



Varastoinnin nykytila ja kehittäminen teollisuusyrityksessä vihreä varastointi huomioiden

The current status and development of warehousing in an industrial company with green warehousing considerations

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Tuotantotalouden kandidaatintyö

2025

Viivi Heinimö

Tarkastaja: Yliopisto-opettaja, Annastiina Rintala

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT Teknis-luonnontieteellinen

Tuotantotalous

Viivi Heinimö

Varastoinnin nykytila ja kehittäminen teollisuusyrityksessä vihreä varastointi huomioiden

Tuotantotalouden kandidaatintyö

2025

36 sivua, 8 kuvaa, 1 taulukko ja 1 liite

Tarkastaja: Yliopisto-opettaja, Annastiina Rintala

Avainsanat: Varastointi, vihreä varastointi, varastoinnin kehittäminen

Keywords: Warehousing, green warehousing, development of warehousing

Varastoinnilla on tärkeä rooli osana yrityksen liiketoimintaa ja asiakastyytyväisyyttä. Liiketoiminnallisen merkityksen lisäksi varastoinnilla on suuri merkitys yrityksen ympäristövaikutuksiin. Varastointi tuottaa tällä hetkellä merkittävän osan logistiikan päästöistä. Varastoinnin ympäristövaikutuksien tutkimiseen on kehitetty termi vihreä varastointi.

Tämän työn tavoitteena on tutkia termiä vihreä varastointi ja kuinka se voidaan huomioida varastoinnissa tulevaisuudessa. Työ on toteutettu toimeksiantona suomalaiseen teollisuusyritykseen, joten työssä tutkitaan myös kohdeyrityksen varastointia päivittäisellä tasolla sekä vihreän varastoinnin näkökulmasta. Työ koostuu kirjallisuusosuudesta sekä empiirisestä tutkimuksesta, jossa on hyödynnetty kyselytutkimusta.

Työssä vihreän varastoinnin todettiin olevan joukko erilaisia keinoja, joiden avulla pyritään minimoimaan varastoinnista aiheutuvat päästöt ja energiankulutus. Lisäksi merkittävimmiksi vihreän varastoinnin keinoiksi tunnistettiin kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen, energiansäästö sekä kierrätys ja pakkausmateriaalien uusiokäyttö. Kirjallisuusosuudessa sekä case-osuudessa tunnistettiin myös vihreän varastoinnin keinoja varastoinnin kehittämiseen. Näitä keinoja ovat energian säästäminen erilaisin ratkaisuin, kuten lämmönsäätelyllä tai sähkönkulutuksen vähentäminen, esimerkiksi vaihtamalla lamput LED-lamppuihin. Muita keinoja ovat toimiva kierrätysjärjestelmä, pakkausten uusiokäyttö sekä materiaalien käsittelyprosessin tehostaminen ja mekaanisten käsittelyjärjestelmien vaihtaminen ympäristöystävällisempiin. Työn kirjallisuusosion ja kohdeyrityksen varastointiin tutustumisen, sekä kohdeyrityksen varastoinnin ja tuotannon henkilöstölle tehdyn kyselytutkimuksen perusteella, laadittiin lista ehdotuksista varastoinnin kehittämiseksi.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

1	Johdanto.....	5
1.1	Tavoitteet ja tutkimuskysymykset	5
1.2	Työn rajaukset, tutkimusmenetelmät ja rakenne	6
2	Varastointi	7
2.1	Varastoinnin syyt.....	7
2.2	Varastotyytit.....	8
2.3	Varastoprosessi	9
2.4	Varastoinnin tunnusluvut.....	10
2.5	Varastoinnin nykytilan analysointi	12
3	Vihreä varastointi	13
3.1	Vihreä varastointi käsitteenä.....	13
3.2	Kasvihuonekaasupäästöt.....	15
3.3	Energiankulutus	15
3.4	Kierrätys ja pakkausmateriaalit	17
4	Tutkimusmenetelmät	19
4.1	Tutkimuksen tausta ja tavoitteet	19
4.2	Tutkimuksen toteutus.....	20
5	Kohdeyrityksen varastoinnin nykytila.....	21
5.1	Varaston nykytila.....	21
5.2	Tutkimuksen tulokset.....	24
5.3	Varastoinnin haasteet.....	24
5.4	Vihreän varastoinnin toteutuminen.....	26
6	Varastoinnin kehittäminen kohdeyrityksessä	28
6.1	Toiminnan parantaminen	28
6.2	Energiansäästöratkaisut	29
7	Johtopäätökset	30
	Lähteet	32

Liitteet

Liite 1. Kyselylomake

1 Johdanto

Varastot ovat aina olleet merkittävä osa toimitusketjuja. Varastoinnista on puhuttu kautta historian, mutta vasta teknologian kehityksen, nettikauppojen sekä saman päivän toimitusten aikakaudella varastojen merkitystä ja tärkeyttä on alettu ymmärtämään paremmin. Tänä päivänä varastoinnilla on tärkeä rooli osana yrityksen liiketoimintaa ja asiakastyytyväisyyttä. (Boysen & de Koster 2025) Samalla, kun varastojen merkitys yrityksissä kasvaa, huomio kiinnittyy yhä enemmän myös varastoinnista aiheutuviin päästöihin ja niiden vaikutuksiin.

Usein, kun tutkitaan toimitusketjujen kestävyyttä, keskitytään ainoastaan kuljetusten aiheuttamiin päästöihin eikä huomioida lainkaan varastoinnin aiheuttamia päästöjä (Apolloni et al. 2024). Varastoinnin päästöjen vähentäminen olisi merkittävä osa koko toimitusketjun päästöjen vähentämistä, sillä varastointi aiheutti maailman talousfoorumin mukaan vuonna 2016 noin 11% koko logistiikka-alan kasvihuonekaasupäästöistä. Varastoinnin päästöjen vähentäminen muodostuu koko ajan tärkeämmäksi, koska yhä useammat yritykset pyrkivät pienentämään toimintansa ympäristö- ja ilmastovaikutuksia. (Qiang et al. 2023)

Kun varastojen merkitystä ymmärretään paremmin, huomioidaan myös varastoinnista aiheutuvia päästöjä tarkemmin. Termi vihreä varastointi huomioi varastoinnista aiheutuvat ympäristövaikutukset sekä kasvihuonekaasupäästöt, ja keskittyy tuomaan esiin keinoja varastoinnin kestävyuden parantamiseksi (Qiang et al 2023). Vihreä varastointi on terminä melko uusi, eikä siitä löydy juurikaan suomenkielistä kirjallisuutta. Vihreää varastointia on alettu tutkia enemmän vasta 2010-luvulla, ja ensimmäiset julkaisut vihreästä varastoinnista on julkaistu 2000-luvulla (Bartolini et al. 2019).

1.1 Tavoitteet ja tutkimuskysymykset

Tämän työn tavoitteena on selvittää mitä vihreällä varastoinnilla tarkoitetaan ja kuinka se voidaan ottaa huomioon yrityksen varastoinnissa tulevaisuudessa. Lisäksi työssä tutkitaan kohdeyrityksen varastoinnin nykytilaa ja selvitetään mahdollisia kehitysehdotuksia. Kohdeyrityksen tarkastelussa huomioidaan myös vihreän varastoinnin näkökulma ja varastointia tarkastellaan yleisen toimivuuden sekä kestävyuden kautta. Tutkimuksen tulosten on

tarkoitus tarjota kohdeyritykselle konkreettisia keinoja joiden avulla se voi kehittää varastointiaan toimivammaksi. Kandidaatintyön tutkimuskysymykset ovat seuraavat:

1. Mitä on vihreä varastointi?
2. Miten varastointia voidaan kehittää vihreä varastointi huomioiden?

1.2 Työn rajaukset, tutkimusmenetelmät ja rakenne

Työ on rajattu koskemaan teollisuuden varastointia. Kohdeyrityksen osalta tutkimus keskittyy yhden toimipisteen raaka-ainevarastoon. Yrityksessä on ainoastaan raaka-ainevarasto, joten erityisesti case-osuudessa puhutaan ainoastaan raaka-ainevarastosta. Varastointi jaetaan projektien raaka-aineiden varastointiin sekä päivittäisten tilausten raaka-aineiden varastointiin. Tässä työssä tarkastellaan ainoastaan päivittäisten tilausten raaka-ainevarastoa.

Työ koostuu teoreettisesta kirjallisuusosuudesta sekä empiirisestä tutkimuksesta. Teoreettinen kirjallisuusosuus perustuu tutkimuskirjallisuuteen. Kirjallisuusosuudessa hyödynnetään kirjoja sekä tieteellisesti vertaisarvioituja artikkeleja. Artikkeleja ja kirjoja on haettu pääasiassa LUT Primo tietokannasta sekä Google Scholar hakukoneesta. Empiirisessä tutkimuksessa hyödynnetään puolistrukturoitua haastattelua sekä yrityksestä saatuja tietoja. Kaikki haastateltavat ovat yrityksen varaston ja tuotannon työntekijöitä. Kyselyn tarkoituksena on saada selville työntekijöiden näkemys tämänhetkisestä varaston toimivuudesta sekä heidän näkemyksensä mahdollisista kehityskohteista.

Työ koostuu viidestä pääluvusta sekä johdannosta ja johtopäätöksistä. Luvuissa 2-3 käydään läpi työn teoreettinen osuus. Luvussa 2 käsitellään varastointia, sen syitä ja hyötyjä, sekä keskeisiä käsitteitä varastointiin liittyen. Luvussa 3 käsitellään tarkemmin termiä vihreä varastointi, mitä se tarkoittaa ja miten se voidaan huomioida varastoinnissa. Luvussa 4 esitellään tarkemmin tutkimuksen empiirisen osuuden toteutus, taustat ja tavoitteet. Luvussa 5 tarkastellaan kohdeyrityksen varastoinnin nykytilaa ja tunnistetaan mahdolliset ongelmatkohdat ja haasteet. Lisäksi tarkastellaan miten vihreä varastointi näkyy yrityksessä ja onko siinä kehitettävää. Luvussa 6 esitetään kehitysehdotukset kohdeyrityksen varastoinnin parantamiseksi. Lopuksi esitetään työn yhteenveto ja johtopäätökset.

2 Varastointi

Varastot ovat keskeinen osa logistiikan osa-aluetta ja varastoja tarvitaan lähes jokaisessa yrityksessä. Varastot aiheuttavat paljon kustannuksia ja siksi ne mielletään usein negatiivisena asiana, joka pitäisi minimoida. (Tikka 2016) Vaikka varastointi aiheuttaa yritykselle kustannuksia, on se silti välttämättömyys monissa yrityksissä ja hyvällä varastoinnilla voidaan parantaa esimerkiksi asiakastytyväisyyttä. Tässä luvussa esitellään tarkemmin varastoinnin keskeisiä käsitteitä sekä varastoinnin merkitystä yrityksille.

