LAPPEENRANNAN TEKNILLINEN YLIOPISTO
Teknillistaloudellinen tiedekunta
Tuotantotalouden koulutusohjelma

Aleksi Torniainen

Innovatiivisten ja funktionaalisten tuotteiden kysynnän ennustaminen terveydenhuollonalan tukkuyrityksessä

Tarkastaja: professori Janne Huiskonen

TIIVISTELMÄ

Tekijä: Aleksi Torniainen

Työn nimi: Innovatiivisten ja funktionaalisten tuotteiden kysynnän ennustaminen terveydenhuollonalan tukkuyrityksessä

Vuosi: 2016 **Paikka:** Lahti

Diplomityö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous.
108 sivua, 13 kuvaa, 5 taulukkoa, 3 liitettä
Tarkastaja: professori Janne Huiskonen

Hakusanat: Kysynnän ennustaminen, kvalitatiiviset ennustemenetelmät, kvantitatiiviset ennustemenetelmät, innovatiiviset tuotteet, funktionaaliset tuotteet, terveydenhuollon tuotteet

Tässä diplomityössä tutkitaan miten kysyntää voidaan ennustaa erityyppisille tuotteille. Työssä esitellään miten funktionaaliset ja innovatiiviset tuotteet poikkeavat toisistaan sekä miten niiden toimitusketjut eroavat. Työssä esitellään kvantitatiivisia ja kvalitatiivisia menetelmiä kysynnän ennustamiseen erityyppisille tuotteille ja sitä kuinka ennustemenetelmä tulisi tuotteille valita. Työssä käydään läpi ennusteprosessi, ennusteiden suorituskyvyn mittaaminen ja ennustamisen hyödyt ja sudenkuopat.

Työn käytännönosuus on tehty kohdeyritykselle, joka toimii terveydenhuollonalan maahantuojana ja tukkuyrityksenä. Työn tarkoituksena on luoda yritykselle ennusteenvalintatyökalu, jonka avulla voidaan valita yrityksen toisistaan poikkeaville tuotteille tarpeeseen sopivia kysynnän ennusteita. Työssä luodaan ennusteet neljälle yrityksen toisistaan poikkeavalle tuoteryhmälle, joista jokaisella on erilainen tarve ennusteen käytölle. Jokaisesta tuoteryhmästä on valittu yhdestä kolmeen tuotetta, joille luodaan ennusteet käyttäen yhtä tai kahta erilaista menetelmää ja niiden suoriutumista verrataan yksinkertaisimpaan menetelmään, naiiviin menetelmän tuloksiin.

ABSTRACT

Author: Aleksi Torniainen

Subject: Demand forecasting for innovative and functional products in health care industry wholesale company

Year: 2016 **Location:** Lahti

Master's Thesis. Lappeenranta University of Technology, Industrial Engineering and Management

108 pages, 13 figures, 5 charts and 3 appendices

Examiner: professor Janne Huiskonen

Keywords: demand forecasting, quantitative forecasting methods, qualitative forecasting methods, innovative products, functional products, healthcare industry

This thesis aims to clarify, how demand can be forecasted for different type of products. Products can be classified as functional or innovative products depending on different features of products. There is differences between functional and innovative products and also the supply chain of these products differs from each other. Thesis introduces both quantitative and qualitative forecasting methods for forecasting. Thesis focuses on methods for choosing right demand forecasting model based on products and supply chains attributes. Thesis also discusses about forecasting process and measurement techniques as well as the benefits and pitfalls of using forecasting in supply chain.

Empirical part focuses on building of a tool for choosing a forecasting method for different type of products. Tool is made for case-company which operates as wholesaler of healthcare products. Features of product and needs for forecasting varies in company's product range. Four product groups that differ from each other were chosen for testing forecasting methods. One to three products are chosen from each group for testing between one or two different forecasting methods. Created forecasts are compared to simplest forecasting method, naïve methods results.

Alkusanat

Diplomi-insinööriopintojen suorittaminen aikuisiässä on ollut yksi antoisimmista ja mieleenpainuvimmista kokemuksistani. Opiskelut ovat olleet mahdollisuus oppia ja kehittyä sekä tavata uusia mahtavia intoa purskuvia ihmisiä. Koulu on ohjannut minut uusille urille työelämässä ja tarjonnut kattavan kirjon työkaluja ongelmien kohtaamiseen ja niiden ratkaisemiseen. Opiskelun, perheen ja työelämän yhteensovittaminen on ollut muutakin kuin helppoa, rehellisesti sanottuna se on usein tuntunut haastavalta, mutta se juuri onkin tehnyt kokonaisuudesta näin jälkikäteen mieleenpainuvan ja ikimuistoisen.

Opintojen viimeinen projekti, diplomityö on ollut raskas, mutta hyvin opettava polku tarpoa eteenpäin, mutta näin maaliviivalla hymy alkaa jo palata poskipäille. Tämän työn valmistumisen jälkeen on aika hetkeksi hengähtää opintojen polulta ja keskittää vapaa-aika niille asioille, jotka ovat jääneet opintojen aikana kompromissien myötä vähäisemmälle huomiolle. Haluan kiittää vaimoani Johannaa tuesta, avusta ja ymmärryksestä, mahtavia TUDI-opiskelukumppaneita hauskoista oppitunneista ja opintostressiltä nollaavista sitseistä. Erityisin kiitos kuitenkin kuuluu koulutukseen osallistuneille professoreille ja muille opettajille, jotka jakoivat intoa puhkuen omat tietonsa ja taitonsa meidän opiskelijoiden hyödynnettäväksi. Kiitos ja kumarrus.

Lahdessa 23.1.2015

Aleksi Torniainen

Sisällysluettelo

Tiivistelmä
Abstract
Alkusanat
Sisällysluettelo……8
Symboli- ja lyhenneluettelo...……10
1 Johdanto.....11
1.1 Työn taustaa 11
1.2 Työn tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaus.....11
2 Toimitusketjun ja sen tuotteiden ominaisuudet.....14
2.1 Funktionaaliset tuotteet 14
2.2 Innovatiiviset tuotteet.....15
2.3 Toimitusketjun ominaisuudet.....17
3 Kysynnän Ennustaminen toimitusketjussa.....20
3.1 Ennusteen pituus 21
3.2 Ennustamisen hyödyt 22
3.3 Ennustamisen sudenkuopat 23
3.4 Ennusteprosessi 24
4 Kvantitatiiviset menetelmät.....26
4.1 Aikasarjamenetelmät.....26
4.1.1 Liukuvakeskiarvo 27
4.1.2 Eksponentiaalinen tasoitus.....29
4.1.3 ARIMA-mallit 30
4.2 Kausaalimallit 32
4.2.1 Yhden muuttujan lineaarinen regressio 33
4.2.2 Monimuuttuja regressioanalyysi.....36
4.2.3 Ekonometrinen malli 37
5 Kvalitatiiviset mallit.....38
5.1 Roolipelit.....39
5.2 Aikomukset 40
5.3 Conjoint-analyysi 41
5.4 Asiantuntijoiden mielipide.....42

5.5 Delphin menetelmä 43
5.6 Judgemental Bootstrapping 44
5.7 Salesforce Composite 45
6 Ennusteiden yhdistäminen 47
7 Ennusteiden suorituskyvyn mittaaminen 49
8 Ennustemallin valinta 53
9 Case yrityksen esittely 60
9.1 Kysynnän ennustaminen lähtötilanteessa 61
10 Ennustemenetelmien valintaprosessi yrityksen tuotteille 63
10.1 Tuoteryhmä A 64
10.2 Tuoteryhmä B 73
10.3 Tuoteryhmä C 78
10.4 Tuoteryhmä D 86
10.5 Ennusteen valinta 90
11 Johtopäätökset 97
11.1 Tutkimuskysymykset 97
11.2 Ennustemenetelmän valinta yritykselle 100
11.3 Jatkokehitystarpeet 102
12 Yhteenveto 104
Lähdeluettelo 106

Symboli- ja lyhenneluettelo

F	Ennuste
D	Kysyntä
N	Aikajaksojen määrä
t	Aika
α, γ, β	Painotuskertoimia
T	Trendikomponentti
I	Kausi-indeksi
ARIMA	Autoregressiivinen integroitu liukuva keskiarvo, Box & Jenkinsin malli
AR	Autoregressiivinen malli
MA	Liukuvankeskiarvon malli
X	Muuttuja
ϕ	Regressiokerroin
ϖ, ε	Virhetermejä
θ	Liukuvakeskiarvo
b	Suoran kulmakerroin
S	Normaalivirhe
r	Korrelaatio
R^2	Selitysaste
COV	Kovarianssi
A	Toteutunut arvo
e	Ennustevirhe
MAE	Ennustevirheen keskiarvoinen neliösumma
MPE	Keskiarvoinen ennustevirheprosentti
MAPE	Absoluuttinen keskiarvoinen ennustevirheprosentti
WAPE	Painotettu absoluuttinen keskiarvoinen ennustevirheprosentti
FEFO	First Expires First Out, varastonohjausmentelmä, jossa ensiksi vanheneva tuote-erä käytetään ensimmäisenä

1 Johdanto

Tämä diplomityö on tehty Lappeenrannan teknillisen yliopiston tuotantotalouden osastolle toimitusketjun johtamisen pääaineeseen. Työ on diplomi-insinöörin tutkintoon vaadittava opinnäytetyö.

Diplomityö on tehty yritykselle, joka on työn kirjoittajan työnantaja. Yritys ei halua esiintyä omalla nimellään työssä. Työssä on käytetty yrityksen todellisia tuotteita ja tuotteiden dataa. Työssä esitetty data on muokattu niin, että se ei suoran vastaa reaalimaailman dataa.

1.1 Työn taustaa

Työ on tehty yritykselle, joka toimii terveydenhuollon tuotteiden tukkuliikkeenä ja maahantuojana. Yrityksen laajassa tuotevalikoimassa tuotteiden väliset ominaisuudet erosivat toisistaan. Tuotteiston lisäksi myös yrityksen asiakaskunta ja myyntimenetelmät olivat monimuotoiset. Suurin osa yrityksen myynnistä perustui sopimuskauppaan, joka asetti paljon ehtoja tuotteiden saatavuudelle. Koska usein tuotteista saatava kate oli pientä, yrityksen piti pystyä ohjaamaan varastoa mahdollisimman tehokkaasti. Osalla tuotteista kysyntä oli vähäistä, joka aiheutti niiden vanhenemista ja täten nosti varastokustannuksia. Yritykselle nousi tarve ennustaa tulevaa kysyntää paremmin ja pyrkiä sen avulla optimoimaan toimitusketjuaan ja ennakoimaan varastoinnista aiheutuvia kustannuksia. Koska tuotteiden ja niiden toimitusketjujen ominaisuudet vaihtelivat toisistaan, oli yrityksellä tarve prosessille, joka pystyisi valitsemaan toimivan ja tehokkaan ennustemenetelmän perustuen tuotteeseen liittyviin ominaisuuksiin.

1.2 Työn tavoitteet, tutkimuskysymykset ja rajaus

Tämän diplomityön tavoitteena on löytää menetelmät case yrityksen erityyppisten tuotteiden kysynnän ennustamiseen. Työssä pyritään selvittämään mitä ongelmia ennustamisella voidaan ratkaista ja mitä hyötyjä ennustamisesta yritykselle on.

Ennustamisen hyötyjen lisäksi työssä esitellään erityyppisiä ennustemenetelmiä ja kuvataan minkälaisille tuotteille ne soveltuvat. Työssä kuvataan myös ennusteprosessia sekä ennusteiden suorituskyvyn mittaamista. Työ rakentuu neljän tutkimuskysymyksen varaan, joihin työssä on tavoitteena vastata.

Ensimmäisellä kysymyksellä halutaan kertoa yritykselle syyt siihen miksi heidän tulisi hyödyntää kysynnän ennustamista toimitusketjussaan ja miten ennusteita tulisi hyödyntää päätöksenteossa. Ensimmäinen tutkimuskysymys on muotoiltu yksinkertaisesti seuraavaksi:

Tk 1. Miksi kysyntää ennustetaan ja mitä hyötyä siitä on?

Kun kysynnän ennustamisen hyödyt ja mahdollinen tarve on todistettu, tutkitaan tarkemmin ennustamiseen käytettäviä menetelmiä. Ennusteiden luontiin on olemassa lukuisia erilaisia tekniikoita ja ne voidaan luokitella niiden luomiseen käytettävien menetelmien mukaan. Erityyppisiä ennustemenetelmiä esitellään tutkimuskysymyksen 2 avulla.

Tk 2. Minkälaisilla menetelmillä kysyntää voidaan ennustaa?

Koska ennusteiden luontiin on olemassa lukuisia erilaisia menetelmiä, halutaan kolmannella tutkimuskysymyksellä vastata siihen miten menetelmät toimivat erityyppisille tuotteille toimitusketjussa. Miten funktionaalisten tai innovatiivisten tuotteiden eroavaisuudet tulee ottaa huomioon kysyntää ennustettaessa.

Tk 3. Miten tuotteiden ominaisuudet vaikuttavat kysynnän ennustamiseen?

Koska valittavia ennustemenetelmiä on olemassa hyvin paljon erilaisia, on tuotteen ominaisuuksiin sopivan ennustemenetelmän valinta vaikeaa. Viimeinen tutkimuskysymys ohjaa valitsemaan sopivan menetelmän tuotteelle pohjautuen sen ominaisuuksiin.

Tk 4. Miten valitaan oikean tyyppinen ennustemenetelmä?

Työssä ei ole tarkoituksena käydä tarkasti läpi ennustemenetelmien laskentatapoja, vaikka useita menetelmiä työssä esitelläänkin. Tarkoituksena on esittää mahdollisimman ymmärrettävästä niin yksinkertaisten kuin monimutkaisempien menetelmien perusidea, jotta menetelmiä voidaan käyttää niitä varten tehdyillä ohjelmilla tai mahdollisesti ennustemenetelmästä riippuen itse laskien. Tavoitteena on luoda käsitys ennustemenetelmistä ja niiden hyödyistä yritykselle tutkimuskysymysten avulla.

Käytännön osuuteen on valittu toisistaan eritavoilla poikkeavia tuoteryhmiä, joista on poimittu yksittäisiä tuotteita ennusteiden luonnin testaukseen. Työssä käsitellään kysynnän ennustamista lyhyelle ja keskipitkälle aikavälillä, eikä niinkään pitkän aikavälin strategisia ennusteita. Työssä ei luoda kattavia ennusteita yrityksen käyttöön, vaan pyritään etsimään oikeantyyppinen ennustemenetelmä erilaisille tuotteille. Yritykselle luodaan työkalu, jonka avulla voidaan nopeasti tehdä päätös käytettävästä ennustemenetelmästä, perustuen käytössä oleviin tietoihin.

2 Toimitusketjun ja sen tuotteiden ominaisuudet

Toimitusketjuissa liikkuu erityyppisiä tuotteita tai palveluita. Tuotteet voivat olla raaka-aineita, komponentteja, vara-osia tai valmiita tuotteita. Jokaiselle tuotteelle on olemassa sille ominaiset varastot. Tällaisia varastoja ovat raaka-aine-, valmistuote- ja varaosavarastot sekä keskeneräisen tuotannon varastot (Hopp & Spearman, 2000, s. 582). Jokaisella edellä mainituista tuotteista ja varastoista on omat erityispiirteensä.

Kun toimitusketjua tarkastellaan laajasti, nähdään siinä tuotteen koko elinkaari. Tuote valmistetaan raaka-aineista lopulliseksi tuotteeksi, jota hoidetaan jälkimarkkinoinnin toimesta suhteessa asiakkaaseen päin vielä varsinaisen tuotteen toimitustapahtuman jälkeen. Tähän samaan toimitusketjuun voidaan vielä lisätä palvelut, mitkä tekevät toimitusketjun kokonaiskuvasta entistäkin laajemman. Myös yksittäisen tuotteen ominaisuudet vaikuttavat siihen miten toimitusketju on rakentunut

Fisher jakaa toimitusketjussa esiintyvät tuotteet kahteen eri kategoriaan; innovatiivisiin ja funktionaalisiin. Funktionaaliset tuotteet ovat tuotteita, jotka ovat olleet tai tulevat olemaan markkinoilla saatavissa pitkiä aikoja, eli niiden elinkaaret ovat pitkät. Innovatiiviset tuotteet ovat jo nimensäkin perusteella tuotteita, jotka tuotavat innovatiivisia ratkaisuita tai mahdollisuuksia markkinoille. (Fisher, 1997, ss. 106-107). Tuotteiden ominaisuudet vaikuttavat laajasti niille valittuun toimitusketjuun ja on tärkeää ymmärtää, että kaikkia tuotteita ei voida ohjata samalla tavalla. Tuotteiden ominaisuuksien ohella myös toimitusketjun ominaisuudet vaikuttavat tuotteisiin liittyviin epävarmuustekijöihin ja täten tuotteiden ohjaukseen. (Lee, 2002, ss. 105-108)

2.1 Funktionaaliset tuotteet

Funktionaaliset tuotteet ovat pääosin tuotteita, joiden elinkaaret ovat pitkiä. Pitkä elinkaari johtuu siitä, että tuotteet ovat yleensä hyödykkeitä, joilla tyydytetään

perustarpeita. Perustarpeet ovat usein helposti ennustettavia tasaisuuden myötä jaä ne luovat kestävän markkinan tuotteen ympärille. Kilpailijat eivät juuri diversifioidu toisistaan funktionaalisissa tuotteissa, vaan kilpailu käydään usein juuri pelkästään hinnalla tai luomalla tuotteisiin uusia innovatiivisia ominaisuuksia, jolloin ne muuttuvat innovatiivisiksi tuotteiksi. (Fisher, 1997, ss. 105-107)

Funktionaalisten tuotteiden kysynnän tasaisuus johtaa menekin helppoon ennustamiseen, jonka avulla saadaan toimitusketjua optimoitua hyvin tehokkaaksi. Funktionaalisten tuotteiden elinikä on usein pitkä, jolloin tuotteille ennustettaessa löytyy yleensä paljon aikasarjadataa. Funktionaalisten tuotteiden toimitusketjun hallinnan helppous houkuttelee markkinoille kilpailua, mikä johtaa siihen, että tuotteiden katteet ovat usein alhaiset. Alhaiset katteet vaativat toimitusketjulta taloudellista tehokkuutta, jota voidaan saavuttaa reagoimalla etukäteen tulevaan tilaan kysyntää ennustamalla.

2.2 Innovatiiviset tuotteet

Yritykset pyrkivät usein luomaan funktionaalisten tuotteiden matalan katteen rinnalle innovatiivisia tuotteita, jotka ovat katteeltaan selvästi funktionaalisia tuottoisempia. Fisher (1997, ss. 106-108) tarkoittaa innovatiivisilla tuotteilla sellaisia tuotteita, jotka sisältävät uutuusarvoa tai ovat niin sanottuja ”niche”-tuotteita. Myös modifioimalla funktionaaliseen tuotteeseen uusia, muista markkinoilla olevista tuotteista poikkeavia ominaisuuksia, voi tuotteesta muodostua innovatiivinen.

Innovatiivisten tuotteiden elinkaaren alussa niillä ei ole kovaa kilpailua, mikä johtaa siihen, että niiden katteet voivat olla hyvinkin korkeat, jos niille löytyy kysyntää. Usein innovatiivisten tuotteiden uutuusarvo viehättää vain hetken, jonka jälkeen niiden menekki pienenee, tästä hyvä esimerkki on kausittain vaihtuvat muotivaatteet. Kun markkinoille tulee kilpailijoiden imitoivia tuotteita, pienentää se tuotteen kilpailuetua ja vaikuttaa tuotteiden katteeseen. Korkea kate ja

kysynnän vaihtelu sekä elinkaaren lyhyys vaativat hyvää saatavuutta innovatiivisilta tuotteilta, jotta niillä voidaan tehdä mahdollisimman paljon tulosta kysynnän ollessa hyvä. Tuotteiden kysyntä vaihtelee paljon tuotteen elinkaaren aikana, joka vaikuttaa siihen, että kysyntää on usein vaikea ennustaa. Innovatiivisten tuotteiden toimitusketjun hallinta vaatii kykyä ymmärtää markkinaa, taitoa tehdä päätöksiä ensimmäisten myyntilukujen perusteella sekä reaktiivista toimintaa läpi koko toimitusketjun. (Fisher, 1997, ss. 105-108)

Taulukossa 1. vertaillaan funktionaalisten ja innovatiivisten tuotteiden eroavaisuuksia. Siinä missä funktionaaliset tuotteet ovat helposti ennustettavia, ovat innovatiiviset tuotteet vaikeammin ennustettavissa lyhyen elinikänsä ja suuren variaatiomäärän vuoksi. Innovatiivisten tuotteiden ennuste virheprosentti on yleensä noin 10–40 % kun taas funktionaalisten vain muutaman prosenttiyksikön. Tuotteet eroavat myös toisistaan varastointimäärien, ja variaatioiden määrässä sekä katteessa ja eliniässään.

Taulukko 1. Funktionaaliset ja Innovatiiviset tuotteet (Fisher, 1997, s. 107) (Lee, 2002, s. 106)

Selite	**Funktionaaliset tuotteet**	**Innovatiiviset tuotteet**
Kysyntä	Helposti ennustettavaa	Vaikeasti ennustettavaa
Tuotteiden elinikä	Yli kaksi vuotta	3 kuukaudesta vuoteen
Kate	5-20 %	>20 %
Tuotevariaatioiden määrä	Vähän variaatioita	Suuri määrä erityyppisiä tuotevariaatioita
Varastointimäärät	Paljon per variaatio	Vähän per variaatio
Ennuste virhe	10 %	40–100 %
Varastopuute prosentti	1-2 %	10 – 40 %
Puutteista aiheutunut kustannus	Pieni	Suuri
Poisto alennusprosentti	Ei poistomyyntiä	>10 %
Toimitusaika	kuukausia	päiviä

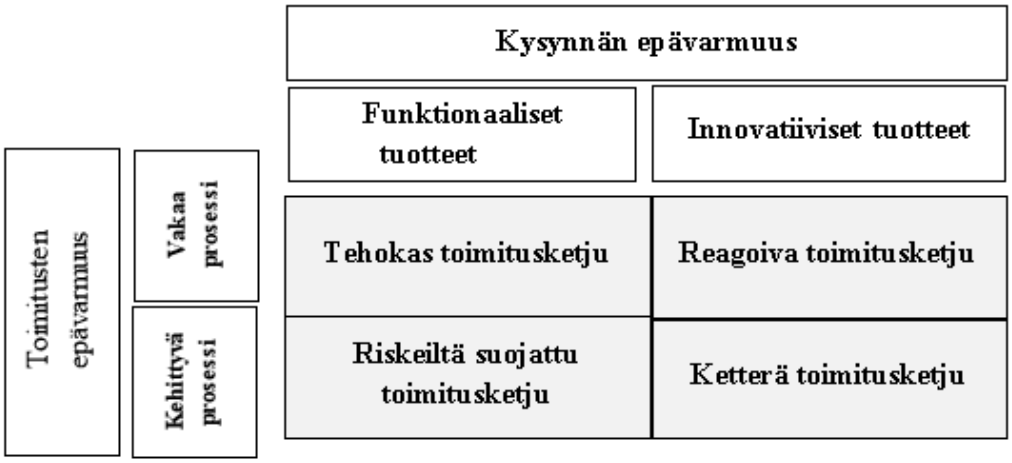
2.3 Toimitusketjun ominaisuudet

Funktionaaliset tuotteet vaativat tehokkaan toimitusketjun, joka takaa tasaiselle kulutukselle mahdollisimman edullisen kokonaisratkaisun. Innovatiiviset tuotteet eivät taas kysyntänsä vaihtelevuuden puolesta ole yhtä helposti ennustettavissa, minkä vuoksi niille on hankalaa suunnitella tehokasta toimitusketjua. Innovatiiviset tuotteet vaativat tehokkaan toimitusketjun sijasta nopeasti reagoivan toimitusketjun, joka vastaa kysynnän muutoksiin nopeasti ja näin ehkäisee varastopuutteista aiheutuneita myynnin menetyksiä. (Fisher, 1997, ss. 109-116)

Funktionaaliset ja innovatiiviset tuotteet eroavat ominaisuuksiensa lisäksi myös toimitusketjuiltaan. Lee:n (2002) mukaan tuotteiden ominaisuuksien lisäksi on tärkeä ottaa huomioon toimituksiin liittyvät ominaisuudet. Riippuen tuotteen elinkaaren vaiheesta, voi tuotteen toimitusketju olla joko vakaassa tai kehittyvässä tilassa. Toimitusketjun elinkaaren vaihe on syytä ottaa huomioon, koska sen ominaisuudet vaikuttavat epävarmuuksien tasoittamiseen. Vakaa toimitusketju esiintyy jo elinkaaressa kypsemmässä vaiheessa olevien tuotteiden kohdalla. Jolloin toimittajien määrä on vakioitunut ja heidän toimitusvarmuus, laatu, toimitusaika sekä joustavuus ovat jo saavuttaneet vakaan tason. Kun taas kehittyvässä toimitusketjussa on ongelmia prosesseissa, mikä taas saattaa johtaa laadun ja muiden tekijöiden, kuten toimitusajan vaihteluun. Kehittyvä toimitusketju aiheuttaa vakaata ketjua enemmän epämääräistä vaihtelua.

Funktionaalisilla tuotteilla on usein vakaa toimitusketju, mutta näin ei kuitenkaan aina ole. Esimerkiksi maataloustuotteet täyttävät funktionaalisten tuotteiden määritelmän, mutta niiden toimitusketju ei aina ole vakaa, koska tuotteiden valmistukseen vaikuttavat vuotuiset sääolosuhteet ja niiden vaihtelut. Innovatiiviset tuotteiden toimitusketjun ominaisuudet riippuvat tuotteiden innovatiivisuuden laadusta, esimerkiksi muotivaatteiden toimitusketju on usein vakaa, koska vaatteiden valmistus ja toimitusketjun käytännöt eivät muutu muodin mukana vaan toiminta säilyy entisellään värien ja kuosien vaihtuessa.

Uusien teknologisten tuotteiden toimitusketjuun liittyy usein kehittyvän toimitusketjun ongelmia. (Lee, 2002, ss. 105-109) Riippuen tuotteen ja toimitusten ominaisuuksista, tulee valita oikean tyyppinen toimitusketju juuri kyseiselle yhdistelmälle. Kuvassa 1. on esitetty Lee:n esittelemät toimitusketjuvaihtoehdot.



Kuva 1 Kysynnän ja toimitusten epävarmuus (Lee, 2002, s. 108)

Tehokkaassa toimitusketjussa pyritään kustannusoptimiin, jolloin siitä on poistettu kaikki mahdollinen toiminta, joka ei lisää arvoa. Tehokkaassa toimitusketjussa tuotteilla on ennalta arvattavat ja tasaiset kysynnät, joten ennustaminen kyseisessä toimitusketjussa on helppoa. Kun funktionaaliset tuotteet liikkuvat kehittyvässä toimitusketjussa, on silloin järkevää käyttää riskeiltä suojattua toimitusketjua, jossa uuden prosessin mahdollisiin laatu- tai saatavuusongelmiin on varauduttu ennalta. Varautumisen muotoja voivat olla jaetut varmuusvarastot, useat toimittajat tai tilausten kulminoitumispisteen siirtäminen lähemmäksi asiakasta. Riskeiltä suojautuminen vaatii ennustamista, jotta pitkiin toimitusaikoihin ehditään vastaamaan ajoissa, mutta tämä voi tarkoittaa suuria ennustevirheitä (Wong & Hvolby, 2007, s. 409). Reagoivassa toimitusketjussa pyritään vastaamaan mahdollisimman joustavasti kysynnän muutoksiin, mitä esiintyy paljon innovatiivisilla tuotteilla. Nopean reagoinnin kehittäminen toimitusketjussa ennustamisen sijaan, tuottaa paremman lopputuloksen, kuin toimittaessa vakaassa toimitusketjussa innovatiivisilla tuotteilla.

Ketterä toimitusketju eroaa reagoivasta lähinnä siinä, että siinä on varauduttu epävarmuuteen samalla tavalla kuin riskeiltä suojatussa toimitusketjussa. Ketterässä toimitusketjussa on vaikeaa käyttää ennusteita hyväksi, koska niin kysyntä kuin toimitusketju sisältävät paljon epävarmuustekijöitä. (Lee, 2002, ss. 113-119)

3 Kysynnän Ennustaminen toimitusketjussa

Ennustamisen tarkoituksena on vähentää päätöksentekoon liittyviä riskejä (Shim, 2009, s. 3). Kysynnän ennustaminen on tärkeä osa yrityksen toimitusketjun hallinnassa, ja se tukee suunniteltuja päätöksiä. Kysyntää voidaan ennustaa eripituisille ajanjaksoille ja erilaisille tuotetarkkuuksille, yrityksen kaikista tuotteista yksittäiseen tuotteeseen (Moon, 2013, ss. 39-41). Ennustamisen tarkoituksena on arvioida tulevaa tilaa sekä siihen vaikuttavia osatekijöitä ja täten tarjota suunnitelmalle ymmärrystä tulevasta. Kysynnän ennustamista tarvitaan, kun tulevaisuuteen liittyy epävarmuustekijöitä. Epävarmuutta esiintyy toimitusketjussa lähestulkoon aina (Lewis, 1997, ss. 3-6). Kysynnän ennustamista ei tule sekoittaa suunnitteluun. Suunnittelu on reagointia, jolla saavutetaan tietty tavoite, kun taas ennustaminen arvioi tulevaa tilaa ja täten tukee suunnittelua. Myöskään kysyntää ei tule sekoittaa asetettuihin tavoitteisiin, vaan kysynnän ennustaminen on oma prosessinsa, jossa pyritään luomaan mahdollisimman realistinen kuva tulevasta, ei tukea yrityksen tavoitteita kuten esimerkiksi myyntibudjettia. (Moon, 2013, ss. 35-37)

Kysyntää ennustettaessa toimitusketjussa, tiedonkululla on tärkeä rooli, koska toimitusketjun eri osapuolien toiminnoilla on vaikutusta toisiinsa, esimerkiksi mahdollisilla kampanjoilla on vaikutusta tulevaisuuteen ja ennusteiden tulee pystyä ottamaan ne huomioon. Toimitusketjun kysynnän ennustaminen on pieni, mutta tärkeä osa koko liiketoiminnan ennustamisessa. Chase (1997, s. 2) kuvaa yksinkertaisesti ennustamisen olevan lopputulos joka riippuu kaavasta sekä satunaisuudesta. Pyrittäessä parempaan lopputulokseen tulee kaavaa kehittää ja satunnaisuutta vähentää. (Armstrong, 2001, ss. 1-3) (Lewis, 1997, ss. 3-4) (Shim, 2009, s. 7)

Toimitusketjussa kysyntää voidaan ennustaa eri tuotetasoille. Kysyntää voidaan ennustaa yrityksen yhden varaston yksittäisestä tuotteen kysynnästä koko yrityksen tuotteiston kysyntään (Moon, 2013, s. 38). Moon (2013, ss. 41-42) määrittelee ennusteille olevan kolme erityyppistä hierarkiaa, joista tuotetaso on

yksi. Muut ovat lokaatio- ja asiakastaso. Lokaatiotasossa otetaan kantaa siihen mille sijaintitarkkuudelle ennusteita luodaan. Lokaatio voi olla yksittäinen varasto tai globaalin yrityksen koko toimitusketju. Kolmantena tasona on asiakastaso, jossa ennuste voidaan luoda yksittäisestä asiakkaasta koko asiakaskuntaa.

