

# KYSYNNÄN VAIHTELUN MALLINTAMINEN JA ENNUSTAMINEN

Case: Teknoware Oy

LAHDEN AMMATTIKORKEAKOULU  
Tradenomi AMK  
Liiketalouden ja matkailun ala  
Kansainvälinen kauppa  
Opinnäytetyö  
Kevät 2019  
Elisa Timonen

## Tiivistelmä

Tekijä(t) Timonen, Elisa	Julkaisun laji Opinnäytetyö, AMK Sivumäärä 55 + 2 liitesivua	Valmistumisaika Kevät 2019
Työn nimi <b>Kysynnän vaihtelun mallintaminen ja ennustaminen</b> Case: Teknoware Oy		
Tutkinto Tradenomi (AMK)		
Tiivistelmä <p>Yritysten logistiikkakustannukset ovat vuosi vuodelta nousseet, ja suurimpana tekijänä kustannuksiin on varastoon sitoutunut pääoma. Varmuusvarastoilla pyritään kattamaan kysynnän vaihtelusta johtuvat yllättävät piikit. Jos kysynnän vaihtelua voitaisiin ennustaa paremmin, voitaisiin varmuusvaraston tasoa laskea.</p> <p>Opinnäytetyön toimeksiantona oli tutkia Teknoware Oy:n kysynnän vaihtelua Vendor Managed Inventory (VMI)-nimikkeillä. Tavoitteena oli selvittää, voisiko kysynnän vaihtelua ennustaa historiatietojen perusteella, sillä ennusteet ja kysyntä eivät nykyisellä käytössä olevalla kaavalla kohdanneet.</p> <p>Työn tietopohja koostuu varastonohjauksen ja kysynnän teoriasta. Teoria on kerätty sekä elektronisista että painetuista lähteistä. Lisäksi on hyödynnetty yrityksen sisäisiä lähteitä, kuten intranetiä ja toiminnanohjausjärjestelmää.</p> <p>Tutkimukseen käytettiin sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia tutkimusmenetelmiä. Kvalitatiivinen osa koostui yrityksen kahden myyjän ja kahden ostajan puolistrukturoidusta teemahaastattelusta yrityksen nykytilan kartoittamiseksi. Kvantitatiiviseen osaan käytettiin yrityksen toiminnanohjausjärjestelmästä saatavaa dataa kuuden elektroniikan komponentin kysynnästä vuosilta 2017 ja 2018.</p> <p>Työn tulokset osoittivat, että tutkittujen komponenttien kysynnän vaihtelu oli niin suurta ja epäsäännöllistä, että pelkkien historiatietojen avulla oli mahdotonta ennustaa kysynnän tulevaa vaihtelua olemassa olevien ennustamisen työkalujen avulla. Kysynnän vaihtelun mallintamiseen käytetty ohjauskortti osoitti, että asetettujen parametrien mukaan vaihtelu oli kuitenkin normaalin rajoissa. Tarkemman analyysin suorittamiseksi vaadittaisiin tiukemmat parametrit ja syvällisempää paneutumista useisiin eri ohjauskortteihin ja niiden käyttötapoihin.</p>		
Asiasanat Varmuusvarasto, Kysyntä, Vaihtelu, Ennustaminen, Ohjauskortti		

## Abstract

Author(s) Timonen, Elisa	Type of publication Bachelor's thesis	Published Spring 2019
	Number of pages 55 + 2 appendices	
Title of publication <b>Forecasting Demand Variation</b> Case: Teknoware Oy		
Name of Degree Bachelor of Business Administration, International Trade		
Abstract <p>Companies' logistics costs have been rising, and the capital tied up in the stock has been the greatest factor of the costs. A safety stock is meant to cover the surprising peaks in the variation of demand. If the variation could be forecast better, the level of the safety stock can be lowered.</p> <p>The study was commissioned by Teknoware Oy. The task was to study the demand variation for the items in the Vendor Management Inventory (VMI). The aim was to determine if the variation could be forecast in a better way by using only historical data. The forecasts defined with current model didn't match with the actual demand.</p> <p>The theoretical background of the study consists of the theory of inventory management and demand. The sources are both electronic and printed. In addition, company's internal sources such as intranet and Enterprise Resource Planning software (ERP) were utilized.</p> <p>Both qualitative and quantitative research methods were used. The qualitative part was executed as an interview of the five employees working in the company in order to get familiar with the challenges of forecasting as well as with the current models utilized. Data from the company's ERP was used for the quantitative part. Six electronic components were selected and the historical data of those components from the years 2017 and 2018 were utilized in the study.</p> <p>The study finds that the variation in demand was totally unpredictable and it seems that it is impossible to forecast the demand by using only historical data. However, the control chart utilized indicates that the variation stays within normal limits. A more detailed analysis would require stricter parameters and a deeper research of the several existing control charts.</p>		
Keywords Safety Stock, Demand, Variation, Forecasting, Control Chart		

## SISÄLLYS

SANASTO .....	1
1 JOHDANTO .....	2
1.1 Tavoitteet ja rajaukset.....	2
1.2 Tutkimusmenetelmät .....	5
1.3 Opinnäytetyön rakenne.....	5
2 VARASTO .....	7
2.1 Varastonohjaus ja ABC-analyysi.....	7
2.2 Varmuusvarasto ja passiivivarasto.....	8
2.3 Forrester- eli piiskailmiö (engl. Bullwhip-effect) .....	10
2.4 Vendor Managed Inventory (VMI) ja kaupintavarasto .....	12
3 KYSYNTÄ.....	14
3.1 Kysyntä ja kysynnän vaihtelutyypit.....	14
3.2 Ohjaukset .....	16
3.3 Kysynnän ennustaminen.....	17
4 CASE: TEKNOWARE OY .....	21
4.1 Henkilöstö hankinta- ja myyntiosastolla .....	21
4.2 VMI-nimikkeet ja ostoprosessi .....	21
4.3 Tarve .....	23
4.4 Myyntiprosessi ja kysynnän ennustaminen .....	24
5 TUTKIMUS .....	26
5.1 Tutkimusmenetelmät .....	26
5.2 Tutkimustulokset.....	28
5.3 Vertailu .....	45
6 YHTEENVETO .....	47
7 LÄHTEET .....	51
LIITTEET .....	55

## SANASTO

ABC-analyysi – varastonohjauksen työkalu, jossa nimikkeet luokitellaan niiden tärkeyden mukaan neljään eri luokkaan; A, B, C ja D

Allokaatio – tilanne, jossa valmistaja jakaa tuotetta asiakkaille rajoitetusti

Data – tietoa raa'assa muodossa. Voi olla sähköistä, jolloin tieto on syötetty, varastoitu ja prosessoitu

ERP – Enterprise Resource Planning software - toiminnanohjausjärjestelmä

Kaksilaatikkajärjestelmä – varastointijärjestelmä, jossa kahdesta laatikosta ensimmäisen tyhjentyessä tehdään täydennystilaus

Käyttövarasto – varasto, joka vaihtuu tasaisesti kulutuksen ja täydennyksen mukaan

LCL – lower control limit – Ohjauskortissa käytettävä alempi kontrolliraja, joka lasketaan tarkasteltavien lukujen keskiarvon ja keskihajonnan avulla

Min-maks-menetelmä – varastolle asetettu minimi- ja maksimitaso. Varastotason las-  
kiessa minimiin tehdään täydennystilaus. Varaston taso ei saa olla yli maksimitason

Ohjauskortti – Analyysityökalu, jonka avulla tutkitaan vaihtelua prosessissa

Palveluaste – Mittaa varaston palvelukykyä, eli sitä, kuinka suuri osa tilauksista voidaan toimittaa ajallaan varastosta

ROP – re-order point – tilauspiste on hetki, jolloin tuotetta pitää ostaa. Lasketaan sum-  
maamalla toimitusajan kulutusarvio ja varmuusvarasto

UCL – upper control limit – ohjauskortissa käytettävä ylempi kontrolliraja, joka lasketaan tarkasteltavien lukujen keskiarvon ja keskihajonnan avulla

Varmuusvarasto – kysynnän vaihtelusta johtuvien yllättävien menoerien kattava varasto

VMI – Vendor Managed Inventory – toimittajan hallinnoima varasto

VMI-nimike – toimittajan hallinnoima nimike

# 1 JOHDANTO

## 1.1 Tavoitteet ja rajaukset

Tämän opinnäytetyön aiheena on tutkia, voidaanko varmuusvarastomalleja käyttää VMI (Vendor Managed Inventory) -nimikkeiden kysynnän vaihtelun ennustamiseen vain historiatietoja käyttäen.

Tutkimusongelman ratkaisun avuksi opinnäytetyöhön on valikoitunut seuraavat tutkimuskysymykset:

- Miten kysyntää ja sen vaihtelua ennustetaan?
- Voidaanko kysynnän historiatietoja hyödyntää ennustamisessa?
- Voidaanko kysynnän vaihtelua mallintaa ennustamisen helpottamiseksi?

Opinnäytetyön toimeksiantaja on Teknoware Oy. Teknoware on vuonna 1972 perustettu valaistus- ja turvalajojärjestelmiä suunnitteleva ja valmistava perheyritys. Pääkonttori ja suurimmat tuotantolaitokset sijaitsevat Lahdessa. Lisäksi tuotantoa on Yhdysvalloissa ja Puolassa. Yhteensä yritys työllistää noin 600 ihmistä. (Teknoware 2019a.)

### **Kysynnän ennustamisen haasteet**

Teknowarella nimikkeet käyttäytyvät ja tarpeet elävät eri tavalla myyntialueesta riippuen. Samaa nimikettä saattaa mennä sekä juna-, bussi- ja turvalajoihin. Tällöin nimikettä kutsutaan yleisnimikkeeksi. Osto-osasto näkee vain nimikkeen yhteenlasketut tarpeet. Junavalomyynti on projektiluontoista, eli projektin alussa määritetään, kuinka moneen vauvuun valaisimia myydään. Tällöin nimikkeelle voidaan periaatteessa laskea ennuste jo projektin alussa, mahdollisia varaosamyntejä lukuun ottamatta. Käytännössä ennusteiden määrittäminen ei kuitenkaan toimi, sillä asiakas ei välttämättä vielä projektin alussa tiedä tarkempaa toimitusaikataulua. Bussivalojen myynti eroaa junavalojen myynnistä siten, että myytävien valaisimien määrää ei etukäteen tiedetä. Tämä johtuu siitä, että asiakkaana oleva bussivalmistaja ei ole välttämättä määritellyt etukäteen, kuinka monta bussia valmistetaan. Turvalajomyynti on pääosin katalogimyyntiä, eli nimikkeet pysyvät pääosin samoina, kun taas ajoneuvovalojen myynnissä asiakkaalle suunnitellaan asiakkaan vaatimusten mukaiset valaisimet. (Anttila 2019a; Pulkka-Fuchs 2019.)

Anttilan (2019a), Pulkka-Fuchsin (2019) ja Rossin (2019) mukaan haasteena Teknowaren osto-osastolle on myös asiakkaiden nopeasti muuttuvat tarpeet. Jo voimassa olevat tilaukset saatetaan siirtää kuukausilla eteenpäin, tai päinvastoin asiakkaan tarpeet saattavat siirtyä aikaisemmaksi. Joillakin nimikkeillä tarpeet saattavat nousta yllättäen jopa kym-

menkertaiseksi, tai päinvastoin laskea yhteen kymmenesosaan aikaisemman viikon kysynnästä. Teknowaren myyntiosasto laatii ennusteet neljännesvuosittain kolmeksi kuukaudeksi kerrallaan, mutta voimakkaan kysynnän vaihtelun vuoksi ennusteet eivät kohtaa todellisen kysynnän kanssa.

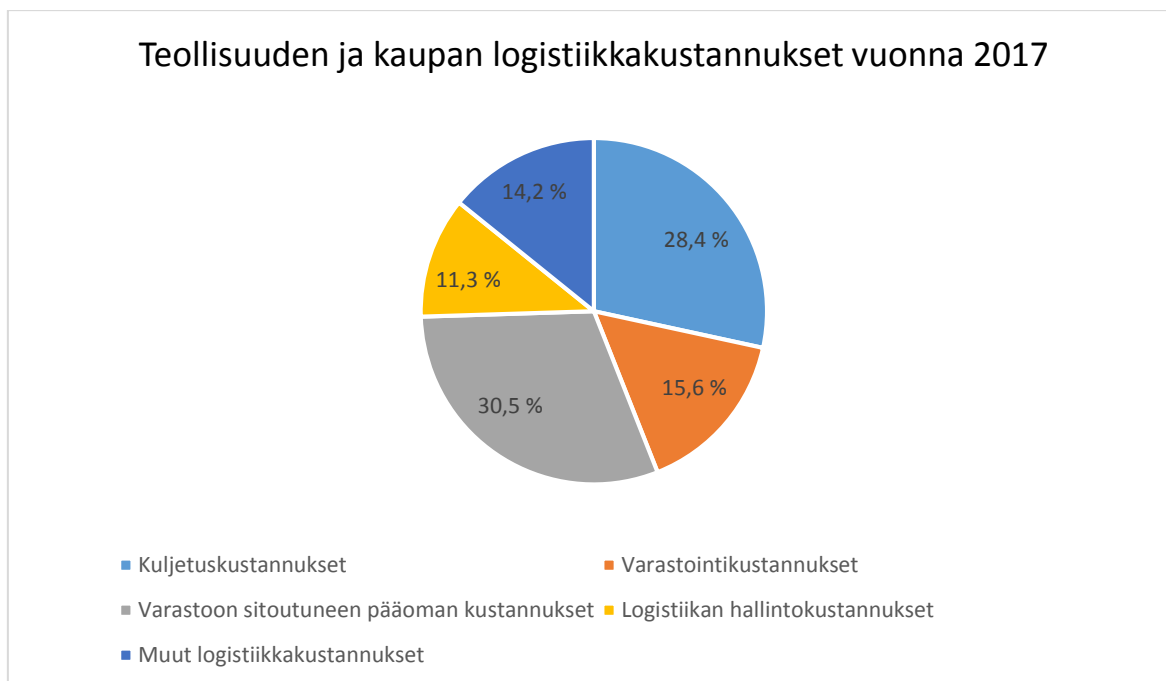
Jotta osto-osien saatavuus varmistetaan, joudutaan varmuusvarastoa pitämään suurempana sellaisille nimikkeille, joiden toimitusaika on pidempi. Jatkuvasti ja tasaisesti tarvittavat nimikkeet on pyritty lisäämään VMI:hin, jolloin nimikkeen toimitusaika on yhdestä viikosta neljään viikkoon. VMI-nimikkeet ovat toimittajan hallinnoimia nimikkeitä. Käytännössä se tarkoittaa sitä, että toimittaja pystyy seuraamaan asiakkaan varastosaldoja ja kysyntää reaaliaikaisesti ja näin ollen pystyy toimittamaan tuotteita asiakkaalle ilman asiakkaan tekemää ostotilausta. (Kauremaa 2007, 22.) VMI:n käyttöönotto pienentää yrityksen oman varaston määrää, mikä laskee kustannuksia. Kustannukset laskevat myös työmäärän vähenemisen myötä. (Murray 2018.)

Tällä hetkellä Teknowaren toiminnanohjausjärjestelmä (ERP) laskee VMI-nimikkeiden varmuusvaraston myyjän tekemän ennusteen ja ostajan määrittelemän minimikertoimen perusteella. Ennusteet eivät kuitenkaan kohtaa todellisen tarpeen kanssa, sillä kysynnän vaihtelu on todellisuudessa paljon suurempaa kuin ennusteen vaihtelu. (Rossi 2019; Sulaiman 2019; Suojärvi 2019.) Tavoitteena olisi pystyä hyödyntämään kysynnän historiatietoja kysynnän vaihtelun ennustamiseksi myyjien laskemien ennusteiden sijaan.

Tämä opinnäytetyö on tärkeä, sillä kysynnän tai sen vaihtelun ennustamisen mallien kartoitusta rajatulle VMI-nimikkeille ei ole laajemmin vielä tehty Teknowarella. Oikean mallin löytyessä varmuusvarasto elää toteutuneen kysynnän vaihtelun mukaan. Jos käytössä on tarkempi ja ajantasaisempi laskukaava, voidaan VMI-nimikkeiden määrää lisätä. Tällöin myös varastoinnin kustannukset laskevat.

### **Varaston kustannukset**

Yritykset pyrkivät vähentämään varastoinnista aiheutuvia kustannuksia, mutta silti Suomessa teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannukset ovat kasvaneet tasaisesti vuodesta 2009 lähtien, vuoden 2009 noin 12 prosentin osuudesta vuoden 2017 noin 14 prosentin osuuteen. (Solakivi, Ojala, Laari, Lorentz, Kiiski, Töyli, Malmsten, Bask, Rintala, Paimader & Rintala 2018, 96.) Logistiikkakustannusten tarkemman jakauman suomalaisissa yrityksissä vuonna 2017 näkee kuviossa 1.



KUVIO 1. Teollisuuden ja kaupan logistiikkakustannusten jakauma suomalaisissa yrityksissä vuonna 2017 (mukailtu Solakivi ym. 2018, 14)

Kuviosta 1 nähdään, että varastoon sitoutuneen pääoman kustannukset ovat 30,5 prosenttia kaikista logistiikkakustannuksista, ja suurin kustannuksia aiheuttava tekijä. Pienin tekijä on logistiikan hallintokustannukset (11,3%).

Suomessa teollisuuden alalla yritysten varastojen arvo kasvoi vuoden 2017 neljännestä neljänneksestä 12,4 prosenttia (Tilastokeskus 2019a). Varastointikustannusten nousuun vaikuttavat muun muassa tuotteiden lyhyempi elinkaari, monimuotoisemmat toimitusketjut, asiakkaiden vaatimukset lyhyihin toimitusaikoihin sekä tuotevalikoimien laajentuminen (Rushton, Croucher & Baker 2014, 200 - 201).

### Rajaukset

Opinnäytetyö on rajattu vain VMI-nimikkeisiin. Koska kyse on nimenomaan VMI-nimikkeistä ja niiden varmuusvarastoista, ei opinnäytetyössä perehdytä muihin nimikkeisiin tai varastointimenetelmiin. Tutkimukseen valittiin kuusi yleisnimikettä eri ABC-luokista, A-luokasta kaksi, B-luokasta kaksi ja C-luokasta kaksi nimikettä. Kaikki nimikkeet olivat elektronikan komponentteja. Tutkimuksessa käytettiin dataa vuosilta 2017 ja 2018. Näillä rajauksilla datan määrä oli vielä hallittavissa, ja saatiin osviittaa siitä, voitaisiinko nimikkeen käyttäytymistä mallintaa. Ohjauskortteja on olemassa useita erilaisia, mutta tähän opinnäytetyöhön valittiin käytettäväksi vain yksi, sillä useampien ohjauskorttien analysointi olisi vaatinut paljon syvemmän ja laajemman tutkimuksen.



