



Kauppatieteiden osasto

AC20A8000 Kandidaatintutkielma

**AALTOPAHVIVARASTON OPTIMOINTI –CASE INCAP FURNITURE OY
OPTIMIZATION OF CORRUGATED CARDBOARDSTORE –CASE
INCAP FURNITURE OY**

KARI LAHTINEN 0078316

SISÄLLYSLUETTELO

1 JOHDANTO	2
1.1 Tutkimuksen taustaa	2
1.2 Tutkimusongelma ja tavoite	3
1.3 Tutkimusmenetelmät	4
1.4 Viitekehys ja rajaukset	4
2 VARASTOINNIN ERITYSPIIRTEITÄ	5
2.1 Varastoinnin luokittelu ja edellytykset	6
2.2 Varastoinnin tuomat kilpailuedut, hyödyt ja haitat	8
2.3 Varastoinnin optimoinnin menetelmiä	9
3 STORA ENSO PACKAGING OY	11
3.1 Valmistettavat tuotteet	12
4 TEOREETTINEN LÄHETYMINEN EOQ MALLIIN	15
5 TULOSTEN ANALYSOINTI	16
5.1 Optimaalinen erä koko ja logistiikkakustannukset C pahvilla Incapin näkökulmasta	16
5.2 Optimaalinen erä koko ja logistiikkakustannukset B ja C pahvilla Stora Enso Packaging näkökulmasta	21
5.3 B ja C pahvin optimaalinen eräkoon ja logistiikkakustannuksien välinen vertailu Stora Enso Packaging näkökulmasta	26
6 JOHTOPÄÄTÖKSET	27
LÄHDELUETTELO	30

1. JOHDANTO

Yritysten tehtävänä on tuottaa omistajilleen lisäarvoa. Siksi yrityksen on luotava riittävät toimintaedellytykset tavoitteiden saavuttamiseksi. Kannattavan liiketoiminnan edellytys on asiakaslähtöinen ja asiakkaan tarpeista lähtevä liiketoiminta. Globalisaation lisääntyminen ja logistiikan tehostuminen lisää kilpailua yritysten välillä. Tuotteita voidaan tuoda ulkomailta helpommin ja kustannustehokkaammin tuontiin liittyvien toimien ja tiedon siirron kehittyessä. Huolintayritysten ja muita logistisia palveluja tuottavien yritysten palvelukonseptit ja läpimenoajat ovat parantuneet, mikä lisää mahdollisuuksia siirtää varastointiin ja logistiikkaan liittyviä tehtäviä ulkopuolisille toimijoille vaihtoehtoisesti omalle toiminnalle. Yhtenä olennaisena osana vastata kiristyvään kilpailuun on parantaa palvelukykyä, josta yhtenä tärkeänä keinona voi olla varastointi. Yritysten keskittyessä ydin toimintaan lisääntyy myös varastoinnin ulkoistaminen. Murphy ja Woodin (2008 s 246) mukaan yksityiset varastot voivat aiheuttaa korkeita kiinteitä kustannuksia ja vaativat usein suuret volyymit. Myös toteutuskelpoisuus paranee kysynnän ollessa tasaista.

Liikenne- ja viestintäministeriön logistiikkaselvityksen (2006) mukaan Suomen logistiikkakustannukset ovat korkeat kilpailijamaihin verrattuna. Suomen elinkeinoelämän logistiikkakustannukset ovat 17 % bruttokansantuotteesta, kun ne vaihtelevat muissa teollisuusmaissa tyypillisesti 10 - 17 % välillä. Kustannukset ovat Suomessa keskimäärin 13 % yrityksen liikevaihdosta. Perinteisiin materiaalihallintoon, kuljetuksiin ja varastointiin liittyvät ns. logistiset kustannukset ovat noin 10 - 20 % tuotteiden loppuhinnasta, huomioidaessa koko arvoketju, jakelusta riippuvat kustannukset ylittävät usein 50 % tuotteen loppuarvosta (Haapalainen ja Vepsäläinen 1999, s 12).

1.1 Tutkimuksen taustaa

Stora Enso Packagingin (jatkossa SEPack) ensisijainen peruste varaston perustamiseen Pohjois-Suomen alueelle on ollut vaatimus vastata asiakkaiden tuotteiden kasvavaan kysyntään ja reagoida kysynnän nopeisiin muutoksiin. Varastoinnin seurauksena on tullut tarve selvittää varaston tehokkaaseen ylläpitoon ja toimintaa liittyviä seikkoja ja

yhdistää ja huomioida ne uudessa koko SEPackia Suomea koskevassa tietojärjestelmässä. Ensisijaisesti varastoinnin vaikutusta selvitetään hinnoittelun näkökulmasta.

Tutkimuksen kohteena on varasto, joka on perustettu Euroopan suurimpiin kuuluvan mäntyhuonekaluvalmistusta harjoittavan yrityksen Incap Furnituren (jatkossa Incap) tarpeisiin. Varastoitavat tuotteet ovat isoja, tilaa vaativia pähvilaatikkoaihioita, joita kootaan koneellisesti. Tämä luo erityisvaatimuksia pakkaustapaan ja varastointiin. Tuotteiden oikeanaikainen toimittaminen on erityisen tärkeää, koska pakkaamatta jääneet tuotteet vaikuttavat heti huomattavaan liikevaihdon vähenemiseen. Koska pakkaaminen on työvoimavaltaista, ei pakkaustoiminnan muutoksiin voida reagoida nopeasti eikä siten työntekijöille voida helposti löytää korvaavaa työtä. Myös valmistettavien tuotteiden koko on huomattava ja sen vuoksi varasto- ja tuotantotilat täytyisivät helposti pakkaamattomista komponenteista.

1.2 Tutkimusongelma ja tavoite

Tutkimuksen tavoitteena on tehostaa varastointikustannuksiin liittyviä tekijöitä. Tutkimuksen pääongelma on varastoinnin optimaalisen kustannusrakenteen selvittäminen. Tavoitteena on saada optimoinnin kautta tietoa hinnoittelujärjestelmän kehittämistä varten varastoinnin osalta ja samalla pohtia optimaalisen eräkoon määrittelyssä tarvittavien erilaisten tekijöiden vaikutusta varastointiin.

- *Mikä on optimaalinen valmistuserä koko ja kokonaiskustannuksiin vaikuttavat tekijät?*

Tutkimuksessa pyritään löytämään parhaiten nykyiseen toimintamalliin soveltuva valmis laskentamalli ja laskea optimaalinen erä koko kahdelle eri paksuiselle tuotteelle, joiden aallonpaksuus on 3 ja 4 millimetriä. Vertailtavilla tuotteilla muut ominaisuudet ja tekijät kuten koko ja valmistusreitit pysyvät samoina. Tutkimuksessa määritetään varastointiin liittyvät kustannukset, joita voidaan tarkastella ja jakaa pääosin kolmeen eri vaiheeseen,

ostokustannusten, varastointikustannusten ja tilauskustannusten määrittelyyn. Tarkastelu tehdään erikseen Incapin ja SEPackin lähtökohdista.

1.3 Tutkimusmenetelmät

Tutkimuksessa käytetään SEPackin AS/400 tietojärjestelmistä saatuja tietoja laskennan apuna. Incapin optimaalisen eräkoon laskennassa hinta ja vuosimäärä ovat määriteltä vällitsevan perustason mukaan. Muut tarvittavat tiedot kuten tilauskustannus ja korkotas o ovat teoreettisia arvoja.

SEPackin näkökulmasta optimaalisen eräkoon ja kokonaiskustannusten laskennassa tarvittava hankintahinta on selvitetty AS/400 järjestelmästä. Varastointikustannusten optimointiin ja laskentaan tarvittavat tiedot on laskettu Lasse Tarvaisen SEPackille tekemän laskentataulukon avulla. Siinä selvitetään logistiikkakustannuksia vuosikulutuksen, valmistuserän, toimituserän, sitoutuneen pääoman, kpl lavalla sekä erilaisten kuljetus-, käsittely- ja varastotilakustannusten avulla. Tuotteen paino- ja hintatiedot saadaan erikseen AS/400 järjestelmästä.

Optimaalisen erän laskentakaavana Incapin osalta käytetään EOQ mallia ja kokonaiskustannusten laskennassa EOQ mallin johtamisessa käytettävää mallia.

1.4 Viitekehys ja rajaukset

Tilauskustannukset ja valmistusmenetelmät ovat erilaiset tehtaiden välillä ja samanlaisia tuotteita voidaan joissakin tapauksissa valmistaa eri koneilla, mutta vertailu on rajattu Heinolassa sijaitsevan kantatehtaan jalostuskoneella tehtävään tuotteeseen, jolloin vertailu saadaan yhdenmukaiseksi. Erilaisten tehtailla valmistettavien tuotteiden määrä on huomattava ja siksi tutkimuksessa keskitytään vain kahteen eri aallonpaksuudeltaan olevaan tuotteeseen. Varsinaiseen kannattavuuteen perustuvat laskelmat, joita tutkimus tuottaa esitetään ainoastaan yrityksen sisäisissä raporteissa.

