

Tommi Virtanen

ABC-analyysin tehokkaampi hyödyntäminen varastonohjauksessa

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalous

Insinööriytyö

12.04.2018

Tekijä Otsikko	Tommi Virtanen ABC-analyysin tehokkaampi hyödyntäminen varastonohjauksessa
Sivumäärä Aika	29 sivua 12.04.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Tutkinto-ohjelma	Tuotantotalous
Ammatillinen pääaine	Logistiikka
Ohjaajat	Yliopettaja Antero Putkiranta Ostopäällikkö Tero Ala-Ruona
<p>Opinnäytetyön tavoitteena oli löytää uusia tapoja työn tilaajayrityksen Plandent Oy:n varastonohjaukseen. Pääpainona työssä keskityttiin ABC-analyysin tehokkaampaan hyödyntämiseen tuotenimikkeiden hallinnassa ja työssä pyrittiin löytämään keinoja sitoutuneen pääoman vähentämiseen, varaston kierron parantamiseen ja resurssien parempaan kohdistamiseen. Opinnäytetyön aiheen taustalla oli yrityksen halu kehittää varastonohjaustaan ABC-analyysin avulla.</p> <p>Lähteinä opinnäytetyössä käytettiin logistiikkaan liittyvää kirjallisuutta, internet-lähteitä ja yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä saatuja tietoja. Työn teoriaosassa perehdyttiin työn kannalta keskeisiin aiheisiin, kuten varastointiin, tuotenimikkeiden luokitteluun sekä varastojen ja hankintojen ohjaukseen ja niiden menetelmiin.</p> <p>Varastonohjauksen kehittämiseksi varastoitaville nimikkeille tehtiin tuotteiden luokitteluun tarkoitettu ABC-analyysi toiminnanohjausjärjestelmän kulutustietojen perusteella ja luotiin parametrit, joilla luokittelu tehdään. Analyysit tehtiin niin kappalemääräisen kulutuksen kuin euromääräisen myynnin perusteella, joiden avulla nimikkeille laskettiin varmuusvarastot, tilauspisteet ja optimaaliset tilauserät. ABC-analyyseista havaittiin yrityksen toiminnan kannalta tärkeimmät tuotteet ja niiden perusteella tehtiin ehdotuksia varastonohjauksen tehostamiseen luokittain.</p> <p>Ehdotettujen toimenpiteiden ja parametrien avulla voidaan vapauttaa pääomia varastoista muuhun käyttöön ja saavuttaa nopeampi varastonkierto, sekä pystytään kohdentamaan resurssit paremmin yritykselle tärkeisiin tuotteisiin. Työn tuloksia voidaan hyödyntää jatkossa kaikkien varastoitavien nimikkeiden ohjaukseen ja varaston optimointiin.</p> <p>Osa työn sisällöstä on salattu työn toimeksiantajan pyynnöstä.</p>	
Avainsanat	ABC-analyysi, varastonohjaus, varastointi

Author Title	Tommi Virtanen Effective use of ABC-analysis in inventory management
Number of Pages Date	29 pages 12 April 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial management
Professional Major	Logistics
Instructors	Principal lecturer Antero Putkiranta Purchasing manager Tero Ala-Ruona
<p>The objective of the thesis was to find out new ways of inventory management for the company Plandent Oy. The thesis focused mainly on the more efficient utilization of the ABC-analysis in product control and the aim was to find methods to reduce committed capital, improve inventory rotation and better resource allocation. The impulse for the thesis came from the company's desire to develop inventory control by using ABC-analysis.</p> <p>Logistics-related literature, internet sources and data from the company's ERP-system were used as sources of this thesis. The theoretical part focused on key issues related to the thesis, such as warehousing, classification of items, inventory control and procurement and methods related to those.</p> <p>To develop inventory management, ABC-analysis was made for the products based on the consumption data from the ERP-system and the parameters for the classification were created. The analyzes were made on the basis of volume consumption as well as sales in euros and based on the results safety stocks, order points and economical order quantities were calculated. ABC-analyzes found the most important products for the company's operation, and proposals were made to improve inventory control for each ABC-class.</p> <p>The proposed measures and parameters can be used to release capital from the stocks for other uses and achieve faster inventory rotation, and to better target resources towards the most important products for the company. The results of the thesis can be used in future to control all stored items and to optimize inventory.</p> <p>Some of the content is encrypted at the request of the company.</p>	
Keywords	ABC-analysis, inventory management, warehousing

Sisällys

1	Johdanto	1
2	Varastointi	2
2.1	Varastojen muodostuminen	2
2.2	Varastoinnin merkitys	4
2.3	Varastoinnin kustannukset	6
2.4	Varastoinnin tunnuslukuja	8
2.4.1	Varaston kiertonopeus ja riittävyys	9
2.4.2	Toimituskyky	11
2.4.3	Ohjaustaito	12
3	Tuotenimikkeiden luokittelu	13
3.1	80/20-sääntö	13
3.2	ABC-analyysi	14
3.3	XYZ-analyysi	16
4	Varastojen ja hankintojen ohjaus	17
4.1	Optimaalisen tilauserän menetelmä (EOQ)	18
4.2	Varmuusvarasto	20
4.3	Tilauspistemenetelmä	22
4.4	Tilausvälin menetelmä	23
4.5	Min-maks-menetelmä	24
5	Varastonohjauksen kehittäminen Case-yrityksessä	25
5.1	Plandent Oy	26
6	Yhteenveto	26
	Lähteet	29

1 Johdanto

Tämä opinnäytetyö tehdään toimeksiantona Plandent Oy:lle, joka on osa terveysteknologian alalla toimivaa Planmeca Groupia. Plandent Oy on Suomen johtava hammasalan laite- ja tarviketoimittaja ja osa liiketoimintaryhmää, joka on Pohjois-Euroopan suurin hammasalan toimittajaketju. Opinnäytetyön aihe syntyi yrityksen halusta kehittää varastonohjausta, silmällä pitäen tulevaa toiminnanohjausjärjestelmä-projektia.

Työn tavoitteet

Opinnäytetyön päätavoitteena on löytää uusia tapoja varastotasojen ylläpitoon, joita voidaan hyödyntää tulevassa järjestelmässä, vastaamalla kysymykseen mitä, milloin ja miten paljon tilataan. Pääpainona työssä keskitytään ABC-analyysin hyödyntämiseen tavavirran optimoinnissa ja pyritään tunnistamaan yritykselle tärkeimmät tuotteet. Varastoitavat nimikkeet luokitellaan uudelleen ja luokittelun perusteella nimikkeille lasketaan varmuusvarastot sekä määritellään tilauspisteet ja eräkoot. Tavoitteena on saavuttaa säästöjä vuosihankinnoissa ja vapauttaa pääomia varastoista muuhun käyttöön. Lisäksi työn avulla voidaan saavuttaa parempi palvelutaso ja nopeampi varaston kierto, sekä pystytään kohdistamaan ostotoiminnan resurssit paremmin tehokkaamman luokittelun avulla. Työn tuloksena ehdotetut toimenpiteet kohdistuvat toiminnanohjausjärjestelmän parametreihin, joilla määritetään ABC-luokitukset ja niiden varmuusvarastokertoimet, ajoitetaan tilauspisteet sekä miten muodostetaan eri luokkien suunniteltujen ostotilauksen määrät.

Työn rakenne

Opinnäytetyön teoriaosuudessa määritellään ensin varastoinnin perusteet, sen merkitys, sekä siitä aiheutuvat kustannukset ja työn kannalta keskeiset varastoinnin tunnusluvut. Seuraavissa luvuissa esitellään erilaisia tapoja tuotenimikkeiden luokitteluun sekä niiden käyttötarkoitusta. Varastojen ja hankintojen ohjausta käsittelevässä luvussa käydään läpi erilaisia menetelmiä varaston ylläpitoon, kuten täydennyserien ja -ajoituksen määrittämiseen sekä varmuusvaraston optimointiin liittyen.

Työn käytännön osuudessa pyritään selvittämään yrityksen varastonohjauksen nykytilanne toiminnanohjausjärjestelmästä saadun datan perusteella ja teoriaosuuden perusteella ehdottamaan uusia parametreja tuotenimikkeiden luokitteluun, varmuusvaraston laskemiseen ja tilauserien suuruuteen sekä tilauspisteiden määrittämiseen. Opinnäytetyöstä tehdään lopuksi yhteenveto, jossa arvioidaan työn onnistumista tavoitteisiin nähden.

Lähdeaineisto ja rajaus

Opinnäytetyössä käytetään aineistona yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä saatua dataa helmikuusta 2017 tammikuuhun 2018, jota voidaan pitää luotettavana. Työ on rajattu koskemaan vain tarveaineiden tuoteryhmää, sillä tuoteryhmien erilaisten ominaisuuksien takia työstä olisi tullut liian laaja annettuun aikatauluun nähden. Varastoitavia nimikkeitä on yli 40 000, mutta tarveaineiden tuoteryhmään sisältyy hieman alle 20 000 nimikettä. Työn tuloksia voidaan hyödyntää jatkossa myös muiden tuoteryhmien ohjaukseen.

2 Varastointi

Tavallisesti varasto ymmärretään fyysisenä tilana, jossa säilytetään valmistuksessa tai asiakaspalvelussa tarvittavia tuotteita, materiaaleja tai komponentteja. Taloudellisessa mielessä varastolla voidaan myös tarkoittaa vaihto-omaisuuden materiaaliosuutta eli yritykseen hankittuja materiaaleja. Varastoja voi syntyä missä tahansa tilaus-toimitusketjun vaiheessa, missä materiaalin virtaus keskeytyy. Lähes mikä tahansa paikka, jossa materiaali sijaitsee lyhyen tai pidemmän ajan, voidaan katsoa varastoksi, sillä varasto on materiaalin väliaikainen tai lopullinen sijoituspaikka. Yrityksen sijoittavat varastoitavat tuotteet usein niille tarkoitettuihin fyysisiin varastoihin, mutta todellisuudessa esimerkiksi kauppaliikkeen myymälä, kuljetusväline, jossa tavara on matkalla yritykseen tai jopa kaatopaikka, katsotaan varastoksi. (Hokkanen & Karhunen 2014, 125; Waters 2003, 283.)

