

---

# **VARASTON TAVARAVIRRRANHALLINNAN KEHITTÄMINEN**

K-Citymarket Oy:n käyttötavara



Ammattikorkeakoulun opinnäytetyö

Logistiikan koulutusohjelma

Forssa, Kevät 2016

Petri Erkkilä

---

FORSSA  
Insinööri AMK  
Logistiikan koulutusohjelma

---

<b>Tekijä</b>	Petri Erkkilä	<b>Vuosi</b> 2016
<b>Työn nimi</b>	Varaston tavaravirranhallinnan kehittäminen	

---

## TIIVISTELMÄ

Tämä opinnäytetyö tehtiin Keslog Oy:lle ja sen tarkoituksena oli tarkastella ja kehittää K-Citymarket Oy:n tavaravirran hallintaa varaston näkökulmasta. Työn tavoitteena oli parantaa käyttötavaravaran kustannustehokkuutta kehittämällä varaston tavaravirran hallintaa. Työn tutkimus suoritettiin kvalitatiivisesti haastatteluilla, joilla selvitettiin tavaravirran nykytilaa ja täydennettiin opinnäytetyön tekijän työkokemuksen kautta hankittua tietoa varaston tavaravirrasta sekä kvantitatiivisesti hankkimalla toimitusmääriä tuotannonohjausjärjestelmästä.

Teoriaosuudessa käydään läpi teoriaa logistiikasta, tilaus-toimitusketjusta, tavaravirran hallinnasta, varaston hallinnasta, tuotannon suunnittelusta ja ohjauksesta sekä kysynnän ennustamisesta alan kirjallisuutta hyödyntäen. Teorian pääpaino kohdistuu varaston ohjaukseen ja kysynnän ennustamiseen, koska ne ovat varaston kannalta tavaravirran hallinnan keskeisiä komponentteja ja opinnäytetyön tekijä katsoi niiden olevan oleellisia myös työn tavoitteen saavuttamiseksi.

Opinnäytetyön tärkeimmät kehitysehdotukset olivat ABC-analyysin tekeminen ja tuotantoennusteen kehittäminen. ABC-analyysiä verrattiin nykyiseen tuotesijoittelumalliin ja osoittautui laskennallisessa vertailussa nykyistä tuotesijoittelumallia tehokkaammaksi. Kehitysehdotuksena on ABC-analyysiin perustuva uusi malli tuotteiden sijoittamiselle. Tuotantoennusteen kehitysehdotuksena on käytössä olevaa tuotantoennustetta hyödyntävä uusi tuotantoennuste, joka on käytössä olevaa ennustetta tarkempi.

Työn tavoitteiden täyttäminen arvioitiin laskennallisilla vertailuilla, koska kehitysehdotuksia ei ehditty kokeilla työn valmistumisen aikana. Laskennat osoittivat kehitysehdotuksien mahdollisuudet varaston kustannustehokkuuden parantamisessa. Tulevaisuudessa tuotesijoittelun ja tuotantoennusteen kehittäminen mahdollistaisi edelleen tarkemman suunnittelun ja tehokamman työskentelyn saavuttamisen.

**Avainsanat** Varaston hallinta, ABC-analyysi, kysynnän ennustaminen

**Sivut** 76 s.

FORSSA

Degree Programme in Logistics

---

<b>Author</b>	Petri Erkkilä <b>Year</b> 2016
<b>Subject of Bachelor's thesis</b>	Development of warehouse material flow management

---

## ABSTRACT

This thesis was commissioned by Keslog Ltd and its purpose was to examine and develop the material flow management of K-Citymarket Ltd from the perspective of inventory management. The aim was to improve the cost-effectiveness of the inventory by developing the material flow management of the warehouse. The research was carried out using qualitative interviews, which examined the current state of the material flow and reinforced the author's knowledge of the material flow of the warehouse, acquired through work experience. There was also an aspect of quantitative research in this project when obtaining delivery data from the production control system.

The theory section covers the theory of logistics, the supply chain, material flow management, inventory management, production planning and control, as well as demand forecasting. The emphasis in the theory is on inventory control and demand forecasting, because they are the more important components of warehouse material flow management, and the author of this thesis considered them to be essential to achieve the objective of the thesis.

The main development proposals given in the thesis included an ABC-analysis and developing production forecasting. The ABC-analysis was compared with the current product placement model and through computational comparison it proved to be more efficient than the current model. The development proposal is a new product placement model based on the ABC-analysis. The development proposal for production forecasting is a forecast that utilizes the existing production forecast and is more accurate.

How the objectives of the thesis were met was evaluated by computational comparisons, since there was no time to try out the development proposals during the completion of the thesis. Calculations showed the potential of the development proposals for improving the cost-effectiveness of store keeping. In the future, further development of product placement and production forecasting would enable more accurate planning and more efficient production.

**Keywords** Inventory management, ABC-analysis, demand forecasting

**Pages** 76 p.

# SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	1
2	LOGISTIIKKA JA TILAUS-TOIMITUSKETJU .....	3
2.1	Logistiikan ja tilaus-toimitusketjun virrat.....	5
2.2	Bullwhip-efekti – piiskansiimavaikutus.....	6
3	VARASTO OSANA TILAUS-TOIMITUSKETJUA.....	8
3.1	Syitä varastointiin.....	9
3.2	Varastojen luokittelu ja niiden rooli tilaus-toimitusketjussa.....	10
3.3	Varastotoiminnot.....	11
4	TAVARAVIRRRAN HALLINTA .....	13
4.1	Tavaravirranhallinnan tarkoitus .....	13
4.2	Tavaravirranhallinnan tunnuslukuja.....	14
5	VARASTON HALLINTA .....	17
5.1	Varastohallinnan tarkoitus.....	17
5.2	Tuotevalikoiman analysointi ja luokittelu.....	17
5.2.1	20/80-sääntö .....	18
5.2.2	ABC-analyysi .....	19
5.2.3	XYZ-analyysi .....	22
5.3	Varaston täydentäminen.....	22
5.3.1	Varmuusvarasto.....	22
5.3.2	RoP – tilauspiste.....	24
5.3.3	Kahden laatikon menetelmä .....	25
5.3.4	Min-maks-menetelmä.....	25
5.3.5	EOQ – taloudellinen tilauserä koko .....	26
6	KYSYNNÄN ENNUSTAMINEN .....	28
6.1	Ennustamisen menetelmät.....	29
6.1.1	Arviointiin perustuvat menetelmät .....	30
6.1.2	Kausaaliset menetelmät .....	30
6.1.3	Projektiiviset menetelmät .....	31
6.2	Ennustaminen yhdistämällä menetelmiä.....	40
6.3	Ennusteen virheanalyysi.....	40
7	TUOTANNON SUUNNITTELU JA OHJAUS.....	45
8	TUTKIMUSMENETELMÄT .....	46
8.1	Laadullinen tutkimusmenetelmä .....	46
8.2	Määrällinen tutkimusmenetelmä.....	47
9	K-CITYMARKET OY:N KÄYTTÖTAVARA.....	48
9.1	K-Citymarket Oy.....	48
9.2	Tilaus-toimitusketju .....	48

9.3	Varaston tavaravirran hallinta .....	50
9.3.1	Tuotannon muodostuminen .....	50
9.3.2	Ennusteperusteinen tarvesuunnittelu .....	50
9.3.3	Hankinnan tekemä ennakkomyynti ja varaston täydennys .....	51
9.3.4	Varaston tuotannonohjaus ja artikkelin sijoittelu .....	52
9.4	Tuotantomäärien vaihtelut.....	53
9.5	Keräysalueet.....	53
10	TAVARAVIRRRAN TASAAMINEN -PROJEKTI.....	55
10.1	Ennakkomyynnin toimitusten tavaravirta .....	55
10.2	Ennakkomyynnin toimituspäivien seuranta .....	60
10.3	Muita projektin aikana käsiteltyjä asioita.....	60
11	KEHITYSEHDOTUKSET.....	62
11.1	Artikkelin sijoittelu .....	62
11.2	Tuotannon ohjaus .....	66
11.3	Tuotantoennuste ja henkilömääräsuunnittelu.....	66
11.3.1	Tuotantoennuste .....	67
11.3.2	Henkilömääräsuunnittelu.....	71
12	POHDINTA.....	73
	LÄHTEET .....	75

## 1 JOHDANTO

Tämä opinnäytetyö tehtiin Keslog Oy:n toimeksiannosta ja sen tarkoituksena oli tarkastella K-Citymarket Oy:n käyttötavaran tavaravirtaa ja kehittää tavaravirran hallintaa varaston näkökulmasta. Tarkastelun kohteina olivat käytössä oleva tuotantoennuste, keräystuotannon muodostuminen, tavaravirran tasaisuus, keräystuotannon ohjaus sekä varaston tuotesijoittelu. Tarkastelun perusteella arvioitiin kehittämistarpeet ja kehitysehdotukset. Osana opinnäytetyötä on Keslog Oy:n ja Ruokakesko Oy:n käyttötavaran tavaravirran tasaaminen -projekti, jossa tarkasteltiin keräystuotannon tavaravirran tasaisuutta ja etsittiin keinoja tasata viikonpäivien välisiä kuormituseroja. Projekti, sen eteneminen ja sen aikana tehdyt päätelmät on esitetty opinnäytetyön luvussa 10.

Epätasaiset työmäärät viikonpäivien välillä, informaation hallinta tulevista tuotantomääristä ja tuotantoennusteen luotettavuus aiheuttavat haasteensa tuotannon- ja henkilöstönhallinnan toteuttamiselle. Koska olemassa olevaan tuotantoennusteeseen ei luoteta, sen mukaan ei suunnitella henkilöstöresurssien mitoittamista. Käytössä olevan mallin mukaan tieto tuotantomäärästä tulee varastotuotannon työnjakajalle ja työnjohdolle tuotantopäivää edellisenä päivänä tuotannonohjausjärjestelmästä saatavan tuotantoraportin kautta, jolloin mahdollisesti tarvittavien lisäresurssien järjestämiselle jää hyvin vähän aikaa. Vaikka lisätyövoiman järjestäminen onnistuisikin, voi tuotannon läpivieminen olla kuitenkin haasteellista muiden resurssien, kuten keräystrukkien riittämättömyyden takia.

Keräystrukkien riittävyyden varmistamiseksi olisi mahdollista tasoittaa viikkojen välisiä työmäärä eroja, koska K-Citymarket Oy:n käyttötavaran tuotantomäärät vaihtelevat myös viikkojen välillä huomattavasti ja niin sanottujen isojen viikkojen välissä saattaa olla huomattavan vähätyömääräisiä viikkoja. Käyttötavara on myyntihetkeen, eli kaupan kassalle, asti Ruokakesko Oy:n omaisuutta ja K-Citymarket tavaratalojen hyllysaatavuutta ja varastoa hallitaan varaston näkökulmasta työntöohjautuvasti. Tämä tarkoittaa sitä, että Ruokakesko Oy päättää pääasiallisesti tavaratalon puolesta, mitä toimitetaan ja kuinka paljon. Tavaratalot tilaavat itse vain hyvin vähän täydennyksiä. Tavaratalojen täydentämisen työntöohjausmainen luonne mahdollistaisi täysin hyväksikäytettynä viikkojen välisten tuotantomääräerojen tasoittamisen, varsinkin silloin, kun suuria kampanjoita, kuten Mammuttimarkkinat, ei ole käynnissä.

Teoriaosuudessa käsitellään logistiikkaa ja tilaus-toimitusketjua, tavaravirran hallintaa, varaston hallintaa, kysynnän ennustamista sekä tuotannon ohjausta. Teoriaosuuden pääpaino on kysynnän ennustamisen ja varastonhallinnan teoriassa, koska ne ovat tavaravirran hallinnan keskeisiä komponentteja. Varaston tavaravirran sujuvuus perustuu suurelta osin tuotesijoitteluun, joka kuuluu varastohallinnan menetelmiin ja kysynnän ennustaminen mahdollistaa tavaravirran hallinnan suunnittelun.

Kysynnän ennustamisen teoriassa on keskitytty yksinkertaisempiin, mutta työn käyttötarkoitukseen sopiviin, menetelmiin ennustaa kysyntää ja monimutkaisempia laajaa tilastotieteiden osaamista vaativia kausaalisia menetelmiä on vain esitelty lyhyesti. Lisäksi opinnäytetyön tekijä katsoi tarpeettomaksi keskittyä menetelmiin, joihin tarvitaan sellaisia tietoja, jota ei ollut helposti saatavilla eikä resursseja analysoida, vaan keskittyi menetelmiin joihin tuotantoaineistoa oli saatavilla runsaasti.

Logistiikan ja tilaus-toimitusketjun teoria sijoittaa varaston tilaus-toimitusketjuun ja johdattelee varsinaiseen teoriasisältöön. Aineistona on käytetty tilaus-toimitusketjua, logistiikkaa, varastohallintaa, tavaravirran hallintaa, tuotannonohjausta ja kysynnän ennustamista käsittelevää kirjallisuutta.

Opinnäytetyö on rajattu käsittelemään K-Citymarket Oy:n käyttötavaravaraston tavaravirran hallintaa keräystuotannon osalta. Työn ulkopuolelle on rajattu käyttötavaravaraston cross-docking-varastoterminaalien kautta kulkevat käyttötavaratoimitukset. Varastoterminaalien tuotantoa on kehitetty viimevuosina ja terminaalien toiminta on saatu hallintaan, joten se rajattiin työn ulkopuolelle.

Työn tavoitteena oli Keslog Oy:n käyttötavaravaraston keräystyön kustannustehokkuuden parantaminen tavaravirran hallintaa kehittämällä.

## 2 LOGISTIIKKA JA TILAUS-TOIMITUSKETJU

Logistiikka on monipuolinen ja dynaaminen toiminto, sen täytyy olla joustava ja muuntautumiskykyinen täyttääkseen toimintaympäristönsä asettamat vaatimukset ja rajoitukset. Logistiikka on määritelty monella tavalla, mutta yhden laajasti hyväksytyyn määritelmän mukaan:

– *Logistiikka = tavaravirran hallinta + jakelu.*

Ajatusta laajentamalla ja ottamalla mukaan tavarantoimittajat ja asiakkaat saadaan tilaus-toimitusketjun määritelmä:

– *Tilaus – toimitusketju = toimittajat + logistiikka + asiakas.*

(Baker, Croucher & Ruston 2010, 4.)

Tavaravirran hallinta käsittelee tavarankierron suunnittelua, toteuttamista ja hallitsemista suhteessa muuttujiin, kuten kysynnän, hintojen ja saatavuuden, vaihteluihin. Tavaravirran hallinta on prosessi, joka koordinoi, valvoo ja toteuttaa tavarankierron organisaation läpi ja siitä ulos. Se alkaa tavarankierron laadun ja määrän määrittämisestä ja loppuu asiakkaan kysynnän tyydyttämiseen aikataulun mukaisesti alhaisimmalla kustannuksella. (Bhat 2009, 3–4.)

Tavaravirran hallinta sisältää koko tavarankierron. Se käsittää hankinnan, tavarankierron vastaanoton, varaston hallinnan ja tavarankierron sekä tavarankierron toimittamisen. (Chunawalla 2008, 2.)

Logistiikka ja tilaus-toimitusketju käsittävät tavara- ja tietovirtoja, varastointia ja valmiin tuotteen toimittamista asiakkaalle. Logistiikka on tehokasta tavarankierron liikuttamista kustannustehokkaasti, joka tuottaa hyväksyttävän palvelun tason asiakkaalle. Logistiikan pääkomponentit ovat kuljetus, varastot ja varastointi, pakkaaminen ja informaatio. (Baker ym. 2010, 4–6.)

Logistiset toiminnot, kuten kuljettaminen ja varastoiminen liittyvät organisaation eri puolilla toteutettavat tavarankierron tai palvelun tuottamisen vaiheet yhdeksi kokonaisuudeksi. Logistiikka ei ole pelkkä yksittäinen toiminto, vaan sarja erillään suoritettavia työtehtäviä ja toimenpiteitä, kuten lastaamista ja kuljettamista, varastointia, suunnittelua, valvontaa ja viestintää. Näitä toimintoja kohdistuu tuotteeseen sen elinkaaren aikana useita kertoja, joten voidaan puhua logistisesta prosessista. Logistisen prosessin toteuttamiseen tarvitaan aikaa, tilaa, resursseja ja asiantuntemusta. (Sakki 2014.)

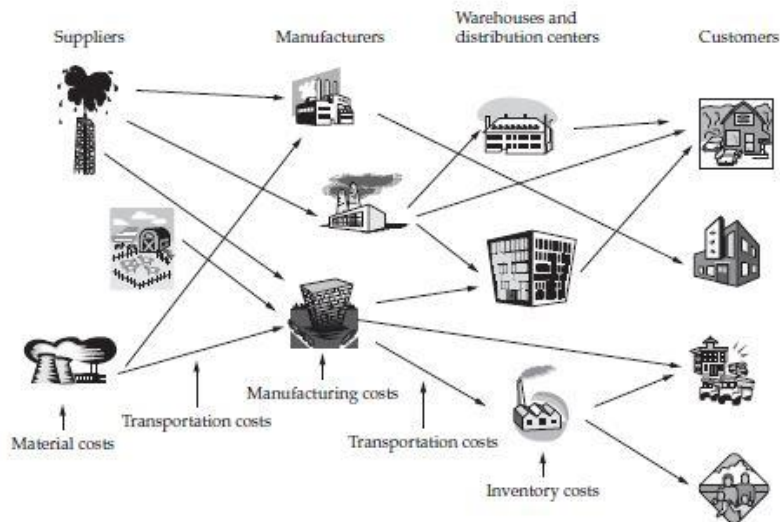
Tilaus-toimitusketju on prosessi, joka yhdistää, koordinoi ja kontrolloi tavarankierron, materiaalien ja informaation liikettä tavarantoimittajilta lopulliselle käyttäjälle. Olennaista tilaus-toimitusketjussa on, että se yhdistää toimittajien väliset toimet kuluttajiin aikaa haaskaamatta. Tilaus-toimitusketjuun liittyy kysynnän aktivoimaa ostamista tai hankintaa, valmistamista, kuljettamista ja myymistä. (Emmet & Granville 2007, 3–4.)



Toimitusketju koostuu ryhmästä yrityksiä, joiden keskinäinen vuorovaikutus liittyy tavarantoimituksiin, palvelusuorituksiin, tiedon vaihtoon ja rahanliikenteeseen. Toimitusketjussa tavarat kulkevat raaka-ainelähteiltä kuluttajille, mutta ennen kuin toimitusketju voi käynnistyä, tarvitaan kysyntää. Kysyntä ja siihen liittyvä tietovirta kulkee pääasiallisesti ketjussa tavaravirtaa vastaan. Kysynnän aiheuttama tilausvirta on oleellinen supply chain-käsitettä, joten käytetään käännoästä tilaus-toimitusketju. Tilaus-toimitusketju käynnistyy asiakkaan tilauksesta yritykselle ja tilauksen tietovirrat kulkevat yrityksen kautta tavarantoimittajalle. (Sakki 2014.)

Tyypillisessä tilaus-toimitusketjussa raaka-aineet hankitaan ja tuotteet valmistetaan yhdessä tai useammassa tehtaassa ja säilytetään varastoissa, kunnes ne toimitetaan jälleenmyyntiin tai lopulliselle asiakkaalle. Tilaus-toimitusketjua kutsutaan myös logistiseksi verkostoksi, joka muodostuu toimittajista, tuotantolaitoksista, varastoista ja jakelukeskuksista, jälleenmyyntipisteistä sekä laitosten välillä liikkuvista varastoista. (Kaminsky, Simchi-Levi & Simchi-Levi 2004, 1.)

Kuvassa 1. on logistinen verkosto, joka on nelitasoinen: tuottajat (suppliers), valmistajat (manufacturers), varastot ja jakelukeskukset (warehouses and distribution centers), sekä loppuasiakkaat (customers). Kuvasta näkee, että valmistajilla voi olla useita raaka-ainetoimittajia ja useita tapoja toimittaa valmistamiaan tavaroita loppukäyttäjälle. Useiden raaka-ainelähteiden ja useiden toimitustapojen takia tilaus-toimitusketjun tavaravirrat muodostavat verkoston, josta johtuu nimitys logistinen tai toimitusverkosto.



Kuva 1. Logistinen tai toimitusverkosto (Kaminsky ym. 2004, 1).

Sujuvasti toimivassa tilaus-toimitusketjussa on virtaviivainen toimitusverkosto, joka vastaanottaa raaka-aineet ja toimittaa tuotteet loppukäyttäjälle ja verkostossa on niin vähän välivaiheita kuin mahdollista. Sellaisen verkoston luominen, jossa koko ketjun kustannukset on minimoitu, mutta palvelutaso säilytetty, vaatii monien tekijöiden tarkastelua ja arviointia. Verkoston suunnittelun lopullinen tarkoitus on tilaus-toimitusketju, joka on kunnolla tasapainotettu varaston, kuljetuksen ja valmistuksen näkökulmat huomioon ottaen. Tilaus-toimitusverkoston suunnittelu määrittelee kuinka

monta varastoa tai jakelukeskusta yritys tarvitsee ja mihin ne on sijoitettu tyydyttääkseen asiakkaitensa tarpeet. (Blanchard 2010, 107.)

### 2.1 Logistiikan ja tilaus-toimitusketjun virrat

Tilaus-toimitusketjun kolme oleellista virtaa ovat: tieto-, tavara- ja rahavirta. Suurin osa tietovirrasta on asiakas- ja hankintatilauksia, mutta tarvitaan tietoja myös suunnitteluun ja ennustamiseen. Turhalta varastoimiselta, virrehankinnoilta ja niihin liittyvältä ostotyöltä ja kuljettamiselta voitaisiin välttyä oikean tiedon avulla. Monta virhearvioita voitaisiin välttää, jos tavarointa toimittava yritys tietäisi enemmän asiakkaansa aikeista tai liiketoimista. Vaikka tiedon virtauksen pääsuunta on asiakkaalta yritykselle ja edelleen tavarantoimittajalle, se on silti kaksisuuntaista. (Sakki 2014.)

Tehokkaan ja toimivan tilaus-toimitusketjun kannalta virrat ovat elintärkeitä. Virtojen pysähtyessä syntyy kustannuksia ja ainoastaan liikkuva tavara asiakkaalle, eli tavaravirta, tuottaa lisäarvoa. Tietovirrat yhdistävät yrityksen sisäiset toiminnot, mutta myös toimittajat asiakkaisiin. Rahavirtoja syntyy tavaravirtojen ja tietovirtojen myötä. Yksittäisten yritysten on työskenneltävä yhdessä hallitakseen näitä kysynnän määrittämiä virtoja. Koska kysyntä ”vetää” tuotetta, tarvitaan joustavaa reagointia toimittajilta tyydyttämään kysynnän tietovirtaa. (Emmet & Granville 2007, 7–8.)

Tavaravirran pääasiallinen suunta on toimittajilta asiakkaalle, mutta pienemmässä mittakaavassa myös toiseen suuntaan. Tavaravirta tarkoittaa tavaroiden fyysistä kuljettamista ja varastoimista. Suomen kaltaisessa pitkien etäisyyksien maassa kuljettamisesta ja varastoimisesta aiheutuu merkittäviä kustannuksia. Lisäksi tavarantoimittamiselta vaaditaan muun muassa täsmällisyyttä, toimitus oikeaan aikaan, virheettömyyttä ja luotettavuutta. (Sakki 2014.)

Pitäisi olla selvää, että tilaus-toimitusketjun läpikulkevat tarkat tiedot, varastoarvoista, tilauksista, tuotannosta ja toimituksen tilasta, antaa mahdollisuuden parantaa tapaa, jolla ketjua hallitaan ja miten se on suunniteltu. Tieto auttaa toimittajaa tekemään tarkempia ennusteita ja mahdollistaa tuotanto- ja toimitusstrategioiden olemassaolon. Jaetulla tiedolla jälleenmyyjien on mahdollista tuottaa parempi palvelun taso ja reagoimaan nopeammin tilaus-toimitusketjun häiriöihin. Jaettu tieto mahdollistaa myös läpimenoaikojen lyhentämisen. (Kaminsky ym. 2004, 20.)

Tieto on kaikkien tilaus-toimitusketjun toiminnan ja toimintojen yhdistävä tekijä, jonka avulla ketjun yritykset pystyvät tekemään toiminnalleen edullisia päätöksiä ja kasvattamaan koko ketjun tuottavuutta. Tilaus-toimitusketjussa tietoa käytetään kahteen tarkoitukseen, koordinoimaan päivittäistä toimintaa sekä suunnitteluun ja kysynnän ennustamiseen. (Bhatnagar 2009, 10–11.)

Kysyntää koskevan tiedon jakaminen toimitusketjun sisällä on välttämätöntä. Tieto voi olla tietoa kulutusajankohdasta, tulevien kysyntäjaksojen ennusteista, olemassa olevista tilauksista tai kasvusuunnitelmista. Ilman tätä tiedon jakamista toimittajat jätetään arvailemaan tulevan kysynnän

ajankohtaa ja määrää ja kasvattamaan varastoja jokaisen arvauskerran yhteydessä. Kysynnän tietojen jakaminen poistaa arvailun tilaus-toimitusketjusta ja varastosuunnittelusta. Ilman tiedon jakamista toimittaja joutuu tekemään ennusteen asiakkaan ennusteesta ja lisää ennusteen virhettä, joka johtaa varastomäärien kasvuun ja ketjun häiriöihin. (Frazelle 2002a, 161.)

Rahavirtaan liittyy muutakin kuin maksu toimitetuista tavaroista, kun tieto kulkee osapuolten välillä paremmin ja toimitukset nopeutuvat, päästään asiakkaita laskuttamaan aikaisemmin. Nopeammalla rahankierrolla on suuri vaikutus kannattavuuteen, koska jos omalta asiakkaalta saadaan maksu ennen toimittajan maksuajan loppumista, koko liiketoimintaa voidaan pyörittää vähemmällä pääomalla. (Sakki 2014.)

### 2.2 Bullwhip-efekti – piiskansiimavaikutus

Viime vuosina on huomattu, että vaikka asiakkaan kysyntä tuotteelle ei vaihtele suuresti, varastot ja jälkitilauksen tasot vaihtelevat huomattavasti tilaus-toimitusketjussa. Tuotteen jälleenmyyntiluvut voivat olla hyvinkin tasaisia, ei ole päivää tai kuukautta, jolloin menekki olisi huomattavasti muita kuukausia tai päiviä suurempi tai pienempi. Kuitenkin tuotteen toimittajien tehtaalta tekemien tilauksen määrät vaihtelevat huomattavasti jälleenmyyntimääriä enemmän ja tehtaalla toimittajilleen tekemät tilaukset vielä enemmän. Tilaus-toimitusketjussa ylöspäin liikuttaessa tapahtuvaa vaihteluiden lisääntymistä kutsutaan bullwhip-efektiksi. (Kaminsky ym. 2004, 20.)

Menekki ei ole täysin tasaista, mutta menekki vaihteluilla on taipumus voimistua ketjussa. Ilmiö on kuin maantien ruuhkajonon käyttäytyminen, johon ensimmäisen auton vähentäessä nopeuttaan, reagoi toisena ajava muutokseen pienellä viiveellä ja vähentää nopeutta enemmän. Haitariliike vahvistuu ja jonon hännillä nopeuden vaihtelut ovat suuria, vaikka ensimmäinen auto olisi jo siirtynyt aikaisempaan nopeuteensa. Varastoinnissa ilmiötä kutsutaan Forrester-ilmiöksi tai piiskansiimavaikutukseksi, englanniksi bullwhip-effect. (Sakki 2014.)

Esimerkkinä bullwhip-efektistä on nelitasoinen tilaus-toimitusketju, johon kuuluu jälleenmyyjä, tukkumyyjä, toimittaja ja tehdas. Jälleenmyyjä tarkkailee asiakkaan kysyntää ja tekee tilaukset tukkumyyjälle, joka vastaanottaa tuotteet toimittajalta, joka tilaa tuotteet tehtaalta. Tilaus-toimitusketjussa lisääntyvän vaihtelun ymmärtämiseksi tarkastellaan ketjun toista tasoa, eli tukkumyyjää. Tukkumyyjä vastaanottaa tilaukset jälleenmyyjältä ja tekee tilaukset toimittajalleen, määrittääkseen tilausmäärän tukkumyyjän on tehtävä ennuste jälleenmyyjän kysynnästä. Jos tukkumyyjällä ei ole pääsyä jälleenmyyjän myyntimääriin, tukkumyyjän ennuste perustuu jälleenmyyjän tilauksiin. Koska jälleenmyyjän tilausmäärien vaihtelu on suurempi kuin asiakkaan kysynnän vaihtelu, tukkumyyjän on pidettävä enemmän varastoja, kuin jälleenmyyjä, pitääkseen saman palvelutason jälleenmyyjän kanssa. Sama toistuu myös toimittajan ja tehtaalla kohdalla nostamalla aina varastojen määriä entisestään. (Kaminsky ym. 2004, 21–22.)

Piiskansiimailmiö syntyy, kun asiakkaan varastot estävät tavarantoimittajaa näkemästä asiakkaan todellista kulutusta ja ainoa kulutuksesta kertova tieto on asiakkaan täydennystilaukset, joiden koko ja tilausten välinen aika vaihtelevat. Tilaus ei aina vastaa lyhyen ajan menekkiä silloin, kun asiakas tilaa tuotteita enemmän esimerkiksi kuljetuskustannusten tai paljousalennuksen johdosta. Kun asiakkaalle on kerääntynyt ylivarastoa, täydennysten tilaaminen viivästyy. Menekin muuttuessa toimittajat haluavat varmistaa oman toimituskykynsä ja lisäävät tai vähentävät omia tilauksiaan. Mitä suurempia varastot ovat, sitä hitaammin tieto todellisesta menekistä siirtyy toimitusketjussa eteenpäin, ilmiö johtuu yhteistyön puutteesta eikä niinkään huonosta suunnittelusta. (Sakki 2014.)

Bullwhip-efekti nostaa toimitusketjussa valmistuskustannuksia, varastointikustannuksia, kuljetuskustannuksia sekä lähetys- ja vastaanottohenkilöstökustannuksia, varaston täydennysajat kasvavat ja tuotesaatavuus kärsii. Bullwhip-efektin aiheuttamaan kysynnän vaihteluun vastaaminen valmistuskapasiteettia kasvattamalla, kasvattaa tuotteen yksikköhintaa sekä kokonaisvalmistuskustannuksia. Vaihteluun vastaaminen varastoja kasvattamalla, nostaa varastotilan määrän tarvetta varastokustannuksien kasvun lisäksi. Varastojen täydennysajat kasvavat, koska bullwhip-efektin aiheuttama vaihtelu vaikeuttaa suunnittelua verrattuna tasaisemman kysynnän tilanteessa. Kuljetusten tarve liittyy täytettäviin tilauksiin ja bullwhip-efektin aiheuttama vaihtelu aiheuttaa kuljetusten tarpeiden huomattavaa vaihtelua. Jotta korkeimmat kysyntäperiodit pystytään kattamaan, pitää ylläpitää ylimääräistä kuljetuskapasiteettia, joka nostaa kuljetuskustannuksia. Tavaravastaanotto- ja lähetystyövoiman tarve riippuu tilauksien määrästä, ketjun toimijat voivat joko pitää korkeaa työvoimakapasiteettia tai vaihdella työvoiman määrää tarpeen mukaan vastatakseen tarpeen vaihteluihin. Molemmat vaihtoehdot kasvattavat työvoimakustannuksia. Bullwhip-efektin aiheuttama merkittävä tilausmäärien vaihtelu aiheuttaa toimittajille vaikeuksia toimittaa kaikkia tilauksia ajoissa ja varastojen loppumisen todennäköisyys kasvaa aiheuttaen myynnin menetyksiä tilaus-toimitusketjussa. Bullwhip-efektiä voi vastustaa ja hillitä erityisesti tarkalla ja oikeanlaisella informaatiolla. Tiedon avulla jokainen tilaus-toimitusketjun toimija pystyy hoitamaan osansa pienin mahdollisin kustannuksin. (Bhatnagar 2009, 112–113.)

