

# **Varastoinnin kypsyysmalli**

## **Warehousing maturity model**

Kandidaatintyö

Juho Mark

## TIIVISTELMÄ

<b>Tekijä: Juho Mark</b>	
<b>Työn nimi: Varastoinnin kypsyysmalli</b>	
<b>Vuosi: 2020</b>	<b>Paikka: Lappeenranta</b>
Kandidaatintyö. LUT-yliopisto, Tuotantotalous. 30 sivua, 8 kuvaa ja 0 liitettä Tarkastaja: Annastiina Rintala	
<b>Hakusanat:</b> varastointi, varasto, automaatio <b>Keywords:</b> warehousing, warehouse, automation	
<p>Kandidaatintyön tavoitteena on luoda varastoinnin kypsyysmalli ja antaa lukijalle tietoa varastoinnin tehostamiseen. Kypsyysmallin avulla on tarkoitus kuvata lukijalle, miten vaatimukset ja tuottavuus kasvavat tehostamalla erilaisia varastoinnin toimintoja. Mallin on tarkoitus olla mahdollisimman yleispätevä, mutta työssä annetaan myös esimerkkejä, siitä miten yritykset ovat vieneet läpi erilaisia varastoinnin kehitysprojekteja.</p> <p>Työssä varastointia ja sen tehostamista käsitellään alan kirjallisuutta, tieteellisiä artikkeleita, kandidaatintöitä, diplomitöitä ja yritysten verkkosivuja lähteinä käyttäen. Työssä kuvaillaan erilaisia varastoinnin prosesseja ja varastoinnin automaattioratkaisuja. Työssä havaitaan, että kypsyysmallin ylimmät tasot eivät välttämättä sovi kaikille yrityksille, mutta jo alimpien tasojen tarjoamat ratkaisut saattavat tehostaa varastointia merkittävästi.</p>	

## SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO .....	3
1.1	Työn toteutus ja tavoitteet.....	3
1.2	Työn rakenne ja rajaukset .....	4
2	VARASTOINNIN TOIMINNOT.....	4
2.1	Tavaran vastaanottaminen.....	5
2.2	Tavaran hyllytys.....	6
2.3	Tavaran siirrot .....	7
2.4	Tavaran keräily .....	9
2.5	Tavaran lähettäminen .....	10
2.6	Tavaran tunnistaminen .....	11
3	VARASTOINNIN KYPSYYSMALLI .....	13
3.1	1. Taso.....	14
3.2	2. Taso.....	15
3.3	3. Taso.....	16
3.4	4. Taso.....	19
4	VARASTOINNIN TEHOSTAMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ.....	21
4.1	Case Waitrose .....	21
4.2	Case Yara .....	24
5	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	27
	LÄHTEET .....	29

# 1 JOHDANTO

Kilpailun kiristyessä ja uusien teknologioiden kehittyessä yritysten tulisi jatkuvasti kehittää toimintaansa säilyttääkseen kilpailukykyänsä. Yksi tärkeä osa-alue on varastoinnin toiminnot, joiden nopeus ja kustannustehokkuus nousee merkittäväksi tekijäksi volyyymien kasvaessa. Tikka (2016) toteaa kirjassaan varastotyön olevan vielä nykyään monelta osin käsityötä, etenkin hyllytys, keräily, ja lähetys. Ihmistyötä on kuitenkin pyritty vähentämään automatisoinnin avulla ja jotkut yritykset ovat ottaneet käyttöön, jopa täysin automatisoituja varastoja. Kaikille yrityksille täysin automatisoitu varasto ei kuitenkaan ole kustannustehokas ratkaisu. Tästä syystä useissa yrityksissä on otettu käyttöön erilaisia osittaista automaatiota hyödyntäviä ratkaisuja, jotka ovat halvempia toteuttaa. (Tikka 2016, s. 47)

Varastoinnin tehostaminen tulisi aloittaa omien prosessien ja toimintojen kartoituksella ja kehittämisellä. Vasta tämän jälkeen tulisi ruveta miettimään uuden tietojärjestelmän tai laitteiden hankintaa. Käytäntö on kuitenkin osoittanut, että usein yritykset toimivat juuri päinvastoin, hankkimalla ensin tietojärjestelmän ja sopeuttamalla sitten oman toimintansa sille sopivaksi. (Tikka 2016, s. 46-47) Tämä kertoo siitä, että yrityksillä ei ole välttämättä kattavaa tietoa siitä, miten varastointia tulisi lähteä kehittämään ja millaiset ratkaisut olisivat juuri omalle yritykselle kaikista kustannustehokkaimmat.

Varastoinnilla käsitetään tässä työssä varastoinnin fyysiset toiminnot kuten keräily, vastaanotto ja tuotteiden siirrot varastossa. Van Looy'n (2014) mukaan termillä kypsyyssmalli tarkoitetaan yleisesti liiketoiminnan kehittämiseen tarkoitettuja viitekehyskäsitteitä. Ne koostuvat tyypillisesti erilaisista tasoista, joita pitkin on tarkoitus edetä kohti tehokkaampaa ja parempaa toimintaa. Kypsyyssmalleja on monenlaisia ja ne keskittyvät aina tyypillisesti liiketoiminnan tiettyihin toimintoihin. (Van Looy'n 2014, s. 5) Tässä työssä luotu kypsyyssmalli keskittyy pelkästään varastointiin.

## 1.1 Työn toteutus ja tavoitteet

Työn tarkoituksena on esitellä erilaisia ratkaisuja varastoinnin tehostamiseen ja valaista lukijalle millaisia asioita tietyt varaston tehostamisen ratkaisut vaativat ja tarjoavat. Työssä

tarkastellaan varastoinnin tehostamista erilaisten kehitystasojen avulla. Suurin tutkimusongelma onkin luoda mahdollisimman kuvaavat ja informatiiviset tasot, joilla kuvataan, mitä tiettyjen varastoinnin toimintojen tehostaminen ja automatisoiminen vaatii ja millaista hyötyä ne tarjoavat. Työ on toteutettu kirjallisuustyönä ja sen lähteinä on käytetty alan kirjallisuutta, tieteellisiä julkaisuja, kandidaatintöitä, diplomitöitä ja yritysten verkkosivuja.

Työn tärkeimmät tutkimuskysymykset ovat:

- Miten varastointia voidaan tehostaa ja mitä se vaatii?
- Mitä hyötyjä varastoinnin tehostamisella voidaan saavuttaa?
- Millaisia ratkaisuja markkinoilla on saatavilla?
- Millaisia toimintoja kannattaa automatisoida?

## **1.2 Työn rakenne ja rajaukset**

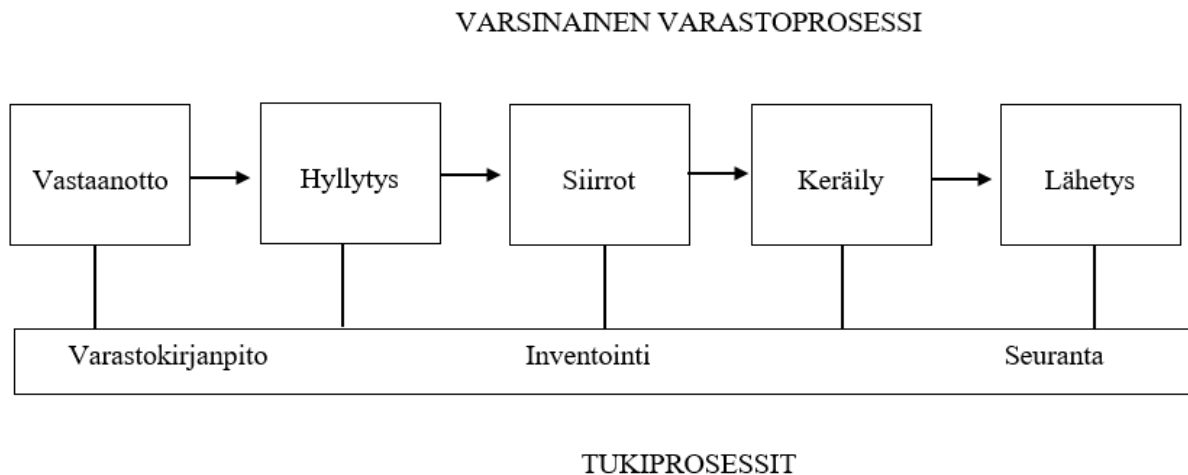
Työ on jaettu johdantoon, teoriaosuuteen, kypsyysmallin esittelyyn, kahteen case esimerkkiin ja lopputuloksiin. Teoriaosuudessa käsitellään erilaisia varastoinnin toimintoja ja teknologioita tieteellisten artikkeleiden ja kirjallisuuslähteiden avulla. luvuissa kolme ja neljä selvitetään tieteellisiä artikkeleita, alan kirjallisuutta, kandidaatintöitä, diplomitöitä ja yritysten verkkosivuja hyödyntämällä, miten varastoinnin eri toimintoja voitaisiin kehittää ja miten kehittämisprojekteja on viety läpi.

Työ on rajattu koskemaan pelkästään erilaisia varaston fyysisiä toimintoja, eikä työssä oteta kantaa varaston suunnittelutoimintoihin tai muihin yrityksen toimintoihin, kuten tuotantoon. Työssä ei käsitellä erilaisten automaattoratkaisujen yksityiskohtaista teknistä toteutusta, vaan keskitytään niiden vaatimuksiin ja tarjoamaan hyötyihin. Työn on tarkoitus olla myös yleispätevä erilaisten yritysten tarpeisiin, mutta työssä annetaan erilaisia esimerkkejä, millaisiin kohteisiin tietyt ratkaisut voisivat soveltua parhaiten.

