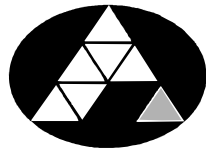


POHJOIS-KARJALANAMMATTIKORKEAKOULU
Kone-jatuotantotekniikankoulutusohjelma

VilleTurunen

VARASTONMATERIAALINKÄSITTELYNKEHITTÄMINEN

Opinnäytetyö
Toukokuu2012



POHJOIS-KARJALAN
AMMATTIKORKEAKOULU

OPINNÄYTETYÖ
Toukokuu2012
Kone- ja tuotantotekniikan koulu-
tusohjelma

Karjalankatu3
80200JOENSUU
p.(013)2606800

Tekijä
VilleTurunen

Nimeke
Varastonmateriaalinkäsittelykehittäminen

Toimeksiantaja
AbloyOy

Tiivistelmä

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää uuden keskusvaraston materiaalin hallintaa ja käsittelyä ja luoda varastoon toimiva keräilyjärjestelmä. Varastoarvojen ollessa merkittävä osa materiaalin läpivirtausaika, on varaston kehittämiseen käytettävä resursseja enenevässä määrin. Keräilypuolestaan modernitapahallitavara-astotulosvirtaavaa materiaalia ja erinomainen tapa hallitua ssa tapauksessa jatkokäsittelyihin syntyviä väli-japistevara-astoja.

Opinnäytetyö rajattiin koskemaan vain varaston fyysisen alueen sisällä tapahtuvia toimintoja. Keräilyn liittyessä olennaisesta myöskin kokonpano-japakkausprosesseihin, tehtiin sen kohdalla poikkeusrajaukseen.

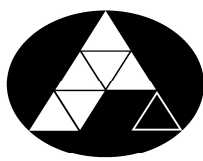
Työssä käydään läpi vastaavanlaiseen projektiin tarvittavaa teoriaa. Logistiikan perusteet, varastoinnin osat, alueet ja materiaalin hallinta ovat tärkeä osa työssä tarvittavaa tietoa. Keräilyprosessiin ja sen apuvälineisiin tutustutaan syvällisemmin ja työ antaa tietoja vastaavan prosessin perustamisesta. Ergonomian ollessa tärkeä osa jokaisen työntekijän arkea, on siihen paneuduttu erityisesti nostotyötä ja tuotantotilojen työoloja silmällä pitäen.

Työn tuloksena syntyy toimiva keskusvarasto, jossa varastoitava materiaali ei jää kassattamaan läpivirtausaika, vaan virtaa sujuvasti keräilyn avustamana eteenpäin tilaus-toimitusketjussa. Työn jälkeen keräilyjärjestelmän uudostuu osaksi toimitusprosessia ja parantaa kokonpanon työskentelyntehokkuutta.

Kieli
suomi

Sivuja 66

Asiasanat
materiaalinkäsittely, keräily, varastointi



NORTH KARELIA
UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES

THESIS
May 2012
**Degree Programme in Mechanical and
Production Engineering**

Karjalankatu 3
FIN-80200 JOENSUU
FINLAND
Tel. 358-13-2606800

Author
Ville Turunen

Title
Development of Warehouse Materials Handling

Commissioned by
Abloy Oy

Abstract

The goals of this study were to establish a functional and effective order picking process and develop the existing warehouse processes and control of inventory. As storage values are a major factor in improving material throughput times, there is an increasing need to direct resources into warehouse development. Order picking is a modern way of controlling the outbound flow of material in a storage facility and in addition it is an excellent way of removing excessive and unwanted point-of-use storages from sequential processes.

The outlines of this study could be set on the physical perimeters of the hub storage in question on the exception of the order picking, which had to reach out to field of assembly and packaging.

The basics of logistics, inventory control and typical warehousing types and techniques create the basis of the study. Order picking techniques and equipment are reviewed in greater detail and the study will give the reader a better understanding of the information needed for establishing a similar order picking process. In addition, ergonomics related closely with storage area work is discussed.

The study will help establish a well balanced hub storage with an efficient order picking process in operation. The order picking process will be integrated into the supply chain and it will improve the overall efficiency of the assembly area.

Language
Finnish

Pages 66

Keywords
materials handling, order picking, warehousing, inventory control

Sisältö

Tiivistelmä	
Abstract	
1 Johdanto	5
1.1 Työntarkoitus.....	5
1.2 Abloy Oy.....	6
4 Logistiikka	7
4.1 Mitä on logistiikka?	7
4.2 Varastointi	8
4.2.2 Miksivarastoidaan?	9
4.2.3 Varastomuodot.....	10
4.2.4 Varastotoiminnot	13
4.2.5 Varastonjavarastopaikkojen järjestely	14
4.3 Materiaalinkäsittely.....	17
4.4 Keräily	21
4.4.1 Mitä on keräily?	21
4.4.2 Yleisimmät keräilyhylytyypit.....	23
4.4.3 Muut keräilynapuvälineet.....	25
4.4.4 Keräilyreitit	29
4.5 Tuotteiden luokittelu	33
4.5.1 Pareton-jakauma.....	33
4.5.2 ABC-analyysi.....	33
4.5.3 XYZ-analyysi	34
4.5.4 RRS-analyysi	35
4.5.5 Muut luokittelutavat	37
5 Lean-tuotantofilosofia	38
5.1 Mitä on Lean?	38
5.2 Virtautus	39
6 Ergonomia.....	40
5.1 SFS-ENISO6385-standardi	40
6.2 Nostotyöergonomia	41
6.3 Varastotyöergonomiayleisesti	44
7 Työntila.....	46
7.1 Lähtötilanne.....	46
7.1.1 Toiminnot	47
7.1.2 Syyt muutokseen.....	47
7.1.3 Lähtötilanteen hyvät ja huonot puolet.....	48
7.2 Tavoitetila.....	49
7.2.1 Toiminnot	49
7.2.2 Aikataulu	49
7.3 Työneteneminen	50
7.3.1 Inventaarion luokittelu	50
7.3.2 Varastotoiminnot ja järjestely	52
7.3.3 Keräilyjärjestäminen.....	54
7.3.4 Toimintojen kehittäminen jatkossa	59
8 Pohdinta	61
Lähteet	65

1 Johdanto

Varastointi ja siihen liittyvät logistiset toiminnot ovat usein ylenkatsottu osa yrityksen toimintaa. Liikenne- ja viestintäministeriön tekemä logistiikkaselvitys vuodelle 2012 osoittaa, että keskimääräinen logistiikkatoimintojen osuusteollisuuden jakauman alanyritysten liikevaihdosta on noin 12,1 prosenttia. Vuonna 2011 samat yritykset käyttivät 33,1 miljardia euroa logistiikkatoimintoihin. Näistä toiminnoista noin 46 prosenttia kuuluu varastoinnin kuluihin ja varastoihin sitoutuneeseen pääomaan. (Liikenne- ja viestintäministeriö 2012.) Tästä johtuen toimeksiantaja on nähnyt tarpeelliseksi kehittää omaa varastointiaan ja modernisoida sen toimintoja.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tuoda lukijalle ymmärrystä varastoinnin tarkoituksesta ja siihen liittyvistä toiminnoista. Työssä keskitytään tarkemmin varastokeräilyyn ja keräilyprosessin perustamiseen varastoon, jossa käsitellään suuria määriä pieniä kappaleita. Keräilyprosessia käynnistettäessä tavoitteena on myös pienten piste- ja linjavarastojen kuolettaminen toimitusta edeltävissä tuotantovaiheissa kuten kokoonpanossa ja pakkauksessa. Työssä edetään järjestelmällisesti logistiikan perusteista aina keräilyntoteuttamisvaiheisiin saakka. Lisäksi siinä käydään läpi varastotyön ergonomian pääpiirteet ja suositukset ja annetaan lukijalle kuva erilaisista inventaarion luokittelumenetelmistä ja niiden käyttökohteista.

1.1 Työntarkoitus

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on kehittää jo olemassa olevan varaston toimintoja ja luoda varasto toimiva keräilyjärjestelmä. Tämän kehityksen kohteena on Abloy Oy:n Laitelukitus-liiketoimintayksikön välivarasto, josta muodostuu työn edetessä niin sanottu hub- eli keskusvarasto. Varaston kehittämisen taustalla on tarve saada useissa erikohteissa oleva inventaario yhden varaston sisäpuolelle ja näin ollen vähentää keskenkäisen tuotannon (KET) määrää muiden toimintojen alueilla. Keräilyä katsotaan tarvikkeiden kokoonpanon työs-

kentelyä jätuo vanesille tuotannon laadunpoikkeam atentistä paremmin, minkä avulla yritys voi kehittää oma toimintonsa.

Työn aikana vertaillaan mahdollisia varastomuotoja, keräilytapoja ja -tekniikoita jätutustetaan materiaalin käsittelyyn yleisellä tasolla. Liiketoimintayksikön varaston nimikkeet käydään läpi ja ne luokitellaan tarvittavilla menetelmillä varaston kierron optimoimiseksi ja varastoarvon minimoimiseksi. Näitä tietoja sovelletaan työne detessä käytäntöön ja vertaillaan niiden toimivuutta juurittain tiettyä sovellusta ajatellen.

Työn rajattukokemaan vain kyseistä varastoaluetajansisäisiä toimintoja. Näin ollen varastoontulevan materiaalin virtaukseen taiseiltä virtaavan materiaalin jatkokäsittelyneiotetakaan.

1.2 Abloy Oy

”Abloy Oy on johtavien lukkojen, lukitusjärjestelmien ja rakennushelojen valmistaja, sähkölukkojen tuotekehityksen maailmanjohtaja ja haittaley sylinteritekniologian uranuurtaja” (Abloy Oy 2011b).

Abloy Oy:llä on Suomessa kaksi tehdasta, jotka sijaitsevat Joensuussa ja Björkbodassa. Yritystyöllistää yhteensä noin 900 henkilöä. Joensuussa sijaitseva tehdas valmistaa lukitustuotteita, rakennusheloja, ovien sulkimia ja oviautomaatiikkaa erilaisiin käyttökohteisiin. Björkbodan tehdas on puolestaan keskittynyt tuottamaan lukkorunkojaniin sisä-kuin ulkokäyttöön. (Abloy Oy 2011a.)

Abloy Oy on osakansainvälistä ASSA ABLOY -konserniä, joka on listattu Tukholman pörssissä. Konserni työllistää noin 42000 henkilöä usealla erimantereelilla ja sen liikevaihto on noin neljä ja puoli miljardia euroa. Konserni tunnetaan maailmanjohtavana oviympäristöratkaisujen toimittajana. (Assa Abloy 2011.)

4 Logistiikka

4.1 Mitä on logistiikka?

Logistiikkaa on ollut olemassa jo aikojen alusta ja sitä on sovellettu maailman sotatantereilla ja valloitusretkillä vähintäänkin atojen vuosien ajan. Logistiikalla onkin vahvat sotilaalliset juuret ja aikaisemmin termillä tarkoitettiin sotilaallisten joukkojen liikuttamista, tukemista ja vahvistamista niiden edetessä rintamalla. Vaikka logistiikka on sananauusi, ei se tarkoita että kyseessä olisi jokin uusi ilmiö. Termin ”logistiikka” juuret ovat 1950-luvun Yhdysvalloissa, jolloin sen käytöllä viitattiin usein tavaran fyysiseen toimitukseen tai markkinointilogistiikkaan ja vasta viime vuosikymmeninä on sen merkitys kehittynyt nykyiseen laajempaan muotoonsa. (Gourdin 2001, 1–3; Coyle, Bardi & Langley 2003, 13–17.)

Sakki (1999, 24) tiivistää logistiikan merkityksen lyhyesti tavaravirran ja siihen liittyvän tieto- ja rahavirran ohjaamiseen ja toteuttamiseen. Näiden virtojen ohjaaminen pitää kuitenkin sisällään huomattavan paljon eri tasoilla olevaa ohjausta, kuten tilausten käsittelyä ja valvontaa, myyntiä, suunnittelutyötä, taloushallintoa ja tapahtuma- ja muutostietojen välittämistä. Logistiikan toteutuspuolella toimintoja ovat muun muassa tavarankäsittely, kuljetus- ja maksuasiat sekä tehdastyö. Logistiikka ei siis ole yksittäinen prosessi, vaan se kulkee usean osaston ja henkilön vastuulla alueen läpi aina tuotannon alkuvaiheista asiakkaalle toimitukseen asti.

Logistiikasta puhuttaessa tulee kiinnittää huomiota siihen, kuinka monien osien alueista on asiakasrajapinnassa. Tästä johtuen yritys voi parantaa kilpailuetuaan parantaen omaa logistista osaamistaan ja näin ollen säästää ei vain omia vaan myös asiakkaansa resursseja. (Sakki 1999, 24–25.) Kuten Gourdin (2001, 2) toteaa modernia logistiikkaa kuvatessaan, on logistiikka pohjimmiltaan asiakkaan tarpeiden tyydyttämistä. Mitä tarkemmin yrityksen hallinto ymmärtää asiakkaan tarpeet, sen parempi tulee yrityksen logistisesta strategiasta.

4.2 Varastointi

4.2.1 Varastojen kehitys

Varhainen liike-elämää koskeva kirjallisuus kuvailee varastoja markkinoinnin prosessien kannalta välttämättömiksi säilytystiloiksi, joita käytettiin pääosin tuotteiden ajoittamiseksi asiakkaiden tarpeisiin. Todennäköisesti tällaisesta näkökulmasta johtuen varastoja pidetään vielä tänäkin päivänä hieman välttämättömänä paheen jakeluprosessissa. Tämä johtuneepääosin siitä, että varastointi lisää tuotteen arvoa asiakkaalle vain harvoissa tapauksissa, mutta etuoitakin enemmän lisää kuluja prosessiin. (Bowersox & Closs 1996, 390–391.)

Varhaisissa varastoissa ei kiinnitetty juurikaan huomiota varaston sisäiseen toimintaan. Vain tavaran säilyttämiseen ja sen lastaukseen ja purkuun liittyvät toiminnot tunnustettiin varastotoiminnoiksi eikä varaston ohjaukselle tai varastossa makaavan tavaran hinnalle annettu painoarvoa. Useimmissa varastoissa tavara kirjaimellisesti makasi lattialla tai maassa erinäisissä kasoissa, jotka oli lajiteltu joko tuote- tai asiakaskohtaisesti. Työvoiman ollessa suhteellisen edullista kaikki työ tehtiin käsin ilman sen kummempaa opastusta, joka puolestaan johti useissa tapauksissa tavaran katoamiseen. Vastana toisen maailmansodan jälkeensä varaston sisäisten toimintojen kehittämiseen kiinnitettiin huomiota. Tästä käänne pisteestä alkoi varastojen kehityskohtimoderni varasto aerilaisinetoinneen. (Bowersox ym. 1996, 391.)

Varastojen kehitys keskittyi 60- ja 70-luvuilla pääosin uusien saatavilla olleiden teknologioiden soveltamiseen kaikkiin tunnustettuihin varastotoimintoihin. Tämä johti toimintotapojen ja teknikoiden kehittämiseen varsinkin materiaalin käsittelyyn ja varastoinnin osalta. Saavuttaessa 80-luvulle kehityksen pääpaino siirtyi erilaisten varastojärjestelmien ja käsittelyteknologioiden muunneltavuudelle. Asiakkaiden alkaessa vaatia 90-luvulla erilaisia tuote- ja lähetyskohtaisia muutoksia yritykset joutuivat keskittymään toiminnassaan joustavuuden kehittämiseen. Tämän näkyminen myös varastojen sisällä janiiden joustavuutta tilausten käsittelyissä jouduttiin parantamaan huomattavasti. Informaatioteknologian nostaes-

sa päätään sen tehokkaan käytön hallinta nousi myös yhdeksi pääkehityskoh- teeksi niin varastoissa kuin muuallakin yrityksissä .(Bowersox ym. 1996, 392.)

4.2.2 Miksivarastoidaan?

Varastot tulevat tarpeelliseksi useintuotannon ja myynnintaituotannon jatko- käytön erikokoisten kulutusarvoista (Karrus 2001, 35). Erotkulutusarvoissa joh- tuvat usein siitä, että tuotantolaitosten kiinteiden kustannusten osuus laskee yksikköä kohden eräkoon kasvaessa. Tämä puolestaan johtaa menekkiä suu- rempiin tuote-eriin. Tällaista toimintaa kutsutaan varasto-ohjautuvaksi ja se on hyvin yleistä tuotantoyrityksissä. (Sakki 2009, 103 .) Mikäli toiminta ajautuu tilan- teeseen, jossa tuotanto tuottaa enemmän kappaleita kuin ehditään kuluttaa, joutuu varasto jakajan asemaan tuotannon ja varasto a kuluttavien toimintojen väliin. Tässä tilanteessa tuotantolaitokseen muodos tuu kaksi aluetta, joilla on erilaiset ohjausjärjestelmät. (Karrus 2001, 35.)

Kaikki varastointi ei suinkaan johdu tuotantoteknis istä päätöksistä. Myös tule- vaisuudentilantarviointituotannossa, kuljetusten pitkät välimatkat taintien kusen- tannukset voivat johtaa varastojen syntymiseen. (Sa kki 2009, 103–106.) Jois- sakintapauksissa varastoinninsyynä voi olla myös vanhauskomus, että varas- toonvaurauden merkki (Karrus 2001, 35).

Hokkanen ym. (2004, 217–218) listaavat varastoinnin syiksi muun muassa eri- laisten kustannusten alenemisen, toimitusten varmis tamisen, aika- ja tilaerojen tasaamisen ja tilaus-toimitusketjun toimijoiden Jus t-In-Time-ohjelmien (JIT) tu- kemisen. Myös yrityksen asiakaspalveluprosessien tu keminen ja ylläpitäminen voisitoiniaperusteenapienen varaston ylläpitämis elle (Lambert & Stock 2001, 391).

4.2.3 Varastomuodot

Varastot voidaan lajitella säilytettävän materiaalin tai niiden käyttötarkoitusten mukaan. Materiaalin mukaan jaettavat varastot jaetaan joukko- tai kappaletavaravarastoihin ja käyttötarkoituksen mukaan jaettavat varastot ryhmitellään valmistukseen tai jakeluun liittyviin varastoihin. (Hokkanen ym. 2011, 126–127.)

Valmistukseen liittyvät varastot sijaitsevat usein tuotantolaitoksen läheisyydessä tai jopa sen sisäpuolella. Nämä varastot ovat Hokkanen ym. (2011, 126–127) mielestä usein välttämättömiä tuotannon niiden ja jalostusprosessin välittömän yhteyden vuoksi. Varastot jaotellaan pienempiin ryhmiin myös sen mukaan, missä vaiheessa ja kuinka ne prosessia palvelevat. Nämä ryhmät ovat raaka-ainevarastot, puolivalmiste- eli välivarastot, valmiste- eli tuotevarastot, tarvikkevarastot ja työvälinevarastot.

Raaka-ainevarastoissa säilytetään tuotannon tarvitsemia materiaaleja ennen niiden käyttöönottoa. Näille varastoille ominaista erilaisten materiaalien laaja skaala ja nimikkeiden pieni yksikköhinta. Niiden tuotantoerät ovat suuria ja harvassa, kun taas lähtöerä on usein ja ne ovat kooltaan huomattavasti pienempiä. Materiaalin käsittely raaka-ainevarastossa voi olla hyvinkin karkeaa sen jatkokäsittelyn ja olomuodon huomioonottaen. (Hokkanen ym. 2011, 127.) Karhunen ym. (2004, 302) näkevät raaka-ainevarastot tarpeellisin a silloin, kun raaka-aineiden hankkiminen pienissä erissä suoraan tarpeisiin tulisi silti an kalliiksi, tai kun jatkuva saantia ei voida taata muillakeinoin.

Välivarastot ovat varastoja, joissa säilytetään tuotannon prosessin välissä olevaa keskeneräistä tuotantoa. Näitä varastoja syntyy tuotantolaitoksiin silloin, kun tuotteiden taloudellinen erä on suurempi kuin asiakkaalle myytävä erä. Välivarasto ennen kokonpanoa voi olla välttämätön, jos yritys valmistaa tuotteita, joissa on useita samoja osia. (Karhunen ym. 2004, 302–303.) Välivarastoille ominaisia piirteitä ovat muun muassa sen toiminnan voimakas yhteys tuotantoon ja sen hajanaisuus tuotannon ympärillä. Välivarastojen tulo- ja lähtöerät ovat taajuudeltaan ja kooltaan yhteneviä ja niitä ohjaa tuotantoon määritetty

eräkoko. Näihin varastoihin on joissakin tapauksissa liitetty myös muita toimintoja, kuten mittauksia. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Tuotevarastolla tarkoitetaan varastotyyppiä, jonka tarkoituksena on säilyttää jalostusprosessit läpikäyneitä lopputuotteita. Tuotevaraston tuloerät voivat olla pieniä ja niitä on usein, kun sen lähtöerät ovat suuria ja niitä on taajaan. Näille varastoille onkin ominaista nimikkeiden suuri yksikköhinta, niiden pieni materiaalin määrä ja herkkyys materiaalin käsittelylle. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Tarvikevaraston tehtävänä on säilyttää tuotannon eri vaiheissa tarvittavia aineita ja tarvikkeita. Tällaisia artikkeleita voivat olla muun muassa polttonesteet, voiteluaineet, varaosat tai pakkaustarvikkeet. (Hokkanen ym. 2011, 127.) Karhunen ym. (2004, 303) jakavat tarvikevaraston vielä pienempiin osiin eritellen käytössä kuluvat tuotteet, kuten polttonesteet ja voiteluaineet, erilleen muista tarvikkeista.

