

Tommi Saira

VARASTON KAPASITEETIN OPTIMOINTI

Menetelmä varaston tila- ja käsittelykapasiteetin
hallintaan

Opinnäytetyö
Logistiikka

Joulukuu 2015



Tekijä	Tutkinto	Aika
Tommi Saira	Insinööri (AMK)	Joulukuu 2015
Opinnäytetyön nimi		
Varaston kapasiteetin optimointi – Menetelmä varaston tila- ja käsittelykapasiteetin hallintaan		71 sivua 3 liitesivua
Toimeksiantaja		
Posti Oy		
Ohjaaja		
Eeva-Liisa Kauhanen, Lehtori KTM		
Tiivistelmä		
<p>Opinnäytetyö käsittelee varaston toiminnallista optimointia kvantitatiivisten menetelmien ja loogisen päättelyn tuoman kokonaisuuden avulla. Työn tavoitteena on kehittää laskentatapa ja selvittää tarvittavat tiedot menetelmää varten. Menetelmän tavoitellut edut perustuvat varaston hyvän tuotesijoittelun tuomiin operatiivisiin hyötyihin sekä olemassa olevien tuotannon tekijöiden käyttöasteen parantamiseen. Työ pohjautuu kolmeen pääteoriaan, joita ovat toimintolaskenta, tuotteiden luokittelumenetelmät ja menekin ennustaminen.</p> <p>Toimintolaskenta on kustannuslaskentamenetelmä, jossa yrityksen kustannuksia kohdennetaan aiheuttamisperiaatteella yksikkökustannusten muodostamiseksi. Tätä menetelmää käsitellään ensin laajemmin teorian näkökulmasta ja empiirisessä osiossa sitä sovelletaan varastopaikkojen luokitteluun kustannusperusteisesti. Tuotteiden luokittelua käsitellään ensin teoreettisesta näkökulmasta käyden läpi olemassa olevia menetelmiä ja malleja tuotteiden luokittelemiseksi logistiikassa. Työn empiirisessä osiossa tuotteita luokitellaan teorian pohjalta soveltuvilla malleilla. Menekin ennustamista käsitellään teoriaosiossa menekin vaihteluun johtavien syiden, varsinaisten ennustusmenetelmien ja logistisen ennusteen näkökulmasta. Empiirisessä osiossa tuotteille laaditaan tuotekohtaisia ennusteita, joita hyödynnetään proaktiivisen tuotesijoittelun mahdollistamiseksi.</p> <p>Viimeisenä tutkimusvaiheena käsitellään edellä kuvattujen teorioiden yhdistäminen yhdeksi kokonaisuudeksi, synteesiksi, jossa loogisten johtopäätösten avulla voidaan laatia yksittäistä tuotetta koskevia päätelmiä. Johtopäätöksissä käsitellään työn vastavuotua toimeksiantoon ja menetelmän vahvuuksia, heikkouksia ja epäkohtia.</p> <p>Lopputuloksena saadaan menetelmä ja laskentaperusteet tila- ja käsittelykapasiteetin hallintaan. Lisäksi erityisesti toimintolaskenta tuottaa arvokasta kustannustietoa toimeksiantajan toiminnasta. Lopuksi annetaan suosituksia menetelmän parantamiseksi ja eteenpäin viemiseksi.</p>		
Asiasanat		
varasto, optimointi, tuotesijoittelu, toimintolaskenta, tuotteiden luokittelu, menekin ennustaminen		

Author	Degree	Time
Tommi Saira	Bachelor of Engineering	December 2015
Thesis Title		
Warehouse Capacity Optimization – Method for Warehouse Space and Handling Capacity Management		71 pages 3 pages of appendices
Commissioned by		
Posti Oy		
Supervisor		
Eeva-Liisa Kauhanen, Senior Lecturer, MBA		
Abstract		
<p>This bachelor's thesis is focused on a holistic approach to warehouse operational optimization by quantitative methods and logical deduction. The objective of the thesis is to develop principles and identify data requirements for the method. Targeted benefits are based on operational advantages and improved utilization of factors of production using enhanced warehouse product location maintenance. The thesis is founded on three theoretical cornerstones: Activity Bases Costing, methods of product classifications, and logistical forecasts.</p> <p>Activity Based Costing is a method of costs allocation to calculate unit costs based on their factors of production usage by matching principle. This method is first discussed from a theoretical perspective and later on adapted to practice where each warehouse location is valued and classified. The same approach is used for methods of product classification, which is first approached from the theoretical logistics perspective and later on in the research part applicable methods are used to identify products' logistical features. Forecasts are also heeded in the thesis. The theory concentrates on motives in demand variation and actual methods of creating prognoses, whilst in the research part product level predictions upon selected methods and data are made. Results of each prediction are generalized and simplified using classifications.</p> <p>Ultimately the analyses are aggregated and logical deduction takes place. A synthesis, holistic summary of analytical results and logics provides product-specific conclusions for warehouse location selection considering costs, features of products and forecasts. In the conclusions correspondence to the assignment as well as strengths and weaknesses of method are pondered.</p> <p>As a result this bachelor's thesis provides a method and principles for space and handling capacity management in a warehouse. In addition, specifically Activity Based Costing provides valuable cost calculations for the activities of the commissioner. Furthermore, guidelines and recommendations to develop the model are given. In the end, method can and should be developed further.</p>		
Keywords		
warehouse, optimization, product placement, Activity Based Costing, Product Classification, Forecasts		

SISÄLLYS

1	ESIPUHE	6
2	JOHDANTO	7
3	TUTKIMUS	10
3.1	Tutkimustehtävän rajaus ja tutkimusongelmat	10
3.2	Tutkimusmenetelmät ja työ toteutus	12
3.3	Teoreettinen viitekehys	14
4	SOVELLETTAVAT MENETELMÄT	15
4.1	Toimintolaskenta.....	15
4.1.1	Toimintoajattelu.....	16
4.1.2	Kustannusten kohdistaminen ja toimintolaskenta.....	19
4.1.3	Benchmarking	22
4.2	Tuotteiden luokittelu.....	25
4.2.1	Tilastollinen ryhmittely	25
4.2.2	ABC-analyysi ja tuotteiden luokittelu	26
4.2.3	ABCXYZ-analyysi.....	29
4.3	Tuotteen elinkaari ja sesongit	32
4.3.1	Tuotteen elinkaari.....	32
4.3.2	Sesongit ja menekin vaihtelu.....	36
4.3.3	Menekin ennustaminen	36

5	EMPIIRINEN OSIO.....	39
5.1	Posti Oy.....	40
5.1.1	Paketti- ja logistiikkapalvelut.....	40
5.1.2	Kohdeyksikkö.....	41
5.2	Paikkojen luokittelu.....	46
5.2.1	Kustannusten kohdentaminen.....	46
5.2.2	Yksikkökustannus.....	49
5.2.3	Paikkojen luokittelu 1-2-3.....	52
5.3	Tuotteiden luokittelu kohdeyksikössä.....	53
5.3.1	Tuotteen soveltuvuus.....	53
5.3.2	XYZ-luokittelu.....	56
5.4	Tuotteen elinkaarivaiheen ja sesonkien tunnistaminen.....	58
5.4.1	Tutkimusotannan käsittely.....	59
5.4.2	Tutkimusvaiheen tulokset.....	60
5.5	Analyysien yhteenveto ja päättely.....	62
5.5.1	Päättely.....	62
5.5.2	Synteesi.....	65
6	JOHTOPÄÄTÖKSET.....	67
	LÄHTEET.....	70

LIITTEET

Liite 1. Käsiteltävät kustannukset

Liite 2. Kustannusten jako toiminnoille

Liite 3. Epäsuorien kustannusten jako laskentakohteille

1 ESIPUHE

Haluan kiittää opinnäytetyöhön saamastani avusta ja tuesta työnohjaajaa Eeva-Liisa Kauhasta sekä toimeksiantajaa Posti Oy:tä mielenkiitoisesta ja haastavasta tutkimusaiheesta. Erityinen kiitos on osoitettu kaikille haastatteluihin osallistuneille, tutkimuksen vaiheissa tarvittavien taustamateriaalien tuottamiseen osallistuneille ja kaikille niille jotka jollain keinoin ovat edistäneet työn valmistumista.

Opinnäytetyössä tullaan esittämään laskennan eteneminen, sen eri vaiheet, tehdyt analyysit ja päätelmät, mutta varsinaiset laskennassa käytetyt lukuarvot esitetään prosenttimuotoisena. Toimeksiantajan asiakkaita, heidän tuotteitaan ja niiden menekkejä ei esitetä sellaisenaan, vaan ne on korvattu anonyymeilla tuotetiedoilla, ja työssä esitetyt esimerkkitapaukset ovat skaalattuja. Posti Oy:n sisäisen laskennan kustannustiedot muokataan prosenttimuotoon työn julkaistavaan versioon. Tämä menettely mahdollistaa laskentavan avoimen käsittelyn, mutta toimeksiantajan liiketoiminnalle kriittiset tiedot voidaan salata vaikuttamatta tämän opinnäytetyön lopputuloksiin.

Helsingissä 6.12.2015 Tommi Saira

2 JOHDANTO

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii kotimainen Posti Oy ja sen ulkoistettuihin yritysten logistiikan toimitusketjuratkaisuihin keskittynyt yksikkö, Toimitusketjuratkaisut. Toimeksiannon antanut yksikkö on osa Postin Paketti- ja logistiikkapalvelut -liiketoimintaryhmää. Toimitusketjuratkaisut -yksikkö tarjoaa erilaisia logistiikkapalveluita yrityksille, ja merkittävänä osana tarjoamaa ovat ulkoistetut varastopalvelut, jossa asiakkaan omistamia tavaroita varastoidaan ja käsitellään Postin toimitiloissa, Postin kaluston ja henkilöstön voimin. Ulkoistetuissa varastopalveluissa Posti on varastoinnin markkinajohtaja Suomessa ja Venäjällä. (Hämäläinen 2015.)

Tämän työn tavoitteena on selvittää laskentatapa palveluvaraston optimaaliselle tuotesijoittelulle, tarkoituksena on keskittyä varaston tilankäytön ja operatiivisen toiminnan kustannustehokkuuden optimointiin. Tämä on liiketoiminnallisesti merkittävä asia mille tahansa yritykselle, joka varastoi fyysisiä tuotteita. Tehokas tilankäyttö ja operatiivisen toiminnan optimointi ovat merkittäviä kilpailutekijöitä ja vaikuttavat suoraan yrityksen kannattavuuteen. Kannattavuutta ja sen jatkuvaa parantamista voidaankin pitää yhtenä yritystoiminnan perustehtävistä. Kun yrityksen taloudellista tulosta mitataan, käytetään mittarina usein kannattavuutta, ja yksinkertaisimmillaan vertaillaankin yrityksen tuottoja ja kustannuksia toistensa suhteen (Sakki 1999, 42–43). Kallunki, Kytönen & Martikainen (1998, 74) määrittelevät kannattavuuden tulontuottamiskyvyksi pitkällä aikavälillä.

Toiminnan kehittämisen myötä on siis mahdollista parantaa yrityksen kannattavuutta. Olemassa olevia resursseja, kuten kiinteistöä ja kalustoa, voidaan hyödyntää tehokkaammin. Parantamalla tilakapasiteetin käyttöä voidaan parantaa varaston käyttöastetta. Varaston käyttöasteen parantuessa liiketoiminnan tuottavuus paranee. Palveluvarastossa sitoutuneelle pääomalle kuten kiinteistölle ja kalustolle saadaan parempi tuotto asiakkaiden maksamien vuokra- ja käsittelytuottojen muodossa.

Yksinkertaisimmillaan tuottavuutta mitataankin tuotosten suhteena panokseen. Tuotos voi olla esimerkiksi suoritettujen palveluiden lukumäärä, jota verrataan niiden tuottamiseen käytettyihin tuotannontekijöihin, kuten esimerkiksi

työn, raaka-aineen ja tarvittavan pääoman suhteen (Sakki 1999, 43–44). Tuottavuus siis paranee, jos samalla panostuksella voidaan tuottaa suurempi määrä tuotoksia. Liiketoiminnan kehittämällä Posti pystyy oman kannattavuutensa lisäksi parantamaan myös asiakkaiden liiketoimintaa tarjoamalla kustannustehokkaita logistiikan prosesseja, jotka ovat edellytyksiä kasvulle, jatkuvuudelle ja kannattavuudelle. Yrityksen kannattavuudelle ja jopa yleiselle ihmisten elintasolle tuottavuus ja kannattavuus nimenomaan ovat merkittäviä tekijöitä. Mitä parempi on tuottavuus, sitä parempi on kannattavuus. Kasvaneen kannattavuuden myötä yritys voi maksaa suurempia osinkoja, palkkoja ja veroja. Lisäksi yrityksen kyky investoida kasvaa. (Sakki 1999, 43–44.)

Posti Oy varastoi asiakkaidensa tuotteita palveluvarastoissaan, hyödyntäen erilaisia varastointitekniikoita. Erilaisiin varastointitekniikoihin käytetään erilaisia keräilymenetelmiä ja luonnollisesti ne vaativat erilaista kalustoa keräily suorittamiseksi. Erilaiset kalustot ja menetelmät muodostavat erilaisia kustannuksia sekä kalustoon liittyvän kiinteän kustannuksen että suoraan operatiiviseen tehokkuuteen liittyvän välittömän kustannuksen muodossa.

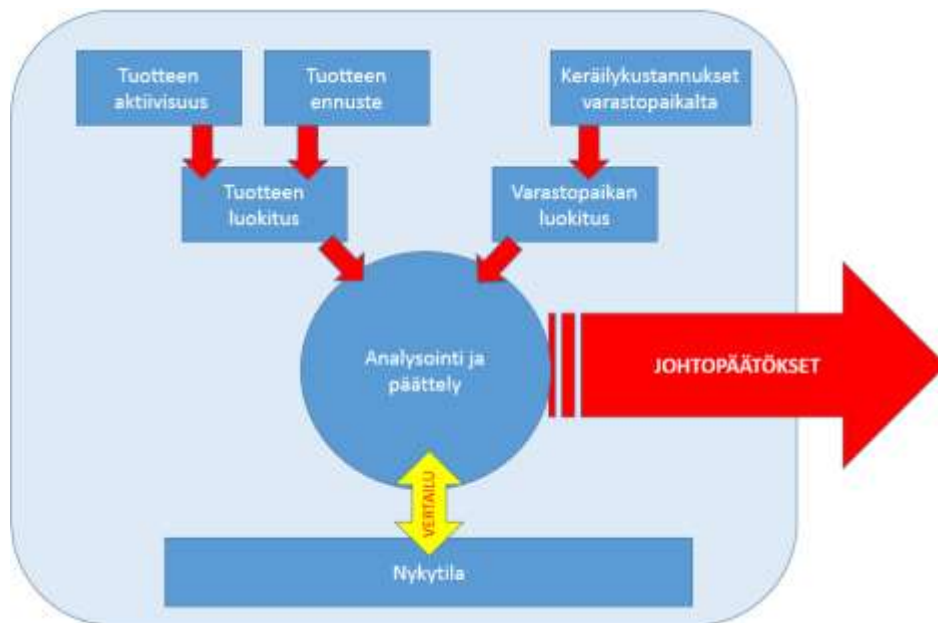
Osa opinnäytetyötä on toimintolaskennan menetelmiä soveltamalla laskea ja tunnistaa kustannuserät, jotka liittyvät keräilyyn yksittäiseltä varastopaikalta. Kustannustietojen avulla jokainen varastopaikka luokitellaan keräilykustannusten perustella.

Toisena elementtinä analysoinnissa ovat asiakkaiden tuotteiden kustannusvaikutusten määrittely ja tuotteiden luokittelu tämän perusteella. Opinnäytetyössä kehitetään menetelmää ja tunnistetaan tarvittavat tiedot ja tietojärjestelmätarpeet tuotekohtaisen kustannusvaikutuksen määrittämiseen. Tavoitteena on tunnistaa yleispätevä menetelmä kustannusvaikutuksen määrittämiseen, jolloin kaikkia tuotteita valituilla alueilla voidaan verrata suhteessa toisiinsa. Tämän avulla historiatietoa ja jopa reaaliaikaista keräilytilannetta hyödyntäen voidaan tuotteita luokitella dynaamisesti.

Kolmantena huomioitavana elementtinä on tuotteen menekien ennustaminen ja tuotekohtainen trendin tunnistaminen. Tuotteen menekkiä lähestytään elinkaarimallin ja historiatiedon analysoinnin avulla. Tuotteen elinkaari kuvaa tuotteen eliniän vaiheita ja se tulisi ottaa huomioon yrityksen keskeisissä toiminnoissa

kuten tuotannossa, logistiikassa ja markkinoinnissa. Elinkaarimallin avulla voidaan tunnistaa tuotteen elinkaarivaiheisiin soveltuvimmat tuotekohtaiset panostukset. Logistiikan näkökulmasta elinkaaren eri vaiheet vaikuttavat selkeästi hankintojen, varastoinnin, kuljetuksen ja jakelun toteutukseen. (Bowersox & Closs 1996, 62–67.)

Yhdistelemällä edellä mainitut kolme analyysia kuvan 1 mukaisesti, saadaan dynaamista ja reaaliaikaista tietoa tuotesijoittelun onnistumisesta. Vertaamalla varastopaikkojen ja niillä sijaitsevien tuotteiden luokituksia voidaan tunnistaa ne tuotteet, jotka eivät sijaitse kustannustehokkaalla varastopaikalla. Ennusteiden avulla sijoittelua voidaan tehdä proaktiivisesti.



Kuva 1. Opinnäytetyössä esitelty menetelmä varaston optimointiin tuotteiden ja varastopaikkojen luokituksiin perustuen

Tutkimusta tehdään vahvasti keräilytoiminnan näkökulmasta, koska keräily toimintona Hokkasen & Virtasen mukaan (2012, 35) määrää pitkälti varaston toimivuutta ja tehokkuutta. Keräilytyössä suurin osa ajasta käytetään tuotteiden etsimiseen ja kuljettamiseen. Hyvällä varaston suunnittelulla voidaan tätä etsimiseen ja kuljettamiseen käytettyä aikaa minimoida (Hokkanen, S., & Virtanen, S., 2012, 36). Tässä yhteydessä tulkitaan tuotesijoittelun olevan osa varaston suunnittelua.

Tämän opinnäytetyön analyysien avulla voidaan saada myös muita lisäarvoja. Niiden avulla voidaan tunnistaa lisäkapasiteettia, joka mahdollistaa tehokamman tilankäytön. Uskon, että helposti saavutettavat paikat sisältävät myös tuotteita, joita siellä ei tarvitsisi olla. Lisäksi opinnäytetyön aikana tehtävä selvitys, jossa paikat luokitetaan kustannusten perusteella, antaa Postille myös vahvan pohjan jatkokehityshankkeisiin.

3 TUTKIMUS

3.1 Tutkimustehtävän rajaus ja tutkimusongelmat

Varaston dynaamisuudesta johtuen jollakin ajanhetkellä tehty optimaalinen varaston tuotesijoittelu ei ole enää optimaalinen jonkin ajan kuluttua. Tuotteen aktiivisuus ja sen aiheuttamat logistiset kustannukset muuttuvat trendien ja muiden kaupallisten tekijöiden mukana ja valikoiman muuttuessa. Ongelmana ja toisaalta myös tavoitteena on tunnistaa menetelmä jolla sijoittelua voidaan korjata jatkuvan parantamisen mallilla. Tutkimuksella siis etsitään vastausta kysymykseen: kuinka siirtoja vaativat tuotteet voidaan systemaattisesti tunnistaa ja toisaalta kuinka sijoittelua tulisi muuttaa?

Tutkimusta rajataan siten, että opinnäytetyössä ei pyritä ratkaisemaan yksittäisen paikan tai tuotteen tasolla mihin tuote tulisi sijoittaa, vaan tietoja ryhmitelään päättelyn yksinkertaistamiseksi. Varastoituja nimikkeitä ja varastopaikkoja on satojatuhansia, joten jokaisen käsittely erillisenä olisi kohtuuttoman raskasta.

Opinnäytetyössä tullaan keskittymään pääsääntöisesti vain yhden varastoyksikön tuotteisiin, paikkoihin ja kustannuksiin. Työ tehdään esiselvityksenä, jossa tarkoituksena on luoda toimeksiantajalle laskenta- ja analysointitapa joka luo edellytykset ja menetelmät laajempaan käyttöön koko Posti Oy:n Toimitusketjuratkaisut -liiketoimintayksikön sisällä. Kuitenkin niiltä osin kuin on perusteltua, käytetään laajempia otoksia tutkimuksen suorittamiseen.

Paikkojen luokitus

Varastoyksiköt, joissa tuotteiden käsittelyä tehdään, eivät ole rakennuksina keskenään samanlaisia. On siis kyettävä vastaamaan kysymykseen: ”Mikä on

hyvä sijainti ja toisaalta mikä on huono sijainti?” Varastot sisältävät erilaisia layout -ratkaisuja ja käytettävä keräilykalusto ja keräilytekniikka eroavat toisistaan, joten välimatkat, käytetty aika ja tekniikan kustannus eroavat toisistaan eri varastoissa. Tämän johdosta yhdessä varastoyksikössä tehty kustannuslaskelma ei ole suoraan sovellettavissa toisen varastoyksikön käyttöön, vaan kustannuslaskenta tulee tehdä varastoyksikkökohtaisesti. Oleelliseksi ongelmaksi muodostuu: kuinka varastopaikkojen keskinäinen taloudellinen arvottaminen toteutetaan systemaattisesti?

Tuotteen aktiivisuus

Tuotteen aktiivisuudella tarkoitetaan tässä yhteydessä suuretta, joka kuvaa tuotteen logististen kustannusten muodostumista ja resurssien käyttöä aikavälin sisällä. Tuotteen aktiivisuus on dynaamisesti muuttuva tieto ja siihen vaikuttavat esimerkiksi asiakkaan tekemät kaupalliset ratkaisut, kuten hinnoittelu- ja markkinointiseikat, kampanjat sekä luonnollisesti tuotteen kiinnostavuus kuluttajien keskuudessa. Tutkimusongelma tiivistyy kysymykseen: kuinka määritän tuotteen aktiivisuuden?

Tuotteen ennuste

Tuotteen logistiseen ennusteeseen vaikuttavat sen elinkaarivaihe ja erilaiset sesongit. Tuotteen elinkaariajattelulla pyritään tunnistamaan tuotteen menekkiin liittyvä trendi. Tätä varten tuotteet tulee luokitella myös historiapohjaisen trendin perusteella nousevaan, tasaiseen ja laskevaan trendiin. Opinnäytetyössä ei pyritä tekemään pitkän ajan ennustetta tuotteen menekille vaan ennustamaan lähitulevaisuutta. Ongelmana on tunnistaa ja määrittellä systemaattinen tapa määrittää trendi, eli vastata kysymykseen: millainen on tuotteen trendi lähitulevaisuudessa?

Tuotteen menekkin arvioinnissa haasteena on tunnistaa sopiva aikajakso, jolla tulkinta trendin suhteen tehdään. Liian pitkä jakso johtaisi lyhyen elinkaaren sesonkituotteilla liian hitaaseen reagointiin muutoksessa. Toisaalta liian lyhyt analysoitava jakso voi johtaa jatkuvaan trendin muutokseen ja epäluotettavuuteen.

Päätely

Edellä kuvattuja analyyseja yhdistelemällä voidaan tehdä tuotesijoittelua koskevia loogisia johtopäätöksiä. Tämä vaihe vastaa kysymykseen: Mitä edellä kuvattujen analyysien avulla voidaan tuotteen sijainnista päätellä?

Päätelyn haasteena on dynaamisesti muuttuva tuotteen aktiivisuus, sijainti ja ennuste. Absoluuttisesti tarkasteltuna voidaan todeta, että millä tahansa hetkellä tehty analyysi on vanhentunut välittömästi kun yhdenkin tuotteen aktiivisuus, sijainti tai ennuste muuttuu. Tämän johdosta tuotteille laaditaan opinnäytetyössä luokitteluja, joissa tuotteiden järjestys luokan sisällä voi muuttua aiheuttamatta toimenpiteitä. Vasta tuotteen aktiivisuuden, ennusteen tai nykyisen sijainnin ylittäessä luokkarajan, arvioidaan siirron tarpeellisuus. Jotta voidaan määrittää sijaitseeko tuote kustannustehokkaalla paikalla, tulee pystyä määrittelemään ja tunnistamaan tuotteen aktiivisuuden ja sen aiheuttaman logistisen kustannuksen sekä nykyisen sijainnin keräilykustannuksen välinen yhteys. Matemaattista optimointia ei opinnäytetyössä käsitellä vaan pareminkin pyritään löytämään teorian ja menetelmät, jotka mahdollistavat menetelmän edelleen optimoinnin.

Työn tulosten aikaansaamiseksi joudutaan menetelmää yksinkertaistamaan nimenomaisesti luokitteluiden avulla. Siten johtavana ajatuksena työn toteutuksessa onkin Alholan (2008, 49) ajatus:

On hyvä olla mieluummin suurin piirtein oikeassa kuin tarkalleen väärässä.