Kysynnän ennustamiseen löytyy useita erilaisia menetelmiä. Kirjallisuudessa menetelmät jaetaan kahteen pääryhmään, kvalitatiivisiin ja kvantitatiivisiin. Kvantitatiiviset ennustemallit perustuvat tilastolliseen tietoon ja johonkin ennusteeseen vaikuttavaan muuttujaan, kun taas kvalitatiiviset eli laadulliset ennustemallit perustuvat asiantuntijoiden olettamuksiin. Kaikille tuotteille ei ole järkevää käyttää samaa ennustemallia, jos halutaan saavuttaa mahdollisimman hyvä ennuste. Toimiva malli vaatii ymmärryksen niin ennustemenetelmistä kuin tuotteiden ja toimitusketjujen ominaisuuksista. (Chase, 1997, s. 2)

Ennustamiseen liittyy omat vaikeutensa, koska tulevaa kysyntää liittyy aina epävarmuutta, joka vaikuttaa lopputulokseen, siksi on hyvin vaikea saada ennusteita todella tarkoiksi. Ennusteet voivat joko olla liian suuria tai pieniä, mikä johtaa joko varastonpitokustannusten tai puutekustannusten kasvuun verrattuna optimitilanteeseen. Ennusteen ja todellisuuden eroa mitataan ennustevirheprosentilla. Mitä pidemmälle aikavälille ennusteita luodaan, sitä suurempi yleensä ennusteen virheprosentti on. Myös otoksen koolla on vaikutusta ennustuksen tarkkuuteen, on helpompi ennustaa suurempaa kokonaisuutta kuin yksittäisen tuotteen tai asiakkaan käytöstä. (Kerkkänen, 2010, s. 13)

3.1 Ennusteen pituus

Ennusteita voidaan luoda erimittaisille aikaväleille. Aikaväli vaihtelee päivistä vuosiin käyttötarkoituksen mukaan. Pidemmän aikavälin ennusteita käytetään tukemaan yrityksen strategista päätöksentekoa, kun taas lyhemmän ja keskipitkän aikavälin ennusteita käytetään tarkentamaan pidemmän aikavälin ennusteita (Shim, 2009, ss. 4-5). Evansin (2003, s. 21) mukaan lyhyen aikavälin ennusteella

pyritään ennustamaan poikkeamaa trendistä kun taas pidemmän aikavälin ennusteella pyrkimyksenä on ennustaa itse trendiä.

Kysyntää ennustettaessa toimitusketjun näkökulmasta käytetään usein lyhyen aikavälin ennusteita, kun ennustetaan tuotetason tapahtumia. Ennusteen aikavälillä on usein myös vaikutus valittavaan ennustemenetelmään, mutta se ei kuitenkaan määrä käytettävää menetelmää. Lyhyen aikavälin ennusteet tuotetaan nopeasti, ja niitä käytetään usein tuotteille, joita myydään paljon. Ennustetta luotaessa lyhyelle aikavälillä käytetään yleensä matemaattisia ennustemenetelmiä. Mitä pidemmäksi ennusteen aikaväli kasvaa, sitä enemmän siinä tarvitaan asiantuntemukseen perustuvia malleja ja vähemmän matemaattisia malleja. (Lewis, 1997, ss. 6-8)

Ennusteen aikavälin lisäksi ennusteen pituuteen vaikuttaa ennustehorisontti, joka kertoo tutkittavien ennustejaksojen määrän. Tuotteelle voidaan ennustaa yksi tai useampi jakso. Ennuste perustuu usein edeltäneeseen arvoon, jos ennustettavia jaksoja on useampi. Jokaisen jakson ennuste perustuu edeltävään arvoon, jolloin ennustevirheen mahdollisuus on suurempi kuin ennustettaessa vain yhtä jaksoa eteenpäin (Evans, 2003, s. 21). Lewisin (1997, ss. 7-8) mukaan usein horisontti käsittää maksimissaan noin kuusi jaksoa, koska tämän jälkeen ennuste alkaa menettämään luotettavuuttaan liiaksi. Poikkeuksena ennustettavien jaksojen määrään ovat vahvan kausivaihtelun tuotteet, joille voidaan ennustaa kokonainen vuosi kahdellatoista tai useammalla jaksolla eteenpäin.

3.2 Ennustamisen hyödyt

Ennusteiden tarkoituksena on saavuttaa hyötyä tunnistamalla tulevaa tilaa niin yrityksen sisällä kuin ulkopuolella ja pystyä reagoimaan tulevassa tapahtuviin äkkinäisiin muutoksiin. Oikeasta reagoinnista saatava hyöty edesauttaa välttämään turhia kustannuksia, jotka voivat johtua vääristä päätöksistä tai arvioista. Oikein luotu ennuste vähentää tulevaan tilaan kohdistuvaa epävarmuutta. Etukäteen tapahtuva reagointi mahdollistaa säästöjen syntymistä. (Hosmand, 2010, ss. 1-4)

Ennustamisen tuomat hyödyt vaihtelevat ennustettavan kokonaisuuden mukaan. Lyhyen aikavälin ennusteet tuovat hyötyä enemmän operatiivisiin kustannuksiin, kun taas pidemmän aikavälin ennusteet vaikuttavat enemmän strategisiin kustannuksiin. Tuotteen elinkaaren vaihe vaikuttaa myös ennusteesta saataviin hyötyihin. Olemassa oleville tuotteille usein luodaan lyhyen aikavälien ennusteita, joilla pyritään saamaan aikaan operatiivista hyötyä kun taas uusille tuotteille tehdään operatiivisten ennusteiden lisäksi strategisia ennusteita ja markkina-analyysejä. Ennusteet antavat tuen tehtäville päätöksille ja ohjaavat yrityksen toimintaan eri tasoilla. (Kahn, 2006, ss. 4-6) (Shim, 2009, ss. 1-5) (Evans, 2003, ss. 3-4)

Kysyntää ennustettaessa tulee pystyä arviomaan tulevaa ja varautumaan epävarmuuteen mahdollisimman oikeilla varastointimäärillä. Kysynnän ennustamisen tarkoituksena on sovittaa tarjonta ja kysyntä mahdollisimman täsmällisesti yhteen. Tarkoilla ennusteilla voidaan vaikuttaa varastoitaviin määriin ja saada niistä mahdollisimman tarkat ja näin vaikuttaa puute- sekä varastointikustannuksiin. Ennusteet kehittävät liiketoimintaa moninaisesti ja tehostavat sitä. Käyttämällä oikeita ja toimivia ennusteita voidaan toimitusketjua ja muita yrityksen osa-alueita kehittää ja saada aikaan kilpailuetua ja säästöjä, väärillä ennusteilla vaikutus on käänteinen. (Moon, 2013, ss. 22-25) (Lewis, 1997, ss. 3-5)

3.3 Ennustamisen sudenkuopat

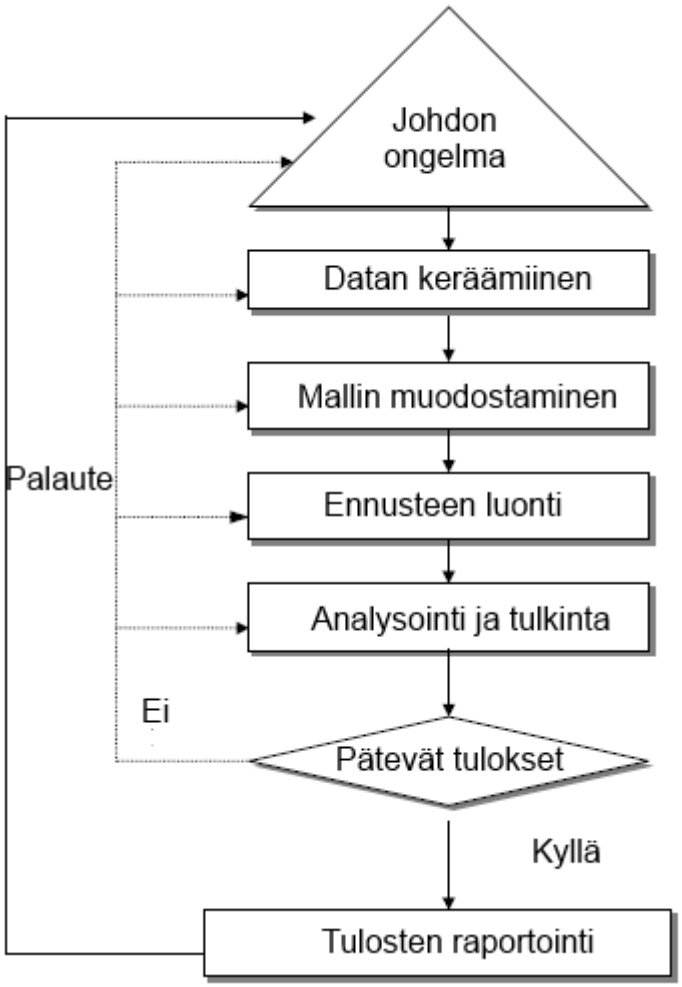
Ennustettaessa tulee ymmärtää, mikä ennuste on ja mitä se ei ole, jotta ennustetta voidaan hyödyntää mahdollisimman hyvin. Ennustaminen on johdosta lähtevä jatkuva toiminto eikä yksittäinen tietokoneohjelma, jonka tehtävänä on ratkaista ennusteiden luominen. Ennustaminen ei ole kapasiteetin täyttämistä varten, vaan sillä pyritään arvioimaa tuleva kysyntä ja vastaamaan siihen. Ennusteiden luontiin vaikuttavat henkilöt, joilta löytyy ennustukseen liittyvää tietoa ja osaamista, mikäli henkilöitä ei saada kommunikoimaan keskenään, vaikuttaa se

ennusteen laatuun. Yrityksen sisäinen siiloutuminen ja tiedon varastointi heikentää ennusteiden laatua. Ennusteiden tukeutuminen pelkkiin tietokoneohjelmiin, ilman organisaation ymmärrystä menetelmistä johtaa heikkoihin ennusteisiin ja luottamuksen murenemiseen. Jos ennustamista ei koeta tärkeäksi organisaatiossa, ei sillä ole tarpeeksi tukea kehittyä kestäväksi toiminnoksi. Kun ennusteita luodaan yrityksessä eri osastojen toimesta ja ennustetasot vaihtelevat, voi tämä johtaa vääriin tuloksiin, jos ennusteiden luojien välinen kommunikaatio ei toimi. Kvantitatiivisten ennusteiden kaavoja luotaessa on ymmärrettävä, että vaikka kaikki laskenta olisi oikein, esiintyy ennusteessa aina eroa toteutuneeseen. Ei siis tule olettaa, että ennusteesta tulee täydellinen, vaan kehittää ennustetta kohti parempaa (Evans, 2003, ss. 22-23). Ennustaminen ei ole yhden kerran tapahtuva toiminto, vaan sitä pitää jatkuvasti kehittää, ainoa keino tähän on ennusteen laadun mittaaminen ja siihen reagointi. Ennustamiselle tulee olla yrityksessä prosessi, joka lähtee johdon ongelmasta ja kehittää ennustetta jatkuvasti. (Moon;Mentzer;Smith;& Garver, 1998, ss. 44-52)

3.4 Ennusteprosessi

Ennustamiselle on kirjallisuudessa esitetty useita erilaisia prosesseja (Kerkkänen, 2010, s. 39). Ennusteprosessi voi olla luonteeltaan yksinkertainen tai monimutkainen. Lähtökohtana prosessille on luoda ennuste, joka palvelee yrityksen johtamista, tarjoamalla ymmärryksen tulevasta tilasta. Koska ennustaminen on enneminkin toistuva toiminto kuin vain kerran tehty suorite, on prosessin hyvä olla notkea ja nopea. (Hosmand, 2010, ss. 5-6)

Ennustamisen tarve lähtee yrityksen johdosta, joka haluaa saada arvion tulevasta ja tehdä päätöksiä ennusteen arvioon perustuen. Ensimmäinen vaihe ennustamisen prosessissa onkin johdon tarve ennusteelle. Ongelma mihin johto haluaa ennusteella vaikuttaa, määrittää pitkälti sen minkä mittaiselle aikavälille ja tuotetasolle ennuste tulee luoda. Kuvassa 2 on esitetty ennusteprosessi Hosmandin (2010, ss. 6-8) mukaan.



Kuva 2 Ennusteprosessi mukaillen Hosmand (2010 s. 6)

Seuraava vaihe ennusteprosessissa on datan kerääminen. Erityyppiset ennusteet käyttävä erilaista dataa, joka voi olla muun muassa aikasarjadataa yrityksen omista tietolähteistä, myyjien hiljaista tietoa tai kausaalitieto ulkopuolisista lähteistä. Datan keräämisen tulee sisältää datan analysointi sekä siihen tutustuminen, jotta saavutetaan paras mahdollinen lopputulos. Kun dataa on analysoitu, siirrytään ennusteprosessissa seuraavaan vaiheeseen, jossa ennustemalli muodostetaan johdon asettaman kysymyksen ja käytettävissä olevan datan perusteella. Mallin luomisen jälkeen luodaan itse ennuste, jonka tuloksen luotettavuus analysoidaan. Riippuen tuloksen laadusta raportoidaan tulokset johdolle tai palautetaan ennuste prosessissa edeltäneisiin vaiheisiin. (Hosmand, 2010, ss. 6-8)

4 Kvantitatiiviset menetelmät

Kvantitatiiviset ennustemenetelmät perustuvat edeltäneiden tapahtumien dataan. Kysyntää ennustettaessa edeltäneet tapahtumat tarkoittavat yleensä tuotteiden myyntihistoriaa tai kausaalisuhteiden dataa. Kvantitatiivisia menetelmiä kutsutaan myös tilastollisiksi tai matemaattisiksi menetelmiksi, koska ne perustuvat tilastotieteellisiin menetelmiin. Kvantitatiiviset menetelmät jakautuvat kahteen alakategoriaan, aikasarjamenetelmiin ja kausaalisuhteisiin perustuviin menetelmiin. Aikasarjamenetelmät nojaavat olettamukseen, että tuleva kysyntä mukailee mennyttä kysyntää ja siitä on tunnistettavista trendi, kausivaihtelu, syklisyys tai satunnaisuus. Kausaaliset menetelmät olettavat, että tuleva kysyntä voidaan ennustaa eri muuttujien välisistä suhteista. (Chase, 1997, ss. 2-23)

4.1 Aikasarjamenetelmät

Aikasarjamenetelmät voidaan jakaa kahteen erityyppiseen alakategoriaan, joista toinen keskittyy sarjakeskeisesti datan tutkintaa ja toinen aikakeskeisesti. Sarjakeskeiset menetelmät olettavat, että aikasarjat voidaan hajottaa syklisiksi osiksi, näitä osia ovat trendi, kausittainen variaatio, syklisyys ja satunnainen variaatio. ARIMA mallit ovat esimerkki aikakeskeisistä malleista, joissa autokorrelaatiota hyväksikäyttäen pyritään luomaan käsitys tulevasta. Aikasarjamenetelmät perustuvat olettamukseen, että historia toistaa itseään ja tuleva kysyntä mukailee menneen kysynnän trendejä ja vaihtelua (Chase, 2013, s. 125). Aikasarjamenetelmät toimivat hyvin ennustettaessa lähitulevaisuuteen, mutta mitä pidemmälle niillä ennustetaan, sitä enemmän ennusteen virhe kasvaa. Aikasarjamenetelmiä on olemassa lukuisia erityyppisiä, hyvin yksinkertaisista monimutkaisiin menetelmiin. Aikasarjamenetelmät ovat usein yksinkertaisia käyttää, etenkin tietokoneohjelmien avulla ja niiden vaatima data on usein yrityksellä hallussa ja helposti saatavilla. Yksinkertaisimmillaan aikasarjamenetelmä on niin kutsuttu naiiviennuste, jolla tarkoitetaan ennustemallia, joka perustuu vain ja ainoastaan historiadataan, eli se olettaa tulevien tapahtumien olevan menneiden tapahtumien kaltainen, eikä se ota millään

lailla huomioon datan komponentteja kuten trendiä tai kausivaihtelua. (Franses;van Dijk;& Opschoor, 2014, ss. 4-5) (Chase, 2013, ss. 125-135)

Trendi tarkoittaa aikasarjan pidemmän jakson kehityksen suuntaa, joka voi olla kasvavaa, laskevaa tai tasaista. Trendit voivat olla joko jyrkkiä tai lieviä, ne voivavat ilmetä lineaarisesti tai eksponentiaalisesti. Trendin huomioimatta jättäminen antaa etenkin pitkällä aikavälillä epäkelpoja ennusteita. Trendit ovat usein luonteeltaan joko deterministisiä tai stokastisia. (Franses;van Dijk;& Opschoor, 2014, ss. 9-14)

Kausittainen variaatio, kausivaihtelut, tarkoittavat ajanjakson aikana tapahtuvaa vaihtelua, joka toistuu kausittain samanlaisena, esimerkiksi jäätelön myynti on kesäaikaa suurempaa kuin talvisin (Hosmand, 2010, ss. 59-60). Kausivaihtelu on usein helpointa nähdä piirretystä kuvaajasta. Yksi tapa demonstroida kausivaihtelua on esittää eri kaudet omina komponentteina kaaviossa, tämä on niin sanottu kausivektorimenetelmä. (Franses;van Dijk;& Opschoor, 2014, ss. 14-22)

Muita aikasarjoihin vaikuttavia tekijöitä ovat syklisyys ja satunnainen variaatio. Syklisyys on aaltoilevaa liikettä, joka toistaa pitkällä aikavälillä itseään. Syklien esiintymistaajuus on yleensä kolmesta viiteentoista vuoden sykleissä. Satunnainen variaatio on aikasarjassa esiintyvää kohinaa, jota ei voida selittää trendillä, kausittaisella variaatiolla tai syklisyydellä. Satunnaisuutta voi aiheuttaa esimerkiksi lakot ja luonnonilmiöt. (Hosmand, 2010, ss. 59-60).

4.1.1 Liukuvakeskiarvo

Liukuvakeskiarvo on menetelmänä hyvin yksinkertainen ennustamisen keino. Olettamuksena menetelmässä on se, että tulevat tapahtumat tulevat noudattamaan menneen ajanjakson keskimääräisiä tapahtumia. Ennusteen laatijan vastuulle jää määrittää laskennassa käytettyjen edeltäneiden jaksojen määrä. Liukuvankeskiarvon menetelmä tasoittaa historiadatassa tapahtunutta varianssia,

mutta se myös reagoi melko hitaasti tapahtuneisiin trendin muutoksiin, etenkin jos tarkastelu aikaväli on pitkä. (Moon, 2013, ss. 120-125) (Shim, 2009, ss. 31-33)

Liukuvakeskiarvo lasketaan kaavan 1. mukaan.

$$F_{t+1} = \frac{\left(D_t + D_{t-1} + D_{t-2} + \cdots + D_{t-[N-1]}\right)}{N} \qquad (1)$$

Liukuvankeskiarvon kaavassa F on ennuste ajanjaksolle t+1, D on kysyntä ajanhetkellä t-x ja N on tarkastelupisteiden määrä.

Liukuvastakeskiarvosta on myös olemassa jatkettuja sovelluksia. Painotetussa liukuvakeskiarvossa datapisteet saavat määrätyt painoarvot, jolloin ennusteesta saadaan herkempi kysynnän muutoksille, jos tuoreimmat datapisteet painotetaan aikaisempia vahvemmiksi. Kaksoisliukuvassa keskiarvossa pystytään huomioimaan trendi paremmin, koska aluksi lasketaan tarkasteluvälin pisteille omat liukuvat keskiarvonsa, joista lasketaan ennuste keskiarvon keskiarvolle. (Hosmand, 2010, ss. 108-112)

Liukuvakeskiavo on yksinkertainen menetelmä käyttää ja sen vuoksi se on myös melko suosittu. Jotta menetelmää voidaan käyttää, on dataa oltava kertynyt riittävä määrä. Liukuvan keskiarvon menetelmä sopii tuotteille, jotka ovat olleet valikoimissa jo pidempään. Menetelmää voidaan käyttää myös uusille tuotteille, jotka ovat parannuksia vanhoihin, jolloin voidaan hyödyntää edeltäneen tuotteen historiadataa. Täysin uusille tuotteille menetelmän käyttäminen on hankalaa, datan puutteen vuoksi. Koska liukuva keskiarvo reagoi viiveellä datassa tapahtuviin muutoksiin, tulee sitä käyttää sellaisiin ennustettaviin tuotteisiin, joissa ei esiinny suurta kausivaihtelua tai syklisyyttä. Ennusteen luojan tulee myös pystyä arvioimaan tarvittavan tarkastelujakson pituus, josta ennusteen data kerätään. (Moon, 2013, ss. 124-128) (Kahn, 2006, ss. 85-86)

4.1.2 Eksponentiaalinen tasoitus

Kun liukuvankeskiarvon hidasta reagointia tuoreimman datan muutoksiin halutaan parantaa, voidaan käyttää eksponentiaalista tasoitusta. Eksponentiaalinen tasoitus tarkoittaa sitä, että datapisteet painotetaan keskiarvoa laskettaessa, jolloin datapisteet, jotka ovat lähimpänä nykyhetkeä määrittävät enemmän laskennan lopputulosta.

Eksponentiaalinen tasoitus lasketaan seuraavan kaavan avulla:

$$F_{t+1} = \propto D_t + (1 - \propto) F_t \qquad (2)$$

missä F on ennuste ajanjaksolle t+1, D on kysyntä ja α on painokerroin välillä 0-1.

Eksponentiaalista tasoitusta voidaan säätää ottamaan huomioon trendi tai kausivaihtelu lisäämällä siihen komponentteja, joiden avulla voidaan laskea muuttujat mukaan halutulla painotuksella. Kun halutaan ottaa trendi huomioon, muokataan mallia, niin että siihen lisätään trendikomponentti kuten kaavassa 3.

$$F_{t+1} = C_{t+1} + T_{t+1} \qquad (3)$$

Kaavassa 3. C on alkuperäinen ennuste ja T on trendikomponentti, joka lasketaan ennusteessa tapahtuneen muutoksen ja aikaisemman trendin perusteella ottamalla niistä painotettu keskiarvo kaavalla:

$$T_{t+1} = \beta(C_{t+1} - C_t) + (1 - \beta) T_t \qquad (4)$$

missä β on painokerroin 0-1 välillä ja se ilmaisee sen miten tuoreinta kysyntää halutaan painottaa.

Kausivaihtelun huomioiminen voidaan ottaa mukaan laskentakaavaan lisäämällä laskentaan indeksi, jolla ennustetta kerrotaan. Kausi-indeksi on kaavassa I ja

ajanjakson pituus on L, indeksi tarkoituksena on kertoa, kuinka kysyntä eroaa ennusteesta jollakin ajanjaksolla.

$$F_{t+1} = (C_{t+1} + T_{t+1})I_{t-L+1} \quad (5)$$

Aikaisemmat kaudet voidaan laskea myös mukaan ennusteeseen painottamalla niitä painokertoimella γ, jonka tulee olla välillä 0-1. Aikaisempien kausien kaava on:

$$I_t = \gamma \frac{d_t}{C_t} + (1-\gamma)I_{t-L} \quad (6)$$

Kausi-indeksi tulee myös huomioida laskettaessa ennustetta C suhteuttamalla d kausi-ilmiöön jakamalla se kausi-indeksillä:

$$C_{t+1} = \alpha \frac{d_t}{I_t} + (1-\alpha)(C_t + T_t) \quad (7)$$

Eksponentiaalinen tasoitus toimii liukuvaa keskiarvoa paremmin kun ennusteen dataan kohdistuu trendi tai kausivaihtelua. Mitä suuremmaksi painokerroin määritellään, sitä nopeammin eksponentiaalinen tasoitus reagoi datan muutoksiin, ongelmana painokertoimen kanssa on se, että se reagoi yksittäiseen varianssiin myös vahvasti, jolloin satunnaiset poikkeamat vaikuttavat vahvasti ennusteen lopputulokseen. Tasoituksesta saadaan joustavampi kun siihen lisätään erillisiä komponentteja painotuksella, jotka ottavat joko trendin tai mahdollisen kausi-indeksin huomioon. Eksponentiaalinen tasoitus ei, kuin ei myöskään liukuva keskiarvo, ota kausaalisia suhteita ennusteissa huomioon vaan ennusteet perustuvat puhtaasti edeltäneeseen dataan ja ennusteen laatijan valintoihin tarkastelujakson ja painotusten suhteen. (Moon, 2013, ss. 129-135) (Shim, 2009, ss. 33-39)

4.1.3 ARIMA-mallit

ARIMA-mallit tunnetaan myös kehittäjiensä mukaan nimettyinä Boxin ja Jenkinsin malleina. ARIMA-malleissa edellisten hetkien kysyntä ja

ennustevirheet toimivat muuttujina, joiden avulla ennustetaan tulevaa kysyntää. Nykymaailmassa ARIMA-mallien käyttö on helpottunut huomattavasti tietokoneohjelmien ja laskentatehon kehityksen myötä. (Chatfield, 2000, s. 43)

ARIMA-malli koostuu useasta eri vaiheesta ja mallista. Aluksi mallille määritellään autoregressiivinen malli (AR(p)) sekä liukuvan keskiarvon malli (MA(q)), mallit yhdistämällä saadaan aikaan autoregressiivinen liukuvankeskiarvon malli (ARMA(p,q)), josta integroimalla saadaan aikaan autoregressiivinen integroitu liukuvan keskiarvon malli (ARIMA(p,d,q), jossa d on integroimiskertojen määrä sekä p ja q ovat AR- ja MA-mallien asteluvut. (Hosmand, 2010, s. 272)

Autoregressiivistä (AR) mallia laskettaessa oletetaan, että sarjan nykyisen arvon χ_t voidaan selittää laskemalla se menneistä arvoista ja virhetermistä seuraavalla kaavalla olettaen, että χ_t on erisuuri kuin 0:

$$X_t = \phi_{0+}\phi_1 X_{t-1} + \phi_2 + \cdots + \phi_p X_{t-p} + \varpi_t \qquad (8)$$

missä $X_{t-1}, X_{t-2}, X_{t-p}$ ovat muuttujan edelliset arvot, $\phi_0, \phi_1,\ \phi_2, \phi_p$ ovat lasketut regressiokertoimet ja ϖ_t on virhetermi hetkellä t.

Liukuvan keksiarvon malli (MA) kertoo nykyisen arvon yhteyden aikasarjan satunnaisiin virheisiin, jotka ovat tapahtuneet aikaisemmissa sarjoissa. Liukuvan keskiarvon malli lasketaan kaavasta:

$$X_t = \theta_0 - \theta_1 \omega_{t-1} - \theta_2 \omega_{t-2} - \cdots - \theta_q \omega_{t-q} + \varpi_t \qquad (9)$$

missä θ_0 on keskiarvo, josta sarja vaihtelee. $\theta_1, \theta_2 \ldots \theta_q$ ovat liukuvan keskiarvon parametreja. ω_{t-q} ovat virhetermejä ja ϖ_t on satunnainen virhetermi hetkellä t.
Jos malli sisältää molempien edellä mainittujen yhtälöiden riippuvuuksia on malli silloin ARMA-malli.

ARIMA-mallin I-kirjan kuvaa differentiointia, joka voidaan tapauksesta riippuen joutua tekemään ennen lopullista mallia. ARIMA-malli lasketaan kaavalla:

$$X_t = \phi_{0+}\phi_1 X_{t-1} + \phi_2 + \cdots + \phi_p X_{t-p} + \varpi_t - \theta_1\omega_{t-1} - \theta_2\omega_{t-2} - \cdots - \theta_q\omega_{t-q} \quad (10)$$

ARIMA(p,d,q) mallia valittaessa riippuu p, d ja q:n arvot autokorrelaatio- (ACF) ja osittaisautokorrelaatiofunktioista (PACF). ACF:n ja PACF:n arvot ovat välillä -1 ja +1

- Kun autokorrelaation kertoimet ovat lähellä nollaa ja osittaisautokorrelaatiofunktiossa esiintyy piikkejä, on AR funktion käyttö suotavaa. AR-mallin p:n arvo riippuu osittaisautokorrelaatiofunktion piikkien lukumäärästä.
- Kun PAC-funktion kertoimet ovat lähellä nollaa ja AC-funktiossa esiintyy piikkejä, on MA-funktion käyttö suotavaa. MA-funktion q:n arvo riippuu AC-funktion piikkien määrästä.
- Jos molemmat autokorrelaatiofunktio ja osittaisautokorrelaatiofunktio sisältävät epämääräistä vaihtelua, on syytä käyttää ARIMA-mallia

ARIMA-malleja käytetään nykyään paljon, koska niiden käyttäminen on helpottunut huomattavasti saatavilla olevien tietokoneohjelmien ansiosta. Malli onnistuu tunnistamaan niin monimutkaisemmat dataan vaikuttavat kuviot kuin eksponentiaalisen tasoituksen menetelmät. ARIMA on kuitenkin hankalampi menetelmä kuin useat muut menetelmät, mistä syystä sen käyttö painottuu usein pidemmän aikavälin ennusteisiin. (Hosmand, 2010, ss. 270-307)

4.2 Kausaalimallit

Kausaalimalleja kutsutaan myös regressiomalleiksi tai selittäviksi malleiksi, johtuen niiden luonteesta pyrkiä selittää muutosta kysynnässä johtuen jostain ulkopuolisesta tekijästä (Hosmand, 2010, s. 164). Kausaalimallit olettavat ulkopuolisen tekijän vaikututtavan ennusteeseen. Ennusteen luominen alkaa

kahden muuttujan tunnistamisella, joista toinen on riippumaton muuttuja ja toinen riippuva muuttuja. Ennustettaessa kysyntää riippuva muuttuja on aina kysyntä. Riippumattomia muuttujia voi olla yksi tai useampia. Riippumattomat muuttujat voivat olla tekijöitä toimitusketjun sisältä tai ulkopuolelta. (Moon, 2013, s. 114)

Kausaalimallien suosiota selittää se, että ne ovat saatavilla useimpien ennusteenlaatimisohjelmien mukana. Regressiomallit tarjoavat oikein käytettyinä aikasarjamenetelmiä tarkempia ennusteita lyhyille ja keskipitkille aikaväleille. Kausaalimalleilla voidaan myös suorittaa entäpä-jos-analyyseja ja niiden avulla voidaan luoda skenaarioita. Kausaalimenetelmät ovat usein tuttuja ennusteen luojille, koska ne sisältyvät hyvin usein tilastotieteellisiin kursseihin. Regressiomallien suurimpana negatiivisena puolena on niiden tuottaman ennusteen tarkkuuden riippuminen täysin valituista muuttujista. Ennusteiden luonti on työlästä ja vaati syvän ymmärryksen liiketoiminnasta. Kausaalimallit vaativat paljon dataa ja sen käsittely ja varastointi aiheuttaa sekä kuluja että vie aikaa. (Chase, 2013, s. 87)

Kausaalimalleja on olemassa lukuisia erilaisia. Yksinkertaisimmillaan kausaalimalli on yhden muuttujan lineaarinen regressio. Käytettävä regressiomalli riippuu tekijöiden suhteesta toisiinsa, ennusteet voidaan luoda muun muassa lineaarisesti, logaritmisesti, paraboloidisesti tai jonkin muun matemaattisen mallin mukaan (Hosmand, 2010, s. 165). Teknologian kehittyessä on regressiomalleista tullut helpommin lähestyttäviä ja vaikeammat sovellukset kuten robusti regressio ovat saavuttaneet suosiota. (Chase, 1997, s. 28)

4.2.1 Yhden muuttujan lineaarinen regressio

Yhden muuttujan lineaarinen regressio tunnetaan myös yhden selittävän muuttujan mallina. Menetelmässä valitaan yksi riippumaton muuttuja(X) ja sen suhdetta tutkitaan riippuvaan muuttujaan(Y). Analyysissä pyritään selvittämään muuttujien välinen suhde ja sen perusteella ennustamaan riippuvan muuttujan

arvo riippumattoman muuttujan tulevan arvon perusteella. Muuttujien suhde voidaan laskea seuraavalla suoran kaavalla:

$$\hat{Y} = \alpha + bX \qquad (11)$$

missä α on vakiotermi, joka kertoo kohdan, missä suora leikkaa y-akselin ja b on suoran kulmakerroin. Regressioanalyysi pyrkii löytämään suoran, joka asettuu parhaiten riippumattoman muuttujan datapisteiden väliin. Koska jokaisen datapisteen vertikaalinen etäisyys suorasta voidaan laskea, on paras suora sellainen, joka minimoi datapisteiden kokonaisetäisyyden suorasta. Tällaisen suoran kulmakerroin b tulee laskea pienimmän neliösumman kaavalla, kuten kaavassa 12. (Chase, 2013, ss. 159-162)

$$b = \frac{\sum_i^n (X_\mathrm{i} - \bar{X})(Y_\mathrm{i} - \bar{Y})}{\sum_i^n (X_\mathrm{i} - \bar{X})^2} \qquad (12)$$

Kun käytetään lineaarista regressiota, tulee ymmärtää, että ennen kuin ennustetaan riippuvan muuttujan arvoa, tulee riippumattoman muuttujan arvo tulevalla ajanjaksolle olla tiedossa tai ennustettu (Haksever & Render, 2000, s. 464)
Ennusteen tarkkuutta voidaan arvioida datapisteiden etäisyyksillä regressiosuorasta. Kun datapisteet osuvat lähelle suoraa, on muuttujien välillä yhteys, mutta jos pisteet poikkeavat paljon suorasta, on ennuste selvästi epäluotettavampi (Hosmand, 2010, s. 173). Datapisteet voidaan tarkistaa piirtämällä ne suoran kanssa kaavioon ja näin nähdään onko ylipäätänsä muuttujien välillä korrelaatiota (Shim, 2009, s. 44). Yksittäisen datapisteen eroa regressiosuorasta kutsutaan virhetermiksi tai residuaaliksi. Virhetermi yksittäisen pisteen osalta lasketaan muuttujan todellisen arvon ja regressio suoran erotuksesta. Kaikkien datapisteiden normaalivirhe voidaan laskea seuraavalla kaavalla:

$$S_{y.x} = \sqrt{\frac{\sum (Y - \widehat{Y})^2}{n-2}} \qquad (13)$$

missä Y on datapisteen arvo, $\hat{Y}$ on suoran ennustama arvo ja n otoksen koko. Ennustettaessa voi olla käytettävissä useita eri vaihtoehtoja riippumattomaksi muuttujaksi. Helpoin tapa valita sopivin muuttuja on tutkia riippumattoman ja riippuvan muuttujan välistä korrelaatiota. Korrelaatiokerroin (r) kertoo muuttujien välisen korrelaation välillä [-1,1]. Mitä enemmän korrelaatiokerroin poikkeaa nollasta sitä suurempi yhteys muuttujien välillä on. Kahden muuttujan välinen korrelaatio lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$r_{XY} = \frac{COV_{XY}}{S_X S_Y} \qquad (14)$$

missä S on muuttujan keskihajonta ja COV on kovarianssi, eli muuttujien välisen riippuvuuden mitta. Kun korrelaatiokertoimen arvo on yli ±0.7, puhutaan vahvasta korrelaatiosta ja kun arvo on alle ±0.3, puhutaan olemattomasta korrelaatiosta. Korrelaatiokerroin kertoo vain muuttujien välisestä lineaarisesta riippuvuudesta ja se ei ota kantaa muihin mahdollisiin ei lineaarisiin yhteyksiin muuttujien välillä. Myöskin otoksen ollessa liian pieni on korrelaatiokertoimen antama arvo epäluotettava. Yksin äärimmäisen erillään oleva poikkeama datassa, saattaa muuttaa kerrointa liikaa ja näin hämätä lopputulemaa. (Chase, 2013, ss. 162-165)

Sitä kuinka hyvin malli toimii, voidaan tutkia mallin selitysasteen R^2 avulla. Selitysaste on korrelaatio korotettuna toiseen potenssiin ja se kertoo sen, kuinka suuren osan selitettävän muuttujan vaihtelusta analyysissa käytetyt selittävät muuttujat pystyvät selittämään. R^2 vaihtelee [0,1], mitä suurempi luku on, sitä paremmin selittävä muuttuja pystyy selittämään selitettävän muuttujan vaihtelua. Selitysaste R^2 lasketaan kaavan 15. mukaan. (Chase, 2013, ss. 165-166)

$$R^2 = r_{Y\hat{Y}}^2 = \frac{\sum(\hat{Y}_1 - \bar{Y})^2}{\sum(Y_1 - \bar{Y})} \qquad (15)$$

.