Työvälinevarastossa säilytetään tuotannossa tarvittavia välineitä silloin, kun niitä ei sillä hetkellä tarvita. Työvälinevaraston nimikemäärät voivat olla suuria, mutta yksittäisiä nimikkeitä on vain muutamia kappaletta ja niiden on löydettävä nopeasti tuotannon tarpeisiin. Erikoisena puolestaan työvälinevarastoilla on niissä säilytettävien nimikkeiden huollontarve, kuten teroitusta- ja terienvaihto. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Valmistuksesta aiheutuu aina sivutuotteena jonkinlaista jätettä. Tällaista jätettä varten on hyvä olla oma varastonsa tuotantolaitoksen yhteydessä, jos jätettä syntyy paljon tai jätettä ei ole järkevää kuljettaa pois sitä mukaa, kun sitä syntyy. (Karhunen ym. 2004, 303–304).

Valmistukseen liittyvistä varastoista poiketen jakeluun liittyvät varastot sijaitsevat usein jakelureittien varsilla ja päätepisteissä. Nämä varastot palvelevat valmistusyrityksien lisäksi myös kuljetus- ja vastavaihtoyrityksiä ja tuotteita myyviä kauppiaita sekä joissakin tapauksissa myös viranomaisia. Tällaisia varastoja ovat tukkuvarastot, myyntivarastot, turva- eli varmuusvarastot, terminaalivarastot ja tullivarastot. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Tukkuvarastot muistuttavat hieman tuotannon alussa sijaitsevia raaka-ainevarastoja ja ne toimivat valmistusyrityksien ja myynnin rajapinnassa. Niiden tuloerät ovat suuria ja harvoja, kun taas lähtöerät ovat pienempiä ja niitä on usein. Toimitusajat lähtöerissä ovat lyhyitä. Näiden varastojen nimikkeiden kirjo on suuri ja niiden säilytysilmat monipuolisista huomiota erilaisten tuotteiden suojaustarpeet. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Myyntivarastot toimivat myyntipisteiden välittömässä läheisyydessä ja ne ovat erikoisia siinä määrin, että niiden automatisointi on useinkannattamatonta. Näiden varastojen tuloerät ovat vaihtelevat kokoisia, mutta niistä lähtevät eräkoot ovat pieniä ja erialaitehyvin usein. Lähtöerien erikoisuuten myyntivarastossa niiden ennakkotilauksen puute. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Varmuusvarastojen tehtävä on tasoittaa yrityksen tuottoisiin kohdistuvia kysyntäpiikkejä. Näin voidaan pienentää tai eliminoida kokonaan mahdollisia toimintahäiriöitä. Varmuusvarastojen nimikemäärä on usein pieni ja nimikkeitä on kappalemääräisesti paljon. Varastoidut nimikkeet liikkuvat hitaasti ja harvoin. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Terminaalivarastot ovat varastoja, jotka toimivat kuljetusketjun alku-, väli- tai pääteasemina. Niissä säilytetään suuria määriä erikoisia ja -laatuisia tavareita, joiden varastointiaika on hyvin lyhyt ja käsittely tehokasta. Varastonsisällä tavarat lajitellaan niille suunniteltujen kuljetusräiteitten mukaan ja liikenne varaston ulkopuolella on hyvin vilkasta. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

Tullivarastot ovat puolestaan varastoja, joiden toiminta pohjautuu täysin kussakin maassa voimassa oleviin tullisäädöksiin. Näitä varastoja on kunkin maan mukaan vain muutamia ja ne sijaitsevat lähes poikkeuksetta maiden raja-alueilla. (Hokkanen ym. 2011, 127.)

4.2.4 Varastotoiminnot

Usein varaston rakennuttaminen ja sen käyttö perustellaan tarpeella parantaa valmiuksia toimittaa asiakkaan tarvitsemia tuotteita nopeammin. Varastoilla on kuitenkin muitakin käyttötarkoituksiakin säilyttää materiaali tietyssä ja todellisuudessa valtaosassa varastoista suoritetaan paljon muita tehtäviä varastoinnin lomassa. (Heragu 2008, 18–19.)

Jokaisen varaston pääasiallinen tarkoitus on säilyttää jotakin yrityksen tarvitsemaa materiaalia väliaikaisesti. Jotta voitaisiin saavuttaa suurtuotannon edut tuotannon, kuljetusten ja käsittelyn osalta, on lähes välttämätöntä säilyttää jotakin materiaalia, että voidaan ylläpitää toimituskykyä tarvittavalla tasolla tyydyttääkseen asiakkaiden tarpeet. (Heragu 2008, 18–19.)

Jotkin varastot lajittelevat ja uudelleen lähettävät tuotteita pienempinä asiakas-kohtaisina lähetyksinä. Tällaisissa tapauksissa kysessä on usein keskusvarasto, joka toimii yrityksen linkkinä tuotannon ja asiakkaiden välissä. (Heragu 2008, 18–19.) Asiakaskohtaista lajittelua kutsutaan usein keräilyksi. Keräilyä tarkastellaan tarkemmin seuraavassa luvussa.

Lajittelun ohella jotkin varastot voivat toimia myös asiakaspalvelukeskuksina, niiden luontaisen asiakasrajapinnan vuoksi. On vain loogista, että varasto, joka toimittaa asiakkaalle tuotteet, toimii myös asiakaspalvelu- ja tuotekitehtävissä. Varaston yhteydessä voi olla esimerkiksi osasto, joka käsittelee palautuksia ja tuotteiden vaihtoja ja joissakin tapauksissa tekee jopa markkinatutkimusta. Tällaisia varastotoimintoja voin ähdä muun muassa Japanissa. (Heragu 2008, 18–19.)

Eräs usein unohdettu varastotoiminto on tuotteiden ja materiaalien suojaaminen. Tuotteet ja materiaalit voivat tarvita suojaamista esimerkiksi lämmöltä, kosteudelta, valolta ja varkaudelta. Usein varastoilla on hyvin kehittyneitä turva- ja vartiointijärjestelmiä ja tämä tekee niistä erinomaista paikkoja säilyttää valmiita tuotteita. (Heragu 2008, 18–19.)

Joskus on myös tarpeen eristää vaarallisia ja haitallisia aineita sisältävät tuotteet ja raaka-aineet. Useita tällaisia aineita ei saa säilyttää tuotannon tiloissa, joten ne on siirrettävä niille yksilöityyn varastoon. Näin aineet säilyvät käyttötarkoitukselleen hyvässä kunnossa ja eivät ole vaaraksi ympäristölle eivätkä tuotannon yhteyksille. (Heragu 2008, 18–19.)

Monet varastot suorittavat myös lisäarvopalveluita, kuten pakkausta, asiakas-kohtaista yksilöintiä, saapuvan tavaran laadun valvontaa, tuotetestausta ja jopa joissakin tapauksissa kokoonpanotyötä (Heragu 2008, 18–19). Jotkut varastot myös laputtavat ainioivä tuotteita ja valmistavat asiakkaille lähetettäviä tuotepromootiotauluja (Gourdin 2001, 124). On selvää, etteivät tuotteiden tarkistaminen ja testaus ole ilmaisia tuotteelle, mutta nekin voivat olla tarpeellisia toimintoja yritykselle itselleen (Heragu 2008, 18–19).

Inventointivoimios kuuluu varaston palveluihin. Varsinkin sesonkimyyntiin perustuvilla ja nopeasti vaihtelevilla markkinoilla toimivilla yrityksillä täytyy olla varmuusvarastoja, joilla tyydytetään myynnin äkillisen kasvun tuomaa hävikkiä varastoissa. Inventoinnilla tuotanto pysyy koko ajan tietoisena varaston tilanteesta, ja parhaassa tapauksessa myynnin katkeamista tuotteiden loppumisen takia ei pääsytymään. Varsinkin nopeasti vaihtelevilla markkinoilla toimivilla yrityksillä hävikki voi tulla myyntitappioiden tai asiakassuhteen päättymisen muodossa. (Heragu 2008, 18–19.)

4.2.5 Varaston ja varastopaikkojen järjestely

Tehtaissa ja jakelulaitoksissa, joissa tavaraa säilytetään joko prosessin osana tai käytännössä yli 24 tuntiä yhdessä paikassa, tulisi järjestää kirjausvarastojärjestelmään, jotta olisi mahdollista selvittää varastosaldon reaaliaikainen tilanne. Usein tällaisia lyhytaikaisia varastoja syntyy tuotannon eri vaiheisiin ja niitä kutsutaan joko välivarastoiksi tai käyttö- ja varastoiksi. (Sheldon 2004, 86, 97–98.)

Hyvä yleissääntövaraston järjestelyyn pitää käyttää kaikkikäytävyyttä ja tavarastajajätteestä. Siisteysnopeutta keräilyä ja varastoon tuodun tavaranhyllyttämistä ja näin ollen vähentää turhan työn määrää, kun työntekijän ei tarvitse väistellä eikä siirtää mitään tieltään. Kun jokaisella hyllylokerolla on oma osoite, sajalattiassa on paikatsiin säilytettävälle tavaralle, voidaan tavaraa käsitellä huomattavasti tarkemmin ja nopeammin. (Sheldon 2004, 87.)

Samalla, kun jokaiselle nimikkeelle osoitetaan sen paikka varastossa, tulisi ottaa huomioon sen tarvitsema tila ja tilan muutokset yrityksen toiminnan kehittyessä. Monissa tapauksissa kuormalavahyllystön yksittäiseen lokeroon varastoidaan useita eri nimikkeitä. Tämä kuormittaa keräilyjä toimintaa tarpeettomasti ja nimikkeiden ollessa samankaltaisia voi se vaikuttaa vakavasti keräilyntarkkuuteen. Kyseisen ongelman ratkaisu voi olla niinkin yksinkertainen kuin rakentaa suurempaan lokeroon väliseinät ja -tasot, joilla pienemmät erät nimikkeitä voidaan lajitella tarkemmin. Tämä ratkaisu ei ole vain yksinkertainen, vaan myös edullinen ja parhaimmillaan parantaa huomattavasti myös kokonaistilavuuden käyttöä varastonsisällä. (Sheldon 2004, 88–89.)

Varastopaikkojen järjestelyyn on useita periaatteita. Ne kulkevat monilla eri nimillä ja niistä on vieläkin useampia variaatioita, mutta tässä yhteydessä käytetään Sheldonin niille antamia nimiä. Tässä työssä käsiteltävät periaatteet ovat tuotteelle omistettut varastopaikat, satunnaiset varastopaikat, alueelliset varastopaikat ja kultaiset alueelliset varastopaikat. Jokaisella paikoitusperiaatteella on hyvät ja huonot puolensa ja niihin on syytä tutustua, jotta voidaan löytää oikeatapa omaan yritykseen. (Sheldon 2004, 98–99.)

Nimikkeet, joita säilytetään aina samassa paikassa tai paikoissa kuuluvat tuotteelle omistettuun paikoitusperiaatteeseen. Jokaiselle on oma paikkansa -periaatetta noudattavaksi toimintatapaon looginen ja helppo ottaa käyttöön. Omistetun varastopaikan etuna on se, että työntekijät tietävät aina, mistä tiettyä nimikettä tulee etsiä. Myös joissakin tapauksissa, kuten kemikaalien säilytyksessä on mahdollista vaihtaa käyttöä olevaa säiliötä toiselle kemikaalille, jolloin käyttöön muodostuu paikoitusperiaate. Kyseisen periaatteen suuri heikkous on sen joustamattomuus tuotannon suhteen. Tuotannon eräkojen heilahdellessa tä-

mäperiaatesaattaajättääturhiapaikkojahyllyihin taipahimmassatapauksessa kaikki tuotteet eivät mahdu varaston sisäpuolelle. Useissa yrityksissä tällainen joustamattomuus ei ole mahdollista. Omistettua varastointia käytetään usein välivarastoissa, joissa ei ole montaa erilaista tuotetta tai erikoisten ja suurten kappaleidenvarastointiin. (Sheldon 2004, 99.)

Satunnaista varastopaikkaa hyödynnettäessä varastoon saapuva tavara asetetaan ensimmäiseen tyhjään sijaan, johon se vain on mahdollista sijoittaa. Tätä järjestelyä suositaan useissa varastoissa ja se on hyvin yleinen käytäntö kokeneiden varastonvalvojen käytössä. Hyötynä satunnaisen paikan käytössä on se, että varaston tyhjät tilat ovat aina käytössä. Tätä varastointiperiaatetta käytettäessä tyhjiin varastopaikoihin voidaan sijoittaa mikä tahansa tuote toisinaan kuukauden kuluessa omistettujen varastopaikkojen periaatteessa. Näin varaston käyttöaste säilyy hyvänä ympäri vuoden. Satunnaisvarasto ei myöskään rajaa mitään ja kuinka paljon varastossa voidaan säilyttää niin kauan kuin varaston sisäinen kapasiteetti ei yllity. Materiaalivirran seuraamisen kannalta tällä periaatteella on etuna myös varastopaikan nollaaminen jokaisen kerran, kun nimikkeet tyhjenevät. Tämä auttaa huomattavasti nimikkeiden kiertojen seurannassa. Huonona puolena satunnaisvarastoinnissa on sen tilan tarve. Jollei yrityksessä ole käytössä JIT-virtaus tai muu pieniä eräkokoja suosiva menetelmä, voi varastopaikoissa olla useita samoja nimikkeitä, joista yksi on loppumaisillaan jätöissä paikassa odottaen ääsi koskematon erä. Tätä varastopaikoitusta käytetään usein tehokkaissa keskusvarastoissa, mutta sen käyttöä yksin ei kannata rajata yhteenkään yksittäiseen varastomalliin tai yritykseen. (Sheldon 2004, 100–102.)

Satunnaisvarastoinnin yhteydessä usein käytetty alueellinen varastointi tarkoittaa sitä, että varasto on jaettu alueisiin, joiden sisällä säilytetään satunnaisvaraston tapaan määrättyjä tuotteita. Tätä tapaa käytetään usein parantamaan keräilytehoa tai sitä käytetään olosuhteiden pakosta. Tietyt säilytysolosuhteet vaativat tuotteiden kustannussyistä järkevästi säilyttää samalla alueella. Esimerkiksi kylmäsäilytystä vaativat tuotteet ovat kaikki samassa kylmävarastossa. Alueiden sisällä voidaan käyttää myös omistettujen varastopaikoiden menetelmä, mutta sitä ei suositella käytettäväksi nimikkeiden kokojen ja muotojen vaihdel-

lessa suuresti. Etuna tällä varastopaikoituksella on keräilyyn tehokkuus alueen sisällä, koska tiettyyn kokoonpanoon tarvittavat nimikkeet sijaitsevat yhdellä alueella. Työntekijät löytävät tuotteet helposti myös tätä metodia käytettäessä samoin kuin tuotteille omistetuilta varastopaikoilta. Alueellisella varastopaikoituksella ei juuri ole heikkouksia, jos se on toteutettu oikein ja satunnaisella varastopaikoituksella. Alueen sisäinen joustavuus voi kuitenkin olla ongelma tuotannon suurempien heilahdusten kohdalla, mutta tässä tapauksessa riskit ovat etujen arvoiset. Alueellista varastointia suositellaan käytettäväksi, jos nimikkeiden säilytys vaatii erikoisolosuhteita, taikun nimikkeitä keräillään suurimääriä useissa erissä. (Sheldon 2004, 102–103.)

Kultaisilla alueilla Sheldon (2004, 103) tarkoittaa alueellisen metodin soveltamista vieläkin tarkempaan jaotteluun. Tässä tapauksessa nimikkeet, jotka ovat jo jaettuina alueisiin, jaetaan tarkemmin niiden keräily- ja varastointitapahtumien mukaan. Kultainen alueellistaminen pystyy parhaiten kattamaan suuren osan varaston paikoitustarpeista. Jaottelu tehdään niin, että ergonomisesti helpoimmat sijainnit määrätään suurimpien keräilytiheyksien nimikkeille ja harvemmin tarvittu nimikkeet hieman näiden optimaalisten alueiden ulkopuolelle laskevassa järjestyksessä. Huomionarvoista on, että tätä varastopaikoitusta käytetään päivittäistavara-kaupoissa. Esimerkiksi maidot ovat aina liikkeen perällä, kasvikset ja hedelmät sisäankäynnillä jakarkitlasten käsien ulottuvilla kassojen lähetyvillä. Kultaisten alueiden edut ovat samat kuin alueellisella paikoituksella, mutta sen keräilytoiminnot ovat entistäkin tehokkaammat. Ergonomian ollessa osa paikoitusta saadaan etua myös työntekijöiden tehokkuudesta ja laitteiden käytön tehostamisesta. Joustavuus voi koitua myös kultaisien alueiden kohtaloksi, jos suunnittelussa ei oteta huomioon tarvittavia joustojen varastoinnintarpeessa. Oikein suunniteltu ja toteutettu näin on myös riskienarvoinen ja ehdottomasti yksi parhaista varastointiperiaatteista. (Sheldon 2004, 103–105.)

4.3 Materiaalinkäsittely

Kuten logistiikalle, myös materiaalin käsittelyllä on lukuisia määritelmiä. Bardi, Coyle ja Langley (2003, 682) määrittelevät sen materiaalien lyhyiden matkojen

liikuttamiseen varastoalueen sisäpuolella. Yhdysvaltalainen Material Handling Industry of America (2012) määrittelee sen huomattavasti laajemmin seuraavasti: Materiaalin käsittely on tuotteen ja sen osien kuljetusta, varastointia ja suojaamistaniiden kulkiessaläpituotannon, jakelun, kulutuksen ja hävittämisen eri vaiheista. Pääpaino on kuitenkin toimintatavoilla, mekaanisilla apuvälineillä, järjestelmillä ja niiden ohjauksilla, jotta yllämainitut toiminnot voidaan suorittaa mahdollisimman tehokkaasti. Itse varastointi ei siis ole materiaalin käsittelyä (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 139). Tämän työnyhteydessä materiaalin käsittelyllä tarkoitetaan kuitenkin varastointia ja sen välittömässä läheisyydessä tapahtuvaa materiaalin liikuttamista. Työssä ei kiinnitetä huomiota liikuttamisen tarkoitukseen.

Materiaalin käsittelyjakautuu kymmeneen peruskäsitteeseen. Nämä kymmenen käsitettä ovat suunnittelu, vakiinnuttaminen, työergonomia, yksikkökuorma, tilan käyttö, järjestelmä, automaatio, ympäristö ja elinkaari. (Material Handling Institute 1999.)

Materiaalin käsittelysuunnitelma on ennalta määrätty toimintasuunnitelma, joka kertoo, mitä materiaalia liikutetaan, mihin sen tulisi siirtyä ja millä tavalla siirtyä kohteeseensa. Että suunnitelma olisi onnistunut, katsotaan siihen tarpeelliseksi sisällyttää myös työn suorittajien näkökulmia, sen hetkisiä toimintatapoja ja -ympäristöjä ja sen tulisi olla tarpeeksi joustava, että se antaa mahdollisuuden mukautua nopeisiin muutoksiin. (Heragu 2008, 2.)

Vakiinnuttamisella tarkoitetaan toimintatapojen, käytettyjen järjestelmien, apuvälineiden ja ohjaustapojen yhdenmukaistamista. Tämä helpottaa työnteekijöiden toimintaa ja selkiyttää materiaalin käsittelyprosesseja. Yhtenäisten toimintatapojen ja apuvälineiden löytämiseen voi kulua paljon aikaa ja niiden sovittaminen joustavaan ja modulaariseen toimintaympäristöön on suunnittelijalle haastavaa. (Heragu 2008, 2.)