### 3 VARASTO OSANA TILAUS-TOIMITUSKETJUA

Varastot sijaitsevat kysynnän ja tarjonnan välissä. Varastot suojaavat mahdollisilta toimittajan toimitusepävarmuuksilta, paikkaavat ennustevirheitä, täyttävät markkinoinnin lisäämää kysyntää ja ylläpitävät korkeaa palvelutasoa. (Emmet & Granville 2007, 1.)

Tilaus-toimitusketjun tehtävä on toimittaa oikea määrä oikeata tuotetta oikeassa kunnossa oikealle asiakkaalle oikeaan paikkaan oikeaan aikaan oikealla hinnalla. Tässä varasto on tärkeässä osassa. Oikean tuotteen toimitamisessa oikealla määrällä perustuu varaston keräys- ja lähetystyön tarkkuuteen. Oikealle asiakkaalle toimittaminen oikeaan paikkaan aikataulussa vaatii tuotteen oikein merkintää ja lastausta oikeaan ajoneuvoon tarpeeksi ajoissa. Varaston on huolehdittava, että tuote on ehjä ja puhdas lähtiessään asiakkaalle ja oikean hinnan saavuttamiseksi toiminnan on oltava kustannustehokasta. (Richards 2011, 7–8.)

Päätökset, jotka koskevat yrityksen varastojen määrää ja niiden sijoittamista logistisessa verkostossa, vaikuttavat ratkaisevasti asiakaspalveluvoitteiden ja -odotusten täyttymiseen. Mutta varastojen pitämisestä voi aiheutua suuriakin kustannuksia, joten on tärkeää tasapainottaa kustannukset ja palvelutaso oikein. (Baker ym. 2010, 173.)

Varastointikustannukset ovat 1–5 prosenttia yrityksen kokonaismyynnistä. Prosenttiosuus vaihtelee yrityksen tavararvosta, esimerkiksi tietokonealan ja papulavan arvo on huomattavasti erilainen, vaikka molemmat tarvitsevat yhtä paljon tilaa ja molempia käsitellään yhtä paljon. Logistiikkakustannuksista varastointikustannukset ovat noin 22 prosenttia ja varaston ylläpitokustannukset 23 prosenttia. (Richards 2011, 212.)

Varastointikustannukset koostuvat kolmesta pääkomponentista, jotka ovat käsittelykustannukset, kiinteät kustannukset ja varastokustannukset. Käsittelykustannuksiin kuuluu työvoima- ja yleiskustannuksia, jotka ovat riippuvaisia varaston läpi kulkevan tavaravirran määrästä. Kiinteitä kustannuksia ovat tavaravirran määrästä riippumattomat, mutta varaston koosta riippuvat kustannukset. Varastokustannuksia ovat varaston ylläpitokustannukset, jotka määräytyvät keskimääräisten varastotasojen perusteella. (Kaminsky ym. 2004, 80–81.)

Varastokustannukset koostuvat varaston pitokustannuksista, tilauskustannuksista ja puutekustannuksista. Varaston pitokustannuksia ovat tuotteiden varastossa säilyttämiseen liittyvät kustannukset, joihin sisältyvät vakuutukset, verot, hävikki ja varastotilaan liittyvät kustannukset, kuten lämmitys, sähkö, vuokra ja turvallisuus. Varaston pitokustannukset ilmoitetaan yleensä tuotteen yksikköhinnan prosenttiosuutena tai valuuttamääräisenä lukuna per yksikkö. Tyypillisesti pitokustannukset ovat 20 ja 40 prosentin välillä tuotteen arvosta. Eli esimerkiksi 100 euron arvoisen tuotteen varastossa säilytys maksaa 20–40 euroa vuodessa. Tilauskustannukset ovat tuotteen tilaamiseen ja tavaravastaanottoon liittyvät kustannukset, joihin sisältyvät tilauksen tekeminen, tilausmäärän määrittäminen, laskujen valmistelu, rahtikustannukset, vastaanoton suorittaman määrä- ja laatutarkistusten

kustannukset sekä siirrot tilapäiseen varastointiin. Tilauskustannukset ilmoitetaan yleensä kiinteänä valuuttamääräisenä lukuna per tilaus huolimatta tilauksen koosta. Puutekustannuksia syntyy kysynnän ylittäessä saatavilla olevan varaston määrän. Puutekustannuksiin sisältyy esimerkiksi menetetyn myynnin kustannus, asiakasluottamuksen menettämisen kustannus ja myöhästymismaksut. Valmistavan yrityksen puutekustannuksiin luetetaan usein tuotannon pysähtymisestä aiheutuvat kustannukset, jotka voivat olla useita satoja euroja minuutissa. Silloin, kun puutekustannusten määrittäminen on vaikeaa, ne perustuvat arvioihin menetyksistä. (Roy 2005, 104–105.)

Varaston pitokustannuksia tarkemmin tarkasteltuna kustannukset jakautuvat tyypillisesti seuraavasti:

- henkilöstökustannukset: 45–50 prosenttia
- rakennuksen kustannukset, sisältäen vuokra tai poistot: 25 prosenttia
- rakennuksen ylläpitokustannukset, muun muassa huolto, energia ja lämmitys: 15 prosenttia
- laitteet, sisältäen vuokrat, huolto- ja käyttökustannukset: 10–15 prosenttia
- informaatioteknologia, kuten ohjausjärjestelmät ja päätelaitteet: 5–10 prosenttia. (Baker ym. 2010, 233.)

Varasto muodostaa yhden tärkeimmistä elementeistä missä tahansa järjestelmässä, jossa käsitellään tarjontaa, valmistusta sekä tavaroiden ja palveluiden toimittamista. Logistiikan ja tilaus-toimitusketjun näkökulmasta varastot ovat valmiustilassa olevia yrityksen materiaaliressursseja, jotka odottavat tulevaa käyttöä tai myyntiä. (Bhatnagar 2009, 33.)

Varastot ovat monen tilaus-toimitusketjun keskeisiä komponentteja, ne osallistuvat moniin hankinnan, tuotannon ja tavaroiden toimittamisen vaiheisiin. Palvelemalla ketjun seuraavaa asiakasta, ne ovat tärkeitä korkean asiakaspalvelutason tuottamisessa. (Baker ym. 2010, 225.)

### 3.1 Syitä varastointiin

Varasto toimii puskurina kysynnän epävarmuuksia ja vaihteluita vastaan ja ylläpitää tuotteiden saatavuutta. Varastot tuottavat puskurin myös epävarkaata tarjontaa, kuten viivästyneitä ja vajaita toimituksia, vastaan. Varastoinnilla hyödynnetään paljousalennuksia, suojaudutaan hankintahinnan nousuilta ja hyödynnetään alhaisempia tilauskustannuksia ostamalla suuria eriä. Monet yritykset varastoivat keskeneräistä tuotantoa tuotantoprosessin eri vaiheissa ylläpitääkseen jatkuvuutta tuotannossaan ja erottavat varastolla tuotanto- ja jakelutoiminnot toisistaan. (Bhat 2009, 147.)

Yrityksillä on monia syitä varastoida, mutta tärkein syy on tuottaa puskurin kysynnän ja tarjonnan väliin. Tuotteen kysyntä ei ole koskaan aivan tasaista, kausivaihteluiden ja lyhyen aikavälin vaihteluiden takia pidetään varmuusvarastoja, joilla vältetään tuotteen loppuminen. Kysynnän kausittaisen kysyntäpiikin huomioon ottamiseksi tuotteen varastoja kasvatetaan tasaisesti

koko vuoden aikana hankkimalla tai valmistamalla tuotetta varastoon. Saatavuudessakin saattaa olla vaihteluita, tuotetta saatetaan tuottaa ainoastaan yhtenä aikana vuodesta. Muita syitä varastointiin on tuotantokustannusten alentaminen valmistamalla pitkiä tuotantosarjoja, jolloin tuotteen yksikkökustannus saadaan matalaksi ja säästetään tuotantokoneiden asettamiskustannuksissa. Tuotantokoneiden varaosia varastoidaan huoltotöitä varten, mutta erityisesti konerikkojen aiheuttamien tuotantokatkosten lyhentämiseksi. Varastoinnilla tuotetaan asiakkaalle nopeaa palvelua, toimittamalla varastosta. (Baker ym. 2010, 174.)

### 3.2 Varastojen luokittelu ja niiden rooli tilaus-toimitusketjussa

Varastojen kaksi päätyyppiä ovat tuotantolaitosta lähellä sijaitsevat varastot ja varastot jotka sijaitsevat ”kentällä”. Kentällä sijaitsevat varastot on sijoitettu maantieteellisesti palvelemaan asiakasta nopean saatavuuden ja toimituskyvyn avulla ja niillä voidaan saavuttaa kilpailuetua. Kentällä sijaitsevia varastoja pitävät toimittajat, tukkuliikkeet ja vähittäismyyjät. (Viale 1996, 79.)

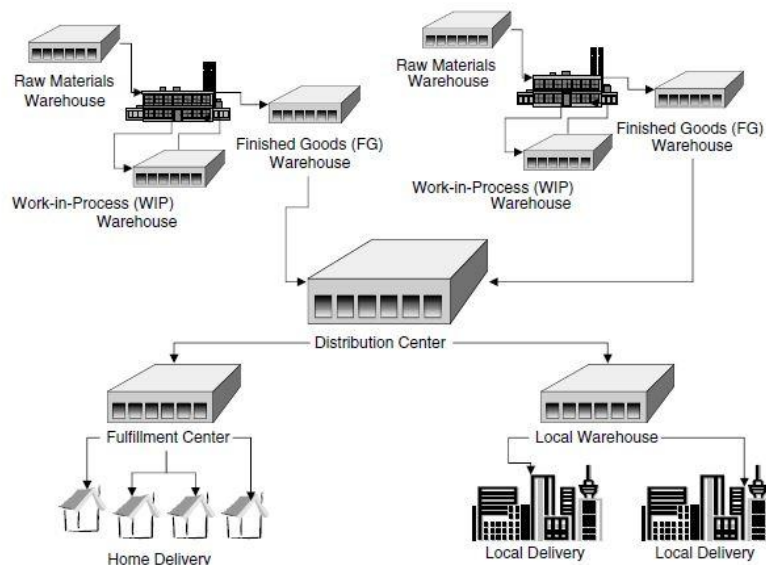
Varastot luokitellaan tavallisesti kolmeen päätyyppiin: raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmistevalmistevarastoon. Raaka-ainevarastoissa säilytetään aineiden ohella ostettuja osia ja komponentteja, puolivalmistevarastossa säilytetään keskeneräisiä töitä ja valmistevalmistevarastoissa valmiit tuotteet odottavat myyntiä. (Sakki 2014.)

Varaston rooli toimitusverkostossa voi olla joko yksi tai useampi seuraavista:

- raaka-aine- ja komponenttivarasto: raaka-aineiden säilytys tuotantoa tai kokoonpanoa varten
- keskeneräisen tuotannon varasto: osittain valmiiden tuotteiden säilytys tuotantolinjan varrella
- valmiiden tuotteiden varasto: tuotantoaikataulujen ja kysynnän vaihteluiden erojen tasaaminen ja puskurointi
- toimitusvarasto ja jakelukeskus: yhdeltä tai monelta valmistusyksiköltä kerättyjen tuotteiden yhdistely toimituksiin asiakkaille
- täydennysvarasto ja -keskus: vastaanottaa, kerää ja toimittaa pienet tilaukset yksittäisille asiakkaille
- paikallisvarasto: sijaitsee lähellä asiakasta ja tuottaa nopeaa kysynnän tyydyttämistä. (Frazelle 2002a, 226–228.)

Kuvassa 2. (s. 11) on esitetty varaston rooleja ja sijainteja tilaus-toimitusketjussa. Tuotantolaitosten läheisyydessä sijaitsevat raaka-aine- ja komponenttivarastot (raw materials warehouse) toimittavat raaka-aineet tuotantolaitoksille, joiden keskeneräistä tuotantoa varastoidaan keskeneräisen tuotannon varastoissa (work-in-process warehouse), joko lähellä tuotantolaitosta tai laitoksen sisällä tuotantovaiheiden välissä. Niistä keskeneräistä tuotantoa toimitetaan edelleen tuotannon seuraaviin vaiheisiin. Valmiit tuotteet varastoidaan tuotantolaitoksen lähellä sijaitseviin valmiiden tuotteiden varastoihin (finished goods warehouse), joista tavarat toimitetaan asia-

kasta lähemmäs toimitusvarastoihin ja jakelukeskuksiin (distribution center). Jakelukeskuksista tavarat toimitetaan edelleen lähemmäs asiakasta täydennysvarastoihin ja -keskuksiin (fulfillment center) ja paikallisvarastoihin (local warehouse). Paikallisvarastoista tavarat toimitetaan asiakkaille.



Kuva 2. Varastojen erilaisia rooleja tilaus-toimitusketjussa (Frazelle 2002a, 228).

### 3.3 Varastotoiminnot

Varaston nimestä tai roolista huolimatta, varastotoiminnot ovat periaatteiltaan samankaltaisia. Useimmissa varastoissa suoritetaan tavaran vastaanottoa, varastointia, säilytystä, tilausten keräämistä, lajittelua ja yhdistelyä sekä lähettämistä. (Frazelle 2002a, 229.)

Tavaranvastaanotto on ratkaiseva varastotoiminto, joka varmistaa, että saapunut tavara on oikeaa, sitä on oikea määrä ja se on oikeassa kunnossa (Richards 2011, 44–45).

Tavaran vastaanottoon sisältyy saapuvan kuljetuksen purkaminen tavarasta, saapuneen tavaran määrävertailun ostotilauksen kanssa ja tallennuksen tietojärjestelmään. Vastaanottoon voi liittyä myös tavaran purkamista ja pakkaamista myöhempiä varastotoimintoja silmälläpitäen sekä laadun tarkistusta ja hallintaa. Vastaanotosta tavara siirretään varastoon eli varastoidaan. (Baker ym. 2010, 230.)

Varastointi on toiminto, jossa tavara sijoitetaan varastoon. Se sisältää tavaran käsittelyä, sijainnin varmistamista ja tuotteen sijoittamista. Säilytyksessä tavara odottaa kysyntää. (Frazelle 2002a, 230.)

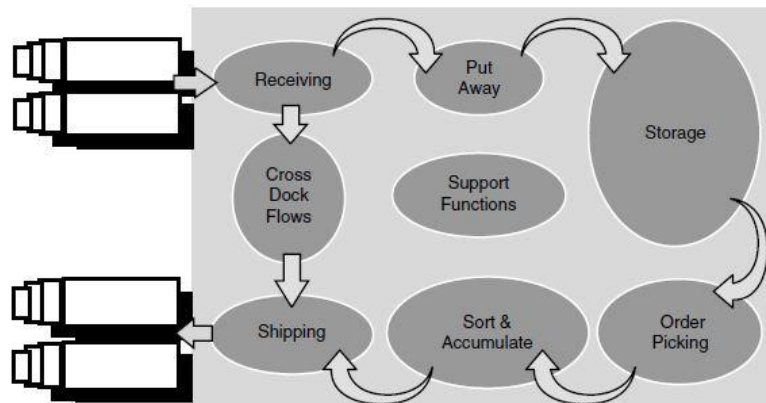
Kun asiakas tekee tilauksen, varastosta pitää noutaa oikea määrä oikeaa tavaraa ja oikea-aikaisesti, jotta vaadittu palvelutaso saavutetaan. Tämän takia tilausten kerääminen on varaston avaintoiminto, niin kustannusten kuin



palvelunkin näkökannalta. Siihen tarvitaan merkittävä osa varastohenkilökunnasta ja sillä on kriittinen osa korkean toimitusvarmuuden saavuttamisessa. (Baker ym. 2010, 230–231.)

Kerättyjä tilauksia lajitellaan ja yhdistellään lähetyksessä, jos niitä ei ole yhdistelty asiakkaittain keräysvaiheessa. Lähettäminen sisältää muun muassa lähtevien tilausten tarkastamista, tuotteiden pakkaamista asianmukaisiin kuljetuspakkauksiin, kuljetusdokumenttien tekemistä, kuten pakkauslistojen ja osoitetarrojen tekemistä sekä rahtikirjojen kirjoittamista. Lähetystoiminnot suorittavat lisäksi lähetysten punnitsemista rahtikulujen määrittämiseksi ja lähetysten lajittelemista kuljetusyhtiöittäin sekä kuorma-autojen lastausta. (Frazelle 2002a, 230.)

Varastotoimintojen järjestys ja tavaran kulku varastossa kuvataan kuvassa 3. Tavaran kulku varastossa alkaa tavaranvastaanotosta (receiving), jossa vastaanottoon tuleva kuorma-auton tuoma tavaralähetys puretaan vastaanottoalueelle. Vastaanoton henkilökunta tarkastaa saapuneen lähetyksen ja suorittaa tarvittavat toimenpiteet tavaran varastointia (put away) varten. Varastoitaessa tavara siirretään säilytykseen (storage), jossa tavara odottaa keräystoimintojen (order picking) aiheuttamaa tarvetta. Keräystoiminnot keräävät varaston toimitettavaksi saapuneet tilaukset sekä yleensä lajittelee ja yhdistelee (sort & accumulation) kerätyt tilaukset asiakkaittain lähettämistä varten (shipping). Lähetystoiminnot lajittelevat ja yhdistelevät keräyksestä ja kauttakulkuterminaalien (cross dock flows) kautta tulevat tavaravirrat ja lastaavat lähteviä toimituksia noutavia kuorma-autoja. Lisäksi varastossa suoritetaan tukitoimintoja (support functions). Tukitoimintoja ovat muun muassa varaston hallintaan liittyvät toiminnot, kuten varastosaldojen hallinta ja tuotesijoitteluun liittyvät toiminnot sekä työnjohdolliset tehtävät.



Kuva 3. Varastotoiminnot ja tavaran kulku varastossa (Frazelle 2002a, 229).

## 4 TAVARAVIRRRAN HALLINTA

Luvussa käsitellään varaston tavaravirranhallinnan tarkoitusta, tavaravirranhallinnan ja toiminnan laadun mittareita.

### 4.1 Tavaravirranhallinnan tarkoitus

Minkä tahansa organisaation tehokkuus riippuu sen tarvitsemien materiaalien saatavuudesta oikea-aikaisesti, oikeamääräisenä, oikealaatuisena, oikeaan hintaan ja oikealla valikoimalla. Näistä jonkin toteutumatta jääminen nostaa kustannuksia ja laskee tuottoa vanhentuneiden tuotantomenetelmien ja tehottomien myyntitekniikoiden lailla. Monien organisaatioiden menestymisessä tavaravirran hallinta on keskeisessä osassa, koska tuotteen hankinta, varastoiminen ja kuljettaminen muodostavat yli puolet tuotteen kustannuksista. Tehokkaalla ja toimivalla tavaravirranhallinnalla katsotaan olevan avainasema tuottavuuden kasvattamisessa, jolla voidaan madaltaa koko liiketoiminnan kustannuksia. Parantamalla tavaravirran hallintaa, jotta toimitukset ovat aikataulussa, laatu parempaa ja kustannukset alhaisemmat auttavat yrityksiä selviytymään alati kovenevan kilpailun maailmassa. (Bhat 2009, 1–2.)

Tavaravirranhallintaan sisältyy suunnittelua, hankintaa, varastointia ja varaston hallintaa, tavarankäsittelyä ja tavaran toimittamista. Suunnitteluun kuuluu tavaroiden tarpeen ennustamista ja resurssien suunnittelua. Hankintaan sisältyy toimittajien valintaa, neuvotteluita sekä tilaamista ja arvon analysointia. Varastointi ja varastonhallinta käsittelevät tuotteiden säilyttämistä, taloudellisten tilauserien määrittämistä, varastoarvojen määrittämistä ja varmuusvarastojen määrittelemistä. Tavarankäsittelyyn kuuluu tavaroiden siirtäminen tuotantolaitoksen sisällä. Tavaran toimittaminen tapahtuu tuotteiden siirtyessä lopulliselle asiakkaalle. (Chunawalla 2008, 2–3.)

Tavaravirranhallinnalla tavoitellaan alhaisia hankintahintoja, alhaisia hankinta- ja varastointikustannuksia, korkeaa varaston kiertoa eli mahdollisimman alhaisia varastojen tasoja, saatavuuden jatkuvuutta, laadun tasaisuutta, alhaisia palkkakustannuksia, läheisiä suhteita toimittajiin, henkilöstön kehittämistä ja hyvää tiedon ylläpitämistä. (Bhat 2009, 4.)

Vähäinenkin säästö tuotteen hankintahinnassa parantaa tuottoa ja lisää kilpailuetua. Hankinnan tilaus- ja rahtikustannukset, varastoinnin vastaanotto- ja tarkastuskustannukset sekä säilytyskustannukset aiheuttavat yli 10 prosenttia tuotteen kustannuksista. Myös hankinta- ja varastointikustannusten alentaminen parantaa yrityksen tuottoa. (Chunawalla 2008, 3–4.)

Alhaisen hankintahinnan merkitys on suuri, koska se auttaa alentamaan tuotantokustannuksia ja tuotantokustannusten aleneminen vaikuttaa tuotannon palkkakustannuksiin alentavasti. Alhaisemmat hankinta- ja varastointikustannukset voidaan saavuttaa tehokkaalla tavaran vastaanotolla, tavarankäsittelyllä ja säilytyksellä sekä oikeilla tilausmäärillä. Varaston kierto kertoo tuotteiden myynnistä aiheutuvien kustannusten suhteesta keskimääräiseen varastonarvoon. Kun keskimääräinen varasto on alhainen, varastoon sidottu pääoma on alhainen ja se nostaa varaston kiertoa. Korkea kierto puolestaan

nostaa pääoman käytön tehokkuutta ja sijoitetun pääoman tuottoa. Jos saatavuutta ei ylläpidetä, tuloksena on varastojen loppuminen, jonka aiheuttamat tuotantokatkokset ja tuotantohenkilöstön joutokäynti korottavat muun muassa tuotantokustannuksia ja kuljetuskustannuksia. Hyvien toimittajasuhteiden olemassaolo auttaa tuotteiden saamiseen kohtuuhintaisina, nopeasti ja oikea-aikaisesti toimitettuna. Hyvät suhteet toimittajiin auttavat myös, jos on tarvetta saada muutoksia tuotteisiin, hankintamääriin tai toimitusaikatauluihin. (Bhat 2009, 4–5.)

Laadun tasaisuus ja viallisten tuotteiden vähäisyys alentavat saapuvan tavaran tarkastukseen kuluva-aikaa ja rahaa sekä parantaa varaston kierto nopeutta, tuottavuutta ja yrityksen mainetta. Hyvillä toimittajasuhteilla voidaan vaikuttaa hankintahintoihin ja huonoina aikoina hyvä suhde toimittajiin voi mahdollistaa saamaan pidempiä maksuaikoja. Tehokkaalla ja organisoidulla tietojen säilyttämisellä sekä raportoinnilla mahdollistetaan parempien päätösten tekeminen. Henkilöstön kouluttamisella ja kehittämisellä luodaan tyytyväinen henkilöstö, joka on halukas kehittämään itseään ja yrityksen toimintaa. (Chunawalla 2008, 4.)

Kysynnän tarkan ennustamisen vaikeus, kohoavat maa- ja varastotilakustannukset, sopivien toimittajien valinta, hankintamäärien optimointi, tuotevalikoimien monipuolistaminen, tuotteiden kysynnän ajankohdan ja kysynnän määrän optimointi sekä informaation hallinta asettavat haasteita tavaravirran hallinnan tavoitteiden saavuttamiselle (Bhat 2009, 8–9).

### 4.2 Tavaravirranhallinnan tunnuslukuja

Varaston kierto mittaa keksimääräisesti, kuinka monta kertaa varasto korvautuu uuteen määritellyssä ajassa, esimerkiksi vuodessa. Yksinkertaisimmillaan tuotteen varasto on kiertänyt, kun tuote tulee varastoon, se käytetään tai myydään. Kun tuote täydennetään uudelleen, tuotteen varasto on kiertänyt. Jos tuotteen varasto uusiutuu esimerkiksi kerran kuukaudessa, silloin varaston kierto on 12 vuodessa. Varaston kierto on tärkeä mittari, koska varaston liikuttaminen ripeästi vaikuttaa suoraan yrityksen maksuvalmiuteen. Varaston kierto on pohjimmiltaan kirjanpidollinen tunnusluku, koska kun tuote myydään, se siirtyy kirjanpidossa varastosta myytyjen tavaroiden kustannuksiin. Varastokierto lasketaan kaavalla:

$$\text{Varaston kierto} = \frac{\text{myytyjen tavaroiden kustannukset}}{\text{varastojen keskiarvo}}$$

(Muller 2011, 28.)

Varaston kierto on tärkeä mittari, koska se kertoo kuinka nopeasti varasto liikkuu organisaation läpi, se voidaan laskea kahdella eri tavalla:

$$\text{Varaston kierto} = \frac{\text{myynnit}}{\text{varaston arvo}} = \frac{\text{myytyjen tavaroiden kustannukset}}{\text{varaston arvo}}$$

Ensiksi mainittuun saadaan tiedot kirjanpidosta, johon molemmat myynnit ja varaston arvo on merkittynä. Tapaa käyttävät talousanalyttikot arvioi-  
dessaan yrityksen tilaus-toimitusketjun hallintaa. Jälkimmäisessä tavassa käytetään myynnin sijasta myytyjen tavaroiden kustannuksia, joka voi olla

parempi mittaus vaihtoehto, koska se kuvaa varaston hankinnasta aiheutuneita kustannuksia, joita ei välttämättä sisälly myynnin lukuihin hinnoittelupolitiikkojen takia. Aina ei kuitenkaan ole mahdollista saada kirjanpidosta tietoa myytyjen tavaroiden aiheuttamista kustannuksista. (Emmet & Granville 2007, 114.)

Myytyjen tavaroiden kustannus on tilikauden aikana myytyjen tavaroiden arvo ja voidaan laskea tilikauden ostojen sekä tilikauden alku- ja loppuvarastoarvojen avulla seuraavasti:

$$\text{Myytyjen tavaroiden kustannus} = \text{alkuvarasto} + \text{ostot} - \text{loppuvarasto.}$$

(Muller 2011, 23.)

Vaihto-omaisuuden käytön tehokkuuden mittaamisen tunnuslukuna on varaston kierto, joka lasketaan suhteuttamalla varaston keskiarvo tavarakulutuksen vuoden arvoon kaavalla:

$$\text{Varaston kierto} = \frac{\text{vuoden kulutuksen arvo}}{\text{varastojen keskiarvo}}.$$

(Sakki 2014.)

Varaston kierto ei kerro kuinka monta kertaa tuote kiertää fyysisesti varastossa, koska myytyjen tavaroiden kustannuksiin sisältyy myös tuotteita jotka on myyty, mutta mitä ei koskaan ole käsitelty fyysisesti, kuten suora-toimitukset. Fyysisen varaston kiertoon sopivampi tunnusluku lasketaan kaavalla:

$$\text{Fyysisen varaston kierto} = \frac{\text{varastosta myytyjen tuotteiden myynnin kustannus}}{\text{varastojen keskiarvo}}.$$

(Muller 2011, 28–29.)

Kiertoa voidaan mitata myös aika-lukuna, varaston kiertoaikana, joka kertoo kuinka kauan varasto riittää keskimääräisen myynnin tai kulutuksen toteutuessa. Kiertoaikaa kutsutaan myös varaston pysähdysajaksi, joka kuvaa paremmin sitä mistä on kyse, eli kuinka kauan tavara on varastossa keskimääräisellä kulutuksella. Kiertoaika lasketaan kaavalla:

$$\text{Varaston kiertoaika} = \frac{365}{\text{varaston kierto}} \text{ (päivää).}$$

(Sakki 2014.)

Varaston riittäminen päivissä voidaan laskea jakamalla laskennan hetkinen varastomäärä vuosittaisella myynnillä ja kertomalla sen jälkeen 365:llä eli:

$$\text{Varaston riitto} = \frac{\text{varasto arvo}}{\text{vuoden myynti}} * 365 \text{ (päivää).}$$

(Richards 2011, 239.)

Kun vaihto-omaisuuden arvo suhteutetaan liikevaihtoon, saadaan tunnusluku, jolla voidaan vertailla yrityksiä keskenään. Vaihto-omaisuuden osuus liikevaihdosta saadaan laskettua kaavalla:

$$\text{Vaihto – omaisuuden osuus} = \frac{\text{vaihto-omaisuuden arvo}}{\text{liikevaihto}} * 100 (\%).$$

(Sakki 2014.)

Toimitustarkkuuden mittaaminen onnistuu kaavalla:

$$\text{Toimitustarkkuus} = \frac{\text{oikein toimitettujen määrä}}{\text{kaikkien toimitusten määrä}} * 100 (\%).$$

(Richards 2011, 238.)

Laadun ja suorituskyvyn mittaamiseen käytetään tunnuslukuja, kuten toimituskyky, toimitusvarmuus ja jälkitoimitusten eli myöhästyneiden osuus, joilla mitataan toimitusten luotettavuutta. Ilman näitä on vaikea arvioida onko varaston kierto hyvä vai huono. Luotettavuudella tarkoitetaan yrityksen kykyä täyttää asiakkaan odotukset. Yleisin luotettavuuden tunnusluku on toimituskyky. Toimituskyvyn seurannan määrittelyssä voidaan käyttää tuotteita, rivejä tai toimituksen arvoa. Toimituskykyä seurattaessa on tärkeää seurata myös sen muutoksia ajan kuluessa. Toimituskyky lasketaan kaavalla:

$$\text{Toimituskyky} = \frac{\text{toimitetut tilaukset}}{\text{kaikki tilaukset}} * 100 (\%).$$

(Sakki 2014.)

Yksi varastoinnin pääsyitä on asiakkaan tarpeen tyydyttäminen ajallaan. Korkeaa varastosaatavuutta, jolla mitataan yrityksen kykyä täyttää asiakkaiden kysyntä ajallaan, tavoitellaan korkeilla varastoarvoilla. Varastosaatavuuden laskennassa onnistunut toimitus on asiakkaan ajallaan vastaanottama toimitus. Onnistuneita toimituksia verrataan kaikkiin toimituksiin valitun ajanjakson aikana. Varastosaatavuus lasketaan kaavalla:

$$\text{Varastosaatavuus} = \frac{\text{asiakkaan ajallaan vastaanottamat toimitukset}}{\text{kaikki toimitukset}}.$$

(Bragg 2005, 79.)

Toimituskykyä vastaava mittari on toimitusvarmuus, joka on luvattujen ja toteutuneiden toimitusten ero. Usein toimituskykyä ei voida seurata, koska etukäteen tiedetään, että tavaraa ei ole eikä tilausta tämän takia tehdä, silloin mittaamiselle ei synny perusteita. Toimitusvarmuutta voidaan mitata myös seuraamalla jälkitoimitusten tai toimitusmyöhästymisten määrää. Toimitusvarmuus ja jälkitoimitusten osuus lasketaan kaavoilla:

$$\begin{aligned} \text{Toimitusvarmuus} &= \text{tilatut toimitukset} - \text{toimitetut toimitukset} \\ \text{Jälkitoimitusten osuus} &= \frac{\text{jälkitoimitukset}}{\text{kaikki toimitukset}} * 100 (\%). \end{aligned}$$

(Sakki 2014.)

