



Varastotuotteiden materiaaliohjauksen kehittäminen

Jussi Colliander

Opinnäytetyö, AMK

Joulukuu 2023

Logistiikka

Jussi Colliander

Varastotuotteiden materiaalihjauksen kehittäminen

Jyväskylä: Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Joulukuu 2023, 45 sivua

Logistiikan tutkinto-ohjelma. Opinnäytetyö AMK.

Julkaisun kieli: suomi

Julkaisulupa avoimessa verkossa: kyllä

Tiivistelmä

Asiakkaiden tarve nopealle toimitukselle ja lyhyelle toimitukselle on lisääntynyt. Tämä ajaa monet yritykset varastoimaan valmiita tuotteitaan. Onnistuakseen tavoitteessaan, varasto tarvitsee myös sille määritellyt ohjaustavan. Tällä tavoin varaston materiaalipuutteilta säästytään ja asiakkaat pystytään pitämään tyytyväisenä toimitusvarmuuteen. Varastonohjauksen avulla pystytään myös luomaan kustannussäästöjä sekä kilpailuetua.

Opinnäytetyön tavoitteena oli kehittää toimeksiantajan varaston ohjausta ja tehdä järjestelmä, jolla varastotuotteiden valmistus saataisiin imuohjautuvaksi. Toimeksiantajan tarve varastotuotteiden ohjaukselle on ollut tiedossa jo useamman vuoden. Varastotuotteita ohjataan lähtötilanteessa täysin manuaalisesti visuaalisin tarkistuksia. Toimeksiantajalla on erityinen tarve tuotteiden hälytysrajoille eli tilauspisteille sekä varmuusvarastolaskennalle. Varmuusvarastolaskelmien tarpeellisuus johtuu toimeksiantajan satunnaisista varastopuutteista. Kehitystyö tehtiin pääsääntöisesti kvantitatiivisin menetelmin ja se pohjautuu toimeksiantajan Myynti- ja valmistustietoihin.

Kehitystyössä toimeksiantajalle saatiin määriteltyä kaksi eri tuoteryhmää, joille molemmille luotiin omat ohjaustapansa. Tuloksena varastotuotteille pystyttiin määrittämään varmuusvarastot, tilauspisteet sekä tilauseräkoot. Tilauseräkojoja määritettäessä käytettiin kahta eri määrittäytapaa: EOQ ja Min-Maks.

Johtopäätöksenä opinnäytetyöstä voidaan todeta, että toimeksiantajan lähtötilanteessa antamaan tavoitteeseen imuohjautuvuudesta päästiin. Tuoteryhmien ohjaukset toteutettiin onnistuneesti. EOQ-laskennan heikkoudet ja vahvuudet erilaisissa tuoteryhmissä tiedostettiin ja saatiin opinnäytetyössä hyvin esille. EOQ-laskennan heikkouksille saatiin luotua korjaavat toimenpiteet.

Avainsanat (asiasanat)

Varaston hallinta, varastointi, EOQ, imuohjaus

Muut tiedot (salassa pidettävät liitteet)

Esim. opinnäytetyön liitteen salassapitoperuste, ks. raportointiohjeen luku 4.1.2

Colliander Jussi

Title and possible subtitle

Jyväskylä: JAMK University of Applied Sciences, December 2023, 45 pages

Degree Programme in Logistics. Bachelor's thesis.

Permission for open access publication: Yes

Language of publication: Finnish

Abstract

Customers' need for fast delivery and short delivery times has increased. This drives companies to stock their finished products. To succeed in its goal, the warehouse also needs a control method defined for it. In this way, material shortages in the warehouse are minimized and customers can be kept satisfied with delivery reliability. With the help of inventory control, it is also possible to create cost savings and competitive advantage for company.

The aim of the thesis was to develop the control of the client's warehouse and make a system to make the manufacturing of warehouse products pull controlled. The client's need for storage control system has been known for several years. Stock products are initially controlled completely manually with visual checking. The client has a special need for product alarm limits, i.e. order points, as well as reserve stock calculations. The need for reserve stock calculations is due to the client's occasional stock shortages. The development work was mainly done using quantitative methods and it is based on the client's Sales and manufacturing data.

In the development work, two different product groups were defined for the client, for both of which their own control methods were created. As a result, it was possible to define safety stocks, order points and ti clause sizes for stock products. When determining order lot sizes, two different determination methods were used: EOQ and Min-Max.

As a conclusion from the thesis, it can be stated that the goal given by the client in terms of pull controllable system was reached. The controls of the product groups were implemented successfully. Weaknesses and strengths of EOQ calculation in different product groups were made known and brought out well in the thesis. Corrective measures were created for the weaknesses of the EOQ calculation.

Keywords/tags (subjects)

Inventory management, storage, EOQ, Pull control

Miscellaneous (Confidential information)

For example, the confidentiality marking of the thesis appendix, see Project Reporting Instructions, section 4.1.2

Sisältö

1	Johdanto	3
1.1	Tavoitteet, nykytila ja rajaukset	3
1.2	Dokument-tarra Oy	4
1.3	Opinnäytetyön rakenne	5
2	Materiaali- ja Varastonohjaus	5
2.1	ABC-analyysi	6
3	Tilausimpulssi	8
3.1	Tilauspiste.....	8
3.2	Kiinteän tilausvälin menetelmä.....	10
3.3	Kanban.....	10
4	Varmuusvarasto	14
5	Tiluseräkoot	16
5.1	Optimaalinen erä koko.....	16
5.1.1	Varastointikustannus	18
5.2	Min-maks menetelmä	18
6	Tutkimusmenetelmät	19
6.1	Eettisyys.....	20
7	Tulokset	20
7.1	Värinauhojen varastonohjaus	20
7.2	Värinauhojen varmuusvarasto ja tilauspiste.....	22
7.3	Värinauhojen tiluseräkoot.....	23
7.4	Värinauhojen tilausimpulssi	24
7.5	Valmistuotteiden varastonohjaus	26
7.6	Valmistuotteiden varmuusvarasto ja tilauspiste	27
7.7	Valmistuotteiden tiluseräkoot	28
7.7.1	EOQ-mallin rajoitteet ja korjaavat toimenpiteet.....	30
7.8	Valmistuotteiden tilausimpulssi.....	30
8	Pohdinta	31
8.1	Johtopäätökset.....	31
8.2	Luotettavuus	34
8.3	Ideoita ja jatkokehitystä.....	35

Lähteet	38
----------------------	-----------

Liitteet	41
-----------------------	-----------

Kuviot

Kuvio 1. Varastotuotteina myytäviä tarra-arkkeja (Tuotteet, n.d.)	4
---	---

Kuvio 2 . Tilauspiste ja toimitusaika (Tilauspiste, n.d)	9
--	---

Kuvio 3. Usean kanbanin vaikutus varaston keskiarvoon (Cimorelli 2013, muokattu)	13
--	----

Kuvio 4. Varaston muutoksen vaihtuvassa kysynnässä (Hokkanen & Karhunen 2014, 135.)	14
--	----

Kuvio 5. EOQ-kuvaaja (What is economic order quantity (EOQ)?, n.d.)	16
---	----

Kuvio 6. Väri nauhojen ABC-analyysi	21
---	----

Kuvio 7. Väri nauha-kanbanien kiertoprosessi	25
--	----

Kuvio 8. Eri luokkien varmuuskertoimet ja niitä vastaavat palveluasteet.....	28
--	----

Kuvio 9. Valmistuote-kanbanien kiertoprosessi	31
---	----

Taulukot

Taulukko 1. Varmuus ja varmuuskertoimet (Sakki 2014, 83).	15
---	----

Taulukko 2. Palveluaste ja asetettu maksimivarasto eri luokissa	23
---	----

Taulukko 3. Varastointikustannusten rakenne	29
---	----

Taulukko 4. Johtopäätöksiä tutkimuskysymyksiin	33
--	----

1 Johdanto

1.1 Tavoitteet, nykytila ja rajaukset

Asiakkaiden tarpeet nopeille toimitusajoille ajavat monet valmistavan teollisuuden toimijat varastoihin valmiita tuotteitaan. Valmiiden tuotteiden varastoinnin ja sen onnistunut ohjaaminen luovat kilpailuetua sekä kustannussäästöjä pienentyneenä pääoman sitoutumisena varastoihin. Opinnäytetyön toimeksiantajalla Dokument-Tarra Oy:llä on varastoitavina valmistuotteina yleisimpiä tarra-arkkeja, blancoetikettejä sekä etiketeille tulostamiseen tarvittavia värinauhoja.

Toimeksiantajalla on ollut jo muutamien vuosien ajan tiedossa tarve varastotuotteiden paremmalle ohjaukselle. Erityinen tarve on tuotteiden tilauspisteille sekä varmuusvarastolaskennalle. Tavoitteena on luoda vakiovarastotuotteille järjestelmä, jolla varastotuotteiden valmistuksesta saadaan imuohjautuva. Imuohjautuvuudella tarkoitetaan, että tuotteita valmistetaan vain todelliseen kysyntään (Sakki 2014,91), tässä tapauksessa varaston tarpeeseen. Tavoitteeseen pääsemiseksi opinnäytetyössä haetaan vastauksia seuraaviin tutkimuskysymyksiin:

- Miten toimeksiantajan varastotuotteita kannattaa ohjata?
- Mikä toimii valmistustilauksimpulssina uusille tilauksille?
- Kuinka suuret varmuusvarastot ovat järkeviä eri tuotteille?
- Minkälaiset eräkoot sopivat parhaiten toimeksiantajan tuotteille?

Toimeksiantajalla ei entuudestaan ole käytössään vastaavanlaista järjestelmää, vaan varastotasojen seuranta on täysin manuaalisesti, joka aiheuttaa ajoittain viivästyksiä asiakastilausten toimituksiin varastopuutteiden vuoksi. Opinnäytetyön merkitys toimeksiantajalle on merkittävä, koska se selkeyttää huomattavasti toimeksiantajan tuotannon suunnittelua ja helpottaa tuotannon kuormituk-

sen ennakoitavuutta vähentämällä huomattavasti töitä, joita otetaan tuotantoon nopealla aikataululla, johtuen asiakastarpeesta. Opinnäytetyöllä ei ole suurta merkitystä toimialalle.



Kuvio 1. Varastotuotteina myytäviä tarra-arkkeja (Tuotteet, n.d.)

Opinnäytetyö rajataan koskemaan vain toimeksiantajan toiminnanohjausjärjestelmään merkittyihin varastotuotteisiin. Tämä rajausta tehdään syystä, että kaikki värinauhat ovat tilaustuotteita, mutta joistakin niistä ei ole tehty varastotuotetta, vaan ne toimitetaan aina tilaustuotteena johtuen hyvin pienestä kysynnästä. Rajausta voidaan myös perustella sillä, että normaalit painetut ja blancoetiketit eivät kierrä valmistusprosessissa varaston kautta, vaan ne toimitetaan projektiluonnosta suoraan tuotannosta asiakkaalle. Varastotuotteet valmistetaan erillisellä tuotantotilauksella varastoon ja toimitetaan sieltä erillisellä myyntitilauksella asiakkaalle.

1.2 Dokument-Tarra Oy

Opinnäytetyön toimeksiantajana on Dokument-Tarra Oy. Dokument-Tarra Oy on etiketti- ja tarra-valmistaja, joka valmistaa painettuja sekä Blanco-etikettejä yritysasiakkaille. Dokument-Tarra Oy valmistaa myös arkkitarroja (Kuvio 1.) monille eri kokovaihtoehdoille. Dokument-Tarra Oy:llä on tuotantoa Keuruulla sekä Torniossa, lisäksi myyntikonttorit Joensuussa, Lappeenrannassa ja Raisiossa. (Yritys, n.d.) Dokument-Tarra Oy:llä oli vuonna 2022 liikevaihtoa 6,8 miljoonaa euroa sekä henkilöstöä 32 henkilöä myös vuonna 2022 (Dokument-Tarra Oy, n.d.).

1.3 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyö tullaan toteuttamaan tutkimuksellisenä kehittämistyönä. Toiminnallinen kehitystyö valikoitui toteutustavaksi, koska opinnäytetyössä kehitetään olemassa olevaa järjestelmää kerätyn aineiston pohjalta. Opinnäytetyössä tullaan keskittymään tutkimuskysymysten mukaisiin aihepiireihin ja aluksi materiaali- ja varastonohjausta käydään läpi yleisluontoisesti, jolloin tietoperusta saadaan liitettyä isompaan kuvaan luontevasti. Tämän jälkeen tarkennetaan aihetta tutkimuskysymysten mukaisesti tilausimpulssiin, varmuusvarastoihin sekä tilauseräkokoihin.

2 Materiaali- ja Varastonohjaus

Karruksen (2005,34–35) mukaan, materiaalinohjauksessa koko hankintaketju toimii siten, että oikeat resurssit ovat oikeaan aikaan käytössä oikeassa paikassa. Materiaaliohjaukseen on kehitetty monia työkaluja, joilla vastataan asiakaskysynnän vaihtelun tasoittamiseksi tuotannossa. Varastot ja onnistunut varastonohjaus varmistavat toimitusvarmuuden asiakkaalle ja tasoittavat tuotannonohjausta yritykselle.

