



Logistiikkakeskuksen keräys- järjestelmän kehittäminen

Jussi Valkama

OPINNÄYTETYÖ
Huhtikuu 2019

Sähkö- & Automaatiotekniikka
Automaatiotekniikka

TIIVISTELMÄ

Tampereen ammattikorkeakoulu
Sähkö- & automaatiotekniikka
Automaatiotekniikka

VALKAMA, JUSSI:
Logistiikkakeskuksen keräysjärjestelmän kehittäminen

Opinnäytetyö 48 sivua, joista liitteitä 0 sivua
Huhtikuu 2019

Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan automatisoidussa logistiikkakeskuksessa tuotteiden käsittelyssä tapahtuvia vikatilanteita, pohditaan niiden syitä ja tarjotaan ratkaisuja niiden poistamiseen. Työn toimeksiantajana oli SOK:n tytäryhtiö Inex Partners Oy.

Työssä tutkittiin logistiikkakeskuksen keräysjärjestelmässä ilmeneviä vikatilanteita ja pohdittiin, aiheutuuko vika tuotteen ominaisuuksista vai laitteiston väärästä toiminnasta. Lisäksi työssä selvitettiin vikatilanteiden vaikutuksia logistisen prosessin myöhempisiin vaiheisiin. Haasteena työssä oli tiedonkeruu vikatilanteista, koska keräysjärjestelmä ei tallenna yksityiskohtaista tietoa vian ilmenemisen syistä. Tietoa kerättiin ensisijaisesti videokuvaamalla keräysprosessin kriittisiä vaiheita ja asiantuntijahaastatteluilla.

Työn tuloksena on jo työn aikana tehty muutokset ja korjaustyöt sekä esitetty kehitysehdotuksia, joilla yleisimpiä vikatilanteita voidaan vähentää. Lisäksi työn alkuvaiheessa tehtyä ohjetta aikaisemmin kerätyn lähetysyksikön tuotetietojen etsimiseen voidaan käyttää samankaltaiseen ongelmatilanteiden analysointiin.

ABSTRACT

Tampereen ammattikorkeakoulu
Tampere University of Applied Sciences
Degree Programme in Electrical Engineering
Automation Engineering

VALKAMA, JUSSI:
Improving the Order Picking System in a Logistics Center

Bachelor's thesis 48 pages, appendices 0 pages
April 2019

The aim of this thesis was to analyze the errors and malfunctions occurring in an automated logistics center, consider their causes and provide solutions to fixing them. The thesis was made for Inex Partners Oy, a subsidiary of SOK.

The work examined the errors occurring in the order picking system used in the logistics center. The errors were analyzed to find out if they had been caused by the attributes of the product or by malfunctions in the system. Additionally, the effects of each error had on the later phases of the logistical process were taken into consideration. Collection of information about the errors was challenging in this research because the system does not store detailed data about the errors occurring in the system. Therefore, data was primarily collected by filming the most critical phases in the order picking system with a video camera, and interviewing experts in the field.

As a result of this study, modifications and repairs were made to the system already during the time the study process was ongoing. Suggestions for further modifications were also made, with which some of the most common errors can be reduced. Furthermore, instructions for finding a previously packed pallet and its product data was created, and it can be used to analyze similar errors in the future.

Key words: logistics, logistics center, automation, errors, malfunctions

SISÄLLYS

1	JOHDANTO	7
2	LOGISTIIKKA YLEISESTI	8
	2.1 Logistiikan merkitys	8
	2.2 Logistiikkakeskus	9
3	INEX PARTNERSIN LOGISTIIKKAKESKUS.....	10
	3.1 Logistiikkakeskuksen rooli.....	10
	3.2 Keskuksen jako	11
	3.3 Automaatiokeräyksen materiaalivirta	13
	3.4 Manuaalikeräyksen materiaalivirta	15
4	VARASTOAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ.....	18
	4.1 Automaatio.....	18
	4.2 Keräysasema – Case Order Machinery	21
5	VIKATILANTEIDEN VAIKUTUS	24
	5.1 Tuotteen hajoaminen	24
	5.2 Kelmutus	24
	5.3 Kuljetus	25
	5.4 Jakoterminaali.....	26
6	TIEDONKERUU.....	28
	6.1 Työn alkuvaiheet.....	28
	6.2 Videokuvaus	29
7	HAVAITUT VIKATILANTEET.....	30
	7.1 Tuotteista johtuvat vikatilanteet.....	30
	7.2 Laitteistossa ja ohjelmistossa ilmenneet vikatoiminnot	32
8	TOIMENPITEET	34
	8.1 Tuotetietojen tarkistus	34
	8.2 Pakkaustyyppin muuttaminen	35
9	KEHITYSIDEAT	37
	9.1 Käsittelynopeuden määrittäminen useammalle elementille.....	37
	9.2 Pienien tuotteiden käsittely	38
	9.3 Säkkiin pakattujen tuotteiden käsittely	40
	9.4 Tuotteen asettaminen lähetysyksikölle.....	41
10	POHDINTA	45
	LÄHTEET.....	47

LYHENTEET JA TERMIT

CC	Ketjukuljetin, chain conveyor
COM	Keräysasema, case order machinery
COM_CLASS	Nopeuskerroin COM-elementeille
CPS	Manuaalikeräyksen tyyppi, äänikeräys, car picking system
Defoil	Kelmunpoisto asema
Depal	Tuotteiden irrotus kerroksittain keskukseen saapuvalta lavalta. Depalletizer
DPS	Manuaalikeräyksen tyyppi, valokeräys, dynamic picking system
Elementti	Laite, esimerkiksi kuljetin
GC	Laaja keskuksen alue, sisältää monta LACia group control
HBW	Korkeavarasto, johon varastoidaan pitkäaikaisesti säilytettävät lavat, high bay warehouse
Inbound	Saapuvien tuotteiden vastaanotto
KT	Käyttötavara
LAC	Usean elementin ryhmä, local area control
Masterdata	Tuotetiedoista vastaava ryhmä
MD02	COM-elementti, moving device 02
MD22	COM-elementti, moving device 22
MD05	COM-elementti, moving device 05
MFC	Materiaalivirtaa ohjaava toimielin, material flow controller
Nimike	Tuoteryhmä
OPM	Automaatiokeräys, order picking machinery
Outbound	Lähetämö
Packcorner	Tukee lähetysyksikköä sen täyttämisen aikana
Pinlift	Nostin, joka erottaa tuotteen tarjottimesta
PLC	Ohjelmitava logiikka, programmable logic controller
PPC	Pakkausjärjestyksen määrittävä toimielin, pack pattern calculation

PT	Päivittäistavara
Rake	COM-elementti
Shrunked with Tray	Pakkaustyyppi, tuotteet kääritty muoviin tarjottimelle
Sack, Bag	Pakkaustyyppi, säkki
Stackable open tray	Pakkaustyyppi, tuotteet tarjottimella, joka on tuettu kulumista tai reunoilta
SEB	Tuotejärjestystä korjaava hyllykkö, sequence buffer
Slipsheet	Pahvinen levy, vakauttaa epävakaita tuotekerroksia
TC	Horisontaalasti raiteilla liikkuva vaunu, transfer car
TC-käytävä	Suljettu käytävä, jossa TC liikkuu
Telefork	COM-elementti
Tetris	PPC:n laskema 3D-kuva lavalle pakattavista tuotteista
Traymerge	Asema, jossa tuotteet paritetaan tarjottimelle
TWH	Tarjotinvarasto, tray warehouse
VC	Pystykuljetin, vertical conveyor
WMS	Varastonhallintaohjelma, warehouse management system
Wrapper	Kelmutusasema

1 JOHDANTO

Tämän opinnäytetyön toimeksiantajana on Inex Partners Oy, joka on Suomen Osuuskauppojen Keskuskunnan (SOK) logistiikkapalveluja tarjoava tytäryhtiö. Opinnäytetyössä perehdytään Sipoossa sijaitsevan Inex Partners Oy:n päivittäistavaroiden logistiikkakeskuksen toimintaan sekä tutkitaan siellä ilmeneviä vikatilanteita ja tutkitaan niiden mahdollisia ratkaisuja. Logistiikkakeskuksen automaatio-osuuden on suunnitellut ja rakentanut saksalainen yhtiö Witron. Päivittäistavaroiden logistiikkakeskus on uusi hanke, jonka viimeinen käyttöönotto vaihe suoritettiin loppuun vasta syksyllä 2018. Inex Partnersin päivittäistavaroiden logistiikkakeskus on yksi maailman suurimmista automatisoiduista logistiikkaprojekteista.

Päivittäistavaroiden logistiikkakeskuksessa tuotteiden varastointi, lajittelu sekä uudelleen pakkaaminen on siirretty automaation hoidettavaksi, mikä on tuonut uusia haasteita sekä Inex Partnersille että Witronille. Haasteita aiheuttaa mm. S-ryhmän laaja ja jatkuvasti muuttuva tuotevalikoima, jonka vuoksi erilaisia tuotteita ja pakkaustyyppisiä on monia. Tästä johtuen useat vikatilanteet ovat tuote- tai nimikekohtaisia. Tässä työssä tutkitaan ilmenevien vikatilanteiden yhteisiä piirteitä ja etsitään ratkaisuja, joilla niitä voidaan korjata. Tärkeä aspekti tutkinnassa on löytää ongelmien juurisyyt, joilla voidaan rajata ongelmalliset tuotteet ja kehittää järjestelmää kriittisiltä osa-alueilta.

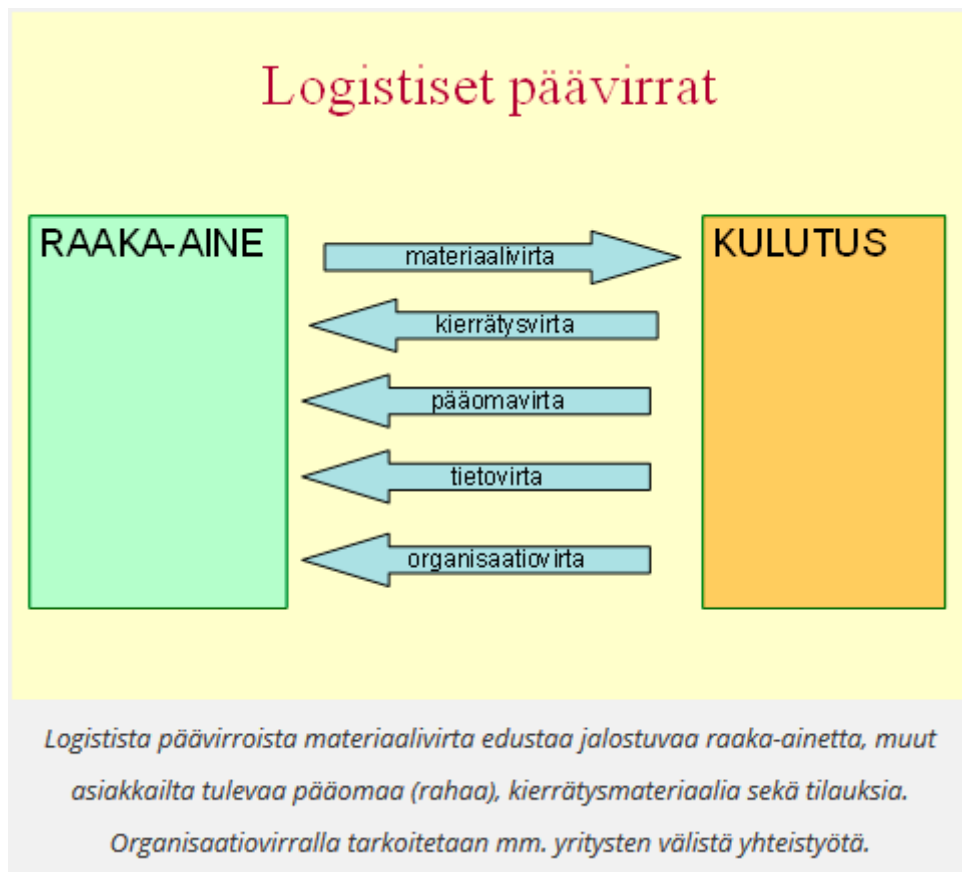
Vikatilanteiden tutkinta painottuu logistiikkakeskuksessa tapahtuvaan tuotteiden lajitteluun ja uudelleen pakkaukseen, jotka ovat keskuksen kriittisimpiä työvaiheita. Työssä esitettävissä kehitysehdotuksissa painotetaan sellaisia ratkaisuja, joita Inex Partners voi itse tehdä ongelmien ratkaisemiseksi, mutta esitetään myös ehdotuksia, joilla Witron voisi parantaa ja monipuolistaa järjestelmän toimintaa.

