

Hyllypaikkojen ja keräilyn optimointi

Kim Anttilainen

Opinnäytetyö
Toukokuu 2015

Logistiikan koulutusohjelma
Tekniikan ja liikenteen ala



JYVÄSKYLÄN AMMATTIKORKEAKOULU
JAMK UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES



Tekijä Anttilainen, Kim	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 13.05.2015
	Sivumäärä 43	Julkaisun kieli Suomi
		Verkkojulkaisulupa myönnetty (X)
Työn nimi Hyllypaikkojen ja keräilyn optimointi		
Koulutusohjelma Logistiikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) Kervola, Henri, lehtori		
Toimeksiantaja(t) Vähälä Yhtiöt		
Tiivistelmä <p>Opinnäytetyö tehtiin Vähälä Yhtiöihin. Sen tavoitteena oli kehittää varaston lavapaikkasijoittelua ja edistää Tana Oy:n tuotantotavaroiden keräilyä. Vähälä Yhtiöiden tekemät investoinnit pienvarastoautomaatteihin loivat sopivan tilaisuuden kehittää koko keräilyä tehokkaampaan suuntaan. Varaston kehittämistyötä ei ollut tehty missään vaiheessa keräilyn alkamisen jälkeen.</p> <p>Opinnäytetyössä tutkimusmenetelmiin kuuluivat kvantitatiivinen sekä kvalitatiivinen tutkimustavat. Opinnäytetyön pohjatieto tutkimus- ja kehittämistyötä varten karttui varastosta vastaavan projektipäällikön sekä varastotyöntekijöiden haastatteluilla. Keräilyyn osallistumalla sain syvempää ymmärrystä kehittämistarpeista. Vuodesta 2014 asti kertyneitä keräilylistojen avustuksella muodostui Excel - laskentataulukoon tarvittavat informatiiviset pivot- taulukot, jotka toimivat työ suurimpina apuvälineinä. Tutkimuksen aikana havaittuja useita kehityskohteita lähdimme parantamaan työn tehokkuuden edistämiseksi.</p> <p>Tulokset osoittavat, kuinka pientavaroiden keräily nopeutui merkittävästi, ja myös kuormalavahyllystön järjestykseen ja toimintoihin on saatu selkeyttä. Vaikka kaikkia hyllypaikkamuutoksia ei keritty opinnäytetyön aikataulun puitteissa suorittaa, tehdyt muutokset ovat vaikuttaneet keräilyn tehokkuuden kasvuun sekä työergonomian paranemiseen.</p>		
Avainsanat (asiasanat) varastointi, keräily, nimikesijoittelu, optimointi		
Muut tiedot		



DESCRIPTION

Author Anttilainen, Kim	Type of publication Bachelor's thesis	Date 13.05.2015
	Pages 43	Language Finnish
		Permission for web publication (X)
Title Optimization of pallet locations and picking methods		
Degree Programme Logistics engineering		
Tutor(s) Kervola, Henri, Lecturer		
Assigned by Vähälä Logistics Ltd		
Abstract <p>This thesis was done to Vähälä Logistics Ltd. The purpose of this was to optimize pallet locations in shelves, in the warehouse and develop picking methods used in Tana Ltd production parts. Investments made by Vähälä Logistics Ltd to automated vertical lifts gave an opportunity to develop the whole picking and therefore, would result in more efficient. No actions had been taken at any point before to help develop and improve this warehouse.</p> <p>Quantitative and qualitative resourcing methods were used in this thesis. The database for resource and development work consisted of interviews that were given by the project manager, who is in charge of the warehouse, and employees of the warehouse. In order to have deeper knowledge of the things that needed to be developed, I became actively involved in the actual picking. From the picking lists, oldest from the year 2014, were created pivot - tables on Excel sheets. These pivot - tables were the most needed tools in this type of working environment. We started to work and try to overcome the numerous problems that were noticed this workplace was facing during my resource phase. This helped to gain efficiency in the picking processes and for it to become more efficient.</p> <p>Results show how small items in picking developed significantly and also pallet location arrangements and functions in shelves are in an improved order. Even though we couldn't make all the changes in the warehouse due to tight timetable, it is certain that already we have achieved progress in efficiency and in work ergonomics.</p>		
Keywords inventory, picking, product placement, optimization		
Miscellaneous		

Sisältö

1	Johdanto.....	3
1.1	Tutkimusmenetelmät ja rajaus.....	3
1.2	Vähälä yhtiöt.....	4
2	Varastonhallinta	5
2.1	Varastointi	5
2.2	Varastoinnin syyt	6
2.3	Varaston toiminnot.....	7
2.4	Kustannusten muodostuminen	8
2.5	Varastonohjauksen vaikutus kustannuksiin	9
2.6	Varastoinnin mittarit	12
3	Keräilyprosessi.....	13
3.1	Keräilyn työvaiheet ja kustannukset	14
3.2	Keräilystrategiat ja teknologiat	16
3.3	Tuotteiden hyllypaikkojen määrittäminen	20
3.4	Materiaalinsiirto	22
3.5	Työergonomia.....	23
4	Vähälä Logistics Oy:n varastotoimintojen analysointi	23
4.1	Nykytilanteen kuvaus	23
4.2	Keräilyprosessin ongelmakohdat	28
5	Kehitysehdotukset ja toimenpiteet.....	31
6	Johtopäätökset.....	38
6.1	Jatkokehittävää	40
6.2	Pohdinta.....	41
	Lähteet.....	42

Kuviot

Kuvio 1. Varaston prosessit	7
Kuvio 2. Varaston kustannusten muodostuminen.....	9
Kuvio 3. Varaston kierron vaikutus varastointi kustannuksiin	10
Kuvio 4. Palvelutason vaikutus varastointikustannuksiin	11
Kuvio 5. Varastoinnin tärkeimmät mittarit	12
Kuvio 6. Kustannusten muodostuminen varastoinnin työvaiheissa	14
Kuvio 7. Varastoinnin työvaiheiden aikajakauma	15
Kuvio 8. Dynaamisen keräilyn strategiat.....	17
Kuvio 9. A travelling salesman problem, keräilyreitien ongelma	20
Kuvio 10. Kardex pientavara-automaatti	27
Kuvio 11. Varaston Tana Oy tuotannon osien layout	28
Kuvio 12. Nimikkeiden sijoittelu lavoille vanhan mallin mukaan.....	29
Kuvio 13. Ote kuormalavahyllystön pivot-taulukosta	31
Kuvio 14. Varaston Tana Oy tuotannon osien uusittu layout	33
Kuva 15. Nimikkeiden sijoittelu lavoille optimoinnin jälkeen	35
Kuva 16. Pientavaroiden sijoittelu automaattiin	37

Taulukot

Taulukko 1. Tana Oy:n koneiden mallisto	26
---	----

1 Johdanto

Työvoimakustannukset ovat nykypäivänä monen varaston suurin menoerä. Varastoissa painotetaan tehokasta työntekoa: jokainen turha työvaihe tulisi minimoida niin kustannusten kuin myös virheiden vähentämiseksi. Työntekijöiden hyvinvoinnin kannalta työ tulisi olla ergonomisesti hyvällä tasolla, sillä hyvä työkyky on sekä työntekijän että työnantajan etu.

Vuonna 2014 Vähälä Yhtiöiden Jyväskylän terminaali aloitti kaatopaikkajyrien valmistaja Tana Oy:n koneiden tuotannon osien keräilyn. Varaston tuotannon osien lava- paikkajärjestyksestä puuttui loogisuus, ja keräilyprosessia varjostivat lukuisat turhat välivaiheet. Ongelmat olivat seurausta siitä, että kokemuksen tuoma hyöty keräilyssä oli liian suuri eikä mahdollinen uusi keräilijä selviäisi koneen keräilystä ilman jatkuvaa opastusta.

Opinnäytetyön päätavoitteena on tehostaa kokonaisvaltaisesti keräilyprosessia Tana Oy osien osalta. Päätavoite koostuu alatavoitteista, joita ovat:

- Nimikkeiden hyllypaikkasijoittelun optimointi
- Siirtymien minimointi
- Keräilyprosessin välivaiheiden minimointi
- Keräilyssä työntekijöiden kokemuksen tuoman hyödyn vähentäminen

1.1 Tutkimusmenetelmät ja rajaus

Opinnäytetyössä käytettävät tutkimusmenetelmät olivat sekä kvantitatiivisia että kvalitatiivisia. Alkuperehdytys tilanteeseen alkoi projektipäällikön ja varastotyöntekijöiden haastatteluilla, minkä jälkeen pääsin havainnoimaan keräilyn ongelmia keräilijän silmin.

Tein töitä muutaman koneen keräilyn ajan varastotyöntekijänä, ja tästä sain hyvää tietoa tutkimusaineistoon. Tämän lisäksi loin havaintoaineiston Excelin pivot-taulukoihin jokaisesta kerättävästä koneesta, minkä avulla pystyin täsmällisesti kohdentamaan kehitykset oikeaan suuntaan.

Vähälä Yhtiöiden Jyväskylän varastolla on Tanan lisäksi muitakin asiakkaita, mutta tässä opinnäytetyössä keskityttiin vain Tanan tuotantoon keräiltäviin osiin. Myöskään Tanan varaosapuolen varastointia ei tässä opinnäytetyössä käsitelty. Pääpaino oli keräilytoiminnoissa, joihin kuuluu siirtymiset, tuotteen löytäminen, keräily ja pakkaus.

1.2 Vähälä Yhtiöt

Vähälä Yhtiöt on kolmannessa sukupolvessa toimiva perinteinen perheyrittys, josta on vuosikymmenten aikana kehittynyt yksi Suomen johtavista logistiikkayrityksistä. Yritys on perustettu 1937, sen pääkonttori sijaitsee Oulussa ja liikenteellinen keskus Jyväskylässä. Kiitolinja-ketjussa Vähälä Yhtiöt on toiminut vuodesta 1956 ja nykyään siihen kuuluu Vähälä yhtiöiden lisäksi Suomen Kiitoautot Oy ja DB Schenker, joka on myös ketjun kansainvälinen yhteistyökumppani. Kiitolinja-ketjun ansioista asiakkaalla on yksi kuljetuskumppani, missä kotimaan kuljetukset sekä tuonti ja vienti ovat koko ajan saman järjestelmän alaisuudessa (Paananen 2013, 7).

Vähälä Yhtiöt (jatkossa lyhemmin Vähälä) taiteilee haastavassa maailmantalouden tilanteessa, jossa tavaran liikkuminen on vähentynyt taantuman vuoksi. Liikevaihto vuonna 2013 oli 47 800 000 €. Omavaraisuusaste Vähälällä on vain 1 %, mikä on verrattain normaalia kuljetusyrityksille suurien investointien vuoksi. Henkilöstöä vuonna 2013 Vähälällä työskenteli 234. (Taloustiedot, 2013.)

2 Varastonhallinta

Varastonhallinnan tarkoituksena on ohjata materiaalivirtaa toimitusketjussa niin, että saavutetaan haluttu palvelutaso hyväksytyin kustannuksin. Varastointi luo mahdollisuuksia yrityksille, mutta se aiheuttaa myös kustannuksia, kun toimitusketjussa tuotteen arvoketju ei jatka kasvua varastoinnin aikana. (Emmett 2005, 35.)

Monet yritykset ovat monien varastointiprosessien hallitsemisen helpottamiseksi ottaneet käyttöönsä varastonhallintajärjestelmän, WMS (Warehouse management system), jonka kautta prosessit ovat yhden järjestelmän alla. Näin informaatio osastojen välillä helpottuu ja fyysisen toiminnan resursseja on mutkattomampaa kohdentaa oikeaan prosessiin. WMS:n käyttöönotto vaatii investointeja, minkä vuoksi pienemmillä volyyymeillä toimivat varastot jättävät sen tekemättä.

