

Opinnäytetyö AMK

Tekniikka ja liiketoiminta, teknologiateollisuus

2021

Eetu Äijö

ROBOTTILINJASTO

OPINNÄYTETYÖ AMK | TIIVISTELMÄ

TURUN AMMATTIKORKEAKOULU

Konetekniikka

2021 Kevät

Eetu Äijö

ROBOTTILINJASTO

Tässä opinnäytetyössä kehitetään vanhoista käyttämättömiksi jääneistä kokoonpanolinjastoista monipuolinen robottilinjasto. Robottilinjaston tarkoituksena on vähentää työvaiheita ja kustannuksia sekä olla mahdollisimman monipuolinen. Keskeisenä tavoitteena on saada linjastosta mahdollisimman yksinkertainen ja sitä kautta mahdollisimman helposti muokattava.

Opinnäytetyö aloitettiin tutustumalla vanhoihin kokoonpanolinjastoihin. Työn kohteeksi valittiin yksi toimiva kokoonpanolinjasto ja prässäyssolu. Prässäyssolusta otettiin robotti ja alusta, jossa robotti on kiinni. Lisäksi kokoonpanolinjastosta otettiin irrotusyksikkö, prässäysasema ja siirtomanipulaattori.

Lopputuloksena oli robottilinjasto, jolla pystytään tekemään kokoonpanoja pienillä muutoksilla sekä uutena visiona tullut irrotuksesta johtuvien irrotuskohtien taivuttaminen kehykselle. Linjaston monipuolisuuden ansiosta sillä pystytään pienillä muutoksilla tuottamaan viittä erilaista osaa. Linjasto on jokapäiväisessä ajossa, ja siksi sen kehittäminen jatkuu edelleen.

ASIASANAT:

Robottilinjasto, Kokoonpanolinjasto, Jonoleikkain, Irrotusyksikkö, Irrotustyökalu, Prässäyssolu, Prässäysasema.

BACHELOR'S / MASTER'S THESIS | ABSTRACT

TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Engineering

2021 Spring

Eetu Vernerri Äijö

ROBOTIC LINE

This thesis discusses how an old, discarded assembly line can be developed into a versatile robotic line. The objective with the robotic line is to decrease work stages and expenses, and to allow for greater versatility. One of the main targets was to make the line as simple as possible, so that it would be easy to modify.

The thesis was commenced by studying old assembly lines. One assembly line that was still working was chosen, as well as a pressing unit. The robot, and the base it was mounted on were taken from the pressing unit. Furthermore, the removal unit, the pressing station and the shift manipulator were taken from the assembly line.

The study resulted in a robotic line with which it is possible to make different assemblies with small changes. A new idea that came along with the process was to bend the clips on the frame. The robotic line is running daily with ongoing development work.

KEYWORDS:

Robotic line, assembly line, Progressive Die, removal unit, removal tool, pressing unit, pressing cell.

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	5
2 TYÖN LÄHTÖKOHTA JA TAVOITTEET	6
2.1 Vanhat linjastot	7
2.2 Prässäyssolu	7
2.3 Prässäyssolu	8
3 ROBOTTILINJASTON TYÖVAIHEET JA TOIMINTA	9
3.1 Irrotusyksikkö	12
3.2 Siirtomanipulaattori	13
3.3 Prässäysasema	14
3.4 Tarttuja runko ja tarttijat	15
3.5 Tarkastusasema	16
4 ROBOTTILINJAN TURVALLISUUS	17
4.1 Standardit	18
4.2 Valoverho	20
4.3 Turvakytkimet	21
5 ROBOTTI JA OHJELMAT	22
5.1 Robotin ohjelmoiminen	23
5.2 Logiikkaohjelma	24
5.3 Irrotusyksikön logiikan kuvaus	24
5.4 Prässäysaseman ja siirtomanipulaattorin logiikan kuvaus	25
5.5 Apuohjelmat	26
6 JATKOSUUNNITELMAT	27
7 YHTEENVETO	29
LÄHTEET	30

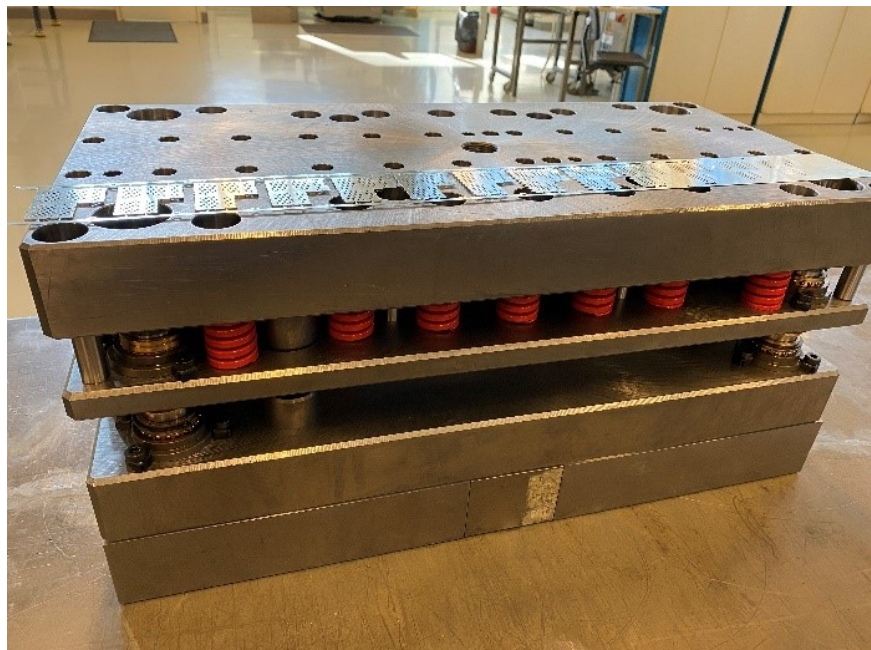
1 JOHDANTO

Toimeksiantona on automatisoida kappaleiden kokoonpano sekä tarkastusaseman tarkastustyöt siten, että ihminen on mahdollisimman vähän kosketuksissa kappaleisiin. Tarkoituksena on luoda ja kehittää monipuolinen robottilinjasto vanhoista käyttämättömäksi jääneistä linjastoista. Tavoitteena on saada linjastosta mahdollisimman helposti muunneltava ja samalla mahdollisimman yksinkertainen. Ideana on, että samalla linjastolla pystyttäisiin tekemään kymmenittäin erilaisia kappaleita erilaisilla variaatioilla, jotka voivat olla kokoonpanosta taivutuksiin. Yksi helpottava tekijä linjaston kehittämisessä on vanhojen linjastojen uudelleenkäyttö, jolloin uutta ei tarvitse keksiä vaan pystytään vanhoista kehittämään toimivia. Tarkoituksena olisi käyttää vanhojen linjastojen irrotusyksikköä, prässäysasemaa, siirtomanipulaattoria sekä robottia.

Yritys, jossa opinnäytetyö suoritetaan, on Suomen yksi johtavimpia ohutlevyjen asiantuntijoita. Yritys on naantalilaisen toisen polven perheyriutus, Protopaja Oy. Yritys on toiminut teknologiateollisuuden alihankintayrityksenä vuodesta 1975. Yritys on erikoistunut tarkkuutta vaativien ohutlevyjen suunnitteluun sekä niiden tuotantoon. Protopaja Oy tarjoaa 10 000 neliön tiloissaan myös koneistus palveluita, vaikka se ei varsinaisesti kuulu yrityksen toimenkuvaan. Yrityksessä työskentelee noin 40 työntekijää. (Protopaja Oy 2016.)

2 TYÖN LÄHTÖKOHTA JA TAVOITTEET

Työn lähtökohtana on, että nykyiset kappaleet, johon robottilinjastoa ollaan suunnittelemassa, ajetaan suoraan irti jonoleikkaimelta pahvilaatikoihin 500 kappaleen kokoluokkiin (kuva 1). Kappaleita on kahdenlaisia: kansia ja kehyksiä. Kummatkin ajetaan omiin laatikoihin. Pahvilaatikoilla kappaleet viedään kokoonpanopisteelle, jossa kappaleet painetaan manuaaliprässillä yhteen. Kokoonpanon jälkeen kappaleet vielä tarkastetaan tarkastusasemalla, jonka jälkeen kappaleet pakataan käsin kennoille.



Kuva 1. Jonoleikkain

Käsin kootessa kappaleet vääntyvät herkästi, joten automatisointi on yksi keino vähentää kappaleen vääntymistä kokoonpanohetkellä. Myös työvaiheita saadaan vähennettyä sekä kustannuksia saadaan tiputettua alemmas automatisoinnin ansiosta. Automatisoinnin hyötynä on myös kappaleiden valmistusaika, joka pitäisi tavoitteiden mukaan saada 10–15 sekunnista 5–7 sekuntiin.

