

# VARAOSAVARASTON KERUUTEHOKKUUDEN PARANTAMINEN

Ville Karjalainen

Opinnäytetyö  
Kesäkuu 2012

Logistiikan koulutusohjelma  
Tekniikan ja liikenteen ala





|  |                                  |                                       |
|--|----------------------------------|---------------------------------------|
| Tekijä(t)<br>KARJALAINEN, Ville  | Julkaisun laji<br>Opinnäytetyö   | Päivämäärä<br>01.06.2012              |
|  | Sivumäärä<br>58                  | Julkaisun kieli<br>Suomi              |
|  | Luottamuksellisuus<br>( ) saakka | Verkojulkaisulupa<br>myönnetty<br>( ) |
| Työn nimi<br>Varaosavaraston keruutehokkuuden parantaminen   |                                  |                                       |
| Koulutusohjelma<br>Logistiikka   |                                  |                                       |
| Työn ohjaaja(t)<br>KERVOLA, Henri  |                                  |                                       |
| Toimeksiantaja(t)<br>Valtra Oy, Janne Pakarinen  |                                  |                                       |
| Tiivistelmä<br><p>Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Valtra Oy. Valtra Oy on vuonna 1951 perustettu yritys, joka valmistaa, myy ja huoltaa traktoreita. Opinnäytetyö tehtiin Valtra huoltopalveluiden Suolahdessa sijaitsevaan varaosakeskukseen, joka toimii keskusvarastona Valtran varaosien toimitusketjussa.</p> <p>Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa varaosakeskuksen keruutehokkuutta tuotesijoittelun avulla sekä rakentaa varastokartta varaosakeskuksen lavatavaravaraston hyllypaikoista. Paremman tuotesijoittelun avulla pyrittiin minimoimaan kapeakäytävätrukkien käyttöä keruussa. Kapeakäytävätrukkien käyttö oli muodostunut varaston suurimmaksi pullonkaulaksi. Lisäksi tavoitteena oli sijoittaa eniten keruutapahtumia omaavat tuotteet parhaille mahdollisille keruupaikoille.</p> <p>Varastokartan tekeminen aloitettiin mallintamalla varaston hyllypaikat Exceliin. Tämän jälkeen varastokarttaan määriteltiin jokaiselle hyllypaikalle keruukerrat eli keruutapahtumien lukumäärät. Seuraavaksi varasto jaettiin A-, B, C- alueisiin. Tavoitteena oli sijoittaa kulumimmat tuotteet A-alueelle ja hitaimmin kiertävät tuotteet C-alueelle XYZ- analyysiä hyödyntämällä.</p> <p>Työn tuloksena saatiin varastokartta, jonka avulla kulumimmat tuotteet voidaan sijoittaa parhaille hyllypaikoille ja joka näyttää kaikki lavatavaravaraston tyhjät hyllypaikat. Varastokartan ehdottaman tuotesijoittelun avulla kapeakäytävätrukkien käyttö keruussa voidaan minimoida kolmasosaan nykyisestä.</p> <p>Opinnäytetyön avulla varaosakeskuksen keruutehokkuutta voidaan parantaa merkittävästi, mikä johtaa kustannussäästöihin. Jatkossa varastokartan sekä tuotesijoittelun kehittämistä tulisi jatkaa. Lisäksi pientavaravaraston tuotesijoittuun tulisi jatkossa kiinnittää suurempaa huomiota.</p> |                                  |                                       |
| Avainsanat (asiasanat)<br>Varastointi, XYZ-analyysi, tuotesijoittelu   |                                  |                                       |
| Muut tiedot  |                                  |                                       |



|  |  |  |
|--|--|--|
| Author(s)<br>KARJALAINEN, Ville  | Type of publication<br>Bachelor's Thesis | Date<br>01.06.2012                       |
|  | Pages<br>58                              | Language<br>finnish                      |
|  | Confidential<br>( ) Until                | Permission for web<br>publication<br>( ) |
| Title<br>Improving picking efficiency of spare part warehouse  |  |  |
| Degree Programme<br>Degree Program in Logistics  |  |  |
| Tutor(s)<br>KERVOLA, Henri   |  |  |
| Assigned by<br>Valtra Oy, Janne Pakarinen  |  |  |
| Abstract<br>Thesis was made for Valtra service organizations spare parts center and it operates as master warehouse for Valtras spare parts supplies chain. Valtra Oy was founded in 1951 and it produces, sells and maintains tractors.<br><br>The the main purpose of the thesis was to improve picking efficiency with product re-locating and make a warehouse grid. To minimize the use of the combi-forklifts, better product locating was established. Use of the combi-forklifts has become the biggest bottleneck of the warehouse picking process. The aim of the product re-locating was to put the most picked products in the optimal places.<br><br>Making of the warehouse grid started by modeling the picking locations in Excel. After this amount of picks was defined in every picking location in the warehouse grid. Next the warehouse was sectioned in three areas, A B and C. The aim was to locate most picked products in area A and the slowest moving products to area C using XYZ- analysis.<br><br>As result of the thesis was a warehouse grid which helps locating the most picked products in optimal places and shows all empty picking locations. Because of the thesis the use of the combi-forklifts can be minimized to a third when compared to the current situation.<br><br>As of the result the warehouse picking efficiency can be improved significantly. This leads to costs savings. In the future warehouse grid improvements and product re-locations should be continued. Also Valtra spare parts center should pay more attention to product re-location of the small particle warehouse. |  |  |
| Keywords<br>Warehousing, XYZ-analysis, product re-locating   |  |  |
| Miscellaneous  |  |  |

## SISÄLTÖ

|  |    |
|--|----|
| 1 JOHDANTO.....                                      | 4  |
| 1.1 Opinnäytetyön tavoitteet.....                    | 4  |
| 1.2 Opinnäytetyön lähtökohdat.....                   | 5  |
| 2 VALTRA OY.....                                     | 7  |
| 2.1 Valtra osana Agcoa.....                          | 7  |
| 2.2 Agco Parts.....                                  | 9  |
| 3 VARASTOINTI.....                                   | 9  |
| 3.1 Varastoinnin syyt.....                           | 10 |
| 3.2 Varastomuodot.....                               | 11 |
| 3.2.1 Valmistukseen liittyvät varastot.....          | 11 |
| 3.2.2 Jakeluun liittyvät varastot.....               | 12 |
| 3.3 Varastoinnin kustannukset.....                   | 13 |
| 3.3.1 Pääomakustannukset.....                        | 13 |
| 3.3.2 Varaston toimintakustannukset.....             | 14 |
| 3.3.3 Varastointikustannukset yhteensä.....          | 18 |
| 3.4 Varastoinnin tunnusluvut ja mittarit.....        | 19 |
| 3.5 Varastonohjaus.....                              | 21 |
| 3.5.1 Varastonohjauksella saavutettava lisäarvo..... | 21 |
| 3.5.2 Varaston hallinta varmuuden vallitessa.....    | 22 |
| 3.5.3 Varaston hallinta epävarmuuden vallitessa..... | 25 |
| 3.6 Tuotteiden luokittelu.....                       | 27 |
| 3.6.1 Pareton laki.....                              | 27 |
| 3.6.2 ABC-Analyysi.....                              | 28 |

|  |    |
|--|----|
|  | 2  |
| 3.6.3 XYZ- Analyysi .....                          | 29 |
| 3.7 Varastonhallintajärjestelmät.....              | 30 |
| 4 VALTRAN VARAOSAKESKUKSEN NYKYTILA .....          | 32 |
| 4.1 Varaston layout .....                          | 32 |
| 4.2 Varaston prosessien kuvaus .....               | 34 |
| 4.3 Lavatavaravaraston laitteisto .....            | 37 |
| 4.4 Hyllypaikkajärjestelmä .....                   | 39 |
| 4.5 Uusien tuotteiden sijoittelu .....             | 40 |
| 5 VARASTOKARTAN RAKENTAMINEN .....                 | 40 |
| 5.1 Hyllypaikkojen mallintaminen.....              | 41 |
| 5.2 Keruukertojen siirtäminen varastokarttaan..... | 42 |
| 5.3 Varaston jako A-, B- ja C-alueisiin .....      | 45 |
| 5.4 Lavatavaravaraston XYZ-analyysi .....          | 46 |
| 5.5 A-alueen XYZ- analyysi .....                   | 48 |
| 5.6 Keruuajojen mittaus .....                      | 49 |
| 6 JOHTOPÄÄTÖKSET.....                              | 50 |
| 6.1 Kustannussäästöt .....                         | 51 |
| 7 JATKOTUTKIMUSKOHTEET .....                       | 53 |
| LÄHTEET.....                                       | 56 |
| LIITTEET .....                                     | 58 |
| Liite 1. Keruuajamittausten tulokset .....         | 58 |

## **KUVIOT**

|  |    |
|--|----|
| KUVIO 1. Keruurivien kehitys vuosia 2009- 2011.....                    | 5  |
| KUVIO 2. AGCO:n liikevaihdon jakaantuminen maantieteellisesti. ....    | 8  |
| KUVIO 3. AGCO:n liiketoiminnan jakaantuminen eri toimialoittain. ....  | 9  |
| KUVIO 4. Kustannusten jakaantuminen eri toiminnoille varastoissa. .... | 16 |

|  |    |
|--|----|
| KUVIO 5. Varaston toimintakustannusten jakaantuminen.....                                  | 18 |
| KUVIO 6. Varastonohjauksen tuoman lisäarvon rakenne.....                                   | 22 |
| KUVIO 7. Tilauuserän suuruuden vaikutus keskimääräiseen varastotasoon.....                 | 23 |
| KUVIO 8. Taloudellisen tilauuseräkoon (EOQ) määrittäminen. ....                            | 24 |
| KUVIO 9. Menekin vaihtelun vaikutus keskimääräiseen varastotasoon.....                     | 25 |
| KUVIO 10. Menekin ja läpimenoajan vaihtelun vaikutus keskimääräiseen<br>varastotasoon..... | 26 |
| KUVIO 12. Varaston Layout. ....  | 33 |
| KUVIO 13. AGCO:n hologrammitarra. ....   | 35 |
| KUVIO 14. Lavatavaravaraston jakaantuminen A- ja B- alueisiin.....                         | 36 |
| KUVIO 15. Kombitrukki toiminnassa. ....  | 38 |
| KUVIO 16. Reservipaikkojen merkitseminen aktiivipaikalle. ....                             | 40 |
| KUVIO 17. Hyllyyn 11 mallinnettuja lavapaikkoja. ....                                      | 42 |
| KUVIO 18. Listaus lavatavaravaraston tuotteista.....                                       | 43 |
| KUVIO 19. Välisumma funktion toiminta. ....  | 44 |
| KUVIO 20. Osa hyllystä 11 keruukertojen siirtämisen jälkeen.....                           | 45 |
| KUVIO 21. Eri alueiden välisten rajojen määrittäminen. ....                                | 47 |
| KUVIO 22. Kuva hyllystä 17. ....   | 48 |
| KUVIO 23. A- alueen jakaminen alueisiin A1, A2 ja A3. ....                                 | 49 |
| KUVIO 24. Keruutapahtumien lukumäärä alueittain. ....                                      | 51 |

## TAULUKOT

|   |    |
|---|----|
| TAULUKKO 1. Keruukerrat alueittain. ....                          | 47 |
| TAULUKKO 2. Tilausrivin keräämiseen käytetty aika alueittain..... | 50 |
| TAULUKKO 3. Kustannussäästöt yhteensä.....                        | 53 |
| TAULUKKO 4. Moottorin korjaussarjan 836540084 rakenne. ....       | 54 |

# 1 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimi Valtra Oy Ab, joka on Pohjoismaiden johtava traktori valmista. Opinnäytetyö tehtiin Valtran huoltopalveluiden Suolahdessa sijaitsevaan varaosakeskukseen. Suolahdessa sijaitseva varaosakeskus toimii yhtenä keskusvarastona Valtran varaosien toimitusketjussa.

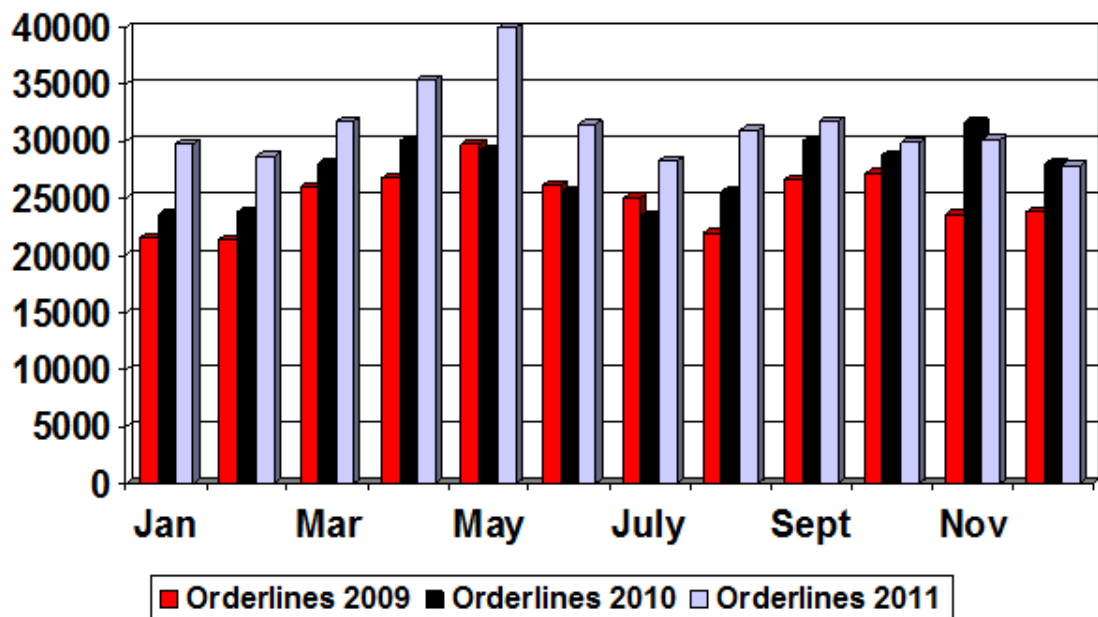
## 1.1 Opinnäytetyön tavoitteet

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa varaosakeskuksen keruutehokkuutta paremman tuotesijoittelun avulla. Tehtävänä oli luoda Excel- pohjainen varastokartta, josta selviävät varaston hyllypaikat sekä niiden keruutapahtumien lukumäärät. Tavoitteena oli, että eniten keruutapahtumia omaavat tuotteet sijoitetaan parhaille mahdollisille hyllypaikoille. Opinnäytetyöllä pyrittiin siihen, että varaston hyllypaikkojen järjestelystä tulisi säännöllistä toimintaa, jota se ei nykytilanteessa ole. Viimeksi Suolahden varaosakeskuksessa on tehty vastaavanlaista järjestelyä vuonna 2008. Opinnäytetyö rajattiin koskemaan vain varaosakeskuksen lavatavaravarastoa.

Opinnäytetyön lähdemateriaalina käytettiin pääasiassa kirjallisuutta, jossa käsitellään varastointia ja sen merkitystä yrityksille, varastoinnin kustannusrakennetta, varastoinnin mittaamiseen käytettäviä tunnuslukuja sekä teoriaa tuotteiden luokittelemisesta ja tuotesijoittelusta. Lähdemateriaalia sovellettiin kohdeyrityksestä sekä sen tietojärjestelmä Proteuksesta saatuihin tietoihin.

## 1.2 Opinnäytetyön lähtökohdat

Vuosien 2008 ja 2009 aikana Valtran huoltopalveluihin vaikuttaneen taantuman jälkeen Valtran varaosamyynti on ollut voimakkaassa kasvussa. Tätä kasvua kuvastaa hyvin kuvio 1, jossa on esitetty varaosakeskuksen tilausrivien kehitys kuukausittain vuosina 2009 - 2011. Marraskuussa 2010 Valtran huoltopalvelut tekivät senaikaisen myyntiennätyksensä. Tällöin Suolahden varaosakeskuksesta toimitettiin yhteensä 31 585 tilausriviä asiakkaille. Vuoden 2011 aikana tämä ennätys on rikottu useasti. Suurin tilauspiikki tapahtui toukokuussa 2011, jolloin varaosakeskuksesta toimitettiin lähes 40 000 tilausriviä. Tämä tarkoittaa noin 26 %:n kasvua edellisvuoden ennätykseen. Samassa suhteessa tilausrivien kanssa ovat kasvaneet myös saapuvan tavaran volyymit sekä varaston arvo.



KUVIO 1. Tilattujen rivien kehitys vuosina 2009 - 2011.



Vuoden 2011 aikana Valtran tuotekehitys on kehittänyt normaalia enemmän uusia malleja, joiden avulla Valtra pyrkii parantamaan markkinaosuuttaan. Lähitulevaisuudessa uusia malleja julkaistaan yhä enemmän. Uusien mallien julkaisun myötä myös varaosanimikkeiden määrä varaosakeskuksessa kasvaa. Tämä luo tilanteen, jossa uusia varaosanimikkeitä syntyy enemmän kuin vanhoja nimikkeitä poistuu käytöstä. Uusien varaosanimikkeiden käsittely on varaston näkökulmasta hankalaa, sillä niiden kulutusta tulevaisuudessa on melko vaikea ennustaa.

Jatkuva volyymien kasvu sekä uudet varaosanimikkeet luovat tilanteen, jossa varaston on pakko kehittää toimintaansa. Jos volyymien kasvu jatkuu samanlaisena, ei varaosakeskus pysty toimittamaan kaikkia tilauksiaan ilman merkittäviä viivästyksiä. Varaosakeskus toimii tällä hetkellä kahdessa vuorossa. Suurimmaksi pullonkaulaksi varaosakeskuksessa on muodostunut lavatavaravarasto. Nykyiseen kahteen vuoroon ei ole enää järkevää palkata uusia työntekijöitä, sillä työn tehokkuus kärsisi merkittävästi. Tämä johtuu siitä, että kaikille lavatavaravaraston työntekijöille ei ole riittävästi trukkeja käytettäväksi. Vastaavasti trukkien lukumäärää on vaikea kasvattaa ahtaiksi käyneiden tilojen vuoksi. Siirtyminen kolmeen vuoroon auttaa vain vähän, sillä koneiden lataamisesta tulee ongelma. Ainut tapa pysyä kasvun mukana on parantaa lavatavaravaraston keruutehokkuutta. Keruurivien ja volyymien kasvaessa keruutehokkuutta parantamalla voidaan varaosakeskuksessa saavuttaa yhä suurempia kustannussäästöjä.