2 LOGISTIIKKA YLEISESTI

2.1 Logistiikan merkitys

Sanana logistiikka on monelle melko uusi, sillä se ilmestyi tiedotusvälineisiin 1970-luvulla ja vakiintui vasta 1980-luvulla. Logistinen toiminta on kuitenkin menettelytapana ikivanha, sillä jo metsästyskulttuurissa tuhansia vuosia sitten ratkottiin logistisia ongelmia. Silloin logistinen toiminta tarkoitti oman asutuksen siirtämistä toimeentulon kannalta välttämättömien suoja- ja ravinnonsaantipaikkojen läheisyyteen. Asutuksen vakiintumisen myötä syntyi tarve kuljettaa tarpeellisia tuotteita ja tarvikkeita lähemmäs, joka on pohjana logistiikan käsitteelle. (Logistiikan maailma)

Logistiikka käsitteenä voidaan määritellä monella tavalla. Yksinkertaisessa merkityksessä logistiikalla tarkoitetaan tavaroiden kuljetusta ja varastointia. Kuljetukseen ja varastointiin sisältyy kuitenkin myös paljon informaatiota ja tiedonhallintaa. Lisäksi logistisia palveluja tarjoaville yrityksille kustannusten ja aikataulujen optimointi on suuressa roolissa. Laajemmassa merkityksessään logistiikka on materiaali-, raha- ja tietovirtojen hallintaa, minkä periaatteena on toimittaa tuote oikean laatusena oikeaan paikkaan ja oikeaan aikaan. Logistiikan maailma kuvaa logistiikkaa viidellä eri päävirralla kuvan 1 mukaisesti. (Logistiikan maailma, Logistiikka luo arvoa)



Kuva 1. Logistiset päävirrat (Logistiikan maailma, Logistiikka luo arvoa)

2.2 Logistiikkakeskus

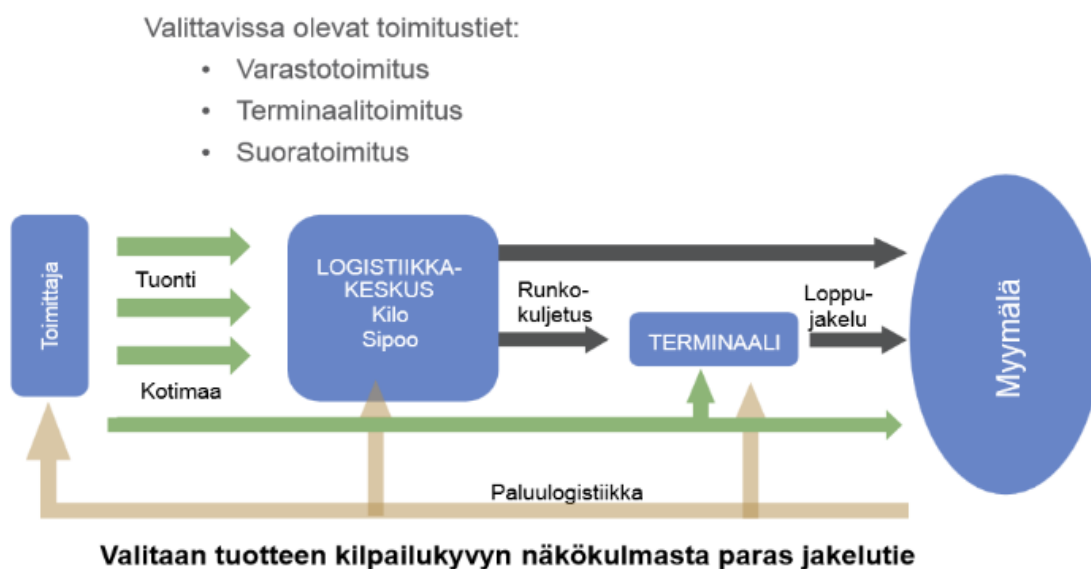
Logistiikkakeskus on nykyaikainen yleistynvä ilmiö, joka on suuressa roolissa nykyaikaisen kuljetusjärjestelmän kehittymisessä. Varsinaisessa merkityksessään logistiikkakeskus tarkoittaa aluetta, joka sisältää tuotteiden kuljetusta, varastointia ja jakelua koskevia toimintoja. Tällaisilla alueilla saattaa olla kuitenkin erilaisia tarkoituksia. Yksi keskus voi keskittyä tuomaan lisäarvoa kuljetusketjuun optimoimalla tavara- ja informaatiovirtoja, kun toisen rooli ketjussa on toimia liikenneinfrastruktuurin solmukohtana. (Logistiikan maailma)

3 INEX PARTNERSIN LOGISTIKKAKESKUS

3.1 Logistiikkakeskuksen rooli

Inex Partners on S-ryhmän logistiikkapalveluita tarjoava tytäryhtiö, jonka tiloissa järjestetään tuotteiden vastaanotto toimittajilta, tuotteiden lajittelu, uudelleen pakkaus ja keskusvarastointi. Logistiikkakeskus antaa uusia mahdollisuuksia tavaran toimitukseen tuotteiden lajittelun ja uudelleenpakkaamisen myötä. Laaja tuotevalikoima asettaa kuitenkin haasteita jakelulle, minkä vuoksi S-ryhmän tavarantoimitus on jaettu kolmeen eri toimitustiehen, joista voidaan valita tuotteen kilpailukyvyyn näkökulmasta paras jakelutie. Toimitustievaihtoehdot on esitetty kuvassa 2.

Toimitustievaihtoehdot



Kuva 2. S-ryhmä toimitustievaihtoehdot (Törrönen, T. Toimitustien valintakriteerit päivittäistavaralogistiikassa).

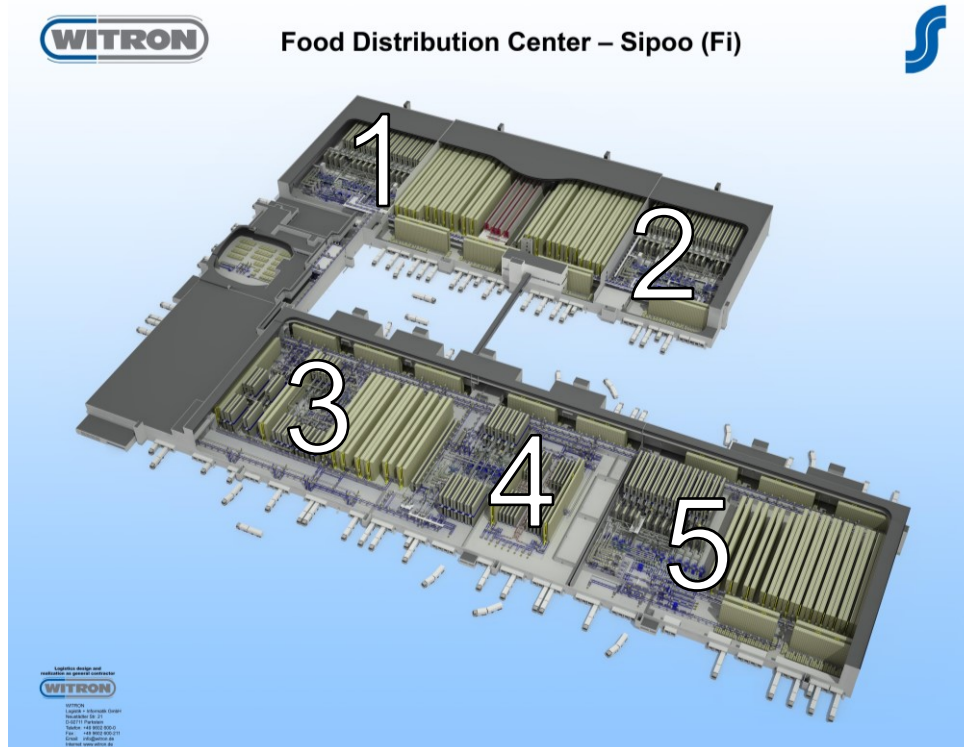
Kuvan 2 mukaan tuotteilla on kolme reittiä tavarantoimittajalta myymälään. Tuotteiden erilaisista ominaisuuksista ja tarpeista johtuen jakeluun kohdistuu erilaisia

haasteita, minkä vuoksi kaikille tuotteille ei voida käyttää yhteisiä jakeluratkaisuja tai toimitusmalleja. Lisäksi jakelussa pyritään siihen, että toimitusketju olisi mahdollisimman kykenevä sopeutumaan markkinoiden ja asiakkaan tarpeiden yllättäviinkin muutoksiin. Siksi tavarantoimituksessa pyritään aina valitsemaan aika- ja kustannustehokkain toimitustiemalli. (Finne & Kokkonen, 2005, s. 268-270)

3.2 Keskuksen jako

Inex Partnersin keskusvaraston uusien tilojen käyttöönotto Sipoossa aloitettiin vuonna 2012 (Inex, Inex yrityksenä). Ensimmäisenä uusista tiloista avattiin käyttötavaroiden (KT) logistiikkakeskus. KT-logistiikkakeskuksessa varastoidaan ja lajitellaan S-ryhmän käyttötavara eli mm. vaatteet ja urheiluvälineet. Se oli myös ensimmäinen S-ryhmän logistiikkakeskus, jossa tuotanto siirrettiin automaation hoidettavaksi.

Vuoden 2016 kesällä avattiin KT-logistiikkakeskuksen rinnalle täysin uusi päivittäistavaran (PT) logistiikkakeskus (inex.fi). PT-logistiikkakeskuksessa käsitellään kaikki S-ryhmän päivittäistavara, kuten ruoka- ja hygieniatuotteet. KT- ja PT-logistiikkakeskukset ovat siis kaksi eri rakennusta, joissa käsitellään eri tuotteita. Toiminnallisuudeltaan keskukset ovat hyvin samankaltaisia, mutta PT-logistiikkakeskus on kooltaan huomattavasti suurempi. Kuvassa 3 on esitetty PT-logistiikkakeskuksen malli.



Kuva 3. PT-logistiikkakeskus (Witron, 2019)

Kuvassa 3 näkyy, että keskus on suunniteltu U-malliseksi. Tämä on tärkeä seikka materiaalivirran ja rekkakuljetuksen näkökannalta, sillä tällä mallilla on voitu jakaa tulevat ja lähtevät tuotteet eri puolille rakennusta. Keskukseen tulevat tuotteet saapuvat rekkakuljetuksilla keskuksen ulkokehälle, josta ne otetaan vastaan ja keskukselta poistuvat tuotteet lähtevät rakennuksen sisäpihalta. Tällä menetelmällä rekka- ja tavaraliikenteen hallinta alueella on suoraviivaisempaa.

PT-logistiikkakeskus voidaan jakaa vielä viiteen pienempään osa-alueeseen, joita sanotaan 'vaiheiksi'. Vaiheet on numeroitu 1-5, jotka on myös esitetty kuvassa 3. Vaiheet ovat numeroitu niiden käyttöönottojärjestyksessä. Keskuksen käyttöönotto alkoi siis vaiheista 1 ja 2, joista käytetään yhteisnimitystä 'kuiva'. Näissä vaiheissa käsitellään kuivat tuotteita, joita voidaan säilöä huoneenlämmössä. Seuraavana käyttöönotettiin vaiheet 3 ja 4, joista käytetään yhteisnimitystä 'tuore'. Tuoreella vaiheissa 3 ja 4 käsitellään kuitenkin aivan eri nimikkeitä. Vaiheessa 3 varastoidaan ja uudelleen pakataan hedelmät ja vihannekset (HeVi) ja vaihe 4 käsittelee mm. maitotuotteita. Viimeisenä logistiikkakeskuksessa otettiin käyttöön vaihe 5, jossa käsitellään pakasteita.

3.3 Automaatiokeräyksen materiaalivirta

Automaatiokeräyksessä tuotteiden käsittely logistiikkakeskuksessa alkaa siitä, kun tuotevalmistajan lähettämät tuotteet leimataan vastaanotossa eli inboundissa järjestelmään. Tuotteet saapuvat keskukseseen EUR- tai FIN-lavalla. Lavat ovat hieman eri kokoisia:

- FIN-lavan mitat: 1000x1200 mm
- EUR-lavan mitat: 800x1200 mm

(Suomenlavacenter, 2019)

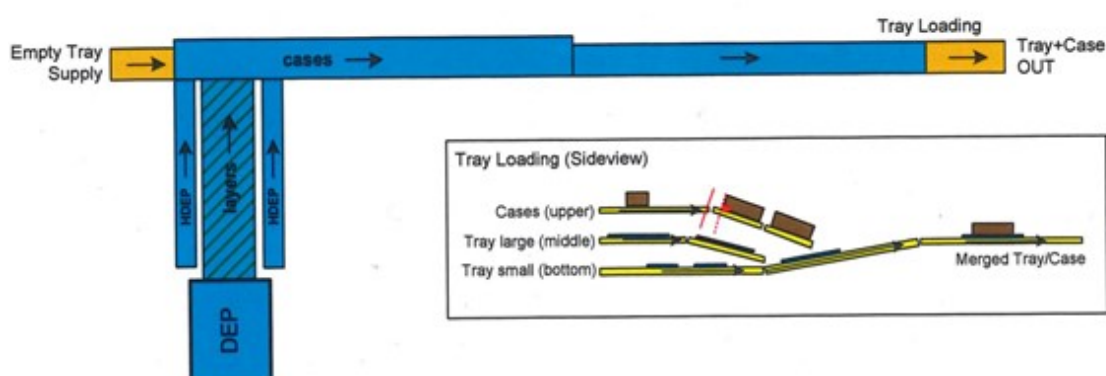
Kokoeron vuoksi saapuvat lavat paritetaan inboundissa järjestelmälavaan, joka on mitoiltaan 900x1200 mm. Paritus tehdään jokaiselle lavalle sen vuoksi, että keskuksessa kulkevien lavojen sivujen mitat olisivat aina samat, eikä vaihtelevat lavojen mitat aiheuta ongelmia liikkueessaan keskuksen kuljettimilla. Järjestelmälavalle parittaminen on tärkeää myös lavojen seurannan kannalta. Kukin järjestelmälava on leimattu omalla viivakoodillaan, jonka avulla kyseistä lavaa voidaan seurata ja tarvittaessa paikantaa. Lisäksi ketjukuljettimista (chain conveyor, CC) aiheutuva rouhinta ja kuluminen ei kohdistu EUR- tai FIN-lavoihin vaan hieman rakenteeltaan tukevampiin järjestelmälavoihin.

Inboundista lähtevä lava kulkeutuu yleensä ketjukuljettimia pitkin korkeavaraan eli high bay warehouseen (HBW). Se sisältää tuhansia hyllypaikkoja järjestelmä lavoille, mistä lavat noudetaan tarvittaessa. HBW:sta lava jatkaa defoiliin eli kelmunpoistoasemalle, jossa lavasta leikataan kelmu pois niiden kerroksien ympäriltä, joista tuotteet halutaan ottaa erilleen. Kelmun leikkaus on yksi harvoista keskuksen työtehtävistä, joissa ei ole automaattista leikkuria vaan kelmun leikkauksen tekee laitekäyttäjä.

Kelmun leikkauksen jälkeen lava siirtyy pystykuljettimelle (vertical conveyor, VC), joka nostaa lavan seuraavaan vaiheeseen, jossa tuotteet erotetaan lavasta. Seuraavaa vaihetta sanotaan depaliksi (depalletizer). Depalilla lavan päällimmäisen kerroksen ympärille tuodaan imukuppimainen kehä, joka tiivistetään kerroksen ympärille imulla. Tämän jälkeen VC laskee lavaa hieman ja nostetun kerroksen alle työnnetään taso, joka vetää tuotteet seuraavalle kuljettimelle. Tuotteet ovat

kuitenkin tiiviisti toisissaan kiinni, joten seuraavan kuljettimen tehtävä on erotella niitä toisistaan.