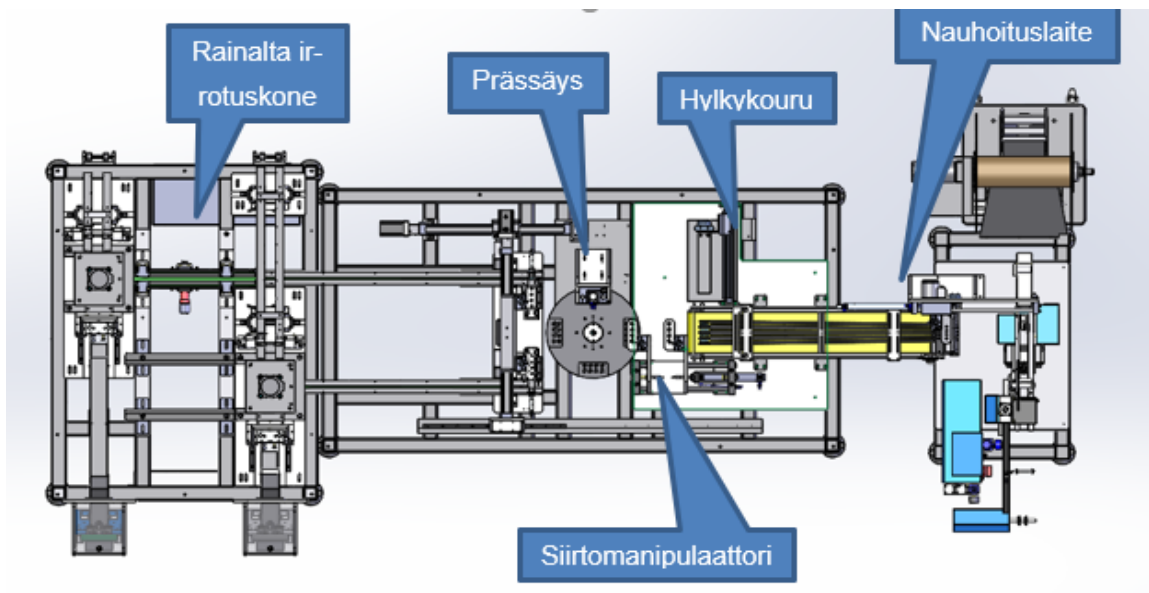
Suurimmat tavoitteet projektissa ovat robotin monipuolisuus, muokattavuus ja luotettavuus. Yksi tavoite on saada robotin ohjelmista niin yksinkertaisia, että ne voidaan kopioida ja paikkapisteitä muuttamalla luoda niistä oma robottiohjelma omalle osalle.

2.1 Vanhat linjastot

Työssä käytetään vanhoja linjastoja, jotka ovat otettu pois käytöstä noin 10 vuotta sitten. Linjastoihin tehdään kuntotarkastukset, jotta ongelmilta vältyttäisiin. Kuntotarkastukseen kuului logiikan resetointi, RAM-muistin pariston vaihto, paineilmaletkujen tarkastukset sekä kiskojen rasvaukset.

2.2 Prässäyssolu

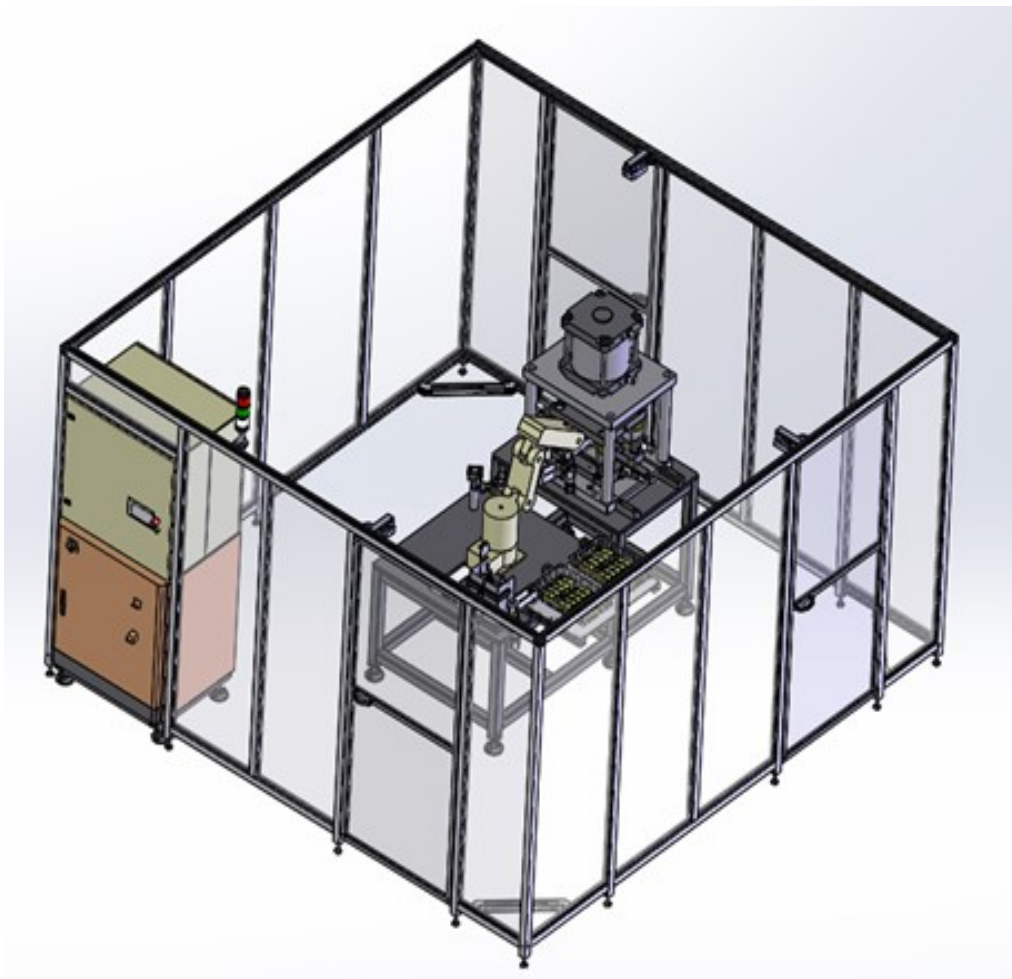
Kokoonpanolinjasto irrottaa kappaleen rainasta. Servoruuvit siirtävät kappaleet hakupisteestä indeksipöydälle, jossa ne kokoonpannaan. Siirtomanipulaattori siirtää kootut osat tarkastusaseman kautta kuljettimelle, josta ne siirretään paukkausnauhalle. Vanha kokoonpanolinjasto on suunniteltu suurille volyymeille, jossa pystytään ajamaan vain yhtä osaa. (kuva 2.)



Kuva 2. Kokoonpanolinjasto

2.3 Prässäyssolu

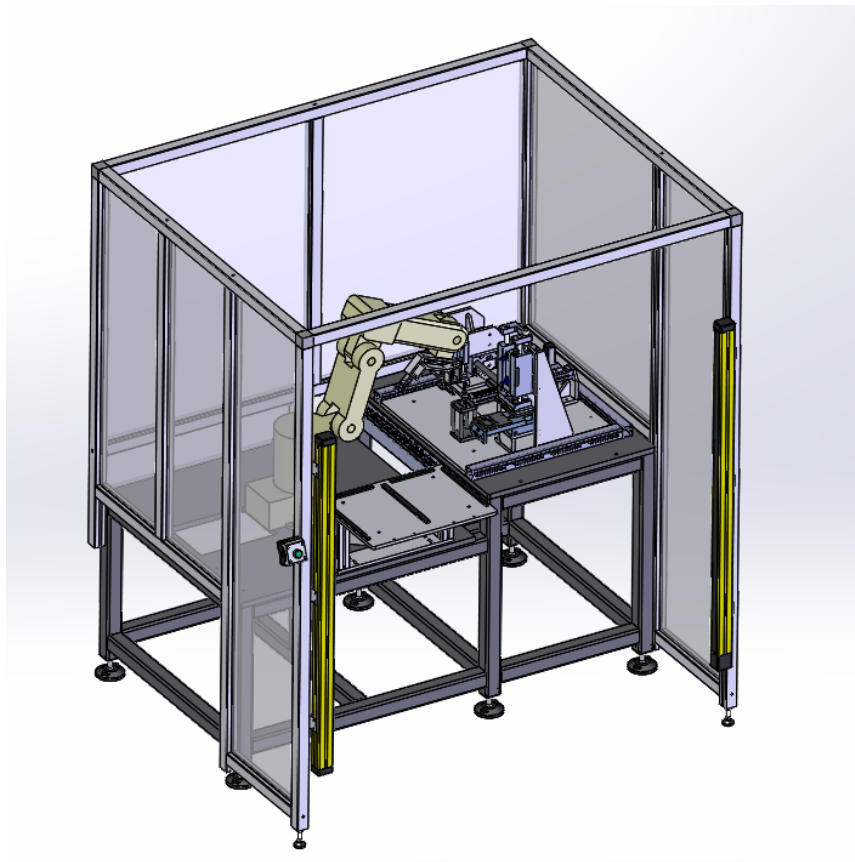
Toisena linjastona, jota uusiokäytetään, on prässäyssolu. Prässäyssolu on yksinkertainen robottiyhdistelmä, joka koostuu robotista sen rungosta ja prässästyökalusta. Prässäyssolu toimii siten, että robotti hoitaa kappaleiden liikuttamisen tray-asemalta prässästyökalulle. Prässästyökalulla kappale taivutetaan tyynyä vasten. Tämän jälkeen robotti hakee kappaleen prässäimestä takaisin trayasemalle. (kuva 3.)