Työllä tarkoitetaan tässä yhteydessä manuaalisia työnsijastatuotteentaimuun materiaalin virtausaikaajajen liikematkan tuloa varastossa. Työn määrän tulisi olla mahdollisimman pieni ilman, että tuottavuudesta palvelutaso kärsii siitä. Tä-

hän tilanteeseen voidaan päästä muun muassa minimoimalla tai eliminoimalla tarpeettomat siirrot, jolloin esimerkiksi varastomies vie kappaleita varastoon ja tuo samalla matkalla jotakin tarvittua käsittelyyn. Työn määrää voidaan myös pienentää jaysinkertaista tehokkailla layout-ratkaisuilla ja menetelmillä. (Heragu 2008, 2–3.)

Ergonomian tarkoituksena on pitää materiaalin käsittelyn vaiheet turvallisina ja tehokkainatunnustamalla ihmisen fyysiset kyvyt ja rajoitukset (Heragu 2008, 4). Ergonomia käsitellään myöhemmissä osissa tarkemmin.

Yksikkökuormalla tarkoitetaan kuormaa, jota voidaan kuljettaa ja säilyttää yhtenä kokonaisuutena riippumatta siihen sisältyvien yksittäisten osien lukumäärästä. Kun materiaali virrassa liikutaan tällaisiä kuormia, on syytä ottaa huomioon muun muassa seuraavia asioita: Kuormien käsittely yksikkökuormina on helpompaa kuin useamman yksittäisen kappaleen käsittely, mutta suuremmat yksikkökuormat eivät välttämättä takaa tehokkuutta. Materiaali voi muuttua olomuotoaan ja menettää tai saada lisää painoa sen edetessä tuotannon eri vaiheissa. Huomionarvoista on myös pienen yksikkökuorman etu tuotannossa. Pieni erä koko tuo tuotantoon joustavuutta, virtausta ja se tukee Just-In-Time-periaatteella toimivaa toimituskulttuuria. (Heragu 2008, 4–5.)

Tilankäyttö on niin tuotannon kuin myös materiaalin käsittelyn kannalta oleellinen käsite. Hyvä materiaalin käsittelyjärjestelmä hyödyntää kaikkien järjestelytilan järkevästi ja välttää epäjärjestystä. Lattioille sijaitsevat tavarat ja tukko kuormat käyttävät lisäävät käsittelytyötä ja tarpeetonta liikematkaa. Tilan tulisi kuitenkin olla tasapainossa luoksepäästävyys ja varastointitiheyden suhteen. Luoksepäästävyys on tärkeää lyhyen varastointiajan omaaville tuotteille, mutta pitkään varastoitaville tuotteille varastoinnin tiheys on huomattavan tärkeää. (Heragu 2008, 5–6.)

Järjestelmällä tarkoitetaan tässä yhteydessä toisistaan riippuvaisista ja keskenään interaktiivisesti toimivista kokonaisuuksista koostuvaa kokonaisuutta. Tällaiseen yhtenäistettyyn järjestelmään on sisällytettävä kaikki toiminnot, jotka tuke-

vat materiaalin käsittelyä tuotantolaitoksen sisä- ja ulkopuolella tuotannon ja jakelunkaikillaosa-alueilla. (Heragu2008,6–7.)

Materiaalin käsittelyssä automaatiolla tarkoitetaan sähkömekaanisten, elektronisten ja tietokoneellakäytettävien apuvälineiden käyttöä, jolla voidaan hallitusti ohjata useita päällekkäisiä tuotanto- ja palvelutoimintoja. Tällaisilla automaattisilla laitteilla ja järjestelmillä on usein ohjelmoitavat toiminnot ja ne kykenevät suorittamaan työnsä itsenäisesti tai lähes itsenäisesti loppuun saakka. Automaattisen materiaalin käsittelyjärjestelmät ovat suhteellisen kalliita, mutta ne ovat myös kustannustehokkaita varastoratkaisuja. (Heragu2008,8.)

Ympäristölliset seikat tulee ottaa materiaalin käsittelyssä huomioon varsinkin, kun käsitellään vaarallisia tai haitallisia aineita, mutta myös pelkän käsittelyn sivutuotteena voi syntyä ympäristöä kuormittavia jätteitä. Näille sivutuotteina syntyville jätteille täytyy olla kierrätys- tai hävityssuunnitelma ja esimerkiksi kuormapakkaukset ja -lavat tulisi suunnitella biohajoaviksi tai uudelleen käytettäviksi. (Heragu2008,8.)

Elinkaariajattelulla selvitetään jokaiseen tuotteeseen käytetyn rahan määrä. Käytettyä rahaa seurataan ensimmäisestä tuotteeseen käytettävästä Eurosta tuotteen suunnittelussa ja valmistuksesta aina tuotteen hävitykseen tai sen korvatuksi tulemiseen asti. Tällä ajattelulla saadaan siis selville muun muassa tuotteen toiminnallinen ja valmistuksellinen aika, siihen käytetyt resurssit ja korvattavuuteen liittyvät seikat. (Heragu2008,8.)

Nämä kymmenen käsitettä ovat oleellisia sisäistää materiaalin käsittelyä suunnitellessa ja toteutettaessa. Useimmat käsitteistä ovat laadullisia tekijöitä ja edellyttävät teollisuudessa työskentelevältä insinööritä paneutumista niihin analyysoidessa, suunnitellessa ja toteutettaessa toimivaa järjestelmää. (Heragu2008,8.)

Huomion arvoista materiaalin käsittelyssä on sen vaikutus tuotteisiin. Huonosti järjestetty tai toteutettu käsittely voi aiheuttaa tuotteisiin huomattavia vahinkoja, joka puolestaan aiheuttaa lisäkuluja monella eri tavalla. Materiaalin käsittelyn

ollessa yksi logistiikan kalleimmista osa-alueista näitä kuluja olisi syytä välttää
 kaikin keinoin. Yksinkertaisin keinolienee välttää kaikkein ylimääräistä käsittelyä
 eli esimerkiksi varaston sisäisiä siirtoja. Mitä vähemmän tavaraa käsitellään,
 sitä pienempi riski on tuotteiden vahingoittumisella. Näin myös varaston työ-
 määrävähenee jatehokkuus kasvaa. (Bowersox ym. 1996, 32–33.)

4.4 Keräily

4.4.1 Mitä on keräily?

Keräilyprosessi aloittaa asiakastoimituksen varastoon tasolla. Keräilyn tavoitteena on lajitella asiakkaalle lähetettävät tuotteet yhdeksi lähetykseksi, mutta keräilyä voidaan suorittaa myös yrityksen sisäisen toiminnan tehostamiseksi. (Karhunen, Pouri & Santala 2004, 378–379.) Keräilymenetelmät voidaan jakaa kahteen pääryhmään, jotka määräytyvät sen mukaan, tuleeko keräiltävä tavara keräilijän luokse vai liikkuuko keräilijä tavaran luokse. (Karhunen ym. 2004, 378–379.)

Automaattisissa varastoissa ja osittain automatisoiduissa varastointijärjestelmissä tavara tulee useimmiten keräilijän työpisteeseen, josta keräilijä lajittelee tuotteet asiakaskohtaisiin lähetysiin. Osa automaattisista varastoista kykenee lajittelemaan tuotteet ilman ihmiskeräilijää ja näin ollen työntekijän tehtäväksi jää tarkastaa lähetys ja lähettää se pakkaamoon tai suoraan asiakkaalle. Tämän keräilytyypin etuna on ergonomiasuunnittelun yksinkertaisuus. Ergonomiset asetukset ovat huomattavan paljon yksinkertaisempia saada osumaan kohdalleen, kun työntekijällä on vain yksi työpiste. (Karhunen ym. 2004, 378–379.)

Yleisin keräilytyyppi on kuitenkin keräilijän liikuminen tavaran luokse. Tämä pääryhmä voidaan jakaa kahteen erilaiseen alaryhmään tavaran liikuttamisen mukaan. Ensimmäisessä ryhmässä ovat keräilymenetelmät, joissa keräilijä kerää tavarat jonkinlaiselle kuljettimelle, joka puolestaan vie keräillyt tuotteet pakkaamoon tai muuhun loppupisteeseen. Tässä muodossa keräilijä hallinnoi hänelle määrättyä osa-aluetta varastosta, joten hän oppii tuntemaan tuotteet hyvin ja

keräilyntarkkuus näin ollen paranee. Toiseen ryhmään lajitellaan keräilymenetelmät, joissa keräilijä liikkuu tai liikuttaa tavaraa esimerkiksi trukilla, hissillä tai kävellen. (Karhunen ym. 2004, 378–379.)

Bragg (2005, 200–201) kehottaa harkitsemaan keräilylistan ja keräiltävien tuotteiden määrää keräilijää kohti. Tehottomimmaksi tavaksi keräillä on havaittu yhden keräilylistan jakaminen keräilijää kohti. Tässä keräilijä lähtee varastoon noutamaan tiettyyn tilaukseen tarvittavia osia ja tuo ne tarvittuun jatkopisteeseen. Kun keräilijä kerää tuotteita useampaan tilaukseen kerrallaan, tehostuu ajankäyttö ja työn määrä varastossa. Näin kuitenkin päästään keräilytapahuttoman jälkeiseen ongelmaan, jossa keräilytuotteet tarvitsee eritellä tilauskohtaisesti. Tämän ongelman muodostumista voidaan estää keräilemällä useampaan laatikkoon tai säiliöön, mutta keräilijän työn tarkkuus voi johtaa osien joutumiseen väärään laatikkoon ja aiheuttaa turhaa työtä atk-käsittelyssä.

Karhunen ym. (2004, 378–379) mukaan tehokas keräily edellyttää varastolta selvästi merkittyjä varastopaikkoja ja -alueita ja niihin sopivien reittivalintojen tekemistä. Heidän mukaansa keräilyreitit valitaan useimmiten niin, että reitin alkupuolelle sijoitetaan suurimman ottotiheyden omaavat tuotteet. Tällä välletään keräilymatkojen kasvamista ja varastotyön määrän turhaa kasvua, koska keräily voidaan lopettaa jo reitin alkupuolelle. He kuitenkin korostavat, että ottotiheysi ole ainut valinta peruste keräilyreiteille. Painavien tavaroiden sijoittaminen reitin alkupäähän ja helposti särkyvien tai vahingoittuvien tuotteiden sijoittaminen loppupäähän on suotavaa, koska painavien tavaroiden kerääminen kevyiden ja särkyvien tuotteiden päälle voituodattaa tarpeeton hukkaa. Tehokasta keräilyä ajatellen huomion arvoista on myös keräilyosuus varaston kokonaiskustannuksista. Noin 50–75% varaston kustannuksista syntyy keräilystä, joten toimintojen tehostamiselle on hyvä taloudellinen peruste tuottavuuden kehittämisen lisäksi. (Aase & Petersen 2004.)

Kun yrityksellä on käytössään tarkka osoitejärjestelmä ja tehokas keräilyreititys, voidaan tietojärjestelmästä tulosta keräilylista, jossa on keräiltävät tuotteet keräilyreitien mukaisessa järjestyksessä. Tämä on välttämätöntä, jos halutaan suunnitella mahdollisimman tehokas keräilyprosessi. Toinen keräilyprosessin

suunnittelun tärkeä periaate on, että jokaista hyllyväleissä liikuttua matkan yksikköä kohden keräiltyjä tuotteita on mahdollisimman paljon. Tätä periaatetta toteutettaessa on yleistä, että keräilijä kerää useamman asiakkaantilaustayhtä aikaa. Kolmas tärkeä suunnittelulähtökohta on järjestelmän muunneltavuus ajankohtaisen menekin mukaan. Kun oletetaan että yritykset myyvät sesonkituotteita useamman sesongin ajan, on keräiltävissä tuotteissa mahdollisesti suuriakin muutoksia ja keräilyreittien tehokkuus on pystyttävä pitämään hyvänä myös menekin muuttuessa. (Karhunen ym. 2004, 378–379.)

4.4.2 Yleisimmät keräilyhylytyypit

Yleisin hylytyyppi pientenosien keräilyä ajatellen perinteinen pientavarahylly eli metallirakenteinen hylly, jonka tarkoituksena on säilyttää materiaalilaatikoita. Tällaiset hyllyt ovat hyvin edullisia, niitä on helppo muuttaa tarpeen mukaan ja ne tarvitsevat vain minimaalista ylläpitoa. Pientavarahyllyjen edullinen hankinta voi kuitenkin kostautua sen käyttökustannuksilla ja tilan käytön tehokkuudella, koska hyllyistä kerätään käsin ja niiden korkeutta näin ollen rajoittaa ihmisen fyysiset rajoitukset. Korkeutta rajoittamalla lisääntyy tarvittava alatiipinta-ala ja tämä taas lisää työn määrää varastossa keräilijän liikkumismatkan kasvaessa. (Frazelle 2002, 128–129.)

Modulaariset vetolaatikostot ovat erinomainen tapa säilyttää pieniä nimikkeitä, joita ei varastoida yhdessä kohteessa suurina määrinä. Laatikostoja saa aivan pientavaroidensa säilytykseen suunnatuista mallista aina yli sadan kilon kantavuuteen asti janiidensisäpuolen lokeroitintä myös käyttäjän muokattavissa. Vetolaatikoston pääasiallinen hyöty pientavarahyllyyn nähden on se, että pienellä alueella voidaan keräilijälle asettaa näkyviin todella paljon nimikkeitä, jolloin keräilyyn käytetty matka jää lyhyeksi. Yhteensä vetolaatikkoon voidaan mahtua jopa sata erilaista nimikettä, joka tarkoittaa käytännössä sitä, että yksi suurilaatikosto vastaa useamman metriä perinteistä pientavarahyllyä. Muita vetolaatikoston hyötyjä ovat muun muassa sen keräilyarkkuus ja niissä olevien tuotteiden suojaaminen. Vetolaatikostot ovat usein noin kymmenen kertaa kalliimpia hankki kuin pientavarahyllyt ja ne tarvitsevat ajoittaista ylläpitoa. Koska

laatikostonhinnan ja säilytystilansuhdeonnäinkin kallis, on suositeltavaa käyttää vetolaatikoita silloin, kun ylimääräistä tilaa varastointiin on erittäin vähän, tai kun nimikkeitä on tarkoituksen mukaan suojattavana luvattomalta käytöltä. (Frazelle 2002, 129–130.)

Läpivirtaushyllyt ovat hyllyjä, joissa hyllytasot on korvattu pieneen laskevaan kulmaan asetetuilla rulla- tai liukuradoilla. Näitä hyllyjä käytetään usein, kun keräiltävä materiaali on ennalta määrätyn kokoisissa laatikoissa tai pakkauksissa. Hyllyn toiminta periaate on, että hyllyyn syötetään keräiltävää tavaraa yhdeltä puolen, josta se virtaa tai pikemminkin liukuu keräilykäytävän puolelle. Tämä toimintamalli takaa First-In-First-Out-periaatteen (FIFO) käytön keräilyssä. Läpivirtaushyllyjä saa pientavarahyllyjen tapaan suhteellisen edullisesti ja nekin tarvitsevat vain minimaalista ylläpitoa. Koska läpivirtaushyllyssä laatikot ovat peräkkäin, on muistettava sijoittaa hyllyyn vain ne nimikkeet joita tuotetaan niin monta laatikkoa kuin hyllyyn on mahdollista sijoittaa. Näin vältetään hukkatilan muodostumista hyllytyskäytävän puolelle. (Frazelle 2002, 130–131.)

Manuaalisesti suoritettavassa keräilyssä ihmisen fyysiset rajoitukset rajoittavat keräilyhyllyjen korkeutta ja näin ollen varastotilankäytön pystysuunnassa. Tätä pystysuunnassa syntyvää hukkatilaa voidaan hyödyntää ottamalla käyttöön puoli- eli välikerros tai useampia kerroksia. Joiden välikerroksen lisääminen keräilyalueelle lähes kaksinkertaistaa lattiapinta-alan hyötykäytön. Välikerroksen käytössä ongelmaksi muodostuu kuitenkin useassa tapauksessa hyllyjen täyttö. Keräilyntoteutustulisisuunnitella alueellisesti tieteneväksi ja kaikkienopeasti liikkuvaa useintarvittavaa materiaali tulisi kinsijoittaa alimpaan kerrokseen. Tämän ja ottelun työkalun voidaan käyttää muun muassa ABC-analyysia. (Frazelle 2002, 131–132.) Työskentelyä ylemmissä kerroksissa voidaan tehostaa käyttämällä nk. trukkiporteja tasojen kaiteissa tai kuormalavahissejä, joiden avulla hyllytettävä tavara saadaan nopeasti ja helposti muihinkin kerroksiin. (Karhunen ym. 2004, 338–339).

Yllämainittujen hyllytyyppien lattiapinta-alan käyttöä voidaan parantaa käyttämällä liikkuvaa hyllyrakennetta. Tällaisessa järjestelmässä hyllyt on sijoitettu kiskojen päälle ja niitä voidaan liikuttaa yhtenäisenä pakettina ja avata vain ha-

luttu hyllyväli. Hyllyjen liikkeet suoritetaan kevyempien hyllyrakenteiden ollessa käytössä usein käsin ja raskaampien hyllyjen kanssa sähkömoottorilla. Tämän toimintamallin huonopuolion hyllyjen liikuttamiseen kuuluva aikajäsentakiasen käyttöä ei suositella kuin erittäin hitaasti liikkuville tuotteille. (Frazelle 2002, 132–133.)

4.4.3 Muut keräily-apuvälineet

Yleinen tapaparanta alatiipinta-alan käyttöä keräilyssä on hyödyntää nk. pystykarusellia eli paternosteria (kuva 1). Paternostervaihtoehto keräilyä järjestettäessä sen nimiketiheyden ja keräilynopeuden takia ja tämän saa hyvin pienellä lattiapinta-alan uhruksella (Rogers 2010). Paternosteroivat pystysuunnassa toimivat karuselleja, joiden hyllytasot kiertävät ketjuvetoisesti paternosterin sisällä. Tällaisessa karusellissa kaksi hyllytasoa on aina peräkkäin, mutta ne saadaan kelaamalla kerääjän ulottuviin. Näin säästetään huomattavasti hyllytilaa, koska paternosterit voidaan rakentaa jopa kaksikymmentä metriä korkeiksi. Paternostereita käytetään niin pitkälletavaralle kuin lava- ja pientavaralle. Yhtenä suurimmista eduista karusellien käytössä on jatkuva ergonominen työskentelyasento, koska haluttu tavara tulee aina tietylle korkeudelle. Paternostereita ohjataan usein käsin syöttämällä haluttu varastopaikka suoraan ohjaimen, jolloin karusellituokeräilijän ulottuville tilatun hyllyn. Ohjaus voidaan suorittaa myös tietokoneelta, jolloin keräilijä listan tulosta esisaankäynnistä myös paternosterien kiertoliikkeet halutuille tasoille. (Karhunen ym. 2004, 360–362.)



Kuva1.Pystykaruselliapaternoster(EllisSystem 2012)

Paternostereilla voidaan päästä jopa 85 prosentin tilan säästöihin verrattuna yleisiin pientavara- ja keräilyhyllyihin. Sillä voidaan vähentää työn määrää aina 65 prosenttiin saakka ja peukalosääntönä pidetään sitä, että yksi paternoster vastaa noin viittä keräilyä keräämässä tuotteita normaaleista pientavara-hyllyistä. (Rogers 2010.)

Pienten nimikkeiden ja suurten erien kappale lukumäärän tarkistaminen keräily yhteydessä suoritetaan usein vaakojen hyödyntäen. Vaa'alla voidaan nopeasti saada esimerkiksi aluslevyjen tai pienten ruuvien lukumäärä selville, kun vaihtoehtoisesti niiden laskeminen käsin olisi hidasta ja virheille altista ja laskemisen koneellatarpeettomankallista. Vaakojen voidaan käyttämyöspituusmitalla tai tilavuudella mitattavan tavaran varastokirjanpidon helpottamiseen. (Sheldon 2004,91.)

Keräily voidaan suorittaa keräilykärriin (kuva 2), jota työntekijä liikuttaa varastossatarpeen mukaan. Keräilykärriin keräillään useinyhtätilaustakerrallaan ja keräily päättyä koko kärri viedään joko kokoonpanoon tai pakkaamoon jatkokäsittelyä varten. Keräiltäessä useita pienempiä tilauksia samaan kärriin tarvitaan jo varaston sisäistä jatkokäsittelyä, jos satilaukset eritellään toisistaan. (Sharp 2008,6.) Keräilykärri voitua sujuvuutta keräilyyn jossa tarvitaan suuria määriä pieniä osia, kun kärriin mukana kuljetetaan kannettavaa vaakaa. Vaa'an vuoksi keräilijän ei tarvitse poistua keräilyhyllyn luota eikä hyllystöihin tarvitse tehdä tarpeettomia tasoja vaa'alle ja näin työ nopeutuu ja tehokkuus paranee. (Bragg 2005,201.)



Kuva2.Keräilykärry.(Kuva:KimMervasto.)