Tunnuslukujen antamaa tietoa on hyvä täydentää jälkiseurannalla, luettelomalla tavanomaiset syyt toimituspuutteisiin ja laskemalla niiden esiintymismäärät. (Sakki 2014.)

## 5 VARASTON HALLINTA

Luvussa tarkastellaan varastohallinnan tarkoitusta, varastotasojen määrittelyä erilaisten työkalujen avulla, tuotesijoittelua sekä varaston täydentämisen apuvälineitä.

### 5.1 Varastohallinnan tarkoitus

Varastohallinta hallitsee tavaroiden liikkeitä tilaus-toimitusketjussa, sen tarkoitus on taata tarvittava palvelutaso ja tavaroiden saatavuus asiakkaiden näkökulmasta kohtuullisin kustannuksin. Liike ja tavaravirta ovat toimitusketjunhallinnan ja varastohallinnan avaintekijöitä. (Emmet & Granville 2007, 1.)

Varastohallinta tähtää selvittämään kuinka paljon tarvitaan varaston tuomaa puskuria kysynnän vaihtelujen, ennustevirheiden ja toimittajien toimistusten vaihtelua varten. Sen avulla pyritään takaamaan luvattu palvelutaso asiakkaalle, maksimoimaan hankinnan ja tuotannon tehokkuus, minimoimaan varastoon sijoitettu pääoma ja maksimoimaan tuotto. (Viale 1996, 3.)

Varastohallinnan tehtäviin kuuluu varastoitavien tuotteiden valintaa, varastoitavien tuotteiden varastointimäärien ylläpitoa kysynnän täyttämiseksi ennustamalla kysynnän määrää, täydennystoimitusten ylläpitoa, täydennystilaujankohdan määrittelyä ja täydennystilauuseräkoon määrittelyä. Varastohallinnan keskeisiin toimiin kuuluu kysynnän ennustaminen, toimitusaikojen määrittäminen ja täydennysmenetelmien valitseminen. (Emmet & Granville 2007, 3.)

Varastoihin sijoitetaan paljon pääomaa, useissa yrityksissä varastoihin sitoutuneen pääoman eli vaihto-omaisuuden osuus on suurempi kuin koko muun omaisuuden. Tämän takia on välttämätöntä kiinnittää tarpeeksi huomioita varastojen hallintaan. Varastohallinta määrittelee muun muassa mitä hankitaan, kuinka paljon hankitaan, mistä hankitaan ja minne varastoidaan. Varastohallinnan tarkoitus on välttää ylivarastointi ja alivarastointi, ylivarastointi johtaa yrityksen käyttövarojen ehtymiseen sekä muitten tuotantotoimintojen ylikuormitukseen, alivarastointi aiheuttaa töiden loppumista. Varastot on siis pidettävä kohtuullisina. Varastotasojen hallinnassa keskitytään yleensä kahteen asiaan: tilausmäärään ja tilausajankohtiin. Tilausmäärän määrittämisessä tarkastellaan kuinka paljon tilataan ja mistä tilataan, tilausmäärän määrittämiseen voidaan käyttää työkalua EOQ, joka on lyhenne sanoista economic order quantity, suomeksi taloudellinen tilauseräkokko. Tilausajankohdan määrittäminen tarkastelee: milloin tilataan. Ajankohdan määrittämiseen käytetään työkalua RoP, joka tulee sanoista reorder point, suomeksi uudelleen tilauspiste. (Bhatnagar 2009, 39.)

### 5.2 Tuotevalikoiman analysointi ja luokittelu

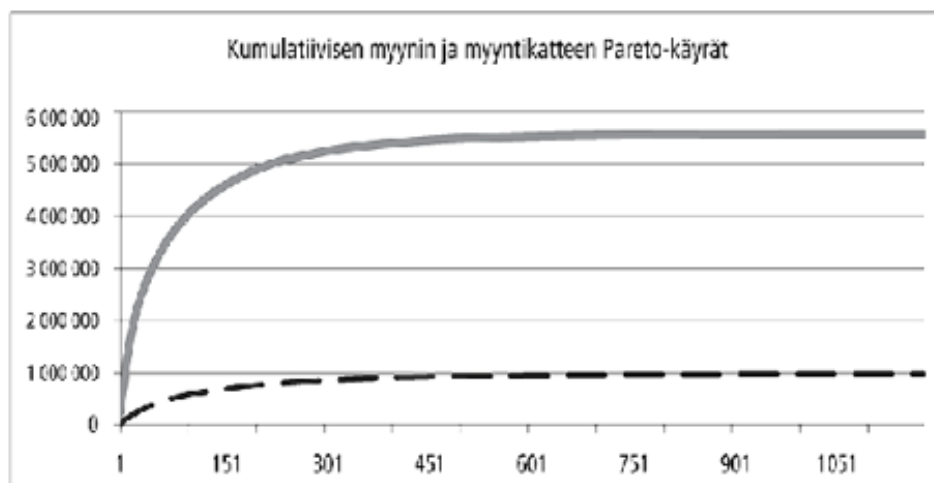
Tuotevalikoimassa voi olla tuhansia tuotteita ja luokittelun avulla voidaan löytää poikkeamia ja oleellisia asioita, jotka jäävät kokonaiskeskiarvojen

alle. Luokittelulla tuotteet laitetaan tärkeysjärjestykseen ja niiden avulla yhden keskiarvon sijasta saadaan paljon monipuolisempi käsitys tutkittavasta asiasta, luokittelut toimivat työkaluna valikoimien suunnittelussa. (Sakki 2014.)

Paljon erilaisia tuotteita varastoitaessa on hyödyllistä luokitella tuotteet tärkeysjärjestykseen, tuotteen tärkeys voi perustua esimerkiksi siihen liittyviin kustannuksiin tai sen menekkiin. Tällaista varaston luokittelua kutsutaan valikoivaksi varastonhallinnaksi, jonka periaate on kohdistaa vaivannäköä sinne, missä tulokset ovat vaivannäön arvoiset. Valikoivan varastonhallinnan tekniikoita ovat esimerkiksi ABC-analyysi ja XYZ-analyysi. (Bhat 2009, 159.)

### 5.2.1 20/80-sääntö

20/80-säännön keksi italialainen kansantaloustieteilijä Vilfredo Pareto, joka tutki 19. vuosisadan Englannissa tulonjakoa ja havaitsi, että yksinkertaistaen 20 prosenttia asukkaista keräsi 80 prosenttia tuloista ja varallisuudesta. Matemaatikot ovat Pareton jälkeen todenneet 20/80-säännön toteutuvan monenlaisissa tutkimuskohteissa, säännön voi todeta toteutuvaksi esimerkiksi seuraamalla yksittäisten tuotteiden myynti- ja kulutuslukuja pitkältä ajanjaksolta, esimerkiksi vuoden ajalta. Myynnistä voi syntyä kuvan 4. mukainen Pareto-käyrä, jossa on kuvattu 1 230 tuotteen myynnin ja myyntikatteen kumulatiivista kertymää. Myynti, pystyakselilla, on kaikkiaan 5,6 miljoonaa euroa, tuotteet järjestettynä myynnin suuruuden mukaan. Alkupään tuotteista jo 20 prosenttia toivat 84 prosenttia myynnistä ja 91 prosenttia myyntikatteesta. Alun jälkeen kumulatiiviset kertymät pienenevät ja suuri osa tuotteista tuo vähän myyntiä ja katetta. (Sakki 2014.)



Kuva 4. Kumulatiivisen myynnin, yhtenäinen viiva, ja myyntikatteen, katkoviiva, Pareto-käyrät (Sakki 2014).

Pareton-laki muotoutui ABC-analyysiksi ja se voidaan tiivistää seuraavasti: 20 prosenttia tuotteista tuottavat 80 prosenttia yrityksen tuotoista ja niihin sitoutuu 80 prosenttia varastopääomasta, nämä ovat A-tuotteita. Seuraavat

30 prosenttia ovat B-tuotteita, ne tuovat 15 prosenttia tuotoista ja sitovat 15 prosenttia varastopääomasta. C-tuotteita ovat loput 50 prosenttia, jotka tuottavat 5 prosenttia tuloista ja joihin sitoutuu 5 prosenttia varastopääomasta. (Viale 1996, 36.)

### 5.2.2 ABC-analyysi

ABC tulee sanoista always better control, suomeksi aina parempi hallinta. Analyysissä tuotteet luokitellaan A-, B- ja C-luokkiin niihin sidotun pääoman tai euromääräisen käytön perusteella, joka lasketaan kertomalla tuotteen yksikköhinta sen vuoden aikaisella kulutuksella. A-luokkaan kuuluvat tuotteet, joilla on korkea arvo ja pieni menekki, B-luokan tuotteilla on keskinkertainen menekki ja arvo, C-luokkaan kuuluvien tuotteiden menekki on korkea ja arvo alhainen. A-luokan tuotteiden tilaamiseen käytetään eniten energiaa, B-luokan tuotteisiin keskinkertaisesti ja C-luokan tuotteita tilatessa vähiten. Luokitteluista käytetään myös nimityksiä erittäin tärkeät eli A-luokka, kohtalaisen tärkeät eli B-luokka ja vähiten tärkeät eli C-luokka. (Roy 2005, 105–106.)

ABC-analyysin suoritusjärjestys voi olla seuraava: ensin lasketaan kaikille tuotteille vuosittainen kappalemääräinen kulutus, toiseksi vuosittaisen euromääräisen kulutuksen määrittelemiseksi jokaisen tuotteen kappalemääräinen kulutus kerrotaan kyseisen tuotteen yksikköhinnalla, kolmanneksi euromääräiset kulutukset lajitellaan korkeimmasta alimpaan. Lajittelun jälkeen määritellään ABC-luokat ja jaetaan tuotteet luokkiin. (Viale 1996, 82.)

ABC-analyysissä myynnin tai euromääräisen kulutuksen sijasta luokittelun voi tehdä esimerkiksi tuotteiden myyntikatteen, liikutuloksen tai myyntiyksiköiden perusteella. Myyntiyksikköinä voi käyttää esimerkiksi myytyjä kappalemääriä tai kiloja. Usein on helpompi hahmottaa myyntiyksiköitä, kuin euromääräistä myyntiä. Tärkeää on kuitenkin tehdä luokittelu yksittäisille tuotteille, eikä esimerkiksi tuoteryhmille. ABC-analyysissä tuotteet voidaan jakaa esimerkiksi seuraavalla tavalla:

- A-tuotteet = ensimmäiset 50 prosenttia myynnistä tai kulutuksesta
- B-tuotteet = seuraavat 30 prosenttia
- C-tuotteet = seuraavat 18 prosenttia
- D-tuotteet = viimeiset 2 prosenttia
- E-tuotteet = ei myyntiä tai kulutusta. (Sakki 2014.)

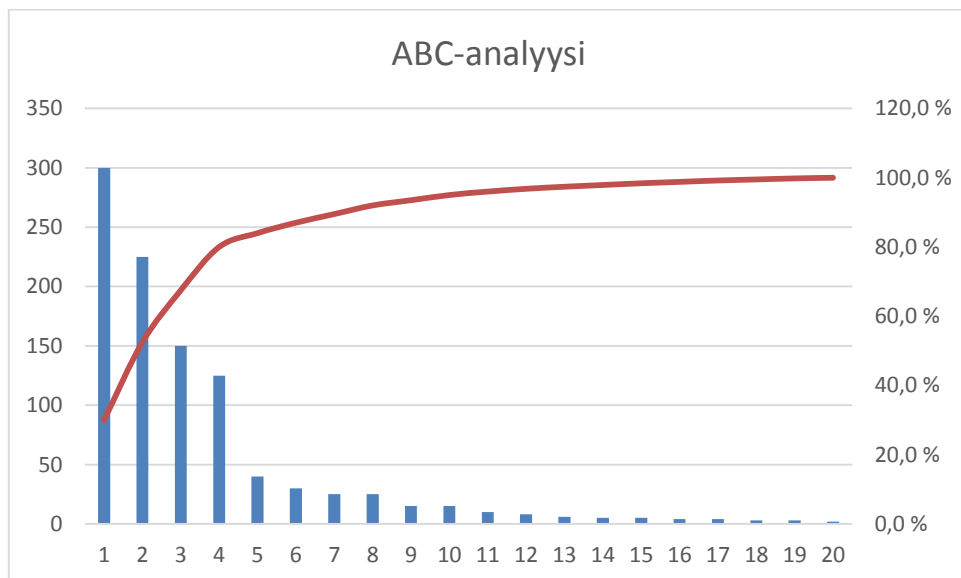
Esimerkki ABC-analyysistä: Tuotteiden menekit ovat: 300, 40, 25, 15, 8, 5, 4, 3, 2, 225, 30, 15, 10, 150, 6, 5, 25, 4, 3 ja 125. Menekit lajitellaan taulukon suurimmasta pienimpään menekkiin vasemmalta ensimmäiseen sarakkeeseen. Seuraaviin taulukon sarakkeisiin lasketaan kumulatiivinen menekki, prosentuaalinen kumulatiivinen menekki, laitetaan tuotteille järjestyksnumerot, lasketaan tuotteiden prosentuaalinen osuus kokonaistuotemäärästä ja määritellään viimeiseen sarakkeeseen luokkajaottelu. (Emmet & Granville 2007, 42.)



Taulukko 1. on täytetty esimerkin mukaisilla tiedoilla. Tuotteet on jaoteltu A-, B- ja C-luokkiin. Kuvio 1. on piirretty tietojen perusteella.

Taulukko 1. ABC-analyysi esimerkki (Petri Erkkilä 2016).

Menekki	Kumulatiivinen menekki	%-osuus kumulatiivisesta menekistä	Tuotteen järjestys numero	%-osuus tuotteista	Luokka
300	300	30,0 %	1	5 %	A
225	525	52,5 %	2	10 %	A
150	675	67,5 %	3	15 %	A
125	800	80,0 %	4	20 %	A
40	840	84,0 %	5	25 %	B
30	870	87,0 %	6	30 %	B
25	895	89,5 %	7	35 %	B
25	920	92,0 %	8	40 %	B
15	935	93,5 %	9	45 %	B
15	950	95,0 %	10	50 %	B
10	960	96,0 %	11	55 %	C
8	968	96,8 %	12	60 %	C
6	974	97,4 %	13	65 %	C
5	979	97,9 %	14	70 %	C
5	984	98,4 %	15	75 %	C
4	988	98,8 %	16	80 %	C
4	992	99,2 %	17	85 %	C
3	995	99,5 %	18	90 %	C
3	998	99,8 %	19	95 %	C
2	1000	100,0 %	20	100 %	C



Kuvio 1. ABC-analyysin kaavio (Petri Erkkilä 2016).

Analyysin tekijä voi vapaasti määritellä missä kohtaa luokat vaihtuvat ja luokkiin voi lisätä kategorioita, kuten AAA-, AA- ja A-tuotteet ja niin edelleen, joilla voidaan edelleen tarkentaa luokittelua. Joskus on tarkoituksen mukaista etsiä ABC-analyysin kaaviosta kohtia, joissa kaavion käyrä muuttuu merkittävästi ja luokituksen voi suorittaa näiden käännekohtiksi kutsuttujen kohtien kohdalla. (Emmet & Granville 2007, 42–43.)

ABC-analyysi on yleisesti käytetty ja erinomainen menetelmä lajitella tuotteet ja monet yritykset käyttävätkin sitä sijoittaessaan tuotteensa varastoon. Tuotesijoittelussa perusajatuksena on, että A-tuotteet sijoitetaan varaston etuosaan, lähelle lähetysaluetta, B-tuotteet toiseksi lähimmäs ja niin edelleen. Perinteinen myyntimäärän mukaan tehty ABC-analyysi antaa kuitenkin suppean kuvan tilanteesta ja sen mukaan tehty tuotesijoittelu voi johtaa tehokkuuden alenemiseen. Vaikka A-luokan tuotetta myytäisiinkin kappalemääräisesti eniten, voi olla, että sitä kuitenkin kerättäisiin vain muutaman kerran mitatun ajanjakson aikana, kun B-luokan tuotetta kerätäänkin saman jakson aikana satoja kertoja. Tällöin B-luokan tuote pitäisi olla A-luokassa ja lähellä lähetysaluetta. Kahden kategorian ABC-analyysi mahdollistaa kahden yksittäisen luokittelukategorian yhdistämisen yhdeksi luokittelukategoriaksi, esimerkiksi kappalemääräinen menekki ja tilausten määrä. Tällä tavalla saadaan järjestettyä tuotteet menekin ja tilausten lukumäärän mukaiseen järjestykseen. Tuotteet, joilla on eniten menekkiä ja eniten tilauksia luokitellaan A-luokkaan ja tuotteet, joilla on vähiten menekkiä ja vähiten tilauksia luokitellaan C-luokkaan. (Richards 2011, 61–62.)

Kuva 5. esittää kahden luokittelukategorian yhdistelmällä tehdystä ABC-analyysistä. Kuvan taulukon otsikot ovat vasemmalta oikealle: tuote koodi, vuosittainen menekki, tilausten lukumäärä, painotettu volyyymi, painotettu prosenttiosuus, kumulatiivinen prosenttiosuus ja ABC-luokka. Painotettu volyyymi on laskettu kertomalla tuotteen menekki tilausten lukumäärällä. Painotettu prosenttiosuus kertoo osuuden kaikista painotetuista volyyymeistä.

Product code	Annual demand 000	Pick list frequency	Weighted volume	Weighted percentage	Cumulative weighted percentage	ABC category
85058	200	20,000	4,000,000	41.2	41.2	A
79001	250	15,000	3,750,000	38.6	79.9	A
67553	400	2,000	800,000	8.2	88.1	B
12865	600	1,000	600,000	6.2	94.3	B
13866	800	500	400,000	4.1	98.4	C
13700	1,000	100	100,000	1.0	99.4	C
85866	1,000	40	40,000	0.4	99.9	C
72333	100	80	8,000	0.1	99.9	C
77577	500	10	5,000	0.1	100.0	C
77212	1,000	1	1,000	0.0	100.0	C
	5,850		9,704,000			

Kuva 5. Kahden kategorian ABC-analyysi (Richards 2011, 63).

Kuvan 5. (s. 21) esimerkissä tuotteiden vuosittaiset menekit on kerrottu tuotteiden tilausten lukumäärällä, jolloin tuotteille saadaan painotetut volyymit. Jos tuotteet olisi järjestetty pelkkien menekkitietojen perusteella, ylimmäiset tuotteet olisivat olleet huomattavasti kauempana lähetyalueesta ja niiden keräysmatka olisi paljon pidempi. Mitä useammin tuotetta pitää kerätä, sitä enemmän tuotteen keräämiseen kuluu henkilöstökuluja. Keräyksessä matkoihin kuluva aika voi olla jopa 50 prosenttia koko keräykseen kuluvasta ajasta, sen takia on perusteltua ottaa luokittelussa ja tuotesijoittelussa huomioon keräyspaikalla käyntien lukumäärä eli tilausten lukumäärä. (Richards 2011, 65.)

ABC-analyysin hyötynä on, että luokittelun avulla tuotteille voidaan valita sopiva varastontäydennysmalli. ABC-analyysin heikkous on, että analyysissä keskitytään tuotteen vuosittaisen kulutukseen eikä sen tuotannolliseen tärkeyteen. (Bhat 2009, 161.)

### 5.2.3 XYZ-analyysi

XYZ-analyysi on ABC-analyysin muunnos, jossa tuotteet luokitellaan myynnin tai kulutuksen tapahtumamäärien perusteella. XYZ-analyysiä käytetään muuan muassa varastopaikkojen määrittelyyn: X-tuotteet sijoitetaan keräilyn kannalta parhaille paikoille, jossa keräilymatkat ovat lyhimpiä. Tuotteet voi luokitella esimerkiksi seuraavasti:

- X-luokka: 50 prosenttia tapahtumista
- Y-luokka: 30 prosenttia tapahtumista
- Z-luokka: 18 prosenttia tapahtumista
- Zz-luokka: 2 prosenttia tapahtumista
- Z0-luokka: ei tapahtumia. (Sakki 2014.)

XYZ-analyysi perustuu varastossa olevien tuotteiden varastoarvoihin. Se auttaa hallitsemaan keskimääräisen varaston arvoa keskittymällä X-luokan tuotteiden varastojen vähentämiseen. Nämä noin 10 prosenttia kaikista tuotenimikkeistä käsittävät noin 70 prosenttia koko varaston arvosta. Y-tuotteet ovat noin 20 prosenttia tuotenimikkeistä ja 20 prosenttia varaston arvosta. Loput 70 prosenttia tuotteista, jotka ovat Z-tuotteita, käsittävät 10 prosenttia varaston arvosta. XYZ-analyysi tehdään ABC-analyysin tapaan, sillä erotuksella, että tuotteet luokitellaan varastoarvon mukaan vuosittaisen kulutuksen sijasta. (Bhat 2009, 163.)

## 5.3 Varaston täydentäminen

Luvussa esitellään varaston täydennykseen liittyviä menetelmiä, joilla päätetään kuinka paljon, kuinka usein ja milloin tuotetta tilataan varastoon.

### 5.3.1 Varmuusvarasto

Varmuusvarastoilla varaudutaan toimitusviiveisiin ja toimitusaikana tapahtuviin menekin vaihteluihin. Varmuusvarastotarve arvioidaan menekin hajonnan pohjalta, hajonnalla tarkoitetaan menekin yksittäisten havaintojen

poikkeamaa keskimääräisestä menekistä. Hajonnan mittayksikkö on keskihajonta eli standardipoikkeama. Kaavassa varmuusvarasto on  $B$ ,  $s$  on standardipoikkeama,  $k$  on halutun toimitusvarmuuden varmuuskerroin ja  $L$  on toimitusaika. Toimitusvarmuuden varmuuskerroin katsotaan kuvan 6. kaltaisesta taulukosta, kerroin on sitä suurempi mitä korkeampi toimitusvarmuus halutaan. Kaava varmuusvaraston laskemiseen:

$$- B = k * s * \sqrt{L}.$$

(Sakki 2014.)

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

Kuva 6. Toimitusvarmuuden varmuuskertoimet (Sakki 2014).

Esimerkki varmuusvaraston laskemisesta: keskihajonta  $s$  on 3, haluttu toimitusvarmuus on 98 %, jolloin kerroin  $k$  (kuvan 6. taulukosta) on 2,05 ja toimitusaika  $L$  on 2 viikkoa.

$$- \text{varmuusvarasto} = k * s * \sqrt{L} = 2,05 * 3 * \sqrt{2} = 8,67 \approx 9 \text{ kappaletta}.$$

Keskihajonnan laskeminen aloitetaan laskemalla keskimääräinen menekki, joka vähennetään jokaisesta havaitusta menekistä. Poikkeamat keskimääräisestä menekistä korotetaan toiseen potenssiin ja lasketaan niiden keskiarvo, jonka neliöjuuri on keskihajonta. Esimerkki tuotteen menekit kymmenellä jaksolla ovat: 69, 70, 73, 65, 67, 70, 65, 68, 71 ja 72. (Emmet & Granville 2007, 18–19.)

Taulukossa 2. (s. 24) on laskettu mainittujen menekkien perusteella poikkeamat, korotettu poikkeamat toiseen potenssiin ja laskettu niiden keskiarvo sekä keskihajonta. Käytetyt kaavat ovat:

- $\text{Menekin keskiarvo} = \frac{\text{menekkien summa}}{\text{jaksojen lukumäärä}}$
- $\text{Poikkeama} = \text{menekki} - \text{menekin keskiarvo}$
- $\text{Korotettu poikkeama} = \text{poikkeama}^2$
- $\text{Korotettujen poikkeamien keskiarvo} = \frac{\text{korotettujen poikkeamien summa}}{\text{jaksojen lukumäärä}}$
- $\text{Keskihajonta} = \sqrt{\text{korotettujen poikkeamien keskiarvo}}.$

Taulukko 2. Keskihajonnan laskeminen (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Menekki	Poikkeama	Korotettu poikkeama
1	69	0	0
2	70	1	1
3	73	4	16
4	65	-4	16
5	67	-2	4
6	70	1	1
7	65	-4	16
8	68	-1	1
9	71	2	4
10	72	3	9
Yhteensä	690		68
Menekin KA	69		
Korotettujen poikkeamien KA			6,8
Keskihajonta	2,61		

### 5.3.2 RoP – tilauspiste

Kysymykseen milloin tilataan, varastonhallinnalla vastataan määrittämällä tilauspiste. Tilauspiste osoittaa varastotason, jolloin tilaus tehdään. Jos kulutus on tasaista, tilauspiste voidaan laskea kaavalla:

– *Tilauspiste = päivittäinen menekki \* toimitusaika päivissä.*  
(Bhatnagar 2009, 43.)

Tilauspiste on ennakkoon määritelty varastomäärä, jonka alittuessa tuotetta hankitaan lisää. Menekin vaihtelu voidaan ottaa huomioon tilauspistettä määriteltäessä lisäämällä kaavaan varmuusvarasto:

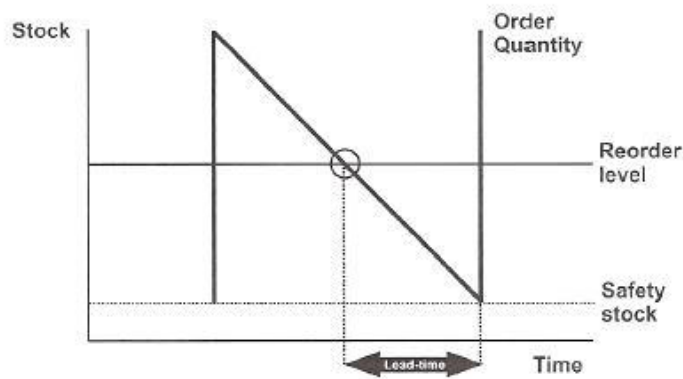
– *Tilauspiste = toimitusajan menekki \* toimitusaika + varmuusvarasto.*  
(Sakki 2014.)

Tilauspiste esimerkki: toimitusajan menekki on 150 kappaletta, toimitusaika 2 viikkoa ja varmuusvarasto 9 kappaletta.

– *tilauspiste = toimitusajan menekki \* toimitusaika + varmuusvarasto = 150 kappaletta \* 2 viikkoa + 9 kappaletta = 309 kappaletta.*

Kuvio 2. (s. 25) havainnollistaa tilauspisteen periaatetta. Varastotason saavuttaessa määritellyn tason eli tilauspisteen (reorder level), tehdään täydennystilaus. Täydennyksen normaalimittaisen toimitusajan (lead-time) aikana varasto (stock) saavuttaa varmuusvaraston (safety stock), joka on olemassa

varmuuden vuoksi, jos toimitusaika pitkittyy. Toimituserä (order quantity) nostaa jälleen varaston tason tilauspisteeseen yläpuolelle.



Kuvio 2. Tilauspiste (Emmet & Granville 2007, 128).

### 5.3.3 Kahden laatikon menetelmä

Kahden laatikon menetelmä on varastolähtöisen ohjauksen varastotäydennysmenetelmä, joka soveltuu tasaisen kulutuksen tuotteille. Tuotteelle lasketaan tilauspiste, jota vastaava tavaramäärä sijoitetaan erilliseen tilaan, hyllyyn tai laatikkoon. Tämän laatikon tavaraa aletaan käyttämään vasta, kun muu varasto on käytetty ja tavallisesti tähän laatikkoon on kiinnitetty tilauskortti, jonka perusteella täydennystilaus tehdään. Toimituksen saapuessa laatikko täydennetään ja loput tavarat sijoitetaan muuhun varastoon. Kahden laatikon menetelmä on yksinkertainen, mutta työläs muuttaa, jos tuotteen käyttö lisääntyy tai toimitusajat pitenevät. (Sakki 2014.)

Kahden laatikon menetelmä on yksinkertainen kiinteän tilausmäärän järjestelmä, jossa varasto pidetään kahdessa laatikossa. Laatikko 1 on käyttövarasto, jonka loputtua tehdään täydennystilaus ja siirrytään käyttämään laatikon 2 varastoa, jota käytetään toimitusaikana. (Emmet & Granville 2007, 144.)

### 5.3.4 Min-maks-menetelmä

Min-maks-menetelmää käytetään, kun tuotteelle on tarkoituksenmukaista määrittellä varaston ylä- ja alarajat, joiden sisällä varastomäärien halutaan liikkuvan. Menetelmässä täydennystilaus tehdään, kun varastoarvo laskee alle alarajan. Jos tarkasteluhetkellä varastoarvo on rajojen välissä, tilausta ei tehdä. Tilattava määrä alarajan alittuessa on sellainen, joka nostaa varastoarvon ylärajaan ja tilausmäärä siis vaihtelee kerrasta toiseen. Raja-arvojen ja tilausmäärän laskentaan käytettävät kaavat ovat:

- $\text{maksimivarasto} = \text{varmuusvarasto} + \text{menekki tilausvälin ja hankinta - ajan aikana}$
- $\text{minimivarasto} = \text{keskimääräinen menekki hankinta - ajan aikana} + \text{varmuusvarasto}$

- *tilauserä = maksimivarasto – tarkasteluhetken varasto – saapumatta olevat tilaukset.*

(Sakki 2014.)

Min-maks-menetelmässä täydennystoimituksen saapuessa varastoarvo tarkastetaan ja, jos varastoarvo on alarajan yli, tilausta ei tehdä, mutta jos varastoarvo on alle alarajan tai alarajalla, tehdään uusi täydennystilaus. (Emmet & Granville 2007, 150–151.)

### 5.3.5 EOQ – taloudellinen tilauserä

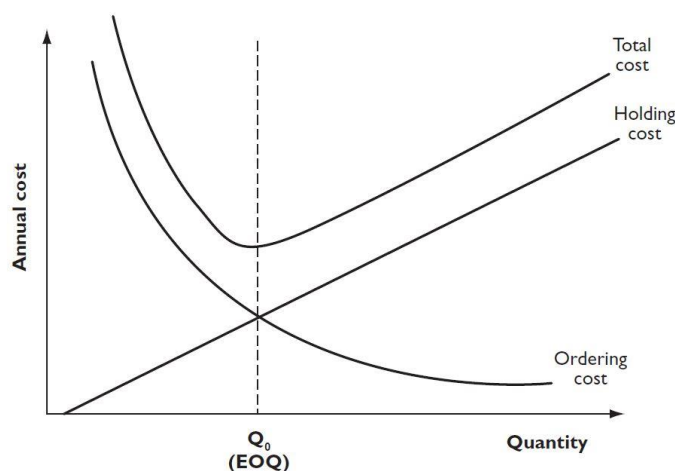
EOQ-menetelmän on kehittänyt F.W. Harris vuonna 1915. Menetelmän tarkoituksena oli auttaa varastonhoitajia määrittelemään, kuinka paljon tuotteita kannattaa tilata. EOQ-malli olettaa, että kysyntä on tasaista ja ennalta arvattavaa, varastointi- ja tilauskustannukset ovat riippumattomia tilattavasta määrästä, toimitusajat ovat tasaisia ja saapuvat juuri silloin kun varastotaso saavuttaa nollatason ja, että tilaukset saapuvat kokonaisina. (Muller 2011, 136–137.)

EOQ-menetelmällä määritellään pienin tilauserä, jolla saavutetaan pienimmät varastointikustannukset ja tilauskustannukset. EOQ:n laskentaan käytetään kaavaa:

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot \text{vuoden kulutus} \cdot \text{tilauskustannukset}}{\text{varastointikustannukset} \cdot \text{tuotteen yksikköhinta}}}$$

(Viale 1996, 42.)

