



Vesa Liikanen

RAAKA-AINEEN SYÖTTÄMISEN AUTOMATISOINTI

RAAKA-AINEEN SYÖTTÄMISEN AUTOMATISOINTI

Vesa Liikanen
Opinnäytetyö
Kevät 2015
Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma
Oulun ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Oulun ammattikorkeakoulu
Kone- ja tuotantotekniikka, tuotanto ja logistiikka

Tekijä: Vesa Liikanen
Opinnäytetyön nimi: Raaka-aineen syöttämisen automatisointi
Työn ohjaaja: Pentti Huhtanen
Työn valmistumislukukausi ja -vuosi: kevät 2015 Sivumäärä: 30 + 2 liitettä

Työssä kehitettiin kalafileeraamon tuotantoa. Raaka-aineen purkaminen tuli automatisoida, ja työssä ideoitiin ratkaisumalleja toteutettavissa oleviksi vaihtoehtoiksi. Tavoitteena oli määrittää laitteiston vaatimukset ja kartoittaa työhön soveltuva laitteisto sekä arvio kustannuksista.

Työn alkuvaiheessa käytiin läpi automatisoidun laatikonkäsittelylaitteiston vaatimukset. Tärkeimmät vaatimukset ovat laatikon siirtäminen kuormalavalta, kansien ja kiinnityspantojen poistaminen ja laatikon sisällön tyhjentäminen. Laitteiston toiminnasta ja laitteistokokoonpanosta ideoitiin eri vaihtoehtoja. Laatikon tyhjentäminen toteutettaisiin robotilla, automatisoidulla linjastolla tai niiden yhdistelmällä. Lisätietoja hankittiin laitevalmistajilta.

Työn tuloksena on ehdotus raaka-aineen purkamisen automatisoimiseksi. Robotti ja kuljettimet ovat saatavilla suoraan laitevalmistajalta. Kippauslaite ja laatikoiden kiinnityspantojen poistaminen vaativat jatkokehitystä. Työtä voi käyttää apuna tuotannon kehittämisessä. Työssä on huomioitu mahdollisen uuden tuotantotilan tuomat mahdollisuudet työpisteen kehittämisessä. Uusi tuotantotila olisi suurempi, joten siellä olisi mahdollista käyttää kahta robottia ja automaattista lavanvaihtojärjestelmää. Vaihtoehtoinen ratkaisu ei sovellu nykyiseen tuotantotilaan.

Asiasanat: kehittämisprojekti, automatisointi, ideointi

ALKUSANAT

Kiitokset Hätälä Oy:n johdolle mahdollisuudesta suorittaa tutkintooni kuuluva opinnäytetyö mielenkiintoisessa tuotantoympäristössä. Kiitokset myös työn ohjaajana toimineelle fileeraamon työnjohtaja Teemu Sorakankaalle.

Lisäksi haluan kiittää opettaja Pentti Huhtasta mielenkiinnosta työtä kohtaan ja ohjauksesta sen aikana.

Oulussa 15.5.2015

Vesa Liikanen

SISÄLLYS

TIIVISTELMÄ	3
ALKUSANAT	4
SISÄLLYS	5
1 JOHDANTO	6
2 NYKYINEN RAAKA-AINEEN PURKUPISTE	7
2.1 Raaka-aineen purkaminen	8
2.2 Ongelma	9
2.3 Vaatimusmäärittely automatisoidulle raaka-aineen purkupisteelle	10
3 FILEERAAMO	11
3.1 Fileeraamon tuotantolinja	11
3.2 Huomioonotettavia asioita uutta laitteistoa suunniteltaessa	14
4 LAITTEISTON IDEOINTI	17
4.1 Robotin valinta	17
4.2 Kuljetin ja kalalaatikoiden kippauslaite	18
4.3 Kannenpoisto ja kiinnityspantojen irrotus	18
5 LAITTEISTOVAIHTOEHDOT	20
5.1 Robotti	21
5.2 Kuljetin	22
5.3 Kannenpoisto ja pantojen poisto	23
5.4 Kalalaatikon kippaus	23
5.5 Vaihtoehtoinen malli raaka-aineen purkamiseen	24
5.6 Investoinnin kustannuksien arviointi	26
6 YHTEENVETO	27
LÄHTEET	29
LIITTEET	
Liite 1 Lähtötietomuistio	
Liite 2 Budjettitarjous kuljettimesta	

1 JOHDANTO

Hätälä Oy on oululainen elintarvikealalla toimiva yhtiö, joka valmistaa ja markkinoi kalatuotteita vähittäiskaupoille, ammattikeittiöille ja tukkuliikkeille. Tuotantotiloja on myös Himangalla ja myyntikonttoreita Oulun lisäksi Seinäjoella ja Hämeenlinnassa. (1, valikko Aito perheyryitys.) Oulussa toimivan kalatehtaan tiloissa toimii fileeraamo, savustamo, eineskeittiö, pakkaamo sekä lähettämö- ja varastotilat (1, valikko Tuotanto -> Fileeraamo).

Tässä työssä keskitytään kalatehtaan fileeraamon tuotannon kehitykseen. Lohilaatikoiden käsittely halutaan automatisoida ja vapauttaa laatikoiden purkuun sitottu henkilöstö muihin tehtäviin. Automatisoinnin tulee myös nopeuttaa tuotantoa. Kehitysalue on rajattu fileeraus- ja trimmauslinjaston alkupäähän, jossa raaka-aine syötetään tuotantolinjastolle. (Liite 1.)

Työssä määritellään laitteiston vaatimukset ja ideoidaan työpiste tai linjasto, joka suorittaa nykytilassa ihmisen tekemän työn. Pohdintavaiheessa käydään läpi toteuttamiskelpoisia vaihtoehtoja työtä ohjaavien tahojen kanssa. Lisäksi työssä valitaan paras idea laitteistokokonaisuudesta ja haetaan lisätiedot toteutuskelpoisuudesta laitevalmistajilta. Tärkeitä tekijöitä ovat kustannukset ja laitteiston vaatima tila. Laitteistoa suunniteltaessa on huomioitava tilan erityispiirteet. Laitteiston tulee toimia kosteassa ja viileässä tilassa. Myös elintarviketuotannon laatuvaatimukset asettavat tiettyjä vaatimuksia laitteissa käytettäville materiaaleille.

Fileeraus- ja trimmauslinjasto kykenee käsittelemään raaka-ainetta nopeammassa tahdissa kuin tällä hetkellä linjastolle saadaan syötettyä. Työssä suunniteltavan laitteiston tulee olla työtahdiltaan tehokkaampi kuin nykytilassa tapahtuva raaka-aineen purku. Työn tuloksena esitetään kehityssuunnitelma automatisoidusta työpisteestä tai linjastosta. Esittely laitteiden toiminnasta esitetään kirjallisesti. Kokonaisuus istutetaan nykytilan mukaiseen pohjakuvaan ja arvioidaan, onko laitteisto toteuttamiskelpoinen.

2 NYKYINEN RAAKA-AINEEN PURKUPISTE

Raaka-aineena on tuore Pohjois-Norjan lohi. Kala on pakattu polystyreenilaatikkoihin, joita on kuormalavalla kolme yhdessä kerroksessa (kuva 1). Kerroksia on yhdeksän. Laatikoissa eri kokoluokkien tuotteita: 2 - 3 kg:n, 4 - 5 kg:n, 5 - 6 kg:n, 6 - 7 kg:n tai 7 - 8 kg:n kalaa. Laatikot sisältävät myös jäähilettä, ja kokonaispaino vaihtelee kalan kokoluokasta riippuen 21 - 26 kg:n välillä. Lavan paino on noin 600 - 700 kg. Jokaisen laatikon ympärillä on kaksi kiinnityspannataa.



KUVA 1. Raaka-aine kuormalavalla

2.1 Raaka-aineen purkaminen

Tuotantolinjan alkupäässä on työpiste, jossa on kaksi hissiä kuormalavoja varten (kuva 2). Toisella hissillä nostetaan tyhjennettävää kuormalavaa ja toisella lasketaan tyhjiä laatikoita täyttyvää lavaa. Hissien keskellä on työskentelytaso, jossa työntekijä aukaisee käsin laatikoiden kannet ja siirtää ne toisella puolella olevan lavan päälle. Samalla poistetaan laatikoiden kiinnityspannat, jotka on leikattu auki ennen lavan asettamista hissiin.