## Tietopohja ja aikaisemmat opinnäytetyöt

Materiaali opinnäytetyön teoriaosaan on kerätty sekä painetuista että elektronisista lähteistä. Materiaalin hankintaan on käytetty myös julkaisemattomia lähteitä, kuten yrityksen intranetiä, sisäisiä Powerpoint-esityksiä ja yrityksen ERP:tä.

Varmuusvarastoista, kysynnästä, sekä VMI-nimikkeistä ja VMI:n käyttöönotosta on tehty paljon AMK-opinnäytetöitä. Kysynnän ennustamisen menetelmät ja ABC-analyysin käyttö varastonohjauksen tehostamiseksi toistuvat useissa opinnäytetöissä (Karisto 2013; Kylä-Kaila 2018.) Näitä samoja ennustamisen menetelmiä ja ohjeistuksia käytetään myös tässä opinnäytetyössä, sillä ne eivät ole aikojen saatossa muuttuneet. Kysynnän vaihtelua on tutkittu paljon vähemmän, eikä tässä opinnäytetyössä hyödynnettäviä ohjauskortteja ole juurikaan käytetty aikaisemmissa opinnäytetöissä, varsinkaan kysynnän vaihtelun tarkasteluun. Siksi tämä opinnäytetyö tuo myös jotakin uutta.

### 1.2 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusosaan käytettiin sekä kvalitatiivista, eli laadullista, että kvantitatiivista, eli määrällistä, tutkimusmenetelmää. Laadullinen osa suoritettiin teemahaastatteluna, ja haastattelu tehtiin Teknowaren kahdelle ostajalle ja kahdelle myyjälle. Haastattelun avulla saatiin kokonaiskuva ja nykytilanne Teknowaren ostoprosessista, tarpeen määrittämisestä, varmuusvarastoista ja VMI-nimikkeistä sekä siitä, miten menekkiä ennustetaan. Lisäksi yrityksen materiaaalipääällikkö on vastannut kysymyksiin sitä mukaa kun niitä on ilmennyt.

Tutkimuksen kvantitatiivisessa osassa yrityksen ERP:stä kerättiin historiatietoja valittujen nimikkeiden aikaisemmasta kysynnästä vuosilta 2017 ja 2018. Historiatiedot olivat olennainen osa tutkimusta, jotta kysynnän vaihtelua voitiin mallintaa ja tutkia graafisesti. Tavoitteena oli selvittää, löytyisikö nimikkeen kysynnässä tai sen vaihtelussa yhteneväisyyksiä, jotta kysynnän vaihtelua voitaisiin ennustaa jatkossa. Teoriaosassa esitettyjä malleja testattiin valituille nimikkeille.

### 1.3 Opinnäytetyön rakenne

Opinnäytetyö alkaa johdannolla, jossa käydään läpi lyhyesti tutkimuksen taustaa ja perusteet opinnäytetyölle. Teoriaosaan kuuluu kaksi lukua. Ensimmäinen luku sisältää teoriaa varastonohjauksesta, kuten varastomalleja, piiskailmiön ja Vendor Managed Inventoryn. Toisessa teorialuvussa käydään läpi kysynnän ja sen vaihtelun ennustamisen teoriaa.

Teoriaosan jälkeen edetään opinnäytetyön tutkimusosaan, joka sisältää kaksi lukua. Ensimmäinen osa, luku 4, on kvalitatiivinen, eli haastattelu yrityksen nykytilan kartoittamiseksi. Toinen osa, luku 5, on kvantitatiivinen, eli yrityksen ERP:stä saatavan datan analysointi, sekä teoriaosassa läpikäytyjen varmuusvarastomallien soveltaminen nimikkeille. Lisäksi vertaillaan eri komponenttien kysyntää.

Yhteenvedossa selvitetään vastaukset tutkimuskysymyksiin, tutkimuksen validiteetti ja reliabiliteetti, sekä jatkotutkimusehdotukset. Lisäksi yhteenvedossa arvioidaan omaa opinnäytetyöprosessia.

## 2 VARASTO

### 2.1 Varastonohjaus ja ABC-analyysi

Varastonohjauksella tarkoitetaan materiaalivirtojen ja varastoon sitoutuneen pääoman hallintaa (Logistiikan Maailma 2019a). Tehokas ja optimaalinen varastonohjaus alentaa varaston kustannuksia, kuitenkin asiakkaan asettamat vaatimukset saavuttaen, esimerkiksi lopputuotteen laatuun, hintaan ja toimitusaikaan liittyen. Kokonaisvaraston lisäksi varastonohjauksessa tulee kiinnittää huomiota myös tuoteryhmiin ja yksittäisiin nimikkeisiin. (Ailawadi & Singh 2006, 13; Visma 2019a.)

Rushtonin ym. (2014, 221) mukaan tehoton varastonohjaus ja liian suuri varasto saattavat piilottaa sisäänsä useita eri toimitusketjun ongelmia, jotka ratkaisemalla varastoa voitaisiin pienentää. Tällaisia ongelmia ovat

- *epäluotettavat toimittajat*
- *epätarkat ennusteet*
- *tuotannon ongelmat*
- *laatuongelmat*
- *yllättävä kysyntä.*

Yllä luetellut ongelmat tuovat suuria lisäkuluja. Kuluihin lasketaan varaston arvon nousun lisäksi varaston koko, ja vanhenevat tuotteet. (Rushton ym 2014, 221).

ABC-analyysi helpottaa nimikkeiden saldojen ja varaston kierron hallintaa (Logistiikan Maailma 2019a). ABC-analyysissä nimikkeet jaotellaan niiden tärkeyden mukaan, esimerkiksi myynnin tai kulutuksen mukaan, mutta luokittelun voi tehdä myös myyntikatteen, liiketuloksen tai valitulla aikavälillä myytyjen kappalemäärien perusteella (Sakki 2009, 91; Ailawadi & Singh 2006, 68).

Sakki (2009, 91) käyttää esimerkissään seuraavaa luokittelua:

- A-tuotteet = ensimmäiset 50 % myynnistä
- B-tuotteet = seuraavat 30% myynnistä
- C-tuotteet= seuraavat 18% myynnistä
- D-tuotteet = viimeiset 2% myynnistä.

Jokainen yritys voi kuitenkin määritellä luokkien koot ja jaotteluperusteet itse.

Tärkeää ABC-analyysissä on, että luokittelu tehdään nimenomaan nimikkeille, eikä esimerkiksi tuoteryhmille, sillä samassa tuoteryhmässä voi olla nimikkeitä eri luokissa (Sakki 1999, 100). Eikoisnimikkeet (esimerkiksi suoramyyntituotteet) ja uudet tuotenimikkeet on hyvä pitää omissa luokissaan (Sakki 2009, 92).

Luokittelun tekeminen voi olla haastavaa, sillä aikaisempina vuonna tehty analyysi ei välttämättä päde enää seuraavana vuonna. ABC-analyysi on kuitenkin tärkeä osa materiaalinohjausta. Analyysistä on myös suuri hyöty, jos varastoa halutaan pienentää. (Sakki 1999, 100-102.)

Luvussa 3.3 esitellään kysynnän ennustaminen aikasarja-analyysiä käyttäen, jossa historiatietojen avulla määritellään graafisesti nimikkeen kulutuksen muutosta. Kysynnän trendi voi olla nousevaa, laskevaa, tai kysyntä voi pysyä samana. Aikasarja-analyysiä voi käyttää apuna myös ABC-analyysissä, mikä helpottaa nimikkeen varaston hallintaa. Tällöin luokan perään lisätään plus-, miinus- tai yhtä kuin -merkki trendin mukaisesti. (Sakki 2009, 92.)

- Nousevan trendin nimikkeelle lisätään luokan perään plusmerkki (esimerkiksi A+). Tällaisille nimikkeille on tärkeää pitää tarpeeksi suurta varastoa, koska kysynnän nousun nopeutta on vaikea arvioida. (Sakki 2009, 92.)
- Laskevan trendin nimikkeille lisätään miinumerkki (esimerkiksi A-), jolloin nimikkeen varaston tasoa voi pudottaa. C-luokan nimikkeillä varasto voidaan mahdollisesti myydä kokonaan loppuun markkinan luonteesta riippuen. (Sakki 2009, 92.)
- Jos kysyntä on tasaista, lisätään yhtäkuin-merkki (esimerkiksi A=), jolloin muutoksia ei ole odotettavissa ja varasto voidaan pitää samalla tasolla (Sakki 2009, 92).

Sekä laskevan trendin nimikkeiden, että C-luokan nimikkeiden tarkasteluväliä voidaan pidentää, jolloin resursseja voidaan käyttää muihin toimintoihin (Sakki 2009, 92).

## 2.2 Varmuusvarasto ja passiivivarasto

Varmuusvarastolla tarkoitetaan varastoa, joka on olemassa varmuuden vuoksi. Varmuusvarasto on siis käytettävissä yllättäviä menoeriä varten. Varmuusvarasto voidaan luoda nimikkeille silloin, jos esimerkiksi toimitusajat ovat pitkiä tai vaihtelevia, tai kun varaudutaan yllättäviin kysynnän kasvun piikkeihin. (Rushton ym. 2014, 196 & 203.) Joskus nimikkeiden saanti voi olla epävarmaa myös allokaatio-tilanteissa. Allokaatiossa valmistaja jakaa markkinoille, eli asiakkaille, tuotetta rajoitetusti. Allokaatio saattaa kestää vuosia. Tällöin varmuusvarasto voi pelastaa tuotannon pysähtymiseltä. (Sulaiman 2019.) Varmuusvarastolla voidaan pienentää alaluvussa 2.3 esiteltyä piiskailmiötä.

Epävarmuus synnyttää passiivivaraston, jolloin varmuusvarasto on laskettu liian suureksi ja nimikkeitä jää käyttämättä pitkäksi aikaa. Tällöin saapuvat ja lähtevät tavarat eivät ole tasapainossa, ennusteet on laskettu väärin, varastomääriä ei ole tarkemmin määritelty, tai tietokonepohjaista toiminnanohjausjärjestelmää ei ole käytössä. (Sakki 2009, 105-106).

Varmuusvarasto eroaa käyttövarastosta siten, että käyttövarastolla on tarkoitus tyydyttää täydennysvälin aikainen keskimääräinen tai ennakoitu kysyntä (Business Dictionary 2019; Sulaiman 2019). Käyttövarastolla on siis tasainen suhde saapuvan ja käytettävän tavarantoimittajan välillä (Rushton ym. 2014, 195), kun taas varmuusvarastolla katetaan yllättävät piikit kysynnässä, tai toimitusvaikeuksista johtuvat täydennyksen viivästykset (Sulaiman 2019).

Varmuusvarastoa voidaan pienentää epävarmuuden vähentämisellä, eli suunnittelulla. Kysynnän ennustamismenetelmät auttavat ennusteen luomisessa, ja varastomäärille asetettavat tavoitteet selkeyttävät varastonhallintaa. (Sakki 2009, 105-106.) Luvussa 2.4 esitellyn VMI:n, eli vendor managed inventoryn, käyttöönotto sallii toimittajalle varaston ajankohtaisen seuraamisen, jolloin epävarmuus ja ylimääräiset varastontäydennykset vähenevät.

Koska varmuusvarastolla suojataan kysynnän yllättäviä muutoksia ja ennustevirheitä, tulisi varmuusvaraston laskemiseen panostaa optimaalisen varastokoon saavuttamiseksi. Jotta varmuusvarasto voitaisiin laskea, tarvitaan tieto kysynnän keskihajonnasta. Keskihajonta kuvaa arvojen keskimääräistä poikkeamaa keskiarvosta (Taanila 2011). Keskihajonnasta voidaan myös käyttää nimitystä standardipoikkeama. Varmuusvarasto saadaan laskettua tuotteen toteutuneen kysynnän keskihajonnasta, sekä tuotteen toimitusaikaa ja varmuuskerrointa käyttäen. Varmuuskerroin katsotaan halutun toimituskykyprosentin mukaan (taulukko 1). Jos kysyntä on satunnaista, ei varmuusvarastoa voida laskea tällä menetelmällä. (Sakki 1999, 127).

Sakin (199,127) laskukaava varmuusvaraston laskemiseksi on:

$$B = ks\sqrt{L}$$

k = varmuuskerroin (katsotaan Taulukosta 1 halutun toimituskykyprosentin mukaisesti)

s = keskihajonta

L = hankinta-aika

TAULUKKO 1. Haluttua toimituskykyprosenttia vastaava varmuuskerroin (mukailtu Sakki 1999,129)

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

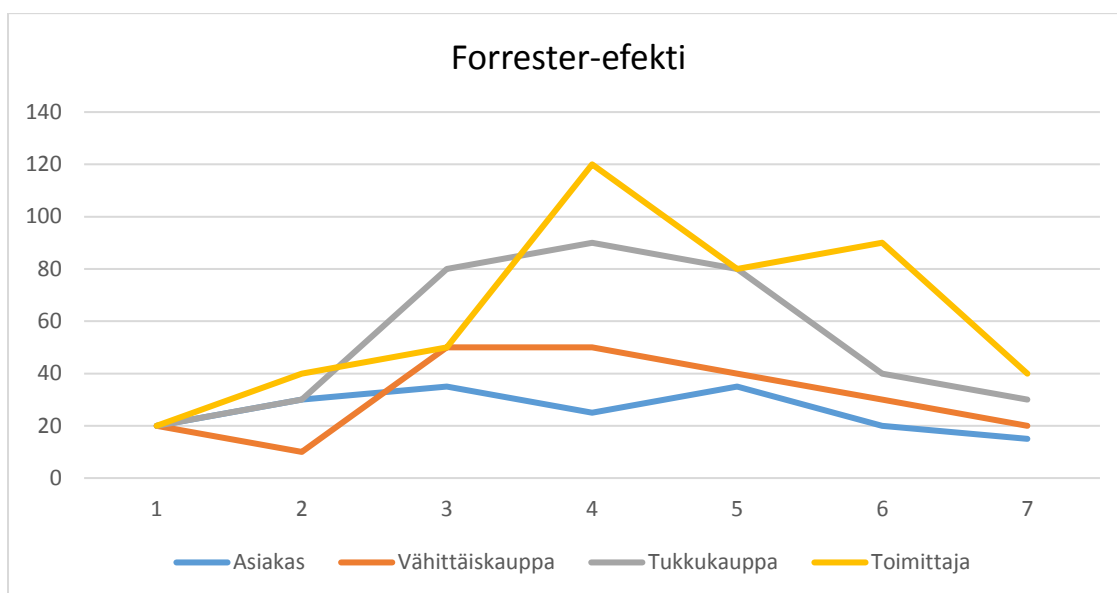
Oletetaan, että haluttu toimituskykyprosentti on 99, keskihajonta 456, ja toimitusaika 4 viikkoa. Tällöin lasketaan kaavalla:

$$B = 2,33 \times 456 \sqrt{4} = 2124,96$$

Varmuusvaraston suuruudeksi saadaan 2125.

### 2.3 Forrester- eli piiskailmiö (engl. Bullwhip-effect)

Piiskailmiössä kysynnän pienet heilahtelut toimitusketjussa kertautuvat toimittajalle sen mukaan, kuinka monta porrasta loppuasiakkaan ja toimittajan välissä on (Sakki 2009, 110; Opetushallitus 2010). Asiakas saattaa satunnaisesti tilata nimikettä esimerkiksi paljousalennuksen vuoksi, tai varautuakseen mahdollisiin toimituskatkoksiin esimerkiksi allokatiotilanteessa. Myös kuljetuskustannusten pienentämiseksi asiakas saattaa yhdistellä tilauksia suuremmiksi yksittäiseriksi. (Logistiikan Maailma 2019b.) Tällöin toimittaja saattaa lisätä omia hankintoja tarpeen tyydyttämiseksi, jolloin taas tämän toimittajan oma toimittaja kasvattaa omia varastojaan. Tilanne toimii myös päinvastoin, jolloin kysynnän vähenyessä toimittajat saattavat alentaa omia varastojaan. Forrester-ilmiö on kuvattu graafisesti kuviossa 2.



KUVIO 2. Forrester-efekti eli Piiskailmiö (mukailtu Logistiikan Maailma 2019b)

Kuviosta 2 nähdään sekä asiakkaan, vähittäiskaupan, tukkukaupan, että toimittajan tilausmäärät. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli tilausmäärää kappaleina. Asiakas on ketjun ensimmäisenä ja toimittaja viimeisenä. Siinä vaiheessa, kun asiakkaan tilausmäärä lähtee kevyesti nousuun, alkaa toimittajaportaiden toimittajat kasvattaa omia tilausmääriään. Tilausmäärät kasvavat suhteessa enemmän, mitä pidemmälle portaissa edetään. Siinä vaiheessa, kun asiakkaan tilausmäärät ovat keskimääräisesti jo laskussa, saavutetaan vasta viimeisen portaan toimittajan suurin tilauspiikki.

Vaarana piiskailmiössä on se, että varastoon kertyy liikaa tavaraa, tai päinvastaisessa tilanteessa toimittajan toimituskyky kärsii (Sakki 2009,110). Kysynnän muutos kertaantuu toimitusketjussa siksi, että jokainen toimitusketjun osa näkee vain oman asiakkaansa tarpeet, ja toimii itsenäisesti sen mukaan (Rushton ym. 2014, 205).

Piiskailmiön välttämiseksi on tärkeää jakaa tietoa avoimesti toimitusketjussa. Erilaiset teknologiset informaatiotekniset ratkaisut, kuten VMI, helpottavat tiedon jakamista toimittajille reaaliaikaisesti. Koska yksittäiset paljousalennukset pahentavat piiskailmiötä, tulisi niitä välttää hinnoittelussa. Toimittajien kanssa solmitut pidemmät sopimukset mahdollistavat pitkäaikaisemman alennuksen antamisen, ja sitä myötä myös kestävämmän toimittajasuhteen luomisen. (Anderson, Anderson & Parker 2019.) Huolellisesti laskettu varmuusvarasto ja sen käyttäminen yllättäviin kysynnän nousuihin tuotannon lisäämisen sijaan estää piiskailmiön etenemisen (Misso 2014).

## 2.4 Vendor Managed Inventory (VMI) ja kaupintavarasto

VMI tarkoittaa toimittajan hallinnoimaa varastoa. VMI:ssä varastonohjaus siis ulkoistetaan tavarantoimittajalle. Tällöin toimittaja on vastuussa varaston saldon tarkkailusta ja varaston täydennyksistä. (Cohen & Roussel 2013, 134.) Varaston omistus voi olla toimittajan varastossa joko toimittajalla tai asiakkaalla sopimuksesta ja toimintatavasta riippuen (Logistiikan Maailma 2019c).