Kuviossa 3. on esitetty taloudellisen tilauserän EOQ:n periaate. Kun tilataan suurempia määriä (quantity), tilauskustannukset (ordering cost) alenevat, mutta varastointikustannukset (holding cost) nousevat. Tilattaessa pienempi määrä tilauskustannukset nousevat, mutta varastointikustannukset laskevat. Taloudellinen tilauserä EOQ esiintyy tilaus- ja varastointikustannusten risteämiskohdassa.



Kuvio 3. EOQ:n periaate (Baker ym. 2010, 185).

EOQ-kaavassa vuoden kulutus arvioidaan kappaleissa, tilauskustannukset ja yksikköhinta rahayksiköissä ja varastointikustannukset ilmaistaan prosenttina vuoden varaston keskiarvosta. Käytännössä kaava antaa karkeahkon likiarvon optimierästä, koska käytettävät menekki ja kustannustiedot ovat keskiarvoja tai arvioita. (Sakki 2014.)

Koska peruskaavan oletukset eivät vastaa todellisuutta, matemaatikot ovat kehittäneet Harrisin kaavasta muunnoksia:

– *optimaalinen määrä tilauksia vuodessa* =

$$\sqrt{\frac{\text{vuoden kulutus} \cdot \text{varastointikustannukset}}{2 \cdot \text{tilauskustannukset}}}$$

– *optimaalinen määrä euroja vuodessa* =

$$\sqrt{\frac{2 \cdot \text{vuoden kulutus} \cdot \text{tilauskustannukset}}{\text{varastointikustannukset}}}$$

(Muller 2011, 138.)

Esimerkki EOQ:n laskemisesta: tilauskustannus on 75 puntaa, vuoden kulutus 2 400 kappaletta, yksikköhinta 50 puntaa ja varastointikustannus 25 prosenttia yksikköhinnasta.

$$- \quad EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot \text{vuoden kulutus} \cdot \text{tilauskustannukset}}{\text{varastointikustannus} \cdot \text{tuotteen yksikköhinta}}}$$

$$- \quad EOQ = \sqrt{\frac{2 \cdot 2\,400 \text{ kpl} \cdot 75 \text{ puntaa}}{25 \% \cdot 50 \text{ punta}}}$$

$$- \quad EOQ = \sqrt{\frac{360\,000 \text{ puntaa}}{12,5 \text{ puntaa}}}$$

$$- \quad EOQ = \sqrt{28\,800} = 170 \text{ kappaletta.}$$

(Baker ym. 2010, 186.)



## 6 KYSYNNÄN ENNUSTAMINEN

Kysynnän ennustaminen on tärkeä toiminto, joka vaikuttaa yrityksiin jokaisella teollisuuden alalla. Tulevan kysynnän ennustaminen määrittelee muun muassa, kuinka paljon raaka-aineita hankitaan, kuinka paljon varastoidaan, mikä on henkilöstön tarve, kuinka monta tuotantolaitosta tarvitaan ja jopa siihen kuinka paljon toimistotarvikkeita hankitaan. Kysynnän ennusteet ovat tarpeellisia, koska perustoiminnot raaka-ainetoimituksista valmiiksi tuotteeksi kuluttajan käyttöön vie aikaa, eikä yrityksillä ole nykyäänäkään varaa odotella kysynnän tapahtumista ja reagoida vasta sitten. Sen sijaan yritysten on tunnistettava kuluttajakäyttäytymisen kysyntäsignaaleja ja kysyntämalleja, jolloin he voivat reagoida asiakastilauksiin välittömästi. (Chase 2013, 31–32.)

Kysynnän ennustamisella tähdätään mahdollisimman tarkkaan arvioon tulevasta kysynnästä. Paljon liikkuvien tuotteiden osalta ennustaminen on avainasemassa tuotteiden varastotäydennyksissä. Varastoinnin tarkoitus on kyky tyydyttää tuleva kysyntä. Varastointia tarvitaan varsinkin silloin, kun asiakkaan tilausrytmi on toimittajan toimitusaikaa lyhkäisempi. Silloin tarvitaan kysynnän ennustamista määrittelemään kysynnän ajankohtaa, tarpeellisten toimenpiteiden määrittelemiseksi. (Emmet & Granville 2007, 44–45.)

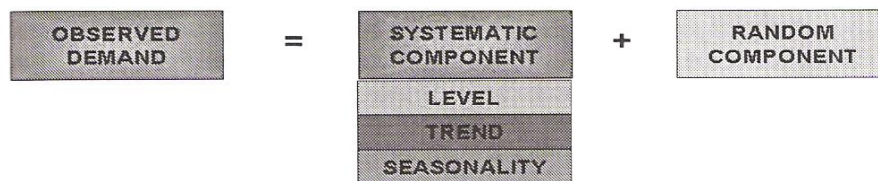
Jatkuvasti kulutettavia tuotteita hankkivalla on tieto menneen ajan kulutuksesta, josta hän voi laskea edellisen kauden keskimääräisen kulutuksen ja arvioida sen ja muiden tuntemiensa tekijöiden pohjalta tulevaa tarvetta. Historiatietojen perusteella voi laatia myös kysyntäennusteita matemaattisten ennustemallien avulla, niiden lähtökohtana on ajatus, että tuleva kysyntä noudattaa jollakin tavalla tähänastista ja tietokone valjastetaan laskemaan ennustetta. Yleensä ennusteet tehdään 1–3 lähikuukauden kulutuksen ennakoinniseksi. (Sakki 2014.)

Kysynnän ennustaminen on prosessi, kuten mikä tahansa muukin prosessi, jos sitä ei ymmärretä eikä hallita, silloin se ei tuota haluttua tulosta. Ennustamisprosessin voi jakaa vaiheisiin, joista ensimmäinen on ennustamisen tarkoituksen määrittäminen. Eli mihin tarkoitukseen ennuste tehdään? Ennusteen tarkoitus on tukea sen perusteella tehtyjä päätöksiä, esimerkiksi tehdään tuotantokapasiteetin määrittäminen. Prosessin toinen vaihe on ennusteen liittäminen kaikkiin suunnittelutoimintoihin, joihin sitä käytetään osana suunnittelua. Kolmantena vaiheena on tunnistaa kaikki ennusteeseen vaikuttavat tekijät. Pääasialliset tekijät ovat kysyntään, tarjontaan ja tuotteisiin liittyviä asioita, kuten trendi ja kausiluonteisuus kysynnässä, toimitusajat tarjonnassa sekä korvattavuus tuotteissa. Neljännessä vaiheessa tunnistetaan asiakassegmentit, asiakkaat jaetaan esimerkiksi tilausmäärien ja niiden vaihteluiden mukaan. Asiakassegmentit voivat auttaa ennustamismenetelmän valinnassa. Viidentenä vaiheena on tunnistettujen vaatimusten perusteella tehtävä sopivan ennustamismenetelmän valinta. Lopuksi määritellään suorituskykymittarit, joiden tuottamat virhemarginaalit liitetään ennusteen antamaan lukuun, jotta voidaan tehdä parempia suunnitelmia ja niiden pohjalta parempia päätöksiä. (Emmet & Granville 2007, 45–54.)

Kysynnän ennustamisessa pitää muistaa, että ennusteessa on aina virhe ja on erittäin todennäköistä, että toteutunut kysyntä eroaa ennustetusta kysynnästä. Lisäksi ennusteen tarkkuus huononee, kun ennustetaan pitkälle tulevaisuuteen. Muistettava on myös, että tuoteryhmän kysynnän ennustaminen on tarkempaa, kuin yksittäisen tuotteen kysynnän ennustaminen. (Kaminsky ym. 2004, 27.)

Näkemäämme kysyntään kutsutaan havaituksi kysynnäksi, se koostuu kahdesta komponentista, jotka ovat systemaattinen osa ja sattumanvarainen osa. Systemaattista osaa voidaan ennustaa, koska se yleensä sisältää keskiarvon, johon lisätään trendilisiä ja tarvittaessa kausilisiä. Sen jälkeen systemaattiseen osaan lisätään vielä sattumanvarainen osa, joka kuvastaa kysynnän vaihtelun käyttäytymismallia. Sattumanvaraista osaa ei voi, eikä pidäkään ennustaa, mutta arviota sen suuruudesta ja vaihtelusta voi. Sattumanvaraisen osan arvion onnistumista mittaa ennustevirhe. (Emmet & Granville 2007, 54.)

Kuva 7. esittää havaitun kysynnän (observed demand) muodostumista. Systemaattinen osa (systematic component) koostuu keskiarvo-osasta (level), trendiosasta (trend) ja kausiosasta (seasonality). Systemaattiseen osaan lisätään sattumanvarainen osa (random component).



Kuva 7. Havaitun kysynnän koostuminen (Emmet & Granville 2007, 55).

### 6.1 Ennustamisen menetelmät

Kysynnän ennustamiseen käytetään erilaisia menetelmiä, joilla pyritään arvioimaan tuotteen tulevaisuuden kysyntää mahdollisimman tarkasti. Ennustaminen auttaa muun muassa varastonhallinnan päätöksenteossa vastaamalla esimerkiksi kysymyksiin: mitä varastoidaan, kuinka paljon varastoidaan ja millaisia tiloja tarvitaan. Ennustamista voidaan lähestyä monella tavalla, lähestymistapoja ovat arviointiin perustuvat menetelmät, kausaaliset eli syy-yhteydelliset menetelmät ja projektiiviset menetelmät. (Baker ym. 2010, 187.)

Kaikilla tuotteilla on omanlaisensa kysyntämalli, joten ennustemenetelmän valinta riippuu sen sopivuudesta kyseiseen kysyntämalliin. Useita ennustemenetelmiä tulisi kokeilla menetelmän valintaa tehdessä ja valita parhaiten sopiva. (Frazelle 2002b, 120–121.)

Menetelmän valinta voi olla vaikeaa, koska kaikki menetelmät tuottavat erilaisen tuloksen. Valinnassa tärkeää on tarkastella menetelmän tuottamaa virhettä. (Emmet & Granville 2007, 52.)

### 6.1.1 Arviointiin perustuvat menetelmät

Arviointiin perustuvat menetelmät käyttävät subjektiivisia asiantuntijoiden arvioita tulevasta kysynnästä ja niitä käytetään silloin, kun kysynnän historiatietoja on erittäin rajallisesti tai ne puuttuvat. Ennusteen tekemiseen käytetään menetelmiä, kuten brainstorming-ajatusriihet ja skenaariosuunnittelu. (Baker ym. 2010, 187.)

Arviointiin perustuvien menetelmien perustana on näkemys, arvostelukyky tai harkinta, mielipide, aiempi kokemus sekä asiantuntijoiden niin sanotut parhaat arvaukset. Arviointiin perustuvia ennustamismenetelmiä käytetään yleensä pitkälle tulevaisuuteen kohdistettujen ennusteiden tekemiseen ja uusien tuotteiden kysynnän ennustamiseen. Ennustamismenetelmää käytetään myös, jos aiemmasta kysynnästä ei ole tarkkaa tietoa tai määrällisten tietojen perusteella tehtyjä ennusteita halutaan muokata tarkemmiksi. Kun on syytä epäillä, että tulevaisuus ei ole yhtään samanlainen kuin historia, on perusteltua käyttää arviointiin perustuvaa ennustamismenetelmää. (Emmet & Granville 2007, 51.)

Arviointiin perustuvat menetelmät luottavat ihmisen muistiin ja sen kykyyn rekisteröidä kysyntämalleja. Muistin ja näkökulman avulla muodostetaan ennuste tulevasta kysynnästä. Arviointiin perustuvat menetelmät eivät reagoi kysynnän trendeihin, kausiluonteisuuteen tai syklisyyteen projektiivisten menetelmien lailla voimakkaasti, varsinkaan suurien tuotemäärien organisaatioissa. Arviointiin perustuvien ennustamismenetelmien etuja ovat, että niiden kehittäminen on edullista ja ennusteiden muodostaminen nopeaa. Arviointiin perustuvat menetelmät ovat kuitenkin riippuvaisia ennusteen tekijän tai tekijöiden mielipiteistä, ne eivät myöskään ole johdonmukaisesti tarkkoja pitkällä aikavälillä, niiden subjektiivisuuden takia. Arviointiin perustuvat ennustamismenetelmät eivät sovellu yrityksiin, joilla on suuri määrä tuotteita, koska ennusteen tekeminen on yksinkertaisesti liian suuri tehtävä arviointiin perustuvilla menetelmillä. Yleisimmät arviointiin perustuvat menetelmät ovat itsenäinen arviointi, komitea-arviointi, myyntiyksikön myyntiarvio ja asiantuntijapaneelit. (Chase 2013, 79–84.)

### 6.1.2 Kausaaliset menetelmät

Kausaalisia menetelmiä käytetään, kun tuotteen kysyntään vaikuttaa useat eri tekijät, ulkoiset tai yrityksen sisäiset. Kysyntään vaikuttavia yrityksen sisäisiä tekijöitä ovat esimerkiksi kampanjat ja hinta. Ulkoisia tekijöitä voi olla esimerkiksi kilpailijoiden toimet, lakien määräykset, kysynnän kausiluonteisuus, sää ja yleinen taloustilanne. Pääasiallisesti käytetty menetelmä on regressioanalyysi, jossa tilastotiedoista muodostetun matemaattisen mallin avulla tunnistetaan kysynnän riippuvuuksia erilaisiin tekijöihin nähden. (Baker ym. 2010, 187.)

Syy-yhteydelliset ennustamismenetelmät analysoivat ulkoisten vaikutteiden vaikutuksia ja käyttävät tuloksia ennusteen muodostamiseen. Ne perustuvat laskennalliseen arvioon ulkoisten mallien numeerisista yhteneväisyyksistä. Yksi syy-yhteydellinen menetelmä on regressioanalyysi, jossa

tarkastellaan menekin ja markkinoiden välisten indikaattoreiden, kuten inflaatioaste, tilastollista riippuvuussuhdetta ja käyttää sitä tulevan kysynnän arvioinnissa. (Emmet & Granville 2007, 51.)

Kausaaliset ennustamismenetelmät perustuvat olettamukseen, että tuleva myynti riippuu jonkin muuttujan tai joidenkin muuttujien vaihteluihin, kuten hinnan muutoksiin, mainontaan ja markkinointiin. Kun yhteys muuttujaan on määritelty kappalemääräiseksi, sitä voidaan käyttää ennustamiseen. Käytetyimpiä kausaalisia menetelmiä ovat yksinkertainen regressioanalyysi, moninkertainen regressioanalyysi ja ARIMAX-menetelmä. Yksinkertaisessa regressioanalyysissä määritetään kahden muuttujan riippuvuussuhdetta. Tuotteen kysynnän määrän riippuvuuden selvittäminen muuttujaan, kuten hintaan, voidaan kysynnän määrää ennustaa hinnan avulla. Tässä tapauksessa kysyntä on riippuvainen tekijä ja hinta itsenäinen eli selittävä tekijä. Moninkertaisessa regressioanalyysissä itsenäisiä muuttujia on useita. ARIMAX-menetelmä on muunnelma projektiivisesta ARIMA-menetelmästä, johon on lisätty selittävä tekijä, kuten hinta. Kausaalisten menetelmien etuja ovat, että niiden tarkkuus on hyvä lyhyiden ja keskipitkien aikojen ennustamisessa ja ne kykenevät tukemaan mitä-jos analyysiä. Huonoja puolia ovat, että kausaalisten menetelmien tarkkuus riippuu itsenäisen ja riippuvaisen tekijän välisen riippuvuussuhteen tasaisesta jatkuvuudesta, itsenäisen tekijän arvio pitää olla tarkka sen tärkeyden takia. Kausaalisten menetelmien kehittäminen on paljon aikaa vievää, niiden ymmärtäminen vaatii hyvää ymmärrystä tilastotieteistä, ne tarvitsevat suuria määriä dataa ja niiden kehittäminen ja ylläpitäminen on kallista. (Chase 2013, 86–87.)

### 6.1.3 Projektiiviset menetelmät

Projektiiviset menetelmät käyttävät menekin historiatietoja tunnistessaan trendejä ja peilaavat niitä tulevaisuuteen. Ne eivät huomioi tulevien tapahtumien merkitystä tulevaan kysyntään. Kaksi käytetyintä projektiivista menetelmää ovat liukuvan keskiarvon menetelmä ja eksponenttitasoituksen menetelmä. Liukuvan keskiarvon menetelmässä lasketaan keskiarvo kysynnästä valitusta määrästä menneitä jaksoja ja muodostetaan seuraavan jakson ennuste. Eksponenttitasoituksen menetelmässä viimeisimmille jaksoille annetaan eniten painoarvoa seuraavan jakson kysynnän ennustamisessa. Eksponenttitasoituksen menetelmä reagoi liukuvaa keskiarvoa nopeammin kysynnän trendeihin. (Baker ym. 2010, 188.)

Aikasarjoihin perustuvat projektiiviset ennustamismenetelmät etsivät menneitä kysyntämalleja ja jatkavat niitä tulevaisuuteen käyttämällä mennyttä tulevaisuuden ennustamiseen. Menetelmien perusajatus on, että menneisyys vaikuttaa jollakin tavalla tulevaisuuteen. Tulevaisuuden ei tarvitse olla täysin samanlainen vaan menetelmä olettaa, että menneisyyden ja tulevaisuuden välillä on vakaa yhteys. On olemassa kahdenlaisia aikasarja ennustamismenetelmiä, staattisia ja mukautuvia. Mukautuvassa menetelmässä ennusteen kysynnän trendi ja kausiluonteisuus arvioidaan jokaiseen ennusteeseen erikseen, kun staattisessa ennustamismenetelmässä trendi ja kausiluonteisuus pidetään samana usean jakson ajan ennen uudelleen laskemista. (Emmet & Granville 2007, 51.)

Projektiivisten menetelmien lähtökohtana on olettamus, että tuleva myynti noudattaa aikaisempia kysyntämalleja, toisin sanoen projektiiviset menetelmät luottavat mallien tunnistamiseen, kuten trendi ja kausiluonteisuus. Tunnistettujen mallien oletetaan vaikuttavan tuotteen kysyntään tulevaisuudessa ja ennusteet muodostetaan niiden perusteella. Projektiivisia menetelmiä ovat esimerkiksi naiivi menetelmä, liukuva keskiarvo, eksponenttitasoituksen menetelmät, hajottaminen ja ARIMA-menetelmä. Perusmenetelmässä eli naiivissa menetelmässä oletetaan kysynnän olevan sama kuin edellinen toteutunut kysyntä. Liukuvan keskiarvon menetelmässä, keskiarvolla tasoitetaan pienet satunnaiset kysynnän vaihtelut, kuten eksponenttitasointimenetelmässä. Eksponenttitasointimenetelmä olettaa, että viimeisin toteutunut kysyntä vaikuttaa eniten tulevaan kysyntään, joten ennusteessa sille annetaan painoarvoa eniten. Eksponenttitasointimenetelmät ovat yksinkertainen eksponenttitasointimenetelmä, Holtin kahden parametrin menetelmä, Brownin tupla eksponenttitasointimenetelmä ja Winterrin kolmen parametrin menetelmä. Hajottamismenetelmässä kysynnän oletetaan koostuvan neljästä elementistä: trendistä, kausiluonteisesta vaihtelusta, syklisistä vaikutteista ja satunnaisista vaikutteista. Hajottamisen menetelmä käyttää tasaista liukuvaa keskiarvoa, jossa kaikilla kausilla on sama painotus. ARIMA-menetelmä yhdistää projektiiviset menetelmät regressio-menetelmien kanssa. Projektiivisten menetelmien etuja ovat niiden hyvä sopeutus suurien tuotemäärien ennustamisessa, ne toimivat hyvin kohtuullisen tasaisen kysynnän tuotteiden ennustamiseen, ne tasoittavat pienet satunnaiset kysyntä vaihtelut, ne ovat yksinkertaisia ja helppoja käyttää, ne on helppo automatisoida ja ne ovat yleensä hyviä lyhyen ajan ennustamisessa. Projektiivisten menetelmien huonoja puolia ovat niiden suuri historia tiedon tarve, niiden kehittäminen saattaa vaatia paljon tutkimustyötä, ne ovat huonoja pitkän ajan ennusteiden tekemisessä ja suuret vaihtelut taustadatassa saattaa aiheuttaa ennusteessa suuria virheitä. (Chase 2013, 84–86.)

Yksinkertaisella keskiarvolla tuleva menekki lasketaan keskiarvona todetuista menekeistä. Esimerkki menekit ovat: 58, 62, 60, 64, 57 ja 61. (Emmet & Granville 2007, 64–65.)

Keskiarvon laskemiseen käytetään kaavaa:

$$- \text{Keskiarvo} = \frac{\Sigma(\text{havaitut kysynät})}{\text{jaksojen lukumäärä}}$$

Taulukossa 3. (s. 33) on tehty ennuste yksinkertaisen keskiarvon menetelmällä. Jakson 2 ennuste on jakson 1 todettu kysyntä, jakson 3 ennuste on jaksojen 1 ja 2 menekkien keskiarvo, jakson 4 ennuste on jaksojen 1, 2 ja 3 menekkien keskiarvo ja niin edelleen.

Taulukko 3. Yksinkertainen keskiarvoennuste (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	Ennuste seuraavalle jaksolle
1	58	58,00
2	62	60,00
3	60	60,00
4	64	61,00
5	57	60,20
6	61	60,33

Jos tuotteen kysynnässä ei ole kausiluonteisuutta, silloin voidaan arvioida ainoastaan trendiä ja sykliä sekä epäsäännöllisiä komponentteja. Trendi ja sykli voidaan arvioida tasoittamalla sattumanvaraiset vaihtelut, esimerkiksi liukuvalla keskiarvolla. Liukuvan keskiarvon perustana on laskea keskiarvo lähihistorian jaksoista. Aina, kun uusi jakso tulee havaintoihin lisää, jätetään vanhin tarkastelujakso keskiarvolaskennasta pois. Liukuvan keskiarvon käytössä on tärkeää päättää seurattavien jaksojen lukumäärä, koska ennuste on erilainen kolmen ja neljän jakson liukuvan keskiarvon ennusteissa. Kolmen jakson liukuvan keskiarvon kaava on, kaavassa  $W$  on valittujen jaksojen kysyntä:

$$- \text{Liukuva keskiarvo} = \frac{1}{3}(W_1 + W_2 + W_3).$$

(Chase 2013, 137–138.)

Taulukossa 4. on edellisen esimerkin arvoilla laskettu liukuva keskiarvo kolmen ja neljän jakson keskiarvoilla, ennustetut menekit ovat hiukan erilaiset. Neljän jakson liukuvan keskiarvon ennusteet ovat lähempänä toisiaan eli neljän jakson liukuva keskiarvo tasoittaa kysynnän vaihteluita kolmen jakson liukuvaa keskiarvoa enemmän.

Taulukko 4. Kolmen ja neljän jakson liukuva keskiarvo (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	Ennuste seuraavalle jaksolle	Ennuste seuraavalle jaksolle
1	58		
2	62		
3	60	60,00	
4	64	62,00	61,00
5	57	60,33	60,75
6	61	60,67	60,50
		3 jakson keskiarvo	4 jakson keskiarvo

Kysyntämallin indikoimaa muutosta voidaan seurata ennusteessa painotulla keskiarvolla. Viimeisimmille jaksolle annetaan enemmän painoarvoa,

kuin aikaisemmille kysyntäjaksolle. Suurin painoarvo annetaan viimeisimmälle kysynnän havainnolle ja pienin valitun ensimmäisen jakson havainnolle. Painotukset laskevat yksi kerrallaan edetessä aikaisempiin jaksoihin. Esimerkiksi kolmen jakson liukuvan keskiarvon painotukset olisivat 3, 2 ja 1, 3 viimeisimmälle jaksolle, 2 sitä edelliselle jaksolle ja 1 tarkastelujakson ensimmäiselle jaksolle. (Emmet & Granville 2007, 66–67.)

Kolmen jakson painotetun keskiarvon laskemiseen käytettävä kaava alla. Kaavassa A on viimeisin havaittu kysyntä, B on sitä edellinen kysyntä ja C on aikaisin valittu kysyntä:

$$- \text{Painotettu keskiarvo} = \frac{(3*A+2*B+C)}{(3+2+1)}$$

Taulukossa 5. on suoritettu kolmen jakson painotetulla liukuvalla keskiarvolla kysynnän ennuste aikaisempien esimerkkien arvoilla.

Taulukko 5. Painotettu keskiarvo (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	Ennuste seuraavalle jaksolle
1	58	
2	62	
3	60	60,33
4	64	62,33
5	57	59,83
6	61	60,17

Tavallisen liukuvan keskiarvon heikkous on, että se ei ota trendiä huomioon. Trendi voidaan lisätä muutamalla lisälaskelmalla, joihin kuuluu valittujen jaksojen painotus painotuskertoimilla, painotettujen jaksojen yhteenlasku, trendin laskeminen, trendikorjauskertoimen laskeminen, trendikorjatun liukuvan keskiarvon laskeminen ja ennusteen laskeminen seuraaville jaksolle. Painotusten laskeminen valituille jaksolle lasketaan kertoimilla, joiden summa pitää olla nolla ja perättäisten kertoimien erotus yksi. Neljän jakson painotuskertoimet ovat -1,5, -0,5, 0,5 ja 1. Viiden jakson kertoimet ovat -2, -1, 0, 1 ja 2. Neljän jakson laskennassa kertoimella -1,5 kerrotaan vanhin valittu jakso, toiseksi vanhin jakso kerrotaan kertoimella -0,5, toiseksi viimeisin jakso kerrotaan kertoimella 0,5 ja viimeisin jakso kerrotaan kertoimella 1,5. Kertoimilla kerrotut kysynät lasketaan yhteen, jos summa on positiivinen, trendi on nouseva, jos summa on negatiivinen, trendi on laskeva. Trendi lasketaan summan avulla seuraavalla kaavalla:

$$- \text{Trendi} = \frac{12 * \text{painotusten summa}}{\text{jaksojen lukumäärä} * (\text{jaksojen lukumäärä}^2 - 1)}$$

Kaavassa luku 12 on vakio, joka ei muutu jaksojen lukumäärän muuttuessa. Jälleen, jos trendin tulos on positiivinen, trendi on nouseva, jos trendin tulos on negatiivinen, trendi on laskeva. Trendikorjauksen laskemiseen käytetään seuraavaa kaavaa:

$$- \text{Trendikorjaus} = \text{Trendi} * \frac{(\text{jaksojen lukumäärä}-1)}{2}.$$

Trendikorjauksen avulla voidaan laskea trendikorjattu liukuva keskiarvo, jonka avulla tulevan kysynnän ennuste lasketaan. Trendikorjatun keskiarvon laskemiseen käytetään seuraavaa kaavaa:

$$- \text{Trendikorjattu keskiarvo} = \text{liukuva keskiarvo} + \text{trendikorjaus}.$$

Ennuste voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$- \text{Ennuste} = \text{trendikorjattu keskiarvo} + \text{trendi}.$$

(Emmet & Granville 2007, 69–71.)

Taulukossa 6. on esimerkki ennusteesta, johon on otettu trendi huomioon aikaisempien esimerkkien kysyntätiedoilla.

Taulukko 6. Trendikorjatun liukuvan keskiarvon menetelmä (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	Painotettu summa	Trendi	Trendikorjaus	Trendikorjattu liukuva keskiarvo	Ennuste
1	58					
2	62					
3	60					
4	64	8,00	1,60	2,40	63,40	65,00
5	57	-5,50	-1,10	-1,65	59,10	58,00
6	61	-2,00	-0,40	-0,60	59,90	59,50

Eksponenttitasoituksen menetelmä on yksinkertainen ennustamisen menetelmä, jossa edellisen jakson ennusteen virhe otetaan tulevan jakson ennusteessa kertoimella huomioon. Eksponenttitasoituksen menetelmässä tarvitaan alfa-kertoimen lisäksi uuden ennusteen laskemisessa edellisen kauden kulutus ja aiempi ennuste. Kertoimen valinta riippuu tuotteesta. Alhainen alfa eli  $\alpha$ , kertoimet välillä 0,1–0,15, soveltuvat tasaisen kysynnän tuotteille ja korkea alfa, kertoimet välillä 0,3–0,5, soveltuvat kausiherkille tuotteille. Mikäli alfalle annetaan arvo lähellä yhtä, viimeinen menekkiluku saa suuren painon, lähelle nollaa asetettu alfa antaa vanhemmille menekkiarvoille suuremman painoarvon. Eksponenttitasoituksen menetelmällä laskettu kysyntäennuste lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$- \text{Ennuste} = \text{edellinen ennuste} + \alpha * (\text{edellisen kauden kulutus} - \text{samalle kaudelle tehty ennuste}).$$

(Sakki 2014.)

Taulukossa 7. (s. 36) on tehty aikaisempien esimerkkien kysyntätiedoilla eksponenttitasoituksen menetelmällä laskettu kysyntäennuste.



Taulukko 7. Eksponenttitasoituksen menetelmä (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	$\alpha$	Ennuste seuraavalle jaksolle
1	58	0,10	58
2	62	0,10	58,40
3	60	0,10	58,56
4	64	0,10	59,10
5	57	0,10	58,89
6	61	0,10	59,10

Kertoimen valinnassa auttaa ennustevirheen standardipoikkeaman laskeminen, joka esitellään luvussa 6.3. Vertailemalla eri kertoimien tuottamien ennustevirheiden standardipoikkeamia, valitaan kerroin, joka antaa pienimmän standardipoikkeaman. (Emmet & Granville 2007, 76.)

Holtin kahden parametrin eksponenttitasoituksen menetelmä sisällyttää yksinkertaiseen eksponenttitasoitukseen trendin. Menetelmä käyttää kahta kerrointa alfa eli  $\alpha$  ja beta eli  $\beta$ . Molempien kertoimien arvot ovat nollan ja yhden välissä. (Chase 2013, 147–148.)

Ennusteen laskemisessa tarvitaan aloitusarvot tasoitetulle kysynnälle ja trendille. Muiden tietojen puuttuessa valitaan tavallisesti ensimmäiseksi tasoitetuksi kysynnäksi ensimmäinen tiedetty kysyntä ja trendiksi nolla. Ennusteen laskeminen aloitetaan laskemalla tasoitettu kysyntä seuraavalla kaavalla:

$$- \text{Tasoitettu kysyntä} = \alpha * \text{uusi toteutunut kysyntä} + (1 - \alpha) * (\text{vanha tasoitettu kysyntä} + \text{vanha trendi}).$$

Trendin laskemiseen käytetään seuraavaa kaavaa:

$$- \text{Trendi} = \beta * (\text{uusi tasoitettu kysyntä} - \text{vanha tasoitettu kysyntä}) + (1 - \beta) * \text{vanha trendi}.$$

Ennusteen laskemiseen käytetään seuraavaa kaavaa:

$$- \text{Ennuste} = \text{uusi tasoitettu kysyntä} + \text{uusi trendi}.$$

(Emmet & Granville 2007, 77–79.)

Kuten yksinkertaisessa eksponenttitasoitukseen menetelmässä, Holtin menetelmässä kertoimien valinnassa auttaa ennustevirheanalyysivertailu, kertomiksi valitaan pienimmän esimerkiksi virheen standardipoikkeaman antava yhdistelmä. (Chase 2013, 148.)

Taulukossa 8. (s. 37) on kahden parametrin eksponenttitasoitukseen menetelmällä toteutettu kysynnän ennuste. Kysyntäarvoina on käytetty aikaisempien esimerkkien kysyntätietoja.