Kun tuotteet on irrotettu toisistaan, ne voidaan parittaa tarjottimille. Tästä vaiheesta käytetään nimitystä traymerge. Paritus tapahtuu eri tasoissa olevien kuljettimien avulla kuvan 4 mukaisesti. Kuvassa näkyy, että tuote on mahdollista parittaa kahdelle erikokoiselle tarjottimelle. Tarjottimelle parittamisen jälkeen tuote mitataan vielä valoverhon avulla, jolla varmistutaan siitä, että järjestelmään syötetyt tuotetiedot täsmäävät fyysisten mittojen kanssa. Tämän vaiheen jälkeen yksittäistä tuotetta voidaan seurata tarjottimen viivakoodin avulla.



Kuva 4. Tuotteiden paritus tarjottimelle (Laitekäyttäjän opas)

Seuraavaksi tarjottimelle paritettu tuote jatkaa tarjotinvarastoon eli tray warehouseen (TWH). Tray warehouse on toimintaperiaatteeltaan samanlainen kuin HBW, mutta järjestelmälavojen sijaan hyllyissä on tarjottimia. Tällä alueella yksittäiset tuotteet odottavat järjestelmän käskyä lähteä kohti keräysasemaa (Heiskanen, J. Automaatiojärjestelmän aluejako ja virheseurannan suunnittelu, insinöörityö).

Kun tuote on määrätty kerättäväksi tilaukseen, se noudetaan tarjotinvarastosta. TWH:n jälkeen halutaan varmistua siitä, että tuotteet tulevat keräysasemalle oikeassa järjestyksessä. Tämän vuoksi ennen kerääjää on vielä yksi hyllykkö, joka on rakenteeltaan samanlainen kuin TWH, mutta pienempi. Tätä hyllykköä kutsutaan sequence bufferiksi (SEB), jossa kaksi nosturia järjestee tarjottimia hyllyn molemmilta puolilta haluttuun järjestykseen. Kun tuotteiden järjestys on saatu oikeaksi, tuotteen korkeus, leveys ja pituus mitataan vielä ennen keräysasemalle

menoa. Mittauksilla varmistetaan, että tuote on vielä pystyssä ja menossa oikeinpäin keräysasemalle.

Itse keräysasemasta käytetään nimitystä COM (case order machinery). COMilla tuote erotetaan viimein tarjottimesta ja se viedään uudelle lähetysyksikölle. Lähetysyksikkö voi olla rullakko tai EUR-lava, joka pakataan packcornerin sisään. Packcornerin tehtävä on tukea lavaa kolmelta eri sivulta kaatumisen estämiseksi.

Packcorner tuodaan COMille transfer carilla (TC), joka on raiteilla kulkeva vaunu COMin takana (TC-käytävä). TC:n tehtävä on tuoda COMeille jatkuvasti uusia packcornereita, mikä mahdollistaa COMien keräämisen ilman taukoja. Kun tuotteet on pakattu packcornerin sisään, koko yhdistelmä kuljetetaan TC:llä kohti kelmutasemaa eli wrapperia.

Wrapperilla lava nostetaan packcornerin sisältä ylös ja lavan ylimpien tuotteiden päälle lasketaan taso. Tämän tason tarkoitus on pitää ylin kerros tukevasti muodossaan, kun kelmua kierretään lavan ympäri. Tukevuuden lisäämiseksi tämä taso on päällystetty vielä pehmeällä tyynyillä, johon ylimmät tuotteet hieman uppoavat. Kun lava on kääritty koko korkeudeltaan kelmuun, packcorner ohjataan uuteen kiertoon. Tämän jälkeen kelmutettu lava jatkaa matkaansa lähettämöön eli outboundiin. Outboundissa on vielä useita hyllypaikkoja, joihin valmiita lavoja voidaan väliaikaisesti varastoida.

3.4 Manuaalikeräyksen materiaalivirta

Inex Partnersin uudet logistiikkakeskukset tunnetaan automaatiostaan, mutta täysin manuaalikeräyksestä ei ole vielä voitu luopua. Manuaalikeräys on vielä täysin vartenotettava keräysvaihtoehto tietyille tuotteille PT-logistiikkakeskuksessa. Syy, miksei manuaalikeräyksestä ole vielä täysin voitu luopua, johtuu tuotteiden pakkauksista. Tällaisia pakkauksia ovat mm. kaikki ei-neliskanttiset, tai muuten automaatiokeräykselle ongelmalliset pakkaukset. Esimerkiksi useat deodorantit ja hammastahnat ovat tällaisia pakkauksia, jotka eivät kestä juuri yhtään painoa päälleen tai ovat muuten epävakaita.

Tuotteiden saapuessa keskuksen inboundiin ensimmäistä kertaa, tuotteelle täytyy määrittää sen perustiedot. Inex Partnersilla tuotetietojen määrittämisen hoitaa Masterdata, joka on ryhmä työntekijöitä, jotka ovat erikoistuneet tuotteiden ominaisuuksiin. Uusi tuote mitataan, punnitaan ja arvioidaan sen sopivuus automaatiokeräykseen. Mikäli Masterdata toteaa tuotteen olevan sopimaton automaatiokeräykseen, se voidaan ohjata kerättäväksi manuaalisesti.

Yksi manuaalikeräyksen vaihtoehtoista on DPS eli valokeräys (dynamic picking system). DPS:ssä työntekijät keräävät tuotteet tilauskohtaisesti muovilaatikoihin (DPS-laatikko), jotka ovat puolestaan sopivia automaatiokeräykseen. Kun työntekijä on kerännyt kaikki tarvittavat tuotteet laatikkoon, se voidaan parittaa tarjottimelle, jonka jälkeen se kulkeutuu tarjotinvarastoon ja jatkaa automaatiokeräyksen vaiheissa. DPS:ssä kerättävät tuotteet ovat pääasiassa pieniä, kevyitä ja/tai epävakaita, kuten esimerkiksi hammastahnat ja kosmetiikkatuotteet.

Toinen vaihtoehto manuaalikeräykseen ohjatuilla tuotteilla on kulkea CPS-alueelle (car picking system). CPS:ssä työntekijä kerää tuotteet suoraan lähetysyksikölle, joka on keräysvaunun perässä kuvan 5 mukaisesti. Tällä alueella työntekijä saa tiedot kerättävistä tuotteista kuulokkeeseensa, minkä vuoksi CPS:ää kutsutaan myös 'äänikeräykseksi'. Kun työntekijä on saanut lastattua kaikki tuotteet lähetysyksikölle, se voidaan syöttää wrapperille kelmutettavaksi, josta se jatkaa muiden lähetysyksiköiden tapaan outboundiin. CPS:ssä kerättäviä tuotteita ovat mm. vessapaperit, säkkiin pakatut sekä muuten epäsymmetriset tuotteet, jotka ovat haasteellisia automaatiokeräykselle.

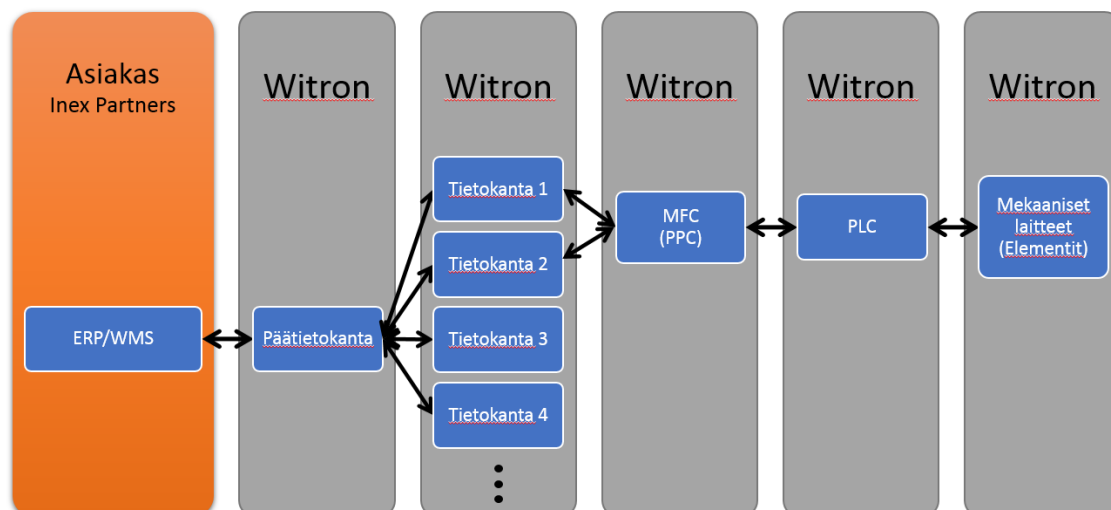


Kuva 5. CPS-keräys (Kuva ei Inex Partnersin keskukselta) (Witron, 2019)

4 VARASTOAUTOMAATIOJÄRJESTELMÄ

4.1 Automaatio

Inex Partnersin PT-logistiikkakeskuksen automaatiosta vastaa Witron. Witron on Saksassa 1971 perustettu yritys, joka on erikoistunut logistiikkapalveluihin ja erityisesti varastoautomaatioon (Witron, esite 2015). Witron on kehittänyt oman OPM (Order Picking Machinery) -järjestelmän tuotteiden varastointiin ja uudelleen pakkaamiseen. OPM on suuri kokonaisuus, joka sisältää useita eri tietokantoja. Tietokannat ohjaavat keskuksen materiaalivirtaa määrittelemällä tuotteille reitin keräysasemalle ja antamalla ohjauksen komennot PLC:lle (programmable logic controller, ohjelmoitava logiikka), jolla ohjataan kuljettimia ja muita laitteita. Järjestelmän tietovirtaa on havainnollistettu kuvassa 6.

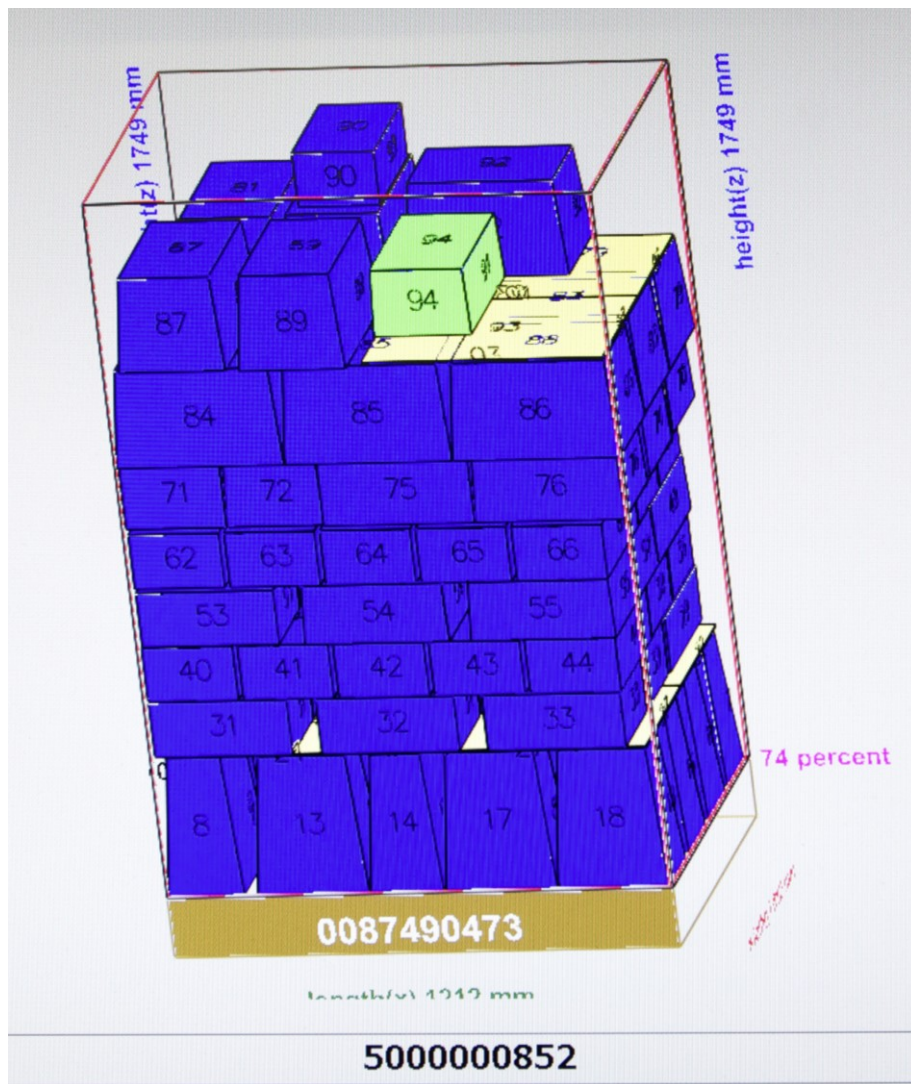


Kuva 6. Witron OPM-ohjausjärjestelmä (nimet muutettu)

Järjestelmä on rakennettu siten, että Witronin näkökannalta asiakkaalla eli Inex Partnersilla on mahdollisuus määrittää itse keskuksessa kulkevien tuotteiden tiedot järjestelmään. Inex Partners syöttää tiedot WMS-ohjelmalla (Warehouse Management System), joka toimii rajapintana Inex Partnersin ja Witronin välillä. WMS:stä tuotetiedot siirtyvät väylätekniikalla useaan eri tietokantaan, joista järjestelmä hakee kussakin tuotannon vaiheessa tuotteelle määritetyt tiedot. Tietoja haetaan liittyen esimerkiksi siihen, miten nopeasti tuotetta voidaan turvallisesti liikuttaa eri tuotannon vaiheissa, ettei se kaadu kesken kuljetuksen.

Seuraavassa lohkossa on MFC (Material Flow Controller), jonka tehtävä on ohjata tuotteita järjestelmässä. Tietokannasta annetaan tieto kuljetusyksiköstä ja sen päämäärästä, minkä mukaan MFC ohjaa kuljetusyksikköä oikeaan suuntaan kuljettimien risteyskohdissa. Samassa lohkossa voidaan kuvitella olevan myös PPC (pack pattern calculation). PPC on se toimielin, joka laskee kullekin lähetysyksikölle tuotteiden pakkausjärjestyksen perustuen järjestelmään syötettyihin tuotetietoihin. Sen tarkempi toiminta ja laskukaavat ovat luottamuksellisia, eikä niistä julkaista tarkempia yksityiskohtia.

