

# Valmistuotevaraston varastopaikkojen ja layoutin uudelleensuunnittelu

Santtu Kulmala

Opinnäytetyö  
Marraskuu 2011

Logistiikka  
Tekniikan ja liikenteen ala





Tekijä  KULMALA, Santtu	Julkaisun laji Opinnäytetyö	Päivämäärä 04.11.2011
	Sivumäärä 47	Julkaisun kieli Suomi
	Luottamuksellisuus ( ) saakka	Verkkojulkaisulupa myönnetty ( X )
Työn nimi VALMISTUOTEVARASTON VARASTOPAIKKOJEN JA LAYOUTIN UUDELLEENSUUNNITTELU		
Koulutusohjelma Logistiikan koulutusohjelma		
Työn ohjaaja(t) KERVOLA, Henri		
Toimeksiantaja(t) Sovella Oy KOLEHMAINEN, Petri, Logistiikkapäällikkö		
Tiivistelmä <p>Työn tavoitteena oli suunnitella Sovella Oy:n valmistuotevarastoon uusi tuotesijoittelu ja uusia layout. Valmistuotevaraston uudelleen järjestely tuli yritykselle ajankohtaiseksi, kun tuotantolinja uudistettiin, joka aiheutti varastoon ristikkäisen materiaalivirran.</p> <p>Teoriaosuudessa käsiteltiin varastointia yleisesti sekä varastotoimintoja. Teoriaosuudessa käydään läpi myös varaston layoutsuunnittelu ja tuotteiden sijoittelu varastoon.</p> <p>Opinnäytetyö toteutettiin syksyllä 2011. Tutkimuksen aineisto kerättiin yrityksen tietojärjestelmistä sekä havainnoimalla yrityksen toimintoja ja haastatteleamalla henkilökuntaa avoimilla haastatteluilla.</p> <p>Tutkimuksen perusteella suunniteltiin uusi varaston layout, jossa tärkeimpänä tekijänä oli tuoteperheiden optimaalinen sijoittaminen varastoon. Kyseisillä toimenpiteillä pyrittiin parantamaan materiaalivirtojen sekä varastotoimintojen tehokkuutta ja kiertonopeutta.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksia tutkittaessa voidaan todeta materiaalivirtojen parantuneen kehitysideoiden avulla Sovella Oy:n varastoinnissa ja sisäisissä siirroissa. Rahallisten säästöjen laskeminen on kuitenkin mahdotonta.</p>		
Avainsanat (asiasanat) Layout-suunnittelu, sisäiset siirrot, tuotesijoittelu, varastointi, xyz-analyysi		
Muut tiedot		



Author(s) KULMALA, Santtu	Type of publication Bachelor's Thesis	Date 04.11.2011
	Pages 47	Language Finnish
	Confidential ( ) Until	Permission for web publication ( X )
Title FINISHED PRODUCT INVENTORY LAYOUT RE-DESIGN AND WAREHOUSE POSITIONS DETERMINATION		
Degree Programme Logistics		
Tutor(s) KERVOLA, Henri		
Assigned by Sovella Oy KOLEHMAINEN, Petri, Logistics Manager		
Abstract <p>The aim was to design new layout and product placement for Sovella Oy's finished product warehouse. Reorganizing warehouse became topical for company as production was revised. Revised created opposite material flow for warehouse.</p> <p>Theory part consists of warehouse operations in general and the importance of warehouse for the company. Theory part will take place through the warehouse layout design and placement of products in stock.</p> <p>The thesis was carried out in the autumn of 2011. The research data were collected from the company's information systems as well as by observing the company's operations and interviewing employees in open interviews.</p> <p>Based on the results received a new warehouse layout. For the layout the most important factor was the product families and for them the optimal placement of storage. These measures are aimed at improving the material flows and warehouse operations, efficiency and speed of rotation.</p> <p>The results of the thesis, we can see material flows improvement in the development of ideas to Sovella Oy's for the storage and internal transfers. Calculating the monetary savings, however, is not possible.</p>		
Keywords Layout planning, internal transfers, product placement, storage, xyz-analysis		
Miscellaneous		

# SISÄLTÖ

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b> .....	<b>4</b>
1.1	Tutkimuksen tausta.....	4
1.2	Tutkimuksen tavoitteet .....	4
1.3	Tutkimusmenetelmät .....	5
1.4	Teoreettinen viitekehys .....	5
1.5	Tutkimuksen aineiston keruu.....	5
<b>2</b>	<b>SOVELLA OY</b> .....	<b>6</b>
<b>3</b>	<b>VARASTOINTI</b> .....	<b>7</b>
3.1	Varaston merkitys .....	7
3.2	Varaston toiminnot.....	9
3.2.1	Varaston fyysiset toiminnot.....	10
3.2.2	Varastonohjaus.....	11
<b>4</b>	<b>LAYOUT</b> .....	<b>12</b>
4.1	Layout-tyypit.....	13
4.1.1	Kiinteäasemainen layout.....	13
4.1.2	Funktionaalinen layout.....	13
4.1.3	Solulayout.....	14
4.1.4	Tuotantolinjalayout.....	14
4.2	Varastolayoutin suunnittelu .....	14
<b>5</b>	<b>VARASTOPAIKKAJÄRJESTELMÄ JA TUOTESIJOITTELU</b> .....	<b>16</b>
5.1	Kiinteäpaikkainen sijainti.....	17
5.1.1	Varastopaikkajärjestelmä.....	17
5.1.2	Aktiivi- ja reservivarastopaikka.....	18
5.2	Vaihtuvapaikkainen sijainti.....	18

	2
<b>5.3 Tuotteiden luokittelu</b> .....	<b>19</b>
5.3.1 ABC-analyysi .....	19
5.3.2 XYZ-analyysi.....	20
<b>5.4 Varastoon sijoittaminen</b> .....	<b>20</b>
<b>6 TOIMINNAN ANALYSOINTI</b> .....	<b>22</b>
<b>6.1 Yrityksen nykytoiminnan kuvaus</b> .....	<b>22</b>
<b>6.2 Tuoteryhmien käyntikerta-analyysi</b> .....	<b>22</b>
<b>6.3 Nykyinen layout ja sen materiaalivirta</b> .....	<b>25</b>
<b>7 KEHITYSEHDOTUS</b> .....	<b>27</b>
<b>7.1 Layoutsuunnittelu</b> .....	<b>28</b>
7.1.1 Käytäväleveyden määrittäminen.....	28
7.1.2 Maksimaalinen tilankäyttö.....	30
7.1.3 Työpisteiden sijoitus .....	32
<b>7.2 Tuotteiden sijoittelu</b> .....	<b>33</b>
7.2.1 Tuotteiden sijoittelustrategia .....	33
7.2.2 Materiaalivirta tuoteryhmillä sekä varastopaikat .....	34
<b>7.3 Lopullinen layoutehdotus</b> .....	<b>36</b>
<b>8 POHDINTA</b> .....	<b>39</b>
<b>8.1 Tutkimuksen luotettavuus</b> .....	<b>40</b>
<b>8.2 Jatkotutkimuskohteet</b> .....	<b>42</b>
<b>LÄHTEET</b> .....	<b>43</b>

## KUVIOT

KUVIO 1. Varaston materiaalitoiminnot.....	10
KUVIO 2. Lisäarvon rakenne varastonohjauksessa .....	11
KUVIO 3. Trukkikäytävän mitoituksen ohjearvoja.....	16
KUVIO 4. Erilaisia tavaravirtoja varastoissa .....	21
KUVIO 5. Tuotannosta tulevien tuotteiden materiaalivirta .....	25
KUVIO 6. Materiaalivirta kulutuksen mukaan .....	26
KUVIO 7. Poistuvat tilat ja uuden lähettämön sijainti.....	27
KUVIO 8. Oviaukon sijainti sekä seinustojen täyttö varastohyllyillä.....	30
KUVIO 9. Hyllyt vaakasuoraan vai pystysuoraan .....	31
KUVIO 10. Työpisteiden sijoittaminen .....	32
KUVIO 11. Kulmavirtausvarasto.....	34
KUVIO 12. Lopullinen layout-ehdotus tuotesijoittelun kanssa .....	36

## TAULUKOT

TAULUKKO 1. Materiaalivirta lähetyksien mukaan .....	23
TAULUKKO 2. Materiaalivirta tuotannon mukaan .....	24
TAULUKKO 3. Yhdistetty materiaalivirta tuoteryhmille .....	35

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tutkimuksen tausta

Tämä opinnäytetyö tehdään Sovella Oy:n tilauksesta. Työn tarkoituksena on tutkia ja kehittää yrityksen valmistuotevarastoa ja näin parantaa yrityksen tehokkuutta.

Valmistuotevaraston uudelleen suunnittelu tuli yritykselle ajankohtaiseksi, sen jälkeen kun yritys uudelleen järjesteli varsinaisen tuotantolinjansa. Tämä aiheutti valmistuotevarastoon selvän ristikkäisvirtauksen materiaalivirtaan, varsinkin suurimennekkisten tuotteiden osalta. Tutkimuksen tarkoituksena on selvittää, kuinka nimikkeiden uudelleensijoittelulla pystytään tehostamaan ja selkeyttämään varaston toimintaa. Tutkimuksessa tutkitaan aluksi vanhan toiminnan hyvät ja huonot puolet ja saatujen tulosten perusteella sekä määrättyjen rajoitusten mukaan tehdään kehitysehdotus. Ehdotukseen täytyy sisältyä niin varaston mahdollinen layout muutos kuin varastopaikkojen uudelleen järjestäminen.

## 1.2 Tutkimuksen tavoitteet

Tavoitteena on suunnitella valmistuotevaraston layout uudelleen siten, että materiaalivirta olisi mahdollisimman jouheva, annettujen rajoitusten mukaan. Uuteen layoutiin suunnitellaan myös tuotteille uudet varastopaikat. Edellä mainittujen tavoitteitten lisäksi, tutkitaan mahdollisia saatuja hyötyjä, mikäli tulevaisuudessa siirryttäisiin lähettämössä kahteen työvuoroon. Tutkimuksen tavoitteet voitaisiin kiteyttää siis näihin kahteen kysymykseen.

Miten layoutia täytyy muuttaa?

Kuinka tuotteet sijoitetaan uuteen layoutiin?

### **1.3 Tutkimusmenetelmät**

Tutkimukseen alussa jaetaan tuotteet aluksi tuoteperheiksi, tuoteperheellä tässä tarkoitetaan samantapaisia tuotteita ja ne halutaan yrityksen puolesta pitää yhtenä ryhmänä varastossa. Tuoteryhmille suoritetaan XYZ-analyysi, josta saadaan selville millä tuotteella on eniten varastokäyntejä. Analyysiä käsitellään tarkemmin kohdassa 5.3.2. Nykyiseen layoutiin tehdään materiaa-  
livirta-analyysi, XYZ-analyysin perusteella. Materiaalivirta-analyysillä voidaan helposti huomata tällä hetkellä olevat ongelmat. Näiden jälkeen analysoidaan keskeiset ongelmat ja tutkitaan annettujen rajoitusten mukaan kehitysehdo-  
tuksia. Kehitysehdotus toteutetaan empiirisellä tutkimuksella, jossa rajoituk-  
sen puitteissa siirrytään kohta kohdalta kohti lopullista layoutehdotusta.

### **1.4 Teoreettinen viitekehys**

Teoriaosiossa tarkastellaan yleisesti varastoinnin merkitystä yritykselle. Toi-  
nen työhön liittyvä teoria osio koskee layout-suunnittelua ja viimeiseksi käy-  
dään läpi tuotesijoittelu varastoon. Lähteinä käytetään alan kirjallisuutta, mah-  
dollisesti haastattelujen kautta saatuja ideoita sekä Internetiä.

### **1.5 Tutkimuksen aineiston keruu**

Aineistona käytetään yrityksestä saatavaa tietoa varastonohjausjärjestelmä-  
stä. Varastonohjausjärjestelmästä kerätään opinnäytetyön kannalta oleellinen  
tieto ja käsitellään se haluttuun muotoon. Aineiston tueksi tutustutaan varas-  
ton toimintaan konkreettisesti tekemällä töitä kyseisessä varastossa. Mielipi-  
teet ja ajatukset valmistuotevaraston keskeisten työntekijöiden kanssa, myös  
otetaan huomioon.



## 2 SOVELLA OY

Sovella Oy on Jyväskylässä sijaitseva perinteikäs yritys, joka suunnittelee ja valmistaa räätälöityjä teollisuuskalusteita, manuaalisia kuljetinjärjestelmiä ja ergonomisia työpisteitä monille teollisuudenaloille sekä julkisiin tiloihin. Lisäksi Sovella@home-tuotemerkki tuottaa säilytys- ja hyllyjärjestelmiä koteihin eri puolille maailmaa. Noin puolet yrityksen tuotannosta menee vientiin. Sovella Oy:llä on tytäryhtiöitä Saksassa, Ranskassa ja USA:ssa sekä myyntikonttorit Hollannissa ja Kiinassa. Yhtiön liikevaihto vuonna 2010 oli 20 miljoonaa euroa. Yrityksen pääkonttori ja tuotantolaitos sijaitsee Jyväskylässä. Jyväskylän toimipisteen pinta-ala on 15 000 neliometriä ja se työllisti 100 henkeä. Yhteensä yrityksen henkilömäärä on 2010 noin 140 henkeä. Yritys on johtava teollisuuskalusteiden valmistaja ja sen toiminta on jatkunut yhtäjaksoisesti jo vuodesta 1876. Yhtiön edellisiä nimiä ovat olleet G.W. Sohlberg, GWS, GWS Systems Oy ja tällä hetkellä yritys tunnetaan juuri nimellä Sovella Oy. Sovella Oy kuuluu Treston Oy:n alaisuuteen, mutta toimii kuitenkin itsenäisenä tuotosyksikkönä. Yrityskauppa tapahtui vuoden 2011 alussa.

