

Opinnäytetyö (AMK)

Liiketoiminnan logistiikka

2024

Ville-Markus Leskinen & Alex Saari

Toimitusvarmuuden parantaminen älykkäin varastoratkaisuin



Opinnäytetyö (AMK) | Tiivistelmä

Turun ammattikorkeakoulu

Liiketoiminnan logistiikka

2024 | 42 sivua

Ville-Markus Leskinen & Alex Saari

Toimitusvarmuuden parantaminen älykkäin varastoratkaisuin

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on tarjota kattava yleiskatsaus erilaisista älykkäistä varastoratkaisuista ja niiden merkityksestä yrityksen toimitusvarmuuden parantamisessa. Tarkoituksena on löytää teoriaosuuden pohjalta toimivia ratkaisuja, joita varastoissa voidaan hyödyntää ja niiden avulla tehostaa toimitusvarmuutta.

Opinnäytetyö koostuu teoria- ja pohdintaosioista. Tässä opinnäytetyössä tarkastellaan monipuolisesti ja yksityiskohtaisesti varastonhallintaa, varastonohjausjärjestelmiä, sekä keräily- ja vastaanottoprosesseja. Lisäksi työssä katsastetaan tulevaisuuden varastoratkaisuja ja niiden vaikutuksista varaston tehokkuuteen. Opinnäytetyössä hyödynnetään teoriaosuuden lisäksi molempien kirjoittajien henkilökohtaisia työkokemuksia alalta.

Laadittu kokoelma on suunnattu kaikille toimitusvarmuudesta ja sen mittaamisesta kiinnostuneille henkilöille ja yrityksille, jotka esimerkiksi ovat aikeissa perustaa tai tehostaa olemassa olevan varaston toimintoja. Opinnäytetyö tarjoaa erilaisia näkökulmia ja toimintoja, joiden pohjalta varastoa voidaan kehittää luotettavampaa toimitusvarmuutta kohti.

Asiasanat:

Toimitusvarmuus, varastointi, varastonhallinta, tekoäly, varastonohjaus

Bachelor's Thesis | Abstract

Turku University of Applied Sciences

Bachelor of Business Administration, Business logistics

2024 | 42 pages

Ville-Markus Leskinen & Alex Saari

Improving Delivery Reliability with Smart Warehouse Solutions

The purpose of this thesis is to provide a comprehensive overview of various smart warehouse solutions and their importance in improving the company's delivery reliability. The purpose is to find working solutions based on the theoretical part, which can be used in warehouses and use them to enhance delivery reliability.

The thesis consists of theory and reflection sections. In this thesis, inventory management, warehouse management systems, and picking and receiving processes are examined in a comprehensive and detailed manner. In addition, the work reviews future warehouse solutions and their effects on warehouse efficiency. In addition to the theoretical part, the thesis utilizes the personal work experiences of both authors.

The prepared collection is aimed at all people and companies interested in supply security and its measurement, who are, for example, about to establish or enhance the operations of an existing warehouse. The thesis offers various perspectives and functions, on which the warehouse can be developed to be more reliable in its deliveries.

Keywords:

Delivery reliability, storage, warehouse management, artificial intelligence, warehouse control

Sisältö

1 Johdanto	6
2 Toimitusvarmuus	7
2.1 Mikä on toimitusvarmuus?	7
2.2 Toimitusvarmuuden vaikutus liiketoimintaan	8
2.3 Toimitusaika	9
2.4 Toimitusvarmuuden mittaaminen	11
2.5 Toimitusvarmuuden mittaamisen tavoitteet	13
3 Varastonhallinta	14
3.1 Varastonhallintajärjestelmät	15
3.2 Varastonimikkeet	16
3.3 Pareton 20/80-sääntö	16
3.4 ABC-luokitus	17
3.5 Varmuusvarasto	18
3.6 Varmuusvaraston määrittelemine	19
3.7 Varastonhallinnan vaikutus toimitusvarmuuteen	19
4 Varaston kierto	21
4.1 Suoran virtauksen periaate	21
4.2 U-virtauksen periaate	22
4.3 Tuotesijoittelun vaikutus keräilyssä	22
4.4 Keräily	24
4.5 Tavar	26
4.5.1 Työskentely vastaanottolaiturilla	26
4.5.2 Vastaanottotarkastus	26
4.6 Inventointi	27
4.7 Pakkaus ja lähettä	28
5 Teknologiset innovaatiot	30
5.1 Tekoäly ihmistä taitavampi?	30
5.2 Koneoppiminen	31

5.3 Syväoppiminen	32
5.4 Vahvistusoppiminen	33
5.5 Varastorobotti	33
5.6 Dronet	34
5.7 AR-teknologia	35
5.8 Älykkään varaston edut ja haitat	36
6 Pohdinnat	38
6.1 Työn tulokset	38
6.2 Kuka voi hyödyntää tätä opinnäytetyötä	39
6.3 Jatkotutkimusmahdollisuudet	40
7 Lähteet	41
Kuvat	
Kuva 1. Toimitusaika asiakkaan näkökulmasta.....	10
Kuva 2. Toimituskyvyn mittaaminen.....	11
Kuva 3. Toimitusvarmuuden laskukaava..	12
Kuva 4. Jälkitoimitusten määrä kaikista toimituksista.....	12
Kuva 5. Heikosti suunniteltu keräilyreitti.....	23
Kuva 6. Hyvin suunniteltu keräilyreitti..	24

1 Johdanto

Opinnäytetyön tavoitteena on toimia kokoelmana eri varastoratkaisuista ja niiden vaikutuksesta yrityksen toimitusvarmuuteen. Opinnäytetyössä käsitellään monia eri varastoratkaisuja, joilla jokaisella on tärkeä rooli yrityksen toimitusketjussa ja täten myös toimitusvarmuudessa. Opinnäytetyössä käsitellään varastonhallintaa, varastonohjausjärjestelmiä, keräily- ja vastaanottoprosesseja sekä toimitusketjun läpinäkyvyyttä.

Toimitusvarmuus on nykymaailmassa kriittisessä roolissa yrityksen liiketoiminnassa, sillä kuluttajan on helppo vaihtaa toimittajaa, jos toimittajan toimitusvarmuus ei ole riittävän korkealla tasolla. Korkealla ja vakaalla toimitusvarmuudella voidaan saavuttaa merkittävää kilpailuetua. Opinnäytetyössä korostetaan, kuinka tärkeää on kehittää varastointiprosesseja osana laajempaa toimitusketjun hallintaa, jolloin toiminnoista saadaan tehokkaampia ja luotettavimpia.

Opinnäytetyön lähteinä käytetään alan omaa kirjallisuutta ja myös muutamia Internet-lähteitä, jotka tarjoavat ajankohtaista tietoa alan uusimmista innovaatioista ja prosesseista. Opinnäytetyössä käytetään hyväksi myös kirjoittajien omaa työkokemusta varastonhallinnan eri osa-alueista, joka tuo teoreettiseen viitekehyksen lisäksi käytännönläheistä näkökulmaa. Tämä opinnäytetyö tarjoaa monipuolisen ja syvällisen katsauksen siitä, miten älykkäät varastoratkaisut mahdollistavat yrityksen toimitusvarmuuden kehittämisen nykypäivän dynaamisessa ja haasteellisessa toimintaympäristössä.

Tämä opinnäytetyö on suunnattu niille, jotka ovat kiinnostuneet syvällisemmin toimitusvarmuuden kriittisestä roolista nykypäivän liiketoiminnassa ja miten olemassa olevat ja tulevaisuuden haasteet voitetaan.

2 Toimitusvarmuus

Tässä kappaleessa käsitellään toimitusvarmuutta, mitä se on, mistä se koostuu ja miten se vaikuttaa yrityksen liiketoimintaan. Toimitusvarmuutta käsitellään mittarina, miten sitä mitataan ja minkälaisia hyötyjä yritys voi saavuttaa sen mittaamisen avulla.

2.1 Mikä on toimitusvarmuus?

Toimitusvarmuus tarkoittaa yrityksen kykyä toimittaa asiakkaan tilaama tuote tai palvelu sovitusti perille. Tilauksen tulee vastata laadultaan, hinnaltaan ja toimitusaikataulultaan sitä mitä on sovittu, jotta toimitus voidaan katsoa onnistuneeksi. Mikäli jokin näistä osa-alueista ei onnistunut, niin toimitusvarmuuden voidaan katsoa heikentyneen. Toimitusvarmuus riippuu osaksi siis yrityksen itse lupaamista seikoista kuten toimitusajasta ja laadusta, tästä syystä onkin tärkeää, että yritys tietää omien tuotteidensa toimitusaikataulut. (Lehtonen 2004, 109.)

Toimitusvarmuus rakentuu yrityksen tilaus- ja toimitusketjusta sekä sen osaprosesseista. Toimitusvarmuuteen vaikuttaa yrityksen logistiikassa lähes kaikki tekijät ja sen takia onkin tärkeää, että kaikki toimii sujuvasti. Toimitusvarmuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat muun muassa yrityksen valitsemat toimittajat ja kuljetusliikkeet, varastonhallinta, varastoprosessit ja tilausten käsittely. Kaikkien näiden prosessien tulee toimia yhdessä saumattomasti, jotta yritys pystyy tarjoamaan asiakkailleen korkeaa toimitusvarmuutta ja laatua. (Ritvanen ym. 2011, 28 & 41.)

Toimitusvarmuudesta puhuttaessa on hyvä miettiä, että miltä ja kenen kannalta sitä tutkitaan. Yritys voi tutkia toimitusvarmuuttaan asiakkaan näkökulmasta ja sitä, että miltä yritys näyttää asiakkaan silmin. Tällöin voidaan miettiä, että miten yritys viestii esimerkiksi ongelmistaan toimitusketjussaan, joka vaikuttaa siten myös asiakastilauksiin ja toimitusvarmuuteen. (Lehtonen 2004, 54.)

Yrityksen toimitusvarmuus kertoo suoraan siitä, että miten kyseisessä yrityksessä keskitytään oman toiminnan kriittiseen arviointiin ja kehittämiseen. Tehokkaalla toimitusketjulla ja korkealla toimitusvarmuudella osoitetaan muille, että yrityksen prosesseihin on investoitu pääomaa ja henkilöstön työaikaa. Tällainen toiminta antaa yrityksestä heti paremman kuvan verrattuna yritykseen, jossa toimitusvarmuuteen ja sen kehittämiseen ei panosteta samalla tavalla.

2.2 Toimitusvarmuuden vaikutus liiketoimintaan

On selvää, että hyvä toimitusvarmuus nähdään positiivisena piirteenä ja heikko toimitusvarmuus nähdään taas negatiivisena. Yrityksen on kuitenkin tehtävä tiukkoja päätöksiä miettiessään, että onko toimitusvarmuuden nostaminen kannattavaa sillä prosessien tehostaminen tai uusiminen voi tarkoittaa isoja investointeja yritykselle. Yrityksessä voidaankin päättää, että pidetään toimitusvarmuus tyydyttävällä tasolla, jos sen katsotaan riittävän yrityksen asiakkaille.