Pääpiirteittäin PPC kuitenkin pyrkii rakentamaan mahdollisimman tasaisia täysisiä kerroksia lavalle. Samankorkuiset tuotteet halutaan asettaa samalle tasolle, jolloin valmiista lavasta tulisi täysin suorakulmainen särmiö. Kuitenkaan ei ole aina mahdollista rakentaa kokonaisia kerroksia samankorkuisista tuotteista, jolloin lavaa pilkotaan pienempiin osiin. Tämän jälkeen lavalle kasataan esimerkiksi kahta tornia samalla periaatteella. Tuotemittojen lisäksi PPC vertaa lavalle pakattavien tuotteiden välisiä tietoja siten, että alimmat tuotteet varmasti kestävät niiden päälle tulevan painon. Tämä liittyy suurelta osin kullekin tuotteelle määritettyyn murskaantuvuusluokkaan, jolloin heikommat tuotteet sijoitetaan ylemmäs ja raskaat, paljon painoa kestävät tuotteet, kuten vesipullot asetetaan lavan alaosaan. Lisäksi laskenta ottaa huomioon tuotteiden pakkaustyyppin, esimerkiksi onko tuotteella avoin kansi, joka rajoittaa jälleen tuotteita, joita sen päälle voidaan asettaa. PPC:n laskema järjestys voidaan esittää kullekin lavalle 3D-kuvana, josta käytetään nimitystä 'tetris'. Tällainen esimerkkikuva on esitetty kuvassa 7.



Kuva 7. PPC:n laskema tetris (Witron, 2019)

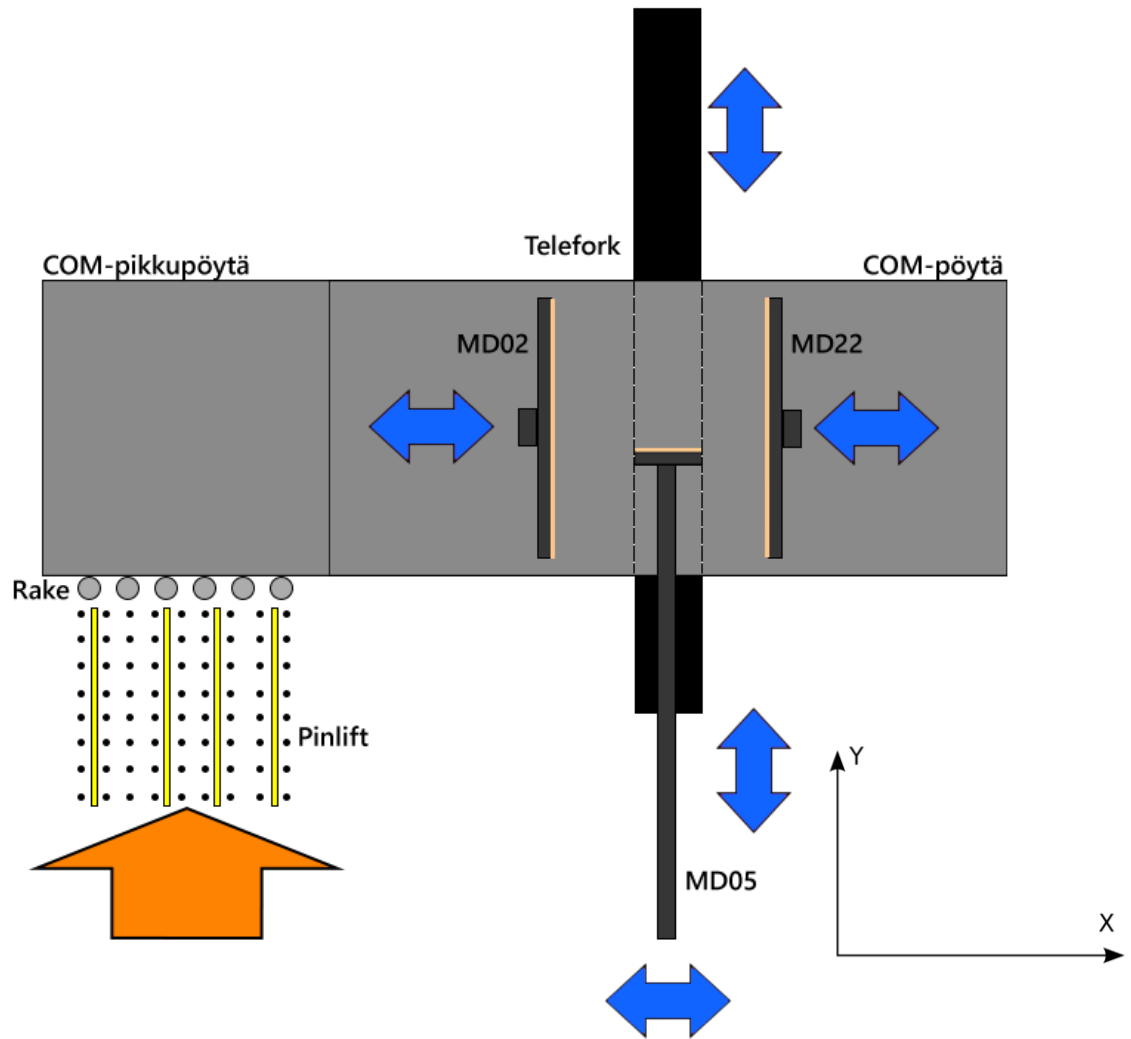
Kun PPC on laskenut lavan pakkausjärjestyksen, tietokanta etsii sille haluttuja tuotteita varastosta. Tässä vaiheessa korostuu se, miksi tuotteet on aiemmin asetettu tarjottimille, jotka ovat viivakoodatut. Sen avulla yksittäinen tuote on helppo paikantaa suuresta tarjotinvarastosta (TWH). Kun haluttu tuote on löytynyt, tietokanta "varaa" tuotteen kyseiselle lavalle, minkä jälkeen se antaa PLC:lle käskyn noutaa haluttu tuote. Tämän jälkeen PLC ohjaa oikean nosturin noutamaan tarjotin varastosta ja viemään se seuraaville kuljettimille. Tässä vaiheessa tietokanta on jo määrittänyt tarjottimelle reitin, jota pitkin se kuljettaa tarjottimen oikeaan paikkaan. Tarjotinta seurataan skannereiden avulla, jolloin jokaisesta risteyksestä se osataan ohjata oikeaan paikkaan.

Mikäli tuotteen, tarjottimen tai lavan käsittelyssä tapahtuu virheitä, kuten tarjottimen jumitumisia kuljettimille, siitä kirjataan vikailmoitus järjestelmän tietokantaan. Vikailmoitukseen kirjataan vian tyyppi, vian ilmenemisaika ja osoite, jossa vika on havaittu. Osoite ilmoitetaan yleensä kolmeosaisena numerosarjana, joka perustuu laitteiden nimeämiseen niiden fyysisen sijainnin mukaan keskuksessa.

Otetaan esimerkiksi osoite CC 63.09-11. Ensimmäisenä täytyy tietää, että kutakin toimilaitetta, kuten ketjukuljetinta kutsutaan elementiksi. Esimerkkitalanteessa elementti on CC eli ketjukuljetin. Ensimmäinen numeropari (63) kertoo, millä keskuksen alueella vika sijaitsee. Tätä aluetta kutsutaan GC:ksi (Group Control), joka voi olla esimerkiksi koko vastaanottoalue. Vastaanottoalue on kuitenkin todella laaja, joka sisältää monia ketjukuljettimia. Tästä syystä GC on jaettu pienempiin kokonaisuuksiin, LACeihin (Local Area Control), jotka ovat myös numeroitu ja esitetty seuraavalla numeroparilla (09). LACit ovat useiden elementtien ryhmiä, kuten kuljettimien sarjoja. Esimerkiksi jos lavan kulku vastaanotosta varastoon tapahtuu 13 kuljettimella, voidaan tätä koko 13:n kuljettimen sarjaa kutsua yhdeksi LACiksi. Esimerkkiosoitteen viimeinen numero (11) kertoo vielä, mikä kuljetin on kyseessä. Esimerkkiosoitteessa vika on siis ketjukuljettimella 11, joka kuuluu GC-alueeseen 63 ja LACiin 09.

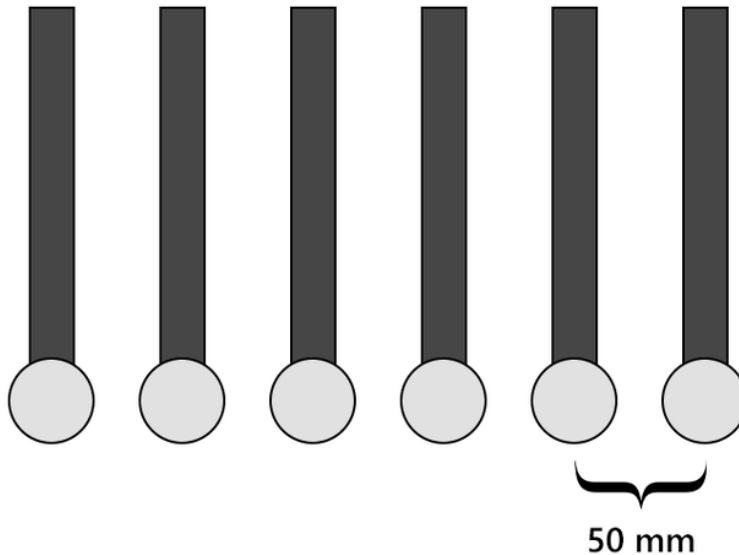
4.2 Keräysasema – Case Order Machinery

Keräysasemalla eli COMilla tuotteet pakataan lopulta lähetysyksikköihin. Se on koko tuotteidenlajittelun vaiheista monimutkaisin alue, koska siinä on monia liikkuvia osia ja tuotteiden lopullinen asettelu lavoille tapahtuu tässä vaiheessa. Tuotetta liikutellaan COMilla työntämällä ja liu'uttamalla. Tuotteen liikuttaminen tapahtuu usealla elementillä, jotka on esitetty kuvassa 8.



Kuva 8. COMin elementit

Tuote saapuu COMille kuljettimia pitkin kuvassa 8 oranssin nuolen suunnasta. Ensimmäisenä tuote halutaan erottaa tarjottimesta, jonka päällä se on tähän asti kulkenut. Erotus tapahtuu pinliftin avulla, jonka "piikit" nousevat tarjottimen läpi. Pinliftin nostaessa tuote jää piikkien päälle ja tarjotin pysyy vielä kuljettimen päällä. Tuotteen noston jälkeen rake työntyy pinliftin piikkien väliin tuotteen alapuolelle. Havainnollistava kuva rakesta on esitetty kuvassa 9. Tämän jälkeen pinlift laskee tuotteen raken päälle, joka vetää tuotteen COM-pikkupöydälle. Tarjotin jatkaa tämän jälkeen kuljettimilla COM-pikkupöydän alle ja palaa takaisin traymergelle, jossa se voidaan taas parittaa uuteen tuotteeseen.



Kuva 9. Raken rakenne

Kun tuote vedetään COM-pikkupöydälle, MD02 (moving device 02) on omassa kotiasemassaan (kuvassa 8 aivan vasemmassa reunassa). MD02 työntää tuotteen halutulle paikalle x-akselin suuntaisesti, jossa MD22 on ohjaamassa tuotetta oikealle paikalle ja estämässä, ettei tuote liu'u liian pitkälle. Samalla tuotteen on tarkoitus suoristua oikeaan asentoon, jos se on kesken sen liikuttelun kääntynyt.

MD02 ja MD22 siirtävät tuotteen x-akselilla oikeaan kohtaan, jonka jälkeen MD05 alkaa työntää tuotetta kohti packcorneria (y-akseli). Telefork, joka liikkuu MD05:n kanssa samalla akselilla on vielä piilossa COM-pöydän alla. Se liikkuu kuitenkin samalla nopeudella eteenpäin, kuin MD05 työntää tuotetta, jolloin tuote siirtyy sulavasti COM-pöydältä teleforkin päälle. Tuote siirretään oikealle paikalleen teleforkin avulla, minkä jälkeen MD05 pitää sen paikoillaan, kun telefork vedetään tuotteen alta pois.

Esitellyt COM-elementit eivät säädä tuotteen korkeutta ollenkaan. Sen sijaan korkeuden säätö on toteutettu VC:llä, joka nostaa koko lähetysyksikön COM-pöydän tasolle, jolloin lavan täyttäminen voidaan aloittaa alhaalta. Kun tuote on viety omalle paikalleen lavan päälle, VC nostaa sitä vielä sen verran, että COM havaitsee teleforkin nousevan hieman. Sillä tunnistetaan, että tuote on turvallista pudottaa tälle paikalle.

5 VIKATILANTEIDEN VAIKUTUS

5.1 Tuotteen hajoaminen

Keräyksen aikana ongelmatilanteita aiheutuu monista eri asioista ja niiden summista. Koska COMin toiminta perustuu tuotteen liikutteluun liu'uttamalla ja työntämällä, voi tuote kitkan, liian rajun liikuttelun tai muun teknisen vian seurauksena kaatua tai heittäytyä väärään paikkaan. Tuote saattaa tämän jälkeen olla esteenä muiden tuotteiden tuomiselle lavalle ja aina järjestelmä ei heti tajuakaan, että tuote on väärässä paikassa tai väärin päin. Tämän seurauksena telefork tai seuraava tuote saattaa murskata yhden tai kaksi tuotetta, jolloin hajonneen tuotteen sisältö valuu lavalle. Tämän jälkeen on laitekäyttäjän tehtävä käydä selvittämässä tilanne, siistiä lava ja COM sekä tilata tarvittaessa tarjotinvarastosta korvaavat tuotteet lavalle.