Kaupintavarasto ja VMI rinnastetaan yleensä samaksi. Kaupintavarastomallissa fyysinen varasto ja sen omistus on toimittajalla. Mallissa varaston täydennykset tehdään asiakkaan tekemien ostotilausten, tai niin sanottujen kotiinkutsujen perusteella. Kun toimittaja vahtii varastotasoa ja huolehtii asiakkaan varaston täydennyksistä, on kyseessä nimenomaan VMI. (Logistiikan Maailma 2019c.)

Periaatteessa VMI-nimikkeet voivat olla mitä tahansa nimikkeitä, mutta erityisesti teollisuudessa tyypillisiä VMI-nimikkeitä ovat sellaiset nimikkeet, jotka ovat halpoja ja joita kulutetaan tasaisesti suuria määriä. VMI voi olla manuaalista, jolloin toimittaja kiertää fyysisesti varastossa kirjaamassa täydennettävät tuotteet, tai automaattista, jolloin yrityksen ERP lähettää tiedot itsenäisesti määriteltujen parametrien mukaan. (Cohen & Roussel 2013, 134; Logistiikan Maailma 2019c.)

VMI:n käyttöönotto vaatii huolellisia neuvotteluja ja pitkäaikaista sitoutumista toimittajan ja asiakkaan välillä. Laajan datan jakaminen ja siihen tarvittavat turvajärjestelmät vaativat suunnittelua ja luottamusta osapuolten välillä. Molempien osapuolten tulee hyötyä VMI:stä, jotta siihen panostettu aika ja raha kannattaa. (Cohen & Roussel 2013, 134; Rushton ym. 2014, 237.) Pitkäaikainen yhteistyö on kuitenkin kannattavampaa sekä toimittajalle että asiakkaalle (Logistiikan Maailma 2019c). Pitkäaikaisemmat sopimukset mahdollistavat tasaisesti edullisemmat hinnat, mikä auttaa piiskailmiön tasoittamisessa, kun asiakasyrityksen ei tarvitse jahdata yksittäisiä tarjouksia.

VMI:n käyttöönotto mahdollistaa asiakasyrityksen oman varmuusvaraston pienentämisen tai jopa siitä kokonaan luopumisen (Rushton ym. 2014, 238). Käytännössä varaston arvon pienentäminen voi tarkoittaa myös fyysisen varaston pienenemistä, jolloin varaston kustannukset laskevat. Kun ostotilauksia ei tarvitse enää käsitellä manuaalisesti, säästyy resursseja muuhun toimintaan niin toimittajalla kuin asiakkaallakin. (Murray 2018.) Kun informaatio on ajankohtaista ja toimittaja näkee tarkat tarpeet ja ennusteet, voi se ennustaa myös itse paremmin omaa tuotantoaan, sekä suunnitella toimitusaikataulun (Rushton ym. 2014, 237; Murray 2018).



VMI:llä saattaa olla negatiivisia vaikutuksia hankintaan, sillä vaarana on, että asiakas tulee liian riippuvaiseksi toimittajasta. Tällöin nimikkeen hinta saattaa nousta, tai laatu huonontua. Jos nimike on VMI:ssä, sen hankkiminen toiselta toimittajalta saattaa sekoittaa VMI-toimittajan oman tuotannosuunnittelun. (Murray, 2018.)

### **Min-maks-menetelmä**

Min-maks – menetelmässä tuotteelle määritellään sekä minimi- että maksimivarasto. Silloin kun varaston saldo laskee minimirajan alle, täydennetään varastoa sen verran, että varaston saldo on ylärajalla. Tässä menetelmässä saldoja ei tarvitse tarkistaa, kun saldo on asetetun ylä- ja alarajan välissä (Sakki 2009, 125).

Sakin (2009, 125) mukaan raja-arvot voidaan laskea seuraavasti:

maksimivarasto = varmuusvarasto + menekki tarkasteluvälin ja hankinta-ajan aikana

minimivarasto eli tilauspiste = keskimäärinen menekki hankinta-ajan aikana + varmuusvarasto

tilausero = maksimivarasto – tarkasteluhetken varasto – avoimet ostotilaukset

### **Kaksilaatikkojärjestelmä**

Kaksilaatikkojärjestelmä sopii sellaisille nimikkeille, joiden kysyntä on tasaista. Menetelmässä nimikkeen varasto jaetaan kahteen erään. Nimikkeelle lasketaan tilauspiste, jota vastaava määrä sijoitetaan erilliseen tilaan, ja käytetään vasta sitten, kun ensimmäinen erä on loppunut. Kun ensimmäinen erä loppuu, tilataan täydennyserä. (Sakki 2009, 122.) On mahdollista käyttää joko tilauskortteja, jotka kerätään ja viedään päivän päätteeksi hankintaosastolle, tai viivakoodia jonka skannaamalla toimittaja saa automaattisesti tiedon täydennystarpeesta, eikä erillistä ostotilausta tarvitse tehdä. (Murray, 2018.)

### 3 KYSYNTÄ

#### 3.1 Kysyntä ja kysynnän vaihtelutyypit

*Kysynnällä tarkoitetaan sitä tuotteiden määrää, jonka verran yrityksen toimialueen ostajat kyseistä tuotetta tietyssä aikana ostavat (Yritystoiminta 2019).*

Kysyntä voidaan luokitella riippuvaksi tai riippumattomaksi. Riippuvassa kysynnässä nimikkeen kysyntä on riippuvainen jonkin toisen nimikkeen kysynnästä. (Uitto 2015.) Teknowarella tällaisia nimikkeitä on esimerkiksi valaisimien osat. Riippuva kysyntä voidaan jakaa joko vertikaaliseen (esimerkiksi valaisimien ledikortit) tai horisontaaliseen (esimerkiksi ledien käyttöohjeellinen) kysyntään (Rushton ym. 2014, 219). Riippumattomassa kysynnässä muiden nimikkeiden myynti ei vaikuta nimikkeen kysyntään. Tällaisia nimikkeitä ovat esimerkiksi lopputuotteet tai varaosat. Varaosat voivat kuitenkin olla sekä riippuvaa, että riippumatonta kysyntää. (Uitto 2015.) Varaosien kysynnän ennustaminen voi olla hankalaa, mutta lopputuotteille olisi tärkeää luoda tarkat ennusteet, jotta varaston kokoa voidaan suunnitella. Tarkempien ennusteiden myötä myös optimaalinen tilauskoko voidaan määrittää. (Rushton ym. 2014, 219.)

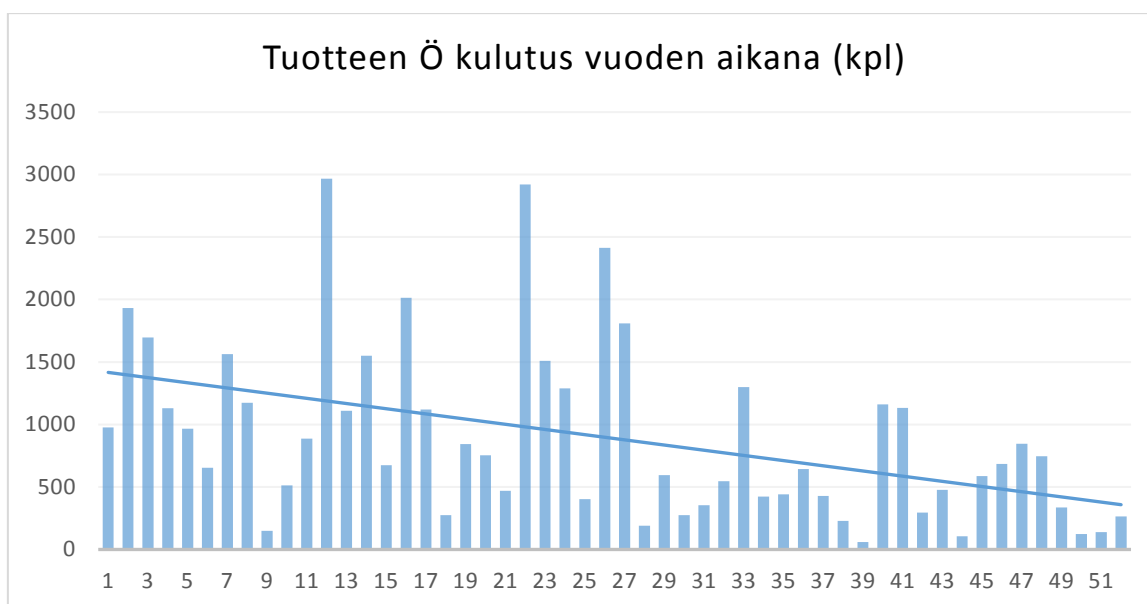
Kysynnän vaihtelu voi olla joko pitkä- tai lyhytaikaista. Pitkäaikaista vaihtelua on suhdannevaihtelu, ja lyhytaikaista vaihtelua on trendi-, muoti-, kausi-, ja sattumanvarainen vaihtelu. (Edu 2019a; Edu2019b.) Mitä enemmän on vaihtelua, sitä enemmän tuotantosysteemin suorituskyky laskee (Six Sigma 2019).

#### **Suhdannevaihtelu**

Suhdannevaihtelussa talouden suhdanteet määrittävät paljon kysyntää. Noususuhdanteessa pääomaa on enemmän, jolloin tuotteisiin ja palveluihin on enemmän rahaa käytettävissä. Laskusuhdanteessa investointien määrää vähennetään vain välttämättömiin tarpeisiin. (Edu 2019b.) Tämä näkyy erityisesti ajoneuvokaupassa, mikä näkyy suhteessa auto- ja autonosavalmistajien kysynnässä. Yrityksen tulisi tunnistaa, kuinka suhdanneherkkä oma toimiala on. (Yritystoiminta 2019.)

#### **Trendi**

Trendillä tarkoitetaan kehityssuuntaa, joka voi olla useita vuosia kestävä. Trendi voi olla tasaisesti nouseva tai tasaisesti laskeva, mutta trendi saattaa myös pysähtyä tai vaihtaa suuntaa. (Yritystoiminta 2019.) Kuviossa 3 on esimerkkinä tarkasteltu graafisesti tuotteen Ö viikkokulutusta vuoden aikana.



KUVIO 3: Kysynnän graafinen tarkastelu yhden tuotteen viikkokysynnästä vuoden jaksolta (mukailtu Sakki 2009, 136)

Kuviossa 3 nähdään vuoden kysyntä viikkojakaumaa käyttäen palkkeina, ja trendiviiva. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kulutusta kappaleina. Huomataan, että kysyntä vaihtelee paljon: alle sadan kappaleen viikkomenekistä lähemmäs 3000 viikkomenektiin. Trendiviiva on kuitenkin laskeva, eli kysyntä on kokonaisuudessaan tarkasteluvoonna laskenut, mitä pidemmälle vuosi on edennyt.

### Muotivaihtelu

Muotivaihtelut syntyvät, kun asiakkaiden vaatimukset muuttuvat. Nämä saattavat vaikuttaa esimerkiksi tuotteiden väriin tai muotoilun muuttumisena. Muoti heijastaa vallitsevia arvoja. (Edu 2019a.) Teollisuuden alalla muotina on erityisesti ympäristöasioiden ja kestävä kehityksen korostuminen (Promaint 2017), mikä vaikuttaa kysyntään ympäristöystävällisempien tuotteiden suosimisena.

2000-luvun alussa alettiin ulkoistamaan toimintaa (promaint 2017), mutta pikkuhiljaa yrityksissä aletaan taas suosimaan omaa osaamista, tai hankitaan tuotteita ja palveluita, jotka on tuotettu lähellä (Löfman 2018). Myös tämä voi vaikuttaa yrityksen tuotteiden kysyntään, ja lähellä tuotettu voi mennä halvemmän vaihtoehdon edelle.

Tiedon jakaminen toimittajien ja asiakkaiden välillä esimerkiksi pilvipalveluissa lisääntyy. Yksi käytetyistä pilvipalveluista on Extranet. Extranet tehostaa sekä toimittajan että asiakkaan toimintaa. (Löfman 2018). VMI on yksi erityisesti teollisuuden ja kaupan alojen uudesta muodista. Pilvipalvelut toimittajan ja asiakkaan välillä luovat pitkäkestoisia suhteita, sekä tasoittavat ja lisäävät kysyntää.

## Kausivaihtelu

Kausivaihtelu on vuoden sisällä tapahtuvaa aaltomaista vaihtelua, joka toistuu samanlaisena vuosittain (Yritystoiminta 2019). Tällaista vaihtelua voivat aiheuttaa esimerkiksi vuodenajat, loma-ajat tai juhlapyhät (Edu 2019a). Euroopassa kausivaihtelua havaitaan esimerkiksi kesän loma-aikoina. Aasiassa kiinalainen uusivuosi vuoden alussa lisää toimittajien toimitusaikoja jopa kahdella kuukaudella. Loma-ajat näkyvät kysynnässä piikkinä, kun toimitusten viivästymiseen varaudutaan kasvattamalla varastoa etukäteen. Kausivaihtelu tulisi tunnistaa, jotta yritys voi ohjata oman tuotantonsa, varastonsa ja taloutensa oikein (Yritystoiminta 2019).

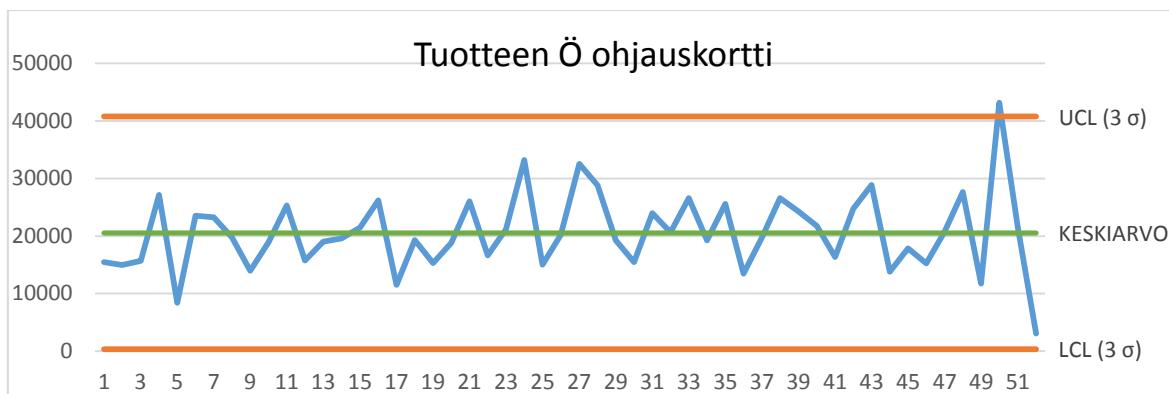
## Sattumanvarainen vaihtelu

Vaihtelu voi olla myös täysin sattumanvaraista, jolloin kysyntää on mahdoton ennustaa. Tällöin kysynnän piikit voidaan mahdollisesti määrittää kvalitatiivisesti, kuten havainnoidulla tai haastatteleamalla. Esimerkkinä sattumanvaraisesta vaihtelusta on sääilmiöistä johtuvat vaihtelut, esimerkiksi sateella kasvava sateenvarjojen kysyntä, tai jäätelön kysynnän lasku odotettua kylmempänä kesäpäivänä. Sattumanvaraiseen kysynnän vaihteluun voidaan varautua vain tarpeeksi suurella varmuusvarastolla. (Rushton ym. 2014, 212.)

### 3.2 Ohjauskortit

Ohjauskortti on graafinen kuvio, jota käytetään, kun halutaan selvittää vaihtelua prosessissa. Kortin avulla selviää, onko vaihtelu normaalia ja hallittavissa, vai onko vaihtelu jostain tietystä sisäisestä tai ulkoisesta tekijästä aiheutuvaa epänormaalia vaihtelua. (ASQ 2019.)

Perusmallin ohjauskortissa on kolme eri elementtiä. Ensimmäisenä arvot laitetaan aikajärjestykseen, jonka jälkeen kuvioon lisätään keskiarvolinja, sekä ylempi (UCL) ja alempi (LCL) kontrolliraja. Kontrollirajat lasketaan kertoimella yhden ja kolmen väliltä sen mukaan, kuinka tarkasti vaihtelua halutaan tarkastella. Yleensä käytetään kerrointa kolme ( $3\sigma$ ). (ASQ 2019; Berardinelli 2019.) Ohjauskortin elementit on kuvattu kuviossa 4.



KUVIO 4. Tuotteen Ö ohjauskortti (mukailtu ASQ 2019)

Kuviosta näemme tuotteen Ö kulutuksen vuoden aikana. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina. Todellinen kulutus on kuviossa merkitty sinisellä värillä. Keskiarvolinja on merkitty vihreällä. UCL ja LCL on laskettu kertoimella kolme ( $3\sigma$ ), ja ne on merkitty oranssilla. Kuviosta selviää, että arvot pysyvät pääosin kontrollirajojen sisäpuolella, mutta viikolla 50 kysyntä ylittää ylemmän kontrollirajan (UCL).

Jos arvot pysyvät asetettujen kontrollirajojen sisäpuolella, on vaihtelu normaalia. Tällöin voidaan olettaa, että vaihtelu jatkuu samanlaisena, eikä jatkotoimenpiteitä tarvita. Jos jokin arvo ylittää tai alittaa asetetun kontrollirajan, vaihtelu on epänormaalia, ja syy poikkeamalle tulee selvittää sen välttämiseksi jatkossa. Epänormaali vaihtelu kasvattaa riskiä siitä, että asiakkaan tarpeita ei voida täyttää. (ASQ 2019; Berardinelli 2019.)

### 3.3 Kysynnän ennustaminen

Tulevaa kysyntää ennustetaan usein historiatietojen perusteella, sillä tekniikka on yksinkertaista ja yksiselitteistä. Menetelmiä on useita, ja niiden säännöllinen käyttö voi alentaa varaston kustannuksia ja varastoimisen tarvetta. (Sakki 2009, 135.) Ennusteet tulee laskea nimiketasolla, ei tuoteryhmittäin. Jokaiselle yksittäiselle nimikkeelle määritellyt profiilit helpottavat suurempien ryhmien käsittelyä. (Piirainen 2019.)

Parhaimman ennusteen saamiseksi nimikkeen ennustamismenetelmä tulee valita huolella. Ennustemenetelmiä voi myös sekoittaa. Datan arvo tulee säilyttää tarkastamalla tiedon ajankohtaisuus ja mahdolliset poikkeamat. ABC-analyysin avulla tunnistetaan nimikeryhmien käyttäytymismalleja, ja ennustemenetelmän valinta helpottuu. Nimikkeestä ja nimikeryhmästä riippuen tulee valita oikeat otokset ja aikajakaumat, sillä niillä on suuri vaikutus tuloksiin. Ennustemenetelmän valinta tulee tarkastaa tietyin aikavälein, sillä nimikkeen käyttäytyminen saattaa ajan kuluessa muuttua, jolloin aikaisemmin valittu ennustemenetelmä ei välttämättä ole enää paras vaihtoehto. (Rushton ym. 2014, 215.)