2.1 Varastojen muodostuminen

Teollisuudessa varastot luokitellaan usein kolmeen ryhmään: raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmisteverastoihin. Raaka-ainevarastoissa säilytetään raaka-aineiden lisäksi kaikkia

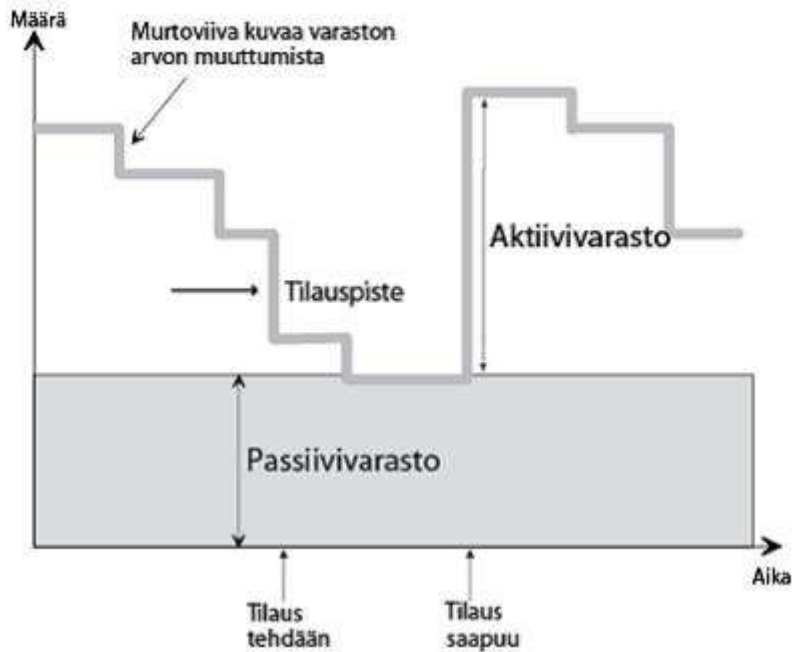
materiaaleista, tarveaineista, osista ja komponenteista koostuvia varastoja. Keskenäiset työt muodostavat puolivalmisteveraston ja valmisteverastossa säilytetään myyntiä odottavia valmiita tuotteita. (Sakki 2009, 103.)

Varastoinnin syyt voivat olla tuotantoteknisiä. Koska kiinteiden kustannusten osuus laskee valmistunutta yksikköä kohden valmistuserän kasvaessa, halutaan tuotetta valmistaa kerralla enemmän. Näin valmistuskustannukset ovat usein edullisia, mutta varastoinnista, tuotteiden ylimääräisestä käsittelystä, mahdollisista vanhentuvista tai myymättä jääneistä tuotteista ja epävarmuudesta syntyy kustannuksia. Tätä menettelytapaa kutsutaan varasto-ohjautuvaksi valmistukseksi. Sen vastakohta on asiakasohjautuva tuotanto, jossa valmistetaan vain asiakkaiden jo tilaamia tuotteita. Näin valmisteverastoja ei synny, mutta raaka-aineita ja komponentteja voidaan joutua varastoimaan. Varastot ovat usein pienempiä, mutta toimitusaika asiakkaalle pitenee. (Sakki 2009, 103.)

Tuotantoteknisten syiden lisäksi toinen varastoimisen syy johtuu etäisyyksistä ja kuljettamisen kustannuksista. Ostokerän kasvattaminen voi olla kannattavaa, koska kuljettamalla tavarat kerralla suuremmissa erissä alenevat kustannukset yksikköä kohden, kun taas pienten erien kuljettaminen usein voi tulla kalliiksi. Kun ostotoiminnan seurauksena saapuva tavaraerä on suurempi kuin sen hetkinen menekki, jää osa tavarasta hetkeksi varastoon odottamaan. Tätä kutsutaan aktiivivarastoksi. (Sakki 2009, 103–104.)

Toinen varastoimisen syy johtuu epävarmuudesta. Asiakkaat haluavat nopeita toimituksia, eivätkä yritykset pysty ennustamaan menekkiä tarpeeksi yksityiskohtaisesti. Tästä syystä tuotteita tilataan normaalia tarvetta enemmän ja aikaisemmin, jolloin tavarat jäävät varastoon haluttua pidemmäksi ajaksi ja osa varastosta siirtyy seuraavalle kaudelle. Tätä kutsutaan passiivivarastoksi tai sitä voidaan nimittää myös yleisesti varmuusvarastoksi. Usein passiivivarastojen syynä ovat virheelliset menekkiarvot, mutta niitä voi syntyä myös huomaamattomasti. Vaikka varmuusvarastoja ei olisikaan tarkoitus pitää, uuden tilauksen saapuessa voi varastossa olla vielä jäljellä samaa tavaraa. (Sakki 2009, 105.)

Nimityksillä aktiivi- ja passiivivarasto halutaan vain korostaa, että varastot syntyvät erisyydestä. Varastossa kaikki tuotteet ovat samassa paikassa, eikä niitä voida erotella ja kaikkia tuotteita voidaan käyttää tai myydä. (Sakki 2009, 106.)



Kuva 1. Varastojen muodostuminen (Sakki 2009, 105.)

Vaikka varastointi kasvattaa kustannuksia, on niiden tavoitteena turvata toimitusvarmuus. Kuvassa 1 esitetään varastojen muodostuminen ja havainnollistetaan passiivivaraston toimimista puskurina kysynnän ja tarjonnan välillä ennen uuden toimituksen saapumista.

2.2 Varastoinnin merkitys

Lähes kaikki yritykset varastoivat, vaikka varastointi itsessään ei ole lisäarvoa tuottava tekijä. Varastointi on suuri kustannustekijä ja nykyisestä varastoinnin vähentämisen trendistä huolimatta on monia perusteltuja syitä pitää varastoja, kuten

- toimiminen puskureina toimitusketjun eri osissa
- kausivaihteluun, kysynnän heilahteluun ja kilpailuun reagoiminen
- kuljetusten varmistaminen
- suurten hankintaerien edullisuus
- kuljetus- ja tuotantokustannusten aleneminen
- poistuvien tai hankalasti saatavien tuotteiden saannin turvaaminen
- yrityksen asiakaspalvelupolitiikan tukeminen
- tuottajien ja kuluttajien välisten aika- ja tilaerojen tasaaminen
- markkinatilanteen muutosten tasaaminen

- hätätilanteissa apuna toimiminen.

(Waters 2003, 254; Hokkanen & Karhunen 2014, 125.)

Varastoinnin päätarkoitus on toimia kysynnän ja tarjonnan välisenä puskurina, koska kausivaihtelut voivat tehdä materiaalivarastojen ylläpidon välttämättömäksi. Passiivivarastot takaavat tuotteen saatavuuden, jos kysyntä kasvaa tai toimittajalla ilmenee toimitusongelmia. Jos tuotteen kysyntä ajoittuu muutamiin huippuihin, tuotannon kapasiteetti ja normaalit henkilöstöresurssit voivat olla liian vähäiset, kun tuotetta valmistetaan kysynnän mukaan. Kokonaiskustannukset voivat olla alhaisemmat, jos yritys voi valmistaa tasaisesti koko vuoden ja nostaa varastotasoa alhaisen kysynnän aikana. Toisaalta tuotteen kysyntä voi olla vakaata, mutta raaka-aineiden saanti on mahdollista vain tiettyinä aikoina vuodesta. (Ritvanen & Koivisto 2007, 36.)

Varastojen avulla pyritään suojautumaan monia epävarmuustekijöitä vastaan. Yritykset saattavat joutua ylläpitämään ylimääräisiä raaka-ainevarastoja, jos oletetaan tietyn raaka-aineen hinnan nousevat tai jos se on hankalasti saatavissa. Keskenkäisten tuotteiden varastointia käytetään usein tasapainottamaan materiaalivirtaa, sillä tuotantovaiheet ovat eri pituisia, ja ylläpitämään valmistusprosessia, jotta tuotanto ei katkeaisi. Lopputuotevarastoja käytetään asiakaspalvelutason parantamiseen, sillä niiden kasvattamisella estetään varastoitavien tuotteiden loppumista ennakoitua suuremman kysynnän tai tuotantohäiriöiden tapauksissa. On tärkeää, että tuotteet saadaan valmistettua ja toimitettua asiakkaalle sovituksessa ajassa, sillä viivästynyt toimitusaika voi johtaa pahimmillaan tilauksen peruuttamiseen, joka aiheuttaa lisäkuluja ja menetettyjä myyntituloja. (Ritvanen & Koivisto 2007, 36.)

Varastointi ja varastot ovat olennainen ja välttämätön osa jakeluketjua. Niitä koskevien päätösten ajureina toimivat sekä kustannukset että asiakaspalvelu. Oikein suunniteltu varastopolitiikka ja sen toteutuksen onnistuminen tuottavat logistiseen ketjuun lisäarvoa. Materiaalivarastot ovat usein välttämättömiä, jotta yritykset voivat saavuttaa etuja ostoissa, kuljetuksissa ja valmistuksessa. Suurista ostoeristä on mahdollista saada alennusta, ja samalla saadaan laskettua tuoteyksikkökohtaisia kuljetuskustannuksia. (Inkiläinen 2009, 93; Ritvanen & Koivisto 2007, 35.)

2.3 Varastoinnin kustannukset

Varastoista aiheutuvat kustannukset ovat usein merkittävä osa yrityksen logistisista kokonaiskustannuksista. Varastot aiheuttavat noin 20–30 prosenttia ja lisäksi varastoitavat tuotteet jopa 20 prosenttia eli yhteensä noin puolet logistisista kustannuksista on varastoinnin ja varastointiin sitoutuvan pääoman kustannuksia. Kustannukset muodostuvat useista eri tekijöistä ja riippuvat esimerkiksi varastoitavien tuotteiden määrästä. Varastoinnin kustannukset voidaan jakaa neljään pääryhmään: pääomakustannuksiin, vakuutusmaksuihin, varastotilan kustannuksiin ja riskikustannuksiin. (Baker, Croucher & Rush-ton 2010, 233; Ritvanen & Koivisto 2007, 40.)

Liikenneministeriön logistiikkaselvityksessä vuodelta 2016 todettiin Suomessa teollisuuden ja kaupan varastoinnin kustannusten olevan 6,5 prosenttia yritysten liikevaihdosta. Kokonaisuutena logistiikan kustannukset olivat keskimäärin 14 prosenttia liikevaihdosta. (Solakivi ym. 2016.)

Pääomakustannukset

Merkittävimmän osan varastoinnin kokonaiskustannuksista aiheuttavat pääomakustannukset eli sidotun pääoman korkokustannukset. Varastoihin tuotteina ja muina materiaaleina sitoutunut pääoma rasittaa yrityksen taloutta ja niiden arvosta kuluu keskimäärin 25 prosenttia pelkästään säilyttämiseen. Varastoon sitoutuneen pääoman määrää voidaan pienentää alentamalla varastotasoa eli vähentämällä tuotteiden määrää varastossa. (Ritvanen & Koivisto 2007, 41; Waters 2003, 256.)