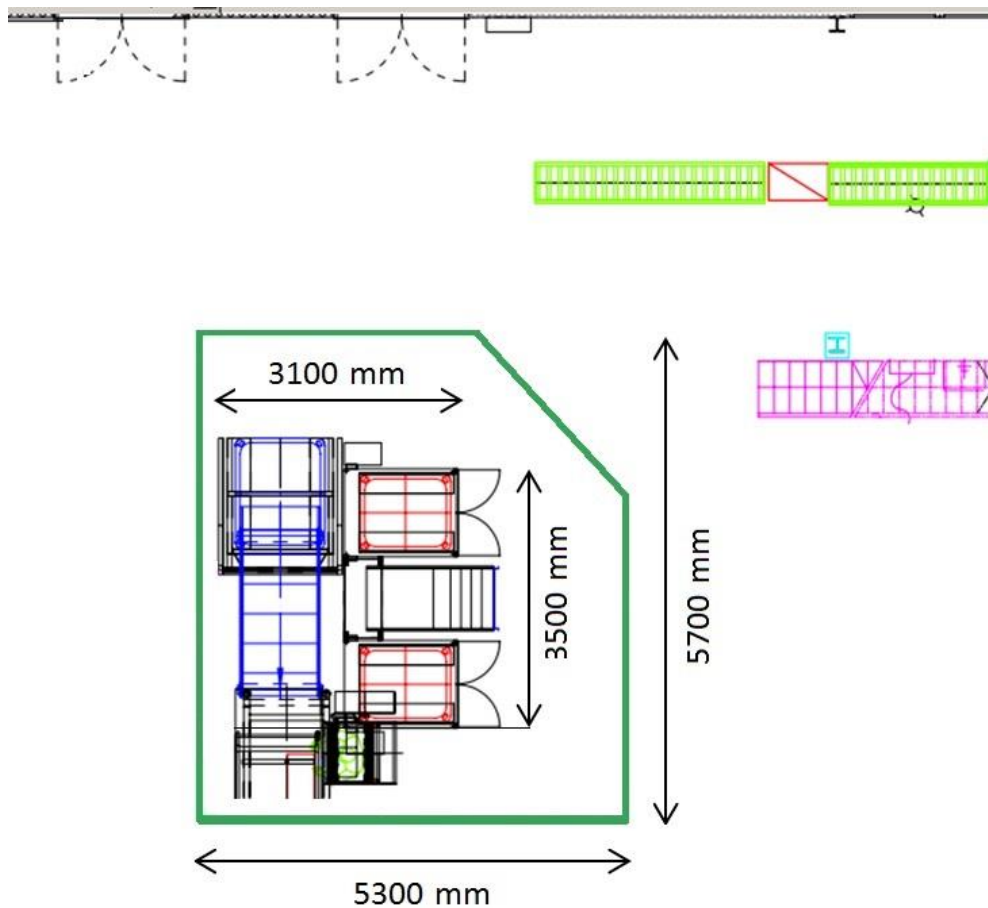
KUVA 2. Raaka-aineen purkupiste

Työntekijä nostaa laatikon ja kaataa kalat tuotantolinjan alkupäässä olevaan altaaseen (kuva 3). Kalat liukuvat altaaseen metallista pintaa pitkin. Tyhjä laatikko asetetaan kuormalavalle ja aiemmin pois otetulla kannella suljetaan tyhjennetty laatikko. Tyhjät laatikot asetellaan kuormalavalle samalla tavalla kuin ne olivat täydellä lavalla.



KUVA 3. Allas, johon kalat kaadetaan laatikoista

Työntekijä laskee hissiä kerros kerrallaan, sitä mukaa kun tyhjiä laatikoita ker-
tyy. Taustalla toinen työntekijä vaihtaa hissistä tyhjiä kuormalavoja täysiin. Kala-
laatikoiden tyhjennyspistettä (kuva 4) seuraava työpiste on päänkatkoja, jossa
kalan pää leikataan irti. Työntekijä kerää kaloja altaasta ja asettelee ne kelk-
kaan, joka kuljettaa kalan leikkuriin.



KUVA 4. Työpisteen nykytila (2, kuvan alue rajattu pohjakuvasta)

2.2 Ongelma

Fileeraamon työtahti on riippuvainen tuotantolinjalla ajettavasta tuotteesta ja sen kokoluokasta. Laatikoiden paino on aina samaa luokkaa, joten raaka-ai-
neen ollessa isoa 7 - 8 kg:n lohta niitä on laatikoissa määrällisesti vähemmän
kuin pienen kokoluokan tuotteita olisi. Ongelmana on kappalemääräisesti liian
vähäinen syöttö linjastolle, varsinkin kun käytössä on isoja kaloja ja nopeatem-

poinen tuote, jota ajetaan linjastolla suurella nopeudella. Tuotantolinjalla seuraavana oleva työpiste siirtää kalat eteenpäin nopeammassa tahdissa kuin laatikoiden purkaja kerkeää niitä altaaseen purkamaan. Tämä vähentää tuotannon tehokkuutta, kun linjasto käy nopeassa tahdissa.

2.3 Vaatimusmäärittely automatisoidulle raaka-aineen purkupisteelle

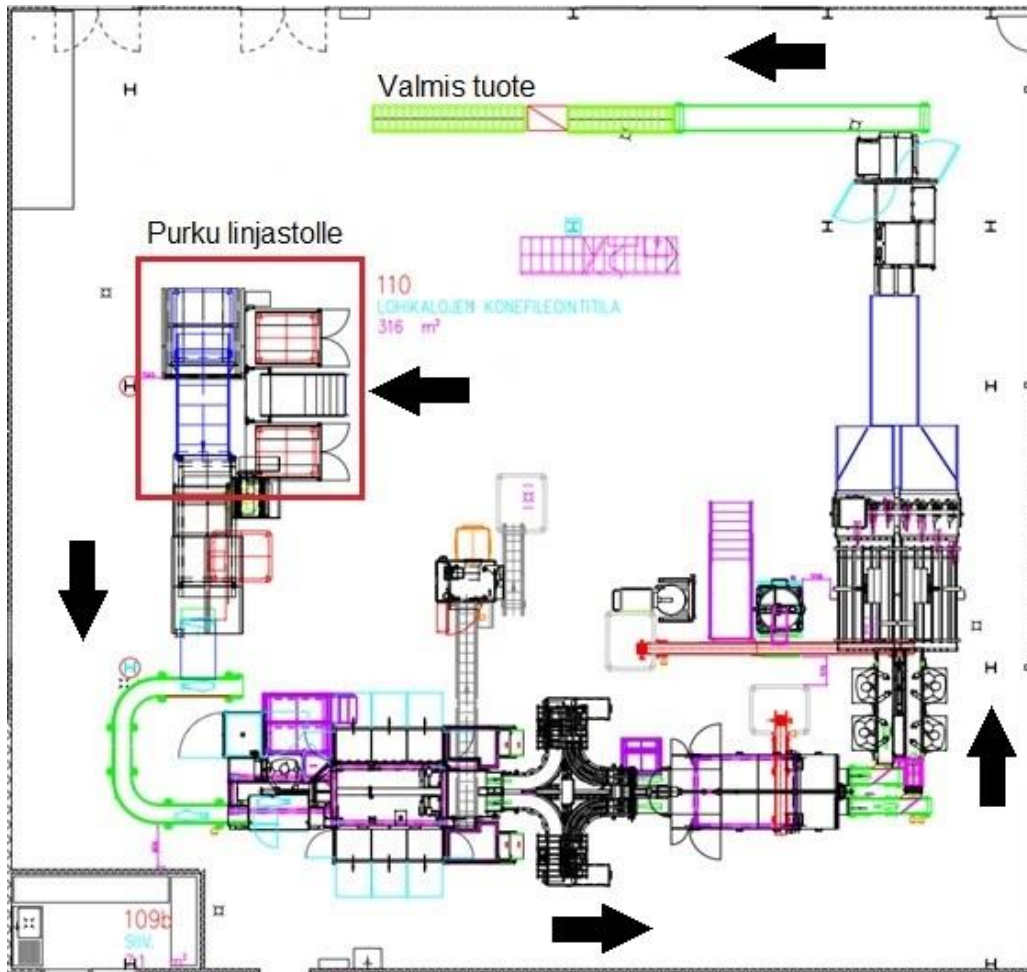
Raaka-aineen purku kuormalavalta linjastolle tulisi automatisoida esimerkiksi robotin avulla. Tarvitaan elintarviketeollisuuteen soveltuva kappaleenkäsittelyrobotti, joka on mitoiltaan soveltuva kyseiseen tilaan. Linjastolla käsiteltävien lohilaatikoiden mitat ovat 800 x 400 x 220 mm. Laitteiston käsittelykyky tulee mitoittaa vähintään 30 kg:n taakalle.

Laatikoiden kiinnityksessä käytetyt pannat tulee irrottaa ja ottaa talteen kehityksessä tuotantomallissa. Laatikon aukaisu ja kannen talteenotto voi tapahtua esimerkiksi imukuppitartuntamenetelmällä. Laatikon tyhjentäminen vaatii automatisoidun kippauslaitteen. Laatikot kerätään talteen kierrätystä varten. Laatikot on saatava pois tuotantotilasta tyhjennyksen jälkeen puhdistettuna jäästä, verestä ja limasta.

Automatisoidun raaka-aineen purkupisteen on kyettävä toimimaan fileerauslinjaston tahdissa. Linjasto kykenee käsittelemään 1 500 kalaa tunnissa. Raaka-ainetta on syötettävä linjastolle 6,6 laatikkoa minuutissa, kun laatikko sisältää vain kolme kalaa ja tuotantoa ajetaan täydellä vauhdilla. Pienempiä kaloja on laatikoissa enemmän, joten laatikoiden tyhjennystahti hidastuu pienempiä kaloja käsiteltäessä.

3 FILEERAAMO

Hätä Oy käsittelee lohikalat automatisoidulla konefileerauslinjastolla (kuva 5). Yhtiö on investoinut moderniin fileerauslinjastoon vuonna 2011. Linjastoa säädetään online-säädöllä kalan koon mukaan sekä luotua konereseptiikkaa hyväksi käyttäen. (1, valikko Tuotanto -> Fileeraamo.)