## Aikasarja-analyysi

Aikasarja-analyysissä käytetään hyväksi graafista tarkastelua, jotta mitattavan ilmiön luonteesta saataisiin kokonaiskuva. Aikasarja on määritelty aikavälin, kuten viikoittaisten tai kuukausittaisten kulutustietojen sarja. Graafisen kuvan avulla selviää muun muassa mahdollisen trendin luonne. (Sakki 2009, 135-136.) Vaihtelu voi olla myös kausivaihtelua, syklivaihtelua tai satunnaisvaihtelua. Kuviossa 5 näkyy kevyesti nousevan trendin aikasarja.



KUVIO 5. Kysynnän graafinen tarkastelu yhden tuotteen viikkokysynnältä vuoden jaksolta (mukailtu Sakki 2009, 136).

Kuviossa 5 on kuvattuna tuotteen Ö kysyntä vuoden aikana viikkojakaumaa käyttäen. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina. Kysyntä on muuten alle 1000 kappaletta viikossa, mutta viikkojen 42 ja 45 kohdalla kysynnässä on ollut voimakkaat piikit. Trendiviiva on kuviossa nouseva, mutta se on vääristynyt näiden kysynnän piikkien vuoksi.

### Liukuva keskiarvo

Jos kulutuksesta ei löydy trendiä, vaan kulutus on täysin satunnaista, on kannattavampaa laskea keskiarvo tulevalle jaksolle kulutuksen historiatiedoista. Lasketaan siis liukuva keskiarvo. Jos tarkastellaan kolmen peräkkäisen kuukauden kysyntää, laskemalla näiden keskiarvo, saadaan seuraavan kuukauden ennuste. (Sakki 2009, 135-136.)

Lasketaan siis esimerkiksi kysynnän keskiarvo maaliskuu-toukokuulta, ja saadaan samalla ennuste kesäkuulle.

$(\text{maaliskuun kysyntä} + \text{huhtikuun kysyntä} + \text{toukokuun kysyntä}) / 3 = X$

Yleensä käytetään liukuvaa keskiarvoa, jotta kysynnän heilahtelua voidaan tasoittaa alkuperäisestä. Ennustetta laskiessa voidaan kuitenkin myös painottaa esimerkiksi lähemmän kuukauden kysyntää, jolloin käytetään painotusprosentteja kertoimina.

Lasketaan siis niin, että lähintä kuukautta painotetaan 50%, sitä aikaisempaa 40% ja sitä aikaisempaa 10%.

$\text{maaliskuun kysyntä} \times 0,1 + \text{huhtikuun kysyntä} \times 0,4 + \text{toukokuun kysyntä} \times 0,5 = X$

### **Exponentiaalinen tasoitus**

Exponentiaalisessa tasoituksessa tavoitteena on tasoittaa ennustetta. Uuden ennusteen laskemiseksi tarvitaan edellisen kauden kulutus ja ennuste, joten kaava säilyy yksinkertaisena (Sakki 1999, 126).

Sakki (2009, 138) antaa exponentiaalisen tasoituksen laskukaavan:

$$E_t = E_{t-1} + \alpha (X_{t-1} - E_{t-1})$$

$E_{t-1}$  = edellinen ennuste

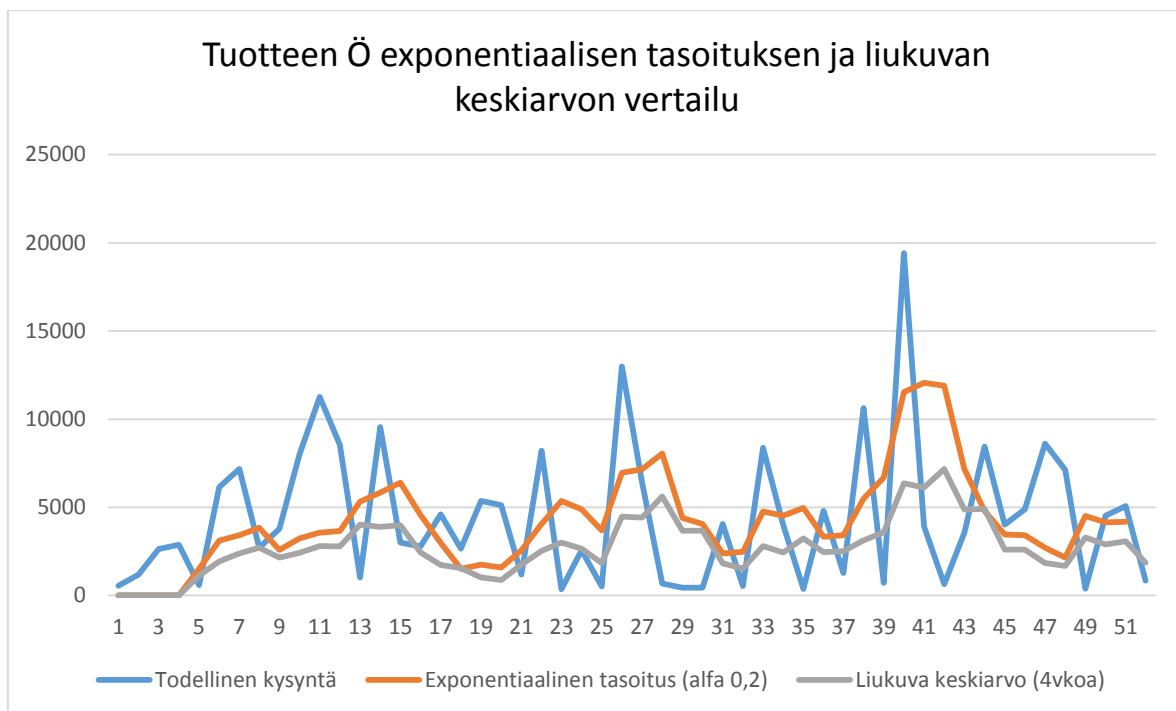
$\alpha$  = kerroin

$X_{t-1}$  = edellisen kauden kulutus

$E_{t-1}$  = kaudelle edellisellä kerralla tehty ennuste

Suluissa oleva kerroin on ennustevirhe.

Kerroin ” $\alpha$ ” on jokin luku nollan ja yhden välillä. Kerroin valitaan sen mukaan, kuinka vaihtelevaa kysyntä on. Pienellä kertoimella painotetaan kysynnän vanhempia arvoja, kun taas suurella kertoimella painotetaan uudempia arvoja. (Sakki 2009, 138.) Kuviossa 6 on vertailtu exponentiaalisen tasoituksen ja liukuvan keskiarvon analyysien tuloksia.



KUVIO 6. Exponentiaalisen tasoituksen ja liukuvan keskiarvon tulosten vertailu (mukailtu Sakki 2009,137)

Kuviossa 6 on esitetty exponentiaalisen tasoituksen ja liukuvan keskiarvon tulosten vertailu. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina. Sininen viiva on todellinen kysyntä, keltainen viiva exponentiaalisen tasoituksen arvot, kun on käytetty kerrointa 0,2, ja harmaa viiva on liukuvan keskiarvon arvot, kun keskiarvon laskeamiseen on käytetty neljän viikon arvoja. Nähdään, että exponentiaalisen tasoituksen käyrä elää voimakkaammin todellisen kysynnän mukaan kuin liukuvan keskiarvon käyrä.



## 4 CASE: TEKNOWARE OY

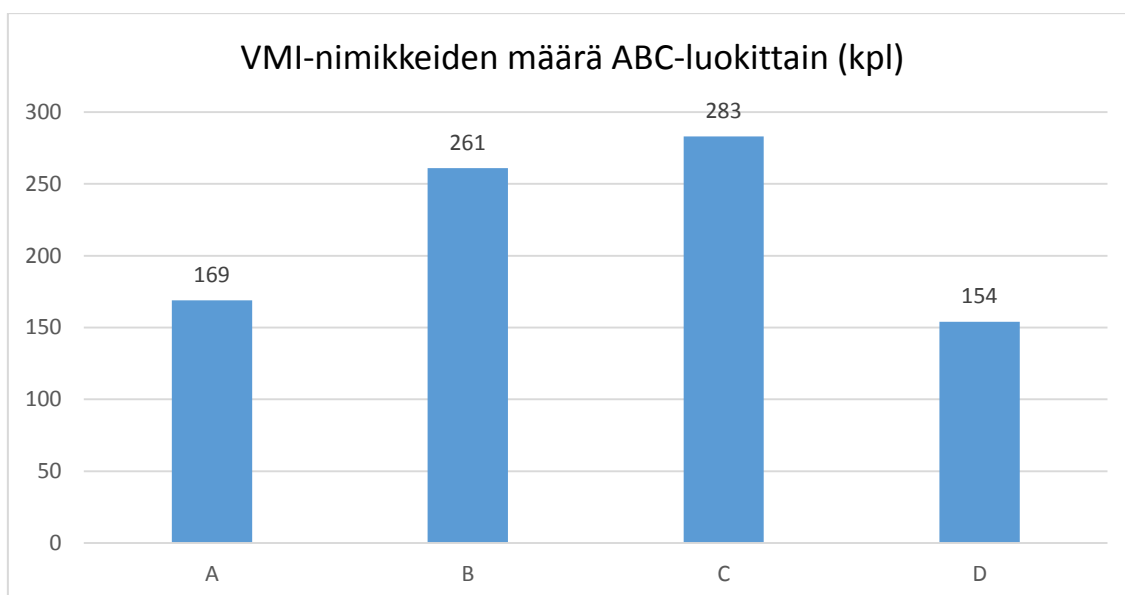
### 4.1 Henkilöstö hankinta- ja myyntiosastolla

Teknowaren hankintaosastolla työskentelee seitsemän vakituista työntekijää: materiaali-päällikkö, kaksi hankintainsinööriä, kolme ostajaa, sekä komponentti-insinööri (Teknoware 2019b). Itse toimin oston assistenttina. Tähän opinnäytetyöhön haastateltiin kahta ostajaa: Anna Suojärveä ja Hajar Sulaimania. Hankintaosaston esimies Heikki Rossi vastasi kysymyksiin sitä mukaan, kun niitä opinnäytetyöprosessin aikana ilmeni.

Kahden liiketoiminnanjohtajan alaisena työskentelee yhteensä 12 myyjää tai vientipäällikköä, joilla jokaisella on oma vastuualueensa. Myyjät on jaettu erikseen Ajoneuvomyyntiin ja Turvavalaisinmyyntiin, ja myyjistä yhdeksän toimii Ajoneuvomyynnissä ja kolme Turvavalaisinmyynnissä. Ajoneuvomyynti on jaettu vielä erikseen bussi- ja junapuolen myyntiin. (Teknoware 2019b.) Tähän opinnäytetyöhön haastateltiin kahta myyjää: Sinikka Anttilaa ja Eija Pulkka-Fuchsia.

### 4.2 VMI-nimikkeet ja ostoprosessi

Teknowarella on kaiken kaikkiaan 4638 ostonimikettä (vastaanotettu viimeisen vuoden aikana), joista 867 on VMI-nimikkeitä (lukumäärä 18.4.2019). Kaikki nimikkeet on jaettu ABC-analyysin avulla luokkiin niiden kulutuksen perusteella. A-luokassa on 70 prosenttia kulutuksesta, B-luokassa 20 prosenttia kulutuksesta, C-luokassa 9 prosenttia ja viimeisessä D-luokassa on 1 prosentti kulutuksesta. ABC-luokka määräytyy Teknowaren ERP:n tekemien laskelmien pohjalta. ERP laskee luokan aikaisemman kulutuksen perusteella kerran kuussa ja ehdottaa oikeaa luokkaa. Rossi (2019) päivittää ABC-luokat kaksi kertaa vuodessa ERP:hen, ja luottaa ERP:n tekemään ehdotukseen. Tarkemman VMI-nimikkeiden jakaantumisen eri ABC-luokille näkee kuviosta 7.



KUVIO 7. Teknowaren VMI-nimikkeiden jakaantuminen ABC-luokkiin (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 7 on jaoteltu Teknowaren VMI-nimikkeet ABC-luokkiin. Eniten VMI-nimikkeitä on C-luokassa (283kpl), toiseksi eniten B-luokassa (261kpl), kolmanneksi eniten A-luokassa (169kpl) ja vähiten D-luokassa (154kpl).

VMI-nimikkeet on otettu käyttöön Teknowarella vuonna 2015. Teknowarella VMI:n tavoitteena on parempi sekä materiaalivirtojen että varaston hallinta. Toimittajalle jaetaan reaaliaikaista tietoa varaston määrästä, tarpeista, ja tulevista ennusteista toimittajaportaalissa Extranetissä. Ostajan työn siirtäminen toimittajien hallintaan vapauttaa resursseja ostajan muihin työtehtäviin. Ostajat valitsevat VMI-nimikkeet ja määrittelee parametrit omaan ERP:hen. (Teknoware 2019c.) VMI-nimikkeet valikoituvat kulutuksen massan ja tasaisuuden mukaan. Mitä tasaisempi virta, ja mitä enemmän nimikettä kuluu, sitä varmemmin nimike sopii VMI:hin. Samalla toimittajalla voi olla sekä VMI-nimikkeitä, että nimikkeitä, jotka eivät ole VMI:ssä. Niille nimikkeille, jotka eivät ole VMI:ssä, ostajat tekevät erilliset ostotilaukset. (Suojärvi 2019.)

Se, miten jaettuja tietoja ja ennusteita käytetään, ja kuinka usein Extranetiä seurataan, on toimittajan vastuulla. Toimittajan tulee kuitenkin tarkistaa Extranet vähintään kerran viikossa. Extranetin käyttö otetaan huomioon toimittaja-arvioinnissa. Varastoa tulee täydentää Extranetin näyttämien tarpeiden mukaisesti, ja toimitus tulee tehdä ajoissa. (Teknoware 2019c).

Teknowarella käytetään kahta täydennysmenetelmää: min- ja maks-menetelmää ja kaksilaatikkojärjestelmää. Suojärvi (2019), Sulaiman (2019) ja Rossi (2019) yhdessä ovat kehittäneet kaavan minimi- ja maksimitasojen määrittelemiseksi:

*Minimi= varmuusvaraston minimitaso=  $n \times (\text{Kuukausi 1} + \text{Kuukausi 2} + \text{Kuukausi 3}) / 12$ .*

*Maksimi=varmuusvaraston maksimitaso=  $m \times \text{Minimi}$*

*Oletusarvot:  $n=1$  ja  $m=2$*

Varaston minimitaso on siis yhden viikon tarve, ja maksimitaso on kaksi kertaa minimivaramaston taso.

### Ostoprosessi

VMI-nimikkeiden ostoprosessi on esitetty kuviossa 8.



KUVIO 8. Teknowaren VMI-nimikkeiden ostoprosessi (Suojärvi 2019)

Ostoprosessi toimii niin, että yrityksen ERP lähettää täydennysimpulssin automaattisesti toimittajalle oston asettamien parametrien mukaan. Toimittaja täyttää Extranetiin nimikkeen täydennettävän määrän ja lähettää tilausvahvistuksen ostajalle. Tavarankuuden saapuessa tavaravastaanon tehtävä on tarkistaa saapunut määrä ja suorittaa vastaanotto ERP:hen. Joissakin tilanteissa toimittaja myös itse hyllyttää tuotteet vastaanoton jälkeen. (Suojärvi 2019.)

### 4.3 Tarve

Teknowarella tarve pohjataan myyjän tekemään ennusteeseen. Hyvin laadittu ja ajantasainen ennuste antaa suuntaviivat koko operatiivisen oston tiimille. Vaikka pelkästään en-

nusteen perusteella ei tehdä ostotilausta, ennuste kuitenkin määrittää, kuinka paljon tilataan kerralla. Tilausmäärään vaikuttaa myös nimikkeelle määritelty pakkauskoko, tilauserä, toimitusaika, sekä mahdolliset hintaportaat. Nyrkkisääntönä on, että varastoon ei osteta yli vuoden tarvetta kerralla. (Suojärvi 2019; Sulaiman 2019)

Suojärven (2019) mukaan varmuusvaraston koon ja tilauspisteen määrittely pohjautuu kokemukseen. Tilauspiste tarkoittaa hetkeä, jolloin nimikettä tarvitsee tilata lisää (Visma 2019b). Ostaja oppii tuntemaan vastuualueensa toimittajat ja nimikkeet vain ajan kuluessa. Erilaisilla nimikkeillä kysynnän vaihtelu heittelee paljon, ja vain kokemuksen myötä ostaja oppii hallitsemaan varastoja kysynnän vaihtelun mukaan.

Kysynnän vaihtelu on todella suurta. Varmuusvarastoa on vaikea hallita, ja siksi varaston tasoa tarvitsee muokata jatkuvasti. Sulaiman (2019) käyttää varmuusvaraston koon määrittämiseen myös jonkin verran historiatietoja. Ostaja on herkästi yhteydessä myyjään, jos ennuste ei täsmää todellisen tarpeen kanssa.

#### 4.4 Myyntiprosessi ja kysynnän ennustaminen

Myyntiprosessi ajoneuvomyynnin puolella alkaa yleensä niin, että asiakas laittaa tarjouspyynnön vastuumyyjälle suunnitellessaan uutta projektia. Aikataulu tarjouksen luomiseen on yleensä tiukka, vaikka bussi- tai junamallin valmistus alkaisi vasta kahden vuoden päästä. (Anttila 2019a; Pulkka-Fuchs 2019.)

Asiakkaasta vastuussa oleva myyjä valmistele tarjouksen yhdessä suunnittelijoiden ja hankintaosaston kanssa. Suunnittelijat suunnittelevat tuotteet ja määrittelevät valmistukseen tarvittavat komponentit, jonka jälkeen hankintaosasto selvittää komponenteille hankintahinnat. Myyjä laskee lopullisen tarjouksen ja esittelee sen asiakkaalle. Jos asiakas hyväksyy tarjouksen, suunnitellaan tuotannonohjaus ja hankintaprosessi sen mukaan, että tuotanto voidaan aloittaa asiakkaan tarpeiden mukaan. (Anttila 2019a; Pulkka-Fuchs 2019.)

Ajoneuvopuolella tuotteet ovat asiakkaalle kustomoituja. Junavalojen myynti on projektiluonteista, kun taas bussivalojen myynti bussivalmistajille saattaa jatkua useita vuosia. Turvavalopuolen myyntiprosessi on hiukan erilainen, sillä tuotteet ovat katalogituotteita, joihin saatetaan tehdä pieniä muutoksia asiakkaan vaatimusten mukaisesti. (Anttila 2019a; Pulkka-Fuchs 2019.)

Ennusteet tehdään neljännesvuosittain. Teknowaren ERP ilmoittaa myyjille, kun ennusteet tulee laittaa järjestelmään. Jokainen myyjä määrittää ennusteen jokaiselle vastuualueensa tuotteelle manuaalisesti. (Anttila 2019a.) Ennustettavia tuotteita voi olla myyjästä riippuen muutamasta kymmenestä jopa neljään sataan (Anttila 2019b).

