

DIPLOMITYÖ

Lappeenrannan teknillinen yliopisto
LUT School of Engineering Science
Tuotantotalouden koulutusohjelma
Toimitusketjun johtaminen

Johanna Suppi

Pk-yrityksen varastonohjauksen kehittäminen

Diplomityö 2019

Tarkastaja: Janne Huiskonen

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Johanna Suppi	
Työn nimi: Pk-yrityksen varastonohjauksen kehittäminen	
Vuosi: 2019	Paikka: Lahti
Diplomityö, Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous 68 sivua, 13 kuvaa, 9 taulukkoa, 17 kaavaa	
Tarkastaja: Professori, TkT Janne Huiskonen	
Hakusanat: varastonohjaus, varastot, hankinnat, tilauspiste, eräkoon määrittäminen	
<p>Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kehittää pk-yrityksen varastonohjausta siten, että varastoon sitoutuu vähemmän pääomaa ilman toimitus- ja toimintakyvyn laskua sekä kehittää varastotuotteiden läpimeno- ja toimitusaikoja kotimaassa. Tutkimus rajattiin pitämään sisällään omat kotimaan varastonimikkeet ja varastoon hankittavat materiaalinimikkeet.</p> <p>Työn teoriaosuus sisältää kirjallisuuskatsauksella hankittua tietoa aiheesta ja tutkimusosuus kvantitatiivisia ja kvalitatiivisia osia. Tutkimus on kvantitatiivinen yrityksen tietojärjestelmistä saatujen tietojen ja niiden jalostuksen osalta ja kvalitatiivinen toimittajilta ja yrityksen avainhenkilöiltä saatujen tietojen osalta.</p> <p>Tutkimuksessa luokiteltiin ja analysoitiin myytäviä varastonimikkeitä ABC- ja XYZ-analyysien avulla. Lisäksi varastonimikkeiden menekkitiedot jaettiin 3 eri segmenttiin toimitusaikojen ja menekin erilaisuuden vuoksi. Analyysin päätteeksi nimikeryhmille ja segmenteille määritettiin ohjausparametrit. Varastoitavien materiaalinimikkeiden vähyyden ja erilaisuuden vuoksi ABC-analyysia ei koettu järkeväksi. Näiden kohdalla päädyttiin päivittämään vain nimikekohtaiset varmuusvarastotasot ja hälytysrajat.</p> <p>Varastonohjausta kehittämällä päästiin laskennallisesti huomattavasti pienempiin varaston arvoihin ja parempiin kiertonopeuslukuihin. Käytäntö näyttää pystytäänkö näin paljon pienemmillä varastoilla toimimaan. Jatkossa analyysi olisi hyvä suorittaa vähintään 1-2 vuoden välein, jotta ohjausparametrit pysyvät ajan tasalla.</p>	

ABSTRACT

Author: Johanna Suppi	
Name of the thesis: Development of inventory management in SME	
Year: 2019	Place: Lahti
Master's thesis, Lappeenranta University of Technology, Industrial Engineering and Management 68 pages, 13 figures, 9 tables, 17 formulas	
Examiner: Professor, D.Sc. (Tech.) Janne Huiskonen	
Keywords: inventory management, inventories, procurement, order point, economic quantity	
<p>The aim of this thesis was to develop inventory management in SME. Main target of development was to lower inventory value without lowering supply capacity or functional performance. Second target was to develop lead and delivery times in domestic sales. The scope of research was domestic sale stock products and stock materials.</p> <p>Theory of thesis is based on literature review of subject. Research consists both qualitative and quantitative methods. Information taken from information systems of enterprise are quantitative and information collected from suppliers and key management persons are qualitative.</p> <p>Research was made by collecting, sorting and analyzing information of domestic sale stock products by ABC- and XYZ-analysis. Sale information was also divided in 3 segments by differences in delivery times and nature of sales. By the end of the analyzes inventory guidelines for product groups and segments was determined. Due low amount of stock material products and them being equally important, analyze was made one by one for every product. By the end of the analyze inventory guidelines was determined.</p> <p>At the end of the development significant improvement in inventory value in accordance of calculations was found. Also the inventory turns were improved. Time tells what situation will be in real life. In future analyze should be performed at least every 1-2 years. That way operating parameters will remain up to date.</p>	

ALKUSANAT

Melkein jo heti AMK:sta valmistuttuani heräsi mielenkiinto kehittää ja monipuolistaa osaamistani tuotantotalouden suuntaan. Asia konkretisoitui vuonna 2014 jolloin täytin ensimmäisen kerran Lappeenrannan teknillisen yliopiston työn ohella suoritettavan tuotantotalouden koulutusohjelman hakukriteerit. Lahden yksikössä suoritettava tutkinto mahdollisti sen, ettei työ kärsinyt lähituntien aikatauluista. Opinnot sujuivat hyvin ja lähitunneille oli aina mukava mennä, vaikka pitkä työviikko painoikin takana. Meillä oli hyvä porukka opiskelemassa ja tsemppasimme toisiamme eteenpäin. Nyt viisi vuotta myöhemmin opinnot saavat päätöksensä. Haluan kiittää lähipiiriäni ja työnantajaani ymmärryksestä näiden vuosien varrella. Lisäksi iso kiitos Lappeenrannan teknilliselle yliopistolle ja sen henkilökunnalle tämän opiskelun mahdollistamisesta. Tästä jatketaan eteenpäin uusin eväin.

Lahdessa 12.6.2019

Johanna Suppi

SISÄLLYS

KUVALUETTELO	7
TAULUKKOLUETTELO	8
KAAVALUETTELO	9
1 JOHDANTO	10
1.1 Työn tausta	10
1.2 Tavoitteet ja rajaus	10
1.3 Tutkimuksen toteutus	11
1.4 Raportin rakenne	12
2 VARASTOINTI.....	13
2.1 Varastoinnin syyt	13
2.2 Varastoinnin kustannukset	14
2.2.1 Tuotekustannukset	15
2.2.2 Varastonpitokustannukset.....	15
2.2.3 Tilauskustannukset.....	16
2.2.4 Puutekustannukset	17
2.2.5 Kapasiteettiriippuvaiset kustannukset.....	18
2.3 Varastojen toiminnanmukainen luokittelu	18
2.3.1 Perus-/käyttö-/kierto-/eräkokovarasto	18
2.3.2 Varmuus- / puskurivarasto.....	18
2.3.3 Prosessivarasto / tuotannon välivarasto	21
2.3.4 Ennakointivarasto	21
2.3.5 Siirtovarasto	21
3 VARASTONOHJAUS	22
3.1 Varastojen luokittelu	22
3.1.1 ABC-analyysi.....	23

3.1.2	XYZ-analyysi.....	26
3.1.3	ABC-analyysin ja XYZ-analyysin yhdistelmä	26
3.2	Materiaalinhojaus	27
3.2.1	Työntöohjaus ja materiaalarvelaskenta (MRP)	27
3.2.2	Menekkiennusteet	28
3.2.3	Imuohjaus (JIT).....	29
3.3	Varaston täydennysmenetelmät	29
3.3.1	Erä erälle menetelmä	29
3.3.2	Optimiestoeränmenetelmä	30
3.3.3	Kiinteän tilausvälin menetelmä	31
3.3.4	Tavarantoimittajakohtainen tilausväli.....	34
3.3.5	Min-Max -menetelmä	34
3.3.6	Tilauspistemenetelmä	36
3.3.7	Kahden / viimeisen ja kolmen laatikon menetelmä	37
3.4	Varastoinnin suorituskyvyn mittaaminen	38
4	KOHDEYRITYKSEN VARASTONOHJAUKSEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS	41
4.1	Varastonohjauksen lähtötilanne	41
4.2	Tiedon hankinta.....	42
4.3	Myytävien varastotuotteiden luokittelu ja analysointi	42
4.4	Myytävien varastotuotteiden ohjausparametrien määrittäminen.....	49
4.5	Hankittavien materiaalien kulutuksen luokittelu ja analysointi	54
4.6	Hankittavien materiaalien ohjausparametrien määrittäminen	56
5	TULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI.....	57
5.1	Myytävien varastotuotteiden varastonohjauksen optimoinnin tulokset.....	57
5.2	Hankittavien materiaalien varastonohjauksen optimoinnin tulokset	61
5.3	Tulosten arviointi	61
5.4	Jatkotoimenpiteet ja suositukset.....	62

6 YHTEENVETO.....	64
LÄHTEET	67

KUVALUETTELO

Kuva 1. Nimikkeiden määrät ja myynti ABC-luokissa	24
Kuva 2. ABC- ja XYZ-analyysin yhdistäminen yhteen taulukkoon	27
Kuva 3. Optimiostoerän määrittäminen	30
Kuva 4. Kiinteä tilausvälijärjestelmä.....	33
Kuva 5. Min-Max -menetelmän periaatekuva	36
Kuva 6. Tilauspistemenetelmä.....	37
Kuva 7. Menekin jakauma kappaleina viikkotasolla eri segmenteissä.....	44
Kuva 8. 3 viikon toimitusajalla tarkasteluvuonna myytyjen nimikkeiden kappalemäärien keskiarvot ja -hajonnat.....	46
Kuva 9. Nimikkeiden menekin jakautuminen segmenteille tarkasteluvuonna.....	46
Kuva 10. A-ryhmään kuuluvan nimikkeen varastotason ja menekin suhde.....	59
Kuva 11. B-ryhmään kuuluva nimike, jossa käytetty Min-Max -menetelmää.....	60
Kuva 12. C-ryhmän nimikkeen varastotason ja kokonaismenekin suhde	60
Kuva 13. D-ryhmän nimikkeen varastotason ja kokonaismenekin suhde	61

TAULUKKOLUETTELO

Taulukko 1. Varmuuskertoimen, palveluasteen ja puutetilanteiden todennäköisyyden yhteys.....	20
Taulukko 2. Kappalekohtaisen myynnin jakautuminen tarkasteluvuonna eri segmentteihin.	44
Taulukko 3. Nimikkeiden jakautuminen ABC- ja XYZ-analyysissa (kotimaa).....	45
Taulukko 4. Nimikkeiden jakautuminen eri segmenttien kesken.....	47
Taulukko 5. Kappalekohtainen myynti ja tilauskertojen lukumäärä eriteltynä eri segmenttien kesken	48
Taulukko 6 Nimikkeiden jakautuminen ABC- ja XYZ-analyysissa (kaikki segmentit yhdessä)	49
Taulukko 7. Eri ryhmien nimikkeiden ohjaussäännöt	54
Taulukko 8. ABC-ryhmien nimikkeiden kierto nopeudet ja myyntiprosentit kokonaismyynnistä sekä kotimaanmyynnin osuus kokonaismyynnistä per ryhmä.....	58
Taulukko 9. ABC-ryhmien osuudet kokonaisvarastotasosta ja varmuusvaraston kokonaismäärästä sekä ryhmän keskimääräisen varmuusvarastomäärän osuus ryhmän keskimääräisestä varastotasosta.....	58

KAVALUETTELO

Kaava 1. Varmuusvarasto	19
Kaava 2. Wilsonin kaava	30
Kaava 3. Kiinteän tilausvalin menetelmä: maksimivarasto	32
Kaava 4. Kiinteän tilausvalin menetelmä: tilausmäärä.....	32
Kaava 5. Tavarantoimittaja kohtainen tilausväli: tarkasteluväli.....	34
Kaava 6. Min-Max -menetelmä: tilattava määrä	34
Kaava 7. Min-Max -menetelmä: maksimivarasto.....	35
Kaava 8. Min-Max -menetelmä: tilauskertojen määrä	35
Kaava 9. Min-Max -menetelmä: tarkasteluväli viikoissa	35
Kaava 10. Min-Max -menetelmä: minimivarastotaso	35
Kaava 11. Tilauspistemenetelmä: tilauspiste.....	37
Kaava 12. Varastonkierto	38
Kaava 13. Kiertoaika	39
Kaava 14. Vaihto-omaisuuden osuus.....	39
Kaava 15. Toimituskyky.....	39
Kaava 16. Toimitusvarmuus	39
Kaava 17. Tilaus-toimitusketjun eri vaiheiden kustannukset	40

1 JOHDANTO

1.1 Työn tausta

Tämä työ on tehty yritykselle, jonka liiketoiminta koostuu sarjatuotantomenetelmällä eri toimijoille tehtävästä sopimusvalmistuksesta ja omien tuotteiden valmistuksesta. Eri asiakkaiden kanssa on sovittu erilaisista toimintatavoista. Osalle sopimusvalmistusasiakkaista tilaukseen tarvittavat tarvikkeet ja raaka-aineet tilataan vasta tilauksesta, joka helpottaa tuotannosuunnittelua eikä kuormita varastoon sitoutunutta pääomaa, mutta hidastaa läpimenoaika. Osa asiakkaista toimittaa myyntiennusteita, joiden perusteella varaudutaan etukäteen materiaaleilla, mutta tavara valmistetaan vasta tilauksesta. Tällöin läpimenoaika nopeutuu hankintojen verran, mutta pääomaa sitoutuu pidemmäksi aikaa. Osalle asiakkaista pidetään varastoa omassa saldossa, jolloin toimituksissa voidaan olla erittäin ketteriä, mutta pääoma seisoo varastossa hyvinkin pitkiä aikoja. Myös saman asiakkaan eri tuotteiden kohdalla on erilaisia tilausten kytkentäpisteitä.

Sopimusvalmistuksen lisäksi yritys valmistaa omia tuotteita, joista varastotuotteina pidetään kotimaan myyntiin meneviä nimikkeitä ja sopimuksen mukaan tiettyjen ulkomaalaisten tukkureiden valikoimiin kuuluvia nimikkeitä. Erikoisvärit ja -tuotteet valmistetaan tilauksesta.

Lisäksi materiaalihankinnoissa on totuttu hankkimaan isoja eriä kerrallaan määräalennusten vuoksi sen enempää selvittämättä, onko hankittava erä kokonaistaloudellisin vaihtoehto.

Nyt yritys haluaa pienentää varastoon sitoutunutta pääomaa ilman toimitus- ja toimintakyvyn laskua sekä lyhentää myytävien varastotuotteiden läpimeno- ja toimitusaikoja kotimaassa.

1.2 Tavoitteet ja rajaus

Tutkimuksessa pyritään vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin: Kuinka pienentää varastoja ja sitä kautta varastoon sitoutunutta pääomaa ilman toimituskyvyn ja toimintakyvyn laskua. Kuinka samalla lyhentää myytävien varastotuotteiden läpimeno- ja toimitusaikoja.

Työn tavoitteena on tutkia ja analysoida nimikkeittäin varaston tämän hetkinen tilanne ja määrittellä nimikeryhmäkohtaiset varastonohjausmenetelmät ja varastontäydennyssäännöt sekä nimikkeittäin määritetyt varastotasot näille nimikkeille. Määrittelyn jälkeen pohditaan uusien varastonohjausmenetelmien ja täydennyssääntöjen vaikutusta yrityksen toimintaan ja verrataan varaston arvoa ennen ja jälkeen määrittelyn.

Työ rajataan siten, että ostettavista raaka-aineista, väriaineista, pakkausmateriaaleista ja komponenteista ulkopuolelle rajataan tilauksesta hankittavat. Tutkimus, analysointi ja määrittely tehdään varastoon valmistettavien ja tilauksesta valmistettavien nimikkeiden tarveaineille. Valmistettavista nimikkeissä tutkitaan, analysoidaan ja määritetään omat varastonimikkeet.

1.3 Tutkimuksen toteutus

Tutkimus toteutettiin kevään 2018 aikana yrityksen tiloissa. Tutkimus oli luonteeltaan kvantitatiivinen sekä kvalitatiivinen. Tutkimus oli kvantitatiivinen yrityksen tietojärjestelmistä saatavan tiedon jalostuksen osalta. Yrityksen tietojärjestelmistä etsittiin muun muassa varastoon valmistettavien nimikkeiden edellisten vuosien viikoittaiset myyntihistoria- ja omakustannushintatiedot sekä hankittavien materiaalien aktiiviset nimikkeet, hankintahinnat ja kulutustiedot. Lisäksi varastointikustannuksia arvioitiin tilinpäätöstietojen ja neliöiden pohjalta.

Valmistuskustannuksia laskettaessa otettiin huomioon asetusajat ja arvioitiin kustannukset. Noin kolmasosalle nimikkeistä asetusajat löytyivät suoraan järjestelmästä. Loput arvioitiin vastaavanlaisten tuotteiden asetusajojen perusteella. Arviossa huomioitiin tuotteen muoto, koko ja paino sekä tiedossa olevat mahdolliset muotin erikoisuudet. Näiden tietojen pohjalta määritettiin asetusajat lopuille nimikkeille.

Tutkimuksen kvalitatiivista osuutta edusti toimittajilta saadut tiedot koskien toimitusviiveitä, hintaportaita sekä toimitusehtoja. Toimittajilta saatavan tiedon lisäksi tutkimuksessa käytettiin hyödyksi yrityksen avainhenkilöiden tietämystä ja osaamista. Tätä tietoa hankittiin ilman virallisia haastatteluja kyselemällä.

1.4 Raportin rakenne

Raportin kappaleessa 2. tutustutaan kirjallisuuskatsauksella varastointiin. Kirjallisuuden avulla selvitetään, mitkä ovat varastoinnin yleisimmät syyt ja mistä varastoinnin kustannukset syntyvät. Tämän jälkeen tutustutaan varastoinnin tavallisimpiin suorituskykymittareihin sekä perehdytään varastointipäätöksiin ja erilaisiin varastotyyppeihin.

Kappaleessa 3. siirrytään varastonohjauksen kirjallisuuskatsaukseen. Kappaleen 3. alussa käydään läpi perinteisiä varaston luokittelutapoja. Tämän jälkeen aiheessa siirrytään varastonohjausmenetelmiin sekä erilaisiin varaston täydennysmenetelmiin.

Aiheeseen liittyvän kirjallisuuskatsauksen jälkeen kappaleessa 4. siirrytään käsittelemään käytännön osuutta. Kappaleen 4. alussa käydään läpi varastonohjauksen alkutilanne. Tämän jälkeen käydään läpi millä tavoin ja mitä keinoja käyttäen tutkimusta on tehty. Kun alkutilanne ja tutkimuksen toteutustapa on tuotu esille, päästään läpikäymään myytävien varastotuotteiden sekä hankittavien materiaalien kulutuksen analysointia. Kappaleen 4. lopuksi määritetään kummallekin varastolle ohjausparametrit.

Kappaleessa 5. käydään läpi työn keskeisimmät tulokset, arvioidaan niiden vaikutuksia ja verrataan tulosten vaikutusta alkutilanteeseen. Kappaleessa 5. käydään läpi myös jatkotoimenpiteen ja suositukset.

Kappaleessa 6. esitetään raportin yhteenveto. Yhteenvedon jälkeen esitellään vielä käytetyt lähteet.

2 VARASTOINTI

Varastointi on olennainen osa miltei kaikkien yritysten toimintaa. Yritys tarvitsee varastoja muun muassa ollakseen toimituskykyinen. Lisäksi varastojen avulla varmistetaan tuotantoprosessin katkeamattomuus puskuroimalla eri mittaisten työvaiheiden aiheuttamaa hajontaa. Varastojen varjopuolena on niihin sitoutunut pääoma sekä varastoinnin itsensä aiheuttamat kustannukset. Yllä mainittujen syiden vuoksi varastointi on myös merkittävä kustannustekijä. (Haverila et al. 2009)

Seuraavaksi tutustutaan tarkemmin varastoinnin syihin ja kustannuksiin sekä varastointipäätöksiin ja varastotyyppeihin.