Tulevaisuudessa Valtran omistajan, AGCO:n tavoitteisiin kuuluu kasvattaa merkittävästi Valtran traktoreiden myyntiä, mikä lisää varaosien kysyntää. Lisäksi AGCO:n tavoitteisiin kuuluu kasvattaa jälkimarkkinointituotteiden liikevaihtoa huomattavasti. Tähän tavoitteeseen AGCO pyrkii pääsemään tuomalla markkinoille uusia jälkimarkkinointituotteita, parantamalla asemaa suhteessa piraattivaraosien valmistajiin sekä valtaamalla vanhoihin koneisiin kohdistuvaa varaosakauppaa. Nämä tavoitteet toteutuessaan johtavat siihen, että Suolahden varaosakeskuksen volyymit jatkavat myös tulevaisuudessa kasvuaan.

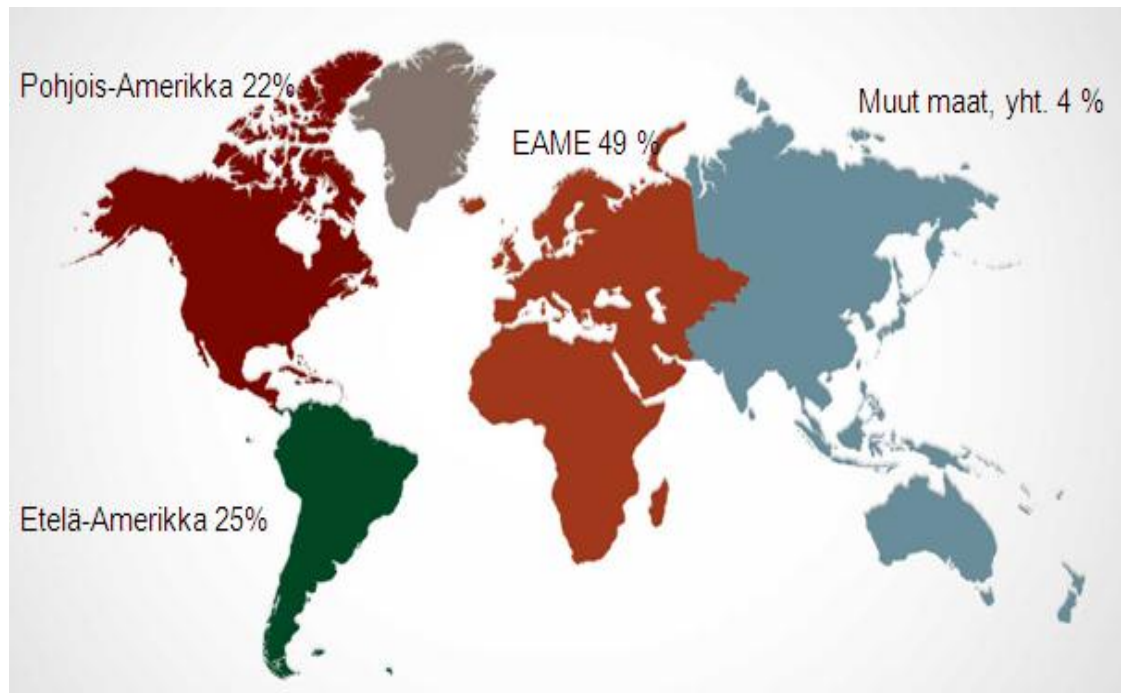
## **2 VALTRA OY**

Valtra Oy Ab on vuonna 1951 perustettu yritys, joka valmistaa, myy ja huoltaa traktoreita. Valtra on tällä hetkellä alansa markkinajohtaja Pohjoismaissa ja Suomessa sekä toiseksi suosituin traktorimerkki latinalaisessa Amerikassa. Valtralla on kaksi tuotantolaitosta, yksi Suolahdessa toinen Mogi das Cruzesissa Brasiliassa. Vuonna 2011 Valtran liikevaihto oli 1030 miljoonaa euroa. Työntekijöitä Valtralla on yhteensä 2100, joista Suolahdessa työskentelee noin 800. (Valtra Company presentation 2011)

### **2.1 Valtra osana Agcoa**

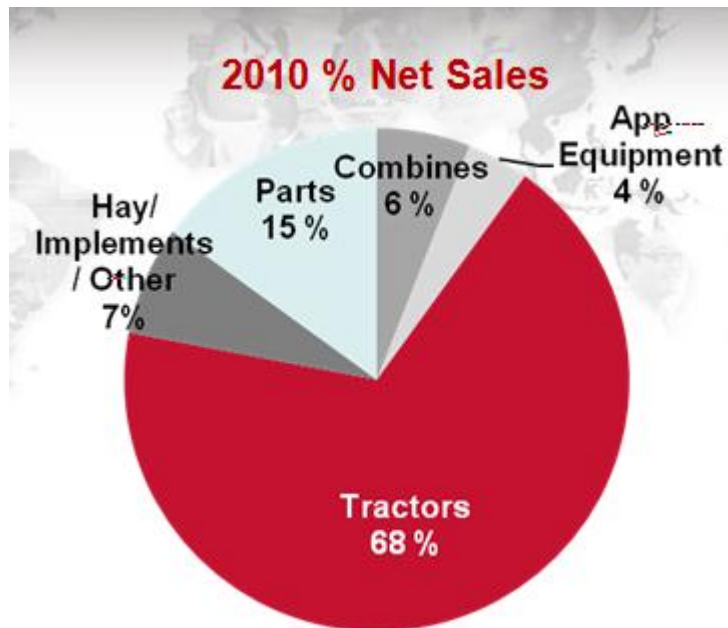
Valtran on osa Yhdysvaltalaisista vuonna 1990 perustettua AGCO- konsernia. AGCO on perustamisensa jälkeen kasvanut vauhdikkaasti ja on tällä hetkellä maailman kolmanneksi suurin maatalouskoneiden valmistaja ja myyjä. AGCO toimii yli 140 maassa ja sillä on noin 2700 myynti- ja jakelupistettä ympäri maailmaa. Vuonna 2010 AGCON liikevaihto oli noin 7 miljardia dollaria. AGCOssa työskentelee maailmanlaajuisesti noin 15 000 työntekijää. (Valtra Company presentation 2011)

AGCO jakaantuu maantieteellisesti neljään alueeseen: EAME (Eurooppa, Afrikka, Lähi-itä), EAPAC (Itä-Aasia, Pacific), NA (Pohjois-Amerikka) ja SA (Etelä-Amerikka). AGCON päämarkkina-alue on kuitenkin Keski-Eurooppa. AGCON liikevaihdosta noin puolet syntyy EAME- alueelta. Kuviossa 2 on esitetty AGCON liikevaihdon jakaantuminen maantieteellisesti. (Valtra Company presentation 2011)



KUVIO 2. AGCO:n liikevaihdon jakaantuminen maantieteellisesti. (Valtra company presentation 2011)

Valtra on yksi AGCO:n neljästä pääbrändistä. Muita AGCO:n pääbrändejä ovat Fendt, Massey Ferguson ja Challenger. Pääbrändien lisäksi AGCO omistaa paljon muita yrityksiä, kuten myös Valtran traktoreihin moottoreita toimittavan AGCO Sisu Powerin sekä puimuriliiketoimintaan keskittyneen Laverdan. AGCO:n liikevaihdosta suurin osa, eli 68 % syntyy traktoreista, 15 % varaosakaupasta ja 6 % puimuriliiketoiminnasta. Kuviossa 3 on esitetty AGCO:n liikevaihdon muodostuminen toimialueittain. (Valtra company presentation 2011; AGCO global business update: Q3 2011)



KUVIO 3. AGCO:n liiketoiminnan jakaantuminen eri toimialoittain. (AGCO global business update: Q3 2011)

## 2.2 Agco Parts

AGCO Parts on kaikkien AGCO-brändien yhteinen varaosamerkki. AGCO Parts käsittelee yli 1,4 miljoonaa eri varaosanimikettä. Varaosien lisäksi AGCO Parts tarjoaa myös muita jälkimarkkinointituotteita. Kuten AGCO, myös AGCO Parts jakaantuu neljään alueeseen: EAME, EAPAC, NA ja SA. (Parts. n.d.)

## 3 VARASTOINTI

Varastolla voidaan tarkoittaa kahta eri asiaa. Talousopissa varastolla tarkoitetaan vaihto-omaisuutta, mutta fyysisesti varasto tarkoittaa tilaa, jossa voidaan säilyttää tuotteita, materiaaleja tai komponentteja. Varasto voi olla paikka tai rakennus, mutta varastoksi voidaan käsittää myös esimerkiksi jakeluauto, liikkeen takahuone tai kaupassa esillä myytävänä oleva tavara. Fyysisesti varasto on siis venyvä käsite. Varasto

on hallittavissa oleva logistinen kokonaisuus. (Karrus 1998, 27; Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2010, 125)

### 3.1 Varastoinnin syyt

Liiketoiminnassa varastoja tarvitaan asiakaspalvelujen ja tuotannollisten toimintamahdollisuuksien turvaamiseen. Vaikka varastot lisäävät tuotteiden kustannuksia, voidaan tuotteiden varastointia perustella seuraavilla syillä: (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 302)

- taloudellisen edun saavuttaminen
- kysynnän ja tarjonnan tasapainottaminen.
- tuotannon erilaistamisen mahdollistaminen
- epävarmuudelta suojautuminen
- jakelukanavan kriittisten rajapintojen puskurina toimiminen.

Taloudellisen edun saavuttamisella tarkoitetaan kuljetus- ja hankintakustannusten alentamista ostamalla kerralla suurempia volyymeja. Suuremmat osto- ja kuljetuserät laskevat tuotteiden yksikkökustannuksia. Kysynnän ja tarjonnan tasapainottamisella tarkoitetaan varautumista kysynnän ja tarjonnan kausivaihteluihin sekä varautumista tuotteiden nousevaan trendiin. Tuotteiden erilaistamisella tarkoitetaan tuotteita, joiden lopullinen kokoonpano tapahtuu asiakastilauksen perusteella. Esimerkiksi kauppias voi varastoida liikkeessään erivärisiä matkapuhelimien kuoria, jolloin asiakas voi valita itselleen mieleisensä värin. (Hokkanen ym. 2010, 202)

Epävarmuudelta suojautumisella tarkoitetaan raaka-aineiden riittävyyden turvaamista. Tällaisia varastoja ovat muun muassa satokauden aikana täytettävät vilja- ja juuresvarastot. Valmistuotevarastoja voidaan kasvattaa odotettavissa olevan kysynnän kasvun takia esimerkiksi juhlapyhinä. Myös mahdollisien raaka-aineiden hinnannousujen vaikutuksia voidaan viivästyttää ostamalla tuotteita varastoon. Toisaalta myös

kriittisten tuotantokoneiden mahdollisiin tuotantokatkoihin voidaan varautua varastoinnilla. (Hokkanen ym. 2010, 202)

Puskurivarastoja eli puffereita pidetään yleensä toimitusketjun kriittisten rajapintojen tukena. Puskurivarastojen avulla varaudutaan äkillisiin kysyntäpiikkeihin tai yllättäviin toimituskatkoksiin. (Hokkanen ym. 2010, 202)

## **3.2 Varastomuodot**

Varastoja voidaan luokitella säilytettävän materiaalin tai varaston käyttötarkoituksen mukaan. Materiaalin mukaan varastot voidaan luokitella kappale- ja joukkotavaravarastoihin. Käyttötarkoituksen mukaan varastot voidaan luokitella valmistukseen tai jakeluun liittyviksi varastoiksi. (Hokkanen ym. 2010, 126–127)

### **3.2.1 Valmistukseen liittyvät varastot**

Valmistukseen liittyvät varastot sijaitsevat yleensä tuotantolaitosten yhteydessä. Nämä varastot ovat jossain määrin välttämättömiä, sillä ne palvelevat välittömästi jalostusta. Nämä varastot eritellään sen mukaan, missä vaiheessa jalostusta ne sijaitsevat ja kuinka ne tuotantoprosessia palvelevat. Valmistukseen liittyvät varastot voidaan jakaa viiteen eri luokkaan: raaka-ainevarastoihin, puolivalmiste- ja välivarastoihin, valmiste- eli tuotevarastoihin, tarvikevarastoihin sekä työvälinevarastoihin. (Hokkanen ym. 2010, 126–127)

Raaka-ainevarastoissa säilytetään materiaaleja ennen tuotantoon ottamista. Ominaista raaka-ainevarastoille on se, että materiaaleja on paljon. Myös tuloerät ovat suuria ja harvoja sekä lähtöerät pieniä ja taajoja. Nimikkeet ovat yleensä halpoja. Raaka-ainevarastoissa materiaalit sietävät yleensä karkeaa käsittelyä. (Hokkanen ym. 2010, 126–127)

Puolivalmiste- ja välivarastoissa säilytetään tuotannon eri välivaiheiden välillä olevaa keskeneräistä tuotantoa. Ominaista välivarastoille on, että tulo- ja lähtöerät ovat taajuudeltaan samanlaisia ja yhtä suuria. Varaston toiminta nivoutuu yhteen tuotan-

non toiminnan kanssa ja välivaraston toimintaan voidaankin liittää erilaisia kontrollitoimenpiteitä. Eri varastoitavat erät sijaitsevat yleensä hajallaan toisistaan. (Hokkanen ym. 2010, 126–127)

Valmiste- eli tuotevarastoissa säilytetään tuotannosta valmistuneita yrityksen lopputuotteita. Tuotevarastoiden materiaalmäärä on suhteellisen pieni, sillä osa raaka-aineista joutuu jalostuksen yhteydessä jätteeksi. Tuotteet ovat yleensä herkkiä, eivätkä kestä karkeaa käsittelyä. Säilytettävät tuotteet ovat yleensä arvokkaita. Varaston tuloerät ovat pieniä ja taajoja, lähtöerät suuria ja taajoja. (Hokkanen ym. 2010, 127)

Tarvikevarastoissa säilytetään valmistusprosessien eri vaiheissa apuna käytettäviä aineita ja tarvikkeita. Tällaisia ovat esimerkiksi poltto- ja voiteluaineet sekä pakkaustarvikkeet ja varaosat. Työvälinevarastoissa säilytetään eri tuotantovaiheissa tarvittavia työvälineitä. Työvälinevaraston nimikemäärä voi olla suuri, mutta nimikkeiden varastomäärä on yleensä pieni. (Hokkanen ym. 2010, 127)

### **3.2.2 Jakeluun liittyvät varastot**

Jakeluun liittyvät varastot sijaitsevat jakelureittien varrella. Ne palvelevat valmistusyrityksiä, kuljettajia sekä kauppiaita. Jakeluun liittyvät varastot voidaan jakaa tukkuvarastoihin, myyntivarastoihin, turva- ja varmuusvarastoihin, terminaalivarastoihin sekä tullivarastoihin. (Hokkanen ym. 2010, 127)

Tukkuvarastot toimivat valmistuksen ja myynnin väliportaina. Tukkuvarastoissa varastoitavien nimikkeiden kirjavuus on suuri. Varastojen tuloerät ovat suuria ja tavaraa saapuu harvoin, kun taas lähtöerät ovat pieniä ja taajoja. Lähtöerien toimitusaika on lyhyt. Varaston tavaramäärät vaihtelevat tavarakohtaisen kysynnän ja toimitusaikojen mukaan. Tukkuvarastojen säilytystilat ovat monimuotoiset, sillä erilaiset tuotteet vaativat varastolta erilaisia ominaisuuksia. (Hokkanen ym. 2010, 127)

Myyntivarastot toimivat myyntipisteiden yhteydessä. Myyntivarastoille on ominaista, että tuloerät ovat kohtuullisen kokoisia ja lähtöerät erittäin pieniä ja taajoja. Lähtöerät toimitetaan yleensä ilman ennakkotilausta. Turva- eli varmuusvarastot poistavat tärkeiden materiaalien saatavuudessa ilmeneviä odottamattomia häiriöitä. Turvava-

rastoiden nimikemäärät ovat yleensä pieniä, mutta varastomäärät suuria. Turvavarastoista otetaan tavaroita harvoin ja ilman kiirettä. (Hokkanen ym. 2010, 127-128)

Terminaalivarastot toimivat kuljetusten alku-, pääte-, tai liityntäpisteissä. Niille on ominaista, että erillisiä, kokonsa ja laatunsa puolesta poikkeavia tavaraeriä on runsaasti. Varastointiaika terminaalivarastoissa on lyhyt ja varaston käsittelylaitteet ovat erittäin tehokkaita. Tuotteet lajitellaan varastoissa kuljetusreittien mukaan ja varaston ulkoalueen liikenne on erittäin vilkasta. (Hokkanen ym. 2010, 128–129)

### **3.3 Varastoinnin kustannukset**

Varastoinnin kustannukset aiheuttavat merkittävän osan yrityksen logistisista kustannuksista, eivätkä yritykset yleensä ole selvillä siitä, kuinka paljon varastojen pitäminen niille maksaa. Varastoinnista aiheutuvat kustannukset voidaan karkeasti jakaa kahteen pääryhmään: varastoihin sitoutuvan pääoman aiheuttamiin kustannuksiin sekä varastoiden toimintakustannuksiin. (Sakki 1994, 41)

#### **3.3.1 Pääomakustannukset**

Varaston pääomakustannukset, eli sidotun pääoman korkokustannukset aiheuttavat merkittävän osan yritysten logistisista kustannuksista. Varaston ylläpito sitoo omaisuutta, jota voitaisiin käyttää vaihtoehtoisesti investointeihin. Varastoon sitoutuneen pääoman korkokustannuksena tulisi käyttää sitä korkoa, minkä yritys voisi saada tuottona uudesta inventoinnista tai sijoituksesta. Osa yrityksistä käyttääkin pääomakustannuksia laskiessa korkoa, joka yrityksessä on asetettu uusien investointien tuotovaatimuksiksi. Toisaalta investoinnit tulisi luokitella myös niiden riskitason mukaan. Esimerkiksi sijoitus täysin uuteen tuotteeseen, mikä on riskitasoltaan korkea, tulee tuottaa enemmän kuin riskittömän vaihto-omaisuuden varastoiminen. (Sakki 1994, 41; Varastoista aiheutuvat kustannukset n.d.)

