



Juuso Torkko

Vajaat kuljetusyksiköt logistiikka- keskuksen automaatiassa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Sähkö- ja automaatiotekniikka

Insinöörityö

31.8.2024

Tiivistelmä

Tekijä: Juuso Torkko
Otsikko: Vajaat kuljetusyksiköt logistiikkakeskuksen automaatiassa
Sivumäärä: 26 sivua
Aika: 31.8.2024

Tutkinto: Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma: Sähkö- ja automaatiotekniikka
Ammatillinen pääaine: Automaatiotekniikka
Ohjaajat: Kehityspäällikkö Sami Korhonen
Lehtori Tuomas Leppänen

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli selvittää Inexin logistiikkakeskuksen Hedelmät ja Vihannekset -osaston vajaiden kuljetusyksiköiden syitä ja pohtia ratkaisuja niiden vähentämiseen.

Työssä esitellään ensin Inex Partners Oy ja heidän automaatiokumppaninsa Witron Logistik. Seuraavaksi käydään läpi kuljetusyksiköitä ja täyttöasteita. Sitten perehdytään Inexin automatisoidun logistiikkakeskuksen toimintaan ja tilausjärjestelmään.

Vajaista kuljetusyksiköistä kerättiin tietoja haastatteluilla ja käymällä läpi vajaiden kuljetusyksiköiden seuraamiseen käytettäviä tilastoja ja raportteja. Kentällä tehtiin visuaalisia havaintoja ongelmasta.

Lopputuloksena vajaisiin kuljetusyksikköihin voivat vaikuttaa ulkoiset tekijät, kuten lämpötila-alueet, aikataulut ja tuotepuutteet. Sen lisäksi kuljetusyksiköitä muodostava ohjelma vaatii tämän työn rajaukset ylittäviä lisätutkimuksia ja testejä.

Avainsanat: logistiikkakeskus, kuljetusyksikkö, automaatio, täyttöaste

Abstract

Author: Juuso Torkko
Title: Causes of underutilized transport units in the automation of logistics center
Number of Pages: 26 pages
Date: 31 Aug 2024

Degree: Bachelor of Engineering
Degree Programme: Electrical and Automation Engineering
Professional Major: Automation Engineering
Supervisors: Sami Korhonen, Development Manager
Tuomas Leppänen, Senior Lecturer

The purpose of this thesis work was to investigate the causes of underutilized transport units in the fruits and vegetables department at Inex Partners logistics center, and to consider solutions to reduce the number of underutilized units.

The work first introduces Inex Partners Oy and their automation partner, Witron Logistik. Next the work continues by researching transport units and their fill rates. After that, the focus is on Inex's automated logistics center operations and ordering system.

Data on underutilized transport units was collected through interviews and by reviewing statistics and reports used to monitor these units. Visual observations of the issue were made in the field.

As a result, it was found that external factors such as temperature zones, schedules and product shortages may affect underutilized transport units. In addition, the software program that forms the transport units requires further research and testing beyond the scope of this thesis project.

Keywords: Logistics center, Underutilized transport unit, Automation, fill rate

Sisällys

Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Inex Partners Oy	1
3	Kuljetusyksiköt ja täyttöasteet	3
3.1	Kuljetusyksiköt	3
3.2	Kuljetusyksiköt Inexillä	4
3.3	Täyttöasteet	5
4	Tavaran kulku HeVin automaatiossa	6
5	Tilausjärjestelmä	10
6	Tiedon keräys ja tilastot	11
6.1	Tiedon kerääminen	11
6.2	Tilastoja kuljetusyksiköiden täyttöasteista	11
7	Syitä ja kehitysideoita	18
7.1	Lämpötila-alueet	18
7.2	Lämpötila-alueiden ongelmat	19
7.3	Aikataulut	20
7.4	CPS-keräys	21
7.5	Tuotepuutteet ja tuotteiden saldojen nollaus	22
7.6	Lähtämön rooli	23
7.7	Automaation vikatilanteet	23
7.8	Järjestelmän parametrit	24
8	Yhteenveto	25
	Lähteet	26

Lyhenteet

- ACS: *Automated Case Stacker*. HeVin automaatiossa käytössä oleva keräyslaitteisto.
- COM: *Case Order Machine*. Muilla logistiikkakeskuksen alueilla käytössä oleva keräyslaitteisto.
- CPP: *Case Piece Picking*. Automaation yhteydessä toimiva manuaalinen keräysasema.
- CPS: *Car Picking System*. Manuaalisessa keräyksessä käytettävä äänikeräysjärjestelmä.
- HBW: *High Bay Warehouse*. Korkeavarasto vastaanotosta tuleville lavoille.
- HeVi: *Hedelmät ja Vihannekset*. Alue logistiikkakeskuksessa, jossa puretaan ja kerätään hedelmiä ja vihanneksia.
- LPR: *Laber printer*. Tulostin, joka tulostaa osoitetarrat valmiisiin kuljetusyksikköihin.
- MDB: *Mechanized Distribution Buffer*. Korkeavarasto lähettämöön matkalla oleville lavoille.
- MFC: *Material Flow Control*. Automaatiota pyörittävä tietokoneohjelma.
- PPC: *Pack Pattern Calculation*. Ohjelma, joka päättää pakkausjärjestyksen.
- TWH: *Traywarehouse*. Tarjotinvarasto keräystä odottavien tuotteiden varastointiin.
- WIOS: *Witron on Site Service*. Witronin automaation kunnossapito-osasto.

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön keskeisenä tavoitteena on analysoida ja selvittää syitä siihen, miksi logistiikkakeskuksen automaatioissa ilmenee vajaita kuljetusyksiköitä. Lisäksi pyritään kehittämään ratkaisuja ja optimointimenetelmiä, joilla tätä prosessia voidaan tehostaa ja vähentää vajaista kuljetusyksiköistä aiheutuvia haittoja. Työn tilaajana toimii Inex Partners Oy, ja tutkimuksen kohdealueena on Hedelmät ja Vihannekset -osaston automaatio. Työskentelen itse alueella automaation laitekäyttäjänä.

Työssä esitellään yleisesti logistiikkakeskuksen ja automaatiovaraston toimintaa mukaan lukien Inex Partners Oy:n logistiikkaprosessit. Tämän lisäksi keskitytään erityisesti vajaista kuljetusyksiköistä aiheutuvien ongelmien syiden analysointiin ja ymmärtämiseen. Tätä varten käytetään tilastollisia menetelmiä ja tietoanalyysiä, jotta voidaan tunnistaa juurisyitä vajaista kuljetusyksiköistä ja niiden esiintymisestä johtuville häiriöille.

Työtä lähdetään käsittelemään ensisijaisesti teoriatasolla. Tuotantoa häiritsevät kuljetinmuutokset ja muut tuotantokatkot eivät ole mahdollisia. Tilastojen ja parametrien perusteella syitä ja kehitysideoita voidaan kuitenkin pohtia ja nykyisiä toimenpiteitä hienosäätää.

Työhön ei voi sisällyttää salassa pidettävää materiaalia. Tällaista materiaalia ovat esimerkiksi valokuvat tuotantotiloista ja pohjapiirustukset laitteistosta.

2 Inex Partners Oy

Inex Partners Oy on SOK:n kokonaan omistama logistiikkayhtiö. Yhtiön tehtävänä on tuottaa varastointi-, kuljetus ja muut logistiikkapalvelut S-ryhmän päivittäis- ja käyttötavaraketjuille. Yhtiön päätoimipaikat ovat päivittäistavara- ja käyttötavaralogistiikkakeskukset Sipoon Bastukärrissä kuvassa 1. [1.]



Kuva 1. Inex Partnersin PT-logistiikkakeskus [2].

SOK:lla on ollut keskitettyä varastointia 1960-luvulta alkaen. Inex Partners Oy perustettiin 1990-luvun alussa toimimaan S-ryhmän hankinta- ja logistiikkayhtiönä. [2.]

Hankintatoiminnot siirtyivät SOK:lle 2010-luvulla, minkä jälkeen Inexin toiminta on keskittynyt tuottamaan S-ryhmän logistiikka- ja varastointipalvelut ketjujen kustannustehokkuutta tukevalla tavalla. Vuonna 2012 avattiin Sipoon Bastukäriin käyttötavaroiden logistiikkakeskus ja Vantaan Hakkilassa sijainnut logistiikkakeskus lopetti toimintansa. Vuonna 2016 avattiin Sipoon Bastukäriin päivitettävien tavaroiden logistiikkakeskus ja Espoon Kilossa sijainnut logistiikkakeskus lopetti toimintansa vuoden 2019 loppuun mennessä. [2.]