2.1 Varastoinnin syyt

Varastoinnilla varaudutaan epävarmuuteen. Epävarmuutta aiheuttaa muun muassa kysynnän ja tarjonnan väliset erot. Varastot ovat tärkeässä osassa, kun pyritään välttämään odotukset ylittävän kysynnän aiheuttamia puutetilanteita. Varastoilla pyritään välttämään myös puutetilanteet, jotka syntyvät esimerkiksi odottamattomista viiveistä tavarantoimituksissa. Yllämainituista syistä johtuvia varastoja voidaan pyrkiä pienentämään muun muassa pyrkimällä tekemään tarkempia kysyntäennusteita sekä mahdollisesti pyrkimällä varmistamaan tavarantoimittajien virheetön toiminta esimerkiksi sopimussakkojen avulla. (Slack et al. 2016)

Valmistamisen ollessa riippuvainen konekapasiteetista ja koneiden vaatiessa erilaisia asetuksia eri tuotteiden kohdalla (esim. sarjatuotanto), toimivat varastot puskurina, kun tuotantolaitteilla valmistetaan toista tuotetta. Eli vaikka kysyntä olisikin tasaista, varastoja tarvitaan tasaamaan valmistuksen syklisyydestä johtuvaa tarjonnan epätasaisuutta. Keinona näiden varastojen pienentämiseen ovat joustavuuden lisääminen asetusaikoja lyhentämällä ja käyttämällä mahdollisuuksien mukaan rinnakkaisia prosesseja samanaikaisen tuotoksen aikaansaamiseksi. (Slack et al. 2016)

Toinen tuotantotekninen syy varastointiin on kiinteiden kustannusten suhde valmistettavaan määrään. Valmistuseräkoon kasvaessa kiinteiden kustannusten osuus tuotetta kohden pienenee. (Sakki 2009)

Myös kokonaiskustannussäästö voi olla syy varastointiin. Kustannussäästöä voi syntyä määrälennuksista kuin myös tilauskustannuksista, kun tilauksia tehdään vähemmän ja tilataan suurempia määriä kerralla. Näitä varastoja voidaan pyrkiä pienentämään tehostamalla ostoprosessia tai etsimällä vaihtoehtoisia toimituskanavia kuljetuskustannusten pienentämiseksi. Kokonaiskustannussäästöä voi syntyä myös hetkellisen hintaedun takia, jos esimerkiksi toimittaja tarjoaa yksittäistä erää erittäin edullisesti. Tällöin saattaa olla perusteltua ostaa tarjottu erä, vaikkei sille juuri sillä hetkellä olisikaan tarvetta. (Slack et al. 2016)

Varastoilla voidaan valmistautua myös tulevaan kysyntäpiikkiin esimerkiksi sesonkituotteiden kohdalla. Tällä tavoin toimitaan erityisesti silloin, kun sesonki on lyhyt ja kysyntäpiikki voimakas, mutta kulutus melko hyvin ennustettavissa (Slack et al. 2016). Esimerkiksi sesonkeihin kuuluva suklaat (joulu, pääsiäinen).

Joidenkin tuotteiden kohdalla varastojen pitäminen on perusteltua, tuotteen lisätessä arvoa vanhetessaan. Tällainen tuote on esimerkiksi vuosikertaviini. (Slack et al. 2016)

Yllä mainittujen syiden lisäksi varastoilla varaudutaan normaaleihin toimitusviiveisiin, joita syntyy tilaus-toimitusketjussa. Näitä viiveitä voi syntyä monessa kohdassa tilaus-toimitusketjua. Syynä voi olla esimerkiksi viive tilausten käsittelyssä, ongelmat toimittajan valmistusprosessissa, pakkaamisessa, lastaamisessa tai kuljetuksessa. (Slack et al. 2016)

2.2 Varastoinnin kustannukset

Varastoihin sitoutuu iso osa valmistavan yrityksen pääomasta. Yleensä jopa 20-60% kokonaisvaroista. Varastojen pienentäminen vapauttaa pääomaa muuhun käyttöön. Samalla yrityksen kassavirta ja sijoitetun pääoman tuotto paranee. Sitoutuneen pääoman lisäksi myös varastointi itsessään aiheuttaa kuluja nostaen liikekustannuksia ja näin ollen vähentäen voittoa. (Chapman et al. 2017)

Chapman et al. jakaa varastoinnin kustannukset 5 ryhmään: tuote-, varastonpito-, tilaus-, puute- ja kapasiteettiriippuvaisiin kustannuksiin (Chapman et al. 2017). Haverila et al. muistuttaa, että varastointikustannuksia minimoitaessa on tärkeä huomioida varastoitavien määrien pienentämisestä mahdollisesti syntyvät vaikutukset muun muassa tilaus- ja puutekustannuksiin. Varastointia ja hankintoja kehitettäessä on hyvä muistaa tarkastella asiaa kokonaistaloudellisuuden näkökulmasta eikä keskittyä vain yksittäisiin osa-alueisiin. (Haverila et al. 2009)

2.2.1 Tuotekustannukset

Tuotekustannukset pitävät sisällään kaikki ne suorat kulut, joita hankittavan tuotteen perille saaminen edellyttää. Näitä kustannuksia voivat olla muun muassa perinteiset kuljetuskustannukset, mahdolliset tullauskulut tai tavaran vakuuttamisesta syntyvät kustannukset. (Chapman et al. 2017)

Omavalmisteisen tuotteen kohdalla tuotekustannuksia ovat kaikki tuotteen valmistamisesta syntyvät muuttuvat kulut, eli materiaali- ja työvoimakustannukset sekä yleiskustannuslisän muodossa tuotteelle jyvitetävät tehtaan kiinteät kulut. Nämä kustannukset voidaan saada selville yrityksen kirjanpidosta ja hankintakustannusten osalta ostoista. (Chapman et al. 2017)

2.2.2 Varastonpitokustannukset

Varastonpitokustannukset pitävät sisällään kaikki ne kulut, jotka syntyvät varastojen määrästä. Varastojen kasvaessa myös pitokustannukset kasvavat. Pitokustannukset voidaan jakaa pääoma-, varasto- ja riskikustannuksiin. Pääomakustannukset koostuvat mm. menetetyistä mahdollisuuksista, koska varat ovat kiinni varastoissa. Pienimmillään tämä on menetetty korkotuotto, koska varoja ei voida sijoittaa vallitsevan korkotason mukaisesti. (Chapman et al. 2017)

Varastot tarvitsevat myös tilan, työntekijöitä ja työkaluja, joten varastojen kasvaessa myös nämä kulut nousevat (Chapman et al. 2017). Varaston tilakustannukset pitävät sisällään

perinteisen sähkön ja mahdollisen vuokran lisäksi varaston mahdollisesti vaatimat olosuhteet ja erityistarpeet. Tällaisia erityistarpeita ovat muun muassa kylmävarastoa vaativien tuotteiden varaston jäädytyskustannukset tai lämpimän säilytystilan vaativien tuotteiden varaston lämmityskustannukset. Myös mahdolliset vartiointikulut lasketaan mukaan pitokustannuksiin. (Slack et al. 2016).

Riskikustannuksissa otetaan huomioon muun muassa tavaran mahdollinen vanhentuminen, esim. teknologian kehityksen tai malli- tai tyyli muutoksen vuoksi. Varastossa oleva tuote voi hävitä, rikkoutua tai se voi joutua varkauden kohteeksi. Tuotteet voivat myös pilaantua. Riskikustannukset vaihtelevat paljon varastoitavan tuotteen mukaan. Ne voivat olla jopa 100 % herkästi pilaantuviissa tuotteissa tai hyvin pienet vain vähän ympäristön ja ajan vaikutuksiin reagoivissa tuotteissa. (Chapman et al. 2017)

Kirjallisuudessa yleisenä arviona pidetään, että valmistavassa teollisuudessa varastonpitokustannukset ovat n. 20-30 % ajanjakson varaston arvosta. Esimerkiksi vuotuisen keskimääräisen varaston arvon ollessa 100 000 €, kuluu sen ylläpitoon kirjallisuuden yleisen arvion mukaan n. 20 000 – 30 000 €. Kuitenkin varastonpitokustannukset vaihtelevat aloittain kuin myös yrityksittäin. Pääomakustannukset vaihtelevat korkojen, yrityksen luottoluokituksen ja investointimahdollisuuksien mukaan. Varastokustannukset riippuvat varaston tyypistä ja sijainnista. Riskikustannukset vaihtelevat suuresti riippuen tuotteesta. (Chapman et al. 2017)

2.2.3 Tilauskustannukset

Tilauskustannukset ovat kustannuksia, jotka syntyvät osto- tai valmistustilauksen tekemisestä. Kustannukset riippuvat tilausten määrästä ja syntyvät valmistustilausten osalta muun muassa tuotannon ohjaus-, asetus- ja purkutoimenpiteiden aiheuttamista kustannuksista sekä menetetyistä kapasiteetista. Ostotilausten osalta kustannuksia syntyy itse tilausten tekemisestä, tavaran liikuttamisesta ja kuljetuksista. Tuotannon ohjauskustannuksiin lasketaan valmistustilauksen avaamisesta, tuotannon aikataulutuksesta, valmistamisesta, lastaamisesta, lähetyksestä ja asioiden jouduttamisesta aiheutuvat kustannukset. (Chapman et al. 2017)

Asetus- ja purkukustannuksilla tarkoitetaan kustannuksia, jotka syntyvät tuotteen valmistamisen edellyttämistä asetuksista ja työpisteiden rakentamisesta, sekä valmistuksen loputtua näiden purkamisesta aiheutuvista kustannuksista. Menetetyn kapasiteetin kustannuksilla tarkoitetaan asetusten ja purkutoimenpiteiden vuoksi menetystä tuotantoajasta johtuvia kustannuksia. (Chapman et al. 2017)

Ostotilauksen tekemisestä johtuvat kustannukset syntyvät tilauksen tekemiseen liittyvistä valmisteluista, seuraamisesta, kiirehtimisestä ja saapumisesta sekä laskujen saapumisesta, hyväksymisestä ja maksamisesta. Tavarankuljetus- ja kuljetuskustannukset syntyvät tilauksiin liittyvistä siirroista niin yrityksen sisällä kuin ulkopuolellakin. (Chapman et al. 2017)

2.2.4 Puutekustannukset

Puutetilanteita syntyy muun muassa tuotantohäiriöistä, menetetyistä kapasiteetista, tuotantosuunnitelman muutoksista, sähläyksestä ja laatuvirheistä. Kustannuksia aiheuttavat myös pikatilausten tekeminen ja tilausten kiirehtiminen, esimerkiksi nopeampi kuljetus tarkoittaa yleensä kalliimpia kuljetuskustannuksia. Myös mahdollisesti kiireen vuoksi ylitöinä tehtävät työt tai kapasiteetin riittämättömyyden vuoksi alihankintana teetetävät työt ovat puutetilanteiden aiheuttamia kustannuksia. Sopimuksista riippuen toimituksen myöhästymisestä saatetaan joutua maksamaan myöhästymissakkoa tai hyvittämään asiakkaalle aiheutunutta haittaa. (Haverila et al. 2009)

Chapman et al. kiteyttää asian, että puutekustannuksia syntyy, kun kysyntä jostakin syystä ylittää toimitusajalle ennustetun kulutuksen odotusarvon. Puutekustannukset voivat tulla erittäin kalliiksi jälkitoimituskulujen, menetetyin kaupain tai jopa mahdollisesti menetetyin asiakkaan vuoksi. Puutetilanteita voi pyrkiä välttämään varmuusvarastoilla. (Chapman et al. 2017)

2.2.5 Kapasiteettiriippuvaiset kustannukset

Kapasiteettiriippuvaiset kustannukset johtuvat epätasaisesta kysynnästä ja syntyvät mm. kysyntäpiikkien aiheuttamista ylityökuluista ja uusien henkilöiden palkkaus- ja opetuskustannuksista, sekä kysynnän hiipuesssa mahdollisista irtisanomisista ja lomautuksista. Kapasiteettiriippuvaisia kustannuksia pyritään tasaamaan valmistamalla hiljaisina aikoina sesongin aikana kysyntäpiikin aiheuttavia tuotteita varastoon. Tässä tietysti käänttöpuolena varaston arvon nousu ennen seuraavaa kysynnän kasvupiikkiä. (Chapman et al. 2017)

2.3 Varastojen toiminnanmukainen luokittelu

Yrityksen varastot voivat pitää sisällään puolivalmiita tuotteita, valmiita tuotteita ja valmistuksessa käytettäviä materiaaleja (Haverila et al. 2009). Muckstadt ja Sapra jakavat varastot 5 eri tyyppiin: kiertovarasto, varmuusvarasto, prosessivarasto, ennakoitivarasto ja siirtovarasto (Muckstadt & Sapra 2010).

2.3.1 Perus-/käyttö-/kierto-/eräkokovarasto

Kiertovaraston tulee kattaa tietyn täydennysvälin kulutus (Muckstadt & Sapra 2010). Varastoa kutsutaan myös eräkokovarastoksi, sillä taloudellisesti kannattavat valmistuseräkoot ja sarjatuotannon viiveet johtavat varastoituihin (Leender et al. 2006). Näitä varastoja voidaan pienentää lyhentämällä asetusajoja, jolloin pienemmän määrän valmistamisesta kerralla tulee taloudellisesti kannattavampaa (Haverila et al. 2009).

2.3.2 Varmuus- / puskurivarasto

Kun kulutusta ei etukäteen tunneta, toimii varmuusvarasto puskurina toimituskyvyn varmistamiseen. Monesti asiakas haluaa tuotteensa nopeammin kuin tilausohjautuvasti tuotannossa on mahdollista valmistaa. Varmuusvarasto tasoittaa myös satunnaisten menekkivaihteluiden vaikutusta. Puskuria voidaan pitää niin materiaali- ja puolivalmiste- kuin valmistuotevarastoissa. (Haverila et al. 2009)

Varmuusvarasto voidaan määrittellä kulutuksen hajontatiedosta. Hajontaluku kertoo, kuinka paljon yksittäiset havainnot poikkeavat kulutuksen keskiarvosta. Varmuusvaraston kaava:

$$B = ks\sqrt{L} \quad (1)$$

jossa:

B = varmuusvarasto

s = standardipoikkeama (hajontaluku)

k = varmuuskerroin (taulukko 1)

L = toimitusviive (Sakki 2009)

Varmuuskerroin k määritetään halutun palveluasteen / toimituskykyprosentin mukaan (Sakki, 2009). Korkea palveluaste, eli matala todennäköisyys puutetilanteille, kasvattaa varastoa ja varastoinnin kustannuksia. Ei ole mahdollista eikä taloudellisesti järkevää pitää koko varaston palveluastetta 100 %. ABC-analyysin avulla voidaan määrittää tuotteet, joiden puutetilanteet ovat erittäin kriittisiä. Näiden tuotteiden kohdalla palveluasteen on hyvä olla korkeampi kuin analyysin perusteella vähemmän kriittisten tuotteiden kohdalla. (Lysons & Farrington 2012)

Taulukossa 1. esitetty palveluasteen, varmuuskertoimen ja puutetilanteiden todennäköisyyksien yhteys.

Taulukko 1. Varmuuskertoimen, palveluasteen ja puutetilanteiden todennäköisyyden yhteys (mukailien Lysons & Farrington 2012)

Varmuuskerroin k	Palveluaste %	Puutetilanteiden todennäköisyys %
1	84,13	15,87
1,05	85,31	14,69
1,1	86,43	13,57
1,15	87,49	12,51
1,2	88,49	11,51
1,25	89,44	10,56
1,3	90,32	9,68
1,35	91,15	8,85
1,4	91,92	8,08
1,5	93,32	6,68
1,55	93,94	6,06
1,6	94,52	5,48
1,65	95,05	4,9
1,75	95,99	4,01
1,9	97,13	2,87
2,05	97,98	2,02
2,3	98,93	1,07
2,35	99,06	0,94
2,4	99,18	0,87
2,6	99,53	0,47
2,65	99,6	0,4
2,75	99,7	0,3
2,9	99,81	0,19
3	99,87	0,13

On hyvä kuitenkin pitää mielessä, että varmuusvarastoihin sitoutuu paljon pääomaa. Käytännössä varmuusvarastoja voidaan pienentää vähentämällä epävarmuutta parantamalla yhteistyötä toimijoiden välillä (Sakki 2009). Haverila et al. muistuttaa myös, että hyvällä suunnittelulla ja menekkitietojen hallinnalla sekä lyhentämällä tuotannon läpäisyajoja ja kasvattamalla prosessin joustavuutta voidaan varmuusvarastoja saada pienennettyä (Haverila et al. 2009). Sakki lisää listaan vielä hankintapuolen muuttujat eli toimitusaikojen lyhentäminen ja saapumisrytmin tihentäminen (Sakki 2009).

2.3.3 Prosessivarasto / tuotannon välivarasto

Prosessivarastolla eli tuotannon välivarastolla tarkoitetaan varastoja, jotka syntyvät työvaiheiden kytkeytymisestä toisiinsa. Eri työvaiheet kestävät eri pituisia aikoja ja näiden vaiheiden rajapintoihin muodostuu välivarastoja. Yleensä välivarastot ovat sitä suurempia mitä enemmän valmistus vaatii eri työvaiheita. (Haverila et al. 2009)

Muckstadt ja Sapra muistuttavat näiden varastojen olevan myös omanlaisiaan varmuusvarastoja, sillä näiden varastojen avulla yksittäiset työpisteet voivat toimia ilman työn keskeytymistä (Muckstadt & Sapra 2010).

2.3.4 Ennakointivarasto

Ennakointivarastoilla tarkoitetaan varastoja, jotka valmistetaan etukäteen tulevaa kysyntää varten. Ennakointivarasto eroaa muun muassa varmuusvarastosta siten, että niiden myynnistä on varmuus. Esimerkiksi sesonkituotteet muodostavat tämänlaisen varaston (Leender et al. 2006)

2.3.5 Siirtovarasto

Siirtovarastolla tarkoitetaan varastoja, jotka syntyvät, kun tavaraa on tarve siirtää paikasta toiseen. Näiden varastojen suuruus riippuu etäisyyksistä. Jos materiaalia tilataan läheltä, vaatii se huomattavasti pienempiä siirto-/odotusvarastoja kuin jos materiaali tilataan kaukaa. (Leender et al. 2006).

3 VARASTONOHJAUS

Varastonohjaus pitää sisällään monenlaisia toimintoja, jotka vaihtelevat eri yrityksissä. Toimintoihin vaikuttavat mm. onko yrityksen varastot yhdessä vai useammassa paikassa, tarkastellaanko vain yritystä vai myös toimitusketjua. Yleensä varastonohjaus pitää sisällään kysynnän hallinnan ja tulevien tarpeiden ennustamisen, kuten myös tuotehallinnan ja varmuusvarastojen määrityksen. Lisäksi se pitää sisällään varastotasojen kappalemääräisen ja euromääräisen valvonnan sekä pyrkimyksen vähentää varaston arvoa mm. jalkauttamalla virtaviivaisia varastointikäytäntöjä. Osaltaan se myös varmistaa täydennyksille vaadittujen sääntöjen toteutumisen hankinnoissa sekä kustannustehokkaan toimintatavan kehittämisen. Se voi pitää sisällään myös tuotteiden turvallisuuden varmistamiseen liittyviä toimia, säilytyspaikkojen koordinoitua, vaihtelun vähentämistä ja varastojen standardointia sekä sääntöjä huonojen tuotteiden oikeaoppiseen hävittämiseen. Myös varastotasojen ja kulutusraporttien valmistelu kuuluu osaksi varastonohjausta. (Lysons & Farrington, 2012)

Varastonohjauksen tarkoitus on varmistaa yrityksen sisäisen ja ulkoisen palvelutason pysyminen vaaditulla tasolla sekä varmistaa, että olemassa oleviin ja tuleviin tarpeisiin pystytään vastaamaan. Kuitenkin samalla sen tarkoitus on myös auttaa välttämään ylivarastointia ja tuotannon pullonkaulatilanteita sekä pyrkiä minimoimaan varastoinnin kustannuksia. Kustannuksia voidaan pyrkiä vähentämään analysoimalla mistä kustannukset syntyvät, lisäämällä toimitusketjun läpinäkyvyyttä ja vähentämällä vaihtelua esimerkiksi taloudellisten sarjakokojen avulla. (Lysons & Farrington, 2012)

3.1 Varastojen luokittelu

Varastojenohjaus on erittäin monen tekijän summa. Jopa silloin, kun kysyntä ja toimitusviiveet olisivat hyvin ennustettavia. Nimikkeiden, toimittajien ja asiakkaiden määrä sekä asiakkaiden erilaiset tarpeet tekevät varastonohjauksesta monimutkaista. Lisäksi varastot koostuvat erilaisista tuotteista. Toiset tuotteet ovat tärkeämpiä kuin toiset ja toiset arvokkaampia kuin toiset. Tätä monimutkaisuutta helpottamaan varastot kannattaa luokitella nimikkeittäin tärkeysjärjestykseen. (Slack et al. 2016)

Myös Sakki (2009) muistuttaa kohderyhmän sisäisen tarkastelun hyödyllisyydestä kokonaisuutta tarkasteltaessa. Luokittelun tarkoituksena on seurata kokonaisuuden koostumusta ja löytää poikkeamia sekä oleellisia asioita kokonaiskeskiarvon takaa (Sakki 2009).