2.1 Varastoinnin syyt

Varastointi tarjoaa yrityksille joustavuutta liiketoiminnan tehokkaaseen johtamiseen sekä mahdollisuuden tasapainottaa asiakaspalvelua, kustannuksia ja toiminnallisia tavoitteita. Varastoinnilla pyritään varautumaan epävarmuuksiin, joita esiintyy koko toimitusketjussa. Tällaisia epävarmuustekijöitä ovat esimerkiksi toimitusten myöhästymiset, vialliset tuotteet tai tuotantolaitteen hajoaminen. (Gattorna 2003) Varastoinnilla voi olla yrityskohtaisesti useita syitä, joita ovat esimerkiksi: suurten hankintaerien edullisuus, toimitusten varmistaminen, markkinatilanteen muutosten tasaaminen tai yrityksen asiakaspalvelupolitiikan tukeminen (Lambert & Stock 1993)

Suuret tilauserät ovat edullisempia verrattuna pienempiin eriin, mutta ne vaativat varastointia, kun tilataan enemmän kuin sillä hetkellä on tarvetta. Suuret tilauserät ovat kuitenkin usein hyvä vaihtoehto, sillä tilattavan tuotteen yksikkökustannus on matalampi, sekä myös kuljetuskustannukset ovat matalammat. On kuitenkin huomioitava, onko todellinen säästö oikeasti merkittävä, koska suurempien tilauserien myötä myös varastointikustannukset kasvavat. (Lambert & Stock 1993)

Varaston pitäminen on tärkeää myös silloin, kun halutaan olla varautuneita muuttuviin markkinatilanteisiin. Varastointi voi olla jopa välttämätöntä, koska yritysten on mahdotonta enustaa tarkkaan kuluttajien kysyntää tai vähittäis- ja tukkukauppioiden tilausten ajoitusta. Pitämällä varastoa yrityksellä on paremmat mahdollisuudet vastata yllättäväänkin kysyntään

sekä vastaamaan kysyntään myös silloin kun toimitukset ovat myöhässä. (Lambert & Stock 1993)

Tietyt yrityskohtaiset asiakaspalvelupolitiikat, kuten toimitus tietyn ajan sisällä, voivat vaatia yritystä pitämään varastoa. Tässä tapauksessa varastoinnilla pyritään minimoimaan kustannuksia ja saavuttamaan asetettu standardi. Toimitusten varmistamiseksi on myös hyvä säilyttää varastoa. Koskaan ei voi tietää mitä toimituksen aikana saattaa sattua. Toimituksessa voi olla hajonneita tuotteita, tuote voi olla loppu toimittajalta tai toimittajaa kohtaan voi olla lakko. Tällaisiin tilanteisiin on hyvä varautua erityisesti sellaisten tuotteiden kohdalla joista saattaa olla pulaa. (Lambert & Stock 1993)

2.2 Varastotyypit

Varastotyypit riippuvat paljon varaston käyttötarkoituksesta. Esimerkiksi teollisuuden ja kaupan-alan varastotyypit poikkeavat toisistaan. (Tikka 2016) Tässä osiossa tarkastellaan teollisuudelle tyypillisimpiä varastoja. Hokkanen et al. (2004) mukaan teollisuuden varastot koostuvat tyypillisimmin raaka-aine-, puolivalmiste-, valmiste-, tarvike- sekä työvälinevarastoista.

Raaka-ainevarastossa säilytetään lopputuotteeseen tarvittavia materiaaleja, näitä voivat olla esimerkiksi metalli, lasi tai muovi (Tikka 2016). Raaka-ainevarastoissa voidaan säilyttää materiaalien ohella myös ostettuja osia ja komponentteja (Sakki 2014). Puolivalmisteverastossa säilytetään keskeneräisiä tuotteita, joita ei kerralla pystytä valmistamaan valmiiksi. Puolivalmisteverastot ovat usein välttämättömyys jos tuotteita ei voida tehdä kerralla valmiiksi, silloin keskeneräiset tuotteet siirretään puolivalmisteverastoon odottamaan loppukoonpanoa. Puolivalmisteverastot toimivat usein hyvin pienemmissä yrityksissä, missä valmistettavia tuotteitakin on vähemmän. Suuremmissa yrityksissä, joissa valmistettavia tuotteita on paljon, ongelmaksi voi muodostua liian suuri puolivalmisteiden määrä, mikä vaikeuttaa niiden valvontaa. (Tikka 2016) Valmiste- eli lopputuotevarastossa säilytetään yrityksen valmiita tuotteita. Usein tuotteita halutaan valmistaa tarvetta suurempi erä varastoon, jolloin syntyy lopputuotevarasto. Tätä kutsutaan varasto-ohjautuvaksi tuotannoksi. Tämä ei kuitenkaan ole välttämätöntä vaan tuotteet voidaan tuottaa myös asiakasohjautuvasti, jolloin valmistetaan tuotteita vain asiakkaiden tilauksesta. Tällöin lopputuotevarastoa ei synny lainkaan. (Sakki 2014)

Tarvikevarastossa säilytetään valmistuksessa tarvittavia aineita ja tarvikkeita, kuten varaosia tai pakkaustarvikkeita. Työvälinevarastossa säilytetään tarvittavia työkaluja käytön välillä. Työvälinevarastolle tyypillistä on, että nimikkeitä on paljon, tarvittavat esineet löytyvät nopeasti ja säilytettävät tavarat vaativat kunnossapitoa. (Hokkanen et al. 2004)

Yllä mainittujen aktiivivarastojen lisäksi varastossa on usein myös varmuusvarasto, joka syntyy epävarmuuksista. Varmuusvarasto koostuu lisäarvoa tuottavasta osasta sekä passiivivarastosta. Oikean kokoinen varmuusvarasto voi siis tuottaa yritykselle lisäarvoa, mutta usein varmuusvarastoon jää ylimääräistä tavaraa, joka ei kulu ennen seuraavaa tilauserää. Tätä osaa varmuusvarastossa kutsutaan passiivivarastoksi. Tyypillisiä syitä passiivivaraston syntymiselle ovat: ostoa ja myyntiä tai ostoa ja valmistusta ei suunnitella yhtenä kokonaisuutena, menekin arvioiminen on ostajan tehtävä, eikä esimerkiksi tuotannosuunnittelijan tai myynnin tehtävä, puutteet varastonohjausjärjestelmissä ja ettei varastomäärille ole asetettu tarkkoja tavoitteita. Aktiivi- ja varmuusvarastolla halutaan tarkentaa sitä, että varastot syntyvät kahdesta eri syystä. Varastossa kaikki tavarat ovat yhdessä paikassa ja niitä voi käyttää tai myydä jatkuvasti. (Sakki 2014)

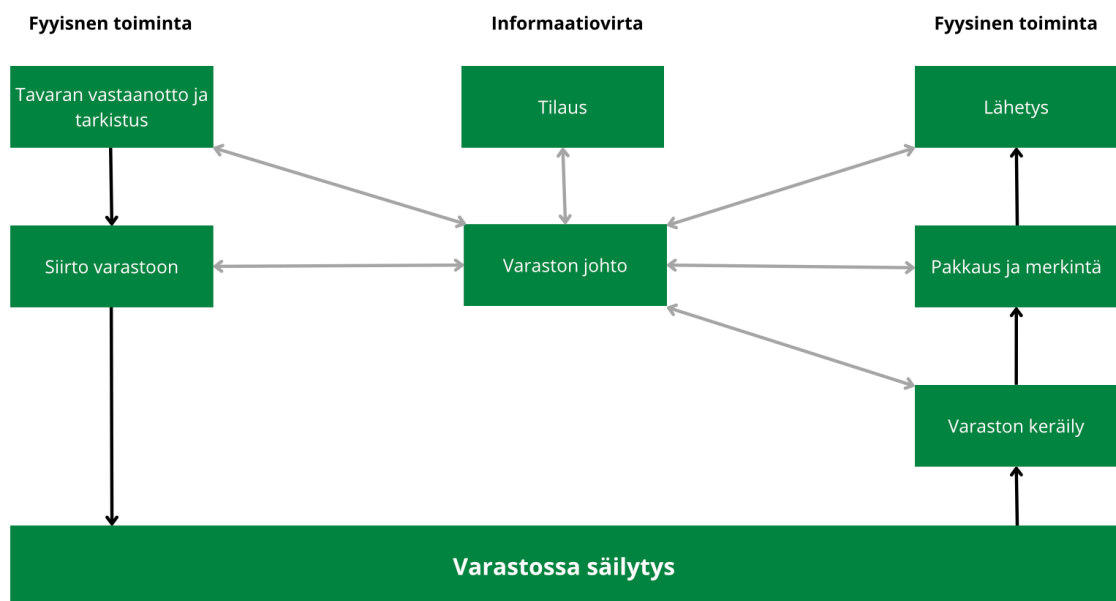
2.3 Varastoprosessi

Varastoprosessi koostuu joukosta toimintoja, jotka liittyvät tavaroiden vastaanottamiseen, varastointiin, keräilyyn ja lähettämiseen (Kłodawski et al. 2017). Varastoprosessin kehittäminen on keskeisessä asemassa varastoinnin kehittämisessä. Varaston ja sen prosessin kehittämiseksi on tärkeää tuntea oman yrityksen varastoprosessin vaiheet. (Tikka 2016) Varastoprosessin vaiheet ovat useimmiten samat, mutta pieniä eroja voi olla yrityskohtaisissa varastoprosesseissa. Joillakin varastoilla voi olla normaalien toimintojen lisäksi lisäarvoa tuottavia palveluita. Lisäarvopalveluita voidaan toteuttaa varastoprosessin eri vaiheissa. (Logistiikan maailma 2024) Toimitusketjun tavoitteena varaston osalta on suurten raaka-ainemäärien, komponenttien ja valmiiden tuotteiden nopea ja tehokas kuljettaminen varaston läpi yhdistettynä täsmälliseen tietoon varastoitavista tuotteista (Lambert & Stock 1993).

