



VAASAN AMMATTIKORKEAKOULU
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

Jenni Jaskari

Automaattisesti kokoonpantava loppu- tuote - vaatimukset kokoonpanolle

Tekniikka
2023

TIIVISTELMÄ

Tekijä	Jenni Jaskari
Opinnäytetyön nimi	Automaattisesti kokoonpantava lopputuote - vaatimukset kokoonpanolle
Vuosi	2023
Kieli	suomi
Sivumäärä	44
Ohjaaja	Juho Pölönen

Opinnäytetyön tarkoituksena oli tiedon kerääminen, jonka pohjalta koottiin ABB Oy:n Distribution Solutions yksikön käyttöön tuotannon automaatiota käsittelevä dokumentti, jota voidaan käyttää päätöksenteon työkaluna esimerkiksi tuotekehityksen tuotesuunnittelun tasolla.

Koska dokumentin mahdollisten lukijoiden tietotasossa voi olla huomattavaa vaihtelua, dokumenttiin sisällytettiin myös tietoa automaation niin sanotuista perusjutuista, joiden tarkoituksena on hieman avata kyseisten aihealueiden roolia automaattioratkaisujen toteutuksissa. Tässä tapauksessa käsiteltävänä oli simulaatiomallit, erilaiset robotit, työkalut, konenäkö ja varastointi. Lisäksi käsiteltiin hieman automaattioratkaisun toteuttamisprosessia ja kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä.

Kerätyn tiedon pohjalta luotiin vaatimusmäärittelyjä osien pakkaamiselle, syöttämiselle, asentamiselle sekä tartunnoille ja pakkausten käsittelylle. Tämän jälkeen näitä määrittelyjä hyödynnettiin käytännössä käymällä läpi yrityksen REX640:tä tuotteen kokoonpanoa ja osien säilytystä. Tuotteen kokoonpanoprosessista tehdyt havainnot kirjattiin dokumenttiin ja haasteellisempien kohtien tapauksessa myös mahdollisuuksien mukaan esitettiin vaihtoehtoja tilanteen parantamiseksi tai korjaamiseksi. Laadittu dokumentti toimii myös hyvänä pohjana mahdollisille perusteellisemmille jatkoselvityksille käsitellyissä osa-alueissa.

Avainsanat	teollisuusautomaatio, vaatimusmäärittelyt, robotiikka, kokoonpano, automaatiojärjestelmät
------------	---

ABSTRACT

Author	Jenni Jaskari
Title	An Automatically Assembled End Product - Requirements for the End Product Assembly
Year	2023
Language	Finnish
Pages	44
Name of Supervisor	Juho Pölönen

The purpose of this thesis was to gather information for ABB Oy, Distribution Solutions regarding automation in a production environment. This information was then presented in a document form with the purpose of it being used as a decision-making tool for example in product development's product design phase.

Because the knowledge level of the users of this document may vary greatly, also some basic knowledge of automation techniques was included with the purpose of introducing their uses in automation solutions. In this case this meant introducing simulations, different types of robots, tools, machine vision and storage solutions. In addition to this some information on the steps of automation process and the factors impacting the cost of such solutions was included.

Based on this gathered information requirements for part packing, part feeding, part installation, part gripping and package handling were formed. Then these requirements were used in practice by evaluating the assembly and part storage of the company's REX640 product. The observations made during this evaluation were then written in the document. In the case of the more problematic observations options to improve and fix them were presented when possible. The finished document also acts as a solid foundation for possible more profound research in the explored topics.

Keywords	industrial automation, requirement specifications, robotics, assembling, automation systems
----------	---

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ

ABSTRACT

1	JOHDANTO.....	7
1.1	Työn tavoite	7
1.2	ABB Oy, Distribution Solutions	7
1.3	REX640-suojareleen rakenne lyhyesti	8
2	YLEISTÄ TIETOA AUTOMAATIOSTA.....	9
2.1	Simulaatiomallit	9
2.1.1	Ohjelmistot.....	9
2.2	Robotit	10
2.2.1	Teollisuusrobotit	10
2.2.2	Yhteistyörobotit (Cobotit).....	11
2.2.3	Mobiilirobotit	11
2.3	Tarttijat & työkalut	12
2.3.1	Tarttujan valinta	14
2.3.2	Työkalun vaihtojärjestelmät	15
2.4	Konenäkö	15
2.5	Varastointi – AS/RS-järjestelmät.....	16
2.6	Automaatioratkaisun toteuttaminen	17
2.6.1	Robotisointiprojektin vaiheista	18
2.7	Kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä	19
2.7.1	Kustannuksien laskemisesta	19
2.7.2	Kustannukset.....	20
3	OSIEN PAKKAUS.....	23
3.1	Osien pakkaamisen vaatimukset	23
3.2	REX640:n kohdalla tehtyjä havaintoja	24
3.2.1	Moduulit.....	24

3.2.2	Peitelevyt ja Heat Sink.....	24
3.2.3	Runko	25
3.2.4	Asiakasliittimet.....	26
4	OSIEN SYÖTTÖ	27
4.1	Osien syöttämisen vaatimukset.....	27
4.2	REX640:n kohdalla tehtyjä havaintoja	27
4.2.1	Moduulit.....	28
4.2.2	Peitelevyt ja Heat Sink.....	28
4.2.3	Runko	29
4.2.4	Asiakasliittimet.....	30
5	TARTUNNAT.....	31
5.1	Tartunnan vaatimukset.....	31
5.2	REX640:n kohdalla tehtyjä havaintoja	31
5.2.1	Moduulit.....	32
5.2.2	Peitelevyt ja Heat Sink.....	32
5.2.3	Runko	34
5.2.4	Asiakasliittimet.....	34
6	OSIEN ASENTAMINEN.....	35
6.1	Osien asentamisen vaatimukset	35
6.2	REX640:n kohdalla tehtyjä havaintoja	36
6.2.1	Moduulit.....	36
6.2.2	Peitelevyt ja Heat Sink.....	37
6.2.3	Asiakasliittimet.....	38
7	PAKKAUSTEN KÄSITTELY JA VARASTOINTI	39
7.1	Pakkausten käsittelyn vaatimukset	39
7.2	Toteutuksien vaihtoehtoja.....	39
8	YHTEENVETO	41
	LÄHTEET	43

KUVIO- JA TAULUKKOLUETTELO

Kuva 1. REX640:n rakenne.....	8
Kuva 2. Robottisolun elinkaaren vaiheita.....	19
Kuva 3. Karkea arvio robottisolun kustannuksista.	21

1 JOHDANTO

Tässä kappaleessa käsitellään työn tavoite ja esitellään yritys, jolle se tehdään. Lisäksi tehdään vielä lyhyt katsaus REX640-suojareleen rakenteeseen, jota hyödynnettiin esimerkkitarkasteluissa, kun työssä muodostettuja työkaluja kokeiltiin käytännössä.

1.1 Työn tavoite

Työn tavoitteena oli kerätä tietoa ja tämän pohjalta luoda tuotannon automaatiota käsittelevä dokumentti, jota voidaan käyttää työkaluna päätöksenteossa esimerkiksi päätettäessä yrityksen tulevaisuuden investointi- ja kehityskohteita. Koska dokumentin mahdollisten lukijoiden tietotasossa on suurta vaihtelua, työhön sisällytettiin myös osio automaation niin sanotuista perusjutuista, joiden tarkoituksena on hieman avata kyseisten aihealueiden merkitystä automaatoratkaisujen toteutuksissa. Tässä tapauksessa käsiteltävänä on simulaatiomallit, teollisuus-, yhteistyö-, ja mobiilirobotit sekä työkalut, konenäkö ja varastointi. Lisäksi käsitellään hieman automaatoratkaisun toteuttamisprosessia ja kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä.

Kerätyn tiedon pohjalta luodaan vaatimusmäärittelyjä osien pakkaamiselle, syöttämiselle, asentamiselle sekä tartunnoille ja pakkausten käsittelylle. Tämän jälkeen näitä luotuja vaatimuksia tarkastellaan ja hyödynnetään käytännön esimerkin kautta käymällä läpi yrityksen REX640:tä tuotteen kokoonpanoa ja osien säilytystä. Tarkastelun jälkeen siinä tehdyt havainnot kirjataan dokumenttiin. Haasteellisten havaintojen kohdalla myös mahdollisuuksien mukaan esitetään vaihtoehtoja tilanteen parantamiseksi tai korjaamiseksi.

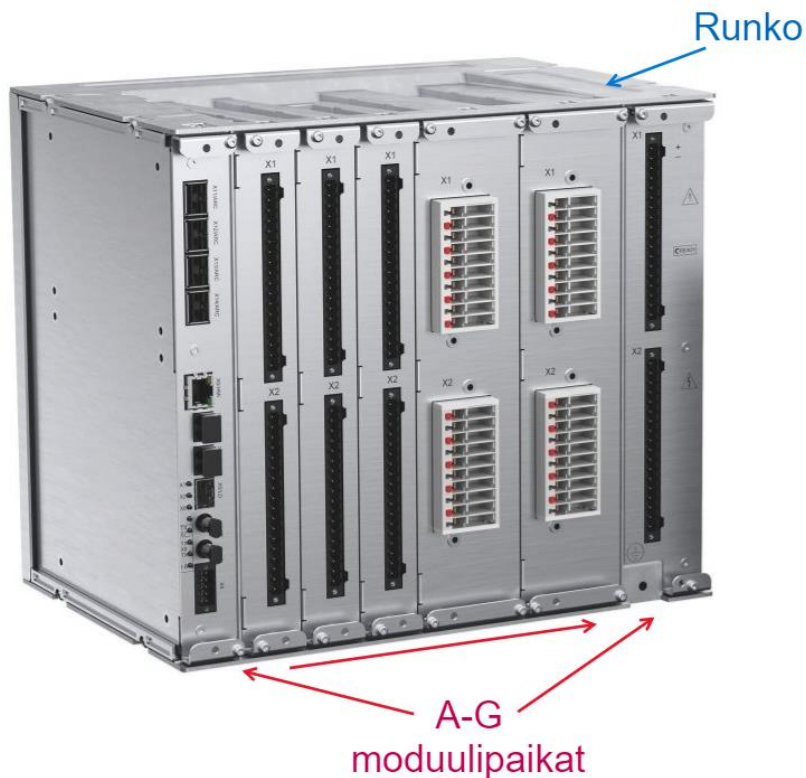
1.2 ABB Oy, Distribution Solutions

ABB:n Suomessa sijaitseva Distribution Solutions -liiketoimintalinjan tehtäviin kuuluu sähköjakeluverkon suojareleiden kehitys, valmistus, myynti ja markkinointi. Lisäksi tuotteisiin kuuluu ohjaus-, automaatio- ja valvontalaitteita. Suojareleitä

myydään maailmanlaajuisesti ja ne valmistetaan ”made-to-order” periaatteella. (Abb.com)

1.3 REX640-suojareleen rakenne lyhyesti

REX640 on modulaarinen tuote, jossa asiakkaat saavat valita tuotteeseen asennettavia moduuleja oman tarpeensa mukaan. Tätä vaihtelua tapahtuu seitsemän moduulin kohdalla, joiden paikkamerkintä tuotteessa ovat kirjaimet A-G (Kuva 1.).