## **2 VARASTOINNIN TOIMINNOT**

Varastoinnissa voidaan Hambergin & Verrietin (2012) mukaan tunnistaa usein viisi pääprosessia: vastaanottaminen, hyllytys, keräily, yhdistäminen ja lähettäminen. Vastaanottoon

sisältyy tuotteen vastaanottaminen toimittajalta ja se voi sisältää myös saapuvan tavaran uudelleen pakkaamisen erilaisiin varastointiastioihin tai lavoille. Hyllytyksessä vastaanotetut tuotteet sijoitetaan varastoon odottamaan myöhempään käyttöä. Keräily alkaa asiakastilauksesta. Se sisältää tuotteiden hakemisen varastosta ja sijoittamisen lähetyslaatikoihin tai lavoille. Nämä lähetyslaatikot tai lavat kerätään yhdistämisprosessissa yhdeksi kuormaksi. Lopuksi toimitusprosessi huolehtii yhdistettyjen tilauskonttien kuljetuksesta asiakkaille. (Hamberg & Verriet 2012, s. 4) Tikka (2016) katsoo varastointiin kuuluvan pääasiassa samoja pääprosesseja, mutta mainitsee yhdistämisprosessin tilalla varastosiirrot (Kuva 1). Hän myös katsoo varastointiin kuuluvan olennaisesti kolme tukiprosessia: varastokirjanpidon, inventoinnin ja seurannan. (Tikka 2016, s. 59)



**Kuva 1** Varastoprosessit (Tikka 2016, s. 59)

## 2.1 Tavaran vastaanottaminen

Tavaran vastaanottaminen alkaa saapuneen lähetyksen purkamisella ja tarkastamisella. Tarkastuksessa varmistetaan, että tavara on oikean laatuista, oikea mäarä ja että se ei ole vaurioitunut kuljetuksessa. Tavaran tarkastuksen jälkeen vastaanotto-osasto tarkistaa tilauksen ja laskun tiedot ja hyväksyy saapuneet tavarat järjestelmän, mikäli ongelmia ei ole. (Arnold, Chapman, Clive 2008, s. 195) Tässä vaiheessa tavarat voidaan myös pakata uudelleen erilaisiin laatikoihin tai lavoille jatkokäsittelyn helpottamiseksi (Hamberg & Verriet 2012, s. 4). Tämän jälkeen saapuneet tavarat voidaan varastoida myöhempää käyttöä varten.

Saapuvien tavaroiden vastaanoton, tarkistamisen ja jatkokäsittelyn nopeuttamiseksi tulisi tavarantoimittajan kanssa sopia itselle parhaiten sopivasta pakkauskoosta. Lavojen koko ja pakkaus tulisi olla hoidettu jo toimittajalta lähtiessä, siten että ne voidaan varastoida sellaisenaan. (Richards 2014, s. 60-61) Esimerkiksi liian epävakaat tai korkeat lavat voidaan joutua purkamaan ja pakkaamaan uudestaan, mikä hidastaa merkittävästi vastaanottoa. Sama pätee myös itse laatikoihin. Richards (2014) muistuttaa, että etenkin sellaisissa tapauksissa, joissa tuotteet jälleenmyydään sellaisenaan, on tärkeää, että tuotteita on pakattu jo valmiiksi oikea määrä oikeanlaisiin laatikoihin. Tällöin vältytään uudestaan pakkaamiselta ja nopeutetaan keräilyprosessia, kun yksittäisten tuotteiden sijasta varastosta voidaan noutaa kokonaisia laatikoita. (Richards 2014, s. 61)

Tavarantoimituksessa aikataulutusta korostuu, kun vastaanotettavien kuormien määrä kasvaa. Kuljetusliikkeiden kanssa olisikin hyvä sopia tarkat aikataulut siitä, milloin kuormien tulisi saapua, jotta vältettäisiin ruuhkia ja turhaa odottelua. (Richards 2014, s. 66-67) Tällaisella aikataulutamisella voidaan mahdollistaa myös, se että tavaraa otetaan vastaan esimerkiksi vain aamuvuoron aikana, jolloin muissa työvuoroissa työntekijöiden määrää voidaan vähentää.

Kuormien purkamisessa voidaan hyödyntää myös robotteja. Usein tehokas kuorman purkaminen vaatii vähintään kahden ihmisen työpanoksen, etenkin jos tuotteet täytyy purkaa rekasta kuormalavoille käsin. Sen sijaan kuormien purkamiseen kehitetyt robotit voivat purkaa 26 lavaisen perävaunun vain viidessä minuutissa. Nopeuden lisäksi robotti lisää myös turvallisuutta, kun ihmisten ohjaamien trukkien tarve poistuu. (Richards 2014, s. 67-68)

## **2.2 Tavarantoimitus**

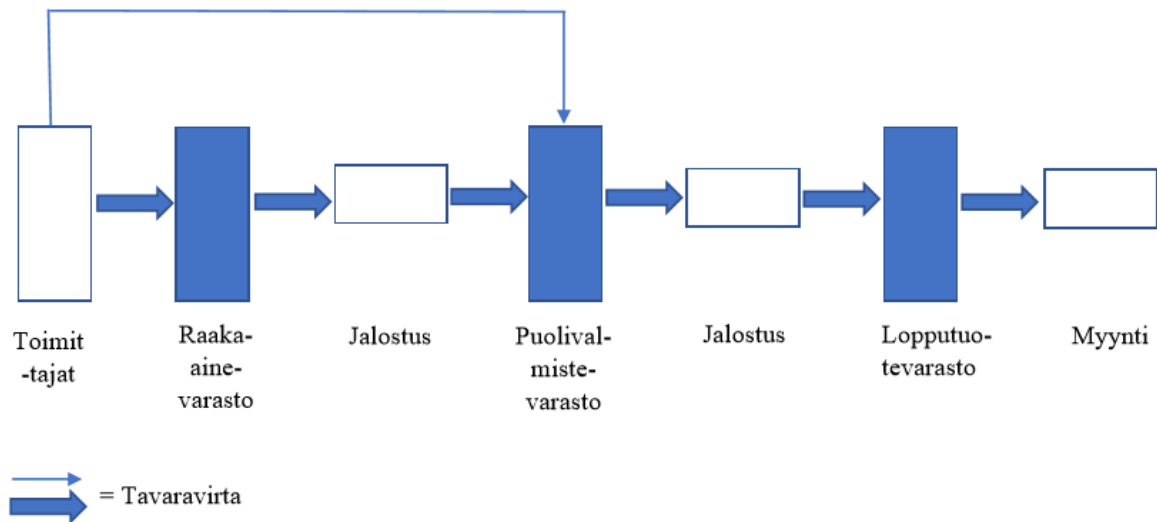
Tavarantoimitus tarkoittaa vastaanotettujen tai tuotannosta tulevien tavaroiden siirtämistä varastoon. Tärkeimmät päätökset toimitukseen liittyen on määrittää miten paljon ja missä tavaraa säilytetään. Tämän lisäksi tulisi miettiä, miten tavarat on järkevintä säilyttää keräilyä silmällä pitäen. Esimerkkejä säilytystiloista ovat lavahylly, jota käytetään kuormalavojen varastointiin, rullilla varustetut hyllyt nopeasti kiertävien laatikoiden varastointia varten, sekä erilaiset laatikostot pienien ja irtonaisten esineiden säilytystä varten. (Mangan & Lalwani 2012, s. 2)

Tavaran hyllytyksessä on tärkeää miettiä tuotteiden sijaintia varastossa. Tietyille tuotteille voi esimerkiksi olla kiinteät varastopaikat ja jotkut tuotteet voidaan varastoida satunnaisille paikoille. Kiinteät varastopaikat tehostavat etenkin keräilyä, koska tuotteiden keräilijät muistavat tuotteiden sijainnit ja pystyvät toimimaan nopeammin. Toisaalta kiinteät varastopaikat johtavat siihen, että osa varastopaikoista voi olla välillä tyhjillään ja näin heikentää varastotilan käytön tehokkuutta. (Richards 2014, s. 75) Tämän lisäksi tuotteilla voi olla myös muita ominaisuuksia, jotka täytyy ottaa huomioon varastopaikkaa suunniteltaessa. Richards (2014) mainitsee, että esimerkiksi vaaralliset tuotteet täytyy säilyttää niille tarkoitettussa erityisvarustellussa varastopaikassa ja toisaalta erittäin arvokkaille tavaroille voidaan joutua tekemään omat vartioidut häkit. Varastopaikkaa suunniteltaessa tulee myös ottaa huomioon tuotteiden menekki. Varastossa nopeasti kiertävät tuotteet kannattaa sijoittaa mahdollisimman alas ja hitaammin kiertävät tavarat ylös ja muihin hankalampiin paikkoihin. (Richards 2014, s. 75) Tällaisilla pieniltä tuntuilta ratkaisulla voidaan saada aikaan isojakin ajallisia säästöjä tavaran käsittelyssä.

### **2.3 Tavarán siirrot**

Materiaalin käsittely ja siirtely paikasta toiseen aiheuttavat kustannuksia, jotka ovat piileviä tai näkymättömiä varaston kustannuksia, joiden suuruus voi nousta huomattavaksi. Useissa yrityksissä näitä kustannuksia ei edes pidetä materiaalin hallintaan liittyvinä kustannuksina, vaan ne kirjataan yrityksen yleisiin kustannuksiin. Täytyy myös ymmärtää, että kuten tavaran varastointi, myös tavaran siirrot ovat välttämätön paha, eivätkä ne tuo tavaralle lisäarvoa vaan ainoastaan lisäävät kustannuksia. Tästä syystä hyvällä materiaalin hallinnalla voidaan saada aikaan merkittäviä säästöjä, kun tavaroiden siirrot ja siirtoihin käytetty työaika vähenee. (Vrat 2012, s. 10-11)





**Kuva 2** Teollisuusyrityksen varastot ja tavaravirrat (Tikka 2016, s. 41)

Etenkin teollisuusyrityksissä tavaroita joudutaan yleensä siirtämään useaan otteeseen paikasta toiseen (Kuva 2). Tällöin joissain tapauksissa voidaan harkita erilaisten automaattitrukkien hankkimista. Esimerkiksi suomalainen Rocla on tarjonnut erilaisia AGV- ratkaisuja (automated guided vehicles) jo vuodesta 1983 lähtien. Automaattitrukit suunnistavat ja toimivat varastossa itsenäisesti ilman ihmisen ohjausta. Ne suunnistavat joko laserohjauksen, magneetti täplien, tai lattiaan asennettavan kaapelin avulla kohteesta riippuen. Näistä yleisin on Roclan mukaan kuitenkin laserohjaus. Automaattitrukit ovat myös hyvin muokattavissa asiakkaan tarpeisiin, jolloin ne sopivat hyvin monenlaisiin kohteisiin ja erilaisten tuotteiden siirtelyyn. Roclan mukaan sen automaattitrukit voidaan ottaa helposti käyttöön normaalin tuotannon lomassa, eikä käyttöönotto vaadi suuria muutoksia nykyisiin tiloihin. (Rocla 2019) Tämä on varmasti tärkeä tieto monessa yrityksessä, etenkin jos automaattitrukkeja kohtaan liittyy monia ennakkoluuloja. Toisaalta Roclan antamiin tietoihin tulee suhtautua varauksella, koska kyseessä on Roclan markkinointiin tarkoitettu tietopaketti. Tällöin tietoja on voitu kaunistella, eikä käyttöönotto suju kaikissa tilanteissa niin hyvin kuin Rocla antaa olettaa.