Treston Oy:n on erikoistunut teknisten ja teollisten ympäristöjen säilytysratkaisuihin ja kalusteisiin. Yritys on Sovella Oy:n tavoin vahvasti vientiin suuntautunut. Yhtiöllä on tytäryhtiöt Saksassa, Ruotsissa, Isossa-Britanniassa Puolassa ja Norjassa, sekä myyntikonttori Kiinassa. Treston Oy:n liikevaihto vuonna 2010 oli 26 miljoonaa euroa, sekä työntekijöitä konsernissa noin 180. Treston Oy sijaitsee Turussa, jossa on tehdas ja pääkonttori.

## 3 VARASTOINTI

Varastointi on merkittävä osa koko logistista järjestelmää. Varastointi ja varasto tarkoittavat yleisessä kielenkäytössä tapaa tai tilaa, jossa säilötään asiakaspalvelussa tai valmistuksessa tarvittavia hyödykkeitä. Talousopissa varastolla tarkoitetaan yrityksen vaihto-omaisuutta, eli yrityksen raaka-aineita, keskenäisiä sekä valmiita tuotteita. Varasto käsite on siis monipuolinen. Varastoksi kutsutaan lähes mitä tahansa paikkaa, jossa tuote on pitkiä tai lyhyitä aikoja. Tällöin varastoksi voidaan myös kutsua materiaalin lopullista sijoituspaikkaakin, kuten esimerkiksi kaatopaikkaa. Hokkasen (Hokkanen, S, Karhunen, J, Luukkainen, M. 2004, S.141) mukaan varasto on nollanopeudella tapahtuvaa kuljetusta. (Hokkanen, S, Karhunen, J, Luukkainen, M. 2004, S.140)

### 3.1 Varaston merkitys

Periaatteessa varastointi voidaan kuvailla pakolliseksi pahaksi yritykselle. Varastointi itsessään ei siis lisää tuotteen arvoa missään vaiheessa, poikkeuksena tietenkin eräiden alkoholijuomien sekä juuston valmistus, joissa varastointia voidaan pitää osana valmistusprosessia. Näin ollen varastointi vain syö yrityksen tuottavuutta, aiheuttamalla tuotteeseen lisäkustannuksia. (Hokkanen, S, Karhunen, J, Luukkainen, M. 2004, S.140–141)

Varaston aiheuttamia kustannuksia ovat muun muassa:

- ”Varastoitavat tuotteet: varastoitavat tuotteet ovat jo maksettuja. Nämä rahat ovat pois yrityksen liikevaihdosta
- työvoimakustannukset: työntekijöiden palkat ja sosiaaliset kustannukset
- fyysisen varaston kulut: tilakustannukset, kuten varaston rakentamiseen sitoutunut pääoma, mahdollinen vuokra, sähkö, siivous, vartiointi
- kalustokustannukset: koneet, laitteet, hyllyt, trukit ja pakkauslaitteet
- hävikkikustannukset: eräkurantista varastoinnista johtuva tavaran vahingoittuminen tai väheneminen sekä siitä tuleva myynnin menetys
- vakuutuskustannukset: varastoitavan tavaran vakuuttaminen esimerkiksi palovakuutuksella
- puutekustannukset: tavaran puuttumisesta aiheutunutta myyntivoiton menetystä tai tuotantohäiriön aiheuttamaa kustannusta, kun tuotanto on vähemmän kuin kysyntää.” (Mishra 2007, 17.)

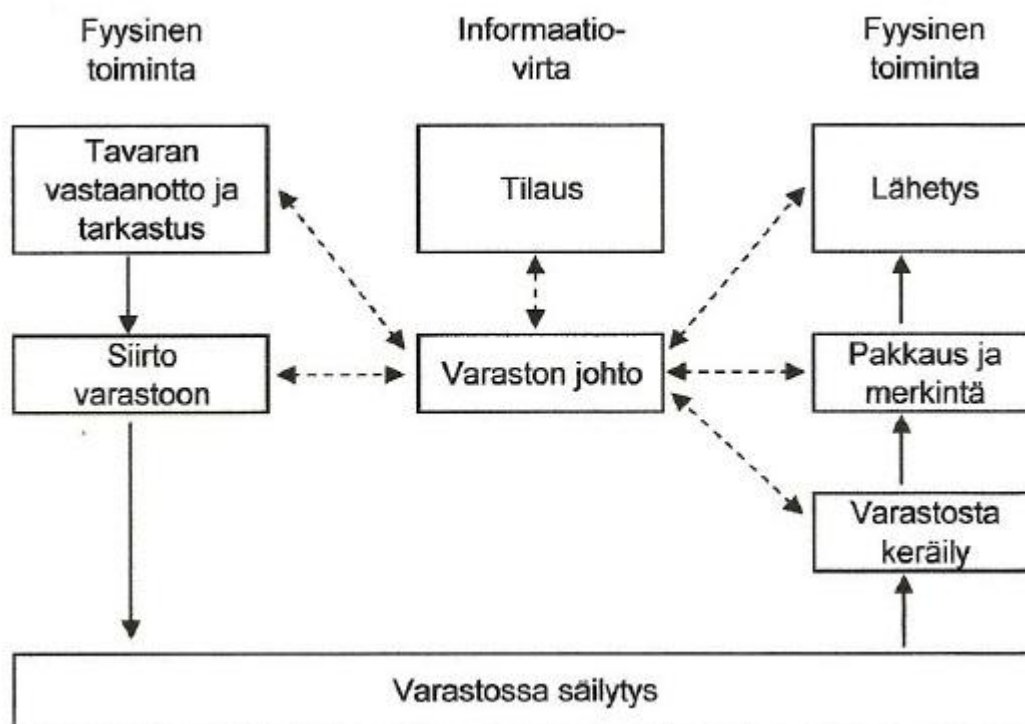
Varastointi on joka tapauksessa tärkeä palanen valmistavassa yrityksessä tuotantotoimintaa. Ilman varastointia voidaan unohtaa nopeat toimitukset, hyvä asiakaspalvelu sekä taloudellinen ja jatkuva tuotanto. Yritykselle on siis tärkeää suunnitella varastopolitiikka oikein, jotta se tuottaisi lisäarvoa logistiiseen ketjuun. Hokkasen (Hokkanen, S, Karhunen, J, Luukkainen, M. 2004, S.141) mukaan varastointikustannukset kasvattavat tuotteen kokonaiskustannuksia ja yrityksen pyrkimys kilpailuedun saavuttamiseen vaatii kustannustehokasta toimintaa. (Hokkanen, S, Karhunen, J, Luukkainen, M. 2004, S.141)

Varastointia voidaan perustella kuitenkin seuraavilla syillä, jotka ovat:

- ”kuljetuskustannusten alentaminen
- tuotantokustannusten alentaminen
- suurten hankintaerien edullisuus
- toimitusten varmistaminen
- yritysten asiakaspolitiikan tukeminen
- markkinatilanteen muutosten tasaaminen
- tuottajien ja kuluttajien välisten aika- ja tilaerojen tasaaminen
- halutun asiakaspalvelutason saavuttaminen pienimmällä logistisilla kokonaiskustannuksilla
- myyjien, toimittajien ja asiakkaiden JIT-ohjelmien tukeminen”  
(Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2004, S.141-142)

### **3.2 Varaston toiminnot**

Yleensä varaston toiminnot liittyvät tiivisti materiaalien käsittelyyn, tällä tarkoitetaan tuotteiden purkua, siirtämistä tuotantolaitoksen sisällä sekä tietenkin lähettämiseen liittyviä toimintoja. Edellä luetellut koostuvat niin fyysisestä kuin informatiivisesta toiminnasta, näin ollen molempien merkitys varaston toiminnassa on erittäin tärkeää yritykselle. Kuviossa 1 on havainnoitu varaston päätoiminnot, joilla varaston läpi virtaavaa materiaalia hallitaan. Kuviossa mustat viivat esittävät fyysisen toiminnan etenemistä ja harmaat katkoviivat informaatiovirtoja. varaston saadessa tilauksen, tilausimpulssi käynnistää varastotoiminnot. Tämän jälkeen varaston johto huolehtii informaatiosta ja sen edellyttämistä toiminnoista. (Hokkanen, S, Karhunen, J, Luukkainen, M. 2004, S.147–150)



**KUVIO 1. Varaston materiaalitoiminnot**  
(Hokkanen, S, Karhunen, J, Luukkainen, M. 2004, S.148)

### 3.2.1 Varaston fyysiset toiminnot

Varaston fyysisiä sekä informatiivisia toimintoja ovat, tavaran saapuessa sen purku kuljetusyksiköstä määräpaikkaan. Saapuneen tavaran tarkastus: määrät, laatu ja mahdolliset puutteet ja kuljetusvauriot merkataan rahtikirjaan tai johonkin muuhun kuljetusasiakirjaan. Tarkastuksen jälkeen lähetys puretaan, tarkistetaan mahdolliset piilovauriot ja tehdään reklamointi, mikäli tarpeellista. Näiden toimintojen jälkeen lähetys merkataan varastokirjanpitoon ja viedään omalle varastopaikalleen. Paikka saattaa olla reservi- tai aktiivipaikka. Tuote viedään reservipaikalle, mikäli aktiivipaikka on täysi. Kun aktiivipaikalle tulee vaje, täytetään sitä reservipaikalta. Aktiivipaikka on se varastopaikka, josta pääsääntöinen keräily tapahtuu, joko tuotantoon tai jälleen eteenpäin maailmalle. (Hokkanen, S, Karhunen, J, Luukkainen, M. 2004, S.147–150)

Varaston saadessa asiakastilauksen alkaa keräilyprosessi, jossa keräilijä kerää tilatut tuotteet asiakastilauksen mukaan. Kun keräily on suoritettu, tilatut tuotteet pakataan asiakaskohtaisesti. Tämän toimenpiteen aikana tarkistetaan myös tuotteen kunto ja laatu sekä varmistetaan, että tuotteet ovat tilauksen mukaisia ja niitä on määrällisesti oikea määrä. Seuraavaksi tehdään lähetyksen osoitus, lisätään lähetyslista, tehdään kuljetusasiakirja ja kuitataan keräys suoritetuksi, jolloin kyseiset tuotteet poistuvat varastosaldoista. Viimeiseksi lähetys viedään lähetyspaikalle. (Hokkanen, S, Karhunen, J, Luukkainen, M. 2004, S.147–150)

### 3.2.2 Varastonohjaus

Hyvällä varastonohjauksella pystytään saavuttamaan suurta lisäarvoa liiketoiminnalle, kuten kuvioista 2 pystytään toteamaan. Prosessituotannossa yleensä on suhteellisen isot raaka-aine- ja valmistuotevarastot. Varastojen optimointi sekä varastokierron suunnittelu on tuotannon eri varastoissa oleellisia kehittämiskohteita. Varastoihin sitoutuvaa pääomaa voidaan hallita varastonohjauksella. Varastoihin liittyvillä strategisilla päätöksillä luodaan rajat ja säännöt yrityksen varastotoiminnoille. Varastoa hallitaan varastonohjauksella, siten että tarvittu tai haluttu palvelutaso saavutetaan mahdollisimman pienillä operatiivisilla toiminnoilla. (Suomen kuljetusopas. n.d)



**KUVIO 2. Lisäarvon rakenne varastonohjauksessa (Marjosalmi, M. 2009, muokattu)**

## 4 LAYOUT

Layout suunnittelulla tarkoitetaan varaston fyysistä järjestystä eli sitä, missä sijaitsevat hyllyt, purku- ja lastauspaikat, toiminnot, laitteet ja tilat sekä muut varastoon kuuluvat laitteistot. Kuten esimerkkinä vaikka kirjasto, siellä huono layout vaikuttaa tehokkuuteen toiminnoissa. Kirjasto missä on huono layout, käytät paljon aikaa etsiessäsi mitä missäkin on. Todennäköisesti et löydä etsimääsi kirjaa, koska kirjat sijaitsevat epämääräisissä paikoissa, saatat kävellä pitkiäkin matkoja ja hukkaat aikaa. (Waters 2009, 384–385)

Layout suunnittelua koskevat päätökset ovat tärkeitä, koska layoutmuutokset vaativat suuria investointeja sekä ennalta suunnittelua. Layoutia koskevat päätökset tarvitsevat pitkäaikaista sitoutumista sekä päätöksillä on merkittäviä vaikutuksia kustannuksiin jo lyhyenkin aikavälin toimintoihin. Layout tulee suunnitella siten, että materiaalivirta varaston tai tehtaan läpi on tehokas ja tasainen. Myös layoutin muuttaminen tulisi olla mahdollista helposti ja joustavasti, sillä yrityksen kehittyessä strategioita muutetaan, jonka seurauksena teknologioita sekä tuotteita uusitaan, vaihdetaan ja poistetaan. Joustavuus layoutissa tulee tärkeänä esille silloin, kun tuotantomenetelmät kehittyvät ja tilankäyttö muuttuu. (Waters 2009, 384–385)

Erilaisia layout-tyyppejä ovat kiinteäasemainen, funktionaalinen, solu- ja tuotantolinjalayout.