2. VARASTOINNIN ERITYSPIIRTEITÄ

Varastointi aiheuttaa aina erilaisia kustannuksia. Varastoihin sitoutunut pääoma voitaisiin vaihtoehtoisesti käyttää muihin toimintoihin, erityisesti kohteisiin, jotka antavat parempaa tuottoa sijoitetulle pääomalle. Varastoinnin kustannukset liittyvät pääasiassa tuotteen ja raaka-aineiden ostoon ja valmistukseen, varastointiin ja tilaustoimintaan kuuluviin kustannuksiin. Ritvasen ja Koiviston (2007, s 10) mukaan erityisesti varastointiin ja logistiikan hallintaan liittyvien kustannusten osuus on kasvanut viime vuosina, kun taas kuljetuskustannusten osuus hieman laskenut. Yksi syy voi olla paremman palvelutason tavoittelu. Riittävän kilpailukyvyyn takaamiseksi turhat kustannukset tulisi tunnistaa ja poistaa lisäarvoa tuottamattomat kustannukset toimitusketjusta.

Hankintaan liittyviä kustannuksia syntyy, kun tuotteita valmistetaan varastoon. Tuotteiden valmistus vaatii erilaisia raaka-aineita, joka sitoo pääomaa ja tuotantolaitoksissa erilaista jalostusta, joka synnyttää muuttuvia kustannuksia työntekijöiden palkkauksessa ja samalla tulisi kyetä pitämään yllä riittävää jalostuskapasiteettia ja konekantaa. Valmistustoiminta vaatii myös katetarpeen, jolla pitää pystyä kattamaan kiinteät kustannukset, kuten esim. toimihenkilöiden palkat, markkinointikustannukset sekä vaadittavan voiton.

Varastointikustannuksia syntyy tuotetta varastoitaessa. Varastointikustannuksia ovat muun muassa varastotilojen vuokrat, pääomakustannukset, henkilöstön palkat, lastaustoimintaan ja järjestelmiin liittyvät laitteet ja koneet, vakuutukset sekä mahdollisen hävikin. Kustannustaso riippuu muun muassa siitä onko varastot omassa hallinnassa ja tiloissa vai toimitaanko ulkopuolisen toimijan kanssa. Ulkopuolisille toimijoille tiloista maksetaan usein jokin neliöhinta, purku- ja lastaustoiminnoista erillinen maksu ja usein veloitetaan myös kiinteä maksu. Omassa varastossa varastoitaessa kustannukset pitää pystyä laskemaan saman periaatteen mukaisesti kuin ulkopuolisissa varastoissa. Ulkopuolisten varastokustannusten selvittely on usein helpompaa, koska kustannuksista saadaan selvät tositteet esim. tarjouspyyntöjen perusteella. Varastoitaessa omassa varastoissa työntekijät voivat hoitaa muitakin tehtäviä kuin varastointiin liittyviä ja tilojen todellisia kustannuksia ei myöskään aina saada helposti selville. Mikäli varastot perustetaan

erikseen esimerkiksi valmiille tuotteille ja niihin kohdistetaan selvästi resurssit, helpottuu kustannusten kohdistaminen ja selvittäminen.

Jokainen tilaus vaatii tilauksen tekemisen, jonka tiedot syötetään järjestelmiin. Tämä vaatii henkilöpanoksia samoin kuin varastotoimitusten ja saldojen seuranta, laskutus, inventaariot ja muut tilaus-toimitusprosessiin liittyvät toimenpiteet. Toiminnan sujuvuus riippuu paljon siitä, miten luotettavaa ja kuinka helposti tietoa on saatavissa järjestelmistä ja miten paljon toimintoja on kehitetty järjestelmätasolla. Myös asiakkaan vaatimukset toimitusten määrästä ja tavasta vaikuttavat kustannuksiin. Mitä useammin tilauksia tulee toimittaa asiakkaalle, sitä enemmän tämä vaatii seurantaa ja resursseja. Pienet erät ovat usein myös kalliimpia kuljetuskustannuksiltaan yksikköä kohti. Erilaisilla tuotteilla voi olla erilainen vaikutus niin osto- kuin tilauskustannuksiin. Usealla toimialalla valmistettava erä koko vaikuttaa tuotteen hintaan, kun isommalla määrällä saadaan helpommin aikaiseksi tavoitteena oleva katetarve. Erilaiset alkukustannukset saadaan ositettua suuremmalle määrälle tuotteita. Näin on etenkin prosessiteknikalla tuotettavissa valmistetuissa. Karruksen (1999, s 41) mukaan useimmissa yrityksissä tilauskustannuksia ei tunneta, jotka voivat vaikeuttaa erilaisen mallien käyttöä.

2.1 Varastoinnin luokittelu ja edellytykset

Varastot voidaan luokitella esimerkiksi käyttötarkoituksen mukaan raaka-ainevarastoihin, varaosa- ja tarvikevarastoihin, keskeneräisten tuotteiden varastoihin sekä valmisteverastoihin. Tersine (1988) luokittelee varastot toiminnan mukaan kiertovarastoihin, varmuusvarastoihin, kausivarastoihin, kuljetus- ja prosessivarastoihin sekä erityisvarastoihin. SEPackin Oulun varasto toimii lähinnä kierto- ja varmuusvaraston lähtökohdista.

Laadukkaan toiminnan ja virheiden minimoimisen edellytys on oikeanlaiset varastoinnin tietojärjestelmät ja informaatiovirran sujuvuus. On hyvin tärkeää, että käsiteltävä tieto on luotettavaa ja järjestelmät antavat oikeaa tietoa. Tietojärjestelmät nopeuttavat jakelun läpimenoaikaa ja helpottavat seurantaa ja raportointia. Varastosaldoja voidaan pitää

ajan tasalla, mikä auttaa tuotantoerien oikean aikaista ajoittamista varastoon, jolloin varaston kiertonopeus paranee ja sitoutuneen pääoman määrä vähenee. Suuret pikakuljetusyritykset ovat kehittäneet asiakaslähtöisiä logistiikan ja varastoinnin järjestelmiä voimakkaasti. Näissä yrityksissä voi seurata kuljetuksen etenemistä eri vaiheissa esimerkiksi rahtikirjan numeron avulla. Tehokas tietotekniikan ja internetteknologian käyttö parantaa varastosaldojen seuranta ja varastoprosessin toimivuutta voidaan paremmin ohjata (Sakki 1999, s 36). Haapanen ja Vepsäläinen (1999) mukaan verkostovarastoinnissa integroidulla tietojärjestelmällä voidaan ohjata tuotteiden saatavuutta hallitsemalla koko arvokentän tai sen verkoston tuotteiden säilytyspisteitä. Järjestelmät ovat usein räätälöity yrityksen omiin tarpeisiin, joka voi vaikeuttaa toiminnan yhteensovittamista etenkin kun logistiikkaa ulkoistetaan.

Osaava asiaan koulutettu henkilöstö on tärkeä osa kokonaisvaltaista tilaus- ja toimitusprosessia. Laatujärjestelmien lisääntyminen ja yleisen vaatimustason nousu vaatii henkilöstöltä erityisosaamista. Riippuu paljon yritystoiminnan laajuudesta ja yrityksen strategiasta miten paljon varasto- ja logistiikkatoiminnoista annetaan ulkopuolisten vastuulle. Jos oma osaaminen on puutteellista tai varastointi vaatii asiakkaan vaatimuksesta tai muuten erityisosaamista, tulee harkita toiminnan siirtämistä ulkopuolisille toimijoille. Tällöin ei saa kuitenkaan unohtaa, että varasto- ja logistiset toiminnot jätettäisiin yrityksen strategioiden ulkopuolelle, koska ne ovat usein yrityksille niin kustannuksiltaan kuin asiakaslähtöisyyden kannalta olennaisia. Logistiikkaan keskittyneillä yrityksillä prosessit voivat olla kustannustehokkaampia, koska logistiikka on heidän ydintoimintaansa, mutta toisaalta voidaan menettää tietoa palvelun tasosta asiakkaan suuntaan. Yksi syy ulkoistamiseen voi olla yrityksen tarve investoida IT-järjestelmiin, jolloin ulkopuolisella palveluntuottajalla voi olla valmis tarpeet täyttävä järjestelmä ja siten voidaan välttää pitkän, riskialttiin ja usein kalliin hankintaprosessin (Jalanka ym. 2003).

2.2 Varastoinnin tuomat kilpailuedut, hyödyt ja haitat

Hyvä palvelukyky on monen yrityksen tapa toimia asiakaslähtöisesti. Varastoinnin avulla tuotteet saadaan asiakkaalle jopa saman päivän aikana eikä asiakkaan tarvitse varata suuria tiloja varastointiin. Tavarantoimittaja voi järjestää varaston seurannan ja täyttämisen itsenäisesti, kuten SEPack toimii erään suuren toimijan kanssa. Tämä voi tapahtua esimerkiksi siten, että toimittajan edustaja tai yhteistyökumppani käy asiakkaalla fyysisesti seuraamassa varastosaldoja tai niitä seurataan tietojärjestelmien avulla. Toiminta vaatii molemminpuolista vahvaa sitoutumista ja lisää yhteistyön syvällistä kehittämistä ja lisäarvon tuottamista. Varaston perustaminen asiakkaan palvelukyvyn nostamiseksi myös sitoo enemmän osapuolia ja auttaa pitempiaikaiseen yhteistyöhön ja antaa siten mahdollisuuden kehittää toimintaa pitkäjänteisesti. Haapasen ja Vepsäläinen (1999) mukaan yhteistyötä voidaan parantaa intergraatiolla, yhteistyön edellytyksien kehittämällä sekä koordinoinnilla, millä tarkoitetaan tässä yhteydessä yhteistyön toteuttamista. Yhteistyön tavoitteena tulisi varastoinnissa olla tilanne, jossa niin asiakas kuin toimittajakin hyötyy.