5.2 Kelmutus

Mahdollisesti kaikkein riskialttein vaihe koko lavan kaatumisen tai romahtamisen kannalta on kuitenkin heti COMilta lähtemisen jälkeen, kun lavaa ei ole vielä kelmutettu. Vaikka lähetysyksikkö onkin pakattu packcornerin sisään, joka tukee lavaa kolmelta sivulta, on siinä silti yksi sivu vielä täysin auki ilman tuentaa. Tällöin liian voimakkaat kiihdytykset kuljettimilla saattavat kaataa lavan tuotteita tai tuotetorneja jo ennen wrapperille pääsyä. Kaatumisriski lisääntyy, jos lava on pakattu siten, että raskaita tuotteita on pakattu lavan päällimmäiseksi. Vastaavasti alemmat tuotteet saattavat ääritapauksissa murskaantua, kun päälle asetettujen tuotteiden painopiste siirtyy hieman eri kohtaan, eikä päälle asetettu paino kohdistukaan enää kohtisuoraan ylhäältä päin.

Seuraava vaihe, jossa lavan epätasainen pakkausjärjestys ja lavan täyttöaste vaikuttaa suuresti on kelmutuskone eli wrapperi. Lavan saapuessa wrapperille on tärkeää, että lavan ylimmässä kerroksessa ei olisi suuria korkeuseroja. Mikäli lavan ylin kerros on epätasainen, lavan päälle asetettavan tason paino kohdistuu

ainoastaan kaikkein korkeimpiin tuotteisiin, jolloin kelmu saattaa työntää matalammalla olevia tuotteita sivuun ja pahimmassa tapauksessa työntää koko lavan kumoon. Mikäli korkeuserot ovat suuret, wrapperi saattaa joutua aloittamaan kelmuttamisen ensimmäisen täyden kerroksen kohdalta, jolloin ylimmät tuotteet jäävät hieman kelmun yläpuolelle. Tällöin tuotteiden putoamisriski kasvaa kuljetuksen myöhemmissä vaiheissa

5.3 Kuljetus

Lähetysyksikön ylimmän kerroksen tasaisuus ei ole kuitenkaan ongelma ainoastaan lavan kaatumisen tai tuotteiden putoamisen näkökannalta, vaan myös kuljetuskustannuksien kannalta. Kun tuotteet pakataan rekkoihin, epätasaisesti pakatut lavat vievät määräänsä enemmän tilaa. Toisin sanoen kuljetetaan ilmaa. Rekkakuljetuksissa veloitus tapahtuu lavojen määrän mukaan, eikä lavojen täytöasteen mukaan. Tällöin voidaan laskea, että epätasaisesti pakattuihin lavoihin jäänyt tyhjätila teettää tappiota. Alla on esitetty lasku, miten paljon esimerkkitilanteessa lavan päälle jää tyhjää tilaa.

- EUR-lavan koko: 800*1200 mm
- Sipsilaatikon mitat:
 - Pituus: 590 mm
 - Leveys: 390 mm
 - Korkeus: 332 mm

Mikäli sipsilaatikko on asetettu yksinään omalle kerrokselleen aivan lavan päällimmäiseksi, voidaan tyhjän alueen tilavuus laskea kaavalla 1.

$$T = (P_1 * L_1 - P_2 * L_2) * K \quad (1.)$$

Kaavassa 1 symbolien merkitykset ovat

- T = Tyhjän tilan tilavuus
- P₁ = EUR-lavan pituus
- L₁ = EUR-lavan leveys
- P₂ = Sipsilaatikon pituus

- L_2 = Sipsilaatikon leveys
- K = Sipsilaatikon korkeus

Mittojen sijoitus kaavaan 1:

$$T = (800 \text{ mm} * 1200 \text{ mm} - 590 \text{ mm} * 390 \text{ mm}) * 332 \text{ mm}$$

$$T = 242\,326\,800 \text{ mm}^3$$

$$T \approx 0,242 \text{ m}^3$$

Kyseisessä tilanteessa lavan mukana kuljetettaisiin siis noin neljäsosa kuutiota tyhjää tilaa. Tämä on kuitenkin vain arvio, miten paljon esimerkkitapauksessa yhden lavan päälle jää tyhjää tilaa. Rekkakuljetuksissa on kuitenkin vielä huomioitava, että lähetysyksiköjä ei voida pinota kovin tiiviisti päällekkäin, joten todellisuudessa vajaan lähetysyksikön päälle jää vielä paljon enemmän tyhjää. Lisäksi lähetysyksiköitä lähtee keskukselta tuhansia vuorokaudessa, joten lopullinen summa saattaa ollakin paljon odotettua suurempi. Tästä syystä järjestelmän optimointi tällaisessa tuotannon mittakaavassa on erityisen tärkeää.

5.4 Jakoterminaali

Syrjäisemmillä seuduilla olevien toimituspisteiden lavat kulkevat joskus jakoterminaalien kautta. Tätä jakelumallia käytetään yleensä syrjäisemmillä seuduilla sijaitsevien pienempien kauppojen ja liikkeiden tavarantoimitukseen. Muuten lähetysyksikön käsittely on PT-logistiikkakeskuksessa sama kuin muillakin lähetysyksiköillä, mutta ne kulkevat Sipoon keskukselta jakoterminaaliin. Jakoterminaaleja sijoitettu ympäri Suomea siten, että kullakin terminaalilla on maantieteellisesti selkeä oma jakelualue.

Jakoterminaalitoimituksissa lähetysyksiköihin pakatut tuotteet leimataan jakotarroilla, joiden mukaisesti tuotteet jaetaan asiakaskohtaisiin yksiköihin jakoterminaaleissa. Tämä helpottaa PT-logistiikkakeskuksesta lähtevää materiaalivirtaa, koska lähetysyksiköiden täyttöastetta voidaan nostaa jakoterminaalien ansiosta. Toisaalta kuitenkin lavan pakkauksessa tapahtuneet virheet korostuvat ja-

koterminaalissa, koska lähetysyksikkö joudutaan purkaa ja kelmu leikataan lähetysyksikön ympäriltä. Lavan kaatuminen tai romahtaminen tässä vaiheessa voi aiheuttaa jälleen tuotteiden hajoamisia ja tuotehävikkiä.

6 TIEDONKERUU

6.1 Työn alkuvaiheet

Inex Partnersissa, jossa koko toiminta perustuu sulavuuteen ja tehokkuuteen, ollaan erityisen kiinnostuneita viivästymisistä ja niiden syistä. Kun logistiikkakeskuksen tuotteiden lajittelu siirretään täysin koneiden hoidettavaksi, täytyy tiedonkulun ja yksittäisen tuotteen käsittelyn olla varmaa ja moitteetonta. Aivan sellaiseen toimintaan Inex Partnersin PT-logistiikkakeskuksessa ei vielä päästä, joten laitteistoa täytyy valvoa ja ohjata laitekäyttäjien toimesta jatkuvasti.

Jo aiemmin oli jo selvää, että yksityiskohtaista dataa vikatilanteiden ilmenemisestä ei ole valmiina saatavilla. Witronin järjestelmä kirjaa jokaisen virheilmoituksen, milloin laitteet on jouduttu pysäyttämään. Yksityiskohtaisemmin järjestelmä ei kuitenkaan kirjaa tietoja siitä, mikä tuote on kyseessä tai mistä kyseinen vika johtuu. Vikatilastoista ilmenee ainoastaan elementti, jolle vika kohdistuu ja mikä vika lopulta laitteiden pysäytyksen aiheutti (esim. gap check between cases too small = lavalla olevien tuotteiden väli on liian pieni seuraavan tuotteen asettamiselle).

Tietoa lavan pakkauksessa ilmenevistä vikatilanteista kerättiin pääasiassa videokuvauksella ja haastattelemalla alueella toimivia laitekäyttäjiä. Videokuvausta tehtäessä tiedossa oli ainoastaan vian ilmenemisaika sekä osoite, millä COMilla ja millä elementillä vika on ilmennyt. Järjestelmässä ei ollut kovin yksinkertaista menetelmää, jolla olisi saanut selville PPC:n laskeman tetriksen eli tuotteiden pakkausjärjestyksen. Tästä syystä työn alussa laadittiin ohje, jolla kyseisen lavan ja vian aiheuttavan tuotteen tiedot voi löytää pelkän aikaleiman ja osoitteen perusteella WMS:stä. Kyseistä ohjetta voidaan käyttää myöhemminkin samankaltaiseen vikatilanteiden tarkasteluun. Ohje sisältää kuitenkin paljon kuvankaappauksia suoraan järjestelmästä, mikä tekee ohjeesta luottamuksellisen eikä sitä siksi esitetä työssä.

6.2 Videokuvaus

Videokuvaus suoritettiin IP-kameralla, joka kytkettiin Witronin sisäiseen verkkoon. Tämä tarkoitti sitä, että kameran kuvamateriaaliin sai yhteyden ainoastaan päätelaitteella, joka oli yhdistetty samaan verkkoon. Tästä johtuen kuvamateriaalin analysointi tehtiin paikan päällä. Kamera tallensi kuvamateriaalin muistikortille, jolle mahtui noin 36 tunnin verran videokuvausta, joten se täytyi katsoa läpi päivittäin. Sen takia videokuvaukset tehtiin noin viikon pituisissa erissä. Taulukossa 1 on esitetty aikataulu, jolloin videokuvauksia suoritettiin.

TAULUKKO 1 Kuvausaikataulu

Kuvauskerta	Alku pvm	Loppu pvm
(0)	25.11.2018	25.11.2018
1	7.1.2019	11.1.2019
2	18.1.2019	23.1.2019
3	11.2.2019	12.2.2019

Kuvauskerta (0) oli ensimmäinen kokeilu, jossa testattiin videokuvausta. Sen tarkoituksena oli tarkistaa, millaista kuvamateriaalia keräysjärjestelmästä saadaan ja määrittää paras kuvakulma. Kamera asetettiin COMin yläpuolelle siten, että kuvassa näkyi kaikki COM-elementit sekä koko lava, jolle tuotteita lastattiin. Kuvauskerta 3 jäi puolestaan hieman lyhyemmäksi sen takia, että videokameraa oli käytössä vain rajallinen määrä, ja Witron tarvitsi kameraa toisaalla. Kuvauskerroilla 1, 2 ja 3 kuitenkin saatiin jo riittävän paljon tilastoa siitä, minkälaisien tuotteiden käsittelystä aiheutui eniten ongelmia keräysjärjestelmälle.

7 HAVAITUT VIKATILANTEET

7.1 Tuotteista johtuvat vikatilanteet

Kuvamateriaalia läpikäydessä viat luokiteltiin kahteen eri ryhmään: tuotteista aiheutuviin ja laitteistosta aiheutuviin. Tuotteista aiheutuvat viat olivat usein hyvin selkeitä. Yleensä tällaisten tuotteiden piirteitä olivat pieni koko, liian kevyt tuote laitteiston käsiteltäväksi tai tuotteen pinta oli liian liukasta tai liian tahmeaa materiaalia. Kaikki nämä piirteet vaikuttavat tuotteen liikkeisiin COM:lla.

Tuotteen pieni koko aiheutti ehkä eniten vikatilanteita keräyksessä. Se aiheuttaa ongelmia pääasiassa kolmessa eri vaiheessa COM:lla: (1) raken vetäessä tuotteen pikkupöydälle, (2) teleforkin ja MD05:n asettaessa tuotetta lavalle ja tietysti (3) lavalla pienikin väli saattaa aiheuttaa tuotteen kaatumisen.

1. Rake

Syy miksi pienet tuotteet aiheuttavat ongelmia jo tässä vaiheessa, on raken välit (ks. kuva 9. Raken rakenne). Kunkin raken piikin väli on noin 50 mm, jonka vuoksi pienet tuotteet saattavat kääntyä vinoon jo tässä vaiheessa, kun tuotteen kulma uppoaa raken piikkien väliin.

2. Telefork

Tuote siirretään lähetysyksikölle omalle paikalleen MD05:n ja teleforkin avulla. Teleforkin leveys on noin 150 mm. Tätä kapeammilla tuotteilla jää usein teleforkin reunaan jonkin verran tyhjää tilaa. Tästä johtuen tuote saattaa jäädä hieman sivuun halutusta paikasta. Tästä syntyy lähetysyksikölle tuotteiden väliin haluttua suurempia välejä tai törmäyksiä, kun seuraavaa tuotetta viedään lavalle.

3. Tuotteiden pakkaustiheys

Kapealla tuotteella painopiste on fyysisesti lähempänä reunaa kuin leveämmällä tuotteella. Tämän takia kapea tuote kaatuu pienemmällä ylityksellä alla olevasta

reunasta. Siitä johtuen pienikin tuotteen kääntyminen tai heilahtaminen pakkausta liikuteltaessa saattaa aiheuttaa sen kaatumisen ja myöhemmin törmäyksen.

Pakkauksen pienen koon aiheuttamat ongelmat korostuivat etenkin silloin, kun lähetysyksikölle koottiin vierekkäin useaan päällekkäiseen kerrokseen pieniä tuotteita. Tällöin pienikin heilahdus tai tuotteen kääntyminen COMin elementtien käsittelyssä aiheutti riittävän suuria aukkoja tuotteiden väleihin, että ne alkoivat kaatua. Lisäksi pienien tuotteiden pakkaaminen limittäin siten, että ne saivat tukea toisistaan, on erittäin vaikeaa niiden pienien pinta-alojen vuoksi. Tietyissä tilanteissa tuotteiden väliin asetetaan slipsheet, joka on aivan tasainen pahvilevy ikään kuin yhdistämään useita tuotetorneja keskenään. Tätä ratkaisua käytetään muun muassa vesipullojen pinoamisessa. Pieniä tuotteita tulee kuitenkin harvoin niin paljon, että niistä muodostuisi kokonaista kerrosta. Tämän vuoksi slipsheetin käyttö tämänkaltaisessa tilanteessa on myös hyvin haasteellista.

Pakkauksien pienen koon lisäksi virheitä aiheutti myös pakkaustyyppi ja siitä aiheutuvat erot kitkassa. Pakkaustyyppejä on useita ja niissä käytetään useita eri materiaaleja, kuten kiiltävää tai karheaa pahvia tai joustavaa muovia. Muoviin pakatut tuotteet liukuvat COM-pöydällä paljon kiiltävää pahvia heikommin. Kitkan vaikutuksesta esimerkiksi muoviin käärityt muovipullot kaatuvat hyvin helposti.

