasylinteri toimii yhteistyössä Feston sylinterien kanssa ja työntää valmiin tuotteen ulos muotista. SMC on japanilainen yritys, joka keskittyy pneumatiikkaan ja sen ohjaukseen.



Kuva 11. SMC:n paineilmasylinteri.

### **SICK WTB8L-P2231**

Paineilmasyylinterien apuna toimii kuvan 12 mukainen SICKin valmistama valosähköinen läheisyysanturi (Laser), joka on luokiteltu pienten kappaleiden tunnistukseen ja nopeasti liikkuvien kappaleiden tunnistukseen. Järjestelmässä anturi tunnistaa toimilaitteesta valmistuneen kappaleen, jonka jälkeen robotti voi noutaa kappaleen. Robottisolussa käyttökohde on tällöin hyvin samanlainen kuin mitä se olisi teollisuudessa, tunnistetaan kappaleen positio, ettei sitä yritetä hakea ennenaikaisesti. SICK on saksalainen antureiden ja anturointiratkaisujen valmistaja.



Kuva 12. SICK-laseranturi.

Kaiken kaikkiaan toimi-/oheislaitteet toimivat niin kuin oli suunniteltu. Laseranturin tunnistusetäisyys oli hivenen suurempi kuin käyttämämme etäisyys, tämä ei kuitenkaan vaikuttanut toimivuuteen millään tavalla ja anturi havaitsi anturin joka kerralla. Paineilmasyylinterit toimivat myös moitteetta, joskin niiden toimintanopeus oli aivan liian suuri. Ongelma korjattiin käyttämällä kuristimia, jotka rajoittavat ilman pääsyä sylinteriin.

## 6 MUOVI-RUISKUVALUKONEEN SUUNNITTELU

### 6.1 Perusidea ja toteutus

Logiikkajärjestelmään kytketään lähes aina toimilaitteita. Ideana oli, että robottisoluun lisätään ruiskuvalukonetta mukaileva automaatiojärjestelmä. Heti suunnittelun alussa päätettiin, että tähän käytetään paineilmasylintereitä. Päätös oli looginen, sillä robotin imukuppi ja tarttuja toimivat molemmat paineilmalla, eli se on jo valmiiksi saatavilla. Lisäksi paineilmasylintereillä saadaan sopivat liikeradat koneen mukailua varten.

Harjoituskappaleet päätettiin konseptin suunnittelun jälkeen mukauttaa paremmin muovikoneen käyttöön. Alkuperäiset tarttujilla noukittavat palikat suunniteltiin syksyllä liukumäkeä varten, tämän takia ne olivat jonkin verran pidempiä kuin leveitä. Pituus tiputettiin samaksi leveyden kanssa, 40 millimetriin. Kappaleen muoto haluttiin kuitenkin pitää lähellä alkuperäistä, jotta kappale pysyisi vakaana noukittaessa.

Päivitettyjen harjoituskappaleiden myötä on syytä uusia myös tarraimet. Alkuperäiset tarraimet valmistettiin tavallisesta PLA-muovista 3D-tulostamalla. Kaikki tarraimet tulostettiin Bambu Lab merkkisellä harrastaja/kuluttajaluokan 3D-tulostuskoneella. Nämä tarraimet toimivat kohtuullisen hyvin, mutta jo syksyllä havaittavissa oli liikaa taipumista, joka ilmeni välillä kappaleiden nostoissa ja käännöissä. Tämän seurauksena suunnittelin ja tulostin pari sarjaa uusia tarraimia. Tärkeimpänä muutoksena oli tarraimen koko. Tarttuma-alue on noin 30 % lyhyempi, ja sen tarkoituksena hillitä taipumista vähentämällä materiaalapinta-alaa, mikä kohdistuu taipumiselle. Päätin myös vertailun vuoksi tulostaa osat PETG-CF-muovista. Tämä muoviseos sisältää hiilikuitua eli se on kauttaaltaan jäykempi materiaali, joskin tätä ei voi suoraan verrata PLA-muoveihin. Käytin hieman eri tulostusparametreja, viimeisin tarttujapari sisälsi enemmän muovia ja vähemmän ilma-aukkoja. Nämä kuvassa 13

esitetyt tarttujat todettiin yllättäen huonommiksi, vaikka PETG-muovi tarjosi karheamman tartuntapinnan, sillä ne joustivat huomattavasti enemmän kuin kuvan 14 alkuperäiset. Tälle syynä on todennäköisesti Generative Designilla luotu muoto, joka tuki huonommin uusien tarraimien otepintaa.



Kuva 13. Epäonnistunut toinen versio tarraimista.

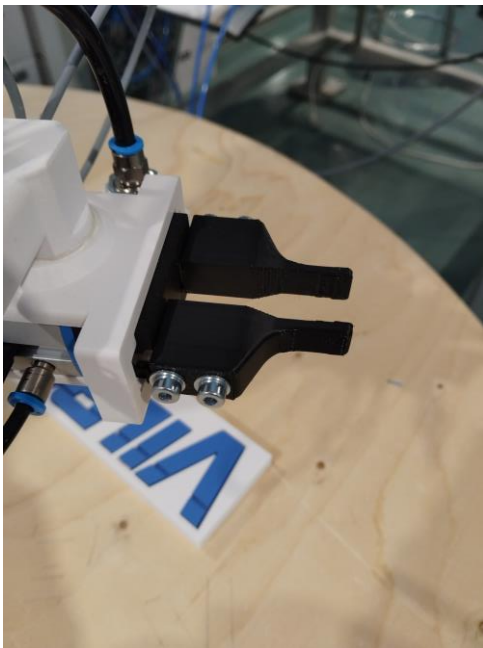


Kuva 14. Alkuperäiset syksyllä valmistetut tarraimet.

