

Opinnäytetyö (AMK)

Liiketoiminnan logistiikka

2022

Pietari Holkko

Varaston keräilyprosessin optimointi



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Liiketoiminnan logistiikka

2022 | 38 sivua

Pietari Holkko

Varaston keräilyprosessin optimointi

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on tutkia varaston keräilyprosessin optimoinnin keinoja teoreettisesta näkökulmasta. Teoriaosuuden pohjalta pohditaan pääpiirteittäin, miten prosessi kannattaa käytännössä optimoida mahdollisimman edulliseksi sekä yrityksen että työntekijän näkökulmasta.

Opinnäytetyö rakentuu teoria- ja pohdintaosioista. Johtopäätökset-luvussa pohditaan keräilyprosessin optimoinnin toteutusta käytännössä teoriaosuuden sekä henkilökohtaisen työkokemuksen pohjalta. Opinnäytetyössä pohditaan muun muassa ABC-analyysin sekä lean-ajattelun hyödyntämistä varaston keräilyprosessin optimoinnissa ja niiden vaikutuksia toimivassa keräilyssä.

Opinnäytetyön avulla selvitetään keräilyprosessin optimointiin vaikuttavia asioita teoreettisesta näkökulmasta ja mietitään, miten näitä tekijöitä voidaan soveltaa käytännössä. Lopputuloksena on kattava teoreettinen tiivistelmä varaston keräilyprosessin optimoinnin keinoista.

Opinnäytetyötä voidaan hyödyntää tulevaisuudessa esimerkiksi varaston keräilyprosessin suunnittelussa tai lukumateriaalina keräilystä kiinnostuneelle henkilölle. Opinnäytetyö tarjoaa näkökulmia keräilyyn eri tekijöihin, joiden pohjalta suunnittelua voidaan toteuttaa.

Asiasanat:

keräily, lean-ajattelu, optimointi, prosessit, varastointi

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Bachelor of Business Administration, Business logistics

2022 | 38 pages

Pietari Holkko

Optimization of the warehouse picking process

This thesis examines the methods of optimizing a warehouse's picking process from a theoretical viewpoint. On the basis of the theory, the thesis studies the optimization in practice from the company's and the worker's point of view.

The thesis consists of theoretical and reflective segments. The conclusions section reflects on the optimization of the picking process on the basis of the theoretical section along with personal work experience. The thesis includes reflection on the utilization of ABC-analysis and lean thinking in the optimization of a warehouse's picking process and the effects on the aforementioned concepts in functional picking.

The result of this thesis is a comprehensive summary of the things that affect a warehouse's picking process from a theoretical perspective, but also how these factors can be put to practice.

In future, the thesis can be utilized in the planning of a warehouse's picking process or as reading material for someone who is interested in collecting, for example. The thesis offers perspectives on various factors that are included in picking, and these perspectives can be utilized in the planning of a warehouse's picking process.

Keywords:

collection, lean manufacturing, optimization, processes, warehousing

Sisältö

Käytetyt lyhenteet tai sanasto	6
1 Johdanto	7
2 Keräily ja sen tyypit	8
3 Keräilyssä käytettävät laitteet ja menetelmät	10
3.1 Manuaaliset ja mekaaniset käsittelylaitteet	10
3.2 Korkeakeräykset (HLOP)	12
3.3 Kuljettimet	12
4 Varastointimenetelmät ja hyllytyksen optimointi	14
4.1 Lattia- ja massavarastointi	14
4.2 Normaalin ja kapean käytävän lavahyllytys	15
4.3 Hyvin kapean käytävän lavahyllytys (VNA)	15
4.4 Läpivirtaushyllyt	16
4.5 Karusellit	16
4.5.1 Vaakakarusellit	16
4.5.2 Pystykarusellit	17
5 Varastotilan suunnittelu keräilyn näkökulmasta	18
5.1 Tavaravirtauksen suunnittelu	19
5.1.1 Suoran virtauksen periaate	19
5.1.2 U-virtauksen periaate	20
5.1.3 Kulmavirtauksen periaate	21
5.2 Keräilyreitien optimointi	21
5.2.1 Tuotesijoittelu varastossa	22
5.2.2 ABC-analyysi tuotesijoittelussa	22
5.2.3 Tuotesijoittelun vaikutukset keräilyprosessiin	23
6 Ergonomia ja työturvallisuus	26
6.1 Tapaturmat ja vammat	26
6.2 Työturvallisuuden parantaminen ja riskien minimointi	26

7 Varastonhallintajärjestelmä, teknologia ja lean-ajattelu keräilyssä	28
7.1 Varastonhallintajärjestelmä – mihin sitä tarvitaan?	29
7.2 Teknologia keräilyn tukena	30
7.2.1 Viivakooditekniikka	30
7.2.2 RFID	31
7.2.3 Puheohjattu keräily	31
7.2.4 Valo-ohjattu keräily	32
7.3 Lean-ajattelu keräilyssä	32
8 Johtopäätökset ja pohdinta	35
Lähteet	37

Kuvat

Kuva 1. Suoran virtauksen periaate.	19
Kuva 2. U-virtauksen periaate.	20
Kuva 3. Kulmavirtauksen periaate.	21
Kuva 4. Huono keräilyreitti.	24
Kuva 5. Hyvä keräilyreitti.	25

Käytetyt lyhenteet tai sanasto

ABC-analyysi	Tavaran luokittelumenetelmä. (Ritvanen, Inkiläinen, Santala, Von Bell 2011).
APR	Adjustable Pallet Racking, säädettävä lavahylly. (Richards 2018).
ERP	Enterprise Resource Planning, toiminnanohjausjärjestelmät. (Hokkanen & Virtanen 2018).
FIFO	First In First Out -periaate, tavara lähtee varastosta saapumisjärjestyksessä. (Richards 2018).
HLOP	High Level Order Picking, korkeakeräykset. (Richards 2018).
JIT	Just-In-Time johtamisfilosofia, jonka tarkoituksena on parantaa toiminnan tehokkuutta. (Richards 2018).
Lean-ajattelu	Johtamisfilosofia, joka keskittyy hukan minimointiin. (Heinrich 2018).
RFID	Radio Frequency Identification, radiotaajuinen tunnistus. (Frazelle 2016).
VNA	Very Narrow Aisle, hyvin kapea käytävä. (Richards 2018).
WMS	Warehouse Management System, varastohallintajärjestelmä. (Richards 2018).

1 Johdanto

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on laatia teoreettinen kirjallinen tiivistelmä varaston keräilyprosessin optimoinnin keinoista sekä yrityksen, että työntekijän näkökulmasta. Keräilyprosessi on varaston näkökulmasta yksi vaativimpia prosesseja, koska keräily on kallista ja työvoimavaltaista, sen automatisointi ei ole helppoa ja se on altis virheille. Keräilyprosessin optimoinnilla pystytään parantamaan yrityksen kilpailukykyä huomattavasti mm. paremmalla palvelutasolla ja nopeammilla toimituksilla. (Richards 2018, 107.) Keräilyprosessin voi päältä päin nähdä yksinkertaisena vaiheena, jossa työntekijä kerää tavaran toimitusta varten, mutta prosessi pitää sisällään monia välivaiheita sekä ennen että jälkeen keräilytapahtuman. Tämän opinnäytetyön tarkoituksena onkin esittää keräilyprosessiin liittyvät vaiheet sekä optimaalisten puitteiden laatiminen varastossa.

Varaston tehokkaan operoinnin tärkeys on kasvanut huomattavasti kuluneiden vuosien aikana, kun kilpailu mm. toimitusaikojen saralla on koventunut. Tämän kehityksen seurauksena yritykselle on tärkeää, että sen toimintaprosessit varastossa ovat mahdollisimman tehokkaita, jotta tiukkojen aikataulujen myötä tulevat vaatimukset saadaan täytettyä ja yritys pystyy kilpailemaan markkinoilla.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on pystyä vastaamaan kysymyksiin, joita liittyy esimerkiksi varaston layoutin ja keräilyreitien valintaan, tavaran sijoittamiseen varastossa sekä käytettävän kaluston, järjestelmien ja teknologian valintaan. Keräilyprosessiin liittyy monia vaiheita, ja niiden ollessa optimaalisessa tasapainossa pystytään luomaan varastolle toimiva ja tehokas toimintamalli, joka mahdollistaa kilpailukykyisen toiminnan.

Opinnäytetyön lähteinä käytetään pääasiassa alan kirjallisuutta sekä joitain nettilähteitä. Opinnäytetyössä hyödynnetään myös henkilökohtaista työkokemusta keräilytyöstä.

2 Keräily ja sen tyypit

Keräilyllä tarkoitetaan prosessia, jossa varastosta kerätään tuotteita tilauksen täydentämistä tai työtehtävän toteutusta varten. Keräilytilaus voi sisältää yhden tai useamman tuotteen listan, jotka täytyy kerätä tilausta varten. Usean tilauksen ja tuotteen keräily voidaan toteuttaa samanaikaisesti. Keräilyä voidaan hyödyntää monipuolisesti tuotannossa, esimerkiksi raaka-aineiden, puolivalmisteiden ja valmiiden tuotteiden varastoinnissa. (Heinrich 2018, 471.)

Keräily voidaan jakaa neljään vaiheeseen, jotka ovat tuotteen paikantaminen varastossa, tuotteen luo siirtyminen, tuotteen kerääminen sekä sen siirtäminen halutulle paikalle, useimmiten lavalle tai alueelle, jossa keräilty tuote käsitellään (Heinrich 2018, 471–474).

