

Opinnäytetyö AMK

Liiketoiminnan logistiikka

2011

Markus Palomäki

VARASTOINTI JA UUDEN VA- RASTON LAYOUT- SUUNNITELMA

– case: Masadia Oy:n Kaarinan yksikkö



TURUN AMMATTIKORKEAKOULU
TURKU UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

OPINNÄYTETYÖ (AMK) | TIIVISTELMÄ

Turun ammattikorkeakoulu

Liiketoiminnan logistiikka

Marraskuu 2011 | 50

Ohjaaja Rauni Jaskari

Markus Palomäki

VARASTOINTI JA UUDEN VARASTON LAYOUT-SUUNNITELMA - CASE: MASADIA OY:N KAARINAN YKSIKKÖ

Opinnäytetyön tavoitteena oli suunnitella selkeä varaston layout Masadia Oy:n uusiin toimitiloihin. Yrityksen työntekijöille laadittiin myös varastoinnin opas. Oppaassa vertaillaan sopivia varaston tunnistetekniikoita. Masadia Oy on täyden palvelun trukki- ja varastokalusteyritys, ja sen päätoimipiste sijaitsee Kaarinassa.

Työn teoriaosuuden alussa tuodaan esille varastoinnin tärkeys, toiminnot sekä erilaisia varaston tunnistetekniikoita. Varaston layoutiin kuuluvat osat tuodaan esille teoriaosuuden keskivaiheessa ja lopussa.

Työn toteutusosassa keskitytään nykyisiin toimitiloihin ja sen heikkouksiin, tuleviin toimitiloihin, tunnistustekniikan ja varastojärjestelmän valintaan sekä lopullisen layout-suunnitelman ratkaisuun. Valinnat on tehty kirjallisuutta tutkien, yrityksen yhteyshenkilön avulla ja opinnäytetyön tekijän varastoalan työkokemusta hyödyntäen. Valintoihin vaikutti osaksi yrityksen rahalliset resurssit. Työn suunnittelussa otettiin huomioon yrityksen toimitusjohtajan ja työntekijöiden toiveet.

Masadia Oy saa lisätilaa uudesta varastosta, mutta ilman hyvää layout-suunnitelmaa ei lisätila tuo tarvittavia hyötyjä. Layout-suunnitelman tekeminen osoitti, että uusi varastotila ja sen toimivuus on hyvin tärkeää yritykselle, koska uudessa varastossa on helppo ja yksinkertaista toimia. Toimivan layout-suunnitelman myötä on mahdollista vähentää keräilyyn käytettyä aikaa merkittävästi.

ASIASANAT:

Layout, varasto, tunnistetekniikka

Markus Palomäki

WAREHOUSING AND THE LAYOUT-PLAN FOR THE NEW WAREHOUSE CASE: MASADIA LTD, KAARINA UNIT

The purpose of this thesis was to plan clear a new warehouse layout for a Masadia Ltd Inc and to make a warehouse guidebook for the company's employees. One part of the guidebook dealt with comparing suitable identifier technologies for the upcoming warehouse. Masadia Ltd is a full service truck- and warehouse fitment company and the head company is located in Kaarina.

In the beginning of the theory part, the importance of warehousing, functions and different warehouse's identifier technologies are discussed. The parts of the warehouse's layout are introduced in the middle and in the end of the theory part of the thesis.

The planning part of this thesis focuses on the present premises, its weaknesses and the incoming premises. Choosing the identifier technology and warehouse systems as well as the final layout plan solutions are also introduced in this section. The choices made were based on literature and the opinions of the company's person. The authors work experience in warehouse trade was also useful when making the choices. The choices were influenced also by the company's financial resources. The wishes of the managing director and employees were taken into account.

The new warehouse provides more space for Masadia Ltd, but without a good layout-plan, the additional space does not bring requisite benefits. The making of the layout-plan proved that the new warehouse and its functionality is very important to the company because it is very easy and simple to work in the new warehouse. With the new layout-plan it is possible to reduce the time that employees spend to the collection remarkably.

KEYWORDS:

Layout, warehouse, identifier technology

SISÄLTÖ

1 JOHDANTO	10
1.1 Työn tavoite ja aiheen löytäminen	6
1.2 Tutkimusmenetelmä ja työn rakenne	7
1.3 Yritystietoa Masadia Oy:stä	7
2 VARASTOINTI LOGISTIIKAN OSA-ALUEENA	9
2.1 Varaston tarkoitus	9
2.2 Varastoinnin syyt	9
2.3 Varastointimuotoja	10
3 VARASTON SISÄISET TOIMINNOT	11
3.1 Saapuvan tavaran vastaanotto	11
3.2 Hyllytys	12
3.3 Keräily	13
3.4 Pakkaaminen	15
3.5 Inventointi	16
4 VARASTON TUNNISTETEKNIIKOITA	18
4.1 Viivakooditekniikka	18
4.2 Lukeminen viivakoodilla	19
4.3 RFID-tekniikka	19
4.3.1 Passiiviset ja aktiiviset tunnisteen	20
4.3.2 Tunnisteiden tallennuskapasiteetti	21
4.3.3 Tunnisteen taajuudet	22
4.3.4 Tunnisteen koko ja lukijat	23
5 VARASTON SUUNNITTELU JA LAYOUT	24
5.1 Hyvän tontin löytäminen ja valinta	24
5.2 Varaston teknologian valinta	25
5.2.1 Kuormalavoilla varastoitavat nimikkeet	26
5.2.2 Pitkän tavaran varastointi	27
5.3 Materiaalin käsittely varastossa	29
5.4 Varaston tilasuunnittelu	30
5.5 Layoutin tarkoitus	31
5.5.1 Layoutin tehokkuus ja joustavuus	31
5.5.2 Layout-suunnittelun vaiheet	32
5.6 Varastokäytävien mitoitus tietyille trukkityypeille	33
5.7 Turvallisuusasioita	34

6 TOTEUTUSOSA – LAYOUT-SUUNNITELMA	35
6.1 Nykyiset toimitilat	35
6.2 Tulevat toimitilat	37
6.3 Tunnistustekniikan valinta	38
6.4 Varastojärjestelmän valinta	39
6.5 Layout-suunnitelma	40
7 JOHTOPÄÄTÖKSET	45
LÄHTEET	47

KUVAT

Kuva 1. Kustannusten jakautuminen toiminnoittain (Wadelma raportti 2004).	15
Kuva 2. Siirtohylly (Jungheinrich Hyllyjärjestelmät).	28
Kuva 3. Ulokehylly (Wengo lagerteknik Ab 2011).	29
Kuva 4. Pinta-alan jakautuminen varastoissa (Wadelma raportti 2004).	33
Kuva 5. Ulkovarasto (PRO varasto 2011).	36
Kuva 6. Tulevien toimitilojen pohjapiirros	38
Kuva 7. Kevytpalkkihylly (Masadia Oy 2011).	40
Kuva 8. Tuleva layout	44

TAULUKOT

Taulukko 1. Erilaisia keräilymenetelmiä varastossa	13
Taulukko 2. Teknologioita erilaisiin varastojärjestelmiin	26

LIITTEET

Liite1. Masadia Oy:n tulevien toimitilojen pohjapiirros	
Liite 2. Tuleva layout	

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoite ja aiheen löytäminen

Opinnäytetyön ensimmäisenä tavoitteena on suunnitella Masadia Oy:lle uusien toimitilojen varaston layout-suunnitelma. Toisena tavoitteena on tuoda esille varastossa tapahtuvat toiminnot. Luettuaan tämän työn jokainen vanha ja uusi työntekijä tietää, mitä varastointi tarkoittaa sekä mitä varastossa pääosin tehdään. Kappaleet kaksi, kolme ja neljä toimivat teoriaoppaana yrityksen työntekijöille. Yhtenä osana varastoinnin opasta tulen vertailemaan varaston tunnistustekniikoita, koska yrityksen toimitusjohtaja on kiinnostunut ottamaan yrityksessä käyttöön uuden tekniikan tulevaisuudessa. Selkeää tekniikkaa yrityksessä ei vielä ole, ja uutta tekniikkaa on yrityksessä mietitty viime aikoina.

Opinnäytetyön idea syntyi kahvipöydän ääressä keskusteltuani erään tuttavani kanssa, joka toimii Masadia Oy:ssä aluemyyntipäällikkönä. Juttelimme yrityksestä ja hetken keskusteltuamme esille nousi uusien toimitilojen rakentaminen Kaarinaan tulevaisuudessa. Mieleeni tuli, että voisin suunnitella yrityksen toiminnalliset tilat ja kertoa varastoinnista tärkeimmät asiat, joiden avulla varastoa voidaan pyörittää mahdollisimman selkeästi. Pidimme myöhemmin virallisen palaverin yrityksen omistajien kanssa, jossa keskustelimme, mitä asioita opinnäytetyön olisi hyvä pitää sisällään. Tärkeimpinä aiheina esille nousivat varaston layout-suunnittelu, varastoinnin tarkoitus ja tunnistetekniikat. Kiersin katsomassa yrityksen nykyiset tilat ja tämän kautta kävi ilmi parannettavia asioita uusiin toimitiloihin.

Päätavoitteena on suunnitella yrityksen uusiin toimitiloihin toimiva layout ja tämän lisäksi tehdä varastoinnin opas yrityksen työntekijöille. Työllä pyritään saavuttamaan uudet, selkeät ja toiminnalliset tilat, joissa yrityksen työntekijät pystyvät toimimaan mahdollisimman helposti käyttäen apuvälineenään varastoinnin opasta. Uuden toimivan layoutin tarkoituksena on vähentää varastossa tapahtuvaan keräilyyn käytettyä aikaa, koska keräily on eniten aikaa vievä toiminto.

Tarkoituksena on myös layoutiin tulevan varastojärjestelmän valinnan jälkeen saada varastotila hyödynnettyä tehokkaasti, mikä tarkoittaa tavarapaikkojen kaksinkertaistamista verrattuna vanhaan varastoon. Uuden tunnistetekniikan tarkoituksena olisi nopeuttaa tavaroiden käsittelyä.

1.2 Tutkimusmenetelmä ja työn rakenne

Toiminnallisesta opinnäytetyöstä voi syntyä esimerkiksi ohje, opastus, tapahtuman toteuttaminen, tai joku samantyylinen. (Vilkkä & Airaksinen 2003, 9.) Työssä käytettävät tiedot tullaan hankkimaan alaan liittyvästä kirjallisuudesta ja Internetistä. Tutkimuksen välineenä tullaan käyttämään tutkimusympäristön tarkkailua ja keskustelua yrityksen henkilöstön kanssa.

Työn teoriaosuudessa esittelen varastoimista logistiikan osa-alueena, varaston tärkeimpiä sisäisiä toimintoja, yksinkertaisimpia varaston tunnistustekniikoita ja varaston suunnittelua sekä varaston layoutia. Teoriaosuuden tarkoituksena on syventää lukija käsitteisiin, jotta tutkimusosaa on työn lopussa helpompi ymmärtää.

Toteutusosassa käsittelen yrityksen nykyisiä ja tulevia toimitiloja sekä mietin sopivaa varastointijärjestelmää varastolle. Työn toteutusosassa keskitytään löytämään nykyisen varaston heikkoudet ja tekemään uuden varaston layout-suunnitelma. Näiden lisäksi on tarkoituksena pohtia lyhyesti sopivaa tunnistetekniikkaa yrityksen uusiin tiloihin.

1.3 Yritystietoa Masadia Oy:stä

Masadia Oy on vuonna 1990 perustettu täyden palvelun trukki- ja varastokalusteyritys. Yritys suunnittelee kokonaisvaltaiset logistiset ratkaisut asiakkaan tarpeisiin. Päätoimenkuviin kuuluvat

- trukkien maahantuonti ja myynti
- vuokraus ja leasing
- testaus, huolto- ja varaosapalvelut
- varastokalusteiden maahantuonti ja myynti

- suunnittelu- ja asennuspalvelu.

Yritys myy Crown-merkkisiä trukkeja. Trukkityyppejä, joita he myyvät

- lavansiirto- ja pinontavaunut
- keräily- ja työntömastotrukit
- matala- ja korkeakeräilijät
- sähkövastapaino- ja kapeakäytävätrudit
- haarukkavaunut.

Yrityksellä on TCM-, CROWN- ja Abeko-alkuperäisöien yksinmyynti Suomessa. Masadia Oy tarjoaa lisäksi trukkien lisälaitteita, esimerkiksi istuimia, renkai-
ta, turvalaitteita ja talvivarusteita. Yritys on myös täyden palvelun varastokalus-
tetalo. Tuotteita ovat Kuormalava- ja arkistohyllyt, pientarvike- ja myymälähyllyt,
teollisuus- ja varastokaapit ja muut tuotteet.

2 VARASTOINTI LOGISTIIKAN OSA-ALUEENA

2.1 Varaston tarkoitus

Lähtökohtaisesti varaston kiertonopeus on nolla, jos materiaali ei liiku. Varastointia voidaan pitää hyvänä ratkaisuna tavaroille, joiden kysyntää ei voida tietää tarkalleen. (Karrus 2001, 34.) Varastoa voidaan kutsua fyysiseksi tilaksi, joka tarkoittaa tyhjää avaraa tilaa. Varastoa voidaan käyttää hetkellisesti, tai se voi olla viimeinen sijoituspaikka tavaralle. Hetkellinen varastointi tarkoittaa sitä, että tavara on väliaikaisesti varastossa ja jatkaa sieltä jossain vaiheessa eteenpäin. Viimeinen sijoituspaikka eli lopullinen varasto voi olla esimerkiksi kaato- paikka tai ydinjätteen kalliovarastointia. (Hokkanen ym. 2002, 143.)

Käsitteenä varasto voi olla käsiteltävä logistinen ympäristö. Varasto voi olla sijainniltaan kaupan takahuoneessa tai kuljetusautossa. Varasto voidaan jakaa useimmiten käyttövarastoksi ja varmuusvarastoksi. Varastonohjauksessa käsitteet varmuusvarasto ja käyttövarasto sijaitsevat samassa fyysisessä tilassa. Käyttövaraston tavara liikkuu päivittäin ja varmuusvaraston tavara harvemmin, mutta tärkeään tarpeeseen. Varaosavarasto voidaan lukea enemmän varmuusvarastoksi kuin käyttövarastoksi, vaikka ne sijaitsevat samoissa tiloissa. Masadia Oy:ssä varaosavarastossa tavara liikkuu päivittäin. Varaosavarasto voi siis mielestäni olla kumpi tahansa varastotyyppi. Nämä kaksi varastotyyppiä on kuitenkin hyvä erottaa toisistaan esimerkiksi, jos kyseessä on pilaantuva tai ruostuva tavara. Tällaista tavaraa ei kannata varastoida varmuusvaraston puolelle. (Karrus 2001, 36.)