Lambert & Stock (1993) mukaan varastoinnilla on kolme perustoimintoa, jotka ovat: liike, varastointi sekä tiedonsiirto. Ensimmäinen perustoiminto eli liike voidaan jakaa neljään käsitteilytoimintoon, eli vastaanottoon, siirtoon, tilauksen valintaan ja lähetykseen. Varastointia voidaan pitää väliaikaisesti tai pysyvämmiin. Väliaikaisella varastolla tarkoitetaan tässä

tapauksessa varaston aktiivista osaa ja pysyvämmällä varastolla varmuusvarastoa. Kolmas päätoiminto eli tiedonsiirto liittyy vahvasti kahteen muuhun perustoimintoon. Varaston hallinnointia varten tarvitaan aina ajantasaista ja tarkkaa tietoa varaston toiminnasta. (Lambert & Stock 1993)

Kuvassa 1 on havainnollistettu millainen tyypillinen varastoprosessi voi olla. Tässä mallissa on huomioitu myös varastossa kulkeva informaatiovirta. Informaatiovirralla kuvataan kuinka tieto kulkee varastoprosessin vaiheiden ja varaston johdon välillä. Varastoprosessi alkaa, kun tavara saapuu varastolle. Tavarat vastaanotetaan, tarkastetaan tavaroiden kunto sekä varmistetaan oikea määrä. Tämän jälkeen lähetys koodataan ja siirretään varastokirjaan. Seuraavaksi tavarat siirretään varastopaikalle. Tarvittavat tavarat kerätään varastosta asiakastilausten mukaan. Kun keräily on suoritettu tavarat pakataan ja samalla tavarain kunto tarkistetaan. Lopuksi keräys kuitataan päättyneeksi ja tavara voidaan kuormata lähtöpisteeseen. (Hokkanen et al. 2004)



Kuva 1. Esimerkki varastoprosessista (mukaillen Hokkanen et al. 2004)

2.4 Varastoinnin tunnusluvut

Varastoinnin tunnuslukuja käytetään varaston toiminnan ja kehittämisen apuvälineenä (Tikka 2016). Tunnuslukujen avulla saadaan tietoa varaston nykytilasta. Tässä luvussa tarkastellaan merkittävimpiä varastoinnin tunnuslukuja.

Kiertonopeus mittaa varastonimikkeiden liikkumista varastossa eli kuinka monta kertaa varasto vaihtuu tietyn ajanjakson aikana. Useimmiten varaston kiertonopeutta lasketaan vuoden ajalta eli kuinka monta kertaa varasto vaihtuu vuoden aikana. Varaston kiertonopeus lasketaan jakamalla varastosta lähtenyt määrä varaston keskiarvolla (kaava 1). Tulokseksi saadaan luku, joka kertoo kuinka monta kertaa vuodessa varasto kiertää. Jos varasto luvuksi saadaan esimerkiksi 12, varasto kiertää vuoden aikana 12 kertaa, eli keskimäärin yrityksellä on kerrallaan varastossa 30 päivän tarve. Varastojen kiertonopeudet voivat vaihdella paljon riippuen yrityksestä. (Tikka 2016)

$$Kiertonopeus = \frac{\text{Varastosta lähtenyt määrä}}{\text{Varaston keskiarvo}} \quad (1)$$

Toinen yleisesti käytetty varaston tunnusluku on varaston kiertoaika eli riitto. Varaston riitto kertoo kuinka kauan varastoa riittää tilaustoimitusten välillä. Varaston riitto voidaan laskea seuraavasti (Hokkanen et al. 2004):

$$\text{Varaston riitto} = \frac{\text{Varaston arvo}}{\text{Vuositarve}} \times 365 \quad (2)$$

Jos kiertonopeus tunnetaan voidaan riitto laskea seuraavasti:

$$\text{Varaston riitto} = \frac{365 \text{ d}}{\text{Kiertonopeus}} \quad (3)$$

Yllä mainitut tunnusluvut kertovat suoraan varaston toiminnasta. Muita merkittäviä tunnuslukuja ovat toimitusvalmius-% sekä palvelutaso. Toimitusvalmiusprosentti kertoo kuinka hyvin yrityksen varasto pystyy vastaamaan tilauksiin. Toimitusvalmiusprosentti lasketaan seuraavasti (Hokkanen et al. 2004):

$$\text{Toimitusvalmius} - \% = \frac{(\text{Kaikki toimitetu} - \text{myöhässä toimitetut}) * 100\%}{\text{Kaikki toimitetut}} \quad (4)$$

Jokainen yritys määrittää itselleen optimaalisen palvelutason, jolla se pystyy parhaiten palvelemaan asiakkaitaan. Usein tavoitteena onkin löytää riittävän hyvä palvelutaso mahdollisimman pienillä kustannuksilla. (Logistiikan maailma 2025) Yritysten ei ole järkevää pyrkiä 100% tasoon, koska se aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia, eivätkä asiakkaatkaan useimmiten vaadi niin hyvää palvelutasoa. Palvelutaso lasketaan seuraavasti (Hokkanen et al. 2004):

$$\text{Palvelutaso} = 1 - \frac{\text{Arvioitu vuosittainen toimitusmäärä}}{\text{Vuosittainen kokonaiskysyntä}} \quad (5)$$

Varastoinnin tunnusluvut auttavat hahmottamaan varaston tilaa numeerisesti. Usein tunnusluvut lasketaan vuositasolla, koska silloin tulee huomioitua vuoden aikana ilmenevät kysynnän vaihtelut (Tikka 2016).

2.5 Varastoinnin nykytilan analysointi

Varastoinnin nykytilaa voidaan analysoida monella eri tavalla. Živičnjak et al. (2022) analysoivat varaston nykytilaa seuraavasti: datan keräys varastointiprosessista, datan analysointi ja viimeiseksi pullonkaulojen tunnistus. Dataa kerätään muun muassa varastoprosessin vaiheiden kestosta ja muista analyysiin vaadituista asioista kuten inventoreista. Kerätyn datan perusteella tehdään analyysi ja tunnistetaan pullonkaulat. Tunnistettuihin pullonkauloihin pyritään keksimään ratkaisut ja ehdottamaan niitä yritykselle varastoprosessin tehostamiseksi. Varastoprosessin optimoinnilla pyritään optimoimaan varaston toimintaa sekä säästämään kustannussäästöjä. Tutkijat ovat esittäneet myös useiden erilaisten metodien käyttöä nykytilan analysoimiseen. Tällaisia ovat esimerkiksi erilaiset matemaattiset mallit, algoritmit tai leaniin perustuvat työkalut, kuten arvovirtakuvaus tai gemba. (Živičnjak et al. 2022) Arvovirtakuvaus luo diagrammin prosessin materiaalien ja informaation kulusta. Arvovirtakuvauksen avulla voidaan dokumentoida prosessin vaiheet ja niiden kulku, ja siten analysoida näitä prosesseja niiden kehittämistä varten. (Ramani & Lingan 2022) Gemba on Japanilainen termi, mikä tarkoittaa todellista paikkaa. Gemballa pyritään korostamaan sitä, että todellinen parantaminen vaatii perehtymistä siellä missä työ oikeasti tapahtuu. Gemballa on kaksi päätarkoitusta, jotka ovat: lisätä tietoisuutta koko prosessin parantamisesta sekä arvioida johtamisjärjestelmän kykyä ylläpitää vakautta. (Lean Enterprise Institute 2025) Nykytilan tarkastelussa voidaan hyödyntää myös varastoinnin tunnuslukuja, mitkä antavat numeerista tietoa varastoinnin nykytilasta (Tikka 2016).

3 Vihreä varastointi

Ihmisten tullessa koko ajan tietoisemmiksi ympäristövaikutuksista, on myös yrityksissä jouduttu miettimään kaikkien osa-alueiden ympäristövaikutuksia tarkemmin. Maailman talousfoorumin mukaan vuonna 2016 logistiikka osana yrityksen liiketoimintaa tuotti 13% kasvihuonekaasuista ja varastointi tuotti tästä 11% (Qiang, et al. 2023). Lisäksi vuonna 2022 teollisuuden osuus EU:n kasvihuonekaasupäästöistä oli 20,3% (Euroopan parlamentti 2024). Voidaan siis todeta varastoinnilla olevan merkittävää vaikutusta yrityksen kasvihuonekaasupäästöihin. Varastoinnin kasvihuonekaasupäästöjen vähentämistä ja ekologisempaa varastointia edistämään on kehitetty termi vihreä varastointi. Tässä luvussa tutustutaan tarkemmin termiin vihreä varastointi ja tutkitaan kuinka sen avulla varastoinnista saataisiin ympäristöystävällisempää.

3.1 Vihreä varastointi käsitteenä

Kirjallisuudessa käytetään usein termejä vihreä varastointi ja kestävä varastointi synonyymeinä toisilleen. Vihreä varastointi huomioi ainoastaan ympäristönäkökulman kestävässä kehityksessä, kun taas kestävä varastointi huomioi kaikki kestävä kehityksen näkökulmat. (Mihova 2020) Tässä työssä käytetään termiä vihreä varastointi ja huomioidaan ainoastaan ympäristönäkökulma kestävässä kehityksessä. Kirjallisuudesta löytyy vihreälle varastoinnille useampia määritelmiä. Määritelmät ovat joko termin tarkkoja määritelmiä tai sitten määritelmiä vihreän varastoinnin vaikutuksista tai teoista. Tässä työssä määritellään vihreä varastointi seuraavasti: Vihreä varastointi on joukko erilaisia ratkaisuja, jotka pyrkivät minimoimaan varastoinnista aiheutuvia kasvihuonekaasupäästöjä ja energiankulutusta.

Vihreälle varastoinnille ei tiedettävästi ole selkeitä mittareita tai standardeja. Ainoat vihreään varastointiin hyödynnettävät standardit koskevat pääosin uusia rakennuksia ja niiden energiatehokkuutta. Nämäkin standardit koskevat rakennuksia yleisellä tasolla ja niitä sovelletaan varastoihin sillä oletuksella, että varastotkin ovat rakennuksia. Yksityiset järjestöt ovat kehittäneet erilaisia standardeja energiatehokkuuden ja kestävyuden määrittämiseksi rakennuksissa. Yksi yleisimmin käytetty standardi ympäristövaikutusten mittaamiseen on Brittiläisen organisaation BRE Groupin kehittämä BREEAM (Building research

establishment environmental assesment method). BREEAM standardia voidaan hyödyntää uusiin rakennusvaiheessa oleviin rakennuksiin tai jo olemassa olevien rakennuksien uudelleenrakennusvaiheessa. Toinen yleisesti käytetty standardi on Yhdysvaltalaisen vihreän rakentamisen neuvoston kehittämä LEED (Leadership in energy and environment design). Standardi on hyvin samankaltainen BREEAM:in kanssa, mutta se huomioi koko kokonaisuuden suunnittelusta ja rakentamisesta operaatioihin ja ylläpitoon. (Mihova 2020) Suomessa on lisäksi vapaaehtoinen energiatehokkuussopimus, johon yritykset voivat liittyä. Energiatehokkuussopimuksilla pyritään saavuttamaan Suomelle asetetut energiatehokkuusvelvoitteet tehostamalla energiankäyttöä teollisuudessa, energia- ja palvelualalla, kiinteistöalalla, kunta-alalla sekä öljylämmityskiinteistöissä. (Energiatehokkuussopimukset 2025) Energiatehokkuussopimusten lisäksi voidaan suorittaa erilaisiin rakennuksiin energiakatselmuksia. Energiakatselmuksella pyritään selvittämään kohteen energian käyttöä ja energiansäästöpotentiaalia. Lisäksi yritys saa ehdotuksen säästötoimenpiteistä, mitkä huomioivat rahalliset säästöt sekä vaikutukset hiilidioksidipäästöihin. (Motiva 2024)

Varastointiin ja energian säästämiseen voidaan hyödyntää ISO 50000 sarjan standardeja. ISO 50000 sarjan standardit liittyvät energian säästämiseen. Nämä standardit ovat toimialaneutraaleja, joten jokaisen toimialan on määriteltävä omat erityispiirteensä. (Bank & Murphy 2013) Tämän tarkempia standardeja ja mittareita vihreälle varastoinnille ei ole määritetty. Se johtuu luultavasti siitä että vihreä varastointi on käsitteenä laaja ja käsittää monia eri asioita, joille on olemassa omia standardeja tai mittareita. Lisäksi standardien määrittämistä hankaloittaa eri maiden omat säädökset liittyen muun muassa kestävyteen. Tämä vaikeuttaa maailmanlaajuisten yhteisten standardien ja mittareiden määrittämistä.