Yhden muuttujan lineaarinen regression on yksinkertainen menetelmä käyttää. Usein kuitenkin todellisuudessa lopputulemaan vaikuttaa enemmän kuin yksi

tekijä, jolloin menetelmää ei voida hyödyntää vaan joudutaan turvautumaan, joko monimuuttaja regressioanalyysiin tai johonkin muuhun ennustetekniikkaan. Menetelmän hyödynnettäessä tulee myös ymmärtää se, että selittävän muuttujan tulevat arvot tulee olla joko tiedossa tai ennustettu ennen menetelmän käyttöä. Jos selittävät arvot on ennustettu voi niihin liittyä virhe, joka vääristää lineaarisen regression antamaa tulosta. (Hosmand, 2010, ss. 164-199)

4.2.2 Monimuuttuja regressioanalyysi

Monimuuttuja regressioanalyysissa riippuvia muuttujia on yksi, kuten yhden selittävän muuttujan mallissa, mutta riippumattomia muuttujia on useampia. Etuna monimuuttuja regressio analyysissä verrattuna yhden muuttujan analyysiin, on useamman tietolähteen käyttäminen ja tarkemman kuvan saaminen usean muuttujan välillä. Monimuuttuja regressio analyysi lasketaan seuraavalla kaavalla:

$$Y = \alpha + b_1X_1 + b_2X_2 + \ldots + b_kX_{1k} + \varepsilon \qquad (16)$$

missä α on vakiotermi ja b on kulmakerroin sekä ε on virhetermi. (Hosmand, 2010, s. 207)

Monimuuttuja regressiomallien luonti on helpottunut saatavilla olevien tietokoneohjelmien ja datavarastoinnin kehittymisen myötä. Kuitenkin vain harva tarjolla olevista ohjelmista pystyy laskemaan isoille tuoteryppäille tuotekohtaisia ennusteita monimuuttuja regressioanalyysilla. Analyysien suorittaminen ja ymmärtäminen vaatii niin substanssia ennustemenetelmistä kuin myös ymmärrystä ennustettavasta liiketoimintaympäristöstä. Monimuuttuja regressioanalyysilla luodut ennusteet ovat tarkkoja vain silloin kuin selittävät muuttujat pystytään arvioimaan tulevaisuuteen tarkasti. Monimuuttuja regressio analyysit vaativat jatkuvaa kalibrointia ja tarkastusta muuttujien välisistä suhteista. (Chase, 2013, s. 201)

4.2.3 Ekonometrinen malli

Ekonometrista mallia luotaessa käytettään useita yhtälöitä, jotka ovat usein regressioanalyysien tuottamia. Yhtälöiden avulla pyritään luomaan kuva valtion tai tietyn markkinan taloudentilasta ja sen kehittymistä. Malli koostuu useista yhtälöistä, jotka ratkaistaan yhtäaikaisesti ja niiden avulla luodaan ennuste taloudellista avain luvuista kuten esimerkiksi bruttokansantuotteesta. (Shim, 2009, s. 105) (Wooldridge, 2013, ss. 1-3)

Koska ekonometriset mallit koostuvat useista yhtälöistä, käyttävät ne paljon erilaista dataa. Data voi esimerkiksi olla poikkileikkaustietoa, eli tunnuslukuja tietyltä ajanhetkeltä. Aikasarjadataa käytetään myös paljon ekonometrisissa malleissa. Yhdistetyt poikkileikkaustiedot ovat poikkileikkaustietojen ja aikasarjojen yhdistelmiä, eli ne kertovat samat tunnusluvut eri ajanjaksoilta. Panelidata on neljäs datanmuodoista, siinä on useita eri tunnuslukuja kuvattuna yhdessä samalla taajuudella. (Wooldridge, 2013, ss. 5-12)

Ekonometriset mallit tukevat suurempia kokonaisuuksia kuten toimialojen ennustamista ja eivät vaadi yksityiskohtaista tuotteisiin liittyvää dataa ennusteisiin. Mallit ovat kalliitta ja vaikeita kehittää, mutta oikein tehtyinä ne voivat antaa tarkkojakin ennusteita suuressa mittakaavassa. Yksittäisen tuotteen kysynnän ennustamiseen ne ovat liian raskaita ja eivät palvele nopeaa tarvetta ennusteelle.

5 Kvalitatiiviset mallit

Kvalitatiiviset mallit ovat ennustettavan asiaan perehtyneiden henkilöiden tietoutta, mielipiteitä ja intuitioita, joita hyödyntäen luodaan ennusteita. Kvalitatiiviset mallit yleensä alansa asiantuntijoiden, tekemiin johtopäätöksiin tulevasta. Kvalitatiiviset mallit ovat paljon käytettyjä malleja, etenkin kun historiadataa ei ole saatavilla tai se on heikkolaatuista. Kvalitatiivisten malleja käytetään myös silloinkin vaikka historiadataa on saatavilla, jos voidaan olettaa tulevan poikkeavan historiasta radikaalisti. Kvalitatiivisia malleja voidaan myös yhdistää kvantitatiivisten kanssa tarpeen niin vaatiessa. Kokonaisuudessaan laadullisia menetelmiä on kymmeniä erityyppisiä tekniikoita. (Moon, 2013, ss. 71-72)

Armstrong (2001, s. 9) jakaa laadulliset menetelmät kahteen ryhmään. Ensimmäinen ryhmä sisältää menetelmät, joissa ennusteentekijä ennustaa itseensä liittyvän asian tulevaa. Jaottelun toisessa ryhmässä käytetään asiantuntijoita ennustamaan miten tuleva tulee käyttäytymään. Armstrongista poiketen Kahn (2006, ss. 39-84) jakaa menetelmät asiantuntijoita hyödyntäviin malleihin ja asiakkaita sekä markkinaa hyödyntäviin malleihin. Moon (2013, s. 72) jakaa ennusteet niiden tietolähteiden perusteella asiantuntijoita, markkinointia ja myyntiä käyttäviin tekniikkoihin.

Kvalitatiivisten menetelmien suurin etu verrattuna kvantitatiivisiin on se, että niillä on mahdollista löytää kysyntään äkillisesti vaikuttavia tekijöitä, joiden odotetaan tulevan muuttamaan tulevaa tilaa nykyhetkestä rajusti. Kvalitatiiviset mallit käyttävät myös lukuisia erityyppisiä datavarantoja, mutta eivät vaadi suurta ja kallista tietoteknistä datavarastoa. Tulee kuitenkin muistaa, että datavarastoina toimivat lähinnä ihmiset ja tällöin vahvasti edustettuina ovat johto ja asiantuntijat, joiden palkat ovat usein korkeat. Koska datalähteet ja data ovat monimuotoisia, ovat ne monimutkaista tulkita. Kun dataa on paljon saatavilla, voi malleilla osoittautua ongelmaksi tärkeiden datalähteiden käyttämättä jättäminen. Ihmisiä käytettäessä datalähteinä voi tarjolla olla myös väärää dataa, koska on inhimillistä

toimia oman edun mukaisesti, mikä ei välttämättä palvele kokonaisuutta. (Moon, 2013, ss. 73-75)

5.1 Roolipelit

Roolipeli (Role playing) on menetelmä, jossa henkilöiden tai ryhmien päätökset pyritään luomaan, ajamalle heidät konflikteihin roolien avulla. Roolipeliä ohjaa pelinjohtaja, joka antaa peliin osallistujille erilaisia rooleja, joihin pelaajat samaistuvat. Erilaiset roolit pyrkivät muuttamaan henkilön näkökulmia ennustettavasta asiasta ja täten vaikuttamaan ennusteen lopputulemaan. Rooleilla haetaan usein vastakkainasettelua henkilöiden roolien välille. Roolipelin tulee vastata todellisuutta mahdollisimman hyvin ja siihen osallistuvien pelaajien tulee tutustua rooleihinsa huolellisesti, jotta saadaan aikaan mahdollisimman hyvä lopputulos (Armstrong, 2001, ss. 13-15). Jotta roolipelillä saavutettaisiin mahdollisimman hyvät tulokset, tulee Armstrongin (2001, ss. 17-20) mukaan seuraavat seikat huomioida:

- Rooli tulisi olla henkilölle ainakin osittain tuttu entuudestaan
- Roolit tulee kuvata pelaajille ennen kuin he lukevat pelin selosteen
- Pelaajien tulee toimia, niin kuin he roolissaan toimisivat
- Pelaajat saavat improvisoida, kunhan pysyvät roolinsa rajoissa
- Pelitilanne tulee kuvata tarkasti, mutta lyhyesti. Pelaajien väliset suhteet, asemat, odotukset, maalit ja muut tilanteeseen liittyvät seikat tulee kuvata.
- Jos päätösten määrittäminen etukäteen on mahdollista, helpottaa se tulosten analysointia.
- Ympäristön tulee olla autenttinen
- Osallistujien tulee näytellä vastauksensa roolinsa mukaan
- Vuorovaikutussuhteiden tulee vastata todellista tilannetta
- Väärinkäsityksiä voidaan välttää, jos pelaajat kirjoittavat omat päätöksensä
- Jos päätöksiä tulee tulkita, käytä useampaa henkilöä yksilöllisesti tulkitsemaan tuloksia
- Pelaa peli vähintään kymmenen kertaa, jotta tulokset olisivat luotettavampia.

Roolipelit on paljon käytetty menetelmä, johtuen sen helppoudesta, monipuolisuudesta ja edullisuudesta. Roolipelejä käytetään etenkin tilanteissa, joissa kaksi tahoa intresseineen kohtaa. Roolipelaamisen avulla suoritettujen ennusteiden paikkaansa pitävyydestä ei ole olemassa tieteellisiä tutkimuksia, joten lopputuloksissa voi esiintyä vaihtelua. Roolipelin tuloksiin vaikuttaa hyvin paljon se, että kuinka ne on järjestetty ja miten hyvin sen säännöt on sisäistetty. (Armstrong, 2001, ss. 21-28)

5.2 Aikomukset

Aikomukset (Intentions) tarkoittavat menetelmänä tutkittavan henkilön käytöksen ennustamista tulevaisuudessa. Menetelmällä voidaan esimerkiksi tutkita uuden tuotteen markkinoille lanseeraamista, jolloin potentiaalisilta asiakkailta tulee selvittä heidän mahdollista käyttäytymistä(aikomuksia) liittyen kyseiseen tuotteeseen. Saatujen tietojen perusteella luodaan ennuste. (Armstrong, 2001, s. 31) Armstrong (2001, ss. 34-35) on luonnut seuraavat yhdeksän periaatetta aikomusten käyttämiseen ennustamisessa:

- Mitattaessa tulee käyttää todennäköisyysasteikkoa aikomuksille.
- Vastaajat tulee ohjeistaa keskittymään yksilöllisiin ominaisuuksiinsa vastattaessa aikomuksiin liittyvään kyselyyn.
- Vastaukset tulee mukauttaa käyttökohteen mukaan, eikä hyväksyä suoraan sellaisinaan
- Hyödynnä vastaajien aikaisempia osallistumisia datan säätämiseen
- Segmentoi vastaajat ennen tulosten säätämistä.
- Käytä aikomuksia tulosten ääripäiden rajoina todennäköisyys ennustuksissa
- Painota enemmän ennusteita, niiden henkilöiden aikomuksilla, jotka ovat aikaisemin jo osallistuneet kyselyihin
- Muista varoa aikomusten mittauksen vaikutusta käyttäytymiseen.
- Huomio, että henkilöt voivat muistaa asioita väärin ja näin aiheuttaa harhaa ennusteisiin.

Aikomukset soveltuvat ennustemenetelmäksi uusille tuotteille tai vasta vähän aikaa markkinoilla olleille tuotteille, joille ei ole kertynyt kunnolla historiadataa. Aikomuksia voidaan myös yhdistää muihin ennustemenetelmiin ja näin pyrkiä täydentämään ennusteita. Aikomuksia käytettäessä on tärkeää valita kyselyn kohteet tarkasti, henkilöillä tulee olla käsitys tuotteen ominaisuuksista, jotta he pystyvät arvioimaan omia aikomuksiaan oikein. Aikomuksien ongelmana on ennusteiden riippuvuus henkilöiden arvioista, jotka eivät välttämättä aina vastaa todellisuutta. (Armstrong, 2001, ss. 51-53)

5.3 Conjoint-analyysi

Conjoint-analyysillä tarkoitetaan menetelmää, jossa tehdään valintoja perustuen tuotteen ominaisuuksiin. Menetelmällä tutkitaan miten asiakas reagoi tuotteen ominaisuuksiin liittyviin kompromisseihin, esimerkiksi teknisten ominaisuuksien ja hinnan välillä. Conjoint-analyysissa potenttialiset asiakkaat laitetaan hypoteettisten valintojen eteen. Hypoteettisilla ominaisuuksilla ja niiden välisten kompromissien suosion perusteella, voidaan simuloida erilaisia mahdollisia markkinan tiloja, joiden avulla saadaan tehtyä ennusteita tuotteisiin mahdollisesti liittyvästä kysynnästä. (Kahn, 2006, ss. 72-75)

Armstrong (2001, s. 151) on kuvannut tyypilliset vaihteet liittyen Conjoint-analyysin käyttöön:

1. Tutkittavan tuoteryhmän valinta
2. Kohdemarkkinan tunnistaminen
3. Ominaisuuksien tunnistaminen ja valinta
4. Ominaisuuksien rajaus
5. Ominaisuusyhdistelmien ja tiedonkeruu menetelmien kuvaaminen
6. Tutkimusmenetelmien valinta
7. Tutkittavan ryhmän koon määrittäminen ja tiedonkerääminen
8. Datan analysointi

Tutkimukseen valittujen henkilöiden tulee olla potentiaalisesta kohdemarkkinasta ja myös motivoituneita osallistumaan kyselyyn sekä heidän tulisi olla myös tuotteen hankintaan liittyvästä päätöksenteosta vastuullisia. Tuotteiden eri hypoteettisten ominaisuuksien kompromissien eroavaisuudet tulee olla selkeät. Conjoint-analyysi toimii parhaiten sellaisten tuotteiden kohdalla, joille tehdään jatkuvaa innovointia, eli pieniä parannuksia perusominaisuuksiin. Koska asiakkaat tuntevat jo olemassa olevia ominaisuusyhdistelmiä, on heidän helppo vertailla mahdollisia tulevia jatkuvan innovaation luomia parannuksia ja niiden arvoa. Conjoint-analyysin on toimiva menetelmä tuotteille, joiden ominaisuudet tuovat jotain uutta jo tuttuun markkinaan. Menetelmän ongelmat pohjautuvat vastatausten todenmukaisuuteen, joka taas voi johtua monista syistä, kuten esimerkiksi vääristä henkilöiden vallinnoista kyselyyn. Menetelmä vaatii ymmärrystä henkilöiden päätöksenteosta sekä käyttäytymisestä. (Armstrong, 2001, s. 152)

5.4 Asiantuntijoiden mielipide

Usein ensimmäinen ennuste, joka tulevasta saadaan, koostuu asiantuntijoiden mielipiteistä. Asiantuntijat tuntevat parhaiten oman alueensa markkinat sekä tuotteet ja ovat tämän vuoksi valtuutettuja kertomaan omat näkemyksensä tulevasta. Usein asiantuntijan mielipide on riittävä ja tarpeeksi tarkka ennustamaan tulevaa, etenkin kun käytettävää dataa menetelmää varten ei ole saatavilla. Usein uudet tuotteet, joille ei löydy myyntidataa tai analogioita jo olemassa oleviin tuotteisiin, ovat usein asiantuntijoiden mielipiteiden varassa.

Asiantuntijoiden mielipiteisiin vaikuttaa myös paljon inhimillisyydestä johtuvia virheitä. Armstrongin (2001, s. 81) mukaan virheitä voidaan välttää käyttämällä seuraavia keinoja tietoa kerättäessä:

1. Kiinnittämällä huomiota tarpeellisen tiedon esittämiseen
2. Esittämällä tiedon tarpeeksi suppeana
3. Prosessoimalla tieto mekaanisesti
4. Yhdistelemällä useita ennusteita
5. Vaatimalla perustelut ennusteille

Asiantuntijoiden mielipiteillä on helppo ja nopea menetelmä luoda ennusteita ilman dataa. Menetelmällä voidaan myös tukea kvantitatiivisia ennusteita tapauksissa, joissa numerodata ei pysty reagoimaan tuleviin muutoksiin, jotka asiantuntijat pystyvät ennustamaan. Asiantuntijoiden mielipiteiden haittapuolina ovat ryhmässä vallitsevat hierarkiat tai vahvat egot, jotka voivat ohjata ennustetta väärään suuntaan. Yksi keino välttää dominointia ennusteissa on käyttää Delphin menetelmää asiantuntijoiden mielipiteiden keräämiseen. (Shim, 2009, s. 10)

5.5 Delphin menetelmä

Delphin menetelmä on asiantuntijoiden mielipiteisiin perustuva menetelmä, jossa asiantuntijaryhmältä kysytään näkemyksiä tulevasta. Asiantuntijoiden mielipiteet kerätään anonyymisti ja eksperttien ei anneta keskustella asiasta keskenään yhteisen konsensuksen välttämiseksi. Asiantuntijoilta kerätyt vastaukset palautetaan takaisin arvioitavaksi lisäkysymysten kera ja näitä anonyymeja datankeräyskierroksia tehdään useita. Delphin menetelmän idean on saada aikaan ennuste, joka sisältää usean asiantuntijan käytöstä saavutetut edut, mutta samalla minimoi asiantuntijoiden joukon paineen ja mahdolliset vahvat egot, jotka voi vääristää ennustetta. (Kahn, 2006, ss. 42-43) (Shim, 2009, s. 11)

Delphin tekniikasta on olemassa paljon variaatioita, mutta yleensä se suoritetaan koordinaattorin tai tietokoneohjelmiston avulla. Kun ennusteita kerätään anonyymeiltä asiantuntijoilta, saadaan kahden tyyppistä dataa, joista toinen on numeerista tietoa ja toinen taas rationaalista tietoa numeerisen datan syistä. Kun data on koordinaattorin toimesta kerätty, palautetaan niistä yhteenveto vastaajille, jotka voivat sen jälkeen pitäytyä omassa ennustuksessaan tai muuttaa sitä. Yksittäisten asiantuntijoiden tulosten koonti ja palautus toistetaan useita kertoja.

Delphin menetelmän etu on siitä saatavan datan monimuotoisuus, se ei ole pelkkää numerotietoa vaan kertoo myös rationaalisuuden numeroiden takana. Menetelmä minimoi voimakkaiden egojen ja johtosuhteiden mukana tuomat

ongelmat, joita voi esiintyä käytettäessä asiantuntijaryhmiä. Delphin menetelmän ongelmat liittyvät sen hitauteen, usean Delphin vaatiman kierroksen järjestäminen vie paljon aikaa, jopa viikkoja. Käytettäessä Delphiä voi myös tapahtua niin kutsuttua ankkuroitumista, jolloin asiantuntijat säätävät omia ennusteitaan kohti muutamaa eri ääripäätä, jolloin lopputulos on kaksi tai useampaa toisistaan selvästi eriävää ennustetta. (Kahn, 2006, s. 43)

5.6 Judgemental Bootstrapping

Judgemental Bootstrapping on menetelmä, jossa asiantuntijan tai asiantuntijaryhmän ennusteiden ja lähtöarvojen välinen regressio pyritään löytämään ja tämän avulla luomaan matemaattinen malli asiantuntijoiden mielipiteisiin vaikuttaneista tekijöistä. Menetelmässä annetaan joukko tapauksia, jotka voivat olla joko todellisia tai kuvitteellisia. Asiantuntijat luovat tapauksille ennusteet lähtöarvojen ja omien näkemystensä perusteella. Käytettävät lähtöarvot eivät ole aikasarjadataa vaan muuta saatavilla olevaa tietoa. Kerättyjen tietojen avulla luodaan malli, jonka avulla tehdään todellinen ennuste. Tutkimukset ovat osoittaneet, että Judgemental Bootstrappingia hyödyntämällä saadaan aikaan keskimäärin paremmat tulokset kuin tekemällä ennuste pelkän asiantuntijoiden mielipiteen perusteella. (Green & Armstrong, 2012, s. 6)

Judgemental Bootstrapping menetelmän malli alkaa ennusteiden luomisella. Simulointiennusteet luodaan todellisille tai kuvitteellisille tapauksille, usein kuvitteelliset tapaukset ovat helpommin kontrolloitavissa. Ennusteiden valmistuttua ne puretaan takaisinpäin malliksi, jonka perusteella voidaan päätellä mitkä tekijät vaikuttavat ennusteeseen. Ennusteenmalli luodaan useimmiten pienimmän neliösumman kaavaksi (kaava 12.). (Armstrong, 2001, s. 173)
Armstrong (2001, ss. 175-176) esittelee tekijöitä, jotka tulee huomioida mallia luodessa. Menetelmään tulee sisällyttää siihen eniten vaikuttavat tekijät. Parhaiten mahdolliset numeerisesti ilmaistavat muuttujat löytyvät haastattelemalla parhaita ennusteita luovia asiantuntijoita ja tutkimalla kirjallisuutta. Valittujen asiantuntijoiden on hyvä erottautua toisistaan, jolloin muuttujista saadaan

laajempi kuva. Muuttujien määrä on hyvä pitää vähäisenä, jotta mallista ei tule liian monimutkaista. Valitut muuttujat tulevat olla paikkansapitäviä, jopa parhailla asiantuntijoilla voi olla vääristyneitä muuttujia käytössä. Parhaiten oikeat asiantuntijat ja muuttujat tulevat valituksi, kun menetelmän tekijä on itse tutustunut aiheeseen kattavasti. Jotta mallista saadaan kattava, tulee sitä varten käytettävien alkuennusteiden määrän olla riittävä. Mallin luontiin käytettävien simulointiennusteiden määrään vaikuttaa ongelman monimuotoisuus. Vaikka osa simulaatioennusteiden tapauksista voivat olla kuvitteellisia, tulee kuitenkin niiden olla realistisia.

Judgemental Bootstrapping on toimiva menetelmä monimutkaisissa tapauksissa, kun aikasarjadataa ei ole saatavilla tai data on heikkolaatuista. Menetelmän toimivuudesta aikasarjadatan kansa ei ole olemassa riittävää näyttöä. Menetelmä on nopea ja halpa toteuttaa. Menetelmän avulla voidaan löytää syitä, jotka aiheuttavat harhoja ennusteissa ja niitä luotaessa. Menetelmä on riippuvainen asiantuntijoiden ja menetelmän mallin luojan ammattitaidosta. (Armstrong, 2001, ss. 184-189)

5.7 Salesforce Composite

Salesforce Composite on alhaalta ylöspäin rakentuva ennustemenetelmä, joka käyttää yrityksen myyjien ja myynninjohdon mielipiteitä ennusteen luomiseen. Menetelmässä myyjät luovat tuotteilleen ennusteet, jotka yhteen lasketaan mentäessä ylemmäksi asiakas-, tuoteryhmä- tai myyntialuetasolle. (Kahn, 2006, s. 41) Moonin (2013, ss. 79-81) mukaan Salesforce Compositea käytettään etenkin silloin, kun myyjät vastaavat toimitusketjusta asiakkaalle asti tai kun ollaan mukana suurien projektien kilpailutuksissa.

Salesforce Compositen etuna on siinä käytettävät myyjät, jotka ovat lähellä lopullista asiakasta ja sen vuoksi hyvin perillä markkinassa tapahtuvista muutoksista. Menetelmä ohjaa myös ennustevastuun henkilöille, joilla on parhaat mahdollisuudet vaikuttaa lopullisiin tapahtumiin. Myyjien tekemät ennusteet,

voivat kuitenkin usein olla kehnoja, johtuen monista eri syistä. Ennusteiden laatua voidaan parantaa tekemällä käytännöistä jatkuvia eli liittämällä ne osaksi myyjän työnkuvaa. Myös pitämällä asiat yksinkertaisina ja ohjaamalla myyjiä vähentämään oman edun tavoittelua ennusteissa, saadaan lopputuloksesta entistä parempi. (Moon, 2013, ss. 79-84)

6 Ennusteiden yhdistäminen

Kaikilla ennustemenetelmillä on omat etunsa ja haittansa, joskus käyttämällä kahta tai useampaa menetelmää yhdessä, voidaan saavuttaa tarkempi ennuste kuin käyttämällä vain yhtä menetelmää. Kuitenkin tulee muistaa, että ennusteiden yhdistämisen hyödyllisyydestä ollaan kirjallisuudessa eri mieltä ja täydellistä yksimielisyyttä ei ole menetelmän hyödyllisyydestä pystytty todistamaan (Evans, 2003, s. 273). Ennusteita yhdistettäessä tulee tehdä päätös siitä mitä menetelmiä yhdistetään. Yhdistettävät menetelmät voivat olla niin kvantitatiivisia kuin kvalitatiivisia menetelmiä. (Goodwin, 2000, s. 261)

Ennusteiden yhdistämisellä tarkoitetaan lähinnä ennustemenetelmän tukemista toisella tai menetelmien tulosten vertailua keskenään. Ennusteita voidaan yhdistää usealla tavalla, ne voivat korjata toisiaan, yhdistyä keskiarvoksi ja laadullinen tieto voi säätää tilastollista ennustetta tai laadullisilla menetelmillä etsitään parametreja kvantitatiivisiin ennusteisiin (Kerkkänen, 2010, ss. 27-28).

Menetelmiä yhdistämällä pyritään parantamaan lopullisten ennusteiden tarkkuutta. Ennusteiden yhdistäminen ei aina välttämättä kuitenkaan paranna ennusteita, vaan se voi myös aiheuttaa niihin virheitä. Usein virheet johtuvat laadullisiin menetelmiin vaikuttavista syistä, kuten liiallisesta optimistisuudesta, politikoinnista tai johdonmukaisuuden puutteesta (Eroglu & Croxtonb, 2010, ss. 118-119). Vaikka kvantitatiiviset menetelmät ovatkin objektiivisia voivat nekin olla virheiden aiheuttajia, niissä käytetyn datan kautta. (Armstrong, 2001, ss. 387-390)

Kvantitatiivisia ennusteita tulee säätää laadullisilla silloin kun ennustettavaan osa-alueeseen liittyy tärkeää tietoa tai jos toiminta-alueeseen on tulossa äkillisiä muutoksia. Myös kun ennustettavaan asiaan liittyy paljon epävarmuutta, on silloin tilastollisten menetelmien tukeminen laadullisilla järkevää. Laadullisen tiedon käytössä on kuitenkin otettava huomioon, että sen data on laadukasta ja ei sisällä virheitä. (Armstrong, 2001, ss. 390-414) Kvantitatiivisia ennusteita tulisi korjata

hyvin harkitulla erityisosaamiseen perustuvalla tiedolla, ei niinkään olettamuksilla. Parhaiten ennusteiden yhdistäminen onnistuu tilastollisen ennusteenluojan ja laadullisen tiedon omaavan henkilön yhteistyöllä. (Chase, 2013, s. 13)

7 Ennusteiden suorituskyvyn mittaaminen

Ennustamiseen liittyy aina päätöksentekoa, ennusteen tekijä valitsee ennustemenetelmän ja siinä käytettävät parametrit. Valinnoille pitää olla olemassa peruste, joka voidaan näyttää toteen mittaamalla valintojen toteutumista, ennusteen osumatarkkuutta. Ennusteiden suoristuskykyä tulee mitata, jotta saadaan tietoa ennusteiden suoriutumisesta tehtävissään. Mittaamisella pyritään parantamaan tulevia ennusteita ja antamaan parempi ymmärrys ennusteisiin vaikuttaneista parametreista. Mittarin palaute ennusteesta on hyvin tärkeä osa koko ennustamisprosessia. Mittaamisen ja palautteen tulee olla toistuvaa ja selkeää, jotta ennusteita pystytään kehittämään. Ennusteiden mittaaminen tuo esiin ennusteissa esiintyvät ongelmat. (Moon, 2013, ss. 95-96) Virheellisen ennusteen pohjalta toimittaessa, aiheutuu aina ylimääräisiä kustannuksia. Kun ennustevirhe pienenee laskevat myös siitä johtuvat kustannukset. (Shim, 2009, s. 107) (Armstrong, 2001, ss. 541-543)

Ennusteita mitataan kahdesta eri syystä, mittaaminen kertoo ennusteen suorituskyvyn ja tarjoaa vertailupisteen, jota voidaan käyttää ennusteiden parantamisessa. Ennusteita mitataan myös menetelmien keskeisessä vertailutarkoituksessa, jolloin vertaillaan eri ennustemenetelmiä ja niiden suoriutumista tehtävistään. (Chase, 2013, s. 106)

Ennusteen suorituskykyä mitattaessa, on yksinkertaisin mittari ennustevirheen kertova mittari, jossa ennustetta verrataan toteutuneeseen arvoon:

$$e_t = A_t - F_t \qquad (17)$$

missä A_t kertoo t hetkellä havaitun arvon ja F_t samalle hetkelle ennustetun arvon. Ennustevirheen laskennasta väitellään kirjallisuudessa, osan mukaan virhe tulisi laskea $F_t - A_t$, eli toteutunut arvo vähennettynä ennusteen arvo. Ennustevirheen laskentamenetelmä vaikuttaa ennustevirheprosenttiin (Chase, 1997, ss. 107-109)

Ennustevirheprosentti PE lasketaan jakamalla e_t laskentatavasta riippuen joko toteutuneella arvolla tai ennusteen arvolla. Laskennassa tärkeintä on, että laskenta tapahtuu aina samalla menetelmällä, jolloin tulokset ovat vertailukelpoisia. Tärkeää on myös, että kaikki ennusteiden kanssa toimivat tietävät miten ennustevirhe on laskettu, jotta vältetään väärinymmärrykset. (Moon, 2013, ss. 99-100)

Ennustemallin yhden yksittäisen hetken virheen mittaaminen ei todellisuudessa usein kerro riittävästi ennusteen tarkkuudesta riittävästi, koska kysynnässä esiintyy kohinaa, joka vaikuttaa ennusteen tarkkuuteen (Moon, 2013, ss. 100-103). Kun ennusteen tarkkuudesta halutaan saada tarkempi kuva, tulee laskea ennustemallin kokonaisvirhettä, yksittäisen ennustetapahtuman sijaan. Ennustemallin kokonaisvirhettä voidaan laskea käyttäen keskiarvoon perustuvia menetelmiä. Tällaisia menetelmiä ovat MSE (Mean Squared Error), MPE (Mean Presentage Error) tai MAPE(Mean Absolute Presentage Error), joista Keskiarvoisen absoluuttisen virheprosentin mittari MAPE on suosituin menetelmä (Kerkkänen, 2010, s. 33).