2.2 Varastoinnin syyt

Varastoimiseen on aina ollut useita syitä. Varastointi on hyvin tärkeä tekijä valmistavan yrityksen tuotantotoiminnan kannalta. (Hokkanen ym. 2004, 141.)

Tärkeitä syitä varastoimiseen ovat kuljetuskustannusten ja tuotantokustannusten minimoiminen. Suuret hankintaerät, jotka tarvitsevat varastointia, ovat yri-

tyksille edullisia. Varastoinnilla varmistutaan myös toimituksista. Varastointi auttaa yrityksen asiakaspalvelupolitiikassa ja markkinointitilanteen heilahtelujen tasapainottamisessa. Varastoinnin avulla myös aika- ja tilaerot saadaan tuottajille ja kuluttajille tasapainoon. Varastointi tukee toimittajien, myyjien ja asiakkaiden JIT-ohjelmia. Toimivan varaston avulla saavutetaan haluttu asiakaspalvelutaso ja näin minimoidaan logistisia kokonaiskustannuksia. (Hokkanen ym. 2004, 141.)

Hyvin ohjeistettu varastopolitiikka ja sen toteutuksen oikeellisuus mahdollistavat logistiseen ketjuun lisäarvoa. Varastointi ei ole pelkästään lisäarvoa tuottava tekijä, vaan yrityksen kaikki eri toiminnot on asetettava kilpailukykyiselle pohjalle. Todennäköisin syy varastoinnille oletetaan olevan myynnin puutteellinen suunnittelu, vääränlaisesti toimiva organisaatio ja toimitusketjun välisessä yhteistyössä ilmenevät puutteet. (Hokkanen ym. 2004, 141–142.) Varastoilla pyritään turvaamaan yrityksen toimintaa, tai varasto voi olla olemassa asiakkaiden palvelutyytyväisyyden varmistamiseksi. (Pouri 1983, 7.)

2.3 Varastointimuotoja

Teollisuutta ajatellen varastot jaetaan yleensä kolmeen päätyyppiin: puolivalmiste-, raaka-aine- ja valmistevarastoihin. Puolivalmistevarasto syntyy pääosin keskeneräisistä töistä ja valmistevarasto puolestaan valmiista tuotteista, jotka ovat valmiina myytäväksi. Raaka-ainevarastoihin varastoidaan raaka-aineiden lisäksi kaikkia materiaaleista, tarveaineista, komponenteista ja osista muodostuvia tavaroista. (Sakki 2001, 82.) Toisaalta toiminnallisessa mielessä varastot voidaan jakaa säilytettävän tavaran tai varaston käyttötarkoitusta tarkastellen. Tavarasta riippuen varastot voidaan jakaa joukko- ja kappaletavaravarastoihin. Varastot jaetaan niiden toiminnan mukaan joko jakeluun tai valmistukseen liittyviksi varastoiksi. Varastoja voidaan ryhmitellä myös sen mukaan, missä vaiheessa ketjua ne sijaitsevat ja kuinka ne palvelevat sen hetkistä prosessia. (Hokkanen ym. 2002, 143.)

3 VARASTON SISÄISET TOIMINNOT

Seuraavassa luvussa esittelen varaston tärkeimpiä sisäisiä toimintoja, koska näitä tietoja tarvitsee jokainen ihminen, joka tulee työskentelemään varastossa. Nämä asiat opittuaan työntekijä ymmärtää, miten jokainen työalue varastossa toimii ja osaa työskennellä kyseisellä työalueella teoriassa. Esittelen kappaleessa toiminnot, jotka näen yrityksen varaston toimintaan liittyen käytännöllisimmiksi.

Varastotoimintoja määriteltessä otetaan huomioon asiakkaat, varaston tarkoitus, sijoituspaikka ja mitoitetaan alustavasti varaston tarve. (Pouri 1983, 30). Varaston toimintoja ovat keräys, yhdistely, pakkaaminen, lähetysten vastaanotto, kuormaus, nouto, järjestyksen ylläpito, säilyvyyden valvonta, varaston tietojärjestelmien käyttö ja inventointi. (Karhunen ym. 2004, 374–388).

3.1 Saapuvan tavaran vastaanotto

Tavaran varastointi alkaa saapuvan tavaran vastaanotosta, jolloin tarkistetaan, mitä varastoon on saapunut ja onko tavaramäärä sama kuin tilauslistassa. Saapuvat lähetykset voivat olla varastotäydennyksiä, läpikulkuja tai palautuksia. Varastotäydennyksellä tarkoitetaan sitä, että saapuvan tavaran tulee kuulua varaston nimikkeisiin ja osoitteena täytyy olla tuleva varasto. Läpikulussa oleva toimitus on jo valmiiksi osoitettu asiakkaalle, vaikkakin se kulkee varaston kautta. Palautukset ovat asiakkaan tavaroita, jotka eivät ole vastanneet sovittua laatua tai ovat rikkoutuneet jossain vaiheessa toimitusketjua. (Karhunen ym. 2004, 374–375.) Vastaanotto on erittäin tärkeää ostolle, koska ostolaskujen hinnan täytyy pitää paikkansa. Tärkeää on myös virheettömyys varastokirjanpidossa. Vastaanottotyö voi olla laiturityötä tai tavaran vastaanottoa. Laiturityö sisältää seuraavanlaisia tärkeitä toimenpiteitä. Tavara pitää tunnistaa ja tämän jälkeen myönnetään purkulupa. Tavaramäärän pitää olla verrattavissa rahtikirjaan merkittyihin määriin. Sen jälkeen varastotyöntekijä tarkistaa, ettei tavara ole vaurioitunut kuljetuksen aikana. Kun kaikki toimenpiteet on suoritettu, allekirjoitetaan rahtikirja ja merkataan mahdolliset puuttuvat tavarat rahtikirjaan. Kirjanpito pitää

aina suorittaa huolellisesti. Saapuvan tavaran oikea sijainti pitää merkitä rahtikirjaan. Tämän jälkeen saapuva tavara merkitään tietojärjestelmään, jotta tiedetään tavaran saapuneen. Lopuksi arkistoidaan rahtikirja. (Wadelma raportti 2004.) Kun nämä toimenpiteet on suoritettu alkaa seuraava vaihe, varsinainen tavaran vastaanotto.

Kuten saapuvan tavaran vastaanotossa, myös varsinaisessa tavaran vastaanotossa on monta eri vaihetta. Ensimmäiseksi varastotyöntekijä kerää paketeista lähetyslistan, jonka jälkeen hän kerää myös ostotilauksen tarkastusta varten. Hyllytyspaikat pitää tarkistaa tietojärjestelmästä, jotta tavara sijoitetaan oikeaan hyllypaikkaan. Tavaroihin pitää merkata päivämäärät, jotta tiedetään, milloin tavara on saapunut varastolle. On myös syytä tarkastaa, onko tavaroissa poikkeamia. Mahdolliset violliset tuotteet siirretään niille tarkoitetuille paikoille. Näiden toimenpiteiden jälkeen tavarat hyllytetään ja tyhjentyneet lavat viedään pois. Kun varsinainen tavaran vastaanotto on suoritettu, tehdään lopuksi vielä vastaanotto ilmoitus, johon merkitään saapuneet tavarat, hyväksytyt ja hyllytetyt määrät, sekä nykyiset hyllypaikat. (Wadelma raportti 2004.)

3.2 Hyllytys

Hyllytys tarkoittaa saapuvan tavaran sijoittamista varaston käytäville. Hyllytysmenetelmä on manuaalinen tai automaattinen. Hyllytyspaikaksi voidaan laskea manuaalisesti valittu hylly, oletushylly tai viimeksi käytetty hylly. Oletushylly on jollekin tuotteelle määritelty hyllypaikka, jolloin järjestelmä voi automaattisesti näyttää kyseisen varastopaikan. Viimeksi käytetyssä hyllyssä tavaraa voi olla vielä hyllypaikalla, joten uusi ja vanha tavara voidaan täten yhdistää vanhalle varastopaikalle. Saapuva tavara pyritään käsittelemään mahdollisimman nopeasti, jotta se voidaan hyllyttää. Tämän jälkeen hyllytettyä tavaraa voidaan toimittaa tehokkaasti eteenpäin toimitusketjussa. Nykyaikaiset toiminnanohjausjärjestelmät pystyvät useimmiten ilmoittamaan saapuvasta tavaraerästä ja sen sijainnin vastaanottoalueella. Ilman järjestelmää oikean tavaran löytäminen vastaanottoalueelta olisi vaikeampaa ja kustannustehokkuus kärsisi keräilyn kannalta. Saapuvat tavaraerät ovat yleensä kerätty kuormalavoille, joten ne on helppo

hyllyttää. Varastotyöskentely helpottuu, jos lavalla on ainoastaan saman tuoteryhmän tuotteita. Varastopaikat jaetaan yleensä keräily- ja täydennyspaikkoihin. Keräyspaikat on yleisesti sijoitettu lattiatasolle tai ensimmäiselle hyllytasolle, jotta tavaraa olisi helppo kerätä. Täydennyspaikat sijaitsevat keräyspaikkojen yläpuolella olevissa hyllytasoissa, joista trukkikuskin on puolestaan helppo laskea ne keräilypaikoille. Tehokas varastonohjausjärjestelmä on sen vuoksi hyvä, että se näyttää varastotyöntekijälle tyhjän lavapaikan eli täydennyspaikan. Täydennyspaikka sijaitsee lähinnä keräilypaikkaa, jota voidaan kutsua myös aktiivi- paikaksi. (Wadelma raportti 2004.)

3.3 Keräily

Keräilyllä tarkoitetaan varastotoimintaa, jossa tavarat kerätään asiakkaiden lähettämien listojen mukaan. (Wadelma raportti 2004). Keräily aloitetaan sen jälkeen, kun asiakastilaus on saapunut lähettämöön. Keräilymenetelmät voidaan jakaa kahteen ryhmään. Ensimmäinen menetelmä on se, että kerääjä menee tavaran luokse ja toinen menetelmä puolestaan on se, että tavara tulee kerääjän luokse. (Karhunen ym. 2004, 378.) Keräily on toiminto, joka vie yleensä eniten aikaa ja rahaa varastoinnissa. Tämän takia keräily pitää organisoida mahdollisimman tehokkaaksi toiminnoksi. Keräilymenetelmät voivat vaihdella suuresti tavaran määrästä, menekistä ja erän koosta riippuen. Keräilypaikasta toiseen siirtyminen vie eniten aikaa keräilijän työssä. (viestinvälitys- ja logistiikkapalvelut.) Seuraava taulukko havainnollistaa tilanteita, joihin tietynlainen keräilymenetelmä sopii.

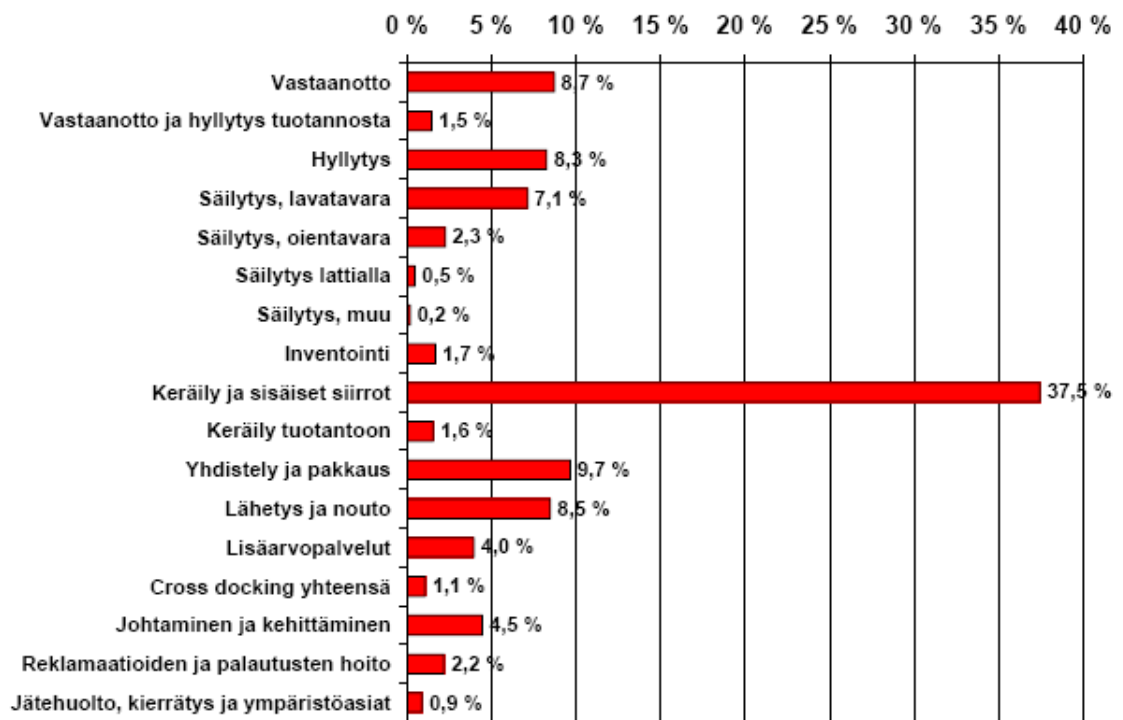
Taulukko 1. Erilaisia keräilymenetelmiä varastossa. (viestinvälitys- ja logistiikkapalvelut).

Keräilymenetelmä	Tuotemäärä	Tuotteiden menekki	Toimitusten koko
Automaattikeräily	Pieni	Suuri	Pieni
Vyöhykekeräily	Suuri	Keskisuuri	Pieni
Käsin keräily	Suuri	Pieni	Suuri
Eräkeräily	Suuri	Erittäin pieni	Pieni

Siirtymisajat yritetään minimoida, mutta se ei ole helppoa ainakaan isoissa varastoissa, koska varaston koko voi olla kymmeniä tuhansia neliömetrejä. Kustannustehokkuuden vuoksi keräilyä yritetään automatisoida. Vyöhykekeräilyssä työntekijä työskentelee jossain tietyssä vyöhykkeessä ja keräilyn ollessa valmis, ainoastaan keräilylaatikko siirtyy vyöhykkeeltä toiselle useimmiten rullaradalla. Toimitus- ja tavaramäärien ollessa pieniä, on tehokasta kerätä useampaa toimistusta samanaikaisesti omiin pakkauksiinsa yhden keräilykierroksen aikana. Tässä tapauksessa tarkoitetaan eräkeräilyä. (Viestinvälitys- ja logistiikkapalvelut). Käsikeräilyä käytetään vielä nykyäänkin erittäin paljon. Käsikeräily suoritetaan joko keräilyvaunulla tai rullakkoa työntämällä riippuen keräyspaikkojen välimatkasta tai tavaran raskaudesta.