Karruksen (2005, 77) sekä Hokkasen & Karhusen (2014, 200–201) mukaan, kokonaisuutena tuotannossa tapahtuva materiaalinohjaus koostuu kolmesta päätyypistä: Raaka-ainevarastoista, keskeneräisistä tuotteista sekä valmistuotevarastoista. Näiden kolmen varastotyypin varastotasot vaihtelevat hyvin suuresti käytössä olevan tuotantotyypin mukaan. Projektiluonteisessa tuotannossa ei synny raaka-ainevarastoja eikä valmistuotevarastoja, mutta keskeneräisen tuotannon varastot voivat olla hyvinkin mittavat. Sakki (2014, 38) taas toteaa, että projektitoiminnassa, esimerkkinä rakennusteollisuus, keskeneräisistä tuotteista koostuvaa välivarastoa ei synny vaan projekteissa varastot syntyvät ainoastaan projektin alkupäähän. Onkin siis käytännössä hyvin tapauskohtaista, minne varastot syntyvät, mutta niiden tehokas ohjaaminen on aina yhtä tärkeää.

Varastonohjauksen päätavoitteina voidaan pitää toimituskyvyn, laadun sekä kustannusten tasapaino. Ylimääräiseen varastoon kerääntyvään materiaaliin sitoutuu suuri määrä pääomaa, joten varastotasojen pitäminen hallitulla tasolla on taloudellisen varastoinnin kannalta ensisijaisen tärkeää. Varastoitavien nimikkeiden laadun tulee pysyä hyvänä varastoinnin ajan sekä laadusta aiheutuva hävikkiä tulee välttää. Varastonohjauksen avulla varasto palvelee kaikkia sidosryhmiä korkealla palvelutasolla. (Hokkanen & Virtanen, 71–72.)

Usein varastointi nähdään pelkkänä kuluna yritystoiminnassa. Vaikkakin varastossa tuotteet eivät varsinaisesti fyysisesti kasvata arvoaan, usein tuotannon läpimenoaika ja asiakkaan haluama toimitusaika eivät vastaa toisiaan. Varastoimalla tähän kysyntään pystytään vastaamaan ja lisäämään tuotteelle sitä kautta arvoa. Varastonohjauksessa myös varastotasojen täsmällinen tietämys ja varastojen riittävyyden kartoittaminen luovat asiakkaalle arvoa, koska läpimenoajat tiedetään tarkemmin sekä asiakkaalle luvatuista toimitusajoista pystytään pitämään kiinni paremmin. (Emmett 2005, 7–11; 203–204; 207.)

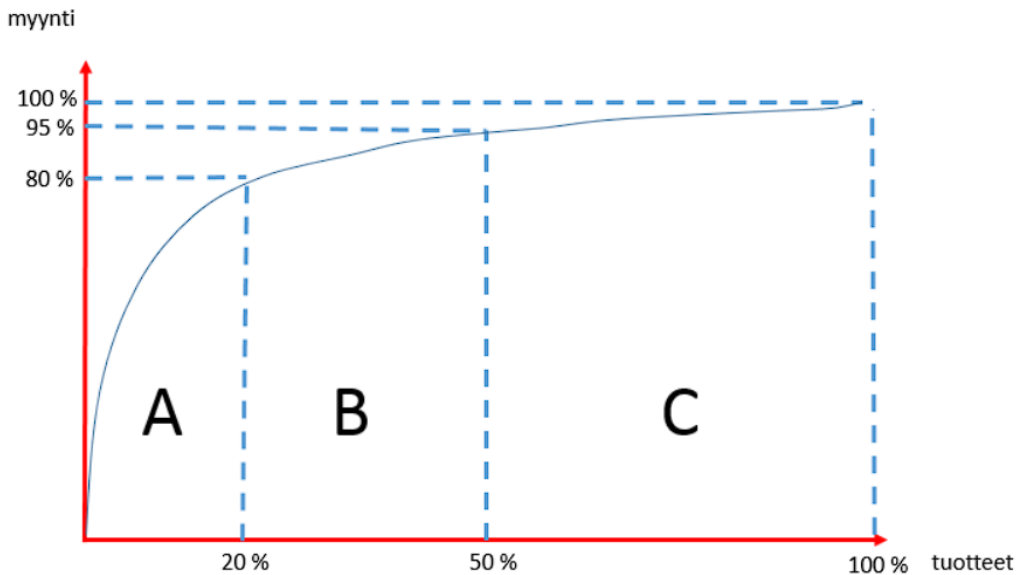
Varastonohjaus aloitetaan yleisesti tuotteiden nimikkeiden tekemisellä eli koodaamisella. Koodaamisella tuotteista tulee helpommin tunnistettavia ja se helpottaa tiedonkäsittelyä. Seuraavaksi nimikkeet luokitellaan, jotta suuri määrä nimikkeitä saadaan jaettua helpommin hallittaviin pienempiin ryhmiin. Samalla luokitelluille ryhmille voidaan määrittää omat ohjaustavat ja kysyntäennusteet. (Hokkanen & Virtanen, 72–73.)

2.1 ABC-analyysi

Kun varastoitavan materiaalin tai resurssin nimikkeiden määrä nousee suureksi, on hyödyllistä luokitella nimikkeet. Näin varasto saadaan jaettua pienempiin helpommin hallittaviin kokonaisuuksiin, joissa erilaisten tuotteiden menekki muistuttaa jollain tasolla toisiaan. ABC-analyysi tehdään aina historiatietoihin perustuen. Historiatietoina voidaan käyttää myyntitilastoja, ostoja tai jotain muuta tilastollisin menetelmin käsiteltävää tietoa. ABC-analyysi perustuu 80/20-sääntöön, jossa 20 % tuotteista vastaa 80 % myynnistä, mutta tuo suhdeluku ei ole absoluuttinen, vaan rajauksia voidaan muuttaa tapauskohtaisesti luokkien ja haluttujen raja-arvojen mukaan. (Karrus 2005, 179–180.)

$$\text{Vuotuinen myyntivolyymi} = \text{hinta} * \text{määrä}$$

Hokkasen & Virtasen (2012, 75) sekä Karruksen (mts.) mukaan, usein ABC-analyysi tehdään myyntivolyymien ja kokonaiskertymän perusteella ja näin saadaan kertymä koko varastosta aina euro-määrällisesti pienimpään tuotteeseen asti (Kuvio 2.).



Kuvio 2. Pareto-jakauma (Varastonohjaus, n.d.)

Karruksen (2005, 179–180) mukaan, ABC-analyysin jaottelun jälkeen eri ryhmille määritellään ohjaustavat sekä mm. varmuusvarastot. Nimikkeiden luokittelu tuo varastointiin paljon joustavuutta, kun eri ryhmille voidaan määritellä eri halutut palvelutasot ja sitä kautta varmuusvarastojen kokoa pystytään säätämään jokaiselle tuotteelle tai ryhmälle erikseen. A-tuotteille voidaan mahdollistaa huomattavasti parempi palvelutaso kuin C-tuotteille. Esimerkiksi tällä tavoin varastoon sitoutunutta pääomaa kohdennetaan sinne missä sitä eniten tarvitaan. Tuotteiden tilauseränohjaus määritellään nimikekohtaisesti, mutta nimikkeen luokitus määrittelee paljon myös tilauseräkokoja. ABC-analyysiin voidaan lisätä luokkia tyypillä ABCDE, jos luokitusta halutaan tarkentaa tai nimikkeitä on hyvin paljon. A- ja B- luokan tuotteille tavoitteena voidaan pitää materiaalivirran tasoittamista. Tiluserien pienentäminen laskee varaston arvoa ja nopeuttaa materiaalivirtaa toimittajalta asiakkaalle. Waters (2003, 210) huomauttaa, että yleisesti kaikki tuotteet, joita varastoidaan, mukaan lukien C-tuotteet, ovat yritykselle tärkeitä. Water (mts.) tarkentaa, että esimerkiksi varaosat ovat hyvin tärkeitä, vaikka ne eivät aina ole hinnaltaan tai menekiltään merkittäviä ja usein putoavat C-luokkaan ABC-analyysissä. Karrus (2005, 179–180.) esittää että C-tuotteiden saatavuus on hyvä pyrkiä turvaamaan samalla kun niiden varastointiin liittyvät kustannukset pyritään minimoimaan. Huonoiten liikkuvat tuotteet tulisi pyrkiä eliminoimaan varastosta, tai niiden varastoinnin tarvetta tulisi harkita tarkkaan. Myös A-tuotteissa voi olla tuotteita, joiden varastointia on hyvä harkita, jos kysyntä on hyvin ennustettavaa ja niiden osalta olisi mahdollisuus siirtyä täysin imuohjaukseen, jossa tuote tilataan varastoon vasta asiakastilauksen saavuttua. (Karrus 2005, 179–180.)

ABC-analyysistä on myös variaatio, jota kutsutaan XYZ-analyysiksi. Siinä nimikkeille tehdään saman tyyppinen 20/80-jaottelu, mutta siinä nimikkeitä tarkastellaan varastointikustannusten, keräily-määrien tai täydennystilauksmäärien kautta. XYZ-analyysi on hyvä työkalu tarkasteltaessa nimikkeiden sijoittelua varastotilaan. (Sakki 2014, 67.)

Yhdistetty ABC & XYZ- analyysi tuo abc-analyysiin mukaan toisen ulottuvuuden, jossa ABC-analyysin tuotteet saadaan jaoteltua useampaan luokkaan (Ax, Ay, Az, Bx, By...), tässä tapauksessa yhdeksään luokkaan. Yhdistetyllä analyysillä samassa ABC-luokassa olevien tuotteiden sisäiset erot saadaan esille ja luokkien ohjaustapoja voidaan tarkentaa entisestään. Tällaisessa moniulotteisessa luokittelussa on pyrittävä pitämään luokittelutekijöiden määrä pienenä, koska suurimäärä luokkia tekee luokittelusta paljon monimutkaisempaa ja heikosti hallittavaa. (Hokkanen & Virtanen, 75.)

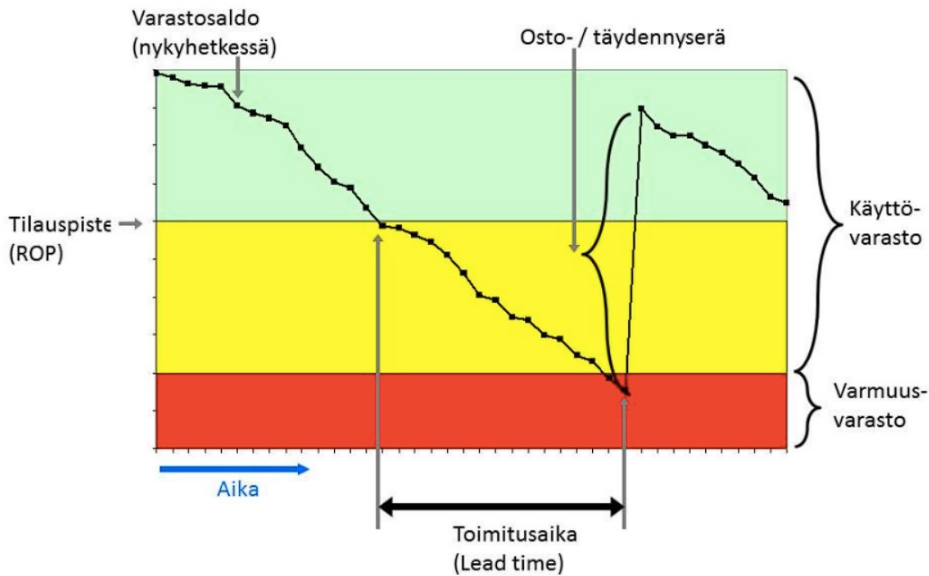
3 Tilausimpulssi

Tilausimpulssi eli yrityksessä havaittu tarve tilata jotain tuotetta joko sisäiseltä tai ulkoiselta toimittajalta. Usein ostaja tekee tilaamiseen tarvittavat toimenpiteet. Tilausimpulssin määrittämiseen on useita eri menetelmiä. Tilaaminen voidaan myös hoitaa niin, että kun varastotaso saavuttaa tietyn pisteen eli tilauspisteen, niin tilaus lähtee kotiinkutsuna toimittajalle, jolla on varastossaan tarvittava määrä materiaalia valmiina. (Sakki 2014, 36.)

3.1 Tilauspiste

Karrus (2005, 410) määrittelee, että tilauspiste on varastomäärä, jossa tehdään päätös täydennystilauksesta. Tilauspistemallissa uusi tilaus tai valmistustilaus tehdään aina kun varastoarvo laskee jonkin tietyn raja-arvon eli tilauspisteen alle (Kuvio 3.). Määritetty raja on siitä hyvä, että tilausta ei tehdä vasta kun tuote on varsinaisesti loppu vaan tilauspisteessä otetaan huomioon toimitusaika

sekä kysynnän vaihtelut sekä niihin varautuminen. (Sakki 2014, 84.)



Kuvio 3 . Tilauspiste ja toimitusaika (Tilauspiste, n.d)

Tilauspiste (T) määritetään laskemalla kaavalla (Sakki 2014, 84):

$$T = DL + B$$

D: keskimääräinen menekki aikayksikössä

L: Toimitusaika aikayksikköä

B: Varmuusvarasto tavarayksikköä

Sakin (mts.) mukaan, kaavaa voidaan vielä tarkentaa alla olevaan muotoon, jolloin siihen saadaan mukaan kaikki tilauspisteen alittaneet tuotteet.

$$T = D \left(L + \frac{P}{2} \right) + B$$

P: Tilausvälin pituus viikoissa

Watersin (2003, 91–93) mukaan, tilauspiste tulee määrittää niin, että varmuusvaraston yläraja säävytetaan, kun edellinen tilauserä on käytetty loppuun. Näin ei synny turhaa varastointia vaan varmuusvarasto vastaa vain kysynnän vaihteluun. Waters (mts.) huomauttaa, että Sakin (2014, 84) esittämä kaava toimii hyvin lyhyillä toimitusajoilla, mutta kun toimitusaika ylittää varaston kiertoajan on myös jo tilatut tuotteet laskettava mukaan ”tilauspisteeseen” ja niiden on yhteenlaskettuna riitettävä siihen asti, kun seuraava erä saapuu. Eli Käytännössä seuraava täydennyserä ”B” tilataan ennen kuin täydennyserä ”A” on saapunut varastoon.

