



VARASTON OPTIMOINTI LEAN-FILOSOFIAN AVULLA

CASE STUDY: Yritys X:n materiaalikomponentin varaston optimointi

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

Kauppatieteiden kandidaatintutkielma

2024

Amanda Mykrä

Tarkastaja: Tutkijaopettaja Mika Immonen

TIIVISTELMÄ

Lappeenrannan–Lahden teknillinen yliopisto LUT

LUT-kauppakorkeakoulu

Kauppätieteet, Hankintojen johtaminen

Amanda Mykrä

Varaston optimointi lean-filosofian avulla – Case study: Yritys X:n materiaalikomponentin varaston optimointi

Kauppätieteiden kandidaatintutkielma

2024

37 sivua, 5 kuvaa ja 1 taulukko

Tarkastaja: Tutkijaopettaja Mika Immonen

Avainsanat: varastonohjaus, varaston optimointi, lean

Tämän kandidaatintutkielman tarkoituksena on selvittää toimeksiantona, kuinka optimoida suuren teollisuusalan yrityksen materiaalikomponenttien varastointia. Teoriaosuus jakautuu tutkielmassa kahteen osaan. Ensimmäisenä käsitellään varastonohjausta yleisellä tasolla ja toisena varaston optimointia lean-filosofian periaatteiden avulla.

Tutkimuksen empiirisessä osuudessa esitellään kohdeyritystä ja perusteita tutkimuksen tekemiselle tarkemmin, sekä käsitellään tutkimuksen aikataulu ja toteutus. Lisäksi kerrotaan tutkimuksessa käytetyt menetelmät. Myös aineiston analyysiprosessi ja kohdeyrityksen lähtötilanne esitellään lyhyesti.

Tutkimus oli pääasiassa laadullinen tapaustutkimus, jossa keskityttiin yhteen materiaaliin kohdeyrityksessä. Aineisto kerättiin puolistrukturoiduilla haastatteluilla kolmelta eri henkilöltä yrityksestä. Kvantitatiivista aineistoa saatiin käytettäväksi yrityksen lähtötilanteen kartoittamiseen.

Tutkimuksen perusteella voidaan todeta, että varaston optimoinnissa on kehitettävää, jotta se on tehokasta ja tuottavaa uuden varastonohjausjärjestelmän puitteissa. Kehityskohteiksi todettiin itse järjestelmä, joka vaatii muokkauksia toimivuuden parantamiseksi. Lisäksi yrityksen toimintatavoista löytyi kehitettävää, jotta karsitaan turhaa jätettä. Viimeiseksi kehityskohteeksi todettiin toimitussuhteen ja -syklin kehittäminen, jotta voidaan edistää sitä, kuinka tuotannosuunnittelu vaikuttaa varastointiin.

ABSTRACT

Lappeenranta–Lahti University of Technology LUT

LUT Business School

Business Administration, Supply Management

Amanda Mykrä

Inventory Optimization Using Lean Philosophy – Case study: optimization of Company X’s material component warehouse inventory

Bachelor’s thesis

2024

37 pages, 5 figures and 1 table

Examiner: Associate Professor Mika Immonen

Keywords: inventory management, inventory optimization, lean

The purpose of this bachelor’s thesis is as a commission to determine how to optimize the storage of material components for a large industrial company. The theoretical frame of reference of the thesis is divided into two parts. The first part discusses inventory control at a general level and the second part focuses on warehouse optimization using the principles of lean philosophy.

The empirical section of the study provides a more detailed introduction to the target company and the reasoning for conducting this study. It also addresses the timeline and the implementation of this study, as well as the research methods used. Additionally, the data analysis process and the initial state of the target company are briefly presented.

This study was primarily a qualitative case study focusing on one specific material within the company. Data was collected through semi-structured interviews with three different employees from the company. Quantitative data was also utilized to map the company’s initial situation.

Based on this study, it can be concluded that there is room for improvement in warehouse optimization to ensure efficiency and productivity within the framework of a new inventory management system. Identified areas for development include the system itself, which requires adjustments to enhance functionality. Furthermore, the company’s operating methods need improvement to eliminate unnecessary waste. Lastly, the development of the supplier relationship and delivery cycle was identified as a key area to improve the role of how production planning affects inventory management.

Sisällysluettelo

Tiivistelmä

Abstract

| | | |
|-----|--|----|
| 1 | Johdanto..... | 6 |
| 1.1 | Työn tausta..... | 6 |
| 1.2 | Työn tavoitteet, tutkimuskysymykset ja -menetelmät | 7 |
| 1.3 | Työn rakenne..... | 9 |
| 1.4 | Teoreettinen viitekehys | 9 |
| 2 | Varastonohjaus | 11 |
| 2.1 | Hankintojen johtamisen teoriakenttä..... | 11 |
| 2.2 | Luokittelu ja motiivit..... | 12 |
| 2.2 | Varastonohjauksen tunnuslukuja..... | 13 |
| 2.3 | Keinovalikoimaa varastonohjauksessa..... | 16 |
| 3 | Varaston optimointi leanin avulla | 19 |
| 3.1 | Lean-ajattelun perusteet | 19 |
| 3.2 | Lean-työkalut | 22 |
| 3.3 | Lean varastonohjauksessa | 24 |
| 4 | Case: Yritys X:n materiaalikomponenttien varaston optimointi | 26 |
| 4.1 | Kohdeyritys ja perustelut tutkimukselle..... | 26 |
| 4.2 | Tutkimusmenetelmät..... | 26 |
| 4.3 | Aineiston analyysiprosessi | 27 |
| 5 | Tutkimustulokset | 29 |
| 5.1 | Lähtötilanne..... | 29 |
| 5.2 | Varastoinnin vaatimukset ja rajoitteet..... | 30 |
| 5.3 | Varastotasojen sopeutus | 32 |
| 5.4 | Optimoinnin keinot | 35 |
| 5.5 | Tutkimustulosten yhteenveto | 37 |
| 6 | Yhteenveto ja johtopäätökset | 40 |
| 6.1 | Tutkimuksen yhteenveto ja johtopäätökset..... | 40 |
| 6.2 | Tutkimuksen luotettavuus | 41 |
| | Lähteet | 43 |

Kuvaluettelo

Kuva 1: Työn rakenne

Kuva 2: Työn teoreettinen viitekehys visualisoituna

Kuva 3: Tilauspistejärjestelmän toiminta käytännössä

Kuva 4: Lean-johtamisen roolit

Kuva 5. Prosessikuvaus analyysistä

Taulukkoluetelo

Taulukko 1: Optimaaliset ajomäärät materiaalikomponenttikoottain

1 Johdanto

Varastonohjaus ja sen optimointi ovat merkittävä osa yrityksen operatiivista toimintaa. Varastonohjauksen tehtävä on hallita materiaalivirtoja ja varastoon sitoutunutta pääomaa. Perustehtäviin varastonohjauksessa kuuluu varmuus- ja kiertovarastojen hallinta (Logistiikan Maailma, 2024a). Varaston optimointi puolestaan on osakokonaisuus varastonohjauksen sisällä, jonka tavoitteena on maksimoida voittoa ja minimoida tappioita (SAP.com, 2024). Erityisesti suurissa yrityksissä varastoitava volyymi on suuri, ja kasvaa yrityksen mukana, vaikka varastointiin käytettävä tila ei kasvaisi. Nicolas Vandeputin mukaan myös kilpailupaineet, niin kotimaiset kuin kansainvälisetkin, aiheuttavat haasteita varastonohjaukseen, kun yrityksen tarjonta, ja sitä kautta tarve materiaaleille, kasvaa (Vandeput, 2020, 3).

1.1 Työn tausta

Toimiva varastonohjaus on merkittävä etu yritykselle niin kilpailullisesti, kuin kustannustehokkuudeltaan. Tätä ei kuitenkaan aina muisteta ottaa huomioon yrityksen kasvaessa. Toiminnan laajentuessa yleensä myös tuotevalikoima tai -volyymi kasvavat, ja sitä kautta tarve materiaaleille ja niiden varastoinnille. Varastonohjauksen merkitys kuitenkin saatetaan sivuuttaa yrityksissä, sillä se ei luo suoraa lisäarvoa. Varaston optimoiminen voi kuitenkin vähentää esimerkiksi puutteista aiheutuvia lisä- ja vaihtoehtokustannuksia.

Yrityksen kasvun tuomat haasteet varastonohjauksessa ovat onneksi ratkaistavissa. Varastonohjauksen keinovalikoimaa on tutkittu hyvin pitkään ja perusteellisesti. Näitä keinoja on laajasti ja moniin eri tilanteisiin. Toisaalta jokaisen yrityksen tilanne on hyvin yksilöllinen, ja paperilla yksinkertaiset varastonohjauksen keinot eivät välttämättä sellaisinaan toimi. Usein näitä keinoja pitää yhdistellä keskenään, jotta saadaan kyseiseen tilanteeseen sopiva yksilöllinen ratkaisu varaston optimoimiseksi.

1.2 Työn tavoitteet, tutkimuskysymykset ja -menetelmät

Tämän tutkimuksen tavoitteena on löytää keinot suuren teollisuusalan yrityksen materiaali-varastotasojen sopeuttamiseen uutta varastonohjausjärjestelmää varten. Uusi varastonohjausjärjestelmä on tiettyjen materiaalien varastoinnin osalta jäykempi verrattuna nykyisin käytössä olevaan järjestelmään, eikä tarjoa yhtä paljon joustamismahdollisuuksia. Uuden järjestelmän jäykkyys luo haasteita varastointiin, sillä varaston fyysinen kapasiteetti ei riitä kattamaan tilan tarvetta nykyisillä varastotasoilla uuden järjestelmän tarjoamissa puitteissa. Tämä tutkimus on rajattu tarkastelemaan pelkästään yhden materiaalikomponenttiluokan varastonohjausta ja -optimointia työn kohdeyrityksessä, jonka takia myös teoreettisessa viitekehäksessä käsitellään pelkästään materiaali- tai raaka-ainevarastoja.

Varastotasojen sopeuttamisen tutkiminen on merkittävää, koska varastointi kokonaisuutena vaikuttaa yrityksen toiminnassa moniin aspekteihin, ja luo kustannuksia. Oikein tehtynä varastotasojen sopeuttaminen ja varaston optimointi voivat kuitenkin toimia kilpailuetuna yritykselle ja vähentää kustannuksia. Erityisesti tehokkuuden kannalta varastotasojen sopeuttaminen on merkityksellistä. (Singh & Verma, 2018) Tutkimusongelmaa lähdetäänkin tästä syystä lähestymään alla esitettyjen tutkimuskysymysten avulla. Työssä pyritään vastaamaan päätutkimuskysymykseen:

➤ ***Millä keinoilla varastotasojä voidaan sopeuttaa?***

Päätutkimuskysymystä lähestytään useasta eri näkökulmasta, jotka ovat muotoiltu kolmeen alatutkimuskysymykseen:

1. *Millaisia vaatimuksia uudessa järjestelmässä on varastoinnille?*
2. *Mitä tulee ottaa huomioon varastotasojä sopeuttaessa?*
3. *Mitkä varaston optimoinnin keinoista ovat optimaalisia ja toteutettavissa?*

Varastointiin kokonaisuudessaan vaikuttaa monia tekijöitä, jotka tulee huomioida varastonohjausta suunniteltaessa (Bhandari, 2018). Tämän vuoksi on tärkeää tutkia sitä, millaisia vaatimuksia varastoinnille syntyy pelkästään varastonohjausjärjestelmän puolesta kokonaisuuden lisäksi. Samasta syystä tutkimuksessa tulee selvittää, mitä pitää huomioida, kun yrityksessä lähdetään sopeuttamaan varastotasojä. Optimoinnin keinojen määrittäminen on

puolestaan tärkeää, sillä varastoinnista ei voida päästä täysin eroon, etenkin teollisuusalalla, ja ilman optimointia, varastointi aiheuttaa vain kustannuksia ja huonoja palvelutasoja. (Vandeput, 2020)

Tämän työn tutkimuksessa käytetään sekä kvalitatiivisia, että kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä ja aineistoja. Tutkimuksen pääpainopiste on kuitenkin kvalitatiivisessa tutkimuksessa, ja kvantitatiiviset tutkimusmenetelmät ja -aineistot ovat tukemassa tutkimuksen kvalitatiivista puolta. Kvalitatiivisen tutkimuksen tarkoitus on pyrkiä tutkimaan kohdetta mahdollisimman kokonaisvaltaisesti ja sen aineisto kerätään luonnollisissa ja todellisissa tilanteissa (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara, 2009, 163–164). Kyseessä on sekä induktiivinen että deduktiivinen tutkimus, eli tutkimuksessa lähdetään liikkeelle osittain aineiston pohjalta, ja osittain myös teoreettiselta pohjalta (Juhila, 2021). Kvantitatiivinen tutkimus puolestaan pohjautuu johtopäätöksiin aiemmista tutkimuksista, aiempiin teorioihin sekä päätelmien tekoon havaintoaineiston tilastollisesta analysoinnista (Hirsjärvi et al., 2009, 140). Tässä tutkimuksessa käytetään aineistona kohdeyrityksen tarjoamaa dataa nykyisestä lähtötilanteesta. Kvantitatiivinen data kerätään kohdeyrityksen varastonohjausjärjestelmästä.