3.2 Tutkimusmenetelmät ja työ toteutus

Tutkimusmenetelminä ovat sekä kvantitatiivinen tutkimus että deduktiivinen päätely. Vaikkakin tutkimus painottuu vahvasti kvantitatiivisiin menetelmiin sekä niiden avulla tehtäviin ryhmittelyihin, täytyy myös loogista päätelyä soveltaa. Osana tutkimusmenetelmiä ovat myös erilaiset johto- ja asiantuntija-tehtävissä olevien henkilöiden haastattelut, joilla varmistetaan tutkimuksen soveltuvuus juuri toimeksiantajayrityksen käyttöön.

Kvantitatiivisia menetelmiä hyödyntäen laaditaan tutkimuksen pohjaksi lähtötietoja ja luokitteluja. Seuraavassa vaiheessa tutkimuksessa sovelletaan

deduktiivista päättelyä, jossa edellä määritetyt kvantitatiiviset tulokset määritellään päättelyn premisseiksi ja tehdään loogiset johtopäätökset.

Koska käsiteltävä tietomäärä on valtava, ovat erilaiset luokittelut välttämättömiä suurien tietomäärien käsittelyyn. Ilman luokitteluja voidaan helposti päätyä suureen määrään numeroita, joista on ilman ryhmittelyä vaikea havaita oleelliset seikat. Ryhmittelyn avulla voidaan tunnistaa kokonaista joukkoa koskevia ominaisuuksia ja siten yleistää päättelyä. Ilman ryhmittelyä päättelysäännöt tulisi muodostaa erikseen jokaiselle mahdolliselle tapaukselle.

Ryhmiin sisältö perustuu havaintojen vertailuun otantajoukon sisällä. Siten ei siis voida kiinteästi asettaa numeerisia arvoja kuvaamaan kaikkien ryhmien sisältöä. Erityisesti tuotteiden luokittelu on dynaaminen, jatkuvasti muuttuva tieto. Jos tuotteiden ryhmäkokoa halutaan määrittää ennakkoon, ei ole mahdollista kertoa samassa ryhmässä koskevia tunnuspiirteitä numeerisesti. Tai päinvastoin, jos halutaan kiinnittää numeeriset kriteerit ryhmään kuulumisen ehdoksi, ryhmäkokoa ei voi ennalta määrittää. Tämän johdosta päättelyvaiheessa laskennan asemesta tehdään ryhmäkohtainen looginen päättely.

Kvantitatiiviset tutkimukset

Tuotteiden aktiivisuuden määrittelyyn käytetään kvantitatiivista, eli määrällistä tutkimusta ja tilastollisia menetelmiä. Tietolähteenä käytetään Postin varastohallintajärjestelmän tuotekohtaisia tapahtumatietoja valitulla historiajaksolla. Tuotetiedot luokitellaan aktiivisuuden mukaan. Tuotekohtainen menekkiä kuvaava trendi voidaan selvittää samoilla lähtötiedoilla hyödyntäen tilastollisia menetelmiä.

Myös varastopaikalla käynnin kustannuksen määrittelyyn käytetään kvantitatiivista menetelmää. Toimintolaskennassa määritellään ensin paikalla käynnin kustannuksen suorat ja epäsuorat kustannukset. Seuraavaksi määritellään niiden välinen riippuvuus ja yhteys paikan sijaintiin ja kohdennetaan kustannukset sen mukaisesti jokaiselle paikalle. Tämän tutkimusosan tarvittavat tietolähteet ovat varaston layout, toimeksiantajan kustannustiedot sekä arvioidut normaalit etenemisnopeudet ja prosessivaiheiden kestot.

Deduktiivinen päättely

Deduktiivinen päättely on päättelytapa, jossa premisseistä seuraa välttämättä tosi johtopäätös. Deduktio sana pohjautuu latinan kieleen. ”Deduco” tarkoittaa vapaasti käännettynä ”esiin johtaa”. Nimensä mukaisesti deduktiivinen päättely ei varsinaisesti anna uutta tietoa vaan johtaa esiin oletuksen, joka sisältyy annettuihin premisseihin. Deduktiivinen päättely toisinaan määritellään esittämällä, että päättely etenee johtamalla yleistyksistä yksittäistapauksia koskevia johtopäätöksiä. Sitovalle deduktiiviselle argumentille on tunnuspiirteistä, että jos sen määritellyt premissit ovat tosia, tällöin myös johtopäätös on tosi. Toisin sanoen johtopäätöksen on mahdoton olla epätosi jos premissit ovat tosia. (Räikkä 1997, 25–26.)

Päättelyssä asetetaan premissejä tai argumentteja, joihin tutkimuksen eri vaiheet ja analyysit tuottavat vastauksia. Yhdistämällä nämä premissit voidaan johtaa esiin tuotekohtaisia johtopäätöksiä. Esimerkin omaisesti deduktiivista päättelyä voidaan soveltaa seuraavasti:

Asetetaan päättelyn premissit: **P1**: *Jokainen X on Y* ja **P2**: *Jokin X on Z*. Näiden tietojen valossa voidaan tehdä looginen johtopäätös **s**: *Jokin Y on Z* (Räikkä 1997, 25).

Opinnäytetyön synteessivaiheessa asetetaan lukuisia premissejä, jotka koskevat työn aikana tehtyjä analyysejä. Niiden pohjalta tehdään tuotekohtaisia johtopäätöksiä. Toteutusvaiheessa tuote- ja paikkakohtaiset luokittelut asetetaan matriisiin ja premissit huomioiden päätellään tarvittavia toimenpiteitä.

3.3 Teoreettinen viitekehys

Opinnäytetyön teoreettinen viitekehys koostuu kolmesta pääteoriasta, joita ovat: toimintolaskenta, tuotteiden luokittelumenetelmät logistiikassa sekä tuotteen menekkiin ja ennusteisiin vaikuttavat tuotteen elinkaarimalli ja sesonkivaihtelut. Nämä kuvataan ensin teorian näkökulmasta ja empiriaosiossa menetelmiä sovelletaan käytäntöön toimeksiantajayrityksessä. Teoreettista viitekehystä kuvataan myös edellä kuvassa 1, joka kuvaa sovellettavien teorioiden pohjalta tehtävien luokitteluiden ja nykytilan vertailun prosessia.

4 SOVELLETTAVAT MENETELMÄT

4.1 Toimintolaskenta

Toimintolaskentaa nimitetään myös toimintoperusteiseksi laskennaksi. Kansainvälisesti se tunnetaan ABC-laskentana, joka tulee sanoista Activity Based Costing. Laskennan tarkoitus on määrittellä mahdollisimman tarkasti, mitkä ovat toiminnon oikeat kustannukset. Laskenta perustuu määritelmiin toimintoista, laskentakohteista ja kohdennusperusteista. Toimintolaskenta ei ole uusi keksintö ja ensimmäiset siihen viittaavat ajatukset löytyvätkin jo 1900-luvun alun yhdysvaltalaisesta autoteollisuudesta. Tietoisuus menetelmästä ja sen hyödyistä kasvoi vuonna 1987 kun Thomas Johnson ja Robert S. Kaplan julkaisivat teoksen *Relevance Lost: The Rise and Fall of Management Accounting*. (Alhola 2008, 7–24.) Toisaalta ensimmäiset kotimaiset viitteet aiheeseen löytyvät August Liliuksen (Turku 1862) julkaisussa *Yhdenkertaisesta kirjjanpidosta warsinkin Tehdastelijoille ja Ammattilaisille*:

Myydessään kaluja tehdastelijan pitää saaman niin paljon kun raaka-aine, eri työvaiheitten työpalkat ja muut kulungit maksawat. Sen tähden täytyy meidän, määrittellä kalun hintaa, tarkistaa kuinka paljon rahaa, aikaa, työweroa, työkaluja, korkoa ja huoneenhyöryä sen walmistamiseen tarwitsee. Kun tarkasti waarin otamme nämä seikat, niin woimme löytää walmistetun kalun totisen hinnan, ja kun me tähän lisäämme kohtuullisen wanhuudenwaran ja woiton tehdastelijalle, niin saamme kalun myyntihinnan. (Alhola 2008, 23).

Lukuisissa yrityksissä tehdään kustannus- ja kannattavuuslaskelmia soveltaen perinteistä ajattelumallia, jossa välillisten kustannusten ajatellaan toimivan samoin kuin välittömien suorien kustannusten. Yksinkertaisimmillaan tämä tarkoittaisi välillisten epäsuorien kustannusten kohdennusta suoraan laskentakohteille välittömien suorien kustannusten toteuman perusteella. Toimintolaskennassa, nimensä mukaisesti, kustannuksia kohdennetaan toimintojen mukaisella *aiheuttamisperiaatteella*.

Alhola (2008, 7–24.) painottaa, että ratkaisu käyttää perinteistä menetelmää kustannuslaskennassa ei ole lainkaan väärä. On vain tiedostettava mahdollinen kustannustasojen vääristymä ja huomioitava se erityisesti laskennan tuloksia analysoitaessa. Käytännössä todellinen ongelma muodostuu vasta, jos tilannetta ei yrityksessä tunnisteta. Joissakin yhteyksissä toimintolaskentaa on

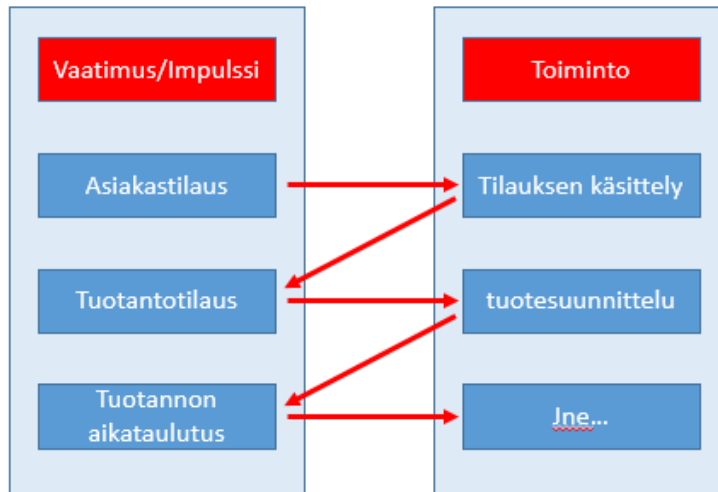
pidetty jopa kilpailijana ja uhkana perinteiselle laskennalle, mitä se ei tietenkään ole. Onkin syytä pitää mielessä, että kohdentamalla kustannuksia eri keinoilla kokonaiskustannukset eivät laske, mutta niin voidaan saada arvokasta lisätietoa yrityksen toiminnasta. Jormakka (2009, 204.) kuvaa toimintolaskennan syntyä ennen kaikkea kritiikkinä perinteiselle laskennalle. Toimintolaskennan käyttö on laajentunut teollisuudesta myös palveluyrityksiin kustannusrakenteiden muuttumisen seurauksena. Hänen mukaansa välillisten yleiskustannusten osuus kokonaiskustannuksista on kasvanut ja vastaavasti välittömien kustannusten osuus on laskenut. Tämä vääjäämättä johtaa yrityksissä tarpeeseen kohdentaa välilliset kustannukset entistä tarkemmin.

Brimsonin (1991, 7) mukaan yleinen virhe yrityksissä on koota yhteen yleiskustannukset ja kohdistaa ne ilman yhteyttä varsinaiseen tuotteeseen tai asiakkaaseen. Perinteinen kustannuslaskenta jättää huomioimatta tärkeät eroavaisuudet tuotteissa, palveluissa, markkinoissa ja asiakkaissa, joista seuraavat erilaiset yleiskustannukset laskentakohteille. Koska toimintolaskennassa joudutaan usein tekemään myös arvioita ja oletuksia kohdentamisten suhteen, toimii empiirisen osion periaatteena Alholan (2008, 49) sanat:

Toimintolaskennan yksi tehtävä ja tarkoitus on riittävän tarkka kustannusten kohdistaminen.

4.1.1 Toimintoajattelu

Toimintolaskennan lähtökohtana ovat toiminnot. Yritys toimii markkinoilla tulorahoituksella, jota se saa suoritteidensa myynnistä. Jokainen myyty suorite edellyttää ja lisäksi aiheuttaa jonkinlaisia toimintoja yrityksessä. Jokainen yrityksen tekemä kauppa, valmistama tuote, toteuttama projekti tai mikä tahansa ulkoinen impulssi kuluttaa toimintoja. Toimintoajattelussa huomio kiinnitetään toimintojen kuluttamiseen. Tuotantoyrityksissä impulssit itse asiassa johtavat yksittäisen toiminnon sijaan usein toimintoketjuun, jota esimerkinomaisesti kuvataan alla kuvassa 2. Yksinkertaistettuna voidaankin todeta, että toiminoissa on kyse siitä mitä yrityksessä tehdään. (Alhola 2008, 25–27.)

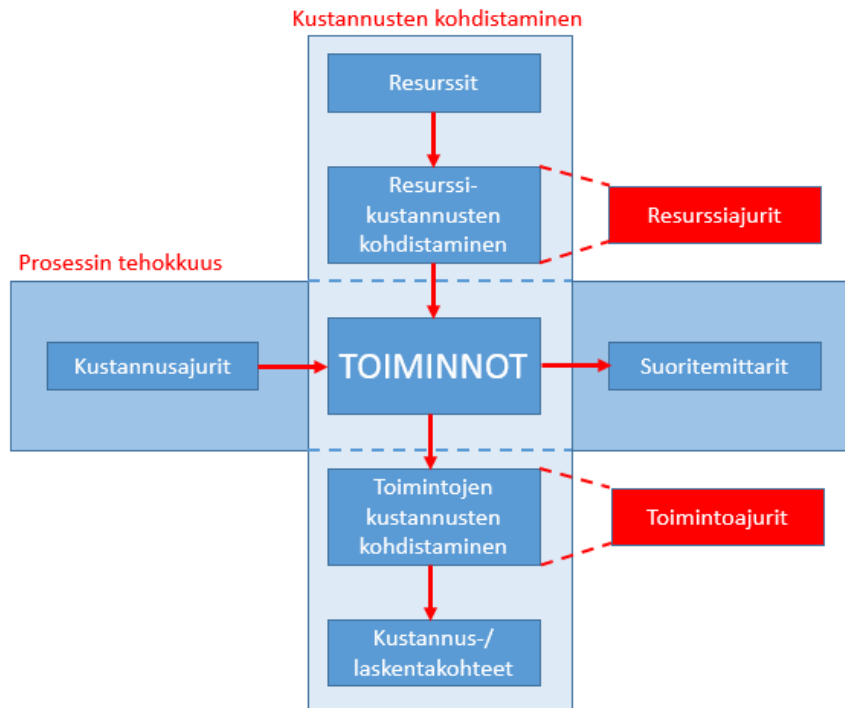


Kuva 2. Toimintoketju (Alhola 2008, 26)

Yrityksen toiminnot kartoitetaan toimintoanalyysillä, jolla saadaan selkeä kuva yrityksen toiminnasta ja sen prosesseista. Vaiheen tarkoitus on selvittää, mitä yrityksessä tehdään ja toisaalta tehdäänkö mahdollisesti turhia asioita. Yrityksen toiminnoilla on usein tapana kytkeytyä toisiinsa ja nimenomaan nämä toimintojen väliset suhteet pyritään kartoittamaan toimintoanalyysin avulla. (Jormakka 2009, 205.) Toimintoanalyysi voidaan Jormakan mukaan määritellä toimintolaskentaperusteisen kustannuslaskennan ensimmäiseksi vaiheeksi. Keinona toimintojen määrittelyyn hän kuvaa erilaiset henkilöstön henkilö- ja ryhmäkohtaiset haastattelut.

Kun yritykselle tehdään toimintoanalyysia, tulee välttää yksittäisten tehtävien listaamista. Sen sijaan tulisi miettiä, mihin toimintoon jokin yksittäinen tehtävä kuuluu. Myöhemmässä vaiheessa tämä auttaa yritystä tehostamaan ja uudelleensuunnittelemaan toimintojaan, kun ne lähtökohtaisesti jo koostuvat selkeistä toimintoketjuista. (Alhola 2008, 29–32.)

Toimintolaskennan teoria perustuu vahvasti kuvan 3 mukaisen CAM-I-ristin (Consortium for Advanced Manufacturing-International) pysty- ja vaakasuuntaisiin akseliin. Ristin tarkoitus on kuvata toimintolaskennan kaksidimensionaalinen tarkastelu. Horisontaalisesti tarkasteltaessa teoriaa lähestytään prosessien näkökulmasta ja vertikaalisesti tutkitaan kustannusten kohdistamista. (Alhola 2008, 34–35.)



Kuva 3. CAM-I-risti (Alhola 2008, 34)

Kuva 3 sisältää kaksi merkittävää termiä: resurssiajurit ja toimintoajurit. Resurssiajureiden avulla resursseista muodostuneet kustannukset kohdennetaan toiminnoille ja toimintoajureilla kohdennetaan toimintojen kustannuksia tuotteille ja palveluille, joita yritys tuottaa. Yhteenvetona CAM-I-rististä voidaan sanoa, että vertikaalinen kustannusnäkökulma kuvaa resursseja, toimintoja ja laskentakohteita, kun taas horisontaalinen tarkastelukulma kertoo, kuinka jokin toimintoon liittyvä työ tehdään ja kuinka se liittyy muihin toimintoihin. (Alhola 2008, 34–35.)

Toimintojen hierarkia

Yrityksen toimintoja voidaan luokitella lukuisilla eri perusteilla, mutta oleellista on tunnistaa toimintojen välinen hierarkia, joka helpottaa resurssien kustannusajureiden määrittelyä. Hierarkiana voidaan käyttää esimerkiksi Alholan (2008, 37–40.) nelitasoista järjestelmää, jossa tasot ovat:

- 1) **Yritystason** toiminnot. Kuten kirjanpito, hallinto ja yrityssuunnittelu, nämä kustannukset eivät ole riippuvaisia yksittäisen tuotteen volyymista.
- 2) **Tuotetason** toiminnot. Kuten tuotesuunnittelu, tuotteen hinnoittelu, tuotetietojen ylläpito, nämäkään kustannukset eivät välttämättä liity suoraan tuotekohtaisiin volyymeihin, mutta selkeä yhteys yrityksen tuotteiden lukumäärään on löydettävissä.

- 3) **Erätason** toiminnot. Kuten tuotannon asetusajat, ostotilaukset ja kuljetuskustannukset, näiden kustannusten voidaan tulkita liittyvän valmistettävien erien lukumäärään. Erän sisällä valmistettävien tuotteiden lukumäärä ei suoraan vaikuta näihin kustannuksiin.
- 4) **Yksikkötason** toiminnot. Niitä ovat välittömät työ-, kone-, materiaali- ja energiakustannukset, nämä kustannukset ovat suoraan volyymiriippuvaisia ja voidaan kohdentaa suoraan tuotteelle.

Siitä huolimatta, että suurin osa yrityksestä on järjestellyt organisaationsa toiminnallisista näkökulmista, on yhden toiminnallisen yksikön toimintojen kirjo merkittävästi laajempi kuin pelkästään toiminnallisen yksikön ensisijainen vastualue. Esimerkiksi suoritettavat toiminnot laatuosastolla voivat olla hyvinkin tarkasti määritellyt, mutta se ei tarkoita, että laatuun liittyviä toimenpiteitä ei tehtäisi muilla osastoilla, kuten tuotesuunnittelussa tai asiakaspalvelussa. (Brimson 1991, 47.)

4.1.2 Kustannusten kohdistaminen ja toimintolaskenta

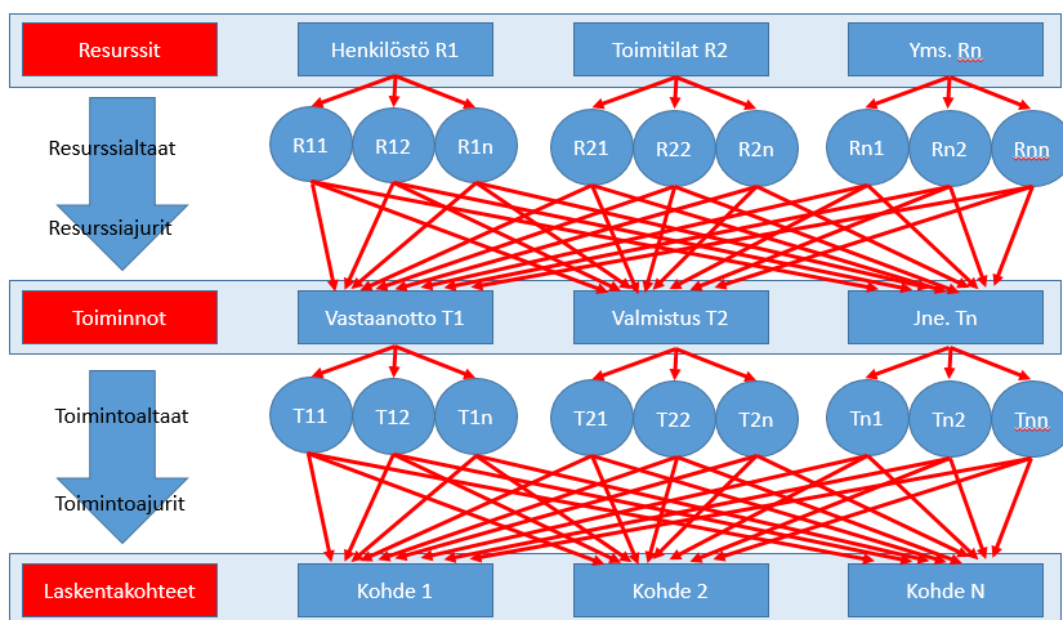
Toimintolaskenta lähtee siitä perusajatuksesta, että kustannukset kohdistetaan laskentakohteille. Kustannuksia ei siis tule jakaa perustuen esimerkiksi volyymeihin, vaan kohdistus tapahtuu aiheuttamisperiaatteella. Kokonaista yritystä tutkittaessa kohdistamatta voidaan kuitenkin jättää esimerkiksi ylikapasiteetti- ja tuotekehityskustannuksia, koska niiden kohdentaminen rasittaisi olemassa olevaa valikoimaa ja tuotteita aiheetta. Tällöin aiheuttamisperiaate ei toteutuisi. (Alhola 2008, 41–42.)

Jormakka (2009, 205.) kuvaa toimintolaskennan toteutuksen kolmivaiheiseksi prosessiksi: Ensimmäisessä vaiheessa kuvataan yrityksen toiminnot ja tehdään toimintoanalyysi. Toisessa vaiheessa selvitetään yrityksen resurssit ja päätetään kuinka resurssien kustannukset kohdennetaan toiminnolle. Viimeisenä vaiheena selvitetään yrityksen laskentakohteet ja määritellään millä perusteella toiminnoista aiheutuvat kustannukset kohdistetaan laskentakohteille.

Aiheuttamisperiaatteen toteutumista varten toimintolaskennassa määritellään erilaisia ajureita. Ajurilla tarkoitetaan toimintolaskennassa kohdentamismäärettä ja se nimenomaan kuvaa aiheuttamisperiaatetta. Ajuri siis kuvaa millä perusteella ja kuinka paljon kustannuksia kohdennetaan kullekin kohteelle. (Jormakka 2009, 204–205.)

Toimintolaskennassa määritellään kustannusajureita kahdella tasolla kuvan 3 CAM-I-ristin mukaisesti. Ensimmäiseksi tasoksi nimitetään resurssiajureita ja toiseksi tasoksi toimintoajureita. Näiden ajureiden määrittely on erittäin tärkeä vaihe laskentaa, koska ne määrittävät laskennan lopputulosta merkittävästi. Väärin määriteltynä ne voivat johtaa virheelliseen lopputulokseen joka tuhoaa saadun hyödyn, tai voi jopa johtaa väriin toimenpiteisiin yrityksessä. (Alhola 2008, 44–45.)

Toimintolaskennan kustannusten kohdistamisen periaate ja prosessi on kuvattu alla kuvassa 4. Kuvassa määritellään koko prosessi aina yksittäisestä resurssista lopulliselle laskentakohteelle. Kuvan käsitteet resurssi- ja toimintoaltaat selitetään seuraavissa niiden kohdentamista koskevissa kappaleissa.



Kuva 4. Kustannusten kohdistaminen ja toimintolaskenta. (Alhola 2008, 53)

Laskentakohteen, kuten esimerkiksi tuotteen, kustannukset ovat näin ollen summa kaikista sille kohdennetuista toiminnoista ja niiden kustannuksista, joiden perusteena on tuotteen vaatima toiminnon todellinen käyttömäärä. Koko toimintolaskennan kannalta kriittisin vaihe on erilaisten resurssi- ja toimintoajureiden valinta. Ne määrittävät kuinka kustannukset kohdennetaan laskentakohteille. Väärin määriteltynä antaa kustannuslaskenta väärän tuloksen, eikä toimintolaskennasta ole tällöin hyötyä. (Brimson 1991, 25; Jormakka 2009, 205.)