Keräilyprosessi on kehittynyt huomattavasti kuluneiden vuosien aikana, ja nykyajan konseptit, kuten just-in-time (JIT), verkkokauppojen käytön yleistymisen sekä toimitusaikojen merkittävä supistuminen ovat johtaneet pienempiin, mutta sitäkin useammin tapahtuviin toimituksiin monissa varastoissa. Tämän kehityksen myötä perinteiset kokonaisten laatikoiden ja lavojen tilaukset ovat vähentyneet, ja tilalle ovat tulleet pienemmät, mutta useammin tapahtuvat tilaukset. (Richards 2018, 107.)

Lähtökohtaisesti keräily voidaan jakaa kahteen tyyppiin, dynaamiseen ja staattiseen keräilyyn. Tämä jaottelu perustuu siihen, kulkeeko keräilijä hyllypaikalle keräilyä varten vai kulkeutuuko tuote keräilijän luo automaattisesti. Keräilyä voidaan toteuttaa joko lukemalla paperisia tuotelistoja tai hyödyntämällä keräilypäätteitä ja muuta toimintaa helpottavia järjestelmiä, kuten puhe- tai valo-ohjausta. (Hokkanen & Virtanen 2018, 34.)

Dynaamisessa keräilyssä tuotteet on sijoitettu varastossa kiinteään varastopaikkaan, jonne keräilijän täytyy päästä. Tässä keräilymuodossa keräilijä tai robotti kulkee tuotteen luokse keräilyä varten. Tämän prosessin voi esittää myös ”keräilijä tuotteen luokse” -periaatteena. (Heinrich 2018, 472.)

Keräilijän siirtyminen halutun tuotteen luokse tapahtuu joko jalan tai käyttäen keräilykonetta. Keräilykoneet voidaan jakaa kahteen ryhmään, yksiulotteisiin ja kaksiulotteisiin keräilykoneisiin. Yksiulotteisia koneita käytetään silloin, kun kerättävä tuote on keräilijän ulottuvissa. Yksiulotteisia keräilykoneita kutsutaan myös *horisontaalisiksi keräilykoneiksi*. Kaksiulotteisia, eli vertikaalisia keräilykoneita, käytetään puolestaan silloin, kun kerättävä tuote on keräilijän ulottumattomissa. (Heinrich 2018, 473.) Valtaosa pienistä ja keskisuurista varastoista operoi yhä minimaalisella automatisaatiolla. Tämän vuoksi ”keräilijä tuotteen luokse” -periaate on edelleen voimissaan. (Richards 2018, 131.)

Staattisessa keräilyssä kerättävä tuote toimitetaan ennalta määrättyyn paikkaan varastohyllyltä keräilypisteelle, joka on hyllyalueen ulkopuolella. Tuote toimitetaan keräilypisteelle keräilytilauksen mukaisesti, joka toteutetaan joko manuaalisesti keräilijän toimesta, tai automaattisesti robotin avulla. (Heinrich 2018, 472.)

”Tuote keräilijän luokse” -systeemiä hyödyntämällä voidaan saavuttaa huomattavia etuja keräilyprosessissa. Dematicin (2009) mukaan suurin osa seuraavista eduista on mahdollista saavuttaa useimmissa systeemeistä:

- keräilijän siirtymäajan eliminointi
- tilan säästäminen varastossa
- automaattisen noutojärjestelmän mahdollistamat edut, kuten tuotteen turvallisuus, inventaarion tarkkuuden ylläpito ja First In First Out (FIFO) -periaate tuotteiden noudossa
- ergonomiset työpisteet (liikeratojen, korkeuksien, valaisun ja lämpötilan optimointi)
- minimoitu keräilijän siirtymäaika mahdollistaa nopean tilausten täytön
- tarkkuuden parantuminen keräilyprosessissa
- tapaturmien ja tuotteiden manuaalisen käsittelyn minimointi
- tuotteiden jaottelu ominaisuuksien mukaan. (Richards 2018, 137–140.)

3 Keräilyssä käytettävät laitteet ja menetelmät

Varaston keräilyprosessin optimoinnin kannalta on tärkeää ottaa käyttöön laitteet ja järjestelmät, jotka tarjoavat parhaimmat mahdolliset lähtökohdat yrityksen ja työntekijöiden toiminnalle. Valinnassa täytyy ottaa huomioon varastoitava tuote ja sen ominaisuudet sekä käytettävissä oleva tila ja käytettävän laitteen optimaaliset toimintaolosuhteet. Varsinkin aktiivisesti käytössä olevat trukit ovat tärkeä sijoituskohteet varaston keräilyprosessiin, joten trukkien täytyy olla suunniteltu juuri varaston tarpeita ajatellen, ja niille täytyy olla järjestelmällinen huoltosuunnitelma toimivuuden kannalta.

Varastoilla on käytössään useita erityyppisiä tavarankäsittelylaitteita keräilyprosessin edesauttamiseen. Käytettävä laitteisto pitää sisällään monia erilaisia laitteita riippuen varaston tarpeista ja varallisuudesta. Näitä laitteita ovat mm. suhteellisen halvat vaunut, mekaaniset laitteistot, kuljettimet sekä automaattiset järjestelmät. ”Keräilijä tuotteen luokse” -periaatteella toimivat varastot ovat edelleen hyvin riippuvaisia haarukkavaunuista ja trukeista niiden käytännöllisyyden vuoksi. (Richards 2018, 156.)

3.1 Manuaaliset ja mekaaniset käsittelylaitteet

Yksinkertaisimpia manuaalisia tavarankäsittelylaitteita ovat kärryt, rullakot ja erilaiset naulakot, joita keräilijä työntää varaston käytävillä keräillen niihin keräilylistalla olevat tuotteet. Rullakot tarjoavat huomattavan edun siinä, että niitä voidaan hyödyntää toimituksessa, kun taas kärryt ja naulakot ovat väliaikaisia käsittelylaitteita. Rullakoita käytettäessä voidaan siis eliminoida kaksinkertaisen käsittelyn tarve lähetystä valmisteltaessa. Näitä laitteita käytettäessä käytävien leveys on yleensä noin metri. Tässä keräilymuodossa keräily ei ole nopeaa (50–80 riviä/tuotetta tunnissa), koska matka-aikoihin tuotteiden välillä kuluu yli puolet keräilyn ajasta. (Richards 2018, 156.)

Suurempien tavarayksiköiden siirtämiseen käytettävät käsi- ja sähkökäyttöiset lavanosturit tai haarukkavaunut ovat kustannustehokas ratkaisu lavojen

siirtämiseen lyhyillä matkoilla. Sähkökäyttöisiä lavanostureita voidaan käyttää myös lastaamiseen, purkamiseen ja täysien laatikoiden keräykseen sekä lavojen siirtämiseen varaston työpisteiden välillä. Lavanosturin valinta riippuu lavojen läpimenonopeudesta ja varaston sisällä kuljettavista matkoista. Pidempiä matkoja kulkiessa valinta kohdistuu usein sähköiseen lavanosturiin. Mikäli lavanosturien tarjoama noin 80 sentin nostokyky ei riitä vastaamaan tarpeita, käyttöön voidaan ottaa myös manuaalisia pinoamistrukkeja, jotka pystyvät riippuen mallista nostamaan lavoja jopa kolmen metrin korkeuteen omaten 1 000 kilon nostokapasiteetin. (Richards 2018, 156–157.)

Haarukkatrukkeja voidaan hyödyntää keräilyprosessissa, jos lavanostureita ei ole saatavilla. Se on ergonomisesti parempi vaihto, koska sillä voidaan nostaa lava tarpeeksi korkealle, jotta keräilijän ei tarvitse kumartua lastatakseen laatikoita lavalle. Haarukkatrukkeja voidaan hyödyntää myös täysien lavojen nostamiseen hyllypaikoilta, mikä ei ole mahdollista lavanosturien kanssa. (Richards 2018, 157.)

Matalan tason keräilykoneet puolestaan ovat sähkökäyttöisiä trukkeja, joilla on mahdollista kuljettaa kahta lavaa tai jopa kolmea rullakkoa samanaikaisesti. Nämä trukit ovat optimaalisia horisontaaliseen liikenteeseen, jossa tuotteita kerätään matalalta tasolta. Valmiit keräykset voidaan toimittaa suoraan seuraavalle työpisteelle jatkokäsittelyä varten, joka suoraviivaistaa keräilyprosessia huomattavasti. (Richards 2018, 157.)

Kehittyvän teknologian avulla varaston prosesseja pyritään automatisoimaan erilaisten laitteiden ja järjestelmien avulla. Käytännön esimerkkejä tästä ovat mm. automaattitrukit, jotka voivat siirtää lavallisen tuotteita määrättyyn paikkaan, esimerkiksi automaattilinjan loppupäästä täydennyskeräilyn ovelle. Automaattitrukin hankintahinta on huomattavasti kalliimpi kuin tavallisen trukin, mutta kannattavuus tulee esille sen tauottomalla toiminnalla. (Ritvanen, Inkiläinen, Santala & Von Bell 2011, 82–83.)

3.2 Korkeakeräykset (HLOP)

Korkeakeräyksessä hyödynnetään hyllyjen maksimaalista korkeutta, keräämällä tavarat hyödyntäen korkeankeräilyyn tarkoitettua keräilylaitetta. Tämän systeemin suurin hyöty tulee sen minimaalisen tilan käytössä, koska korkeavarastoissa käytävät ovat kapeita, ja nimikkeet on varastoitu tiiviisti. (Richards 2018, 158.) Korkeavaraston tehokkuuden kannalta tuotteet asetetaan hyllyille ottotiheyksien mukaisesti, jotta tuotteiden sijainti on optimaalinen.