Kuva 3. Prässäysasema

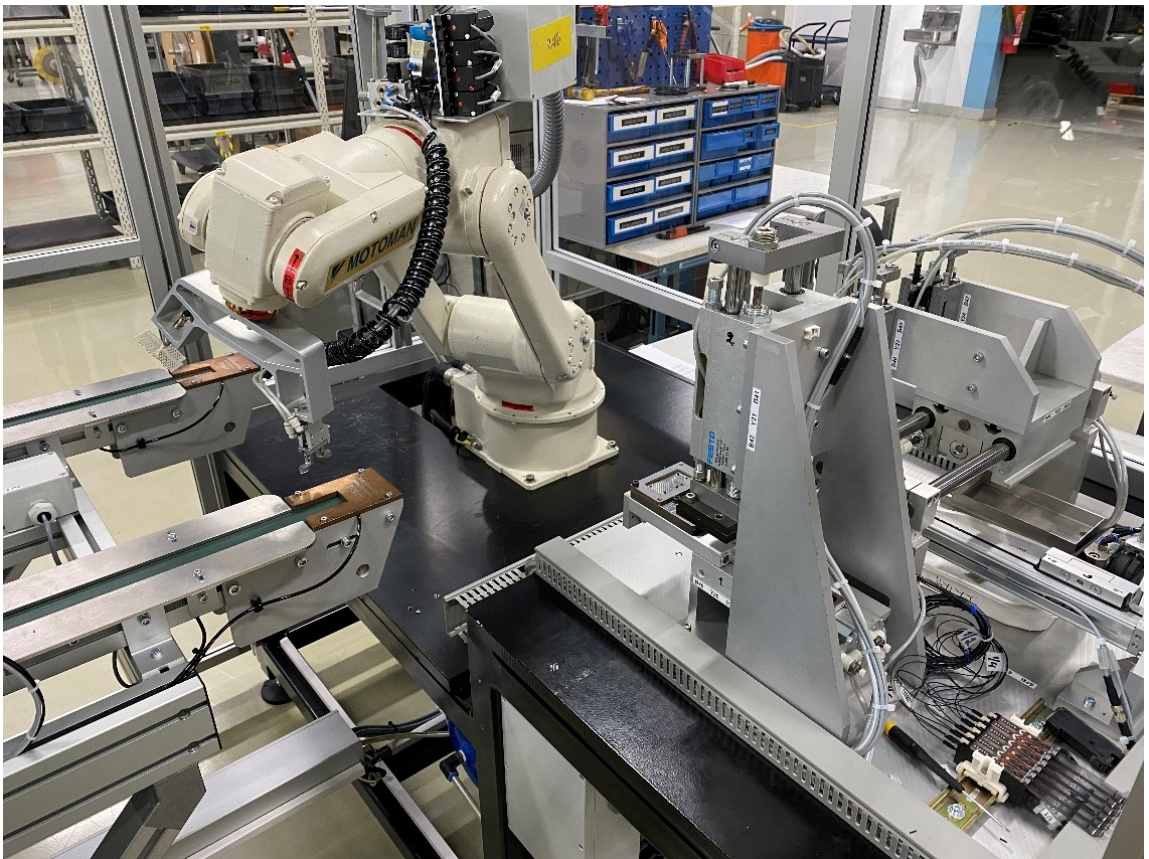
3 ROBOTTILINJASTON TYÖVAIHEET JA TOIMINTA

Robottilinjaston yksi tavoitteista on, että linjastosta ei tulisi liian monimutkaista, joka aiheuttaa sen, että vaihtaminen kappaleesta toiseen hankaloituu. Projektissa valitaan vanhasta prässäyssolusta robotti ja siihen kuuluva runko. Prässäystyökalun tilalle sovitetaan siirtomanipulaattori ja prässäysasema. Aluksi päätetään testata robotin käsittelyä, kokoonpanoa ja tahtiainaa. Tähän vaiheeseen valitaan kaksi tuotannossa olevaa kokoonpantavaa tuotetta. Testiosille suunnitellaan tarttujat, painimet ja tarkastusasemat. Robotin runkoon suunnitellaan tray-asema, josta robotti noutaa kehykset ja kannet. Kehyksille ja kansille tehdään omat alumiinikennot, josta robotin on helppo noutaa kappaleet, oikean jaon mukaan. Kuvasta 4 ilmenee ensimmäisen vaiheen kokonaisuus.



Kuva 4. Ensimmäisen vaiheen kokonaiskuva

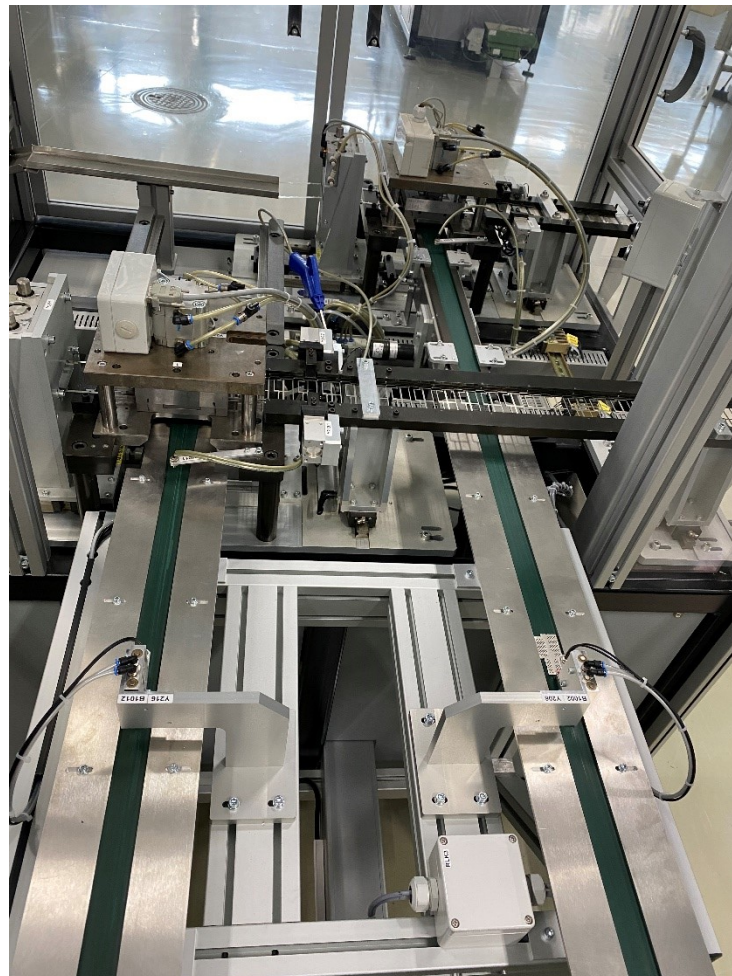
Testivaiheen valmistuttua, robotille tehdään testiajo. Jonoleikkaimella ajetaan kappaleita pahvilaatikoihin, jonka jälkeen kappaleet pakataan käsin alumiinikenoille. Kumpaakin mallia kennoille mahtuu 18 kappaletta. Robotille on tehty ohjelma, jolla robotti noutaa kannen sekä kehyksen samanaikaisesti ja vie prässäysasemaan. Prässäysasema siirtää kappaleen omalla sylinterillä painimen alle ja painaa kappaleen kokoon kahdella painaluksella. Tämän jälkeen prässäysasema palauttaa kappaleen samaan paikkaan missä se sijaitti. Siirtomanipulaattori hakee kappaleen imukupeilla ja siirtää sen tarkastusasemalle. Samanaikaisesti tarkastusasemalla oleva kappale siirtyy liukumäkeen tai hylkykouruun, jos tarkastusasema on hylännyt kappaleen. Liukumäen alla on pahvilaatikko, johon hyväksytyt kappaleet ajetaan. Robotti toistaa kiertoa niin kauan kunnes kennot ovat tyhjä. (kuva 5.)