Kuva 1. REX640:n rakenne.

Jokaiseen moduulipaikkaan on, kohdasta riippuen, mahdollista valita 2–6 vaihtoehdon välillä ja jotkin kohdat voi myös jättää tyhjäksi. Jokaiseen kohtaan voi siismennä eri moduulityyppi. Nämä moduulit valitaan ja kiinnitetään runko-osaan käsiteltävän tilauksen asettamien vaatimusten mukaan. Lisäksi vastakkaiselle puolelle asennetaan mm. emolevy, johon kaikki muut moduulit kiinnittyvät.

2 YLEISTÄ TIETOA AUTOMAATIOSTA

Tässä kappaleessa esitellään automaatiojärjestelmistä tuttuja osa-alueita, kuten robotteja, konenäköä ja työkaluja. Tarkoituksena on antaa lukijalle nopea katsaus siitä millaisia mahdollisuuksia mikäkin tekniikka avaa tavalla, jossa lähtötiedot voivat olla vähäiset. Rakennetaan siis pohjaa automaatiojärjestelmien ymmärtämiselle. Lisäksi käydään yleisellä tasolla läpi myös kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä ja automaatoratkaisun toteuttamisen vaiheita.

2.1 Simulaatiomallit

Automaatiojärjestelmien suunnittelussa ja toteutuksessa tänä päivänä yhtenä hyödyllisimmistä työkaluista on simulaatiot, joista käytetään myös nimitystä digitaalinen kaksonen. Digitaalinen kaksonen on käytännössä tietokoneella toteutettu identtinen 3D-versio esimerkiksi jo olemassa olevasta robottisolusta tai vasta suunnitteluvaiheessa olevasta solusta, työkalusta tai muusta toteutuksesta.

Suurimpana hyötynä digitaalisessa kaksoessa on mahdollisuus huomata ongelmallisia kohtia suunnittelussa layoutissa, järjestelmän ohjelmoinnissa, suunnittelussa työnkierrossa tai muissa kohdissa, jo ennen kuin yhtään mitään on toteutettu fyysisessä maailmassa. Tällä tavalla voidaan toteuttaa ja testata muutoksia työnkiertoon, rakenteisiin tai muihin tarpeellisiin kohtiin kokonaisuudessa ilman, että tuotannon toimintaa tarvitsee häiritä millään tavalla. Tällaisilla simulaatioilla on myös mahdollista tarkastella ja analysoida esimerkiksi eri työvaiheiden kestoja ja tehokkuutta. Kaikilla simulaation mahdollistamilla tarkasteluilla pystytään varautumaan paremmin sekä minimoimaan ongelmia, joita järjestelmän varsinaisen asennuksen tai muutosten käyttöönoton aikana saattaa nousta esiin. (Aho, Holamo & Liuha 2023, 79)

2.1.1 Ohjelmistot

Robottien valmistajilla on yleensä omat ohjelmistonsa, joilla voi simuloida heidän omia robottejaan. Esimerkiksi FANUC:n ROBOGUIDE, ABB:n RobotStudio,

YASKAWA:n MotoSim ja KUKA:n KUKA.Sim. Kaikille on yhteistä ainakin mahdollisuus ohjelmoida robotteja offline-tilassa ja kirjasto erilaisia valmiita objekteja, kuten kuljettimia, pöytiä ja seiniä. Lisäksi on myös mahdollisuus lisätä omia esineitä simulaatioon käyttämällä CAD-tiedostoja. Joillakin on myös tarjolla erilaisia lisäosia, kuten erillinen hitsaukseen keskittyvä paketti. Tarjolla on myös kirjastoja, joihin käyttäjät ovat luoneet omia 3D-malleja eri esineistä tai jopa koneista, joita muut voivat hyödyntää omissa simulaatioissaan. (Abb.com; Fanuc.eu; Kuka.com; Motoman.com)

Valmistajien omien simulaatio-ohjelmistojen lisäksi käytettävissä on myös muita yleiskäyttöisiä ohjelmistoja, jotka ovat luoneet oman työkalunsa simulaatioiden rakentamiseen. Yhtenä esimerkkinä on Visual Components, jolla on kirjastossaan robotteja yli 70:ltä merkiltä ja yli 2 700 käyttövalmista esinettä, joita käyttää omaan simulaatioihinsa, unohtamatta mahdollisuutta tuoda ohjelmaan omia 3D-malleja. (Visualcomponents.com)

2.2 Robotit

Seuraavaksi käydään läpi yleisimpiä robotteja ja niiden tarjoamia mahdollisuuksia. Tässä tapauksessa keskipisteessä on teollisuusrobotit, yhteistyörobotit ja mobiilirobotit, koska niitä on usein nähtävissä teollisuusympäristössä, jossa automaatiota on käytössä.

2.2.1 Teollisuusrobotit

Robottia ajatellessa mieleen nousee yleensä ensimmäisenä iso ja jämerä nivelvarsirobotti, joka on sijoitettu aidatun alueen sisälle ja liikkuu hyvinkin vauhdikkaasti. Nämä ”perinteiset” teollisuusrobotit ovat omiaan tarkkuutta, nopeutta ja voimaa vaativiin tehtäviin. Niille on myös ominaista, että ne ohjelmoidaan yhtä tehtävää varten ja niitä on hyvin työlästä siirtää toiseen paikkaan asentamisen jälkeen. Niiden ohjelmointi ja käyttöönotto vaatii myös alan osaamista.

Teollisuusrobotti käsitteen alle kuitenkin menee mikä tahansa robotti, joka on kehitetty vastaamaan teollisuuden tarpeisiin. Näiden liikkeiltään ihmisen käteen verrattavissa olevien nivelvarsirobottien lisäksi näkee Portaali, Delta ja SCARA robotteja, joiden liikkumissuunnat ja täten mahdolliset käyttökohteet ovat hieman rajatumpia. (Lempiäinen 2023, 17–18; Probot.fi)

2.2.2 Yhteistyörobotit (Cobotit)

Näiden perinteisten isojen robottien rinnalle on kehitetty pienempiä ja ketterämpiä yhteistyörobotteja eli cobotteja (collaborative robots). Ne on alusta asti suunniteltu toimimaan samassa työtilassa ihmisten kanssa, joka näkyy esimerkiksi robotin pysähtymisenä heti sen havaitessa törmäyksen. Tästä syystä yhteistyörobotti ei välttämättä tarvitse ympärilleen paljon tilaa vievää häkkiä tai muita vaativia turvajärjestelyjä. Tästä huolimatta turvallisuusarvio on aina tarpeellinen, sillä esimerkiksi yhteistyörobotin käyttämä työkalu saattaa olla terävä tai muuten vaaraksi ympäristölleen. Näiden robottien pieni koko myös mahdollistaa vapaamman siirtelyn. Niiden kuormankäsittelykyky on yleisesti ottaen noin 10 kg luokkaa, mutta on myös malleja, joilla se nousee 25 kg asti.

Yhteistyörobottien käyttäjäystävällinen suunnittelutapa näkyy myös niiden ohjelmoinnissa. Yhteistyörobottien ohjelmointi ei vaadi erillistä ohjelmointiosaamista ja kokematonkin käyttäjä oppii ohjelmointia muutamassa tunnissa. Tämän vuoksi ne ovat erityisen hyvä vaihtoehto tilanteissa, joissa siirtyminen automaatioon halutaan toteuttaa vähitellen, toteuttamalla työyhteisö muutoksiin pala kerrallaan. (Lempiäinen 2023, 28–29; Probot.fi)

2.2.3 Mobiilirobotit

Mobiilirobotit ovat robotteja, jotka pystyvät liikkumaan ympäristössään itsenäisesti. Tavallisin tilanne on, että niille on rajattu alue, jonka sisällä ne voivat liikkua. Hyvänä esimerkkinä on esimerkiksi ruohoa leikkaava robotti, jolle on määritelty piha-alue, jolla suorittaa tehtävää. Hyvin tavallisia tehtäviä mobiiliroboteille ovat

esimerkiksi tavaroiden kuljetus, siivoaminen tai jopa vartiointi. Mobiilirobottien liikkumisen vuoksi ne on varustettu erilaisilla antureilla, kameroilla ja lasereilla, jotka mahdollistavat ympäristön havainnoinnin. Näin ne pystyvät reagoimaan esimerkiksi lähestyvään ihmiseen tai niiden kulkureitille jätettyyn esteeseen.

Yhteistyörobottien tapaan myös mobiiliroboteissa on alettu panostamaan niiden käyttäjäystävällisyyteen, että reittien ja tehtävien lisäämisen ja muokkaamisen oppiminen olisi mahdollisimman sujuvaa eikä vaatisi tuntien koulutusta. Helppous ja joustavuus riippuu kuitenkin paljon käytössä olevasta ohjaustavasta. Mobiilirobotteja on myös mahdollista yhdistää tuotannon järjestelmään, jolloin ne voivat suorittaa kuljetustehtäviä itsenäisesti, esimerkiksi viemällä hyllyyn uuden laatikon, kun järjestelmään tulee viesti, että tilaa on vapautunut. (Röning 2023, 142–144; Probot.fi)

2.3 Tarttumat & työkalut

EOAT eli End-of-Arm Tooling -termiä käytetään kuvaamaan mitä tahansa laitetta, joka on kiinnitetty robotin työkalulaippaan. Tarttumat on yksi tällaisista laitteista, mutta työkaluna voi yhtä hyvin olla esimerkiksi kamera, hitsaustyökalu, maali-ruisku tai vaikka pursotin. Voidaan siis sanoa, että suurella todennäköisyydellä jokaiseen teollisuudesta löytyvään prosessiin on kehitetty robotin käytettävissä oleva työkalu. (Asikainen, Holamo, Liuha & Salmela 2023, 202)

Tänä päivänä tarttumat löytyy monenlaisia ja omien tarpeiden mukaan suunniteltujen tarttujen toteuttaminen on myös hyvin tavallista. Esimerkiksi 3D-tulostus on helpottanut uniikkien sormien ja työkalujen suunnittelua ja toteutusta. Tarttumat ryhmitellään erilaisien ominaisuuksien mukaan. Ryhmittelyä tapahtuu esimerkiksi tarttuvan liikkeen mukaan, ”sormien” ominaisuuksien mukaan (liike, lukumäärä), jäykkyyden mukaan, monipuolisuuden mukaan (voiko käsitellä yhtä vai useampaa erilaista kappaletta) ja älykkyyden mukaan (sisältää antureita, servoja). Lisäksi luokittelevana ominaisuutena voi olla esimerkiksi magneettisuus tai onko tarttumat

kappaletta keskittävä vai ei, eli siirtääkö se kappaletta vakioasemaan otetta muodostaessaan. (Asikainen, Holamo, Liuha & Salmela 2023, 203–204; Universal Robots)

Varsinaiset tarttujatyypit jakaantuvat voimanlähteen mukaan seuraavanlaisesti:

- Alipainetarttujat
- Pneumaattiset tarttujat
- Hydrauliset tarttujat
- Sähköiset tarttujat

Alipainetarttujat hyödyntävät tarttumisessa ilmanpaineen vaihtelua pidon saavuttamiseksi. Alipaineen luomiseen käytetään tyypillisesti sähkömekaanista- tai paineilmapumppua. Näillä tarttujilla virtauksen täytyy olla keskeytyksetön, että tarttujan ote esineestä ei irtoa. Paineilmapumpulla toimivat tarttujat kykenevät nostamaan suurempia kuormia, kun taas sähkömekaanisella pumpulla toimiva tarttuja soveltuu paremmin suurempaa liikkuvuutta vaativiin tehtäviin. Alipainetarttujat soveltuvat monenlaisiin tehtäviin, mutta ylivoimaisesti suosituin käyttötapa tällaiselle tarttujalle on pakettien siirtely ja lavaaminen. Alipainetarttujan tehokkuuteen vaikuttaa huomattavasti kappaleen pinta ja puhtaus. Esimerkiksi erittäin pölyinen tai vääntynyt laatikon pinta saattaisi aiheuttaa otteen menetyksen ja laatikon putoamisen siirtoa tehdessä.