Korkeavarastoja perustetaan yleensä kustannustehokkaan varastoinnin saavuttamiseksi. Varaston laajentaminen on usein halvempaa vertikaalisesti kuin kasvattamalla pinta-alaa, ja korkeavarastossa käytettävä kapeakäytävä rakenne tukee juuri tätä ideaa. (Hokkanen & Virtanen 2018, 27–28.) Keräilypaikkoja voidaan sijoittaa korkeakeräilyyn kapeita käytäviä hyödyntäen, joka mahdollistaa tehokkaamman tilankäytön varastossa (Richards 2018, 158.)

Korkeakeräyksessä keräilyprosessi on paljon hitaampi kuin muissa keräilymuodoissa, alle 30 nimikettä tunnissa (vrt. 50–80 nimikettä keräillessä kärryihin ja rullakoihin). Negatiivisiin puoliin kuuluvat myös valjaiden tarve keräillessä sekä puutteellisen tilan ja kurottelun aiheuttamat ergonomiset ongelmat. (Richards 2018, 158.)

3.3 Kuljettimet

Tärkeimpiä varastossa käytettäviä kuljettimia ovat hihna-, lamelli-, rulla-, kiekko- ja ketjukuljettimet sekä elevaattorit ja pneumaattiset kuljettimet. Kuljettimien tarkoituksena on tarjota tehokasta materiaalsiirtoa niiden nopeuden ja usein korkean kapasiteetin avulla. (Hokkanen, Karhunen & Luukkainen 2011, 144.) Liukuhihnat liikuttavat tavaraa hyödyntäen joko painovoimaa tai sähkövirtaa, ja ne ovat olennainen osa ”tuote keräilijän luokse” -systeemiä (Richards 2018, 159).

Sähköllä toimivia kuljettimia hyödynnetään tavaran pitkän etäisyyden siirtoihin työasemille, kun taas painovoimalla operoivat kuljettimet kuljettavat tavaraa lyhyempiä etäisyyksiä (Richards 2018, 159).

Kuljettimet tarjoavat varaston toiminnan kannalta useita edullisia puolia. Kuljettimien hankinta- ja huoltokustannukset ovat kuitenkin usein korkeita, joustavuus on vähäistä, ja ne vievät merkittävän määrän tilaa varastosta, mikä on haitaksi sekä trukeille että jalan liikkuville työntekijöille. (Richards 2018, 159.)

Yleisimmin käytössä olevat kuljettimet ovat kumihihnakuljettimia, joita voidaan sijoittaa sekä varaston ulko- että sisäpuolelle. Kumihihnakuljettimista on olemassa sekä paikallaan pysyviä, että liikutettavia malleja, joka tarjoaa joustavuutta varaston toimintaan. Tämän kaltaisen kuljettimen etuja ovat muun muassa

- yksinkertainen rakentaminen
- korkea nopeus vähäisillä energiakuluilla
- soveltuminen sekä pitkän, että lyhyen matkan siirtoihin
- alhaiset käyttö- ja ylläpitokustannukset
- turvallinen kuljetus tavaroille. (Heinrich 2018, 163.)

Vastaavasti kumihihnakuljettimen haittoja ovat

- kumihihnan kulumisen ja siitä seuraavat kustannukset
- muuttumaton kuljetusreitti (Heinrich 2018, 163).

4 Varastointimenetelmät ja hyllytyksen optimointi

Tavaran varastointimenetelmän valintaan vaikuttavia tekijöitä ovat varastoitavan tavaran tyyppi ja koko sekä käytettävissä oleva pääoma. Valintaa tehdessä täytyy ottaa huomioon myös varavaraston tarve ja se, miten tavara siirretään varavarastosta keräilypisteelle. Tätä vaihetta kutsutaan *täydennykseksi*. (Richards 2018, 161–162.) Varastointimenetelmän valinnassa kannattaa ottaa huomioon myös tuotteen kysyntä. Tämä tarkoittaa esimerkiksi korkean kysynnän omaavien tuotteiden sijoittamista helposti saavutettaville hyllypaikoille, jolloin pystytään parantamaan keräilyprosessin tehokkuutta, nopeuttamalla keräilytapautumaa. Tuotteiden kysynnän määrittelemiseen voidaan käyttää ABC-analyysiä, jonka avulla varastoitavat tuotteet jaetaan ryhmiin, vaikka kysynnän, myynnin tai kulutuksen mukaan (Sakki 2014, 63).

Tavaran hyllytyksen yhteydessä täytyy huomioida hyllyn kantavuus sekä lavan oikea suuntaus suhteessa hyllyn palkkeihin. Oikea suuntaus saavutetaan nostamalla lava hyllyyn trukin haarukoiden ollessa tasa-asennossa. Eri hyllytysmenetelmissä kantavuudet poikkeavat toisistaan, ja usein painavimmat tuotteet kannattaa sijoittaa alhaisemmille hyllypaikoille, ellei jopa lattialle, riippuen käytettävästä tilasta. (Hokkanen & Virtanen 2018, 107.) Lavojen täsmällisellä hyllyttämällä taataan kyseisen lavan seuraavan siirron olevan suoraviivainen ja turvallinen. Vinosti tai muuten huonosti hyllytetty lava olisi turvallisuusriski varastossa.

Hyllyjä voidaan suojata kulmasuojilla, jotka estävät suoran kontaktin hyllyn pylväisiin, mikä suojaa sekä henkilöstöä että tavaroita. Suositeltavaa on, että kulmasuojia asennetaan ennen kaikkea käännöskohtiin, jotka ovat vahinkoherkkiä paikkoja. (Hokkanen & Virtanen 2018, 107.)

4.1 Lattia- ja massavarastointi

Lattiavarastointi sopii varastointimenetelmänä silloin, kun varastoitavia nimikkeitä on vähän ja ne ovat halpoja. Lattiavarastoinnin etu on sen edullisuus sekä suurien

massojen helppo ja nopea sijoittaminen varastoon. Tehokas menetelmä se ei kuitenkaan ole, sillä sen haittoja ovat mm. varaston tilavuuden epäoptimaalinen hyödyntäminen, mahdollinen tavaran vahingoittuminen sekä kykenemättömyys vaihtaa poimittuja lavoja uuteen vaarantamatta First In First Out -periaatetta. (Richards 2018, 162.)

4.2 Normaalin ja kapean käytävän lavahyllytys

Normaalin leveyden (3,5–4 metriä) ja kapean leveyden (2,5–3 metriä) käytävillä on käytössä säädettävä lavahyllyjärjestelmä (APR). Käytäväjärjestelmään käytetään pääasiassa lattiatason täysien laatikoiden keräilyä varten. (Richards 2018, 162.)

Normaalin ja kapean käytävän keräilyn ongelmat nousevat esille, kun samalla käytävällä tai saman tuotteen kohdalla on useampi keräilijä, mikä aiheuttaa tungosta käytävällä ja hidastaa keräilyprosessia. Toinen ongelma on tilan puute, kun laatikkoa nostetaan. Hyllytys on suunniteltu lavojen mittojen mukaisesti (1 200 mm x 800 mm), minkä vuoksi keräilijä voi joutua nostamaan laatikon epäergonomisessa asennossa ja lyödä pänsä ylempiä lavoja kannattelevaan vaakapalkkiin. (Richards 2018, 162.)

4.3 Hyvin kapean käytävän lavahyllytys (VNA)

Hyvin kapean käytävän (leveys 1,6–1,8 metriä) lavahyllytystä voidaan hyödyntää varalavojen säilytystilana sekä joissain keräilytehtävissä. Vaikka tämä menetelmä on tilan käytön kannalta hyvä, tuo se mukanaan ongelmia, jotka tuottavat päävaivaa muussa toiminnassa. Käytävillä operointiin tarvitaan kapeakäytävätrukkia, joka estää haarukkavaunujen ja muiden trukkien operoinnin käytävillä, joilla se operoi. Tämän seurauksena keräilyprosessin tehokkuus laskee. (Richards 2018, 162–163.)

4.4 Läpivirtaushyllyt

Läpivirtaushyllyt ovat telineitä, joita pitkin hyllytetyt tuotteet virtaavat painovoimaa hyödyntäen keräiltäväksi. Hyllyjä voidaan säätää vastaamaan tavaran mittoja ja tarpeita. Myös helposti särkyviä tuotteita voidaan suojata jarrujärjestelmän avulla. Läpivirtaushyllyt mahdollistavat FIFO-periaatteen toteutumisen. (Richards 2018, 163.) Tilankäytöltään läpivirtaushyllyt ovat tehokkaita, ja niiden täyttöaste on korkea. Keräilyä varten suunniteltu läpivirtaushylly on myös ergonomisesti hyvä ratkaisu, koska se voidaan asentaa optimaaliselle korkeudelle, eikä kurottelulle ole tarvetta.

4.5 Karusellit

Karusellit voidaan jakaa kahteen luokkaan, pysty- ja vaakakaruselleihin. Ne on suunniteltu korkean ja keskikorkean suoritusasteen tuotteille, ja ne sopivat erinomaisesti pienille, mutta korkea-arvoisille tavaroille. Karusellit pyörittävät tuotteen keräilykorkeudella järjestelmää operoivan työntekijän tietojärjestelmään asettamien komentojen mukaisesti. (Richards 2018, 165–168.) Karusellikeräilyssä voidaan saavuttaa 120 esineen keräily tunnissa. Tätä lukua voidaan kuitenkin merkittävästi nostaa hyödyntämällä erilaisia apuvälineitä, kuten osittain automatisoitua ohjauspaneelia karusellin operoinnin tukena. (Heinrich 2018, 451.)