Tämän johdosta suunnittelin kuvissa 15 ja 16 näkyvän kolmannen tarrainversion, joka kietoutuu Feston tarttujamekanismin leukojen ympärille. Tässä on tietenkin ideana minimoida taipumiset ja vääntymiset tukemalla neljästä suunnasta aiemman yhden sijaan.



Kuva 15. Lopullinen muotoilu, reiät vielä väärissä kohdissa.

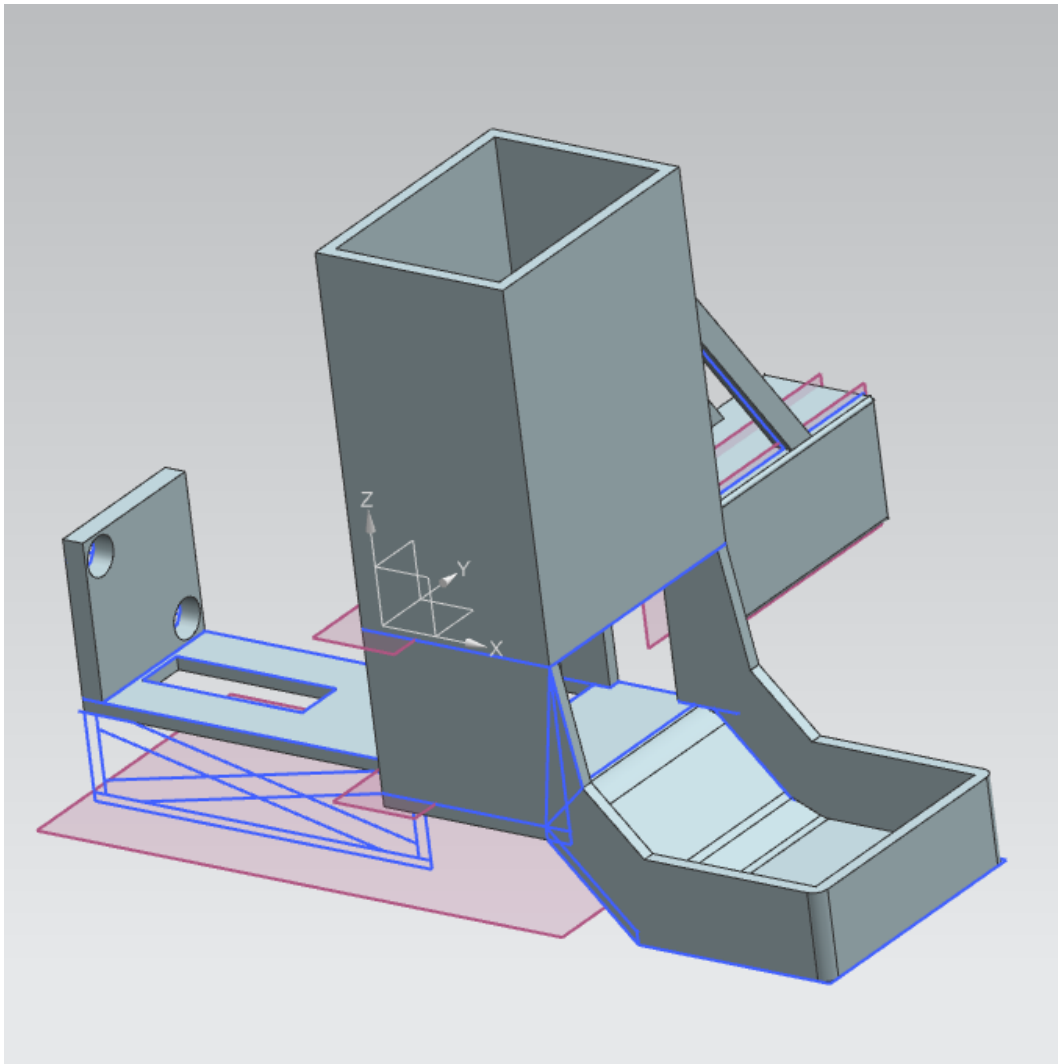


Kuva 16. Valmiit tarraimet.

## 6.2 Prototyyppi/konsepti

Suunnitteluprosessi lähti käyntiin tarkastelemalla käytössä olevaa laitteistoa. Muovikoneen suppilo mukautettiin alkuperäisille 55x40 mm harjoitus palikoille. Toimilaitteina oli kaksi SMC:n paineilmasylinteriä, tarkemmin mallit CQMB20-25 ja CDQ2KB12-20DC.

Konsepti oli kuitenkin ongelmallinen monella tapaa. Harjoituskappaleiden muoto aiheutti ensimmäisen haasteen. Palikat olivat turhan isoja, eikä ylimääräisestä pituudesta ollut hyötyä vaan kuutiomainen rakenne todettiin hyödyllisemmäksi ja käytännöllisemmäksi. Tästä tarkemmin luvussa 6.1. Toisena haasteena oli käytössä olevat paineilmasylinterit. Sylintereitä huomattiin olevan liian vähän, tarpeena oli 1 sylinteri lisää. Tämän lisäksi pienempi SMC:n paineilmasylinteri oli iskunpituudeltaan turhan lyhyt, ja muutenkin hieman heppoinen käyttökohteeseensa. Konsepti ei täyttänyt asettamaamme tavoitetta mukailla muovin ruiskuvalukonetta, mikä osoittautui isoimmaksi syyksi aloittaa järjestelmän suunnittelu alusta.