Automaattitrukkien käytöllä tavoitellaan ennen kaikkea tuottavuuden tehostamista tuotannossa ja varastoinnissa. Ne myös lisäävät työturvallisuutta, sillä automaattitrukit pystyvät tarkkailemaan ympäristöään ihmistä paremmin ja pysähtymään turvallisesti yllättävienkin esteiden ilmaantuessa niiden tielle. (Rocla 2019) Onnettomuuksien vähentyminen myös vähentää tuotehävikkiä, sekä trukkien ja varaston huoltokustannuksia. Monelle saattaa

kuitenkin herätä kysymys siitä, montako automaattitruckia tarvittaisiin korvaamaan nykyiset ihmisten ohjaamat trukit. Roclan (2019) mukaan kolmen perinteisen trukin korvaamiseen tarvitaan yleensä 4 – 5 automaattitruckia. Tämä voi kuulostaa paljolta, ottaen huomioon automaattitruckien selvästi kalliimman hinnan verrattuna perinteisiin trukkeihin. Toisaalta Rocla tarjoaa hyvin monenlaisia sopimusmalleja, kuten esimerkiksi leasing-sopimusta, mikä voi alentaa kynnystä automaattitruckien hankinnalle. Samalla täytyy kuitenkin miettiä, joudutaanko säilyttämään esimerkiksi yksi perinteinen trucki erilaisten yllättävien tehtävien hoitamiseksi.

## **2.4 Tavarankeräily**

Keräilyprosessissa varastosta haetaan tavaroita ja yhdistetään ne asiakastilauksen mukaisesti erilaisiin laatikoihin tai lavoille. Keräily voidaan jakaa kolmeen erilaiseen tyyppiin, riippuen siitä, haetaanko varastosta kokonainen lava, laatikko vai yksittäinen tuote. Lavan poimiminen tarkoittaa sitä, että varastosta haetaan kokonainen kuormalava. Laatikon poimiminen tarkoittaa yhden tai usean laatikon hakemista ja hajotetun laatikon poiminta yksittäisten tuotteiden hakemista varastosta. Mikäli tilaus sisältää useamman kuin yhden tuotteen, kannattaa keräilylle luoda mahdollisimman tehokas strategia ajan säästämiseksi. (Mangan & Lalwani 2012, s. 2-3)

Tavarankeräilyn tiedetään olevan eniten ihmistyötä sitova ja kallein varastoinnin toiminto. Tyypillisesti 55 % varastoinnin kustannuksista tulee juuri tavarankeräilystä. Keräilyllä on myös tärkeä merkitys siinä mielessä, että sillä on kriittinen vaikutus asiakaspalveluun. Asiakkaat odottavat nopeutta ja tarkkuutta tilauksilleen, joihin vaikuttaa suoraan keräilytoimintojen tehokkuus. (Mangan & Lalwani 2012, s. 3) Keräily voidaan suorittaa tuote-, tuoteryhmä- ja asiakaskohtaisesti. Tämän lisäksi keräily voidaan myös hoitaa toimitustavan mukaisesti, jolloin yhdistellään päivittäiset tai viikoittaiset toimitukset tai projektitoimitukset. (Ritvanen, Inkiläinen, Bell, Santala, Relander 2011, s. 87)

Keräilytyön ohjauksessa merkittävään asemaan nousevat erilaiset IT-ratkaisut, joiden hyödyntäminen korostuu etenkin silloin kun päivittäiset keräilymäärät kasvavat suuriksi. IT:tä hyödyntämällä voidaan ohjata tehokkaasti muuan muassa keräilyjärjestystä, keräilyajoitusta, asiakaskohtaista ja jakelusuunnan mukaista keräilyrytmiä, sekä eri varastoalueille

kohdistuvaa keräilyä. Parhaimmillaan IT:n avulla keräilyä voidaan kohdentaa keräilykone- ja henkilökohtaisesti. (Ritvanen et al. 2011, s. 87) Keräilyn avuksi yritykset ovat ottaneet käyttöön myös puheohjauksen, jossa keräilijä työskentelee tietokoneen ohjaamana, apunaan kuulokkeet ja mikrofoni.

## **2.5 Tavarán lähettáminen**

Tavarán lähettámisessá on yhtá tärkeáá kuin vastaanottamisessákin, ettá lastausajat on sovittu etukáteen kuljetusyrityksen kanssa. Sovittujen lastausaikojen avulla vältetään mahdollisia ruuhkia lastauksessa ja toisaalta vältetään turhaa odottelua. Lähettámisessá tulee myös varmistaa, ettá láhetettávát tuotteet ovat hyväksytyt myyntiin ja ne ovat myyntikuntoisia. (Richards 2014, s. 74) Lisäksi myös eri toimijoiden yhteydenpito nousee tärkeään rooliin. Esimerkiksi myynnin tulisi varmistaa varastolta, milloin lastaukset onnistuvat. Tämän lisäksi myös tuotannon tulisi pitää varaston henkilöstö tietoisena mahdollisista muutoksista tai ongelmista.

Tuotteiden sijoittelu vaikuttaa merkittävästi myös tavarán lähettámisén tehokkuuteen. Varastot tulisi suunnitella siten, ettá saapuvalle ja láhtevälle tavaralle olisivat omat ovensa ja varastoalueensa. (Ritvanen et al. 2011, s. 85-87) Tämä lisää merkittävästi turvallisuutta ja selkeyttáá tuotteiden sijoittelua varastossa. Tällöin on myös mahdollista keráillä seuraavaksi láhtevát tuotteet valmiiksi láhetysalueelle, jolloin lastaus sujuu nopeammin. Näin toimiessa poistetaan myös se riski, ettá saapuvat ja láhtevát tuotteet menisivát sekaisin.

Joissain tapauksissa cross-docking eli ristiinlastaus menetelmán käyttáminen voi tuoda merkittäviä säästöjä ja nopeuttaa lápimenoaikoja. Richardsin (2014) mukaan ristiinlastaus on prosessi, jossa saapuvat tuotteet siirretáán suoraan saapuvasta kuormasta lastausalueelle ja yhdistelláán láhteviksi kuormiksi. Tämä poistaa tarpeen varastoinnille ja sitä kautta vähentáá muitakin työvaiheita. Ristilastauksessa toimittajasuhteiden merkitys korostuu, sillä tuotteiden táytyy olla oikein pakattu ja sisältáá oikeat etiketit, jotta ne voidaan lähettáá sellaisinaan eteenpáin. Tämän lisäksi toimittajan táytyy noudattaa tarkkoja toimitusaikoja, jotta ristiinlastausprosessi menee mahdollisimman tehokkaasti lápi. Ristiinlastaus vaatii paljon myös varastonhallintajärjestelmáltá. Järjestelmán táytyy toimia reaaliaikaisesti, jotta tuotteiden tiedot

saadaan tallennettua vastaanotetuksi ja lähetetyksi oikein. Toisaalta näitä tietoja täytyy päästä helposti tarkastelemaan jälkikäteen, jotta mahdolliset virheet voidaan jäljittää nopeasti. Ristiinlaustaus vaatii myös riittävästi varastotilaa, jotta toiminta on mahdollisimman tehokasta ja turvallista. (Richard 2014, s. 73) Ristiinlaustaus soveltuu käytettäväksi etenkin jakelukeskuksissa, joissa tuotteet yleensä lähtevät eteenpäin sellaisinaan, kun taas esimerkiksi tehtaiden varastoissa, tällaiselle toimintatavalle ei ole usein tarvetta.

## 2.6 Tavarann tunnistaminen

Vaikka tavaroiden tunnistaminen ei ole varsinainen varaston prosessi, sillä on suuri vaikutus muiden prosessien tehokkuuteen. Tästä syystä tavaroiden tunnistaminen käydään tässä yhteydessä läpi omana kokonaisuutenaan. Ritvanen et al. (2014) mukaan varastonhallinnassa tavaroiden tunnistamiseen käytetään viivakodeja, RFID:tä (Radio Frequency Identification), sekä puheohjausteknologioita. Näiden avulla voidaan tehostaa pääoman ja henkilöstön käyttöä, parantaa palvelutasoa ja toiminnan laatua sekä vähentää turhaa työtä. (Ritvanen et al. 2011, s. 62) Se mikä ratkaisu yritykselle sopii parhaiten, riippuu monesta tekijästä, kuten varaston olosuhteista, varastoitavista tuotteista, sekä varaston volyymeista.

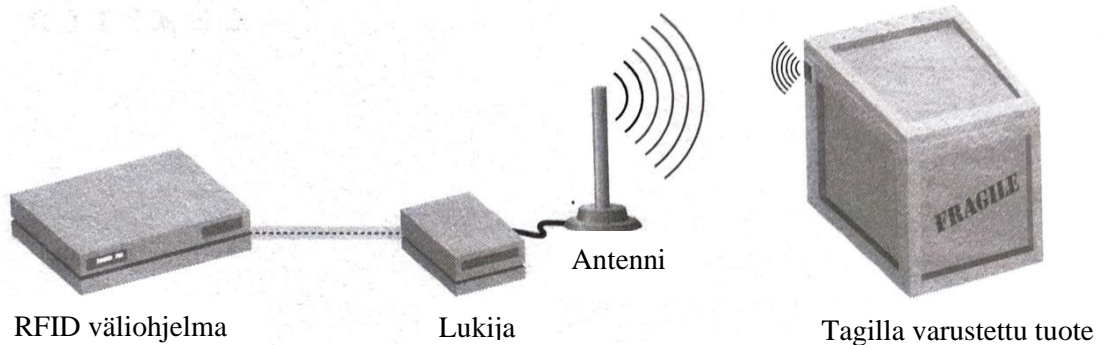
Nykyään tunnetuin ja yleisimmin käytetty automaattisen tunnistamisen teknologia ovat erilaiset viivakoodit. Viivakoodi on koneellisesti luettavaa, alustallaan näkyvässä muodossa esitettyä informaatiota. Viivakoodien lukemiseen käytetään viivakoodin lukijoita, jotka ovat eräänlaisia optisia skannereita tai tulkitsemalla ohjelmallisesti viivakoodista otettua kuvaa. Tunnetuin viivakoodien käyttökohde on kaupan tuotteissa olevat EAN-viivakoodit, mutta erilaisia viivakodeja hyödynnetään laajasti koko tilaus-toimitusketjun hallinnassa. (GS1 Finland 2010)



**Kuva 3** Vasemmanpuoleinen viivakoodi edustaa perinteistä 1D-viivakoodia (EAN-13) ja oikeanpuoleinen uudempaa 2D-viivakoodia (GS1 DataMatrix) (GS1 Finland 2010).