Työssä tarkastellaan yhden yrityksen varaston optimointia, joten tutkimus on tapaustutkimus. Tapaustutkimuksen ominaispiirteisiin kuuluu se, että osallistujien, tässä tapauksessa yrityksestä haastateltavien, ääni kuuluu esimerkiksi suorina lainauksina esitettynä aineistossa. Myös luonnollisuus on merkittävä osa tapaustutkimusta, jonka takia tutkittavaa ilmiötä tutkitaan ilman keinotekoisia järjestelyitä tai pakotteita, ja usein hyvin avoimesti ja strukturoimattomasti. (Syrjälä, Ahonen, Saari & Syrjäläinen, 1996, 14–15) Aineistona tutkimuksessa käytetään kohdeyrityksen tutkimusongelman kannalta merkittäviltä työntekijöiltä kerättyjä haastatteluja. Haastattelut toteutetaan puolistrukturoidusti teemahaastattelulla, eli haastattelun teema on tiedossa, mutta tarkka muoto ja järjestys puuttuvat (Hirsjärvi et al., 2009, 208).

1.3 Työn rakenne

Tämä työ koostuu kahdesta pääosasta, teoreettisesta viitekehystä sekä empiirisestä tutkimuksesta. Työ on jaettu kuuteen päälukuun, joissa jokaisessa keskitytään työn kannalta tärkeisiin, mutta erilaisiin osa-alueisiin. Nämä osa-alueet ovat johdanto, kaksi lukua teoreettista viitekehystä, empiirinen tutkimus, tutkimuksen tulokset ja yhteenveto. Alla olevassa kuvassa 1 on esitelty työn eteneminen kokonaisuudessaan.

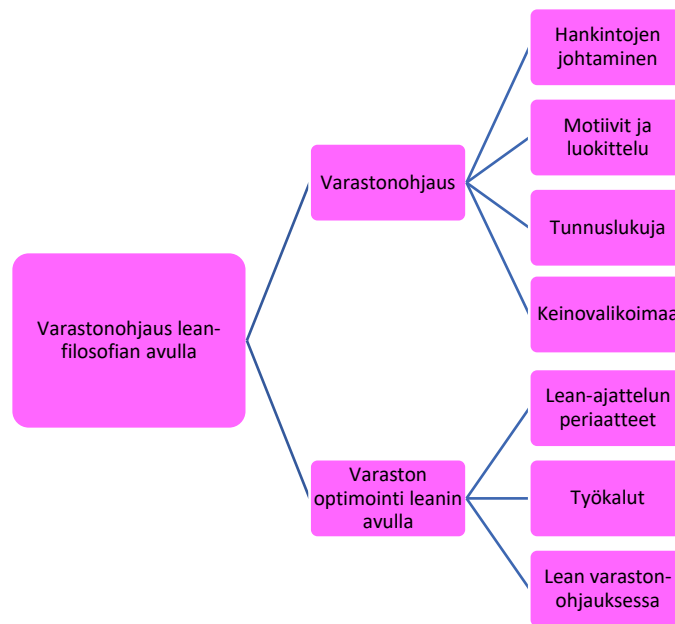


Kuva 1. Työn rakenne

Toisessa ja kolmannessa luvussa käsitellään työn teoreettista pohjaa, joka on esitetty tarkemmin seuraavassa alaluvussa. Neljäs luku puolestaan aloittaa työn empiirisen osuuden. Tässä osiossa käsitellään tarkemmin kohdeyritystä ja sen nykytilannetta varastonohjauksen osalta. Lisäksi samassa luvussa perehdytään kohdeyrityksen tarpeisiin ja uuden järjestelmän vaatimuksiin. Viidennessä luvussa keskitytään teoreettisen taustatiedon ja empiirisen osion löydösten yhteensulauttamiseen. Tämän luvun tavoitteena on esitellä mahdollista keinovalikoimaa sekä jatkotoimenpiteitä, joilla yritys voi sopeuttaa varastotasoja uuden järjestelmän puitteissa. Viimeisessä, eli kuudennessa, luvussa esitellään koko työn yhteenveto.

1.4 Teoreettinen viitekehys

Tutkimuksen teoreettinen viitekehys on jaettu kahteen osakokonaisuuteen. Kuvassa 2 on esitetty visualisaatio teoreettisen viitekehksen rakenteesta. Ensimmäinen näistä on varastonohjaus, jossa käsitellään myös yleisesti hankintojen johtamisen teoriaa. Lisäksi varastonohjauksesta esitellään motiivit ja luokittelu, erilaisia merkittäviä tunnuslukuja sekä käytössä olevaa keinovalikoimaa varastonohjauksessa. Teorian toisessa osakokonaisuudessa käsitellään lean-filosofiaa, ja sen yhteyksiä varastonohjaukseen. Lean-filosofiasta esitellään lyhyt historia, perusteet sekä käytettävissä olevia työkaluja.



Kuva 2. Työn teoreettinen viitekehys visualisoituna

Varastonohjauksella tarkoitetaan varastoon sitoutuneen pääoman ja materiaalivirtojen hallintaa (Logistiikan Maailma, 2024a). Itse varastonohjaus on osa hankintojen johtamista, jonka vuoksi sitä käsitelläänkin ensimmäisenä luvussa 2. Lisäksi varastonohjaukselle on yleensä motiiveja sekä luokitteluperiaatteita. Luokittelu pohjautuu siihen, että erilaisiin tarpeisiin ja toimitusketjun eri vaiheisiin tarvitaan erilaisia varastoja. (Logistiikan Maailma, 2024b) Varastonohjauksen tunnuslukuja voidaan puolestaan käyttää toiminnan mittaamiseen, jolloin saadaan selkeämpi kuva varaston tehokkuudesta ja toimivuudesta. Varastonohjauksen teorian viimeinen osa, keinovalikoima, pohjautuu kolmen ensimmäisen osan avulla tehtyihin toimintamalleihin ja analyyseihin.

Yleensä suurissa yrityksissä pelkästään varastonohjaus ei riitä, vaan toiminnan pitää olla optimaalista. Tätä varten on kehitetty optimaatiota ajavia malleja, joista tunnetuin on lean-ajattelumalli, johon tässäkin työssä keskitytään. Lean-ajattelumallilla tarkoitetaan kokonaisvaltaista kehittämisfilosofiaa, jonka tavoitteena on tuottaa mahdollisimman paljon arvoa, ja mahdollisimman vähän jätettä. Tärkein elementti lean-ajattelumallissa on jatkuva kehittäminen. (Logistiikan Maailma, 2024c) Lean-ajattelumallia voidaan hyödyntää myös varastonohjauksessa, joka onkin tämän tutkimuksen perimmäinen tavoite saavutettavaksi kohdeyrityksessä.

2 Varastonohjaus

Tässä luvussa käsitellään varastonohjausta yleisellä tasolla, sekä sen asemoitumista hankintojen johtamisen teoriakentässä. Luvussa käydään läpi varastonohjauksen perusteita, kuten luokittelu ja motiiveja, sekä tunnuslukuja ja keinovalikoimaa.

Varastonohjaus on materiaalivirtojen ja varastoon sitoutuneen pääoman hallintaa. Sen päätehtävinä on maksimoida palvelutasoa ja asiakastyytyväisyyttä, osto- ja tuotantoprosessien tehokkuutta sekä toimitusketjun tuottavuutta. Vastaavasti tavoitteena on myös minimoida varastoon sitoutuneen pääoman määrä. (Viale & Carrigan, 1996, 4–5) Kaikkien tavoitteiden saavuttaminen vaatii yritykseltä tasapainottelua, sillä ne ovat osittain ristiriidassa keskenään. Palvelutason maksimointi vaatii riittäviä varmuusvarastoja, mutta varmuusvarastot nostavat varastoon sitoutuneen pääoman määrää, jolloin ristiriita syntyy pääoman minimoimisen ja palvelutason maksimoimisen välille.

Varastonohjauksen rooli yrityksessä on todella merkittävä, niin rahallisesti kuin fyysisestikin. Varastonohjausta suunniteltaessa ja ylläpidettäessä pitää ottaa huomioon monia asioita, kuten varaston fyysinen kapasiteetti ja sen hallittavuus, materiaalien tilaus- ja toimitusvälit sekä määrät ja näistä aiheutuvat kustannukset, palvelutaso ja ennustettu kysyntä sekä tuotantosuunnitelma (Slack, Brandon-Jones & Burgess, 2022, 442–474).

2.1 Hankintojen johtamisen teoriakenttä

Yrityksen hankintatoimi on laaja kokonaisuus, joka pitää sisällään kaiken raakojen materiaalien alkuperästä lopputuotteen saamiseen kuluttajalle. Hankintojen johtamisella tavoitellaan tämän prosessin tehokasta ja jouhevaa hallinnointia. (Prater & Whitehead, 2013, 7–9) Myös varastonohjaus on osa hankintojen johtamista ja yrityksen hankintaketjua. Varastoa pidetään yrityksen suurimpana ja vaikeimpana omaisuutena hallita, niin rahallisesti kuin fyysisesti (Prater & Whitehead, 2013, 61–62). Tämän takia varastonohjaus on yrityksen optimaalisen toiminnan kannalta tärkeää. Varastonohjaus edistää hankintaketjun toimintaa esimerkiksi parantamalla ennustettavuutta, vähentämällä kustannuksia ja tunnistamalla yritykselle kriittisiä tuotteita (Prater & Whitehead, 2013, 63)

2.2 Luokittelu ja motiivit

Varastot voidaan luokitella käyttötarkoituksen tai toiminnallisuuden mukaan. Käyttötarkoituksen mukaan varastot erotellaan raaka-aine- tai materiaalivarastoksi, valmisteverastoksi, varaosa- tai tarvikevarastoksi sekä keskeneräisen tuotannon varastoksi (Viale & Carrigan, 1996, 7). Tässä työssä keskitytään käyttötarkoitukseluokituksen mukaisista varastoista vain materiaalivarastoon.

Toiminnallisuuden mukaan varasto voidaan jakaa kahteen osaan, kierto- ja varmuusvarastoon. Vaikka jako voidaan tehdä näin yksinkertaisesti, varmuusvarastoa tarvitaan erilaisiin tilanteisiin, jonka takia varmuusvarasto on jaettu lisäksi omiin luokkiinsa. Näitä luokkia on kausi-, väli- ja kuljetus- tai prosessivarasto. Joissain luokitteluisissa on otettu mukaan myös suojavarasto. (Viale & Carrigan, 1996, 8–9)

Kiertovarastolla tarkoitetaan varaston kaikista aktiivisinta osaa, joka vaihtuu ja kiertää jatkuvasti. Sitä pidetään yllä ennakoivasti, jotta varastoa ei tarvitse täyttää pakon edessä, vaan suunnitellusti tietyssä aikataulussa (Tersine, 1988, 7). Kiertovaraston hiominen mahdollisimman tehokkaaksi, niin taloudellisesti kuin palveluasteeltaan, vaatii paljon varaston tunnuslukujen, kuten tilauspisteen ja tilausvälin laskemista. Lisäksi pitää huomioida varaston ylläpito- ja tilauskustannukset. (Fogarty, Blackstone & Hoffmann, 1991, 161–162) Tehokas kiertovarasto mahdollistaa kustannusten alentamisen.

Varmuusvarastolla tarkoitetaan kaikkea muuta varastoa, jota yritys pitää kiertovaraston lisäksi. Tällä pyritään ennakoimaan kysynnän epävarmuutta ja vaihtelua. (Tersine, 1988, 7) Ensimmäinen varmuusvaraston muoto on kausivarasto, jolla pyritään varautumaan kausittaiseen kysyntään tai suunniteltuihin pysähdyksiin tai tiedossa oleviin hidasteisiin tuotannossa (Viale & Carrigan, 1996, 9; Tersine, 1988, 7–8).

Seuraavalla varmuusvaraston muodolla, välivarastolla, tarkoitetaan varastoa, jota kerätään toisistaan riippuvaisten työvaiheiden välille, jotta voidaan välttää joutoaikaa työvaiheiden välillä (Tersine, 1988, 8). Tämän tyylinen varmuusvarastointi sujuvoittaa tuotantoa ja säästää aikaa, jolloin tuotannon tehokkuus paranee. Kolmas varmuusvaraston muoto on prosessi- tai kuljetusvarasto. Tällä tarkoitetaan varmuusvarastoa, jota ollaan parhaillaan siirtämässä paikasta toiseen. Tähän voidaan laskea niin ulkoisessa kuin sisäisessä siirrosta olevat varastoitavat tuotteet. (Tersine, 1988, 8) Materiaalien osalta voidaan puhua joko materiaaleista

jotka ovat matkalla tehtaalte tai materiaaleista, jotka ovat edenneet tuotantoon, mutta eivät ole vielä valmiita tuotteita.

Viimeinen varmuusvaraston muoto, jota ei huomioida kaikissa luokitteluisa, on suojava-rasto. Suojava-rasto vastaa kausivarastoa, mutta sillä varaudutaan tapahtumiin, joita ei vält-tämättä ole tulossa (Viale & Carrigan, 1996, 9). Suojava-rasto on olemassa siis ikään kuin pahan päivän varalle, erityisesti niissä tilanteissa, kun yrityksen toimintaympäristössä on epävarmuutta tai levottomuuksia.

Erilaisilla varmuusvarastoilla on vahva yhteys varastoinnin motiiveihin. Lyhyesti sanottuna fyysinen varmuusvarasto toimii vakuutuksena epävarmuutta vastaan (Slack et al., 2022, 446). Jokaiselle varmuusvarastotyypille on sitä vastaava varastoinnin motiivi. Kausivaras-toon motivoi kysynnän voimakas vaihtelu lyhyen ajanjakson sisällä, suojava-rastoon taas hin-tojen ja ympäristön vaihtelu tulevaisuudessa. Kaikesta varmuusvarastoinnista vastaa transaktio- sekä varmuusvarastointimotiivit. Varmuusvarastointiin motivoi myös kilpai-luetu, sillä jatkuva heikko palveluaste voi ajaa asiakkaita vaihtamaan kilpailevaan yrityk-seen. (Slack et al., 2022, 446)

2.2 Varastonohjauksen tunnuslukuja

Varastonohjaus vaatii paljon seurantaa, ennakointia ja laskemista. Tämän takia on kehitetty useita työkaluja ja järjestelmiä, jotka tekevät tästä tehtävästä huomattavasti helpompaa. Alla on esitetty yleisimpiä keinoja, joilla varastoa ohjataan tai seurataan matemaattisesti.