Kuva 5. Robotti, stopparit(vasen) ja prässäysasema (oikea)

Kun robotin testiajo on suoritettu ja robotti on saatu luotettavaksi, robotilla mitattiin kappaleen valmistusaikaa. Valmistusaika oli noin 7 sekuntia ja tunnissa kappaleita syntyi ilman ongelmia noin 510 kappaletta, sisältäen trayn vaihdon. Tämä tarkoittaa sitä, että robotti on ihmistä puolet nopeampi.

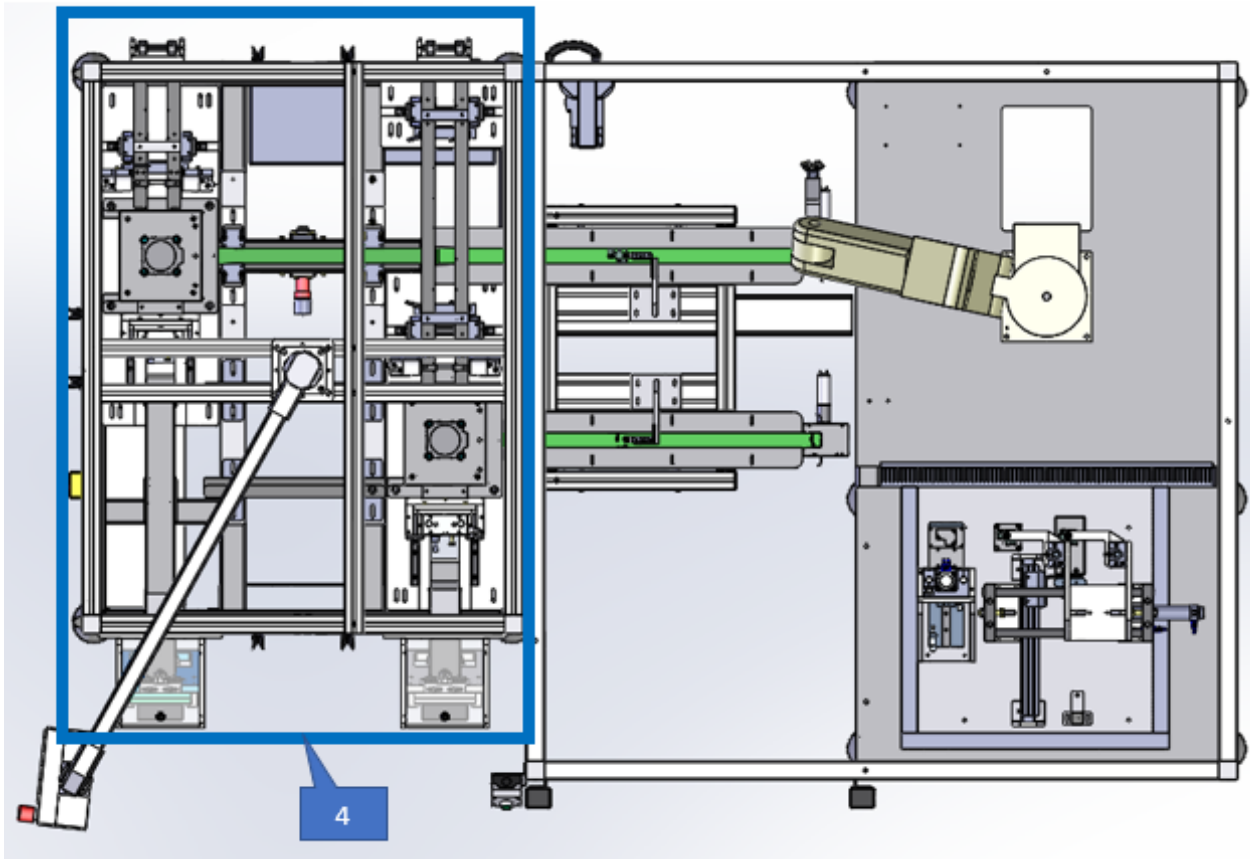
Kokeiluvaiheen jälkeen vanhasta kokoonpanolinjastosta irrotetaan irrotusyksikkö, joka liitetään robotin runkoon tray-aseman tilalle. Irrotusyksikkö sisältää kaksi irrotuspistettä, jossa molemmissa on omat irrotusrungot. Irrotusrunkojen sisälle tuodaan kehykselle ja kannelle omat irrotustyökalut. Irrotusyksikössä olevia liukuhihnoja jatketaan niin että ne tulevat robotin ulottuville. Liukuhihnan päähän on suunniteltu stopparit, jotka pysäyttävät kappaleen, myös liukuhihnan puolivälissä on välipysäkki, jonka tarkoituksena on estää jonopaineen syntymistä ja pienentää robotin odotusaikaa. (kuva 6.)



Kuva 6. Irrotusyksikkö sisältä

3.1 Irrotusyksikkö

Jonoleikkaimella kappaleita ei enää ajeta irti rainasta vaan ne ajetaan suoraan rainana kelaan. Tämän jälkeen raina pestään ja se tuodaan irrotusyksikölle. Raina pujotetaan irrotustyökaluun, jonka jälkeen kappaleita ajetaan irti rainalta. Irrotuksen jälkeen kappale siirtyy välipysäkille, josta se vapautuksen jälkeen siirtyy robotin noutopisteelle. (kuva 7.)



Kuva 7. Irrotusyksikkö ylhäältä kuvattuna

3.2 Siirtomanipulaattori

Siirtomanipulaattorin (kuva 8) tehtävänä on siirtää kappaleet prässäysasemalta tarkastusaseman kautta liukumäelle. Siirtomanipulaattorin liikeradat ovat vaaka- ja pystyliik-
keet. Siirtomanipulaattorissa on yksi vaakasylinteri, joka liikuttaa edestakaisin tarttuvia. Kummassakin tarttujassa on omat sylinterit, jotka hoitavat kappaleen haun pystysuun-
taisella liikkeellä.

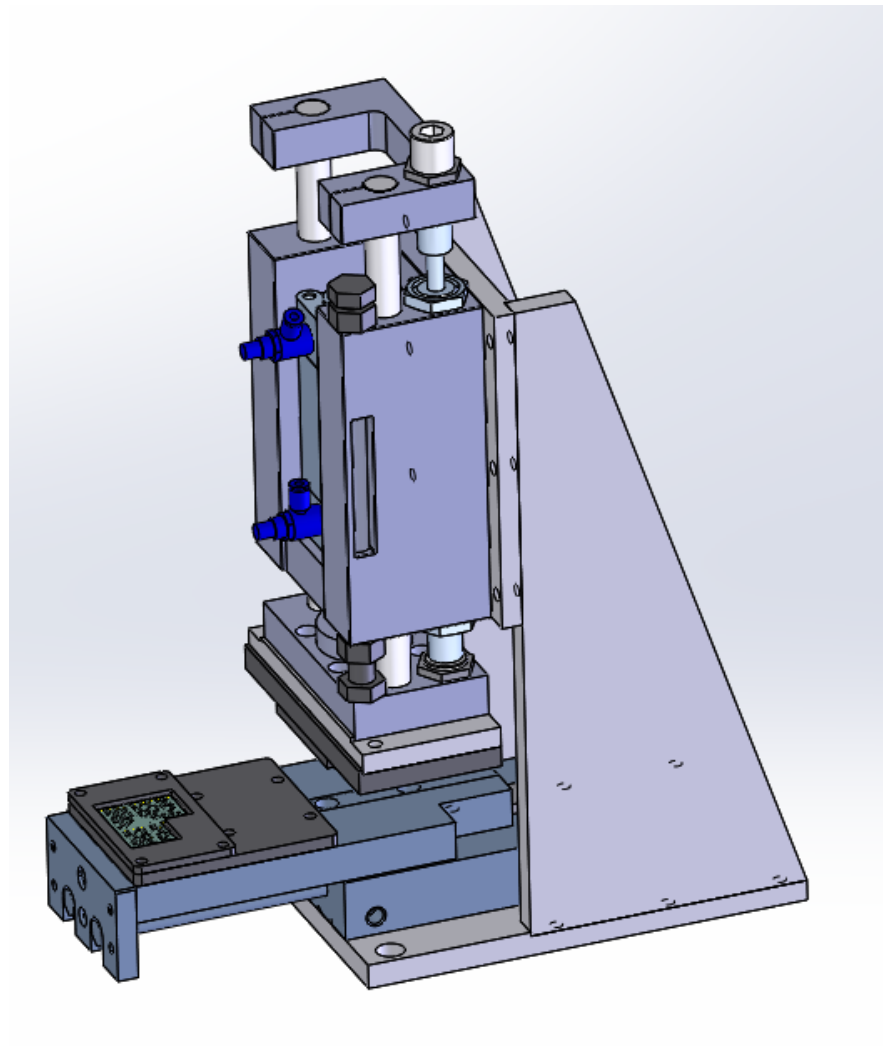
Siirtomanipulaattorin yhteydessä on hylkykouru, jonka tarkoitus on siirtää hylätyt kappaleet hylkyastiaan. Tarkastusaseman hylätessä kappaleen hylkykouru siirtyy tällöin liuku-
mäen päälle, josta se vie hylätyn kappaleen hylkyastiaan.