Pneumaattiset tarttujat käyttävät paineilmaa ja mäntiä liikutellakseen ”sormiaan”. Tyypillisimmät käyttökohteet ovat tarttujat, joissa on 2 tai 3 sormeaa. Pneumaattisen tarttujan etuihin kuuluu alhaisempi hinta, laaja alue tartuntavoiman suhteen sekä kyky toimia ahtaissa paikoissa ja reagoida nopeasti komentoihin. Tämän tarttujatyypin heikkoutena on, että se soveltuu parhaiten ainoastaan yhden kappaleen käsittelyyn ja voiman sekä asennon hallinta on rajoitetumpaa. Lisäksi heikkoudeksi voidaan lukea myös paineilman tarve, erityisesti jos sitä ei ole ennestään saatavilla.

Hydrauliset tarttijat soveltuvat suurilta osin samanlaisiin tehtäviin kuin pneumaattiset tarttijat. Ne ovat kuitenkin erityisen ihanteellisia tehtäviin, joissa tarvitaan erittäin suurta tartuntavoimaa. Niiden heikkoutena taas on tarve erilaisille nesteille ja lisälaitteille. Näistä syistä hydrauliset tarttijat tarvitsevat myös enemmän huoltoa kuin muut tarttujatyypit.

Sähköiset tarttijat ovat hyvin monipuolisia. Vaikka ne eivät tarjoa yhtä suurta tartuntavoimaa kuin hydrauliset tai pneumaattiset tarttijat, ne ovat omiaan tehtäviin, jotka vaativat suurempaa nopeutta ja kevyttä tai keskisuurta tartuntavoimaa. Tyypillisimmät sähköiset tarttijat ovat 2- tai 3-sormisia, joista 3-sormista käytetään yleensä pyöreämpien esineiden käsittelyyn. Sähköisien tarttujen ehdoton vahvuus on tarkkuus. Niissä on yleensä käytössä mikroprosessoreita, jotka mahdollistava jatkuvan tartuntavoiman ja nopeuden säätelyn. Esimerkiksi voima-antureita käyttämällä pystytään tarttujan monipuolisuutta parantamaan entisestään mahdollistamalla useamman erilaisen kappaleen käsittely samalla tarttujalla. Antureiden ja muun tekniikan käyttäminen tietysti nostavat näiden tarttujen hintalappua. Sähköiset tarttijat ovat myös se ryhmä, jossa kehitys on kaikista voimakainta ja uusia vaihtoehtoja ilmestyy markkinoille reippaaseen tahtiin. (Universal Robots)

2.3.1 Tarttujan valinta

Tarttujan valintaan vaikuttavat tietysti useat tekijät, joista kaikista tärkein on tietysti se, millaiseen tehtävään tarttujaa ollaan valitsemassa.

Aiheellisia kysymyksiä valintaa tai suunnittelua helpottamaan ovat:

- Halutaanko tarttujalla käsitellä yhtä vai useampaa kappaletyyppiä?
- Millaisia kappaleita halutaan käsitellä (esim. piirilevy, peitelevy, liitin)?
- Minkä muotoisia käsiteltävät esineet ovat (tasainen, kurvikas, epäsäännöllinen)?
- Halutaanko tarttujan lähettävän jonkinlaista tietoa (esim. voima)?

- Kuinka painavia esineitä tarttujan pitää pystyä käsittelemään?
- Kuinka paljon tilaa tarttujalla on ympärillään? Pitääkö päästä ahtaisiin tiloihin?
- Miten kappaleeseen halutaan tarttua?
- Millaisilla nopeuksilla siirtoja halutaan tehdä?
- Millaiseen sijaintiin kappaletta siirretään (ympäryslaitteet)?

2.3.2 Työkalun vaihtojärjestelmät

Roboteille on myös mahdollista toteuttaa työkalun vaihtojärjestelmä, jolloin se pystyy itsenäisesti vaihtamaan käyttämäänsä työkalua tarpeen mukaan. Tällaista vaihtoehtoa harkitessa on kuitenkin hyvä huomioida, että työkalun vaihtaminen on hyvin hidasta, jolla on tietysti suora vaikutus siihen, kuinka nopeasti robotti suoriutuu tehtävästään. Vaihtojärjestelmän käyttäminen on parhaimmillaan tilanteissa, joissa jotain työkalua tarvitaan hyvin harvoin, eli vaihtoja ei tarvitse suorittaa koko ajan. Jos on tarvetta useammalle työkalulle, on aina kannattavaa vaihtojärjestelmän sijaan harkita useampaa robottia, joilla on omat työkalunsa. Vaihtoehtoisesti hyvällä suunnittelulla voidaan myös esimerkiksi toteuttaa tilanne, jossa robotti voi samalla tarttujalla nostaa kappaleita ja tarttua ruuvinvääntimeen ja käyttää sitä osan kiinnittämiseen. Robottiin voi myös kiinnittää useamman työkalun samanaikaisesti, mutta se nostaa aina kuormankäsittelykyvyn vaatimuksia sekä tilantarvetta, koska robotin täytyy huomioida työkalujen sijainnit liikkueensa. (Asikainen, Holamo, Liuha & Salmela 2023, 224–226)

2.4 Konenäkö

Konenäkö on kameran ja sen antaman tiedon käsittelyyn tarkoitettun ohjelmiston yhdistelmä, jolla ympäröivää tilaa tulkitaan tietokoneen ymmärtämällä tavalla. Järjestelmä koostuu yleensä kamerasta, valonlähteestä ja tietokoneesta, joka pyörittää kuvankäsittelyohjelmaa. Tämän lisäksi kokonaisuuteen kuuluu tietysti vielä kohde, jota halutaan tarkastella. Konenäköä käytetään useimmiten tehtäviin, joissa optisen tarkastuksen pitää olla nopeaa, tarkkaa ja toistettavaa. Tehtävänä

voi olla esimerkiksi pintavikojen etsintä, viivakoodien lukeminen, kappaleiden laskeminen tai kappaleiden kohdistuksen avustaminen.

Konenäön kehityksen harppaukset, esimerkiksi 3D-konenäön ja tekoälyn myötä, ovat parantaneet myös robottien kykyä sopeutua olosuhteiden muutoksiin. Siinä missä robotit ennen ohjelmoitiin noutamaan kappaleita aina tarkalleen määritellystä pisteestä pystyvät ne nyt konenäön avulla tarkastelemaan kappaleen sijaintia ja asentoa ja tekemään päätöksiä sen perusteella. (Gautam & Siltala 2023, 172; Algoltechnics.fi)

2.5 Varastointi – AS/RS-järjestelmät

Varastojen automaattiset logistiikkaratkaisut on tänä päivänä useimmin toteutettu, jonkin muotoisella AS/RS (Automated Storage & Retrieval System) kokonaisuudella. Ensimmäiset AS/RS-järjestelmät olivat tyypillisesti hyvin suuria ja hyvinkin paljon tilaa vieviä kokonaisuuksia, mutta vuosien aikana tekniikka on kasvattanut tarjolla olevien vaihtoehtojen määrää ja muotoa. Tänä päivänä AS/RS-järjestelmät sisältävät vaihtelua koon, nopeuden, kustannusten ja joustavuuden kanssa, joten ne ovat sopiva ratkaisu yhä useammalle yritykselle koosta ja toimialasta riippumatta.

AS/RS-järjestelmä on varastoautomaation tyyppi, joka on suunniteltu erityisesti välivarastointiin, varastointiin ja tuotteiden noutamiseen ”on demand”-periaatteella. Toteutuksissa käytetty tekniikka voi koostua esimerkiksi kuljetuslaatikoista, mobiiliroboteista, erilaisista karusellikokonaisuuksista, hissimoduuleista tai jostain muusta järjestelmästä. Nämä käytetyt laitteet on usein integroitu, jonkinlaiseen ohjelmistoon, kuten WES (Warehouse Execution System), WMS (Warehouse Management System) tai WCS (Warehouse Control System). (Romaine)

2.6 Automaatioratkaisun toteuttaminen

Omiin tarpeisiin sopivan ratkaisun saa varmimmin toteutettua, kun ottaa mukaan automaatioratkaisuja toteuttavan yrityksen, eli järjestelmätoimittajan, mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tällä tavalla voidaan hyödyntää heiltä löytyvää ammattitaitoa koko suunnitteluprosessin ajan. Tällaisen yrityksen käyttämisessä on etuna, että he hoitavat suunnittelun ja toimittavat tarvittavat laitteet ja heiltä löytyy yleensä hyvinkin monipuolista osaamista kaikista jo aiemmin toteutetuista projekteista. Lisäksi nämä yritykset tyypillisesti tarjoavat myös ylläpitopalveluita, jolloin ei itse tarvitse erikseen ohjata resursseja siitä huolehtimiseen. Tietenkin tässä tapauksessa on tärkeää selvittää miten kattavaa ja nopeaa tukea he tarjoavat, ettei päädy tilanteeseen, että jokin toiminnan kannalta kriittinen laite odottaa korjaamista päiväkausia.

Vaikka parhaimmaksi ratkaisuksi valittaisiinkin kaikkien vaiheiden ulkoistaminen, on silti erittäin hyödyllistä olla myös omien työntekijöiden joukossa henkilö tai henkilöitä, jotka ovat perehtyneet automaatioon. Tästä on hyötynä, se että on joku, joka tietää oman tuotteen tarpeet ja vaatimukset sekä pystyy kriittisesti arvioimaan esitettyjä ratkaisuja. Lisäksi kun käytössä on jo erilaisia laitteita, oman katon alta löytyvä osaaminen saattaa olla riittävää yksinkertaisempien ongelmatilanteiden ratkomiseksi.