KUVA 5. Pohjakuva tuotantotilasta; työssä käsiteltävä alue rajattu ja raaka-aineen kulkusuunta kuvattu nuolilla (2)

3.1 Fileeraamon tuotantolinja

Raaka-aine on polystyreenilaatikoihin pakattuna kuormalavoilla. Lavat kuljeteaan pumppukärryillä varastosta linjaston alkupäähän, jossa lava asetetaan hissiin. Ennen kuormalavan työntämistä hissiin laatikoiden kiinnityspannat katkaistaan laatikon sivusuunnalta. Hissejä on käytössä kaksi, ja hissien keskellä on

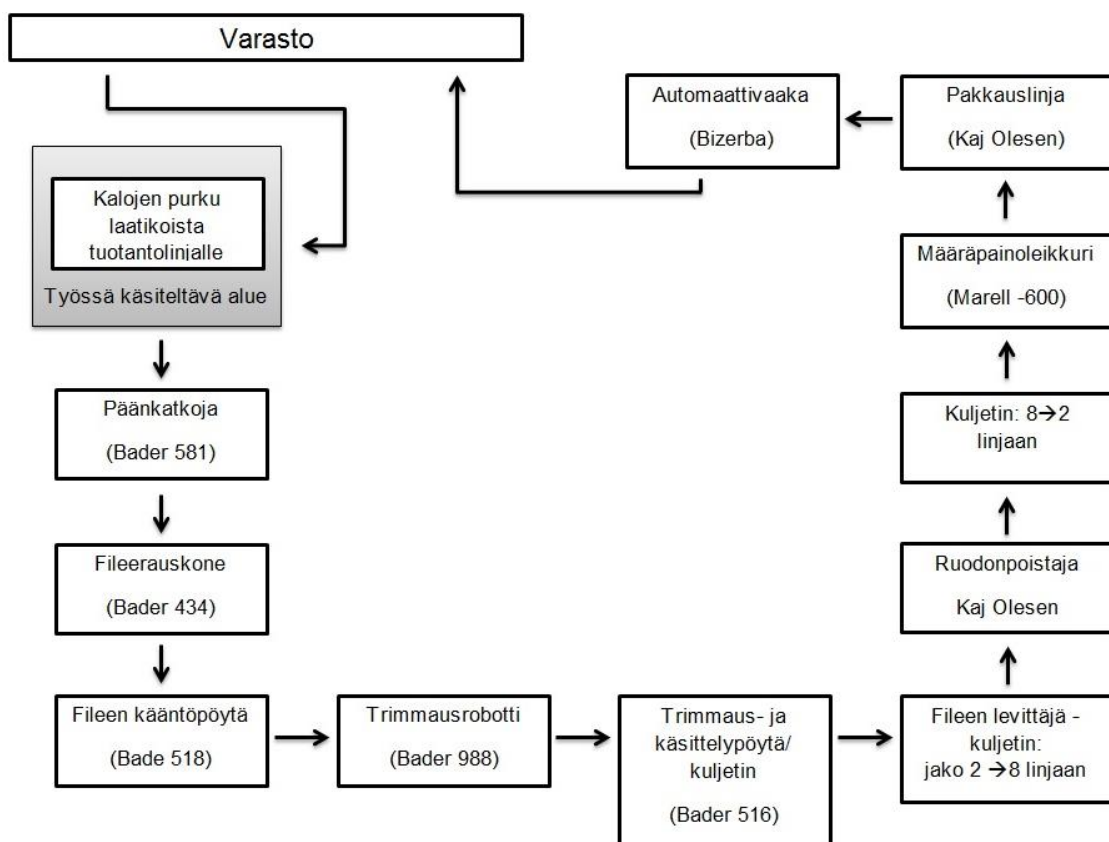
työpiste, jossa työntekijä tyhjentää kalalaatikot linjastolla olevaan altaaseen. Täyttää kalalavaa nostetaan työskentelykorkeudelle laatikkokerroksittain. Alaspäin laskettavalle hissille pinotaan tyhjät laatikot ja kannet. Altaasta (kuva 6) kalat asetellaan päänkatkokoneelle, joka on tuotantolinjan ensimmäinen kalaa käsittelevä kone. Kone leikkaa kalalta automaattisesti pään pois. Konetta säädetään kalan koon mukaan luoduilla ohjelmilla. Seuraavassa vaiheessa kala siirtyy fileerauskoneelle U-kuljetinta pitkin. Työntekijä asettaa kalan satulan kyytiin maha alaspäin, ja kone halkaisee kalan fileiksi.



KUVA 6. Allas, josta kalat kerätään päänkatkokoneelle

Leikatessa irrotetaan myös selkäruoto ja kylkiruodot, joissa oleva liha puristetaan massakoneella irti ruodosta. Lohimassaa käytetään jatkojalostetuissa tuotteissa, kuten kalapyörykät ja pihvit. Leikatut fileet kulkevat tästä eteenpäin rinnakkain. Kaksi linjaa käsittävä linjasto jatkuu fileen kääntöpöydälle, jossa fileiden kulkusuunta käännetään loppuprosessia varten. Trimmauslinjasto alkaa trimmausrobotista, jossa lohifileet kuvataan trimmausta varten. Trimmausrobotti leikkaa kuvaa ja määriteltäjä leikkuuparametreja hyväksi käyttäen joko vatsarasvan ja -evän, selkäräsvan tai fileen pinnalle jääneen selkäevän kotelon.

Leikkaukset voidaan suorittaa samanaikaisesti, koska jokaiselle kohteelle on käytössä oma terätyökalu. Trimmauksen jälkeen fileet kulkevat trimmauskuljettimen kautta ruodonpoistokoneelle ja määräpainoleikkurille. Trimmauskuljettimella työntekijät tarkastavat koneiden jättämän jäljen ja leikkaavat puukolla mahdollisesti jäljelle jääneet rustot ja ruodot pois fileestä. Ruodonpoistaja nyppii fileessä olevat pystyruodot irti pyörivän rullan ja vasteen avulla. Ruodonpoistopäitä on kahdeksan, joten ennen ruodonpoistajaa fileet jaetaan automaattisesti kahdesta linjasta kahdeksaan linjaan. Prosessissa (kuva 7) on tätä varten logiikkaohjattu kuljetin.



KUVA 7. Lohkokaavio kalafilereamon prosessista

Määräpainoleikkurilla fileet käsitellään lopputuotteen mukaisesti. Määräpainoleikkurilla voidaan tehdä tasapainopala ± 5 gramman tarkkuudella. Osasta tuotteista voidaan siistiä esimerkiksi pelkkä fileen häntä suoraksi. Pakkauslinjalla fileet pakataan käsin joko eineslaatikoihin tai polystyreenilaatikoihin, riippuen niiden määränpäästä. Tuotteet ohjautuvat fileraamosta eri paikkoihin. Määränpäitä ovat pakkaamo, jossa tapahtuu vakumointi tai annospaloittelulinja,

joka toimii räätälöintiosastona. Tuorefileet voivat mennä myös pakastukseen. Laatikot kulkevat automaattisen vaa'an läpi, jonka perusteella tulostetaan paino- ja etikettitiedot lapulle. Lappu kiinnitetään laatikon sivulle tai päälle. Punnituksen ja etiketöinnin jälkeen laatikoihin laitetaan jäähilettä ja kannet. Osaan tuotteista ei tarvita kansia tai jäitä. Laatikot pinotaan kuormalavalle ja kuljetetaan pakkaamon puskurivarastoon, jatkojalostukseen annospaloittelulinjalle tai lähettämöön, josta tuote lähtee suoraan asiakkaille.

3.2 Huomioonotettavia asioita uutta laitteistoa suunniteltaessa

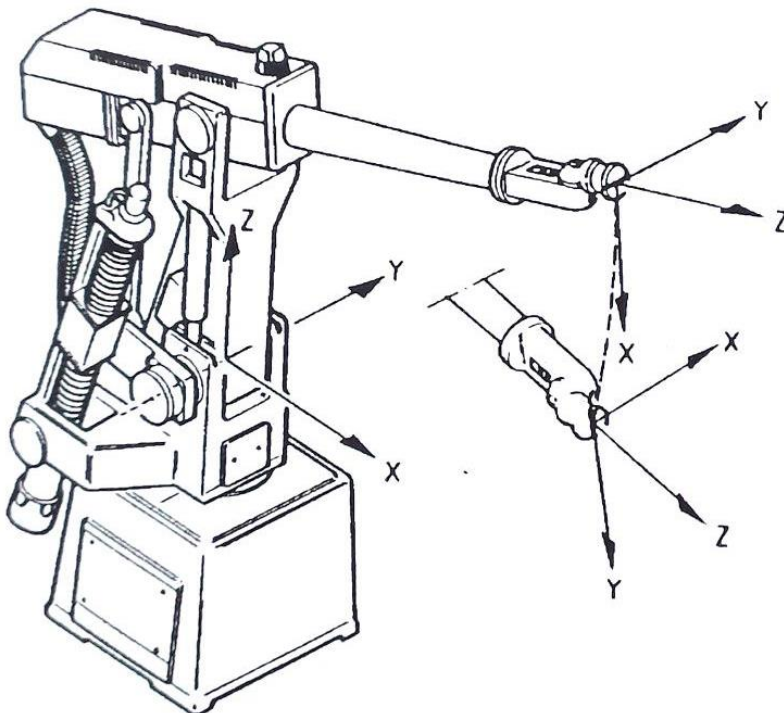
Konetekniikan suunnittelu elintarviketuotantoon asettaa erityisiä vaatimuksia laitekannalle. Kyseessä olevan tuotantotilan kosteus ja alhainen lämpötila ovat huomioon otettavia asioita esimerkiksi laitteiden materiaalien valinnassa. Elintarviketeollisuudessa käytettävien laitteiden rakenteissa käytettävät materiaalit on oltava tuotantoympäristön käyttöolosuhteissa korroosionkestäviä, myrkyttömiä ja imemättömiä (3, s. 20).