3.2 Kiinteän tilausvälin menetelmä

Tilauspiste-mallista on myös aikaan perustuva kiinteän tilausvälin menetelmä, jossa tilauseräkoko määrittyy täysin vuositarpeen mukaisesti. Vuosittainen tarve jaetaan tasaisesti koko vuodelle ja siihen lisätään varmuusvaraston osuus. Tilauseräkoko määrittyy tilarajoitteiden tai varastosaldolle määritettyjen rajoitteiden mukaisesti. Kiinteän tilausvälin menetelmässä tilausmäärä määrittyy ennalta määritellyn nimikkeen varastomaksimin mukaan. (Sakki 1995, 57–58.)

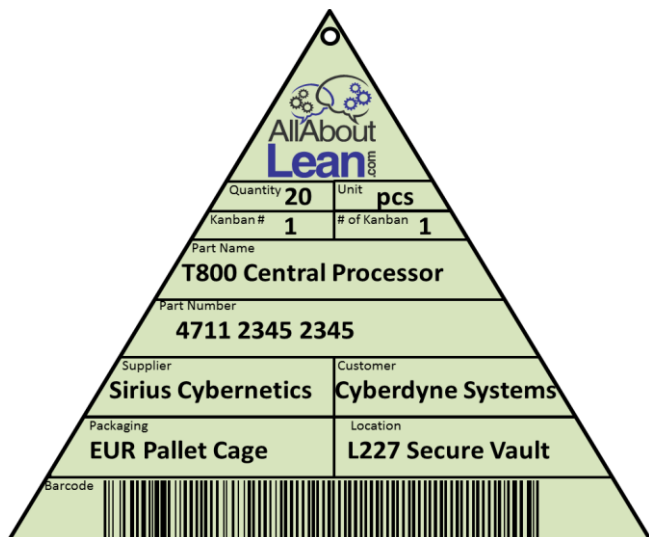
Hokkasen ja Karhusen (2014, 206.) mukaan, kiinteän tilausvälin menetelmä voidaan määritellä työntöohjaukseksi, koska sen tilauspisteessä tehtävän ostotilauksen tavoitteena on saattaa varasto sen määritettyyn maksimiarvoon ja näin varastonohjaus ei perustu kysyntään. Kiinteän tilausvälin menetelmässä myös voidaan käyttää harvempaa varaston seurausväliä. Varasto voidaan esimerkiksi tarkastaa vain ennalta määrättyinä ajankohtina ja jos varastosaldo alittaa tilauspisteen niin ostotilaus tehdään tuotteelle.

3.3 Kanban

Santosin ym. (2006, 173–174) mukaan, kanban on osa JIT ajattelua, jolla pyritään luomaan tuotannosta tai varastosta imuohjautuva. JIT tuotannossa pyritään tuotantoon, jossa tuotteita tehdään vain tarpeeseen ja varastointi pyritään minimoimaan. Imuohjautuvuudella tarkoitetaan, että kun tuote myydään niin se luo uuden tilauksen tuotteelle tuotantoon. Jotta tämän tyyppinen tuotanto tai varasto saataisiin toimimaan hyvin, on otettava käyttöön järjestelmä, joka toimittaa tilausimpulsseja organisaatiossa materiaalivirtaa vastakkaiseen suuntaan. Tähän tarpeeseen on kehitetty kanban-järjestelmä. Bichenon ja Holwegin (2009, 32) mukaan, JIT on yksi Lean ajattelun peruspilareista ja edustaa Lean ajattelun virtauksen tehokkuuteen tähtäävää puolta.

Sakin (2014,91) mukaan JIT-ajattelussa pyritään mahdollisimman lyhyeen läpimenoaikaan. Sakki (mts.) myös nostaa esille JIT:n hyödyt varaston- ja laadun hallinnassa, kun virheisiin ja puutteisiin päästään nopeasti käsiksi ja niihin puututaan systemaattisesti. JIT ajattelu tuotannossa pohjautuu suurelta osin hukkien poistamiseen tuotannosta. JIT pyrkii vähentämään seuraavia seitsemää hukkaa tuotannossa: odottaminen, ylituotanto, turhat siirrot, varastointi, virheet, turhat prosessit ja lisäarvoa tuottamattomat toiminnot. Näistä hukista merkityksellisin on varastoinnista syntyvä hukka, joka saattaa hyvin helposti peittää alleen joitain tuotantoprosesseissa olevia ongelmia. Sitoutuminen hukkien poistamiseen tuotannosta nostaa tuotannon tehokkuutta ja selkeyttää tuotteen arvoketjua. (Santos ym. 2006, 6–8.)

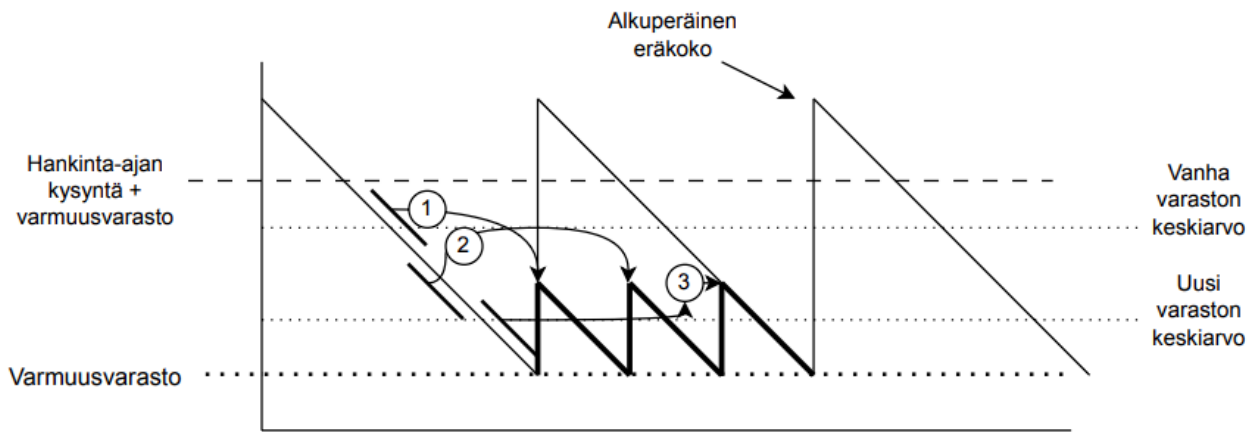
Kanban on kortti, johon on merkittynä tilauspiste sekä tilaamiseen tarvittavat tiedot (Kuvio 4). Kanban-korttien hyöty on, että tuotannosta saadaan ikään kuin imuohjautuva, jolloin tuotteita ei valmisteta turhaan vaan Kanban-korttien osoittaman tarpeen verran. (Sakki 2014, 91.) Kanban kortin nimi tulee japanin kielestä ja sana tarkoittaa korttia. Kanban-korttiin tulee merkata kaikki tuotteen tilaamiseen tarvittavat tiedot kuten: tuote, määrä ja laatu. Kun käytetään kanban järjestelmää on seurattava viittä yksinkertaista sääntöä: virheellisiä tuotteita ei saa päästää läpi tuotannosta, alempi prosessi hakee tuotteet edellisestä prosessista, ei ylituotantoa, tuotannon pitää olla tasaista ja kanban tasapainottaa tuotantoa. Kanban sopii hyvin solu tyypiseen itseohjautuvaan tuotantoon, jossa jokainen solu toimii itsenäisesti. Kanbanin ei aina tarvitse olla kortti, vaan tilausmerkiksi kelpaavat myös muut keinot, kuten tyhjä astia tai tyhjä hylly. (Santos ym. 2006, 175–177.)



Kuvio 4. Kanban-kortin muodot voivat vaihdella johtuen käyttötarkoituksesta. (Triangle Kanban, n.d.)

Santosin ym. (2006, 175) esittämien kanbanin sääntöjen mukaan, tuotannon pitää olla tasaista. Jos kysyntä kuitenkin vaihtelee, tulee tuotteelle pyrkiä laskemaan tilauspisteet ja varmuusvarastot, jotka vaikuttavat kanbaniin. Nämä voidaan määritellä normaaleilla tilauspisteen ja varmuusvaraston laskukaavoilla. Santos ym. (mts.) myös esittää käytettäväksi EOQ-kaavaa määriteltäessä tilauseräkokoja kysynnän vaihdellessa.

Kanban voidaan toteuttaa myös monikorttijärjestelmänä, jossa yksittäisellä tuotteella on useampi kanban-kortti. Näin varastoon saadaan tilattua tai valmistettua tuotetta pienemmissä erissä, joka tasoittaa sekä alentaa varastotasoa (Kuvio 5). Jos tilauseräkooksi on laskettu yhdellä kanbanilla 5000 kappaletta, voidaan se jakaa esimerkiksi 5 eri kortille, joka tekee 1000 kappaletta/kanban. Näin aina kun yksi 1000 kappaleen erä on otettu varastosta, sen kanbanilla lähetetään tilaus uudelle 1000 kappaleen erällä. näin saadaan varastotasoa alaspäin, mutta varastotasot eivät kuitenkaan koskaan ylitä yhdellä kanbanilla määriteltyä maksimiarvoa. Käytettäessä montaa korttia per tuote on kuitenkin huomioitava, että toimitusaika ei saa vaihdella ja tilauspisteen tulee edelleen kattaa hankinta-ajan kysyntä. (Cimorelli 2013, 74–75.)



Kuvio 5. Usean kanbanin vaikutus varaston keskiarvoon (Cimorelli 2013, muokattu)

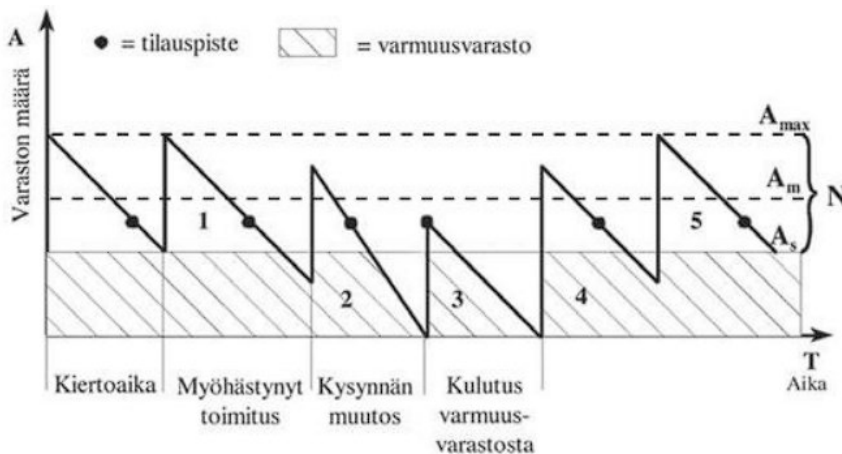
Kanban-impulssi voidaan myös toteuttaa 2-laatikkojärjestelmänä, jossa tilattavaa tuotetta on varastossa kaksi samankokoista erää, kun toinen erä tilattavasta tuotteesta loppuu, on tilattava yksi erä lisää varastoon. Näin tavoite on aina, että maksimivarasto on 2 erää/tuotetta. 2-laatikkojärjestelmä toimii hyvin tuotteille, joilla on tasainen kysyntä sekä pienille hyllytarvikkeille (mm. ruuvit, mutterit) tai tuotteille, joita tarvitsee olla varastossa n. 2 tuotetta/erää. (Hokkanen & Karhunen 2014, 206.)

Bichenon ja Holwegin (2009, 149) mukaan, kanban voidaan myös toteuttaa sähköisesti e-kanban järjestelmänä, jossa e-kanban toimii täysin kanbanin tapaan, mutta sähköisesti.

4 Varmuusvarasto

Varmuusvarastolla tarkoitetaan tiettyä määritettyä osaa varastosta, joka vastaa kysynnän tai tarjonnan vaihteluun (Kuvio 6.) oletetusta hankinta- tai toimitusajasta. Varmuusvaraston laskemisessa ottamalla huomioon mm. hankinta-ajan, halutun palveluasteen, hankinta-ajan keskihajonnan. (Sakki 2014, 83.)

Emmettin (2005, 52) mukaan varasto voidaan jakaa ikään kuin kahteen osaan: käyttövarasto ja varmuusvarasto. Käyttövaraston osuus koostuu normaaliin tilaus-toimitustapahtumien aiheuttamasta varastotasojen vaihtelusta. Varmuusvarasto on tarkoitettu ainoastaan vastaamaan kysynnän tai tarjonnan vaihteluihin.



Kuvio 6. Varaston muutoksen vaihtuvassa kysynnässä (Hokkanen & Karhunen 2014, 135.)

Optimaalisessa tilanteessa varmuusvarastoille ei ole tarvetta, jos kysyntä ja tarjonta ovat täysin ennakoitavia (Emmett 2005, 52). Sakin (2014,83) ja Watersin (2003, 173-176) mukaan varmuusvarasto lasketaan kaavalla:

$$B = ks\sqrt{L}$$

Kaavassa B on varmuusvarasto, K on varmuuskerroin, s standardipoikkeama ja L on hankinta-aika. Varmuuskerroin on aina suurempi mitä paremman palveluasteen yritys haluaa ylläpitää asiakkailleen. Varmuuskertoimella 0, varasto riittää 50 % toimituksista tuotteen hankinta-aikana. ja kertoimella 1,88 varasto riittää 97 % toimituksista hankinta-aikana. (Sakki 2014, 83.)