Varaston ylläpitämiseen ja tuotteisiin sitoutuu pääomaa, joka olisi mahdollista käyttää muihin investointeihin. Pääomakustannus on vaihtoehtokustannus eli tuottovaatimus. Sitoutuneen pääoman kustannuksena pidetään sitä korkotekijää, jonka mukaan yritys voisi saada tuottoa investoidessaan rahan muualle. Vaihtoehtoisesti pääoman kustannuksena voidaan käyttää korkoa, joka yrityksessä on asetettu uusien investointien tuottovaatimukseksi. (Ritvanen & Koivisto 2007, 42.)

Pääomakustannuksiin voidaan sisällyttää myös tilaamisesta tai puutteista aiheutuvat kustannukset. Tuotteiden tilaaminen aiheuttaa kustannuksia esimerkiksi työtunteina tilauksen valmistelusta aina sen vastaanottamiseen ja tarkistamiseen. Tilaukuskustannus

säilyy riippumatta tilauksen koosta. Puutekustannuksia syntyy, kun tuotetta ei ole varastossa silloin kun sitä tarvittaisiin. Tästä aiheutuu myyntitulojen menetystä hetkellisesti, mutta sillä voi olla mahdollisesti myös pidempikantoisia vaikutuksia, kuten maineen laskeminen ja myyntitulojen väheneminen tulevaisuudessa. Puutekustannuksia on hankala määrittää tarkasti, mutta useat yritykset ovat valmiita säilyttämään ylimääräisiä tuotteita varastossa välttääkseen suhteellisen suuret puutekustannukset. (Waters 2004, 256; Baker, Croucher, Rushton 2010, 180.)

Vakuutusmaksut

Vakuutusmaksut eivät suoranaisesti ole riippuvaisia varastoitavien tuotteiden määrästä, sillä vakuutukset otetaan yleensä kattamaan tietyn tuotteisiin sisältyvän arvon ennalta sovitun ajanjakson ajaksi. Varastoarvojen muutokset vaikuttavat kuitenkin epäsuorasti vakuutusmaksuihin, sillä yritykset tarkastavat vakuutusehtojaan säännöllisesti varastoarvojen muutosten mukaan. Korvausarvon lisäksi vakuutuskustannuksiin vaikuttavat varastorakennuksissa käytetyt materiaalit, rakennusten ikä, sekä palo- ja varkaudentorjuntalaitteet. (Ritvanen & Koivisto 2007, 43.)

Varastotilan kustannukset

Varastotilasta aiheutuvat kustannukset voidaan käsitellä neljän perustyyppin mukaisesti, jotka ovat tuotantolaitosten varastot, yleiset varastot, sopimusvarastot ja yksityiset varastot. Tuotantolaitosten yhteydessä sijaitsevien varastojen kustannukset ovat normaalisti kiinteitä. (Ritvanen & Koivisto 2007, 43.)

Yleiset varastot veloittavat palveluistaan käsittelykustannusten ja varastointikustannusten mukaisesti. Käsittelykustannukset määritellään varastoon toimitettujen ja sieltä jaettujen tuotteiden lukumäärän perusteella ja varastointikustannukset määräytyvät jaksotaisesti esimerkiksi kerran kuukaudessa varastossa säilytettävien tuotteiden lukumäärän perusteella. (Ritvanen & Koivisto 2007, 43.)

Niin pitkäaikaisin sopimuksin vuokratuissa varastoissa kuin yksityisissä varastoissa kiinteät kustannukset muodostavat suurimman osan varastointiin liittyvistä kokonaiskustannuksista. Sopimusvarastoa käytettäessä vuokrattavan varastotilan koon perustana on sopimusajanjakson aikana vaadittu maksimivarastotila. Varastosta veloitettava vuokra

määräytyy maksimivarastotilan mukaisesti, eikä se vaihtelee päivittäisen varastotason mukaan. (Ritvanen & Koivisto 2007, 43.)

Riskikustannukset

Varastoinnin riskikustannukset ovat usein yrityskohtaisia. Niihin sisältyy yleensä kustannuksia, jotka aiheutuvat vanhenemisesta, vahingoista, hävikistä tai uudelleensijoittamisesta.

Vanhenemiskustannus aiheutuu siitä, kun tuote joudutaan myymään tai hävittämään kannattamattomasti, koska vanhenemisen takia sitä ei pystytä myymään normaalilla hinnalla. Kustannus on tuotteen hankintahinnan ja jäännösarvon ero tai tuotteen alkuperäisen hinnan ja alennetun hinnan erotus, jos hintaa on jouduttu alentamaan myynnin mahdollistamiseksi. (Ritvanen & Koivisto 2007, 43.)

Vahinkokustannukset määritellään usein tuotevahingoista aiheutuviksi nettokustannuksiksi valitusten ja niitä koskevien mahdollisten korvausten jälkeen. Vahinkokustannuksiin ei tule sisällyttää esimerkiksi kuljetusten aikana tapahtuneita vahinkoja, sillä ne perustuvat tuotteiden läpimenoon eivätkä varastotasoon. Sen sijaan varastoista aiheutuviin vahinkokustannuksiin sisällytetään se osa, joka vaihtelee varastotason muutosten myötä. (Ritvanen & Koivisto 2007, 44.)

Varastohävikin suurus kasvaa usein varastossa säilytettävien tuotteiden lukumäärän mukaan, mutta monissa yrityksissä varastojen lukumäärä vaikuttaa hävikkiin vielä enemmän. Varastohävikki voi aiheutua esimerkiksi huonosta varastotietojen ylläpidosta, keräilyvirheistä eli väärin tuotteiden toimittamisesta asiakkaalle tai varkauksista. (Ritvanen & Koivisto 2007, 44.)

2.4 Varastoinnin tunnuslukuja

Jatkuva kiristynyt kilpailu edellyttää yrityksiltä erilaisten tehokkuuteen liittyvien mittareiden aiempaa korostetumpaa käyttöä. Tehokkuus on logistiikan yksi keskeisimpiä tavoitteita, jonka arvioimisessa tulee aina huomioida määrä- ja aikamittareiden lisäksi kustannukset ja laatu. Erilaisten mittareiden avulla saadaan kattava ja objektiivinen kuva yrityksen logistiikan tilasta ja logistisesta tehokkuudesta. Oikein valitut mittarit auttavat sekä

löytämään ongelmakohtia että osoittamaan valittujen korjaustoimenpiteiden vaikutuksia ja tehoa. Koska kilpailun kasvaminen johtaa kustannuspaineisiin, on yritysten pyrittävä etsimään tehokkuutta ja taloudellisuutta. Kokonaistehokkuus ei ole kuitenkaan pelkkää kustannusten alentamista, vaan tuotteet ja palvelut on muistettava sovittaa myös markkinoiden ja asiakkaiden tarpeisiin. (Karrus 2005, 87, 170.)

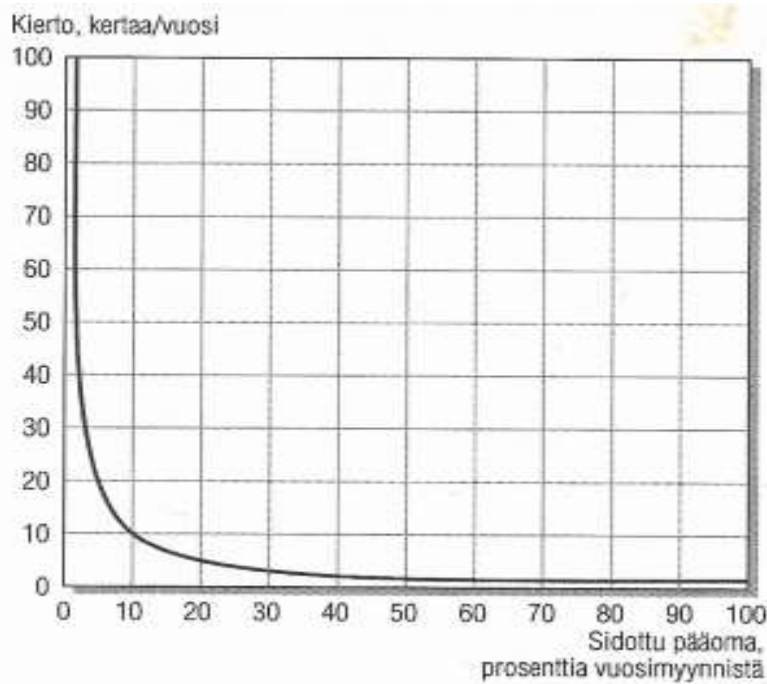
2.4.1 Varaston kiertonopeus ja riittävyys

Materiaalin ohjauksen toimenpiteillä vaikutetaan ensisijaisesti yhteen pääomaeraan eli vaihto-omaisuuteen. Sen käytön tehokkuuden vertaamisessa yleisin tunnusluku on varaston kierto, jota nostamalla pyritään vaikuttamaan yrityksen kannattavuuteen. Suurempi varaston kiertonopeus tarkoittaa sitä, että varastoihin sitoutunutta pääomaa on vähemmän. Tavallisesti kiertonopeus lasketaan halutun ajanjakson kulutuksen ja varaston arvon suhteena. Yksittäisille nimikkeille laskettaessa kiertonopeus on hyvä laskea yleensä vuoden ajalta, jolloin laskentaan tulee mukaan sesonkivaihtelut. (Sakki 2003, 78; Ritvanen & Koivisto 2007, 37.)

Varaston kiertonopeus saadaan kaavalla

$$\text{Varaston kierto} = \frac{\text{vuoden käyttö tai myynti (hankintahinnoin)}}{\text{varastojen keskiarvo (hankintahinnoin)}}$$

Käytännössä varastojen keskiarvon määrittäminen on vaikeaa ja siksi varaston kierto määritetään usein tarkasteluhetken varastokeskiarvon avulla. Varaston kierron tulokseksi saadaan esimerkiksi 12, joka kertoo, että varasto kiertää 12 kertaa vuodessa. Tämä tarkoittaa, että varastossa on keskimäärin 30 päivän eli kuukauden tarve. Mitä suurempi kiertonopeus on, sitä nopeammin varastonimikkeet kiertävät. Kuvassa 2 nähdään, että kierron nopeutuessa sitoutuneen pääoman tarve vähenee huomattavasti. (Hokkanen & Karhunen 2014, 134.)



Kuva 2. Sidottu pääoma prosentteina ja vastaava kierto (Karrus 2005, 178.)

