

Tomi Impiö

## **PIKARIPAKKAUSSOLUN LAYOUT-SUUNNITTELU**

# PIKARIPAKKAUSSOLUN LAYOUT-SUUNNITTELU

Tomi Impiö  
Opinnäytetyö  
Kevät 2018  
Kone- ja tuotantotekniikan tutkinto-ohjelma  
Oulun ammattikorkeakoulu

# TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu  
Konetekniikan tutkinto-ohjelma, koneautomaatio

---

Tekijä: Tomi Impiö  
Opinnäytetyön nimi: Pikaripakkaussolun layout-suunnittelu  
Työn ohjaaja: Kai Jokinen  
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2018  
Sivumäärä: 21 + 1 liitettä

---

Tämä opinnäytetyö on toinen osa uuden robottisolun suunnittelu- ja valmistamistyötä. Solu suunniteltiin kahtena erillisenä opinnäytetyönä, joista toinen on robotin toiminnan suunnittelua. Tämä opinnäytetyö käsittelee layoutin suunnittelua pikaripurkkien pakkaamisen automatisointia varten. Työn tavoitteena oli vähentää työntekijöiden yksitoikkoista pakkaamistyötä ja korvata se yhteistoimintarobotin tekemällä työllä.

Työ alkoi alkukartoituksella, jossa tutustuttiin yrityksen toimitilaan. Siellä haastateltiin pakkaamisen parissa työskenteleviä työntekijöitä saadaksemme tietoa tuotannosta ja sen vaiheista. Päästiin näkemään käytännössä se työ, jonka robotti tulee tekemään jatkossa.

Suunnittelutyökaluna käytettiin SolidWorks-ohjelmaa ja layout piirrettiin AutoCAD-ohjelmalla. Aluksi suunniteltiin pikarien lajitteluidea ja sen jälkeen pahvilaatikoiden käsittelylinja. Työn käytännön osuus toteutettiin Oulun ammattikorkeakoulun tiloissa.

Työn tuloksena syntyi robottisolu, joka pystyi pakkaamaan pikareita tavoitellussa aikamääreessä. Tuotantotiloissa testaaminen jouduttiin rajaamaan pois tästä työstä ajanpuutteen vuoksi. Se tehdään Tehoja-hankkeen henkilökunnan toimesta. Tehoja-hanke on Oulun ammattikorkeakoulun toteuttama hanke, jossa yrityksille tarjotaan robotiikan avulla luotuja tuotantotapoja.

---

Asiasanat: lajittelubufferi, layout, yhteistoimintarobotti, Tehoja-hanke

## ALKULAUSE

Tämä opinnäytetyö on ollut mielenkiintoinen ja sopivan haastava prosessi alusta asti. Opin matkan varrella paljon uusia asioita. Yhteistoimintarobotiikka on tulevaisuutta ja tässä työssä päästiin tutustumaan siihen laajalti. Solidworksin käyttötaidot paranivat malleja pyörittäessä ja robottisolun rakentaminen harjaantui.

Työn aihe saatiin Tehoja-hankkeen piiristä ja se tehtiin kahtena opinnäytetyönä Maustaja Oy:lle Pyhännälle. Kiitokset opiskelukaverille Teemu Kotilalle, jonka kanssa toteutimme tämän työn. Lisäksi haluan kiittää Maustajan tuotekehityspäällikkö Kari Mäkeä mielenkiintoisesta työaiheesta, opinnäytetyön ohjaajaa, yliopettaja Kai Jokista sekä Oulun ammattikorkeakoulun projekti-insinöörejä, Juho Liljamaa ja Lassi Kaivosoja.

Oulussa 20.4.2018

Tomi Impiö

# SISÄLLYS

1 JOHDANTO	6
1.1 Maustaja Oy	6
1.2 Työn tavoitteet	6
2 LAYOUT-SUUNNITTELU	7
2.1 Hyvä tuotannon layout	7
2.2 Layoutin valinta	7
2.2.1 Tuotantolinja	7
2.2.2 Funktionaalinen layout	8
2.2.3 Solulayout	8
2.3 Nykytilanteen kartoitus	8
2.4 Uuden layoutin suunnittelu	9
3 LAJITTELUBUFFERI	10
3.1 Suunnittelu	10
3.2 Valmistus	11
3.2.1 Bufferi	12
3.2.2 Lineaarisylinteri ja työkalu	13
3.3 Anturointi	14
3.4 Testaus	15
4 PAHVILAATIKOIDEN LINJASTO	16
4.1 Laatikoiden siirtelyn automatisointi	16
4.2 Linjaston modulaarisuus	17
4.3 Laatikoiden paikoitussylinteri	17
4.4 Testaus	18
5 YHTEENVETO	20
LÄHTEET	
LIITTEET	