Kuljettimista olen saanut tietoa Easy Conveyors Oy:n Ville Rannilalta (4). Kuljettimien käyttötilan ollessa kostea ja viileä laitteen runkomateriaaliksi soveltuu ruostumaton teräs. Ruostumaton teräs on myös elintarviketuotannon laitteelle soveltuva materiaali. Kuljettimen hihnan tulee olla FDA-hyväksytty, eli hyväksytty elintarviketuotantoon. Kuljettimilla on moottorit ja niiden suojausluokka tulee kartoittaa. Kuljettimiin voidaan asentaa kiinteät tai säädettävät kaiteet. Jos linjalla käsiteltävä tuote ei vaihdu, voidaan käyttää kiinteitä kaiteita. Haluttaessa valmius erikokoiselle tuotteelle, säädettävät kaiteet ovat hyvä vaihtoehto. (4.)

Kalafilereamossa tuotantolinjasto kiertää tilan ympäri. Valmis tuote tulee lähelle samaa pistettä, josta raaka-aine puretaan linjastolle. Valmiin tuotteen pakkauspisteelle tulee jäädä riittävästi työskentelytilaa, jos kehitettävälle raaka-aineen purkupisteelle tarvitaan lisätilaa. Tilaratkaisut ovat tärkeä tekijä myös hygienian takia. Mikäli tuotantolaite on sijoitettu ahtaaseen paikkaan ja laitteen puhdistus on hankalaa, se ei hygienisten periaatteiden mukaan voi toimia parhaalla mahdollisella tavalla (5, s. 22). Tilaratkaisuissa tulee huomioida riittävät kulkuväylät ja liikuteltavien kuormalavojen tarvitsema tila.

Ville Rannila korostaa laitteiston pestävyyttä ja esimerkiksi hihnojen irrotettavuutta. Hihnojen pitää olla nopeasti irrotettavissa pesua tai hihnanvaihtoa varten, tarvittaessa kesken tuotannon. Laitteet tulee voida pestä vedellä. Painepe-
sua käytettäessä moottorien kotelointi sekä muu suojaus on oltava tähän riittä-
väällä tasolla. (4.) Tässä tapauksessa moottorille riittävä suojausluokka on IP 66.
Luokka kestää voimakkaalla paineella tulevan vesisuihkun (6, linkit Sähköturval-
lisuus -> Sähkölaitteiden IP-luokitus -> IP-numeroiden merkitys).

Tilaan suunniteltava robotti tarvitsee ympärilleen suojatilaa ja mahdollisesti ko-
nesuojaverkon, jolla estetään ihmisten pääsy robotin lähelle työn aikana. Kierty-
vänivelinen robotti soveltuu hyvin laatikon käsittelyyn (kuva 8). Robottijärjestel-
män turvallisuussuunnittelussa on kaksi pääperiaatetta tapaturmariskien vähen-
tämiseksi: Poistetaan läsnäoloa vaativat tehtävät vaaravyöhykkeeltä. Voidaan
myös poistaa tai minimoida vaara-alueella työskentelyn vaaroja turvalaitteiden
avulla. (7, s. 166.)



KUVA 8. Kiertyvänivelinen teollisuusrobotti (7, s. 17)

Muunneltavuus ja kustannukset ovat merkittäviä tekijöitä, kun suunnitellaan uutta laitteistoa. Jos on mahdollista säilyttää laitteiden muunneltavuus edullisesti, se antaa lisäarvoa tuotannolle tulevaisuudessa. Kiertyvänivelinen teollisuusrobotti on työkalua vaihtamalla tai työkalun asetuksia muuttamalla valmis myös erikokoisten tuotteiden käsittelyyn. Tämän tyyppiselle robotille on paljon käyttömahdollisuuksia eri tuotantolaitoksissa, joten laitteella on myös jälleennyntiarvoa.

4 LAITTEISTON IDEOINTI

Työn alussa ajatuksena oli, että yksi robotti tekisi kaikki vaaditut toimenpiteet raaka-aineen purkamiseksi. Robotissa olisi monikäyttöinen työkalu, jolla pystytään nostamaan laatikko ja poistamaan kansi sekä kiinnityspannat ja kaatamaan laatikon sisältö sille tarkoitettuun altaaseen. Kuvauksen mukaisen työkalun suunnittelu ja toteutus vaikuttivat kuitenkin vaikealta ja ideointia jatkettiin.

Vaihtoehtoisessa mallissa robotti vaihtaa työkalun työvaiheen mukaisesti. Yksi työkalu nostaa laatikon, toinen leikkaa pannat auki ja kolmas poistaa kannen. Tarttujatyökalu voisi myös kaataa avatun laatikon. Työkalujen vaihdot veisivät kuitenkin liikaa aikaa, ja tavoitteena oleva nopeampi purkutahti laatikoille jäisi saavuttamatta. Tässä vaiheessa suunniteltiin, että kaksi robottia saisi työt tehtyä riittävän nopeassa tahdissa. Toinen purkaa laatikot linjalle ja aukaisee laatikot. Toinen robotti kippaa laatikon ja asettaa sen alueelle, josta se kerätään talteen. Kaksi yksinkertaista työtä tekevää robottia saattaisi hyvinkin olla edullisempi ja tehokkaampi vaihtoehto kuin yksi monitaitoinen robotti.

Jo alusta asti itselläni oli mielessä vaihtoehto, jossa robotti vain nostaa laatikoita lavalta ja purkutyö tehtäisiin linjastolla. Robotti olisi siis yksinkertainen kuor-
mausrobotti, joka purkaa laatikot lavalta linjastolle. Linjastolle kehitetään työpisteet, joissa kiinnityspannat poistetaan ja kansi aukaistaan, ja kippauslaite, joka kippaa laatikon tyhjäksi sekä siirtää sen tyhjänä eteenpäin linjaston päähän. Tämä vaihtoehto alkoi vaikuttaa parhaalta idealta muutaman palaverin jälkeen, ja tammikuussa päätettiin, että tällä idealla aletaan tehdä työtä valmiiksi kehitysehdotukseksi.

4.1 Robotin valinta

Työtä ohjaava opettaja toimitti KUKA-laitevalmistajan yhteystiedot. Lähestyin yhteyshenkilöä sähköpostitse. Samaan aikaan otin yhteyttä myös ABB:n robo-
teista vastaavaan edustajaan ja häneltä sain vastauksen nopeasti. Toimitin lisätietoa laitteiston- ja tilan vaatimuksista ja lopulta sain vahvistuksen, että ABB:n laitevalikoimasta löytyy työhön soveltuva robotti. Hätälä Oy:n osalta työtä val-

vova kalafileeeraamon työnjohtaja pyysi vielä ottamaan selvää Motoman-robotteista. Myös sieltä sain nopean vastauksen tiedusteluuni, ja selvisi, että yrityksellä on työhön soveltuva laite tarjolla. Lopulta myös tarvittavat tilavaatimukset ja alustavan hinta-arvion saatuaani Motomanin robotti valikoitui ehdotettavaksi laitteeksi tähän työhön. KUKA-laitevalmistajalta ei vastausta enää tullut. Koska sopiva vaihtoehto hinta-arvioineen oli jo löytynyt, en ottanut enää uusia yhteydenottoja laitevalmistajiin. Soveltuvia laitteita on kyselyjen perusteella saatavilla useilta valmistajilta. Laitteistoa hankittaessa onkin syytä kilpailuttaa eri laitevalmistajia.

4.2 Kuljetin ja kalalaatikoiden kippauslaite

Hätälä Oy on tehnyt yhteistyötä Easy Conveyors Oy:n kanssa. Yritys on erikoistunut kuljetinjärjestelmiin. Yrityksen edustaja pyydettiin mukaan opinnäytetyöhön liittyvään palaveriin, ja esittelin hänelle opinnäytetyön aiheen sekä idean laitteistosta. Yrityksen kuljetinvalikoimassa on laatikonkäsittelyyn soveltuva kuljetin, joka voidaan räätälöidä tilaan sopivaksi. Tästä syystä työhön ei alettu hakea vaihtoehtoista laitetoimittajaa.

Easy Conveyors Oy on mahdollinen laitetoimittaja kuljettimille, ja laitteistosta saadaan hinta-arvio. Yrityksen edustaja on antanut ohjeita työhön muun muassa laitteiden erityisvaatimuksista, jotta ne soveltuvat elintarviketeollisuuteen.

Kalalaatikoiden kippaukseen tulisi kehittää kuljetinlinjastolle integroitava kippauslaite. Laatikon kippaus voidaan toteuttaa myös robotilla, jos niitä on käytössä myös toinen juuri tätä tehtävää varten (8). Toinen robotti kasvattaa vaadittua suoja-aluetta.