Varaston kiertonopeus ei anna välttämättä oikeaa kuvaa varastotason järkevyydestä. Paremmiin käytännön ohjaustyöhön soveltuva varaston riittävyys antaa paremman arvon varastotasosta. Riitolla tarkoitetaan sitä, kuinka pitkän ajan käyttöä varten varastossa oleva tavaraerä riittää. Se on yksinkertaisesti kiertonopeuden käänteisluku. (Ritvanen & Koivisto 2007, 37.)

Varaston riitto saadaan kaavalla

$$\text{Varaston riitto} = \frac{\text{varaston arvo (hankintahinnoin)}}{\text{Vuositarve (hankintahinnoin)}} \times 365$$

Mikäli kiertonopeus tunnetaan, voidaan varaston riitto laskea myös kaavalla

$$\text{Varaston riitto} = \frac{365}{\text{kiertonopeus}}$$

(Hokkanen & Karhunen 2014, 134–135.)

Mitä korkeampi varaston kierto, sen paremmaksi koetaan varaston hallinta ja sen tehokammin varastoon sidottu pääoma tuottaa yritykselle tulosta edellyttäen, ettei samalla

aiheuteta turhan korkeita täydennyskustannuksia. Yrityksen tulee huomioida koko logistiikkajärjestelmä, sillä pelkästään varaston kiertonopeuden kasvattaminen ei nosta kannattavuutta. Kierron ja sidotun pääoman välinen riippuvuus tekee kierron keskeiseksi varastoitavien tuotteiden mittariksi. (Karrus 2005, 177; Ritvanen & Koivisto 2007, 37.)

2.4.2 Toimituskyky

Toimitusajan ohella on mitattava aikatekijään läheisesti liittyvää saatavuutta. Yleisin tunnusluku saatavuudelle tai luotettavuudelle on toimituskyky, joka saadaan toimitettujen tilausten suhteesta kaikkiin tilauksiin:

$$\text{Toimituskyky} = \frac{\text{Toimitetut tilaukset}}{\text{Kaikki tilaukset}} (\%)$$

Toimituskykyä on mahdollista seurata tuotteista, riveistä tai toimituksen arvosta. Jos päivän aikana on tilattu viittäkymmentä eri tuotetta ja kolmea näistä ei ole varastossa riittävä määrä, saadaan toimituskyvyksi 94 prosenttia. Jos laskenta tehdään tilatuista ja toimitetuista riveistä tai tilausten ja toimitusten arvoista, voidaan toimituskyvylle saada eri tulos. (Sakki 2009, 79.)

On myös tärkeää seurata, miten toimituskyky muuttuu ajan myötä. Toimituskyvyn sijaan voidaan mitata toimitusvarmuutta. Toimitusvarmuutta seurataan koko toimitusketjun osalta. Yritys seuraa omaa toimituskykyään suhteessa asiakkaiden tilauksiin ja hankinnoissa tavarantoimittajien toimituskykyä suhteessa omiin ostotilauksiinsa.

$$\text{Toimitusvarmuus} = \text{luvattujen ja toteutuneiden toimitusten ero}$$

(Sakki 2009, 79.)

Toimituskyvyn mittaaminen on hankalaa yksinkertaisesti siksi, että kun tiedetään etukäteen, että tuotetta ei ole varastossa, ei tilausta myöskään tehdä ja mittaamiselle ei ole perusteita. Toisaalta asiakkaalle voidaan kertoa tästä jo tilaushetkellä ja se on osa asiakaspalvelua. Toimituskyvyn sijaan voidaan käyttää laskennallista toimituskykyä, jolloin tutkitaan olisiko varastossa tietyllä hetkellä tuotteiden keskimääräistä asiakastilausta vastaava määrä. Voidaan myös tutkia, kuinka monen varastonimikkeen saldo on nolla tai alle toimitusajan pituista kulutusta vastaavan menekin verran. (Sakki 2009, 79)

Muita toimitusvarmuutta kuvaavia mittareita ovat myös jälkitoimitusten tai toimitusmyöhästymisten määrät. Toiminnan perusedellytys on kyky täyttää asiakkaalle annetut lupaukset ja on verrattava toteutunutta toimitusta asiakkaalle annettuihin lupauksiin. Tavaroitoimituksissa olevien virheiden osuus kuvaa tämän tavoitteen toteutumista.

$$\text{Jälkitoimitusten osuus} = \frac{\text{Jälkitoimitukset}}{\text{Kaikki toimitukset}} (\%)$$

$$\text{Virheiden osuus} = \frac{\text{Virheiden määrä}}{\text{Toimitusten määrä}} (\%)$$

(Sakki 2009, 80.)

Toimituskykyä ei paranneta varastomääriä kasvattamalla, vaan kehittämällä ohjaamista ja yhteistyötä. Toimituskyky voi olla korkea, vaikka varastot olisivatkin pieniä. (Sakki 2003, 152.)

2.4.3 Ohjaustaito

Varastojen pääoman kierto on hyödyllinen mittari kuvaamaan logistisen prosessin ohjaamisen yhteistyökykyä. Varastopysähdyksen pituutta eli varaston riittävyttä on kuitenkin hyvä tarkastella suhteessa mahdollisuuksiin, sillä oletuksena on, että mitä pidempi toimitusaika on, sitä hitaampi on kierto. Toimitusajan ja varaston riittävyyden suhdelukua nimitetään ohjaustaidoksi:

$$\text{Ohjaustaito} = \frac{\text{Toimitusaika}}{\text{Varaston riittävyys}}$$

Ohjaustaito saa esimerkiksi arvon 0,5, kun toimitusaika on kolme viikkoa ja varaston riittävyys kuusi viikkoa. Jos toimitusaika saadaan lyhennettyä kahteen viikkoon, on loogista, että päästään samaan arvoon, jolloin toimitusajan lyhentäminen johtaa varastojen pienenemiseen. Ohjaustaitoa pidetään tärkeänä, koska siinä varaston kierto yhdistetään toimitusaikaan. Toimitusajan lyhentäminen johtaa varaston arvon alenemiseen ja riippuu osapuolten yhteistyöstä. Ohjaustaito kuvaa siis pohjimmiltaan yhteistyön osaamista. (Sakki 2003, 83.)

3 Tuotenimikkeiden luokittelu

Toimintaansa varten yritykset saattavat tarvita satoja tai jopa tuhansia tuotenimikkeitä ja tuotevalikoima on vaikea hallittava ilman tuotteiden luokittelua. Eri nimikkeet ovat usein merkitykseltään erilaisia yritykselle ja vaativat eritasoista huomiota. Kaikkien nimikkeiden ohjaamiseen ei ole tarpeellista käyttää samoja resursseja, vaan on tärkeää tunnistaa ja keskittyä tärkeimpiin tuotteisiin. Suurten tuotemäärien ryhmittelyllä pienempi kokonaisuuksiin ja niiden tehokkaalla hallinnalla voidaan vaikuttaa yrityksen kustannustehokkuuteen. (Sakki 2003, 91.)

3.1 80/20-sääntö

Tunnetuin luokittelu perustuu niin sanottuun 80/20-sääntöön, jonka mukaan 20 prosenttia yrityksen asiakkaista tai tuotteista tuovat 80 prosenttia myynnistä, tai yksinkertaisten missä tahansa ilmiössä 80 prosenttia seurauksista johtuu 20 prosentista syistä. Luokittelun keksijänä pidetään 1800–1900 luvulla elänyttä Vilfredo Paretoa, jonka mukaan sääntö myös tunnetaan. Pareto tutki tulonjakoa 1800-luvun Englannissa ja havaitsi tulojen ja varallisuuden jakautuvan epätasaisesti noudattaen sääntöä, jossa 20 prosenttia asukkaista keräsivät 80 prosenttia tuloista ja varallisuudesta. Prosenttiosuudet eivät jakautuneet näin täsmällisesti, mutta oleellista oli havaita niiden jakautuminen epätasaisesti. (Sakki 2009, 90.)

Pareton säännön toteutumisen voi todeta myös yrityksissä joissa on varastoa, tutkimalla esimerkiksi tuotenimikkeiden myynti- ja kulutuslukuja sopivan pitkältä ajanjaksolta. Pareton 80/20-säännön perusteella voidaan esimerkiksi todeta, että

- 80 % tuotteista tuottaa vain 20 % liikevaihdosta
- 20 % tuotteista tuo 80 % tuloksesta
- 80 % myyntitapahtumista ja asiakkaista tuo 20 % myynnistä
- 20% tuotteista kattaa 80 % varastosta
- 80 % toimituspuutteista aiheutuu 20 %:sta tuotteista.

Prosenttilukuja ei tule ottaa kirjaimellisesti vaan ne ovat keskimääräisiä arvoja, tärkeintä on ymmärtää, että riippuvuus on lähempänä suhdetta 80/20 kuin 50/50-suhdetta. (Sakki 2009, 91.)

80/20-sääntö voidaan usein tulkita väärin. Suhdeluku 80/20 antaa kuvan, että summan on tarkoitus olla 100 %, mutta se on sattumaa. Yhtä lailla 30 prosenttia tuotteista voi tuoda 95 prosenttia myynnistä. Suhdeluku 95/30 ei ole ristiriidassa 80/20-suhteen kanssa, koska tuotteet ja myynti edustavat eri asioita, jolloin yhteenlasketun summan ei tarvitse olla 100. Toisaalta sääntöä voidaan tulkita myös niin, että esimerkiksi 20 prosenttia tuotteista tai asiakkaista ovat tärkeitä ja loput 80 prosenttia on turhia. Säännön ydinsanoma kuitenkin on, että myynnin ja myyntikatteen kannalta enemmistö tuotteista näyttää turhilta ja suurimmat resurssit tulisi kohdistaa tärkeimpiin 20 prosenttiin. (Sakki 2009, 90–91.)