Taulukko 8. Kahden parametrin eksponenttitasointimenetelmä (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	$\alpha$	$\beta$	Tasoitettu kysyntä	Trendi	Ennuste seuraavalle jaksolle
1	58	0,10	0,20	58,00	0,00	58,00
2	62	0,10	0,20	58,40	0,08	58,48
3	60	0,10	0,20	58,63	0,11	58,74
4	64	0,10	0,20	59,27	0,22	59,48
5	57	0,10	0,20	59,24	0,17	59,40
6	61	0,10	0,20	59,56	0,20	59,76

Edellä mainitut menetelmät sopivat miltei kaikkiin mahdollisiin kysyntämalleihin, joissa ei ole kausiluonteista vaihtelua. Jos kysynnässä on kausiluonteisuutta, yksinkertaisessa eksponenttitasointi- ja Holtin menetelmissä ilmenee systemaattisia virhemalleja, jotka ilmoittavat kysynnän kausiluonteisuudesta. On tavallista, että kaikki virheet ovat positiivisia, mutta jos esimerkiksi joka neljäs jakso virhe on negatiivinen, kysynnässä on kausiluonteisuutta. Winterin menetelmä lisää Holtin menetelmään kausikomponentin, kertoimella  $\gamma$  eli ypsilon ja kolmannella kaavalla, jolla kausivaihtelut otetaan kysyntäennusteessa huomioon. Parametrien valintaa auttaa jälleen ennustevirheanalyysin, esimerkiksi virheen standardipoikkeaman pienimmän arvon antavat kertoimet. Winterin menetelmässä käytetään seuraavia kaavoja:

- $Tasoitettu\ kysyntä = \alpha * \left( \frac{uusi\ toteutunut\ kysyntä}{edellinen\ sesonki} \right) + (1 - \alpha) * (edellinen\ tasoitettu\ kysyntä + edellinen\ trendi)$
  - $Trendi = \beta * (uusi\ tasoitettu\ kysyntä - vanha\ tasoitettu\ kysyntä) + (1 - \beta) * vanha\ trendi$
  - $Sesonki = \gamma * \left( \frac{uusi\ toteutunut\ kysyntä}{tasoitettu\ kysyntä} \right) + (1 - \gamma) * edellinen\ sesonki$
  - $Ennuste = (tasoitettu\ kysyntä + trendi) * sesonki.$
- (Chase 2013, 149–150.)

Taulukossa 9. on toteutettu Winterin menetelmällä kysyntäennuste aikaisempien esimerkkien kysyntätiedoilla.

Taulukko 9. Winterin menetelmä (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	Tasoitettu kysyntä	Trendi	Sesonki	Ennuste seuraavalle jaksolle
1	58	0,10	0,20	0,30	58,00	0,00	1,00	58,00
2	62	0,10	0,20	0,30	58,40	0,08	1,02	59,56
3	60	0,10	0,20	0,30	58,52	0,09	1,02	59,81
4	64	0,10	0,20	0,30	59,02	0,17	1,04	61,54
5	57	0,10	0,20	0,30	58,76	0,08	1,02	59,95
6	61	0,10	0,20	0,30	58,94	0,10	1,02	60,44

Winterin menetelmä voidaan toteuttaa myös lisäävällä kausikomponentilla. Winterin lisäysmenetelmässä käytetään seuraavia kaavoja:

- $Tasoitettu\ kysyntä = \alpha * (uusi\ toteutunut\ kysyntä - edellinen\ sesonki) + (1 - \alpha) * (edellinen\ tasoitettu\ kysyntä + vanha\ trendi)$
  - $Trendi = \beta * (uusi\ tasoitettu\ kysyntä - edellinen\ tasoitettu\ kysyntä) + (1 - \beta) * edellinen\ trendi$
  - $Sesonki = \gamma * (uusi\ toteutunut\ kysyntä - uusi\ tasoitettu\ kysyntä) + (1 - \gamma) * edellinen\ sesonki$
  - $Ennuste = uusi\ tasoitettu\ kysyntä + trendi + sesonki.$
- (Chase 2013, 152.)

Taulukossa 10. on toteutettu Winterin lisäysmenetelmällä kysyntäennuste aikaisempien esimerkkien kysyntätiedoilla.

Taulukko 10. Winterin lisäysmenetelmä (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$	Tasoitettu kysyntä	Trendi	Sesonki	Ennuste seuraavalle jaksolle
1	58	0,10	0,20	0,30	58,00	0,00	1,00	59,00
2	62	0,10	0,20	0,30	58,30	0,06	1,81	60,17
3	60	0,10	0,20	0,30	58,34	0,06	1,76	60,16
4	64	0,10	0,20	0,30	58,78	0,13	2,80	61,72
5	57	0,10	0,20	0,30	58,44	0,04	1,53	60,01
6	61	0,10	0,20	0,30	58,58	0,06	1,79	60,44

Winterin menetelmällä voidaan ottaa huomioon kysynnän kausivaihtelu, mutta menetelmä myös olettaa, että kysynnässä on trendi, jota ei kuitenkaan aina välttämättä ole. Vaihtoehto Winterin menetelmälle on kausi-indeksien käyttö. Kausi-indeksien määrittäminen alkaa laskemalla yhteen vähintään kolmen vuoden kysynät kultakin tarkastelujaksolta erikseen. Jaksojen summista lasketaan seuraavaksi keskiarvo. Lopuksi kauden summa jaetaan keskiarvolla. Joidenkin kausien indeksit ovat alle yhden ja toiset yli yhden. Indeksit lasketaan kaavalla:

- $Indeksi = \frac{jakson\ summa}{keskiarvo}.$
- (Emmet & Granville 2007, 79–82.)

Taulukossa 11. (s. 39) on suoritettu kausi-indeksi laskenta Emmetin ja Granvillen tekniikalla. Jaksokohtaiset kysynät on laskettu yhteen ja jaksojen summat on jaettu summien keskiarvolla, jolloin tuloksena on jakson kausi-indeksi. Kysyntätiedot: Emmet & Granville 2007, 79.

Taulukko 11. Kausi-indeksin määrittäminen (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Vuosi 1	Vuosi 2	Vuosi 3	Yhteensä	Indeksi
1	1924	2268	1950	6142	1,53
2	1652	1434	1610	4696	1,17
3	1446	1454	1500	4400	1,10
4	931	1195	890	3016	0,75
5	1300	864	1100	3264	0,81
6	879	861	850	2590	0,64
			<b>Yhteensä</b>	24108	
			<b>Keskiarvo</b>	4018	

Kun indeksit on laskettu jokaiselle kaudelle, normalisoidaan kysyntätietojen kysynät jakamalla kunkin kauden kysyntä indeksillä (Emmet & Granville 2007, 82).

Taulukossa 12. kysynät on normalisoitu jakamalla toteutuneet kysynät jakson kausi-indeksillä.

Taulukko 12. Normalisoidut kysyntätiedot (Petri Erkkilä 2016).

	Jakso	Kysyntä	Indeksi	Normalisoitu kysyntä
<b>Vuosi 1</b>	1	1924	1,53	1259
	2	1652	1,17	1413
	3	1446	1,10	1320
	4	931	0,75	1240
	5	1300	0,81	1600
	6	879	0,64	1364
<b>Vuosi 2</b>	1	2268	1,53	1484
	2	1434	1,17	1227
	3	1454	1,10	1328
	4	1195	0,75	1592
	5	864	0,81	1064
	6	861	0,64	1336
<b>Vuosi 3</b>	1	1950	1,53	1276
	2	1610	1,17	1378
	3	1500	1,10	1370
	4	890	0,75	1186
	5	1100	0,81	1354
	6	850	0,64	1319

Lopuksi seuraavan jakson ennuste lasketaan normalisoiduilla kysyntämäärillä ja kerrotaan kauden indeksillä, jolloin saadaan varsinainen ennuste. (Emmet & Granville 2007, 84–86.)

Taulukossa 13. on laskettu vuoden 4 ensimmäisen jakson kysyntäennuste. Ennuste on laskettu neljän jakson liukuvalla keskiarvoennusteella vuoden 3 jaksojen 3–6 normalisoiduista kysyntätiedoista ja kerrottu jakson 1 kausi-indeksillä.

Taulukko 13. Jakson 1 ennuste vuodelle 4 (Petri Erkkilä 2016).

	Jakso	Ennuste	Indeksi	Muokattu ennuste
<b>Vuosi 4</b>	1	1307	1,53	1998

## 6.2 Ennustaminen yhdistämällä menetelmiä

Ennustamismenetelmien yhdistäminen tuottaa yleensä paremman tuloksen verrattuna yhdellä menetelmällä tehtyyn ennusteeseen. Menetelmien yhdistämisessä on ajatuksena, että usean eri menetelmällä tehdyn ennusteen keskiarvo tuottaa paremman tuloksen, kuin mikään menetelmä yksinään. Ennusteiden yhdistäminen on todettu olevan hyödyllinen erityisesti pitkänajan ja epävarman kysynnän ennustamisessa. (Chase 2013, 239–240.)

## 6.3 Ennusteen virheanalyysi

Hyvässä kysyntäennusteessa on arvio ennusteen virheestä, joka on ennustetun kysynnän ja toteutuneen kysynnän erotus. Ennusteen parantamiseksi ennustevirhe on laskettava: toteutuneesta kysynnästä vähennetään ennakoitu kysyntä. Mitä suurempi virhe on, sitä enemmän tarvitaan varastoja tyydyttämään asiakkaan kysyntä. Mitä tarkempi ennuste on, sitä vähemmän tarvitsee varastoida ylläpitämään haluttua palvelutasoa ja pienemmän varastotarpeen ansiosta tarvitaan vähemmän varastotilaa. (Viale 1996, 29–31.)

Yksi ennustamisprosessin tavoitteista on vähentää ennusteen virhettä. Virhettä ei voi vähentää nolnaan ja tavoitteena pitäisi olla virheen vähentäminen pisteeseen, joka saavutetaan tasaisesti. Virheen mittaaminen ja ymmärtäminen ovat tärkeitä elementtejä ennustamisessa. Virheen laskemiseen tarvitaan kahta asiaa: ennuste ja toteutunut kysyntä. Virhe lasketaan vähentämällä ennustettu kysyntä toteutuneesta kysynnästä. Eli seuraavalla kaavalla:

–  $Ennustevirhe = toteutunut\ kysyntä - ennustettu\ kysyntä$ .  
(Emmet & Granville 2007, 56.)

Taulukossa 14. (s. 41) on laskettu ennustevirhe. Kysyntä- ja ennustetiedot: Emmet & Granville 2007, 57.

Taulukko 14. Ennustevirhe (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	Ennuste	Virhe
1	58	60	-2
2	62	58	4
3	60	62	-2
4	64	66	-2
5	57	55	2
6	61	64	-3
7	59	58	1
8	64	60	4
9	57	62	-5
10	62	60	2

Ennustevirheet voivat johtua kysyntämallien ja kausaalisten riippuvuussuhteiden virheellisestä tunnistamisesta, epätasaisista kysyntämalleista ja epäluotettavista riippuvuussuhteista sekä kysyntämallien ja riippuvuussuhteiden muuttumisesta. (Chase 2013, 91–93.)

Ennustetta voidaan mitata useilla mittareilla. Keskimääräinen virhe, mean error eli ME, lasketaan laskemalla virheiden arvot yhteen ja jakamalla summa virheiden lukumäärällä. On todennäköistä, että ME on pieni, koska suuret negatiiviset virheet kumoutuvat suurilla positiivisilla virheillä ja onkin mahdollista saavuttaa nolla-arvo ME:lle myös vääränlaisella ennustemenetelmällä. ME kuvaa vain, onko ennusteessa jatkuvaa yli- tai aliennustamista, jolloin ME:n arvo suurenee jatkuvasti joko positiiviseen tai negatiiviseen suuntaan. Ennusteen virhetaipumus eli bias, lasketaan virheiden kumulatiivisella summalla, jolloin seuraava virhe lisätään aikaisempien virheiden summaan. Jos virhe on satunnainen, bias vaihtelee nollan molemmin puolin, jos bias suurenee negatiiviseen tai positiiviseen suuntaan, on kyseessä yli- tai aliennustaminen. (Emmet & Granville 2007, 57–58.)

Kaava ME laskelmia varten on seuraava:

$$ME = \frac{\Sigma(\text{ennustevirhe})}{\text{ennustevirheiden lukumäärä}}$$

(Sakki 2014.)

Taulukossa 15. (s. 42) on laskettu ME ja bias.

Taulukko 15. ME:n ja biasin laskenta (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	Ennuste	Virhe	bias
1	58	60	-2	-2
2	62	58	4	2
3	60	62	-2	0
4	64	66	-2	-2
5	57	55	2	0
6	61	64	-3	-3
7	59	58	1	-2
8	64	60	4	2
9	57	62	-5	-3
10	62	60	2	-1
		<b>Yhteensä</b>		<b>-1</b>
		<b>ME</b>		<b>-0,1</b>

Koska suuret positiiviset virheet tasoittavat suuret negatiiviset virheet, voidaan absoluuttinen keskimääräinen virhe eli MAE, laskea virheiden itseisarvoilla eli poistamalla virheiden etumerkit. MAE lasketaan laskemalla virheet yhteen ja jakamalla summa virheiden lukumäärällä. MAE:n kaava on seuraava:

$$MAE = \frac{\sum |ennustevirhe|}{ennustevirheiden\ lukumäärä}$$

(Chase 2013, 112.)

Taulukossa 16. on laskettu MAE aikaisemmilla kysyntä- ja ennustetiedoilla.

Taulukko 16. Ennusteen MAE (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	Ennuste	Absoluuttinen virhe
1	58	60	2
2	62	58	4
3	60	62	2
4	64	66	2
5	57	55	2
6	61	64	3
7	59	58	1
8	64	60	4
9	57	62	5
10	62	60	2
		<b>Yhteensä</b>	<b>27</b>
		<b>MAE</b>	<b>2,7</b>

Absoluuttisten eli itseisarvojen käytön sijaan virheet voidaan korottaa toiseen potenssiin ja laskea niistä keskiarvo. Tällöin lasketaan keskimääräinen virheen neliö, mean squared error eli MSE. MSE toimii myös varmuusvarastolaskelmien pohjana. Keskimääräisen virheen neliön neliöjuuri, root mean squared error eli RMSE tai lyhemmin SE, on virheen keskihajonta.

Se palauttaa virheen yksikön alkuperäiseen muotoon, jolloin sitä on helpompi tulkita kuin MSE. (Emmet & Granville 2007, 59–61.)

MSE:n ja SE:n laskemiseen käytetään seuraavia kaavoja:

$$- \text{MSE} = \frac{\Sigma(\text{ennustevirhe})^2}{\text{ennustevirheiden lukumäärä}}$$

$$- \text{SE} = \sqrt{\frac{\Sigma(\text{ennustevirhe})^2}{\text{ennustevirheiden lukumäärä}}} = \sqrt{\text{MSE}}.$$

Taulukossa 17. on laskettu MSE sekä SE aikaisemmilla kysyntä- ja ennustetiedoilla.

Taulukko 17. Ennusteen MSE ja SE (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	Ennuste	Virhe	Virheen neliö	MSE	SE
1	58	60	-2	4	4,00	2,00
2	62	58	4	16	10,00	3,16
3	60	62	-2	4	8,00	2,83
4	64	66	-2	4	7,00	2,65
5	57	55	2	4	6,40	2,53
6	61	64	-3	9	6,83	2,61
7	59	58	1	1	6,00	2,45
8	64	60	4	16	7,25	2,69
9	57	62	-5	25	9,22	3,04
10	62	60	2	4	8,70	2,95
			<b>MSE</b>	8,70		
			<b>SE</b>	2,95		

MPE, mean percentage error eli prosentuaalisten virheiden keskiarvo, osoittaa ennustemenetelmän virhetaipumusta. Kuten ME, se säilyttää virheiden etumerkin, joten pienet negatiiviset ja positiiviset virheet kumoavat toisensa. Yleisin ennusteen tarkkuuden mittari on MAPE, mean absolute percentage error eli keskimääräinen absoluuttinen prosentuaalinen virhe. Kuten MAE, MAPE lasketaan virheiden itseisarvoilla. MAPE on relatiivinen mittari eli suureeton mittari, joka helpottaa erilaisista skenaarioista olevien ennusteiden vertailua. MPE ja MAPE lasketaan seuraavilla kaavoilla:

$$- \text{MPE} = \frac{\Sigma\left(\frac{\text{toteutunut kysyntä} - \text{ennuste}}{\text{toteutunut kysyntä}}\right) * 100}{\text{jaksojen lukumäärä}}$$

$$- \text{MAPE} = \frac{\Sigma\left(\frac{|\text{toteutunut kysyntä} - \text{ennuste}|}{\text{toteutunut kysyntä}}\right) * 100}{\text{jaksojen lukumäärä}}.$$

(Chase 2013, 112–113.)

Taulukossa 18. (s. 44) on laskettu aikaisempien kysyntä- ja ennustetietojen perusteella MPE ja MAPE. Taulukossa PE on percentage error eli prosentuaalinen ennustevirhe, APE on itseisarvo PE:stä eli absoluuttinen prosentuaalinen virhe. Ennustevirhe on laskettu prosenttimuotoon seuraavalla kaavalla:



$$- PE = \left( \frac{\text{toteutunut kysyntä} - \text{ennuste}}{\text{toteutunut kysyntä}} \right) * 100.$$

Taulukko 18. PE, APE, MPE ja MAPE (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	Ennuste	Virhe	PE	MPE	APE	MAPE
1	58	60	-2	-3,45 %	-3,45 %	3,45 %	3,45 %
2	62	58	4	6,45 %	1,50 %	6,45 %	4,95 %
3	60	62	-2	-3,33 %	-0,11 %	3,33 %	4,41 %
4	64	66	-2	-3,13 %	-0,86 %	3,13 %	4,09 %
5	57	55	2	3,51 %	0,01 %	3,51 %	3,97 %
6	61	64	-3	-4,92 %	-0,81 %	4,92 %	4,13 %
7	59	58	1	1,69 %	-0,45 %	1,69 %	3,78 %
8	64	60	4	6,25 %	0,39 %	6,25 %	4,09 %
9	57	62	-5	-8,77 %	-0,63 %	8,77 %	4,61 %
10	62	60	2	3,23 %	-0,25 %	3,23 %	4,47 %
			<b>MPE</b>	-0,25 %			
			<b>MAPE</b>	4,47 %			

Seurantasignaalin avulla voidaan seurata ennusteen suoritusta. Jos ennalta määritellyt ylä- tai alarajat ylittyvät, voi olla tarpeellista muuttaa ennustamismenetelmää. Seurantasignaali on erityisen käyttökelpoinen trendien muutosten havaitsemisessa. Tavallisimmin käytetty seurantasignaali on bias jaettuna MAE. (Emmet & Granville 2007, 62.)

Seurantasignaalin kaava on seuraava:

$$- \text{Seurantasignaali} = \frac{\text{bias}}{\text{MAE}}$$

Taulukossa 19. on laskettu aikaisempien esimerkkien kysyntä- ja ennustetietojen perusteella seurantasignaali.

Taulukko 19. Seurantasignaali (Petri Erkkilä 2016).

Jakso	Kysyntä	Ennuste	Virhe	bias	Absoluuttinen virhe	MAE	Seurantasignaali
1	58	60	-2	-2	2	2,00	-1,00
2	62	58	4	2	4	3,00	0,67
3	60	62	-2	0	2	2,67	0,00
4	64	66	-2	-2	2	2,50	-0,80
5	57	55	2	0	2	2,40	0,00
6	61	64	-3	-3	3	2,50	-1,20
7	59	58	1	-2	1	2,29	-0,88
8	64	60	4	2	4	2,50	0,80
9	57	62	-5	-3	5	2,78	-1,08
10	62	60	2	-1	2	2,70	-0,37

## 7 TUOTANNON SUUNNITTELU JA OHJAUS

Tuotantotoiminta sisältää työvoiman, rahan, koneiden, materiaalien ja ajan käyttöä. Sen takia on tärkeää suunnitella tuotantotoimintaa ennen toiminnan aloittamista, jotta voidaan havaita mahdollisia ongelmia ja päättää miten tuotanto pitäisi suorittaa mahdollisimman hyvin ja taloudellisesti. Tuotannon suunnittelu sisältää tarvittavien resurssien määrän ja tehokkaan käytön määrittelyä ja tuotannon ohjaus toimeenpanee nämä suunnitelmat työn aikatauluista ja työvoiman tarpeesta sekä valvoo niiden toteutusta. (Roy 2005, 82.)

Tuotannon suunnittelun tarkoitus on yhdistää tuotannon raaka-aineet, työvoima ja muut resurssit valmiiksi tuotteeksi tai palveluksi. Tuotannon suunnittelu ja ohjaus suunnittelee ja valvoo tuotantotoiminnan toteutumista. Tuotannon suunnittelun ja ohjauksen tavoite on:

- oikeiden resurssien ja toimintatapojen valinta
- tuotannolle asetettujen tavoitteiden saavuttaminen, tavoitteina esimerkiksi laatu, toimitusaikojen pitäminen, kustannustehokkuus ja oikeat tuotantotekniikat
- oikeanlaisen tuotannon läpiviennin asiakkaan kysynnän täyttämiseksi asiakkaan haluamalla laadulla ja sovitulla aikatauluilla
- tuotantotoiminnan tuottaminen kilpailukykyisillä kustannuksilla. (Bisen & Srivastava 2009, 87–88.)

Tuotantotoiminnan korkein tehokkuus saavutetaan tuottamalla tarvittava määrä tuotteita, jotka ovat riittävän laadukkaita, ne toimitetaan aikataulussa ja parhaalla sekä edullisimmalla menetelmällä. Tämän tavoitteen saavuttamiseen tarvitaan tuotannon suunnittelua ja ohjausta, joka on johdon työkalu tuotantotoiminnan koordinoimiseksi. Tuotannon suunnittelu ja ohjaus sisältää kolme vaihetta, jotka ovat:

- suunnittelu: resurssien käyttämiseen valitaan sopivin tapa tavoitteiden saavuttamiseksi mahdollisimman tehokkaasti ja taloudellisesti
- suunnitelmien toteuttaminen tuotannossa
- valvonta: suunnitelmien toteutumisen monitorointi ja suunnitelmien hienosäätö tavoitteiden saavuttamiseksi. (Aswathappa & Bhat 2010, 223.)

Tuotannon suunnittelun ja ohjauksen tyypillisiä tehtäviä on kysynnän enustaminen, tuotantokapasiteetin suunnittelu ja tarvittavien resurssien määrittely ja aikataulutus sekä tuotannon etenemisen valvonta. (Roy 2005, 83–84.)

Onnistuessaan tuotannon ohjaus parantaa tuottoa ja antaa kilpailuetua. Tuotto paranee kustannusten laskun myötä, kun varastotasot ja tuotanto ovat tasapainossa ja resursseja hyödynnetään mahdollisimman tehokkaasti. Kilpailuetu saavutetaan laadukkaalla toiminnalla, lyhentyneillä toimitusajoilla ja alentuneiden tuotantokustannusten mahdollistamalla hinnoittelujoustavuudella. (Bisen & Srivastava 2009, 92–93.)

## 8 TUTKIMUSMENETELMÄT

Työssä käytetyt tutkimusmenetelmät olivat kvalitatiivinen, eli laadullinen tutkimus sekä kvantitatiivinen, eli määrällinen tutkimus.

### 8.1 Laadullinen tutkimusmenetelmä

Laadullisen tutkimuksen lähtökohtana on todellisen elämän kuvaaminen. Kohdetta pyritään tutkimaan mahdollisimman kokonaisvaltaisesti ja luonnollisissa, todellisissa tilanteissa. Tavoitteena on ymmärtää ja tulkita jonkin valitun ilmiön esiintymisen syitä ja merkityksiä. (HAMK n.d.)

Käytetyt kvalitatiiviset tutkimusmenetelmät olivat strukturoitu haastattelu eli lomakehaastattelu ja puolistrukturoitu haastattelu eli teemahaastattelu. Strukturoidussa haastattelussa haastateltaville lähetettiin sähköpostin välityksellä valmiit kysymykset, joihin haastateltavat kirjoittivat vastauksensa. Puolistrukturoidussa haastattelussa haastateltavan kanssa keskusteltiin kysymysten johdattaessa keskustelua.

Strukturoitu haastattelu valittiin sen aikataulullisen joustavuuden takia. Haastateltavalle lähetettiin valmiit kysymykset sähköpostilla, joihin haastateltava sai vastata omassa rauhassa, joten haastateltavalle ja haastattelijalle yhteisesti sopivan ajan löytäminen ei ollut tarpeellista. Ainoastaan viimeinen toivottu palautuspäivä oli määritelty. Vastausaikaa annettiin viisi päivää. Puolistrukturoitu haastattelu oli haastateltavan henkilön ehdotus. Hänen näkemyksensä oli, että haastattelija hyötyisi enemmän keskustelusta. Haastattelu tallennettiin ja muistiinpanot tehtiin nauhoitteen avulla.

Kvalitatiivisia tutkimusmenetelmiä käytettiin K-Citymarket Oy:n käyttövaravaran tavaravirran nykytilanteen selvittämisessä. Tutkimuksen tarkoituksena oli selvittää varaston tuotannon muodostuminen eli mistä lähteistä varastosta lähtevien toimitusten tilaukset tulevat. Tilauslähteisiin tarkemmin tutustumalla saatiin tutkimuksessa selville myös tietoa K-Citymarket Oy:n tilaus-toimitusketjusta ja tavaravirranhallinnasta.

Haastateltavat valittiin heidän tavaravirtaan, varastohallintaan, varastotuotantoon tai tilaus-toimitusketjuun liittyvän roolinsa perusteella. Tutkimuskysymyksien avulla pyrittiin muodostamaan käsitys haastateltavan edustaman yksikön vastuusta ja roolista varaston tavaravirranhallinnasta.

Kvalitatiivisella tutkimuksella täydennettiin opinnäytetyön tekijän omaa, työkokemuksen kautta saavutettua tietämystä K-Citymarket Oy:n käyttövaran tilaus-toimitusketjusta, tavaravirrasta ja varaston tuotannon muodostumisesta.

### 8.2 Määrällinen tutkimusmenetelmä

Määrällisen tutkimuksen avulla halutaan löytää ilmiöiden tai asioiden välisiä säännönmukaisia yhteyksiä, sen avulla pyritään keräämään objektiivista tietoa, joka on peräisin suorasta aistihavainnosta ja havaintoihin perustuvista loogisista päätelmistä. (HAMK n.d.)

Kvantitatiivista tutkimusmenetelmää käytettiin toimitustietojen hankkimisessa SAP ERP eli enterprice resource planning, tuotannonohjausjärjestelmästä sekä tuotannonohjausjärjestelmän SAP BI eli business intelligence, raportointijärjestelmästä. Saatuja tietoja käytettiin tuotantoennusteiden ja ABC-analyyysien tekemiseen, tavaravirran nykytilan esittelyyn sekä tavaravirran tasaisuuden selvittämisessä. Toimitustietoja käytettiin myös epätasaisuuden syitä analysoitaessa ja tasaamiskeinojen päättelyssä tavaravirran tasaaminen -projektissa.

## 9 K-CITYMARKET OY:N KÄYTTÖTAVARA

Luvussa esitellään K-Citymarket Oy:n käyttötavaran nykytila, K-Citymarket Oy, käyttötavaran tilaus-toimitusketju, varaston tavaravirta, tuotannon muodostuminen ja varaston keräysalueet.

### 9.1 K-Citymarket Oy

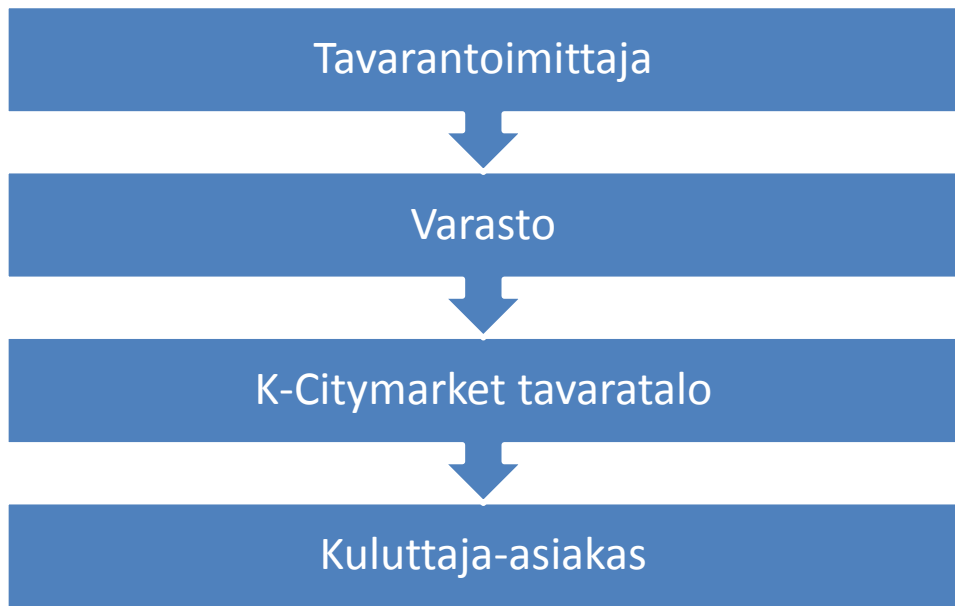
K-citymarket Oy on Ruokakesko Oy:n omistama K-ruokakauppojen käyttötavarasta vastaava tytäryhtiö. K-citymarket myymälöiden liiketoiminta on kauppiaiden ja Keskon yhteistyötä, jossa K-citymarket Oy vastaa käyttötavarakaupasta ja itsenäinen K-kauppiasyrittäjä vastaa elintarvikekaupasta. Jokaisessa K-citymarket tavaratalossa on K-kauppiaan lisäksi tavaratalojohtaja sekä asiakaspalvelutoiminnot. Tavaratalojohtaja ja käyttötavaran myyjät, asiakaspalvelu ja kassat ovat K-citymarket Oy:n henkilökuntaa. Ruokapuolen myyjät ovat K-kauppiaan henkilökuntaa. (Kesko Oyj n.d.)

Käyttötavaratoimialan hallinta vaatii laajaa asiantuntemusta ja vaativaa käyttötavaratuotteiden hankinnan johtamista, jonka takia myynti on keskitetty Ruokakesko Oy:lle. Henkilöstöä K-citymarket Oy:ssä on yhteensä noin 4 000, joista eri puolilla Suomea sijaitsevista 81 K-citymarket tavaratalossa 3 800 henkilöä ja keskusyksikössä 200 henkilöä (Kesko Oyj n.d.).