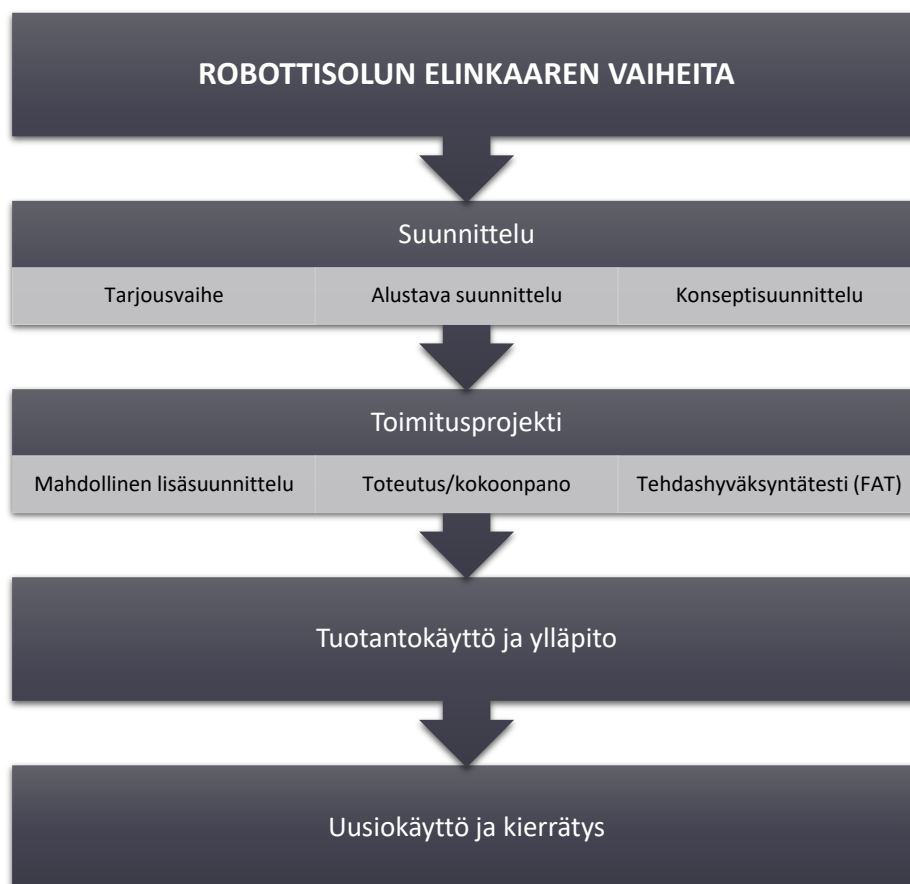
Järjestelmätoimittajat haluavat usein rajata vastuunsa vain omaan tuotteeseensa, mikä tarkoittaa, että kokonaisvastuulliset järjestelmätoimittajat ovat hyvin harvinaisia. Tämän vuoksi voidaan usein nähdä järjestelmätoimittajahierarkia, jossa toimijoita on eri tasoilla. Tämä voi näkyä esimerkiksi niin, että lopputuotetta kootaan osista, jotka toimittaa alihankkija, joka on robotisoinut omaa tuotantoaan. Kun alihankkijoita on useita alkaa järjestelmätoimittajien lukumäärä tässä hierarkiassa nousemaan hyvinkin nopeasti. (Ahonen, Holamo & Liuha 2023, 78–79)

2.6.1 Robotisointiprojektin vaiheista

Robotisointiprojektia aloittaessa on tärkeää miettiä ja ymmärtää seuraavia asioita:

- Ymmärtää tehtävän laajuus ja lisäarvoa tuovat työvaiheet
- Ymmärtää robottien luonne ja mihin ne kykenevät
- Ymmärtää, että robotisoinnissa robotisoidaan prosessi eikä varsinaisesti ihmisen tekemiä liikkeitä, eli tarkastellaan kokonaisuutta
- Ihmisen ja robotin kyvykkyydet ovat erilaisia ja voivat täydentää toisiaan (Ahonen, Holamo & Liuha 2023, 78)

Suunnittelun alkuvaiheissa on tärkeää heti tuoda mukaan erilaiset sidosryhmät. Tärkeitä sidosryhmiä ovat esimerkiksi tulevia laitteita käyttävät työntekijät, tuotannon johto ja huollosta sekä turvallisuudesta vastaavat henkilöt. Laitteita käyttävien työntekijöiden näkökulma on arvokasta, kun aletaan suunnittelemaan ja optimoimaan erilaisia tehtäviä, kuten materiaalien tuomista, mahdollisten jigirunkojen vaihtoa tai tarttujien säätämisen vaiheita. Työntekijöiden kokemuksen hyödyntämisen tavoitteena on työntekijän osaamisen digitalisointi ja työhön tarvittavan käyttöliittymän rakentaminen tarpeisiin sopivaksi. On myös tärkeää jakaa tietoa ja koulutusta kaikille, että saadaan riittävä ymmärrys käytössä olevasta teknii-kasta ja koska robotin käyttäjällä on aina viime kädessä vastuu robotin tekemästä työstä. Robottijärjestelmäprojekti (Kuva 2.) alkaa aina tarpeesta parantaa prosessia tai prosesseja. Tämän tarpeen pohjalta järjestelmätoimittaja luo suunnitelman ja esittää tarjouksen, joiden pohjalta tehdään päätös siitä, käynnistetäänkö projekti. (Ahonen, Holamo & Liuha 2023, 80–82)



Kuva 2. Robottisolun elinkaaren vaiheita.

2.7 Kustannuksiin vaikuttavia tekijöitä

Tässä osiossa käsitellään lyhyesti, miten kustannuksien laskemista kannattaa lähestyä, että saadaan mahdollisimman realistisia tuloksia omiin laskelmiin. Pyritään myös kuvaamaan millä tavalla automatisointi saattaa näkyä kannattavuuslaskelmissa. Lopuksi myös käydään läpi millaisista osioista robottisolun kustannukset tavallisesti muodostuvat.

2.7.1 Kustannuksien laskemisesta

Robotisoinnin kannattavuuden tarkastelun tulisi tapahtua aina pitkällä tähtäimellä. Sen kannattavuuteen vaikuttavat useat, vaikeasti arvioitavissa tai enna-

koitavissa olevat asiat. Esimerkiksi muutokset työvoiman saatavuudessa, prosessin tarkkuudessa ja tuotantokapasiteetin riittävydessä tai jopa kysynnässä ja työturvallisuuden vaatimuksissa saavat kannattavuuslaskelmat näyttämään hyvinkin erilaisilta. Kannattavuutta laskiessa vertailu erilaisten investointikohteiden välillä ei ole ollenkaan suoraviivaista. Esimerkiksi itse robotin käyttöaika on huomattavasti pidempi kuin varsinaisen robotti-investoinnin poistoaika.

Usein kannattavuutta tarkastellessa päädytään laskemaan robotin korvaamien käsitöytäntien määrää, vaikka käytännöllisempi lähestymistapa olisi muistaa kohdistaa manuaalinen työpanos uudella tavalla robotin tehdessä rutiinityöt. Järjestelmän ohjaamiseen ja mahdollisuuksien mukaan kehittämiseen tarvitaan kuitenkin edelleen työvoimaa.

Robottijärjestelmien kannattavuutta tulee pyrkiä arvioimaan laajemmin kuin ainoastaan perinteisillä investointilaskelmilla. Robottijärjestelmä on usein käytettävissä tuottavaan toimintaan vielä 10–15 vuotta sen jälkeen, kun se on jo poistettu kirjanpidollisesti. Hyvä tapa kannattavuuslaskelmia tehdessä on tarkastella lukuja, jotka kuvaavat jalostavan ja arvoa lisäävän työn osuutta. Esimerkiksi voidaan ajatella tilannetta, jossa robotti ja ihminen suorittavat vastaavanlaiset prosessiliikkeet (ruuvaus, hitsaus ym.) samalla nopeudella, mutta robotti suoriutuu prosessien välisistä toimista huomattavasti nopeammin. Tällöin varsinaiseen jalostavaan työhön käytetyn ajan osuus työstä kasvaa, mikä nostaa tehokerrointa. Tällaiset tekijät muuttavat laskelmien tuloksia hyvinkin rajusti ja vaativat asiantuntemusta niiden huomioimiseksi laskelmissa. (Ahonen, Holamo & Liuha 2023, 80–81)

2.7.2 Kustannukset

Kustannuksiin vaikuttaa suoraan se miten monimutkaisen solun tai suuremman järjestelmän haluaa toteuttaa. Mitä vaativampia toimintoja robotin halutaan suorittavan, sitä enemmän tarvitaan erilaisia antureita, jigejä, säilytysratkaisuja ja muita apuvälineitä, mikä suoraan kasvattaa kustannuksia. Myös laitteiden vaadittu tarkkuus vaikuttaa suoraan niiden hintaan. Esimerkiksi voima-anturi, joka

reagoi hyvinkin pieniin voiman muutoksiin maksaa huomattavasti enemmän, kuin sellainen, joka reagoi vasta suurempiin vaihteluihin.



Kuva 3. Karkea arvio robottisolun kustannuksista.

Koska itse robotti on solussa suurin yksittäinen kustannustekijä, noin kolmasosa kokonaiskustannuksista (Kuva 3.), niin yksi tapa kustannuksien arvioimisessa on perustaa se robotin hintaan. Tässä lähestymistavassa kerrotaan robotin hinta vähintään kolmella. Tämän jälkeen tuo saatu luku kerrotaan robottien määrällä, jota järjestelmän toteuttaminen vaatii. Jos tiedetään jo etukäteen, että järjestelmä tarvitsee suuremman varustelun, kuten kuljettimia, asennustarvikkeita, kaapeleita tai muita apuvälineitä, voidaan kerroin nostaa jo neljään tai jopa viiteen. Muita huomioitavia kuluja ovat tietysti työvoima, energia, materiaalit ja huollot ym., joita tarvitaan järjestelmän pyörittämiseen. Nyrkkisääntönä työvoiman kustannusten arvioimiseen käytetään, että se on 25 % kustannuksista, joita työvoimaan käytettiin ennen robotisoinnin lisäämistä. Tietenkin ilman perusteellisia analyyssejä useimmat näistä luvuista ovat vain arvioita. Tällaisessa laskutavassa ei myöskään

huomioida mahdollisia ongelmia, kuten laitteiston hajoamista tai suunnittelemattomia pysäytyksiä. (Ahonen, Holamo & Liuha 2023, 80–82; sdcautomation.com; Smith)

3 OSIEN PAKKAUS

Tässä kappaleessa esitellään osien pakkaamiselle muodostetut vaatimukset. Tämän jälkeen käydään läpi REX640:n osien pakkauksesta tehtyjä havaintoja.