Keskiarvoisen neliösumman virheessä (MAE, joskus myös MAD), lasketaan jokaiselle tarkastelupisteelle e_t, joka korotetaan toiseen potenssiin ja tulokset lasketaan yhteen sekä jaetaan tarkastelupisteiden määrällä.

$$MAE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}[|A_t - F_t|] \qquad (18)$$

Keskiarvoinen virheprosentti MPE lasketaan kaikkien tarkastelupisteiden virheprosenttien keskiarvona seuraavalla kaavalla:

$$MPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{(A_t - F_t)}{A_t} \times 100 \qquad (19)$$

Keskiarvoisen virheprosentin ongelma on se, että positiiviset ja negatiiviset virheprosentit kumoavat toistensa merkitystä, ja keskiarvollinen virheprosentti

lähenee nollaa. Negatiivisten ja positiivisten prosenttien käsittelyn ongelmien ehkäisemiseksi on olemassa MAPE, eli Absoluuttinen keskiarvoinen virheprosentti, joka ei ota huomioon virheprosenttien etumerkkejä. MAPE lasketaan seuraavasti:

$$MAPE = \frac{1}{n}\sum_{t=1}^{n}\frac{[|A_t - F_t|]}{A_t} \times 100 \qquad (20)$$

Absoluuttisen keskiarvoisen virheprosentin muita etuja arvojen kumoutumisen lisäksi on muun muassa sen monikäyttöisyys, sillä voidaan mitata tuotetasosta lähtien virheitä. (Moon, 2013, s. 105) Menetelmää voidaan muuttaa painottamaan toisia arvoja enemmän kuin tosia, tätä menetelmää kutsutaan WAPE:si (Weighted Absolute Percentage Error). WAPE:n käyttö on hyödyllistä silloin, kun ennustetaan suurempaa massaa tuotteita ja osan tuotteiden arvo on selvästi muita korkeampi, tällöin voidaan huomioida enemmän varastonarvoon kohdistuvan kustannuksen virhettä kuin tuotteiden virhettä. (Chase, 2013, ss. 114-115)

MAPE:n ongelma on ennusteen alisuoriutumisen ohjaaminen. Menetelmä suosii ennusteita, jotka ovat alle tavoitearvon enemmän kuin niitä ennusteita, jotka ovat yli tavoitearvon. Ennustevirheen voi aliennustettaessa olla maksimissaan 100 prosenttiyksikköä, kun ennusteen ollessa todellisuutta suurempi, ei virheprosentilla ole ylärajaa. Toinen ongelma MAPE:a käytettäessä, ovat tapaukset jolloin todellista kysyntää ei ole laisinkaan tai kysyntä on hyvin lähellä nollaa. Näissä tapauksissa yksittäiset otokset voivat vääristää mittaria. Edellä mainitut ongelmat kuitenkin esiintyvät vain ääritapauksissa, ja normaalissa käytössä MAPE on toimiva mittari ennustevirheprosentille. (Armstrong, 2001, s. 113)

Koska ennuste usein ei ole täysin sama kuin toteutunut arvo, mutta kuitenkin hyvin lähellä sitä, on ennustevirhe silloin hyvin pieni. Ennustevirheen ollessa pieni ei ennustetta tarvitse säätää vaan on parempi hyväksyä sen tarkkuus. Ennustevirhettä mitattaessa on hyvä olla ennalta sovittuna ennustevirheen

hyväksytty vaihteluväli. Ennustevirheen vaihteluvälin määrittäminen perustuu kokemukseen ja päätöksentekoon. (Shim, 2009, ss. 111-113)

8 Ennustemallin valinta

Ennustamisen tärkein osa on valita ennustemalli. Mallin valinta perustuu käytettävissä olevan datan laatuun ja saatavuuteen, sekä moneen muuhun tekijään, kuten esimerkiksi mallin luomiseen käytössä olevaan aikaan tai ennusteen tarkastelutasoon. Mahdollisimman oikean ennustemallin valinta on kriittistä, koska mitä enemmän huonoa ennustemallia käytetään, sitä suuremmat ovat sen käytöstä aiheutuneet kustannukset. Ennustemallin valinta vaikuttaa sillä luodun ennusteen laatuun. Erityyppisiä tuotteita ja toimitusketjuja tulee ennustaa käyttäen erilaisia ennustemenetelmiä. Usein yritykset eivät onnistu tunnistamaan erilaisia tuotteita ja toimitusketjuja, jolloin he käyttävät huonolla menestyksellä yhtä ja samaa ennustemallia kaikille tuotteilleen. Chambers et al. (1971) mukaan silloin kun on pystytty löytämään hyväksyttävällä tarkkuudella toimiva ennustemalli, ei ole taloudellisesti järkevää lähteä muuttaman olemassa olevaa mallia kohti monimutkaisempia malleja. Kuitenkin ennusteisiin liittyviä tekijöitä tulee pystyä analysoimaan jatkuvasti. (Chase, 1997, ss. 2-29)

Armstrong (2001, s. 377) esittelee kuusi eri keinoa valita ennustemenetelmä:

1. Käyttömukavuus – valitaan menetelmä, jota on helpointa käyttää.
2. Suosittavuus – käytetään sitä menetelmää, jota suurin osa muistakin käyttää
3. Jäsennetty päätös – Vertaillaan menetelmiä pisteyttämällä ne
4. Tilastollinen päätös – valitaan se menetelmä, joka tilastotieteellisesti täyttää ehdot
5. Historia – käytetään sitä menetelmää, mikä on toiminut aikaisemmin
6. Kirjallisuuteen perustuva valinta – Tehdään valinta niin kuin tieteelliset julkaisut kehottavat

Armstrongin mukaan jokaisella edellä mainitulla valintamenetelmällä on omat hyvät ja huonot puolensa. Mallin valintamenetelmät eivät ole toisensa poissulkevia vaan niitä voidaan käyttää rinnakkain. Usein ennustemenetelmiä valittaessa päätöstä määrittää menetelmän käyttömukavuus. On helpompaa valita

yksinkertainen menetelmä ja ottaa se käyttöön nopeasti. Helposti lähestyttävä menetelmä on usein riittävä, ennustettava asia ei välttämättä vaadi kaikkein tarkinta menetelmää, jolloin yksinkertainen ja nopea ennuste säästää ennusteen laatimisen kustannuksia. Menetelmää valittaessa tulee kuitenkin muistaa, että menetelmän valintaan liittyy riskejä ja väärin valittu menetelmä voi tuoda toista menetelmää huonompia tuloksia, mikä saattavat nostaa ennusteesta johtuvia kustannuksia. (Armstrong, 2001, s. 366)

Osaa menetelmistä käytetään enemmän kuin toisia. On selkeää valita käytettävä ennustemenetelmä sen käytön suosion perusteella. Markkinoiden suosivien ennusteiden valinta omaksi ennusteeksi pohjautuu olettamuksiin siitä, että markkina on pystynyt päättämään parhaan ennusteen, sekä siihen, että omat tarpeet ovat samat kuin markkinan. Suosituimmista ennustemenetelmistä tehdään tutkimuksia, ongelmana kuitenkin näiden pohjalta menetelmää valittaessa on se, että tutkimuksissa ei vertailla kaikkia menetelmiä vaan vain pientä osaa kaikista mahdollisista menetelmistä. (Armstrong, 2001, ss. 366-368)

Ennustemenetelmän valinta useista tarjolla olevista menetelmistä voidaan tehdä harkitusti jäsentäen. Ideana on vertailla useaa menetelmää ja pisteyttää niitä valittujen kriteerien avulla. Valintaa tehdessä jäsennetyllä päätöksellä on tärkeää ottaa kriteereihin mukaan ennustemenetelmän käytön helppous ja lähestyttävyys. Pistetystä menetelmien välillä on hyvä tehdä ryhmässä, jossa on mukana asiantuntijoita. (Armstrong, 2001, ss. 369-370)

Tilastollisiin tekijöihin nojaava ennustemenetelmän on yksi vaihtoehto valinnan suorittamiseen, tällöin tutkitaan ennusteiden tilastollisia ominaisuuksia, kuten virheiden hajontaa tai tilastollista merkitystä. Tilastotieteelliset kriteerit eivät mahdollista vertailua toisistaan merkittävästi eroavien menetelmien välillä. Vertailtamattomuuden lisäksi ongelmana menetelmässä on se, että menetelmä ohjaa ylenkatsomaan asiayhteystiedon vaikutusta ennusteeseen. Ongelmista huolimatta, menetelmän valinta perustuen tilastollisiin tekijöihin on suosittu tapa valita ennustemenetelmä. (Armstrong, 2001, ss. 370-371)

Jos ennustemenetelmiä on jo käytetty, on niille kertynyt historiaa. Suhteellinen menestyminen aikaisemmissa valinnoissa voidaan tulkita ennusteen eduksi uutta ennustetta valittaessa. Jos menetelmä valitaan historian avulla, on tärkeää vertailla useiden eri menetelmien historiaa. Ennustemallin valinta voi perustua alan kirjallisuuden tutkimuksiin. Mallin valinnan perustuessa tutkimuksiin, ongelmaksi osoittautuu yleensä se, että juuri samasta aiheesta ei ole olemassa tutkimuksia. Tällöin joudutaan hyödyntämään tutkimustietoa tilanteista, jotka ovat mahdollisimman lähellä nykyistä. Ennustemallin valinta tutkimusten suositusten perusteella on yksinkertaista ja edullista. (Armstrong, 2001, ss. 371-372)

Armstrongin (2001, ss. 372-375) mukaan ennustemenetelmää valittaessa tulisi painottaa valintaa kohti yksinkertaisia, kvantitatiivisia ja kausaalisia malleja, jos vain käytettävissä oleva data sen sallii. Data ja sen laatu määrittelee pääosin sen, minkälaista mallia kannattaa Armstrongin mukaan käyttää. Jos käytettävissä ei ole tarpeeksi dataa, tulee silloin Armstrongin mielestä käyttää laadullisia menetelmiä, ja kun taas dataa on saatavilla, on silloin parempi käyttää kvantitatiivisia ennustemenetelmiä. Myös olettavissa olevilla muutoksilla kysynnässä on vaikutusta mallin valintaa, jos voidaan olettaa, että merkittäviä muutoksia on tapahtumassa, niin silloin on suositeltavaa käyttää kausaalisia menetelmiä enneminkin kuin yksinkertaisia menetelmiä, jotka eivät osaa ottaa kausaalisuhteita huomioon.

Chasen (1997, s. 28) mukaan tärkein vaikuttava tekijä parhaimman ennustemallin valintaan on käytettävissä olevan datan täydellisyys ja tasaisuus. Datan täydellisyys tai puutteellisuus tarkoittaa kysyntää ennustettaessa myyntidatan tai kausaalidatan laatua. Mitä täydellisempää data on, sitä enemmän ja parempilaatuisena on sitä tarjolla. Puutteellinen tai epätäydellinen data tarkoittaa datan vähäistä määrä tai sen puuttumista kokonaan. Tasaisuudella tarkoitetaan tunnistettavaa kaavaa datan käytöksessä (trendi, kausivaihtelut, jne.) ilman ylimääräistä kohinaa. Epätasaisuus datassa tarkoittaa datapisteiden hajonneisuutta

ilman selvää kuvaajaa, josta voitaisiin tunnistaa datan käytöstä ja komponentteja. (Chase, 1997, s. 28)

Chambers et al. (1971) mukaan ennustemallin valintaan liittyy useita tekijöitä. On ymmärrettävä mihin ja miksi ennustetta tarvitaan sekä miten sitä tullaan käyttämään. Käyttötarkoitus määrittää Chambers et al. mukaan lopputulokseen vaikuttavia tekijöitä kuten vaadittua tarkkuutta. Ei ole tarpeen tehdä liian tarkkaa ennustetta, joka vaatii paljon työtä, jos käyttötarkoitus ei sitä vaadi. Menetelmän valintaan vaikuttaa käyttötarkoituksen lisäksi myös se, että ymmärretään mitkä tekijät vaikuttavat ennustettavaan komponenttiin ja miten se suhteutuu kokonaisuuteen. Ison prosessin välivaiheessa tapahtuvassa ennustamisessa tulisi ottaa siihen vaikuttavien suhteiden kausaalisuus huomioon, koska sillä itsessään ei ole mahdollisuutta vaikuttaa koko kokonaisuuteen. Mallin valintaan vaikuttaa myös menneisyyden ja tulevan tilan suhde, tällä Chambers et al. tarkoittavat sitä, että onko tuleva täysin samanlaista kun käytettävissä oleva data, vai vaikuttaako tulevaisuuteen sellaiset asiat, jotka eivät ole vaikuttaneet menneisyyteen, kuten esimerkiksi muutokset yrityksen strategiassa. Menneen ja tulevan suhde vaikuttaa etenkin pidemmän aikavälin ennusteisiin, lyhyen aikavälin ennusteissa vaikutus ei ole niin suurta eikä täten vaikuta merkittävästi ennustemallin valintaan.

Niin Armstrong, Chase kuin Chambers et al. määritelevät tärkeäksi ennustemenetelmän valintaan vaikuttavaksi tekijäksi datan saatavuuden. Jos dataa ei ole riittävästi saatavilla, on silloin käytettävä laadullisia malleja, kun taas dataa on saatavilla, voidaan turvautua matemaattisiin malleihin. Datan saatavuuteen ja laatuun liittyvät tuotteiden ominaisuudet. Chasen (2013, s. 94) mukaan tuotteet on järkevä segmentoida ennen kuin niille valitaan ennustemenetelmät. Chasen mukaan segmentointiin vaikuttavat tuotteiden arvo/tärkeys yritykselle, käytettävissä oleva data ja informaatio sekä tuotteiden ennustettavuus. Jotta menetelmän valinta onnistuisi helpolla, tulisivat tuotteet jakaa neljään ryhmään Chasen mukaan:

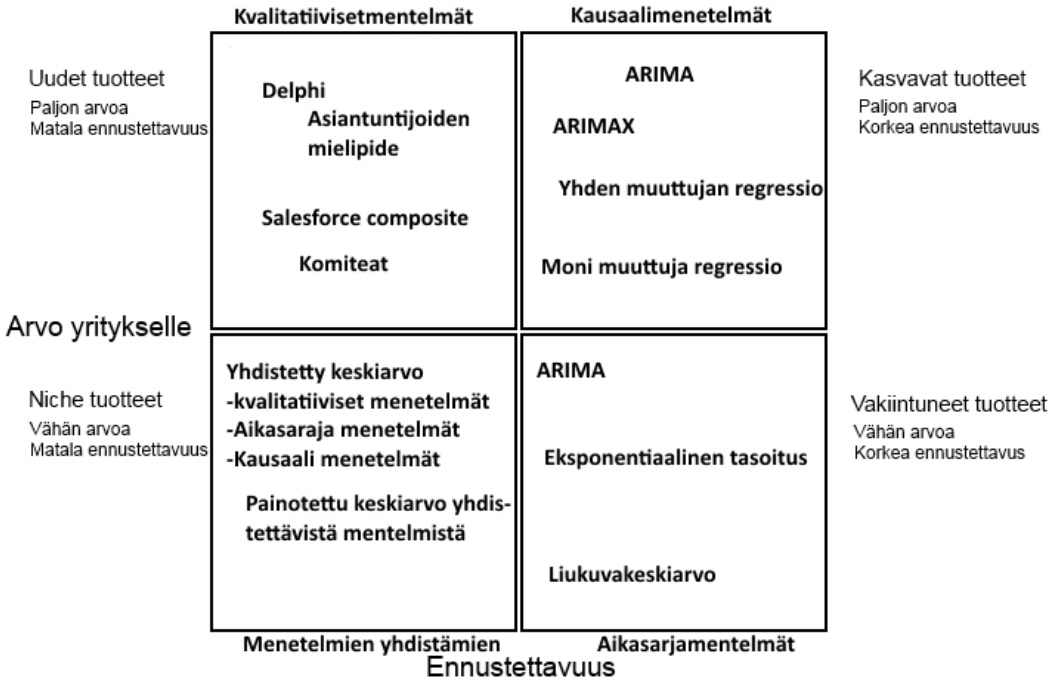
1. Pieni arvo yritykselle, matala ennustettavuus (niche tuoteet)
2. Pieni arvo yritykselle, korkea ennustettavuus (vakiintuneet tuotteet)
3. Suuri arvo yritykselle, matala ennustettavuus (uudet tuotteet)
4. Suuri arvo yritykselle, korkea ennustettavuus (kasvavat tuotteet)

Niche tuotteilla Chase (2013, s. 98) tarkoittaa sellaisia tuotteita, jotka ovat kohdennettu tietylle asiakasryhmälle tai niitä myydään yrityksen muista markkinakanavista poikkeavalla tavalla. Niche tuotteilla on pieni kysyntä, mutta ne tuottavat lähes aina voittoa, korkean katteensa vuoksi. Niche tuotteiden kysyntää vaikuttaa harvemmin syklisyys tai kausivaihtelu, kun taas satunnaist vaihtelua esiintyy hyvinkin paljon. Vaihtelun esiintyminen tuotteilla vaatii ennustettaessa ymmärrystä tuotteisiin liittyvistä kausaalisuhteista.

Vakiintuneiden tuotteiden tuoma arvo yritykselle on tasaista, mutta pientä. Tuotteilla on matalat katteet ja niiden kulutuksessa ei tapahdu juurikaan muutoksia. Vakiintuneiden tuotteiden ennustaminen onnistuu käyttämällä kvantitatiivisia malleja, koska tuotteille on kertynyt paljon historia dataa vuosien saatossa. Koska dataa on paljon tarjolla, on ennusteiden luomien yleensä helppoa, ja sen tekeminen on tärkeää, jotta kysyntää pystytään hallitsemaan tehokkaammin. (Chase, 2013, s. 99)

Uusien tuotteiden tuoma arvo on suuri yritykselle, mutta niiden ennustettavuus on hankalaa. Uudet tuotteet voidaan jakaa Chasen (2013, ss. 97-98) mukaan kolmeen eri luokkaan, vanhojen tuotteiden parannuksiin, lyhyen elinkaaren tuotteisiin ja kokonaan uusiin tuotteisiin. Jo olemassa oleville tuotteille voidaan tehdä parannuksia niiden ominaisuuksiin, tällaisille tuotteille on mahdollista ennustaa kysyntää hyödyntämällä vastaavien tuotteiden historiaa. Hyvin lyhyen elinkaaren tuotteet ovat ominaisia vaatetusalalle, jossa tuotteet vaihtuvat ja kuolevat kausimuodin mukana. Näille tuotteille voidaan myös ennustaa käyttämällä vastaavien tuotteiden historiadataa. Lyhyen elinkaaren tuotteille ei datasta ole juurikaan löydettävissä syklisyyttä tai kausivaihtelua. Täysin uudet tuotteet ovat tuotteita, jotka poikkeavat olemassa olevista tuotteista täysin ja tuovat innovatiivisuutta markkinaan. Tällaisille tuotteille ei voida käyttää historiadataa hyväksi vaan kysyntä on ennustettava laadullisilla menetelmillä. (Chase, 2013, ss. 97-98). Kahnin (2006, s. 17) mukaan jokaiselle erityyppiselle uudelle tuotteelle tulee valita ennustemenetelmä eri perustein. Jos uusi tuote on edeltävän korvaava muutos, on mahdollista hyödyntää matemaattisia malleja, koska edeltävän tuotteen dataa voidaan hyödyntää ennustetta luotaessa. Tuotteen ollessa jatkoa jo olemassa olevaan tuotemallistoon voidaan hyödyntää elinkaareen pohjautuvaa ennustamista. Jos tuote on yritykselle tai asiakkaille täysin uusi tai tuote on täysin uusi innovaatio, liittyy sen menekkiin paljon epävarmuutta, joka hankaloittaa tuotteen tulevan menekin ennustamista. Yritykselle uuden tuotteen ennustamisessa Kahn suosittelee käytettäväksi markkinatutkimukseen perustuvia menetelmiä. Täysin uuden innovaation menetelmäksi Kahn suosittelee skenaarioiden käyttämistä.

Kasvavat tuotteet ovat tuotteita joiden markkina kasvaa ja samalla ne kasvattavat yritystä. Nämä tuotteet tuovat paljon arvoa yritykselle ja niille on jo kertynyt paljon historiadataa, jonka pohjalta voidaan luoda ennusteita. Tuotteille voidaan tunnistaa trendi, kausivaihtelut ja syklisyys. Tuotteilla voi olla paljon selittämätöntä varianssia kysynnässä, joka johtuu yleensä myynti- ja markkinointitoimenpiteistä. (Chase, 2013, ss. 98-99)



Kuva 3 Sopivia ennustemenetelmiä erityyppisille tuotteille mukaillen Chase (2013, s. 100)

Kahn (2006, ss. 15-16) mukaan uusien tuotteiden kysyntää ennustettaessa on tuotteen ominaisuuksilla ja tilanteella merkitys ennustemenetelmän valintaan. Tilanteella Kahn tarkoittaa esimerkiksi käytettävissä olevaa aikaa ennusteen luomiseen. Kvalitatiiviset mallit, kuten esimerkiksi Delphin menetelmä, vievät paljon aikaa, jos ne suoritetaan kunnolla. Mikäli ennusteen luontitilanteessa ei ole käytettävissä riittävästi aikaa, tulee valita tilanteen mukaan toinen menetelmä. Matemaattiset menetelmät vaativat uudelta tuotteelta myyntidataa, jos uuden tuotteen markkinassa on odotettavissa muutoksia, eivät matemaattiset menetelmät näissä tapauksissa ole oikea valinta. Myös Chambers et al. (1971) mainitsevat tilanteen vaikuttavan ennustemenetelmän valintaan. Heidän mukaansa valintaan vaikuttaa se, että kuinka paljon aikaa on käytettävissä ennusteen luomiseen ja mikä on ennusteen luomisesta saadun tuoton ja kustannuksen suhde.

.

9 Case yrityksen esittely

Tämä diplomityö tehtiin terveydenhuollonalan maahantuonti- ja tukkuyritykselle. Yritys oli toiminut alalla jo 25 vuotta työllistäen yli 30 henkilöä ja sen liikevaihto oli noin 20 miljoonaa euroa. Yritys toi maahan sairaanhoidon perus- ja erikoistarvikkeita sekä laboratorioalan laitteita ja tarvikkeita. Yrityksen asiakkaita olivat julkishallinto, yksityiset terveyspalveluiden tuottajat, yritykset, yliopistot sekä kuluttajat. Yrityksen myynnistä noin 65 prosenttia tuli julkisen kilpailutuksen kautta ja loput muiden myynti- ja markkinakanavien kautta. Julkinen kaupankäynti asetti sopimustensa myötä varastointitarpeen yritykselle, koska tuotteita oli oltava aina saatavilla, sopimusten ehtojen mukaisesti. Haasteelliseksi varastoinnin teki se, että kilpailuttavilla organisaatioilla ei aina ollut tarkkoja tietoja tuotteiden kulutuksesta. Saadut tiedot arvioiduista kulutuksista saattoivat olla vanhentuneita tai vajavaisia. Vanhat tiedot eivät välttämättä aina vastanneet täysin tulevaa, koska Suomen väestö ikääntyi jatkuvasti, mikä vaikuttaa suoraan useiden tuotteiden kysyntään.

Yrityksen tuotevalikoima vaihteli yksinkertaisista terveydenhuollon kertakäyttötuotteista, hyvin pienelle markkinalle kohdennettuihin korkean teknologian niche-tuotteisiin. Case yrityksen tuotevalikoima koostui noin yhdeksästä tuhannesta myytävästä nimikkeestä, joista noin 3500 pidettiin varastossa asiakkaiden saatavilla. Varastoitavien tuotteiden varastonarvo oli keskimäärin noin 2,5 miljoonaa euroa ja varaston kiertonopeus noin 6. Yrityksen valikoiman tuotteet tilattiin pääsääntöisesti Keski-Euroopasta, jolloin tuotteista riippuen toimitusaika oli 2-30 päivää. Tuotteiden tilaamisen hoiti yrityksessä pääsääntöisesti kaksi ostajaa. Tuotteiden tilaaminen tapahtui käyttämällä ERP-järjestelmää, joka MRP-prosessin avulla loi suunnittelut ostotilaukset laskettujen kattavuusrajojen mukaisesti. Tuotteiden kattavuuksien päivittäminen oli ostajien vastuulla. Yrityksessä koettiin hankalaksi erilaisten tuotteiden tulevaan kulutukseen vastaaminen. Tulevan tilan ennustamiseen ei juurikaan ollut käytössä työkaluja yrityksessä. Syyt tuotteiden tulevan tilan arvioitiin vaihtelivat toisistaan,

mutta kuitenkin pohjimmainen syy kaikilla tuotteilla oli saavuttaa taloudellista hyötyä. Tähän työhön esimerkeiksi valittiin sellaiset tuoteryhmät, joissa yritys koki olevan eniten haasteita, joihin voitaisiin vastata kysyntää ennustamalla.

9.1 Kysynnän ennustaminen lähtötilanteessa

Työn aloitusvaiheessa pyrittiin lyhyesti selvittämään miten yritys nykytilassaan varautui tulevaisuuteen ja etenkin tulevaan kysyntään. Yrityksellä ei ollut käytössä tuotteille, tuoteryhmille tai kokonaisuudelle selviä ennustemenetelmiä saati ennusteprosessia. Kun asioita tarkasteltiin lähemmin, löytyi yritykseltä kuitenkin muutamia toimintatapoja, joissa tulevaa tilaa arvioitiin. Tuotevastaavat tekivät tilikausittain budjetin, joka pohjautui puhtaasti tuotevastaavien arvioihin tulevasta. Budjetin lisäksi yrityksen ostajat käyttivät osalle tuoteryhmistä hankintapohja-tiedostoa, josta oli nähtävissä kolmen edeltäneen kuukauden toteutunut kysyntä ja muita varastonhallinnan tietoja.

Yrityksen tuotevastaavat tekivät tuoteryhmittäin budjetin, joka käsitti aina seuraavan tilikauden. Yrityksen tuoteryhmätason budjetointi oli täysin tuotevastuuhenkilöiden hallinnassa ja yrityksen johto ei ollut määrittänyt siihen tavoitteita tai asettanut budjetille rajaehtoja. Koska budjetointi oli suoraan lähtöisin tuotteista ja niiden markkinoista vastanneista henkilöistä, oli se lähinnä tulevaa tilaa arvioiva ennuste myyjän näkökulmasta. Budjetoinnista ei ollut tarkoituksella tehty vuosien saatossa liian raskasta, vaan se oli haluttu pitää mahdollisimman kevyenä ja mukautumiskykyisenä. Budjetti tuoteryhmätasolla oli kuluvaa ja edeltäneitä tilikausia vertailtaessa pitänyt hyvinkin tarkasti paikkansa, keskimääräinen ero toteutuneen ja ennustetun budjetin välillä oli noin ±8 prosenttiyksikköä. Kuitenkaan tuoteryhmätason budjetoinnissa ei ollut pystytty varautumaan päämies-kentässä tapahtuviin muutoksiin, esimerkiksi edustuksen menetyksiin tai rajuihin hinnankorotuksiin, joilla on suora vaikutus myyntiin.

Yrityksen ostajat käyttivät osalla tuotteista ostopohjaa, joka oli Excel-tiedosto, jolla kerättiin ostettavien tuotteiden menekkitietoja ja varastonhallintaparametrien

asetuksia. Pohjan avulla ostoista vastanneet henkilöt pystyivät analysoimaan edeltänyttä kulutusta ja muokkaamaan ERP-järjestelmän laskentaprosessin ilmoittamia tarpeita. Työkalua hyödynnettiin kuten naiivia ennustetta tai liukuvaa keskiarvoa, riippuen tilauksia tehneestä henkilöstä ja tuotteista. Ostopohjaa käytettiin etenkin sellaisille tuotteille, joille oli suuri kysyntä ja pitkät toimitusajat, tällaiset tuotteet olivat usein julkiselle sektorille myytäviä tuotteita, joiden myynnistä valtaosa tuli sopimuspohjaisesta kaupasta. Ostopohjan ongelma oli, ettei se pystynyt suoraan reagoimaan sopimusteknisiin muutoksiin, koska se perustui ainoastaan historiatietoon. Ostopohja-työkalu kuitenkin painotti viimeisimpiä historiatapahtumia, koska siinä ei ollut esillä kuin muutaman edeltäneen kuukauden kulutus, jolloin työkalu reagoi muutoksiin suhteellisen nopeasti. Nopeahko reagointi aiheutti myös usein ongelmia, ylisuurten tilausten muodossa, jotka johtuivat tilaushistoriassa tapahtuneista varianssista tai muista kausaalisyistä.

Budjetoinnin ja hankinnan lisäksi, myös toimittajien kanssa luotiin joskus ad hoc ennusteita, jotta pystyttiin varautumaan arvioilla tulevaan tilaan. Usein ennusteet olivat yksinkertaisia matemaattisia aikasarjaennusteita, joita pyrittiin tukemaa kvalitatiivisilla, myyjien arvioihin perustuvilla ennusteilla. Ad hoc ennusteiden luontiin oli monia syitä, usein niillä oli tarkoituksena antaa tietoa valmistajalle, jotta valmistaja pystyi varautumaan kapasiteetissaan tapahtuviin muutoksiin. Ennusteilla vastattiin usein valmistajaa askarruttaneisiin kysymyksiin, liittyen markkinan kehitykseen tai ylipäätänsä myynnin tulevaan tilaan. Vaikka yrityksessä tehtiinkin erilaisia tulevaa tilaa ennakoivia toimenpiteitä, ei yrityksellä ollut selkeää toimintatapaa ennustaa tuleva kysyntää ja valita oikean tyyppisiä ennustemenetelmää tarpeeseensa.

10 Ennustemenetelmien valintaprosessi yrityksen tuotteille

Käytännön osuuden tavoitteena oli luoda ohjeistus tai prosessi siitä, miten yrityksen erityyppisille tuotteille tulisi valita ennustemenetelmä tai ennustemenetelmät. Case yrityksellä oli myynnissä noin 9000 nimikettä, joista noin 3500 oli varastoitavia. Työssä keskityttiin varastoitaviin nimikkeisiin. Tuotteiston nimikkeiden oletettiin eroavan toisistaan monilta ominaisuuksiltaan, kuten esimerkiksi käytettävissä olevan datan laadultaan. Yrityksen tavoitteena työlle oli keskittyä yksittäisiin tuotteisiin, suurempien kokonaisuuksien sijasta ja löytää keino valita oikean tyyppinen ennustemenetelmä kyseessä olleelle tuotteelle. Yksitäisten tuotteiden ennustaminen oli yrityksen tarpeisiin nähden järkevää suorittaa lyhyellä tai keskipitkällä aikavälillä, riippuen tuotteesta, tuotteen ominaisuuksista sekä ongelmasta, johon ennustamisella pyrittiin vaikuttamaan. Yrityksellä oli useita erityyppisiä asiakkaita, myyntikanavia ja tuoteryhmiä, jotka vaihtelivat ja aiheuttivat erilaisia syitä ennusteiden tarpeelle. Työssä pyrittiin valitsemaan mahdollisimman homogeeninen valikoima tuoteryhmiä ja jokaisesta ryhmästä yksi tai useampi tuote ennusteiden valitsemista sekä testaamista varten. Tarkoituksena oli löytää erityyppisiä tuotteita, joiden asiakaskunnat, myyntikanavat ja -menetelmät eroaisivat toisistaan. Ennusteiden tuli olla helppoja toteuttaa ja riittävän yksinkertaisia käyttää, jotta yritys voisi halutessaan niitä hyödyntää jatkossa.