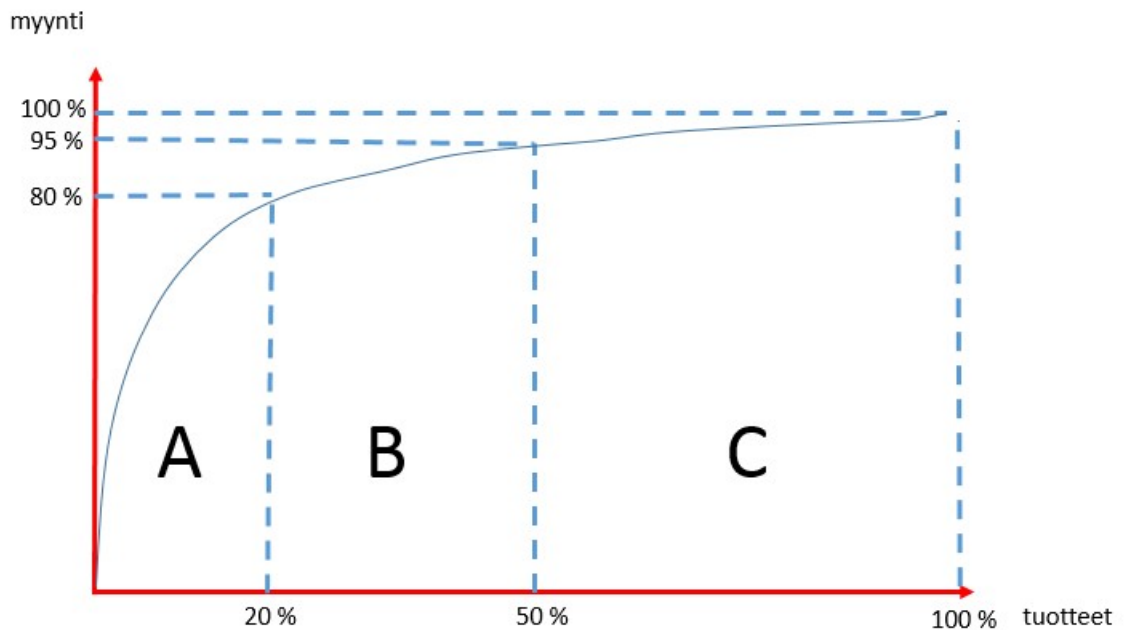
3.2 ABC-analyysi

ABC-analyysia käytetään varastoinnin kehittämisen menetelmänä hyvin yleisesti koko maailmassa. ABC-analyysi pohjautuu Pareton havaintoihin. Se perustuu 80/20-sääntöön, mutta kahden luokan sijasta luokkia on useampia. Analyysillä voidaan selvittää yksittäisten tuotenimikkeiden todellinen merkitys yrityksen toiminnalle, jolloin voidaan kohdentaa huomiota olennaisiin tekijöihin ja jättää muut vähemmälle huomiolle. Yritystoiminnassa resurssit ovat usein niin rajalliset, ettei epäoleellisimpien asioiden seuraamiseen ole varaa. Lisäksi liian moneen tekijän seuraaminen vie keskittymisen tärkeistä asioista ja vaikeuttaa niiden seuranta. Tärkeintä on valita eri tuotenimikkeet eri ryhmiin ja jakaa varasto näiden mukaan eri ohjausryhmiin. (Ritvanen & Koivisto 2007, 38; Hokkanen & Karhunen 2014, 206.)

Tuotteiden ABC-analyysillä tarkoitetaan tuotenimikkeiden luokittelua niiden euromääräisen myynnin tai kulutuksen mukaan yleensä kolmesta viiteen eri luokkaan. Luokittelun avulla pystytään saamaan parempi käsitys siitä, miten materiaalinohjausta tulisi kehittää ja mihin resursseja kohdistaa. Nimikkeet voidaan luokitella esimerkiksi seuraavan luokittelun mukaisesti:

- A-tuotteet = ensimmäiset 50 % kumulatiivisesta myynnistä tai kulutuksesta
- B-tuotteet = seuraavat 30% myynnistä tai kulutuksesta
- C-tuotteet = seuraavat 18 % myynnistä tai kulutuksesta
- D-tuotteet = viimeiset 2 % myynnistä tai kulutuksesta
- E-tuotteet = tuotteet, joilla ei ole myyntiä tai kulutusta ollenkaan.

Tuotenimikkeiden luokittelu voidaan tehdä myynnin ja euromääräisen kulutuksen sijasta myös tuotteiden myyntikatteen tai niiden liiketuloksen perusteella käyttäen samaa jakaumaa. Tärkeää tuotteiden ABC-analyysissä on, että luokitellaan yksittäisiä tuotteita eikä tuoteryhmiä. Kun tuotteet on jaoteltu eri luokkiin, voidaan tuhansien tuotteiden joukosta havaita ja erottaa poikkeavuuksia. Esimerkki nimikkeiden jakautumisesta eri luokkiin on kuvassa 3. (Sakki 2003, 91.)



Kuva 3. Esimerkki nimikkeiden jakautumisesta eri luokkiin (Varastonohjaus 2018.)

ABC-luokittelussa on hyvä huomata, ettei myynnin arvo ja tuotteen ABC-luokka vastaa aina tuotteen tarpeellisuutta. Myynnin arvo voi olla pieni, mutta asiakkaiden kannalta tuote on tärkeä, jolloin se halutaan säilyttää tuotevalikoimassa. Valmistavissa yrityksissä taas tarvitaan kaikkia tuoterakenteeseen kuuluvia osia, vaikka toisia osia kulutetaan huomattavasti vähemmän kuin toisia. On myös muistettava, että ABC-analyysi on kuva menneistä tapahtumista, eikä tulevaisuus ole aina läheskään samanlainen. (Sakki 2009; 91-92.)

Ensimmäiseksi ABC-analyysissä tuotenimikkeet jaotellaan valitun perusteen mukaisesti esimerkiksi A-, B-, C- ja D-luokkaan. A-luokkaan sijoittuvat nimikkeet ovat tärkeitä, joten niiden toimitusaika tulisi pyrkiä saamaan mahdollisimman lyhyeksi. A-nimikkeitä on myös valvottava tarkasti, vaikka tavallisesti A-luokassa on vain noin 5 prosenttia tuotemäärästä. Jos kuitenkin valtaosa varastosta sijoittuu A- ja B-luokkiin ja niiden kiertonopeus

on pieni, voidaan todeta, että tuote-eriä on pienennettävä. Jos puolestaan C- ja D-nimikkeissä on runsaasti varastoa, on varastossa turhia tavaroita ja yrityksen tulisi kehittää ostojen budjetointia ja myynnin suunnittelua. Tässä tapauksessa ei kuitenkaan tule unohtaa palvelua, sillä alemmissa luokissa voi olla asiakkaille tärkeitä tuotteita. (Ritvanen & Koivisto 2007, 39.)

A-tuotteita tulisi seurata päivittäin, B-tuotteita viikoittain ja C- ja D-tuotteille riittää vähäisempi seuranta. Kullekin ryhmälle määritellään oma asiakaspalvelutasonsa. Palvelutaso on määriteltävä huolellisesti, jolloin palvelu pysyy riittävän hyvänä, mutta samalla kustannukset eivät kasva liian korkeaksi. A- ja B-luokan tuotteissakaan ei ole kannattavaa pitää 100 prosentin palvelutasoa, vaan se voidaan laskea esimerkiksi 98 prosenttiin A-tuotteille. B-tuotteiden palvelutaso voi olla 90 prosenttia ja C- ja D-tuotteilla 85 prosenttia, jolloin varaston kokonaispalvelutasoksi muodostuu noin 95 prosenttia. (Ritvanen & Koivisto 2007, 40.)

Varastojen pienentäminen ja materiaalinohjaus perustuvat ABC-analyysin soveltamiseen. Pelkkä raportti ja sen yhteenveto eivät ole riittäviä parantamaan tilannetta vaan analyysistä pitää tehdä oikeat päätelmät. ABC-analyysin heikkous on sen yksiulotteisuus. Vaikka analyysin muuttuja voidaan valita tapauskohtaisesti, kuvaa se vain yhtä asiaa eli se on lineaarinen malli. D-luokkaan sijoittuvan tuotteen puuttuminen voi johtaa suuriin ongelmiin. Hankittavilla tuotteilla on usein useita ulottuvuuksia, jotka vaikuttavat sen merkitykseen yritykselle. Tällöin puhutaan epälineaarista ongelmasta ja on hyvä laajentaa ABC-analyysia. Kaksiulotteisella mallilla voidaan analysoida kahden eri kriteerin vaikutusta tuotteen merkittävyyteen, mutta kolmen eri kriteerin tarkastelu on suuriin päivittäiseen tarkasteluun. Moniulotteinen luokittelu voi olla tarpeellinen, mikäli varastoitavia nimikkeitä on paljon, eivätkä ne ole luonteeltaan homogeenisia. (Hokkanen & Karhunen 2014, 189; Sakki 2003, 92.)

3.3 XYZ-analyysi

Kun halutaan analysoida tuotteiden merkittävyyttä kaksiulotteisella mallilla, voidaan ottaa käyttöön ABC-analyysia tukeva XYZ-analyysi. Se on muunnelma ABC-analyysistä, jossa tuotteet luokitellaan X-, Y- ja Z-luokkiin myynnin tai kulutuksen tapahtumamäärien

perusteella. Myös XYZ-analyysi perustuu Pareton 80/20-sääntöön ja tapahtumat luokitellaan niin, että tapahtumat jakautuvat säännön mukaisesti. Analyysissa voidaan käyttää useampaa kuin kolmea luokkaa, jolloin luokittelu voi olla seuraavanlainen:

- X-luokka = tuotteet, jotka aiheuttavat 50 % tapahtumista
- Y-luokka = 30 % tapahtumista
- Z-luokka = 18 % tapahtumista
- zz-luokka = 2 % tapahtumista
- z0-luokka = ei tapahtumia.

XYZ-analyysi on tärkeä logististen toimenpiteiden kehittämisessä ja sitä käytetään etenkin, kun halutaan kehittää tavarankäsittelyä. X-tuotteet eli ne, joilla on eniten tapahtumia, sijoitetaan parhaille varastopaikoille niin, että keräilymatkat ovat mahdollisimman lyhyitä. (Sakki 2009, 96.)

X-luokan tuotteet tuottavat eniten työtä, ja niillä voi olla tasaisin menekki. Hankinnat niissä voidaan rytmittää menekin mukaan ja näin voidaan saada varastonkierto paremmaksi. Siksi X-tuotteille voi kaikista parhaiten soveltaa tilauspistemenetelmää materiaalinohjauksessa. (Sakki 2009, 96.)

ABC- ja XYZ-analyyseista voidaan tehdä yhdistetty analyysi, joka on hyvä sekä myynnin että hankintojen suunnittelua varten. Jos tuotteet sijoittuvat samalla AB- ja XY-tuotteisiin, ovat ne eri lailla tärkeitä kuin CD- ja Zzz-tuotteisiin sijoittuvat. Analyyseista voidaan luoda nelikenttäluokittelu, jossa tuote saa pystysuunnassa paikan ABC-luokituksen mukaisesti ja vaakasuunnassa tuote sijoitetaan XYZ-luokan mukaan. (Sakki 2009, 97.)