Varaston kiertonopeus

Varaston kiertonopeus kertoo, kuinka usein koko varasto vaihtuu tietyn ajan sisällä (Muller, 2003, 30). Kiertonopeus on tehokkuutta ilmentävä suhdeluku, jolla voidaan seurata sitä, kuinka paljon pääomaa varastoon on sitoutunut. Korkeampi suhdeluku tarkoittaa, että varas-toon on sitoutunut vähemmän pääomaa, ja päinvastoin. Varaston kiertonopeus (KN) tietyn ajan sisällä voidaan laskea kaavalla:

$$Kiertonopeus (KN): \frac{\text{Kulutus ajassa } x}{\text{Keskimääräinen varaston kokonaisarvo}} \quad (1)$$

Kiertonopeuteen voidaan vaikuttaa kasvattamalla kulutusta tietyn ajan sisällä, tai laskemalla keskimääräisen varaston kokonaisarvoa, jolloin tehokkuus kasvaa.

Varaston riitto

Varaston riitto on kiertonopeutta vastaava merkittävä tunnusluku, joka kertoo kuinka pitkäksi aikaa tavaraa riittää varastossa. Riitto voidaan laskea kiertonopeuden käänteislukuna suhteutettuna aikaan, alla esitetyllä kaavalla:

$$\text{Riitto: } \text{ajanmääre} \times \frac{1}{KN} \quad (2)$$

Riitto on suhdeluku, joka ottaa huomioon myynnin ja varaston dynaamisen suhteen, mutta pitkällä aikavälillä se voi olla epäluotettava vertailussa, koska voittomarginaalien muutos vääristää sitä. (Tersine, 1988, 522)

Palveluaste

Palvelutasolla tarkoitetaan todennäköisyyttä, jolla tuote on saatavilla sitä tarvittaessa. Yrityksen tulisi tähdätä mahdollisimman korkeaan palvelutasoon, koska täydellisen palvelutason saavuttaminen on lähes mahdotonta, ainakin tehdasympäristössä. (Fogarty et al., 1991, 165–168) Palveluaste (SLC) voidaan määritellä seuraavalla kaavalla:

$$SLC: 1 - P(s), \text{ jossa } P(s) \text{ on } \frac{\text{Kaikkien jaksojen lukumäärä yhteensä}}{\text{Jaksojen lukumäärä, joilla puutetilanteita on ollut}} \quad (3)$$

Kaava kuvaa riittämisen varmuutta. Tehdasympäristössä tämä voi tarkoittaa esimerkiksi materiaalien saatavuutta silloin, kun niitä tarvitaan tuotannossa.

EOQ – Taloudellinen tilauserä

Taloudellisella tilauserällä tarkoitetaan tilauserää, joka on kooltaan optimaalinen sekä tilauskustannusten, että varastoinnin kustannusten näkökulmasta. Sen tavoitteena on löytää tasapaino varaston pitämisen hyvälle ja huonoille puolille. Optimaalista tilauserää laskettaessa tulee huomioida käyttöpääoman, varastoinnin sekä vanhentumisriskin kustannukset. Näiden

lisäksi myös tilauskustannukset sekä mahdolliset alennuskustannukset. (Slack et al., 2022, 452) Taloudellinen tilauserä lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2RC}{PF}} \quad (4)$$

Taloudellisen tilauserän kaavassa otetaan huomioon kysyntä (R), täydennyseräkustannukset (C), hankintahinta (P) ja varastonpitokustannukset (F). Eräkoon kasvaessa tilaamisen kustannukset pienenevät, mutta samaan aikaan varastointikustannukset kasvavat.

EOI – Taloudellinen tilausväli

Taloudellinen tilausväli on tunnusluku, joka perustuu jaksolliseen varastoseurantaan, toisinkuin taloudellinen tilauserä, joka perustuu jatkuvaan seurantaan. Optimaalisen tilausvälin laskemisessa kysyntä oletetaan vakioksi. Taloudellisen tilausvälin laskemista varten määritellään maksimivarastotaso, johon myös täydennyserä suhteutetaan. Tilauksen koko määräytyy siis maksimivarastotason ja vakituisen seurantapisteen varastotason erotukseen. (Ter-sine, 1988, 135–136) Tilausväli voidaan laskea alla esitetyllä kaavalla:

$$EOI = \sqrt{\frac{2C}{RFP}} \quad (5)$$

Kaavassa täydennyseräkustannuksia kuvaa C, kysyntää R, varastonpitokustannuksia F ja hankintahintaa P. Taloudellisen tilausvälin kaavasta voidaan päätellä, että tilausten välisen ajan pidentyessä tilaamisen kustannukset pienenevät, mutta varastointikustannukset nousevat. Maksimivarastotaso (E) tarvitaan tilauserän määrittämiseen, ja se lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$E = R \times \frac{(T+L)}{N} \quad (6)$$

Kaavassa T kuvastaa tilausväliä, L kuvastaa toimitusaikaa, R kysyntää ja N toimintaviikkoja.

2.3 Keinovalikoimaa varastonohjauksessa

Varastonohjauksen tulee olla tehokasta, erityisesti kustannuksiltaan. Tähän sisältyy varastointi-, materiaali- sekä työkustannuksia. (Hukum & Shrouy, 2019) Kustannustehokkaaseen varastonohjaukseen on kehitetty laaja kirjo erilaisia tekniikoita, joilla varaston hallinnoiminen on huomattavasti helpompaa. Alla on esitetty osa yleisimmin hyväksytyistä varastonohjauksen keinoista.

ABC -analyysi

ABC -analyysiä käytetään jaottelemaan varastoidut tuotteet niiden merkityksellisyyden mukaan. Erilaisia jaotteluperusteita voi olla esimerkiksi kulutus, myyntikate, kiertonopeus tai varastoon sitoutuneet eurot. Fogartyn et al. mukaan ABC -analyysin tulisi olla jopa ensimmäinen askel varastokokonaisuuden hallitsemisessa (1991, 176). Voidaan siis sanoa, että kyseisen analyysin käyttäminen on erittäin merkittävä osa varastonohjausta.

ABC -analyysi perustuu Pareto -periaatteeseen, jonka mukaan jokaisessa joukossa pieni osajoukko edustaa merkitykseltään suurta osuutta koko joukosta. Periaatteeseen voidaan viitata myös 80/20 sääntönä. (Slack et al., 2022, 467) Luokkien määrä ei nimestä huolimatta ole rajoitettu kolmeen, eikä luokkarajatkaan ole tarkasti määritelty. ABC -analyysiä voi siis soveltaa omaan käyttötarkoitukseen sopivasti.

ABC -analyysiä voitaisiin käyttää esimerkiksi siten, että A-luokkaan kuuluu 20% prosenttia varastoiduista tuotteista, jotka kattavat 50% kulutuksesta. Seuraavaan, eli B-luokkaan, kuuluisi 30% varastoiduista tuotteista, jotka kattavat 40% kulutuksesta. Tällöin C-luokkaan kuuluisi 50% varastoiduista tuotteista, jotka kattavat vain 10% kulutuksesta. Tästä esimerkistä nähdään, että A-luokka on selkeästi yrityksen toiminnan kannalta merkittävin, ja C-luokka vähihten merkittävä. Tämä analyysi auttaa yritystä siis hahmottamaan, minkä tuotteiden varastointiin sen kannattaa panostaa.

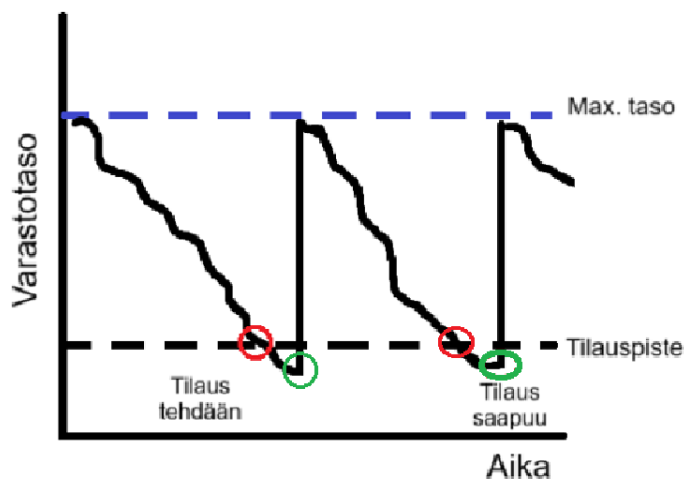
HML -analyysi

HML -analyysi toimii vastaavanlaisella periaatteella kuin ABC -analyysi, mutta jaottelu tehdäänkin tuotteiden myyntihinnalla, eikä niiden muunlaisen arvon kautta. Tässä analyysissä on myös vain kolme luokkaa, jotka mudostuvat siten, että H-luokka tarkoittaa

korkeahintaisia tuotteita (High Price Items), M-luokka tarkoittaa keskihintaisia tuotteita (Medium Price Items) ja L-luokka tarkoittaa matalahintaisia tuotteita (Low Price Items). (Hukum & Shrouty, 2019)

Tilauspistejärjestelmä

Varastonohjauksen analyysien lisäksi on olemassa myös järjestelmiä, joita voidaan hyödyntää keinovalikoimana. Ensimmäinen näistä on tilauspistejärjestelmä. Tilauspistejärjestelmässä asetetaan kiinteä tilauspiste, ja kun varastotaso tippuu alle tämän pisteen, tehdään uusi tilaus, joka nostaa varastotason takaisin maksimiarvoonsa. Tilauksen ajankohta riippuu kysynnästä, mutta tilauksen koko pysyy aina samana. (Muckstadt & Sapro, 2010, 237) Kuvassa 3 on esitetty tilauspistejärjestelmän toiminta käytännössä.



Kuva 3. Tilauspistejärjestelmän toiminta käytännössä (mukaillen Muckstadt & Sapro, 2010, 240)

Kuvassa sininen viiva kuvaa varaston maksimitasoa, joka saavutetaan aina tilauksen tullessa. Punaiset ympyrät kuvaavat hetkiä, jolloin tilaus tehdään, eli tilauspistettä ja vihreät ympyrät hetkiä, jolloin tilaus saapuu.

Tilausvälijärjestelmä

Tilausvälijärjestelmä toimii samalla idealla kuin tilauspistejärjestelmä, mutta tässä järjestelmässä vakio on tilauksien välinen aika, eikä tilauksen koko. Tilausvälijärjestelmä on

käytännöllisempi kuin tilauspistejärjestelmä, sillä tilauspistejärjestelmässä tilausväliksi voi tulla mikä tahansa luku, joka voi olla käytännössä haastava toteuttaa. Tilausvälijärjestelmän matemaattinen kaava on myös yksinkertaisempi laskea, joka helpottaa varastonohjaamista. (Muckstadt & Sapra, 2010, 47–48)

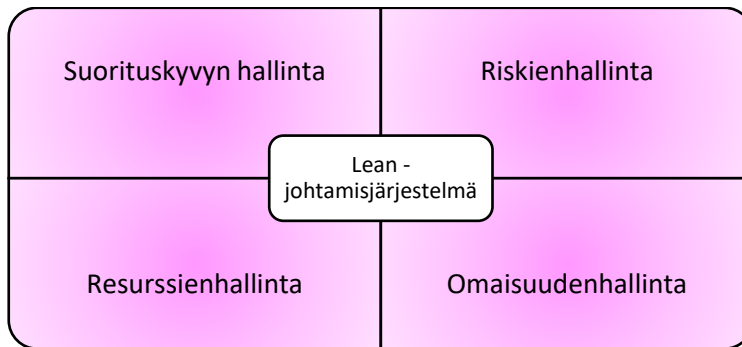
3 Varaston optimointi leanin avulla

Lean-ajattelutapa on lähtöisin 1900-luvun Japanista, Toyota Motor Corporationista. Toyotan kehittämä Toyota Production System (TPS) on yhdistelmä jo aikaisemmin esitettyjä ideoita, joista kehitettiin erilaisia tehokkuutta edistäviä konsepteja, jotka myöhemmin muokkautuivat lean-valmistukseksi. Toyotan tuotantoprosessin tehokkuudesta vastuussa ollut Taiichi Ohno keräsi ideoita esimerkiksi Yhdysvalloista Fordin tehtaalta, sekä supermarketeista. Nämä ideat yhdistettiin Toyotan valmistusprosessiin, ja 2000-luvun alussa ne muodostivat filosofian, joka on edelleen yksi maailman tunnetuimmista valmistus- ja johtamisfilosofi-oista. (Dekier, 2012) Tässä luvussa keskitytäänkin esittelemään lean-ajattelun perusteita sekä työkaluja, ja niiden hyödyntämistä varastonohjauksen tehostamisessa.