Työssä tuoteryhmiä ja niiden tuotteiden ennusteita lähestyttään Hosmandin ennusteprosessin mukaan, joka on esitelty kuvassa 2. Prosessin ensimmäisessä vaiheessa esitellään tuotteisiin liittyvä ongelma sekä rakennetaan ymmärrys tuotteiden ja niiden toimitusketjujen ominaisuuksista. Kun syy ennusteiden tarpeellisuudelle tai tarpeettomuudelle on esitetty, keskitytään tuotteiden ennusteisiin käytettävissä olevaan dataan, joka on kriittinen osa oikean ennustemenetelmän valinnassa. Kuten teoriaa käsitelevässä osuudessa esiteltiin, niin Chase kuin Armstrong käyttävät dataa tärkeänä valinta kriteerinä ennustemenetelmien valinnassa. Tuotteille pyritään valitsemaan kaksi tilanteeseen sekä tarpeeseen parhaiten sopivaa menetelmää ja niiden avulla tuotteille

muodostetaan ennustemallit. Mallien avulla tuotteille luodaan ennusteet, joiden tuloksia arvioidaan. Ennusteiden tuloksia verrataan toteutuneeseen sekä luotujen ennusteiden rinnalla tehtyyn verrokkiennusteeseen. Työssä verrokkiennusteena käytettään naiivia ennustetta. Kun prosessi on toistettu kaikille tuotteille, esitellään havaintojen perusteella tehty ennusteen valintaprosessi, jossa kuvataan yrityksen toiminnasta johtuvia erityispiirteitä, jotka on syytä ottaa huomioon ennusteita luotaessa.

Matemaattisissa ennusteissa hyödynnettiin tilastomatemaattista ohjelmointikieltä R:ä ja sen ympärille rakennettua käyttöliittymää. ARIMA mallit laskettiin internetistä löytyvällä R-kielellä tehdyllä palvelulla (Wessa, 2013). Työssä käytettiin pääosin nopeita ja helppoja menetelmiä, koska monimutkaisempien mallien muodostaminen oli hankalaa ja aikaa vievää, eivätkä ne palvelleet yrityksen työlle asettamia tavoitteita.

10.1 Tuoteryhmä A

Tuoteryhmä A oli yrityksen liikevaihdollisesti ja volyymillisesti suurin tuoteryhmä. Sen tuotteet olivat tarkoitettu helpottamaan yleisesti vanhemmilla henkilöillä esiintyvään ongelmaan. Tuoteryhmän tuotteet olivat kertakäyttöisiä ja yksi asiakas käytti niitä päivässä oireistaan riippuen yhdestä kuuteen kappaletta. Tuoteryhmän tuotteilla oli tasaisesti kasvava markkina Suomessa, kasvun uskottiin johtuvan pääosin väestön ikärakenteen muutoksesta. Tuotteissa ei ollut tapahtunut vuosien saatossa läpimurtavia kehitysaskelia, vaan ne olivat säilyneet hyvinkin samanlaisina pitkään. Tämä oli johtanut siihen, että tuotteiden valmistuskulut ja myyntihinta olivat pudonneet hyvin alhaisiksi. Tuotteita möi useampi suurempi organisaatio ja kilpailu Suomen markkinasta oli tiukkaa.

Tuoteryhmän A myynti perustui pitkälti olemassa oleviin sopimuksiin, jotka saavutettiin julkisen hankinnan kautta, mikä oli johtanut siihen, että myyntihinnat ja niistä jäävä kate yritykselle oli erittäin alhainen. Julkisen kilpailutuksen ulkopuolinen osuus myynnistä muodostui yritykselle kuluttajamyynnistä sekä

yksityisten hoitolaitosten ja sairaaloiden myynnistä. Sopimukset kilpailutettiin yleisesti suurehkoille maantieteellisille alueille kahdeksi vuodeksi sisältäen kahden vuoden lisäoption. Tarjouspyynnöissä mukana oli usein hankkivan osapuolen arvio tulevasta vuotuisesta kulutuksesta, minkä perusteella voitiin varautua tulevaisuuteen. Usein kuitenkin arvio erosi toteutumasta merkittävästi. Kilpailutus oli pitkä prosessi ja ongelmia aiheutti yrityksen kulutuksen arvioinnille olemassa olevien sopimusten päättyminen, ei niinkään uudet alkaneet sopimukset. Päättyviin sopimuksiin ei aina reagoitu riittävän ajoissa ja se aiheutti hetkellisesti ylisuuria varastoja.

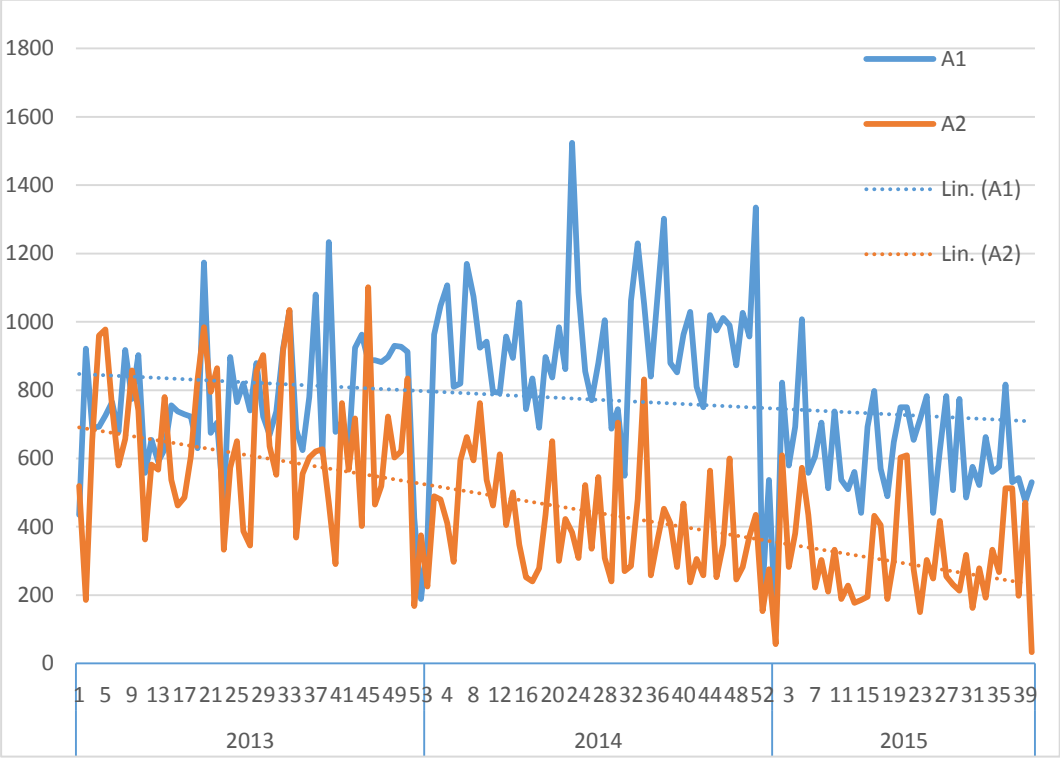
Tuotteiden sopimusten määrittelemä toimitusaika asiakkaalle oli pääsääntöisesti kolme työpäivää. Tuotteiden toimitusaika valmistajalta yritykselle oli noin 30 päivää. Tuotteiden toimitusketju oli ollut toiminnassa pitkälti yli kymmenen vuotta ja se toimi kustannustehokkaasti hyvin vähäisillä poikkeamilla. Suurimmat poikkeamat toimitusketjussa aiheuttivat yksittäiset tapahtumat kuten rajunilmat tai työnseisaukset satamissa, joihin eivät toimitusketjun yritykset pystyneet reagoimaan. Toimittaminen yrityksen varastosta asiakkaille toimi hyvin tarkasti ja tehokkaasti. Tuotteita toimitettiin niin sairaaloille ja hoitokodeille kuin kotona asuville kunnallisen kotihoidon potilaille sekä yksityisille kuluttajille. Hoitokodit ja kotihoidon potilaat tilasivat aina tarjouspyyntöjen ehtojen mukaisen kolmen kuukauden tarpeen kerrallaan, minkä uskottiin aiheuttavan jonkin verran vaihtelua tuotteiden kysynnässä.

Tuoteryhmän A tuotteiden fyysinen koko sekä suuret varastoitavat volyymit veivät noin puolet yrityksen koko varastointitilasta. Tuotteiden varastointi aiheutti usein ongelmia tilanpuutteen vuoksi. Ulkopuolinen varastointi ei tuotteille sopinut, koska sen kustannus vaikutti liikaa tuotteista saatavaan lopulliseen katteeseen. Varastointiin ja tilan ahtauteen liittyvät ongelmat ja tuotteista saatava matala kate vaikuttivat siihen, että tuotteille tuli pystyä mahdollisimman tarkasti ennustamaan kulutus noin 4-8 viikon päähän. Toinen tulevan tilan arvioinnin tarpeeseen vaikuttanut syy oli mahdollista puutoksista johtuneet jälkitoimitukset, jotka aiheuttivat yritykselle ylimääräisiä kustannuksia. Etenkin kotihoidon tai

hoitokotien asiakkaille jälkitoimitus oli hyvin kallista, koska tuotteet eivät voineet odottaa seuraavaa toimitusta, joka olisi tapahtunut vasta kolmen kuukauden päästä.

Tuoteryhmän tuotteet täyttivät monilta osin Fisherin (1997, ss. 105-107) esittämät ominaisuudet funktionaalisista tuotteista. Tuotteiden kysyntä oli tasaista, kilpailu kovaa ja tuotteiden kate alhainen sekä tuotteiden elinikä pitkä. Tuotteille oli tarjolla paljon historiatietoa, joten myös ennustamisen oletettiin olevan helppoa. Toimitusketju vaikutti olevan hyvinkin stabilisoitunut vakaaseen tilaansa. Tehokkaan toimitusketjun kehittämiseen koettiin tarvittavan ennusteprosessia, joka edesauttaisi vähentämään puutekustannuksia sekä muita tuotteiden kysynnän epävarmuudesta johtuvia kulueriä.

Yritys oli myynyt tuoteryhmän A tuotteita pitkään, joten tuotteille oli paljon saatavilla aikasarjadataa. Dataa oli tallentunut vuosien saatossa yrityksen eri toiminnanohjausjärjestelmiin, joista se oli varastoitu talteen helposti hyödynnettäväksi. Tuoteryhmästä A tuotteita valittiin ennusteprosessiin sekä datan tutkintaa kaksi. Tuote A1 oli ryhmän eniten myydyin tuote, kun taas tuote A2 oli uusi tuote, joka tuli korvaamaan olemassa olleen tuotteen A3 asteittain. Koska Tuoteryhmän A myynti perustui lähes kokonaan sopimuksiin, voitiin olettaa, että A2 ennusteissa oli mahdollista käyttää tuotteen A3 historiatietoa, koska A2 tuli korvaamaan suoraan tuotteen A3 sopimuksissa. Niin tuotteelle A1 kuin tuotteelle A3 löytyi aikasarjadataa useiden vuosien ajalta. Tuotteiden aikasarjadatat avattiin vuoden 2013 alusta syyskuu 2015 loppuun asti. Molempien tuotteiden aikasarjadata on kuvattuna kuvassa 4.

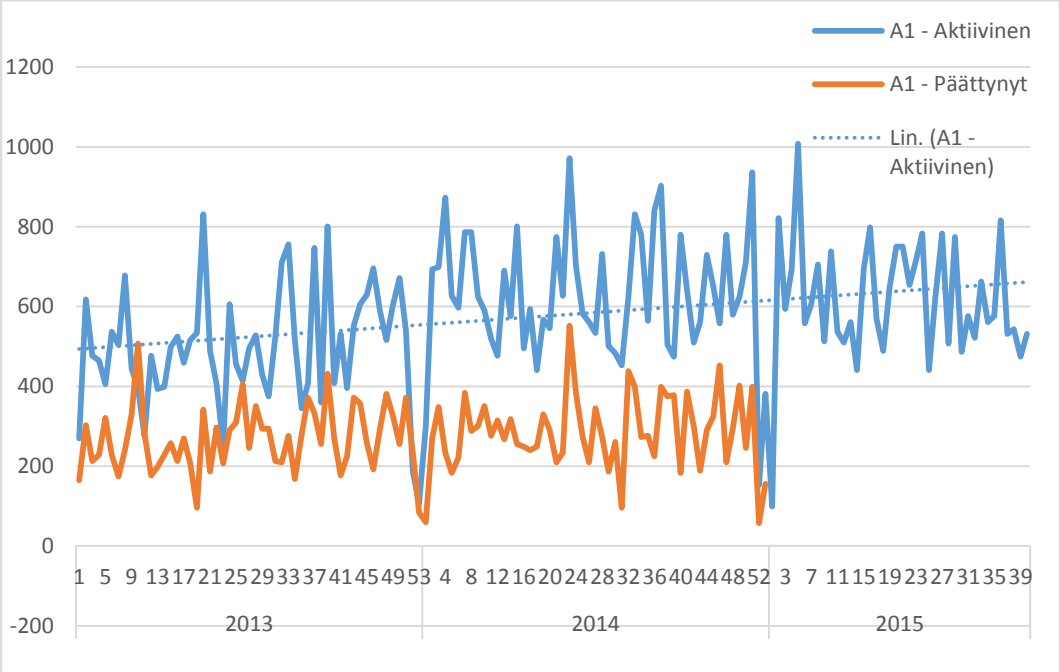


Kuva 4 Tuotteiden A1 ja A3 viikoittainen kysyntä ja trendi

Molemmilla tuotteilla oli aikasarjadatasta havaittavissa laskeva trendi. Kummallakin tuotteella oli havaittavissa myös kausivaihtelua vuodenvaihteiden kohdalla, jolloin kulutusmäärät tippuivat selvästi muusta kulutuksesta. Vuoden loppupuolella esiintynyt pienempi myynti oli selitettävissä pitkillä pyhillä, jolloin yrityksen tai asiakkaiden varastot eivät toimineet täydellä teholla. Molempien tuotteiden viikoittainen vaihtelu oli piirretyn kuvaajan mukaan melko suurta, yhtenä syynä siihen oletettiin olevan sopimusten määrittämä tilaussykli, jossa määriteltiin neljä toimitusta vuodessa kotihoidon potilaille ja noin yhdestä kahteen toimitusta terveydenhuollon yksiköille. Tällöin satunnaisesti joillekin viikoille osui suurempi kulutus kuin toiselle. Yritys oli pyrkinyt tasaamaan viikoittaista kulutusta tekemällä toimitussuunnitelman suurimmille asukkailleen, jakaen toimituksia tasaisesti eri viikoille ja viikonpäiville.

Tuotteiden pääsääntöisiä käyttäjiä olivat iäkkäämmät henkilöt, väestön ikääntyessä oletettiin käytössä tapahtuvan vuosittaista kasvua hankinta-alueittain, johtuen Suomen väestön ikärakenteesta. Kuitenkin molempien tuotteiden trendi

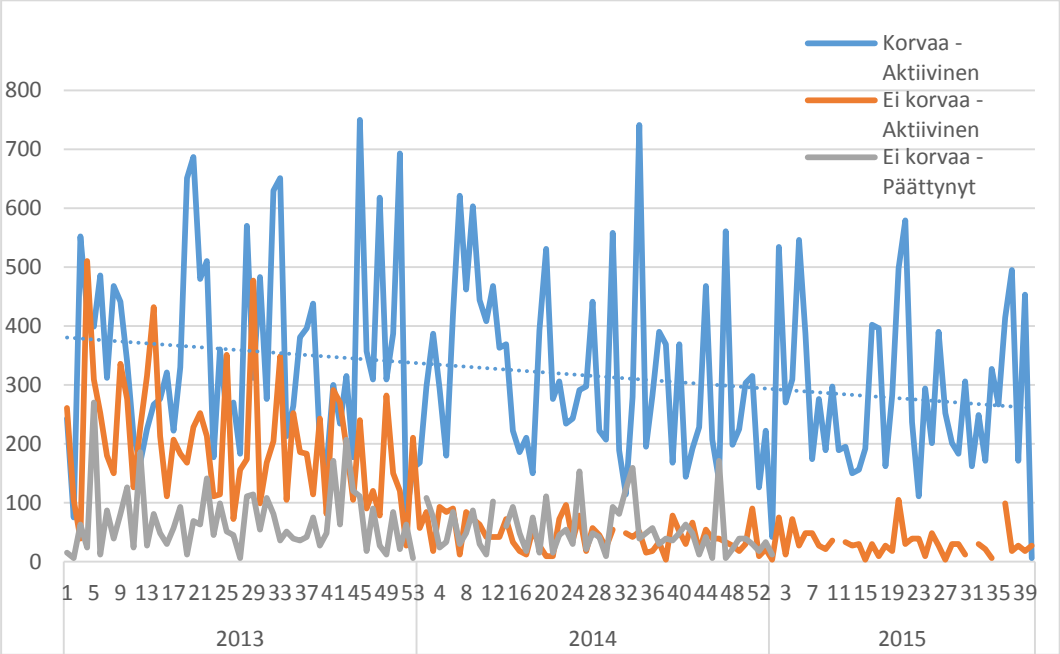
oli olettamusten vastainen. Asiaa tutkittiin ja kävi ilmi, että yksi suurimmista sopimuksista oli päättynyt vuoden 2014 joulukuussa. Sopimuksen päättyminen oli selvästi havaittavissa tuotteen A1 kulutuksessa. Tuotteiden ennusteiden luotiin käytettävästä aikasarjadatasta poistettiin päättyneet sopimukset, jotka eivät vaikuttaneet tulevan tilan arvioon Kuvassa 5 on esitettynä tuotteen A1 aikasarjadata, josta nähtiin kuinka paljon päättyneet sopimukset vaikuttivat tuotteen kysyntään. Kun verrattiin alkuperäistä dataa, oli tuotteella A1 laskeva trendi, mutta kun aikasarjadatasta oli eroteltu pois päättyneet sopimukset kääntyi aktiivisten sopimusten trendi kasvavaksi. Trendi oli tuoteryhmään kohdistuneiden odotusten mukainen, etenkin kun vielä todennettiin, ettei tuotteeseen ollut tarkastelu aikavälillä vaikuttaneet uudet sopimukset.



Kuva 5 Tuotteen A1 kysyntä ja trendi ilman päättyneitä sopimuksia

Toisin kuin tuotteen A1 oli tuotteen A2 (A3 datalla) trendi laskeva vielä sen jälkeen, kun aikasarjadatasta eroteltiinkin pois päättyneiden sopimusten kysyntä. Tuotteista vastanneen tuotepäällikön mukaan laskeva trendi johtui siitä, että osa asiakkaista vältteli tuotteen A3 käyttöä sen materiaalien vuoksi. Tuotteen A3 vaihdos tuotteeseen A2 uskottiin ratkaisevan tuotteeseen kohdistuvat ongelmat ja

kääntävän trendin kasvavaksi. Tuotteelle A2 ei ollut järkevää käyttää kokonaisuudessaan tuotteen A3 aikasarjadataa, koska tuote A2 ei korvannut alkuuni, kuin osan tuotteen A3 sopimuksista. Edellä mainitun vuoksi, tuli tuotteelle A2 vielä erotella A3 tuotteen datasta vain korvattavat sopimukset. Tuotteelle A2 käytetty data on esitetty kuvassa 6. Kuvasta on nähtävissä, että niiden tuotteiden osuus oli melko vähäinen, joita tuote A2 ei korvannut.



Kuva 6 Tuotteelle A2 sovitettu tuotteen A3 aikasarjadata

Niin Armstrong kuin Chase suosittavat käyttämään yksinkertaisia matemaattisia malleja niille tuotteille, joille on tarjolla helposti saatavaa ja laadukasta aikasarjadataa. Tuoteryhmän tuotteet sijoittuvat Chasen nelikentässä, joka on esitetty kuvassa 3. vakiintuneisiin tuotteisiin. Tällaisille tuotteille suositellaan ennustemenetelmiksi matemaattisia malleja. Koska tuotteille A1 ja A2 oli saatavilla tuotteisiin liittyvien ominaisseikkojen puhdistuksen jälkeen hyvää aikasarjadataa, luotiin niille ennusteet käyttämällä kvantitatiivisia menetelmiä. Tuoteryhmän A tuotteisiin uskottiin olevan olemassa kausaalisuhteita, kuten väestön ikääntyminen, mutta sen vaikutusta ei kuitenkaan lyhyen tai keskipitkän aikavälin ennusteissa ollut järkevältä ottaa huomioon. Koska ennusteen luonnin tuli olla nopeaa ja yksinkertaista yrityksen toivomuksesta, valittiin tuoteryhmän A

tuotteille käytettäväksi erityyppisiä aikasarjamenetelmiä. Tuotteille tuli luoda ennusteet viikkotasolla useamman viikon päähän, koska tuotteiden toimittaminen vei useita viikkoja aikaa.

Tuoteryhmän A ennusteet luotiin käyttämällä liukuvankeskiarvoa ja ARIMA-malleja. Liukuvakeskiarvon menetelmä oli helposti lähestyttävä ja yksinkertainen menetelmä kun taas ARIMA oli selvästi monimutkaisempi ja hankalammin toteutettavissa oleva menetelmä. Liukuvakeskiarvo soveltui tuoteryhmän tuotteille, koska tuotteiden puhdistetussa aikasarjadatassa ei esiintynyt jyrkkää trendiä tai aggressiivista kausivaihtelua, joten menetelmän uskottiin tuovan vähintään kohtuulisia tuloksia. ARIMA-menetelmä otettiin mukaan, koska työssä haluttiin testata myös hiukan monimutkaisempaa menetelmää. Tuoteryhmän A tuotteilla löytyi myös datapisteitä riittävä määrä ARIMA:n käyttöä varten, mallin käyttäminen vaatii noin 40 datapistettä, jotta sen tulokset olisivat luotettavia.

Molemmille tuotteille luotiin ennusteet neljälle eri viikolla ja ennusteiden suoriutumista vertailtiin menetelmien välillä. Taulukossa 2. on esitetty kaikkien menetelmien suoriutumiset molemmille tuotteille. Olettamuksena ennusteita luotaessa oli se, että ennusteiden tulisi osua lähelle toteutunutta, koska tuotteet olivat ominaisuuksiltaan funktionaalisia ja niiden kysyntä oli tasaantunutta, mutta sisälsi kuitenkin jonkin verran vaihtelua. Liukuvankeskiarvon uskottiin ennusteita luotaessa olevan helpoin ja sopivin keino tuoteryhmän A tuotteiden ennustamiseen. Liukuvakeskiarvon menetelmä oli helppo ja yksinkertainen käyttää, kun taas toiseksi malliksi valittu ARIMA vaati paneutumista ja se vei selvästi enemmän aikaa. Liukuvankeskiarvon menetelmän ominaisuuksista johtuen, se reagoi hitaasti tapahtuviin muutoksiin, tämä oli myös nähtävissä menetelmän ennusteissa, jotka olivat hyvin lähellä toisiaan. ARIMA-malli taas antoi toisistaan selvästi poikkeavia ennusteita viikkojen välillä. Molemmille tuotteille laskettiin myös naiivit ennusteet vertailuun, jotta menetelmien suoriutumista voitiin vertailla. Naiivit ennusteet luotiin käyttämällä ennusteiden luontia edeltäneen viikon kulutusarvoja, eli viikolle 45 käytettiin viikon 41 kulutustietoja.

Taulukko 2 Tuoteryhmän A ennusteiden suoriutuminen

Tuote	Menetelmä	Ajankohta	Ennuste	Tot.	Ero	PE	MAPE
A1	Liukuvakeskiarvo	viikko 42	620	582	-38	-7 %	
A1	Liukuvakeskiarvo	viikko 43	620	558	-62	-11 %	
A1	Liukuvakeskiarvo	viikko 44	622	567	-55	-10 %	
A1	Liukuvakeskiarvo	viikko 45	623	549	-74	-13 %	**10 %**
A1	ARIMA	viikko 42	492	582	90	15 %	
A1	ARIMA	viikko 43	576	558	-18	-3 %	
A1	ARIMA	viikko 44	522	567	45	8 %	
A1	ARIMA	viikko 45	672	549	-123	-22 %	**12 %**
A1	Naiiviennuste	viikko 42	543	582	39	7 %	
A1	Naiiviennuste	viikko 43	474	558	84	15 %	
A1	Naiiviennuste	viikko 44	819	567	-252	-44 %	
A1	Naiiviennuste	viikko 45	693	549	-144	-26 %	**23 %**
A2	Liukuvakeskiarvo	viikko 42	273	540	267	49 %	
A2	Liukuvakeskiarvo	viikko 43	276	222	-54	-24 %	
A2	Liukuvakeskiarvo	viikko 44	277	264	-13	-5 %	
A2	Liukuvakeskiarvo	viikko 45	278	180	-98	-54 %	**33 %**
A2	ARIMA	viikko 42	306	540	234	43 %	
A2	ARIMA	viikko 43	162	222	60	27 %	
A2	ARIMA	viikko 44	249	264	15	6 %	
A2	ARIMA	viikko 45	171	180	9	5 %	**20 %**
A2	Naiivi ennuste	viikko 42	170	540	370	68 %	
A2	Naiivi ennuste	viikko 43	453	222	-231	-104 %	
A2	Naiivi ennuste	viikko 44	228	264	36	14 %	
A2	Naiivi ennuste	viikko 45	111	180	69	38 %	**56 %**

Tuotteelle A1 lasketut ennusteet suoriutuivat odotetusti, Fisher (1997, s. 107) mukaan funktionaalisten tuotteiden ennustevirhe on noin 10 % luokkaa ja ennusteiden MAPE:t niin liukuvalla keskiarvolla kuin ARIMA:lla olivat lähellä 10 prosenttiyksikköä. Naiivi menetelmä antoi selvästi huonommat tulokset kuin valitut menetelmät. Parhaiten menetelmistä suoriutui liukuvakeskiarvon menetelmä, mutta menetelmä ennusti jokaisen viikon määrät suuremmiksi kuin

todellinen toteuma oli. ARIMA-menetelmällä luodut ennusteet osuivat molemmille puolille toteutunutta. Kun ARIMA:lla laskettujen ennusteiden erot laskettiin yhteen, menetelmän ennusteiden ero oli vain kuusi yksikköä yli toteutuneen, kun taas liukuvalla keskiarvolla ero oli yli 200 liikaa toteutuneeseen nähden. Liukuvalla keskiarvolla

Tuotteelle A2 kaikkien menetelmien absoluuttisen keskiarvon ennustevirheprosentti oli selvästi suurempi kuin tuotteella A1. Virhe johtui lähinnä viikolle 42 osuneesta kysynnästä, johon menetelmät eivät onnistuneet reagoimaan. Kysynnän arvioitiin johtuvan tuotteen A2 uutuudesta, sen korvatessa tuotteen A3. Menetelmistä ARIMA pärjäsi parhaiten, mutta sillä luodut ennusteet olivat kaikki neljä alle toteutuneen kysynnän. Liukuvakeskiarvo suoriutui yksittäisten viikkojen osalta ARIMAA huonommin, mutta se oli kokonaiskysynnässä lähempänä toteutunutta. Naiivi ennuste antoi huonoja tuloksia kokonaisuudessaan.

Tuoteryhmän A tuotteilla oli tärkeää rajata aikasarjadatasta pois sellaiset tiedot, jotka eivät vaikuttaneet tulevaan kysyntään. Tuotteilla oli kriittistä ottaa huomioon päättyneet tai alkavat sopimukset, koska niillä oli suuri merkitys aikasarjadataan ja tulevaan kysyntään.. Malleja ei ennusteiden välissä säädetty vaan kaikille viikoille tehtiin ennusteet samoilla malleilla. Menetelmät antoivat myös uudelle tuotteelle, jolle käytettiin sitä edeltäneen tuotteen aikasarjadataa, kohtuullisia ennusteita. Mallit eivät kuitenkaan osanneet huomioida uuden tuotteen ensimmäisen viikon normaalista poikennutta kysyntää. Poikkeukselliseen kysyntään olisi mahdollisesti voitu vastata paremmin, jos matemaattiset mallit olisi yhdistetty laadulliseen malliin. Liukuvakeskiarvo oli malleista huomattavasti nopeampi käyttää ja sen tulokset olivat yrityksen tarpeisiin riittäviä. ARIMA vaati malliin liittyvää asiantuntemusta ja ennusteen tekemiseen keskittymistä ollen selvästi liukuvaa keskiarvoa hitaampi ja haastavampi käyttää. Yrityksellä oli paljon tuoteryhmän A kaltaisia tuoteryhmiä, joten tuoteryhmän A kokemuksista uskottiin olevan paljon hyötyä

10.2 Tuoteryhmä B

Tuoteryhmän B tuotteet olivat yksikköhinnaltaan kalliita tuotteita, joita käytettiin vaativiin erikoistoimenpiteisiin yliopistosairaaloiden erikoiskirurgiassa. Tuoteryhmän B liikevaihto oli merkittävä yritykselle ja niistä saatava kate oli korkeampi kuin muista työn tuoteryhmistä. Erityyppisiä toimenpiteitä ja potilaita varten oli olemassa tuoteryhmässä oma tuotteensa, mikä oli johtanut siihen, että tuotteilla oli hyvin paljon variaatioita. Vuosittaisten toimenpiteiden määrä oli suhteellisen vakio, mutta potilaiden ominaisuudet ja vamman laatu vaikuttivat käytettyihin tuotteisiin niin, että oli hankalaa arvioida miten yksittäisiä tuotteita tuli kulumaan vuoden aikana. Tuotteiden useat variaatiot olivat johtaneet tarpeeseen varastoida lukuisia tuotteita ja koska tuotteiden hankintahinta oli korkea, oli tuoteryhmän B tuotteiden varastonarvo suurin yrityksen tuoteryhmistä. Tuotteet olivat fyysisesti selvästi pienempiä kuin esimerkiksi tuoteryhmän A tuotteet, joten vaikka tuotteita varastoitiin paljon, ne eivät vieneet fyysisesti suurta tilaa.

Tuotteita myytiin vain operaatioita suorittaville sairaaloille ja myynti perustui joko sopimuksiin tai nopeaan saatavuuteen. Tuotteista oli olemassa hankintasopimuksia, mutta akuuteissa tapauksissa nopea saatavuus ajoi sopimusten ohi. Tuotteiden toimitusaika asiakkaalle vaihteli tunneista muutamiin päiviin. Nopeisiin toimituksiin oli varauduttu myös tarjoamalla suurimmille asiakkaille osalle menekkituotteista konsignaatiovarastointia. Kuitenkin ongelma oli konsignaatiovarastojen kanssa toimiessa niiden vaikea hallittavuus, koska asiakkailla ei ollut toimivaa informaatiokanavaa, jossa olisi tarjottu reaaliaikaista tietoa varaston tilasta. Lisäksi varastot sijaitsivat kaukana yrityksen toimipisteestä sekä tuotteiden asiantuntijoista. Myöskään asiakkaiden tiloissa olleita konsignaatiovarastoja ei voitu hyödyntää muiden asiakkaiden tarpeisiin ja varastoihin liittyvät sopimustekniset seikat eivät olleet täysin aukottomia. Yrityksen ja asiakkaan tiloissa sijainneiden varastojen lisäksi tuotteiden edustajilla oli omia varastojaan, jotka kulkivat kätevästi yleensä toimenpiteisiin

osallistuneiden edustajien mukana, tämä oli mahdollista, koska tuotteet olivat fyysisesti pieniä.

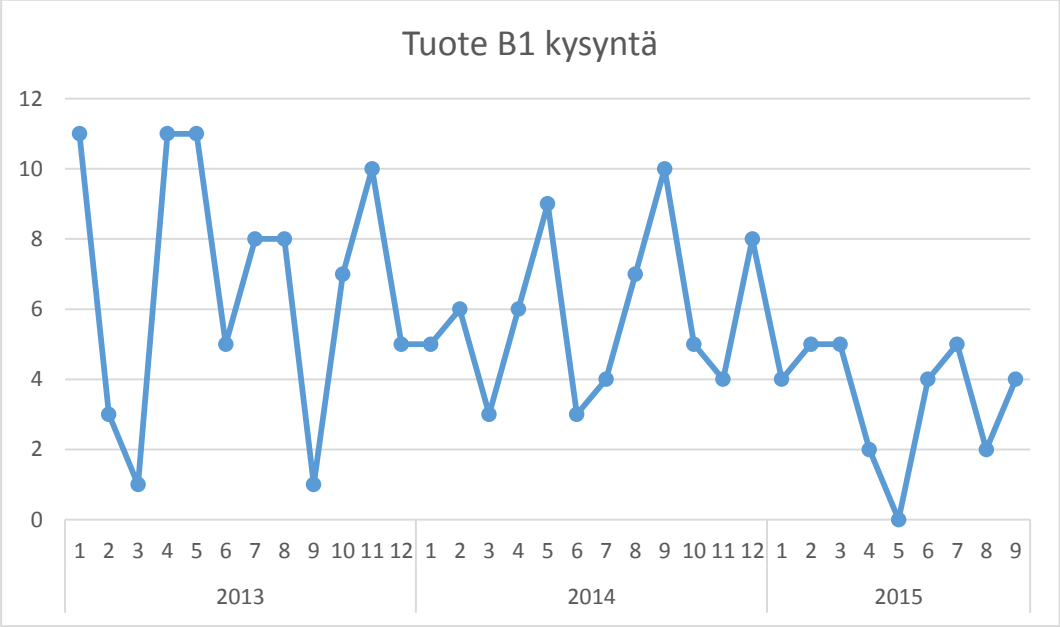
Tuotteita tilattiin kerran kuukaudessa suuri määrä, jonka valmistaja valmisti yritykselle, tällöin toimitusaika oli usein noin 25 päivää. Tuotteiden tilaussykliin tai tilattaviin määriin ei yrityksessä tämän työn puitteissa haluttu vaikuttaa. Tuotteiden tilaukset teki tuotteista vastannut tuotepäällikkö, koska hänellä oli paras tieto asiakaskentän tulevista tapahtumista. Tuoteryhmän B tuotteita saatiin myös kiireellisissä tapauksissa usein yksittäistoimituksina noin 1-2 työpäivässä, riippuen tuotteiden Euroopan keskusvaraston tilanteesta. Joitakin tuotteita voitiin hätätilanteessa käyttää toisen sijasta, mutta tämä oli hyvin harvinaista.