Varastointi voi auttaa tuotannon tasaamisessa, mikäli tuotannossa on suuria vaihteluita kausivaihtelun tai muun syyn vuoksi. Tuotteita tehdään varastoon rauhallisempaan aikaan ja taas kiireellisempänä aikana suorita toimitustilauksia. Tuotannon tasaamisella saadut hyödyt korostuvat toimialoilla, joiden tuotannon reagoitokykyyn ei voida nopealla aikataululla vaikuttaa esimerkiksi työsopimusten vuoksi. Aloilla missä tuotannon volyyymi on suuri ja tuotesortimentti kapea, vaikutus voi korostua. Tyypillisiä sesonkituotteita ovat aaltopahviteollisuudessa vihannes- ja marjalaatikot, joiden tarve keskittyy kesäaikaan. Incapin valmistus on nykyään kuukausitasolla tasaista, mutta mikäli kysynnässä tapahtuu selvää heikkenemistä, pidetään tehdas kiinni heinäkuussa ja muut kuukaudet tasaisena.

Varastointia voi järjestää myös lakon tai suurtilauksen varalle. Tällä voidaan varmistaa liiketoiminnan jatkuvuus poikkeustilanteessa. Joissakin tapauksissa varastointia voidaan järjestää hintaspekulaation vuoksi. Tuotteita voidaan ottaa varastoon kun tiedetään os-

tohintojen nousevan, mutta riski tuotteiden vanhenemiselle ja tuhoutumiselle lisääntyy, mitä kauemmin tuotteita varastoidaan.

Jokainen tavaran käsittely ja pysähdys aiheuttaa ylimääräisiä kustannuksia ja vain poikkeustapauksissa lisää tuotteen arvoa ja siksi keskeinen tehtävä on poistaa arvoa laskevat tai kustannuksia kasvattavat vaiheet tai hallita niitä paremmin (Karrus 2005, s 26). Haittana varastoinnissa on tuotteiden hävikki erilaisista kuljetus- ja varastointirasituksista johtuen. Näitä voi olla useammasta käsittelystä johtuvat vauriot, tuotteen epäkelpoisuus elinkaaren loppuessa tai vaurioherkkyys erilaisille mekaanisille, ilmastollisille ja biologisille tekijöille. Tuotteita voidaan myös varastaa tai varasto pahimmassa tapauksessa palaa. Varaston tehokkuuteen vaikuttaa varastokorkeus. Liian suuri kuorma voi kuitenkin vaikuttaa puristumiseen ja sitä kautta tuotteen vahingoittumiseen. Etenkin aaltopahvin puristuskestävyyteen vaikuttaa varaston kosteus ja kosteuden vaihtelu (Järvi-Kääriäinen ja Leppänen-Turkula 2002, s 28). Varastot sitovat aina pääomaa, jota voitaisiin käyttää muihin mahdollisesti enemmän lisäarvoa tuottaviin kohteisiin kuten esimerkiksi tuotannon tehostamiseen ja yritysostoihin.

2.3 Varastoinnin optimoinnin menetelmiä

Varaston tehokkuuden laskentaan tarvittavat mallit Tersine (1988) jakaa sen mukaan onko kysyntä tunnettu vai tuntematon ja onko kyseessä kiinteä erä koko vai kiinteä tilausväli. Kiinteän tunnetun kysynnän täydennyseräkoon mallin lähtökohtana on tasainen, riippumaton kysyntä. Kysyntä ja täydennysaika tulee tuntea varmuudella, muuttujat käsitellään jatkuvina ja eikä pääoma- tai tilarajoitteita tule olla. Kiinteän täydennyseräkoon deterministisiä malleista Wilsonin kaavana tunnettua EOQ (Economic Order Quantity) mallia voidaan pitää perusmallina. Tämä taloudellisen tilausvälin kaava optimoi tilausvälin perustuen toimituserään liittyviin tilaus-toimituskustannuksiin ja yksikkökohtaiseen varastointikustannukseen.

Optimoinnin malleja on muuan muassa kiinteän täydennysvälin deterministinen EOI malli (Economic Order Interval). Deterministillä malleilla kysyntä on tunnettua. EOI mallia

voidaan käyttää, myös kun yhdistetään eri nimikkeiden tilauksia. Malli perustuu ennalta määrätyin väliajoin tehtäviin varastosaldojen tarkistuksiin. Tilausmäärän ei tarvitse olla EOI mallissa vakio.

Tilauspistemalleja voidaan käyttää tapauksissa missä kysyntä on epävarmaa. Mallit perustuvat hälytysrajoihin ja niiden tehokkuuteen vaikuttavat oikean tilaushetken ja täydennysajan määrittäminen. Tuotteelle määritetään hälytysraja, jonka alle mentäessä tehdään lisätilaus varastoon. Tällöin olisi hyvä tuntea toimitusaika, ettei synny puutteita asiakastoimituksiin, eikä hälytysrajaa eli tilauspistettä tarvitse pitää liian korkeana ja sitä kautta vähentää varastoon sitoutunutta pääomaa. Käytön ja seurannan tehokkuuteen vaikuttaa olennaisesti nimikkeiden varastosaldojen seurantatiheys. Seuranta voi tapahtua aina kuin tuotetta otetaan varastosta ja varastoseurantajärjestelmät voivat antaa impulssin tilaukselle, mikäli hälytysraja alittuu. Määrävälein jaksotetussa tarkastuksessa eli periodimenetelmässä varastoja seurataan määrävälein, jota voidaan muuttaa ja myös eräkoko voidaan muuttaa. Karruksen (2005, s 46) mukaan keskeiset tilauspisteen käyttöön perustuvat menetelmät voidaan jakaa 4 tapaan. Kahdessa menetelmässä saldoja tarkastetaan jatkuvasti ja tilaushetki vaihtelee, mutta eräkoko perustuu joko kiinteään tai vaihtelevaan määrään. Kaksi muuta tapaa perustuu jaksotettuun tarkastukseen ja vaihtelevaan eräkokoon, mutta tilaushetki eroaa.

3. STORA ENSO PACKAGING OY

SEPack on kansainvälinen aaltopahvin valmistaja, joka on osa Stora Enso konsernia. Aaltopahvipakkaukset ovat osa Teollisuuspakkaukset- liiketoiminta-aluetta, mihin kuuluvat myös aaltopahviraaka-aineet, laminaattipaperit, hylsytyt ja hylsykartongit sekä säkki- ja voimapaperit. Suomessa SEPack on johtava aaltopahvin valmistaja. Koko SEPackin liikevaihto oli 524 milj. euroa vuonna 2007 mukaan luettuna ulkomaiset tehtaat, josta Suomen liikevaihto oli 128 miljoonaa euroa. Muita suuria aaltopahvinvalmistajia Suomessa ovat SCA Packaging ja Peterson Packaging. Lisäksi on useita pienempiä aaltopahvin jalostajia, joilla ei ole omaa aaltopahvivalmistusta. Jalostajat ostavat raaka-aineen markkinoilta, lähinnä Suomesta ja jalostavat tuotteet itse.

SEPack toimii 9 eri maassa. SEPack Suomen tehtaat sijaitsevat Lahdessa, Heinolassa, Ruovedellä ja Tiukassa. SEPackin ulkomaan tehtaat sijoittuvat Suomen lähialueille lähinnä Baltian maihin, Ruotsiin, Puolaan, Venäjälle ja Unkariin (kuva 3.1). Suomessa tuotanto on pyritty keskittämään eri tehtaille ottaen huomioon tuotantoerien ja valmistettavien tuotteiden erilaisuus ja valmistustapa. Pienemmät sarjat on keskitetty erikseen perustettuun niin sanottuun Pikabox yksikköön ja suuremmat sarjat taas kantatehtaille. Pikabox yksikkö keskittyy enemmän käsityövaiheita vaativaan valmistukseen. Henkilöstöä Suomessa oli 2007 keskimäärin 735.

Stora Enso Packaging Euroopassa

9 eri maassa

- tehdas
- myyntikonttori

Rakenteilla offset-tehdas Balabanovoon, Venäjälle, ap-tehdas Luhovitsyyn, Venäjälle ja 2008 aloitetaan tehtaan rakentaminen Komaromiin, Unkariin.

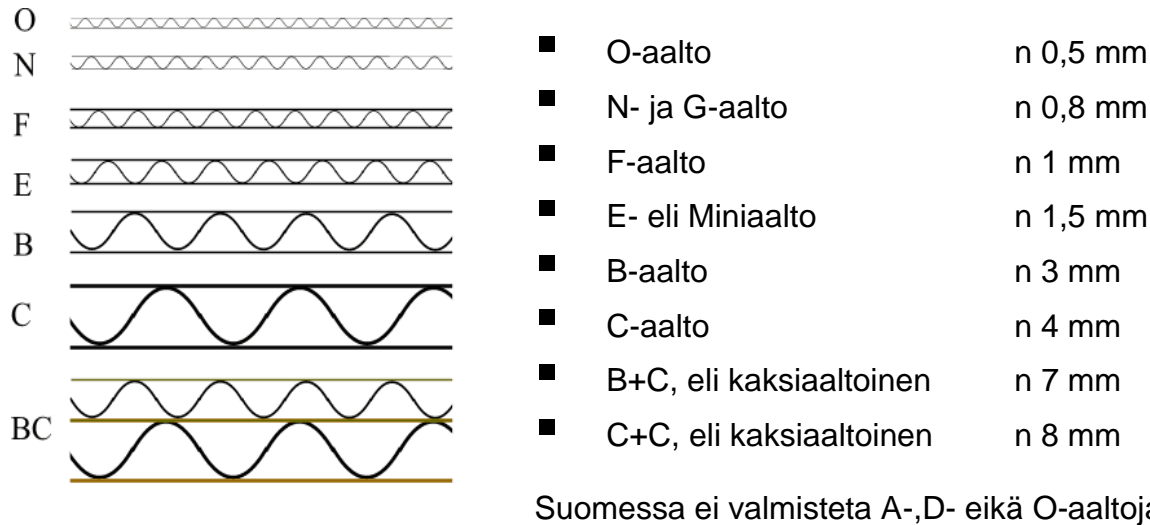


Kuva 3.1. Stora Enso Packagingin tehtaiden ja myyntikonttoreiden sijainti Euroopassa (Anon. 2008a, s 11).