Vuonna 2023 Inex työllisti noin 1 300 logistiikka-alan ammattilaista. Inexin logistiikkakeskuksissa hyödynnetään mahdollisimman pitkälle logistiikka-automaatiota. Automaatiokumppanina toimii Witron logistik + informatik GmbH. [2.]

Witron on saksalainen vuonna 1971 perustettu yritys. Witron myy ja suunnittelee automaattioratkaisuja teollisuuden ja logistiikan toimijoille. Tämän lisäksi se tarjoaa suunnitteluratkaisuilleen kunnossapidon, huollon ja mahdolliset laajennukset. Joissakin kohteissa Witron hoitaa myös laitteiden operoinnin. [3.]

Wioss Witron on Site Services GmbH on Witronin tytäryhtiö, joka toimii Inex Partnersin tiloissa vastaamassa automaation toimivuudesta. Inexin tiloissa heillä on noin 140 työntekijää. [3.]

3 Kuljetusyksiköt ja täyttöasteet

3.1 Kuljetusyksiköt

Logistiikan kuljetusyksiköt ovat välineitä tai kontteja, joita käytetään tavaroiden kuljettamiseen ja varastointiin logistisissa prosesseissa. Näitä yksiköitä käytetään eri kuljetusmuodoissa, kuten maantiekuljetuksissa, merikuljetuksissa, rautatiekuljetuksissa ja ilmakuljetuksissa.

Logistiikkakeskuksen sisällä käytetään useita erilaisia kuljetusyksiköitä, jotka auttavat tehokkaassa tavaroiden käsittelyssä ja varastoinnissa. Näitä kuljetusyksiköitä ovat muuan muassa kuvan 2 EUR-lava.



Kuva 2. EUR-lava [4].

Tavaraa kerätään myös kuvan 3 rullakoihin, jotka kulkevat pareittain rullakkolavalla. Nämä rullakot voivat lähteä eri kaappoihin, mutta lähettämöön asti ne matkustavat yhdessä.



Kuva 3. Rullakko [5].

3.2 Kuljetusyksiköt Inexillä

Inexille tulee lavoja useammassa koossa. Yleisimmät lavat ovat EUR-lava (800 x 1200 mm) ja FIN-lava (1000 x 1200 mm). Kaikki lavat koosta riippumatta kulkevat järjestelmässä Inexin omien järjestelmälavojen päällä, jotka eivät koskaan poistu logistiikkakeskuksesta. Järjestelmälavat ovat myös kestävämpiä, jolloin automaation ketjukuljettimet eivät kuluta niitä rikki.

Keräyksen jälkeen käytössä on vain EUR-lava. Automaatio siirtää EUR-lavan joko systeemilavan päälle tai Pack Corneriin. Pack Corner on systeemilavan kokoinen korkeilla seinillä varustettu lava, josta toinen puoli on avoin.

Rullakot kulkevat linjastossa pareittain niille tarkoitettulla rullakkolavalla, jotka toimivat vastaavalla tavalla kuin järjestelmälavat, eivätkä lähde lähettämöä pidemmälle. Rullakkolavasta voi myös vain yksi rullakko olla keräyksen kohteena, jolloin toinen rullakko kulkee matkassa tyhjiään.

Lähettämön jälkeen tyhjät järjestelmälavat ja rullakkolavat palaavat takaisin järjestelmään uudelleenkäyttöä varten. Kuljettimilla on erilaisia sensoreita, joiden avulla lavojen ja rullakoiden kuntoa mitataan. Huonokuntoiset yksiköt ohjataan Clearing-asemalle tutkittavaksi ja mahdollisesti poistettavaksi.

3.3 Täyttöasteet

Logistiikan täyttöaste viittaa siihen, kuinka paljon kuljetusyksiköistä, kuten rekka-autoista, laivoista tai rullakoista, käytetään kuljetusten suorittamiseen verrattuna niiden kokonaistilavuuteen tai -kapasiteettiin. Täyttöaste vaikuttaa suoraan logistiikan kustannuksiin, tehokkuuteen ja ympäristövaikutuksiin, joten sen optimointi on tärkeää. [6.]

Alhainen täyttöaste tarkoittaa sitä, että kuljetusyksiköt kuljettavat vähemmän tavaraa kuin niiden kapasiteetti mahdollistaisi. Tämä johtaa resurssien tehoton käyttöön ja lisää kustannuksia per kuljetettu yksikkö. Kuljetuksessa se lisää kustannuksia, koska samat kulut jakautuvat pienemmälle määrälle kuljetettavaa tavaraa. [6.]

Ympäristövaikutuksia ja päästöjä lisää suurempi polttoaineen kulutus suhteessa kuljetettuun lastiin. Varastoinnissa vajaat kuljetusyksiköt vievät turhaa tilaa varastotiloista ja aiheuttavat ruuhkia kuljettimilla. Nämä ruuhkat voivat tehdä logistiikkaketjun haavoittuvaksi häiriöille ja viivästyksille, koska kuljetuskapasiteettia ei käytetä optimaalisesti. Tämä voi lisätä riskiä toimitusongelmille ja asiakkaiden tyytymättömyydelle. [6.]

4 Tavarankulku HeVin automaatiassa

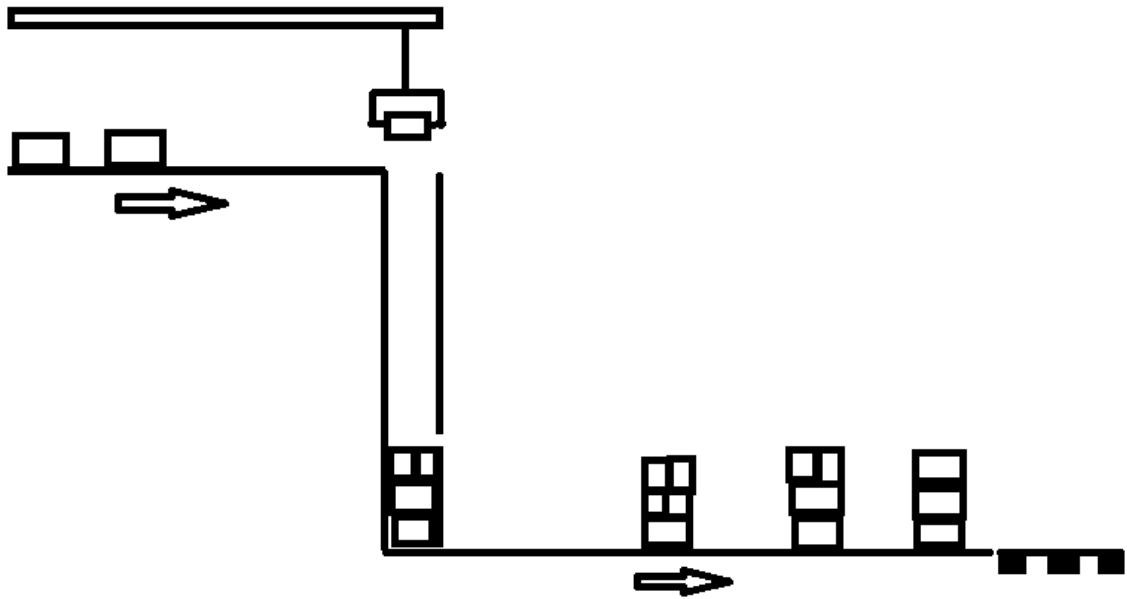
Vastaanottoon tulevat lavat syötetään järjestelmään kuljettimille, josta automaatio nostaa ne systeemilavan päälle. Systeemilavoissa on viivakoodit, joiden avulla kuljettimilla olevat lukijat tietävät sen sijainnin. Kuljettimia pitkin lavat kulkeutuvat vapaille paikoilla korkeavarastoon (High Bay Warehouse).

Korkeavarastosta lavat lähtevät kelmunpoistoasemalle (Defoil), kun järjestelmä kaipaa kyseisiä tuotteita keräykseen. Kelmunpoistoasemalla lavoista poistetaan niitä suojaavat ja pystyssä pitävät kelmut, pannat ja kulmatuet.

Tämän jälkeen lavat nousevat hissillä kerrosta ylemmäs lavanpurkuun (Depalletizer). Lavalla olevat tuotteet nostetaan tuotteen mukaan kerroksen tai kaksi kerrosta kerrallaan kuljettimille. Kuljettimia pitkin tuotteet naitetaan viivakoodilla varustettuihin tarjottimiin. Tuotteita tarjottimille tulee tuotteen koosta ja järjestelmän haluamasta määrästä riippuen joko yksi, kaksi tai neljä.