Tuotteiden myynti-ikä oli tuotteesta ja sen valmistuserästä riippuen yhdestä kolmeen vuotta. Yksi toimitus saattoi sisältää useita valmistuseriä, joiden viimeinen käyttöpäivämäärä vaihteli paljon. Tuoteryhmän B varaston riskikustannus oli muita tuoteryhmiä suurempi, koska tuotteiden hankintahinta oli korkea ja niitä vanhentui varastoon säännöllisesti. Tuotteiden erääntymistä seurattiin ja varastoa ohjattiin FEFO-menetelmällä, eli aina ensimmäiseksi vanhentuva tuote myytiin ensimmäisenä pois. Usein myös asiakkailla oli omat vaatimukset tuotteiden eliniälle. Ajoittain ongelmana oli myydä pois tuotteet, joilla ei ollut paljoa käyttöikää jäljellä. Vaikka tuotteiden erääntyminen oli tiedossa, ei kyseisiä tuotteita voitu myydä pois esimerkiksi alennuksilla, koska tuotteiden myynti johtui lähes täysin tehtyjen toimenpiteiden määrästä. Yritys halusi pystyä paremmin hallitsemaan tuotteiden kysyntää, ja odotti ennusteiden edesauttavan tilannetta sekä vähentämään erääntymisestä aiheutuneita kustannuksia.

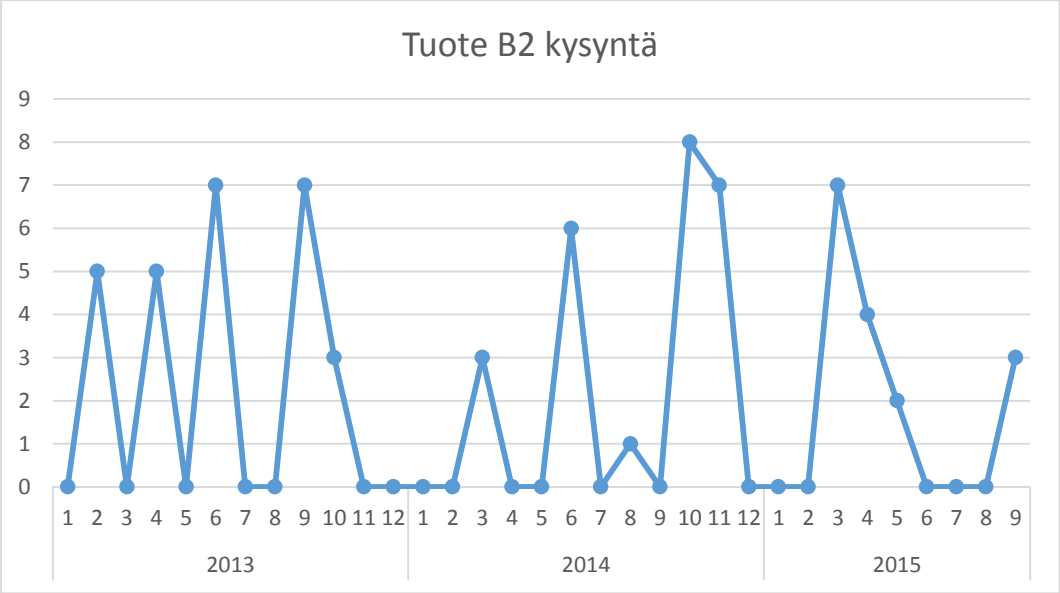
Ominaisuuksien perusteella tuotteita voitiin pitää enemmän innovatiivisina kuin funktionaalisina. Chasen nelikentässä kuvassa 3. tuoteryhmän B tuotteet yksittäisinä tuotteina sijoittuivat vasempaan alakulmaan, niche-tuotteisiin. Tuotteet uusiutuivat usein ja tämä oli yksi osasyy siihen miksi vanhemman mallisia tuotteita vanhentui epäkuranteiksi. Tuotteiden hinta ja kate oli korkea.

Tuotteiden hyllyikä oli lyhyt ja niiden vanhennettua niitä ei voitu enää käyttää. Asiakkaiden tarve tuotteille oli välitön, eli tuotteiden saatavuus vaati hyvin nopeasti reagoivaa toimitusketjua. Yritys oli kehittänyt omasta varastostaan reagoivan toimitusketjun asiakkailleen, mutta valmistajan ja yrityksen välillä ei voitu puhua reagoivasta vaan ennemminkin vakaasta tehokkaasta toimitusketjusta.

Tuoteryhmän B tuotteille löytyi historiatietoa yrityksen tietokannasta useilta vuosilta. Tuoteryhmän tuotteille myyntidata esitettiin kuukausitasolla, koska ennusteetkin oli tarkoitus luoda kuukausittaisiksi. Ennusteet oli tarkoitus luoda kahdelle tuotteelle, B1:lle ja B2:lle. Tuotteet eivät juurikaan eronneet toisistaan ominaisuuksiltaan, ainoa selvä ero oli se, että B1:n kysyntä oli suurempaa kuin tuotteen B2. Molempien tuotteiden aikasarjadatassa esiintyi selvää vaihtelua. Kummallakin tuotteella esiintyi kysynnässä kuukausia, jolloin kysyntä ei ollut ollut ollenkaan. Tuotteiden aikasarjadatat on esitetty kuvissa 7 ja 8. Tuotteiden aikasarjadata vaihteli paljon. Syitä kysynnän vaihteluun selvitettäessä selvisi se, että osa asiakkaista osti tuotteita varastoon pieniä määriä. Koska asiakkaita oli vain muutamia, sattui väliin aina kuukausia jolloin asiakkaat eivät juurikaan tuotteita ostaneet. Tuotteiden hankinnasta vastannut henkilö oli tietoinen asiakkaiden hankinnoista ja joltain osin myös tietoinen heidän varastoistaan. Tuotteiden kysynnän vaihteluun vaikutti myös potilaiden ominaisuudet ja tehdyt toimenpiteet.



Kuva 7 Tuotteen B1 kysyntä



Kuva 8 Tuotteen B2 kysyntä

Datan ja tuotteiden ominaisuuksien perusteella, nähtiin parhaimmaksi menetelmäksi käyttää hyödyksi ennustemallia, jossa yhdistetään useampi menetelmä. Ideana oli yhdistää kvantitatiivinen ja kvalitatiivinen menetelmä keskenään, koska tuotteista vastanneella henkilöllä oli omat arvionsa seuraavan kuukauden ostoista. Yrityksessä oli vain yksi henkilö, joka oli tietoinen tuoteryhmän B tuotteista ja markkinasta. Sen vuoksi ei voitu käyttää kovinkaan

montaa laadullista menetelmää. Menetelmäksi valiutui asiantuntijan mielipide jota päätettiin tukea liukuvan keskiarvon menetelmällä. Ennusteiden yhdistäminen tehtiin keskiarvoisesti ja painotetusti.

Molemmille tuotteille luotiin ennusteet seuraaville kahdelle kuukaudelle. Ennusteissa käytettiin liukuvan keskiarvon ja tuotteista vastanneen asiantuntijan arvioiden yhdisteitä erilaisilla painotuksilla. Tuotteiden ennusteiden suoriutuminen on kuvattu taulukossa 3. Tuotteista tuotteelle B2 ennusteet osuivat tarkemmin kuin tuotteelle B1. Tuotteen B1 kysyntä yllätti marraskuussa, koska se oli selvästi odotettua pienempi ja täten vaikutti suoraan ennustevirheen suuruuteen kaikilla menetelmillä. Kysynnän vähäisyyttä marraskuulle ei osanneet tuotteista vastannut tuotepäällikkö tai muutkaan yrityksen henkilöt selittää kunnolla. Yhdeksi syyksi epäiltiin ulkomailla ollutta seminaaria, johon useat tuotteita käyttävät lääkärit olivat osallistuneet ja sen uskottiin vaikuttaneen tuotteiden implementointi määriin.

Taulukko 3 Tuoteryhmän B ennusteiden suoriutuminen

Tuote	**Mentelmä**	**Ajankohta**	**Ennuste**	**Tot.**	**Ero**	**PE**	**MAPE**
B1	Keskiarvo as.tuntija + liuk. ka	lokakuu	5	11	6	55 %	
B1	Keskiarvo as.tuntija + liuk. ka	marraskuu	7	2	-5	-250 %	**153 %**
B1	Painotettu as.tuntija + liuk. ka	lokakuu	8	11	3	27 %	
B1	Painotettu as.tuntija + liuk. ka	marraskuu	8	2	-6	-300 %	**164 %**
B1	Naiivi ennuste	lokakuu	3	11	8	73 %	
B1	Naiivi ennuste	marraskuu	11	2	-9	-450 %	**262 %**
B2	Keskiarvo as.tuntija + liuk. ka	lokakuu	5	7	2	29 %	
B2	Keskiarvo as.tuntija + liuk. ka	marraskuu	4	5	1	20 %	**25 %**
B2	Painotettu as.tuntija + liuk. ka	lokakuu	7	7	0	0 %	
B2	Painotettu as.tuntija + liuk. ka	marraskuu	5	5	0	0 %	**0 %**
B2	Naiivi ennuste	lokakuu	3	7	4	57 %	
B2	Naiivi ennuste	marraskuu	7	5	-2	-40 %	**49 %**

Ennusteiden luonnissa käytetyt menetelmät olivat pohjimmiltaan samanlaiset, ainoa ero niissä oli se, kuinka asiantuntijan mielipide ja liukuvankeskiarvon menetelmät yhdistettiin toisiinsa. Toisessa mallissa menetelmät yhdistettiin keskiarvoisesti kun taas toisessa asiantuntijan mielipidettä painotettiin enemmän kuin liukuvaa keskiarvoa. Molemmat ennusteet toimivat paremmin kummallakin tuotteella kuin vertailua varten käytetty naiivi ennuste. Tuotteen B1 osalta kysyntä osoittautui marraskuussa odotettua pienemmäksi ja aiheutti suoriutumisongelmia kaikille menetelmille. Koska kysyntä oli selvästi odotettua pienempää, vaikutti se tuotteen B1 virheprosentteihin paljon ja nosti kahden ennusteen absoluuttisen keskiarvon virheprosentit kaikilla kolmella menetelmällä yli 100 prosenttiyksikköä. Tuotteella B2 eivät MAPE-prosentit kohonneet korkeiksi ja painotetulla yhdistämisellä tehdyt ennusteet osuivat molemmilta kuukausilta täysin oikein.

Koska tuotteiden kysyntä oli pientä, vaikuttivat pienetkin ennusteiden erot jo paljon prosentuaaliseen suoriutumiseen. Ennusteista kokonaisuudestaan parhaiten onnistui painotettu versio, joka toimi täydellisesti tuotteella B2, mutta tuotteen B1 marraskuussa erittäin huonosti, kuten kaikki muutkin ennusteet. Molemmat valituista menetelmistä toimivat paremmin kuin vertailussa käytetty naiivi menetelmä. Kummatkin menetelmät olivat tuoteryhmälle toimivia ja yrityksen toivomuksen mukaisesti helppoja ja nopeita käyttää. Tuoteryhmän B tuotteille, joilla esiintyi vaihtelua kysynnässä jonkin verran, ei ennustevälinä yksi kuukausi ollut välttämättä parhain, vaan pidempi ennusteväli, esimerkiksi kvartaali, olisi voinut toimia paremmin.

10.3 Tuoteryhmä C

Case yrityksellä oli myös kaupankäyntiä julkisenhankinnan ulkopuolella. Tuoteryhmä C oli pääsääntöisesti suunnattu yksityisille kuluttajille. Tuotteille ei ollut olemassa sopimuksia, vaan niitä myytiin yrityksen eri myyntikanavien kautta. Yritys myi tuotteita verkkokaupassansa, vuosittaisen painetun postimyyntikuvaston kautta, osallistumalla messuille ja monin muin eri keinoin.

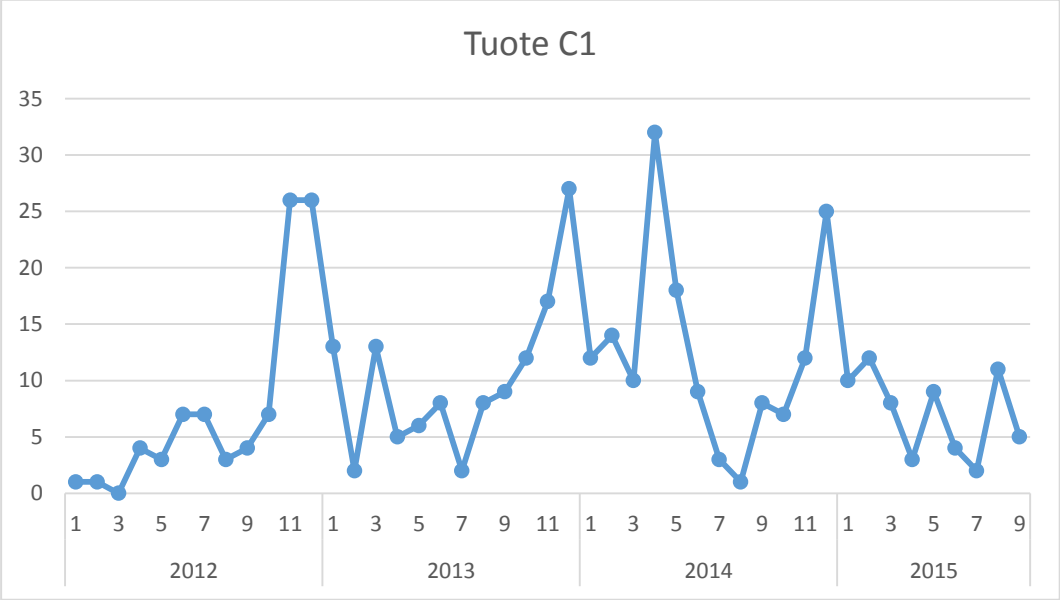
Yritys oli aikaisemmin myynyt kuluttajille vain samoja tuotteita kuin julkisyhteisöille ja yrityksille. Tuoteryhmän C tuotteet olivat otettu yrityksen valikoimaan kasvattamaan suoraan kuluttajille tapahtuvaa myyntiä ja tukemaan muita jo myynnissä olleita tuotteita. Yrityksen tavoitteena oli houkutella kuluttajia entistä enemmän asiakkaiksi, tämän vuoksi tuoteryhmän C tuotteet koettiin tärkeiksi yrityksen valikoimassa ja niiden toimitusketjun hallintaan haluttiin panostaa.

Tuoteryhmän C tuotteiden toimitusaika asiakkaille vaihteli noin kolmesta viiteen työpäivään. Tuotteiden toimitusaika päämieheltä oli noin 7-15 työpäivää. Päämiehen toimitusajoissa esiintyi usein paljon vaihtelua, myös päämiehen varastoinnissa esiintyi usein tuotepuutteita, jolloin tuotteiden toimitusaika poikkesi selvästi keskimääräisestä. Tuotteiden toimitusketju oli vielä niin uusi, että sen voitiin katsoa olevan kehittyvässä tilassa. Asiakkaista noin 77 prosenttia tilasi tuotteensa perustuen kohdennetusti jaeltuun postimyyntikuvastoon. Asiakkaat tilasivat tuotteet joko postitse, sähköpostitse tai soittamalla yritykseen. Loput tilauksista tehtiin yrityksen verkkokaupan kautta sähköisesti tai hankkimalla tuotteet erilaisista myyntitapahtumista. Toisin kuin postimyyntiluettelossa, verkkokaupassa asiakas näki oliko yrityksellä tuotetta varastossa. Jos tuotetta ei ollut saatavilla, ilmoitettiin verkkokaupassa asiakkaalle toimitusajaksi 14 päivää.

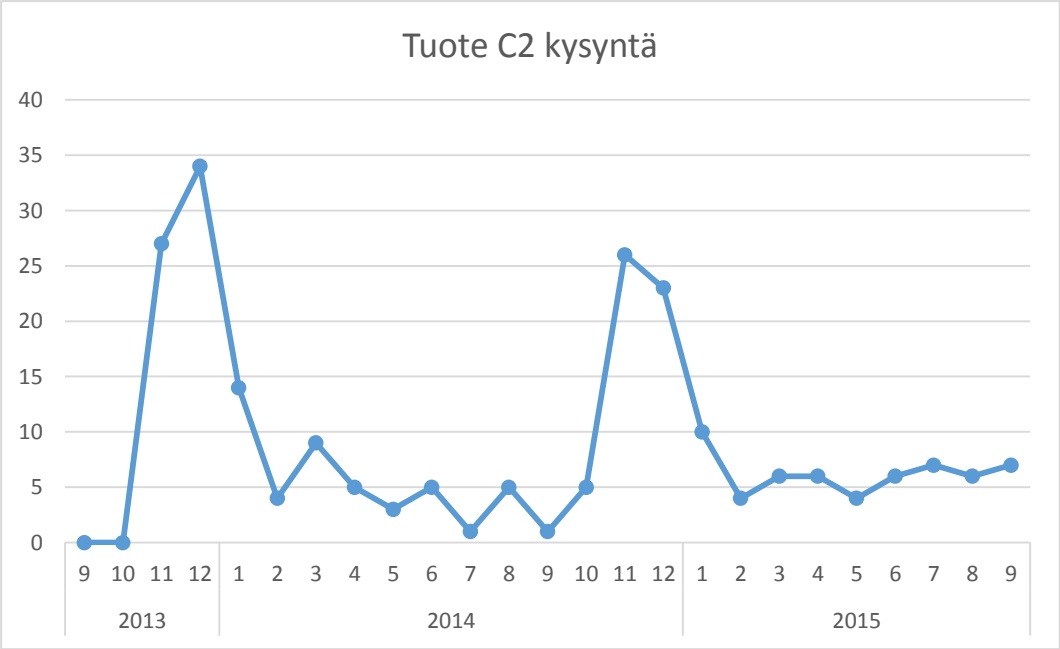
Tuoteryhmän C ongelmana oli tuoteryhmän uutuus, tuotteita ei ollut myyty asiakkaille vasta muutaman vuoden ja tuoteryhmän sisällä tuotteissa tapahtui jatkuvasti muutoksia. Tuoteryhmän tuotteiden rahallinen arvo ei ollut yritykselle merkittävä. Yritys ei kuitenkaan halunnut tuotteiden jäävän seisomaan varastoon, vaan pyrki saavuttamaan sopivan varastotason tuotteiden varastoinnissa ja saamaan paremman kyvyn reagoida tuotteiden myynnissä tapahtuviin vaihteluihin. Myös verkkokauppa myyntikanavan kautta odotettiin kasvua tuotteiden myyntiin, mutta vaikutusta ei ollut arvioitu.

Tuotteita voitiin pitää funktionaalisina, vaikka niistä saatiinkin usein parempi kate kuin monista muista yrityksen tuotteista. Tuotteissa tapahtui jonkin verran muutoksia, mutta muutokset eivät kuitenkaan tuoneet mukanaan innovatiivisia ominaisuuksia vaan olivat lähinnä korjauksia tai päivityksiä malleihin.
Tuotteiden toimitusketjut eivät olleet asettuneet vakaaseen tilaan, vaan ne olivat kehittyvässä tilassa, jolloin toimitusketjun ongelmiin oli varauduttu yrityksen toimesta reaktiivisen toimitusketjun keinoille, kuten varmuusvarastoinnilla.
Tuoteryhmän tuotteille koettiin yrityksessä olevan tyypillistä kausivaihtelu sekä kohina kysynnässä. Tuotteita uskottiin myytävän vuoden lopussa selvästi enemmän kuin vuoden muina aikoina. Osalla tuoteryhmän tuotteista esiintyi joskus erilaisia myyntikampanjoita, joiden uskottiin vaikuttavan kysyntään. Yritys halusi valmistautua tulevaan vuoden vaihteeseen sopivilla varastoilla. Tavoitteena oli ennustaa tuotteille kysyntää noin kahden kuukauden päähän.

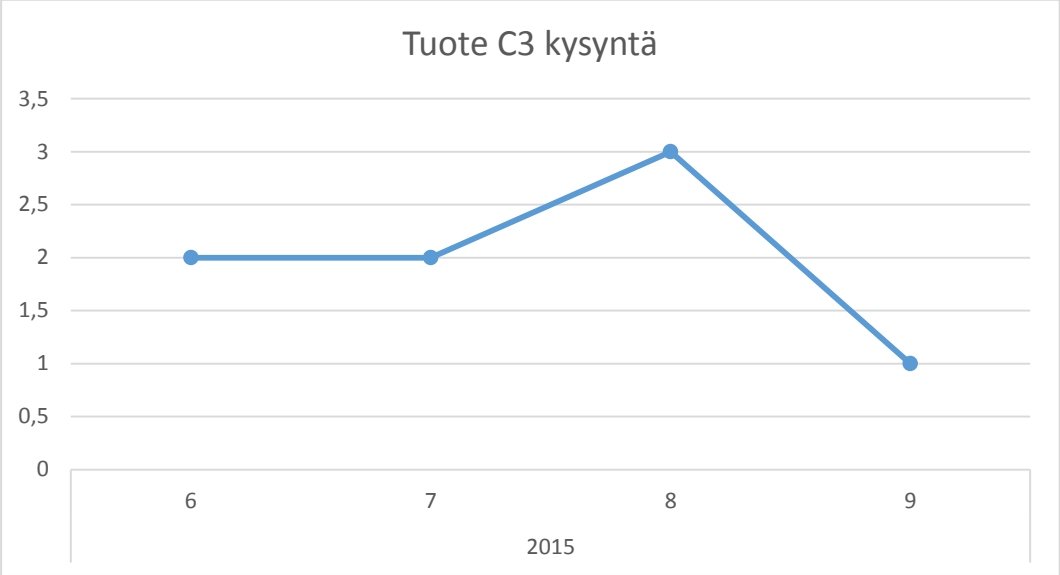
Ennustettavia tuotteita valittiin kolme kappaletta, tuotteet C1 ja C2 olivat olleet yrityksen myyntivalikoimassa jo muutaman vuoden, kun taas tuote C3 oli uusi tuote, joka oli ollut myytävänä vasta muutaman kuukauden. Tuotteille C1 myyntidataa oli kertynyt noin neljältä vuodelta kun taas tuotteelle C2 noin kahdelta vuodelta. Molempien tuotteiden datasta oli nähtävissä selvästi loppuvuoden aiheuttama kausivaihtelu. Kuvassa 9 esitetyssä tuotteen C1 kysynnässä oli myös vuonna 2014 ollut selvä piikki huhtikuussa. Poikkeavaa kysyntää selvitettiin ja sen syyksi osoittautui kyseiselle ajankohdalle osunut suurempi kampanja. Kampanjan aiheuttama piikki poistettiin ennusteessa käytetystä datasta. Tuotteella C2 kulutuksessa kuvassa 10, ei esiintynyt muuta kohinaa kuin vuodenvaihteen aiheuttama kausittainen vaihtelu, muuten data vaikutti tasaiselta. Tuotteen C3 kysyntä on esitetty kuvassa 11. Tuotte C3 oli ollut myynnissä vasta 4 kuukautta ja sen myynti oli vähäistä, mutta vuodenvaihteen kausivaihtelun odotettiin aiheuttavan siihen muutosta.



Kuva 9 Tuotteen C1 kysyntä



Kuva 10 Tuote C2 kysyntä



Kuva 11 Tuotteen C3 kysyntä

Tuoteryhmän C tuotteiden arvo ei ollut merkittävä yrityksen mittakaavassa ja ne eivät myöskään vanhenneet varastoon Tuotteita oli myös mahdollista kampanjoida pois varastosta. Tuoteryhmän ennusteiden tuli olla mahdollisimman helppoja ja nopeita toteuttaa, koska niistä saatava taloudellinen hyöty ei korvaisia ennusteisiin käytettyä aikaa. Tuotteille, joilla esiintyy vaihtelua, yksi mahdollinen menetelmä ennusteelle oli hyödyntää eksponentiaalisen tasoituksen menetelmää, joka ottaa huomioon kausivaihtelukomponentin. Hydemanin ja Kostenkon (2007, s. 14) mukaan eksponentiaalinen tasoitus kausivaihtelukomponentilla vaati minimissään 17 datapistettä, mutta niin vähäisellä määrällä ei datassa saanut olla satunnaisuutta, muuten ennusteen lopputulos ei ollut luetettava. Toinen mahdollinen menetelmä oli tukea kvantitatiivista ennustetta, joka ei reagoi kausivaihteluun, kvalitatiivisella menetelmällä ja yhdistää ennusteet. Koska tuotteilla C1 ja C2 oli saatavilla muutamalta vuodelta aikasarjadataa ja niissä esiintyi kausivaihtelua, valittiin niille menetelmiksi kausivaihtelun huomioiva eksponentiaalinen tasoitus sekä liukuvan keskiarvon ja asiantuntijoiden mielipiteen yhdistelmä. Tuotteen C1 osalta datapisteitä oli kertynyt riittävästi kausivaihtelu komponentin sisältämän eksponentiaalisen tasoituksen käyttöön. Tuotteen C2 datapisteiden määrä oli vähäinen. Vaikka tuotteen C2 datapisteitä oli juuri ja juuri vaaditun minimin verran, päätettiin sillekin testata eksponentiaalista tasoitusta kausivaihtelu komponentilla, tiedostaen tuloksiin liittyvät riskit.

Kaikille tuotteille oli tarkoitus luoda kuukausiennusteet seuraavalle kahdelle kuukaudelle.

Koska tuotteelle C3 ei ollut olemassa kunnollista aikasarjadataa, valittiin sen menetelmät kvalitatiivisista menetelmistä. Ennusteen luomiseen ei ollut käytettävissä paljon aikaa ja sen ei toivottu aiheuttavan suuria kustannuksia. Armstrongin (2001, s. 57) mukaan usein ensimmäinen ja helpoin ennustemenetelmä on kysyä asiantuntijoiden mielipidettä. Asiantuntijoiden mielipide valittiin ennustemenetelmäksi tuotteelle C3. Tuoteryhmän C tuotteille löytyi yrityksestä useampi asiantuntija, jotka seurasivat tuotteita eri näkökulmista. Koska asiantuntijoiden mielipiteisiin perustuvissa ennustuksissa on mahdollista vahvan egon dominointi, valittiin toiseksi ennustemenetelmäksi tuotteelle C3 Delphin menetelmä, jossa vahvat persoonat eivät päässeet dominoimaan.

Delphin suorittaminen vei selvästi enemmän aikaa kuin asiantuntijoiden mielipiteiden pohjalta luotu ennuste ja se aiheutti enemmän kuluja sitoutuneen ajan muodossa. Kirjallisuutta tutkittaessa huomattiin, että Chambers et al. (1971) mukaan Delphin menetelmän kustannus verrattuna asiantuntijapanelin kautta luotuun ennusteeseen oli yli kaksinkertainen. Delphin menetelmä tehtiin hyvin kevyenä ja nopeana versiona ajanpuutteen vuoksi. Oman ongelmansa ennusteen luontiin toi se, että jo kertaalleen konsensuksen löytäneet asiantuntijat olivat mukana luomassa ennustetta uudelleen. Tätä ongelmaa pyrittiin lieventämään siten, että Delphin menetelmässä käytettiin useampia henkilöitä kuin asiantuntijoiden mielipiteiden kautta saadussa ennusteessa. Koska oletettiin, että ennustemenetelmien järjestys vaikuttaisi lopulliseen ennusteeseen, luotiin ennusteet kahdelle eri kuukaudelle, loka- ja marraskuulle. Lokakuun ennusteet tehtiin järjestyksessä Delphi-Asiantuntijat ja marraskuun ennusteet tehtiin käänteisessä järjestyksessä.

Ennusteet tuoteryhmän C tuotteille toimivat kohtuullisesti ja niiden tarkempi suoriutuminen on esitetty taulukossa 4. Tuotteilla C1 ja C2 esiintyi kausivaihtelua ja sen huomioiminen suoritettiin eksponentiaalisen tasoituksen menetelmässä

huomioiden kausivaihtelu ja toisessa menetelmässä yhdistämällä asiantuntijan mielipide liukuvaan keskiarvoon. Tuotteen C1 osalta molemmat mallit pärjäsivät naiivia ennustetta paremmin. Tuotteen C2 osalta eksponentiaalinen tasoitus ei toiminut kunnolla, vaan antoi ylisuuren ennusteen marraskuulle, lokakuun ennuste osui kuitenkin täysin oikein. Tuotteelle C2 liukuvankeskiarvon ja asiantuntijan mielipiteen yhdistelmä toimi paremmin kuin naiivi menetelmä tai huonosti suoriutunut eksponentiaalinen tasoitus kausivaihtelulla Niin tuotteen C1 kuin tuotteen C2 yhdistelmäennusteen MAPE:t olivat naiivia ennustetta paremmat. Tuotteen C1 osalta eksponentiaalisen tasoituksen MAPE oli todella hyvä, lokakuun ennuste osui täysin oikeaan ja marraskuun jäi yhden yksikön vajaaksi toteutuneesta. Tuotteella C2 oletettiin olevan riittämätön määrä datapisteitä kausivaihtelun sisältämälle eksponentiaalisen tasoituksen menetelmän käytölle. Tuotteen C2 eksponentiaalisen tasoituksen MAPE jäi kauaksi muista ennusteista, vaikka lokakuun ennuste osuikin täysin oikeaksi, oli marraskuun ennuste vastaavasti ylisuuri. Liukuva keskiarvo yhdistettynä asiantuntijan mielipiteeseen tuntui reagoivan liian hitaasti tuleviin kausivaihteluihin, menetelmä olisi voinut toimia paremmin, jos ennusteiden painotusta olisi yhdistämisessä muutettu. Eksponentiaalinen tasoitus oli menetelmistä selvästi vaikeampi käyttää ja se ei toiminut kunnolla vähäisellä datapisteiden määrällä. Kun datapisteitä oli riittävästi, antoi eksponentiaalisen tasoituksen menetelmä hyvin tarkan tuloksen tuotteen C1 osalta.

Taulukko 4 Tuoteryhmän C ennusteiden suoriutuminen

Tuote	Mentelmä	Ajankohta	Ennuste	Tot.	Ero	PE	MAPE
C1	Exp. tasoitus kausivaiht.	lokakuu	9	9	0	0 %	
C1	Exp. tasoitus kausivaiht.	marraskuu	23	24	1	4 %	**2 %**
C1	Liukuva ka + asiantuntija	lokakuu	12	9	-3	-33 %	
C1	Liukuva ka + asiantuntija	marraskuu	16	24	8	33 %	**33 %**
C1	Naiivi ennuste	lokakuu	7	9	2	22 %	
C1	Naiivi ennuste	marraskuu	9	24	15	63 %	**43 %**
C2	Exp. tasoitus kausivaiht.	lokakuu	10	10	0	0 %	
C2	Exp. tasoitus kausivaiht.	marraskuu	52	19	-33	-174 %	**87 %**
C2	Liukuva ka + asiantuntija	lokakuu	13	10	-3	-30 %	
C2	Liukuva ka + asiantuntija	marraskuu	18	19	1	5 %	**18 %**
C2	Naiivi ennuste	lokakuu	7	10	3	30 %	
C2	Naiivi ennuste	marraskuu	10	19	9	47 %	**39 %**
C3	Delphin mentelmä	lokakuu	7	4	-3	-75 %	
C3	Delphin mentelmä	marraskuu	12	8	-4	-50 %	**63 %**
C3	Asiantuntijoiden mielipide	lokakuu	5	4	-1	-25 %	
C3	Asiantuntijoiden mielipide	marraskuu	15	8	-7	-88 %	**56 %**
C3	Naiivi ennuste	lokakuu	1	4	3	75 %	
C3	Naiivi ennuste	marraskuu	4	8	4	50 %	**63 %**

Tuotteen C3 osalta käytettiin eri menetelmiä kuin muiden tuoteryhmän tuotteiden, koska tuotteelle ei ollut kertynyt aikasarjadataa riittävästi. Tuotteelle käytettiin kvalitatiivisia malleja joissa hyödynnettiin asiantuntijoita kahdessa eri muodossa. Asiantuntijoiden mielipiteiden avulla ja hyödyntäen Delphin menetelmää muodostettiin ennusteet tuotteelle. Asiantuntijoita hyödyntävät ennusteet olivat hiukan parempia kuin naiivilla menetelmällä tehdyt ennusteet. Ennusteista voitiin päätellä, että asiantuntijat suhtautuivat tuotteen kysyntään positiivisesti, koska molemmat menetelmät antoivat toteutunutta toiveikkaammat ennusteet. Menetelmistä puhdas asiantuntijoiden mielipide oli helpompi ja nopeampi menetelmä käyttää kuin enemmän aikaa vienyt Delphin menetelmä. Molemmat

asiantuntijoiden tietoihin nojanneista menetelmistä olivat sopivia, ollen tarpeeksi joustavia ja nopeita tuotteen C3 kysynnän ennustamiseen. Matemaattiset menetelmät eivät tulleet kysymykseen, koska tuotteella ei dataa ollut olemassa riittävästi.