Vihreä varastointi on osa vihreää logistiikkaa. Vihreä logistiikka pyrkii minimoimaan ympäristövaikutuksia kaikilla sen osa-alueilla. Vihreä varastointi osana vihreää logistiikkaa pyrkii huomioimaan nimenomaan varastoinnista aiheutuvat kasvihuonekaasupäästöt ja vähentämään niitä erilaisin ratkaisuin. (Xin et al. 2019) Vihreän varastoinnin tavoitteena on kokonaisuudessaan tehdä varastoinnista ympäristöystävällisempää. Päähuomio tämän tavoitteen saavuttamiseksi on kasvihuonekaasupäästöjen ja energiankulutuksen vähentämisessä, sillä nämä tekijät ovat merkittävimpiä kun tarkastellaan varastoinnin ympäristövaikutuksia.

3.2 Kasvihuonekaasupäästöt

Kasvihuonekaasuista pääpaino on hiilidioksidipäästöjen vähentämisessä. Hiilidioksidipäästöt ovatkin merkittävin kasvihuonekaasupäästö, sillä sen osuus kaikista kasvihuonekaasupäästöistä on noin 80% (Euroopan Parlamentti 2024). Merkittävimpiä keinoja vähentää kasvihuonekaasupäästöjä ovat erilaiset energiansäästöratkaisut sekä kierrätys ja kestävät pakkausratkaisut (Dubey et al. 2017). Energiansäästön, kierrätyksen ja pakkausmateriaalien lisäksi muita kasvihuonekaasupäästöjä vähentäviä tekijöitä ovat varastotoiminnot, kuten varaston pohjaratkaisun optimointi tai materiaalin käsittely. Optimoimalla varaston pohjaratkaisua, pyritään varaston pohjaratkaisua muuttamaan siten, että reitit varastossa olisivat mahdollisimman lyhyitä. Varaston pohjaratkaisua voidaan muuttaa muun muassa järjestelmällä varastohyllyt uudelleen. (Qiang et al. 2023) Materiaalien käsittelyllä tarkoitetaan tavaroiden liikuttamista varastossa paikasta toiseen.

Materiaalien käsittelyä varten kaikissa varastoissa käytetään mekaanisia käsittelyjärjestelmiä tavaroiden kuljetukseen ja nostamiseen. Mekaaniset käsittelyjärjestelmät, eli erilaiset trukit, kuluttavat energiaa ja aiheuttavat hiilidioksidipäästöjä. Trukin valinnalla voidaankin vaikuttaa varaston energiankulutukseen sekä päästöjen määrään. Ulkotiloissa käytettävät trukit toimivat joko dieselillä tai nesteytettyllä öljykaasulla, kun taas sisätiloihin tarkoitetuissa trukeissa käytetään nesteytettyä öljykaasua tai sähköä. (McKinnon et al. 2015) Johnsonin (2008) mukaan sähköä ja nestemäistä öljykaasua käyttävillä trukeilla polttoaineen hiilijalanjälki on periaatteessa sama, mutta oikeassa käytössä nestemäistä öljykaasua käyttävän trukin polttoaineen hiilijalanjälki on pienempi.

3.3 Energiankulutus

Energiankulutuksen vähentäminen ja tehostaminen ovat keskeisiä tekijöitä, kun puhutaan vihreästä varastoinnista ja kasvihuonekaasupäästöjen vähentämisestä. Varastoissa suurin osa energiasta kuluu valaistukseen, ilmastointiin, laitteisiin ja ilmanvaihtoon. Suurimmat energiankulutukseen vaikuttavat tekijät riippuvat varaston tyypistä. Esimerkiksi lämpötilasäätelyä vaativassa varastossa suurin määrä energiaa kuluu lämmitykseen tai viilennykseen, kun taas muunlaisissa varastoissa eniten energiaa kuluu useimmiten valaistukseen. Vaikka investoinnit kestävämpiin energiaratkaisuihin ovat kalliita lyhyellä aikavälillä, tuovat ne

kuitenkin pitkällä aikavälillä säästöjä yrityksille. Energiankulutuksen vähentäminen pienentää varastosta aiheutuvia ympäristövaikutuksia sekä kustannuksia. (Oloruntobi et al 2023) Taulukossa 1 on esitetty keinoja varastotoiminnan energiankulutuksen vähentämiseksi (Oloruntobi et al. 2023; Füchtenhans et al. 2021; Park et al. 2018; Modica et al. 2021).

Taulukko 1 Energian säästäminen varastoinnissa

Energiansäästökohteet	Ratkaisut
Valaistus	<ul style="list-style-type: none"> - Vaihetaan vanhanaikaiset lamput energiatehokkaampiin LED lamppuihin - Vähennetään valaistuksen tarvetta hyödyntämällä luonnonvaloa
Lämmönsäätely	<ul style="list-style-type: none"> - Pyritään pitämään tilan lämpötila tasaisena ja varmistetaan ettei lämpö pääse karkaamaan esimerkiksi turhan ovien availun myötä
Lämmitysjärjestelmät	<ul style="list-style-type: none"> - Automatisoidut lämmitysjärjestelmät - Hyödynnetään kestävämpiä energialähteitä
Varastoinnin tehostaminen	<ul style="list-style-type: none"> - Vähennetään materiaalien käsittelyyn kuluvaa energiaa optimoimalla reititystä
Vihreät energiamuodot	<ul style="list-style-type: none"> - Merkittävimmät vihreän energian lähteet ovat aurinkoenergia, tuulivoima ja biomassa

Kun puhutaan valaistuksesta, paras keino säästää energiaa on siirtyä hehkulampuista ja loisteputkivaloista LED lamppuihin. LED lamput kuluttavat merkittävästi vähemmän energiaa kuin perinteiset lamput. Teollisuudessa käytettävien LED lamppujen valotehokkuus voi olla jopa 200 lm/W, kun hehkulampuilla se on vain 15 lm/W ja loisteputkilla 100 lm/W. LED lamput kestävät myös pidempään ja niiden kesto vaihtelee 50 000 tunnista yli 100 000 tuntiin. (Füchtenhans et al. 2021) Varastoissa voidaan hyödyntää myös luonnonvaloa kattoikkunoiden avulla. Kattoikkunat toimivat Suomessakin hyvin erityisesti kesällä kun luonnonvaloa riittää koko päiväksi. Luonnonvaloa hyödyntämällä voidaan vähentää tarvittavien lamppujen määrää. (Oloruntobi et al. 2023)

Lämmönsäätelyllä ja lämmitysjärjestelmillä on suuri merkitys erityisesti varastoissa, joissa täytyy olla tietty lämpötila. Tällaisissa varastoissa lämmitys ja lämmönsäätely vie suuren osan energiasta. (Oloruntobi et al. 2023) Ratkaisuja lämmönsäätelyn energiankulutuksen vähentämiseen ovat esimerkiksi automatisoidut lämmönsäätelyjärjestelmät, joiden on tutkittu vähentävän lämmitykseen ja viilennykseen kuluvaa energiaa (Park et al. 2018). Lämmönsäätelyyn voidaan kiinnittää huomiota myös pitämällä ovia suljettuina, jotta lämpötila tilassa ei pääse muuttumaan, eikä energiaa silloin kulu turhaan. Lämmityksestä aiheutuvia päästöjä voidaan vähentää hyödyntämällä kestävämpiä energialähteitä, kuten aurinkoenergiaa, tuulienergiaa tai biomassaa (Oloruntobi et al. 2023).

Myös varastointiprosessista voidaan tehdä energiatehokkaampaa. Suurin energian kuluttaja varastointiprosessissa ja materiaalien käsittelyssä ovat trukit. Trukkien energiankulutusta voidaan vähentää välttämällä turhaa ajoa ja optimoimalla niiden reitit. (Modica et al. 2021) Varastohallintajärjestelmän avulla pystytään optimoimaan materiaalien käsittelyä, ja siten vähentämään hukkaa sekä trukeista aiheutuvaa energiankulutusta (Oloruntobi et al. 2023).

Kuten jo aiemmin todettiin kestävämmillä energiamuodoilla voidaan vaikuttaa muun muassa lämmityksestä aiheutuviin päästöihin. Vihreillä energiamuodoilla voidaan merkittävästi vähentää hiilijalanjälkeä ja saavuttaa jopa nolla hiilidioksidipäästöt (Oloruntobi et al. 2023). Varastot voivat myös itse tuottaa sähköä omaan käyttöön esimerkiksi asentamalla aurinkopaneeleita rakennuksen katolle (Mihova 2020).