2.1 Varastointi

Varastointi on logistiikan yksi osa-alue, jossa tuotteelle ei pääsääntöisesti kerry yhtään lisäarvoa. Varasto onkin ikään kuin kuljetus, joka ei liiku. Suomen kielen *varasto* tarkoittaa kahta eri asiaa, jotka englannin kielellä kääntyvät sanoiksi *inventory* ja *warehouse*. *Inventory* kuvaa vaihto-omaisuuden materiaaliosuutta eli varastoitavia tuotteita, kun taas *warehouse* on termi fyysiselle varastolle, jossa tuotteita säilötään. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 125.)

Varastot koostuvat raaka-aineista, puolivalmisteista, keskeneräisestä työstä sekä valmistutuotteista. Toimitusketjussa varastojen määrä pyritään optimoimaan toiminnan tehokkaan jatkuvuuden takaamiseksi eliminoimalla turha varastointi. Varastonohjauksen pyrkimyksenä on antaa paras mahdollinen lisäarvo sekä asiakkaalle että yritykselle. (Hokkanen ym. 2011, 201.)

Varastot ovat kustannuksia aiheuttava tekijä, mutta niistä luopuminen on hankalaa erityisesti Suomen kokoisessa maassa, missä volyymit ovat pieniä. Siispä Suomen ohuiden ja pitkien materiaalivirtojen vuoksi varastointien ylläpito on järkevä toiminto. Tehtävä onkin varaston poistojen sijaan mitoittaa ne kustannustehokkaasti niin, ettei tarpeettomia puutteita tai ylivarastointia esiinny. (Hokkanen ym. 2011, 136–137.)

2.2 Varastoinnin syyt

Toimitusketjun eri vaiheet muodostavat monia syitä perustellulle varaston olemassaololle. Hyvin luotu varastonhallinta ikään kuin ruokkii tuotantoa ja tarjoaa tuotteita ja palveluita myös suoraan asiakkaalle. (Vogt, Pienaar & de Wit 2005, 92.)

Varastonhallinnan haastava tehtävä on pitää kukin tuotantoprosessi käynnissä yrityksen edun mukaisesti tehokkaalla ja taloudellisella tavalla. Varastointi tarkoituksena on,

- saavuttaa taloudellinen etu
- minimoida epävarmuus tilaus-toimitus-ketjussa
- tasapainottaa tarjontaa ja kysyntää
- varmistaa vakaa työllisyys
- luoda turvaa puskurina (Vogt ym. 2005, 92).

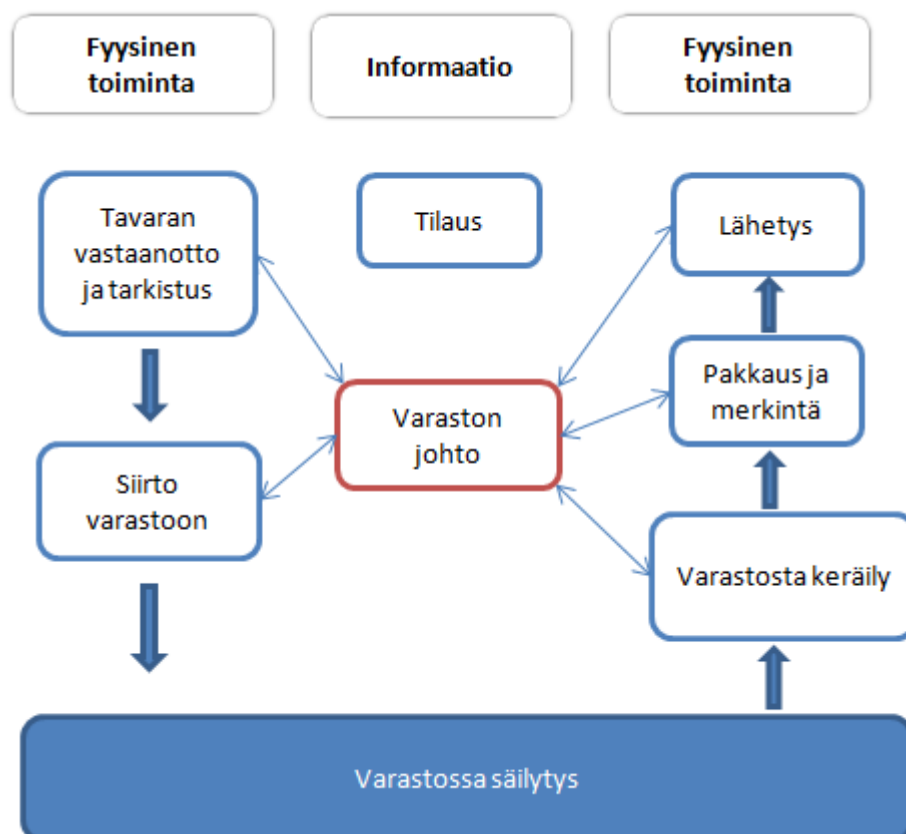
Taloudellisen edun saavuttamisella tarkoitetaan taloudellisten toimituserien tilaamisesta niin, että kustannus per yksikkö on alhaisempi niin tilaus- kuin kuljetuskustannuksissa.

Tuotteiden varastointi sallii jatkuvamman tuotannon kysynnän vaihteluista huolimatta. Tämä on eduksi henkilöstön työllistämisen kannalta, sillä työntekijöiden vaihtuvuus on kallista. Lisäksi laatu saattaa kärsiä työkokemuksen puutteen vuoksi. Vogtin ja muiden mainitsemat muut kohdat varastoinnin syiksi perustuu lähinnä epävarmuustekijöihin toimitusketjussa sekä kysynnässä. Ennustaminen on vielä nykypäivänä taiteenlaji, jota ihminen ei hyvistä apuvälineistä ja tilastoista huolimatta täysin hallitse.

Tämän vuoksi varastoilla varaudutaan tulevaan. Epävarmuutta on muun muassa ostovoimassa, raaka-aineiden saannissa, kuljetuksissa sekä tuotannossa. Varastot toimivat puskurin tavoin varmistaen, että tuotteita on aina saatavilla. Varaston loppumisella on suora seuraus tulokseen. (Vogt ym. 2005, 93.)

2.3 Varaston toiminnot

Varastonhallinta perustuu fyysiseen toimintaan sekä informaatiivirtaan kuvion 1 mukaisesti. Koko prosessi lähtee liikenteeseen tilauksesta, joka on toiminnan laukaiseva impulssi. Työnjohto valvoo tilauksen etenemistä niin, että informaatio kulkee tavaran vastaanotosta aina sen lähetykseen saakka. (Hokkanen ym. 2011, 130.)



Kuvio 1. Varaston prosessit (muokattu Hokkanen ym. 2011, 130)

Varaston kaksi päätoimintoa ovat varastointi sekä materiaalinkäsittely. Materiaalinkäsittelyyn kuuluu monia toimintoja, kuten tavaroiden purku, siirtely, hyllytys, keräily sekä lähettäminen. (Hokkanen ym. 2011, 130.) Käsittely on aikaa vievää, minkä vuoksi etäisyyksien ja teknologian tulisi tukea varaston toimintoja.

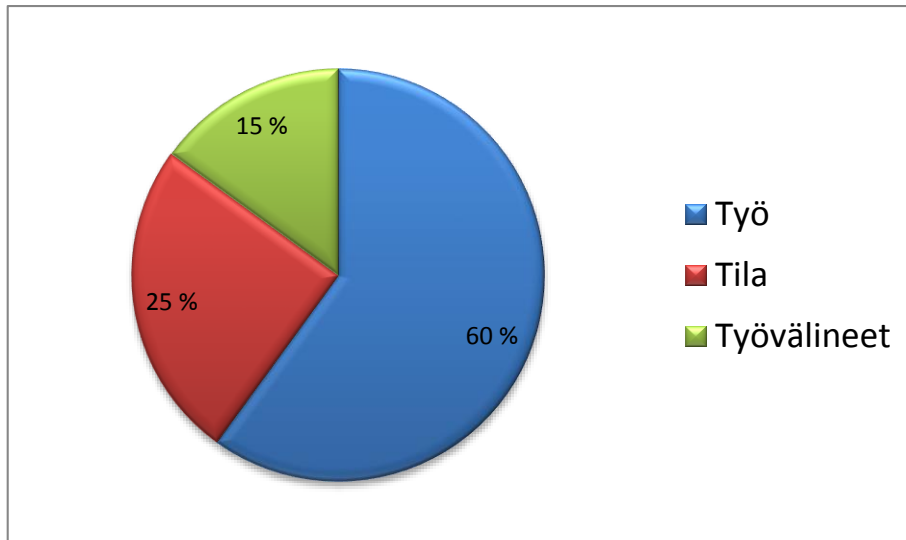
2.4 Kustannusten muodostuminen

Varastoinnin kustannukset muodostuvat kaikista varastossa tapahtuvista toimista ja sen ylläpitämiseen vaikuttavista kustannuksista. Mishra (2008, 17) jakaa kustannukset seuraaviin pääluokkiin:

- hallintakustannus, pitää sisällään pääomakustannuksen, tilakustannukset, vakuutukset, verot, käsittelykustannukset, kalustokustannuksen, arvonalenemiset, haaverit.
- tilauskustannus, Kattaa tilauksesta aiheutuvat kulut hallinnan, valmistelun ja työn osalta.
- asetuskustannus
- puute- ja ylijäämäkustannus.

Kustannukset voidaan myös jakaa yksinkertaisemmin suoriin ja epäsuoriin kustannuksiin. Suorat kustannukset kertyvät kaikesta työstä ja materiaalista, mitä varastossa aiheutuu ja käytetään. Epäsuorat kustannukset eivät muutu varastoitavan materiaalin määrän mukaan, vaan ne pysyvät pidempiaikaisesti vakoina, kuten sähkö ja lämmityskulut.

Emmett (2005, 175) jakaa kuvion 2 mukaisesti varastokustannukset kolmeen pääryhmään, jossa suurin kustannus muodostuu työstä.



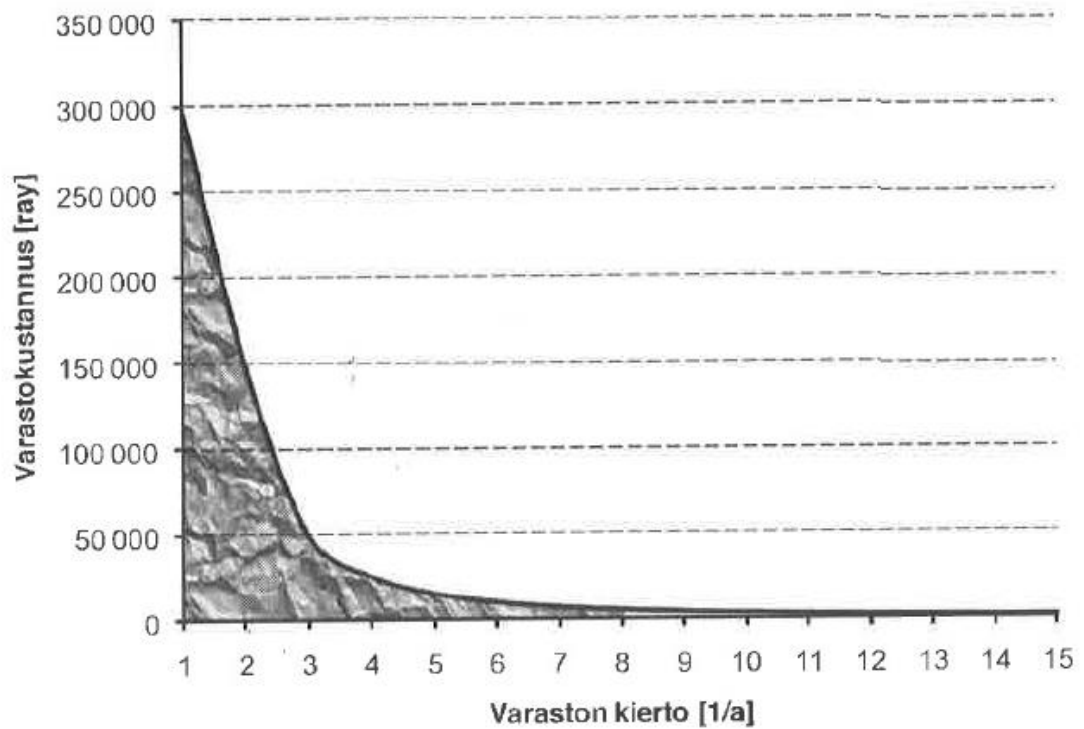
Kuvio 2. Varaston kustannusten muodostuminen (tiedot Emmett 2005, 175)

Kuvio 2 edustaa tyypillistä kustannusten jakautumista varastossa, jossa on normaalia tavaran vastaanottoa, hyllytystä, keräilyä sekä lavojen yhdistelyä ja lähettämistä. Koska työ on suurin menoerä, siihen tulisi myös kiinnittää huomiota kustannusten alentamiseksi. (Emmett 2005, 175–176.) Kuviossa 2 Emmett tarkastelee kustannuksia ilman sitoutuneen pääoman kustannuksia.

