

LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO

KAUPPATIETEELLINEN TIEDEKUNTA

Johtamisen ja kansainvälisen liiketoiminnan laitos

Hankintojen johtaminen

**NIMIKKEIDEN LUOKITTELU JA LUOKITTELUN HYÖDYNTÄMINEN
VARASTONOHJAUKSESSA**

Katri Niiranen

20.3.2008

SISÄLLYSLUETTELO

1	JOHDANTO.....	2
1.1	Tutkielman aihe ja aiheen ajankohtaisuus.....	2
1.2	Tutkielman tavoitteet ja aiheen rajaus	3
1.3	Tutkimusstrategia, tutkimusmenetelmät ja työn rakenne.....	4
2	NIMIKKEIDEN LUOKITTELU	5
2.1	ABC-analyysi.....	6
2.2	Muut luokittelutavat.....	9
3	MONIULOTTEINEN LUOKITTELU	12
4	LUOKITTELUN HYÖDYNTÄMINEN VARASTONHALLINNASSA	17
4.1	Ohjaussuositukset eri luokille	18
5	NIMIKKEIDEN LUOKITTELU CASE-YRITYKSESSÄ	25
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	30
7	LÄHTEET	32

TAULUKKO 1 OHJAUSTAVAT ERI ABC-LUOKILLE (TERSINE, 1988: 514).....	21
TAULUKKO 2 OHJAUSMENETELMÄT ERI LUOKILLE (FLORES & WHYBARK, 1988: 194)	22
TAULUKKO 3 VARASTOINTIPOLITIIKKA ERI LUOKILLE (BRAGLIA ET AL., 2004: 61)	23

KUVA 1 VARASTONOHJAUKSEN KOKONAISUUS.....	3
KUVA2 VARASTOKUSTANNUKSEEN JA NIMIKKEEN KRIITTISYYTEEN PERUSTUVA LUOKITTELUMATRIISI	15
KUVA 3 CASE-YRITYKSEN LUOKITTELUMATRIISI.....	27

1 JOHDANTO

Tässä luvussa käsitellään motiiveja ja taustoja tutkielman aiheen valinnalle. Sen jälkeen esitellään tutkimuskysymykset ja tutkimuksen tavoitteet. Lopuksi paneudutaan tutkimusstrategiaan ja -menetelmiin sekä kuvaillaan työn rakenne.

1.1 Tutkielman aihe ja aiheen ajankohtaisuus

Nykypäivän asiakkaat haluavat yhä yksilöllisempiä tuotteita. Tästä johtuen myös varastoitavien nimikkeiden määrä yrityksissä kasvaa koko ajan. Monessa yrityksessä on huomattu, että jotta kokonaisuus pysyisi hallinnassa, tarvitaan erilaisia ryhmittelytekijöitä, joilla nimikkeet voidaan sijoittaa luokkiin ominaisuuksiensa perusteella.

Suuri osa yrityksistä on investoinut viime vuosina suuria summia toiminnanohjausjärjestelmiin, jotka usein sisältävät myös varastonhallintamoduulin. Näiden moduulien toiminta perustuu usein yksittäisten nimikkeiden hallinnan sijasta nimikeluokkien hallintaan. Vaikka esimerkiksi tilauserä koko ja tilauspiste ovat yksilöllisiä jokaiselle nimikkeelle, periaatteet niiden laskemiseksi on määriteltävä ryhmittäin.

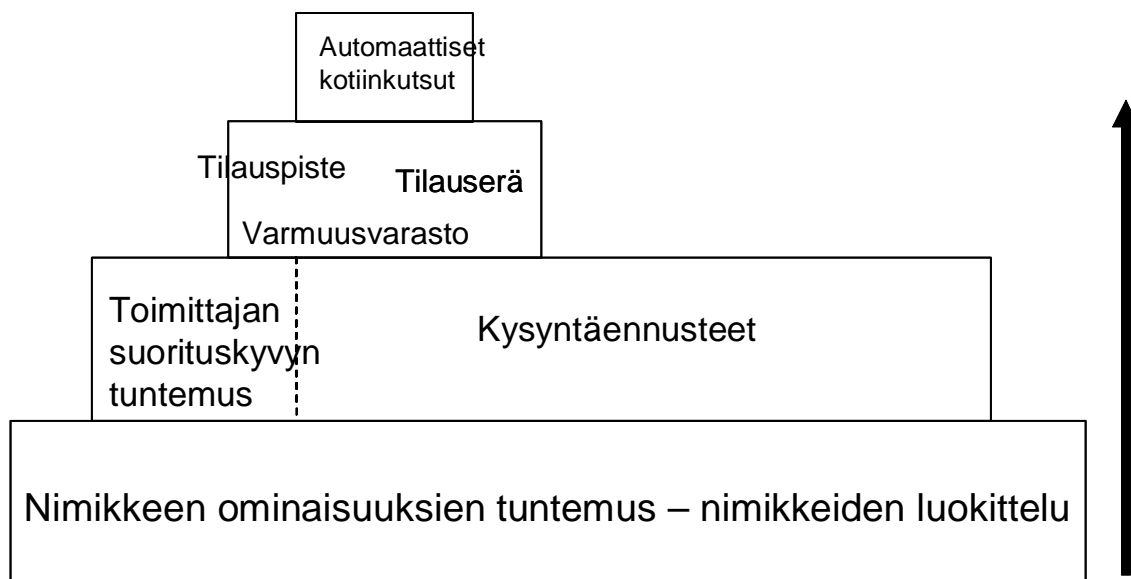
Järjestelmä toimii kuitenkin juuri niin kuin sen käyttäjä on asettanut sen toimimaan. Se ei osaa tunnistaa nimikkeiden yksilöllisiä piirteitä vaan ne pitää sille standardisoida riittävän monipuolisen nimikeluokittelun avulla. Järjestelmä ei myöskään yleensä anna suosituksia sopivimmasta varastonohjausmenetelmästä vaan käyttäjän on itse omattava riittävä varastonhallinnan tietotaito, jotta jokaiselle luokalle löytyy sopivin ohjausmenetelmä.

Yritykset ovat myös tiukasta kilpailutilanteesta johtuen joutuneet myös yhä enenevässä määrin pohtimaan, mihin niukat resurssinsa kohdistavat. Kaikenlainen manuaalinen työ halutaan minimoida ja keskittyä oikeasti lisäarvoa tuottaviin toimintoihin. Esimerkiksi ostotoiminnan ei katsota tänä päivänä olevan niinkään tilausten tekemistä kuin ennakoivaa saatavuuden ja varastotason hallintaa.

Nykyaikaiset tietojärjestelmät mahdollistavat sekä kotiinkutsujen automatisoinnin, että varastotason reaaliaikaisen seurannan.

1.2 Tutkielman tavoitteet ja aiheen raja

Toimiva varastonohjauksen kokonaisuus vaatii sen, että nimikkeet on ensin luokiteltu luokkiin, jotka parhaiten kuvaavat niiden tärkeimpiä ominaisuuksia. Varastonohjauksen rakentumista voidaan kuvata esim. Kuva 1 kaltaisella pyramidilla.



Kuva 1 Varastonohjauksen kokonaisuus

Ensimmäinen vaihe varastonohjausta rakennettaessa on nimikkeiden luokittelu. Kun nimikkeet on saatu luokiteltua käsiteltävissä oleviin ryhmiin, voidaan kullekin ryhmälle valita sopivin menetelmä kysyntäennusteen muodostamiseen. Kysyntäennusteen lisäksi on otettava huomioon toimittajan suorituskyky eli esimerkiksi toimitusaika, toimitusten laatu ja täsmällisyys. Tämän jälkeen voidaan jokaiselle nimikkeelle laskea tilauspiste, varmuusvarasto ja optimaalinen tilauserä koko. Itse kotiinkutsujen tulisi varsinkin ERP-järjestelmää hyödynnettäessä olla mahdollisimman automaattisia.

Tämä työ keskittyy varastonohjauksen ensimmäiseen portaaseen ja sen päätavoitteena on tutkia erilaisia vaihtoehtoisia nimikkeiden luokittelumenetelmiä, joita kirjallisuudesta löytyy. Tämä muodostaa ensimmäisen tutkimuskysymyksen:

1. Millaisilla eri kriteereillä nimikkeitä voidaan luokitella?

Koska pelkkä luokittelu ei tuo yrityksille lisäarvoa, vaan tehokkaat varastonohjausmenetelmät, työssä etsitään vastausta myös kysymykseen:

2. Mikä on sopivin varastonohjausmenetelmä eri luokille?

Aihe on rajattu esittelemään sellaisia luokittelu- ja varastonohjausmenetelmiä, jotka ovat käytännössä toteutettavissa ja tarpeeksi yksinkertaisia soveltuakseen päivittäiseen yrityskäyttöön. Tutkimuksen tarkoituksena ei ole myöskään laittaa eri luokittelumenetelmiä paremmuusjärjestykseen vaan esitellä mahdollisimman laajasti eri vaihtoehtoja.

1.3 Tutkimusstrategia, tutkimusmenetelmät ja työn rakenne

Tutkimus on tyypiltään kvalitatiivinen eli laadullinen tutkimus ja tarkemmin metodologialtaan case- eli tapaustutkimus. Tutkimuksen tarkoitusta voidaankin pitää kartoittavan ja kuvailevan tyyppin yhdistelmänä. Teoriaosassa käytetään myös käsiteanalyttista tutkimusta. Case-osuus voidaan nähdä hyvin teoriaa käytännön työelämään soveltavana esimerkkinä. Tutkielmassa lähestytään ongelmia olemassa olevien teorioiden näkökulmasta ja teoreettinen aineisto perustuukin monipuolisesti sekä kirjallisuuteen että artikkeleihin. Artikkeleissa on painotettu aineiston tuoreutta, jotta viimeisin tutkimustieto välittyisi tutkimuksesta mahdollisimman hyvin.