3.4 Kierrätys ja pakkausmateriaalit

Suurin osa EU:n pakkausjätteestä tulee varastoista (Bianchi & Cordella 2023). Euroopassa pakkausjätteen kierrätysaste vuonna 2018 Euorstatin metadatan mukaan oli 84,2%, kun taas Yhdysvalloissa se oli vain 53,9% (Bianchi & Cordella 2023; Stolaroff et al 2018). Yksi merkittävä syy Euroopan huomattavasti suuremmalle kierrätysasteelle on EU:n pakkaus- ja pakkausjäteasetus. Aiemmin EU:lla on ollut voimassa pakkaus- ja pakkausjätedirektiivi, mutta 11.2.2025 on tullut voimaan uusi pakkaus- ja pakkausjäteasetus, jota on määrä alkaa noudattamaan 12.8.2026 alkaen. Asetus koskee vain EU:n jäsenmaita eikä kaikkia Euroopan valtioita. Asetuksen tavoitteena on vähentää pakkausjätettä ja lisätä kierrätystä sekä uudelleenkäytettäviä pakkauksia. Konkreettisia tavoitteita ovat muun muassa 15% vähemmän pakkausjätettä vuoteen 2040 mennessä verrattuna vuoden 2018 tasoon ja kaikista

pakkauksista kierrätettäviä vuoteen 2030 mennessä. Näiden lisäksi turhaa pakkausmateriaalia pyritään vähentämään suunnittelemalla pakkaukset mahdollisimman pieniksi. (Valtioneuvosto 2025)

Vaikka pakkausjätettä syntyy eniten varastoinnissa, tulee huomioida myös muut siitä syntyvät jätteet, kuten ongelmajäte, sekajäte sekä jätevesi. Jotta varastointi olisi kestävä, on varastoinnissa tärkeää huolehtia asianmukaisesta jätteiden hallinnasta. (Oloruntobi et al. 2023)

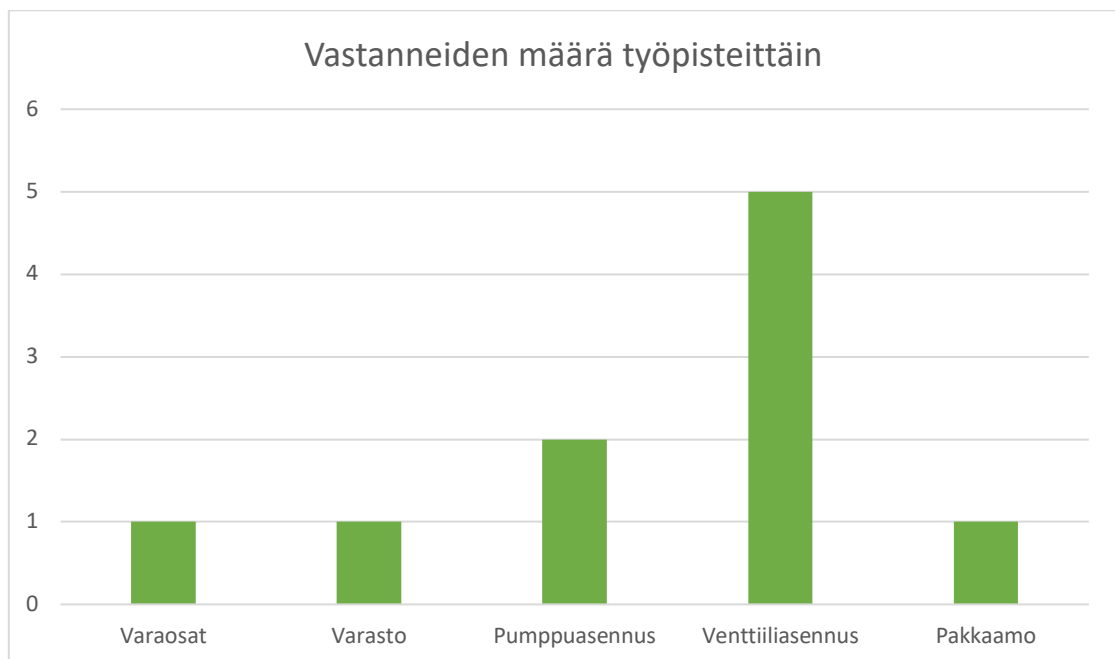
4 Tutkimusmenetelmät

Tässä luvussa esitellään tarkemmin työn empiirisen osan taustoja, tavoitteita ja toteutusta. Työn empiirinen osa toteutettiin tutkimushaastatteluna kohdeyrityksen henkilöstölle.

4.1 Tutkimuksen tausta ja tavoitteet

Tutkimuksen tavoitteena oli saada selville työntekijöiden näkemyksiä varaston tämänhetkisestä toiminnasta päivittäisellä tasolla. Kandidaatintyöhön haluttiin haastatella nimenomaan tuotannon ja varaston työntekijöitä, koska he ovat varaston kanssa tekemisissä päivittäin ja varastolla on merkittävä vaikutus heidän työhönsä.

Vastauksia kyselylomakkeeseen (Liite 1) tuli määräaikaan mennessä 10 kappaletta. Vastausprosentti oli siis todella hyvä 91%. Vastaajien keskuudessa kaikkiin kysymyksiin oli vastattu ja vastaukset olivat laadukkaita. Kuvassa 2 nähdään vastaajien jakautuminen työpisteittäin. Vastaajien jakautumiseen vaikutti kyseisen työpisteen työntekijöiden kokonaismäärä, tämän vuoksi eniten vastaajia on pumppujen ja venttiilien asennuksesta.



Kuva 2 Vastaajien jakautuminen työpisteittäin

4.2 Tutkimuksen toteutus

Kysely noudattaa puolistrukturoitua haastattelua, koska siinä on avoimia kysymyksiä sekä monivalintavaihtoehtoja. Kyselylomake tehtiin yhteistyössä kohdeyrityksen varastointipäällikön kanssa, joka tarkisti valmiin kyselyn. Kyselylomake toteutettiin Google Forms ohjelmalla ja vastauslinkki lähetettiin kaikille vastaajille sähköpostitse. Kaikille vastaajille oli etukäteen kerrottu tulevasta kyselystä ja pohjustettu mihin se liittyy ja mikä on kyselyn tarkoitus. Kyselylomake toteutettiin anonyymisti eikä vastaajia pysty sen perusteella tunnistamaan. Vastausaikaa kyselyyn annettiin noin puolitoista viikkoa. Kyselylomake haluttiin pitää kompaktina, jotta vastaaminen ei veisi turhan paljon aikaa ja vastaukset pysyisivät laadukkaina. Kysely sisälsi yhden monivalintakysymyksen sekä useamman avoimen kysymyksen, johon oli mahdollisuus vastata laajastikin.

Kysely lähetettiin 11 yrityksen työntekijälle, jotka valittiin vastaajiksi yhdessä varastointipäällikön kanssa. Vastaajia pyrittiin valitsemaan kaikista tuotannon toimipisteistä, jotta saataisiin mahdollisimman monipuolinen ja laaja käsitys kuinka varastointi vaikuttaa päivittäiseen työntekoon, sekä missä heidän mielestään voisi olla kehitettävää varaston toiminnassa.

Kyselylomake laadittiin auttamaan kohdeyrityksen varaston nykytilan hahmottamisessa. Kyselytutkimuksen avulla haluttiin saada työntekijöiden näkökulma varastoinnin tämänhetkisestä toimivuudesta. Vastaajille annettiin mahdollisuus sanallisesti kertoa omia näkemyksiään varaston toiminnasta ja kehittämisestä. Kyselylomakkeesta jätettiin tarkoituksen mukaisesti huomioimatta vihreä varastointi, koska kysely haluttiin pitää mahdollisimman selkeänä.

5 Kohdeyrityksen varastoinnin nykytila

Kohdeyritys on suomalainen suuryritys, jolla on toimintaa useassa maassa. Yrityksen liiketoiminta jakautuu viiteen liiketoimintalinjaan. Tässä työssä käsitellään yrityksen yhden liiketoimintalinjan yhden toimipisteen varastointia. Tässä luvussa selvitetään varastoinnin nykytilaa ja tunnistetaan mahdollisia kehityskohteita.

5.1 Varaston nykytila

Tarkasteltavalla toimipisteellä on ainoastaan raaka-ainevarasto. Tuotteita valmistetaan asiakasohjautuvasti eli tuote valmistetaan ainoastaan jos asiakas on sen tilannut. Tällä tavoin valmiita tuotteita ei ole varastossa eikä valmistuotevarastoa silloin tarvita. Valmistettavat tuotteet pyritään tekemään kerralla valmiiksi, eikä niitä säilötä valmistuksen välissä mihinkään. Tällöin ei synny myöskään puolivalmisteverastoa. Raaka-aineet tilataan pääasiassa tulevien tilausten mukaan eikä ylimääräiseksi varastoon. Tästä poikkeuksena ovat nopean kiertonopeuden tuotteet, joita tilataan määritetyn tilauspisteen mukaan.

Kohdeyrityksessä on oma varastoalue kummallekin päälopputuotteelle. Näiden lisäksi varastossa on myös erillinen paikka pienemmille osille, mitkä eivät vie niin paljon tilaa. Tämänhetkinen varastointiprosessi koostuu kuudesta vaiheesta eli kahdesta tavarahan vastaanotosta, hyllytyksestä, keräilystä, pakkaamisesta sekä lähetyksestä. Kuvassa 3 havainnollistetaan varastointiprosessin vaiheet. Ensimmäisen vaiheen vastaanotto tehdään jo lastauslaiturilla heti kun tavara saapuu varastolle. Siinä tarkistetaan toimitus lähetteen mukaan ja merkataan tavara vastaanotetuksi varastohallintajärjestelmään. Varastohallintajärjestelmässä tavarat merkataan bineille, jotka kertovat tavaroiden sijainnin varastossa. Binipaikat ovat varastohallintajärjestelmässä paikat joihin varastoitavat nimikkeet sijoitetaan. Nämä binipaikat vastaavat varastoitavien nimikkeiden sijaintia fyysisessä varastossa. Tällä tavoin järjestelmästä pystytään katsomaan missä tavara sijaitsee ennen kuin sitä lähdetään varastosta hakemaan. Ensimmäisen vaiheen vastaanoton jälkeen tavara merkitään RCVBinille. RCVBin on kuin muutkin binipaikat, sillä vain ei ole fyysistä vastinetta varastossa. Silloin kun tavarat ovat RCVBinillä, ne ovat vastaanotettu, mutta niillä ei ole tarkkaa sijaintia varastossa. RCVBinin tärkein tehtävä on kertoa että tavarat ovat saapuneet ja että ne on

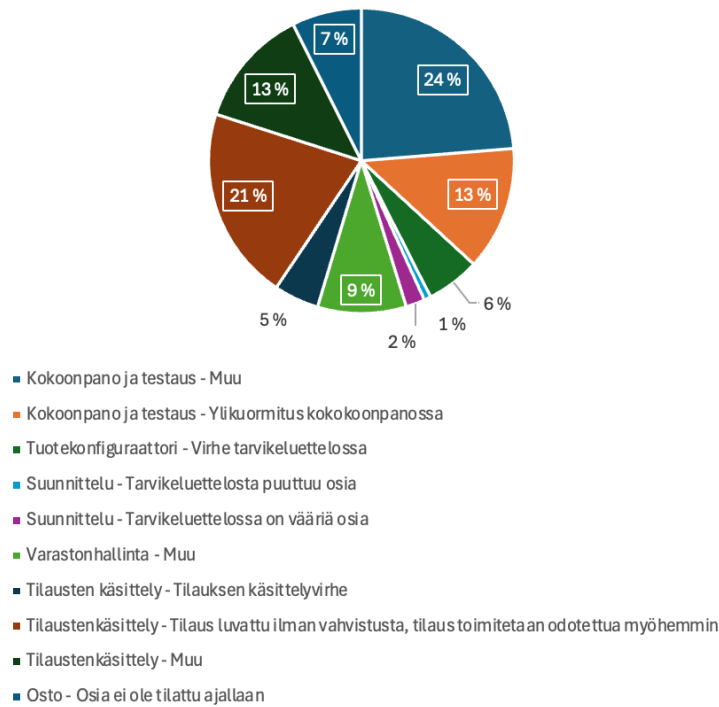
vastaanotettu. Tämän jälkeen saapuneet tavarat siirretään varastoon odottamaan hyllytystä. Varastossa tavarat on jaettu siten, että tietyn kokoiseen lopputuotteeseen käytettävät osat löytyvä samasta hyllyvälistä. Lisäksi jokaiseen hyllyssä olevaan lavaan on merkitty mitä tuotetta se sisältää. Pienemmät osat, jotka ovat varastossa omassa paikassaan, on järjestetty laatikoihin tuoteryhmittäin. Toisen vaiheen vastaanotto tehdään kun tavarat ovat varastossa oikeilla paikoillaan. Toisen vaiheen vastaanotossa tavarat siirretään varastohallintajärjestelmässä oikealle binille, siten että fyysinen hyllypaikka ja paikka järjestelmässä vastaavat toisiaan. Tämän jälkeen tavara jää varastoon odottamaan keräilyä. Kun jotain osaa seuraavan kerran tarvitaan, asentaja käy itse keräämässä senhetkiseen työhön tarvitsemansa osat varastosta. Valmis tuote viedään pakattavaksi pakkaamoon, missä pakkaamon työntekijä pakkaa tavaran useimmiten lavalle tai vanerilaatikkoon. Valmis paketti jää pakkaamon alueelle odottamaan noutoa.