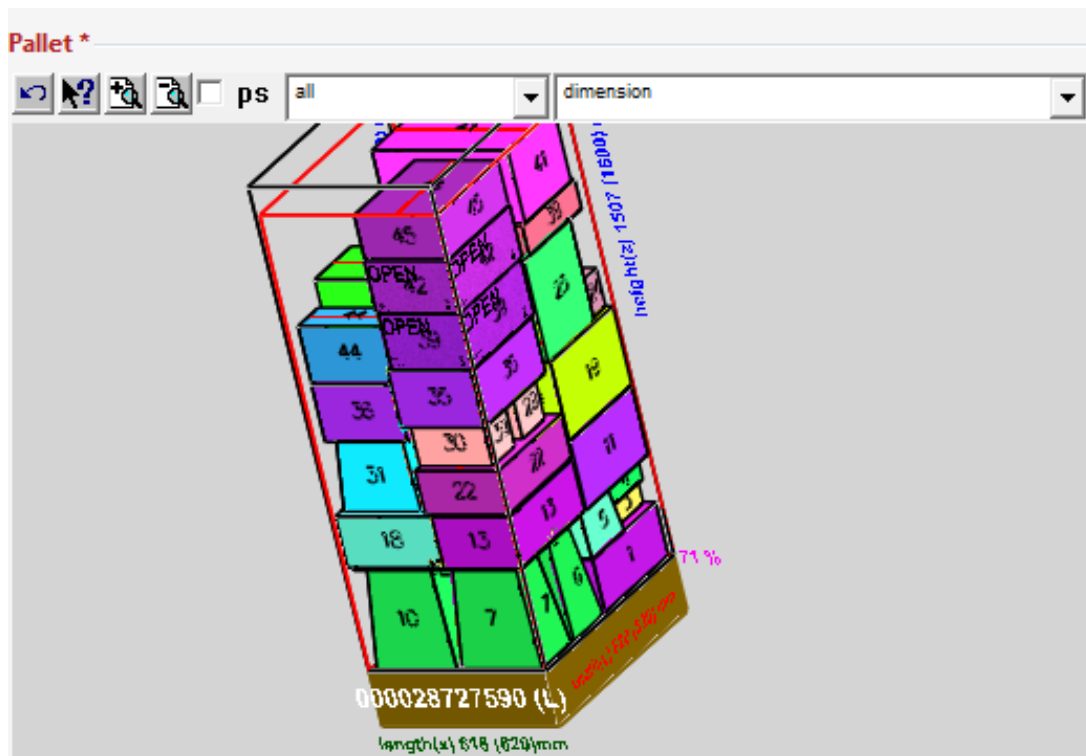
Pakkaustyypin valinta vaikuttaa tuotteiden käsittelyyn lisäksi myös PPC-laskentaan. PPC-laskennassa ongelmallisia pakkaustyyppejä ovat etenkin ”Stackable open tray” ja kaikki sen eri variaatiot. Tällaisissa pakkauksissa tuotteet on pakattu avoimeen laatikkoon, joka on tuettu lyhyiltä sivuilta, kulmista tai pitkiltä sivuilta. Laatikon tuetut reunat kestävät kohtisuoraa painoa jonkin verran, mutta koska laatikko on avoin, ei sen päälle voi asettaa tätä pienempiä tuotteita ollenkaan. Tämän vuoksi lähetysyksikölle kasaantuu torneja, jotka muistuttavat ylös-alaisin olevaa pyramidia. (Vuoriola, N. 2019)

7.2 Laitteistossa ja ohjelmistossa ilmenneet vikatoiminnot

Osa laitteistosta johtuvista virheistä oli mekaanisia törmäyksiä tai puutteita elementeissä. Tällaisten vikojen ilmetessä pyrittiin tiedottamaan viasta tai puutteesta välittömästi Witronin henkilöstölle, jotta vika tai puute korjattaisiin pikimmiten. COM-elementeissä löytyi puutteita mm. rakessa ja pinliftissä. Viimeisellä kuvauskerralla kuvatulla COMilla raken yhdestä palkista puuttui pyöreä pystytappi, joka aiheutti useiden tuotteiden kääntymisiä, koska pystytappien väli olikin ~100 mm. Puutteita huomattiin myös pinliftissä, josta puuttui myös piikkejä.

Suurin mekaaninen ongelma COMilla on kuitenkin tärinä. Se aiheutuu jatkuvasta korkeuden säädöstä, jota VC tekee lavan pakkaamisen aikana. Mitä painavampi lähetysyksikkö on, sen suurempi momentti VC-mastoon kohdistuu, jolloin sen heiluminenkin on voimakkaampaa. Eniten tärinä ja heiluminen vaikuttaa jo lavalle asetettuihin tuotteisiin. Kuvauksissa ilmeni monia kevyitä tuotteita, jotka tärinän vaikutuksesta liukuivat pois omalta paikaltaan jopa kokonaan pois lähetysyksiköltä. Yleensä tällaiset tuotteet olivat pakattu liukkaaseen kiiltävään pahviin.

Tärinän ja heilumisen vaikutukset korostuvat myös silloin, kun PPC on laskenut lavalle lastattavaksi korkeita yksittäisiä torneja ilman limittäin asettelua ympäröivien tuotteiden kanssa. Tällöin heiluminen vaikuttaa myös raskaampiin ja kookkaampiin pakkauksiin. Kuvassa 10 on esitetty esimerkki, jossa rullakon lähimpään nurkkaan on aseteltu seitsemän kerrosta tuotteita ilman minkäänlaista tartuntaa ympäröiviin tuotekerroksiin.



Kuva 10. PPC-esimerkki - torni

Kuvassa 10 esitetystä tetricksessä on tunnistettavissa useita yleisiä seikkoja PPC-laskennasta. Se yrittää aina laskea ensisijaisesti mahdollisimman monta täyttä kerrosta, jotka koostuvat saman korkuisista tuotteista. Kyseisessä tilauksessa ainoastaan alimmassa kerroksessa on onnistuttu pitämään tasainen kerros, vaikka siinäkin on rullakon takaosaan jouduttu asettelemaan useampi tuote päällekkäin. Tämän jälkeen ei enää ole löytynyt saman korkuisia tuotteita, jotka kestäisivät vielä niiden päälle aseteltavan painon. Kuvassa 10 on huomattava tornin toiseksi ja kolmanneksi ylimmissä tuotteissa lukevan ”OPEN”, mikä tarkoittaa sitä, että kyseinen tuote on päältä avoin tai tuettu ainoastaan kulmista tai reunoilta (*Stackable Open Tray*). Näitä tuotteita PPC ei voinut asettaa alemmas, koska ne eivät todennäköisesti olisi kestäneet päälle tulevaa painoa. Tilauksen tuotteista johtuen rullakko oli siis haastava PPC:lle ja lopputulos oli se, että tärinän ja heilumisen vaikutuksesta kyseinen torni kaatui ennen kuin se ehti lähteä pois COMilta.

8 TOIMENPITEET

8.1 Tuotetietojen tarkistus

Videomateriaalissa ilmenneiden vikatilanteiden selvittäminen oli helpointa aloittaa sillä hetkellä lavalla olleiden tuotteiden tuotetiedoista. Jokaisessa vikatilanteessa selvitettiin työn alussa luodun ohjeen mukaisesti mahdollisen vian aiheuttaman nimikkeen tuotetiedot ja ne kirjattiin omaan Excel-taulukkoon. Tämän jälkeen tilanteet käytiin läpi vielä yksityiskohtaisesti Inex Partnersin pakkausasiantuntijoiden kanssa. He osasivat kertoa vielä tarkemmin, onko kyseisen tuotteen tuotetietoja muutettu viime aikoina, onko nimikkeen ongelmat jo olleet tiedossa tai he pystyivät välittömästi muuttamaan nimikkeen tuotetietoja. He tarkastuttivat monien tuotteiden mitat uudelleen, jolla varmistuttiin tuotteiden perustietojen oikeellisuudesta ja voitiin keskittyä vikatilanteen syyn etsimiseen jostain muualta.

Kuvauksissa ilmenneiden tuotteiden mittoja tarkistettaessa, muutamissa nimikkeissä ilmeni lähes 10 mm:n mittavirheitä. Yksittäisen tuotteen kohdalla se ei vaikuta suuresti, mutta kun useita tuotteita lastataan lavalle tiiviisti, yhden sentin vaikutus tuotetta kohden moninkertaistuu täyteen pakatussa lavassa.

Monien nimikkeiden virheet johtuivat kuitenkin tuotteen mittojen sijaan tuotteen käsittelyn nopeudesta. Kullekin tuotteelle Masterdata voi asettaa nopeuskertoimen, jolla COM:n elementit liikuttavat kyseistä tuotetta. Nopeuskerroin on määritettävissä WMS:ssä 'Tuotteen määrittely' osiossa kohtaan 'COM_CLASS'. Valittavana on kolme eri luokkaa: 1, 2 ja 3. COM_CLASS_1 on näistä kaikkein nopein, joka on määritetty hidastamaan laitteiston toiminta 85 prosenttiin enimmäisnopeudesta. Se on kaikkein yleisin käytössä oleva luokka. COM_CLASS_2 puolestaan hidastaa laitteiston nopeuden 70 prosenttiin ja COM_CLASS_3 hidastaa 50 prosenttiin. Videokuvauksen myötä joillekin nimikkeille tätä luokkaa muutettiin, koska tuotteet eivät joko kestäneet niin voimakasta "tönimistä" tai kaatuivat liian nopeassa käsittelyssä.

Tuotteen käsittelynopeuden säätely ei kuitenkaan ole määritettävissä aivan yksiselitteisesti COM_CLASSilla. Osa nopeuden säätelystä on sisällytetty myös tiettyihin tuotetyyppeihin. Tällaisia ovat esimerkiksi lasiksi määritetyt tuotteet

(Glass). Lasisten tuotteiden (esim. joidenkin panimotuotteiden) käsittely on ohjelmoitu jo entuudestaan hitaammaksi kuin muilla tuotteilla, ettei turhia särkymisiä tapahtuisi.

Käsittelynopeuden aiheuttamat ongelmat korostuvat silloin, kun kyseessä on kevyt tuote. Tällaiset tuotteet yleensä liukuvat muita helpommin, etenkin tuotetta vedettäessä rakelta COMin pikkupöydälle. Pahimmissa tapauksissa tuote saattaa liukua jopa koko pikkupöydän yli, jolloin sillä on vaarana pudota jo tässä vaiheessa TC-käytävän puolelle.

Videokuvauksissa ilmeni nimikkeitä, joiden paino oli selvästi alle suositeltujen rajojen. Pakkausasiantuntijoiden mukaan pienin suositeltu paino olisi 700 grammaa. Tätä kevyempiä tuotteita ei siis suositella otettavaksi OPM-keräykseen lainkaan, vaan ne tulisi ohjata DPS- tai CPS-keräyksiin. Tällaisia tuotteita on kuitenkin vielä automaatiokeräyksessä mukana, jota perustellaan sillä, että niiden mitat ovat muuten ihan automaatiokeräykseen sopivia ja samassa ryhmässä on useita nimikkeitä, joiden päivässä kerättävä määrä on merkittävä. (Hämäläinen, T. 2019)

Usein kevyiden tuotteiden pakkauksetkaan eivät ole kovin tukevia ja kestäviä. Alle 700 gramman tuotteen pakkaus ei siis todennäköisesti kestä paljoa painoa päälle, minkä vuoksi PPC-laskenta pyrkii sijoittamaan niitä lavan yläosiin. Tällaisista pakotteista johtuen lavoista saattaa muodostua helpommin epätasaisia ja lavan kaatumisriski lisääntyy.

8.2 Pakkaustyyppin muuttaminen

OPM:n kannalta optimaalinen pakkaus on tyypillisesti tukevaan pahviin pakattu täysin suorakulmainen laatikko, jonka sivujen pituudet ovat yli 150 mm ja paino on suurempi kuin 700 g. Pakkausasiantuntijat tekevät jatkuvasti työtä sen eteen, että automaattikeräyksessä olevat tuotteet olisivat sinne sopivia. Mikäli tuotteen pakkausta halutaan muuttaa, täytyy tuotevalmistaja ensin vakuuttaa siitä, että se

on tärkeä ja kannattava muutos. Usein paras tapa vakuuttaa tuotevalmistaja pakkauksen muutoksesta on kutsua heidät katsomaan heidän omien tuotteidensa käsittelyä logistiikkakeskuksessa.

Pakkausta muutettaessa on muistettava, että Inex ei ole ainut asiakas tuotevalmistajalle. Vanha pakkaus saattaa olla aivan täydellinen jollekin muulle tuotteen käsittelyvaiheelle tai toiselle asiakkaalle. Hyvä esimerkki tällaisesta tuotteesta on irtokarkkirasiat. Irtokarkit pakataan kirkkaisiin ja läpinäkyviin muovirasioihin, jotka eivät kestä paljoa painoa ja hajoavat usein OPM-laitteiston käsittelyssä. Kaupan kannalta se on kuitenkin yksinkertainen ratkaisu: rasia on helppo avata ja kaataa karkit hyllyyn. Samankaltaisia kiistanalaisia pakkauksia esiintyy paljon mauste- ja tee-tuoteryhmissä. Maustepussit pakataan kevyisiin pahvilaatikoihin, jotka kaupassa repäistään auki ja asetetaan sellaisenaan kaupan hyllylle. Pakkaukset ovat kuitenkin pieniä, kevyitä ja liukkaita, jolloin ne ovat hyvin riskialttiita tuotteita OPM-keräyksessä.

Pakkaustyyppin muuttaminen on siis pitkä prosessi. Kun tuotevalmistaja on saatu suostuteltua muuttamaan pakkausta, heidän täytyy uudistaa vielä omat valmistuslinjansa, mikä ei tapahdu hetkessä. Tällainen pieneltä tuntuva muutos saattaa kestää lopulta monia kuukausia, ennen kuin tuote saadaan muutettua automaattikeräykselle optimaaliseksi.