Kuva 8. Siirtomanipulaattori

3.3 Prässäysasema

Prässäysasema (kuva 9) toimii kahdella paineilmasylinterillä. Vaaka liikkeellä kappale viedään painimen alle ja pysty liikkeellä suoritetaan prässäys, jonka jälkeen kappale palautuu robotin jättöasteelle. Jättöasteelta siirtomanipulaattori noutaa kappaleen tarkastusasemalle. Prässäysasemaan pystyy toteuttamaan erilaisia variaatioita esimerkiksi, kokoonpanoja sekä taivutuksia.

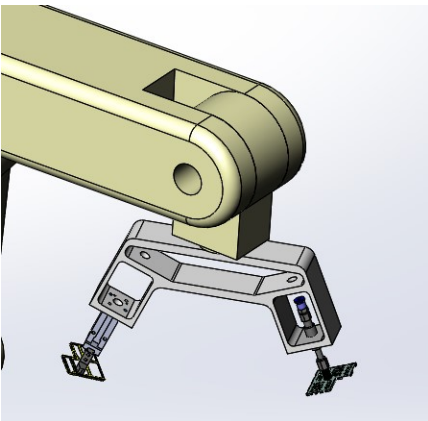


Kuva 9. Prässäysasema

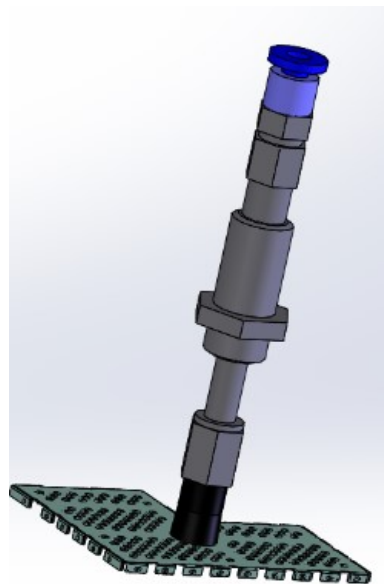
3.4 Tarttuja runko ja tarttijat

Robotin päähän on suunniteltu alumiininen tarttujarunko (kuva 10), jossa on kaksi päätä 45: en asteen kulmassa, jotka mahdollistavat sen, että robotin päähän pystytään tuomaan kaksi tarrainta.

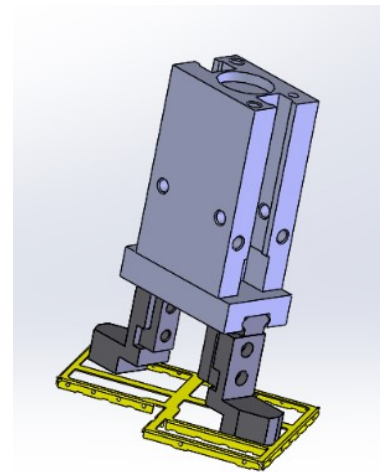
Kappaleiden tarttujina on imutarttuja sekä leukatarttuja (kuva 11,12). Imutarttuja sisältää joustovarren ja holkin, jonka ansiosta imutarttuja on joustava. Imutarttuja toimii alipaineella, joka tehdään alipaine ejektorilla. Kun robotti tulee imutarttujan kanssa kappaleen päälle, robotti aktivoi imun ja noutaa kappaleen. Tarrain taas sisältää leuat sekä SMC MHZ2 tarraimen (SMC.EU 2021). Tarrain toimii kehyksen noutajana, siten että tarttijat ovat kiinniasennossa, kun leuat menevät kehyksen sisälle. Kun leuat ovat saavuttaneet paikkapisteen tarrain avaa leuat ja ottaa kehyksen mukaan.



Kuva 10. Tarttujarunko



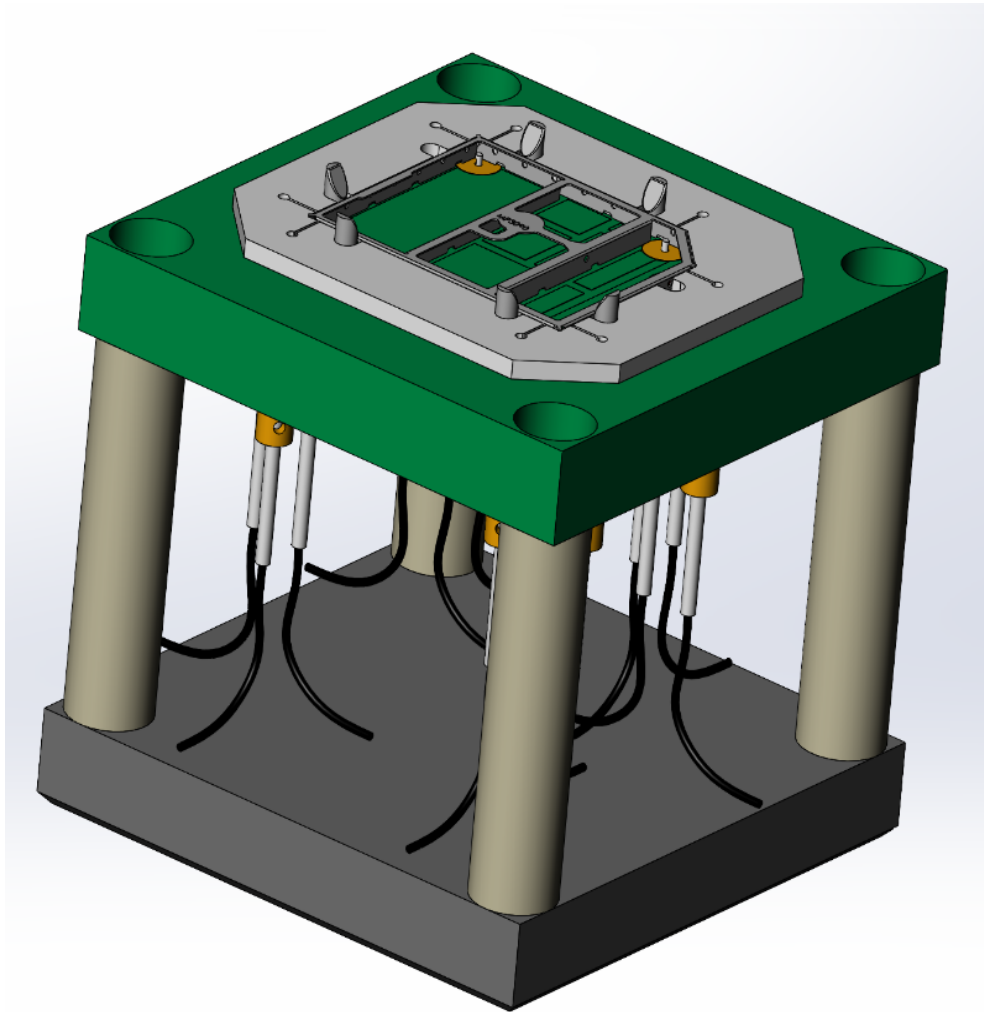
Kuva 12. Imutarttuja



Kuva 11. Leukatarttuja

3.5 Tarkastusasema

Tarkastusasema toimii kappaleen tasomaisuuden tarkastamisessa (kuva 13). Tarkastusasema on suunniteltu niin, että jokaisessa kulmassa on valokuituportti. Osa todetaan hyväksi, kun kaikki valokuituportit katkeavat ja hyläksi jos jokin portti ei katkea. Tarkastusasema toimii on ja off periaatteella. Tasomaisuuden mitta arvo varmistetaan videomit-
talaitteella.