Kuva 3 Kohdeyrityksen varastoprosessi

Yrityksestä saatujen tietojen perusteella tarkasteltiin varastoinnin osuutta myöhästyneisiin toimituksiin sekä tämänhetkistä toimitusvarmuutta. Tällä hetkellä noin 9% myöhästyneistä toimituksista johtuu varastoinnista (Kuva 4).

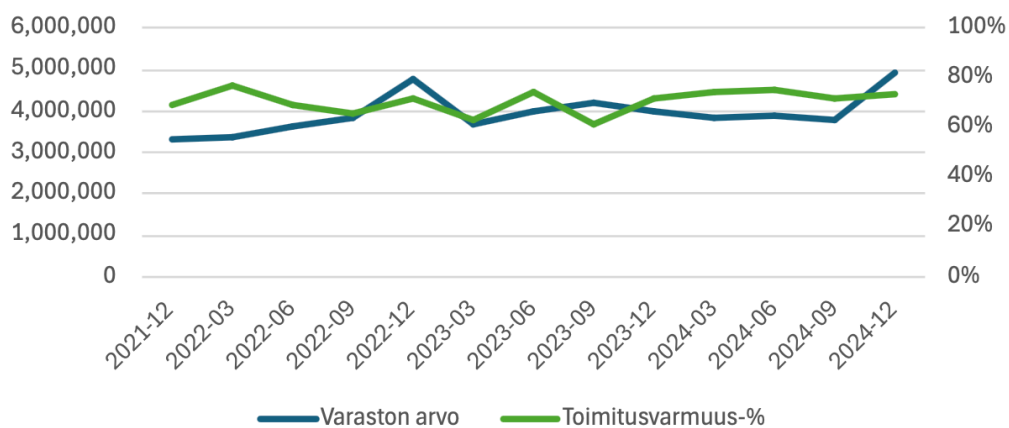
Myöhästyneiden tilausten osuus syyn mukaan



Kuva 4 Myöhästyneet toimituksen syyn mukaan

Kuvassa 5 on esitetty kvartaaleittain varaston arvo suhteessa toimitusvarmuuteen. Toimitusvarmuus on pysynyt melko tasaisena, noin 70% tuntumassa.

Ajallaan toimitetut toimitukset suhteessa varaston arvoon



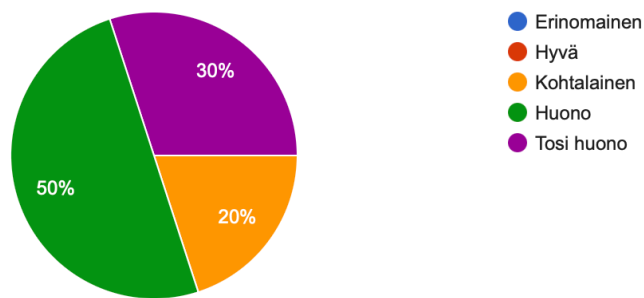
Kuva 5 Toimitusvarmuus suhteessa varaston arvoon

Tälläkin hetkellä varaston toiminta on hyvällä tasolla, eikä varastoinnin ole havaittu alentaneen toimitusvarmuutta. Kuitenkin selvittämällä varastoinnin ongelmakohdat voidaan saada

toimitusvarmuutta paremmaksi ja pienennettyä varastoinnin osuutta myhöstyneissä toimituksissa sekä löydettyä muitakin ideoita ja keinoja varastoinnin kehittämiseen.

5.2 Tutkimuksen tulokset

Kyselytutkimuksen vastauksissa nousi esiin erityisesti varastoinnin toimivuus tällä hetkellä. Varaston tämänhetkinen toimivuus koettiin korkeintaan kohtalaiseksi (Kuva 6). Vain 20% vastaajista koki varaston toimivuuden kohtalaiseksi ja jopa 80% piti sitä huonona tai tosi huonona. 60% vastaajista ei osannut sanoa yhtäkään asiaa mikä tällä hetkellä toimisi hyvin varastossa.



Kuva 6 Näkemys varastoinnin tämänhetkisestä tilasta

Vaikka varaston tämänhetkinen toimivuus koettiin huonona, pidettiin toimivaa varastoa kuitenkin erittäin merkityksellisenä päivittäiseen työhön. 100% vastaajista kokee toimivan varaston erittäin merkittävänä osaksi päivittäistä työtään. Vastauksien perusteella voidaan todeta varastoinnissa olevan paljon kehitettävää työntekijöiden näkökulmasta.

5.3 Varastoinnin haasteet

Kyselytutkimuksen vastauksien perusteella esiin nousi tiettyjä ongelmakohtia, jotka ilmeni useimmissa vastauksissa. Erityisesti vastauksissa korostui ylimääräinen aika joka menee tavaroiden etsimiseen, sekä tavaroiden säilytys niille kuulumattomilla paikoilla, kuten lattialla varastohyllyjen välissä. Näiden lisäksi vastauksista ilmeni tavaroiden huolimaton

tarkistus, resurssipula varastohenkilökunnassa, RCVBinin epämääräisyys sekä keskeneräiset muutostyöt, jotka vievät tilaa ja sotkevat varastoa. Näistä ongelmista etenkin ylimääräinen aika, joka menee tavaroiden etsimiseen sekä tavaroiden säilytys väärillä paikoilla liittyvät projektiosien varastointiin, jota ei tässä työssä tarkemmin käsitellä. Nämä ongelmat ilmenevät kuitenkin pienissä määrin myös päivittäisten tilausten osien kanssa. Syynä useimmiten näissä tapauksissa on huolimattomuus tai se, ettei osia ole vielä ehditty siirtää oikeille paikoilleen.

Saapuville tavaroille on yrityksessä määritelty tietyt tarkistusmenetelmät. Tavaransaapuesssa tarkistetaan onko tavaroita toimitettu oikea määrä ja että tuote vastaa tilattua tuotetta. Välillä tavaroita ei tarkisteta kuin lähetteen perusteella, minkä seurauksena tilauksissa ilmenevät virheet huomataan vasta paljon myöhemmin. Tuotteiden kuntoa ei kuitenkaan ehditä sen tarkemmin tarkistamaan, minkä seurauksena toimituksissa saattaa olla viallisia tuotteita, jotka huomataan liian myöhään. Tämä aiheuttaa sen että joltain valmistettavalta tuotteelta puuttuu tarvittava osa, ja silloin myös valmistus ja toimitus viivästyvät.

Tällä hetkellä varastossa on kaksi vakituista työntekijää ja lisäksi yksi työntekijä joka auttaa tarvittaessa. Tämä henkilöstömäärä ei vastaajien mielestä ole riittävä, eikä työtehtäviä ehditä tekemään. Resurssipula heijastuu lähes kaikkiin muihinkin ilmenneisiin ongelmiin. Yrityksessä on tavoitteena purkaa saapuvat tavarat saman päivän aikana hyllyihin oikeille paikoilleen, mutta tällä hetkellä sitä ei ehditä tekemään. Tämä johtaa siihen että saapuneet tavarat jäävät pidemmäksi aikaa varaston nurkkaan pyörimään ja työntekijät joutuvat etsimään tarvitsemiaan osia sieltä, mikä vie aikaa muulta työnteolta. Saapuvilla tavaroilla ei myöskään järjestelmässä ole selkeää paikkaa ennen kuin ne siirretään varastossa oikeille paikoilleen, joten tarvittavien osien etsiminen ennen tätä on huomattavasti työläämpää. Myös tavaroiden tarkistaminen suuren työmäärän ja kiireen vuoksi jää joskus vajavaiseksi.

Varastossa on useampia keskeneräisiä muutostöitä, jotka ovat kiireen vuoksi jääneet kesken. Näiden muutostöiden tarvikkeet vievät tilaa varastohyllyistä, mikä johtaa tavaroiden varastointiin niille kuulumattomille paikoille.

5.4 Vihreän varastoinnin toteutuminen

Tässä kappaleessa selvitetään, kuinka vihreän varastoinnin toimet jo toteutuvat yrityksessä ja missä asioissa olisi kehitettävää. Toimipisteen varasto sijaitsee samoissa tiloissa tuotannon kanssa, minkä vuoksi tiloissa täytyy ympäri vuoden pitää yllä tiettyä lämpötilaa. Koko tuotantohallin pinta-ala on 2461 m² ja korkeus 6,4m.