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyössä suunnitellaan layout pikareiden pakkaamista varten. Työhön kuuluu koko layout lukuun ottamatta itse robottia, joka on toisen opinnäytetyön aihe. Sen nimi on pikarien pakkaaminen yhteistyörobotilla (5). Vaativin ja eniten aikaa vievä kohde on lajittelubuffer (lajittelupuskuri), joka lajittelee liukuhihnalta tulevat purkit robotille poimittavaan muotoon. Työ tehdään Pyhännällä toimivalle Maustaja Oy:lle.

## 1.1 Maustaja Oy

Vuonna 1972 Pyhännälle perustettiin yritys nimeltä Pyhännän Einestuote Oy. Aluksi se tuotti paahdettua sipulia, kunnes vuonna 1974 ketsuppi teki läpimurron. Yrityksestä tuli muutamassa vuodessa maan johtava ketsupin valmistaja. Vuosien kuluessa se on lisännyt tuotevalikoimaansa sinapit, hillot ja sokerikuorrutteen. Myöhemmin mukaan liitettiin myös salaattinkastikkeet, majoneesit ja urheilujuomat (1).

Pyhännän Einestuote Oy muutti nimekseen Maustaja Oy. Se toimii asiakaslähtöisesti suunnittelemalla ja toteuttamalla tuotteet yhteistyössä asiakkaidensa kanssa. Siitä on kasvanut vuosien kuluessa asiakasyritysten sopimusvalmistajakumppani. Yritys työllistää nykyisin 80 henkilöä (1).

## 1.2 Työn tavoitteet

Layout-suunnittelun keskeisimmät tavoitteet ovat lajittelubufferin huolellinen suunnittelu, jonka avulla saadaan mahdollisimman paljon pikareita nostettua kerrallaan, sekä pahvilaatikoiden käsittelyn automatisointi. Lisäksi suunnitteluun kuuluvat robottipöytä, sylinterit, venttiilit ja anturit.

Suunnittelutyökaluna käytetään SolidWorks 2017 -ohjelmaa. Layoutin mallintamisen eri variaatioihin käytetään Auto CAD -ohjelmaa.

## **2 LAYOUT-SUUNNITTELU**

Tuotannon layout kertoo, miten tuotantotila on järjestetty. Siihen sisältyvät laitteet, työpis-  
teet, kulkureitit, varastot ja muut tarvittavat asiat. Layout kannattaa suunnitella alusta al-  
kaen kunnolla, koska sillä on suuri merkitys tehtaan tuottavuuteen ja tehokkuuteen. Sen  
muuttaminen on vaikeaa ja vaatii paljon aikaa, rahaa ja työpanosta (2).

### **2.1 Hyvä tuotannon layout**

Hyvä tuotannon layout on turvallinen työntekijöille ja mahdollisille vierailijoille. Se on or-  
ganisoitu siten, että tuotteita ja materiaaleja ei tarvitse kuljetella edestakaisin. Usein suora  
tai U:n muotoinen päämateriaalivirta on tehokas. Layout pyrkii minimoimaan tuotteen lä-  
päisyajan ja työntekijöiden turhan liikkeen. Se auttaa tuottamaan hyvää laatua ja hyödyn-  
tää käytettävissä olevan tilan tehokkaasti. (2.)

### **2.2 Layoutin valinta**

Layouttyyppiä valittaessa pitää ottaa huomioon tuotevalikoiman laajuus sekä tuotanto-  
määrät. Suurien määrien ja samanlaisten tuotteiden tuotantoon sopii parhaiten tuotanto-  
linjalayout. Kun tuotetyyppien määrä on suuri mutta tuotantomäärät ovat pieniä, kannat-  
taa valita funktionaalinen layout. Jos eri tuotteita valmistetaan toistuvasti mutta pieniä  
määriä, valinta kohdistuu solulayoutiin. Tuotantolinja ei ole silloin järkevä, koska soluissa  
voidaan valmistaa tuotantolinjaa joustavammin erityyppisiä tuotteita. (3, s. 479.)

