

AUTOMAATTIKERÄILYN LAVAUKSEN UUELLEENOPTIMOINTI

Kati Jaakkola

Opinnäytetyö
Huhtikuu 2013

Logistiikan koulutusohjelma YAMK
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä(t) JAAKKOLA, Kati	Julkaisun laji Opinnäytetyö, YAMK	Päivämäärä 29.04.2013
	Sivumäärä 39	Julkaisun kieli Suomi
		Verkojulkaisulupa myönnetty (x)
Työn nimi AUTOMAATTIKERÄILYN LAVAUKSEN UUDELLEENOPTIMOINTI		
Koulutusohjelma Logistiikan koulutusohjelma, YAMK		
Työn ohjaaja(t) KERVOLA, Henri LEHTOLA, Pasi		
Toimeksiantaja(t) Oy Hartwall Ab, EEROLA, Veli-Matti		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa automaattikeräilyn lavojen tasapainoa, vähentää lavojen uudelleen käsittelyn tarvetta ja mahdollistaa keräily tehokkaammalla tavalla.</p> <p>Työn teoriaosuus perustuu yleiseen katsaukseen logistiikasta ja yksityiskohtaiseen tietoon järjestelmistä, sekä laitetoimittajan materiaaliin.</p> <p>Asiantuntijoiden ja käyttäjien kokemusten perusteella havaittiin ongelmat. Järjestelmien reunaehdot selvitettiin ja muodostettiin laitetoimittajalle muutosehdotus, joka mahdollistaa parannukset tilaus-toimitusketjussa.</p> <p>Lavojen tasapainoisuus lisääntyi, joka vähentää kaatoja ja tuotehävikkiä. Lavojen käsiteltävyys parani sisälogistiikassa ja toisaalta kuljettajan tekemä käsittelyntarve väheni. Uudelleenoptimoitu lavaus mahdollistaa kuljetusten uudenlaiset variaatiot, joilla kustannust mahdollistetaan tehokkaammat kuljetukset.</p> <p>Muutostyön ohjelman osalta teki laitetoimittaja. Parannukset näkyivät heti muutostyön jälkeen ja tuloksiin oltiin hyvin tyytyväisiä.</p> <p>Liitteet ovat salattu.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Automaattikeräily, optimointi		
Muut tiedot		



Author(s) JAAKKOLA, Kati	Type of publication Master's Thesis	Date 29042013
	Pages 39	Language Finnish
		Permission for web publication (x)
Title RE-OPTIMIZATION OF PALLETIZING IN AUTOMATED PICKING		
Degree Programme Logistics, YAMK		
Tutor(s) KERVOLA, Henri LEHTOLA, Pasi		
Assigned by Oy Hartwall Ab, EEROLA, Veli-Matti		
Abstract <p>The target of this thesis was to balance pallets picked by automated picking, also to decrease the need for re-handling of a pallet and pick pallets more efficiently.</p> <p>The theoretical part of the thesis is based on a general overview on logistics, specific data of IT-systems and to material provided by the system supplier.</p> <p>The problem was defined with the help of experts and users. In order to develop order-delivery process a suggestion for changing palletizing was produced to the system supplier, taking into consideration the framework of the existing systems.</p> <p>The balance of pallets got higher, that decreases failures and loss of products. The usage of pallets got easier in inbound logistics and the need for re-handling of pallets made by drivers decreased. Re-optimization of pallets in automated picking enables other ways of picking in order to make more cost efficient transports.</p> <p>The re-optimization, system wise, was made by the system supplier. The improvement was seen directly after the system was changed and the results were highly satisfactory.</p> <p>Attachments are encrypted.</p>		
Keywords Automated picking, optimization		
Miscellaneous		

Sisältö

1 JOHDANTO.....	3
1.1 Kehitysprojektin tausta.....	3
1.2 Kehitysprojektin tavoitteet.....	3
1.3 Aineisto ja menetelmät	6
1.4 Yritysesittely	7
2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS.....	8
2.1 Tilaus-toimitusketjun hallinta.....	8
2.2 Varastointi	8
2.3 Korkeavarastot.....	9
2.4 Terminaalitoiminnot.....	12
2.5 Materiaalinkäsittely	13
2.6 Ohjausjärjestelmät	15
2.7 Algoritmit.....	16
2.8 Simulointi.....	17
3 NYKYTILAN KUVAUS	18
3.1 Järjestelmät	18
3.2 Kuljetussuunnitteluohjelma Pro Opt.....	18
3.3 Lavasuunnitteluohjelma (LASU)	18
3.4 Automaattikeräilijä Cimcorp Multipick	19
3.5 Kuljetukset	21
3.6 Keräily	22
4 ONGELMAT JA MUUTOSTARPEET	23
4.1 Käyttäjien kokemukset	24
4.2 Automaattikeräilyn lavasuunnittelualgoritmi	25
4.3 Automaattikeräilyn pinoamissääntö	28
4.4 Automaattikeräilyn muutostarve	29
4.5 Automaattikeräilyn lavauksen muutosehdotus	31
4.6 Automaattikeräilyn lavauksen muutostyö	32
5 JOHTOPÄÄTÖKSET.....	32
LÄHTEET.....	34

1 JOHDANTO

1.1 Kehitysprojektin tausta

Kehitysprojektin aihe on automaattikeräilyn lavauksen uudelleenoptimointi.

Lahden panimo on moderni tuotantolaitos ja logistiikkakeskus. Lähdevesipullottamo sijaitsee Karijoella ja pääkonttori Helsingissä.

Hartwallin logistiikkakeskuksen keräily on suurelta osin automatisoitu. Lahden logistiikkakeskuksesta lähtee kaikki asiakkaille toimitettava tavara. Onnistuneen asiakastoimituksen olennainen osa on tehokas ja laadukas tuotekeräily.

Tuotannosta valmiit tuotteet ajetaan vihivaunuilla riippukuljettimille, jotka kuljettavat tuotteet automatisoituun korkeavarastoon. Sieltä tuotteet ohjataan riippukuljettimilla ja hisseillä keräilyn ja jakelun kautta asiakkaille. Keräily koostuu useista eri osa-alueista, kuten automaattikeräily, käsinkeräily, rullakko- sekä astiakeräily ja vahvojen alkoholituotteiden keräily.

1.2 Kehitysprojektin tavoitteet

Kehitysprojektin tavoitteena olisi tasapainottaa kerättävän lavan pinoja.

Tasapainoisemmat lavat johtaisivat parempaan vakauteen kuljettimilla, hisseillä ja trukkiirroissa. Muutos voisi tuoda helpotusta myös käsinkeräilyyn, jossa työntekijä kokoo tarvittavat tuotteet lattiavarastosta.



Kuva 1. Automaattikeräilyn keräilemä lava ennen täydennystä.

Kuvassa 1 on automaattikeräilystä tullut lava, johon käsinkeräilijän on täydennettävä tuotteet, joita automaattikeräilijä ei ole pystynyt keräämään. Työn tavoitteen mukainen automaattikeräilyn lavauksen uudelleenoptimointi vähentäisi käsintehtävää täydennyskeräilyä. Tasapainoisempi lava helpottaisi lavan käsittelyä tilaus-toimitusketjun eri vaiheissa.



Kuva 2. Lava, joka vaatii käsittelyä ennen lastausta.

Kuljettajat käsittelevät automaattikeräilykoneen keräämät lavat lähestulkoon joka tapauksessa ennen jakelu- tai siirtokuljetusta. Kuvassa 2 on tyypillinen automaattikeräilyn lava, jossa lavan toisella laidalla on korkeita pinoja ja toinen laita on tyhjä. Nykyinen automaattikeräilyn asiakaskohtainen keräilymalli kerää usean asiakkaan tuotteet samalle lavalle, eikä tällä hetkellä palvele hyvin sen enempää sisälogistiikkaa kuin ulkoista logistiikkaakaan.

Kehitystarve nousee käytännön tilanteista, jotka kaipaavat parannusta. Kaadot aiheuttavat ajan ja rahan hukkaa. Korkealle nostettavat yksiköt täydennyskeräilyssä rasittavat työntekijän fysiikkaa. Autonkuljettaja käyttää aikaa lavan uudelleen järjestelyyn kuljetusta helpottaakseen, laituriaika pitenee ja kuljettajan työaika kuluu muuhun kuin varsinaiseen jakelu-, terminaali- tai ajamistyöhön. Toisenlainen lavausmalli voisi säästää aikaa ja rahaa useassakin eri prosessin vaiheessa.

Aihe rajataan koskemaan automaattikeräilyn lavausta ja vaikutusta sisälogistiikkaan sekä autonkuljettajan toimintaan. Koko keräilyjärjestelmä on niin laaja kokonaisuus, että kaikkia osa-alueita ei voida tämän työn puitteissa ottaa huomioon. Työn tarkoituksena ei ole osaoptimoida yhtä keräilyn osaa, vaan seurata lavasuunnittelun mahdollisia muutoksia pitäen mielessä koko keräilyjärjestelmä sekä moninaiset käyttäjät.

Kehitystyön tavoitteena on parantaa koko prosessin näkökulmasta lavan käsiteltävyyttä ja vähentää kaadoista johtuvaa hävikkiä automaattikeräilyn lavauksen uudelleenoptimoinnilla.