Yritykset tarvitsevat liiketoimintansa pyörittämiseen pääomaa, eli käyttöpääomaa. Käyttöpääoman suuruuteen vaikuttavia tekijöitä ovat ostovelat, myyntisaamiset sekä vaihto-omaisuuden määrä. Käyttöpääoma kertoo, kuinka paljon yrityksen liiketoi-



minnan ylläpitäminen sitoo rahaa yrityksen kassasta. Käyttöpääoman suuruus voidaan laskea seuraavalla laskukaavalla (Sakki 1994, 41):

$$\begin{aligned}
 &+Varastojen\ arvo \\
 &\quad -Ostovelat \\
 &+Myyntisaamiset \\
 &= Käyttöpääoma
 \end{aligned}$$

Käyttöpääoman määrä muuttuu jatkuvasti. Yrityksestä riippuen käyttöpääoman koron suuruus on yleensä 10–20 %. Käyttöpääoman koron tulisi olla suurempi kuin pankkilainan korko, sillä lainaa ei ole rajattomasti tarjolla. Sisäisen korko voisi olla esimerkiksi yrityksen omistajien asettaman tuottovaatimuksen suuruisen. (Sakki 1994, 41)

### 3.3.2 Varaston toimintakustannukset

Varaston toimintakustannukset voidaan Sakin (1994, 41) mukaan jakaa kahteen ryhmään: tavaran säilyttämisestä aiheutuviin kustannuksiin sekä tavaran käsittelystä aiheutuviin kustannuksiin. Näiden lisäksi varastoinnin voidaan katsoa aiheuttavan myös seuraavia kustannuksia (Russell & Taylor 2009, 531; Varastoista aiheutuvat kustannukset n.d.):

- vakuutuskustannuksia
- riskikustannuksia
- täydennyskustannuksia sekä
- puutekustannuksia.

#### Säilyttämisestä aiheutuvat kustannukset

Tavaran säilyttämiseen tarvitaan aina tila tai alue, jonka käytöstä syntyy kustannuksia. Näitä kustannuksia ovat säilytystilojen aiheuttamat pääomakustannukset sekä ulkopuolisille maksettavat tilavuokrat. Myös hyllyjen, kuormalavojen ja muun vastavan kaluston kustannukset lasketaan tähän ryhmään. Näiden lisäksi tulee huomioida

myös tilojen puhtaanapidon, valaistuksen, lämmityksen ja muiden vastaavien kulujen aiheuttamat kustannukset. (Sakki 1994, 41–42)

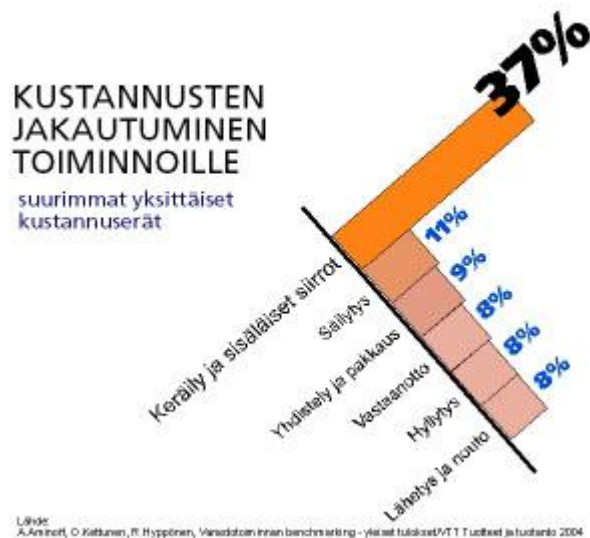
Säilyttämisestä aiheutuvat kustannukset eivät muutu yhtä joustavasti vaihtomaisuuden pienentyessä kuin pääomakustannukset. Kuitenkin pidempää aikaväliä tarkasteltaessa sekin on muuttuva kustannus. Liikevaihdon kasvaessa tulevaisuudessa ei välttämättä tarvitse rakentaa uutta varastointitilaa. Vastaavasti kokonaan vapautuvia tiloja voidaan vuokrata tai myydä pois. (Sakki 1994, 41–42)

### **Tavaran käsittelykustannukset**

Suurin osa tavaran käsittelykustannuksista koostuu käsittelyhenkilöstön palkkakustannuksista, mutta myös materiaalinkäsittelylaitteet aiheuttavat kustannuksia. Näitä kustannuksia ovat käsittelylaitteiden korot, poistot, huollot ja mahdolliset vuokrat. Myös pakkausmateriaalien käytöstä aiheutuu kustannuksia. (Sakki 1994, 42)

Varaston läpi kulkevasta tavaravirrasta voidaan erottaa kolme eri vaihetta. Ensimmäinen vaihe pitää sisällään tavaran vastaanoton, tarkastuksen, lajittelun, merkitsemisen ja siirron varastopaikalle. Toinen vaihe muodostuu keräilystä ja kolmas pakkaamisesta, lähetyksen valmistelusta ja lähettämisestä. Edellä mainittujen vaiheiden kustannukset riippuvat erittäin paljon käsiteltävästä tavarasta sekä toiminnan luonteesta. (Sakki 1994, 42)

Kuviossa 4 on esitetty eräs arvio varaston eri työvaiheiden kustannuksista. Siitä huomataan, että suurin osa tavaran käsittelykustannuksista syntyy keräilystä. Hyvällä suunnittelulla voidaan keräilyssä saavuttaa suuria säästöjä. Huonoimmassa tapauksessa keräily voi aiheuttaa yritykselle huomattavasti ylimääräisiä kuluja. Monet keuruutehokkuutta lisäävät ratkaisut vaativat investointi vaiheessa enemmän rahoitusta, mutta ovat usein kokonaisuutena kustannustehokkain vaihtoehto. (Tuottavan varaston suunnittelu n.d.)



KUVIO 4. Kustannusten jakaantuminen eri toiminnoille varastoissa. (Tuottavan varaston suunnittelu n.d.)

### Vakuutuskustannukset

Vakuutusmaksut eivät suoranaisesti ole riippuvaisia varastoitavien tuotteiden lukumäärästä, sillä vakuutus otetaan yleensä kattamaan tietyn tuotteisiin sisältyvän arvon määritellyn ajanjakson aikana. Yritykset kuitenkin tarkistavat vakuutusehtojaan säännöllisesti odotettavissa olevien varastoarvojen mukaan. Näin varastonarvon muutoksella on vaikutusta myös vakuutusmaksuihin. Vakuutusmaksujen suuruuteen vaikuttaa korvausarvon lisäksi myös varastorakennuksessa käytetyt materiaalit, rakennuksen ikä ja palon- sekä varkaudentorjuntalaitteet. (Reinikainen, Mäntynen, Rantala, & Viitanen 2002, 76)

### Riskikustannukset

Varaston riskikustannusten katsotaan muodostuvan tavaran vanhentumisesta, vahingoista, hävikistä sekä uudelleensijoittamisesta aiheutuvista kustannuksista. Tavaran vanhenemiskustannuksia syntyy, kun tavara täytyy myydä tai hävittää kannattamattomasti, koska sitä ei voida myydä normaalilla hinnalla. Vanhentumiskustannus on tuotteen alkuperäisen kustannuksen ja jäännösarvon välinen ero. (Russell & Taylor 2009, 531)

Vahinkokustannuksista tulisi sisällyttää varastonkustannuksiin vain se osa, joka tapahtuu varastotason muutoksen seurauksena. Esimerkiksi kuljetusvahinkoja ei tulisi lasketa vahinkokustannuksiin. Varastohävikkiä saattaa aiheutua varkauksista, huonosta varastotietojen ylläpidosta sekä väärin tuotteiden tai tuotemäärien lähettämisestä asiakkaalle. Hävikin suuruus on verrannollinen tuotteiden lukumäärään. Myös varastojen lukumäärä lisää hävikin määrää. Uudelleensijoituskustannuksia aiheutuu siitä, kun tuotteita joudutaan siirtämään varastosta toiseen vanhentumisen estämiseksi. Uudelleensijoituskustannukset ovat usein seurausta ylivarastoinnista. (Russell & Taylor 2009, 531)

### **Täydennyskustannukset**

Täydennyskustannukset ovat kustannuksia, jotka liittyvät varastosaldojen täydentämiseen. Normaalisti nämä kustannukset ilmaistaan muodossa €/tilaus, ja ne ovat riippumattomia tilauserän koosta. Täydennyskustannusten suuruus riippuu tilausten lukumäärästä. Kun tilausten lukumäärä kasvaa, täydennyskustannukset kohoavat. Periaatteessa kaikki kustannukset, jotka ovat suoraan verrannollisia tilausten lukumäärään, voidaan laskea täydennyskustannuksiksi. Näitä kustannustekijöitä ovat esimerkiksi tilauksen tekemisestä, toimitusvalvonnasta, toimituslaskun käsittelystä sekä saapuvan tavaran vastaanotosta ja tarkastuksesta syntyvät kustannukset. (Russell & Taylor 2009, 531; von Bell, Inkiläinen, Ritvanen & Santala 2011, 92)

### **Puutekustannukset**

Puutekustannuksia syntyy, kun asiakastilaukseen ei voida vastata riittämättömän varaston takia. Jos puutteet aiheuttavat myynnin menetyksiä, voidaan puutekustannuksiksi laskea myös menetettyjen asiakastilausten tuotot. Joidenkin tutkimusten mukaan 8 % kuluttajista ei löydä haluamaansa tuotetta suoraan varastosta. Tämän arvioidaan johtavan noin 3 %:n menetykseen myynnissä. (Russell & Taylor 2009, 531)

Varaston riittämättömyys voi aiheuttaa myös asiakastytymättömyyttä ja olla haitaksi yrityksen imagolle. Nämä tekijät voivat lopulta johtaa pysyviin asiakasmenetyksiin sekä tuotteiden myynnin loppumiseen. Tilauksen myöhästymisen sekä kyvyttömyyden vastata asiakkaan tarpeisiin voivat joissakin tapauksissa johtaa alennuksiin sekä

hyvityksiin. Tuotantolaitoksissa puutteet voivat aiheuttaa tuotantokatkoksia, jotka johtavat työnseisauksiin ja myöhästymisiin. (Russell & Taylor 2009, 531)

Kustannukset, jotka aiheutuvat kyvyttömyydestä vastata asiakastilauksiin, ovat huomattavasti vaikeammin määriteltävissä kuin muut varastoinnista aiheutuvat kustannukset. Puuttekustannukset perustuvatkin yleensä erilaisiin arvioihin. Puuttekustannukset ovat kuitenkin kääntäen verrannollisia muihin varastoinnista aiheutuviin kustannuksiin. Varastointikustannukset nousevat varastosaldojen kasvaessa. Tämä puolestaan johtaa puuttekustannusten pienenemiseen. (Russell & Taylor 2009, 531)

### 3.3.3 Varastointikustannukset yhteensä

Varaston toimintakustannukset ovat luonnollisesti yrityskohtaisia. Usein ne ovat pääomakustannuksia suurempia. Toimintakustannusten arvioidaan olevan noin 10-30% varaston arvosta. Kuviossa 5 on esitetty varaston toimintakustannusten jakaantuminen. Kuten kuviossa 5 huomataan, henkilöstökustannukset aiheuttavat karkeasti puolet varaston toimintakustannuksista. (Sakki 1994, 43; Tuottavan varaston suunnittelu n.d.)



KUVIO 5. Varaston toimintakustannusten jakaantuminen. (Tuottavan varaston suunnittelu n.d.)

Kun varaston toimintakustannuksiin lisätään vaihto-omaisuuden aiheuttamat pääomakustannukset, saattaa lopputulos olla yllättävän suuri. Kun pääomakustannusten arvioidaan olevan 10–20 % varaston arvosta ja toimintakustannusten 10–30 % varaston arvosta, ovat varastoinnista aiheutuvat kokonaiskustannukset 20–50 % varaston arvosta. Jos varaston arvo on miljoona euroa, merkitsee tämä 200 000 - 500 000 euron vuosikustannusta. (Sakki 1994, 43)

### 3.4 Varastoinnin tunnusluvut ja mittarit

Logistiikan yksi keskeisimmistä tavoitteista on tehokkuus. Sen arvioimisessa tulee huomioida määrä- ja aikamittareiden lisäksi myös kustannukset ja laatu. Logistiikassa mittauksen kohteita ovat esimerkiksi varastot, ostaminen, kuljetukset, läpimenoajat, toimitusvarmuus sekä laatu. (Sakki 2009, 76)

Erilaisten mittareiden tärkein tehtävä on antaa laaja ja objektiivinen kuva yrityksen logistiikan tilasta ja sen tehokkuudesta. Näitä mittareita voidaan hyödyntää yritysten välisissä vertailuissa. Vertaamalla oman yrityksen arvoja toimialan keskimääriin ja parhaisiin arvoihin saadaan hyvä kuva oman yrityksen toiminnasta. Tärkeintä on kuitenkin hyödyntää mittareista saatuja tunnuslukuja oman toiminnan kehityksen seurantaan. Oikein valitut mittarit auttavat löytämään ongelmakohtia sekä auttavat seuraamaan korjaustoimenpiteiden tehokkuutta. (Sakki 2009, 76)

#### Varaston kiertonopeus

Vaihto-omaisuuden käytön tehokkuutta mitattaessa tavallisin tunnusluku on varaston kiertonopeus. Se kertoo, kuinka monta kertaa varastossa oleva tavara keskimäärin vaihtuu vuoden aikana. Kiertonopeus lasketaan suhteuttamalla tavaroiden kulutuksen arvo varaston arvoon (Sakki 2009, 76):

$$\text{Varaston kiertonopeus} = \frac{\text{Vuoden käyttö tai myynti}}{\text{Varastojen keskiarvo}}$$

Varaston kiertonopeus voidaan laskea niin kappalemääräisen kulutuksen perusteella kuin kulutuksen arvon perusteella. Kun kiertonopeus lasketaan kulutuksen arvon

perusteella, tulee kulutus ja varaston keskiarvo hinnoitella samoin perustein. Mitä suurempi on varaston kiertonopeus, sitä paremmaksi varaston hallinta yleensä koetaan ja sitä paremmin varastoon sidottu pääoma tuottaa tulosta. (Sakki 2009, 76)

### **Varaston riitto**

Varaston kiertonopeus ei välttämättä anna oikeaa kuvaa varastason järkevyydestä. Parempi arvio varastotasosta saadaan, kun tarkastellaan varaston riittoa. Sillä tarkoitetaan sitä aikaa, jonka varasto riittää tilaustoimitusten välillä. Varaston riitto voidaan laskea seuraavalla kaavalla (Hokkanen ym. 2010, 134–135):

$$\text{Varaston riitto} = \frac{\text{Varaston arvo (hankintahinnoin)}}{\text{Vuositarve (hankintahinnoin)}} \times 365$$

Kun kiertonopeus tunnetaan, voidaan varaston riitto laskea myös seuraavasti:

$$\text{Varaston riitto} = \frac{365 \text{ d}}{\text{Kiertonopeus}}$$

### **Vaihto-omaisuuden osuus**

Jos varaston kiertoa halutaan verrata yritysten välillä, saadaan vertailukelpoinen tunnusluku suhteuttamalla vaihto-omaisuuden arvo yrityksen liikevaihtoon. Vaihto-omaisuuden osuus lasketaan siis seuraavasti (Sakki 2009, 77):

$$\text{Vaihto – omaisuuden osuus} = \frac{\text{Vaihto – omaisuuden arvo}}{\text{Liikevaihto}}$$

### **Katekierto**

Katekiertoa voidaan pitää yksinkertaisena pääoman tuoton eli ROI:n (Return Of Investment) vastineena. Se siis kertoo, kuinka tehokkaasti varastoon sidottu vaihto-omaisuus tuottaa katetta. Katekierto saadaan kertomalla myyntikateprosentti varaston kiertonopeudella (Sakki 2009, 77):

$$\text{Katekierto} = \text{Myyntikate \%} \times \text{Varaston kierto}$$

## Laadun ja suorituskyvyn mittaaminen

Varaston kiertonopeuteen liittyy olennaisesti tieto toimitusten luotettavuudesta.

Ilman sitä on vaikea arvioida onko varaston kierto hyvä vai huono. Yleisin tunnusluku logistiikan luotettavuudelle on toimituskyky. Se voidaan laskea tuotteista, riveistä tai toimitusten arvosta. Toimituskyky lasketaan seuraavasti (Sakki 2009, 79–80):

$$\text{Toimituskyky} = \frac{\text{Toimitetut tilaukset}}{\text{Kaikki tilaukset}} (\%)$$

Toimitusvarmuutta voidaan mitata jälkitoimitusten tai toimitusmyöhästymisten määrällä (Sakki 2009, 79–80):

$$\text{Jälkitoimitusten osuus} = \frac{\text{Jälkitoimitukset}}{\text{Kaikki toimitukset}} (\%)$$

Laadukkaan toiminnan perusedellytys on täyttää asiakkaalle asetetut lupaukset.