Ennusterivi ERP:ssä syntyy, jos tuotteelle on avoimia tilauksia tilauskannassa, tai jos sitä on myyty yli tuhannella eurolla viimeisen kuuden kuukauden aikana. ERP ehdottaa ennusteen määräksi sitä summaa, joka avoimilla tilauksilla on. Jos tilauskannassa ei ole avoimia tilauksia tuotteelle, mutta sitä on myyty edellisen kuuden kuukauden aikana yli tuhannella eurolla, on ennusterivi nolla. (Junttila 2019.) Uusille nimikkeille, esimerkiksi projektin alkaessa, tulee syöttää ennusteet heti, kun nimike on luotu ERP:hen. Myyjät määrittävät ennusteet lopputuotteille (voi olla valaisin tai sen osa, kuten kupu, vaihtosuuntaaja tai ledkortti), ja ERP laskee automaattisesti tarpeet yksittäisille komponenteille. Lopullinen määrä komponentin ennusteella määräytyy siis useiden myyjien tuotteille ja varaosille asettamien ennusteiden summasta. (Pulkka-Fuchs 2019.)

Ennusteita tuotteille ei voi tehdä kuin asiakkaan vastuumyyjä, sillä asiakkaan käyttäytymisen ja käynnissä olevat projektit tulee tuntea hyvin. Ennuste määritetään siis kokemuksen kautta, mikä lisää ennustamisen haasteellisuutta, esimerkiksi loma-aikana ja tuuraustilanteissa. Toisena haasteena on projektinimikkeiden pitkä käsittelyaika. Ennusteikkunat ovat mahdollisesti ehtineet jo sulkeutua siinä vaiheessa, kun nimikkeet saadaan aktiivisiksi. Tällöin tuotteen valmistus saattaa alkaa myöhässä, jos osto-osasto ei saa hankittua tarvittavia osto-osia ajoissa. (Anttila 2019a; Pulkka-Fuchs 2019.)

*Pitäisi olla kristallipallo, että tietäisi, mitä asiakas aina haluaa (Anttila 2019a).*

Asiakkaan oma tilauskanta saattaa muuttua yllättäen radikaalisti, jolloin sillä on suora vaikutus Teknowaren hankintoihin. Jos asiakkaalle tulee yllättäviä tarpeita, tai tilauksia peruutaan, muuttavat myyjät ennustetta välittömästi ja ilmoittavat muutoksesta osto-osastolle sähköpostilla, sillä ERP ei automaattisesti lähetä ilmoitusta ostajille muuttuneesta ennusteesta. (Pulkka-Fuchs 2019.)

Myyjät tarkkailevat todellista kysyntää resurssien mukaan. Jos töitä on paljon, tarkkaillaan mahdollisesti vain isompia kappalemääriä ja isoja projekteja (Anttila 2019a), tai kasvatetaan tarkkailuvälin pituutta (Pulkka-Fuchs 2019).

## 5 TUTKIMUS

### 5.1 Tutkimusmenetelmät

#### **Kvalitatiivinen tutkimus**

Luku 4, CASE: Teknoware Oy, on Teknowaren nykytilan kartoitus, ja samalla opinnäytetyön kvalitatiivinen osa, joka tehtiin puolistrukturoituna teemahaastatteluna Teknowaren kahdelle ostajalle ja kahdelle myyjälle. Kvalitatiivinen tutkimus auttaa luomaan suuremman kuvan ilmiöstä (Tilastokeskus 2019b). Puolistrukturoitu teemahaastattelu on haastattelu, jossa kysymykset liittyvät ennalta suunniteltuihin teemoihin, mutta teemojen välillä voidaan liikkua joustavasti ja haastateltavan vapaalle puheelle annetaan tilaa. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Tässä opinnäytetyössä käytettiin kvalitatiivista tutkimusmenetelmää luomiseksi kokonaiskuva Teknowaren osto- ja myyntitoiminnoista, erityisesti kysynnän ja sen vaihtelun ennustamiseen liittyen. Haastatteluvaiheessa nimikkeitä ei ollut vielä rajattu vain VMI-nimikkeisiin, mutta niistä oli oma teema haastattelussa. Haastattelukysymykset löytyvät opinnäytetyön liitteistä 1 ja 2.

Ensin haastateltiin ostajat. Haastattelun ajankohdat sovittiin viikkoa ennen haastattelua, ja ostajat saivat nähdä haastattelukysymykset etukäteen. Ostajille esitettiin samat kysymykset, mutta heidät haastateltiin erikseen, jotta saataisiin mahdollisimman monipuoliset ja itsenäiset vastaukset. Toisena haastateltiin myyjät, heidätkin erikseen. Myös myyjät saivat kysymykset viikkoa ennen haastattelua. Myyjät eivät työssään luokittele nimikkeitä tavallisiin nimikkeisiin ja VMI-nimikkeisiin, joten haastattelussakaan ei niitä luokiteltu.

Haastattelut nauhoitettiin ja litteroitiin viikon sisällä haastattelusta. Litteroinnilla tarkoitetaan äänitteen, kuten haastattelun, purkamista kirjalliseen muotoon (Litterointilinkki 2019). Ostajien haastattelut kestivät yhteensä noin kaksi tuntia, josta saatiin kolme sivua litteroitua tekstiä. Myyjien haastattelut kestivät yhteensä noin tunnin, josta saatiin kaksi sivua litteroitua tekstiä. Litteroinnissa jätettiin pois asiat, jotka eivät olleet olennaisia, kuten teemasta harhautuneet keskustelut. Vastaukset värikoodattiin niin, että jokaisella vastaajalla oli vastauksiin oma väri. Värikoodauksessa käytetään värillisiä fontteja koodin tunnuksina halutun tekstin merkitsemiseen (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006).

Haastattelujen lisäksi ostajat ja myyjät olivat jatkuvasti käytettävissä, jos kysymyksiä aiheeseen liittyen ilmeni. Näitä kysymyksiä ja vastauksia ei dokumentoitu, mutta niitä käytettiin opinnäytetyössä. Vastauksiin viitattiin vastaajan sukunimellä, ikään kuin vastaus olisi tullut ilmi haastattelussa.

## Kvantitatiivinen tutkimus

Opinnäytetyön kvantitatiiviseen osaan kerättiin data Teknowaren ERP:stä. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa käytetään suuria numeerisia otoksia, ja sen avulla voidaan selvittää asioiden välisiä riippuvuuksia tai tapahtuneita muutoksia. Kvantitatiivisessa tutkimuksessa ilmiö kuvataan numeerisen tiedon pohjalta. (Heikkilä 2014, 7.)

Tutkimuksen validiteetilla ja reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen luotettavuutta. Validi tutkimus mittaa sitä, mitä on tarkoitus, ja suurin osa tuloksista on oikeita. Reliaabelissa tutkimuksessa tulokset ovat tarkkoja ja voidaan toistaa samanlaisin tuloksin. (Heikkilä, T. 2014, 11). Tässä opinnäytetyössä tulokset ovat luotettavia, sillä data on siirretty suoraan yrityksen ERP:stä Exceeliin, ja dataa on käsitelty Excelissä suorilla viittauksilla, arvoja muuttamatta. Jokaisella valitulla nimikkeellä valintakriteerit täyttyvät, eli poikkeuksia arvoihin ei ole.

Nimikkeet tutkimusta varten rajattiin sen mukaan, että ne täyttivät seuraavat ehdot:

- Nimikkeen tuli olla VMI-nimike
- Nimikkeellä tuli olla kulutusta vuosilta 2017 ja 2018
- Kulutuksen tuli olla viikoittaista

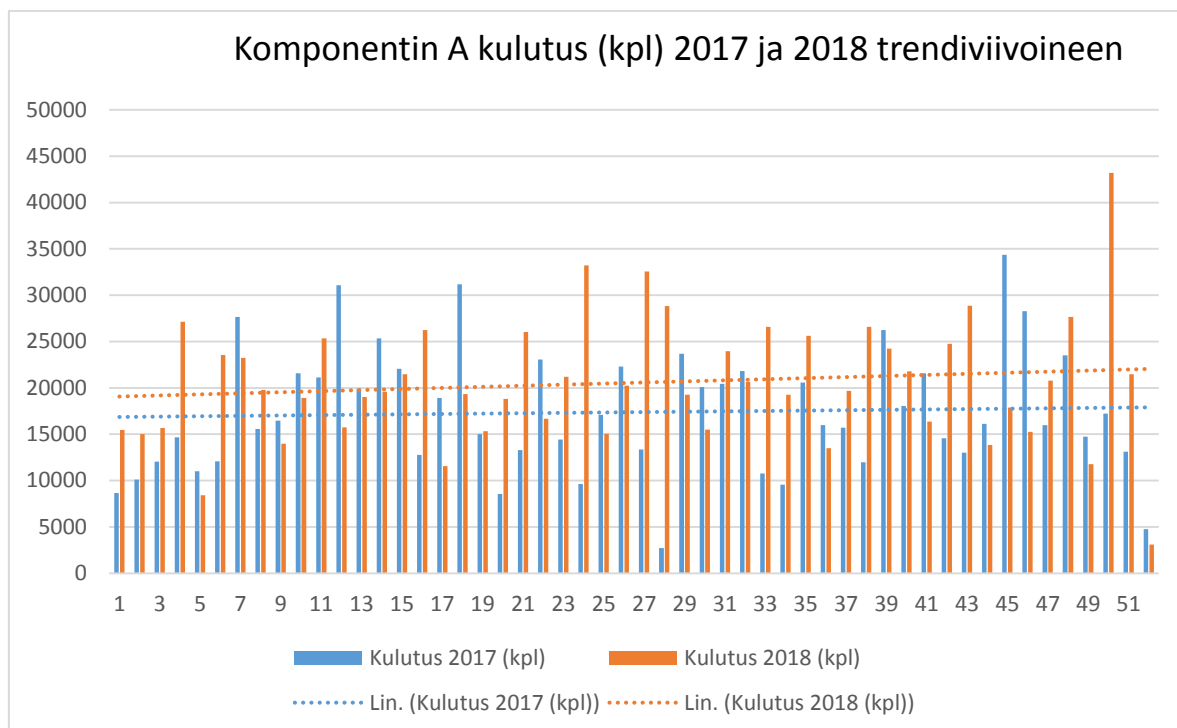
Ensin tarkoituksena oli valita mahdollisimman erityyisiä nimikkeitä, ja eri tavoilla käyttäytyviä nimikkeitä, mutta tiukat kriteerit täyttyivät vain elektroniikan komponenteilla. Nimikkeitä oli tarkoitus valita tutkimukseen vähintään kymmenen, mutta pian nimikkeiden tutkimustuloksissa alkoi toistua sama kaava, joten useampien nimikkeiden tarkastelu ei ollut tarpeellista.

Nimikkeiden valinnan jälkeen nimikkeiden kulutustiedot siirrettiin Exceeliin, jokainen omalle välilehdelle, ja tietoja alettiin analysoida analysointityökalun avulla. Ensin selvitettiin, voiko vuoden 2017 kysynnän trendin mukaan päätellä jotakin vuoden 2018 trendistä. Sen jälkeen vertailtiin eksponentiaalisen tasoituksen ja liukuvan keskiarvon tuloksia todelliseen kysyntään. Viimeisenä arvot asetettiin ohjaukseen kysynnän vaihtelun tyyppin selvittämiseksi, eli oliko kysynnän vaihtelu normaalia vai ei.

## 5.2 Tutkimustulokset

### Komponentti A

Ensin tutkittiin komponentin A kysyntää. Komponentti on ABC-luokaltaan A. Kysyntä vuosina 2017 ja 2018 on esitetty kuviossa 9.



KUVIO 9. Komponentin A kulutukset vuosina 2017 ja 2018, sekä niiden trendiviivat (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 9 on kuvattu komponentin A vuoden 2017 kulutus sinisellä palkilla ja saman vuoden trendiviiva sinisellä viivalla. 2018 kulutus on oranssilla palkilla ja saman vuoden trendiviiva on kuvattu oranssilla viivalla. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pysty akseli kuvaa kulutusta kappaleina.

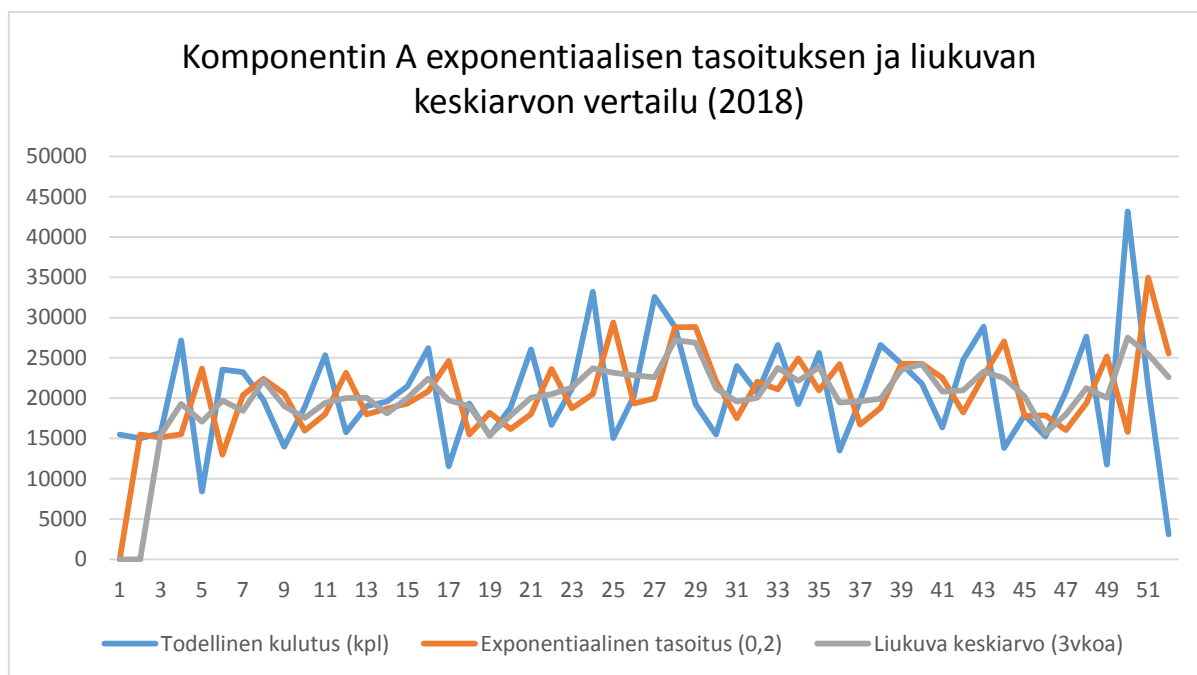
Kuviosta 9 nähdään, että kysyntä vaihteli paljon molempina vuosina. Kulutus vuonna 2017 oli pienimmillään noin 2700 kappaletta viikolla 28, ja enimmillään reilu 34 000 kappaletta viikolla 45. Viikon 28 minimikulutuksesta (n.2700kpl) harppaus viikon 29 kulutukseen oli noin 21 000 kappaletta. Trendiviiva osoittaa, että kulutus oli tasaisesti nousevaa, mistä teimme oletuksen, että kulutus olisi nousevaa myös vuonna 2018.

Vuonna 2018 kulutus oli pienimmillään noin 3000 kappaletta viikolla 52 ja enimmillään noin 43 000 kappaletta viikolla 50. Viikolla 49 kulutus oli noin 12 000 kappaletta, josta harppaus viikon 50 kulutukseen oli noin 30 000 kappaletta. Vaihtelu vuonna 2018 oli siis



vielä suurempaa kuin vuonna 2017. Kuviosta nähdään, että vuoden 2017 ennuste nousevasta trendistä piti paikkaansa vuonna 2018.

Seuraavaksi kysynnälle tehtiin sekä eksponentiaalinen tasoitus, että liukuvan keskiarvon analyysi vuodelle 2018 ja selvitettiin, voisiko jompaakumpaa ennustemenetelmää käyttää kysynnän vaihtelun ennustamiseen. Tulokset nähdään kuviosta 10.



KUVIO 10. Komponentin A eksponentiaalisen tasoituksen ja liukuvan keskiarvon analyysien tuloksien vertailu (Teknowaren ERP 2019)

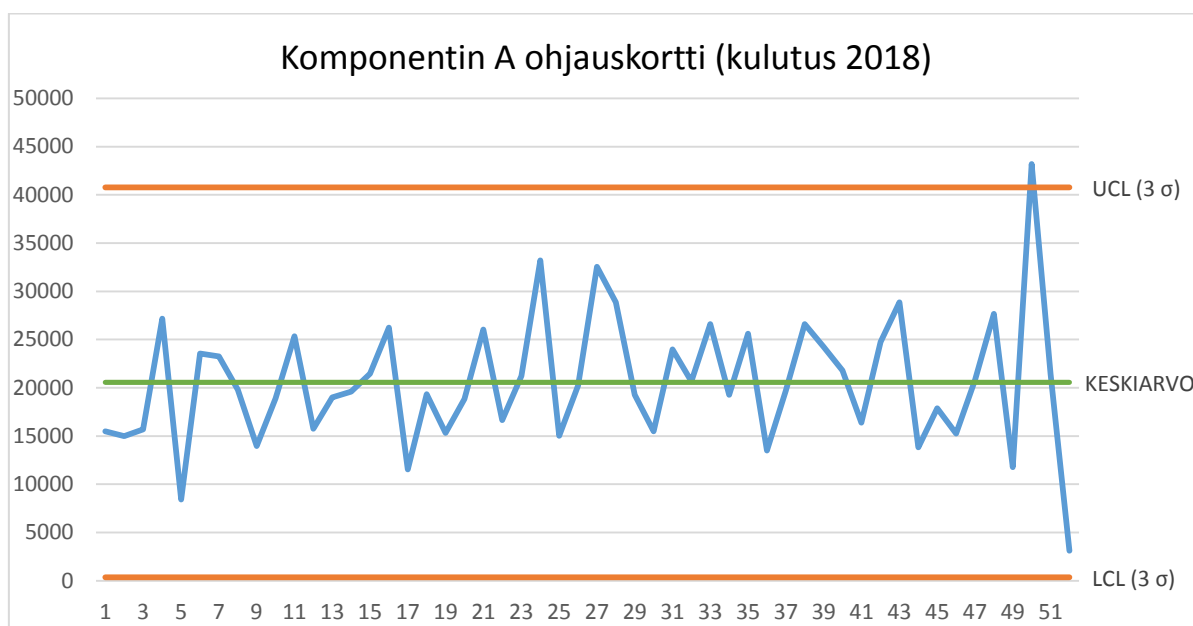
Kuviossa 10 on kuvattu komponentin A vuoden 2018 todellista kulutusta sinisellä viivalla. Kuvioon on lisätty sekä eksponentiaalisen tasoituksen arvot oranssilla viivalla, että liukuvan keskiarvon arvot harmaalla viivalla. Eksponentiaaliseen tasoitukseen on käytetty kerrointa 0,2 ja liukuva keskiarvo on laskettu kolmen viikon kulutuksen arvoja käyttäen. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 10 nähdään, että kysynnän vaihtelun ennustaminen ei toimi käytetyillä menetelmillä, sillä kysynnän vaihtelu on niin suurta. Jos verrataan eksponentiaalisen tasoituksen tuloksia todelliseen kulutukseen, huomataan, että ainakin viikkojen 5, 12, 17, 25, 36, 44 ja 50 ennuste oli täysin päinvastainen todelliseen kulutukseen verrattuna. Suurin ero oli viikolla 50, kun ennuste viikon kulutukseen oli noin 17 000 kappaletta, mutta kulutus oli todellisuudessa noin 43 000 kappaletta. Eksponentiaalista tasoitusta ei siis voida käyttää komponentin A kysynnän ja sen vaihtelun ennustamiseen.