9 KEHITYSIDEAT

9.1 Käsittelynopeuden määrittäminen useammalle elementille

Yksi suurimmista pysäytyksiä aiheuttavista tekijöistä on nopeus, jolla tuotteita käsitellään COMilla. Elementtien nopeudesta aiheutuvat ongelmat ovat kuitenkin usein yhdistettävissä yksittäisen nimikkeen pakkaukseen. Koska tuotteita käsitellään COMilla liu'uttamalla niitä tasolta toiselle, kitkan vaikutus korostuu. Esimerkiksi pahviin pakatut tuotteet liukuvat huomattavasti helpommin, kuin pehmeään muoviin käärityt lähdevesipullot.

Aikaisemmin todettiin, että COMin elementeille voidaan valita yksi kolmesta nopeuskertoimesta eli COM_CLASSista. Nopeuskertoimen muutos vaikuttaa kuitenkin jokaiseen elementtiin COMilla. Jokaisen elementin hidastaminen ei aina kuitenkaan olisi tarpeellista, vaan joidenkin nimikkeiden kohdalla riittäisi vain yhden elementin, kuten raken liikkeen hidastaminen. Tällöin kunkin tuotteen käsittelynopeus pystyttäisiin optimoimaan nimikekohtaisesti.

Nopeuskerrointa ei tarvitsisi määrittää erikseen jokaiselle elementille vaan tuotetta liikuttelevat elementit voidaan jakaa pieniin yksiköihin. Tuotteita liikutellaan COMilla yhteensä viidellä elementillä: rake, MD02, MD22, telefork ja MD05. Näistä kuitenkin MD02 ja MD22 toimivat samalla akselilla: MD22 työntää tuotteen pikkupöydältä oikealle paikalleen, jossa MD02 on ainoastaan estämässä, että tuote ei liu'u liian pitkälle. Myös telefork ja MD05 liikkuvat samalla akselilla ja vielä samalla nopeudella viedessään tuotetta lähetysyksikölle. Ainoastaan siis rake toimii omana "yksikkönään". Näin ollen COMille tarvitsisi määrittää oma nopeuskerroin kolmelle eri yksikölle:

1. Rake
2. MD02 ja MD22
3. MD05 ja Telefork

Raken nopeuden säätö omana yksikkönään erillisenä muista elementeistä olisi tärkeää siksi, että tuotteet eivät liukuisi liian pitkälle COM-pikkupöydällä. Tuotteen

liukuminen liian pitkälle eli lähelle pöydän reunaa TC-käytävän puolelle, aiheuttaa ongelmatilanteita myöhemmissä siirron vaiheissa. MD02 ja MD22 eivät juurikaan välitä, missä kohdassa y-akselilla tuote on, mutta MD05:n kohdalla ilmenee ongelmia. MD05:lle on määritetty tietty matka, jolla se kiihdyttää täyteen nopeuteen. Tämä tarkoittaa sitä, että mikäli tuote on liian lähellä COM-pöydän ulkoreunaa, MD05 on ehtinyt kiihdyttää jo täyteen vauhtiinsa ennen kuin se edes on osunut tuotteeseen. Kun MD05 viimein osuu täydellä vauhdilla tuotteeseen, se saattaa singota lähetysyksikölle satunnaiseen suuntaan ja aiheuttaa törmäyksiä seuraavien tuotteiden kanssa. Tuotteet, jotka liukuvat raken nopeuden vaikutuksesta liian pitkälle pikkupöydälle, ovat videokuvauksista todettuna yleensä kevyitä ja liukkaaseen materiaaliin pakattuja tuotteita.

Koska MD02 ja MD22 toimivat samalla akselilla ja estävät tuotteen liukumista liian pitkälle x-akselin suuntaisesti (ks. kuva 8), ne voivat toimia täydellä nopeudella lähes jokaista nimikettä käsiteltäessä. Niiden nopeutta täytyy kuitenkin alen-
taa, esimerkiksi lasiksi (Glass) määritettyjen tuotteiden osalta. Yleensä MD05:n ja teleforkin virheet johtuvat MD05:n törmäämisestä tuotteeseen liian voimakkaasti. Sitä voitaisiin kuitenkin rajoittaa antamalla niille hieman pienempi nopeuskerroin muihin elementteihin verrattuna. Lisäksi kiihdytysmatkaa pidentämällä saataisiin hieman enemmän pelivaraa, ennen kuin MD05 törmää tuotteeseen. Kiihdytysmatkan säätäminen vaikuttaa kuitenkin jokaisen tuotteen käsittelyyn, jolloin tuotanto hidastuu jokaisen tuotteen kohdalla joitain sekunnin osia.

9.2 Pienien tuotteiden käsittely

Automaatiokeräyksessä käsiteltävien tuotteiden kokoa rajoittaa monet eri tekijät, mutta pienien tuotteiden keräystä OPM:llä tulisi rajoittaa, koska yleisesti nämä tuottavat eniten ongelmia automaatiokeräyksessä. Yleensä virheet johtuvat liian nopeasta käsittelynopeudesta, mutta järkevä raja-
aus automaatiokeräykseen sopivien ja liian pienien tuotteiden välille voidaan tehdä tuotteenkäsittelyssä mukana olevien elementtien perusteella.

COMilla yksi tällainen elementti on rake (ks. kuva 9). Rakessa kahden ”haaran” väli on noin 50 mm. Jotta voidaan varmistua siitä, että tuote saatetaan suorassa

COM-pikkupöydälle, tulisi tuotteen olla niin suuri, että se ulottuisi aina vähintään kahden raken haaran päälle. Tällöin tuotteen sivun minimipituus voidaan laskea

$$50 \text{ mm} \cdot 2 = 100 \text{ mm.}$$

Sivun minimipituuteen on kuitenkin lisättävä virhemarginaali, sillä haarat ovat saattaneet vääntyä hieman aiemmin aiheutuneista vikatilanteista. Kovin paljoa ne eivät kuitenkaan voi vääntyä ilman, että laitteiston toiminta keskeytyy, koska silloin rake törmäisi pinliftyin. Raken mitat käytiin tarkistamassa mittaamalla niitä kahdelta eri COMilta, jonka perusteella virhemarginaaliksi määritettiin 50 ± 3 mm.

Virhemarginaali ei kuitenkaan voi moninkertaistua useamman raken haaran välillä. Tästä syystä tuotteen sivun minimipituudeksi voidaan määrittää noin 103 mm.

Tuotteet, joiden sivujen pituus on tätä lyhyempi, tulisi siirtää ehdottomasti pois automaattikeräyksestä. Senkin jälkeen voitaisiin pitää vielä pientä harmaata aluetta tuotteille, joiden sivun pituus on vain hieman yli lasketun minimipituuden. Harmaalle alueelle voitaisiin määrittää ne tuotteet, joiden sivujen mitat ulottuvat esimerkiksi välille 103 mm - 150 mm. Tällaisille tuotteille suositeltaisiin normaalia hitaampaa käsittelynopeutta niiden haastavuuden vuoksi.

Otetaan esimerkiksi pieni tuote, joka aiheutti vikatilanteita videokuvauksien aikana. Yksi tällainen tuote oli Airways purukumipakkaus, jonka leveydeksi on mitattu 96 mm. Tämä on selvästi lyhyempi, kuin aiemmin määritetty tuotteen sivun minimipituus. Lyhyiden mittojen lisäksi pakkaus on hyvin liukasta pahvia. Myös tämä aiheutti vikatilanteita, kun tuote valui tärinän vaikutuksesta kokonaan ulos lähetysyksiköltä, josta aiheutui COMin pysäytyksiä.

Kyseisen tuotteen ongelmia voidaan ratkaista usealla eri tavalla. Se voitaisiin siirtää kokonaan manuaalikeräykseen, jolloin automaatiolaitteiston ominaisuudet eivät vaikuttaisi siihen lainkaan. CPS:ssä tuotetta saatetaan ajeluttaa pitkiäkin matkoja lähetysyksiköllä, jolloin liikkumisesta aiheutuva tärinä saattaa aiheuttaa samoja ongelmia kuin automaatiokeräyksessä, kuten tuotteen putoamista. Toinen

ratkaisu olisi siirtää nimike kerättäväksi DPS:ssä, jolloin se voidaan edelleen kerätä DPS-laatikossa automaatiokeräyksessä.

Vaihtoehtoisesti osa tuotteen käsittelyssä ilmenevistä ongelmista voitaisiin ratkaista lukitsemalla tuotteen orientaatio, jolla se saapuu COMille. Kyseisen tuotteen pituus on 222 mm, jolloin tuotteen orientaatio voitaisiin lukita siten, että se saapuisi COMille aina ”poikittain”. Tämä ratkaisisi raken kanssa ilmenevät mittaongelmat, mutta se lisäisi uuden haasteen PPC-laskentaan. Orientaation lukitseminen pakottaisi PPC:n etsimään aina samoin päin olevan aukon tälle nimikkeelle, kun muiden nimikkeiden orientaatiota voidaan muuttaa tarpeen mukaan.

9.3 Säkkiin pakattujen tuotteiden käsittely

S-ryhmän tuotevalikoimaan kuuluu useita nimikkeitä, jotka eivät ole täysin neliskanttisia, mutta Inex Partnersilla ne kuitenkin on katsottu automaatiokeräykseen sopiviksi. Tällaisia nimikkeitä ovat yleensä säkkiin pakatut tuotteet (pakkaustyyppi Sack, Bag) sekä jotkin nimikkeet, joiden pakkaustyyppi on 'Shrunked without tray'. Videokuvauksissa ongelmia aiheuttavia tuotteita olivat mm. pussiin pakatut kissanruuat (Sack, Bag), sekä jauhot (Shrunked without tray).

Vikatilanteet, jotka aiheutuivat edellä mainituista tuotteista, olivat lähes identtisiä. Molemmissa tapauksissa kissanruoka tai jauhopakkaus asetettiin lähetysyksikölle suhteellisen alas, koska ne kestävät paljon painoa päälle. Tällaiset pehmeät tuotteet antavat kuitenkin periksi reunoilta, jolloin päälle asetetut tuotteet kaatuivat. Molemmissa tapauksissa kissanruoan ja jauhojen päälle asetettiin kaksi tuotetta, joiden yhteispinta-ala oli pienempi tai yhtä suuri, kuin säkkiin pakatun tuotteen. Tämä tarkoittaa sitä, että päälle asetettavien tuotteiden painopisteet ovat pussimaisen tuotteen reunoilla, jolloin niiden kaatumisriski kasvaa huomattavasti.

Ongelma voidaan ratkaista usealla eri tavalla, joista jokaisessa on hyviä ja huonoja puolia. Ensimmäinen vaihtoehto on pyytää tuotevalmistajia muuttamaan tuotteen pakkaustyyppiä siten, että se sopisi paremmin automaatiokeräykseen.

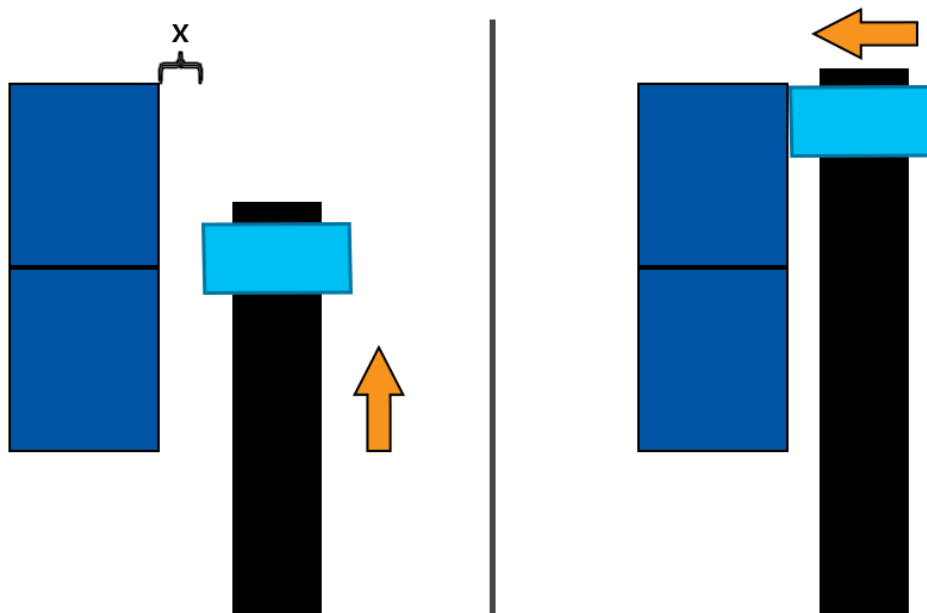
Mutta kuten aiemmin kerrottiin, se on pitkä prosessi eikä tuotevalmistaja välttämättä suostu muuttamaan pakkausta yhden asiakkaan vuoksi.

Toinen vaihtoehto on pyytää Witronia muuttamaan PPC-laskentaa siten, että säkkimäisten tuotteiden päälle voidaan asettaa ainoastaan yksi pinta-alaltaan samankokoinen tai suurempi tuote. Vaihtoehtoisesti säkkimäinen tuote tulisi sijoittaa jokaiseen tilaukseen lavan keskiosaan, jolloin tuotteen päälle aseteltavat tuotteet voitaisiin asettaa osittain sen ympärillä olevien tuotteiden päälle. Nämä muutokset olisivat kuitenkin raskaita lisäyksiä PPC-laskentaan, koska niiden myötä säkkimäisen tuotteen voisi asettaa ainoastaan kerrokseen, jossa kaikki tuotteet ovat yhtä korkeita. Useissa tilauksissa tämä ei ole edes mahdollista, jolloin PPC joutuu jakamaan tilauksen useammalle lähetysyksiköille. Se taas tarkoittaisi rekakuljetuksissa enemmän tyhjää tilaa, mikä on suoraa tappiota Inexille. Lisäksi PPC-laskenta vaikeutuisi siksi, että näissä kriittisissä tilanteissa jouduttaisiin vertaamaan tuotteiden pohjapinta-aloja keskenään muita enemmän.

Kaikkein nopein ja helpoin ratkaisu olisi siirtää tällaiset nimikkeet manuaalikeräykseen, kuten CPS:ään. Tässä ratkaisussa kuitenkin joudutaan pohtimaan sitä, kuinka paljon kyseisiä tuotteita kerätään vuorokaudessa, ja onko siirto manuaalikeräykseen enää järkevää. CPS-keräys on kuitenkin huomattavasti automaatiokeräystä hitaampaa ja tilauksiin kerättävät tuotteet hyvin erilaisia. Väliaikaisena ratkaisuna se on kuitenkin helppo toteuttaa, ennen kuin parempia keräysmenetelmiä nimikkeelle keksitään.