Toimitusvarmuus vaikuttaa suoraan yrityksen asiakaskokemukseen, joka taas vaikuttaa suoraan asiakastyytyväisyyteen. Hyvä asiakaskokemus johtaa siihen, että asiakkaat suosittelvat yritystä myös muille ja pysyvät uskollisina asiakkaina. Hyvät asiakaskokemukset lisäävät itsessään myyntiä, joka taas tekee yrityksestä entistä kannattavamman. Korkeaa asiakaskokemusta tavoitellessa on kuitenkin otettava huomioon siihen liittyvät kustannukset, joita syntyy esimerkiksi toimitusketjunprosessien kehitystyön seurauksena. (Puustinen & Saarijärvi 2020)

Heikko toimitusvarmuus näkyy taas heikkona asiakaskokemuksena, jonka seuraukset ovat täysin päinvastaiset aiempaan verrattuna. Asiakkaat karttavat sellaista yritystä, jonka kanssa heillä on pelkästään negatiivisia kokemuksia. Tällaisia yrityksiä harvoin myös suositellaan muille alan toimijoille. (Puustinen & Saarijärvi 2020)

Tämän perusteella voidaankin todeta, että toimitusvarmuus on tärkeässä roolissa yrityksen kannattavuuden kasvatuksen kannalta ja siihen kannattaa panostaa, mikäli halutaan kasvattaa liiketoimintaa ja sen lukuja.

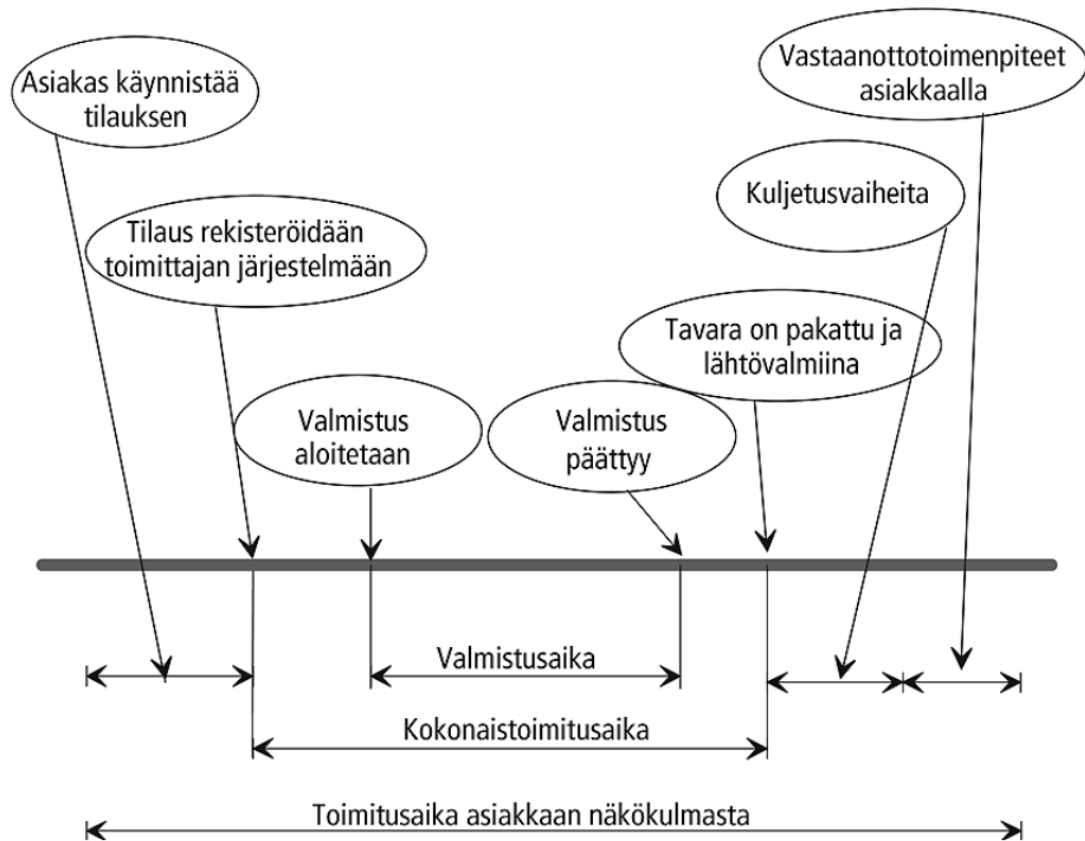
2.3 Toimitusaika

Toimitusvarmuudesta puhuttaessa tulee usein myös esiin termit toimitusaika ja toimituskyky. Nämä ovatkin toimitusvarmuuden ydinasioita, joiden avulla määritellään ja lasketaan yrityksen, tuotteen tai palvelun toimitusvarmuus. (Sakki 2014)

Toimitusaika tarkoittaa sitä aikaa, joka kuluu alkaen tilauksen tekemisestä ja päättyen sen toimitukseen asiakkaalle. Toimitusaika koostuu seuraavista osaluista:

- Tilauksen käsittely
- Tilatun tuotteen/palvelun varastotyöt sekä osto- ja valmistusprosessit
- Kuljetukset

Jokainen näistä prosesseista vie oman aikansa tuotteen toimitusketjussa ja toimitusaikaan vaikuttaakin vahvasti myös erilaiset ruuhkatilanteet, sillä ne hidastavat prosessien läpimenoaikoja huomattavasti. (Sakki 2014)



Kuva 1. Toimitusaika asiakkaan näkökulmasta. (Sakki 2014).

Kuvasta 1 nähdään, että miltä toimitusaika näyttää asiakkaan näkökulmasta. Siihen sisältyy paljon asiakkaalle näkymättömiä prosesseja, kuten tuotteen valmistus- ja varastointiprosessit. Asiakkaalle kriittisimmät hetket toimitusajassa ovat kuitenkin tilauksen rekisteröinti ja sen toimitus sovitulla tavalla. (Sakki 2014)

Yrityksen jokaisella myytävällä tuotteella ja palvelulla on oltava oma toimitusaikansa, jotta sitä voidaan myydä asiakkaalle. Toimitusaika määritellään joko tuoteryhmittäin tai erikseen jokaiselle myytävälle nimikkeelle. Tuotteen toimitusaikaan vaikuttaa se, että onko tuote varastoitava vai valmistettava tuote. Varastoitavat tuotteet ovat valmiina varastossa odottamassa asiakastilauksia, joten niiden toimitusaika on yleensä todella lyhyt. Valmistettavat tuotteet taas valmistetaan vasta, kun asiakas tekee niistä tilauksen. Valmistettavissa tuotteissa toimitusaika voi olla jopa viikkoja tai kuukausia. Tästä syystä onkin

tärkeää säännöllisesti arvioida nimikkeiden kulutusta ja tutkia mahdollisuuksia suosituimpien nimikkeiden varastointiin. (Ritvanen ym. 2011, 48–49.)

Toimitusaika voidaan määritellä ja ilmoittaa asiakkaalle kahdella eri tavalla. Asiakkaalle voidaan ilmoittaa nimikkeen normaali toimitusaika, joka muutetaan, mikäli nimikkeen toimitusketjuun tulee ongelmia esim. materiaalipula, tai asiakkaalle ilmoitetaan toimitusaika vasta kun nimikkeelle on yrityksen puolesta laskettu toimitusaika, joka sisältää mahdolliset toimitusongelmat. (Lehtonen 2004, 111.)

2.4 Toimitusvarmuuden mittaaminen

Yrityksessä mitataan toimituskykyä ja toimitusvarmuutta, jotta saadaan selville yrityksen tilaus-toimitusketjun sen hetkinen tehokkuus ja palvelutaso. Toimituskykyä voidaan mitata tuotteittain, riveittäin tai tilauksen arvon perusteella. Mittaamisesta on hyvä pitää jonkinlaista kirjaa, jotta sen muutoksia voidaan seurata ja niihin pystytään reagoimaan. (Sakki 2014)

Toimituskykyä voidaan mitata alla olevalla kaavalla:

$$\text{toimituskyky} = \frac{\text{toimitetut tilaukset}}{\text{kaikki tilaukset}} (\%)$$

Kuva 2. Toimituskyvyn mittaaminen (Sakki 2014).

Tällä kaavalla jaetaan halutun aikavälin toimitetut tilaukset kaikilla saman aikavälin tilauksilla. Tuloksena saadaan valitun aikavälin toimituskyky. Toimituskyky ilmoitetaan yleensä prosentuaalisena lukuna. (Sakki 2014)

Toimituskyvyn mittaamisella saadut tulokset riippuvat vahvasti siitä, että miten mittaus on tehty, joten on tärkeää, että tuloksia tarkastellessa kaikki tietävät mittaamisessa käytetyt menetelmät. Toimituskykyä on tärkeää mitata ja tarkastella säännöllisin väliajoin, jotta sitä voidaan parantaa tarvittaessa. (Sakki 2014)

Ongelma, joka esiintyy usein toimituskyvyn mittaamisen kanssa on se, että mikäli asiakas tietää etukäteen varastojen tai haluamansa tuotteen olevan loppu, niin asiakas ei välttämättä tee tilausta ollenkaan. Tällöin toimituskyky on nolla, mutta tämä ei näy tilastoissa sillä tilausta ei koskaan tehty. Tätä varten onkin mahdollista laskea toimituskyky varastossa olevien tavaroiden ja kulutuksen perusteella. Voidaan esimerkiksi tutkia, että miten sen hetkiset varastomäärät riittäisivät keskimääräisille asiakastilauksille. (Sakki 2014)

Toimituskyvyn sijasta voidaan myös mitata yrityksen toimitusvarmuutta, joka saadaan laskettua alla olevalla kaavalla:

$$\text{toimitusvarmuus} = \frac{\text{luvattujen ja toteutuneiden toimitusten ero}}{\text{kaikki toimitukset}}$$

Kuva 3. Toimitusvarmuuden laskukaava (Sakki 2014).

Tällä kaavalla voidaan laskea luvattujen ja toteutuneiden toimitusten erotus ja tästä saadaan tulokseksi kyseisten toimitusten välinen toimitusvarmuus.

Halutessaan yritys voi mitata vielä erikseen myös myöhästyneitä tai jälkitoimituksia kaavalla: (Sakki 2014)

$$\text{jälkitoimitusten (myöhästyneiden) osuus} = \frac{\text{jälkitoimitukset}}{\text{kaikki toimitukset}} (\%)$$

Kuva 4. Jälkitoimitusten määrä kaikista toimituksista (Sakki 2014).

Toimitusvarmuutta on myös mahdollista mitata teettämällä asiakaskysely. Kyselyn avulla saadaan hyvä kuva siitä, että millaisella tasolla yrityksen asiakkaat näkevät toimitusvarmuuden olevan. Kyselyssä voidaan myös tiedustella, että onko ongelmana toimituskyky vai toimitusajat. Tällaisen kyselyn voi teettää jokaisen tilauksen yhteydessä joko sanallisesti tai arvosanaasteikoilla tai sitten kyselyn voi teettää esimerkiksi kerran vuodessa. Kyselyyn olisi hyvä ottaa sekä isoja että pieniä asiakkaita, jotta molempien ääripäiden kokemukset voidaan ottaa huomioon. (Lehtonen 2004, 56.)

2.5 Toimitusvarmuuden mittaamisen tavoitteet

Toimitusvarmuuden mittaamisen tavoitteena on saada selville yrityksen toimitusketjun prosessien toimivuus. Toimitusvarmuus mittarina kertoo sen, että miten prosessit toimivat ja ovatko ne kehittymässä oikeaan suuntaan.