Keräiltäessä suuria tai hankalasti käsiteltäviä kappaleita, joihin keräilijä joutuu käyttämään molempia käsiään, olisi syytä harkita vaihtoehtoisen kirjauksen käyttämistä. Käsintehävillä kirjauksilla vastaavissa tilanteissa tapahtuu usein unohtuksia ja virheellisiä kirjauksia, koska keräilijällä ei ole mahdollisuutta kirjata tuotetta heti tapahtuman yhteydessä. Tähän ongelmaan on käytössä puheohjattu keräilymenetelmä, jossa keräilijällä on kuulokemikrofoni, josta hän saa tiedon keräiltävästä tuotteesta, ja johon hän kuittaa keräilemänsä tuotteet. (Bragg 2005, 201–202.)

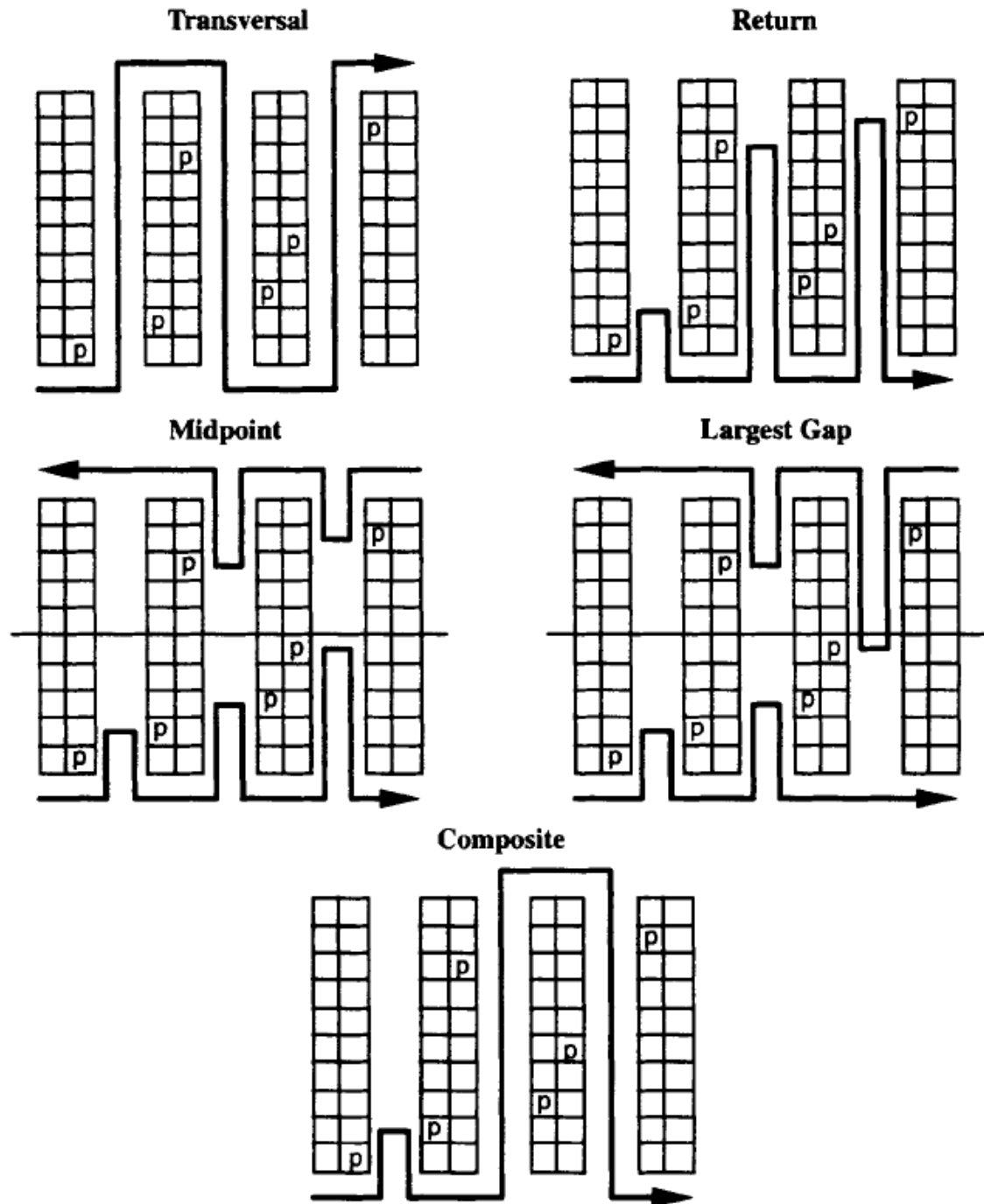
Yrityksissä joissa keräilytapahtumia on suuria määriä, kannattaa harkita nk. pick-to-light-järjestelmän eli valo-ohjatun keräilyjärjestelmän käyttöönottoa. Valo-ohjaus perustuu sähköiseen varastojärjestelmään, josta keräilypyynnöt lähtevät suoraan hyllystöihin. Hyllypaikoilla on matkapine näyttöt, joihin keräilypyynnön tullessa syttyy huomiovalo ja näyttöön ilmestyy keräiltävien tuotteiden lukumäärät. Näin keräilijä näkee jo matkan päästä mitä kappaleita hänen tarvit-

seekerätäjakuinkamontakappaletta. Kunkappalee tonpoimittu, keräilijäkuittaa tapahtuman näytössä olevasta painikkeesta ja järjestelmä kirjaa tapahtuman varastosaldon. Valo-ohjaustoimii erityisen hyvin yrityksissä, joissa keräilyläämpien kokoisia nimikkeitä laatikoista aierillisistä hyllypaikoista. (Bragg 2005, 202.)

4.4.4 Keräilyreitit

Keräilyreiteihin janiidentehokkuuteen on kiinnitetty huomiota jo vuosikymmenten ajan. Reititystapaa harkitessa tulee huomioon ottaa tuotteiden sijoittelu varaston sisällä, hyllyjen sijoittelu ja keräilijän liikkumistapa varastossa. (Aase & Petersen 2004.)

Keräilyreitien tarkoituksena on määrittää tilauksen tuotteiden keräilyjärjestys ja keräilijän kulkema reitti varastossa mahdollisimman tehokkaaksi kuhunkin varastoon. Useimmiten reitit määrittyvät heuristiikan kautta, mutta saatavilla on myös monimutkaisia optimointikaavoja. Optimointikaavojen tuloksina saatavat reitit voivat olla huomattavasti tehokkaampia kuin heuristiikalla saadut, mutta reitit ovat usein kavia ja hankaliamuistia. (Aase & Petersen 2004.) Kuvassa 3 on kuvattu useita erilaisia reititysmahdollisuuksia yksinkertaisessa varastomallissa. Neljä ensimmäistä reittiä ovat yleisessä käytössä useimmissa yrityksissä, joissa keräilyä tehdään, ja ne kaikki perustuvat heuristiikkaan. Viides reitti on yhdistelmä heuristisia menetelmiä. Kuvassa kirjaimet kuvaavat keräilykohteita. (Petersen & Schmenner 1999.)



Kuva3. Keräilyreititys (Petersen & Schmenner 1999)

Yksinkertaisin ja eniten käytetty reittivalinta on varaston leikkaavareitti (kuva 3, transversal), jossa keräilijä kulkee jokaisen hyllyn välin loppuun ennen seuraavaan väliin siirtymistä (Petersen & Schmenner 1999). Tämä reittivalinta tuottaa hyviä tuloksia kun hyllykäytävillä on suuria määriä keräiltäviä kohteita (Aase & Petersen 2004).

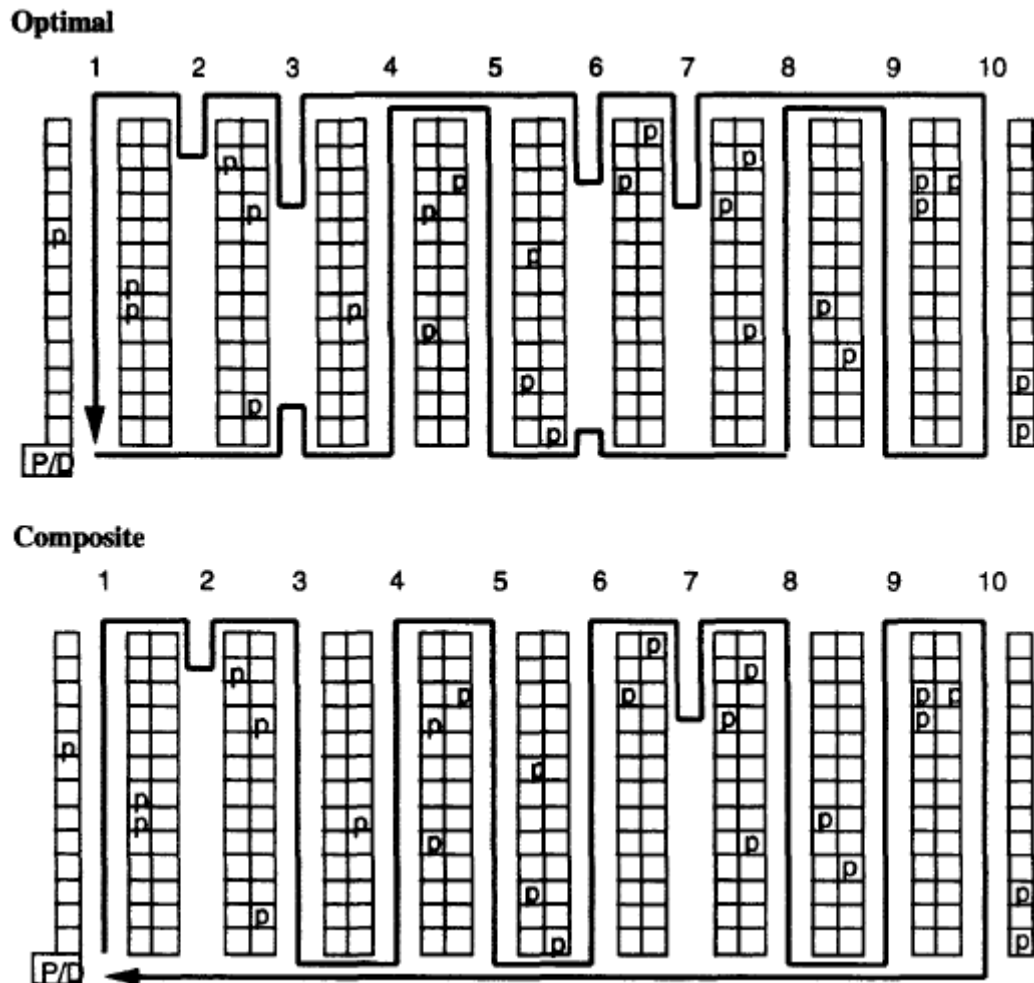
Paluureitityksen (kuva 3, return) toimintaperustuu siihen, että keräilijä käy vain niissä hyllyväleissä, joissa hänellä on keräiltäviä kohteita. Keräilijä palaa kuitenkin aina takaisin samaa kautta ja tämä voi lisätä suuriakin määriä tarpeetonta matka-keräilyäntyöhön. (Petersen & Schmenner 1999.)

Puolivälireitti (kuva 3, midpoint) toimii kuten paluureititys ja keräilijä palaa aina samaa kautta, mistä on hyllyväliin tullut. Tällä toimintatavalla varasto kuitenkin jaetaan kahtia ja keräilijä etenee kerrallaan vain hyllyvälin puoleen väliin saakka, vaikkatoisella puoliskolla olisi keräilykohteita. Keräilijä vaihtaa keräilypuolta vasta viimeisessä hyllyvälissä, josta hän kävelee läpi ja aloittaa viimeisten kohteiden keräilyn. Alkuperäiselle puolelle varastoatönte kijä palaaavasta, kun hän saavuttaa ensimmäisen hyllyvälin. (Petersen & Schmenner 1999.)

Esimerkki monimutkaisemmasta heuristisesta reitityksestä on suurimman välimatkan reititys (kuva 3, largest gap). Tätä reittiä käytettäessä keräilijä määrittää keräiltävien kohteiden, alkukäytävän ja ensimmäisen keräiltävän kohteen tai paluukäytävän ja viimeisen kohteen suurimman välimatkan ja käyttää sitä ohjeenatoimiessaan kuten puolivälireitityksessä. (Petersen & Schmenner 1999.)

Yhdistelmäreitityksessä (kuva 3, composite) keräilijä käyttää leikkaavaa reittiä yhdessä paluureitityksen kanssa minimoidakseen vierasteiden käytävien keräilykohteiden välisen matkan. Esimerkiksi kuvan tapauksessa on viisaampaa käyttää paluureittiä ensimmäisellä käytävällä, mutta toisella jakolmannella käytävällä reitti on lyhyempi, jos keräilijä kulkee neljänä paluun sijasta. (Petersen & Schmenner 1999.) Aase ja Petersen (2004) havaitsivat yhdistelmäreitityksellä on mahdollista päästä lähes optimaaliseen tulokseen ilman matemaattisia kaavoja.

Optimoimalla saadut reitit ovat jonkin verran tehokkaampia ja lyhyempiä kuin heuristisestimä äritetyt reitit. 1980-luvun alkupuolella reititystutkijat Ratliff ja Rosenthal kehittivät kaavan työntekijöiden optimaaliseen reititykseen suorakaitteenmuotoisessa varastossa (kuva 4). (Petersen & Schmenner 1999.)



Kuva4. Esimerkki optimi-jayhdistelmäreitistä (Petersen & Schmenner 1999)

Kuvan 4 mukaisissa reiteissä on vain 3,3% ero kuljettavissa matkoissa. Tutkijoiden mittaamat matkat olivat optimoidulle reitille 552 jalkaa (168,25 metriä) ja heuristiselle yhdistelmäreitille 570 jalkaa (173,74 metriä). Tässä tapauksessa optimoitu reitti on yhdistelmä läpikulku- ja suurin välimatka-heuristiikoita. Optimoidun reitin ongelmana on sen epäluonnollinen järjestyskeräilylle, koska hyllyväleissä ei käydä järjestyksessä. Tästä voidaan tehdä johtopäätös, että heuristisilla valinnoilla voidaan päästä lähes samaan lopputulokseen uhraamatta reitin selkeyttä. Heuristiset reitit ovat myös helpommin opittavissa, joten niiden käyttöönotto on helpompaa myös uusien, kokemattomien työntekijöiden osalta. (Petersen & Schmenner 1999.)

4.5 Tuotteidenluokittelu

4.5.1 Pareton-jakauma

Ehkä liike-elämän tunnetuin sääntö on nk. Pareton-jakauma tai Pareton laki, jonka mukaan 20 prosenttia yrityksen tuotteistamuo-
 yrityksen myynnistä tai iettä 20 prosenttia yritykse-
 tiä sen myynnistä. Tämän säännön isä, Vilfredo Pareto, oli 1900-luvun alkupuolella vaikuttanut italialainen kansantaloustieteilijä. Tutkiessaan Italian maanomistussuhteita hän teki huomion, että noin 80 prosenttia maa-alueista kuului vain noin 20 prosentille italialaisista. (Bardi ym. 2003, 208; Parmenter 2007, 15.)

Jakaumaa voidaan soveltaa useisiin asioihin myös liike-elämän ulkopuolella, mutta on tiedostettava tämän lain olevan enemmän ohjenuorakuintarkka arvio yrityksen tuotteista ja asiakkaita (Sakki 2009, 90–91). Sakki (2009, 91) tiivistää asian hyvin todetessaan, että lain sanoma on se, että myynnin kannalta valtaosa yrityksen tuotteista näyttää olevan turhia. Tuotteiden turhuuteen Sakki ei kuitenkaan ota kantaa, vaan kehottaa tutkimaan asiaa tarkemmin. Pareton-jakaumaa sovelletaan osittain myös seuraavaksi käsiteltävissä ABC- ja XYZ-analyysissä.

4.5.2 ABC-analyysi

ABC-analyysissä yrityksen tuotteet jaotellaan joko myynnin tai kulutuksen mukaan ryhmiin. Näitä ryhmiä muodostetaan usein kolmesta viiteen, joista muodostuu omanlaisensa Pareton-jakauma. Ensimmäiseen ryhmään jaotellaan esimerkiksi puolet yrityksen myynnistä kattavat tuotteet. Toiseen ryhmään sijoitettavat tuotteet, joiden myyntimäärä on 30 prosenttia jakomäärästä, muodostavat kolmannen ryhmän tuotteet, joiden myyntimäärä on 20 prosenttia myynnistä. Jos käytössä on neljäntä ryhmää, tulee kolmannelle ryhmälle noin 18 prosenttia myynnistä ja neljännelle noin kaksi prosenttia. Viides ryhmä varataan aina tuotteille, joita ei ole seuranta-aikana myytyä tai kulutettu. (Sakki 2009, 91.)

Tämän analyysin voi tehdä tarvittaessa myös tuotteiden myyntikatteen, liikutuksentaimääränperusteella. Tärkeää on kuitenkin huomioida, että analyysin tehtäväyksittäisille tuotteille, ei tuoteperheille tai-ryhmille. Hyväksiajanjaksoksi luokittelulle Sakki esittää joko kalenterivuotta tai sesonkeihin taipuvaisessa myynnissä yhtämyyntisesonkia. (Sakki 2009, 91.)

Tuotteiden lajittelun jälkeen muutaman analyysin yhdistämällä saadaan jo silmämääräisesti tietoa tuotteiden menekistä ja niihin kiinnitettävän huomion tarpeesta. ABC-analyysillä pyritäänkin selvittämään materiaalinohjauksen kehityskohteita ja resurssien käyttöä seurantaajan aikana. On kuitenkin pidettävä mielessä, että analyysi kuvaa ainoastaan menneitä aikaa ja yrityksen tulevaisuusvoimuttuajamyynnin kärjen muodostavatt tuotteet voivattoisella kaudella oledellisvuoden D-luokan tuotteita. (Sakki 2009, 91–92; Karrus 2001, 182.) Sakki (1999, 100–104) korostaa myös analyysin ymmärtämisen merkitystä. Myynnin puolesta huonossa asemassa oleva tuote voi olla jollekin asiakkaalle tärkeä ja inollentärkeä myös yritykselle itselleen.

ABC-analyysi liittyy läheisesti myös varaston toimintoihin ja onkin syytä tarkastella varastojakriittisistä niiden luokittelujen tuomien tietojen valossa. Varaston toimivuutta arvioidessa tarkastellaan, muodostavatko A- ja B-ryhmiin sijoittuneet tuotteet enemmistön myös varaston puolella ja kuinka paljon C- ja D-luokkien tuotteita olisi kannattavaa varastoida. Ohjeellisesti suurimman kulutuksen omaavat tuotteet tulisi saada virtaamaan tuotannon läpi tarpeen mukaan. Pie-nemmällä kulutuksella olevia tuotteita voidaan varastoida suurempia määriä, että voidaan minimoida niiden valmistuksesta ja sen aiheistoinnasta aiheutuvat kulut. (Sakki 2009, 92–95.)

4.5.3 XYZ-analyysi

Kuten ABC-analyysi, myös XYZ-analyysi perustuu pohjimmiltaan Pareton-jakaumaan. Tämän analyysin tarkoituksena on jakaa tuotteet kolmesta viiteen eri ryhmään niiden varastoarvon mukaan. Tuotteet voidaan tarpeen mukaan

jakaaryhmiin myös myynnin tai kulutuksen tapahtuma määrien mukaan. Tässä luokittelussa noudatetaan usein ABC-analyysiä vastaavaa prosenttijakoa. Ryhmien kirjaintunnuksiksi asetetaan suurimmasta pienimpään X, Y, Z, zz ja z0. (Sakki2009,96.)

XYZ-analyysiä käytetään usein tukemaantaituomaan lisätietoa ABC-analyysin ohella. Näin saadaan materiaalin käsittelyn kannalta tarvittavaa tietoa myynti- ja kulutustietojen lisäksi. Materiaalin käsittelyn kehittämisen kannalta on tärkeää tietää juuri XYZ-analyysin tarjoamaa tietoa ja soveltaa sitä varastopaikkojen määrittämiseen keräilyvärtten. Tätä analyysiä voidaan myös käyttää myynti- ja nettotuloksen kehittämiseen seuraamiseen. (Sakki2009,96.)

ABC- ja XYZ-analyysit voidaan yhdistää esimerkiksi nelikenttäluokittelulla, jossa analyysit erotetaan vaak- ja pystyakseleille. Näin tuotteet saadaan luokiteltua selvästi myynnin ja hankintojen kehittämistä ja suunnitteluavarten. (Sakki2009, 97.)

