



Osaamista  
ja oivallusta  
tulevaisuuden  
tekemiseen

Akseli Varpula

# Tuoteluokittelu kysynnän ennustamisen työkaluna

Metropolia Ammattikorkeakoulu

Insinööri (AMK)

Tuotantotalouden koulutusohjelma

Insinööriytyö

24.9.2018

Tekijä Otsikko	Akseli Varpula Tuoteluokittelu kysynnän ennustamisen työkaluna
Sivumäärä Aika	41 sivua 24.9.2018
Tutkinto	Insinööri (AMK)
Koulutusohjelma	Tuotantotalous
Suuntautumisvaihtoehto	Tilaus-toimitusketjun hallinta ja liiketoiminta
Ohjaaja	Lehtori Virpi Tevä-Helminen
<p>Insinööriyön tarkoituksena oli luoda elintarvikeyritykselle toimiva tuoteluokittelumalli kysynnän ennustamiseen. Kohdeyrityksen toimintamalli pakottaa sen tuotteiden valmistamisen varastoon, ja näiden tuotteiden suhteellisen lyhyt säilyvyys luo suuren paineen ennusteiden oikeellisuuteen. Tämän takia kohdeyritys etsii jatkuvasti keinoja parantaa ja jatkokehittää sen jo toimivia ennustemenetelmiä.</p> <p>Työssä muodostettiin ennusteita varten nelikenttäinen luokittelumalli, jonka luokat ovat automaatio-, testi-, muutos- ja poisto-luokka. Näiden luokkien avulla voidaan jo käytössä olevia toimintamalleja jatkokehittää. Tämä voi myös edesauttaa kohdeyrityksen ongelmatuotteiden poistamista tuotevalikoimasta ja näin kustannusten vähentämistä. Tuotteiden ennustamisen automatisointi voi osoittautua kannattavaksi niiden tuotteiden osalta, joita jo ennustetaan ja toimitetaan asiakkaille hyvin. Lisäksi luokittelu tuo esille tuotteet, jotka ennusteiden huonosta tasosta riippumatta ovat toimitusten suhteen hyvällä tasolla. Tämä nostaa esiin toimintatapoja, joita voidaan hyödyntää kysynnän ennustamisessa.</p>	
Avainsanat	tuoteluokittelu, kysynnän ennustaminen, tuotannonohjaus

Author Title	Akseli Varpula Product categorization as a tool for forecasting demand
Number of Pages Date	41 pages 24 September 2018
Degree	Bachelor of Engineering
Degree Programme	Industrial Management
Specialisation option	Supply Chain Management and Business
Instructor	Virpi Tevä-Helminen, Senior Lecturer
<p>The aim of the thesis was to create a product categorization model for a food production company's forecasting demand. The company's operating model forces it to produce its products into the warehouse, and the relatively short shelf-life of these products creates a high pressure on the forecasting quality. For this reason, the target company constantly seeks out ways to improve and further develop its already existing forecasting methods.</p> <p>In this work, a four-field categorization model was formed for the forecasts, which are: Automation, Test, Change and Deletion. With these categories, the existing operating models can be further developed. This can also help remove the problem products from the company's product inventory, thereby reducing costs. Automating product forecasting can prove to be profitable for products that are already well-predicted and delivered to customers. In addition, the classification raises products that regardless of the poor level of forecasts, are at a good level of delivery. And this can highlight ways of working that can be used to forecast demand.</p>	
Keywords	product categorisation, demand forecasting, production management

## Sisällys

### Lyhenteet

1	Johdanto	1
2	Tuotannonohjaus	2
2.1	Imu- ja työntöohjaus	2
2.2	JIT-ohjaus	3
2.3	Tuotannonohjaustyypit	4
3	Kysynnän ennustaminen	6
3.1	Delfoi-menetelmä	7
3.2	Aikasarjamenetelmä	8
4	Tuotteiden luokittelu	12
4.1	Kysynnän vakaus	12
4.2	ABC-analyysi	14
4.3	Elinkaaripohjainen ABC-luokittelu	16
4.4	Markkinoinnin neljä tuoteluokkaa	16
5	Kohdeyrityksen nykytila	17
5.1	Vähittäiskauppa ja Hotelli, ravintola ja catering	18
5.2	Haasteet ja vahvuudet	18
5.3	Kohdeyrityksen tuoteluokittelumallit	20
6	Tuotteiden luokittelu	21
6.1	Nelikentän muodostaminen	23
6.2	Automaatio	25
6.3	Muutosluokka	27
6.4	Testiluokka	28
6.5	Poistoluokka	30
7	Tulosten analysointi	31
8	Yhteenveto	33
	Lähteet	36

## Lyhenteet

JIT/JOT	Just In Time. Tuotannonohjausmalli, jonka tavoitteena on toiminnan tehostaminen kaiken turhan poistamisen avulla. Suomenkielinen termi on Juuri Oikeaan Tarpeeseen.
MTO	Manufacture to Order. Tuotannonohjaustyyppi, jossa tuotteita valmistetaan tilauksesta.
ATO	Assemble to Order. Tuotannonohjaustyyppi, jossa tuote kootaan tilauksesta.
DTO	Design to Order. Tuotannonohjaustyyppi, jossa tuote räätälöidään tapauskohtaisesti tilauksesta.
MTS	Manufacture to Stock. Tuotannonohjaustyyppi, jossa tuotteita valmistetaan suoraan varastoon.
MAD	Mean Absolute Deviation. Keskiarvopoikkeama on tapa mitata ennusteiden tarkkuutta.
MAPD	Mean Absolute Percentage Deviation. Keskiarvopoikkeaman laskentatapa, jonka tulokset ovat prosentuaalisia.
HORECA	Hotel, Restaurant and Catering. Lyhenne, joka kuvastaa suurkeittiöteollisuutta.
VK	Vähittäiskauppa. Loppuasiakkaille suunnattu kauppapalvelu.

## 1 Johdanto

Insinööriyön tavoitteena on tehdä kohdeyritykselle toimiva ja hyödyllinen tuoteluokittelumalli, joka tarjoaa hyötyä etenkin kysynnän ennustamiseen. Työ on rajattu yhden vuoden mittaiseen jaksoon, josta kohdeyritys tarjoaa kaikki tarvittavat ennuste- ja myyntitiedot. Tässä työssä ei puututa yksittäisten tuotteiden ennusteisiin, vaan luokittelun avulla rajataan tuoteluokkiin sopivat toimintamallit.

Työn alue on rajattu kysynnän ennustamiseen, ja kaikki tieto on koottu kohdeyrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä. Lisäksi työssä haastatellaan vapaamuotoisesti kohdeyrityksen yhtä kysynnänennustajaa, yhtä tuotannonohjaajaa sekä yhtä yrityksen kehitysinööriä.

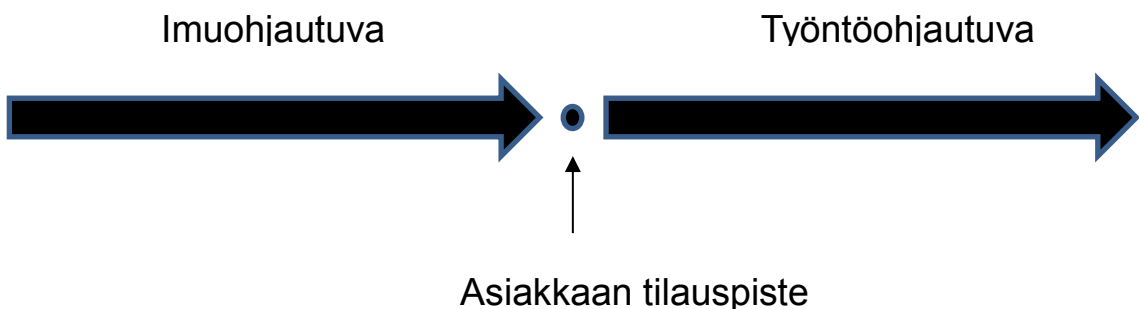
Opinnäytetyö on tehty suomalaiselle elintarvikeyritykselle, joka haluaa parantaa ennustamistyötä tuoteluokittelun avulla. Kohdeyrityksen pyynnöstä yritys pysyy nimettömänä.

## 2 Tuotannonohjaus

### 2.1 Imu- ja työntöohjaus

Tuotannonohjauksessa eletään kahden eri ohjausfilosofian välillä: imu- ja työntöohjauksen. Molemmissa on hyvät ja huonot puolensa. Työntöohjausta pidetään klassisena ohjausmallina. Siinä jokaisella prosessilla on aikataulu, jonka puitteessa tuotteen tulee valmistua. Näissä prosesseissa tuotteet ”työnnetään” (Waters, 2003, s. 183) välivarastoon odottamaan seuraavaa prosessia. Tässä ohjausperiaatteessa ei huomioida seuraavan prosessin tarpeita eivätkä nämä prosessit ole välttämättä riippuvaisia toisistaan. Pahimmassa tapauksessa tuotetta varastoidaan siihen asti, kunnes toinen prosessi on valmis. Tämä nostaa turhaan varaston arvoa ja tuote voi rikkoutua tai ehtiä pilaantua varastossa. Työntöohjaus on siis haastava malli, mikäli valmistusketjut ovat monimutkaisia tai laajoja. (Haverila;Uusi-Rauva;Kuori;& Miettinen, 2009, s. 422).

Imuohjaus perustuu siihen, että valmistus tapahtuu seuraavan prosessin välittömään tarpeeseen. Siinä tuotteet ”imetään” seuraavaan prosessiin ilman, että niitä valmistetaan välivarastoon turhaan.



Kuvaaja 1. Imu- ja työntöohjaus.