3.1 Osien pakkaamisen vaatimukset

Tilanteessa, jossa pakattuja osia halutaan käsitellä ilman ihmisen työpanosta, käytännöllisin tilanne olisi seuraavanlainen:

- Pakkaukset helppo avata
- Pakkauksessa olevat osat on aseteltu niin, että haluttuun tartuntakohtaan on esteetön pääsy
- Minimoida osien liikkumismahdollisuudet

Esteettömällä pääsillä tarkoitetaan tilannetta, jossa osaan tarttuvan robotin tai henkilön ei tarvitse poistaa tieltä pahvia, paperia tai muita esteitä tai ei tarvitse suorittaa useita ja isoja liikkeitä pystyäkseen tarttumaan osaan ja siirtämään sen käyttökohteeseen. Esimerkiksi, jos osat on pakattu niin tiiviisti, että seinämät koskettavat niiden reunoja, olisi tarttuminen suoraan osan sivuihin vaikeaa. Sen sijaan pakkauksen seinämille täytyisi ensin tehdä jotain ja suorittaa tarttuminen vasta sen jälkeen, eli suoritettujen liikkeiden määrä olisi korkeampi. Jos pakkauksissa halutaan käyttää pahvia tai jotain vastaavaa, esimerkiksi välikerroksina, tulisi niiden olla helposti poistettavissa. Helppo poistotapa on esimerkiksi mahdollisuus siirtää välikerros pois käyttäen imukuppitarttujaa suorittaen vain yksinkertaisen ylöspäin tapahtuvan noston.

Osien sijoittelulla on merkitystä erityisesti elektroniikkakomponenttien kaltaisten herkempien osien kanssa, että voidaan välttää osien tarpeeton koskettelu ja siirtely ja että vaaditut siirrot voidaan suorittaa mahdollisimman vähillä liikkeillä. Tämän vuoksi ihanteellisin tilanne on sellainen, jossa osat ovat aina samoin päin laa-

tikoissa ja mieluiten suoraan samassa asennossa kuin asentaminen tapahtuu, jolloin järjestelmän ei tarvitse suorittaa osalle korjaavia liikkeitä (esimerkiksi kääntämistä), että sen käsittelyä ja asentamista voidaan jatkaa.

3.2 REX640:n kohdalla tehtyjä havaintoja

Tässä osiossa käydään läpi millaisia havaintoja REX640:n osien pakkaamisesta tehtiin. Käsiteltävänä on moduulien, peitelevyjen, Heat Sinkin, runko-osan ja asiakasliittimien pakkaus ja niistä tehdyt havainnot.

3.2.1 Moduulit

REX640-tuotteen moduulien pakkauksen kohdalla haasteellisin kohta on niille ESD-suojaa tuovat pussit. Pussit ovat usein isoja ja ne on taiteltu tai suorastaan vain tungettu kuljetuslaatikoissa oleviin väleihin. Tämä pakkaustapa yksinään toisi haasteita automaattiselle järjestelmälle, koska mahdollinen tartuntakohta olisi peitetty ja hiukan erilainen jokaisen moduulin kohdalla. Mahdollista konenäköjärjestelmää käyttäessä, sen havainnointiprosessista tulisi helposti tarpeettoman työläs, sillä pussit heikentävät moduulin näkyvyyttä, jolloin se vaikeuttaa konenäön kykyä havaita moduulin asento. Tavallisin asento, jossa REX640:n moduulit ovat laatikkoa avatessa, on peitelevy ylöspäin. Tällainen asento on hyvä esimerkiksi tilanteelle, jossa halutaan robotin nostavan moduulin laatikosta tarttumalla peitelevyyn. Muutaman pienemmän moduulin kohdalla haasteellisena tekijänä pussien lisäksi on niiden asennot, sillä niiden käsittely vaatii kääntelyä ja tartuntakohdan vaihtamista ennen kuin ne ovat sopivassa asennossa asentamista varten.

3.2.2 Peitelevyt ja Heat Sink

Tässä ryhmässä käytännöllisimmin on pakattu iso peitelevy. Niiden pakkauksessa käytetty vaahtomuovitarjotin, jättää osien välille sopivasti tyhjää tilaa ja tukee niitä asentoon, josta niitä on helpompi lähestyä tartuntaa varten. Ongelmallisin kohta niiden pakkaustavassa on ainoastaan itse laatikko, sillä sen avaaminen vaatii laatikon leikkaamista esteettömän pääsyn mahdollistamiseksi.

Pienempien peitelevyjien tapauksessa tilanne on toinen. Tällä hetkellä pakkaustapana on kääriä muutama peitelevy nippuun käyttäen paperia, joka on sitten teipattu kiinni. Nämä niput on sitten asetettu isompaan laatikkoon sekalaisessa järjestyksessä. Tällä pakkaustavalla päällepäin ei näy kuinka monta peitelevyä nipussa on ja missä asennossa. Käytetyn paperin poistamiseen myös kuluu aikaa ja vaivaa. Lisäksi kun peitelevyn on saanut poistettua kääreestään, täytyy sitä vielä pyöritellä jonkin verran, ennen kuin se on halutussa asennossa. Automaation kannalta parempi vaihtoehto olisi lähestyä pakkaamista samalla tavalla kuin isompien peitelevyjien kohdalla, eli asettelemalla ne siististi vierekkäin esimerkiksi toinen kylki ylöspäin, jolloin niitä voisi paremmin syöttää sellaisenaan suoraan laatikosta.

Heat Sink:n pakkaustapana on, että laitettu useampi Heat Sink pinoon ja pino laitettu pieneen laatikkoon kylkiasennossa ja erittäin tiiviisti, osittain myös eri asentoon sen mukaan missä kohtaa laatikkoa on tilaa. Tämä pakkaustapa tarkoittaa, että osat ovat tiiviissä kontaktissa toisiinsa, joten vain yhtä nostaessa saa aikaan liikettä myös muissa osissa. Laatikon tyhjentyessä jäljellä olevat Heat Sinkit kaatuvat helpommin, mikä muuttaa niiden asentoa vielä rajummin. Jos esimerkiksi robotin haluaisi nostavan osia suoraan tällaisesta laatikosta se vaatisi siltä paljon sopeutumiskykyä tapahtuvan liikehännän ja erilaisten asentojen varalta. Se tarvitsiko tätä pakkaustapaa muuttaa, riippuisi paljolti siitä, millainen syöttötapa näille valittaisiin. Jos syöttäminen tapahtuisi siirtämällä ne erilliseen telineeseen, olisi tämä pakkaustapa aivan toimiva.

3.2.3 Runko

Runko-osan pakkaamiseen käytetty pahvi tuo osien käyttöön omat haasteensa. Lavassa käytetty pahvi on rakenteeltaan sellaista, joka muuttaa helposti muotoaan. Se esimerkiksi reagoi helposti kosteuteen, eli se ”elää” herkästi. Tästä syystä, vaikka se kuljetuksessa tarjoaakin suojaa kolhuilta, on se osia käyttäessä enimmäkseen tiellä ja väliseinämät nousevat herkästi mukana yksittäistä runko-osaa nostessa eli ne ovat villikortti, joiden käytöstä ei ole helppo ennakoida. Käyttö myös

vaatii pahvin leikkaamista, että osien käyttö on sujuvampaa. Automaation kohdalla se vaatisi järjestelmältä paljon sopeutumiskykyä suoraan lavan kanssa toimiessa.

3.2.4 Asiakasliittimet

Asiakasliittimet on pakattu soveltuvalla tavalla automaattista käsittelyä varten. Ne ovat suoraan pakkauksesta otettaessa siistissä järjestyksessä ja käytettyjen muovitarjottimien ja tiiviin laatikon ansiosta ne eivät pääse liikehtimään paljoa. Myös pääsy sopiviin tartuntakohtiin on näkyvillä heti kun laatikon avaa.

Isompien liittimien tapauksessa liikehdintää ja asentoja ei ole rajattu yhtä tiukasti, mutta lähtökohtaisesti ne ovat aseteltuna niin, että sopiviin tartuntakohtiin on suora pääsy. Näissä laatikoissa on kuitenkin käytetty tarpeen mukaan lisäpehmustetta, joka tuo pientä arvaamattomuutta automaattiseen käsittelyyn, koska nämä pehmusteet saattavat nousta liittimen mukana pois ja tipahtaa satunnaiseen paikkaan.

4 OSIEN SYÖTTÖ

Tässä kappaleessa esitellään osien syöttämiselle muodostetut vaatimukset. Tämän jälkeen käydään läpi REX640:n osien syöttämisen toteuttamismahdollisuuksista tehtyjä havaintoja.

4.1 Osien syöttämisen vaatimukset

Oleellisimmat asiat, kun osien syötöstä halutaan tehdä mahdollisimman sujuvaa, ovat:

- Osat on aseteltu niin, että suunniteltuihin tartuntakohtiin on helppo päästä käsiksi
- Minimoida osien liikkumismahdollisuudet
- Osia on saatavilla riittävästi, ettei työnteko pysähdy osapuutteen vuoksi

Osien tehokkaan käytön varmistamiseksi käytännöllisin tilanne on sellainen, jossa ne ovat helposti saatavilla, eli edessä ei ole pahveja, paperia tai mahdollisesti muita pakkausmateriaaleja. Toinen oleellinen tekijä on pääsy tartuntakohtiin, joita osien siirtelyissä halutaan käyttää. Jos osia ei pysty suoraan pakkamaan soveltuvalla tavalla, saattaa olla tarpeellista käyttää erillisiä juuri tarkoitukseen suunniteltuja laatikoita, tarjottimia tai muita telineitä osien syöttämiseksi roboteille. Vaihtoehtoisesti osia voi kääntää oikeaan asentoon siihen tarkoitukseen suunnitelluilla jigeillä ja työkaluilla. Lisäksi linjastolla on hyvä olla varattuna välivarastoa sen verran, ettei työ keskeydy osapuutteen vuoksi.

4.2 REX640:n kohdalla tehtyjä havaintoja

Tässä osiossa käydään läpi millaisia havaintoja REX640:n osien syöttämisen toteuttamismahdollisuuksista tehtiin. Käsiteltävänä on moduulien, peitelevyjen, Heat Sinkin, runko-osan ja asiakasliittimien mahdolliset syöttötavat tai sitä estävät tekijät sekä tästä tarkastelusta tehdyt havainnot.

4.2.1 Moduulit

REX640:n moduulit on aseteltu pakkauslaatikoihin pääsääntöisesti tavalla, että niitä on mahdollista käyttää suoraa laatikosta nostamalla. Kuten ”Osien pakkaus”-osiossa mainittiin, ongelmaksi tässä tapauksessa muodostuu pakkaamisessa käytetyt pussit, jotka pitäisi pystyä poistamaan ennen kuin osia voidaan käyttää. Pusseja lukuun ottamatta osat on aseteltu peitelevy ylöspäin, joka tässä tapauksessa on ihanteellisin paikka tarttumiseen ja nostojen suorittamiseen. Asia, jota tässä tapauksessa kuitenkin vielä voisi parantaa on varmistaa se, että jokainen laatikossa oleva moduuli on myös samoin päin, että voidaan välttää tarpeetonta osien kääntämistä. Lisäksi osia voitaisiin tukea vieläkin paremmin, että ne pysyvät paikallaan luotettavammin.