4.5.1 Vaakakarusellit

Vaakakarusellit muodostuvat joko hyllyistä, laatikoista tai henkareista. Riippuen järjestelmästä karusellia operoiva työntekijä kirjoittaa systeemiin nimikkeen sijainnin, tilausnumeron tai tuotekoodin, jonka jälkeen karuselli pysähtyy keräilyä varten haluttu tuote osoittaen kohti keräilyä. Yhden työntekijän on mahdollista operoida kahta karusellia samanaikaisesti, mikä on keräilyn tehokkuuden kannalta edullista. (Richards 2018, 168.)

Vaakakarusellien käyttöä suositellaan monien yksittäisten nimikkeiden varastointiin ja hallintaan, pienille yksittäisille tuotteille, keskikokoisille ja isoille laatikoille sekä henkarin vaativille tuotteille. Negatiivisia puolia vaakakaruselleissa ovat niiden korkeat hankintakustannukset, mallista riippuva hidas kiertoaika, riippuvuus käytössä olevasta systeemistä sekä tilan hyödyntäminen ja ilmentyvät turvallisuusriskit, mikäli karuselli ei ole täysin suljettu. (Richards 2018, 168–169.)

4.5.2 Pystykarusellit

Pystykarusellit ovat suljettuja hyllytettyjä systeemejä, jotka voivat pyöriä molempiin suuntiin. Parhaiten tämä menetelmä sopii pieni- ja keskikokoisten nimikkeiden varastointiin. Pystykarusellien avulla voidaan hyödyntää varaston maksimaalista saatavilla olevaa korkeutta, mikä optimoi vertikaalisen tilankäytön. Tavaratilaa on myös enemmän kuin vaakakaruselleissa. Kun karuselleja verrataan, tilankäytön tehokkuus ja suurempi kapasiteetti ovatkin suurimpia pystykarusellien tarjoamia etuja. Tilankäytön optimoinnilla kompensoidaan puolestaan pystykarusellien kiertoaikaa, joka on hitaampi kuin vaakakaruselleissa. (Richards 2018, 169.)

Pystykarusellit ovat vaakakaruselleja vähemmän riippuvaisia käytössä olevasta järjestelmästä. Järjestelmän avulla voidaan seurata karusellin sisäistä varastoa, keräillä nimikkeet halutussa järjestyksessä, hyödyntää valo-ohjattua keräilyä sekä vastaanottaa tarkkaa raportointia karusellin sisäisen prosessin etenemisestä. Järjestelmän mahdollistamien etujen lisäksi pystykaruselleja käytettäessä voidaan hyödyntää esimerkiksi viivakoodiskannereita, joiden avulla varmistetaan oikean tuotteen poiminta. (Richards 2018, 169.)

5 Varastotilan suunnittelu keräily näkökulmasta

Varastotilan suunnittelulla on tärkeä rooli varaston kokonaisvaltaisen toiminnan optimoinnissa. Varastoitavat tuotteet, tavaravirta, varastointitekniikka sekä tontin koko ja muoto ovat tekijöitä, joiden perusteella varastotila suunnitellaan. (Ritvanen ym. 2011, 83.)

Muita suunnittelussa huomioon otettavia osa-alueita ovat varastotyyppi, käytettävä laitteisto sekä hyllytysmenetelmät. Huolellisella tilasuunnittelulla voidaan minimoida käsittely- ja säilytystiloissa ilmenevät ongelmat ja välttää toimitusaikojen puskuroituminen ja odotustilat. (Ritvanen ym. 2011, 83–84.)

Keräilyn kannalta tärkeimpiä osa-alueita varastotilan suunnittelussa ovat tuotesijoittelu, tavaravirtauksen periaate sekä riittävä tila keräilylaitteiston, kuten keräilytrukkien operoinnille.

Varastotilan suunnittelu voidaan pilkkoa seitsemään vaiheeseen, joiden avulla saavutetaan optimaalinen layout. Nämä vaiheet ovat

- tarvittun tilan määrittäminen jokaiselle varaston prosessille
- toisistaan riippuvaisten prosessien sijoittaminen toistensa lähetyville
- tavaran optimaalinen sijoittaminen hyllyille niiden käyttötarkoituksen mukaan
- tavaravirtausten määrittäminen
- tavarankäsittelyn suunnittelu jokaiselle tavaravirtaukselle
- tilavaatimusten minimoiminen
- varastotilan laajennusstrategioiden suunnittelu. (Frazelle 2018, 292.)

Varastotilan ja -toimintojen hyvällä suunnittelulla varmistetaan sujuvat toimintamallit ja ennaltaehkäistään mahdollisia ongelmakohtia. Muun muassa varastotilasta etukäteen tehdyt laajentamissuunnitelmat mahdollistavat yksinkertaisemman laajennuksen, koska silloin prosessissa on otettu huomioon myös tavaravirtojen sovittaminen laajennusprosessissa.

5.1 Tavaravirtauksen suunnittelu

Optimaalisen tavaravirtausperiaatteen valinnalla on merkittävä vaikutus varaston toiminnan tehokkuuteen. Oikean tavaravirtauksen periaatteen valitseminen mahdollistaa selkeät ja suoraviivaiset työprosessit sekä kokonaisvaltaisesti tehokkaamman toiminnan. Tuotesijoittelussa voidaan hyödyntää mm. ABC-analyysiä, jonka avulla tavara voidaan sijoittaa varastossa järkeville hyllypaikoille (luku 5.2.2). (Ritvanen ym. 2011, 86.)

Tavaravirtauksen suunnittelussa on kannattavaa ottaa huomioon myös tuotesijoittelu. Nopean kiertonopeuden tuotteiden sijoittaminen lähelle lähettämöä on toiminnan kannalta järkevää, koska se mahdollistaa nopeamman tilausten täytön. Päin vasoin hitaan kiertonopeuden tuotteet kannattaa sijoittaa vastakkaiselle puolelle varastoa.

5.1.1 Suoran virtauksen periaate

Suorassa virtauksessa tavara vastaanotetaan varaston toiselta puolelta ja ohjataan ulos vastakkaiselta puolelta toimitusta varten. Suorassa virtauksessa varaston mitat ovat vapaasti määrättävissä, mikä osoittautuu suoran virtauksen periaatteen eduksi. Pääkäytävän tulee kuitenkin olla mahdollisimman leveä trukkien operoinnin vuoksi, mikä voi olla ongelmallista. Suoraa virtausta ei suositella käytettäväksi pienillä tonteilla, koska ajopihat vievät paljon tilaa varaston molemmista päistä. (Ritvanen ym. 2011, 84.) Alla oleva kuva esittää suoran virtauksen periaatteen.



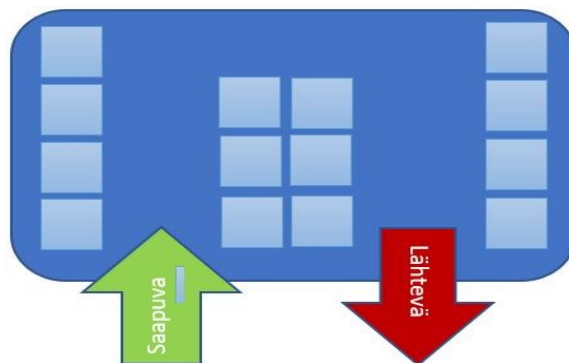
Kuva 1. Suoran virtauksen periaate. (muokattu Ritvanen ym. 2011, 84.)

Kuvassa 1 on kuvattuna suoran virtauksen periaate, jossa vaaleansiniset laatikot edustavat hyllypaikkoja, ja tavaravirtaus kulkee nuolten osoittamaan suuntaan. Saapuva tavara kulkee varaston läpi tontin toisella puolella sijaitsevalle ajopihalle, josta se kuljetetaan haluttuun kohteeseen.

5.1.2 U-virtauksen periaate

U-virtauksessa tavara kulkee sisään sekä ulos samalta puolelta rakennusta. Näin ollen u-virtaus sopii paremmin pienemmille tonteille, koska tarvetta on vain yhdelle ajopihalle. Tuotteet voidaan sijoittaa lyhyempien keräilymatkojen päähän, koska pääkäytäviä on useampi kuin yksi. Tämä kuitenkin tarkoittaa sitä, että käytävälle on enemmän tarvetta. (Ritvanen ym. 2011, 85.)

U-virtauksen periaate tarjoaa paremmat lastauslaiturien hyödyntämisen mahdollisuudet, mutta saapuvan ja lähtevän tavarann samanaikainen kiire voi aiheuttaa ruuhkatilanteen, joka tuottaa ongelmia tilan sekä aikataulutuksen kanssa (Richards 2018, 266). U-virtauksen tarjoama etu on mahdollisuus purkaa ja kuormata ajoneuvot samasta lastauslaiturista, mikäli niitä käytetään sekä saapuvan että lähtevän tavarann kuljetuksessa (Rushton, Croucher & Baker 2022, 286). Alla on kuvattuna u-virtauksen periaate.

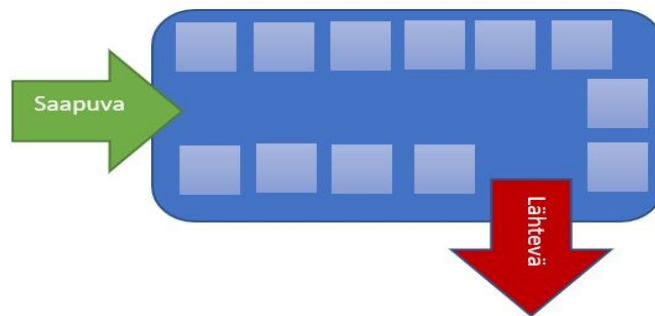


Kuva 2. U-virtauksen periaate. (muokattu Ritvanen ym. 2011, 85.)

