



KYLMÄVARAAJIEN PAKKAUSSOLUN KEHITTÄMINEN TAMRO OY:SSÄ

Petri Pulkka

Opinnäytetyö
Heinäkuu 2014
Automaatioteknologian koulutusohjelma
Tampereen ammattikorkeakoulu

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu

Automaatioteknologian koulutusohjelma, ylempi AMK-tutkinto

Tekijä	Petri Pulkka
Työn nimi	Kylmävaraajien pakkaussolun kehittäminen Tamro Oy:ssä
Sivumäärä	69
Valmistumisaika	Heinäkuu 2014
Työn ohjaaja	Olavi Kopponen
Työn tilaaja	Tamro Oy

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli analysoida ja kuvata Tamro Oy:n kylmäpakkausten kokoamista ja mahdollisuuksia automatisoida tämä käsin tehtävä raskas ja epämukava työvaihe.

Opinnäytetyötäni varten kylmävaraajien pakkausta seurattiin kuukauden ajan, jolloin pystyttiin määrittelemään tuotantomäärien huiput sekä henkilöresurssien maksimi määrät. Saatujen lukujen perusteella pystyin laskemaan tarvittavan tuotantokapasiteetin Leanin oppeja hyväksikäyttäen. Lopuksi minun oli mahdollista valita oikeat tuotantolaitteet ja menetelmät Tamro Oy:lle.

Opinnäytetyöni tavoite saavutettiin. On mahdollista kehittää kustannustehokas toimintamalli kylmävaraajien pakkaamiseksi robottien avulla ja tämä voidaan toteuttaa tässä opinnäytetyössä perustuvilla tiedoilla Tamro Oy:ssä.

ABSTRACT

Tampere University of Applied Sciences, Master's Degree
Degree Programme in Automation Technology

Writer	Petri Pulkka
Thesis	Developing Tamro's Packaging Cell of Cold Packs
Pages	69
Graduation time	July 2014
Thesis supervisor	Olavi Kopponen
Co-operating company	Tamro Oy

The aim of my thesis was to analyze and describe Tamro's cold packs and the ability to automate the collection of this hand-made heavy and uncomfortable work stage.

My thesis project for the cold packs was monitored during one month, so it was possible to determine the production volumes of the peaks, as well as the maximum number of personal resources. Based on these figures, I was able to calculate the required capacity by using Lean doctrines. Finally, it was possible to select the right equipment and production methods for Tamro Oy.

The target of the work was achieved, by developing a cost-effective approach to the cold packs for packaging, using robots. It can be implemented for Tamro Oy using the data based on my thesis.

Key words: Packaging, Logistics, Lean, Automation, Robot

Esipuhe

Tämä työ on tehty Tampereen ammattikorkeakoulun automaatioteknologian koulutusohjelman ylemmän AMK-tutkinnon päättötyönä. Työn toimeksiantajana oli Tamro Oy, jonka puolesta ohjaajanani oli aluepäällikkö Kari Kyyrönen. Työtä on valvonut Tampereen ammattikorkeakoulun puolesta Olavi Kopponen.

Haluan tässä yhteydessä esittää parhaimmat kiitokseni työni ohjaajalle, Tamro Oy:n henkilökunnalle ja valvojalle saamistani neuvoista työn eri vaiheissa.

Tampereella 22 . 08 2014



Petri Pulkka

KÄYTETYT LYHENTEET

FIMEA	Lääkealan turvallisuus- ja kehittämiskeskus (Finnish Medicines Agency)
FEFO	First Expire First Out
JOT	Juuri oikeaan aikaan (Just On Time)
OW	Tuotannon ohjaus järjestelmä (One World)
GDP	Lääketukkukaupan hyvät toimintatavat (Good Distribution Practices)
PCX	SSI Schäferin oma kehittelemä asematietokone
DNV	Norjalainen riippumaton säätiö, jonka tarkoituksena on turvata ihmishenkiä, ympäristöä ja omaisuutta (Det Norske Veritas)
CAN	kenttä-väylä (Controller Area Network)

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	8
1.1	Tamron historia	8
1.2	Työn tavoite, menetelmät ja sisältö	9
1.2.1	Työn tavoite	9
1.2.2	Menetelmät	9
1.2.3	Työn sisältö	9
1.3	Työn tilaaja	10
1.4	Tampereen logistiikkakeskus	12
2	LÄÄKETUKKUKAUPPA	15
2.1	Lääketukkukaupan periaatteet	15
2.2	Laatujärjestelmä	15
2.3	Lääketukkukauppaa valvova elin	17
3	PAKKAAMINEN	19
3.1	Pakkaustekniikka Tamrossa	19
3.1.1	Kontit, pakkaukset ja merkinnät	19
3.1.2	Normaalilämpöiset tuotepakkaukset	20
3.1.3	Kylmäpakkaukset	22
4	KULJETINJÄRJESTELMÄT	24
4.1	Ohjausjärjestelmä	24
4.2	Swisslogin kuljetinjärjestelmä	26
4.3	SSI Schäferin kuljetinjärjestelmä	27
4.3.1	PBL	27
4.3.2	MP	28
4.3.3	A-Frame	29
4.3.4	Conway Systems	31
5	KYLMÄVARAAJIEN PAKKAMINEN	32
5.1	Kylmäpakkaus	33
5.2	Kylmäpakkauksien materiaalivirrat	33
6	KYLMÄVARAAJIEN PAKKAMISEN HAASTEET	36
6.1	Automatisoinnin edellytykset	37
6.2	Työvoimatarve	37
7	TARVITTAVAN KAPASITEETIN MÄÄRITTÄMINEN	39
7.1	Lean	39
7.1.1	Prosessi	40

7.1.2 Ihmiset	44
7.1.3 Työkalut	46
7.2 Leanin käyttö kehitysprosessissa.....	47
7.2.1 Kylmävaraajien pakkaamisen tuotannon tasapainottaminen	48
7.2.2 Tuotannon sujuvuuden parantaminen.....	50
8 KYLMÄVARAAJIEN PAKKAUKSEN AUTOMATISOINTI	53
8.1 Automatisoinnin toteutus.....	53
8.1.1 Idea pohjapiirrustuksesta	53
8.1.2 Idea kylmävaraajien pakkaamiseksi robotilla	54
8.1.3 Kylmävaraajien pakkaustyönkierto.....	55
9 INVESTOINNIN KANNATTAVUUS	62
9.1 Investoinnin suuruus	62
9.2 Säästöt	62
9.3 Investoinnin takaisinmaksuaika.....	62
10 YHTEENVETO	65
LIITTEET	66
Liite1	66
Liite2	67
LÄHTEET.....	68

1 JOHDANTO

Tamro Oy (myöhemmin Tamro) on Suomen johtava lääkkeiden sekä terveyttä ja hyvinvointia edistävien tuotteiden jakelija ja palveluiden tuottaja. Suomalaisessa hyvinvoinnin ketjussa Tamrolla on tärkeä rooli huolehtia siitä, että apteekit, sairaalat sekä muut terveydenhuollon palvelupisteet saavat tarvitsemansa lääkkeet ja muut tuotteet nopeasti ja luotettavasti. Vähittäiskaupan ja kuluttajien tarpeisiin Tamron jakelussa on jatkuvasti kasvava terveystuotevalikoima.

Tehokas ja turvallinen tuotteiden jakelu perustuu vuosien aikana hioutuneeseen, tarkkaan logistiikkaan. Sen ansiosta voidaan luottaa siihen, että kaikki terveydenhoidon tuotteet toimitetaan eteenpäin nopeasti ja turvallisesti varmistuen, että lääkkeet ovat saatavilla kriittisilläkin hetkillä. Tamro tekee sairaaloille myös hätätoimituksia.

1.1 Tamron historia

Tamrolla on yli 100 vuoden kokemus lääkejakelesta. Tampereen Rohdoskauppayhtiö perustettiin 15.5.1895. Kun apteekkarit Fredrik Borg, Wolter Ascham, Amil A. Scheele ja Karl Molin perustivat apteekeille yhteisen tukkuliikkeen 15.5.1895 (Drogeri-Handelsbolaget i Tammerfors), se oli ensimmäinen apteekkialan tukkuliike koko Suomessa. Tästä toimintaa vielä laajennettiin anomalla kuvernööriltä lupaa rohdoskaupan ja siihen yhdistetyn teknokemiallisen tehtaan perustamiselle sekä rohdoskaupan harjoittamiselle Tampereella. Rohdoskauppa avattiin Kauppakatu 16:ssa, samalla kadulla, missä sijaitsi myös Tampereen II apteekki. Tukkuakaupan lisäksi rohdoskaupassa oli tarkoitus harjoittaa myös vähittäiskauppaa. (Tamron historia - osa 1-5)

1.2 Työn tavoite, menetelmät ja sisältö

Työn tavoitteena on tuottaa Tamron johdolle tutkittua tietoa kylmävaraajien pakkaussolun tuotantoprosessin toteuttamisen mahdollisuuksista ja kannattavuudesta. Työn perusteella Tamrossa tehdään päätöksiä mahdollisesta automatisoinnista. Työ tehdään Tamron määrittelemien mahdollisuuksien ja rajoitteiden puitteissa.

1.2.1 Työn tavoite

Tämän lopputyön tarkoituksena on analysoida ja tutkia mahdollisuuksia Tamron kylmäpakkausten kylmävaraajien vaihtamista automaattiseksi nykyisen käsin ihmistyövoimalla toteutetun työn sijaan. Tavoitteena on selvittää mahdollisuudet ja tarvittava kapasiteetti investointipäätöksen tueksi. Tarvittavasta kapasiteetista tulee ensin selvittää nykyisen tuotannon tarpeet sekä järjestelmän laajentamis- ja kehittämismahdollisuudet tulevaisuudessa.

1.2.2 Menetelmät

Opinnäytetyössäni keräsin tietoa maksimaalisista tuotantomääristä eri ajan-kohtina sekä tarvittavista resursseista työn suorittamiseksi Tamrossa. Tämän lisäksi suoritin kirjallisuustutkimusta automatisoinnista sekä lääketukkukaupassa vaadittavista viranomaisten määräyksistä.

1.2.3 Työn sisältö

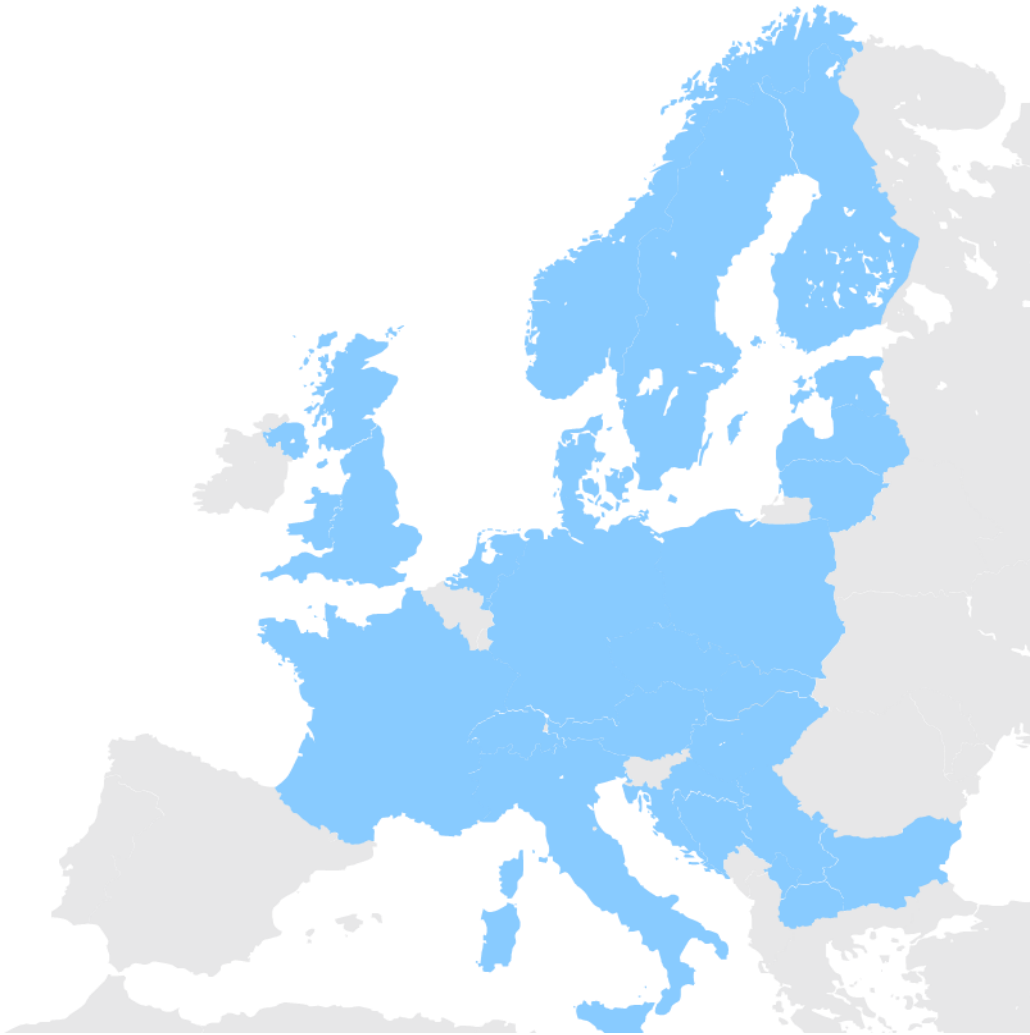
Lopputyössäni esittelen ensimmäisenä työn tilaajan, jonka jälkeen käsittelen perusasioita lääketukkukaupasta. Tämän jälkeen esittelen pakkaus- ja kuljetintekniikkaa. Sitten kuvaan Tamron käyttämää sekä SSI Schäferin toimittamaa kuljetinjärjestelmää ja järjestelmän käyttämää ohjelmaa. Seuraavaksi analysoin kylmävaraajien pakkauksen automatisoinnin mahdollisuuksia ja kuvaan kehitystoimenpiteitä toimenpiteen onnistumiseksi Tamrossa. Lopuksi

luon katsauksen kylmävaraajien pakkauksen automatisoinnin mahdollisuuksiin tulevaisuudessa.

1.3 Työn tilaaja

Tamro on nykyisin osa saksalaista Phoenix-konsernia, joka on Euroopan johtavia lääkejakelijoita ja apteekkitoiminnan harjoittajia. Phoenix-konserni toimii 23 Euroopan maassa. Kuvassa 1 on kuvattu sinisellä värillä maat, joissa Phoenix-konserni toimii Euroopassa.