3.1 Valmistettavat tuotteet

Yritys jalostaa tuotteensa aaltopahvista, joka valmistetaan yrityksen omilla aaltopahvi-tehtailla. Tuotteet valmistetaan Suomessa yksi- tai kaksiaaltoisina, jonka paksuus vaihtelee aallon mukaan (kuva 3.2). Ulko- ja sisäpinnan sekä aallotuskartongin raaka-aineina käytetään eri grammapainon kartonkeja, joiden paino ja koko vaikuttaa myös tuotteen kokonaispainoon ja samalla kuljetuskustannuksiin (Laakso 2003). Pakkauksen lujuus kasvaa aallonpaksuuden noustessa ja painatusominaisuudet paranevat taas mitä ohuempi on aallonpaksuus. Kolmiaaltoisia tuotteita ei Suomessa valmisteta riittävästi kysynnän vuoksi. Tuotteet valmistetaan pääsääntöisesti asiakkaan mitta- ja laatuvaatimusten mukaisesti. Tuotteet toimitetaan asiakkaille pääasiassa aihioina, jonka

asiakas itse kokoaa käyttötarkoitukseen sopivaksi laatikoksi. Yhtenä tärkeimmistä ydin-alueista ovat asiakkaiden logistiikkaan ja pakkauksiin liittyvien ongelmien ratkaiseminen.



Kuva 3.2 Aaltopahvin paksuus eri aaltopahviluokissa (Anon. 2002b).

Tuotteen aallon paksuudella on olennainen merkitys logistiikkakustannuksiin. Kun esimerkiksi C aaltoisia (paksuus 4 millimetriä) tuotteita mahtuu 1200 mm korkealle lavalle 300 kpl, niin vastaavalle lavalle mahtuu B aaltoista (paksuus 3 millimetriä) 400 kpl. Myös laatikon rakenne vaikuttaa lavalla olevien tuotteiden määrään. Liimattavia 0201/G rakenteella olevia tuotteita mahtuu korkeussuunnassa puolet vähemmän kuin liimaamattomia tuotteita. Aaltopahvituotteet tehdään lähes aina asiakaskohtaisilla mitoilla, joten siksi myös laatikkoaihioiden koko vaihtelee. Tällöin lavakoko, johon tuotteet on pakattu, myös vaihtelee (Laakso 2003).

Aaltopahvi on herkkä erilaisille vaurioille, etenkin kosteus- ja käsittelyvaurioille. Ilman kosteus varastotiloissa on oleellinen tekijä pakkauslaatikon kestävyys kannalta. Laatikot säilyvät hyvin optimilämpötilassa, jolloin ilman suhteellinen kosteusprosentti on noin 50, mutta kosteusprosentin ylittäessä yli 60, laatikon lujuus heikkenee nopeasti. Sopiva-

na varastointitilan kosteusprosenttina voidaan pitää 40 - 60 arvoja. Ilman lämpötilalla ei ole niin ratkaisevaa vaikutusta kestävyteen kuin kosteudella. Varaston lämpötilan optimialue on 0 - 30 astetta, mutta lämpötilavaihtelut saattavat aiheuttaa kosteuden kondensoitumista ja sitä kautta laatikon heikkenemistä. Käsittelyvaurioista tyypillisimpiä ovat aaltopahvituotteissa trukin aiheuttamat iskut sekä kuljetuksessa ja trukikäsittelyssä aiheutuvat lavojen kolhaisut. Tuotteet tulisi pakata lavoille ja käsitellä huolellisesti ja panna oikean kokoisiin lavoihin. Tuotteiden suojaaminen esimerkiksi kiristekalvolla vähentää vaurioita ja samalla estää tuotteiden likaantumista varastoinnissa ja kuljetuksessa. Yhä kiristyvät laatu- ympäristövaatimukset vaativat suojausta muuan muassa lintuinfluenssan estämiseksi.

4. TEOREETTINEN LÄHETYMINEN EOQ MALLIIN

Taloudellisen tilauserän EOQ malli johdetaan kokonaiskustannusten mallista TC. Kokonaiskustannukset saadaan ostohinnan, täydennyskustannusten ja varastointikustannusten summana.

$TC = \text{ostohinta} + \text{täydennyskustannus} + \text{varastokustannus}$

Ostohinta saadaan kun vuotuinen ostomäärä kerrotaan tuotteen hinnalla. Täydennyskustannukset saadaan kun vuotuinen ostomäärä jaetaan valmistettavalla eräkoolla ja osamäärä kerrotaan tilauksen käsittelyyn ja tekoon liittyvillä kustannuksilla. Varastointikustannukset saadaan kun valmistettava erä koko jaetaan kahdella joka kerrotaan tuotteen yksikköhinnan ja pääoman koron tulolla.

$$TC = RP + R/Q * C + Q/2 * PF$$

Optimaalisen eräkoon määrittämisessä pyritään löytämään kustannusoptimi. Optimierä koko saadaan kun vuotuisen tarpeen ja tilauskustannuksen tulo kerrotaan kahdella, joka jaetaan tuotteen yksikköhinnan ja pääoman koron tulolla ja koko yhtälöstä otetaan juuri.

$$EOQ = Q_0 = \sqrt{2RC/PF}$$

TC = Kokonaiskustannus

Q = Erä koko

F = Pääoman korko

P = Yksikköhinta

H = PF = Varastopitokustannus/yksikkö/vuosi

R = Vuotuinen tarve

C = Tilauskustannus

Q₀ = Optimierä koko

5. TULOSTEN ANALYSOINTI

Optimaalista eräkokoä tarkasteltiin erikseen Incapin ja SEPackin näkökulmasta, koska liiketaloudelliset tavoitteet aaltopahvituotteiden osalta eroavat ja Incapin lähtökohdat tilaus- toimitusprosessissa ovat pahvien suhteen erilaiset kuin SEPackin. SEPackille aaltopahvin valmistus on yrityksen ydintoimintaa ja kun taas Incapille aaltopahvilaatikon hinta on pakattavaan tuotteeseen verrattuna pieni. Valmistettava tuotantoeräköö varastoon sovitaan yhteisesti, joka perustuu arvioituun vuosikulutukseen. Tuotteelle sovitaan yksi hinta perustuen lähinnä tuotantoerän hintaan, johon on lisätty logistiikkaan liittyvät kustannukset. SEPack huolehtii riittävästä hälytysrajasta ja tekee tuotantotilaukset itsenäisesti varastoon. Tuotantotilauksien määrittämisen apuna käytetään Incapin tuotanto-suunnitelmaa, joka on määritelty useammaksi viikoksi eteenpäin. Useimmat Incapin tuotteet ovat valmistuksessa tasaisesti viikoittain. Incap pyytää toimittamaan tarvittavat tuotteet muutamaa päivää ennen pakkauspäivää. Toimitettava erä on kerrallaan pakattava määrä, joka vaihtelee tuotteittain pääasiassa 500- 3000 kpl välillä. Uuden tuotteen pakkausmäärät ovat aluksi suuremmat, mutta vakiintuvat nopeasti tietylle tasolle ja pysyvät usein kuukausia tai jopa vuosia samantasoisena.

5.1 Optimaalinen eräköö ja logistiikkakustannukset C pahvilla Incapin näkökulmasta

Incapin näkökulmasta tarkastettuna optimaalista eräkööä ja kokonaiskustannuksia määriteltäessä jouduttiin tekemään joitakin olettamuksia, koska esimerkiksi Incapin omia tilauskustannuksia ei voitu selvittää. Tilauskustannusten tarkka selvittäminen yleisestikin on vaikeaa. Tilauskustannukset koostuvat Incapin tapauksessa lähinnä saldojen seurannasta ja tarpeen määrittämisestä, tilausten teosta, toimitusten vastaanottamiseen liittyvistä tehtävistä, kuten lastin purkamisesta ja kirjaamisesta. Samoin heidän käyttämänsä pääoman korkoa ei selvitetty yrityksen johdolta. Korkokannan määritteli ostopäällikkö, jonka on hyvin perehtynyt logistiikkaan ja varastohallintaan niin työnsä kuin koulutuksen kautta. Kuitenkin tilauskustannuksien vaikutuksista voitiin saada kuvaa sijoittamalla eri tilauskustannukset tai korkoprosentin laskentakaavoihin. Optimaalisen

eräkoon selvittämisessä käytettiin EOQ (Economic Order Quantity) mallia ja sekä laskettiin kokonaiskustannukset käyttämällä EOQ johtamisen perusteena olevaa TC (Total Cost) mallia, jossa erikseen on määritetty ostohinta, täydennyskustannukset sekä varastointikustannukset. Incapin optimaalisen eräkoon ja kokonaiskustannuksien selvittelyssä tarkasteltiin vain C (4 millimetriä) aaltoista pahvia, koska hinnanero B (3 millimetriä) ja C (4 millimetriä) pahvin välillä on tarkasteltavalla tuotteella vain 1-2 prosenttia. Incapin tutkimuksessa käytettävissä laskentamalleissa näin pienellä hintaerolla ei ole olennaista merkitystä lopputulokseen.