1.3 Aineisto ja menetelmät

Menetelmänä käytetään haastatteluja ja tutkitaan lavavirtaa havainnoimalla tilannetta nykyisellään. Järjestelmien ja laitteiden käyttäjiä sekä keräilyhenkilökuntaa ja kuljettajia haastatellaan. Selvitetään järjestelmien reunaehdot ja muokausmahdollisuudet, sekä tarpeet, jotka paremmin palvelisivat käyttäjiä tilaus-toimitusketjun eri osissa. Tämän jälkeen muodostetaan automaattikeräilyn lavauksen muutosehdotus Cimcorpille yhdessä Hartwallin asiantuntijoiden kanssa. Jos automaattikeräilyn lavauksen muutosehdotus saadaan vietyä läpi eri osapuolten hyväksymänä, saadaan uudelleenoptimoitu lavaus automaattikeräilyyn kevään 2013 aikana. Lopuksi analysoidaan tulokset eli uuden lavauksen tuoma hyöty tilaus-toimitusketjussa.

Haastattelut tehdään pääosin Hartwall Lahden panimolla. Cimcorpin asiantuntijoina toimivat huoltoteknikot Reima Luoma sekä Ville Veihtola. Hartwallin järjestelmien osalta haastatellaan järjestelmäpäällikkö Pertti Jokea sekä järjestelmäpäällikkö Tomi Raussia. Raussi, Joki, Jakelupäällikkö Tomi Heinäaho ja Asiakastoimitusten päällikkö Veli-Matti Eerola toimivat asiantuntijoina muutosehdotuksen muodostamisessa. Automaattikeräilyn käyttäjistä, käsinkeräilyistä ja sisälogistiikan ohjaajista haastatellaan useampaa osajaa, jolloin saadaan kokoon mahdollisimman laaja näkemys. Kuljettajista haastatellaan muutamia yhteistyökumppaniemme kuljettajia, sekä jakeluliikenteen edustajia että siirtokuljetusten hoitajia.

1.4 Yritysesittely

Hartwall aloitti toimintansa Pohjoismaiden ensimmäisenä kivennäisvesitehtaana, kun filosofian tohtori, vuorikomissaari Victor Hartwall sai senaatilta luvan valmistaa ja myydä lämpimiä ja kylmiä kivennäisvesiä 2.2.1836. Toiminta käynnistyi Sederholmin talossa Helsingin Senaatintorilta.

Kilpailukyky

Hartwallin monivuotinen rakennushanke ja Suomen elintarviketeollisuuden mittavin investointi saatiin päätökseen vuonna 2003, kun Hartwall Lahden tuotantolaitos ja logistiikkakeskus valmistuivat. Investoinnilla Hartwall on varautunut juomateollisuuden tulevaisuuden haasteisiin ja varmistanut yhtiön toimintaedellytykset ja kilpailukyvyn.

Yrityksen tuotevalikoimaan kuuluu oluita, siidereitä ja long drink -juomia, pulloitettuja vesiä, virvoitusjuomia.

Hartwallin tunnetuimmat tuotemerkit ovat Hartwall Jaffa, Hartwall Novelle, Upcider, Hartwall Original Long Drink sekä Lapin Kulta, Karjala, Foster's ja Heineken -oluet. Tytäryhtiö Hartwa-Traden kautta valikoimaan kuuluu myös viinejä ja muita alkoholijuomia. (www.hartwall.fi)

Hartwall Lahti

Hartwall Lahden tuotantolaitoksessa valmistuvat kaikki panimojuomat vesistä ja virvoitusjuomista oluisiin ja siidereihin. Hartwall Lahti on pitkälle automatisoitu, joustava ja kustannustehokas laitos, jossa erityistä huomiota on kiinnitetty juomien laatuun ja toiminnan ympäristöseikkoihin. Laitoksen laitteiden ja prosessien valinnassa on kiinnitetty erityistä huomiota niiden vesi- ja energiakulutukseen. Pääenergiälähteenä on maakaasu.

Sisälogistiikka ja keräily on pitkälle automatisoitu. Lajissaan Suomen suurin automaattivarasto valittiin Hartwall Lahteen taloudellisuutensa ja tehokkuutensa ansiosta.

Hartwall Lahden logistinen sijainti on koko maata ajatellen alan painopisteessä. Hartwall takaa toimitukset asiakkailleen koko maahan 48 tunnissa tilauksen saapumisesta. (www.hartwall.fi)

2 TEOREETTINEN VIITEKEHYS

2.1 Tilaus-toimitusketjun hallinta

Logistiset toimenpiteet, kuten tavaroiden keräily, varastointi ja kuljettaminen, ovat keskeinen osa tilaus-toimitusketjua. Tavarat eivät kuitenkaan liiku ilman tietoliikennettä. Tilaus-toimitusketjun hallinta on yhtä lailla sekä tavaravirtoihin liittyvien tietojen, kuten tilausten välittämistä ja käsittelyä että niihin liittyvien maksu-, raha- ja pääomavirtojen suunnittelua ja toteuttamista (esimerkiksi ostolaskujen käsittelyä ja maksusuorituksia). Tilaus-toimitusketju koostuu kaikkiaan tavarantoimituksen, tiedon ja rahan virtauksista.

Tilaus-toimitusketjun tapahtumia voidaan kuvata seuraavalla tavalla: tilaus-toimitusketju käynnistyy asiakkaiden tilauksista ja siitä alkavat muut tietovirratt kulkevat yrityksen kautta tavarantoimittajalle. Sieltä lähtevät tavaravirratt liikkuvat päinvastaiseen suuntaan ja päättyvät yrityksen ohjaamana asiakkaille. Tilaus-toimitusketjuun osallistuu yrityksen sisällä monen vastuualueen henkilöt ja on yhtä paljon osa markkinointia kuin materiaalitoimintoja. Ketjuun osallistuvat henkilöt kuuluvat useisiin eri ammattiryhmiin. Logistiikkahenkilöiden lisäksi eri vaiheiden toteuttamiseen osallistuvat muiden muassa myynnin, asiakaspalvelun, hankinnan ja taloushallinnon henkilöt.

Tilaus-toimitusketjun osa, jopa puolet, on hallinnollista ja ohjauksellista työtä, suunnittelua, hankintaa, tilausten valvontaa, taloushallintoa ja myyntiä. Toinen puoli, toteuttaminen, koostuu tavarankäsittelystä, kuljettamisesta, varastoinnista ja laskuttamisesta, saatavien valvonnasta ja maksujen suorittamisesta. (Sakki 2009, 21)

2.2 Varastointi

Varastointi on logistinen ratkaisu tuotteille, joiden kysyntä on sesonkiluonteisuuden tai satunnaisen kysynnän takia heikosti ennustettavissa. Varastointia käytetään myös puskuroimaan tarjonnan ja kysynnän vaihtelua. Ylenpalttinen varastointi luo kuitenkin kustannuksia ja aiheuttaa hävikkiä. Varastoinnin lähtökohtana toimii tuotteen tuotannon ja kulutuksen erilainen nopeus.

Varastolla tarkoitetaan fyysistä tilaa, paikkaa tai rakennusta, jossa voidaan varastoida tuotteita tai materiaaleja. Varasto on osa logistista kokonaisuutta ja vaatii hallintaa.

Varastoissa on käyttökelpoista, mutta tilapäisesti käyttämätöntä resurssia. Varastojen haasteita pyritään ratkaisemaan ensisijaisesti tehokkaammalla varasto-ohjauksella. Useimmiten ohjausjärjestelmä on kuitenkin kompromissi, jossa otetaan huomioon muun muassa olemassa oleva teknologia, tiedon keruukustannus ja koordinointi. Kriittiseksi haasteeksi useimmissa varastoivissa järjestelmissä jää kysynnän ennustaminen vähintään tilaus-toimitusviiveen pituiselle jaksolle. (Karrus 2001, 34-35, 47, 49-50)

2.3 Korkeavarastot

Korkeavarastojen toiminta perustuu sekä kapeakäytävätrukkien että hissien käyttöön. Kapeakäytävätrukkit pystyvät työskentelemään enintään 12 metrin korkeudessa, mutta hisseille työskentely lähempänä 45 metrin korkeutta on vielä mahdollista. Yleisimpiä ovat noin 20-25 metrin korkuiset korkeavarastot. Korkeavaraston hyllystöt muodostavat koko rakennukselle kantavan rakenteen.

Korkeavarastoja käytetään sekä kuormalava- että pientavaravarastoina. Kapeakäytävätrukkien tapaan korkeavarastoissa käytäväleveys on 1200 mm johtuen muun muassa siitä, että tällaiseen käytävään sopivat FIN- ja EUR-lavat lyhytsivukäsittelyssä. Jokaisessa käytävässä on yleensä oma hissinsä. Tavarankäsittelylaitteena on yleisimmin teleskooppi tai kiinteä haarukka.

Hissit voivat toimia joko automaattisesti tietokoneohjattuna tai manuaalisesti ihmisten ohjaamana. Kun hissien toiminta on ihmisen ohjauksessa, niin ohjaaja voi käsitellä täysiä lavakuormia tai kerätä suoraa hyllystössä lavakuormasta yksiköittäin asiakastoimituksia.