Kuten kuvaajasta 1 nähdään, näiden prosessien erot tilaus-toimitusketjussa voidaan myös kuvata asiakkaan tilauspisteellä. Mikäli tuote on valmiina varastossa, kun asiakas sen tilaa, on kyseessä työntöohjautuva tilaustoimitusketju. Kun tuote valmistetaan tilauksesta, on kyseessä imuohjautuva tilaustoimitusketju. (Chopra & Meindl, 2004, s. 17)

## 2.2 JIT-ohjaus

Just In Time eli JIT (suomennettuna juuri oikeaan tarpeeseen tai JOT) on imuohjauksen kanssa käsi kädessä kulkeva ohjausjärjestelmä. Tässä ohjaustavassa tuotanto tehdään erillisissä soluissa, joissa suoritetaan vain rajallinen määrä toimenpiteitä. Solujen välillä puolivalmisteet siirtyvät imuohjatusti solusta toiseen. (Karrus, 2005, s. 79)

JIT:n tarkoituksena ei ole vain tehostaa tuotantoa, vaan kuten Jouni Sakki toteaa teoksessaan: ”JOT:n perimmäisenä tavoitteenahan on kaiken *turhan* poistaminen” (Sakki, 1986, s. 119). JIT mielletään usein varaston arvoja pienentäväksi ideologiaksi, mutta sen lisäksi siitä on muita hyötyjä. Seuraavassa on esimerkkejä tämän ohjausfilosofian hyödyistä:

- Laatu: Usein mielletään, että epäkurantteja tuotteita saisi olla vain tietty prosentuaalinen määrä tuotannosta. JIT-filosofiassa kuitenkin jokainen viallinen tuote tuo yritykselle kustannuksia. On parempi löytää syy viallisten tuotteiden syntyneeseen kuin hyväksyä, että osa tuotteista tulee olemaan viallisia.
- Toimittajat: JIT nojaa täysin toimittajan ja asiakkaan väliseen suhteeseen. Pitkäaikainen ja tiivis yhteistyö läpi tilaustoimitusketjun voi osoittautua taloudellisesti hyödylliseksi kaikille ketjun osapuolille.
- Eräkoot: Asetusaikojen ja tuotevaihtojen myötä yritykset valmistavat usein suuria eriä kustannusten minimoimiseksi. Tämä kuitenkin vaatii suuria loppuvarastoja. JIT keskittyy siihen, että tuotanto täsmää varsinaiseen kysyntään.
- Luotettavuus: JIT perustuu jatkuvaan keskeytymättömään tuotantoon, eli toimintojen tulee olla luotettavia. Laiterikkojen syyt täytyy olla yrityksellä hyvin tiedossa, ja niiden välttäminen on erityisen tärkeää.
- Työntekijät: Joissain yrityksissä on suuri kuilu työntekijöiden ja johtajien välillä. Tämä on JIT-filosofiassa merkityksellinen ero, koska kaikki yrityksen jäsenet ovat riippuvaisia yrityksen onnistumisesta. Näin heidän yhteinen tavoitteensa on sama. (Sakki, 1986, s. 119)



Esimerkkejä tuotannonohjauksen perusmalleista:

- MTO (Manufacture to Order): Suomennettuna: valmistetaan tilauksesta. Tässä mallissa tuotanto lähtee käyntiin tilauksesta. Tuotteen rakenne, läpimenoaika ja kustannukset ovat etukäteen tarkasti tiedossa. Tällä tuotekohtaisella tiedolla tuote tai erä pystytään valmistamaan tarkan toimitusajan puitteissa. Varastoinnin kannalta vain matalakustanteisia osia tai raaka-aineita varastoidaan.
- ATO (Assemble to Order): Suomennettuna: kokoaminen tilauksesta. Tämä malli toimii parhaiten, kun tuotteet ovat geneerisiä. Näin tilauskohtainen hankinta kohdistuu komponentteihin, puolivalmisteisiin tai materiaaleihin. Tässä mallissa juuri geneeristen raaka-aineiden tai osien varastointi on usein suotavaa, mikäli ne sopivat moniin lopputuotteisiin.
- DTO (Design to Order): Suomennettuna: suunnitellaan tilauksesta. Tämän mallin taustalla on jo olemassa tietoa samanlaisista tuotteista. Lopullinen kokoonpano on jokaisessa tapauksessa yksilöllistä tilaajalle. Tämä malli käyttäytyy ohjauksellisesti enemmän projektimaisesti. Pääpainona on tilauksen varmuus, ettei ylimääräistä työtä tai kustannuksia synny, mikäli tilaus peruuntuu. Tilaus-toimitusviiveen hallinta on tärkeää tässä projektimuotoisessa ohjausmallissa.
- MTS (Manufacture to Stock): Suomennettuna: valmistetaan varastoon. Karrus toteaa: "Kun tuotetaan varastoon, aika koetaan passiivisena vastustajana sen sijaan, että sitä käytettäisiin kilpailukeinona" (Karrus, 2005, s. 55) . Tämä malli johtuu usein pitkän läpimenoajan suhteesta lyhyeen toimitusaikaan. (Karrus, 2005, s. 55, 56)

### 3 Kysynnän ennustaminen

Sunil Chopra ja Peter Meindl toteavat teoksessaan Supply Chain Management: "Forecasts are always wrong --", suomennettuna ennusteet ovat aina väärässä. (Chopra & Meindl, 2004, s. 173) Tämä toteamus pitää paikkansa, koska ei voida tietää tarkalleen tuotteiden kysyntää. Kysyntä muodostuu asiakkaan ostopäätöksestä. Ostopäätökseen liittyviä muuttujia on niin paljon, ettei niitä kaikkia voi järkevästi ja/tai kustannustehokkaasti ottaa huomioon. Ennusteet ovat kuitenkin suuntaa antavia ja tarpeellisia monille yrityksille. Koska ennusteet ovat yritysten budjetti- ja kokonaissuunnittelun kannalta tärkeitä, on yritysten jatkuvasti kehitettävä käytettäviä ennustemalleja. Kun menekin vaihtelut ovat nopeampia kuin yritysten reagointikyky, voivat kysynnän ennustevirheet johtaa taloudellisiin tappioihin. (Haverila;Uusi-Rauva;Kuori;& Miettinen, 2009)

Kysynnän ennustaminen jaetaan usein neljään luokkaan:

- kvalitatiiviset eli laadulliset menetelmät
- aikasarjamenetelmät
- kausaalimenetelmät
- simulaatiomenetelmät (Chopra & Meindl, 2004, s. 173).

Kvalitatiivinen ennustaminen on usein tarpeellista, mikäli historiallista tietoa tuotteen kysynnästä ei ole. Tämä pohjautuu suurimmaksi osaksi asiantunteisiin henkilölähtöisiin arvauksiin. Ne antavat usein uutuustuotteille pohjan, josta ennustetta lähdetään rakentamaan. Aikasarjaennustaminen taas nojaa vahvasti aikaisempaan menekkiin. Tämä menetelmä toimii hyvin, mikäli kysynnän muutokset eivät poikkea paljon aikaisemmasta kysynnästä. Kausaaliennustaminen perustuu lähtökohtaan, että on syy ja siitä muodostuu seuraus. Hyvä esimerkki tästä on tuotteen hinta. Jos tuotteen hinta on korkea, kysyntä on usein pienempi kuin silloin, kun tuote on alennuksessa. (Chopra & Meindl, 2004, s. 175)

Simulaatioennustaminen imitoi asiakkaiden ostokäyttäytymistä. Siinä tarkastellaan syitä, jotka lisäävät kysyntää, jotta voidaan luoda tarkempi ennuste. Simulaatiota hyödyntäen yritykset voivat yhdistää muita ennustemalleja, kuten aikasarja- ja kausaalimenetelmiä.

Näin luodaan ennusteita esimerkiksi mainonnan vaikutuksesta kysyntään. (Chopra & Meindl, 2004, s. 175)

Ennusteisiin vaikuttaa useita tekijöitä. Yritysten tulee ennusteissaan ottaa huomioon seuraavat seikat:

- aikaisempi kysyntä
- tuotteiden läpimenoaika
- suunniteltu mainonta tai markkinointi
- yleinen taloudellinen tilanne
- suunnitellut alennukset
- kilpailijoiden toiminta (Chopra & Meindl, 2004, s. 174).

Näiden seikkojen lisäksi yritysten on otettava huomioon tuotteiden kysynnän laatu, eli onko kysyntä nousussa, laskussa vai kausiluonteista. Näiden kolmen kysynnän laadun käyttäytymisen tunnistaminen voi osoittautua haastavaksi, mikäli aiemmin mainittuja tekijöitä ei ole otettu huomioon. Esimerkiksi alennuskampanja voi luoda kysyntään nousua, vaikka tuotteen kysyntä ei olisi nousujohteinen. (Chopra & Meindl, 2004, s. 177)

### 3.1 Delfoi-menetelmä

Delfoi-menetelmällä ennustamista käytetään paljon tulevaisuuden tutkimisessa. Tämä menetelmä on yksinkertaisesti arvaamista, mutta se ei ole huono menetelmä, mikäli ennustaja tuntee asiansa hyvin. Tätä menetelmää käytetään paljon uutuustuotteiden ennusteiden määrittelyssä, koska mitään aikaisempaa tietoa ei tuotteen kysyntään usein ole. Suurin hyöty ”arvaamisessa” on se, että voidaan käyttää asiantuntijoiden ammattialan tuntemusta ja laadullista tietoutta. Tämä ei kuitenkaan yhden asiantuntijan varassa ole tarpeeksi tarkkaa. Siksi on hyvä kerätä monien asiantuntijoiden arvauksia. Tätä kutsutaan teemahaastatteluksi. Nämä teemahaastattelut sisältävät usein lukuisien eri asiantuntijoiden hahmotelmia, ja ne kootusti muodostavat ennusteen. Menetelmällä voidaan kysyä jotain tarkasti, mikä helpottaa tulosten vertailua. Menetelmällä voidaan kysyä myös kvalitatiivisesti, mutta vastauksien yhteenveto voi olla haastavaa. (Routio, 1997, s. 137)

### 3.2 Aikasarjamenetelmä

Kaikkien ennustemallien tarkoituksena on ennustaa kysynnän järjestelmällinen osatekijä sekä arvioida satunnainen osatekijä. Järjestelmällinen osatekijä pitää sisällään tason, trendin ja kausittaisen kertoimen. Näiden muodostuminen on riippuvainen siitä, olettaanko ennusteiden olevan staattisia vai muuttuvia. Staattisuutta voidaan rinnastaa suhteellisen hyvin tuotteisiin, joiden kysyntä seuraa esimerkiksi vuosittaista kaavaa (joulu-ruoka, talviurheiluvaatetus jne.). Niissä on havaittavissa tiettyinä ajankohtina kysyntäpiikkejä ja näin ollen myös kysynnän romahtamista. Muuttuvat ennusteet taas voivat olla esimerkiksi uutuustuotteita, joiden kysyntä räjähtää aluksi, mutta ajan myötä hiipuu (esimerkiksi selfietikut, aktiivisuusrannekkeet ja matkapuhelimet). Jos ennusteita arvioidaan staattisiksi, uusi kysyntä ei muuta jo muodostettua ennustetta. (Chopra & Meindl, 2004, s. 184)

Järjestelmällinen osatekijä voi ottaa erilaisia muotoja:

- kerrannainen: taso x trendi x kausittainen kerroin
- lisäävä: taso + trendi + kausittainen kerroin
- sekoitettu: (taso + trendi) x kausittainen kerroin (Chopra & Meindl, 2004, s. 179).

Staattisella mallilla sekoitetun kysyntämallin laskentakaava on seuraava, kun ennuste ajanjaksolta  $t$  kysynnälle ajanjaksossa  $t + l$  on

$$F_{t+l} = [L + (t + l)T]S_{t+l}$$

$F_t$  on ennuste jaksolta  $t$

$L$  on arvioitu taso, kun  $t = 0$  (tässä kausittainen kerroin on poisluettuna)

$S_t$  on kausittainen kerroin jaksolta  $t$

$T$  arvioitu trendi

Tämän kaavan käyttäminen vaatii aluksi kausittaisen kertoimen poistamista kysynnästä. Jokaisen otannan osion tulee olla tasapainossa toistensa kanssa. Esimerkkinä vuoden mittainen jakso tuotteen X kysynnästä. Kysynnän määrä jaetaan kvartaaleihin ja oletetaan, että kysyntä käyttäytyy samalla tavalla vuodesta toiseen.