Yleisesti ottaen vain pieni osuus tuotteista tuottaa suurimman volyymin (Slack et al. 2016). Tätä ilmiötä kutsutaan Pareton laiksi tai 80/20-säännöksi (Slack et al. 2016). Pareton lain 80/20 -säännön mukaan 80 % tuotteista tuo vain 20 % liikevaihdosta, 20 % tuotteista tekee 80 % tuloksesta, 20 % asiakkaista saa aikaan 80 % myynnistä jne. (Bowersox et al. 2013). Sakki (2009) lisää listaan vielä toteamuksen, että 80 % varastoista aiheutuu 20 % nimikkeistä ja että 80 % toimituspuutteista aiheutuu 20 % tuotteita (Sakki 2009).

Pareton 80/20 -sääntöä ei tietenkään pidä ottaa kirjaimellisesti. Säännön tarkoituksena on osoittaa, että myynnin tai myyntikatteen kertymän kannalta enemmistö tuotteista vaikuttaa yhdentekeviltä. Asia ei kuitenkaan ole näin mustavalkoinen vaan vaatii tarkempaa tarkastelua. (Sakki, 2009)

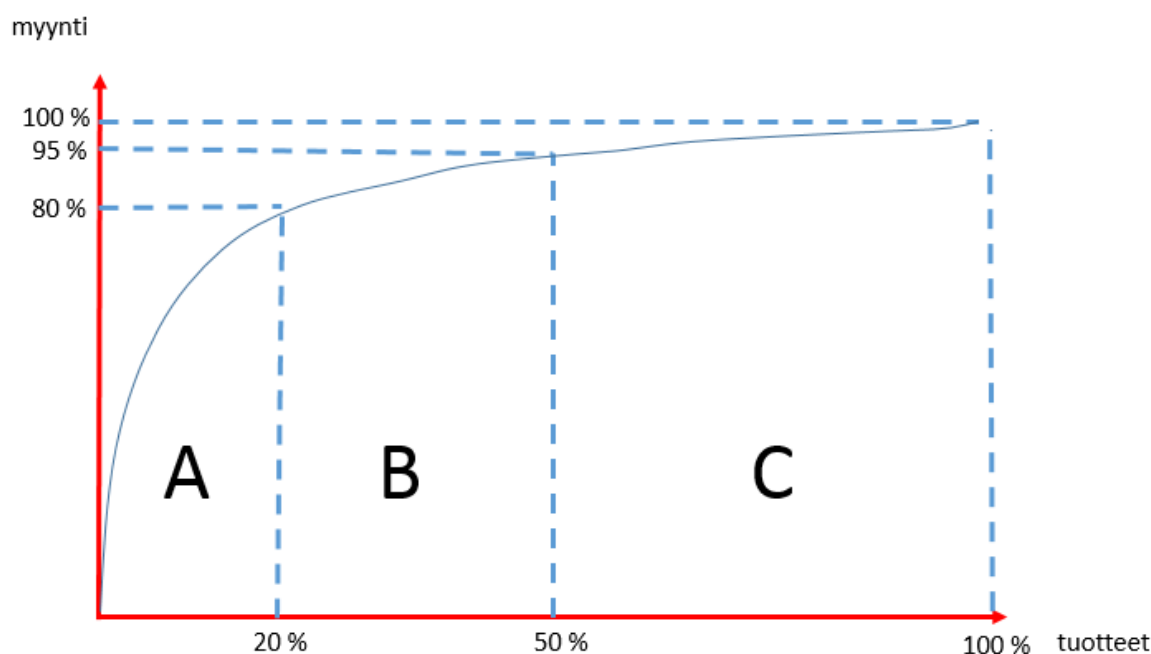
3.1.1 ABC-analyysi

Yksi tapa luokitella ja analysoida nimikkeitä on ABC-analyysi. ABC-analyysissä nimikkeet voidaan järjestää myynnin, rahamääräisen kulutuksen, tuotteiden myyntikatteen tai liiketuloksen mukaan. Joskus jopa pelkät kappaleet tai kilot palvelevat analyysiä parhaiten ollen helpommin hahmoteltavissa kuin myynti rahayksikkönä. (Sakki, 2009)

Yleinen tapa luokitella nimikkeitä on luokitella ne rahamääräisen kulutuksen mukaiseen järjestykseen. Tuotteen rahamääräinen kulutus saadaan kertomalla tuotteen kulutus kappaleina ajanjakson aikana tuotteen yksikkökustannuksella. Rahamääräisen kulutuksen perusteella tuotteet laitetaan järjestykseen ja tuotteille voidaan määritellä luokat, joita ohjataan eri tavoin. Esimerkiksi suuren arvon saaneita tuotteita tarkkaillaan tiiviisti ja pienemmän vähemmän täsmällisesti. (Slack et al. 2016)

ABC-analyysi pohjautuu Pareton 80/20 -sääntöön siten, että järjestykseen laitton jälkeen tuotteet jaetaan luokkiin esimerkiksi siten, että A-luokka pitää sisällään 80 %

kumulatiivisesta rahamääräisestä kulutuksesta, B-luokka 15 % ja C-luokka 5 %. Toisin sanoen A-luokka muodostuu n. 20 % nimikkeistä, B-luokka 30 % ja C-luokka 50 % (Chapman et al. 2017; Lysons & Farrington 2012; Slack et al. 2016). Kuvassa 1. on kuvattu myynnin ja nimikkeiden luokittelua luokkiin A, B ja C.



Kuva 1. Nimikkeiden määrät ja myynti ABC-luokissa. (logistiikan maailma, Varastonohjaus, 2018).

Luokittelun prosenttiosuudet ovat kuitenkin vain suuntaa antavia (Chapman et al. 2017). Esimerkiksi Sakki (2009) jaottelee ABC-analyysin luokat 5 eri luokkaan siten, että A-luokassa on ensimmäiset 50 % kumulatiivisen myynnistä / kulutuksesta. B-luokassa seuraavat 30 %, C-luokassa seuraavat 18 %, D-luokassa viimeiset 2 % ja E-luokassa ne nimikkeet, joilla ei ole kulutusta. (Sakki 2009)

ABC-analyysiä tehdessä on muistettava, että analyysi ei kerro tuotteiden tarpeellisuudesta. Luokan C tuote on loppuessaan asiakkaalle yhtä tärkeä kuin luokan A tuotekin. Lisäksi on muistettava, että ABC-analyysi tarkastelee menneitä tapahtumia eikä tulevaisuus ole välttämättä menneen kaltainen. (Sakki 2009)

Sakki (1999) muistuttaa, että pelkkä raportti ja tuotteiden listaus ei vielä muuta mitään. Tuloksia tulee myös tutkia ja analysoida. Sakin mukaan tutkittavia asioita ovat muun muassa varastojen määrät per varastoluokat ja näiden katekierrot; eri luokkien palvelutason toteuma; D-ryhmän tuotteiden määrä kokonaisvarastoista ja eri luokkien ostotoimintojen määrä. Kun tutkitaan kuinka varastot jakautuvat ryhmien kesken, voidaan huomata, että esimerkiksi suurin osa varastoista syntyy A- ja B-ryhmän tuotteista. Jos tämän lisäksi näiden tuotteiden varastonkierto on hidasta, kertoo tämä siitä, että tavaraa hankitaan liian suurina erinä. Sakki myös mainitsee, että tärkeiden nimikkeiden pysähdysaika saisi toimialasta riippuen olla maksimissaan 1 kuukauden luokkaa. Jos taas ryhmiä tutkiessa huomataan, että C- ja D-ryhmän nimikkeitä on runsaasti, viittaa se siihen, että yritys säilöö turhaa tavaraa. (Sakki 1999)

Palvelutaso on toinen tärkeä analysoitava ja seurattava asia. Usein oletetaan, että palvelutaso on huono C- ja D-ryhmän nimikkeillä, mutta todellisuudessa näillä nimikkeillä se on yleensä melko hyvä, koska näiden nimikkeiden kysyntä on vähäistä. Yleensä suurimmat heitot palvelutasossa tulevat A- ja B-ryhmän nimikkeissä, koska suurin osa tapahtumista tulee näille nimikkeille. (Sakki 1999)

Myös ostotoimintojen jakautumista on hyvä seurata, sillä usein C- ja D-ryhmän tuotteille syntyy yllättävän paljon tapahtumia, jotka nostavat tilauskustannuksia ja logistiikkakuluja (Sakki 1999).

Chapman kumppaneineen muistuttaa kahdesta yleispätevästä säännöstä, kuinka ABC-analyysiä tulisi käyttää varastonohjauksessa. Sääntö numero yksi koskee vähemmän tärkeitä C-ryhmän tuotteita ja kuuluu seuraavasti: koska tuotteiden menekki on vähäistä ja pienet toimituserät / valmistuserät tulevat erittäin kalliiksi, on näitä järkevämpää tilata tai valmistaa suurempia määriä kerralla. Tilattava tai valmistettava määrä voisi hyvinkin olla esimerkiksi koko vuoden tarve. Myös valvonta tulisi pitää hyvin yksinkertaisena, kuten esimerkiksi kahden laatikon menetelmä tai kiinteän tilauspisteen menetelmä. (Chapman et al. 2017)

Sääntö numero kaksi koskee A-ryhmän tuotteita. Koska näitä nimikkeitä on vain 20 % nimikkeistä, mutta ne ovat 80 % myynnistä, tulisi näiden tuotteiden varastonohjaukseen paneutua erityisen tarkasti ja pyrkiä löytämään tapoja pienentää näitä varastoja. Näitä

tuotteita tulisi valvoa erityisen tarkasti ja tiheästi sekä kehittää toimintoja siten, että viiveitä pystytään poistamaan. (Chapman et al. 2017)

B-ryhmän valvonta ja varastonohjaus sijoittuu A- ja B-ryhmän välimaastoon. B-ryhmälle riittää normaali valvonta, keskimääräinen huomioiminen ja normaali prosessointi. (Chapman et al. 2017)

3.1.2 XYZ-analyysi

XYZ-analyysi on ABC-analyysin muunnos. XYZ-analyysissä nimikkeet luokitellaan kulutuksen tai myynnin tapahtumamäärien perusteella. Luokitus analyysissä toimii, kuten ABC-analyysin luokitus: X-luokkaan sisältyvät esimerkiksi 50 % kaikista tapahtumista, Y-luokkaan 30 %, Z-luokkaan 18 % jne. XYZ-analyysiä voidaan käyttää muun muassa tavarankäsittelyn kehittämiseen. Esimerkiksi varastopaikkojen määrittelyssä XYZ-analyysin avulla voidaan eniten tapahtumia aiheuttavat tuotteet sijoittaa varastossa helposti saataville. (Sakki 2009)

Varastonohjausmenetelmän valinnassa XYZ-analyysiä voidaan hyödyntää siten, että yleisesti ottaen eniten tapahtumia aiheuttavat tuotteet myös kiertävät tasaisemmin. Jos näin on, kannattaa X-ryhmän tuotteiden ohjaus suunnitella parhaiten menekin mukaan tilauspisteeseen perustuvalla ohjausmenetelmällä. Tällä on suotuisa vaikutus varastonkiertoon. (Sakki 2009)

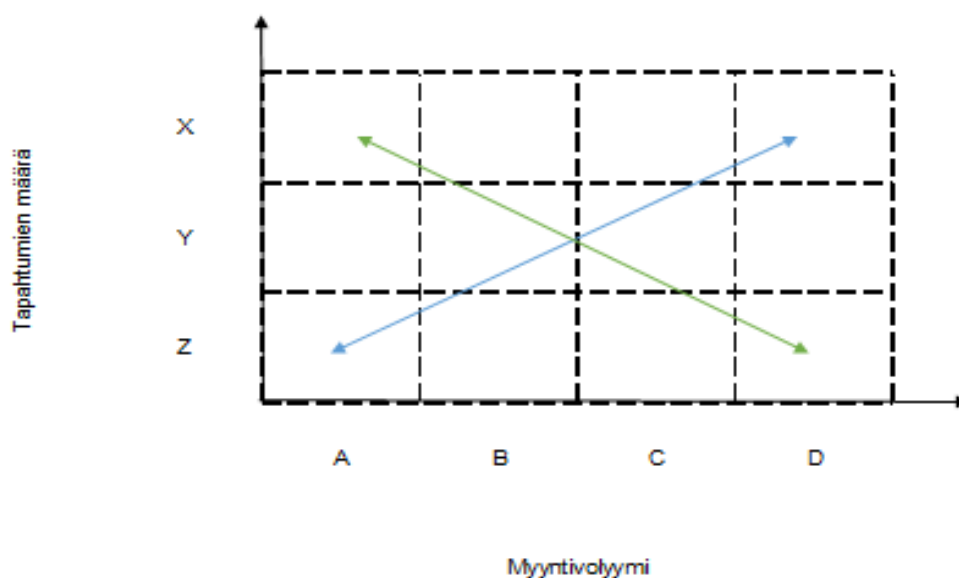
XYZ-luokittelua voidaan hyödyntää myös tuotteiden hinnoittelua määriteltäessä. X-luokan tuotteilla, joita toimitetaan tiuhaan, voi yksittäinen eräkokoo olla keskimääräistä pienempi. Tapahtumaa kohden kuluu kuitenkin tietty määrä kuluja, joka vähentää yrityksen katetta. Tämä olisi hyvä huomioida mm. eräkokooja / hintaportaita määriteltäessä. (Sakki 2009)

3.1.3 ABC-analyysin ja XYZ-analyysin yhdistelmä

Yhdistämällä ABC-analyysi XYZ-analyysin kanssa voidaan tuotteita tarkastella tarkemmin muun muassa niiden rahamääräisen kulutuksen ja tapahtumamäärien perusteella. Samanaikaisesti AB-luokan ja XY-luokan saavat tuotteet ovat eri tavalla tärkeitä kuin C- ja

Z-luokan saavat tuotteet. Yhdistelmän avulla voidaan kehittää muun muassa ostotoimintoja. (Sakki 2009)

Kuvassa 2. on yhdistetty ABC-analyysi ja XYZ-analyysi myyntivolyymin ja tapahtumamäärien perusteella.



Kuva 2. ABC- ja XYZ-analyysin yhdistäminen yhteen taulukkoon (mukaihen Sakki 1999).

3.2 Materiaalinhjaus

Materiaalinhjaus voidaan jakaa kahteen päämenetelmään, työntö- ja imuohjaukseen. Työntöohjaus perustuu materiaalitarvelaskentaan, jossa pyritään ennustamaan tulevaa tarvetta. Imuohjaus taas perustuu sen hetkiseen tarpeeseen, eikä tulevaa tarvetta mietitä etukäteen. (Sakki 2009)

3.2.1 Työntöohjaus ja materiaalitarvelaskenta (MRP)

Työntöohjaus perustuu oletukseen kysynnästä. Työntöohjaukseen yhdistetään usein korkeat varastotasot sekä korkeat valmistus ja toimituskustannukset, koska yrityksen pitää pystyä reagoimaan nopeasti muuttuvaan kysyntään. (Lysons & Farrington 2012)

Työntöohjauksen perustana voidaan pitää materiaalityösuunnittelua, sillä ennustetun lopputuotetarpeen mukaan lasketaan valmistukseen tarvittavien osien ja aineiden määrät. Materiaalityösuunnittelussa nimikkeen rakennetiedot, eli valmistukseen tarvittavat osat ja aineet ovat niin sanotusti puumaisessa rakenteessa, jossa osien haaraumat toimivat muun muassa osakokoonpanoina. Joskus rakenteet ovat hyvinkin suuria pitäen sisällään erilaisia itsevalmistettuja osakokoonpanoja, alihankintoina teetettyjä osakokoonpanoja, useita ostokomponentteja ja raaka-aineita. materiaalityösuunnittelun ja osakokoonpanojen tarveajankohta voidaan pyrkiä ennakoimaan jo etukäteen valmistusaikataulujen ja läpimenoaikojen avulla. (Sakki 2009)

Materiaalityösuunnittelun heikkouksia ovat odottamattomat muutokset / ongelmat, jotka aiheuttavat viivettä osakokoonpanojen valmistumisessa tai materiaalityösuunnittelun saapumisissa. Muutokset aiheuttavat aina uudelleen laskentaa ja loppurakenteen uudelleen aikataulutusta. Myös tuoterakenteen muutokset ja niiden ylläpito vie aikaa. (Sakki 2009)

3.2.2 Menekkiennusteet

Menekin ennustaminen toimii pohjana suunnittelulle ja päätösten teolle. Ennusteet harvoin toteutuvat täysin, koska ne perustuvat oletuksiin tulevasta. Aina voi tapahtua jotain yllättävää, mikä muuttaa suunnan tai oletukset voivat olla vääriä. Ennusteet ovat sitä epätarkempia mitä kauemmaksi tulevaisuuteen pyritään näkemään. (Lysons & Farrington 2012)

Menekkiennusteita voidaan laskea historiatiedon pohjalta. Tällöin ennustamista ohjaa edellisen kauden keskimääräinen kulutus sekä mahdolliset muut tiedossa olevat tilanteeseen vaikuttavat seikat. Ennusteiden tekemiseen historiatiedon pohjalta voidaan käyttää apuna myös matemaattisia ennustemalleja. Historiatietojen pohjalta ennustamisessa taustalla on aina ajatus, että tuleva menekki tulee ainakin jollakin tasolla noudattamaan samaa kaavaa. Avoimessa kilpailutilanteessa historiatiedon pohjalta ennustamiseen liittyy aina monia epävarmuustekijöitä. Varmuusvarastoilla pyritään suojautumaan ennustamisen virheiltiltä. (Sakki, 2009)

Koska ennusteet ovat yleensä väärässä, on niiden toteutumista hyvä seurata. Ei ole järkevää jatkaa suunnittelua huonon ennusteen pohjalta. Seuraamalla ennusteen ja toteuman eroavaisuuksia ja pyrkimällä ymmärtämään erojen syitä, voidaan ennustustarkkuutta pyrkiä parantamaan. (Chapman et al. 2017)

3.2.3 Imuohjaus (JIT)

Imuohjauksen (JIT) periaatteena on valmistaa tuotteita asiakastarpeen perusteella. Ideana on valmistaa juuri sitä mitä tarvitaan, juuri siihen aikaan, kun tarvitaan ja juuri se määrä mitä tarvitaan mahdollisimman pienillä henkilöstö-, kone- ja materiaaliresursseilla. Toimiakseen JIT vaatii muun muassa läheisiä toimittaja-asiakassuhteita niin välimatkan kuin tiedonkulunkin osalta, luotettavia toimituksia, pettämätöntä laatua, komponenttien ja toimintatapojen standardointia sekä selkeää materiaalivirtaa. (Lysons & Farrington 2012)

JIT:n hyötyjä ovat muun muassa matalat varastointikustannukset, koska tuotteita valmistetaan ainoastaan tarpeeseen, jolloin niin lopputuote kuin komponentti- ja materiaalivarastotkin voidaan pitää pienempinä. JIT parantaa myös laatua, sillä laatuvirheet huomataan nopeammin, jolloin niihin pystytään puuttumaan myös nopeammin. Lisäksi laatuvirheiden aiheuttajaan päästään kiinni nopeammin ja se pystytään poistamaan. JIT:n sanotaan myös pienentävän yleiskustannuksia muun muassa paperityön ja kirjaamisten osalta, sillä se johtaa yleensä itsenäisempään toimintaan. (Sakki 2009)

3.3 Varaston täydennysmenetelmät

Seuraavaksi käydään läpi erilaisia varaston täydennysmenetelmiä.