(Puustinen & Saarijärvi 2020) Toimitusvarmuuden mittaamista voidaan siis pitää myös yrityksen toimitusketjun kehittämistoimena. Toimittajia on helppo arvioida sen perusteella, että mikä heidän toimitusvarmuutensa on ollut tiettyä ajanjaksona ja tätä tietoa voidaan käyttää etuna esimerkiksi hintaneuvotteluissa tai, kun harkitaan toimittajan vaihtamista toiseen.

Toimitusvarmuuden mittaamisella voidaan kehittää myös yrityksen asiakaskokemusta eli sitä, miten asiakas suhtautuu yrityksen liiketoimintaan ja kaupan tekemiseen yrityksen kanssa. Mittaamalla ja tuloksia tarkastelemalla voidaan tehdä suoraan johtopäätöksiä, että onko asiakaskokemukset positiivisia vai negatiivisia. Yrityksen kannattavuuden kannalta positiiviset asiakaskokemukset ovat sen ehto, sillä yrityksen asiakaskunta on se, joka pitää yrityksen pystyssä. (Puustinen & Saarijärvi 2020)

Toimitusvarmuus voi olla nykyajan markkinoilla ratkaiseva tekijä yrityksen menestyksen kannalta. Korkea toimitusvarmuus osoittaa tehokasta ja laadukasta toimintaa toimitusketjussa ja sen osaprosesseissa, mutta heikko toimitusvarmuus osoittaa taas päinvastoin. On siis tärkeää, että yritys panostaa toimitusvarmuuteen ja sen tarkasteluun, jotta sitä voidaan parantaa ja pitää se ajan tasalla riippumatta maailman trendeistä ja tapahtumista.

Toimitusketjun prosessien ja tätä kautta myös toimitusvarmuuden parantaminen helpottaa yleensä myös varastolla tehtävää fyysistä keräily- ja vastaanottotyötä. Prosesseja hiomalla saadaan turha tekeminen minimoitua ja näin toimitusvarmuuden parantamisesta hyötyy myös varastotyöntekijät.

3 Varastonhallinta

Varastonhallinta tarkoittaa sellaisia toimintoja ja prosesseja, joiden avulla hallitaan yrityksen varastotasoja. Varastonhallinnassa keskitytään varastointikustannuksiin, ohjauskustannuksiin sekä palvelutason ylläpitämiseen. Varastonhallinnan tärkeimpiä työkaluja ovat varastonimikkeiden varastointimäärät sekä tilauspisteet varastotäydennyksille. (Ritvanen ym. 2011, 62.)

Varastoa hallitaan ja ohjataan varastonhallintajärjestelmien avulla, joiden avulla voidaan säädellä nimikekohtaisesti varmuusvarastoja, eräkojoja ja tilauspisteitä. Tällaisen säätelyn avulla varmistetaan, että tuotetta on varastossa sen hetkisen kulutuksen mukainen määrä eikä sen enempää. Suurempi varastomäärä näkyy varastonkierron heikkenemisenä sekä se lisää varastointikustannuksia. Nykyaikaisissa varastonhallintajärjestelmissä nimikkeiden kulutusta ja kysyntää voidaan seurata reaaliajassa, joka helpottaa myös kulutuksen ennustamista. Ennustamalla voidaan varmistaa, että jatkossakin tuotetta on riittävästi varastossa kysynnän muuttuessa. Jatkuvasti loppunut varasto näyttää asiakkaalle negatiivisena merkinä ja se myös heikentää yrityksen toimitusvarmuutta ja -kykyä. Yrityksen heikko toimituskyky vaikuttaa suoraan yrityksen kilpailukykyyn ja täten myös sen kannattavuuteen. (Ritvanen ym. 2011, 61.)

Varastonhallinnan tarkoituksena on saavuttaa mahdollisimman korkea toimitusvarmuus, pienet varastoarvot sekä vähentää varastointiin liittyviä kustannuksia. Varastossa tulee olla oikea määrä tavaraa, jotta toimitusvarmuus ja asiakastyytyväisyys pysyvät korkealla mutta samalla varastossa ei saa olla liikaa tavaraa. Mikäli tavaraa on liikaa, varastointikustannukset nousevat huomattavasti ja tämä heikentää yrityksen varastonkiertoa. Varastonhallinta on siis varastotasojen optimointia, jotta kustannukset ja toimitusvarmuus pysyvät halutuilla tasoilla. (Ritvanen ym. 2011, 87.)

Tässä kappaleessa käsitellään varastonhallintaa kokonaisuutena sekä varastonhallintajärjestelmiä ja niiden vaikutuksia yrityksen varastoprosesseihin.

3.1 Varastohallintajärjestelmät

Varastohallintajärjestelmät ovat osa yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää. Toiminnanohjausjärjestelmä on kokonaisuus, jonka avulla hallinnoidaan tilaus- ja toimitusketjun lähes kaikkia prosesseja. Toiminnanohjausjärjestelmä on siis yrityksen toimintojen tukiverkko, jonka ympärille kaikki prosessit rakentuvat. Toiminnanohjausjärjestelmät ovat usein selainpohjaisia ja hyvin muokattavia, eli jokainen yritys voi hankkia itselleen räätälöidyn toiminnanohjausjärjestelmän. Toiminnanohjausjärjestelmät koostuvat eri moduuleista. Yleisimpiä moduuleita ovat tuotannonohjaus, materiaalihallinto, varastohallinta ja taloushallinto. Tällaisten moduuleiden ansiosta yritykset voivatkin päättää, että mitä ominaisuuksia haluavat valita omalle yritykselleen sillä hetkellä. (Ritvanen ym. 2011, 56.)

Varastohallintajärjestelmä on yksi toiminnanohjausjärjestelmän tärkeimmistä moduuleista. Varastohallintajärjestelmän avulla voidaan hallita ja ohjata varastoa kokonaisuutena sekä erillisinä osa-alueina. Varastohallintajärjestelmällä voidaan esimerkiksi luoda uusia nimikkeitä, hallita varastosaldoja, säädellä varmuusvarastoja ja ohjata keräilyprosesseja. Varastohallintajärjestelmiin kuuluu myös tuotteiden jäljittäminen, eli järjestelmästä voidaan tarkastaa jokaisen tuotteen sijainti ja hyllypaikka varastossa. Samalla voidaan tehdä haluttuja korjauksia tai siirtoja tarvittaessa. Varastohallintajärjestelmissä voidaan hyödyntää nykyaikaista teknologiaa kuten viivakoodeja, puheohjausta tai älytarroja. (Ritvanen ym. 2011, 61.)

Varastohallintajärjestelmän tavoitteena on tehostaa yrityksen varastoprosesseja kuten keräilyä, vastaanottoa ja tuotteiden jäljittämistä. Varastohallintajärjestelmän avulla pyritään maksimoimaan tilausten käsittelyn ja siihen liittyvän keräilytoiminnan tehokkuus ja vähentämään turhaa työtä näiden prosessien ympäriltä. (Ritvanen ym. 2011, 62.)

Hyvällä ja huonolla varastohallintajärjestelmällä on selvä ero varastohallinnan kannalta. Useita eri varastohallintajärjestelmiä käyttäneenä on helppo huomata, että minkälainen varastohallintajärjestelmä on tehokas ja

helppokäyttöinen ja millainen ei. Tehokas varastohallintajärjestelmä on yleensä sellainen, joka on nopea oppia, se taipuu eri tilanteisiin ja se pystytään räätälöimään oman yrityksen tarpeita varten.

3.2 Varastonimikkeet

Yritys valitsee varastoonsa yleensä sellaisia nimikkeitä, joilla on jatkuvaa kulutusta ja niiden toimitusaika olisi liian pitkä muutoin. Varaston kautta asiakas saa niitä nopeasti sopivan määrän itselleen, eikä heidän tarvitse odottaa minkäänlaista valmistusaikaa. Varastoa voi kertyä yritykselle myös sattumalta esimerkiksi asiakaspalautusten tai suurten tilausmäärien kautta. (Sakki 2014)

Varastonimikkeitä voi olla yrityksellä satoja tai jopa tuhansia, joten niiden luokittelu ja ajoittainen tarkastelu on tarpeen, jotta yrityksen varastointikustannukset pysyvät hallinnassa. Nimikkeiden luokitteluun käytetään yleensä kahta erilaista luokittelutapaa, jotka ovat Pareton 20/80-sääntö ja ABC-luokitus. Tällainen nimikkeiden luokittelu auttaa yritystä varastovalikoiman valitsemisessa, sekä sen avulla voidaan helpottaa tuotteiden hinnoittelua ja asiakaspalvelua riippuen tuotteen luokasta. (Ritvanen ym. 2011, 28.)

Luokittelun avulla voidaan määritellä myös haluttu toimitusvarmuus luokittain. Voidaan esimerkiksi päätätä, että A-luokan nimikkeillä olisi lähes 100 % toimitusvarmuus, joka tarkoittaa sitä, että kyseisiä nimikkeitä pidettäisiin varastossa aina varmuudella ylimääräistä eli tuotteilla olisi varmuusvarasto. Tällainen toiminta kuitenkin lisää huomattavasti varastointikustannuksia nimikkeiden osalta ja tässäkin tapauksessa on löydettävä se kultainen keskitie, jolloin toimitusvarmuus ja kustannukset ovat molemmat sopivalla tasolla. (Ritvanen ym. 2011, 29.)

3.3 Pareton 20/80-sääntö

Pareton 20/80-säännöllä tarkoitetaan sellaista tiedon luokittelua, jossa 20 % tuotteista kerää 80 % yrityksen tuotoista. Säännön nimi tulee italialaiselta

taloustietäjältä Vilfredo Paretolta, joka huomasi kaavan tutkiessaan sen ajan tulonjakoa. Tämän jälkeen sama kaava on toistunut useassa eri tutkimuksessa, jonka perusteella sitä voidaan pitää luotettavana keinona tutkia tulonjakoa. Tulee kuitenkin huomauttaa, että tuotteet eivät välttämättä jaotu tasan 20/80 säännön mukaisesti. Eli esimerkiksi voi olla, että 20 % tuotteista tuo 81 % liikevaihdosta. Paretin 20/80-sääntö on siltikin tehokas ja luotettava luokittelutyökalu. (Sakki 2014)

Paretin 20/80-säännön mukaan voidaan todeta, että:

- 20 % tuotteista tuo 80 % liikevaihdosta
- 80 % tuotteista tuo 20 % liikevaihdosta

Tämän kaavan avulla on siis helppo tutkia nimikkeiden kulutustilastoja ja laskea, että mitkä ovat näitä parhaaseen 20 prosenttiin kuuluvia nimikkeitä ja panostaa näiden nimikkeiden myyntiin. Tällainen luokittelu auttaa yritystä myös näkemään ne nimikkeet, jotka tuottavat vähiten arvoa yritykselle ja sitä kautta mahdollisesti poistamaan ne myös valikoimastaan. (Sakki 2014)

3.4 ABC-luokitus

Toinen luokittelutapa nimikkeille on ABC-luokitustyökalu. ABC-analyysi pohjautuu aiemmin käsiteltyyn Paretin 20/80-sääntöön, mutta tässä työkalussa nimikkeet lajitellaan useampaan eri luokkaan. (Sakki 2014)

Yleensä ABC-analyysissä nimikkeet luokitellaan 4 eri luokkaan, jotka ovat seuraavat:

A-luokka: Kumulatiivisesti laskettuna ensimmäiset 50 % myynnistä,

B-luokka: Seuraavat 30 % myynnistä,

C-luokka: Seuraavat 18 % myynnistä,

D-luokka: Viimeiset 2 % myynnistä. (Ritvanen ym. 2011, 28.)