Tuotemäärän ollessa suuri ja tuotteiden menekien ollessa suppea tarvitaan yleensä melko paljon tilaa varastoidessa. Tämän vuoksi keräilijä voi joutua kulkemaan laajoja välimatkoja. Keräilyä voidaan kutsua tietointensiiviseksi toiminnoksi, mikä tarkoittaa sitä, että tieto saadaan helposti keräilijälle ja työ saadaan nopeasti kuitatuksi. Erilaisia keräilyä avustavia tekniikoita ovat keräilylistat, tarrat, käsipäätteet, viivakoodilukijat, RFID:t ja puheohjattu keräily. Puheohjauksessa keskustellaan järjestelmän kanssa ja puheohjattu keräily on koko ajan yhä enemmän yleistymässä. Kustannustehokas keräily vaatii oikeanlaista osoitejärjestelmää. Oikeanlainen tietojärjestelmä on edellytys kustannustehokkaalle keräilylle. Yleensä keräilyreittien alkupäässä on varastossa nopeimmin kiertävät nimikkeet. Painavat tavarat on hyvä sijoittaa alkupäähän ja särkyvät tavarat keräilyreittien loppupäähän. Näin säästytään yleensä helposti materiaalin rikkoutumiselta. Keräilypaikkojen osoitteita kannattaa vaihdella sesongin mukaan ja välillä on hyvä kerätä montaa tilausta samanaikaisesti, koska se säästää aikaa. (Wadelma raportti 2004.) Monen asiakkaan tavaroiden keräily samanaikaisesti lisää kuitenkin virheiden määrää yleisesti. Manuaalisesti kerätessä virheiden määrä voi hieman kasvaa, mutta tehokkuus lisääntyy ja kustannukset pienenevät. Puheohjausta käytettäessä virheitä tulee tutkimusten mukaan vähemmän. Kuva 1 näyttää kustannusten jakautumisen toiminnoittain varastossa. Kuvasta näkee hyvin, mitkä toiminnot vievät varastossa eniten rahaa.

VARASTOKUSTANNUSTEN JAKAUTUMINEN TOIMINNOITTAIN



Kuva 1. Kustannusten jakautuminen toiminnoittain (Wadelma raportti 2004).

3.4 Pakkaaminen

Pakkauksella on monta tärkeää tarkoitusta. Pakkauksen tehtävät liittyvät suojaamiseen, markkinointiin ja logistiikkaan. (Suomen kuljetusopas 2010.) Pakkauksen tärkein tehtävä on suojata materiaalia mahdollisimman hyvin, että se saapuu määränpäähen ehjänä. (Karhunen ym. 2004, 381). Tämä tarkoittaa sitä, että pakkauksen tulisi estää tavarain pilaantuminen, rikkoutuminen, häviäminen ja varastaminen. Pakkauksen olisi hyvä olla ympäristöystävällinen. (Suomen kuljetusopas 2010.) Pakkausvaiheessa tavarat tulee pakata saman asiakkaan mukaan. Pakkaukseen kuuluu lisätä lähetyslista ja osoite. (Hokkanen ym. 2004, 148.) Pakkauksen yksi tärkeimmistä tehtävistä on toimia yrityksen ja tuotteen markkinointivälineenä. Pakkauksessa tulisi olla yrityksen logo ja pakkauksen olisi hyvä olla siististi pakattu, sillä se voi vaikuttaa kuluttajan ostopäätökseen

merkittävästi. Hyvän pakkauksen tulee herättää kuluttajan mielenkiinto, kertoa tuotteesta jotakin ja antaa positiivinen mielikuva kuluttajalle. Pakkauksen tulee olla soveltuva yrityksen ja sen kohdeyritysten logistiikkajärjestelmiin. Kunnan pakkaus tekee materiaalin käsittelyn helpommaksi. Tukeva pakkaus on myös eduksi, silloin pakkauksia on helpompi pinota päällekkäin. Pakkauksen tulee olla suuruudeltaan ja mitoiltaan sopivan kokoinen varastojen yksiköihin esim. kuormalavaan pakattaessa. Tällöin varaston tehokkuus kasvaa huomattavasti. Pakkausta täytyy olla myös helppo käyttää, esimerkiksi avaamisen ja sulkemisen täytyy olla toimiva. Pakkauksessa tyhjän tilan määrä tulisi minimoida, koska kuljetuskustannukset ovat nykyään erittäin kalliit. (Suomen kuljetusopas 2011.) Pakkauksiin tulee merkitä huolellisesti, mihin pakkaus on menossa sekä mihin toimitukseen pakkaus kuuluu. Varastossa voi olla useita pakkaamoita, varsinkin jos pienlähetystyksiä on paljon. Pakkaamon sijainti ja varustetaso ovat tärkeitä tekijöitä, sillä nämä ovat kaksi nopeuttavaa tekijää lähetettäessä pakkaus tehokkaasti loppukuluttajalle.

3.5 Inventointi

Inventointi tarkoittaa varastossa olevien materiaalien laskemista ja tulosten vertailua varastossa olevan kirjanpidon tietoihin. Inventoinnin tärkeimpänä tehtävänä voidaan pitää sitä, että varastosaldot pitävät paikkansa kirjanpidon kanssa. Inventointi olisi hyvä tehdä vähintään kerran kuussa riippuen tavaroiden kiertonopeudesta. Inventoinnilla tarkastetaan varastosaldojen oikeellisuus. Inventoinnin suurimpana syynä voidaan pitää vaikeasti hallittavia varastointijärjestelmiä. Nykyään on olemassa varastointijärjestelmiä, joilla inventointi saadaan kirjatuksi oikein. Tämän vuoksi nykyään käytetäänkin jatkuvaa inventointia. Jatkuvassa inventoinnissa tietyt työntekijät kiertävät varastossa inventoimassa, kuitenkin häiritsemättä muita varastotyöntekijöitä. Yhtenä inventointimenetelmänä voidaan käyttää nollainventointia, mikä tarkoittaa sitä, että keräilijä kerää viimeiset paketit varastopaikalta ja laskematta hän voi kirjata saldon nolaksi. Tämän jälkeen saldo on yksinkertainen tarkistaa varastokirjanpidosta. Inventointi voidaan tehdä kaikille tuotteille, jotka sijaitsevat varastossa. Inventointi voidaan tehdä myös alkuinventointina, missä inventoidaan tavaroita uuteen va-

rastoon, jossa tavaroita ei ole koskaan aiemmin säilytetty. Mikäli yrityksessä käytetään eräseurantaa, tällöin täytyy päivittää inventoinnin tiedot varastoerille. (Wadelma raportti 2004.) Erilaisia inventointeja ovat vuosi-inventointi, mikä tehdään tili-kauden vaihtuessa ja väli-inventointi, mikä tehdään säännöllisin väliajoin yrityksestä riippuen. Kiertävä inventointi on myös hyvä tapa, se voidaan tehdä tuoteryhmittäin ja näitä jaksottaen. Yksi tapa on sen hetkisen tarpeen mukainen inventointi, mikä voidaan tehdä saman tien tiettyä tuotetta koskien.

4 VARASTON TUNNISTETEKNIIKOITA

Yrityksellä täytyy olla hyvä tiedonkeruumenetelmä, jotta tehokkaita tieto- ja ohjausjärjestelmiä voitaisiin hyödyntää mahdollisimman hyvin. Modernit tietojärjestelmät voivat muuttua turhiksi, mikäli niihin syötetään epätarkkaa tietoa. Tämän vuoksi on keksitty automaattisia tunnistusmenetelmiä, mitkä helpottavat automaattista tiedon tulkintaa. Tunnistustekniikoita on monia erilaisia. On magneettisia tekniikoita, joita ovat magneettiraita- ja muste. Sähkömagneettinen tekniikka tarkoittaa radiotaajuista tunnistusta. Äänentunnistus ja sormenjälkitunnistustekniikat ovat biometrisiä tunnistustekniikoita. Löytyy myös erilaisia älykortteja. Optisia tunnistustekniikoita voivat olla viivakoodit ja merkkitunnistus. (Pouri 1997, 212.) Tässä luvussa käsitellään yleisintä tunnistetekniikkaa eli viivakooditekniikkaa sekä hyödyllistä RFID-tekniikkaa, joka tarkoittaa radiotaajuista tunnistamista. Käsittelen näitä kahta tunnistustekniikkaa siksi, että on hyödyllistä tietää näiden tunnistetekniikoiden merkitys varastotoiminnassa. Tämän lisäksi käsittelen niitä myös siksi, että opinnäytetyöni toimeksiantaja oli kiinnostunut ottamaan käyttöön jommankumman näistä tunnistetekniikoista varastoonsa.

4.1 Viivakooditekniikka

Erilaisista tunnistetekniikoista varmasti yleisin on viivakooditekniikka. Tekniikkaa hyödynnetään materiaalin käsittelyssä, varastoinnissa ja tavaroiden liikuttelussa. (Gourdin 2006, 152.) Viivakoodi voidaan katsoa hyödylliseksi apuvälineeksi myös erilaisten tietojen tehokkaaseen tallennukseen ja yksittäisten kappaleiden löytämiseen esimerkiksi varastoissa ja arkistoissa. Viivakoodien avulla tiedot on helposti luettavissa, tiedon syöttö on nopeaa ja tiedot tallentuvat varmasti. Viivakooditekniikka on myös yritystoiminnalle edullinen teknologiaratkaisu. (Pouri 1997, 212–213).

Muilla teknologioilla voidaan hyödyntää samoja etuja, mutta kaikki edut eivät ole samassa paketissa. Viivakoodia on lähes mahdoton lukea väärin. Tiedontallennus viivakoodeilla on oletettu olevan noin neljä kertaa nopeampaa kuin käsin tallennettuna tietokoneelle. Tietojen syöttäminen käyttäen viivakoodeja on no-

peaa ja helppoa. Yhdellä skannauksella saadaan aikaiseksi lukutapahtuma. Viivakoodin suurimpiin vahvuuksiin kuuluu sen edullinen hinta. (Pouri 1997, 213.)

4.2 Lukeminen viivakoodilla

Lukeminen viivakoodilla perustuu täysin optiseen skannaukseen. Laservalo saa monenlaisia heijastumia mustista sekä valkoisista viivoista. Valonlähde lukijassa tuottaa valoa, tietyt kohdat heijastavat valon takaisin lukijaan. Takaisinpäin heijastuvan valon havaitsee puolestaan valoanturi ja tämän jälkeen se lähettää saman tiedon eteenpäin sähköisesti. (Ray 2010, 393.)

Viivakoodin lukulaitteita on useita. Lukukyniä on yksinkertaisin käyttää viivakoodin eri lukulaitteista ja ne ovat halvin vaihtoehto. Aukon koko on itse valittavissa ja sitä voidaan muuttaa koodia varten. Lukukynä on erinomainen vaihtoehto, jos suppealla alueella on paljon viivakoodeja. (Pouri 1997, 224.)

Käsilaseria on helpompi käyttää kuin lukukynää. Laserin lukuetaisyys voi olla jopa 20-80cm. Paremmissa malleissa lukuetaisyys voi olla viiteen metriin asti. Kohdistuksen täytyy osua hyvin viivakoodin, jotta laite lukee tapahtuman. Tapahtuman lukemisen yhteydessä pitäisi kuulua jonkinlainen ääni eli äänestä tietää, että lukeminen on suoritettu onnistuneesti. CCD-tekniikalla tehdyt lukijat ovat lähes samanlaisia kuin käsilaserit, mutta suurin ero on se, että lukuetaisyydet ovat paljon pienemmät. (Pouri 1997, 224.)

Käsiikameroiden tarkoitus on matriisikoodien lukeminen. Yleisesti luettavissa oleva koodi heijastetaan kameralle ja kuvasta muodostuu automaattisesti merkijono. Käsiikameralukijoiden lukuetaisyys voi olla suurimmillaan 30 cm. Kiinteitä laserlukuasemia puolestaan käytetään erilaisissa kuljetinjärjestelmissä. Ohikulkeva tavara voidaan tunnistaa viivakoodin avulla. (Pouri 1997, 224.)

4.3 RFID-tekniikka

RFID eli Radio Frequency Identification, joka tarkoittaa radiotaajuista tunnistamista. RFID:tä voidaan kutsua saattomuistiksi ominaisuuksiensa perusteella.

(RFID 2011.) Tunnistukseen vaaditaan tunniste eli tagi ja lukijalaite. Tunnistus muodostuu siten, että lukija toimittaa antenninsa kautta signaalin, millä se pyytää alueella olevia tunnisteita siirtämään tietonsa lukijalle. Signaali otetaan vastaan tunnisteessa sijaitsevan antennin kautta ja oikeat tiedot lähetetään sirusta antennin kautta lukijalle. Lukija ottaa näin vastaan kyseiset tiedot ja tietojen perusteella tunnistaa mistä tunnisteesta on kysymys. (Ray 2010, 394.) Tunnistukseen on mahdollista tallentaa tunnistetietojen ohelle muitakin tietoa. Tunnisteita on mahdollista myös lukea ja uudelleenkirjoittaa etänä. RFID-tunnisteet jaetaan ryhmiin niiden fyysisten (taajuus ja koko) ja teknisten (aktiivi/passiivi) ominaisuuksien mukaan. Jokainen ominaisuus vaikuttaa tunnisteiden käyttöön, joten vaihtoehtoja on paljon. Oikean tunnisteiden löytämiseksi täytyykin huomioda kaikki ominaisuudet. (Rinta-Runsala & Tallgren 2004, 8.) RFID teknologiassa on erittäin hyvä lukutarkkuus ja se on ominaisuuksiltaan melko nopea ja tarkka. Teknologian avulla tuotteiden seuranta on vaivatonta aina alusta loppuun asti, jos jokaisessa paikassa missä tuote käy kuljetuksen aikana on olemassa RFID-lukijat. Tunnistustilanteessa RFID on hyödyllisempi kuin viivakooditekniikka. Tämän lisäksi se on turvallisempi kuin viivakooditekniikka, koska tunnisteiden kopioiminen ja väärentäminen on melkein mahdotonta. (Ray 2010, 394–395.) Käytettäessä RFID-tekniikkaa, helpottuu etenkin varaston seuranta. Ei tarvita työntekijöitä skannaamaan viivakoodeja, koska RFID:n avulla voidaan mahdollistaa automaattinen tuotteiden luku ja paikantaa helposti haluttava tuote. (Thomas 2008, 81.)