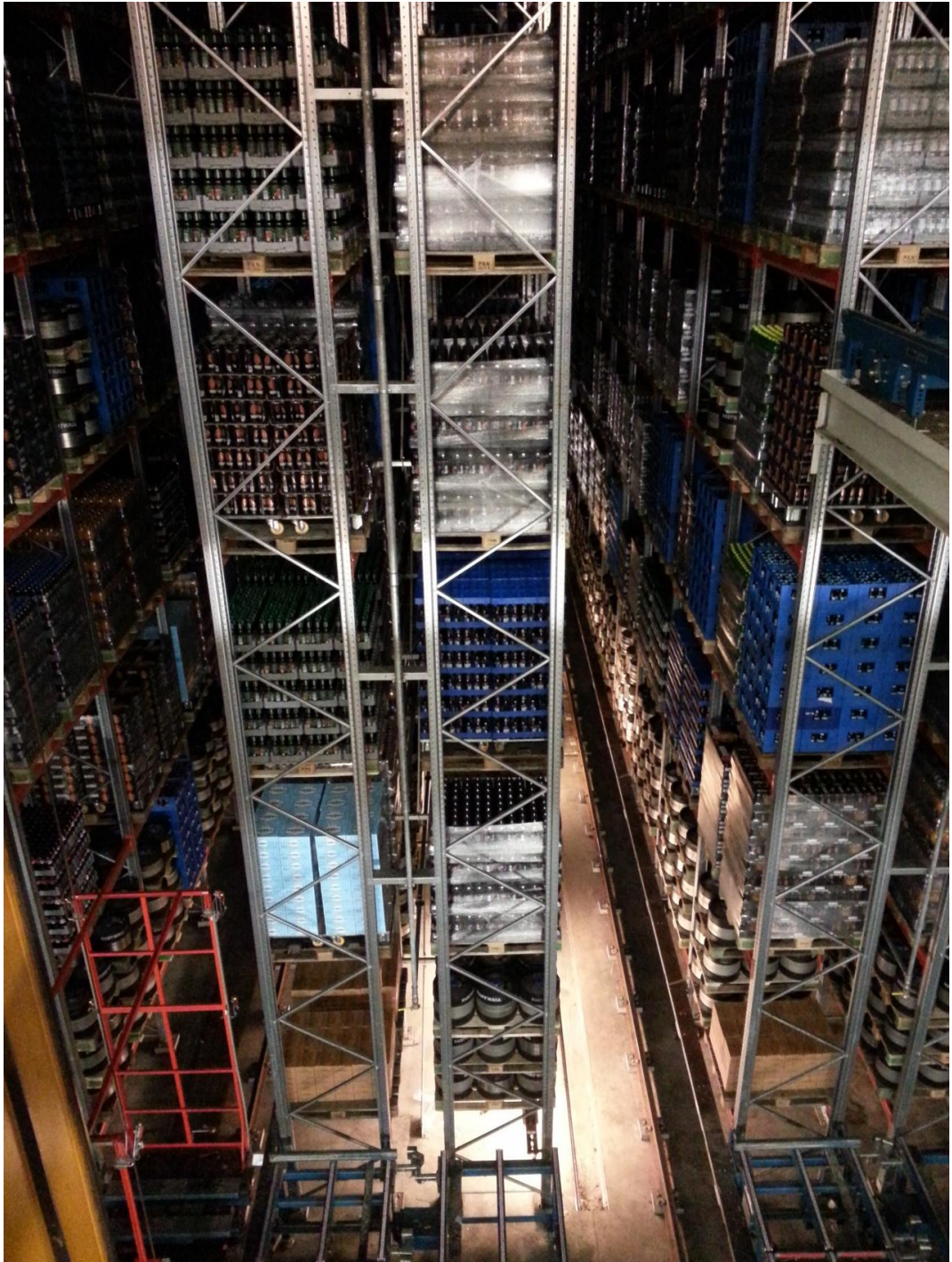
Automaattivarastoissa hissien toimintaa ohjaavat tietokoneohjelmat. Keräys- tai jättöpaikat on järjestetty korkeavaraston käytävien päihin kohtisuoraan käytäviä vasten. Välissä kulkee edestakaisin hissien edessä oleva tietokoneohjattu siirtovaunu, joka siirtää keräykseen tulevat lavakuormat keräysalueen keräyspaikkoihin.

Hissit ovat yleensä varustettu ohjaamoilla, vaikka niiden toiminnat olisi automatisoitu, koska esimerkiksi inventoinnin tai häiriötilanteiden takia myös ihmisen pitää päästä käytävälle suorittamaan työtehtävää. On tutkittu asiaa, että hyllystöhissien kuormien sisäänvienti- ja ulostuontikohdan on oltava samassa hyllypäässä. Ei siis kannata viedä tavaraa sisälle hyllystön toisesta päästä ja ottaa sitä ulos toisesta päästä, koska tyhjänä ajo lisääntyisi huomattavasti. Käsittelyperusteena on se, että tavaraa sisään viettäessä aina myös tuodaan tavaraa pois, jolloin hissi liikkuu mahdollisimman vähän ilman hyötykuormaa.

Toinen tärkeä seikka on hyllystön korkeuden ja pituuden mitoitus. Kun otetaan huomioon hissien kiihtyvyydet ja turvallisuus, on hissien hidastettava ääripisteitä lähestyessään ajoissa nopeuksiaan, niin 20 metriä korkean hyllystön sopiva pituus olisi noin 90 metriä.

Kolmas toiminnan tehokkuuden kannalta tärkeä seikka on tavaroiden sijoitus hyllystöön. Usein kysytyjä nimikkeitä pitää sijoittaa tasaisesti eri hissikäytävälle, näin varmistetaan nimikkeiden jatkuva toimituskyky, kun jokaisella käytävällä ja hissillä on suurin piirtein yhtä suuri työmäärä.

Automaattivarastoissa lavojen kunnon ja mittojen tarkistus ennen varastointia on tärkeää. Automaattitoiminto pyrkii sijoittamaan lavakuorman hyllyyn, sopii se sinne sitten tai ei. Siksi kuormalavojen tarkistusta varten saapuvan tavaran kuljetinrataan yleensä rakennetaan tarkistusasema, joka ohjaa pois kuljettimelta lavat, jotka eivät täytä asettettuja vaatimuksia. (Karhunen ym. 2004, 348-355.)



Kuva 3. Korkeavarasto Hartwall Lahti.



Kuva 4. Korkeavaraston ulostuloradat, Hartwall Lahti.

2.4 Terminaalitoiminnot

Logistisesti terminaalilla tarkoitetaan sellaista varastoa, jossa kaksi liikennemuotoa yhdistyy eli toinen liikennemuoto alkaa toisen loppuessa. Jakelu- ja keräilykyljetukset yhdistetään runkokuljetuksiin kuorma-autoterminaleissa. Kaikkiin tavaraliikenteen terminaleihin liittyy tavarankäsittelyä, joten siinä mielessä terminaalilla voidaan lukea varastoksi. Terminaali muodostaakin varaston ideaalimallin, sillä läpimenoaika on nopea, yleensä alle vuorokauden.

Terminaleille ominaista on, että saapuville tavaroille on osoite tiedossa ja että erät ovat pienehköjä. Saapuvat runko- tai siirtokuljetukset puretaan ja järjestellään asiakaskohtaisiksi eriksi ja toimitetaan vastaanottajille. Jakelureiteiltä palaavat erät yhdistetään terminaalilla taas runko- tai siirtokuljetusta varten maantieteellisesti oikein lähtevien tavaroiden alueelle.

Terminaalitoiminnot koostuvat saapuvan tavarankäsittelystä, vastaanotosta, purkamisesta oikealle reitille ja uudelleenkuormaamisesta. Toimintojen tuottama lisäarvo

asiakkaalle on palvelu, jolla aikaeron ja etäisyyden tuomia haittoja ehkäistään. (Hokkanen ym. 2010, 137-138.)

2.5 Materiaalinkäsittely

Materiaalinkäsittelyllä tarkoitetaan kaikkia niitä toimenpiteitä, joilla vaikutetaan fyysisesti materiaaliin eli kaikkea tuotteeseen liittyvää muokkausta ja materiaalin liikuttelua. Varastointi ei ole materiaalinkäsittelyä, vaan materiaalin säilyttämistä. Kuitenkin varastojen suunnittelu ja hallinta on erityisen tärkeä materiaalinkäsittelytoimenpide.

Tuotantolaitoksen sisäiset siirrot ovat osa materiaalinkäsittelyä. Siirrot liittyvät läheisesti yrityksen tuotannon ja logistiikan prosesseihin. Säännölliset materiaalivirrat voidaan hoitaa sisäisiä kuljetusreittejä käyttämällä. Usein tavallisten siirtopisteiden välille on rakennettu erityinen kiinteä kuljetinjärjestelmä.

Varastotoiminnassa sisäisillä siirroilla on eräitä merkittäviä tehtäviä

- Saapuvan tavaran siirto purkualueelta varastoon.
- Varastopaikkojen tai varaston ja tuotannon väliset siirrot.
- Lähtevän tavaran siirto varastopaikalta keräily- tai lähtöalueelle.
- Ajoneuvojen kuormaus- ja purkutoiminnot.

(Hokkanen ym. 2010, 139-148.)

Mekaaninen materiaalinkäsittely

Mekaanisella materiaalinkäsittelyllä tarkoitetaan perinteisesti henkilötyövoiman ja mahdollisten työkonettien avulla suoritettavaa materiaalinkäsittelyä. Tällöin automaatiota ei käytetä tai käytetään hyvin rajoitetusti.

Sisäisiin kuljetuksiin liittyvät toiminnot, kuten varastosta keräily, keräilyyn tuotteen siirto kuormausalueelle ja ajoneuvon kuormaus. Materiaalivirran kulun kannalta kriittisiä pisteitä ovat ne, joissa tavara odottaa seuraavaa käsittelyä, kuten varaston ulosottopisteet tai kuljettimen ja hissien risteyskohdat. Aktiivi- ja reservipaikkojen väliset siirrot ovat asiakastoimitusten keräilyyn ja varaston täyttöön liittyvien siirtojen tavoin sisäisiä siirtoja. Varaston toimivuuden kannalta sisäisten siirtojen sujuvuus ja liikenteen suunnittelu on avainasemassa. Suunnittelun haasteita eivät ole yksinomaan materiaalivirtaan liittyvät kysymykset, vaan myös työturvallisuus. Usein jalankulku ja sähkötrukit käyttävät samoja väyliä, jolloin turvallisuus on huomioitava erikseen.