3.3.1 Erä erälle menetelmä

Erä erälle menetelmässä tarkoitetaan menetelmää, jossa varastoa täydennetään vain sillä määrällä, mitä tarvitaankin ja juuri silloin, kun tarvitaan. Tämä menetelmä on käytössä mm. juuri oikeaan tarpeeseen (JIT) ja lean ympäristössä. (Chapman et al. 2017)

3.3.2 Optimiostoeränmenetelmä

Optimiostoeränmenetelmässä tilattava / valmistettava määrä pyritään määrittelemään löytämällä tasapainopiste varastoinnin hyödyistä ja haitoista (Slack et al. 2016). Optimiostoerä voidaan määrittellä ns. Wilsonin kaavan avulla:

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

Jossa:

EOQ = optimiostoerä (kpl)

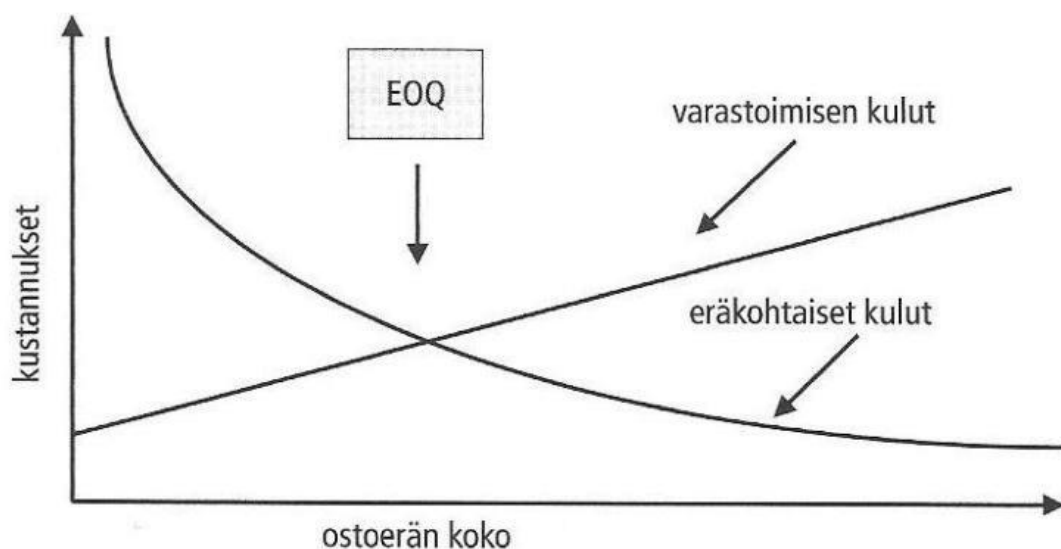
D = arvio vuosimenekistä (kpl)

TK = yhden toimituserän/asetuksen kustannus (€)

H = tuotteen yksikköhinta (€)

VK = varastoimisen kustannukset vuodessa (%) (Sakki 2009)

Kuvassa 3 on kuvattu eräkohtaisten kulujen ja varastoimisesta syntyvien kulujen leikkauspiste, eli optimiostoerä.



Kuva 3. Optimiostoerän määrittäminen. (Sakki 2009).

Kaavaa käytettäessä on muistettava, että kaavan antama tulos on aina vain likiarvo (Sakki 2009). Lyons ja Farrington (2012) tuovat esille seuraavat oletukset, jotka kaava tekee:

- Kulutus pysyy tasaisena ja muuttumattomana
- Toimitusviive pysyy muuttumattomana
- Eräkoolle ei ole rajoituksia
- Tilauksen tekemisen ja kuljetuksen kustannus on vakio, oli määrä mikä tahansa
- Varastoinnin kustannus ei ole riippuvainen varastojen suuruudesta
- Hinnat pysyvät samoina, eikä alennuksia tule bulkkitarvasta tms.
- Aina tilataan sama määrä (Lysons & Farrington 2012)

Näiden oletusten perusteella optimiostoerän kaava johtaa helposti harhaan sillä, vuosikulutus / -menekki on vain arvio eikä tämän vuoksi toteudu täydellisesti, tilauksentekokustannukset eivät välttämättä pysy muuttumattomina, varastoinnin korkokustannukset muuttuvat vuoden sisällä samoin kuin tuotteen hinta vaihtelee. (Lysons & Farrington 2012)

Vaikka tarkkaa optimiostoerää onkin mahdotonta määrittää, pidetään sitä kuitenkin suuruusluokassa tarpeeksi tarkkana, jotta sitä kannattaa hyödyntää. ABC-analyysiä käytettäessä optimiostoerää voitaisiin käyttää A- ja B-ryhmän tuotteiden kohdalla, kun pyritään pienentämään kustannuksia toimittajan kanssa yhteistyössä. (Sakki 2009)

3.3.3 Kiinteän tilausvälin menetelmä

Kiinteän tilausvälin menetelmässä jokaiselle tuotteelle määritetään varmuusvarasto ja säännöllisesti toistuva tilausajankohta. Tällöin tilauserä saadaan yhdistämällä tilausvälin aikainen keskikulutus varmuusvarastosta mahdollisesti käytettyyn osaan ja vähentämällä avoimet tilaukset. (Sakki, 1999)

tilauserä = tilausvälin aikainen keskikulutus + varmuusvarastosta mahdollisesti käytetty osa – avoimet tilaukset. (Sakki, 1999)

Yleensä yllä esitettyä tapaa käyttäessä on hyvä määrittellä myös poikkeussääntö, jolloin tilausta ei tehdä. Tämä on hyvä määrittää, jottei säännöllisesti tilattava määrä pikkuhiljaa nosta varastotasoa haluttua suuremmaksi. Tällainen sääntö voisi olla esimerkiksi, että jos

tilausajankohdassa varastossa on x ajan menekkiä vastaava määrä, jätetään tilaus tekemättä. (Sakki, 1999)

Kiinteän tilausvälin menetelmää voidaan käyttää myös siten, että jokaiselle tuotteelle määritetään maksimivarasto ja kulloinkin tilattava määrä määritetään laskemalla tarkasteluhetkellä olevan varastomäärän ja maksimivaraston erotus. Maksimirajaa käyttämällä varasto ei pääse kasvamaan liian suureksi. (Sakki, 1999)

$$M = W (T + L) + S \quad (3)$$

Jossa:

M = maksimivarasto

W = kesimääräinen kulutus

T = tarkastelujakso

L = toimitusviive

S = varmuusvarasto

(Lysons & Farrington, 2012)

$$Q = M - I \quad (4)$$

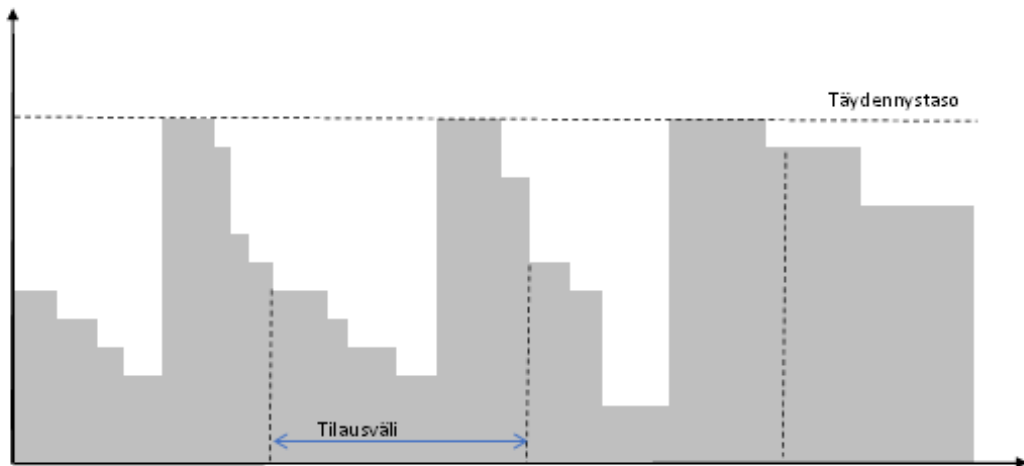
Jossa:

Q = tilausmäärä

M = maksimivarasto

I = varastomäärä tarkasteluhetkellä (mukaillen Sakki, 1999)

Kuvassa 4. on esitetty kiinteän tilausvälimenetelmän periaatekuva.



Kuva 4. Kiinteä tilausvälijärjestelmä (mukaillen Ritvanen et al. 2011)

Lysons ja Farringtonin (2012) mukaan kiinteän tilausvälin menetelmän hyviä puolia ovat tilauskustannusten tasaisempi jakautuminen säännöllisyyden myötä, mahdolliset määrälennukset samalta toimittajalta tilattaessa useampia tuotteita samanaikaisesti, tarkastelun säännöllisyyden myötä suurempi mahdollisuus saada kiinni vanhentuneet tuotteet (Lysons & Farrington, 2012). Sakki (1999) muistuttaa lisäksi, että tällä tavoin voidaan varastoille määritellä etukäteen haluttu tavoitekoko ja varastonkiertonopeus (Sakki, 1999).

Huonoiksi puoliksi Lysons ja Farrington (2012) listalla nousevat mahdollisesti keskimääräisesti suuremmat varastot, koska varastojen pitää pystyä kattamaan toimitusviiveen lisäksi tilausvälin kulutus. Myöskään tilauserien suuruus ei välttämättä ole taloudellinen. Lisäksi tilausvälin säännöllisyys saattaa aiheuttaa mahdollisen puutetilanteen kulutuksen noustessa heti tarkastelupisteen jälkeen. Myös tarkastelujakson pituuden määrittäminen on hankalaa, jos kulutus ei ole kohtuullisen tasaista. (Lysons & Farrington, 2012)

3.3.4 Tavarantoimittajakohtainen tilausväli

Wilsonin kaavaa (ks. optimiostokerämenetelmä) voidaan hyödyntää yhdeltä tavarantoimittajalta tehtävien hankintojen ostorytmin määrittämiseen. Kaava tilausvälin määrittämiseen on:

$$Tarkasteluväli = \sqrt{\frac{2 \cdot TK}{VK + TC}} \quad (5)$$

Jossa:

TK = yhden erän aiheuttama kustannus (€)

VK = varastoimisen kulu prosentteina (%)

TC = kyseisen toimittajan kaikkien tuotteiden vuosikulutus (€) (Sakki 2009)

3.3.5 Min-Max -menetelmä

Min-Max -menetelmä toimii siten, että tuotteelle on määritetty minimi- ja maksimirajat. Kun varastotaso on näiden välillä, tilausta ei tehdä. Kun varastotaso alittaa minimirajan, täydennetään varastoa aina maksimirajaan asti.

$$Q = T - I \quad (6)$$

Jossa:

Q = Tilattava määrä

T = tavoitearvo, eli maksimimäärä

I = Sen hetkinen varasto (Chapman et al. 2017)

Min-Max -menetelmässä maksimivarasto määritellään samalla tavoin, kun maksimivarasto kiinteän tilausvälin menetelmässäkin. Eli maksimivarasto on varmuusvarasto lisättynä tarkasteluvälin ja hankinta-ajan menekillä. (Sakki, 2009)

$$M = W (T + L) + S \quad (7)$$

Jossa:

M = Maksimivarasto

W = Kesimääräinen kulutus

T = tarkastelujakso

L = toimitusviive

S = varmuusvarasto

(Lysons & Farrington, 2012)

Tarkasteluvälin pituus voidaan määrittää tuotteen vuosikulutuksen ja optimitilauuserän (EOQ) avulla siten, että vuosikulutus jaettuna optimitilauuserällä on tilauskertojen määrä / vuosi. Tästä johdettuna vuoden viikot jaettuna tilauskertojen määrä vuodessa on tarkasteluväli viikoissa. (Sakki, 2009)

$$\text{Tilauskertojen määrä} = \frac{\text{Tuotteen vuosikulutus}}{\text{EOQ (optimitilauuserä)}} \quad (8)$$

$$\text{Tarkasteluväli viikoissa} = \frac{52}{\text{Tilauskertojen määrä}} \quad (9)$$

Minimivarasto, joka samalla toimii tilauspisteenä, on varmuusvarasto lisätynä keskimääräisellä menekillä hankinta-ajan aikana. Tilauuserän suuruus saadaan vähentämällä maksimivarastosta sen hetkinen varastotaso ja mahdollisesti jo olemassa olevat / matkalla olevat tilaukset. (Sakki, 2009)

$$\text{Min} = \text{TP} = B + W * L \quad (10)$$

Jossa:

Min = minimivarastotaso

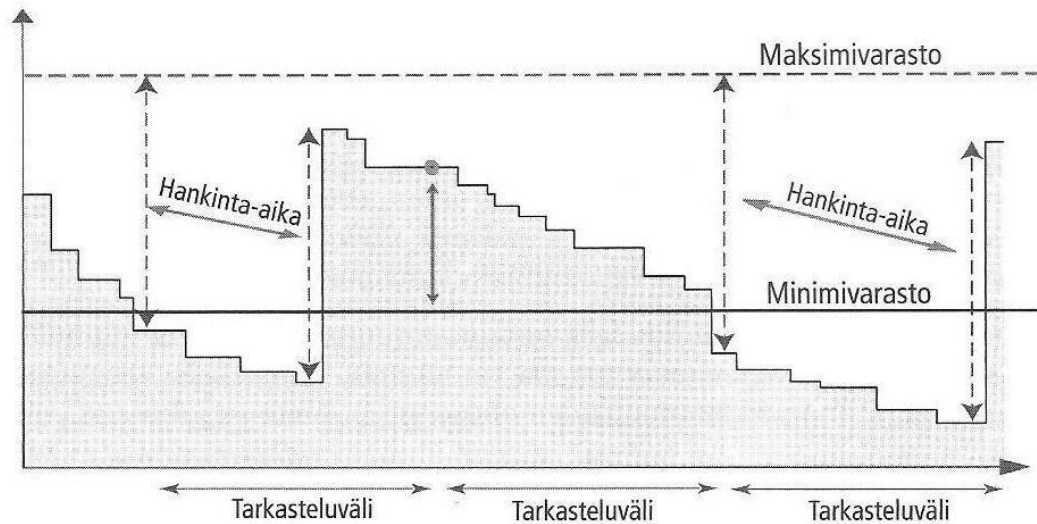
TP = tilauspiste

B = varmuusvarasto

W = keskimääräinen kulutus

L = Hankinta-aika (mukaillen Sakki 2009)

Kuvassa 5. on kuvattu Min-Max -menetelmän periaatekuva. Kuten kuvasta näkee, tarkastellaan tilauksen tarvetta säännöllisin väliajoin. Jos varastoitava määrä tarkastelun ajankohtana alittaa minimirajan, tilataan tuotetta maksimirajaan asti. Jos taas määrä on minimirajan yläpuolella, tilausta ei tehdä.



Kuva 5. Min-Max -menetelmän periaatekuva (Sakki 2009).

Minimi-maksimi -menetelmää voidaan käyttää kiinteän tilausvälin menetelmän tavoin siten, että saman tavarantoimittajan yhden tuotteen rikkoessa hälytysrajan, tilataan samalla muita tuotteita maksimirajaan asti, jolloin mahdollisesti saadaan kuljetuskustannuksia alennettua. (Sakki 2009)

Min-Max -menetelmä soveltuu hyvin kaikkiin tuotteisiin. ABC-analysoiduilla nimikkeillä erona A-ryhmän ja C-ryhmän tuotteiden ohjauksessa on eripituiset tarkastelujaksot. A-ryhmää tarkastellaan tiiviimmin kuin C-ryhmää. (Sakki 2009)

3.3.6 Tilauspistemenetelmä

Tilauspistemenetelmästä puhutaan silloin, kun tuotteelle määritetään ennakkoon tietty raja-arvo, minkä alittuessa tuotetta ehditään normaalin toimitusajan puitteissa hankkia lisää. Koska harvoin kulutus tai viive pysyy täysin tasaisena, pyritään palveluaste pitämään varmuusvaraston avulla. Tilauspiste saadaan kaavalla:

$$T = DL + B \quad (11)$$

Jossa:

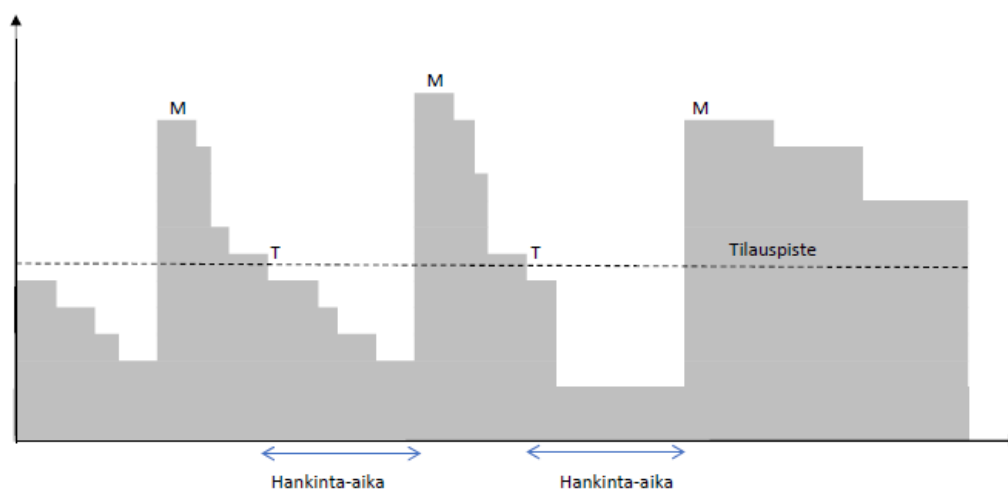
T = tilauspiste (kpl)

D = keskimääräinen menekki tietyllä ajanjaksolla (kpl)

L = hankinta-ajan (toimitusajan) pituus viikoissa

B = varmuusvarasto (kpl) (Sakki 2009)

Kuvassa 6. on esitetty tilauspistemethodän periaatekuva. Kuten kuvasta näkee varastomäärän alittaessa tilauspisteeksi määrätetyn rajan, tehdään täydennystilaus. Varasto jatkaa alenemistaan, kunnes hankinta-ajan jälkeen täydennys saapuu.



Kuva 6. Tilauspistemethodä (mukaillen Sakki 2009).