Phoenix-konsernilla on 28 700 työntekijää, 155 logistiikkakeskusta ja lähes 1600 omaa apteekkia, joista noin 700 kuuluu konsernin uuteen BENU-apteekketjuun sekä yli 10 000 yhteistyöapteekkia. Viime tilikaudella Phoenix-konsernin liikevaihto oli noin 21,2 miljardia euroa. (Yrityskalvot)



KUVA 1. Sinisellä Phoenix-konsernin toiminta Euroopassa (Yrityskalvot)

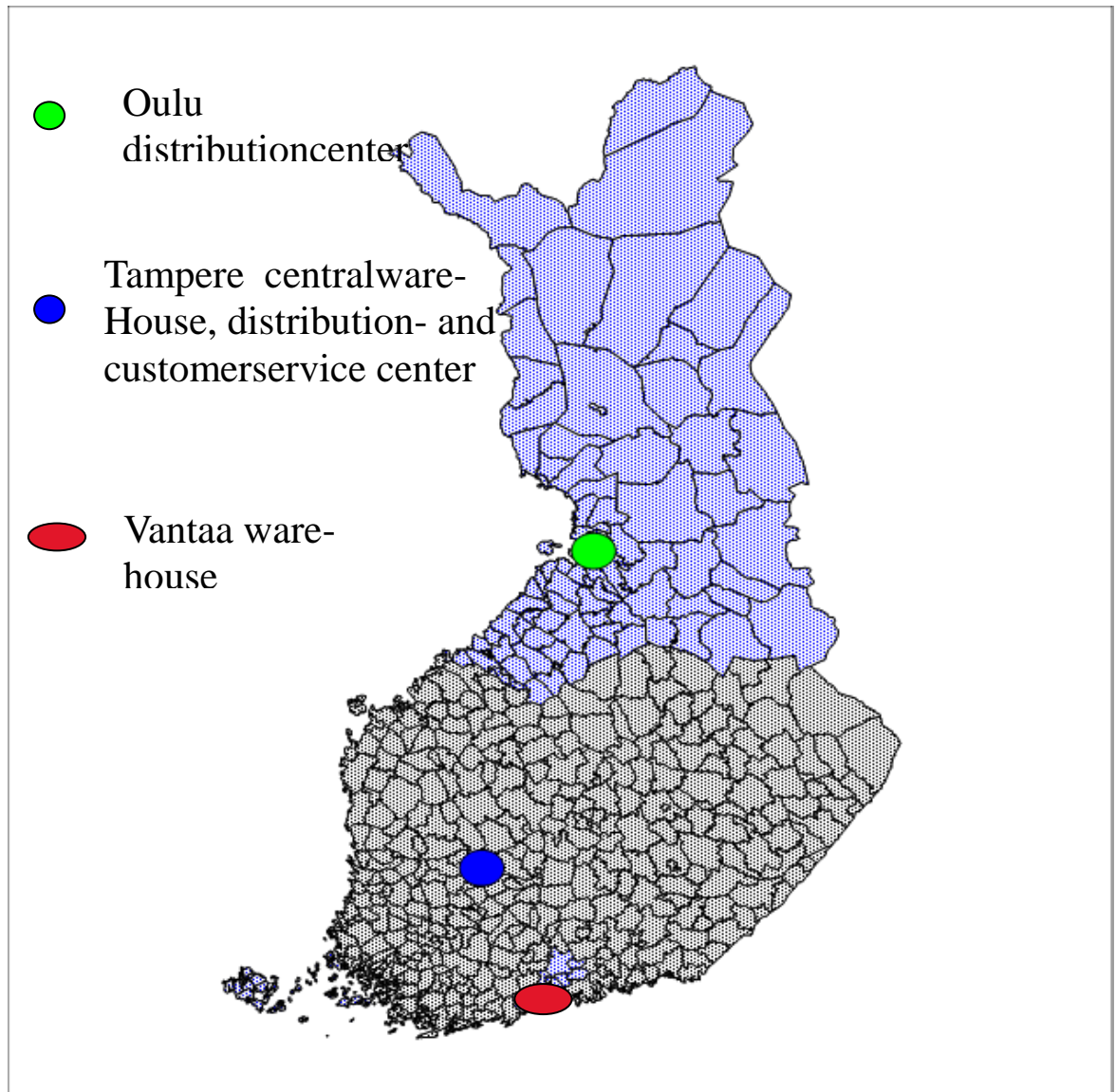
Tamrossa tuotantoketju käsittää toimitusketjun, johon kuuluu tuotteiden hankinta, varastointi sekä jakelu asiakkaille. Tamrossa pyritään mahdollisimman tehokkaaseen sekä luotettavaan toimintaan. Palveluja kehitetään Tamrossa koko ajan. Näihin kuuluvat muun muassa erilaiset tieto-, logistiikka-, markkinointi-, myynti- ja rekisteröinnin asiantuntijapalvelut. Tamron pääasiakasryhmiä ovat lääkeyritykset, apteekit, sairaalat sekä vähittäiskauppa. Kuvassa 2 on esitetty Suomessa toimivan lääkejake-
lun logistiikkaa lääkkeiden valmistajalta aina loppukäyttäjälle asti.



KUVA 2. Lääkkeiden jakelu Suomessa (Yrityskalvot)

1.4 Tampereen logistiikkakeskus

Tamro Tampereen logistiikkakeskus koostuu suuresta 25 000 lavapaikan korkeavarastosta, joka toimii lääkkeiden keskusvarastona Suomessa, sekä jakelukeskuksesta, josta jaetaan 84 % Tamron lääkejakelestä. Loput 16 %:a jaetaan Oulun jakelukeskuksesta. Vantaan varastossa on varastoituna va- paankaupan tuotteita, sekä Vantaalla sijaitsee myös Tamron pääkonttori.

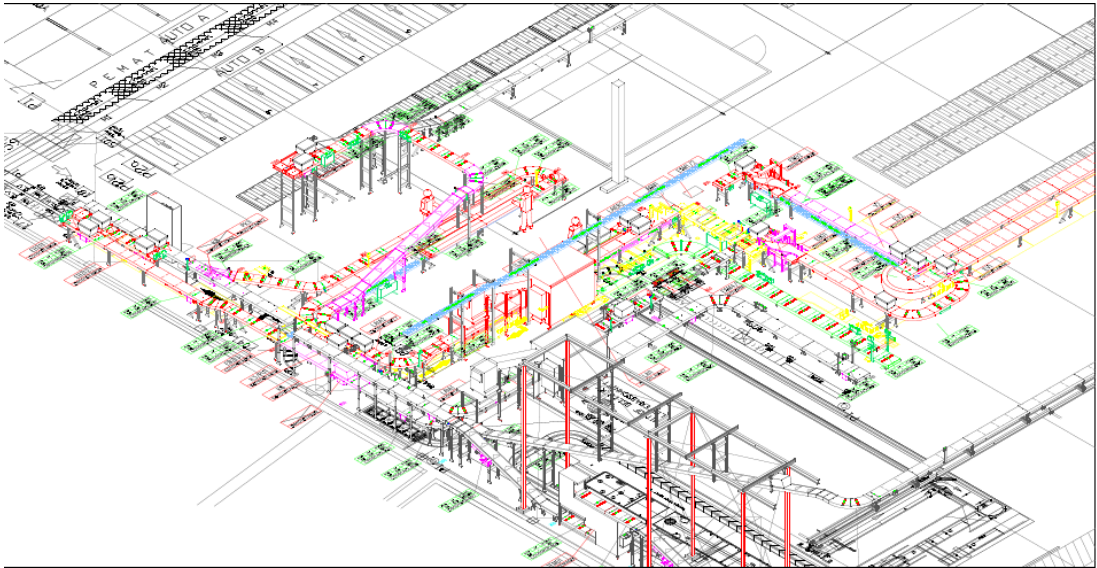


KUVA 3. Tamron toiminta-alueet (Yrityskalvot)

Kuvassa 3 on esitetty Tamron toimipisteet Suomessa ja Oulun ja Tampereen jakelualueiden rajat.

Tampereen logistiikkakeskus jakautuu kahteen osaan, lääkkeiden keskusvarastoon sekä lääkkeiden ja vapaankaupan tuotteiden jakelukeskukseen. Kuvassa 4 on Tampereen logistiikkakeskuksen pohjakuva. Tampereen logistiikkakeskuksesta jaetaan arkipäivisin asiakkaiden tilaamat tuotteet asiakkaille 24 tunnin toimitusajalla. Lääketoimituksissa asiakkaita ovat sairaalat, terve-

yskeskukset ja apteekit. Muissa vapaankaupan tuotteissa, asiakkaita ovat eri kauppaketjut sekä luontaistuotekaupat.



KUVA 4. Pohjakuva Tampereen jakelukeskuksesta

2 LÄÄKETUKKUKAUPPA

Direktiivin 2001/83/EY 1 artiklan 17 kohdan mukaan lääkkeiden tukkukaupalla tarkoitetaan ”kaikkia toimintoja, jotka muodostuvat lääkkeiden hankkimisesta, hallussapidosta, toimittamisesta tai maastaviennistä, lukuun ottamatta lääkkeiden yleistä jakelua”. Nämä toiminnot suoritetaan valmistajien tai niiden varastonpitäjien, maahantuojien, muiden tukkukauppioiden tai proviisoreiden ja muiden henkilöiden kanssa, joilla on lupa tai oikeus lääkkeiden yleiseen jakeluun kyseisessä jäsenvaltiossa.

2.1 Lääketukkukaupan periaatteet

Suomessa lääketukkukaupassa on käytössä yksikanavamalli, jossa vain yksi lääketukkukauppias voi toimitta tuotenimikettä asiakkaille, joita ovat sairaalat, apteekit sekä terveyskeskukset. Sama lääke ei voi siis olla toisella lääketukkukauppialla jakelussa. Käytännössä Suomen lääkemarkkinat on jaettu kahden toimija kesken Tamron ja Oriolan.

2.2 Laatujärjestelmä

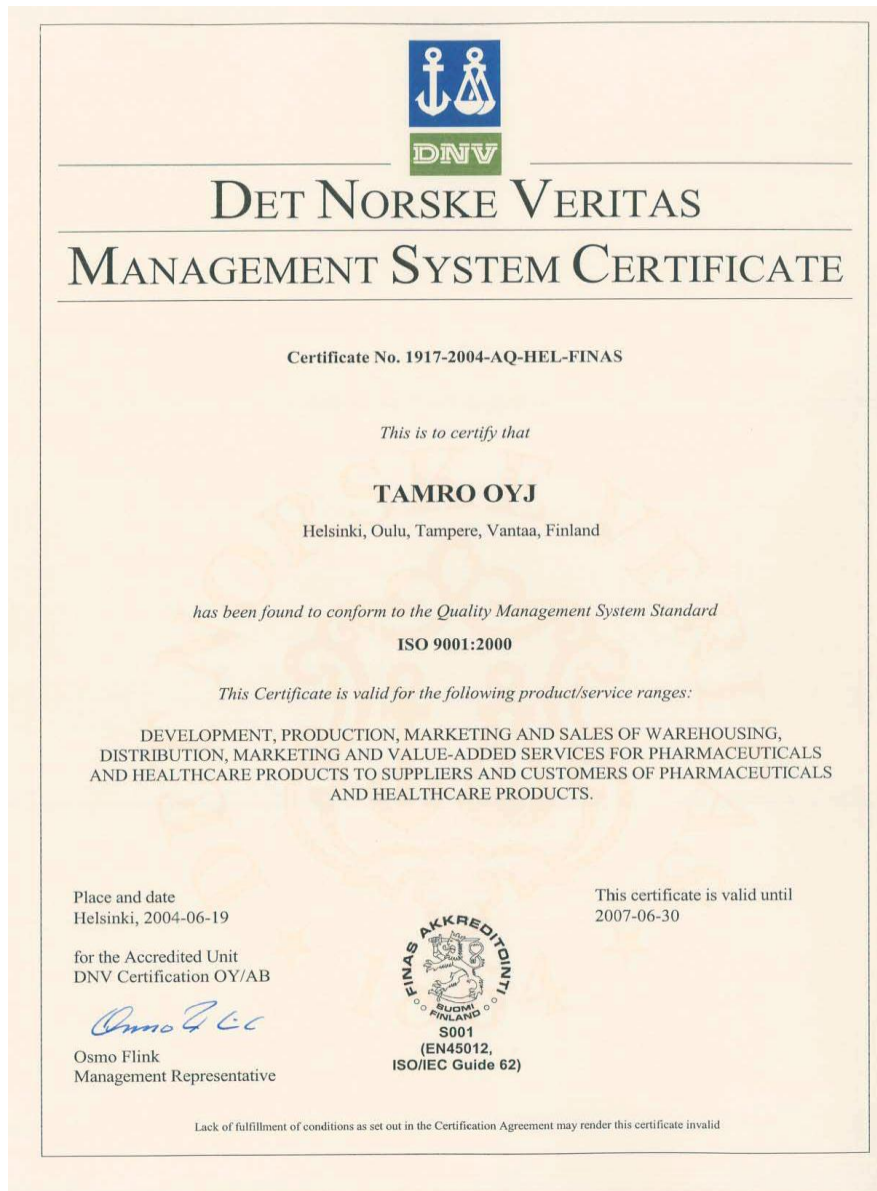
Kuvassa 5 on DNV (Det Norske Veritas) ISO 9001-sertifikaatti, jota Tamro noudattaa. Ohjeet ja toimintatavat määrittelee suurelta osin lääkelaki, lääkeasetus sekä monet muut lait. Tämän lisäksi toimintaa ohjaa GDP (Good Distribution Practices), lääketukkukaupan hyvät toimintatavat. Tamrossa laatuhallintajärjestelmää määrittelee ISO 9001-sertifikaatti, lääkepäämiesten- sekä asiakkaiden tarpeet.

GDP-koulutus uusitaan kerran vuodessa, ellei GDP muutu kriittisesti. Muutoin ohjeiden luku riittää koulutukseksi, jonka jälkeen käydään omassa koulutusrekisteri tiedoissa kuittaamassa, että luku on suoritettu. Tämä tieto päivitetään sitten vielä laatukäsikirjaan.

Laatujärjestelmän lisäksi Tamron toiminnan laatua valvovat Tamron ulkopuoleiset toimijat kuten lääkepäämiehet sekä heidän vakuutusyhtiönsä. Valtakunnallisesti lääke- ja lääketukkukauppaa valvoo FIMEA, jolla on ylin päätäntävalta ja vastuu Suomessa käytävässä lääkejakelella.