Verrattaessa liukuvan keskiarvon arvoja todelliseen kulutukseen huomataan, että liukuvan keskiarvon käyttö tasoitti ennustetta, mutta ennuste ei kohdannut todellisen kulutuksen

kanssa ollenkaan. Erot eivät kuitenkaan olleet niin suuria kuin exponentiaalista tasoitusta käytettäessä. Liukuvan keskiarvon menetelmää ei kuitenkaan voida käyttää komponentin A kysynnän ja sen vaihtelun ennustamiseen.

Viimeisenä komponentille A luotiin ohjauskortti, jolla selvitettiin kysynnän vaihtelun laatu; olisiko vaihtelu normaalin rajoissa vai olisiko kysynnän vaihtelussa poikkeamia, joiden syy tulisi selvittää. Tulokset on esitetty graafisesti kuviossa 11.



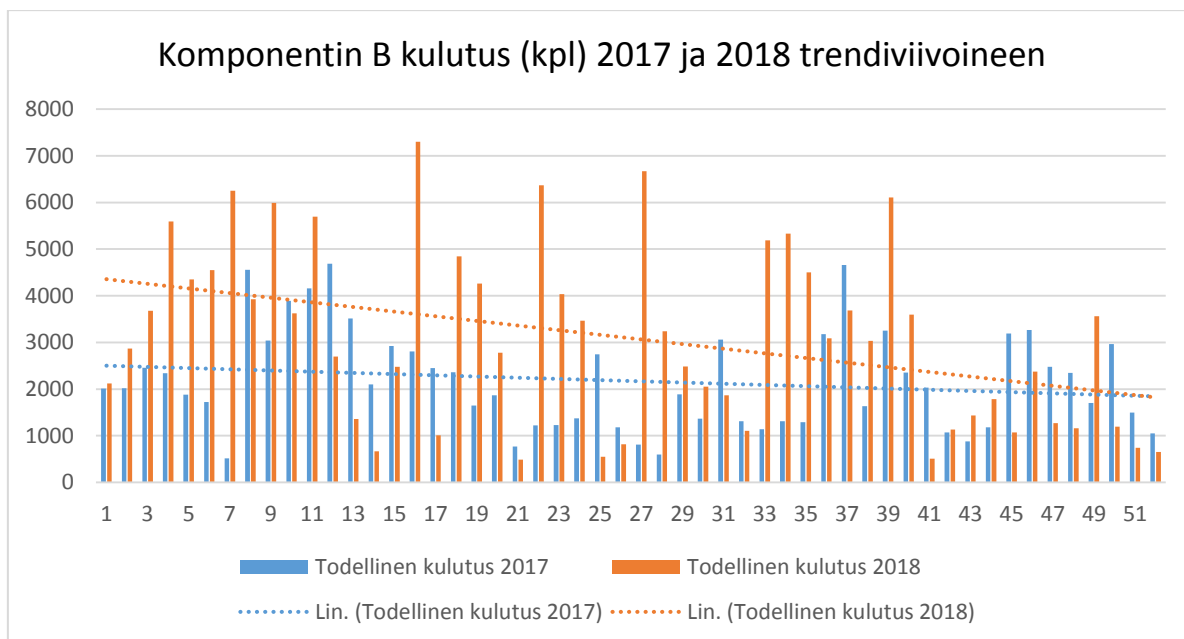
KUVIO 11. Komponentin A ohjauskortti kysynnän vaihtelulle (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 11 on kuvattu komponentin A vuoden 2018 todellinen kulutus sinisellä viivalla. Keskiarvoa kuvaava viiva on vihreä. Ylempi kontrolliraja (LCL) ja alempi kontrolliraja (UCL) laskettiin kertoimella 3 ( $3\sigma$ ), ja niitä arvoja kuvaavat oranssit viivat. Koska alemman kontrollirajan arvoksi saatiin negatiivinen luku, laitettiin arvoksi nolla, sillä kulutus ei voi olla negatiivista. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 11 nähdään, että suuresta kysynnän vaihtelusta huolimatta arvot pysyivät pääosin reilusti määriteltyjen kontrollirajojen sisäpuolella. Kulutus heilahtelee tasaisesti keskiarvorajan molemmiin puolin. Viikolla 50 kulutus ylitti ylemmän kontrollirajan noin 3000 kappaleella, ja poikkeuksen syy tulee tutkia. Viikolla 52 kulutus laski lähelle alempaa kontrollirajaa, mutta pysyi kuitenkin sen sisäpuolella.

### Komponentti B

Toisena tutkittiin komponentin B kysyntää. Komponentti on ABC-luokaltaan A. Kysyntä vuosina 2017 ja 2018 on esitetty kuviossa 12.



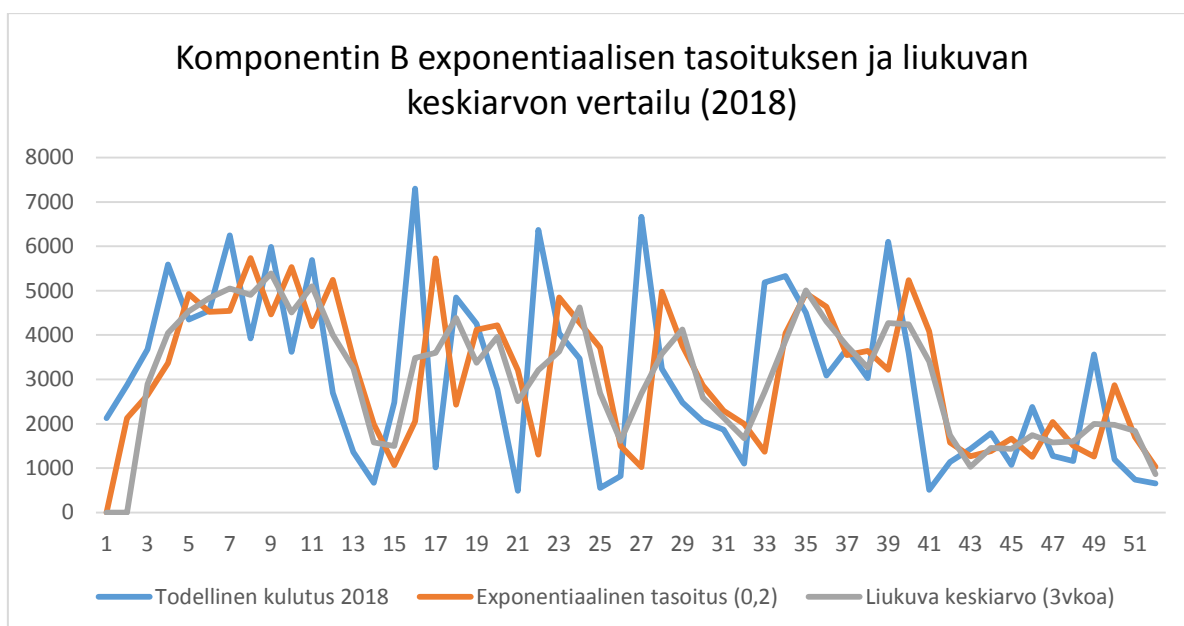
KUVIO 12. Komponentin B kulutukset vuosina 2017 ja 2018 , sekä niiden trendiviivat (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 12 on kuvattu komponentin B vuoden 2017 kulutus sinisellä palkilla ja saman vuoden trendiviiva sinisellä viivalla. Vuoden 2018 kulutus on oranssilla palkilla ja saman vuoden trendiviiva on kuvattu oranssilla viivalla. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 12 nähdään, että kysyntä vaihteli paljon molempina vuosina. Kulutus vuonna 2017 oli pienimmillään 500 kappaletta viikolla 7, ja enimmillään noin 4700 kappaletta viikolla 12. Viikon 7 minimikulutuksesta (500kpl) harppaus viikon 8 kulutukseen oli noin 4000 kappaletta. Trendiviiva osoittaa, että kulutus oli hieman laskevaa, mistä tehtiin oletus, että kulutus tulisi olemaan hieman laskeva myös vuonna 2018.

Vuonna 2018 kulutus oli pienimmillään 500 kappaletta viikolla 21 ja enimmillään 7300 kappaletta viikolla 16. Viikon 16, vuoden maksimikulutuksesta, pudotus viikon 17 kulutukseen oli noin 6200 kappaletta. Vaihtelu oli siis vielä suurempaa kuin vuonna 2017. Kuviosta nähdään, että vuoden 2017 ennuste vuodelle 2018 laskevasta trendistä piti paikkansa, mutta trendiviiva vuonna 2018 laski odottamattomasti reilusti jyrkemmin kuin vuonna 2017.

Seuraavaksi kysynnälle tehtiin sekä eksponentiaalinen tasoitus, että liukuvan keskiarvon analyysi vuodelle 2018 ja selvitettiin, voisiko jompaakumpaa ennustemenetelmää käyttää kysynnän vaihtelun ennustamiseen. Tulokset nähdään kuviosta 13.



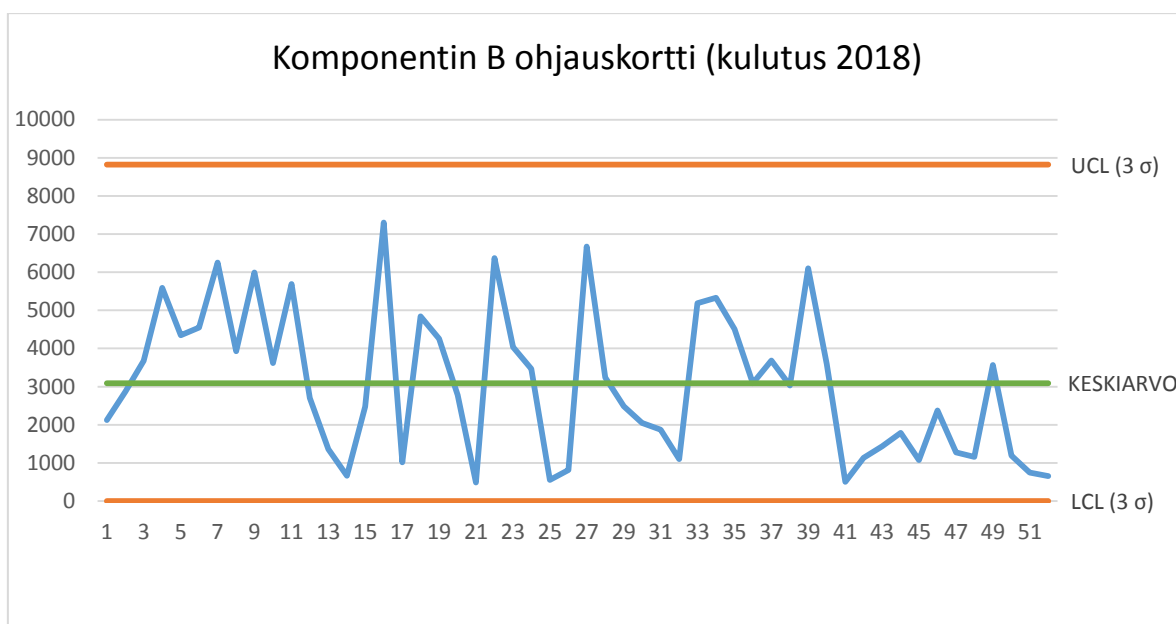
KUVIO 13. Komponentin B exponentiaalisen tasoituksen ja liukuvan keskiarvon analyysien tulosten vertailu (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 13 on kuvattu komponentin B vuoden 2018 todellista kulutusta sinisellä viivalla. Kuvioon on lisätty sekä exponentiaaliset tasoituksen arvot oranssilla viivalla, että liukuvan keskiarvon arvot harmaalla viivalla. Exponentiaaliseen tasoitukseen on käytetty kerrointa 0,2 ja liukuva keskiarvo on laskettu kolmen viikon kulutuksen arvoja käyttäen. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 13 nähdään, että kysynnän vaihtelun ennustaminen ei toimi käytetyillä menetelmillä, sillä kysynnän vaihtelu oli niin suurta. Jos verrataan exponentiaaliset tasoituksen tuloksia todelliseen kulutukseen, huomataan, että ainakin viikkojen 8-11, 17 ja 39 ennuste oli täysin päinvastainen todelliseen kulutukseen verrattuna. Suurin ero kulutuksessa oli viikolla 27, kun ennuste kulutukseen oli noin 1000 kappaletta, mutta kulutus todellisuudessa oli yli 6500 kappaletta. Exponentiaalista tasoitusta ei siis voida käyttää komponentin B kysynnän tai sen vaihtelun ennustamiseen.

Verrattaessa liukuvan keskiarvon arvoja todelliseen kulutukseen huomataan, että liukuvan keskiarvon käyttö tasoitti ennustetta, mutta ennuste ei kohdannut todellisen kulutuksen kanssa ollenkaan. Erot eivät kuitenkaan olleet niin suuria kuin exponentiaalista tasoitusta käytettäessä. Liukuvan keskiarvon menetelmää ei kuitenkaan voida käyttää komponentin B kysynnän tai sen vaihtelun ennustamiseen.

Viimeisenä komponentille B luotiin ohjauskortti, jolla selvitettiin kysynnän vaihtelun laatu; olisiko vaihtelu normaalin rajoissa vai olisiko kysynnän vaihtelussa poikkeamia, joiden syy tulisi selvittää. Tulokset on esitetty graafisesti kuviossa 14.



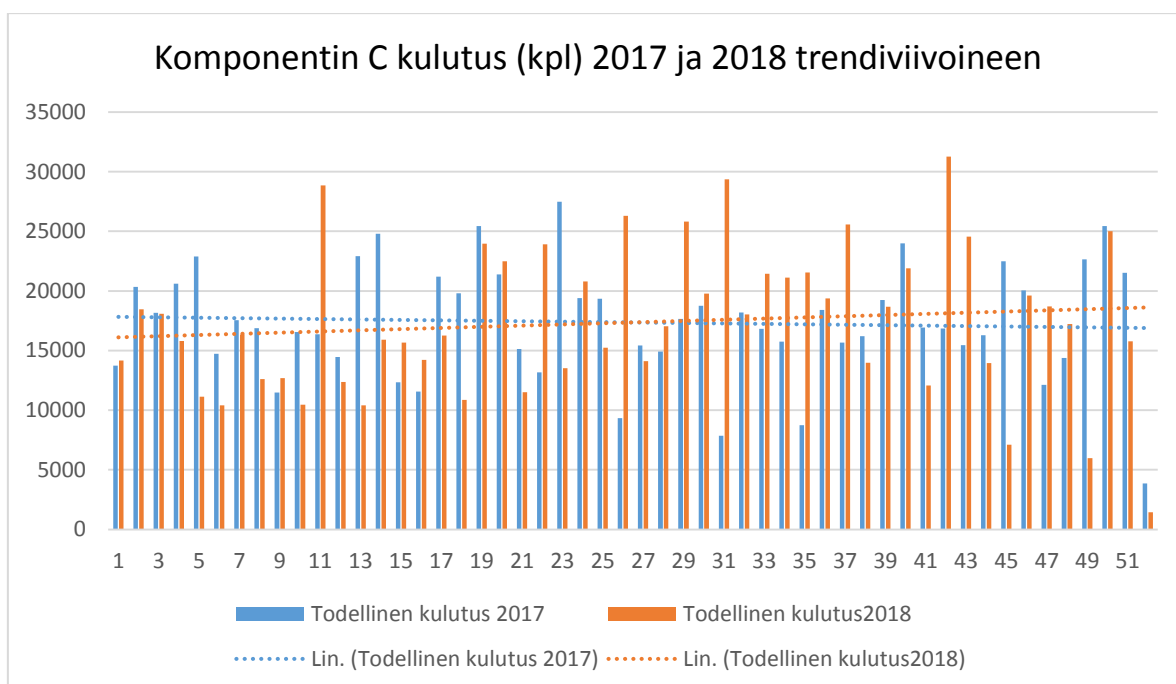
KUVIO 14. Komponentin B ohjauskortti kysynnän vaihtelulle (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 14 on kuvattu komponentin B vuoden 2018 todellinen kulutus sinisellä viivalla. Keskiarvoa kuvaava viiva on vihreä. Ylempi kontrolliraja (LCL) ja alempi kontrolliraja (UCL) laskettiin kertoimella 3 ( $3\sigma$ ), ja niitä arvoja kuvaavat oranssit viivat. Koska alemman kontrollirajan arvoksi saatiin negatiivinen luku, laitettiin arvoksi 0, sillä kulutus ei voi olla negatiivista. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 14 nähdään, että kysynnän vaihtelu oli suurta, mutta arvot pysyivät asetettujen kontrollirajojen sisäpuolella. Komponentin A kulutukseen verrattuna arvot heilahtelevat lähempänä sekä ylempää, että alempaa kontrollirajaa. Erona on myös se, että kulutus on viikot 3-12 yhtäjaksoisesti keskiarvoisen kulutuksen yläpuolella ja viikot 40-48 yhtäjaksoisesti keskiarvorajan alapuolella. Koska poikkeamia, eli kontrollirajojen ylitystä, tai alitusta ei ollut, ei toimenpiteisiin tarvitse ryhtyä.

### Komponentti C

Kolmantena tutkittiin komponentin C kysyntää. Komponentti on ABC-luokaltaan B. Kysyntä vuosina 2017 ja 2018 on esitetty kuviossa 15.