9.4 Tuotteen asettaminen lähetysyksikölle

COMin asettaessa tuotteita lavalle, se tekee pienen sivuttaisliikkeen aivan siirron loppuvaiheessa. Se johtuu pienestä ”turvavälistä”, jonka COM jättää aikaisemmin lähetysyksikölle asetettuihin tuotteisiin ja uusi tuote siirtyy vasta lopussa kiinni edelliseen tuotteeseen. Tätä on havainnollistettu kuvassa 11, jossa turvaväli on merkitty kirjaimella x.

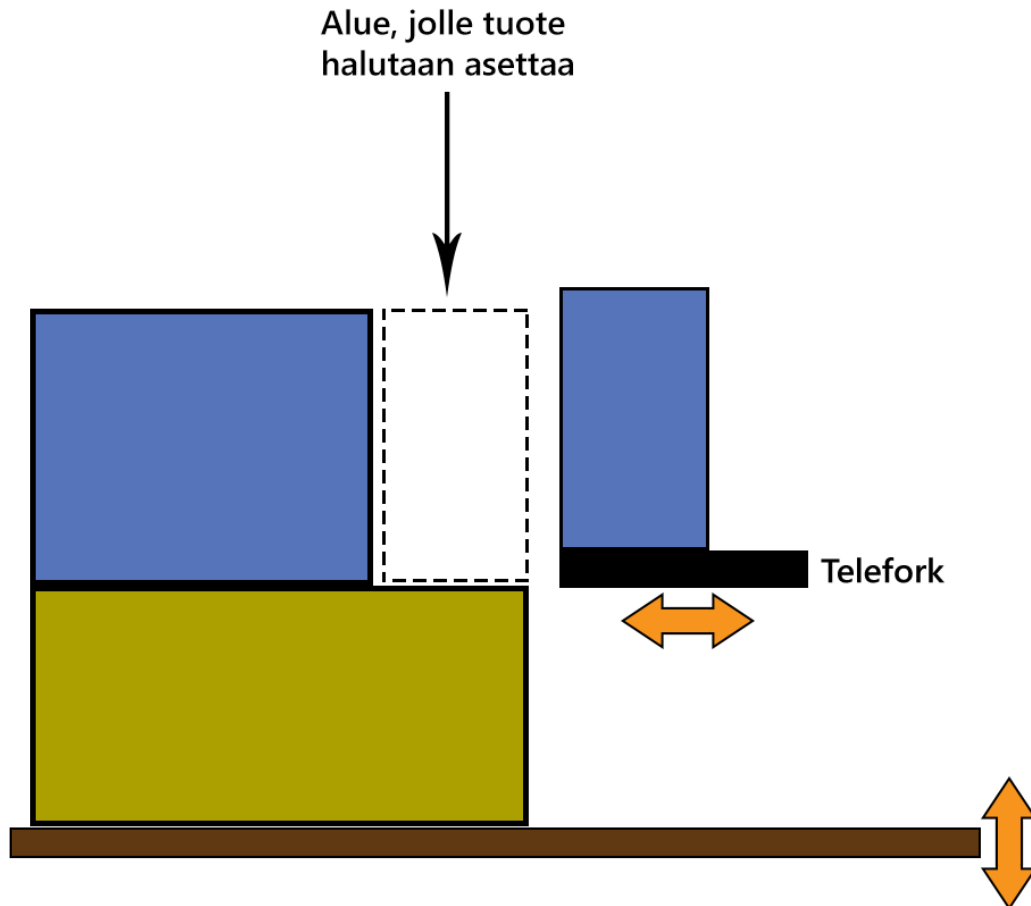


Kuva 11. Tuotteen asettaminen paikalleen

Kuvassa 11 esitetty pieni sivuttaisliike tehdään jokaiselle tuotteelle, millä vältetään suuri osa törmäyksistä. COMin toiminnassa ilmeni tilanteita, joissa tästä sivuttaisliikkeestä aiheutui ongelmia. Joissakin tilanteissa aikaisemmin lähetysyksikölle asetettu tuote jäi hieman vinoon. Usein COM-laitteisto ikään kuin vahingossa suoristaa edellisen tuotteen samalla, kun se asettaa uutta tuotetta edellisen viereen.

Ongelmatilanteissa kuitenkin vinoon jäänyt tuote oli huomattavasti raskaampi, kuin sen viereen asetettu tuote. Tällöin uusi kevyt tuote ei pystynyt suoristamaan raskaampaa tuotetta suuren paino-eron vuoksi. Kyseisten tuotteiden tuotetietoja vertaillen ilmeni, että aiemmin vinoon asetettu tuote oli lähes 1,5 kertaa painavampi, kuin seuraava tuote. Tällaisten tilanteiden ratkaisuun mietittiin sovellusta, jossa PPC vertailisi vierekkäin aseteltavien tuotteiden painoja keskenään, jolloin tällaiset tilanteet voitaisiin poistaa. Ratkaisu on kuitenkin hyvin kaukaa haettu, sillä COM voi asettaa useampia tuotteita päällekkäin, ennen kuin se asettaa niiden viereen yhtäkään tuotetta. Tällöin vertailuun täytyisi ottaa koko ”tuote torni”, jonka määrittäminen olisi todella haastavaa.

Pieni sivuttaisliike aiheutti kuitenkin muitakin ongelmatilanteita. Turvaväli on jokaisella tuotteella samansuuruinen, mistä johtuen kapeiden tuotteiden asettaminen paikoilleen hankaloituu. Ongelmat ilmenivät tilanteissa, joissa kapeaa tuotetta yritettiin asettaa alla olleen tuotteen reunalle. Tilannetta on havainnollistettu kuvassa 12.



Kuva 12. Kapean tuotteen asettaminen lähetyksikölle

Aiemmin kerrottiin, että COM havaitsee oikean korkeuden nostamalla VC:tä niin paljon, että telefork nousee hieman. Tämä nosto tehdään ennen kuvassa 11 esitettyä teleforkin sivuttaisliikettä. Kapeilla tuotteilla tilanne saattaa kuitenkin olla kuvan 12 mukainen, jolloin VC nostaa lavaa liiankin korkealle. Tämän jälkeen COM kuitenkin haluaa yhä tehdä sivuttaisliikkeen teleforkille, jolloin viereinen tuote murskaantuu.

Tuotteet, joiden käsittelyssä kyseinen tilanne ilmeni, olivat kaikki kapeampia kuin 150 mm. Tällaisten tuotteiden käsittelyssä tulisi käyttää pienempää turvaväliä edeltäviin tuotteisiin. Ongelma voitaisiin ratkaista sillä, että alle 150 mm levyisillä

tuotteilla turvavälin suuruudeksi määritettäisiin nimikekohtainen turvaväli. Vaihtoehtoisesti näin kapeille tuotteille turvavälin suuruus voitaisiin laskea yleisesti esimerkiksi kaavan 2 avulla.

$$x = w \cdot 0,8 \quad (2)$$

Kaavassa 2 kirjaintunnus x on turvavälin suuruus ja w on tuotteen leveys. Tällä menetelmällä turvavälin suuruus olisi aina pienempi kuin tuotteen oma leveys, jolloin edellä mainittua ongelmatilannetta ei pääsisi tapahtumaan. Leveämmillä tuotteilla turvavälin suuruus voidaan pitää muuttumattomana.

10 POHDINTA

Työn tavoitteena oli löytää ratkaisuja automaattisessa keräysjärjestelmässä tapahtuviin vikatilanteisiin. Aihe on kuitenkin todella haastava, johtuen valtavasta tuotevalikoimasta ja erilaisista tuotteista. Työssä kuitenkin onnistuttiin luomaan yleistyksiä ongelmia aiheuttavista tuotteista, millä vikatilanteita voidaan ratkaista. Helpoin ratkaisu on poistaa ongelmalliset nimikkeet kokonaan automaatiokeräyksestä ja siirtää ne manuaalikeräykseen, mutta tässä tavassa täytyy miettiä siirron kannattavuus nimikekohtaisesti, koska manuaalikeräys on kuitenkin huomattavasti automaatiokeräystä hitaampaa. Yleistystä siitä, kuinka monta prosenttia kunkin nimikkeen kerätystä määrästä lopulta aiheuttaa vikatilanteen ei ole.

Inex Partnersin logistiikkakeskus pyrkii tarjoamaan luotettavia ja tehokkaita logistiikkapalveluita uuden automatisoidun keräysjärjestelmän myötä. Tehokkuutta ja keräyksen nopeutta haetaan välillä myös keräysvarmuuden kustannuksella, josta aiheutuu usein turhia laitteiston pysäytyksiä ja tuotehävikkiä. Suuri osa syistä voidaan kuitenkin perustella vielä sillä, että laajaan tuotevalikoimaan mahtuu monia pakkauksia, jotka eivät ole soveltuvia automaatiokeräykseen. Pakkaustyyppien muuttaminen on pitkä prosessi ja tuotevalmistajien vakuuttaminen sen muuttamisesta ei aina ole helppoa, koska Inex Partners ei ole tuotevalmistajan ainoa asiakas. Usein kaupan hyllylle halutaan kevyitä, helposti tarjolle asetettavia pakkauksia, kun yleensä OPM:ssä optimaalisin tuote on vähän raskaampi ja tukeva laatikko. Lisäksi näin laajan tuotevalikoiman hallitseminen yhdellä automaatiojärjestelmällä on todella haastavaa ja käytössä olevaa OPM-järjestelmää kehitetään edelleen vastaamaan tuotevalikoiman vaatimuksiin.

Tässä työssä esitetyt kehitysehdotukset esitetään myös Witronille ja sovitaan yhdessä Inex Partnersin kanssa mahdollisista muutostöistä. COMilla nopeuskertoimien asettaminen erikseen useammalle elementille vaatisi suuren muutostyön koko MFC:n ja PLC:n viestintään, tietokantaan sekä PLC-ohjelmaan. PPC-laskentaan tehtävät muutokset vaativat myös tarkkaa analysointia niiden hyödyn kannalta, ettei järjestelmä joudu jakamaan tilauksia pienempiin osiin, jolloin lähetysyksiköiden täyttöaste kärsii.

Työssä tehty videokuvaus COMilta antoi kuitenkin useita hyviä esimerkkejä esiintyvistä vikatilanteista ja ongelmista. Videokuvausta COMeilta ei ole aikaisemmin järjestetty Inex Partnersilla tuotekohtaisien ongelmien etsimiseen ja keräyksen seurantaan, vaikka sitä onkin joillain tahoilla toivottu jo pitkään. Tulevaisuudessa samankaltaisia videokuvauksia voidaan mahdollisesti suorittaa pätkissä tai asentaa jollekin COMille oma vakituinen kamera, jolla keräystä voidaan seurata. Kuvaukselle olisi käyttöä ainakin sellaisissa tilanteissa, kun automaatiokeräykseen on lisätty uusia tuotteita, joiden käyttäytymisestä keräysjärjestelmässä ei ole vielä tietoa.

LÄHTEET

Finne, S. & Kokkonen, T. 2005. Asiakaslähtöinen kaupan arvoketju. Kilpailukykyä ECR-yhteistyöllä. Juva: WSOY

Heiskanen, J. 2017. Automaatiojärjestelmän aluejako ja virheseurannan suunnittelu. Automaatiotekniikan koulutusohjelma. Metropolia ammattikorkeakoulu. Insinööriyö <https://docplayer.fi/56374278-Automaatiojarjestelman-aluejako-ja-virheseurannan.html>

Hämäläinen, T. Pakkausasiantuntija. 2019. Haastattelu 9.1.2019. Haastattelija Valkama, J. Kerava

Inex, 2019. Inex yrityksenä, Mitä inex tekee? Viitattu 15.3.2019. <http://inex.fi/inex-yrityksena/mitae-inex-tekee/>

Logistiikan maailma, 2019. Huolinta ja terminaalit, Logistiikkakeskus. Viitattu 15.3.2019.

Logistiikan maailma, 2019. Aineistot, Logistiikka luo arvoa. Viitattu 15.3.2019 <http://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikka-lukiolaisille/logistiikka-luo-arvoa/>

Logistiikan perusteet. Kurssimateriaali. 2019. Optima, JAMK. Luettu 09.03.2019.

Räsänen, M. Automaatioinsinööri. 2019. Haastattelu 12.2.2019. Haastattelija Valkama, J. Kerava

Suomen lavacenter N.d. Fin-lava. Luettu 26.2.2019. <https://suomenlavacenter.fi/fin-Lava>

Suomen lavacenter N.d. Eur-lava. Luettu 26.2.2019. <https://suomenlavacenter.fi/eur-lava>

Törrönen, T. 2017. Toimitustien valintakriteerit päivittäistavaralogistiikassa. SOK, Inex Partners. Tradenomi koulutusohjelma. Turun ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/130850/Torronen_Tuomas.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Vuoriola, N. Pakkausasiantuntija. 2019. Haastattelu 9.1.2019. Haastattelija Valkama, J. Kerava

Witron artikkeli N.d. Innovative logistics processes and swarm-intelligent vehicles. Luettu 26.2.2019. <https://www.witron.de/en/news-detail/article/innovative-logistik-prozesse-und-schwarmintelligente-fahrzeuge-mit-efficient-mobile-picking.html>

Witron artikkeli N.d. Maximum flexibility and cost-efficiency through mechanization. Luettu 26.2.2019. <https://www.witron.de/en/news-detail/article/hoechste-flexibilitaet-und-wirtschaftlichkeit-durch-mechanisierung.html>

Witron artikkeli. N.d. Witron realizes one of the world's largest food retail logistics centers in Finland. Luettu 26.2.2019. <https://www.witron.de/en/news-detail/article/witron-realisiert-in-finnland-eines-der-groessten-food-retail-logistikzentren-weltweit.html>

Witron esite. 2015. Witron - more than four decades looking into the future. Luettu 26.2.2019. https://www.witron.de/fileadmin/user_upload/downloads/Ima-gebroschure_2015_en.pdf