Ei peitelevylisten moduulien tapauksessa on pakkauslaatikosta suoraa ottaminen haasteellisempaa, koska ne on aseteltu erilaiseen asentoon, kuin missä ne ovat varsinaisessa asennusvaiheessa. Jos näitä osia haluttaisiin käyttää suoraan laatikosta, jossa ne toimitetaan, niin hyvä tilanne olisi, jos ne saataisiin pakattua asentoon, josta ne saisi vain suoraan nostaa ja asettaa paikalleen ilman sen suurempia kääntöliikkeitä. Muussa tapauksessa ne vaativat erillisiä apuvälineitä osan kääntämiseen tai erilliseen syöttämiseen automatisoituun järjestelmään. Huomionarvoista kuitenkin on, että yksittäinen osan kääntämiseen tarkoitettu ratkaisu vaatii suurempaa vaivannäköä ja resursseja vain kerran, jonka jälkeen se on käytettävissä niin kauan kuin on tarvetta.

4.2.2 Peitelevyt ja Heat Sink

Ison peitelevyn pakkaustapa on lähtökohtaisesti toimiva, jos osia halutaan syöttää suoraan pakkauslaatikosta. Käytettyä vaahtomuovitarjotinta pystyy hyödyntämään osien syöttämisessä automaattiseen järjestelmään. Tämä tarjotin tarvitsee kuitenkin lisätukea pystyäkseen pitämään peitelevyt hyvässä asennossa. Tämän lisätuen pystyy saavuttamaan peitelevyjen pakkauslaatikolla, mutta vaatii laatikon

leikkaamista esteettömän lähestymisen mahdollistamiseksi. Suoraan pakkauslaatikosta tapahtuvaa syöttämistä voisi suoraviivaistaa entisestään pakkaamalla peitelevyt kerroksittain niin, että ne saa nostaa suoraan laatikosta oikeassa asennossa paikalleen. Tämä tarkoittaisi pahvin tai muun pehmusteen käyttöä peitelevyjen välissä. Tällaisen ratkaisun heikkoutena kuitenkin on, että sitten täytyy huomioida näiden poistettujen välikerrosten käsittely solun sisällä, eli esimerkiksi se minne nämä välikerrokset asetetaan, kun ne poistetaan laatikosta. Itse pakkauksen kanssa voitaisiin lähestyä jo moduuleissa käytössä olevaa laatikko ja kansi yhdistelmää, jolloin laatikon leikkaamiselle ei olisi samanlaista tarvetta.

Pienempien peitelevyjen tapauksessa tilanne ei ole yhtä helppo. Kuten "Osien pakkaus"-osiossa läpi käydyssä kuvauksessa ilmenee, on niiden pakkaustapa hyvin epäkäytännöllinen myös, kun käyttäjänä on ihminen. Tällaisten nippujen avaaminen ja käsittely vaatisi automaattiselta järjestelmältä huomattavaa sopeutumiskykyä. Ihanteellisin syöttötapa olisi asettaa ne taitoskohdat ylöspäin, joko suoraan pakkauslaatikosta nostamalla tai käyttäen erillistä tarjotinta tai telinettä. Silloin niiden ja peitelevylisten moduulien käsittelyyn voitaisiin käyttää samaa tarttujaa, joka helpottaisi kyseisen kokoonpanovaiheen toteutusta.

Heat Sink:n syöttöön käytännöllisempi ratkaisu olisi teline, jota ladata aina tarpeen mukaan, josta robotti saisi nostaa aina päällimmäisen Heat Sinkin. Esimerkkinä voi ajatella esimerkiksi ruokaloissa olevia lautastelineitä, jotka nousevat ja laskevat sen mukaan, kuinka paljon niissä on lautasia ja ylimpään lautaseen on aina helppo päästä käsiksi. Tällöin jos ihminen suorittaisi tällaisen telineen täyttämisen ei Heat Sink:n pakkaustavalla olisi suurta merkitystä. Telineen käyttö myös yksinkertaistaisi siirtoprosessia koska se tapahtuisi aina täsmälleen samasta kohtaa ja hyvin rajatulta alueelta.

4.2.3 Runko

Kuten "Osien pakkaus"-osiossa todettiin, runkoa on hankala ottaa käyttöön suoraan pakkauksesta käytetyn pahvin vuoksi. Automatisointia ajatellessa, prosessia

helpottaa, kun siinä ei tarvitse suorittaa useita siirtoja ja odotettavissa on mahdollisimman vähän vaikeasti ennakoitavia tilanteita. Siinä tapauksessa, että runkosia ei päädyttäisi käyttämään suoraan pakkauslaatikosta sopiva lähestymistapa niiden syöttämiseen olisi käyttää erillistä puskuria, jota täytettäisiin manuaalisesti aina tarpeen mukaan. Tämän osan kohdalla huomioimisen arvoista on myös se, että se otetaan käyttöön jo heti kokoonpanon ensimmäisessä vaiheessa, jolloin automatisointi ei välttämättä ole tarpeen, jos työntekijä suorittaa ensimmäiset vaiheet ja syöttää runko-osan sitten järjestelmään.

4.2.4 Asiakasliittimet

Asiakasliittimet on pakattu soveltuvalla tavalla helppoa syöttöä varten eli sopivaan tartuntakohtaan on helppo pääsy, eikä niitä tarvitse käännellä huomattavasti ennen asennusta. Lisäksi liittimiä on pakattu ainoastaan yhteen kerrokseen. Lähes kaikki niistä ovat käytettävissä sellaisenaan suoraan pakkauksesta ja vaatisivat ainoastaan kannen poistamista ja asettamista läpivirtaushyllyyn tai muuhun sijaintiin käytettäväksi. Poikkeuksena on yksi liitintyyppi, jonka syöttö tarvitsee joko erillisen syöttölaitteen tai asettelua erilliselle tarjottimelle. Sopivan syöttötavan valinnassa oleellinen tekijä on liittimien käyttömäärä. Käyttömäärien ollessa pieniä tarpeen vaatiessa täytettävät erilliset tarjottimet ovat riittävä ratkaisu.

5 TARTUNNAT

Tässä kappaleessa esitellään osien tartunnoille muodostetut vaatimukset. Tämän jälkeen käydään läpi REX640:n osien tartuntojen toteuttamismahdollisuuksista tehtyjä havaintoja.

5.1 Tartunnan vaatimukset

Tartuntoja huomioidessa seuraavat asiat ovat hyvin oleellisia automaation helpottamiseksi:

- Osasta saa tukevan otteen, eikä tarvitse pelätä otteen menetystä, kun osaa liikutetaan.
- Tartuntakohta mieluiten sellainen, että saa pitää samasta kohdasta kiinni alusta loppuun saakka (esim. laatikosta siirto kiinni tuotteeseen)
- Valittuun kohtaan tarttumisesta ei aiheudu vahinkoa osalle.
- Useita osia käsitellessä tartuntakohtien samankaltaisuus vähentää tarvetta erilaisille tarttujille, joka sujuvoittaa automaatiototeutuksen suunnittelua.

Koska omiin tarpeisiin sopivien tarttujen suunnittelu ja toteuttaminen on tänä päivänä hyvin tavallista, se antaa vapauksia varsinaisten tartuntakohtien toteuttamiseen tuotteissa. Oleellisinta on tietysti se, että osaan pystyy suorittamaan tartunnan, jolla ote on tukeva ja se ei irtoa esimerkiksi pienten tärähdyksien takia, joita voi syntyä vaikka tahattomasta tönäyksestä tai törmäyksestä.

5.2 REX640:n kohdalla tehtyjä havaintoja

Tässä osiossa käydään läpi millaisia havaintoja REX640:n osien tartuntojen toteuttamismahdollisuuksista tehtiin. Käsiteltävänä on moduulien, peitelevyjien, Heat Sinkin, runko-osan ja asiakasliittimien mahdolliset tartuntakohdat tai sitä estävät tekijät sekä tästä tarkastelusta tehdyt havainnot.

5.2.1 Moduulit

Moduulien etuna tartunnan suorittamisen osalta on niissä kiinni olevat peitelevyt. Peitelevyissä ruuvien kohdalla olevat ylöspäin kaartuvat taitokset tarjoavat hyvän kohdan tartunnalle, jos esimerkiksi asetetaan nostoa avustava tuki tämän kaaren kohdassa olevaan väliin. Vaikka taitos ei ole kovin leveä, sen pitäisi olla riittävä, jos tarttuja painautuu eli sijoittuu ”pingottamalla” näiden kaarevien kohtien väliin. Tartunnalle voi hakea myös lisätukea hyödyntämällä muuta peitelevyn tarjoamaa reuna pinta-alaa. Tämän muotoista tarttujaa pystyy myös hyödyntämään osien painamiseksi paikoilleen, koska se levittäytyy koko moduulin molempiin päihin, jolloin tasaisesti tapahtuva painaminen on helpompi toteuttaa.

Täytyy kuitenkin huomioida joissakin moduuleissa koholla olevat liitännät. Näiden vuoksi tartuntakohta pitää rajata vain päihin, ettei näille liitänäkohdille aiheuteta vahinkoa. Tilaa pitäisi kuitenkin olla riittävästi jokaisen moduulin tapauksessa tukevan tartunnan saavuttamiseksi.

Ei peitelevylisten moduulien tapauksessa tartunnat eivät ole aivan yhtä suoraviivaisia, mutta toteutettavissa tavallisella 2-sormisella tarttujalla. Nämä moduulit ovat pienempiä ja täten kevyempiä käsiteltäviä ja muodoltaan neliskanttisia. Yhdessä moduulissa olevat neulat ja liitoskohdat vaativat huomioimista, mutta reunoissa on sen verran sileämpää pinta-alaa, että vakaan tartunnan varmistamisen pitäisi onnistua. Reunoista tarttuminen on paras vaihtoehto näiden osien asentamisasennon vuoksi ja koska niissä on herkempiä komponentteja, joiden tarpeetonta koskettelua on hyvä välttää.

5.2.2 Peitelevyt ja Heat Sink

Pienempien peitelevyjen tartunnassa voi niiden samankaltaisen päistä kaarevan muotoilun vuoksi käyttää samanlaista tartuntaa kuin moduulien tapauksessa. Sivusta tai paksuussuunnassa tapahtuvan tartunnan käyttäminen on myös mahdollista, mutta tällaiset otteet tekisivät peitelevyn asettamisesta releeseen asentojen

suhteen monimutkaisempaa. Esimerkiksi koska peitelevyt asettuvat lopputuotteessa aivan kiinni toisiinsa riittävän suojan saavuttamiseksi, estäisi se myös tarttujan sormen mahtumisen niiden väliin osia asentaessa. Tällaisessa tartuntavassa täytyisi myös erikseen huomioida tartuntakohdan kohdistaminen, että robotti osaa asettaa peitelevyn oikeaan kohtaan.