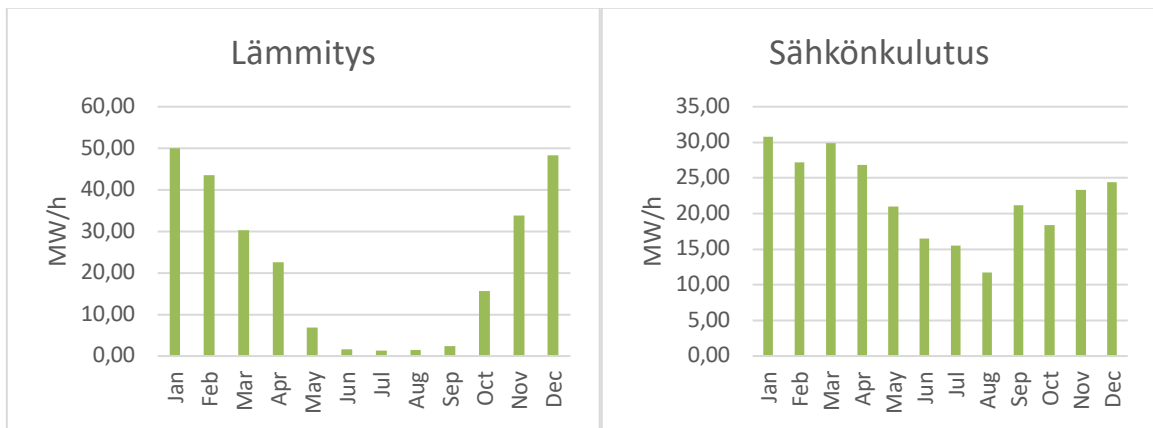
Tarkastellaan ensin varaston energiankulutusta. Kuvasta 7 nähdään lämmitykseen käytettävä energiamäärä vuonna 2024. Kuvasta voidaan huomata käytetyn energian suuri vaihtelu vuodenaikojen välillä. Kesäkuukausina energiaa ei kulu juuri ollenkaan, koska varastotiloja ei tarvitse lämmittää. Talvella energiaa kuluu huomattavasti suurempi määrä. Suomessa talvella energiaa kuluu enemmän lämmitykseen johtuen kylmistä ilmoista. Selvitetään onko yrityksen lämpöenergiankulutus millä tasolla keskivertoon nähden. Lasketaan yrityksen ominaislämmönkulutus seuraavasti:

$$\text{Ominaislämmönkulutus} = \frac{\text{Lämpöenergiankulutus vuodessa}}{\text{Tilavuus}} = \frac{257,83\text{MWh}}{15800\text{m}^3} * 1000 = 16,3\text{kWh}/(\text{m}^3, \text{a}) \quad (6)$$

Kohdeyrityksen ominaislämpöenergiankulutus on noin 16,3kWh/ m³ vuodessa. Keskimäärin teollisuuden tuotantorakennusten ominaislämpöenergiankulutus on 18,1kWh/ m³ vuodessa (Motiva 2025). Voidaan siis todeta kohdeyrityksen lämpöenergiankulutuksen olevan keskivertoa alhaisempaa. Tehdään vielä samanlainen tarkastelu sähkönkulutukselle. Ominaislämpöenergiankulutus voidaan laskea samalla kaavalla kuin ominaislämmönkulutus seuraavasti:

$$\text{Ominaislämpöenergiankulutus} = \frac{\text{Sähköenergiankulutus vuodessa}}{\text{Tilavuus}} = \frac{266,66\text{MWh}}{15800\text{m}^3} * 1000 = 16,9\text{kWh}/(\text{m}^3, \text{a}) \quad (7)$$

Ominaislämpöenergiankulutus yrityksessä on noin 16,9kWh/ m³ vuodessa. Keskimääräinen ominaislämpöenergiankulutus teollisuuden tuotantorakennuksissa on 49,4kWh/ m³ vuodessa (Motiva 2025). Kohdeyrityksessä on selvästi keskivertoa alhaisempi sähkönkulutus.



Kuva 7 Lämmitykseen käytetty energia kuukausittaisittain, 2024 Kuva 8 Sähkönkulutus kuukausittain, 2024

Kuvasta 8 nähdään kuukausittainen sähkönkulutus vuoden 2024 ajalta. Myös sähkön käyttö on pienempää kesäaikaan, mutta vaihtelu ei ole yhtä suurta kuin lämmityksen osalta. Varastotilassa ei ole jäähdytysjärjestelmää, joten sähköä ei kulu tilan viilentämiseen. Toimipisteessä ei ole todettu tarvetta erilliselle jäähdytysjärjestelmälle. Tämä säästää kesäaikana merkittävän määrän sähköä. Käytetty sähkö saadaan ydinvoimasta. Ydinvoima on hiilidioksidipäästötöntä ja sen kasvihuonepäästöt ovat samaa tasoa kuin tuuli-, vesi tai aurinkovoimalla (Fortum 2025). Valaistuksessa hyödynnetään energiatehokkaita LED-lamppuja. Lisäksi varastotilat ovat sen verran pienet ettei trukeilla ajamisesta aiheudu turhaa energiankulutusta tai liikaa päästöjä. Yrityksellä on käytössään ulkotiloissa dieselillä toimiva trukki ja sisätiloissa akkukäyttöiset trukit.

Kohdeyritys on liittynyt energiatehokkuussopimukseen. Energiatehokkuussopimuksella pyritään täyttämään Suomelle asetetut kansainväliset velvoitteet tehostaa energiankäyttöä ilman uutta lainsäädäntöä tai pakkokeinoja (Energiatehokkuussopimukset 2025) Vaikka yritys on mukana energiatehokkuussopimuksessa kyseiseen toimipisteeseen ei ole tiedettävästi tehty kiinteistön energiakatselmusta.

Varastossa on myös toimiva kierrätysjärjestelmä. Kaikki hukkamateriaalit pakkauksista sekä valmistuksesta kierrätetään. Kohdeyrityksen varastosta löytyy kierrätyspisteet pahville, muoville, metallille, elektroniikalle sekä puulle. Toimivan kierrätyksen lisäksi noin neljäsosa pahvista hyödynnetään uusiokäyttöön. Kierrätetystä pahvista valmistetaan pakkausmateriaalia, jota hyödynnetään täyteenä lähteissä toimituksissa.

6 Varastoinnin kehittäminen kohdeyrityksessä

Tässä luvussa luodaan kehitysehdotuksia kohdeyrityksen varastoinnin kehittämiseen perustuen työn kirjallisuusosioon, kohdeyrityksen varastointiin tutustumiseen sekä toimipisteen varastoinnin henkilöstölle suunnattuun kyselytutkimukseen. Tavoitteena on löytää edellisissä luvuissa tunnistettuihin ongelmakohtiin mahdollisia ratkaisuja. Ratkaisujen tavoitteena on parantaa yrityksen varastoinnin toimivuutta, tehokkuutta ja kestävyyttä.

6.1 Toiminnan parantaminen

Nykytilan analysoinnin perusteella tunnistettiin varastoinnin ongelmakohtia. Ongelmakohtiksi tunnistettiin RCVBinin epämääräisyys, ylimääräinen aika, mikä kuluu tavaroiden etsimiseen, resurssipula, tavaroiden puutteellinen tarkistus sekä keskeneräiset muutostyöt, mitkä vievät tilaa varastosta.

Ehdotus 1. RCVBinin sijainnin määrittäminen

1 vaiheen vastaanoton jälkeen ennen tavaroiden hyllytystä saapuneet tavarat siirretään järjestelmässä RCVBinille. Kyseisellä binipaikalla ei ole määriteltyä fyysistä sijaintia, koska tavarat olisi tarkoitus saada samanpäivän aikana siirrettyä hyllyyn oikeille paikoilleen ja samalla myös oikeille binipaikoilleen. Koska tämä ei tällä hetkellä toteudu, olisi hyvä jos RCVBinillä olisi tarkempi fyysinen sijainti ja tavaroilla jonkinlainen järjestys. Tämä helpottaisi tavaroiden löytymistä silloin, jos niitä ei ole vielä ehditty hyllyttämään.

Ehdotus 2. Työvoiman lisääminen

Resurssipula osoittautui suurimmaksi ongelmaksi, koska sen vaikutukset ulottuvat myös muihin tunnistettuihin ongelmakohtiin. Resurssipula onkin monen muun tunnistetun ongelmakohdan osasy. Esimerkiksi resurssipulasta ja kiireestä johtuen tavaroiden tarkistus tehdään välillä huolimattomasti. Resurssipulaa voidaan helpottaa lisäämällä työvoimaa. Voidaan palkata kokonaan uusi henkilö varastohenkilökuntaan tai edullisempänä vaihtoehtona voitaisiin mahdollisesti tarjota harjoittelupaikkaa opiskelijalle. Työharjoittelussa täytyy huomioda henkilön kokemattomuus sekä perehdytykseen kuluva aika. Harjoittelija voisi

kuitenkin hoitaa varaston yksinkertaisempia päivittäisiä tehtäviä, jolloin muulle henkilökunnalle jäisi paremmin aikaa hoitaa muita varastoinnin tehtäviä.

Ehdotus 3. Keskeneräiset muutostyöt valmiiksi

Keskeneräiset muutostyöt lisäävät ylimääräisen tavaran määrää varastossa ja vievät tilaa jo valmiiksi pienissä tiloissa. Kun muutostyöt hoidettaisiin loppuun saataisiin varastosta vapautettua hyllytilaa tavaroille, eikä niitä varastoitaisi enää lattioilla. Muutostöitä ei ehditä tekemään loppuun kaiken muun työn ohessa, siksi ylimääräinen työntekijä voisi auttaa tässäkin asiassa.

6.2 Energiansäästöratkaisut

Yritys toteuttaa jo vihreän varastoinnin toimia todella hyvin, eikä tarkastelussa löytynyt mitään merkittäviä kehityskohteita energiansäästämiseen, päästöjen vähentämiseen tai kierrätykseen liittyen. Yritykseen voisi kuitenkin toteuttaa energiakatselmuksen, koska sellaista ei vielä kyseiseen toimipisteeseen tiettävästi ole tehty, vaikka yritys kuuluukin energiatehokkuussopimukseen. Energiakatselmuksen avulla kohdeyrityksen toimipiste saisi paremman näkemyksen energiankulutuksestaan sekä ehdotuksen kustannustehokkaista toimenpiteistä energiatehokkuuden parantamiseksi. Tämä voisi tulevaisuudessa tuoda säästöjä yritykseen, kun energiankulutus saataisiin optimoitua mahdollisimman hyvin.

7 Johtopäätökset

Tässä kandidaatintyössä tutkittiin termiä vihreä varastointi sekä kuinka se voidaan ottaa huomioon varastoinnin kehityksessä. Työssä käsiteltiin varastointia sekä vihreää varastointia, mitkä tarjosivat teoreettisen perustan tutkimukselle. Tutkimuksessa haluttiin selvittää mitä vihreällä varastoinnilla tarkoitetaan ja millaisia keinoja se voi tarjota varastoinnin kehittämiseen.

Työn empiirisessä osuudessa tarkasteltiin kohdeyrityksen varastoinnin nykytilaa, tunnistettiin ongelmakohtia ja mietittiin niihin ratkaisuja toimivuuden, tehokkuuden ja kestävyuden kannalta. Tavoitteena oli tunnistaa ongelmakohtia tämänhetkisessä varastoinnissa ja luoda niiden pohjalta kehitysehdotuksia.

Tämän työn ensimmäinen tutkimuskysymys oli:

”Mitä on vihreä varastointi?”