Alasuutarin (1999) mukaan tutkimusmenetelmän voidaan lyhyesti todeta olevan jokin suunnitelmallinen menetelmä tietyn tehtävän suorittamiseksi. Laadulliselle tutkimukselle on ominaista kerätä sellaista aineistoa, joka tekee mahdollisimman monipuolisen tarkastelun mahdolliseksi. (Alasuutari, 1999: 82–84)

2 NIMIKKEIDEN LUOKITTELU

Tässä luvussa käsitellään erilaisia vaihtoehtoisia nimikkeiden luokittelutapoja. Luokittelumenetelmistä yleisin ja laajimmin tunnettu on volyymiarvoon perustuva ABC-analyysi. Muita luokittelutapoja voivat olla esimerkiksi ottokerrat, nimikkeen kriittisyys tai kysyntätyyppi. Joskus yksi luokittelutekijä ei riitä erottelemaan nimikkeet toisistaan riittävän tarkasti. Tällöin voidaan hyödyntää moniulotteista luokittelua, jossa nimikkeet luokitellaan usean eri kriteerin perusteella. Moniulotteisessa luokittelussa on kuitenkin tärkeää muistaa, että luokkien lukumäärää ei saa kasvattaa liian suureksi, jottei niiden käsittely ole liian työlästä.

Varastoitavien nimikkeiden lukumäärä yrityksissä kasvaa koko ajan, koska asiakkaat haluavat yhä yksilöllisempiä malleja ja versioita tuotteista. Tämä aiheuttaa myös eräkokojen pientymistä. Jotta käytetyt resurssit ja varastonohjauksesta saavutettu hyöty pysyvät tasapainossa, nimikkeet täytyy pystyä luokittelemaan ja jokaiselle luokalle täytyy kehittää tehokas varastonhallintamenetelmä. Yhteiset ohjaustekijät, kuten haluttu palvelutaso tai varmuusvaraston osuus, koskevat jokaista ryhmän nimikettä. Eri nimikkeet saattavat olla merkitykseltään hyvin erilaisia yritykselle ja näin vaatia eritasoista huomiota. Kaikkiin nimikkeisiin ei voi eikä kannata käyttää yhtä paljon aikaa vaan riittää, että keskittyy riittävästi tärkeimpien tuotteiden ohjaamiseen. (Cohen & Ernst, 1988: 6; Guvenir & Erel, 1998: 29; Sakki, 2001: 100; Chen et al., 2006: 776)

Optimaalisen tilauserän laskeminen yksitellen suurelle määrälle nimikkeitä on aikavievää. Myös määrälennuksia on hankala hyödyntää, jos jokainen nimike ostetaan eri aikaan. Varastoitavat nimikkeet voidaan luokitella muutamaan ryhmään, jolloin tilausväli tai tilausmäärä on yhtenevä koko ryhmälle. Vaikka tämä saattaa lisätä operationaalisia kustannuksia jonkin verran, säästöjä voidaan saavuttaa ostamalla useita nimikkeitä yhtä aikaa samalta toimittajalta, luotettavammasta kuljetuksesta (säännöllinen tilausrytmi), tilaustentekokustannuksista ja läheisemmistä toimittajasuhteista. Myös varastonhallinnan hallinnolliset rutiinit, kuten tilausten teko, vähenevät huomattavasti ja varastoinnin suunnittelu helpottuu. (Chakravarty, 1981: 19–25)

Tehokas hankintojen suunnittelu ja ohjaussysteemi ylläpitää tasapainoa kahden vastakkaisen tekijän välillä. Toisaalta sen täytyy suojella yritystä kriittisiltä raaka-aineiden, puolivalmisteiden tai valmiiden tuotteiden saatavuusongelmilta ja toisaalta varastointikustannukset täytyy pitää mahdollisimman matalina. Ryhmittely antaa johdolle tehokkaammat keinot määrittellä, seurata ja ohjata suorituskykyä. Strategiset tavoitteet ja organisaatiotekijät on usein helpompi esittää nimikeryhmien muodossa. Tietylle yritykselle sopiva luokkien määrä riippuu sekä sen olosuhteista että tarkkuudesta, jolla se haluaa erotella eri ryhmille allokoitavat resurssit. Suuri määrä erilaisia ohjaustapoja ei kuitenkaan ole yksinkertaisuuden periaatteen mukaista. Jotta ohjaustapojen määrä pysyy kohtuullisena, eri luokkien määrä tulee pitää pienenä. (Cohen & Ernst, 1988: 6; Silver et al., 1998: 34; Partovi & Anandarajan, 2002: 389; Vollmann et al., 2005: 158)

2.1 ABC-analyysi

ABC-analyysi on kaikkein yleisimmin käytetty tapa luokitella nimikkeitä. Tämä perinteinen menetelmä perustuu vuotuisen myyntivolyymiin. Havainnot useista suurista määriä nimikkeitä varastoivista yrityksistä osoittavat, että pieni osuus nimikkeistä muodostaa valtaosan vuotuisesta volyymista kun taas suuri osuus nimikkeistä muodostaa vain pienen osan vuotuisesta volyymista. ABC-analyysia käytetään laajalti, koska se on helppo implementoida ja on osoittautunut monessa tapauksessa myös hyvin tehokkaaksi. (Hax & Candea, 1984: 188; Cohen & Ernst, 1988: 6; Chen et al., 2006: 776; Ramanathan, 2006: 695–696)

ABC-analyysi pohjautuu hyvinvoinnin jakautumista tutkineen 1800-lukulaisen ekonomistin Vilfredo Pareton periaatteeseen. Klassinen ABC-analyysi noudattaa Pareton kuuluisaa havaintoa tulojen epätasaisesta jakautumisesta. Pareto havaitsi, että 20 % ihmisistä hallinnoi 80 %:a maailman varallisuudesta. Tyypillisesti varastonimikkeiden volyymissa on havaittavissa samaa epätasaisista jakautumista. Varhaisin konseptin käytännön sovellus oli General Electrics -yhtiön varaston hallinta

ABC-luokittelun avulla 1950-luvulla. (Flores & Whybark, 1988: 191; Guvenir & Erel, 1998: 29; Chen et al., 2006: 776)

ABC-luokittelua tehtäessä nimikkeet jaetaan Pareton periaatteen mukaisesti vähintään kolmeen eri ryhmään vuotuisen myyntivolyymin (myyntivolyymi = hinta x määrä) mukaisessa alenevassa järjestyksessä. Vuotuista volyymia käytetään, jotta kausivaihtelut eivät pääse vaikuttamaan luokitteluun. Suhteellisen pieni määrä nimikkeitä listan kärkipäässä muodostaa valtaosan myyntivolyymista ja kuuluvat luokkaan A. Valtaosa listan häntäpään nimikkeistä muodostavat suhteellisen pienen osan myyntivolyymista ja kuuluvat luokkaan C. Mitä suurempi volyymiarvon mukaisen käyrän jakauma on, sitä enemmän nimikkeitä päätyy C – kategoriaan. Nimikkeet näiden luokkien välissä kuuluvat luokkaan B. Luokittelu voi koostua myös useammista luokista riippuen siitä, miten tarkasti eri nimikkeet halutaan ryhmitellä. (Tersine, 1988: 512; Guvenir & Erel, 1998: 29–30; Silver et al., 1998: 34–35; Nahmias, 2001: 276; Buxey, 2006: 1001)

ABC-luokittelun avulla pyritään saamaan parempi käsitys siitä, miten materiaalinohjausta tulee kehittää ja mihin resursseja tulee käyttää. Siinä pyritään etsimään ne taloudellisesti tärkeät nimikkeet, joiden ohjaukseen tulisi keskittyä muita nimikkeitä tarkemmin. Menetelmällä pyritään sekä varmistamaan saatavuus että toisaalta pitämään varastointikustannukset kurissa. Samalla voidaan kartoittaa myös vain hyvin satunnaisesti tai jopa ei lainkaan liikkuvat nimikkeet, joiden poistamista tulee vakavasti harkita. ABC-luokittelun avulla päästään rajattuun joukkoon ohjaustapoja, vaikka erilaisten nimikkeiden määrä olisi alun perin hyvin suuri. (Sakki, 2001, 101; Partovi & Anandarajan, 2002: 389–390; Karrus, 2003: 179)

ABC-analyysin ominaisuudet säilyvät, vaikka ryhmien lukumäärää kasvatettaisiinkin kolmesta. Esim. neljäloukkaisessa ABCD-jaottelussa normaalisti käytetty jako on: A-tuotteet muodostavat yhteensä 50 % myynnistä, B-tuotteet seuraavat 30 %, C-tuotteet seuraavat 18 % ja D-tuotteet loput 2 % (mukaan lukien ei-myydyt tuotteet). Tärkeää ABC-analyysissa on, että luokitellaan nimikkeitä eikä esimerkiksi tuoteryhmiä. On myös tärkeää ymmärtää, että tuotteen volyymiarvo ei aina ole sama kuin tuotteen tarpeellisuus. (Chakravarty, 1981: 25; Karrus, 2003: 179–180; Sakki, 2001: 101)

Pelkkä ABC-analyysi ei kuitenkaan riitä, analyysistä pitää tehdä oikeat varastonohjausta koskevat päätelmät. Luokan A nimikkeet vaativat tiukkaa varastonohjausta, koska ne muodostavat niin suuren prosenttiosuuden kokonaisvolyymista. Tarvitaan tarkkoja kysyntäennusteita ja yksityiskohtaista raportointia. Myös ostokäyttäytymiseen ja rutiineihin tulee kiinnittää runsaasti huomiota. Luokan C nimikkeille riittää löyhempi kontrolli, kuten esim. yksinkertainen kaksilaatikkosysteemi. Luokan B ohjaustarve asettuu näiden kahden väliin. Useimpien tietojärjestelmien varastointisysteemit pystyvät käsittelemään pientä, tärkeiden nimikkeiden luokkaa eri tavalla kuin suurta, pienivolyymisten nimikkeiden luokkaa. Tietokoneistettujen systeemien tunnistettu ongelma kuitenkin on, että vain vähän ohjeistusta on olemassa siihen, miten eri luokkien ohjausparametrit tulisi asettaa. (Cohen & Ernst, 1988: 6; Flores & Whybark, 1988: 191; Guvenir & Erel, 1998: 30; Sakki, 2001: 102; Partovi & Anandarajan, 2002: 390; Ramanathan, 2006: 695–696)