## 4.1 Layout-tyypit

### 4.1.1 Kiinteäasemainen layout

Kiinteäasemaisessa layoutissa työstettävä tuote pysyy paikoillaan koko valmistuksen elinkaaren ajan. Sen sijaan ihmiset, materiaalit ja kaikki jalostavan työn elementit liikkuvat. Layout on suunniteltu tuotteille, joita on vaikea tai mahdoton siirtää keskeneräisenä, kuten ilma-alus tai laiva.

(Slack, Champers & Johnston 2004, 208.)

### 4.1.2 Funktionaalinen layout

Funktionaalisisessa layoutissa samanlaista työtä tekevät laitteet on sijoitettu omiksi ryhmikseen työtehtävän perusteella. Funktionaalista layoutia käytetään yleensä silloin, kun samalla toiminnolla on tarkoitus tuottaa useita erilaisia tuotteita ja siten palvella useita asiakkaita eri toimialoilla. Kyseistä layout muotoa käytetään suurimmassa osassa metalliyrityksiä. Tuotteita tuotetaan kuitenkin pieniä määriä, jolloin yhtäkään tuotetta ei tuoteta niin suurta määrää, että olisi kannattavaa määrätä tuotteelle omaa osastoa koneineen. (Vonderembse & White 1996, 295.)

Funktionaalisen layoutin etu on joustavuus tuotevalikoiman muutoksille ja vaihtelulle. Asiakkaiden tilaukset ovat yleensä erämääriltään alhaisia ja tilausten valmistamiseksi tarvittavat työvaiheet helposti muunnettavissa. Kyseisen layoutin heikkouksiin voidaan laskea kuljetusmatkat varaston sisällä, ne saattavat olla pitkiä ja tuote käy usean esimiehen vastuualueella hankaloittaen näin valmistuksen koordinoitua. Työpisteiden etäisyyksien vuoksi tuotteiden kuljetus- ja käsittelykustannukset muodostuvat suuriksi. Työjonot myös kasvattavat keskeneräisen tuotannon määrää ja pidentävät läpäisyäikää. (Vonderembse & White 1996, 295.)



### 4.1.3 Solulayout

Solulayoutissa yksi solu muodostaa itsenäisen, eri työpisteistä ja koneista kootun ryhmän, joka on erikoistunut tiettyjen osien valmistamiseen tai työvaiheiden tekemiseen. Solulayoutia käytetään silloin, kun yksittäisten tuotteiden tuotantomäärä ei ole riittävä tuotantolinja layoutin laatimiseen. Solulayoutia pidetäänkin tuotantolinja layoutin ja funktionaalisen layoutin kompromissina. (Francis ym. 1992, 56.)

### 4.1.4 Tuotantolinjalayout

Tuotantolinja layout on suunniteltu tuotteille, joiden työnkulku on aina sama, kuten esimerkiksi autojen valmistuksessa. Materiaalivirta kulkee pitkin linjastoja kunnes tuote on valmis toimitettavaksi eteenpäin. Tuotannon ohjattavuus on helppoa, sillä materiaali kulkee aina samaa suunniteltua reittiä pitkin. Tuotantolinjalayoutilla saavutetaan suuret volyymit tuotannossa ja yksikkökustannukset jäävät pieniksi. Heikkoudet kyseisessä layoutissa on, että mikäli linjastoon tulee häiriö, kuten esimerkiksi työkalujen rikkoutuminen tai henkilökunnan sairastuminen, se vaikuttaa koko tuotantolinjaan. Layoutin tuotevariaatioiden määrä on rajoitettu. (Slack, Champers & Johnston 2004, 212–213.)

## 4.2 Varastolayoutin suunnittelu

Tärkein asia varastolayoutin suunnittelussa on tehokkaan materiaalivirran saavuttaminen. Kuljetuskerrat ja –matkat eri työpisteiden ja osastojen välillä täytyy pyrkiä minimoimaan. Perättäiset työvaiheet tulee sijoittaa siten, että niiden materiaalivirta on mahdollisimman selkeä.

(Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen 2009, 482)

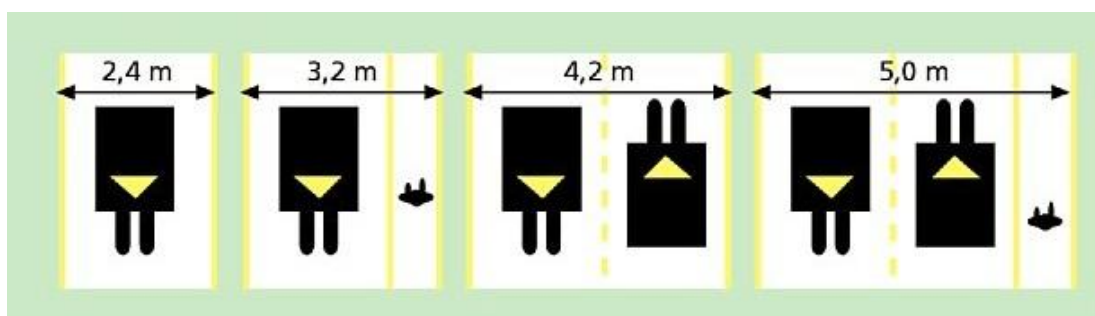
Varastolayoutia suunniteltaessa on huomioitava varastoitavien tuotteiden ominaisuudet, yrityksen resurssit, kilpailutilanne ja asiakkaiden tarpeet. Lisäksi on huomioitava mahdolliset laite-, tila- ja henkilöstökustannukset.

(Suomen kuljetusopas. n.d)

Watersin (2009, 385) mukaan hyvä varasto koostuu seuraavien asioiden huomioinnista:

- ”Varaston tulisi sijaita yhdessä tasossa, sillä kahden tai useamman kerroksen välillä liikkuminen on vaikeaa ja vie paljon aikaa.
- Varastosta tulisi tehdä mahdollisimman tiheä, ettei käytävätilaa ole liikaa.
- Varaston korkeutta tulee hyödyntää varastoinnissa, mikäli mahdollista.
- Erilliset saapuvan tavaran ja lähtevän tavaran tilat vähentävät ruuhkia ja sekaannuksia.
- Sisäisiä siirtoja tulisi yksinkertaistaa, poistamalla tai yhdistelemällä toimia silloin, kun mahdollista. Suorat linjat sisäisille siirroille.
- Varastossa tulisi käyttää tehokkaita ja tarkoitukseen sopivia materiaalikäsittelylaitteita.
- Työturvallisuus ja työtyytyväisyys.” (Waters 2009, 385.)

Käytäväleveyksien mitoituksessa on monta huomioon otettavaa seikkaa, jottei käytävätilaa ole liikaa. Lähtökohtaisesti hyllystöt tulee sijoittaa siten, että niiden väleissä pystytään tehokkaasti toimimaan. Ensimmäisenä tulee miettiä, mitä työvälineitä varastossa käytetään, sekä kuinka monta työntekijää varastossa työskentelee samanaikaisesti. Trukki- ja henkilöliikenne täytyy ottaa huomioon käytäväleveyttä mitoittaessa, reitit voidaan erottaa esimerkiksi kai-tein tai viivoin. Käytävien lattiamateriaali täytyy olla pitävää, eikä se saa tulla liukkaaksi kastuessaankaan. Risteyskohdissa täytyy olla avoin näkymä, apuna voidaan myös käyttää peilejä. Valaistuksen täytyy olla riittävä, mutta se ei saa häikäistä työntekijöitä. Myös hyllyjen törmäyssuojat ja reunaesteet täytyy huomioida. Alla olevassa kuvassa on Työterveyslaitoksen määrittämät trukki-väylien mitoituksen ohjeavot. (Intolog. n.d.)



**KUVIO 3. Trukkikäytävän mitoituksen ohjearvoja (Intolog. n.d.)**

- ”Yksisuuntainen trukkiliikenne: 2,4 m
- yksisuuntainen trukkiliikenne sekä jalankulku: 3,2 m
- kaksisuuntainen trukkiliikenne: 4,2 m
- kaksisuuntainen trukkiliikenne sekä jalankulku: 5 m” (Intolog. n.d.)

## 5 VARASTOPAIKKAJÄRJESTELMÄ JA TUOTE-SIJOITTELU

Varastoitavat tuotteet voidaan jakaa eri ryhmiin niiden yhtäläisyyksien, menekin tai fyysisien ominaisuuksien mukaan. Yhtäläisyydellä tarkoitetaan samankaltaisia tuotteita ja tuotekokonaisuuksia. Menekki vaikuttaa siihen, että tuotteiden kiertonopeudet ja läpimenot ovat erilaisia. Fyysisillä ominaisuuksilla tarkoitetaan tuotteiden erilaisuutta, esimerkiksi tuotteita, jotka ovat kooltaan pitkiä tai painavia.

## 5.1 Kiinteäpaikkainen sijainti

Kiinteäpaikkaisessa järjestelmässä on ideana, että jokaisella nimikkeellä tai tuotteella on varastossa nimetty tietty paikka. Tämän järjestelmän etuna on, että keräilijä oppii nopeasti tuotteiden sijainnin. Lisäksi tuotteiden paikkojen määräytyminen on helposti tunnistettavissa varastopaikkajärjestelmän avustuksella. Myös samantyyppisten nimikkeiden lähekkäin sijoittelu helpottaa löytymistä.

### 5.1.1 Varastopaikkajärjestelmä

Suurehkoissa varastoissa on todella hankala muistaa missä tuotteet sijaitsevat. Yleensä tähän ongelmaan on hyvä kehittää joku looginen varastopaikkajärjestelmä, joka on helposti ymmärrettävissä ja jonka avulla tuotteet löytyvät helposti. Tällaisen järjestelmän rakentaminen on yksinkertaista, aluksi:

1. jaetaan varasto alueisiin, joilla kaikilla on numero tai kirjain
2. nimetään jokainen hyllystö numeroin tai kirjaimin
3. annetaan jokaiselle eri osalle (sarakkeelle) hyllystössä oma tunnus
4. annetaan jokaiselle tasolle oma tunnus
5. annetaan jokaiselle yksittäiselle paikalle oma tunnus.

(Storage and supply of materials: inbound logistics for commerce, industry and public undertaking. s.62-63)

Tällä tavalla varastopaikkajärjestelmä tuottaa helposti ymmärrettävää ”koodia”. Esimerkiksi koodi B-6-8-3-4 kertoo tuotteen olevan alueella B, hyllystössä 6, sarakkeessa 8, tasossa 3, paikalla 4.

Järjestelmä ei kuitenkaan ole ongelmaton. Varastossa täytyy olla riittävästi tilaa reservipaikoille, jotta tuotteita ei tarvitse sijoittaa jonnekin muualle, kuin ne ovat määritetty. Tämä johtuu yleensä muutoksista toimitus- tai tilauserissä. Toinen ongelma on, että järjestelmä ei huomioi eri nimikkeiden erityisominaisuuksia, esimerkiksi eri nimikkeiden käsiteltävyyttä tai varastoitavuutta. Ongelmia tulee myös yleensä siitä, kun jokin vanha nimike poistuu varastosta tai uusi nimike lisätään varastoon. Poistetut nimikkeet jättävät varastoon tyhjiä paikkoja. Uusien nimikkeiden tulo taas vaatii lisää paikkoja. Kyseisten tapahtumien johdosta varastopaikkojen täsmällinen ylläpito on hankalaa ja se vaatii jatkuvaa uudelleenjärjestelyä, jotta järjestelmä pysyy yhtenäisenä. (Jessop, D, Morrison, A. 1994, S.215-217)

### **5.1.2 Aktiivi- ja reservivarastopaikka**

Varastopaikka voi olla aktiivi- tai reservivarastopaikka. Aktiivivarastopaikka tarkoittaa paikkaa, josta asiakastilausten keräys pääasiassa tapahtuu. Reservivarastopaikassa säilytetään tuotteita, jotka eivät mahdu aktiivivarastopaikoille. Aktiivipaikan tyhjentyessä, siirretään reservipaikasta tuotteita aktiivivarastopaikkaan eli suoritetaan keräilypaikan täydennys.

(Hokkanen, S, Karhunen, J, Luukkainen, M. 2004, S.148)

## **5.2 Vaihtuvapaikkainen sijainti**

Järjestelmää käytetään yleisesti, kun varastossa on paljon nopeasti liikkuvia tuotteita tai varastointitilat ovat niukat. Useat tämän tapaiset varastot tukeutuvat vahvasti tietojärjestelmiin. Tietojärjestelmässä on kaikkien varastopaikkojen sijainnit ja tiedot vapaana olevista paikoista. Tuotteen saapuessa varastoon tietojärjestelmä ilmoittaa vapaan paikan ja varastopaikalle viennin jälkeen tieto tästä tallennetaan järjestelmään. Keräilyssä järjestelmä ilmoittaa tuotteen sijainnin ja keräilyn jälkeen kyseinen paikka vapautuu heti vastaanottamaan uusia varastoitavia tuotteita.

Tämän järjestelmän suurin etu kiinteäpaikkaiseen on tehokkuus varaston tilankäytössä. Varastoon vietävien nimikkeiden ominaisuudet voivat tässäkin järjestelmässä aiheuttaa ongelmia siinä tapauksessa, mikäli tuotteiden muodossa, koossa tai painossa on eroja.