Kuvassa 2 tavara saapuu ja lähtee samalta puolelta varastoa, muodostaen u-muotoisen virtauksen. Sekä saapuva että lähtevä tavara käsitellään samalla ajopihalla.

5.1.3 Kulmavirtauksen periaate

Maanselän (2022, 16) opinnäytetyössä kuvataan kulmavirtauksen olevan tavaravirran periaate, jota käytetään yleensä silloin, kun tavaraa varastoidaan hyllyihin, joihin päästään käsiksi van käytävän toisessa päässä. Kulmavirtauksen periaatetta käytetään usein kapean käytävän- sekä automaattivarastoinnissa. Kulmavirtaus soveltuu ennen kaikkea varastoihin, joissa on rajallinen määrä keräilyä, pakkaamista sekä muuta lisäarvotoimintaa. (Rushton ym. 2022, 286; Karhunen ym. 2004, 370). Alla olevassa kuvassa on esitettyä kulmavirtauksen periaate.



Kuva 3. Kulmavirtauksen periaate. (muokattu Maanselkä 2022, 16.)

Kuvassa 3 saapuva tavara otetaan vastaan kuvan mukaisesti lyhyeltä sivulta, ja se poistuu pitkältä sivulta, muodostaen kulmavirtauksen.

5.2 Keräilyreitin optimointi

Keräilyreitin suunnittelu kulkee käsi kädessä varaston tavaravirtauksen kanssa. Keräilijä kulkee varaston käytäviä pitkin keräten tuotteita, kunnes hän saapuu pakkausalueelle ja jättää valmiin tavarakeräyksen lähetystä varten. Keräilyreittiä voidaan kuitenkin optimoida kunnollisella tuotesijoittelulla, jonka suunnitteluun voidaan käyttää esimerkiksi ABC-analyysiä. Optimaalinen tuotesijoittelu varastossa mahdollistaa korkean palvelutason, minimoiden keräilyn aikana tapahtuvat virheet, mikä vähentää reklamaatioiden määrää.

5.2.1 Tuotesijoittelu varastossa

Optimaalisella tuotesijoittelulla on ensisijaisen tärkeä rooli keräilyn tehokkuuden sekä varaston palvelutason kannalta. Tuotesijoittelu voi perustua tuoteryhmien tai varastotapahtumien mukaiseen lajitteluun. Jos tuotesijoittelu perustuu varastotapahtumien määrään, sijoitetaan korkean kysynnän eli eniten keräilykertoja vaativat tuotteet lyhyiden keräilyetäisyyksien päähän optimaalisille korkeuksille hyllystössä. (Ritvanen ym. 2011, 86.) ABC-analyysi on yksi kansainvälisesti tunnetuimpia luokittelumenetelmiä, ja sen avulla voidaankin optimoida varastoprosesseja monipuolisesti hyödyntämällä sen tarjoamaa datan lajittelumenetelmää.

5.2.2 ABC-analyysi tuotesijoittelussa

ABC-analyysillä tarkoitetaan tavaran luokittelua A-, B- ja C-luokkiin. Luokittelun tarkoituksena on pystyä havaitsemaan poikkeamia ja mahdollisia ongelmakohtia toiminnan eri vaiheissa. Näiden havaintojen avulla voidaan tehdä toiminnassa tarvittavat muutokset. (Sakki 2014, 61)

ABC-analyysi tunnetaan myös nimellä 20/80-sääntö, koska sen mukaan 20 prosenttia yrityksen asiakkaista tuo 80 prosenttia koko liikevaihdosta, reklamaatioista sekä myyntikatteista. Tätä luokkaa kutsutaan A-luokaksi, kun taas B- ja C-luokkiin kuuluvat yritykset, jotka kattavat vain 20 prosenttia liiketoiminnasta. ABC-analyysi priorisoi A-luokan asiakkaat ja nimikkeet, jolloin yrityksen toiminta ja palvelutason täyttäminen keskittyvät sen kannalta tärkeimpiin osa-alueisiin. (Ritvanen ym. 2011, 27.) ABC-analyysin käyttöä voidaan soveltaa eri tavoin riippuen yrityksen tarpeista ja tuotevalikoimasta. Joskus jako kolmeen luokkaan ei ole tarpeellinen, ja jako tehdään vain A ja B luokkiin. Toisinaan kolme luokkaa ei ole riittävästi, jolloin jako tehdään useampaan luokkaan (D, E, F jne.).

Tarvittaessa ABC-analyysiä voidaan laajentaa hyödyntämällä XYZ-luokitusta, jolloin tarkastellaan tuotteiden hankinnan hankaluutta, toimitusajan pituutta sekä

kysynnän vaihtelevuutta. (Martinsuo, Mäkinen, Suomala & Lyly-Yrjänäinen 2016, 291). XYZ-analyysi on hyödyllinen työkalu varsinkin varastopaikkojen määrittelemisessä, kun luokitteluperusteena käytetään vaikka tapahtumamäärää. Tässä luokitteluperiaatteessa X-luokan tuotteet sijoitettaisiin niille varastopaikoille, joissa keräilymatkat ovat lyhyimpiä, kun taas Z-luokan tuotteet sijoitettaisiin pidempien keräilymatkojen päähän. (Sakki 2014, 67.)

ABC-analyysin käyttöönotto on helppoa, ja sitä voidaan käyttää laajalti varaston prosessien kehittämiseen. Analyysin avulla voidaan myös havaita ne tuotteet, jotka eivät liiku lainkaan. Liikkumattomien tuotteiden poistamista varastosta kannattaa harkita, koska ne sitovat vaihto-omaisuutta varastoon, vieden samalla tilaa muilta varastoitavilta tuotteilta. (Hokkanen & Virtanen 2018, 74.) Analyysin optimaalisen käyttöönoton kannalta on tärkeää saada korrektia dataa pidemmältä aikaväliltä, koska liian pienellä otannalla voidaan saada vääristynyt kuva tuotteista.

ABC-analyysi ei kuitenkaan rajoitu vain asiakkaiden luokitteluun, vaan sitä voidaan käyttää myös monien prosessien, kuten tuotesijoittelun, optimointiin. Kun ABC-analyysiä hyödynnetään tuotesijoittelussa, tavarat jaetaan A-, B- ja C-luokkiin niiden keräilykertojen perusteella. A-luokan eli määrällisesti korkeimpien keräilykertojen tuotteet sijoitetaan varastossa optimaalisille keräilykorkeuksille mahdollisimman lähelle keskikäytävän hyllyjä. Pakkaamon ja lähetyspisteen läheisyys on myös eduksi. (Ritvanen ym. 2011, 86.)

5.2.3 Tuotesijoittelun vaikutukset keräilyprosessiin

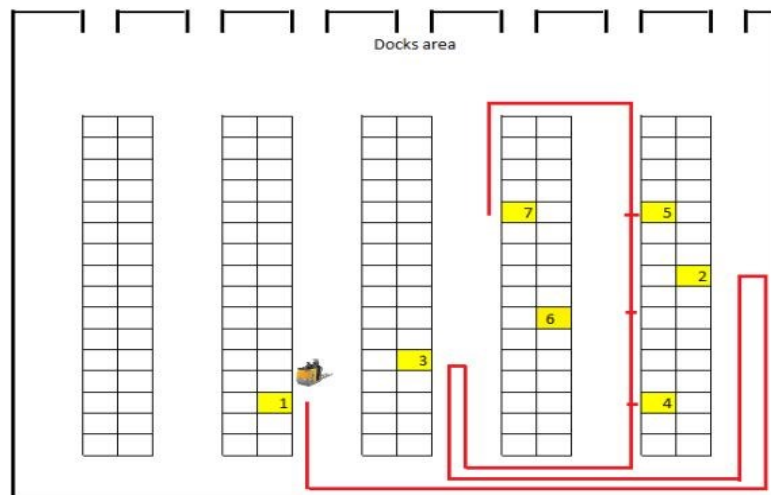
Tuotesijoittelun merkitys keräilyprosessin optimaalisessa toiminnassa on äärimmäisen tärkeä, ja sillä voidaan vähentää huomattavasti keräilyprosessiin kuluvaa aikaa ja kustannuksia sekä ennaltaehkäistä keräilyssä tapahtuvia virheitä ja tuotevaurioita. Tärkeää on ottaa huomioon myös ergonomia niin, että painavimmat tuotteet asetetaan helpoimmin saavutettavilla paikoille.

Riippuen käytössä olevasta keräilymuodosta, voidaan tuotevauriot minimoida optimaalisella tuotesijoittelulla. Varsinkin lavakeräilyssä tuotteet kannattaa

pakata niin, että mahdolliset helposti särkyvät tuotteet eivät ole lavalla sillä paikalla, johon kohdistuu eniten painoa. Tätä yleistä päänvaivaa voidaan ennaltaehkäistä sijoittamalla helposti särkyvät tuotteet keräilymatkan loppuun, jolloin ne voidaan sijoittaa lavan korkeimmalle kerrokselle. Tämä on yleinen toimintaperiaate varsinkin laatikkokeräilyissä.

Optimaalisella tuotesijoittelulla voidaan leikata huomattavasti aikaa yksittäisten tilausten keräilyistä, mikä parantaa toiminnan kustannustehokkuutta sekä palvelutasoa. Varaston tuotesijoittelu on keräilijän näkökulmasta onnistunutta silloin, kun hän pystyy etenemään loogisessa ja suoraviivaisessa järjestyksessä hyllypaikkojen välillä ilman tarvetta muuttaa kulkusuuntaa.