3.1 Lean-ajattelun perusteet

Lyhyesti esiteltyinä lean-ajattelu tarkoittaa sitä, että yrityksessä pyritään vähentämään ja eliminoimaan niin sanottua jätettä. Lean antaa työkalut sekä jätteen tunnistamiseen, että eliminointiin. Lean-ajattelu voidaan jakaa kahteen osaan, valmistukseen ja johtamiseen. Näitä molempia tulee hyödyntää, jotta yritys pystyy hyödyntämään mahdollisimman suuren osan sen potentiaalisesta tehokkuudesta. (Charron, Harrington, Voehl & Wiggan, 2015, 1–3)

Lean-ajattelu on kehitetty yrityksessä olevien prosessien ylläpitämiseen ja parantamiseen (Charron et al., 2015, 25). Tavoitteena on siis löytää keinot, joilla yrityksen tehokkuus saadaan maksimoitua. Charronin et al. (2015, 6–26) mukaan lean-johtaminen jakautuu neljään osaan, jotka ovat suorituskyvyn, riskien, resurssien ja omaisuuden hallinta, ja jokainen näistä osa-alueista tulee huomioida yrityksen lean-johtamisjärjestelmässä. Kuvassa 4 on esitetty johtamisen roolit lean-johtamisjärjestelmässä.



Kuva 4. Lean-johtamisen roolit (mukaillen Charron et al., 2015, 6)

Suorituskyvyn hallinnalla tarkoitetaan lean-ajattelussa sitä, että yrityksen tulee ottaa käyttöön lean-liiketoiminta-ajurit, jotta se voi saavuttaa leanin tuomia hyötyjä suorituskykyyn. Nämä viisi liiketoiminta-ajuria ovat arvo, arvovirran hallinta, virtaus, vetoperiaate ja täydellisyden tavoittelu. Arvolla tarkoitetaan tässä tapauksessa sitä, että todellisuudessa vain asiakas voi määrittellä sen perustuen siihen, että tuote täyttää kaikki asiakkaan halut ja tarpeet. Virtauksella taas tarkoitetaan sitä, että kaikki jätettä tuottavat vaiheet eliminoidaan, ja jäljelle jäävien vaiheiden tulisi virrata sujuvasti ilman keskeytyksiä. Vetoperiaatteella tarkoitetaan sitä, että tuotanto perustuu todelliseen kysyntään, eikä ennusteisiin. Tavoitteena on varmistaa, että jätettä ei pääse syntymään missään vaiheessa. (Charron et al., 2015, 7–8)

Omaisuu denhallinta lean-ajattelussa tarkoittaa sitä, että yrityksessä pyritään maksimoimaan omaisuuden suorituskyky mahdollisimman alhaisella omistushinnalla, ottaen samalla huomioon riskit, turvallisuus ja vaatimustenmukaisuus. Resurssienhallinta lean-ajattelussa puolestaan viittaa itse tuotantoprosessin kehittämiseen ja siihen, miten yritys voi maksimoida voittoja ja vähentää syntyvää jätettä tuotantoprosessin aikana. (Charron et al., 2015, 10–14)

Lean-ajattelussa riskienhallinnalla tähdätään siihen, että yritys löytää vaihtoehtoisen vakuutuksen varmuusvarastolle. Taustalla toimii se, että lean-ajattelussa pyritään vähentämään jätettä, johon myös varmuusvarasto, jota yritykset käyttävät usein vakuutuksena epävarmuuksille, lukeutuu. (Charron et al., 2015, 14–15) Nämä neljä johtamisen roolia muodostavat kokonaisuuden, jonka päälle lean-johtaminen rakentuu.

Jätteen eliminoiminen on merkittävä osa lean-ajattelua ja -johtamista. Jätettä syntyy yleensä sen takia, että tuotteet muuttuvat, mutta prosessit eivät muutu mukana. Charronin et al. (2015, 160–165) mukaisesti jätettä on yhdeksää eri tyyppiä, ja sitä syntyy koko yrityksessä,

mutta se voi joskus olla haastava erottaa jätteettömyydestä. Seitsemän ensimmäistä jätettä ovat pääasiassa sidoksissa tuotantoon, materiaaleihin ja laitteistoon, kun taas viimeiset kaksi ovat enemmän ihmiskeskeisiä (Slack et al., 2022, 561–562). Ensimmäinen jätteen tyyppi on ylituotanto, jolla tarkoitetaan yksinkertaisesti sitä, että tuotetta tehdään enemmän tai aikaisemmin kuin sitä tarvitaan. Toinen jätetyyppi on ylimääräinen varasto, joka syntyy siitä, että tuotteita kerätään turhaan varastoon. Kolmantena jätteenä pidetään viallisia tuotteita, jotka hidastavat tuotantoprosessia tai laskevat sen tehokkuutta. (Charron et al., 2015, 160–175)

Liikaproseessointi on neljäs jätteen tyyppi. Tähän lasketaan kaikki vaivannäkö tuotteen eteen, joka ei lisää sen arvoa mitenkään. Seuraavana jätteenä pidetään odottamista. Odottaminen hidastaa tuotantoprosessin kulkua, ja sitä voi esiintyä niin työntekijöiden, koneiden kuin materiaalien kohdalla. Kuudes jätetyyppi on turha liike, jolla tarkoitetaan kaikkea työntekijöiden tekemää työtä tai kommunikaatiota, joka ei lisää tuotteelle arvoa. Seitsemäntenä on kuljetuksesta syntyvä jäte. Tämä käsittää kaiken fyysisen kuljettamisen, esimerkiksi materiaalien siirron paikasta tai työvaiheesta toiseen. Kahdeksantena jätteen tyyppinä on työntekijöiden tuomien resurssien käyttämättömyys. Tällä tarkoitetaan sitä, että työntekijöiden osamista, aikaa tai ideoita ei käytetä tehokkaasti hyödyksi. Viimeinen jätetyyppi on käyttäytyminen. Tämä on näistä tyypeistä vähiten tunnettu, mutta yleisin, ja sitä esiintyy lähes jokaisessa yrityksessä. Käyttäytymisjätettä pidetään kaikkien muiden jätteiden juurisyyinä. (Charron et al., 2015, 175–193)

Kuten voidaan huomata, jätteen vähentäminen on erittäin merkittävä osa lean-ajattelutapaa. Jätteen vähentämisen lisäksi lean-ajattelussa on kaksi erittäin merkittävää osaa, jotka ovat jatkuva kehittyminen sekä lean-ajattelun peruspilarit, Just-In-Time ja Jidoka -periaatteet. Lean-ajattelussa tavoitteet asetetaan usein ideaaleina, jotka ovat todellisuudessa erittäin vaikeita saavuttaa, joten yrityksen tavoitteena on todellisuudessa löytää keinot liikkua jatkuvasti lähemmäs tavoitteiden saavuttamista. Jatkuvalle kehittämiselle on oma sanansa Japanissa, ”kaizen”, joka on yksi merkittävimpiä työkaluja lean-ajattelutavassa. (Slack et al., 2022, 514) Ensimmäinen lean-peruspilari, Just-In-Time-periaate käytännössä määrittelee, mikä on jätettä yrityksessä ja toinen, Jidoka-periaate määrittelee milloin prosessi tulee pysäyttää (Charron et al., 2015, 63).

3.2 Lean-työkalut

Lean-ajattelun työkalujen pääasiallinen tarkoitus on edistää prosessien tehokkuutta, eli leanin termein vähentää tai täysin eliminoida jätettä. Tässä luvussa käsitellään aluksi lean-ajattelun merkittävimpiä rakenteita ja sen jälkeen tärkeimpiä työkaluja, joita lean-ajattelussa voidaan käyttää tavoitteiden saavuttamiseksi.

Kaizen

Ensimmäisenä käsitellyssä oleva työkalu on jo aiemmin mainittu, erittäin merkittävä osa lean-ajattelua. Vaikka kaizen, eli jatkuva kehittäminen, ei olekaan varsinaisesti työkalu sanan konkreettisessa merkityksessä, sitä voidaan silti hyödyntää sellaisena lean-ajattelussa. Jatkuvan kehittämisen perusideana on se, että suurien ja paljon totuttelua vaativien muutosten sijasta tehdään jatkuvasti pieniä muutoksia, joihin tottuminen on suhteellisen helppoa. (Slack et al., 2022, 514) Pitkällä aikavälillä pienet jatkuvat muutokset eivät välttämättä tuo itsessään suuria muutoksia, mutta niiden vaikutus parantaa tehokkuutta ja vähentää jätettä pikkuhiljaa.

Just-In-Time

Toinen lean-ajattelua määrittävä osa on Just-In-Time-periaate (JIT). Tämän periaatteen ideana on se, että tuotannon koko toiminta perustuu siihen, mitä tarvitaan, milloin tarvitaan ja kuinka paljon tarvitaan. Eli mitään ei tuoteta liikaa, eikä liian ajoissa. (Charron et al., 2015, 63) Kaikki, mitä jää tämän toimintaperiaatteen ulkopuolelle, lasketaan yrityksessä jätteeksi, ja siitä tulisi päästä eroon.

Jidoka-periaate

Jidoka-periaate on kolmas lean-ajattelua määrittävä osa, joka unohdetaan usein kahden muun rinnalla (Hänggi, Fimpel & Siegenthaler, 2022, 29). Jidoka-periaate tavoittelee sitä, että tuotantoprosessi pysäytetään ja arvioidaan, kun huomataan vaillinaisuuksia. Ideana on

saavuttaa inhimillinen automaatio, eli koneet havaitsevat virheet ja pysähtyvät, jonka jälkeen ihminen voi puuttua tilanteeseen. (Charron et al., 2015, 63–67)

Arvovirtakuvaus

Ensimmäisellä työkalulla, arvovirtakuvauksella tarkoitetaan sitä, että koko tuotantoprosessista luodaan kuva, jossa on mukana myös koko informaatiovirta, alusta loppuun. Tarkoituksena on valita seurattavaksi jokin osa tuotteesta, joka tuo selkeästi arvoa lopputuotteelle ja samalla kulkee mahdollisimman monen prosessivaiheen läpi. (Hänggi et al., 2022, 85–86) Arvovirtakuvaus on suosittu keino tunnistaa vaiheet tai osat prosessista, joissa jätettä voidaan vähentää. Työkaluna arvovirtakuvaus antaa myös hyvän kuvan materiaalien ja informaation kulusta koko prosessin aikana.

5S -työkalu

Työkalun nimi tulee japanin kielen sanoista, Siri, Seiso, Seiton, Seiketsu ja Shitsuke. Ensimmäisessä vaiheessa, Siri (engl. Sort) eli lajittelussa, tarkoituksena on karsia kaikki turha, mitä prosessissa ei tarvita enää. (Hänggi et al., 2022, 92–93) Täten päästään eroon kaikista käyttämättömistä tai hyödyttömistä tavaroista, joka siistii työtilaa sekä sitä kautta tehostaa prosessia.

Toinen vaihe, Seiso (engl. Shine) eli kiillotus, korostaa sitä, että työalue pidettäisiin aina siistinä ja puhtaana. Myös tämä edistää hyödyttömien tavaroiden tai likaantumisen aiheuttajien hävittämistä ja sitä kautta tehokkuuta. (Hänggi et al., 2022, 94) Kolmannessa vaiheessa, Seiton (engl. Set in order) eli järjestelyssä, tavoitteena on tavaroiden järjestäminen loogisesti siten, että ne on jatkossa helppo löytää (Hänggi et al., 2022, 94). Tämä vähentää prosessissa etsimisen luomaa jätettä.

Neljännän vaiheen, Seiketsu (engl. Standardize) eli standardisoinnin, tavoite on normalisoida ensimmäisen kolmen vaiheen ajoitus ja tekotapa, jotta kaikki edellisissä vaiheissa saavutettu työ ei mene hukkaan. Viidennen vaiheen, Shitsuke (engl. Securing the Standard) eli standardin varmistamisen, tehtävänä on pitää huoli siitä, että työntekijät pidättäytyvät uudessa standardissa. (Hänggi et al., 2022, 95–96)

Visuaalinen johtaminen

Visuaalinen johtaminen on työkalu, jonka tavoitteena on sanaton kommunikaatio kuvatussa työntekijöille, mitä tulee tehdä seuraavaksi. Tällaista sanatonta kommunikointi voi olla erilaiset kuvat, videot tai ohjesarjat, jotka esittävät asiat mahdollisimman yksinkertaisesti ja nopeasti. Vähäinen tai olematon kommunikaation tarve nopeuttaa yrityksen prosesseja, ja täten vähentää jätettä, sillä kommunikaatio ei lisää arvoa yrityksen tuotteisiin. (Charron et al., 2015, 271–272)

Kanban -korttijärjestelmä

Kanban on kriittinen järjestelmä prosessien virtauksen varmistamiseksi. Sana 'kanban' tulee japanin kielestä ja tarkoittaa korttia tai taulua, jonka takia kyseessä onkin niin sanottu korttijärjestelmä. Kanbanin rooli prosessissa on säädellä materiaalin ja tiedon kulkua työntekijältä toiselle, joka tapahtuu yhdistämällä peräkkäisiä arvoa lisääviä prosessin vaiheita. Kanban -järjestelmän tavoite on vähentää liikatuotantoa, eli se on erittäin merkittävä työkalu jätteen eliminoimiseksi. (Charron et al., 2015, 267)

3.3 Lean varastonohjauksessa

Kuten voidaan huomata, varastonohjaus ja lean-ajattelutapa ovat vahvasti yhteydessä toisiinsa. Erityisesti varaston optimointiin pyrittäessä tulee huomioida ja käyttää lean-työkaluja perinteisten varastonohjauksen työkalujen rinnalla. Näissä työkaluissa on myös jonkin verran ristiriitoja, kuten lean-ajattelun peruseriaate, eli jätteen eliminoiminen, ja varastonohjauksen periaate varmuusvarastoinnista. Optimaalisen tuloksen kannalta lean-työkalujen priorisoiminen on kannattavampaa, koska ne on kehitetty puhtaasti tehokkuuden edistämiseksi.