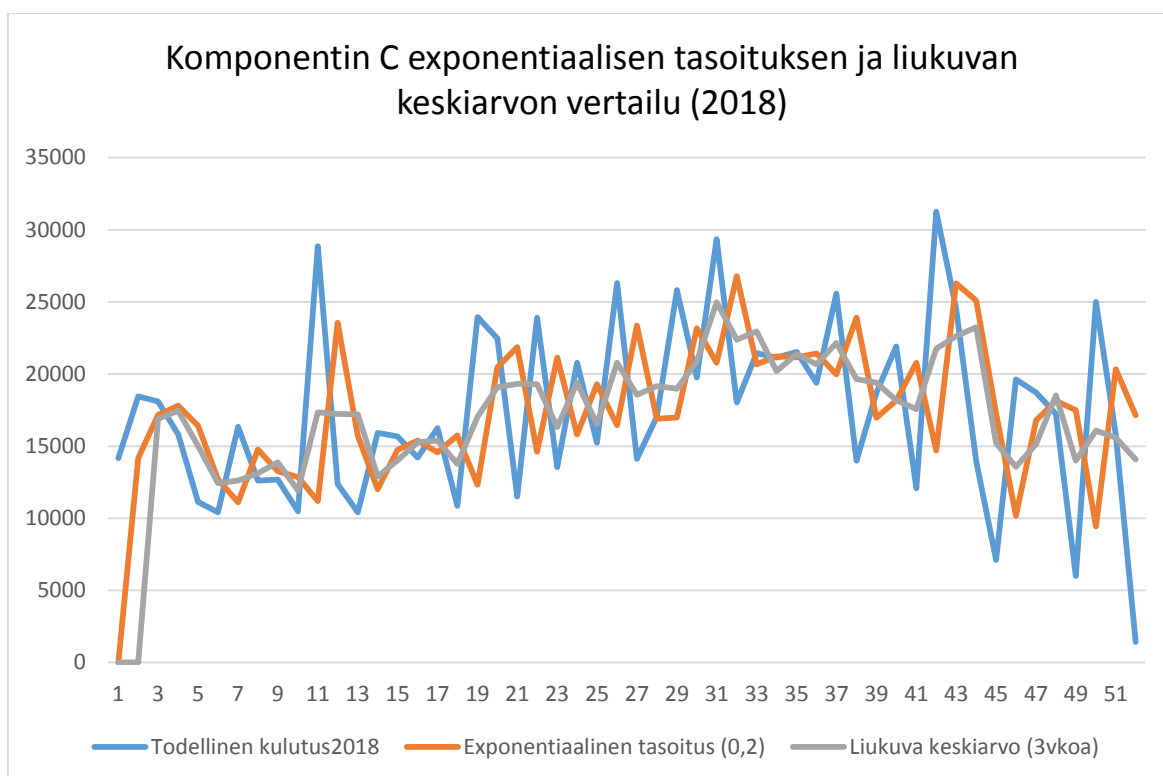
KUVIO 15: Komponentin C kulutukset vuosina 2017 ja 2018, sekä niiden trendiviivat (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 15 on kuvattu komponentin C vuoden 2017 kulutus sinisellä palkilla ja saman vuoden trendiviiva sinisellä viivalla. Vuoden 2018 kulutus on oranssilla palkilla ja saman vuoden trendiviiva on kuvattu oranssilla viivalla. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 15 nähdään, että kysyntä vaihteli paljon molempina vuosina. Kulutus vuonna 2017 oli pienimmillään vähän alle 4000 kappaletta viikolla 52, ja enimmillään vähän alle 30 000 kappaletta viikolla 23. Viikon 51 kulutuksesta, noin 22 000 kappaleesta, pudotus viikon 52 vuoden minimikulutukseen oli noin 18 000 kappaletta. Trendiviiva osoittaa, että kulutus oli hieman laskevaa, mistä tehtiin oletus, että kulutus tulisi olemaan hieman laskeva myös vuonna 2018.

Vuonna 2018 kulutus oli pienimmillään noin 1400 kappaletta viikolla 52 ja enimmillään yli 31 000 kappaletta viikolla 42. Viikon 41 noin 12 000 kappaleen kulutuksesta oli noin 20 000 lisäkappaleen harppaus viikon 42 kulutukseen. Vaihtelu oli siis vielä suurempaa kuin vuonna 2017. Kuviosta nähdään, että vuoden 2017 ennuste vuodelle 2018 laskevasta trendistä ei pitänyt paikkaansa, sillä vuoden 2018 trendiviiva olikin nouseva. Trendiviivaan ei siis voida luottaa komponentin C kulutuksessa

Seuraavaksi kysynnälle tehtiin sekä exponentiaalinen tasoitus, että liukuvan keskiarvon analyysi vuodelle 2018 ja selvitettiin, voisiko jompaakumpaa ennustemenetelmää käyttää kysynnän vaihtelun ennustamiseen. Tulokset nähdään kuviosta 16.



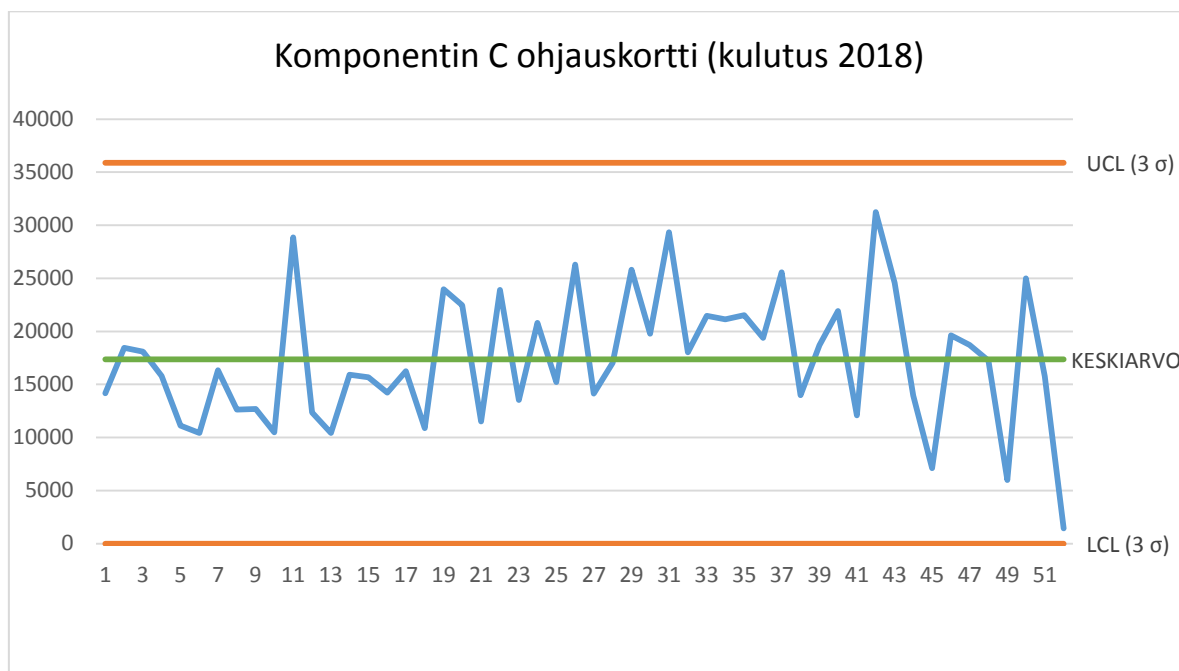
KUVIO 16. Komponentin C exponentiaalisen tasoituksen ja liukuvan keskiarvon analyysien tuloksien vertailu (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 16 on kuvattu komponentin C vuoden 2018 todellista kulutusta sinisellä viivalla. Kuvioon on lisätty sekä exponentiaalisen tasoituksen arvot oranssilla viivalla, että liukuvan keskiarvon arvot harmaalla viivalla. Exponentiaaliseen tasoitukseen käytettiin kerrointa 0,2 ja liukuva keskiarvo laskettiin kolmen viikon kulutuksen arvoja käyttäen. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 16 nähdään, että kysynnän vaihtelun ennustaminen ei toimi käytetyillä menetelmillä, sillä kysynnän vaihtelu oli niin suurta. Jos verrataan exponentiaalisen tasoituksen tuloksia todelliseen kulutukseen, huomataan, että ainakin viikkojen 11, 19, 21-27, 42 ja 50 ennuste oli täysin päinvastainen todelliseen kulutukseen verrattuna. Suurin ero oli viikolla 11, kun ennuste viikon kulutukseen oli noin 11 000 kappaletta, mutta kulutus oli todellisuudessa yli 28 000 kappaletta. Exponentiaalista tasoitusta ei siis voida käyttää komponentin C kysynnän tai sen vaihtelun ennustamiseen.

Verrattaessa liukuvan keskiarvon arvoja todelliseen kulutukseen huomataan, että liukuvan keskiarvon käyttö tasoitti ennustetta, mutta ennuste ei kohdannut todellisen kulutuksen kanssa ollenkaan. Erot eivät kuitenkaan olleet niin suuria kuin exponentiaalista tasoitusta käytettäessä. Liukuvan keskiarvon menetelmää ei kuitenkaan voida käyttää komponentin C kysynnän tai sen vaihtelun ennustamiseen.

Viimeisenä komponentille C luotiin ohjauskortti, jolla selvitetiin kysynnän vaihtelun laatu; olisiko vaihtelu normaalin rajoissa vai olisiko kysynnän vaihtelussa poikkeamia, joiden syy tulisi selvittää. Tulokset on esitetty graafisesti kuviossa 17.



KUVIO 17. Komponentin C ohjauskortti kysynnän vaihtelulle (Teknowaren ERP 2019)

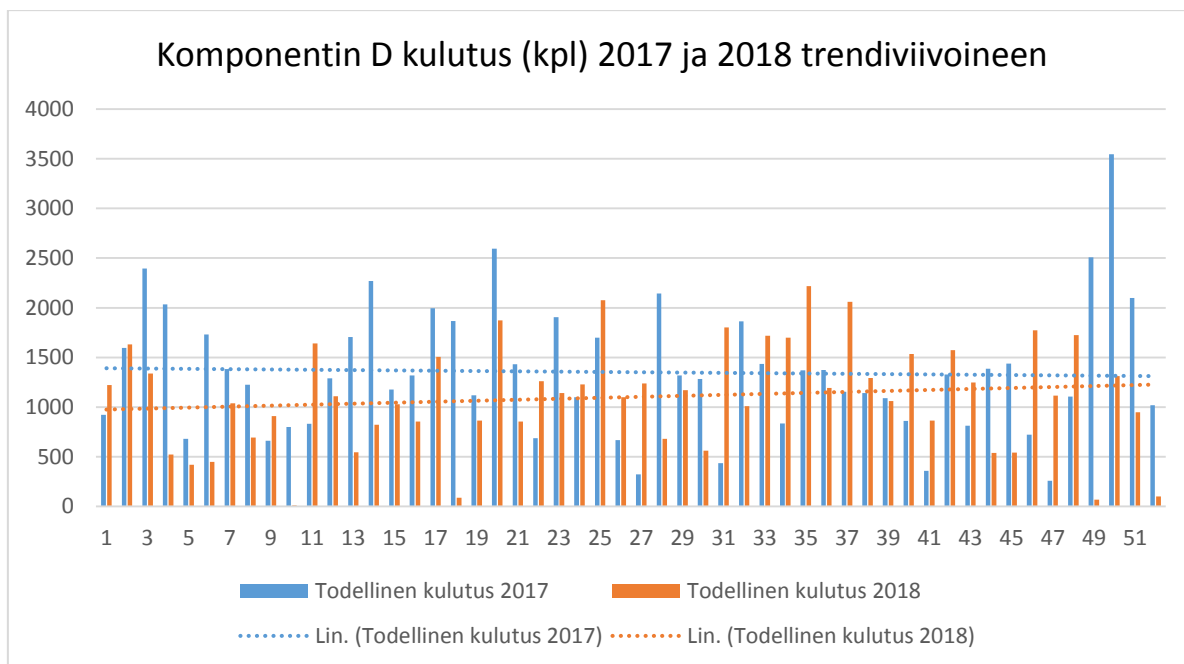
Kuviossa 17 on kuvattu komponentin C vuoden 2018 todellinen kulutus sinisellä viivalla. Keskiarvoa kuvaava viiva on vihreä. Ylempi kontrolliraja (LCL) ja alempi kontrolliraja (UCL) laskettiin kertoimella 3 ( $3\sigma$ ), ja niitä arvoja kuvaavat oranssit viivat. Koska alemman kontrollirajan arvoksi saatiin negatiivinen luku, laitettiin arvoksi 0, sillä kulutus ei voi olla negatiivista. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 14 nähdään, että kysynnän vaihtelu oli suurta, mutta arvot pysyivät asetettujen kontrollirajojen sisäpuolella. Kulutus heilahtelee melko tasaisesti keskiarvorajan molemmin puolin. Koska poikkeamia, eli kontrollirajojen ylitystä, tai alitusta ei ollut, ei toimenpiteisiin tarvitse ryhtyä.

### Komponentti D

Neljäntenä tutkittiin komponentin D kysyntää. Komponentti on ABC-luokaltaan B. Kysyntä vuosina 2017 ja 2018 on esitetty kuviossa 18.





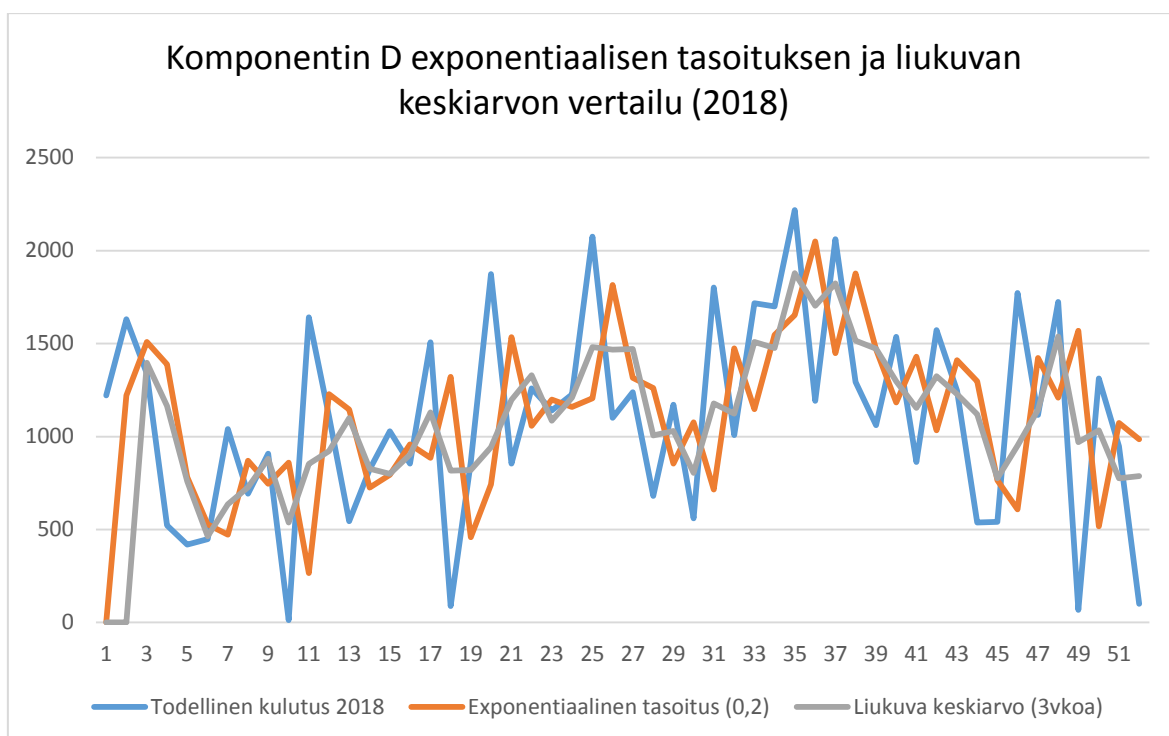
KUVIO 18. Komponentin D kulutukset vuosina 2017 ja 2018, sekä niiden trendiviivat (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 18 on kuvattu komponentin D vuoden 2017 kulutus sinisellä palkilla ja saman vuoden trendiviiva sinisellä viivalla. Vuoden 2018 kulutus on oranssilla palkilla ja saman vuoden trendiviiva on kuvattu oranssilla viivalla. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 18 nähdään, että kysyntä vaihteli paljon molempina vuosina. Kulutus vuonna 2017 oli pienimmillään noin 300 kappaletta viikolla 47, ja enimmillään noin 3500 kappaletta viikolla 50. Suurin ero peräkkäisten viikkojen välillä oli noin 1800 kappaletta, viikon 27 noin 300 kappaleen kulutuksesta viikon 28 noin 2100 kappaleen kulutukseen. Trendiviiva osoittaa, että kulutus oli hieman laskevaa, mistä tehtiin oletus, että kulutus tulisi olemaan hieman laskeva myös vuonna 2018.

Vuonna 2018 kulutus oli pienimmillään noin 10 kappaletta viikolla 10 ja enimmillään noin 2200 kappaletta viikolla 16. Viikon 10 noin kymmenen kappaleen kulutuksesta oli suuri harppaus viikon 11 yli 1600 kappaleen kulutukseen. Kuviosta nähdään, että vuoden 2017 ennuste vuodelle 2018 laskevasta trendistä ei pitänyt paikkaansa, sillä vuoden 2018 trendiviiva olikin nouseva. Trendiviivaan ei siis voida luottaa komponentin D kysynnän ennustamisen kanssa.

Seuraavaksi komponentin D kysynnälle tehtiin sekä exponentiaalinen tasoitus, että liukuvan keskiarvon analyysi vuodelle 2018 ja selvitettiin, voisiko jompaakumpaa ennustemennetelmää käyttää kysynnän vaihtelun ennustamiseen. Tulokset nähdään kuviosta 19.



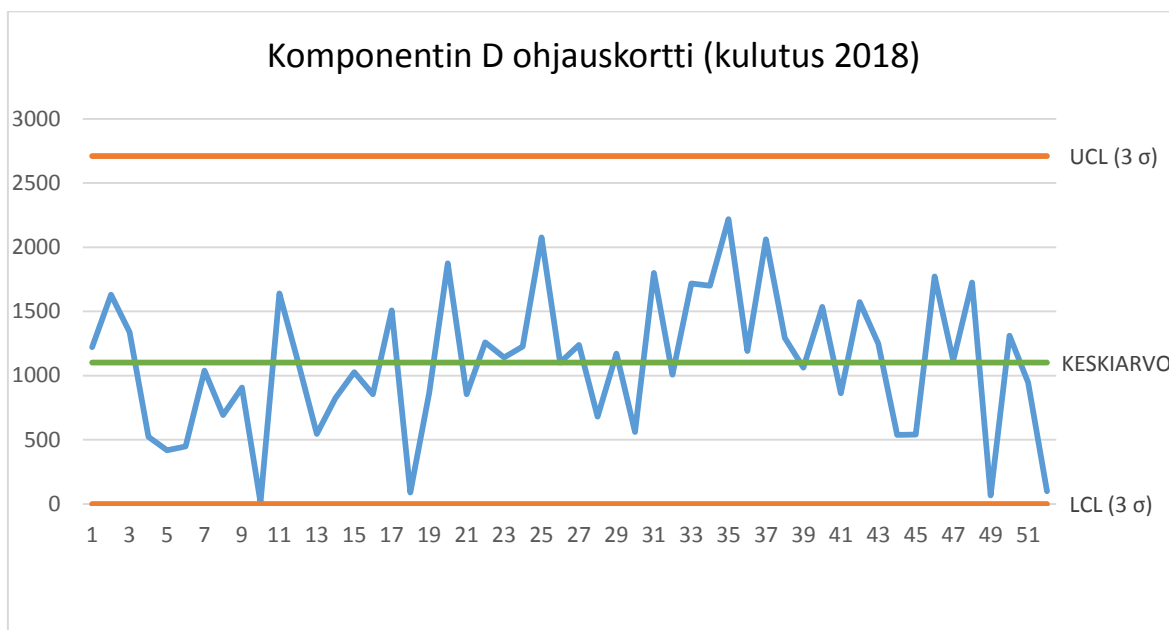
KUVIO 19. Komponentin D exponentiaalisesta tasoituksesta ja liukuvan keskiarvon analyysien tulosten vertailu (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 19 on kuvattu komponentin D vuoden 2018 todellista kulutusta sinisellä viivalla. Kuvioon on lisätty sekä exponentiaalisesta tasoituksen arvot oranssilla viivalla, että liukuvan keskiarvon arvot harmaalla viivalla. Exponentiaaliseen tasoitukseen on käytetty kerrointa 0,2 ja liukuva keskiarvo on laskettu kolmen viikon kulutuksen arvoja käyttäen. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 19 nähdään, että kysynnän vaihtelun ennustaminen ei toimi käytetyillä menetelmillä, sillä kysynnän vaihtelu oli niin suurta. Jos verrataan exponentiaalisesta tasoituksen tuloksia todelliseen kulutukseen, huomataan, että ainakin viikkojen 11, 18, 31 ja 49 ennusteet olivat täysin päinvastainen todelliseen kulutukseen verrattuna. Suurin ero oli viikolla 49, kun ennuste viikon kulutukseen oli noin 1500 kappaletta, mutta kulutus oli todellisuudessa vain noin 60 kappaletta. Exponentiaalista tasoitusta ei siis voida käyttää komponentin D kysynnän tai sen vaihtelun ennustamiseen.