4.5.4 RRS-analyysi

RRS-analyysi on voimakkaasti Lean-tuotantofilosofiaan liittyvä ajoitustyökalu. Lucas Industriesin 1980-luvun lopulla kehittämä RRS (Runners, Repeaters and Strangers) jakaa tuotteet kolmeen luokkaan niiden frekvenssin mukaan. Nämä luokat ovat nopeasti liikkuvat ja jatkuvasti tarvittavat juoksijat eli runnerit, usein tarvittavat ja runkovolyymien tuovat toistujat eli repeaterit ja harvemmin tarvittavat vieraat pienerätuotteet eli strangerit. Tämä luokittelu tunnetaan kirjallisuudessa myös nimellä Runners, Repeaters and Rogues (RRR). Kuten monet muutkin analyysit, myös RRS perustuu Vilfredo Paretin luomaan sääntöön tuotteiden jakautumisesta. (Bicheno & Holweg 2009, 145.)

Runnerit ovat nimikkeitä, joita tuotetaan yrityksessä niin paljon, että niille on perusteltu omaa perustaa joko oma tuotantolosuhteita tai mahdollisesti jopa omat tuotantotilat. Tällaisten tilojen ei ole tarpeellista olla jatkuvassa käytössä, jollei se ole

taloudellisesta strategisesti perusteltua, mutta ei myöskään käytetä muiden tuotteiden valmistamiseen. (Bicheno & Holweg 2009, 145.)

Menekin suhteen arvioituna keskiverron menekin omaavat tuotteet kuuluvat repeatereihin. Nämä erottuvat runnereistaniin, että näille tuotteille ei ole perusteltua perustaa omia soluja eikä tuotantotiloja. Tällaisia tuotteita tuotetaan kuitenkin yrityksestä vakiotuotteina suurina määrinä tiettyin väliajoin, mahdollisesti myös erikokoisissa erissä tarpeiden mukaan. Repeaterien etuna on niiden säännöllisyys menekin suhteen jättämällä hyödyttää tuotantoa, koska siellä tiedetään aina, mitämilloinkin valmistetaan. (Bicheno & Holweg 2009, 145.)

Strangerit ovat tuotteita, joiden menekki on hyvin satunnaista tai niitä myydään jaksottaisesti. Nämä tuotteet ajoitetaan tuotantoon repeaterien väleihin, mutta niin, ettei niiden valmistus ole repeaterien tuotannon hidasteena. (Bicheno & Holweg 2009, 145.)

RRS-analyysin toimintaperiaate on pohjimmiltaan hyvin yksinkertainen. Runnereiden annetaan mennä omalla painollaan omista tuotantotiloissaan, repeaterit ovat koko järjestelmän selkärangan ja niitä valmistetaan usein, kun tuotantokapasiteetti on vain sallittu ja strangerit lisätään kapasiteettiin jääneisiin rakoihin nostamalla tuotannon tehokkuutta. (Bicheno & Holweg 2009, 145.) Tämän analyysin ymmärtämiseksi Bicheno ja Holweg (2009, 145–146) ovat ottaneet esimerkiksi ihmisen jokapäiväisen elämän ja he avaavat analyysiä seuraavasti: RRS on kuin elämämme rytmi. Sydän lyö ja vedämme henkeä sitä suuremmin suunnittelematta. Näistä muodostuu elämämme runnerit. Joka yö menemme nukkumaan. Emme nukahda aina samaan aikaan, eikä uni kestä joka yö yhtä kauan, mutta silti menemme nukkumaan joka yö. Syömme aamupalamme aamuisin ennen töihin lähtöä, emmekä suunnittele sitä kukaan. Emme kuitenkaan käytä kuukauden kolmea ensimmäistä päivää aamupalan nauttimiseen, ettei meidän tarvitsisi syödä kuukauteen aamupalaa, vaikka se olisikin varmasti tehokkuuden kannalta viisasta. Tällaisista säännöllisistä tavoista muodostuvat myös repeaterit. Ne muodostavat elämämme rutiinit ja tukirangan, johon kaikkimuuvoikiinnittyä. Näitä pieniä asioita rutiinien ympärillä voimme kute-

sua strangereiksi ja niitä ovat muun muassa tapaamiset ruokatunnilla tai poikkeaminen käymään ystävän luonakotimatalla.

4.5.5 Muut luokittelutavat

Muller (2003, 72–75) esittää kaksi vaihtoehtoa, jolla mainittujen analyysien kanssa käytettävää luokittelutapaa. Ensimmäisessä luokittelussa käytetään hyväksi XYZ-analyysin tapaan nimikkeen kulutus- ja saapumisarvoja. Näiden arvojen suhteella saadaan selville, kuinka lähelle käyttöpistettä tai varaston lähetuspistettä kyseinen nimike tulisi varastoida. Esimerkiksi jos tuotetta tuodaan varastoon kerran, mutta samanaikaisesti kuluttamiseen tarvitaan kymmenen keräilytapahtumaa, saadaan suhde arvoiksi yhden suhdekymmenen (1:10). Kuntuotteiden luokitteluun käytettävien suhteiden lähenevyttä, esimerkiksi jainilla olevia suurta prioriteettia. Puolesta suuntaantaitoisesta suhteesta poikkeavien tuotteiden sijoittelu on tärkeää ja niistä hinta tulee kiinnittää erityistä huomiota. Tällä luokittelulla voidaan parhaimmillaan säästää suuriakin määriä aikaa varaston koko huomioonottaen.

Nimikkeet voidaan lajitella myös ryhmiksi niiden ominaisuuksien, niistä muodostuvien lopputuotteiden tai esimerkiksi lähetystavan mukaan. Näin yhteen lopputuotteeseen tulevat osat löytyvät kaikki yhdeltä osastolta tai yhdestä hyllyvälistä. Tuotteet jotka lajitellaan niiden tyyppi tai ominaisuuksien mukaan, ovat helpompialoitaa ja ne voidaan ryhmitellä esimerkiksi yhdellä mainitun suhdeluvun tai ABC-analyysin avulla tarkempaan järjestykseen. Nimikkeiden ollessa vastaavien kappaleiden joukossa tulee keräilystä helpompaa, koska niitä kaikkia voidaan käsitellä samoilla laitteilla ja tekniikoilla. Huononapuolen tällä menetelmällä on kuitenkin nimikkeiden mahdollinen sekoittuminen samankaltaisten nimikkeiden kanssa, mikä aiheuttaa turhaa työtä ja kokäsittelyssä ja varaston sisällä. Myöskin käyttövoimien heikentyä, kun samassa tuoteryhmässä olevat tuotteet voivat vaihdella suuresti liikkuvuudeltaan. Näin menetetään tilaamulta nopeammin liikkuvilta nimikkeiltä ja varaston työmäärä kasvaa. (Muller 2003, 73–75.)

5 Lean-tuotantofilosofia

5.1 Mitä on Lean?

Leanon käsitteenä suurijaseontuttu termi useille tuotantoteollisuudessa työskenteleville. Läheskään jokainen termin kuulleista ei kuitenkaan tiedä siitä juuri sennimeäenempää. Leanon Japanissa alkunsa saanut toimintamallitaifilosofia, joka perustuu asiakkaan tarpeiden tyydyttämiseen, jatkuvaan oman toiminnan kehittämiseen ja näin ollen yrityksen kilpailukyvyyn parantamiseen. (Kouri 2010.)

Alun perin autoteollisuuden käyttöön ottama Lean on pohjimmiltaan hyvin yksinkertainen filosofia, jolla pyritään tuomaan tuotukseen vain asiakkaan arvostamia ominaisuuksia ja jättämään kaikki tarpeeton ja arvoa tuottamaton työ pois. Tätä toimintamallia noudatettaessa tuotannosta luodaan läpi virtaava kokonaisuus, jossa jatkuva itsensä ja toiminnan kehittäminen parantaa toiminnan laatua kuin myös työskentelyolosuhteita yleensä. Yksi Leanin tukipilareista on kinkokohenkilöstön osallistuminen kehitystyöhön ja keskittyminen siihen, missä työ oikeasti tehdään. (Kouri 2010.)

Bicheno ja Holweg (2009, 12–13) esittelevät lyhyesti viisi Lean-ajattelun periaatetta. Ensimmäinen ja tärkein on määrittää asiakkaan arvostamat ominaisuudet tuotteessa tai palvelussa. Seuraavaksi on tunnistettava arvovirta, eli prosessien kokonaistilaisuus tuotteiden valmistuksesta markkinoille pääsyyn. Kolmanneksi on saatava tunnistettu arvovirtaamaan. Parasvirtausolisi yhdelle kappaleelle, mutta koska seon useinkäytännössä lähes mahdotonta, voidaan tyytyä pienentämään eräkojoja ja välttämään kaikenlaista joutoaikaa ja odottelua tuotannossa. Pääsääntönä vartauksessa on, ettei arvo lisäämätön prosessissa ahdistata i odotuttava arvo alisäävää prosessia. Neljäs periaate on imu. Imulla tarkoitetaan lyhyttä reaktioaikaa asiakkaan tilaukseen, jossa tilausimpulssi käynnistää imunkohti asiakasta. Imu käynnistää tuotannon aivan alkupäästä saakka ja se toimii ohjaavana arvona tilauksen toimitukseen asti. Näin tuotteita tehdään ainoastaan välittömään tarpeeseen. Imu ei myös-

kään rajoitu vain tuotantolaitoksen sisälle, vaan p arhaimmillaan se koskee jo-
 kaista tuotteen valmistukseen liittyvää prosessia a lihankkijoista toimituksesta
 vastaaviin yrityksiin. Viides ja viimeinen periaate ontäydellisyyteen pyrkiminen.
 Täydellisyydellä ei tässä yhteydessä tarkoiteta vai n virheetöntä tuotetta, vaan
 juuri sellaista tuotetta, kuin asiakas on tilannut, juuri siihen aikaan kun asiakas
 sentarvitsee, oikein hinnoiteltuna ja mahdollisimm an vähällä hukallatuolettuna.
 Nämä viisi periaatetta eivät kuitenkaan ole yksittä isiä osa-alueita, vaan ne kaikki
 kietoutuvat toisiinsa ja ovat kaikki täysin toteute ttavissa jokaisessa tuotantoyri-
 tyksessä.

5.2 Virtautus

Virtautus on Lean-tuotannon kehittämisen kannalta v älttämätöntä. Virtauttamal-
 latuotantopyritään valmistamaan tuotteet vain väl ittömään tarpeeseen mahdol-
 lisimman nopeasti ja sujuvasti. Näin tuotteita valm istetaan mahdollisimman pie-
 nissä erissä tai suoraan tilauskoossa. Virtautuksen etuina ovat keskeneräisen
 tuotannon ja varastoidun tavaran pienet määrät ja l yhyemmät toimitusajat. Vir-
 tauksen tehokkuutta seurataan ja mitataan läpimenoa joilla, joka tarkoittaa ai-
 kaa, joka tuotteelta kuluu sen valmistuksen aloitta misesta sen valmiiksi saatta-
 miseen asti. Koska keskeneräinen tuotanto vaikuttaa suoraan läpimenoaikoihin
 pidentävästi, pyritään sen määrää pienentämään joka isessa tuotannon vai-
 heessa. (Kouri 2010.)

Virtautus hyödyttää myös tuotantoyritystä koneiden ja työntekijöiden tehokkuu-
 den seurannassa. Hyvin toteutettu virtaus tuo esiin nopeasti laadulliset ongel-
 mat, kuten koneiden huollon tarpeet ja työvaiheiden tehokkuuksien huonot ta-
 sot. Tämä puolestaan pakottaa yrityksen panostamaan tuotannon kehittämi-
 seen, laitteiden kunnossapitoon ja kiinnittämään hu omiota toimintansa suunni-
 tellmalliseen toteuttamiseen. Virtautuksen hyvät tote utus ja tulokset edellyttävät-
 kin koneista ja laitteista johtuvien häiriöiden poi stamista ja laadullisten poik-
 keamien vähentämistä. Virtautuksesta puhuttaessa ki innitetään usein myös
 huomiota koneiden ja tuotantosolujen sijoitteluun n iin, että peräkkäiset vaiheet
 olisivat myös fyysisesti peräkkäisiä ja ne olisivat mahdollisimman lähellä toisi-

aan. Tällä poistetaan turhaa kuljetusta ja odotusaika tuotantovaiheiden välillä. Tällainen tuotantolaitoksen (Kouri 2010.)

6 Ergonomia

5.1 SFS-EN ISO 6385-standardi

SFS-EN ISO 6385 -standardi eli Työjärjestelmien ergonomiset suunnitteluperiaatteet toimii työn ergonomista osuutta ohjaavana ajattelumallina. Tämä kansainvälinen standardi määrittelee ergonomian ja siihen liittyvien osa-alueiden sanaston ja antaa yleisiä ohjeita työtilanteiden suunnitteluun niin, että työn inhimilliset, sosiaaliset ja tekniset vaatimukset tullaan huomioitua tasapainoisella tavalla. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2004, 8–10.)

Tässä opinnäytetyössä ja sen toteutuksen yhteydessä käytetään standardin antamia määritelmiä tarvittaville termeille. Tärkeimpänä termeistä on itse ergonomia, jonka standardi määrittelee seuraavasti:

Tieteenala, jonka kohteena on ihmisen ja järjestelmän muiden osien vuorovaikutuksen ymmärtäminen, sekä osaamisalue, joka koskee teoriaa, periaatteita, tietoja ja menetelmiä suunnitella ihmisen hyvinvointia ja järjestelmän kokonaissuorituskyvyn optimoimiseksi (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2004, 10).

Standardi kehottaa ottamaan mukaan suunnitteluprosessiin myös suunnittelun kohteena olevan työtehtävän suorittajia, jotka voivat antaa korvaamatonta tietoa ja käytännön kokemusta prosessiin. Tällainen osallistuva lähestymistapa on välttämätön, jotta välttyttäisiin muilta kuin optimaalisilta ratkaisuilta. Mahdollisuuksien mukaan olisi työntekijöiden oltava mukana suunnitteluprosessin kaikissa vaiheissa. (Suomen Standardoimisliitto SFS ry 2004, 14.)

Työympäristöä ja siihen kuuluvia laitteistoja ja työpaikkoja suunniteltaessa tulisi ottaa huomioon kaikki fyysiset, kemialliset, biologiset ja sosiaaliset olosuhteet, joilla voi olla negatiivisia vaikutuksia ihmiseen. Työympäristön tulisi turvata työn-

tekijän niin fyysinen kuin henkinenkin terveys ja tuottavuus ja halukkuuden säilyminen työtä suoritettaessa. (Suomen Standardoimisliitto SFSry 2004, 18.)

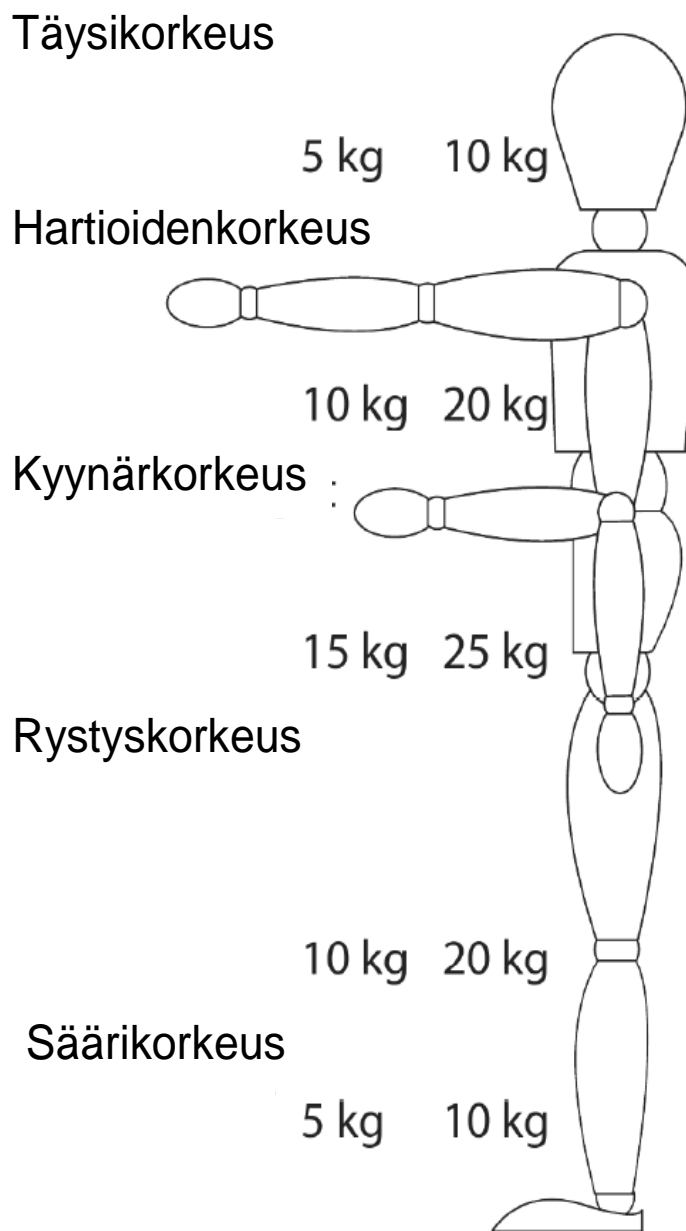
Suunnitelma käyttöön otettaessa on jokaisen asianomaisen saatavaperusteellista tietoa ja koulutusta uuteen järjestelmään siirtymisestä. Uuteen suunnitelmaantaitoimintatapaan siirryttäessä tulisi olla selkeä menettelytapa, jolla siirtyminen vanhoista menetelmistä uusiin suoritetaan. Kun uusi toimintatapa saadaan käynnistymään, voidaan saatuja tuloksia mitata muun muassa terveyden ja yleisen hyvinvoinnin kautta tai työsuorituksen määrää ja laatua seuraamalla. (Suomen Standardoimisliitto SFSry 2004, 24–26.)

6.2 Nostotyöergonomia

Nostotöiden määrä työelämässä ovat vähentyneet huomattavasti viimeisten vuosikymmenten aikana. Käsintehtävien nostot ja siirrot ovat kuitenkin yhä arkipäivä teollisuudessa ja siihen liittyvillä muilla aloilla. Tällaisesta työstä johtuva fyysinen kuormitus lisää helposti työntekijöiden tuki- ja liikuntaelinsairauksien vaaraa ja jopa joka neljäs työtapaturma liittyy juuri käsin tehtäviin nostoihin ja siirtoihin. Maamme yleisin sairauspoissaoloihin johtanut syy onkin juuri tuki- tai liikuntaelinsairaus. (Työsuojeluhallinto 2010.)

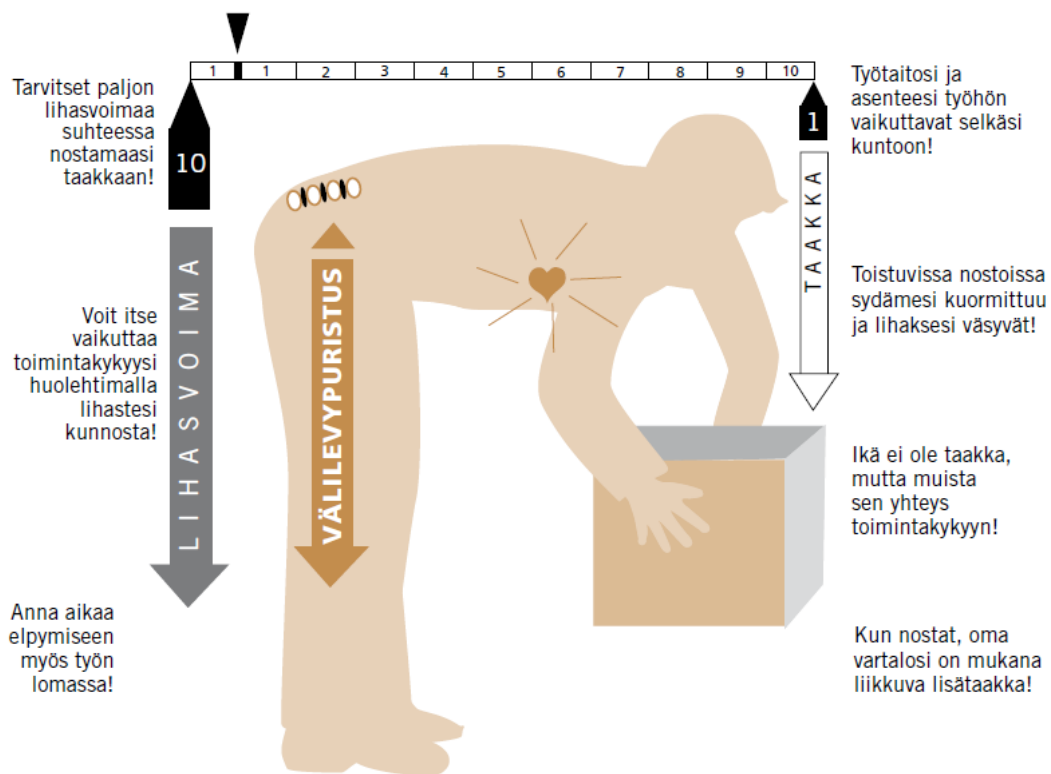
Nosto- ja siirtotyössä aiheutuva kuormitusta on mahdollista keventää suunnitelmalla työmenetelmät, työtilat, työvälineet sekä asennot ja liikkeet huolellisesti. Suunnitteluvaiheessa turvallisuuteen ja työoloihin on helpointa kiinnittää huomiota ja niiden korjaaminen jälkikäteen voi käydä hyvin kalliiksi. Itse työn kuormittavuutta voidaan vähentää esimerkiksi työvälineiden huolellisella valinnalla ja töiden järjestelyllä. (Työsuojeluhallinto 2010.) Jos taakan muotoon ja painoon voidaan vaikuttaa suunnittelulla, tulee ottaa huomioon seuraavia seikkoja: Taakasta täytyy saada hyvä ote taakan alta, otteaukoista tai kahvoista. Taakka ei saa olla yli 60 cm leveä, koska leveämmistä taakoista syntyy huomattavasti enemmän lisäkuormitusta keholle. Taakan tulee olla tarpeeksi jäykkä, että siitä saakunnollisen otteen ja taakan painopisteen avulla liikkuu nostettaessa. Taakan ylitulisinähdä. Taakkaantulisimysmerkitä tarkkapainojamuutnos-

tamista helpottavat tiedot, kuten rikkoutumisarkuus ja taakan vetelyys. Taakan ollessani suuri, että sen nostamiseen tarvitaan useampi henkilö, on jokaiselle nostajalle oltava hyvät oteaukot tai muut tarttumakohdat. (Launis & Lehtelä 2006, 47–48.) Taakan ohjeellinen painotulisiolla ammattikäytössä enintään 25 kilogrammaa ja enintään 15 kilogrammaa, josta työntekijöissä on nuoria (Lehtelä 2011a, 190–191). Kuva 5 esittää havainnollisesti suositeltavataakan nostokorkeuksiin suhteutettuina.