Tukkukauppiaidenkin on pidettävä yllä laatujärjestelmää, jossa esitetään heidän toimintaansa liittyvät vastuut, prosessit ja riskinhallintatoimenpiteet (Direktiivin 2001/83/EY 80 artiklan ensimmäisen kohdan h alakohta.). Kaikki tukkukauppatoiminnan osa-alueet olisi määriteltävä selvästi, ja niitä olisi tarkistettava järjestelmällisesti. Kaikki tukkukauppatoimintaan liittyvät prosessit ja niihin tehtävät merkittävät muutokset olisi perusteltava ja tapauksen mukaan validoitava.

Kaiken kaikkiaan ja kaikilla laatujärjestelmä on organisaation johdon vastuulla ja edellyttää johdolta hallinnointivastuuta ja aktiivista osallistumista. Myös muun henkilöstön olisi sitouduttava järjestelmän toimivuuteen.



KUVA 5. DNV sertifikaatti

2.3 Lääketukkukauppaa valvova elin

Suomessa lääketukkukauppaa valvoo FIMEA (Finnish Medicines Agency). FIMEA on sosiaali- ja terveysministeriön alainen keskusvirasto, joka toimii ihmisille tai eläimille tarkoitettujen lääkkeiden, veri- ja kudoksetuotteiden sekä lääkealan toimijoiden lupa- ja valvontaviranomaisena. FIMEA on kansallisena viranomaisena osa Euroopan lääkevalvonnan viranomaisverkostoa. FIMEAn tehtäväksi on lisäksi määritelty lääkealan kansallisen kehittämisen

koordinointi, tutkimustehtävät ja lääkehoitojen arviointi. FIMEA myös kokoaa ja arvioi kliinistä lääkehoitoa koskevaa tietoa sekä kehittää lääkehoitokäytäntöjä koulutuksen ja tiedottamisen avulla.

FIMEA valvoo lääkkeitä, veri- ja kudostuotteita sekä kehittää lääkealaa. Viraston tehtäväkokonaisuuksiin kuuluvat lääkealan lupa- ja valvontatehtävät, tutkimus- ja kehittämistehtävät sekä lääketiedon tuottaminen ja välittäminen lääkehuollon ja lääkehoitojen vaikuttavuuden parantamiseksi. FIMEA on osa eurooppalaista lääkevalvonnan viranomaisverkostoa ja suuntautuu aktiiviseen kansainväliseen yhteistyöhön. (FIMEA kotisivut)

3 PAKKAAMINEN

Pakkaamisella on monia tehtäviä. Hyvä pakkaus on informatiivinen, käytännöllinen ja taloudellisesti optimaalisin ratkaisu. Pakkaaminen ei siis ole tärkeää pelkästään tuotteiden ja tavaroiden suojaamisen vuoksi. Hyvä pakkaus mahdollistaa tuotteiden taloudellisen käsittelyn, kuljetuksen ja varastoinnin. Pakkaukset palvelevat, koska ne välittävät tuotetietoa eli esimerkiksi tietoa tuotteen ominaisuuksista ja käyttötarkoituksesta. Pakkausten avulla voidaan myös markkinoida tuotteita. Lisäksi pakkaus ehkäisee varkauksia ja auttaa tunnistamaan tuotteiden aitouden. Pakkauksen elinkaareissa on monia osapuolia: raaka-ainetoimittajat, pakkausmateriaalin valmistajat, pakkaajat, kauppa, kuluttajat ja pakkauksen loppusijoituspaikka.

3.1 Pakkaustekniikka Tamrossa

Kaikki Tamrosta lähtevät tuotelähetykset pakataan asianmukaisesti, jotta voidaan varmistua siitä, että asiakas saa oikean tuotteen oikeassa ajassa ja oikeissa olosuhteissa. Pakatut tuotteet toimitetaan asiakkaille lämpötila valvotuilla autoilla, jolloin voidaan varmistua tuotteiden turvallisuudesta.

3.1.1 Kontit, pakkaukset ja merkinnät

Lääkkeiden kuljetuksessa on käytettävä kontteja, jotka eivät vaikuta haitallisesti lääkkeiden laatuun ja tarjoavat kuitenkin riittävän suojan ulkoisilta teki-

jöiltä, myös kontaminaatiolta eli saastumiselta. (Euroopan Unionin virallinen lehti.)

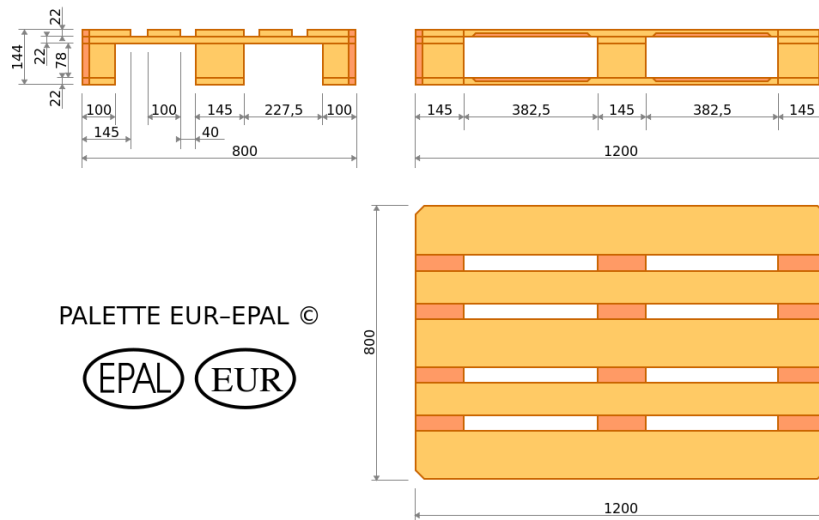
3.1.2 Normaalilämpöiset tuotepakkaukset

Normaalilämpöisillä pakkauksilla tarkoitetaan +15-+25 Celsius astetta lämmön säilyttäviä pakkauksia, joissa asiakkaille toimitetaan tuotteita.

Tamron lääkejakelu perustuu omaan jakelulaatikkoon, joka on käytössä vain Suomessa. Tamron kuljetinjärjestelmä sekä logistiikka on rakennettu omien laatikoiden ympärille. Suuri laatikon koko mahdollistaa suurien lääkemäärien sekä vastavuoroisesti pienien laatikkomäärien käsittelyn nopeasti ja joustavasti SSI Schäferin valmistamassa kuljetinjärjestelmässä.

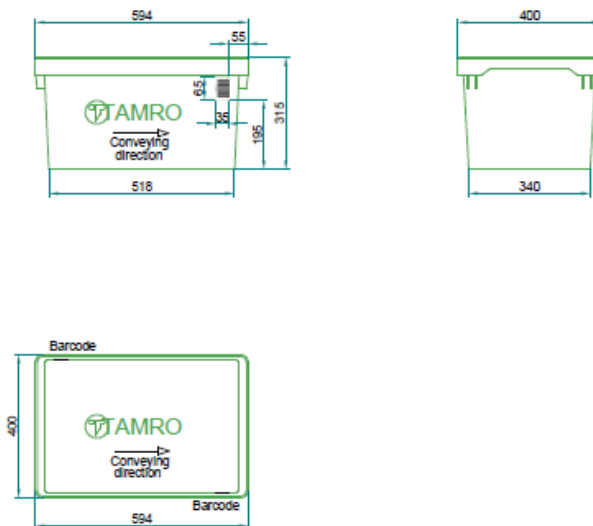
Suuri laatikkokokomme on mitoitettu EUR.-lavamitoitukseen siten, että EUR.-lavapohjalle mahtuu yhteen kerrokseen 4 laatikkoa ja 6 tai 7 päällekkäin riippuen kuljetuskalustosta.

Standardikokoisista lavoista Tamrossa on käytössä FIN- ja EUR.-lavoja. FIN-lava on kooltaan 1000 mm × 1200 mm ja EUR.-lava 800 mm × 1200 mm (katso kuva 6). Nämä standardilavat tunnistaa FIN- tai EUR.-leimasta lavan sivussa. Korkeavarastossa käytetään vain EUR.-lavoja.



KUVA 6. EUR.-lavan mitat ja rakenne

Kaikki Tamron kuljetuslaatikot sinetöidään jakelukeskuksessa vannenauhakoneella kahdesta kohtaa, ennen asiakkaalle toimittamista. Tällä toimenpiteellä varmistetaan lääkkeiden säilyminen oikeissa olosuhteissa ja väärin käsiin joutuminen. Kuvassa 7 on kuvattu Tamron kuljetuslaatikko.



KUVA 7. Tamron kuljetuslaatikko



KUVA 8. Kuljetuslaatikoiden sinetöintiä vannekoneella

Kuvassa 8 Tamron vihreä kuljetuslaatikko sinetöidään kahdella vannenauhalla. Kannen ja laatikon välissä on osoitelappu, jonka perusteella kuljetusliike toimittaa lähetyksen perille.

Tukkukauppialla on niin ikään oltava sopivat ja riittävät tilat, laitteet sekä välineet lääkkeiden kunnollisen säilyttämisen ja jakelun varmistamiseksi. Tilojen olisi oltava puhtaat ja kuivat, ja niiden lämpötila on pidettävä hyväksyttävissä rajoissa. (Direktiivin 2001/83/EY 79 artiklan a alakohta.)

3.1.3 Kylmäpakkaukset

Kylmässä säilytettävät lääkkeet on toimitettava asiakkaille säilytyslämpötiloissa, joka on +2-+8 Celsius astetta. Tämän lisäksi kylmäpakkauksen on kestettävä lämpötilan rajoissa 24 tuntia, joka on lääketukkukaupalta vaadittu toimitusaika jakelukeskukselta asiakkaille joka puolelle Suomea.



KUVA 9. Tamron kylmätuotteiden kuljetuslaatikko

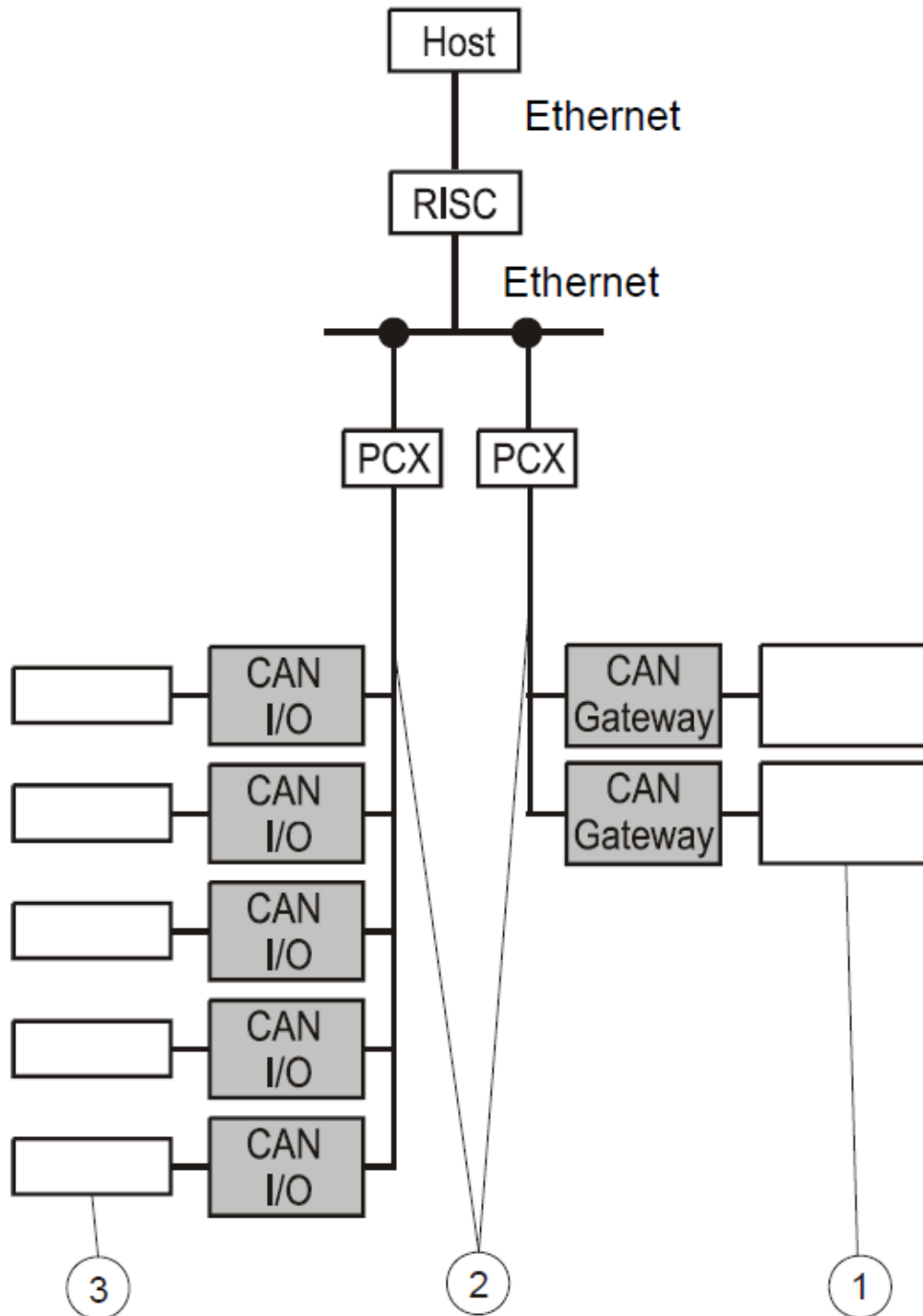
Kuvasta 9 voidaan havaita, että Tamron kylmätuotteiden kuljetuslaatikko muodostuu ulkokuoresta, joka on Tamron vihreä normaalilämpöisten tuotteiden kuljetuslaatikko. Kuljetuslaatikon sisällä on valkoinen styroksilaatikko, jonka sisällä on sisälaatikko. Sisälaatikko estää lääkkeiden osumisen kylmävaraajiin. Näin minimoidaan jäätymisen ja mahdollisen kondenssiveden vaikutukset. Jos lääkkeet pääsevät jäätymään tai kastumaan, niin ne muuttuvat käyttö- ja myyntikelvottomiksi.

4 KULJETINJÄRJESTELMÄT

Tampereen Tamron sisäinen logistiikka muodostuu tuotannonohjausjärjestelmästä, joka on One World (OW). Tuotannonohjausjärjestelmällä hallinnoidaan kaikkien myytävien tuotteiden materiaalivirtoja sekä FEFO:a (First Expired First Out), joka on määräävä tekijä lääketukkuliiiketoiminnassa.