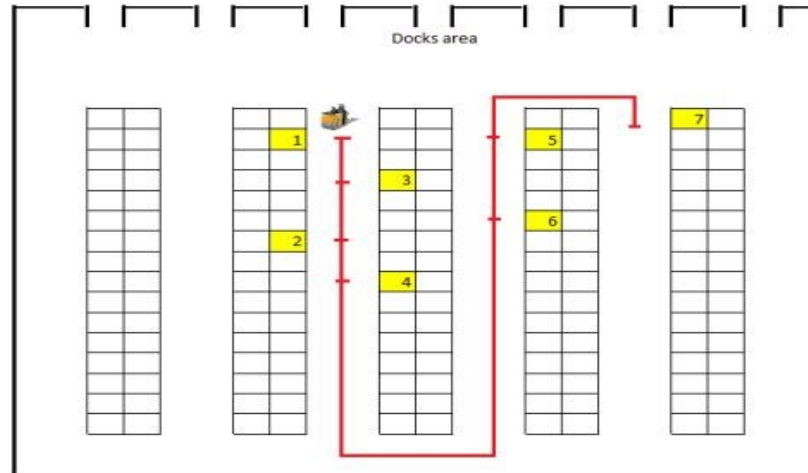
Kuvassa 4 on seitsemän nimikkeen keräilylista, joka seuraa huonon keräilyreittiä Avdekinsin ja Savrasovsin (2019) esittämänä. Keräilyreitti ei seuraa loogista mallia, vaan keräilijä joutuu kulkemaan varastossa edestakaisin puutteellisen optimoinnin vuoksi. Kuvassa olevat keltaiset numeroidut laatikot kuvastavat keräiltäviä tuotteita järjestyksessä yhdestä seitsemään. Keräilijä kulkee punaisen viivan mukaisessa järjestyksessä varaston hyllyjen välissä.



Kuva 4. Huono keräilyreitti. (Avdekins & Savrasovs 2019.)

Hyvällä tuotesijoittelulla pystytään eliminoimaan keräilijän turhat siirtymät keräilyprosessin aikana. Avdekins ja Savrasovs (2019) esittävät onnistuneen keräilyreitit kuvan 5 mukaisesti. Kuten kuvasta huomataan, keräilyreitti

noudattaa loogista järjestystä, seuraten tuotteita järjestyksessä yhdestä seitsemään. Keräilijä pystyy etenemään käytävillä loogisessa ja suoraviivaisessa järjestyksessä, eikä aikaa kulu turhiin siirtymiin hyllypaikkojen välillä.



Kuva 5. Hyvä keräilyreitti. (Avdekins A. & Savrasovs M. 2019.)

Kuten kuvista 4 ja 5 huomataan, keräilyprosessin siirtymäaikojen kannalta on tärkeää minimoida siirtymämatkojen pituus hyödyntämällä optimaalista tuotesijoittelua. Tällä keinolla pystytään säästämään huomattava määrä aikaa ja työtunteja, mikä tehostaa varaston keräilyprosessia kokonaisvaltaisesti.

6 Ergonomia ja työturvallisuus

Työturvallisuuskeskuksen määritelmän mukaan ergonomialla tarkoitetaan ihmisen ja toimintajärjestelmien välisen vuorovaikutuksen tutkimista ja kehittämistä. Ergonomia kattaa fyysisen puolen lisäksi myös psyykkiset, sosiaaliset sekä kognitiiviset näkökulmat, joiden avulla pyritään parantamaan työntekijöiden turvallisuutta, terveyttä sekä työn sujuvuutta. (Työturvallisuuskeskus 2022.)

6.1 Tapaturmat ja vammat

Keräilyssä tapahtuvat tapaturmat ovat yleisempiä silloin, kun siinä hyödynnetään trukkia. Tyypillisiä keräilyssä tapahtuvia työtapaturmia ovat

- tavaroiden tiputtaminen, päälle astuminen ja niihin itsensä satuttaminen
- putoaminen, kaatuminen ja liukastuminen
- tavaroiden ja laitteiden väliin jääminen
- muut tapaturmat (Hokkanen & Virtanen 2018, 116.)

Tapaturmien lisäksi on hyvä muistaa pitkäaikaisista altistumisista johtuvat vammat. Toistuvat liikkeet, kuten esimerkiksi tavaran hyllytys ja yksittäisten nimikkeiden jatkuva nostaminen, saattavat johtaa esimerkiksi ruhjevammoihin, luunmurtumiin, nyrjähdysiin ja sijoiltaan menoihin, pintavammoihin ja muihin näiden kaltaisiin vammoihin. Edellä mainittuja vammoja voidaan ehkäistä tarjoamalla työntekijälle monipuolisia töitä, joissa samat liikeradat eivät toistu. (Hokkanen & Virtanen, 2018, 116.)

6.2 Työturvallisuuden parantaminen ja riskien minimointi

Riskiarviointi on tärkeä osa työntekijöiden työturvallisuuden takaamista. Sen avulla voidaan keskittyä keskeisimpiin työympäristössä oleviin riskeihin ja

ennaltaehkäisemään niitä, luoden myös toimintamallit tapaturmien jälkeiseen toimintaan. (Richards 2018, 418.)

Keräilytyössä manuaalinen tavarankäsittely on todella yleistä, ja se voi usein johtaa fyysisiin vaivoihin ja vammoihin. Siksi onkin suositeltavaa, että näiden työtehtävien vaativuutta arvioidaan kyseisen tehtävän, tavaran painon, työympäristön sekä yksilökohtaisen kyvykkyyden perusteella. Vammojen välttämisen kannalta on siis suositeltavaa, että painavampien tai muuten haastavampien tavaroiden nostoissa ja siirroissa hyödynnetään tavarankäsittelylaitteita, kuten trukkeja, haarukkavaunuja sekä kärryjä. (Richards 2018, 429.)

Turvalliseen ja ergonomiseen työympäristöön liittyy useita varteenotettavia tekijöitä, aina henkilöstön osaamisesta kaluston huoltotoimenpiteisiin asti. Yhteenvedona voidaan todeta, että turvallisen työympäristön tärkeimpiä elementtejä ovat turvalliset ja ergonomiset työvälineet, työntekijöiden asianmukainen perehdytys ja opastaminen, valmiit toimintamallit tapaturman sattuessa, yhteisten sääntöjen laatiminen (varsinkin trukki liikenteessä), kaluston huoltotoimenpiteet sekä työympäristön optimaalinen suunnittelu, siisteys ja ylläpitäminen. (Richards 2018, 428–434.)

7 Varastohallintajärjestelmä, teknologia ja lean-ajattelu keräilyssä

Valtaosa yrityksistä hyödyntää toiminnassaan toiminnanohjausjärjestelmiä, ja niiden merkitys yrityksen sujuvassa toiminnassa tulee kasvamaan entisestään, koska nykypäivän varastoissa säilytettävien nimikkeiden määrä kasvaa jatkuvasti. Suurin osa ERP-järjestelmistä (Enterprise Resource Planning) sisältävät myös varastohallintaosion, joiden avulla voidaan seurata mm. varastosaldoja, yksittäisten prosessien etenemistä sekä tehdä tavaratilauksia puutetilanteissa. (Hokkanen & Virtanen 2018, 71.)

Hokkasen ja Virtasen (2018) määritelmän mukaan varastonohjaus on toimintaa, jonka tarkoituksena on tasapainottaa kustannukset, toimituskyky ja laatu siten, että asiakas ja yritys saavat toiminnalleen parhaan mahdollisen lisäarvon. Varastonohjauksen ensisijaisia tavoitteita ovat korkeimman mahdollisen palvelutason saavuttaminen, varastoon sitoutuneen pääoman vähentäminen, varastokapasiteetin ylläpitäminen sekä materiaalinkäsittely- ja varastointikustannusten minimointi. Näiden tavoitteiden lisäksi varastonohjauksella pyritään varmistamaan materiaalien saatavuus, minimoimaan tuotantoprosessista koituvat kustannukset sekä laatu- ja elinkaarikustannukset. Varastonohjauksen voidaan todeta olleen onnistunutta silloin, kun tasapaino on saavutettu saatavuuden, varastotason ja käytetyn työmäärän välillä. (Hokkanen & Virtanen 2018, 72–73.)

Kokonaisvaltaisten toiminnanohjausjärjestelmien lisäksi on olemassa myös varastohallintajärjestelmiä (Warehouse Management System, WMS), joiden avulla hallitaan ja ohjataan varaston eri prosesseja, kuten tavaran siirtelyä varastossa, hyllytystä, pakkausta, keräilyä sekä toimituksia. Varastohallintajärjestelmän avulla voidaan paikantaa nimikkeiden tarkka hyllysijainti varastossa. Yleensä varastohallintajärjestelmä on integroitu yrityksen toiminnanohjausjärjestelmään, joka mahdollistaa kokonaisvaltaisesti sujuvamman toiminnan, jossa kaikki toiminta on yhtenäisenä kokonaisuutena. (Ritvanen ym. 2011, 61.)

7.1 Varastohallintajärjestelmä – mihin sitä tarvitaan?

Varastohallintajärjestelmän avulla varaston kokonaisvaltaista toimintaa voidaan tehostaa kiinnittämällä huomiota eri prosessien toimivuuteen. WMS:n avulla voidaan tehostaa keräilyprosessia, jäljittää tilauksia ja yksittäisiä tuotteita sekä vähentää virheiden määrää. Järjestelmän tavoitteena on nostaa tilauskäsittelyjen määrää, minimoiden samalla tavarankäsittelytapahtumat. Tällöin toiminta keskittyy enemmän lisäarvoa tuoviin toimintoihin. (Ritvanen ym. 2011, 61.)