4.3.1 Passiiviset ja aktiiviset tunnisteet

Saattomuistit jaetaan passiivisiin, semi-passiivisiin ja aktiivisiin tunnisteisiin riippuen siitä, mitä energialähdettä ne käyttävät. Passiivista tunnistetta pidetään kaikkein yksinkertaisimpana, koska siinä ei ole omaa virtalähdettä vaan se toimii ainoastaan lukijan antaman tehon varassa. (Monipuolinen toiminta on siis mahdollista ainoastaan, kun lukijasta lähtee signaali ja tunniste on lukukentän sisäpuolella. (Rinta-Runsala & Tallgren 2004, 10.)

Semi-passiivisessa tunnisteessa käytetään omaa virtalähdettä, joka lähettää tiedon lukijalle, kun lukijalta on aluksi vastaanotettu signaali tiedon lähettämisestä. Tämän vuoksi lukuetaisyys on pidempi kuin passiivisessa tunnisteessa. Semi-passiivinen on muuten aivan samanlainen kuin passiivinen tunniste. Semi-passiivisia tunnisteita hyödynnetään tietullien keräyksissä. (Rinta-Runsala & Tallgren 2004, 10–11.)

Aktiivinen tunniste puolestaan hyödyntää omaa virtalähdettä kaikkiin toimintoihinsa, jolloin kirjoittaminen tunnisteeseen voi olla mahdollista. Ei haittaa, vaikka tunniste ei ole lukijan tunniste etäisyydellä. Tunnisteeseen on mahdollista kiinnittää jonkinlainen anturi, esim. lämpöanturi, joka mittaa lämpötilaa lukuetaisyyden sisällä ja tämän jälkeen tiedot lähtevät tunnisteesta eteenpäin. (Rinta-Runsala & Tallgren 2004, 11.)

4.3.2 Tunnisteiden tallennuskapasiteetti

Tunnisteiden tallennuskapasiteetti eli muisti voi vaihdella kymmenistä biteistä pariin kilotavuun. Tunnisteet voivat olla lisäksi luettavia (Read only), yhden kerran kirjoitettavia (Write Once Read Many) tai useaan kertaan kirjoitettavia (Read - Write). (Permala & Scholliers 2006, 14.) Read-only tyyliset tunnisteet ohjelmoidaan aina valmistusvaiheessa ja pienimmillään niihin on voitu tallentaa vain tunnisteiden yksilöllinen tunnistenumero. WORM-tyylisiin tunnisteisiin on mahdollista tallentaa tietoa luku- ja kirjoituslaitteella. Perinteinen tallennettava tieto on sähköinen tuotekoodi (Electronic Product Code). (Rinta-Runsala & Tallgren 2004, 11.)

Tunnisteet on mahdollista poistaa käytöstä käyttämällä niille tarkoitettua KILL-komentoa. Määritetyllä salasanalla tunnisteiden käyttö voidaan lakkauttaa pysyvästi ja tämän jälkeen tunnistetta ei voi enää lukea, eikä siihen voi tallentaa tietoa. Tällä tavalla on mahdollista suojata kuluttajan yksityisyyttä. (Rinta-Runsala & Tallgren.)

4.3.3 Tunnisteen taajuudet

RFID-tunniste viestittää lukijan kanssa aina jollain taajuudella ja erilaisia taajuuksia hyödynnetään eri tarpeisiin. On mahdollista käyttää neljää eri taajuus- aluetta, jotka ovat seuraavanlaiset

- LF-taajuus (Low Frequency), joka on alle 135 KHz
- HF-taajuus (High Frequency), joka on 13,56 MHz
- UHF-taajuus (Ultra High Frequency), joka on 868-956 MHz
- SHF-taajuus (Super High Frequency), joka on 2, 45 GHz.

LF-taajuuden lukuetaisyys on melko lyhyt, mutta hyvänä ominaisuutena on se, että ne toimivat metallin läheisyydessä. LF-taajuuden tunnisteita voidaan käyttää esimerkiksi autojen avaimissa varkauden estoon. (Rinta-Runsala & Tallgren 2004, 9.)

HF-taajuudella toimivia tunnisteita käytetään Euroopassa eniten. Käytettäessä tätä taajuutta on lukuetaisyys erittäin lyhyt, jopa alle metrin luokkaa, mutta lukuetaisyyttä on mahdollista nostaa kasvattamalla lukijassa sijaitsevan antennin kokoa. Tunnistetta itsessään ei voida kuitenkaan nykyisestä koosta pienentää paljoakaan. Nykyään tunnisteita on mahdollista saada tarroina, luottokorttikoo- sa ja erityylinä nappeina. (Rinta-Runsala & Tallgren 2004, 9-10.)

UHF-taajuudella olevien tunnisteiden lukuetaisyys on jo pidempi kantoinen, useita metrejä, mutta signaali kulkeutuu erittäin heikosti vettä sisältävien kohteiden läpi. Tämä voi rajoittaa lukuetaisyyttä jonkin verran. UHF-taajuutta käytet- täessä ongelmaksi voi muodostua se, että joissakin maissa UHF-alue on mat- kapuhelinverkon käytössä ja esimerkiksi Euroopassa UHF-taajuus on aivan eri kuin RFID-tunnisteen. (Rinta-Runsala & Tallgren 2004, 10.)

SHF-taajuus on pitkäkantoisin RFID-tekniikkaan soveltuva taajuus. Suuri taa- juusalue tekee mahdolliseksi tunnisteiden pienen koon, mutta kuitenkin SHF- signaali heikkenee vettä sisältävässä materiaalissa nopeammin kuin UHF- signaali. Tästä johtuen tunnisteiden käyttökohteet ovat rajallisia. SHF-taajuus on saavuttanut suuren suosion Japanissa. (Rinta-Runsala & Tallgren 2004, 10.)

4.3.4 Tunnisteen koko ja lukijat

Yleisesti RFID-tunnisteet ovat postimerkin tai kolikon kokoluokkaa. Tunnisteen koolla on suuri vaikutus signaalin kantokykyyn, eli mitä suurempi tunniste sen parempi taajuus. RFID-järjestelmään kuuluu myös lukija, mikä koostuu kahdesta osasta, jotka ovat antenni ja lukija. Lukijaa voidaan käyttää luku- tai kirjoituslaitteena. Antennin tehtävänä on lähettää ja vastaanottaa tietoja, jonka jälkeen lukija tallentaa ne ja lähettää tiedot langattoman verkon välityksellä eteenpäin. Lukijaan on mahdollista kiinnittää monia antennia, jolloin lukuetaisyys on suurempi. Lukijan täytyy toimia samalla taajuudella kuin tunnisteet. Lukijat ovat yleensä kiinteitä tai mobiileja. (Rinta-Runsala & Tallgren 2004, 12.)

5 VARASTON SUUNNITTELU JA LAYOUT

Melko harvoin yrityksellä on mahdollisuus suunnitella aivan uusi varasto. Yleensä vanhoja varastoja parannetaan jollain tavalla, tai niihin rakennetaan lisää varastotilaa. Uuden varaston rakentamisessa vaikeinta on suunnittelu. (Pouri 1983, 30.) Seuraavassa luvussa tarkastelen pääosin varaston layoutia, hieman varaston suunnittelua ja materiaalin käsittelyä. Uuden varaston suunnittelu ja rakentaminen voidaan jakaa seuraavanlaisiin vaiheisiin (Pouri 1983, 30)

- varastoinnin tulevat tavoitteet, sijoitussuunnitelma ja tarpeiden mukainen alustan mitoittaminen
- tontin löytäminen
- varastossa olevien tavaroiden laatu, säilytys – suositukset ja tavaroiden määrät
- varastoon tulevien teknologioiden valinta
- rakennuksen suunnitelmallinen mitoitus ja tontin koko
- varaston tarkka mitoitus ja layout
- tavaroiden sijoittelu ja työmenetelmien suunnittelu
- henkilöstön tulevat koulutussuunnitelmat
- muuttosuunnitelman laatiminen.

5.1 Hyvän tontin löytäminen ja valinta

Varaston sijainti on tärkeimpiä tekijöitä varaston suunnittelussa ja siksi tontin etsimiseen on tärkeää käyttää paljon aikaa. Varastotontin maaston pitää olla aika tasainen, koska tällöin vältetään ylimääräisiltä tasaamiskustannuksilta. Maaperän täytyy olla kestävä, jotta se kestää suuria kuormia. Tontti pitäisi pysyä liittämään kunnallistekniikkaan ja sammutusveden läheisyys tulisi erikseen varmistaa. Liikenneyhteyksien täytyy olla rekkaystävällisiä. Tontin olisi hyvä olla keskusta-alueen ulkopuolella hintaa ajatellen. (Pouri 1983, 54.)

5.2 Varaston teknologian valinta

Teknologian valintaan liittyy taloudellisten asioiden lisäksi materiaalin säilyvyyskriteerit ja käsittelyvauriot, materiaalin muoto, suuruus ja paino, materiaalin määrä ja kiertonopeus. Teknologiset asiat kohdistuvat yleisesti varastorakennukseen ja siellä oleviin olosuhteisiin. (Pouri 1983, 60.)

Tavaran määrä voi olla erittäin suuri, jos hankinnalliset olosuhteet ajavat suuren tyyliseen varastointiin, tavara on suosittua ja sen viikoittainen menekki on erittäin suuri tai tavara on sesonkiluontoista. Kehitysvaihe tavaramäärien noustessa on pientavarahyllyssä varastoidun tavaran sijoittaminen kuormalavahyllyyn, rullakoihin tai häkkeihin. (Pouri 1983, 60.)

Tavaran kiertonopeus käsittää pääosin nopeasti ja hitaasti kiertävien tavaroiden varastoinnissa sovellettavaan teknologiaan. Joskus on kuitenkin hyvä tehdä erittäin nopeasti kiertäville nimikkeille kokonaisuudessaan muista nimikkeistä erillinen varastonosa, missä teknologia mahdollistaa nimikkeiden toimittamisen vaivattomasti. Varastossa olevat hankalimmat paikat keräilyn kannalta varataan melkein aina hitaasti kiertäville nimikkeille tai reservipaikoille. (Pouri 1983, 60.)

Tavaran muoto suuruus ja paino ovat merkittävimpiä tekijöitä valittaessa teknologiaa. Tässä tapauksessa tavaran muotoon huomioidaan mukaan pakkaustapa. (Pouri 1983, 60.) Tavaran muodon, suuruuden ja painon mukaan esillä olevat teknologia voidaan eritellä seuraavan taulukon mukaisesti.

Taulukko 2. Teknologioita erilaisiin varastojärjestelmiin (Pouri 1983, 61).

Jako muodon, suuruuden ja painon mukaan	Tarjolla oleva teknologia
Kuormalavoilla säilytettävät nimikkeet	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pinonta ilman hyllyjä varastopaikalla 2. Tavallinen kuormalavahylly, trukikäsittely 3. Korkeavarasto 12–15 metriin asti, korkeavarastotrukit (kapeakäytävätrudit) 4. Korkeavarasto yli 12–15 metriä, hyllystöhissit 5. Korkeavarasto yli 12–15 metriä, automaattinosturit 6. Syväkuormausvarastointi 7. Läpivirtaushyllyt (FIFO) 8. Siirtohyllyt (taajahyllyt) 9. Pystysuorat karusellit
Pientavaravarastot	<ol style="list-style-type: none"> 10. Tavalliset pientavarahyllyt 11. Korkeavarastohyllyt, hyllystöhissit 12. Laajatasohyllyt 13. Läpivirtaushyllyt (FIFO) 14. Siirtohyllyt 15. Pysty- ja vaakasuorat karusellit 16. Puolilavahyllyt
Pitkän tavaran käsittely	<ol style="list-style-type: none"> 17. Nippuina alustojen päällä 18. Oksahyllyt 19. Siirtohyllyt 20. Pystysuorat karusellit 21. Lokerikkohyllyt

5.2.1 Kuormalavoilla varastoitavat nimikkeet

Lähes aina samassa pinossa säilytetään samaa nimikettä, koska muussa tapauksessa syntyy niin sanottuja ylimääräisiä käsittelykertoja. Käytännössä maksimissaan kaksi nimikettä voidaan pistää yhdelle lavapaikalle. Pinontaa voidaan tehdä ilman hyllyjä ulkoalueilla ja sisällä. Korkeus kannattaa olla maksimissaan neljä häkkiä tai kuormalavaa. Pinottaessa erimuotoisia tavaroita on mahdollista käyttää erilaisia pinontatukia, mitkä kiinnitetään lavoihin. (Pouri 1983, 62.)

Lavakuormien varastoimiseen ja pinoamiseen käytettävät kuormalavahyllyt rakennetaan tavanomaista trukikäsittelyä varten suunnilleen 3,5–5,5 metrin nostokorkeutta varten. Lavakuorman maksimipainona käytetään mitoitukseen 1000 kiloa. Kuormalavahyllyt mitoitetaan yleensä FIN-kuormalavan (1m x 1.2m) lyhytsivukäsittelyä varten. Lavakuormien suositeltava korkeus on 1,1m sisältäen kuormalavan korkeuden, joten pienin vapaa vaakapalkkien väli tulisi olla 1,2m. Yleensä kuitenkin korkeutta nostetaan suuremmaksi, jolloin pystytään käsittelemään helpommin ylikorkeita lavakuormia. Toisena vaihtoehtona voidaan tehdä hyllyyn paikkoja korkeille lavakuormille. Kuormalavahyllyjen välissä sijaitsevan käytävän leveys riippuu siitä, millaisia trukkeja varastossa käytetään. Käytävän leveys on hyvä miettiä tarkkaan. (Pouri 1983, 63.)

Kuormalavavarastosta ei kannata tehdä liian matalaa, koska korkeamman varaston rakentaminen tulee halvemmaksi, siksi että ei tarvitse vuokrata niin isoa tonttia. Täten lavamäärältään samankokoisista varastoista tulee korkea varasto halvemmaksi kuin matala. Halvemmalla tonttivuokralla voidaan rahoittaa esimerkiksi trukkien investointia. Kuormalavavarastot ovat lähes aina vähintään 5,5-6 metriä vapaalta korkeudeltaan. Kuormalavahyllyjen lavapaikkojen määrä tulisi mitoittaa siten, että varaston ollessa enimmäiskäytössä tyhjiä lavapaikkoja on aina noin 5-10 % lavapaikoista, koska tämä helpottaa huomattavasti varaston käyttöä. (Pouri 1983, 64.)