ABC-luokittelu toimii hyvin silloin, kun nimikkeet ovat melko homogeenisia luonteeltaan ja eroavat toisistaan lähinnä yksikköhinnan ja kysynnän koon osalta. Käytännössä, keskikokoisellakin yrityksellä on tuhansia ohjattavia nimikkeitä, eivätkä ne yleensä ole kovinkaan homogeenisia. Kun yhä useammat asiakkaat kysyvät laajaa joukkoa tuotteita, tarve varastoida yhä suurempaa määrää eri nimikkeitä kasvaa myös. Pelkän hinnan käyttäminen luokittelutekijänä voi aiheuttaa myös vakavia taloudellisia haittoja. Esimerkiksi C-nimikkeet, joilla on pitkä toimitusaika tai helposti vanhenevat A-nimikkeet voivat aiheuttaa taloudellisia menetyksiä tuotannon keskeytyessä tai ylivaraston takia. Tulee myös muistaa, että ABC-analyysi on aina kuva menneistä tapahtumista. Ramanathan (2006) toteaaakin, että perinteinen ABC-analyysi ei käytännössä useinkaan ole paras tapa luokitella nimikkeitä vaan vaihtoehtoisia luokittelutapoja kannattaa harkita. (Guvenir & Erel, 1998: 30; Huiskonen, 2001: 126; Sakki, 2001: 101; Ramanathan, 2006: 696)

Käytännön kokemus osoittaa, että varastonohjauksen käyttöönotto yrityksissä kannattaa aloittaa yksinkertaisin metodein, jolloin ABC-analyysi on helppotajuisuutensa vuoksi hyvin käyttökelpoinen. Kun volyyymiin perustuva luokittelu on tullut tutuksi koko organisaatiossa, voidaan luokittelua monipuolistaa ja

hienosäätää joillakin muilla kriteereillä. Muita mahdollisia luokittelukriteereitä on esitelty seuraavassa kappaleessa.

2.2 Muut luokittelutavat

Nimikkeiden luokittelu ABC – luokkiin on perustunut yleensä vain yhteen kriteeriin, juuri kuten Paretonkin periaatteessa. Yleensä tämä kriteeri on nimikkeen myyntivolyymi, vaikka joskus se voi olla myös nimikkeen kustannus. Monessa tapauksessa jokin muu kriteeri voisi tuoda tärkeämpää informaatiota johdolle. Toimitusten varmuus, vanhenemisriski ja puutekustannus ovat esimerkkejä tällaisista kriteereistä. Jotkut näistä voivat olla jopa tärkeämpiä kuin volyyymi. Esim. teknologiateollisuudessa jotkin nimikkeet voivat vanhentua hyvin nopeasti, ja siksi niiden varastointia tulisi seurata hyvin tarkasti. Tässä tapauksessa vanhenemisesta tulee kriittinen luokittelutekijä. (Flores & Whybark, 1988: 191; Chen et al., 2006: 777)

Saatavuuden varmuus, vanhenemisriski, kriittisyys ja saatavuusongelmien merkitys ovat esimerkkejä muista mahdollisista nimikkeiden luokittelutekijöistä. Näiden muiden kriteerien osalta monet yritykset luottavat tapauskohtaisuuteen eivätkä tilastolliseen luokitteluun. Vaikka tämä on usein hyvin tehokasta, tapauskohtainen päätöksenteko ei aina ole subjektiivisen luonteensa takia yhdenmukaista. (Ramanathan, 2006: 696)

Kirjallisuudessa mainitaan myös paljon muita mahdollisia luokittelutekijöitä, Partovi & Anandarajan (2002) luettelevat tutkimuksessaan varastointikustannuksen, tuotteen fyysisen koon, toimitusajan, yleisyyden, korvattavuuden, kappalemääräisen kysynnän, niukkuuden, kulutuskestävyyden, korjattavuuden, tilauserän koon ja kysynnän jakautumisen. Kun mahdollisia kriteerejä on paljon, niiden asettamisesta tärkeysjärjestykseen tulee hankala tehtävä. On syytä pohtia, voiko kriteereitä ryhmitellä jotenkin. (Partovi & Anandarajan, 2002: 390; Buxey, 2006: 1007; Ng, 2007: 345, 353)

Eräs ABC-analyysia täydentävä luokittelu on XYZ-analyysiksi kutsuttava tuotteiden luokittelutapa. XYZ-analyysissa tuotteet luokitellaan tapahtumamäärien perusteella. Ne voivat olla myynti- tai saapumistapahtumia. XYZ-analyysia käytetään erityisesti

silloin, kun tavarankäsittelyä halutaan kehittää. (Sakki, 2001: 105) Näitä kahta analyysia kannattaa käyttää rinnakkain, koska ABC-analyysin tärkeimpien nimikkeiden joukossa voi olla nimikkeitä joko korkean yksikköhintansa tai korkean kysyntänsä vuoksi. XYZ-analyysi auttaa erottelemaan nämä tapaukset toisistaan, koska on hyvin todennäköistä että niitä tulisi myös ohjata hieman eri tavoin.

Huiskonen (2001) mainitsee tärkeäksi luokittelutekijäksi kysyntätyypin. Se on luokittelutekijä, joka huomioi sekä kysynnän volyymin että ennustettavuuden. Jos kysyntä on luonteeltaan epätasaista, nimikkeen ohjaaminen on vaikeaa. Jos epätasainen kysyntä yhdistetään korkeaan kriittisyyteen ja hintaan, ainut keino varautua odottamattomiin tilanteisiin on nostaa varmuusvarastotasoa. (Huiskonen, 2001: 130)

Flores & Whybark (1988) keskustelivat tutkimusta tehdessään useiden materiaalihallinnosta vastaavien johtajien kanssa. Näissä keskusteluissa nimikkeen kriittisyys tuntui nousevan tärkeäksi tekijäksi. Kriittisyys ottaa huomioon sellaiset tekijät, kuten puutteen vaikutus, kuinka nopeasti nimikettä saadaan ostettua, onko olemassa korvaavaa tuotetta, ja puutteen laajemmat seuraukset. Kriittisyyden käytössä luokittelutekijänä on se ongelma, että luokkia eri kriittisyysasteille saattaa olla vaikea asettaa. Dekker et al. (1998) määrittävät kriittisyyden nimikkeen roolilla ylläpitää tuotantoa turvallisella ja tehokkaalla tavalla. Nimikkeet voidaan luokitella esim. elintärkeisiin, tärkeisiin ja toissijaisiin. Jokaiselle luokalle voidaan määrittellä oma palveluaste ja puutekustannus. Kriittisyys on siis nimikkeen käyttötarkoituksesta riippuva tekijä, ei nimikkeestä itsestään. (Flores & Whybark, 1988: 192; Dekker et al., 1998: 69)

Erityisen merkittävä tekijä nimikkeen kriittisyys on, kun kyseessä ovat varaosanimikkeet. Osan kriittisyys liittyy seuraamukseen, joita tulee, jos varaosaa ei ole välittömästi saatavilla. Vaikutus voi olla moninkertainen nimikkeen arvoon nähden, mikä tekee perinteisestä ABC-analyysistä tehottoman. Nimikkeen kriittisyyttä voidaan arvioida prosessin keskeytymisestä aiheutuvilla kustannuksilla, vaikkakin niitä voi olla hyvin vaikea määrittellä tarkasti. Paitsi osan puuttumisesta aiheutuneilla seurauksilla, kriittisyyttä voidaan määrittää myös kontrollointimahdollisuuksilla. Nämä sisältävät muun muassa rikkoutumisen ennustettavuuden, varaosien vaihtoehtojen

toimittajien määrän ja osien toimitusajat. Yksi käytännöllinen tapa on sitoa kriittisyys aikaan, jonka kuluessa vika on saatava korjattua. Aikaportaat voivat olla esimerkiksi välittömästi, lyhyen ajan sisällä (kun varaosa saatu toimittajalta) tai kun uusi erä saapuu toimittajalta normaalin toimitusrytmin mukaisesti. Aikaulottuvuuden käyttäminen kriittisyyden mittaamisessa helpottaa eri ohjausmenetelmien mietintää (esim. käytetäänkö jatkuvaa vai jaksottaista tarkastelua). Aikaulottuvuus on myös kaikkien osapuolten helppo ymmärtää. (Huiskonen, 2001: 129)

Varaosan erityisyys on myös yksi luokittelutekijä. Laajassa joukossa varaosia on tyypillisesti sekä laajasti käytettyjä standardiosia, joita tarjoavat useat toimittajat, sekä osia, jotka ovat erityisesti räätälöityjä ja joita käytetään vain tietyssä kohteessa. Standardiosien saatavuus on yleensä hyvä ja niitä on saatavilla monista lähteistä, niiden volyymit ovat suuret ja synergiaetuja pystytään hyödyntämään. Käyttäjakohtaiset osat ovat standardiosien vastakohta: toimittajat eivät halua varastoida näitä erityisosia, joten näiden matalamenekkisten nimikkeiden saatavuudesta ja ohjauksesta huolehtiminen jää käyttäjän harteille. (Huiskonen, 2001: 129)

Danas et al. (2006) ovat tutkimuksessaan löytäneet yhteneviä piirteitä varaosista ja terveydenhuollon tuotteista, erityisesti lääkkeistä. He ehdottavat seuraavanlaista luokittelua lääkkeille: A-luokkaan kuuluisivat erittäin tärkeät lääkkeet, joita pitäisi varastoida jokaisessa paikassa, jossa niitä tarvitaan ja jokaisessa sairaalassa tulisi olla näille tuotteille oma varmuusvarasto. B-luokkaan kuuluisivat tärkeät lääkkeet, joita pitäisi myös varastoida jokaisessa käyttöpaikassa, mutta varmuusvarastoa voitaisiin pitää keskitetysti yhdessä paikassa. C-luokkaan kuuluisivat vähemmän tärkeät lääkkeet, joita pitäisi varastoida jokaisessa käyttöpaikassa, mutta niille ei tulisi pitää erityistä varmuusvarastoa. D-luokkaan kuuluisivat ei-tärkeät lääkkeet, joita ei varastoida vaan hankitaan tarpeen mukaan. (Danas et al., 2006: 781)

Erilaisia vaihtoehtoisia luokittelutekijöitä on valtava määrä, joista edellä on esitelty muutamia. Yrityksen kannattaa miettiä, mitkä nimikkeen ominaisuudet ovat toiminnan kannalta kaikkein tärkeimpiä. Monet luokittelutekijät ovat luonteeltaan kvalitatiivisia, mutta jotta luokittelu pysyisi mahdollisimman objektiivisena ja stabiilina, myös näille laadullisille tekijöille tulisi määrittää mahdollisimman määrämuotoiset kriteerit ja

luokkarajat. Toimiva ratkaisu voi olla yhdistää luokitteluun sekä laadullisia että numeerisia luokittelutekijöitä. Kahden tai useamman luokittelutekijän yhdistelmiä on kuvattu seuraavassa luvussa.