Varastohallintajärjestelmien merkitys yritykselle tulee kasvamaan entisestään teknologian käytön yleistymisen ja kehittymisen myötä. Tämä tulee ilmi esimerkiksi asiakkaiden vaatimusten kiristyessä. Muun muassa välitön kommunikaatio asiakkaiden kanssa sekä läpinäkyvyys ovat asioita, joita asiakkaat haluavat saada yrityksen kanssa, ja WMS:n avulla näihin asiakkaiden tarpeisiin voidaan vastata. (Richards 2018, 234.) WMS on tärkeä työkalu yrityksen ja sen asiakkaiden välisessä kommunikaatiossa, varsinkin kun kyseessä on varaston kapasiteetti ja mahdollisten puuttilojen välitön täyttäminen. Monissa yrityksissä käytetään varastohallinnassa tilauspistettä, joka lähettää tavarantoimittajalle välittömän ilmoituksen varastosaldon saavutettua tietyn pisteen. Tämä on osa läpinäkyvää kommunikaatiota, jonka WMS tarjoaa. Optimaalisen keräilyprosessin kannalta puuttilojen täyttäminen ennen tavarantoimitusta on hyvin tärkeä vaihe, jotta tilaukset on mahdollista kerätä ja keräilyssä ilmenevät odotustilat voidaan ennaltaehkäistä.

Toimivan ja oikein integroidun varastohallintajärjestelmän keräilyyn ja muihin varaston prosesseihin tuomia etuja ovat mm. reaaliaikainen varastosaldo, keräilyvirheiden minimointi, ajantasainen keräily seuranta, parempi datan näkyvyys, vähäisempi paperityö sekä kyky reagoida nopeammin varaston tapahtumiin ja mahdollisiin puutetilanteisiin. (Richards 2018, 235.)

7.2 Teknologia keräilyn tukena

Keräilyssä yleisimpiä hyödynnettäviä teknologioita ovat viivakooditekniikka, RFID (Radio Frequency Identification Data), ääni-/puheentunnistus sekä valo-ohjattu keräily. Edellä mainittujen apuvälineiden toiminta perustuu automaattiseen tunnistukseen, joiden avulla keräilijä voi varmistaa poimivansa oikean tuotteen keräilypaikalta. Käytettäessä näitä teknologioita voidaan tehostaa materiaalien, pääoman ja henkilöstön toimintaa sekä parantaa palvelutasoa ja laatua sekä vähentää myös turhan työn määrää. Optimaalisen teknologian valitseminen onkin kriittinen osa toimivaa ja tehokasta varastointia, ja ne voivat usein määrittää koko varaston toiminnan kannattavuuden. (Ritvanen ym. 2018, 61; Frazelle 2016, 316–334.) Keräilyssä em. teknologioiden tarjoamat hyödyt näkyvät mm. keräilyvirheiden merkittävässä määrällisessä laskussa, keräilyprosessin kokonaisvaltaisessa nopeutumisessa ja suoraviivaistumisessa sekä sen parempana seurattavuutena.

7.2.1 Viivakooditekniikka

Viivakooditekniikka on yksi yleisimpiä tavaran tunnistuksessa käytettäviä apuvälineitä. Viivakooditekniikan toiminta perustuu viivakoodin lukemiseen skannerilla, joka ilmoittaa keräilijälle tavaran oikeellisuuden. Viivakooditekniikan, kuten muidenkin automaattisen tunnistuksen teknologioiden, tuoma etu on niiden suora yhteys varastohallintajärjestelmään, joka tarjoaa varastosaldojen reaaliaikaisen seurannan ja mahdollistaa nopeat täydennykset. (Ritvanen ym. 2011, 61.)

Viivakooditekniikan tarjoamat merkittävimmät suorat edut ovat tavaran tunnistaminen, tavaran ja kaluston paikantaminen sekä käyttäjien seuranta. Verrattaessa viivakooditekniikkaa muihin automaattisen tunnistuksen menetelmiin, se osoittautuu edukseen mm. hankinta- ja ylläpito hinnoissa sekä lukutarkkuudessa. Viivakoodin valmistusmateriaalilla ei myöskään ole väliä, mahdollistaen luovatkin ratkaisut teknologian implikoinnissa. (Frazelle 2016, 321; Hokkanen & Virtanen 2018, 93.)

7.2.2 RFID

RFID-teknologia perustuu tavaran tunnistamiseen tagin avulla, joka pitää sisällään tavaraan liittyvää dataa. Tagien tiedot luetaan skannerilla, joka purkaa tagin sisältämät tiedot keräilijälle. RFID-teknologia ei vaadi suoraa kontaktia tagiin sen lukemista varten, mikä avaa mahdollisuuksia tavaran pakkaamisessa jo ennen sen keräystä tilausta varten. (Frazelle 2016, 326–330; Hokkanen & Virtanen 2018, 89–90.)

RFID-tekniikan tarjoamat edut pitävät sisällään paljolti samoja asioita kuin viivakooditekniikka, kuten esimerkiksi paremman keräilytarkkuuden ja -nopeuden, reaaliaikaisuuden sekä lukuvarmuuden. RFID-tekniikassa hyödyt ovat kuitenkin laajempia kuin viivakooditekniikassa. Tästä esimerkkejä ovat monipuolisemmat käyttömahdollisuudet, kyky tunnistaa tavara ilman kontaktia, parempi kestävyys sekä suurempi kapasiteetti datan tallentamiselle. RFID-tekniikan hankintakustannukset ovat korkeammat kuin viivakooditekniikan, mutta sen tuomat edut takaavat pitkällä aikavälillä investoinnin taloudellisen kannattavuuden. (Ritvanen ym. 2011, 62.)

7.2.3 Puheohjattu keräily

Puheohjatussa keräilyssä varastohallintajärjestelmä välittää keräilijälle ohjeita syntetisoidulla puheella, joiden mukaan tavaroita keräillään tai siirrellään varastossa eri tehtäviä varten. Komennot välittyvät keräilijälle kuulokkeiden kautta, joihin on liitettyä myös mikrofoni, jonka avulla keräilijä voi tarvittaessa pyytää järjestelmää toistamaan sen antamat komennot. Järjestelmä seuraa keräilyprosessia antaen seuraavan komennon heti edeltäneen tehtävän tultua suoritetuksi. (Frazelle 2016, 338.)

Puheohjausteknologian hyödyntäminen mahdollistaa keräilyn kädet ja silmät vapaana, koska prosessissa ei tällöin ole tarvetta esimerkiksi skannerille tai paperisille keräilylistoille. Tämä onkin yksi puheohjatun keräilyn suurimpia etuja, ja se mahdollistaa samalla hyvin ergonomisen ja turvallisen työympäristön.

Puheohjausteknologian ohjelmointi ja integrointi varastohallintajärjestelmään onnistuu vaivatta, mutta kustannuksiltaan se on hieman kalliimpi verrattuna esimerkiksi viivakoodi- tai RFID-tekniikkaan. Puheohjaus luodaan Windows-pohjaisessa ohjelmistossa, josta tiedot siirretään käytössä olevaan järjestelmään. (Heinrich 2018, 476–477; Frazelle 2016, 340–341; Hokkanen & Virtanen 2018, 93–94.)

7.2.4 Valo-ohjattu keräily

Valo-ohjatussa keräilyssä varastohyllyjen viereen on asennettu digitaalinen näyttö, joka on yhdistetty käytössä olevaan järjestelmään. Keräilyprosessi aloitetaan skannaamalla viivakoodi, jonka jälkeen hyllystössä syttyy valo niiden tuotteiden kohdalla, jotka keräilylistalla pitää sisällään. Järjestelmä välittää näytölle tiedon kerättävän tuotteen kappalemäärästä, jonka jälkeen keräilijä poimii tuotteen ja kuittaa keräyksen painamalla näytöllä olevaa painiketta, siirtyen tämän jälkeen seuraavan valaistun tuotteen kohdalle. Yksittäisten tuotteiden valaistus sammuu sen jälkeen, kun keräilijä on vahvistanut keränneensä halutun tavaran. (Heinrich 2018, 476; Hokkanen & Virtanen 2018, 94.)

Valo-ohjattu keräily soveltuu parhaiten pienelle keräilyalueelle niille tuotteille, joiden kiertonopeus on suuri. Puheohjatun keräilyyn tapaan, myös valo-ohjatun keräilyyn etuja ovat käsien ja silmien vapaus ylimääräisistä välineistä ja papereista. Valo-ohjatun keräilyyn huonona puolena voidaan pitää sen joustamattomuutta ja korkeita hankinta- ja ylläpitokustannuksia. (Hokkanen & Virtanen 2018, 94.)

7.3 Lean-ajattelu keräilyssä

Lean-ajattelu toimintastrategiana tavoittelee eri prosessien yksinkertaistamista korkeamman suorituskyvyn ja tuottavuuden saavuttamiseksi. Lean-ajattelussa avainasemassa ovat asiakas- ja laatu keskeisyys, työntekijöiden keskeiset osaamisalueet, ongelmakohtien nopea havaitseminen, jatkuva toiminnan

kehittäminen sekä kaiken mahdollisen hukan eliminoiminen ajallisesti ja materiaalisesti. (Heinrich 2018, 23–24.)

Lean-ajattelua voidaan soveltaa prosessien kehittämisessä keskittämällä toiminnan huomio ja tavoitteet asiakkaiden ja työntekijöiden ympärille, ymmärtäen asiakkaiden tarpeet ja kehittäen yhteistyötä toimivammilla ratkaisuilla. Tämä ihmiskeskeisyys pätee myös tietotaidon sijoittamiseen niille osa-alueille, joissa sitä voidaan hyödyntää mahdollisimman tehokkaasti, rakentaen pitkällä aikavälillä optimaalisemman prosessin. (Lean Enterprise Institute 2022.)