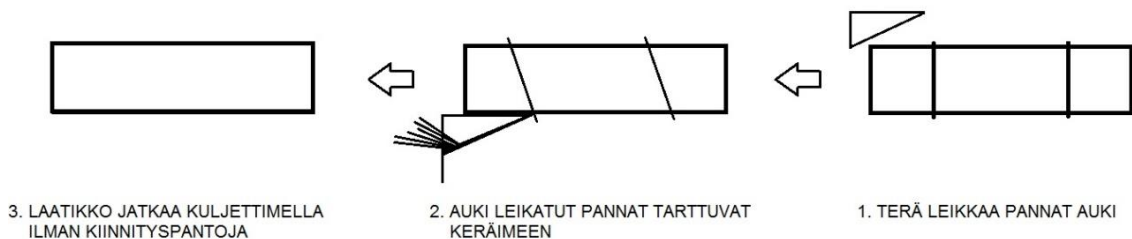
4.3 Kannenpoisto ja kiinnityspantojen irrotus

Kuormalavalta kalalaatikkoja siirtävällä robotilla voidaan poistaa myös laatikon kansi. Laatikkaa sen reunoista puristavaan työkaluun voidaan rakentaa sylintereillä pystysuunnassa liikkuvat imukuppitarttuvat kansien poistamiseksi. Tässä tapauksessa laatikoista pitäisi saada poistettua kiinnityspannat ennen kuin robotti nostaa laatikon ja poistaa kannen. Kiinnityspannat tulee poistaa, jotta kansi saadaan auki. Jos sama robotti siirtää laatikon ja poistaa kannen, vaatimuksena

on pantojen poisto ennen robotin työvaihetta. Kahden robotin mallissa kannenpoiston voisi tehdä toinen robotti, joka myös kippaisi laatikon tyhjäksi. Vaihtoehtona on myös erillinen laite, joka poistaa kannet linjastolla. Laitteen liikeratoina olisivat pysty- ja vaakasuuntaiset liikkeet. Imukupitarttuja nostaisi laatikon kannen ja siirtäisi sen linjan sivulle pinoon. Samalla laite voisi ottaa kannen mukana laatikossa olevat kiinnityspannat, jos ne on leikattu esimerkiksi linjaston yläpuolelle sijoitettavalla terällä valmiiksi poikki.

Kiinnityspantojen poisto on hankala automatisoida. Pyysin ideaa toteutuksesta Motoman-robottien edustajalta (8). Hän ehdotti vaihtoehtoa, jossa on pantoihin ulottuva robotti, konenäkö tunnistamassa pannan sijainti ja pannan irrottamiseksi pneumaattinen pihti. Hintaa laitteelle tulisi kuitenkin arviolta 80 000 - 90 000 euroa, joten se vaikuttaa liian kalliilta vaihtoehdolta. (8.)

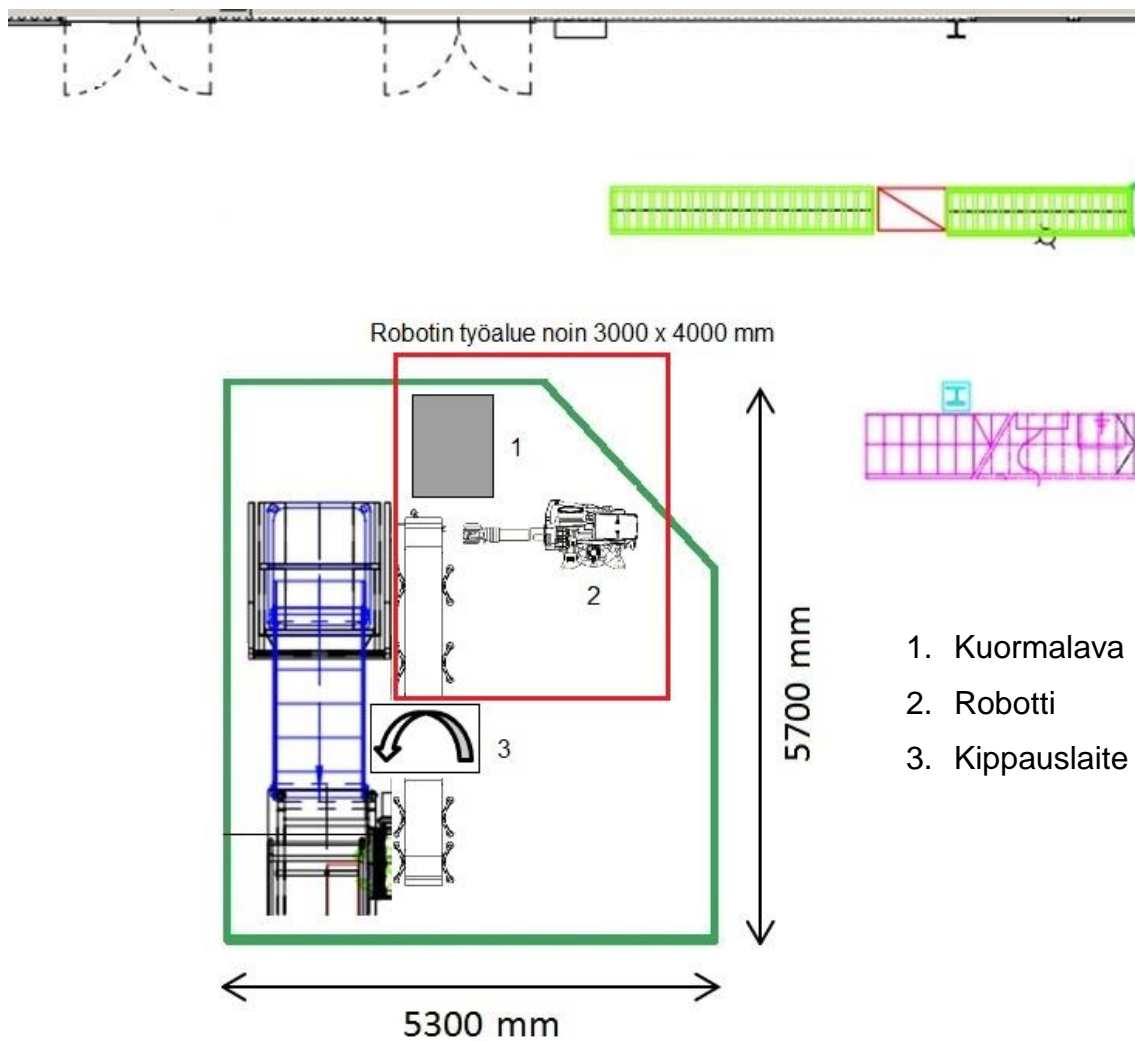
Pohdin myös ideaa, jossa kuljettimen yläpuolelle tai sivulle laitetaan leikkuri tai pannan leikkaava terä (kuva 9). Kun laatikko kulkee pitkittäissuunnassa linjastolla ensimmäisen pätkän, pannat leikataan poikki. Sen jälkeen pannat voidaan ohjata tarttumaan eräänlaiseen auraan tai keräimeen.



KUVA 9. Idea kiinnityspantojen poistamiseksi

5 LAITTEISTOVAIHTOEHDOT

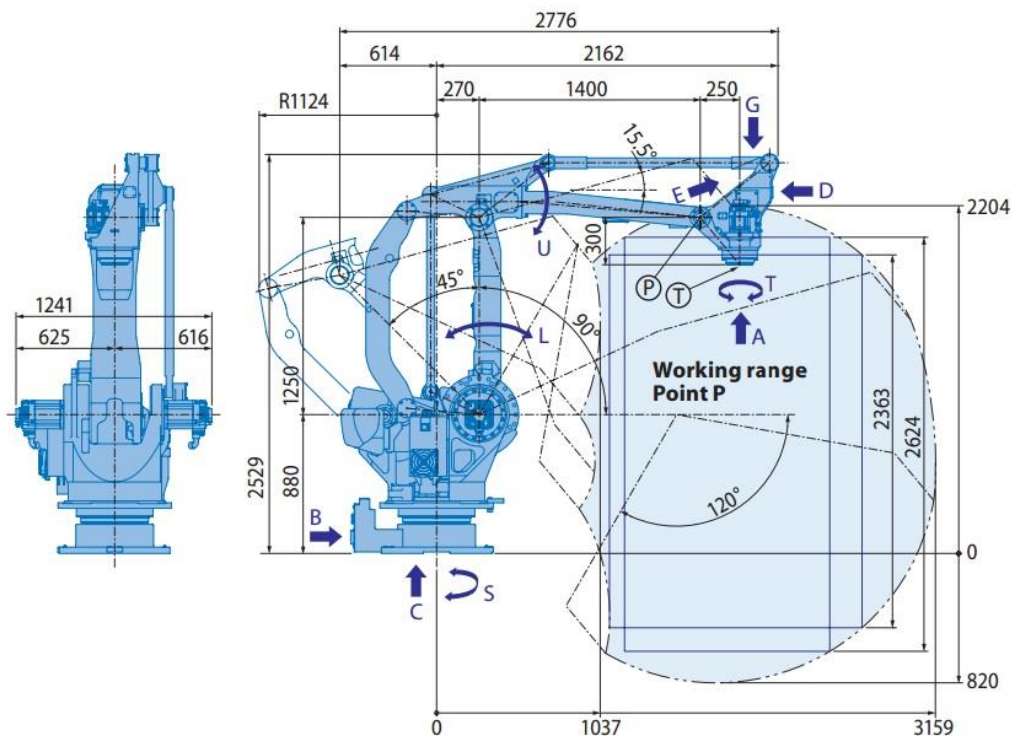
Työpisteen kehittämiseen ehdotan robotin hankintaa kalalaatikon käsittelyyn ja kuljetinlinjastoa laatikontyhjennyslaitteineen (kuva 10). Robotti siirtää laatikon linjastolle, jossa laatikosta poistetaan kansi tai vaihtoehtoisesti myös kiinnityspannat. Kuljettimella laatikko liikkuu laatikontyhjennyslaitteelle, joka kippaa laatikon sisällön sille kuuluvaan altaaseen.