4 Varastojen ja hankintojen ohjaus

Yritykset pyrkivät pitämään varastotasot pieninä ja ohjaamaan materiaalivirtoja mahdollisimman tehokkaasti. Tehokkailla ohjausmenetelmillä pyritään saavuttamaan sopiva tasapaino varastoinnin kustannusten ja asiakkaiden palveluvaatimusten välillä niin, että pystytään ylläpitämään haluttu palvelutaso mahdollisimman pienin kustannuksin. Varastolähtöisellä ohjauksella halutaan selvittää ensisijaisesti, mitä tuotetta tilataan, kuinka paljon ja milloin tilaus tulee tehdä sekä mitä tuotteita varastoidaan, jotta edellä mainittu tasapaino säilyy. Varastoihin sitoutuu aina pääomaa, ja sen vuoksi varastonohjauksella tavoitellaan yrityksen kannattavuuden lisäämistä, varastotasojen optimointia yrityksen

toimintaa tukevaksi ja logistiikkakustannusten minimointia. Varastonohjaus nähdään joissakin tapauksissa vain välttämättömänä toimintona, joka on kuitenkin tuottavuuden kannalta tehtävä. Usein kuitenkin unohdetaan, että vain materiaalinohjauksen avulla voidaan saavuttaa joustava ja kustannustehokas tavaravirta. (Baker, Croucher & Rushton 2010, 180; Sakki 2003, 101; Hokkanen & Karhunen 2014, 202.)

Heikko varaston ja hankintojen ohjaus voi aiheuttaa lukuisia ongelmia, kuten

- varastoinnin kustannusten nousu
- jälkitoimitusten lukumäärän kasvu
- asiakastyytyväisyyden aleneminen ja peruutettujen tilausten määrän kasvu
- varaston kiertonopeuden vaihtelu
- varaston voimakas kasvu ja tilanpuute
- erääntyneiden tuotteiden määrän kasvu.

(Varastohallinnan kehittäminen 2013.)

Hankintatarpeen tunnistus on yrityksen operatiivisen toiminnan kannalta hankintojen ohjauksen tärkein tekijä. Jatkuvan toiminnan kannalta tarpeen tunnistus merkitsee oikean tilaushetken määrittämistä. Tilaushetken ajoitus riippuu yrityksen toimintatavasta, materiaalin kulutuksesta, toimituserän koosta ja toimitusajasta. Näiden muuttujien avulla määritetään tilauspiste tuotteille. Tässä luvussa käsitellään erilaisia menetelmiä tilauserän koon, tilauspisteen ja täydennysmenetelmien määrittelemiseen. (Hokkanen & Karhunen 2014, 186.)

4.1 Optimaalisen tilauserän menetelmä (EOQ)

Optimaalinen osto- tai tilauserä vastaa kysymykseen kuinka paljon tuotetta tulee tilata, jotta varaston ylläpitokustannukset eivät kasva liian suuriksi, mutta samalla tilauskustannukset pysyvät maltillisina. Mikäli tilauserät ovat liian suuria, tarkoittaa se tuotteille pidempää varastointiaikaa ja näin ollen suurempia kuluja. Toisaalta asettamalla useita pienempiä tilauksia, johtaa se kasvaviin tilaus- ja työkustannuksiin. Optimaalisen tilauserän kustannukset ovat näiden kahden tasapaino ja sen kokonaiskustannukset ovat kaikkein alhaisimmat. (Baker, Croucher & Rushton 2010, 184.)

Oikean kokoisen tilauserän määrittämiseen on kaava, joka tuli tunnetuksi R.H. Wilsonin saatua julkisuuteen sitä käsittelevän artikkelin Harvard Business Review -lehteen

vuonna 1934. Optimierä ilmaistaan usein kirjainlyhenteenä EOQ (Economic Order Quantity). Wilsonin kaavanakin tunnettu EOQ-kaava optimoi tilauserän koon toimituserään liittyviin tilaus- ja toimituskustannuksiin ja yksikkökohtaiseen varastointikustannukseen perustuen. (Karrus 2005, 38.)

Kaavan perusoletuksina ovat tuotteiden tasainen kysyntä tai kulutus, muuttumattomat kustannustekijät ja se etteivät tuotteet lopu varastosta vaan kaikki kysyntä pystytään tyydyttämään. Yksittäisen tuotteen optimaalinen tilauserä voidaan laskea kaavalla 1.

$$EOQ = \frac{\sqrt{2CD}}{H} \quad (1)$$

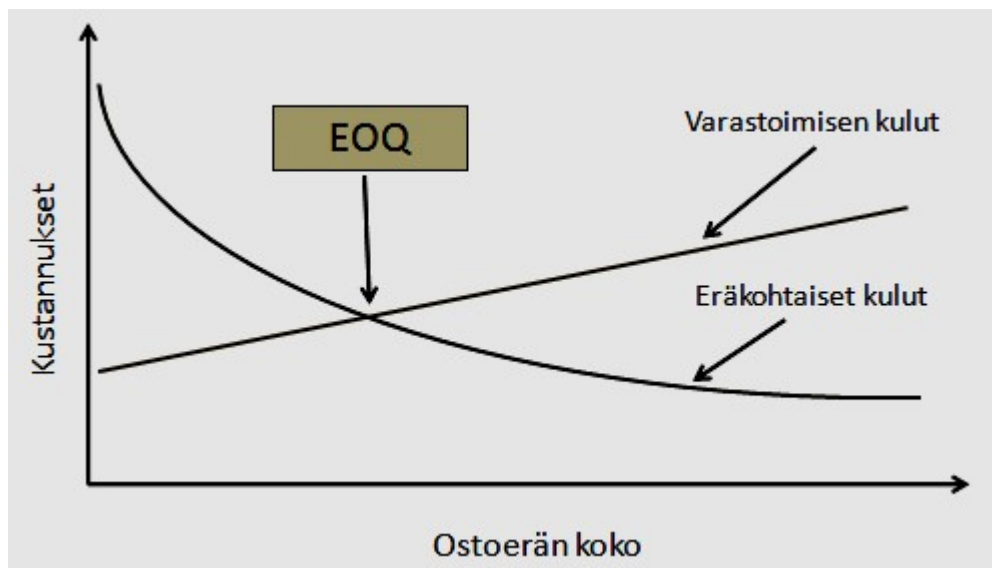
EOQ on taloudellinen tilauserä

C on toimituserän hankintakustannus

D on tuotteen vuosikulutus

H on yhden yksikön varastointikustannukset (Waters 2003, 260.)

EOQ-periaattein toimivaan varastoon liittyvät yksikkökustannukset muodostavat kokonaiskustannuskäyrän, jonka minimipiste saadaan EOQ-kaavalla. Tällainen käyrä muodostaa logistiikassa esiintyvien kustannusten tasapainotus- ja vaihtomallien perusesimerkin. Mitä enemmän tilataan kerralla, sitä alemmat yksikkökohtaiset tilauskustannukset, mutta samalla aiheutetaan suurempia varastointikustannuksia ja toisinpäin. Tarkoituksena on löytää näiden kahden kustannustekijän välillä parhaan tuloksen tuottava yhdistelmä. Kuvassa 4 nähdään, miten ostoerän koon suurentuessa varasto ja sen kulut kasvavat, mutta toisaalta eräkohtaiset kulut pienenevät. (Karrus 2005, 39.)



Kuva 4. Optimiostokerä löytyy kustannusten leikkauspisteestä (Sakki 2009, 117.)

Wilsonin EOQ-kaava ei ole ongelmaton ja onkin saanut kritiikkiä parametrien suhteen. Tasaisen kysynnän oletus voi johtaa pahoihin ongelmiin, sillä todellisuudessa kysyntä ailahtelee ja se on harvoin vakaata. Myös toimituserän hankintakustannusten ja vuotuisen varastointikustannusten tarkka määrittäminen on todella vaikeaa. Niiden suurus voidaan arvioida keskimäärin aiheutuneiden kulujen ja toteutuneiden saapumistapahtumien perusteella, mutta tapauskohtaisesti kustannukset voivat vaihdella suuresti. Useimmissa yrityksissä näitä kustannuksia ei edes tiedetä, ja toisaalta ne myös muuttuvat ajan myötä. Lisäksi heikkoutena on se, että kaava ei huomioi haluttua palvelutasoa. Mikäli kuitenkin kustannukset ovat tiedossa, EOQ-kaava on helppokäyttöinen ja antaa hyvän suunnittelulähtökohdan ja arvion taloudellisesta eräkoosta. (Karrus 2005, 41; Hokkanen & Karhunen 2014, 135; Sakki 2009, 117.)

4.2 Varmuusvarasto

Kysynnän ollessa epävakaa tarvitaan varmuusvarastoja. Ne muodostavat puskurin, jota voidaan käyttää kysynnän äkillisesti nouseva tai toimituksen viivästyttyä. Suuremmat varmuusvarastot antavat paremman kyvyn reagoida kysynnän vaihteluihin ja se johtaa parempaan asiakaspalvelutasoon. Yrityksen tekevät kompromissin, jolloin varastointikustannukset nousevat, mutta puutekustannukset pystytään välttämään. (Waters 2003, 267.)

Varmuusvaraston käsitettä tarvitaan tilausajankohtaa määrittäessä. Tuotteen varmuusvaraston suuruus voidaan arvioida menekin hajonnan pohjalta. Sillä tarkoitetaan tuotteen menekistä tehtyjen yksittäisten havaintojen keskimääräistä poikkeamaa saman tuotteen menekin keskiarvosta tietyllä aikavälillä tarkasteltuna. Hajonnan mittayksikkönä käytetään keskihajontaa eli standardipoikkeamaa. (Sakki 2009, 121.)

Kun menekin standardipoikkeama tiedetään, voidaan varmuusvaraston (B) suuruus ennustaa kaavalla 2.

$$B = ks\sqrt{L} \quad (2)$$

Kaavassa s on standardipoikkeama, k on varmuuskerroin ja L hankinta-aika. Varmuuskerroin k katsotaan taulukosta 1 ja on sitä suurempi, mitä korkeampi palvelutaso ja toimituskyky tuotteelle halutaan.

Taulukko 1. Haluttua toimitusvarmuutta vastaavat varmuuskertoimet (Sakki 2009, 122.)

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

Kun standardipoikkeamaa seurataan jatkuvasti, voidaan varmuusvarastojen tasoa säädellä. Tällä tavalla tietojärjestelmä voi muuttaa tilauspistettä menekin heilahteluiden mukaisesti.