(Jessop, D, Morrison, A. 1994, S.215–217)

### **5.3 Tuotteiden luokittelu**

Yritykset tarvitsevat toimintaansa varten useita erilaisia tuotenimikkeitä. On selvää, ettei yrityksellä ole aikaa tarkastella kaikkia nimikkeitä. Riittää, kun keskitytään tarkemmin tärkeimpiin tuotteisiin. Hyvä tuotteiden luokittelu analyysi on ABC-analyysi. ABC-analyysissä tuotenimikkeet lajitellaan eri luokkiin niiden euromääräisen myynnin tai kulutuksen perusteella. Luokittelu voidaan myös tehdä myyntikatteen perusteella. (Sakki, J. 1999, S.100–102)

#### **5.3.1 ABC-analyysi**

Yleensä ABC-analyysiraportissa saattaa olla useita sivuja, eikä näistä saa helposti kokonaiskäsitystä. Näin ollen raportista on laadittava tiivistelmä, josta voidaan helpommin poimia tarvittavat tiedot. Kirjaimilla tarkoitetaan tässä yhteydessä nimikkeiden luokittelua. Varastojen optimointi ja materiaalin ohjaus usein perustuu tämän analyysin soveltamiseen. Luokittelun perusteena voidaan esimerkiksi käyttää seuraavaa jaottelua:

- ”A-tuotteet = ensimmäiset 50 % myynnistä/kulutuksesta
- B-tuotteet = seuraavat 30 % myynnistä/kulutuksesta
- C-tuotteet = seuraavat 18 % myynnistä/kulutuksesta
- D-tuotteet = viimeiset 2 % myynnistä/kulutuksesta, tähän ryhmään sisältyy myös ne tuotteet, joita ei ole myyty ollenkaan.”

(Sakki, J. 1999, S.100)

### 5.3.2 XYZ-analyysi

XYZ-analyysi on muunnos ABC-analyysistä, toimenpiteet XYZ-analyysin tekoon ovat täysin samat. Näiden analyysien erona on se, että XYZ-analyysi tehdään käyntikertamäärien perusteella. Eli analyysiä voidaan kutsua myös käyntikerta-analyysinä. Luokittelu tehdään siten, että raportista voidaan havainnollistaa käyntikertojen määrien jakautuminen mahdollisimman tarkasti. Monitorointia ei voida suorittaa jatkuvasti, vaan se täytyy suorittaa jonkin tietyn ajan välillä, esimerkiksi kvartaaleittain. XYZ-analyysi toimii erityisen hyvin silloin kun halutaan kehittää tavarankäsittelyä. Analyysi on myös hyvä työkalu kun halutaan määrittää varastopaikkoja. Luokat voidaan jakaa esimerkiksi seuraavalla jaottelulla:

- X-luokka = tuotteella on ollut käyntejä yli 25 kpl vuodessa
- Y-luokka = tuotteella on ollut käyntejä 5-25 kpl vuodessa
- Z-luokka = tuotteella on ollut käyntejä 1-5 kpl vuodessa
- 0-luokka = tuotteella on ollut käyntejä 0-1 kpl vuodessa.  
(Sakki, J. 1999, S.105)

### 5.4 Varastoon sijoittaminen

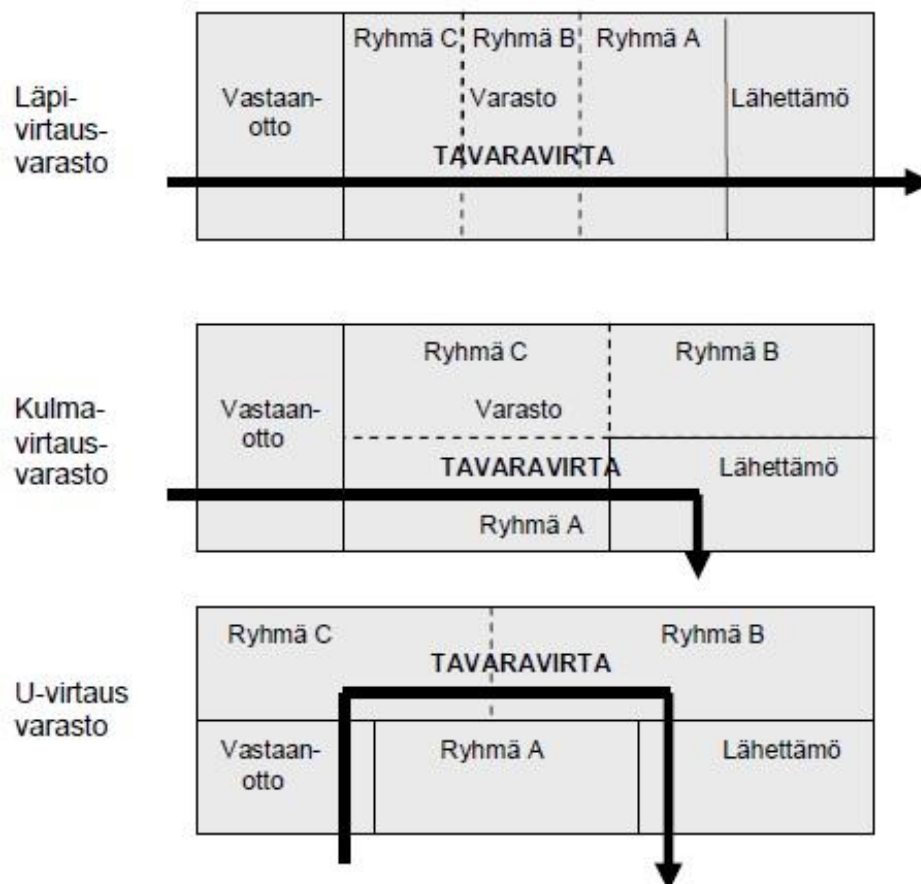
Käyntikerta-analyysi on valintakriteereistä yleensä käytetyin. Tällöin tavarankäsittelyssä matkat käsiteltäviin yksikköä kohden ovat pienimmät. Nopeasti kiertävät nimikkeet olisi sijoitettava lähettämön läheisyyteen ja muut lähettämöstä pois päin kiertonopeuden pienenemisen mukaisessa järjestyksessä.

Täytyy myös ottaa huomioon hyllypaikan korkeuden vaikutus keräilytyöhön. Varsinkin niin sanotussa matala tason keräyksessä, jossa keräys tapahtuu lattialta seisten, poimimiskorkeus on harvoin ergonomisesti paras mahdollinen. Ergonomisesti paras poimimiskorkeus on Pourin (Pouri R. 1983, S. 132) mukaan 700 - 800 mm lattiatasosta mitattuna. Kaikkia tuotteita ei kuitenkaan tähän korkeuteen voida asettaa. Tällöin kannattaa huomioida tuotteiden paino, raskaiden tuotteiden optimi sijoituskorkeus on 1000–1400 mm ja kevyiden 800–1600 mm lattiatasosta mitattuna.

Tavaran paino ja koko vaikuttaa myös keräilyyn tuotteiden kannalta. Koko ja paino voi myös merkitä tarvetta sijoittaa nämä tuotteet keräysreittien alkupäähän, jotta ne eivät rikkoisi keräysmatkalla jo kerättyjä helposti särkyviä nimikkeitä. (Pouri R. 1983, S. 131–134)

Varaston järjestely voidaan suorittaa monella eri tavalla, riippuen lähinnä rajoituksista mitä on olemassa. Yleisimmin valitut tavaravirrat varaston pääsuunniksi ovat läpivirtaus, kulmavirtaus ja U-virtaus.

Kuviossa 4 näkyy kyseiset tavaravirrat, sekä tavaran sijoittaminen varastoon ottotiheyden mukaan (A = suurin ottotiheys, C = pienin ottotiheys). Kuten kuvasta huomataan, suurimmalla ottotiheydellä olevat tuotteet on sijoitettu mahdollisimman lähelle lähettämöä, jotta materiaalin siirtomatkat olisivat mahdollisimman lyhyitä. (Karhunen J, Pouri R & Santala J. 2004, S.370)



**KUVIO 4. Erilaisia tavaravirtoja varastoissa**  
(Karhunen J, Pouri R & Santala J. 2004, S.370)



## 6 TOIMINNAN ANALYYSINTI

### 6.1 Yrityksen nykytoiminnan kuvaus

Sovella Oy:ssä on käytössä varastolähtöinen ohjaus. Varaston täydentäminen tapahtuu tilauspistemenetelmällä. Tilauspistemenetelmässä täydennykset tehdään varastosaldojen saavutettua ennalta tietojärjestelmään määritetyn rajan eli tilauspisteen. Useimmiten tilauserä tuotannosta pysyy muuttumattomana. Tilaaminen tuotannosta siis tapahtuu täysin silloisen menekin mukaan.

Tilauspiste on pitänyt määrittää siten, että varastossa pitää olla kyseistä nimikettä jäljellä ainakin niin paljon, että sitä voidaan joka tapauksessa toimittaa normaalin toimitusajan sisällä.

Sovella Oy:n Keljonkankaan tehtaan valmistuotevarastossa on tällä hetkellä 187 aktiivista varastopaikkavälikkää. Välikkö koostuu kahdesta aktiivikeräilykerroksesta, sekä kahdesta tai kolmesta lavapaikasta leveyssuunnassa. Valmistuotevarastossa on siis 1122 aktiivikeräilypaikkaa, reservipaikkojen sijainnissa pääsääntöisesti näiden yläpuolella. Varastossa on myös käytössä muutamia pientavarakeräilypisteitä, johon on yhteen varastopaikkavälikkөөn sijoitettu useita nimikkeitä. Sekä osa varastopaikoista on tarkoitettu pelkästään pitkien tavaroiden varastointiin, kuten esimerkiksi isot pöytätasot.

### 6.2 Tuoteryhmien käyntikerta-analyysi

Alla oleva taulukko koostuu tuoteryhmistä, jotka yritys määräsi käytettäväksi. Tuoteryhmä jako on tehty nimikkeiden fyysisten ominaisuuksien sekä tuoteperheiden mukaan. Esimerkkinä vaikka tuoteryhmä P02, johon kuuluu kaikki yrityksessä varastoitavat tuolit. Tuoteryhmille on tehty XYZ-analyysit kulutuksen ja tuotannon mukaan. Ennakkotiedot on saatu yrityksen tuotannonohjausjärjestelmästä. Ennakkotiedot koostuivat tuotteiden kulutuksesta vuoden ajalta, sekä tuotannosta tulevista erämääristä.

Analyysi on tehty kulutukselle ja tuotannolle erikseen sen takia, että osa tuotannosta tulevista nimikkeistä on pakattu jo varastoon tullessa useamman nimikkeen nippuihin. Tästä esimerkkinä vaikka säätölistat, ne tulevat valmis-tuotevarastoon kymmenen kappaleen nipuissa. Kuitenkaan aina ei keräily ta-pahdu nipu tasolla, vaan nimikettä saattaa lähteä vaikka pareittain. Näille useamman tuotteen nipuille ei ole tehty omaa erillistä nimikettä, vaan tietojär-jestelmissä ne kulkevat pelkästään yhtenä nimikkeenä. Tämä aiheuttaa ana-lyyseiin heittoa. Kyseisiä tuotteita on useita, varsinkin tuoteryhmässä P50. Tuoteryhmä P50 eroa muista varaston tuotteista huomattavasti, jolloin sen irtauttaminen omaksi solukseen on perusteltua. Muilla tuoteryhmillä analyysin luotettavuus on hyvä, koska tuoteryhmissä on vain muutamia ennalta niputet-tuja nimikkeitä.

#### TAULUKKO 1. Materiaalivirta lähetyksien mukaan

	Materiaalivirta (lähetyksien mukaan)	XYZ-analyysi
<b>P50</b>	55,4	X
<b>P05</b>	11,6	Y
<b>P40</b>	10,2	Y
<b>P03</b>	8,2	Y
<b>P04</b>	5,8	Z
<b>P07</b>	4,6	Z
<b>P01</b>	2,4	Z
<b>P08</b>	0,8	Z
<b>P09</b>	0,6	Z
<b>P06</b>	0,4	Z
<b>P02</b>	0,1	Z
<b>P55</b>	0,1	Z
<b>P99</b>	0,0	Z
	<b>100,0</b>	

Keräiltyjä nimikkeitä vuoden aikana oli 1464061 kappaletta. Kaikista lähete-tyistä nimikkeistä siis yli puolet on tuoteryhmästä P50.

**TAULUKKO 2. Materiaalivirta tuotannon mukaan**

	<b>Materiaalivirta (tuotannon mukaan)</b>	<b>XYZ-analyysi</b>
<b>P40</b>	45,5	X
<b>P50</b>	17,9	Y
<b>P03</b>	11,6	Y
<b>P05</b>	5,8	Z
<b>P04</b>	5,3	Z
<b>P01</b>	5,3	Z
<b>P07</b>	4,9	Z
<b>P08</b>	1,7	Z
<b>P09</b>	1,2	Z
<b>P06</b>	0,6	Z
<b>P55</b>	0,2	Z
<b>P02</b>	0,0	Z
<b>P99</b>	0,0	Z
	<b>100,0</b>	

Materiaalivirta tuotannon mukaan tarkoittaa hyllytyskertoja. Analyysi on tehty kulutuksen ja tuotannon erämäärien pohjalta. Eli kuinka paljon nimikkeitä on lähtenyt jaettuna tuotannon minimi erämäärällä. Yhteensä hyllytyskertoja oli 9887.

Analyseja ei voida suoraan verrata toisiinsa materiaalivirran perusteella, koska vertailtavat virrat eivät ole yhtenäiset. Näin ollen kun tiedetään lähtevien tuotteiden kokonaismäärä sekä tuotannosta tulevien tuotteiden määrä voidaan helposti laskea näiden painotettu yhteismateriaalivirta, jossa on huomioitu varaston täytön ja keräilyn suhde.

Yhteenlaskettu nimikkeiden tuotantomäärä eli toisin sanoen hyllytyksien määrä oli 9887 kertaa, kun taas keräilykertoja oli 1464061 kertaa.