Tutkimuksessa havaittiin ettei vihreällä varastoinnilla ole kirjallisuudessa yhtä vakiintunutta termiä, vaan se voidaan määritellä joko tarkkana terminä tai sen vaikutusten ja tekojen kautta. Tässä työssä vihreä varastointi määriteltiin joukkona tekoja, joilla varastoinnin kasvihuonekaasupäästöjä ja energiankulutusta pyritään minimoimaan. Vihreän varastoinnin tärkeimmiksi toimiksi tunnistettiin kasvihuonekaasupäästöjen vähentäminen, energiankulutuksen vähentäminen sekä kierrätys ja pakkausmateriaalien uudiskäyttö. Vihreälle varastoinnille ei ole määritelty selkeitä maailmanlaajuisia standardeja tai mittareita johtuen valtioiden omista valtiokohtaisista säädöksistä. Vihreä varastointi myös kattaa useampia eri kokonaisuuksia, joille on määritelty jo omia standardejaan. Esimerkiksi energiankulutukseen on määritelty ISO 50000 sarjan standardit ja EU on määrittänyt oman pakkaus- ja pakkausjäteasetuksensa.

Toinen tutkimuskysymys oli:

”Miten varastointia voidaan kehittää vihreä varastointi huomioiden?”

Varastoinnin kehityksessä täytyy ensin analysoida nykytilaa ja tunnistaa mahdolliset ongelmakohdat, minkä jälkeen voidaan luoda kehitysehdotukset toiminnan kehittämiseen. Sama pätee myös vihreän varastoinnin osalta. Ensimmäinen täytyy tunnistaa sen hetkinen tilanne ja löytää

puutteet toiminnassa, jotta tiedetään mitä asioita täytyy kehittää. Empiirisessä osuudessa selvitettiin varastoinnin nykytilaa ja vihreän varastoinnin toteutumista yrityksessä. Vihreän varastoinnin kehityskohteita ovat päästöjen vähentäminen, energiatehokkuuden parantaminen sekä kierrätysysteemien kehittäminen. Varastointia voidaan kehittää vihreän varastoinnin näkökulmasta säästämällä energiaa esimerkiksi sähkönkulutuksen tai lämmityksen osalta. Muita kehityskohteita ovat päästöjen vähentäminen materiaalien käsittelyprosessissa tai kierrätysysteemien kehittäminen sekä pakkausmateriaalien uusiokäyttö.

Yhteenvedona tutkimuksesta voidaan todeta, että varastoinnin nykytilan analysointi voidaan toteuttaa seuraten samoja vaiheita riippumatta siitä analysoidaanko nykytilaa varaston toiminnan kannalta yleisellä tasolla vai vihreän varastoinnin näkökulmasta. Ensin täytyy kerätä tietoa varaston tämänhetkisestä toiminnasta ja saadun tiedon perusteella tunnistaa kehityskohteet. Lopuksi tunnistettuihin kehityskohteisiin luodaan ratkaisuehdotukset toiminnan parantamiseksi.

Kohdeyrityksen tarkastelussa löydettiin kehityskohteita erityisesti päivittäisen varastoinnin osalta. Merkittävimmit kehityskohteiksi nousi resurssipula, mikä heijastui myös muihin ongelma-kohtiin, sekä RCVBinin epämääräisyys. Tutkimuksessa ratkaisuehdotettiin RCVBinin fyysisen sijainnin määrittämistä sekä jonkunlaista järjestystä siihen, jotta tavarat löytyisivät paremmin jos niitä täytyy RCVBiniltä tulla etsimään. Resurssipulaa pyrittäisiin puolestaan ratkaisemaan rekrytoimalla varastoon kolmas työntekijä.

Vihreän varastoinnin osalta kehityskohteita ei oikeastaan löytynyt, koska yritys toteuttaa vihreän varastoinnin keinoja jo erittäin hyvin. Tutkimuksessa kuitenkin selvisi ettei kyseiseen toimipisteeseen ole tehty energiakatselmusta, vaikka yritys on mukana energiatehokkuussopimuksessa. Suositeltavana toimenpiteenä esitettiin energiakatselmuksen toteuttamista kyseiseen toimipisteeseen.

Lähteet

Apolloni, A., Kumar, V., Kuzmin, E. & Akberdina, V. 2024. The Future of Industry Human-centric approaches in digital transformation. Cham, Springer Nature Switzerland AG.

Bartolini, M., Bottani, E. & Grosse, E. H. 2019. Green warehousing: Systematic literature review and bibliometric analysis. *Journal of Cleaner Production*. Vol 226, s. 242-258.

Bianchi, M. & Cordella, M. 2023. Does circular economy mitigate the extraction of natural resources? Empirical evidence based on analysis of 28 European economies over the past decade. *Ecological Economics*. Vol. 203.

Boysen, N. & de Koster, R. 2025. 50 years of warehousing research – An operations research perspective. *European Journal of Operational Research*. Vol 320, s. 449-464.

Dubey, R., Gunasekaran, A., Papadopolous, T., Childe, S. j., Shubin, K. T. & Wamba S. F. 2017. Sustainable supply chain management: framework and future research directions.

Energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi. 2025. Sopimus. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 2.4.2025]. Saatavissa: <https://energiatehokkuussopimukset2017-2025.fi/sopimus/>

Euroopan parlamentti. 2024. Kasvihuonekaasupäästöt EU:ssa ja maailmalla. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 28.2.2025]. Saatavissa: <https://www.europarl.europa.eu/topics/fi/article/20180301STO98928/kasvihuonekaasupaastot-eu-ssa-ja-maailmalla-infografiikka>

Fortum.fi. 2025. Ydinvoima – Hiilidioksidipäästötöntä energiaa. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 31.3.2025]. Saatavissa: <https://www.fortum.fi/tietoa-meista/energiantuotanto/ydinvoima>

Füchtenhans, M., Grosee, E. H. & Glock, C. H. 2021. Smart lightning systems: state-of-the-art and potential applications in warehouse order picking. *International Journal of Production Research*. Vol 59 (12), s. 3817-3839.

Gattorna, J. 2003. *Gover Handbook of Supply Chain Management*. London, Taylor & Francis Group

Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2004. *Logistisen ajattelun perusteet*. Jyväskylä, Jyväskylän ammattikorkeakoulu

Johnson, E. 2008. Disagreement over carbon footprints: A comparison of electric and LPG forklifts. *Energy Policy*. Vol 36 (4), s. 1569-1573.

Kłodawski, M., Jacyna, M., Lexczuk, K. & Wasiak, M. 2017. The Issues of Selection Warehouse Process Strategies. *Procedia Engineering*. Vol 187. s. 451-457.

Lambert, D. M., Stock, J. R. 1993. *Strategic logistics management*. 3. p. Boston, Irwin

Lean Enterprise Institute. 2025. Gemba. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 24.4.2025]. Saatavissa: <https://www.lean.org/lexicon-terms/gemba/>

Logistiikan maailma. 2024. Varastoprosessi ja varaston toiminnot. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 6.3.2025]. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varaston-toiminnot/>

Logistiikan maailma. 2025. Palvelutason määrittäminen. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 27.2.2025]. Saatavissa: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimituksetju/palvelutason-maarittaminen/>

Mihova, L. 2020. The Impact of Sustainable Development on Warehousing. Teoksessa: EMAN 2020 – Economics & Management: How to Cope with Disrupted Times. Online. 3.9.2020. Times 4th International Scientific Conference EMAN 2020. S. 135-141.

McKinnon, A., Browne, M., Whiteing, A. & Piecyk, M. 2015. Green Logistics: Improving the Environmental Sustainability of Logistics. p. 3. London, Kogan Page Limited

Modica, T., Perotti, S. & Melacini, M. 2021. Green Warehousing: Exploration of Organisational Variables Fostering the Adoption of Energy-Efficient Material Handling Equipment. Sustainability. Vol 13.

Motiva.fi. 2025. Ominaiskulutukset palvelusektorilla. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 4.4.2025]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/ratkaisut/energiakatselmustoiminta/tuetut_energiakatselmukset/tilastotietoa_katselmuksista/ominaiskulutukset_palvelusektorilla

Motiva.fi, 2024. Energiakatselmukset. [Verkkajulkaisu]. [Viitattu 7.4.2025]. Saatavissa: https://www.motiva.fi/julkinen_sektori/energiakatselmukset

Oloruntobi, O., Mokhtar, K., Mohd Rozar, N., Gohari, A., Asif, S. & Chuah, L. F. 2023. Effective Technologies and practices for reducing pollution in warehouses – A review. Cleaner Engineering and Technology. Vol 13.

Park, S-Y., Cho, S. & Ahn, J. 2018. Improving the quality of building spaces that are planned mainly on loads rather than residents: Human comfort and energy savings for warehouses. *Energy & Buildings*. Vol 178, s. 38-48.

Qiang, R., Yaoyao, K., Yiding, W. & Peng, W. 2023. Research on design and optimization of green warehouse system based on case analysis. *Journal of Cleaner Production*. Vol 388.

Ramani, P., V. & Ligan, L. K. 2022. Developing a lean model to reduce the design process cost of gas insulated switchgear foundation using value stream mapping – a case study. *International journal of construction management*. Vol 22 (4), s. 669-677.

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta: digitalisoitumisen haasteet. 8. p. Vantaa, Jouni Sakki Oy

Stolaroff, J. K., Samaras, C., O'Neill, E. R., Lubers, A., Mitchell, A. S. & Ceperley, D. 2018. Energy use and life cycle greenhouse gas emissions of drones for commercial package delivery. *Nature Communications*. Vol. 9 (1), s. 409-13.

Tikka, J. 2016. *Logistiikan perusteet*. Helsinki, Books on Demand.

Valtioneuvosto. 2025. EU:n pakkaus- ja pakkausjäteasetus pian voimaan. [Verkojulkaisu]. [Viitattu 6.3.2025]. Saatavissa: <https://valtioneuvosto.fi/-/1410903/eu-n-pakkaus-ja-pakkausjateasetus-pian-voimaan>

Xin, L. J., Xien, K. C., Whab, S. N. 2019. A Study on the Factors Influencing Green Warehouse Practice. Teoksessa: 2019 International Conference on Building Energy Conservation, Thermal Safety and Environmental Pollution Control (ICBTE 2019). Online. 10.12.2019. E3S Web of Conferences 136, 01040.

Živičnjak, M., Rogić, K. & Bajor, I. 2022. Case-study analysis of warehouse process optimization. Teoksessa: 2022 The science and development of transport – Znanost i razvitak prometa. Zagreb, Croatia. 2022. Transportation Research Procedia, 64. S. 215-223.

Liite 1. Kyselylomake

Mikä on tehtävänimikkeesi? *

Oma vastauksesi

Millainen merkitys toimivalla varastolla on päivittäiseen työhösi? *

Oma vastauksesi

Kuinka arvioisit varastoinnin tämän hetkistä toimivuutta? *

- Erinomainen
- Hyvä
- Kohtalainen
- Huono
- Tosi huono

Mitkä asiat toimivat hyvin tällä hetkellä varastoinnissa? *

Pitkä vastausteksti

Mikä/mitkä ovat mielestäsi suurimmat kehityskohteet varastoinnissa tällä hetkellä?

*

Oma vastauksesi