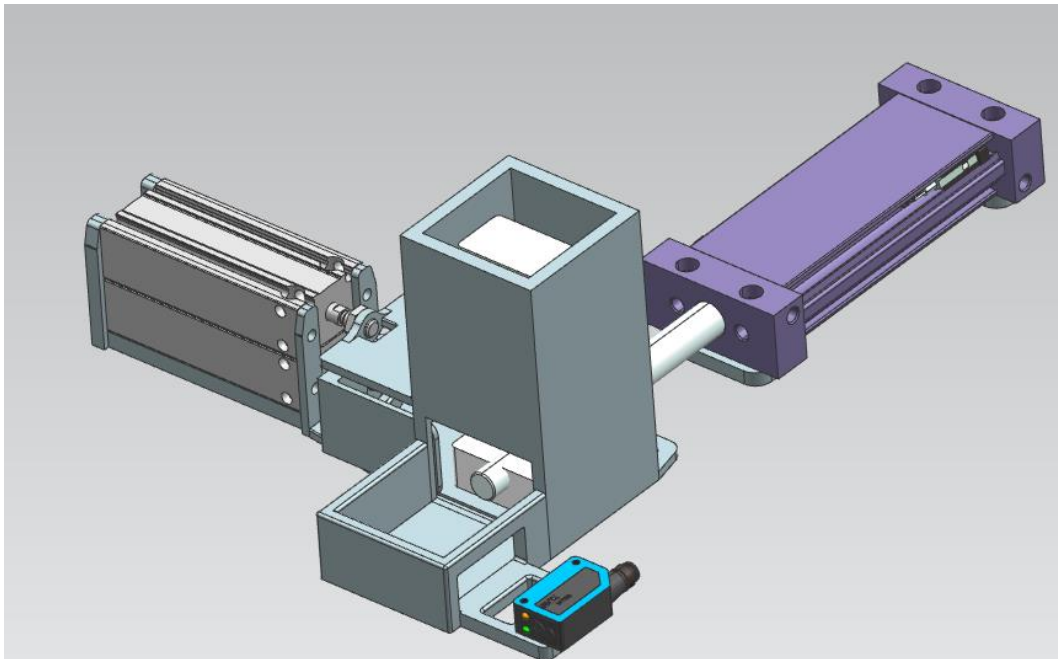


Kuva 17. Konsepti muovivalukoneesta.

### 6.3 Lopullinen ratkaisu

Tarkoituksena oli mukaila ruiskuvalukonetta paremmin. Ensimmäisenä päivitettiin laitteistoa. Paineilmasyntereitä on lopullisessa järjestelmässä kolme kahden sijaan ja samalla pienempi SMC:n paineilmasynteri vaihtui kahteen pitkäiskuiseen Feston DPDM-16-40-PA malliseen laitteeseen. Feston sylinterit kontrolloivat muotin avautumista ja sulkeutumista. Kappaleen ulostyönnössä käytetään pitkäskuista ja rakenteeltaan isompaa SMC:n sylinteriä.

Laitteistomuutoksien myötä järjestelmän runkorakenne on huomattavasti erilainen konsepti runkoon verrattuna. Suppilon mitat vastaavat nyt uusia palikoita. Feston paineilmasylinterit sijoittuvat rakenteeseen selkeästi eri tavalla kuin aikaisempi SMC:n pienempi sylinteri ja ne on yksinkertaisuuden nojalla asetettu päällekkäin. Uuden konseptin myötä pieni liukumäki palikoiden hakua varten havaittiin täysin tarpeettomaksi. Etuna oli, että rungon tulostusaika lyheni merkittävästi. Lopullisessa ratkaisussa kappale työnnetään ulos valmistuslaitteesta pieneen rajattuun hakukaukaloon. Vertailemalla kuvia 18 ja 17 keskenään havainnollistuu parhaiten merkittävät muutokset koneen toiminnassa, sekä rakennelmassa.



Kuva 18. Muovikoneen lopullinen rakennelma.