#### **2.2.1 Tuotantolinja**

Tuotantolinjalayoutia käytetään, kun tuotteen valmistamisella on suuri volyymi ja korkea  
kuormitusaste. Linjasto on kallis rakentaa, mutta se maksaa itsensä takaisin suurien val-  
mistusmäärien ansiosta. Suunnittelu pitää tehdä hyvin, koska häiriöt materiaalivirrassa  
vaikuttavat tuottavuuteen ja laskevat nopeasti valmistamisen arvoa. (2.)

Tuotantolinjassa valmistettava tuote kulkee työnkulun mukaisessa järjestyksessä eri val-  
mistuspisteiden läpi. Se on erikoistunut samankaltaisten tuotteiden valmistamiseen, jossa  
tuotteen käsittely on erittäin tehokasta. Tuotantolinjaa käytetään esimerkiksi autoteh-  
taissa, joissa työnkulku on aina suunnilleen samanlainen. (3, s. 475.)

### **2.2.2 Funktionaalinen layout**

Funktionaalinen layout sopii hyvin tuotannolle, jossa määrät ja tuotetyypit vaihtelevat paljon. Koneet ja laitteet on suunniteltu valmistamaan joustavasti erilaisia tuotteita. Automaatio sopii rajoitetusti, koska työnkulku ja työmenetelmät ovat erilaisia erityyppisille tuotteille. (3, s. 476.)

Funktionaalinen layout on halpa rakentaa ja se on helposti muokattavissa tuotantomäärän kasvaessa tai tuotteiden vaihtuessa. Tuottavuus on heikompi kuin tuotantolinjassa. (3, s. 475.)

### **2.2.3 Solulayout**

Solulayout koostuu eri työvaiheiden suorittamiseen soveltuvista koneista ja työpaikoista. Se on välimuoto tuotantolinjasta ja funktionaalisesta layoutista. Tuotteiden eräkoot ja tuotantomäärät ovat joustavia. Niitä voidaan valmistaa yksittäiskappaleina tai pieninä sarjoina. Solun tuotannonohjaus on helppoa, koska se muodostaa vain yhden pisteen linjastosta. Solu rakennetaan valmistamaan joustavasti tiettyjä tuotteita. (3, s. 477.)

Kun valmistusvaiheet suoritetaan peräkkäin samalla alueella, se helpottaa laadunvalvontaa. Virheet ovat myös helpommin löydettävissä ja korjattavissa. Soluissa eri pisteiden kuormitusmäärät voivat vaihdella huomattavasti, sillä ne ovat keskimäärin alhaisemmat kuin tuotantolinjalla. (3, s. 478.)

## **2.3 Nykytilanteen kartoitus**

Opinnäytetyön alussa käytiin tutustumassa pikarien pakkauksen nykyiseen tuotantolinjastoon. Tavoitteena oli saada kokonaiskäsitys tämän hetken tilanteesta ja sen toiminnasta. Kartoituksen tarkoituksena oli käydä läpi työntekijöiden kanssa, miten nykyinen linjasto toimii ja mikä siinä on välttämätöntä toimintaa. Vanha layout toimii pohjana uuden suunnittelulle.

Tehtävänä oli suunnitella pikarien pakkauksen layout vanhan pohjalta. Nykyisessä layoutissa massa tulee säiliöstä pikarien täyttö- ja suljentakoneelle, joka pakkaa sen purkkeihin. Purkit menevät liukuhihnaa pitkin alaspäin viettävälle metalliliuskalle ja siitä edelleen pyörivälle pöydälle. Purkit kerääntyvät kasaksi pöydälle, josta työntekijä poimii ne

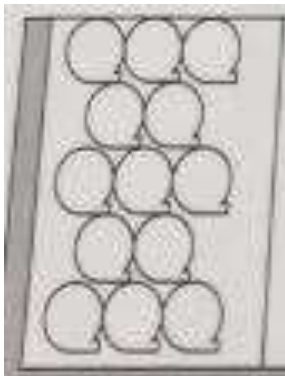
käsin ja asettelee laatikkoon. Kun laatikko on täynnä, se taitellaan kasaan, liimataan tarra kylkeen ja nostetaan lavalle.

## **2.4 Uuden layoutin suunnittelu**

Uudessa layoutissa suunnitellaan kaikki pikarien täyttö- ja suljentakoneen jälkeen olevat vaiheet uusiksi. Operaattorin täytyy edelleen olla mukana prosessissa, mutta sen tekemää työmäärää ja yksitoikkoisia liikkeitä pyritään vähentämään. Kolme pääkohtaa suunnittelussa ovat laatikoiden kuljetuksen automatisointi, pikareiden lajittelubufferi ja robotin toiminta.