4.1 Ohjausjärjestelmä

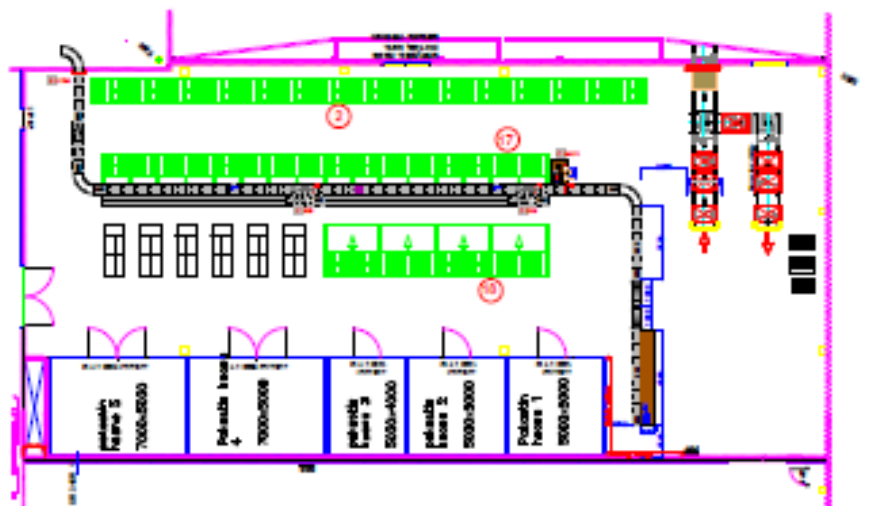
One World toiminnanohjausjärjestelmä ohjaa SSI Schäferin kuljetinjärjestelmän Convey Systemsiä. One World syöttää asiakkaiden tilaustiedot Unix-pohjaisille Risc-servereille, joista tieto siirtyy Ethernet-väylän välityksellä PCX-väylätietokoneisiin. PCX on SSI Schäferin oma kehittelemä asematietokone, joten sen korvaaminen ei onnistu helposti. Ethernet-väylästä PCX muuntaa tiedon siirron CAN- väylään (Controller Area Network), jossa käsitellään kuljetinjärjestelmän I/O-tieto (Input/Output). Kuvassa 10 on esitetty SSI Schäferin tiedonsiirtoverkko.



- 1 System component: Pemat module, PBL
- 2 CAN Bus
- 3 System component: station, machine, scanner, scales, etc.

4.2 Swisslogin kuljetinjärjestelmä

One Wordin tuotannonohjausjärjestelmällä ohjataan korkeavaraston kuljetin- ja crana-järjestelmää. Cranalla tarkoitetaan hissiä, joka nostaa lavoja korkeavaraston hyllyille. Korkeavarastojärjestelmän on toimittanut ruotsalainen Swisslog. Korkeavarastossa säilytetään vain EUR.-lavoilla olevia tuotteita, joista täydennetään jakelukeskusta. Swisslogin järjestelmään kuuluu seitsemän kappaletta 30 metriä korkeita cranoja, joista yksi crana on kylmäsolassa (hyllyväli) +2-+8 Celsius asteen lämpötilassa. Korkeavarasto käsittää kaikkiaan 24 000 EUR.-lavapaikkaa.



KUVA 11. Pohjapiirros kylmäkeräilyalueesta

Kuvassa 11 on kylmäkeräilyalue, jossa oikeassa yläkulmassa sijaitsevat Swisslogin kuljettimet. Kuljettimilla kuljetetaan materiaalivirtaa EUR.-lavoilla kylmäsolasta keräilyyn ja tämän jälkeen lavat palautuvat takaisin säilytykseen korkeavaraston kylmäsolaan. Lavojen kulkusuunnat on merkitty punaisilla nuolilla.

4.3 SSI Schäferin kuljetinjärjestelmä

Tampereen jakelukeskuksen alueella, josta toimitetaan asiakkaille päivittäiset lääkelähetykset, on käytössä itävaltalainen SSI Schäferin toimittama kuljetinjärjestelmä. Kuljetinjärjestelmä on 1500 metriä pitkä rulla- ja hihnakuljetin, jossa voi yhtäaikaaisesti kulkea 300 eri asiakastilausta. Kuljetinjärjestelmä on toteutettu erilaisiin keräilytekniikoihin perustuvilla alueilla, kuten PBL, MP ja A-Frame. Näistä lisää seuraavissa kappaleissa.

4.3.1 PBL

PBL-keräilyllä (Pick By Light) tarkoitetaan valo-ohjattua keräilyä. Valo-ohjatussa keräilyssä Convey System-järjestelmä antaa keräilijälle valo-ohjatusti tiedon siitä mitä tuotetta ja kuinka monta keräilijä keräilee asiakkaille menevään Tamron vihreään keräilylaatikkoon. Kun kaikki tuotteet, jotka asiakas on tilannut, on kerätty kyseiseltä keräilyasemalta, kuittaa keräilijä painamalla laatikon vapautusnappia, jolloin laatikko jatkaa matkaa seuraavalle asemalle ja uusi laatikko tulee tilalle keräiltäväksi. Kuvassa 12 on kuva Tamron valo-ohjatusta keräilystä.



KUVA 12. Valopaneelikeräilyä

4.3.2 MP

MP-keräilyllä (Manual Picking) tarkoitetaan manuaalista listalta keräilyä. Manuaalikeräilyssä Convey System ohjaa laatikon keräilyasemalle, jossa keräilyjänä työskentelevä henkilö poimii keräilylaatikosta keräilylistan ja kerää kyseiseltä asemalta laatikkoon kuuluvat tuotteet. Tämän jälkeen hän kuittaa keräilylistaan kynällä keräämänsä tuotteet. Kuvassa 13 on esitetty manuaalikeräilyä.



KUVA 13. Manuaalikeräilyä

4.3.3 A-Frame

A-Frame-keräilyllä tarkoitetaan automaattikeräilyä, jossa ihminen täyttää A:n mallista keräilyautomaattia. Keräilyautomaatti syöttää keräilylaatikkoon asi-

akkaan tilaamat tuotteet. Automaatti pystyy käsittelemään 2000 erilaista tuotetta. Kuvassa 14 on kuvattu A-Frame-automaattikeräilyä Tamrossa.

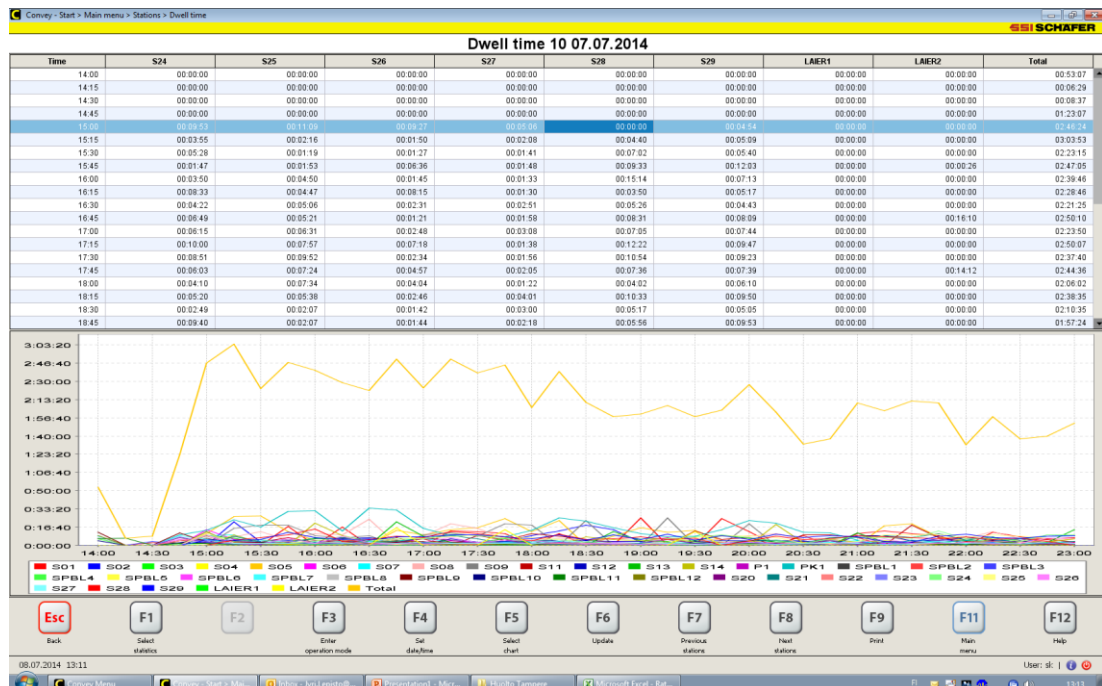


KUVA 14. A-Frame-automaattikeräilyä

4.3.4 Convey Systems

SSI Schäferin-kuljetinjärjestelmää voidaan seurata Convey Systems-ohjelman avulla. Ohjelmalla saadaan tietoa järjestelmän tilasta eri ajanjaksoina, sekä voidaan jälkikäteen analysoida eri keräilylaatikkojen kulkureittejä tai kuljettua aikaa. Convey Systems on hyvä apuväline huollolle arvioitaessa huollon tarvetta. Huollon tarve voidaan määrittää erilaisten häiriö- ja viikalokien (rekisteritiedosto) perusteella, esimerkiksi seuraamalla viivakoodiskannereiden virhelukuprosenttia.

Convey Systemsistä saadaan tuotannon aikana paljon hyödyllistä tietoa, jolla voidaan vaikuttaa merkittävästi tuotannon sujuvuuteen ja läpimenoaikojen lyhentämiseen sekä voidaan ohjata henkilöresursseja oikeaan paikkaan oikeaan aikaan. Kuvassa 15 on esitetty Convey Systemsistä saatua tietoa tuotannon läpimenoajoista eri asemilta.



KUVA 15. Esimerkki Convey Systemsin näytöstä

5 KYLMÄVARAAJIEN PAKKAMINEN

Tällä hetkellä kylmävaraajien pakkaaminen tapahtuu käsin erillisessä kylmätilassa +2-+8 Celsius asteen lämpötilassa. Kuvassa 16 on kuvattu Tamron kylmäpakkausten käsittelyalue. Pakattavat materiaalit kuljetetaan trukeilla hissinkautta toiseen kerrokseen. Tämä työvaihe vaatii paljon valmistelevaa työtä ennen varsinaisen työajan alkua.



KUVA 16. Kylmäpakkausten käsittelyalue

5.1 Kylmäpakkaus

Asiakkaalle lähtevä kylmäpakkaus koostuu Tamron omasta vihreästä kuljetuslaatikosta ja laatikkoon kuuluvasta kannesta. Tamron kuljetuslaatikon sisällä on Tamron valmistuttama styroksipakkaus ja styroksipakkauksen kansi. Styroksipakkaus sisältää sisälaatikon, joka estää tavaran osumisen kylmävaraajiin jäätymisen ja mahdollisen kondenssiveden osalta. Sisälaatikon ja styroksinväliin asetetaan 10 kappaletta 300 gramman Plasteksin valmistamia kylmävaraajia, jotka pitävät asiakkaalle toimitettavat tuotteet oikeassa lämpötilassa koko toimitusketjun ajan. Näin asiakas saa tuotteen katkeamattomassa kylmäketjussa turvallisesti perille.

5.2 Kylmäpakkauksien materiaalivirrat

Kylmäpakkausten materiaalivirrat muodostuvat Tamrossa asiakkaiden ja Tamron jakelukeskuksien välillä liikkuvista vihreistä kuljetuslaatikoista ja styroksilaatikoista. Laatikoita liikutellaan EUR.-lavojen päällä asiakkaille ja asiakkailta palautuksena takaisin. Kuvassa 17 on asiakkaalle lähtevä lava, joka odottaa kalvokäärintäkoneen kutistekalvoa. Tämän työvaiheen jälkeen se siirtyy kuljetusyhtiölle ja edelleen siirrettäväksi asiakkaille.

Asiakaslavoissa (katso kuva 17) voidaan kuljettaa sekaisin huoneenlämpöisiä ja kylmäkuljetus (+2-+8) lääkkeitä. Ulkoisesti ei normaali huoneenlämpöisessä ja kylmäpakkauslaatikossa ole mitään eroa, joten niistä ei voi erottaa toisistaan. Ainoastaan osoitelapussa on merkintä laatikon lämpötilasta.



KUVA 17. Asiakkaalle lähtevä lava

Kylmäpakkauksiin tarvittavat materiaalivirrat ovat suuret jo pelkästään niiden tarvitseman tilan takia. Volyymiltaan suurimpina tuotantopäivinä eli maanantaisin täytyy varautua noin 1300–1400 Tamron vihreään kuljetuslaatikkoon

sekä styroksilaatikkoon sisälaatikoineen. Jokaiseen kylmälaatikkoon menee 10 kylmävaraajaa eli 1300–1400 kuljetuslaatikkoon tarvitaan 13 000–14 000 kylmävaraajaa.

Tällä volyymilla tarvitsee siirtää kylmätilaan 18 lavallista 80 vihreänlaatikon lavaa. Tämän lisäksi 28 styroksilaatikon lavoja tarvitaan 52 lavan verran. Tarvittavan lavamäärän liikutteluun ennen varsinaisen tuotannon aloittamista, tarvitaan yhden henkilön 4 tunnin työpanos. Styrokso- ja laatikkolavojen siirteily on hidasta hissiä apuna käyttäen kerrosten välillä, sillä hissiin menee vain rajallinen määrä lavoja.



KUVA 18. Pakkausmateriaaleja kulkuväylillä

Kuvasta 18 voidaan havaita se tosiseikka, että suuret pakkausmateriaalit tukkivat kulkuväylät ja hidastavat muuta materiaalivirtaa, sekä vaarantavat palo- että henkilöturvallisuutta.

6 KYLMÄVARAAJIEN PAKKAMISEN HAASTEET

Edellytykset kylmävaraajien pakkauksen automatisoinnille ovat rajalliset, joutu-
en tarvittavasta tilasta ja suurista materiaalivirroista. Tilojen rajallisuus ai-
heuttaa haasteita laitesijoittelulle ja asettaa rajoituksia pakkausmateriaalien
välivarastoinnille.

TAULUKKO 1. Käsien pakattavat kylmäpakkaukset

Kylmäpakkausten määrät		
pvm.	laatikko määrä	kylmävaraajien määrä
ma 21.01.2013	1112	11120
ti 22.01.2013	801	8010
ke 23.01.2013	817	8170
to 24.01.2013	772	7720
pe 25.01.2013	428	4280
		0
ma 28.01.2013	1097	10970
ti 29.01.2013	851	8510
ke 30.01.2013	732	7320
to 31.01.2013	709	7090
pe 01.02.2013	795	7950
		0
ma 04.02.2013	1293	12930
ti 05.02.2013	939	9390
ke 06.02.2013	815	8150
to 07.02.2013	811	8110
pe 08.02.2013	446	4460
		0
ma 11.02.2013	1224	12240
ti 12.02.2013	792	7920
ke 13.02.2013	786	7860
to 14.02.2013	841	8410
pe 15.02.2013	473	4730
		0
ma 18.02.2013	1212	12120
ti 19.02.2013	788	7880
keskiarvo	842	7128

Taulukossa 1 on esitetty noin kuukauden ajalta laatikko ja kylmävaraajien määrät. Taulukosta voidaan havaita, että maanantaipäivät ovat volyymiltaan suurempia kuin muut viikonpäivät, joten tuotanto määrät on mitoittettava näiden huippumäärien mukaan. Maanantaipäivien suuri volyymi selittyy lääkkeiden viikonloppuisin tapahtuvalla myynnillä apteekeissa. Viikonloppuisinhan lääketukkukauppa ei toimita lääkkeitä apteekeille ja sairaaloille ja näin ollen viikonloppuina kertynyt vaje asiakkailta purkautuu maanantaisin suurina toimitusmäärinä.