Viivakoodeilla on monia etuja manuaaliseen käsittelyyn verrattuna, kuten datan tarkkuus, siirtonopeus ja joustavuus (Rundh 2007, s. 98). Viivakoodien yleistymistä on edesauttanut myös niiden halpa hinta. Rundhin (2007) mukaan viivakoodeilla on kuitenkin myös monia heikkouksia. Niiden suurin heikkous liittyy niiden lukemiseen, sillä jokainen tuote, lava tai auto täytyy skannata manuaalisesti. Useista yrityksistä huolimatta skannauksen automatisointia ei ole saatu toteutettua kunnolla. Toinen viivakoodien heikkous on niiden rajallinen datan tallennuskapasiteetti. Kolmas heikkous on se, että tulostetun viivakoodin informaatiota ei voida muokata jälkikäteen. Lisäksi viivakoodit voivat myös helposti vahingoittua niin, että skanneri ei voi enää lukea niitä. (Rundh 2007, s. 98)

RFID (Radio Frequency Identification) tarkoittaa radiotaajuustunnistusta ja se kuvaa mitä tahansa tunnistusjärjestelmää, jossa elektroninen laite käyttää erilaisia radiotaajuuksien tai magneettikenttien variaatioita kommunikoimiseen tavaroiden ja järjestelmän välillä. Kaksi yleisimmin esiteltyä RFID järjestelmän komponenttia ovat tagi, joka on seurattavaan esineeseen kiinnitetty tunnistuslaite, sekä lukija, joka pystyy tunnistamaan tagilla varustetun esineen ja lukemaan tagiin tallennetut tiedot. Lukija voi lähettää toiselle järjestelmälle tunnistetun esineen tiedot. Tätä lukijan ja sovellusten välistä kommunikointia hoitaa usein RFID väliohjelma. (Glover & Bhatt 2006, s. 1)



**Kuva 4** RFID järjestelmä. (Glover & Bhatt 2006, s. 2)

RFID tageja on kahdenlaisia, aktiivisia ja passiivisia. Molemmissa tageissa on sisäänrakennettu piiri, johon tiedot tallennetaan. Aktiivisten tagien etuja ovat luku- ja kirjoitustoiminto, suurempi tallennuskapasiteetti ja pidempi lukuetaisyys kuin passiivisella tagilla. Toisaalta aktiivisten tagien heikkoutena on suurempi koko, kalliimpi hinta ja rajallinen toiminta-aika. Passiiviset

tagit ovat verrattavissa viivakoodeihin, sillä ne ovat normaalisti vain luettavissa, eikä tietoja voida muokata. Lisäksi tallennustila ja lukuetaisyys ovat pienemmät kuin aktiivisilla tageilla. Passiiviset tagit ovat kuitenkin paljon halvempia, kestävämpiä ja pienempiä kuin aktiiviset tagit. (Rundh 2007, s. 98-99)

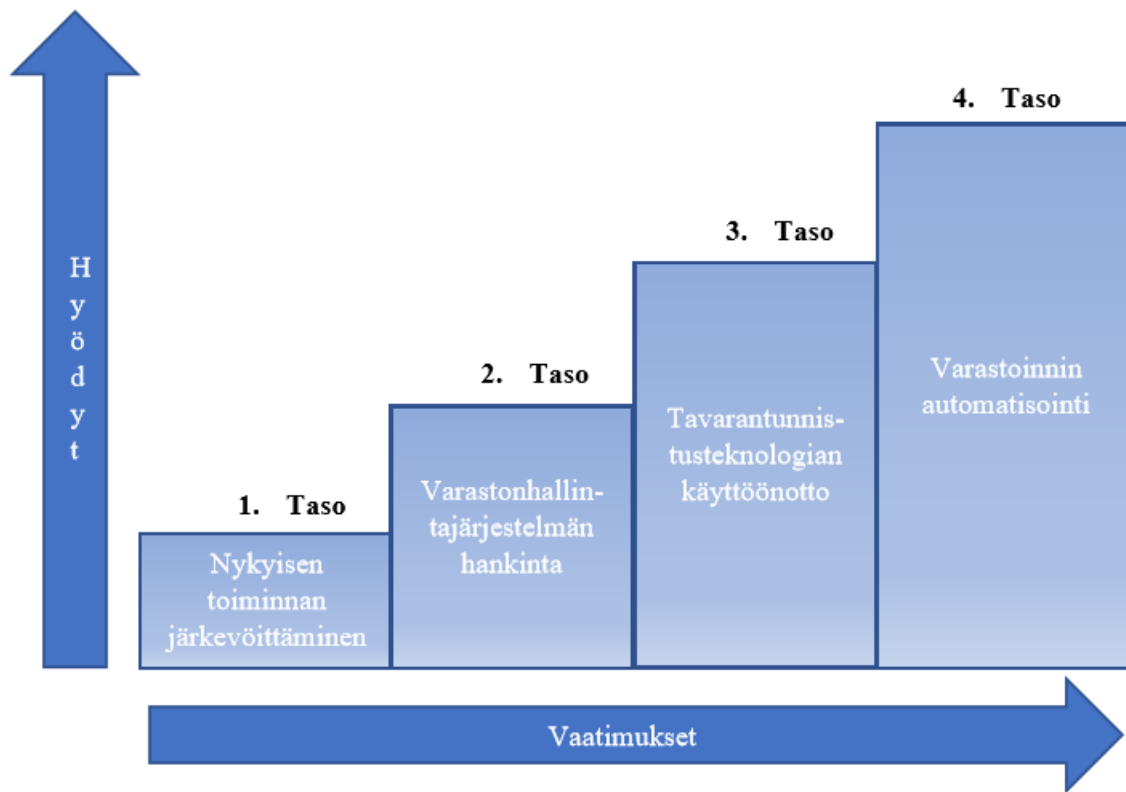
RFID:n käyttöä puoltaa etenkin sen viivakoodeja laajemmat käyttömahdollisuudet, sekä parempi lukunopeus ja -tarkkuus. Tästä syystä se sopii myös viivakoodeja paremmin erilaisiin automaattioratkaisuihin, koska jokaista tuotetta ei tarvitse skannata manuaalisesti, vaan esimerkiksi erilaisia tuotteita sisältävän kuormalavan kaikki tuotteet voi tunnistaa kerralla, ilman suoraa näköyhteyttä. Samalla myös manuaalisten varastotöiden tarve vähenee. RFID:seen liittyy kuitenkin tietosuojariski, joka kannattaa jokaisen yrityksen ottaa vakavasti järjestelmää hankittaessa. (Ritvanen et al. s. 63-64)

Kolmas vaihtoehto on puheohjaus, jossa varaston työntekijällä on kuulokemikrofoni ja pieni vyöhön tai ranteeseen kiinnitettävä lähetin. Puheohjaus toimii siten, että varastohallintajärjestelmä lähettää viestejä tietokoneelle radioyhteyden ja varastoon asennettujen lähetimien välityksellä, jonka jälkeen järjestelmä muuntaa nämä viestit äänikomennoiksi. Varaston työntekijä käyttää myös ääntä järjestelmän kanssa kommunikointiin. Puheohjausta käytettiin ensimmäisen kerran jo yli 20 vuotta sitten kylmävarastoissa, joissa paksut hanskat ja äärimmäiset lämpötilat vaikeuttivat skannereiden ja papereihin perustuvien järjestelmien käyttöä. (Richards 2014, s. 140) Puheohjauksen käytöllä on useita etuja, joista kerrotaan lisää luvussa 3.3.

### **3 VARASTOINNIN KYPSYYSMALLI**

Kypsyysmalli on luotu teoretiedon pohjalta, kuvastamaan paremmin sitä, missä järjestyksessä varastointia kannattaa lähteä kehittämään. Tämän lisäksi mallissa jaetaan varastoinnin tehostaminen neljään eri tasoon, jolloin kunkin kehitystoimenpiteen hyötyjä ja vaatimuksia on helpompaa tarkastella. Mallin on tarkoitus olla mahdollisimman yleispätevä ja sopia erilaisille yrityksille. Täytyy kuitenkin muistaa, että kaikkien yritysten ei ole järkevää pyrkiä ylimmille tasoille, vaan sopivaa varaston kehitystasoa tulee tarkastella tapauskohtaisesti. Mallia

tarkastellessa on myös huomioitava, että tietty taso voi sisältää useita erilaisia ratkaisuja, joista toiset voivat lisätä toiminnan tehokkuutta enemmän kuin toiset.



**Kuva 5** Varastoinnin kypsyysmalli

### 3.1 1. Taso

Varaston nykyisen toiminnan järkevöittäminen on keskeisessä asemassa varastoinnin kehittämisessä. Kehitystyö kannattaa aloittaa tunnistamalla varastossa tällä hetkellä käytössä olevat prosessit ja nimeämään ne. Tehtävä ei aina ole helppo ja ihmisillä voi olla prosesseista erilaisia näkemyksiä, mutta tärkeintä on, että varastossa ja kehitysryhmässä työskentelevät henkilöt tietävät varaston prosessit. Prosessien tunnistamisen jälkeen ne tulisi käydä läpi ja kuvata mahdollisimman tarkasti. (Tikka 2016, s. 58-59) Kehittämällä varaston nykyisiä prosesseja mahdollisimman tehokkaiksi, voidaan saada aikaan merkittäviäkin kustannussäästöjä, jopa ilman suuria hankintoja.

Tällaisessa nykyisten toimintojen kehittämisessä lähtökohtana voi olla esimerkiksi varasto, johon tuotteet varastoidaan lattialle, ilman tarkkaa varastopaikkaa. Tieto tavaran olemassaolosta voi pahimmillaan olla vain tietyn työntekijän päässä tai muistiossa. Tällaista varastoa voidaan kehittää rajaamalla lattialle tarkkoja varastopaikkoja, joihin voidaan varastoida kuormalavoilla olevia tavaroita ja hankkia seinille hyllyjä pienempien tavaroiden tai laatikoiden varastoimiseen ja merkitä myös hyllyihin tarkat varastopaikat. Tämän jälkeen tavaroiden tiedot ja sijainti voidaan kirjata esimerkiksi Excel-tiedostoon, johon tuotteiden määriä ja varastopaikkoja on helppo päivittää. Prosessien tehostaminen on siis yksinkertaisimmillaan todella helppoa ja edullista vaikka siitä tulevat ajalliset ja rahalliset säästöt voivat olla huomattavia.