Perinteisesti sisäiset siirrot on hoidettu mekaanisesti henkilötyövoimalla. Teknologiakehitys on mahdollistanut materiaalsiirtojen automatisoinnin, 80-luvun tietotekniikan käytön lisääntyminen on tuonut luotettavia tunnistus- ja ohjausjärjestelmiä materiaalinkäsittelyn automatisointiin. (Hokkanen ym. 2010, 139-148.)

Siirtovälineet

Mekaaniset siirtovälineet käsittävät suuren joukon erilaisia välineitä ja laitteita, kuten työntö- ja kottikärryt, haarukkavaunut ja nostettaessa esimerkiksi hyllylle, pinoamisvaunut tai trukit. Siirtojen suunnittelussa on huomioitava varastotilojen korkeus ja leveys. Materiaalivirtojen suunnittelussa on huomioitava reitin pituus sekä reitillä olevat nostot eri kerroksien välillä sekä siirtopintojen kaltevuus. Reitin laatua määriteltäessä on huomioitava siirtovälineen vaatimukset sekä samassa tilassa tapahtuva muu liikenne.

Trukit ovat ajettavia moottorikäyttöisiä työkoneita, joissa on tarvittavat laitteet materiaalin käsittelyä varten. Usein trukissa on haarukoilla tai tartuntapihdeillä ja nostokelkalla varustettu nostolaitteisto. Trukki on tavallisin tavaroiden siirtoon käytetty kone, sillä se mukautuu käyttöominaisuuksiltaan useaan kohteeseen. Trukin vaaka- ja pystysiirto-ominaisuudet ovat hyvät ja se on kompakti sekä edullinen työväline. Trukki soveltuu parhaiten kappaletavaran käsittelyyn ja toimii tehokkaimmin tasaisella lattialla.

Kuljettimet ovat kuljetusreittinsä pituisen rungon omaavia sähkömoottorikäyttöisiä laitteita, joissa on tarpeen mukainen kuormansiirtolaite kuljetettavaa materiaalia varten. Kuljettimet ovat usein kiinteärakenteisia, ne voidaan asentaa lattialle, seinälle tai kattoon. Kuljettimien tarkoitus on tehostaa materiaalinkäsittelyä, sillä niiden nopeus ja sitä kautta myös kapasiteetti ovat usein suuria. Kuljetin on hyvä vaihtoehto silloin, kun suuria määriä materiaalia siirretään kahden pisteen välillä. Useita kuljettimia yhdistelemällä voidaan rakentaa kokonaisia kuljetinjärjestelmiä esimerkiksi tuotantolaitoksen sisälle. Kuljettimien etukäteissuunnittelu tulee tehdä huolella, sillä muuttaminen ja siirtäminen on kallista. Liikkuvien osien läheisyydessä on aina työturvallisuusriski. (Hokkanen ym. 2010, 139-148.)

Automaattinen ja puoliautomaattinen materiaalinkäsittely

Mekaanisen materiaalinkäsittelyn tukeminen joidenkin toimintojen automatisoinnilla tarkoittaa puoliautomaattista materiaalinkäsittelyä. Tyypillinen puoliautomaattinen järjestelmä on vihivaunujärjestelmä, jossa vaunu ohjataan automatiikalla, eikä vaunun kuljettajaa tarvita. Vaunuja ohjataan joko lattiaan upotetun kaapelin avulla, jolloin vaunujen reitit pysyvät vakioina. Tai paikannukseen perustuvana, jolloin reitti muuttuu tarpeen mukaan. Vihivaunujärjestelmien etuna on henkilökuntatarpeen väheneminen sekä inhimillisten virheiden poistuminen. Puoliautomaattisessa

materiaalinkäsittelyssä ihminen toimii yhteistyössä esimerkiksi vihivaununjärjestelmän kanssa.

Automaattikeräilyä tai -lajittelua käytetään yleensä kuljetinjärjestelmien yhteydessä, kun varastosta toimitetut tuotteet on toimitettava oikealle kuormausalueelle. Tehokkaimmillaan automaatio toimii siten, että tietojärjestelmään syötetään asiakastilaus, joka kulkee läpi tilaus-toimitusketjun ja automaattinen materiaalinkäsittely toimii osana tätä järjestelmää. Tilaus toimii keräilyimpulssina ja vaadittu tieto siirtyy tuotteiden mukana ohjaten tuotteet oikeaan osoitteeseen. Järjestelmän hyötynä on tarkkuuden ja tehokkuuden lisääntyminen sekä työvoiman väheneminen.

Robottiikka tarkoittaa järjestelmää, jossa mikroprosessoriohjattuun ja erilaisiin liikeratoihin kykenevään laitteeseen ohjelmoidaan erilaisia toimintoja. Robotti hoitaa nostot ja siirrot sekä asettelee erikokoiset ja muotoiset pakkaukset haluttuun järjestykseen ohjelmoidun ohjelman parametrien mukaisesti. Logistiikan asettamat haasteet robotiikalle näkyvät ohjelmoijan työssä. Erityyppiset pakkaukset ja niiden pinoamismahdollisuudet rajoittavat robotin toimintamahdollisuuksia. Robotiikka mahdollistaa nopeuden, tarkkuuden ja riippumattomuuden olosuhteista sekä virheiden vähentämisen henkilötyövoimaan verrattuna. (Hokkanen ym. 2010, 139-148.)

Materiaalinkäsittelyautomaatio

Varastojen materiaalinkäsittelyn automatisoinnin on mahdollistanut mikroprosessorien hintakehitys. Automaattijärjestelmillä voidaan tehostaa toimintaa ja alentaa kustannuksia. Inhimilliseen työvoimaan verrattuna automaattilaitteet ovat nopeampia ja tarkempia. Nykyisin useat automaattivarastot ovat tietokoneohjattuja, tunnistetekniikoilla varustettuja korkeavarastoja tai hyllytaloja, joissa hyllytys ja keräily hoidetaan tietokoneohjatuilla nostimilla ja hyllystövaunuilla. (Hokkanen ym. 2010, 139-148.)

2.6 Ohjausjärjestelmät

Ohjausjärjestelmä on yleisnimitys automaattisesti toimivien koneiden ja laitteiden erilaisille ohjausmenetelmille. Ohjausjärjestelmän tehtävänä on ohjata koneiden tai tuotantolinjojen toimintoja laitteiden tilatietojen ja käyttäjän antamien komentojen mukaisesti. (Keinänen ym. 2007)

Toiminnanohjausjärjestelmä

ERP-järjestelmä (Enterprise Resource planning) on yrityksen tietojärjestelmä. ERP-järjestelmän avulla yritysjohto seuraa ja suunnittelee yrityksen eri toimintoja. ERP-järjestelmä koostuu tyypillisesti erilaisista ohjelmamoduleista, kuten palkanlaskenta, kirjanpito, reskontra, varastohallinta ja tuotannonohjaus sekä materiaalin, projektien, huollon että resurssien suunnittelu. (Keinänen ym. 2007)

Automaatiojärjestelmä

Automaatiojärjestelmän tehtävänä usein on kerätä ja tallentaa erilaista tuotantoon tai laitteisiin liittyvää tietoa, kuten koneiden käyntiajat, valmistusmäärät ja tuotannon häiriöt. Näitä tietoja voidaan käyttää hyödyksi muun muassa huollon ennakkosuunnitteluun, tuotannon suunnitteluun, varastotietojen päivitykseen ja raaka-aineiden tilaamiseen. Yleensä automaatiojärjestelmä ei itsenäisesti ohjaa yksittäisten koneiden toimintoja, vaan se antaa toimintakäskyt koneita ohjaaville alemman tason ohjausjärjestelmille. (Keinänen ym. 2007)

Ohjausjärjestelmä

Ohjausjärjestelmä tarkoittaa useimmiten yksittäisen koneen tai toiminnon ohjaamiseen käytettävää ohjausta. Ohjausjärjestelmissä on aina myös jonkinlainen paikallinen ja konekohtainen käyttöliittymä. Käyttöliittymän avulla koneen käyttäjä voi suoraan vaikuttaa koneen toimintaan. Kaikki ohjausjärjestelmät voivat toimia tarvittaessa itsenäisesti, mutta useimmiten ne on liitetty johonkin ylemmän tason järjestelmään. (Keinänen ym. 2007)

2.7 Algoritmit

Ohjelmoitava tietokone on deterministinen (lainalaisuusoppi) olento, joka mekaanisesti seuraa ohjelmoijan sille antamaa käskysarjaa omien luonnonlakiensa mukaisesti. Algoritmit ovat sarja tietokoneen suorittamia perusoperaatioita. Kun ohjelmoijan kirjoittamalla käskysarjalla on haluttu vaikutus ja sen suoritus etenee tehokkaasti ja luontevasti, itse algoritmit ovat merkityksettömiä.

Aikojen saatossa on havaittu, että tietyt usein käytetyt käskysarjat ja rakenteet ratkaisevat monia ohjelmoinnissa esiin tulevia ongelmia, ja niiden tuntemista pidetään asiantuntevan ohjelmoijan ammatillisen yleissivistyksen perustana. Tällaiset yleispätevät käskysarjat eli algoritmit voidaan toteuttaa monilla eri ohjelmointikielillä, sillä niiden kuvaamat ideat ja toimintatavat eivät riipu siitä, millä kielellä algoritmi käytännössä toteutetaan.

Jokaisella algoritmin käskyrivillä ja käskyjen keskinäisellä järjestyksellä on oma syvempi merkityksensä, joka on ymmärrettävä. Ohjelman käyttämien tietorakenteiden, algoritmien ja muiden toteutustekniikoiden on oltava keskenään yhteensopivia niin, että niiden muodostama kokonaisuus on järkevä. (Kokkarinen ym. 2000, 15-16.)