Asiakirjoissa sekä toimituksissa esiintyneiden virheiden lukumäärä kuvastaa hyvin toiminnan laatua (Sakki 2009, 79–80):

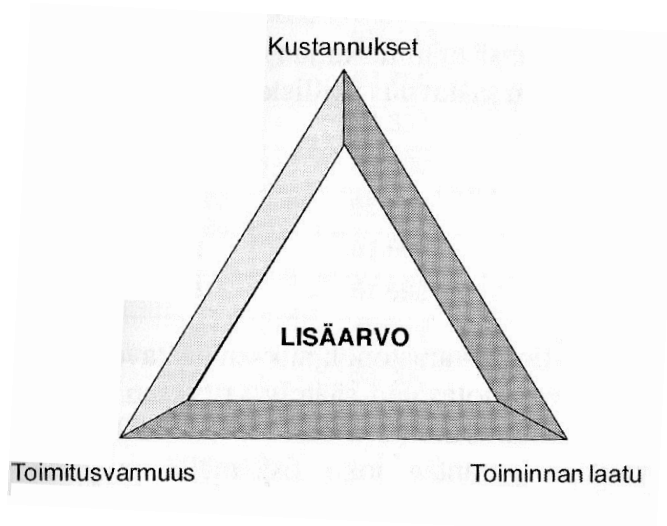
$$\text{Virheiden osuus} = \frac{\text{Virheiden määrä}}{\text{Toimitusten määrä}} (\%)$$

## 3.5 Varastonohjaus

### 3.5.1 Varastonohjauksella saavutettava lisäarvo

Varastonohjauksella tarkoitetaan varastoihin sitoutuvan pääoman hallintaa sekä materiaalivirtojen ohjausta siten, että haluttu asiakaspalvelutaso voidaan saavuttaa minimaalisin kustannuksin. Teollisessa tuotannossa kustannukset pyritään pitämään mahdollisimman alhaisina. Alhaisista kustannuksista huolimatta toimitusvarmuuden on pysyttävä asiakkaiden odottamalla tasolla. Edellä mainittujen tekijöiden saavuttamiseksi toiminnan laadun on oltava korkeatasoista. Yhdessä nämä kolme tekijää tuovat lisäarvoa yritykselle sekä asiakkaalle. (Ks. kuvio 6) (Reinikainen ym. 2002, 71)



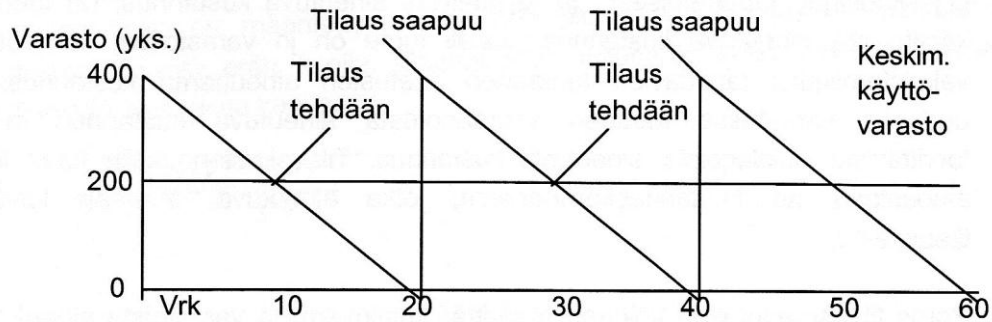


KUVIO 6. Varastonohjauksen tuoman lisäarvon rakenne. (Hokkanen ym. 2010, 201.)

Varastonohjauksella pyritään parantamaan yrityksen tuottavuutta, pitämään varastotasot sopivina sekä minimoimaan logistiikasta aiheutuvat kustannukset. Yrityksen tuottavuutta voidaan parantaa joko lisäämällä myyntiä tai leikkaamalla kustannuksia. Liian alhaiset varastotasot heikentävät toimitusvarmuutta, joka saattaa johtaa myynnin menetyksiin. Suuret varastosaldot parantavat toimitusvarmuutta sekä mahdollistavat myynnin kasvun, mutta toisaalta lisäävät myös kustannuksia. Varastointikustannuksia voidaan alentaa vähentämällä jälkitoimisten määrää ja kiireellisiä toimituksia, hävittämällä tarpeettomia varastoja sekä kehittämällä ennustustarkkuutta. (Stock & Lambert 2001, 235.)

### 3.5.2 Varaston hallinta varmuuden vallitessa

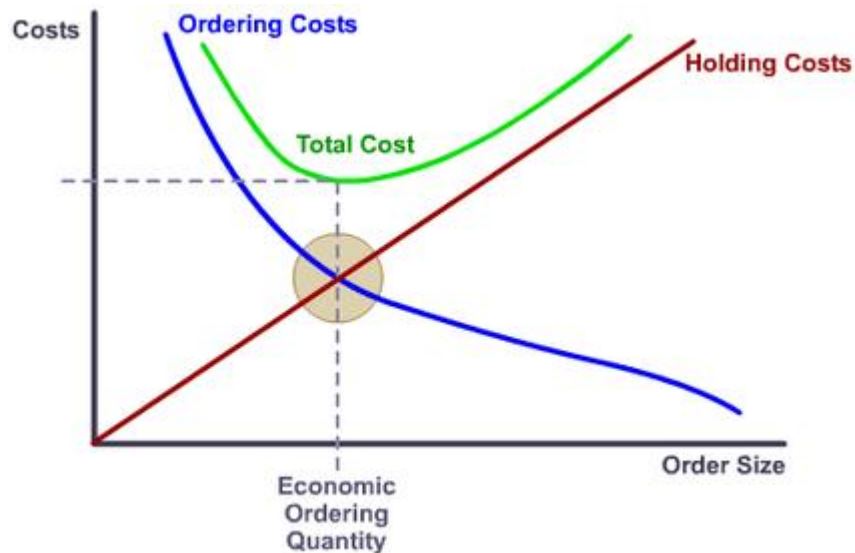
Käyttövarastoja syntyy, kun tavarat saapuvat yritykseen erisuuruksissa erissä kuin missä ne kulutetaan tai myydään. Käyttövarastoilla pyritään tyydyttämään tuotteiden tarve varmuuden vallitessa eli silloin, kun tuotteiden kulutus ja toimitusajat pystytään ennakoimaan tarkasti. Kuviossa 7 on esitetty tilanne, jossa tuotetta myydään tasaisesti 20 kpl päivässä. Vastaavasti tuotteen toimitusaika on 10 päivää. kun tuotteen kulutus ja toimitusajat tiedetään varmasti, ei varmuusvarastoja tarvita. (Reinikainen ym.2002, 81)



KUVIO 7. Tiluserän suuruuden vaikutus keskimääräiseen varastotasoon. (Reinikainen ym.2002, 81)

Varastotasoa, jonka kohdalla yritys tekee uuden tilauksen, kutsutaan tilauspisteeksi. Kuviossa 5 tilauspiste on 200 yksikköä ja tiluserä koko 400 yksikköä. Koska kulutus ja toimituksen läpimenoaika ovat vakioita, ajoitetaan toimituksen saapuvaksi silloin kun viimeinen tuote myydään varastosta. (Reinikainen ym.2002, 81)

Kun varaston toimintaan ei liity epävarmuustekijöitä, on varastonohjaus tasapainoteltua hankinta- ja varastointikustannusten välillä. Hankinta- ja varastointikustannukset voidaan minimoida määrittämällä taloudellisin tiluserä koko eli EOQ (Economic Order Quantity). Määrittämällä EOQ voidaan minimoida tilaus- ja varastointikustannusten summa. Kuviossa 8 on esitetty taloudellisen tiluserän määrittäminen graafisesti. (Reinikainen ym.2002, 81–82; Hokkanen ym. 2011, 204)



KUVIO 8. Taloudellisen tilauseräkoon (EOQ) määrittäminen (Economic order quantity n.d)

Taloudellisin tilauseräkkö voidaan määrittää esimerkiksi seuraavan kaavan avulla:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2PD}{CV}}$$

EOQ= taloudellisin tilauseräkkö

P= toimituserän hankintakustannus (€/tilaus)

D= tuotteen vuotuinen menekki (kpl)

C= vuotuinen varastointikustannus (prosenttia tuotteen arvosta tai kustannuksista)

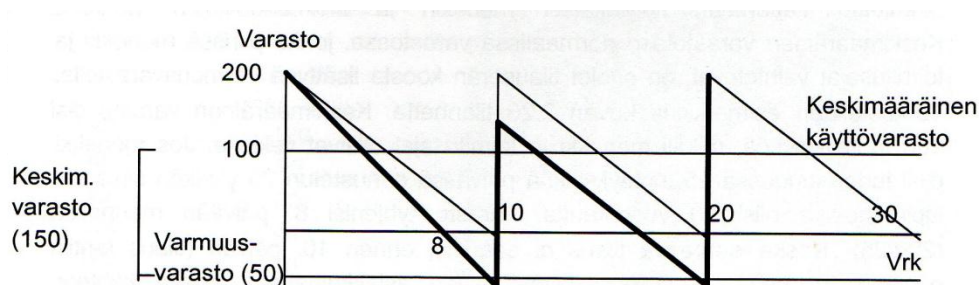
V= tuotteen yksikköhinta (€) (Reinikainen ym. 2002, 83)

Edellä esitetty Wilsonin kaava on hyvin pelkistetty malli todellisuudesta ja se jättää huomioimatta monta varastonohjaukseen liittyvää tekijää. Esimerkiksi toimituserän hankintakustannusta sekä tuotteen vuotuista varastointikustannusta voi olla hankala määrittää. Kaava ei myöskään huomioi kustannusten vaihteluita. Taloudellisimman tilauserän määrittämiseen on olemassa myös muita matemaattisia malleja. Tasaisen kysynnän vallitessa ostoerän koko voidaan määrittää myös kokemuksen sekä visuaalisten havaintojen perusteella. (Hokkanen ym. 2011, 135, 204)

### 3.5.3 Varaston hallinta epävarmuuden vallitessa

Normaalissa tilanteessa pelkkien käyttövarastojen pitäminen on lähes mahdotonta, koska tuotteiden menekki ja toimitusten läpimenoajat ovat epävarmoja. Tästä syystä yritykset joutuvat turvautumaan myös varmuus- ja puskurivarastoihin. Tämä johtaa siihen, että varaston pitäisi kestää lyhytaikaiset menekin ja läpimenoaikojen vaihtelut. Keskivarasto tällaisessa tilanteessa on puolet tilauserän koosta lisättynä varmuusvarasto. (Reinikainen ym. 2002, 84–85)

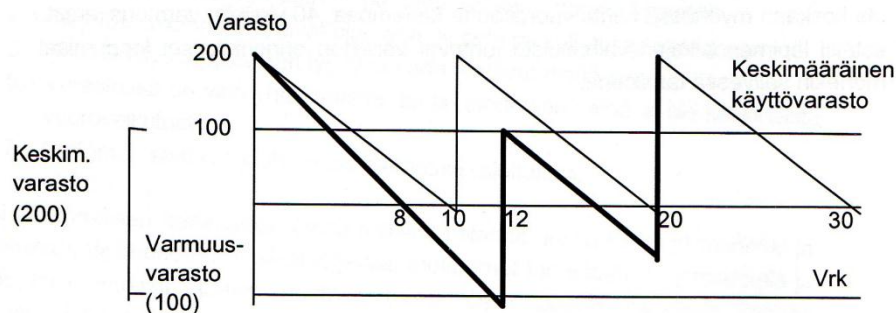
Kuviossa 9 on esitetty esimerkki, jossa keskivarasto varmuuden vallitessa olisi 100 yksikköä, menekki 20 yksikköä ja tilauksen läpimenoaika 10 päivää. Jos kulutus kasvaisi 20 yksiköstä 25 yksikköön, varasto tyhjenisi 8 päivässä. Tällöin yritys ei pystyisi vastaamaan kysyntään kahteen päivään. Tällöin varastovaje olisi 50 yksikköä. Mikäli menekin vaihtelu olisi plus tai miinus viisi yksikköä vuorokaudessa, riittäisi yritykselle 50 yksikön varmuusvarasto. Tällöin keskimääräinen varastotaso olisi 150 yksikköä. (Reinikainen ym. 2002, 84–85)



KUVIO 9. Menekin vaihtelun vaikutus keskimääräiseen varastotasoon (Reinikainen ym. 2002, 84–85)

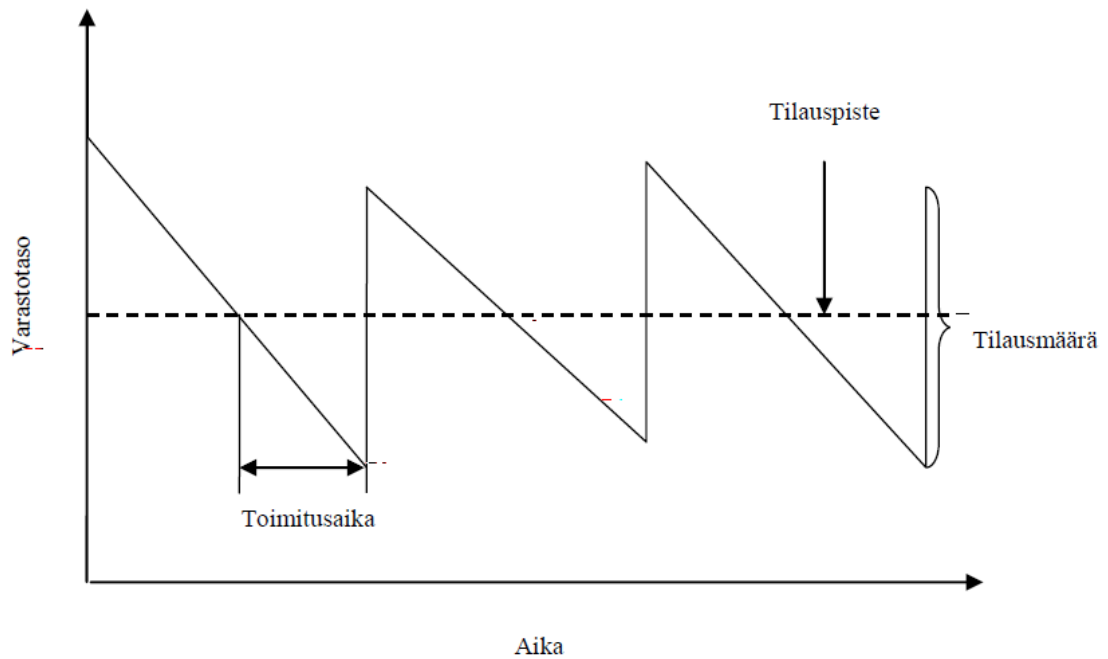
Kulutuksen vaihtelun lisäksi myös toimitusten läpimenoaika voi vaihdella. Kuviossa 10 on esitetty edellä mainittu esimerkki sillä erotuksella, että läpimenoajan vaihtelu on kaksi vuorokautta. Kun tilaus saapuu kaksi vuorokautta myöhässä ja kulutus on 25 yksikköä, ei yritys pysty vastaamaan kysyntään neljään päivään. Mikäli yritys haluaa suojautua vastaavalta tilanteelta, tarvitsee se 100 yksikön varmuusvaraston. Tällöin

yrityksen keskimääräinen varastotaso olisi 200 yksikköä. (Reinikainen ym. 2002, 85–87)



KUVIO 10. Menekin ja läpimenoajan vaihtelun vaikutus keskimääräiseen varastotasoon. (Reinikainen ym. 2002, 85–87)

Tuotteiden menekin ja läpimenoaikojen epävarmuudet saavat monet yritykset keskittymään oikeaan tilausajankohtaan mieluummin kuin tilauserän suuruuteen. Eräs varastonhallinnassa käytetty tilausmenetelmä on kiinteän tilauspisteen menetelmä. Tässä menetelmässä täydennystilaus tapahtuu varastotason alittaessa tietyn hälytysrajan eli tilauspisteen. Tällöin tilaukset eräkoot ovat vakioita. Tilauspiste malli on esitetty kuviossa 11. (Reinikainen ym.2002, 86–87)



KUVIO 11. Varastonhallinta tilauspiste menetelmän avulla. (Varonen 2010)

Toinen tapa hallita varastotasoa on kiinteän tilausvälin menetelmä. Tässä menetelmässä jäljellä olevaa varastotasoa verrataan ennustettuun menekkiin säännöllisin väliajoin, eli kahden tilauksen välinen aika on vakio. Vertailun perusteella määritetään tilauserän koko sopivaksi. Menetelmän suurimpana etuna pidetään sitä, että saman toimittajan eri tuotteita koskevat tilaukset voidaan yhdistää. Tällöin saavutetaan säästöjä esimerkiksi kuljetuskustannuksissa. (Reinikainen ym.2002, 87)

## 3.6 Tuotteiden luokittelu

### 3.6.1 Pareton laki

Yritysten liiketoiminta voi sisältää tuhansia varastoitavia nimikkeitä. Myös asiakaskunta voi olla laaja ja tavarantoimittajia voi olla paljon. Paljouden takia voi olla hankalaa huomioida kaikkia nimikkeitä ja toimijoita. Tästä syystä yrityksen kannattaa keskittyä sille olennaisimpiin tuoteryhmiin. Sopivalla luokittelulla on myös helppo tutkia tuotteiden kokonaisuutta sekä sen koostumusta. Erilaisten luokittelujen avulla päästään eroon keskiarvojen tuomista harhoista. (Sakki 2009, 90)

Tunnetuin tuotteiden luokittelu perustuu 20/80- sääntöön. Sen kehittäjä Vilfredo Pareto tutki vaurauden jakautumista suhteessa väestöön 1800- luvun Englannissa. Pareto huomasi, että karkeasti 20 % asukkaista keräsi 80 % tuloista ja varallisuudesta. Myöhemmin tutkijat, matemaatikot ja insinöörit ovat todenneet 20/80- säännön toteutuvan monissa erilaisissa tilanteissa. Yritysten tunnuslukuja tarkasteltaessa voidaan monissa tapauksissa todeta 20/80- säännön perusteella seuraavaa (Sakki 2009, 90):

- 80 % tuotteista tuo vain 20 % liikevaihdosta.
- 20 % tuotteista tuo 80 % tuloksesta.
- 80 % myyntitapahtumista ja asiakkaista tuovat vain 20 % myynnistä.
- 20 % tuotteista aiheuttaa 80 % varastoista.
- 20 % tuotteista aiheuttaa 80 % toimituspuutteista.

Prosenttilukuja ei tule ottaa kirjaimellisesti, mutta tulee ymmärtää, että suhde on lähempänä 80/20-suhdetta kuin 50/50-suhdetta. Säännön ydinsanoma yritysmailmassa on, että myynnin ja tuloksen teon kannalta suurin osa tuotteista näyttää turhilta. (Sakki 2009, 90)

### **3.6.2 ABC-Analyysi**

Pareton lain toteutumista voidaan varastoinnissa seurata ABC-analyysin avulla. Se pohjautuu 20/80- sääntöön, mutta kahden luokan sijasta luokkia voi olla enemmän. ABC- analyysin mukaan tuotteet voidaan jakaa esimerkiksi seuraaviin neljään ryhmään (Sakki 2009, 100):

- A tuotteet tekevät ensimmäiset 50 % myynnistä tai kulutuksesta.
- B tuotteet tekevät seuraavat 30 % myynnistä tai kulutuksesta.
- C tuotteet tekevät seuraavat 18 % myynnistä tai kulutuksesta.
- D tuotteet tekevät viimeiset 2 % myynnistä tai kulutuksesta.