Resurssiajurit

Toiminnot kuluttavat resursseja, joita ovat esimerkiksi tuotantokoneet ja -laitteet sekä henkilöstö, joka on usein jakautunut eri osastoihin. Ulkopuolisen silmin pieneltäkin tuntuvat toiminnot, kuten vaikkapa asiakkaan tekemä kysely, kuluttavat yrityksen resursseja. Lähtökohtana toimintolaskennassa onkin se, että kaikki toiminnot kuluttavat yrityksen resursseja. Taloushallinnon näkökulmasta tarkasteltuna resurssien käytöstä muodostuu kustannuksia. Nämä resurssien käytöstä muodostuneet kustannukset tulee pystyä kohdentamaan toiminnoille ja niiltä edelleen tuotteille tai palveluille, joita yritys tarjoaa. Jormakka (2009, 205.) kuvaa resursseiksi tuotannon tekijät kuten, toimitilat, koneet ja henkilöstön. Kohdennettavia kustannuksia hänen mukaansa ovat esimerkiksi henkilöstökustannukset, tilakustannukset ja poistot. (Alhola 2008, 29–32.)

Edellä kuvatun mukaisesti resurssien käyttö kertoo, kuinka paljon rahaa on käytetty. Toisaalta sama toimii myös päinvastoin, käytetty raha kuvaa, paljonko resursseja on käytetty. Näin ollen tiedot käytetyistä resursseista löytyvät yrityksen kirjanpidosta. Kirjanpidosta saatavat kustannustiedot jaetaan riveittäin ja kustannuslajeittain yrityksen toiminnoille. Usein resursseja tarkastellaan resurssialtaina, joissa yksittäisiä resursseja on yhdistelty kustannuslajeittain, jolloin kustannusten käsittely on helpompaa rivimäärän laskiessa. Esimerkiksi henkilöstökustannus voidaan toimintolaskennassa jakaa toiminnoille vain siinä suhteessa, kuin toiminto todella on vaatinut aikaa. Kustannusta ei tule esimerkiksi jakaa suoraan siinä suhteessa, kuinka paljon jokin toiminto on vaikkapa tuottanut kappaleita suhteessa muihin toimintoihin. (Alhola 2008, 43–44.)

Toimintoajurit

Toimintoajureiden määrittelyä kuvataan toimintolaskennan kolmanneksi vaiheeksi. Sen tarkoitus on selvittää laskentakohteet ja valita soveltuvimmat toimintoajurit. Tässä vaiheessa päätetään millä perusteella toimintojen kustannukset kohdennetaan tai jaetaan laskentakohteille. Toimintoajuri kuvaa niitä asioita, jotka vaikuttavat toiminnon suoritusasteeseen. Myyntityössä toimintoajurina voidaan käyttää esimerkiksi asiakaskäyntien lukumäärää. Usein toimintoajureita on syytä edelleen jalostaa määrittelemällä yksikkö- eli laskentaajureita. Niiden avulla voidaan nähdä syvällisemmin yhden toimintoryhmän toimintojen välisiä kustannuseroja. Myyntityöhön soveltuva yksikköajuri voisi olla myyjän asiakkaan luokse ajaman matkan pituus, koska muutoin kaikki matkat

ja asiakaskäynnit olisivat keskenään samanarvoisia. Yksikköajureiden käyttö on perusteltua myös siksi, että myöhemmin yrityksen kehittäessä toimintaansa, voi pelkän toimintoajurin kehittäminen johtaa ongelmallisiin tilanteisiin esimerkiksi valmistavassa tuotannossa eräkoon suhteen. Pelkkää toimintoajuria kehittämällä ilman yksikköajureiden huomiointia voidaan helposti päätyä perusteettomaan eräkoon kasvattamiseen. (Alhola 2008, 49; Jormakka 2009, 205.)

Aivan kuten resurssien suhteen voidaan perustaa resurssialtailta, voidaan myös toimintoja yhdistellä toisiinsa. Toimintoaltaiksi yhdisteltävien toimintojen tulee vain selkeästi liittyä toisiinsa. Erityisen perusteltua se on, kun yrityksessä on paljon erilaisia toimintoja ja niiden yksittäinen tutkiminen ei ole tarkoituksenmukaista. Tosin, jos toiminnot ovat lähtökohtaisesti jo eriytetty seurannan vuoksi tai muusta syystä, tarpeetonta yhdistelyä tulee välttää. Näin ollen toimintoaltaiden käyttö ei ole lopputuloksen kannalta välttämätöntä toimintolaskennassa ja niiden soveltaminen onkin aina yritys- ja tapauskohtaista. (Alhola 2008, 50.)

4.1.3 Benchmarking

Toimintolaskenta tuottaa analyysien ja lopputulostensa avulla vertailukelpoista tietoa yrityksen toiminnasta ja toiminnan kustannuksista. Yritysten suorituskyvyn keskinäisen vertailun menetelmästä käytetään nimeä benchmarking. Suorituskyvyn vertailu sinällään ei ole kovinkaan uusi keksintö, kautta aikojen yrityksiä on verrattu toisiinsa. Usein vertailu on kuitenkin tapahtunut karkealla tasolla käyttäen mittareina esimerkiksi nettotulosta, sijoitetun pääoman tuottoa, myyntiä tai kassavirtaa. Karkean tason mittarit valitettavasti kertovat vain lopputuloksen, mutta eivät sitä miksi yrityksen tuotto on juuri saavutetun suuruisen. Toimintokohtaisen benchmarkingin avulla halutaan päästä karkeita mittareita syvemmälle, vertaamaan niitä tekijöitä jotka tekevät joistakin yrityksistä toisiaan parempia toimintojen tasolla. (Lumijärvi 1993, 105.)

Alholan (2008, 107–108.) mukaan benchmarkingilla tarkoitetaan systemaattista organisaation vertailua palvelun, tuotteen tai työprosessin suhteen muihin organisaatioihin nähden. Sen tarkoitus on siis toimintatapojen vertailu suhteessa muihin toimijoihin, jonka tavoitteena parannusten toteutus omassa organisaatiossa. Tämän avulla voidaan oppia, miten menestyneimmät yritykset toimivat ja toisaalta mille tasolle ylipäättään on mahdollista päästä. Iloranta

(2009, 489) kuvaa menetelmän ideaksi purkaa yrityksen toiminta pieniin ja helposti toisistaan erotettavissa oleviin osiin, joiden toimintatapoja, hyötyjä ja kustannuksia verrataan muiden yritysten vastaaviin.

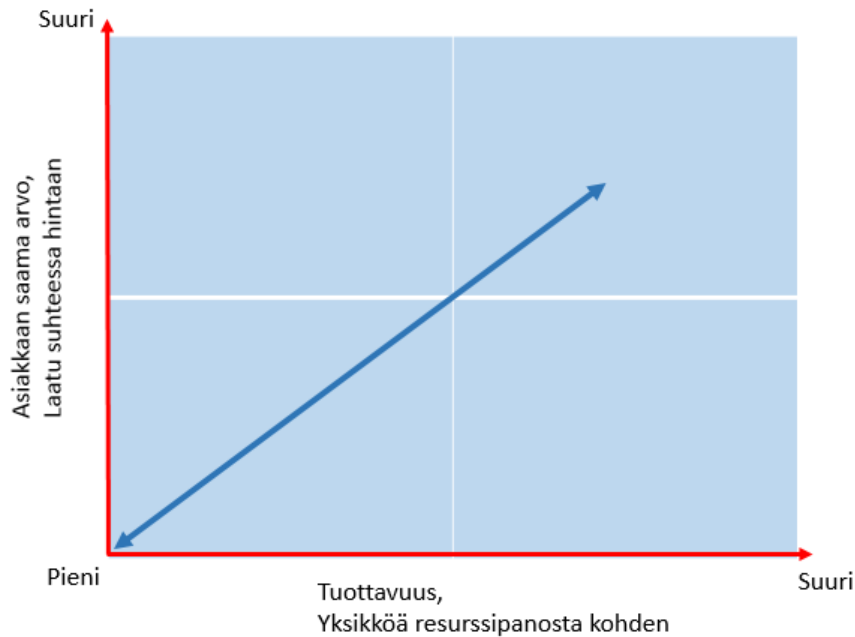
Bowersox & Closs (1996, 461–462.) kuvaa benchmarkingin kriittisenä osana jatkuvan parantamisen mukaista toiminnan uudelleensuunnittelua. Kehityshankkeissa ongelman tunnistamisen ja kvantifioimisen jälkeen tehdään sisäinen analysointi ja ulkoinen benchmarkkaus. Vasta sen jälkeen tehdään arviointeja menetelmistä ja mahdollinen käyttöönotto.

Toimintolaskennan avulla yrityksen toiminnot ovat määritelty ja sen toiminnasta saadaan vertailukelpoista tietoa. Nimenomaan samanlainen systemaattinen lähestymistapa kustannuksien laskemiseen mahdollistaa vertailun.

Benchmarkingia voidaan soveltaa saman yrityksen eri yksiköiden vertailuun sekä oman toimialan yritysten vertailuun. Pitkälle vietyä sovellutuksena oppia voidaan hakea jopa eri toimialojen yrityksistä ja toimintatavoista. Iloranta (2009, 489) suosittelee, että varmistaakseen tietojen objektiivisen käsittelyn ja vertailun, sekä yhdenmukainen mittareiden määrittely ja analysoinnin, on benchmarking hyvä teettää ulkopuolisella taholla. (Alhola 2008, 107–108.)

Lumijärven (1993, 105.) mukaan benchmarkingia tehdään lähes kaikilla yritystoiminnan alueilla esimerkiksi tuotannossa, myynnissä ja markkinoinnissa, materiaali-, talous-, ja henkilöstöhallinnossa sekä tutkimuksessa ja tuotekehityksessä. Se ei ole siis vain yrityksen yhden toiminnon tai osa-alueen työkalu.

Benchmarking kohdentuu yrityksen toimintaan ja sen avulla pyritään parantamaan yrityksen tehokkuutta niin operatiivisessa kuin strategisessäkin mielessä. Alhola (2008, 108.) kuvaa tehokkuuden periaatteessa muodostuvan neljästä perusosasta: hinnasta, tuotantomäärästä, kustannuksista ja laadusta. Laatu suhteessa hintaan määrittää arvon ja tuotantomäärä suhteessa kustannuksiin tuottavuuden. Tehokkuudella tarkoitetaan tuotettua arvoa suhteessa tuottavuuteen. Kuvassa 5 esitetty tehokkuusmatriisi havainnollistaa näiden yhteyttä.



Kuva 5. Tehokkuusmatriisi. Arvon muodostuksen ja tuottavuuden välinen yhteys. (Alhola, 2008, 108)

Vastaavaa graafista esitystä voidaan käyttää havainnollistamaan benchmarkingin tuloksia. Kohdeyritykset sijoitetaan tehokkuusmatriisiin pisteinä. Tämän avulla voidaan havainnollisesti kertoa kuinka yritys sijoittuu muihin kohdeyrityksiin nähden. (Lumijärvi 1993, 106.)

Vanhemmat sovellutukset benchmarking -menetelmästä ovat kohdistuneet erityisesti tuottavuusakselin vertailuun ja perusajatuksena on ollut kuroa umpeen tai kaventaa erinomaisuuseroja organisaatioiden välillä. Vertailu tuottavuuden suhteen onkin ollut melko helppoa, koska tuottavuutta mitataan selkeästi määrällisillä suureilla kuten tuottavuuden erilaiset suhdeluvut. Myöhemmin myös tuotettu arvo on otettu osaksi vertailua. (Alhola 2008, 109.)

Benchmarking luo konkreettisen ja perusteltavissa olevan pohjan yrityksen toiminnan kehittämiseksi. Sen avulla asetettavat tavoitteet ovat oikeasti saavutettavissa olevia, onhan niihin kyetty muissa vertailuryhmän yrityksissä.

Benchmarking -ajattelu tukee myös jatkuvan kehittämisen mallia. Se, että tänään tekee asiat hyvin ja tehokkaasti ei riitä, vaan toimintaa on tehostettava jatkuvasti. Benchmarking voidaan myös toteuttaa porrastetusti: Aluksi voidaan verrata vaikkapa konsernin muihin yrityksiin. Vasta sitten, kun yritys on konsernin paras, verrataan yritystä kilpailijoihin. Ollessaan kilpailijoitaan parempi, seuraavaksi tavoitteeksi yritykselle voidaan asettaa esimerkiksi olla maailman

paras. Toisaalta Waters (2009, 463) toteaa, että mallia ei tulisi ottaa satunnaisista kilpailijoista, vaan tähdätä suoraan alan parhaiden toimijoiden toimintatapoihin. Waters kuitenkin kuvaa myöhemmin (2009, 464), että helpoin tapa aloittaa benchmarkkaus on tehdä se rajoittuneesta otoksesta huolimatta ensin yrityksen sisällä. (Lumijärvi 1993, 106–108.)

4.2 Tuotteiden luokittelu

4.2.1 Tilastollinen ryhmittely

Yrityksissä on hyvin yleistä luokitella ja ryhmitellä asiakkaita, tavarantoimittajia ja tuotteita perustuen esimerkiksi toimintatapoihin, tulokseen tai ominaisuuksiin. Erilaisia ryhmittelyjä voidaan toteuttaa tilastollisesti erilaisten tunnusluku-
jen valossa (Sakki 1999, 75). Ryhmittelyn perusajatuksena on tehostaa ja yhdenmukaistaa toimintaa. Esimerkiksi määriteltyyn ryhmään kuuluvia tuotteita ohjataan samoilla perusteilla, sen sijaan että yksittäisiä tuotteita yritettäisiin ohjata jokaista erikseen omilla ohjausperusteillaan. Watersin (2009, 364) mukaan raja-arvot eri ryhmien välillä ovat kuitenkin usein epäselvät, vaikkakin keskimääräinen ryhmän sisään kuuluva kohde, esimerkiksi tuote, voidaan kuvailla. Ryhmittelyn avulla voidaan havaita, minkälaisia logistisia ominaisuuksia kuhunkin ryhmään kuuluu. Ryhmittelyn avulla esimerkiksi tuotteet voidaan jakaa hyviin ja huonoihin tuotteisiin. Parhaassa tapauksessa voidaan tutkia kuinka hyvästä saadaan vielä parempi ja huonosta hyvä. (Sakki 1999, 75.)

Ryhmittelyn tarkoitus on verrata yksilöitä, havaintoja tai tunnuslukuja suhteessa toisiinsa. Kuinka vertailu tulisi tehdä, on usein haastava ja ryhmittelytehtäväkohtainen ongelma, johtuen ”samankaltaisuus” -käsitteen monimuotoisuudesta. Sakki (1999, 75.) kuvaa ryhmien muodostamisperiaatteiksi muun muassa: ”Yksilöt ovat selvästi kasautuneet jonnekin, jokin joukko on selvästi muusta erottuva tai samassa joukossa olevat yksilöt ovat jotenkin lähellä toisiaan”. Lisäksi hän luonnehtii ryhmittelytehtävän tunnusluku-
jen osalta seuraavasti: ”Ryhmittele numeroaineisto joukkoihin, joissa ryhmän yksilöt muistuttavat enemmän toisiansa kuin muiden ryhmien yksilöitä.”

Tilastolliseen ryhmittelyyn on toteutettu kehittyneitä menetelmiä, joista yksi on Wilksin lambda-kriteeriin perustuva ryhmittely. Menetelmässä pyritään ryh-

mien homogeenisyyteen käyttäen mittana Wilksin lambda-kriteeriä. Kaikki havainnot sijoitetaan mielivaltaiseen määrään ryhmiä, jonka jälkeen havaintoa siirretään ryhmästä toiseen. Jos kriteerin arvo parani, havainto jätetään kyseessä olleeseen ryhmään. Kriteerin arvon heiketessä se palautetaan alkuperäiseen ryhmään. Havaintojen siirtelyä toteutetaan systemaattisesti, kunnes kriteerin arvo ei enää parane. Korhosen menetelmää pidetään yhtenä parhaista tavoista toteuttaa ryhmäjako. (Sakki 1999, 75–76.)

Varaston kiertonopeus

Yhtenä ryhmittelyperusteena voidaan pitää varaston kiertonopeutta. Se on logistiikassa usein käytetty tunnusluku, joka lukuarvona kertoo, montako kertaa vuodessa varasto vaihtuu. Yleisesti varaston kiertonopeus lasketaan jakamalla myynti keskimääräisellä varaston arvolla. Varaston kiertonopeus voidaan määrittää myös kappaleina ja laskenta voidaan tehdä koko varastoa kuvaavana yhtenä tunnuslukuna tai tuotekohtaisesti. (Kinkki, Hulkko & Mäkinen 1999, 153.)

Varaston kiertonopeuden perusteella voidaan laskea tuotekohtaisia ja yleistä varaston pysähdysaika. Siinä varaston kiertonopeus suhteutetaan vuoden päiviin ja vastauksena saadaan varaston pysähdysaika päivinä. Esimerkiksi kiertonopeudella 5 varaston pysähdysaika on $365d / 5 = 73$ päivää. Pysähdysaika kuvaa siis sitä, kuinka moneksi päiväksi varasto keskimäärin riittää vuoden aikana. Näin ollen joissain yhteyksissä varaston pysähdysaika voidaan kutsua myös varaston riitoksi. Englanniksi termistä käytetään lyhennettä DOS, joka tulee sanoista Days of Supply. (Sakki 1999, 95–97.)

4.2.2 ABC-analyysi ja tuotteiden luokittelu

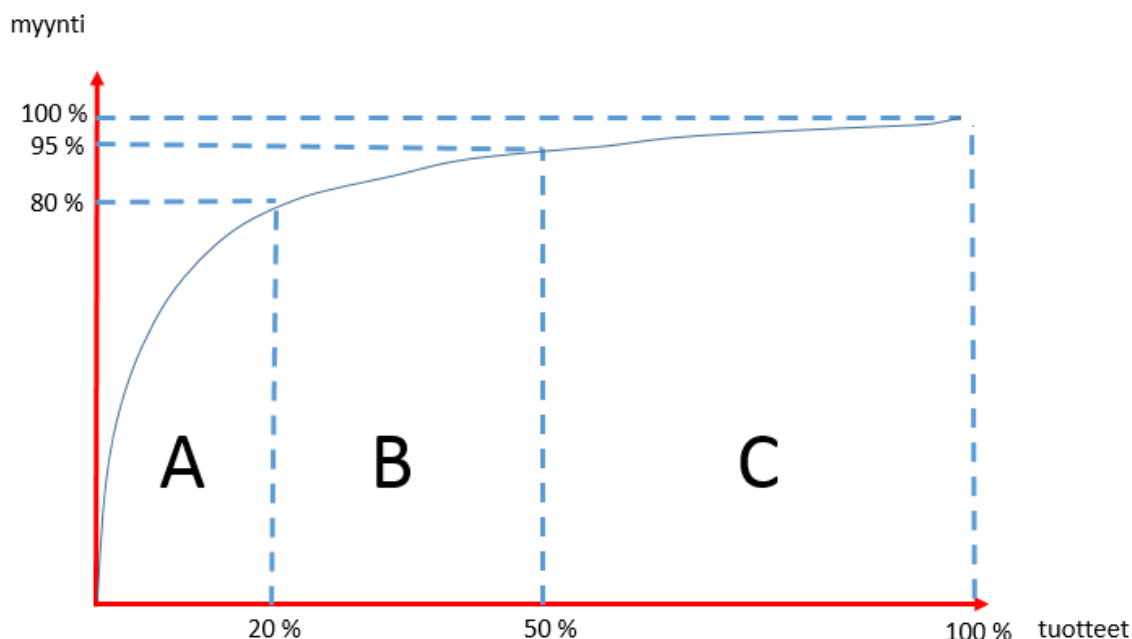
Tuotteiden ABC-analyysillä tarkoitetaan yrityksen tuotteiden luokittelua kolmesta viiteen eri luokkaan, jotka tehdään nimikekohtaisesti ja perustuu joko tuotteen kulutukseen tai euromääräiseen myyntiin (Sakki 1999, 100). Luokittelu perustuu tuotteiden historiatietoon ja yleisimmin metodi perustuu niin sanottuun Pareton käyrään, josta käytetään myös nimitystä 20–80 -sääntö (Sakki, Mattila & Makkonen 1996, 41). Myös Waters (2009, 362) perustaa luokittelun Pareton analyysiin, mutta nimittää sääntöä 80/20-säännöksi. Sakista poiketen Waters pysyy luokittelussa kolmessa luokassa.

Vilfredo Pareto oli italialainen yhteiskuntatieteilijä. 80/20-käyrä on saanut nimensä hänen vuonna 1897 tekemän tutkimuksen mukaan. Hän tutki tulonjakautumista ja hyvinvointia Italiassa ja havaitsi, että suuri osa tulosta ja omaisuudesta keskittyy pienelle joukolle populaatiota. Yleisesti periaatetta sovelletaan hyvin laajasti liiketoiminnassa tänä päivänä. (Ballou 1992, 56.)

Pareto huomasi, että 20 prosenttia väestöstä omisti 80 prosenttia kansallisoimaisuudesta ja 20 prosenttia työntekijöistä aiheutti 80 prosenttia kaikista ongelmista (Iloranta 2008, 481). Sääntöä on edelleen sovellettu esimerkiksi hankintatoimen kehittämisessä. Ilorannan (2008, 481.) mukaan muita säännön soveltamisen alueita ovat esimerkiksi:

- 20 prosenttia asiakkaista tuo 80 prosenttia yrityksen myyntikatteesta
- 20 prosenttia hankituista nimikkeistä muodostaa 80 prosenttia hankintojen arvosta
- 20 prosenttia toimittajista muodostaa 80 prosenttia kaikkien hankintojen arvosta
- 20 prosenttia nimikkeistä muodostaa 80 prosenttia varaston arvosta

Pareto -analyysiä käytettäessä on kuitenkin syytä pitää mielessä että 20/80-jakauma ei ole absoluuttinen, vaan havainnollinen. Luku pyrkii siis havainnollistamaan symmetrian puutetta ilmiöiden välillä. Käytännössä jakauma voi ilmetä missä tahansa suhteessa, kuten esimerkiksi 35/80 (Ballou 1992, 56). Oleellista ei ole pysyä itsepintaisesti 20/80-jakaumassa, vaan paremminkin tunnistaa toteutuva jakauma. Iloranta (2008, 482.) toteaa, että tarkempi tietojen analysointi voi antaa 20/80-jakaumaa jyrkemmän suhteen, kuten esimerkiksi 10/90- tai 5/90 säännön. Esimerkiksi hankintatoimessa toimittajien suhteen on tutkimuksessa havaittu, että 10 prosenttia toimittajista muodostavan 80 prosenttia hankintojen arvosta (Aminoff, Hyppönen & Pajunen-Mustonen 2002).



Kuva 6. Pareton käyrä ja ABC-luokittelu (Ballou 1992, 56)

Yllä olevassa kuvassa 6 havainnollistetaan Pareton käyrää ja ABC-luokitusta. Esimerkijaottelu on tehty siten, että 20 prosenttia yrityksen tuotteista muodostaa 80 prosenttia myynnistä ja kuuluvat siten luokkaan A. Seuraavat 30 prosenttia tuotteista muodostaa 15 prosenttia yrityksen tuotteiden myynnistä ja kuuluvat luokkaan B. Viimeisenä on luokka C, joka esimerkissä on peräti 50 prosenttia yrityksen tuotteista, mutta muodostaa vain 5 prosenttia tuotteiden myynnistä.

Sakki (1999, 100.) määrittelee esimerkkinä jaosta neljään eri luokkaan käytettäväksi seuraavaa ryhmittelyä:

- A-tuotteet. Ensimmäiset 50 prosenttia myynnistä/kulutuksesta
- B-tuotteet. Seuraavat 30 prosenttia myynnistä/kulutuksesta
- C-tuotteet. Seuraavat 18 prosenttia myynnistä/kulutuksesta
- D-tuotteet. Viimeiset 2 prosenttia myynnistä/kulutuksesta. Tähän ryhmään sisällytetään myös ne tuotteet joita ei ole myyty tai kulutettu lainkaan.

Edellä kuvatussa luokittelussa jaottelu perustuu myynnin tai kulutuksen osuuteen, jonka mukaan tuotteet luokitellaan. Prosenttiosuus tuotteista, jotka osuvat kulloinkin kyseessä olevaan ryhmään määrittyy siten vasta, kun luokittelu

on tehty. Watersin (2009, 363–364) luokittelu rakentuu samalla periaatteella, perustuen myynnin osuuteen, mutta luokkia hän määrittelee vain kolme A, B ja C. Luonnollisesti luokkarajat Sakin ja Watersin mallissa ovat eriävät, koska luokkien määrä muuttuu.

ABC-analyysiä ja Pareton periaatetta sovelletaan myös useissa muissa luokitteluissa yritysmaailmassa. Hankintatoimi luokittelee tavarantoimittajia ja myynti asiakkaitaan samoilla perusteilla. Luokittelun pohjalta voidaan kohdentaa resurssien käyttöä ja muita toimenpiteitä ryhmittelyn mukaisesti. Yleisesti analyysien tulokset yrityksissä onkin helppo hyväksyä, koska se hän on tapa kuvata menneitä tapahtumia. Oleellisia ovat kuitenkin tulosten pohjalta toteutettavat toimenpiteet, kuten muutokset materiaalinohjauksessa, jotka voivat olla työläitä toteuttaa. (Sakki 1999, 115.)

Waters (2009, 364.) huomauttaa ABC-analyysin petollisuudesta: Vaikka tuote myyntinsä perusteella kuuluisi yritykselle vähemmän tärkeään luokkaan, voi tuote olla hyvinkin tärkeä liiketoiminnalle. Esimerkiksi kokoonpanelevassa tuotannossa tuotantolinja voi toimia vain, jos kaikki kokoonpanossa tarvittavat tuotteet ovat saatavilla, välittämättä niiden arvosta. Lääke voi olla hyvinkin edullinen ja omata pienen myynnin, mutta asiakkaat arvostavat tuotteen saatavuutta erittäin korkealle silloin, kun sitä tarvitsevat.