Taulukko 1 kuvastaa tuotteen X kysyntää 3 vuoden mittaisessa jaksossa. Tässä on laskettu kysyntä ilman kausittaista kerrointa. Se tapahtuu niin, että kvartaalin 3 kysyntä ilman kausittaista kerrointa on

kvartaalin 1 kysyntä + kvartaalin 5 kysyntä + (2 kertaa kvartaalien 2,3 ja 4 summa jaettuna 8:lla).

Taulukko 1. Tuotteen X kysyntä.

Kvartaali	Kysyntä	Kysyntä ilman kausittaista kerrointa
1	8	
2	13	
3	23	19,75
4	34	20,625
5	10	21,25
6	18	21,75
7	23	22,5
8	38	22,125
9	12	22,625
10	13	
11	32	
12	41	

Näin laskettavan kvartaalin lähimmät kvartaalit saavat enemmän painoarvoa. Kuten taulukosta 1 näkyy, kun kausittainen kerroin on poistettu, on kysyntä nousujohteista. (Chopra & Meindl, 2004, ss. 180, 181)

Staattisen mallin kaavalla pystytään erottamaan siis kysynnän eri osatekijät. Tämä tekee mahdolliseksi tunnistaa kysynnän nousujohteisuutta ja/tai kausiluonteisuutta. Kaavalla on myös helppo selvittää, minkä tyyppistä tuotteen kysyntä on: nousevaa, laskevaa vai tasaista. Tämä helpottaa kysynnänennustamistyössä niitä virhearviointeja, joissa

kausittainen lisäkysyntä voidaan kokea nousujohteiseksi kysynnäksi. (Chopra & Meindl, 2004, s. 179)

Standardipoikkeama, MAD ja MAPD

Standardipoikkeamalla annetaan lukuarvo kysynnän ja ennusteen erolle eli keskihajonnalle:

$$s = \sqrt{\frac{\sum |x_i - \bar{x}|^2}{n - 1}}$$

s on standardipoikkeama

$x_i$  on yhden jakson myynti

$\bar{x}$  on myynnin keskiarvo

n on jaksojen lukumäärä

$\Sigma$  on kaikkien vähennyslausekkeiden summa

(Sakki, 1986, s. 141)

Standardipoikkeaman vaihtoehtoinen laskentatapa on nimeltään MAD-menetelmä (Mean Absolute Deviation). Se tunnetaan suomeksi keskiarvopoikkeaman menetelmänä. MAD-menetelmä on epätarkempi kuin standardipoikkeama, mutta kuten Sakki toteaa, se on ”täysin riittävä”. (Sakki, 1986, s. 142) MAD-menetelmän laskukaava on poikkeamien summa keskiarvosta (etumerkistä välittämättä) jaettuna otannan määrällä:

$$MAD = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N |x_i - \bar{x}|$$

$N$  otannan koko

$\bar{x}$  otannan keskiarvo

$x_i$  otannan yksittäinen arvo

$\Sigma$  summa

Jos tämä tulos kerrotaan 1,25:llä, saadaan standardipoikkeaman likiarvo. On kuitenkin huomioitava, että tämä menetelmä pitää sisällään virhemarginaalin, joka on suuruusluokaltaan 10%. (Sakki, 1986, s. 142) Kuten Taleb toteaa artikkelissaan Standard Deviation: "It corresponds to "real life" much better than the first --". MAD-menetelmä soveltuu siis oikeaan elämään paremmin kuin standardipoikkeamamenetelmä". (Taleb, 2014)

MAD-menetelmään löytyy myös verrattava laskukaava, joka laskee prosentuaalista poikkeamaa eli MAPD (Mean Average Percentage Deviation). MAPD-mallissa arvot muunnetaan prosenteiksi jakamalla saatu otannan erotus keskiarvolla. Tässä mallissa on kuitenkin suuri heikkous, mikäli nimittäjä saa arvon nolla.

$$MAPD = \frac{100\%}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{x_i - \bar{x}}{\bar{x}} \right|$$

Liukuva keskiarvo

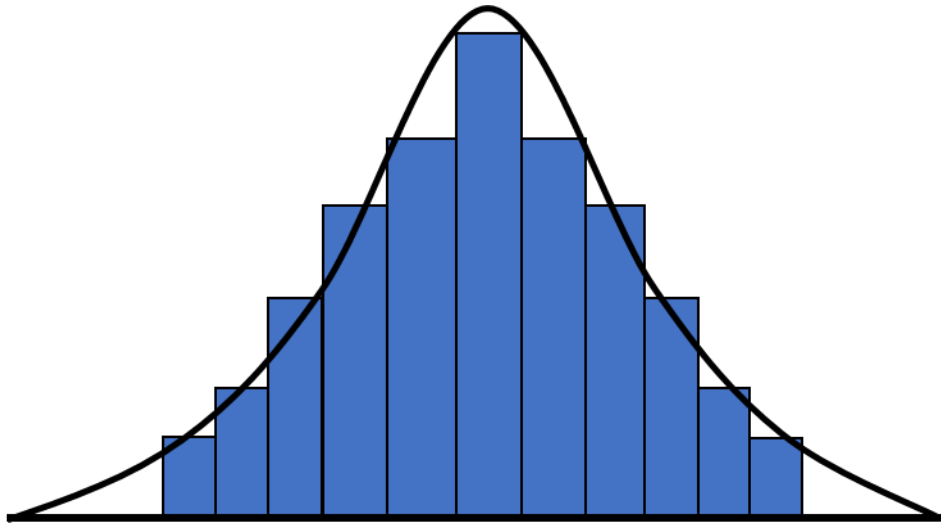
Liukuvan keskiarvon menetelmää käytetään, kun otetaan esimerkiksi tuotteen kysynnän keskiarvo joltain tietyltä ajanjaksolta. Tämä ajanjakso kuitenkin muutetaan eteenpäin niin, että saadaan muodostettua keskiarvo aina viimeisimmän tiedon perusteella. Antti Lampinen käyttää artikkelissaan esimerkkinä osaketta, jonka keskiarvo lasketaan edellisen 200 päivän perusteella ja joka päivä liu'utetaan eteenpäin päivällä. (Lampinen, 2008)

## 4 Tuotteiden luokittelu

Tuotteiden luokittelumalleja on useita erilaisia. Malleissa lähestytään luokittelua yrityksen eri toimintojen näkökulmasta. Luokittelumalleja on erilaisia, koska etenkin suurempien yrityksen tuotevalikoimat voivat olla hyvin laajoja. Näin niiden hallinta pienempinä palasina erilaisissa työvaiheidessa on tarpeellista.

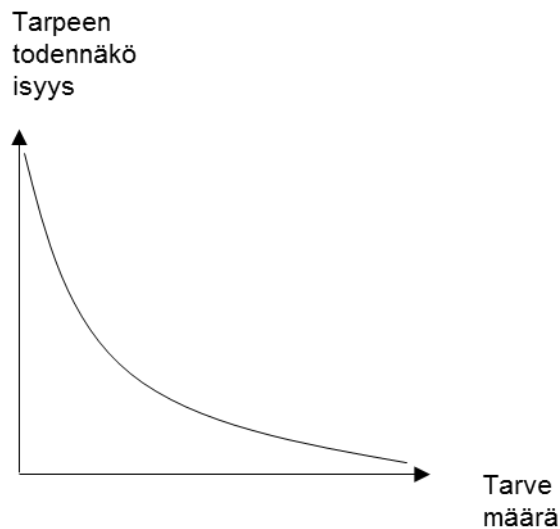
### 4.1 Kysynnän vakaus

Jouni Sakki esittää teoksessaan Käytännön materiaalin ohjaus kaupassa ja teollisuudessa tavan luokitella ohjattavia tuotteita. Hän rajaa ne kahteen eri luokkaan: vakaisiin ja epävakaisiin. Sakki toteaa, että ”Vakaan tuotteen kulutus vaihtelee tasaisesti tietyn keskiarvon molemmin puolin”. (Sakki, 1986, s. 134) Tässä luokittelumallissa tuotteiden kysynnän laadun tunnistaminen, oli se sitten nouseva, laskeva tai tasainen, on tärkeää. Tähän Sakki lisää myös yläkategorian luokittelutavaksi jatkuvasti ja satunnaisesti myytävät tuotteet. Jatkuvasti myytävien tuotteiden kulutus voi olla hyvinkin mielivaltaista, mutta näillä tuotteilla on kysyntää jatkuvasti. Niiden kysyntä muodostaa tarpeeksi pitkällä aikavälillä Gaussin kellokäyrän näköisen kuvaajan (kuvaaja 3). Kuvaajassa esiintyvät palkit voidaan mieltää kulutuksena. Jos kysyntä jakautuu normaalisti, se hajaantuu tasaisesti keskiarvon molemmille puolille. Tässä kysynnän ääriarvot (pienet tai suuret) muodostavat ajan myötä pienimmän osuuden, kun taas toistuvimmat arvot yleistyvät. (Sakki, 1986, s. 136)



Kuvaaja 3. Gaussin kellokäyrä.

Satunnaisesti myytävien tuotteiden kysyntä voi puolestaan olla hetkittäin olematonta. Tämän takia jatkuvasti myytävien tuotteiden luokitteluun soveltuva kellokäyrä ei siihen päde. Satunnaisesti käyttäytyvien tuotteiden kysynnän kuvaajasta muodostuu kuvaajassa 4 oleva käyrä. Tästä kuvaajasta huomataan, että tarpeen kasvaessa sen toteutuva todennäköisyys pienenee, koska tämä on satunnaisesti myytävä tuote. On siis todennäköistä, ettei tuotteella ole lainkaan kysyntää. (Sakki, 1986, s. 139)



Kuvaaja 4. Satunnaisesti käyttäytyvien tuotteiden kysynnän todennäköisyys (Mukaillen, Sakki, 1986, s. 139)

#### 4.2 ABC-analyysi

Donald Waters pitää ABC-analyysia tuotteiden luokittelumallina. Tämä analyysi määrittää, kuinka paljon voimavaroja tulee tiettyihin tuoteryhmiin varata. Waters rajaa ryhmät niin, että

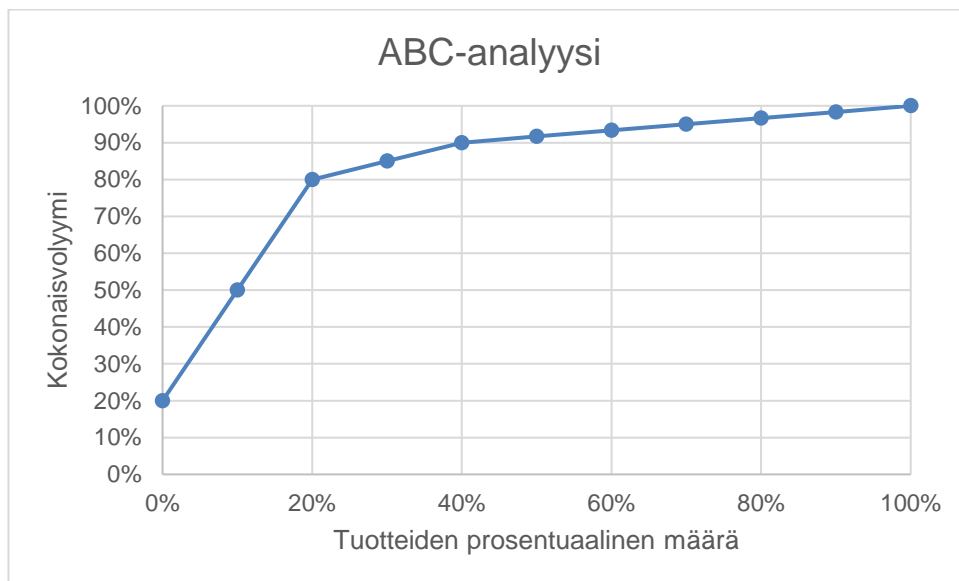
- A-luokan tuotteet ovat kalliita ja tarvitsevat erityistä huolenpitoa
- B-luokan tuotteet ovat tavallisia ja vaativat keskivertoisesti huolenpitoa
- C-luokan tuotteet ovat halpoja ja tarvitsevat vain vähän huolenpitoa

(Waters, 2003, s. 274).