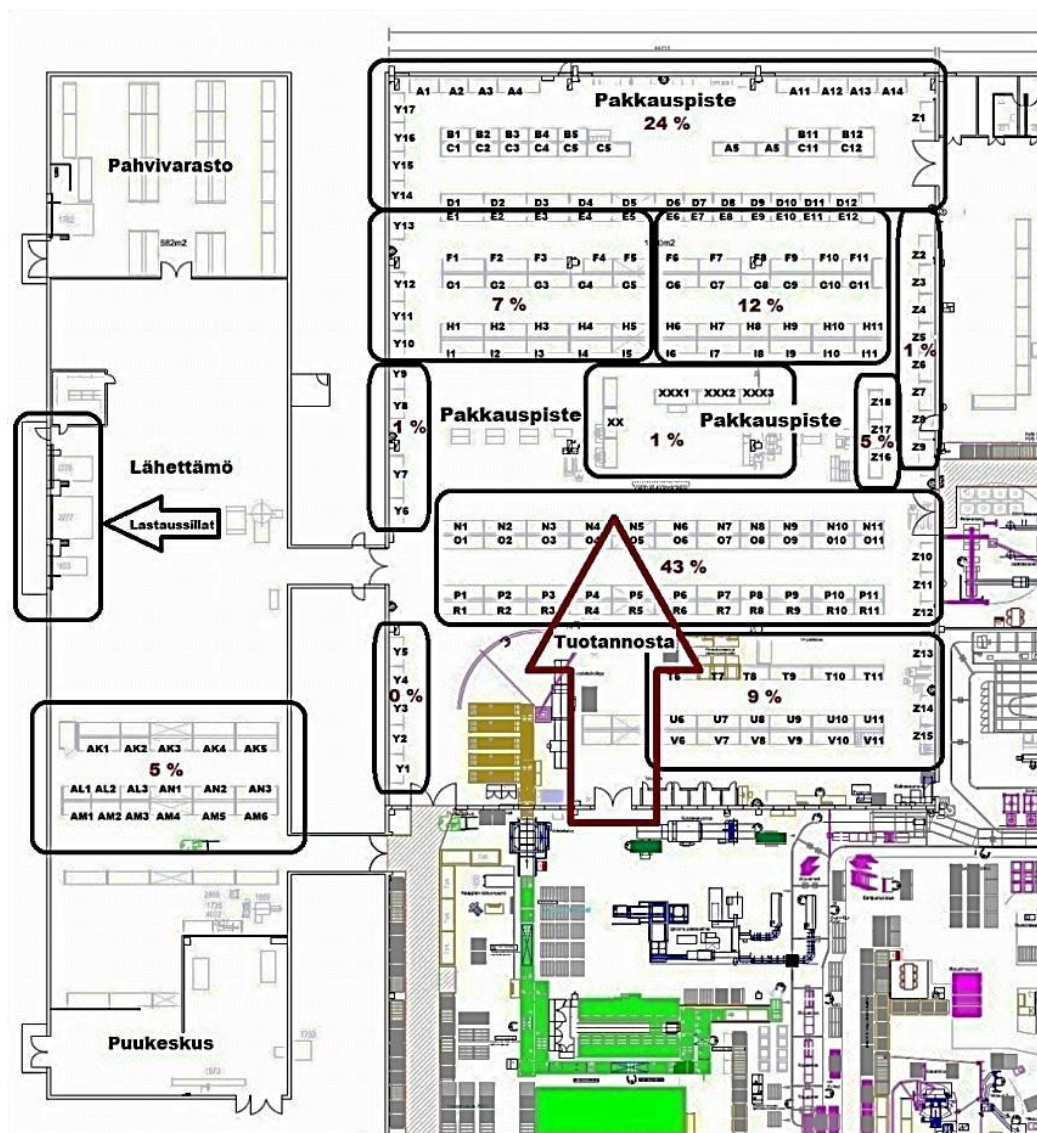
$$(9887/1464061) \times 100 = 0,675 \%$$

Varaston täytön suhde keräilyyn on siis 1 % luokkaa, joka on merkitsemätön ajatellen tuotteiden sijoittelua varastoon. Tämän laskusuorituksen jälkeen voidaan todeta, että materiaalivirta kulutuksen mukaan on lähellä parasta mahdollista ja optimistisinta ratkaisua.

### 6.3 Nykyinen layout ja sen materiaalivirta

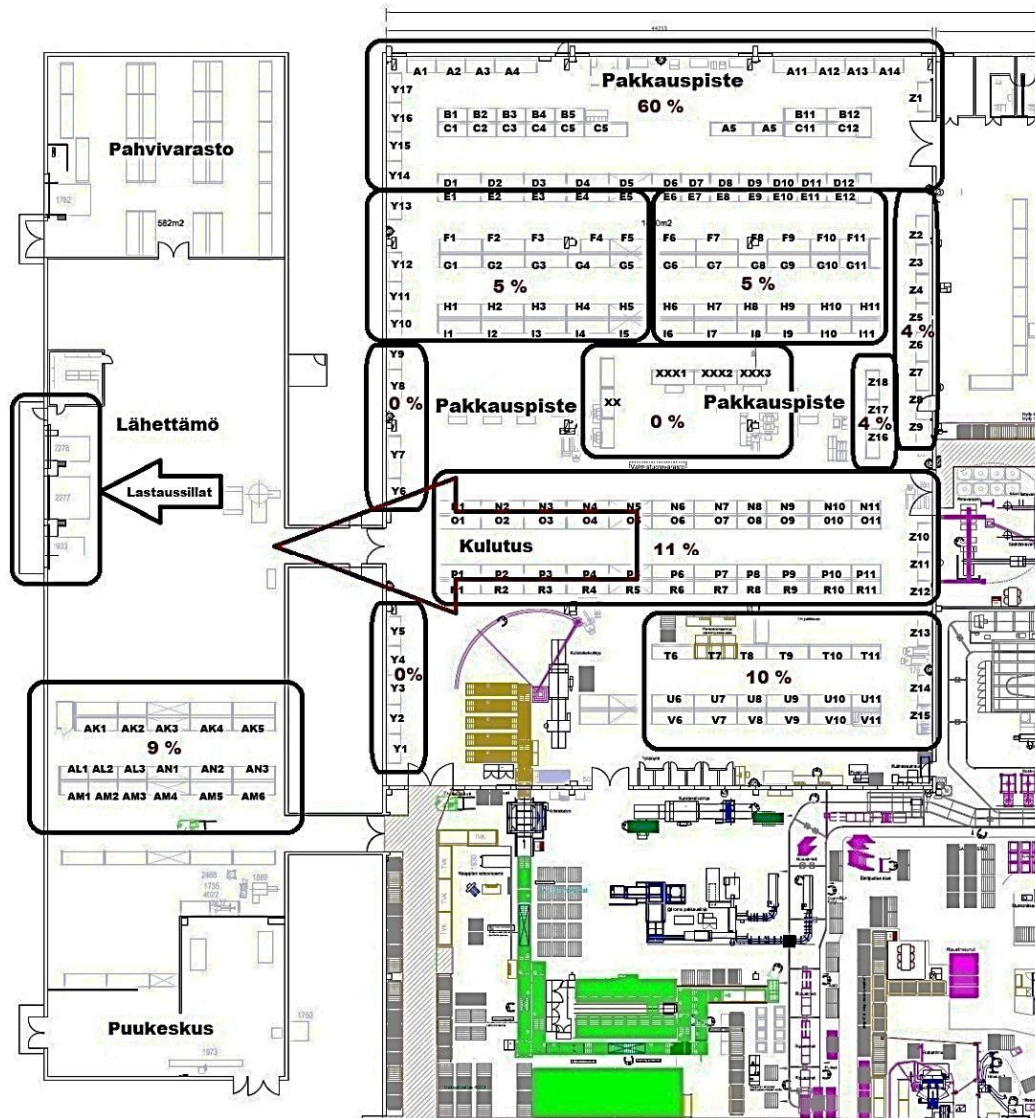
Alla olevat kuviot esittävät miten materiaalivirrat tällä hetkellä varastossa kulkevat. Materiaalivirta on esitetty tällä hetkellä olevilla varastopaikoilla. Varastopaikat ja tuoteryhmät eivät siis vastaa toisiaan layoutissa. Kuvio 5 kertoo kuinka materiaalivirta jakautuu tuotannosta tuleviin tuotteisiin, eli toisin sanoen hyllytyksen materiaalivirtaa. Kuvio 6 on materiaalivirta lähteville tuotteille ja on näin ollen tärkeämpi tutkimusosion kannalta.

Kuvioissa esiintyvät prosentit tarkoittavat ympyröidyn tilan materiaalivirtausta jaettuna koko materiaalmäärään.



KUVIO 5. Tuotannosta tulevien tuotteiden materiaalivirta

Tuotannosta hyllytykseen tulevien nimikkeiden materiaalivirrasta noin puolet on asettunut hyvin parhaalle mahdolliselle materiaalivirralle. Neljäsosa hyllytyksestä kuitenkin tapahtuu varaston kaukaisimmalle seinustalle. Hyllytyksen materiaalivirran ollessa 1 % luokkaa verrattuna keräilyyn ei sitä juurikaan kannata huomioida.



**KUVIO 6. Materiaalivirta kulutuksen mukaan**

Kulutuksen materiaalivirrasta huomataan, että yli puolet keräilyistä nimikkeistä sijaitsee kaukana parhaasta mahdollisesta materiaalivirrasta. Varaston päädyssä sijaitsee P50-solu, joka on vallitseva nimikkeiden kulutuksen mukaan.

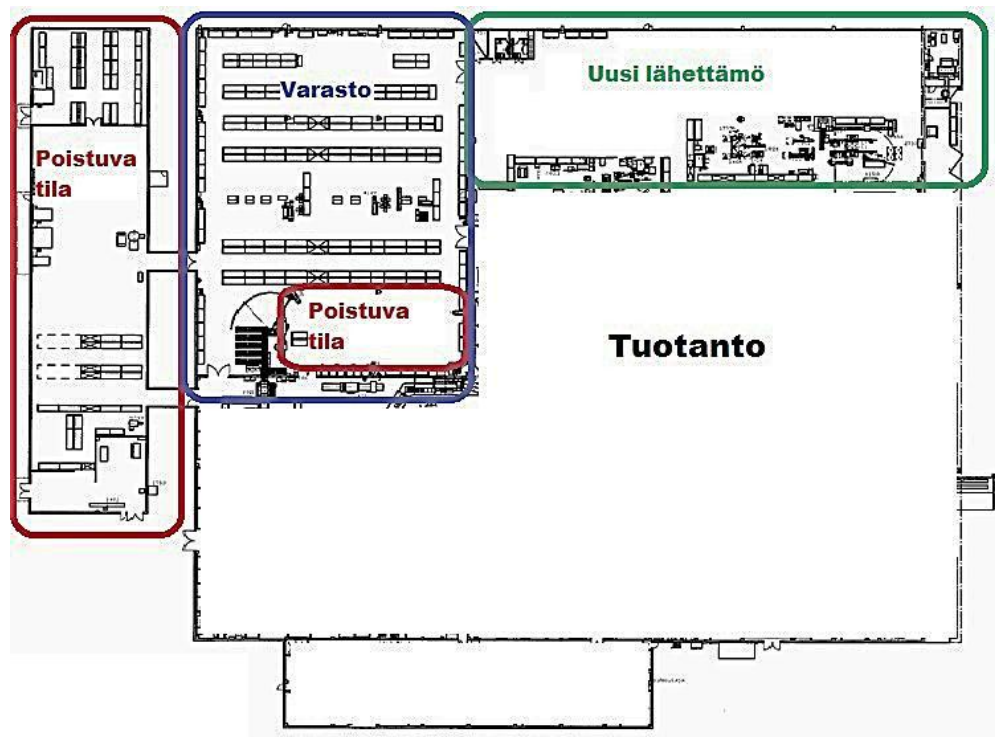


## 7 KEHITYSEHDOTUS

Kehitysehdotuksen tarkoituksena on luoda uusi layoutehdotus sekä määrittää tuoteryhmille uudet varastopaikat ja näin selkeyttää varastointia.

Suurin muutos tulee olemaan, että yritys tulee poistamaan käytöstä valmistuotevaraston vieressä sijaitsevan pressuhallin. Pressuhallissa sijaitsee tällä hetkellä valmiit pakatut lähetykset, lastaussillat ja osa varastopaikoista sekä varastontukitoiminnot pahvivarasto ja puukeskus, jossa valmistetaan puulavoja ja -kehiä lähettämön käyttöön. Lähettämö ja valmiiden pakattujen lähetysten välivarasto siirtyvät tehtaan toiseen pätyyn, missä vastaanottolaituritkin sijaitsevat. Päätökset pressuhallin hävittämiseen tuli yrityksen strategiselta johdolta.

Toinen merkittävä muutos tulee olemaan, että osa varaston tiloista otetaan muuhun käyttöön. Nämä muutokset on esitetty alla olevassa kuviossa. Punaisella on merkattu poistuvat tilat, vihreällä uuden lähettämön sijainti ja sinisellä varsinainen valmistuotevarasto.



KUVIO 7. Poistuvat tilat ja uuden lähettämön sijainti

Näiden muutoksien johdosta täytyy siis huomioida, että kaikki nimikkeet saadaan myös mahtumaan varastoon aktiivivarastopaikoille keräilykorkeuksilta.

Yrityksen käytössä oleviin materiaalinsiirto välineisiin ei tule muutoksia. määrävin käytäväleveyden kannalta on varastossa käytössä oleva työntömasotrukki.

Tehtävänannon yhteydessä työ rajattiin valmistuotevarastoon, niinpä uuden lähettämön muutokset jäävät pois tästä opinnäytetyöstä ja ne tarvitsevat jatkotutkimuksia.