Kuva 13. Tarkastusasema

4 ROBOTTILINJAN TURVALLISUUS

Robottilinjaston suojakehikkoa suunnitellessa tehdään riskinarviointi. Riskinarvioinnilla kartoitetaan kaikki mahdolliset vaaratilanteet, joita voi tapahtua robotissa. Robotin ja irrotusyksikön ympärillä oli suoja ovet ja seinät entuudestaan. Ongelmaksi nähtiin robotin sekä irrotusyksikön yhdistämisestä koituva metrin väli. Arvioinnin tuloksena on, että linjastosta tehdään sellainen, ettei työalueelle ole mahdollista mennä ilman avustusta. Irrotusyksikön ja robotin väliin tehdään valoverho turvakytkimet, jotka helpottavat linjaston sisälle menoa huoltotöiden ajaksi. Valoverhoa vastapäätä on sähkölukolla toimiva ovi, jonka saa auki vain silloin kun robotti on opetustilassa. Irrotusyksikön jokainen seinä on avattavissa, josta pääsee yksikköön käsiksi. Jokainen ovi on varustettu sähkötoimisella turvakytkimellä, joka laukeaa ovea avattaessa ja pysäyttää robotin sekä irrotusyksikön toiminnan.

Suojakehikko on valmistettu alumiinista, joka on kevyt ja kestävä myös visuaalinen näkö on alumiinissa hyvä. Suojakehikon seinät ja ovet on valmistettu kirkaasta polykarbonaatti levystä. Kirkkaan polykarbonaatin etuna on, että linjastoa pystytään seuraamaan sekä havaitsemaan virheet (kuva 14).



Kuva 14. Robotin kehikko ja kokonaisuus

4.1 Standardit

SFS-EN ISO 12100 on kansainvälinen standardi, joka määrittää peruskäsitteet, periaatteet ja menetelmät turvallisuudessa, kun suunnitellaan koneita. Standardi määrittelee riskin arvioinnin ja riskin minimoimisen periaatteet. Standardi on myös tarkoitettu perustaksi muita A-tyyppin standardeja tai B- tai C-tyyppin standardeja laadittaessa. ISO 12100 standardi ei käsittele kotieläimiin, omaisuuteen tai ympäristöön kohdistuvia riskejä tai vahinkoja. (SFS-EN ISO 12100.2011.)

SFS-EN ISO 13855 on kansainvälinen standardi, joka määrittää kehonosien lähestymisnopeuksien arvoihin perustuvat muuttujat ja esittää menetelmän, jolla määritetään suojausteknisten laitteiden havaitsemisvyöhykkeiden tai hallintalaitteiden vähimmäisetäisyys vaaravyöhykkeestä. Kyseisessä standardissa ei käsitellä muun tyyppisiä lähestymisiä kuten juoksemista, hyppäämistä tai kaatumista. (SFS-EN ISO 13855.2010.)

SFS-EN ISO 13857 käsittelee turvaetäisyyksien mitat sekä teollisuus- että muihin kuin teollisuusympäristöihin koneiden vaaravyöhykkeellä ulottumisen estämiseksi. Standardissa käsitellään myös turvaetäisyydet yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeille. Kyseinen standardi ei katso lasten alaraaja ulottumista. (SFS-EN ISO 13857. 2020.)

SFS-EN ISO 14738 standardi käsittelee periaatteet, joilla työpisteiden mitoitus johdetaan antropometrisistä mitoista muita, kuin liikkuvia koneita suunniteltaessa. Nämä periaatteet perustuvat ajantasaiseen ergonomiatietoon ja antropometriin mittoihin. Standardi

määrittää kehon asettaman tilavaatimukset laitteille niiden normaalitoiminnassa istumis- ja seisomisasennoissa. (SFS-EN ISO 14738.2009.)

SFS-EN ISO 14120 standardissa käsitellään henkilöitä mekaanisilta vaaroilta suojaamaan tarkoitettujen suojusten suunnittelun, rakenteen ja valinnan yleiset vaatimukset. Standardi kiinnittää muihin vaaroihin, jotka voivat vaikuttaa suojusten suunnitteluun ja rakenteisiin. Vaatimuksia sovelletaan kiinteisiin ja avattaviin suojuksiin. Kyseinen standardi ei koske toimintaan kytkentälaitteita. (SFS-EN ISO 14120.2016.)

SFS-EN ISO 14119 standardissa käsitellään suojuksiin yhteydessä olevien toimintaa kytkentälaitteiden suunnittelun ja valinnan periaatteet energianlähteen luonteesta riippumatta. Kyseinen standardi kattaa suojusten ne osat, jotka vaikuttavat toimintaan kytkentälaitteisiin. Standardissa esitetään toimenpiteet, joilla minimoidaan toimintaan kytkentälaitteiden mitätöiminen kohtuudella ennakoitavissa olevilla tavoilla. (SFS-EN ISO 14119.2014.)

4.2 Valoverho

Robottilinjastossa on käytössä valoverho turvakytkimet. Robottilinjastoon on sijoitettu valoverhot irrotusyksikön ja robotin väliin. Valoverho helpottaa robotin huoltamista sekä sinne pääsyä ongelmatilanteissa.

Valoverhot ovat merkiltään Schmersal ja malliltaan SLC 415 (kuva 15). Valoverho toimii siten, kun jokin katkaisee valontulon valokennojen välillä, robotti pysähtyy. Kun valoverhon haluaa takaisin aktiiviseksi, on valoverho kuitattava kuvasta vasemmalla olevasta vihreästä napista.



Kuva 15. Valoverho

4.3 Turvakytkimet

Turvakytkimiä on käytössä jokaisessa seitsemässä ovesa. Turvakytkimien tarkoituksena on pysäyttää robotti kun turvakytkin laukeaa. Kun yksi ovista aukeaa, se pysäyttää toiminnan robotissa. Kun oven laittaa takaisin kiinni, on turvakytkimen laukeaminen kuittava irrotusyksikön paneelista. Kun kytkin on kuitattu, robotti jatkaa työtä normaalisti.

Turvakytkimet ovat merkiltään Schmersal ja niiden mallimerkintä on LISTED 382E (kuva 16). Turvakytkimissä on magneetti, jonka avulla kytkin päästää sähkövirran läpi ja antaa kuittauksen, kun magneetti koskettaa johdetta.



Kuva 16. Turvakytkin

5 ROBOTTI JA OHJELMAT

Linjastossa on käytössä Motoman merkinen robotti. Robotin malli on YR-SV3-J30, joka on vuodelta 2000 (kuva 17). Robotin omamassa on 35 kg ja sen kantavuus on 3 kg. Robotti on 6-akselinen eli se toimii lähes samalla tavalla kuin ihmisen käsi. Robotin käyttökohteina on yleisesti materiaalin käsittely, lastaus, purkutehtävät ja jakelutehtävät. Robottia ohjataan, ohjelmoidaan ja liikutetaan omasta ohjauspaneelista. Robottia ei pystytä ohjelmoimaan ulkoisesti. Robotin työalue on robotin tukipilarista noin 550 mm. Robotti pyörii akselinsa ympäri 360 astetta. Robottiin on lisätty venttiilit ja ejektorit, jotka mahdollistavat sen, että robotille pystytään tekemään paineilmalla toimivat tarttumat sekä alipaine imutarraimelle. Esimerkkinä leukatarrain sekä imutarrain, joita projektissa on käytössä. (Yaskava 2020.)