Tällainen 1. tason kehitys voi riittää silloin kun varasto on pieni ja volyymit vähäisiä. Tällöin esimerkiksi kalliin tietojärjestelmän hankkiminen ei toisi säästöjä vaan ennemminkin lisääsi varaston kustannuksia. Selkeillä varastopaikoilla tuotteet saadaan myös hyvään järjestykseen, jolloin työntekijät löytävät etsimänsä tuotteet helposti ja nopeasti. Toisaalta 1. tason kehitys luo hyvän pohjan toiminnan kasvamisen varalle, jolloin esimerkiksi tietojärjestelmän hankkiminen ja käyttöönotto on tulevaisuudessa helpompi toteuttaa.

### **3.2 2. Taso**

Seuraava hyvä kehityskohde on varastohallintajärjestelmän (Warehouse Management System, WMS) hankkiminen. Varastohallintajärjestelmän avulla saadaan hallittua ja ohjattua materiaalien ja tuotteiden siirrot, vastaanotto, keräily, pakkaus ja toimitus. Hyvässä varastohallintajärjestelmässä kaikki edellisiin toimintoihin liittyvät tapahtumat tallentuvat muistiin ja esimerkiksi tavaran vastaanotossa tuotteet kirjautuvat järjestelmään. (Ritvanen et al. 2011, s. 62) Varastohallintajärjestelmä voi olla itsenäinen järjestelmä tai toimia osana yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää, jolloin automaation hyödyntäminen helpottuu (Richards 2014, s. 190). Järjestelmän avulla voidaan myös määrittää tuotteiden tarkka varastopaikka ja sijainti, mikä tehostaa etenkin keräilyä. Tämän lisäksi varastohallintajärjestelmien avulla voidaan jäljittää tuotteita ja tilauksia, sekä vähentää virheiden määrää. Järjestelmillä siis pyritään saamaan tavarankäsittely minimiin ja tilausten käsittely maksimiin. (Ritvanen et al. 2011, s. 62)



Varastonhallintajärjestelmän tuomat potentiaalisimmat edut ovat:

- Reaaliaikainen ja tarkka varastotaso
- Tuotteiden jäljitettävyys
- Tuottavuuden parantuminen
- Virheiden vähentyminen keräilyssä
- Automaattiset täydennykset
- Asiakaspalautusten vähentyminen
- Tarkka raportointi
- Parempi asiakaspalvelu
- Paperityön vähentyminen

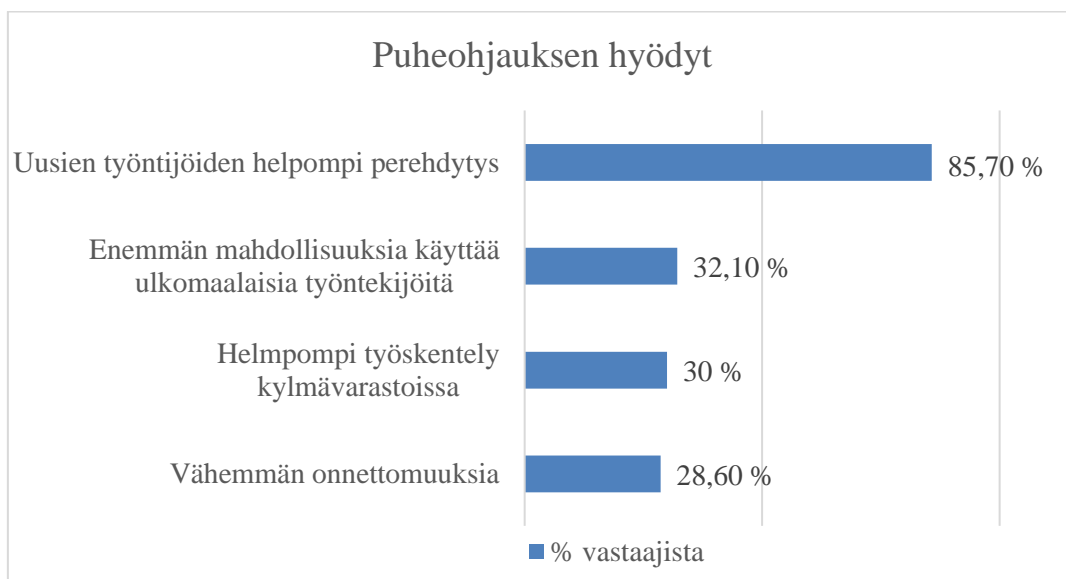
(Richards 2014, s. 190)

Kuten jo 1. tasolla todettiin, ennen kuin yritys alkaa valita varastonhallintajärjestelmää, sen tulisi ymmärtää omat tarpeensa ja prosessinsa nyt ja lähitulevaisuudessa. Richards (2014) lisää, että yrityksen täytyy ymmärtää strategiansa hyvin, jotta se voi valita omiin erityistarpeisiinsa parhaiten sopivan varastonhallintajärjestelmän. Toki yritys voi myös koodata oman järjestelmän tai pyytää jotain ohjelmistoyritystä tekemään sen heidän puolestaan. Lopuksi ennen hankintapäätöksen tekoa tulisi vielä laskea investoinnin mahdollinen tuotto. (Richards 2014, s. 191) Etenkin pk-yritykselle tällaiset hankittavan järjestelmän teknisten ja toiminnallisten vaatimusten määrittäminen voi olla vaikeaa, koska henkilöstöllä ei ole välttämättä ole tarvittavaa tietämystä tietojärjestelmien implementoinnista. Lisäksi ongelmia voivat tuoda pk-yritysten hyvin erilaiset toiminta- ja johtamistavat. Monissa yrityksissä sähköisiin varastonhallintaratkaisuihin siirtymistä pidetään haasteellisena pienten volyymien takia. Täytyy kuitenkin muistaa, ettei liikevaihdolla tai nimikemäärällä ole merkitystä vaan oleellisinta on keräilymäärät. (Ritvanen et al. 2011, s. 61-65) Apuna voi käyttää myös ulkopuolista konsulttia, jolla on kokemusta vastaavien järjestelmien implementoinnista.

### **3.3 3. Taso**

Jotta varastonhallintajärjestelmästä saadaan kaikki hyöty irti kannattaa yrityksen seuraavaksi ottaa käyttöönsä jokin automaattisen tunnistamisen ratkaisuista. Tällöin puhutaan usein

viivakoodeista, RFID:stä ja puheohjauksesta. Richardsin (2014) mukaan monet yritykset siirtyvätkin suoraan paperisista keräilylistoista puheohjausta ja viivakoodeja hyödyntävään järjestelmään. Tällöin keräilijä kommunikoi tietojärjestelmän kanssa äänikomentojen avulla, jolloin keräilijällä ei tarvitse olla viivakoodinlukijaa tai lappuja käsissään. (Richards 2014, s. 139-140) Ritvasen et al. (2011, s. 64) mukaan esimerkiksi suomalainen päivittäistavara-kauppa hoitaa varastotuotteidensa keräilyn puheohjauksella jo 90-prosenttisesti, lisäksi yhä useampi tukku- ja käyttötavara-kauppa on siirtynyt hyödyntämään sitä.



**Kuva 6** puheohjauksen hyödyt (Richards 2014, s. 141)

Puheohjauksen avulla voidaan saavuttaa useita etuja (Kuva 6). Etenkin uusien työntekijöiden perehdyttäminen helpottuu huomattavasti. Samalla myös virheiden määrä vähenee, mikä on erityisen tärkeää varastoinnissa. Ritvanen et al. (2011) lisäävät, että puheohjauksen avulla keräilijä kykenee samanaikaisesti keräämään useita eri tilauksia, mikä vähentää merkittävästi liikkumista varastopaikkojen välillä. Samalla vältetään myös turhalta selvittely- ja etsimistyöltä, jolloin varaston sisäiset toiminnot tehostuvat. (Ritvanen et al. 2011, s. 64-65) Richards (2014) korostaa, että etenkin sellaiset yritykset, joiden volyymit ovat suuria hyötyvät merkittävästi jo pienestäkin keräilytarkkuuden parantumisesta. Esimerkiksi jos varastossa tehdään vuodessa puoli miljoonaa tavarankeräystä 99,8 %:n tarkkuudella, tarkoittaa se 52 000 virhettä vuodessa. Tällöin tarkkuuden nosto 99,96 %:iin vähentäisi virheiden määrän 41 600 virheeseen vuodessa. Mikäli yhden virheen hinnaksi sovitaan 35 €, tarkoittaisi äsken mainittu

tarkkuuden nosto noin 364 000 €:n säästöjä. Yritykset, jotka ovat ottaneet puheohjauksen käyttöönsä ovat saavuttaneet jopa 99,9 %:n keräilytarkkuuden. Samalla myös heidän työntekijöidensä vaihtuvuus on vähentynyt ja koulutusajat lyhentyneet. (Richards 2014, s. 141)

Etenkin pienemmällä toimijoilla ja vähäisemmällä keräilymäärillä pelkät viivakoodit voivat olla otollisempi vaihtoehto. Kuten jo aiemmin työssä todettiin, viivakoodeja on lineaarisia ja kaksiulotteisia. Richardsin (2014, s. 147) mukaan nykyisen teknologian kehityksen tasolla yritysten tulisi kaikilla toimialoilla investoida 2D-viivakodeihin tai RFID teknologiaan, sillä molemmat teknologiat pystyvät varastoimaan enemmän tietoa perinteisiin lineaarisiin viivakodeihin verrattuna. Ritvasen et al. (2011, s. 62) mukaan viivakooditekniikalla saavutettavat tärkeimmät edut ovat tallennettujen tietojen oikeellisuus, nopeus tiedon syötössä, tietojen lukemisen helppous ja teknologian halpuus. Täytyy kuitenkin muistaa, että vaikka viivakooditekniikka olisi halpaa, täytyy yrityksellä ensin olla kunnossa ensimmäisen ja toisen tason asiat, ennen kuin viivakooditekniikka voidaan ottaa käyttöön (Kuva 5). Tästä syystä viivakooditekniikan hankintaan voi liittyä huomattavasti muita kuluja, varastonhallinnan nykytilasta riippuen. Rundh (2007) mainitsee viivakodeilla olevan myös muutamia melko merkittäviä puutteita. Tulostettua tietoa ei voida jälkikäteen muuttaa, tallennustila on rajallinen, sekä viivakoodit täytyy käytännössä lukea manuaalisesti. (Rundh 2007, s. 98) Tämä tarkoittaa esimerkiksi sitä, että mikäli varastoidulta lavalta otetaan tuotteita pois, joudutaan lamaan tulostamaan uusi viivakoodi. Toisaalta mikäli yritys haluaisi siirtyä käyttämään esimerkiksi automaattirukkeja voi viivakoodien lukuvirheet aiheuttaa merkittävässä määrin ongelmia.