ABC-analyysia tehdessä on tärkeää huomioida, että analyysi tulee tehdä tuotteittain eikä tuoteryhmittäin, jotta jokaisesta tuotteesta saadaan totuudenmukainen analyysi tehtyä. Tuoteryhmittäin tehtäessä parhaat tuotteet nostavat myös ryhmän huonoimpien nimikkeiden luokkaa. Analyysi voidaan tehdä niin lyhyeltä tai pitkältä aikaväliltä kuin on tarvetta. Yleensä kuitenkin ABC-analyysi tehdään vähintään kalenterivuoden pituisella aikavälillä, jotta mahdolliset kulutuspiikit tasoittuvat eivätkä vääristä tuloksia. (Sakki 2014)

3.5 Varmuusvarasto

Varmuusvarasto tarkoittaa sellaista varastoitavaa määrää, joka pidetään varastossa epävarman kulutuksen takia. Varmuusvarastoja lasketaan, jotta varastossa olisi aina tarpeellinen määrä tavaraa, vaikka kulutus olisikin epätasaista. Toimitusvarmuuden parantaminen on myös yksi varmuusvarastojen tarkoitus, sillä se nostaa yrityksen toimituskykyä. Mitä korkeampi varmuusvarasto, niin sitä korkeampi on varmuusvarastoitavan tuotteen toimituskyky, mutta samalla varastoitavien nimikkeiden määrä ja varastointikustannukset nousevat. Onkin siis löydettävä optimaalinen piste, jossa varmuusvarastotasot eivät ole liian korkealla. (Sakki 2001, 82.)

Tilauspiste tarkoittaa sitä rajaa, kun tuotetta tulee tilata toimittajalta lisää, jotta sitä on riittävästi varastossa nimikkeen toimitusajan verran. Tilauspiste lasketaan kertomalla keskimääräinen viikkomenekki nimikkeen toimitusajalla ja tähän lisätään vielä haluttu varmuusvarasto. Kun nimikkeen saldo alittaa tämän rajan, niin sitä tulee viimeistään tällöin tilata lisää. Tilauspistettä voidaan hallinnoida manuaalisesti tarkastelemalla nimikkeen kulutustilastoja tai se voidaan automatisoida varastohallintajärjestelmän avulla. Tilauspisteen määrittelyllä voidaan myös laskea varastointikustannuksia, sillä oikein laskettu tilauspiste varmistaa sen, että tuotetta ei ole liikaa varastossa missään vaiheessa sen elinkaarta. (Sakki 2014)

Eräkoko eli MOQ (Minimum Order Quantity) tarkoittaa sitä määrää, joka vähintään tulee tilata toimittajalta. Yleensä eräkoko on se määrä, joka tuotetta

mahtuu yhdelle eurolavalle tai esimerkiksi laatikkoon. Tällöin tuotetta on helppo varastoida ja kuljettaa, kun se on valmiiksi mitoitettu sopivaan varastointimuotoon. Myös tuotteen hintaan vaikuttaa sen erä koko, sillä tuotteille myönnetään yleensä alennusta sen mukaisesti mitä enemmän tuotetta tilataan kerrallaan. (Arnold ym. 2012, 228.)

3.6 Varmuusvaraston määrittelyminen

Varmuusvaraston määrittelymiseen voidaan käyttää lukuisia eri keinoja. Ne voidaan määrittellä jokaiselle tuotteelle erikseen tai koko tuoteryhmälle yhdessä. Yleensä kuitenkin varmuusvarastot määritellään yksitellen tuotteille käyttäen jonkinlaista laskuria tai kaavaa. (Sakki 2014)

Varmuusvarasto voidaan laskea kaavalla:

$$\text{Varmuusvarasto (B)} = D \cdot L$$

Tässä kaavassa laskettava varmuusvarasto on B, viikoittainen kysyntä/kulutus D ja nimikkeen toimitusaika L. Tällaisella tavalla laskiessa tulee ottaa huomioon, että kulutuksen tulee olla erittäin tasaista ja toimitusten varmoja, jotta varmuusvarasto on sopivalla tavalla. (Sakki 2014)

Tilauspiste voidaan laskea tällä kaavalla, kun varmuusvarasto on tiedossa:

$$\text{Tilauspiste } T = DL + B$$

Tässä kaavassa tilauspiste on T, viikoittainen kulutus D, nimikkeen toimitusaika L ja varmuusvarasto B. Kaavassa kerrotaan kulutus toimitusajalla ja tähän lisätään päälle vielä nimikkeelle määritelty varmuusvarastotaso. (Sakki 2014)

3.7 Varastonhallinnan vaikutus toimitusvarmuuteen

Varastonhallinnalla vaikutetaan yrityksen varaston kokoon ja varastoitaviin nimikkeisiin, joten voidaankin todeta, että myös toimitusvarmuus riippuu paljon varastonhallinnassa ja sen toteutuksesta. Tehokkaalla varastonhallinnalla

voidaan siis parhaimmassa tapauksessa nostaa yrityksen toimitusvarmuutta. Tämä voidaan tehdä esimerkiksi luokittelemalla nimikkeitä aiemmin kuvatuilla menetelmillä. Luokittelun kautta voidaan priorisoida oikeat nimikkeet ja korottaa näiden varmuusvarastoa, jolloin myös toimituskyky ja toimitusvarmuus paranee kyseisten nimikkeiden osalta. Toisaalta varastonhallinnalla voidaan myös vaikuttaa negatiivisesti yrityksen toimitusvarmuuteen. Mikäli varmuusvarastot ovat laskettu liian alhaisiksi, niin toimituskyky kärsii ja täten myös toimitusvarmuus.

Heikosti hoidettu varastonhallinta voi vaikuttaa myös yrityksen maineeseen omilla markkinoillaan. Asiakkaat tilaavat helposti muualta ja menettävät uskollisuutensa, mikäli yrityksen varastot ovat jatkuvasti tyhjät ja toimituskyky heikko. Tällöin pitäisi tehostaa varastonhallintaprosesseja esimerkiksi panostamalla varastonhallintajärjestelmään. Tällainen heikko asiakaskokemus heikentää yrityksen kilpailukykyä markkinoilla, jonka seurauksena asiakaskunta siirtyy toiselle toimijalle. (Puustinen & Saarijärvi 2020)

Varastokustannukset halutaan yleensä pitää yrityksissä mahdollisimman alhaisina, joka tarkoittaa mahdollisimman maltillisia varmuusvarastotasoja nimikkeille. Toimitusvarmuus saattaa tällaisessa tapauksessa kärsiä, mikäli toimitettavan tuotteen toimitusketjuun tulee ongelmia, jotka estävät tuotteen toimittamisen asiakkaalle. Tällaisia ongelmia voisi olla esimerkiksi kuljetusongelma, lakko tai laatuongelma. Tällöin toimitusvarmuus on kärsinyt sekä toimitusongelmien että alhaisten varmuusvarastotasojen takia. (Sadler 2007, 88.)

4 Varaston kierto

Tehokkaan ja luotettavan toimitusvarmuuden omaava varasto muodostuu kokonaisuudesta, joka koostuu varaston fyysisestä koosta, muodosta ja tavaravalikoimasta. Lisäksi varastointitekniikka ja tavaravirtauksen periaatteet vaikuttavat varaston tilasuunnitteluun. (Ritvanen ym. 2011, 84.)

Varaston layoutia suunnitellessa käsittely- ja säilytystilat tulisi mitoittaa tarpeeksi tilavaksi. Oikein mitoitettu tila vähentää ylimääräistä tavaran siirtelyä ja virheriskiä, joka on suoraan yhteydessä toimitusvarmuuteen. Jokaisella varastolla on valikoitu virtausratkaisu, joka kuvaa tavaran kulkua varastossa eri prosessien aikana aina saapumisesta tavaran lähettämiseen. (Ritvanen ym. 2011, 84.)

4.1 Suoran virtauksen periaate

Kyseisessä periaatteessa tuotteet kulkevat varastossa läpivirtauksena varaston toiselta puolelta toiselle. Suoran virtauksen etuna on varaston mittojen määrittämisen vapaus. Suoran virtauksen leveä pääkäytävä mahdollistaa trukkien ja muiden kuljetusvälineiden esteettömän liikkuvuuden varaston sisällä. Leveän pääkäytävän lisäksi suoran virtauksen malli vaatii isokokoista tonttia, joka mahdollistaa tarvittavan ajotilan kuljetusajoneuvoille varaston molempiin päihin. (Ritvanen ym. 2011, 85.)

Omien kokemustemme pohjalta suoran virtauksen soveltaminen on osoittautunut tehokkaaksi menetelmäksi varaston toimitusvarmuuden parantamisessa, joka mahdollistaa sujuvan ja ennakoitavan tuotteiden liikkumisen. Varaston suunnitelmallinen järjestäminen ja tukeminen suoran virtauksen periaatteella antaa varastolle suorituskykyä päivittäiselle toiminnalle ja ehkäisee turhia pullonkauloja varastoalueella.

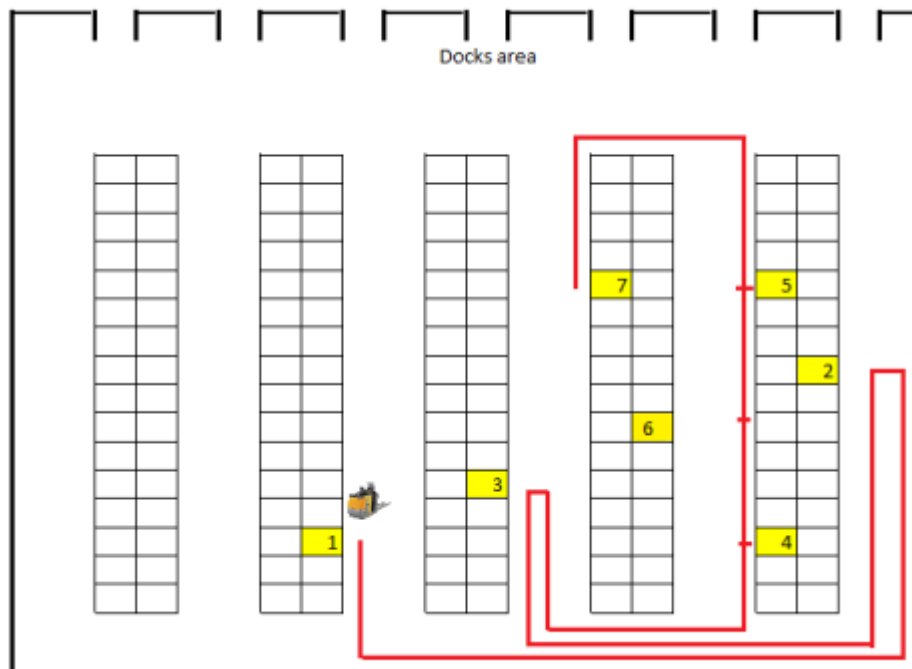
4.2 U-virtauksen periaate

U-virtauksen periaate varaston layoutissa tuo hieman erilaisen tulokulman layoutin suunnitteluun verrattuna suoraan virtaukseen. U-virtaus pyrkii vahvistamaan tuotteiden sujuvaa ja järjestäytynyttä liikehdintää U:n muotoisen reitin kautta. Virtauksen ideana on sijoittaa varaston sisään- ja uloskäynnit mahdollisimman lähelle toisiaan. Tämä vähentää ajotilan tarvetta varaston ympärillä, jolloin layoutin takia ei isokokoista tonttia välttämättä tarvita. (Ritvanen ym. 2011, 86.)