2.8 Simulointi

Simulointi on menetelmä, jossa jäljitellään todellisen prosessin tai järjestelmän toimintaa. Todellisen prosessin täydellinen jäljittäminen on usein hankalaa, joten yleensä simuloidaan yksinkertaistettu malli, jonka ominaisuudet vastaavat mahdollisimman hyvin todellista prosessia. Mallin simulointi voidaan tehdä manuaalisesti, mutta usein se tehdään tietokonesovelluksen avulla.

Simuloinnin suorittaminen on monivaiheinen toimenpide. Simuloitava prosessi pilkotaan prosessin osiksi ja tehtäviksi, jolloin voidaan selvittää prosessin eri osien suhteet toisiinsa ja osien vaikutus kokonaisuuteen. Simulointimallissa muodostetaan matemaattinen, looginen ja sympolinen kuvaus tarkasteltavasta järjestelmästä ja siinä tapahtuvista muutoksista.

Muodostetun mallin avulla voidaan tutkia, miten osatekijöihin tehtävät muutokset muuttavat kokonaisuutta. Tietokoneiden laskentakapasiteetin lisääntymisen ja simulointiohjelmien kehittymisen myötä simuloinnista on tullut edullinen ja suosittu prosessien tarkastelumuoto. Simulointimalli vaatii usein niin monimutkaisia todennäköisyyslaskentaan perustuvia differentiaaliyhtälöitä, ettei olisi mielekäästä tehdä sitä matemaattisesti käsinlaskettuna.

Simulointia voidaan käyttää:

- ➔ Kokeiltaessa monimutkaisten järjestelmien sisäisiä vuorovaikutuksia.
- ➔ Tarkasteltaessa yleisiä, organisatorisia tai ympäristöllisiä muutoksia ja niitä seuraavia vaikutuksia järjestelmään.
- ➔ Apuvälineenä järjestelmän kehitystyössä.
- ➔ Kokeiltaessa uusia menetelmiä, ennen käyttöönottoa.
- ➔ Analyyttisten ratkaisujen varmennukseen.

Simuloinnin suosio perustuu havainnoillisuuteen ja edullisuuteen, koska jo suunnitteluvaiheessa nähdään muutoksen mahdolliset vaikutukset oikeaan prosessiin. Simulointi ei myöskään häiritse käynnissä olevaa prosessia. (Hokkanen ym. 2010, 214-216.)

3 NYKYTILAN KUVAUS

3.1 Järjestelmät

Liite 1. Järjestelmät.

3.2 Kuljetussuunnitteluohjelma Pro Opt

Kuljetussuunnitteluohjelma Pro Optissa näkyy suunniteltavan päivän tilaukset. Kuljetussuunnittelu tehdään pääasiallisesti kaksi päivää ennen toimituspäivää, eli esimerkiksi maanantai-iltana suunnitellaan keskiviikkona toimitettavat jakelukuormat. Tilaus-toimitusrytmi on 48 tuntia ottaen kuitenkin huomion ajopäivät, jotka jokaiselle asiakkaalle on määritelty. Jakeluautojen kapasiteettitiedot on tallennettu Pro Opt -ohjelmaan. Asiakkaan tilaus määritellään tietylle jakeluautolle ja tiettyyn jakelukuormaan. Suunnitteluohjelma optimoi vähiten aikaa vievän reitin kuormaan määriteltyjen asiakkaiden mukaan.

Jakelukuormista muodostetaan siirtokuormia terminaaleille siirtoauton kapasiteetin mukaan. Pro Opt -ohjelmassa voidaan määritellä terminaalikohtaisia ehtoja, jotka vaikuttavat lavasuunnitteluohjelman (LASU) lavaukseen ja sitä kautta keräilyyn.

3.3 Lavasuunnitteluohjelma (LASU)

Lavasuunnitteluohjelma määrittää eri lavojen reitin keräilyssä. Vain yhtä tuotetta sisältävät tuotelavat, eli kokolavat tulevat suoraan korkeavarastosta laituriin siirrettäväksi. Varastossa noudatetaan FIFO-periaatetta, jossa ensin varastoon tullut tuote otetaan ensin käyttöön, jolloin tuotteet eivät pääse vanhentumaan varastossa. Lavasuunnitteluohjelman parametrin mukaan lavat menevät joko automaattikeräilijälle tai käsinkeräilyyn. LASU määrittää myös muiden tuotekokonaisuuksien lavauksen, kuten:

- ➔ Rullakkokeräily (rullakko on 1/4 tai 1/8 lavan kokoinen myyntiyksikkö, jossa on renkaat alla).

- ➔ Astiakeräily (astia on ravintoloissa käytettävä 20- tai 30-litrainen myyntiyksikkö).
- ➔ Hartwa-Trade -keräily (vahvat alkoholijuomat ja viinit).
- ➔ Pienpanimotuotteet (pienpanimoiden valmistamat tuotteet, jotka toimitetaan asiakkaille Hartwallin logistiikan kautta).
- ➔ Päälysteet (palautuslogistiikkaan liittyvät lavat, korit ja pullonpalautusastiat).

3.4 Automaattikeräilijä Cimcorp Multipick

Keräilyn osana toimii Cimcorpin automaattikeräilijä Multipick. Lahden varasto-ohjaus-ohjelma (LVO) lähettää tiedon lavasuunnitteluohjelmaan (LASU), joka määrittää, mitä tuotteita ja minkä verran yhdelle lavalle kerätään automaattikeräilijän toimesta. Lavasuunnitteluohjelma (LASU) määrittää monen asiakkaan tuotteet kerätään samalle lavalle (moniasiakaslava). LVO antaa lavalle lavanumeron. Lavanumerotieto sisältää tiedon kuormasta, tuotteista, määristä sekä asiakkaista.

LVO lähettää tiedot automaattikeräilijälle lavanumerona. Automaattikeräilijällä on oma lavasuunnittelualgoritmi ja pinoutumissääntö, jotka määrittelevät, mitä tuotteita voidaan kerätä minkä tuotteiden päälle samaan pinoon ja miten pinot asettuvat lavalle. Cimcorpin automaattikeräilijän lavasuunnitteluohjelma on Multipick Order Picking System, keräilyn tietokantatasoinen ohjausjärjestelmä eli lavasuunnittelualgoritmi.

Lavasuunnittelualgoritmi ja pinoutumissääntö määrittävät lavan rakenteen. Pinot ovat pääsääntöisesti asiakaskohtaisia. Lavalle mahtuu 1-8 pinoa.

Automaattikeräilijällä käsitellään kolmen tyyppisiä yksiköitä:

- ➔ 1,5 litran pulloille tarkoitettuja levyjä, kuten kuvassa 5.
- ➔ 0,5 litran pulloille tarkoitettuja levyjä, kuten kuvassa 6.
- ➔ 0,3 litran pulloille tarkoitettuja koreja, kuten kuvassa 7.



Kuva 5. 1,5 litran pulloille tarkoitettu levy.



Kuva 6. 0,5 litran pulloille tarkoitettu levy.



Kuva 7. 0,3 litran pulloille tarkoitettu kori.

Automaattikeräilijä lähettää keräilyn jälkeen tiedon LVO:lle samalla lavanumerolla jolla sen saikin. Tällä hetkellä automaattikeräilykone kerää tuotteet, niin, että pinossa on pääsääntöisesti yhden asiakkaan tuotteita. Pinoutumiseen vaikuttavat sekä lavasuunnittelualgoritmi että pinoutumissääntö. Lavatarrasta selviää kunkin pinon tuotteet sekä tilaava asiakas. Asiakaskohtainen keräily sekä korien ja levyjen yhteenpinottavuus tekee lavasta useissa tapauksissa epätasapainoisen.

3.5 Kuljetukset

Hartwall Lahden logistiikkakeskuksesta lähtee kahden tyyppisiä kuljetuksia. Jakelukuljetukset suuntautuvat lähialueille eli tuotteet toimitetaan suoraan kuormasta asiakkaalle. Siirtokuljetukset viedään 23 jakeluterminaaliin, joista jakelukuljetukset suuntautuvat asiakkaille terminaalin lähialueille. Automaattikeräilykone kerää lavat tällä hetkellä samalla tavalla riippumatta siitä, onko kyseessä jakelu- vai siirtokuorma, aina asiakaskohtaisesti.



Kuva 8. Jakeluauto.



Kuva 9. Siirtoauto ja perävaunu.

3.6 Keräily

Automaattikeräilyn keräämistä lavoista osa tulee käsinkeräilyyn täydennettäväksi. Automaattikeräily ei nykytilanteessa voi kerätä esimerkiksi tölkkituotteita. Tölkkituotteet ovat pakattuna pahvilevyille joko ilman ympärillä olevaa muovia tai muovilla suojattuna. Näitä pahvilevyjä ei voida käsitellä nykyisillä Cimcorpin Multipick keräilytarttujilla. Tölkkeräily olisi mahdollista silloin, jos tölkit olisi pakattu levyille kuten pullot.



Kuva 10. Muoviin pakattu muovipullotuote.

Kuva 11. Pahvilevyllä pakattu tölkkituote.

Automaattikeräilyn täydennyslavat tulevat käsinkeräilyyn täydennettäviksi tölkkituotteilla, kuten kuvassa 11 sekä tuotteilla, joita ei syystä tai toisesta ole sillä hetkellä automaattikeräilyn kerättävissä, kuten kuvan 10 muoviin pakattu muovipullotuote. Sekä 0,5-litraisille pulloille tarkoitettujen korien osalta, joiden menekki on sen verran pientä, että se on otettu automaattikeräilyltä pois. Käsinkeräilyssä ongelmia aiheuttavat hartialinjan yläpuolelle kohdistuvat nostot. Automaattikeräilyn keräämälle lavalle ei nykytilanteessa jää valmista paikkaa, johon täydennettävät tuotteet voisi helposti ja ergonomisesti kerätä.