6.1 Automatisoinnin edellytykset

Mahdollisen kylmävaraajien pakkauksen edellytyksenä on materiaalivirtojen muuttaminen automaattiseksi käyttäen Swisslogin automaattivarastoa ja sen kuljetinjärjestelmää. Tämä mahdollistaa materiaalivirtojen JOT (Just On Time) eli juuri oikeaan aikaan ajattelun. Tuolloin tarvittava materiaali on oikeaan aikaan oikeassa paikassa. Oikealla materiaalivirtojen hallinnalla voidaan vähentää turhaa välivarastointia sekä turhan työn tekemistä.

6.2 Työvoimatarve

Kylmävaraajien pakkaaminen on kriittinen työvaihe koko tuotantoketjussa. Kylmävaraajien pakkaamisen automatisoinnilla on suuret työvoimakustannuksiin kohdistuvat vaikutukset. Tällä hetkellä työ on toteutettu vuokratyövoimalla sen hallittavuuden takaamiseksi. Vuokratyövoimalla Tamro saa aina tarvitsemansa henkilömäärän, eikä ota riskiä oman henkilökunnan lomista eikä sairauslomista.

Työpäivien pituudet ovat maanantaisin 9 h 30 min ja tiistaista torstaihin työpäivänpituus on 7 h 45 min. Perjantaisin työpäivän pituus on vain 7 h 15 min. Työpisteessä työskentelee eri viikonpäivinä eri määrä ihmisiä. Tämä perustuu historiatietoon, jonka perusteella arvioidaan henkilöstötarve. Todellinen tuotantomäärä tiedetään joka päivä vasta 18:30, kun kaikki tilaukset ovat tulleet sisään. Tästä syystä henkilöstötarve joudutaan arvioimaan historiatiedon valossa.

TAULUKKO 2. Työmäärä suhteutettuna henkilömäärään ja työaikaan

pvm.	laatikkomäärä	henkilömäärä	työaika
ma 21.01.2013	1112	4	9,5
ti 22.01.2013	801	3	7,75
ke 23.01.2013	817	3	7,75
to 24.01.2013	772	3	7,75
pe 25.01.2013	428	2	7,25
ma 28.01.2013	1097	4	9,5
ti 29.01.2013	851	3	7,75
ke 30.01.2013	732	3	7,75
to 31.01.2013	709	3	7,75
pe 01.02.2013	795	3	7,25
ma 04.02.2013	1293	4	9,5
ti 05.02.2013	939	3	7,75
ke 06.02.2013	815	3	7,75
to 07.02.2013	811	3	7,75
pe 08.02.2013	446	2	7,25
ma 11.02.2013	1224	4	9,5
ti 12.02.2013	792	3	7,75
ke 13.02.2013	786	3	7,75
to 14.02.2013	841	3	7,75
pe 15.02.2013	473	2	7,25
ma 18.02.2013	1212	4	9,5
ti 19.02.2013	788	3	7,75

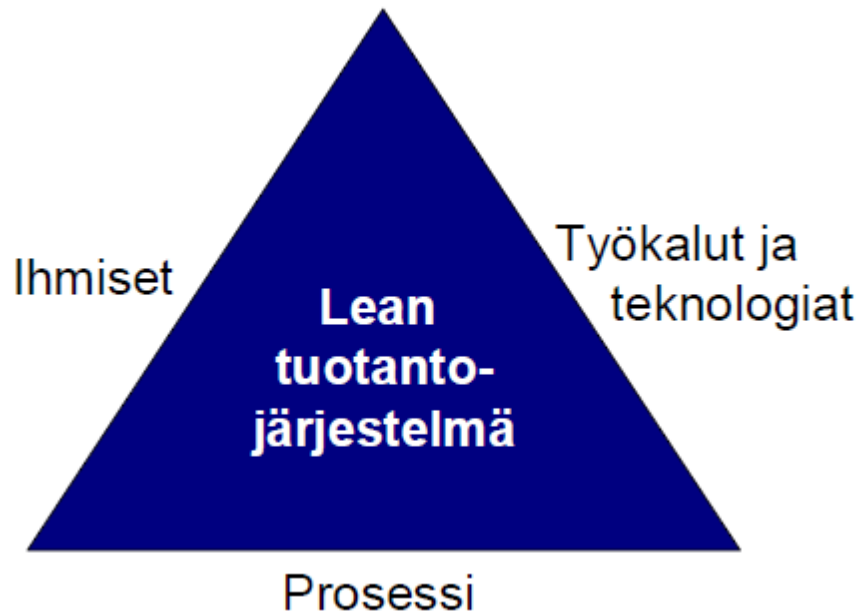
Taulukossa 2 on esitetty koejakson (21.01.–19.02.2013) aikana valmistettujen kylmäpakkausten määrä ja työpäivän pituus sekä kylmävaraajien pakkaamiseen tarvittu henkilömäärä.

7 TARVITTAVAN KAPASITEETIN MÄÄRITTÄMINEN

Kylmävaraajien pakkaamisen automatisoinnin rakentamiseksi ja kehittämiseksi on määritettävä sille lähtötiedot nykyisen tilanteen pohjalta. Tarvittavien tietojen määrittämiseksi on olemassa hyviä ja nykyaikaisia menetelmiä tuotannon mittaamiseksi ja analysoimiseksi. Eräs tällainen menetelmä on Lean, jota esittelen seuraavaksi.

7.1 Lean

Lean on filosofia, joka käsittää yrityksen toimintojen organisoinnin. Leanin periaatteiden mukaisesti luodaan tehokkaita prosesseja mahdollisimman vähin resurssein ottamalla huomioon yrityksen koko toiminta. Ideana on keskittyä vain asiakkaalle lisäarvoa tuottavaan toimintaan. Toisaalta Lean on nippu työkaluja, joiden avulla filosofiaa viedään käytäntöön.



KUVA 19. Lean tuotantojärjestelmä (Morgan & Liker 2006)

Lean – tuotantojärjestelmä voidaan jakaa kolmeen osaan: prosessien kehittämiseen, ihmisten kehittämiseen sekä työkaluihin ja teknologiaan (katso kuva 19). Jotta Lean – tuotantojärjestelmästä saadaan paras mahdollinen hyöty ja se saadaan toimimaan, tulee näiden kolmen osa-alueen toimia tasapainossa. Leanin toteuttaminen vaatii kokonaisvaltaisen lähestymistavan, joka ottaa huomioon koko organisaation. (Morgan & Liker 2006).

Kaikkiin näihin osiin kuuluu joukko elementtejä tai tekijöitä, jotka puolestaan mahdollistavat tai aikaansaavat esimerkiksi prosessin tehokkaan toimivuuden. Seuraavaksi lisää itse prosessista.

7.1.1 Prosessi

Prosessi kattaa kaikki tehtävät ja tehtäväketjut, joita tarvitaan prosessin tuloksen aikaan saamiseksi. Tämä osa on tutkimuksen kohteena kun kartoitetaan arvovirtaa raakamateriaaleista valmiiksi tuotteiksi. (Morgan & Liker 2006) Arvovirralla tarkoitetaan tuotteen hinnan nousua tuotantoprosessissa.

Toisaalta tarkasteltava prosessi voi olla myös muu prosessi kuin tuotantoprosessi. Jotta prosessi toimisi kunnolla, tulee organisaation kiinnittää huomiota siihen vaikuttaviin tekijöihin, kuten hukkaan, epätasaisuuteen, ylikuormittamiseen, tuotannon virtauttamiseen ja tasapainottamiseen.

7.1.1.1 Hukka

Leanin yksi osa-alue on hukcatekijöiden poistaminen sekä yrityksen sisältä että sidosryhmien väliltä. Hukka, japaniksi muda, tarkoittaa toimintoja, jotka eivät luo lisäarvoa tuotteeseen asiakkaan näkökulmasta. Hukan poistaminen organisaatiosta on hyvä esimerkki kustannustehokkaasta ja järkipäisestä lähestymistavasta organisaation toiminnan tehostamiseksi. Perinteisesti hukkaa on käytetty aika, materiaali, työntekijät, koneet ja tehty työ, joka ei luo tuotteelle lisäarvoa asiakkaan näkökulmasta (Taulukko 3). (Hale & Kubiak 2007, Hines & Taylor 2000, Imai 1997, Liker 2008).

Toyotan määrittämät seitsemän eri hukkatyyppiä ovat ylituotanto, odottaminen, tarpeeton kuljettaminen, virheellinen käsittely, tarpeettomat varastot, tarpeeton liikkuminen ja viat. Taulukossa 3 on selitetty hukan eri muotoja Carreira , Burton& Boeder mukaan.

TAULUKKO 3. Hukan eri muodot (mukailtu Carreira 2004; Burton& Boeder 2003)

Kahdeksan hukan kategoriaa	Esimerkkejä esiintymisestä ja vähentämisestä
Varasto	Vähennä eräkokoja, vähennä läpimenoaikaa, synkronoi tuotantovaiheet, lisää kapasiteettiä piikkien hallitsemiseksi, minimoi tarkistukset
Liike	Yhdistä eri vaiheita, poista etsiminen, järjestä layout 5S mukaiseksi, käytä visuaalista ohjausta
Virheet	Laatustandardit, standardi dokumentointi, standardi työ, virhemahdollisuuksien eliminointia (Poka- Yoke)
Prosessointi	Suunnittele työ/osa komponenttien/ työvaiheiden minimoimiseksi sekä yksinkertaistamiseksi, standardi työ
Ylituotanto	Vähennä eräkokoja, vähennä asetusaikoja, vähennä alussa syntyvien virheiden määrää, yksinkertaista prosessia
Odottaminen	Synkronoi tuotantovaiheet, yhdistä töitä, tasoita työmäärät, kouluta työntekijät, visuaaliset jonot
Kuljettaminen	Luo työsolut, luo paperittomat prosessit, vähemmän toimittajia, minimoi siirtojen määrä, varasto käyttöpaikalle
Informaatio	Helposti ymmärrettävä informaatio, visuaalinen ohjaus, datan tarkkuus

7.1.1.2 Jatkuva virtaus

Jatkuvalla virtauksella tarkoitetaan kaiken arvoa tuottamattoman poistamista arvovirranprosesseista, jotta virtaus toimii rajoittamattomasti alusta loppuun saakka. Kun käytössä on joustava ja virtautettu tuotanto, virheelliset kappaleet havaitaan heti, sillä työvaiheiden välissä ei ole puskurivarastoja. Tällöin virheiden aiheuttajaan päästään puuttumaan heti, keskitytään siis virheiden aiheuttajaan, ei oireisiin. (Miettinen 1993, Morgan & Liker 2006)

Virtautetussa tuotannossa eräkokotavoite on yksi. Tällöin joudutaan aloittamaan toimet hukan eliminointiseksi. Jatkuvan virtauksen hyötyjä ovat:

- sisäänrakennettu laatu (Kajaste & Liukko 1994, Liker 2008, Weele 2005),
- joustavuuden luominen (Liker 2008),
- tuottavuuden parantuminen (Liker 2008),
- vapauttaa lattiatilaa ja pienentää varastointikustannuksia (Liker 2008)
- parantaa turvallisuutta ja työntekijöiden moraalialia (Liker 2008).

7.1.1.3 Tuotannon tasapainottaminen

Tasapainotettu tuotanto edellyttää pienten valmistuserien käyttöönottoa (ta-voitteena yksi). Tämä vaatii lyhyitä asetusajoja sekä hyvää yhteistyötä markkinoinnin, hankinnan ja tuotannon välillä. Myös hukkan eliminointi tulee olla huomioituna, jotta tasapainotettua tuotantoa voidaan ylläpitää. (Miettinen 1993, Morgan & Liker 2006)

Tasapainotettu tuotanto on usein ristiriidassa länsimaisen ajattelun kanssa. Länsimaissa saadaan usein tuotantopalkkioita, kun aiemmat tuotantomäärät ylitetään. Kuitenkin tuotteiden valmistaminen varastoon odottamaan tilauksia on hukkaa. Varastoon tuottamiseen kuluvan ajan voi käyttää paremmin hyödyksi, esimerkiksi kunnossapitoon tai toimintojen rationalisointiin. (Miettinen 1993)

7.1.1.4 Pienet eräkoot

Suurten varastojen sijaan tulisi ylläpitää mahdollisimman pieniä eräkokoja. Pienet eräkoot tuovat mukanaan etuja, kuten varaston pienenemisen ja läpimenoajan lyhenemisen. Pienet eräkoot tekevät myös laatuvirheiden havaitsemisesta helpompaa jo aikaisemmassa vaiheessa. Välivarastojen pienentäminen vähentää valmistuksessa käytettävää aikaa ja tilan tarvetta. (Krajewski & Ritzman 2001, Miettinen 1993, Weele 2005)

Prosessointiin kuluva aika on sitä suurempi, mitä isompi erä koko on. Isot erät odottavat usein kauemmin seuraavaa prosessointivaihetta. Pienet eräkoot auttavat saavuttamaan tasaisen työkuormituksen, ne ovat helpompia tasapainottaa ja mahdollistavat kapasiteetin tehokkaamman käytön. (Krajewski & Ritzman 2001)

7.1.2 Ihmiset

Henkilöstön huomioonottaminen on Leanissa erittäin tärkeässä osassa. Jotta Lean voi ylipäänsä toimia, täytyy työntekijöiden olla motivoituneita sekä osaavia. Womack et al. (1990) kuvaavat työntekijöiden tärkeyttä esimerkiksi, josta seuraavaksi. Massatuotannossa on suuret varastot joka työvaiheessa, joten ongelmien ilmetessä yhdessä paikassa, ei se vaikuta vähään aikaan muihin. Leanin tapauksessa työvaiheiden välillä on ainoastaan minimaaliset varastot, joten ongelmien ilmetessä yhdessä paikassa, saattaa koko tehdas nopeasti pysähtyä. Tämä asettaa työntekijöille suuren haasteen ja korostaa heidän kykyään ratkaista ongelmia.