Taulukko 1. Varmuus ja varmuuskertoimet (Sakki 2014, 83).

haluttu varmuus	50,0 %	75,0 %	90,0 %	95,0 %	97,0 %	98,0 %	99,0 %	99,5 %	99,9 %	100,0 %
varmuuskerroin k	0	0,67	1,28	1,64	1,88	2,05	2,33	2,57	3,09	3,72

Uiton (2016) mukaan, varmuusvarasto (SS) voidaan myös laskea kaavalla:

$$SS = RiskTime * D$$

jossa RiskTime on varmuusprosentti ja D on hankinta-ajan kysyntä. Varmuusvarastoksi asetetaan siis jokin tietty prosentuaalinen osuus hankinta-ajan kysynnästä. (Uitto, 2016.)

Emmett (2007, 132) esittää, että varmuusvarasto, jolla varaudutaan molempien: hankinta-ajan sekä kysynnän vaihteluihin voidaan laskea kaavalla:

$$CombinedSD = \sqrt{(DemandMSD \times AvLT + LeadtimeMSD \times Avdemand^2)}$$

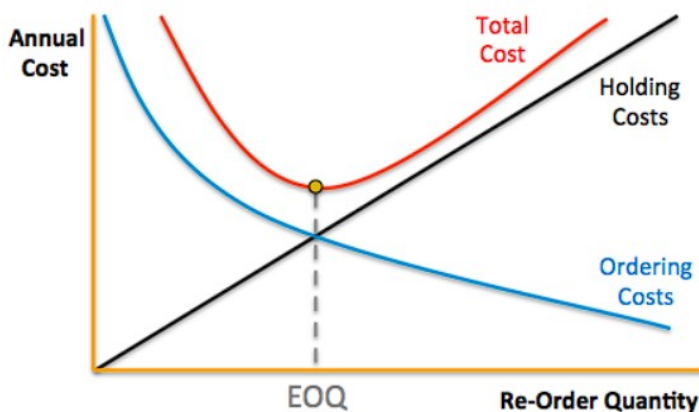
Emmettin esittämä (mts.) kaava laskee yhdistetyn standardipoikkeaman kysynnän ja hankinta-ajan vaihteluille. Kaavassa DemandMSD on kysynnän poikkeaman keskiarvon neliö, LeadtimeMSD on hankinta-ajan poikkeaman keskiarvon neliö. AvLT on kysynnän keskiarvo ja AvDemand on kysynnän keskiarvo. Kun yhdistetty standardipoikkeama on laskettu niin se voidaan sijoittaa Sakin (2014, 83) esittämään kaavaan ja näin saadaan varmuusvarasto, joka ottaa poikkeamat molemmissa huomioon. (Emmett 2007,132–133.)

Jos varmuusvaraston varastoidaan fyysisesti eri paikassa kuin käyttövarastoa, saattaa ongelmaksi muodostua materiaalin vanheneminen ja heikko varastokierto varmuusvarastossa. Karrus (2005,36) sekä Emmett (2005, 52) ohjeistavat, että varmuusvarasto säilytetään käyttövaraston kanssa fyysisesti yhdessä ja näin varmistetaan varastonkierto eikä materiaali pääse vanhenemaan varastoon. (Karrus 2005, 36.)

5 Tiluseräkoot

Hokkanen & Karhunen (2014,207) mukaan, eräkoon määrittäminen on merkittävässä roolissa varastonohjauksessa. Eräko voi olla pieni tai suuri, mutta tavoitteen pitäisi aina olla sama, kustannustehokas toimitusvarmuus asiakkaille. Toimitusvarmuuden määrittämisellä suuri merkitys varmuusvarastojen määrittämiseen ja sitä kautta myös tiluseräkokoön ja varastotasoihin.

5.1 Optimaalinen eräko



Kuvio 7. EOQ-kuvaaja (What is economic order quantity (EOQ)?, n.d.)

Choin (2014,3) ja Rajan (2019,1) mukaan, EOQ-malli (Economic order quantity) eli optimaalisen eräkoon malli laskee tiluseräkoön, jossa vuosittaiset tilaus- sekä varastointikustannukset ovat mahdollisimman pienet (Kuvio 7.). Ensimmäisen version EOQ-mallista on kehittänyt Ford W. Harris vuonna 1913, mutta R. W. Wilson kehitti sitä vielä eteenpäin lopulliseen muotoonsa vuonna 1937.

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * TK}{H * VK}}$$

Kaavassa D on vuosimenekki, TK on tilauskustannus yhdelle ostoerälle, H on tuotteen yksikköhinta, VK on varastointikustannus vuodessa prosentteina varaston keskiarvosta (Sakki 2014, 88).

Klassisessa EOQ -mallissa on kuitenkin joitakin rajoitteita, jotka rajoittavat sen käyttöä. Klassista EOQ-mallia käytettäessä on otettava huomioon, että se olettaa seuraavaa: hinta ei muutu tilausmäärän kasvaessa, ei rajoitteita tilausmäärässä, varastosaldo ei saa mennä nolnaan sekä kaikki valmistettavat kappaleet ovat varastokelpoisia (Raja 2019, 3). Choin (2014,6) mukaan EOQ -mallin käyttöä rajoittavat myös mallissa käytettävät vuotuiset varastointikustannukset, jotka ovat usein vaikeasti määritettävissä, jos niitä ei aiemmin kuin määritelty. Cimorelli (2014, 44–45) nostaa esiin, että APICS Supply Chain Council on tutkimuksissaan todennut, että yritysten varastointikustannuksiin yleisesti käyttämä 10–15 % osuus kustannuksista on selvästi alle todellisten kustannusten ja ehdottavatkin tutkimustensa pohjalta 27–47 % osuutta kustannuksista. Cimorelli (mts.) haluaa myös korostaa kuinka väärä varastointikustannus vääristää EOQ-käyrää voimakkaasti, koska se saadaan varastointikustannusten ja tilauskustannuksien summana.

Emmettin (2005, 59–60) mukaan Klassisen EOQ-mallin ongelmana on myös, että siitä puuttuu varmuusvaraston osuus sekä toimitusaika oletetaan olevan 0. Klassisessa muodossaan Emmett (mts.) näkeekin klassisen EOQ-mallin toimivan parhaiten vakaille huolto ja korjaus tarvikkeille. Myös Sakki (2014, 86) ja Hokkanen & Virtanen (2012,77) huomioivat, että klassisessa EOQ-kaavassa on omat heikkoutensa, mutta kun ne otetaan huomioon niin kaavan avulla saadaan hyvin käyttökel-poinen likiarvo sopivan tilauserän määrittämiseen.

EOQ-mallista on kehitetty useita jatkojalostettuja versioita, jotka ottavat huomioon erilaisia muut-tujia. Rajan (2019, 3) mukaan, esimerkiksi Roy & Maiti (1997) mallinsivat EOQ-mallista version, joka ottaa huomioon tilauseräkoon ja varastotilan rajoitteet. Kaikilla kehitetyillä malleilla kuitenkin on omat rajoitteensa kuten Roy & Maiti (1997) malli asettaa omat rajoitteensa kysynnälle ja tuot-teen hinnalle.

5.1.1 Varastointikustannus

Varastointikustannus edellä esitettyjen lähteiden mukaan on vaikea määrittää, jos sitä ei aiemmin ole tehty ja se on aiempiin lähteisiin viitaten myös hyvin keskeisessä roolissa EOQ-laskentaa tehtäessä. Varastointikustannus on kuitenkin laskettavissa ja Bowersoxin (1996, 254–255) mukaan siihen vaikuttavat seuraavat muuttujat: Sisäinen korko, verot, vakuutukset, tuotteiden pilaantuminen sekä varastointitilat. Sisäisen korkotason jokainen yritys määrittää itse. Verot ja vakuutukset vaihtelevat yrityskohtaisesti varastoitavien tuotteiden hinnan ja keskivaraston mukaisesti. Pilaantumisen aiheuttamat kulut on myös laskettava mukaan varastointikustannuksiin ja ne vaihtelevat paljon alakohtaisesti. Bowersox (1996,256) summaa, että yleisesti varastoinnin kokonaiskustannus vaihtelee välillä 9–50 prosenttia, mutta keskiarvo on lähempänä 20 prosenttia. Myös Emmett (2005, 39–40) summaa samat kustannukset varastointikustannuksiin, mutta lisää mukaan myös tilaus- sekä maksukulut. Käytännössä EOQ-laskennan tilanteessa näitä ei kuitenkaan lasketa varastointikustannuksiin, vaan ne eritellään kaavassa tilauskustannuksiin yhdelle erälle. Emmett (mts.) esittää suuren öljy-yhtiön prosenttijakaumaksi 17–30 %.

5.2 Min-maks menetelmä

Tässä menetelmässä tilausmäärä määrittyy täysin varaston halutun ylärajan mukaisesti. Tässä menetelmässä myös tilauspiste määritellään eri tavalla, koska sitä seurataan harvemmin kuin edellä mainitussa tilauspisteen määrittelyn tilanteessa. Varaston ikään kuin halutaan pysyvän tiettyjen raja-arvojen välissä ja tilanne korjataan, jos saldo menee alle raja-arvon. Tällä menetelmällä tilausväli koko vaihtelee tilausten välillä, koska varasto tilataan aina maksimiin asti. (Sakki 2014, 85.)

Max. varasto = varmuusvarasto + menekki tilausvälin ja hankinta-ajan aikana

min. varasto= keskimääräinen menekki hankinta-aikana + varmuusvarasto

(Sakki 2014, 85.)

Min-maks-menetelmän yhdeksi toimivaksi tavaksi esitetään EOQ + tilauspisteen yhdistelmään. Varaston pienimmäksi arvoksi valitaan tilauspiste. Varaston maksimiarvoksi asetetaan EOQ + tilauspiste. Tällöin ostotilaus lähtee aina kun saavutetaan tilauspiste ja täydennyserän koko vaihtelee

kysynnän mukaan ja aina täydennetään varasto maksimiin asti. Tässä mallissa tilausmäärien varianssi on suurempi kuin puhtaassa EOQ:ssa. (Emmett 2005, 59.)

6 Tutkimusmenetelmät

Kehitystyössä käytetään menetelmänä määrällistä havainnointia toimeksiantajan järjestelmästä. Määrälliset analyysi- ja kehitysmenetelmät valikoituvat parhaiksi menetelmiksi, koska kehitystyö toteutetaan suurelta osin pohjautuen toiminnanohjausjärjestelmästä saataviin numeerisiin arvoihin.

Kvantitatiivisessa eli määrällisessä tutkimuksessa tutkitaan hyödyntäen tilastollisia ja numeerisia aineistoja. Kvantitatiivinen tutkimus edellyttää aineistolta hyvin edustettua otosta sekä tiedon riittävää validiutta, koska aineistosta tehdyt johtopäätökset perustuvat täysin numeerisista arvoista tehtyihin analyyseihin sekä havaittuihin riippuvuuksiin (Heikkilä 1998, 16). Tiedon validiteetilla tarkoitetaan tiedon sopivuutta käyttökohteeseen (Kananen 2008, 79). Kvalitatiivisessa eli laadullisessa tutkimuksessa keskitytään enemmän tutkimuksen kohteen laatuun ja ihmisten näkemyksiin tutkittavasta kohteesta.

Jos tutkittaisiin esimerkiksi jotain rajattua määrää autoja, määrällinen tutkimus keräisi aineistoa esimerkiksi autojen hinnoista, painoista ja nopeuksista, kun taas kvalitatiivinen tutkimus keskittyisi autojen laatuvaikutelmaan tai haastateltavien ihmisten mielipiteeseen autojen väristä. Laadullisissa tutkimusmenetelmissä aineiston tulkintatavoilla on suurempi merkitys kuin määrällisissä menetelmissä. Hirsjärven mukaan (2009, 139–140) kvantitatiivinen tutkimus perustuu realismiin sekä loogiseen positivismiin. Mielestäni Hirsjärvi tarkoittaa kuvauksessaan loogisella positivismilla termiä Postpositivismi. Postpositivismilla tarkoitetaan filosofiaa, jossa vain kaikki mitä voidaan tarkastella ja kokea on ”totta”, mutta osa tiedosta saattaa kuitenkin jäädä havainnointimme ulkopuolelle (Metsämuuronen 2008, 11).

Metsämuuronen (2008, 13) mukaan ei kuitenkaan kannata valita vain yhtä näistä tutkimusmenetelmistä, vaan muodostetaan jonkinlainen yhdistelmä molemmista menetelmistä. Laadullisista tutkimusmenetelmiksi otetaan käyttöön muutamia haastatteluja, joissa haastattelen esimerkiksi tuotantopäällikköä sekä lähettämötyöntekijää. Myös Kananen (2008, 84) nostaa esille

tutkimustyyppien yhdistelemisestä saatavat hyödyt, jos esimerkiksi kerätystä määrällisestä aineistosta puuttuu oleellisia tietoja.

6.1 Eettisyys

Tutkimustietoa julkaistaessa on julkaisun ja sen tietojen täytettävä hyvän eettisen tutkimuksen periaatteet ja sen on noudatettava hyvää tieteellistä käytäntöä (Hirsjärvi ym. 2009, 23). Opinnäytetyön tutkimuksellinen kehitystyö on toteutettu Jyväskylän Ammattikorkeakoulun eettisten periaatteiden mukaisesti. Toimeksiantajalle on annettu mahdollisuus halutessaan salata opinnäytetyön tietoja ennen opinnäytetyön julkaisua. Kehitystyössä saatuja tuloksia käsitellään kriittisesti ja tuloksista pyritään saamaan kattava kokonaisratkaisu opinnäytetyölle asetettuihin tavoitteisiin. Kehitystyöhön kerätty, myynti- ja valmistustiedoista koostuva, aineisto on kerätty vain tätä opinnäytetyötä varten, eikä sitä käytetä muuhun käyttöön. Kehitystyöhön käytettävää aineistoa käsitellään ainoastaan toimeksiantajan salasanasuojatulla tietokoneella toimeksiantajan sisäisessä verkossa.