Isompien peitelevyjen tapauksessa tarttuminen itsessään on yksinkertaista, koska ne ovat hyvin ohuita. Haasteelliseksi osuudeksi tässä tapauksessa muodostuu peitelevyn paikalleen asettaminen, kun tarttuja pitää sitä vielä kiinni otteessaan. Jos sen nostaminen haluttaisiin toteuttaa samanlaisella tarttujalla kuin samassa työvaiheessa käsiteltyjen muiden moduulien, täytyisi tällaisen tarttujan kanssa irrottaminen yrittää toteuttaa ”hallitusti pudottamalla”. Tällä tarkoitetaan tapaa, jossa tartuntakohdan vastakkaista reunaa pyrittäisiin tukemaan runko-osan reunaa vasten, jonka jälkeen peitelevyä laskettaisiin varovasti niin kauan, kunnes tartuntakohdan ja runko-osan välillä olisi tilaa enää sen verran, että tarttujan sormen saa vedettyä välistä pois. Tämän tartunnan irrotuksen aikana tämä alla oleva sormi voisi vielä tukea ja laskea levyä paikalleen jonkin verran, jolloin tämä ”pudotus” ei olisi kovin suuri. Haasteellisinta tässä toteutustavassa on, että reuna, josta tukea haettaisiin, on melko matala, joten riskinä on, että peitelevy heilahtaa pois paikaltaan. Toisena vaihtoehtona olisi käyttää erillistä tarttujaa ainoastaan tämän kappaleen nostamiseksi. Esimerkiksi laajan tasaisen pinta-alan vuoksi imukuppitartunta olisi toimiva vaihtoehto.

Heat Sinkin tapauksessa paras tartuntakohta olisi todennäköisesti taitoskohdassa, koska paikalle asetettaessa se ei ole niin suorassa kosketuksessa minkään muun osan kanssa verrattuna muihin kohtiin. Varsinaisen tartunnan tähän kohtaan pystyy suorittamaan tavallisella 2-sormisella tarttujalla, joka olisi todennäköisesti paras vaihtoehto myös muiden samassa työvaiheessa käsiteltävien osien siirtoihin. Tietysti koska Heat Sink:ssa on paljon tasaista pinta-alaa, olisi myös imukuppitartunta mahdollinen.

5.2.3 Runko

Runko-osan suuri koko ja paino tekevät siitä haastavamman käsiteltävän. Varsinaisen tarttumisen kannalta toimiva vaihtoehto toimintaperiaatteeltaan on kuitenkin 2-sormisen tarttujan tyylinen ratkaisu, jossa otettaisiin puristava ote vastakkaisilta ulkoreunoilta. Suuremman koon vuoksi tämä tietysti vaatisi kookkaampaa tarttujaa ja jämerämpää sitä käyttävää laitetta. Toinen vaihtoehto voisi olla kuljetin sekä osan ulkoreunojen ympäri menevä kehys, jota käyttää nostoihin ja joka muistuttaisi enemmän hissiä liikkumiseltaan. Tässä tapauksessa olisi tietysti toivottavaa, ettei runko-osaa tarvitse käänellä hirveästi vaan se tulee suoraan pakkauksesta oikeassa asennossa. Sopivaan tartuntatapaan tässä tapauksessa vaikuttaa myös se millaiset vaiheet runko-osan suhteen halutaan automatisoida. Esimerkiksi jos päädyttäisiin ratkaisuun, jossa työntekijä suorittaa näiden osien syöttämisen linjastolle, ei niihin suoritettavia tartuntavaiheita olisi oikeastaan muulloin kuin silloin kun sitä halutaan kääntää mm. asennusvaiheiden välillä.

5.2.4 Asiakasliittimet

Kaikista liittimistä löytyy tasaista pintaa sen verran, että niistä saa tukevan otteen 2-sormisella tarttujalla ja puristavalla otteella. Kaikissa liittimissä se tarkoittaa alueita liittimien päissä juuri kiinnityskohtien yläpuolella. Tartunta myös muista kohdista on mahdollista, mutta liittimien muodon vuoksi eivät välttämättä ole yhtä tukevia kuin päistä suoritettava tartunta.

6 OSIEN ASENTAMINEN

Tässä kappaleessa esitellään osien asentamiselle muodostetut vaatimukset. Tämän jälkeen käydään läpi REX640:n osien asentamisen toteuttamismahdollisuuksista tehtyjä havaintoja.

6.1 Osien asentamisen vaatimukset

Ruuvien kiinnittäminen ja osien asettaminen paikoilleen on helppoa silloin, kun siinä voidaan hyödyntää painovoimaa ja suorittaa ylhäältä-alaspäin tapahtuvalla liikkeellä. Myös muunlaiset asennot kiinnityksissä ovat mahdollisia, mutta silloin tarve erilaisille avustaville työkaluille kasvaa. Vertaa tilanne, jossa täytyy ottaa toinen käsi avuksi, että pidetty esine pysyy vakaana. Haastavampi pääsy asennuskohtaan ja erikoisemmat asennot tarkoittavat aina lisätyötä osan käsittelyyn, jolla on aina hidastava vaikutus valmistumisnopeuteen. Tässä tietysti pätee sama sääntö kuin käsin suoritettavassa kokoonpanossa, että mitä vähemmän on kiinnitettäviä ruuveja ja muita pidikkeitä, sitä nopeampaa ja suoraviivaisempaa kokoonpanovaihe on suorittaa. Automaation tapauksessa yksinkertaisuus näkyisi erityisesti pienempänä tarpeena erilaisille työkaluille tai vaikka jigeille sekä tarkistustoiminteille, mikä tarkoittaisi myös vähäisempää tarvetta monimutkaiselle ohjelmoinnille.

On myös tärkeää muistaa, että ruuvien kierteiden ja erilaisten urien ym. tasalautisuus on kunnossa, että automaattinen järjestelmä voi toimia keskeytyksettä. Esimerkiksi jatkuvat ongelmat ruuvien kierteiden kanssa, vinot moduuleille tarkoitetut urat tai ylimääräiset massat paikoissa, joissa niitä ei pitäisi olla aiheuttaisivat pahimmillaan jatkuvia pysähdyksiä automaattisessa järjestelmässä, esimerkiksi robotin esittäminä tarkistuspyyntöinä sen havaitessa ongelman kiinnittämisen kanssa.

6.2 REX640:n kohdalla tehtyjä havaintoja

Tässä osiossa käydään läpi millaisia havaintoja REX640:n osien asentamisen toteuttamismahdollisuuksista tehtiin. Käsiteltävänä on moduulien, peitelevyjen, Heat Sinkin, runko-osan ja asiakasliittimien mahdolliset asennustavat tai sitä estävät tekijät sekä tästä tarkastelusta tehdyt havainnot.

6.2.1 Moduulit

Moduulien kiinnittämisen automatisoimisessa etuna on, että ne voidaan kiinnittää ylhäältä alaspäin tapahtuvalla liikkeellä, jolloin siinä voidaan hyödyntää painovoimaa sen sijaan, että tarvitsisi etsiä keinoja tukea osaa paremmin, että se saataisiin asennettua määritellyllä tavalla. Enemmistölle moduuleista on myös lisätty runkoosaan selkeät urat, joihin ne pitää asentaa, joten kohdistaminen on helpompaa.

Moduulien kiinni ruuvaamisen kanssa helpottavana tekijänä on, että ruuvit ovat jo asennettuna paikalleen, joten niiden käsittelyyn ei tarvitse käyttää aikaa. Huomion arvoista kuitenkin on, että ruuvit pääsevät liikkumaan jonkin verran, jolloin ne saattavat nousta pois alemmasta reiästä, jolloin ne täytyy asettaa takaisin oikeaan kohtaan ennen kiinnittämistä. Ruuvaaminen on hyvin tavallinen toimenkuva automaatiossa, joten sen toteuttamisessa ei pitäisi olla ongelmia. Huolehdittavana on oikeastaan vain tarkistusten lisääminen, eli esimerkiksi onko ruuvi paikallaan ennen kuin sitä yritetään kiinnittää ja onko moduuli niin syvällä, että sen pitäisi olla kiinnitettynä kunnolla paikalleen. Lisäksi vielä tarkastus, jolla huolehditaan, että ruuvi on mennyt kunnolla kiinni tai jos ruuvauksessa havaitaan odottamatonta vastustusta.

Ei peitelevylisten moduulien asentaminen vaatii enemmän apuvälineitä, sillä niissä ruuveja ei ole esiasennettuna. Näiden moduulien kanssa täytyy myös nähdä enemmän vaivaa niiden asettelun kanssa ennen asentamista. Toinen lisätyötä tuova tekijä on, että näiden moduulien asennusvaiheiden kanssa täytyy tapahtua vaihtelua työkalujen kanssa, sillä edellinen osa täytyy ruuvata kiinni ennen kuin

seuraava voidaan asettaa paikalleen. Asennusvaiheessa täytyy myös huomioida, että voimaa kohdistetaan oikeaan kohtaan ja oikea määrä ettei rikota komponentteja. Tässä joukossa on myös pienempi moduuli, joka asennetaan toisen isomman moduulin sisälle. Tämä tarkoittaa kyseisen ison moduulin avaamista ja osien irrottamista, ennen kuin saadaan pääsy pienen moduulin asennuskohtaan. Tämä tarkoittaa esimerkiksi ruuvien ja peitelevyjien irrottamista. Kaikki tähän asennusprosessiin kuuluvat työvaiheet vaativat huomattavaa sorminäppäryyttä ja pienten osien välivarastointia ja takaisin asentamista, joten ei pystytä luotettavasti arvioimaan, ilman käytännön testausta, kuinka toteutettavissa tämä kaikki olisi automaattisesti.

6.2.2 Peitelevyt ja Heat Sink

Peitelevyjien paikalleen asettamisen kanssa ei pitäisi olla mitään suurempia haasteita, sillä alue on rajattu melko tarkasti ja niillä on selkeä kohta, johon ne asettuvat. Varsinaisena haasteena tyhjiin moduulien kohtiin asennettavissa peitelevyissä on, että ne toimitetaan ilman ruuveja. Ruuvien täytyy myös läpäistä kaksi reikää, kun ne asennetaan. Helpointa asettaminen on silloin kun reiät ovat suorassa linjassa toisiinsa nähden. On kuitenkin mahdollista, että vastaan tulee taittovirheitä, jonka vuoksi nämä reiät eivät ole suorassa linjassa, joten tämä mahdollisuus on huomioitava ruuvien asennuksessa.