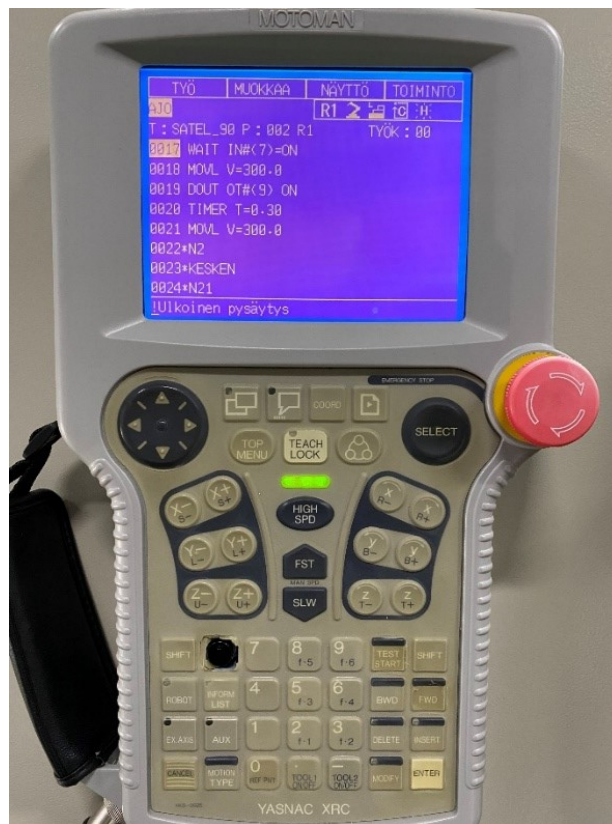


Kuva 17. Yaskawa robotti

5.1 Robotin ohjelmoiminen

Robotin ohjelmoiminen lähtee liikkeelle, kun robotti ohjataan manuaalisesti robotin ohjauspaneelilla haluttuun paikkaan (kuva 18). Tämän jälkeen ohjauspaneelilla luodaan paikkapisteitä. Paikkapisteitä luodaan niin monta, kunnes robotin liikerata tai työ on halutunlainen. Robotin nopeuksia pystytään myös säätämään nopeammaksi, siten että robotin liikelauseeseen laitetaan suurempi arvo. Myös robotin liikkumistapaa voidaan muuttaa lineaarisesta kaarimaiseen tai ympyräliikkeeseen tällöin robotin liikkeistä saadaan jouhevammat.

Robotin nouto tapahtuu sille luodulle käskykoodilla joka, asetetaan sen ohjelmistoon. Robotin tuloihin ja lähtöihin luodaan käskyt, jonka mukaan robotti avaa tai sulkee venttiilit. Robotissa käytetään käskynä DOUT OT# (9) päällä tai pois. Tällöin robotti joko laittaa imun päälle tai ottaa sen pois. Samalla käskyllä saamme toimimaan imukupin sekä tarttujan, mutta DOUT OT# (9) täytyy muuttaa DOUT OT (8), jotta käskyt toimivat eri taraimelle. Teimme noudon yhteydessä ajastimen, jonka tarkoitus oli varmistaa, että kappale tulee tarttujien mukaan.



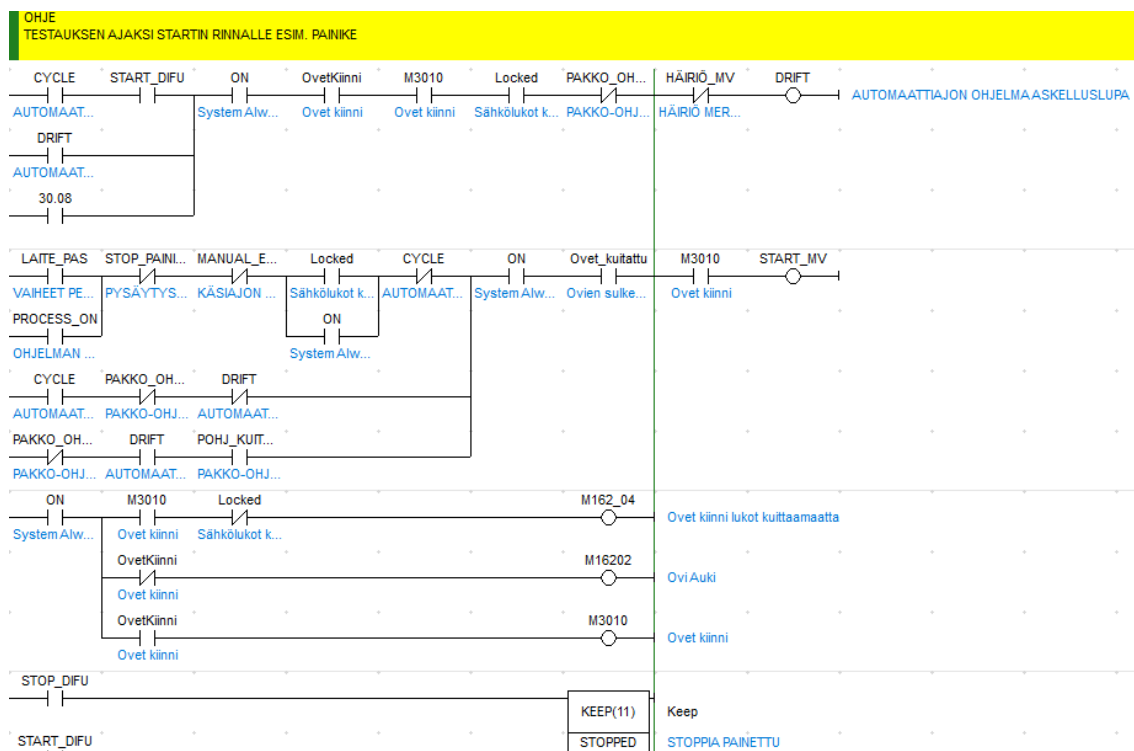
Kuva 18. Robotin ohjauspaneeli

5.2 Logiikkaohjelma

Robottilinjastossa yhtenä osana on logiikkaohjelmat. Irrotusyksikköä ohjaa oma logiikkaohjelma ja prässäysasemaa sekä siirtomanipulaattoria oma. Jokaiseen sylinteriliikkeen on asennettu anturit, jotka ohjaavat työvaiheiden liikkeitä. Antureiden avulla työvaiheet keskustelevat toistensa kanssa ja antavat luvan tehdä omat työvaiheet omalla vuorollaan.

5.3 Irrotusyksikön logiikan kuvaus

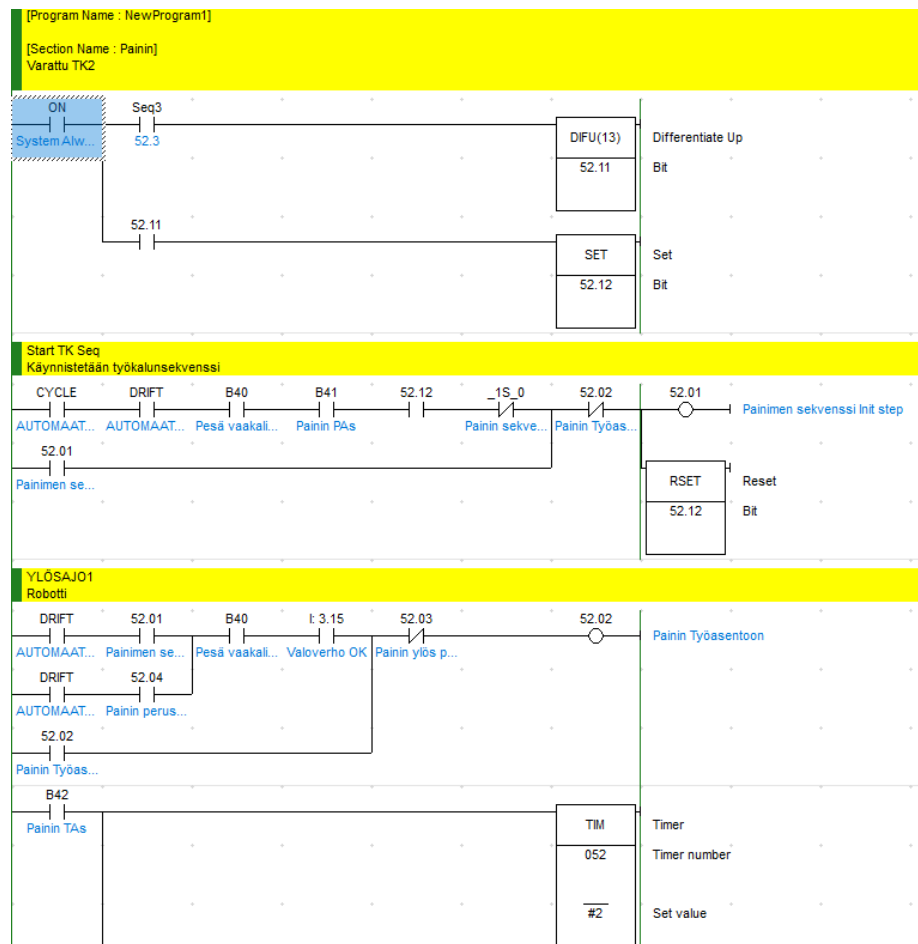
Robotilla lupa hakea kappale, kun pääty stopparin anturi havaitsee kappaleen. Noudon jälkeen antaa stopparin anturi luvan välipysäkin anturille päästää kappale läpi. Välipysäkin anturi antaa taas luvan irrotustyökalun anturille lyödä kappale ulos. Irrotustyökalun alla on anturi, joka kertoo irrotustyökalulle, että kappale on irronnut liukuhihnalle. Jos kappale ei tule ulos tietyin ajan kuluttua kokeilee irrotustyökalu lyödä kappaleen toisen kerran. Jos kappale ei vielä kukaan tule ulos antaa se häiriön ohjauspaneelille ja pysäyttää toiminnan. (kuva 19.)