KUVA 10. Tuotantotilan pohjakuvaan sijoitettu robotti ja laatikonkäsittelylinjasto (2, kuvan alue rajattu pohjakuvasta)

5.1 Robotti

Robotin tarvitsema tila ja liikkeiden ääriarajat tulee huomioida laitteen sijoituksessa. Yaskawa Finland Oy:n myynti-insinööri Heikki Pajula suositteli robotiksi Motoman MPL160 -tyyppistä laitetta (kuva 11). Kyseisen robotin vaatima tila on noin 3 000 x 4 000 mm. Tilan ympärille tarvitaan konesuojaverkot ja kuormalavan syöttöaukkoon turvalavoverho. (8.)



KUVA 11. MPL160 Robotti (9, linkit Tuotteet -> Robotit -> MPL160)

Robottijärjestelmän hankinta sisältää robotin, pihtitarttujan, lavanpurkupaikan, koneturvalaitteet, tehdaskoeajon, asennuksen, käyttöönoton ja koulutuksen Oulussa. Heikki Pajulan antama kustannusarvio tälle kokonaisuudelle on 95 000 euroa. Lisäksi tarvittaessa konenäköjärjestelmä laatikon suunnan tunnistamiseksi 15 000 euroa. Tälle ei välttämättä ole tarvetta, jos laatikot ovat aina samanlaisessa kokoonpanossa kuormalavalla. Kustannusarviossa oli mukana myös lavakuljettimet automaattiseen lavanvaihtoon, arvoltaan 25 000 euroa. Hinnat ovat karkeita arvioita ja toimitusaika laitteille on noin 4 - 5 kuukautta tilauksesta. (8.)

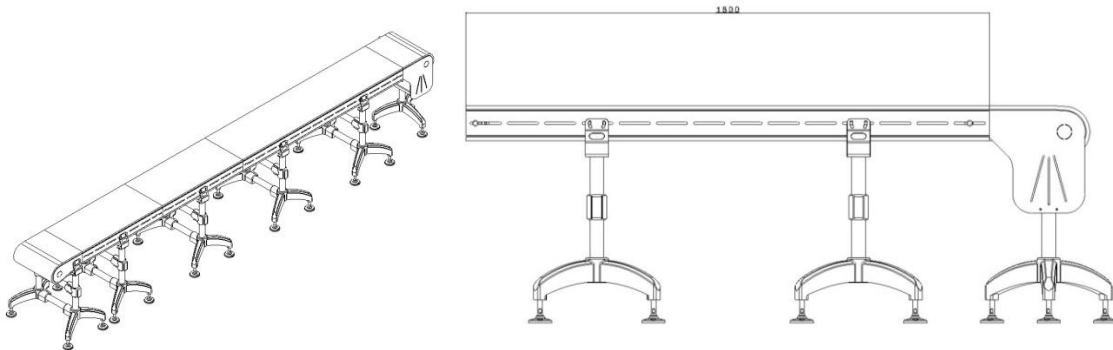
MPL160 (taulukko 1) on nopea 4-akselinen lavausrobotti, jossa on suuri käsitte-lykyky. Robotin rakenne mahdollistaa vähäisen tilantarpeen. (9, linkit Tuotteet -> Robotit -> MPL160.)

TAULUKKO 1. Robotin tekniset tiedot (9, linkit Tuotteet -> Robotit -> MPL160)

TEKNISET TIEDOT MPL160		
Akseleiden lukumäärä		4
Hyötykuorma		160 kg
Suurin ulottuma		3 159 mm
Toistotarkkuus		±0,5 mm
Paino		1 700 kg
Liityntäteho		9,5 kVA
Asennustapa		Lattia
Soveltuvuus		Lavaus
Maksiminopeus		
	S-akseli	140 ° /sec
	L-akseli	140 ° /sec
	U-akseli	140 ° /sec
	T-akseli	305 ° /sec

5.2 Kuljetin

Työhön valittu kuljetin on Easy Conveyors Oy:n valikoimasta (kuva 12). Kuljettimen runkomateriaalina on ruostumaton teräs ja se soveltuu työpisteen olosuhteisiin. Tarkemmat tiedot kuljettimesta ja kustannuksista on budjettitarjouksessa (liite 2).



KUVA 12. Esimerkkejä kuljettimesta (10, CAD-kuvat luotu www-sivustolla käytävissä olevalla ohjelmistolla)

5.3 Kannenpoisto ja pantojen poisto

Kannen poistamiseksi voidaan käyttää MPL160-robottia, jolla siirretään kalalaatikko kuormalavalta linjalle. Kalalaatikkoa reunoista puristavaan robotin työkaluun voidaan rakentaa sylintereillä pystysuunnassa liikkuvat imukuppitarttijat kansion poistamiseksi. (8.) Samalla kun robotti asettaa laatikon linjaston alkupäähän, imukuppityökalu tarttuu kanteen. Kansi irrotetaan ja siirretään haluttuun keräyspaikkaan, josta kannet kuljetetaan kierrätykseen. Tämä menetelmä säästää myös tilaa, koska linjastolle ei tarvitse rakentaa erillistä kannenpoistopistettä laitteineen. Tila jää kuljettimelle kalalaatikoiden jonotustilaksi matkalla kippaukseen.

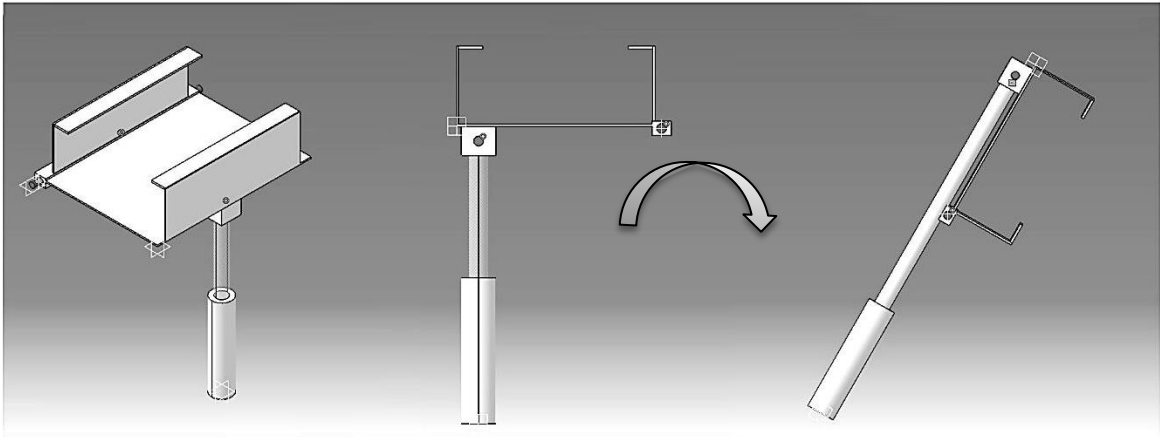
Pannat tulisi poistaa käsin ennen robotin työvaihetta. Jos käytetään yhden robotin mallia, pannat pitää poistaa laatikkojen ollessa kuormalavalla. Tämä voi olla vaikeaa, joten pannanpoiston ideointia tulee jatkaa tuotantoa suunniteltaessa. Vaihtoehdot kiinnityspantojen automaattiseen poistamiseen ovat seuraavat:

- Robotti siirtää laatikon ja poistaa kannen. Työvaiheiden välille kehitetään menetelmä, jossa pannat saadaan paikallaan olevasta laatikosta pois.
- Robotti siirtää laatikon. Laatikosta poistetaan kansi ja kiinnityspanta laatikon liikkeessä linjastolla.
- Robotti siirtää laatikon. Linjastolla poistetaan kiinnityspanta, ja toinen robotti poistaa kannen ja sen jälkeen kippaa laatikon sisällön sille kuuluvaan altaaseen. Kahden robotin vaihtoehto vaatii mahdollisesti uuden tuotantotilan robottien suoja-alueiden takia.