Lavanpurun jälkeen tarjottimet siirtyvät Matrix-linjastoja pitkin tarjotinvarastoon (Traywarehouse). Kaupat tekevät tilauksia, joiden perusteella Material Flow Control (MFC) -ohjelma alkaa keräämään niitä kokoon. Tarjottimet siirtyvät järjestelmän haluamassa järjestyksessä tarjotinvarastosta keräyslaitteille. Järjestykseen vaikuttavat muun muassa tuotteen paino ja kestävyys, ja siitä vastaa ohjelma Pack Pattern Calculation (PPC). Painavat tuotteet tulevat lavan tai rullakon pohjalle ja helposti rikkoutuvat lastataan päälle.

Keräyslaitteena HeVin automaatiassa toimii Automated Case Stacker (ACS). Kuvan 4 laite kerää tuotteita hissiin, josta ne kulkeutuvat torneina lavaan tai rullakkoon. Lavalle menee aina neljä tornia ja rullakkoon kaksi.



Kuva 4. Havainnollistava kuvaus ACS:n keräysprosessista.

Muilla logistiikkakeskuksen alueilla keräyslaitteena käytössä on Case Order Machine (COM). Laite työntää yksittäiset tuotteet lavaan tai rullakkoon. Järjestys on järjestelmän toimesta tarkkaan valittu tuotteiden koon ja muiden ominaisuuksien perusteella. HeVin automaatiossa suurin osa tuotteista on avonaisissa laatikoissa, joten COM-laitetta ei todettu sopivaksi keräämään niitä.

Automaattisen keräyksen jälkeen tilaukseen saattaa sisältyä myös tuotteita, joita automaatio ei pysty keräämään. Näitä tuotteita ovat esimerkiksi pienissä pahvilaatikoissa olevat chilit. Tällöin kuljetusyksikkö siirtyy Case Piece Picking (CPP) -asemalle. CPP-asemalla tilaukseen kerätään käsin tarjotinvarastosta tulevia tuotteita.

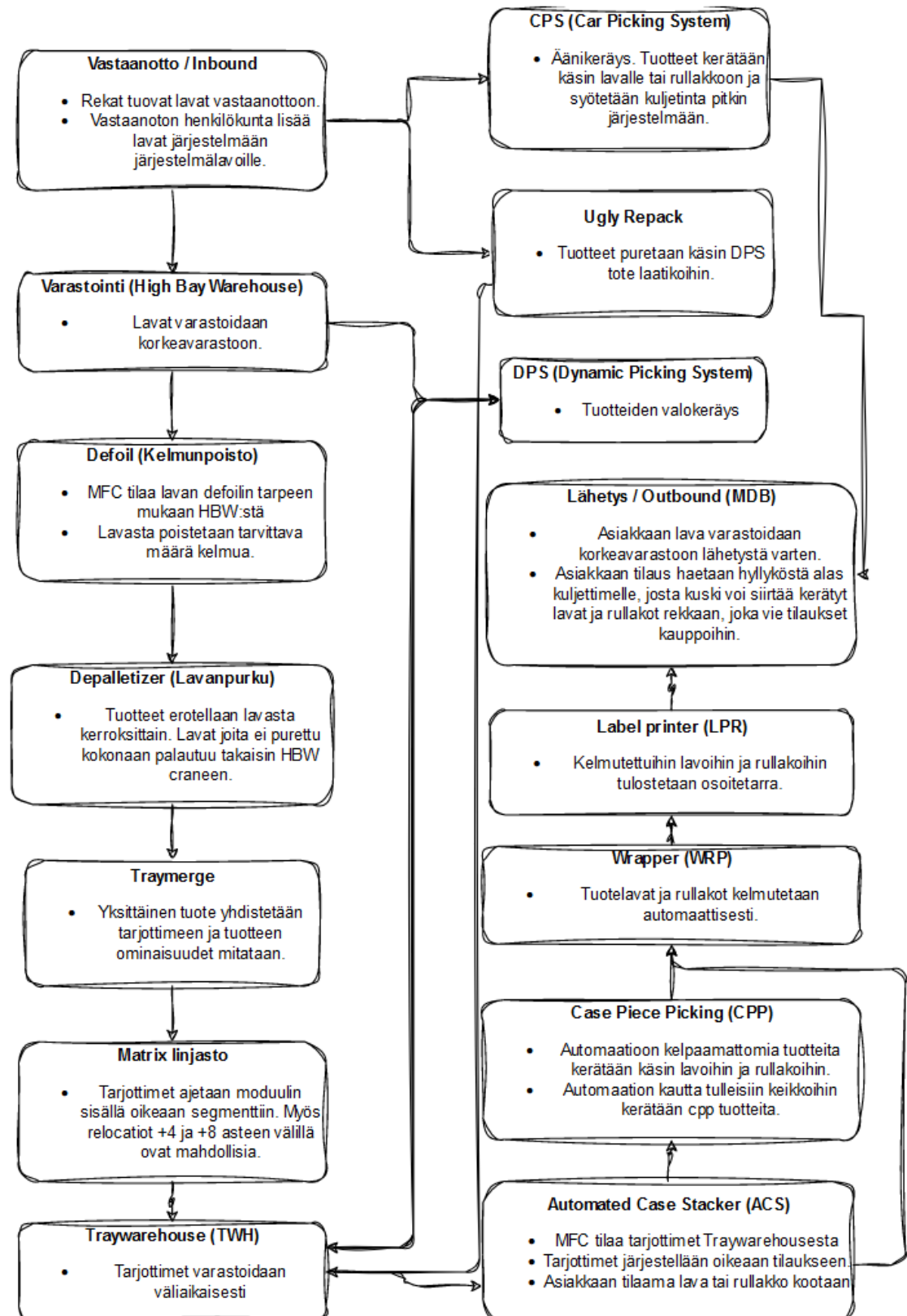
Keräyksen jälkeen kuljetusyksikkö siirtyy Wrapperille (WRP). Wrapper kelmuttaa kuljetusyksikön valmiiksi kuljetusta varten. Wrapperin jälkeen kuljetusyksikkö saa osoitetarran Laber printer (LPR) -laitteella.

Tämän jälkeen lava tai rullakko on valmis kuljetukseen, ja se siirtyy lähettämön korkeavarastoon (MDB) odottamaan kuljetusta. Kuljetusajan lähestyessä

kuljetusyksikkö lähtee hyllystä lähettämön lattiatasolle kuljettimelle, josta kuskin on helppo nostaa se autoon.

HeVin keräyksessä on myös kaksi manuaalista keräyspaikkaa, joissa tuotteet valmistellaan automaatiokelpoisiksi. Ugly Repackissa automaatioon kelpaamattomia kolleja nostetaan yksitellen muovilaatikoihin tarjottimille, joista ne kulkeutuvat tarjotinvarastoon. Dynamic Picking System (DPS) on valokeräysasema. Asemalla kerätään yksittäisiä tuotteita muovilaatikkoon järjestelmän haluama määrä, ja sen jälkeen ne siirtyvät tarjotinvarastoon.

Manuaalisen puolen Car Picking System (CPS) -keräyksessä kerätään myös joitain HeVin tuotteita. Keräys tapahtuu äänikeräyksellä, jossa kuulokkeista kuuluva robottiääni kertoo kerättävien tuotteiden hyllypaikan ja tuotemäärät kerättäväksi. Tuotteet kerätään kuljetusvaunulla olevaan lavaan tai rullakkaan ja kerätyt tuotteet kuitataan mikrofonilla robotille. Valmis keikka ajetaan kuljettimelle, josta se lähtee kelmutuksen ja osoitetarran kanssa lähettämöön. Kuvassa 5 näkyy koko tuotannon reitti tuotteiden saapumisesta vastaanottoon ja siitä aina lähettämöön valmiina kaappoihin.



Kuva 5. Tavarankulku HeVin automaatiossa [7].