Myyntin tai euromääräisen kulutuksen sijasta luokittelun voi tehdä myös tuotteiden tuoman myyntikatteen tai liiketuloksen perusteella. Toisinaan ABC- analyysi kannattaa tehdä myydyjen kappalemäärien tai kilojen perusteella, sillä myyntiyksiköt on usein helpompi hahmottaa kuin euromääräinen myynti. ABC- analyysiä hyödynnettäessä tulee muistaa, että se jaottelee tuotteet niiden kulutuksen tai myynnin perusteella. Vaikka tietyn tuotteen kulutus on pieni, se voi asiakkaan näkökulmasta olla erittäin tärkeä. Sakin (2009, 100) mukaan ABC- analyysistä kannattaa luokittain tutkia seuraavia asioita:

- Miten eri tuotteet, asiakkaat ja tavarantoimittajat sijoittuvat eri luokkiin?
- Paljonko eri luokista kertyy myyntiä, katetta, ostoja sekä kuluja?
- Paljonko eri luokissa on tapahtumia ja mitkä ovat tapahtumien keskiarvot?
- Paljonko tuotteilla on eri luokissa asiakkaita?
- Miten tilaus- toimitusketjun työ ja vaihto-omaisuus kohdentuu eri luokkiin?
- Onko tuote elinkaarensa kasvu-, kypsyy- vai laskuvaiheessa?
- Kuinka moni asiakas tuo positiivisen liiketuloksen ja ketkä asiakkaista ovat tappiollisia?
- Kuinka moni tuote tuo positiivisen liiketuloksen ja mitkä tuotteet ovat tappiollisia?

### **3.6.3 XYZ- Analyysi**

XYZ- analyysi on muunnos ABC- analyysistä. XYZ- analyysissä tuotteet luokitellaan myynnin tai kulutustapahtumien perusteella. XYZ- analyysin perusteella tehty luokkajako voisi olla esimerkiksi seuraavanlainen (Sakki 2009, 96):

- X- luokka käsittää 50 % tuotteiden kaikista tapahtumista.
- Y- luokka käsittää 30 % tuotteiden kaikista tapahtumista.
- Z- luokka käsittää 18 % tuotteiden kaikista tapahtumista.



- zz- luokka käsittää 2 % tuotteiden kaikista tapahtumista.
- z0- luokassa ei ole tapahtumia.

XYZ-analyysillä on omat käyttötarkoituksensa. XYZ-analyysi on hyvä apuväline, kun tavarankäsittelyä halutaan kehittää. Analyysin avulla on helppo määrittää tuotteiden optimaaliset varastopaikat. X-luokan tuotteet tulisi sijoittaa keräilyn kannalta parhaille paikoille, jolloin keräily on nopeaa ja keräilymatkat ovat lyhyitä. Vastaavasti Z- ja zz- luokan tuotteet voi sijoittaa keräilyn kannalta heikoimmille varastopaikoille.

(Sakki 2009, 96)

Todennäköisesti X- luokan tuotteissa menekki on kaikkein tasaisinta. Tätä tietoa voidaan hyödyntää hankinnoissa, sillä tällaisten tuotteiden hankinnat voidaan rytmittää parhaiten kulutuksen mukaan. Näin saadaan varaston kiertonopeus keskimääräistä paremmaksi. (Sakki 2009, 96)

XYZ- analyysi ja ABC- analyysi täydentävät toisiaan, sillä tuotteiden sijoittuminen analyyseissä eri luokkiin voi olla hyvinkin erilainen. Yksikköhinnaltaan halpa tuote voi sijoittua kärkipäähän XYZ- analyysissä, kun taas ABC- analyysissä vastaava tuote sijoittuu keskivaiheille tai sen alapuolelle. Arvokkaat ja pienen kulutuksen omaavat tuotteet voivat käyttäytyvät päinvastoin. (Sakki 1999, 105–106)

### **3.7 Varastohallintajärjestelmät**

Varastoinnin kustannuksista erittäin suuri osa syntyy henkilöstökuluista. Tästä syystä henkilöstön työtehon parantaminen on hyvin tärkeää. Työn tuottavuutta ja tehokkuutta pyritään parantamaan varastohallintajärjestelmillä. WMS- järjestelmien (Warehouse Management Systems) avulla hallitaan ja ohjataan materiaalien ja tuotteiden siirtely, vastaanotto, hyllytys, keräily, pakkaus sekä toimitus. Hyvä varastohallintajärjestelmä rekisteröi kaikki edellä mainittuihin toimintoihin liittyvät tapahtumat. Usein varastohallintajärjestelmä sisältyy yrityksen käytössä olevaan toiminnanohjausjärjestelmään. (von Bell ym. 2011, 61–62)

WMS- järjestelmien avulla voidaan määrittää tuotteiden tarkka varastopaikka sekä sijainti. Järjestelmien avulla voidaan myös tehostaa keräilyä, jäljittää tilauksia ja tuotteita sekä vähentää virheitä. Järjestelmillä pyritään minimoimaan tavarankäsittely ja nostamaan tilausten käsittely maksimiin. Varastohallinnassa hyödynnetään myös viivakoodi, RFID- ja puheohjausteknologioita. Näiden ohjausteknologioiden ansiosta materiaalien, pääoman ja henkilöstön käyttö tehostuu, turha työ vähenee sekä toiminnan laatu paranee. (von Bell ym. 2011, 61)

### **Viivakooditekniikka**

Viivakooditekniikka on apuväline tietojen tehokkaaseen tallennukseen sekä kappa- leiden yksilölliseen tunnistamiseen. Viivakooditekniikka on globaalisti standardoitu teknologia. Viivakoodit ovat optisesti tunnistettavia merkkijonoja, jotka pitävät sisäl- lään tietoa tuotteista. Viivakooditekniikalla saavutettavia etuja ovat tallennettujen tietojen oikeellisuus, tiedonsyötön nopeus, luennan yksinkertaisuus ja teknologia halpuus. (von Bell ym. 2011, 62)

Tietojen syöttö viivakoodien avulla on helppoa. Viivakoodi voidaan lukea esimerkiksi käsipäätteen avulla lähetystä vastaanottaessa, jolloin tieto siirtyy automaattisesti varastohallintajärjestelmään. Keruu viivakoodien avulla voi tapahtua esimerkiksi siten, että kerääjä saa käsipäätteelle keruulistan tai tilauksen. Seuraavaksi kerääjä selaa keruulistaa päätteeltä, jonka jälkeen käsipääte ilmoittaa kerääjälle minne tä- män tulee mennä seuraavaksi. Tämän jälkeen kerääjä kuittaa työn suoritetuksi viiva- koodin avulla, esimerkiksi lukemalla viivakoodin kerätystä tuotteesta tai sen hyllypai- kasta. Viivakoodien avulla voidaan minimoida virheet. Tästä syystä mahdollisimman monet toiminnot pyritään suorittamaan viivakoodien avulla. (von Bell ym. 2011, 62)

### **RFID-teknologia**

RFID on lyhenne sanoista Radio Frequency Identification ja se on saattomuisti, joka voidaan laittaa esimerkiksi tuotteeseen tai kalliin ja joka voidaan lukea RFID-lukijalla. RFID-teknologia on suhteellisen uusi varastohallinnan työkalu, vaikka ensimmäiset sovellukset siitä on kehitetty vuosikymmeniä sitten. RFID:n etuja ovat mm (von Bell ym. 2011, 63–64):

- keräilytarkkuuden parantuminen
- reaaliaikaisuus
- tunnistaminen ilman näköyhteyttä
- hyvä lukuvarmuus
- viivakoodia laajemman käyttömahdollisuudet
- mahdollisuus tallentaa enemmän tietoja kuin viivakoodissa.

RFID vähentää huomattavasti manuaalisen varastotyön tarvetta, mikä johtaa henkilöstökulujen sekä virheiden vähentymiseen. Esimerkiksi sekalavan tunnistaminen vastaanotossa voi lyhentyä 30 sekunnista 3 sekuntiin. RFID parantaa myös ostajan sekä tavarantoimittajan välistä tiedonsiirtoa. RFID- teknologia on kalliimpi kuin viivakooditekniikka. Tämä on hidastanut RFID- tekniikan käyttöönottoa. (von Bell ym. 2011, 63–64)

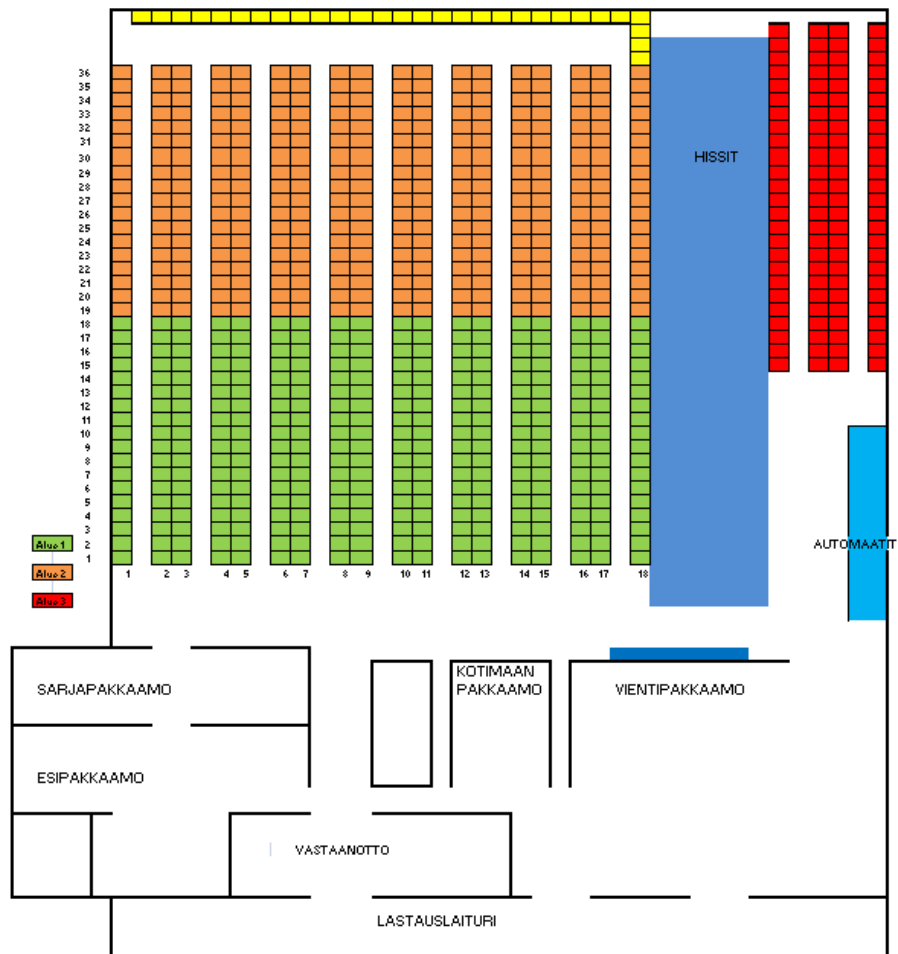
## **4 VALTRAN VARAOSAKESKUKSEN NYKYTILA**

Tällä hetkellä Valtran varaosakeskuksessa työskentelee laskentatavasta riippuen noin 35 varastotyöntekijää kahdessa vuorossa. Tämän lisäksi varaosakeskus käyttää tilauspiikkien purkamiseen vuokratyövoimaa. Vuoden 2011 aikana varaosakeskuksessa on työskennellyt päivittäin 0 - 7 vuokratyöntekijää.

### **4.1 Varaston layout**

Valtran varaosakeskuksen Layout on suunniteltu siten, että sen materiaalivirta noudattaa U-virtausta. Varaston layout on esitetty kuviossa 11. Varastorakennus voidaan jakaa fyysisten mittojen suhteen kahteen osaan, korkeavarastoon, jonka vapaa- korkeus on 11,5 metriä sekä matalaan osaan. Korkeavarasto koostuu lavatavarava-

rastosta sekä pientavaravarastosta. Varaston matalassa osassa tapahtuu tavaran vastaanotto sekä esipakkaus. Lisäksi matalaosa pitää sisällään sarjapakkaamon sekä lähettämön. Valtran varaosakeskukseen kuuluu varastorakennuksen lisäksi myös pihamaalla sijaitseva vannekenttä, peltihalli sekä lasihalli. Lasihalli toimii reservipaikana kuluville lasseille. Peltihallissa säilytetään pakkaustarvikkeita sekä isoja ja hitaasti kiertäviä osia, kuten välirunkoja, ovia sekä kattoja.



KUVIO 12. Valtran varaosakeskuksen layout.

## 4.2 Varaston prosessien kuvaus

Varaston prosessit voidaan jakaa karkeasti kuuteen eri prosessiin: tavaran vastaanottoon, esipakkaukseen, lavapuoleen, pientavarapuoleen, sarjapakkaamoon sekä pakkaamoon.

### **Tavaran vastaanotto**

Varaston materiaalivirta alkaa tavaran vastaanotosta. Kun tavara saapuu varaosakeskukseen, se vastaanotetaan tavaran vastaanotossa. Vastaanotossa tutkitaan saapuneiden lähetysten rahtikirjat, lähetteet sekä tuotteet, minkä jälkeen tuotteet vastaanotetaan varaston tietojärjestelmään Proteukseen. Vastaanoton jälkeen tuotteet siirretään esipakkaamoon tai hyllytettäväksi. Tavaran vastaanotossa työskentelee molemmissa vuoroissa yleensä kaksi työntekijää.

### **Esipakkaamo**

Vastaanotosta tavara siirretään esipakkaamoon, jos tavaran pakkaus ei täytä AGCON sille asettamia vaatimuksia. AGCON antamien ohjeiden mukaan tuote tulee pakata siten, että sen voi laittaa esille sellaisenaan varaosamyymälään. Tämän lisäksi jokaisessa tuotteessa täytyy olla AGCON hologrammitarra. Hologrammitarra on esitetty kuviossa 12. Esipakkaamossa tuotteet pakataan siten, että ne kestävät jatkokuljetusten aiheuttamat rasitukset. Esimerkiksi naarmuuntuvat pinnat tulee suojata, herkästi ruostuvat osat ruostesuojata sekä herkästi rikkoontuvat osat suojata kuljetusten aiheuttamilta rasituksilta. Vuonna 2011 varaosakeskuksella esipakattiin noin 34 % saapuvista ostotilauksista. Esipakkaamosta tavarat siirretään joko lavatavaravaraan tai pientavaravarastoon hyllytettäväksi. Esipakkaamossa työskentelee vuorossa 1 - 4 työntekijää.



KUVIO 13. AGCO:n hologrammitarra.

### Lavatavaravarasto

Valtran varaosakeskuksen lavatavaravarasto koostuu 22 kuormalavahyllystä. Lavatavaravarastossa hyödynnetään korkeavarastotekniikkaa ja siellä on noin 8 500 lavapaikkaa. Kun tavara saapuu esipakkaamosta tai vastaanotosta lavatavaravarastoon, se viedään sen hyllyn eteen hyllytettäväksi, jossa sen hyllypaikkapaikka on. Tämän jälkeen tavara hyllytetään kombitrukilla. Lavapuolella työskentelee yleensä 3 - 5 työntekijää vuoroa kohti. Käytännössä yhden työntekijän työpanos lavapuolella kuluu hyllyttämiseen. Loput työntekijät lavapuolella keräävät asiakastilauksia. Tämän lisäksi lavapuolella työskentelee ajoittain myös sarjapakkaamon työntekijöitä.

Lavatavaravaraston hyllypaikat on jaettu kahteen osaan: A- ja B-tason lavapaikkoihin. A-tason lavapaikat sijaitsevat niin sanotulla "Man levelillä", eli niistä tuotteita pystyy keräämään ilman apuvälineitä. Muut lavapuolen hyllypaikat ovat B-tason paikkoja. Kuvio 13 havainnollistaa A- ja B-tason välistä jakoa. Kuviossa 14 punaisen viivan alapuolella olevat hyllypaikat ovat A-tason paikkoja.



KUVIO 14. Lavatavaravaraston jakaantuminen A- ja B-alueisiin.

Varaosakeskuksen keruuprosessi alkaa yleensä lavatavaravarastosta ja keruu tapahtuu PiccoLink-viivakoodinlukijaa hyödyntäen. Kun lavapuolen tuotteet on kerätty, viedään tilaus joko suoraan pakkaamoon tai pientavaravarastoon riippuen tilauksen koosta.

### **Pientavaravarasto**

Varaosakeskuksen pientavaravarasto koostuu kolmesta pientavarahissistä sekä yhdeksästä Kardex Shuttle-varastoautomaatista. Vuonna 2011 pientavaravarastosta kerättiin 240 000 tilausriviä, joista noin puolet kerättiin varastoautomaateista.

Kun tilaus on valmistunut lavatavaravarastosta, siihen kerätään loput osat pientavaravarastosta. Pientavaravarastolla on helppo hyödyntää ryhmäkeräilyä, joten rivien kerääminen on huomattavasti nopeampaa kuin lavatavaravarastosta. Kun tilaus on saatu kokonaan valmiiksi, se viedään pakkaamoon. Pientavaravarastossa työskentelee yleensä 2 - 3 henkilöä molemmissa vuoroissa.

## **Pakkaamo**

Pakkaamo voidaan jakaa kahteen osaan, kotimaan pakkaamoon sekä vientipakkaamoon. Pakkaamon tehtävänä on huolehtia kerätyt tilaukset valmiiksi lähettämistä varten. Kun tilaus on saatu valmiiksi, se viedään odottamaan kuljetusta sille varattuun paikkaan. Kotimaan pakkaamossa työskentelee yhdessä vuorossa 1 - 2 työntekijää, vientipakkaamossa vastaavasti 2 - 3 työntekijää.

## **Sarjapakkaamo**

Sarjapakkaamon tehtävänä on valmistaa erilaisia sarjapakkausosia eli kittejä. Hyvä esimerkki sarjapakkaamon toimintaperiaatteesta on huoltopaketit. Kuten autoihin, myös traktoreihin on tehtävä määräaikaishuoltoja, joiden ajankohta määritetään ajokilometrien sijaan käyttötuntien perusteella. Kun asiakkaan täytyy tehdä esimerkiksi 400 tunnin määräaikaishuolto, hän voi tilata suoraan 400 h:n huoltopaketin. Tällöin hänen ei tarvitse tilata huollossa vaihdettavia osia, kuten suodattimia ja tiivisteitä erikseen, mikä helpottaa sekä asiakkaan että varaston toimintaa. Erilaisia sarjapakkausosia löytyy aina pienistä tiivistesarjoista isoihin moottorinkorjaussarjoihin saakka.