2.5 Varastonohjauksen vaikutus kustannuksiin

Varastoon sitoutuu aina pääomaa, ja sen takia varastonohjauksen yksi päätehtävistä on pitää varastotaso myynnin kanssa tasapainossa. Varastokustannuksien alentaminen on mahdollista vähentämällä jälkitoimituksia, kasvattamalla toimitusnopeutta, vähentämällä varastoja ja parantamalla ennustustarkkuutta. (Hokkanen ym. 2011, 203.)

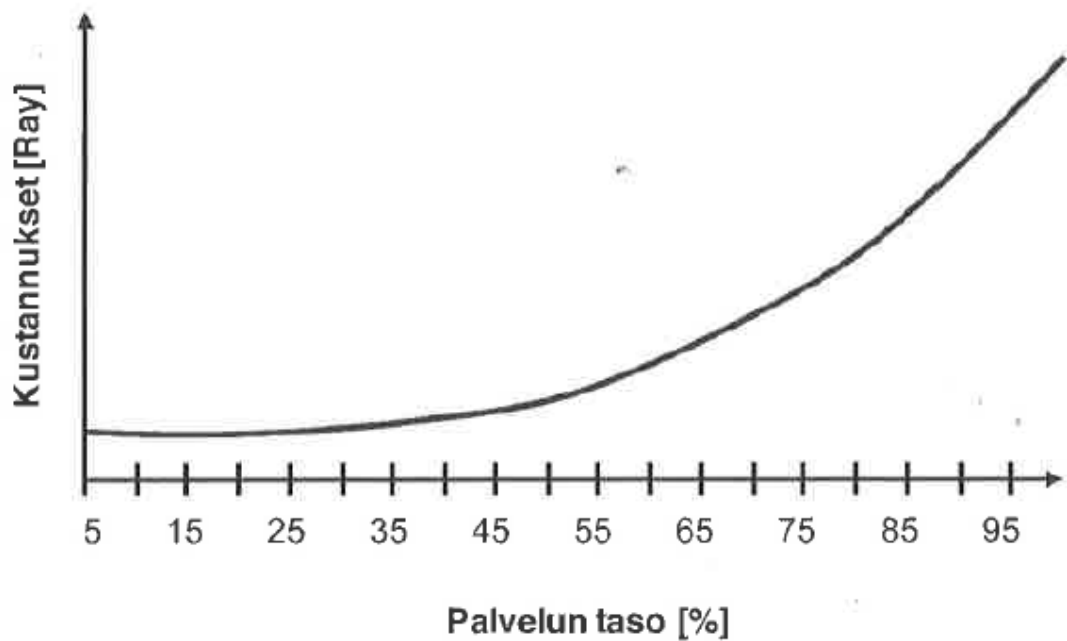
Kustannuksiin vaikuttaa voimakkaasti se, minkälainen varastotaso halutaan säilyttää. Korkea varastotaso sitoo pääomaa ja hidastaa varaston kiertoa. Hokkanen ja muut (2011, 205) esittävät havainnollistavan kuvion 3 avulla, kuinka varastokustannus nousee varastonkierron ollessa pieni.



Kuvio 3. Varaston kierron vaikutus varastointi kustannuksiin (Hokkanen ym. 2011, 205)

Toinen varaston kustannuksiin merkittävästi vaikuttava asia on halutun toimitusvarmuuden ja toiminnan laadun ylläpitäminen. Oikean tilaushetken ja eräkoon määrittäminen vähentää haluttaessa niin maksimi- kuin keskivarastoakin. Yritysmaailmassa toimitusajat ja kysyntä ovat kuitenkin harvoin vakioita, minkä johdosta varmuusvarasto tulee tarpeelliseksi.

Varmuusvarasto turvaa toimitusketjussa tapahtuneet erheet tiettyyn pisteeseen asti, minkä jälkeen tuote loppuu varastosta. Varaston loppuminen heikentää palvelutason, joten kustannukset ja palvelutaso on välittömässä suhteessa keskenään, kuten kuviosta 4 voidaan huomata.



Kuvio 4. Palvelutason vaikutus varastointikustannuksiin (Hokkanen ym. 2011, 208)

Varastotaso tulisi määrittää niin, että se seuraa menekkiä ja tyydyttää näin asiakkaan tarpeet. Varastotason määrittämisen tulisi olla yrityksen harjoittaman politiikan mukainen, mihin vaikuttaa myös vallitseva kilpailutilanne. (Emmett 2005, 41.)

Edellä mainittiin kuinka työstä muodostuvat kustannukset ovat suurimpia toimivassa varastossa. Tämän johdosta yksi tapa vaikuttaa kustannusten muodostumiseen, on varastoitavien tuotteiden luokittelu esimerkiksi ABC-analyysin mukaan, missä A on nopeasti kiertävät tuotteet, C hitaasti kiertävät ja B näiden väliltä. Luokittelu auttaa tuotteiden sijoittamisessa varastoon niin, että nopeasti kiertävät tuotteet ovat varaston parhailla ja nopeimmin kerättävillä paikoilla. Näin saadaan eliminoitua turhat siirtymät ja tehokkuus paranee. (Emmett 2005, 179.)

2.6 Varastoinnin mittarit

"If you cannot measure, you cannot manage", kuuluu tuttu lausahdus toimintojen mittaamisesta. Organisaation johto tarvitsee informaatiota toimintaansa varten seuraavien kohtien mukaan:

1. tietoa vallitsevasta tilanteesta, (sekä yritystä että sen ympäristöä koskevista asioista)
2. tietoa niin määrällisistä kuin laadullisista tavoitteista
3. tietoa menetelmistä, jolla tarkoitetaan keinoja ja tekijöitä, joita käyttäen tavoite saavutetaan. (Tuottavuus - mittaa ja menesty 1996, 22.)

Varaston toimintaa ja tehokkuutta voidaan mitata monilla eri mittareilla. On kuitenkin tärkeää, että mitattava asia on oikeellista, uskottavaa, asiaankuuluvaa ja käytännöllistä. Mittaus menee helposti sivuraiteille kun keskitytään vääriin asioihin.

Varastolle tärkeimmät mittarit muodostuvat neljästä kokonaisuudesta, jotka on lueteltu kuviossa 5. Näiden mittareiden kanssa varastonhallinnan on taiteiltava. Kaikki mittarit ovat sidoksissa keskenään niin, että toisen parantaminen saattaa heikentää toista. Esimerkiksi palvelutason nostaminen 95 %:sta 98 %:iin merkitsee 25 %: varastotason nostoa ja näin suurempia kustannuksia (Emmett 2005, 49).



Kuvio 5. Varastoinnin tärkeimmät mittarit

Varastossa on monia mitattavia prosesseja, joilla voi avata varastossa piileviä epäkohtia. Varastossa työskentelevä työntekijä tai satunnaisesti siellä kiertävä esimies ei suoralta kädeltä osaa sanoa varaston kiertonopeutta tai kauan hyllyssä seisseitä nimikkeitä. Tämän johdosta nimikkeiden tilastoinnilla ja laskutoimituksilla saadaan esille varaston kannalta tärkeää käyttökelpoista tietoa.

Hyödyllisiä mittareita ovat muun muassa varaston kiertonopeus, toimitusvalmius ja keräilyssä esimerkiksi keräilyn tehokkuus, joiden kaavat avautuvat seuraavasti:

$$\text{Varaston kiertonopeus} = \frac{\text{vuoden käyttö tai myynti (hankintahinnoin)}}{\text{varaston keskiarvo (hankintahinnoin)}}$$

$$\text{Toimitusvalmius} - \% = \frac{(\text{kaikki toimitetut} - \text{myöhässä toimitetut}) * 100\%}{\text{kaikki toimitetut}}$$

$$\text{Keräilyn tehokkuus} = \frac{\text{Kerätyt rivit}}{h}$$

Mittaamisen tavoin mitattavien asioiden analysointi ja julkaisu on myös oleellista kehittymisen kannalta. Kaikkea mitattavaa tietoa ei ole välttämätöntä julkaista työntekijöille, mutta niiden asioiden, joita halutaan tuoda työntekijöille esille, tulee olla yksiselitteisessä muodossa. Näin asiat on helpompi sisäistää ja mahdollisia kehityskohteita voidaan lähteä työstämään.

3 Keräilyprosessi

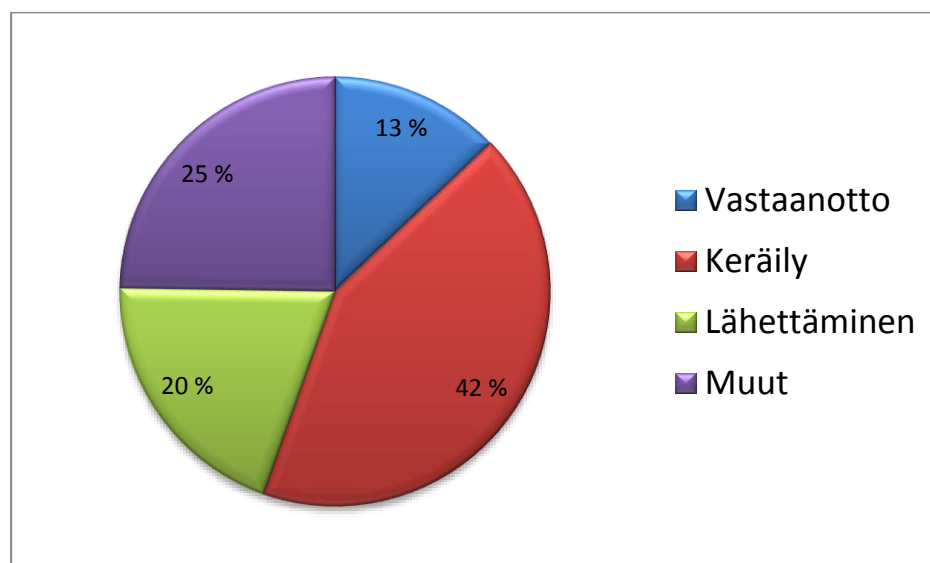
Kaikkia varastoja yhdistävä tekijä on keräily, jota voi tapahtua kappale tai lava kerrallaan. Nykyteknologia on mahdollistanut monien teknisten laitteiden ja automaation hyödyntämisen keräilyssä perinteisen kynän ja paperin sijaan. Keräily yksi on varaston työvaltaisimmista tehtävistä, se määrittelee pitkälti varaston tehokkuus ja toimivuus. (Hokkanen & Virtanen 2012, 35.)

Keräily jaetaan staattiseen sekä dynaamiseen sen mukaan, kulkeeko tavara esimerkiksi automaation turvin keräilijän luokse vai kulkeeko keräilijä perinteisesti hyllypaikalle keräilemään. Keräilyssä tärkeää on, että lähetyksen tuotteet on kerätty oikein ja ne on pakattu niin, että ne saapuvat hyväkuntoisina myös vastaanottajalle. Lähetyksen muodostaminen vaatii osaamista aina lähetyksiäsiakirjojen laatimiseen asti. (Hokkanen ym. 2012, 34.)