### 3 LAJITTELUBUFFERI

Tuotantoprosessissa pikaripurkit tulevat liukuhihnaa pitkin, jossa ne saavat päivämääräleiman kylkeen. Liukuhihnan jälkeen purkkien lajittelua varten pitää suunnitella bufferi, joka lajittelee pikarit robotille poimittavaan muotoon. Tällä hetkellä pikarit asetellaan käsin laatikkoon kahdeksaan kerrokseen. Yhdessä kerroksessa on 13 pikaria kuvan 1 osoittamalla tavalla. Robotilla poimittaessa pikarit kannattaa asettaa säännölliseen muotoon, koska se yksinkertaistaa koko prosessia huomattavasti.



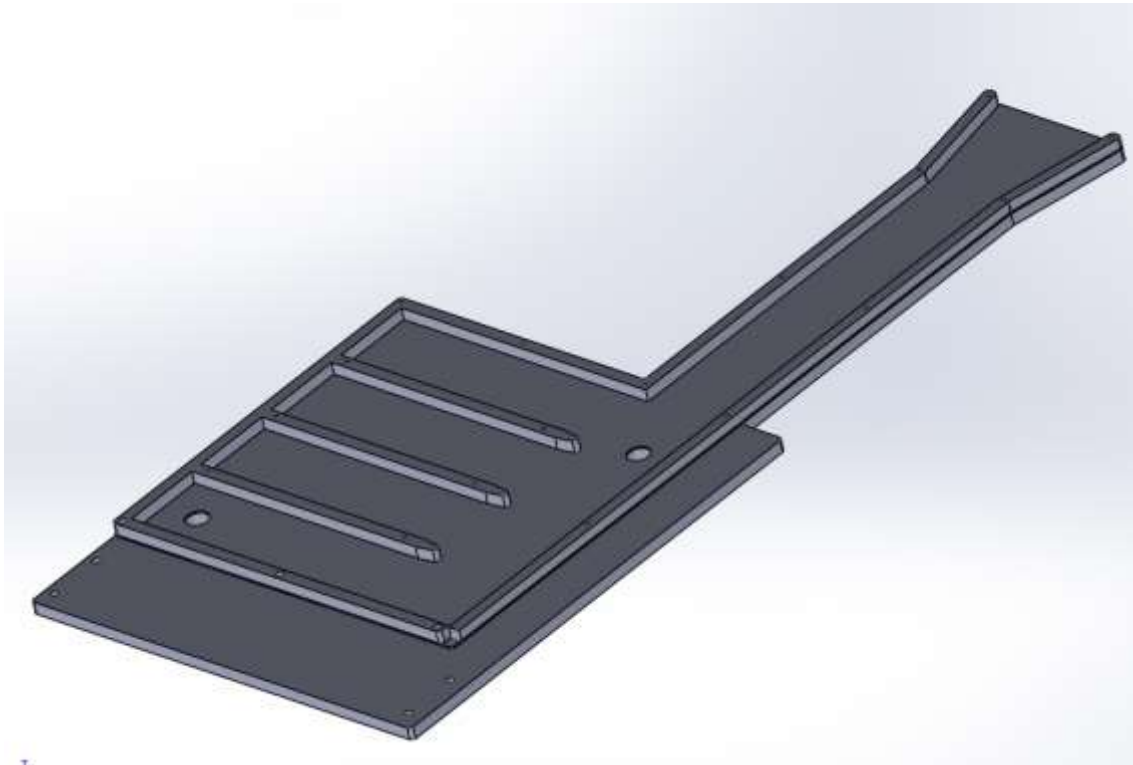
KUVA1. Pikarien järjestys pahvilaatikossa

#### 3.1 Suunnittelu

Lajittelubufferin suunnittelu aloitettiin miettimällä, montako pikaria robotti pystyy nostamaan yhdellä kertaa. Lähtökohtaisesti laatikkoon ei haluttu tehdä isoja muutoksia, joten yhden kerroksen kappalemäärän oli tavoitteena pysyä lähellä alkuperäistä 13 kappaletta. Vaihtoehtoina oli 6, 8, 12 tai 16 purkkia. 8 ja 16 pikarin nostaminen olisi vaatinut laatikon muodon muuttamista niin paljon, etteivät ne olisi sopineet järkevästi FIN-lavalle. Kuuden pikarin nosto on tahtiaikaan nähden liian hidasta, koska robotti joutuisi tekemään liian äkkinäisiä liikkeitä. Päädyttiin siis 12 purkin nostamiseen, jolloin pahvilaatikkoon ei tarvinnut tehdä muita muutoksia kuin korkeuden lisäys. Tämä tehtiin sen takia, että laatikkoon menisi vähintään sama määrä tuotteita kuin aikaisemmin.