4.2.3 ABCXYZ-analyysi

XYZ-analyysi on eräänlainen muunnos ABC-analyysistä. Perinteisessä ABC-analyysissä nimikkeet luokitellaan niiden euromääräisen myynnin tai myyntikatteen mukaan, kuten edellä. Sakin (1999, 105–106.) mukaan XYZ-analyysissä käytetään luokitteluperusteena nimikekohtaisia tapahtumamääriä. Sitä kuvataan erittäin käyttökelpoiseksi analyysiksi erityisesti silloin, kun tavarankäsittelyä halutaan kehittää, ja erityisen hyvin se soveltuu varastopaikkojen määrittelyyn.

Tuotekohtaisten tapahtumamäärien käyttöä luokitteluperusteena tavarankäsittelyssä puoltaa se, että tuotteen myyntihinta tai kokonaiskulutus eivät kuvasta käsittelyn vaatimia panostuksia. Jos tuotteen myyntihinta putoaa, mutta tapahtumamäärät pysyvät samoina, ABC-luokitus laskee, mutta XYZ-analyysin mu-

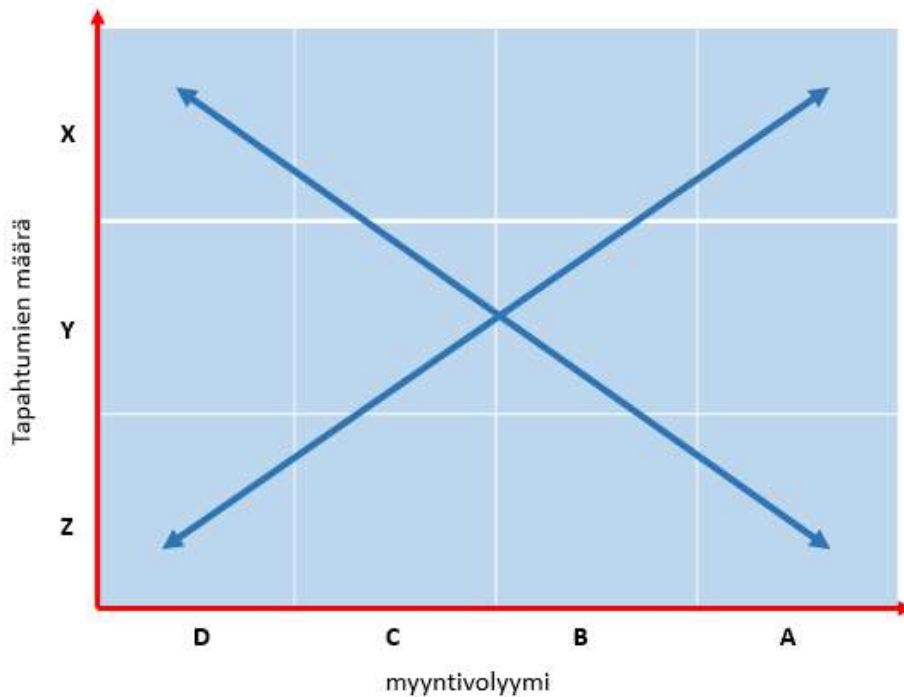
kainen luokitus pysyy samana. Edelleen tavarankäsittely vaatii samat panostukset. Kokonaiskulutuksen käyttö voisi myös johtaa vakaviin virhetulkintoihin. On aivan eri asia toimittaa kerralla tuhat kappaletta, kuin tuhat kertaa yksi kappaletta. Logistiset kustannukset määräytyvätkin usein nimenomaan tapahtumien lukumäärien mukaan (Sakki 1999, 106).

Sakki (1999, 105.) määrittelee esimerkkinä XYZ- analyysistä jaottelun seuraaviin neljään ryhmään:

- X-luokka. Tuotteella on ollut myyntitapahtumia yli 25 kertaa vuodessa
- Y-luokka. Tuotteella on ollut myyntitapahtumia 5 - 25 kertaa vuodessa
- Z-luokka. Tuotteella on ollut myyntitapahtumia 1 - 4 kertaa vuodessa
- 0-luokka. Tuotteella ei ole ollut myyntitapahtumia viimeisen vuoden aikana.

Aivan kuten ABC-luokittelussa, myös tässä luokittelu rakentuu mitattavaan suureeseen, joka tässä tapauksessa on myyntitapahtumien lukumäärä aikajakson sisällä. Näin ollen myös XYZ-analyysissä prosenttiosuus tuotteista, jotka osuvat kulloinkin kyseessä olevaan ryhmään määrittyy vasta, kun luokittelu on tehty.

ABC-analyysi ja XYZ-analyysi täydentävät toisiaan ja parhaassa tapauksessa ne voidaan yhdistää. Tällöin tehdään ensin ABC-analyysi myyntivolyymin perusteella ja lisäksi tuotteet luokitellaan myyntitapahtumien perusteella X-, Y- ja Z-luokkiin. (Sakki 1999, 106.) Kuvassa 7 esitetään yhdistettyä ABCXYZ-analyysiä. Kuvan x-akselille on sijoitettu tapahtumien määrä ja XYZ-luokat ja y-akselille myyntivolyymi ja ABCD-luokat.

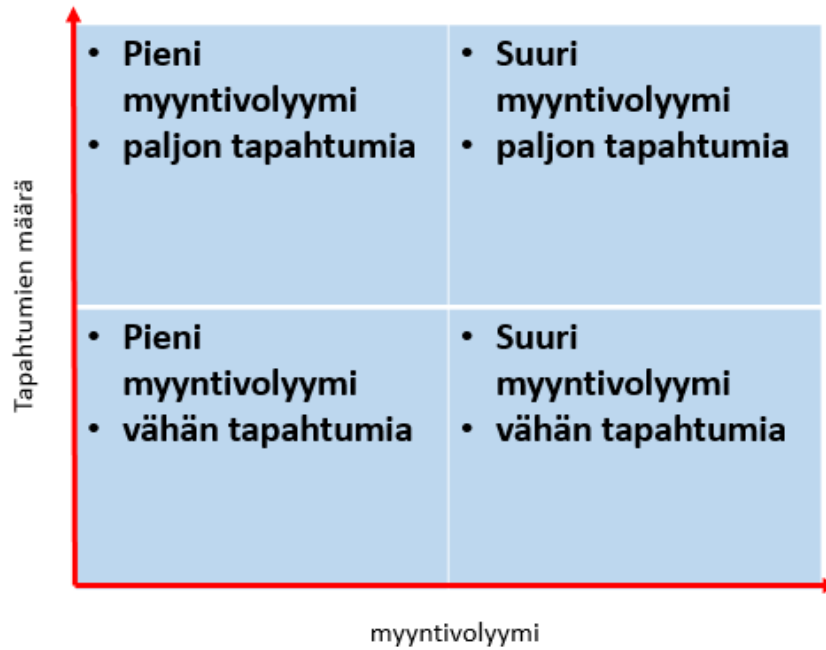


Kuva 7. ABCXYZ-analyysi (Sakki 1999, 106)

Kuva muodostaa eräänlaisen koordinaatiston, jossa jokaista tuotetta voisi kuvata pisteellä. Pisteiden sijainti perustuu tapahtumien määrään sekä tuotteen myyntivolyymiin. Sijoittamalla kaikki tuotteet pisteiksi koordinaatistoon saadaan kuva, josta voidaan analysoida kuinka valtaosa pisteistä keskittyy. Eri-tyistä huomioita kannattaakin kiinnittää DX-tuotteisiin vasemmassa yläkulmassa (Sakki 1999, 106). Kun logististen kustannusten oletetaan määräytyvän tapahtumamäärien mukaan ja korkea myynti positiiviseksi asiaksi, yrityksen tulisi tällöin keskittyä miettimään keinot saada tuotteet mahdollisimman lähelle oikeaa alakulmaa.

Nelikenttäanalyysi

Analyysia voidaan edelleen yksinkertaistaa laatimalla sen pohjalta kuvan 8 mukainen jaottelu. Nelikenttäanalyysin, jonka pohjana toimivat ABCXYZ-analyysin tulokset, voidaan sanoa yksinkertaistavan tuloksia. Jaottelu neljään luokkaan aiemman kahdentoista asemesta tekee tulkinnasta ja mahdollisten korjaavien toimenpiteiden määrittelystä helpompaa.



Kuva 8. Nelikenttäanalyysi (Sakki 1996, 44)

Vastaavanlainen nelikenttäanalyysi tuotteista voidaan laatia hankinnan ja ostotoiminnan näkökulmasta. Tällöin pystyakselille luokitellaan tavarapuutteiden kustannukset, maantieteellinen etäisyys tai tuotteen saatavuuden vaikeus. Vaaka-akselille sijoitetaan ostovolyymi (Sakki 1996, 44). Nelikenttäanalyysi on hyödyllinen työväline myös arvioitaessa tavarantoimittajia ja yrityksen asiakkaita.

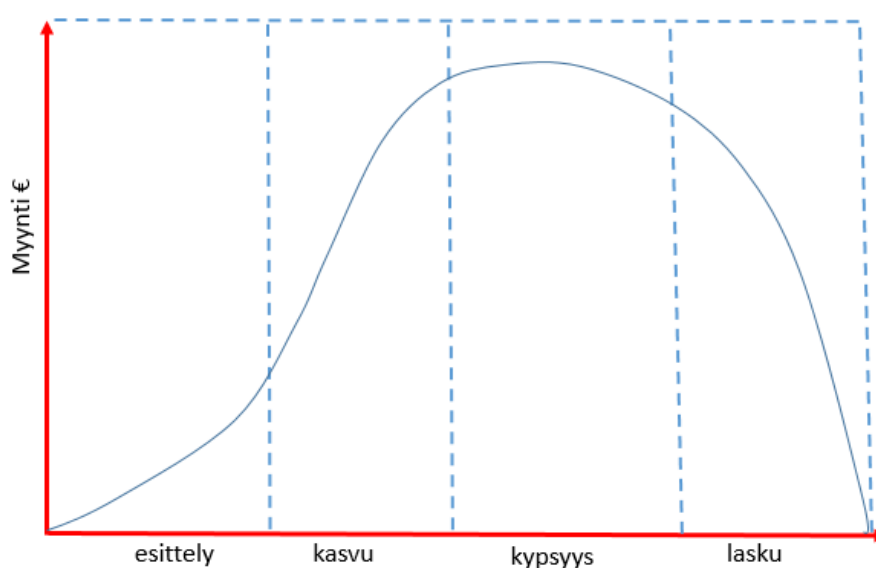
4.3 Tuotteen elinkaari ja sesongit

Tässä kappaleessa kuvataan tuotteen menekkiin vaikuttavia seikkoja ja niiden yhteyttä logistiikkaan. Lopuksi käsitellään ennusteita sekä trendien tunnistamista. Näitä sovelletaan käytäntöön tutkimusvaiheessa.

4.3.1 Tuotteen elinkaari

Tuotteiden saatavuus ja toimituskyky tulisi olla kulloisenkin markkinatilanteen mukainen, riippuen markkinoiden mahdollisuuksista ja kilpailutilanteesta. Yrityksen logistiikka voi olla paljon enemmän, kuin passiivinen tuki markkinoinnille. Näitä logistisia vaatimuksia kuvaamaan on kehitetty kuvan 9 mukainen tuotteen elinkaarimalli, Product life-cycle framework. (Bowersox & Closs 1996, 63.)

Tuotteen elinkaari pyrkii kuvaamaan tuotteen eliniän eri vaiheita. Kaikilla näillä vaiheilla on selkeä yhteys myös yrityksen tuotekohtaisiin logistiikkatoimintoihin ja -strategioihin. Bowersox & Closs (1996, 63.) käsittelee tuotteen elinkaarta logistiikan näkökulmasta. Se jakaa tuotteen elinkaareen neljään päävaiheeseen, joita ovat esittely-, kasvu-, kypsyyss- ja laskuvaihe. Tuotteen elinkaareen kuuluu myös edellä listattuja vaiheita edeltäviä suunnittelu- ja esisuunnittelu- vaiheita sekä laskuvaiheen jälkeisiä käytöstä poistamiseen liittyviä elinkaaren vaiheita. Niiden tutkiminen tässä yhteydessä ei ole kuitenkaan tarkoituksenmukaista, vaikka niilläkin voidaan tunnistaa logistisia tarpeita ja toimenpiteitä.



Kuva 9. Tuotteen elinkaarimalli (Bowersox & Closs 1996, 63.)

Tuotteen elinkaarimallista on oleellista ymmärtää, että se on melko abstrakti ja liioitellun yksinkertainen. Tarkkoja ja yleispäteviä ”toimi aina näin” -ohjeita ei ole olemassa, vaan logistinen suorituskyky tulee strategisesti sopeuttaa vallitsevaan kysyntä- ja kilpailutilanteeseen. Kuitenkin voidaan selkeästi havaita, että logistisen tuen taso ja luonne vaihtelee vahvasti elinkaaren eri vaiheissa. (Bowersox & Closs 1996, 66.)

Esittelyvaihe

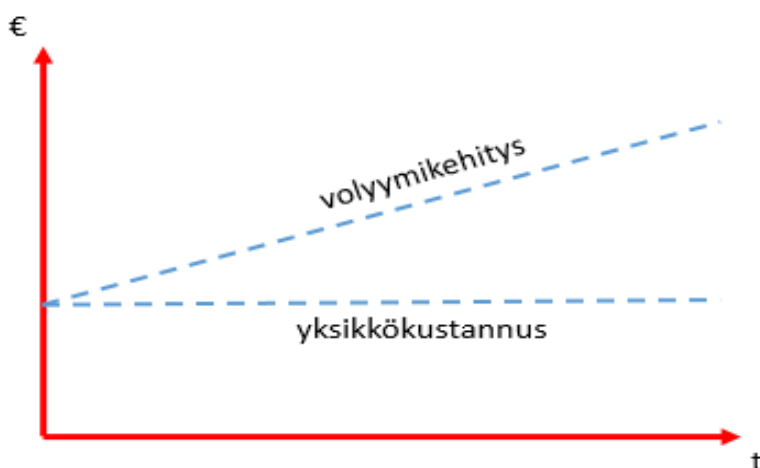
Tuotteen esittelyvaiheessa pyritään tuotteen menekin edistämiseen, joka käytännössä tarkoittaa vahvoja markkinointi- ja viestintäpanostuksia. Tuotteen menekki ei ole korkea, tai sitä ei välttämättä ole vielä lainkaan. Tuote on kui-

tenkin jo kehitetty ja olemassa. Logistiikan näkökulmasta merkittävää on turvata tuotteiden riittävyys. Jotta jalansija tuotteelle markkinoilla voidaan saada, on kriittistä varmistaa että tuote on asiakkaiden saatavilla. (Bowersox & Closs 1996, 63.)

Tuote voi siten olla jo varastoituna, mutta varastotaso on menekkiä merkittävästi suurempi. Yksittäisiä esittelykappaleita toimitetaan, mutta toimitusmäärät eivät ole järkeviä suhteessa varastotasoon. Varaston tunnusluvuissa tämä näkyy matalana tuotteen kiertonopeutena. Tuotteen logistiset kustannukset esittelyvaiheessa ovatkin usein korkeat (Bowersox & Closs 1996, 63).

Kasvuvaihe

Kasvuvaiheelle tunnuspiirteistä on erityisesti kasvava volyymi. Tuote on saavuttanut jonkinlaisen hyväksynnän markkinoilla ja myyntimäärät ovat aiempaa paremmin ennustettavia. Logistiikan näkökulmasta tuotteen ohjaaminen vaihtuu ”millä hinnalla tahansa” -logiikasta kohti palvelutason ja kustannustason tasapainottamista. (Bowersox & Closs 1996, 64.) Tässä vaiheessa pyritään yksikkökustannusten laskemiseen, jonka mahdollistavat kasvaneet volyymit. Brimson (1991, 3.) kuvaa asiaa valmistamisen näkökulmasta kuvan 10 mukaisesti. Vaikka tuotteen volyymi kasvaa, kustannukset eivät kasva. Keinoja yksikkökustannusten laskemiseen ovat muun muassa Just-in-time (JIT) ja Total Quality Management (TQM) -filosofiat sekä kehittyneiden teknologioiden järkevä soveltaminen.



Kuva 10. Tuottavuuden kehittyminen (Brimson 1991, 3)

Logistiikassa kasvuvaiheen toimenpiteitä yrityksessä ovat hankintojen tehostaminen, jakelutieratkaisun kehittäminen ja laadun parantaminen. Varastoinnin ja tunnuslukujen näkökulmasta tarkasteltuna olennainen ja tunnistettavissa oleva piirre on tuotteen kasvava volyyymi.

Kypsyysvaihe

Elinkaaren kypsyysvaiheessa tuotteella on vahvaa hintakilpailua. Muut yritykset kilpailevat markkinoista vastaavilla tai jopa samoilla tuotteilla. Tuotteen markkinointikanavat muuttuvat epäselvemmiksi ja logistinen järjestelmä monimutkaisemmaksi. Elinkaaren näkökulmasta tuotteen menekki on saavuttanut lakipisteen. Hintakilpailuun vastataan yksikkökustannuksia laskemalla kuten kasvuvaiheessa. Hinta- ja palvelutasoja muuttelemalla toteutetaan tuotestrategiaa ja pyritään säilyttämään asema markkinoilla. Logistiikan näkökulmasta toimenpiteitä ovat vaihtoehtoisten toimittajien etsiminen ja kuljetusten tehostaminen. Monikanavaisessa jakelussa voidaan perustaa erillisiä jakeluvaramoita vastaamaan vaihtelevaan kysyntään. Yritys voi myös pyrkiä erottumaan kilpailijoista kehittämällä tuotemuunnoksia ja tarjoamalla lisäarvopalveluita. (Bowersox & Closs 1996, 65.)

Varastoinnissa ja tunnuslukujen näkökulmasta, yhden jakelukeskuksen tuotteen menekki ja kiertonopeus on hyvä, mutta lyhyen aikavälin tarkastelulla se voi vaihdella vahvasti johtuen muista toimijoista ja niiden tuomasta hintakilpailusta. Jos yritys ei pärjää hintakilpailussa kääntyy tuotteen menekki jo laskevaksi.

Laskuvaihe

Laskuvaiheessa tuotteen volyymikehitys kääntyy laskuun. Logistisina toimenpiteinä yritys laskee tuotteen varastotasot ja varmuusvaraston mahdollisimman alas. Tuotteelle kehitetään yrityksessä erilaisia lisäarvopalveluita, joilla tuote pyritään pitämään edelleen markkinoilla mielenkiintoisena ja tuottamaan yritykselle lisää myyntiä. Käytännössä yritys tasapainoilee kahden vaihtoehdon välillä, joko se lopettaa tuotteen jakelun tai jatkaa jakelua rajoitetusti (Bowersox & Closs 1996, 66).

Yrityksen logististen toimenpiteiden ja varastotasojen laskemisen onnistuessa tuotteen kiertonopeus ei laske, vaikka tuotteen menekki laskeekin. Varastotasot suhteutetaan siis kysyntään tai tuotteen jakelu lopetetaan kokonaan.

4.3.2 Sesongit ja menekin vaihtelu

Menekin vaihtelut voivat johtua elinkaarimallin vaiheiden lisäksi erilaisista sesongeista ja ne ovat vahvasti toimialakohtaisia. Tuotteita, joihin sesongit vaikuttavat selvästi, ovat esimerkiksi useat elintarviketuotteet, kirjat, huonekalut ja kodin elektroniikka. Syitä sesonkivaihteluun on lukuisia. Osa johtuu puhtaasti muodista ja osa on vuodenaikasidonnaista ja liittyy esimerkiksi juhlapyyhiin, säähän tai muuhun vastaavaan olosuhteeseen. (Karrus 2005, 376.)

Esimerkiksi tuotanto- ja tukkuportaassa voidaan tehdä materiaalin- ja tuotannonohjaus täysin perustuen sesonkeihin. Jopa samalle käyttäjäryhmälle suunnatut tuotteet kohtaavat tukku- ja vähittäisportaalla merkittävää vaihtelua. Kuukausittainen menekkiosuus vuotuisesta kokonaiskysynnästä vaihtelee voimakkaasti ja vuotuinen kysyntä voi sisältää voimakkaita tuotekohtaisia eriaikaisia sesonkeja. Tukku- ja vähittäiskaupassa menekkeihin vaikuttavat myös kaupalliset seikat, kuten tuottajien hinnat ja annettavat toimitusehdot. Näillä keinoilla voidaan kaupat saada toimimaan toimitusketjussa puskurivarastoijana. (Karrus 2005, 373–376.)

Toisaalta jos yritys perustaa toimintansa lyhyille globaaleille sesongeille, kuten esimerkiksi vaateliikeketju Hennes & Mauritz, jäävät tuotteiden elinkaaret lyhyiksi ja hankinta-tuotanto-jakeluketjussa on koko ajan liikkeellä uusi edellisen korvaava mallisto (Karrus 2005, 376). Toisin sanoen joka sesongille tuodaan täysin uudet tuotteet, jolloin tuotteen elinkaaren pituus on käytännössä yksi sesonki. Toisaalta toisena ääripään esimerkkinä ovat esimerkiksi alkoholijuomat. Useat alkoholituotteet ovat selkeästi sesonkisia, mutta tuote sinällään voi pysyä samana ja omata jopa vuosikymmenien mittaisen elinkaaren.

4.3.3 Menekin ennustaminen

Ennuste on kuvaus tai oletus volyymista tai kappalemäärästä, joka todennäköisesti tullaan valmistamaan, toimittamaan tai myymään. Tyypillinen logistinen ennuste on tuotekohtainen oletus viikoittaiselle tai kuukausittaiselle

toimitusten lukumäärälle määrittelystä jakelukeskuksesta. (Bowersox & Closs 1996, 222.)

Logistiikassa ja sen suunnittelussa on usein kyse nimenomaan ennusteista. Tuotannon ja kapasiteetin hallinta ja koordinointi vaativat hyviä ennusteita. Ennusteet ja niistä seuraavat suunnitelmat mahdollistavat proaktiivisen tuotannon suunnittelun, joka yleisesti on tehokkaampaa kuin reaktiivinen toiminta. Laajemmassa kontekstissa ennusteilla voidaan saavuttaa merkittäviä etuja ja kustannushyötyjä toimitusketjussa. Tällöin ketjun eri toimijat vaihtavat keskenään tuotteisiin ja niiden ennusteisiin vaikuttavia tietoja ja suunnittelevat toimintaa proaktiivisesti, kun vaihtoehtona on ilman tietojen vaihtamista liikutella fyysisesti tuotteita puhtaasti reaktiivisin toimenpitein. (Bowersox & Closs 1996, 222–223.)

Ennusteiden tekemiseen on useita menetelmiä ja yleisesti ne voidaan luokitella kvalitatiivisiin, aikasarjoihin ja kausaalisiin. Kvalitatiiviset ennusteet perustuvat esimerkiksi asiantuntijan mielipiteeseen ja muihin vaikeasti mitattaviin erikoistietoihin. Kvalitatiivinen ennuste ei välttämättä huomioi lainkaan historia-tietoja ja se perustuu vahvasti ennusteen tekijän ammattitaitoon. Kvalitatiivisten ennusteiden luominen on usein kallista ja vie paljon aikaa. Yksi menetelmä niiden tekemiseen on esimerkiksi erilaiset kuluttajille suunnatut kyselyt. Aikasarjatekniikalla luodut ennusteet perustuvat täysin kvantitatiiviseen historiatietoon ja ne olettavat tulevaisuuden jatkuvan samanlaisena kuin mennyt aika noudattaen samoja toistuvia kaavoja. Kausaaliset tekniikat, kuten regressio, perustuvat valistuneeseen ja yksilöityyn tietoon muuttujista joiden välille määritellään yhteys päätapahtuman ja ennustettavan aktiviteetin välille. (Bowersox & Closs 1996, 232–233.)

Maailmalla on kirjoitettu satoja artikkeleita eri ennustusmenetelmien tehokkuudesta. Viimeisten vuosikymmenien aikana ennusteista on tullut jatkuvasti monimutkaisempia analyyttisten menetelmien kehittyessä. Lisäksi kyvykkyydet käsitellä monimutkaisia analyyseja ja suuria tietomääriä on kehittynyt valtavasti tietotekniikan kehittymisen myötä. Yleinen kehitys olettaa, että suurempi monimutkaisuus ja sivistyneisyys menetelmissä johtavat parantuneeseen ennusteen tarkkuuteen. Vaikka se usein onkin totta, on myös osoitettu, että yk-

sinkertaisempi on joskus parempi. Monimutkainen ennuste ei aina tuota merkittävästi parempaa tarkkuutta, erityisesti jos huomioidaan sen vaatima väivannäkö suhteessa ennustetarkkuuden parantumisella saatuun hyötyyn. (Bowersox & Closs 1996, 232.)