4 ONGELMAT JA MUUTOSTARPEET

Asiakaskohtainen keräily aiheuttaa ongelmia automaattikeräilyn lavasuunnittelussa. Jopa yhden asiakkaan lava pinoutuu niin, että lava muodostuu epätasapainoiseksi. Korien päälle pinottavat levyt pinoutuvat epätasaisesti, koska levy ei istu korin päälle jäämäkästi.

Kehitystyön taustatöiden aikana nousi esiin erityyppisten keräilytapojen mahdollisuus. Jakelukuormassa asiakaskohtainen keräily voisi olla ominaisuus, josta olisi jatkossakin jakelukuljettajalle hyötyä. Automaattikeräilyn asiakaskohtainen pino on hyödyllisin juuri pienissä lähialueen jakelukuormissa. Lava liikkuu sellaisenaan vain sisälogistiikassa, lava on mahdollista käsitellä sisätiloissa ja asiakaskohtainen pino on selkeämpi erottaa lavalta laiturissa, kun kuljettaja muokkaa kuormansa jakeluun sopivaksi.

Siirtokuljetuksissa lavaa joudutaan mahdollisesti tasoittamaan lastaamisen ja pystyssä pysymisen takia jo Lahdessa eli käsittelykerrat kertaantuvat. Jos asiakaskohtaiset pinot joudutaan purkamaan, hyöty asiakaskohtaisesta pinosta häviää. Siirtokuljetusten keräilyn variointi, niin, että keräily olisi tuotekohtainen, voisi tuoda tehokkuutta lavakapasiteettiin, kuten kuvassa 12, sekä siirtokuljetusten täyttöasteeseen.



Kuva 12. Lavan täyttöaste on korkea, jolloin kuljetusten tehokkuus pysyy hyvänä.

4.1 Käyttäjien kokemukset

Kehitystyön ongelmien määrittämistä varten haastatiin useita henkilöitä tilaus-toimitusketjun eri vaiheista, jotta saatiin mahdollisimman monipuolinen kuva käyttäjille koituvista haasteista.

Varastotyöntekijä, automaattikeräilykoneen käyttäjä Jukka Montonen kertoi AK-käyttäjän näkökulmasta, mitä haasteita nykyinen laavaus ja pinoutumissääntö aiheuttaa. Ongelmina hän näki:

- ➔ Uusien pullojen pohjan tähtikuvion, joka ei edesauta pullojen pystyssä pysymistä levyllä.
- ➔ Muutamia erityisen haasteellisia tuotteita, jotka eivät pinoudu sujuvasti toisten tuotteiden päälle.
- ➔ Lavan epätasapainoisuudesta johtuvat kaadot lavan lähtiessä automaattikeräilystä riippukuljettimella kohti hissejä ja lastauslaitureita.

Cimcorp Oy:n teknikko Reima Luoma kertoi Cimcorpin näkökulmasta haasteista, joista pääällimmäisenä nousi esille kahden eri lavaussuunnitelman ohjaus ennen varsinaista keräilyä. Hartwallin lavaussuunnitteluohjelma (LASU) antaa tietyt reunaehdot, jonka jälkeen automaattikeräilyn oma lavaussuunnittelualgoritmi rakentaa lavan muotoon, johon se tullaan keräämään. Luoma piti säännöstöjä kompleksisina ja koki, että niissä on päällekkäisyyttä.

Jakeluyrittäjä Juha Ruotsalainen kertoi kokemuksistaan jakelijan näkökulmasta automaattikeräilyltä tulevien lavojen suhteen. Ruotsalainen koki, että lavat on aina käsiteltävä lähes täysin uudelleen, jotta tuotteet on mahdollista jakaa asiakkaille jakelukuormasta. Asiakaskohtainen keräily ei hänen mielestään antanut lisäarvoa jakelijan näkökulmasta, vaan päin vastoin heikensi lavan käytettävyyttä sellaisenaan. Hän toivoi selkeämpää eroa kori- ja levykeräilyn sekä tölkkikeräilyn välille. Hän koki, että lavat ovat usein hyvin korkeita ja epätasapainoisia.

Järjestelmäpäällikkö Tomi Raussi selvitti tilaus-toimitusketjun ja erityisesti keräilyn ohjaukseen liittyvien järjestelmien toimintaa. Kävimme läpi aiempien keskustelujen perusteella nousseita ongelmia, jotka hän tunnisti. Tarkoitus on siis pureutua ohjelmien muuttamiseen. Muutoksilla voitaisiin vähentää ongelmia käyttäjien parissa.

4.2 Automaattikeräilyn lavasuunnittelualgoritmi

Automaattikeräilyn lavasuunnittelualgoritmiä on muutettu viimeksi vuonna 2008. Muutosta edelsi korissa kerättävien tuotteiden väheneminen ja levyillä kerättävien tuotteiden lisääntyminen. Lavasuunnittelualgoritmin kuvaus on hyvin monimutkainen kokonaisuus. Seuraavassa algoritmi selkeytettyinä.

Lavasunnittelualgoritmi toimii periaatteella laatikkotyyppi A sopii tai ei sovi laatikkotyypin B päälle. Muut kriteerit ovat:

- Lavalla on 6-8 pinoa. Alle 6 pinoa on sallittu vain, jos lavalla on alle 6 laatikkoa. Tällöin kaikki pinot ovat laatikon kokoisia.
- Noudatetaan pinoutumissääntöjä.
- Pinot ensisijaisesti asiakaskohtaisia.
- Laatikkotyyppikohtaisia pinoja (tätä ei erikseen suosita).
- Yksittäiset tuotteet päällimmäisinä (tämä pitää hoitaa laatikoiden järjestämisenä algoritmin jälkeen).
- Lavan pinoilla on maksimikorkeus (tässä 1920mm).

Ohjelma rakentaa lavan tilausriveistä. Tilausrivi sisältää tiedot tuotteesta, laatikkomäärästä, asiakkaasta ja laatikkotyyppistä. Pinoamissäännöllä lasketaan laatikkotyyppien pinoutumisen hintaa. Pinoutuviissa laatikkotyypeissä hinta on 1 ja pinoutumattomissa 10 000. Ohjelma käsittelee yhtä lavaa kerrallaan. Algoritmissä on kaksi vaihetta. Ensimmäisessä vaiheessa järjestetään kerättävät asiakas-laatikkotyyppit peräkkäin siten, että asiakasvaihtoja ja laittomia pinoutumisia on mahdollisimman vähän.

Seuraavaksi näistä muodostetaan kustannusmatriisi. Asiakkaan vaihtumisen kustannus on 5 000, laitton pinoutuminen 10 000. Näin ollen asiakasta ei hajoteta useampaan pinoon, vaikka niin säästettäisiin jokin laitton pinoutuminen (ei laiteta asiakkaan A laatikoiden väliin asiakkaan B laatikkoa sovituspalksi).

Näin saadun matriisin esittämä ongelma Sequential Ordering Problem (SOP) ratkaistaan ulkoisen c-koodin avulla. C-ohjelma käyttää geneettistä algoritmia matriisin minimoinnissa. SOP-ohjelman luomasta tiedostosta luetaan asiakas-laatikkotyyppi-parien järjestys, näistä muodostetaan pinot. Pino vaihtuu, kun vastaan tulee laitton pinoutuminen. Jokaisen asiakas-laatikkotyyppi -parin kohdalla luodaan tuotekohtainen rivi. Näin pinoon saadaan mukaan myös tuotetieto. Pinoa vaihdetaan aina asiakkaan vaihtuessa tai laittoman pinoutumisen tullessa vastaan (≥ 5000).

Edellisessä vaiheessa on saatu minimi määrä pinoja. Näistä osa saattaa olla ylikorkeita. Toinen vaihtoehto on, että vaikka lavalla olisi tilaa, mukana on moniasiakaspinoja. Tässä vaiheessa pinoja aletaan pilkkoa ja laatikoita siirrellä pinosta toiseen. Jos tässä vaiheessa on liikaa pinoja, pinoja poistetaan matalimmasta pinosta alkaen. Seuraavaksi pinoja lähdetään muokkaamaan SA-menetelmän (simulated annealing) sovelluksella. Käytännössä pinoihin tehdään tiettyjen sääntöjen mukaan satunnaisia muutoksia. Jokaisen muutoksen jälkeen lasketaan lavalle kustannus. Jos kustannus on sama kuin edellinen tai pienempi, muutos jää voimaan. Huonompikin tulos otetaan mukaan tietyllä pienellä todennäköisyydellä (5%). Tämä on tarpeen, sillä joskus optimointi jää niin sanottuun paikalliseen minimiin, ja vaatii hieman enemmän ravistelua. Muutosyrityksiä tehdään 200. Jos kustannus saavuttaa jossain vaiheessa arvon nolla, yritykset voidaan lopettaa, sillä tuota ei saa enää paremmaksi.