Elintarviketeollisuudessa käytettävä materiaali täytyy olla standardien mukaista. Osat pitää suunnitella siten, että ne ovat helposti puhdistettavissa ja kestävät kemikaaleja. (6.) On myös tärkeää, ettei osista lohkeile palasia, jotka voivat joutua tuotteen sekaan. Tuo-

tantotiloihin asetettava bufferi tulisi valmistaa alumiinista tai ruostumattomasta teräksestä. Prototyyppi tehdään kustannussyistä vanerista, jonka päälle liimataan ohut rosterelevy antamaan mahdollisimman realistisen kuvan lopullisesta tuotteesta ja sen ominaisuuksista. Lisäksi bufferiin pitää kiinnittää lineaarisylinteri, joka siirtelee purkkeja eteenpäin sarakkeissaan. Sylinteri on helpoin kiinnittää vaneriin, joten vanerilevyyn leikataan paikka sylinterille. Bufferin kehykset tehdään alumiinista. (Kuva 2.)



*KUVA2. Lajittelubufferin malli*

### **3.2 Valmistus**

Osien valmistaminen tehtiin useassa vaiheessa. Kun testien aikana huomattiin, että jokin asia ei toimi, osiin piti tehdä muokkauksia. Bufferista tehtiin kolme eri versiota, ennen kuin päästiin toivottuihin tuloksiin. Lineaarisylinterin työkaluun tehtiin muokkauksia testiajojen myötä.

### 3.2.1 Bufferi

Bufferin suunnittelu aloitettiin käsin piirtämällä ja miettimällä, miten pikarit saadaan mahdollisimman yksinkertaisella tavalla 3 x 4-muotoon. Painovoiman hyödyntäminen on olennainen osa pikarien liikuttelua, jolloin ei tarvitse käyttää liukuhihnoja tai muuta vastaavaa. Karkean käsin mallintamisen jälkeen bufferi mallinnettiin SolidWorks-ohjelmalla. Osien valmistamiseen käytettiin vesileikkuria, koska se on erittäin tarkka ja helppo toteutustapa.

Bufferin pohja leikattiin vanerista oikeaan muotoonsa, niin että siinä oli paikka sylinterille, antureille sekä kiinnityspulteille. Rosteripinta leikattiin 1,5 mm paksusta teräksestä ja bufferin kehykset 10 mm paksusta alumiinista. Nämä kaikki laitettiin 3mm pulttiliitoksilla toisiinsa kiinni (Kuva 3.) Tuotantoon menevä osa koneistettaisiin yhdestä rosterikappaleesta.



*KUVA 3. Lajittelubufferi*

### **3.2.2 Lineaarisylinteri ja työkalu**

Lineaarisylinteri liikkuu anturitietojen perusteella edestakaisin ja siirtää neljä purkkia kerrallaan yhden rivin eteenpäin bufferissa. Lineaarisylinterin kelkkaan ruuvattiin kiinni alumiinista leikattu pala, johon kiinnitettiin pala kumimattoa. Tämän havaittiin olevan kuitenkin

kin liian kova purkeille ja painavan niitä kasaan. Kumimaton päälle piti liimata vaahtomuovia, joka käsittelee purkkeja hellemin. Tämän seurauksena työkaluun piti tehdä patentti laittamalla alumiiniprofiilia loitontamaan kumimattoa bufferista poispäin. (Kuva 4.)



*KUVA 4. Työntösynterinin työkalu*

Linearisylinteriin asennettiin kaksi anturia, jotka tunnistavat sylinterin päällä liikkuvan kelkan aseman. Lisäksi siihen piti asentaa mekaaninen rajoitin, joka estää kelkkaa liikkumasta määrättyä rajaa pitemmälle sekä puristamasta purkkeja bufferin takaseinää vastaan. Rajoitin tehtiin vanerista, johon naulattiin suikale kumimattoa estämään kolahtelua ja vaimentamaan tärähdyksiä.