Ostokustannuksien selvittelyssä käytettiin yhtä hintaa (P), koska tuotteiden hinta on vakio toimituserän koosta huolimatta Incapin näkökulmasta. Ostokustannusten peruslaskelmassa käytettiin vuosikulutuksena (R) tyypillistä Incapin vuosittain yhden tuotteen 50000 kpl pakkausmäärää ja hintaa (P) 1 euroa, joka voisi olla yhden tuotteen hinta. Toimintatavassa siten vuosittainen ostohinta (RP) pysyy vakiona kaikissa toimituserissä riippumatta kotiinkutsujen määrästä, eikä siten ostohinta muutu ilman erillistä neuvottelua. SE Packille jää vapaus valmistaa sovitusta valmistuseräkoosta pienempiä tai suurempia eriä.

Täydennyskustannukset saadaan kun vuosikulutus R jaetaan ostoerällä (Q) ja kerrotaan tilauskustannuksella (C). Täydennyskustannukset nousevat voimakkaasti toimituseräkoon pienentyessä. Kun tilauskustannus on 150 €, nousee vuosittainen täydennyskustannus 500 kpl toimituserällä 15000 €, kun eräkoon ollessa 3000 kpl, täydennyskustannukset ovat enää 2500 €. Isommissa erissä erot ovat jo pieniä (taulukko 5.1). Toimituserän ollessa 500 kpl, 50000 kpl vuosikulutuksella toimitettavia eriä on 100 kpl. Toimituksia on siten runsaan 3 päivän välein. Toimituserän ollessa 3000 kpl toimituksia on vuosittain noin 16. Pienet toimituserät vaativat jo huomattavat resurssit tuotteiden vastaanotossa sekä toimitusten huolehtimisesta. Täydennyskustannukset 15000 € ovat siten hyvinkin realistiset. Tilauskustannukset harvoin ovat kuitenkaan samanlaiset toimitusmäärien vaihdellessa.

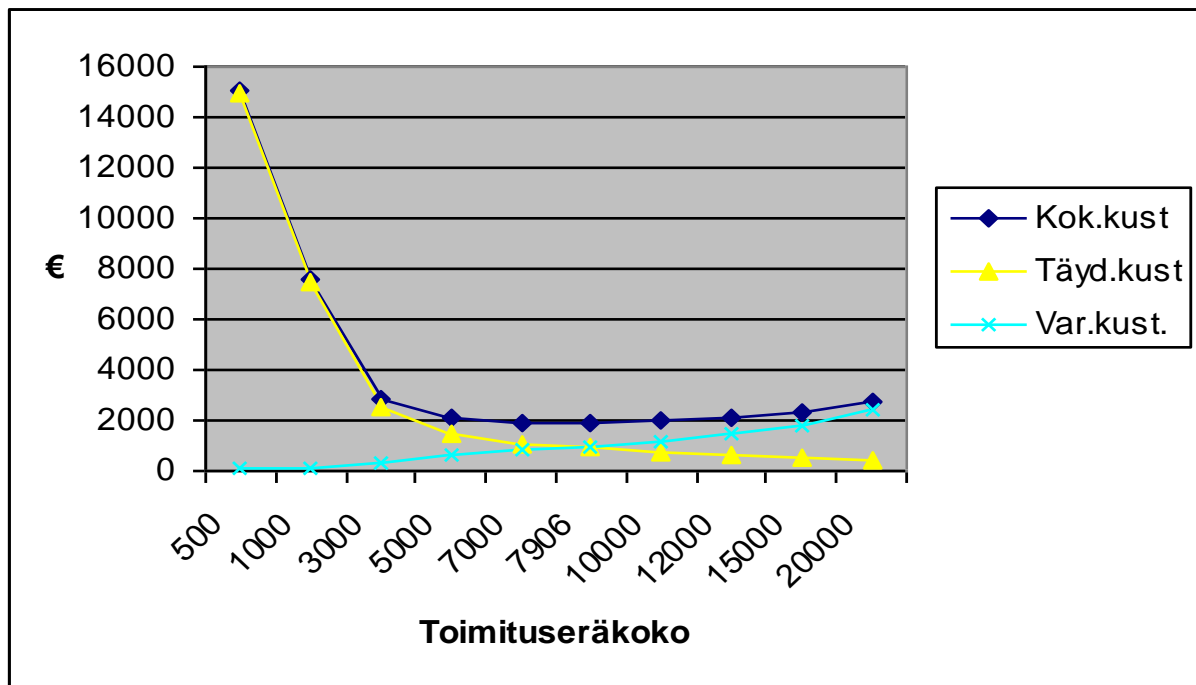
Taulukko 5.1. Kokonaiskustannukset Incapin näkökulmasta eri toimituserällä ja eri teki-
joiden vaikutus kokonaishintaan, kun laskentakorko on 24 % ja hinta 1€ ja tilauskustan-
nus 150 €.

Toimituserä- koko kpl	Kok.kust (TC) €	Ostohinta (RP) €	Täyd.kust. (R/Q*C) €	Var.kust. (Q/2*PF) €	Vuosikulut. (R) kpl	Hinta (P) €	Korko (F) %	Tilaukust. (C) €
500	65060	50000	15000	60	50000	1	0,24	150
1000	57620	50000	7500	120	50000	1	0,24	150
3000	52860	50000	2500	360	50000	1	0,24	150
5000	52100	50000	1500	600	50000	1	0,24	150
7000	51911	50000	1071	840	50000	1	0,24	150
7906	51897	50000	949	949	50000	1	0,24	150
10000	51950	50000	750	1200	50000	1	0,24	150
12000	52065	50000	625	1440	50000	1	0,24	150
15000	52300	50000	500	1800	50000	1	0,24	150
20000	52775	50000	375	2400	50000	1	0,24	150

Varastointikustannukset saadaan kun toimituserä (Q) jaetaan kahdella ja kerrotaan hin-
nan (P) ja pääoman koron (F) tulolla. Incapin osalta on käytetty ostopäällikön antamaa
24 % korkoa, jota voidaan pitää vaatimustasoltaan korkeana useammalle yritykselle.
Pääoman korkoprosentti määritetään usein yrityksen sijoitetun pääoman tuottovaati-
muksen mukaan. Varastokustannukset nousevat mallissa lineaarisesti toimituserän pie-
nentyessä (taulukko 5.1). Käytännössä on hyvin epätodennäköistä, että varastointikus-
tannukset kasvaisivat täysin lineaarisesti. Koska mallissa ei saa olla tilarajoitteita, antaa
malli mahdollisesti liian alhaisia varastointikustannuksia Incapin tapauksessa isommilla
erillä. Aaltopahvi vaatii paljon varastotilaa. Mikäli toimitettavat erät olisivat kaikilla tuot-
teilla useita tuhansia, käytännössä voitaisiin joutua perustamaan lisävarastoja, jotka toi-
sivat kerralla ylimääräisiä lisäkustannuksia. Incap pyytää toimituserän muutamaa päivää
ennen, jonka se pakkaa lyhyen varastoinnin jälkeen. Tällöin ei myöskään makseta tuot-
teita ennenaikaisesti, mutta jos toimituserä on suuri, jäävät osa maksetuista tuotteista
varastoon ja näin sidotaan pääomaa turhaan.

Kokonaiskustannukset nousevat Incapin näkökulmasta voimakkaasti toimituserän olles-
sa 3000 kpl tai sitä pienempi. Kokonaiskustannusten nousuun vaikuttavat eniten täy-

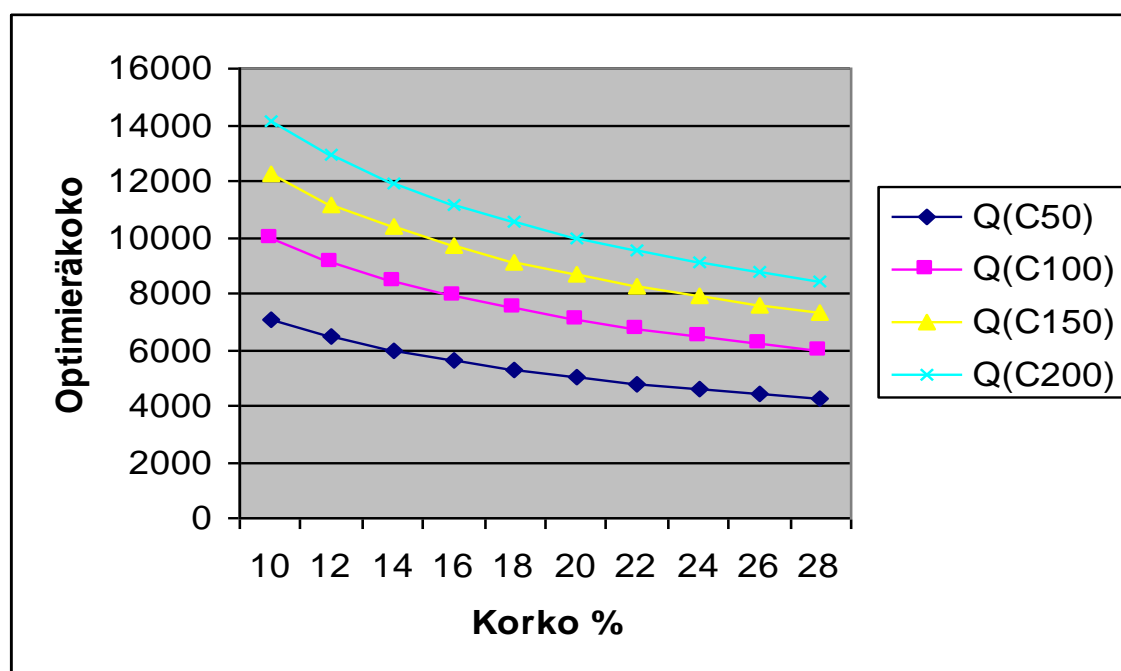
dennyskustannusten huomattava nousu toimituserän pienentyessä, kun taas itse varastokustannuksilla ei ole suurta merkitystä etenkin pienemmillä toimituserillä. Kuvasta (5.1) voidaan nähdä, että eräkokoja 3000 kpl suuremmilla toimituserillä ei ole enää suurta vaikutusta kokonaiskustannuksiin. Kokonaiskustannukset laskevat noin 8000 toimituserään asti ja alkavat nousemaan, koska varastointikustannukset nousevat enemmän kuin täydennyskustannukset laskevat. Varastointikustannuksiin vaikuttavat mallissa sidottu pääoma, mutta ei esim. mahdolliset tilavuokrat tai siihen muuten liittyvät muut kustannukset.