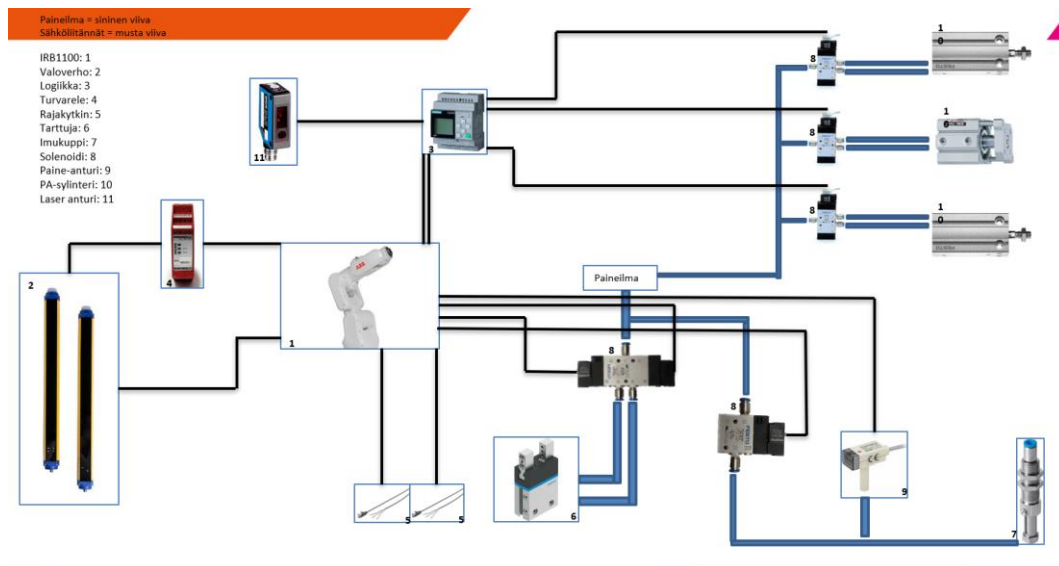
## 7 TURVAJÄRJESTELMÄ

Syksyn suunnitelmia jatkaen opetusympäristön sijainti on nurkassa kahta seinää vasten. Tällöin turvajärjestelmänä automaattiajtoa varten käytettäisiin valoverhoa. Lähetin asennetaan seinälle, sen alareunan ollessa hivenen lattiataason yläpuolella. Vastaanotin asennetaan vastakkaiselle seinällä. Tällöin pöydän eteen muodostuu "seinä", joka tunnistaa liikkeen alueen läpi robotin työalueelle. Tällöin robotille lähtee signaali tapahtuneesta ja kaikki liike pysäytetään. Alustavasti suunnitelmana oli käyttää SICK:n valmistamaa DeTec -sarjan turvavaloverhoa, jonka ominaisuudet vastaavat opetussolun tarpeita.

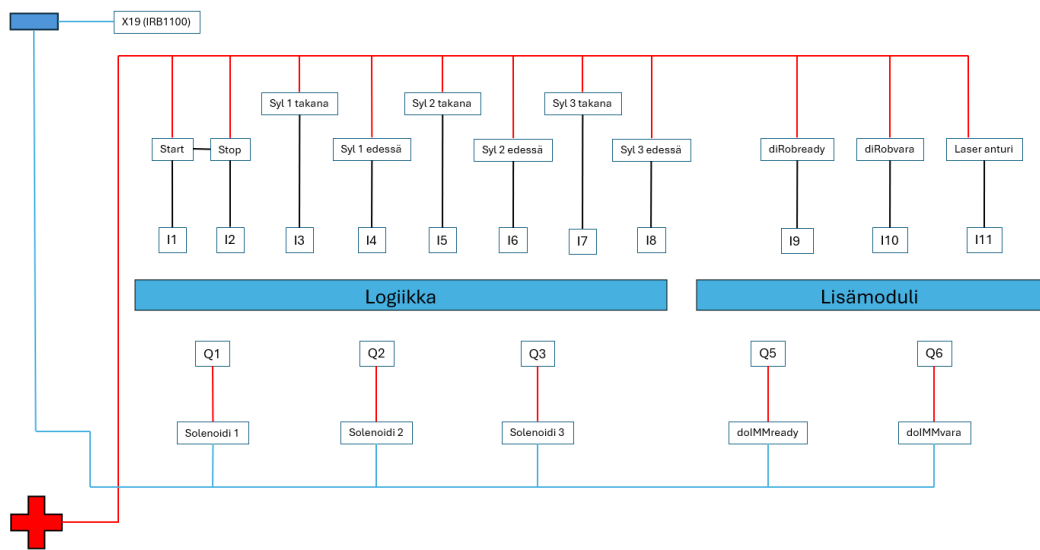
Vilpellä oli Datalogic-merkkinen valoverho, joten päädyimme käyttämään sitä. Kyseinen valoverho sopii hyvin robottisoluun, sillä verhon korkeus on enemmän kuin riittävästi, korkeus 1.2 metriä, riittävän korkeuden ollessa noin metrin. Valoverhon toimintaperiaate on yksinkertainen. Laite koostuu lähettimestä ja vastaanottimesta. Lähettimen ja vastaanottimen väliin luodaan kangasmainen tunnistusalue eli infrapuna-verkko. Kun verkon läpäisee mikä tahansa fyysinen kappale, laitteisto tunnistaa kappaleen ja lähettää signaalin robotille, jolloin robotin liike pysähtyy. Valoverho sopii käyttökohteeseen hyvin sen pituuden ansiosta, ihminen ei pysty vahingossakaan kiertämään valoverhoa.

## 8 JÄRJESTELMÄKUVAUS

Kuvissa 19–21 esitetään järjestelmän yleisnäkymä, IO-liitännät ja toimintaperiaatteet. Kuvassa 19 yleisnäkymä kokonaisuudesta vahvasti yksinkertaistettuna. Siniset viivat kuvaavat paineilmaliitäntöjä ja mustat sähköliitäntöjä. Paineilmasyylinterit ja laser anturi ovat kytkettynä logiikkaan ja logiikka on liitetty robottiin. Robotin ohjaimen on liitetty lisäksi työkalupään laitteet ja valoverho. Kuvassa 20 esitetään yksinkertaistusti laitteiden kytkentä PLC:een. Laitteet ja digitaalitulot/lähdöt on esitetty sanallisesti, niistä lähtevät viivat kuvaavat johtoja, eli minne esim. anturi tai di kytketään.