3.3.7 Kahden / viimeisen ja kolmen laatikon methodä

Kahden ja kolmen laatikon methodällä tarkoitetaan methodää, jossa kahden laatikon methodässä toisessa laatikossa on käytössä olevat ja toisessa tilausviiveen kattavat tuotteet/materiaalit ja varmuusvarasto. Kolmen laatikon methodässä ensimmäisessä on käytössä olevat, toinen laatikko ilmoittaa tilauspisteen ja sisältää tilausviiveen kattavat materiaalit ja kolmannessa on varmuusvarasto. (Slack et. al 2016)

Sakki (2009) jaottelee menetelmän kahden tai viimeisen laatikon menetelmäksi. Tässä jaottelussa hälytysraja/tilauspiste on viimeinen laatikko, johon on perinteisesti kiinnitetty tilauskortti, jonka perusteella täydennystilaus tehdään. Tavarankäytössä viimeinen laatikko täytetään ja loput menevät kiertovarastoon. (Sakki, 2009)

Sakin (2009) mukaan kahden / viimeisen laatikon menetelmä soveltuu hyvin tuotteille, joiden kulutus on tasaista. Tuotteille lasketaan tilauspiste ja tätä määrää vastaava määrä sijoitetaan ”viimeiseen laatikkoon”, eli erilliseen laatikkoon, hyllyyn tai tilaan. Ohjauksen kannalta menetelmä on yksinkertainen, mutta hieman kankea ajansaatossa tapahtuviin muutoksiin esimerkiksi kysynnän tai toimitusviiveen muuttuessa. (Sakki, 2009)

Chapman kumppaneineen pitää kahden laatikon menetelmää hyvänä menetelmänä esimerkiksi C-ryhmän tuotteille. C-ryhmän tuotteiden arvo on vähäinen, joten niiden hallintaan ei kannata uhrata paljon aikaa eikä rahaa. (Chapman et al 2016)

3.4 Varastoinnin suorituskyvyn mittaaminen

Varastonohjauksella pyritään vaikuttamaan yrityksen vaihto-omaisuuden suuruuteen ja sen kiertoon. Isossa osassa kokonaiskuvan saavuttamisessa ovat myös toimituskyky ja toimitusvarmuus sekä tapahtumien keskimääräiset kustannukset. Varastonohjauksen tunnusluvuista tavallisimmin on varastonkierto. Sillä mitataan varastojen käytön tehokkuutta. Varastonkierto lasketaan kaavalla:

$$\text{Varastonkierto} = \frac{\text{vuoden kulutuksen arvo}}{\text{varastojen keskiarvo}} \quad (12)$$

Laskenta voidaan tehdä niin euromääräisenä kuin yksittäiselle nimikkeelle kappalemääräisenä. (Sakki, 2009)

Varastonkierrosta on johdettavissa varaston riitto, eli kuinka kauan varasto riittää. Tämä kiertoajan kaava on:

$$Kiertoaika = \frac{365 \text{ (päiviä vuodessa)}}{\text{Varastonkierto}} \quad (13)$$

(Sakki, 2009)

Yritysten kesken vertailukelpoinen tunnusluku saadaan suhteuttamalla vaihto-omaisuuden arvo liikevaihtoon. Eli laskemalla:

$$\text{Vaihto – omaisuuden osuus} = \frac{\text{vaihto-omaisuuden arvo}}{\text{liikevaihto}} (\%) \quad (14)$$

(Sakki, 2009)

Varastonohjauksen luotettavuudesta kertovia yleisiä mittareita ovat muun muassa toimituskyky, toimitusvarmuus ja puuteprosentti. Toimituskyky on näistä yleisin. Toimituskyvyn kaava on:

$$\text{toimituskyky} = \frac{\text{toimitetut tilaukset}}{\text{kaikki tilaukset}} (\%) \quad (15)$$

toimituskykyä voidaan tarkastella tilausriveittäin, tuotteittain tai arvon perusteella riippuen mitä pidetään tärkeimpänä. (Sakki, 2009)

Toinen yleinen luotettavuuden mittari on toimitusvarmuus. Toimitusvarmuuden kaava on:

$$\text{Toimitusvarmuus} = \frac{\text{toteutuneet toimitukset}}{\text{luvatut toimitukset}} (\%) \quad (16)$$

Toimitusvarmuus on hyvä mittari määriteltäessä oman yrityksen toimituskyvyn lisäksi myös toimittajan luotettavuutta. Monesti yrityksissä toimituskyvyn mittaamisen esteeksi muodostuu tieto, että tavaraa ei ole, jolloin tilausta ei tehdä eikä tapauksesta jää jälkeä. Tällöin toimituskyvyn korvikkeena voidaan käyttää laskennallisia suureita esimerkiksi laskemalla, kuinka usein varastossa on vähemmän kuin keskimääräisen asiakastilauksen kattava määrä. Hyvä visuaalinen keino konkretisoida toimituskyvyn seuranta on muodostaa nimikekohtaisia kuvaajia kulutuksesta, täydennysajankohdista ja -määristä esimerkiksi vuoden ajalta. (Sakki, 2009)

Myös tapahtumien määrää on hyvä seurata, sillä jokaisen tapahtuman käsittely vie aikaa ja aiheuttaa kustannuksia. Sakki (Sakki, 2009) on listannut tärkeimmiksi keskiarvoiksi muun muassa:

$$\textit{tilaus – toimitusketjun eri vaiheiden kustannukset} = \frac{\textit{vaiheiden kulut}}{\textit{Vastaavat tapahtumat}}(17)$$

Näitä on hyvä seurata muun muassa sen vuoksi, että tapahtumamäärät ja pienemmissä erissä tilaaminen kasvattavat käsittelykuluja. (Sakki, 2009)

4 KOHDEYRITYKSEN VARASTONOHJAUKSEN SUUNNITTELU JA TOTEUTUS

Tässä kappaleessa perehdytään työn empiiriseen osaan. Aluksi tutustutaan yrityksen varastonohjauksen lähtötilanteeseen omien myytävien varastotuotteiden ja varastoon hankittavien materiaalien osalta. Seuraavaksi käydään läpi, miten ja mistä tietoa kerättiin. Tämän jälkeen analysoidaan ja luokitellaan ensin myytävät varastotuotteet ja seuraavaksi tämän analyysin pohjalta määritetään varastonohjauksen uudet ohjausparametrit. Kun myytävät varastotuotteet on käsitelty, jatketaan materiaalihankintojen varastonimikkeisiin. Myös nämä nimikkeet analysoidaan ja niille määritellään ohjausparametrit.

4.1 Varastonohjauksen lähtötilanne

Lähtötilanteessa yrityksen varastoa ohjattiin ilman selkeitä sääntöjä ja hälytysrajoja. Yleisimmille hankintakomponenteille oli luotu hälytysrajoja, jotka toimivat Kanban-korteilla. Korteja ei kuitenkaan ole ylläpidetty, minkä vuoksi tiedot eivät enää olleet luotettavia. Muilta osin tarkastelupisteenä toimi asiakastilaukset, joiden MRP-laskennan jälkeen tarkastettiin saldot ja arvioitiin mahdollinen tilaustarve. Asiakastilausten lisäksi kuukausi-inventaario toimi kiinteänä tarkastuspisteenä.

Omien myytävien tuotteiden kohdalla rajat oli alkujaan luotu minimoiden varastoitavien tuotteiden määrä ja suosien tilausohjautuvuutta LEAN-periaatteiden mukaisesti. Hyvin nopeasti oli kuitenkin huomattu, että tämä venytti liikaa toimitusaikoja eivätkä esimerkiksi suoraan työmaalle tuotteita tilaavat toimijat voineet odottaa tilattujen tuotteiden valmistamista vaan tarvitsivat tuotteet heti. Myöskään kannattavat sarjakoot eivät tällä tavoin toimiessa olleet mahdollisia.

Kotimaan asiakaskunnan koostuessa enimmäkseen pienistä toimijoista ja tilattavien määrien tuotetta kohden ollessa pieniä, on varastoja pidettävä. Tämän jälkeen varastoja alettiin täydentämään jokaisen tilauksen yhteydessä tapauskohtaisesti mietityllä varastoitavalla määrällä. Näin toimiminen ei kuitenkaan ole kovinkaan tehokasta. Tuotantoa suunnittelevan henkilön on joka kerta tapauskohtaisesti tutkittava ja mietittävä kuinka paljon tuotetta valmistetaan. Monesti kiireen takia päädyttiin valmistamaan sama määrä kuin edellisellä

kerralla, koska asiaan ei juuri sillä hetkellä ollut aikaa perehtyä ja valmistus piti saada nopeasti käyntiin. Tilausten yhteydessä valmistamisen heikkoutena oli myös se, että tilattu määrä saattoi ylittää varastossa kyseisellä hetkellä olevan määrän, jolloin jouduttiin turvautumaan jälkitoimituksiin loppuerän osalta.

Tilausohjautuvien tuotteiden mennessä koneiden asetusprioriteeteissa usein varasto-ohjautuvien tuotteiden ohi, päädyttiin monesti jatkamaan ennalta määritettyä sarjaa yli, kunnes tuotevaihto voitiin suorittaa. Tällä tavoin hyödynnettiin konetunnit, mutta samalla saatettiin ajaa varastoon jopa useamman vuoden tarvetta vastaava määrä kyseessä olevaa tuotetta. Tämä johti siihen, että varastoon saattoi sitoutua pääomaa pitkiksi ajoiksi tuotteisiin, joiden menekki oli vähäistä. Lisäksi monesti varastosta puuttui juuri tarvittava tuote.

4.2 Tiedon hankinta

Tietoa hankittiin kevään 2018 aikana. Tietolähteinä käytettiin yrityksen toiminnanohjausjärjestelmää ja yrityksen serverillä olevaa yhteistä asemaa. Lisäksi tietoa hankittiin yrityksen avainhenkilöitä. Tietoa hankittiin muun muassa omien myytävien tuotteiden tuotevastaavalta, yrityksen toimitusjohtajalta, ostoista ja tuotannonsuunnittelusta vastaavalta henkilöltä ja tuotantopäälliköltä. Avainhenkilöiden haastattelut olivat epävirallisia eikä niistä laadittu erillisiä muistioita. Myös oma asiantuntijuus oli tarpeen sillä, yrityksessä on paljon hiljaista tietoa, jota tarvittiin muun muassa analysointiin ja luokitteluun. Hankintahintoihin, eräkokoihin ja hintaportaisiin liittyvää tietoa hankittiin toimittajilta. Varastoinnin kustannusten laskemiseen käytettiin yrityksen tilinpäätöstä ja varastoinnin neliöt arvioitiin kokonaismäärästä.

4.3 Myytävien varastotuotteiden luokittelu ja analysointi

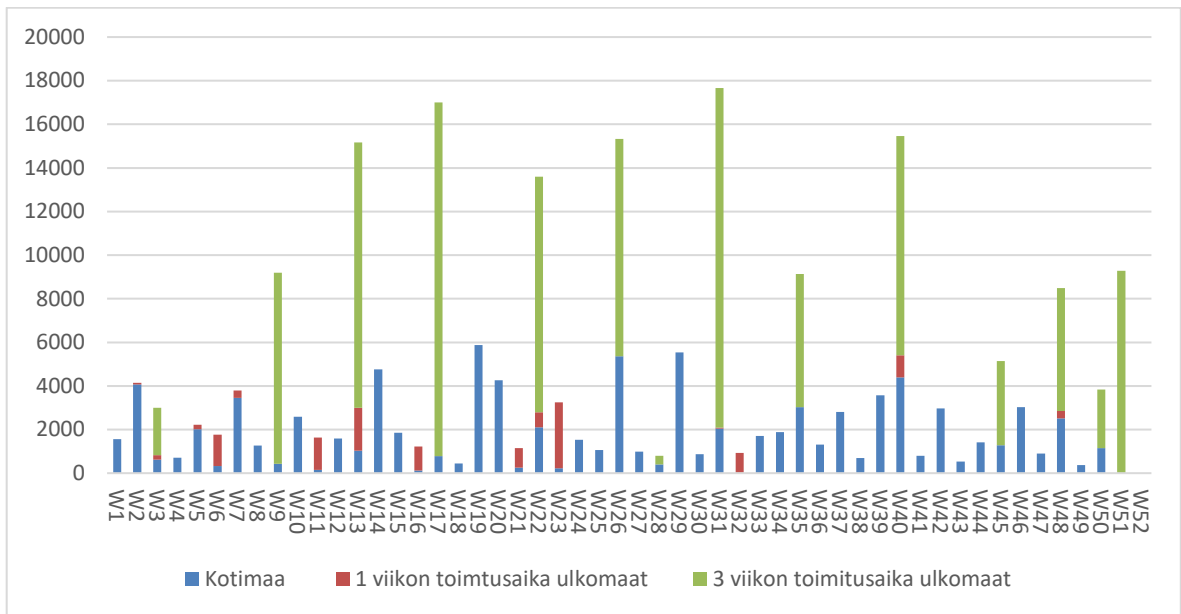
Myytävien varastotuotteiden luokittelu ja analysointi aloitettiin keräämällä tuotteiden myyntihistoriatiedot toiminnanohjausjärjestelmästä. Tämän jälkeen myyntidataa analysoitiin vertaamalla eri vuosien myynnin muutosta tuotteittain ja asiakkaittain. Tällä tavoin pystyttiin erottelemaan joukosta muun muassa niin sanotut hiipuvat / hiipuneet asiakkaat ja tuotteet. Lisäksi vertailemalla vuosia keskenään pystyttiin ainakin jollakin

tasolla ennustamaan kysynnän samankaltaisuutta tai eroavaisuutta vuosien edetessä. Tämän jälkeen luokittelua jatkettiin poistamalla joukosta jo aiemmin tilaustuotteiksi rajatut erikoisvärit ja -tuotteet, jolloin tarkasteltavaksi jäi enää n. 43 % myytävistä omista nimikkeistä. Alkuanalyysin jälkeen päädyttiin tarkempi tarkastelu rajaamaan viimeisimmän täyden kalenterivuoden myyntiin.

Seuraavaksi varastotuotekategorian vuosimyynneistä tuotteittain haluttiin erottaa toisistaan kotimaan- ja ulkomaanmyynti. Tämä tehtiin kotimaan- ja ulkomaanmyynnin erilaisuuden vuoksi. Kotimaan asiakaskunta koostuu enimmäkseen pienistä yksiköistä, kun taas ulkomaankauppaa tehdään pelkästään tukkukauppojen kanssa. Tästä johtuen ulkomaankaupassa yksittäiset tilauserät / tuote ovat suurempia ja tilataan harvemmillä syklillä kuin kotimaan tilaukset. Myös asiakasmäärissä on selkeät erot, sillä ulkomaankauppaa tehdään vain muutamien tukkukauppojen kanssa, kun taas kotimaan asiakaskunta koostuu enimmäkseen useista pienistä toimijoista. Jos näitä kovin eri tyyppisiä myyntejä analysoitaisiin yhdessä, aiheuttaisivat ulkomaankaupan tilaukset harhaanjohtavia kysyntäpiikkejä ja tämän myötä laskennallisesti liian suuria varmuusvarastoja ja korkeita hälytysrajoja.

Kotimaan asiakkaat haluavat tuotteensa 1-3 päivän toimitusajalla, kun taas ulkomaan toimijoiden kanssa on sovittu toimijasta riippuen noin 1 viikon tai noin 3 viikon toimitusajoista. 1 viikon toimitusajalla tilaavien asiakkaiden kanssa on lisäksi sovittu myös tietyn suuruisista nimikekohtaisista varmuusvarastoista. Yllä mainituista syistä johtuen päädyttiin myös ulkomaantoimijat erottelemaan kahteen eri ryhmään toivotun toimitusajan perusteella. Toinen ryhmä oli noin viikon toimitusajalla tilaavat, joiden kanssa on sovittu varmuusvarastoista ja toinen noin kolmen viikon toimitusajalla tilaavat. Nämä 3 viikon toimitusajalla tilaavat haluttiin erottaa niin toimitusaikansa kuin myös kappalemääräisen kokonaisu-myynnin suuruuden vuoksi. Melkein puolet tarkasteluvuoden kappalemääräisestä varastotuotemyynnistä myytiin näille 3 viikon toimitusajalla tilaaville asiakkaille.

Kuvassa 7. on esitetty menekin jakautuminen viikkotasolla eri segmentteihin. Kuten kuvasta voi todeta, Kotimaan menekki on viikoittaista ja matalaa; 1 viikon toimitusajalla toimitettavat ulkomaan tilaukset pieniä ja satunnaisia; ja 3 viikon toimitusajalla toimitettavat ulkomaan tilaukset keskimääräisestä myynnistä selkeästi erottuvia ja säännöllisiä.



Kuva 7. Menekin jakauma kappaleina viikkotasolla eri segmenteissä.

Taulukossa 2. näkyy kappalekohtaisen myynnin jakautuminen eri segmenteille. Kuten taulukosta voi nähdä, 3 viikon toimitusajalla ulkomaille myydään enemmän kappaleita kuin kotimaahan ja 1 viikon toimitusajalla ulkomaille myytävät ovat selkeästi pienin osuus tuoteryhmän varastotuotteiden myynnistä.

Taulukko 2. Kappalekohtaisen myynnin jakautuminen tarkasteluvuonna eri segmentteihin.

Segmentti	% vuodessa
Kotimaa	45,5 %
Ulkomaat, 1 viikon toimitusaika	5,9 %
Ulkomaat, 3 viikon toimitusaika	48,6 %

Nimikkeitä tarkasteltiin euro- ja kappalemääräisen myynnin perusteella. Myös nimikkeen tapahtumat viikkomenekkinä vuodessa ja tapahtumien määrä vuodessa herätti mielenkiintoa. Euro- ja kappalemääräinen myynti jaettiin ABC-analyysissä siten, että A-ryhmän raja oli 50 % kokonaismyynnistä, B-ryhmän raja 30 % kokonaismyynnistä, C-ryhmän raja 18 % ja loput 2 % kategorioitiin D-ryhmään. Edellä mainittujen lisäksi mukaan otettiin myös E-ryhmä, jonne kerättiin nimikkeet, joilla ei ollut tarkasteluvuonna tapahtumia.

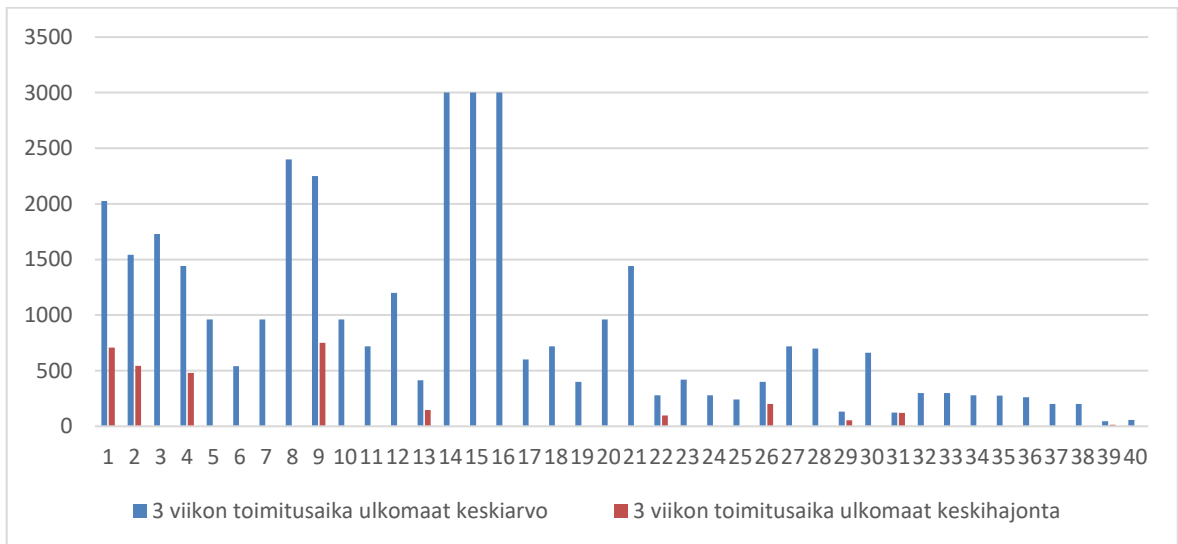
ABC-analyysin lisäksi tuotteet laitettiin järjestykseen myös tapahtumatiheyden mukaan. Tapahtumatiheys jaettiin X, Y, Z ja Å -kategorioihin. Kategoriat jaettiin siten, että X-ryhmä

piti sisällään noin 50 % tapahtumista, Y-ryhmä seuraavat noin 30 % ja Z-ryhmä loput noin 20%. Nimikkeet, joilla ei tarkasteluvuonna ollut lainkaan tapahtumia, kategorioitiin Å-ryhmään. Alla olevassa taulukossa 3. on esitetty, kuinka nimikkeiden määrä jakautui näihin eri kategorioihin kotimaan myynnin osalta.

Taulukko 3. Nimikkeiden jakautuminen ABC- ja XYZ-analyysissä (kotimaa).