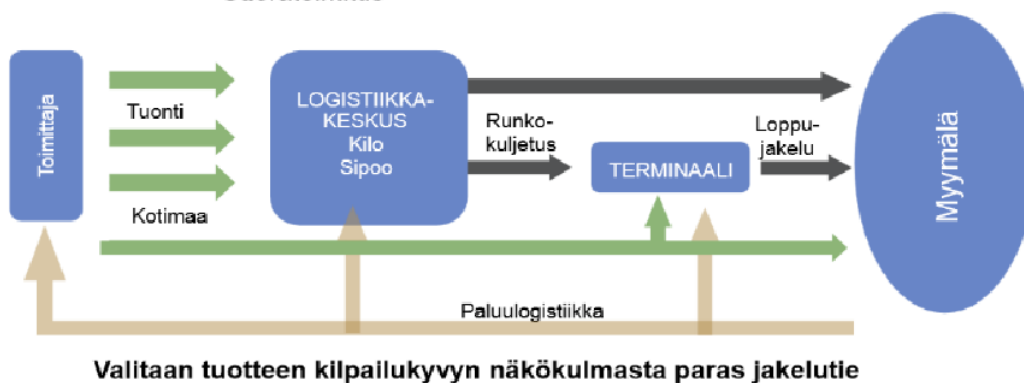
5 Tilausjärjestelmä

Tilausrytmi Inex Partnersilla toimii 48 tunnin syklissä. Esimerkiksi maanantaina kerätään keskiviikoksi perille menevät kuljetukset. Tilaukset sidotaan aina tiettyyn reittinumeroon. Kuvan 6 mukaisesti tilauksen koon mukaan reitti voi olla yhteen isoon kauppaan, useampaan pienempään tai maakuntaterminaaliin. Terminaalissa reitin kuljetusyksiköt ja tuotteet lähtevät uusille reiteille. [9.]

Toimitustievaihtoehdot

Valittavissa olevat toimitustiet:

- Varastotoimitus
- Terminaalitoimitus
- Suoratoimitus

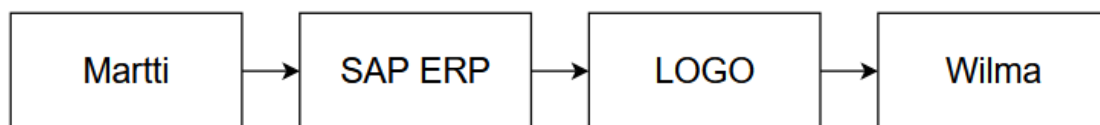


Kuva 6. S-ryhmän jakelureitit [8].

Tilaus lyödään lukkoon kymmenen tuntia ennen keräyksen aloittamista. Tämän jälkeen muutoksia ei enää tehdä reitille. Välillä varastossa ei ole kaikkia tilauksen tuotteita. Puuttuvien tuotteiden saldot tilauksesta nollataan, eivätkä ne tällöin ennätä samaan kuljetusyksikköön, vaikka kymmenen tunnin aikaikkunan puitteissa varastoon päätyisivätkin. [9.]

Kuvan 7 mukaisesti kaupat tekevät tilaukset järjestelmään. Tilausputki alkaa S-ryhmän omasta Martti-ohjelmasta, jolla tilaukset tehdään manuaalisesti tai ne on ajastettu automaattisiksi. Martin jälkeen tilaus siirtyy SAP ERP -

toiminnanohjausjärjestelmään. Tämän jälkeen tilaus kulkee LOGOn tilausjärjestelmän kautta Inex Partnersilla käytettävään Wilmaan. [9.]



Kuva 7. Tilauksissa käytettävät järjestelmät.

6 Tiedon keräys ja tilastot

6.1 Tiedon kerääminen

Omien pohdintojen lisäksi syitä ja ideoita aiheesta on kerätty pääkäyttäjältä, kuljetuksen aluepäälliköltä ja muilta laitekäyttäjiltä. Vastaukset on kaikilla ollut hyvin lähellä toisiaan ja tukeneet myös omia ajatuksia aiheesta.

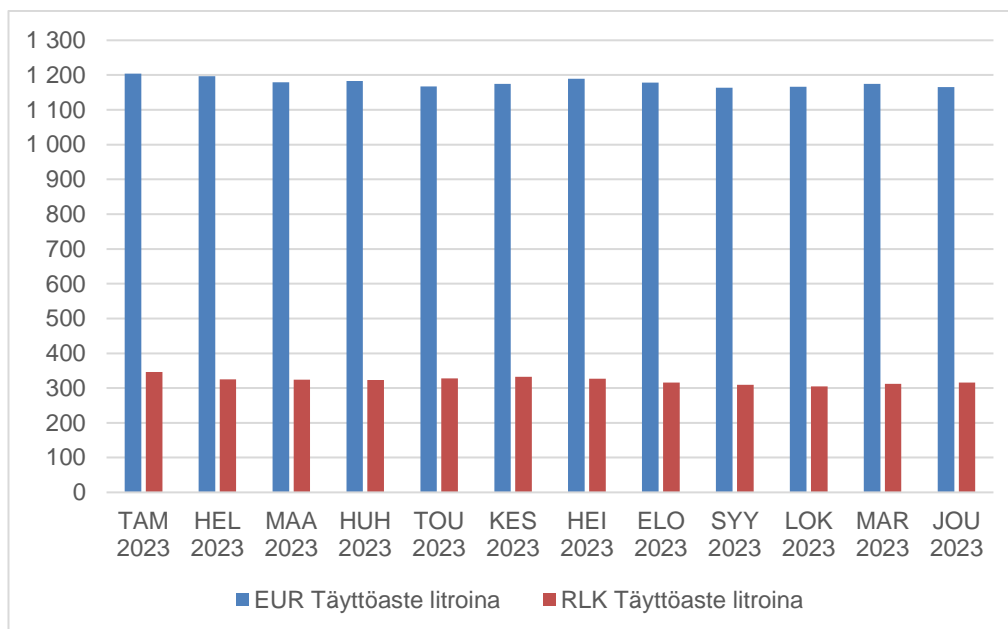
Warehouse Management Systemin (WMS) avulla yksittäisiä reittejä ja kuljetusyksiköitä pystyy seuraamaan, mutta niiden tietoja ei säilötä yli kahta kuukautta. Pidemmän ajan tilastoja saa SAPin analyysityökalulla. [9.]

6.2 Tilastoja kuljetusyksiköiden täyttöasteista

Analyysityökalulla tutkin täyttöasteita eri vuosilta ja kuukausilta. Täyttöasteet kuljetusyksiköille mitataan litroissa. Täyden EUR-lavan tilavuus on noin 1200 litraa ja rullakon noin 600 litraa. Rullakkoon saa mahtumaan sopivilla tuotteilla noin 680 litraa ja lavalla kevyemmät tuotteet voivat hieman lisätä litroja. [9.]

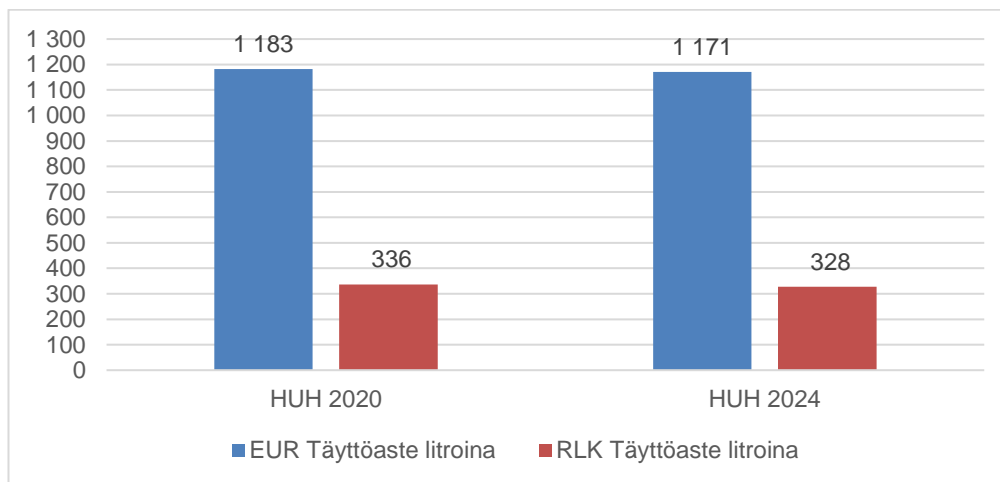
Ensiksi kuvassa 8 selvitin vuoden 2023 täyttöasteita kuukausitasolla. Kuukausittaista heittoa on hyvin vähän sekä täytössä että EUR-lavojen ja rullakoiden välisissä eroissa. EUR-lavojen täyttöasteet ovat hyvin lähellä täyttä 1200 litraa. Tämä johtuu osaksi siitä, että lavoja menee suoraan talon läpi vastaanotosta lähettämöön, jolloin ne ovat jo valmiiksi täysiä.

Rullakoiden täyttöasteet jäävät vain puoleen täydestä kapasiteetista. Tämä voi selittyä sillä, että tilauksissa EUR-lava kerätään ensin täyteen ja ylimääräiset tuotteet kerätään rullakkoon. Pienemmissä kaupoissa otetaan purkutilan puutteeksi vastaan vain rullakoita.