Viivakoodeja kalliimmasta hinnasta huolimatta RFID:n käyttö on viime vuosina lisääntynyt etenkin isommissa teollisuusyrityksissä. RFID:n suurimpia etuja onkin sen tuoma automaatio tavaroiden tunnistamiseen. Esimerkiksi sekalavalla olevien tavaroiden tunnistaminen tavaroiden vastaanottovaiheessa voi lyhentyä 30 sekunnista kolmeen sekuntiin. Samalla manuaalisen varastotyön määrä vähentyy selvästi, jolloin myös henkilöstökulut laskevat. Lisäksi RFID:n avulla toimittaja ja ostaja voivat helposti vaihtaa tietoja keskenään. (Ritvanen et al. 2011, s. 64). Tämä on kätevää esimerkiksi sellaisissa tilanteissa, joissa toimittaja hoitaa asiakkaan varastotasoista omien tuotteidensa osalta. Tällöin toimittaja voi seurata asiakkaan varastotasoja reaaliaikaisesti käymättä itse paikalla. Ritvanen et al. (2011, s. 64) lisäävät vielä, että RFID:n

käyttö vähentää virheiden määrää, jolloin esimerkiksi lentoyhtiöt voivat säästää vuositasolla satoja miljoonia dollareita vuodessa, kun matkatavaroita häviää vähemmän.

Aivan ongelmaton RFID järjestelmäkään ei ole. Richardsin (2014) mukaan RFID järjestelmässä syntyy lukuvirheitä metallien ja nesteiden lähellä, sekä sellaisissa kohdissa varastoa, joissa signaali on heikko. Tagit ovat myös alttiita vaurioille nesteiden, staattisten sähköpurkausten ja magneettikenttien vaikutuksesta. (Richards 2014, s. 152) Ritvanen et al. (2011) korostavat, että RFID:seen liittyy myös turvallisuushäiriö. Mikäli RFID järjestelmää ei ole suojattu asianmukaisesti, on mahdollista, että kilpailijat pääsevät lukemaan ja hyödyntämään salaiseksi tarkoitettuja tietoja. (Ritvanen et al. 2011, s. 64)

### 3.4 4. Taso

4. Taso on kaikista haastavin toteuttaa, mutta toisaalta se tarjoaa myös suurimmat hyödyt. Tasossa keskitytään varaston fyysisten toimintojen automatisoimiseen ja siihen liittyviin teknologioihin. Richardsin (2014) mukaan automaation hyödyntäminen varaston toiminnoissa alkaa olla realistinen vaihtoehto jo monelle yritykselle. Erityisesti vaatimukset nopeuden, tarkkuuden ja tuottavuuden lisäämiseksi ajavat yhä useampia johtajia harkitsemaan erilaisten automaatiotarkkaisuun hankkimista. Etenkin sellaisissa yrityksissä, joissa keräilymäärät ovat suuret voi automaation vaikutus olla merkittävä. Sellaiset operaatiot, jotka käsittelevät yli 3000 tuotetta päivässä, on kannattavaa automatisoida. (Richards 2014, s. 105)

Automaatiolla saavutettavia etuja ovat:

- Tilankäytön tehostuminen ja tilan tarpeen vähentyminen
- Parempi varastonhallinta
- Lavojen seuranta varastonhallintajärjestelmän kautta
- Työvoima ja energia säästöt;
  - Ei tarvita lämmitystä ja valaistusta työntekijöiden takia
  - Työnjohdon tarve vähenee
  - Toiminnan jatkuminen ympärivuorokauden
- Tuote ja työturvallisuuden parantuminen
- Manuaalisen työn poistuminen

- Onnettomuuksien vähentyminen
- Tuotevirtojen parempi koordinointi, pullonkaulojen välttämiseksi
- Jatkuva ja tasaisen suorituskyky

(Richards 2014, s. 105)

Erityisesti erilaiset automaattiset tavaroiden kuljetinjärjestelmät ovat kasvattaneet suosiotaan. Tällaisten AS/RS-järjestelmän (automatic storage and retrieval system) toimintaperiaate on haluttujen laatikoiden tuominen keräilijälle automaattisesti kuljettimia pitkin, jolloin keräilijän tarvitsee vain poimia halutut tavarat laatikoista. Tällaisia järjestelmiä ovat muuan muassa automaattiset pienosan varastointijärjestelmät ja karuselli. Tällöin saadaan poistettua keräilystä kaikista kalleimmat työvaiheet, kun keräilijän ei tarvitse itse hoitaa etsimistä ja kulkemista varastossa. (Manzini 2012, s. 9) Tämän tyyppiset järjestelmät sopivat parhaiten kooltaan pienten, mutta lukumääräisesti suurten tuotteiden varastointiin. Laatikoiden painot voivat yleisesti olla 40 – 250 kg välillä, mutta kalliimmissa järjestelmissä varastoitavat laatikot tai lavat voivat painaa jopa 350 – 1000 kg. Automaattisten pienosan varastointijärjestelmien etuina ovat etenkin varastotilatarpeen vähentyminen ja tehokkaampi käyttö. Lisäksi järjestelmä osaa viedä laatikot takaisin hyllyyn optimaalisimpaan sijaintiin ja samalla pitää kirjaa tuotteiden sijainnista. Samalla keräily määrä nousee jopa 350 – yli 700 tuotteeseen tunnissa. (Richards 2014, s. 106-107) Näin keräilyä saadaan tehostettua huomattavasti.

Toinen vaihtoehto varaston fyysisten toimintojen automatisoimiseen ovat erilaiset automaattitrukit. Ritvanen et al. (2011) kertovat, että automaattitrukit ovat jo yleistymässä eri toimialoilla. Ne kykenevät siirtämään kuormalavoja esimerkiksi pakkaamolinjaston loppupäästä varastoon. Reitti saa olla haastavakin, sillä ne osaavat väistää erilaisia esteitä. Suorilla osuuksilla ne pystyvät liikkumaan varsin nopeasti, mutta turvallisesti. (Ritvanen et al. 2011, s. 83-84) Siinä missä automaattinen pienosan varastointijärjestelmä sopi hyvin yksittäisten laatikoiden keräilyyn ja varastointiin, on automaattitrukit parempia kokonaisten kuormalavojen siirtelyyn. Automaattitrukit voidaan myös valjastaa erilaisiin työtehtäviin. Yhdessä hyvän varastonhallintajärjestelmän ja edistyksellisen tavarantunnistuksen kanssa trukit voivat esimerkiksi tuoda pakkaamolle sen tarvitsemia tarvikelavoja tarpeen mukaan ja kuljettaa pakattuja lavoja varastoon.

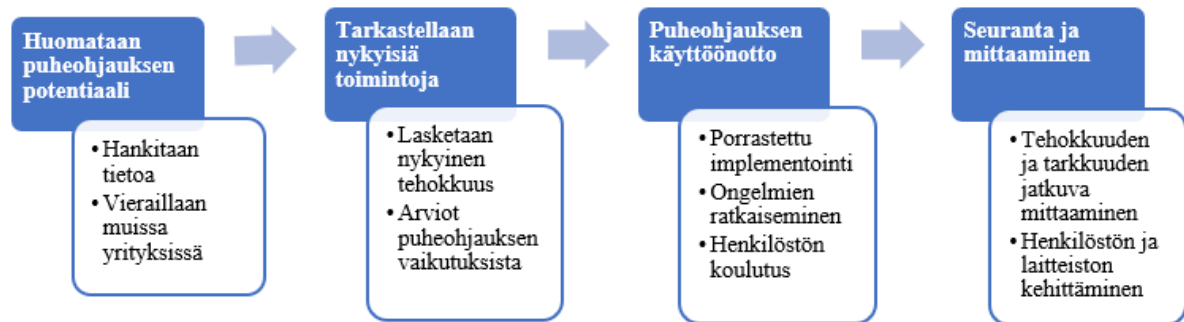
Aivan ongelmaton ratkaisu automaattitrukit eivät ole. Turunen (2019) maisterityössään selvittänyt automaattitrukkien mahdollisuuksia ja käyttöönoton ongelmia lentoliikenteen rahdinkäsittelyssä. Työstä selviää, että suurin haaste automaattitrukkien hankinnassa on niiden korkea hinta. Työssä oli laskettu, että yhden automaattitrukin hinnalla voitaisiin palkata yksi työntekijä melkein yhdeksi vuodeksi kolmivuorotyöhön. (Turunen 2019, s. 41) Usein kuitenkin tarvittaisiin useampi automaattitrukki toiminnan automatisoimiseksi. Riskinä on myös, että automaattitrukit eivät pystykään korvaamaan kaikkea ihmistyötä. Tällöin voitaisiin joutua pitämään joka tapauksessa vähintään yksi perinteinen trukki ja henkilö työvuorossa.

## **4 VARASTOINNIN TEHOSTAMINEN KÄYTÄNNÖSSÄ**

Seuraavaksi käydään läpi kaksi erilaista tapausta, jossa yrityksen varaston toimintoja on tehostettu eri tavoin. Ensimmäisessä case esimerkissä esitellään, miten puheohjauksen käyttöönotto sujui Iso-Britanniassa toimivassa Waitrose yrityksessä, sekä minkälaisia haasteita ja etuja kehityshankkeella oli. Toinen esimerkki on Saku Käsnäsen kandidaatintyössään esittelemä automaattisen varaston hankinta ja käyttöönotto Suomessa toimivassa Yara Suomi Oy:ssä. Näiden case esimerkkien tarkoituksena on konkretisoida aikaisemmin työssä esiteltyjä toimintatapoja ja teknologioita ja esitellä miten niiden käyttöönotto tapahtuu käytännössä.