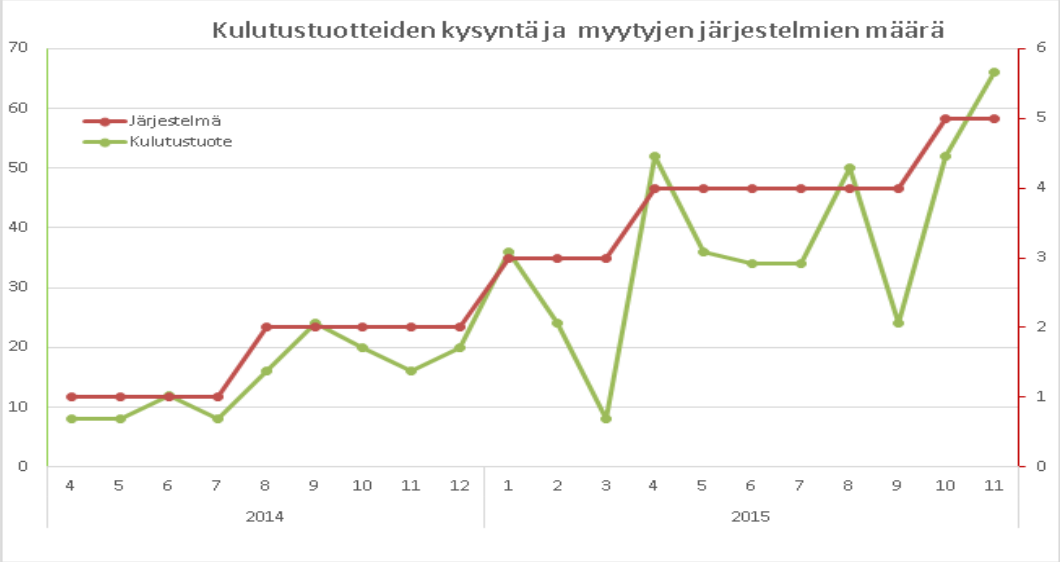
10.4 Tuoteryhmä D

Tuoteryhmä D sisälsi kulutustuotteita ja järjestelmiä, joita myytiin pääsääntöisesti yliopistoille sekä muille tutkimuslaitoksille. Tuoteryhmän myynti perustui suurelta osin hankintasopimuksiin, joita sovittiin järjestelmäkokonaisuuksille. Tuoteryhmä D lähtökohtana oli ratkaisun ja järjestelmän myyminen asiakkaalle, jonka jälkeen asiakas osti yritykseltä tuoteryhmän D sisältämiä kulutustavaroita. Tuoteryhmän D tuotteista yritystä kiinnosti ennustaa kulutustavaroiden menekkiä noin puolen vuoden päähän nykyhetkestä. Tuoteryhmä D oli suhteellisen uusi yritykselle ja se oli myynyt vasta muutamalle asiakkaalle tuoteryhmän ratkaisun ja siihen kuuluvia kulutustavaroita. Tuoteryhmän D tuotteille oli jatkuva markkina EU-maissa, koska sen tuotteet sopivat muuttuneen EU-lainsäädännön asettamiin vaatimuksiin.

Tuoteryhmän D tuotteiden toimitusaika asiakkaille oli sovittu kolmeksi työpäiväksi. Yritykselle tuotteet tulivat pienissä erissä päämiehen varastosta Euroopasta noin viidessä työpäivässä. Ongelma Euroopan varastosta tilaamisessa oli se, että niiden tilaaminen oli kallista. Toinen vaihtoehto oli tilata tuotteita huomattavasti suurempi määrä suoraan valmistavalta yksiköltä Aasiasta. Päävarastolta tilattaessa toimitusaika oli useamman kuukauden, mutta hinta jäi tuotteilla selvästi alhaisemmaksi, tilauserän ollessa tarpeeksi suuri. Tuoteryhmä D:llä oli potentiaalia yrityksen mielestä kasvaa erinomaiseksi tuotteeksi, jolle löytyisi kannattavan kokoinen markkina Suomesta. Yritystä kiinnosti seurata tuotteen kehitystä ja nähdä mahdollisimman varahaisessa vaiheessa potentiaalinen hetki tilata tuotteita suoraan valmistavalta yksiköltä Aasiasta.

Tuoteryhmä D sisälsi järjestelmiä ja niiden hyödyntämiseen tarvittavia kulutustuotteita. Järjestelmät itsessään olivat ominaisuuksiltaan lähempänä innovatiivisia tuotteita, niiden myyntihinta sekä niistä saatava kate oli korkea. Järjestelmien ominaisuudet myös päivittyivät jatkuvasti, mikä johti niiden uutuusarvon pysymiseen korkeana. Kulutustavarat itsessään eivät olleet muista kilpailevista tuotteista poikkeavia, vaan olivat hyvin yksinkertaisia tuotteita, joilla itsessään olisi ollut hyvin pieni myyntihinta. Tuotteiden hinnoittelumalli oli kuitenkin johtanut siihen, että tuoteryhmän kulutustuotteillakin oli hiukan parempi kate kuin vastaavilla tuotteilla, jotka eivät soveltuneet käytettäväksi tuoteryhmän järjestelmien kanssa. Tuoteryhmän kulutustuotteita voitiin kaikesta huolimatta pitää hyvin funktionaalisina tuotteina. Tuotteiden toimitusketjun ominaisuudet vaihtelivat sen mukaan, mistä tuotteita tilattiin. Tuotteiden Euroopan varaston toimitusketju oli ominaisuuksien varjossa enemmän innovatiivisille tuotteille sopiva reagoiva toimitusketju, kun taas Aasian toimitusketjun ominaisuudet olivat lähempänä riskeiltä suojattua toimitusketjua. Kehittyvässä prosessissa oleva funktionaalisten tuotteiden riskeiltä suojatun toimitusketjun hallinta vaatii ennustamista, jotta toimitusketju saadaan toimimaan mahdollisimman hyvin.

Tuotteille oli kertynyt dataa noin kuudeltatoista kuukaudelta. Data oli laadultaan hyvää ja siinä oli nähtävissä selvä kasvava trendi. Datassa esiintyi vähäistä kohinaa. Koska dataa oli tuotteelle saatavilla, päätettiin luoda ennusteet hyödyntäen matemaattisia malleja. Tuotteiden myyntimäärien oletettiin olevan riippuvaisia myytyjen järjestelmien määrästä. Koska tuotteiden kysyntään uskottiin liittyvän selittävä tekijä, käytettiin ennusteen luonnissa yhden muuttujan regressiota. Tuotteille luotiin ennuste tuoteryhmän D kokonaismäärästä kulutustuotteiden tasolla seuraavan vuoden ensimmäiselle kvartaalille. Tuotteiden kysyntä ja selittävän muuttujan kysyntä piirrettiin auki, jotta nähtiin datan laatu. Samaan kuvaan kuvattiin toiselle akselille selittävä muuttuja, kumulatiivinen myytyjen järjestelmien lukumäärä, eli yrityksen kokonaisuudessaan myymä järjestelmäkanta.



Kuva 12 Kulutustuotteiden kysyntä ja myytyjen järjestelmien kokonaismäärä

Jotta tuotteille pystyttiin ennustamaan kysyntä, tuli selittävälle muuttujalle ennustaa sen arvot ennustettaville ajankohdille. Kuten kuvasta 12 näkyy, oli järjestelmien kysyntä hyvin pientä ja dataa ei ollut juurikaan saatavilla. Viimeisen puolentoista vuoden aikana järjestelmiä oli myyty vain 5 kappaletta, mutta järjestelmien vaatimia kulutustavaroita paljon enemmän kasvavassa trendissä. Selittävä muuttujan ennusteelle hyödynnettiin markkina-alueesta vastannutta asiantuntijaa ja hänen mielipidettä. Asiantuntijan arvio oli maltillinen, noin kahden järjestelmän kasvu seuraavan kuuden kuukauden aikana. Toisen järjestelmän ennustettiin käyvän kaupaksi vuoden alusta ja toisen huhtikuussa. Asiantuntijan mielipiteeseen uskottiin riittävästi ja ei nähty syytä luoda toista ennustetta järjestelmien myynnistä.

Ennen ennusteen luontia tutkittiin, oliko kysynnän ja myytyjen järjestelmien välillä korrelaatiota. Muuttujien väliseksi korrelaatioksi saatiin 0,86, joka merkitsi kohtalaisen vahvaa korrelaatiota. Selitysasteeksi saatiin 0,76 mikä tarkoitti sitä, että selittävä muuttuja selitti 76 % selitettävän muuttujan vaihtelusta. Selitysaste oli niin korkea, että selittävä muuttuja koettiin riittäväksi ennusteen luontiin, koska se selitti kolme neljäsosa selitettävän muuttujan vaihtelusta. Lineaarisen regression suoran komponenttien arvoiksi saatiin seuraavat arvot: α 11,0043 ja b -3,962 jolloin suoran yhtälöksi muodostui $\hat{Y}$= 11,0043*X-3,962, kuitenkin vakio b

säädettiin ennusteille nollaksi, koska muuten yhtälö olisi ennustanut tuotteille negatiivista kysyntää, jos käytössä olleita järjestelmiä ei ollut ulkona yhtään kappaletta. Ennusteen arvot on esitetty taulukossa 5.

Taulukko 5 Tuoteryhmän D tuotteiden ennusteet ja regressio

Huom.	**Ajankohta**	**Selittävä muuttuja**	**Selitettävä muuttuja**	**Arvo suoralla**	**Virhetermi**
Tot. Arvo	2014-4	1	8	7,0420	0,9580
Tot. Arvo	2014-5	1	12	7,0420	4,9580
Tot. Arvo	2014-6	1	8	7,0420	0,9580
Tot. Arvo	2014-7	2	16	18,0463	-2,0463
Tot. Arvo	2014-8	2	24	18,0463	5,9537
Tot. Arvo	2014-9	2	20	18,0463	1,9537
Tot. Arvo	2014-10	2	16	18,0463	-2,0463
Tot. Arvo	2014-11	2	20	18,0463	1,9537
Tot. Arvo	2014-12	3	36	29,0507	6,9493
Tot. Arvo	2015-1	3	24	29,0507	-5,0507
Tot. Arvo	2015-2	3	8	29,0507	-21,0507
Tot. Arvo	2015-3	4	52	40,0550	11,9450
Tot. Arvo	2015-4	4	36	40,0550	-4,0550
Tot. Arvo	2015-5	4	34	40,0550	-6,0550
Tot. Arvo	2015-6	4	34	40,0550	-6,0550
Tot. Arvo	2015-7	4	50	40,0550	9,9450
Tot. Arvo	2015-8	4	24	40,0550	-16,0550
Tot. Arvo	2015-9	5	52	51,0593	0,9407
Tot. Arvo	2015-10	5	66	51,0593	14,9407
Ennustettu	**2015-11**	**5**	**55**		
Ennustettu	**2015-12**	**5**	**55**		
Ennustettu	**2015-1**	**6**	**66**		
Ennustettu	**2015-2**	**6**	**66**		
Ennustettu	**2015-3**	**6**	**66**		
Ennustettu	**2015-4**	**7**	**77**		

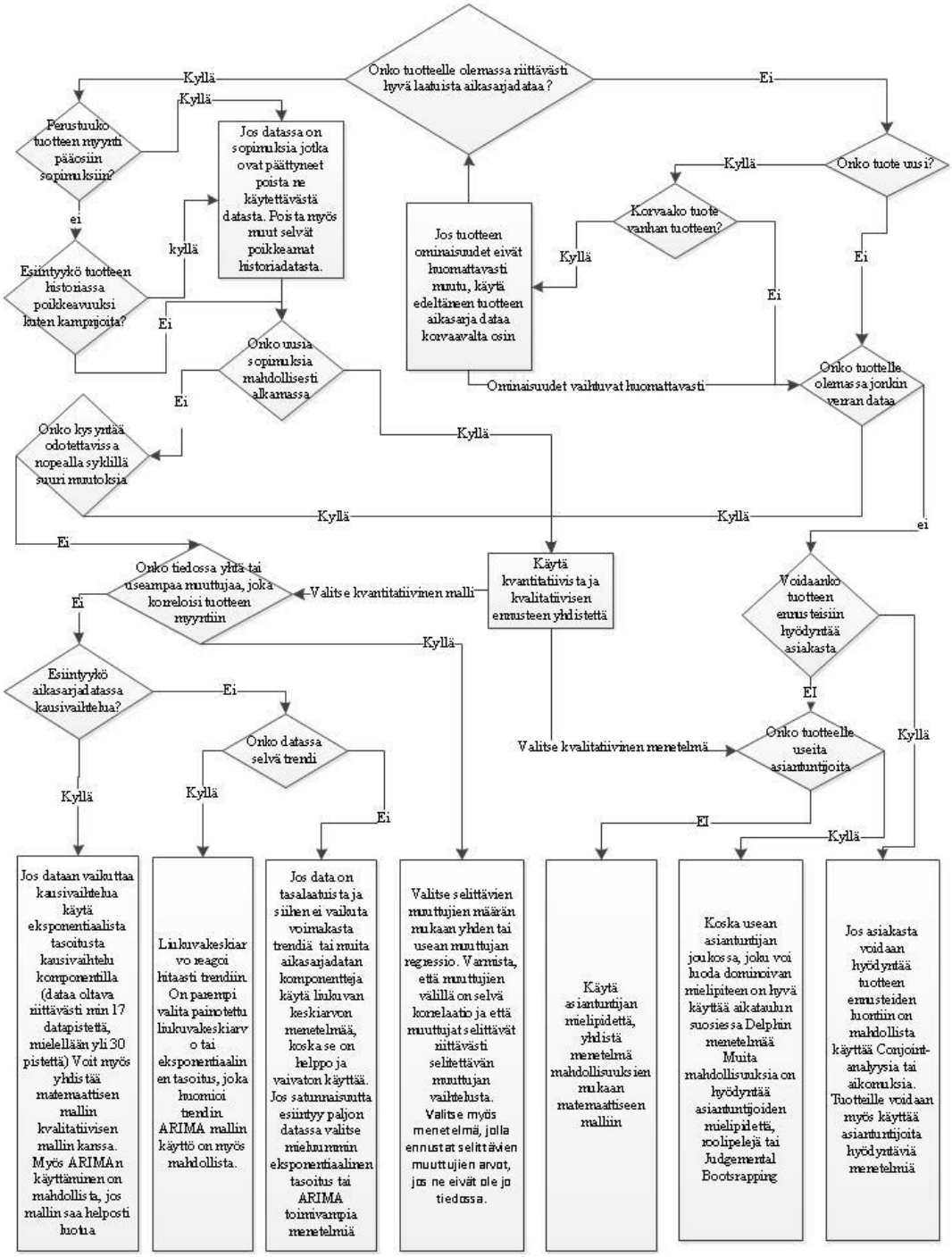
Tuoteryhmän D tuotteiden ennuste tehtiin niin pitkälle, että sen tuloksia ei päästy mittamaan kuin marraskuun ja joulukuun 2015 osalta. Marraskuun kysyntä oli 58 kappaletta kun ennuste oli 55, tämä tarkoitti prosentuaalisesti noin 5 prosentin virhettä. Joulukuun kysyntä oli 48, jolloin prosentuaalinen virhe oli noin 14,5 prosenttia. Järjestelmiä ei marras-joulukuun aikana myyty. Lineaarisen regression suora ei korjattu huomioimaan marraskuun tai joulukuun toteutuneita arvoja. Vakiotermin b muuttamisella nollaksi ei ollut juurikaan merkitystä ennustevirheeseen, kun järjestelmiä oli riittävä määrä käytössä. Menetelmä oli yksinkertainen käyttää ja sopi yrityksen käyttöön. Kuitenkin se vaati moniin muihin menetelmiin verrattuna enemmän töitä, koska siinä jouduttiin ensiksi etsimään selittävä muuttuja ja luomaan sille ennusteet. Koska selittävän muuttujan löytäminen oli helppoa, oli menetelmän käyttäminen sopivaa ja järkevää.

Tuoteryhmälle D käytetty selittävä muuttuja perustui täysin yrityksen tiedossa olleisiin myytyihin järjestelmiin. Käytännössä oli mahdollisuus siihen, että jonkin asiakkaan järjestelmää ei käytetty, jolloin selittävän muuttujan selitysaste todennäköisesti heikentyisi. Yrityksen myyjät ja tuoteasiantuntijat tekivät kuitenkin niin läheistä yhteistyötä asiakkaiden kanssa, että heidän tietoonsa olisi nopeasti tullut käytöstä poistetut järjestelmät. Myös yrityksen myyntidatasta oli nopeasti nähtävissä, jos järjestelmän ostanut asiakas, oli lopettanut kulutustavaroiden oston, mikä viittasi suoraan siihen, että järjestelmää ei enää käytetty. Jos yksi tai useampi asiakas lopettaisi järjestelmän käytön, tulisi yrityksen muuttaa selittävä muuttujansa ulkona olleesta järjestelmäkannasta ulkona olevaan aktiiviseen järjestelmäkantaan kullakin ajanhetkellä.

10.5 Ennusteen valinta

Työssä havainnollistettiin erilaisten ennustemenetelmien käyttämistä sekä niiden valitsemista toisistaan eri ominaisuuksiltaan poikkeaville tuotteille. Menetelmiä valittiin tuotteille, joiden ominaisuudet vaihtelivat funktionaalisten ja innovatiivisten välillä. Myös tuotteiden toimitusketjujen ominaisuudet erosivat toisistaan, osa toimitusketjuista oli kypsässä vaiheessa kun toiset vasta

kehittyvässä. Osalle toimitusketjuista oli optimoitu kustannuksia kun taas toisille oli tärkeämpää nopea reagointi kysynnän muutoksiin. Tuotteiden elinkaaren vaihe vaihteli myös tuotteittain, osa tuotteista oli uusia tai vasta vähänaikaa markkinoilla olleita, kun taas osa tuotteista oli jo pitkään valikoimissa esiintyneitä tuotteita. Tarve ennusteille vaihteli tuotteittain. Syitä ennusteiden tarpeille oli varaston optimointi, kustannussäästöt, puutekustannusten minimointi, erääntymisen ehkäisy ja oikean toimitustavan valitseminen. Syitä ennusteiden tarpeelle oli monia, mutta kuitenkin kaikille tuotteille lopullisena tarkoituksena ennustemallin valinnassa ja käytössä oli saada aikaan säästöjä jossain muodossa. Säästöjen aikaansaaminen vaikutti mallin valintaan niin, että yrityksen ei olut kannattavaa valita työläitä malleja käytettäväksi tuotteille, joista ennusteilla saadut hyödyt olivat pienempiä kuin mallinrakentamiseen ja ylläpitoon käytetty panos. Kuvassa 13 esitetyn prosessin on tarkoitettu yrityksen työkaluksi etsimään erityyppisille yrityksessä esiintyville tuotteille ennusteen luomiseen käytettävä menetelmä. Prosessin luomisessa pyrittiin ottamaan huomioon erityyppisiä ominaisuuksia, joita yrityksen tuotteilla oli tapana esiintyä. Valintaprosessi ja mallin kehittäminen ovat yksi osa ennusteen koko prosessista, jonka Hosmand esittää kuvassa 2.



Kuva 13 Ennusteen valintaprosessi yrityksen tuotteille

Ennustemenetelmän valintaprosessi kuvassa 13 alkaa tutkimalla tuotteen aikasarjadataa sekä datan laatua. Saatavilla olevan datan laatu ja määrä vaikuttaa ennustemallin valintaan kuten myös kirjallisuudessa esimerkiksi Armstrongin tai Chasen esittämissä valintametodeissa. Jos tuotteelle löytyy hyvälaatuista dataa riittävästi, painottaa valintakaavio valintaa kohti kvantitatiivisia malleja. Jos dataa

ei ole ollenkaan tai se on heikkolaatuista, ohjautuu valinta kohti kvalitatiivisia malleja. Yrityksen tuotteissa riittävästi hyvälaatuista dataa löytyi menekkituotteille, jotka olivat ominaisuuksiltaan lähempänä funktionaalisia tuotteita. Dataa löytyi myös innovatiivisimmille tuotteille, mutta ei niin hyvälaatuisena kuin suurimenekkisille funktionaalisille tuotteille. Sekä innovatiivisille ja funktionaalisille vähämenekkisille tuotteille ei dataa ollut riittävästi tai se oli heikkolaatuista esimerkiksi sisältäen paljon vaihtelua, jota ei voitu selittää.

Uusille tuotteille ei löydy kulutusdataa, mutta jos tuote korvaa olemassa olevan tuotteen, tuomatta siihen selviä ominaisuuksien muutoksia, voidaan uudelle tuotteelle hyödyntää vanhan tuotteen dataa niiltä osin kun se on validia uudelle tuotteelle. Tämä on otettu huomioon valintakaavion polussa usealla kysymyksellä, jotka ohjaavat menetelmän valitsemissa. Ensiksi selvitetään onko tuote uusi, tämä ohjaa valinnan jatkamisen kohti matemaattisia menetelmiä tai kohti laadullisia menetelmiä, jolloin polku tarkentuu kysymykseen, jossa selvitetään korvaako tuote olemassa olevan tuotteen. Jos tuote ei korvaa olemassa olevaa tuotetta, ei tuotteelle ole käytössä aikasarjadata, jolloin valinta ohjautuu kvalitatiivisten tuotteiden polulle. Tuotteen korvatessa toisen, tarkistetaan vielä, että muuttuvatko ominaisuudet huomattavasti, jos näin tapahtuu, ei ole järkevää käyttää korvatun tuotteen dataa, vaan on parempi turvautua kvalitatiivisiin menetelmiin. Kun voidaan käyttää korvatun tuotteen dataa, siirrytään valintakaavion alkuun korvattavan tuotteen datan kanssa. Yrityksen tuotevalikoimaan tuli jatkuvasti uusia tuotteita. Suurin osa tuotteista korvasi olemassa olevan tuotteen tuomatta merkittäviä muutoksia tuotteeseen kun taas osa uusista tuotteista oli täysin uusia tai ne sisälsivät mullistavia muutoksia olemassa olevaan tuotteeseen.

Kun tuotteen data ei mahdollista aikasarja- tai kausaalimenetelmien käyttöä ohjaa valintaprosessi valinnan kohti kvalitatiivisia menetelmiä. Jos tuotteella on ollut olemassa jonkin verran dataa, mutta se on kuitenkin ohjautunut kvalitatiivisten menetelmien polulle, voidaan sen dataa yrittää hyödyntää niin, että yhdistetään laadullinen ja matemaattinen menetelmä keskenään. Koska laadullisia menetelmiä

on olemassa useita, on tilanteeseen sopivin menetelmä se joka tukee eniten ennusteelle asetettuja tavoitteita. Se mille aikavälille tai tuotehierarkiatasolle ennusteita luodaan, vaikuttaa valittavaan menetelmään. Tässä työssä ennusteiden ja prosessin tarkoituksena on etsiä yksittäiselle tuotteelle lyhyen tai keskipitkän aikavälin ennuste, eikä niinkään löytää markkinoita koskeviin pitkänaikavälin ennusteisiin menetelmää. Osa menetelmistä vaatii enemmän panoksia kuin toiset, joten on tärkeää pystyä arvioimaan panoksen ja tuotoksen suhde, jotta ennustamisella saavutetaan hyötyä. Prosessissa laadullisten menetelmien valinta perustuu käytettäviin resursseihin. Jos asiakasta voidaan hyödyntää ennusteiden luomiseen, ohjautuu ennuste conjoint-analyysiin tai aikomuksiin pohjautuviin menetelmiin. Pääpaino kuitenkin ennusteen valinnassa laadullisilla menetelmillä on käytettävien asiantuntijoiden määrä. Jos useita asiantuntijoita ei ole hyödynnettävissä, ohjaa prosessi valitsemaan asiantuntijan mielipiteen menetelmäksi. Kun asiantuntijoita on riittävästi hyödynnettäväksi, prosessi suosittaa Delphin menetelmää ja muita asiantuntijoihin perustuvia menetelmiä kuten mielipidettä, roolipelejä tai judgemental bootstrapingia. Menetelmän valinnassa tulee valitsijan pystyä arvioimaan mikä menetelmä antaa parhaimman tuotos/panos-suhteen. Yrityksen tuotteille ei juurikaan ollut mahdollista hyödyntää asiakasta, koska pääasiallinen asiakasryhmä oli julkisen hankinnan alla. Mahdollisesti asiakkaan hyödyntäminen yritykselle voisi tapahtua niche-tuotteissa, jotka hankinta-arvoltaan jäisivät alle julkisenkilpailutuksen rajojen. Yrityksellä hyödynnettävien asiantuntijoiden määrä vaihteli huomattavasti tuoteryhmittäin, tämän vuoksi ei kaikille tuotteille voitu esimerkiksi käyttää Delphin menetelmää tai muita useita asiantuntijoita vaatinutta menetelmää. Osalle tuotteista taas usean asiantuntijan hyödyntäminen Delphin menetelmän muodossa oli suositeltavaa, koska esimies-alaissuhde tai yhden dominioivan asiantuntijan mielipide vaikutti vahvasti ennusteen konsensukseen. Tämän työn esimerkki ennusteissa ei käytetty muita laadullisia menetelmiä kuin Delphiä ja asiantuntijoiden mielipidettä, koska muut menetelmät eivät olleet järkeviä valintoja tuotos/panos-suhteen tai käytettävissä resurssien vuoksi.

Jos tuotteelle löytyy omaa tai korvattavan tuotteen dataa riittävästi sekä se on tarpeeksi hyvälaatuista, painottuu valinta kaaviossa kohti matemaattisia malleja. Ensiksi tuotteen datasta tulee pystyä erittelemään data, joka ei vaikuta tulevaan tilaan. Yrityksen tuotteiden osalta tällaista dataa olivat päättyneet sopimukset, joilla oli merkittävä vaikutus ennusteeseen, sekä kampanjoiden aiheuttamat piikit ja yksittäiset poikkeamat. Kun datasta on eritelty poikkeamat, tulee pystyä selvittämään ennustettavaan hetkeen mahdollisesti kohdistuvia poikkeamia. Jos tulevaan tilaan vaikuttaa esimerkiksi kampanja tai mahdollinen alkava sopimus tarvitsee matemaattista menetelmää tukea huomioimaan tulevat muutokset. Tällöin kvantitatiivinen menetelmä on syytä yhdistää laadullisen menetelmän kanssa keskiarvoisesti tai painottaen. Useisiin yrityksen tuoteryhmistä vaikuttivat hankintasopimukset ja niissä tapahtuneet muutokset, myös kampanjointia esiintyi tuoteryhmissä. Tulevaan tilaan vaikuttaneet muutokset otettiin yrityksen tuotteissa huomioon yhdistämällä ennusteita.

Jos tuotteen tulevan tilaan ei tiedetä vaikuttavan ylimääräisiä tekijöitä, voidaan tuotteelle valita käyttöön pelkkä kvantitatiivinen menetelmä. Jos tuotteen kysyntään tiedetään vaikuttavan yksi tai useampi ulkopuolinen tekijä, joiden korrelaatio on tarpeeksi vahva, ja ne selittävät riittävän paljon selitettävän muuttujan (kysynnän) vaihtelusta, on suositeltavaa käyttää regressiomalleja. Edellä mainitussa tapauksessa tulee ennustaa myös selittävien muuttujien arvot ennustehetkelle. Selittävistä muuttujista riippuen ennustaminen tapahtuu joko valitsemalla menetelmä kaavion mukaan tai mahdollisesti hyödyntäen kaavion ulkopuolisia menetelmiä. Jos tuotteelle ei ole helpolla tunnistettavissa muuttujia, jotka vaikuttaisivat kysyntään, on menetelmäksi valittava jokin muu matemaattinen menetelmä kuin kausaalisiin suhteisiin perustuva. Yritys myi useita tuotteita, jotka olivat kulutus- tai varaosatyyppisiä tuotteita, joidenka myynnin oletettiin riippuvan itse päätuotteiden myyntimääristä. Muita yksinkertaisia korrelaatiosuhteita ei yrityksen myydyille tuotteille löydetty.

Kun tuotteelle ei löydy selittävää muuttujaa, ohjaa prosessi siirtymään kohti aikasarjamenetelmiä. Jos tuotteilla esiintyy aikasarjadatassa ilmeneviä

komponentteja kuten kausivaihtelu, trendiä tai syklisyyttä, tulee ne ottaa huomioon ennustemenetelmää valittaessa. Jos tuotteen datassa esiintyy kausivaihtelua, on se otettava huomioon ennustemenetelmää valittaessa. Kausivaihtelun omaaville tuotteille sopiviksi menetelmiksi kaavio tarjoaa eksponentiaalisen tasoituksen kausivaihtelu komponentilla, ARIMA menetelmän tai kehottaa yhdistämään jonkin muun kvantitatiivisen menetelmän kvalitatiiviseen. Eksponentiaalisen tasoituksen ja ARIMAn käyttö kuitenkin vaatii, että tuotteille on riittävä määrä dataa olemassa. ARIMA oli yritykselle liian aikaa vievä ja vaativa menetelmä nopeiden ennusteiden luontiin. Eksponentiaalinen tasoitus oli ARIMAa helpompi ja nopeampi käyttää, mutta sekin vaati aikaa ennusteiden luonnille. Ennusteiden yhdistäminen toimi myös erittäin hyvin yrityksen esimerkkituotteille. Jos tuotteen aikasarjadataan vaikuttaa trendi, on valittavan menetelmän pystyttävä huomioimaan se. Trendin vaikuttaessa valintakaavio ohjaa menetelmä valinnan kohti painotettua liukuvaa keskiarvoa, trendikomponentin huomioivaa eksponentiaalista tasoitusta tai ARIMA menetelmää. Kun tuotteella ei ole vahvaa trendiä ohjaa valintakaavio valitsemaan liukuvan keskiarvonmenetelmän. Yrityksen tuotteilla ei juuri esiintynyt niin vahvaa trendiä, joka olisi vaikuttanut lyhyen tai keskipitkän aikavälin ennusteisiin. Monille yrityksen tuotteista liukuvan keskiarvon menetelmä toimi hyvin kuten myös eksponentiaalisen tasoituksen menetelmät, jos dataa oli saatavilla riittävästi. ARIMA oli usein liian työläs ja vaikea käyttää menetelmänä.

11 Johtopäätökset

Tässä diplomityössä käsitellään kysynnän ennustamista erityyppisille tuotteille. Työ muodostuu tutkimuskysymysten ympärille, joihin vastataan teoriaosuudessa. Työn jälkimmäinen osa käsitellee yritykselle tehtyä käytännönosuutta, jossa luodaan yritykselle ennustemenetelmien valintatyökalu hyödyntämällä yrityksen ominaisuuksiltaan toisistaan poikkeavia tuotteita.

11.1 Tutkimuskysymykset

Tk 1. Mitä hyötyä on kysynnän ennustamisesta?

Kysynnän ennustamisen tuomat hyödyt ovat moninaisia. Ennustamisen perimmäinen tarkoitus on arvioida mahdollisimman tarkasti tulevaa tilaa. Ennusteita voidaan luoda erimittaisille ajanjaksoille, päivistä vuosiin. Ennusteet jaotellaan lyhyisiin, keskipitkiin ja pitkiin aikaväleihin. Lyhyen aikavälin ennusteet ovat valtaosin operatiivisia ennusteita, jolloin niistä saatavat hyödyt ovat operatiivisentason hyötyjä. Mitä pidemmälle tulevaa tilaa arvioidaan, sitä enemmän ennuste alkaa usein painottua strategiselle tasolle ohi operatiivisen tason.