3 MONIULOTTEINEN LUOKITTELU

Usein pelkästään yksi luokittelutekijä ei riitä tuomaan tuotteen kaikkia tärkeitä ominaisuuksia tarpeeksi hyvin esille. Esimerkiksi nimikkeen volyyymi ei ole välttämättä merkittävä, mutta sen puutekustannus voi olla erittäin korkea. Joillain muilla nimikkeillä taas voi olla merkittävä volyyymi, mutta tasaiset ja varmat toimitukset. Näissä tapauksissa nimikkeet saattavat pelkkää ABC-luokittelua käytettäessä joutua ”väärään” luokkaan. Jotta nimikkeiden ominaisuudet voitaisiin ottaa paremmin huomioon, volyymin lisäksi tarvitaan jokin muu kriteeri määrittämään millaista huomiota nimikkeille tulisi antaa. Tällaista useamman eri luokittelukriteerin yhdistelmää kutsutaan moniulotteiseksi luokitteluksi. Se ottaa huomioon monia tekijöitä, joita normaalissa yksiulotteisessa luokittelussa ei huomioida. Kun tämä yhdistetään selkeisiin, jokaiselle luokalle räätälöityihin ohjaustapoihin, voidaan niukkojen varastonohjausresurssien käyttöä merkittävästi tehostaa. (Vollmann et al., 2005: 160; Chen et al., 2006: 777)

Kirjallisuutta moniulotteisesta luokittelusta löytyy hyvin vähän. Eräs tunnetuimmista on Floresin & Whybarkin (1988) kaksiulotteinen luokittelu, jossa ABC-luokittelun lisäksi otetaan mukaan toinenkin tekijä, kuten toimitusaika, kriittisyys, yleisyys, vanhentuminen tai korvattavuus. Tämä toinen kriteeri riippuu nimikkeiden ja toimialan luonteesta. Floresin & Whybarkin lähestymistapana on käyttää perinteistä ABC – luokittelua toisena kriteerinä ja muodostaa siitä yhdessä toisen luokittelutekijän kanssa matriisi. Nimikkeet jaetaan ensin molempien luokittelukriteerien mukaan kolmeen luokkaan A, B ja C. Vaikka modernit tietojärjestelmät, kuten ERP-järjestelmät pystyvät luokittelemaan nimikkeitä samanaikaisesti usean kriteerin perusteella, ne eivät yleensä osaa suosittaa luokalle sopivaa varastonohjaustapaa vaan käyttäjän on määritettävä ohjaustavat itse. Moniulotteinen (esim. volyyymi ja kriittisyys) luokittelu voi johtaa suureen määrään eri yhdistelmiä, joista jokainen

vaatisi oman varastonohjaustapansa. Jotta eri varastonohjaustapojen määrä saadaan pidettyä järkevänä, nimikkeet yhdistetään kolmeen kategoriaan, AA, BB ja CC, jotka edustavat kolmea varastohallintaryhmää. Yhdistely voidaan toteuttaa esimerkiksi yhdistämällä kalliit ei-kriittiset nimikkeet ja halvat kriittiset nimikkeet samoihin ryhmiin (Flores & Whybark, 1988: 192; Braglia et al., 2004: 56; Chen et al., 2006: 778)

Flores & Whybark (1988) tutkivat empiirisen aineiston avulla kriittisyyden käyttökelpoisuutta matriisin toisena luokittelutekijänä. He selvittivät, onko nimikkeen kriittisyyttä mahdollista määrittää subjektiivisesti. Kahden tutkitun yrityksen päälliköt pystyivät luokittelemaan nimikkeet oman näkemyksensä mukaisesti eri kriittisyysluokkiin. Kun nimikkeet sitten asetettiin matriisiin volyymin ja kriittisyyden perusteella, suurimman volyymin tuoneet nimikkeet eivät enää olleetkaan välttämättä ylimmässä luokassa. (Flores & Whybark, 1988: 195)

Joskus on kuitenkin tarpeellista luokitella nimikkeet vielä useamman kuin kahden kriteerin mukaan. Tällaiseen moniulotteiseen luokitteluun Floresin & Whybarkin matriisimenetelmä ei sovellu. Lisäksi heidän mallissaan kriteerien painoarvot ovat yhtä suuret. Luokittelutekijöitä ei saa kuitenkaan olla liikaa. Hautaniemen & Pirttilän (1999) mukaan kolme pääluokittelutekijää on tarpeeksi, jotta luokittelu pysyy yksinkertaisena ja helppotajuisena. Näitä voivat olla esim. volyymiarvo, toimitusaika ja kysyntätyyppi. (Hautaniemi & Pirttilä, 1999: 87–88; Partovi & Anandarajan, 2002: 390; Ramanathan, 2006: 696)

Useamman kriteerin käyttö luokittelun pohjana on erityisen käyttökelpoista varaosanimikkeille, joilla monet muutkin kriteerit kuin hinta ja kysynnän määrä ovat merkityksellisiä. Saatetaan tarvita luokittelua, joka huomioi esimerkiksi turvallisuusvaatimukset, ylläpitokustannukset, puutekustannukset ja laatuongelmat. Erilaisia mahdollisia luokittelukriteereitä on kuitenkin niin paljon, ettei niitä kaikkia voida mitenkään käyttää yhtä aikaa. Tämän takia on tärkeää tunnistaa kaikkein tärkeimmät luokittelukriteereiden yhdistelmät, joista on paras hyöty toiminnan ohjaamisessa. On myös tärkeää huomioida eri kriteerien erilainen lineaarisuus. Esimerkiksi kriittisyys ja erityisyys ovat luonteeltaan kaksijakoisia. Siksi niillä tulisi olla vain kaksi luokitteluvaihtoehtoa. Varaosa voi siis olla erittäin kriittinen tai melko

kriittinen. Erityisyyden osalta varaosat ovat joko standardeja tai räätälöityjä. Kysynnän volyyymi ja nimikkeen arvo taas ovat luonteeltaan jatkuvampia. Toki niidenkin osalta voidaan käyttää kahta kriteeriä; esim. korkea ja matala volyyymi ja edullinen ja kallis nimike. (Huiskonen, 2001: 127–130; Braglia et al., 2004: 56).

Duchessi et al. (1988) ehdottavat myös moniulotteista luokittelua varaosien ohjaukseen. He ehdottavat seuraavanlaista nelivaiheista luokitteluprosessia:

1. Löydä sopivat luokittelukriteerit
2. Määritä kontrolliaste eri luokille
3. Valitse sopiva varastonohjausmenetelmä
4. Implementoi

Luokkajaon teon jälkeen on tärkeää suorittaa herkkyysanalyysi, jossa arvioidaan erityisesti niitä nimikkeitä, jotka ovat lähellä luokkarajoja. Lisäksi tulee arvioida, kuinka herkästi muutokset kriteereissä siirtävät nimikkeen luokasta toiseen. (Duchessi et al., 1988: 8-12)

Duchessi et al. (1988) mukaan varaosille sopivia luokittelutekijöitä ovat esimerkiksi varastokustannus ja osan kriittisyys. Varastokustannus muodostuu varmuusvarastosta ja kiertovarastosta. Tyypillisiä luokittelukriteerejä ovat vuotuinen volyyymi, toimitusaika ja yksikköhinta. Sopivan mittarin löytäminen kriittisyydelle on vaikeampaa: niitä voivat olla esim. puutekustannus, toimitusaika ja luotettavuus. Kriteerien löydyttyä voidaan muodostaa Kuva2 tyyppinen matriisi:

		Kriittisyys		
		1	2	3
Varasto- kustannus	A	Korkea kustannus, erittäin kriittinen		
	B			
	C			Matala kustannus, ei-kriittinen

Kuva2 Varastokustannukseen ja nimikkeen kriittisyyteen perustuva luokittelumatriisi

(Duchessi et al., 1988: 12)

Matriisissaan Duchessi et al. (1988) ovat käyttäneet luokittelukriteereinä nimikkeen varastokustannusta ja kriittisyyttä. Tässä kaksiulotteisessa luokittelussa yhdistyvät sekä laadullinen että numeerinen kriteeri. Nimike voi olla esimerkiksi kallis, mutta ei-kriittinen tai toisaalta edullinen, mutta erittäin kriittinen. Tarkasteltaessa luokkaa A1 eli korkean kustannuksen erittäin kriittistä nimikettä huomataan, että varastonohjauksen näkökulmasta nämä kaksi luokittelutekijää muodostavat ristiriidan; korkean kustannuksen nimikettä ei ehkä haluttaisi varastoida lainkaan, mutta tuotteen korkean kriittisyyden takia sen nopea saatavuus on välttämätön. (Duchessi et al., 1988: 12)

Porras & Dekker (2008) käyttivät kolmea erilaista kriteeriä varaosien luokitteluun tuoreessa case-tutkimuksessaan: kriittisyys, kysynnän koko ja hinta. Kriittisyyden

asteet olivat korkea, keskimääräinen ja matala. Kysynnän koon he jakoivat neljään luokkaan, vain 0 tai 1 kpl:n suuruista kysyntää, kysyntä 1-60 kpl, kysyntä yli 60 kpl ja kysyntä -1, 0 tai 1 kpl. Hinnan osalta he tunnistivat viisi eri luokkaa. (Porras & Dekker, 2008: 105)