Kuormalavavarastoista joudutaan yleensä lähettämään lähetyksiä kolleittain, joten on järkevää pitää varaston alimmat paikat keräyspaikkoina ja korkeammalla sijaitsevat paikat ovat keräyspaikoissa olevien tavaroiden reservipaikkoja. Käytössä on täten lattialla tapahtuva keräily, johon ihminen yltää ilman apuvälineitä. Tavarantojen sijoittelu ja tavaroiden ohjaus voidaan tehdä tehokkaaksi sopivan ohjausjärjestelmän avulla. (Pouri 1983, 65.)

5.2.2 Pitkän tavarantojen varastointi

Yleensä asiat halutaan tehdä alhaisella investoinnilla, joten varastointitavaksi valitaan niput alustojen päällä. Tavaramäärien ollessa pieniä, saattaa valittu tapa olla oikeanlainen. Kuitenkin isoilla tavaramäärillä käsittelykustannukset

nousevat melko suuriksi ja edullisesta investoinnista voi muodostua kallis investointi. Sisätiloissa tätä käsittelytapaa olisi hyvä välttää, koska tämä varastointitapa ei kata korkeuden tehokasta hyväksikäyttöä. Ulkovarastointiinkin on hyvä varata riittävästi tilaa, koska tällöin eri materiaalit voidaan pitää erillään toisista. Pitkän tavarantoiminnan käsittelyä yleensä nostureilla tai trukkeilla. (Pouri 1983, 101–102.)

Oksahyllyjä voidaan pitää oikeanlaisena käsittelytapana aina, kun pitkää materiaalia täytyy toimittaa kankina tai salkoina. Oksahyllyjen käyttö etenkin sisätiloissa tarvitsee pitkässä tavarassa joko kylkitrukkia tai nelityöntömastoa, koska muulloin käytäväleveydet täytyy tehdä tuhmailevan suuriksi, koska kankien täytyy mahtua poikittaissuuntaisesti siirtymään käytävillä. Ulkoalueilla puolestaan voidaan oksahyllykäytävät rakentaa leveiksi ja näin työkoneena käytetään suurta vastapainotrukkia. Ulkona oksahylly täytyy kattaa sadekatoxin, koska näin voidaan estää lumen haitalliset vaikutukset työskentelyn aikana. Siirtohyllyjä rakennetaan myös pitkän tavarantoiminnan käsittelyä varten. Työkoneina käytetään kylkitrukkia tai vastapainotrukkia. (Pouri 1983, 103–105.) Seuraavassa kuvassa esitellään minkä näköinen siirtolavahylly on.



Kuva 2. Siirtohylly (Jungheinrich Hyllyjärjestelmät).

Ulokehyllyt ovat hyvä ratkaisu pitkien ja raskaiden tavaroiden käsittelyyn. Hyllyä on helppo käyttää ja sitä voi muunnella joustavasti. Ulokkeiden pyöristetyn päiden takia, henkilö- ja tuotevahinkojen määrät vähenevät. Hyllyssä ei ole kiinteitä jalkoja, vaan pulteilla kiinnitetyt jalat. Suurena hyötynä voidaan pitää sitä, että

yksipuolisesta hyllystä voidaan tällöin tehdä kaksipuolinen, koska jalassa sijaitsevat reiät ovat sekä edessä että takana. (Wengo lagerteknik Ab 2011.) Seuraavassa kuvassa esittelen ulokehyllyn:



Kuva 3. Ulokehylly (Wengo lagerteknik Ab 2011).

5.3 Materiaalin käsittely varastossa

Materiaalin eli tavaran käsittelyllä tarkoitetaan yleisesti toimenpiteitä, joilla voidaan vaikuttaa fyysisesti tavaran olotilaan. Toimenpiteitä ovat perinteisesti tuotantoon liittyvä muokkaus ja materiaalin siirtely. Varastonsuunnittelu ja hallinta liittyvät yleisesti tavaran käsittelyyn. Materiaalin käsittelyyn ei liitetä kuljetuksia, koska kuljetuksen aikana tavaraa ei käsitellä. Sisäiset siirrot tai sisäiset kuljetukset kuuluvat kuitenkin materiaalin käsittelyyn, koska ne ovat osana tuotannon tavaravirtaa. Sisäisillä siirroilla on neljä erittäin tärkeää tehtävää. Tehtävät ovat saapuvan materiaalin siirto purkualueelta varastoon, varastopaikkojen ja tuotannon väliset siirrot, lähtevän materiaalin siirto varastosta sekä purku- ja kuormaustoiminnot. (Hokkanen ym. 2004, 160–161.)

Tavaran käsittely on mahdollista järjestää kolmen eri tarkoituksen mukaan: mekaanisesti, puoliautomaattisesti ja automaattisesti. Mekaanisella tavarankäsittelyllä tarkoitetaan toimintoa, mikä suoritetaan ihmisten tai apulaitteiden avulla ja vähäisellä automaatiolla. Mekaanista tavarankäsittelyä lähdetessä avustamaan automatisoiduilla toiminnoilla, mahdollistetaan puoliautomaattinen tavarankäsittelyjärjestelmä. Puoliautomaattiset trukit ovat hyvä esimerkki kyseistä käsittelyjärjestelmästä. Automaatiolaitteiden ostaminen ja ylläpitäminen on niin kallista, että suppeiden materiaalivirtojen käsittely on mekaanisesti paljon edullisempaa. (Hokkanen ym. 2004, 161–169.)

5.4 Varaston tilasuunnittelu

Varaston layout ja materiaalinkäsittely ovat toisiinsa sidoksissa vahvasti. Varastoa suunnitellessa pitää ottaa tarkasti huomioon varaston tilat ja toiminnot. (Ackerman 1997, 150–151.) Logistisen toimivuuden kannalta tilasuunnittelulla on merkittävä rooli. Tilassa pitää olla mahdollisuus laajennukseen ja sen pitää olla muutenkin joustava. Tilan suunnittelu pitää tehdä niin, että kaikki tila otetaan käyttöön mahdollisen käytännöllisellä tavalla turvallisuus huomioon ottaen. Työolosuhteet ovat tärkeä lähtökohta. Työntekijöiden täytyy pystyä toimimaan tilassa mahdollisemman tehokkaalla tavalla, mutta myös viihtyä siellä. Heidän tarvitsee pystyä tekemään työtään toimivasti, esimerkiksi käsittelemään materiaaleja helposti. Heidän täytyy pystyä myös hyödyntämään kalustoja ja kapasiteettitarpeita. Siivouksen ja muun järjestyksenpidon pitää olla helppoa. Tilanvalvontaa täytyy myös sujua mutkattomasti. Tiloissa tapahtuvat toimintatavat ja käyttötarkoitukset ovat tärkeimmät asiat mitkä suunnittelussa tarvitsee ottaa huomioon. (Karrus 2001, 141.)

Varaston tilasuunnittelulla tavoitellaan tilojen hyödyntämistä mahdollisimman tehokkaasti. Tilat olisi tämän lisäksi hyvä suunnitella niin, että materiaalivirrat liikkuisivat sujuvasti. (Bowersox ym. 2010, 260–261.) Varastotiloja suunnitellessa on erittäin tärkeää ottaa huomioon se, että onko varaston tilat mitattu neliö- tai kuutiometreissä. Varaston korkeutta hyödyntäen voidaan säästää paljon lattiapinta-alaa, mutta tämän seurauksena pitää miettiä millainen nostolaitteisto

pystytään varastoon ottamaan. (Grant ym. 2006, 243–244.) Varaston tilasuunnittelussa on erittäin tärkeä tehtävä materiaalin liikkuvuudella. (Bowersox ym. 2010, 255). Tavaravirtojen suunniksi voidaan varastossa miettiä kulmavirtausta, läpivirtausta tai U-virtausta. (Karhunen ym. 2004, 370).

5.5 Layoutin tarkoitus

Yleensä varaston layout suunnitellaan siinä vaiheessa, kun tiloja aletaan suunnitella. Joskus voi käydä kuitenkin niin, että suunnitelma ei olekaan varteenotettava ja silloin täytyy tehdä uudentyyppinen layoutsuunnitelma jo olevassa olevaan tilaan. Uuden layoutin suunnittelu on tärkeää tietyin väliajoin, koska toimintatavat muuttuvat usein organisaatioissa. Tämä voi tarkoittaa vain yhden asian muuttamista, mutta yhden asian muuttaminen voi puolestaan muuttaa joissain tapauksissa koko layoutin. Pieniä tai isoja muutoksia voi tulla organisaatiosta riippumatta esimerkiksi tavarataloissa, varastoissa, tehtaissa ja myymälöissä. Muutokset layoutiin ovat siis todella yleisiä ja hyvän layoutin pääpiirteitä ovat joustavuus ja helppo muokattavuus. Joustavuus on hyvä asia sen vuoksi, ettei muutoksista syntyisi isoja kuluja, tai ettei muutos olisi esteenä työn etenemiselle. (Tersine 1985, 352.)

Isot muutokset layoutiin ovat tärkeitä päätöksiä ja niiden tulisikin sopia yrityksen kokonaisstrategiaan. Uutta layoutia ei ole kannattavaa suunnitella liian usein, koska se on työlästä ja vie paljon yrityksen resursseja. Uusi layout kannattaa suunnitella niin, että se olisi käytössä melko pitkään. (Tersine 1985, 353.)

Layoutin suunnitteluun kuuluu monenlaisia vaiheita. Näihin vaiheisiin vaikuttavat yleensä monet eri tekijät. Layout ei voi olla koskaan täydellinen, koska siinä joudutaan tekemään aina kompromisseja erilaisten ihmisten välillä. Layoutista voi kuitenkin ottaa hyödyn irti tekemällä oikeita kompromisseja, jotta oikeat osat saadaan toimimaan toistensa kanssa. (Tapiola J 2004, 36.)

5.5.1 Layoutin tehokkuus ja joustavuus

Layout-suunnittelussa on tärkeää saavuttaa mahdollisimman edullisesti tuotannon tavoitteet ja erittäin hyvä laatu. Layoutin tehtävänä on yhdistää tukevat toi-

minnot, koneet, työvoima, logistinen järjestelmä ja varastoalueet toisiinsa siten, että tuotantoketju on tarpeeksi kustannustehokas. (Tersine 1985, 352.)

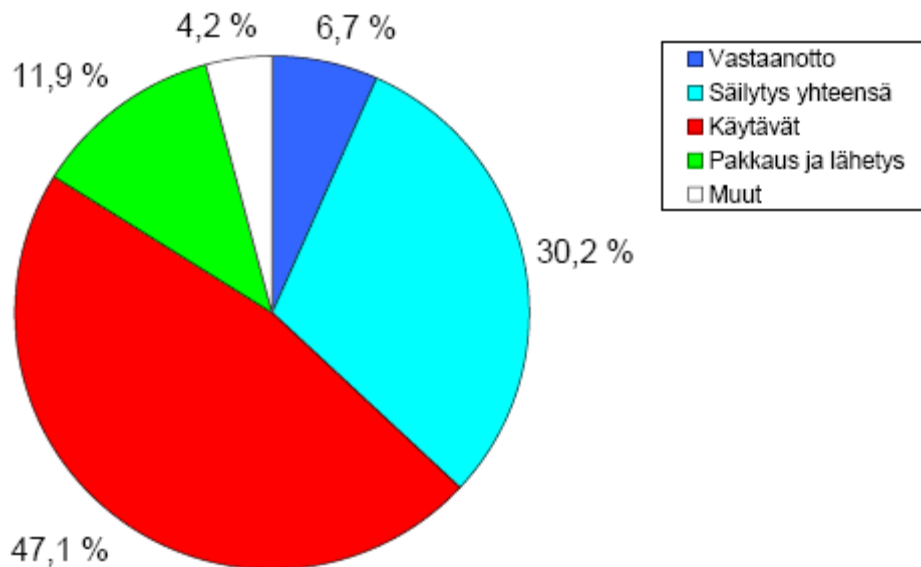
Edellä mainittuja toimintoja yhdistellessä, täytyy ottaa huomioon materiaalivirrat. Hyödyllistä olisi löytää sellainen varastotila, jossa materiaalia ei tarvitsisi liikuttaa pitkiä matkoja. Tämän vuoksi olisikin tärkeää, että toisiaan yhdistävät toiminnot olisivat melko lähellä toisiaan. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1993, 357.)

Layoutia suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon myös tärkeänä osana tulevaisuus. Jatkossa varmasti varastomäärät ja tuotetyypit muuttuvat yrityksen kasvassa tai pienentyessä. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1993, 357.) Layoutin muuntautumisen täytyy tällöin olla joustava. Hyvään layoutiin kuuluu monia ominaispiirteitä. Tärkeimpiin ominaispiirteisiin sisältyy, että kaikki merkittävät tekijät on huomioitu, tavaran liikuttelu on minimissään ja suunnittelu etenee selkeinä paloina. Tilojenkäytön tarvitsee olla mahdollisimman kustannustehokasta ja tämän ohella layoutin muuntumisen pitää tapahtua tehokkaasti ja joustavasti. On myös hyvä ottaa huomioon työntekijöiden turvallisuus ja tyytyväisyys. (Uusi-Rauva, Haverila & Kouri 1993, 357)

5.5.2 Layout-suunnittelun vaiheet

Layoutin suunnitteluun voidaan lukea neljä erilaista vaihetta. Vaiheet ovat materiaalin käsittelyn suunnittelu, rakennuksen suunnittelu, työpisteiden suunnittelu ja tukevien toimintojen suunnittelu. Uuden varaston rakentamisessa otetaan kaikki vaiheet huomioon. Rakennuksen ollessa jo pystyssä, rakennuksen suunnitteluvaihe jää tietenkin pois ja tämän myötä kolme muuta vaihetta korostuvat entisestään. Aivan uusi rakennus voidaan rakentaa siten, että tuotantovaiheen eri toiminnot on suunniteltu tarkasti, jonka jälkeen rakennus on mahdollista rakentaa haluttuun muotoon. (Tersine 1985, 357.) Kuvassa 3. esitellään, kuinka varaston pinta-ala yleisesti ottaen jakautuu.

VARASTOJEN PINTA-ALAN JAKAUTUMINEN



Kuva 4. Pinta-alan jakautuminen varastoissa (Wadelma raportti 2004).