## **7.1 Layoutsuunnittelu**

Ennen lopullista ehdotusta käydään kohta kohdalta läpi uuden varaston layoutsuunnittelu. Järjestys on käytäväleveyden laskeminen, tilanmaksimointi sekä työpisteiden sijoitus, huomioon ottaen ennalta määritetyt rajoitukset.

Suunnittelun yksinkertaistamiseksi käytetään vertailuissa vain hyllyjä joihin mahtuu kolme lavaa rinnakkain. Laskutoimitukset tässä osiossa kaikissa päätelmissä perustuu näiden hyllyjen laskemiseen.

### **7.1.1 Käytäväleveyden määrittäminen**

Suunnittelun alussa on otettava huomioon riittävä työkäytäväleveys, jotta hyllyrivien välissä voidaan liikkua materiaalinkäsittelylaitteilla tehokkaasti. Käytäväleveyden valinta todellista tarvetta suuremmaksi, tarkoittaa pelkästään tehotonta hukkatilaa.

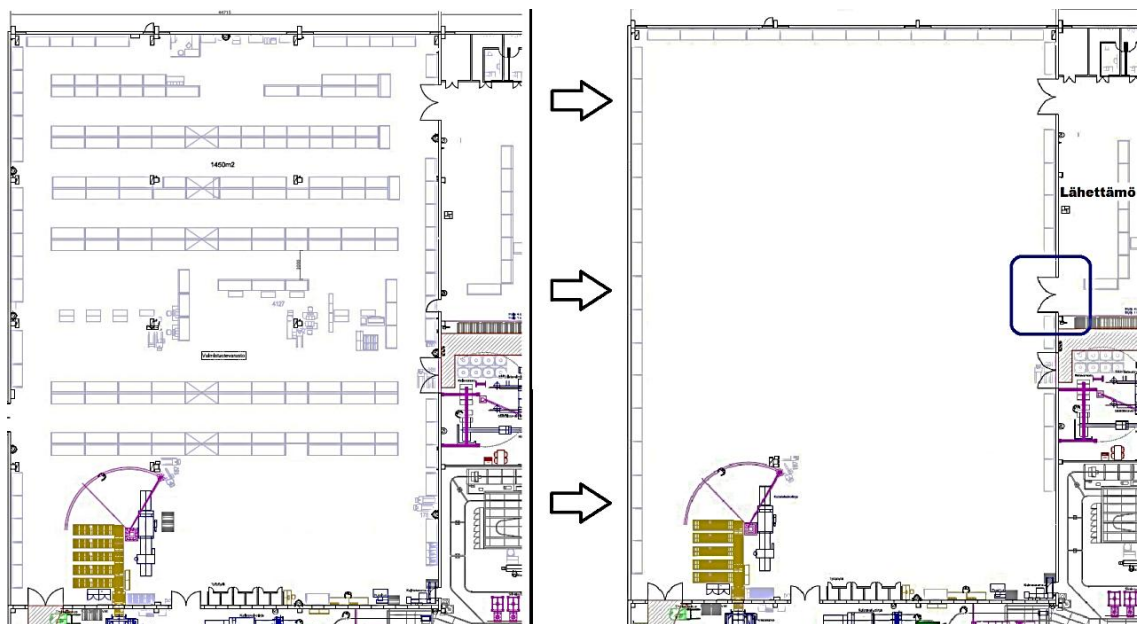
Yrityksellä on valmistuotevarastossa käytössä lavansiirtovaunuja, käsikäyttöisiä haarukkavaunuja sekä työntömastotrukkeja. Lavansiirtovaunut ja haarukkavaunut ovat tarkoitettu keräilijöiden käyttöön ja työntömastotrukki varaston täyttöön tuotannon puolelta tuleville nimikkeille ja lavojen laskemiseen reservipaikoilta aktiivivarastopaikoille. Keräilyyn tarkoitettut materiaalinkäsittelyvälineet tarvitsevat vähemmän tilaa kuin työntömastotrukki, joten työntömastotrukin tarvitsema käytäväleveys määrittää tarvittavan hyllyvälin suunnittelussa.

Yrityksessä on käytössä Jungheinrich ETM/V 114 työntömastotrukki, kyseisen trukin pienin tarvitsema työkäytävän leveys on 2700 millimetriä, ilman työskentelyvaraa. Työkäytävän minimi leveys saadaan lisäämällä trukin tarvitsemaan kääntösaiteeseen työskentelyvaraa noin 300 millimetriä. Näin ollen työkäytävän leveytenä voidaan pitää 3000 millimetriä.



### 7.1.2 Maksimaalinen tilankäyttö

Varastotilasta halutaan saada kaikki mahdolliset varastoneliöt käyttöön. Aloitetaan tilankäytön maksimointi sillä, että poistetaan varaston seinämiltä sähkökäyttöisten materiaalinkäsittelyvälineiden latauspaikat ja täytetään nämä uusilla varastohyllyillä. Latauspaikat voidaan siirtää uuden lähettämön puolelle. Myös pressuhallin oviaukon kohdalle laitetaan varastohyllyjä. Näiden muutoksien yhteydessä kannattaa myös tehdä uusi kulkuaukko uuteen lähettämöön. Kulkuaukon sijainti on merkattu kuvioon 8 sinisellä.

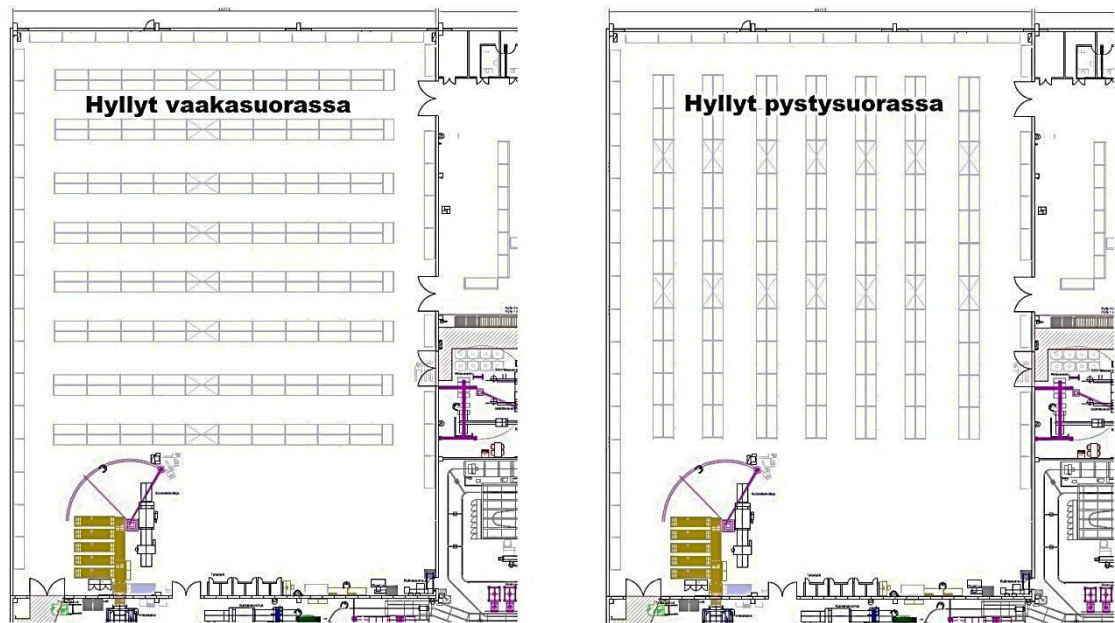


#### KUVIO 8. Oviaukon sijainti sekä seinustojen täyttö varastohyllyillä

Kuvio koostuu vanhasta layoutista, joka sijaitsee vasemmalla ja oikealla on keskeneräinen layoutehdotus. Tässä kohtaa suunnittelua keskitytään vasta molempien layouttien ulkoreunoilla sijaitseviin varastohyllyihin.

Kun tiedetään, että yhteen varastohyllyyn mahtuu joko kaksi tai kolme lavaa kahteen kerrokseen, voidaan vertailu suorittaa helposti. Vanhan varaston ulkoreunoilla on 36 kahden lavapaikan hyllyä sekä kolme kolmen lavapaikan hyllyä. Lavapaikkoja on siis yhteensä 162 kappaletta. Uuteen varastoon ulkoreunoille saadaan sijoitettua 37 kolmen lavapaikan hyllyä, jolloin lavapaikkoja tulee 222. Varaston kapasiteetti suurenee vanhaan varastolayoutiin verrattuna ulkoreunojen osalta 37 %.

Seuraavaksi verrataan hyllyjen suuntaa varastossa ja näin maksimoidaan varaston täyttö. Täytetään varastotila täysillä hyllyriveillä, jotta liikkuminen varastossa olisi jouhevaa, joudutaan hyllyriveihin tekemään lävistäjiä. Lävistäjät on merkattu ruksilla hyllyriveihin. Vaakasuorassa vaihtoehdossa tarvitaan yksi lävistäjä, mutta pystysuorassa ratkaisussa niitä täytyy olla kaksi. Nämä lävistäjät on otettu huomioon laskuissa.



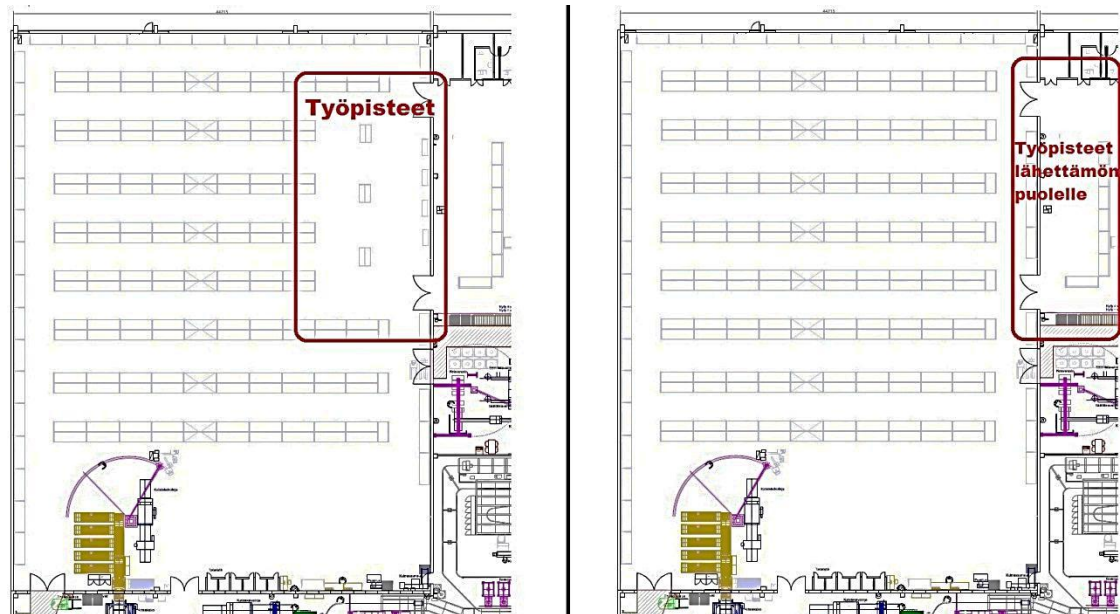
**KUVIO 9. Hyllyt vaakasuoraan vai pystysuoraan**

Kun varastohyllyt sijoitetaan vaakatasoon, saadaan 896 varastopaikkaa. Varastohyllyjen ollessa pystysuunnassa paikkoja on 756 kappaletta. Yllä olevilla muutoksilla, eli varaston reunojen täyttämällä, hyllyrivien sijoittamisella vaakasuoraan sekä pakkauspisteiden siirtämisellä, saadaan varastoon yhteensä 1118 aktiivivarastopaikkaa. Varastossa kannattaa jatkaa varastointiteknologiaa, jossa reservivarastopaikat sijaitsevat lähtökohtaisesti aktiivivarastopaikkojen yläpuolella. Varastohyllyjen jatkuessa varaston lakikorkeuteen asti, kuten vanhassa layoutissakin, taataan reservivarastopaikkojen riittävyys. Tällöin varastotilaan saadaan mahdollisimman paljon lavapaikkoja ja varaston täyttö on saatu optimoitua.

### 7.1.3 Työpisteiden sijoitus

Valmistuotevarastossa on tällä hetkellä keräilijänä töissä 10 henkeä, joille kaikille täytyy myös saada omat työpisteet. Yhden keräilijän tarvitsema tila on noin 4 x 4 m.

Tehdään vertailu työpisteiden sijoitukselle.



**KUVIO 10. Työpisteiden sijoittaminen**

Kun suunnitellaan strategiaa työpisteiden sijoitteluun, täytyy huomioida annetut rajoitteet. Varastoon täytyy mahtua tietty määrä varastopaikkoja, johtuen poistuvista tiloista. Vanhassa layoutissa valmistuotevarastossa oli varastopaikkoja 820 kappaletta. Uuteen layoutiin pitäisi saada mahtumaan 1109 aktiivarastopaikka. Prosentuaalinen kasvu varastopaikkojen osalta kyseiseen tilaan on siis 35 %. Mikäli työpisteet sijoitetaan varaston puolelle, varastohyllyjä joudutaan poistamaan 24 kappaletta. Tämä tarkoittaa aktiivarastopaikkojen vähenemistä 136 paikalla. Tällöin varastossa olisi varastopaikkoja vain 982. Työpisteiden sijaitessa uuden lähettämön puolella aktiivarastopaikkoja ei menetettäisi yhtään, jolloin varastopaikkoja siis olisi yhteensä 1118 kappaletta. Näin ollen työpisteet kannattaa sijoittaa lähettämön puolelle, jotta kaikille varastossa oleville nimikkeille saadaan aktiivarastopaikka hyviltä keräilykorkeuksilta.