7 Tulokset

7.1 Värinauhojen varastonohjaus

Toteutuksen alkuvaiheessa toimeksiantajan toiminnanohjausjärjestelmästä kerättiin tiedot vuoden 2022 valmistus- ja tilaustiedoista. Tiedot kerättiin siinä muodossa, jossa ne ovat käsiteltävissä Excel-ohjelmistolla. Värinauhojen tilaustiedot eroteltiin muista tiedoista Excel-ohjelmassa. Opinnäytetyön rajauksessa rajattiin värinauhat kuulumaan mukaan opinnäytetyön kehitystyöhön, joten toteutus päätettiin aloittaa niiden varastolaskelmilla.

Värinauhat ovat lämpösiirtotulostuksessa tarvittavia väriä sisältäviä polyesteri rullia, josta väri siirtyy lämmön avulla etikettiin, materiaalina paperiin tai muoviin. (What is a thermal transfer ribbon, n.d.). Värinauhat käsitellään erillisenä muista varastotuotteista, koska sillä tavoin niiden ohjaus saadaan loogisemmaksi, koska ne eroavat muista varastotuotteista kuitenkin hyvin paljon tilaus-toimitusprosessin osalta. Värinauhat ovat tilaustuotteita ja toimeksiantaja ei valmista niitä itse, toisinkuin kaikki muut varastotuotteet.

Kuten Karrus (2005, 179–180) ohjeisti, Värinauhoille tehtiin ABC-analyysi (Kuvio 8.), jolloin ne saadaan pienempiin helpommin hallittaviin kokonaisuuksiin. ABC-analyysissä ne saatiin järjestettyä myyntimäärältään suuruusjärjestykseen. Varastotuotteina toimeksiantajalla on lähtötilanteessa 33 eri värinauhaa. A-tuotteiden osuus värinauhojen myynnistä oli 75 %, B-tuotteiden osuus 18 %, C-tuotteet 7 %. Luokkien rajauksessa pyrittiin mahdollisimman lähelle Karruksen (mts.) rajausta 80/20-säännöstä, mutta käytettiin kuitenkin tuotteiden myyntijakaumaa pääasiallisena rajauksena.

Koodaus	Pakkauskoko	Tilausmäärä / v	Keräilyt / v	Laskutettu / K	Kum. % lask ABC	Varmuuskerroin	I Varmuusvarasto	Tilauspiste	Ohjaus	Maksimivarasto
RIBBON 1	12		19		48 % P(A)	EPÄTOSI		0	0 Min-Maks	0
RIBBON 2	10		18		54 % A	1,64	60	80	80 Min-Maks	210
RIBBON 3	10		10		60 % A	1,64	10	10	10 Min-Maks	170
RIBBON 4	10		12		66 % A	1,64	20	20	20 Min-Maks	180
RIBBON 5	24		5		71 % P(A)	EPÄTOSI		0	0 Min-Maks	0
RIBBON 6	5		5		75 % A	1,64	55	65	65 Min-Maks	100
RIBBON 7	5		2		78 % B	1,28	25	30	30 Min-Maks	40
RIBBON 8	10		12		81 % B	1,28	30	40	40 Min-Maks	110
RIBBON 9	5		4		83 % B	1,28	15	15	15 Min-Maks	20
RIBBON 10	10		2		85 % B	1,28	40	50	50 Min-Maks	60
RIBBON 11	10		5		86 % B	1,28	10	10	10 2-laatikko	20
RIBBON 12	10		4		88 % B	1,28	40	50	50 Min-Maks	90
RIBBON 13	10		3		90 % B	1,28	70	90	90 Min-Maks	40
RIBBON 14	10		2		91 % B	1,28	50	70	70 Min-Maks	60
RIBBON 15	10		3		92 % B	1,28	20	20	20 Min-Maks	40
RIBBON 16	25		3		93 % B	1,28	25	25	25 Min-Maks	75
RIBBON 17	10		2		94 % C	0	0	0	0 2-laatikko	20
RIBBON 18	10		1		95 % X (C)	EPÄTOSI		0	0 2-laatikko	20
RIBBON 19	10		2		95 % C	0	0	0	0 2-laatikko	20
RIBBON 20	10		4		96 % C	0	0	0	0 2-laatikko	20
RIBBON 21	10		1		97 % X (C)	EPÄTOSI		0	0 2-laatikko	20
RIBBON 22	25		3		97 % C	0	0	0	0 2-laatikko	50
RIBBON 23	25		2		98 % C	0	0	0	0 2-laatikko	50
RIBBON 24	10		1		98 % X (C)	EPÄTOSI		0	0 2-laatikko	20
RIBBON 25	10		1		99 % X (C)	EPÄTOSI		0	0 2-laatikko	20
RIBBON 26	5		1		99 % X (C)	EPÄTOSI		0	0 2-laatikko	10
RIBBON 27	10		2		99 % C	0	0	0	0 2-laatikko	20
RIBBON 28	25		2		99 % C	0	0	0	0 2-laatikko	50
RIBBON 29	10		1		100 % C	0	0	0	0 2-laatikko	20
RIBBON 30	10		1		100 % X (C)	EPÄTOSI		0	0 2-laatikko	20
RIBBON 31	10		1		100 % X (C)	EPÄTOSI		0	0 2-laatikko	20
RIBBON 32	10		1		100 % C	0	0	0	0 2-laatikko	20
RIBBON 33	10		1		100 % X (C)	EPÄTOSI		0	0 2-laatikko	20

Kuvio 8. Värinauhojen ABC-analyysi

A-tuotteista poistettiin heti ABC-analyysin alussa muutamia tuotteita pois ohjauksen piiristä, koska tiedetään niiden olevan vain yhden asiakkaan tiettyyn tarkoitukseen määriteltyjä yksittäistuotteita, joita on taloudellisempi ohjata täysin manuaalisesti. Nämä tuotteet siirrettiin P-luokkaan, jota ohjataan manuaalisesti. C-tuotteista selvisi hyvin nopeasti joitakin tuotteita, joiden kysyntä oli hyvin heikko jo vuonna 2022. Tämän tiedon pohjalta C-tuotteet vielä tarkastettiin manuaalisesti, jos niille on tullut tilauksia myös vuonna 2023. Jos tuotteella ei ollut yhtään asiakastilausta vuonna 2023, ne siirrettiin luokkaan X, jossa tuotteet pidetään varastosaldoissa, mutta ne toimitetaan aina tilaustuotteena vain asiakastarpeeseen eli niitä ei varastoida ollenkaan. Tämä on huonosti myyvien

tuotteiden eliminoimista johon Karrus (2005, 179–180) ohjeistaa, mutta samalla myös varmistettiin Watersin (2003,210) mainitsemien tärkeiden tuotteiden pysyminen myös C-luokassa. X-luokan tuotteet päädyttiin kuitenkin pitämään vielä varastokirjanpidossa, koska se helpottaa asiakastilauksen syöttämistä järjestelmään jonkin verran, mutta varsinaista haittaa varastonohjaukselle ei ole (Jäntti, 2023).

Värinauhoille pohdittiin tehtäväksi ABC-analyysin lisäksi myös XYZ-analyysi, jossa ne olisi järjestetty keräily/tilauskertojen mukaiseen suuruusjärjestykseen. Kyseisestä analyysistä kuitenkin ei nähty olevan suurta hyötyjä, koska tuotteiden määrä on vielä hyvin maltillinen, 33 tuotetta. ABC-analyysi on riittävä eri myyntimäärissä liikkuvien tuotteiden erottamiseksi toisistaan ja varastolaskeumat tehtiin näiden pohjalta. Kokonaisuutena värinauhat jaettiin 5 eri luokkaan: A, B, C, P, X. Jokaiselle luokalle määriteltiin omat ohjaustapansa. A- ja B-tuotteiden ohjaukseen määriteltiin Minmaks-menetelmä ja C-tuotteille kaksi-laatikko-järjestelmä. P- ja X-luokat rajattiin ohjauksen ulkopuolelle.

7.2 Värinauhojen varmuusvarasto ja tilauspiste

Kaikille A-, B-, ja C-luokan värinauhoille määriteltiin varmuusvarasto Sakin (2014, 83) ja Watersin (2003, 173–176) mukaisella kaavalla:

$$B = ks\sqrt{L}$$

Molemmille luokille määriteltiin omat varmuuskertoimensa (Taulukko2.): A-luokalla 95 % ja B-luokalle 90 %. A-tuotteiden varmuuskertoimeksi määrittyi 95 %, koska suuremmalla varmuuskertoimella ei enää nähty isoa merkitystä varmuusvarastoon, kun tulokset pyöristettiin pakkauskoon mukaan. Kaavassa esiintyvä standardipoikkeama määriteltiin tuotekohtaisesti ja toimitusajaksi määriteltiin 2 viikon realistinen toimitusaika (Jäntti, 2023). Emmettin (2007, 132) kaavaa, joka varautuu kysynnän ja hankinta-ajan vaihteluun ei voitu käyttää varmuusvarastoa määriteltäessä, koska järjestelmästä ei saatu luotettavaa tietoa hankinta-ajan vaihtelusta.

Taulukko 2. Palveluaste ja asetettu maksimivarasto eri luokissa

	Palveluaste	kerroin	Maksimivarasto
A	0,95	1,64	40 pakkausta
B	0,9	1,28	20 pakkausta
C			0 pakkausta

Tilauspiste määriteltiin Sakin (2014, 84) yksinkertaisemmalla kaavalla:

$$T = DL + B$$

Kaavaan sijoitettiin Varmuusvarasto, kysyntä ja toimitusaika viikoissa. Tuloksena saatiin tilauspiste, jossa käyttövaraston loppuosa kattaa oletetun tasaisen kysynnän hankinta-ajalle. Kun kysyntä poikkeaa oletetusta, siihen vastataan varmuusvaraston puolelta. Näin saadaan myös varmuusvarastolle hyvä kierto ja materiaalin pilaantumiselta varastoon vältytään, vaikka värinauhojen tilanteessa materiaalin pilaantuminen varastoon ei ole suuri ongelma, materiaalin hyvän säilyvyyden takia.

7.3 Värinauhojen tilauseräkoot

A ja B-tuotteille määriteltiin ohjaustavaksi Min-maks, eli varasto halutaan pysymään tiettyjen raja-arvojen välissä. Nyt kun Tilauspiste ja varmuusvarasto on määriteltä, niin voidaan tilauseräkoot määrittellä ohjaustavan mukaisiksi. Värinauhoilla pohdittiin EOQ-laskentaa tilauseräkoon määrittämiseksi mutta hyvin nopeasti päädyttiin tilanteeseen, jossa EOQ-mallin mukaisen laskennan toteuttaminen värinauhoille olisi liian haastavaa johtuen puutteellisista ja haasteellisesti selvitettävistä varastointikustannuksista.

Värinauhojen tilauseräkokoja päädyttiin ohjaamaan Min-maks-menetelmällä johtuen varaston fyysisistä rajoitteista, jotka luovat selkeät rajat varastoinnille. Varaston maksimi-arvo jokaiselle tuotteelle määriteltiin tuotteelle mahdollistetun varastointitilan mukaisesti. A-tuotteille määriteltiin jokaiselle oma EUR-lavapaikka ja B-tuotteille määriteltiin jokaiselle oma hyllypaikka ja sen rajoitteiden mukainen varastomaksimi. Lavapaikan maksimituotemääräksi määriteltiin 40 pakkausta (Taulukko 2.). A ja B-tuotteille asetettiin myös toinen rajoite (Taulukko2.) varaston maksimimäärässä,

kun niille asetettiin vuosikysyntään perustuva maksimi. A- ja B-tuotteille määriteltiin varastolle 4 kuukauden haluttu varastorajoite (Jäntti 2023), joka laskettiin kaavalla:

$$\text{varastorajoite} = \frac{\text{Vuosikysyntä}}{12} * \text{Haluttu riitto}(kk)$$

A- ja B- tuotteiden tilausmäärät vaihtelevat siis määritettyjen rajojen mukaisesti. Jos 4 kuukauden kysyntä ylittää tuotteelle asetetun fyysisen varastomaksimin niin tuotetta tilataan vain fyysiseen varastomaksimiin asti. Tilanteessa, jossa 4 kuukauden kysyntä alittaa fyysisen rajoitteen, tuotetta tilataan vain 4 kuukauden kysyntää vastaavaan rajaan asti.

Tällä pyrittiin pienentämään varastoarvoa ja tihentämään A-tuotteiden tilausväliä. B-tuotteisiin tämä rajoite ei kuitenkaan vaikuttanut ollenkaan, vaikka se otettiin käyttöön myös niissä. Tällä tavoin joidenkin A-tuotteiden maksimivarastoarvoa saatiin hiukan pudotettua. A-tuotteiden tiheämpi tilaustahti on tärkeää, jotta B- ja C-tuotteita saadaan tilattua niiden kanssa yhdistetyllä tilauksella ja se vaikuttaa voimakkaasti yksittäiseen tuotteeseen kohdistuviin tilauskustannuksiin.

C-tuotteille valittiin 2-laatikkojärjestelmä niiden ohjaustavaksi, koska niiden kysyntä on pientä verrattuna A- ja B-tuotteisiin ja 2-laatikkojärjestelmällä C-tuotteille saadaan riittävä toimitusvarmuus. Monella C-luokan tuotteella vuosikysyntä on noin 1–2 tuotepakkausta vuodessa, jolloin 2-laatikkojärjestelmällä vuosikysyntä saadaan hyvin katettua.