Ristiriidoista huolimatta varastonohjauksessa ja lean-ajattelussa on myös paljon päällekkäisyyksiä, joita voidaan yhdistellä tukemaan toisiaan. Esimerkiksi tilauspistejärjestelmää voidaan hyödyntää siten, että lean-ajattelun Just-In-Time-periaate tukee sen toimintaa, ja täten ei synny ylimääräistä jätettä. Sama pätee myös tilausvälijärjestelmään, joka saattaisi olla vielä paremmin yhteensopiva Just-In-Time-periaatteen kanssa, sillä tilausvälijärjestelmä nojautuu tilauspistejärjestelmää vähemmän ennusteisiin.

Myös varastonohjauksen tunnuslukujen parantamisessa lean-ajattelun hyödyntäminen on merkityksellistä. Esimerkiksi varaston kiertonopeutta tarkasteltaessa voidaan todeta, että korkeampi kiertonopeus sitoo vähemmän pääomaa, jolloin yritys on tehokkaampi. Lean-ajattelun tehtävänä on lisätä tehokkuutta ja minimoida jätettä, jota juuri esimerkiksi varastoista syntyy. Täten voidaan olettaa, että lean-työkalujen hyödyntäminen varastonohjauksessa nostaa varaston kiertonopeutta.

Monet muutkin varastonohjauksen tunnusluvut ja mittarit tukevat lean-ajattelumallia, ja helpottavat sen mittaamista yrityksen toiminnassa. Jo aiemmin mainittu kiertonopeus on yksi tehokas tapa mitata lean-ajattelun toimivuutta yrityksen varaston optimoinnissa. Tätä kautta myös varaston riittoa voi käyttää lyhyellä aikavälillä lean-ajattelun toimivuuden mittaamiseen. Lisäksi taloudelliset tilaus- ja toimituspisteet ovat hyödynnettävissä mittareina lean-ajattelussa, kun mittareita käytettäessä otetaan huomioon halu pitää varmuusvaraston taso mahdollisimman alhaisena.

4 Case: Yritys X:n materiaalikomponenttien varaston optimointi

Tämän luvun tarkoituksena on käsitellä työn empiiristä osuutta. Aluksi esitellään kohdeyritys, johon viitataan yrityksen anonymiteetin säilyttämiseksi nimellä Yritys X, sekä syyt tämän tutkimuksen tekemiselle. Sen jälkeen käydään läpi tutkimuksen konkreettinen toteutus tutkimusmenetelmien osalta, sekä aineiston analyysin prosessikuvaus.

4.1 Kohdeyritys ja perustelut tutkimukselle

Tämän tutkimuksen kohdeyrityksenä toimii suuri suomalainen teollisuusalan yritys, ja tutkimuskohteeksi on rajattu yrityksen toimesta tiettyjen materiaalikomponenttien varaston optimointi. Materiaalikomponentit ovat osa materiaalivarastoa, ja niiden varastointiin vaikuttaa monet asiat, kuten esimerkiksi tuotannonsuunnittelu, materiaalihankinta sekä muut varastoitavat tuotteet. Tutkimus on ajankohtainen yritykselle, sillä uusi, hetki sitten käyttöönotettu varastonohjausjärjestelmä muutti materiaalikomponenttien varastointia merkittävästi.

Kohdeyrityksessä päädyttiin valitsemaan materiaalikomponenttien varaston optimointi, sillä se on erittäin merkittävässä roolissa niin kysynnän kuin tilankin puolesta. Varastoitavat materiaalikomponentit vievät paljon fyysistä tilaa materiaalivarastosta, sillä niiden määrät ovat erittäin suuria tuotantovolyymien sekä nimikkeiden määrän johdosta. Uusi varastonohjausjärjestelmä asettaa myös merkittäviä rajoitteita materiaalikomponenttien varastointiin, jonka takia yrityksessä koettiin, että niiden varaston optimointi on tällä hetkellä tärkeämpää kuin koskaan aiemmin.

4.2 Tutkimusmenetelmät

Tämä kandidaatintyön empiirinen tutkimus oli kvalitatiivinen tapaustutkimus, joka tehtiin yhdestä yrityksestä. Aineisto kerättiin puolistrukturoitujen haastatteluiden avulla. Haastateltavia henkilöitä oli yhteensä kolme, ja anonymiteetin säilyttämiseksi haastateltaviin viitataan Henkilöinä A, B ja C. Henkilö A toimii yrityksessä sisälogistiikan ja tuotteenvalmistuksen vastuuhenkilönä. Henkilö B puolestaan on yrityksessä tuotannonsuunnittelun asiantuntijana

ja Henkilö C toimii sisälogistiikan esihenkilönä. Haastateltavat tiesivät olevansa osa tätä kandidaatintyön tutkimusta ja heille oli kerrottu, mihin tutkimus liittyy. Suuntaa-antava kysymysrunko oli lähetetty kaikille haastateltaville ennen haastattelujen toteuttamista. Valmiiksi mietityllä kysymysrungolla haluttiin varmistaa se, että haastattelu pysyy aiheessa ja kaikki tutkimuskysymysten kannalta tarpeellinen tuodaan esille.

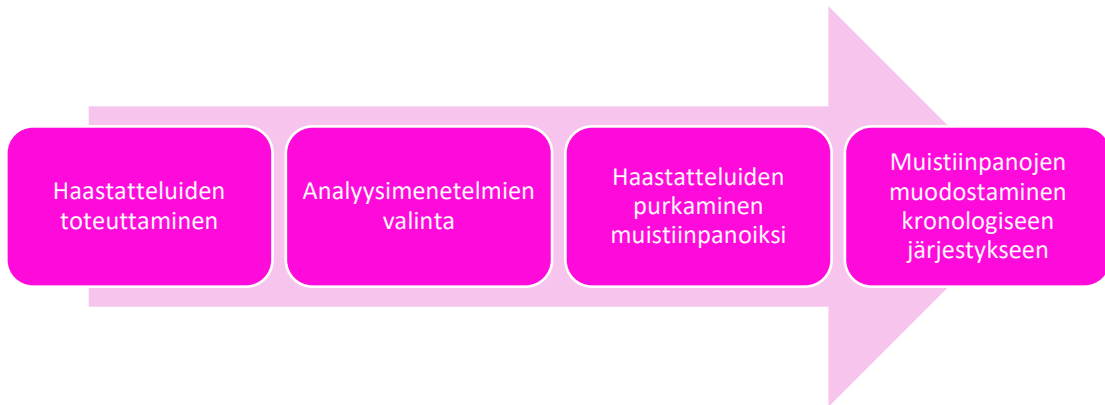
Erikseen tehdyissä haastatteluissa kaikille esitettiin samat kysymykset, mutta niiden painotus erosi haastateltavien rooleja mukaillen. Henkilön A haastattelu painottui kokonaiskuvan muodostamiseen yleisesti varastoinnista. Henkilön B haastattelussa keskityttiin enemmän tuotannosuunnittelun ja tilaus-toimitussyklin näkökulmaan. Viimeisessä haastattelussa, Henkilön C kanssa, keskityttiin operatiiviseen puoleen varastoinnissa, jolloin myös varastoinnin vaikutukset päivittäiseen toimintaan tulivat esiin.

4.3 Aineiston analyysiprosessi

Laadullisen tutkimuksen tavoitteena on tulkita aineistoa erilaisilla menetelmillä siten, että aineistoon saadaan lisättyä mahdollisimman paljon informaatioarvoa. Aineiston käsittely aloitetaan muuttamalla se tutkittavaan muotoon, jonka jälkeen aineiston analysointi valitulla tai valituilla menetelmillä voidaan aloittaa. (Günther, Hasanen & Juhila, 2024) Tässä tutkimuksessa valittiin käyttää aineiston tulkinnassa sisällönanalyysiä. Sisällönanalyysin tavoitteena on löytää aineistosta niin sanottu punainen lanka, eli sellaisia elementtejä, jotka toistuvat. Tällä pyritään varmistamaan se, että keskitytään aineistossa huomattaviin eroihin ja samanlaisuuksiin kuitenkin hukkumatta yksityiskohtiin. (Vuori, 2024)

Tutkimuksessa yhdistyy sekä induktiivinen, eli aineistolähtöinen, että deduktiivinen, eli teorialähtöinen, sisällönanalyysi. Induktiivisessa sisällönanalyysissä lähdetään liikkeelle aineistosta, josta pyritään avoimin mielin etsimään kiinnostavia sisältöjä. Deduktiivisessa sisällönanalyysissä puolestaan aineiston lähestyminen aloitetaan teoreettiselta pohjalta, joka määrittelee aineiston kiinnostavat sisällöt. (Vuori, 2024) Induktiivisesti tutkimuksessa lähestyttiin uuden järjestelmän vaatimuksia materiaalikomponenttien varastoinnille sekä optimaalisia ja toteutettavissa olevia varaston optimointikeinoja. Deduktiivista sisällönanalyysiä taas puolestaan käytettiin yleisesti siihen, miten varastotasojä voidaan sopeuttaa ja mitä sopeuttaessa tulee ottaa huomioon.

Sisällönanalyysin tukena on tässä tutkimuksessa käytetty aineiston pohjalta luotuja muistiinpanoja, joissa on tiivistetty tutkijan mielestä merkityksellisimmät havainnot. Muistiinpanot on jaettu haastattelukysymysten mukaisesti siten, että haastatteluista kerätyt havainnot ovat haastattelujen kronologisessa järjestyksessä. Tällainen lähestymistapa helpotti ja nopeutti analysointiprosessia purkamalla aineiston entistä helpommin käsiteltävään muotoon.



Kuva 5. Prosessikuvaus analyysistä

5 Tutkimustulokset

Tämän luvun tarkoituksena on perehtyä syvällisemmin tutkimuksesta saatuihin tuloksiin, eli purkaa haastatteluiden vastauksia yhdistämällä ne tutkimuksen teoreettiseen viitekehykseen. Tuloksia lähdetään purkamaan tutkimuskysymyksiä mukaillen. Ennen tätä tutustutaan kuitenkin Yrityksen X lähtötilanteeseen.

5.1 Lähtötilanne

Uuden varastonohjausjärjestelmän lähtötilanteen kartoittaminen aloitettiin selvittämällä nykyisen varastotilan määrä, joka on varattu materiaalikomponenttien säilyttämiseen. Myös nykyisiä varastoarvoja kartoitettiin haastattelukysymysten avulla. Lisäksi haastatteluissa kysyttiin aluksi uuden ja vanhan varastonohjausjärjestelmän eroista ja rajoitteista. Kartoitukseen sisältyi myös nykyiset toimintakäytänteet, kuten materiaalikomponenttien tilaus-toimitussykli, tuotannosuunnittelun rooli materiaalikomponenttien tilaus-toimitussyklissä, sekä käyttämättä jääneiden materiaalikomponenttien palautuskäytäntö.

Tämän tutkimuksen kannalta olennaista on vain materiaalikomponenteille käytössä oleva varastotila. materiaalikomponenttien nimikkeitä, eli erilaisia materiaalikomponentteja on yhteensä noin 200. Tämä määrä kattaa kaikki materiaalikomponenttikoot, joita on neljää erilaista. Mahdollisia kokoja tutkimuksen materiaalikomponenteissa on neljää erilaista. Lisäksi yhdestä materiaalikomponentteistä löytyy kahta erilaista variaatiota. Materiaalikomponenteille on varattu 39 varastobiniä. Varastobinillä tarkoitetaan yhtä varastointialuetta, jolle materiaalikomponenttien tapauksessa mahtuu 32 lavaa. Lavalla olevien materiaalikomponenttien määrä vaihtelee materiaalikomponenttikokojen mukaan, mutta määrä vaihtelee 5 070 – 8 580 materiaalikomponentin välillä. Yhteen varastobiniin voidaan sijoittaa vain yhtä nimikettä, jolloin varastossa voi olla yhdenaikaisesti arviolta vain 19,5% nimikkeistä.

Näiden varastobinien lisäksi varalla on niin sanottuja massabinejä, joihin voidaan sijoittaa useampaa eri nimikettä kyseisiä materiaalikomponentteja. Kyseessä on kuitenkin vain hätävarasto, sillä tällaiseen massabiniin mahtuu 6–14 täyttä lavaa materiaalikomponentteja. Vajaille lavoille on myös oma varastobininsä, johon mahtuu noin 100 lavaa. Tätäkin massabiniä voi hyödyntää eri materiaalikomponenttinimikkeille, mutta tulee huomioida, että lavojen

tulee olla vajaita. Tarvittaessa materiaalikomponenteille voidaan hyödyntää muutakin varastotilaa, kuten best-hallia. Best-hallilla tarkoitetaan kiinteää ulkovarastointihallia, jonka katto on tehty pressusta. Myös tehtaan varastointialueelta sisältä voidaan väliaikaisesti hyödyntää joitakin tiloja. Näillä keinoilla materiaalikomponenttien varastotila voidaan hetkellisesti jopa kaksinkertaistaa, mutta kyseessä ei ole kestävä tai pitkäaikainen ratkaisu. Tällä hetkellä materiaalikomponenttien varastopinta on noin 90% tasolla, eli suurin osa varastosta on käytössä, johon lukeutuu niin pitkä- kuin lyhytaikaisetkin varastointiratkaisut.

Uuden varastonohjausjärjestelmän käyttö on tuonut järjestelmällisyyttä sekä selkeyttä varastointiin. Haastatteluissa suurimpina eroina vanhaan järjestelmään nähden nousi juuri se, että mitään ei pystytä tekemään järjestelmän ohi, jolloin sekä saldot että fyysiset paikat pysyvät varastoinnissa selkeänä. Toisaalta tämä järjestelmällisyys tuo fyysiseen tilankäyttöön enemmän haasteita. Uusi varastonohjausjärjestelmä on käytännössä sen verran tuore, että kaikista hyödyistä ja haitoista verrattuna vanhaan järjestelmään ei osata vielä sanoa. Järjestelmän vaihto on vaikuttanut myös toimintakäytänteisiin Yrityksen X varastoinnissa. Seuraavissa alaluvuissa syvennyttään tutkimustulosten kautta enemmän näihin käytänteisiin.