Layout mahdollistaa tehokkaan tilankäytön ja tarjoaa hyvin tilaa varastointi- ja käsittelyalueille. Lisäksi selkeästi määritetty reitti helpottaa työntekijöiden liikkumista, tehostaa tavaran käsittelyprosessia ja nostaa työtehokkuutta. Onnistuneen layoutin aikaansaamiseksi suunnittelun merkitys on korkea. Käytävätilat tulee mitoittaa oikein ja varastotilaa tulee löytyä tarpeeksi. Tuotteiden sijoittaminen tulisi tehdä niin, että U-virtaus toimisi mahdollisimman tehokkaasti. (Ritvanen ym. 2011, 86.)

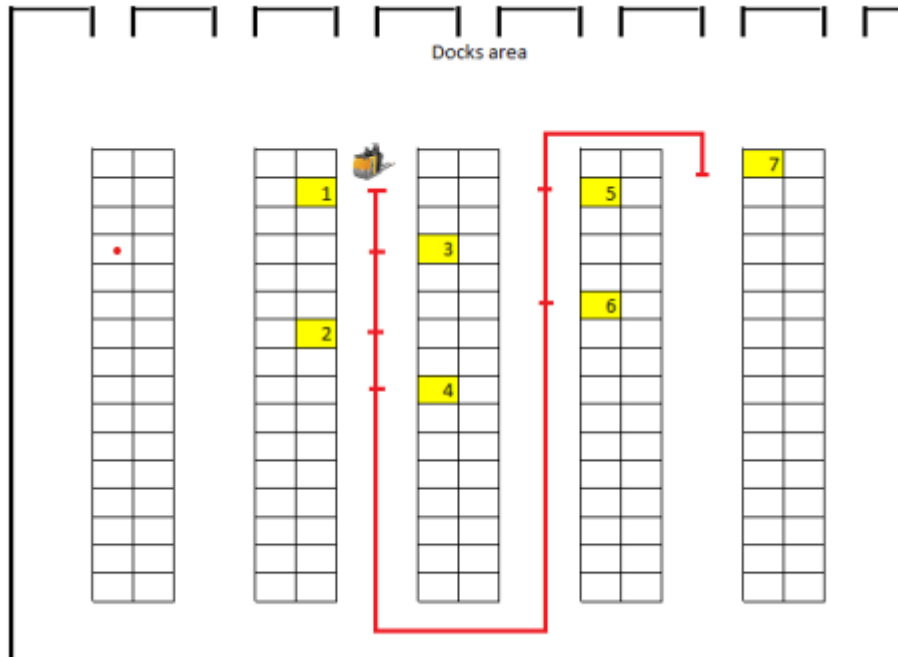
4.3 Tuotesijoittelun vaikutus keräilyssä

Yritys ei aina voi vaikuttaa varaston fyysiseen kokoon tai muotoon, mutta esimerkiksi tuotteiden sijoittelulla voidaan vaikuttaa virheiden määrään sekä keräilyyn tehokkuuteen. Kuvassa 5 kuvataan heikosti suunniteltua seitsemän nimikkeen keräilyreittiä. Tässä Advekinsin ja Savrasovsin (2019) esittämässä kuvassa keräilyreitti ei ole looginen, vaan keräilijä joutuu kulkemaan edestakaisin käytävillä nimikkeitä kerättyäessä. Kuvassa keltaiset laatikot kuvaavat keräiltäviä nimikkeitä ja numerot viittaavat keräilyjärjestykseen. Punainen viiva näyttää keräilijän kulkemisen tämän keräilyn osalta.



Kuva 5. Heikosti suunniteltu keräilyreitti. (Avdekins & Savrasovs 2019).

Oikealla tuotesijoittelulla ja keräilyreitin optimoiminen järkevällä tavalla voidaan pienentää ylimääräisiä siirtymiä keräilyprosessin aikana. Kuvassa 6 Avdekins ja Savrasovs (2019) esittävät hyvän keräilyreitin, jossa keräilyreitti on suunniteltu suoraviivaisesti ja nimikkeet noudattavat loogista järjestystä.



Kuva 6. Hyvin suunniteltu keräilyreitti (Advekins & Savrasovs 2019).

Advekinsin ja Savrasovsin (2019) kuvista voidaan huomata, että siirtymäajat keräilyreitien sisällä tulisi minimoida ja sijoittaa eri nimikkeet järkevästi keräilyreitien varrelle. Tämä vähentää huomattavasti keräilyprosessiin menevää aikaa ja siten nostaa keräilyyn tehokkuutta, jolloin myös keräilyt saadaan ajallaan lähetettyä asiakkaalle.

4.4 Keräily

Keräily on varaston työvaltaisimpia prosesseja, johon kohdistuu yleensä suurin henkilökohtainen työpanos varaston sisällä. Varastoita yhdistää se, että keräilyä suoritetaan kaikkialla. Keräilyprosessin tehokkuus ei ole vain logistiikan kulmakiviä, vaan myös merkittävä tekijä toimitusvarmuuden kannalta. Keräilyssä tilatut tuotteet kerätään, pakataan ja lähetetään pyydettyyn määränpäähän. Keräilyä voidaan suorittaa käsin, trukin avulla tai hyödyntäen erilaisia varastoautomaatteja. (Hokkanen, Virtanen 2018, 34–35.)

Keräily on tärkeä osa tuotteen pääsystä kohti määränpäättä. Onnistunut keräys koostuu monista eri vaiheista, jotka varastotyöntekijän tulisi hallita. Keräys alkaa keruulistan tulostuksella. Keräyslista saadaan yleensä tietokonetta hyödyntämällä, joka esimerkiksi tulostuu paperille tai ohjautuu äänikeräilyn ohjelmaan. Varastotyöntekijän tulee ymmärtää keräilylistan rakenne ja kriittiset tiedot. Oikeiden tuotteiden keräys varmistaa korkean toimitusvarmuuden. (Hokkanen, Virtanen 2018, 34–35.)

Tuotteita kerätessä keräilijän on hyvä tiedostaa turvallinen ja fiksusti tehty tuotteiden sijoittelu kuormalavassa tai rullakossa. Painavat tuotteet tulisi sijoittaa pohjalle ja herkästi särkyvät turvalliseen kohtaan. Turvallisuuden huomiointi keräilyn aikana on ensisijaisen tärkeää. Varastojen kulkusuuntia tulee noudattaa ja on hyvä olla tietoinen ympäristöstä. (Hokkanen, Virtanen 2018, 38.). Trukin kanssa keräillessä on hyvä huomioida trukinkuljettajan velvollisuudet. Trukilla ajaessa on tärkeää pitää huolta tilannenopeudesta, kuormituksesta sekä ympärillä tapahtuvien asioiden huomioinnista. Trukin kunnosta tulee olla varmuus ja mahdollisista vioista tulee välittömästi ilmoittaa eteenpäin. (Hokkanen, Virtanen 2018, 101.)

Keräilyaika voidaan jakaa kolmeen eri osaan: liikkumiseen menevä aika tuotteiden välillä, tuotteen poiminta-aika ja muut toiminnot. Liikkumiseen menevä aika vie noin 50 % koko keräilyajasta, joten sen ajan pienentäminen mahdollistaisi mittavan tehokkuuden kasvun keräilyssä. Keräilyreittiä optimoidaan yleensä hyödyntämällä ABC-analyysiä, jonka avulla tiheästi tilatut ja nopean varastokierron omaavat tuotteet sijoitetaan optimaalisille paikoille. (Advekins & Savrasovs 2019, 318–320.)

Keräilyprosessin jatkuva kehittäminen on olennaista toimitusvarmuuden kannalta. Aikaisempi työkokemuksemme on osoittanut, kuinka järjestelmällinen keräilyprosessi ja sen jatkuva arviointi johtaa merkittäviin parannuksiin sekä tehokkuudessa että toimitusvarmuudessa. Trukkien ja muiden apuvälineiden oikeaoppinen käyttö sekä hyvin suunnitellut keräilyreitit ovat keskeisiä tekijöitä keräilyprosessin onnistumisessa.

4.5 Tavarin vastaanotto

Varaston vastaanottoprosessi on kriittinen vaihe koko toimitusketjun hallinnassa, sillä se vaikuttaa myös yrityksen omaan toimitusvarmuuteen. Vastaanottoprosessi voidaan jakaa useaan eri työvaiheeseen, joita ovat ennakoilmoituksen hyödyntäminen, työskentely vastaanottolaiturilla sekä vastaanottotarkistus. Jokaisella vaiheella on merkittävä rooli varastonhallinnan tehokkuuden parantamisessa ja luotettavuudessa. (Hokkanen & Virtanen 2021, 30–32.)

Ennakoilmoituksen tärkeys ja sen hyödyntäminen on keskeinen osa varaston vastaanottoprosessia. Ilmoitus sisältää tietoja saapuvasta lähetyksestä, kuten kollimäärät ja saapumisaika. Ennakoilmoitus mahdollistaa varaston valmistautumisen tulevaan toimitukseen, joka vähentää ylimääräistä odottelua vastaanottolaiturilla ja vahvistaa saumattomampaa työskentelyä varaston vastaanotossa. (Hokkanen & Virtanen 2021, 30–32.)

4.5.1 Työskentely vastaanottolaiturilla

Varaston koko määrittää yleensä sen, että kuinka monta lastauslaituria on käytössä. Isommissa yrityksissä lastauslaitureita saattaa olla useita, kun taas pieni yritys voi käyttää yhtä laituria sekä lähtevien että saapuvien lähetysten toiminnoissa. Saapuville tuotteille määritetty purkualue ja siihen liittyvät toiminnot pyritään hoitamaan nopeasti, jotta välttyttäisiin turhilta odotusajoilta ja ruuhkalta. Järjestelmällinen tavarin vastaanotto ja asianmukainen siisteys auttavat ylläpitämään prosessin tehokkuutta. (Hokkanen & Virtanen 2021, 28–29.)

4.5.2 Vastaanottotarkastus

Vastaanoton yhteydessä varmistetaan, että rahtikirjan tiedot pitävät paikkaansa ja vastaavat toimitettuja eriä. Laatu- ja määrätarkastus tulee tehdä huolellisesti,

jotta tilattu määrä saadaan vastaanotettua ja lisättyä varastonhallintajärjestelmään. Mahdollisista puutteista tai vaurioituneista tuotteista tulee tehdä kuljettajalle varauma, joka mahdollistaa asian käsittelyn. (Hokkanen & Virtanen 2021, 28–32.)

Lähetyslistaa hyödynnetään tuotteiden tarkastuksessa, että kappalemäärät ja tuotteiden nimikkeet täsmäävät. Tarkistuksen jälkeen tuotteet voidaan kirjata varaston tietojärjestelmiin, jotka päivittävät tuotteiden saldot ja kuittaavat tilauksen vastaanotetuksi. Järjestelmä yleensä myös kertoo, että mihin tuotteet sijoitetaan varastossa. Tuotteet sijoitetaan paikoilleen hyllytyksen yhteydessä. (Hokkanen & Virtanen 2021, 28–32.)