Kuva 19. Järjestelmän yleisnäkymä.



Kuva 20. Logiikan ja toimilaitteiden liitännät.

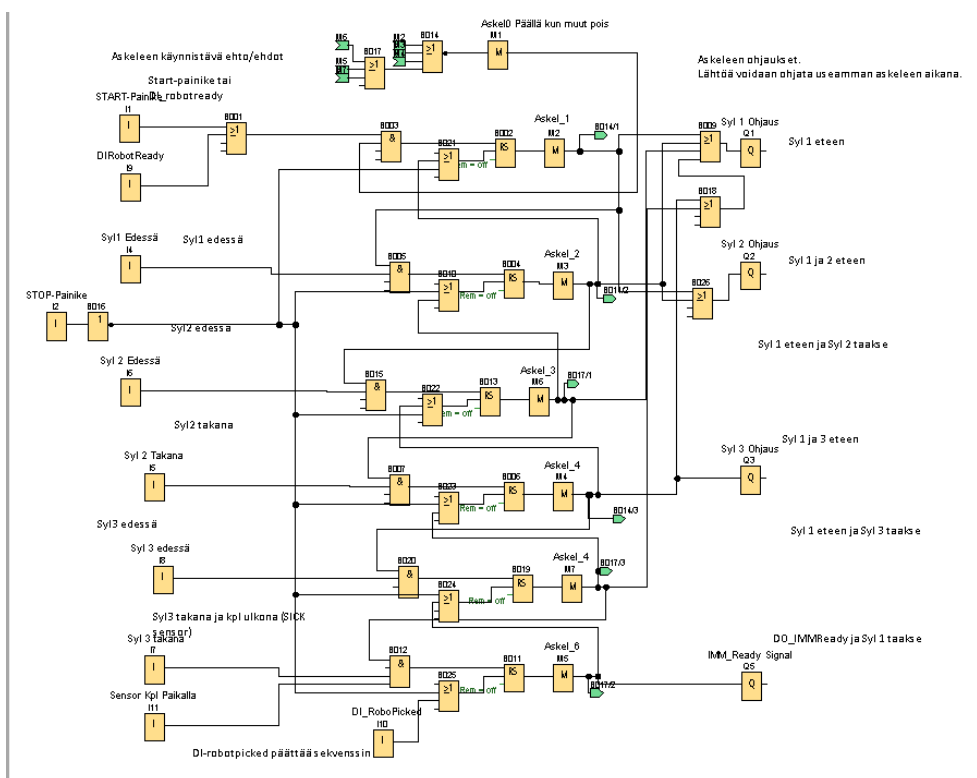
Taulukko 2 kertoo logiikan tuloja ja lähtöjä vastaavat toiminnot. Tulo numero 1 on START-painikkeelle ja vastaavasti 2 STOP-painikkeelle. Tulot 3:sta 8:aan ovat rajakytkimiä, joilla tarkastellaan sylinterien asentoa (auki tai kiinni). Lisämodulin numerot 1 ja 2 ovat digitaalituloja, joilla havainnoidaan PLC:lle, että robotti on valmiina ja, että kappale on haettu. Viimeinen tulo eli lisämodulin numero 3 saa signaalinsa laseranturilta, tämä varmistaa, että kaukalossa oikeasti on palikka odottamassa hakua. Tuloilla ohjataan lähtöjä Q1-Q3, eli toisin sanoen solenoidien

avautumista ja sulkeutumista. Lähdöllä Q5 annetaan robotille signaali, että palikka on valmis noudettavaksi.

Taulukko 2. Logiikan tulot ja lähdöt.

	Tulot		Lähdöt
Start-nappi	I1	Solenoidi 1	Q1
Stop-nappi	I2	Solenoidi 2	Q2
Sylinteri 1 takana	I3	Solenoidi 3	Q3
Sylinteri 1 edessä	I4	doIMMready	Q5
Sylinteri 2 takana	I5	doIMMvara	Q6
Sylinteri 2 edessä	I6		
Sylinteri 3 takana	I7		
Sylinteri 3 edessä	I8		
diRobready	I1		
diRobvara	I2		
Laseranturi	I3		

Kuvassa 21 esitetään FBD-ohjelma (Function Block Diagram), jolla ajetaan plc-järjestelmän laitteita. Ohjelma toimii sekvenssiperiaatteella. Käytännössä tämä tarkoittaa, että ohjelmaa ajetaan vaihe kerrallaan. Opinnäytetyön järjestelmässä tämä on ehkäpä paras keino laitteiden ohjaukseen, sillä sylinterit ovat monessa kohtaa samassa asennossa, mikä tarkoittaa sitä, että raja-antureilta tulee samat signaalit eri työvaiheissa. Tämä johtaisi siihen, että sylinterit tekisivät kaiken yhtä aikaa, ja tämä vältetään sekvenssejä käyttämällä. Sekvenssit ohjelmaan on luotu käyttämällä LOGOsoftin "marker" -blokkeja eli muistipaikkoja. Seuraavaan askeleeseen eteneminen vaatii signaalia muistipaikalta. Ohjelma toimii täten "yhteistyössä" robotin ohjelman kanssa (liite 4) I/O signaalien avulla.



Kuva 21. PLC:n FBD ohjelma LOGO! Softissa.