Kuva 5. Suositeltavataakan janiidennostokorkeudet (Stranks 2005)

Valtioneuvoston päätöksen (1993) nojalla työnantajan tulee etukäteen arvioida käsin suoritettavaan nostotyöhön liittyvät työturvallisuusriskit ja työterveysolosuhteet. Nostotyötä arvioidessa on otettava huomioon käsin nostettavien kappaleiden painot, niiden muodot, sijainnit ja muut työhön liittyvät tekijät, kuten nostojen tarvittava määrä ja työympäristön laatu (Työsuojeluhallinto 2010). Kuvassa 6 on kuvattu noston kuormittavuuden arviointi ja siihen liittyviä seikkoja. Kuvasta voidaan todeta, että pienenkin taakan nostaminen kaukaa voi olla kevyempää kuin raskaan taakan nostaminen optimaalisella etäisyydellä.



Kuva 6. Nostotyön kuormittavuus (Työsuojeluhallinto 2010)

Työsuojeluhallinto (2010) tarjoaa seuraavia ohjeita nostotyön suunnitteluun ja organisointiin: Käsin suoritettava nostotulee suunnitella niin, ettei vartalon kiertopääse tapahtumaan tai kehoa ei tarvitsisi taivuttaa työnaikana. Yhden raskaan noston sijasta tulisi tehdä useampi kevyempi nosto. Nostotyöympäristö on pidettävä siistinä ja alueella tulisi välttää portaiden tai liuskojen käyttöä. Nostokorkeuksista on huolehdittava ja ne olisi hyvä pitää rysty- ja hartiatason välillä.

6.3 Varastotyöergonomiaisesti

Turvallisuus ja vaivaton liikkuminen ovat varaston kulkuteiden suunnittelun perustana. Kulkutietjäläikkumisentarve otetaan huomioon yleisessä tilasuunnittelussa, tulee niiden mitoittamisesta huomattavasti helpompaa myöhemmässäkin vaiheessa. Mitoituksesta on olemassa erilaisia ohjeita muun muassa sen mukaan, tarvitseeko väyliä mitoittaa esteettömyyttä ajatellen, vai onko käytävä vain nopeaan ja väliaikaiseen käyttöön. (Lehtelä 2011b, 138.)

Ajoväylien mitoittamissuoritetaan käytössä olevien kulkuneuvojen janiidentaakkojen mittojen ja liikennetiheyksien mukaan. Vain ihmisten käytössä olevien kulkuväylien mitoitus on puolestaan sidottu turvaetäisyyksiin, tarvittaviin työskentelytiloihin ja ihmisten fyysisiin mittoihin, joita on mahdollista löytää mm. erinäisistä standardeista. Taulukossa 1 on esitelty henkilö- ja ajoneuvojen kulkuväylän leveys saadaan laskettuna yhden ajoneuvon ja sen kuljettaman taakan leveyteen 0,6 metrin turvaetäisyyden molemmilla puolilla. (Lehtelä 2011b, 138–139.)

Taulukko 1. Henkilökulkuteiden leveysmitoitus (Lehtelä 2011b)

Kulkutilanne	Leveys (mm)
normaalitilanne, suositus	800
normaalitilanne, minimi	600
satunnaisessa käytössä lyhyellä matkalla	500
useampi ajokerta kerrallaan	1000
poistumistiemiä max. 120 hengelle	1200

Valaistus on tärkeä osa varaston ergonomiaa. Valaistukseen ei kuitenkaan useinkaan panosteta lähellekään tarpeeksi ja usein se jää huomiotta varaston toiminnassa. Joissakin tapauksissa tämä johtuu yksinkertaisesti siitä, että varasto on laajennettu aiemman kokonaisuuden perustetuksi alueelle, jonka valaistusei ole suunniteltu siihen käyttöön. Tästä seurauksena alueita, jotka voisivat vaikuttaa keräilytarkkuuteen ja keräilynopeuteen alueen sisällä. Hyvä valaistus on erityisen tärkeää varastoissa, joissa keräilyä pienillä kappaleilla yksikkötavarana tai varastoissa, joissa kappaleet ovat samanmuotoisia ja -kokoisia,

muttajoilla on eri käyttötarkoitusta nimiketunnu s. Valaistustasuunnitellessa ei kuitenkaan sovi unohtaa materiaalin käsittelyä ja siinä tarvittavia apuvälineitä, kuten trukkeja, joiden mastot voivat osua matalalla sijaitseviin valaisimiin. (Sheldon 2004, 87–88.)

Työssä jossa tarvitaan puheviestintää, tulisi melutasoa pystyä pitämään riittävästi alhaisena. Varastossa puheviestintä ei kuitenkaan ole jatkuva ajan ääninollen keskittymis- ja kommunikointivaatimusten kannalta voidaankäyttää taustamelun maksimiarvoa 75–80 dBA, joka on asetettu teollisuudentyöpaikalle, jossa puheviestintä on vain vähäistä. (Launis & Lehtelä 2011, 282.) Puhe erottuu taustamelusta, kun se on noin 10 dB voimakkaampaa kuin muu ympäröivä melu. Esimerkiksi 70 dBA melussa voi keskustella lähietäisyydellä lähes normaalisti, mutta jokaisen metrin päähän ääntä täytyy korottaa huomattavasti. (Launis & Lehtelä 2006, 73.)

Tuotantotiloille suositeltavia lämpötiloja esitetään taulukossa 2. Suosituslämpötilat jaetaan työn mukaan, koska ihmisen keho tuottaa lämpöä toimiessaan ja näin ollen työntekijälle tulee helpommin lämmin raskastyötä tehdessä. Taulukossa on myös annettu ihmisen keskiarvoinen lämpötila tuotantowatteina.

Taulukko 2. Tuotantotilojen suosituslämpötilat (Launis & Lehtelä 2011, 288)

Työnlaatu ja lämmöntuotto W	Lämpötila °C
Kevytistumatyö (alle 150 W)	20–24 °C
Muu kevytyö (150–300 W)	19–24 °C
Keskiraskastyö (300–450 W)	17–22 °C
Raskastyö (450–600 W)	12–18 °C

Työskentelytilan ollessa liian kuuma tai liian kylmä tehtävään työhön nähden lisääntyy työn kuormittavuus energisesti. Kuumuuden on havaittu parantavan ihmisen valppautta, mutta samalla keskittymiskyky heikkenee. Yleisesti ottaen kuumuus heikentää työnlaatua, kun työntekijällä on tavaaditaan henkistä suori-tuskykyä. Kylmyyden vaikutuksesta ihmisen valppaus, reaktionopeus ja kyky pikkutarkkaantyyöhön heikkenevä huomattavasti. (Launis & Lehtelä 2011, 284–285.)

7 Työntila

7.1 Lähtötilanne

Lähtötilanteena työssä oli Abloy Oy:n Laitelukitus -liiketoimintayksikön sen hetkinen varastorakenne ja sen toiminnot. Työssä ei otettu kantaa varastoon si-
doksissa oleviin toimintoihin saapuvan tavaran kannalta, vaan keskityttiin aino-
astaansisäisiin jäljälähteviintoihin.

Näitä toimintoja olivat lähtötilanteessa osin toimintus, kokoonpano ja lähetys.
Osin toimintuksen toiminta perustuu omasta pienemmästä varastosta keräilyyn
ja keräilyyn tavaran pakkaukseen. Työn vaikutusalueeseen kuuluivat osina toi-
mituksen toiminnon tuleva toimintamallissa jatkoonpanon keräilyntoteutus.

Liiketoimintayksikön alaisuudessa toimii alkutilanteessa kahdeksan erinäistä
varastoa, jotka on yksikön layout-muutosten yhteydessä tarkoituskootayhdeksi
keskus- tai hubvarastoksi. Yksivarastoista on kuitenkin myyntiosaston käytössä
oleva esitevarasto, joka on sijaitsettu tuotantotiloissa ja näin ollen ei kuulu työpii-
riin.

Yrityksen layout-muutosten ohessa aktiivisesti toimiva Lean-kehitys ajaa muu-
toksia toimintoihin yrityksen kaikilla osa-alueilla. Lean näkyy jo valmistuksen
toiminnoissa ja se laajenee täysivaltaisesti myös kokoonpanoon ja pakkaustoi-
mintoihin lähitulevaisuudessa. Itse työhön tällä kehityksellä ei ole juurikaan
merkitystä, koska varaston toiminta on jo aloitusheikällä erittäin hyvällä tasolla
lukuun ottamatta varastoiden sen hetkistä hajanaista sijoitusta. Työn aikana
kuitenkin pidetään mielessä Lean-periaatteet ja niitä sovelletaan kaikkiin pää-
töksiintarpeen mukaan.

7.1.1 Toiminnot

Varastotoimintoina lähtötilanteessa olivat itse varastoinnin lisäksi määrällinen tavaran tarkistaminen ja varastokeräily. Varastomiesten tehtäviin kuului tarkistaa vaakojen avulla saapuvan materiaalin määrä kappaleina ja sijoittaa tuotteet ensimmäiseen vapaaseen varastopaikkaan.

Keräily oli toteutettu niin, että kokoonpanossa työskentelevät henkilöt hakivat varaston puolelta varastonimikkeitä, joissa huomattiin olevan puutteita joko kokoonpanon puolella olevassa keräilyhyllyssä tai omissa työpisteillään. Kokoonpanon työntekijät hakivat varastosta nimikkeitä laatikkokohtaisesti, joten joissakin tapauksissa tuotteita jäi huomattavia määriä liikaa kokoonpanon puolelle. Varaston saldoon vähennykset tehtiin laatikkokohtaisesti, joten mitään tarkka tietoa saatavilla olevien nimikkeiden määrästä ei näin ollen voitu saada.

7.1.2 Syyt muutoksiin

Yhtenä pääsyyinä varaston toimintojen muutoksiin pidettiin kokoonpanon omaa keräilyhyllyä, työpisteille ja niiden välittömään ympäristöön kerääntyvän keskeneräisen tuotannon määrän rajoittamista. Osana toimituksen ja kokoonpanon varastojen yhdistäminen haluttiin hubvarastoksi toimitus- ja varastosaldoihin vähentämällä saldon ulkopuolella olevaa keskeneräistä tuotannon määrää.

Toisenä syyinä muutoksiin pidettiin hyötyjä, joita voitaisiin saavuttaa keräilemällä vain tarvittavat nimikkeet kokoonpanijoiden työjonoihin. Tästä saatavat hyödyt ovat pääosin laadun tarkkailuun liittyviä, koska kokoonpanijalla ei ole mahdollisuutta vain yksinkertaisesti hakea uutta osaa sopimattoman osan tilalle. Näin jokainen laadullinen poikkeama tulee työnjohdon tietoon ja laadun hallintaan saada tarkkoja tietoja poikkeamista.

Työn edetessä varastosaldon mahdollisesti saatava tarkempi saldon seuranta toisi tarkkuutta valmistuksen tarpeisiin ilman, että ylimääräisiä tuotteita valmistettaisiin todellisen saldotiedon puuttuessa.

7.1.3 Lähtötilanteenhyvätjahuonotpuolet

Lähtötilanteena olleen varastojärjestelyn hyvinä puolina olivat olleetsentoinnin nopeus, varastojen sijaintilähellä niiden käytötömpisteitä ja kokoonpanon nopea uudelleen täydennys huonojen kappaleiden osuessa kohdalle. Varaston toiminnan nopeus perustuisatunnaisvarastopaikkoja hyödyntävään tekniikkaan, jolloin nimikkeetsaatiin nopeasti varaston hyllyihin eivätkä ne jääneet lojumaan lattialle tai varastomiesten pöydille odottaen paikkojen vapautumista hyllyistä. Varastojen sijaitessa lähellä niitä kuluttavia toimintoja, kuten osin toimitusta ja kokoonpanoa, tarpeeseen keräily on ollut nopeaa ja vaivatonta. Varsinkin kokoonpanijat ovat hyötäneet tästä törmätessään viallisiin osiin, koska he ovat voineet hakea korvaavia osia omistajien istä varastoistaan ja hävittää viallisen osan.

Kuntuotteetsijaitseivatuissa erivarastoissa ja olivat hajautettuina ympäristö- ja tuotantolaitosta, aiheuttivat ne tarpeeton työtä niitä ylläpitävillä työntekijöillä. Varastohajauttivat myös samojen nimikkeitä useampiin paikkoihin, jolloin tällaisten varastoitujen nimikkeiden seuranta vaikeutui. Varastojen hajauttaminen tarkoittaa myös huonoa tilan käyttöastetta. Ongelmia vanhaissa varastointimallissa aiheuttivat myös varastosaldon tehtävät vähennykset. Näitä vähennyksiä tehtiin ainoastaan laatikkotasolla, kun täydennettiin esimerkiksi kokoonpanon osia pienempiä käyttövarastoja. Tästä seuraa liiallista valmistusta nimikkeiden kohdalle, joiden tarve on pieni, mutta joita valmistetaan varastoon, kun niiden määrälaske määrät ylletasolle. Pienten käyttövarastojen ohella saldo tavahennettyjä nimikkeitä löytyi myös erinäisiltä työpisteiltä varastojen ympäriltä. Myös patterinostosten käyttöaste oli heikko ja niissä säilytettiin sekalaisia nimikkeitä ja valmist tuotteita, joiden kulutus oli heikkoa.

7.2 Tavoitetila

7.2.1 Toiminnot

Varaston uudistamisen tavoitteina on säilyttää vanhaan mallin varastointi-javastaanottomenetelmät ja lisätä niiden yhteyteen toimiva keräilyjärjestelmä asiakaspalvelutoimintoihin. Varaston asiakkaina toimivat kokoonpano ja osinotoimituksen osaltapakkaus.

Varastotoiminnoiksi jääväksi näin ollen tavaran vastaanotto, tarkistaminen ja tarvittaessa nouto viimeisestä työstövaiheesta varastoon. Näiden lisäksi varastoon kehitetään toimiva varastonhallintaprosessi, jolla varmistetaan nimikkeiden tarkempi sijoitus. Keräily muutetaan yksiosinotoimitukseksi ja siitä luodaan asiakaspalveluprosessia muistuttava toiminto, jossa kokoonpano tai sen yhteydessä toimiva pakkaamo antaa tilausimpulssin varastokeräilylle. Näin ollen keräily siirtyy muuhun osastoon. Asiakaspalveluprosessia on myös mahdollista laajentaa laadulliseen palveluun, jossa laadulliset epäkohdat tuodaan varastontietoon jasieltä nekirjataan järjestelmään ja toimitetaan asiakkaalle uusitoimiva osaviallisentilalle.

7.2.2 Aikataulu

Opinnäytetyöprosessi käynnistyi keuhkokuumeen 2012 jäsensuoritusvalmistus tuloksineen toukokuun 2012 loppuun mennessä. Prosessin alkupuolella valtaosa ajasta kului teoriapohjan luomiselle työn toteutusosuutta varten, ja maaliskuussa työ alkoi asteittain siirtyä enemmän toteutusvaiheeseen. Toimeksiantajan aikataulut muutosprosessille oli tiedossa ja muutoksien oli tarkoitus olla valmiina huhtikuuna aikana.

Työn valmistuessa toukokuun loppupuolella ei muutosta ollut vielä ehtinyt päätöksensä, mistä johtuen tulosten kirjaaminen tämän opinnäytetyön yhteyteen oli lähes mahdotonta. Opinnäytetyöprosessin aikataulu on kuitenkin pysynyt

lähestulkoon alkuperäisessä suunnitelmassa, vaikka aikatauluun jouduttiin tekemään pieniä muutoksia viikkojen osalta.

7.3 Työneteneminen

7.3.1 Inventaarion luokittelu

Tärkeänä osana työtä oli lajitella varaston nimikkeet monin eri tavoin. Lajittelu tekee mahdolliseksi saada selville mahdolliset epäkohdat inventaariossa ja nimikkeet löytyisivät oman paikkansa uudessa varastossa. Työn edetessä nimikkeet lajiteltiin muun muassa Pareton lain ja XYZ-analyysin avulla niin varastokokonaisuutenakin vanhoja varastoja noudattaen. ABC-analyysin suorittamista ei yhteydessä vaadittu, koska sellainen oli jo olemassa yrityksen omilla tietokannoissa.

Keskusvarastoksi yhdistyymuutosten yhteydessä kahdeksan pienempää varastoa. Varastot luokiteltiin viisiasteisen XYZ-analyysin avulla varastotapahtumien mukaan, koska keräilyä suunniteltaessa nimikkeiden tapahtumataajuudella on enemmän merkitystä itse työn kannalta kuin nimikkeen varastoarvolla tai sen kulutuksella.

Luokittelussa jakotäytyi tehdä nimikekohtaisesti, joten prosenttiosuudet tapahtumista eivät ole tarkasti annettujen prosenttien mukaiset (taulukko 3). Suurimmat eroavaisuudet ovat kuitenkin yhdestä kahteen prosenttiyksikköä, joten suurta virhemarginaalia ei pääse syntymään. Taulukosta 3 havaitaan että aktiivisimmat varastot ovat 5001, 5101 ja 5102. Näistä varastoista muodostuu valtaosan hubvaraston sisällöstä ja ne ovat tärkeimmät varastot myös keräilykannalta.

Taulukko3.VarastojenXYZ–analyysitapahtumien mukaan.

	5001	5002	5101	5102	5003	5004	5005	5006	ASAI
X(50%)	5924	973	6366	2937	703	648	221	125	18083
Y(30%)	3543	594	3833	1851	420	385	137	77	10801
Z(18%)	2131	350	2296	1115	251	229	79	45	6485
zz(2%)	236	26	256	243	23	14	5	3	715
z0(0%)	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Kunnimikkeetonlajiteltuylämainitunanalyysin avulla, voidaan havaita pienen osan nimikkeistä muodostavan suuren osan tapahtumista (taulukko 4). Taulukossa 5 on laskettuna nimikkeiden prosentuaalinen osuus oman varastonsa kokonaisnimikemäärästä. Näistä kahdesta taulukosta voidaan silminnähdä Pareton lain toteutuminen. Keskiarvollisesti 26,2% nimikkeistä muodostaa 80% kaikista varastotapahtumista.

Taulukko4.Nimikkeiden määräluokkaakohden.

	5001	5002	5101	5102	5003	5004	5005	5006	Erit.	ASAI
X(50%)	90	4	36	7	31	15	3	14	200	128
Y(30%)	157	10	88	13	56	32	6	14	376	333
Z(18%)	266	20	168	24	104	63	19	23	687	710
zz(2%)	156	15	97	29	23	14	5	3	342	434
z0(0%)	318	19	142	17	94	70	28	7	695	695
Yht.	987	68	531	90	308	194	61	61	2300	2300

Taulukko5.Nimikkeiden prosenttiosuus varaston kokonaisnimikemäärästä.