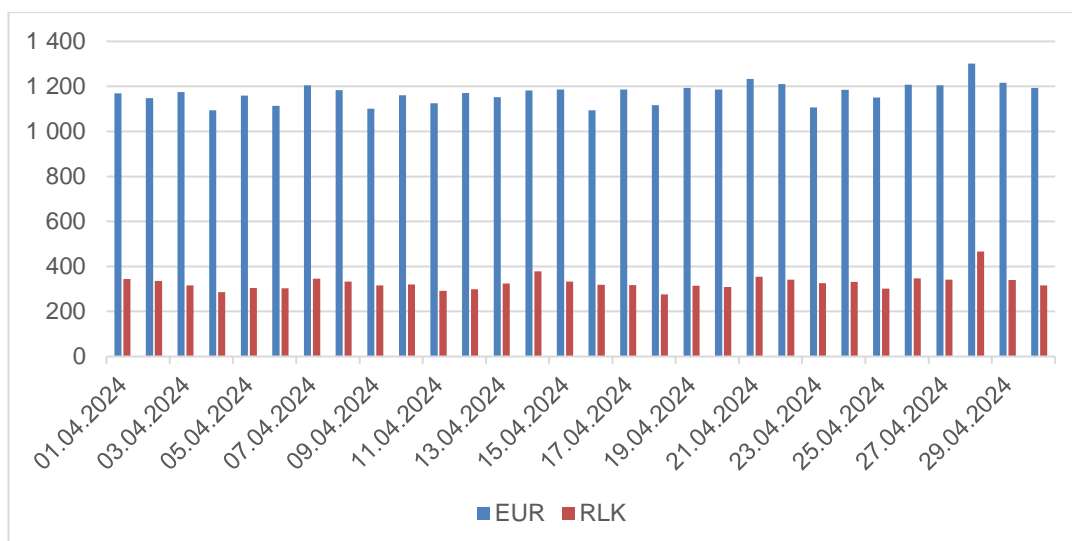
Kuva 8. Vuoden 2023 täyttöasteet [11].

Seuraavaksi kuvassa 9 tutkin täyttöasteiden kehittymistä ottamalla vertailuun huhtikuun vuodelta 2020 ja 2024. Luvut ovat lähes identtiset, joten suurta muutosta ei ole tapahtunut neljässä vuodessa.



Kuva 9. Täyttöastevertailu huhtikuulta 2020 ja 2024 [11].

Huhtikuun 2024 tilastoissa kuvassa 10 päivakohtaiset täyttöasteetkin jatkavat samaa linjaa. Torstait ovat jokaisena viikkona viikon alhaisimmat täyttöasteen litroissa mitattuna. Päivät ovat kuljetusaikoja, joten viikonloppua kohti kasvava volyyymi saattaa heikentää täyttöasteita.



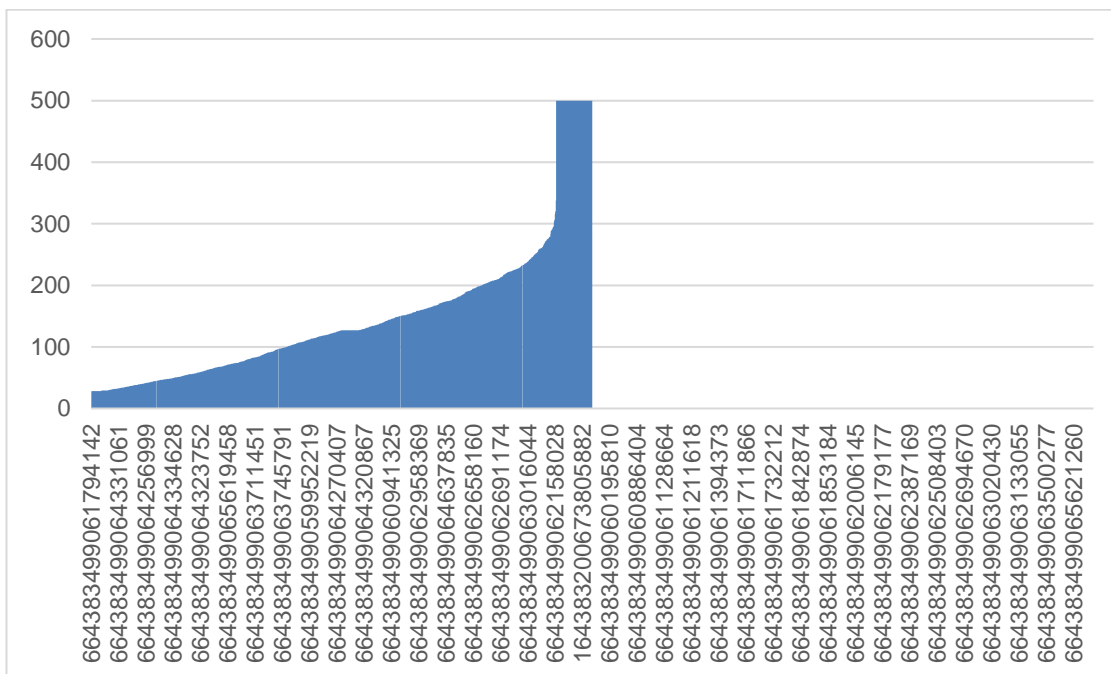
Kuva 10. Huhtikuun 2024 täyttöasteet päivinä [11].

Yksittäisiä päiviä tutkiessa ilmeni, että analytiikat eivät olekaan täysin paikkaansa pitäviä. Kuvassa 11 otin 10.4. seurantaan pelkät rullakot, joita oli 3223 kappaletta. Näiden bruttopainoa tutkiessa monissa oli paino 127 tai 500 kg. Puolissa niistä ei ollut täyttöasteita ollenkaan. Näiden kohdalla tuotetietona luki XDOCK, joka tarkoittaa niiden olevan terminaalikeikkoja. Keikat säilötään HeVin lämpötila-alueelle, minkä takia ne vääristävät tilastoja. [10.]

Toimituspäivä asiakkaalla	SSCC-tunniste	Tuote Logo	KY-määrä	Määrä ME	Volyymi	Täyttöaste bruttop	Täyttöaste tilavuus	
10.04.2024	164383200673491580	XDOCK : XDOCK			1			
		# : Kohdistamaton		1		0	127	0
	164383200673491771	XDOCK : XDOCK				1		
		# : Kohdistamaton		1			0	500
	164383200673491788	XDOCK : XDOCK				1		
		# : Kohdistamaton		1			0	500
	164383200673506406	XDOCK : XDOCK				1		
		# : Kohdistamaton		1			0	500
	164383200673528156	XDOCK : XDOCK				1		
		# : Kohdistamaton		1			0	127

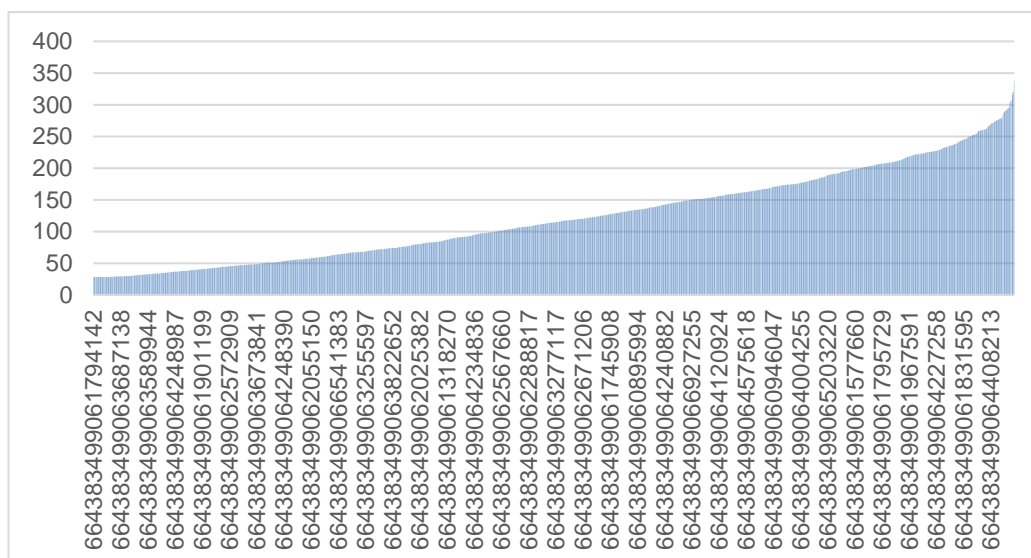
Kuva 11. W302-analytiikan tuotetiedot [11].