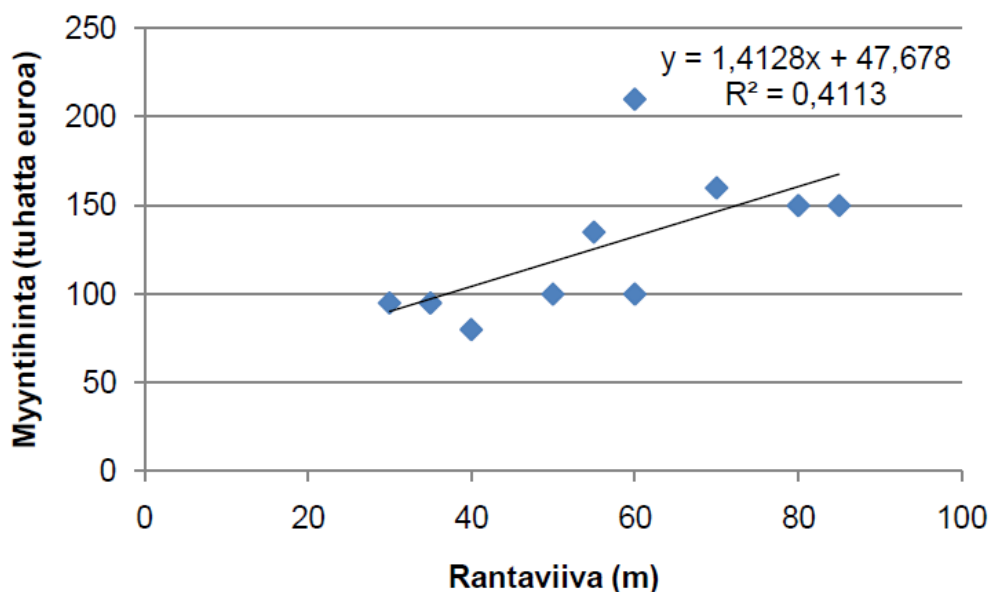
Lineaarinen regressiomalli

Lineaarista regressiomallia voidaan käyttää yhden tai usean selittävän muuttujan ja yhden selitettävän muuttujan välisen riippuvuuden mallintamiseen. Mallissa käytettävien muuttujien tulee olla määrällisiä, mutta selittävien tekijöiden joukossa voi olla myös kategorisia muuttujia. Regressiomalli on laskettavissa taulukkolaskentaohjelmalla. Usean selittävän muuttujan malli on haasteellinen ja laaja aihepiiri, se voikin vaatia jopa erillisen tilasto-ohjelman käyttöä. Regressiomallilla on useita sovellusalueita ja yleisimmin sitä käytetään ennustavana tai selittävänä mallina. Ennustavassa mallissa esimerkiksi kiinteistönvälittäjä voi ennustaa myyntiin tulevan kesämökin hintaa perustuen rantaviivan pituuteen. Selittävässä mallissa esimerkiksi asiakastyytyväisyyskyselyn eri osa-alueiden yhteyttä kokonaistyytyväisyyteen voidaan tutkia. Saadakseen luotettavia tuloksia, tulee otoskoon lineaarisessa regressiomallissa olla riittävän suuri. Yhden selittävän muuttujan malleissa tulee otoskoon olla noin 20 havaintoa tai enemmän. Usean selittävän muuttujan malleissa suositellaan otoskooksi vähintään 50 havaintoa, mutta mielellään jopa 100 havaintoa. (Taanila 2010, 1.)

Laadittaessa määrällisiä ennusteita lineaarisella regressiomallilla, tulee huomioida ennusteen käyttöalue. Yleistäen voidaan todeta, että mallin käyttöalue on se alue, jolta havaintoja oli käytettävissä mallin laskentahetkellä. Ennusteen hyvyys on myös määriteltävissä erikseen laskettavan selityskertoimen avulla. Mitä suuremman arvon selityskerroin antaa, sitä parempi on mallin kyky ennustaa. (Taanila 2010, 10.)

Regressiomallissa muuttujien välistä riippuvuutta kuvataan regressiosuoran yhtälöllä, joka yleensä lasketaan pienimmän neliösumman menetelmällä taulukkolaskenta- tai tilasto-ohjelmilla. Ohjelmisto etsii kaikista suorista sen jonka jäännösneliösumma on pienin ja antaa pienimmän neliösumman arvon R^2 , jota voidaan kutsua myös mallin selityskertoimeksi. (Taanila 2010, 3.)

Kuvassa 11 kuvataan esimerkkinä lineaarista regressiota. Kuvassa on otos kesämökkejä, joiden myyntihinnan suhdetta rantaviivan pituuteen tutkitaan.



Kuva 11. Myyntihinnan riippuvuus rantaviivan pituudesta (Taanila 2010, 4.)

Regressiosuoran yhtälö on pyöristetyin kertoimin $y = 1,4128x + 47,678$ jossa y kuvaa myyntihintaa ja x rantaviivan pituutta metreinä. Regressiomallin mukaisesti rantaviivan pituudenkerroin eli suoran kulmakerroin $k = 1,4128$ merkitsisi tällä otoksella 1412,8 euroa lisää hintaa jokaista rantaviivametriä kohti. Esimerkissä pienimmän neliösumman R^2 arvo on 0,4113, eli mallin rantaviivan pituuden vaihtelun voidaan tällä mallilla tulkita selittävän 41,1 prosenttia hinnanvaihtelusta. (Taanila 2010, 4-5.)

5 EMPIIRINEN OSIO

Osio koostuu edellä kuvattujen teorioiden ja menetelmien soveltamisesta kohdeyrityksessä. Se sisältää tarkemman esittelyn toimeksiantajan toiminnasta ja käytettävistä tiloista ja menetelmistä pohjustuksena sitä seuraaville tutkimusosioille. Empiirinen osio jakautuu viiteen pääosaan, joita ovat toimeksiantajan ja tutkimusympäristön esittely, teoreettisen viitekehyksen mukaiset kolme tutkimusosiota sekä viimeisenä tutkimusosat kokoava päättelyosio.

5.1 Posti Oy

Opinnäytetyön toimeksiantajana toimii Posti Oy, joka on osa kotimaista Posti Group -konsernia. Sillä on lähes 400 vuoden historia ja sen omistaa Suomen valtio. Toimintaa Posti Groupilla on 11 eri maassa. Henkilöstömäärällä 23 000 Posti on Suomen suurin työnantaja. Posti Groupin toiminta on jaettu neljään eri liiketoimintaryhmään, joita ovat Postipalvelut, Paketti- ja Logistiikkapalvelut, Itella Venäjä sekä OpusCapita. Posti Groupin liikevaihto vuonna 2014 oli 1,859 miljardia euroa ja se palvelee yli 200 000 yritysasiakasta. Liikevaihdosta yli 96 % tulee yrityksiltä ja yhteisöiltä ja tärkeimmät asiakastoimialat ovat kauppa, palvelut ja media. (Posti 2015.)

5.1.1 Paketti- ja logistiikkapalvelut

Paketti- ja Logistiikkapalvelut on yksi Posti Groupin neljästä liiketoimintaryhmästä. Se on Suomen johtava verkkokaupan palveluntarjoaja. Paketti- ja Logistiikkapalvelut tarjoaa asiakkailleen toimitusketjun kokonaishallinnan ja tuottaa asiakkailleen lisäarvoa niiden ohjauksessa. Liiketoimintaryhmän vastuulle kuuluvat Suomessa pakettipalvelut, yritysten kuljetuspalvelut, toimitusketjuratkaisut ja palvelupisteverkosto sekä kansainväliset auto-, lento- ja merirahtipalvelut. Paketti- ja logistiikkapalveluilla on toimintaa Suomessa, Pohjoismaissa ja Baltiassa sekä partnereiden kautta maailmanlaajuisesti. (Posti 2015.)

Pakettipalvelut -yksikkö kehittää ja tuottaa pakettipalveluita ja verkkokaupan ratkaisuja yritysasiakkaille. Yksikön tehtävänä on vahvistaa Postin markkinajohtajuutta pakettipalveluissa ja varmistaa kasvu. Yritysten kuljetuspalvelut -yksikkö kuljettaa yritysasiakkaiden tarpeen mukaan lähetykset yksittäisestä kollista kokokuormaan, sisältäen aikataulutetut pakettikuljetukset ja rahdin. Palvelupisteverkosto tarjoaa Suomen kattavimman palveluverkon yritys- ja kulluttajatoimituksiin sekä verkkokauppaan ja kehittää asiakaslähtöisiä palvelu- ja asiointikonsepteja päivittäiseen postiasiointiin. (Posti 2015.)

Toimitusketjuratkaisut

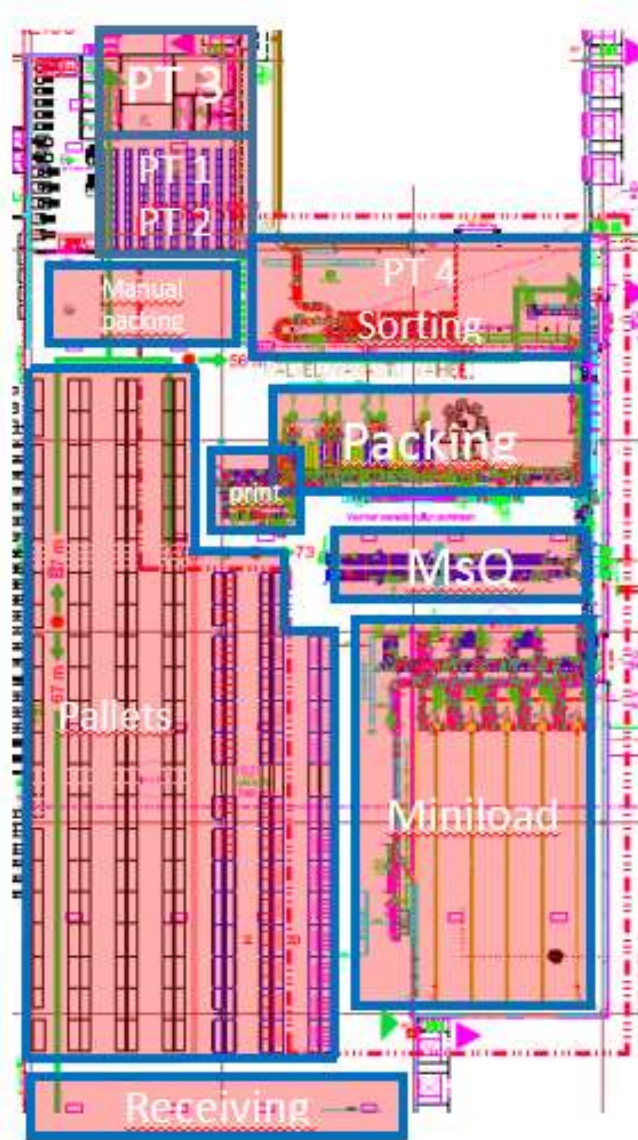
Toimitusketjuratkaisut -yksikkö tarjoaa ja tuottaa yritysasiakkaille kokonaisvaltaisia toimitusketjuratkaisuja, joiden keskeisimpänä osana ovat erilaiset varas-

topalvelut. Yksikön asiakkaat ovat ulkoistaneet Postille merkittäviä osia toimintaprosesseistaan ja yksiköllä on muista yksiköistä poiketen oma tuotanto. (Posti 2015.)

Suomessa yksiköllä on noin 350 000 neliometriä varastotilaa, joka sisältää noin 400 000 lavapaikkaa ja 87 000 juoksumetriä pientavarahyllystää. Vuoden aikana käsitellään jopa satojatuhansia eri nimikkeitä. Yksittäinen otanta varastoista antoi yksittäisellä hetkellä noin 271 000 varastoitua nimikettä. Vuonna 2014 varastoista toimitettuja keräilyrivejä oli noin 15,5 miljoonaa. (Posti 2015.)

5.1.2 Kohdeyksikkö

Tutkimuksen kohdeyksikkönä on Voutilan varasto, joka sijaitsee Vantaalla lentokentän välittömässä läheisyydessä. Samassa kiinteistössä toimii Suomen suurin pakettilajittelukeskus, jossa vuonna 2012 käsiteltiin yli 22 miljoonaa lähetystä. Voutilan varastoiden pinta-ala on kaikkiaan noin 61 000 neliometriä ja varastot on kuljetinyhteydellä yhdistetty toiminnallisesti pakettilajittelukeskukseen. Varastossa työskentelee päivittäin noin 300 - 400 henkilöä. Varasto sisältää myös kolme erillistä vaarallisten aineiden säilyttämiseen tarkoitettua tilaa. Tutkimuksen kohteeksi on rajattu Voutilan 1-halli, joka on pinta-alaltaan noin 7 800 neliometriä. Varastonosa on niin sanottu hybridivarasto, jossa kuvan 12 mukaisesti hyödynnetään sekä varastoautomaatiota että perinteisiä varastointimenetelmiä. Varastonosa on jaettu kahdeksaan toiminnalliseen varastointialueeseen, jotka on myös layoutin puolesta selkeästi eritelty. Aluekohdittaiset tarkemmat kuvaukset ovat alla. (Vuorenheimo 2015.)



Kuva 12. Voutila 1 Layout

Varastoautomaatio

Varastonosan keskeinen elementti on kuvan 12 oikeassa alakulmassa oleva miniload-tyyppinen varastoautomaatiojärjestelmä, joka sisältää noin 25 000 varastopaikkaa, jotka on jaettu viidelle keskenään identtiselle käytävälle. Järjestelmä käsittelee muovisia varasto- ja tilauslaatikoita käyttäen erilaisia kuljetinratkaisuja sekä hyllystöhissejä. Varastoalueen sisällä laatikoiden siirtely tapahtuu viiden automaattisen hyllystöhissin avulla. Hissit tuovat laatikoita kuljetinjärjestelmälle käsiteltäväksi ja vievät käsitellyjä laatikoita kuljetinjärjestelmältä hyllystöön. Järjestelmä toimii goods-to-man -periaatteella, jossa tilaukseen tarvittavat varastolaatikat toimitetaan automaattisesti keräilyasemaan.

Keräilyasemassa käyttäjä poimii järjestelmän ohjaamana tuotteet varastolaatikosta tilauslaatikkoon. Järjestelmässä on kaksi keräilyasemaa ja yhdellä keräilyasemalla voidaan yhtäaikaisesti käsitellä neljää eri tilausta. Tilauksen valmistuttua tilauslaatikko siirtyy automaattisesti kuljettimia pitkin seuraavaan työvaiheeseen. Tuotteiden ja varastolaatikoiden sisäänsyöttö tapahtuu erillisellä työpisteellä, jossa muista varastonosista tuotavat tuotteet laatikoidaan ja siirretään kuljettimien ja hissien avulla automaattisesti varastoitaviksi laatikoiksi. Varastolaatikoita on neljää eri tyyppiä, jotka ovat kaikki ulkomitoiltaan samantaisia, mutta väliseinien avulla pienemmiksi yksiköiksi jaettuina. Jaetut laatikot huomioiden järjestelmässä on noin 50 000 varastopaikkaa. (Vuorenheimo 2015.)

Osana varastoautomaatiojärjestelmää on Market Square -alue, jossa on 48 keräilypaikkaa. Alue on kuvaan 12 merkitty MsQ -lyhenteellä. Alue toimii valo-ohjatulla keräilyllä, jossa tuotteet kerätään lavalta suoraan automaattisesti ohjattuun tilauslaatikkoon. Alue on jaettu neljään 12 lavan keräilyalueeseen ja sitä voi operoida yhtäaikaisesti yhdestä neljään käyttäjää. Alue on erityisesti tarkoitettu tuotteille, joiden menekki on suuri. Merkittävin ero automaatin keräilyasemiin verrattuna on, että tuotteet kerätään suoraan lavalta, eikä tuotteita siten tarvitse ensin laatikoida ja syöttää sisään järjestelmään. Alueelta valmistuneet laatikot siirtyvät automaattisesti kuljettimilla seuraavaan työvaiheeseen. (Vuorenheimo 2015.)

Myös muilta varastoalueilta kerätyt tuotteet voidaan tuoda automaatin käsiteltäväksi. Automaattiin keskitetään keräilyn jälkeiset tulostus- ja pakkaustoiminnot yksikössä. Lisäksi automaatiojärjestelmässä on konsolidointi -toiminto, joka yhdistelee eri alueilta tulleet samaan tilaukseen kuuluvat tuotteet yhdeksi pakattavaksi kokonaisuudeksi. (Vuorenheimo 2015.)

Valmiit tilaukset kulkevat kuljetinjärjestelmässä automaattisen tulostusaseman läpi, jossa tilauslaatikkoon pudotetaan sille kuuluvat tulosteet. Tulostusasemat on layout-kuvassa merkitty print -tekstillä. Tulostamisen jälkeen tilauslaatikko menee pakattavaksi, pakkausalueelle, jota nimitetään layout kuvassa termillä packing. Pakkausvaiheessa käsiteltävä yksikkö muuttuu käyttäjän toimesta muovisesta tilauslaatikosta varsinaiseksi lähetettäväksi paketiksi. Viimeisenä

vaiheena valmiit tilaukset lajitellaan tai ne voidaan vaihtoehtoisesti ohjata suoraan kuljetinyhteydellä samassa kiinteistössä sijaitsevaan lajittelukeskukseen. Lajittelualuetta merkitään layout kuvassa termillä sorting. (Vuorenheimo 2015.)

Perinteiset varastointimenetelmät

Kohdeyksikkö sisältää myös perinteisiä varastointimenetelmiä käyttäviä alueita. Perinteisillä varastointimenetelmillä tarkoitetaan tässä yhteydessä erilaisia pientavarahyllystöjä ja kuormalavahyllystöjä. Niissä pyritään automaattiin verrattuna kustannustehokkaaseen tilankäyttöön, jossa käyttäjä itse vie tuotteet paikoille ja keräily tapahtuu tuotteet paikalta noutaen. Kuormalavahyllystössä tavaroiden käsittely tapahtuu erilaisella trukkalustolla ja pientavarahyllystössä käyttäjä liikkuu jalkaisin. Aluekohtaiset kuvaukset ovat alla. Layout kuvassa käytetään pientavarahyllystöistä lyhennettä PT ja juoksevaa numeroa, kuormalavahyllystöt ovat merkitty kuvaan termillä Pallets. (Vuorenheimo 2015.)

Pientavarahyllystöt varastonosassa sijaitsevat neljänä alueena. Pientavarahyllystö 4 sijaitsee parvella, kuvan 12 oikeassa yläkulmassa automaattivaraston lajittelun yläpuolella. Sen koko on noin 500 neliometriä ja se sisältää noin 1 500 juoksumetriä hyllystöä 17 käytävällä. Muista pientavarahyllystöistä poiketen tältä alueelta on kuljetinyhteys varastoautomaatiojärjestelmään. Varastoautomaatiojärjestelmä toimittaa tyhjiä muovilaatikoita ylös parvelle keräilyä varten ja valmiit tilauslaatikot voidaan toimittaa seuraaviin työvaiheisiin asettamalla tilauslaatikko kuljettimelle. (Vuorenheimo 2015.)

Pientavarahyllystöt 1 ja 2 sijaitsevan kuvan 12 vasemmassa yläkulmassa ja ne on sijoitettu päällekkäin. Pientavarahyllystö 1 sijaitsee lattiatasolla, sen pinta-ala on noin 180 neliometriä kerroksessa. Pientavarahyllystö 2 sijaitsee pientavarahyllystön 2 yläpuolella ja on pohjaltaan lähes identtinen pientavarahyllystön 2 kanssa. Yhteensä hyllystössä on noin 360 neliometriä. Se sisältää kaikkiaan noin 2 500 juoksumetriä pientavarahyllystöä 18 käytävällä. (Vuorenheimo 2015.)

Pientavarahyllystö 3 sijaitsee äärimmäisenä kuvan 12 vasemmassa yläkulmassa, toteutettuna lattiatasolla olevien teknisten ja sosiaalitilojen yläpuolelle. Se on muista pientavarahyllystöistä poiketen toteutettu käsikäyttöisillä arkistohyllyillä, joissa hyllyjä voidaan käyttäjän toimesta siirrellä ja avata haluttu käytävä. Se on tilatehokkuudeltaan muita pientavarahyllystöjä parempi: Pinta-ala on 110 neliometriä ja varastointitilaa on 1 100 juoksumetriä 12 käytävällä. (Vuorenheimo 2015.)

Kuormalavahyllystöt varastonosassa on pääsääntöisesti toteutettu kuudella tasolla. Kaksi alimmaista tasoa toimivat keräilypaikkoina ja neljä ylempää tasoa reservipaikkoina. Kuormalavahyllystön pinta-ala on noin 2500 neliometriä ja se sisältää kaikkiaan noin 5400 lavapaikkaa, joista noin 1800 lavapaikkaa on keräilypaikkoja. (Vuorenheimo 2015.)

Operatiivisia toimintamalleja

Toimintamalli keräilyssä perustuu vahvasti kiinteisiin tuotekohtaisiin keräilypaikkoihin. Yleistäen voidaan sanoa, että tuotteille on määritetty keräilypaikka, josta tuotteen poiminta tapahtuu. Keräilyssä kuormalavavarastosta käytetään keräilytrukkeja, joilla käyttäjä voidaan nostaa noin 1 metrin korkeuteen ylemmän tason keräilyn helpottamiseksi. Tavarankorjauksen loppuessa paikalta, täydennetään lisää tuotetta keräilypaikalle tuotteen ylemmällä tasolla olevalta reservipaikalta varastohallintajärjestelmän ohjaamana. Kaikkein pienimmän määrän omaavat tuotteet keräillään kuitenkin suoraan reservipaikoilta hyödyntäen korkeakeräilytrukkeja. Pientavarahyllystöissä keräily suoritetaan jalkaisin, hyödyntäen erilaisia työnnettäviä keräilyvaunuja. (Vuorenheimo 2015.)

Keräilymenetelmänä käytetään puheohjattua keräilyjärjestelmää. Varastohallintajärjestelmän lähettämät keräilytehtävät hallitaan erillisellä ohjelmistolla, jossa alue- ja käyttäjäkohtaisesti toteutetaan työnohjausta. Käyttäjälle ohjelmisto muuntaa tehtävät yksinkertaisiksi komennoiksi kuulokkeeseen. Käyttäjä vahvistaa osoitekohtaisesti paikan tarkistenumeron sekä keräilemänsä määrän. Saldojen, varastopaikkojen ja eri toimintojen hallinnassa käytetään varastohallintajärjestelmää (WMS, Warehouse Management System), jonka alijärjestelminä toimivat automaatiojärjestelmän oma ohjausjärjestelmä sekä puheohjattu keräilyjärjestelmä. (Vuorenheimo 2015.)

Tuotesijoittelussa menetelmänä on sijoittelu asiakkaittain. Varasto on jaettu asiakaskohtaisiin alueisiin, joihin tuotteet sijoitetaan huomioiden tuotteiden menekki asiakaskohtaisen alueen sisällä. Varastohallintajärjestelmä ei ohjaa tuotteen paikan valintaa, vaan valinnat tekee käyttäjä. (Vuorenheimo 2015.) Tämän opinnäytetyön tutkimus haastaa tätä asiakaskohtaista tuotesijoittelun ajatusmallia tuomalla rinnalle mallin kustannustehokkaasta sijoittelusta, välittämättä tuotteen omistajasta.

5.2 Paikkojen luokittelu

Toimintolaskentaa sovelletaan paikkojen luokittelussa siten, että saadaan erilaisista keräilymenetelmistä, -teknologioista, -koneista ja -kalustosta aiheutuvat kustannukset kohdentumaan kullekin varastoalueelle ja myöhemmässä vaiheessa yksittäiselle paikalle. Tavoitteena on, että esimerkiksi lavavaraston reservipaikoilla käytettävän raskaamman keräilykaluston kustannus ei rasita pientavarahyllystön keräilyn kustannusta, koska keräily siellä suoritetaan jalkaisin. Myös muut yksikön keräilyyn liittyvät kustannukset kohdennettiin aiheuttamisperiaatteella. Välillisten kustannusten kohdentamisen jälkeen välittömät työkustannukset lisätään huomioiden etäisyydet, korkeudet ja käytettävät menetelmät. Viimeisenä vaiheena tuotetaan paikkojen luokittelu, jonka pohjana on paikalla käynnin kustannus.

5.2.1 Kustannusten kohdentaminen

Yksikön kustannuslaskennassa ei yksinomaan voitu käyttää 2014 kirjanpitoa, koska se kattaa laajemman kokonaisuuden eivätkä ainoastaan kohdeyksikköä koskevat kustannukset olleet suoraan tunnistettavissa. Lisäksi kohdeyksikön toiminta on varastoautomaatiohankkeen myötä tutkimuksen toteutuksen aikana suurten toiminnallisten muutosten alla. Muutosten kustannukset ja hyödyt realisoituvat vasta hankkeen valmistuttua. Tästä syystä laskentaan käytetään useista eri lähteistä koottuja kustannuksia ja muita lähtötietoja paikkojen luokittelemiseksi. Lisäksi esimerkiksi trukkien ja muun kaluston osalta käytetään uuden vastaavan kaluston leasing-hintaa, jotta rahoitustapa ei vääristäisi kustannustasoa.