Keräily on varastoinnin intensiivisin työoperaatio, missä virheet saattavat johtaa suurin kustannuksiin sekä asiakastyytyvyyden heikkenemiseen. Keskeistä on minimoida tuotevauriot, vähentää siirtymiä ja kehittää keräilytarkkuutta. (Frazelle 2002, 148.)

3.1 Keräilyn työvaiheet ja kustannukset

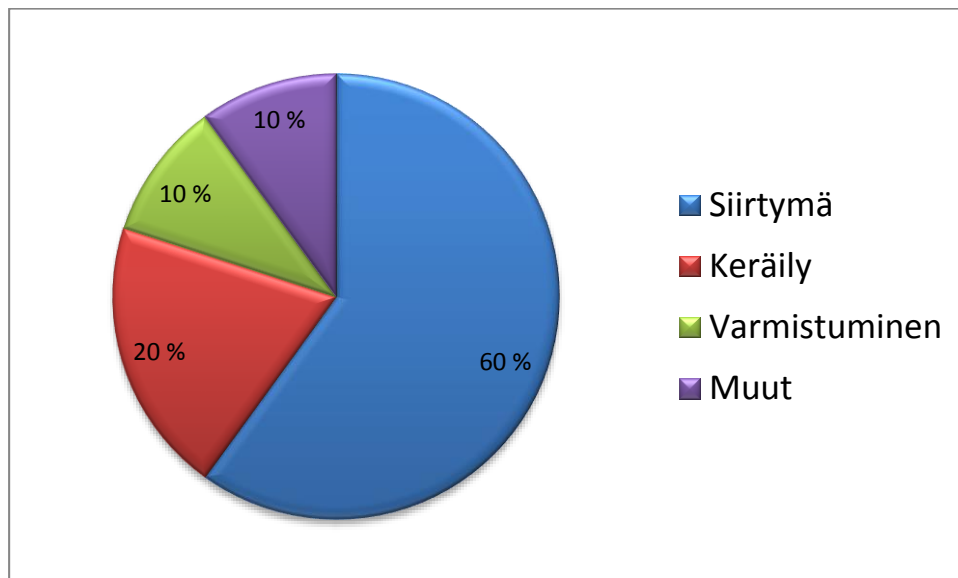
Luvussa 2.4 mainittiin, kuinka varastossa tehtävä työ on suurin menoerä. Jos tämä varaston kustannusten muodostumisen työ-kokonaisuus eritellään työvaiheiden mukaan, huomataan kuvioista 6, kuinka keräily lohkaisee 42 %:n osuuden kaikista kustannuksista (Emmett 2005, 175).



Kuvio 6. Kustannusten muodostuminen varastoinnin työvaiheissa (tiedot Emmett 2005, 175)

Keräilyn työvaiheet koostuvat siirtymästä, oikean tuotteen löytämisestä, keräilystä, oikean tuotteen varmistumisesta, kuljetusyksikköön asettelemisesta ja taas siirtymästä.

Emmett (2005, 177) havainnollistaa kirjassaan *Warehouse management*, kuinka keräilijän ottamat neljä hukka-askelta siirtymissä kertyy kahden kilometrin mittaiseksi hukkakävelyksi päivässä. Oletuksena on kuitenkin, että keräilijä pystyy keräämään 150 nimikettä tunnissa. Pienistä asioista muodostuu suuria kustannuksia isommassa mittakaavassa. Siirtyminen on myös suurin aikatekijä keräilyn toimissa kuvion 7 osoittamin prosentein.



Kuvio 7. Varastoinnin työvaiheiden aikajakauma (tiedot Emmett 2005, 178)

Varastonhallinnalla pystytään vaikuttamaan näihin keräilyn kustannuksiin ja aikoihin harkitulla varaston layoutilla, tuotteiden sijoittelulla sekä yrityksen käytössä olevalla teknologialla ja automaatiolla.

Richards (2011, 75) mainitsee kirjassaan *Warehouse management*, kuinka edes kunnollisia tuoteprofiileja varastoitaville tuotteille ei ole tehty, enne kuin jo harkitaan automaation hankkimista apuvälineeksi. Yksinkertaiset toimet, kuten profilointi, paikan määrittäminen, keräilyreitien määrittäminen, keräilymäärien määrittäminen, asiaankuuluva välineistö sekä toimintojen dokumentointi tehostavat keräilyä ilman automaation mukaan tuomista.

3.2 Keräilystrategiat ja teknologiat

Virheherkän paperin ja kynän avuksi nykyteknologia on mahdollistanut muita keräilytapoja varastossa. Suurimmaksi avuksi ovat tulleet tekniset laitteet, kuten kuljetusapuvälineet, kuljettimet ja tiedonkeruujärjestelmät, joiden tarkoituksena on tehostaa keräilyä ja parantaa laatua.

Keräilystrategioita ja teknologian käyttötapoja on monia, sillä kullakin yrityksellä on erilaiset vaatimukset oman toimintansa tukemiseksi, eivätkä tämän vuoksi kaikki strategiat ole soveliaita jokaiselle (Richards 2011, 73). Staattisen ja dynaamisen keräilyn lisäksi varastoilla on monia vaihtoehtoja, miten ja millä keräily suoritetaan.

Dynaaminen keräily

Suurin osa varastoista jatkaa edelleen operointia minimaalisella määrällä automaatiota, ja sen vuoksi dynaaminen keräily on ainoa vaihtoehto. Siitä huolimatta dynaamiseen keräilyyn strategioita löytyy kuvion 8 mukaisesti kuutta erilaista.



Kuvio 8. Dynaamisen keräilyn strategiat (tiedot Richards 2011, 75-77)

Hyvin usein keräily suoritetaan matalakeräilijän, työntömastotrukin tai jonkin muun teknisen apuvälineen avustamana. Tiedonkeruujärjestelmät ovat kehittyneet niin, että jopa trukeissa ja matalakeräilijöissä on näyttö, joista kerätyt määrät voi kuitata. Tiedonkeruujärjestelmänä varastolla voi olla myös viivakoodi tai puheohjaus. Viivakoodi on nopea ja tieto kulkee viivakoodin lukemisesta viipymättä käytettävään järjestelmään. Viivakoodin haittana kuitenkin on viivakoodinlukijan käytettävyys, sillä kummatkin kädet eivät ole koko ajan vapaana, kun lukijaa käytetään. Puheohjauksella taas kummatkin kädet ovat käytössä varsinaiseen keräilytehtävään ja työ tehostuu ja mahdollisuus virheille pienenee.

Paperista keräilylistaa ei sovi unohtaa, sillä sitä käytetään vielä valtaosassa varastoista. Paperisessa keräilylistassa todennäköisyys virheelle on suuri, koska kunkin oma käsiala on tulkinnanvaraista ja papereita yksinkertaisesti tuppaa aina hukkumaan. Keräilytehtävä on rikkonaista, kun papereista pitää monesti katsoa mihin, kohtaan *kerätty* merkki tulee laittaa.

RFID-teknologia on puheohjauksen kanssa uusimpia tulokkaita keräilyn apuvälineeksi. RFID (Radio Frequency Identification) vapauttaa viivakoodin luvulta, ja tuotteiden saapuminen voitaisiin kirjata jo lastauslaiturilla, kun ne tulevat mittausportin läpi. RFID-teknologia kuitenkin odottaa vielä tulemistaan, sillä se vaatii järjestelmien yhtenäistämistä ja vielä teknologian tulemisen esteenä on ollut sen hinta.

Staattinen keräily

Staattisessa keräilyssä keräilijä pysyy paikallaan ja koneet hoitavat työn. Nopeuden, tarkkuuden ja tuottavuuden tavoittelu on ajanut varastohallinnan automaation pariin. Tämä sopii hitaasti liikkuville sekä nopeasti liikkuville tuotteille, pientavaroille sekä tuotteille, joissa palvelutaso tulee pitää erittäin korkealla, kuten autoteollisuudessa. (Richards 2011, 82.)

Staattisen keräilyn ja automaation hyödyt ovat:

- tilasäästö
- työ- ja energiasäästö
- työn jatkuvuus 24/7
- käsittelykertojen vähäinen määrä
- onnettomuuksien vähäinen määrä
- ergonominen työasento (Richards 2011, 82.)

Pientavaravarastointiin tarkoitettuja varastoautomaatteja ovat karuselli ja vertikaalimalliset hissit. Karuselliautomaatti voi korkeudeltaan olla 2-8-metrinen ja se kiertää horisontaalasti ympäri. Se sopii erityisesti pientavaroille ja roikkuville esineille, kuten vaatteille.

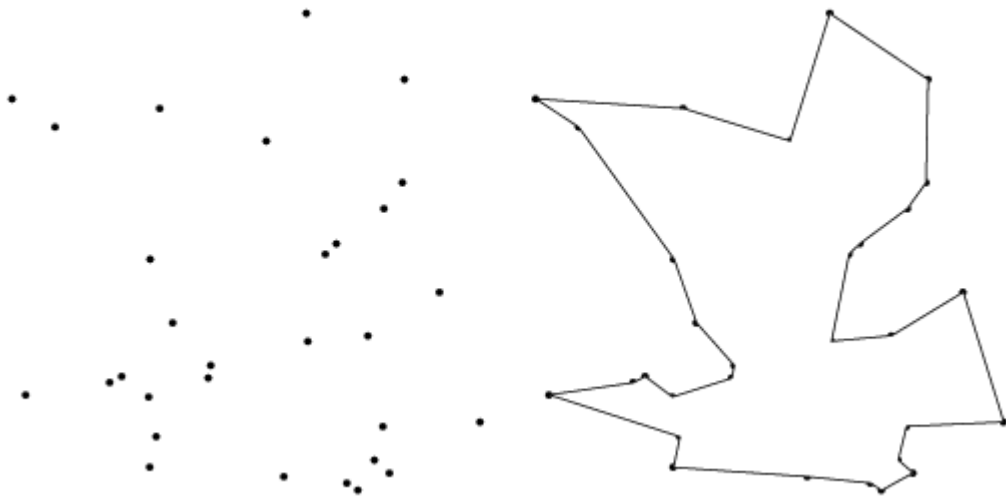
Keräiltävää tavaraa poimittaessa se pyörii niin kauan, kunnes esine on ulosottoaukon luona. Tähän kierrokseen saattaa pitkässä karusellissa mennä paljon hukka-aikaa. Karuselli sopii kuitenkin varastoihin, joissa kattoraja toimii korkeusrajoitteena. (Richards 2011, 94.)

Vertikaaliset hissit käyttävät varaston korkeuden kokonaan hyödyksi eikä näin hukkatilaa jää käyttämättä. Horisontaaliseen karuselliin verrattuna vertikaalinen automaatti käyttää paljon pienemmän ekologisen jalanjäljen. Niin vertikaalisessa hississä kuin karusellissakin on sisään ajettu ohjelma, jota keräilijä hallitsee näyttöpäätteen kautta keräilyn aikana. Tuotteet on aseteltu hississä sijaitseville tasoille, jotka automaatti siirtää yksi kerrallaan ulosottoaukolle keräilyn aikana. Vertikaalinen karuselli voi olla korkeudeltaan jopa 20-metrinen. Näin korkeissa automaateissa ylimpien tasojen alas tuonti keräilyyn vie kuitenkin jo useampia sekunteja. (Richards 2011, 94.)

Pienvarastoautomaatista keräily tapahtuu usein valojen osoittaman paikan mukaan. Tämä on tarkka keräilytapa, mutta se vaatii automaatilta jo hieman edistyneemmän ohjelman asennettavaksi. Myös viivakoodiluentaa käytetään paremman keräilytarkkuuden aikaansaamiseksi. Nämä järjestelmät vaativat integroidun järjestelmän automaattien ja käytössä olevan toimintaohjausjärjestelmän (ERP) välille. (Richards 2011, 112.) Perinteistä paperista keräilylistaa jota operoidaan kynän kanssa, ei tarvitse välttämättä integroida.