Kuvaaja näyttääkin näiden valossa hyvin erilaiselta kuvassa 12. Terminaali-keikat vievät ison osuuden päivän rullakkokeikoista. Tyhjä tila näyttää rullakot, joissa on järjestelmän mukaan bruttopaino 0kg.



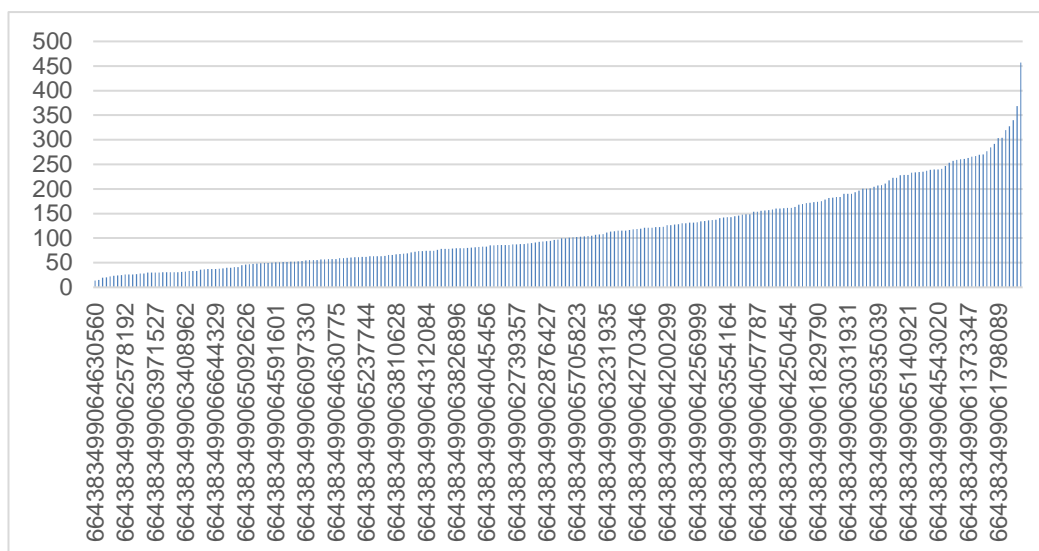
Kuva 12. 10.4. rullakoiden täyttöasteet kiloina [11].

Poistettuani terminaali-keikkojen poikkeamat kuvaajasta kuvassa 13, antaa se päivän todenmukaiset täyttöasteet kiloissa. Tämä nosti keskiarvoisen täyttöasteen 320 litrasta 357 litraan. Erotus ei ole rullakkokohtaisesti iso, mutta vuositasolla jo merkittävä ero.



Kuva 13. 10.4 täyttöasteet kiloina ilman terminaalikeikkoja [11].

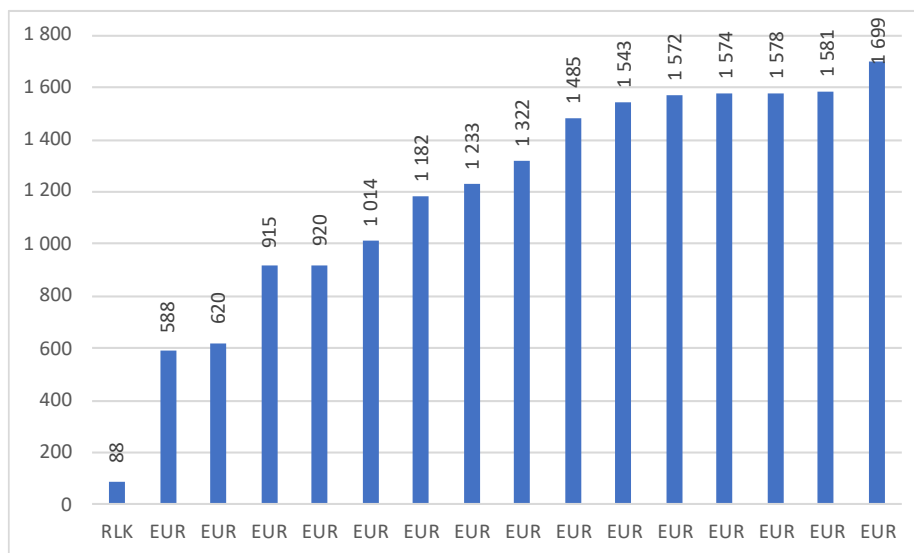
Seuraavaksi otin seurantaan kuljetuksen aluepäällikön mielestä ongelmallisimmat rullakot eli ne, missä on määrällisesti vähän tuotteita. Otannaksi valikoituivat rullakot, joissa on 2–7 tuotetta. Näitä oli 10.4. yhteensä 247. Kuvassa 14 myös näissä näkyy tilastopoikkeamia. Tilavuudeltaan suurin rullakko on 457 litraa, mutta se sisältää CPS-keräyksessä kerättäviä tuotteita. Raportin mukaan tuotteita on vain kolme, joten joko tuotemäärät tai litrat eivät pidä paikkaansa.



Kuva 14. 10.4. täyttöasteet litroissa 2–7 tuotteen rullakoille [11].

Kustannuksiltaan nämä pienten tuotemäärien rullakot tulevat Inex Partnersille todella kalliiksi. Jokainen kuljetusyksikkö maksaa erikseen, ja vuositasolla näitä 2–7 rullakon keikkoja menee kuljetukseen kymmeniä tuhansia. Euroissa tämä tarkoittaa satojen tuhansien lisämenoja.

Lopuksi kuvassa 15 valitsin tarkasteluun yksittäisen reitin numerolla 34678. Reitillä oli HeVistä 15 EUR-lavaa ja yksi rullakko. Ainoassa rullakossa on vain viisi tuotetta yhteistilavuudella 88 litraa, joiden olisi pitänyt mahtua vajaan EUR-lavan kyytiin. Rullakkoa ei ole myöskään kerätty ensimmäisten eikä viimeisten kuljetusyksiköiden joukossa, joten aikataulullisesti se olisi myös mahtunut hyvin toiseen kuljetusyksikköön.



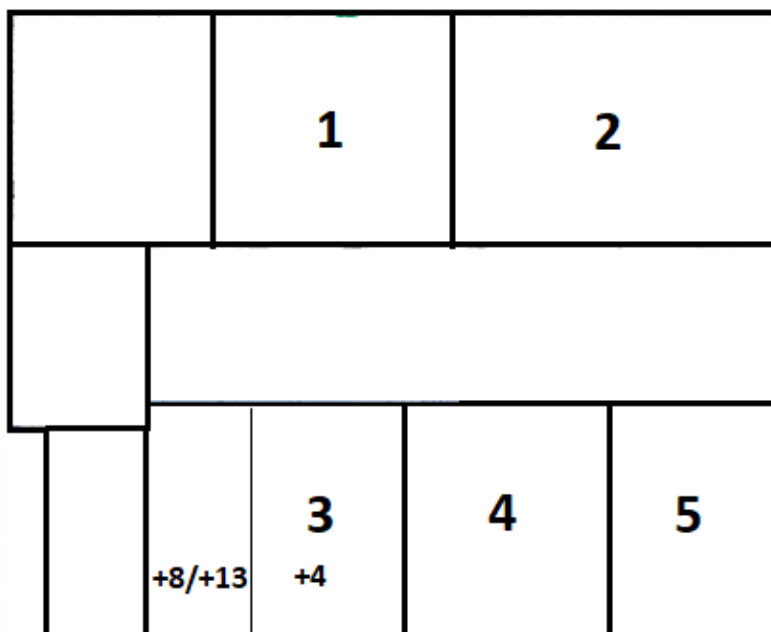
Kuva 15. Reitin 34678 kuljetusyksiköt [11].

Reitin lavoilla oli keskiarvoisesti hyvä täyttöaste.

7 Syitä ja kehitysideoita

7.1 Lämpötila-alueet

Inex Partnersin PT-logistiikkakeskus jakaantuu viiteen eri vaiheeseen. Näistä kolmas on Hedelmät ja Vihannekset. HeVin automaatio jakautuu useaan eri lämpötila-alueeseen. Kuvan 9 mukaisesti varsinaisia alueita ovat +4 asteen alue, +8 asteen alue ja sen lisäksi +8 asteen alueen yhteydessä sijaitsevat tarjotin- ja korkeavarastot +13 asteessa.



Kuva 16. Vaiheet ja HeVin lämpötila-alueet.

Tuotteet on lajiteltu niille sopivimman lämpötilan mukaan. Ne varastoidaan, pu-
retaan ja kerätään niille määritetyillä lämpötila-alueella.