### **4.1 Case Waitrose**

Richard 2014 esittelee kirjassaan Warehouse Management, miten Waitrose nimisessä yrityksessä puheohjauksen käyttöönotto onnistui. Kehitysprojektin prosessikaaviosta voidaan tarkastella projektin etenemistä pääpiirteittäin (Kuva 7). Waitrose on alun perin Lontoossa perustettu päivittäistavara-kauppa, jolla on nykyisin 280 toimipistettä. Toimipisteiden koot vaihtelevat 7000 neliömetristä aina 56 000 neliömetrin kokoihin liikkeisiin. Waitrose täydentää liikkeidensä varastoja neljästä alueellisesta jakelukeskuksesta. (Richard 2014, s. 143)



**Kuva 7** Waitrosen varastoinnin kehitysprojekti

Alun perin idea puheohjauksen hankinnasta lähti Waitrosen toimitusketjun tiimiltä, jossa havaittiin puheohjauksen potentiaali tuottavuuden tehostamisessa. Aluksi tiimi tutki puheohjaustekniikkaa käymällä muissa Iso-Britannian vähittäiskaupoissa, joissa järjestelmä oli käytössä ja testaamalla erilaisia järjestelmiä. Ennen puheohjauksen käyttöönottoa Waitrosella oli käytössään useita erilaisia poimintatapoja, kuten poimintalistat ja -tarrat. Valittuaan järjestelmätoimittajan, tiimi esitteli puheohjauksen vain keräilytoiminnoille, vaikka suunnitelmana oli tulevaisuudessa laajentaa puheohjauksen hyödyntämistä myös muissa varaston toiminnoissa. Järjestelmä otettiin ensimmäisenä käyttöön Bracknellin jakelukeskuksessa, josta siirryttiin muihin toimipisteisiin. Poikkeuksena tuoreruokaosasto, joka jätettiin tässä vaiheessa ulkopuolelle järjestelmän käyttöönotosta. Yksi syy tällaiseen osittaiseen käyttöönottoon oli Waitrosen käytössä oleva räätälöity varastohallintajärjestelmä, joka ei toiminut reaaliaikaisesti ja olisi siksi vaatinut joidenkin toimintojen uudelleen koodaamisen puheohjausjärjestelmälle sopivaksi. (Richards 2014, s. 143)

Ennen puheohjauksen käyttöönottoa Waitrose käytti tuottavuusjärjestelmien tiimiään mittaamaan tuottavuutta eri tiimiensä välillä. Tällöin voitaisiin vertailla eri poimintamenetelmien tehokkuutta. Itse puheohjausta mitattiin kolmen kuukauden ajan käyttöönotto hetkestä. Puheohjauksen käyttöönottamiseen perustettiin myös oma tiimi, joka keskusteli myös muiden puheohjausta hyödyntävien yritysten kanssa puheohjaustekniikasta. Näiden keskustelun pohjalta tiimi ennusti tuottavuuden nousevan 7,5 %. Otettuaan järjestelmän käyttöön useissa kohteissaan Waitrose on laskenut kokonaistuottavuuden nousseen kohtuullisen ajanjakson aikana keskimäärin 8 %. Waitrosessa myös uskotaan, että henkilöstön kokemuksen kasvaessa tuottavuus nousee vielä entisestään. Henkilöstö pystyy myös itse

seuraamaan omaa tuottavuuttaan puheohjausjärjestelmän avulla, esimerkiksi seuraamalla keräilymääriä tunnin ajalta. (Richards 2014, s. 143)

Keräilytarkkuuden kehityksen seurantaan valitut puolueettomat auditoijat kirjasivat keräilytarkkuuden nousseen 98,68 %:sta 98,88 %:iin. Järjestelmä kuitenkin toimii vain sijainnin tarkistusnumeroilla, eikä sisällä itse tuotteen vahvistusta. Tämä tuo paineita tavaran lähetystiimeille, koska he joutuvat varmistamaan lähetettävien tuotteiden oikeellisuuden. Kaiken kaikkiaan Waitrosella ollaan kuitenkin erittäin tyytyväisiä tähän mennessä puheohjauksen käyttöönottoon, vaikka tekniikan käyttöönotto ei sujunutkaan aivan ongelmitta. (Richard 2014, s. 144)

Waitrosen puheohjauksen käyttöönottoon perustettu tiimi teki seuraavan listan, jossa he kertovat suosituksia ja puheohjauksen tuomia hyötyjä oman kokemuksensa perusteella.

Suosituksukset:

- Vieraile muissa yrityksissä arvioidaksesi käyttöönoton vaikutuksia
- Tee yhteistyötä tällaisten yritysten kanssa mahdollisuuksien mukaan
- Hanki täysi ymmärrys teknologian ongelmista
- Varmista radioverkon kuuluvuus koko varastossa
- Varmista, että yrityksen johto ymmärtää täysin teknologian edut ja järjestelmän toimintaperiaatteet
- Ilmoita asiasta henkilöstölle ja hanki heidän hyväksyntänsä selittämällä puheohjauksen tuomat hyödyt ja karista negatiiviset ennakkoluulot työntekijöiden valvomisesta
- Nimitä pääkäyttäjät vastamaan ja reagoimaan nopeasti ongelmiin
- Varmista, että työntekijöiden koulutus järjestelmän käyttöön on tarpeeksi tasokasta
- Varmista, että käyttäjät voivat antaa palautetta
- Mittaa tuottavuutta ennen ja jälkeen järjestelmän käyttöönoton ja sen jälkeen jatkuvasti

Vältä:

- Ajattelemasta järjestelmän käyttöönoton olevan helppoa
- Olettamasta, että työntekijät hyväksyvät järjestelmän käyttöönoton ongelmitta
- Ottamasta käyttöön muita järjestelmiä yhtä aikaa



Tärkeimmät saavutetut edut:

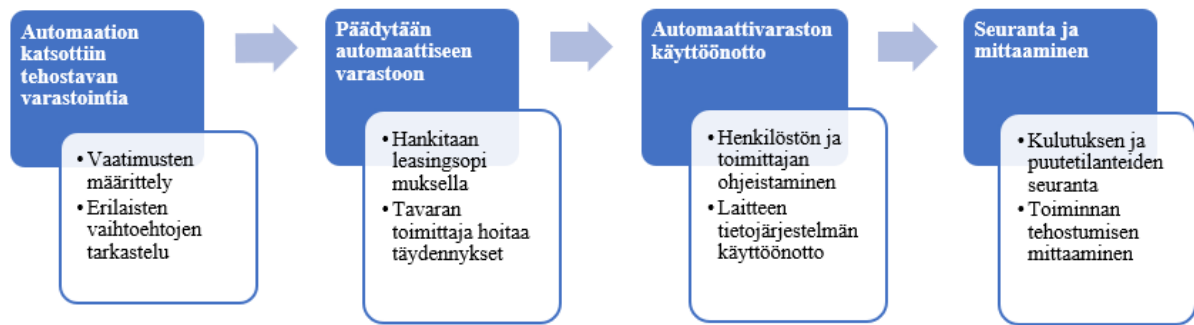
- Parempi työturvallisuus käsien vapautuessa ja keskittymisen kohdistuessa itse työskentelyyn
- Tuottavuuden parantuminen
- Suurempi tarkkuus
- Nopeampi uuden työntekijän perehdytys aikaisempiin keräilymenetelmiin verrattuna
- Kyky käyttää useita eri kansallisuuksia samoissa toiminnoissa

(Richards 2014, s. 144)

Täytyy kuitenkin muistaa, että puheohjauksesta saatavat hyödyt vaihtelevat yrityskohtaisesti. Saavutettaviin hyötyihin vaikuttavat muun muassa yrityksen nykyiset toimintatavat ja tuottavuuden taso, sekä miten hyvin käytössä oleva varastohallintajärjestelmä tukee puheohjausta. Richards (2014) myös muistuttaa, että puheohjaus ei sovi kaikkiin ympäristöihin. Esimerkiksi jos tuotteen tunnistamiseen vaaditaan sarja- tai eränumeroa, täytyy puheohjauksen rinnalla käyttää jotain skannaustekniikkaa. Puheohjaus itsenäisenä teknologiana perustuu sijaintien hyödyntämiseen, eli siinä oletetaan, että tuotteet ovat siellä missä niiden kuuluukin olla, eikä yksittäisiä tuotteita ole tarvetta skannata. Osa yrityksistä on kuitenkin onnistuneesti täydentäneet puheohjauksen tarkkuutta, tunnistamalla tuotteet luettelemalla järjestelmälle viivakoodin neljä viimeistä numeroa. (Richards 2014, s. 145)

## 4.2 Case Yara

Toinen case esimerkki on Saku Käsänen kandidaatintyöstä Automaation hyödyntäminen varastoinnissa, jossa hän kertoo, miten Yara Suomi Oy:ssä varaston automatisointiprojekti eteni. Prosessikaaviosta voidaan tarkastella Yaran varastoinnin kehitysprojektin kulku pääpiirteittäin (Kuva 8). Yara Suomi Oy on Yara International ASA:n tytäryhtiö ja sen tuotteita ovat Suomen oloihin räätälöidyt lannoitteet, teollisuuskemikaalit ja ympäristön suojeluun käytettävät tuotteet. Yara Suomen tuotantolaitokset sijaitsevat Siilinjärvellä, Harjavallassa, Kokkolassa ja Uudessakaupungissa. Näiden toimipaikkojen lisäksi, sillä on maakonttori Espoossa ja tutkimuskeskus Vihdissä. (Käsänen, 2017)



**Kuva 8** Yara Suomen varastoinnin kehitysprojekti

Käsnäsen työssään esittelemä automaatiohanke toteutettiin Yara Suomen Siilinjärven toimipisteellä, jossa työskentelee yhteensä noin 600 henkilöä. Siilinjärven toimipisteellä lähes kaikki tehdas- ja kaivosalueella tapahtuvista päivittäisistä työtehtävistä vaatii hyvän henkilöstösuojauksen ja sitä kautta erilaisten suojarusteiden kulutus ja varastoinnin tarve on suurta. Tällaisten tuotteiden varastointi ei ole suoraa tuottavaa työtä, vaan tehdasalueen eri toiminnoissa tehtävää epäsuoraa tukevaa työtä. Tästä syystä tällaisten tuotteiden hankinnan katsotaan olevan epäsuoraa hankintaa ja se esitetään budjetissa erillään suorasta hankinnasta. Yaralla suojarusteita kutsutaan ”MRO” materiaaliksi, joka on lyhenne kategoriasta ”maintenance, repair, operations”. Yaralla MRO-tuotteita ei kirjata yrityksen ERP-järjestelmään, minkä takia kulutuksen seuranta on vaikeaa ja yksilötason kulutuksen seuranta mahdotonta. MRO-tuotteiden hankinta on keskitetty jo useiden vuosien ajan muutamalla avaintoimittajalle ja uuden varastointimenetelmän käyttöönotto on Yaralle seuraava kehitysaskel tuotteiden saatavuuden parantamiseen ja transaktiokustannusten vähentämiseksi. Yaralla oltiin myös huomattu, että tuotteen hinta oli vain 14 % MRO-tuotteiden hankintakustannuksista. (Käsnänen 2017)