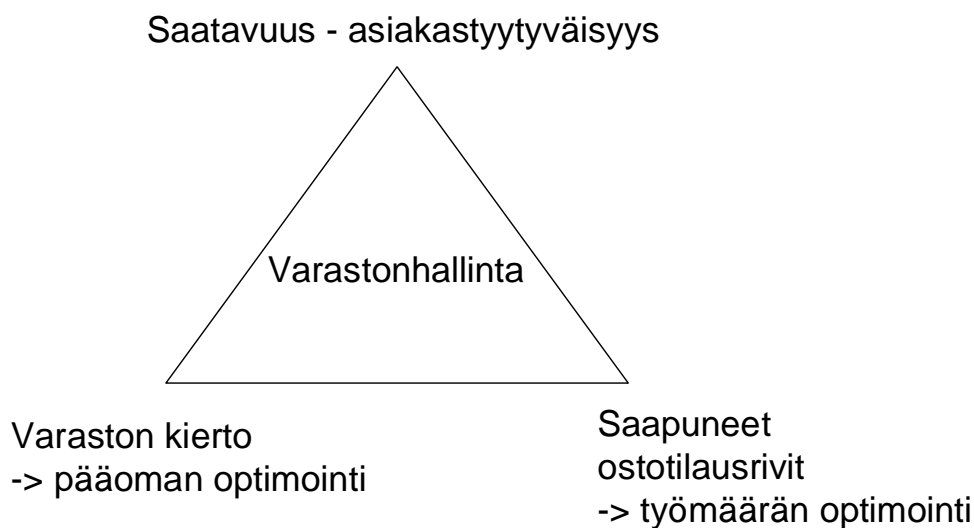
Useita muitakin moniulotteisia ABC-analyysin variaatioita on kehitetty, kuten AHP (analyttinen hierarkiaproseessi), tilastollinen analyysi, painotettu lineaarinen ohjelmointi ja geneerinen algoritmi, mutta yhteinen ongelma näille menetelmille on niiden monimutkaisuus päivittäisessä käytössä. (Chen et al., 2006: 777)

Moniulotteinen luokittelu on usein tarpeellinen varsinkin jos varastoitavia nimikkeitä on paljon ja ne ovat luonteeltaan keskenään hyvin erityyppisiä. Käytännössä kaksi tai korkeintaan kolme luokittelutekijää on maksimi. Tätä suurempi määrä tekee luokittelusta liian monimutkaisen päivittäiseen käyttöön ja on kyseenalaista, tuoko luokittelutekijöiden lisäys mitään varsinaista lisäarvoa varastonohjauksen hallintaan.

4 LUOKITTELUN HYÖDYNTÄMINEN VARASTONHALLINNASSA

Pelkästään nimikkeiden luokittelu ei auta yritystä parantamaan varastonohjaustaan vaan luokittelun perusteella saatua tietoa nimikkeiden ominaisuuksista tulee hyödyntää eri varastonohjausmenetelmien soveltuvuuden arvioinnissa. Lenard & Roy (1995) muistuttavat, että varastonhallinnan tärkein tehtävä on tavoitteiden asettaminen ja saavuttaminen. Nimikkeiden luokittelu auttaa kohdentamaan käytetyt resurssit tärkeimpiin nimikkeisiin. (Lenard & Roy, 1995: 689)

Jotta varastonohjauksen voidaan sanoa olevan onnistunut, kolme asiaa tulee olla balanssissa: saatavuus, varastotaso ja käytetty työmäärä. Varastonhallinnan kolmiyhteys on kuvattu Kuva 3.



Kuva 3 Varastonohjauksen tavoitteet

Yksi tai kaksi edellä kuvatuista tavoitteista on helppo saavuttaa, saatavuus saadaan varmistettua korkeilla varastotasolla ja korkealla työmäärällä, varaston kierto taas saadaan korkeaksi ajamalla varastotasot alas tai vaihtoehtoisesti ostamalla samaa tuotetta jatkuvasti pieniä erinä. Varastonohjauksen kiinnostavuus ja haastavuus piileekin näiden kolmen osatekijän tasapainoon saattamisessa. Miten saada aikaan hyvä asiakastytyväisyys sitomatta liikaa pääomaa varastoon ja käyttämättä liikaa henkilöresursseja?

Kirjallisuudessa annetaan pääpiirteittäisiä suosituksia eri luokkien ohjausperiaatteiksi, mutta mitään kovin yksityiskohtaisia menetelmiä on vaikea löytää. Buxey (2006) toteaaakin, että kirjallisuuden räikeimpiä puutteita on ABC-luokittelun pohjalta annettujen varastonohjaussuosituksen puute. Yleisin kirjallisuudessa esiintyvä suositus luokalle C on ns. kaksilaatikkojärjestelmä. Luokan A ohjaussuosituksia ei kirjallisuudesta juurikaan löydy. Sekä optimaaliseen tilauserään että tavoitesaloon perustuvia menetelmiä on ehdotettu. Vielä vähemmän suosituksia löytyy luokalle B. (Buxey, 2006: 1001–1002). Seuraavassa kappaleessa on kuitenkin esitelty suosituksia niiltä osin kuin niitä kirjallisuudesta on löydettävissä.

4.1 Ohjaussuositukset eri luokille

Vaikka suositukset eri luokkien varastonohjausmenetelmiksi vaihtelevat, tutkijoiden joukossa vallitsee kuitenkin yksimielisyys muutamasta tärkeimmästä peruseriaatteesta. A-nimikkeet muodostavat valtaosan nimikkeen varastoarvosta, joten niiden tasaisella virralla ja korkealla kierrolla optimoidaan yrityksen varastoon sitoutunutta pääomaa. B- ja C-nimikkeillä taas optimoidaan varastonhallintaan ja ostorutiineihin kuluva työaika sekä minimoidaan täydennyskustannuksia. On yleensä taloudellista ostaa suuria eriä edullisia C-nimikkeitä ja ohjata niitä löysemmin. Matalavolyymisia C-nimikkeitä yritetään myös tyypillisesti pitää varastossa suhteellisen suurina määrinä, jotta minimoidaan haitat, joita näiden nimikkeiden loppumisesta voi aiheutua. Kalliita A-nimikkeitä pitäisi ostaa tiheämmin pieniä eriä ja pitää ne tiukassa kontrollissa. Jos A-nimikkeiden varastotasoa saadaan pienennettyä, sillä on suuri merkitys kokonaisvarastoarvoon. Myös A-luokan nimikkeiden kysynnän mahdollisimman tarkkaan ennustamiseen tulee kiinnittää huomiota ja käyttää mahdollisimman kehittyneitä ennustemenetelmiä. Luokalle B soveltuvat yksinkertaiset ennustemenetelmät ja luokan C nimikkeiden kysynnän ennustamiseen ei kannata kohdentaa resursseja. Tarkka varastoseuranta on ehdoton luokalle A, mutta luokalle C se voi olla resurssien haaskausta. Luokan A varmuusvarastotason suhteen tulisi olla säästäväinen, mutta luokan C varmuusvarasto voi olla reilu, jotta palvelutaso turvataan. Jos C-nimike on hinnaltaan kallis, sitä ei suositella varastoitavaksi lainkaan vaan tilattavaksi tarvittaessa. D –

luokan nimikkeiden, eli tuotteiden, joilla ei ole kysyntää enää lainkaan, poistoon lyhyellä tähtämellä on neljä nopeaa keinoa: myynti alennuksella, palautus toimittajalle, lahjoittaminen tai hävittäminen. (Tersine, 1988: 512–513; Silver et al., 1998: 35; Nahmias, 2001: 276; Sakki, 2001: 103; Karrus, 2003: 179–182; Buxey, 2006: 1001)

Huiskonen et al. (2005) mukaan haastavinta on määrittää sopiva varastonohjaustapa C nimikkeille. Niiden määrä on suuri, ja ne ovat useimmiten kysynnältään vaihtelevia. Pidemmällä tähtämellä C-nimikkeiden määrään vaikutetaan standardisoinnilla, ulkoistamisella ja toimittajan hallitseamalla käyttövarastolla. Korkean kysynnän A- ja B- nimikkeillä on suhteellisen helppoa saavuttaa korkea varaston kierto ja siksi näitä luokkia voidaan ohjata menestyksekkäästi standardeilla ohjausmenetelmillä. A- ja B- nimikkeille voidaan soveltaa myös JIT (just in time, juuri oikeaan tarpeeseen) – ajattelua, jolloin niitä ei tarvitsisi varastoida lainkaan. (Koskinen et al., 1995: 229, Sakki, 2001: 103; Karrus, 2003: 179–182; Huiskonen et al., 2005: 141)

Tärkeimmille A-luokan nimikkeille ehdotettuja varastonohjausmenetelmiä ovat esimerkiksi (s, Q) tai (s, S) mallit. (s, Q) malli on kiinteän tilauseräkoon ja tilauspisteen menetelmä, jossa varastosaldon laskiessa tason (s) alle, tilataan optimaalinen määrä (Q). (s, S) malli taas on tilauspisteeseen ja tavoitesaldoon perustuva malli, jossa varaston laskiessa alle pisteen (s), tilataan sopiva määrä, joka riittää nostamaan varastosaldon tasolle (S). A-luokassa voi olla sekä edullisia, korkean kysynnän nimikkeitä, että kalliita, harvemmin kysytyjä nimikkeitä. On melko laaja yksimielisyys siitä, että tilauserään perustuvaa (s, Q) menetelmää tulisi käyttää kalliille nimikkeille sekä nimikkeille, joilla on epätasainen kysyntä tai niitä tilataan epätasaisin väliajoin. Tavoitesaldoon perustuva (s, S) menetelmä taas on käyttökelpoinen edullisille nimikkeille, joilla on korkea kysyntä. (Razi & Tarn, 2003: 117; Buxey, 2006: 1002)

Silver et al. (1998) ehdottaa tärkeille A-nimikkeille joko (s, S) –menetelmää tai (R, s, S) menetelmää. (R, s, S) –menetelmä on muuten samanlainen kuin (s, S) -menetelmä, mutta siinä hyödynnetään myös kiinteää tilausväliä eli tietyin väliajoin tarkastetaan onko varastotaso laskenut alle (s), jos on tilataan tarvittava määrä, jotta varastotaso nousee tasolle (S). B-nimikkeille Silver et al. suosittaa joko (s, Q) –

menetelmää tai (R, S) –menetelmää. (R, S) –menetelmä on kiinteän tilausvälin tavoitesaldomenetelmä, jossa aika-ajoin tilataan sellainen määrä, joka riittää nostamaan varaston tasolle (S). Vähiten tärkeille C-nimikkeille he ehdottavat esimerkiksi yksinkertaista kaksilaatikko –menetelmää. Tarkasteluväli tulisi olla melko pitkä ja siihen tulisi myös liittyä kriittinen tarkastelu, tulisiko ko. nimikettä varastoida lainkaan. (Silver et al., 1988: 247–372; Razi & Tarn, 2003: 117)