## 10 YHTEENVETO

Opinnäytetyön tarkoituksena oli luoda harjoitteluympäristö robotiikan alkeiden harjoitteluun. Keskeisimmät aiheet opinnäytetyössä olivat turvallisuus- ja PLC-järjestelmän toteutus. Turvallisuus robotin automaatioajoa varten luotiin käyttämällä Datalogic-merkkisiä valoverhoja. PLC-järjestelmällä voidaan opettaa työntekijöille samalla automaatioympäristön käyttöä, robotiikan ohessa.

Robottisolun luonti oli monivaiheinen prosessi, kattaen automaatio suunnittelua, CAD-suunnittelua, ohjelmointia, simulointia sekä monenlaista järjestelmäsuunnittelua. PLC-järjestelmän suunnittelun keskeisin tulos oli muovin ruiskuvalukoneen suunnittelu, tämä johti sopivien tarraimien sekä harjoituskappaleiden suunnitteluun.

Keskeisin havainto työn aikana oli se, kuinka yhden asian suunnittelu helposti johtaa siihen, että kaikki aiempi täytyy päivittää vastaamaan luotua kokonaisuutta. Esimerkkinä tästä aiemmin luodut harjoituskappaleet, jotka eivät soveltuneet ruiskuvalukoneen pienoismallin käytettäväksi, joten nämäkin täytyi muokata uuden tarkoituksen mukaiseksi. Käytin opinnäytetyöprosessin aikana aiemmin todettua käytäntöä, suunnittelin ja ohjelmoin lopulliset ohjelmat ja ympäristön simulaatioympäristössä, josta ne oli helppo siirtää robotille.

Opinnäytetyön tuloksena oli turvallinen harjoitteluympäristö, jossa harjoittelija voi opetella robotiikan ja automaation perusteita. Oppimista varten kokonaisuus sisältää ohjepaketin (esimerkki harjoitteista liitteessä 4) tukemaan oppimista ja auttamaan todennäköisten ongelmalanteiden varalta tehdasympäristössä. Mielestäni tulokset vastasivat hyvin laadittuja vaatimuksia, joskin hivenen jouduttiin oikomaan mutkia mm. simulaatioympäristön osalta aikataulurajoitusten takia.

## LÄHTEET

Air Checker: Electronic Pressure Switch PS1000/PS1100/PS1200 Series

-ohjekirja. (n.d.). Noudettu 29.1.2025 osoitteesta

[https://ca01.smcworld.com/catalog/en/switch\\_sensor/PS1000-1100-1200-E/6-8-p0105-0107-ps1000\\_en/data/6-8-p0105-0107-ps1000\\_en.pdf](https://ca01.smcworld.com/catalog/en/switch_sensor/PS1000-1100-1200-E/6-8-p0105-0107-ps1000_en/data/6-8-p0105-0107-ps1000_en.pdf)

C3 controls. (n.d.). Noudettu 4.2.2025 osoitteesta

<https://www.c3controls.com/white-paper/back-to-plc-basics-guide-programmable-logic-controller/>

Datalogic instruction manual, 2017. Noudettu 14.2.2025 osoitteesta

[https://www.datasensing.com/FileDocumenti/Articoli/Manuali-Installazione/ENG/SG2\\_BASE\\_MANUAL\\_ENG.pdf](https://www.datasensing.com/FileDocumenti/Articoli/Manuali-Installazione/ENG/SG2_BASE_MANUAL_ENG.pdf)

Datalogic SG body, 2020. Noudettu 14.2.2025 osoitteesta

[https://www.barcodesinc.com/media/pdf/Datalogic/sg-body-series.pdf?srsltid=AfmBOooiXhE4M4\\_zN8PrLlkCSWDrVclie1W8xc2pInkU\\_NsBRCnIITr](https://www.barcodesinc.com/media/pdf/Datalogic/sg-body-series.pdf?srsltid=AfmBOooiXhE4M4_zN8PrLlkCSWDrVclie1W8xc2pInkU_NsBRCnIITr)

Festo compact air cylinder data sheet, 2025. Noudettu 10.2.2025

osoitteesta <https://www.festo.com/us/en/a/download-document/datasheet/4833191>

LOGO käsikirja. (n.d.). Noudettu 2.2.2025 osoitteesta [https://cache.industry.siemens.com/dl/files/864/1160864/att\\_37187/v1/Manual\\_fi.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/864/1160864/att_37187/v1/Manual_fi.pdf)

[https://cache.industry.siemens.com/dl/files/864/1160864/att\\_37187/v1/Manual\\_fi.pdf](https://cache.industry.siemens.com/dl/files/864/1160864/att_37187/v1/Manual_fi.pdf)

H\_1\_Ohjelmoitavat\_logiikat, 2004. Noudettu 6.5.2025 osoitteesta

[https://heikkilaakso.com/opetus/op/H\\_1\\_Ohjelmoitavat\\_logiikat.pdf](https://heikkilaakso.com/opetus/op/H_1_Ohjelmoitavat_logiikat.pdf)

Mikrodev. (n.d.). Noudettu 4.2.2025 osoitteesta <https://www.mikrodev.com/what-is-programmable-logic-controller-systems-plc/>

<https://www.mikrodev.com/what-is-programmable-logic-controller-systems-plc/>

Ohjelmoitava logiikka. (n.d.). Noudettu 4.2.2025 osoitteesta

[https://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava\\_logiikka](https://fi.wikipedia.org/wiki/Ohjelmoitava_logiikka)