Sarjapakkaamon työntekijöiden tehtävä on kerätä hyllystä sarjaan kuuluvat alaosat, minkä jälkeen ne pakataan yhdeksi osaksi. Tämän jälkeen valmiit sarjat viedään hyllytettäväksi. Sarjapakkaamossa työskentelee molemmissa vuoroissa kaksi työntekijää.

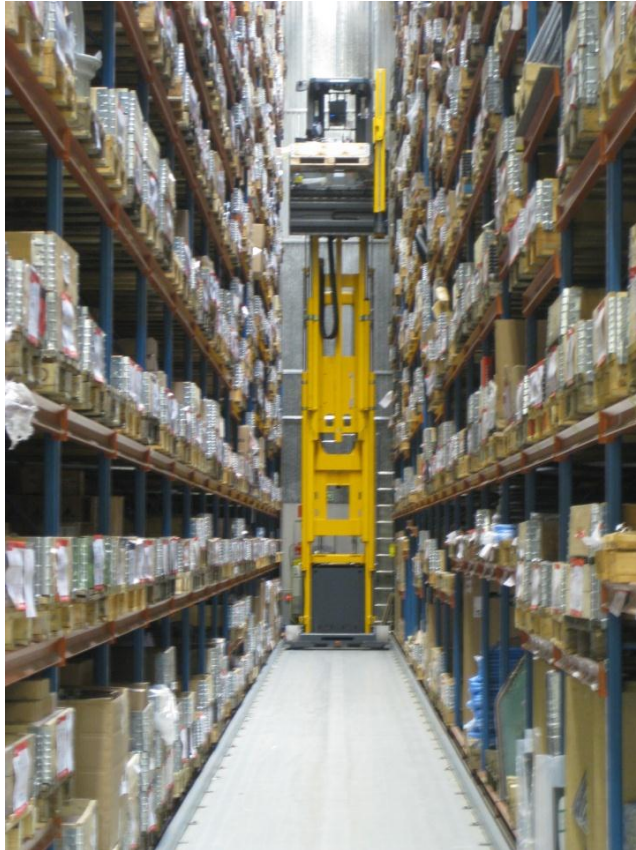
## **4.3 Lavatavaravaraston laitteisto**

Varaosakeskuksen lavatavaravarastossa on käytössä kolme kombitrukkia sekä kolme keruutrukkia. Yksi kombitrukeista on käytössä vain hyllyissä 19–22, sillä nämä hyllyt sijaitsevat erillään muista lavatavaravaraston hyllyistä.

Varaston kombitrukit ovat Jungheinrichin valmistamia kapeakäytävätrukkeja, joissa trukin ohjaamo nousee maston mukana. Kuviossa 14 on varaston uusin kombitrukki, joka on hankittu vuonna 2009. Kombitrukkeja hyödynnetään keruussa silloin, kun



tuote on hyllyssä niin korkealla, että keruu ilman kombitrukkia on mahdotonta. Hyllytys lavatavaravarastossa tapahtuu pelkästään kombitrukkien avulla.



KUVIO 15. Kombitrukki toiminnassa.

Lavatavaravarastossa on kombitrukkien lisäksi käytössä kolme keräilytrukkia. Näistä keräilytrukeista kaksi on Jungheinrich merkkisiä ja yksi Linden valmistama. Keräilytrukeilla voidaan kerätä tuotteita noin 4,5 metrin korkeudesta. Helmikuussa 2012 on tarkoitus uusia vanhin keräilytrunki. Trukin tilalle on tilattu Yale-merkin keräilytrunki, jonka keräilykorkeus on 6,5 metriä.

Varaosakeskuksella on käyty viime aikoina keskusteluja siitä, tarvitaanko varastolle uusi kombitrukki. Parin viime vuoden aikana niin saapuvan kuin lähtevän tavaravolyymit ovat kasvaneet huomattavasti. Tämä on luonut tilanteen, jossa yhtä kombit-

rukkia tarvitaan jatkuvasti hyllytykseen. Tällöin keruuprosessilla on käytössä pääsääntöisesti vain yksi kombitrukki. Jos varaosakeskuksen volyymit jatkavat kasvuaan, keruuprosessi tarvitsee jatkossa myös toisen kombitrukin käyttöönsä. Toisaalta lavatavaravaraston tilat ovat suhteellisen ahtaat, joten uuden kombitrukin sijoittaminen varastoon voi olla hyvin hankalaa. Uuden kombitrukin hinta-arvio on noin 100 000 euroa.

#### **4.4 Hyllypaikkajärjestelmä**

Varastolla jokainen hyllypaikka on nimetty sijaintinsa perusteella. Lavapuolen hyllypaikat alkavat joko A- tai B-kirjaimella sekä kaksinumeroisella luvulla. Kirjain kertoo sen, sijaitseeko tuote A- vai B- alueella. Luku vastaavasti kertoo, missä hyllyssä tuote sijaitsee. Tämän jälkeen lavapaikan osoitteessa on neljä numeroa. Kaksi ensimmäistä numeroa kertoo lavapaikan sijainnin hyllyn pituussuunnassa. Kaksi jälkimmäistä vastaavasti kertoo hyllypaikan sijainnin korkeussuunnassa. Esimerkiksi hyllypaikka A11 0901 sijaitsee hyllyssä 11. Se on 9. paikka hyllyn alusta ja se on lattiatasossa.

Valtran varaosakeskuksella on käytössä aktiivi-reservi varastopaikkajärjestelmä. Tämä tarkoittaa sitä, että jokaisella tuotteella on vain yksi keruupaikka eli aktiivipaikka. Tämän lisäksi tuotteita varastoidaan tarvittaessa myös reservipaikoilla. Varaosakeskuksessa käytössä olevaan tietojärjestelmään, Proteukseen voidaan tuotteelle määrittellä vain yksi hyllypaikka. Tästä syystä reservipaikkoja ei ole merkitty erikseen mihinkään järjestelmään. Tuotteen reservipaikat merkitään aktiivipaikalla olevaan lapaan tussilla. Tilannetta havainnollistaa kuvio 16.



KUVIO 16. Reservipaikkojen merkitseminen aktiivipaikalle.

#### 4.5 Uusien tuotteiden sijoittelu

Valtran ottaessa uusia traktorimalleja tuotantoonsa saapuu myös varaosakeskukselle uusia tuotteita säännöllisin väliajoin. Uusien tuotteiden sijoitteluun ei ole olemassa tarkkaan kuvattua prosessia. Saapuessaan uusi tuote hyllytetään ensimmäisenä löytyvälle vapaalle paikalle. Tämä saattaa johtaa tilanteeseen, jossa uusi tuote hyllytetään toisen tuotteen reservipaikalle tai pahimmassa tapauksessa jopa aktiivipaikalle. Samaa ongelmaa ilmenee myös silloin kun tuotteita joudutaan hyllyttämään reservipaikoille. Nämä ongelmat johtuvat siitä, että varaston tietojärjestelmä Proteuksesta ei saa tietoa vapaista hyllypaikoista vaan varaston työntekijät pitävät itse niistä kirjaa.

## 5 VARASTOKARTAN RAKENTAMINEN

Opinnäytetyön tehtävänä oli rakentaa Excel-pohjainen varastokartta Valtran varaosakeskuksen lavatavaravarastosta. Varastokartan tulisi toimia tuotesijoittelun apu-

na siten, että kuluviimmat tuotteet saadaan sijoitettua parhaille mahdollisille paikoille. Tavoitteena oli luoda kartta, josta ilmenee jokaisen lavatavaravaraston kuormalavahyllyn jokainen hyllypaikka. Lisäksi varastokarttaan haluttiin jokaisen hyllypaikan kohdalle tieto paikan keruukerroista.

Varastokartta päätettiin rakentaa seuraavissa välivaiheissa:

1. hyllypaikkojen mallintaminen Exceliin
2. keruukertojen siirtäminen varastokarttaan
3. varaston jako A- B- ja C- alueisiin
4. XYZ- analyysin tekeminen lavatavaravaraston tuotteille
5. XYZ- analyysin tekeminen A-alueelle.

## **5.1 Hyllypaikkojen mallintaminen**

Varastokartan tekemisen aloitettiin mallintamalla lavatavaravaraston hyllyt Exceliin niin, että Excelistä ilmenee jokaisen hyllypaikan tarkka sijainti. Hyllypaikat mallinnettiin siten, että niistä saa selville lavapaikan korkeuden yhden lavakauluksen tarkkuudella. Jos esimerkiksi lavapaikan korkeus varastokartassa on kolme solua, mahtuu varastossa tuolle hyllypaikalle lava, jossa on kolme kaulusta. Jokaisen lavapaikan osoite ilmenee hyllypaikan alimmasta solusta. Jokainen varaston 22 hyllyä mallinnettiin omalle välilehdelle. Selvyyden vuoksi välilehdet nimettiin hyllyjen numeroiden mukaan. Kuviossa 17 on esitetty osa hyllystä 11 mallinnuksen jälkeen.

|          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| B11 0120 | B11 0220 |          |          |          |          | B11 0720 | B11 0820 |          |
|          |          | B11 0319 | B11 0419 | B11 0519 | B11 0619 |          |          | B11 0919 |
| B11 0118 | B11 0218 |          |          |          |          | B11 0718 | B11 0818 |          |
| B11 0115 | B11 0215 | B11 0315 | B11 0415 | B11 0515 | B11 0615 | B11 0715 | B11 0815 | B11 0915 |
| B11 0112 | B11 0212 | B11 0312 | B11 0412 |          |          | B11 0712 | B11 0812 | B11 0912 |
|          |          |          |          | B11 0511 | B11 0611 |          |          |          |
| B11 0109 | B11 0209 | B11 0309 | B11 0409 |          |          | B11 0709 | B11 0809 | B11 0909 |
| B11 0106 | B11 0206 | B11 0306 | B11 0406 | B11 0506 | B11 0606 | B11 0706 | B11 0806 | B11 0906 |
| B11 0105 | B11 0205 | B11 0305 | B11 0405 | B11 0505 | B11 0605 | B11 0705 | B11 0805 | B11 0905 |
| A11 0104 | A11 0204 | A11 0304 | A11 0404 | A11 0504 | A11 0604 | A11 0704 | A11 0804 | A11 0904 |
|          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| A11 0101 | A11 0201 | A11 0301 | A11 0401 | A11 0501 | A11 0601 | A11 0701 | A11 0801 | A11 0901 |
| 1        | 2        | 3        | 4        | 5        | 6        | 7        | 8        | 9        |

KUVIO 17. Hyllyyn 11 mallinnettuja lavapaikkoja.

## 5.2 Keruukertojen siirtäminen varastokarttaan

Keruukertatietojen siirtäminen varastokarttaan toteutettiin kahdessa vaiheessa.

Aluksi selvitettiin jokaisen tuotteen sekä hyllypaikan keruutapahtumien lukumäärät.

Tämän jälkeen hyllypaikkakohtaiset keruukerrat siirrettiin varastokarttaan.

Valtran varaosakeskuksen toiminnanohjausjärjestelmästä, Proteuksesta voidaan tulostaa Excelliin erilaisia raportteja. Opinnäytetyössä hyödynnettiin kahta erilaista Proteuksesta saatavaa raporttia: inventoinnin apulistaa sekä keruukerratrapporttia. Inventoinnin apulista on helpoin tapa listata varaston kaikki tuotteet. Inventoinnin apulista saatiin selville jokaisen tuotteen perustiedot, kuten osanumerot, tuotekuvaukset, tuotteiden hyllypaikat, saldot sekä kulutustiedot. Keruukerratrapportin avulla voidaan selvittää jokaisen tuotteen keruutapahtumien lukumäärä tietyltä ajanjaksolta. Opinnäytetyössä hyödynnettiin keruukertatietoja viimeisen 12 kuukauden ajalta.

Siirtämällä keruukertatiedot keruukerratrapportista inventoinnin apulistaan saatiin aikaan lavatavaravaraston tuotteista taulukko, jossa näkyy jokaisen tuotteen perustietojen lisäksi myös keruutapahtumien lukumäärät. Nämä raportit yhdistettiin toi-

siinsa hyödyntämällä Excelin P-hakufunktiota. Kuvio 18 havainnollistaa edellä mainit-  
tua taulukkoa.

| Tuotekoodi | Kuvaus                     | Hyllypaik | ka 12 kk:n kul. | Saldo | keruut | kulutus 5v | kulutus edel | Hankintatapa |
|------------|----------------------------|-----------|-----------------|-------|--------|------------|--------------|--------------|
| 32997300   | HYDR. TYÖNTÄV. KOOTTU PITK | A11 1501  | 80              | 11    | 81     | 518        |              | 0            |
| 33733700   | MK 1.5 KAAPELI MINI 135469 | A11 1504  | 228             | 166   | 78     | 959        |              | 1            |
| 411040     | VÄLILEVY KERAM.            | A11 1601  | 146             | 27    | 23     | 1146       |              | 0            |
| 34458800   | KORJAUSSARJA^DPS 650       | A11 1604  | 279             | 25    | 133    | 1043       |              | 5            |
| 601450     | KYTKIN^L-02428-0224-01     | A11 1701  | 67              | 22    | 73     | 324        |              | 0            |
| 411040     | VÄLILEVY KERAM.            | A11 1704  | 146             | 0     | 23     | 1146       |              | 0            |
| HA8366     | 6RUUVI^M16X180 DIN931 8.8  | A11 1704  | 1425            | 266   | 26     | 6195       |              | 0            |
| 684121475  | HAMMASH.^OPTIBELT AVX 13X1 | A11 1801  | 193             | 14    | 57     | 641        |              | 0            |
| 837073916  | SUMUTINJOHTOSARJA 3-SYL 4V | A11 1804  | 950             | 31    | 17     | 950        |              | 0            |
| 33628600   | PAISUNTASÄILIÖ             | A11 1901  | 63              | 42    | 30     | 282        |              | 0            |
| 30225200   | VAJERI^TFX 170234 F7001-1  | A11 1904  | 26              | 58    | 27     | 161        |              | 0            |
| 30403310   | AKSELI PITEMPI^CARRARO 116 | A11 1904  | 10              | 4     | 12     | 53         |              | 0            |
| 33294700   | KYTKINLEVY^F&S 28 1862 537 | A11 2001  | 94              | 59    | 56     | 696        |              | 0            |
| UK0067     | TIIVISTEMASSA^MU LOCTITE 5 | A11 2004  | 366             | 92    | 91     | 2076       |              | 0            |
| 34548800   | KYTKIMEN KORJAUSSARJA V33- | A11 2101  | 56              | 0     | 51     | 263        |              | 5            |
| 32910500   | PAKKASSUOJAPUMPPU          | A11 2104  | 241             | 32    | 96     | 827        |              | 1            |
| 614500002  | AKSELITIIVISTE             | A11 2201  | 8868            | 498   | 564    | 7083       |              | 0            |
| 31361440   | TASAUSAKSELI^KARK.SYV 6-7M | A11 2204  | 35              | 16    | 32     | 193        |              | 8            |
| 33415700   | HAARUKKA^LH 05003700 M33X3 | A11 2301  | 940             | 338   | 111    | 4009       |              | 0            |

KUVIO 18. Listaus lavatavaravaran tuotteista

Koska samalla lavapaikalla saatetaan varastoida useampia eri nimikkeitä, selvitettiin seuraavaksi jokaisen lavapaikan keruukerrat. Lavapaikkakohtaiset keruukerrat saatiin selville Excelin välisumma-funktion avulla. Kuviossa 19 on havainnollistettu, kuinka välisumma-funktio toimii.

| Tuotekoodi | Kuvaus           | Hyllypaik             | ka 12 kk:n kul. | Saldo | keruut |
|------------|------------------|-----------------------|-----------------|-------|--------|
| UC1300     | ELJY 0.24LTR^L2C | A01 3201              | 3               | 7     | 2      |
| UF4188     | SPRAY-MAALI^V    | A01 3201              | 51              | 28    | 16     |
|            |                  | <b>A01 3201 Total</b> |                 |       | 18     |
| 609508     | MAALI PUN^TM     | A01 3202              | 36              | 25    | 25     |
| UF4186     | MAALI^METALLI    | A01 3202              | 3               | 1     | 2      |
|            |                  | <b>A01 3202 Total</b> |                 |       | 27     |
| AL4500107  | SPRAY^HARMAA     | A01 3203              | 0               | 21    | 2      |
| UF4177     | KOVETE^TEMAD     | A01 3203              | 0               | 64    | 0      |
|            |                  | <b>A01 3203 Total</b> |                 |       | 2      |
| AL4500115  | MAALI^HARMAA     | A01 3204              | 0               | 1     | 0      |
| UF4071     | MAALI VALK^TEP   | A01 3204              | 15              | 8     | 12     |
|            |                  | <b>A01 3204 Total</b> |                 |       | 12     |
| UF4175     | MAALI CLAAS VII  | A01 3205              | 10              | 11    | 8      |
| UF4189     | SPRAY-MAALI^S    | A01 3205              | 73              | 46    | 28     |
|            |                  | <b>A01 3205 Total</b> |                 |       | 36     |
| UF3258     | SPRAY-MAALI KE   | A01 3206              | 60              | 27    | 23     |
| UF4121     | MAALI GLAAS-VI   | A01 3206              | 4               | 6     | 3      |
|            |                  | <b>A01 3206 Total</b> |                 |       | 26     |

KUVIO 19. Välisumma-funktion toiminta

Kun jokaisen lavapaikan keruukerrat saatiin selvitettyä, siirrettiin keruukertatiedot varastokarttaan. Tämä tapahtui P-hakufunktiota hyödyntämällä. P-hakufunktion avulla saatiin haettua jokaisen lavapaikan keruukerrat varastokarttaan hyllypaikan yläpuolella olevaan soluun. Kuviossa 20 on esitetty osa varastokartan hyllystä 11, jossa jokaiselle hyllypaikalle on haettu keruukertatiedot.

|          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| 6        | 5        |          |          |          |          | 2        | 4        |          |
| B11 0120 | B11 0220 | #N/A     | #N/A     | #N/A     | #N/A     | B11 0720 | B11 0820 | 9        |
| 24       | 4        | B11 0319 | B11 0419 | B11 0519 | B11 0619 | 11       | 4        | B11 0919 |
| B11 0118 | B11 0218 |          |          |          |          | B11 0718 | B11 0818 |          |
| 9        | 3        | 17       | #N/A     | #N/A     | #N/A     | 12       | 2        | #N/A     |
| B11 0115 | B11 0215 | B11 0315 | B11 0415 | B11 0515 | B11 0615 | B11 0715 | B11 0815 | B11 0915 |
| 12       | #N/A     | 16       | 31       |          |          | 3        | 1        | 27       |
| B11 0112 | B11 0212 | B11 0312 | B11 0412 | #N/A     | #N/A     | B11 0712 | B11 0812 | B11 0912 |
| 56       | 11       | 1        | 0        | B11 0511 | B11 0611 | 0        | 9        | #N/A     |
| B11 0109 | B11 0209 | B11 0309 | B11 0409 |          |          | B11 0709 | B11 0809 | B11 0909 |
| 48       | 9        | 1        | 20       | #N/A     | #N/A     | 20       | 5        | 3        |
| B11 0106 | B11 0206 | B11 0306 | B11 0406 | B11 0506 | B11 0606 | B11 0706 | B11 0806 | B11 0906 |
| 22       | 47       | 1        | 14       | 0        | 30       | 1        | 3        | 62       |
| B11 0105 | B11 0205 | B11 0305 | B11 0405 | B11 0505 | B11 0605 | B11 0705 | B11 0805 | B11 0905 |
| 70       | 64       | 423      | 74       | #N/A     | 84       | 35       | 67       | 18       |
| A11 0104 | A11 0204 | A11 0304 | A11 0404 | A11 0504 | A11 0604 | A11 0704 | A11 0804 | A11 0904 |
|          |          |          |          |          |          |          |          |          |
| 45       | 34       | 284      | 173      | #N/A     | 537      | 80       | 75       | 25       |
| A11 0101 | A11 0201 | A11 0301 | A11 0401 | A11 0501 | A11 0601 | A11 0701 | A11 0801 | A11 0901 |

KUVIO 20. Osa hyllystä 11 keruukertojen siirtämisen jälkeen.