Toimivalla ennusteella saadaan aikaan säästöjä, kun taas vaikutus on päinvastainen, jos ennuste ei toimi. Kun tulevaan tilaan pystytään reagoimaan mahdollisimman tarkasti, saavutetaan säästöjä tuotteiden varastoinnissa, koska tällöin on arvioitu tuleva varastoinnin tarve mahdollisimman lähelle tulevaa kysyntää. Ennusteella on vaikutusta varastointikustannuksiin, varaston ylläpitokustannuksiin, tuotteiden erääntymisestä aiheutuviin kustannuksiin ja puutekustannuksiin. Nämä hyödyt ovat operatiivisia hyötyjä. Kysynnän ennustamisella saadaan myös strategisia hyötyjä aikaan, kun esimerkiksi ennusteita hyödynnetään uusien tuotteiden analysoinnissa. Strategiset hyödyt tulevat esimerkiksi päätöksistä, joilla otetaan kantaa tuotteiden lanseeraukseen.

Tk 2. Minkälaisilla menetelmillä kysyntää voidaan ennustaa?

Kysynnän ennustamiseen on olemassa kvantitatiivisia ja kvalitatiivisia menetelmiä. Kvantitatiiviset menetelmät ovat matemaattisia menetelmiä, jotka perustuvat joko tuotteen historiadataan tai yhteen tai useampaan kausaalisuhteeseen. Kvalitatiiviset menetelmät ovat laadullisia menetelmiä, joidenka hyödyntäminen ei välttämättä vaadi tuotteiden historiadataa numeromuodossa.

Menetelmiä on lukuisia erilaisia ja niitä voidaan myös yhdistellä keskenään erilaisin keinoin. Etenkin matemaattiset menetelmät voivat olla monimutkaisia ja hankalia käyttää, kuitenkin nykyään saatavilla olevat tietokoneohjelmat mahdollistavat myös vaikeampien menetelmien hyödyntämisen. Tietokoneohjelmia voidaan myös hyödyntää laadullisissa menetelmissä, kuten esimerkiksi Delphin menetelmässä.

Tk 3. Miten tuotteiden ominaisuudet vaikuttavat kysynnän ennustamiseen?

Ei ole järkevää käyttää yhtä ja samaa ennustemenetelmää kaikille tuotteille. Tuotteiden ominaisuudet eroavat usein toisistaan, jolloin yhden ja ainoan menetelmän käyttäminen ei todennäköisesti tuo tarpeeksi hyviä tuloksia kaikille tuotteille. Fisher jakaa tuotteet ominaisuuksien perusteella funktionaalisiin ja innovatiivisiin tuotteisiin. Funktionaaliset ja innovatiiviset tuotteet eroavat toisistaan monilta osin. Eroavaisuuksia ovat muun muassa tuotteista saatava kate, keskimääräinen ennustevirhe, tuotteiden kysynnässä tapahtuva vaihtelu ja tuotteiden elinkaaren pituus. Funktionaalisten tuotteiden elinikä on pitkä ja kysyntä tasaista. Tämän vuoksi tuotteiden kanssa toimiminen on, mikä lisää kilpailua ja pienentää tuotteista saatavaa katetta. Pitkän elinkaaren ja vähäisten poikkeamien vuoksi funktionalisten tuotteiden ennustaminen on helppoa ja keskimääräinen ennustevirhe on pieni. Innovatiivisten tuotteiden elinikä on lyhyt ja niiden uutuusarvo ja houkuttelevuus luo kysyntää paljon vaihtelua. Tuotteita on myytävä silloin kuin ne käyvät kaupaksi, joten saatavuuden on oltava hyvä.

Kysynnän ennustaminen on haastavaa tällaisilla tuotteilla juuri epätasainen ja ennalta arvaamattoman kysynnän vuoksi.

Funktionaaliset tuotteet ovat usein saavuttaneet toimitusketjussaan vaakaan tilan, mikä tarkoittaa sitä, että toimitusketjussa ei juuri tapahdu häiriöitä ja poikkeamia. Vakaaseen tilaan asettunutta toimitusketjua on syytä tehostaa ja ennustaminen on yksi keino saada lisää tehoa toimitusketjussa. Innovatiiviset tuotteet ovat usein uusia tai radikaaleja modifikaatioita vanhoista. Tällaisille tuotteille toimitusketju on usein kehittyvässä tilassa ja siinä esiintyy häiriöitä kuten esimerkiksi viivästyksiä ja laatuvirheitä. Innovatiivisten tuotteiden elinkaaren ollessa lyhyt ja katteen korkea, on tuotteita oltava saatavilla silloin kuin niille on kysyntää. Tämän vuoksi on tärkeää luoda ennusteita kehittyvässä tilassa olevan toimitusketjun tuotteille, vaikka ennustaminen on vaikeaa ja virheet voivat olla suuria, etenkin jos kysyntää ennustetaan väärillä menetelmillä. Kuitenkaan innovatiivisten tuotteiden toimitusketju ei aina ole kehittyvässä tilassa, kausittain päivittyvien tuotteiden toimitusketjut voivat olla hyvinkin vakaassa tilassa, tuotteet vain muuttuvat vastaamaan kunkin ajankohdan kysyntää tai trendejä. Vakaassa tilassa oleva innovatiivisten tuotteiden toimitusketju on syytä rakentaa enemminkin reagoivaksi kuin helposti ennustettavaksi, koska tuotteiden lopullista kysyntää on vaikea arvioida, mutta siinä tapahtuviin muutoksiin on syytä pystyä reagoimaan nopeasti, jotta vältytään tuotepuutteilta.

Tk 4. Miten valitaan oikean tyyppinen ennustemenetelmä?

Koska olemassa olevia keinoja tuotteiden kysynnän ennustamiseen on olemassa lukuisia, tulee ennusteen laatijan pystyä arviomaan ja valitsemaan kyseessä olevalla tuotteelle mahdollisimman oikean tyyppinen ennuste. Kirjallisuudessa on esitetty muun muassa Armstrongin (2001), Chasen (2013) ja Chamberssin (1971) toimesta menetelmiä siitä, miten valitaan tuotteelle sopiva ennuste. Yhteistä menetelmien valinnassa on se, että valinta lähtee liikkeelle datan tarkastelusta. Saatavilla oleva data määrittää valinnassa sen, käytetäänkö kvantitatiivisia vai kvalitatiivisia menetelmiä. Lopullinen menetelmä voidaan valita muun muassa

käyttömukavuuden eli menetelmän käytön helppouden mukaan, ongelmana saattaa tällöin on se, että yhtä ja samaa menetelmää hyödynnetään kaikille tuotteille. Usein on myös helppo valita menetelmä joko aikaisemman kokemuksen tai kirjallisuuden perusteella. Menetelmiä voidaan myös valita useampi ja pisteyttää ne ja valita näistä parhaiten suoriutunut lopulliseksi menetelmäksi.

Ennustetta valittaessa on tärkeä ymmärtää mihin sitä käytettään ja minkälaiseen ongelmaan sillä tullaan vastaamaan. Kun käyttötarkoitus on tiedossa, voidaan karsia pois sellaiset menetelmät, jotka ovat liian tarkkoja ja aikaa vieviä kyseiseen tarkoitukseen. Myös ennusteen aikataulu vaikuttaa valintaan, jos ennuste pitää luoda nopeasti, ei voida käyttää paljon aikaa vievä ennusteita. On tärkeä valita sellainen menetelmä, joka antaa enemmän kuin ottaa, eli tuotoksen ja panoksen suhde on oltava positiivinen. Tuotteiden kysyntää ennustettaessa on viisasta panostaa niihin tuotteisiin joista saadaan eniten hyötyä yritykselle. On myös tärkeä ymmärtää, että kaikille tuotteille ei ennustaminen tuo riittävää etua, vaan näiden osalta on parempi keskittyä muihin toimitusketjun osa-alueisiin, kuten reaktiivisuuteen. Valittua menetelmää tulee myös mitata, jotta sen suoriutumista voidaan analysoida ja kehittää. Mittareita on useita, suosituimpia ovat erilaiset prosentuaalisen suoritusarvon antavat mittarit. Mittarikin tulee valita huolella, jotta se kehittää ennustetta oikeaan suuntaan.

11.2 Ennustemenetelmän valinta yritykselle

Työn käytännönosuus tehtiin työn toimeksiantajalle, jolla on tarve saada käyttöönsä prosessi, joka helpottaisi oikeantyyppisen ennustemenetelmän valintaa. Kyseinen yritys toimii terveydenhuollonalan tuotteiden maahantuojana ja tukkuyrityksenä. Yrityksen tuotteisto on varsin laaja ja on selvää, että kaikkia tuotteita ei ole järkevää ennustaa yhdellä ja samalla menetelmällä. Työhön on valittu neljä toisistaan poikkeavaa tuoteryhmää. Jokaisen tuoteryhmän sisältä on valittu yhdestä kolmeen tuotetta, joille luodaan ennusteet käyttämällä kahta valittua menetelmää ja niiden suoriutumista vertaillaan naiiviin menetelmään. Tuoteryhmän sisältä valitut tuotteet on valittu mahdollisuuksien mukaan niin, että

ne poikkeavat toisistaan, esimerkiksi kulutukseltaan tai elinkaarenvaiheeltaan. Jokaiselle tuoteryhmälle on olemassa erilainen johdon ongelma, mutta kaikille kuitenkin perimmäinen syy ennusteen tarpeelle on saada aikaan säästöjä. Ennusteiden valinnasta piirretään työssä prosessi, jonka tarkoituksena on palvella yritystä valitsemaan tuotteilleen mahdollisimman oikeantyyppinen ennustemenetelmä.

Tuotteille ennustetaan kysyntää työssä hyödyntämällä useita erilaisia menetelmiä. Jokainen käytettävä ennuste on valittu sopimaan, juuri kyseiselle tuotteelle. Ennustemenetelmistä käytetään niin kvantitatiivisia kuin kvalitatiivisia menetelmiä sekä ennusteiden yhdistelmiä. Kvantitatiivisia menetelmiä käytetään tuotteille, joilla on hyödynnettävissä riittävästi hyvälaatuista dataa. Kvalitatiivisia menetelmiä hyödynnetään tuotteille, joille dataa ei ole riittävästi saatavilla. Ennusteiden yhdistelmiä käytetään tuotteille, joille on olemassa dataa, mutta se ei ole riittävän hyvälaatuista tai tulevaan tilaan on kohdistumassa jokin radikaali muutos, kuten esimerkiksi vahva kausivaihtelu tai kampanja, joita kvantitatiiviset mallit eivät aina pysty huomioimaan.

Tuotteille tehtyjä ennusteita mitataan käyttämällä absoluuttisen keskiarvon virheprosenttia, MAPE:a. Absoluuttisen keskiarvon virheprosentti on toimiva ennusteen suorituskyvyn mittari muilta osin, mutta se ohjaa ennustetta enemmän ali- kuin ylisuoriutumaan. Yritykselle on useiden tuotteiden kohdalla järkevämpää ennustaa yli kuin ali toteutuman, koska toiminnan luonne vaatii tuotteilta saatavuutta. Absoluuttisen keskiarvon virheprosentin ongelma tiedostetaan ja sen ei anneta työssä ohjata ennusteita alisuoriutumaan. Tuotteille valitut ennusteet toimivat kaikkien tuotteiden osalta paremmin kuin vertailuun käytetty naiivi ennuste.

Tuotteille tehtyjen ennusteiden jälkeen työssä kuvataan auki kohdeyrityksen tarpeisiin tehty ennusteen valintaprosessi. Prosessissa on otettu huomioon yrityksen tuotteistolle ominaisia piirteitä, jotka tulivat ilmi ennusteita luotaessa. Yrityksen tuotteille ominaisia piirteitä ovat muun muassa pitkälti sopimuksiin

perustuva myynti, tuotteiden vaihtuvuus ja kampanjointi. Prosessi lähtee liikkeelle tuotteen datan tutkimisella ja kuljettaa ennustetta joko kvantitatiivisiin tai kvalitatiivisiin ennusteisiin. Prosessi ohjaa matemaattiset ennusteet joko aikasarjamenetelmiin tai kausaalisuhteisiin perustuviin menetelmiin. Valintaprosessi ottaa huomioon sopimuskaupan päättyneet tai alkavat sopimukset. Prosessikaaviossa huomioidaan tilanteet jolloin kysyntään vaikuttaa jokin poikkeavuustekijä, kuten uusi sopimus tai kampanja. Näissä tapauksissa prosessi suosittaa valitsemaan ennusteiden yhdistämisen, jotta tuleva erikoistapaus pystytään huomiomaan. Valintakaavio ehdottaa myös ennusteiden yhdistämistä niissä tapauksissa, kun dataa on olemassa, mutta ei riittävästi matemaattisen mallin käyttöön. Kvalitatiivisen ennusteen kohdalla valintaprosessi ohjaa valitsemaan menetelmän käytettävissä olevien resurssien mukaan. Jokainen polku, jonka valintaprosessi voi kulkea päättyy valittavaan ennustemenetelmään. Polun päässä voi olla useampi mahdollinen vaihtoehto suositeltavaksi ennustemenetelmäksi. Lopullinen valinta tulee tehdä ennusteeseen käytettävissä olevan panoksen ja lopullisen tuotoksen suhteen.

Yritykselle tehty työkalu on tehty helpottamaan ennusteprosessin mallin valintaa. Itse ennusteprosessi sisältää paljon suuremman kokonaisuuden kuin vain ennustemallin valitsemisen ja rakentamisen. Ennusteprosessi lähtee liikkeelle tarpeesta luoda ennuste ja päättyy tulosten raportointiin, sisältäen välissä tapahtuvan tulosten validoinnin, joka tapahtuu mittaamalla ennusteen suorituskykyä. Suorituskyvyn ollessa tasolla, joka ei ole hyväksyttävä, palataan prosessi alkuun. Myöskään valintatyökalussa ei oteta kantaa siihen, onko ylipäätään järkevää ennustaa kysyntää tuotteelle. Joissain tapauksissa saadaan enemmän hyötyä aikaiseksi panostamalla muihin toimitusketjun osa-alueisiin kuin kysynnän ennustamiseen.

11.3 Jatkokehitystarpeet

Työssä luotiin yritykselle prosessi ennustemenetelmän valintaan. Ennusteeseen käytetyn menetelmän valinta on vain yksi osa koko ennusteprosessia. Jatkoa

varten yrityksen olisi hyvä luoda itsellensä ennustamisen koko prosessi, jossa ennusteita mitataan ja kehitetään jatkuvasti. Työssä puhutaan myös paljon siitä, kuinka ennusteen luontiin ei ole järkevää käyttää panoksia yli ennusteesta saatavan tuoton. Ennustamispäätöstä ja ennusteen valintatyökalua tulisi kehittää niin, että ne ottaisivat huomioon kulut ja tuotot, joita ennusteelta on odotettavissa. Työkalun ei tulisi antaa valittavaksi malleja, joiden käytöstä aiheutuu enemmän kustannuksia kuin luodun ennusteen käytöstä saadaan säästöjä. Tällainen työkalu vaatisi erityyppisille ennustemenetelmille tutkimusta niiden aiheuttamista kuluista, sekä työkalun, jolla voitaisiin arvioida luodun ennusteen hyötyjen tuomia mahdollisia säästöjä. Esimerkiksi Chambers (How to Choose the Right Forecasting Technique, 1971) käsittelee artikkelissaan eri ennustemenetelmien käytöstä aiheutuvia kustannuksia sekä epätarkkuuden ja ennustetarkkuuden optimaalista suhdetta.

12 Yhteenveto

Työssä käydään läpi kysynnän ennustamista erityyppisille tuotteille. Työssä kuvataan miten tuotteet ja niiden toimitusketjut voivat erota toisistaan. Tuotteet voidaan jakaa innovatiivisiin ja funktionaalisiin tuotteisiin perustuen niiden ominaisuuksiin. Siinä missä tuotteita voidaan luokitella, voidaan myös niihin vaikuttavia toimitusketjuja luokitella. Riippuen toimitusketjusta, on ennustamisen rooli erilainen, osa toimitusketjuista vaatii ennustamista, kun osassa sen tarve ei ole niin suuri. Funktionaaliset tuotteet ovat asettuneet omaan uomaansa ja niiden kulutus on usein hyvin tasaista, sisältäen vain aikasarjadatan komponentteja, kuten trendin ja kausivaihtelun. Innovatiiviset tuotteet ovat usein uusia ja niiden uutuusarvo voi aiheuttaa paljon vaihtelua kysynnässä. Funktionaalisten tuotteiden ennustaminen on usein helppoa ja tuotteiden matalat katteet vaativat usein myös sitä, jotta toimitusketjusta saataisiin mahdollisimman tehokas. Innovatiiviset tuotteet ovat selvästi vaikeampia ennustaa, mutta niillä myös on kriittistä saavuttaa toimivia ennusteita, koska tuotteiden elinkaari on hyvin lyhyt ja valmistusaika taas voi olla pitkä. Oikean ennusteen valinta ja ylläpito on tärkeää, koska väärin valittu ennuste antaa mahdollisesti harhaanjohtavia tuloksia ja aiheuttaa näin kustannuksia. Puolestaan oikein valittu ennuste, jonka tarkkuustaso on tilanteeseen sopiva, tuo säästöjä.

Työssä luodaan työkalu kohdeyritykselle, minkä avulla yrityksen on helpompaa ja nopeampaa valita oikean tyyppinen ennuste tuotteilleen. Työkalu ottaa huomioon yrityksen ominaispiirteitä ja on varta vasten suunniteltu yritystä varten. Työssä ennustetaan työkalua hyödyntäen kysyntää yrityksen neljälle eri tuoteryhmälle niin, että kustakin ryhmästä valitaan yhdestä kolmeen tuotetta ennusteita varten. Tuotteiden ennusteita vertaillaan yksinkertaisempaan menetelmään, eli naiivin menetelmään. Vertailu tapahtuu ennusteiden absoluuttista keskiarvoista virheprosenttia hyödyntäen. Tuotteille valitut ennusteet toimivat kaikkien tuotteiden osalta naiivia ennustetta paremmin sekä poikkeuksia lukuun ottamatta ennustevirheet ovat yritykselle hyväksyttävissä rajoissa. Joten voidaan tulkita, että ennusteen valintatyökalu toimii yrityksen tuotteille. Työkalun avulla luodut ennusteet tukivat niille esitettyjä tarpeita. Pääsääntöisesti tuotteille tehdyt

ennusteet pysyvät virheprosenteiltaan teoriassa esitettyjen innovatiivisten ja funktionaalisten rajojen sisällä, joten valintoja voidaan pitää onnistuneina.

Lähdeluettelo

Armstrong, S. J. (2001). *Principles of Forecasting - A Handbook for Researchers and Practitioners.* Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Chambers, J. C., Mullick, S. K., & Smith, D. D. (1971, 11 9). *How to Choose the Right Forecasting Technique.* Retrieved from Harvard Business Review: https://hbr.org/1971/07/how-to-choose-the-right-forecasting-technique#

Chase, C. W. (1997). Selecting the appropriate forecasting method. *The Journal of business forecasting methods & systems Vol 16.*, 2-29.

Chase, C. W. (2013). *Demand Driven Forecasting - A Structured Approach to Forecasting.* New Jersey: John Wiley & Sons inc.

Chatfield, C. (2000). *Time-Series Forecasing.* Boca Raton: Chapman & Hall/CRC.

Eroglu, C., & Croxtonb, K. L. (2010). Biases in judgmental adjustments of statistical forecasts: The role. *International Journal of Forecasting 26*, 116-133.

Evans, M. K. (2003). *Practical Business Forecasting.* Oxford: Blackwell Publishers Ltd.

Farrington, B., & Lysons, K. (2006). *Purchasing and Supply Chain Management.* Hants: Great Britain by Ashford Colour Press.

Fisher, M. L. (1997). What is the Right Supply Chain for Your Product? *Harvard Business Review*, 105-116.

Franses, P. H., van Dijk, D., & Opschoor, A. (2014). *Time Series Models for Business and Economic Forecasting.* Cambridge: University Printing House.

Goodwin, P. (2000). Correct or combine? Mechanically integrating judgmental forecasts. *International Journal of Forecasting 16*, 261–275.

Green, K. C., & Armstrong, J. S. (2012). Demand Forecasting: Evidence-Based Methods. Retrieved from http://www.kestencgreen.com/demandfor.pdf

Haksever, C., & Render, B. (2000). *Service Management and Operations.* Upper Saddle River: Prentice-Hall Inc.

Hopp, W. J. (2007). *Supply Chain Science.* McGraw-Hill Companies.

Hopp, W. J., & Spearman, M. (2000). *Factory Physics: Foundations of Manufacturing Management, second edition.* McGraw-Hill.

Hosmand, R. A. (2010). *Business Forecasting - a Practical Approach.* New York: Routledge.

Hydeman, R. J., & Kostenko, A. V. (2007). Minimum Sample Size Requirements for seasonal forecasting models. *Foresight issue 6,* 12-15.

Kahn, K. B. (2006). *New Product Forecastig -An Applied Approach.* New York: M.E Sharpe.

Kerkkänen, A. (2010). *Improving Demand Forecasting.* Lappeenranta: Lappeenranta University of Technology.

Lee, H. L. (2002). Aligning Supply Chain Strategies with Product Uncertainities. *California Management Review. Vol. 44. no. 3,* 105-119.

Lewis, C. (1997). *Demand Forecasting and Inventory Control.* Cambridge: Woodhead Publishing Ltd.

Lu, D. (2011). *Fundementals of Supply Chain Management.* Frederikesberg: Ventus Publishing Aps.

Mentzer, J. T., & Moon, M. A. (2005). *Sales Forecasting Management - A Demand Management Approach.* Thousand Oaks: Sage Publications Inc.

Moon, M. A. (2013). *Demand and Supply Integration - The Key to World-Class Demand Forecasting.* Upper Saddle River: FT Press.

Moon, M. A., Mentzer, J. T., Smith, C. D., & Garver, M. S. (1998). Seven Keys to Better Forecast. *Business Horizon,* 44-52.

Shim, J. K. (2009). *Stategic Business Forecasting - including Business Forecasting Tools and Applications.* Kent: Global Professional Publishing.

Suresh, S. P., Houmin, Y., & Hanqin, Z. (2005). *Inventory and Supply Chain Management With Forecast Updates.* New York: Springer Science + Business Media Inc.

Waters, D. (2003). *Logistics - An Introduction to Supply Chain Management.* New York: Palgrave Macmillan ltd.

Wessa, P. (2013). *RIMA Forecasting (v1.0.9) in Free Statistics Software (v1.1.23-r7).* Retrieved from Wessa.net: http://www.wessa.net/rwasp_arimaforecasting.wasp/

Wong, C. Y., & Hvolby, H. H. (2007). Coordinated responsiveness for volatile toy supply chains. *Production Planning & Control: The Management of Operations*, 407-419.

Wooldridge, J. M. (2013). *Introductory Econometrics - A Modern Approach 5th edition.* Mason: South-Western.

TUOTTEEN C1 EKSPONENTIAALINEN TASOITUS LIITE 1 1/2

KAUSIVAIHTELULLA TAULUKKO

Vuosi	Kuukausi	Tot. Kysyntä	liukuva KA	Kesk. KA		Kausivaihtelu		Taso	Trendi	Ennuste	Kuukausi	vaihtelu
2012	1	1			9,31	0,11	1	10	-0,03		1	0,11
	2	1			8,96	0,11	1	9	-0,12		2	0,10
	3	1			8,61	0,12	1	9	-0,16		3	0,11
	4	4			8,26	0,48	4	8	-0,19		4	0,43
	5	3			7,91	0,38	3	8	-0,21		5	0,37
	6	7			7,56	0,93	7	8	-0,22		6	0,87
	7	7			7,21	0,97	6	7	-0,24		7	0,86
	8	3			6,86	0,44	3	7	-0,25		8	0,45
	9	4			6,51	0,61	4	7	-0,26		9	0,64
	10	7			6,16	1,14	7	6	-0,27		10	1,12
	11	26	7,50	8,00	5,81	4,47	25	6	-0,28		11	4,31
	12	26	8,50	8,54	5,46	4,76	26	5	-0,29		12	4,78
2013	1	13	8,58	8,71	9,31	0,10	1	89	8,07			
	2	2	8,83	8,88	8,96	0,11	1	42	2,56			
	3	4	8,92	9,04	8,61	0,12	1	38	1,89			
	4	5	9,17	9,21	8,26	0,48	4	19	-0,15		A	0,7
	5	6	9,25	9,04	7,91	0,38	3	17	-0,36		B	0,1
	6	8	8,83	9,04	7,56	0,92	7	11	-0,91		G	0,3
	7	2	9,25	9,46	7,21	0,97	6	4	-1,47			
	8	8	9,67	9,88	6,86	0,44	3	14	-0,40			
	9	9	10,08	9,71	6,51	0,61	4	14	-0,30			
	10	12	9,33	9,38	6,16	1,13	7	12	-0,54			
	11	17	9,42	9,38	5,81	4,47	25	6	-1,05			
	12	27	9,33	9,83	5,46	4,75	26	5	-0,99			
2014	1	12	10,33	10,58	9,31	0,12	1	73	5,87			
	2	14	10,83	11,00	8,96	0,09	1	131	11,05			
	3	10	11,17	11,29	8,61	0,11	1	105	7,33			
	4	9	11,42	11,46	8,26	0,42	4	49	1,01			
	5	9	11,50	11,54	7,91	0,37	3	32	-0,78			
	6	9	11,58	11,29	7,56	0,86	7	17	-2,23			
	7	3	11,00	10,96	7,21	0,81	6	7	-2,98			
	8	1	10,92	10,71	6,86	0,48	3	3	-3,10			
	9	8	10,50	10,29	6,51	0,62	4	9	-2,17			
	10	7	10,08	10,00	6,16	1,10	7	6	-2,19			
	11	12	9,92	9,83	5,81	3,98	25	3	-2,28			
	12	25	9,75	9,67	5,46	4,81	26	4	-2,00			

JATKUU

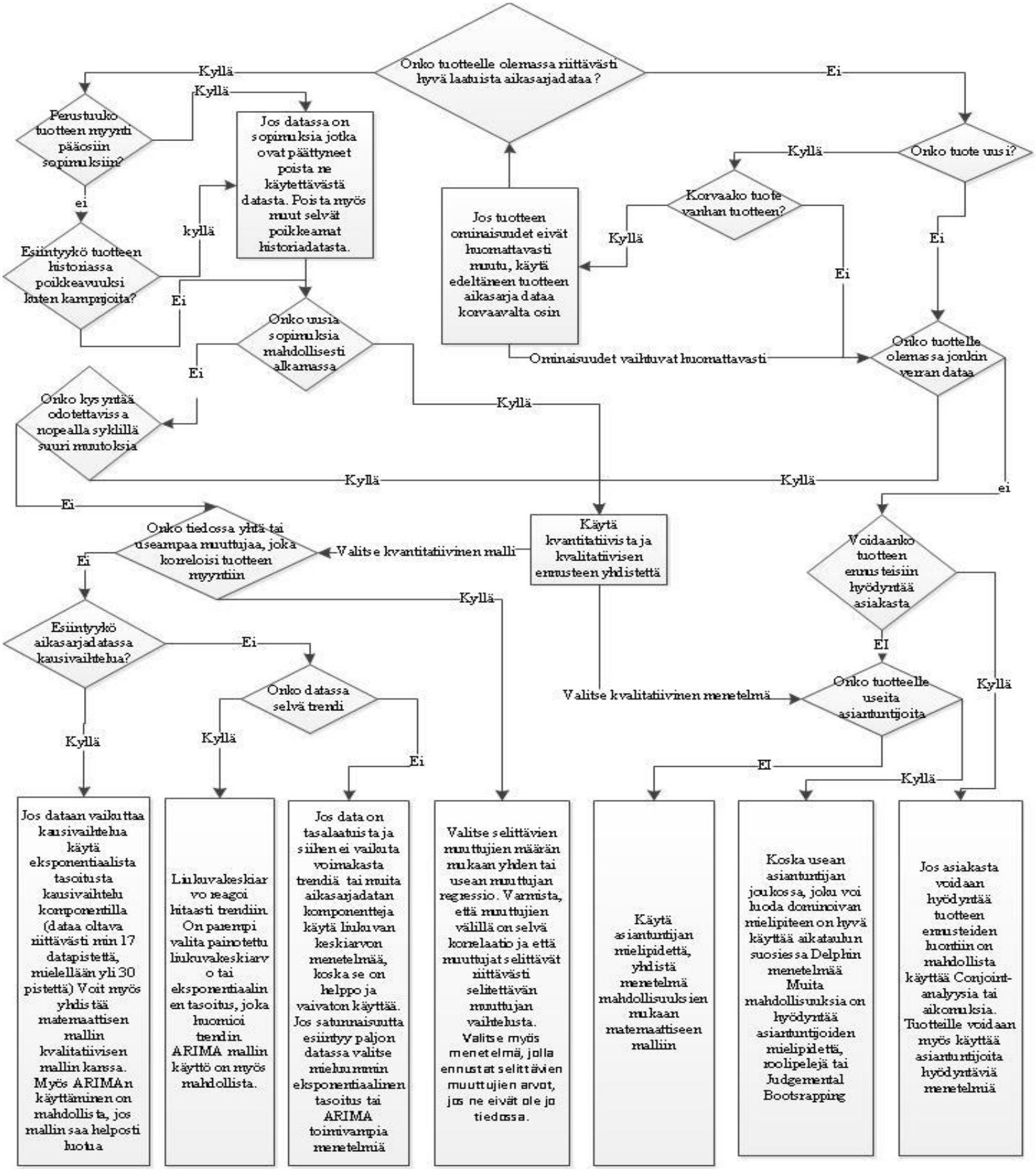
TUOTTEEN C1 EKSPONENTIAALINEN TASOITUS LIITE 1 2/2

KAUSIVAIHTELULLA TAULUKKO

2015	1	10	9,58	9,50	9,31	0,13	1	54	3,20			
	2	12	9,42	9,17	8,96	0,10	1	104	7,93			
	3	8	8,92	8,92	8,61	0,11	1	86	5,27			
	4	3	8,92	8,71	8,26	0,35	4	33	-0,50			
	5	9	8,50	8,46	7,91	0,35	3	28	-0,97			
	6	4	8,42	8,83	7,56	0,77	7	12	-2,51			
	7	2	9,25	9,13	7,21	0,70	6	5	-2,96			
	8	11	9,00		6,86	0,45	3	18	-1,37			
	9	5			6,51	0,70	4	10	-2,02			
	10									**9**		
	11									**23**		

TUOTTEEN C2 EKSPONENTIAALINEN TASOITUS LIITE 2

KAUSIVAIHTELULLA TAULUKKO

Vuosi	Kuukausi	Tot. Kysyntä	liukuva KA	Kesk. KA		Kausivaihtelu		Taso	Trendi	Ennuste	Kuukausi	vaihtelu
2013	11	27			14,07	1,92	0	8	0,10		1	0,03
	12	34			17,09	1,99	35	12	0,47		2	-0,33
2014	1	14			-16,09	-0,87	-1	1	-0,66		3	-0,91
	2	4			-13,07	-0,31	4	-5	-1,19		4	-0,70
	3	9			-10,06	-0,89	9	-8	-1,34		5	-0,73
	4	5			-7,04	-0,71	5	-8	-1,25		6	-4,75
	5	3			-4,02	-0,75	3	-7	-1,03		7	0,46
	6	5			-1,01	-4,96	5	-5	-0,74		8	10,88
	7	1			2,01	0,50	1	-3	-0,41		9	0,13
	8	5			5,02	1,00	55	0	-0,08		10	0,45
	9	1	9,42	9,38	8,04	0,12	1	3	0,25		11	1,99
	10	5	9,33	8,88	11,06	0,45	5	6	0,55		12	2,04
	11	26	8,42	8,25	14,07	2,07	28	9	0,77			
	12	23	8,08	8,08	17,09	2,08	35	10	0,81		A	0,4
2015	1	10	8,08	7,96	-16,09	0,94	-1	11	0,79		B	0,1
	2	4	7,83	7,88	-13,07	-0,35	4	3	-0,13		G	0,1
	3	6	7,92	7,96	-10,06	-0,92	9	-1	-0,49			
	4	6	8,00	8,04	-7,04	-0,70	5	-4	-0,77			
	5	4	8,08	8,33	-4,02	-0,71	3	-5	-0,79			
	6	6	8,58	8,63	-1,01	-4,55	5	-4	-0,59			
	7	7	8,67	8,92	2,01	0,41	1	4	0,28			
	8	6	9,17	9,36	5,02	20,76	55	3	0,12			
	9	7	9,55	9,55	8,04	0,14	1	21	1,97			
	10				11,06		5			10		
	11									52		

ENNUSTEMENETELMÄN VALINTATAULUKKO LIITE 3