Heat Sink:n asennuksen kanssa suurimpana haasteena käsin asennettaessa on pitää se oikeassa kohtaa ruuvien kiinnittämisen ajan. Pienikin liike siirtää sitä väärään asentoon hyvin helposti. Automaattioratkaisussa tämä vaatii sen miettimistä, että millä tavalla osa saadaan pidettyä paikallaan niin ettei aiheuteta vahinkoa esimerkiksi sen alla olevalle moduulille ja kuitenkin mahdollistetaan esteetön pääsy ruuvien paikkoihin. Mahdollisesti sopivin toimintapa olisi painaa sitä paikoilleen runko-osan päälle asettavalta alueelta liikkeiden estämiseksi.

6.2.3 Asiakasliittimet

Asiakasliittimien asentaminen vaadittujen toimintojen puolesta ei ole vaativaa. Koska se on yksinkertaisesti vain kohdistus ja paikalleen painaminen. Koneenäkö on hyvin tavallinen työkalu tällaisessa tilanteessa. Haasteellisempi kohta on vaadittava voima paikalleen asettaessa. Esimerkiksi isommat liittimet vaativat enemmän voimaa ja joskus jopa ”heiluttelua”, että ne saa asettumaan paikalleen kunnolla.

COM-moduulien erinäisten suojien paikalleen asettaminen saattaa olla haasteellista joissakin tapauksissa, sillä ne eivät aina asetu paikoilleen vaivattomasti vaan vaativat jonkin verran ”sormituntumaa” asettamisvaiheessa, joka tarkoittaisi automaattiselta järjestelmältä tarkkaa havaitsemiskykyä. Toisaalta työvaiheen automatisoinnin tarpeellisuus ei myöskään ole suuri, sillä ihminen pystyy nopeasti suorittamaan tällaisen pienen viimeistelyn ennen tuotteen pakkausta.

7 PAKKAUSTEN KÄSITTELY JA VARASTOINTI

Tässä kappaleessa esitellään pakkausten käsittelylle ja varastoinnille muodostetut vaatimukset. Tämän jälkeen käydään lyhyesti läpi, millaisia vaihtoehtoja tällaisen kokonaisuuden toteuttamisessa on.

7.1 Pakkausten käsittelyn vaatimukset

Pakkauksia käsitellessä automaattinen järjestelmä tarvitsee erilaisia havainnointia tukevia yksityiskohtia. Pakkausten kyljessä olevat viivakoodit tai muut merkinnät auttavat kertomaan järjestelmälle, miten päin paketti on aseteltuna milläkin hetkellä. Lisäksi näillä merkinnöillä saa välitettyä myös tiedon siitä mitä pakkauksessa on sisällä. Vähäiset erot laatikoiden koossa ja painossa on myös etu järjestelmää toteutettaessa koska silloin kuljetusjärjestelmästä on helpompi tehdä yhtenäisempi käytettyjen nostimien, kuljetustapojen ja säilytystilojen suhteen.

Tarvittava tila määräytyy sen mukaan, miten paljon esineitä halutaan varastoida. Varastointijärjestelmien suosiman modulaarisen rakenteen vuoksi säilytystilan viemä tila voi vaihdella pienestä kaistaleesta massiivisiin ison sataman konttirivistöä muistuttaviin rakennelmiin. Erilaiset mobiilirobotit ovat myös karsineet kuljetusjärjestelmien fyysisen tilan tarvetta, koska ne voivat hyödyntää samoja kulkureittejä kuin ihmiset, sen sijaan, että täytyisi varata tietty kohta käytettävissä olevasta alueesta pelkästään kuljettimelle ja sen tukirakenteille.

7.2 Toteutuksien vaihtoehtoja

Yleisesti ottaen voidaan sanoa, että varastojärjestelmät ovat sellaisia kokonaisuuksia, joiden luomisessa voidaan käyttää reilusti mielikuvitusta ja luovuutta. Erilaisilla antureilla ja ohjelmoinnilla voidaan tavallisiakin hyllyjä muokata älykkäämmiksi. Sitten on myös erilaisia valmisratkaisuja, joista saa valita omiin tarpeisiinsa sopivan kokonaisuuden ja jonka saa usein myös integroitua omiin järjestelmiin. Myös erilaisten robottien käyttäminen on mahdollista tai sitten voidaan päätyä

ratkaisuun, jossa pitkin tehdasta kulkee kuljettimia eri sijainteihin. Pakkausten käsittelyä voi hoitaa esimerkiksi robotti, joka nostaa laatikoita hihnalle tai muuhun sijaintiin kuljetusta varten.

8 YHTEENVETO

Työ aloitettiin perehtymällä REX640:n kokoonpanon vaiheisiin ja tuotantoympäristöön. Tämän lisäksi tutustuttiin automaation nykytilaan ja tutustuttiin erityisesti kokoonpanototeutuksissa käytettyihin tekniikoihin ja ratkaisuihin. Löytöjen pohjalta syvennyttiin muutamii tekniikoihin syvemmin ja kirjoitettiin niitä esittelevä teksti. Tässä tapauksessa kyseiset tekniikat olivat "Yleistä tietoa automaatiosta" kappaleessa käsitellyt aihealueet, eli esimerkiksi erilaiset robotit ja työkalut.

Tämän tiedonhaun pohjalta muodostettiin vaatimuksia osien pakkaukselle, syöttämiselle, asentamiselle ja tartunnoille sekä pakkausten käsittelylle. Muodostettuja vaatimuksia käytettiin REX640-tuotteen kokoonpanon ja muiden vaiheiden tarkasteluun näkökulmalla "Mitä jos tämä automatisoitaisiin" ja tällä tavalla etsittiin ja kirjattiin automaation kannalta toimivia ja haasteellisia kohtia ja ohjattiin siihen suuntaan millaisella ajattelutavalla automaatoratkaisuja, pitäisi lähestyä.

Lopputuloksena tehdyistä löydöistä kirjoitettiin dokumentti, jonka tarkoituksena on toimia työkaluna yrityksen päätöksenteossa päätettäessä esimerkiksi tulevaisuuden investointi- ja kehityskohteista. Dokumentti toimii myös hyvänä "starttipakettina" kun halutaan syvällisemmin tutkia ja selvittää työssä käsiteltyjä osalueita, kuten esimerkiksi jos halutaan aloittaa jonkin työvaiheen automatisointi. Dokumentin sisältöä voidaan ylipäätään halutessa jatkokehittää lisäämällä yksityiskohtaisempaa tietoa ja mahdollisten toteutettujen omien tutkimusten ja selvitysten tuloksia sekä esimerkkiratkaisuja. Yksi esimerkki tällaisesta selvityksestä voisi olla johonkin työvaiheeseen suunniteltu robottisolun, josta on kirjattu suunnitelmat, määritykset ja mahdolliset muut sitä koskevat vaatimukset ja jatkosuunnitelmat.

Henkilökohtaisella tasolla työ vahvisti ja paransi omaa robotisointiprojekteihin keskittyvää ymmärrystä. Automatisoinnin miettiminen käytännön esimerkkien kautta sai konkreettisesti ymmärtämään, miten paljon työtä tällaiseen suunnitteluun menee ja erityisesti sen miten paljon työtä pienenkin muutoksen tai lisäyksen

huomioiminen automaattisessa järjestelmässä voi aiheuttaa. Tiedonhaku myös avasi silmiä sille, miten vaativia työvaiheita maailmalla on jo robotisoitu ja millaisiin haasteisiin esimerkiksi konenäkö pystyy tänä päivänä vastaamaan. Käytettävissä olevan tekniikan taso ja kehitys myös saa uskomaan siihen, että jo muutamassa vuodessa nähdään uusia tapoja toteuttaa työvaiheita, jotka nyt ovat vaikeita tai jopa mahdottomia toteuttaa, ainakin kustannusmielessä. Tällä hetkellä siis näyttää siltä, että tekniikan puolesta vain mielikuvitus ja luovuus on rajana, kun erilaisia vaiheita lähdetään robotisoimaan. Tämän työn myötä oma automaatio-osaaminen on vahvemmalla pohjalla mahdollisia tulevaisuuden haasteita varten.

LÄHTEET

Abb.com - ABB Oy, Distribution Solutions Viitattu 23.5.2023
<https://new.abb.com/fi/abb-lyhyesti/suomessa/liiketoiminnat/distribution-solutions>

Abb.com – RobotStudio® Viitattu 30.3.2023
<https://new.abb.com/products/robotics/robotstudio/robotstudio-desktop>

Ahonen, T.-P., Aro, J., Asikainen, J., Billing, M., Christophe, F., Gautam, M., Haapakoski, T., Holamo, O.-P., Kapiainen, P., Karvonen, H., Kolehmainen, P., Kytöharju, J., Lanz, M., Latokartano, J., Leinonen, J., Lempiäinen, J., Liljamo, J., Liuha, A., Närhi, J., Paasio, L., Partanen, A., Pöysäri, S., Röning, J., Salmela, A., Siltala, N. & Skriko, T. 2023. Teollisuuden robotiikka. Keuruu. Keuruun Laatupaino KLP.

Algoltechnics.fi – Konenäkö tarkistaa ja ohjaa Viitattu 19.4.2023
<https://www.algoltechnics.fi/artikkelit-ja-asiakastarinat/konen%C3%A4k%C3%B6-tarkistaa-ja-ohjaa>

Fanuc.eu - Simulation Software ROBOGUIDE Viitattu 30.3.2023
<https://www.fanuc.eu/dk/en/robots/accessories/roboguide>

Kuka.com – KUKA.Sim Viitattu 30.3.2023
https://www.kuka.com/en-us/products/robotics-systems/software/simulation-planning-optimization/kuka_sim

Motoman.com - MotoSim Robot Programming Simulator Viitattu 30.3.2023
<https://www.motoman.com/en-us/products/software/simulation>

Probot.fi – Mobiilirobotiikan mahdollisuudet Viitattu 7.4.2023
<https://probot.fi/mobiilirobotiikan-mahdollisuudet>

Probot.fi – Yhteistyörobotti vai teollisuusrobotti? Viitattu 4.4.2023
<https://probot.fi/yhteistyorobotti-vai-teollisuusrobotti>

Romaine, E. - Automated Storage & Retrieval System (AS/RS) Types & Uses Viitattu 20.4.2023
<https://www.conveyco.com/blog/automated-storage-and-retrieval-types/>

sdautomation.com - Calculating the Estimated ROI of Your Automation Project Viitattu 3.5.2023
<https://sdautomation.com/calculating-the-estimated-roi-of-your-automation-project/>

Smith, N. - Calculating robot ROI: How to determine the true cost of robotics Viitattu 10.5.2023
<https://www.automate.org/editorials/calculating-robot-roi-how-to-determine-the-true-cost-of-robotics>

Universal Robots – Types of Grippers Used in Manufacturing Viitattu 11.4.2023
<https://www.universal-robots.com/blog/types-of-grippers-used-in-manufacturing/>

Visualcomponents.com Viitattu 30.3.2023 <https://www.visualcomponents.com>