5.6 Varastokäytävien mitoitus tietyille trukkityypeille

Varastoon suunniteltaessa hyllyjärjestystä täytyy ottaa huomioon työkäytävien mitoitus, jotta käytävillä työskentely on mahdollista. Trukit vaativat toimiakseen riittävän tilan ja trukkeja tarvitaankin yleensä liikuteltaessa painavia tavaramääriä varastoissa. Vastapainotrukit ja kylkitrukit, joissa kuljettaja ohjaa trukkia sisältä käsin, tarvitsevat aina työkäytävien mitoiksi vähintään kolme metriä. Käytävien tilaa säästettäessä muodostuu hyväksi vaihtoehdoksi pinontatrukki. Se tarvitsee toimiakseen vain kaksi ja puoli metriä korkeintaan. Pinontatrukki pystyy nostamaan jopa puolentoista tonnin suuruisia painolasteja ja siinä on pieni kääntösäde. Tavaraa se pystyy nostamaan aina viiden metrin korkeuteen asti. (Logistep kuvasto 2007.)

5.7 Turvallisuusasioita

Tärkeintä hyllyjen turvallisuuden kannalta varastossa on, että hyllyt on pystytetty oikeaoppisesti. Hyllystölle täytyy aina tehdä asennustarkistus ja tämän jälkeen hyllyjen kuntoa tulee koko ajan seurata. Hyllystöjen viimeisessä asennusvaiheessa tulisi tehdä törmäys- ja tunnelisuojausten, vaakapalkkien varmistimien, takatukien sekä taka- ja päätysuojaverkkojen asentaminen. Tämän lisäksi hyödynnetään erilaisia välipalkkeja, alustoja ja muita apulaitteita. Kuormituskilvet tulee asettaa erittäin näkyvälle paikalle ja työnjohton täytyy valvoa niiden painorajoituksia. Teknisestä turvallisuudesta on parasta huolehtia säännöllisillä tarkastuksilla. (kuormalavahyllyt ja työturvallisuus 2007.)

Tärkeimmät tarkastuskohteet teknistä turvallisuutta katsoen ovat seuraavanlaiset (kuormalavahyllyt ja työturvallisuus 2007):

- vaakapalkkien kuormitus, jossa hyllystön valmistajien tulee ilmoittaa käytettävä lavatyypin ja sallittu kuorma
- kuljetusreittien mitoitus, jossa mitoitus täytyy tehdä tarpeeksi leveäksi, jotta onnettomuuksien määrä pienenee. Tarkalla mitoituksella mahdollistetaan joustava ja turvallinen toiminta varastossa
- lattiat, joihin voi kohdistua erittäin suuria painopisteitä ja tämän myötä voi aiheutua lattian vajoamista, mikä johtaa hyllyn epätasapainoon
- pystypylväät, joihin trukit voivat osua usein
- tavaroiden sijoitus, jossa tarkastellaan materiaalin laittamista hyllyyn, etteivät tavarat tipu hyllystä työntekijöiden päälle
- valaistus, jossa tarkastellaan riittävää valon määrää, koska törmäykset voivat johtua usein pelkästään huonosta valaistuksesta. Valaisimet pitää sijoittaa oikein ja putsata säännöllisin väliajoin
- lavojen kunto, koska varsinkin puiset lavat menevät helposti rikki ja tämän seurauksena voi sattua tapaturma lavaa nostaessa.

6 TOTEUTUSOSA – LAYOUT-SUUNNITELMA

6.1 Nykyiset toimitilat

Masadia Oy:n nykyiset tilat sijaitsevat Kaarinassa. Täyden palvelun trukki- ja varastokalusteyritys on toiminut siellä vuodesta 1990 asti. Toimitilat ja tontti ovat aina olleet vuokralla. Yrityksellä on isolle tavaralle käytössä ainoastaan ulkovarasto. Varaston seininä toimivat pressut. Varaston pinta-ala on 300 neliometriä ja korkeutta on ainoastaan neljä metriä. Varastossa kuutiotilavuutta on 1200 neliometriä. Lavapaikkoja löytyy ainoastaan 60 kappaletta, koska varastossa on pääosin pitkää ja raskasta tavaraa, joten käytössä on ulokehyllyt. Ulkovarastossa käydessäni tutkimassa varaston tiloja ja sijoittelua, olin melko hämmentynyt. Selkeitä käytäviä ei ollut varastossa lainkaan. Varastohyllyt sijaitsevat melkein kokonaan varaston reunoissa sekä päädyssä. Varaston keski-alueella on tavaraa ja lavoja hajapaikoittain. Hyllypaikoissa ei ole selkeää merkintäsystemiä eli niitä ei ole merkitty numeroin tai kirjaimin.

Varaston epäjärjestelmällisyys johtuu pääasiassa siitä, että varastossa ei ole yhtään päätoimista varastotyöntekijää. Ulkovarastossa tapahtuvat työt hoitavat muut työntekijät omien töidensä ohella. Trukilla liikkuminen varastossa on hankalaa ja monia tavaroita täytyy useimmiten siirtää päästessään oikean tavaraluokse. Tiettyä tavaraa etsiessä voi mennä todella paljon aikaa, koska tavarat eivät välttämättä ole aina samassa paikassa johtuen puutteellisesta merkintäjärjestelmästä ja tilanahtaudesta. Suurin osa varaston kustannuksista syntyy tavarankeräilystä, joten tässä tapauksessa kustannustehokkuutta saadaan parannettua huomattavasti jo pienilläkin muutoksilla. Epäjärjestelmällisyys ei myöskään näytä hyvältä asiakkaan silmissä. Esimerkiksi asiakkaan tullessa hakemaan tiettyä tavaraa paikan päältä lyhyellä varoitusajalla, voi asiakas joutua odottamaan pidemmänkin aikaa, koska asiakkaan tavaraa ei välttämättä löydy varastosta nopeasti. Tavara voi myös olla sijoitettu hankalaan paikkaan vahingossa. Epäjärjestelmällisyys ja tilanahtaus tuottavat eniten ongelmia nykyisissä varaston tiloissa. Tavaroiden siirtelyyn on käytetty vastapainotrukkia, työntö-

mastotrukkia tai pinoamisvaunuja riippuen tavarán määrástá ja painosta. Tavarán tilauksen saapuessa pyritáán keráily suorittamaan vähintáán páiváá ennen tavarantoimitusta sen vuoksi, että tavarat ovat varmasti valmiina kuljetuksen saapuessa, koska ikiná ei voida tietáá, kuinka kauan keráilyyn tarkalleen ottaen menee aikaa. Tilausten mááráat vaihtelevat yhdestá tilausrivistá kolmeenkymmeneen. Paljon on siis parannettavaa, sekä opittavaa varastotyöskentelystä ja tämän vuoksi osa teoria-osuudesta käsitteleekin varastointia. Seuraava kuva näyttáá, minká tyylinen varasto yrityksellä on tällä hetkellä. Tämä kuva ei ole Masadia Oy:n varastosta otettu, mutta on ulkomuodoltaan samankaltainen.



Kuva 5. Ulkovarasto (PRO varasto 2011).

Toimisto- ja sosiaalitalaa on tällä hetkellä vain 78 neliömetriá, mikä on työntekijöiden mielestá erittäin huono asia, koska kaikilla ei ole omaa toimistoa ja tämän myötä puhelimesta puhuminen asiakkaiden kanssa háiritsee muiden työntekijöiden työntekoa. Kokoushuone on myös todella pieni ja sinne ei mahdu kuin maksimissaan kahdeksan ihmistä kerrallaan.

Pientavaravarastossa on 70 neliömetriá tilaa ja se sijaitsee samassa rakennuksessa kuin toimisto- ja sosiaalitalat. Nimikkeitá tássä varastotilassa on useita satoja, koska sinne varastoidaan kaikki varaosat aina trukkien varaosista hyllystöjen ruuveihin. Laatikkopaikkoja on tällä hetkellä 300 kappaletta. Pientavaravarasto on paljon selkeámpi kuin ulkovarasto, koska siellä tavaroiden paikat on merkitty pientavarahyllyissä numeroilla ja kaikki tavarat ovat hyllyissä. Tietokoneelta nákee helposti, minká numeron kohdalla kukin tavara sijaitsee. Yrityksen lisáttá tuotevalikoimaansa alkaa pientavaravarastostakin loppua hyllypaikat.

Huoltotila sijaitsee pientavaravaraston vieressä ja siinä on pinta-alaa 50 neliömetriá. Juteltuani huoltomiehen kanssa ymmársin, että tilat ovat liian pienet tehokkaaseen työskentelyyn. Hän joutuu työskentelemáán todella ahtaassa tilas-

sa, koska huoltotilassa on tavaraa paljon ja huollossa olevat trukit vievät tilaa melko paljon. Hän toivoi, että uudet huoltotilat tulisivat olemaan ainakin kaksi kertaa isommat ja vähän korkeammat. Korkeutta oli tällä hetkellä vain 3,5 metriä.

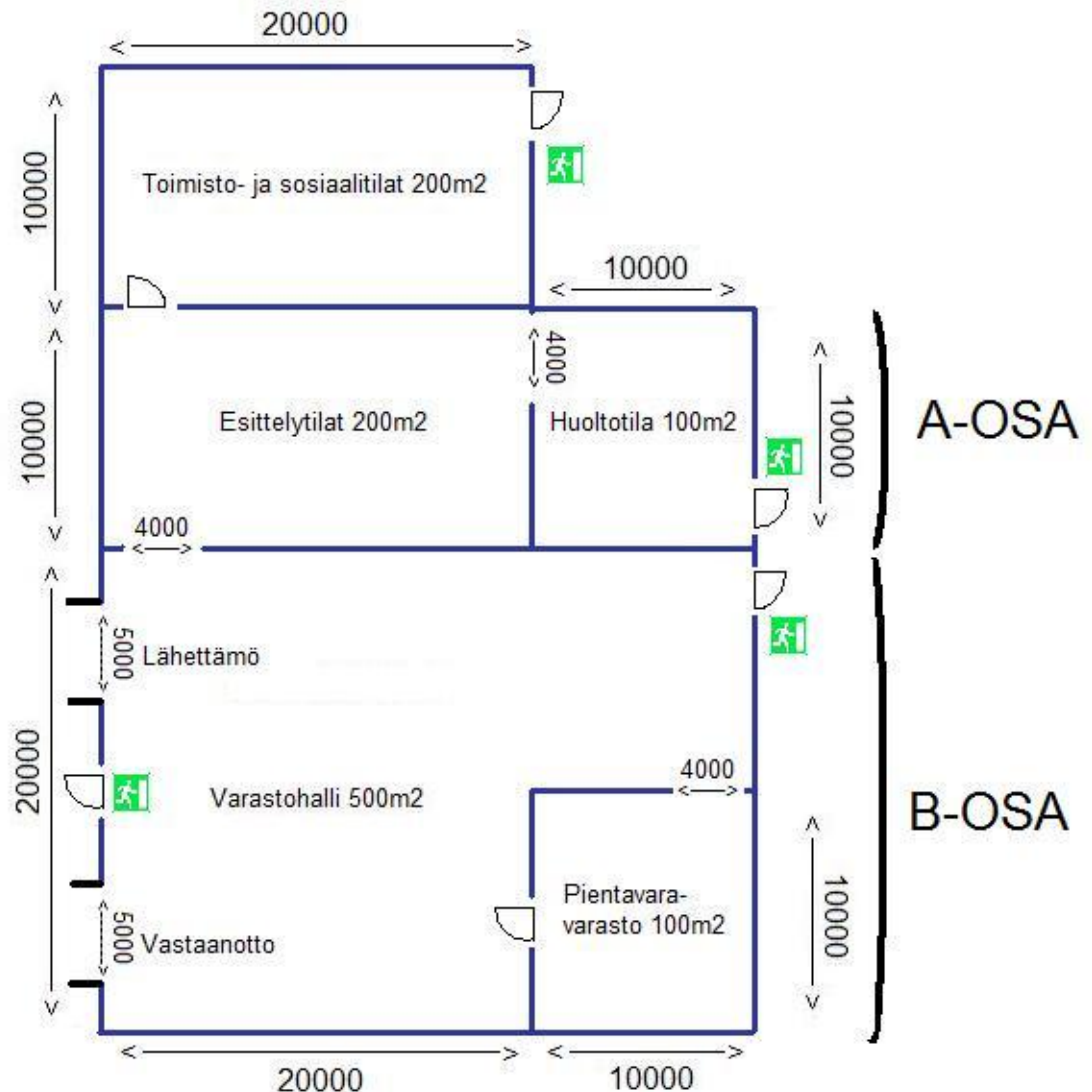
Trukkien esittelytila sijaitsee naapuriyrityksen tiloissa, koska omat tilat loppuivat kesken. Niissä tiloissa ei voi ajaa trukkien kanssa tai näyttää hyvin, miten truकेilla nostetaan tavaraa hyllyihin. Trukkeja voi pääasiassa tutkia vain ulkoisesti. Toimeksiantaja toivoikin uusin toimitiloihin ison ja kunnollisen esittelytilan, jossa asiakkaat voivat rauhassa ajella trukkien kanssa ja nostaa tavaraa hyllyyn. Näin he saavat realistisen kuvan trukkien erilaisista toiminnoista.

6.2 Tulevat toimitilat

Tärkeimmät syyt uusien toimitilojen rakentamiselle on Masadia Oy:n liikevaihdon kasvu ja tämän myötä toimitusten lisääntyminen. Nykyisten toimitilojen kapasiteetti ei enää riitä varastoimaan uusia tuotteita, vaan yrityksen on löydettävä tontti uusille toimitiloille. Yritys on ollut vuokratiloissa yli 20 vuotta, joten nyt he haluavat rakennuttaa omat toimitilat. Uusille toimitiloille etsitään koko ajan uutta tonttia Kaarinasta ja sen lähialueelta. Yritys haluaa, että uusille toimitiloille löydetäisiin paikka Kaarinasta vanhojen toimitilojen lähistöltä, koska nykyinen sijainti on erittäin hyvä, sillä yritys sijaitsee moottoritien varrella. Kuljetusyhteydet ja saavutettavuus ovat siis todella hyvät.