## 7.2 Tuotteiden sijoittelu

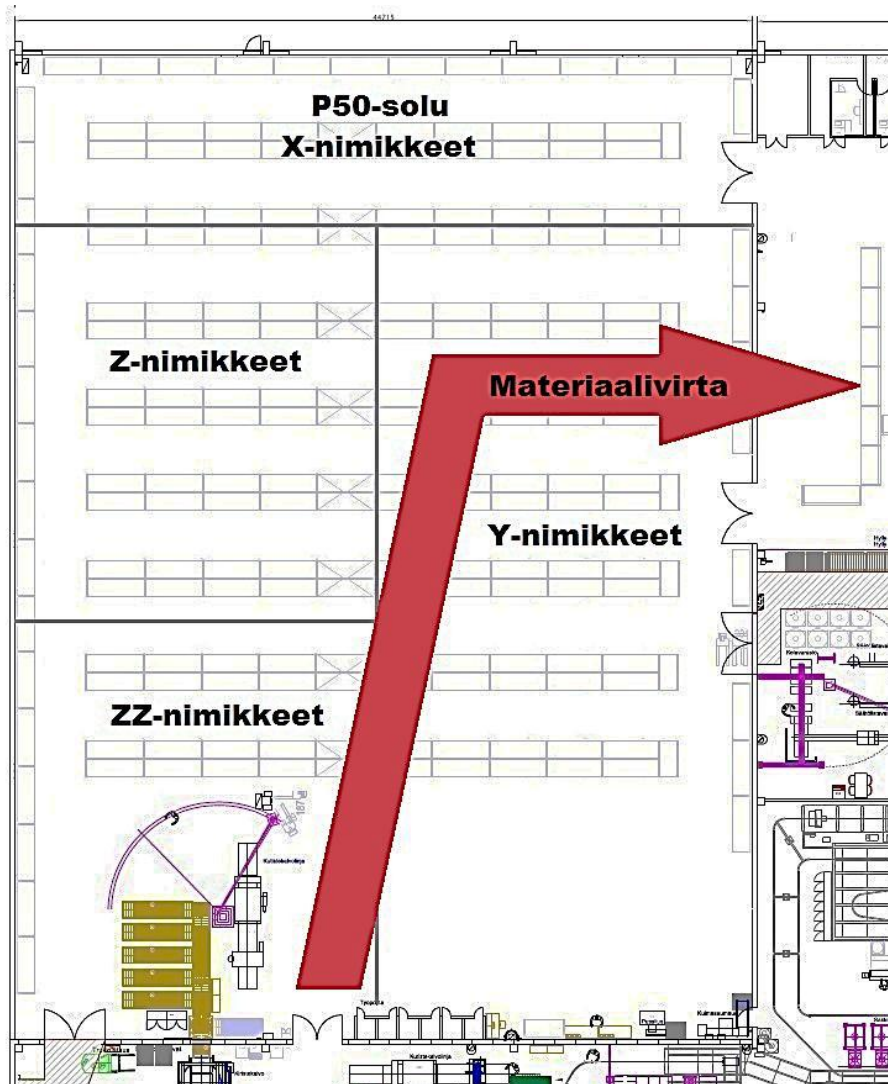
Kun varaston layout on suunniteltu ja tilankäyttö maksimoitu, suunnitellaan layoutiin tuotesijoittelu.

### 7.2.1 Tuotteiden sijoittelustrategia

P50 tuoteryhmän tuotteet eroavat muista varastossa olevista tuotteista fyysisesti, joten tämä tuoteryhmä kannattaa soluttaa erilleen muusta varastosta, tätä päätelmää tukee myös materiaalivirta-analyysi. Analyysin mukaan se on vallitsevin tuoteryhmä ja tämä tarkoittaa sitä, että se täytyy saada mahdollisimman lähellä lähettämöä, kuitenkin sillä rajoituksella ettei se häiritse muiden tuoteryhmien keräilytoimintoja. Tällöin tuoteryhmä kannattaa sijoittaa varaston yläpäätyyn.

Muut varastoitavat nimikkeet järjestetään varastoon funktionaalisesti yhdistetyn materiaalivirta-analyysin perusteella. Paras mahdollinen vaihtoehto materiaalivirran pääsuunnaksi on kulmavirtausvarasto. Kulmavirtausvarastossa tuoteryhmät sijoitetaan materiaalivirta-analyysin perusteella siten, että suurimman ottotiheyden tuotteet sijoitetaan lähimmäksi lähettämöä ja siitä ottotiheyden laskiessa siirrytään kauemmaksi lähettämöä.

Tuotteet tulevat edelleen samasta päädystä ja alla olevaan kuvaan on hahmoteltu materiaalivirta sekä nimikkeiden sijoittamista helpottava sektorointi.



**KUVIO 11. Kulmavirtausvarasto**

### 7.2.2 Materiaalivirta tuoteryhmillä sekä varastopaikat

Kun varasto on saatu jaettu sektoreihin, voidaan tuoteryhmille määrittää varastopaikat. Alla olevaan taulukkoon on yhdistetty tuoteryhmien keräilyn sekä hyllytyksen painotettu keskiarvo käyntien määrästä. Taulukosta löytyy myös tuoteryhmien vaatimat varastopaikka määrät. Näiden tietojen perusteella saadaan tuoteryhmät jaettua ja kuinka paljon tilaa eri tuoteryhmät tarvitsevat varastosta.

**TAULUKKO 3. Yhdistetty materiaalivirta tuoteryhmille**

	<b>Materiaalivirta (yhdistetty)</b>	<b>XYZ-analyysi</b>	<b>Lavapaikat</b>
<b>P50</b>	55,0	X	228
<b>P05</b>	11,5	Y	91
<b>P40</b>	10,3	Y	174
<b>P03</b>	8,2	Y	178
<b>P04</b>	5,8	Z	101
<b>P07</b>	4,5	Z	103
<b>P01</b>	2,4	Z	92
<b>P08</b>	0,8	ZZ	38
<b>P09</b>	0,6	ZZ	66
<b>P06</b>	0,4	ZZ	12
<b>P02</b>	0,1	ZZ	17
<b>P55</b>	0,1	ZZ	7
<b>P99</b>	0,0	ZZ	2
	<b>99,65</b>		<b>1109</b>

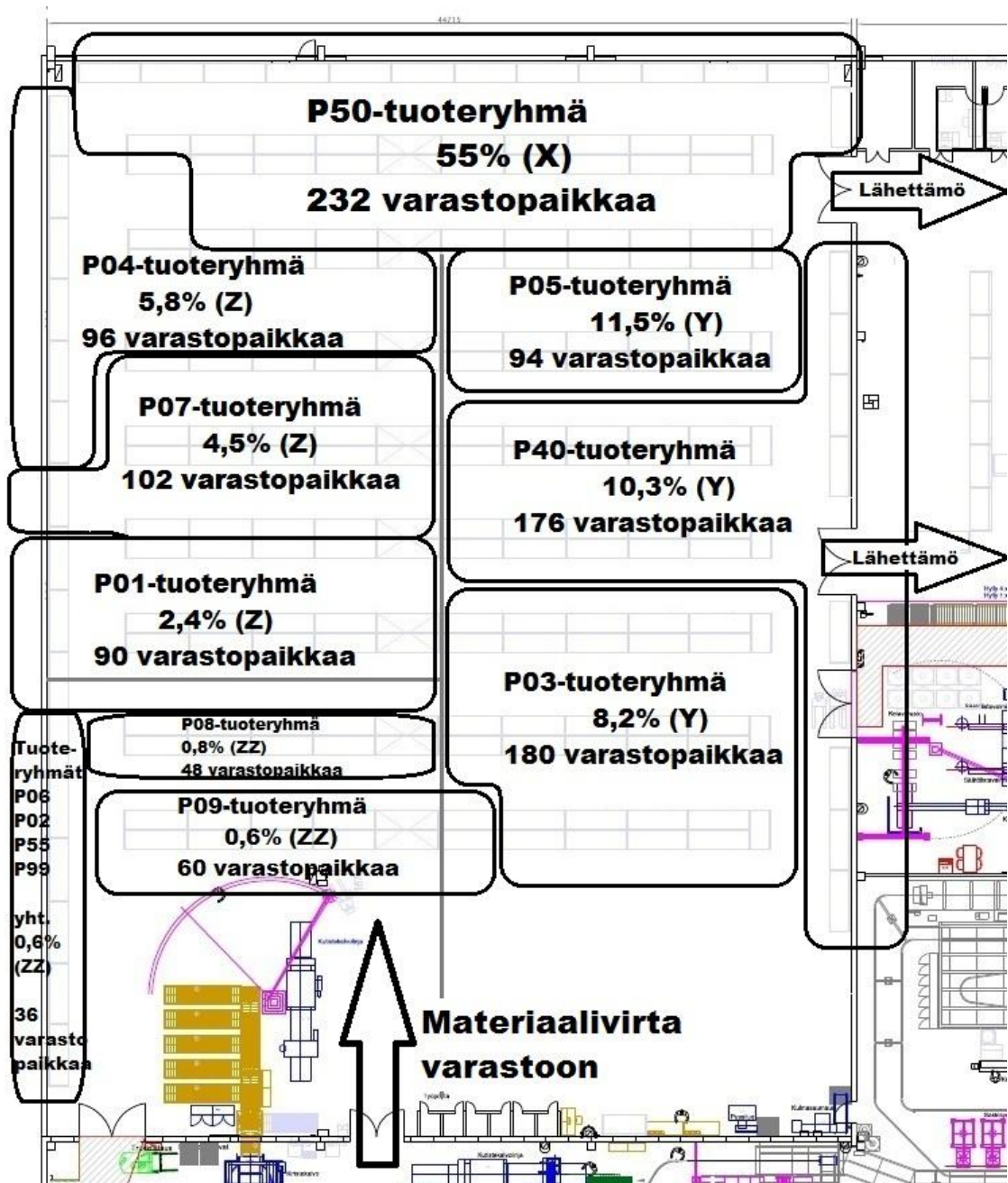
Tuoteryhmien sisällä tapahtuvassa tuotesijoittelussa kannattaa huomioida ainakin seuraavat seikat. Kyseiset tuoteryhmät on jaettu siten, että ne sisältävät useita niin sanottuja tuoteperheitä, joista useista tytärnimikkeistä koostuu äitiniimike. Keräilyn kannalta täytyy huomioida, että tuoteperheen nimikkeet ovat sijoitettu lähemmäksi tuoteryhmän sisällä. Toinen huomioitava asia on keräilijöiden ergonomia. Ergonomisesti parhaat keräilykorkeudet ovat raskailla nimikkeillä 1000–1400 mm ja kevyillä 800–1600 mm. Nimikkeen paino tai koko vaikuttaa myös keräilyprosessiin tuotteiden kannalta. Herkästi rikkoutuvien nimikkeiden sijoituspaikka on keräysreittien lopussa, kun taas painavat ja kookkaat nimikkeet kannattaa sijoittaa keräysreittien alkuun.

Tuoteryhmien sisäinen ja lopullinen tuotesijoittelu on yrityksen vastuulla. Yrityksen päätöksiä tukevaksi dokumentiksi on tehty kattava Microsoft Excel-tiedosto, josta käy ilmi tuoteryhmien sisällä eniten kiertävät nimikkeet.



### 7.3 Lopullinen layoutehdotus

Lopullinen layoutehdotus koostuu edellä tehdyistä päätelmistä. Lopullista ehdotusta lähestytään siten, että layoutsuunnittelun pohjalle sijoitetaan tuotteiden sijoittelussa saadut johtopäätökset ja sitä kautta saatu kiteytetty lopullinen layoutehdotus tuotesijoituksen kanssa alla olevaan kuvioon.



KUVIO 12. Lopullinen layout-ehdotus tuotesijoittelun kanssa

Lopulliseen layoutehdotukseen päästiin siis kohta kohdalta etenemällä ja vertailemalla vaihtoehtoja toisiinsa. Varastoon täytyi saada mahtumaan kaikki 1109 aktiivivarastopaikkaa, johtuen yrityksen strategisista päätöksistä. Tämä tarkoitti 35 % kasvua koko varaston täyttöasteessa.

Tilanmaksimointi aloitettiin käytäväleveyden laskemisesta, jonka määräävin asianhaara oli varastossa olevan työntömasotrukin tarvitsema työkäytäväleveys. Käytäväleveydeksi saatiin kyseisen trukin tietojen perusteella kolme metriä. Kun käytäväleveys oli tiedossa, siirryttiin asettelemaan varastohyllyjä varastotilaan. Varastohyllyjä ja tätä kautta varastopaikkoja lisättiin varaston ulkoreunoille. Ulkoreunoilta poistettiin ennen sijainneet materiaalikäsittelyvälineiden latauspaikat, jotka sijoitettiin uuteen lähettämöön sekä poistuvien tilojen oviaukkojen kohdalle laitettiin varastohyllyjä. Keskellä varastoa sijaitsevien varastohyllyjen suuntaa vertailtiin seuraavaksi. Laskennallisin perustein hyllyjen suunta määräytyi vaakasuuntaiseksi. Näillä perusteilla saatiin varastoon aktiivisia varastopaikkoja 1118 kappaletta. Myös työpisteiden sijoittamista käytiin läpi, mutta päädyttiin niiden siirtämiseen uuden lähettämön puolelle. Syy tähän oli, että työpisteet olisivat vieneet liikaa tilaa varastosta ja nimikkeitä olisi joutunut sijoittamaan niin sanotuille reservivarastopaikoille. Layout suunnittelussa saatiin varastoon 99 % täyttöaste.