### 9.2 Tilaus-toimitusketju

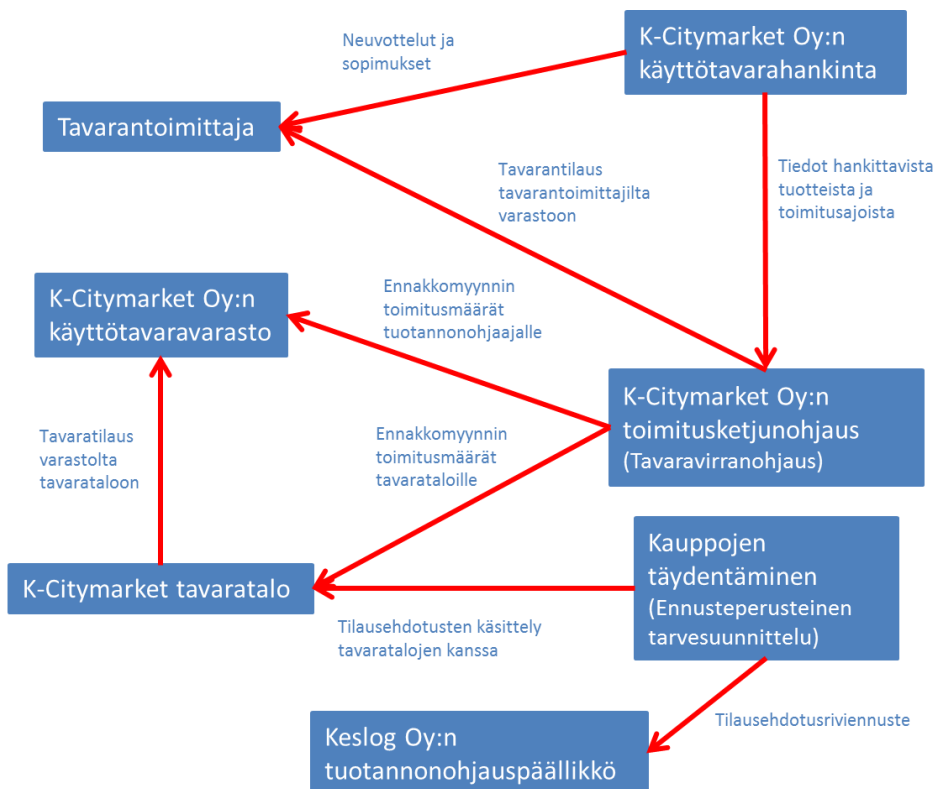
K-Citymarket Oy:n käyttötavaran tilaus-toimitusketjun ohjauksesta vastaa Ruokakesko Oy:n toimitusketjun ohjaus -yksikkö. Kauppojen täydentäminen -tiimi täydentää K-Citymarket Oy:n käyttötavaran perusvalikoiman tavarataloihin ennusteperusteisen tarvesuunnittelun avulla ja K-Citymarket Oy:n toimitusketjun ohjaus -tiimi täydentää kauppoihin käyttötavaran uutuustuotteet, sesonkien ensitäydennykset sekä huolehtii käyttötavaravaran täydentämisestä.

K-Citymarket Oy:n tilaus-toimitusketjun tavaravirta kulkee tavarantoimittajalta varastoon ja varastosta tavarat toimitetaan tavarataloihin, joista kulluttajat ostavat tarvitsemansa tuotteet. Kuviossa 4. (s. 49) on esitetty tavarankulku tavarantoimittajalta asiakkaalle varaston ja tavaratalon kautta.



Kuvio 4. Tavarankulku tavarantoimittajalta asiakkaalle (Petri Erkkilä 2016).

Käyttötavaran tietovirrat kulkevat K-Citymarket Oy:n käyttövarahankinnasta K-Citymarket Oy:n toimitusketjun ohjaukseen ja tavarantoimittajille. Toimitusketjun ohjauksesta tieto tulevista toimitusmääristä välitetään tavarataloihin ja tavarantoimittajille tavaratilausten ajankohdista tilausten yhteydessä sekä käyttötavaravaraston tuotannon ohjaajalle. Kauppojen täydentäminen -tiimi tiedottaa tavarataloja ja varastoinnin tuotannon ohjauspäällikköä tulevistä suunnitelluista toimituksista ja niiden määristä. Kuviossa 5. on esitetty käyttötavaran tietovirrat.



Kuvio 5. K-Citymarket Oy:n käyttötavaran tietovirrat (Petri Erkkilä 2016).

### 9.3 Varaston tavaravirran hallinta

Varaston tavaravirran hallintaa ja tuotannon muodostumista selvitetiin haastattelemalla K-Citymarket Oy:n käyttötavaravaraston tuotantopäällikköä Petteri Karttusta, Ruokakesko Oy:n toimitusketjun ohjaus -yksikön K-Citymarket Oy:n toimitusketjun ohjaus -tiimin tiimiesimiehiä Paula Mäenpäättä ja Katja Paanasta sekä Kauppojen täydentäminen -tiimin toimitusketjupäällikkö Elina Kukkosta. Markkinointimateriaalin tilauksista vastaavaa ei tavoitettu. Tarkoituksena oli selvittää tavaravirranhallinnan vastuita ja tuotannon muodostumista nykytilan kuvaamista varten.

#### 9.3.1 Tuotannon muodostuminen

Työkokemuksen perusteella oli tiedossa, että kaupat tekevät tilauksia, tarvesuunnittelu tekee kauppojen täydennystilauksia ja ennakkomyynnin jakotauluista tehdään toimituksia kauppoihin. Käyttötavaravaraston tuotantopäällikön haastattelun tarkoitus oli selvittää tuleeko tilauksia muista lähteistä.

Karttusen (haastattelu 8.4.2015) mukaan keräystuotanto muodostuu asiakkaiden tilauksista, jotka tulevat kolmesta lähteestä:

- kaupan manuaalitulaukset
- ennusteperusteisen tarvesuunnittelun tilausehdotuksina
- hankinnan tekemänä ennakkomyyntinä eli jakotaulujen kautta.

Karttunen (haastattelu 8.4.2015) jatkaa, että tilauksista muodostetaan lähteviä toimituksia ja varaston siirtotilauksia. Asiakkaina K-citymarket tavaratalot, K-ruokakaupat ja Kespro Oy:n asiakkaat sekä Kespro Oy:n noutotukut. Karttunen (haastattelu 8.4.2015) lisää, että käyttötavaravarastosta toimitetaan asiakkaille myös K-kauppojen mainosmateriaali, jonka toimituksista vastaa Ruokakesko Oy:n markkinointisuunnittelijat.

Markkinointisuunnittelijoiden tekemät toimitukset tulevat varastoon siirtotilauksiksi ja lähteviksi toimituksiksi, kuten hankinnan tekemä ennakkomyynti, jakotaulujen kautta. Varastosta kerättävä mainosmateriaali on myymälöihin esille laitettavat muun muassa kampanjoiden, kuten Mammutti-markkinat, mainontajulisteet. Eli materiaali, joka tuo esille kaupassa käynnissä olevan tarjouskampanjan.

#### 9.3.2 Ennusteperusteinen tarvesuunnittelu

Kauppojen täydentäminen -tiimi täydentää K-citymarket tavaratalojen käyttötavaran perusvalikoiman tuotteita, niin sanottuja jatkuvatäydenteisiä tuotteita.

Elina Kukkosen (haastattelu 28.4.2015) mukaan ennusteperusteisen tarvesuunnittelun tarkoitus on varmistaa kaupan hyllysaatavuus. Tilaukset muodostetaan mahdollisimman myöhään, mutta varmistamalla kuitenkin saatavuus Kukkosen (haastattelu 28.4.2015) lisää ja jatkaa, että esimerkiksi kam-

panjoiden, kuten esimerkiksi Mammuttimarkkinat, aikana ennusteperusteisen tarvesuunnittelun myötä kauppoihin täydennetään oikeampia tuotteita kuin ennen.

Ennen kampanjoiden odotettavissa olevaa lisääntyntä myyntiä ennakoitiin laittamalla niin sanotut kertoimet päälle, jolloin kauppoihin toimitettiin kaikkia tuotteita tavallista enemmän. Kertoimien takia kauppoihin toimitettiin myös sellaisia tuotteita joiden myynti ei kampanjan aikana kasvanut.

Kauppojen täydentäminen -tiimin tekemä myynnin ennuste perustuu 110 viikon varastostaottotietoihin ennen ennusteen tekemishetkeä. Ennusteen perusteella tehdyt tilausehdotukset, joista tuotannonohjausjärjestelmä tekee lähteviä toimituksia, syötetään tuotannonohjausjärjestelmään useita viikkoja ennen toimitusta, mutta usein niitä kuitenkin muokataan vielä ennen toimitusta kauppojen tai Kauppojen täydentäminen -tiimin toimesta. (Kukkonen, haastattelu 28.4.2015.)

Tavaravirran tasaamisen näkökulmasta Kauppojen täydentäminen -tiimin toimenpiteet kohdistuvat Kukkoson (haastattelu 28.4.2015) mukaan normaalien viikkojen toimituspäivien kuormitusten tasaamiseen pyrkimällä jakamaan viikon toimitukset tasaisesti. Kampanjoiden ja pyhien osalta tavaravirtaa hallitaan toimittamalla puuttuvien toimituspäivien, pyhäpäivät, toimitukset viikon muille toimituspäiville ja kampanjoiden täydennysten aiheuttamia kuormituspiikkejä jaetaan kampanjaa edeltäville viikoille, Kukkonen (haastattelu 28.4.2015) jatkaa.

### 9.3.3 Hankinnan tekemä ennakkomyynti ja varaston täydennys

Hankinnan tekemän ennakkomyynnin jakotaulujen tekemisestä ja tallentamisesta sekä varaston täydentämisestä vastaa K-Citymarket Oy:n toimitusketjun ohjaus -tiimin tavaravirran ohjaus. Paanasen (haastattelu 24.3.2015) mukaan tavaravirran ohjaus täydentää varastoon sesonkituotteet ja jatkuvatäydenteiset tuotteet. Tavaravirran ohjaaja jakaa hankinnan antaman kokonaismäärän K-Citymarket tavarataloihin oikeassa suhteessa jakosääntöä käyttäen (Mäenpää, haastattelu 25.3.2015).

Tavararyhmäkohtaisissa jakosäännöissä on huomioitu tavaratalon myynti, varastotilanne sekä muut merkittävät myynnin muutokset, jotka tavaratalot ovat ilmoittaneet. Pelkkä jakosäännön käyttö ei kuitenkaan usein riitä, sillä tavaravirran ohjaajan on otettava huomioon muun muassa tavaratalot, joille ei jaeta sesonkien loppueriä ja tavaratalot, joille toimitetaan pääsääntöisesti vain kampanjatuotteet. Ostaja merkitsee ostojen yhteydessä toimitusviikot, jolloin tuotteet toimitetaan tavarataloihin. Tavaravirran ohjaaja tekee jaot järjestelmään toimituksiksi ilmoitetuille viikoille kolme viikkoa ennen toimitusta käyttäen tuoteryhmiensä ennakkotoimitusaikataulua sekä ilmoittaa tarvittaessa uudet tuotteet tarvesuunnitteluun. Tavaravirran ohjaus seuraa ja valvoo tuontitoimitusten sekä markkinoitavien tuotteiden saatavuutta ja puuttuu muun muassa toimitusaika- ja määräpoikkeamiin. (Paananen, haastattelu 24.3.2015.)



Poikkeamista tavaravirran ohjaaja ilmoittaa ostajalle, joka toimeenpanelee mahdolliset sanktiot. Tavaravirran ohjaaja vastaa oman tuotealueensa tuotteiden varastoarvojen ja varastokierron aktiivisesta seuraamisesta hankinnan kanssa sekä varaston rippeiden putsamisesta määrätyille tavarataloille. Tavaravirran ohjaaja vastaa tuotteesta siitä alkaen, kun tuote on tilattavissa siihen asti, kun tuote loppuu. (Mäenpää, haastattelu 25.3.2015.)

Työtä tehdään tiiviissä yhteistyössä käyttötavarahankinnan ostotiimien kanssa. Ostaja valitsee tuotteet, jotka tulevat hänen tavararyhmiensä valikoimiin ja tuotevastaava perustaa tuotteet järjestelmään. Tämän jälkeen ostaja ilmoittaa tavaravirran ohjaajalle tiedot tuotteista ja toimitusajan. Näiden tietojen perusteella tavaravirran ohjaaja muodostaa tilaukset toimittajille ostajan määrittelemistä määristä. Yhteistyö hankinnan kanssa tulisi olla saumatonta ja sujuvaa. Jotta tavaravirran ohjaaja saa tehtyä työnsä aikataulun mukaisesti, hankinnalta tulevat tiedot on tultava ajallaan ja kerralla oikein periaatteella. (Paananen, haastattelu 24.3.2015.)

### 9.3.4 Varaston tuotannonohjaus ja artikkelin sijoittelu

Tavaravirran hallintaan liittyen varaston tuotannon ohjaus sekä varaston artikkelin sijoittelu ovat tärkeässä asemassa hankinnan ennakkomyynnin kautta tulevien toimitusten ohjaamisessa. Artikkelin sijoittelijan pääasiallinen työtehtävä on järjestää ennakkomyynnin jakotaulujen jaettavat tavaraerät varastoon kerättäväksi ja tuotannon ohjaaja tekee jakotauluista lähteviä toimituksia eli purkaa jakotaulut.

Artikkelin sijoittelijan työnkuvauksen (Keslog Oy n.d.a.) mukaan varaston tuotteet pyritään sijoittamaan varastoon huomioiden keräyksen tehokkuus ja sujuvuus sekä reservipaikkojen sijainti. Samanmalliset ja saman tuoteryhmän tuotteet pyritään sijoittamaan lähelle toisiaan, jotta tuotteiden sijoittaminen keräysalustalle on helpompaa. Lisäksi oikein sijoittelulla pyritään vähentämään myyntierien rikkoontumista.

Artikkelin sijoittelija ajaa tuotannonohjausjärjestelmästä raportin tulevista ennakkomyynnin toimituksista ja järjestää jaettavat tuotteet varastoon keräystä ajatellen. Artikkelin sijoittelija tilaa reservistä tarvittavat tavarat lähireserviin, jotta tarvittava määrä kutakin tuotetta on saatavilla, kun tavaraerien keräys aloitetaan. Artikkelin sijoittelijan tehtäviin kuuluu myös perusvalikoiman tuotteiden uudelleensijoittelu tuotannon kannalta edullisempaan paikkaan, jos esimerkiksi keräyksen ergonomian parantaminen tai tuotteeseen kohdistuvan myyntityön edistämiskampanjan aiheuttama menekin hetkellinen nousu sitä vaatii.

Tuotannon ohjaajan työnkuvauksen (Keslog Oy n.d.b.) mukaan tuotannon ohjaaja ohjaa varastotuotantoprosessin etenemistä varastossa, tavaran saapumisesta toimitukseen asiakkaalle saakka, valvoo tuotannonohjausjärjestelmästä toimitusprosessin häiriötöntä etenemistä, keräyserien luontia, varastostaottoja ja täyslavakeräystä.

Tuotannon ohjaaja selvittää lisäksi varastotuotantoprosessin päivittäisen operatiivisen toiminnan virhetilanteet, kuten vastaanotot ja varastostaotot,

siirtotilaukset, trukkijärjestelmän virhetilanteet sekä ylläpitää tuotannonohjausjärjestelmään tuote- ja toimitustietoja. Lisäksi tehtäviin kuuluu ennakkomyynnin toimitusten ohjaus ja valvonta, ennakkomyynnin jakotaulujen purku, ennakkomyyntien toteutumisen seuraaminen ja toimittamatta jääneiden toimitusten virhetilanteiden selvittäminen. (Keslog Oy n.d.b.)

### 9.4 Tuotantomäärien vaihtelut

Käyttötavaran keräystuotannon määrä vaihtelee voimakkaasti viikon sisällä eri viikonpäivien kesken. Peräkkäisten työpäivien ero voi olla yli 200 prosenttia ja henkilöstön sovittaminen perinteisin keinoin on haasteellista (Karttunen, haastattelu 8.4.2015). Vaihtelu aiheuttaa ongelmia tuotantohenkilöstöressurssien suunnittelussa. Karttunen (haastattelu 8.4.2015) mukaan edellisestä vuodesta tai edellisestä viikosta ei voi juurikaan päätellä seuraavan viikon tuotantomääriä ja tuotantomäärien arvioinnissa eletään päivä kerrallaan. Henkilöstösuunnittelun haasteista Karttunen (haastattelu 8.4.2015) jatkaa, että tuotantomäärän viimehetken varmistuminen aiheuttaa välillä suuria siirtotarpeita muilta osastoilta tai sitten tulee ylilyöntejä, kun tuotantomäärä jää arvioitua pienemmäksi. Molemmissa tapauksissa aiheutuu ylimääräisiä kustannuksia, Karttunen (haastattelu 8.4.2015) lisää.

Tuotantomäärävaihteluihin Karttunen (haastattelu 8.4.2015) kommentoi, että tuotantomääriä seurataan tuotannonohjausjärjestelmän ennakkomyyntiraportin kautta. Mikäli ennakkomyynnit kasautuvat yhdelle päivälle, varaston tuotannon ohjaaja on yhteydessä K-Citymarket Oy:n tavaravirran ohjaajaan ja muuttaa toimituspäiviä niin, että tuotanto tasaantuu, Karttunen (haastattelu 8.4.2015) jatkaa. Ennusteperusteiden tarvesuunnittelun kautta tuleville tilauksille ei voi tehdä varaston osalta mitään tasaavia toimenpiteitä Karttunen (haastattelu 8.4.2015) lisää.

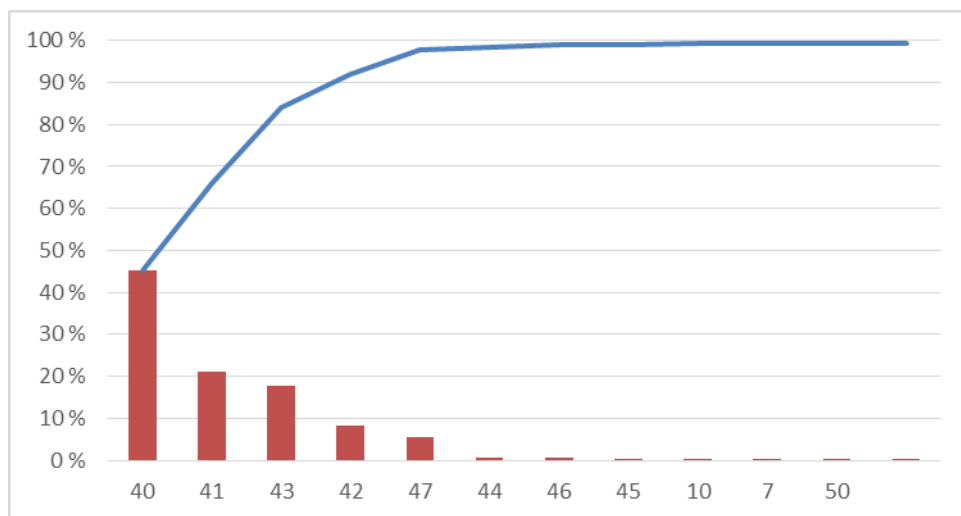
Vaihtelua lisää myöhässä olevat ennakkomyynnin tavarat. Tällaiset toimitukset odottavat tuotannonohjausjärjestelmässä tavaroiden saapumista ja toimitetaan kauppoihin, kun tavarat ovat kerättävissä. Nämä myöhästyneet toimitukset aiheuttavat omalta osaltaan tavaravirran epätasaisuutta, koska tavarat laitetaan yleensä keräykseen heti seuraavana päivänä niiden saapumisesta ja toimitetaan kauppoihin keräystä seuraavana päivänä. Varaston tuotannon ohjaaja ottaa tavaroiden saapuessa yhteyttä tavaravirran ohjaajaan ja he sopia tavaroiden toimitusajankohdasta.

### 9.5 Keräysalueet

Käyttötavaravaraston keräysalueita on 12. Kolmen alueen, 40, 41 ja 43, tuotantovolyymit käsittävät koko tuotannosta 84 prosenttia keräysriveissä mitattuna ja 83 prosenttia myyntierissä mitattuna. Keräysalueiden tuotantovolyymijakautumat ovat taulukossa 20. (s. 54) ja kuviossa 6 (s. 54).

Taulukko 20. Käyttötavaravaston keräysalueiden tuotantomäärät (Petri Erkkilä 2016).

Keräysalue	%-osuus riveistä	Kumulatiivinen %-osuus riveistä	%-osuus myyntieristä	Kumulatiivinen %-osuus myyntieristä	%-osuus keräysalueista	Kumulatiivinen %-osuus keräysalueista
40	45 %	45 %	44 %	44 %	8 %	8 %
41	21 %	66 %	21 %	65 %	8 %	17 %
43	18 %	84 %	18 %	83 %	8 %	25 %
42	8 %	92 %	7 %	90 %	8 %	33 %
47	6 %	98 %	3 %	93 %	8 %	42 %
44	1 %	98 %	1 %	94 %	8 %	50 %
46	1 %	99 %	3 %	97 %	8 %	58 %
45	0 %	99 %	2 %	99 %	8 %	67 %
13	0 %	99 %	0 %	99 %	8 %	75 %
10	0 %	99 %	0 %	99 %	8 %	83 %
7	0 %	99 %	0 %	99 %	8 %	92 %
4	0 %	99 %	0 %	99 %	8 %	100 %



Kuvio 6. Käyttötavaravaston tuotantomäärät kaaviona (Petri Erkkilä 2016).

Tuotantovolyymit noudattavat Pareton-lakia, noin 20 prosenttia tuotannosta tuottaa noin 80 prosenttia kaikesta työstä. Alueet 40 ja 43 kerätään varaston lattiatasolta, alueiden tuotteet ovat käyttötavaran perusvalikoiman tuotteita. Valmiit keräyserät viedään kerääjän toimesta lähetysalueelle odottamaan lastausta. Keräysalueen 41 tuotteet ovat pieniä ja yksittäiskappaleittain kerättäviä ja ne kerätään toisessa kerroksessa eli ensimmäisellä parvella. Kerätyt keräyserät lasketaan alas, jotta ne saadaan lähetysalueelle. Alueen 41 keräyserät ovat yleensä pieniä ja kerääjä yhdistää useiden asiakkaiden tilauksia samalle lavalle tai rullakkoon alas laskua varten ja alhaalla ne lajitellaan asiakkaittain. Neljäntenä olevan keräysalueen, 42, tuotanto koostuu hankinnan ennakkomyynnin jakotaulujen keräyksestä ja kerätään lattiatasolta, pääasiallisesti kahdelta keräyskäytävältä. Alueen 47 keräys koostuu Ruokakesko Oy:n K-ruokakaupoille kerättävistä pienistä keräyseristä. Alueiden 44 ja 50 keräys kuormittaa kausiluonteisesti. Keräysalueiden 45 ja 46 keräys on markkinointimateriaalien keräystä, jonka keräys suoritetaan ensimmäisellä ja toisella parvella eli toisessa ja kolmannessa kerroksessa. Alueiden 10 ja 7 keräys on satunnaista, kuten alueiden 44 ja 50. Alueen 4 keräys on tasaista, mutta vähäistä.

## 10 TAVARAVIRRRAN TASAAMINEN -PROJEKTI

Opinnäytetyön osana osallistuin Keslog Oy:n ja Ruokakesko Oy:n yhteiseen K-Citymarket Oy:n käyttötavaran tavaravirran tasaaminen -projektiin, jonka tarkoituksena oli selvittää syitä tavaravirran epätasaisuudelle ja miettiä käytännön keinoja viikonpäivien välisen tavaravirran tasaisuuden aikaansaamiseksi. Projektin selvitys perustuu omiin muistiinpanoihini ja projektin aikana pidettyjen palaverien muistioihin.

Projektin alussa selvitettiin miten käyttötavaravaraston tuotanto jakautuu eri tilauslähteiden kesken. Tiedon perusteella voitaisiin arvioida tilauslähteiden tuottamien toimitusten tasaus tarvetta ja käytössä olevia keinoja tuotannon tasaamiseksi.

Tuotantohistoriaa tutkiessa kävi ilmi, että tuotannonohjausjärjestelmän raportoinnista ei saada raporttia, josta selviäisi mistä tilauslähteestä toimitus on peräisin. Tilauslähteiden osuuksien selvittämiseen löytyi käyttötavaravaraston tuotannon ohjaajan ylläpitämä Excel-tiedosto, jossa tuotannon ohjaajan ennakkomyynneistä luomien keräyserien rivimäärä suhteutetaan kokonaisrivimäärään ja saadaan ennakkomyynnin osuus kokonaistuotannosta päiväkohtaisesti. Tiedoston avulla voitiin todeta, että tuotannosta 30–40 prosenttia on ennakkomyynnin jakotauluja, joiden toimitus- ja keräyspäiviä voidaan tarvittaessa muuttaa varaston tuotannon ohjaajan toimesta viikonpäivien välisten tavaravirtojen tasaamiseksi. Koska ennakkomyyntien osuus on merkittävä, työryhmä aloitti keskittymällä ennakkomyyntien toimituspäiviin ja niiden tavaravirtojen tasaisuuteen.

### 10.1 Ennakkomyynnin toimitusten tavaravirta

Ennakkomyyntien toimitusmääriä tarkastellessa selvisi, että viikonpäivien toimitusmäärien välillä on merkittäviä eroja. Keskiviikko oli huomattavan hallitseva toimituspäivä, vaikka käyttötavaran tavararyhmille on tehty toimituspäiväohje, jota noudattamalla toimitusten pitäisi olla tasaisesti viikon aikana. Monella tavararyhmällä on viikon aikana monta toimituspäivää, joille tavaravirran ohjaaja voi jakaa suuretkin tavaraerät, lisäksi käytössä on lisätoimituspäiviä, joita voi käyttää, jos jaettava erä on niin suuri, että tarvitaan lisää toimituspäiviä keventämään päätoimituspäiviä ja tasaamaan viikon kuormitusta.

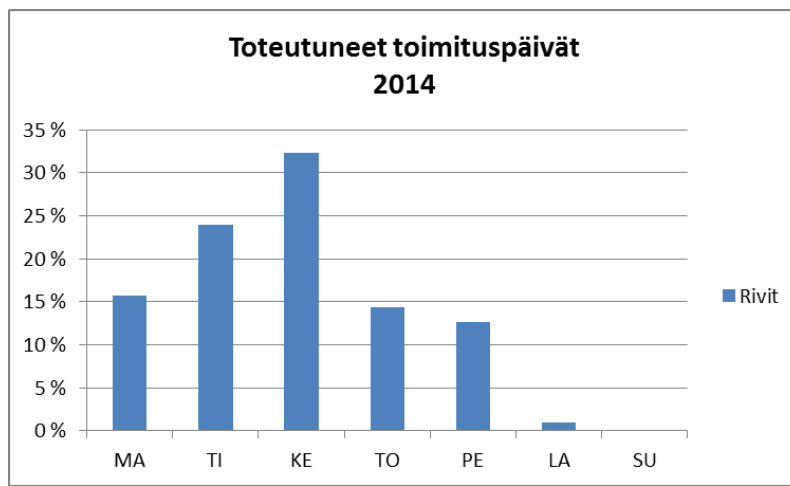
Taulukossa 21. on esimerkki tavararyhmien toimituspäivistä. Vihreät ovat päätoimituspäiviä, keltaiset lisätoimituspäiviä ja punaisina päivinä ei tavararyhmää toimiteta. Lauantai ja sunnuntai eivät ole toimituspäiviä.

Taulukko 21. Tavararyhmien toimituspäiviä (Petri Erkkilä 2015).

Tavararyhmä	Maanantai	Tiistai	Keskiviikko	Torstai	Perjantai	Lauantai	Sunnuntai
1							
2							
3							
4							
5							
6							

Ennakkomyyntien epätasaista kuormitusta haluttiin selvittää lisää ja sain tehtäväksi analysoida kevään 2014 ja kevään 2015 ennakkomyyntitoimituksia. Tarkoituksena oli selvittää mahdollisia syitä kuormituseroille ja mitä voitaisiin tehdä kuormituksen tasaamiseksi. Vuoden 2014 tarkastelujaksoksi otettiin kevät, jotta voitaisiin vertailla kuluvan vuoden toteumaa edellisvuoden vastaavaan vuoden aikaan.

Kuvioon 7. on kerätty kevään 2014 toteutuneet toimitusviikonpäivät. Tiistai ja erityisesti keskiviikko ovat olleet paljon käytettyjä toimituspäiviä ennakkomyyntien toimituksissa. Keräystä toimitukset kuormittavat pääasiassa edellisenä päivänä eli esimerkiksi keskiviikon toimitukset kerätään tiistaina. Maanantain toimitukset kerätään lauantaina.



Kuvio 7. Kevään 2014 toteutuneet kuormitukset (Petri Erkkilä 2015).

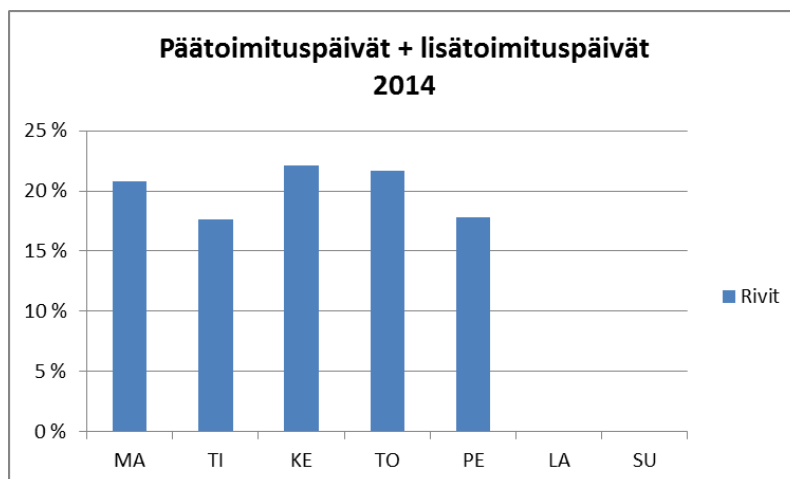
Seuraavaksi poimin jokaisen toimitetun tuoteryhmän toimitukset erikseen ja jaoin toimitukset toimituspäiväohjeen mukaisille päätoimituspäiville, jolloin sain jokaiselle tuoteryhmälle ohjeen mukaiset viikonpäiväkohtaiset kuormitukset.

Tuoteryhmäkohtaiset viikonpäiväkuormitukset yhdistin kokonaisuudeksi ja kuvioista 8. (s. 57) näkee millainen kuormitus olisi ollut, jos toimitukset olisivat jaettu toimituspäiväohjeen mukaan. Ohjeen mukaisesti jaettuna toimitukset olisivat kuormittaneet viikkoa tasaisemmin, mutta perjantain kuormitusta olisi mahdollista korottaa.



Kuvio 8. Toimitukset jaettuna päätoimituspäiville (Petri Erkkilä 2015).

Lopuksi jaoin tuoteryhmien viikkokohtaiset toimitusmäärät kaikille tuoteryhmän käytössä oleville toimitusviikonpäiville, päätoimituspäivät ja lisätoimituspäivät. Kuvio 9. näkee edelleen tasaisemman kuormituksen. Lisätoimituspäiviä käyttämällä perjantain kuormitus kasvaa ja keskiviikon kuormitus kevenee edelleen verrattuna varsinaisia toimituspäiviä käytettäessä.



Kuvio 9. Kaikki toimituspäivät käytettynä (Petri Erkkilä 2015).

Kevään 2014 toteumaa tarkastellessa viikonpäivien kuormituserojen syitä etsiessä selvisi, että toimitettavia eriä jakaessa toimituspäiväksi on valittu joko tuoteryhmälle varattu ensimmäinen toimituspäivä ja erä on jaettu kokonaan kyseisenä toimituspäivänä. Tai toimituspäiväksi on valittu keskiviikko, vaikka se ei olisikaan tuoteryhmän viikon ensimmäinen toimituspäivä.