Yaran Siilinjärven hankintaorganisaatiossa mietittiin erilaisia ratkaisuja MRO-tuotteiden hankinnan ja varastoinnin tehostamiseksi. Varaston prosessit oli kehitetty jo valmiiksi mahdollisimman toimiviksi käyttäen perinteisiä varastoinnin keinoja. Lisäksi työntekijöiden kulutuskäyttäytymistä haluttiin muuttaa. Organisaatiossa katsottiinkin, että automaatio voisi tarjota ratkaisun toiminnan tehostamiseen. Hankintapäällikkö arvioi, että MRO-tuotteiden kustannuksia voitaisiin saada merkittävästi alemmaksi, mikäli varastotasojen seuraaminen ja täydentäminen eivät olisi enää silmämääräistä. Yaralla suurin säästöpotentiaali katsottiinkin

olevan juuri siinä, että tuotteita on saatavilla oikeassa paikassa oikealla hetkellä ja kuluja voitaisiin arvioida ja ennakoida entistä tarkemmin. Samalla myös saataisiin poistettua tuotepuutteista johtuvaa hukkatyötä eri toiminnoissa. (Käsnänen 2017)

Yaran Siilinjärven toimipaikalle päädyttiin lopulta hankkia automaattinen varasto eli AS/RS-järjestelmä tehdasalueen keskusvarastolle ja pientavara-automaatit toimintoihin. Varaston täyttämistä vastaa tavarantoimittaja VMI-periaatteen mukaisesti. Itse laitteisto hankittiin käyttäen palvelumallia, eli käytännössä varasto vuokrattiin Yaran käyttöön määräaikaaisesti. Tällainen toimintatapa katsottiin parhaaksi vaihtoehdoksi, koska se ei lähtökohtaisesti sido yrityksen pääomaa investointiin, eikä aiheuta huoltokustannuksia mahdollisten vikojen ilmetessä. Tulevat kulut on myös helpommin ennakoitavissa, koska yritys maksaa automaattisesta varastosta vain sopimuksen mukaista kuukausimaksua. (Käsnänen 2017)

Käytännössä Yaran automaattinen varasto toimii siten, että järjestelmään kirjaudutaan sisään henkilökohtaisella kulunvalvonta-avaimella ja valitaan tarvittavat tuotteet. Tämän jälkeen järjestelmä noutaa käyttäjän tilaamat tuotteet varastointikoreissa, joista käyttäjä poimii ne itselleen. Järjestelmä laskee automaattisesti poistuneiden tuotteiden määrän painoeron perusteella ja kuvaa varaston sisällön jokaisen transaktion jälkeen. Varaston täyttäminen tehdään päinvastaisessa järjestyksessä, kirjaamalla lisätyt tuotteet järjestelmään, minkä jälkeen järjestelmä laskee lisäyksen suuruuden painoeron avulla. Järjestelmän kautta voidaan tarkastella tuotteiden kulutusta aina yksilötasolle asti, sekä tarkastella tilaus-toimitusprosessin tehokkuutta automaattivarastossa säilöttävien tuotteiden osalta. MRO-tuotteiden hankintaprosessin seuranta on tärkeä uusi kyvykkyyks, joka hankintaorganisaatiolta puuttui ennen automaattivaraston käyttöönottoa. (Käsnänen 2017)

Yaran saavuttamat hyödyt automattivaraston käyttöönotosta:

- Järjestelmä osaa tehdä itse tilauspyynnöt → Vähentynyt työmäärä tilaus-toimitusketjussa
- Nopeampi varaston toiminta
- Säästää käyttäjän työaikaan oikeaan työhön
- Vähentää tuotteiden kulutusta → suorat ja epäsuorat säästöt yritykselle
- Automaattisesti yöaikaan tapahtuva varastopaikkojen optimointi

- Helpottaa varaston tasosta vastaavan toimittajan työtä (Käsnänen 2017)

## 5 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn yhtenä päätavoitteena oli luoda varastoinnin kehittämistä kuvaava ja selventävä kypsyysmalli, joka toimisi erilaisissa yrityksissä ja tilanteissa. Kattavien teorialähteiden pohjalta syntyi neliportainen kypsyysmalli, joka tarjoaa raamit ja pohjatietoa varastoinnin kehittämisen avuksi (Kuva 5). Kypsyysmallin tarkoituksena ei ole antaa suoria ja valmiita vastauksia siitä, miten tietyissä tilanteissa tulisi toimia, vaan ennemminkin esitellä erilaisia vaihtoehtoja ja kehityssuuntia, joista lukija voi lähteä tutkimaan omiin tarpeisiin parhaiten sopivia ratkaisuja. Toinen tärkeä kypsyysmallin tehtävä on ohjata tekemään varastoinnin kehittäminen oikeassa järjestyksessä ja askel kerrallaan. Tällöin uudistusten läpivienti on mahdollisimman mutkatonta ja niiden hallinta helpottuu. Lisäksi työssä luotu kypsyysmalli auttaa selkeyttämään sitä, mistä asioista puhutaan, kun keskustellaan varastoinnin kehittämisestä. Tämä on hyödyllistä etenkin kehitysprojektien alussa, kun henkilöt eivät välttämättä tunne tosiaan ja heillä voi olla erilaiset taustat. Tällöin heillä voi olla hyvin erilaiset näkemykset siitä mitä kaikkea esimerkiksi varastointi tarkoittaa, jolloin kypsyysmalli ohjaa keskustelua oikeaan suuntaan.

Työn tavoitteena oli myös tarjota lukijalle mahdollisimman kattavaa ja luetettavaa tietoa erilaisista varastoinnin kehittämisen ratkaisuista ja teknologioista. Tätä varten työssä esiteltiin toisessa luvussa varastoinnin yleisimpiä prosesseja ja niihin liittyviä kehitysratkaisuja. Tätä teorialtietoa tuettiin kolmannessa luvussa kypsyysmallin läpikäynnin yhteydessä. Lopuksi työssä esiteltiin vielä kaksi case tapausta, jotka tarjosivat konkreettisia esimerkkejä siitä, miten varastoinnin tehostaminen tapahtuu käytännössä ja miten yritykset itse kokevat hyötynneen erilaisista ratkaisuista. Case esimerkit etsitty mahdollisimman puolueettomista lähteistä, eikä esimerkiksi erilaisia varastointiratkaisuja tarjoavien yritysten verkkosivuilta. Tällä on pyritty siihen, että tulokset eivät olisi manipuloituja tai ylioptimistisia kaupallisten intressien johdosta.

Tärkeimmät havainnot ovat kehityshankkeiden valmisteluvaiheen merkitys ja varastoinnin nykyisten prosessien kehitys ennen kuin lähetään hankkimaan uusia järjestelmiä. Lähteiden

mukaan tämä vaihe usein kuitenkin unohtuu, vaikka tehottomien prosessien automatisoiminen ei ole kannattavaa. Usein yritykset voisivat saada merkittäviäkin säästöjä pelkästään nykyisiä toimintojaan järkevöittämällä ilman suurempia hankintoja. Toisaalta case esimerkeissä huomattiin, että yrityksissä myös kehitetään varastointia kypsyyssmallin mukaisessa järjestyksessä. Tämän perusteella työn kypsyyssmallille ja informaatiolle on käyttöä yrityselämässä ja niillä on selvä yhteys reaali maailmaan.

Tavoitteena on myös lisätä lukijoiden tietoisuutta erilaisista teknologioista ja palveluista, joita ei välttämättä tulla aina ajatelleeksi tai niiden katsotaan sopivan vain suurimpien yritysten käyttöön. Nykyään markkinoilla on kuitenkin paljon erilaisia automaattioratkaisuja varastoinnin tehostamiseen. Nämä ratkaisut eivät aina edes tarvitse suuria investointeja vaan monet ratkaisut ovat saatavissa myös leasingsopimuksilla ja kuukausimaksuilla. Tämä paitsi tehostaa varastoinnin toimintaa, mutta myös säästää pääomia käytettäväksi muihin kohteisiin. Täytyy kuitenkin muistaa, että työssä on esitelty vain yleisimpiä ratkaisuja ja markkinoilla on tarjolla paljon muitakin vaihtoehtoja. Tärkeintä onkin saada heräteltyä varastoinnin kehittämisestä kiinnostuneita lukijoita perehtymään uusiin ratkaisuihin.

## LÄHTEET

Arnold, J. R. T., Chapman, S. N. & Clive, L. M. 2008. Introduction to materials management. Ohio, Pearson/Prentice Hall cop.

Glover, B. & Bhatt, H. 2006. RFID essentials. Sebastopol, O'Reilly.

GS1 Finland. 2010. Viivakoodit. [WWW-dokumentti]. [Viitattu 24.2.2020]. Saatavissa: [www.gs1.fi/content/download/4705/30095/file/1.4+viivakooditaulu\\_suomi.pdf](http://www.gs1.fi/content/download/4705/30095/file/1.4+viivakooditaulu_suomi.pdf)

Hamberg, R. & Verriet, J. 2012. Automation in Warehouse development. Lontoo, Springer London.

Mangan, J. & Lalwani. C. 2012. Global logistics and supply chain management. New York, John Wiley & Sons

Manzini, R. 2012. Warehousing in the Global Supply Chain: Advanced Models, Tools and Applications for Storage Systems. Lontoo, Springer London.

Richard, G. 2014. Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse. Lontoo, Kogan Page.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Bell, A. Santala, J. Relander, S. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Helsinki, Suomen huolintaliikkeiden liitto: Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY.

Rocla. 2019. Maximizing your logistic performance. [PDF-tiedosto]. [Viitattu 1.4.2020]. Saatavissa: <https://www.rocla-agv.com/sites/default/files/sample-files/rocla-agv-2019.pdf>.

Rundh, B. 2007. Radio frequency identification (RFID): Invaluable technology or a new obstacle in the marketing process? *Marketing Intelligence & Planning* Vol. 26, Iss. 1

Käsnänen, S. 2017. Automaation hyödyntäminen varastoinnissa. Kandidaatintyö. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT.

Tikka, J. 2016. Logistiikan perusteet. Helsinki, BoD - Books on Demand.

Turunen, T. 2019. Erikoistrukkien automaatiotoiminnan mahdollisuuksien ja toteutuksen haasteiden analysointi ja kustannusarviointi. Diplomityö. Lappeenrannan-Lahden teknillinen yliopisto LUT.

Van Looy, A. 2014. Business process maturity: a comparative study on a sample of business process maturity models. Cham, Springer International Publishing.

Vrat, P. 2014. Materials Management: An Integrated Systems Approach. New Delhi, Springer.