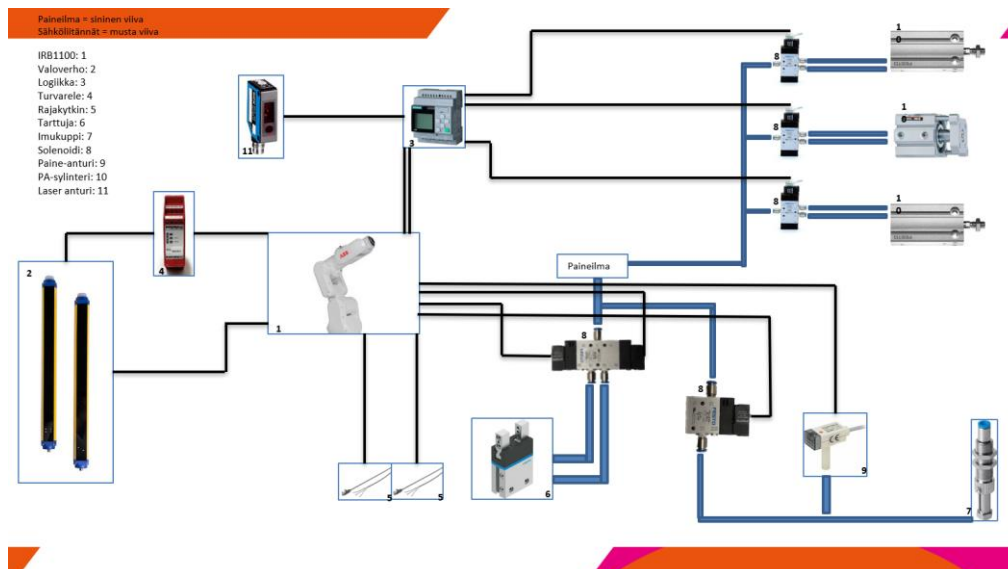
Photoelectric sensor technical guide, 2007. Noudettu 7.2.2025 osoitteesta

[https://www.ia.omron.com/support/guide/43/explanation\\_of\\_terms.html](https://www.ia.omron.com/support/guide/43/explanation_of_terms.html)

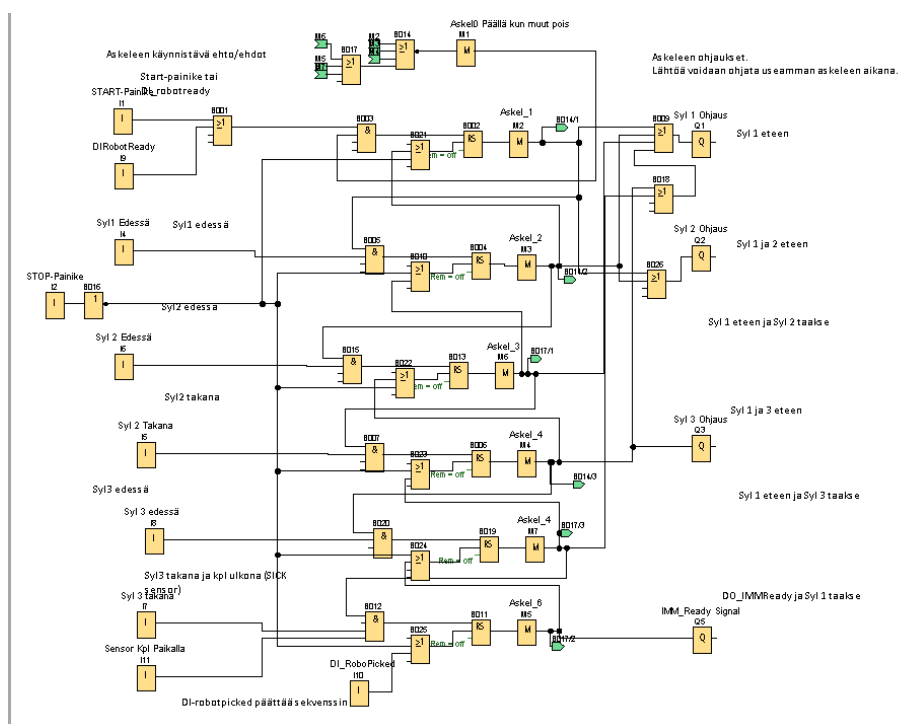
- PLC installation and maintenance. (n.d.). Noudettu 4.2.2025 osoitteesta <https://www.plctable.com/plc-installation-and-maintenance/>
- PLC Programming. (n.d.). Noudettu 4.2.2025 osoitteesta <https://www.instructables.com/PLC-Programming/>
- SICK W8 Laser data sheet, 2024. Noudettu 10.2.2025 osoitteesta [https://cdn.sick.com/media/pdf/9/89/689/dataSheet\\_WTB8L-P2231\\_6033221\\_en.pdf](https://cdn.sick.com/media/pdf/9/89/689/dataSheet_WTB8L-P2231_6033221_en.pdf)
- Siemens, 2025. Noudettu 2.2.2025 osoitteesta <https://mall.industry.siemens.com/tst/Api/Catalog/ExportInformation?catalogItemId=LOGO8&lang=en>
- Siemens LOGO, 2025. Noudettu 2.2.2025 osoitteesta <https://www.siemens.com/global/en/products/automation/systems/industrial/plc/logo.html>
- Teollisuuden robotiikka, Suomen Robotiikkayhdistys ry, Helsinki 2023.
- Unitronicsplc, 2025. Noudettu 6.5.2025 osoitteesta <https://www.unitronicsplc.com/what-is-plc-programmable-logic-controller/>
- OmniCore™ Controllers, 2018. Noudettu 29.1.2025 osoitteesta <https://library.e.abb.com/public/545d7e5c90c8422aa08e9453d456622b/New-Controller-External-Presentation.pdf>
- Vilpe Oy, 2025, Noudettu 3.2.2025 osoitteesta <https://www.vilpe.com/fi/>