Varaston vastaanoton tehokas hallinnointi määrittää sen, että kuinka nopeasti tuotteet saadaan siirrettyä tuotantoon tai myyntiin. Vastaanottoprosessin huolellinen toiminta parantaa toimitusvarmuutta ja asiakastyytyvääisyyttä. Virheiden eliminointi ja sujuvat prosessit alentavat ylimääräisiä kustannuksia ja nostaa toimitusketjun toimintaa. (Hokkanen & Virtanen 2021, 28–32.)

Tavaran vastaanoton tulee olla tehokasta ja sujuvaa, jotta tavaravirta saadaan liikkumaan sulavasti. On kuitenkin tärkeä ylläpitää huolellisuus ja tarkkuus tuotteen tarkastuksessa. Vastaanotossa tehdyt virheet voivat johtaa väärin tuotteiden lähettämisen asiakkaille, myös tuotteiden saldot saattavat mennä sekaisin.

4.6 Inventointi

Varastointi vaatii yrityksiltä merkittäviä sijoituksia, sillä tuotteiden säilyttäminen varastossa sitoo yrityksen arvokasta pääomaa ja vaikuttaa myös taloudelliseen kannattavuuteen. Yrityksen on tärkeä tiedostaa varastossa säilytettävien tuotteiden arvo sekä myynnin ja henkilöstön tilanne. Säännölliset inventaariot paljastavat mahdolliset poikkeamat varaston ja kirjanpidon välillä, jonka avulla yritys pystyy ylläpitämään jatkuvaa toimitusvalmiutta varmistamalla tuotteiden saldomäärän ja saatavuuden. (Hokkanen & Virtanen 2021, 66–69.)

Säännöllinen seuranta sekä hyvin koulutettu henkilöstö lisää mahdollisuuksia tunnistaa ja korjata virhemääriä, jotka taas vaikuttavat varastointikustannusten määrään. Varaston saldotietojen paikkaansa pitävyys on tärkeää. Säännöllinen inventaario pitää huolen siitä, että virheellisten toimitusten mahdollisuus pienenee ja tuotteet löytyvät oikeilta hyllypaikoilta. Inventaario voidaan tehdä vuosittain tai tarpeen mukaan jopa useammin. (Hokkanen & Virtanen 2021, 66–69.)

Inventaariota tehdessä tarkistetaan varastossa säilytettävien tuotteiden määrä ja kunto, jonka jälkeen tuloksia verrataan olemassa oleviin saldotietoihin. Mahdollisissa poikkeamissa pyritään selvittämään sen juurisyitä. Syynä saldopoikkeamaan voi olla esimerkiksi tuotteen väärä hyllytys, rikkonainen tuote tai mahdolliset keräilyvirheet. Varastonhallintajärjestelmät eivät täysin estä saldovirheitä tapahtumasta, joten inventaarion tekeminen on tärkeää.

Varastotilojen optimoitu suunnittelu ja selkeät hyllypaikat voivat edesauttaa saldovirheiden vähenemistä. Hyvin suunnitellun varaston inventointi ja nimikkeiden laskeminen on helppoa, etenkin jos inventaarion suorittaa henkilö, joka tuntee varaston jo entuudestaan. (Hokkanen & Virtanen 2021, 68–70.)

4.7 Pakkaus ja lähettäminen

Pakkausprosessi vaatii työntekijöiltä taitoa ymmärtää tuotteiden erityispiirteet, pakkausmateriaalien laadut, jakelukanavat ja kuluttajan odotukset. Myös lainsäädännölliset ja ekologiset huomiot ovat tärkeitä tiedostaa. Suomessa pakkausmateriaalia käytetään vuodessa noin kolme miljoonaa tonnia, joten se luo keskeisen painoarvon myös ympäristönäkökulmasta. (Ritvanen ym. 2011, 67–69.)

Pakkausmateriaalin oikeanlainen valinta on kriittinen toimitusvarmuuden kannalta. Hyvin suunniteltu ja valittu pakkaus vähentää tuotteen vaurioitumisen riskiä kuljetuksen ja varastoinnin aikana. Pakkauksen kestävyys korostuu etenkin pitkissä kuljetusmatkoissa, jotka sisältävät monta eri käsittelyvaihetta.

(Ritvanen ym. 2011, 67–69.) Materiaalin lisäksi kuljetuspakkausten optimaalinen mitoitus on tärkeää, jotta niiden sijoittaminen kuljetustiloihin tapahtuu mahdollisimman tehokkaasti. Standardien mukaiset mitoitukset korostuvat etenkin automatisoiduissa logistiikkakeskuksissa, joissa tuotteiden tehokas liikkuvuus ja hallinnointi vaatii mittojen paikkansapitävyyden. (Lehtinen 2021, 15).

Älypakkaukset edustavat pakkausteollisuuden uusimpia innovaatioita, joka vie perinteisen pakkauksen roolin yhä syvemmälle digitaaliseen vuorovaikutukseen ja arvonalisäykseen. Älykkäät pakkausratkaisut mahdollistavat tuotteen ja digitaalisen ympäristön vuorovaikutuksen, mahdollistaen laajempia liiketoimintamahdollisuuksia. Ne tarjoavat kolme selkeää päätoiminnallisuutta: parannettua käyttäjäkokemusta, tuotteen laadun ja alkuperän varmistamista sekä tehostettua varaston ja tuotteen elinkaaren hallintaa. Tällaiset älypakkaukset hyödyntävät teknisiä komponentteja, kuten sensoreita, älykoodeja ja indikaattoreita, jotka valvovat ja seuraavat pakatun tuotteen etenemistä läpi koko arvoketjun. (Lehtinen 2021, 211–213.)

Älypakkaukset lisäävät kuluttajien mahdollisuutta luottaa tuotteen aitouteen ja laatuun, vähentäen tuoteväärännöksiä ja pilaantuneita tuotteita. Lisätiedon avulla tuetaan tuotteen elinkaaren eri vaiheita, parannetaan kuluttajakäyttämisen ymmärtämistä, pienennetään ekologista jalanjälkeä sekä tehostetaan toimitusketjun optimointia. (Lehtinen 2021, 211–213.)

Pakkauksiin integroitava teknologia vaatii edistyneitä painoteknologioita, joilla komponentit saadaan liitettyä osaksi pakkausta. Painatuksessa voidaan esimerkiksi hyödyntää ohuita ja joustavia materiaaleja, joiden avulla saadaan teknologiaa liitettyä lähes huomaamattomasti pakkaukseen. (Lehtinen 2021, 211–213.)

Älypakkaukset tarjoavat monipuolisia hyötyjä yrityksille, lisäämällä tuotteiden toimitusvarmuutta. Onnistunut käyttöönotto edellyttää laajaa yhteistyötä ja innovatiivisia teknologisia oivalluksia pakkausalan kehityksen eturintamalla. (Lehtinen 2021, 211–213.)

5 Teknologiset innovaatiot

Tekoälystä puhuttaessa käytetään yleisesti lyhennettä AI, joka tulee englanninkielisestä sanasta Artificial Intelligence. Tekoälystä voidaan käyttää myös nimityksiä koneäly, keinoäly ja koneoppiminen. Tekoäly perustuu koneiden kykyyn toistaa ja omaksua ihmisen loogista päättelykykyä. Tämä ilmenee oppivana ohjelmistona, joka kykenee ennakoimaan eri tilanteita ja tekemään itsenäisiä päätöksiä. Tekoäly koostuu monista eri teknologioista, joissa yhdistyvät ohjelmointi, tilastotiede ja matematiikka. Tekoälyn perusta nojautuu eri matriisien, vektoreiden, differentiaalinen ja tilastollisten todennäköisyyksien varaan. Nämä matemaattiset käsitteet ovat yleensä tuttuja ja yksinkertaisia, mutta soveltaminen käytäntöön tuo aiheeseen lisää monimutkaisuutta. Tämä johtuu koneiden mahdollisuuksista käsitellä rajattoman määrän eli ulottuvuuksia, johon ihmisen käsitys ei välttämättä riitä. (Kananen & Puolitaival 2019, 27.)

5.1 Tekoäly ihmistä taitavampi?

Rajatuissa tehtävissä tekoäly voittaa ihmisen nopeudessa, tarkkuudessa, toistojen määrässä ja puolueettomuudessa. Välillä tekoälyyn kohdistuu jopa liian suuria odotuksia. Tekoäly ei kykene kuvaamaan erilaisia syy-seuraussuhteita eli kausaalisuhteita. Ongelman kuvailu jää edelleen ihmisen tehtäväksi. Tekoälyn vahvuudet ovat tehtävissä, joissa vaaditaan järjestelemään suuria datamääriä, toistamaan samankaltaisia tehtäviä ja käsittelemään laajoja massadatoja. (Kananen & Puolitaival 2019, 36–38). Tekoäly kehittyy erilaisten menetelmien avulla, jotka voidaan jakaa kolmeen eri pääluokkaan: koneoppiminen, syväoppiminen ja vahvistusoppiminen. Nämä pääluokat eroavat toisistaan niiden tavasta käsitellä dataa, oppimista ja tehdä päätelmiä. (Kananen & Puolitaival 2019)

5.2 Koneoppiminen

Koneoppiminen viittaa menetelmiin, joiden perusteet ovat kehitetty jo 1950- ja 60-lukujen aikana. Englannin kielen kirjallisuudessa koneoppimisesta puhutaan termein machine learning. Koneoppimisen ydinajatuksena on kehittää erilaisia algoritmeja, jotka voivat prosessoida ja oppia suurista datamääristä.

Koneoppiminen on vakiinnuttanut asemansa monilla eri aloilla tarjoten tehokkaita ratkaisuja aina asiakaspalvelusta finanssisektorin analyysiin. Koneoppimisen tehokkuus ja soveltuvuus laajasti erilaisiin tehtäviin on tehnyt siitä keskeisen välineen nykyaikaisessa liiketoimintaympäristössä. (Kananen & Puolitaival 2019)

Yksi koneoppimisen peruseriaatteista on se, että algoritmit tarvitset toimiakseen suuren määrän dataa. Data antaa mahdollisuuden koneoppimisen malleille kyvyn oppia tunnistamaan kuvioita, tekemään ennustuksia ja päätelmiä. Saatavan datan määrän lineaarinen kasvu ei automaattisesti tarkoita parempia tuloksia tai tehokkaampaa suorituskykyä. Koneoppimisen malli voi saavuttaa kyllästymispisteen datan määrässä, jolloin lisädatan tuoma hyöty jää marginaaliseksi. Tämän takia on tärkeä keskittyä datan määrän lisäksi laatuun ja sen merkittävyyteen ratkaistavaan ongelmaan. (Kananen & Puolitaival 2019)

Koneoppimisen ongelmanratkaisumallit voidaan jakaa kahteen pääluokkaan: luokittelumallit ja määrämallit. Luokittelumalleja hyödynnetään silloin, kun halutaan ennustaa kategorisia muuttujia. Luokittelumallissa voidaan esimerkiksi kysyä, millä todennäköisyydellä tämä asiakas on tietyn ikäinen. Määrämallit voivat esimerkiksi ennustaa tuotteiden kysyntää, jonka avulla yritykset voivat optimoida varastotasot optimaaliselle tasolle. (Kananen & Puolitaival 2019)