Suosituksen osittainen ristiriitaisuus ilmenee siitä, että Silverin (1991) mukaan eräs käytetyimmistä ohjausmalleista matalavolyymisille C-nimikkeille on jatkuvan tarkastelun tilauspisteeseen (s) ja tilausmäärään (Q) perustuva menetelmä, eli sama, jota edellä suositettiin sekä A- että B-nimikkeille. C-nimikkeille yleinen lähestymistapa on antaa Q:lle vain muutamia mahdollisia arvoja. Nimikkeen tilauspiste (s) voidaan määrittää parilla eri tavalla. Ensiksikin nimikkeen kustannuksia voidaan verrata puutekustannuksiin ja sitten valita (s), joka minimoi näiden kustannusten yhteenlasketun määrän. Puutekustannusten arviointi ei ole helppoa ja on kyseenalaista, kannattaako siihen käyttää aikaa C-nimikkeiden kyseessä ollessa. Siksi toinen lähestymistapa, eli haluttu palveluaste, voisi olla käyttökelpoisempi. Siinä määritetään matalin mahdollinen tilauspiste, jolla haluttu palveluaste saavutetaan. Eräs helposti ymmärrettävä palvelun mittari on odotettu (tai keskimääräinen) aika puutetapahtumien välillä. (Silver, 1991: 605–606)

Tersine (1988) antaa seuraavanlaisia suosituksia eri luokkien varastonohjausperiaatteille. Jos käytössä on kiinteän tilausvälin menetelmä, A-luokan nimikkeille sopiva rytmi on tilata niitä viikoittain, B-luokan nimikkeitä joka toinen viikko ja C-luokan nimikkeitä kvartaaleittain tai puolivuositain. Jos taas käytetään kiinteän tilauseräkoon menetelmää, matala vuotuinen kysyntä johtaa pieneen eräkokoon, kun taas matala yksikköhinta johtaa suureen eräkokoon. Jos nimike on C-luokassa matalan yksikköhinnan takia, se johtaa automaattisesti isoihin eräkokoihin. Jos nimike on C-luokassa korkean yksikköhinnan ja matalan kysynnän vuoksi, voi olla järkevää pitää sitä varastossa yksi kappale tai tilata sitä tarvittaessa. Tersinen suositukset ohjaustavoiksi eri luokille on esitelty Taulukko 1. (Tersine, 1988: 514)

Taulukko 1 Ohjaustavat eri ABC-luokille (Tersine, 1988: 514)

Luokka	Kontrolliaste	Seurannan taso	Erä koko	Tarkastelu-taajuus	Varmuus-varaston taso
A	Tiukka	Tarkka ja täydellinen	Pieni	Jatkuva	Pieni
B	Keskiverto	Hyvä	Keski-kokoinen	Säännöllinen	Keski-kokoinen
C	Löysä	Yksinkertainen	Suuri	Tarpeen mukaan	Suuri

Tersinen (1988) suositusten mukaan A-luokan nimikkeitä seurataan tarkasti ja jatkuvasti. Niitä ostetaan tiheästi ja pidetään mahdollisimman pientä puskurivarastoa. C-luokan nimikkeiden kontrolli taas on löysempää ja menetelmät yksinkertaisempia. Sekä tilauserä koko että varmuusvarasto ovat suurempia verrattuna muihin luokkiin. B-luokan nimikkeiden kontrolliaste asettuu näiden kahden väliin. (Tersine, 1988: 514)

Sakki (2001) antaa melko yksityiskohtaisia ohjeita eri ABC – luokkien ohjaukseen. Eri luokkien osto- ja toimitusrytmien tulee olla selvästi erilaisia. A ja B – nimikkeiden toimituserän koko tulee olla mahdollisimman pieni, n. 0,5 - 4 viikon tarve. Varmuusvaraston tulee olla mahdollisimman pieni, mutta valvonta tarkkaa ja usein toistuvaa. Myös seurannan on oltava tarkkaa ja jatkuvaa. C ja D-nimikkeiden toimituserän koon taas tulee olla mahdollisimman suuri, n. 4 -12 kuukauden tarve. Tilaustapana järkevä on kiinteään tilausvälin menetelmä. Varmuusvaraston tulee olla suurehko eli kattaa useamman viikon tarve. Harvempi, esim. kerran kuukaudessa tapahtuva seuranta on riittävä C ja D-nimikkeille. (Sakki, 2001: 107)

Flores & Whybark (1988) löysivät tutkimuksessaan kaksi vaihtoehtoista lähestymistapaa luokittelun ja varastonohjausmenetelmän yhteensovittamiseen. Joko

voidaan ensin miettiä vaihtoehtoiset varastonohjaustavat ja sitten luokitella nimikkeet sen mukaan, mitä varastonohjaustapaa kyseiselle nimikkeelle halutaan käyttää. Tai sitten voidaan ensin luokitella nimikkeet ja etsiä kyseiselle luokalle sopivin varastonohjaustapa. Varastonohjauksen komponentit on jaettu tarkastelutiheyteen, tilausmäärään, varmuusvarastoon ja luokittelun uudelleenarviointisykliin. Flores & Whybarkin ohjeistus on kuvattu **Taulukko 2**. (Flores & Whybark, 1988: 195; Vollmann et al., 2005: 160)

Taulukko 2 Ohjausmenetelmät eri luokille (Flores & Whybark, 1988: 194)

Kategoria	AA	BB	CC
Tarkastelujakso	Kuukausittain	Joka 6. kk	Vuosittain
Tilausmäärä	Pieni kalliille nimikkeille	Keskikokoinen, EOQ:n perustuva	Suuri
Varmuusvarasto	Suuri kriittisille nimikkeille	Suuri kriittisille nimikkeille	Matala tai ei ollenkaan
Luokittelun uudelleenarviointisykli	6 kk välein	6 kk välein	Vuosittain

Flores & Whybark (1988) käyttävät taulukossaan kriteereinä nimikkeen volyymiarvoa ja kriittisyyttä. Suositukset noudattavat pääosin eri ABC-luokille yleisesti annettuja suosituksia, mutta kriittisyyden mukanaolo luokittelutekijänä ilmenee erityisesti varmuusvarastotason suosituksissa; normaalisti A-nimikkeiden varmuusvarastotaso pyritään pitämään mahdollisimman matalana, mutta tässä tapauksessa varmuusvaraston taso riippuukin enemmän nimikkeen kriittisyydestä. Mitä kriittisempi nimike, sitä suurempi varmuusvarastotaso. (Flores & Whybark, 1988: 194)

Braglia et al. (2004) taas keskittyivät tutkimuksessaan varaosanimikkeiden varastonohjaukseen ja ehdottavat erilaisia varastointitasoja eri nimikeluokille (**Taulukko 3**):

Taulukko 3 Varastointipolitiikka eri luokille (Braglia et al., 2004: 61)

	Varaosaluokittelu			
Varastointipolitiikka	A	B	C	D
Ei varastointia	X	X		
Yksi kpl varastossa	X	X		
Tilataan tarvittaessa		X	X	
Normaali varastotuote				X

Braglia et al., (2004) kuvaa eri varastointipolitiikkoja seuraavasti: *Ei varastointia* on politiikka, jossa otetaan tietoinen riski nimikkeen puutetilanteesta. On analysoitu, että puutekustannus on pienempi, kuin varastointikustannus. *Yksi kpl varastossa* on kaikkein yleisin menetelmä. Arvioitaessa eri kustannuksia on päädytty siihen, että varastossa pidetään aina yksi kappale tiettyä nimikettä. *Tilataan tarvittaessa* on kaikkein suositeltavin menetelmä. Tällöin nimikkeen tarve pystytään ennakoimaan ja tilaus ajoittamaan siten, että se saapuu juuri oikeaan aikaan. *Normaali varastotuote* on kallis strategia, jota käytetään silloin, kun nimike on erittäin kriittinen. (Braglia et al., 2004: 61)

Yhteenvetona eri tutkijoiden suosituksista voidaan todeta, että tärkeimpiä nimikkeitä tulee seurata tarkimmin ja vähemmän tärkeisiin ei saa hukata liikaa resursseja. Se,

mikä ohjaustapa kulloinkin valitaan, riippuu myös hyvin monesta tapauskohtaisesta tekijästä, ei vain nimikkeen luokasta.

5 NIMIKKEIDEN LUOKITTELU CASE-YRITYKSESSÄ

Case-yritys toimii terveydenhuollon alalla toimitusketjun tukkuportaassa. Se markkinoi ja jakelee kansainvälisten valmistajien tuotteita asiakkailleen. Yrityksen asiakaskunta muodostuu apteekkeista, sairaaloista, yksityisistä lääkäriasemista sekä muista terveydenhuollon toimijoista. Yritys haluaa tarjota asiakkailleen kaikki näiden tarvitsemat tuotteet saman katon alta, ja siksi yrityksen nimikemäärä on suuri ja nimikkeet ovat keskenään hyvin heterogeenisiä.

Suuresta nimikemäärästä johtuen nimikkeiden luokittelu ryhmiin on erittäin tärkeää. Yritys hyödyntää varastohallinnassaan ja ostorutiineissaan vastikään hankittua ERP (Enterprise Resource Planning) -järjestelmää, joka mahdollistaa myös nimikkeiden segmentoinnin eri ryhmiin. Järjestelmä ei kuitenkaan anna suosituksia eri nimikeryhmien varastonohjaukseen vaan sopivin ohjaustapa on valittava itse järjestelmän tarjoamien vaihtoehtojen joukosta.

Kun case-yrityksen varastohallintaa lähdettiin miettimään, oli selvää, että uutta toiminnanohjausjärjestelmää hyödynnettäisiin kaikin mahdollisin tavoin ja manuaalista työtä vältettäisiin. Tämä antoi selkeän viitekehysten sille, että ensimmäinen askel varastonohjauksen toteuttamisessa olisi nimikkeiden luokittelu ryhmiin. ERP-järjestelmä mahdollistaa nimikkeiden luokittelun joko yksi- tai kaksiulotteisesti. Koska nimikkeiden järjestelmällinen luokittelu oli uusi asia yrityksessä, päätettiin lähteä liikkeelle luokittelutavoista kaikkein tutuimmalla eli ABC-luokittelulla.