Uuden sisävaraston pinta-alaksi mietimme toimitusjohtajan kanssa 900 neliömetriä. Varaston korkeus tulisi olemaan kuusi metriä, joten uudeksi kuutiotilavuudeksi tulisi 5400 kuutiometriä. Vanhassa päävarastossa tilaa on 260 neliömetriä ja uudessa tilaa tulee olemaan 500 neliömetriä, eli päävaraston koko kasvaa lähes kaksinkertaiseksi. Tällöin kaikki tavarat pystytään hyllyttämään järkevästi. Sisävarasto tulisi pitämään sisällään varastohallin, pientavaravaraston, esittelytilan ja huoltotilan. Sisävaraston kylkeen erilliseksi siiveksi tulisi toimisto- ja sosiaalityilat. Erillisen siiven pinta-alaksi toimitusjohtaja toivoi 200 neliömetriä. Tulevassa varastossa lavapaikkojen määrä voidaan kaksinkertaistaa halutessa ja ulokehyllyjen määriä voidaan lisätä huomattavasti järkevällä

layoutilla. Varastopuolta on tarpeen tullessa mahdollista laajentaa varaston B-osan alareunasta eteenpäin. Kuvassa 5 on esitelty uusien toimitilojen pohjapiirros, jonka piirsin toimitusjohtajan ja työntekijöiden toiveiden mukaisesti.



Kuva 6. Tulevien toimitilojen pohjapiirros

6.3 Tunnistustekniikan valinta

Tällä hetkellä varastossa ei ole käytössä mitään selkeää merkintäjärjestelmää eli tunnistustekniikkaa. Toimitusjohtaja halusi minun vertailevan työn teoriaosuudessa uusia vaihtoehtoja uuteen varastoon. Uudella tekniikalla voitaisiin parantaa varaston toimintaa. Toimitusjohtaja innostui aluksi viivakooditekniikas-

ta, jossa tuotteet luettaisiin viivakoodilla ennen hyllytystä. Yrityksestä saamani tiedon perusteella uusi tekniikka tulisi liian kalliiksi heidän tämänhetkistä rahatilannetta ajatellen. Tarkempia taloustietoja yritys ei halua tuoda julki. RFID-tekniikka tulisi maksamaan vielä enemmän ja se ei ole yritykselle tarpeellinen, koska tavaroiden seuranta kuljetusprosessin aikana ei katsota tarpeelliseksi. Päätimme yhdessä yrityksen johtokunnan kanssa, että uudessa varastossa tullaan jatkamaan vanhalla varastokirjanpitojärjestelmällä. Uuden varaston rakentaminen tulee erittäin kalliiksi, joten tiettyjä rahallisia menoja on karsittava taloudellisen tilanteen ollessa tiukka. Viivakooditekniikkaa ei kuitenkaan suljettu kokonaan pois, vaan yrityksen johtokunta ajatteli, että se otettaisiin jossain vaiheessa käyttöön, kun taloudellinen tilanne antaa myöden. Päädyimme kahdesta erilaisesta tunnistetekniikasta viivakooditekniikkaan sen yksinkertaisuuden, toimivuuden ja edullisemman hinnan vuoksi.

6.4 Varastojärjestelmän valinta

Tarkastelin erilaisia hyllytysmenetelmiä paljon ja päädyin seuraavaan ratkaisuun. Tulevassa varastossa tulee B-osan puolella olemaan pääosin käytössä ulokehyllyt, koska B-osan puolelle tullaan varastoimaan enimmäkseen pitkää tavaraa, kuten kuormalavahyllyn pylväselementtejä. Elementit ovat pisimmillään kahdeksan metriä pitkiä, joten tutkimusteni perusteella ulokehyllyt ovat tehokkain varastointitapa. Varastoitava pitkä tavara on helppo lastata ulokkeiden päälle ja ulokkeet kestävät raskaita painolasteja hyvin. Ulokehyllyt ovat hyvä valinta, koska ne mahdollistavat seinäkiinnityksen, lattiakiinnityksen ja ne voivat seisoa myös vapaasti varastossa. Teoriaosuudessa kerroin ulokehyllystä tarkemmin.

B-osan puolella tullaan käyttämään ulokehyllysten lisäksi kuormalavahyllyjä, joille varastoidaan pienempää tavaraa, kuten arkistohyllyjä ja muita kalusteita. Kuormalavahyllyt valitsin siksi, että hyllyt on helppo mitoittaa omiin tarpeisiin sopiviksi ja ne kestävät hyvin painoa, jopa 1000kg/lavapaikka.

B-osan puolella tulee olemaan myös pientavaravarasto erillisenä tilana, koska Masadia Oy:ssä suurimman osan nimikkeistä muodostaa trukkien varaosat ja

hyllyjen ruuvit eli pientavarat. Siellä tulee olemaan käytössä kevytpalkkihyllyt, joissa tulee olemaan paksut muoviset ottolaatikot. Nämä laatikot kestävät isompaakin painoa, joita pientavaroiden suuresta määrästä johtuen, varmasti syntyy. Kevytpalkkihylly on hyvä valinta, koska se on halpa ja kestävä hyllymuoto. Tavaroiden keräily hyllyistä voidaan suorittaa ilman minkäänlaisia apuvälineitä esimerkiksi trukkeja.



Kuva 7. Kevytpalkkihylly (Masadia Oy 2011).

6.5 Layout-suunnitelma

Alkaessani suunnitella uuden varaston layoutia, mietimme yhteyshenkilöni kanssa varaston korkeutta, jotta tila saataisiin hyödynnettyä tehokkaasti. Varaston korkeudessa päädyin 6 metriin, joten ylin korkeus ulokehyllystöjen ulokkeille voidaan tällöin sijoittaa viiteen metriin. Varastoon tulee myös kaksi käytävää kuormalavahyllyjä ja niiden ylin vaakapalkki tullaan sijoittamaan 4,5 metriin, jotta ylimmän vaakapalkin päälle saadaan nostettua metrin korkuisia lavoja. Näin korkeus saadaan hyödynnettyä erittäin hyvin. Käytävälevyksiä tuli myös alussa pohdittua paljon, koska käytävät ovat tärkeä mitoittaa hyvin, jotta työskentely olisi turvallista käytävillä ja tila ei kävisi liian ahtaaksi. Käytävälevydeksi suunnittelin kolme metriä, jotta käytävällä mahtuu työskentelemään trukin kanssa. Hyllypaikkojen määrän pitäisi lisääntyä huomattavasti uudessa varastossa ja tämän tulee mahdollistamaan lähes kaksinkertainen pinta-ala verrattuna nykyi-

siin tiloihin. Yrityksen yhteyshenkilö toivoi myös mahdollisimman selkeää hyllyjen sijoittelua varastoon, koska nykyinen varasto on todella sekava. Mietin layout-suunnittelun alussa, että toimiva ja selkeä layout tulisi mahdolliseksi materiaalivirtoja tutkien ja hyödyntäen. Tavarankulutteluun käytettävät matkat tulisi saada melko pieneksi uudessa varastossa. Tämä onnistuu, koska olen suunnitellut uudesta varastosta toimivan ja kompaktin.

Aloitin suunnitelman teon miettimällä tilojen järjestelyä tavaravirran perusteella. Vertailin erilaisia läpivirtaussuuntia keskenään ja niiden hyötyjä ja haittoja. Suunnat olivat läpivirtaus, kulmavirtaus ja U-virtaus. Valitsin läpivirtaussuunnaksi U-virtauksen, koska se sopii parhaiten uuden varaston pohjaratkaisuun ja U-virtauksessa ei tarvitse läheskään niin isoa pihatonttia käyttöön kuin kulmavirtauksessa ja läpivirtauksessa. Tässä virtauksessa suurimman ottotiheyden tuotteet eli A- ja B-ryhmän tuotteet ovat lähellä lähettämöä eli alla olevan kuvan ylemmän lastauslaiturin vieressä. Näiden ryhmien tuotteiden siirtomatka on lyhyt, kun tavaraa lähdetään keräämään ja toimittamaan lähettämöön. C-ryhmän tuotteet puolestaan sijaitsevat lähellä vastaanottoa eli kuvassa olevan alemman lastauslaiturin vieressä, koska niissä on pienempi ottotiheys ja niiden siirtomatka voi tämän perusteella olla pidempi.

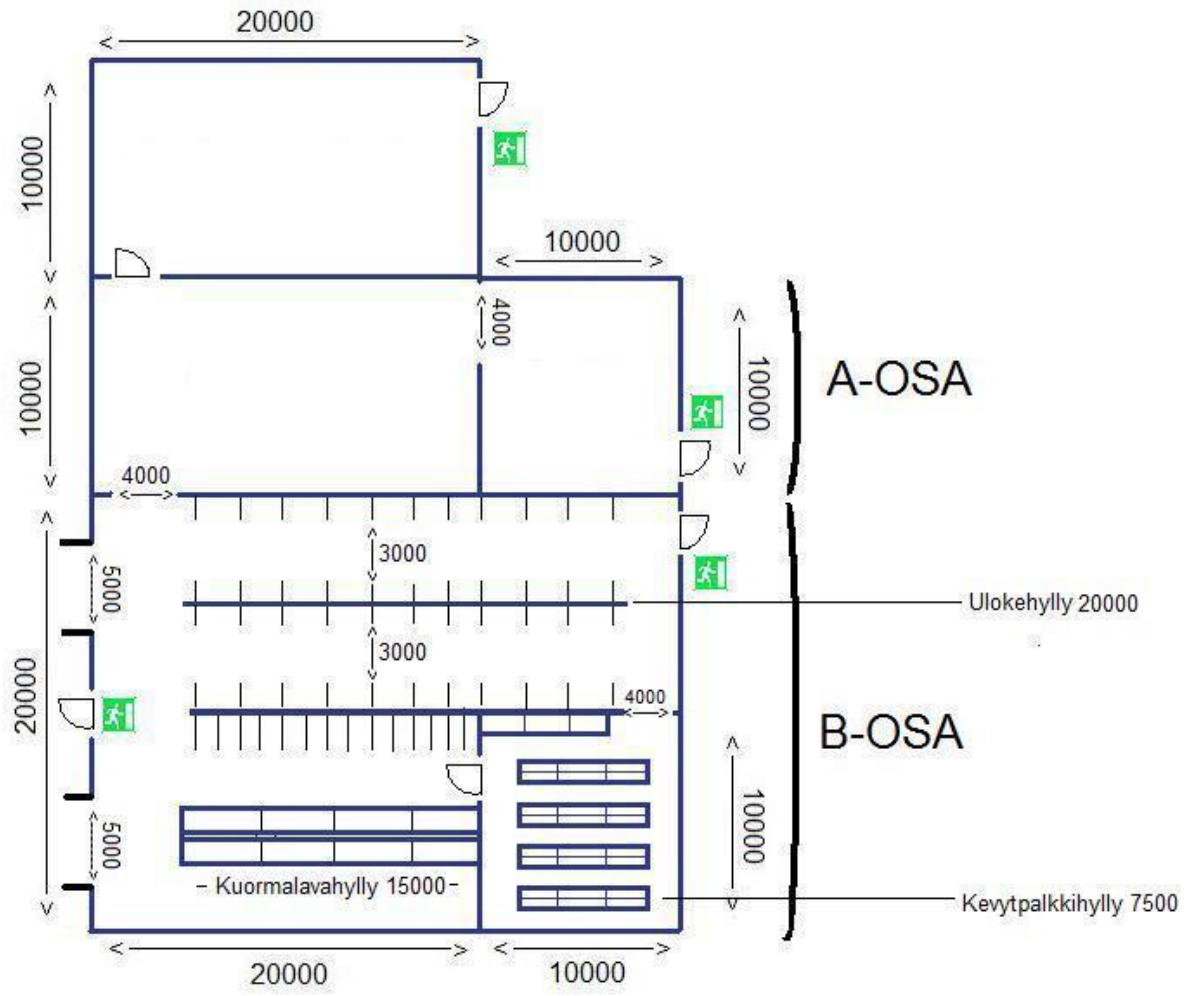
Suunnittelussa sijoitin varaston B-osaan eli varastohallin puolelle kaikki hyllyt poikittain rakennuksen pituussuuntaan nähden, jotta sain tilan hyödynnettyä hyvin ja tämän myötä sain tavoitteellisesti käytävien leveydeksi kolme metriä, jolloin käytävällä mahtuu työskentelemään yksi kylkitrucker kerrallaan. Yhtä truckia enempää ei tarvitakaan käytävällä samanaikaisesti, koska tavaroiden toimitusmäärät ovat yrityksessä melko alhaiset, eikä ruuhkapiikkejä tämän vuoksi pääse syntymään. Sijoitin ulokehyllyt lähimmäksi lähettämöä, koska ulokehyllyille sijoitettavat tavarat tulevat olemaan A- ja B-ryhmän tuotteita eli erilaisia varastohyllypalkkeja. Ulokehyllyjen ulokkeiden pituus varastossa tulee olemaan lähes kaikissa hyllyissä 1 metri. Yhdessä hyllyssä tulee olemaan 1,5 metriset ulokkeet, kuten alla olevasta kuvasta voimme nähdä. Nämä pituudet ovat todettu hyväksi ratkaisuksi vanhassa varastossa ja sopivat erittäin hyvin uuteen pohjaratkaisuun, joten en lähde ulokkeiden pituuksia muuttamaan suuntaan tai toi-

seen. Ulokkeet ovat neljässä hyllyssä 2 metrin väleillä toisistaan, koska näihin hyllyihin sijoitetaan pisimpiä varastoitavia hyllypalkkeja. Yhdessä hyllyssä ulokkeet ovat metrin väleillä toisistaan, koska tälle hyllylle laitetaan lyhyimmät varastoitavat hyllypalkit. Lyhyimmät hyllypalkit ovat B-ryhmän nimikkeitä ja sijaitsevat siksi alla olevassa kuvassa kauempana lähettämöstä kuin varastoitavat pidemmät hyllypalkit. Ulokehyllyissä on viisi tasoa, joista alimmainen taso on puolen metrin korkeudella ja seuraavat neljä tasoa ovat metrin välein. Ylin taso on siis 4,5 metrin korkeudella. Ulokehyllyjen pituus uudessa varastossa tulee olemaan 20 metriä. Nykyisessä varastossa ulokehyllyjä on kaksi kappaletta, uudessa viisi. Ulokehyllyjen määrä uudessa varastossa on siis yli kaksinkertaistunut verrattuna nykyiseen varastoon. Varastohyllyt voidaan sijoittaa selkeästi uuteen varastoon, kuten kuvasta näkee ja tyhjääkin tilaa jää hyllyihin, ajatellen tulevaisuuden nousevia toimitusmääriä ja tämän myötä varastoinnin kasvua.