Tiimityö, jatkuva parantaminen ja oppiminen kehittävät organisaatiota muiden osa-alueiden rinnalla kohti Leania. Tämä osa-alue pitää sisällään yhteisen kielen, symbolit, uskot sekä arvot, jotka määrittävät millaiseksi organisaatio on rakentunut, miten sitä johdetaan, miten se oppii ja kuinka se rekrytoi, kouluttaa ja kehittää työntekijöitään (Morgan & Liker 2006).

Olennaista on se, miten organisaatio saa kaikki jäsenet osallistettua kehittämiseen ja kehitykseen. Lean muuttaa henkilöstön työskentelytapoja, muttei välttämättä ajattelutapoja. Ajattelutavan ja yrityksen kulttuurin muuttaminen on huomattavasti työläämpi prosessi ja sen tulee tapahtua yrityksen jokaisella tasolla.

Muutosvastarintaa kohdataan useimmiten muutoksen alkuvaiheissa. Leanin päämääränä on kannustaa työntekijöitä tiimityöhön sekä sitouttaa työntekijät organisaation tavoitteisiin. (Hannus 1993, Kajaste & Liukko 1994, Womack et al. 1990)

Henkilöstö on avainasemassa toiminnan kehittämisessä. Virheisiin suhtautuminen on erilaista Lean toiminnassa; virheitä havaittaessa ei pyritä löytämään syyllistä, vaan varmistetaan, ettei virhe pääse toistumaan. Työntekijöi-

den sitoutuminen laadun parantamiseksi on tärkeää. Työntekijöitä kannustetaan miettimään ja toimimaan työnteon tehostamiseksi ja virheiden minimoimiseksi, jolloin esimiesten rooli on tukea näitä ideoita ja mahdollistaa niiden toteuttaminen. (Kajaste & Liukko 1994, Weele 2005)

Jotta Leania voidaan toteuttaa organisaatiossa, tulee työntekijöiden ymmärtää sen periaatteita ja Leanin tulee olla hyväksytty menetelmä niiden keskuudessa, jotka ovat rakentamassa tuotetta ja siten omistavat arvoa tuottavan prosessin. Vastuun jakamisella sekä työntekijöiden osaamisen kehittämällä pyritään parantamaan työntekijöiden motivaatiota ja kiinnostusta Leania kohtaan. Womack et al. (1990) mukaan työntekijät kokevat työnsä haastavammaksi Leanin käyttöönoton myötä ja ovat siten tehokkaampia. (Caldwell 2008, Hannus 1993)

Kaizen on japanilainen filosofia, joka pyrkii jatkuvaan parantamiseen. Imai (1997) mukaan organisaatio voi toteuttaa Kaizenia työpaikallaan silloin, kun se noudattaa sen kolmea perussääntöä: siisteyttä, hukan eliminointia sekä standardointia. Vaikka parannukset ovat pieniä ja vähittäisiä, koko jatkuvan parantamisen prosessi tuo ajan myötä mukanaan suuria muutoksia. (Imai 1997, Morgan & Liker 2006)

Jatkuvat ja toistettavat analyysit järjestelmän parantamiseksi hukkatyyppien kautta ovat lähtökohtana Kaizen – tyyppiseen parantamiseen. Suurin osa parannuksista on pieniä, mutta lisäarvoa tuottavia, ei niinkään suuria radikaaleja muutoksia tai läpimurtoja. Jos yrityksen työntekijät lisäävät hukkaa joka yhdeksänteen osaan tuotetta ja lisäarvoa vain yhteen osaan tuotetta, voidaan lisäarvon tuottavuus kaksinkertaistaa poistamalla yksi hukatekijä ja muuttamalla se arvoa lisääväksi toiminnoksi. Hukan poistaminen voi olla yksi kustannustehokkain tapa lisätä tuottavuutta ja vähentää kustannuksia. Tuottavuuden parantamiseksi tehtävien investointien sijaan Kaizen painottaa hukan vähentämistä työpaikalla. Pienet parannukset useissa prosesseissa kumuloiduvat vähitellen parantaen laatua ja tuottavuutta sekä vähentäen kustannuksia. Kaizenin mukaisen lähestymistavan juurruttaminen koko organisaatioon,

erityisesti ylimpään johtoon, johtaa kohti Lean – toimintatapaa. (Hines & Rich 1997, Imai 1997)

Standardoinnin määritelmänä on työn tekemisestä parhaalla mahdollisella tavalla. Standardien noudattaminen on keino varmistaa jokaisen prosessin tuottama laatu ja ehkäistä ongelmien uusiutumista. Vakaa, standardoitu prosessi on perustana jatkuvalla parantamiselle. (Imai 1997, Morgan & Liker 2006)

Jatkuva parantaminen vaatii koko henkilökunnan panosta. Parantamisen on oltava järjestelmällistä ja säännöllistä, jotta tuloksia saadaan aikaan ja jotta tuloksista tulee pysyviä. Jatkuvan parantamisen sisäistäminen yrityksen toimintatavaksi vaatii asennemuutoksia, eikä se näin ollen onnistu hetkessä. Työntekijöiden motivoiminen omien ideoiden esilletuomiseksi ja tiedon jakamiseksi muille on haasteellista. Kaplanin ja Nortonin (2004) mukaan yrityksen suurin valtti on sen työntekijöiden tietämys. Toyotalla uskotaan, että jatkuva parantaminen on riippuvainen oppimisesta ja oppimisen kapasiteetista. (Kajaste & Liukko 1994, Kaplan & Norton 2004, Morgan & Liker 2006)

Henkilöstön tiedot, taidot ja halu kehittyä ovat organisaation avaintekijöitä kilpailukyvyyn kehittämiseksi. Jokaisen työntekijän tulisi ymmärtää organisaation toiminta kokonaisuutena. Organisaation kehittyminen pohjautuu työntekijöiden koulutukseen. Koulutuksen yhteydessä on hyvä varmistaa, että opitut asiat otetaan käyttöön heti, jotta koulutuksen hyödyt saadaan käyttöön, eivätkä opitut asiat unohdu käytön puutteesta. Tekemällä oppiminen on tehokasta. (Kajaste & Liukko 1994)

7.1.3 Työkalut

Leaniin kuuluu joukko työkaluja, joilla pyritään saavuttamaan tiettyjä Leanin mukaisia tavoitteita. Nämä työkalut eivät ole itsetarkoitus, vaan ainoastaan

apuvälineitä ilmiöiden hallintaan. Työkalujen käyttö tai paremminkin soveltaminen tulisi olla organisaatiokohtaista. Valmiilla ohjeistuksella pääsee liikkeelle, mutta niillä ei saada aikaan lopullisia ja pysyviä muutoksia.

Leanin työkaluja ovat mm.:

- Arvoketjuanalyysi - Value Stream Mapping – VSM
- Tiimityö
- Tuotannon tasapainottaminen
- Standardointi
- Six-sigma
- Just-in-time
- Kanban
- Poka-Yoke
- Nopea sarjanvaihto
- 5S
- Visuaalinen ohjaus
- TPM - Tuottava ylläpito
- Andon
- 5xWhy
- Last Planner System™
- Lean Project Delivery System – LPDS
- Integroidut projektitiimit
- Lean-mittarit

7.2 Leanin käyttö kehitysprosessissa

Kehittämällä työtapoja ja tehostamalla järjestelmän käyttöä voidaan päästä samaan lopputulokseen ilman suuria taloudellisia investointeja. Ennen kuin kylmävaraajien pakkausprosessin automatisoinnin päätöstä tehdään, voidaan tuotantoprosessia kehittää ilman mittavia taloudellisia investointeja.

7.2.1 Kylmävaraajien pakkaamisen tuotannon tasapainottaminen

Tuotannon tasapainottaminen (Level Mix Model Production, Production Leveling, Heijunka) on tuotannon aikataulutuksen menetelmä, jolla eri tuotteiden tuotanto järjestetään siten, että eri tuotteiden eroavaisuuksista aiheutuvat vaihtelut tasoittuvat tuotannossa (Burton & Boeder 2003).

Tasapainottamista voidaan hyödyntää myös muualla kuin vain tuotannossa. Tämä vaatii sitä, että prosessit ja toiminnot on suunniteltu ja standardoitu tarkasti etukäteen. Tuotannon tasapainottaminen tukee, ja toimiakseen myös tarvitsee, useita muita Lean työkaluja.

Tuotannon tasapainottamisella on saavutettu muun muassa seuraavia hyötyjä (Burton & Boeder 2003):

- muutos suuresta eräkoosta pieniin eräkokoihin
- varastojen parempi jakautuminen asiakaskysynnän täyttämiseksi
- tukee kaikkia Lean työkaluja
- vähentää varastoja raaka-aineissa, työvaiheiden välillä sekä valmiissa tuotteissa
- linkittää kysynnän ja tuotannon kiertoajat
- tukee tavoitetta tehdä tuotteita päivittäin, pieniä määriä kysynnän mukaan
- parempi pääoman tuotto (Return On Asset= ROA).

Kylmävaraajien pakkauksen tasapainottamista voidaan tutkia muun muassa laskemalla kuormitusastetta. Kaavassa 1 on esitetty kuormitusasteen laskentakaava.

KAAVA 1. Kuormitusasteen laskeminen

$$\text{Kuormitusaste} = \frac{\text{Keskimääräinen tuotantomäärä}}{\text{Maksimikapasiteetti}} \times 100\%$$

TAULUKKO 4. Kuormitusaste tutkitulla ajanjaksolla

Kuormitusaste pvm.	laatikkomäärä	henkilömäärä	työaika	tehokkuus laatikkoa/h	kuormitusaste
ma 21.01.2013	1112	4	9,5	29,26	72,46
ti 22.01.2013	801	3	7,75	34,45	85,30
ke 23.01.2013	817	3	7,75	35,14	87,01
to 24.01.2013	772	3	7,75	33,20	82,22
pe 25.01.2013	428	2	7,25	29,52	73,09
				0,00	0,00
ma 28.01.2013	1097	4	9,5	28,87	71,48
ti 29.01.2013	851	3	7,75	36,60	90,63
ke 30.01.2013	732	3	7,75	31,48	77,96
to 31.01.2013	709	3	7,75	30,49	75,51
pe 01.02.2013	795	3	7,25	36,55	90,50
				0,00	0,00
ma 04.02.2013	1293	4	9,5	34,03	84,25
ti 05.02.2013	939	3	7,75	40,39	100,00
ke 06.02.2013	815	3	7,75	35,05	86,79
to 07.02.2013	811	3	7,75	34,88	86,37
pe 08.02.2013	446	2	7,25	30,76	76,16
				0,00	0,00
ma 11.02.2013	1224	4	9,5	32,21	79,75
ti 12.02.2013	792	3	7,75	34,06	84,35
ke 13.02.2013	786	3	7,75	33,81	83,71
to 14.02.2013	841	3	7,75	36,17	89,56
pe 15.02.2013	473	2	7,25	32,62	80,77
				0,00	0,00
ma 18.02.2013	1212	4	9,5	31,89	78,97
ti 19.02.2013	788	3	7,75	33,89	83,92

Kuormitusastetta laskettaessa voidaan havaita kuormitusasteen lasku maanantaisin ja perjantaisin. Maanantain alhainen kuormitusaste selittyy suurella volyymilla ja henkilömäärällä, mutta rajallisella työpisteitä määrällä, sillä työpisteitä on vain kolme. Neljäs henkilö tekee maanantaisin pakkaustarvikkeiden siirtoja, koska kaikki pakkaustarvikkeet eivät mahdu lähelle työpisteitä. Perjantain alhainen kuormitusaste selittyy pienellä volyymillä. Tuolloin vain yksi henkilö tekee kylmäpakkauksia ja toinen siirtelee pakkaustarvikkeita ja tekee osan aikaa kylmäpakkauksia.

7.2.2 Tuotannon sujuvuuden parantaminen

Nykyistä kylmävaraajien pakkaamisen sujuvuutta ja tehokkuutta voitaisiin parantaa pelkästään toimintatapojen muutoksella ja käyttämällä nykyisiä kuljetinjärjestelmiä. Käyttämällä Leanin oppeja, kuten standardoimalla pakkaustarvikkeiden lavakoko ja toimittamalla pakkaustarvikelava oikeaan aikaan oikeaan paikkaan. Muutoin varastoidaan tarvittavia pakkaustarvikelavoja useaan eri paikkaan tilan puutteen vuoksi.

Toimenpiteenä pakkaustarvikelavojen standardointi ja toimittaminen JOT:ina kylmävaraajien pakkauspaikalle käyttäen nykyistä Swisslogin kuljetinjärjestelmää, edellyttää pakkaustarvikkeiden lavakoon pienentämistä nykyistä erikokoisista lavoista standardikokoisiksi. Lavan suurin sallittu korkeus on 1,20 metriä ja pakkaustarvikkeiden mitat eivät saa ylittää EUR.-lavan ulkomittoja.

Lavojen standardoinnilla taataan pakkausmateriaalien määrien hallinta ja inventointi mahdollisuudet, sekä niiden häiriötön kulkeminen haluttuun kohteeseen.



KUVA 10. Kalvonkäärintäkoneella kalvolla käärittyjä lavoja

Ennen pakkaustarvikkeiden varastointia Swisslogin korkeavarastoon on lavat tasattava oikean korkuiseksi ja kalvokäärintäkoneella kalvolla käärittävä lavojen koossapysymiseksi kuljetuksen ajaksi. Kuvassa 20 on EUR.-lavapohjalle kääritty Tamron vihreitä kuljetuslaatikoita asiakkaalle toimitettavaksi.