Kuva 5.1. Täydennys- ja varastokustannusten vaikutus kokonaiskustannuksiin vakioisen ostohinnan 50000 € päälle.

Optimaalinen eräkoko EOQ Incapin näkökulmasta tarkasteltuna on 7906 kpl kun vuotuisen ostomäärä (R) on 50000 kpl, hinta (P) 1€, korkotaso (F) 24 % ja tilauskustannus 150 €. Tällöin kokonaiskustannukset ovat 51897 € (taulukko 5.1).

Optimaalinen toimituserä koko suurenee korkotason pienentyessä hinnan ja vuosimäärän pysyessä vakiona. Näin tapahtuu riippumatta tilauskustannuksesta. Mitä pienempi on tilauskustannus, sitä vähemmän korkotaso vaikuttaa optimaaliseen eräkoko (kuva 5.2). Esimerkiksi vuosimäärän ollessa 50000 kpl ja hinnan 1€, on optimaalisen eräkoon ero tilauskustannuksien 50 € ja 150 € välillä 10 % korkotasolla 5176 kpl. Vastaavilla tilauskustannuksilla 28 % korkotasossa ero on 3093 kpl.



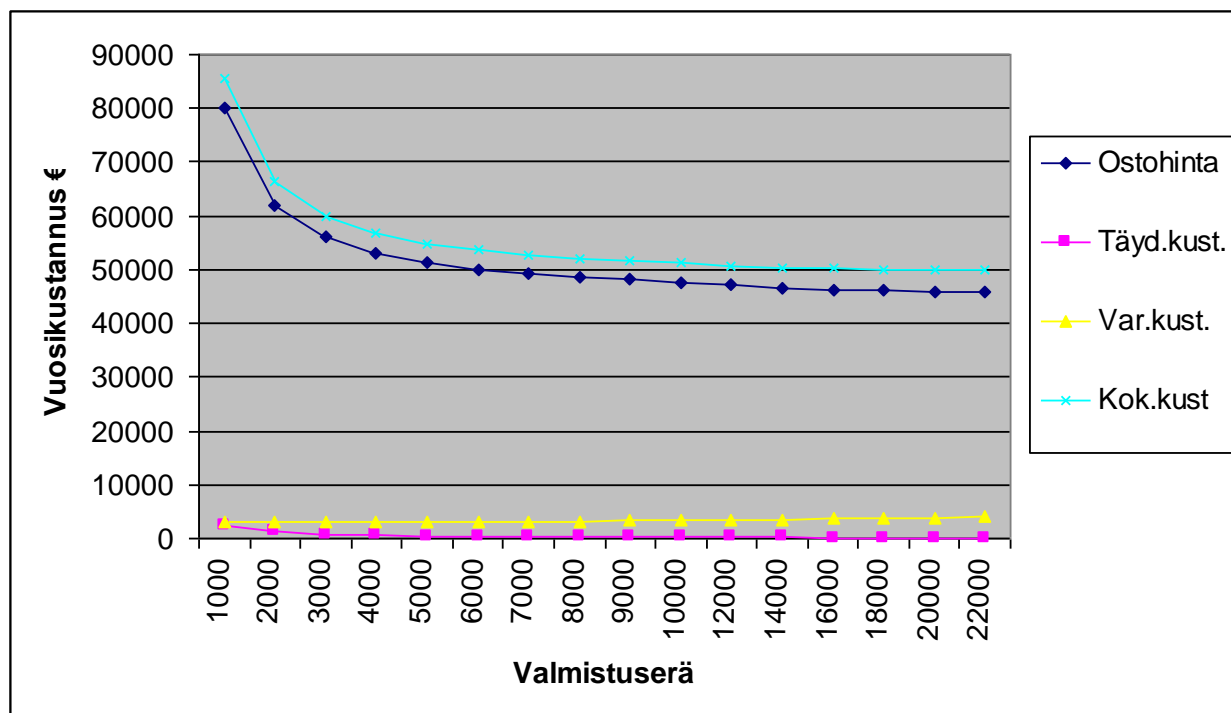
Kuva 5.2 Optimaalinen erätkoko (Q) eri korkotasolla tilauskustannuksilla (C) 50, 100, 150 ja 200 euroa, kun vuosimäärä (R) on 50000 kpl ja hinta (P) 1€.

Koska tilauskustannuksella on huomattava vaikutus kokonaiskustannuksiin, tulee yrityksen pyrkiä vaikuttamaan niiden vähentämiseen. Mitä isompi on tilauskustannus, sitä suurempi on optimaalinen erätkoko ja sitä enemmän sitoutuu pääomaa toimituserään. Yleisesti ottaen optimaalista erätkokoa tulisi saada alaspäin tilauskustannuksia vähen-

tämällä. Kuitenkin yrityksen tietyn korko- ja tilauskustannustason vallitessa eräkoon pienentäminen tai suurentaminen optimieräkoosta lisää kustannuksia joko varastokustannusten tai täydennyskustannuksien noustessa toista suhteellisesti enemmän.

5.2 Optimaalinen eräkooko ja logistiikkakustannukset B ja C pahvilla SEPackin näkökulmasta.

Kuten edellä läpikäytiin, ei Incapin näkökulmasta katsottuna toimitettavan kotiinkutsuerän muutos vaikuta tuotteen hintaan sen jälkeen kun hinta on sovittu. SEPackin näkökulmasta katsottuna eräkoolla on kuitenkin huomattava vaikutus hintaan, jos poiketaan sovitusta valmistuseräkoosta. SEPackin näkökulmaa tarkastellaan siten eri lähtökohdista. Mitä pienempi valmistuseräkooko on, sitä korkeampi on hinta. Eräkooko on selvästi suurin hintaan vaikuttava tekijä pienillä toimituserillä (kuva 5.3). SEPackin tapauksessa ostohinta on tuotantoerän hinta. Vuotuinen ostohinta saadaan, kun ostohinta kerrotaan vuotuisella kulutuksella. Tuotantoerän ollessa 1000 kpl, ostohinta vuotuisella 50000 kpl kulutuksella on 80090 euroa, 5000 kpl erässä vuosittaiseksi ostohinnaksi tulee 51305 euroa, 10000 erässä 47710 euroa ja 20000 kpl erässä 45910 euroa (taulukko 5.2). Ostohinta alenee aluksi nopeasti eräkoon noustessa, mutta tasaantuu isommilla erillä (kuva 5.3)



Kuva 5.3 TC mallin mukaiset kokonaiskustannukset osto-, täydennys- ja varastointikustannusten funktiona.

Täydennyskustannuksien laskennassa käytettiin tilauskustannuksena 50 euroa ja vuosimääränä 50000 kpl. Tilauskustannusta ei erikseen tarkkaan selvitetty, mutta 50 € tilauskustannusta voidaan pitää hyvinkin suuntaa antavana. Eräkoon muutoksella ei ole paljonkaan vaikutusta tilauskustannuksen määrään, koska tilaustoimintaa vaikuttavat tekijät eivät muutu eräkoon muuttuessa. Tilauksen syöttöön eikä saldojen seurantaan käytetty aika ei lisääny tilausta kohti toimituseräkoossa suurentuessa. Tilauskustannukset sisältävät lähinnä varastoinnista johtuvien ylimääräisten tilauksien teon järjestelmiin ja saldojen seurannan. Tilauskustannus on pienempi SEPackin laskelmissa kuin Incapin, koska esim. lastaustoiminnan kustannukset sisältyvät SEPackilla laskelmissa varastointikustannuksiin.

Täydennyskustannus saadaan kun vuosikulutus jaetaan eräkoolla, jolla saadaan toimituskertojen määrä ja joka kerrotaan tilauskustannuksella. Täydennyskustannukset nousevat mitä pienemmästä valmistuseräkoosta on kysymys. Nousu on aluksi korkeampi,

mutta tasaantuu nopeasti eräkoon noustessa. Isoissa muutaman tuhannen erissä täydennyskustannusten osuus kokonaiskustannuksista on jo pieni. Kun valmistettava erä on 1000 kpl, täydennyskustannukset ovat 2500 euroa vuodessa, 10000 eräkoossa 250 euroa ja 20000 kpl eräkoossa enää 125 euroa (taulukko 5.2).