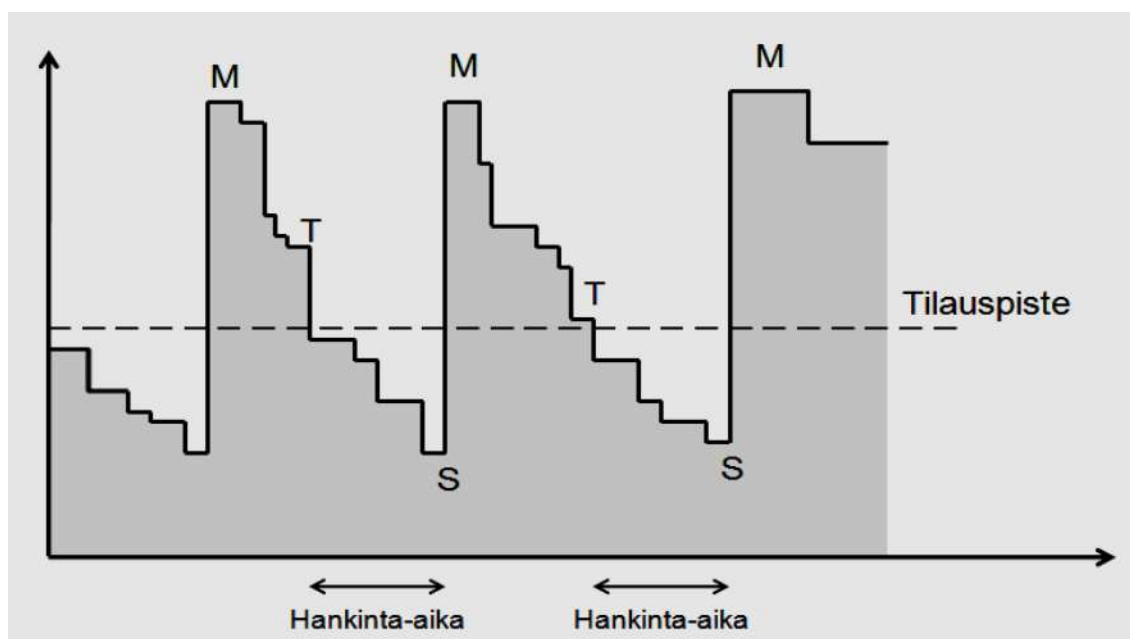
Varmuusvarasto voidaan määrittää myös yksinkertaisemmalla kaavalla 3, kun tiedetään tuotteen kysyntä viikoissa (D) ja toimitusaika (L):

$$B = D * L \quad (3)$$

Matemaattisesti voidaan perustella, että suuremmat varmuusvarastot johtavat parempaan palvelukykyyn. Varmuusvarastot ovat kuitenkin huono keino turvata palvelukykyä, sillä ne hidastavat varastonkiertoa ja kasvattavat läpimenoaika. Käytännössä toimituskykyyn voidaan vaikuttaa muilla keinoilla, kuten lyhentämällä toimitusaikoja, nopeuttamalla toimitusrytmiä ja lisäämällä yritysten välistä yhteistyötä. (Sakki 2009, 122.)

4.3 Tilauspistemenetelmä

Tilauspistemenetelmässä täydennystilauksen laukaisee ennakkoon määritellyn varastotason saavuttaminen tai alittuminen. Tätä tasoa kutsutaan tilauspisteeksi, joka on kuvassa 5 esitetty kirjaimella T. Tilauspiste eli hälytysraja määritellään nimikkeen havaitun tai vaihtoehtoisesti ennustetun kysynnän, nimikkeen tilaus-toimitusviiveen ja mahdollisesti myös kokonaiskustannusten avulla siten, ettei puutekustannuksia pääse syntymään. Toimituksen saapumishetkellä tuotetta tulisi olla vielä varmuusvaraston verran jäljellä, mutta jos menekki on toimitusajan aikana ennakoitua suurempaa tai toimitus viivästyy, voidaan toimituskyky turvata varmuusvaraston avulla. (Sakki 2009, 123; Karrus 2005, 43.)



Kuva 5. Tilauspistemenetelmä. Kohdassa S tilaus saapuu ja kasvattaa varaston suurimmilleen kohtaan M (Sakki 2003, 102.)

Tilauspisteen määrittämiseen tarvitaan kolme tekijää, jotka ovat hankinta-aika, menekki hankinta-aikana ja varmuusvarasto eli arvioitu minimimäärä, jonka alle varasto saisi laskea vain poikkeustapauksessa. Tilauspiste (T) voidaan määrittää kaavalla 4.

$$T = DL + B \quad (4)$$

Kaavassa D on keskimääräinen menekki tietyn ajanjakson, esimerkiksi viikon aikana, L on hankinta-ajan pituus viikoissa ja B on varmuusvarasto tavarayksiköissä. Sanallisessa muodossa kaava on:

$$\text{Tilauspiste} = \text{varmuusvarasto} + \text{keskimääräinen menekki hankinta – aikana}$$

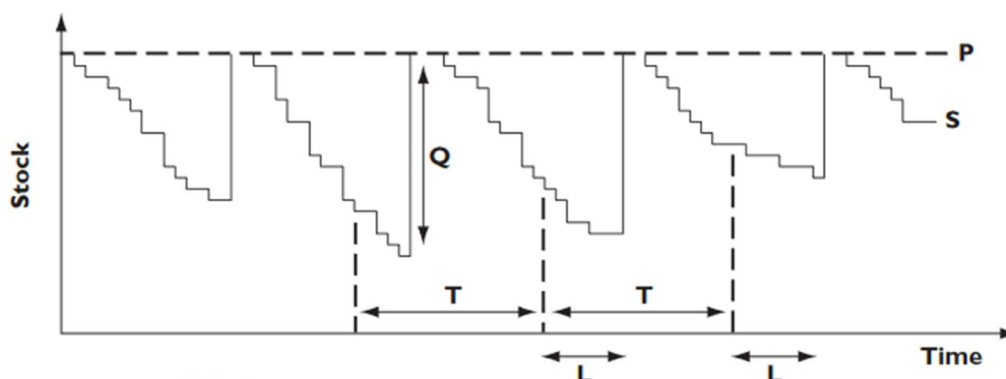
Koska menekki on usein satunnaista, täydennysväli ja joskus myös täydennysmäärät vaihtelevat. Haasteeksi muodostuu palvelutaso ja kustannustavoitteeseen nähden riittävän eräkoon ja tilauspisteen määrittely. Normaalikäytäntö perustuu kiinteään eräkokoon, joka on laskettu aiemmin esitellyllä EOQ-kaavalla tai erä koko voi määräytyä esimerkiksi kontin koon mukaan. Kiinteän eräkoon vaihtoehtona on tilaaminen tavoitetasoon asti, jolloin nimikkeille on määritetty maksimisaldo. Tuotetta tilataan niin paljon, että maksimisaldo saavutetaan. (Karrus 2005, 45; Sakki 2003, 102.)

Tilauspistemenetelmässä varastotasoa seurataan päivittäin. Saman tavarantoimittajan eri tuotteiden tilauspisteet saattavat alittua eri aikana ja tilauksia joudutaan tekemään usein, joten kuljettamisesta ja tavaran käsittelystä voi syntyä ylimääräisiä kustannuksia. (Sakki 2003, 102.)

4.4 Tilausvälin menetelmä

Käytännön ostotyössä varastojen muutoksia seurataan usein määräväleillä, esimerkiksi viikoittain. Tilausvälin menetelmässä täydennystilaus tehdään toistuvasti tietynä tilausajankohtana varaston sen hetkisestä koosta riippuen siten, että nimikkeen saldo nousee ennalta määrättylle tasolle. Siitä johtuen ostotilausten määrät voivat vaihdella jokaisen tilauksen välillä. Tilausvälin menetelmä soveltuu parhaiten edullisille tuotteille, joiden kysyntä on suurta ja ennakoitavaa. Tilausvälinmenetelmä on esitetty kuvassa 6. Kuvassa viiva S edustaa sen hetkistä varastotasoa, T säännöllistä tilausväliä, Q tilauksen eräkoko, joka nostaa kyseisen tuotteen varastotason ennalta määritettyyn tavoitetasoon P.

Eräkkoko sisältää myös toimitusajan (L) kulutuksen. (Baker, Croucher & Rushton 2010, 181.)



Kuva 6. Tilausvälin menetelmä (Baker, Croucher & Rushton 2010, 181.)

Perioditarkastus on aiemmin ollut normaalikäytäntö, sillä varastosaldojen jatkuva seuranta on ollut raskasta ja kallista. Ennen tietotekniikan laajamittaista käyttöä jatkuva tarkistus oli huomattavasti vaikeampi toteuttaa, mutta nykyisin varastojärjestelmissä voidaan seurata ajantasaisia varastotasojä päivittäin. Tilauspiste yhdistettynä tilausväliin on käyttökelpoinen menetelmä. Kun tilauskertojen määrä arvioidaan abc-luokittain, voidaan ostokertoja ja saapuvia tapahtumamääriä vähentää. (Sakki 2003, 103; Karrus 2005, 46.)

4.5 Min-maks-menetelmä

Varaston täydennysmenetelmää, jossa tuotteille määritellään varaston minimi- ja maksimisaldoille tavoitearvot, kutsutaan min-maks-menetelmäksi. Varastomäärän halutaan liikkuvan näiden ylä- ja alarajojen välissä, eikä täydennystilausta tehdä, jos varastomäärät ovat tarkasteluhetkellä raja-arvojen sisällä. Nimikkeen tilauspiste on jossain tavoitearvojen välillä tai usein minimiarvo, jolloin tilataan määrä, joka nostaa varastotason sen ylärajaan. (Sakki 2009, 125.)

Raja-arvot ja tilauserä määritellään seuraavilla tavoilla:

$$\text{Maksimivarasto} = \text{varmuusvarasto} + \text{tarkasteluvälin ja hankinta - ajan menekki}$$

$$\text{Minimivarasto} = \text{tilauspiste}$$

$$= \text{keskimääräinen menekki hankinta - ajan aikana} + \text{varmuusvarasto}$$

Tiluserä saadaan vähentämällä maksimivarastosta tarkasteluhetken varastomäärä ja mahdollisesti aikaisemmin tehdyt ostotilaukset.

$$\begin{aligned} \text{Tiluserä} &= \text{maksimivarasto} - \text{tarkasteluhetken varasto} \\ &\quad - \text{saapumatta olevat tilaukset} \end{aligned}$$

Tarkasteluvälin pituus voidaan määrittellä vuosikulutuksen ja optimierän avulla.

$$\text{Tilaukertojen määrä} = \frac{\text{tuotteen vuosikulutus}}{\text{optimitiluserä EOQ}}$$

$$\text{Tarkasteluväli viikoissa} = \frac{52}{\text{tilaukertojen määrä}}$$

Min-maks-menetelmässä yhden tuotteen tiluserän koko vaihtelee tilausten välillä, mutta sitä voidaan käyttää tilausvälin menetelmän tavoin niin, että tutkitaan saman tavarantoimittajan tuotteita ja tilataan kerralla muutkin tarvittavat tuotteet. Näin tilattava määrä voidaan saada kuljettamista varten kannattavaksi ja riittävän suureksi. (Sakki 2009, 126.)