	5001	5002	5101	5102	5003	5004	5005	5006	ASAI
X(50%)	9,12	5,88	6,78	7,78	10,06	7,73	4,92	22,95	5,57
Y(30%)	15,91	14,71	16,57	14,44	18,18	16,49	9,84	22,95	14,48
Z(18%)	26,95	29,41	31,64	26,67	33,77	32,47	31,15	37,70	30,87
zz(2%)	15,81	22,06	18,27	32,22	7,47	7,22	8,20	4,92	18,87
z0(0%)	32,22	27,94	26,74	18,89	30,52	36,08	45,90	11,48	30,22

Nimikkeiden luokitteluvaiheessa tavattiin nimikkeitä, joiden varastointitarpeellisuutta oli syytä pohtia tarkemmin. Muun muassa asia kaskohtaisia nimikkeitä,

joita ei myydytetyksi yhdelle asiakkaalle, saattoivat rastossa olla tuhansiakaan palei-
ta odottamassa tilausta. Osan näistä nimikkeistä oli seisonut varaston hyllyissä jo
useampia vuosia ilman tapahtumia. Varaston periltä löytyi myös nimikkeitä ja
valmiita tuotteita, joita ei niin ikään liikutettu vuosikausiin, tai joita oli tarvittu
vuosien mittaan huomattavasti pienempiä määriä kuin oli ennakoitu. Tällaisten
nimikkeiden varastointi on tarpeeton ja niiden vä hintäänkin osittainen hävittä-
minen olisi viisasta tehdä muiden varastomuutosten yhteydessä.

Samoin kuin vuosia hyllyissä odottaneiden nimikkeiden kanssa, on syytä vähentää
saldoa niiltä nimikkeiltä, joiden varastoarvot ovat kulutukseen nähden huomattavan
suuria. Joidenkin nimikkeiden tapauksissa ja viimeisten vuosien kulutus huomioon
ottaen saldolla olevat varastot riittävät seuraavien viidestä kymmeneen vuoden ajan.

7.3.2 Varastotoiminnot ja järjestely

Varastotoimintoihin jäsensäänsi järjestely hint ehdään työntö yhteydessä muutok-
sia. Tavarantoimitukseen on luotava määrällisen tarkistamisen lisäksi laadullinen
tarkistaminen. Nimikkeiden laadun valvontaa voidaan tehdä silmämääräisesti
sijoittamalla nimikkeiden varastoon saapuessa jäsenotettujen tuleeksi karsimaan
selvimmät laatuongelmat ja nopeuttamaan uuden korvaavan erän tilaamista.

Varastoa järjestettäessä hyllyt merkitään entistä tarkemmin ja selvemmin. Jokaisen
hyllyn pätyyn kiinnitetään kyltti, josta selviää hyllyn numero ja mahdollisesti
siinä sijaitsevien varastopaikkojen määrä tai numerointi. Merkitsemällä hyllyt
selvästi janiin, että hyllyn numeron voi nähdä jopitkän matkan päästä nopeuttaa
varastomiehen toimintaa uudessa varastossa. Hyllyjen merkinnän yhteydessä
tarkistetaan varaston valaistus uuden layoutin mukaiseksi, koska osa hyllyväleistä
jää nykyisellä valaistuksella hieman varjoisaan alueeseen. Keräilyalueeseen
jää viin hyllyihin hankittu kahdelle alim malletasolle lisää hyllytasoja, joilla
nykyinen kuormalava hylly muunnetaan hitaasti liikkuvien, käsin keräiltävi-
en nimikkeiden varastoksi.

Varaston toimintaan tehdään myös muutos keräilyä si- Imällä pitäen. Varaston toimintamuutetaan bulk–dispatch–malliseksi, jossa suuri osa varastosta toimii pääasiallisena varastona (bulk) ja tästä varastosta täydennetään keräilyvarastoa (dispatch). Sanalla dispatch viitataan usein myös lähettämöä edeltävään varastoon, mutta tässä tapauksessa lähetystapahtuu vain seuraavalle osastolle. Varaston muunnoksessa säilytetään vanha malli varastoida nimikkeitä ensimmäiselle vapaalle varastopaikalle satunnaisesti. Huomiota kuitenkin kiinnitetään samannimikkeen varastoimiseen useampaan paikkaan ja tällaisissa tapauksissa nimikkeet pyritään siirtämään samalle varastopaikalle. Tämä varastointitapa koskee kuitenkin vain pääasiallista varastoa, keräilyvarasto järjestellään eriperiaatteiden mukaisesti janiitäkäsittelään seuraavassa luvussa.

Joillekin tuotteille on kuitenkin syytä määrätä oma sijaintinsa bulk-varastossa. Tällaisia tuotteita ovat ennen kokoonpanoalisäkäsi tteilyä tarvitsevat lukkorungot ja sangat ja pakkaukseen tarvittavat materiaalit. Pakkausmateriaaleille pystytetään omapieni hyllystösäilyttämään lavatavaran as- aapuneet pakkaustarvikkeet juuri varaston ulkopuolella, tämä hyllystö sijaitsee varastomiesten työpiste- yhteydessä jotensaldotilannettavoidsa seurata myös visuaalisesti. Lukkorungot ja sangat sijoitetaan varaston ulkoreunalle. Tällaisijoituksella helpotetaan niiden jatkokäsittelyä ennen niiden siirtämistä keräilyalueelle, koska ne varastoidaan vain muutaman metrin päähän jatkokäsittelypisteestä.

Vaikka keskusvaraston luomisen taustalla on tahto pitää kaikki varastoitavat nimikkeet samalla alueella, on tarpeellista perustaa kokoonpanon ja keskusvaraston väliselle alueelle pienten osien linjavarasto. Tämän pienemmän varaston perustamisella vältetään kokoonpanossa tarvittavien erittäin pienten ja edullisten osien keräily. Näitä osia tarvitaan niin usein ja niin suurina määrinä, ettei niiden keräilyä voida pitää taloudellisestijärkevänä. Tässä linjavarastossa sijaitsevien pienten kappaleiden varastoarvo on yksinkertaisesti niin pieni, että pelkkä keräilijän liikkuminen varaston laidalle niitä keräämään tulisi maksamaan enemmän kuin osien säilyttäminen. Näitä pieniä osia ei myöskään pidetä yksikkösaldolla, vaan niitä vähennetään laatikkokerrallaan pääasiallisesta varastosta. Tämän linjavaraston yhteydessä on usein puhuttu myös nk. piensarjojen omasta varastosta, josta pikatilauksiin tarvittavat tuotteet voidaan koota ja toi-

mittaetaan päin. Näin vältetään muutokset keräily- ja pienten tilausten sattuessa. Tämän pienten tilausten on nähty taloudellisesti kannattavammaksi kuin keräilyjärjestyksen muuttaminen kiireellisyyden takia tai pienten tilausten välissä.

7.3.3 Keräilyjärjestäminen

Nimikkeiden luokittelun jälkeentyössä siirryttiin seuraavaan vaiheeseen. Keräilyjärjestäminen uuteen varastoon aloitettiin pohtimalla vaihtoehtoja keräilyhyllyiksi ja keräilytavoiksi. Myös keräilynapuvälineiden ja ohjaustavan valintasuoritettiin alustavasti, mutta niihin ennustettiin muutoksia lähiaikoina. Varaston sisäiset jaot ja roolit päätetään myöhemmän ajan kohtana, mutta toistaiseksi keräilyä suorittavat entiset osin toimituksentyöntekijät ja keräilyvaraston täydennyksestä, tavaravastaanotostajavaraston yleisistä järjestyksestä vastaavat varastomiehet.

Vanhon keräilyhyllyjen ollessa ergonomian kannalta odella heikkovaihtoehto, päätettiin tutkia vaihtoehtoa hankkia uudet läpivirtaus hyllyt keräilyhyllyiksi. Hyllyratkaisussa oli kuitenkin jokaisessa samasta perustavaa laatua oleva vika; vaa'an upottaminen aputasoineen niiden rakenteisiin veisi tarpeettoman paljon tilaa. Vanhassa hyllyssä vaaka sijaitsee keräilyhyllyn päällä, koska hyllystö on vain noin 1200 mm korkean äänöllenerinomaisen aputaso. Monien vaihtoehtojen hyllyratkaisujen jälkeen päätettiin, ettei varastokeräily perustamisvaiheessa voitaisi tehdä enempää investointeja. Näin ollen jäljelle jäisivät vanhat keräilyhyllyt. Varastossa sijaitsevat neljä paternosteria kuitenkin nousivat esille pohtiessa keinoja välttää vanhoja keräilyhyllyjä ja niiden erittäin huonoa käyttöergonomiaa. Jo yhdellä paternosterilla päästään samaan nimikkeiden kokonaismäärään kuin entisellä noin kahdenkymmenen metrin mittaisella matalla hyllyllä, ja kahdella paternosterilla päästään jo erinomaiseen keräilytehokkuuteen ja nimikkeiden kokonaismäärään. Paternosterien ollessa jo valmiiksi varaston sisäpuolella, päätettiin hyödyntää niiden ominaisuuksia ja järjestää keräilykahteen vierekkäiseen yksikköön. Näin ollen keräilytoiminnolla olisi kaksikertaa

enemmän nimikkeitä käytössä kuin entisessä järjestyksessä. Imässä jase koskisi myös kokoonpano- ja vanhasajajärjestelyssä.

Paternosterit taitetaan viidellä erivarastolla. Ensimmäiseen paternosteriin sijoitetaan menekiltään suurin varasto 5001 ja toiseen paternosteriin sijoitetaan varastot 5001, 5004, 5005 ja 5006. Näin molempiin paterno- sternostereihin saadaan riittävä määrä nimikkeitä ja niiden käyttöaste pysyy korkeana. Varastot 5002 ja 5102 on määrää sijoittaa tuotantolaitoksen ulkopuolelle niiden sisällön vuoksi ja varasto 5003 on sijainnut tuotantolaitoksen ulkopuolella jo vuosia. Paternostereihin sijoitetaan ainoastaan XYZ-analyysissä luokan X ja Y saaneet tuotteet, eli paterno- sternostereista kerättävät tuotteet tuovat 80 prosenttia varaston työmäärästä. Loput nimikkeistä säilytetään varaston muissa osissa, koska niistä tarvitaan huomattavasti harvemmin kuin X- ja Y-luokkien nimikkeitä. Z-luokan nimikkeet jätetään keräilijän ulottuville kahdelle alimmalle hyllytasolle yleisen varaston puolelle, kun taas Z0 nimikkeet voidaan varastoida korkeammallekin niiden äärimmäisen heikon liikkuvuuden takia.

Paternostereihin sijoitettavat nimikkeet lajitellaan nimikeryhmiin ja nimikeryhmät sijoitellaan peräkkäisille hyllyille, jolloin ne muodostavat paternosterin sisään alueellisesti määrätyn varaston. Nimikkeitä ei lajitella tuotekohtaisesti, koska useissa tuotteissa käytetään samoja komponentteja ja tästä syystä niiden noutaminen karusellista kestäisi aivan yhtä kauan. Nimikkeiden alueellistamisessa on myös hyvä näpuolen asenselkeys paternosteriä yrittävälle varastomiehelle. Varastomiehen ei tarvitse tarkistaa mihin tuotteeseen kyseinen nimike kuuluu, vaan hänen tarvitsee vain tietää, mille alueelle se kuuluu, ja hän löytää etsimänsä täyttökohteen. Nimikkeiden vaadittavaksi määrätty minimissään yhdestä kolmeen viikon tarve. Näin ollen nimikkeiden kulutuksesta ja tilaustajuudesta tarvitaan keräilyn alkuvaiheissa tarkkaa tietoa. Tarke- kemmentiedon avulla tarvittava saldo saadaan optimoitu mahdollisimman pieneksi ja siten materiaalin läpivirtausaika ja varastojen arvolaskevat.

Keräilynohjaus päätettiin järjestää niinsanotulla pyykkinaru järjestelmällä, jossa työnjohtaja asettaa päivälle määrätty keräilytehtävät telineeseen, josta keräilijä käy sen poimimassa työnsä aloittaessaan. Puheohjattu keräily on kyseessä

olevan varaston koko huomioon ottaen tarpeeton, koska sen hyödyt näkyvät vastakunkäytävien lukumäärävarastossa on suuri ja hyllypaikkoja on huomattavan paljon enemmän. Keräiltävien kappaleiden pienikoko ei myöskään sulje keräilijältä poismahdollisuutta kirjatapahtumia käsin, joten puheohjauksella ei juurikaan ole mainittavia etuja tässä yhteydessä. Valo-ohjaus olisi erinomainen vaihtoehto keräilijän ohjaamiseen. Valo-ohjausta ei kuitenkaan voida sovitaa vielä tämän hetkiseen varaston hallintaohjelmaan ja sen hankkiminen ei missään tapauksessa ole edullisin vaihtoehto. Valo-ohjausta kuitenkin tulisi harkita uudelleen, kun yritys siirtyy uuden tuotannon- ja varastonohjaussovelluksen piiriin.

Käyttöön otettavassa pyykkinarujärjestelmässä työntekijä asettelee päivän keräilytöitä järjestykseen joko prioriteetin, tilauksen tai muun tarvittavan ominaisuuden mukaan. Pyykkinarulta kerättävässä keräilylistassa on liitteinä kaikki kyseiseen tilauksen täyttämiseen ja kokoonpanoon tarvittavat asiakirjat. Tällaisia asiakirjoja ovat muun muassa toimitettavien tuotteiden kokoonpanopiirustukset, lähetukseen tarvittavat asiakirjat ja asiakkaantiedot. Prosessin alkuvaiheissa keräilylistan kokoamisessa ongelmaksi muodostuu nimikkeiden saatavuustietojen paikkansapitävyys ja lukkojen sarjoitukseen liittyvien paperien liittäminen keräilylistaan. Sarjoitukseen liittyvät nimikkesarjapaperit sisältävät sarjoituksen lisäksi tiedot asiakaskohtaisista leimauksista tuotteisiin, jotka keräilijän on välttämättä tiedettävä keräilyä aloitettaessa. Leimattavat tuotteet varastoidaan erilleen muusta keräilyvarastosta ja ne on osattava kerätä oikeasta paikasta oikeaan aikaan. Nimikkeiden saldotietojen paikkansapitävyys muodostuu mitä todennäköisimmin ongelmaksi ennen kuin varastorakenteen muutos valmistuu uuteen muotoonsa. Nimikkeitä on vähennettyinä useissa paikoissa, joten niiden saatavuudesta yhtenä tietynä hetkenä ei voida saada paikkansapitävää tietoa, mutta tarkoituksena on ylläpitää tarpeeksi suurta varastoa keräilyalueella, että saatavuudesta ei pääse muodostumaan ongelmaa keräilyä alkuvaiheiden aikana.

Suurin osa nimikkeistä kerätään suoraan paternostereista. Paternostereille tuodaan lista hyllynumeroista ja niillä sijaitsevista nimikeryhmistä, millä pyritään nopeuttamaan keräilyäntyötä vähentämään keräilylistanselailu- ja hyllykoodeja

syötettäessä. Kunkeräilijäsaapuulaitteelle, hän syöttää päätteelle tarvitseman sahyllynumerot ja käynnistää paternosterinkarusellin. Laitteosaa itse optimoida tuotavien hyllyjen järjestyksen, joten keräilijän ei tarvitse kuin käynnistää nouto ja odottaa joitakin sekunteja kunnes ensimmäinen hylly saapuu kohdalle. Karuselli pysähtyy halutun tason kohdalle ja keräilijä vetää haluamansa laatikon ulostyöskentelytasolle, joka sijaitsee samalla korkeudella tuodun hyllyn kanssa. Nimikkeet keräillään vaa'alle, tai pienten lukumäärien tapauksessa käsin säilytysrasiaan, ja laatikko palautetaan oikealle paikalleen. Vaaka sijoitetaan paternosterin työskentelytasolle nopeuttamaan työskentelyä ja vähentämään tehdyn työn määrää. Koska laatikoita ei tässä tapauksessa tarvitse käsitellä kuin tasopinnalla, ei keräilijälle tule juurikaan fyysistä kuormitusta keräilytapahtuman aikana. Tämän jälkeen laitteelle annetaan käsky jatkaa noutoa ja karuselli tuottaa seuraavan pyydetyn hyllytason keräilijälle. Joissakin varastossa sijaitsevista paternostereista nouto tapahtuu nimiketikoodilla, ei hyllytasolla, joten keräilijän tulee kiinnittää huomiota tarvitsemiensa nimikkeiden keräilyyn työskennellessään paternostereilla.

Jos keräilijä tarvitsee jotakin harvoin kuluvaan imikkettä tilaukseensa, pyytää hän läsnä olevalta varastomieheltä apua tarvittaessa. Keräilijällä ei ole pätevyyttä kuljettaa trukkia, joten varastomies on välttämätön apu, jos nimike sijaitsee ensimmäisen kahden hyllytason yläpuolella. Varastomiehelle jätetään myös täyttöpyynnöt paternosterin laatikkoihin, jos niissä havaitaan puutteita tai nimikkeiden määrä on vähentynyt keräilyn yhteydessä liian pieneksi sovituihin rajoihin nähden. Osa nimikkeistä, jotka kuuluisivat keräilyluokitukseltaan paternostereihin, ovat kuitenkin liian raskaita sinne sijoitettaviksi. Näille nimikkeille pyritään rakentamaan oma hyllystö keräilyalueen laidalle, josta nimikkeet keräillään ennen paternosterillesiirtymistä.

Toisenä keräilyn apuvälineenä käytetään keräilykärryä. Uudet keräilykärryt ovat työnaikanäkilpailutuksessa ja niiden ominaisuuksiavertailaan ja kärrystä pyritään saamaan optimaalinen apuväline niin keräilyyn kuin myös kokoonpanoon. Uuteen keräilykärryyn on pyrkimyksenä saada tarpeeksi kantavuutta, että se kestää useamman keräilylaatikon painon ja sen kantavuusvaatimukseksi on asetettu sata kiloa. Kärryyn on myös välttämätöntä saada hyllykannattimia

avaimiensäilytykseen käytetyille levyille jätös- ja taikirjoitus- ja tilaus- tilauksiin liittyville dokumenteille. Lisäksi eduksi lasketaan, jos kääryyn on mahdollista saada kaksi tai useampi apu- taso. Kääryjen demovaihe on al- kamaisillaan työn valmis- tuessa janiiden valinta suoritettaneen viimeistään kesäkuuna aikana. Ennen uuu- sien kääryjen hankkimista käytetään kokoonpanosta j- ja varastosta jo löytyviä yksinkertaisia hylly- ja avainvaunujakeräilyntark- oituksiin.

Kun keräilytapahtuma on saatettu päätökseen, keräil- ijä kirjaa keräilyn suorite- tuksi tietojärjestelmään ja kuljettaa keräilytuo- tteet kääryssä kokoonpanon kää- ryille varatulle alueelle. Tietojärjestelmäpuoles- taan kirjaa keräilylistan mukaiset vähennykset nimikkeiden saldoihin ja merkitsee tila- uksen siirtyneen kokoonpa- non työhön. Keräilijä tehtiä viine ikuulutoimit- taatilaustakääryineen suoraan tietylle kokoonpanijalle, vaan kokoonpanija käy nou- tamassa kääryyn omalle työ- pisteelleen samalla, kun hän on toimittanut edellis- en tilauksensa pakkaamoon ja palauttanut tyhjän keräilykääryyn laatikoineen va- rastoon merkitylle alueelle. Pakkaamo sijaitsee kokoonpanon välittömässä yhteyde- ssä, joten tästä ei ai- heudumainittavaa ylimääräistä työtä kokoonpanijoil- le.

Prosessi on siis lyhykäisyydessään seuraavanlainen: Keräilijä lähtee liikkeelle varastossa ja noutaa keräilykäärynsä ja siirtyy pyy- kkinarulle. Pyykkinarulta hän poimii keräilylistan liitteineen ja suuntaa tarvits- emalleen paternosterille. Pater- nosterilla keräilijä syöttää haluamansa hyllykoodit- ta haluttuun keräilijän ulottuville. Vaaitukse- n jatarkistuksen jälkeen keräilijä siirtyy kirjaamaan keräilyn suoritetuksi ja toimitt- aa keräilykääryyn kokoonpanon vastaanottoalueelle. Kun tilaus on siirretty kokoon- panon, keräilijä palaa nou- tamaan uutta kääryä ja tilausta ja prosessi aloitet- aan alusta. Läpi koko keräily- prosessin sentaustalla tapahtuu tietovirtaa, jolla- seurataan tilauksensaapumis- ta, sen etenemistä ja lopulta sen toimittamista asi- akkaalle. Näitä tietoja hallin- noivat erinäiset esimiehet, tilausten järjestelijät- ja myyntiosaston henkilöstö. Tämän tietovirran hallintaa pyritään kehittämään uu- den varaston- ja tuotan- non ohjausjärjestelmän käyttöönoton yhteydessä.