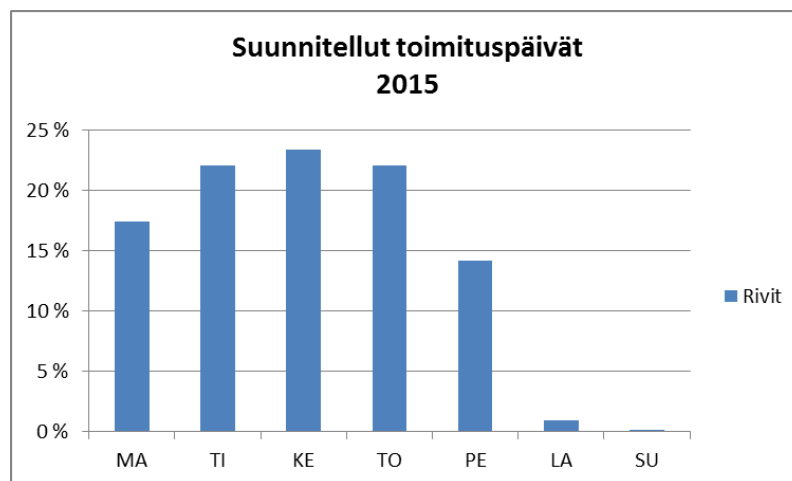
Ennakkomyynnin jakotaulut pitäisi olla järjestelmässä kolme viikkoa ennen toimitusviikkoa, joten toimituspäivien valinnassa pitäisi olla mahdollisuus kuormittaa viikkoa tasaisesti toimituspäiväohjeen mukaisesti. Tavaravirran ohjaajat eivät ilmeisesti ole huomanneet käyttää kaikkia käytössä olevia päätoimituspäiviä jakaessaan tavaraeriä kauppoihin.

Osa kuormitusten epätasaisuudesta johtuu myöhässä olevista saapuvista tavarakeräyksistä. Myöhässä olevat tavarat kerätään yleensä saapumista seuraavana päivänä, joka voi aiheuttaa hankaluuksia seuraavan päivän keräystuotannon läpiviemiseen, jos illan aikana järjestelmän eräajoista tulee paljon kerättävää seuraavalle päivälle. Resurssien mahdollinen korotustarve on hankala täyttää edellisen illan aikana.

Jos myöhässä saapuneet tavarakeräykset olisi jaettu kauppoihin toimitusohjeen mukaisesti, viikon kuormitukset olisivat mahdollisesti olleet tasaisemmat varsinkin, jos toimittaessa olisi käytetty kaikkia käytössä olevia toimituspäiviä.

Kevään 2015 ennakkomyynnin toimituksissa toistuu kevään 2014 ilmiöt. Keskiviikko on suunnitelluissa toimituksissa hallitseva toimituspäivä ja se on valittu usein toimituspäiväksi, vaikka se ei olisikaan tuoteryhmän viikon ensimmäinen toimituspäivä.

Kuviosta 10. voidaan todeta, että kevään 2015 viikkojen 10–16 ennakkomyyntien suunnitellut toimituspäivät painottuvat keskiviikkoon, mutta eivät kuitenkaan niin voimakkaasti kuin vuoden 2014 keväällä.



Kuvio 10. Kevään 2015 suunnitellut toimituspäivät (Petri Erkkilä 2015).

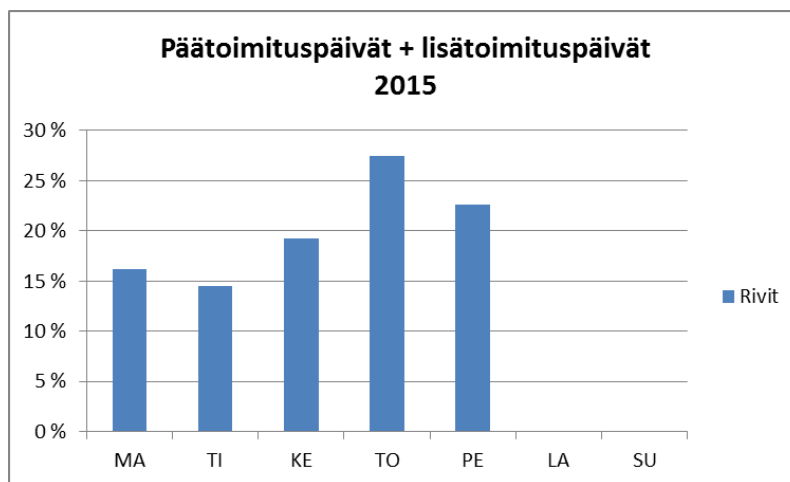
Tavaravirran ohjauksen tekemät kevään 2015 ennakkomyyntien toimitukset jakautuvat melko tasaisesti viikonpäivien välille. Keskiviikkona toimitetaan hieman enemmän kuin muina päivinä ja perjantaina huomattavasti vähemmän. Ero kevään 2014 viikonpäivä jakaumaan voi selittyä myöhässä saapuvista tavarakeräyksistä, jotka on mahdollisesti toimitettu suurelta osin keskiviikkona ja korottanut keskiviikon kuormitusta.

Seuraavaksi poimin kevään 2015 toimituksista tavararyhmät erilleen ja jaoin kunkin tavararyhmän viikkokohtaiset toimitukset tavararyhmille varatuille toimituspäiväohjeen mukaisille päätoimituspäiville. Kuviosta 11. (s. 59) nähdään, että ohjeen mukaisesti jaettuna viikonpäivien kuormitukset olisivat melko tasaiset, mutta keskiviikko ja torstai olisivat kuormitettuimmat päivät. Ero kevään 2014 vastaavaan aikaan on, että torstai olisi kevään 2015 kuormitetuin päivä. Perjantain kuormitusta olisi mahdollista lisätä myös vuonna 2015.



Kuvio 11. Päätoimituspäiville jaettuna (Petri Erkkilä 2015).

Kuten kevään 2014 toimituksista, jaoin kevään 2015 toimitukset tavararyhmittäin kaikille tavararyhmille varatuille toimituspäiväohjeen mukaisille toimituspäiville ja kuviosta 12. nähdään miten toimitukset jakautuisivat jaettaessa toimitukset päätoimituspäivien lisäksi lisätoimituspäiville.



Kuvio 12. Kaikki toimituspäivät käytössä (Petri Erkkilä 2015).

Kaikille käytössä oleville ohjeen mukaisille toimituspäiville jaettaessa torstain osuus säilyisi samankaltaisena ja perjantaille siirtyisi muilta päiviltä, torstaita lukuun ottamatta, kuormitusta keventäen muuta viikkoa.

Viikon tasaisuus näyttäisi hieman kärsivän, kun perjantaille saadaan lisätoimituspäivien avulla lisää toimituksia. Viikon epätasaisuus viittaa siihen, että tavararyhmien painoarvot viikon toimitusmääristä ovat muuttuneet kevääseen 2014 verrattuna. Tämä viittaa toimituspäiväohjeen päivittämistarpeeseen. Päivittäessä ohjetta olisi hyvä miettiä toimituspäivien lisäämistä määrällisesti suurimmille tavararyhmille ja toimitusten lisäämistä tai siirtämistä perjantaille. Jos päätoimituspäiviä lisätään, lisätoimituspäivien tarpeellisuutta olisi hyvä miettiä myös, koska ilmeisesti tavaravirran ohjaajat eivät ole nykyisin käyttäneet lisätoimituspäiviä jakaessaan tavaraeriä kauppoihin.



Toimituspäiväohje päätettiin päivittää. Tavararyhmien toimituspäivien lukumäärää tarkasteltiin, toimituspäivien lukumäärät päivitettiin tavararyhmien nykyiset tarpeet huomioon ottaen ja lisätoimituspäivät poistettiin käytöstä. Ohje käytiin tavaravirran ohjaajien kanssa läpi ja ohjeistettiin käyttämään kaikkia mahdollisia toimituspäiviä, varsinkin suurien erien jaoissa. Uusi toimituspäiväohje otettiin käyttöön viikolla 16 ja toimituspäivien toteutumisseuranta aloitettiin.

### 10.2 Ennakkomyynnin toimituspäivien seuranta

Toimituspäivien toteutumisen seuranta aloitettiin viikolla 20. Viikkojen 17–19 tavaravirtaa tarkasteltaessa todettiin, että tavaravirta oli heti viikolla 17 melko tasainen. Viikoilla 18 ja 19 on ollut isompaa, mahdollisesti pyhäpäivistä johtuvaa vaihtelua, viikolla 18 vappu ja viikolla 20 tulossa helatorstai. Vajaiden viikkojen toimitusmäärät keskittyvät usein pyhää edeltäviin päiviin. Vapun-päivän takia pois jääneen toimituspäivän tavararyhmät on todennäköisesti jaettu viikon muille toimituspäiville aiheuttaen päivien välisiä eroja. Vajaiden viikkojen puuttuvia toimituspäiviä korvataan myös siirtämällä toimituksia pyhää edeltävälle viikolle, joka vaikuttaa viikon toimituksiin ja viikonpäivien tasaisuuteen, kun pyhäpäivän takia pois jäävien toimituspäivien tavararyhmät jaetaan edellisen viikon toimituspäiville. Viikkoseurantaa päätettiin jatkaa ja muistuttaa tavaravirran ohjaajia kaikkien toimituspäivien käyttämisestä ja toimituspäivien noudattamisesta.

Viikolla 24 pidetyssä seurantapalaverissa todettiin tavaravirran olevan melko tasaista viikon sisällä. Uudet toimituspäivät ja tavaravirran ohjaajien muistuttaminen toimituspäivien käytöstä on tasannut käyttötavaran tavaravirtaa onnistuneesti ja käyttöönotettua mallia tullaan käyttämään jatkossakin.

### 10.3 Muita projektin aikana käsiteltyjä asioita

Muina asioina projektin aikana käsiteltiin Kauppojen täydentäminen -tiimin suorittamaa tarvesuunnittelua, tarvesuunnittelun tilausehdotuksia ja niiden tuottamaa tavaravirtaa sekä käyttötavaran toimitusten muuttamista viisipäiväiseen malliin.

Tarvesuunnittelun piirissä olevia tavaroita toimitetaan kuutena päivänä viikossa ja toimitusrytmejä on ollut lähestulkoon yhtä monta kuin asiakkaita. Tulevaisuudessa on tarkoitus, että toimitusrytmejä on kolme, joiden perusteella luodaan täydennysmallit. Täydennysmallien avulla kauppojen jatkuvatäydenteisten käyttötavaroiden täydennyksiä voidaan hallita selkeämmin ja tasaisemmin viikon aikana. Tavoitteena on toimittaa asiakkaan kaikki toimitukset yhtenä päivänä. Toimitusrytmien muutos on tarkoitus toteuttaa syksyllä 2015 ja jää tämän opinnäytetyön ulkopuolelle.

Opinnäytetyötä kirjoittaessa käyttötavaraa toimitetaan kauppoihin kuutena päivänä viikossa, maanantaista lauantaihin. Projektin aikana oli keskustelua mahdollisuudesta siirtyä toimittamaan käyttötavaraa viitenä päivänä viikossa, maanantaista perjantaihin. Viiden päivän malliin siirtyminen olisi

järkevää käyttötavaran tavaravirran tasaisuuden kannalta. Kirjoitushetkellä käyttötavaravaraston tuotanto on perjantaisin huomattavan vähäistä, koska lauantaina toimitetaan vähän tavaraa ja lauantaina kerätään maanantain toimituksia. Maanantaina toimitetaan usein huomattaviakin määriä tavaraa ja jos maanantain toimitukset kerättäisiin pääasiallisesti perjantaina ja tarvittaessa jatkettaisiin lauantaina, perjantain työmäärä varastossa kasvaisi ja lauantain työvoiman vähentynyt tarve pienentäisi kaupan ja logistiikan henkilöstökustannuksia ja nostaisi kannattavuutta. Viiden päivän malliin siirtyminen on tarkoitus toteuttaa ja toteutusajankohdaksi on suunniteltu syksyä 2015. Malliin siirtyminen jää toteutettavaksi tämän opinnäytetyön ulkopuolelle.

## 11 KEHITYSEHDOTUKSET

Opinnäytetyötä varten tehdyn tutkimuksen ja työkokemuksen kautta saatujen tietojen perusteella K-Citymarket Oy:n käyttötavaran tavaravirran hallinnan ongelmat liittyvät pääasiallisesti tuotannon hallintaan. Kehitettäviksi kohteiksi valikoitui tuotantoennuste ja sen avulla suoritettu henkilömääräsuunnittelu, artikkelin sijoittelu sekä tuotannon ohjaus.

### 11.1 Artikkelin sijoittelu

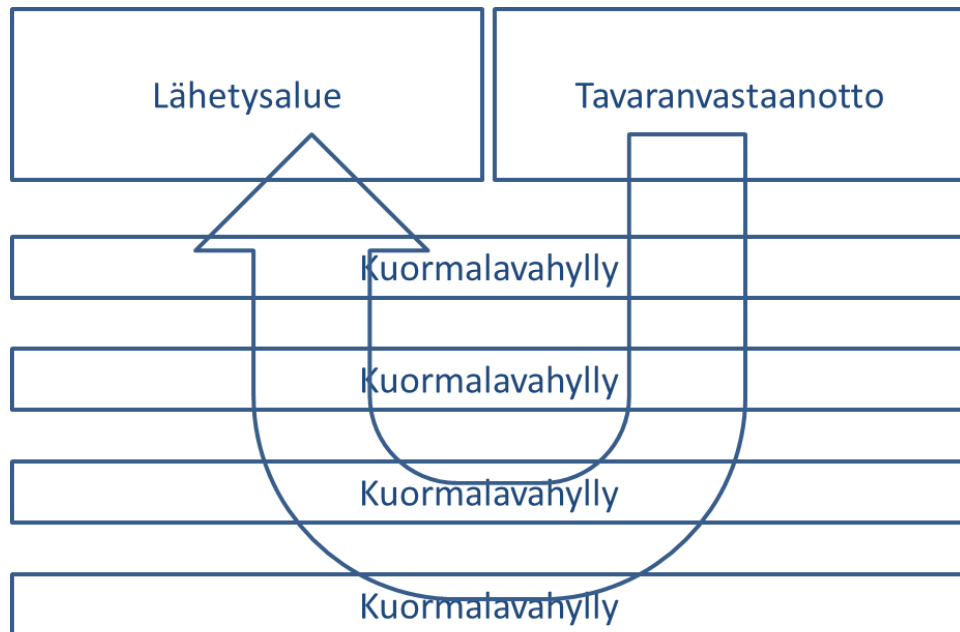
Hankinnan tekemän ennakkomyynnin jakotaulut syötetään tuotannonohjausjärjestelmään kolme viikkoa ennen tavarataloihin toimittamista. Näistä toimituksista on saatavilla tuotannonohjausjärjestelmästä raportti, joka sisältää muun muassa toimituspäivät, toimitettavat tuotteet, toimitusmäärät asiakkaittain, kokonaistoimitusmäärät ja keräysalueen.

Artikkelin sijoittelija antaa jakotauluissa oleville uusille tuotteille keräyspaikat ja tarkistaa uusien ja jakotauluilla olevien vanhojen tuotteiden varastosaldot. Artikkelin sijoittelija tilaa tarvittavat määrät pihan toisella puolella sijaitsevasta reservivarastosta lähireserviin. Artikkelin sijoittelija järjestää tavallisesti seuraavan päivän keräystä ja reservilavoja lähireserviin. Lavojen saapuminen reservivarastosta voi viedä paljon aikaa, siirtoauton aikataulujen takia, eikä kaikki ennakkomyynnin keräyksen tarvitsemat reservilavat välttämättä saavu ajoissa lähireserviin ja keräyksen käytettäväksi, jolloin tuotannon valmistuminen ajoissa vaarantuu. Siirtoautona toimiva kuorma-auto siirtää lavoja kahden tunnin ajan kolmesti päivässä.

Artikkelin sijoittelija voisi hyödyntää järjestelmästä saatavaa ennakkomyyntiraporttia paremmin siirtämällä esimerkiksi seuraavan viikon raportin Exceliin ja suodattamalla päivä kerrallaan tarvittavien tuotteiden kokonaisuudet ja tilata tarvittavat määrät reservivarastosta kaksi tai kolme päivää aikaisemmin, reservipaikkojen määrä huomioon ottaen.

Artikkelin sijoittelija voisi keventää myös keräysalueen 41 jakotaulujen kautta tulevaa kuormitusta. Jakotauluraportti näyttää kerättävien tuotteiden keräysalueen ja raportista voisi suodattaa keräysalueen 41 ja laskea kerättävät määrät ja laittaa tilapäisesti tuotteiden keräys lattiatasolle, jos keräysmäärät ovat huomattavan suuria. Keräämällä keräysalueelta toimitettavia tuotteita tilapäisesti lattiatasokeräyksessä alas laskettavien lavojen määrä vähentyisi ja alas laskemiseen ja lajitteluun kuluva aika lyhenisi, samalla se tehostaisi keräyksen etenemistä.

K-citymarket Oy:n käyttötavaravaran tavaravirtaus on U-mallinen, joka tarkoittaa, että tavaravirtaus vastaanotto eli varastoon saapuva tavara ja lähetys eli lähtevä tavara sijaitsevat varaston samalla seinustalla vierekkäin. Tavarankiertäessä varaston vastaanotosta lähetysalueeseen, tavarankulku tekee u-kirjaimen mallisen liikkeen, nuoli kuviossa 13. Varaston kuormalavahyllyt on sijoitettu varastoon lähetysalueen ja vastaanottoalueen seinän suuntaisesti, jolloin tuotteiden sijoittelu oikein on tärkeää, jotta eniten kerättävät tuotteet olisivat lähimpänä lähetysaluetta. Kuviossa 13. (s. 63) on kuvattuna U-mallin tavaravirta ja K-Citymarket varaston kuormalavahyllyjen sijoittelu.



Kuvio 13. U-mallinen tavaravirta sekä lähetysalueen ja vastaanoton suuntaiset kuormalavahyllyt (Petri Erkkilä 2016).

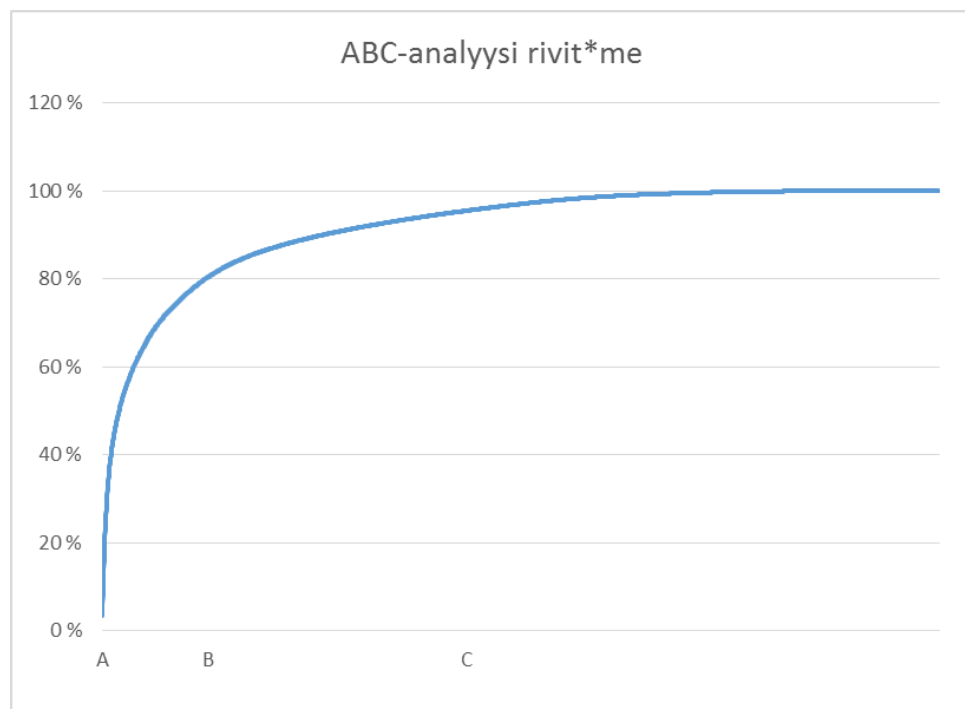
Artikkelin sijoittelija sijoittelee tuotteet varastoon niiden fyysisten ominaisuuksien mukaan. Suurikokoisimmat ja painavimmat tuotteet pyritään sijoittamaan lähetyalueelta lähelle ja pienikokoisimmat ja kevyimmät kauemmas lähetyalueesta. Ajatuksena sijoittelumallissa on, että kerääjä saa kerättyä tuotteet lavalle paino ja koko järjestyksessä, jotta kuljetusyksiköstä tulisi mahdollisimman vakaa, kun isoimmat tuotteet ovat alimmaisena ja pienimmät päällimmäisenä.

Varastoon ei ole tehty ABC-analyysiä, vaan tuotteet sijoitetaan varastoon edellä mainitusti koko järjestyksessä kullekin keräysalueelle. Opinnäytetyössä tarkasteltiin ABC-analyysin avulla onko sijoittelumalli tehokas tuotannon kannalta vai olisiko mallia tarpeellista kehittää. Tuotantovolyymitaan suurimmat keräysalueet ovat 40, 41 ja 43, joten ABC-analyysi tehtiin näille eniten työtä teettäville keräysalueille. Työhön tehty ABC-analyysi perustuu vuoden 2015 viikkojen 27–53 tuotantomääriin, 29.6.2015–3.1.2016. Taulukossa 22. (s. 64) on esimerkkinä ote keräysalueen 40 ABC-analyysistä. Analyysissä rivimäärä on kerrottu myyntierillä ja saatu painotettu volyymi, jonka perusteella tuotteet on lajiteltu suurimmasta pienimpään. Painotetulla volyymilla on tarkoitus ottaa huomioon keräyspaikalla käynnit keräysmäärien lisäksi, jotta sellaiset tuotteet joita kerätään paljon, mutta myös usein, olisivat mahdollisimman lähellä lähetyalueetta. Kuviossa 14. (s. 64) on keräysalueelle tehdyn ABC-analyysin kaavio. ABC-luokat kaikilla keräysalueilla jaettiin seuraavasti:

- A-luokkaan kuuluu ensimmäiset 80 prosenttia kokonaisvolyyymista
- B-luokkaan kuuluu 81–95 prosenttiosuus kokonaisvolyyymista
- C-luokkaan 96–100 prosenttiosuudet volyyymista.

Taulukko 22. Keräysalueen 40 rivi\*myyntierä ABC-analyysi (Petri Erkkilä 2016).

Keräys alue	Tuote	%-osuus rivi*me	%-osuus tuotteista	Paikka	ABC- paikka rivi*me	kg per me	litraa per me	Kumulatiivinen %-osuus rivi*me	Kumulatiivinen %-osuus tuotteista rivi*me	ABC- luokka rivi*me
40	2311	3 %	0,03 %	910	1	0,20	7,48	3 %	0,03 %	A
40	916	3 %	0,03 %	50	2	8,51	72,78	6 %	0,06 %	
40	2310	2 %	0,03 %	918	3	0,20	7,48	8 %	0,09 %	
40	746	2 %	0,03 %	3155	4	11,20	55,86	10 %	0,12 %	
40	1902	2 %	0,03 %	806	5	0,50	3,87	12 %	0,16 %	
40	2321	2 %	0,03 %	1226	6	0,35	7,92	14 %	0,19 %	
40	933	2 %	0,03 %	322	7	7,04	35,97	16 %	0,22 %	
40	342	2 %	0,03 %	689	8	0,72	3,20	18 %	0,25 %	
40	2342	1 %	0,03 %	2146	9	0,10	6,80	19 %	0,28 %	
40	341	1 %	0,03 %	3148	10	0,72	2,95	20 %	0,31 %	
40	2302	1 %	0,03 %	897	11	0,20	7,48	22 %	0,34 %	
40	1936	1 %	0,03 %	214	12	3,75	29,27	23 %	0,37 %	
40	2341	1 %	0,03 %	2168	13	0,10	5,00	24 %	0,40 %	
40	1488	1 %	0,03 %	2613	14	4,96	139,84	25 %	0,43 %	
40	2322	1 %	0,03 %	1214	15	0,35	7,92	27 %	0,47 %	
40	2320	1 %	0,03 %	1240	16	0,35	7,92	28 %	0,50 %	
40	77	1 %	0,03 %	762	17	0,50	7,43	29 %	0,53 %	
40	371	1 %	0,03 %	96	18	5,40	26,80	29 %	0,56 %	
40	2303	1 %	0,03 %	879	19	0,20	7,48	30 %	0,59 %	
40	140	1 %	0,03 %	761	20	0,90	6,10	31 %	0,62 %	



Kuvio 14. Keräysalueen 40 ABC-analyysin kaavio (Petri Erkkilä 2016).

Taulukkoon 22. on otettu ainoastaan 20 ensimmäistä tuotetta, koska tuotteiden kokonaismäärä on suuri, noin 3 200. A-luokan tuotteitakin on 408 kappaletta, noin 13 prosenttia kaikista tuotteista. Analyysin perusteella ja vertailtaessa paikkoja, tärkeitä tuotteita kerätään melko kaukana lähetysalueesta ja olisi tarpeellista sijoittaa ne lähemmäs korkeamman keräystehon saavuttamiseksi. Esimerkiksi analyysin tärkein tuote on tällä hetkellä paikajärjestyksessä paikalla 910, vaikka sen pitäisi analyysin perusteella olla

ensimmäisenä. Jos lavakeräyspaikkoja on kahdessa tasossa käytävän molemmilla puolilla ja niiden leveys on 1,2 metriä, paikkojen 1 ja 910 välinen etäisyys on noin 275 metriä. Jos tuotetta kerätään 100 kertaa kuukaudessa, matkaa kertyy nyky ajoittelulla 2 750 metriä yhteen suuntaan ja aikaa kuluu 10 kilometriä tunnissa kulkevalla keräystrukilla noin 15 minuuttia enemmän kuin sijoittamalla tuote ABC-analyysin mukaisesti. Kuukaudessa siis säästäisi aikaa noin 30 minuuttia ABC-analyysin mukaisella ajoittelulla.

Jos mahdollisimman suuret tuotteet halutaan kuljetusalustojen pohjalle, ABC-analyysi ei tällaisenaan vielä riitä, vaan luokittelua pitää jalostaa. Kaikkien luokkien, varsinkin A-luokan tuotteet, voisi järjestää tilavuusjärjestykseen, jolloin tärkeimmät tuotteet olisivat mahdollisimman lähellä lähetysaluetta, mutta suuret tuotteet saataisiin kuljetusalustan pohjalle. Taulukossa 23. on esimerkki alueen 40 A-luokan tuotteet järjestettynä tilavuusjärjestykseen.

Taulukko 23. Tuotteet tilavuusjärjestyksessä (Petri Erkkilä 2016).

Keräysalue	Tuote	Paikka	ABC-paikka rivi*me	Paikka tilavuuden perusteella	litraa per me
40	2139	74	372	1	338,40
40	57	2608	120	2	320,00
40	21	2605	169	3	300,15
40	1491	2609	262	4	250,80
40	1489	2611	270	5	240,77
40	2124	80	252	6	232,20
40	212	981	343	7	140,80
40	1488	2613	14	8	139,84
40	1797	298	292	9	127,05
40	247	453	403	10	118,14
40	1700	22	397	11	117,30
40	1871	165	177	12	117,00
40	1485	2616	245	13	108,42
40	535	196	31	14	105,45
40	49	60	192	15	104,72
40	50	46	108	16	102,85
40	2172	145	311	17	98,40
40	2006	504	346	18	97,38
40	1274	19	250	19	96,00
40	1898	332	297	20	96,00

Taulukossa 23. olevasta ajoittelumallista voidaan laskea esimerkkituotteena tuote 57, jonka nykyinen paikka on 2 608 ja analyysin mukainen paikka 2. Jos lavakeräyspaikkoja on kahdessa tasossa käytävän molemmilla puolilla ja niiden leveys on 1,2 metriä, paikkojen 2 ja 2 608 välinen etäisyys on noin 780 metriä. Jos tuotetta kerätään 100 kertaa kuukaudessa, matkaa kertyy nyky ajoittelulla 7 800 metriä yhteen suuntaan ja aikaa kuluu 10 kilometriä tunnissa kulkevalla keräystrukilla noin 45 minuuttia enemmän kuin sijoittamalla tuote ABC-analyysin mukaisesti. Kuukaudessa siis säästäisi aikaa noin 90 minuuttia ABC-analyysin mukaisella ajoittelulla.

Keräysalueitten 40 ja 43 tuotteet olisi hyvä järjestää ensin painotetulla voilyymilla ja sen jälkeen ainakin A-luokan tuotteet tilavuusjärjestykseen suurimmasta pienimpään, jotta tärkeät tuotteet eli ne joita kerätään useimmin, olisivat lähimpänä lähetysaluetta. Keräysalueen 41 tuotteet ovat pääasiallisesti pienikokoisia, joten alueen tuotteita ei ole tarvetta eikä perusteltua sijoittaa hyllystään suuruusjärjestykseen vaan ABC-analyysin mukaiseen järjestykseen.

### 11.2 Tuotannon ohjaus

Suuri osa käyttötavaravaraston tuotteista saapuu varastoon rahtilaivoilla Aasiasta pakattuna merikontteihin. Merikontit tuodaan varastoon satamasta kuorma-autojen kyydissä, varastossa tavarat puretaan kuormalavoille ja varastoidaan. Koska toimitukset tulevat kaukaa, on mahdollista, että toimitusaika pitkittyy, eivätkä tavarat saavu aikataulun mukaisesti. Käytäntönä on, että myöhässä olevat ennakkomyynnin tavaraerät toimitetaan pikaisesti niiden saapuessa varastoon, jolloin ne aiheuttavat yllättäviä kuormituspiikkejä tuotantoon tavarantoimituksen saapumisesta seuraavaksi päiväksi. Yllättävän kuormituspiikin välttämiseksi myöhässä olevien saapuvien ennakkomyynnin tavarerien tavaratalotoimitukset olisi hyvä toimittaa muutaman päivän viiveellä varastoon saapumisesta, jotta tarvittavien resurssien järjestämiselle jäisi riittävästi aikaa. Siirrot on kuitenkin hyvä suorittaa tarpeen mukaan, koska voi myös olla, että lisätyö on tervetullutta tavaroiden saapuessa.

Käyttötavaravaraston tuotanto on vaihtelevaa ja varastossa pyritään tasamaan tuotantoa mahdollisuuksien mukaan. Suurin osa käyttötavaravaraston tuotannosta muodostuu ennusteperusteisen tarvesuunnittelun kautta. Varaston tuotannon ohjaaja ei pysty tekemään toimenpiteitä ennusteperusteisen tarvesuunnittelun kautta tulevalle tuotannolle. Kun tuotantoa on tarvetta tasata, ennakkomyynnin toimituksien toimituspäiviä muutetaan tuotannon tasaamiseksi. Toimitusten siirrosta varaston tuotannon ohjaaja sopii K-Citymarket Oy:n toimitusketjun ohjaus -tiimin tavaravirran ohjaajan kanssa toimitusten siirrosta. Tavaravirran ohjaaja ilmoittaa tavarataloille toimitusten siirroista. Varaston tuotannon ohjaajan mahdollisuuksia onnistua paremmin tuotannon tasaamisessa lisääisi oikeudet ennusteperusteisen tarvesuunnittelun kautta muodostuvan tuotannon muuttamiseen. Vaihtoehtona ennusteperusteisen tarvesuunnittelun kautta tulevan tuotannon varastossa tasaamiselle olisi Kauppojen täydentäminen -tiimin muodostaman ja käyttämän tuotantoennusteen sisältämien tuotantotietojen jakaminen varaston kanssa. Jos varastossa tiedettäisiin mitä ollaan toimittamassa esimerkiksi seuraavalla viikolla, voitaisiin henkilömääräsuunnittelu toteuttaa tarkasti ja sovitaa tulevaan tuotantoon.

### 11.3 Tuotantoennuste ja henkilömääräsuunnittelu

Tuotantoennusteen luotettavuus on käyttäjien kokemuksen mukaan kyseenalainen eikä sitä hyödynnetä tuotantohenkilöstömäärän suunnittelussa, vaan odotetaan järjestelmän tuotantoraporttia tuotantopäivää edellisenä päivänä. Tuotantoviikkoa edeltävällä viikolla suoritettu henkilöstösuunnittelu perustuu arvioihin seuraavan viikon tuotannosta ja on johtanut usein liialliseen

henkilömäärään useimmille työpäiville. Tuotantoennusteen tarkastelu ja tarvittaessa kehittäminen arvioitiin tarpeelliseksi.