Lähtämössä lämpötilana on +6 astetta, jonka kaikki tuotteet kestävät siellä
vietetyn lyhyemmän varastointiajan myötä. Talvisin lähtämön laiturit ja kulje-
tukset kauppoihin voivat kuitenkin palelluttaa herkimvät tuotteet, minkä takia la-
voihin ja rullakoihin tulee ylhäältä päin paksumpi kelmu päälle ennen varsinaista
kelmutuskoneen kelmua.

7.2 Lämpötila-alueiden ongelmat

Suuri osa tilauksista sisältää tuotteita useammalta lämpötila-alueelta. Tällai-
sissa tapauksissa ongelmaksi syntyy tuotteiden keräys samaan kuljetusyksik-
köön. Lämpötila-alueiden välillä kulkevat Exchange-linjastot kumpaankin suun-
taan, millä tuotteita voidaan siirtää lämpötila-alueiden välillä keräykseen, mutta
niiden kapasiteetti on rajallinen. Myös monet +8 ja +13 asteen alueen tuotteet

eivät kestä pitkään +4 asteen lämpötilaa, mikä rajoittaa mahdollisuutta kerätä niitä yhteen.

Tilauksia joudutaan jakamaan eri kuljetusyksiköihin lämpötila-alueiden takia. Tämän takia kummallakin alueella saatetaan kerätä tilavuudeltaan alle puolikas lava tai rullakko, jotka olisivat mahtuneet yhteen.

Lämpötilaongelmiin ei voida opinnäytetyön rajausten puitteissa tehdä mitään konkreettisia ratkaisuja. Nykyisessä järjestelmässä herkästi palelevia tuotteita pitäisi saada toimittajalta valmiiksi lämpösuojatussa pakkauksessa, jotta niitä voitaisiin kerätä kummallakin lämpötila-alueella.

Tuotteiden kasvava siirtomäärä lämpötila-alueiden välillä taas ruuhkauttaisi herkästi Exchange-linjastot. Kuljetinlinjastot ovat hyvin tiiviisti rakennetut, eikä uusille löytyisi helposti tilaa. Kuljetinverkosto on myös hyvin herkkä muutoksille, jolloin kuljettimien lisäys yhdellä alueella saattaa aiheuttaa ongelmia jossain muualla.

Kustannukset kuljettimien suunnittelun ja rakentamisen osalta ovat korkeita. Hyödyistä pitäisi olla tarkkaa simulaatiodataa, joita ei tämän työn puutteissa voida tarjota.

7.3 Aikataulut

Kuljetusyksiköiden syntyyn ja liikkumiseen vaikuttaa useat aikataulut. Isot kaupat tekevät tilauksia kuutena päivänä viikossa, pienemmät harvemmin. Tuotteiden pitää olla kaupoissa yleensä aamukuudelta mikä vaikuttaa koko tilausketjuun, tilauksesta keräykseen ja kuljetuksesta kauppojen hyllylle. Tiukka aikataulu ja reittien lukkoon lyöminen tarpeeksi ajoissa, jotta tavarat ehtivät lähtemään aikataulussa, tarkoittaa sitä että puuttuvat tuotteet tulevat omissa kuljetusyksiköissään.

Yksi ratkaisu olisi vähentää kauppojen tekemiä kuljetuspäiviä. Reiteille saataisiin tällöin parempi täyttöaste autoihin, ja vajaiden kuljetusyksiköiden

yhdistämiseen olisi enemmän aikaa. Tämä tulisi vaatimaan lisätyötä kaupoille, koska tilaukset olisivat isompia ja tuotepuutteita ei voisi paikata nopeasti.

Tavaran vastaanotto toimittajilta vaikuttaa siihen, mitä hyllyssä on valmiina tilauksiin. Useat toimitukset tulevat laivarahtina ulkomailta, joten niitä ei voi optimoida vain Inexille sopiviksi. Myöskään tilaa ei ole rajattomasti vastaanottaa laivoja varastoon. Varastointiin käytetään myös Inex Partnersin ulkopuolisia tiloja, kuten vieressä sijaitsevan Transval Groupin tiloja.

Keskeisenä aikatauluhaasteena ovat myös logistiikkakeskuksen työntekijöiden työvuorot. Työtä pitäisi jakaa mahdollisimman tasaisesti eri vuoroille ja alueille. Suurin osa keräyksestä tehdään yöllä ja aamulla, koska enemmistö tavaroista lähtee kauppoihin kello 15–23 illalla.

Osa automaatiokelpoisista tuotteista jaetaan ACS-laitteistolla tehtävästä työkuormasta CPP-asemalle käsin kerättäväksi. Tällä vähennetään kuljetinruuhkia automaatiossa ja jaetaan työkuormaa tasaisemmin työntekijöille. Tämä kuitenkin jakaa myös tilauksen useammalle kuljetusyksikölle, vaikka ne saattaisivat mahtua täyttöasteen puolesta yhdelle.

Automaation laitteistot vaativat kunnossapidon toimesta tehtäviä huoltoja. Näitä huoltoikkunoita pyritään sijoittamaan tuotannon kannalta vähemmän kriittisiin aikoihin vuorokaudesta. Aikataulujen tehostaminen kuljetusyksiköiden täyttöasteiden parantamiseksi tekisi huoltojen aikatauluttamisesta vaikeaa.

7.4 CPS-keräys

Inex Partnersilla käytetään automaatioon kelpaamattomien tuotteiden keräykseen yleisesti logistiikassa käytettävää äänikeräystä. Keräys tehdään Jalostealueen puolella, ja HeVin tuotteita siellä ovat vain marjat, yrtit ja irtojuurekset.

Äänikeräyksessä varsinkin HeVin tuotteita sisältävät keikat ovat lähes aina vajaita täyttöasteeltaan. Vaikka nämä keikat valmiina lisätäänkin automaation kuljettimille, ei niitä voida yhdistää automaation keräykseen. Etäisyys

äänikeräyspaikalta HeVin alueille on pitkä, jolloin kuljetusyksiköitä ei pystytä ajamaan esimerkiksi CPP-asemille täytettäväksi.

Toimivin ratkaisu olisi saada tuotteille automaatiokelpoiset pakkaukset, jotta niitä ei tarvitsisi kerätä äänikeräyksellä. Marjojen kanssa ongelmana on niiden nopea pilaantuminen, jolloin ne eivät kestä pitkiä säilömisajoja hyllyissä.

7.5 Tuotepuutteet ja tuotteiden saldojen nollaus

Yksi syy vajaille kuljetusyksiköille voi olla tuotepuutteet tilausta vaativista tuotteista. Tuote voi puuttua tarjotinvarastosta, lava puuttua korkeavarastosta, tai lava ei ole saapunut vielä vastaanottoon. Järjestelmä priorisoi tuotteet asteikolla 1–6, sen mukaan miten kriittinen niiden tarve on keräykselle. Se pyrkii ensin purkamaan lavoja asteikon yläpäästä ja sen jälkeen pitämään hyllypaikkoja vapaana ja työntekijöiden työkuormaa yllä purkamalla pienemmän prioriteetin lavoja. Purkuun voidaan myös manuaalisesti vaikuttaa valvomosta, jos purkuvauhti ei ole optimaalinen.

Koska puuttuvien tuotteiden saldot nollataan tilauksista 10 tuntia ennen niiden keräämistä, pitää tuotteita purkaa paljon ennakkoon. Saldojen nolllaamisen ja keräyksen välistä aikaa voisi lyhentää, mutta vaarana on kuljetusten myöhästyminen. Automaation vikatilanteissa pienetkin viivästykset voisivat olla ongelmallisia lähetyssaikatauluille, jos keräyksen aikatauluja kiristettäisiin.

Ratkaisuna tuotepuuteongelmiin voisi olla hankinnan painottaminen etukäteen. Jos tuotteita hankittaisiin enemmän hyllyihin, niin niitä ei tarvitsisi jättää niin paljon pois tilauksista. Tuotetuotteiden ongelmana on säilyvyys, mutta pidemmän säilyvyyden tuotteita voisi ainakin purkaa enemmän ennakkoon. Banaaneille ja avokadoille on logistiikkakeskuksessa omat kypsytämöt, jolloin ne pystytään tilamaan paremmin ennakkoon raakoina.

Tilojen puutetta lavoille saisi ratkaistua lisäämällä vuokratiloja tai rakennuttamalla säänkestäviä teltoja. Lavojen ja tarjottimien hyllypaikoilla on myös tyhjiä paikkoja, joita on jouduttu estämään esimerkiksi törmäysten aiheuttamien

rakenteiden vääntymisten takia. Tyhjät paikat pitäisi saada nopeammin takaisin tuotannon käyttöön.