Osa kustannuksista on arvioita, niiltä osin kun todellinen kustannus ei ollut saatavilla. Laskenta ei sisällä kaikkia yrityksen kustannuksia, vaan laskentaa

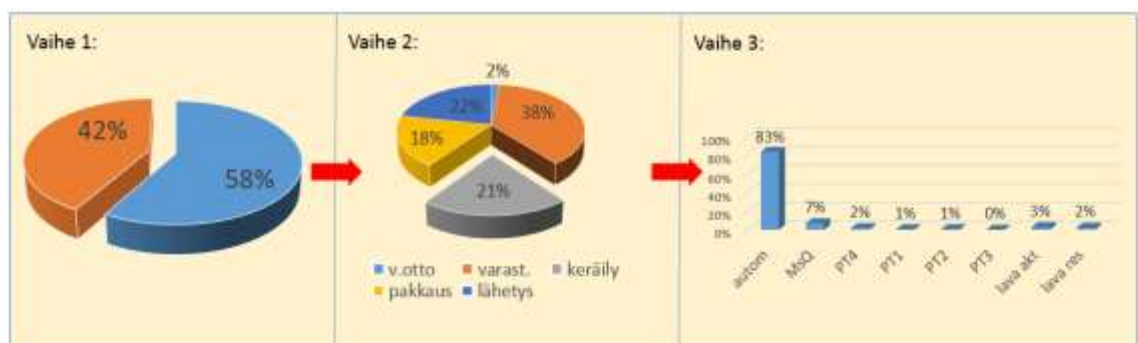
varten on poimittu vain lopputuloksen kannalta oleelliset operatiiviset kustannukset. Esimerkiksi kertaluonteiset erät kuten projektinaikaiset henkilöstökustannukset on jätetty ulos laskennasta, koska näiden kustannusten ei arvioida vaikuttavan paikkojen luokitteluun. Kaikkien mahdollisten yrityksen kustannuserien huomioimisen sijaan, tavoitteena toimintolaskennalle oli riittävä tarkkuus.

Automaatiojärjestelmän kustannukset jaettiin käsittelyn ja varastoinnin suhteen jo siinä vaiheessa, kun laskentaan sidonnaisia ja huomioitavia kustannuseriä tunnistettiin. Järjestelmästä on toteutettu laskelma, jonka mukaan järjestelmän teknologian ja komponenttien kustannukset jakautuvat siten, että 48 prosenttia järjestelmän kustannuksista on varastointiin liittyviä ja 52 prosenttia käsittelyyn liittyviä.

Käsiteltävät kustannuserät on eritelty **liitteessä 1**. Varsinainen laskenta toteutettiin todellisilla kustannuksilla, mutta liitteellä esitetään vain prosentimuotoiset arvot.

Kustannusten luokittelu

Ensimmäisenä vaiheena toimintolaskennan soveltamista yksikön kustannukset jaettiin välittömiin ja välillisiin kustannuksiin. Ainoaksi välittömäksi kustannukseksi asetettiin henkilöstökustannus kokonaisuudessaan. Näiden kustannusten osuus kaikista laskentaan käytetyistä kustannuksista on noin 42 prosenttia. Kustannukset jakautuvat välillisiin ja välittömiin tässä laskennassa kuvan 13 vaiheen 1 mukaisesti. Nämä välittömät kustannukset kohdennetaan laskennan myöhemmässä vaiheessa yksikköajureiden avulla.



Kuva 13. Toimintolaskennan vaiheita

Yksikön toiminnot

Seuraavassa vaiheessa yksikkö jaettiin toimintoanalyysin avulla yleisiin toimintoihin, joita ovat vastaanotto, varastointi, keräily, pakkaus ja lähettäminen. Koko yksikön resurssit pois lukien edellä määritetyt välittömät kustannukset jaettiin näille kohteille käyttäen aiheuttamisperiaatetta **liitteen 2** mukaisesti.

Tämän vaiheen päätarkoitus oli ensisijaisesti tunnistaa ja kohdentaa resurssijureiden avulla ne epäsuorat kustannukset, jotka liittyvät keräilyyn. Myös muut kustannukset kohdennettiin toiminnoilla, jotta keräilylle jäävä osuus voidaan tunnistaa. Keräilyn aiheuttamien epäsuorien kustannusten osuus kaikista epäsuorista kustannuksista oli 21 prosenttia.

Kustannusten kohdistaminen toiminnoille toteutettiin yksikön toimintoja ja niiden resurssien käyttöä paikan päällä tutkien, sekä yksikön operatiivisten vastuuhenkilöiden haastatteluiden avulla. Välituloksena saadaan epäsuorien, eli välillisten kustannusten, jakauma toiminnoille kuvan 13 vaiheen 2 mukaisesti.

Tässä vaiheessa tiedetään että yksikön kustannuksista 58 prosenttia on välillisiä ja tästä osuudesta edelleen 21 prosenttia, eli yhteensä noin 12 prosenttia yksikön kokonaiskustannuksista, kohdentuu keräilytoiminnolle.

Laskentakohteiden määrittely ja toimintoajurit

Toimintolaskennan soveltamista kohdeyksikössä jatkettiin määrittelemällä laskentakohteet, jotka ovat eräällä tapaa myös itsenäisiä keräilyalueita. Alueilla keräily voi tapahtua kustannusnäkökulmasta muista alueista riippumatta. Tarkemmat kuvaukset alueista ja niiden keräilymenetelmistä löytyvät tämän opin näytetyön *Kohdeyksikön esittely* -kappaleesta.

Toimintoajurit määriteltiin kohdentamalla keräilytoiminnolle määritetyt kustannukset vielä yksityiskohtaisemmin suoraan laskentakohteille **liitteen 3** mukaisesti. Menetelmä kohdentamiselle oli sama kuin edellisessä vaiheessa, eli resurssien käyttöä paikan päällä tutkien, sekä yksikön operatiivisten vastuuhenkilöiden haastatteluiden avulla. Oleellisinta tässä työvaiheessa oli aiheuttamisperusteen tunnistaminen. Myös tämä vaihe tuotti välituloksen, joka on esitetty kuvassa 13 vaiheena 3.

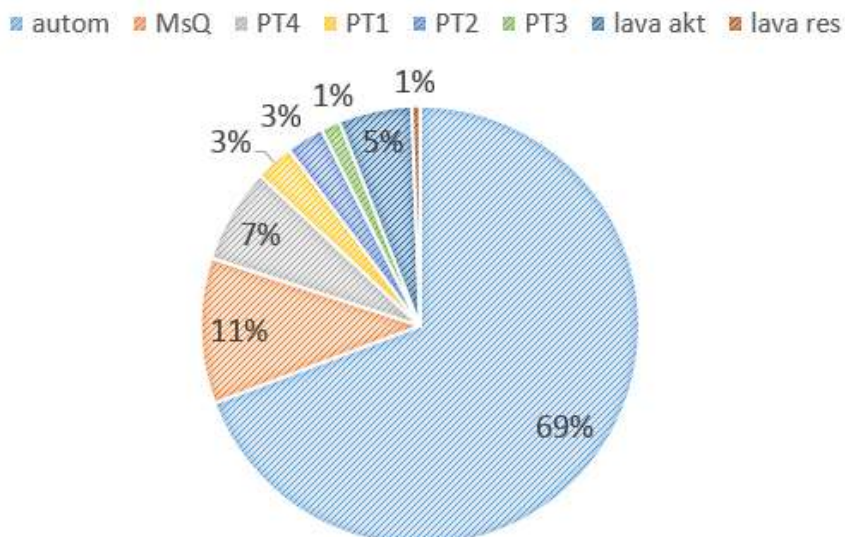
Tämän jälkeen voidaan vuositasolla määritellä, paljonko kustannuksia kohdentuu laskentakohteille. Tämä vaatii liitteen 1 kustannusten laskemisen liitteillä 2 ja 3 mukaisten kohdennuserusteiden mukaisesti.

5.2.2 Yksikkökustannus

Paikkojen luokittelun tarkoituksena on viime kädessä saada laskettua yksikkökustannus yksittäiselle paikalla käynnille. Näin ollen edellä lasketut vuositason kustannukset tulee vielä purkaa yksikkökustannuksiin. Tätä varten edelleen määritellään kustannusajurit vuosikustannuksen purkamiselle sekä yksikköajurit laskennan ensimmäisessä vaiheessa ulos jätetyille välittömille kustannuksille.

Kustannusajurit

Kustannusajurina välillisille keräilykustannuksille käytetään automaation mitoitusvolyymia ja sen pohjalta laadittuja materiaalivirtakaavioita jakaumien selvittämiseksi. Kulmaluvuksi tähän laskentaan asetetaan, että yksikössä keräillään suunnitelman mukainen määrä keräilyrivejä vuodessa. Ensimmäisenä arvioitu volyyymi jaetaan automaatin ja perinteisten varastointimenetelmien välillä 80/20 -periaatteella. Tässä vaiheessa siis oletetaan, että yksikön tuotesijoittelulla onnistutaan siten, että automaatissa on saatavilla vähintään se 20 prosenttia nimikkeistä, joka muodostaa 80 prosenttia keräilytapahtumista. Jakauma edelleen jaetaan laskentakohteille kuvan 14 mukaisesti.



Kuva 14. Keräilyrivien kohdentuminen eri alueille

Tässä vaiheessa pystytään euromääräisesti kertomaan paikalla käynnin kustannus laskentakohteiden tasolla, mutta vain koskien välillisiä kustannuksia. Toisin sanoen tiedetään aluekohtainen kiinteä yksikkökustannus, joka on sama alueen jokaiselle paikalle, mutta yksikään henkilö ei ole vielä liikkunut metriäkään.

Yksikköajurit

Laskennan ensimmäisessä vaiheessa jätettiin suorat, eli välittömät kustannukset kohdentamatta. Tämän kustannuslaskennan viimeisenä vaiheena suorat kustannukset lisätään välillisten kustannusten päälle huomioiden aluekohtaiset ominaisuudet: normaali etenemisnopeus ja menetelmäkohtainen tuotteiden poimintanopeus. Laskennassa käytettiin alla taulukossa 1 kuvattuja arvioita normaalille etenemisnopeudelle ja poimintanopeudelle. Trukkien nopeudet saatiin trukkien teknisistä tiedoista.

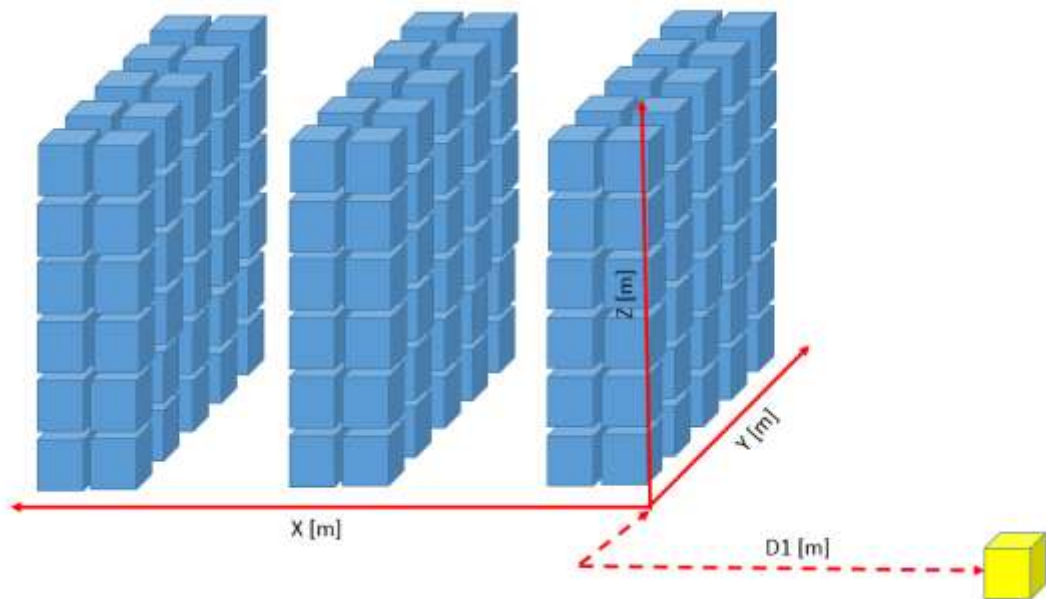
Taulukko 1. laskentaparametrit yksikkökustannuksille

	D1 [m]	keräily [s]	XY v [m/s]	Z v [m/s]
autom	0	14,4	0	0
MsQ	0	18	1,1	0
PT4	10	24	1,1	0
PT1	40	24	1,1	0
PT2	20	24	1,1	0
PT3	150	90	1,1	0
lava akt	50	18	2,5	0
lava res	50	36	2,5	0,35

Taulukon arvo D1 kuvaa aluekohtaista kiinteää liikkumisen määrää keräilyn aloituspisteestä lähimmälle keräilypaikalle. Keräily-arvo [s] kuvaa poimintaan käytettyä aikaa sekunteina, josta on vähennetty kaikki paikkojen väliseen liikkumiseen liittyvä aika. Taulukon arvo XY v [m/s] kuvaa liikkumisnopeutta lattea pitkin ja arvo Z v [m/s] korkeussuunnassa, eli kaluston nostonopeutta. Ainoastaan lavavaraston reservipaikoille määriteltiin nostonopeus. Muilla alueilla korkeuden vaikutus arvioitiin niin vähäiseksi, että se ei vaikuta oleellisesti lopputulokseen. Taulukon D1 arvoista voidaan huomata myös, että automaatin keräilyasemassa ei ole tarvetta liikkua ja se on huomioitu tässä.

Paikkakohtainen kustannus

Paikkakohtaisen kustannuksen määrittämiseksi varaston layout muunnetaan koordinaatistiksi. Sen avulla voidaan määrittää jokaisen varastopaikan etäisyys keräilyn aloitus- ja lopetuspisteestä. Layout -kuvien ja paikan päällä tehtyjen mittausten avulla määriteltiin metriperusteinen koordinaattipiste jokaiselle varaston noin 40 000 varastopaikalle. Alla kuvassa 15 kuvataan metriperusteisen koordinaatiston perusajatus.



Kuva 15. Varasto koordinaatistona

Kustannusta varten mitatut tulokset taulukoidaan paikkakohtaisesti ja edellä määritetyt parametrit huomioidaan. Laskentaa varten asetetaan vakiokustannus työtunnille, joka kuvaa keskimääräistä toimeksiantajan tuntikustannusta. Taulukoinnin tavoitteena on muodostaa paikkakohtainen keräilykustannus. Ensimmäisenä määritetään alue, jolle paikka kuuluu. Näin saadaan selville välilliset kustannukset, jotka liittyvät alueen millä tahansa paikalla käyntiin, sekä alueella poimintaan käytetty aika. Nämä määritelmät ovat aluekohtaisia, eikä paikan sijainti alueen sisällä vaikuta tuloksiin tässä vaiheessa.

Seuraavaksi yksittäisen paikan X-, Y- ja Z-koordinaatit huomioidaan. Paikan etäisyys metreinä yhdistetään alueen etenemisnopeuteen XY v ja Z v, näin saadaan matkaan käytetty aika yhtälön 1 mukaisesti.

Matkaan käytetty aika voidaan määrittää yhtälöstä 1.

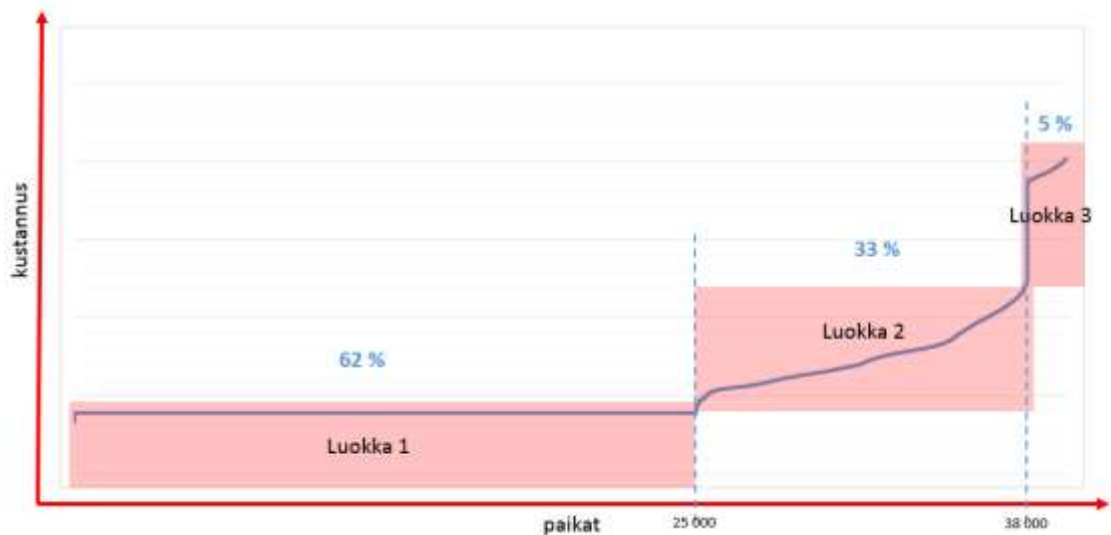
$$s = \frac{v}{t} \quad (1)$$

jossa	s	matka	[m]
	v	nopeus	[m/s]
	t	aika	[s]

Koska tuntihinta on laskentaa varten määritetty, voidaan paikkakohtainen kustannus laskea edellä kuvatuin tiedoin. Valokeräilyalueen laskentaa yksinkertaistettiin siten, että kaikki alueen paikat arvioitiin keskenään samanarvoisiksi. Tarvittava liikkuminen lasketaan tällä alueella vain keskimmäisen paikan mukaan.

5.2.3 Paikkojen luokittelu 1-2-3

Edellä määritellyt paikkakohtaiset kustannukset asetetaan järjestyksessä pienimmästä suurimpaan ja pisteiden kautta piirretään kuvaaja, joka on esitetty alla kuvassa 16. Kuvaajalta määritetään kolme eri luokkaa, 1, 2 ja 3. Luokittelua kuvaavien ryhmien nimityksinä käytetään numeerisia arvoja, jotta sekaannukset muihin opinnäytetyön luokitteluihin voidaan välttää.



Kuva 16. Kustannusperusteinen varastopaikkojen kuvaaja ja luokittelu

Paikkojen luokittelussa käytetään ryhmittelymenetelmää, jossa yhden ryhmän sisällä olevat paikat muistuttavat ominaisuuksiltaan mahdollisimman paljon toisiaan. Luokittelun rajat voitiin tunnistaa kustannuskuvaajalle muodostuvan porrastuksen avulla. Lopputuloksena saadaan luokittelu ja listaus kaikista varastopaikoista kustannuslaskentaan perustuen. Luokka 1 kattaa noin 25 000 varastopaikkaa, eli peräti 62 prosenttia tutkimuksen kohteena olleista paikoista. Tähän ryhmään luokittuivat käytännössä varastoautomaation paikat. Ryhmän sisällä tulokset ovat keskenään täysin samanarvoiset koska liikkumisen vaikutus näillä paikoilla on kaikilla samanarvoinen. Luokka 2 kattaa pääosin erilaisia perinteisiä varastohyllystöratkaisuja ja luokkaan 3 kuuluivat vain selkeästi etäiset ja hankalasti saavutettavat varastopaikat. Erityisesti luokassa 3 korostuvat PT3 -hyllystön paikat, jotka sijaitsevat kokonaisuudessaan etäällä ja ovat lisäksi hitaat operoida.

Varastopaikkojen luokittelu on melko staattinen. Luokittelua on syytä päivittää ainoastaan, jos esimerkiksi layout, kiinteät kustannukset tai materiaalivirta muuttuu oleellisesti. Ajatusmallina voidaan pitää, että luokittelu tarkistetaan ja päivitetään esimerkiksi vuosittain.

5.3 Tuotteiden luokittelu kohdeyksikössä

Tässä kappaleessa kuvataan tuotteiden luokittelua kohdeyksikössä. Tuotteita luokitellaan kahdesta eri näkökulmasta. Ensin selvitetään tuotteen soveltuvuus malliin, jossa tuotteet olisivat vapaasti sijoiteltavissa minne tahansa yksikön sisällä. Toisessa vaiheessa tuotteita luokitellaan niiden aiheuttamien kerailykustannusten näkökulmasta.

5.3.1 Tuotteen soveltuvuus

Tuotteen soveltuvuutta vapaasti yksikön sisällä voidaan katsoa rajoittavan varastopaikkojen fyysiset koot, tuotteen paino ja tuotteen mahdollinen luokittuminen vaaralliseksi aineeksi. Tuotteiden soveltuvuutta katsotaan muuta tutkimusta yleisemmällä tasolla käyttäen tutkimusaineistona kaikkien Postin varastoasiakkaiden tuoterekisteriä. Laajempaa tutkimusaineistoa käytetään, koska se antaa paremman kuvan Postin varastoissa käsittelemästä asiakkaiden tuotevalikoimasta, lisäksi kohdeyksikön asiakkaat ja tuotteet tutkimushetkellä eivät ole valikoituneet tulevan kohdeyksikön liiketoimintakonseptin mukaisiksi.

Relevanssin kasvattaminen

Ensimmäisenä työvaiheena on saatavilla oleva tiedon käsittely ja relevanssin kasvattaminen rajaamalla otannasta pois ne tiedot jotka eivät ole oleellisia lopputuloksen kannalta. Lähtötietona käytettiin varastohallintajärjestelmän raporttia, jossa ovat mukana kaikki Postin tuotteet, joilla on varastossa saldoa otantahetkellä. Lisäksi raportilla on tuotekohtaiset mittatiedot, paino sekä tuotteen vaarallisuusluokka. Raportti sisälsi yhteensä noin 244 000 tuotetta. Kaikilla tuotteilla ei kuitenkaan mittatietoja ollut tallennettuna, joten otannasta rajattiin ulos ne tuotteet, joilla mittatiedot olivat puutteelliset. Jäljelle jääneet noin 186 000 tuotetta muodostavat 76 prosenttia koko otannasta ja toimivat seuraavissa vaiheissa varsinaisena tutkimusotantana.

Aineisto perustuu käyttäjien järjestelmään syöttämiin tietoihin, jolloin mahdollisuus näppäily- ja yksikkövirheisiin on olemassa. Virheellisesti syötettyjen tuotteen mittatietojen määrä arvioitiin tuotekohtaisen tiheyden laskennan avulla, koska se huomioi sekä syötetyt mitat että painon. Minimiarvoksi asetettiin ilman tiheys $1,293 \text{ kg/m}^3$ ja maksiarvoksi kullan tiheys 19320 kg/m^3 . Näiden raja-arvojen ulkopuolelle jäävät tuotteet jätettiin huomiotta ilmiselvien virheiden karsimiseksi. Tällaisten tuotteiden osuus otannasta oli vain 90 tuotetta, eli alle 0,05 prosenttia.

Tuotteen soveltuvuus

Tuotteen soveltuvuus määrittyi sen eri ominaisuuksien perusteella, pohjautuen edellä määriteltyn tutkimusotantaan. Soveltuvuutta määriteltiin kolmivaiheisena, jossa jokainen vaihe kaventaa soveltuvien tuotteiden joukkoa. Tutkimus voitiin tehdä vaiheistettuna, koska yhdenkin rajaavan tekijän puuttuminen sulkee tuotteen ulos soveltuvien joukosta. Toisin sanoen vaiheiden toteutusjärjestys ei vaikuta lopputulokseen.

Ensimmäinen tuoteominaisuuksiin liittyvä rajausta oli tuotteen luokittuminen vaaralliseksi aineeksi. Nämä tuotteet eivät ole vapaasti sijoiteltavia tuotteita, vaan tiloja jossa niitä säilytetään koskevat lakimääräiset seikat. Lisäksi ne

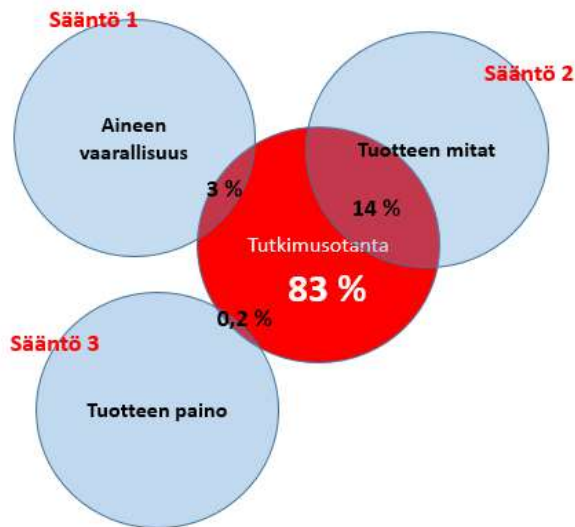
asettavat vaatimuksia sijoittelun suhteen siten, että muut vaaralliseksi luokituttavat aineet määritetyllä etäisyydellä tulee huomioida. Näiden tuotteiden osuus tutkimusotannasta on noin 5700 tuotetta, eli noin 3 prosenttia.