Karrus taas määrittelee A- ja B-nimikkeet tuottoisiksi ja varaston kierron kannalta nopeasti liikkuviksi tuotteiksi. Näiden tuotteiden ohjaus JIT:llä voi pitää kustannustehokkaasti varastot minimissään, kuitenkin huomioiden niiden tärkeyden yritykselle. Karrus toteaa C- ja D-luokkien nimikemäärän olevan suuri ja vaikeimmin ennustettava. Näin myös

tilausrytmin tulisi olla työntöohjautuvaa kysynnän muutosten mukaisesti. (Karrus, 2005, s. 182)

ABC-luokittelu voidaan myös yhdistää tuotteiden kysyntään tai vain erottelemaan yritykselle tärkeitä, taloudellisesti kannattavia tuotteita. Karrus lähestyy teoksessaan Logistiikka ABCDE-luokittelua (kirjainten määrä suhteessa luokkiin) suhteessa varaston kiertoon. (Karrus, 2005, s. 182)



Kuvaaja 5. ABC-malli.

Kuvaaja 5 esittää, miten tuotteet jakautuvat ABC-luokittelun avulla teoreettisesti. Mallissa toteutuu Pareto-periaate, jonka mukaan muodostuu 80/20-sääntö. Keksijänsä mukaan nimetty Pareto-periaate perustuu siihen, että 80 % vauraudesta on 20 %:n kokoisien populaation käsissä. Kuten kuvaajasta huomataan, 20 % tuotteista vastaa 80 %:a kokonaisvolyymistä. Tämä voidaan myös kääntää niin, että 20 % tuotteista tuottaa 80 % yrityksen liikevaihdosta. (EasyLogistics.site, 2017)

#### 4.3 Elinkaaripohjainen ABC-luokittelu

Elinkaaripohjaisen ABC-luokittelumallin lähtökohtana on tuotteiden luokittelu tietyn ajan- kohdan perusteella. Tavanomaista on käyttää tarkasteluaikana 12:ta kuukautta, koska se pitää vuodenaajoista johtuvat sesonkimuutokset sisällään. Niitä ovat esimerkiksi juhla- pyhiin liittyvät ruoat tai vuodenaikoihin sopivat vaatteet. Tällä luokittelumallilla tuotteet jaetaan omiin luokkiinsa tarkasteluajan toteutuneen vaihto-omaisuuden perusteella. Tämä ei kuitenkaan ole riittävää, vaan huomioon tulee ottaa myös seuraavat muuttujat:

tuoterepertuaarin muutokset

- uutuustuotteet
- valikoimasta poistuvat tuotteet
- tilausorientoituvat tuotteet (ohjaustyyppit: MTO ja ATO).

Jyrki Salmivuori käyttää teoksessaan Vaihto-omaisuuden hallinta pk-yrityksessä termiä tuotteen elinkaaripohjainen ABC-luokittelu (Product Life-cycle based ABC categoriza- tion). Siinä perinteinen ABC-luokittelu ja tuotteen elinkaaripohjainen luokittelumalli yhdis- tetään. Tämä koostuu kahdesta osatekijästä: tuotteen osuus myynnistä tai katteesta ja myynnin muutos tietyllä aikavälillä. Tämän mallin toimivuus on yrityskohtaista, ja näin itse luokittelun tulisi sisältää yrityksille sopivia raja-arvoja. (Salmivuori, 2010, s. 38)

#### 4.4 Markkinoinnin neljä tuoteluokkaa

Tässä luvussa esitetään yleiset kuluttajalle suunnattujen tuotteiden luokat. Tämä lähes- tymistapa on suotavampi markkinoinnin kuin teollisuuden kannalta, mutta kuvaa hyvin sitä, miten eri tuotteet käyttäytyvät kuluttajan näkökannalta. Tuotteet voidaan jakaa nel- jään luokkaan: Convenience, Shopping, Speciality ja Unsought (karkeasti suomennet- tuna sopivuus, ostos, erikoisuus ja ei-toivottu). Näiden luokkien kohdalla kuluttajakäyt- täytyminenkin on hyvin erilaista. (Claessens, 2017) Seuraavassa esitellään tarkemmin nämä luokat.

Convenience: Tämän luokan tuotteet ovat ostetuimpien listalla. Näitä tuotteita ostetaan usein ja ilman suurempaa harkintaa tai vertailua. Näin ollen ne ovat myös hinnaltaan alhaisia. Esimerkkeinä näistä tuotteista voidaan pitää sokeria, aikakauslehtiä tai pyykinpesuainetta.

Shopping: Tämän luokan tuotteita kuluttaja ei osta niin usein kuin ensimmäisen luokan tuotteita. Näitä tuotteita ostaessaan kuluttaja usein vertailee tuotteen hintaa, laatua ja tyyliä. Esimerkkeinä huonekalut ja elektroniikka. Kuluttaja käyttää näiden tuotteiden valitsemiseen enemmän aikaa kuin ensimmäisen luokan tuotteisiin.

Speciality: Kolmannen luokan tuotteet ovat erikoisuuksia kuluttajan silmissä. Näiden tuotteiden menekki on vain tiettyntyyppisten kuluttajien ansiota, koska ne ovat usein kalliita ja jopa tarpeettomia. Näiden tuotteiden vertailuun kuluttaja ei käytä paljon aikaa, mutta aikaa voi kulua paljonkin tietyn, juuri hänelle sopivan tuotteen hankintaan. Esimerkkeinä luksusautot ja merkkivaatteet.

Unsought: Viimeinen tuoteluokka poikkeaa edellisistä paljon. Nämä tuotteet ovat sellaisia, joista kuluttaja ei tiedä tai hän ei harkitse niiden hankkimista tavallisissa olosuhteissa. Tähän luokkaan kuuluu esimerkiksi hautajaispalvelut tai uurnat. Näihin voidaan myös luokitella uudet innovaatiot, joista kuluttaja ei ole tietoinen. (Claessens, 2017)

## 5 Kohdeyrityksen nykytila

Insinööriyön tilaaja oli suomalainen elintarvikealan yritys. Yrityksen nykytilan analysoiminen perustuu kolmeen haastatteluun, joissa haastateltiin yrityksen kysynnän suunnittelijaa ja tuotannonohjaajaa. Haastatteluissa tutustuttiin myös yrityksessä käytettäviin järjestelmiin, kuten toiminnanohjausjärjestelmään.

Yrityksessä on kaksi erilaista asiakasryhmää: vähittäiskauppa (VK) ja hotelli, ravintola ja catering (HoReCa). Näiden kahden asiakasryhmän ennusteet perustuvat aikasarja-menetelmään, joka muodostaa peruskysynnän. Yrityksen nimikkeet ovat yksilöllisiä sekä VK- että HoReCa-puolella, jotta niiden ennustamista voidaan helpommin hallita.

## 5.1 Vähittäiskauppa ja Hotelli, ravintola ja catering

Vähittäiskauppojen puolella haastavinta on yrityksessä käytössä oleva kahden vuorokauden tilausrytmi. Yrityksen on valmistettava elintarvikkeita varastoon, koska monen nimikkeen läpimenoaika on pidempi kuin kaksi vuorokautta. Hyvällä yhteistyöllä asiakkaiden kanssa on kuitenkin päästy siihen pisteeseen, että alustavat myyntiennusteet nähdään 12 kuukauden päähän. Tarkennuksia niihin tulee kuitenkin jatkuvasti sekä asiakkaiden että kohdeyrityksen puolesta. Vähittäiskaupan puolella myyntiennusteiden lisäksi on kampanjoita. Nämä kampanjat muodostavat tiettyihin nimikkeisiin tai nimikeryhmiin menekkipiikkejä, jotka merkitään erikseen järjestelmään. Ne merkitään erikseen, jotta ne eivät muodosta tuleviin ennusteisiin virheellisiä tarpeita. Jokaisen kuukauden jälkeen asiakkaiden kanssa pidetään kampanjapalaveri, jossa tarkastellaan kuluneen kampanjan onnistumiset ja epäonnistumiset.

Valikoimamuutokset tapahtuvat kolme kertaa vuodessa. Uutuustuotteiden ennusteet rakennetaan alustavasti samantyyppisen nimikkeen peruskysynnällä sekä Delfoi-menetelmää hyväksikäyttäen. Viiden viikon myyntiluvut saatuaan kohdeyritys pystyy muodostamaan sille tarkemman yksilöllisen ennusteen.

HoReCa-puolella lähtökohdat ovat samat kuin vähittäiskaupan puolella. Asiakkaita on enemmän, mutta tilausmäärältään tuotteet eivät saavuta läheskään samaa tasoa kuin vähittäiskaupan puolella. Ennusteet muodostetaan näissä nimikkeissä peruskysynnällä. Lisäkysyntöjä kutsutaan ruokalistoiksi. Suurimmilla toimijoilla on yhteinen ennustepankki, jonka avulla voidaan jatkuvasti parantaa ennusteiden oikeellisuutta.

## 5.2 Haasteet ja vahvuudet

Kysynnänennustamisen vahvuuksia, heikkouksia, mahdollisuuksia ja uhkia on listattu taulukon 2 SWOT-analyysiin. Lisäksi siihen on myös listattu ennustamisen rajapintoihin liittyviä asioita, jotka elintarviketeollisuudessa vaikuttavat ennustamiseen.

Taulukko 2. Kohdeyrityksen SWOT-analyysi.