3.3 Tuotteiden hyllypaikkojen määrittäminen

Useissa yrityksissä varastotilauksen käsittely ja toimitus on sen tärkein liikevaihdon tuottaja. Sen vuoksi pienestä säästöstä yhden rivin keräyksessä muodostuu suuri säästö suuremmissa mittakaavoissa. Keräilyssä perinteinen ongelma on optimaalisen keräilyreitit löytäminen niin, että matkaa kertyisi mahdollisimman vähän. (Daniels, Rummel & Schantz, 1996.) Englanninkielellä termi kuuluu *a travelling salesman problem*. Ongelmaa havainnollistaa kuvio 9.



**Kuvio 9. A travelling salesman problem, keräilyreitit ongelma
(A travelling salesman problem)**

Keräilyreitit ongelmaa voidaan helpottaa optimoimalla varaston layout ja hyllypaikat keräilylle sopivaksi. Varastossa tulisi huomioida

- vastaanottoalue
- keräilyalue
- aktiivi- ja reservipaikat
- pakkausalue
- lähetysalue
- tyhjen lavojen ja pakkausmateriaalien alue. (Richards 2011, 151–152.)

Varastoitavien tuotteiden sijoittelulla varastoon on merkitystä tehokkaan keräilyn kannalta. Kaikki tuotteet eivät välttämättä kierrä varastossa yhtä nopeasti, jolloin ABC-analyysi havainnollistaa optimoitujen paikkojen löytymistä. Tuotantolinjoilla ja tuotantoon kerätessä luokittelu ei kuitenkaan auta, jos kaikkia tuotteita kerätään määrällisesti yksi kappale. Kaikki tuotteet ovat koosta, muodosta ja painosta huolimatta yhtä tärkeitä, sillä kone ei ole täydellinen, jos yksikin osa puuttuu.

Tehokkuutta tavoittelevan varaston yksi tehtävistä on vähentää työn välivaiheiden määrää (Richards 2011, 162). Tämän vuoksi tuotantoon kerätyt rivit on tehokkainta asetella kuljetusyksikköön jo valmiiksi niin, että aikaa säästyy erilliseltä pakkausvaiheelta ja tuotteiden sijoittelulta kuljetusyksiköstä toiseen. Tuotteiden rikkoutumisen välttämiseksi keräilyjärjestys alkaa painavammista tuotteista, jotka asetellaan pohjalle ja joiden päälle pienemmät ja kevyemmät tuotteet voidaan sijoitella. Jos hyllypaikat eivät tue tätä järjestelyä, on keräilijällä edessään tyypillinen *traveling salesman problem*, missä keräilylistoista pitää erikseen katsoa pohjalle aseteltavat tuotteet.

Aktiivi- ja reservipaikkajärjestelmä on sekoitus kiinteä- ja vaihtuvapaikkaisesta järjestelmästä. Aktiivipaikalla tarkoitetaan paikkaa, mistä nimikettä tullaan ensisijaisesti keräämään. Reservipaikalta täydennetään aktiivipaikalle nimikkeitä kun saldo on vähissä. Reservipaikoille taas varastoidaan nimikkeen saldo, joka ei mahdu aktiivipaikalle. (Hokkanen ym. 2004,148.)

3.4 Materiaalinsiirto

24/7 operointikulttuuri sekä ikääntyvä työvoima luo haasteita ja vaatimuksia varastossa käytettävälle kalustolle. Käytännössä tarkoitus on saavuttaa paras mahdollinen suoritusteho minimaalisella vaivannäöllä. Sopivaa materiaalinsiirtovälineistöä valittaessa haetaan

- alhaista yksikköhintaa materiaalinkäsittelyssä
- käsittelyajan minimointia
- lattiapinta-alan optimointia
- vahinkojen ja riskitekijöiden minimointi tuotteiden ja henkilöstön suhteen
- energian kulutuksen vähentämistä. (Richars 2011, 179–180.)

Materiaalia siirretään lavojen ja rullakoiden avulla. Yksinkertaisin työkalu siirtoihin löytyy haarukkavaunun käytöstä, missä työntekijän oma fyysinen panos on suhteellisen suuri. Haarukkavaunun mukana on käveltävä ja nostot ja laskut tapahtuu mekaanisesti. Tekniikka on kuitenkin luonut uusia ja tehokkaampia keinoja materiaalinsiirtoihin. Lavansiirtovaunut on hyvä vaihtoehto haarukkavaunulle, sillä se tehostaa tavarakäsittelyä merkittävästi. Lavansiirtovaunun käsittelijän työkuorma alenee kun kone tekee fyysisen työn siirroissa, nostoissa ja laskuissa. (Intolog kuvasto 2014, 158, 162.)

Keräilyyn muita materiaalinkäsittely työvälineitä on matalakeräilijät, välitasokeräilijät sekä korkeakeräilijät. Painavampia kuormia esimerkiksi hyllytys ja keräilyvaiheessa operoidessa pinoamistrukit, työntömastotrukit ja vastapainotrukit ovat hyviä työvälineitä. Oikean trukin valintaan vaikuttavat keräilykorkeus, tarvittava kapasiteetti sekä varaston käytäväleveys. (Intolog kuvasto 2014, 156.)

3.5 Työergonomia

Liikkuminen, nostot ja laskut kuormittavat työntekijää, jos keräily ei ole täysin automatisoitu. Varsinkin toistuvat kuormittavat liikkeet ja raskaiden esineiden nosto ja lasku aiheuttaa pahimmassa tapauksessa työntekijälle tuki- ja liikuntaelin vaivoja.

Työturvallisuuslain 24 § edellyttää työnantajaa huolehtimaan siitä, että työpisteen rakenteet ja käytettävät työvälineet valitaan, mitoitetaan ja sijoitetaan työn luonne ja työntekijän edellytykset huomioon ottaen ergonomisesti asianmukaisella tavalla. (Työsuojeluhallinto 2013.)

Työturvallisuuslain velvoitteiden lisäksi yritysten tulisi ottaa työergonomia huomioon toimintojaan suunnitellessa. Terveellinen ja turvallinen työympäristö edistää työkykyä sekä lisää työviihtyvyyttä (Työergonomia 2015). Työergonomian laiminlyönti johtaa pitkällä aikavälillä työntekijöiden sairaslomiin ja sen myötä yritysten kustannusten nousuun ja työntehon laskuun. Keräilyssä kalustovalinnoilla ja hyllyratkaisuilla voidaan vaikuttaa suuresti työergonomiaan.

4 Vähälä Logistics Oy:n varastotoimintojen analysointi

4.1 Nykytilanteen kuvaus

Vähälä Logistics Oy:lle varastoinnin merkitys on kasvanut voimakkaasti viime vuosien aikana, kun kuljetusyritys haluaa tarjota kokonaisvaltaisempaa palvelua asiakkailleen. Varaston täyttöaste parani huomattavasti, kun kaatopaikkajyrien valmistaja Tana Oy siirsi varaosavarastoinnin, tuotannon varastoinnin ja keräilyn Vähälän tiloihin Jyväskylän Kanavuoren terminaaliin.

Varastoinnin kehittyminen

Tana Oy:n tuotannon osat alkoivat siirtyä Vähälän varastoon 2013 kesäkuussa. Silloin noin 40 lavapaikkaa oli käytössä Turkin toimittajien toimittamille lavoille. Tilantarve kaksinkertaistui 5.9.2013, kun Tanan Toijalan toimipiste siirsi varastonsa Kanavuoreen. Tammikuussa 2014 oli jo reilut 150 lavapaikkaa käytössä vain Tanan osille, ja tässä vaiheessa Tana myös myi osan osista Vähälän taseeseen. Näin myös osien hankintavastuu siirtyi vähitellen Vähälälle. Tammikuussa 2015 myös varaosat siirtyivät Kanavuoren terminaaliin, mikä nosti lavapaikkojen tarpeen noin 500:aan. Pientavarahyllyt otettiin käyttöön maaliskuun lopulla 2014, minkä jälkeen käytössä on ollut noin 60 hyllymetriä. Varaosavarasto lisäsi pientavarahyllymetrin määrän noin 600 hyllymetriin.

Kaatopaikkajyrieni valmistaja Tanan Oy:n tavaroita hallinnoidaan Visma L7 varastohallintajärjestelmän avulla. Visma L7 on web-pohjainen järjestelmä, mikä on liikkuvan työn ratkaisu. Myös varastomiehet pääsevät järjestelmään käsiksi varastossa sijaitsevan tietokoneen avulla.

Hyllypaikkojen määrittäminen

Siirrot tapahtuivat 2014 syksyllä niin nopeasti, että varastopaikkojen optimointia ei sen suuremmin tehty. Saapuvista eristä ei aina tiennyt, kuinka paljon ja mitä tavaraa tulee, joten nimikkeet siirrettiin vain vapaille kuormalavahyllypaikoille lattiatasoon. Varastossa on muidenkin asiakkaiden tavaraa, mikä piti ottaa huomioon varastosiirroissa. Sen verran siirroissa optimoitiin lavapaikkojen suhteen, että Tanan tuotteet sijoitettiin samoille hyllyväliköille I, J, K ja H, ja sen vuoksi varaston muut mahdolliset tavarat saivat väistyä.

Suuret osat, jotka vaativat koko EUR-lavan tai puolet siitä, on sijoitettu ylemmille tasoille. Lattiatasossa ja ensimmäisessä tasossa ovat puolestaan pienemmät osat. Aktiivi- ja reservipaikkoja varastosta ei löydy, mutta kun saapuvissa erissä saattaa olla enemmän yhtä tuotetta, on se sijoitettava ylemmille tasoille niin sanotuille reservipaikoille. Lavapaikkojen ensimmäisestä määrittämisestä lähtien nimikkeet ovat pysyneet näillä paikoillaan.

Kun pientavaroita alkoi varastoon tulla enemmän, määritettiin niille kymmenen lavapaikan kokoinen alue. Yhdellä lavapaikalla on yhteensä 21 pientavaralle mitoitettua ottolaatikkoa. Samassa laatikossa voi olla jopa viittä eri nimikettä. Näin oli mahdollista, että yli 30 nimikettä sijoittui yhdelle lavapaikalle.

Keräily

Keräiltävistä osista ei ollut etukäteen mitään tietoa. Kokemusta alkoi kertyä vasta kun keräilyä alettiin Tanan osille suorittaa kesällä 2013. Erheen kautta oppimisella on ollut suurin vaikutus keräilyn kehittymiseen. Ensimmäisen lähetetyn erän jälkeen huomattiin, että keräily ja pakkaus tulee suorittaa Tanan koneen ehdoilla. Tanan valmistamia koneita on tällä hetkellä yhdeksää erilaista. Taulukko 1 erottelee koneet vielä mallien mukaan.

Taulukko 1. Tana Oy:n koneiden mallisto

Jyra	Repijä
E260	440D
E320	440DT
E380	440DTeco
E450	
E520	
E260eco	
E320eco	

Tanalla on tällä hetkellä ikään kuin tuotannollinen siirtymävaihe meneillään, sillä jokainen kone tulee muuttumaan eco-malliksi. Joissakin koneissa siirtymä on jo tapahtunut. Kussakin mallissa on erikseen kokoonpanoja, joiden mukaan keräily ja pakkaus lähetykseen tapahtuvat. Näitä kokoonpanoja ovat *powerpack*, *loppukokoonpano*, *ohjaamon osat* ja *jyran mukana toimitettavat osat*. Alkuvaiheessa keräiltiin kaikki osakokoonpanon osat sekaisin lähetyksiin, mikä aiheutti suuria vaikeuksia tuotannossa, jossa osia piti etsiä lukuisten eri lavakauluslavojen seasta.

Keräilyn materiaalin siirtovälineenä toimivat lavansiirtotrukit, joiden maksimi nostokorkeus on noin 25 senttimetriä. Osat pakataan lähtökohtaisesti lavakauluslavoille, ellei osa ole siihen mitoiltaan ylisuuri. Tällöin osa sijoitetaan ja kiinnitetään lavakauluslavan päälle tai omalle lavalleen. Suuremmat, raskaammat ja osaltaan ylisuuret nimikkeet nostetaan ylemmiltä hyllytasoilta alas työntömastotrukkia käyttämällä. Keräilylistat tulostetaan paperille ja merkkaukset tehdään kynällä. Keräilyn ja pakauksen valmistuttua jokaisesta lavasta otetaan mitat ja paino ylös laskutuksen vuoksi.