Seuraavana rajauksena käsiteltiin tuotteiden mittoihin liittyvät tekijät. Kohdeyksikön kuvauksen mukaisesti varastoalueet ovat tyypiltään erilaisia, mutta tilavuudeltaan pienin paikka on varastoautomaatin käsittelemä muovilaatikko. Toisin sanoen, jos tuote mahtuu varastoautomaatin muovilaatikkoon, mahtuu se myös muihin paikkoihin. Näin ollen vapaasti sijoiteltavat tuotteen maksimitat määrittyvät muovilaatikon sisämittojen perusteella. Laskennalliseksi olettamaksi on asetettu, että tuote voidaan sijoittaa laatikkoon miten päin tahansa, jolloin voidaan tuotetiedot suodattaa yksittäinen mitta kerrallaan. Tuotteen pisin sivun mitta tulee olla pienempi kuin 563 millimetriä, tuotteen toiseksi suurimman sivun mitta on oltava pienempi kuin 363 millimetriä ja tuotteen pienimmän sivun mitta on oltava pienempi kuin 205 millimetriä. Sääntö on looginen konjunktio, eli kaikkien kolmen määritelmän tulee toteutua. Tutkimusaineisto järjestettiin tuotekohtaisesti mittatietojen suhteen suurimmasta pienimpään, minkä jälkeen otannasta suodatettiin säännöt täyttävä otos. Otoksen koko oli 154 000 tuotetta, joka kattaa 83 prosenttia tutkimusotannasta.

Viimeisenä soveltuvuuteen liittyvänä sääntönä käsiteltiin tuotteen paino. Varastoautomaatin laatikon maksimipaino on 35 kilogrammaa. Tutkimusta tehdessä havaittiin, että laskentaperusteena ei voi käyttää tuotteen tiheyttä, eli painon suhdetta tilavuuteen, koska laatikon painoon liittyy oleellisesti tuotteiden määrä. Mikään sääntö ei edellytä, että laatikko syötetään tilavuutensa puolesta täyteen, vaan ainoastaan että kokonaispaino ei saa ylittyä. Tämän vuoksi sääntö sovellettiin siten, että kahden kappaleen paino ei saa ylittää laatikon maksimipainoa. Logiikka perustuu yksinkertaisesti siihen, että laatikkoon ei kannata laittaa vain yhtä kappaletta ottaakseen sen myöhemmin pois. Tällöin kaksi kappaletta on loogisesti tarkasteltuna laskennallinen minimimäärä. Säännön avulla tutkimusotannasta suljettiin ulos 390 tuotetta, joka käsittää vain noin 0,2 % otannasta.

Yhteenveto tuotteiden soveltuvuudesta

Aivan kuten tuotteen mittatietojen käsittelyssä havaittiin, on sääntö looginen konjunktio. Sama sääntö toteutuu myös laajemmassa kuvassa, kaikkien tuotteen soveltuvuutta koskevien sääntöjen tulee toteutua, jotta voidaan tulkita tuotteen olevan vapaasti sijoiteltavissa. Joukko-opin näkökulmasta voidaan säännöstöä kuvata alla olevan kuvan 17 mukaisesti.



Kuva 17. Tuotteiden soveltuvuus

Tuotteen soveltuvuus vapaasti sijoiteltavaksi on melko kiinteä. Kerta-analyysin jälkeen voidaan olettaa, että tuotetasoinen tieto ei muutu. Analysointi tarvitsee tehdä yrityksessä jatkuvana ainoastaan uusille tuotteille joita ei vielä ole tästä näkökulmasta tutkittu.

5.3.2 XYZ-luokittelu

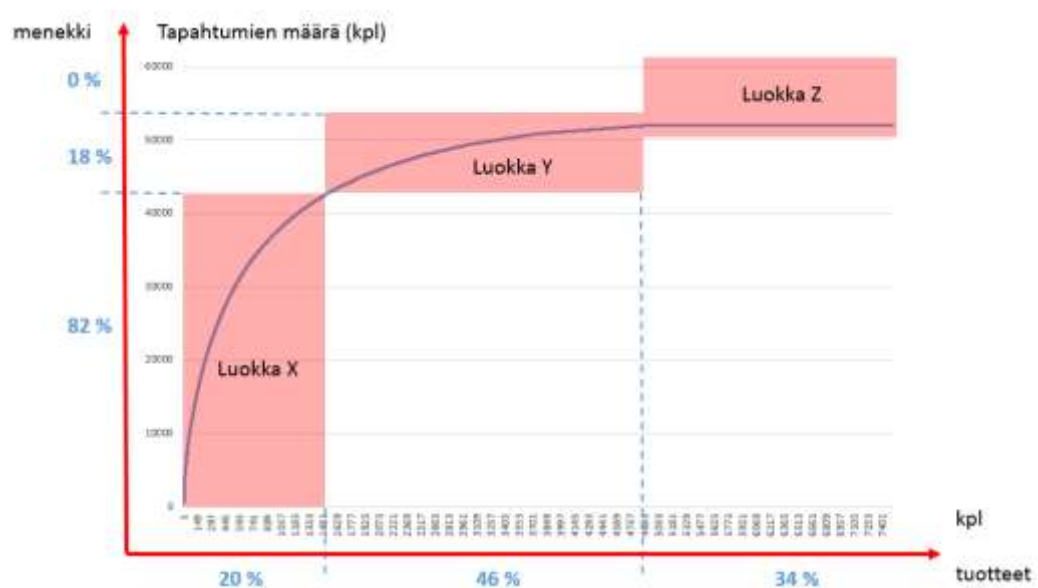
Tässä tutkimusosiossa pyritään tunnistamaan tuotteen aiheuttamia keräilykustannuksia. Teoriaosuuden ABCXYZ-analyysiosiossa todetaan, että XYZ-luokittelu perustuu tuotteen aiheuttamaan logistiseen kustannukseen. Merkittävin osa keräilyn kustannuksista tulee liikkumisesta ja siihen käytetyn kaluston kustannuksista ja on toissijaista montako kappaletta poimittiin yhdellä kerralla. Tämän olettaman valossa tuotteiden luokittelu tehdään perustuen tuotteeseen kohdentuneiden keräilykertojen määrän avulla. Myös varastonkiertonopeutta voisi implisiittisesti tulkita myös tuotteen keräilykustannusta mittaavana suu-

reena, kun kiertonopeus lasketaan kappaleina. Varaston kiertonopeuteen vaikuttavat kuitenkin tuotteen varastotaso sekä osto- ja myyntierien koko ja toimitusrytmit. Näin ollen eksplisiittisiä päätelmiä tuotteen aiheuttaman keräilykustannuksen suhteen pelkän kiertonopeuden tai pysähdysajan perusteella ei voida tehdä. Tutkimuksessa käytetäänkin Postin varastohallintajärjestelmän raporttia, jossa lasketaan tuotekohtaisesti keräilytapahtumien, eli paikalla käyntien lukumäärää.

Luokittelu

Tuotteet luokitellaan ryhmiin perustuen XYZ-analyysin menetelmiin ja Pareto-käyrään. Otannalle tehdään luonnollinen jako Pareto-käyrän mukaisesti käyttämällä ryhmittelymenetelmää, jossa yhden ryhmän sisällä olevat tuotteet muistuttavat ominaisuuksiltaan mahdollisimman paljon toisiaan. Tuotteiden ryhmittely tehdään siis samalla logiikalla, kuin paikkojen luokittelu tehtiin aiemmassa vaiheessa.

Mukaan otantaan valittiin neljän kohdeyksikön asiakkaan tuotteet, joilla ylipäättään oli tapahtumia tai saldoa otantajaksolla. Otantajaksoksi valittiin toukokuu 2015. Kaikkiaan otanta kattaa noin 7 500 tuotteen analyysin. Otantajakson tuotteiden tapahtumat summattiin tuotetasolla ja tulokset järjestettiin pienimmästä suurimpaan. Alla oleva kuva 18 kuvaa keräilytapahtumien määrien kumulatiivista kehitystä.



Kuva 18. XYZ-analyysin tulokset

Kuvasta voidaan havaita että Pareton 20/80 -sääntö toteutuu tällä otannalla melko tarkasti. Luokan X tuotteita on 20 prosenttia koko otannasta, jotka kattavat 82 prosenttia kaikista tuotteisiin kohdentuneista keräilytapahtumista. Luokka Y kattaa tuotteiden lukumäärästä suurimman osan, 46 prosenttia, mutta näiden tuotteiden keräilytapahtumat ovat vain 18 prosenttia kokonaisvolyyymista. Luokka Z on niin sanottu nollaluokka, eli ne tuotteet joita ei keräilyotantajakson aikana lainkaan. Tämä luokka kattaa kuitenkin 34 % kaikista varastoiduista nimikkeistä tässä otannassa.

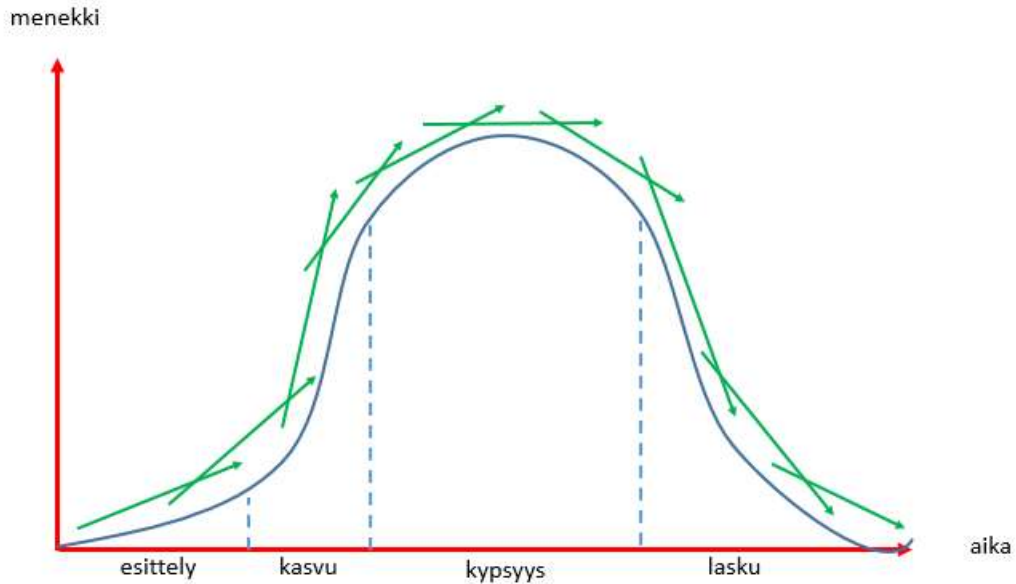
Tämän tutkimusosion lopputuotoksena saatiin analyysi, jossa kaikki otantahetken tuotteet on luokiteltu tuotteen aiheuttaman keräilykustannuksen mukaan kolmeen ryhmään X, Y ja Z.

Tuotteiden XYZ-analyysi on dynaaminen, koska tuotteet ja tuotteiden lukumäärät, jotka osuvat luokkien sisään, vaihtuvat jatkuvasti. Absoluuttisesti tarkasteltuna jokainen keräilytapahtuma vaikuttaa luokituksen sisältöihin. Ajatusmallina on, että luokittelu tarkastetaan päivittäin.

5.4 Tuotteen elinkaarivaiheen ja sesonkien tunnistaminen

Tuotteen menekki on muuttuva tekijä ja sen muutoksiin vaikuttavat lukuisat eri asiat, kuten tuotteen elinkaari ja sen mukainen ohjaus ja erilaiset sesongit. Tarkoitus ei ole muuttaa tuotteen elinkaaren mukaista ohjausta tai pyrkiä vaikuttamaan sesonkeihin, vaan tunnistaa menekkiin liittyviä muutoksia ja tehdä sen pohjalta lyhyen ajan ennusteita. Ennusteen tarkoitus on proaktiivisesti reagoida menekissä tapahtuviin muutoksiin ja huomioida ne myöhemmin operatiivisessa päätöksenteossa, jota käsitellään myöhemmin analyysien synteesiosuudessa.

Trendin määrittelyä varten seurataan tuotteen historiapohjaista tapahtumamäärien kehittymistä. Jokaiselle kohdeyksikön tuotteelle määritetään oma trendi hyödyntäen lineaarista regressiota. Olettamaksi asetetaan, että tuotteen edellisen juoksevan kuukauden trendi määrittää menekin seuraavalle päivälle. Tuotteen elinkaaren näkökulmasta se pilkotaan kuvan 19 mukaisesti lineaarisen regression avulla nousevaan, tasaiseen ja laskevaan trendiin. Kuvan vihreät nuolet kuvaavat analysoitavan aikavälin regressiosuoria.



Kuva 19. Tuotteen elinkaari ja lineaarinen regressio

Tutkimusosion tavoitteena on ennustaa tulevaa keräilytapahtumien määrää, joten x-akselin muuttujaksi asetetaan aika ja y-akselin muuttujana ovat tuote-kohtaisten keräilytapahtumien lukumäärät tietyinä päivinä. Jotta voidaan määrittää ja ryhmitellä tuotteita nousevaan, tasaiseen tai laskevaan trendiin valitulla aikavälillä, tulee laskemalla määrittää raja-arvot regressiosuoran kulmakertoimelle k .

5.4.1 Tutkimusotannan käsittely

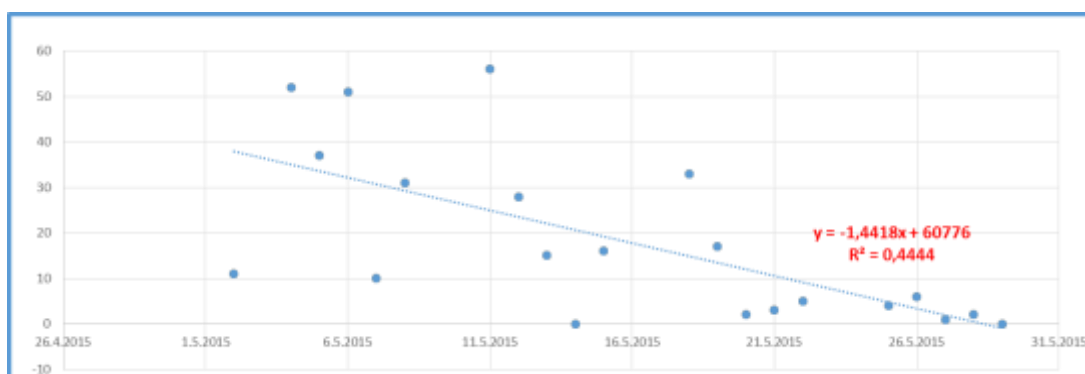
Tutkimusotantana käytetään samaa materiaalia, kuin tuotteiden luokittelussa. Mukaan otantaan valittiin neljän kohdeyksikön asiakkaan tuotteet joilla ylipäättään oli tapahtumia otantajaksolla. Historiapohjaista ennustetta ei voi tehdä tuotteelle jolla ei ole tapahtumia. Lineaarisen regressiomallin näkökulmasta otantaa edelleen rajattiin siten, että vain tuotteet, joilla on tapahtumia vähintään kahtena päivänä jakson aikana, otetaan mukaan analyysiin. Lineaarista mallia ei voida piirtää yhden pisteen avulla. Näiden rajausten jälkeen analysoitavia tuotteita oli yhteensä noin 3 700.

Jäljelle jäänyt varsinainen tutkimusotanta muokattiin matriisimuotoon kuvan 20 mukaisesti ja otannasta poistettiin sellaiset päivät, jolloin tapahtumia ei ollut lainkaan. Käytännössä tämä tarkoittaa useimmiten viikonloppuja. Kuva on satunnainen otos koko aineistosta.

	la	ma	ti	ke	to	pe	ma	ti	ke	to	pe	ma	ti	ke	to	pe	ma	ti	ke	to	pe	
	2.5.2015	4.5.2015	5.5.2015	6.5.2015	7.5.2015	8.5.2015	11.5.2015	12.5.2015	13.5.2015	14.5.2015	15.5.2015	18.5.2015	19.5.2015	20.5.2015	21.5.2015	22.5.2015	25.5.2015	26.5.2015	27.5.2015	28.5.2015	29.5.2015	
Unique ID																						
142121314	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	0	4	0	0	1	0	0	0	
142121315	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	1	0	0	1	2	0	0	1	0	0	0	
142121317	0	9	9	8	4	3	3	11	4	0	7	0	5	4	2	7	6	6	7	2	5	
142121320	0	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	
142121323	0	3	0	1	1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	1	0	0	
142121402	0	2	1	2	4	4	1	7	5	0	1	1	7	2	1	1	2	9	4	2	2	
142121403	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	
142121515	0	0	0	1	3	0	0	1	2	0	1	0	0	1	2	0	1	0	2	1	0	
142121516	0	0	2	3	0	1	1	3	1	0	1	1	2	1	1	0	0	1	1	3	0	
142121517	0	2	1	2	0	1	0	2	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
142121518	0	2	1	3	1	5	1	4	1	0	0	0	10	2	0	5	0	1	1	0	0	
142121519	0	0	0	0	0	1	1	3	1	0	0	2	0	3	3	4	0	3	1	2	1	
142121520	0	8	4	2	0	5	1	4	0	0	1	2	8	2	2	3	1	8	2	2	1	
142121521	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	
142121522	0	7	0	0	0	12	2	6	3	0	0	0	10	0	1	7	0	5	2	2	0	
142121527	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	

Kuva 20. Tutkimusotannan matriisimuoto

Otoksen tuotekohtaisista vaakariveistä tehtiin regressiomallit kuvan 21 mukaisesti. Alla olevissa kuvassa on esimerkin omaisesti käsitelty yhden tuotteen keräilytapahtumien määrän kehittymistä mitatulla ajanjaksolla. Esimerkituotteessa regressiosuoran yhtälö ja korrelaatiokertoimen neliö R^2 on merkitty punaisella fontilla.



Kuva 21. Esimerkki tutkittavan tuotteen lineaarisesta regressiomallista

5.4.2 Tutkimusvaiheen tulokset

Kaikille edellä rajatun tutkimusotannan tuotteille laskettiin lineaarisen regressiomallin mukainen suoran kulmakerroin. Pienin saatu arvo oli -1,4418 ja suurin arvo 0,4023. Tutkittavan otannan regressiosuorien kulmakertoimien keskiarvo oli 0,00117 ja mediaani 0,00186.

Seuraavassa vaiheessa haettiin raja-arvot nousevan, laskevan ja tasaisen trendin määrittämiseksi. Otanta jaettiin kulmakertoimien perusteella fraktiileihin, eli jakauman osuuspiteisiin, käyttäen joka kymmenettä persentiiliä. Tulokset on esitetty taulukossa 2. Kolmekymmentä prosenttia tutkimusotoksesta luokituu laskevaan trendiin, kolmekymmentä prosenttia nousevaan trendiin ja loput neljäkymmentä prosenttia luokituvat tasaiseen trendiin.

Taulukko 2. Tutkimusotannon jaottelu 10.persentiileihin kulmakertoimien perusteella. Raja-arvot luokitteluille ovat merkitty punaisella fontilla.


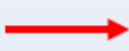

30 %			40 %				30 %			
0 %	10 %	20 %	30 %	40 %	50 %	60 %	70 %	80 %	90 %	100 %
-1,44183	-0,01940	-0,01065	-0,00575	-0,00176	0,00188	0,00569	0,00977	0,01507	0,02733	0,40231
Laskeva trendi, < 30 %			Tasainen Trendi, 30 - 70%				Nouseva trendi, > 70 %			

Työssä käytetyt raja-arvot ovat taulukon 2 mukaisia. Likimääräiset raja-arvot on merkitty yllä olevaan taulukkoon punaisella fontilla katkoviivojen kohdalle.

Viimeisenä vaiheena tuotteiden luokittelemiseksi trendin mukaan tehtiin oletama: ne tuotteet, joille ei ole laskennallisia edellytyksiä määrittää trendiä, luokituvat tasaisen trendin ryhmään. Perusteena valinnalle on se, että myöhemmässä vaiheessa sen perusteella tehdään johtopäätöksiä joihin tuotteen mekin trendi vaikuttaa. Johtopäätöksiin ei haluta vaikuttavan asioiden, joita ei voida kvantitatiivisesti todentaa. Siten luokittumattomat tuotteet sijoitetaan johtopäätösten suhteen neutraaliin ryhmään. Yhtä hyvin näille tuotteille olisi voitu määritellä oma ryhmä jonka trendivaikutus jätetään huomioimatta, mutta se olisi vain kasvattanut ryhmien määrää vaikuttamatta lopputulokseen.

Näillä edellä määritellyillä laskennoilla, raja-arvoilla ja olettamilla kaikki tuotteet voidaan luokitaa johonkin edellä määritelyyn ryhmään. Lopputuloksena tutkimusosiosta saadaan tuotelistaus, jonka yhteenveto on esitetty taulukossa 3.

Taulukko 3. Tuotekohtaisten ennusteiden tulokset yhteenveto

			
	Nouseva	Tasainen	Laskeva
tuotteiden lkm	1 100	21 800	1 100
%-osuus	4,60 %	90,8 %	4,60 %

Aivan kuten tuotteiden XYZ-analyysi, myös trendi on dynaamisesti muuttuva. Luokkien väliset raja-arvot asetetaan kiinteiksi, mutta tuotteet ja tuotteiden lukumäärät jotka osuvat luokkien sisään vaihtuvat jatkuvasti. Absoluuttisesti tarkasteltuna jokainen keräilytapahtuma vaikuttaa tuotteen trendiin ja siten luokittukseen. Ajatusmallina on, että myös tämä luokittelu tarkastellaan päivittäin.

5.5 Analyysien yhteenveto ja päättely

Edellä on kuvattu tutkimuksen osavaiheita joiden lopputuloksena on tuotettu neljä analyysia, jotka on listattu alla olevassa taulukossa 4. Lisäksi taulukkoon on kuvattu jokaisen analyysin tulosmuoto. Seuraavana tutkimusvaiheena eri analyysien tulokset yhdistellään ja tehdään niiden perusteella loogiset tuotesijoittelua koskevat johtopäätökset deduktiivisen päättelyn avulla.

Taulukko 4. Empiirisessä osiossa toteutetut analyysit ja laskelmat, sekä niiden tulosmuodot koottuna yhteenvedoksi.

Analyysi:	Tulosmuoto		
	1	2	3
1 Varastopaikkojen luokittelu kolmeen ryhmään perustuen paikalla käynnin kustannukseen	1	2	3
2 Tuotteen soveltuvuus vapaasti sijoiteltavaksi	kyllä	ei	
3 Tuotteiden ryhmittely luokkiin perustuen keräilytapatumien lukumäärään	X	Y	Z
4 Tuotteen menekin ennuste	Nouseva	Tasainen	Laskeva

Lähtökohdaksi ja olettamaksi päättelylle otetaan, että yllä kuvatut analyysit on tehty ja niitä voidaan tehdä tutkimusvaiheessa määritellyin menetelmin tehdä koska tahansa ja kuinka usein tahansa tarvitaan. Analyyseja laatiessa havaittiin, että analyysit 1 ja 2 voidaan tulkita staattisiksi ja analyysit 3 ja 4 dynaamisiksi.

5.5.1 Päättely

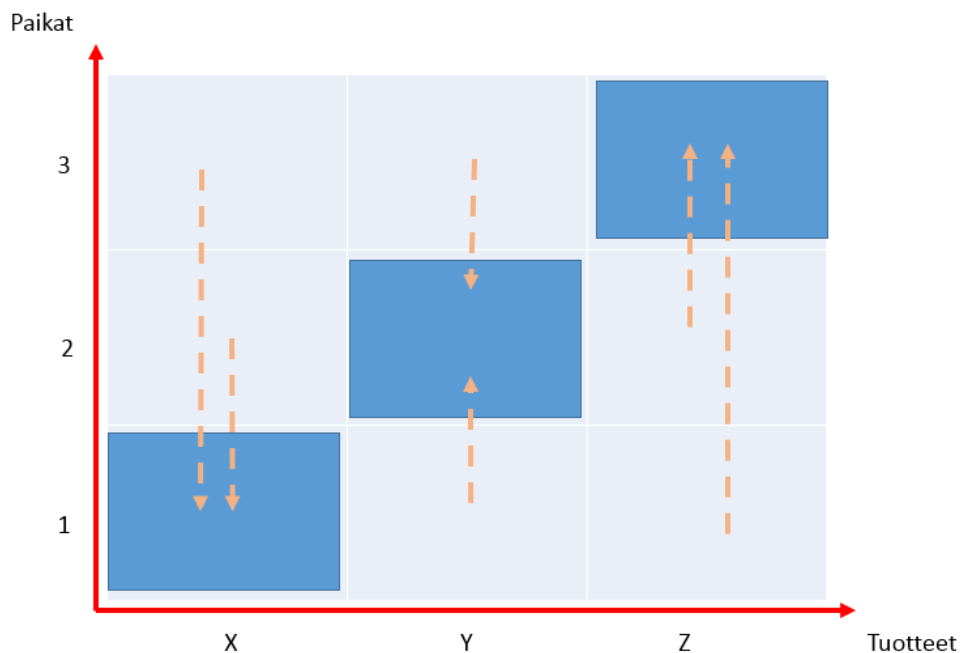
Päättelysäännöt voidaan kerrostaa: sääntöjä kerrostetaan kolmeen tasoon ja lopuksi säännöt taulukoidaan analyysien tulosmuotojen avulla käyttäen deduktiivisen päättelyn mallia.

Eksklusiivinen päättely

Ensimmäisen päättelyvaiheen tulokset ovat eksklusiivisia eli poissulkevia päättelyitä. Ensimmäiseksi säännöksi valitaan analyysin 2 tulokset ja asetetaan argumentti: jos tuote ei sovellu vapaasti sijoiteltaviksi ei sitä kannata huomioida myöhemmissäkään vaiheissa. Analyysin 2 tulos **ei** tarkoittaa, että tuote yksiselitteisesti suljetaan ulos jatkopäätelmästä. Analyysille voidaan tehdä helposti myös tarkentava argumentti: vain saldolliset tuotteet tulee arvioida. Jos tuotteella ei ole saldoa, seuraavat päättelyt ovat turhia.