5.2 Varastoinnin vaatimukset ja rajoitteet

Varastoinnin raamit syntyvät kahdesta osa-alueesta, järjestelmän tuomista sekä fyysisistä rajoitteista ja vaatimuksista. Molempia näistä osa-alueista nostettiin esiin haastattelussa. Henkilöt A ja C kommentoivat rajoitteita seuraavasti:

”Uudessa järjestelmässä mitään ei voi tehdä järjestelmän ohi, joka on positiivista. Kaikki menee järjestelmän ehdoilla, joka pitää saldot kohdillaan ja aina tietää missä on mitään, ja työntekijöitä ohjaa järjestelmästä tuleva tieto. Fyysisesti tilan käyttö nykyiseen infraan on haastavamapaa, koska jokaiselle varastointiyksikölle pitää olla omat paikat.” – Henkilö A

”Sisäisenä rajoitteena fyysiset tilat on tietyn kokoiset eikä sitä pysty laajentamaan, layoutilla pyritty optimoimaan tilahyöty. Järjestelmä rajoittaa toimintaa siinä mielessä, että ennen tavaraa pystyi laittamaan mihin vaan, ja nykyään pitää olla oma bini, ennen pystyttiin ottamaan vastaan ja tavara oli vaan jossain.” – Henkilö C

Henkilö A siis kokee, että uusi varastonohjausjärjestelmä on tuonut varastointiin sekä positiivisia että negatiivisia vaikutuksia. Hänen oman roolinsa pohjalta uuden järjestelmän käyttäminen on edistänyt seurattavuutta ja informaation kulkua, joka on merkittävä osa varastoinnin optimointia. Myös Henkilö C toi haastattelussaan esille samaisen rajoitteen siitä, että

kaiken on mentävä järjestelmän mukaisesti, joka ei operatiivisesta näkökulmasta ole aina kovin helppoa, vaikkakin pitkällä aikavälillä se on parempi ratkaisu. Kuten molemmat haastateltavat kertovat, järjestelmä on lisännyt fyysistä rajoitetta, sillä tilan käyttäminen on rajoitetumpaa. Uusi järjestelmä vaatii sen, että eri nimikkeillä tulee olla omat varastopaikkansa, eikä nimikkeitä voida enää sekoittaa keskenään.

Tuotannosuunnittelun asiantuntijan, Henkilön B, näkökulmasta järjestelmän rajoitteet ovat hankaloittaneet työn suorittamista tehokkaasti:

”Materiaalikomponenttien tilaajalle varaston tilan kokonaiskuva ei löydy helposti, kokonaisuudet näkee, mutta ei sitä miten ne on sijoitettu varastobineihin tai paljon paikkoja on vapaana. Selvittämiseen menee aikaa ja se hankaloittaa materiaalikomponenttitilasta kun ei tiedä mahtuuko sisään, paljon tulossa ja tarvitseeko aikatauluttaa. - - Uudessa järjestelmässä kotiinkutsua voi muokata siihen asti, että siitä tehdään saapuva toimitus järjestelmään, sen tekemisen jälkeen ei voi muokata, vaikka joskus tarvitsisi.” – Henkilö B

Kotiinkutsulla tarkoitetaan tässä yhteydessä materiaalikomponenttien tilaamista toimittajalta. Vanhassa järjestelmässä kotiinkutsun saapuvaa toimitusta pystyi muokkaamaan jopa silloin, kun vastaanottoja kyseiselle toimitukselle oli tehty. Saapuvalla toimituksella tarkoitetaan ostotilausta, joka tehdään materiaalikomponentteja tilatessa. Ostotilauksen tulisi vastata fyysisesti saapuvaa määrää ja nimikkeitä, mutta näin ei aina ole, jonka vuoksi ostotilausta pitäisi pystyä muokkaamaan vielä vastaanotonkin yhteydessä. Uusi järjestelmä on siis lisännyt jäykkyyttä toimintaan, joka on joistakin näkökulmista positiivista, toisista näkökulmista negatiivista.

”Ulkoinen rajoite on helpottanut, kun toimittaja on kahdessa vuorossa, eli materiaalikomponenttien tulemiselle on nykyisin 16 tuntia aikaa 8 tunnin sijaan.” – Henkilö C

Henkilö C toi siis haastattelussaan esille operatiivisen puolen kehityksen, joka ei liity suoraan uuteen varastonohjausjärjestelmään, mutta vaikuttaa kuitenkin materiaalikomponenttien varastointiin. Tämän muutoksen etuna on joustavuus materiaalikomponenttien toimittamisessa, joka puolestaan tasapainottaa uuden varastonohjausjärjestelmän luomaa jäykkyyttä ja joustamattomuutta. Vaikka muutos ei olekaan suoraan liitännäinen uuteen varastonohjausjärjestelmään, voidaan sitä pitää epäsuorasti järjestelmän tuomana etuna.

Uudesta varastonohjausjärjestelmästä tuotiin esille myös sen asettamia vaatimuksia, jotka osittain liittyvät myös rajoitteisiin. Henkilön A mukaan vanha varastonohjausjärjestelmä oli todellisuudessa viidakko erilaisia järjestelmiä linkitettyinä toisiinsa, joita oli hyvin haastava

kehittää vähäisen tuen ja järjestelmien iän vuoksi. Tämän vuoksi vanhassa varastonohjausjärjestelmässä oli käytössä sille kehitetty toimintamalli, joka ei toimi yhdessä uuden varastonohjausjärjestelmän kanssa. Toisin sanoen uusi järjestelmä vaati myös täysin uuden toimintamallin varastoinnin ympärille. Uudessa toimintamallissa kaikkia tunnistetietoja, kuten erä-, paikka- ja varastointitietoja, seurataan erittäin tarkasti, jolloin tuotteiden jäljitettävyyden paranee ja kokonaisuuden hallinta helpottuu.

Henkilö B toi esiin rajoitteidenkin yhteydessä läpikäydyn kotiinkutsun muokkauksen. Uuden järjestelmän rajoitus kotiinkutsujen muokkauksessa aiheuttaa sen, että viime hetken muokkauksia varten pitää tehdä täysin uusi tilaus, jolloin toimittajan laskutus menee sekaisin. Henkilön B työnkuva on myös hankala siinä mielessä, että hänen tulee tehdä kuittaus saapuvasta toimituksesta, mutta hän ei itse ole paikan päällä tavaran vastaanotossa.

”Työntekijä tietää mitä tekee, järjestelmä tarjoaa tiedon siitä mihin materiaalikomponentit pitää viedä, ennen ne vain jätettiin johonkin. Kaikki tehdään järjestelmän kautta.” – Henkilö C

Haastattelussaan Henkilö C tuo esiin järjestelmän vaatimuksen siitä, että kaikelle pitää olla oma paikkansa ja työntekijällä tulee olla tieto tästä paikasta. Uusi järjestelmä vaatii sitä, että kaikki tehdään järjestelmässä, eikä sitä pysty kiertämään mitenkään. Henkilöt A ja C olivat molemmat sitä mieltä, että tämä on positiivinen uudistus, vaikka se viekin aikaa ja vaatii tarkkuutta työntekijöiltä. Uuden järjestelmän vaatimukset ovat siis kehittäneet varastointia järjestelmällisemmäksi.

5.3 Varastotasojen sopeutus

Varastotasojen sopeutuksessa tulee ottaa huomioon monia asioita. Nämä vaihtelevat yrityksen tavoitteita, resursseita ja rajoitteita mukaillen. materiaalikomponenttien osalta varastotasojen sopeutuksessa tulee huomioida haluttu varastotaso, tilaus-toimitussykli, tuotannon suunnittelun vaikutus sekä yrityksen rajalliset fyysiset resurssit. Myös yrityksen tavoitteilla on suuri merkitys materiaalikomponenttien varastotasojen sopeutusta mietittäessä.

”Varaston täyttöaste, kuinka paljon on missä vaan varastossa, sitä seurataan paljon.” – Henkilö A

”Edelleen täyttöasteen mittaaminen tärkeä asia toiminnan kehittämisen kannalta. Koko ajan nähdään paljon varastossa on kokonaisuudessaan tilaa. Nimikkeitä mahtuu 70

maksimissaan sisälle, ehkä vähemmän. Niitä on vajaa 200 joten siinä muodostuu haaste. Pystytään mittaamaan materiaalikomponenttien kiertonopeutta, ja niistä mitä ei ajeta pitäisi pyrkiä pääsemään heti eroon.” – Henkilö C

Haastattelussa Henkilöt A ja C vastasivat, että varaston täyttöaste on kaikista merkittävin varastonohjauksen mittareista heidän käytössään. Lisäksi Henkilöt B ja C nostivat esille materiaalikomponenttien kiertonopeuden. Toisin sanoen kaikki merkittävänä pidetyt varastonohjauksen mittarit liittyvät materiaalikomponenttien määrään varastossa. Tällä hetkellä materiaalikomponenttien varaston täyttöaste on päivittäin arviolta 90% tai hieman yli. Täyttöastetta haluttaisiin pudottaa selkeästi alhaisemmalle tasolle, jopa 20%:llä prosenttiyksiköllä. Tason pudottamisella merkittävästi pyritään siihen, että Yrityksen X arki pyörisi saumattomasti, eikä materiaalikomponenttien varastointiin tarvitsisi jatkuvasti keksiä hätäratkaisuja, tai vaihtoehtoisesti sopeuttaa tuotantosuunnitelmaa kiireellisellä aikataululla vastaamaan tarjolla olevia materiaalikomponentteja.

”Materiaalikomponenteille ei ole puskurivarastojam ne tilataan tarvetta varten tuotannon vaatimuksesta. Materiaalikomponentit myös tilataan lähes suoraan toimittajan tuotannosta, koska toimittajakaan ei pidä puskurivarastoa materiaalikomponenteista.” – Henkilö B

Henkilö B puolestaan kommentoi puskurivarastojen puutetta merkittävänä tekijänä varastotasojen ajatellen. Yritys X ei rajallisen fyysisen tilan vuoksi voi pitää puskurivarastoa materiaalikomponenteille, ja myöskään toimittaja ei ole suostuvainen tällaisen varaston ylläpitämiseen. Henkilön C mukaan materiaalikomponenttien hallinointi on kuitenkin hieman helpompaa best-hallien ansiosta. Toisaalta puskurivaraston puute on hyväksi varastotasojen kannalta, koska tällöin varmuusvarasto ei vie tilaa kiertävältä varastolta. Yrityksen X on siis helpompi pitää materiaalikomponenttien kiertonopeus halutulla tasolla. Varastotason hillitsemiseksi olisi myös tärkeää päästä nopeasti eroon käyttämättömistä materiaalikomponenteista, kuten Henkilö C sanoi haastattelussaan.

”Materiaalikomponenttien tuleminen pyritään estämään tai palauttamaan heti jos tuotantoon ei tulekaan tilattuja materiaalikomponentteja.” – Henkilö B

”Tasoa haluttaisiin tiputtaa 20%, jotta arki pyörisi jouheasti eikä tarvitsisi tehdä muutoksia järjestelmässä että selvittää seuraavaan päivään. - - Tiputtaisi myös sidottua rahallista arvoa.” – Henkilö C

Tärkeänä tavoitteena tuotiin esille myös materiaalikomponenttien varastoon sitoutuneen rahallisen arvon laskeminen. Korkea täyttöaste luonnollisesti nostaa myös varastoon sitoutuneen pääoman määrää. Tämän vuoksi olisi tärkeää keskittyä kiertonopeuden nostamiseen

sekä tiheään palautustahtiin tai vaihtoehtoisesti estämään turhien materiaalikomponenttien tuleminen. Ongelmana turhien materiaalikomponenttien palauttamisessa on toimittajan haluttomuus ottaa palautuksia vastaan useita kertoja viikossa. Tämän takia pyritään keskittymään juuri estämiseen, mikäli tilattuja materiaalikomponentteja ei voidakaan ottaa tuotantoon.

Materiaalikomponenttien tilaus-toimitussyklillä, tuotannosuunnittelulla sekä niiden vuorovaikutuksella toisiinsa on myös merkittävä rooli varaston sopeutuksessa. Materiaalikomponentit tilataan kaksi vuorokautta etuajassa, eli tilausta tehdessä suunnitellaan kahden päivän päähän. Henkilön B mukaan tuotannosuunnittelussa ollaan tällä hetkellä tyytyväisiä materiaalikomponenttien tilaus-toimitusykliin, mutta tulevaisuudessa voidaan mahdollisesti siirtyä yhden päivän sykliin, jolloin tilaukset tehdään seuraavalle päivälle. Tuotannon joustavuus kärsisi tästä, mutta varasto toimisi paremmin. Myös Henkilö C oli sitä mieltä, että yhden päivän tilaus-toimitusykli olisi parempi.