Opinnäytetyön aikana tehdyt investoinnit

Pientavaroiden vaatima tilantarve ajoi Vähälän investoimaan vaihtoehtoisin varastointiratkaisuihin. Pientavaroille tilattiin kaksi Kardexin vertikaalista automaattia (ks. kuvio 10), joiden korkeus käyttää koko terminaalin 6-metrin korkeuden hyödyksi.



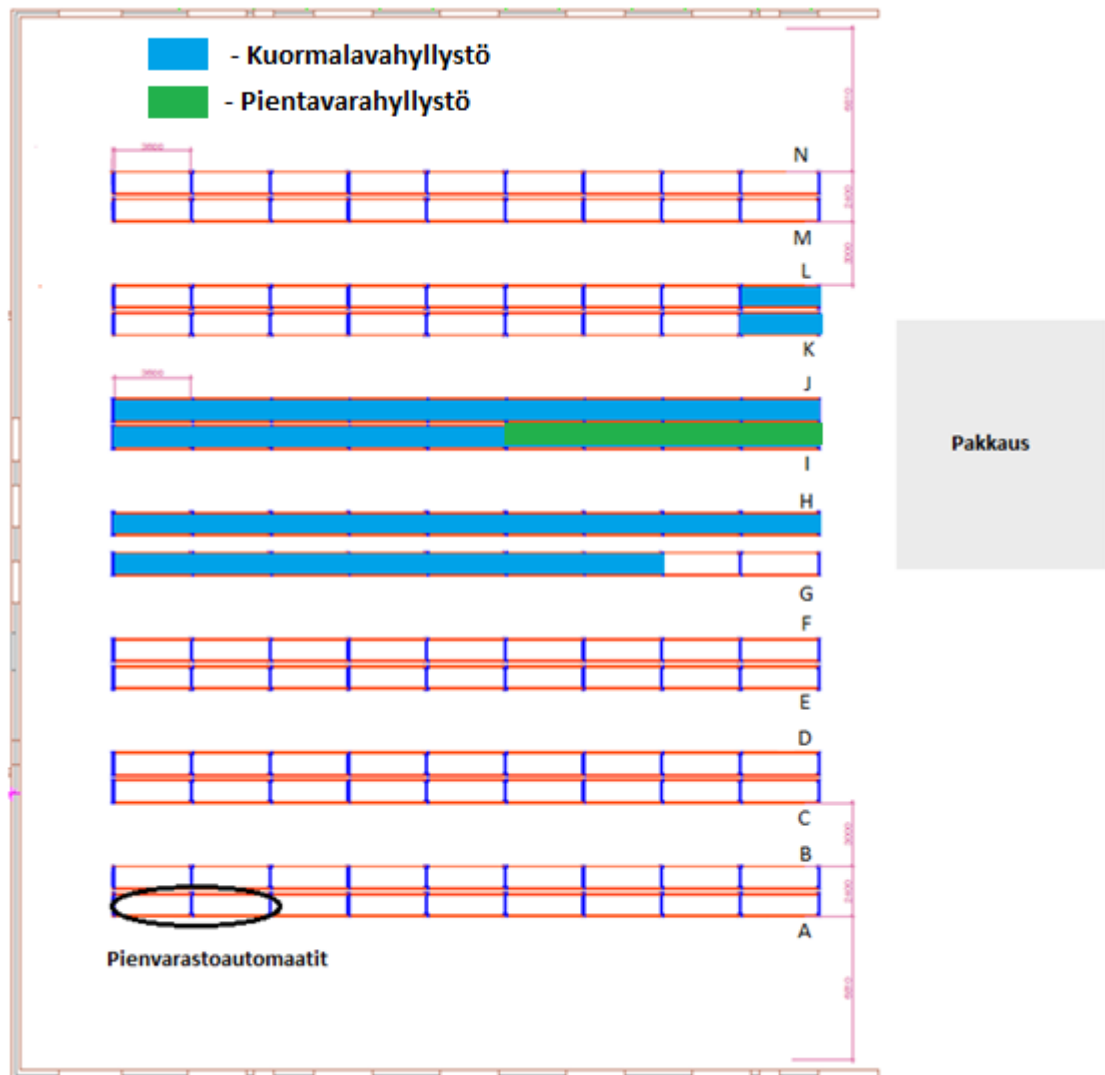
Kuvio 10. Kardex pientavara-automaatti

Kuvion oikeassa sivustassa näkyvät pinottuna alustat, joita yksitellen sijoitetaan automaattiin. Automaatit olivat valmiina täyttöö varten 2015 tammikuun lopussa. Näiden automaattien yhteenlaskettu varastointikapasiteetti on 708 hyllyjuoksumetriä.

4.2 Keräilyprosessin ongelmakohdat

Kuormalavahyllystö

Keräilyssä keräilylistat tulostuivat hyllyjärjestyksen mukaan minkä, johdosta osat tulivat kerättyä epäloogisessa järjestyksessä paukkausta vaikeuttaen ja hidastaen. Kuvion 11 mukaan Tanan tuotannon osia on hyllyissä G-L, missä eri kokoonpanon nimikkeet olivat ripoteltuina näille hyllyväleille. Koska keräilyn tulee tapahtua kokoonpano kerrallaan, jouduttiin nimikkeitä kerätä useammasta väliköstä. Tämä johti siirtymien kasvuun sekä aikahävikkiin.



Kuvio 11. Varaston Tana Oy tuotannon osien layout

Lisäksi nimikkeet tulee keräillä niin, että painavammat osat menevät lavan pohjalle. Koska nimikkeet eivät olleet loogisessa järjestyksessä tämänkään osalta, piti ne kerätä ja miettiä vasta pakkausvaiheessa kuinka ne tuli sijoitella lavoille. Toinen vaihtoehto keräilyssä oli kerätä listalta ensin painavat kappaleet lavan pohjalle, mutta tämä johtaa suureen aikahukkaan, kun tiettyjä osia piti etsiä tarkasti listalta. Kokemuksen tuoma hyöty nousi aivan liian suureksi, sillä ensikertaisella keräilyn läpivienti vaatisi monta kertaa pidemmän ajan.

Kuormalavahyllystössä yhdellä lavalla oli jopa viittä eri nimikettä. Oikean tuotteen löytämiseen menee tässäkin kohtuuttomasti aikaa. Joillakin lavoilla painavat nimikkeet oli sijoitettu lavan takaosiin kuvan 12 mukaisesti, mikä aiheutti turhia siirtoja, kun lava piti vetää hyllystä lavansiirtotrukilla pois, poimia tuote ja siirtää lava taas takaisin. Aina kuitenkin työntekijät eivät edes malttaneet tehdä näitä toimia, vaan painavan tuotteen nosto tapahtui huonossa asennossa omaa terveyttä laiminlyöden.



Kuvio 12. Nimikkeiden sijoittelu lavoille vanhan mallin mukaan

Suurien ja massiivisten Tanan koneiden useat tuotannon osat ovatkin hyvin suuria ja painavia, ja niitä pitää käsityönä siirrellä ja pakata. Ergonomisesti ajateltuna työntekijöiden selkä ja muut kehon osat on kovilla, kun painavat esineet on lattiatasosta nostettava lavalta toiselle ja mahdollisesti taas pakkausvaiheessa suorittaa uudelleen siirtoja. Sen vuoksi kaikki turhat siirrot tuli eliminoida työntekijöiden hyvän työkyvyyden säilyttämiseksi.

Hyllypaikkasiirrot aiheuttavat turhaa työtä ja epätietoisuutta, kun kerättävä tuote ei olekaan sen oletushyllypaikalla. Varastolla ei ole käytössä kiinteitä eikä vaihtuvia lavapaikkoja vaan oikeastaan näiden välimuoto, kun hyllytysvaiheessa lava laitetaan vapaaseen paikkaan, jos oletushyllypaikka ei ole vapaana. Hyllypaikkamuutoksista informaatio ei aina kulje projektipäällikölle asti, jolloin siirto jää tekemättä ja seuraavan keräilylista näyttää väärää hyllypaikkaa tuotteelle.

Pientavarahyllyköissä tuotetunnukset ovat ottolaatikoiden edessä kiinni, mutta kuormalavahyllytyössä tuotetunnukset eivät aina näy keräilijälle. Keräilijät on ohjeistettu merkkamaan jokainen tuote sen tuotetunnuksella. Tästä huolimatta lavalla tai pahlavilaatikossa, josta nimikkeitä kerätään, ei aina ole tuotetunnusta selkeästi merkitty. Tämä johtaa taas turhaan tuotteen etsimiseen ja tunnistamiseen.

Varastohallintajärjestelmä Visma L7 mahdollistaa varastotyöntekijöille järjestelmään pääsyn, mutta koulutusta he eivät sen käyttöön ole saaneet. Vähälän ja Tanan sopimuksen mukaan varastotyöntekijän tulisi tehdä hyllypaikkamuutokset. Näin ei kuitenkaan tapahdu, joten Vähälän projektipäällikkö käyttää kalliita tuntejaan hyllymuutoksien tekemiseen. Aiemmin jo todettiin, kuinka kaikki hyllypaikkamuutokset eivät projektipäällikölle asti tule, jolloin paikat eivät aina pidä paikkaansa.

Pientavarahyllystö

Luvussa 4.1 mainittiin kuinka yhdellä pientavarahyllypaikalla saattoi olla jopa yli 30 eri nimikettä. Kun pientavarahyllystä etsii yhtä tiettyä nimikettä, saattoi siihen kulua yllättävän paljon aikaa. Useimmat nimikkeet ovat kuusinumeroisilla tuotetunnuksilla, joita ei ollut helppo havaita muiden seasta vielä, kun numerot eivät edes olleet suurusjärjestyksessä. Tehokasta työaikaa kului pientavarakeräilyssä jo siihen, että varmistutaan oikean nimikkeen löytymisestä. Erityisen tarkkana tuli olla erityisesti kun samassa ottolaatikossa on useampaa eri nimikettä. Joissakin ottolaatikoissa olikin jopa kuutta eri nimikettä.

5 Kehitysehdotukset ja toimenpiteet

Vähälä antoi minulle vapaat kädet varaston kehittämiseen. Alussa perehdyin tarkasti ohjaavan projektipäällikön kanssa nimikkeisiin ja kokoonpanoihin ja muodostin Excel laskentataulukon pivot-taulukot kaikista keräiltävistä nimikkeistä jokaisesta keräiltävästä koneesta. Pivot-taulukot erottelin kuormalavahyllystössä ja pientavaroihin oleviin tuotteisiin. Nämä listat (kuvio 13) toimivat suurimpina apuvälineinäni optimoinnin aikana.

Riviotsikot	440D	440DT	DT440eco	E260	E260eco	E320	E320eco	E380	E450	E520	Kaikki yhteensä
200455											
Panta											
H14AELVT		1	1	1							3
200479											
AkkuPaine											
H13AELVT		1	1	1							3
200891											
Värinänvaimennin											
J01AELVT		1	1	1	1	1	1	1	1	1	10
200903											
Täyttösuodatinrunko + suodatin											
J15A2ELVT		1	1	1			1	1	1	1	7
J15AELVT					1	1					3
201053											
Kaasujousi											
J05A2ELVT								1	1	1	3

Kuvio 13. Ote kuormalavahyllystön pivot-taulukosta

Kuvion 13 pivot-taulukko on ote Vähälän taseen powerpackin osista. Näistä taulukoista huomasin kunkin nimikkeen tuotetunnuksen, oletushyllypaikan ja vielä tuotenimen, joten pystyin varmistumaan oikean nimikkeen siirrosta. Taulukosta näin myös mihin kokoonpanoon osa kuuluu ja onko se Vähälän vai Tanan taseen alaisuudessa. Lisäksi taulukko antoi informatiivista tietoa siitä, mihin kaikkiin koneisiin jokin tietty nimike kuuluu.