Kuva 19. Irrotusyksikön logiikka

5.4 Prässäysaseman ja siirtomanipulaattorin logiikan kuvaus

Robotilla on lupa viedä kappale prässäysaseman jättöasteeseen, kun siirtomanipulaattori on tehnyt oman työkiertonsa valmiiksi. Robotin jätettyä kappaleet jättöasteelle, robotti antaa luvan prässäysasemalle aloittaa työkierto. Prässäysaseman jättöasteelle tuodut osat siirtyvät sylinteriliikkeellä prässäysaseman alle. Prässäysasema painaa kappaleet yhteen, jonka jälkeen sylinteri palauttaa kappaleet takaisin robotin jättöasteelle. Tämän jälkeen siirtomanipulaattori noutaa kappaleet tarkastusasemalta liukumäkeen sekä prässäysasemalta tarkastusasemalle tarkastettavaksi. Tarkastusaseman hylättyä kappaleet, tulee hylkykouru liukumäen päälle noutamaan kappaleen hylkyastiaan. Hylkyästytt kappaleet pudotetaan liukumäelle. (kuva 20.)



Kuva 20. Prässäysaseman ja siirtomanipulaattorin logiikasta pieni osa

5.5 Apuohjelmat

Logiikkaohjelmoinnissa käytetään apuna Omronin omaa logiikkaohjelmointi sovellusta, joka on CX-Programmer 3.0. Sovellus on monipuolinen ja sillä pystyy tekemään Omronin omiin komponentteihin ohjelmia.

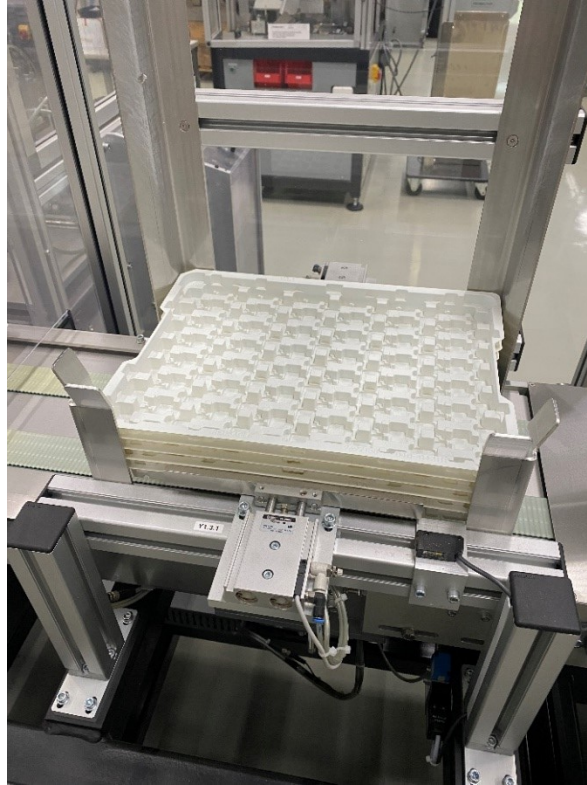
Nykyiset Omronin CX-Programmer ohjelma versio on 9.1. Se on uudempia mitä projektissa käytetään. Uudet eivät toimi vanhoissa komponenteissa, joten projektissa käytetään 3.0 versiota. Komponentit, joita robottilinjastossa käytetään ovat noin 15 vuotta vanhoja. Vanhat komponentit toimivat samalla tavalla kuin uudetkin, mutta ne ovat uusia hieman hitaampia.

6 JATKOSUUNNITELMAT

Robottilinjaa on tarkoitus vielä yhdistää pakkausyksikkö, joka on myös vanhalinjasto (kuva 21). Pakkausyksikkö toimii omana työvaiheena ja siksi sen yhdistäminen robottilinjastoon olisi yksinkertaista. Pakkausyksikköön on tarkoitus muuttaa lastauspisteiden kennojen koko sekä robotin tarttujien uusiminen samanlaisiin mitä varsinaisessa robottilinjastossa käytetään. Robottilinjastolta ajetaan valmiita osia liukuhihnalle, joka asennetaan pakkausyksikön ja robottilinjaston väliin. Pakkausyksikössä on omat anturit, jotka kertovat kappaleen olemassaolosta noutopisteessä (kuva 22). Robotti noutaa kappaleen ja asettaa sen kennolle. Toisto tapahtuu niin monta kertaa, kunnes kenno on täynnä. Kun kenno on täynnä pakkausyksikkö päästäisi kennon eteenpäin lastauspisteeseensä, jonka seurauksena toiselta puolelta tulisi uusi kenno. Alla kuvia pakkausyksiköstä. (kuva 23.)



Kuva 21. Pakkausyksikkö



Kuva 22. Lastauspiste



Kuva 23. Pakkausyksikkö sisältä

7 YHTEENVETO

Projektina robottilinjan kehittäminen oli opettavaa ja mielenkiintoinen. Erityisesti mielenkiintoista oli nähdä, miten hyvin vanhoista linjoista pystytään tekemään näin kattava paketti nykyisiin tarpeisiin. Projektin aikana pääsi paljon tekemään uusia asioita, joista on varmasti tulevaisuudessa hyötyä.

Projektin tarkoituksena oli kehittää vanhoista linjastoista uudenlainen robottilinjasto, jolla pystytään tuottamaan erilaisia osia pienillä muutoksilla. Robottilinjan kehittämisessä päästiin siihen vaiheeseen, että uusien osien kokoonpanoja suunniteltaessa linjastolle tarvitsee valmistaa ainoastaan stoppari, irrotustyökalu, tarkastusasema sekä painin. Tarvittaessa yksiosaisen irrotuskohtien taivutuksille on suunniteltava työkalu.

Robotin ohjelmasta saatiin yksinkertainen, joten sitä kopioimalla pystytään muokkaamaan jokaiselle uudelle osalle ohjelma paikkapisteitä muokkaamalla. Lisäksi logiikka ohjelmaan tehtiin prässäysasemalle säätö, jolla pystytään määrittämään painalluksen määrä ja tarkastusaseman antureille tehtiin säätö, jolla määritetään antureiden lukumäärä.

Lopputuloksena robottilinjastosta tuli onnistunut kokonaisuus, joka täytti kaikki vaatimukset, joita oli asetettu työhön. Työtä hankaloitti robotin monipuolisuus ja osista vaihtaminen toiseen. Robottilinjasto on jatkuvalla käytöllä ja sen kehitystyöt jatkuvat edelleen.

LÄHTEET

Protopaja Oy 2016. Tietoa-Protopajasta. Viitattu 9.3.2021.

<https://protopaja.fi/tietoa-protopajasta/>

SMC.EU 2021. Products. MHZ2-Air-Gripper-parallel Type Standard. Viitattu 14.4.2021

<https://www.smc.eu/fi-fi/products/mhz2-air-gripper-parallel-type-standard~17465~cfg>

Yaskawa 2020. Tuotteet. Robotit. GP-Sarja Viitattu 10.5.2021.

https://www.yaskawa.fi/tuotteet/robotit/k%25C3%25A4sittely-asennus/productdetail/product/gp-sarja_12086

SFS-EN ISO 12100. 2011. Yleiset suunnitteluperiaatteet, riskin arviointi ja riskinpienentäminen. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. Viitattu 14.4.2021.

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/164706.html.stx>

SFS-EN ISO 13855. 2010. Suojausteknisten laitteiden sijoitus ottaen huomioon kehon osien lähestymisnopeudet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. Viitattu 14.4.2021.

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/150873.html.stx>

SFS-EN ISO 13857. 2020. Turvaetäisyydet yläraajojen ja alaraajojen ulottumisen estämiseksi vaaravyöhykkeille. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. Viitattu 14.4.2021.

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/857920.html.stx>

SFS-EN ISO 14738. 2009. Koneeseen liittyvien työskentelypaikkojen suunnittelun antropometriset vaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. Viitattu 14.4.2021.

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/121243.html.stx>

SFS-EN ISO 14120. 2016. Suojukset. Kiinteiden ja avattavien suojusten suunnittelun ja rakenteen yleiset periaatteet. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. Viitattu 14.4.2021.

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/412826.html.stx>

SFS-EN ISO 14119. 2014. Suojusten kytkentä koneen toimintaan. Suunnittelu ja valinta.
Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto. Viitattu 14.4.2021.

<https://sales.sfs.fi/fi/index/tuotteet/SFS/CENISO/ID2/1/241955.html.stx>