7.3.4 Toimintojen kehittäminen jatkossa

Kun varastokeräily ja sen ympärille rakennetut toiminnot saadaan vakautettua, tulisi keskittyä kehittämään keräilyn- ja varaston ohjausta. Keräilyn valon ohjauksella voitaisiin saavuttaa huomattavasti parempi keräilytiheys varsinkin paternostereissa, joissa nimikenouto ei ole toiminnassa. Tuotannon ohjausjärjestelmän vaihtuessa uudempaan sovellukseen, olisi mahdollista päivittää myös keräilyn pyykkinaru-järjestelmä sähköiseen muotoon. Sähköisessä järjestelmässä keräilijä hyväksyy keräilylistan, jolloin listat jotkut tulostuutaisiirtoykeräilyjärjestelmän näytölle, jos käytössä on jokin kannettava tabletti-tyyppinen tietokone tai muu vastaava laite. Viimeistään ohjausjärjestelmämuutoksen yhteydessä olisi syytä aloittaa pilottikokeilu viivakoodien siirtymisestä. Viivakoodin käyttäminen helpottaa varastokirjausten tekemistä ja on myös erittäin edullinen tapa merkitä tuotteita. Viivakoodeille perustuvia sovelluksia on jo tänä päivänä niin paljon, ettei markkinoilla ole ongelmaa kilpailuttaa tuotteita tai löytää juuri omaan tarkoitukseen sopiva viivakoodin ratkaisua.

Paternosterien käyttöä tulisi laajentaa mahdollisuuksien mukaan kaikkiin neljään karuselliin, jos pilottiprojekti osoittautuu onnistuneeksi. Myös mahdollisen viidennen paternosterin hankinta olisi viisasta niiden hyvän keräilytiheyden ja lattiapinta-alan hyödyntämisen takia. Tälle paternostereista muodostuvalle keräilyalueelle olisi mahdollista sijoittaa kaikki keräilynimikkeet, joilla on ollut tapahtumia viimeisen vuoden ajalla. Näin vain nollatapahtumaa omaavat tuotteet siirrettäisiin bulk-varaston puolelle ja keräilijöiden tarvitsema alue muodostuisi selvemmäksi. Useamman kuin kahden paternosterin käyttöönotto mahdollistaisi myös useamman keräilijän yhdenaikaisen työskentelyn ilman turhaa odottelua tietyille tuoteryhmälle. Paternosterien lisäys olisi mahdollista tulevaisuudessa kehittää automaatiolaitteita, joilla keräilynimikkeet siirrettäisiin suoraan kokoonpanoon ilman keräilykärryjä. Näin keräilijän ei tarvitse poistua varastosta ja kokoonpanoon voidaan syöttää suurempia määriä keräiltyjä nimikkeitä lyhyessä ajassa.

Myös paternosterien ohjaukseen olisii syytä panostaa viimeistään uuden ohjausjärjestelmän käynnistyttyä. Paternosterien ohjaaminen keräilylistan mukaan on

todennäköisesti mahdollista ohjelmistopäivityksellä ja ohjaaminen suoraan listaltatoisitehokkuuttaajankäyttöön. Tällaisella ohjauksella paternosterikäynnistää noutohjelman jo keräilijän hyväksyessä itselleen uuden keräilytehtävän sähköisestä järjestelmästä ja keräilijän saapuessa paikalle ensimmäinen keräiltäväänimikeolisijovalmiinakerättäväksi. Tätä paternosterien ohjausta on tutkittava tarkasti valmistajan edustajan kanssa, koska osvarastossa sijaitsevia paternostereita on mahdollista kehittää tähän suuntaan, on se taloudellisesti äärimmäisen kannattavaa pitkällä aikavälillä.

Kehitystyötä tulee myös tehdä varastosaldojen alentamiseksi. Varaston kokoa voidaan pienentää myös fyysisesti, jos tuotannon joustavuutta onnistutaan kehittämään. Olettaen että varastoitavien nimikkeiden määrää ja saldoja onnistutaan pienentämään riittävästi, voidaan osa varaston hyllyistä purkaa ja niiden tilalle siirtää varastoon liittyviä toimintoja, kuten lukkorunkojen ja salkojen käsittely. Tila voidaan tehdä myöskin tulevaisuudessa käynnistyvälle visuaalisen ohjauksen hyllyistölle, joka on määrää sijoittaa varaston tuotannon puoleiseen pätyyn. Visuaalisen ohjauksen lähes poikkeuksetta edellyttäessä joko kaksi- tai läpivirtaushyllyistöjä, on niille varattava runsaasti tilaa varastoon. Kehitystyötä visuaalisempaan suuntaan voidaan tehdä myös kokoonpanolinjavaraston japiensarjatilauksen varastonyhteydessä. Linjavarastohyllyt voisikorvata läpivirtaushyllyillä, jolloin varastomies näkisi varastoon saapuessaan missä nimikkeissä on täydennystarvetta, ilman kokoonpanijan tekemää täydennyspyyntöä.

Varaston layout-ratkaisu ei välttämättä ole tällä hetkellä optimaalinen ajatellen virtauttamista tai varaston työmäärää, mutta varastosaldojen tarkentuessa ja tuotannon joustavuuden parantuessa on erittäin todennäköistä, että varaston layout muuttuu ns. virtaavammaksi. Visuaalisen ohjauksen tullessa käyttöön koko tuotannossa ja tuotannon joutaessa sarjakokojen suhteen on kuitenkin mahdollista, että layout-muutokset tulevat pakollisiksi. Varaston osalta tämä tarkoittaa sitä, että varaston muotoa on muokattava virtaamaan suoraan tuotannosta toimituksiin. Tämän hetkinen virtaus jatkokäsittelyistä varaston kautta toimituksiin muodostaa tuotannon näkökulmasta huonon virtauksen varaston sisälle. Layout-kehityksen suunnan määrää kuitenkin tulevaisuudessa tuotan-

nonomajoustavuusjavisuaalisenohjauksenkäyttöönotonlaajuus, einiinkään varastonsisäinetoiminta.

Layout-kehityksen osana myös varastomiesten työpisteiden sijainti tulisi muuttaa ennen keräilypilottiprojektin päättymistä. Tällä hetkellä layout-muutos on siirtänyt varastomiesten työpisteet ja tavaran varastointipaikan varaston ulkopuolelle, mutta kuitenkin sen välittömään läheisyyteen. Työpisteiden siirtämisestä on jokeskusteltu, muttaniidensijoittaminen tämän hetkiseen varastoon on mahdollista ilman muutoksia hyllyratkaisuihin. Varastomiesten ja keräilynesivalmistelijan välinen yhteistyö on kuitenkin päivittäistä ja sitä tulisi helpottaa siirtämällä työpisteet mahdollisimman lähemmäksi, mahdollisesti jopa kuuloetäisyydelle toisistaan.

Kehitystoiminnan perustana toimii heti keräilyprosessin alkuvaiheista kestävä tarkkaseuranta, jolla varmistetaan prosessintoimivuus. Seurannan avulla päästään puuttumaan mahdollisimman nopeasti prosessin epäkohtiin ja optimoimaan keräilyalueella säilytettävien nimikkeiden tarvitsemat saldot. Seuranta tulisi tehdä vähintään viikkotasolla, muttakeräilyohjaavan esimiehen sijaitessa varaston välittömässä läheisyydessä voidaan seuranta tehdä päivittäisellä tasolla ja ongelmiintulee puuttua välittömästi niiden ilmetessä.

8 Pohdinta

Opinnäytetyö on viimeisille hetkilleen asti tuonut haasteita ja ongelmia ratkaistavaksi. Aikataulun muutokset ja pitkät viivästykset toteutuspuolella johtivat lopulta työn tulosten puuttumiseen ja toteutusvaiheen käynnistys on vasta pilotoinissa, kun työ tulee päätökseensä toukokuun loppupuolella. Työtä kuitenkin jatketaan opinnäytetyöprosessin ulkopuolella ja kirjoittajalla on mahdollisuus jatkaasaman projektin parissakesätöiden yhteydessä. Kuntuloksia on saatava seuranta alkaen tuottaa hedelmää on mahdollista, että projekti poikiitoisen insinööriön keräilyoptimoinninosalta.

Automaatioon keskittyneen insinööriopiskelijan näkökulmasta työ on ollut silmiä avaava kokemusvaraston toiminnasta ja sen merkityksestä kokoyrityksen materiaalivirtaan. Työn edetessä vastaan tulleet ongelmat on saatu ratkaistua ja virheistä oppimalla oma osaaminen aiheesta on saavutettu uuden tason. Ammatillisen kehittymisen näkökulmasta työstä tulee hyvin todennäköisesti olemaan hyötyä työelämässä, koska lähes jokaisessa tuotantolaitoksen on varastoitavajotakin ja monipuolinen osaaminen ei koskaan ole haitaksi työuralla.

Työn teoriaosuus on kirjoittajan mielestä kattava ja paikoitellen ehkä liiankin syvällinen huomioonottaen työntodellisen tarpeen. Teoriassa on käyty läpi erittäin tarkasti varastointia ja materiaalin käsittelyä, mutta logistiikka itsessään jää hieman taka-alalle. Logistiikan osuus on työn rajauksista johtuen hyvin pieni ja hädän tuskin pintaraapaisu valtavasta kokonaisuudesta. Kyseisen liiketoimintayksikön logistiikan käsittely olisi kuitenkin liian laaja kokonaisuus yhteenvonnäytetyöhön, joten jätettiin alustavaksi tehty rajaus on ollut kirjoittajan mielestä hyvä päätös.

Opinnäytetyöprosessin tuloksena on saatu luotua pohja ja perustettavalle keräilyjärjestelmälle ja siinä on hyödynnetty kuukausien aikana kertynyttä teoreettista tietoa tehokkaasti. Valtaosa tehdyistä valinnoista on perustunut teorian tiedon soveltamiseen omassa kohteessa ja loput valinnoista on toteutettu heuristiikan avulla yhdessä kokeneiden työntekijöiden kanssa.

Ongelmia teorian soveltamisessa ovat olleet pääosin kohteena olleen varaston pieni koko ja nykyisin käytössä olevan ohjausjärjestelmän joustamattomuus. Varastoteoria perustuu valtaosin suuriin varastohalleihin, tukkuvarastoihin ja terminaaleihin, joissa säilytetään valtavia määriä kaiken kokoisia ja painoisia nimikkeitä. Tästä johtuen kohteeseen tarvittavat aineet on jouduttu soveltamaan useilta osin ja tästä johtuen varaston toimintaa on seurattava tiiviisti tulevien kuukausien ajan, että voidaan varmistaa järjestelytoimivuus. Ohjausjärjestelmän joustamattomuus pakotti joitakin työn valintoja huonompaan suuntaan, mutta vuoden kuluessa käyttöön otettavuusjärjestelmäsalli työaikana esitettyjen kehitysehdotusten täytäntöönpanon.

Opinnäytetyö on ollut alusta loppuun hyvin suoraviivainen prosessi. Rajausten ollessa kaikille osa puolille selvät, on työn suorittaminen ollut vaivatonta eikä aikaa ole juurikaan kulunut hukkaan aikatauluongelmista huolimatta. Prosessin olisi voinut kuitenkin aloittaa noin kuukautta aiemmin, jolloin työn viimeistelyyn käytettävä aika olisi ollut pidempi ja työn alkupuolella olisi ollut mahdollisuus keventää tahtia. Käytetyt menetelmät kuitenkin tukevat työn etenemistä jämäkällä tavalla menetelmävalinnat osoittautuivat onnistuneiksi alun perin rönnön jälkeen.

Prosessin alkaessa luotiin työlle aikataulu. Aikatauluun oli merkittynä pääosin kirjoitusprosessiin liittyviä tavoitteita janiiden väleihin jätettyä aika kirjallisuuteen perehtymiselle. Työn kirjoitusosuus toteutettiin luku kerrallaan sen takia, että luettu tieto ei pääsisi sekoittumaan muun tiedon kanssa. Kirjoitustavoitteiksi asetettiin usein yksiluku tai alaluku kerrallaan ja aikataulun salliessa useampia lukuja kerrallaan. Kun kirjallisuus oli silmäilty kertaalleen, se priorisoitiin järkevämmin erivärisin kirjanmerkein. Kirjanmerkkien tehtävänä oli visuaalisesti kertoa mitkä osat ovat tärkeitä, mitä tulisi lukea vielä tarkemmin ja mitä tulee verrata muuhun kirjallisuuteen. Kirjanmerkit toimivat samalla myös tavoitteellisina rajoina, joita poistettiin kirjoista prosessin edetessä. Näin muodostui selvä visuaalinen eteneminen kirjoitustyössä ja vähitellen menetelmä osoittautui erinomaisiksi kannustimeksi kirjoitustyölle.

Lähdekriittisyys on ollut yksi työn keskeisiä tukijalkoja ja teoreettisen osuuden lähteiksi neiole hyväksytyt mitään yrityksiä tuottama materiaali kuvialukuun ottamatta. Lähteet on valikoitu huolellisesti laajasta valikoimasta kirjallisuutta koskien varastointia jäsenmerkitystä yrityksille. Kotimaisten kirjoittajien teoksia suosittiin työn alkuvaiheessa janiidentieto on verratukriittisesti tietopankeista saatuihin raportteihin ja muuhun kirjallisuuteen. Koska painettu kirjallisuus on aina askeleensa sähköisiä teoksia jäljessä, on sähköisten lähteiden tietoajouduttu useaan otteeseen tarkistamaan useasta muusta lähteestä ennen sen käyttöä itsetyössä.

Kuten jo aiemmintyössä mainitaan, olisi kerailynoptimoinnin parissa mahdollista tehdä toistakin insinöörin opinnäytetyötä. Työn toteuttamisen jälkeen on kuitenkin täysin mahdollista, että toiminnoissa havaitaan muita kehittämistarpeita.

Varsin hyvä aika tehdä opinnäytetyö olisi siirtymäaika uuteen ohjausjärjestelmään. Suomessa varastojen kehittäminen modernille tasolle ei ole vielä ottanut laajasti tuulta alleen, joten vastaavia projekteja on mahdollista löytää usealta paikkakunnalta. Teollisuuden ollessa kuitenkin hyvin kallis ylläpidettävä Suomen tasoisessa hyvinvointivaltiossa, on hyvin mahdollista, että myös varastoinnin kehitys alkaa saada kannatusta enenevässä määrin. Nähtäväksi jää, kuinka suuren osan logistiset toiminnot yleensä saavat tuloineen eväisyyden yrityksissä maassa, jossa on näinkin pitkä välimatka ja hankalatsääolot.

Lähteet

- Aase, G. & Petersen, C. G. 2004. A comparison of picking, storage and routing policies in manual order picking. *International Journal of Production Economics* 92. Amsterdam: Elsevier B.V. 11–19.
- Abloy Oy. 2011a. Factories. Abloy Oy. <http://www.abloy.com/en/abloy/abloycom/About-ABLOY/Factories/>. 1.4.2012
- Abloy Oy. 2011b. Yritys. Abloy Oy. <http://www.abloy.fi/fi/abloy/abloyfi/Yritys/>. 1.4.2012.
- Assa Abloy. 2011. ASSA ABLOY in brief. Assa Abloy. <http://www.assaabloy.com/en/com/About-ASSA-ABLOY/ASSA-ABLOY-in-brief/>. 1.4.2012.
- Bardi, E. J., Coyle, J. J. & Langley, C. J. 2003. *The Management of Business Logistics. A Supply Chain Perspective*. Mason: South-Western.
- Bicheno, J. & Holweg, M. 2009. *The Lean Toolbox. The Essential Guide to Lean Transformation*. Buckingham: PICSI Books.
- Bowersox, D. J., Closs, D. J. 1996. *Logistical Management. The Integrated Supply Chain Process*. Singapore: McGraw-Hill.
- Bragg, S. M. 2005. *Inventory Accounting. A Comprehensive Guide*. Hoboken: Wiley.
- Ellis Systems. 2012. Vertical Carousels. Ellis Systems. <http://www.ellismh.com/index.php?url=vertical-carousels>. 14.5.2012.
- Frazelle, E. 2002. *World-Class Warehousing and Material Handling*. New York: McGraw-Hill.
- Gourdin, K. N. 2001. *Global Logistics Management. A Competitive Advantage for the New Millennium*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd.
- Heragu, S. S. 2008. *Material Handling System*. Teoksessa Taylor, G. D. (toim.). *Logistics Engineering Handbook*. Boca Raton: CRC Press. Luku 11. 1–19.
- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2004. *Logistisen ajattelun perusteet*. Jyväskylä: Kopijyvä Oy.
- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2011. *Johdatus logistiseen ajatteluun*. Jyväskylä: Jyväskylän yliopiston paino.
- Karhunen, J., Pouri, R. & Santala, J. 2004. *Kuljetus- ja varastointi. Järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet*. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdistys.
- Karrus, K. E. 2001. *Logistiikka 3., uudistettu painos*. Juva: WS Bookwell Oy.
- Kouri, I. 2010. *Lean-taskukirja*. Helsinki: Teknologian tutkimuskeskus Teknova Oy.
- Lambert, D. M. & Stock, J. R. 2001. *Strategic Logistics Management*. Boston: McGraw-Hill.
- Launis, M. & Lehtelä, J. 2006. *Ergonomiaopaskoneiden ja työvälineiden hankintaan, käyttöön ja tarkastamiseen*. Vammala: Vammalan Kirjapaino.
- Launis, M. & Lehtelä, J. 2011. *Valaistus, ääniympäristö ja lämpöolosuhteet*. Teoksessa Launis, M. & Lehtelä, J. (toim.). *Ergonomia*. Tampere: Tammerprint Oy. 266–290.
- Lehtelä, J. 2011a. *Taakkojen käsittely*. Teoksessa Launis, M. & Lehtelä, J. (toim.). *Ergonomia*. Tampere: Tammerprint Oy. 185–194.

- Lehtelä, J. 2011b. Työtilatjakulku-tiet. Teoksessa Launis, M. & Lehtelä, J. (toim.). *Ergonomia*. Tampere: Tammerprint Oy. 129–146.
- Liikenne- ja viestintäministeriö. 2012. *Logistiikka selvitys 2012*. Julkaisuja 11/2012. Helsinki: Liikenne- ja viestintäministeriö.
- Material Handling Industry of America. 2012. *Glossary*. Material Handling Industry of America. <http://www.mhia.org/learning/glossary/m.31.3.2012>.
- Material Handling Institute. 1999. *The Ten Principles of Material Handling*. Charlotte: Material Handling Institute.
- Muller, M. 2011. *Essentials of Inventory Management*. Saranac Lake: AMACOM Books.
- Parmenter, D. 2007. *Pareto's 80/20 Rule for Corporate Accountants*. West Sussex: John Wiley & Sons Ltd.
- Petersen, C. G. & Schmenner, R. W. 1999. An Evaluation of Routing and Volume-based Storage Policies in an Order Picking Operation. *Decision Sciences Volume 30*. Hoboken: Wiley-Blackwell. 481–501.
- Rogers, L. K. 2010. Carousels. Turning picking into productivity. *Modern Materials Handling 10*. Framingham: Peerless Media LLC. 34–37.
- Sakki, J. 1999. *Logistinen prosessi. Tilaus-toimitusketjun hallinta*. Espoo: Jouni Sakki Oy.
- Sakki, J. 2009. *Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B – vähemmällä enemmän*. Vantaa: Jouni Sakki Oy.
- Sharp, G. P. 2008. Warehousing. Teoksessa Taylor, G. D. (toim.). *Logistics Engineering Handbook*. Boca Raton: CRC Press. Luku 12.6–22.
- Sheldon, D. H. 2004. *Achieving Inventory Accuracy. A Guide to Sustainable Class A Excellence in 120 Days*. Boca Raton: J. Ross Publishing.
- Stranks, J. 2005. *Manager's Guide to Health & Safety at Work*. Lontoo: Kogan Page Ltd.
- Suomen Standardoimisliitto SFS ry. 2004. *SFS-ENISO 6385-Työjärjestelmien ergonomisetsuunnitteluperiaatteet*. Helsinki: Suomen Standardoimisliitto SFS ry.
- Työsuojeluhallinto. 2010. *Käsintehtävännostot ja siirrottyössä. Työsuojeluoppaitaja-ohjeita 23*. Tampere: Työsuojeluhallinto.
- Valtioneuvoksen päätös 1409/1993 käsintehtävistä nostoistajasiirroista työssä.