Liiketoiminnassa koneoppimisen malleja hyödynnetään laajalla rintamalla. Ne voivat ennustaa markkinatrendejä, tunnistamaan mahdollisia virheitä ja optimoimaan toimitusketjuja. Koneoppimisen avulla yritykset pystyvät parantamaan omaa tehokkuuttansa, vähentämään kustannuksia ja tarjota parempia tuotteita ja palvelua asiakkaille. Yritysten muuttuva liiketoimintaympäristö ja kilpailukyvyn ylläpitäminen vaatii jatkuvaa työstämistä,

jolloin koneoppimisen kyvyt antavat ennennäkemättömiä mahdollisuuksia ongelmien ratkaisuun ja päätöksenteon tukemiseen. (Kananen & Puolitaival 2019)

5.3 Syväoppiminen

Syväoppiminen, tai deep learning, on yksi tekoälyn kolmesta pääluokasta, joka hyödyntää neuroverkkoja oppiakseen suurista datamääristä. Neuroverkot jäljittelevät ihmisaivojen kaltaista toimintaa, koostuen eri kerroksiin järjestäytyneistä neuroneista, jotka käsittelevät ja liikuttavat tietoa. Niiden avulla monimutkaisten kuvioiden tunnistaminen datasta on mahdollista ja se on luonut uusia soveltamisen mahdollisuuksia eri aloilla. (Kananen & Puolitaival 2019)

Syväoppiminen on viime aikoina kehittynyt runsaan datan saatavuuden takia. Lisäksi kasvanut laskentateho ja erilaisten matemaattisten konseptien käytännön toteutus on kehittynyt. Kehitys on mahdollistanut monimutkaisten mallien kehittämisen, jotka pystyvät ennustamaan ja tunnistamaan erilaisia ilmiöitä laadukkaalla tarkkuudella. Neuroverkot tarvitsevat toimiakseen ison määrän dataa, jotta neuroverkot oppisivat havaitsemaan dataan piilotettuja rakenteita parantaen suorituskykyä ja ennustusten tarkkuutta. (Kananen & Puolitaival 2019)

Syväoppimisen menetelmät ovat tehokkaita erilaisen epälineaaristen ilmiöiden tarkastelussa. Ne perustuvat matemaattisiin funktioihin ja niiden oppimisprosessissa painokertoimien säädöt ovat keskeisessä osassa. Painokertoimet määrittelevät sen, että kuinka voimakkaasti eri neuroneiden signaalit vaikuttavat toisiinsa. Painokertoimien optimointi mahdollistaa tarkkojen ennusteiden tekemisen. (Kananen & Puolitaival 2019)

Syväoppimista hyödynnetään laajasti eri aloilla. Ne ovat muun muassa mahdollistaneet uusia menetelmiä kuvan- ja puheentunnistuksessa ja tehostaneet ennakoivaa analytiikkaa. Jatkuva kehitys ja sovellusten laajentuminen antavat uutta näkökulmaa datan käsittelyssä ja sen hyödyntämisestä yhteiskunnassa. (Kananen & Puolitaival 2019)

5.4 Vahvistusoppiminen

Vahvistusoppiminen keskittyy tekoälyagenttien kouluttamiseen, jotka pystyvät tekemään päätöksiä määritellyssä ympäristössä. Toiminnan ydin on se, että agentti suorittaa ja toimii ympäristössä ja saa toiminnastaan palautetta. Halutun ratkaisun tehdessään agentin oikeaa ratkaisumallia palkitaan positiivisella palautteella, jonka takia ajan myötä agentti tekee oikeita ratkaisuja ja maksimoi kumulatiivisen palkinnon. (Kananen & Puolitaival 2019)

Vahvistusoppimisessa keskeisiä käsitteitä ovat positiivinen ja negatiivinen vahvistus. Positiivinen vahvistus lisää haluttua käyttäytymistä antamalla palkinnon, kun taas negatiivinen vahvistus tekee käyttäytymisestä todennäköisempää poistamalla epämiellyttävän ärsykkeen. Positiivisella ärsykkeellä ohjataan agenttia tekemään haluttuja toimintoja ja parantamaan suorituskyykyään. Oppimisen alkuvaiheessa agentti kokeilee erilaisia toimintoja satunnaisesti ilman syvällisempää tietotaitoa. Vähitellen tekoälyagentti oppii yhdistämään tietyt toiminnot suurempiin palkintoihin ja sopeuttamaan omaa toimintaansa niiden perusteella. Tämä prosessi mahdollistaa agentin käyttäytymisen kehityksen ja palkkioiden maksimoinnin ajan myötä. (Kananen & Puolitaival 2019)

Vahvistusoppimisen hyödyntäminen ulottuu monipuolisesti eri aloille. Sitä hyödynnetään esimerkiksi teollisuusrobottien automatisoinnissa ja eri alojen päätöksenteon optimoimisessa. Tehokkuus ja kyky suoriutua haasteellisista tehtävistä tekee siitä lupaavan välineen erilaisten ongelmien ratkaisemisessa. (Kananen & Puolitaival 2019)

5.5 Varastorobotti

Logistiikan alalla on ajan saatossa pyritty kehittämään uusia tehokkaampia toimintaprosesseja, jotka toisivat lisää hyötyjä varaston toimintoihin. Ensimmäisiä tunnettuja varastorobotteja ja suuria edistysaskeleita toi Kiva Systems vuonna 2003. Kiva Systemsin varastorobotti oli pienikokoinen,

autonominen laite, joka kykeni siirtämään hyllyjä ja erilaisia varastointiyksiköitä varastotyöntekijän luokse. Tämä vähensi työntekijöiden tarvetta liikkua keräilytehtävissä ja näin tehostaen varastoprosesseja. (Guizzo 2008)

Kiva Systemsin korkean fyysisen suorituskyvyn lisäksi varastorobotti omasi älykkään ohjelmisto- ja mekaniikkayhdistelmän. Sen avulla robotit osasivat navigoida varastoissa hyödyntäen kehittyneitä algoritmeja, joka mahdollisti optimaalisen liikkumisen. Varaston tehokkuuden kasvun lisäksi varastorobotit mahdollistivat tarkemman varastohallinnan ja nopeamman tilausten käsittelyn. (Guizzo 2008)

Kiva Systems oli merkittävä alku varastologistiikan automatisoinnin kehitykselle. Se on inspiroinut useita muita alan toimijoita kehittämään omia automatisoituja varastoratkaisujaan. Vuonna 2012 Amazon osti Kiva Systemsin, joka on nyt osa Amazon Roboticsia. (Laber, Thamma & Kirby 2020, 66.)

5.6 Dronet

Droonien hyödyntäminen varasto-operaatioihin on ottanut merkittäviä kehitysaskelaita vuosien saatossa. Tekoälyn, RFID-tekniikan sekä uusien skannaus- ja navigointimenetelmien ansiosta droonien käyttömahdollisuuksien kirjo on kasvanut. Droonien kehitys logistiikan maailmassa on vastannut alan ammattitaitoisen työvoiman saatavuuden haasteisiin ja verkkokaupan kasvuun. (Netland, Maghazei & Wawrla 2019, 4.)

Droonien käyttö varastoissa mahdollistaa erilaisia kustannustehokkaita operaatioita, vähentäen manuaalisen työn tarvetta. Lennokeilla voidaan varaston sisällä muun muassa liikutella tavaroita, tehdä inventaariota ja hoitaa erilaisia tarkastuskierroksia. Näiden toimintojen suorittaminen on perinteisesti ollut aikaa vievää. Lisäksi manuaalinen suorittaminen on lisännyt virhealttiutta. Droonien avulla voidaan lisätä inventaarioiden tarkkuutta ja vähentää työvoimakustannuksia. Droonit pääsevät myös liikkumaan tehokkaasti, joka vähentää työntekijöiden riskejä omassa liikkumisessaan. (Netland ym. 2019, 5–6.)

Sisätilanavigoinnin tarkkuuden vaihtelu on edelleen droonien haaste täyden automaation saavuttamisessa varastoissa. Teknologian kehittyessä navigointitarkkuuden parantamiseen on hyödynnetty LiDAR-teknologiaa sekä 3D-skannausta. Näiden eri teknologioiden yhdistäminen mahdollistaa tarkemman ja luotettavamman sisätilanavigoinnin. (Netland ym. 2019, 9.)

Teknologian kehitys ja innovatiiviset ratkaisut tarjoavat lupaavia mahdollisuuksia droonien tehokkaammalle hyödyntämiselle logistiikan alalla ja eri varastojen toiminnoissa. Tarkempi varastonhallinta ja toimintojen seuraaminen varmistavat luotettavan ja tehokkaan toiminnan varaston sisällä, tehostaen myös kokonaisvaltaista toimitusvarmuutta. (Netland ym. 2019, 9–10.)

5.7 AR-teknologia

AR-teknologia (augmented reality) tarkoittaa lisättyä todellisuutta, joka yhdistää virtuaalisen maailman elementtejä reaali maailmaan, luoden käyttäjälle uudenlaisen ja rikastetun kokemuksen. AR-teknologian toiminnan edellytyksenä ovat älykäs näyttöteknologia, 3D-rekisteröintitekniikka sekä vuorovaikutuksen toiminta reaali- ja virtuaalimaailman välillä. (Yunqiang 2019, 1-2.)

AR:n käytettävyyttä on testattu myös varastoissa. Erityisesti AR:n hyödyntäminen keräilyprosesseissa on herättänyt yrityksissä kiinnostusta. Näönvarainen keräily eli ”pick-by-vision”, mahdollistaa paperittoman keräilyprosessin tarjoten tehokkaamman tavan hoitaa keräys.

AR:n ohjaama keräily antaa keräilijän AR-laseihin reaaliaikaista tietoa tuotteiden sijainnista ja määristä erilaisten visuaalisten opasteiden avulla. Lasit ohjaavat keräilijän mahdollisimman nopeinta keräilyreittiä pitkin ja antaa tarkat tiedot kerättävistä tuotteista. Tämä nopeuttaa yksittäisen keräilijän keräilyaikaa. Perinteinen keräilyprosessi on altis virheille. AR:n hyödyt auttavat oikeiden tuotteiden keräilyyn. Virheiden määrän laskeminen lyhentää läpimenoaikaa ja kasvattaa yrityksen toimitusvarmuutta. Keräilyn lisäksi ohjelma vie reaaliaikaista tietoa saldomuutoksista parantaen yleistä laadunvalvontaa.

AR-lasit ovat myös käytettävyydeltään käyttäjäystävälliset. Ne ovat helposti puettavat ja niitä pidetään kestäväinä. Myös käsien pysyminen vapaana verrattuna käsissä pidettäviin skannereihin tai keräilylistoihin. Uusien työntekijöiden kouluttaminen AR-lasien käyttöön on helppoa. Ohjelmaa voidaan myös visuaalisesti testata käyttöympäristössä, jolloin käytöstä saadaan mahdollisimman vaivatonta omassa työympäristössä. (Jumahat, Sidhu & Shah 2023, 6.)