7.4 Värinauhujen tilausimpulssi

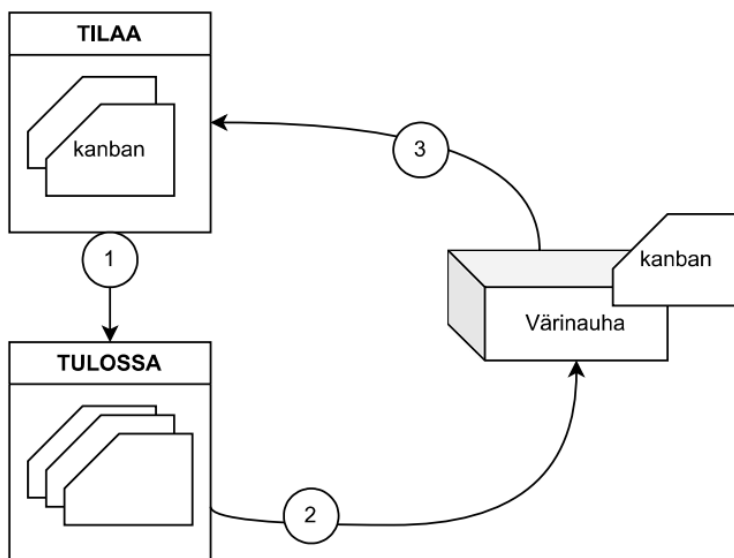
Värinauhoilla otettiin käyttöön kanban-järjestelmä, jossa tuotteille määriteltiin edellä mainitut varmuusvarastot, tilauspisteet ja varastomaksimit. Kanban muodostui loogiseksi ohjaustavaksi, koska toimeksiantajalla on jo entuudestaan käytössä hiukan kanbania muistuttava järjestelmä toisessa

käyttökohteessa. Kanban on myös hyvä järjestelmä, koska se on niin yksinkertainen käyttää ja opettaa mm. kesätyöntekijöille.

RIBBON			
Kuvaus:	Värinauha 115 x 600 CSO (10)		
Pakkauskoko	10 kpl	Luokka	
Tilauspiste	35 kpl	Hyllypaikka	
Toimitusaika	2 viikkoa		
Tilausmäärä	60 kpl		

Kuvio 9. Esimerkki käytettävästä kanban-kortin rakenteesta

Kanban-kortit muodostettiin ja korttiin merkattiin: tuotekoodi, kuvaus, tilauspiste, tilausmäärä, hyllypaikka ja ABC-luokka (Kuvio 9). Hyllypaikka ja ABC-luokka jätettiin vielä kuitenkin täyttämättä kanbaniin. ABC-luokkaa ei tarvita tilaustapahtumassa ja ”kiinteitä” hyllypaikkoja värinauhoille ei ole käytössä. ABC-luokka lisättiin kuitenkin tuotannonohjausjärjestelmän tietoihin, jotta X-luokan värinauhat saadaan eroteltua muista varastoitavista tuotteista. Värinauhoille kortti toteutettiin A5-koossa, jolloin se mahtuu hyvin värinauhapakkausten joukkoon.



Kuvio 10. Värinauha-kanbanien kiertoprosessi

Kanbanin kiertoprosessi (Kuvio 10) varastossa tapahtuu siten, että kun kanbanin mukaista tuotetta on tilattu toimittajalta, siirtyy kortti Tulossa-lokeroon. Kun tuote saapuu varastoon kanban kortti otetaan tulossa lokeroista ja siirretään tilatun tuotteen mukana sen varastopaikalle ja kanban asetetaan tuotteiden päälle. Kun tuotteen tilauspiste saavutetaan, otetaan tuotteen kanban-kortti mukaan ja se siirretään Tilaa-lokeroon. Jos mahdollista, Tilaa-lokeroon pyritään keräämään useampi kanbaneja ennen kuin värinauhoja tilataan toimittajalta. Kun kanbanien värinauhut on tilattu siirtyvät kanbanit takaisin Tulossa-lokeroon.

7.5 Valmistuotteiden varastonohjaus

Muut valmistuotteet koostuvat pääosin varoitustarroista, blancoetiketeistä sekä tarra-arkeista. Myös näistä tuotteista kerättiin myynti- ja tilaustilastot vuodelta 2022. Tiedot muutettiin muotoon, jossa ne ovat käsiteltävissä Excel-ohjelmistolla.

Myös muille valmistuotteille päädyttiin tekemään ABC-analyysi, jotta ne saadaan eriteltyä helpommin hallittaviin tuote kokonaisuuksiin. Muita valmistuotteita on kuitenkin 103 eri tuotetta, joten niitä on huomattavasti enemmän kuin värinauhoja. Tuotteet jakautuivat ABC-luokkiin myyntilukuihin perustuen seuraavasti: A-tuotteet 66 %, B-tuotteet 19 % ja C-tuotteet 15 %. Jakauma mukaillee hyvin Karruksen (2005, 179–180) esittämää 80/20-sääntöä.

ABC-analyysin lisäksi vakiotuotteille tehtiin XYZ-analyysi perustuen tuotteisiin kohdistuvien keräilytapahtumiin. XYZ-analyysi on yleishyödyllinen analyysi varaston hyllypaikkoja määrittäessä (Sakki 2014, 67.), mutta XYZ-analyysin hyödyt nähtiin tässä kehitystyössä myös siinä, että saatiin havaittua ne tuotteet, jotka aiheuttavat paljon työtä ja saatiin tarkennettua valmistuotteiden luokkajaottelua. XYZ-analyysissä tuotteet jakautuivat seuraavasti: X- 55 %, Y- 25 % ja Z-tuotteet 20 %.

ABC- ja XYZ-analyysien tuloksena saatiin luotua yhdistetty analyysi, jossa luokkia on yhteensä 9 kappaletta: Ax, Ay, Az, Bx, By, Bz, Cx, Cy, Cz. Jokaiselle luokalle pystytään nyt luomaan omat varmuusvarasto määritelmänsä ja palvelutasotavoitteensa (Kuvio 8). Tämä on tärkeää, koska nyt eri luokissa olevat tuotteet eroavat nyt todistettavasti vielä enemmän toisistaan kuin pelkän ABC-analyysin pohjalta. Esimerkkinä Az-tuotteiden ja Ax-tuotteiden keskinäinen vertailu saa yhdistetyllä analyysillä paljon enemmän informaatiota kuin pelkällä ABC-analyysillä. ABC-analyysiin pohdittiin lisättäväksi myös D-luokkaa, mutta päädyttiin kuitenkin pysymään kolmessa luokassa, koska

silloin luokkien kokonaismäärä olisi noussut 12:sta kappaaleeseen. Tarkoituksena olisi ollut käyttää D-luokkaa värinauhoissa käytettävän X-luokan tapaisesti, mutta siitä ideasta luovuttiin. Myös Hokkanen ja Virtanen (2012, 75.) ohjeistavat yhdistetyssä analyysissä luokkamäärän mahdolliseen rajaamiseen mahdollisimman pieneksi hyvän hallittavuuden takaamiseksi.

Myös muilla valmistuotteilla, kuten värinauhoillakin, päädyttiin muutamia tuotteita poistamaan ohjauksen piiristä, koska ne ovat vain yhden asiakkaan tiettyyn tarkoitukseen määriteltyjä yksittäistuotteita. Näitä tuotteita löytyi kaikista ABC-analyysin luokista. Nämä tuotteet siirrettiin P-luokkaan. Tuotteet päädyttiin jättämään kuitenkin varastokirjanpidolle samasta syystä kuin värinauhojen osalta.

7.6 Valmistuotteiden varmuusvarasto ja tilauspiste

Valmistuotteille määriteltiin Varmuusvarastot niiden yhdistetyn analyysin pohjalta. Jokaiselle tuotteelle määriteltiin oma toimitusaikansa ja luokkakohtaisesti määriteltiin toimitusvarmuus. Varmuusvarasto laskettiin Sakin (2014, 83) ja Watersin (2003, 173–176) mukaisella kaavalla:

$$B = ks\sqrt{L}$$

Varmuuskertoimien määrittäminen oli valmistuotteiden osalta haastavampaa kuin värinauhojen kanssa, koska eri luokkia oli 11 kappaletta. Varmuuskertoimia (Kuvio 11.) määriteltäessä tuotteille tehtiin analyysi niiden jakautumisesta eri ABCXYZ-luokkiin. Havaittiin, että suurin osa tuotteita jakautui akselille AX-BY-CZ. Jopa puolet tuotteista kuuluu CZ-luokkaan. Tämän tiedon pohjalta päädyttiin siihen, että näitä luokkia käytettiin ”pääloukkina” ja muiden luokkien varmuuskertoimet määrittyivät niiden mukaan, ABC-luokitusta painottaen. Emmettin (2007, 132) esittämää kaavaa, jolla varauduttaisiin hankinta-ajan ja kysynnän vaihteluihin ei voitu käyttää varmuusvarastolaskelmissa, koska tilastoitua tietoa toimitusajan vaihteluista ei ollut saatavilla. Varmuuskertoimet määrittyivät seuraavasti:

Varmuuskerroin				Palveluaste	Varmuuskerroin
A	1,46	1,28	1,64	0,5	0
B	0,97	1,28	1,46	0,75	0,67
C	0,67	0,97	1,28	0,9	1,28
	Z	Y	X	0,95	1,64
				0,97	1,88
				0,98	2,05
				0,99	2,33
				0,995	2,57
				0,999	3,09
				0,9999	3,72
	P		0		

Kuvio 11. Eri luokkien varmuuskertoimet ja niitä vastaavat palveluasteet

Tilaspiste valmistuotteille määriteltiin samalla Sakin (2014,84) kaavalla kuin värinauhoille:

$$T = DL + B$$

Kaavassa käytettävä toimitusaika määriteltiin jokaiselle tuotteelle erikseen. Osalle tuotteista määriteltiin pidempi toimitusaika johtuen tuotannollisista tai teknisistä syistä. Osalle C-luokan tuotteista määriteltiin pidempi toimitusaika, jotta niitä saadaan paremmin niputettua tuotannossa ja ajettua ns. yhdellä kuntoonlaitolla. Töiden niputtaminen tapahtuu tuotannon hienokuormitusta määritettäessä. (Karjalainen 2023.)

7.7 Valmistuotteiden tilauseräkoot

Valmistuotteiden tilauseräkoot ovat huomattavasti suurempia verrattuna värinauhoihin. Tilauuseräkoot voivat olla useita lavoja, kun värinauhoissa puhutaan yksittäisistä tuotepakkauksista. Värinauhoissa käytettävä Min-maks-menetelmä on riittämätön, koska valmistuotteiden vaikutus varastoarvoon on huomattavasti suurempi, joten on valittava jokin toinen keino tilauseräkokojen ohjaukseen.

Valmistuotteiden osalta päädyttiin käyttämään EOQ-kaavaa tilauseräkokojen määrittämisessä. Choin (2014,6) esittämät EOQ-laskennan haastavuudet tilauskustannusten ja varastoinnostannusten osalta tiedostettiin, mutta niiden laskeminen todellisuudessa on tässä tapauksessa helpompaa, koska kyseessä on yrityksen sisäinen toimitusketju. EOQ:n mukainen tilauseräkkö määriteltiin Sakin (2014, 88) kaavalla:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot TK}{H \cdot VK}}$$

Kaavassa käytettävät tiedot määriteltiin jokaiselle tuotteelle erikseen. Vuosimenekki saatiin kerätyistä myyntitilastoista. Suurimmalla osalla arkkituotteista TK eli tilauskustannus on sama johtuen painokoneen kuntoonlaiton samankaltaisuudesta. Muille tuotteille se määriteltiin tuotekohtaisesti. Yksikköhinta saatiin toimeksiantajan toiminnanohjausjärjestelmästä jokaiselle tuotteelle. Muutamille C-luokan tuotteille ei onnistuttu määrittämään yksikköhintaa, joten ne jäivät ilman EOQ:lla laskettua tilausmäärää. Kyseiset tuotteet ovat kuitenkin niin pieniä menekiltään, että EOQ olisi tuskin toiminut oikein niiden tapauksessa. Kaavassa käytettävä VK eli varastointikustannus 12,47 % määriteltiin varaston keskiarvon ja varastoinnin kustannusten avulla (Taulukko 3.). Varastointikustannukset asettuivat hyvin matalalle, jos niitä vertaa Bowersoxin (1996,256) ja Emmettin (2005, 39–40) arvioihin varastointikustannuksista. Työkustannusten osuudeksi arvioitiin 0,34 % varaston arvosta, koska varastotuotteet eivät työllistä kokoaikaisesti yhtäkään työntekijää. Lähettämötyöntekijä hoitaa varastotuotteita muun työn ohella. Varastotuotteiden hävikistä ei ole toimeksiantajalla tilastoitua tietoa, mutta arvioiduksi hävikiksi määriteltiin 0,2 % (Karjalainen 2023), koska tuotteen säilyvyys on hyvä ja varaston kierto riittävä säilyvyyteen nähden.