TAULUKKO 5. Lavamäärä muutokset, kun lavakokoa muutetaan standardi kokoisesta 1,2 metriä korkeaksi

Kylmäpakkausten määrät				
pvm.	styroksien lavamäärä	vihreät laatikot lavamäärä	swisslog styrokso lavamäärä 1,2m	swisslog vihreä laatikko lavamäärä 1,2m
ma 21.01.2013	31,8	13,9	74,1	30,9
ti 22.01.2013	22,9	10,0	53,4	22,3
ke 23.01.2013	23,3	10,2	54,5	22,7
to 24.01.2013	22,1	9,7	51,5	21,4
pe 25.01.2013	12,2	5,4	28,5	11,9
	0,0	0,0	0,0	0,0
ma 28.01.2013	31,3	13,7	73,1	30,5
ti 29.01.2013	24,3	10,6	56,7	23,6
ke 30.01.2013	20,9	9,2	48,8	20,3
to 31.01.2013	20,3	8,9	47,3	19,7
pe 01.02.2013	22,7	9,9	53,0	22,1
	0,0	0,0	0,0	0,0
ma 04.02.2013	36,9	16,2	86,2	35,9
ti 05.02.2013	26,8	11,7	62,6	26,1
ke 06.02.2013	23,3	10,2	54,3	22,6
to 07.02.2013	23,2	10,1	54,1	22,5
pe 08.02.2013	12,7	5,6	29,7	12,4
	0,0	0,0	0,0	0,0
ma 11.02.2013	35,0	15,3	81,6	34,0
ti 12.02.2013	22,6	9,9	52,8	22,0
ke 13.02.2013	22,5	9,8	52,4	21,8
to 14.02.2013	24,0	10,5	56,1	23,4
pe 15.02.2013	13,5	5,9	31,5	13,1
	0,0	0,0	0,0	0,0
ma 18.02.2013	34,6	15,2	80,8	33,7
ti 19.02.2013	22,5	9,9	52,5	21,9
keskiarvo	20,4	8,9	47,5	19,8

Taulukossa 5 on esitetty pakkaustarvikkeiden lavamääriä Tamron sisäisessä logistiikassa. Kun lavakorkeus on tiputettu 1,2 metrin korkeuteen, niin tällä muutoksella lavamäärät yli kaksinkertaistuvat, mutta lavoja voidaan ohjata Swisslogin kuljetinjärjestelmässä halutulla tavalla, oikea-aikaisesti sekä oikeaan paikkaan. Tällöin ei synny manuaalisesti siirrettäviä välivarastoja, jotka tukkivat sisäisen liikenteen ja vaarantavat henkilöturvallisuutta.

8 KYLMÄVARAAJIEN PAKKAUKSEN AUTOMATISOINTI

Kylmävaraajien pakkaaminen automaattisesti ilman ihmisen tekemää asennustyötä on mahdollista toteuttaa tietyin edellytyksin. Nämä edellytykset ovat edellä mainitut pakkaustarvikkeiden häiriötön ja hallittu kuljetus Swisslogin kuljetinjärjestelmää hyväksikäyttäen. Tämä taas edellyttää pakkaustarvikkeiden lavakoon pienentämistä ja standardointia.

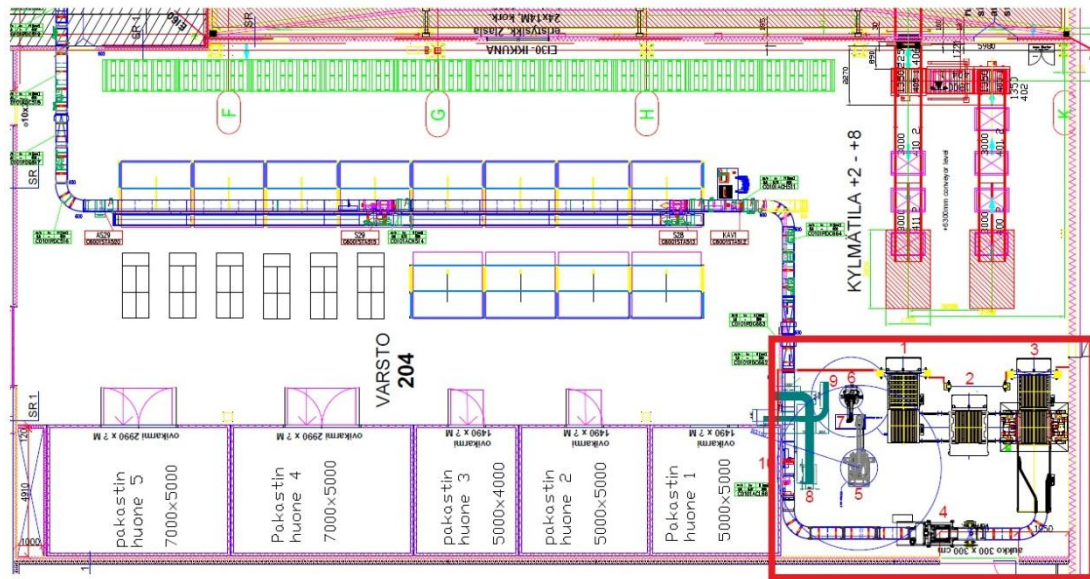
8.1 Automatisoinnin toteutus

Kylmävaraajien pakkaamisen automatisoinnin toteutus on mahdollista toteuttaa monella eri teknisellä ratkaisulla. Lähtökohtaisestiärkevin ja helpoin tapa on kylmävaraajien pakkaaminen kylmälaatikoihin. Tämän jälkeen kylmälaatikoiden laitto Tamron vihreisiin kuljetuslaatikoihin on mahdollista toteuttaa robottien avulla. Jos toiminnot toteutettaisiin mekaanisilla manipulaattoreilla, tulisi mahdollisten muutosten tekemisestä lähes mahdotonta.

Roboteilla toteutettu ratkaisu mahdollistaa mahdollisen prosessin muokkauksen tai sen kehityksen. Lisäksi robotit ovat kierrätettävissä tarvittaessa tehtävästä toiseen.

8.1.1 Idea pohjapiirrustuksesta

Käytettävän tilan rajallisuus aiheutti haasteita tehtaan pohjapiirrustuksen suunnitteluun. Kuvassa 21 punaisella rajattu alue on suunniteltu toimintamalli kylmävaraajien pakkaamiseksi automaattisesti robotilla.



KUVA 21. Kylmävaraajien pakkausalue punaisella merkittynä kylmäkeräilytilassa

Tällä hetkellä kylmävaraajien pakkaustyö tehdään käsin samalla alueella, kuin suunniteltu automatisoitu pakkausjärjestelmä. Kuvassa 21 on kylmävaraajien pakkausalue Tamrossa.

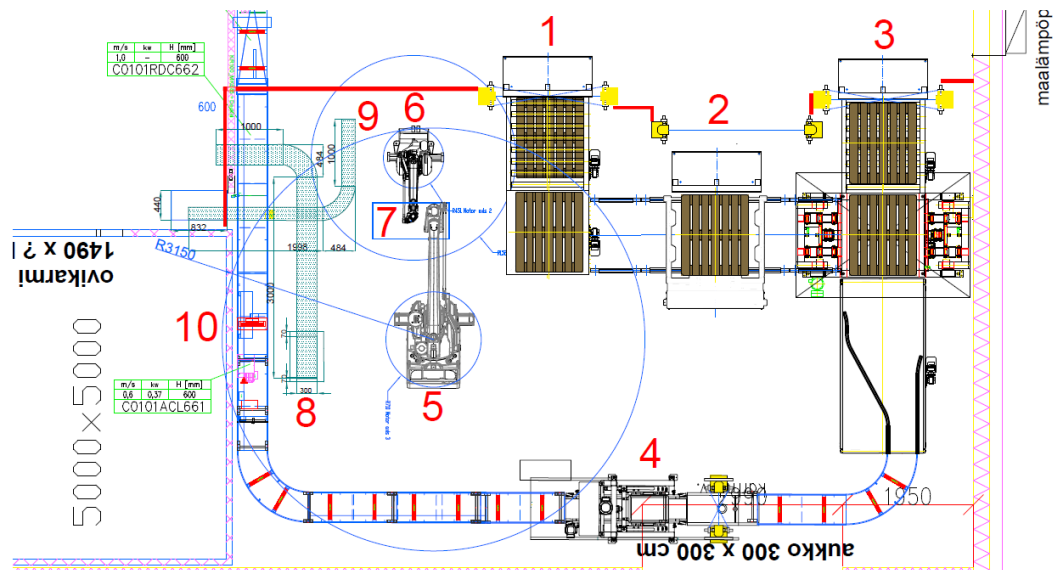
8.1.2 Idea kylmävaraajien pakkaamiseksi robotilla

Mikäli kylmävaraajat pakattaisiin roboteilla, tulisi materiaalivirtojen kulku hoitaa automaattisesti ja oikea aikaisesti käyttäen Swisslogin korkeavarastoa sekä kuljettimia materiaalien kuljettamiseen ja varastointiin. Näin on aiemmin myös käsitelty kohdassa 7.2.2. tuotannon sujuvuuden parantamiseksi.

Tulevaisuudessa automatisoidussa kylmävaraajien pakkausprosessissa työskentelisi yksi henkilö nykyisten 2-4 henkilön sijaan, jolla olisi suora ja kustannuksia alentava kustannusvaikutus työvoimakustannuksissa.

8.1.3 Kylmävaraajien pakkaustyönkierto

Kylmävaraajien pakkaustoiminnot ovat mahdollista suorittaa automaattisesti kuvan 22 suunnitelman mukaan.



KUVA 22. Ideoitu pohjapiirros kylmävaraajien pakkaamiseksi

Kohdassa 1 on Tamron styroksien kylmäpakkauslaatikkolava, josta robotti (kohta 5) noutaa kylmälaatikon. EUR.--lavalla ja laatikoilla on mekaaninen paikoitus. Kuvassa 23 on Tamron styroksien kylmäpakkauslaatikkolava odottamassa tuotantoa.



KUVA 23. Kalvokäärity kylmäpakkauslava

Kohdassa 2 asemista 1 ja 3 olevat tyhjentyneet lavat pinotaan ketjukuljettimia ja lavanpinoajaa apuna käyttäen korkeiksi lavapinoiksi, jotka noudetaan pumppukärryillä tai trukilla lavapinoajasta. Kohdassa 3 Tamron vihreät pakkauslaatikkopinot siirretään kuljettimille.

Kohdassa 4 Tamron vihreät pakkauslaatikkopinot puretaan laatikkojonoiksi kuljettimelle. Kuvassa 24 on Nekos Oy:n valmistama pinonpurkaja, joka erottelee laatikot toisistaan.



KUVA 24. Pinonpurkaja erottelee laatikot toisistaan

Kohdassa 5 robotti noutaa styroksipakkauksen kohdasta 1. Robotti siirtää sen kohtaan 8, jossa robotti vie laatikon kannen imukupille ja kaataa laatikossa olleet vanhat ja lämmentyneet kylmävaraajat kuljettimelle poisvietäviksi ja uudelleen jäädytettäviksi. Tyhjennyksen jälkeen robotti vie tyhjänlaatikon

asemaan 7, jossa on jigi, joka on styroksilaatikon pohjapiirroksen muodossa (robotin numero 6 asettamat kylmävaraajat).

Jigistä 7 tiputetaan 10 kappaletta Plasteksi Oy:n valmistamaa 300 gramman kylmävaraajaa. Tämän jälkeen noudetaan kansi asemasta 8 ja asetetaan styroksilaatikko Tamron vihreän kuljetuslaatikon sisään asemassa 10, jonka jälkeen laatikko voi lähteä valmiina kokoonpanona tuotantoon. Tämän lisäksi kohdassa 6 robotti lataa 300 gramman kylmävaraajia tärykuljettimelta. Kohdassa 7 robotin numero 6 latomat 10 kylmävaraajaa tiputetaan yhdellä kertaa styroksilaatikkoon kuvassa 25.



KUVA 25. Kylmävaraajat ladottu kylmäpakkaukseen

Kohdassa 8 robotti numero 5 vie styroksilaatikon kannen imuun ja tyhjentää laatikosta vanhat ja lämmentyneet kylmävaraajat kuljettimelle pois vietäviksi ja uudelleen jäädytettäviksi. Kohdassa 9 tärykuljetin siirtää jäätyneet kylmä-

raajat oikeassa asennossa robotin ottopisteeseen, josta robotti numero 6 vie kylmävaraajat jigille numero 7. Kohdassa numero 10 odottaa Tamron vihreä kuljetuslaatikko, johon robotti numero 5 asentaa valmiin styroksilaatikon.

8.2. Automaatiolaitteena robotti

Robotilla saavutetaan monia etuja kuten:

- Monikäyttöisyys
- Vaiheiden yhdistäminen
- Integroitavuus olemassa oleviin koneisiin ja periferialaitteisiin
- Joustavuus
- Työkappaleperheiden monimuotoisuus
- Kapasiteettimuutokset
- Tuotantoprosessin muutokset
- Uudelleenkäytettävyys
- Kustannustehokkuus

8.2.1 Robotin suorituskyvyn tuotteelle asettamat vaatimukset

Työalueen suuruus on nivelvarsi- ja muilla pyöriväaksellisilla roboteilla pallomainen työalue. Toisto- ja absoluuttinen tarkkuus (toleranssit) tarkoittaa sitä, kuinka tarkasti robotti toistaa opetettua pistettä. Toistotarkkuus on huomattavasti parempi kuin absoluuttinen tarkkuus. Absoluuttinen tarkkuus kertoo millä tarkkuudella robotti kykenee suorittamaan halutun pisteenrobotin runkoon sidotussa koordinaatistossa. Absoluuttiseen tarkkuuteen vaikuttavat robotin mekaaniset joustot, ja työkalupisteen asetustarkkuus. Ratatarkkuus (toleranssit) on yhtä kuin robotin kyky toistaa opetettua rataa.

8.2.2 Robottien valinnat

Järjestelmän toimintavarmuuden turvaamiseksi on robottien valintaan kiinnitettävä suurta huomiota, kuten edellä mainituissa 8.2.1 kohdassa on mainittu.

Toimintaympäristö on vaativa ja ahdas ja lisäksi kapasiteetin riittävyys ja kokonaiskapasiteetin nosto on otettava huomioon suunnittelussa. Taulukossa 6 on laskettu tämänhetkisellä maksimi tuotannolla tarvittavien robottien yhden kappaleenkäsittely ohjelmakiertoon jäävä aika. Taulukon 6 perusteella voidaan todeta, että styroksirobotin noin 30 sekunnin työkiertoaika riittää mainiosti, joten kapasiteetin suhteen ei tule ongelmia.

Kylmävaraaja robotin jaksonajan ollessa 3 sekunninluokkaa on todettava, että sen kapasiteetti ei riitä, jos viedään vain yksi kylmävaraaja kerrallaan. Tuplaamalla robotilla liikuteltavien kylmävaraajien määrää, saadaan jaksonaikaan tuplasti. Tämä lisää työaikaa noin 6 sekunnin luokkaan, joka riittää siirtämään 2 kylmävaraajaa tärykuljettimelta jigille.

Kylmävaraajarobotiksi numero 6 kuvassa 22, valitsisin Abb:n robotin IRB 1410 (Liite 2). Robotin 6 vapausakselia riittää monipuolisiin liikkeisiin ja liikuteltavat pienet massat on mahdollista ajaa maksimaalisilla liikenopeuksilla jaksonajan pienentämiseksi. Styroksirobotiksi numero 5 kuvassa 22 valitsin Abb:n robotin IRB 660 (Liite 1). Robotin 4 vapausakselia riittää styroksilaatikon käsittelyyn sekä robotin suuri ulottuvuus on eduksi tässä tehtävässä. Robotin suuri massan nostokyky antaa mahdollisuuden kehittää jatkossa myös täysien lavojen käsittelyä, sillä robotilla on ajallisesti kapasiteettia käsitellä myös täysiä lavoja.