5.8 Älykkään varaston edut ja haitat

Älykkäät varastot tarjoavat teknologisella edistyksellään lukuisia hyötyjä logistiikka-alalle. Automaation ja tekoälyn hyödyntäminen varastoissa on kasvattanut niiden operatiivista tehokkuutta ja laskenut toimintojen kustannuksia. Nykyajan menetelmät mahdollistavat varastojen reaaliaikaisen seurannan ja myös autonomisen päätöksenteon hyödyntäminen on lisääntynyt. Nämä lisääntyvät toiminnot parantavat varastonhallinnan nopeutta ja tarkkuutta. IoT:n ja tekoälyn käyttö tarjoaa myös mahdollisuuden parempaan läpinäkyvyyteen ja jäljitettävyyteen, jolloin toimitusketjun hallinnointi ja reagointi muuttuviin tekijöihin parantuu. (Min 2023)

Älykkään varaston haittapuolet liittyvät korkeisiin alkukustannuksiin, jotka saattavat hidastaa joitakin yrityksiä ottamasta käyttöön automatisoituja järjestelmiä. Korkeiden kustannusten lisäksi uudet järjestelmät ja ratkaisut vaativat yrityksen johdolta ja työntekijöiltä asiantuntemusta ja uusia taitoja toimintojen käyttöönottamiseksi ja ylläpitämiseksi. Myös järjestelmien mahdolliset vikatilat ja huoltotoimenpiteet luovat seisokkiaikoja ja korjauskustannuksia, mikä luo yrityksille tarpeen pakollisiin varaosiin ja laitteistotoimittajiin. (Kamali 2019, 12.)

Yhä laajemmat ja monimutkaisemmat tietoliikenneverkot kasvattavat myös tietoturvariskiä. Kyberhyökkäyksille altistuminen saattaa johtaa arkaluontoisen datan vuotamiseen tai järjestelmän vioittumiseen. Operatiivisten häiriöiden lisäksi mahdolliset tietoturvan pettämiset voivat vaikuttaa asiakassuhteisiin ja

yrityksen maineeseen. Siksi on ensiarvoisen tärkeää huolehtia tietoturvasta ja varautua mahdollisiin uhkiin. (Rohman & Tubis 2023)

6 Pohdinnat

6.1 Työn tulokset

Tämän opinnäytetyön tarkastelun kohteena olleen toimitusvarmuuden parantaminen älykkäin varastoratkaisuin on tutkimuksen myötä antanut näkökulmaa logistiikan nykypäivästä ja tulevaisuuden mahdollisuuksista. Varaston nykyiset konseptit, teknologiset innovaatiot ja niiden soveltaminen käytännön varastohallintaan ovat olleet tutkimuksen pääteemoja.

Opinnäytetyössä käsiteltiin aiheita kirjallisuuskatsauksena, joten työtä varten on käyty läpi paljon alan kirjallisuutta niin suomeksi kuin englanniksikin. Kirjallisuudesta löytyi paljon teoriaa, jota hyödyntäen opinnäytetyön teoriaosuus on koottu.

Opinnäytetyö onnistui tuomaan esiin, miten älykkäät varastoratkaisut mahdollistavat toimitusvarmuuden parantamisen eri toiminnoissa. Työn kautta kävi ilmi, että modernit varastohallintajärjestelmät, tehokas suunnittelu ja varaston optimointi lisäävät varaston toimitusvarmuutta. Teknologiset innovaatiot tarjoavat uusia välineitä varastohallintaan ja toimintojen ylläpitoon. Teknologisiin innovaatioihin liittyy myös paljon riskejä ja kustannuksia, joita yrityksissä tulisi hartaasti punnita, mikäli jonkinlaisen älykkään ratkaisun haluaa varastoonsa tuoda.

Opinnäytetyön kirjoittamisen jälkeen aihealueen tietotaito kehittyi sekä ymmärrys eri prosessien vaikutuksista toisiinsa, kasvoi entisestään. Kirjoittaminen auttoi hahmottamaan eri ratkaisujen vaikutusta toimitusvarmuuteen kokonaisuutena ja tätä kautta myös itse yrityksen liiketoimintaan ja kannattavuuteen.

6.2 Kuka voi hyödyntää tätä opinnäytetyötä

Tämä opinnäytetyö sopii sellaisille tahoille, jotka haluavat syventää ymmärrystään toimitusvarmuudesta sekä sen vaikutuksista yrityksen liiketoimintaan. Opinnäytetyössä käsitellään toimitusvarmuuden eri osa-alueita, joten aiempaa kokemusta aiheesta ei tarvitse olla.

Opinnäytetyö sopii esimerkiksi yritykselle, joka haluaa parantaa omaa toimitusvarmuuttaan mutta ei ole täysin varma toimitusvarmuuden mittaamisesta ja sen tavoitteista. Tämän työn pohjalta yritys saa itselleen hyvän pohjan, jonka perusteella voidaan arvioida nykyinen tila ja mahdolliset kehityskohteet toimitusvarmuuden suhteen.

Opinnäytetyöstä hyötyviin kuuluvat myös varastoinnin tulevaisuudesta ja teknologisista ratkaisuista kiinnostuneet. Tässä käsitellyt aiheet kuten tekoäly ja ar-teknologia luovat pohjaa tulevaisuudelle ja niitä varmasti tullaan käyttämään entistä enemmän jatkossa. Näihin asioihin perehtynyt yritys on varmasti edelläkävijä markkinoilla ja on valmis integroimaan tulevaisuudessa myös tekoälyä omaan toimintaansa. Työstä hyötyy täten myös teknologisia ratkaisuja tarjoavat yritykset, jotka haluavat parantaa tietoisuuttaan heidän tuotteidensa vaikutuksista yrityksen logistiikkaan ja sitä kautta toimitusvarmuuteen.

Opinnäytetyö antaa lukijalle kattavan ymmärryksen varastotoiminnoista sekä niiden vaikutuksista toimitusvarmuuteen ja tätä kautta myös yrityksen kannattavuuteen. Tästä opinnäytetyöstä voikin siis hyötyä myös sellainen taho, joka ei välttämättä itse millään tavalla ole tekemisissä toimitusvarmuuden kanssa. Pelkästään sen ymmärtäminen avaa uusia näkökulmia ja ratkaisuja, kun halutaan miettiä strategisia ratkaisuja yrityksessä.

6.3 Jatkotutkimusmahdollisuudet

Opinnäytetyön aiheen ajankohtaisuus ja toimitusvarmuuden tärkeys tarjoaa suuntaviivoja myös tulevaisuuden tutkimuksille ja kehitystyölle. Tässä työssä on tuotu esiin useita alueita, jotka ovat potentiaalisia jatkotutkimuksen kohteita. Tällaiset jatkotutkimukset antavat mahdollisuuden syventyä tiettyihin teemoihin avaten uusia näkökulmia varastoratkaisujen kehittämiseen ja soveltamiseen.

Yksi merkittävä jatkotutkimuksen aihe voisi olla teknologian kehityksen pitkäaikaisvaikutukset varastonhallintaan ja toimitusvarmuuteen. Tutkimalla näiden teknologioiden vaikutuksia varastonhallinnanprosesseihin, voidaan ymmärtää niiden todellista potentiaalia ja tunnistaa havaittuja haasteita reagoiden niihin.

Kestävän kehityksen tärkeyden ajankohtaisuus ja myös kuluttajien arvot ekologisuuteen tuovat jatkotutkimusmahdollisuuksia opinnäytetyössä käsiteltäviin varastoratkaisuihin. Jatkotutkimuksessa voidaan tutkia varastoratkaisujen vaikutuksia ympäristöhaittojen vähentämiseen. Energiakäytön tehostus ja resurssien optimoitu käyttö luovat yritykselle pohjan toimia vastuullisesti ympäristö huomioiden.

Erilaiset varastoratkaisut ja etenkin tulevaisuuden innovaatiot tuovat myös kuluja. Olisi tärkeää tutkia älykkäiden varastoratkaisujen taloudellisia vaikutuksia yrityksiin. Taloudellisen vaikutuksen syvällisempi ymmärtäminen helpottaa yrityksiä tekemään päätöksiä uusista hankinnoista ja varastoratkaisuista. Jatkotutkimusaihe voisikin olla esimerkiksi yrityksen kanssa, joka haluaisi tuoda varastoonsa teknologisia ratkaisuja. Näiden ratkaisujen vaikutusta yrityksen toimitusvarmuuteen sekä niiden tuomia uusia varastointikustannuksia voisi mitata ja verrata aikaisempaan dataan.

7 Lähteet

Arnold, JR.; Chapman S. & Clive L. 2012. Introduction to materials management. 7. painos. Pearson, Boston.

Advekins, A. & Savrasovs, M. 2019. Making Warehouse Logistics Smart by Effective Placement Strategy Based on Genetic Algorithms. Viitattu 24.3.2024.
https://www.researchgate.net/publication/337667525_Making_Warehouse_Logistics_Smart_by_Effective_Placement_Strategy_Based_on_Genetic_Algorithms

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2021. Varastonhoitajan käsikirja. 4. painos. Sho Business Development Oy, Kangasniemi.

Jumahat, S.; Sidhu, M. & Shah, S. 2023. A review on the positive implications of augmented reality pick-by-vision in warehouse management systems. Viitattu 7.2.2024

https://www.researchgate.net/profile/Manjit-Sidhu/publication/369668057_A_review_on_the_positive_implications_of_augmented_reality_pick-by-vision_in_warehouse_management_systems/links/642fe44020f25554da159033/A-review-on-the-positive-implications-of-augmented-reality-pick-by-vision-in-warehouse-management-systems.pdf

Kamali, A. 2019. Smart Warehouse vs. Traditional Warehouse – Review. Viitattu 20.1.2024.

https://www.myecole.it/biblio/wp-content/uploads/2020/11/10_SW_Smart_Warehouse_vs_Traditional_Warehouse.pdf

Kananen, H.; & Puolitaival, H. 2019. Tekoäly- Bisneksen uudet työkalut. Helsinki: Alma Talent.

Laber, J., Thamma, R., & Kirby, D. 2020. The impact of warehouse automation in Amazon's success. Viitattu 20.1.2024.

https://ijiset.com/vol7/v7s8/IJISSET_V7_I8_07.pdf

Lehtinen, L. & Koivula, H. 2021. Kestävä pakkaus. Punamusta, Forssa.

Lehtonen J-M. 2004. Tuotantotalous. WSOY, Helsinki

Min, H. 2023. Smart Warehousing as a Wave of the Future. Viitattu 11.4.2024.
<https://www.mdpi.com/2305-6290/7/2/30>

Netland, T.; Maghazei, O. & Wawrla, Ö. 2019. Applications of drones in warehouse operations. Viitattu 5.2.2024.
https://ethz.ch/content/dam/ethz/special-interest/mtec/pom-dam/documents/Drones%20in%20warehouse%20opeations_POM%20whitepaper%202019_Final.pdf

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Helsinki: Suomen Huolintaliikkeiden Liitto ry. Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry. Viitattu 1.2.2024.
https://www.logistiikanmaailma.fi/wp-content/uploads/2018/06/Logistiikan_ja_toimitusketjun_hallinnan_perusteet.pdf

Rohmann J., Tubis, A. 2023. Intelligent Warehouse in Industry 4.0 – Systematic Literature Review. Viitattu 11.4.2024
<https://www.mdpi.com/1424-8220/23/8/4105>

Saarijärvi H. & Puustinen P. 2020. Strategiana asiakaskokemus: Miksi, mitä, miten? 6. painos. Docendo, Jyväskylä.

Sadler, I. 2007. Logistics and supply chain integration. Sage Publications, California.

Sakki, J. 2001. Tilaus-toimitusketjun hallinta: logistinen b to b –prosessi. Jouni Sakki Oy, Espoo.

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta: digitalisoitumisen haasteet. Jouni Sakki Oy, Vantaa.

Yunqiang, C. 2019. An overview of augmented reality technology. Viitattu 7.2.2024
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1742-6596/1237/2/022082/pdf>