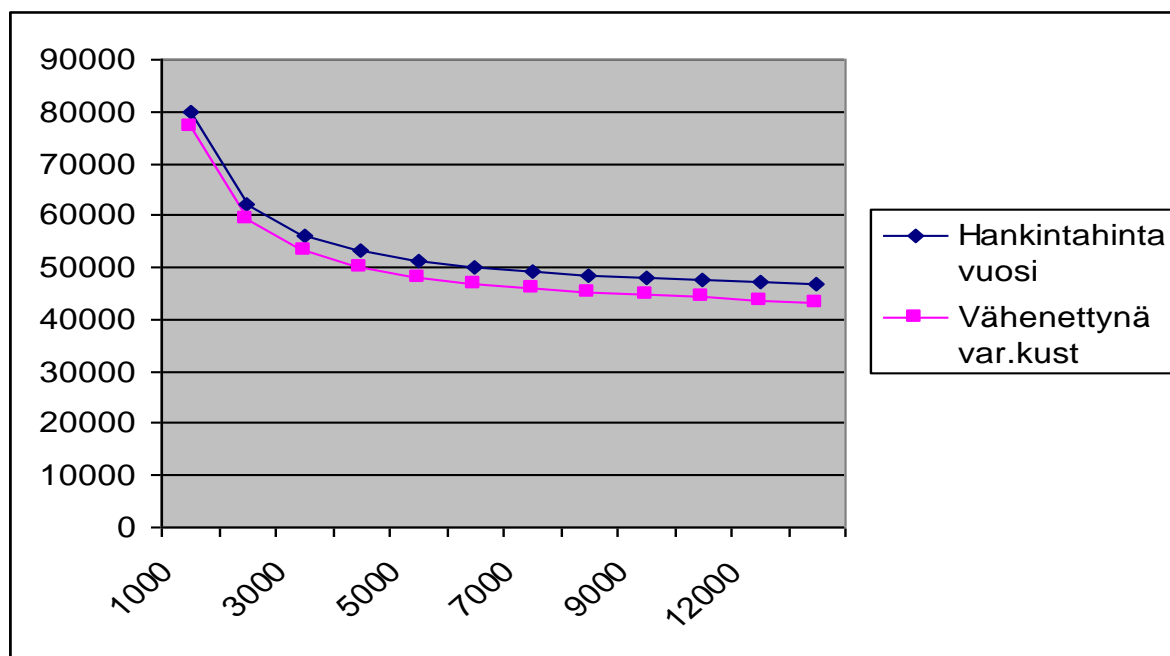
Taulukko 5.2. Erään C (4 millitä) aaltoisen tuotteen kokonaishinta vuodessa SEPackin näkökulmasta eri valmistuseräkoolla, kun tilauskustannus on 50 € ja vuosikulutus 50000 kpl.

Erä koko Kpl	Kok.kust €/vuosi	Ostohinta €/vuosi	Täyd.kust. €/vuosi	Var.kust. €/vuosi
1000	85590	80090	2500	3000
2000	66315	62100	1250	2965
3000	59928	56105	833	2990
4000	56760	53105	625	3030
5000	54885	51305	500	3080
6000	53657	50105	417	3135
7000	52792	49250	357	3185
8000	52158	48605	313	3240
9000	51678	48105	278	3295
10000	51310	47710	250	3350
12000	50773	47105	208	3460
14000	50429	46675	179	3575
16000	50196	46355	156	3685
18000	50044	46105	139	3800
20000	49945	45910	125	3910
22000	49864	45725	114	4025

Varastointikustannukset laskettiin Lasse Tarvaisen laatimalla varastointikustannusten laskentaa kehitettyllä taulukkolaskentaohjelmalla. Varastointikustannukset ovat suuremmat SEPackin näkökulmasta kun niitä verrataan Incapin varastointikustannuksiin. SE-Pack varastoi tuotteita pidempään ja joutuu pitämään puskuria asiakkaan hyväksi ja joutuu hankkimaan erilliset varastotilat varastoinnin toteuttamiseen. Myös kuljetuskustannukset suurenevat yksikköä kohti, mitä pienemästä toimituserästä on kyse. Toimitusehdon logistiikkapalveluissa on DDU, jolloin kuljetuskustannukset ovat SEPackin vastuulla. Kuljetuskustannukset sisältyvät SEPackin tapauksessa varastointikustannuksiin.

Varastointikustannukset ovat täydennyskustannuksia suuremmat kaikissa selvitettyissä valmistuserissä. Varastointikustannukset ovat pienemmillään 2000 kpl valmistuseräkoossa, jolloin ne ovat vuosittain 2965 euroa ja kasvavat sitä pienemmissä ja suuremmissa erissä. Varastointikustannukset ovat 3080 euroa 5000 kpl toimituserässä, 3350 euroa 10000 kpl erässä ja 3910 euroa 20000 kpl erässä (taulukko 5.2). Pienimmän ja suurimman vuosittaisen varastointikustannuksen välinen ero on runsas 26 prosenttia.

Varastointikustannuksilla on selvä merkitys ostohintaan. Varastointikustannus tulee olla erikseen lisättyä asiakkaan ostaman tuotteen hintaan. Varastointikustannukset vaikuttavat hankintahintaan sitä enemmän mitä suurempi on valmistuserä (kuva 5.4). Kun asiaa huomioidaan katteiden avulla, niin ero on vieläkin suurempi, koska isommilla erillä katteet ovat pienemmät kuin pienillä valmistuserillä. Näitä tietoja ei kuitenkaan julkaista tässä tutkimuksessa.



Kuva 5.4. Varastokustannusten vaikutus vähennettynä hankintahinnasta C pahvilla.

Varastointikustannuksen osuus esim. 3000 kpl erässä ostohinnasta on runsas 5 %, kun 22000 kpl erässä varastoinnin osuus on lähes 9 %.

Optimaalisena eräkoko SEPackilla saadaan selvittämällä eräkoko, joka on kokonaiskustannuksiltaan pienin. Suurin selvitettävä eräkoko 22000 kpl C pahvilla antoi pienimmän kokonaiskustannuksen ja on siten optimaalisin eräkoko tarkasteltavissa eräkoossa. Optimaalinen eräkoko on suurempi kuin 22000 kpl. Kuitenkin eräkoko on niin suuri, että tilavaatimukset tulisi erikseen selvittää. Eräkoko kestäisi varastossa n 5 kk ja joka on pitkä aika pahvien varastoinnille ja vaarana voi olla muun muassa erilaiset varastointiriskit.

Edellä kokonaiskustannuksia ja optimaalista eräkoko on tarkastelu C (4 millinä) aaltoisella pahvilla. Kun asiaa SEPackin tapauksessa tarkastellaan B (3 millinä) aallon pahvilla käyttäytyy kokonaiskustannuksiin vaikuttavat tekijät kuten 4 millin pahvilla, mutta eri suuruisina täydennyskustannuksia lukuun ottamatta, jotka pysyvät samoina 3 ja 4 millin pahveilla (taulukko 5.3).

Taulukko 5.3. Erään B (3 millinä) aaltoisen tuotteen kokonaishinta vuodessa SEPackin näkökulmasta eri valmistuseräkoolla, kun tilauskustannus on 50 € ja vuosikulutus 50000 kpl.

Eräkoko Kpl	Kok.kust €/vuosi	Ostohinta €/vuosi	Täyd.kust. €/vuosi	Var.kust. €/vuosi
1000	84665	79455	2500	2710
2000	65390	61470	1250	2670
3000	59003	55470	833	2700
4000	55835	52470	625	2740
5000	53960	50675	500	2785
6000	52732	49480	417	2835
7000	51817	48615	357	2845
8000	51193	47980	313	2900
9000	50718	47480	278	2960
10000	50345	47075	250	3020
12000	49823	46480	208	3135
14000	49454	46050	179	3225
16000	49231	45730	156	3345
18000	49079	45480	139	3460
20000	48880	45180	125	3575
22000	48904	45115	114	3675

Kokonaiskustannukset laskevat B pahvilla voimakkaasti kun eräkoko suurennetaan ja ovat vuositasolla pienemmillään, kun eräkoko on 20000 kpl, jonka jälkeen kokonaiskustannukset jälleen nousevat. Samalla eräkoko 20000 kpl on tutkituista eräkoosta optimaalinen eräkoko, koska kokonaiskustannukset ovat silloin pienemmillään (taulukko 5.3).

5.3 B ja C pahvin optimaalinen eräkoon ja logistiikkakustannuksien välinen vertailu SEPackin näkökulmasta.

Vuosittaisen ostohinnan ero B ja C pahvin välillä on suuremmillaan 50000 kpl vuotuisella ostomäärällä, kun eräkoko on 20000 kpl, jolloin vuotuinen hintaero on 730 euroa B pahvin ollessa halvempi (1.6 %). Hint erot euroissa pysyvät lähes samansuuruisina muita eräkokoja tarkasteltaessa B pahvin ollessa 610 – 635 euron halvempi kuin C pahvi (0.8 – 1.4 %).

Varastointikustannukset vaihtelevat B ja C pahvin välillä 290 ja 350 euron välillä B pahvin varastointikustannuksien ollessa halvemmat. Hint aero euroissa on lähes saman suuruisen eräkoon 6000 kpl asti ja nousee sen jälkeen 325 – 350 euron välille. Hint aero prosentteissa vaihtelee 9.4 ja 12 välillä. Hint aero prosentteissa pääsääntöisesti alenee eräkoon kasvaessa.