<b>Vahvuudet</b>	<b>Heikkoudet</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Jatkuva yhteistyö asiakkaiden kanssa</li> <li>- Jatkuva seuranta</li> <li>- Kampanja/ruokalistamerkinnot</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Inhimilliset virheet</li> <li>- 48 tunnin tilausrytmi</li> <li>- Erilaiset tuotannonohjausmuodot</li> <li>- Tuotteiden säilyvyys</li> </ul>
<b>Mahdollisuudet</b>	<b>Uhat</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>- Helppo lisäkehitys</li> <li>- Tuotteiden modulaarisuus</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Ennustemallit</li> <li>- Raaka-aineiden riittävyys</li> </ul>

Elintarviketeollisuudessa suurimpana ongelmana on tuotteen säilyvyys. Tuotteiden vanhentuminen varastoon on jatkuva ongelma, kun tuotantoprosessi vaatii usein varastoon valmistamisen. Etenkin vähittäiskaupan puolella asiakkaat vaativat säilyvyyttä, etteivät he joudu heittämään tuotteita roskeen. Tämän takia ennusteiden oikeellisuus on kohdeyrityksessä hyvin tärkeää.

Kohdeyrityksen kysynnänennustamisessa on 48 tunnin toimitusaika. Tämä aiheuttaa sen, että valtaosa nimikkeistä valmistetaan suoraan varastoon. Tästä syystä kysynnänennustamiseen panostetaan paljon, koska virheellisistä ennusteista syntyy joko ylijäämää tai vajetta. Kohdeyrityksessä ylijäämää kutsutaan ”dumpiksi” ja vajetta ”viivaksi”. Näistä kahdesta ryhmästä muodostuu toimintamalleja, joilla karsitaan virheellisistä

ennusteista koituvia kustannuksia ja pyritään ylläpitämään asiakastyytyvyyttä. ”Dumppi”myynnillä myydään tuotteita alennuksella, koska niiden säilyvyydet eivät koh-  
taa ennalta sovittuja raja-arvoja. Viivamyynnissä taas karsitaan tehdyistä myynneistä  
osa niin, että kaikki asiakkaat saavat edes osan tilaamastaan. HoReCa-puolella viivalla  
myyminen on erittäin suuri ongelma, koska pahimmassa tapauksessa asiakkaana on  
esimerkiksi koulu, ja jos kohdeyritys ei pysty toimittamaan tilattua määrää, voi päivän  
ruoka loppua koulussa kesken.

Yhtenä haasteena yritykselle on tuotteiden ohjaus. Vaikka tuotteet valmistetaan suurim-  
maksi osaksi MTS-ohjauksella, osa tuotteista noudattaa enemmän MTO-ohjaustyyliä.  
Mikäli tuotetta ohjataan tilauksesta, voi 48 tunnin toimitusaika olla mahdoton. Etenkin  
HoReCa-puolen tuotteet ovat näitä ongelmakohtia. Näiden tuotteiden ennustaminen voi  
olla mahdotonta, ja usein tilausmäärät ovat niin pieniä, että pienelläkin ennustusvirheellä  
voi tulla toimitusvarmuuteen suuria ongelmia.

Osa haasteista johtuu raaka-aineista. Vaikka ennusteet olisivat täysin oikeassa, tarvitta-  
vien raaka-aineiden saatavuus voi tuottaa ongelmia. Tämä ei ole kuitenkaan niin tuhoi-  
saa kuin ennusteiden oikeellisuus, koska raaka-aineiden saatavuus selviää hyvinkin var-  
haisessa vaiheessa. Tästä voi kuitenkin kantautua pidemmällä ajanjaksolla ongelmia  
tuotteisiin, joiden raaka-aineet eivät yksinkertaisesti riitä kysyntään nähden.

Hyvä yhteistyö koko toimitusketjun läpi on kohdeyrityksessä kuitenkin siinä pisteessä,  
että hävikki on saatu minimoitua. On selvää, että ennustustyöhön paneudutaan kaikissa  
ketjun osissa paljon. Näin ollen jatkuva parantaminen ja kommunikaatio vähentävät en-  
nustevirheitä. Säännöllisin väliajoin suoritettavat palautekeskustelut edeltävän ajanjak-  
son onnistumisista ja epäonnistumisista tarkentavat ennustamista jatkuvasti.

### 5.3 Kohdeyrityksen tuoteluokittelumallit

Kohdeyritys käyttää jo tuotteiden luokittelua. Nämä luokittelumallit ovat eri toimintojen  
apuvälineitä. Esimerkiksi tuotanto-osastojen tuotteet ovat omissa luokissaan, ja kunkin  
tuotanto-osaston eri linjojen tuotteet on luokiteltu osaston sisällä. Tämä on kuitenkin vain  
toiminnallista tuotantoa varten. Toinen jo käytössä oleva luokittelu on tuotteiden tyyppien  
mukaan. Se esiintyy kohdeyrityksessä tuoteryhmien luokitteluna (esimerkiksi makkarat,

nakit, kokolihat, valmisruuat yms.). Yrityksessä jo käytettävät luokittelumallit eivät kuitenkaan ota kantaa yrityksen kysynnänennustamiseen. Ainoa luokitteluksi edes verrannollinen toiminto on tuotejako. Kysynnänennustajilla on omat tuotteensa, joita he ennustavat. Nämä tuoteryhmät sisältävät tuotteita, joiden ennusteiden luotettavuus on muodostanut ennustajalle empirisen taustan. Kohdeyrityksen toimintamalli ei kuitenkaan käytä ennustepohjaista tuoteluokittelua.

## 6 Tuotteiden luokittelu

Tämän opinnäytetyön lähtökohtana oli kohdeyrityksen tarve tuoteluokitteluun juuri kysynnänennustamisessa. Kohdeyrityksen kehitysinsinöörin antaman työnkuvan perustana oli saada ennustustyönkuvaa jouhevammaksi. Tästä lähti ajatus tuoteluokitteluun. Luvussa 4 esiteltujen mallien ja kohdeyrityksen tarpeen mukaan hahmoteltava luokittelu sai rajauksen. Rajauksessa tutkittiin kahta eri muuttujaa: ennustaminen ja onnistuminen. Kuten kuvaajasta 6 nähdään, työ käynnistyi muodostamalla akselit, jotta kohdeyritykseltä saatua tietoa voidaan helpommin käsitellä. Nämä kaksi akselia toimivat hyvänä pohjana juuri niille mittareille, joita kysynnänennustamiseen tarvitaan.

Ennustaminen



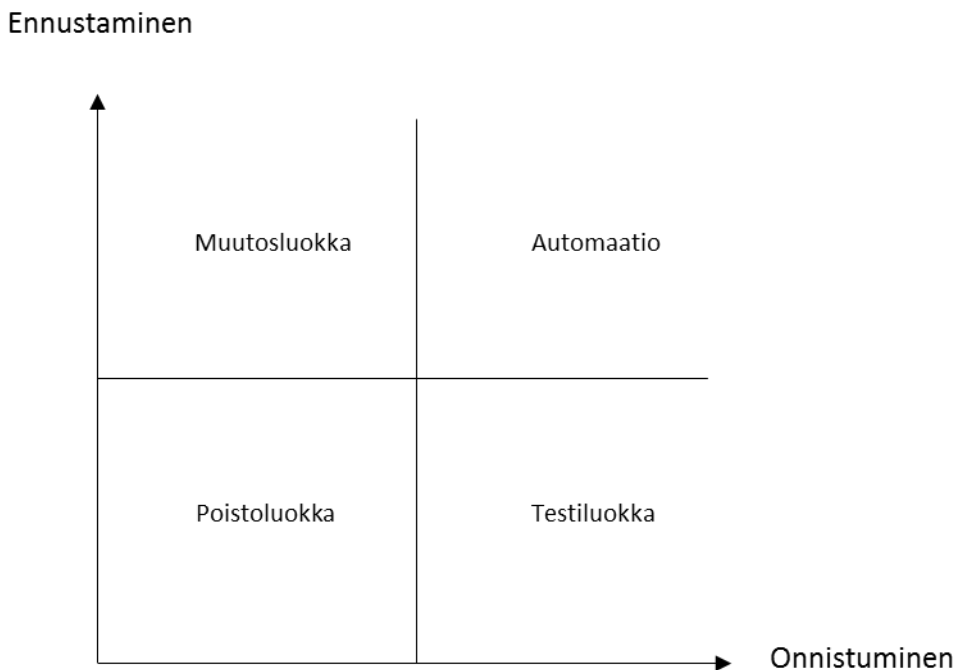
Kuvaaja 6. Ennustaminen ja onnistuminen.

- Ennustaminen: Toinen muuttuja saa arvon siitä, kuinka hyvin ennusteet toteutuvat. Ennustamisen mittaaminen on melko helppo määritellä MAD-arvon mukaan (tässä käytetään kuitenkin MAPD-arvoa, koska kohdeyritys haluaa olla anonyymi).
- Onnistuminen: Onnistumisen mittareita ovat toimituskyky (yrityksen kyky toimittaa tilattu määrä) ja ”dumpin” määrä.

Onnistumisen mittaaminen on haastavaa etenkin silloin, kun mitataan ennusteiden onnistumista. Tässä kohtaa vastaan tuli ongelmia, kuten se, johtuuko heikompi onnistuminen ennusteista vai onko taustalla jokin muu tekijä. Näin ollen työn rajaukseen oli tehtävä muutos, ja luotiin luokittelumalli, joka näyttää yleistä onnistumista ennustepohjaisen onnistumisen sijasta. Tämä ei kuitenkaan välttämättä ole huono asia, koska ennustamistyön rajapinnassa olevien prosessien onnistuminen on usein hyvin tiedossa (esimerkiksi laiterikot, raaka-aineen saatavuus, epäkurantit lopputuotteet, logistiset haasteet). Vaikka tämä malli ei täysin näytä todellisuutta, se on tarpeeksi lähellä totuutta, jotta sitä voidaan käyttää. Kahden muuttujan avulla pystyttiin muodostamaan kuvaajan 7 mukainen nelikenttä, jonka eri osat havainnollistavat eri luokkia.

## 6.1 Nelikentän muodostaminen

Kuvaaja 7 esittää nelikenttää, jonka mukaan tuoteluokittelu tehtiin.



Kuvaaja 7: Ennustamisen ja onnistumisen osalta jaoteltu nelikenttä.

Raja-arvoina onnistumiseen on poikkeamien arvo suhteessa kumulatiiviseen toimitukseen. Jos onnistuminen on yli 98,3 %, se on tässä luokittelussa hyvällä tasolla. Tämä tarkoittaa, että tuotteet ovat onnistumisakselilla (x-akseli) puolenvälin oikealla puolella. Raja-arvo ennustamiseen mittaamiseen saadaan tuotteen MAPD-arvosta. Jos MAPD on alle 0,240, on tuote onnistumisakselilla (y-akseli) puolivälin yläpuolella. Luokkien määrittystä avataan seuraavassa.