P-hakufunktio ei kuitenkaan löytänyt jokaiselle hyllypaikalle keruukertatietoja. Tällöin Excel näyttää keruukerta solussa tekstiä #N/A. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että lavapaikka ei toimi yhdenkään tuotteen keruupaikkana, jolloin lavapaikka on vapaa tai toimii reservipaikkana. Esimerkiksi kuviossa 11 hyllypaikka B11 0319 toimii reservipaikkana paikassa A11 0301 olevalle tuotteelle. Vastaavasti hyllypaikka B11 0212 ei toimi yhdenkään tuotteen aktiivi- tai reservipaikkana.

### 5.3 Varaston jako A-, B- ja C-alueisiin

Seuraavaksi opinnäytetyössä jaettiin varaston hyllypaikat kolmeen alueeseen: A-, B- ja C-alueeseen. Tavoitteena oli, että A-alueen hyllypaikoille sijoitetaan eniten keruukertoja omaavat tuotteet. Vastaavasti C-alueelle tulisi sijoittaa tuotteet, joilla on vähiten keruukertoja.

Trukit ovat lavapuolen suurin keruutehokkuutta rajoittava tekijä. Kombitrukkeja on varastolla käytettävissä vain kolme, joista yksi on käytettävissä takakulman hyllyissä 19–22. Tämän lisäksi yksi kombitrukeista on varattu suurimmaksi osaksi ajasta hyllytykseen. Näin ollen keruussa on käytettävissä pääsääntöisesti vain yksi kombitrukki.



Tämä luo tilanteen, jossa kerääjät joutuvat välillä jonottamaan kombitrukkeja sekä suunnittelemaan uudestaan seuraavia töitään.

Edellä mainituista syistä C-alue muodostettiin lavapaikoista, joista keräämiseen tarvitaan välttämättä kombitrukkia. A-alue muodostettiin lavapaikoista, joiden osoitteet ovat A-alkuisia, eli niistä, joista tuotteiden kerääminen on mahdollista ilman apuvälineitä. B-alueeksi valittiin lavapaikat, joista kerääminen on mahdollista keräilytrukkien avulla. Lavapaikat jaettiin siis A-, B- ja C-alueisiin sen mukaan, kuinka korkealla lavapaikka sijaitsee.

#### **5.4 Lavatavaravaraston XYZ-analyysi**

Seuraavaksi opinnäytetyössä määritettiin jokaiselle alueelle rajat keruukertojen mukaan. Nämä rajat määrittivät sen, mille alueelle mikäkin keruupaikka tulee lavatavaravarastossa sijoittaa. Rajat määritettiin Excelin laske\_jos-funktion avulla. Aluksi määritettiin laske\_jos-funktion avulla, kuinka monta keruupaikkaa siirtyisi yhteensä C- ja B- alueilta A-alueelle, jos A-alueen alarajan ylittäneet tuotteet siirrettäisiin A-alueelle. Seuraavaksi lasketettiin, kuinka monen A- alueen keruupaikan keruukerrat alittavat tämän saman rajan. Näitä tietoja vertaamalla pystyttiin määrittämään A-alueen alaraja ja vastaavasti B-alueen yläraja. Samaa ideaa hyväksikäyttäen määritettiin myös C-alueen yläraja sekä B-alueen alaraja.

Varastokartassa olevat kaavat rakennettiin siten, että muuttamalla kahta lukua varastokartan yhteenveto-välilehdellä voidaan määrittää nämä rajat. Nämä luvut ovat A-alueen ja B-alueen alarajat, jotka on esitelty kuviossa 21. Muuttamalla lukua "A-tason pienin" Excel laskee, kuinka monta keruupaikkaa siirtyy C/B- alueesta A-alueelle ja vähentää siitä keruupaikat, jotka tulee siirtää A-alueelta pois. Tämä arvo on esitetty varastokartan yhteenvetovälilehdellä solussa E5 ja sen tulee olla mahdollisimman lähellä nollaa. A- alueen alarajaksi määritettiin 38. Jos siis lavapaikalla on enemmän keruukertoja kuin 37, tulee lava siirtää A-alueelle.

|    | A | B | C | D      | E      | F | G      | H      |
|----|---|---|---|--------|--------|---|--------|--------|
| 1  |   |   |   |        |        |   |        |        |
| 2  |   |   |   | keruut | lavoja |   | 250    |        |
| 3  |   |   |   | 18638  | -13    |   | 74,552 | /päivä |
| 4  |   |   |   |        |        |   |        |        |
| 5  |   |   |   | 19440  | 1      |   | 77,76  | /päivä |
| 6  |   |   |   |        |        |   |        |        |
| 7  |   |   |   |        |        |   |        |        |
| 8  |   |   |   | 12     | <12    |   | <      |        |
| 9  |   |   |   | 11     | >11    |   | >      |        |
| 10 |   |   |   |        |        |   |        |        |
| 11 |   |   |   | 38     | <38    |   | <      |        |
| 12 |   |   |   | 37     | >37    |   | >      |        |
| 13 |   |   |   |        |        |   |        |        |

KUVIO 21. Eri alueiden välisten rajojen määrittäminen.

Vastaavalla tavalla voidaan määrittää myös B- ja C-alueiden välinen raja. Kuten kuvista 21 huomataan, kun keruupaikalla on enemmän keruukertoja 11 ja vähemmän keruukertoja kuin 38, tulee lava siirtää B-alueelle.

Tutkimuksessa laskettiin myös, kuinka monta keruutapahtumaa jokaisella alueella on tällä hetkellä ja kuinka monta keruutapahtumaa jokaisella alueella olisi varastokartan ehdottaman tuotesijoittelun jälkeen. Tulokset on esitetty taulukossa 1. Kuten taulukosta 1 huomataan, vähentyvät C-alueen keruukerrat uuden tuotesijoittelun jälkeen melkein kolmasosaan nykyisestä. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että kombitrukin käyttö keruussa putoaa kolmannekseen.

TAULUKKO 1. Keruukerrat alueittain.

| Keruukerrat<br>Nykytila<br>alue | KK     | %      | Järjestelyn jälkeen |        |
|---------------------------------|--------|--------|---------------------|--------|
|                                 |        |        | KK                  | %      |
| A                               | 116598 | 66,6 % | 136038              | 77,7 % |
| B                               | 28360  | 16,2 % | 27558               | 15,7 % |
| C                               | 30179  | 17,2 % | 11541               | 6,6 %  |
| yht.                            | 175137 | 100 %  | 175137              | 100 %  |

Jotta varastokarttaa olisi mahdollisimman helppo lukea, se kertoo käyttäjälleen värin avulla, jos tietylle keruupaikalle tulee tehdä jotain. Jos keruupaikka tulee siirtää C-alueelle, varastokartta muuttaa sen solun värin punaiseksi, jossa näkyy hyllypaikan

keruukerrat. Vastaavasti varastokartta muuttaa keruukertatiedon keltaiseksi, jos keruupaikka tulee siirtää B- alueelle. Jos keruupaikka tulee siirtää A-alueelle, muuttaa varastokartta keruukertatiedon vihreäksi. Tämän lisäksi varastokartta muuttaa solun siniseksi, jos sillä on nolla keruukertaa. Kuvio 22 havainnollistaa, kuinka varastokartta muuttaa solujen värejä käytännössä. Edellä mainitut ominaisuudet saatiin lisättyä varastokarttaan Excelin ehdollinen muotoilu-toiminnon avulla. Parametrit sääntöihin, joiden perusteella solujen värit muuttuvat, Excel hakee automaattisesti yhteenvetovälilehdeltä. Jos siis tulevaisuudessa eri alueiden väliset keruukertarajat muuttuvat, ei sääntöjä tarvitse rakentaa uudestaan.

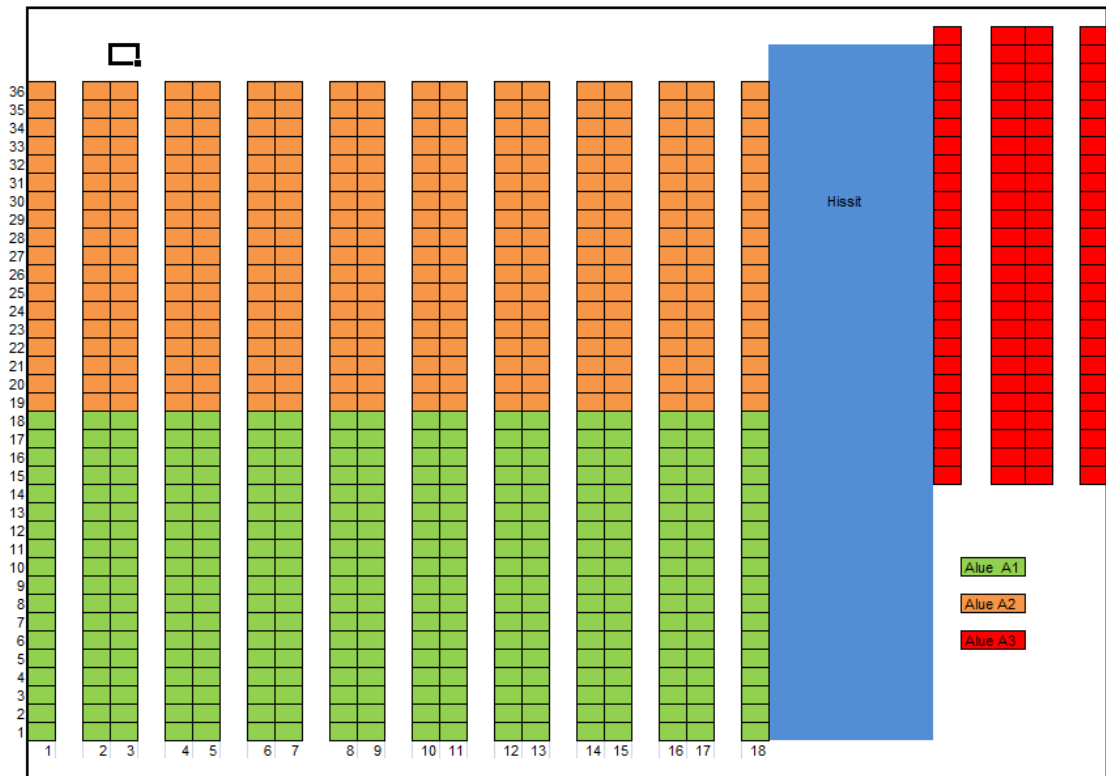
|   |          |          |          |          |          |          |          |          |          |
|---|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| C | B17 1619 | B17 1719 | B17 1819 | 12       | #####    |          |          |          |          |
|   | 0        | 3        | 2        | B17 1918 | B17 2018 | 38       | #####    |          |          |
|   | B17 1616 | B17 1716 | B17 1816 | 10       | 9        | B17 2116 | B17 2216 | #####    | 1        |
|   | 0        | 1        | 15       | B17 1915 | B17 2015 |          |          | B17 2315 | B17 2415 |
|   | B17 1613 | B17 1713 | B17 1813 | 1        | #####    | 1        | 44       |          |          |
|   | #####    | #####    | 1        | B17 1912 | B17 2012 | B17 2112 | B17 2212 |          |          |
|   | B17 1611 | B17 1711 | B17 1811 | 72       | 43       |          |          | 14       | #####    |
|   |          |          | B17 1909 | B17 2009 | 6        | 0        | B17 2309 | B17 2409 |          |
| B | 5        | #####    | #####    | 14       | 21       | B17 2108 | B17 2208 |          |          |
|   | B17 1607 | B17 1707 | B17 1807 | B17 1906 | B17 2006 |          |          |          |          |
|   | 18       | 20       | 14       | 50       | 5        | 61       | 4        | 4        | 139      |
|   | B17 1605 | B17 1705 | B17 1805 | B17 1905 | B17 2005 | B17 2105 | B17 2205 | B17 2305 | B17 2405 |
| A | 46       | 34       | 19       | 271      | 108      | 28       | 78       | 73       | 46       |
|   | A17 1604 | A17 1704 | A17 1804 | A17 1904 | A17 2004 | A17 2104 | A17 2204 | A17 2304 | A17 2404 |
|   |          |          |          | 72       | 47       | 33       | 164      |          |          |
|   |          |          |          | A17 1902 | A17 2002 | A17 2102 | A17 2202 |          |          |
|   | 64       | 108      | 511      | 13       | #####    | 1        | 394      | 258      | #####    |
|   | A17 1601 | A17 1701 | A17 1801 | A17 1901 | A17 2001 | A17 2101 | A17 2201 | A17 2301 | A17 2401 |

KUVIO 22. Kuva hyllystä 17.

## 5.5 A-alueen XYZ- analyysi

Jotta kaikista kuluviimat tuotteet saataisiin parhaille mahdollisille paikoille, päätettiin opinnäytetyössä tehdä erikseen XYZ- analyysi myös A-alueen tuotteille. Työssä A-alue jaettiin kolmeen alueeseen: A1, A2 ja A3. A3-alue muodostettiin hyllyjen 19–22 A-tason paikoista. A1- ja A2-tason paikat muodostettiin hyllyjen 1-18 paikoista. Hyllyt 1 - 18 jaettiin puolesta välistä kahteen osaan siten, että näiden hyllyjen etuosat muodostivat A1-alueen ja perällä olevat lavapaikat A2-alueen. A1-alueelle tulee siirtää ne A-alueen tuotteet, joilla on eniten keruukertoja. Vastaavasti A3-alueelle tulee

siirtää ne A-alueen tuotteet, joilla on vähiten keruukertoja. Kuvio 17 havainnollistaa edellä mainittua jakoa. Kuviossa 17 vihreät lavapaikat muodostavat alueen A1, oranssit alueen A2 ja punaiset alueen A3.



KUVIO 23. A-alueen jakaminen alueisiin A1, A2 ja A3.

Seuraavaksi määritettiin rajat, joiden perusteella A-alueen tuotteet tulisi sijoitella. Rajat laskettiin hyödyntämällä samaa periaatetta kuin määriteltäessä A-, B- ja C-alueiden rajoja. Näiden rajojen perusteella A1-alueelle tulisi sijoittaa tuotteet, joilla on yli 75 keruukertaa vuodessa. A2-alueelle tulisi sijoittaa tuotteet, joiden keruukerrat ovat välillä 19 ja 75. Tuotteet, joilla keruukertoja alle 19 tulisi sijoittaa alueelle A3.

## 5.6 Keruuaikojen mittaus

Opinnäytetyössä haluttiin tehdä lyhyt tutkimus myös siitä, kuinka paljon hitaampaa keruu on käytettäessä kombitrukkia. Tutkimustulokset löytyvät kokonaisuudessaan

liitteestä 1. Taulukkoon 2 on koottu yhteenveto tutkimustuloksista. Tutkimuksessa mitattiin, kuinka kauan tilausrivien kerääminen kestää taulukossa 2 esitetyiltä alueilta. Tutkimukseen valittiin mukaan vain tilausrivejä, joiden kerättävät kappalemäärät olivat pieniä. Näin tekemällä saatiin mahdollisimman realistinen kuva siitä, kuinka kauan kuluu aikaa hyllypaikalle pääsemiseen. Lisäksi mittauksia suoritettiin aikana, jolloin varastolla oli mahdollisimman vähän häiriötekijöitä.

TAULUKKO 2. Tilausrivin keräämiseen käytetty aika alueittain.