### **3.3 Anturointi**

Bufferin pitää tunnistaa purkkien määrä, että sylinteri tietää liikuttaa niitä eteenpäin ja robotti osaa poimia oikeaan aikaan 12 purkkia. Tähän käytettiin kapasitiivisia antureita, jotka lukevat valon perusteella, onko purkkia tietyssä kohtaa bufferia. Antureita tulee kolme, koska se on minimimäärä, millä saadaan tarvittava tieto purkeista. 3. ja 4. anturin saadessa signaalin samaan aikaan hihnalta on tullut neljä pikaria ja linearisylinteri voi tehdä liikkeen. 5. anturin saadessa signaalin bufferilla on 12 pikaria ja robotti käy poimimassa ne ja asettamassa laatikkoon.

### 3.4 Testaus

Bufferia testatessa huomattiin, etteivät anturit toimineet suunnitellulla tavalla. Pikareita saattaa tulla kaksi peräkkäin, jolloin 3. ja 4. anturi saavat signaalin etuajassa ja bufferin toiminta menee sekaisin. 4. anturi piti vaihtaa kuituanturiin, joka laskee hihnalta tulevia pikareita. Kun kuituanturi on laskenut neljä pikaria ja 3. anturi saa signaalin niin lineaarisylinteri työntää purkit yhden rivin eteenpäin.

Testauksen aikana ilmeni muitakin ongelmia. Alipaine ei ollut joka nostokerralla riittävä nostamaan pikareita ylös bufferista, jolloin työkierto meni sekaisin. Tämä korjattiin vaihtamalla alipaineletku isommaksi ja ohjelmoimalla puolen sekunnin odotus alipaineen saavuttamisen ja pikareiden noston väliin.

## 4 PAHVILAATIKOIDEN LINJASTO

Pahvilaatikoiden käsittely vie prosessin aikana paljon työntekijän aikaa. Sen täydellinen automatisointi vaatisi toisen robotin ja kokonaan uuden opinnäytetyön tekemistä, koska aihe on niin laaja. Ajatuksena olisi kuitenkin helpottaa pahvilaatikoiden vaihtotyötä ja automatisoida niiden kulkua kuvassa 5 näkyvien rullaratojen avulla.



*KUVA 5. Rullaradat*

### 4.1 Laatikoiden siirtelyn automatisointi

Työntekijä taittelee laatikon käsin, laittaa pussin sen sisälle ja asettaa sen alaspäin viettävälle rullaradalle, joka painovoiman avulla vie sen robotin viereen täytettäväksi. Radan viereen kiinnitetään paineilmasylinteri, johon tehdään 3D-tulostimella työkalu. Se puristaa laatikon vastapäiseen nurkkaan. Näin varmistetaan laatikon sama sijainti, joka pakkauskerroksella. Täysi laatikko voidaan siirtää kahdella tavalla eteenpäin. Robotti joko pukkaa sen pakkaamisen välissä tai sitten laatikon taakse asennetaan paineilmasylinteri, joka tunnistaa täyden laatikon ja työntää sen eteenpäin toiselle rullaradalle. Täydet laatikot kerääntyvät jonoksi, josta työntekijä voi käydä taittelemassa ne kiinni ja asettelemassa lavalle. Testeissä huomattiin, että laatikot eivät liukuneet pakkaamisen jälkeen sivuttain. Tämä korjattiin tilaamalla erilaiset rullaradat, joissa rullat pyörivät joka suuntaan (Kuva 6).



*KUVA 6. Uudet rullaradat*

#### **4.2 Linjaston modulaarisuus**

Samalla robottisolulla on tarkoitus pakata myös luumumarmeladi purkkeja. Niiden laatikko on leveämpi ja pitempi kuin normaali pikareilla, joten laatikoiden kuljetuslinjastosta piti tehdä modulaarinen. Tämä toteutui tekemällä linjaston pohjat alumiiniprofiilista. Linjaston muokkaaminen onnistuu yksinkertaisesti avaamalla pultteja ja siirtämällä profiilia sivummalle. Tällä hetkellä siirtelyyn tarvitaan kuusiokoloavainta mutta tuotannossa olevan solun muokkaaminen olisi yksinkertaisempaa ja nopeampaa jos siihen ei tarvittaisi työkaluja. Kuusiokoloruuvit voitaisiin vaihtaa esimerkiksi siipimuttereihin, jolloin niiden avaaminen ja kiristäminen onnistuisi käsin, ilman työkaluja.