Simulated annealing

1. Valitaan pino, josta laatikoita siirretään pois
 - jos lavalla on liikaa pinoja, 80% todennäköisyydellä valitaan yksi matalimmista pinoista
 - jos pinoja ei ole liikaa 80% todennäköisyydellä valitaan kallein pino
 - muussa tapauksessa valitaan mikä tahansa pino
2. Seuraavaksi päätetään, miten pinoa muokataan
 - moniasiakaspinon tapauksessa 70% todennäköisyydellä valitaan satunnainen asiakas pinosta
 - muulloin 90% todennäköisyydellä valitaan jokin pinossa ylinnä olevan laatikkotyyppin tuotteista, 10% todennäköisyydellä mukaan otetaan useampia laatikkotyyppisiä
3. Valitaan kohdepino siirrettäville laatikoille
 - jos lavan kaikki pinopaikat eivät ole käytössä, 50% todennäköisyydellä laatikot siirretään uuteen pinoon
 - muuten etsitään ensin pino-tunnisteeltaan suurempaa pinoa, johon laatikot mahtuvat
 - jos tälläistäkään ei ole, aloitetaan uusi pino, vaikka se olisi ylimääräinenkin

Siirron jälkeen lasketaan uuden lavarakenteen kustannus. Jos kustannus ei ole kalliimpi kuin edellinen, se otetaan voimaan. 5% todennäköisyydellä kalliimpi otetaan seuraavien muutosten pohjaksi.

Lavan kustannusten laskeminen

Kun lavan pinoihin on tehty jokin muutos tai lava on alustettu, sille lasketaan kustannus. Lavan kustannus muodostuu sen pinon kustannusten summasta sekä itse lavan omasta kustannuksesta.

Jokaisen pinon kustannus lasketaan seuraavasti:

- jokainen laatikko, joka nostaa lavan ylikorkeaksi, nostaa kustannusta 1 000:lla
- laiton pinonta pinossa (laatikkotyypit eivät sovi päällekkäin) nostaa kustannusta 10 000:lla
- jos pinossa on useampaa kuin yhtä asiakasta, jokainen lisäasiakas nostaa kustannusta 500:lla

Lisäksi lavalle lasketaan lisäkustannusta seuraavasti:

- jos lavalla on liikaa pinoja, ylimääräiset pinot nostavat kustannusta 5 000:lla
- jos lavalla on alle 6 pinoa, puuttuvat pinot nostavat kustannusta 1 000:lla

-jokainen asiakkaan tuote, jota on kahdessa tai useammassa pinossa, nostaa kustannusta 10:llä per ylimääräinen pino

Tulokset

Paras löydetty ratkaisu toteutetaan kustannusmatriisin ja SA-parannusohjelman jälkeen. (Mikkola 2008)

4.3 Automaattikeräilyn pinoamissääntö

Quality	Lower	Upper	
1	0.33/24P	0.33/24P	
1	1.5/12P	1.5/12P	Poistetaan, yksikkö ei ole käytössä
1	1.5I LEVY	1.5I LEVY	
1	0.5/20P	0.5/20P	Poistetaan, yksikkö ei ole käytössä
1	0.5I LEVY	0.33 levy	
1	0.5I LEVY	0.5I LEVY	
1	0.33 levy	0.33 levy	
2	0.33/24P	1.5/12P	Poistetaan, yksikkö ei ole käytössä
2	0.33/24P	1.0/9P	Poistetaan, yksikkö ei ole käytössä
2	0.33/24P	1.5I LEVY	
2	1.5/12P	0.33/24P	Poistetaan, yksikkö ei ole käytössä
2	0.33/24P	0.5I LEVY	
2	0.33/24P	0.33 levy	

Kuvio 3. Automaattikeräilyn pinoamissääntö.

Kuviossa 3 Quality 1 määrää ensisijaisen pinoutumisen ja 2 toissijaisen pinoutumisen. Lower on pinoutuessa alapuolella ja upper on se yksikkö, joka voidaan pinota alla olevan yksikön päälle. Taulukossa eri tyyppiset yksiköt ovat merkitty pullokoon ja alla olevan alustan mukaan. Korituotteissa ei ole erikseen merkittyinä, että kyseessä on tuote, joka on korissa. Levy-alustalla olevat yksiköt on merkitty erikseen levyiksi. Pinoamissäännössä on mukana vielä yksiköt, jotka ovat jo poistuneet kokonaan käytöstä tai poistuneet automaattikeräilykoneelta.

Muutosehdotuksia:

- ➔ Pinoamissäännöstä poistetaan käytöstä poistuneet yksiköt, kuten 1.5/12P, joka tarkoittaa vanhaa pantillista uudelleenpestävää pulloa. Kyseinen

pullomalli on korvattu 1.5l LEVY:llä, joka puolestaan on kertakäyttöinen pantillinen palautuspullo.

- ➔ Pinoamissäännöstä poistetaan yksiköt, joita ei kerätä automaattikeräilyssä. 0.5/20P on yksikkö, jonka käyttö vähenee koko ajan, eikä ole tehokasta keräillä automaattikeräilyssä. Tämä tuote täydennetään käsinkeräilyn toimesta tarvittaessa.

4.4 Automaattikeräilyn muutostarve

Muutostarpeisiin määritellään keräily eri variaatioin, joko asiakas- tai tuotekohtainen keräily jakelukuormittain tai siirtokuormittain.

Jakelukuorma on asiakkaalle suoraan toimitettava kuljetus, joko Hartwall Lahdesta tai terminaalista. Siirtokuorma on Hartwall Lahdesta terminaalille toimitettava kuljetus, joka useimmiten sisältää useita erikokoisia jakelukuormia.

Asiakaskohtaisessa keräilyssä kuorma kerätään niin, että yhdelle asiakkaalle tilatut tuotteet kerätään yhdelle lavalle. Lavalle mahtuu 8 pinoa, pinossa on vain kyseiselle asiakkaalle meneviä tuotteita. Yksittäisen asiakkaan tilaamat tuotteet määräävät pinon koostumuksen, automaattikeräilijän lavasuunnittelualgoritmin ja pinoamissäännön mukaisesti.

Tuotekohtaisessa keräilyssä koko kuorman tilatut tuotteet kerätään tuotekohtaisiin pinoihin välittämättä mille asiakkaalle tuotteet on tilattu. Yksittäisen asiakkaan tilaamat tuotteet löytyvät kuorman kuuluvalta lavalta, tietystä pinosta. Pinot ovat tuotekohtaisesti kerättyjä automaattikeräilijän lavasuunnittelualgoritmin ja pinoamissäännön mukaisesti.

- ➔ Asiakaskohtainen jakelukuorma. Kerätään vastaavalla tavalla kuin ennenkin, palvelee tarkoitustaan pienissä asiakasmäärissä per kuorma.
- ➔ Asiakaskohtainen siirtokuorma. Kerätään kuten ennenkin, siirtokuormassa matalien lavojen määrä sekä lavamäärä koko kuormassa pysyy suurena.
- ➔ Tuotekohtainen jakelukuorma, ei asiakaskohtaisuutta. Kerätään tuotteittain mahdollisimman täysinä lavoina, jolloin kuljetettaessa myös kustannustehokas.
- ➔ Tuotekohtainen siirtokuorma, ei asiakaskohtaisuutta. Kerätään tuotteittain mahdollisimman täysinä lavoina, jolloin kuljetettaessa myös kustannustehokas. Kustannustehokkuus korostuu pitkillä siirtomatkoilla, joista maksetaan rahti lavamääräperusteisesti.

Muutosmäärittelyn yhtenä tavoitteena on saada tehokkuutta kuljetuksiin. Rahti maksetaan sopimusyrittäjille siirtokuormissa kuljetettavan lavamäärän mukaan. Nykyisellään automaattikeräilyn lavat jäävät usein lavalitroiltaan pieniksi, jolloin hukataan kuljetuskapasiteettia, kuten kuvassa 13 olevissa lavoissa voidaan huomata.



Kuva 13. Lavalitroiltaan pieniä lavoja, joissa kuljetuskapasiteettia menee hukkaan.

Lavan epätasaisuus on siirtokuljetuksissa huono asia. Kuljettaja käsittelee lavan, käytännössä tasoittaa korkeat pinot matalemmiksi, saadakseen sen sidottua kuormatilaan. Tässä kohtaa asiakaskohtainen pino purkautuu, jolloin terminaalilla kuormaa odottava jakelukuljettaja ei pääse hyödyntämään automaattikeräilyn asiakaskohtaista pinoa lavalta.

Toinen tavoite on vähentää lavan käsittelykertojen määrää ja samalla parantaa lavan käytettävyyttä sellaisena, kun se automaattikeräilyn jäljiltä on. Tämä paransi huomattavasti, kun lavalla olisi automaattikeräilyn jälkeen valmis tila käsinkeräilijälle täydentää lava, jolloin tuotteiden siirtely käsinkeräilyvaiheessa vähenisi. Täydennyskeräilyn jälkeen lava olisi toivottavasti niin tasapainoinen, että kuljettaja voisi kuormata lavan sellaisenaan siirtokuljetukseen ja käsittelyjen määrä lastausalueella vähenisi.

Automaattikeräilyn lavauksen uudelleenoptimoinnin muutosmäärittely tehtiin asiakastoimitusten päällikön, jakelupäällikön sekä järjestelmäpäälliköiden kanssa.

Automaattikeräilyn lavauksen muutosehdotus vietiin käsiteltäväksi Cimcorpille loppuvuodesta 2012.