Case-yrityksessä luokiteltiin nimikkeet ensin perinteisen ABC-analyysin avulla. Toiminnanohjausjärjestelmä mahdollisti ABC-analyysin toteuttamisen kolmella vaihtoehtoisella hintatekijällä; luokittelu voi perustua joko myyntihintaan, ostohintaan tai katteeseen. Koska osa case-yrityksen tuotteista oli kaupintavarastoitavia, eikä niille ollut määritelty järjestelmään lainkaan ostohintaa, ainoaksi luokitteluvaihtoehdoksi jäi myyntihintaan perustuva luokittelu. Myyntihinta kerrottiin viimeisen 12 kuukauden kappalemääräisellä kysynnällä ja näin saatiin selville

tuotteen volyyymi. Luokkajaon ja luokkien määrän voi ERP-järjestelmässä määrittää haluamallaan tavalla. Case-yritys päätti käyttää seuraavanlaista jakoa: A=50 % myynnistä, B=30 %, C=18 % ja D=2 %. Yrityksen nimikejakauma on hieman jyrkempi kuin 80/20 – säännön mukainen; 17 % nimikkeistä muodostaa 80 % vuotuisesta volyyymistä. Kun luokitteluperusteet ja luokkajako oli päätetty, järjestelmä hoiti ABC-analyysin teon omasta tietokannasta haettujen historiatietojen perusteella.

Pian case-yrityksessä kuitenkin huomattiin, että pelkkä ABC-luokittelu ei tuo riittävästi tietoa nimikkeiden erilaisista ominaisuuksista. Esimerkiksi A-luokassa oli sekä kalliita laitteita että kulutustavaraa, kuten tutkimuskäsitteitä. On melko selvää, ettei näitä esimerkkituotteita kannata ohjata samanlaisilla varastonhallintamenetelmillä. Yritys päätti ottaa käyttöön myös toisen luokittelutekijän, nimikkeen ottokerrat. Yhdessä volyymiarvon kanssa nämä kaksi tekijää muodostavat matriisin, joka erottelee nimikkeet riittävällä tarkkuudella, mutta on edelleen tarpeeksi yksinkertainen ymmärtää ja käyttää. Ottokerrat valikoitui toiseksi kriteeriksi siksi, että se oli helppo toteuttaa toiminnanohjausjärjestelmän perusominaisuuksia hyödyntämällä. Ottokerran mukaista luokittelua kuvataan luvuilla 10, 20, 30 jne. jotta se erottuu selkeästi ABC-luokittelusta. Myös tässä tapauksessa luokkien määrä ja luokkarajat oli järjestelmän käyttäjän itse määriteltävissä.

Jotta molemmat luokittelutekijät olisivat keskenään vertailukelpoisia, molemmissa käytettiin samanpituista eli 12 kuukauden historiadataa. Esimerkki ERP-järjestelmän avulla toteutetusta case-yrityksen luokittelumatriisista on nähtävissä kuvassa 4. Kuvassa on luokiteltu case-yrityksen erään liiketoiminta-alueen nimikkeet ja myös kerrottu nimikemäärä kussakin matriisin solussa.

	A=50%	B=30%	C=18%	D=2%	YHTEENSÄ
10 ≥ 20.000 kpl/vuosi					
20 5.000-19.999 kpl/vuosi					
25 3.000-4.999 kpl/vuosi					
28 1.000-2.999 kpl/vuosi					
30 500-999 kpl/vuosi					
35 300-499 kpl/vuosi					
37 200-299 kpl/vuosi					
38 100-199 kpl/vuosi					
40 50-99 kpl/vuosi					
45 25-49 kpl/vuosi					
50 10-24 kpl/vuosi					
60 1-9 kpl/vuosi					
YHTEENSÄ					

Kuva 4 Case-yrityksen luokittelumatriisi

Toiminnanohjausjärjestelmä antaa kullekin nimikkeelle sen myyntivolyymin mukaisen kirjaimen A-D ja ottokertojen lukumäärän mukaisen numeron väliltä 10-60. Kirjain-numeroyhdistelmä tallentuu järjestelmään nimikkeen perustietoihin. Jokaiselle kirjain-numeroyhdistelmälle on määritelty järjestelmään haluttu ennusteen, tilauspisteen ja tilauseräkoon laskentatapa. Nimikkeen luokasta järjestelmä näkee, mitä tapaa sille sovelletaan ja laskee sitten kullekin nimikkeelle yksilöllisen ennusteen, tilauspisteen ja tilauseräkoon. ERP-järjestelmän tarjoamia vaihtoehtoisia laskentatapoja esitellään tarkemmin tuonnenpana.

Luokittelu tehdään case-yrityksessä kuukausittain, jotta nimikkeiden kysynnän mahdolliset vaihtelut näkyvät mahdollisimman nopeasti nimikkeen luokituksessa. On

myös mahdollista muuttaa nimike manuaalisesti luokasta toiseen myös tarkastelujaksojen välillä.

Matriisin haittapuolena on sen solujen melko suuri määrä. Tämä tarkoittaa, että myös varastonohjausmenetelmien asettaminen on melko työlästä. Case-yritys kuitenkin kokee moniportaisen luokittelun helpottavan päivittäistä työtä, koska nyt jokaisessa solussa on vain kohtuullinen määrä nimikkeitä. Varastonohjausmenetelmiä ei onneksi tarvitse asettaa uudelleen kovinkaan usein. Case-yritys seuraa jokaisen luokan saatavuutta, varaston kiertoa ja saapuvien tilausrivien määrää säännöllisesti ja jos vaikuttaa, että jonkin luokan suorituskyky ei kehity toivotusti, tutkitaan, tuleeko kyseisen luokan varastonohjausmenetelmää muuttaa.

Varastonohjaus case-yrityksen toiminnanohjausjärjestelmässä koostuu neljästä eri komponentista; ennusteesta, tilauseräkoosta, tilauspisteestä/varmuusvarastosta ja tarkasteluvälistä. Vaihtoehtoisia ennustemenetelmiä ovat eksponentiaalinen tasoitus, liukuva keskiarvo ja ennusteen kopiointi. Tilauseräkoosta taas voidaan määrittää joko Wilsonin kaavan avulla tai yksinkertaisesti kysyntäkuukausien määränä. Tilauspisteen laskenta voi perustua joko prosentuaaliseen osuuteen toimitusajan kysynnästä tai haluttuun palveluasteeseen. Ostojen tarkasteluväli voi olla jatkuva, jolloin nimike tulee ostoehdotukselle aina kun se alittaa tilauspisteen tai periodittainen, jolloin nimike tulee ostoehdotukselle ennalta määritetyin väliajoin ja tilauspisteessä huomioidaan myös aika seuraavaan tarkasteluun.

Case-yritys käyttää tärkeimpien nimikeluokkien ennustemenetelmänä eksponentiaalista tasoitusta ja vähemmän tärkeiden luokkien menetelmänä liukuvaa keskiarvoa. Kauden pituus liukuvassa keskiarvossa vaihtelee siten, että alimmilla luokilla kauden pituus on lyhyempi, koska uudet nimikkeet ovat elinkaarensa alussa alimmissa luokissa ja näin niille saadaan mahdollisimman nopeasti tilastollinen ennuste. Tilauseräkoon määrittämiseen case-yritys ei käytä Wilsonin menetelmää, koska sillä ei ole tarpeeksi luotettavaa arviota tilaus- ja varastointikustannuksen suuruudesta. Kysyntäkuukausien määrää eräkoon määrittämisessä käytetään siten, että ylimmille luokille määrä on pieni, noin 0,5-1 kuukauden kysyntää vastaava määrä kun taas alimmille luokille suuri, jopa 3-6 kuukauden kysyntää vastaava määrä. Tilauspisteen case-yritys määrittää toimitusajan kysynnän funktiona, jolloin

alemmilla luokilla se voi toimitusajasta riippuen olla jopa 2 x toimitusajan kysyntä kun taas ylemmillä luokilla tyypillisesti n. 75–100% toimitusajan kysynnästä. Tärkeimpiä nimikkeitään yritys ostaa jatkuvan tarkastelun menetelmällä, mutta suurinta osaa periodittaisen tarkastelun menetelmällä, koska tavarantoimittajat sijaitsevat pääosin ulkomailla, jolloin toimituksia halutaan yhdistellä kuljetuskustannusten optimoimiseksi.

Kun nimikkeet on luokiteltu ja varastonohjausmenetelmät eri luokille päätetty, varsinainen ostaminen eli kotiinkutsuminen on melko automaattista. Järjestelmä muodostaa ostajalle ostoehdotuksen joka yö. Ostoehdotukselle tulevat nimikkeet, joiden tilauspiste on alittunut. Ehdotettava määrä on optimaalisen tilauseräkoon mukainen määrä, jos se riittää kattamaan tilauspisteen alittumisen. Ostaja muodostaa ehdotuksen perusteella ostotilauksen, joka lähetetään toimittajalle. Ostajan työn painopiste on muuttunut case-yrityksessä varsinaisesta päivittäisestä tilausten teosta suorituskyvyn valvontaan ja ennakoivaan toimintaan. Toki työ edelleen sisältää myös rutiineja ja ongelmien selvittelyä, mutta toimivan luokittelun avulla resursseja voidaan kohdentaa välttämättä ihmistyötä vaativiin tehtäviin.

ERP-järjestelmillä sekä hankintojen optimoimiseen erikoistuneilla järjestelmillä on nykyisin niin suuri rooli yritysten toiminnassa, että niiden sisältävät toiminnallisuudet määrittävät yrityksen käyttämät nimikkeiden luokittelu- ja varastonohjausmenetelmät melko suurelta osin. Moniulotteisen luokittelun ylläpitäminen käsin on liian työlästä saavutettuihin hyötyihin nähden, jos tällaista toiminnallisuutta ei toiminnanohjausjärjestelmästä löydy. Case-yrityksen valitsevat luokittelukriteerit perustuivat puhtaasti sen ERP-järjestelmän tarjoamiin vaihtoehtoihin; muita luokittelukriteerejä kuin volyyymi ja kysyntäperusteisuus ei ollut mahdollista valita. Myös käytössä olevat varastonohjausmenetelmät ovat valikoituneet toiminnanohjausjärjestelmän sisältävien eri menetelmien kautta.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimuksen ensimmäisenä tavoitteena oli kartoittaa, millaisia erilaisia vaihtoehtoja varastonimikkeiden luokittelulle on olemassa. Pää tavoitteeseen pyrittiin luomalla mahdollisimman kattava katsaus tieteellisessä kirjallisuudessa esitettyihin luokittelumenetelmiin. Erilaisia luokittelukriteerejä löydettiin useita. Havaittiin, että varastoitavien nimikkeiden määrä ja toiminnallinen luonne vaikuttavat suuresti siihen, mikä tai mitkä luokittelutekijät koetaan tärkeimmiksi. Vaikka perinteinen ABC-analyysi onkin ylivoimaisesti yleisin nimikkeiden luokittelumenetelmä, esimerkiksi varaosien kyseessä ollessa nimikkeen kriittisyys nousi volyyymi-arvoa tärkeämmäksi tekijäksi.