”Palautukset kaksi kertaa viikossa, haaste tulee siitä että voi palauttaa vain täysiä lavoja, joten vajaan jää roikkumaan seuraavaan käyttökertaan asti, nostaa varastotasoja. Palauttamisen syklistä ei osata sanoa vielä onko se hyvä vai tarvitseeko olla tiheämpi. Palauttamisen haaste on se, että toimittaja haluaisi vain yhden palautuksen viikossa” – Henkilö B

”Toimitusyklin tulisi olla lyhyempi tai vaihtoehtoisesti palautusyklin pitäisi olla nopeampi. Jos tänään ajo josta jää yli, materiaalikomponentit pitäisi saada seuraavana päivänä viimeistään pois. Jos varastotaso ei laske niin kuin sen pitäisi, uusia materiaalikomponentteja ei voida ottaa vastaan eikä uusia tuotteita päästä ajamaan.” – Henkilö C

”Jos materiaalikomponentteja voitaisiin palauttaa joka päivä niin tuotantosuunnitelmalla ei olisi niin isoa vaikutusta materiaalikomponentteihin. Jos materiaalikomponentti menee yli viikon vanhaksi niin sitä ei voida enää palauttaa ja materiaalikomponentti jää roikkumaan varastoon.” – Henkilö A

Kaikki haastateltavat siis kokevat, että nopeampi palautusykli olisi vaihtoehto lyhyemmälle tilaus-toimitussyklille. Tässä kuitenkin muodostuu ongelma ulkoisista rajoitteista, eli toimittajan haluttomuudesta ottaa palautuksia useammin vastaan. Lisäksi Henkilö B toi esille haastattelussa toimittajan haasteen siitä, että Yritys X saa tietää liian myöhään kuinka paljon materiaalikomponentteja saadaan, koska ne tulevat lähes suoraan toimittajan tuotannosta. Toisin sanoen toimittajan tuotanto rajoittaa asiakkaan, tässä tapauksessa Yrityksen X, tuotantoa. Tasapaino pitäisi siis löytää tuotannosuunnittelun ja tilaus-toimitusyklin väliltä, jos toimittaja ei ole halukas neuvottelemaan palautuskäytänteistä. Tuotantosuunnitelmat ovat erittäin joustavia, jota voidaan pitää niin hyvänä kuin huononakin piirteenä.

”Tuotantosuunnitelma pyritään pitämään vakaana, mutta välillä joudutaan tilaamaan nopealla syklillä materiaalikomponentteja, esimerkiksi muista materiaaleista ei tiedetä milloin ne valmistuvat, joten sen takia joudutaan joustamaan suunnitelmasta. Pitäisi olla joustavuutta myös materiaalikomponenttien tilauksessa ja varastoinnissa koska niitä ei voida tilan puutteen takia pitää puskurivarastossa.” – Henkilö B

”Varaston puolelta tuotantosuunnitelma on liian joustava, koska varaston tasolla joustavuuden joudutaan sopeutumaan liikaa ja se aiheuttaa ongelmia. Nopeat muutokset aiheuttavat sen, että edelliseen muutokseen ollaan jo keretty reagoimaan, ja ollaan jo pitkällä, niin sanotusti materiaalikomponentit käsissä ja sitten niitä ei ajetaakaan, joka aiheuttaa päänvaihon.” – Henkilö C

Suunnitelmassa tulisi siis huomioida paremmin sen vaikutukset varastoon, mutta kuten Henkilö C totesi haastattelussaan, jotkin ulkoiset tekijät vaikuttavat tuotantosuunnitelmaan tavoilla joita ei voida ennustaa. Tuotannosuunnittelussa pitää pystyä käsittelemään ja arvioimaan laajasti esimerkiksi sitä, miten muutokset vaikuttavat koko tuotantoketjuun materiaalista lopputuotteeksi sekä vaikutuksia toimittajaan, koska Yritys X ei voi tilata materiaalikomponentteja varmuudeksi, ja lähettää niitä heti takaisin ajon siirtyessä tai peruuntuessa.

5.4 Optimoinnin keinot

Varaston optimointiin voidaan käyttää laajaa keinovalikoimaa, joita on eritelty aikaisemmin tässä työssä. Kaikista parhaat keinot yksittäisiin tilanteisiin ovat kuitenkin täysin uniikkeja. Toiset keinot ovat toteutettavissa yhdessä tilanteessa optimaalisesti, mutta eivät välttämättä sovi toiseen tilanteeseen ollenkaan. On myös hyvin todennäköistä, että optimoinnissa pitää hyödyntää yhdistelmiä useista eri keinoista. Tämän vuoksi haastattelukysymykset pyrittiin muotoilemaan siten, että voidaan selvittää myös sitä, millaiset keinot voisivat Yrityksen X tilanteessa olla optimaalisesti toteutettavissa.

Myös Yrityksen X tapauksessa eri sopeutuskohteisiin voidaan käyttää erilaisia keinoja sopeutuksen optimoinnin toteuttamiseksi. Varastotason madaltamiseen voidaan hyödyntää yhdistelmää todella monesta keinosta. Merkittävimpänä varaston optimoinnin keinona voidaan nostaa esiin kaizen, eli jatkuva kehittäminen. Tämän avulla yritys voi seurata materiaalikomponenttien varastointia ja sitä kautta tunnistaa pieniä kehityskohteita, jotka pitkällä aikavälillä tehostavat koko varastointia. Myös just-in-time-tekniikkaa voidaan pyrkiä hyödyntämään tehokkaammin Yrityksen X materiaalikomponenttien varastoinnissa. Tämä kuitenkin

vaatii kompromisseja ja yhteistyötä toimittajan kanssa, joka tuotiin myös haastatteluissa esille.

”Pyritään pitämään varasto mahdollisimman puhtaana, että siellä on vain ne mitä tarvitaan. Varastoa pitäisi inventoida jatkuvasti, että nähdään jos jää vajaita lavoja että niistä päästään eroon.” – Henkilö B

Hieman muunneltua 5s -työkalua voitaisiin myös hyödyntää materiaalikomponenttien varastotasojen sopeuttamisessa. Ensimmäisessä vaiheessa voitaisiin karsia turhia nimikkeitä, joita voisi olla esimerkiksi huonosti myyvät tai todella pienissä erissä ajettavat materiaalikomponenttinimikkeet. Vaihtoehtoisesti voitaisiin karsia kaizenin avulla löydettyjä turhia työvaiheita tai muokata prosesseja tehokkaammiksi. Toisessa vaiheessa 5s-työkalu korostaa siisteyttä, johon myös Henkilö B viittasi haastattelussaan. Tällä tarkoitetaan sitä, että pyritään pitämään materiaalikomponenttien varastointialue mahdollisimman siistinä ja hankkiudutaan mahdollisimman nopeasti eroon kaikesta ylimääräisestä. Kolmantena vaiheena olisi materiaalikomponenttien looginen järjestely esimerkiksi myyntimäärien mukaisesti, tai alustavan ajojärjestyksen mukaisesti, jotta kaikki olisi mahdollisimman helposti löydettävissä. Kaksi viimeistä vaihetta olisivat vain edellä mainittujen kolmen vaiheen normalisointi sekä ajoittainen varmistus siitä, että vaiheet ovat vielä käytössä.

”Päällysteitä pystytään hallinnoimaan pihahallin ansiosta hyvin ja kiertonopeutta on helpompi optimoida, mutta täyttöaste on iso ongelma materiaalikomponenttien osalta. Materiaalikomponenteissa helpottaa tilaus-toimitussykli, joten niitä on helpompi arvioida. Varaston kiertonopeutta haluttaisiin nopeammaksi tällä hetkellä varastotasoja vähentämällä, joka johtuu nimikkeiden määrästä. Tällä hetkellä tulee kulutukseen nähden liikaa materiaalikomponentteja sisälle. Roikkuminen voi johtua konerikosta tai muusta tuotantopausista jne. Eli joku ketjussa ei toimi niin kaikki pysähtyy ja sitä kautta varastotaso lähtee nousemaan. Myös työntekijöiden poissaolot tai muut vastaavat vaikeuttaa, näitä haastava ennakoita.” – Henkilö C

Henkilö C toi haastattelussaan esille pihahallien, eli best-hallien, tuomaa helpotusta materiaalikomponenttien varastointiin. Hän nosti esille myös kulutuksen ja vastaanoton epätasapainon, joka voi johtua monista arvaamattomista ja riippumattomista syistä. Lean-periaatteiden mukaisesti siis materiaalikomponenttien varastoinnissa syntyy vähintään neljää erilaista jätetyyppiä, joiden eliminoimiseen tulisi keskittyä. Osa jätteestä syntyy odottamisesta, eli esimerkiksi konerikoista tai työntekijöiden poissaoloista. Toisaalta jätettä myös syntyy ylimääräisestä varastosta, joka voi johtua edellä mainitusta odottamisesta tai vaikkapa liian aikaisin tilaamisesta. Lisäksi jätettä voi syntyä kuljetuksesta ja turhasta liikkeestä, sillä

materiaalikomponentteja tarvitsee ajoittain kuljettaa sisävaraston ja best-hallien välillä. Joskus tämä kuljettaminen on myös turhaa tuotantosuunnitelman muutosten tai odottamisen vuoksi.

Haastatteluissa tuotiin esille sitä, että uusi varastonohjausjärjestelmä on sen verran tuore, että kaikkia hyötyjä ja haittoja ei voida vielä nähdä operatiivisessa toiminnassa. Jotkin toimintaperiaatteet, kuten materiaalikomponenttien tilaus- ja palautuskyklit ovat vielä testauksessa, eikä niiden toimivuudesta osata sanoa varmuudella. Tämän takia on erittäin tärkeää, että Yrityksessä X keskitytään epäkohtien löytämiseen ja parantamiseen, eli lean-ajattelun periaatteiden mukaisesti kaizeniin. Myös just-in-time-tekniikan kehittäminen voi olla merkittävässä roolissa varastoinnin toiminnan kehittämisessä.

5.5 Tutkimustulosten yhteenveto

Kohdeyrityksen varastonohjaus ja -optimointi on vielä suhteellisen alkutekijöissä uuden järjestelmän osalta. Yrityksen toiminnasta ja itse järjestelmästä löytyi tutkimuksen perusteella kehityksen kohteita, joiden avulla Yritys X voi lähteä toteuttamaan optimaalisempaa varastointia lean-periaatteiden ja varastonohjauksen toimintamallien avulla.

Uutta järjestelmää suunniteltaessa ei pystytty täysin ennustamaan, millaisia komponentteja tai ominaisuuksia siihen tarvitaan, jotta Yrityksen X arki pyörii jouheasti. Haastatteluiden perusteella yrityksessä koetaan, että uusi varastonohjausjärjestelmä tarvitsee tietyiltä osin lisää joustavuutta. Parantamalla järjestelmän läpinäkyvyyttä, esimerkiksi helpottamalla materiaalikomponenttien kokonaiskuvan näkemistä, voitaisiin vähentää etsimisen tuomaa jätettä yrityksen operatiivisessa toiminnassa. Toinen tarvittava muutos järjestelmässä olisi kotiinkutsujen palauttaminen vanhaan malliin, jossa niitä pystyi muokkaamaan vielä vastaanotonkin yhteydessä. Tämä vähentäisi työvaiheita, joita uuden tilauksen luominen aiheuttaa prosessissa.

materiaalikomponenttien vastaanottamisen prosessissa olisi myös kehitettävää. Haastatteluissa kävi ilmi, että Henkilö B tekee vastaanoton, mutta fyysisesti ei voida tietää, mitä nimikkeitä toimituksessa saapuu ja kuinka paljon. Kuormat eivät aina vastaa fyysisesti siihen, mitä tilauksella on. Materiaalikomponentteja ei siis voida ottaa vastaan luomatta saapuvaa toimitusta, jolloin ostotilausta ei voida enää muokata vastaamaan todellisuudessa saapuvia

tuotteita. Lean-periaatteiden mukaisesti olisi todella tärkeää, että myös saapuvaa toimitusta voitaisiin muokata, jotta ylimääräisestä työstä syntyvän jätteen määrä vähenisi.

Kolmantena kehityskohtana voidaan tutkimuksen perusteella nostaa esiin toimittajasuhteen kehittäminen. Erityisesti materiaalikomponenttien palauttamisen syklissä on jonkin verran erimielisyyttä toimittajan kanssa, joka aiheuttaa hieman haasteita varaston puhtaana pitämiseen. Myös tiedonkulussa toimittajan ja Yrityksen X välillä on joskus haasteita. Optimaalisen varastoinnin saavuttamiseksi olisi tärkeää, että materiaalikomponenttien toimittajan kanssa päästäisiin kompromissiin, joka edistää varastointia lean-periaatteiden mukaisesti. Optimaalista varastointia saataisiin edistettyä myös siten, että toimittajalta tulee vain täysiä lavoja, jolloin vajaiden lavojen tuomaa haastetta ei synny heti alkutekijöissään.

Toimittajasuhteen kehittäminen vaikuttaa myös toimitussyklin kehitykseen, jonka optimointiin tulisi myös keskittyä. Optimaalinen toimitussykli vähentäisi ylimääräisestä varastoinnista syntyvän jätteen määrää, jolloin varasto pysyisi paremmin puhtaana. Toimitussyklin kehitys kuitenkin vaatii sen, että tuotantosuunnitelmaa pystyttäisiin vakiinnuttamaan. Vakiinnitus onnistuisi esimerkiksi siten, että tuotantosuunnitelma pidetään kiinteänä tietylle viikolle, mutta ajojärjestyksiä voidaan tietyissä määrin muuttaa. Tällöin materiaalikomponentteja voitaisiin mahdollisesti ottaa puskurivarastoon kyseiselle viikolle best-halliin, jolloin ei syntyisi toimittajan tuotannon aiheuttamaa epävarmuutta tai materiaalipuutteita.

Tuotannosuunnittelulle voitaisiin myös tietyissä määrin asettaa rajoituksia, joiden puitteissa materiaalikomponentteja ajettaisiin kerrallaan. Tässä tulee huomioida, että tuotantomäärille on myös muita rajoitteita, mutta tarkastellaan tässä pelkästään materiaalikomponenttien tilausten näkökulmasta. Taulukossa 1 on esitetty laskennalliset tuotantomäärät jokaiselle materiaalikomponenttikoolle. Laskennallisten tuotantomäärien on tarkoitus toimia optimaalisesti siten, että ajettavalla määrällä viedään vain kokonaisia varastobinejä, jolloin tilaa ei tuhlaata lainkaan. Materiaalikomponenttien kokoja kuvataan numeroilla 1–5 ja varastobinien mukaisia ajomääriä kuvataan taulukossa kirjaimilla a–e.