Kuormalavahyllystö

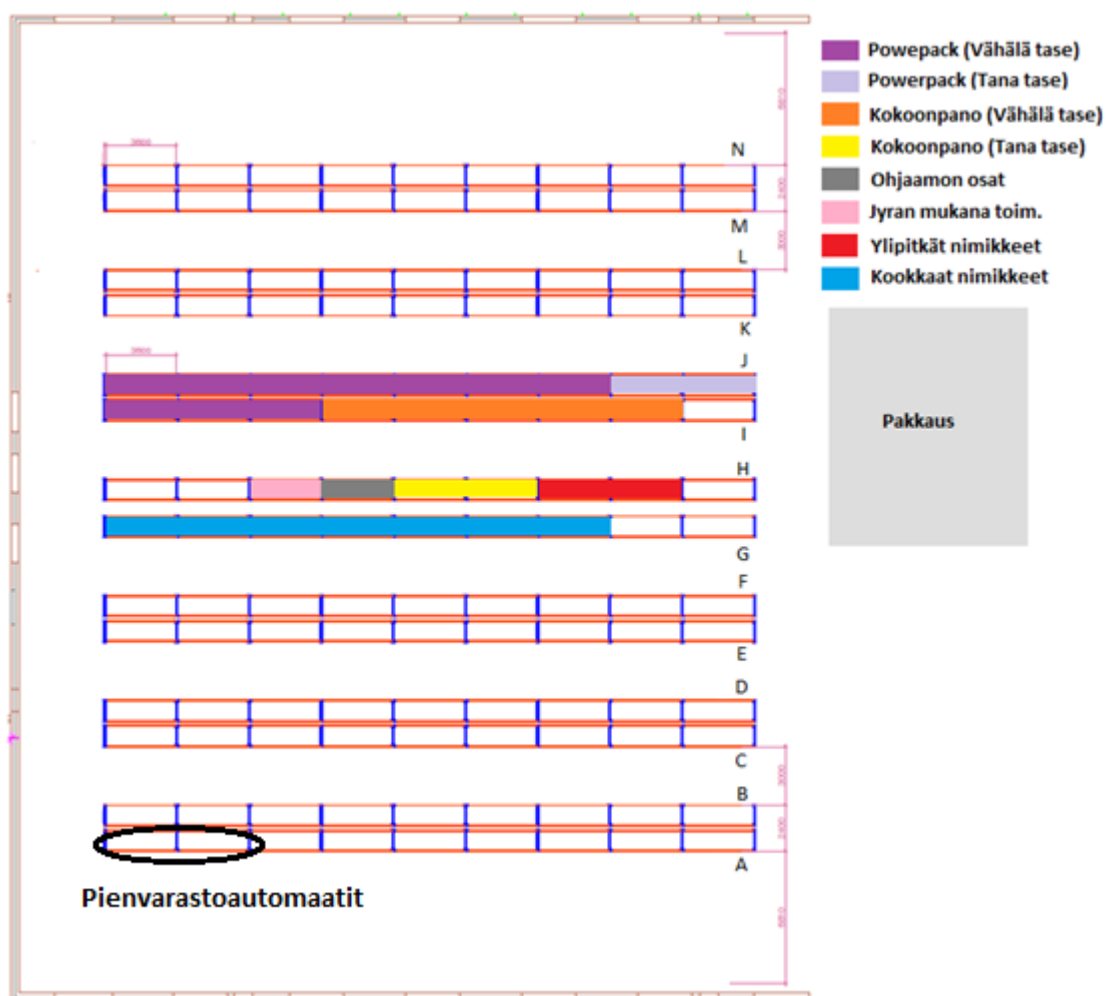
Nimikkeiden paikkaan kuormalavahyllystössä vaikuttaa useampi asia, jotka tulee ottaa huomioon paikkaa optimoidessa. Näitä ovat

1. nimikkeen kokoonpano
2. onko nimike Vähälän vai Tanan taseessa
3. nimikkeen koko, muoto ja paino
4. nimikkeen yhteensopivuus muihin koneisiin eli keräilytiheys
5. vakioituneet lavakokonaisuudet.

Tana Oy on koneiden osien suunnittelussa keskittynyt siihen, että koneiden osaluetteloiden osat kävisivät mahdollisimman hyvin eri koneisiin. Tämä vähentää vaadittavan varaston kapasiteettitarvetta ja vaikuttaa merkittävästi tuotteiden sijoitteluun varastossa. Optimoidun lavapaikan hyllystössä tulisi perustua edellä listattuihin kohtiin niin, että *a travelling salesman problem* minimoidaan ja nimikkeet ovat pakkauksen edellyttämässä järjestyksessä. Tärkein kriteeri lavapaikan löytymiseen on listauksen ensimmäinen kohta, *nimikkeen kokoonpano*, sillä keräiltävät tuotteet pakataan kokoonpanoittain omille lavoilleen. Lisäksi kuormalavahyllystössä optimoidun lavapaikan löytämiseen vaikuttaa pientavarahyllystöä enemmän nimikkeen koko, muoto ja paino kaikkien muiden edellä mainittujen asioiden lisäksi.

Optimoidut hyllypaikat mahdollistaisivat keräilyn suorittamisen pakkausvaiheen vaatimilla ehdoilla. Keräilylistassa edettäisiin painavista nimikkeistä kevyempiin. Tämän johdosta pakkausvaiheen vaatima aika vähentyisi merkittävästi ja turhilta nimikkeiden siirtelyiltä vältyttäisiin.

Nimikkeiden lavapaikkasijoittelussa ensisijaisesti katsoin mihin kokoonpanoon se kuuluu. Nämä samat kokoonpanon osat sijoitin yhdelle hyllyriville kuvion 14 mukaisesti, jossa painavat osat ovat ensimmäiseksi keräiltävinä.



Kuvio 14. Varaston Tana Oy tuotannon osien uusittu layout

Kuormalavahyllystössä erottelin eri alueisiin Vähälän ja Tanan taseen kuvion 14 mukaisesti tavarat sillä ne tulostuvat erillisinä keräilylistoina ja näin yhden listan tavarat ovat samalla alueella. Tällä tavoin keräilijän kulkema matka on mahdollisimman pieni. Pientavarahyllyjen siirto pois kuormalavahyllystä loi hyllyvälikköön 16 uutta lavapaikkaa keräilykorkeudelle, jotka ovat hyvällä sijainnilla keräilyn kannalta. Näille lavapaikoille sijoitetaan loppukokoonpanon osia.

Rajallisen hyllykapasiteetin vuoksi kuormalavahyllystössä lavoilla sijaitsevia nimikkeitä pitää jatkossakin olla useampaa nimikettä yhdellä lavalla. Tässä keräilyn edunmukainen lähestymistapa olisi asettaa systemaattisesti painavammat nimikkeet keräilijästä katsottuna lähemmäksi ja kevyemmät lavan taakse, jotta kaikkia nimikkeitä olisi mahdollista käsitellä ilman lavansiirtoja.

Yhdelle lavalle maksimi nimikkeiden määräksi määritin kolme, vanhan viiden tai jopa kuuden nimikkeen sijaan. Näissäkin tilanteissa pyrin valitsemaan lavalle mahdollisimman erilaisia tuotteita, jotta tunnistaminen helpottuu. Jokaiselle lavalle nimikkeet ovat vielä sijoitettu niin, että keräily on mahdollista ilman, että lavaa vedetään ulos hyllypaikastaan. Tämä on mahdollista kuvan 15 osoittamalla tavalla, missä raskaammat kappaleet ovat heti lavan etureunassa. Tämä vähentää jälleen välivaiheiden määrää keräilyprosessin aikana kun erillisiä lavansiirtoja ei ole tarpeellista tehdä. Nimikkeiden järjestelemisen myötä on mahdollista asettaa kerätyt osat myös lavalle lähetysjärjestyksen mukaisesti, jolloin pakkausvaiheessa ei ole välttämätöntä siirrellä osia.



Kuva 15. Nimikkeiden sijoittelu lavoilte optimoinnin jälkeen

Jotkin kappaleet ovat ylipitkiä lavalle, jolloin niiden on aivan turha olla keräilyjärjestyksessä kärjessä. Nämä osat tulevat valmiiden lavojen päälle keräilyn lopuksi, joten vaikka ne ovatkin suuria kappaleita, ne sijoitetaan lähelle pakkausaluetta keräilyjärjestyksessä viimeisten osien joukkoon. Kuviossa 14 punaisella merkattu hyllyalue on varattu ylipitkille osille kuten pakoputkille ja tangoille. Osat ovat lähellä pakkausaluetta, koska näitä osia täytyy käydä hakemassa yksitellen. Lisäksi ne ovat strategisesti oivallisesti sijoitettu G-H hyllylle, koska kuviosta 14 voi huomata kuinka tässä hyllyjen välissä on suurempi tila varaston kannatinpalkkien vuoksi. Nyt hyllyjävälinen tila on käytetty hyödyksi eivätkä ylipitkät osat vie kahden lavapaikan tilaa, minkä ne voisivat normaalissa hyllyssä ollessaan. Ylipitkiä nimikkeitä on useassa eri kokoonpanossa.

G ja H hyllyvälin suurempi leveys mahdollistaa muidenkin ylisuurten nimikkeiden sijoittamisen juuri G hyllylle. G hyllyllä on sijoitettuna myös keräilyn vaatimat lavatarvikkeet.

Kaikkia hyllypaikkasiirtoja ei ole vielä varastolla tehty, mutta varaston layout suunnitelma on jo osittain toteutunut ja loput siirrot tehdään kesän aikana. Suunnitelmassa H hyllyn pakkaus päädyssä on neljän lavapaikan tila pakkausmateriaaleille. H hyllyn toisessa päädyssä tyhjäksi jätetyt lavapaikat eivät tällä hetkellä ole tyhjiä, mutta siirtojen valmistumisen jälkeen sinne pitäisi jäädä tyhjää tilaa. Tätä tyhjää tilaa ei vielä kannata väkisin täyttää, sillä on muistettava, että keräiltäviä tuotannon osia tulee ajoittain lisää.

Pientavarahyllystö

Pientavarahyllystön kaikki nimikkeet siirretään varastoautomaattiin niin, että jokaiselle nimikkeelle on varattu oma ottolaatikko keräilyvirheiden minimoimiseksi. Nimikkeen koon mukaan määritellään sille sopivankokoinen laatikko, joita menee varastoautomaatin tasolle 15 - 25 laatikon koosta riippuen. Pientavaroissa tärkeää on asettaa nimikkeet alustoille tuotantoon keräiltävän kokoonpanon mukaan, niitä olivat powerpack, loppukokoonpano, ohjaamo ja jyrän mukana toimitettavat osat. Näin yhdeltä alustalta voidaan kerätä useampi tuote, eikä alustoja tarvitse kutsua moniakaan, kun keräily on jo suoritettu. Inventaarion helpottamiseksi Vähälän ja Tanaan taseen alaiset nimikkeet tulisi erotella esimerkiksi eriväristen laatikoiden avulla.

Siirroissa ensimmäinen tehtävä oli päättää mitkä nimikkeet sijoitetaan automaattiin. Automaatin alustan maksimi kantavuus on 460 kg, joten painon puolesta ei ollut suuria rajoitteita. Kuitenkin nimikkeiden sijoittamisen aikana tuli olla tarkkana, että alustalle sijoitetut nimikkeet jakautuvat painon puolesta tasaisesti eikä automaatin kummankaan puolen moottori joudu näin suuren rasituksen alle. Pyrin jatkuvasti tekemään jokaisesta alustasta mahdollisimman matalan, jotta automaatin kapasiteetti ei täyty turhaan korkeampien laatikoiden vuoksi. Pientavaroista automaattiin ei lopulta sijoitettu suodatinosia, joita varastossa on lukumäärältään paljon ja joita keräillään useasti.