5.4 Kalalaatikon kippaus

Kalalaatikoiden sisältö pitää saada kaadettua niille tarkoitettuun altaaseen, josta ne kerätään fileointiprosessiin. Laatikoiden kippaamiseen tarvitaan siihen soveltuva laite, jonka kääntöliike voidaan toteuttaa pneumaattisella sylinterillä ja sopivilla nivelillä. Kippauslaite voisi olla osa kuljetinkokonaisuutta, joten myös kippaavan osan kohdalla tulisi olla liikkuva hihna, joka pysähtyy kippausliikkeen ajaksi. Laitteen tulee pitää laatikosta kiinni kippauksen ajan, jotta vain laatikon sisältö putoaa altaaseen. Liikkuvan laatikon asema kuljettimella tulee varmistaa antureilla tai konenäöllä, jotta kippauslaite osaa suorittaa kippauksen oikealla

hetkellä. Kippauksen jälkeen laitteessa oleva hihna ajaa tyhjän laatikon seuraavalle kuljettimelle ja sieltä se poistetaan kierrätettäväksi. Kippauslaitteen rungon piirteistä on ideoitu malli (kuva 13). Tarkempia toimintatietoja tai hinta-arviota laitteesta ei tähän työhön tullut. Jos kippauslaitetta harkitaan hankittavaksi, tulee ideaa kehittää jatkossa esimerkiksi kuljetintoimittajan kanssa tai omana projektina.



KUVA 13. Catia-ohjelmalla piirretty esimerkki kippauslaitteen rakenteesta

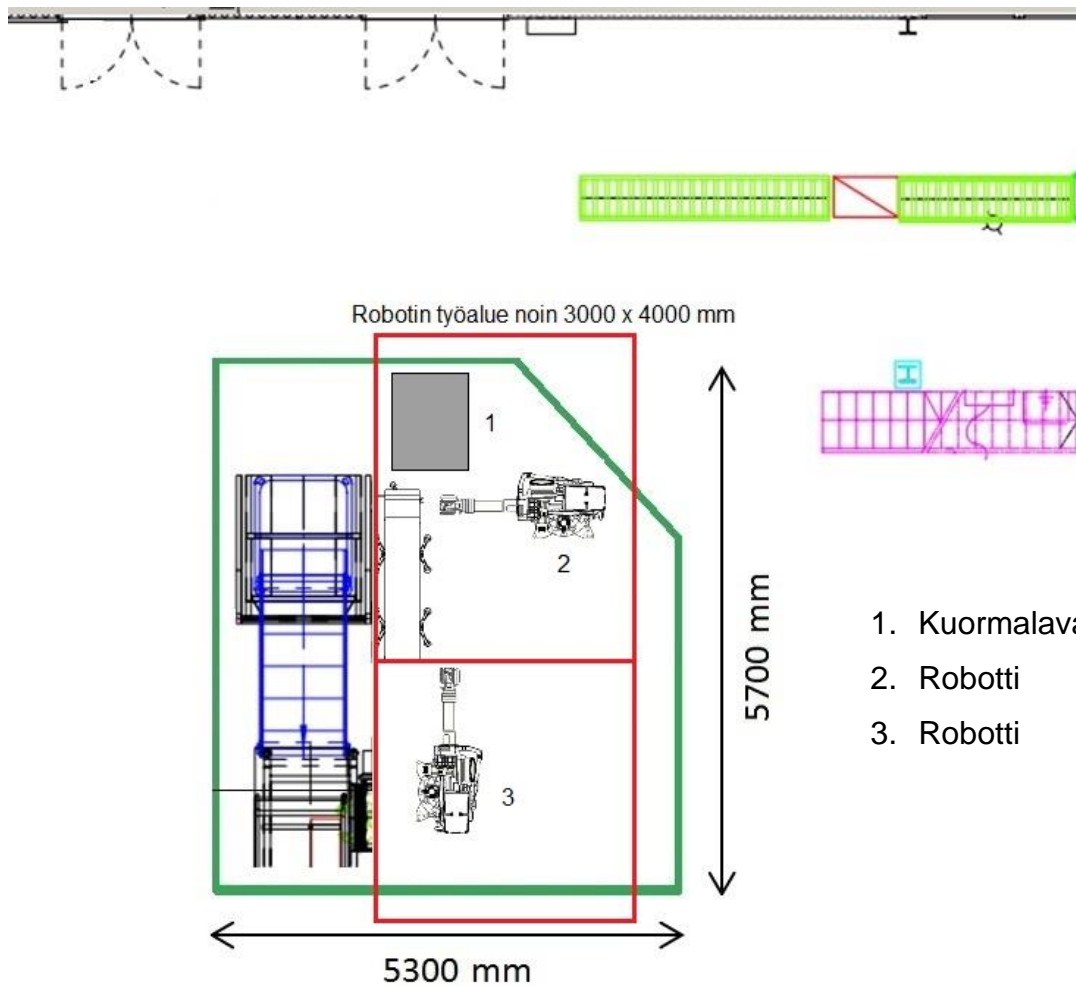
Laatikon kippaus voidaan toteuttaa myös robotilla. Tällöin robotti voi tarvittaessa poistaa laatikosta myös kannen ja siirtää laatikon kippauksen jälkeen haluttuun pisteeseen, josta se kuljetetaan kierrätykseen.

5.5 Vaihtoehtoinen malli raaka-aineen purkamiseen

Vaihtoehtoisessa mallissa raaka-aine puretaan kahdella robotilla. Ensimmäinen robotti siirtää laatikon linjalle. Linjalla laatikoista poistetaan kiinnityspannat ja toinen robotti poistaa laatikosta kannen. Sitten robotti tarttuu laatikkoon ja kippaa sen altaaseen. Jos pannat saadaan poistettua ennen laatikon siirtoa kuljettimelle, myös ensimmäinen robotti voi poistaa laatikoista kannen.

Kuljettimen pituutta voidaan kasvattaa ja robotin sijoitusta muuttaa, jos tilaa on käytettävissä. Layout on muutenkin hyvä suunnitella riittävän väljäksi. Työskentelyn lisäksi myös siivoaminen ja huoltotoimenpiteet on helpompi toteuttaa avoimessa tilassa.

Vaihtoehtoista mallia (kuva 14) kannattaa harkita, jos tuotantoa aletaan suunnittelemaan uuteen tilaan, jossa tilaa on käytössä enemmän.



*KUVA 14. Vaihtoehtoinen malli laatikon käsittelyyn; tuotantotilan pohjakuvaan sijoitettu kaksi robottia ja laatikonkäsittelylinjasto (2, kuvan alue rajattu pohjakuva-
vasta)*

Yhdellä robotilla voi olla myös mahdollista syöttää raaka-ainetta kahdelle eri linjastolle, jos otettaisiin käyttöön toinen tuotantolinja. Kustannukset ovat toki merkittävä tekijä, mutta todennäköisesti kahden robotin hankintakustannukset eivät ole kaksinkertaiset yhden robotin hankintahintaan verrattuna. Mahdolliseen uuteen tuotantotilaan voisi myös kehittää automatisoidun menetelmän tyhjien laatikoiden ja niiden kansien poistamiseksi työalueelta. Kannenpoistopisteen vieressä voisi olla esimerkiksi kuilu, johon robotti pudottaa kannen. Samanlainen

kuilu voisi olla myös tyhjiä laatikkoja varten. Kuilun sisällä kuljetin vie laatikot kierrätyspisteelle. Laatikon kippaaminen on todennäköisesti edullisempaa toteuttaa erillisellä kippauslaitteella verrattuna robottiin. Jos tuotantoa aletaan kehittää uuteen tuotantotilaan, kippauslaitteen kehityksestä tulisi kartoittaa kustannukset ja tehokkuus verrattuna kahden robotin toimintamalliin.

5.6 Investoinnin kustannuksien arviointi

Tuotannon automatisoinnin seurauksena kaksi työntekijää vapautuu toisiin tehtäviin. Robotin ja kuljettimen investointikustannukset ovat yhteensä 100 000 - 130 000 euroa. Hinta-arvion perusteella voidaan laskea investoinnin takaisinmaksuaika. Laskelman nettotuotoiksi on laskettu kahden tuotantotyöntekijän vuotuiset kustannukset (11). Investoinnin takaisinmaksuaika lasketaan kaavalla 1 (12).

$$n^* = \frac{H}{S}$$

KAAVA 1

n^* = investoinnin takaisinmaksuaika (a)

H = perusinvestointi (€)

S = nettotuotot (€)

Investoinnin takaisinmaksuaika on

$$n^* = \frac{130000}{92928} = 1,39 \text{ a.}$$

Jos tuotanto toimii kahdessa päivittäisessä vuorossa puolet vuodesta, investoinnin takaisinmaksuaika on

$$n^* = \frac{130000}{139392} = 0,93 \text{ a}$$

6 YHTEENVETO

Opinnäytetyössä kehitettiin raaka-aineen purkamista tuotantolinjalle. Työn tavoitteena oli ehdotus työpisteen automatisoinnista. Alkuvaiheessa ideoita laitteistosta ja sen vaatimuksista käytiin läpi palavereissa työtä ohjaavien henkilöiden kanssa. Kun laitekokonaisuus alkoi hahmottua, pyydettiin lisätietoja ja toteutuskelpoisuutta laitevalmistajilta. Työn edetessä myös ideat kehittyivät, ja vielä työn loppuhetkillä hankittiin lisätietoja tuloksia varten.

Työn tavoitteita suunniteltaessa työn tuloksia oli tarkoitus käyttää nykyiseen tuotantotilaan. Työn loppupuolella ideointiin otettiin mukaan näkökulma vaihtoehtoisesti suuremman tilan mahdollisuuksista, koska on mahdollista, että tulevaisuudessa tuotanto siirtyy uusiin tiloihin. Tässä tapauksessa myös raaka-ainelaatikoiden kierrätyksen automatisointi tulee ottaa huomioon.