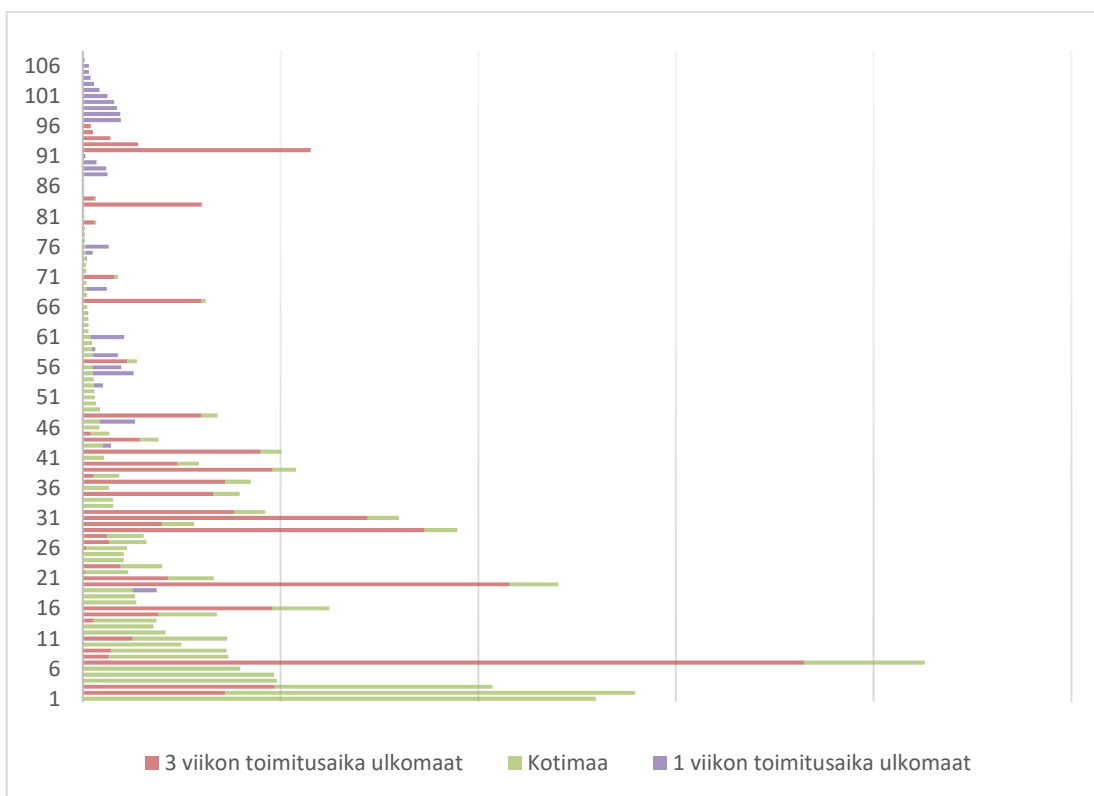
Kategoria	X (50%)	Y (30%)	Z (20%)	Å (0%)	Yhteensä
A (50%)	7	0	0	0	7
B (30%)	9	9	5	0	23
C (15%)	0	14	21	0	35
D (5%)	0	0	25	0	25
E (0%)	0	0	0	57	57
Yhteensä	16	23	51	57	147

Kotimaan ABC- ja XYZ-analyysin lisäksi myös ulkomaankaupan myynneistä tehtiin omat analyysinsä. Koska 3 viikon toivotulla toimitusajalla myytiin kotimaanmyynnistä selkeästi eroavia kertamyyntieriä, haluttiin myös tätä tutkia perinteisten ABC- ja XYZ-analyysien lisäksi. Tätä varten 3 viikon toimitusajalla myytyjen nimikkeiden keskiarvot ja keskihajonnat laskettiin omana kokonaisuutenaan. Kuvassa 8. on nähtävissä 3 viikon toimitusajalla ulkomaille myytyjen nimikkeiden tarkasteluvuoden nimikekohtaiset keskiarvot ja keskihajonnat. Kuten kuvasta voi todeta, 77 % myydyistä nimikkeistä toimitettiin aina samansuuruisissa kertamyyntierissä. Loppujen 23 % keskihajonnat syntyivät pakkauskokojen kerrannaisista.



Kuva 8. 3 viikon toimitusajalla tarkasteluvuonna myytyjen nimikkeiden kappalemäärien keskiarvot ja -hajonnat.

Koska 3 viikon toimitusajalla myytiin miltei puolet koko vuoden varastotuotteiden myyntimäärästä, haluttiin näitä osuuksia tarkastella myös nimiketasolla. Kuvassa 9. on nähtävissä kappalemääräisen myynnin jakautuminen nimikekohtaisesti eri segmenteille.



Kuva 9. Nimikkeiden menekin jakautuminen segmenteille tarkasteluvuonna.

Nimiketasolla tarkasteltaessa 3 viikon toimitusajalla ulkomaille oli tarkasteluvuonna myyty ainoastaan 40 nimikettä. Näistä 40 nimikkeestä 27 nimikettä oli myyty nimikekohtaisesti enemmän ulkomaille kuin kotimaahan. 5 nimikettä oli myyty ainoastaan 3 viikon toimitusajalla ulkomaille. Ulkomaille 1 viikon ja 3 viikon toimitusajalla myydyillä nimikkeillä ei ollut yhtään yhteistä nimikettä. 1 viikon toimitusajalla oli tarkasteluvuonna myyty 32 eri nimikettä. Näistä 12 nimikettä oli myyty pelkästään 1 viikon toimitusajalla ulkomaille. Taulukossa 4. nähtävissä nimikkeiden jakautuminen tarkasteluvuonna segmenttien kesken.

Taulukko 4. Nimikkeiden jakautuminen eri segmenttien kesken.

	Kotimaa	3 viikon toimitusaika ulkomaat	1 viikon toimitusaika ulkomaat
Kotimaa	36	35	19
3 viikon toimitusaika ulkomaat	35	5	0
1 viikon toimitusaika ulkomaat	19	0	13
Ei myyntiä	57	107	115
Yhteensä	147	147	147

Alla olevassa taulukossa 5. näkyy nimikkeiden eri tavalla sijoittuminen kotimaassa ja kahdessa eri toimitusaikaisessa ulkomaansegmentissä. Kuvaaja havainnollistaa nimikohtaisen menekin eroavaisuuksia koontitaulukossa.

Nimike	Ulkomaiset toimijat - toim. Aika 1 vk.		Ukolaiset toimijat - toim. Aika 3 vk.		Kotimaa - toim. Aika 1-3 vrk.		Kaikki yht.	
	Myyntin (kpl) mukaan	Tilauksker-tojen mukaan	Myyntin (kpl) mukaan	Tilauksker-tojen mukaan	Myyntin (kpl) mukaan	Tilauksker-tojen mukaan	Myyntin (kpl) mukaan	Tilauksker-tojen mukaan
1			A	X	A	X	A	X
2			B	X	A	X	A	X
3			E	A	A	X	A	X
4			A	X	B	X	A	X
5			A	X	A	X	A	X
6			A	X	C	Y	A	Y
7			A	X	C	Y	A	X
8			B	X	B	Y	A	Y
9			A	X	E	A	A	Z
10			B	Y	C	Z	A	Z
11			B	Y	C	Z	A	Z
12			E	A	A	X	B	X
13					B	X	B	X
14			B	Y	C	X	B	X
15			B	Y	C	Y	B	Y
16					A	X	B	X
17			B	X	C	Y	B	X
18			C	Z	A	X	B	X
19			C	Y	B	Y	B	Y
20			C	Z	B	X	B	X
21			B	Z	C	Y	B	Y
22			C	Y	B	Z	B	Y
23			C	Y	B	Y	B	Y
24			B	Z	D	Z	B	Z
25			B	Z	D	Z	B	Z
26			C	Y	C	Z	B	Z
27			C	X	C	Y	B	X
28					B	X	B	X
29					B	X	B	X
30			C	Y	B	X	B	X
31			C	Z	C	Z	B	Z
32	B	X			B	X	C	X
33			D	Z	B	X	C	X
34					B	Y	C	Y
35			C	X	C	Z	C	Z
36			D	X	B	Y	C	Y
37			C	X	E	A	C	Z
38			C	Y	C	Z	C	Z
39					B	Z	C	Z
40	A	X			C	Y	B	Y
41					B	Y	C	Y
42	A	X			C	Y	C	Y
43			D	Z	B	X	C	X
44			D	Y	B	Z	C	Y
45	B	X			C	Z	C	Y
46			E	A	B	Y	C	Y
47					B	Y	C	Y
48	A	X			C	Z	C	Y

Taulukko 5. Kappalekohtainen myynti ja tilauskertojen lukumäärä eriteltynä eri segmenttien kesken.

Taulukossa 6. on nähtävissä nimikkeiden jakautuminen ABC- ja XYZ-kategorioihin, kun koko nimikeryhmän kokonaismyyntiä tarkastellaan kappaleina. Verratessa taulukkoa 6. aiemmin esitettyyn taulukkoon 3., jossa esitettiin jakautuminen vain kotimaan myyntien osalta, voidaan todeta D-ryhmän nimikkeiden kasvu ja E-ryhmän nimikkeiden väheneminen. Tämä johtuu siitä, että ulkomaille 1 viikon toimitusajalla toimitetaan kokonaisuuteen verrattuna D-ryhmän tasolle yltäviä kotimaan myynnistä eroavia nimikkeitä.

Taulukko 6 Nimikkeiden jakautuminen ABC- ja XYZ-analyysissä (kaikki segmentit yhdessä).

Kategoria	X (50%)	Y (30%)	Z (20%)	Å (0%)	Yhteensä
A (50%)	6	2	3	0	11
B (30%)	11	5	4	0	20
C (15%)	3	15	12	0	30
D (5%)	0	4	43	0	47
E (0%)	0	0	0	39	39
Yhteensä	20	26	62	39	147

Lopuksi erillisten tarkastelujen tiedot kerättiin varastonimikkeiden yhdistelmätaulukkoon. Myös nimikkeiden pakkauskoot (puolivalmiit ja valmiit) ja yksikkökustannukset liitettiin koontitaulukkoon. Nimikkeille laskettiin tarkasteluvuoden kotimaanmyynnin keskiarvot ja keskihajonnat, varmuusvarastotasot 96 % palveluasteella, hälytysrajat, optimivalmistuserät sekä asetus- ja varastoitokustannukset.

4.4 Myytävien varastotuotteiden ohjausparametrien määrittäminen

Pääsääntöisesti myytävien varastotuotteiden ohjausparametrien määrittäminen tehtiin kotimaan myyntien ABC-jaottelun mukaisesti. Nimikkeille laskettiin 96 % palveluasteen mukaiset varmuusvarastot ja hälytysrajat. Lisäksi valmistuseräkojoja määrittäessä käytettiin hyödyksi optimivalmistuserälaskentaa sekä huomioitiin pakkauskoot varastotilan käytön tehokkuuden optimoimiseksi.

Varmuusvarastotasot laskettiin käyttämällä kaavaa:

$$B = ks\sqrt{L} \quad (1)$$

jossa:

B = varmuusvarasto

s = standardipoikkeama (hajontaluku)

k = varmuuskerroin (taulukko 1.)

L = hankinta-ajan (toimitusajan) pituus viikoissa (Sakki 2009)

Esimerkiksi tietojen,

$s = 120$ (nimikkeen 5 kulutuksen keskihajonta tarkastelujaksolla)

$k = 96\%$ palveluastetta vastaava luku 1,75 (taulukko 1.)

$L = 1$ viikko,

pohjalta laskettu varmuusvarasto $B = 1,75 * 120 * 1 = 210$ kpl

Hälytysrajat laskettiin tilauspisteen kaavalla:

$$T = DL + B \quad (11)$$

Jossa:

T = tilauspiste (kpl)

D = keskimääräinen menekki tietyllä ajanjaksolla (kpl)

L = hankinta-ajan (toimitusajan) pituus viikoissa

B = varmuusvarasto (kpl) (Sakki 2009)

Jos yllä aloitettua esimerkkiä jatketaan, määritetään kulutuksen keskimääräinen arvo ajanjaksolla (D) laskemalla nimikkeen viikkokulutuksen keskiarvo tarkasteluvuoden ajalta.

Näin saadaan arvoksi $D = 106$ kpl. Muiden arvojen ollessa:

$L = 1$ (täydennysaika 1 viikko)

$B = 210$ (yllä laskettu varmuusvarasto)

saadaan nimikkeen hälytysrajaksi / tilauspisteeksi $T = 106 * 1 + 210 = 316$ kpl

Optimivalmistuserä laskettiin käyttämällä optimiostoerän laskentaan Wilsonin kaavaa:

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

Jossa:

EOQ = optimiostoerä (kpl)

D = arvio vuosimenekistä (kpl)

TK = yhden toimituserän/asetuksen kustannus (€)

H = tuotteen yksikköhinta (€)

VK = varastoimisen kustannukset vuodessa (%) (Sakki 2009)

Esimerkinimikkeen optimivalmistuserä laskettiin:

D = 5500 (nimikkeen tarkasteluvuoden vuosimenekki kpl)

TK = 57 € (nimikkeen asetuksen hinta € / asetus)

H = 0,98 € (nimikkeen omakustannushinta € / kpl)

VK = 0,29 (varastoimisen kustannus vuodessa %)

Näiden tietojen pohjalta optimivalmistuseräksi saatiin:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot 5500 \cdot 57}{0,98 \cdot 0,29}} = 1485 \text{ kpl}$$

Optimivalmistuserälaskentaa käytettiin suuntaa-antavana suureena, mutta erityisesti A- ja B-ryhmän nimikkeiden kohdalla, pyrittiin hyvin lähelle optimivalmistuseräkokoja.

C-, D- ja E-ryhmän nimikkeille, joiden menekki vuositasona on vähäistä, optimivalmistuserät olivat aivan liian suuria. Pahimmillaan optimivalmistuserälaskentaa käytettäessä nimikkeen laskennallinen riitto olisi ollut jopa 13 vuotta. Vaikka tuote olisikin pieni, ei pilaantuva ja edullinen, ei pidetty järkevänä varastoida tuotteita näin pitkiä aikoja. Pitkiä aikoja varastossa seisovat tuotteet voivat esimerkiksi likaantua, hävitä tai rikkoontua. Näin ollen nimikkeille päädyttiin määrittämään laskennallisen riiton rajaksi enintään 3

vuotta. Tätä rajaa ja varastotilaa säästäviä pakkauskokoja noudattaen määritettiin C-, D- ja E-ryhmän tuotteille valmistuserät.

C-ryhmän nimikkeitä päätettiin ohjata laskennallisen hälytysrajan alittuessa täydentämällä varastoa yhdellä semi-pakkauskoon mukaisella määrällä. D-ryhmän nimikkeiden varastotäydennyseräksi määritettiin, joko 1 vuoden riitto tai alle 100 kappaaleen määrissä vähintään 100 kappaletta. Koska E-ryhmän tuotteilla ei tarkastelujakson aikana ollut menekkiä, päädyttiin niiden valmistusta ohjaamaan tilausohjautuvasti täydentäen. E-ryhmän tuotteilla määritettiin ohjaussääntö:

täydennys = tilattu määrä – olemassa oleva varasto + ¼-lavallista kyseisen nimikkeen puolivalmistuotteen varastointikoosta.

Tätä sääntöä noudattaen tämän hetkisen varaston riiton alittava tilaus toimii tilauspisteenä ja tilauspisteen alittuessa ensimmäisen kerran ajetaan varastoon ¼-lavallista.

Lisäksi varastotuotteiden ohjausparametrien määrittämisessä otettiin huomioon jo edellisessä kappaleessa eritellyt 1 viikon toimitusajan ulkomaiset toimijat ja 3 viikon toimitusajalla täydentävät ulkomaiset toimijat. Pitkän toimitusajan vuoksi ainakin osa näistä 3 viikon toimitusajalla myytävistä nimikkeistä olisi mahdollista valmistaa tilausohjautuvasti. Nimikkeitä, joiden ulkomaan 3 viikon kertamyyntierä ylitti tarkasteluvuonna optimivalmistuserän, oli 16 kappaletta. Näiden 16 nimikkeen kotimaan varastonohjaus päätettiin järjestää siten, että ulkomaan tilaus toimii myös varastotäydennyksen kytkentäpisteenä. Jotta tilausohjautuvuus näiden nimikkeiden varastotäydennyksissä toimisi, määritettiin nimikkeille minimi-maksimirajat, joiden välissä täydennykset tapahtuvat. Eli tilauksen saapuessa nimikettä täydennetään tilauksen yhteydessä enintään maksimirajaan asti. Varaston maksimirajaksi määritettiin normaali varastotäydennyserä. Minimiraja taas varmistaa nimikkeen riiton tarvittaessa myös tilausten välillä. Jos kotimaan varastoa joudutaan täydentämään tilausten välillä, täydennetään varastoa alkuperäisten ryhmän sääntöjen mukaisesti.

Esimerkiksi jos nimikkeen 3 viikon toimitusajalla myytävän kertamyyntierän suuruus on 1920 kappaletta ja nimikkeen laskennallinen optimivalmistuserä on pakkauskokoon

pyöristettynä 960 kappaletta, tällöin tilaukselle valmistettavien kappaleiden valmistuksen yhteydessä varastoa täydennetään kaavalla:

$$Q = T - I \quad (6)$$

Jossa:

Q = Tilattava määrä

T = tavoitearvo, eli maksimimäärä

I = Sen hetkinen varasto (Chapman et al. 2017)

Eli esimerkin tapauksessa:

$T = EOQ = 960$ kpl

$I = 452$ kpl

täydennettävä määrä = tilattavat määrä = $Q = T - I = 960 - 352 = 608$ kpl

ja valmistettava määrä = tilattu määrä + $Q = 1920 + 608 = 2528$ kpl

Nimikkeen minimirajana taas toimii kotimaan menekin mukaan laskettu hälytysraja eli 206 kappaletta. Tämän rajan alittuessa ilman ulkomaan 3 viikon tilausta täydennettävä määrä on EOQ eli 960 kappaletta.

Joidenkin 3 viikon toimitusajalla myytävien nimikkeiden ulkomaanmyynti oli sen verran vähäistä ja myyntierät kotimaan myyntierien suuruisia, että nämä 3 viikon toimitusajalla myytävät D- nimikkeet integroitiin täysin kotimaan varasto-ohjautuvien nimikkeiden luokitteluun. Näitä nimikkeitä oli tarkasteluvuonna yhteensä 8 kappaletta.

Loppujen ulkomaille 3 viikon toimitusajalla myytävien nimikkeiden kertatoimituserät olivat pienempiä kuin nimikkeille määritetyt kotimaan varastontäydennyserät. Näiden nimikkeiden kohdalla päädyttiin pysymään kotimaan varastotäydennyssäännöissä ja määrissä. Näitä nimikkeitä oli tarkasteluvuonna 16 kappaletta.

Viikon toimitusajalla ulkomaille myytävät nimikkeet integroitiin kotimaan varasto-ohjautuvien joukkoon siten, että määrittämisessä huomioitiin näiden nimikkeiden ennalta sovitut varmuusvarastomäärät. Tähän päädyttiin nimikkeiden kotimaanmyynnin vähäisyyden, asiakkaiden kanssa sovittujen varmuusvarastojen ja valmistamisen näkökulmasta lyhyen toimitusajan vuoksi.

Taulukkoon 7. on kerätty yhteen eri ryhmien nimikkeiden ohjaussäännöt. Kuten taulukosta voi nähdä ulkolaisten toimijoiden erityisyys on otettu huomioon ohjaussääntöjä määriteltäessä. Varmuusvarastojen ohjauksessa otettiin huomioon asiakkaan kanssa sovitut varmuusvarastot ja valmistettavassa eräkoossa 3 viikon toimitusajalla toimintaa mahdollisesti ohjaavat valmistuserät. Huomionarvoista on muistaa, että jos varastosaldo alittaa kotimaan myynnin hälytysrajan, valmistetaan nimikettä pääsäännön mukaan.

Taulukko 7. Eri ryhmien nimikkeiden ohjaussäännöt.