Pikarien lajittelubufferi ei ole modulaarinen, vaan luumupurkit vaatisivat oman bufferin johtuen niiden kokoerosta. Lisäksi ne vaatisivat erilaisen nostotyökalun. Nykyinen nostotyökalu on mitoitettu pikareille, eikä sen kokoa voi muuttaa niin, että sillä voisi nostella myös luumupurkkeja. Tarvittaisiin oma työkalu, jonka vaihtaminen robotiin on nopeaa ja yksinkertaista.

#### **4.3 Laatikoiden paikoitusylinteri**

Täytettävien laatikoiden sijainti pitää olla aina muutaman millimetrin toleranssilla sama, koska robotissa ei ole konenäköä, joka näkee laatikon sijainnin. Tämän toteuttamiseksi

laatikon kulman ulkopuolelle asennettiin Feston sylinteri, jonka päähän tulostettiin 3d-tulostimella laatikon kulmaa myötäilevä työkalu (Kuva 7). Vastapäiseen kulmaan taivuteltiin kahdesta pellinpalasta reunat, jotka tukevat laatikkoa. Kun anturi tunnistaa pahvilaatikon, sylinteri työntää työkalulla laatikon nurkkaan ja laatikko asettuu vastakkaiseen kulmaan peltejä vasten tiukasti aina samaan paikkaan.



*KUVA 7. Laatikoiden sylinteri sekä työkalu*

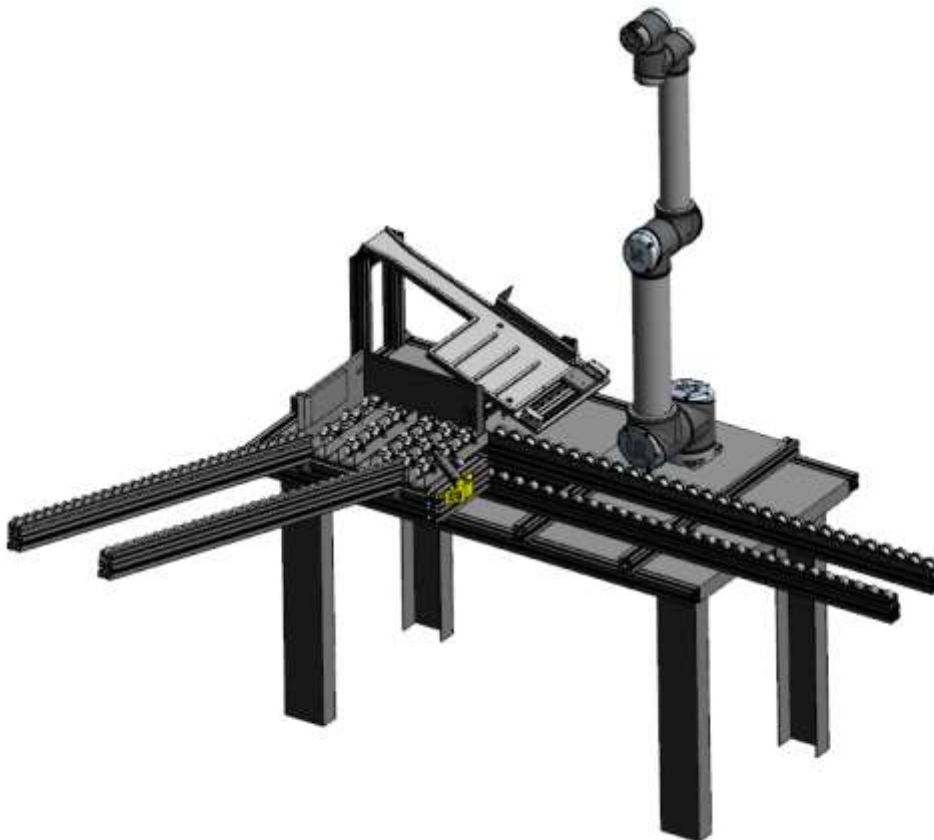
Sylinteriin asennettiin paineenrajoitin, ettei työkalu paina laatikkoon jälkiä tai tee siihen muodonmuutoksia. Rajoitin on ehdoton myös työturvallisuuden kannalta, koska sylinterin voimalla saa aikaan vahinkoa, jos esimerkiksi sormet jäävät työkalun ja laatikon väliin.