Työn tuloksena on ehdotus raaka-aineen purkamisen automatisoimiseksi. Tulos on ideatasolla, ja toteuttaminen vaatii jatkosuunnittelua ja esimerkiksi kilpailutusta laitteistosta. Työtä voi käyttää apuna tuotannon kehittämiseksi nykyiseen tuotantotilaan. Jos tuotantoa kehitetään uuteen tuotantoympäristöön, työssä on mukana myös vaihtoehtoinen ratkaisu. Vaihtoehtoinen ratkaisu vaatii laitteistolle enemmän tilaa, joten se ei välttämättä sovellu nykyiseen tuotantotilaan.

Kiinnityspantojen poistaminen koneellisesti on osoittautunut vaikeaksi toteuttaa. Tutkimusvaiheessa siihen ei löytynyt valmista laitetta, mutta työssä on esitetty ideoita toimenpiteen toteuttamiseksi. Jos pannat saataisiin poistettua ennen robotin työvaihetta, se helpottaa automatisoidun työpisteen laitteiston toteutusta. Tyhjennettyjen laatikoiden peseminen ja kierrätykseen kuljetus tulee sisällyttää mahdollisen uuden tuotantotilan kehitykseen. Nykyiseen tuotantotilaan ei tältä osin ideoitu kehitettävää.

Laitteiston kustannukset olivat yksi kartoitettava asia. Robottiin ja kuljettimeen saatiin selvitettyä kustannusarvio. Investoinnin takaisinmaksuajan perusteella hankinta vaikuttaa kannattavalta. Tarkemmin investoinnin kannattavuutta voidaan tarkastella, kun tiedetään investoinnin kokonaiskustannus, suunniteltu

käyttöaika vuosina, laskentakorkokanta ja laitteiston käytön kustannukset. Laatikoiden käsittelyyn suunnitellun robotin kustannusarvion mukana tuli tarjous kuormalavojen käsittelyn automatisoimisesta. Vaihtoehtoa kannattaa harkita, jos tuotantoa aletaan suunnitella uuteen tilaan. Toteuttamiskelpoisen laitteiston löydyttyä voidaan tarvittaessa kilpailuttaa eri laitevalmistajia joko laitteistokokonaisuudesta tai yksittäisistä laitteista.

Toteutuessaan investointi vapauttaa kaksi työntekijää muihin tehtäviin. Kalalaa-
tikoiden purkaminen käsin on raskasta työtä. Laatikoita nostellaan paljon ja keho tekee jatkuvaa kiertoliikettä. Työpisteen automatisointi voi parantaa työssä jaksamista ja samalla mahdollistaa siirtymisen ergonomisemmassa asennossa tehtäviin töihin. Yleisellä tasolla automatisoinnin seurauksena voi olla työtehtävien väheneminen. Laitteiston vikatilanteet ovat myös mahdollisia ja toiminta niiden aikana tulee varmistaa. Pidempiin huoltojaksoihin kannattaa varautua. Tarpeen vaatiessa kalalaa-
tikoiden purkaminen täytyy olla mahdollista käsin myös jatkossa.

Työ oli mielenkiintoinen projekti, ja se opetti muun muassa yhteistyöstä laitetoimittajien ja tilaajan kesken, koska toimin projektityöntekijänä linkkinä ja viestinviejänä heidän välillään. Työ olisi voitu suorittaa tiiviimmässäkin aikataulussa, mutta toisaalta ajan kanssa ideat kehittyivät ja tulos on mielestäni tyydyttävä.

LÄHTEET

1. Hätälä Oy. Saatavissa: <http://www.hatala.fi> Hakupäivä 27.1.2015.
2. Sorakangas, Teemu 2014. Työnjohtaja, Hätälä Oy. Kuvatiedosto 7.1.2015.
3. SFS-EN 1672-2. 1997. Elintarvikekoneet. Perusteet. Osa 2 : Hygieniavaatimukset. Helsinki: Suomen Standardisoimisliitto SFS.
4. Rannila, Ville 2015. Opinnäytetyö Hätälä Oy. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Vesa Liikanen. 21.4.2015.
5. Tolvanen, Riina 2002. Elintarviketeollisuuden tilaratkaisujen merkitys laitehygieniassa. Teoksessa Wirtanen, Gun (toim.). Laitehygieniä elintarviketeollisuudessa 2002. Espoo: VTT Biotekniikka. S. 22. Saatavissa: <http://www.vtt.fi/inf/pdf/publications/2002/P480.pdf>. Hakupäivä 1.2.2015.
6. Sähköturvallisuuden edistämiskeskus. 2009. Saatavissa: <http://www.stek.fi/>. Hakupäivä 15.3.2015.
7. Kuivanen, Risto 1999. Robotiikka. Vantaa: Talentum Oyj/MetalliTekniikka.
8. Pajula, Heikki 2015. Laatikon käsittelyyn sopiva robotti. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Vesa Liikanen. 24.4.2015
9. Yaskawa europe Gmph. 2013. Saatavissa: <http://www.motoman.fi>. Hakupäivä 20.4.2015.
10. Kuljetinjärjestelmät. Easy-Conveyors. Saatavissa: <http://www.solidcomponents.com/company/default.asp?SCCC=SCCNA46FH&VisualID=16632&Lang=358&ClickLog=lang> (CAD-tiedoston luominen sivustolla vaatii rekisteröitymisen). Hakupäivä 20.4.2015.
11. Sorakangas, Teemu 2015. Opinnäytetyö. Sähköpostiviesti. Vastaanottaja: Vesa Liikanen. 19.5.2015.

12. Investoinnin takaisinmaksuaika. Metropolia Ammattikorkeakoulu. Saatavissa: http://users.metropolia.fi/~mikalem/investointilaskenta/6.%20Investoinnit_Takaisinmaksuaika_260913.pdf. Hakupäivä 19.5.2015.

LÄHTÖTIETOMUISTIO

Tekijä Vesa Liikanen

Tilaaaja Hätälä Oy

Tilaaajan yhdyshenkilö ja yhteystiedot

Teemu Sorakangas

Työn nimi

Lohilaatikoiden kippaamisen automatisointi / robotisointi.

Työn kuvaus

Lähtötilanne, jossa n. 25 - 30 kg:n styrox-laatikot kumotaan käsin linjan alkupäässä olevaan altaaseen. Työssä selvitetään, voidaanko ihmisen tekemä työ korvata koneella.

Työn tavoitteet

Robottiyksikön vaatimusmäärittely, materiaalivirrat; pannat, kansien ja laatikoiden kuljetus/ lavottaminen

Tavoiteaikataulu

Marraskuun loppu: Nykytila kartoitettu

Joulukuu-Tammikuu: Työn tutkimus

Helmikuu-Maaliskuu: Raportti, valmis

Päiväys ja allekirjoitukset

8.10.2014 Vesa Liikanen

8.10.2014 Teemu Sorakangas

BUDJETTITARJOUS KULJETTIMISTA

BUDJETTITARJOUS
C10641

Easy Conveyors Finland

Käsittelijä / Contact
Ville Toivonen

11.5.2015

1 (2)

Hätäla
Vesa Liikainen

Viite: Opinnäytetyö

KULJETINJÄRJESTELMÄT

Kiitämme kyselystänne ja tarjoamme tuotteitamme Teille seuraavasti:

Pos	Määrä	Tuote	hintä/kpl
1	1	EMBS-425x2400 moduulikujetin	6000,-
2	1	EMBS-425x1600 moduulikujetin	5050,-

Runkomateriaali: RST

Leveys: 425mm

Layout: suorat kuljettimet

Moduulihinna: Valkoinen POM, kätäpintaisella ketjulla

Vaihdemoottori: LAT / Interroll

Nopeus: 10 m/min 50 Hz

Jännite: 230/400, 3-vaihe

Jalat: rst jalat, h=?, +/- 50 mm säädöllä

Kaiteet: ilman kaiteita

Ohjaus: ilman ohjauskeskusta

Toimitus: kokoonpantuna ja testattuna, vapaasti Lohjalla

Kuljetettava tuote: kalalaatikko

Tuotteen paino: max. 20kg

Dokumentointi: käyttö ja huolto-ohjeet englanninkielisenä, 3D kuvat.

Hinnat

Valuuttaehto

Maksuehto

Toimitusaika

Toimitusehto

Muut ehdot

Voimassaoloaika

Hinnat ovat arvonlisäverottomia nettohintoja ilman pakkausta.

-

14 päivää netto laskun päiväyksestä, viivästyskorko 13 %

4-5 viikkoa tilauksesta

EXW Lohja

TKL04

Tarjous on voimassa kuukauden

Ystävällisin terveisin

CSE Finland Oy
Pikkalantie 2
FIN-02140 Espoo

Omistusoikeus siirtyy ostajalle kun koko kauppasumma on maksettu

BUDJETTITARJOUS
C10641

Ville Toivonen

11.5.2015

2 (2)

Easy Conveyors Finland
Ville Toivonen

Easy Conveyors Finland

Käynti: Maksujentie 11, FIN 08700 LOHJA, Finland

Posti: Pikkalantie 2, FIN 02140 ESPOO, Finland

www.easy-conveyors.com