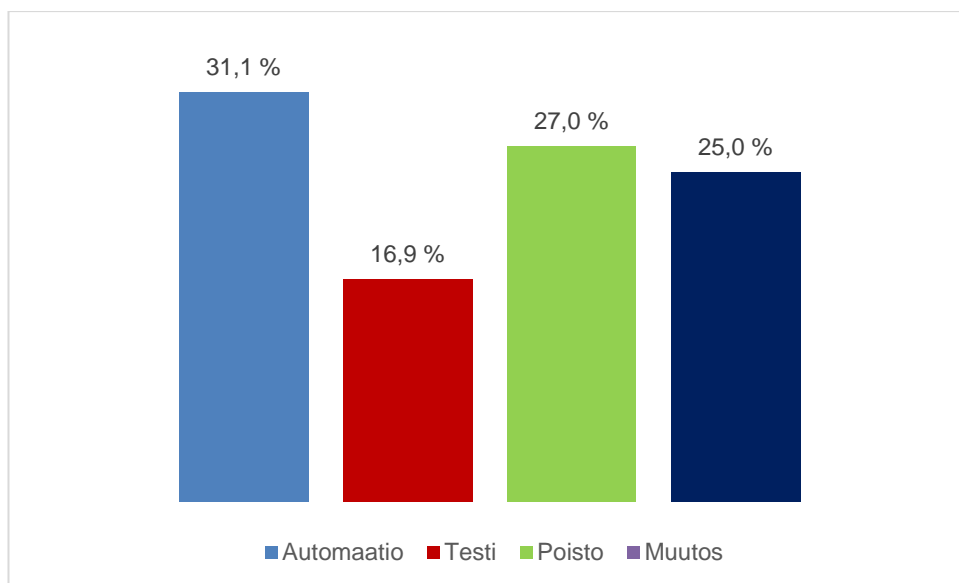
**Automaatio:** Tähän luokkaan kuuluvat tuotteet ovat kohdeyrityksen kannalta hyvin toimivia. Niiden ennusteet ovat hyviä, ja niiden kohdalla asiakkaat saavat tilaamansa tuotteet ilman, että kohdeyritys joutuu myymään niitä ”dumpkina” tai pahimmassa tapauksessa heittämään pois. Näiden tuotteiden kannalta ennustetyön automatisointi on järkevää. Tämä poistaa turhan työvoimakustannuksen tuotteiden kohdalta, ja näin työntekijät voivat keskittyä haastavampiin tuotteisiin.

Muutosryhmä: Muutosryhmän tuotteet ovat ristiriitaisia. Näiden tuotteiden ennusteet ovat hyviä tai erinomaisia, mutta onnistuminen taas heikkoa tai huonoa. Tuotteet kärsivät siis jostain muusta kuin ennustetarkkuudesta. Näiden tuotteiden ohjausta tulisi muuttaa.

Poistoryhmä: Tämä luokka on molempien muuttujien mukaan heikolla tai huonolla tasolla. Tuotteita ennustetaan huonosti, ja niiden saatavuus asiakkaiden silmissä on huonoa. Tämän ryhmän tuotteista tulisi päästä eroon.

Testiryhmä: Tämä luokka on toiminnan kannalta mielenkiintoisin. Sen ennusteet eivät ole tarkkoja, mutta onnistuminen taas hyvää tai jopa erinomaista. Tämän luokan tuotteita tulisi kohdella eri tavalla kuin tällä hetkellä. Luvuissa 6.2-6.5 tutustutaan tarkemmin eri luokkien tuotteisiin.

Tähän luokitteluun ei huomioitu valikoimasta poistuvia tuotteita, koska niiden analysoiminen ja luokittelu olisi turhaa työtä. Uutuustuotteiden luokittelussa taas vaaditaan tietoa, ennen kuin niitä luokitellaan, joten myös ne on otettu tästä otannasta pois. On kuitenkin selvää, kun tuote on valikoimassa riittävän kauan, se voidaan tämän tiedon perusteella luokitella.



Kuvaaja 8. Tuotteiden jakautuminen luokkiin tuotelukumäärän perusteella.

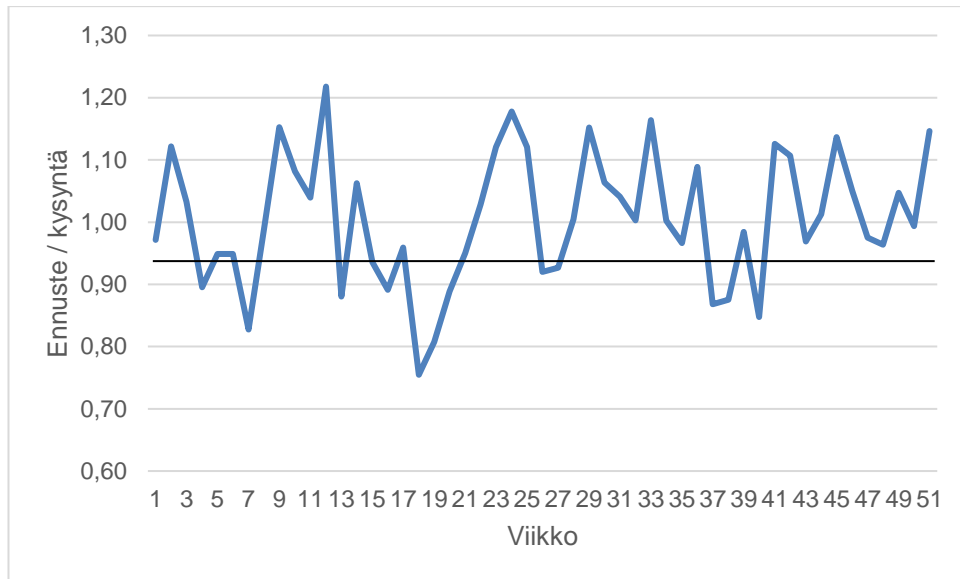
Kuvaaja 8 esittää, miten kaikki kohdeyrityksen tuotteet jakautuvat luokkiin. Tässä esitetään vain tuotemääränä jaetut tuotteet eikä niiden kilomääräistä jaottelua, joka esitellään kuvaajassa 14. Luokkien mittareina toimivat tässä

- toimituskyky, joka mitataan vuosittaisesta kokonaismäärästä (kumulatiivinen toimituskyky)
- keskihajonta
- keskivirhe
- MAPD.

Toimituskyvyn lähestyessä sataa prosenttia saavutetaan ennustamisen suhteen myös sama toimitusvarmuus (toimitusvarmuuteen liittyy muita osatekijöitä, joita tässä työssä ei oteta huomioon). On kuitenkin huomioitava, että ihanteellisen toimituskyvyn ylittäminen on parempi kuin sen alittaminen, vaikka itseisarvollisesti se saisi suuremman arvon.

## 6.2 Automaatio

Kuvaaja 9 esittää kohdeyrityksen yhden tuotteen ennusteen suhdetta todelliseen kysyntään. Automaatioryhmän tuotteet saavuttavat kummankin muuttujan (ennustaminen ja onnistuminen) mukaan hyviä tai erinomaisia arvoja.



Kuvaaja 9. Automaatioluokan tuotteen ennustamistarkkuus.

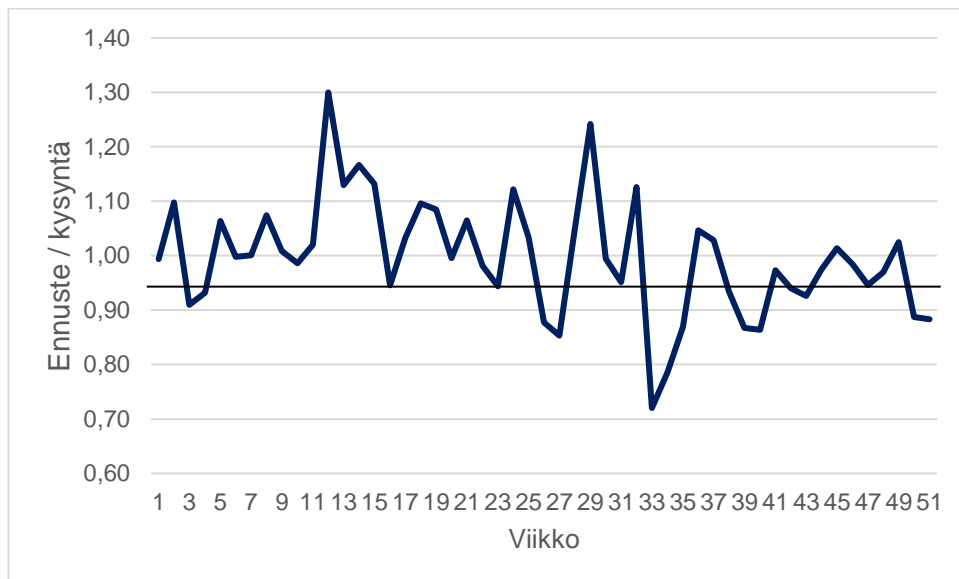
Kuvaajan x-akseli kuvaa viikkoa vuodessa ja y-akseli poikkeamaa ennusteesta. Tässä kuvaajassa lukuarvoja 1 suuremmat arvot merkitsevät yliennustamista ja pienemmät aliennustamista. Tuote sai lisäksi seuraavat arvot:

- keskihajonta: 0,18
- keskivirhe: 0,03
- MAPD: 0,09
- toimituskyky: 100,4 %.

Kuten toimituskyvystä voidaan huomata, tätä tuotetta valmistetaan 0,4 % liikaa vuodessa. Tämä siis aiheuttaa ”dumppia”. On kuitenkin selvää, että kohdeyritykselle on tärkeämpää saavuttaa tietty toimitusvarmuus, kuin mitä mahdollisen pois heittämissen vaara aiheuttaa. Lukuarvoja tarkastellessa kuitenkin voidaan huomata, että virhearviointi ei ole millään asteikolla suuri. Tämän tuotteen kannalta ennustustyön siirtäminen pois työntekijöiltä olisi suotavaa. Näin voidaan siirtää automaatioluokan ennusteisiin kuluneita työvoimakustannuksia toisten luokkien tuotteisiin.

### 6.3 Muutosluokka

Kuvaaja 10 esittää yhtä kohdeyrityksen muutosluokkaan luokiteltua tuotetta.



Kuvaaja 10. Muutosluokan tuotteen ennustamistarkkuus.

Tämän luokan tuotteiden ennusteet ovat matemaattisesti tarkemmat tai samalla tasolla kuin automaatioluokan tuotteessa. Niiden onnistuminen ei kuitenkaan ole niin hyvällä tasolla. Tuote sai seuraavat arvot:

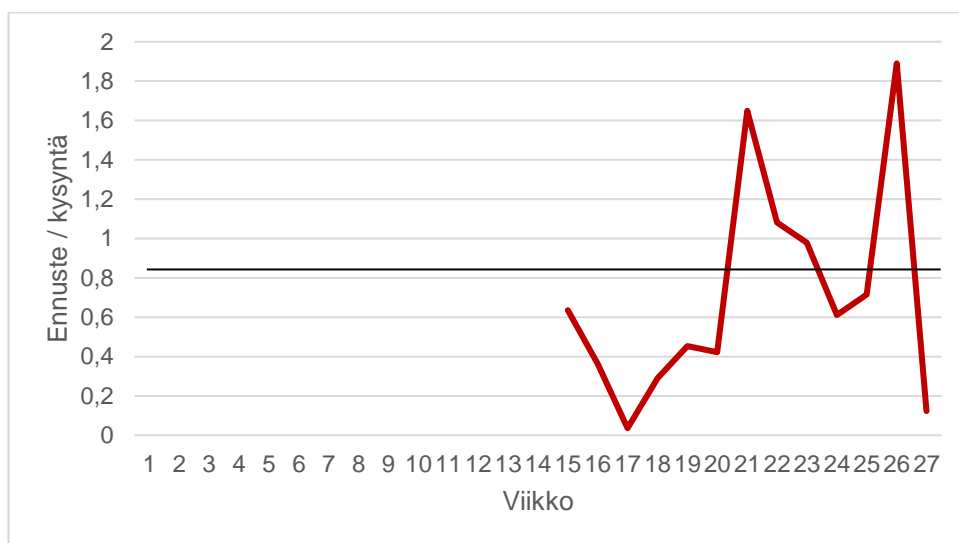
- keskihajonta: 0,08
- keskivirhe: 0,011
- MAPD: 0,08
- toimituskyky: 99,7 %.