Vertikaalinen päättely

Vertikaalisessa päättelyssä käytetään teoriaosuudessa käsitellyä ABCXYZ-analyysin mallia. Tässä päättelyvaiheessa otetaan käsittelyyn analyysit 1 ja 3. Lähtökohdaksi asetetaan, että minkä tahansa hetken tuotesijoittelu voidaan raportoida ulos tietojärjestelmästä ja analyysit 2 ja 3 on laadittu. Nykyhetken tuotteen sijainti varastossa merkitään pisteinä yhteen kuvassa 22 esitetyistä yhdeksästä laatikosta. Tuoteluokka määritetään vaaka-akselilla ja nykyinen sijainti pystyakselilla.



Kuva 22. Tuotteen nykyinen sijainti varastossa

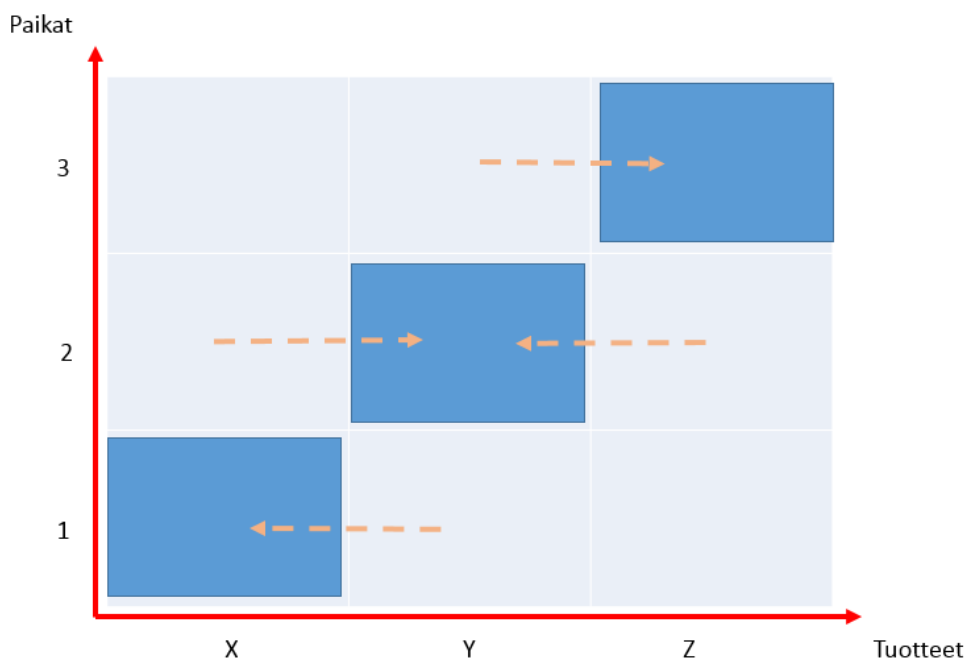
Kuvan tummennetut laatikot kuvaavat tavoitetilaa. Logiikka nojautuu siihen, että eniten keräilytapauksia aiheuttavat tuotteet sijoitetaan paikoille, joissa

keräilyn kustannus on pienin. Toisaalta kaikkia tuotteita ei voida sijoittaa keräilykustannuksiltaan edullisille paikoille, joten vähiten tapahtumia aiheuttavat tuotteet on sijoitettava korkean keräilykustannuksen paikoille. Siten argumenttina on, että luokkaan X ryhmittynyt tuote tulee sijoittaa varastopaikalle joka sijoittuu ryhmään 1. Edelleen tuoteluokka Y tulee sijoittaa varastopaikalle joka luokituu luokkaan 2 ja luokan Z tuotteen tulisi sijaita luokan 3 paikalla.

Kuvan 22 nuolet kuvaavat mahdollisia korjauksia tuotteen sijoittelussa. Esimerkiksi ääriivasemmalla oleva nuoli kuvaa tilannetta, jossa tuote on saanut tuoteluokakseen X, mutta sijaitsee nykyhetkellä paikalla jonka luokka on 3. Korjaukset tuotesijoitteluun tässä taulukossa tehdään korkeussuunnassa eli vertikaalisesti. Tarkentavana argumenttina voidaan sanoa, että mitä pidempi on tuotteen vertikaalista korjausta kuvaava nuoli, sitä aiheellisempi siirto on tehdä.

Horisontaalinen päättely

Kun vertikaalinen päättely antoi ohjaustietoa perustuen nykyhetkeen ja nykyiseen tuoteluokkaan, horisontaalisessa päättelyssä proaktiivisesti huomioidaan tuotekohtainen ennuste. Ennusteen avulla tuotteen sijaintia korjataan vaakatasossa, eli horisontaalisesti kuvan 23 mukaisesti.



Kuva 23. Tuotteen ennusteen huomioiminen

Kuvan 23 nuolet kuvaavat mahdollisia korjauksia tuoteluokassa. Ensimmäiseksi argumentiksi asetetaan, että jos tuotteen trendi on tasainen, ei horisontaalista korjausta tarvitse tehdä. Toiseksi argumentiksi asetetaan, että jos tuotteen menekki on tunnistettu nousevaksi tai laskevaksi, korjataan tuotteen luokkaa yksi askel ylentämällä tai alentamalla trendin suunnan mukaisesti. Esimerkkinä voidaan pitää kuvan 23 ylintä nuolta. Tuote on saanut XYZ-analysissä luokakseen Y, mutta yhtä aikaa on tunnistettu tuotteen menekin laskevan. Tämän seurauksena tuote sijoitetaankin luokkaan Z. Käytännössä tämä tuoteluokan proaktiivinen korjaus tulisi tehdä jo ennen vertikaalisen päätelyn toteutusta.

5.5.2 Synteesi

Tutkimuksen analyysit ja niiden avulla tehtävät johtopäätökset on esitelty edellä. Kaikki esitetyt argumentit voidaan taulukoida yhdeksi päättelysäännöksi alla olevan taulukon 5 mukaisesti. Sääntöjen avulla pystytään laatimaan 29 sääntöä, jotka kattavat kaikki päättelyssä mukana olevat eri variaatiot.

Taulukko 5. Päättelysäännöt. Analyysien tuloksien ja tuotteiden nykyisen sijainnin perusteella laaditut mahdolliset skenaariot ja tapauskohtaiset johtopäätökset.

Analyysin tulokset					Johtopäätös	
saldo 0	tuote OK	menekki	XYZ	sijainti	uusi sijainti	muutos
kyllä	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ei	ei	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A
ei	kyllä	Tasainen	X	1	1	0
ei	kyllä	Tasainen	X	2	1	1
ei	kyllä	Tasainen	X	3	1	2
ei	kyllä	Tasainen	Y	1	2	1
ei	kyllä	Tasainen	Y	2	2	0
ei	kyllä	Tasainen	Y	3	2	1
ei	kyllä	Tasainen	Z	1	3	2
ei	kyllä	Tasainen	Z	2	3	1
ei	kyllä	Tasainen	Z	3	3	0
ei	kyllä	Nouseva	X	1	1	0
ei	kyllä	Nouseva	X	2	1	2
ei	kyllä	Nouseva	X	3	1	3
ei	kyllä	Nouseva	Y	1	1	0
ei	kyllä	Nouseva	Y	2	1	1
ei	kyllä	Nouseva	Y	3	1	2
ei	kyllä	Nouseva	Z	1	2	1
ei	kyllä	Nouseva	Z	2	2	0
ei	kyllä	Nouseva	Z	3	2	1
ei	kyllä	Laskeva	X	1	2	1
ei	kyllä	Laskeva	X	2	2	0
ei	kyllä	Laskeva	X	3	2	1
ei	kyllä	Laskeva	Y	1	3	2
ei	kyllä	Laskeva	Y	2	3	1
ei	kyllä	Laskeva	Y	3	3	0
ei	kyllä	Laskeva	Z	1	3	3
ei	kyllä	Laskeva	Z	2	3	2
ei	kyllä	Laskeva	Z	3	3	0

Taulukon 5 vasemman puoleinen osa *analyysin tulokset* kuvaa päättelyyn tarvittavia edellisissä tutkimusvaiheissa kuvattuja arvoja. Oikean puoleinen osa *johtopäätös* kuvaa arvojen avulla pääteltyä uutta sijaintia sekä muutoksen suuruutta nykyisen ja tulevan sijainnin välillä.

Ajatusmallina on, että koko varasto analysoidaan tällä näkökulmalla päivittäin. Varastopaikkojen luokittelu ja tuotteen ominaisuudet pysyvät kiinteinä, kun taas dynaamisesti muuttuvat elementit ovat tuotteen luokitus, trendi ja nykyinen sijainti arvioidaan aina tuoreimmalla käytössä olevalla tiedolla.

Priorisointi

Taulukon 5 arvo *muutos* kuvaa tarvittavan siirron suhteellista suuruutta, eli kuinka monta ruutua kuvan 22 koordinaatistossa tuotetta tulisi siirtää. Sen voidaan päätellä kuvaavan siirron aiheellisuutta: mitä suurempi arvo, sitä aiheellisempi siirto. Jos arvoksi saadaan 0, siirtoa ei tarvitse tehdä, tuote sijaitsee oikealla paikalla. Jos arvoksi saadaan 1, tulee tuotteen sijaintia korjata yhden luokan verran ja vastaavasti jos arvoksi saadaan 2, tulee tuotteen sijaintia korjata kahden luokan verran. Näin ollen arvolla 2 olevien tuotteiden sijainti on enemmän virheellinen kuin arvolla 1 ja ne tulisi siten suorittaa ensin.

Taulukon 5 *muutos*-sarake sisältää neljä punaisella merkittyä arvoa. Ne ovat laskennalliset arvot tilanteissa jossa arvo menisi sallittujen arvojen ulkopuolelle. Tuoteluokkaa X ei ole mahdollista korottaa horisontaalisella korjauksella vaikka menekki olisi nouseva. Tuoteluokkaa Z ei ole mahdollista alentaa horisontaalisella korjauksella, vaikka menekki olisi laskeva. Tästä syystä näille on esitetty muutoksen arvo suuremmaksi.

Lopputulokset

Laskennan lopputuloksena saadaan kustannuslaskentaperusteiseen paikka-luokitukseen perustuva sijaintiluokka, johon tuote tulisi siirtää. Siirtoja voidaan tehdä proaktiivisesti ja jatkuvan parantamisen mallilla. Siirroista on suodatettava muutosarvon avulla ulos tuotteet jotka sijaitsevat oikealla paikalla ja lisäksi jäljelle jääneet siirrot ovat keskenään priorisoitavissa perustuen siirron aiheellisuuteen.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Työn tavoitteena oli toimeksiantajan taholta selvittää laskentatapa palveluväestön optimaaliselle tuotesijoittelulle. Sijoittelussa huomioidaan tuotteen ominaisuudet ja aktiivisuus sekä varastopaikalla käyntiin liittyvä kustannus, johon vaikuttavat muun muassa paikan sijainti ja käytettävä keräily- ja varastointiteknikka. Mielestäni määritelty tavoite toteutuu työssä hyvin. Soveltuvat teoriat, niiden soveltaminen käytäntöön, varsinainen laskenta ja siinä tarvittavat tiedot esitellään työssä kattavasti. Lisäksi malli kehittyi työn aikana vielä siten, että sijoittelu voidaan tehdä proaktiivisesti tuotekohtainen ennuste huomioiden.

Vaikka laskenta opinnäytetyössä tehdään yhteen kohdeyksikköön perustuen, uskon että laskentatavat ovat sovellettavissa geneerisenä missä tahansa varastossa. Paikkojen luokittelu ja vapaasti sijoiteltavan tuotteen määritelmä ovat luonnollisesti aina varastokohtaisia, koska ne ottavat kantaa fyysisiin teki- jöihin kuten varaston layoutiin ja käytettävään kalustoon.

Tuotteita luokitellaan suhteessa toisiinsa, kun toinen näkökulma olisi ollut määritellä kiinteät raja-arvot tuotekohtaisille tapahtumille, joiden avulla luokittelu tehdään. Toisaalta se vain johtaisi uusiin ongelmiin kapasiteetin käytön näkökulmasta.

Työ tuottaa myös muita lisäarvoja toimeksiantajalle. Mahdollista yli- tai alikapasiteettia voidaan helposti arvioida työn menetelmällä vertaamalla esimerkiksi luokan 1 paikkojen lukumäärää luokan X tuotteiden lukumäärään. Optimaalisessa tilanteessa arvot ovat lähellä toisiaan. Olettaen, että toimeksiantaja käyttäisi mallia laajasti kaikissa yksiköissään, tuottaa paikkojen luokitteluvaihe toimintolaskennalla erittäin arvokasta ja keskenään vertailukelpoista kustannustietoa. Sen avulla voidaan tehdä sisäistä benchmarkingia yksiköiden välillä ja etsiä parannuskohteita sekä -tapoja. Lisäksi se tuo jäseneltyä konkreettista kustannustietoa, jonka voidaan mielestäni sanoa olevan hyvä lähtökohta liiketoiminnan systemaattiselle kehittämiselle.

Isoin haaste työn toteutuksessa oli, että kohdeyksikköön on tehty suuria muutoksia. Automaatiojärjestelmän käyttöönotto on ollut kesken tutkimusta toteuttaessa, jolloin olettamien määrä kasvaa ja todellista vertailupohjaa ei vielä ole.

Ympäristö, jossa tulosten käyttökelpoisuus voidaan testata, on vasta valmistumassa. Jotta menetelmän käyttökelpoisuus tulevaisuudessa säilyy, on tehty olettamattomia kirjattuja tutkimusvaiheissa mahdollisia tarkennuksia varten.

Menetelmä sisältää myös joitain heikkouksia. Se ei ota kantaa siirrettävään määrään, paikkojen kokoon eikä vallitsevaan tilan saatavuuteen. Myös ennusteen menetelmästä, tarkkuudesta ja raja-arvoista voidaan kiistellä. Ennuste perustuu vain historiatietoon, eikä se osaa huomioida esimerkiksi vuodenaikaa ja sen yhteyttä vaikkapa joulukoristeiden myyntiin. Toisaalta voidaan todeta, että ennustemenetelmä on riittävän hyvä suhteessa tapahtumamääriin ja saavutettuun hyötyyn. Korjaus tuotteen sijoittelussa menetelmän avulla tehdään, mutta se tulee pienellä viiveellä. Ennusteen suhteen voidaan esittää kysymys: onko työssä määritetyllä menetelmällä laadittu ennuste parempi kuin ei ennustetta lainkaan? Mielestäni on. Toimintolaskennan osuudessa kustannuksia kohdennetaan erilaisin perustein. Toimintolaskennan yleisenä heikkoutena pidetään sitä, että menetelmä yleisesti hyväksytään, mutta kustannusten kohdennusperusteet aiheuttavat helposti keskustelua. Minun kantani on, että ne on kohdennettu riittävän tarkasti ja aiheuttamisperiaatetta noudattaen. Malli myös sivuuttaa osan tuotteista ja jättää ne ihmisen sijoiteltaviksi kvalitatiivisin perustein. Mikä on aivan totta, mutta perusteena näiden ulosrajaukselle onkin optimoinnin näkökulma. Kun tuotteen sijainti määräytyi jo ominaisuuksien perusteella, ei sen syvällisemmälle sijainnin perustelulle ja laskennalle ole tarvetta.

Ehkäpä merkittävin tutkimatta oleva alue työssä liittyy oletamaan, jossa paikan keräilykustannus määräytyy yksittäisen paikalla käynnin perusteella. Käytännössä yhdellä keräilykierroksella poimitaan useita keräilyrivejä, jolloin siirtymä paikalta seuraavalle on hyvällä tuotesijoittelulla lyhempi, kuin siirtymä lähtöpisteestä kyseiselle paikalle. Mallissa jätettiin tietoisesti huomioimatta tuotteet omistava asiakas, vaikka tiedossa on, että yhdellä keräilykierroksella on vain yhden asiakkaan tuotteita. Toisaalta käytössä olevat keräilymenetelmät teknisesti mahdollistavat usean asiakkaan tilauksen samanaikaisen keräilyä välittämättä siitä kuka tuotteen omistaa.

Suosituksena toimeksiantajalle on laatia menetelmän pohjalta kehityssuunnitelma. Analyyseja laatiessa oli ilmeistä, että taulukkolaskenta ja manuaalinen

laskenta tietojärjestelmän raporttien pohjalta ovat liian raskaita menetelmiä jatkuvasti suoritettaviksi. Näin kehityssuunnitelman tavoitteeksi voisi ottaa investointilaskelman muodostamisen, jolla perustellaan tässä työssä käsiteltyjen laskentamallien kautta saatua hyötyä suhteessa laskennan toteuttavan tietojärjestelmän kustannuksiin. Lähtökohdaksi voitaisiin ottaa toimeksiantajan valtava käsittelyvolyymi, 15,5 miljoonaa keräilyriviä vuodessa. Tuolla volyyminä jo yhden sekunnin keskimääräinen parannus jokaisessa rivissä tarkoittaa 4 300 työtuntia.

Menetelmäksi hyötyjen arvioimiseen suositellaan simulointia. Vertailukohdiksi voidaan asettaa tuotteiden nykyinen sijainti ja siitä muodostuneet kustannukset ja työn laskentamallilla sijoitetut tuotteet ja niiden keräilystä muodostuneet kustannukset. Simuloinnin avulla voisi olla mahdollista tarkentaa tässä työssä käytettyjä raja-arvoja. Antavatko jotkin muut raja-arvot optimaalisemman tuloksen? Lisäksi voisi tutkia, että jos optimointi vietäisiin pidemmälle ja kaikista tehdyistä luokitteluista luovuttaisiin ja laskentaan käytetään puhtaasti tuote- ja paikkakohtaisia laskettuja arvoja, paranisiko tulos merkittävästi?

Oma väittämäni on, että työn menetelmät tässä muodossa vastaavat parhaalla tavalla toimeksiantajan tarvetta ja monimutkaisuuden lisääminen ei ole eduksi. Edellä esitettyjen optimointikysymysten selvittäminen on mahdollista, mutta epäilen, että syvällisempi optimointi ei paranna lopputulosta riittävästi kattaakseen sen vaatimat panostukset.

Työssä esitetty malli tuskin korvaa ihmistä tai on yksiselitteisesti aina parempi kuin ihmisen tekemä päättely. Toisaalta mallissa huomioidut seikat ja paikan valintaan vaikuttavan tiedon määrä on valtava. On kohtuutonta olettaa, että ihminen kykenisi jokaisen tuotteen kohdalla huomioimaan kaiken tämän ilman apuvälineitä. Näin ollen parhaaseen lopputulokseen pääseminen vaatii siis tietojärjestelmistä tuodut kvantitatiiviset seikat ja varsinaisen laskennallisen lopputuloksen, jonka ihminen kvalitatiivisin perustein voi korjata tai hyväksyä.

LÄHTEET

Alhola, K. 2008. Toimintolaskenta. Perusteet ja käytäntö. 4. uudistettu painos. Helsinki: WSOY.

Aminoff, A., Hyppönen, R. & Pajunen-Muhonen, H. 2002. Hankintatoiminnan suuntaviivat: Operatiivinen toiminta ja strategiat. Tutkimusraportti TAU B 023. VTT: Tuotteet ja tuotanto.

Ballou, R. H., 1992. Business Logistics management. Third Edition. USA: Prentice-Hall, Inc. a Simon & Schuster Company, Englewood Cliffs NJ.

Bowersox, D. J. & Closs, D. J. 1996. Logistical Management. The Integrated Supply Chain Process. International Edition 1996. Singapore: McGraw-Hill Companies, Inc.

Brimson, J. A. 1991. Activity Accounting. An Activity-based Costing Approach. USA: John Wiley & Sons, Inc.

Hokkanen, S. & Virtanen, S. 2012. Varastonhoitajan käsikirja. Ensimmäinen painos. Tallinna: Sho Business Development Oy.

Hämäläinen, T. Senior Solution Development Manager, Posti Oy. Haastattelu 15.7.2015. Helsinki.

Iloranta, K. & Pajunen-Muhonen, H. 2008. Hankintojen johtaminen. Ostamisesta toimittajamarkkinoiden hallintaan. Jyväskylä: Gummerus kirjapaino Oy.

Jormakka, R., Koivusalo, K., Lappalainen, J. & Niskanen, M. 2009. Laskenta-toimi. Helsinki: Edita Prima Oy.

Kallunki, J-P., Kytönen, E. & Martikainen, T. 1998. Uusi tilinpäätösanalyysi. Jyväskylä: Gummerus Oy.

Karrus, K., 2005, Logistiikka. 3.-5. painos. Porvoo: WSOY.

Kinkki, S., Hulkko, P. & Mäkinen I. 1999. Optio yritystoiminta. 5. uudistettu painos. Porvoo: WSOY.

Lumijärvi, O-P., ym. 1993. Toimintojohtaminen. Activity Based Managementin suomalaisia sovelluksia. Jyväskylä: Gummerus Oy.

Posti. 2015. Intra. Yhtiömme. Saatavissa: <https://intranet.posti.com/suomi/yhtiomme/Sivut/default.aspx> [viitattu 20.7.2015]

Räikkä, J., Hilpinen, R., Lagerspetz, E., Koistinen, O. & Sajama, S. 1997. Filosofia – käsitteellisen ajattelun perusteita. Kuopio: Kustannusosakeyhtiö Puijo.

Sakki, J. 1999. Logistinen prosessi. Tilaus-toimitusketjun hallinta. 4. uudistettu painos. Espoo: Jouni Sakki Oy.

Sakki, J., Mattila, V. & Makkonen, M. 1996. Logistiikka tuottamaan. Arvoketjuanalyysi avuksi. Vantaa: TT-kustannustieto Oy.

Taanila, A., 2010. Lineaariset regressiomallit. Saatavissa: <http://myy.haaga-helia.fi/~taaak/m/regressio.pdf> [viitattu 27.7.2015].

Vuorenheimo, K. Tuotantopäällikkö, Posti Oy. Kohdeyksikön esittely 25.8.2015. Vantaa.

Waters, D. 2009. Supply Chain Management. Introduction to Logistics. Second edition. UK: Palgrave Macmillan.

Käsiteltävät kustannukset, prosenttimuoto						
kiinteistö alue	paikat	m2	vuokra/a	ylläpito/a	poistot/a	yht €/a
autom						70 %
market sq						2 %
PT4						5 %
PT1						2 %
PT2						2 %
PT3						1 %
lava 1-2						8 %
lava res						15 %
muut						1 %
yht.			- €	- €	- €	37 %
tietojärjestelmät	määrä	€/a				yht €/a
työasemat						64 %
WMS						27 %
Voice						9 %
yht.			- €			4 %
henkilöstö	määrä	€/a				yht €/a
oma hlöstö yht.						52 %
aliurakointi yht.						48 %
yht.			- €			42 %
käsittelykalusto	määrä	€/a/kpl	yht.			yht €/a
autom.						93 %
keräilyvaunut						1 %
korkeakeräilytrukki						2 %
vastapaino						2 %
työntömastot						2 %
lavansiirtovaunu						1 %
puheker.päätelaitteet						0 %
yht.			- €	- €		14 %
muut	määrä	€/a				yht €/a
Materiaaliostot						100 %
yht.			- €			3 %

Kustannusten jako toiminnoille

Jako toiminnoille lattia käytön mukaan						
kiinteistö alue	suora	v.otto	varast.	keräily	pakkaus	lähetys
autom	ei	0 %	25 %	25 %	25 %	25 %
market sq	ei	0 %	50 %	50 %	0 %	0 %
PT4	ei	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
PT1	ei	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
PT2	ei	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
PT3	ei	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
lava 1-2	ei	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
lava res	ei	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
muut	ei	0 %	100 %	0 %	0 %	0 %
Jako toiminnoille, käytön perusteella						
tietojärjestelmät	suora	v.otto	varast.	keräily	pakkaus	lähetys
työasemat	ei	10 %	0 %	40 %	40 %	10 %
WMS	ei	30 %	5 %	50 %	10 %	5 %
Voice	ei	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
Jako toiminnoille, käytön perusteella						
henkilöstö	suora	v.otto	varast.	keräily	pakkaus	lähetys
oma hlöstö yht.	kyllä					suora kustannus, käytetään yksikköajuria
aliurakointi yht.	kyllä					suora kustannus, käytetään yksikköajuria
Jako toiminnoille, käytön perusteella						
käsittelykalusto	suora	v.otto	varast.	keräily	pakkaus	lähetys
autom.	ei	0 %	25 %	25 %	25 %	25 %
keräilyvaunut	ei	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
korkeakeräilytrukki	ei	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
vastapaino	ei	100 %	0 %	0 %	0 %	0 %
työntömastot	ei	50 %	0 %	50 %	0 %	0 %
lavansiirtovaunu	ei	50 %	0 %	0 %	0 %	50 %
puheker.päätelaitteet	ei	0 %	0 %	100 %	0 %	0 %
Jako toiminnoille, käytön perusteella						
muut	suora	v.otto	varast.	keräily	pakkaus	lähetys
Materiaaliostot	ei	0 %	0 %	0 %	0 %	100 %