7.6 Lähettämön rooli

Lähettämössä lähteviä kuljetusyksiköitä on vielä mahdollista yhdistää käsin. Tämä toimintatapa onkin ollut käytössä vuosia. Myös kuljettajat yhdistelevät kuljetusyksiköitä omatoimisesti säästääkseen tilaa rekassa. Vajaiden kuljetusyksiköiden yhdistäminen on lähettämön työntekijöille ylimääräinen työtehtävä muun työn ohella, joten sen prioriteetti ei ole kovin korkealla tehtävien valinnassa.

Kuljetusyksiköt tulevat lähettämöön jonossa kuljettimia pitkin, kun lähetysajat lähestyvät ja näillä kuljettimilla ollessaan kuljetusyksiköitä ei voida yhdistää. Yhdistämiselle jää siis hyvin vähän aikaa käsin, koska kuljetusyksiköiden saapessa kuljettimien päähän on aikataulussa oleva kuljettaja jo paikalla.

7.7 Automaation vikatilanteet

Automaation laitekäyttäjänä laitteistojen erilaiset viat ja häiriöt ovat tuttuja. Keskimäärin vian paikantaminen ja laitteiston ajo takaisin tuotantoon kestää noin 5 minuuttia. Näitä vikoja ja häiriöitä voi kuitenkin ilmaantua useita kymmeniä tunnissa HeVin alueella, joten tuotantokatkoja kertyy huomattavasti pidemmällä aikavälillä.

Pidempiaikaisiakin vikoja ilmenee melko useasti. ACS-keräyslaitteella tapahtuvat tuotetornien kaatumiset tai ohjelmistolliset häiriöt saattavat katkaista kyseisen laitteen ja sille matkalla olevat kuljettimet useammaksi tunniksi. Lavoja saattaa kaatua kuljettimilla tai hyllyissä, jolloin ne vaativat useamman henkilön siivoamaan ja usein myös WIOSin työntekijän säätämään antureita ja peilejä paikalleen.

Vikatilanteista saattaa syntyä hävikkiä, jolloin tilauksista joudutaan poistamaan tuotteita ja ne joudutaan keräämään uudestaan toiseen kuljetusyksikköön.

Vajaita kuljetusyksiköitä voi myös syntyä vikojen aiheuttamien tuotantokatkojen takia. Tuotteet saattavat olla tunteja jumissa, eikä korvaavia tuotteita ole hyllyssä, joten tilaus voidaan joutua pilkkomaan.

Kaikkia vikoja ja häiriöitä on lähes mahdotonta poistaa. Niitä on vuosien aikana saatu vähennettyä merkittävästi, ja esimerkiksi ACS-kaadot ovat vähentyneet, kun tuotteissa käytetyt muovilaatikat vaihdettiin toisen valmistajan malleihin.

7.8 Järjestelmän parametrit

Material Flow Control (MFC) on ohjelma, joka automaation taustalla pyörii. Järjestelmällä on erilaisia parametreja, joita säätämällä pääkäyttäjät voivat vaikuttaa esimerkiksi tehokkuuteen.

Pack Pattern Calculation (PPC) on ohjelma, joka muodostaa pakkausjärjestyksen keräyksessä kuljetusyksiköille. Ohjelman tavoitteena on saada kuljetusyksiköille maksimaalinen täyttöaste ottaen huomioon esimerkiksi tuotteiden koot ja kestävyuden päälle kasatessa. Tämä on varsinkin HeVin alueella haastava laskelma, koska suurin osa tuotteista on avoimissa laatikoissa ja niiden tulee myös pysyä pystyssä ACS:n muodostamissa torneissa.

Pääkäyttäjän kanssa tarkastelussa oli tilaus, joka oli jakautunut ACS:n keräämään EUR-lavaan ja CPP-asemalla kerättävään rullakkoon. Täyttöasteiden puolesta tilauksen olisi voinut kerätä ensin ACS:lla ja lähettää siitä CPP-asemalle täydennettäväksi. Mitään aikaisemmin käytyjä syitä ei löytynyt siihen, että tilaus oli jakautunut kahteen vajaaseen kuljetusyksikköön. Kamerakuvien perusteella havaittiin, että ACS:n keräämä lava oli kerätty +8 asteen yläkerrassa, ja CPP-asema sijaitsee saman alueen alakerrassa.

Tällaisissa tapauksissa lava menee normaalisti yläkerrassa kelmutuslaitteelle, josta se siirtyy hissillä alakertaan CPP-asemalle. Järjestelmä näytti päättävän, että oli tehokkaampaa siirtää lava suoraan yläkerrasta lähettämön korkeavaraan ja kerätä loput tilauksesta rullakkoon.

Parametrejä ja ohjelmien koodeja hallitsee automaatiokumppanina toimiva Witron. Vaikka Inex Partnersin omat pääkäyttäjät ovatkin hyvin perillä järjestelmästä, on siinä osia, joita vain sen rakentaneet ymmärtävät täysin. Näitä parametrejä hienosäättämällä voitaisiin saada prioriteettia siirrettyä tehokkaimmasta mahdollisesta keräysnopeudesta kuljetusyksiköiden parempaan täyttöasteeseen.

Witron voisi saada juurisyytä selvitettyä parametreistä ja ohjelmakoodeista simuloimalla niitä omissa tutkimuksissaan. Näiden osalta Inexin kädet ovat sidotut ongelmien selvityksiin.

8 Yhteenveto

Vajaat kuljetusyksiköt, niiden syyt ja ratkaisut osoittautuivat hyvin haastavaksi työksi. Yrityksen asiantuntijatkin ovat aiheesta vain arvailujen varassa. Ulkoisia syitä, kuten lämpötila-alueet, aikataulut ja tuotepuutteet löytyi useita, mutta niiden vaikutusta ei ole opinnäytetyön rajoissa mahdollista testata.

Tilastojen perusteella vajaita kuljetusyksiköitä muodostuu kuitenkin paljon ilman näkyviä syitä. Niiden syyt voivatkin olla pinnan alla, keräysjärjestelmän ohjelmien koodeissa ja parametreissa. Inexillä ei ole näihin täyttä pääsyä ja mahdollisuutta testata niitä, vaan ohjelmia hallitsee automaatiokumppani Witron. Ongelman selvitys ja ratkaisujen testaus vaatii laajempaa tutkimusta Inexin ja Witronin toimesta.

Työn rajasin jo alussa teoreettiseksi tutkimukseksi. Sain laajat pääsylvat automaatiota koskeviin järjestelmiin ja analytiikkoihin. Työn kautta opinkin todella paljon automaatiojärjestelmän kokonaisuudesta ja logistiikasta yleisesti.

Lähteet

- 1 Mitä Inex tekee. Verkkoaineisto. Inex Partners Oy. <<https://inex.fi/inex-yrityksena/mita-inex-tekee>>. Luettu 20.3.2024.
- 2 S-Point yleistä. Yrityksen sisäinen aineisto. Inex Partners Oy.
- 3 End-to-End Logistics. Verkkoaineisto. Witron. <<https://witron.de/en/company/>>. Luettu 10.4.2024.
- 4 Eurolava. Verkkoaineisto. Finnparttia. <<https://www.finnparttia.fi/EUROLAVA>>. Luettu 22.4.2024.
- 5 Rullakko Eurolaatikoille , muovilevy, sininen, 2 ritiläseinää, 682 x 815 x 1660 mm. Verkkoaineisto. Denios. <<https://www.denios.fi/rullakko-eurolaatikoille-muovilevy-sininen-2-ritilaseinaa-682-x-815-x-1660-mm-266028/266028>>. Luettu 22.4.2024.
- 6 Logistics Transportation Capacity: Measurement, Cost Efficiency, and Sustainability. Verkkoaineisto. Kodis. <<https://kodistransportation.com/logistics/transportation/capacity>>. Luettu 25.4.2024.
- 7 ATM-koulutusaineisto. 2024. Yrityksen sisäinen aineisto. Inex Partners Oy.
- 8 Törrönen, T. 2017. Toimitustien valintakriteerit päivittäistavaralogistiikassa. Opinnäytetyö. Turun ammattikorkeakoulu. Theseus-tietokanta.
- 9 Sundman, J. 2024. Pääkäyttäjä, Inex Partners Oy, Sipoo. Haastattelu 26.4.2024.
- 10 Sääskilahti, H. 2024. Kuljetuksen aluepäällikkö, Inex Partners Oy, Sipoo. Haastattelu 8.5.2024.
- 11 W302 PTDC-volyymi. Yrityksen sisäinen aineisto. Inex Partners Oy.