Kahteen työvuoroon siirtymisen edut olisivat tulleet esille, mikäli työpisteet olisi sijoitettu valmistuotevaraston puolelle. Tällöin työpisteitä olisi voitu vähentää, koska samalla työpisteellä olisi voinut toimia eri vuorossa eri työntekijät. Valmistuotevarastossa käytössä olevia materiaalinkäsittelyvälineitä olisi myös pystytty tarvittaessa vähentämään. Poistettujen työpisteiden tilalle olisi sijoitettu varastohyllyjä ja se olisi lisännyt varastointitilaa. Työpisteiden sijoituksen yhteydessä tehtyihin laskelmiin perustuen, voidaan kuitenkin todeta, ettei varastotilaa olisi ollut tarpeeksi vaikka puolet työpisteistä olisi hävitetty. Hyvinä puolina olisi myös mahdollisuus suorittaa toimituksia laajemmalla aikavälillä. Huonot puolet kahteen työvuoroon siirtymisessä olisi varmasti ollut keskeisten työntekijöiden vastarinta ja mahdollisesti työmotivaation lasku. Myös palkkakustannukset olisivat nousseet, koska töitä olisi tehty myös iltaisin.



Tuoteryhmien sijoittelu aloitettiin valitsemalla tuotesijoittelustrategia. Strategiaksi määräytyi kulmavirtausvarasto. Kyseisessä varastotyypissä varasto jaetaan sektoreihin. Eri sektoreilla on eri käyntikertamäärät. Lähimmäksi lähettämää sijoitetaan tuoteryhmät joilla on eniten käyntikertoja ja lähettämöstä kauemmaksi mentäessä myös tuoteryhmien käyntikerrat laskevat eksponentiaalisesti. Tuoteryhmien sijoittaminen perustuu lähtökohtaisesti tietojärjestelmistä saatuihin tietoihin. Tuoteryhmien tarvitsema tila huomioitiin sijoittaessa niitä layoutpohjaan. Analyysin mukaan vallitsevin P50-tuoteryhmä eroaa kuitenkin selvästi muista varaston tuotteista käyntikerroiltaan sekä myös fyysisiltä ominaisuuksiltaan ja sen siirtäminen erilleen omaan soluunsa oli perusteltua. Muiden tuotteiden sijoitus määräytyi pitkälti analyysiin.

## 8 POHDINTA

Opinnäytetyön edetessä haastavimmaksi seikaksi nousi uusien rajoitusten muodostuminen kesken työn. Vanhan pressuhallin hävittäminen aiheutti muutoksia myös opinnäytetyöhön. Kehitysideat saatiin kuitenkin muutettua nopeasti uudestaan toisiin uriin, joka tosin hieman viivästytti työn valmistumista.

Opinnäytetyön lähtökohtia ajatellen materiaalivirrat varastossa oli ollut melko hyvät ennen tuotannossa tapahtunutta layout muutosta. Tuotannon layout muutoksen jälkeen varastoon kuitenkin muodostui selvä ristikkäisvirtaus, joka aiheutti ylimääräisiä sisäisiä siirtoja. Ylimääräiset sisäiset siirrot taas tarkoittavat yritykselle ylimääräisiä kuluja. Näitä ylimääräisiä kuluja pyritään varastoinnin kehittämällä aina vähentämään. Strategisilla varaston muutoksilla voidaan siis vaikuttaa yrityksen tuottoon.

Uutta layoutehdotusta ajatellen ratkaisevimmat muutokset ja päätökset olivat kaikkien varastoitavien nimikkeiden saaminen mahtumaan valmistuotevarastoon. Siinä jouduttiin käyttämään lähes koko varaston kapasiteetti, tästä kertoo myös 99 % täyttöaste. Tämä voi tulevaisuudessa olla ongelma, koska nimikkeiden vaihtuvuus varastossa muuttuu joka tapauksessa jossain vaiheessa. Nimikkeiden varastosaldoja saatetaan lisätä tai pienentää, riippuen nimikkeiden kysynnästä. Nimikkeitä myös lopetetaan ja poistetaan varastosta sekä uusia nimikkeitä tulee tilalle. Kuitenkin kyseisten funktioiden summa tuskin tulee olemaan kokoajan sama.

Tuoteryhmien sijoittelussa käytettyä metodiikka voidaan kutsua laadulliseksi tutkimukseksi. Lähtötiedot ja tietopohja saatiin yrityksen tietojärjestelmästä, mutta soveltamalla näitä tietoja omiin sekä muiden työntekijöiden kokemuksiin sekä näkökulmiin, pääsin mielestäni parhaaseen mahdolliseen ehdotukseen.

Tämän opinnäytetyön pohjalta suoritettavien muutosten hyötyjä rahallisesti on mahdotonta laskea.

## 8.1 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksessa käytettävään XYZ-analyysiin täytyy suhtautua jälkikäteen kriittisesti. Käyntikerta-analyysiksiin kutsuttu mittari kertoo kuinka monta nimikettä on varastosta lähtenyt maailmalle ja toisaalta kuinka monta tuotetta on varastoon tullut tuotannosta, tässä tapauksessa vuoden aikana. Kun verrataan tuotannosta tulevia ja varastosta lähteviä nimikkeitä, ei analyysistä mielestäni voida verrata toisiinsa.

Käydään ensin läpi tuotannosta tulevat nimikkeet, joka on näiden kahden välillä luotettavampi. Analyysin on tarkoitus kertoa siis kuinka monta hyllytystä tapahtuu. Analyysi koostuu näistä kahdesta faktasta, jotka ovat kuinka monta nimikettä on vuoden aikana kulutettu ja toinen kuinka monta kappaletta tuotetaan kerralla. Laskuesimerkkinä tämä tarkoittaa, että nimikettä kuluu vuoden aikana 10000 kpl ja tuotannon erämäärä samaiselle nimikkeelle on 1000 kpl, jolloin hyllytyskertoja on  $10000/1000=10$  kertaa vuodessa. Analyysin luotettavuus on tällöin hyvällä tasolla, ellei tuotannon erämääriä muuteta.

Kulutuksen XYZ-analyysi onkin sitten epäluotettavampi. Analyysi perustuu pelkästään tuotteiden kulutukseen tässä tapauksessa vuoden aikana. Jälkikäteen mietittynä myös keräilykertojen määrän sisällyttäminen yhtälöön, olisi saattanut parantaa analyysiä. Funktiossa ei myöskään ole referenssiä nimikkeen rahalliseen arvoon. Mietitään esimerkiksi varaston tuotteita fyysisesti on niissä huomattavia eroja, tuotteita on ruuvipussista suuriin pöytätasoihin. Esimerkkinä, tosin kärjistettynä ja kuvainnollisena sellaisena, ruuvipusseja laitetaan lähes jokaiseen lähetykseen mukaan, pöytätasoja joka sadanteen lähetykseen. Kuitenkin yhden pöytätasoin tuotto on moninkertainen yritykselle, verrattuna ruuvipussiin.

XYZ-analyysin käyttö määrävimpänä työkaluna tuoteryhmien jakoon mietityttää myös jälkikäteen. Jako sinällään ajatellen tuotteiden fyysisiä ominaisuuksia ja tuoteperheitä on hyvä ja rationaalinen. Pelkään kuitenkin yllä olevien analyysin ongelmien kertautuvan myös tähän. Tuoteryhmiä siis vertaillaan toisiinsa analyysin mukaan, joillakin tuotteilla saattaa olla suurikin menekki verrattuna toisiin tuotteisiin. Tuoteryhmien sisällä saattaa olla näitä suuri menekkisiä nimikkeitä ja ne saattavat vastata koko tuoteryhmän kulutuksesta esimerkiksi vaikka 50 %. Tällöin voidaan tulkita, että yksi nimike määrittää koko tuoteryhmän sijainnin varastossa tai ainakin vaikuttaa siihen suuresti.

Toinen ongelma on se, että tuoteryhmissä on eri määrä nimikkeitä. Pienimmässä tuoteryhmässä on vain kaksi nimikettä ja suurimmassa 228 nimikettä. Vaikka äsken mainitulla kahden nimikkeen tuoteryhmällä olisi hyvä menekki, jää se auttamatta toisen tuoteryhmän varjoon ja näin varastopaikka sijoittuu kauemmas hyvistä varastopaikoista.

Vaikka yllä olevia huonoja puolia löytyi paljon, ne profiloituvat lähinnä analyysiin. Tuotesijoittelun luotettavuus lopullisessa layoutehdotuksessa ei kuitenkaan ole katastrofaalinen ajatellen todellisuutta. Suurin osa analyysin epäkohdista sijoittuu P50 tuoteryhmään, joka muutenkin on perusteltua soluttaa erilleen muusta varastosta. Epäkohdat muodostuvat juurikin tuoteryhmän suuresta nimike määrästä ja niiden kulutuksesta. Suurin osa tuoteryhmän nimikkeistä on pakattuna usean nimikkeen paketteihin jo tuotannosta tullessaan. Muissa tuoteryhmissä virhe syntyy vain siitä, että nimikkeitä kerätään useita samaan lähetykseen.

Uuden layoutin luotettavuus on mielestäni hyvä. Varastopaikkojen määrä spesifioitui suoraan tietojärjestelmästä, nimikkeille merkitty varastopaikat ja tuoteryhmiä yhdistäessä saatiin suoraan varastopaikkojen määrä tuoteryhmiä kohden. Tällöin pystyttiin suoraan toteamaan kuinka ison tilan varastosta eri tuoteryhmät tarvitsivat.

## 8.2 Jatkotutkimuskohteet

Uuden lähettämön puolelle siirtyvät ainakin seuraavat toiminnot. Pakkauspiisteet, sähkökäyttöisten materiaalinkuljettimien latauspisteet, puukeskus, jossa valmistetaan lähettämön käyttöön tarkoitetut asiakaslavat sekä – kehät, pakkausmateriaalien varastointi sekä valmiiden ja keskeneräisten asiakaslavojen varastointi. Uuden lähettämön tilasuunnittelu kuitenkin rajattiin pois opinnäyttyöstä, joten sen suunnittelu tarvitsee jatkotutkimuksia. Huonoina puolina voidaan ainakin mainita tuotannosta ja puukeskuksesta tuleva melu, joka saattaa altistaa työntekijät 85 dB:n äänenvoimakkuuksiin. 85 dB:ä on työsuojeluhallinnon määräämä ylempi toiminta-arvo päivittäiselle meluallistukselle. Väliseinien rakentaminen eri toimintojen välille saattaisi olla yksi vaihto?

Jatkotutkimuksia täytyy myös suorittaa varastoimattomille tuotteille. Varastoimattomilla tuotteilla tarkoitetaan valmiiksi kasattavia tai eksentrisiä tuotteita. Eksentriset tuotteet räätälöidään asiakkaan toivomuksien mukaan joko standardeista tuotteista tai valmistetaan kokonaan uusi kokonaisuus. Näitä tuotteita tulee varastoon pelkästään asiakastilauksien mukaan, eli jokaisella tuotteella on määritetty jo etukäteen vastaanottaja. Näiden tuotteiden materiaaliavirran suunnittelu valmistuotevaraston alkupäästä lähettämöön täytyy myös suunnitella uudelleen.

## LÄHTEET

Francis, R., McGinnis, L. & White, J. 1992. Facility layout and location: An analytical approach. Toinen painos. New Jersey: Prentice Hall

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen A. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Hämeen Kirjapaino Oy

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2004. Logistisen ajattelun perusteet. Jyväskylä: Kopijyvä Oy

Intolog. n.d. Artikkelit Intolog Groupin sivuilta. Viitattu 30.8.2011. <http://www.intolog.fi>, ratkaisut, varastoratkaisut, kuormalavojen varastointi, trukkiväylien ja työkäytävien

Jessop, D. & Morrison, A. 1994. Storage and supply of materials: inbound logistics for commerce, industry and public undertakings. Glasgow: Bell & Bain

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

Marjosalmi, M. 2009. Varasto layout-suunnittelu ja sisäisen varastointijärjestelmän kehittäminen. Opinnäytetyö. Kemi-Tornion ammattikorkeakoulu, liiketalouden koulutusohjelma. Viitattu 30.8.2011. <https://publications.theseus.fi/bitstream/handle/10024/3472/Varaston.pdf?sequence>

Mirsha, R. 2007. Materials management. Uudistettu painos 2008. New Delhi: Excel books

Sakki, J. 1999. Logistinen Prosessi: Tilaus-toimitusketjun hallinta. Espoo: Rastaman Oy

Slack, N., Chambers, S. & Johnston, R. 2004. Operations management. Neljäs painos. Espanja, Madrid: Mateu Cromo Artes Graficas

Suomen kuljetusopas. n.d. kuljetusalan valtakunnallinen tietopalvelu internetissä. Viitattu 13.04.2011. <http://www.kuljetusopas.com/>, yleistietoa, varastointi, varastonohjaus

Suomen kuljetusopas. n.d. kuljetusalan valtakunnallinen tietopalvelu internetissä. Viitattu 15.09.2011. <http://www.kuljetusopas.com/>, yleistietoa, varastointi, varastoverkon suunnittelu

Vonderembse, M., White G. 1996. Operations Management. Concepts, Methods and Strategies. Kolmas painos. USA: West Publishing Company

Waters, D. 2009. Supply chain management – An introduction to logistics.  
Toinen painos. Hampshire: Palgrave Macmillan