Yhteen kriteeriin perustuvan luokittelun lisäksi tarkasteltiin erilaisia moniulotteisia luokittelumalleja, joissa yhtenä luokittelutekijänä havaittiin useimmiten olevan ABC-luokittelu ja muut luokittelutekijät vaihtelivat toimialan luonteen mukaan.

Toinen tutkimusongelma käsitteli luokittelun hyödyntämistä varastonohjauksessa. Tutkimustuloksena voidaan todeta, että vaikka eri kirjallisuuslähteissä annetaan erilaisia suosituksia luokkien ohjaamiseen, pääperiaatteista eri luokille vallitsee yksimielisyys. Huolimatta valituista luokittelukriteereistä tärkeimpiä nimikkeitä tulee ohjata ja seurata huomattavasti tarkemmin kuin vähemmän merkityksellisiin luokkiin sijoituvia, joilla taas pää tavoitteena on työ kustannusten optimointi. Tutkimuksessa esiteltiin myös katsauksenomaisesti eri tutkijoiden suosituksia nimikeluokkien varastonohjaukseen.

Teoriaosuudessa pystyttiin tutkielman tavoitteiden mukaisesti tuomaan eri luokittelumenetelmiä laajasti esille. Vaikka varastonohjaussuosituksia ei olekaan ylen määrin tarjolla, pystyttiin melko kattavasti löytämään ohjaussuosituksia erilaisille luokille. Teoriaosuus toi myös esille sen, että varastonohjaus on niin paljon ohjattavien tuotteiden ominaisuuksista riippuva asia, että yleispäteviä suosituksia ohjausmenetelmiksi on vaikea antaa.

Tutkielman empiriaosassa analysoitiin erästä käytännön luokittelutapausta. Tutkimuksessa selvitettiin vaiheet, joiden kautta case-yritys oli päätenyt nykyiseen luokittelumalliinsa. Case-yrityksen käyttämään luokittelumatriisiin löytyy perusteluja tutkimuksen teoriaosuudesta ja siten teoriaosuus ja empiirinen osuus linkittyvät hyvin toisiinsa. Empiirisessä osuudessa kuvattiin myös case-yrityksen käytännön kokemuksia, haittoja ja hyötyjä käytössä olevasta nimikeluokittelusta, mikä osaltaan rikastaa tutkimusta ja sitoo tutkimustulokset vahvasti käytäntöön.

Tässä kvalitatiivisessa tapaustutkimuksessa päätutkimusmenetelmä on ollut nimikeluokittelun teorian yhdistäminen käytännön case-tapaukseen. Kvalitatiivisessa tutkimuksessa tutkimustulosten validiteetin ja reliabiliteetin osoittaminen on vaikeaa. Reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimustulosten ja tutkimuksessa esitettyjen väitteiden luotettavuutta (Heikkilä, 1998: 29). Validiteetilla tarkoitetaan mittarin tai tutkimusmenetelmän kykyä mitata juuri sitä, mitä on tarkoituskin mitata (Hirsjärvi et al., 2000: 213). Kyseiset käsitteet ovat peräisin kvantitatiivisesta tutkimuksesta ja eivät näin sovellu erityisen hyvin laadulliseen tutkimukseen. Tutkimus perustuu case-yrityksestä ja sen nimikeluokittelusta tehtyihin objektiivisiin havaintoihin ja sen voidaan todeta olevan luotettava ja validi kuvaus kyseisestä tapauksesta.

Jotta yritysten tietojärjestelmäinvestoinneista saataisiin varastonohjausmielessä kaikki hyöty irti, on huolehdittava siitä, että yrityksissä on riittävästi tietotaitoa järjestelmän ohjausmenetelmien asettamiseen. Näin ei aina ole, ja tällöin järjestelmästä voi olla jopa enemmän haittaa kuin hyötyä. Varastonohjauksen tietotaidon lisääminen ja ylläpitäminen on asia, johon jokainen varastoiva yritys joutuu ottamaan kantaa lähitulevaisuudessa. Varaston hallinnan osaajia ei ole liialti ja kun tähän osaamiseen yhdistetään vielä tarpeellinen järjestelmätuntemus, puhutaan erittäin niukoista osaamisresursseista. Jatkotutkimuksen aiheena tälle työlle on nähtävissä esimerkiksi eri luokittelumenetelmien soveltuvuuden todentaminen empiirisellä aineistolla sekä eri tietojärjestelmien sisältämien varastonohjausmenetelmien kartoitus ja vertailu.

7 LÄHTEET

Alasuutari, P. 1999. Laadullinen tutkimus. 3. painos. Jyväskylä: Vastapaino.

Braglia, M., Grassi, A., Montanari, M. 2004. Multi-attribute classification method for spare parts inventory management. *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, vol. 10, pages 55-65.

Buxey, G. 2006. Reconstructing inventory management theory. *International Journal of Operations & Production Management*, vol. 26, pages 996-1012.

Chakravarty, A. K. 1981. Multi-item Inventory Aggregation into Groups. *The Journal of the Operational Research Society*, vol. 32, pages 19-26.

Chen, Y., Li, K. W., Kilgour, D. M., Hipel, K. W. 2008. A case-based distance model for multiple criteria ABC analysis. *Computers & Operations Research*, vol. 35, pages 776-796.

Cohen, M. A. & Ernst, R. 1988. Multi-item classification and generic inventory stock control policies. *Production and Inventory Management Journal*, vol. 29, pages 6-8. *International Journal of Physical Distribution & Materials Management*, vol. 18, pages 8-15.

Danas, K., Roudsari, A., Ketikidis, P. H. 2006. The applicability of a multi-attribute classification framework in the healthcare industry. *Journal of Manufacturing Technology Management*, vol. 17, pages 772-785.

Dekker, R., Kleijn, M. J., de Rooij, P. J. 1998. A spare parts stocking policy based on equipment criticality. *International Journal of Production Economics*, vol. 56-57, pages 69-77.

Duchessi, P., Tayi, G. K., Levy, J. B. 1988. A Conceptual Approach for Managing of Spare Parts.

Flores, B. E. & Whybark, D. C. 1988. Implementing multiple criteria ABC analysis. *Engineering Costs and Production Economics*, vol. 15, pages 191-195.

Guvenir, H. A. & Erel, E. 1998. Multicriteria inventory classification using a generic algorithm. *European Journal of Operational Research*, vol. 105, pages 29-37.

Hautaniemi, P. & Pirttilä, T. 1999. The choice of replenishment policies in an MRP environment. *International Journal of Production Economics*, vol. 59, pages 85-92.

Hax, A. C. & Candea, D. 1984. *Production and Inventory Management*. New Jersey: Prentice-Hall, Inc.

Heikkilä, T. 1998. *Tilastollinen tutkimus*. Helsinki: Edita.

Hirsjärvi, S., Remes, P. & Sajavaara, P. 2000. *Tutki ja kirjoita*. Jyväskylä: Kirjayhtymä.

Huiskonen, J. 2001. Maintenance spare parts logistics: Special characteristics and strategic choices. *International Journal of Production Economics*, vol. 71, pages 125-133.

Huiskonen, J., Niemi, P., Pirttilä, T. 2005. The role of C-products in providing customer service – refining the inventory policy according to customer-specific factors. *International Journal of Production Economics*, vol. 93-94, pages 139-149.

Karrus, K. E. 2003. *Logistiikka*. 3.-4. painos. Juva: WSOY.

Koskinen, A., Lankinen, M., Sakki, J., Kivistö, T., Vepsäläinen, A. P. J. 1995. *Ostotoiminta yrityksen kehittämisessä*. 1. painos. Juva: Weilin+Göös.

Lenard, J. D. & Roy, B. 1995. Multi-item inventory control: A multicriteria view. *European Journal of Operational Research*, vol. 87, pages 685-692.

Nahmias, S. 2001. *Production and Operations Analysis*. 4th ed. Singapore: McGraw-Hill.

Ng, W. L. 2007. A simple classifier for multiple criteria ABC analysis. *European Journal of Operational Research*, vol. 177, pages 344-353.

Partovi, F. Y. & Anandarajan, M. 2002. Classifying inventory using an artificial neural network approach. *Computers & Industrial Engineering*, vol 31, pages 389-404.

Porras, E. & Dekker, R. 2008. An inventory control system for spare parts at a refinery: An empirical comparison of different re-order point methods. *European Journal of Operational Research*, vol. 184, pages 101-132.

Ramanathan, R. 2006. ABC inventory classification with multiple-criteria using weighted linear optimization. *Computers & Operations Research*, vol. 3, pages 695-700.

Razi, M. A. & Tarn, J. M. 2003. An applied model for improving inventory management in ERP systems. *Logistics Information Management*, vol. 16, iss. 2, pages 114-124.

Sakki, J. 2001. *Tilaus-toimitusketjun hallinta*. 5. painos. Espoo: Jouni Sakki Oy.

Silver, E. A. 1991. A Graphical Implementation Aid for Inventory Management of Slow-moving Items. *Journal of the Operational Research Society*, vol. 42, iss. 7, pages 605-608.

Silver, E. A., Pyke, D. F. & Peterson, R. 1998. *Inventory Management and Production Planning and Scheduling*. 3rd ed. USA: John Wiley & Sons, Inc.

Tersine, R. J. 1988. Principles of Inventory and Materials Management. 3rd ed. USA: Elsevier Science Publishing Co., Inc.

Vollmann, T. E., Berry, W. L., Whybark, D. C. & Jacobs, F. R. 2005. Manufacturing Planning and Control for Supply Chain Management. 5th ed. USA: McGraw-Hill.