Pientavarahyllystön nimikkeistä tein samanlaiset pivot-taulukot kuin mitä kuormalavahyllystön nimikkeistä. Näiden tietojen avulla sijoittelin nimikkeet alustoille niin, että Vähälän taseen osat menivät keräilyjärjestykseen ensimmäisiksi kokoonpanojen mukaan sinisiin ottolaatikoihin ja Tanan taseen osat myös kokoonpanojen mukaan punaisiin ottolaatikoihin (ks. kuvio 12). Laatikon väri siis indikoi, kumman taseen nimike on kyseessä, jolloin inventaario helpottuu.



Kuva 16. Pientavaroiden sijoittelu automaattiin

Lähtötilanteessa ottolaatikossa oli jopa viittä eri nimikettä, mutta nyt niitä oli maksimissaan kaksi yhdessä laatikossa, nekin kuitenkin väliseinällä erotettuna. Kokoonpanon sisäistä järjestystä muokkasinkin vielä niin, että saman koneen nimikkeet olisivat mahdollisimman hyvin peräkkäin. Tämä tieto oli nähtävissä myös pivot-taulukosta. Lopuksi jokainen laatikko merkattiin selkeästi tuotetunnuksella keräilyä ja tuotteen tunnistamista helpottamaan.

6 Johtopäätökset

Kuljetuksiin enemmän suuntautunut Vähälä Yhtiöt on harjoittanut varastointia ennenkin asiakkaiden tarpeiden mukaisesti. Nykytilanteen isommat yhteistyökumppanuudet ja sen myötä tulleet varastointitoimintojen harjoittaminen ovat kuitenkin uusi aluevaltaus josta kokemusta ei entuudestaan ole. Nopealla rytmillä tulleet muutokset ja tavaran lisääntyminen on aiheuttanut suuren työmäärän lisääntymisen varastolle ja projektipäällikölle, jolloin varaston kehittäminen tehokkaampaan suuntaan on jäänyt muiden kiireiden keskellä huomioimatta. Myöskään Vähälän muu johto ei ymmärtääkseni ole aivan täysin tietoinen varastolla vallitsevasta tilanteesta ja erityisesti ajankäytön ongelmista.

Varaston hyllypaikkojen optimointi on vielä kesken kuormalavahyllytyksessä, jonka vuoksi tähän opinnäytetyöhän ei saada kellonaikavertailua ennen ja jälkeen keräilyaikoja koko varaston osalta. Pientavara automaatin järjestelyn osalta olen kuitenkin saanut positiivista palautetta varastotyöntekijöiltä, joiden mukaan nimikkeiden järjestykseen laittaminen on onnistunut ja tämän myötä keräily on selkeää ja nopeaa. Pientavaroiden osalta aikaa menee jopa 15 minuuttia vähemmän verrattuna entiseen. Tämäkin vain yhden koneen keräilyn osalta. Kokemuksen tuoma hyöty on pienentynyt radikaalisti kun nimikkeet ovat lähtökohtaisesti keräilyjärjestyksessä keräilylistalla. Lisäksi automaatin ja uuden kuormalavahyllytyksen myötä työ on todistetusti paljon ergonomisempaa.

Työvoimakustannukset ovat suuria ja jokainen aikasäästö varaston perustoimissa vapauttaa tehokkaan työajan kohdentamista taas johonkin muuhun parhaaksi katsottuun tehtävään. Kuitenkin yksi tärkein opinnäytetyön anti Vähälälle oli konkreettisten ongelmien tiedostaminen, sillä kehitystä ei voi tapahtua ellei tiedosteta täysin omaa toimintaa.

Aikataulu painoi tiukasti päälle koko opinnäytetyön teon ajan, mikä oli seurausta omista työvuoroistani Vähälällä. Tällöin en voinut keskittyä täysin tutkimukseen ja sen vuoksi opinnäytetyön teko oli ajoittain katkonaista. Kuormalavahyllystön kaikkia nimikkeitä en kerinnyt siirtää haluamilleni paikoille, mutta työ varaston parissa jatkuu vielä varmasti kesään asti.

Omaan työtehokkuuteen roiman parannuksen varastolla olisi tuonut tietokoneen käyttö lukuisten papereiden sijaan. Paperien käyttö altisti myös itseni virheherkkään tilanteeseen, sillä en aina muistanut mitä aikaisemmat tekemäni merkkaukset tarkoittivat. Paperisten pivot-taulukoiden tulosteiden vuoksi myös on mahdollista, että kaikkia nimikkeitä ei ollut listoilla, sillä olin ottanut listoihin jokaisesta koneesta yhden keräilyn aineistot.

Kun varastolla projekti on saatu päätökseen, ei työ lopu siihen, sillä varastoitavaksi tulee jatkuvasti uusia tuotantoon kerättäviä uusia nimikkeitä. Jottei näitä uusia nimikkeitä sijoiteta vain uuteen sattumanvaraiseen paikkaan, tulee niistä aina tehdä tuoteanalyysi, josta käy ilmi mihin kokoonpanoon se kuuluu, ja onko se Vähälän vai Tanan taseen omaava nimike. Näiden tietojen perusteella varastosta löytyy nimikkeelle oikea alue, johon se tulisi sijoittaa.

6.1 Jatkokehittävää

Visma L7 on helppokäyttöinen varastonhallintaohjelma, missä käyttökoulutus työntekijöille ei veisi kauaa aikaa. Ehdottaisinkin, että varastotyöntekijät itse tekisivät hyllypaikkamuutokset, etteivät ne menisi "rikkinäisen puhelimen" tavoin projekti-päällikölle. Uskon, että tällä järjestelyllä paikat pysyisivät parhaiten reaaliaikaisen tilanteen tasalla.

Lähtökohtana varasto toimisi parhaiten kiinteillä lavapaikoilla, missä aktiivi ja reservipaikat ovat rohkeammin käytössä. Tanan tuotannon tavaroille varatut hyllyväliköt ovat keräilykorkeuksien osalta täynnä, mutta ylemmillä tasoilla on tilaa reservipaikoille. Jatkossa reservipaikat voisivatkin olla kunkin nimikkeen ylemmillä hyllyillä tai välittömässä läheisyydessä. Kiinteiden lavapaikkojen hyötynä ovat vakiintuneet käytännöt keräilyyn sekä hyllypaikkamuutosten minimointi. Koska lähtökohtana on, että jokaista tuotannon osan nimikettä pitäisi olla varastossa, ei tyhjiä välejä pitäisi päästä syntymään.

Aikaa kuormalavahyllystön tuotannon osien keräilyssä kuluu paljon oikean nimikkeen varmistumiseen, mikä on vajanaisen tuotemerkkauksen sekä väärän oletushyllypaikan aiheuttamaa. Varastotarvikkeita toimittavat tukkuliikkeet tarjoavat valikoimassaan magneeteilla toimivia nimiketunnus muovitaskuja, jotka toimisivat yhtenä ratkaisuna tunnistamisongelmaan. Magneetit, joita Vähälä on laittanut jo tilaukseen, voi tarvittaessa helposti siirtää hyllypaikan vaakapalkista toiseen jos hyllypaikkamuutoksia tulee. Tämän lisäksi jokaiseen tuotteeseen tulisi hyllytysvaiheessa iskeä tuotetunnus, sillä varastotilan säästämiseksi, yhdellä hyllypaikalla voi hyllypaikkojen optimoimisenkin jälkeen olla kolmea nimikettä.

Tanan koneita lähtee Vähälän varastolta tilausten mukaan, joten varastolla ei ole keräilyä jos tilauksia ei ole tullut. Näinä aikoina varastotyöntekijöiden tehtävä on katsoa, että aktiivipaikalla on tarpeeksi nimikkeitä sekä, että ne ovat helposti tunnistettavissa ja keräiltävissä. Tämä niin sanottu off season- työ mahdollistaa tehokkaan keräilyn kun tilaus Vähälälle saapuu.

Keräilyä tulisi jatkossa mitata tarkemmin pelkästään jo oikeanlaisen hinnoittelun tuoksi. Nimikkeiden suuren lukumäärän vuoksi on mahdollista, että jotkin osat ovat jääneet siirtämättä oikeaan alueeseen kuormalavahyllytyössä. Näihin hyllypaikka-
muutosten vajavaisuuteen pitää puuttua heti, jotta se ei toistu keräilylistoilla kerta toisensa jälkeen.

6.2 Pohdinta

Olen Vähälälle kiitollinen kun sain kantaa suurta vastuuta varaston kehittämisen kannalta. Yhdessä projektipäällikön ja varastotyöntekijöiden kanssa pyrin löytämään hyviä ratkaisuja, jotta työ tehtäisiin tehokkaammin keräilyn ja muiden varastotoimintojen etujen mukaisesti. Kyseisten henkilöiden auttava asenne, joskus jopa omien kiireiden lomassa, mahdollisti opinnäytetyön hyvän etenemisen ja näinkin kiireellisessä aikataulussa.

Varastopaikkojen ja keräilyn optimointi jatkuu Vähälän varastolla vielä opinnäytetyön jälkeenkkin, sillä paljon on työtä tehtävänä. Varaston tila muuttuu koko ajan uusien nimikkeiden ja uusien asiakkaiden myötä, joten tässä kehityksessä pitää pysyä mukana. Tähän tärkeänä työvälineenä on varaston jatkuva analysointi ja mittaaminen.

On mielenkiintoista huomata kuinka varastoinnin prosesseihin voi vaikuttaa yksinkertaisilla muutoksilla ilman, että tehdään suuria investointeja. Näiden muutosten avulla kallista työvoimaa voidaan vapauttaa muihin työtehtäviin ja parhaimmassa tapauksessa työergonomia rasittaa työntekijöitä vähemmän ja työkyvykkyys säilyy pidempään työtehtävien vaatimalla tasolla.

Lähteet

Daniels, R., Rummel, J. & Schantz, R. 1996. A model for warehouse order picking. European journal of operational research. Viitattu 14.3.2015.

http://ac.els-cdn.com/S037722179700043X/1-s2.0-S037722179700043X-main.pdf?_tid=b94c938e-caf4-11e4-861d-00000aab0f26&acdnat=1426411495_694f02a22b6ed3b361333aa931e276a1

Frazelle, E. 2002. Warehousing and material handling. United states: McGraw-Hill Companies

Emmett, S. 2005. Excellence in warehouse management. England, Chichester: John Wiley & Sons, Ltd

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6. p., uud. p. Jyväskylä: Sho Business Development Oy.

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. Jyväskylä: Sho Business Development Oy.

Intolog kuvasto. 2014. Suomalaista sisälogistiikkaa

Mishra, R. 2008. Materials management. new. p. 2008. New Delhi. Excel books.

Rekkari. 2013. Vähälä Yhtiöiden asiakaslehti 2013. Jyväskylä: Kopijyvä Oy. Viitattu 19.3.2015

Richards, G. 2011. Warehouse management. United states: Kogan pge limited.

Säädökset ja työnantajan velvollisuudet. N.d. Työsuojeluhallinto. Viitattu 7.4.2015. <http://www.tyosuojelu.fi/fi/ergonomia>

Traveling salesman problem. N.d. Wolfram mathworld. Viitattu 15.4.2015. <http://mathworld.wolfram.com/TravelingSalesmanProblem.html>

Tuottavuus - mittaa ja menesty. 1996. Toim. E. Uusi Rauva. Vantaa:TT-kustannustieto Oy.

Työergonominen selvitys. N.d. Mehiläinen, työergonomia. Viitattu 7.4.2015. <https://www.mehilainen.fi/yrityksille/ty%C3%B6terveys/ty%C3%B6ergonomia>

Varaston toiminnot. N.d. Logistiikan maailma. Viitattu 5.4.2015. <http://www.logistiikanmaailma.fi/wiki/Ker%C3%A4ily>

Vogt, J., Pienaar, W. & de Wit, P. 2005. Business logistics management. 2. p. Cape Town: Oxford University Press Southern Africa.

Vähälä logistics Oy taloustiedot. Suomen asiakastieto Oy. Viitattu 10.3.2015.
<https://www.asiakastieto.fi/yritykset/vahala-logistics-oy/22840326/taloustiedot>