Lean-ajattelun keskeisiä tavoitteita ovat

- ajankäytön optimointi: Hukan minimointi, lyhyet tilausten käsittelyajat sekä selkeät toimintamallit
- laadun optimointi: Virheiden minimointi, laatutason parantaminen sekä luotettavien prosessien kehittäminen
- kulujen optimointi: Lisäarvoa tuottavan ajankäytön lisääminen, henkilöstö- ja tilakustannuksissa säästäminen sekä yleisten kustannusten laskeminen. (Heinrich 2018, 538.)

Keräilyvaraston prosessi voidaan jakaa kolmeen vaiheeseen, jotka ovat saapuvan tavaran hyllyttäminen, tavaran varastoinnin ylläpitäminen sekä tilausten keräily (Heinrich 2018, 412). Kaikki edellä mainitut vaiheet ovat keräilyvaraston optimaalisen toiminnan kannalta tärkeitä, ja jokaista vaihetta voidaan optimoida lean-ajattelun avulla tehokkaammaksi soveltamalla edellä mainittuja tavoitteita.

Keräilyssä voidaan saavuttaa huomattavia parannuksia soveltamalla lean-ajattelua prosessin eri vaiheisiin ja olosuhteiden kehittämiseen. Useat lean-ajattelussa esille nousevat asiat saattavat olla monelle itsestäänselvyksiä, mutta ne voivat jäädä taka-alalle haitaten keräilyprosessia ja aiheuttaen epäoptimaalisen työympäristön. Keräilyssä lean-ajattelua voidaan soveltaa pohtimalla seuraavia asioita

- varaston käytävien ja hyllyjen yleinen siisteys (roskalavat, tyhjät pahvilaatikot, kiristyskalvojen roskat ym.)
- ajankäytön optimointi mm. keräilijän siirtymissä
- työntekijän lisäarvoa tuottamattomien välivaiheiden minimointi
- automaation hyödyntäminen (esim. käärintäkoneet)
- työntekijöiden ajantasainen perehdytys
- keräilyn käytössä olevan järjestelmän käyttäjäystävällisyys
 - kyky ennaltaehkäistä mahdolliset virheet keräilyprosessissa (esim. RFID-tunnisteet tai viivakoodiskannerit)
- keräilyprosessin jatkuva arviointi ja kehittäminen (palautteen keruu myös työntekijöiltä)

8 Johtopäätökset ja pohdinta

Työn tavoitteena oli luoda tiivistelmä varaston keräilyprosessin optimoinnin keinoista ja siihen vaikuttavista tekijöistä sekä yrityksen, että työntekijän näkökulmasta. Keräilyprosessi on kallis ja työvoimavaltainen vaihe ja sen automatisointi on hankalaa, joten se täytyy suunnitella mahdollisimman kustannustehokkaaksi ja yrityksen kilpailukykyä edistäväksi prosessiksi.

Opinnäytetyön teoriaosuuden pohjalta voidaan havaita varaston keräilyprosessin optimaalisen toimintaympäristön kattavan monia osa-alueita, jotka täytyy ottaa huomioon prosessia suunnitellessa ja kehittäessä. Hyvällä ja analyyttisellä suunnittelulla voidaan optimoida keräilyprosessin eri tekijöitä, kuten tavaravirtaus, keräilytyyppi, käytettävä laitteisto ja teknologia, varastohallintajärjestelmä sekä ergonomia ja työturvallisuus. Varaston keräilyprosessin toiminnassa voidaan hyödyntää analyyttisiä konsepteja, kuten lean-ajattelua ja ABC-analyysiä, joiden avulla on mahdollista ohjata yrityksen tavoitteita ja toimintaperiaatteita.

Varaston keräilyprosessin toimintatavat ja -periaatteet ovat riippuvaisia yrityksen käytettävissä olevasta pääomasta ja varastotilasta. Keräilyprosessi onkin jatkuvasti kehityksen alla oleva toiminto, jota kehitetään aina tilanteen sen salliessa, joko paremmilla apuvälineillä, tuotesijoittelulla tai muilla keinoilla.

Varaston keräilyprosessin suunnittelun itsessään tulisi alkaa jo ennen varastotilan hankintaa, koska se on riippuvainen käytössä olevasta tilasta. Tähän perustuu muun muassa tavaravirtauksen periaate, jota varastossa käytetään. Tavaravirtauksen suunta puolestaan määrittelee sen, minne mm. valmiit keräykset sijoitetaan lähetystä varten.

Nykypäivänä varaston keräilyprosessin optimoinnissa suurennuslasin alla ovat sen automatisointimahdollisuudet, joiden avulla pystyttäisiin leikkaamaan kustannuksia ja työvoimatarvetta, yksinkertaistamaan prosessia, sekä säästämään aikaa eri välivaiheissa. Tämä kehitys näkyy esimerkiksi erilaisten tavaran automaattisen tunnistuksen menetelmien yleistymisessä

keräilyprosessissa, automaattisilla trukeilla, varastonhallintajärjestelmien kehityksessä sekä paperisten työvälineiden ja -vaiheiden minimoinnissa. Uusimpia teknologiota olevat puhe- ja valo-ohjattu keräily ovatkin erinomaisia esimerkkejä keräilyprosessin teknologisesta kehitymisestä viimeisimpien kuluneiden vuosien ajalta. Näiden teknologioiden avulla pystytään helpottamaan ja suoraviivaistamaan keräilyä merkittävästi, tarjoten työntekijälle paremman työympäristön ja yritykselle tehokkaamman operoinnin. Teknologian kehittyessä ja markkinakilpailun koventuessa ei ole mitään syytä ajatella, etteikö tämä kehitys tulisi jatkumaan myös tulevaisuudessa.

Teknologia ei kuitenkaan ole mitään ilman perusasioiden oikeaoppista toteutusta. Varaston keräilyprosessin optimaalisen toimivuuden kannalta tuotesijoittelu on yksi tärkeimpiä osa-alueita, ja huonolla tuotesijoittelulla voidaan heikentää koko keräilyprosessin toimivuutta (ks. kuva 8. Huono keräilyreitti). Tuotesijoittelulla ei ole merkittävä rooli ainoastaan toiminnan ajallisessa tehokkuudessa, vaan myös työntekijöiden terveydessä. Tuotesijoittelun tulee olla ohjattua hyödyntäen esimerkiksi ABC-analyysiä ja varastonhallintajärjestelmän tarjoamia menetelmiä keräyksen ohjaukseen, ja sen täytyy olla työntekijöiden fyysisen hyvinvoinnin kannalta järkevää.

Kokonaisuudessaan voidaan todeta varaston keräilyprosessin olevan jatkuvan kehityksen kohde, jonka optimointiin yrityksen kannattaa sijoittaa voimavarojaan sen työvoimavaltaisuuden ja kustannusten vuoksi. Yrityksen kilpailu- ja toimituskyvyn kannalta keräily on todella tärkeä vaihe tuotteen elinkaareissa, ja toimiva keräilyprosessi onkin iso tekijä asiakastyytyvyyden takana. Markkinakilpailu on kovaa, ja pysyäkseen kilpailijoidensa perässä, yrityksen tulee keskittyä jatkuvaan kehitykseen sen prosesseissa ja toimintaperiaatteissa.

Lähteet

Avdekins, A. & Savrasovs, M. 2019. Making Warehouse Logistics Smart by Effective Placement Strategy Based on Genetic Algorithms. Viitattu 28.10.2022.

<https://www.proquest.com/openview/a6abe08cbf0381f9e51af70ecd21c47f/1?pq-origsite=gscholar&cbl=2026667>.

Frazelle, E. 2016. World-Class Warehousing and Material Handling. New York: McGraw-Hill Education.

Heinrich, M. 2018. Warehousing and Transportation Logistics: systems, planning, application and cost-effectiveness. London: Kogan Page.

Hokkanen, S., Karhunen, J., & Luukkainen, M. 2011. Johdatus logistiseen ajatteluun. 6., uudistettu painos. Sho Business Development Oy, Kangasniemi.

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2018. Varastonhoitajan käsikirja. 4. painos. Sho Business Development Oy, Kangasniemi.

Karhunen, J., Pouri, R., & Santala, J. 2004. Kuljetus ja varastointi – järjestelmät, kalusto ja toimintaperiaatteet. Helsinki: Suomen Logistiikkayhdistys.

Lean Enterprise Institute. Explore lean. Viitattu 20.11.2022.

<https://www.lean.org/explore-lean/product-process-development/>.

Maanselkä, T. 2022. Tuotannon layout-suunnittelu. Opinnäytetyö. Tekniikan ala. Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Viitattu 24.10.2022.

https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/750081/Opinn%C3%A4ytety%C3%B6_Maanselk%C3%A4_Tommi.pdf.

Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Helsinki: Edita.

Richards, G. 2018. Warehouse Management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. 3. p. London: Kogan Page.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjujen hallinnan perusteet. Helsinki: Suomen Huolintaliikkeiden Liitto ry. Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry.

https://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2018/06/Logistiikan_ja_toimitusketjun_hallinnan_perusteet.pdf.

Rushton, A., Croucher, P. & Baker, P. 2022. The Handbook of Logistics and Distribution Management. 7. p. London: Kogan Page.

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta: Digitalisoitumisen haasteet. 8., uudistettu painos. Vantaa: Jouni Sakki Oy.

Työturvallisuuskeskus. Työhyvinvointi. Viitattu 5.11.2022.

<https://ttk.fi/tyoturvallisuus/tyohyvinvointi/fyysinen-kuormitus/#ergonomia>.