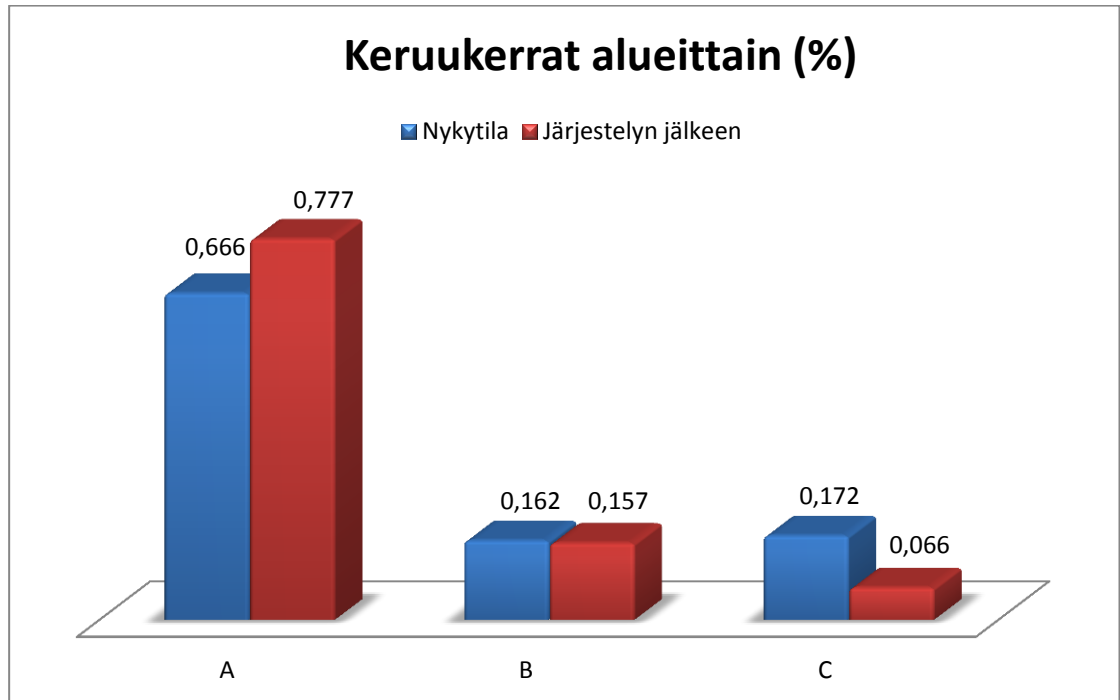
| Alue                 | aika/rivi(s) | aika/rivi(min) |
|----------------------|--------------|----------------|
| A-taso, Hyllyt 1-18  | 48 s         | 0,81 min       |
| A-taso, Hyllyt 19–22 | 91 s         | 1,51 min       |
| C- Alue              | 168 s        | 2,80 min       |

Kun tuotteita kerättiin hyllyjen 1 - 18 A-tasoilta eli alueilta A1 ja A2, kului aikaa yhden rivin keräämiseen noin 0,81 minuuttia. Kun tuotteita kerättiin C-alueelta, kului aikaa yhden rivin keräämiseen keskimäärin 2,80 minuuttia. Tutkimuksessa ei otettu huomioon odotusaikoja, joita keräilijöille usein muodostuu kombitrukkien odotusajoista. Kombitrukkia käytettäessä joutuu väistämään myös muita keräilijöitä sekä hyllyyn meneviä lavoja, joten todellisuudessa kerääminen C-alueelta on hitaampaa kuin tutkimustulos antaa ymmärtää. Tutkimuksen perusteella voidaan kuitenkin olettaa, että yhden tilausrivin kerääminen A-alueelta on vähintään 2 minuuttia nopeampaa kuin C-alueelta.

## 6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön tavoitteena oli parantaa Valtran varaosavaraston tuottavuutta tuotesijoittelun avulla. Opinnäytetyön tuloksena saatiinkin varastokartta, jonka avulla kulluvimmat tuotteet voidaan sijoittaa keruukertojen perusteella parhaille mahdollisille paikoille. Varastokartan ehdottaman tuotesijoittelun avulla saadaan minimoitua keruukerrat C- alueelta, josta keruu on tällä hetkellä kaikkein hitainta. Vastaavasti A-

alueen keruutapahtumien lukumäärä saadaan maksimoitua. Kuviossa 18 on esitetty keruutapahtumien lukumäärä alueittain nykytilanteessa sekä varastokartan ehdottaman järjestelyn jälkeen. Tulokset on esitetty prosentteina.



KUVIO 24. Keruutapahtumien lukumäärä alueittain

Kuten kuviosta 24 huomataan, järjestelyn jälkeen B-alueen keruukerroissa ei tapahdu merkittävää muutosta. A-alueen keruukerrat vastaavasti kasvavat noin 11 prosenttiyksikköä, eli A-alueelta kerättävien rivien lukumäärä kasvaa siis 17 %. Merkittävintä tuloksissa on kuitenkin se, että C-alueen keruukerrat putoavat 17,2 prosentista 6,6 prosenttiin. Tämä tarkoittaa sitä, että C-alueen keruukerrat vähenevät varastokartan ehdottaman järjestelyn jälkeen kolmasosaan nykyisestä. Tällöin kombitrukkien käyttö keruussa vähenee kolmasosaan.

## 6.1 Kustannussäästöt

Opinnäytetyön avulla voidaan minimoida C-alueen keruukerrat, josta kerääminen on muihin alueisiin verrattuna hitainta. Opinnäytetyössä selvitettiin myös se, kuinka paljon aikaa säästyy kerätessä tuotteita muualta kuin C-alueelta. Näiden tietojen

perusteella voidaan laskea, kuinka paljon voidaan säästää vuosittain työvoimakuluissa. Lisäksi kombitrukkien käytön tarve vähenee opinnäytetyön avulla. Trukkien käytöstä aiheutuu aina kustannuksia, jotka tulee myös huomioida laskettaessa kustannussäästöjä.

### **Työvoimakustannukset**

Opinnäytetyön tuloksena 18 638 keruukertaa siirtyy C-alueelta A- ja B-alueille. Kun tiedetään, että C-alueelta kerääminen on noin 2 minuuttia hitaampaa kuin muilta alueilta, voidaan selvittää, kuinka paljon aikaa säästyy vuositasolla. Vuositasolla aikaa säästyy ( $2 * 18638 \text{ min}$ ) 37 268 minuuttia eli noin 621 tuntia. Koska Valtran varaosakeskus hyödyntää tilauspiikkien purkamisessa vuokratyövoimaa, voidaan työtunnille laskea hinta vuokratyövoiman tuntitaksan mukaan. Vuokratyötunnin hinnaksi voidaan arvioida noin 20 € ilman vuorotyö- sekä iltavuorolisiä. Lisien kanssa työtunnin hinnaksi voidaan arvioida 21 €/h. Näin ollen vuositasolla voidaan paremman tuotesijoittelun avulla säästää työvoimakuluissa noin ( $21 \text{ €/h} * 621 \text{ h}$ ) 13 000 euroa.

### **Koneiden huoltokustannukset**

Työvoimakulujen lisäksi myös kombitrukkien huoltokustannuksien voidaan olettaa pienenevän samalla, kun trukkien käyttötunnit vähenevät. Tällä hetkellä kombitrukkien huoltokustannukset ovat keskimäärin neljä euroa käyttötuntia kohden. Kun kombitrukkien käyttö vähenee vuositasolla 621 tuntia, säästetään huoltokustannuksissa vuosittain noin ( $621 \text{ h} * 4 \text{ €/h}$ ) 2 500€.

### **Pääomakustannukset**

Valtran varaosakeskus on tilanteessa, jossa se pohtii vakavasti uuden kombitrukin hankintaa. Tällä hetkellä vain yksi kombitrukeista on säännöllisesti keruun käytössä. Volyymien jatkuvasti kasvaessa varaosakeskus tarvitsee uuden kombitrukin jo lähitulevaisuudessa.

Opinnäytetyön ehdottaman tuotesijoittelun avulla C- alueen keruukerrat vähenevät jopa kolmasosaan nykytilanteesta. Tämä tarkoittaa sitä, että kombitrukkien käyttö keruussa vähenee kolmasosaan. Uuden tuotesijoittelun ansiosta varaosakeskuksen ei tarvitse hankkia uutta kombitrukkia.

Uuden kombitrukin hinnaksi voidaan arvioida noin 100 000 €. AGCO Drive - projekti vastaavasti määrittää, että jokaisen uuden sijoituksen on tuotettava 25 % korkoa sijoitetulle pääomalle. Tämä on kuitenkin tavoitearvo, joten AGCO:n sisäisen korkokannan voidaan olettaa olevan 20 %. Tilanteessa, jossa uuden kombitrukin hankintaa voidaan siirtää vuodella, säästetään  $(100\,000\text{ €} * 0,2)$  20 000 €. Toisin sanoen, AGCO tienaa 20 000 € vuodessa sijoittamalla 100 000 € järkevämmiin.

### Säästöt yhteensä

Uuden tuotesijoittelun ansiosta saavutettavat säästöt on esitetty taulukossa 3. Säästöjä saadaan työvoimakustannuksista, huoltokustannuksista sekä pääomakustannuksista. Valtran varaosakeskus voi säästää paremman tuotesijoittelun avulla yhteensä noin 35 000€ vuodessa.

TAULUKKO 3. Kustannussäästöt yhteensä

|                             | <b>laskelma</b> | <b>Säästö (€/v)</b> |
|-----------------------------|-----------------|---------------------|
| <b>Työvoimakustannukset</b> | 621h*21€/h      | 13 000 €            |
| <b>Huoltokustannukset</b>   | 621h*4€/h       | 2 500 €             |
| <b>Pääomakustannukset</b>   | 100 000€*0,2    | 20 000 €            |
| <b>Yhteensä</b>             |                 | <b>35 500 €</b>     |

## 7 JATKOTUTKIMUSKOHTEET

Opinnäytetyön seurauksena ilmeni useita uusia tutkimuskohteita, joihin Valtran varaosakeskuksen kannattaa kiinnittää jatkossa huomiota. Tuotesijoittelun kehittämistä voidaan jatkaa keskittymällä myös muihin kriteereihin kuin tuotteiden keruutapah- tumien lukumäärään. Lisäksi opinnäytetyössä rakennettua varastokarttaa voidaan hyödyntää myös muihin tarkoituksiin kuin tuotteiden aktiivipaikkojen määrittämi- seen.



## Pientavaravaraston tuotesijoittelun kehittäminen

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin vain lavatavaravaraston tuotesijoittelun kehittämiseen. Tämä johtui siitä, että suhteessa pientavaravarastoon lavatavaravarastosta kerääminen on hitaampaa. Pientavaravaraston merkitystä ei kuitenkaan sovi unohtaa, sillä vuonna 2011 lähes 60 % kaikista toimitetuista riveistä kerättiin pientavaravarastosta. Soveltamalla XYZ-analyysiä pientavaravarastoon sekä rakentamalla varastokartan pientavarahisseille voidaan varaosakeskuksen tuottavuutta sekä keruutehokkuutta parantaa merkittävästi.

## Sarjapakkausosien sijoittelu

Tulevaisuudessa varaosakeskuksen tulisi kiinnittää huomiota myös sarjapakkausten alaosien tuotesijoitteluun. Tuotesijoittelu tulisi suunnitella siten, että tietyn sarjan alaosien hyllypaikat olisivat mahdollisimman lähellä toisiaan, jolloin niiden keruu olisi mahdollisimman tehokasta. Käytännössä tämä tapahtuisi siten, että esimerkiksi C-alueelta kerättävien alaosien hyllypaikat sijaitsisivat samassa hyllyväliässä lähellä toisiaan. Tällöin kombitrukilla tarvitsisi kerätä osia vain yhdestä hyllyvälistä, jolloin keruu nopeutuu huomattavasti. Taulukossa 4 on esitetty erään moottorin korjaussarjan alaosat sekä niiden hyllypaikat. Tässä esimerkissä paremmalla alaosien tuotesijoittelun avulla C-alueen osat voitaisiin kerätä yhdestä hyllyvälistä neljän hyllyvälin sijaan.

TAULUKKO 4. Moottorin korjaussarjan 836540084 rakenne

| Nimike    | Kuvaus                    | Hyllypaikka | KPL |
|-----------|---------------------------|-------------|-----|
| 836579590 | ÖLJYSUODIN                | A14 1701    | 1   |
| 836006501 | KIERTOKANGEN LAAKERI      | A19 0401    | 3   |
| 836006671 | PÄÄLAAKERI^STD (!)        | A19 2104    | 4   |
| 836579456 | MÄNTÄ ILMAN RENKAITA      | B04 2727    | 3   |
| 836539066 | TIIVISTESARJA^(II)309D/DS | B06 1118    | 1   |
| 836536827 | SYLINTERIPUTKI            | B20 2306    | 3   |
| 836322610 | LAAKERIHOLKKI             | B21 2005    | 1   |
| 836112632 | PAINELEVY^STD             | S 01 31     | 2   |
| 836539010 | MÄNNÄNRENGASSARJA         | S 09 71     | 3   |

## **Uusien tuotteiden hyllyttäminen**

Tällä hetkellä Valtran varaosakeskuksella ei ole selkeää prosessia uusien tuotteiden hyllyttämiseen. Tämä johtuu siitä, että varaston vapaita hyllypaikkoja ei ylläpidetä missään järjestelmässä, vaan varaston työntekijät pitävät itse kirjaa vapaista paikoista. Tästä syystä lista vapaista hyllypaikoista on harvoin ajan tasalla ja uudet tuotteet hyllytetään usein ensimmäiselle vapaalle paikalle. Tämä toimintamalli synnyttää useita ongelmatilanteita: uusi tuote saatetaan hyllyttää toisen tuotteen reservipaikalle, hyllytyksessä ei huomioida tuotteen mahdollista kulutusta ja tulevaisuuden tilantarvetta sekä mahdollisia reservipaikkojen lukumäärää.

Jatkossa vapaita hyllypaikkoja voisi ylläpitää esimerkiksi varastokartassa. Tällöin listaa vapaista paikoista voidaan päivittää paremmin, sillä tuotetiedot varastokarttaan haetaan toiminnanohjausjärjestelmä Proteuksesta. Myös tuotteiden reservipaikkoja voitaisiin ylläpitää varastokartassa. Reservipaikoille voisi suunnitella hyllyihin omat reservialueet ja nämä alueet voisi merkitä varastokarttaan esimerkiksi tietyllä värillä. Näin varastotyöntekijä tietäisi, onko vapaa hyllypaikka reservipaikka vai vapaa hyllypaikka.

## LÄHTEET

AGCO. n.d. Valtra Oy:n sivusto. Viitattu 5.12.2011. [www.valtra.fi](http://www.valtra.fi), yritys, tietoa Valt-rasta, Agco

AGCO global business update: Q3. 2011. AGCO:n kolmanne vuosineljänneksen tulos. Viitattu 5.12.2011. Duluth: AGCO.

von Bell, A. Inkiläinen, A. Ritvanen, V. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Helsinki: Suomen huolintaliikkeiden liitto.

Economic order quantity. n.d. search.com- sivusto. Viitattu 24.3.2012. [www.search.com](http://www.search.com), reference, Economic order quantity.

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2010. Johdatus logistiseen ajatteluun. 5.uudistettu painos. Kangasniemi: Sho Business Development Oy.

Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. Kuljetukset ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Helsinki: WS Bookwell Oy.

Karrus, K. 1998. Logistiikka. Porvoo: WSOY.

Parts. n.d. AGCO:n sivusto. Viitattu 5.12.2011. [www.agcocorp.com](http://www.agcocorp.com), Farm support, Parts.

Reinikainen, P., Mäntynen, J., Rantala, J. & Viitanen, S. 2002. Logistiikan perusteet. Tampereen Teknillinen Korkeakoulu Liikenne- ja Kuljetustekniikka. Tampere.

Russell, R. & Taylor, B. 2009. Operations Management. Along the Supply Chain. International Student Version. 6. painos. John Wiley & Sons.

Sakki, J. 1994. Logistinen materiaalin ohjaus. Espoo: MH-Konsultit Oy.

Sakki, J. 1999. Logistinen prosessi. Tilaus-toimitusketjun hallinta. 4. uudistettu painos. Espoo: Jouni Sakki Oy.

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

Stock, J. & Lambert, D. 2001. Strategic Logistics Management, international edition. 4. uudistettu painos. Singapore: McGraw-Hill Companies.

Tietoa Valtrasta. n.d. Valtra Oy:n sivusto. Viitattu 5.12.2011. [www.valtra.fi](http://www.valtra.fi), yritys, tietoa Valtrasta.

Tuottavan varaston suunnittelu. n.d. Intologin sivusto. Viitattu 5.3.2012.

[www.intolog.com](http://www.intolog.com), ratkaisut, varastointi, tuottavan varaston suunnittelu.

Valtra Company presentation. 2011. Yritysesittely. Viitattu 5.12.2011. Suolahti: Valtra.

Varastoista aiheutuvat kustannukset. n.d. Suomen kuljetusoppaan sivusto. Viitattu 2.3.2012. [www.kuljetusopas.com](http://www.kuljetusopas.com), varastointi, kustannukset.

Varonen, P. 2010. Pakkausmateriaalien varmuusvarastojen laskeminen eräässä maidonjalostuslaitoksessa. Kandidaatintyö. Oulun yliopisto, Teknillinen tiedekunta, Prosessi- ja ympäristötekniikan osasto, Tuotantotalous. Viitattu 1.4.2012

<http://cc oulu.fi/~jpjaako/d/nro117.pdf>.

# LIITTEET

## Liite 1. Keruuaikamittausten tulokset

### Lavapuoli A-taso, Hyllyt 1-18

| Rivit yht. | aika(s)     | aika/rivi(s) | aika/rivi(min) |
|------------|-------------|--------------|----------------|
| 7          | 528         | 75,43        | 1,26           |
| 8          | 567         | 70,88        | 1,18           |
| 4          | 249         | 62,25        | 1,04           |
| 2          | 143         | 71,50        | 1,19           |
| 4          | 219         | 54,75        | 0,91           |
| 4          | 214         | 53,50        | 0,89           |
| 8          | 351         | 43,88        | 0,73           |
| 10         | 506         | 50,60        | 0,84           |
| <b>47</b>  | <b>2271</b> | <b>48,32</b> | <b>0,81</b>    |

### Lavapuoli A-taso, Hyllyt 19–22

| Rivit yht. | aika(s)    | aika/rivi(s) | aika/rivi(min) |
|------------|------------|--------------|----------------|
| 1          | 110        | 110          | 1,83           |
| 2          | 154        | 77           | 1,28           |
| 1          | 109        | 109          | 1,82           |
| 1          | 80         | 80           | 1,33           |
| <b>5</b>   | <b>453</b> | <b>90,6</b>  | <b>1,51</b>    |

### Lavapuoli B-taso

| Rivit yht. | aika(s)     | aika/rivi(s)  | aika/rivi(min) |
|------------|-------------|---------------|----------------|
| 4          | 975         | 243,75        | 4,06           |
| 2          | 495         | 247,50        | 4,13           |
| 3          | 365         | 121,67        | 2,03           |
| 2          | 302         | 151,00        | 2,52           |
| 3          | 380         | 126,67        | 2,11           |
| 1          | 168         | 168,00        | 2,80           |
| 1          | 175         | 175,00        | 2,92           |
| 1          | 213         | 213,00        | 3,55           |
| 1          | 168         | 168,00        | 2,80           |
| 1          | 154         | 154,00        | 2,57           |
| 3          | 306         | 102,00        | 1,70           |
| <b>22</b>  | <b>3701</b> | <b>168,23</b> | <b>2,80</b>    |