Kuormalavahyllyjen vaakapalkkien mitoiksi mietin muutamia eri vaihtoehtoja. Päädyin lopulta vaakapalkin pituudessa 3,3 metrin mittaan, koska tällöin yhdelle vaakapalkille mahtuu vierekkäin kolme Fin-lavaa ja pylväselementtejä on käytössä vähemmän kuin lyhyemmässä vaakapalkissa. Vanhassa varastossa on vain kaksi lavaa vierekkäin yhdellä vaakapalkilla. Yrityksessä on käytössä Fin-lavat, koska niiden päälle mahtuu sopivasti varastoitavat arkistohyllyt. Euro-lava olisi vähän liian kapea arkistohyllyille. Tulevaisuudessa Fin-lavat luultavasti poistuvat kokonaan markkinoilta ja yritys joutuu siirtymään eurolavojen käyttöön. Jos varastoitavien tavaroiden paino lisääntyy tulevaisuudessa huomattavasti, pitää kuormalavahyllyissä siirtyä käyttämään lyhyempiä palkkeja, jottei palkin kuormitus kasvaisi liian isoksi. Jos olisin valinnut lyhyemmän vaakapalkin, se olisi tuonut 15 kappaletta vähemmän lavapaikkoja varastoon. Kuormalavahyllyissä tulee olemaan neljä tasoa joista alin on lattiatasossa ja muut 1,5 metrin väleillä toisistaan. Ylin taso siis sijoitetaan 4,5 metrin korkeudelle. Hyllyn pituus tulee olemaan 15 metriä, minkä voimme nähdä alla olevasta kuvasta. Päätyelementit sijoitetaan puoli metriä korkeammalle turvallisuuden takia, jottei hyllyjen päädyistä pääsisi tippumaan tavaraa. Kahden hyllypylvään väliin saadaan siis mahtumaan yhteensä 12 lavaa. Hyllyvälejä varastossa tulee olemaan kymmenen, joten lavapaikkoja uudessa layoutissa on yhteensä 120 kappaletta.

Hyllyt ovat toisistaan katsottuna vastakkain. Lavapaikkojen määrä lähes kaksinkertaistuu ja alussa asetettuihin tavoitteisiin päästiin lavapaikkojen määrän suhteen. Yritykselle tämä määrä on riittävä, sillä kuormalavoilla varastoitavaa tavaraa on suhteellisen vähän muuhun varastoitavaan tavaraan nähden.

Pientavaravarastossa hyllyt on sijoitettu myös poikittaissuuntaisesti yrityksen pituussuuntaan nähden, koska pitkittäissuunnassa hyllypaikkoja olisi tutkimus-ten mukaan tullut 25 kappaletta vähemmän, johtuen ovien sijainneista. Tässä varaston osassa tulee olemaan käytössä kevytpalkkihyllyt, koska ne ovat kestäviä ja eivät vie tilaa paljoakaan. Pientavarahyllyt hylkäsin sen vuoksi, koska ne eivät tulisi kestäväksi pientavaroista muodostuvaa painoa. Vaakapalkin pituudeksi valitsin 2,5 metriä, koska hyllyihin tulevat laatikot ovat 0,45 metriä leveitä, joten laatikoita mahtuu yhdelle palkkilevyllä viisi vierekkäin. Hyllyissä tul- laan käyttämään paksuja muovisia laatikoita, jotka kestävät isompaakin painoa. Hyllyn syvyydeksi tulee 1 metri, joten syvyyden puolesta saadaan kaksi laatik- koa vierekkäin, eli hyllyn kummallekin puolelle tulee siis yksi laatikko. Hyllyn pituudeksi tulee 7,5 metriä, jonka voimme nähdä alla olevasta kuvasta. Hyllyyn suunnittelin neljä tasoa, joista alin on lattiatasolla ja seuraavat tasot 0.65 metrin väleillä toisistaan. Ylin taso on näin ollen 1.95 metrin korkeudella, jotta laatikon pystyy nostamaan ylimmältä tasolta ilman sen suurempia apuvälineitä. Paina- vimmat laatikot sijoitetaan alimmille tasoille, jotta ylhäältä ei tarvitse nostaa kuin kevyempää pientavaraa. Yhteensä laatikkopaikkoja pientavaravarastossa tulee olemaan 540 kappaletta, mikä on 200 kappaletta enemmän kuin vanhassa va- rastossa. Pientavaran lisääntyessä lähitulevaisuudessa, voidaan myös laatikko- paikkoja lisätä nostamalla kevytpalkkihyllyjen korkeutta.



Kuva 8. Tuleva layout

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Opinnäytetyön ensimmäisenä ja tärkeimpänä tavoitteena oli suunnitella tuleviin toimitiloihin selkeä varaston layout. Melko hankalaa suunnittelusta teki sen, että uuden varaston pohjapiirrosta ei oltu vielä suunniteltu kunnolla valmiiksi, oli vain alustavat tiedot pohjapiirroksesta, jonka piirsin saamieni tietojen perusteella. Välillä oli myös vaikeaa rajata asioita, jottei työhön tulisi tekstiä, mikä sivuaa työn varsinaista aihetta. Layout tehtiin tutkimalla vanhan varaston heikkouksia sekä materiaalivirtoja apuna käyttäen. Varastosta toivottiin selkeää ja toimivaa. Onnistuin mielestäni hyvin, koska varastosta tuli käytännöllinen ja toimiva. Varaston tila käytettiin hyvin hyödyksi leveyden ja korkeuden puolesta. Työkäytävistä tuli riittävän leveitä trukin toimintaa ja työturvallisuutta ajatellen. Layoutin suunnittelussa käytin apuna lukuisia kirjallisia materiaaleja ja omaa kokemustani varastoalalta. Masadia Oy:n on helppo valita ja asentaa suunnittelemani hyllyjärjestelmät varastoon, koska yrityksen erikoisosaamista on varastohyllyjen maahantuonti. Sama koskee trukkien valintaa uuteen varastoon. Luonnostelin layout-suunnittelun alussa muutamia erilaisia layoutratkaisuja, mutta turvauduin työssäni yhteen vaihtoehtoon, koska se tuntui toimivalta ja selkeältä vaihtoehdolta varaston käyttötarpeita ajatellen. Layoutin tekemisessä tuli yllätyksenä, kuinka monta erilaista asiaa tulee ottaa huomioon suunnitelmaa tehdessä.

Työn toisena tavoitteena oli tehdä lyhyehkö varastoinnin opas yrityksen työntekijöille. Kerroin työn alussa varastoinnin tarkoituksesta ja varaston tärkeimmistä toiminnoista, koska toimeksiantaja toivoi henkilökunnan saavan tietoa näistä asioista siksi, että varastointi tulee olemaan tärkeässä roolissa uusien toimitilojen valmistuttua. Olen saanutkin jo positiivista palautetta tästä asiasta työntekijöiltä. Osana varastoinnin opasta vertailin muutamaa suosittua tunnistetekniikkaa keskenään. Opinnäytetyön tekohetkellä, ei yrityksellä ollut taloudellisia resursseja ottaa käyttöönsä mitään esittelemistäni tunnistustekniikoista. Suunnitelmien mukaan tulevaisuudessa tullaan kuitenkin ottamaan uudessa varastossa käyttöön tunnistetekniikoista viivakooditekniikka sen hintalaatusuhteen vuok-

si. Toivon, että opinnäytetyötäni pystytään hyödyntämään mahdollisimman paljon uusien toimitilojen valmistuessa.

LÄHTEET

Ackerman, K. B. 1997. Practical Handbook of Warehousing. Fourth Edition Boston: Kluwer academic Publishers.

Bowersox, D. J., Closs, D. J. & Cooper, M. B. 2010. Supply Chain Logistics. Management. Third Edition. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.

Gourdin, K. 2006. Global logistics management – A competitive advantage for the 21st. century. Toinen painos. Yhdysvallat: Blackwell Publish.

Grant, D. B., Lambert, D. M., Stock, J. R. & Ellram, L. M. 2006. Fundamentals of Logistics Management. European Edition. New York: McGraw-Hill Education. (UK) Limited.

Hokkanen, S.; Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2002. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.

Hokkanen, S.; Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2004. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.

Jungheinrich Hyllyjärjestelmät. Viitattu 5.5.2011 <http://www.teumatec.fi/hyllyjarjestelmat.html>.

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

Karrus K. E. 2001. Logistiikka. Juva: WSOY.

Kuormalavahyllyt ja työturvallisuus2007. Viitattu 2.9.2011 http://tyosuojelujulkaisut.wshop.fi/documents/2007/09/TSO_25.pdf.

Logistep Oy kuvasto. 2007. Katalogi 2007.

Masadia Oy 2011. Viitattu 23.9.2011 <http://www.masadia.fi/kevytpalkkihyllyt>.

Pouri, R. 1983b. Varastojen suunnittelu. Helsinki: Oy Rastor Ab.

Pouri, R. 1997. Businesslogistiikka. Suomen logistiikkayhdistys.

PRO varasto 2011. Viitattu 20.9.2011 <http://google.fi/ulkovarasto>.

Ray, R. 2010. Supply chain management for retailing. New Delhi: Tata McGraw-Hill.

RFID 2011. Wikipedia. Viitattu 13.9.2011 <http://fi.wikipedia.org/wiki/RFID>.

Rinta-Runsala, E. & Tallgren, M. 2004. RFID-tekniikan hyödyntäminen asiakkuuden hallinnassa, Espoo: VTT Tietotekniikka.

Sakki, J. 2001. Tilaus-toimitusketjun hallinta. 4., uudistettu painos. Espoo: Hakapaino Oy.

Suomen Kuljetusopas 2010. Pakkaaminen. Viitattu 10.4.2011 www.kuljetusopas.com > Varastointi.> Pakkaaminen.

Tapiola, J. 2004. Tuotantohallin layout-suunnitelma. Kauhava: Opinnäytetyö.

Tersine, R. 1985. Production /Operations Management: Concepts, structure & analysis. Second edition. New York. Elsevier Science Publishing Co.

Thomas, R. 2008. RFID 100 Success Secrets - 100 Most Asked Questions. Australia: Emereo Pty Ltd.

Uusi-Rauva, E., Haverila, M. & Kouri, I. 1993 Teollisuuslaitos. Ensimmäinen painos. Tampere; Tammer-Paino.

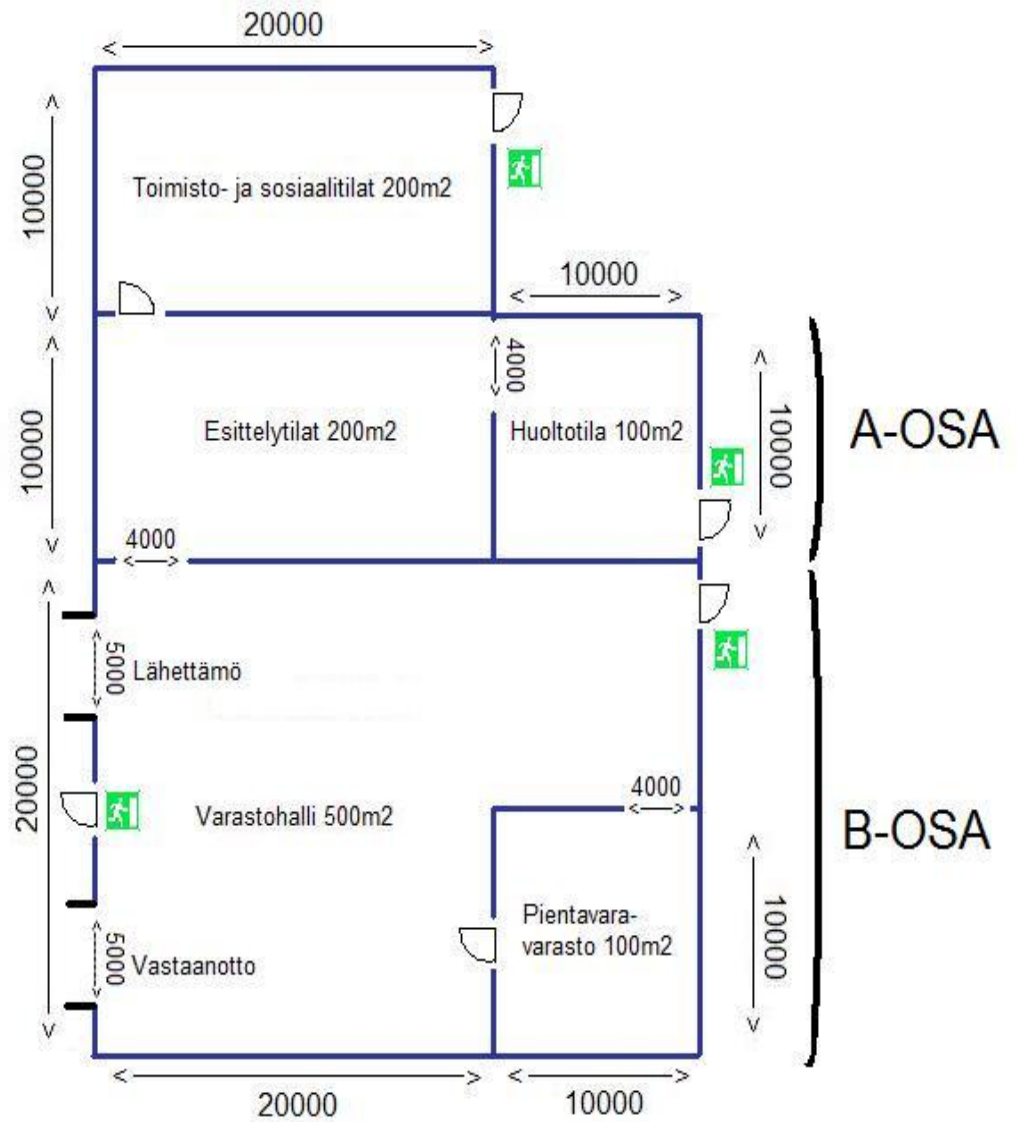
Vilka, H. & Airaksinen, T. 2003. Toiminnallinen opinnäytetyö. Helsinki: Tammi

Viestinvälitys- ja logistiikkapalvelut. Viitattu
11.5.2011 http://www.edu.fi/viestinvalitys_ja_logistiikkapalvelut/kasitteet.

Wadelma raportti 2004. Viitattu 11.5.2011 http://www.valo-ohjelma.fi/Wadelma/Wadelma_WMS.pdf.

Wenco lagerteknik Ab 2011. Viitattu 18.5.2011
<http://www.wencolagerteknik.se/fi/Varastokalusteet/Ulokehyllyt>.

Liite 1. Masadia Oy:n tulevien toimitilojen pohjapiirros



Liite 2. Tuleva layout