#### **4.4 Testaus**

Testaamisen yhteydessä havaittiin, että painovoima ei riittänyt siirtämään laatikoita pakkauskohtaan asti. Asia korjattiin laittamalla radan varteen paineilmaletkut, jotka puhaltavat laatikkoon vauhtia sen liukuessa rataa pitkin pakkauskohtaan. Laatikon eteenpäin siirtämisessä todettiin, että se on helpoin siirtää robotilla. Kun robotti on pakkaamassa viimeistä kerrosta, se asettaa pikarit laatikon sisään, liikuttaa laatikon eteenpäin rullaradalla ja vasta sitten pudottaa pikarit laatikkoon. Siirtämisen aikana uusi laatikko tulee rataa pitkin pakkauspaikalle ja robotti aloittaa työkierron alusta.

Viimeisissä testeissä huomattiin, kuinka tärkeää on videoida prosessia ja analysoida sen toimivuutta videon perusteella. Videosta näkee eri kuvakulmasta asioita ja siitä näkee hyvin mitä asioita pitää parantaa. Esimerkiksi robotin mahdollisimman minimaaliset liikkeet ajan säästämiseksi huomattiin vasta testien loppuvaiheessa.

Liitteessä 1 on esitetty lohkokaaaviona koko solun toiminta sekä pikarien, että laatikon osalta. Eri lohkojen vaiheajoja ei mitattu. Yhden laatikon täyttöaika mitattiin ja tulos oli 105 sekuntia. Tavoiteaika oli 80 pikaria minuutissa. Yhdessä laatikossa on 108 pikaria, joten sen pitäisi täytyä 80 sekunnin aikana. Tavoitteesta jäätin hieman, mutta robotin liikkeitä ja pikareita laskevaa anturia korjaamalla tavoiteaika on mahdollista saavuttaa. Koko solun malli on esitetty kuvassa 8.



*KUVA 8. Robottisolu*

## 5 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön aihe saatiin Tehoja-hankkeen piiristä ja se tehtiin yhteistyössä Maustaja Oy:n kanssa. Työssä tutkittiin, voisiko pikaripurkkien pakkaamisen automatisoida robotin avulla. Tietoa työn tekemiseen hankittiin vierailemalla yrityksessä tutustumassa kohdepaikkaan ja haastatteleamalla työntekijöitä.

Työn alussa tehtiin lähtötietomuistio ja projektisuunnitelma, jonka mukaan projektia jatkettiin eteenpäin. Alussa oli esisuunnitteluvaihe, jossa mietittiin purkkien järkevintä järjestystä pahvilaatikossa sekä sopivaa lajittelutapaa koneesta tuleville purkeille. Robotin toiminnan ja ajan käytön kannalta paras järjestys oli 4 x 3-muoto. Laatikossa on siis neljä riviä pikareita kolmessa sarakkeessa. Sitä varten piti suunnitella sopiva lajittelubufferi, jota luonnosteltiin paperilla esisuunnitteluvaiheessa.

Yksityiskohtaisessa suunnittelussa suunniteltiin osakokoonpanoja tarkemmin ja mallinnettiin SolidWorks-ohjelmalla robottipöydän kokoonpano. Rullaratojen mallit saatiin suoraan toimittajalta, mutta niihin piti tehdä koko muutoksia. Robotin ja robottipöydän malli oli valmiina koululta saatavissa. Sylintereiden mallit haettiin internetistä. (4). Malli sisältää kaiken, mitä robottisoluun kuuluu paitsi ruuvit, pultit ja mutterit.

## LÄHTEET

1. Kehitys 1972-2006. Pyhäntä: Maustaja Oy. Saatavissa: <http://www.maustaja.fi/historia.html>. Hakupäivä 22.3.2018.
2. Layout. Eri layout tyypit. Reijo Rautauoman säätiö. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/tuotanto/tuotannon-layout/> Hakupäivä 15.1.2018
3. Haverila, Matti – Lahtinen, Antti – Haverila, Mikko 2003. Teollisuustalous 4. painos. Tampere: Tammer-paino Oy.
4. Sylintereiden kokoonpanot. Saatavissa: [www.traceparts.com](http://www.traceparts.com) Hakupäivä 20.2.2018
5. Pikarien pakkaaminen yhteistyörobotilla. (Kotila 2018).
6. Elintarviketeollisuuden standardit. VTT tietopalvelu. Saatavissa: <https://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2002/P480.pdf> Hakupäivä 24.5.2018.