Tuotannon nykyinen tuotantoennuste perustuu Karttusen (haastattelu, 8.4.2015) mukaan edellisen vuoden toteutuneeseen rivimäärään ja arvioiduun kasvuprosenttiin. Karttunen (haastattelu, 8.4.2015) jatkaa, että edellisen vuoden rivimäärää painotetaan viikoittaisten työpäivien lukumäärällä ja arvioidulla kasvuprosentilla. Viikoittainen rivimäärä jaetaan viikonpäiville edellisen kymmenen viikon toteutuneen työpäiväjakauman avulla Karttunen (haastattelu, 8.4.2015) jatkaa ja lisää, että ennusteen tarkkuus on heikko.

### 11.3.1 Tuotantoennuste

Opinnäytetyötä varten tehty tuotantoennusteen tarkastelu aloitettiin hakeamalla toteutuneet tuotantotiedot viikkotasolla Keslog Oy:n tuotannon seuranta Excel-työkirjasta, johon tuotannon ohjauspäällikkö ylläpitää myös tuotantoennustetta. Tuotantotiedot haettiin vuosilta 2012–2015 ja laitettiin omaan Excel-työkirjaan. Jokaisen vuoden tuotantotiedot laitettiin omaan sarakkeeseensa vierekkäin taulukon 24. mukaisesti.

Taulukko 24. Tuotantotietojen asettelu Excel-työkirjaan (Petri Erkkilä 2016).

<b>Viikko</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>2015</b>
1				
2				
3				
4				

Tuotantoennusteen arviointia ja mahdollista uutta tuotannonennustamismallia varten tehtiin vertailuennusteet, joita vertailtiin Keslog Oy:n tuotantoennusteen kanssa. Osaan tuotantoennusteista tarvittiin kausi-indeksit, jotka laskettiin ennen varsinaisten ennusteiden tekemistä. Kausi-indeksit laskettiin vuosien 2012–2014 tiedoista. Vertailua varten ennustettiin vuotta 2015. Vertailussa käytettiin seuraavia ennustamismenetelmiä:

- liukuva keskiarvo kausi-indeksillä
- eksponenttitasointumenetelmä kausi-indeksillä
- yksinkertainen eksponenttitasointumenetelmä
- Winterin menetelmä
- liukuva keskiarvo
- liukuva keskiarvo kausi-indeksillä ja trendillä
- kokeellinen oma keskiarvo, jossa viikon ennuste lasketaan edellisten vuosien saman viikon tuotantomäärien keskiarvona.

Taulukossa 25. (s. 68) on havainnollistettu miten oma keskiarvo laskettiin.



Taulukko 25. Oman keskiarvon laskenta (Petri Erkkilä 2016).

	CV	CW	CX	CY	<b>CZ</b>	DA	DB
	<b>Viikko</b>	<b>2012</b>	<b>2013</b>	<b>2014</b>	<b>Ennuste</b>		
1					=KESKIIARVO(CW4;CX4;CY4)		
2							
3							

Taulukossa 26. ovat 18 viikon tuotantoennusteet vertailtuna: Mittarina MAPE eli mean absolute percent error, absoluuttisten prosentuaalisten virheiden keskiarvo. MAPE arvot ovat kunkin viikon kohdalla siihen mennessä esiintynyt arvo eli viikon 3 MAPE on keskiarvo viikkojen 1–3 prosentuaalisten absoluuttisten virheiden keskiarvo, tällöin siis viikon 18 MAPE on koko vertailujakson MAPE.

Taulukko 26. Ennustemenetelmien vertailu (Petri Erkkilä 2016).

	Liukuva keskiarvo +sesonki		EkspONENTTI tasoitus+sesonki	EkspONENTTI tasoitus	Winterin menetelmä	Liukuva keskiarvo	Oma keskiarvo	Keslog Oy
Viikko	MAPE	Trendi MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE	MAPE
1	15 %	67 %	31 %	31 %	31 %	2 %	20 %	17 %
2	15 %	40 %	16 %	16 %	19 %	8 %	11 %	22 %
3	15 %	31 %	17 %	16 %	19 %	14 %	13 %	16 %
4	16 %	28 %	16 %	16 %	17 %	17 %	11 %	17 %
5	13 %	23 %	13 %	14 %	14 %	14 %	10 %	13 %
6	12 %	22 %	13 %	12 %	12 %	12 %	11 %	14 %
7	15 %	23 %	15 %	14 %	14 %	14 %	14 %	18 %
8	17 %	25 %	16 %	12 %	13 %	13 %	13 %	18 %
9	16 %	23 %	17 %	14 %	15 %	14 %	15 %	17 %
10	16 %	23 %	16 %	13 %	14 %	13 %	14 %	16 %
11	15 %	22 %	15 %	12 %	13 %	12 %	14 %	16 %
12	15 %	22 %	16 %	12 %	14 %	12 %	15 %	16 %
13	15 %	21 %	15 %	13 %	15 %	13 %	16 %	19 %
14	17 %	24 %	17 %	16 %	17 %	16 %	16 %	19 %
15	17 %	23 %	17 %	16 %	17 %	17 %	15 %	18 %
16	16 %	24 %	16 %	16 %	16 %	16 %	15 %	18 %
17	16 %	24 %	16 %	16 %	16 %	15 %	15 %	17 %
18	15 %	23 %	16 %	16 %	18 %	16 %	14 %	17 %

Vertailu osoittaa Keslog Oy:n tuotantoennusteen olevan melko sopiva ennustamaan käyttötavaran keräystuotantoa. Absoluuttisten prosentuaalisten virheiden keskiarvo MAPE on melko tasainen 13 ja 22 prosentin välillä. Koko vertailujakson MAPE on 17 prosenttia ja pääasiallisesti arvo on 16 ja 19 prosentin välillä. Vertailun tasaisin ja varmin ennustemenetelmä oli liukuva keskiarvo kausi-indeksillä, MAPE arvot 12 ja 17 prosentin välillä ja koko vertailujaksolla 15 prosenttia. Pienimmän vertailujakson MAPE arvon saavutti oma keskiarvo menetelmä, jonka MAPE arvo oli 14 prosenttia.

Vertailussa huomioitavaa oli viikkojen 7, 8 ja 14 ennusteet. Useimmat menetelmät ennustivat huomattavasti yli tai ali. Varsinkin viikolla 14 menetelmät ennustivat liikaa. Vuonna 2015 viikko 14 oli ensimmäinen pääsiäisviikko. Tuotantoennustetta seurattaessa ja analysoidessa virhettä, erikoisviikkojen ennusteissa voisi ottaa huomioon edellisen vuoden virhe ja esimerkiksi tasoittaa virhettä korjauskertoimella, koska ennustamismenetelmä ei muuten tunnista erikoisviikkoa riittävästi. Taulukossa 27. on vertailtujen ennusteiden prosentuaaliset virheet. Negatiiviset arvot osoittavat, että ennuste oli suurempi kuin toteutunut tuotantomäärä ja positiiviset arvot osoittavat, että ennuste oli toteutunutta tuotantomäärää pienempi.

Taulukko 27. Ennusteiden prosentuaaliset virheet (Petri Erkkilä 2016).

	Liukuva keskiarvo +sesonki		Eksponentti tasoitus+sesonki	Eksponentti tasoitus	Winterin menetelmä	Liukuva keskiarvo	Oma keskiarvo	Keslog Oy
		Trendi						
Viikko	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE	PE
1	15 %	67 %	31 %	31 %	31 %	-2 %	20 %	-17 %
2	-14 %	14 %	-1 %	-1 %	7 %	-14 %	-2 %	27 %
3	15 %	-12 %	18 %	16 %	20 %	27 %	18 %	-4 %
4	-21 %	-18 %	-13 %	-17 %	-9 %	-24 %	-5 %	19 %
5	2 %	6 %	4 %	2 %	4 %	0 %	7 %	1 %
6	7 %	15 %	10 %	-4 %	-3 %	-7 %	14 %	-18 %
7	30 %	27 %	29 %	24 %	24 %	26 %	34 %	-44 %
8	-28 %	-41 %	-25 %	1 %	5 %	2 %	-3 %	13 %
9	14 %	9 %	21 %	27 %	29 %	26 %	29 %	-13 %
10	-12 %	-21 %	-6 %	3 %	10 %	0 %	14 %	-1 %
11	-10 %	-17 %	-11 %	-2 %	3 %	-4 %	7 %	19 %
12	12 %	20 %	17 %	21 %	23 %	16 %	28 %	-22 %
13	11 %	2 %	8 %	21 %	25 %	22 %	26 %	-51 %
14	-43 %	-71 %	-47 %	-59 %	-48 %	-58 %	-13 %	20 %
15	-16 %	11 %	-9 %	-15 %	-20 %	-26 %	4 %	-2 %
16	3 %	26 %	3 %	8 %	0 %	4 %	11 %	-10 %
17	-15 %	-31 %	-25 %	-11 %	-18 %	1 %	-12 %	6 %
18	-7 %	-8 %	-5 %	-28 %	-40 %	-26 %	-5 %	25 %

Ennustemenetelmien vertailussa laskettiin lopuksi menetelmien tuottamien ennustevirheiden keskihajonnat. Keskihajonta osoittaa kuinka paljon ennuste todennäköisesti on virheellinen ja sen avulla voidaan ennusteeseen lisätä arvio ennusteen sisältämästä virheestä. Arvioitua virhettä voidaan käyttää hyväksi myös tarvittavan tuotantohenkilöstön määrän laskemisessa. Taulukko 28. (s. 70) esittää vertailtujen ennustemenetelmien keskihajonnat.

Taulukko 28. Vertailtujen ennustemenetelmien keskihajonnat (Petri Erkkilä 2016).

	Liukuva keskiarvo +sesonki		Eksponentti tasoitus+sesonki	Eksponentti tasoitus	Winterin menetelmä	Liukuva keskiarvo	Oma keskiarvo	Keslog Oy
		Trendi						
Viikko	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE	SE
1								
2	15 %	67 %	31 %	31 %	31 %	2 %	20 %	17 %
3	15 %	48 %	22 %	22 %	23 %	10 %	14 %	22 %
4	15 %	40 %	21 %	20 %	22 %	18 %	15 %	18 %
5	16 %	36 %	19 %	20 %	19 %	20 %	14 %	18 %
6	15 %	32 %	17 %	17 %	18 %	17 %	13 %	17 %
7	14 %	30 %	16 %	16 %	16 %	16 %	13 %	17 %
8	17 %	30 %	19 %	17 %	17 %	18 %	17 %	23 %
9	19 %	31 %	19 %	16 %	16 %	17 %	16 %	22 %
10	18 %	30 %	20 %	18 %	18 %	18 %	18 %	21 %
11	18 %	29 %	19 %	17 %	18 %	17 %	18 %	20 %
12	17 %	28 %	18 %	16 %	17 %	16 %	17 %	20 %
13	17 %	27 %	18 %	17 %	17 %	16 %	18 %	20 %
14	16 %	26 %	18 %	17 %	18 %	17 %	19 %	24 %
15	20 %	32 %	21 %	23 %	22 %	23 %	19 %	24 %
16	19 %	31 %	20 %	22 %	22 %	23 %	18 %	23 %
17	19 %	30 %	20 %	22 %	21 %	22 %	18 %	22 %
18	19 %	30 %	20 %	21 %	21 %	21 %	17 %	22 %
	18 %	30 %	20 %	22 %	22 %	22 %	17 %	22 %

Käytössä olevaan tuotantoennusteeseen ei ole sisällytetty arviota virheestä, joka on voinut vaikuttaa siihen, että ennustetta ei ole käytetty henkilömääräsunnittelussa. Lisäksi tarkastelussa huomattiin, että ennuste ei huomioi erikoisviikkoja, kuten arkipyhän sisältäviä viikkoja, jolloin ennusteen tarkuus kärsii.

Opinnäytetyössä päätettiin kehittää ennustamismallia ja opinnäytetyötä varten tehtiin tuotantoennuste, joka hyödyntää käytössä olevaa tuotantoennustetta. Tuotantoennusteeseen valittiin vertailussa kaksi parhaiten pärjännyttä ennustamismenetelmää ja Keslog Oy:n tuotantoennuste. Valitut ennustemenetelmät olivat kolmen jakson liukuva keskiarvomenetelmä kausi-indeksillä ja opinnäytetyön tekijän kokeellinen keskiarvo. Keslog Oy:n ennustetta päätettiin käyttää, vaikka se ei ollut kolmen sopivimman menetelmän joukossa, koska käytössä olevaa tuotantoennustetta haluttiin työssä vain täydentää eikä uusia kokonaan. Ennusteista laskettiin yhdistetty keskiarvo, josta tuli varsinainen tuotantoennuste. Ennuste muodostetaan viikkorivienusteena ja jaetaan viikonpäiville jakokertoimilla, jotka perustuvat Keslog Oy:n jakokerroin ennusteeseen. Ennusteeseen laskettiin kymmenen viikon liukuva virheen keskihajonta, johon arvio ennusteen todennäköisestä virheestä perustuu. Arvioidusta virheestä on laskettu minimi ja maksimi tuotantoennusteet, joiden avulla henkilömäärä voidaan määrittää. Tehdyssä tuotantoennusteessa on analysoitu testijaksona toimineen vuoden 2015 arkipyhäviikkojen ennustevirhettä ja lisätty korjauskertoimet vuodelle 2016.

Ennustetta on automatisoitu muun muassa hakukaavoilla, jotta sen ylläpitäminen olisi mahdollisimman yksinkertaista ja vähän aikaa vievää. Hakukaavat hakevat tuotantotietoja ja päiväennusteeseen viikkorivienusteiden jakokertoimia Keslog Oy:n tuotantoennusteesta. Tuotannon ohjauspäälliköllä

ei siis ole tarvetta päivittää kahta tuotantoennustetta päivittäin, vaan tukevaa tuotantoennustetta päivitetään viikoittain kopioimalla ennusteeseen toteutuneen tuotantomäärän kohdalta, jotta ennuste seuraavalle viikolle tarkentuu päivittyessään. Tukevaa tuotantoennustetta voidaan päivittää ja tarkastella harvemmin määriteltäessä seuraavan vuoden korjauskertoimia, kausi-indeksejä ja menetelmän sopivuutta ja kehittämistarvetta arvioitaessa.

Taulukossa 29. on vertailtu opinnäytetyötä varten tehtyä yhdistettyä tuotantoennustetta siihen käytettyjen yksittäisten tuotantoennusteiden kanssa. Vertailussa on mittareina käytetty absoluuttisten virheiden keskiarvoa eli MAPE ja virheiden keskihajontaa eli SE. Vertailu osoittaa, että yhdistetty ennuste onnistuu kokonaisuutena osiaan paremmin tuotannon ennustamisessa. Keskihajontavertailun mukaan yhdistetyn ennusteen virhe on vertailun tasaisin. Se osoittaa, että tuotantoennusteen virhe on ennakoitavissa ja tuotantoennusteen avulla henkilömääräsuunnittelu on mahdollista.

Taulukko 29. Ennustemenetelmien vertailu (Petri Erkkilä 2016).

Viikko	Yhdistetty ennuste		Liukuva keskiarvo +sesonki		Oma keskiarvo		Keslog Oy	
	MAPE	SE	MAPE	SE	MAPE	SE	MAPE	SE
1	17 %		15 %		20 %		17 %	
2	17 %	17 %	15 %	15 %	11 %	20 %	22 %	17 %
3	16 %	17 %	15 %	15 %	13 %	14 %	16 %	22 %
4	16 %	16 %	16 %	15 %	11 %	15 %	17 %	18 %
5	13 %	16 %	13 %	16 %	10 %	14 %	13 %	18 %
6	13 %	14 %	12 %	15 %	11 %	13 %	14 %	17 %
7	16 %	14 %	15 %	14 %	14 %	13 %	18 %	17 %
8	16 %	18 %	17 %	17 %	13 %	17 %	18 %	23 %
9	16 %	17 %	16 %	19 %	15 %	16 %	17 %	22 %
10	14 %	17 %	16 %	18 %	14 %	18 %	16 %	21 %
11	14 %	17 %	15 %	18 %	14 %	18 %	16 %	20 %
12	14 %	16 %	15 %	17 %	15 %	17 %	16 %	20 %
13	15 %	16 %	15 %	17 %	16 %	18 %	19 %	20 %
14	15 %	17 %	17 %	16 %	16 %	19 %	19 %	24 %
15	14 %	17 %	17 %	20 %	15 %	19 %	18 %	24 %
16	14 %	16 %	16 %	19 %	15 %	18 %	18 %	23 %
17	13 %	16 %	16 %	19 %	15 %	18 %	17 %	22 %
18	14 %	15 %	15 %	19 %	14 %	17 %	17 %	22 %
		15 %		18 %		17 %		22 %

### 11.3.2 Henkilömääräsuunnittelu

Tehdyn tuotantoennusteen täydennykseksi opinnäytetyötä varten tehtiin henkilömäärän suunnitteluun tarkoitettu Excel-työkirja. Työkirja hakee opinnäytetyöhön tehdystä tuotantoennusteesta jokaiselle työpäivälle ennustetut rivit ja arvioidun virheen sekä Keslog Oy:n tuotantoennusteesta toteutuneet rivit ja toteutuneet keräystunnit. Työkirja laskee riviä per tunti kertoimen kahden viikon takaisesta toteumasta jakamalla viikon toteutuneet keräysrivit toteutuneilla keräystunneilla. Kertoimen avulla voidaan laskea ennustetuista keräysriveistä ennustetut keräystunnit jakamalla rivit viikon

kertoimella. Työkirja sisältää lisäksi viittaukset keräyksen työvuorolistaan, josta työkirja laskee jokaiselle päivälle varatun henkilömäärän. Haettujen tietojen perusteella työkirja muodostaa arvioidun tuotantotuntimäärän jakamalla ennustetut tuotantorivit riviä per tunti kertoimella sekä arvioidun työntekijöiden tarpeen jakamalla ennustetut tunnit normaalinopeudella tekevän kerääjän päivätyömäärällä. Arvioidun ennustevirheen avulla työkirja laskee ennustetun minimi ja maksimi työmäärän sekä työntekijä tarpeen.

Työkirjan avulla voi verrata varattua kapasiteettia ennustettuun työntekijä tarpeeseen ja arvioida lisätyövoiman tarvetta seuraavalle viikolle. Kapasiteetin oikeellisuuden ylläpitämiseksi työvuorolistaa pitäisikin aina pitää ajan tasalla ja päivittää, kun siihen tulee muutoksia, kuten osa-aikaisille työntekijöille annetut lisätyötunnit. Tuotantohenkilöstön suunnittelua voidaan toteuttaa esimerkiksi varaamalla työvoimaa ennustetun työvoiman tarpeen mukaan tai varaamalla ennustetun maksimi työvoiman tarpeen mukaan. Taulukossa 30. on vertailtu vuoden 2015 viikon 40 käytettyä työvoimaa, ennustettua työvoiman tarvetta ja ennustettua minimi ja maksimi työvoiman tarvetta toteutuneen työvoiman tarpeen kanssa.

Taulukko 30. Työvoiman tarve vertailu (Petri Erkkilä 2016).

	40 pvm.	Ennustettu tarve	Ennustettu minimi tarve	Ennustettu maksimi tarve	Toteutunut tarve	Käytetty	Käytetty työvoima	Ennustettu työvoima	Ennustettu minimi työvoima	Ennustettu maksimi työvoima
Ma	28.9.2015	18	15	21	13	12	92 %	138 %	114 %	162 %
Ti	29.9.2015	31	26	36	23	29	126 %	135 %	111 %	157 %
Ke	30.9.2015	23	19	26	19	28	147 %	121 %	98 %	137 %
To	1.10.2015	18	15	21	19	22	116 %	95 %	79 %	111 %
Pe	2.10.2015	8	7	10	16	17	106 %	50 %	43 %	63 %
La	3.10.2015	7	5	8	2	7	350 %	350 %	274 %	400 %
Yhteensä		104	87	121	92	115	125 %	113 %	94 %	132 %

Taulukon 30. vertailuviikko on valittu sattumanvaraisesti. Tuotantoennusteen avulla suoritettu henkilömääräsuunnittelu olisi onnistunut kokonaisuutena melko hyvin. Ylimääräistä työvoimaa olisi ollut vähemmän kuin todellisuudessa on käytetty, alkuviikon reippaasta ylimitoituksesta huolimatta. Torstaina ja perjantaina ennuste on alittanut toteuman ja henkilömäärä on jäänyt toteutuneesta tarpeesta, varsinkin perjantaina henkilömäärä olisi ollut huomattavasti liian alhainen. Torstain vajoaus olisi onnistuttu täyttämään ylitiöllä, siirtohenkilöillä muilta osastoilta tai aloittamalla keskiviikkona tuotannon keräys, mutta perjantain keräystä olisi pitänyt siirtää viikonlopulle, jossa olisi ollut ylikapasiteettia, jos muilta osastoilta ei olisi ollut riittävästi lainatyövoimaa saatavilla tai aloittamalla perjantain tuotannon keräys mahdollisuuksien mukaan torstaina.

## 12 POHDINTA

Opinnäytetyön tavoitteena oli varaston kustannustehokkuuden parantaminen varaston tavaravirran hallintaa kehittämällä. Kehitysehdotuksia ei työn valmistumisen aikana päästy kokeilemaan, vaan jouduttiin tyytymään laskennallisiin vertailuihin kehitysehdotusten vaikutuksista. Laskelmilla todettiin, että sijoittamalla tuotteet varastoon ABC-analyysin mukaisesti on mahdollista tehostaa keräystyötä vähentämällä keräyspaikkoihin matkustamiseen kuluvaa aikaa. Opinnäytetyöhön tehty tuotantoennuste oli käytössä olevaa tuotantoennustetta tarkempi ja tasaisempi. Tuotantoennusteen avulla suoritettulla henkilömääräsuunnittelulla olisi vertailuviikolla päästy 12 prosenttia lähemmäs todellista työntekijä tarvetta, mutta silti ylikapasiteettia oli vielä 13 prosenttia. Tarkentamalla tuotantoennustetta entisestään on mahdollista suunnitella henkilömäärä vielä tarkemmin ja varattu henkilömäärä voisi olla entistä lähempänä toteutuvaa työntekijä tarvetta. Tuotantoennusteen tarkkuus voisi parantua ennusteperusteisen tarvesuunnittelun tuotantoennusteen avulla, jos tuotannon ohjauspäällikölle toimitettaisiin esimerkiksi ennuste seuraavan viikon tilausehdotuksista. Tilausehdotusten täydentäminen tuotannonohjausjärjestelmästä saatavalla hankinnan ennakkomyyntiraportilla, tuotannon ohjauspäällikkö voisi muodostaa hyvinkin tarkan ennusteen tulevasta tuotannosta.

Tuotannon ennustettavuutta tuotannonohjausjärjestelmän avulla tutkittiin myös opinnäytetyön aikana. Järjestelmästä löytyikin raporttihaku, joka hakee tulevaisuudessa toimitettavia ennusteperusteisen tarvesuunnittelun tekemiä toimituksia. Raportti näyttää useita viikkoja tulevaisuuteen ja sen avulla voisi kohtuullisella tarkkuudella ennakoida seuraavan viikon tuotantoa. Raportin tarkkuus heikentyy, koska toimituksiin tehdään muutoksia vielä toimitusviikollakin. Raportin soveltuvuutta tutkittiin ja todettiin, että se ei sellaisenaan ole käyttökelpoinen, koska raportti ei erottele toimitettavan tuotteen logistista mallia eli se ei kerro toimitetaanko toimitus varastosta, kauttakulkuterminaalin kautta vai suoratoimituksena. Järjestelmästä ei onnistuttu löytämään riittävän luotettavaa keinoa raportin tuottaman suuren tuotemäärän logistisen mallin kohdentamiseen. Raportin käyttökelpoisuus parani, jos siihen olisi mahdollista lisätä tieto logistisesta mallista ja keräilyvarastotyyppistä, joka kertoo tuotteen keräilyalueen. Keräysaluetiedolla artikkelin sijoittelija voisi reagoida, jos esimerkiksi toisen kerroksen keräykseen olisi tulossa liian suuri keräyspäivä kerättäväksi toisesta kerroksesta ja siirtää tuotteita kerättäväksi tilapäisesti alakerran keräykseen. Jos raporttiin olisi mahdollista tehdä ehdotetut muutokset, se voisi korvata ennusteperusteisen tarvesuunnittelun tilausehdotusennusteen.

Tutkimuksen, työkokemuksen ja teorian kautta hankitun tiedon avulla muodostetut kehitysehdotukset mahdollistavat, ainakin teoriassa, toiminnan kustannustehokkuuden paranemisen. Laskennat osoittivat, että tuotteiden sijoittamisella on vaikutusta keräykseen kuluvaan aikaan. Tulokset ovat ainoastaan suuntaa antavia, koska laskennat olettavat, että keräyspaikat ovat peräkkäin samalla käytävällä. Todellisuudessa paikat jakautuvat usealle käytävälle ja kerääjän on mahdollista ohittaa keräyspaikkoja ohittamalla ke-

räysvyöhykkeitä ja -käytäviä, joista hänellä ei ole keräystehtäviä keräämäsään keräyserässä. Oikeellisten laskentojen suorittamiseksi pitäisikin ottaa varaston layoutin mahdollistavat reittivalinnat laskennoissa huomioon.

Haastattelut auttoivat käyttötavaran nykytilan selvittämisessä, vaikka valitut kysymykset eivät olleetkaan täysin sopivia. Osa tavaravirran ohjauksen ja tarvesuunnittelun haastattelukysymyksistä pyrki selvittämään miten markkinointikampanjat vaikuttavat tavaravirran ohjaajien ja tarvesuunnittelijoiden työhön ja miten kampanjoiden aikainen työ eroaa normaalista työstä. Suurin osa näiden kysymysten tuottamasta tiedosta jätettiin työn ulkopuolelle, koska kyseinen tieto ei olisi tuonut työlle lisäarvoa. Varastoinnin haastattelukysymykset sopivat hyvin ja niiden tuottama tieto käytettiin lähes kokonaan. Opinnäytetyön tekijä on työskennellyt useita vuosia erilaisissa työtehtävissä tutkimuskohteena olleessa käyttötavaravarastossa, työkokemuksen kautta hankittu näkemys varaston toiminnasta auttoi kysymysten valinnassa. Määrällisen tutkimuksen tiedonhankinta onnistui hyvin, kun tarvittava tieto oli määritelty. Ennen riittävän tarkkaa tiedon määrittelyä suoritettavat haut tuotannonohjausjärjestelmästä tuottivat epätarkkoja tuloksia, eikä hakujen tietoja voitu käyttää.

Teoriaa oli runsaasti tarjolla, suuren määrän takia sopivan tiedon löytäminen oli haastavaa. Teoria oli suurelta osin kohtuullisen tuoretta, 2010-luvulta, mutta osa käytetyistä teoksista oli miltei kaksikymmentä vuotta vanhoja. Teoria katsottiin olevan kuitenkin riittävän ajankohtaista sen sisältämän tiedon, kuten varaston hallinnan tilauserälaskennat tai ennustevirheen keskihajonta, muuttumattomuuden perusteella. Teoriaosuuden kokoamisessa haasteellista oli lisäksi lähdekirjallisuuden kieli, lähes kaikki kirjallisuus on englanninkielistä ja kääntämisen takia teoriaosuuden kirjoittamiseen kului ennakoitua huomattavasti enemmän aikaa.

Saatujen tulosten perusteella voi todeta, että valitut tutkimusmenetelmät olivat työhön sopivia ja niiden avulla hankittiin oikeanlaista tietoa.

## LÄHTEET

- Aswathappa, K. & Bhat, K. S. 2010. Production and Operations Management. Mumbai: Himalaya Publishing House Pvt. Ltd.
- Baker, P., Croucher, P. & Ruston, A. 2010. The Handbook of Logistics and Distribution Management. 4. painos. London: Kogan Page Limited.
- Bhat, K. S. 2009. Materials Management. 4. painos. Mumbai: Himalaya Publishing House Pvt. Ltd.
- Bhatnagar, A. 2009. Textbook of Supply Chain Management. Lucknow: Word-Press.
- Bisen, V. & Srivastava, S. 2009. Production and Operation Management. Lucknow: Word-Press.
- Blanchard, D. 2010. Supply Chain Management Best Practices. 2. painos. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc.
- Bragg, S. 2005. Inventory Accounting: A Comprehensive Guide. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Chase, C. 2013. Demand-Driven Forecasting: A Structured Approach to Forecasting. 2. painos. Hoboken: John Wiley & Sons.
- Chunawalla, S.A. 2008. Materials and Purchasing Management. Mumbai: Himalaya Publishing House Pvt. Ltd.
- Emmet, S. & Granville, D. 2007. Excellence in Inventory Management, how to minimise costs and maximise service. Cambridge: Cambridge Academic.
- Frazelle, E. 2002a. Supply chain strategy, The Logistics of Supply Chain Management. New York: McGraw-Hill Inc.
- Frazelle, E. 2002b. World-Class Warehousing and Material Handling. New York: McGraw-Hill Inc.
- HAMK n.d. Tutkiva ja kehittävä osaaja. Tutkimusmenetelmät. Viitattu 26.8.2015.  
<http://www.elearningcentre.hamk.fi/tko/menetelmat/valinta.html>
- Kaminsky, P. Simchi-Levi, D. & Simchi-Levi, E. 2004, Managing The Supply Chain. New York: McGraw-Hill.
- Kesko Oyj n.d. Ruokakeskon yleisesitys 2015 suomeksi, PowerPoint-tiedosto. Viitattu 16.9.2015.  
<http://kesko-net.kesko.com/FI/FI/OurCompany/toimialatjatytyrhyt/ruokakauppa/Pages/Default.aspx>



Keslog Oy n.d.a. Työnkuvaus, CM varaston artikkelinsijoittelu.doc. Viitattu 24.8.2015.

Keslog Oy n.d.b. Työnkuvaus, CM tuotannonohjaus ja ennakoiden purku.doc. Viitattu 27.8.2015.

Muller, M. 2011. Essentials of Inventory Management. 2. painos. Saranac Lake: AMACOM Books.

Roy, R. M. 2005. A modern approach to operations management. New Delhi: New Age International (P) Ltd. Publishers.

Richards, G. 2011. Warehouse Management: A Complete Guide to Improving Efficiency and Minimizing Costs in the Modern Warehouse. London: Kogan Page Ltd.

Sakki, J. 2014, Tilaus-toimitusketjun hallinta - Digitalisoitumisen haasteet. 8. uudistettu painos. Vantaa: Jouni Sakki. Viitattu 24.8.2015. Saatavana E-libs-e-kirjakokoelmasta:  
<https://www-ellibrary-com.ezproxy.hamk.fi/book/978-951-97668-6-7>

Viale, J. D. 1996. Basics of Inventory management, From Warehouse to Distribution Center. Menlo Park: Course Technology/Cengage Learning.

#### HAASTATTELUT

Karttunen, P. Tuotantopäällikkö. Keslog Oy. Haastattelu 8.4.2015.

Kukkonen, E. Toimitusketjupäällikkö. Ruokakesko Oy. Haastattelu 28.4.2015.

Mäenpää, P. Tiimiesimies. Ruokakesko Oy. Haastattelu 26.3.2015.

Paananen, K. Tiimiesimies. Ruokakesko Oy. Haastattelu 24.3.2015.