Kuten keskihajonnasta ja keskivirheestä huomataan, ovat tämän tuotteen ennusteet tarkempia kuin edellisen, automaatioluokkaan sijoitetun tuotteen. Tämä tuote ei kuitenkaan saavuta sitä toimituskykyä, jonka kohdeyritys haluaa saavuttaa. Tästä syystä muutosluokkaan kuuluvien tuotteiden ohjausta tulisi muuttaa niin, että ne siirtyisivät

automaatioluokkaan. Luokan kannalta työntekijöiden tavoitteena tulisi olla onnistumisen turvaaminen ja sen jälkeen tuotteen siirto automaatioluokkaan.

#### 6.4 Testiluokka

Kuten kuvaajasta 11 huomataan, testiluokan tuote poikkeaa kahdesta ensimmäisestä tuotteesta huomattavan paljon.



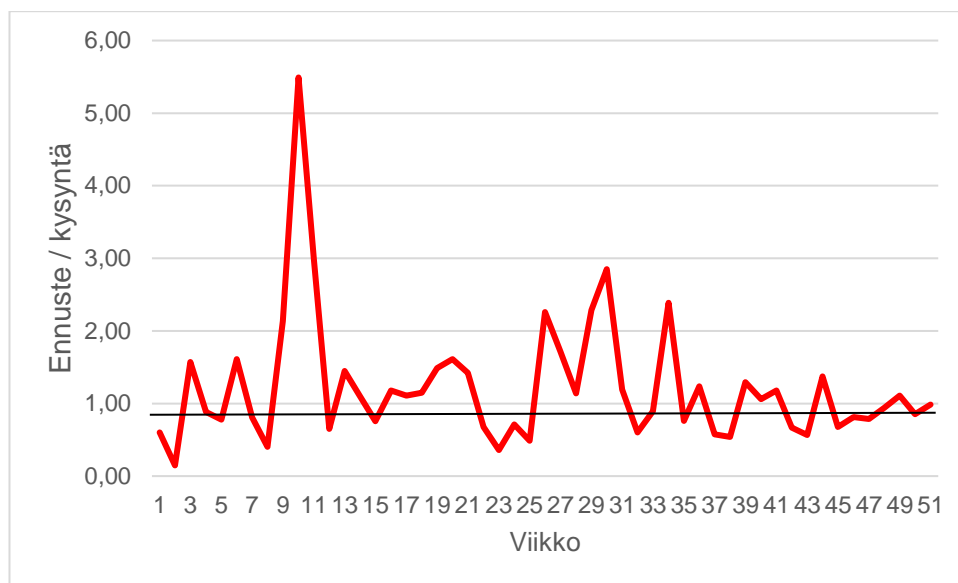
Kuvaaja 11. Testiluokan tuotteen ennustamistarkkuus.

Ensin huomataan, että kyseessä on kausituote ja sen menekki kohdistuu vahvasti kesään. Toiseksi sen ennusteet eivät kohtaa todellisuutta kovin hyvin. Tuote sai seuraavat arvot:

- keskihajonta: 0,52
- keskivirhe: 0,12
- MAPD: 0,67
- toimituskyky: 71,1 %.

Tämän luokan tuotteet ovat siitä mielenkiintoisia, että niiden ennusteet ovat heikolla tasolla, mutta toimituskyky on kuitenkin kohtalainen. Tämä voi johtua monesta seikasta, mutta etenkin elintarvikealalla tietyt kausituotteet eivät käyttäydy samalla tavalla vuodesta toiseen.

Tämän luokan tuotteet eivät kaikki ole kausituotteita. Tästä luokasta näytetään sen takia myös toinen tuote, joka sai kuvaajan 12 mukaiset arvot.



Kuvaaja 12. Testiluokan toisen tuotteen ennustamistarkkuus.

Testiluokan toisen esimerkkituotteen arvot olivat seuraavat:

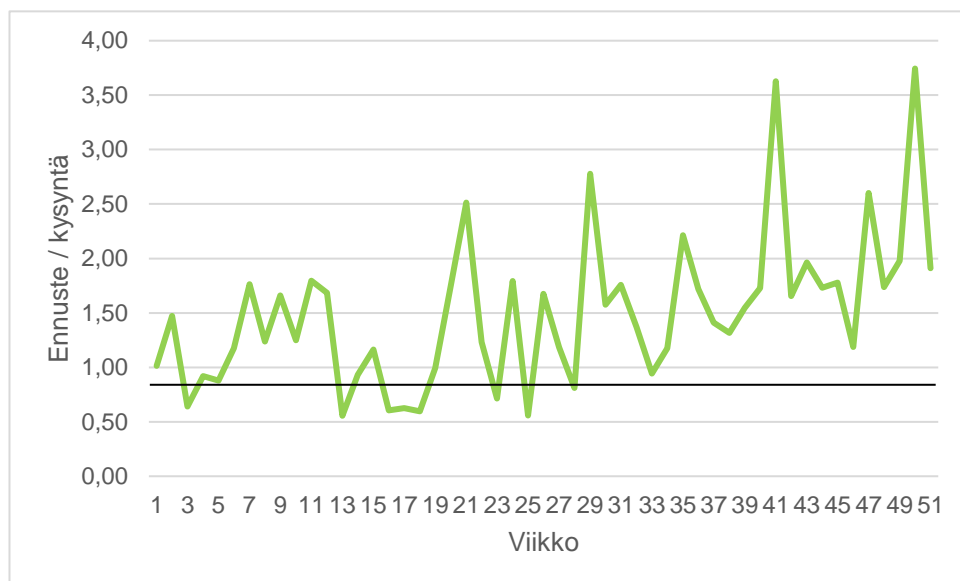
- keskihajonta: 1,65
- keskivirhe: 0,23
- MAPD: 0,54
- toimituskyky: 122,2%.

Tämä tuote on jatkuvan myynnin tuote ja kuten äskeisen kausituotteen kohdalla, ennusteet eivät ole tarkkoja. Tuotteen onnistuminen on kuitenkin lievästi paremmalla tasolla kuin edellisen esimerkin tuotteen. Ylijäämä on kuitenkin suuri ongelma.

Testiluokan tuotteisiin kohdeyrityksen on keksittävä kokonaan uusi toimintamalli. On ilmi selvää, että aikasarjapohjainen ennustaminen ei saavuta riittävän tarkkaa ennustetta. Näiden tuotteiden onnistuminen on kuitenkin suhteellisen hyvällä tasolla, ja syy siihen tulisi selvittää. Sitä kautta voidaan löytää ratkaisu kysynnänennustamiseen. Tämän luokan tuotteet ovat kuitenkin hyvin erilaisia toisiinsa verrattuna, ja tämä vaatii niiden tarkastelua joko yksittäin tai ryhmittäin ja pienemmissä luokissa. Näiden tuotteiden kohdalla voi olla toimivampaa myös muuttaa tuotantoa reaktiivisemmaksi, mikäli se on läpimeinoajan suhteen mitenkään mahdollista.

## 6.5 Poistoluokka

Viimeinen luokka tässä luokittelumallissa on poistoluokka, jota esitetään kuvaajassa 13.



Kuvaaja 13. Poistoluokan tuotteen ennustamistarkkuus.

Poistoluokan esimerkkituote arvot olivat seuraavat:

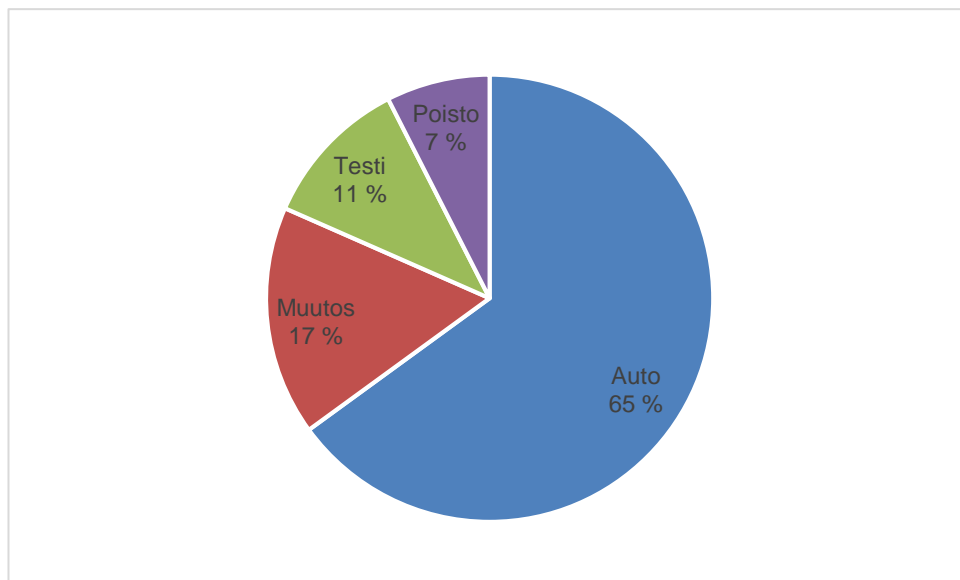
- keskihajonta: 0,18

- keskivirhe: 0,03
- MAPD: 0,63
- toimituskyky: 150,2%.

Poistoluokan tuotteet ovat kohdeyrityksen heikoimpia tuotteita. Sekä tuotteiden ennusteet, että onnistuminen ovat huonolla tasolla. Kuten tästä tuotteesta nähdään, on kysyntä laskussa, mutta ennusteet ovat pysyneet samalla tasolla. Näiden tuotteiden kohdalla on kaksi toimintatapaa: Ensimmäinen on poistaa tuote tuotevalikoimasta ja näin poistaa koko ongelmatuote. Toinen on tuotteen siirtäminen pois poistoluokasta. Siirto ei kuitenkaan ole välttämättä kovin helppoa, koska osa näistä tuotteista voi olla asiakkaille tärkeitä tuotteita ja näin ollen niiden poistaminen ei ole mahdollista.