# LIITTEET

## LIITE 1. Järjestelmän yleiskuvaus



## LIITE 2. LOGO! Soft-ohjelma



### LIITE 3. Muovikoneen RAPID -ohjelma

MODULE Muovikone

PROC DemoHaku\_koneelta()

WaitDI diMMIReady,1;

nLaskuriYksi:=nLaskuriYksi + 1;

MoveJ pMuovikoti\_imu,v100,fine,tVacuum\WObj:=wTable;

MoveJ offs(pDemohakukoneelta\_imu,0,0,150),v300,fine,tVacuum\WObj:=wTable;

MoveL pDemohakukoneelta\_imu,v100,fine,tVacuum\WObj:=wTable;

Set DO1\_Vacuum;

WaitDI DI3\_Vacuum\_ok,1;

Waittime 0.3;

MoveL offs(pDemohakukoneelta\_imu,0,0,150),v100,fine,tVacuum\WObj:=wTable;

PulseDO\PLength:=1,doRobotVara;

ENDPROC

PROC DemoVienti\_linjastolle()

MoveJ pDemokoneelta1,v300,fine,tVacuum\WObj:=wTable;

MoveL pDemokoneelta2,v300,fine,tVacuum\WObj:=wTable;

MoveJ pDemokoneeltaKaanto,v100,fine,tVacuum\WObj:=wTable;

MoveL pDemoMuovinTiputus,v100,fine,tVacuum\WObj:=wTable;

Reset DO1\_Vacuum;

WaitDI DI3\_Vacuum\_ok,0;

Waittime 0.3;

MoveJ offs(pDemoMuovinTiputus,0,0,30),v200,fine,tVacuum\WObj:=wTable;

MoveJ pDemokoneelta1,v100,fine,tVacuum\WObj:=wTable;

MoveJ pMuovikoti\_imu,v300,fine,tVacuum\WObj:=wTable;

IF nLaskuriYksi < 3 THEN

```

        PulseDO \pLength:=1,doRobotReady;

    ELSE

        MoveJ pMuovikoti_imu,v200,fine,tVacuum\WObj:=wTable;

    ENDIF

ENDPROC

ENDMODULE

```

## LIITE 4. Harjoituspaketin PLC-harjoitus

### Robotiikka osana automaatiota

*Luo ohjelma, joka hakee palikat ruiskuvalukoneelta ja siirtää ne liukumäelle. Esimerkkiohjelmassa on käytetty imukuppityökalua, tehtävänäsi on luoda sama ohjelma käyttäen tarrain työkalua.*

### Esivalmistelut

- Aseta kaikki 3 palikkaa muovikoneeseen. Aseta palikat koneen sisällä robotin edestä katsottuna (vastakkainen puoli johtoihin nähden) pöydän reunaa ja sylinteriä 3 kohti olevaan nurkkaan. Tämä on hyvä tehdä, jotta ovi ei vahingossa jää jumiin kappaleisiin.
- Laita logiikan töpseli pistokkeeseen ja odota käynnistymistä.
- Logiikassa on valmiina muovikoneen ohjelma, joten ohjelmaa ei tarvitse erikseen ladata.
- Kun logiikan näytöllä vilkkuu päivämäärä, paina ESC
- Siirry valikossa kohtaan **Start** ja paina vihreää OK näppäintä. Sen jälkeen laite kysyy "Start program?", valitse tässä "Yes".
- Ohjelma on nyt käynnissä. Tämän voi tarkistaa katsomalla onko valikossa vaihtoehtoa "Stop".

### Käyttö

- Järjestelmässä on Stop-nappi (Controller off), jolla ohjelma voidaan pysäyttää milloin tahansa.
- Kutsu robotin ohjelmassa palikan noukinta -rutiinia ja aseta ohjelman osoitin päärutiiniin (esim. PP to main).
- Valoverhojen ollessa käytössä aseta robotti automaattiajolle.
- Manuaaliajolla pidä kuolleen miehen kytkintä puolivälissä, jotta moottorit ovat päällä.
- Paina robotin ohjaimesta "Play".
- Paina logiikan mustaa startti nappulaa.
- Käytön jälkeen ennen logiikan sammuttamista pysäytä ohjelma aiemmin mainitun Stop-valinnan kautta.

## Vinkkejä

- Gripperin solenoidia ohjataan molemmilta puolilta, joten toiminnot tulee toteuttaa seuraavasti:
  - Gripperin avaamiseen peräkkäin komennot *Reset DO3\_Gripper\_close;* ja *Set DO2\_Gripper\_open;*
  - Gripperin sulkemiseen peräkkäin komennot *Reset DO2\_Gripper\_close;* ja *Set DO3\_Gripper\_open;*
- Käytä komentoa *WaitDI DI1\_Gripper\_Opened, 1;* ja komentoa *WaitDI DI2\_Gripper\_Closed, 1;*. Näillä komennoilla asetetaan robotti odottamaan tarttujan auki- ja kiinni signaaleja. Komennot löytyvät oikeanlaisina demo-ohjelmista.