	A	B	C	D	E
Kytkeänpiste	Hälytysrajan alittuessa	Hälytysrajan alittuessa	Hälytysrajan alittuessa	Hälytysrajan alittuessa	Mennessä miinukselle
Varmuusvarasto	Pääsääntöisesti laskennallinen 96 % kotimaan palveluasteella määritetty taso.	Pääsääntöisesti laskennallinen 96 % kotimaan palveluasteella määritetty taso.	Pääsääntöisesti laskennallinen 96 % kotimaan palveluasteella määritetty taso.	Pääsääntöisesti laskennallinen 96 % kotimaan palveluasteella määritetty taso.	Pääsääntöisesti ei ole
		1 nimikkeellä asiakkaan kanssa erikseen sovittu määrä	3 nimikkeellä asiakkaan kanssa erikseen sovittu määrä	17 nimikkeellä asiakkaan kanssa erikseen sovittu määrä	11 nimikkeellä asiakkaan kanssa erikseen sovittu määrä
Valmistettava eräko	Pääsääntöisesti optimaalvalmistuserän mukaan	Pääsääntöisesti optimaalvalmistuserän mukaan	Pääsääntöisesti semipakkaukseen verran, mutta vähintään 100 kpl. Huom. Kuitenkin alle 3 vuoden laskennallinen riitto.	Pääsääntöisesti n. vuoden laskennallinen riitto, mutta vähintään 100 kpl. Huom. Kuitenkin alle 3 vuoden laskennallinen riitto.	Tilauksen ohessa siten, että varastoon jää 1/4 semipakkaukkoista.
	1 nimikkeellä täydennysääntönä ulkomaantilauksen mukana täydennettävä min-max -menetelmä	4 nimikkeellä täydennysääntönä ulkomaantilauksen mukana täydennettävä min-max -menetelmä	9 nimikkeellä täydennysääntönä ulkomaantilauksen mukana täydennettävä min-max -menetelmä	2 nimikkeellä täydennysääntönä ulkomaantilauksen mukana täydennettävä min-max -menetelmä	
Valmistusrytmi	Keskimäärin noin 6 viikon välein	Keskimäärin noin 10 viikon välein	Keskimäärin noin 6 viikon välein	Keskimäärin noin 13 viikon välein	keskimäärin noin 17 viikon välein

4.5 Hankittavien materiaalien kulutuksen luokittelu ja analysointi

Hankittavien materiaalien kulutuksen analysointi aloitettiin keräämällä materiaalien kulutushistoria viikkotasolla toiminnanohjausjärjestelmästä. Tämän jälkeen nimikkeistä

karsittiin pois tällä hetkellä inaktiiviset sekä tilauksesta tilattavat. Lopulta tarkasteltavaksi jäi 49 nimikettä. Jäljelle jäävät nimikkeet ryhmiteltiin vielä materiaalityypin mukaisesti: pakkausmateriaalit, värit, raaka-aineet ja muut tarvikkeet. Nimikkeet ryhmiteltiin lisäksi vielä toimittajien mukaan. Tämän jälkeen listaan liitettiin yksikköhinnat ja toimitusviiveet sekä jaettiin varastonpitokustannukset nimikkeiden kesken.

Koska materiaaliavarasto koostuu eri tyyppisistä materiaaleista, joita tarvitaan eri määriä tuotteiden valmistamiseen ja koska materiaalit materiaalityypin mukaan ryhmiteltynä ovat nimikemäärältään niin pieniä, ABC-analyysia ei koettu tarpeelliseksi. Lisäksi toimittajien kanssa tehdyt sopimukset muun muassa minimiostoeristä, rahdeista, toimitusviiveistä ja hinnoittelusta tekivät optimiostoerälaskennasta hieman turhaa. Melkein kaikkien toimittajien kanssa toimitusehdoksi on sovittu vapaasti perillä, eli rahti sisältyy tuotteen ostohintaan. Myös tilauserien suuruudesta on sovittu suurimman osan kanssa. Nimikkeiden varastointikustannukset ja optimiostoerät kuitenkin laskettiin, jotta saatiin selville mikä nykyisellään olisi yrityksen näkökulmasta optimi.

Osa toimittajista on hinnoitellut tuotteensa siten, että tilattavalla määrällä ei ole merkitystä. Näiden toimittajien kanssa on pystytty neuvottelemaan myös hyvin lyhyistä toimitusajoista. Näissä tapauksissa kyseessä on toimittajan varastotuote tai tuote, jota toimittaja on sitoutunut pitämään varastossaan yritystä varten. Parhaimmillaan toimitusaika riippuen tilausajankohdasta on yksi vuorokausi.

Pisimmillään nimikkeen toimitusaika on jopa 6 viikkoa. Näiden tuotteiden kohdalla kulutuksen ennustamista auttaa tiedossa olevat vuosimyyntimäärät, mutta yli 2 viikkoa pidempää hienokuormitusta hankaloittaa hetkellisistä kysyntäpiikeistä johtuvat tuotannon tuplaamiset sekä tuotannon tarvittaessa siirtyminen 24/5-tuotantomuodosta 24/7-tuotantomuotoon.

Irtotavarana ostettavat raaka-aineet tilataan suoraan tehtaalta täysinä rekkakuormina. Bulkki-raaka-aineiden kohdalla ennustamisen apuna käytetään muun muassa asiakkaan myyntiennustetta. Lisäksi eniten käytettävistä raaka-aineista laaditaan hankintaennusteita takaamaan materiaalien saatavuutta. Näiden materiaalien hankinnan hankaluutena on pitkät 2-3 viikon toimitusviiveet, jotka pakottavat tilaamaan materiaalit hyvissä ajoin ennen

tarvetta. Tarpeen muuttuessa esimerkiksi tuotantolaitteen rikkoontumisen vuoksi, jää hyvissä ajoin ennen tarvetta tilatut ja jo matkalla olevat materiaalit varastoon nostoen varaston arvoa.

4.6 Hankittavien materiaalien ohjausparametrien määrittäminen

Hankittaville materiaaleille päivitettiin hälytysrajat ja varmuusvarastot, kuten valmistettaville varastotuotteillekin (katso kaavat kappaleesta 4.4 Myytävien varastotuotteiden ohjausparametrien määrittäminen). Toimittajien kanssa keskusteltiin optimiostokerästä, mutta erityisesti raaka-aineissa ja pakkausmateriaaleissa muutos nykyisestä lähemmäksi laskennallisia eriä ja sitä kautta tiheämpiä toimituksia, olisi aiheuttanut liian suuria hinnan nousuja materiaaleille. Tämä tulisi myös kuormittamaan tilausprosessia tarkemmalla valvonnalla sekä useammilla tilauksilla. Lyhyellä toimitusajalla ja ilman hintaportaita toimittavien toimittajien kanssa aiotaan hyödyntää nyt laskettuja optimiostokeriä. Myös tilausprosessin parempaa automatisointia mietitään, mutta koska yritys on aikeissa vaihtaa toiminnanohjausjärjestelmää lähitulevaisuudessa, vanhaan järjestelmään ei lähdetä enää kehittämään uusia toimintoja.

5 TULOKSET JA NIIDEN ARVIOINTI

Tässä kappaleessa käydään läpi varastonohjauksen optimoinnin tulokset. Ensin keskitytään Myytävien varastotuotteiden varastonohjauksen optimoinnin tuloksiin ja seuraavaksi käydään läpi hankittavien varastotuotteiden tulokset. Lopuksi annetaan ohjeita jatkotoimenpiteisiin sekä suosituksia eteenpäin.

5.1 Myytävien varastotuotteiden varastonohjauksen optimoinnin tulokset

Laskennallisesti omien varastotuotteiden varastonohjausparametrien määrittäminen pienensi keskimääräistä tuoteryhmän varaston arvoa nykyisestä noin 40 %. Koska kyseessä on vain laskennallisen keskimääräisen varaston arvo ja vertailukohtana tuoteryhmän varaston arvon keskiarvo, voi todellisuus olla menekin vaihtelun vuoksi hyvinkin erilainen. Laskennallisesti kokonaisvaraston keskimääräinen kiertonopeus on 6, joka on suuri parannus entiseen 2 verrattuna. Kuitenkin osa tuotteista tulee seisomaan varastossa laskennallisesti jopa 3 vuotta ja todellisuudessa mahdollisesti jopa pidempään. Lisäksi sarjatuotannon kannattavuus asettaa omat haasteensa optimivalmistuserien muodossa. Erityisesti C-, D- ja E-ryhmän nimikkeillä näitä laskennallisia määriä ei ole pitkien varastointiaikojen vuoksi järkevä noudattaa.

Taulukossa 8. on esitetty ryhmien kiertonopeudet niin määrittämisen pohjana käytetyn kotimaan myynnin ja kokonaismyynnin osalta. Kuten taulukosta voi huomata, kokonaismyynnissä kiertonopeudet nousevat C-ryhmän tuotteiden kohdalla. Tämä johtuu siitä, että ryhmän nimikkeistä 37,5 % on poikkeussäännön mukaan tilausohjautuvasti Min-Max-menetelmällä täydennettäviä (katso taulukko 7.), eli niitä myydään huomattavia määriä 3 viikon toimitusajalla ulkomaille. Kiertonopeuden muutos on selitettävissä myös kotimaanmyynnin osuudesta kokonaismyynnistä.

Taulukko 8. ABC-ryhmien nimikkeiden kiertonopeudet ja myyntiprosentit kokonaismyynnistä sekä kotimaanmyynnin osuus kokonaismyynnistä per ryhmä.

Kotimaan ryhmä	Nimikkeitä (kpl)	Ryhmän myynti % kotimaanmyynnistä	Varastonkierto, kun vertailukohtana vain kotimaa	Ryhmän myynti % kokonaismyynnistä	Varastonimikkeiden kokonaiskierto	Kotimaanmyynnin osuus kokonaismyynnistä
A	8	49 %	6	34 %	9	64 %
B	19	30 %	3	24 %	5	56 %
C	24	15 %	2	27 %	8	24 %
D	41	5 %	1	9 %	3	27 %
E	55	0 %	0	6 %	3	0 %
Yhteensä:	147	100 %	3	100 %	6	

Taulukossa 9. on nähtävissä, miten keskimääräinen kokonaisvarasto ja varmuusvarasto jakautuvat ryhmien kesken. D- ja E-ryhmän varmuusvarastotasoa nostavat ulkomaille 1 viikon toimitusajalla ostavien asiakkaiden kanssa sovitut varmuusvarastot. Varmuusvarastojen osuudessa keskimääräisestä varastotasosta on nähtävissä myös näiden varmuusvarastojen vaikutus.

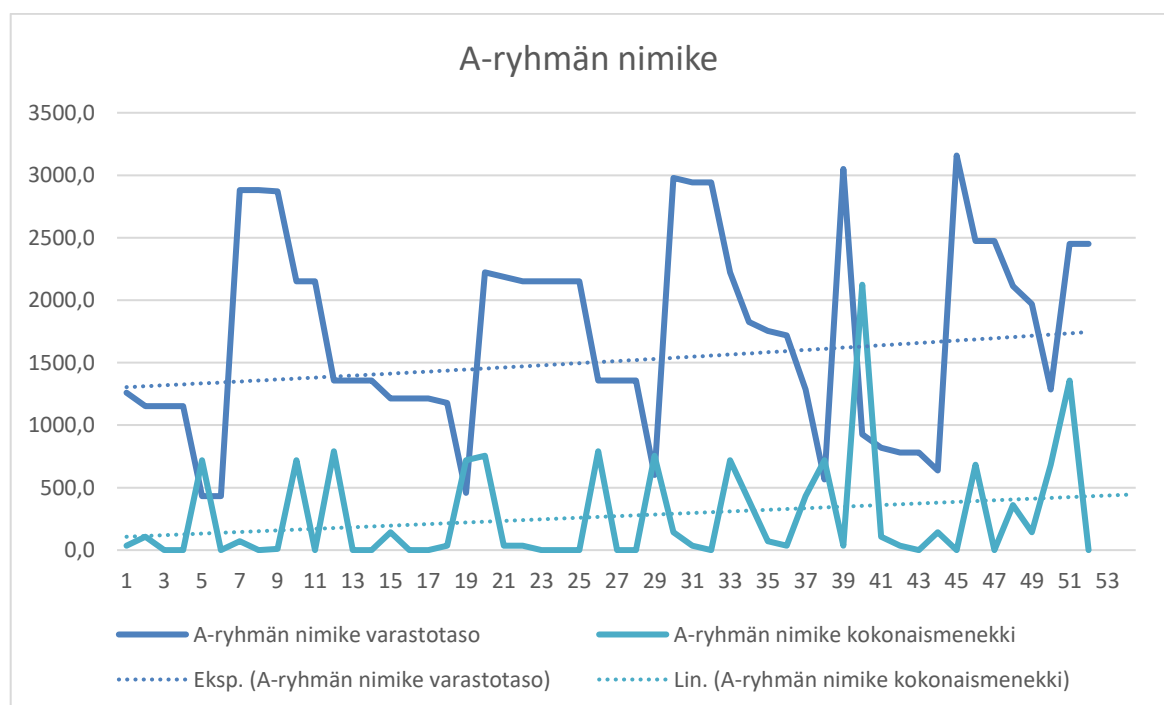
Taulukko 9. ABC-ryhmien osuudet kokonaisvarastotasosta ja varmuusvaraston kokonaismäärästä sekä ryhmän keskimääräisen varmuusvarastomäärän osuus ryhmän keskimääräisestä varastotasosta.

Ryhmä	Nimikkeitä (kpl)	Ryhmän keskimääräinen varasto % kokonaismäärästä	Ryhmän keskimääräinen varmuusvarastotaso % kokonaismäärästä	Varmuusvarastojen osuus keskimääräisesti varastotasosta
A	8	22 %	19 %	29 %
B	19	25 %	18 %	23 %
C	24	19 %	15 %	25 %
D	41	20 %	29 %	49 %
E	55	13 %	19 %	49 %
Yhteensä:	147	100 %	100 %	

Varastotilaa määrityksen mukainen ohjaus kuormittaa noin 60 % tuoteryhmälle varatusta varastotilasta. Tuoteasetuksina tämä tarkoittaa laskennallisesti 208 asetusta vuodessa. Laskennalliset nimikekohtaiset varastonkiertonopeudet ja nimikekohtaiset vaihtoajat huomioiden asetuksiin tulisi kulumaan vuodessa n. 800 henkilötyötuntia. Koska tällä hetkellä kyseisen tuoteryhmän tuotteita on mahdollista vaihtaa 2 kertaa 1684 henkilötyötuntia vuodessa (Muovituoteteollisuuden ja kemian tuoteteollisuuden työehtosopimuksen 1.12.2017-31.10.2020 vuosityötunnit vuosille 2017-2019), tämä ei tuota ongelmia tuotannossa vaan vapauttaa henkilöiden aikaa muihin tehtäviin. Laskennallisesti varastotuotteiden vuosimyyntimäärän valmistaminen tulee vaatimaan asetusaikoiseen 4500

konetuntia. Muovituoteteollisuuden ja kemian tuoteteollisuuden työehtosopimuksen mukaan vuosina 2017-2019 on 226 työpäivää, mikä tarkoittaa 5424 konetyötuntia vuodessa. Laskennallisesti varastotuotteiden vuosimyyntimäärä olisi mahdollista valmistaa yhdellä koneella. Todellisuudessa kuitenkin määrien valmistamiseen tarvitaan useampaa konetta, sillä kaikkia tuotteita ei ole mahdollista valmistaa tuotteiden ominaisuuksien vuoksi samalla koneella. Myös yhtäaikaiset varastotäydennystarpeet tulevat vaatimaan useamman koneen yhtäaikaista käyttöä, jotta laskennassa käytetyissä valmistusviiveissä voidaan pysyä.

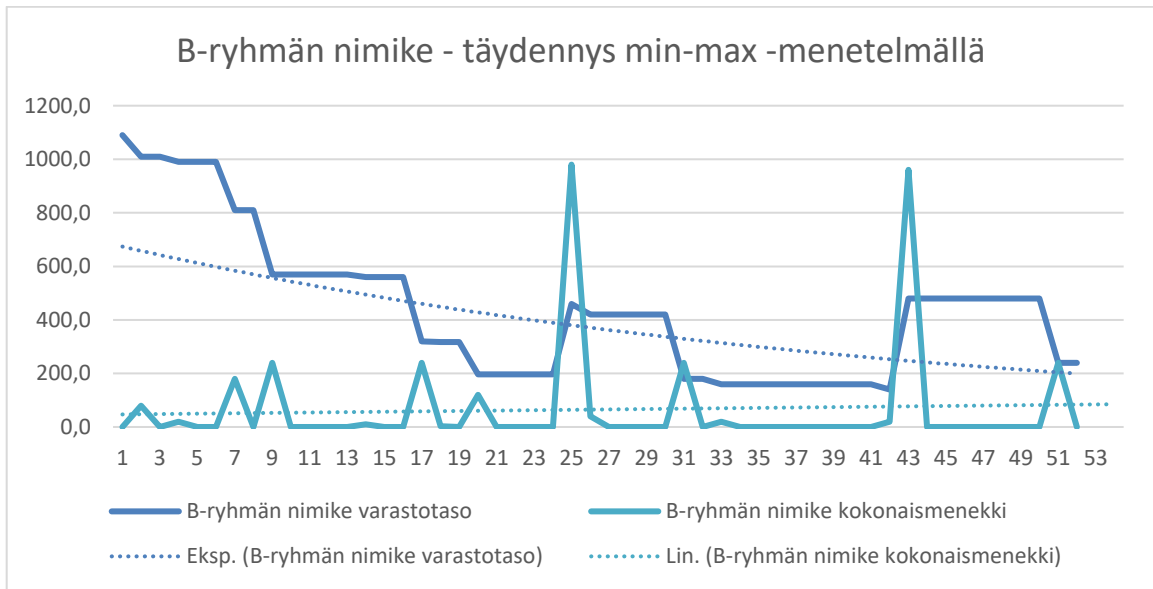
Määritettyjä ohjausparametrien toimivuutta testattiin sattumanvaraisesti valittujen nimikkeiden tarkasteluvuoden kulutuksen pohjalta. Kuvissa 10.-13. on nähtävissä yhden testattavan nimikkeen per ryhmä varastonohjauksen toimivuutta. Kuvassa 10. on esitetty A-ryhmään kuuluvan nimikkeen menekin ja varastotäydennysten suhdetta. Menekki pitää sisällään niin ulkomaille 3 viikon toimitusajalla menevät kappaleet ja kotimaan myynnin. Ajoituksessa on kuitenkin huomioitu 3 viikon toimitusajan tuoma etukäteen tietämisen etu.



Kuva 10. A-ryhmään kuuluvan nimikkeen varastotason ja menekin suhde.

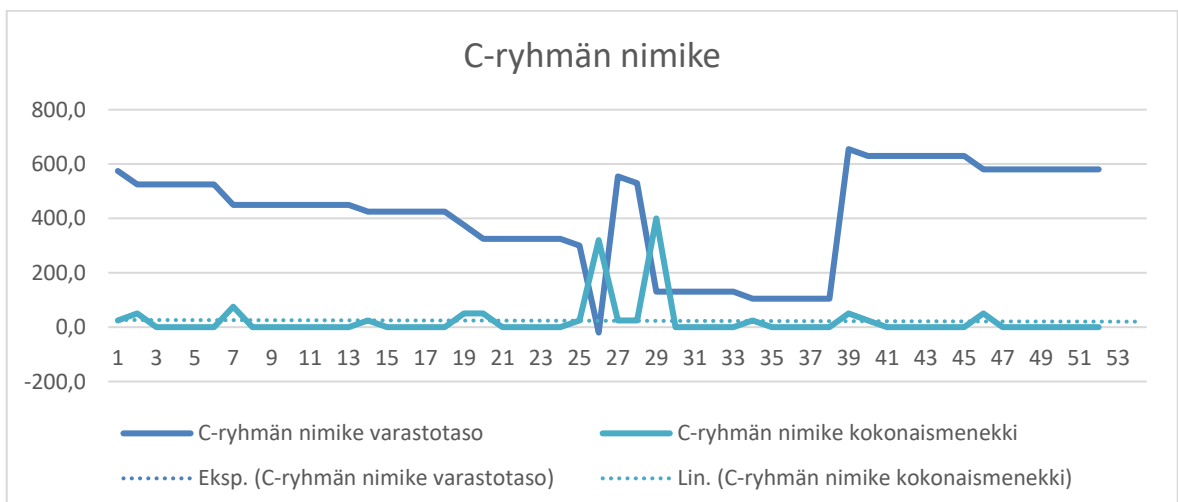
Kuvassa 11. on esitetty B-ryhmään kuuluvan nimikkeen varastotäydennysten ja menekin suhde. Kyseinen nimike on yksi kuudestatoista nimikkeestä, joiden täydennyssääntönä käytetään ulkomaan 3 viikon toimitusajalla toimitettavan tilauksen osuessa kohdilleen Min-

Max -menetelmää. Kuvassa 10. Kuvatun jakson alussa varastotäydennys on tehty optimivalmistuserälaskennan mukaisella määrällä. Tämän jälkeen täydennykset on tehty 3 viikon toimitusajalla toimitettavan tukkutilauksen yhteydessä. Kuvasta on nähtävissä varastotason keskiarvon alenema täydennyksen osuessa tilauksen yhteyteen.