TAULUKKO 6. Nykyisellä tuotantomäärillä olevat mahdollisten robottien jaksonajat

Kylmäpakkausten määrät						
pvm.	laatikko määrä	kylmävaraajien määrä	tunnit	sekunnit	styroksi robotti	kylmävaraaja robotti
ma 21.01.2013	1112	11120	9,5	34200	30,76	3,08
ti 22.01.2013	801	8010	7,75	27900	34,83	3,48
ke 23.01.2013	817	8170	7,75	27900	34,15	3,41
to 24.01.2013	772	7720	7,75	27900	36,14	3,61
pe 25.01.2013	428	4280	7,25	26100	60,98	6,10
ma 28.01.2013	1097	10970	9,5	34200	31,18	3,12
ti 29.01.2013	851	8510	7,75	27900	32,78	3,28
ke 30.01.2013	732	7320	7,75	27900	38,11	3,81
to 31.01.2013	709	7090	7,75	27900	39,35	3,94
pe 01.02.2013	795	7950	7,25	26100	32,83	3,28
ma 04.02.2013	1293	12930	9,5	34200	26,45	2,65
ti 05.02.2013	939	9390	7,75	27900	29,71	2,97
ke 06.02.2013	815	8150	7,75	27900	34,23	3,42
to 07.02.2013	811	8110	7,75	27900	34,40	3,44
pe 08.02.2013	446	4460	7,25	26100	58,52	5,85
ma 11.02.2013	1224	12240	9,5	34200	27,94	2,79
ti 12.02.2013	792	7920	7,75	27900	35,23	3,52
ke 13.02.2013	786	7860	7,75	27900	35,50	3,55
to 14.02.2013	841	8410	7,75	27900	33,17	3,32
pe 15.02.2013	473	4730	7,25	26100	55,18	5,52
ma 18.02.2013	1212	12120	9,5	34200	28,22	2,82
ti 19.02.2013	788	7880	7,75	27900	35,41	3,54

9 INVESTOINNIN KANNATTAVUUS

Investointilaskentamenetelmien avulla arvioidaan investoinnin kannattavuutta ja tehdään ennuste investointihankkeen taloudellisista seuraamuksista. Investoinnit ovat yleensä luonteeltaan sellaisia, että aluksi uhrataan resursseja ja myöhemmin niitä vastaan saadaan positiivisia nettokassavirtoja. (Leppiniemi & Puttonen 2002, 81.)

9.1 Investoinnin suuruus

Investoinnin suuruus saadaan laskettua eri laitetoimittajien antamista budjettihinnoista ja arvioidusta oman työn osuudesta. Budjettihintojen ja arvioiden perusteella voidaan investoinnin kokonaishintana pitää 400 000 euroa.

9.2 Säästöt

Mikäli kylmäpakkausten automatisointiin investointiin sijoitetaan, saa se aikaan työvoimassa henkilöstökuluista keskimäärin kahden ihmisen vuosi kulun verran. Jos yhden ihmisen vuosityöpanos maksaa noin 35 000 euroa, niin koko säästö on 70 000 euroa.

9.3 Investoinnin takaisinmaksuaika

Investoinnin takaisinmaksu on yksi yleisimmin yrityksissä käytössä oleva laskentamenetelmä, koska sen avulla pystytään helposti laskemaan, minkä ajan kuluessa yhteenlasketut nettotuotot ylittävät investoinnin hankintakustannukset. Jos laskennassa ei oteta laskentakorkoa huomioon ja vuotuinen nettotuotto on vakio, takaisinmaksuaika lasketaan hankintameno per vuotuinen

nettotuotto. (Niskanen & Niskanen 2000, 321; Neili-mo & Uusi-Rauva 2007, 223.)

KAAVA 2. Investoinnin takaisinmaksuaika vuosissa

$$\frac{\text{Investoinnin hankintameno}}{\text{Vuotuiset nettotuotot}} = \text{takaisinmaksuaika vuosissa}$$

Investointien kannattavuuteen on monta laskentamenetelmää kuten nykyarvo-, annuiteetti-, sisäisenkorkokannan-, pääomantuottoasteen- sekä tässä työssä käyttämäni perinteisen takaisinmaksun menetelmä. Takaisinmaksu menetelmällä takaisinmaksu on näin ollen 5,7 vuotta. Taulukossa 7 on esitetty kumulatiivinen nettotuotto ja takaisinmaksuaika.

TAULUKKO 7. Kumulatiivinen nettotuotto ja takaisinmaksuaika

vuosi	nettotuotto	kumulatiivinen nettotuotto	
1	70 000	70 000	
2	70 000	140 000	
3	70 000	210 000	
4	70 000	280 000	
5	70 000	350 000	
6	70 000	420 000	takaisinmaksuaika 5,7 vuotta
7	70 000	490 000	

Takaisinmaksuajan menetelmän perusteella ne investoinnit ovat edullisempia, joiden pääoma saadaan nopeammin kerrytettyä takaisin. Tämä ei silti

tarkoita sitä, että investointi olisi kannattava, koska investointi voi olla myös kannattava, jos siitä kertyy netto-tuottoja pitkällä aikavälillä. Takaisinmaksuaika on silti paljon käytetty menetelmä, vaikka siinä onkin puutteita. Takaisinmaksuaika sopii hyvin käytettäväksi muiden laskentamenetelmien kanssa, esimerkiksi sellaisten investointien kanssa, joiden pitkän aikavälin tuottoa on tavallista vaikeampi ennakoida. (Jyrkkiö & Riistama 2004, 214.)

10 YHTEENVETO

Vaikka Tamron kylmävaraajien pakkaaminen toimiikin käytännössä manuaalisesti hyvin, on sen hallinta työlästä ja herkkää riskeille. Lisäksi työolosuhteet ovat epämiellyttävät ja työvoimansaanti on hankalaa, joten kylmävaraajien pakkaamisen kehitystyö on perusteltua.

Järjestelmän toimintaa seurattiin kuukauden ajan, joka oli tuotantomääriltään vuoden suurin. Tämän seurantajakson aikana voitiin havaita tuotannon epätasapaino ja kuormituksen epätasaisuus. Leania hyväksikäyttäen voitiin tutkia tuotannon epäkohtia ja määrittää tuotannon sujuvuutta parantavia asioita. Näillä menetelmillä voitiin todentaa kylmävaraajien pakkausprosessin kehitystarpeet.

Tulevaisuudessa yrityksen johdolla on tämän työn pohjalta mahdollisuus tehdä investointipäätös kylmävaraajien pakkaamiseksi automaattisesti käyttäen teollisuusrobotteja ihmisten korvaamiseksi epämiellyttävissä tehtävissä.

Kylmävaraajien pakkaaminen on mahdollista toteuttaa robottien avulla. Robotteihin investointi alentaa palkkakustannuksia, siten että investoinnin takaisinmaksuaika on maltillinen 5,7 vuotta.

LIITTEET

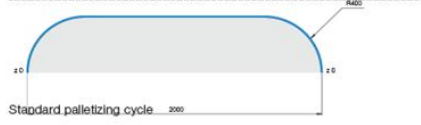
Liite1

IRB 660

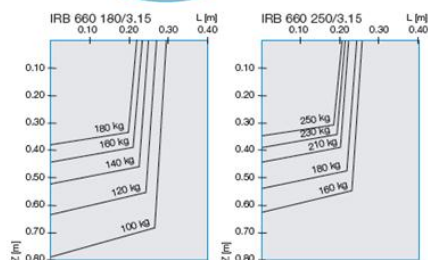
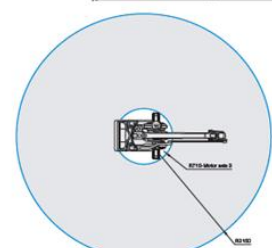
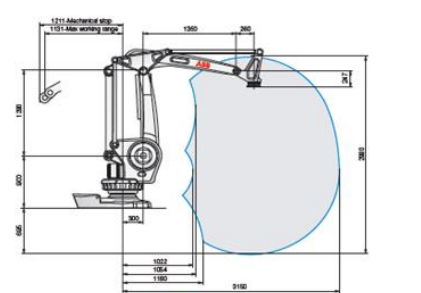
Specification		
Robot versions	Handling capacity	Reach
IRB 660-180/3.15	180 kg	3.15 m
IRB 660-250/3.15	250 kg	3.15 m
Number of axes:	4	
Protection class:	IP 67	
Mounting:	Floor mounted	
IRCS Controller variants	Single cabinet, Dual cabinet	
Performance		
Position repeatability	0.1 mm	
Path repeatability	0.3 mm	
Axis movements		
Working range IRB 660		
Axis 1 Rotation	+180° to -180° Option +220° to -220°	
Axis 2 Arm	+85° to -42°	
Axis 3 Arm	+120° to -20°	
Axis 6 Turn	+300° to -300° Default	
	+150 rev. to -150 rev. Max.	
Max velocity		
Axis no.	IRB 660-180/3.15	IRB 660-250/3.15
1	130°/s	95°/s
2	130°/s	95°/s
3	130°/s	95°/s
6	300°/s	240°/s
Electrical connections		
Supply voltage	200-600 V, 50/60 Hz	
Power consumption	ISO-Cube	2.7 kW
	Normal movements	3.2 kW
Physical		
Robot base	1136 x 850 mm	
Weight	1650 kg	
Environment		
Ambient temperature for mechanical unit:		
During operation:	+0°C (32°F) to +50°C (122°F)	
During transportation and storage:	-25°C (-13°F) to 55°C (131°F)	
For short periods (Max. 24 h):	+70°C (158°F)	
Relative humidity	max 95%	
Noise level	Max 73 dB (A)	
Safety	Double circuits with supervision, emergency stops and safety functions, 3-positions enable device	
Emission	EMC/EMI-shielded	

Data and dimensions may be changed without notice

Cycles per hour	
Load	Cycles per hour
180 kg	1570
250 kg	1360



Working range at wrist center & load diagram
IRB 660-180/3.15 and IRB 660-250/3.15



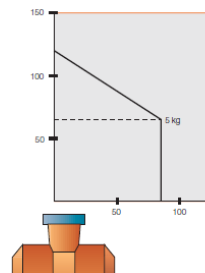
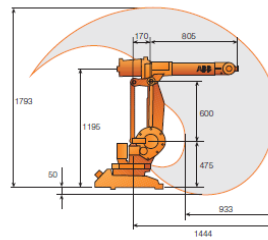
© Copyright ABB Robotics, P110284EN_F, March 2013

Liite2

IRB 1410

Specification		
Robot	Handling Capacity	Reach of 5 th axis
	5 kg	1.44 m
Supplementary load		
on axis 3	18 kg	
on axis 1	19 kg	
Number of axes		
Robot manipulator	6	
External devices	6	
Integrated signal supply		
	12 signals on upper arm	
Integrated air supply		
	Max. 8 bar on upper arm	
IRC5 Controller variants		
	Single cabinet, Compact	
Performance		
Position repeatability	0.05 mm (average result from ISO test)	
Movements	IRB 1410	
Max. TCP velocity	2.1 m/s	
Continuous rotation of axis	6	
Electrical Connections		
Supply voltage	200-600 V, 50/60 Hz	
Rated power		
Transformer rating	4 kVA/7.8 kVA with external axes	
Physical		
Robot mounting	Floor	
Dimensions		
Robot base	620 x 450 mm	
Weight		
Robot	225 kg	
Environment		
Ambient temperature		
Robot unit	5-45 °C	
Relative humidity	Max. 95%	
Degree of protection	Class D (dry) for welding, machining etc.	
Noise level	Max. 70 dB (A)	
Emmission	EMC/EMI-shielded	
Clean room	Class 100 US Federal Standard 209e	
Data and dimensions may be changed without notice		

Working Range



© Copyright ABB Robotics. PPI10322EN_F3 May 2010.

LÄHTEET

Tamro Intranet: Tamron historia - osa 1-5

Tamro Intranet: Yrityskalvot

Internet: Fimean kotisivut.

Euroopan unionin virallinen lehti 8.3.2013, C 68/11 Direktiivin 2001/83/EY 79 artiklan a alakohta.

Morgan J.M & Liker J.K (2006) The Toyota Product Development System: Integrating People, Process, and Technology. Productivity Press, New York.

Hale R & Kubiak D (2007) Waste's final foothold – Uncovering the hidden muda of potential. Industrial Engineering

Hines P & Taylor D (2000) Going lean - A guide to implementation. Lean enterprise Research Centre, Cardiff, UK.

Burton T & Boeder S (2003) Lean Extended Enterprise: Moving Beyond the Four Walls to Value Stream Excellence. Florida: J. Ross Publishing, Inc

Carreira B (2004) Lean Manufacturing That Works: Powerful Tools for Dramatically Reducing Waste and Maximizing Profits. AMACOM, New York.

Miettinen P (1993) Tuotannonohjaus ja logistiikka. Painatuskeskus Oy, Helsinki.

Kajaste V & Liukko T (1994) Lean-toiminta – Suomalaisten yritysten kokemuksia. Tammer-Paino Oy, Tampere.

Krajewski L.J & Ritzman L.P (2001) Operations management – Strategy and analysis. 6. painos. Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Weele A.J van (2005) Purchasing & Supply Chain Management: Analysis, Strategy, Planning and Practice. 4. painos. South-Western CENGAGE Learning.

Caldwell K (2008) Managing Outcomes in a Lean Enterprise. Quality

Imai M (1997) Gemba kaizen: a commonsense, low-cost approach to management. McGraw-Hill, New York.

Kaplan R.S & Norton D.P (2004) Strategy maps: converting intangible assets into tangible outcomes. Harvard Business School Press, Boston, Massachusetts.

Leppiniemi, J. & Puttonen, V. 2002. Yrityksen rahoitus. Porvoo: WS Bookwell Oy

Niskanen, J. & Niskanen, M. 2000. Yritysrahoitus. Helsinki: Oy Edita Ab

Neilimo, K. & Uusi-Rauva, E. 2007. Johdon laskentatoimi. Helsinki: Edita Prima Oy.

Jyrkkiö, E. & Riistama, V. 2004. Laskentatoimi päätöksenteon apuna. Porvoo: WS Bookwell Oy.

Euroopan unionin virallinen lehti 8.3.2013, C 68/11 Direktiivin 2001/83/EY 80 artiklan ensimmäisen kohdan h alakohta.

Direktiivin 2001/83/EY 1 artiklan 17 kohta.