4.5 Automaattikeräilyn lavauksen muutosehdotus

Automaattikeräilyn lavauksen muutosehdotus:

- ➔ Lavalla on 8 pinoa (lavalle mahtuu 8 pinoa tuotteita).
- ➔ Alle 8 pinoa on sallittu vain, jos lavalla on alle 8 laatikkoa. Tällöin kaikki pinot ovat laatikon kokoisia (laatikko on sama kuin tuote).
- ➔ Kun lavaa ei täydennetä, 8 pinoa on sallittu (lavan kaikki 8 pinoa voitaisiin käyttää, koska käsinkeräilystä ei tarvita lavalle täydennettäviä tuotteita).
- ➔ Kun lavaa täydennetään, on lavalla sallittu vain 6 pinoa (tämä jättäisi käsinkeräilijälle sopivan tilan kerätä täydennettävät tuotteet lavalle, ilman turhia tuotteiden siirtelyjä).
- ➔ Jos lava on ylisuuri, niin rikotaan asiakaskohtaisuutta ja toteutetaan lava (tässä tapauksessa asiakaskohtaisuus raukeaa, mutta tuotteet mahtuvat samalle lavalle –ei asiakaskohtaisiin pinoihin).
- ➔ Pinokorkeus 1,5 litran levyissä saa olla tuotantokorkeus + 1 (tällä hetkellä hankalimmat käsinkeräilyn täydennettävien tuotteiden nostot aiheutuvat vanhasta säännöstä, jossa voidaan automaattikeräilyssä kerätä vain tuotantokorkeus 1,5 litran levytuotteissa. (Korkeus ei aiheuta ongelmia tuotantokorkeus +1 korkuisenakaan muussa siirtelyssä toimitusketjun aikana).
- ➔ Varmistetaan, että käytöstä poistetut korityypit eivät ole pinoamissäännöstössä (vanhat tuotetyypit poistetaan kuormittamasta säännöstöä).
- ➔ Korit omiin pinoihin (lavalla olevien asiakkaiden korit samaan / samoihin pinoihin, jolloin tulee vähemmän huonosti pinoutuvia kori/levy-yhdistelmiä).
- ➔ Koripinojen päälle saisi pinoutua vain 1 tai 2 levyä. Tämä helpottaa lavan pystyssä pysymistä. (Korien päälle kerätyt levyt eivät pinoudu täydellisesti, jolloin usean levyn pinoaminen korin päälle aiheuttaa epätasapainoa lavassa).

Korien päälle huonosti sopivat levyt on iso syy pinojen kaatumiselle. Korit on myös helppo erottaa eri asiakkaille, vaikka samassa pinossa olisi useamman asiakkaan korit.

4.6 Automaattikeräilyn lavauksen muutostyö

Automaattikeräilyn lavauksen muutosehdotus analysoidaan Ulvilan pääkonttorilla ja selvitetään tarvittavat resurssit muutostyön toteuttamiseksi. Uudelleenoptimoidun ohjelman simulointi tapahtuu myös Ulvilassa Cimcorpin toimesta.

Uudelleenoptimoidun ohjelman sisäänajon aikataululle on asetettu tietyt reunaehdot. Johtuen sisäänajon aiheuttamista automaattikeräilyn käytön katkoksista, täytyy varmistaa, että Hartwallilla on kyseisenä ajankohtana käytettävissä tarpeeksi henkilöstöä, jolla voidaan paikata automaattikeräilyn hetkellisiä katkoksia. Muutostyötä ei voida tehdä keskellä pääsiäisesonkia, vaan on otettava huomioon keräilyn kannalta rauhallinen aika.

Automaattikeräilyn kapasiteetti on niin suuri, että keräiltävä määrä täytyy saada allkoitua käsinkeräilyyn, jos muutostöiden aikana ilmenee jotakin poikkeavaa. Usein muutostöitä automaattikeräilyyn tehdään käytännössä niin, että toinen puoli on käytössä, sillä aikaa, kun toiselle puolelle tehdään muutostöitä. Keräilytyötä siirretään käsinkeräilyyn, kun automaattikeräilyn keräilytehokkuudesta vain puolet on käytössä. Muutostöihin pitää valmistautua myös henkilöstösuunnittelun kautta. Käsinkeräilyn merkitys korostuu muutosajankohtana. Muutostyö tullaan toteuttamaan pääsiäisen 2013 jälkeen.

5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Automaattikeräilyn keräämien lavojen epätasapaino on ollut ongelma toimitusketjussa jo jonkin aikaa. Ongelma koskettaa useita, sekä Hartwallin henkilökuntaa, että yhteistyökumppanien henkilökuntaa. Asiasta on puhuttu useissa foorumeissa ja aihe on keskusteluttanut ihmisiä usean kahvikupin ääressä.

Opinnäytetyöhön tarvittava aihe oli sopiva tilaisuus ongelman jalostumiseksi kohti ratkaisuaan. Ongelman ratkaisu vaatii taustatutkimusta, yksityiskohtaista osaamista eri aloilta ja kokonaisuuksista sekä energian, jolla ratkaisu saadaan aikaan ja lopulta myös käyttöön.

Ongelman syyt alkoivat vähitellen selvitä, kun eri järjestelmien vaikuttavuussuhteet selvisivät ja automaattikeräilyn ohjaus alkoi hahmottua. Automaattikeräilyn lavojen epätasapainosta johtuvat vaikutukset olivat selkeämmin tiedossa, koska ne olivat näkyneet toimitusketjun arjessa jo pitkään. Kehitystyön aikana saadun laajemman näkemyksen myötä automaattikeräilyn lavauksen ongelmien vaikutusten laajuus selkeytyi.

Taustatöiden jälkeen alkoi automaattikeräilyn lavasuunnittelualgoritmin ja pinoamissäännön muutosten ja parannustarpeiden määrittäminen. Useiden asiantuntijoiden voimin automaattikeräilyn lavauksen muutosehdotus saatiin muodostettua. Ehdotus sai vielä viime silauksen ohjelman toimittajalta. Loppujen lopuksi saatiin aikaan ehdotus, joka voidaan toteuttaa ja ottaa käyttöön.

Uudelleenoptimoitu ohjelma antaa mahdollisuuden toteuttaa automaattikeräilyssä entistä parempia lavoja. Lavat saadaan tasapainoisemmiksi, mikä vähentää kaatoja ja sitä kautta tuotehävikkiä. Lavojen käsittelytarve saadaan pienemmäksi, kun lava on tasapainoisempi ilman, että kuljettajan tarvitsee muuttaa lavalla olevien tuotteiden paikkaa.

Käsinkeräilijän työ helpottuu, kun lavalla on valmiiksi tila, johon täydennettävät tuotteet mahtuvat. Myös korkealle tehtävien nostojen määrä vähenee, kun automaattikeräilijälle on mahdollistettu korkeinkin pinon keräily.

Tuotekohtainen keräily mahdollistaa tehokkaammat lavalitrat ja kustannustehokkaammat siirtokuljetukset. Tarvittaessa tuotekohtaisella keräilyllä keräilytyön määrää voidaan siirtää Lahdesta terminaaleille.

Uudelleenoptimoitu automaattikeräilyn lavasuunnittelualgoritmi ja pinoamissääntö antaa enemmän tavaravirran ohjausvaihtoehtoja. Kuljetussuunnittelusta lähtien voidaan ohjata eri periaatteella kerättyjä siirtokuormia eri terminaaleille ja jopa eri periaatteella kerättyjä siirtokuormia samalle terminaalille. Jakelukuormien automaattikeräilyn lavoja voidaan ohjata joko asiakaskohtaisena keräilynä tai tuotekohtaisena keräilynä, asiakkaasta ja toimituskerrasta riippuen. Muutos antaa kustannustehokkaita keinoja varioida automaattikeräilyn tapaa kerätä lavat ja luo vähemmän käsittelyä vaativia lavoja, jotka pysyvät entistä paremmin pystyssä.

Vaikka opinnäytetyön kanssa tie on ollut pitkä ja ajoittain kivinen, olen oppinut paljon järjestelmistä, ihmisten huikeasta osaamisesta, laitteiden toiminnasta ja tilaus-toimitusketjusta prosessina.

Automaattikeräilyä koskevia muita kehitysaiheita voisi olla vaihtoehto, jossa automaattikeräilyn kautta tuleville lavoille ei täydennettäisi mitään tuotteita. Tässä tapauksessa lava voitaisiin käyttää tehokkaasti vain automaattikeräilyssä oleville tuotteille ja esimerkiksi tällä hetkellä täydennyskeräilyyn kuuluvat tölkkituotteet kerättäisiin asiakas- tai kuormakohtaisesti omalle lavalleen. Toinen kehitysaihealue voisi olla tölkkituotteiden pakkaaminen levyille, jolloin voitaisiin hyödyntää automaattikeräilyä myös tölkkikeräilyssä.

LÄHTEET

www.hartwall.fi, viitattu 10.04.2012

Haastattelu AK-käyttäjä Jukka Montonen 2/2012

Haastattelu Cimcorp Oy teknikko Reima Luoma 2/2012

Haastattelu jakeluyrittäjä Juha Ruotsalainen 2/2012

Haastattelu Hartwall Oy järjestelmäpäällikkö Tomi Raussi 2/2012

Suunnittelukokoukset Hartwallilla syksyn 2012 aikana

Hokkanen S, Karhunen J, Luukkainen M. 2010. Johdatus logistiseen ajatteluun. 5. uud. painos. Jyväskylä: Jyväskylän yliopistopaino.

Karhunen J, Pouri R, Santala J. 2004. Kuljetukset ja varastointi -järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Juva: WS Bookwell.

Karrus K. E. 2001. Logistiikka. 3. uud. painos. Juva: WS Bookwell Oy.

Keinänen T, Kärkkäinen P, Lähetkangas M, Sumujärvi M. Automaatiojärjestelmien logiikat ja ohjaustekniikat. Helsinki: WSOY

Kokkarinen I, Ala-Mutka K. 2000. Tietorakenteet ja algoritmit. Helsinki: Talentum media Oy.

Mikkola S. 2008. Cimcorp Uusi lavasuunnittelualgoritmi. Viitattu 19.10.2012.

Sakki J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta B2B –vähemmällä enemmän. 7. uud. painos. Helsinki: Hakapaino Oy.