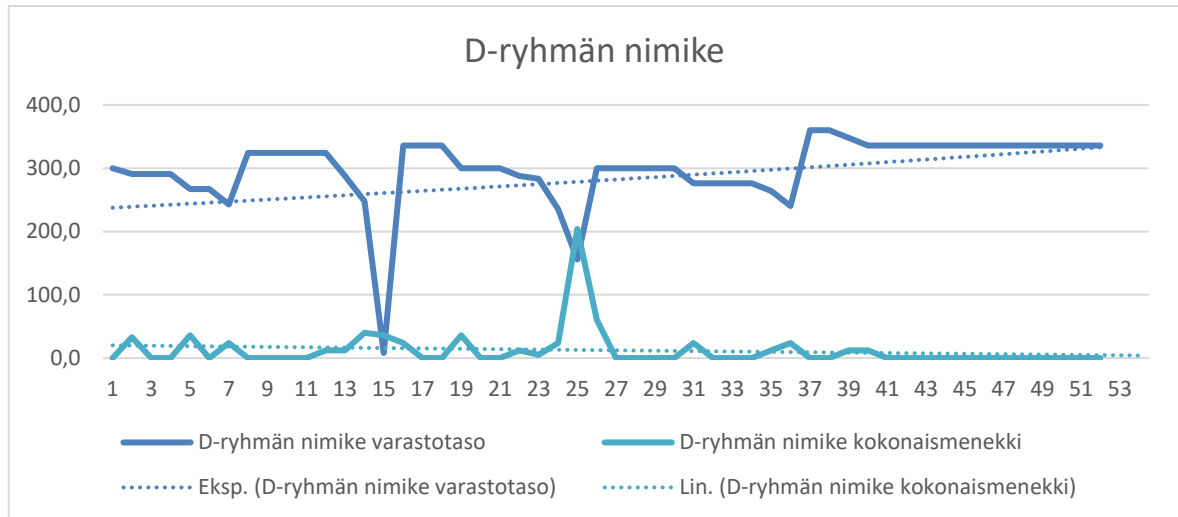
Kuva 11. B-ryhmään kuuluva nimike, jossa käytetty Min-Max -menetelmää.

Kuvassa 12. on esitetty C-ryhmän nimikkeen varastotason ja kokonaismenekin suhde. Valmistuserän suuruus pitää varastotasoa korkealla, vaikka muutoin tarvetta ei olisikaan. Kuitenkin tämän nimikkeen kohdalla tapahtuu myös 1 puutetilanne, kun viikon 26 kohdalla kotimaan myynnin menekin kysyntäpiikki ylittää varastotason.



Kuva 12. C-ryhmän nimikkeen varastotason ja kokonaismenekin suhde.

Kuvassa 13. on esitetty D-ryhmän nimikkeen menekin ja varastotason suhdetta. Nimike on 1 yhden viikon toimitusajalla myös ulkomaille myytävä nimike, jonka asiakkaan kanssa sovittu varmuusvarasto muuttaa täydennyssääntöä normaalista D-ryhmän täydennyssäännöstä.



Kuva 13. D-ryhmän nimikkeen varastotason ja kokonaismenekin suhde.

5.2 Hankittavien materiaalien varastonohjauksen optimoinnin tulokset

Hankittaville varastomateriaaleille päivitettiin hälytysrajat. Laskennallisesti keskimääräinen varaston arvo laski noin 20 % näiden materiaalien varaston arvon keskiarvosta. Koska 2 pääraaka-ainetta ovat määrällisesti niin suuria, todellisuudessa muutos ei ole näin radikaali. Ero entisten hälytysrajojen ja nykyisten välillä ei ole kovinkaan suuri. Suurin hyöty nyt tehdyssä optimoinnissa on tieto rajojen ajantasaisuudesta sekä saada hälytysrajat myös muille varasto-ohjautuvasti hankittaville materiaaleille.

5.3 Tulosten arviointi

Omien myytävien varastotuotteiden osalta laskennallinen säästö varaston arvossa ja varastopaikoissa on huomattava. Lopulta käytäntö osoittaa voiko varasto toimia tehokkaasti ilman puutetilanteita näin paljon pienempänä. Myös monen nimikkeen menekin ollessa hyvinkin epätasaista riski hetkellisille puutetilanteille on olemassa, vaikka

varastotäydennyksiä ohjaakin korkea 96 % palveluaste ja epätasaisesta menekistä johtuva korkea varmuusvarasto ja hälytysraja. Vaikka riski on olemassa, on se kuitenkin pienempi kuin nykytoimintatavalla, jossa välillä vasta tilaus toimii hälytysrajana, joten kotimaan toimitusajat ja tilausten läpimenoajat tulevat lyhentymään nykyisestä ohjaussääntöjä noudatettaessa.

Vaikka omien myytävien tuotteiden varasto kokonaisuudessaan pienenikin huomattavasti, yksittäisten nimikkeiden varastotäydennyserät ovat kulutukseen nähden suuria. Tämä johtuu sarjatuotannon aiheuttamista asetusajoista ja -kustannuksista. Täydennysten ja menekin testauksen kuvaajista on selkeästi nähtävissä varastotason korkeuden ja todellisen kulutuksen välinen ero. Optimitilanteessa käyrät olisivat huomattavasti lähempänä toisiaan.

Hankintamateriaaleille päivitettiin hälytysrajoja. Osa hälytysrajoista on mahdollisesti liian korkeita johtuen tarkasteluvuoden aikana tehdyistä hetkellisistä vuorojärjestelmämuutoksista ja tuotantomäärien tuplauksista. Nämä materiaalit ovat kuitenkin tuotannon kannalta kriittisimpiä ja myös tulevaisuudessa vuoromuutosten ja tuotantomäärien tuplauksen tarve saattaa ilmetä nopeammin kuin kasvavaan materiaalitarpeeseen pystytään vastaamaan. Tämän vuoksi kulutusta ei laskennassa oikaistu.

5.4 Jatkotoimenpiteet ja suositukset

Ensimmäisenä jatkotoimenpiteenä on määritettyjen varastonohjausparametrien käyttöönotto ja järjestelmään automatisointi. Käytön perusteella rajoihin tehdään tarvittavia korjauksia. Huomioista ja korjauksista on hyvä pitää kirjaa tulevaisuutta ajatellen.

Tulevaisuudessa varastonohjauksen ohjausparametrien tarkastus olisi hyvä suorittaa säännöllisin väliajoin, jotta parametrit pysyvät ajan tasalla. Tätä työtä varten laadittuja Excelit on mahdollista käyttää pohjana myös tulevaisuudessa optimointia tehtäessä. Excelit eivät ole täysin käyttövalmiita vaan vaativat jonkin verran käsin tehtävää erottelua ja määrittelyä ulkomaankaupan kokonaisuuteen yhdistämisen osalta. Tulevaisuuden jatkotoimenpiteenä Excelin automatisoiminen valmiiksi pohjaksi näitä malleja silmällä pitäen voisi olla järkevää. Jos Excelit päätetään automatisoida, olisi määrittely ja luokittelu

hyvä toistaa vuosittain. Samalla tulisi esille niin sanotut hiipuvat asiakkaat ja tuotteet. Ilman automatisointia suositeltavaa olisi tarkastaa sen hetkinen nykytila vähintään 2 vuoden välein.

Yrityksen olisi myös hyvä pyrkiä tehostamaan asetusajojaan. Asetusajoilla on suora vaikutus tuotteen kannattavaan valmistuseräkokoan, koneiden käyntiasteeseen ja asentajien työkuormaan. Lisäksi yrityksen olisi hyvä miettiä myös tuoterepertuaariaan. Halutaanko myynnissä pitää tuotteita, joilla ei ole menekkiä joka vuosi tai joiden menekki on niin vähäistä, ettei niin pienien määrien valmistaminen ole nykyisellään kannattavaa. Mitä mahdollisia haittoja syntyisi, jos nämä tuotteet tietyn liikkumattoman ajan jälkeen poistettaisiin valikoimista? Tähän asti kaikki tuotteet on haluttu pitää valikoimassa, jotta asiakkaalle voidaan tarjota kokonainen tuoteryhmä. Olisi hyvä selvittää kuinka tärkeänä asiakkaat tätä lopulta pitävät. Tuotteet ovat standardoituja, joten halutessaan asiakas pystyy täydentämään järjestelmänsä muiden valmistajien tuotteilla. Tämä toki toimisi paremmin kaikkien kotimaan asiakkaiden ollessa myös tukkuliikkeitä tai myymälöitä, jolloin loppuasiakas voisi valita hyllystä tarvitsemansa. Suoraan työmaalle tilattaessa kokonaisen tuoteryhmän tarve korostuu.

Hankittavien materiaalien kohdalla olisi hyvä pyrkiä neuvottelemaan lähempänä optimiostokeräkökoja olevista määristä sekä viimeistään uudessa toiminnanohjausjärjestelmässä automatisoimaan kotiinkutsuja.

6 YHTEENVETO

Tämän tutkimuksen tavoitteena oli kehittää pk-yrityksen varastonohjausta siten, että varastoon sitoutuu vähemmän pääomaa ilman toimitus- ja toimintakyvyn laskua sekä samalla kehittää varastotuotteiden läpimeno- ja toimitusaikoja kotimaassa. Tutkimuksessa pyrittiin vastaamaan seuraaviin tutkimuskysymyksiin: Kuinka pienentää varastoja ja sitä kautta varastoon sitoutunutta pääomaa ilman toimituskyvyn ja toimintakyvyn laskua. Kuinka samalla lyhentää myytävien varastotuotteiden läpimeno- ja toimitusaikoja kotimaassa.

Yritys valmistaa tuotteita sarjatuotantomenetelmällä ja sen liiketoiminta koostuu kahdesta osa-alueesta: sopimusvalmistuksesta ja omien tuotteiden valmistuksesta. Sarjatuotantomenetelmä jo itsessään vaatii varastoimista toimituskyvyn ylläpitämiseksi, sillä tuotteita tarvitaan tuotantosarjojen välillä koneiden valmistaessa toista tuotetta. Lisäksi yrityksen kotimaan omien tuotteiden asiakkaat ostavat usein pieniä eriä kerrallaan ja tarvitsivat tuotteet mahdollisimman nopeasti, jolloin tuotteiden on löydyttävä varastosta. Hankittavien materiaalien kohdalla varastoidaan säännöllisesti käytettäviä materiaaleja. Yrityksen varastotuotteita ovat kotimaan myyntiin menevät nimikkeet ja sopimuksen mukaan tai omaan käyttöön varastoitavat materiaalinimikkeet. Tutkimus rajattiin koskemaan näitä nimikkeitä.

Tutkimus aloitettiin kirjallisuuskatsauksella. Kirjallisuuskatsauksessa keskityttiin varastoinnin syihin, kustannusajureihin, varastointipäätöksiin, varastotyyppeihin, suorituskykymittareihin, luokittelutapoihin, varastonohjausmenetelmiin ja erilaisiin varastontäydennysmenetelmiin. Tämän jälkeen empiiristä tietoa kerättiin yrityksen tietojärjestelmistä, avainhenkilöiltä ja materiaalitoimittajilta. Empiirinen osuus aloitettiin tutustumalla yrityksen lähtötilanteeseen. Lähtötilanteessa yrityksen omien tuotteiden varastonimikkeitä täydennettiin pääsääntöisesti tilausohjautuvasti täydentäen. Tilausten yhteydessä täydentämisen heikkoutuna oli, että tilatun määrän ylittäessä varastossa olevan määrän, jouduttiin turvautumaan muun muassa jälkitoimituksiin. Myöskään täydennyseräkokoja ei ollut erikseen määritetty vaan monesti tuotetta valmistettiin sama määrä kuin aikaisemmin oli valmistettu. Hankittavien materiaalien kohdalla joillekin

materiaaleille oli määritetty tilauspisteitä ja hälytysrajoja, mutta näitä ei ollut päivitetty eivätkä ne sen vuoksi olleet enää luotettavia.

Lähtötilanteen selvityksen jälkeen kerättiin tarvittavat tiedot yrityksen tietojärjestelmistä analysointia ja luokittelua varten. Näitä tietoja olivat muun muassa nimikkeiden myyntihistoria, materiaalien kulutushistoria, hinnat, pakkauskoot, materiaalien toimitusajat, hintaportaat ja kuljetuskustannukset sekä yrityksen tilinpäätöstiedot ja varaston arvo. Näiden tietojen pohjalta tutkimuksessa luokiteltiin ja analysoitiin myytäviä varastonimikkeitä ABC- ja XYZ-analyysien avulla sekä jaettiin myynti 3 eri segmenttiin toimitusaikojen ja menekin erilaisuuden mukaan. Segmentteihin jako tehtiin, koska miltei puolet varastonimikkeiden kappalekohtaisesta myynnistä myytiin normaalia kotimaan myyntiä huomattavasti suuremmissa erissä 3 viikon toimitusajalla ulkomaille, ja koska 1 viikon toimitusajalla ulkomaille myytävistä nimikkeistä oli asiakkaiden kanssa sovittu erityisistä varmuusvarastomääristä. Lopuksi erilaisten tarkastelujen tiedot kerättiin yhteen ja nimikkeille laskettiin tarkasteluvuoden kotimaanmyynnin keskiarvot ja keskihajonnat, varmuusvarastotasot 96 % palveluasteella, hälytysrajat, optimivalmistuserät sekä asetus- ja varastoitukustannukset. Analyysin päätteeksi nimikeryhmille ja segmenteille määritettiin ohjausparametrit.

Pääsääntöisesti myytävien varastotuotteiden ohjausparametrit määritettiin kotimaan ABC- jaottelun mukaisesti. Kaikille nimikkeille laskettiin 96 % palveluasteen mukaiset varmuusvarastot ja hälytysrajat. Lisäksi valmistuseräkokojen määrittämisen apuna käytettiin optimivalmistuserälaskentaa sekä huomioitiin pakkauskoot varastotilan käytön optimoimiseksi. Pääsäännön rinnalle rakennettiin ohjaussäännöt koskemaan tiettyjen 3 viikon toimitusajalla myytävien nimikkeiden ohjausta. Nämä nimikkeet erotettiin pääsäännöstä nimikkeiden optimivalmistuserää suurempien kertamyyntierien vuoksi. Kertamyyntierän ollessa suurempi kuin optimivalmistuserä, voitiin täydennykset tehdä tilausohjautuvasti samalla täydentäen kotimaan varastoa Min-Max-menetelmän mukaisesti. Lisäksi määrittämisessä huomioitiin 1 viikon toimitusajalla myytävien nimikkeiden erikseen sovitut varmuusvarastotasot.

Varastoitavien materiaalinimikkeiden vähyyden ja keskinäisen erilaisuuden vuoksi ABC-analyysia ei koettu järkeväksi. Lisäksi toimittajien kanssa tehdyt sopimukset muun muassa

minimiostoeristä, rahdeista, toimitusviiveistä ja hinnoittelusta tekivät optimiostoerälaskennasta turhaa. Näiden nimikkeiden kohdalla päädyttiin päivittämään vain nimikekohtaiset varmuusvarastotasot ja hälytysrajat.

Varastonohjausta kehittämällä päästiin laskennallisesti huomattavasti pienempiin varaston arvoihin ja parempiin kiertonopeuslukuihin. Käytäntö näyttää pystytäänkö näin paljon pienemmillä varastoilla toimimaan. Laskennallisesti omien myytävien varastotuotteiden ohjausparametrien määrittäminen pienensi keskimääräistä tuoteryhmän varaston arvoa nykyisestä noin 40 % ja paransi varaston keskimääräistä kiertonopeutta kahdesta kuuteen. Lisäksi varastotilaa määrityksen mukainen ohjaus kuormittaa vain noin 60 % tuoteryhmälle varastusta varastotilasta.

Hankittavien materiaalien kohdalla hälytysrajojen ja varmuusvarastotasojen päivitys laski varaston arvoa noin 20 %. Kuitenkaan ero entisiin rajoihin ei ollut kovinkaan merkittävä. Nyt kuitenkin hälytysrajat löytyvät kaikilta varastonimikkeiltä ja ohjausparametrit ovat ajan tasalla

Jatkossa analyysi olisi hyvä suorittaa vähintään 1-2 vuoden välein, jotta ohjausparametrit pysyvät ajan tasalla. Tätä tutkimusta varten laadittuja Exceleitä on mahdollista käyttää pohjana myös tulevaisuudessa optimointia tehdessä. Yrityksen olisi hyvä myös miettiä tuoterepertuaariaan sekä pyrkiä kehittämään asetusaikojaan. Lisäksi hankittavien materiaalein kohdalla olisi hyvä pyrkiä neuvottelemaan lähempänä optimiostoeräkokoja olevista määristä sekä viimeistään uudessa toiminnanohjausjärjestelmässä automatisoida kotiinkutsuja.

LÄHTEET

Bowersox, Donald, J.; Closs, David J.; Cooper, M. Buxby; Bowersox, John C. 2013. Supply Chain Logistics Management, 4th edition. New York. The McGraw-Hill Companies, Inc. 2013. ISBN: 978-007-132621-6.

Chapman, Stephen N.; Arnold, J.R. Tony; Gatewood, Ann K.; Clive, Lloyd M. 2017. Introduction to Material Management, 8th edition. Essex, England. Pearson Education Limited 2017. ISBN-10 1-292-16235-X, ISBN-13 978-1-292-16235-5.

Haverila, Matti; Uusi-Rauva, Erkki; Kouri, Ilkka; Miettinen, Asko. 2009. Teollisuustalous, 6. painos. Tampere. Hämeen Kirjapaino Oy 2009. ISBN: 978-951-96765-6-2

Kemianteollisuus ry ja Teollisuusliitto ry. 2017. Muovituoteteollisuuden ja kemian tuoteteollisuuden työehtosopimus 1.12.2017-31.10.2020.

Logistiikan maailma. 2018. Huolinta ja terminaalit, varastointi, varastonohjaus. Luettu 23.4.2018.

<http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/>

Leender, Michiel R.; Johnson, P. Fraser; Flynn, Anna E.; Fearon Harold E. 2006 Purchasing and Supply Management: With 50 Supply Chain Cases. 1221 Avenue of th America, New York, NY, 10020. 2006. McGraw-Hill/Irwin, a business unit of The McGraw-Hill Companies, Inc. ISBN-10: 0-07-111738-5, ISBN-13: 978-0-07-111738-5.

Lysons, Kenneth; Farrington, Brian. 2012. Purchasing and Supply Chain Management, 8th edition. Essex, England. Pearson Education Limited 2012. ISBN: 978-0-273-72368-4.

Muckstadt, John A.; Sapro Amar Springer. 2010. Principles of Inventory Management. Springer New York Dordrecht Heidelberg London. Science+Business Media, LLC, 233 Spring Street, New York, NY 10013, USA 2010. ISBN 978-0-387-24492-1.

Ritvanen, Virpi; Inkiläinen, Aimo; von Bell, Anders; Santala, Jouko. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinta perusteet. Reijo Rautauoman säätiö. Saarijärven Ofset Oy, Saarijärvi 2011. ISBN: 978-952-67347-1-2.

Sakki, Jouni. 1999. Logistinen prosessi, 4. uud. painos. Espoo. Jouni Sakki Oy 1999. ISBN: 951-97668-1-2.

Sakki, Jouni. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta, 7. uud. painos. Vantaa. Jouni Sakki Oy 2009. ISBN: 978-951-97668-4-3.

Slack, Nigel; Brandon-Jones, Alistair; Johnston, Robert. 2016. Operations Management, 8th edition. Harlow, UK. Pearson Education Limited 2016. ISBN: 978-1-292-09867-8.

Van Weele, Arjan. 2010. Purchasing and Supply Chain Management, 5th Edition. Cheriton House, North Way, Andover, Hampshire. SP10 5BE, United Kingdom. Cengage Learning EMEA 2010. ISBN: 978-1-4080-1896-5