Kokonaiskustannuksien ero B ja C pahvin välillä vaihtelevat 1.1 – 2.2 prosentin välillä. Hint aero suurenee pääsääntöisesti eräkoon suurentuessa. Ero on suuremmillaan, kun eräkoko on 20000 kpl, jolloin ero on 1065 euroa (2.2 %) ja ero on pienin kun eräkoko on 1000 - 6000 kpl välillä, milloin ero on kaikissa näissä eräkoossa 925 euroa (1,1 - 1,8 %). Ostohinnalla on suurempi vaikutus kokonaiskustannuksien eroon B ja C pahvin välillä kuin varastointikustannuksilla vaikka B ja C pahvin väliset prosentuaaliset erot ovat suuremmat varastointikustannuksia vertailtaessa kuin ostohintaa vertailtaessa. Tähän on syynä ostohinnan selvästi suurempi vaikutus kokonaishintaan kuin varastoinnin vaikutus. Täydennyskustannukset eivät muutu B ja C pahvin välillä.

6. JOHTOPÄÄTÖKSET

Tutkimus osoittaa etenkin sen, että pieniä alle 3000 kpl eriä ei kannata valmistaa niin Incapin kuin SEPackin lähtökohdista katsottuna. Pienien erien valmistaminen on SE-Packille kallista prosessiluontoisesta valmistusmenetelmästä johtuen, joka luonnollisesti näkyisi hinnassa myös Incapin kannalta, mikäli pieniä eriä valmistettaisiin. Incapin kannalta taas pienien erien tilauskustannusten vaikutus on suuri. Siksi juuri näihin tilauskustannuksiin kannattaisi Incapin panostaa erilaisilla tilaus- ja toimitusprosessiin liittyvillä toimilla. Myös heidän tuotantonsa on prosessilähtöistä, joten myös heillä voisi olettaa isompien erien valmistamisen olevan kannattavampaa ottamatta tarkemmin kantaa asiaan.

Optimaalinen toimituserä koko niin Incapin näkökulmasta kuin SEPackin näkökulmasta osoittautui selkeästi korkeammaksi, kuin nykyiset toimitus- ja valmistuserät keskimäärin ovat. Valmistuserät ovat olleet käytännössä tällä tuotteella 4000 – 6000 kpl välillä, joiden kokonaiskustannusten erot optimiin ovat kuitenkin pienet, mutta samalla on voitu välttää pienien erien korkeammat kustannukset. Useissa tuotteissa, lähinnä laatikkoaihoissa, yli 6000 kpl valmistuserät vaativat paljon tilaa, kun ottaa huomioon myös vaadittavan varmuusvarastotarpeen, voi hetkellinen varastomäärä olla valmistuseräkoko selvästi suurempi. Voidaan kuitenkin todeta, että mikäli varastomäärät olisivat hetkellisesti erisyyttä johtuen tuhansia kappaleita yli nykyisen tason, sillä ei ole taloudellisesti suurta merkitystä tuotteen kannattavuuteen. Liian suuriin varastoihin ei kuitenkaan voida nykyisellään mennä, koska varastojen kapasiteetti tulisi vastaan ja tuotteiden elinkaaren ennusteisiin tulisi saada enemmän varmuutta, ettei epäkuranttien määrä nousisi. Koska laatikot tehdään asiakkaalle mittavaatimusten mukaan, ei käyttämättömille laatikoille olisi järkevää käyttöä. Asiakkaan kanssa tehtävien varastointisopimuksien avulla voitaisiin vähentää mahdollisesti varastoon jäävien tuotteiden määrää elinkaaren loppuessa, koska vastuu ennusteiden oikeellisuudesta olisi asiakkaalla ja niiden hallinta saataisiin yhteiseksi tavoitteeksi.

Nykyistä varastointisopimusta, missä ei ole varastointiaikaan sidottua velvoitusta, voidaan pitää edullisena nykyisessä toimintaympäristössä. Riittävän suurella eräkoolla vältetään puutekustannukset ja jatkuvat saldojen seuraamiset. Kun tiedetään, ettei tuotantotilauksilla ole akuuttia kiirettä eikä niiden suuremmalla valmistusmäärällä ole haittaa, voi tuotanto ohjata ja tasata tuotantoaan paremmin varastoon tehtäviä toimituserillä ja samalla estää turhat tuotantotilausten kiirehtimiset, jotka voivat haitata tehtaan tuotannon läpivirtausta.

Kokonaiskustannuksiltaan B ja C pahvin välistä eroa ei voida pitää kovin suurena. SE-Packin varastointilaskelmissa kuljetuskustannukset ovat tonnilaskutukseen perustuvia ja siten niillä ei ole B ja C pahvin kannalta suurta merkitystä, koska B ja C pahvin painot ovat tällä tuotteella lähes samansuuruiset kartonkien samanlaisesta grammapainosta johtuen. Mikäli kuljetuksen laskutusperuste olisi lavapaikkoihin perustuvat, kuten monella kuljetusyrittäjällä on, tulisi aallonpaksuus ottaa huomioon laskelmissa, koska B pahvi vie huomattavasti vähemmän tilaa kuin C pahvi. Etuna B pahvilla on myös pienempi tilavaatimus varastoitaessa. Kuljetukset sisältyvät tärkeänä osana logistiseen prosessiin ja siksi myös niiden tehostaminen olisi tärkeää yhdessä kuljetusyrittäjän kanssa. Riittävien kuljetusmäärien kuljettaminen kerralla tulisi olla kaikkien toimijoiden yhteinen tavoite. Asiakas loppukädessä joutuu maksamaan tehottomasta toiminnasta aiheutuneet ylimääräiset kulut. Jos laadullista tai speksien mukaista estettä ei B ja C pahvin käytölle ole Incapin loppuasiakkaalla, kannattaisi tuote siirtää pakattavaksi nykyisen C pahvin tilalta B pahviin, koska hyötyä tulisi myös ostohinnassa varastointikustannuksien lisäksi, samoin kuin edellä mainituista varastoinnin ja kuljetuksen tilakysymykseen liittyvistä tekijöistä.

Tutkimuksen toi esille yksittäisen tuotteen kokonaiskustannuksien käyttäytymisen sitä varastoitaessa. Jatkotutkimuksena voisi syvällisemmin selvittää yksittäisen tekijän vaikutusta varastointikustannukseen, kuten esimerkiksi kuljetuksen osuutta varastointikustannuksista. Mahdollisessa jatkotutkimuksessa voisi laatia mallit hinnoittelujärjestelmää varten, joka tavoitteena olisi yksinkertaisella tavalla ottaa huomioon varastoinnin osuuden tuotteen hinnassa. Näin saataisiin myynninseurantaan luotettavampaa tietoa. Joka tapauksessa on tärkeää tunnistaa varastointiin liittyvät kustannukset, koska vaatimus va-

varastoinnin järjestämiseen aaltopahvituotteissa ei ainakaan odoteta lähiaikoina vähenevän, koska selviä tilausohjautuvuuteen tähtääviä toimia ei näyttäisi aaltopahviteollisuudessa lyhyellä aikajaksolla olevan. Kuitenkin on huomioitava, että varastoinnin järjestäminen yksittäiselle asiakkaalle tulee pohtia tapauskohtaisesti. Yrityksillä voi olla erilainen suhtautuminen ja tavoitteet tuotteiden tilaus- ja toimitusprosessissa, riippuen myös siitä onko kyseessä toimittaja vai asiakas tai kuinka tärkeästä tuotteesta on kyse. Siksi on tärkeää selvittää kaikkien osapuolien tavoitteet ja sitoutuminen, ennen kuin varastointia aloitetaan. Partnershipin tavoitteena tulee olla kumpaakin hyödyttävä tilanne.

LÄHTEET

Anon. 2008a. <http://insite.storaenso.com/CDAvgn/showDocument/0,,12928,00.pdf>

- Anon. 2002b. www.aaltopahvi.fi [lyhyt ap kurssi. ppt].

Haapanen, M. Vepsäläinen, A. P. J. 1999. Jakelu 2020, asiakkaan läpimurto. Jyväskylä. Gummerus

Jalanka, J. Salmenkari, R. & Winqvist, B. 2003, Logistiikan ulkoistaminen. Helsinki. Suomen logistiikkayhdistys ry

Järvi-Kääriäinen, T. & Leppänen-Turkula, A. 2002. Pakkaaminen, Perustiedot pakkauksista ja pakkaamisesta. Helsinki. Hakapaino

Karrus, K.E. 2005. Logistiikka, 3-5.painos. Helsinki. WSOY

Laakso, O. & Rintamäki T. 2003. Production and Converting of Gorrugated Board. Jyväskylä, Gummerus Kirjapaino Oy.136 s.

Logistiikkaselvitys 2006. Liikenne- ja viestintäministeriö. Loppuraportti

Murphy, P.P. & JR. & Wood D.F. Contemporary logistics. 9. painos. Upper Saddle River (NJ): Person Prentice Hall, cop.2008.

Ritvanen, V. & Koivisto, E. 2007. Logistiikka PK yrityksissä, hankinta kilpailutekijänä. Helsinki. WSOY Oppimateriaalit Oy.

Sakki, J. 1999. Logistinen Prosessi. 4 uudistettu painos. Jouni Sakki Oy.

Tersine, Richards. J. 1988.Principes of inventory and material management. New York:North-Holland.