Taulukko 1. Optimaaliset ajomäärät materiaalikomponenttikootain

| Materiaalikomponentin koko | Ajomäärä (kpl), 1 bini | Ajomäärä (kpl), 2 biniä |
|----------------------------|------------------------|-------------------------|
| Koko 1 | a | 2a |
| Koko 2 | b | 2b |
| Koko 3 | c | 2c |
| Koko 4 | d | 2d |
| Koko 5 | e | 2e |

Viimeisenä kehityskohtana voitaisiin nostaa esiin vajaiden lavojen varastoiminen. Yrityksen X olisi tuottavaa arvioida sitä, kannattaako vajaita, käyttämättömiksi jääneitä lavoja hävittää esimerkiksi kuukausitasolla. Tässä tulee huomioida ja laskelmoida tasapaino hyötyjen ja kustannusten välillä siten, että fyysinen varastopaikkojen määrä ei rasi, eivätkä hävitykseen menevät lavat jää niin sanotusti varaston saldoihin roikkumaan. Hävitys tulisi siis tehdä säännöllisin väliajoin ja samanaikaisesti sekä fyysisesti että järjestelmästä.

6 Yhteenveto ja johtopäätökset

Tämän luvun tarkoituksena on esitellä kokonaisuudessaan tutkimuksen pohjalta syntyneet johtopäätökset, sekä arvioida tutkimuksen luotettavuutta.

6.1 Tutkimuksen yhteenveto ja johtopäätökset

Varaston optimointi on merkittävä, ja jokseenkin haastava osa, jokaisen fyysistä varastoa pitävän yrityksen toiminnassa (Logistiikan Maailma, 2024d). Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kehittää erään yrityksen varaston optimointia erikseen määritellyn materiaalin osalta. Kyse oli suuren teollisuusalan yrityksen materiaalikomponenttien varastoinnista. Varaston optimointia haluttiin kehittää Yrityksen X uuteen varastonohjausjärjestelmään vaihtamisen seurauksena. Uudessa varastonohjausjärjestelmässä vaatimukset varastoinnille olivat erilaiset kuin vanhassa, ja tällä tutkimuksella haluttiin ratkaista järjestelmän vaihdoksesta syntynyt haaste.

Tutkimuksen tekeminen aloitettiin määrittelemällä tutkimuskysymykset, joiden avulla asetetut tavoitteet voitiin saavuttaa. Tutkimuskysymysten avulla määriteltiin oleellinen teoreettinen viitekehys, sekä empiria, jolla saadaan mahdollisimman laajat vastaukset näihin kysymyksiin. Teoreettinen viitekehys jakautui lopulta kahteen osaan, varastonohjaukseen ja lean-ajattelutapaan. Empiirisessä osuudessa esiteltiin kohdeyritys, tutkimuksen kulku ja aineisto, sekä käsiteltiin tutkimuksen tuloksia.

Tutkimuksessa pyrittiin saavuttamaan asetetut tavoitteet haastatteluiden avulla, ja jalostamalla nämä haastatteluista saadut vastaukset teoreettisen viitekehyksen avulla kehitysideoiksi, joita Yritys X voisi hyödyntää varaston optimoinnin kehittämisessä. Kehityskohteita löytyi niin järjestelmän kuin toiminnankin osalta. Teoreettisen viitekehyksen ja empiiristen haastatteluiden synteesi helpotti syvällisen kuvan saamista Yrityksen X kehitystarpeista.

Tutkimuksen johtopäätökset voidaan tehdä teoreettisen pohjan, empiirisen tutkimuksen analyysin sekä näiden molempien elementtien synteessin pohjalta. Tutkimustuloksista selvisi, että varastonohjauksen optimointi uudessa järjestelmässä on vielä alkutekijöissä, ja kehitysvaraa olisi. Sekä varastoinnin sopeutuksessa että varaston optimoimisessa on elementtejä,

joita voidaan kehittää teoriassa esiteltyjen varastonohjauksen työkalujen tai lean-ajattelun periaatteiden avulla. Tutkimuksesta saatujen kehityskohteiden perusteella pääpainon tulisi olla lean-ajattelun periaatteissa. Pelkästään varastoinnin osuudesta tuotanto-toimitusketjua löytyi useita eri jätteen tyyppejä, kuten ylimääräistä varastoa ja odottamista. Molemmat näistä jätetyypeistä aiheuttavat merkittävää jätettä ja sitä kautta hävikkiä yritykselle. (Slack et al., 2022, 550–570) Toisaalta myös varastonohjauksen työkaluja tulee hyödyntää lean-periaatteiden rinnalla järkevästi. Esimerkki tällaisesta voisi olla taloudellisen tilauserän hyödyntäminen. Taloudellisella tilauserällä voidaan vähentää odottamisen tarvetta, jolloin myös lean-periaatteet toteutuvat. (Slack et al., 2022, 450–454)

Tutkimuksen pohjalta hyödyllisimmiksi lean-ajattelun työkaluiksi Yritykselle X muodostui yleisesti ottaen jätteen vähentäminen tuotanto-toimitusketjusta, sekä kaizen, eli jatkuvan kehityksen periaate. Kaizenia voidaan hyödyntää erityisesti Yrityksen X omissa toimintakäytänteissä, joita voidaan hitaasti mutta varmasti kehittää parempaan suuntaan. Myös toimittajasuhteen sekä tuotannonsuunnittelun kehittäminen onnistuu jatkuvan kehityksen periaatteiden avulla. Yrityksen X toiminnassa on myös lean-ajattelumallin kanssa ristiriitaista kehitettävää. Esimerkiksi materiaalikomponenttien pitäminen best-hallissa puskurivarastona on leanin jätteen vähentämisen periaatteen vastainen, mutta sopii varastonohjauksen periaatteisiin puskurivarastosta. Oikein tehtynä tässäkin voidaan minimoida jäte, ja päätyä jopa tehokkaampaan tulokseen jätteestä huolimatta, kun odottelu ja mahdolliset tuotantokatkokset vähenevät. (Charron et al., 2015, 60–65)

6.2 Tutkimuksen luotettavuus

Tutkimuksen luotettavuutta voidaan arvioida sen validiteetin ja reliabiliteetin avulla. Validiteetilla tarkoitetaan tutkimuksen pätevyyttä, eli sitä, ovatko tutkimuksessa tehdyt päätelmät ja saadut tulokset oikeita ja onko tutkimuksessa tutkittu perusteellisesti sitä aihetta, jota tutkija oletti tutkivansa. Reliabiliteetti puolestaan tarkoittaa sitä, kuinka hyvin tutkimus on toistettavissa, eli saataisiinko samanlaisia tuloksia, mikäli tutkimus toistettaisiin. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka, 2006)

Tapaustutkimus on syvälinen analyysi yhdestä kohteesta, joten tutkimuksen reliabiliteettia on haastava arvioida. Tapaustutkimusta ei voida toistaa täysin samanlaisena yksilöllisistä olosuhteista johtuen. Tästä johtuen tutkimusta ei voida yleistää muihin tutkimuskohteisiin.

(Juhila, 2021) Validiteetiltaan tutkimus on hyvä. Tutkimuksen tavoitteena oli tutkia Yrityksen X varaston optimointia materiaalikomponenttien näkökulmasta. Tämä tavoite saavutettiin, sillä tutkimuksen pohjalta saatiin kehitysideoita. Tutkimuksessa käytetyt haastattelut olivat vastauksiltaan yhtenäisiä, ja tutkimuksen teoreettinen pohja tuki empiiristä tutkimusta tehokkaasti. Näin ollen voidaan todeta, että tutkimus on pätevä, mutta ei sellaisenaan toistettavissa.

Varaston optimointi yrityksen sisällä on erittäin laaja ja kunnianhimoinen tavoite, mutta se on samalla erittäin merkittävää yrityksen tuottavuuden ja tehokkuuden kannalta. Tämä tutkimus oli rajattu vain yhteen materiaaliin, mutta suurella teollisuusyrityksellä varastointiin lukeutuu hyvin moninaisia ja vaihtelevia komponentteja. Mahdollisena jatkotutkimusehdotuksena Yritykselle X voisi olla muidenkin materiaalien varaston optimointi. Lisäksi on tärkeää seurata ja analysoida tämän tutkimuksen antamien kehitysideoiden vaikutusta varaston optimoinnissa erilaisten mittareiden avulla.

Lähteet

- Bhandari, H. B. (2018) *Factors Affecting the Efficiency of Inventory Management of Janapriya Multiple Campus, Pokhara*. Janapriya Journal of Interdisciplinary Studies. Vol 6 (1), p. 78–87. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://doi.org/10.3126/jjis.v6i0.19310>
- Charron, R., Harrington, H. J., Voehl, F., Wiggin, H. (2015) *The Lean Management Systems Handbook*. 1. p. Boca Raton, FL: CRC Press.
- Dekier, L. (2012) *The Origins and Evolution of Lean Management System*. Journal of International Studies. Vol 5(1), p. 46-51. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: https://jois.eu/files/DekierV_5_N1.pdf
- Fogarty D. W., Blackstone, J. H. Jr., Hoffmann, T. R. (1991) *Production & Inventory Management*. 2. p. Cincinnati: South-Western Publishing Co.
- Günther, K., Hasanen, K., Juhila, K. (2024) Johdanto: Analyysi ja tulkinta. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto. [Tietoaarkisto]. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/analyysi-ja-tulkinta/>
- Hirsjärvi, S., Remes P., Sajavaara P. (2009) *Tutki ja kirjoita*. 15. uud. p. Helsinki: Tammi.
- Hukum, R., Shrouy, V. A. (2019) *The Study of various Tools and Techniques of Inventory Management and Experiment with use of ABC Analysis*. International Research Journal of Engineering and Technology. Vol 6(4), p. 350-356. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.irjet.net/archives/V6/i4/IRJET-V6I477.pdf>
- Hänggi, R., Fimpel, A., Siegenthaler, R. (2022) *LEAN production – easy and comprehensive: a practical guide to lean processes explained with pictures*. Berlin, Germany: Springer
- Juhila, K. (2021) *Laadullinen tutkimus ja teoria*. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [Tietoaarkisto]. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/mita-on-laadullinen-tutkimus/laadullinen-tutkimus-ja-teoria/>

Logistiikan Maailma (2024a) *Varastonohjaus*. Reijo Rautauoman säätiö sr. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastonohjaus/>

Logistiikan Maailma (2024b) *Varastotyypit ja -tekniikka*. Reijo Rautauoman säätiö sr. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastotyypit-ja-tekniikka/>

Logistiikan Maailma (2024c) *Lean-ajattelu*. Reijo Rautauoman säätiö sr. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/prosessien-kehittaminen/lean-ajattelu/>

Logistiikan Maailma (2024d) *Varastointi*. Reijo Rautauoman säätiö sr. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/>

Muckstadt, J. A., Sapra, A. (2010) *Principles of Inventory Management: When You Are Down to Four, Order More*. 1. p. New York: Springer. [E-kirja]. Saatavilla: <https://doi.org.ezproxy.cc.lut.fi/10.1007/978-0-387-68948-7>

Muller, M. (2003) *Essentials of Inventory Management*. 1. p. New York: American Management Association. [E-kirja]. Saatavilla: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/lut/reader.action?docID=3001813>

Prater, E., Whitehead, K. (2013) *An introduction to supply chain management: a global supply chain support perspective*. 1. p. New York: Business Expert Press. [E-kirja]. Saatavilla: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/lut/detail.action?docID=1048409>

Saaranen-Kauppinen, A., Puusniekka, A. (2006) *KvaliMOTV – Mentelmäopetuksen tietovaranto*. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarasto [Tietoarasto]. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.fsd.tuni.fi/menetelmaopetus/kvali>

SAP.com (2024) *Varaston optimointi: riskin ja jätteen minimointi*. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.sap.com/finland/products/scm/integrated-business-planning/what-is-supply-chain-planning/inventory-optimization.html>

Singh, D., Verma, A. (2018) *Inventory Management in Supply Chain*. Materials today: proceedings. Vol 5(2), p. 3867-3872. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2017.11.641>

- Slack, N., Brandon-Jones, A., Burgess, N. (2022) *Operations Management*. 10. p. Harlow, England: Pearson.
- Syrjälä, L., Ahonen, S., Saari, S., Syrjäläinen, E. (1996) *Laadullisen tutkimuksen työtapoja*. 1.-3. p. Helsinki: Kirjayhtymä.
- Tersine, R. J. (1988) *Principles of inventory and materials management*. 3. p. New York: North-Holland.
- Vandeput, N. (2020) *Inventory Optimization: Models and Simulations*. 1st edition. Berliini: De Gruyter. [E-kirja]. Saatavilla: <https://doi.org/10.1515/9783110673944-203>
- Viale, J. D., Carrigan, C., (1996) *Basics of Inventory Management: From Warehouse to Distribution Center*. 1. p. Menlo Park: Course Technology Crisp. [E-kirja]. Saatavilla: <https://ebookcentral.proquest.com/lib/lut/reader.action?docID=3116996>
- Vuori, J. (2024) *Laadullinen sisällönanalyysi*. Laadullisen tutkimuksen verkkokäsikirja. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoaarkisto [Tietoaarkisto]. [Verkkodokumentti]. Saatavilla: <https://www.fsd.tuni.fi/fi/palvelut/menetelmaopetus/kvali/analyysitavan-valinta-ja-yleiset-analyysitavat/laadullinen-sisallonanalyysi/>