## 7 Tulosten analysointi

Kuvaaja 14 esittää kohdeyrityksen kokonaiskilomääräisen toimituksen jaottelua luvussa 6 esitettyihin tuoteluokkiin.



Kuvaaja 14. Luokkien kumulatiivinen toimitusmäärä.

Kuten kuvaajasta nähdään, suurin osa tuotteista kuuluu automaatioluokkaan. Vaikka automaatioluokkaan kuuluukin vain kolmannes kohdeyrityksen tuotteista, on tuotteiden menekki melkein kaksi kolmasosaa kokonaiskilomäärästä. Tästä voidaan tehdä johtopäätös, että menekin ollessa suuri ovat myös ennusteet paremmalla tasolla. Suurin ongelma kysynnän ennustamiseen on siis tuotteissa, joiden kysyntä on vähäisempää tai kausiluonteista. Automaatioluokan tuotteiden ennusteisiin ei siis tarvitse käyttää niin paljon aikaa hienosäätöön, koska niiden ennusteet ja toimitusvarmuus ovat jo hyvällä tasolla.

Muutosluokan tuotteet vastaavat kilomääräisesti seuraavaksi suurinta osaa yrityksen toimituksista. Näiden tuotteiden kohdalla ennustaminen on hyvällä tasolla eikä siihen tulisi niin paljon puuttua. Sen sijaan tulisi etsiä syitä, miksi onnistuminen ei ole yrityksen ja asiakkaiden kannalta kohdallaan. Tuotteiden toimitukseen ja mahdollisesti raaka-aineiden saatavuuteen tulisi puuttua. Yrityksen pääpaino tämän luokan suhteen tulisi olla, että tuotteet saataisiin siirrettyä automaatioluokkaan.

Testiluokka on tämän työn mielenkiintoisin luokka. Sen ennusteet ovat huonolla tasolla, mutta tuotteiden onnistuminen taas on hyvällä tasolla. Näiden tuotteiden kohdalla aikasarjaennustaminen ei välttämättä ole kaikista paras ennustaa luokan tuotteiden kysyntää. Kun ennusteet ovat huonolla tasolla, pitää yrityksen miettiä, kannattaako ennustamiseen panostaa enempää aikaa ja näin ollen myös kustannuksia. Etenkin jatkuvasti valikoimassa olevien tuotteiden ennustamismallia tulisi päivittää ja löytää syitä siihen, miksi toimitusvarmuus on niin hyvällä tasolla. Kausittaisten tuotteiden kohdalla parempi yhteistyö ja kommunikointi asiakkaiden kanssa voi vähentää kustannuksia.

Poistoluokka on sekä ennustamisen, että onnistumisen suhteen yrityksen haastavin luokka. Näiden tuotteiden poistaminen tuotevalikoimasta näyttäisi olevan harkitsemisen arvoinen vaihtoehto, vaikka se ei aina ole mahdollista. Osa näistä tuotteista voi olla joillekin asiakkaille välttämättömiä, ja näin ollen niiden toimitusvarmuutta ja ennusteiden tarkkuutta tulisi parantaa. Tässä ryhmässä siis yrityksen tulisi joko poistaa tuote kokonaan tai siirtää se toiseen luokkaan. Ennustamisen osalta tulisi jälleen miettiä, onko ennustemalli, jolla luokan tuotetta ennustetaan, oikea.

## 8 Yhteenveto

Ennustaminen on tuotteita valmistavassa yrityksessä elintärkeää. Se, mitä ennustetaan ja miten ennustetaan, on yrityksen prosessien ja asiakaslähtöisten tarpeiden tulos. Yrityksen tuotannonohjausmuoto määrittää, mitä on tarpeellista ennustaa, oli se sitten varaston tasoja tai riittävää palveluastetta asiakkaille. Ennustamismalleja on lukuisia, ja usein ne ovat yrityskohtaisia. On kuitenkin selvää, että matemaattisten mallien avulla päästään lähemmäksi toivottua tulosta kuin pelkästään mututuntumalla ennustamalla.

Yritysten tuotevalikoiman hallinnassa luokittelu on usein välttämätöntä, jos tuotteiden lukumäärä ei ole pieni. Pientenkin tuotevalikoimien luokittelu voi osoittautua kannattavaksi, jos niiden ohjausta voidaan näin paremmin hallita. Samantyyppisesti käyttäytyvien tuotteiden yhdistäminen tuoteluokiksi ja näiden tuoteluokkien hallinta voi helpottaa niiden ohjaamista ilman, että kehittyä yksittäisen tuotteen käyttäytymiseen putkinäköä. Ennusteiden osalta tuoteluokittelu mahdollistaa suurempien massojen hallintaa geneerisemmillä, vähemmän aikaa vievillä keinoilla. Nykyajan kustannustehokkaan ja hyvin JIT-filosofisesti painottuvan tuotannon kannalta luokittelu jokaisessa työvaiheessa on kannattavaa.

Aikasarjaennustaminen on hyvin laajasti käytetty ennustusmalli. Tämä malli toimii hyvin etenkin tuotteissa, jotka ovat asiakkaan näkökulmasta käyttötuotteita (convenience). Koska elintarvikkeet ovat joko käyttötuotteita tai ostostuotteita (shopping), on niiden ennustaminen historiatiedolla loogista. Historiatietoa on myös helppo käsitellä ja muokata niin, että saadaan muodostettua tarkempia valmistusmääriä kuin esimerkiksi Delfoi-menetelmällä ennustamalla.

Tuotteiden ohjaustapa myös vaikuttaa paljon siihen, kuinka yrityksessä ennustetaan. Suoraan varastoon valmistamalla on vaikea ennustaa nopeasti pilaantuvia tuotteita, verrattuna projektiluontoisempiin ohjausketjuihin. Jos tuotannon läpimenoaika on pidempi kuin tilausrytmi, on melkein mahdotonta käyttää muuta keinoa kuin varastoiminen, mikäli halutaan säilyttää riittävä palveluaste.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli rakentaa kohdeyritykselle kysynnän ennustamiseen toimiva tuoteluokittelu. Vaikka tuoteluokittelua käytettiin jo kohdeyrityksessä

rajaamalla tuotteet niiden raaka-aineiden tai käyttötarkoitusten mukaan yksittäiselle kysynnänennustajalle, ei niiden ennustamisen laadun osalta tätä luokittelua ollut tehty.

Tässä työssä muodostetut luokittelumallit automaatio, testi, muutos ja poisto, mahdollistavat tuotteiden ennustamismallin jatkokehitystä. Kun kaikki tuotteet rajattiin omiin ryhmiinsä, voidaan ryhmäkohtaista toimintamallia helpommin jatkokehittää. Tuotteet, jotka eivät aiemmassa linjakohtaisessa luokittelumallissa olleet samaa luokkaa, voivat nyt ennustepohjaisessa luokittelussa olla hyvinkin samalla viivalla. Tämä myös mahdollistaa pääpainon ennustustyössä siirtyvän siihen, mitä tehdään oikein ja miksi ennusteet eivät ole hyvällä tasolla.

Automaatioluokan tuotteiden jatkokehitys tulisi siirtää järjestelmäpohjaisempaan automaatioon. Kohdeyrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä saatu tieto voisi jatkossa olla suoraan yhteydessä valmistusohjelmaan ilman tarkempaa ihmiskontaktia. Jatkuva seuranta ja järjestelmästä saadun tiedon oikeellisuuden varmistaminen on välttämätöntä. Järjestelmäorientoitunut ennustaminen voi myös mahdollistaa inhimillisten virheiden vähenemisen. Tämä vapauttaa aikaa tutkia muissa luokissa ilmeneviä haasteita.

Muutosluokan toimintamallin tulisi keskittyä tuotemäärän vähentämiseen. Näitä tuotteita tulisi pyrkiä siirtämään automaatioluokkaan. Tuotteiden kohdalla on kuitenkin ennusteissa vähän parantamista. Syitä niiden haasteisiin tulisi tutkia valmistusprosessin tai tilaus-toimitusketjun muista osista.

Poistoluokka on näistä luokista mahdollisesti haastavin. Tämä johtuu siitä, että poistoluokan tuotteiden karsiminen ei välttämättä aina ole mahdollista. Osassa näistä tuotteista voi myös olla rahallista hyötyä, minkä takia niiden poistaminen ei ole kohdeyritykselle kannattavaa. Toimintamalli on kuitenkin joko sama kuin muutosluokalla (ennusteiden parantaminen) tai vaihtoehtoisesti tuotteiden karsiminen tuoterepertuaarista.

Testiluokan osalta tämä työ loi mielenkiintoisen lisäkysymyksen: Jos ennustetaan huonosti, niin miten onnistuminen voi olla hyvää? Juuri näiden syiden selvittäminen mahdollistaa toimintamallien muuttamisen parempaan ja kustannustehokkaampaan toimintamalliin. Ovatko mahdollisesti jonkin tietyn tuotantoprosessin heikkoudet jopa vahvuuksia? Vai ovatko kenties työntekijöiden muutokset järjestelmän ennusteisiin nähden

oikeita? Tämän ryhmän tuotteiden tutkiminen voi muodostaa kohdeyritykselle uusia suosittuisia toimintamalleja ja kysynnänennustamismalleja.

## Lähteet

Chopra, Sunil & Meindl, Peter. 2004. Supply Chain Management. New Jersey: Pearson Education.

Claessens, Maximilian. 2017. Marketing-Insider. Verkkoaineisto. <https://marketing-insider.eu/4-types-of-consumer-products>. Luettu 21.5.2018.

The ABC analysis and classification. 2017. Verkkoaineisto. EasyLogistics. <https://www.easylogistics.site/abc-analysis-classification>. Luettu 3.4.2018.

Taleb, Nassim Nicholas. 2014. What scientific idea is ready for retirement? Verkkoaineisto. <https://www.edge.org/response-detail/25401>. Luettu 12.4.2018.

Haverila, Matti; Uusi-Rauva, Erkki; Kuori, Ilkka & Miettinen, Asko. 2009. Teollisuustalous. Tampere: Infacs.

Kangasaho, Jukka; Mäkinen, Jukka; Oikkonen, Juha; Paasonen, Johannes; Salmela, Maija & Tahvanainen, Jorma. 2008. Pitkä matematiikka Kertaus. Helsinki: WSOY.

Karrus, Kaij. 2005. Logistiikka. Helsinki: WSOY.

Lampinen, Antti. 2008. Mikä on liukuva keskiarvo? Verkkoaineisto. <https://www.is.fi/taloussanomat/porssi uutiset/art-2000001547332.html>. Luettu 15.4.2018.

Routio, Pentti. 1997. Tuote ja tieto. Helsinki: Taideteollinen korkeakoulu.

Sakki, Jouni. 1986. Käytännön materiaalin ohjaus kaupassa ja teollisuudessa. Espoo: Weilin+Gröös.

Salmivuori, Jyrki. 2010. Vaihto-omaisuuden hallinta pk-yrityksessä. Helsinki: Helsingin seudun kauppakamari.

Waters, Donald. 2003. Logistics. New York: Palgrave Macmillan.