Min-maks-menetelmä soveltuu parhaiten tuotteille, joiden menekki on vuoden aikana vähäinen eli ABC-analyysin C- ja D-tuotteille. Menetelmää voidaan käyttää myös A- ja B-tuotteille, jolloin tarkasteluväli on lyhyempi, kun taas C- ja D-tuotteilla se on pidempi. Varastolle määritelty yläraja estää ylisuuret tilaukset ja pitkä tilausväli vähentää ostokertoja. (Sakki 2003, 104.)

5 Varastonohjauksen kehittäminen Case-yrityksessä

Työn tavoitteena on kehittää Plandent Oy:n varastonohjausta tekemällä vaihtoehtoinen ABC-analyysi tuotenimikkeille ja määrittää tulosten perusteella ohjaustavat eri luokille. Analyysiä käytettiin myös tilauspisteiden ja optimaalisten eräkokojen sekä varmuusvaraston määrittelemiseen. ABC-analyysin avulla varastoitavat nimikkeet luokitellaan pienempiin kokonaisuuksiin, jotta niiden hallinta on luotettavampaa ja voidaan löytää yrityksen toiminnan kannalta tärkeimmät tuotteet.

Lähdeaineistona ABC-analyysissä käytettiin Microsoft Dynamics AX -toiminnanohjausjärjestelmästä saatuja tietoja.

5.1 Plandent Oy

Työn tilaajayritys Plandent Oy on Suomen johtava hammasalan laite- ja tarviketoimittaja. Se on osa terveysteknologian alalla toimivaa suomalaista Planmeca Groupia, jonka emoyhtiö Planmeca Oy on yksi maailman suurimmista hammashoitolaitteiden valmistajista. Plandent Oy on osa Plandent-liiketoimintaryhmää, joka on Pohjois-Euroopan suurin hammasalan toimittajaketju. Ketju toimii 13 maassa eri puolilla Eurooppaa ja monet ryhmän yrityksistä ovat markkina-alueensa johtajia. Plandent myy ja markkinoi Planmeca Groupin sekä muiden valmistajien tuotteita. Yritys toimittaa terveydenhuollon asiakkailleen laitteita ja päivittäisiä tarvikkeita noin 40 000 nimikkeen valikoimasta, sekä tarjoaa kattavat tukipalvelut, kuten laitteiden huollot, vastaanottojen suunnittelu ja tuotteiden käyttöneuvonta. Plandent Oy:n pääkonttori, yhtiöryhmän tuotanto ja varasto sijaitsevat Helsingissä, josta yritys toimittaa tuotteita pääsääntöisesti neljään eri maahan; Ruotsiin, Norjaan, Viroon ja Suomeen. Muiden maiden toimitusten volyymi on verrattain pientä, mutta niihin kuuluvat muun muassa Tanska, Latvia ja Liettua. (Tietoa meistä 2018.)

6 Yhteenveto

Opinnäytetyön tavoitteena oli hyödyntää ABC-analyysia työn toimeksiantajan varastonohjauksessa ja laskea analyysin perusteella nimikkeille varmuusvarastot, sekä määritellä tilauspisteet ja optimaaliset eräkoot.

Yrityksen varastonohjauksen tehostamiseksi nimikkeille tehtiin ABC-analyysi toiminnanohjausjärjestelmän datan perusteella. Analyysi tehtiin niin kappalemääräisen kulutuksen perusteella kuin euromääräisen myynnin mukaisesti, jolloin pystyttiin havaitsemaan yritykselle tärkeimmät tuotteet. Euromääräisen myynnin mukaisen ABC-analyysin todettiin soveltuvan paremmin tuotenimikkeiden ohjaamiseen, kun taas kappalemääräisen kulutuksen mukaisesti tehtyä analyysia voidaan hyödyntää logististen toimenpiteiden kehittämiseen esimerkiksi, kun halutaan kehittää tavarankäsittelyä. ABC-analyysin tekoon luotiin uudet parametrit. Luokittelussa käytettiin viittä eri luokkaa A, B, C, D ja E, sillä nimikkeiden jakaminen useampaan luokkaan tekee luokkien ohjaamisesta kokonaisuutena luotettavampaa. Myös E-luokan eli nollakulutuksen nimikkeet pystytään erottelemaan uusien parametrien avulla ja luokan nimikkeille voidaan harkita toimenpiteitä. Luokat muodostuivat siten, että A-luokka oli 50 prosenttia kokonaisymyynnistä ja -kulutuksesta, B-luokka 30 prosenttia, C-luokka 18 prosenttia, D-luokka 2 prosenttia ja E-luokan

kulutus ja myynti olivat nolla. ABC-analyysistä haluttiin myös maakohtainen näkemys, sillä yhden tuotteen merkitys eri markkina-alueilla saattoi vaihdella, jolloin nimikkeen ABC-luokka ei vastannut sen tärkeyttä tietyillä markkinoilla. Lopuksi kappalemääräisen kulutuksen ja euromääräisen myynnin perusteella tehdyistä analyyseistä tehtiin yhdistetty analyysi, jonka avulla pystyttiin erottelemaan kalliit tuotteet, joiden kysyntä on pientä sekä edulliset tuotteet, joiden kysyntä on suurta.

Teorian mukaisesti A-luokan nimikkeiden tavoitteena on toimitusten tiheyden lisääminen ja eräkokojen pienentäminen. A-luokan nimikkeisiin sitoutuu paljon pääomaa ja yhtenä työn tavoitteena oli pienentää sitoutuneen pääoman määrää ja varaston kiertonopeuden kasvattaminen. C- ja D-nimikkeille ehdotettiin ostoerien suurentamista vastaamaan useamman kuukauden kysyntää, jotta vältetään ylimääräiset tilauskustannukset. Tuotteiden rahallinen menekki on pientä, eivätkä ne sido paljoa pääomaa.

Nimikkeille määriteltiin palvelutasot ja laskettiin varmuusvarastot käyttämällä teoriaosuudessa esitettyä kaavaa. Laskennassa käytettiin niin kappalemääräisen kulutuksen, kuin euromääräisen myynnin perusteella tehtyjä ABC-analyyseja. Kappalemääräisen analyysin perusteella tehty varmuusvarastolaskenta osoitti, että varastotasojen laskiessa sen arvo kuitenkin kasvoi. Euromääräisen analyysin perusteella tehdyn laskennan avulla varastotasot ja varastonarvo laskivat. Koska euromääräisen myynnin perusteella luodun analyysin todettiin soveltuvan paremmin nimikkeiden ohjaamiseen ja ottaen huomioon, että käytetty kaavaa huomioi palvelutason ja menekin hajonnan, suositellaan varmuusvaraston laskemista käyttämällä euromääräistä analyysia. Laskettujen varmuusvarastojen perusteella nimikkeille laskettiin tilauspisteet lisäämällä varmuusvarastoon nimikkeen keskimääräinen kysyntä hankinta-aikana.

Optimaalisen tilauserän laskennassa haasteeksi muodostui kiinteiden kulujen kohdentaminen yhdelle tilauskerralle ja yhden tilattavan yksikön vuotuisten varastointikustannusten selvittäminen. Laskennassa käytettiin yrityksen arvioita. Optimaalinen eräko määriteltiin käyttämällä nimikkeiden vuotuisten varastointikustannusten keskiarvoa ja käyttämällä varastointikustannuksena 25 prosenttia nimikkeen hinnasta. Jälkimmäisellä laskuttavalla tuloksista saatiin järkevämpiä ja tulokset soveltuvat paremmin tilauserän määrittämiseen. Optimaalisen eräkoon määrittelyssä käytetyt arviot olivat kuitenkin karkeita ja niiden luotettavuutta tulee harkita.

Työssä pystyttiin saavuttamaan luotettavia tuloksia, joita on perusteltua käyttää yrityksen varastonohjauksen tehostamiseen. Ehdotettujen toimenpiteiden ja parametrien avulla voidaan vapauttaa pääomia varastoista muuhun käyttöön ja saavuttaa nopeampi varastonkierto, sekä pystytään kohdentamaan resurssit paremmin yritykselle tärkeisiin tuotteisiin. Jatkossa tuloksia voidaan hyödyntää myös muiden tuoteryhmien kohdalla. Varastonohjaus on todella laaja kokonaisuus, joten työtä voidaan syventää ja laajentaa entisestään.

Lähteet

80-20 Rule. 2018. Verkkoaineisto. Investopedia. <<https://www.investopedia.com/terms/1/80-20-rule.asp>> Luettu 23.2.2018.

Baker, Peter, Croucher, Phil & Rushton, Alan. 2010. The handbook of logistics and distribution management. 4. uudistettu painos. London: Kogan Page.

Hokkanen, Simo & Karhunen Jouni. 2014. Johdatus logistiseen ajatteluun. 7. uudistettu painos. Sho business development.

Inkiläinen, Aimo. 2009. Logistinen päätöksenteko. Helsinki: Edita.

Karrus, Kaij. 2005. Logistiikka. Helsinki: WSOY

Koivisto, Eija & Ritvanen, Virpi. 2007. Logistiikka pk-yrityksissä: hankinta kilpailutekijänä. Helsinki: WSOY oppimateriaalit.

Sakki, Jouni. 2003. Tilaus-toimitusketjun hallinta: logistinen B-to-B-prosessi. 6. uudistettu painos. Espoo: Jouni Sakki Oy.

Sakki, Jouni. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta: B2B -Vähemmällä enemmän. 7. uudistettu painos. Helsinki: Jouni Sakki Oy.

Solakivi, Tomi, Ojala, Lauri, Laari, Sini, Lorentz, Harri, Töyli, Juuso, Malmsten, Jarmo & Lehtinen, Ninni. 2016. Verkkoaineisto. Logistiikkaselvitys 2016. <<http://blogit.utu.fi/logistiikkaselvitys/wp-content/uploads/sites/92/2016/11/Logistiikkaselvitys202016.pdf>> Luettu 8.3.2018.

Tietoa meistä. 2018. Verkkoaineisto. Plandent Oy. <<https://www.plandent.com/fi/Tietoa-meista/>> Luettu 22.3.2018

Varastohallinnan kehittäminen. 2013. Verkkoaineisto. Suomen kuljetusopas. <<http://www.kuljetusopas.com/varastointi/kehittaminen/>> Luettu 28.2.2018.

Varastonohjaus. 2018. Verkkoaineisto. Logistiikan maailma. <<http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/>> Luettu 26.2.2018

Waters, Donald. 2003. Logistics: an introduction to supply chain management. Houndmills: Palgrave Macmillan.