Taulukko 3. Varastointikustannusten rakenne

Kiinteät kulut	€ / kk	% varastoarvosta
Vuokra		1,59 %
Lämmitys		0,14 %
Vesi ja jätevesi		0,01 %
Siivous		0,08 %
Auraus ja piha-alueen hoito		0,05 %
Vakuutukset		0,07 %
Yht.		1,93 %
Hävikki		0,20 %
Työkustannukset		0,34 %
Sisäinen korko		10 %
Varastointikustannus kuukaudessa prosentteina varaston keskiarvosta		12,47 %

7.7.1 EOQ-mallin rajoitteet ja korjaavat toimenpiteet

Kun EOQ-tilausmäärä oli määritelty jokaiselle tuotteelle, havaittiin, että EOQ-kaavan antamat arvot pienemmille tuotteille C-luokissa antoivat tuotteille tilausmääriä, jotka vastasivat jopa kahden vuoden menekkiä. Materiaalin eli tarralaminaatin säilyvyyden kannalta enimmillään kahden vuoden varastosäilytys ei ole järkevää, koska tarralaminaatin valmistaja lupaa materiaalille noin 2–3 vuoden säilyvyyden riippuen materiaalista (Karjalainen 2023). A-luokka ja suuri osa B-luokkien tuotteista saivat hyvin järkeviä tilausmääriä ja maksimivarastoarvoja. EOQ-kaavan ”Virhe” tilauseräkokoissa johtuu vähäisistä keräilykerroista ja suhteellisen suuresta keskiarvosta tilausmäärien keskiarvoon C-luokan tuotteille. Osaltaan siihen vaikuttavat myös matalat varastointikustannukset.

$$\text{Tilauseräraja} = \frac{\text{Vuosikysyntä}}{12} * \text{Haluttu riitto}(kk)$$

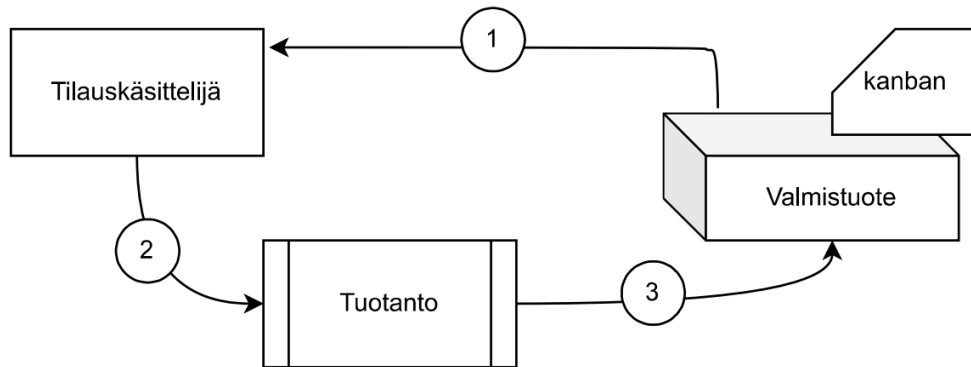
Tätä virhettä korjaamaan valmistuotteille asetettiin myös toinen rajoite, aivan kuin värinauhoillekin. Tuotteille asetettiin tilauseräkoon rajoite, joka rajoittaa tilauseräkoon enintään 9 kuukauden menekkiä vastaavaan määrään. Valmistuotteiden tilauserärajoite laskettiin samalla kaavalla kuin värinauhoille tehty varastorajoite. Rajoite asetettiin kaikille valmistuotteille, mutta sen vaikutukset kohdentuivat lähinnä C-luokkien tuotteisiin. C-tuotteissa 9 kuukauden rajoite muodosti tuotteelle varmuusvaraston ja tilauseräkoon yhteenlaskettuna kokonaisvarastomääränä noin yhden vuoden menekin, jota voidaan pitää soveltuvana huonosti liikkuville tuotteille. Tällä tavoin pystytään takaamaan varaston hyvä kierto myös C-luokkien tuotteille, eikä materiaali pääse vanhenemaan varastoon.

7.8 Valmistuotteiden tilausimpulssi

Valmistuotteiden tilausimpulssiksi määriteltiin myös kanban-järjestelmä. Koska kanban-järjestelmä on käytössä myös värinauhoilla, oli se myös looginen valinta muille valmistuotteille.

Valmistuotteiden kanban on sisällöltään samanlainen kuin värinauhoilla (Kuvio 9). Ainoa eroavaisuus värinauhojen kanban-kortteihin on, että valmistuotteille kanban tehtiin koossa A4 ja kortin väri vaihdettiin siniseksi, jotta se erottuu paremmin valmistuotteiden seasta. Kanbaniin merkattiin myös tuotteen ABCXYZ-luokitus, mutta hyllypaikka jätettiin tyhjäksi. Kanbanin sisältöä ei lähdetty

muuttamaan värinauhojen kanbanista, koska kanbanissa olevat tiedot riittävät täysin uuden tuotantotilauksen syöttämiseen. Asiaa voi myös ajatella niin, että varasto tavallaan tilaa ulkopuoliselta toimijalta lisää varastoitavaa tuotetta. Samaan tapaan, kun toimitaan värinauhojen kanssa.



Kuvio 12. Valmistuote-kanbanien kiertoprosessi

Valmistuotteiden kanban-korttien kiertoprosessi (Kuvio 12) poikkeaa värinauhojen kiertoprosessista (Kuvio 10). Valmistuotteiden kanbanit kiertävät takaisin tuotantoon. Tämän takia, kun tuotteen tilauspiste saavutetaan kanban ohjataan tilauksenkäsittelijälle, joka syöttää tuotteesta valmistustilauksen. Värinauhoista poiketen, valmistuote-kanbaneja ei niputeta tilausvaiheessa, vaan samankaltaiset valmistuotteet pyritään niputtamaan tuotannon hienokuormitusta määritettäessä. Kun valmistustilaus on syötetty, kanban siirtyy valmistustilauksen mukana tuotantoon. Kun kanbanin tilaus on valmistettu, siirtyy kanban valmistuotteen mukana valmistuotevarastoon. Pohjimmiltaan valmistuote-kanbanin prosessi on siis hyvin samankaltainen kuin värinauhoilla, mutta esimerkiksi täydennystilauksen käsittelijä on eri kuin värinauhoilla.

8 Pohdinta

8.1 Johtopäätökset

Kehitystyön tavoitteena oli kehittää toimeksiantajan varastotuotteiden ohjausta ja saada varastotuotteiden valmistuksesta imuohjautuva. Aiemmin ongelmana oli varasto-ohjautuvuuden puute, jolloin varastotuotteiden varastomääriä ohjattiin täysin manuaalisesti. Kehitystyön tavoitteisiin pyrittiin pääsemään tutkimalla vastauksia (Taulukko 4.) seuraaviin kysymyksiin:

- Miten toimeksiantajan varastotuotteita kannattaa ohjata?
- Mikä toimii valmistustilausimpulssina uusille tilauksille?
- Kuinka suuret varmuusvarastot ovat järkeviä eri tuotteille?
- Minkälaiset eräkoot sopivat parhaiten toimeksiantajan tuotteille?

Kehitystyössä varastotuotteille määritettiin varastonohjaukseen tarvittavat varmuusvarastot ja tilauspisteet. Tilausimpulssi määriteltiin kanban-järjestelmän mukaiseksi ja tilauseräkoot, jotka vaihtelevat tuoteryhmittäin. Varastotuotteet jaettiin kahteen ryhmään, joita ohjataan itsenäisesti: valmistuotteet ja värinauhut.

Värinauhojen ohjauksen kehittäminen ei varsinaisesti ollut kehitystyön pääaihe, mutta koska ne kuuluvat varastotuotteisiin, niin myös ne saivat kehitystyön aikana omat ohjaustapansa. Värinauhoja ohjataan ABC-analyysin tuloksena saadussa luokitteluissa. Värinauhoille tilausimpulssina toimivat kanban-kortit. Värinauhojen varastonohjaus onnistui hyvin ja kanban-korttien kiertoprosessi saatiin kaikessa yksinkertaisuudessaan toimimaan moitteettomasti. Värinauhojen varmuusvarastoja ohjataan Sakin (2014, 83) ja Watersin (2003, 173–176) esittämällä kaavalla. Varmuusvaraston osalta värinauhoille määritellyt varmuuskertoimet vastaavat hyvin kysynnän vaihteluun. Värinauhoille varaston tilauseräkokoja määrittämään asetettiin varastoille Min-Maks-järjestelmä, jossa varastomäärät halutaan pitää tiettyjen raja-arvojen välissä. Värinauhoille tehdystä ABC-analyysistä saatiin selville, että värinauhoissa suuri osa C-luokan tuotteista on hyvin passiivisia tai turhia varastoitavia tilausmäärien takia. Värinauhojen C-tuotteista koostuvaa ”häntää” päästään varmasti lähitulevaisuudessa lyhentämään entisestään ja enemmän tuotteita siirtyy X-luokkaan.

Valmistuotteille varastonohjaukseen käytettiin osittain samoja analyyseja ja varastonohjauksen työkaluja kuin värinauhoille. Näiden lisäksi valmistuotteille tehtiin yhdistetty ABCXYZ-analyysi. Analyysin tuloksista saatiin valmistuotteille 9 eri luokkaa, joiden mukaan valmistuotteita ohjataan. ABC-analyysin tuloksena saatiin tietoa, kuinka tuotteet jakautuvat eri luokkiin myös keräilymäärien osalta. Hälyttävää oli, että noin 50 % tuotteista sijoittui CZ-luokkaan, joka on myynnillisesti ja keräilymääriltään pienin luokka. Tämän takia valmistuotteiden CZ-tuotteista muodostuvaa ”häntää” tulisi tarkastella kriittisesti. Myös valmistuotteille määriteltiin ohjaustavaksi kanban-järjestelmä. Osaltaan myös hyvin toimivaksi todettu järjestelmä värinauhoilla ohjasi päätöstä kanbanin suun-

taan myös valmistuotteille. Varmuusvarasto ja tilauspiste laskelmat saatiin määriteltyä valmistuotteille odotustenmukaisesti. Varmuusvarastotasot määriteltiin jokaiselle ABCXYZ-luokalle erikseen, jolloin varastotasoja eri tuotteilla päästään säätämään paremmin.

Tiluseräkokojen määrittämiseen valmistuotteille käytettiin EOQ-kaavaa. EOQ-kaavan parametrit saatiin määriteltyä ja EOQ-kaavalla tilauskoot saatiin määriteltyä tuotteille. EOQ-kaavan heikkoudet myös nousivat esille valmistuotteiden pitkän ”hännän” ansioista. EOQ-kaava osoittautui suhteellisen toimivaksi työkaluksi tiluseräkokoja määrittäessä valmistuotteille, kunhan sen rajoitteet otetaan huomioon. EOQ-kaava ei ole ehkä toimeksiantajan varastotuotteille se paras tiluseräkokojen ohjaustapa, mutta se antoi hyvin suuntaviivoja tiluseräkokojen määrittämiseen, kuten Sakki (2014, 86) ja Hokkanen & Virtanen (2012,77) ohjeistivat kyseisen kaavan käyttöä. Valmistuotteille asetettiin EOQ-kaavan heikkouksien takia korjaava rajoite, joka rajoittaa tilausmäärän ennalta määritellylle tasolle. Rajoitteen asettaminen EOQ-kaavalle ja valmistuotteille onnistui odotuksia paremmin, koska varastorajoitteet saatiin kohdistettua C-luokan tuotteisiin.

Taulukko 4. Johtopäätöksiä tutkimuskysymyksiin

Miten toimeksiantajan varastotuotteita kannattaa ohjata?
Toimeksiantajan varastotuotteet jaettiin kahteen tuoteryhmään, joita ohjataan itsenäisesti. Molemmille ryhmille tehtiin joko ABC- tai yhdistetty analyysi, jonka pohjalta tuotteet jaettiin ohjattaviin luokkiin.
Mikä toimii valmistustilausimpulssina uusille tilauksille?
Kanban-kortti toimii tilausimpulssina molemmissa tuoteryhmissä.
Kuinka suuret varmuusvarastot ovat järkeviä eri tuotteille?
Varmuusvarastot määriteltiin molempiin tuoteryhmiin varmuuskertoimeen, standardipoiikkeamaan ja hankinta-aikaan perustuvalla Sakin (2014, 83) ja Watersin (2003, 173–176) esittämällä varmuusvaraston kaavalla.
Minkälaiset eräkoot sopivat parhaiten toimeksiantajan tuotteille?
Värinauhoissa tiluseräkoot määrittävät Min-maks -menetelmän mukaisesti. Valmistuotteille määriteltiin eräkoot EOQ-kaavalla, johon asetettiin kysyntään pohjautuva rajoite eräkokoon.

Kokonaisuutena kehitystyössä päästiin toimeksiantajan tavoitteisiin ja imuohjautuvuus saatiin luotua molempiin tuoteryhmiin. Toimeksiantajan tarpeeseen varmuusvarasto ja tilauspistelaskennalle vastattiin onnistuneesti. Tilausjärjestelmien määritykset myös tulevat vaikuttamaan varastotasoihin lähitulevaisuudessa. Toimeksiantajalle luotiin järjestelmä, jolla ohjataan molempia järjestelmiä itsenäisesti. Ennen kehitystyötä toimeksiantajalla oli tarve ohjata varastotuotteita täysin manuaalisesti ja tämä aiheutti useita viivästyksiä asiakastoimituksiin. Nykyisellä järjestelmällä varastoa ohjataan paljon ”passiivisemmin” ja varastonohjaus varautuu tulevaan kysyntään tilauspisteellä ja varmuusvarastolla. Tilauspisteen avulla teoriassa kysyntään pystytään vastaamaan joka kerta ja varmuusvarasto tasoittaa kysynnän vaihtelut. Lähitulevaisuuteen jääkin nähtäväksi, kuinka hyvin järjestelmä toimii. Odotettavissa on ”huomattava” varastotuotteiden toimitusvarmuuden nousu.

8.2 Luotettavuus

Opinnäytetyön tietoperustan lähteiden tulee olla luotettavia. Tietoperustaa tehtäessä on pyritty vertailemaan eri tietolähteitä toisiinsa ja pyritty muodostamaan kattava kokonaiskuva aihepiiristä. Tietoperustan kirjallisia lähteitä valikoitaessa on pyritty siihen, että käytetään lähteitä, jotka keskittyvät aihepiiriin ja näin tieto on luotettavaa ja validia.

Määrälliset eli kvantitatiiviset menetelmät valikoituivat, koska käytössä on runsaasti tilastollista materiaalia, joka perustuu jo tapahtuneisiin todellisiin myynti- ja tilaustietoihin. Materiaalin määrä, laatu ja validius ovat erinomaista luokkaa. Määrälliset menetelmät myös valikoituivat päämenetelmiksi, koska käytettävä aineisto on selkeästi rajattavissa sekä saatavat tulokset ovat toisinnettavissa myös pienemmässä otoksessa aineistoa. Tällä tavoin kehitystyön reliabiliteetti on pyritty takaamaan. Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksesta saatujen tulosten toistettavuutta tulevaisuudessa (Kananen 2008, 79).

Tässä kehitystyössä suuremmissa mittakaavassa toteutettu kvalitatiivinen tutkimus ei tuota tutkimusaineistoa, joka olisi validimpaa kuin tilastollisin menetelmin kerätty aineisto. Jos käytettäisiin kvalitatiivisia menetelmiä päämenetelminä kerättäessä aineistoa, kehitystyö ei olisi tarkoituksen mukaisesti toistettavissa tulevina vuosina. Myöskään esimerkiksi täysin haastatteluina tai muina

kvalitatiivisin menetelmin kerätyt aineistot eivät validiudessaan ole lähelläkään tilastollisesti kerätyn myynti- ja valmistustietojen tasolla, vaan niissä olisi huomattava määrä eriävyyksiä, puutteita sekä epä johdonmukaisuuksia. Määrällisten menetelmien lisäksi toteutettavat muutamat haastattelut tuovat hyvän lisän varmistamaan määrällisin menetelmin saatujen tulosten oikeellisuuden.

Opinnäytetyön luotettavuuteen vaikuttaa kerätyn aineiston tuoreus ja sen validius käytettäväksi tutkimustyössä tehtäviin laskelmiin. Kerätty aineisto on mielestäni hyvin tuoretta ja se kuvastaa hyvin eri tuotteiden menekkiä verrattaessa tuotteita toisiinsa. Jos kehitystyössä olisi käytetty vuoden 2023 aineistoa olisivat tulokset olleet luultavasti tarkemmat ja paremmin vuoden 2024 kysyntää vastaavat. Näen kuitenkin, että vuoden 2022 aineisto kuvaa paremmin oletettua normaalitilannetta kysynnän osalta ja tältä osin vuoden 2022 määritellyt varmuusvarastot ja tilauspisteet toimivat paremmin vaihtelevassa kysynnässä.

8.3 Ideoita ja jatkokehitystä

Värinauhojen ohjaukseen käytettävä kokonaisuus on hyvin toimiva, selkeä ja suoraviivainen järjestelmä. Ohjaustapa on varsin riittävä värinauhoille koska niiden kokonaisarvo varastossa ei ole kovin merkittävä ja pieni muotoisesta ylivarastoinnista ei aiheudu kohtuutonta haittaa, johtuen osin myös värinauhojen hyvästä säilyvyydestä. Värinauhojen ohjaukseen kanban-järjestelmä toimii erittäin hyvin johtuen varastoitavien värinauhojen pienestä määrästä sekä värinauhojen luotettavasta toimitusketjusta. Värinauhojen ohjauksessa suurimpana heikkoutena näen värinauhoille määritellyn 4 kuukauden varastomaksimin, joka on luultavasti mitoitettu liian korkealle. Liian korkean varastomaksimi ajaa yksittäiset tuotteet liian harvaan tilausväliin, jolloin koottuja täydennystilauksia värinauhoille saattaa olla haastavampi järjestää. Mielestäni 3 kuukauden varastomaksimi olisi aivan riittävä, mutta näin järjestelmän käyttöönoton alkuvaiheessa on hyvä, että varastossa on hiukan varaa, jos varastolaskelmia täytyy korjata. Värinauhojen osalta puhutaan kuitenkin vain muutamien pakkausten eroista, jos vertaillaan kolmen ja neljän kuukauden varastomaksimeita.

Varmuusvaraston osalta värinauhoille määritellyt varmuuskertoimet vastaavat hyvin kysynnän vaihteluun enkä näe ongelmia tulevaisuudessa sen osalta. Värinauhojen ohjauksen kehittämisen

varsinaiset hyödyt tulevat tosin esiin vasta tulevaisuudessa, kun värinauhojen varastomäärät asetuvat niille määriteltyihin varastotasoihin ja tilauspisteet asettuvat ”käyttöön”. Hyllypaikkojen käyttöönotto värinauhoilla voisi tehostaa keräilyprosessia ja selkeyttää varastotoimintoja.

Valmistuotteille tehdyssä ABCXYZ-analyysistä oli paljon hyötyjä, tuotteet saatiin jaettua pienempiin helposti hallittaviin ryhmiin ja tuotteiden myyntejä ja keräilykertoja päästiin vertailemaan. Analyysistä paljastui muutamia tuotteita, jotka yllättivät myynti- ja keräilymäärillään. Oli hyödyllistä, että ne saatiin erotettua muista valmistuotteista analyysin avulla. Harmillista on, että valmistuotteista ei päästy muodostamaan samanlaista X-luokkaa kuin värinauhoista. Osaltaan valmistuotteiden varastoseurannasta poistamista hankaloittaa, että osa huonosti myyvistä tuotteista kuuluu johonkin tiettyyn tuoteperheeseen. Esimerkiksi suurin osa tarra-ärkeista kuuluu samaan tuoteperheeseen, jolloin yksittäisten tuotteiden poistaminen tuoteperheestä on hankalampaa kuin pelkästään sen poistaminen varastokirjanpidosta. Näkisinkin, että näiden tuotteiden määrää on vähennettävä radikaalisti ja pyrittävä eliminoimaan turhat varastotuotteet, jotka eivät kuulu esimerkiksi näihin tuoteperheisiin.

Valmistuotteille varmuusvarastoa laskettaessa kehitystyössä ei päästy käyttämään Emmettin (2007, 132) esittämää kaavaa, joka olisi ottanut huomioon kysynnän ja hankinta-ajan vaihtelut. Jos kaavaa olisi päästy käyttämään, olisivat varastolaskelmat tarkentuneet joltain osin. Tästä olisi ollut mielestäni huomattava hyöty toimeksiantajalle, ottaen huomioon toimeksiantajan kehitystyötä edeltäneet haasteet varastotuotteiden tuotannon ajoittamisessa. Näkisinkin, että toimeksiantajan sisäisiä toiminnan mittareita voisi kehittää tältä osin.

Tilausimpulssiksi määriteltiin molemmille tuoteryhmille kanban-järjestelmä. Kanban osoittautui varsin toimivaksi ja helposti käyttöönotettavaksi järjestelmäksi. Kanban-järjestelmä yhdistettynä siihen, että järjestelmä toimii Excel-tiedoston pohjalta, aiheuttaa huomattavan määrän työtä, jos järjestelmän arvoja halutaan muuttaa tai esimerkiksi halutaan järjestelmään syöttää uudet myynti- ja valmistustiedot, joiden pohjalta kaikki varastolaskelmat tehdään. Näkisinkin, että kanban tulisi nyt pitää ainoastaan lähitulevaisuuden väliaikaisena ratkaisuna varastotuotteiden hallinnassa. Lisäksi toiminnanohjausjärjestelmää tulisi kehittää siihen suuntaan, että varastotuotteiden tilauspisteet, varmuusvarastot ja tilauseräkoot voitaisiin määrittää suoraan toiminnanohjausjärjestelmässä. Kanban on kuitenkin yleishyödyllinen järjestelmä, joten se voitaisiin ottaa käyttöön muilla

hyödykkeillä kuten toimistotarvikkeilla ja tuotannon oheistarvikkeilla. Kehitystyön aikana kanbanista selvisi erinomaisesti sen hyödyllisyys ja yksinkertainen nerokkuus siinä, miten se luo imuohjauksen haluttuun käyttökohteeseensa.

Valmistustuotteiden tilauseräkokoa määritettäessä, kuten aiemmin on mainittu, EOQ osoitti omat vahvuutensa ja heikkoutensa. Tilauseräkokojen määrittämiseen kohdentuvat kehityskohteet koskevat suurelta osin laskennassa käytettävien määreiden tarkkuuteen. Näkisin, että toimeksiantaja voisi tarkentaa sisäisiä mittareitaan tuotteiden kustannusrakenteesta. Tuotteiden tilausmääriä määritettäessä havaittiin, että osalla tuotteista EOQ-kaavan tilauseräkoko asettui lähelle materiaalille määritettyä säilyvyysajan kysyntää. On yllätyksellistä, että EOQ-kaava antaa tällaisia tilauseräkoehdotuksia, mutta se myös alleviivaa hyvin sitä, että EOQ-kaava ei sovi kaikille tuotteille. Rajoitteeksi asetettu 9 kuukauden kysyntää vastaava tilausmäärä on mielestäni onnistunut, koska sillä tavoin suurin osa CZ-luokan tuotteista saadaan tuotettua niin, että niiden rasitus tuotannolle on mahdollisimman pieni. Varastointi määrät kyseisille tuotteille ovat kuitenkin pieniä.

Lähteet

Bicheno, J. Holweg, M. 2009. The Lean Toolbox. 4.p. PICSIE Books. Buckingham. UK.

Bowersox, D. Closs, D. 1996. Logistical Management: The Integrated supply chain process. McGraw-Hill Companies.

Choi, T. 2014. Handbook of EOQ inventory problems. eBook. Springer. ISBN 978-1-4614-7639-9 (eBook). Viitattu 13.9.2023. <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.jamk.fi:2443/lib/jypoly-ebooks/reader.action?docID=1398453>

Cimorelli, S. 2013. Kanban for Supply Chain. 2. p. Taylor & Francis Group.

Dokument-Tarra Oy. n.d. artikkeli verkkosivulla asiakastieto.fi. viitattu 31.10.2023. <https://www.asiakastieto.fi/yritykset/fi/dokument-tarra-oy/23519446/yleiskuva>

Emmett, S. 2005. Excellence in warehouse management. John Wiley & Sons. West Sussex.

Emmett, S. 2007. Excellence in Inventory management. John Wiley & Sons. West Sussex.

Heikkilä, T. 1998. Tilastollinen tutkimus. 7. uud.p. Edita Publishing. Helsinki.

Hirsjärvi, S. Remes, P. & Sajavaara, P. 2009. Tutki ja kirjoita. 15. p. Hämeenlinna: Tammi.

Hokkanen, S. Virtanen, S. 2012. Varastohoitajan käsikirja. Sho Business Development. Kangasniemi.

Hokkanen, S. Karhunen, J. 2014. Johdatus Logistiseen ajatteluun. 7. uud. p. Sho Business Development. Jyväskylä.

Jäntti, J. 2023. Haastattelu 19.10.2023.

Kananen, J. 2008. KVANTTI Kvantitatiivinen tutkimus alusta loppuun. Jyväskylän yliopistopaino.

Karjalainen, T. 2023. Haastattelu 27.11.2023.

Karrus, K. 2005. Logistiikka. 3.–5.p. WSOY.

Metsämuuronen, J. 2008. Laadullisen tutkimuksen perusteet. 3. p. Jyväskylä.

Raja, U. 2019. A review of Economic Order Quantity modelling, their extensions and applicability.

E-aikakauslehti. IOP Publishing. Viitattu 13.9.2023. <https://www.proquest.com/docview/2715143303/BB1938C6271348A9PQ/4?accountid=11773>

Sakki, J. 1994. Logistinen materiaalin ohjaus. Espoo

Sakki, J. 2014. Tilaus -toimitusketjun hallinta Digitalisoitumisen haasteet. 8. uud. p. Vantaa.

Santos, J. Wysk, R. Torres, J. 2006. Improving Production with Lean Thinking. E-Kirja. John Wiley & Sons. Viitattu 9.12.2023. <https://ebookcentral-proquest-com.ezproxy.jamk.fi:2443/lib/jypoly-ebooks/detail.action?docID=700084>

Tilauspiste. n.d. Artikkelit logistiikanmaailma.fi-sivustolla. viitattu 10.11.2023. <https://www.logistiikanmaailma.fi/tuotanto/materiaaliohjaus/tilauspiste/>

Triangle Kanban. n.d. Kuva AllAboutLean.com -sivustolla. viitattu 17.11.2023. <https://www.allaboutlean.com/simple-kanban/triangle-kanban/>

Tuotteet. n.d. Artikkelit Dokument-fi-sivustolla. Viitattu 31.10.2023. <https://www.dokument.fi/tuotteet/>

Uitto, J. 2016. Varmuusvaraston laskeminen. Artikkelit JesseUitto.fi-sivustolla. viitattu 8.11.2023. <https://jesseuitto.fi/varmuusvaraston-laskeminen/>

Varastonohjaus. n.d. Artikkel Logistiikan maailma verkkosivulla. viitattu 26.10.2023.
<https://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikan-toimijat/varastointi/varastonohjaus/>

Waters, D. 2003. Inventory Control and Management. 2.p. John Wiley & Sons.

What is economic order quantity (EOQ)?. n.d. Artikkel Eazystock-sivustolla. viitattu 8.12.2023.
<https://www.eazystock.com/blog/how-to-find-the-right-economic-order-quantity/>

What is a thermal transfer ribbon?. n.d. Artikkel RICOH-sivustolla. viitattu 11.11.2023.
<https://www.ricoh-thermal.com/en/thermal-transfer-ribbons/what-thermal-transfer-ribbon>

Yritys. n.d. artikkel Dokument.fi-sivustolla. viitattu 31.10.2023. <https://www.dokument.fi/yritys/>

Liitteet