Verrattaessa liukuvan keskiarvon arvoja todelliseen kulutukseen huomataan, että liukuvan keskiarvon käyttö tasoitti ennustetta, mutta ennuste ei kohdannut todellisen kulutuksen kanssa ollenkaan. Erot eivät kuitenkaan olleet niin suuria kuin exponentiaalista tasoitusta käytettäessä. Liukuvan keskiarvon menetelmää ei kuitenkaan voida käyttää komponentin D kysynnän tai sen vaihtelun ennustamiseen.

Viimeisenä komponentille D luotiin ohjauskortti, jolla selvitetiin kysynnän vaihtelun laatu; olisiko vaihtelu normaalin rajoissa vai olisiko kysynnän vaihtelussa poikkeamia, joiden syy tulisi selvittää. Tulokset on esitetty graafisesti kuviossa 20.



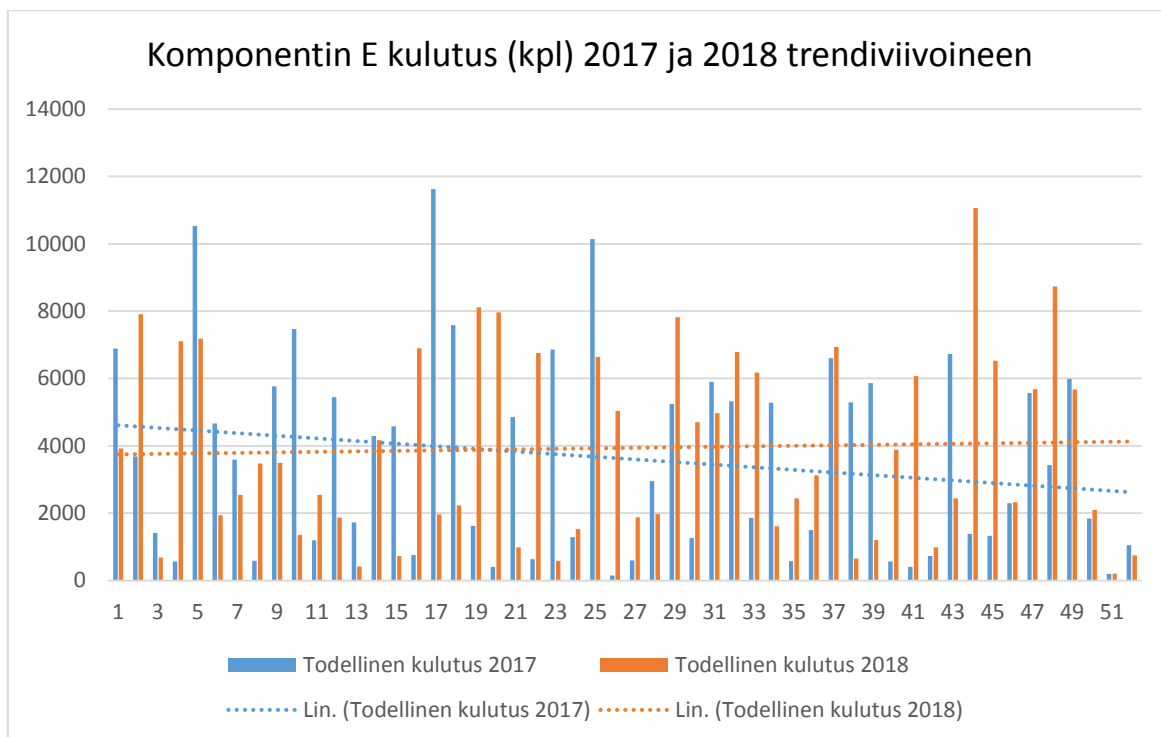
KUVIO 20. Komponentin D ohjauskortti kysynnän vaihtelulle (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 20 on kuvattu komponentin D vuoden 2018 todellinen kulutus sinisellä viivalla. Keskiarvoa kuvaava viiva on vihreä. Ylempi kontrolliraja (LCL) ja alempi kontrolliraja (UCL) laskettiin kertoimella 3 ( $3\sigma$ ), ja niitä arvoja kuvaavat oranssit viivat. Koska alemman kontrollirajan arvoksi saatiin negatiivinen luku, laitettiin arvoksi 0, sillä kulutus ei voi olla negatiivista. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 20 nähdään, että kysynnän vaihtelu oli suurta, mutta arvot pysyivät asetettujen kontrollirajojen sisäpuolella. Kulutus laskee neljä kertaa lähelle alempaa kontrollirajaa, mutta pysyy melko kaukana ylemmästä kontrollirajasta. Koska poikkeamia, eli kontrollirajojen ylitystä, tai alitusta ei ollut, ei toimenpiteisiin tarvitse ryhtyä.

### Komponentti E

Viidentenä tutkittiin komponentin E kysyntää. Komponentin ABC-luokka on C. Kysyntä vuosina 2017 ja 2018 on esitetty kuviossa 21.



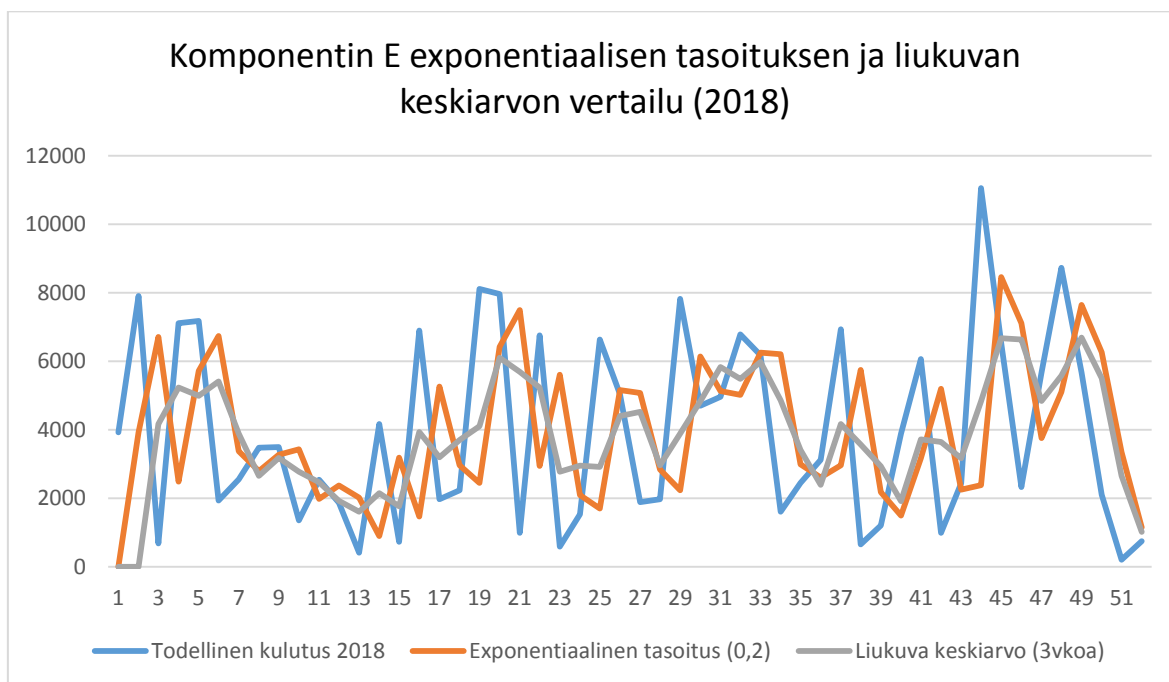
KUVIO 21. Komponentin E kulutukset vuosina 2017 ja 2018, sekä niiden trendiviivat (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 21 on kuvattu komponentin E vuoden 2017 kulutus sinisellä palkilla ja saman vuoden trendiviiva sinisellä viivalla. Vuoden 2018 kulutus on oranssilla palkilla ja saman vuoden trendiviiva on kuvattu oranssilla viivalla. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 21 nähdään, että kysyntä vaihteli paljon molempina vuosina. Kulutus vuonna 2017 oli pienimmillään noin 150 kappaletta viikolla 26, ja enimmillään noin 11 600 kappaletta viikolla 17. Viikon 16 kulutus oli noin 700 kappaletta, kun taas viikon 17 kulutus oli noin 11 600 kappaletta, eli yli 10 000 kappaletta enemmän. Trendiviiva osoittaa, että kulutus oli laskevaa, mistä tehtiin oletus, että kulutus tulisi olemaan hieman laskeva myös vuonna 2018.

Vuonna 2018 kulutus oli pienimmillään noin 200 kappaletta viikolla 51 ja enimmillään yli 11 100 kappaletta viikolla 44. Suurin ero peräkkäisten viikkojen kulutuksella oli viikkojen 43 ja 44 välillä; melkein 9000 kappaletta. Vaihtelu oli siis hieman pienempää kuin vuonna 2017. Kuviosta nähdään, että vuoden 2017 ennuste vuodelle 2018 laskevasta trendistä ei pitänyt paikkaansa, sillä trendiviiva vuonna 2018 olikin hieman nouseva. Trendiviivaa ei siis voida käyttää komponentin E kysynnän ennustamiseen.

Seuraavaksi kysynnälle tehtiin sekä exponentiaalinen tasoitus, että liukuvan keskiarvon analyysi vuodelle 2018 ja selvitettiin, voisiko jompaakumpaa ennustemenetelmää käyttää kysynnän vaihtelun ennustamiseen. Tulokset nähdään kuviosta 22.



KUVIO 22. Komponentin E exponentiaalisen tasoituksen ja liukuvan keskiarvon analyysien tulosten vertailu (Teknowaren ERP 2019)

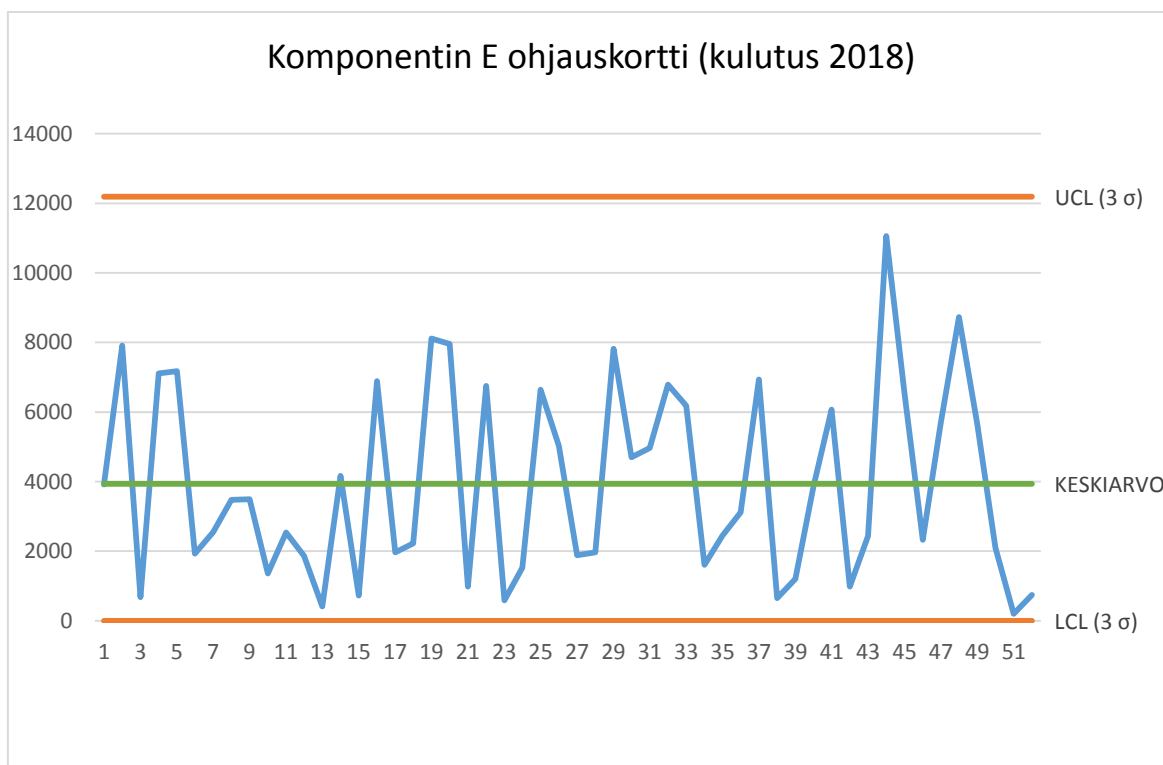
Kuviossa 22 on kuvattu komponentin E vuoden 2018 todellista kulutusta sinisellä viivalla. Kuvioon on lisätty sekä exponentiaalisen tasoituksen arvot oranssilla viivalla, että liukuvan keskiarvon arvot harmaalla viivalla. Exponentiaaliseen tasoitukseen on käytetty kerrointa 0,2 ja liukuva keskiarvo on laskettu kolmen viikon kulutuksen arvoja käyttäen. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 22 nähdään, että kysynnän vaihtelun ennustaminen ei toimi käytetyillä menetelmillä, sillä kysynnän vaihtelu oli niin suurta. Jos verrataan exponentiaalisen tasoituksen tuloksia todelliseen kulutukseen, huomataan, että ainakin viikkojen 3, 6, 14-17 ja 44 ennusteet olivat täysin päinvastaiset todelliseen kulutukseen verrattuna. Suurin ero oli viikolla 44, kun ennuste viikon kulutukseen oli noin 2300 kappaletta, mutta kulutus oli todellisuudessa yli 11 000 kappaletta. Exponentiaalista tasoitusta ei siis voida käyttää komponentin E kysynnän tai sen vaihtelun ennustamiseen.

Verrattaessa liukuvan keskiarvon arvoja todelliseen kulutukseen huomataan, että liukuvan keskiarvon käyttö tasoitti ennustetta, mutta ennuste ei kohdannut todellisen kulutuksen kanssa ollenkaan. Erot eivät kuitenkaan olleet niin suuria kuin exponentiaalista tasoitusta

käytettäessä. Liukuvan keskiarvon menetelmää ei kuitenkaan voida käyttää komponentin E kysynnän tai sen vaihtelun ennustamiseen.

Viimeisenä komponentille E luotiin ohjauskortti, jolla selvitettiin kysynnän vaihtelun laatu; olisiko vaihtelu normaalin rajoissa vai olisiko kysynnän vaihtelussa poikkeamia, joiden syy tulisi selvittää. Tulokset on esitetty graafisesti kuviossa 23.



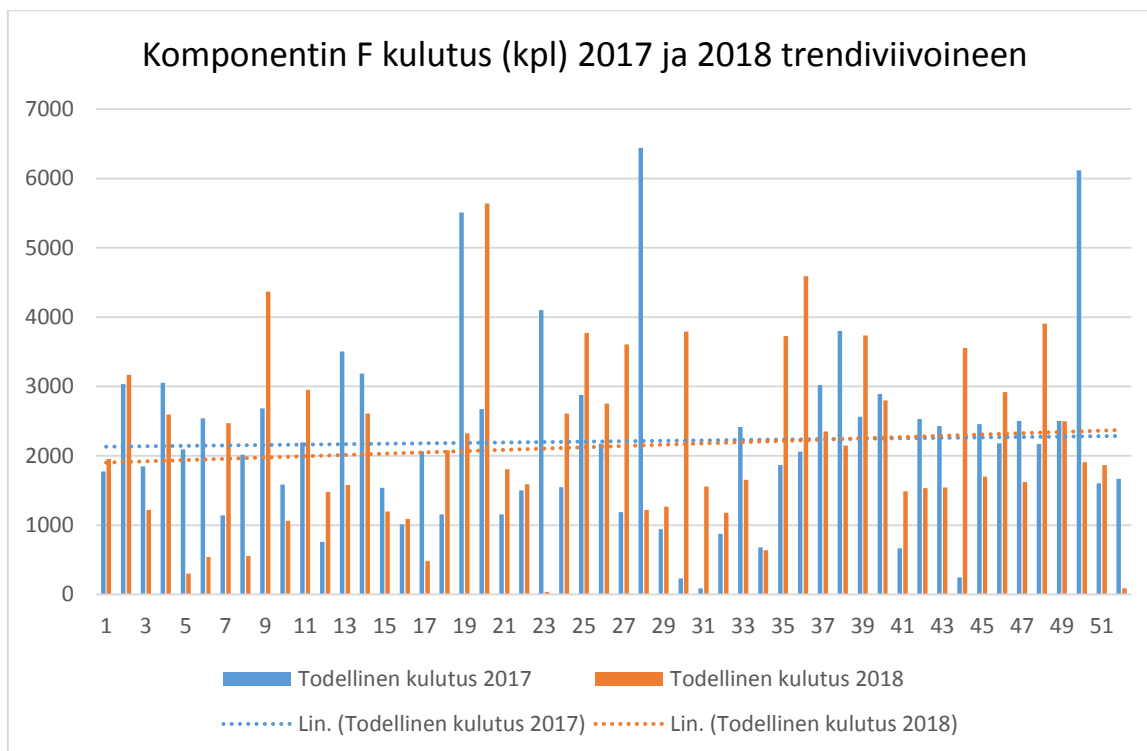
KUVIO 23. Komponentin E ohjauskortti kysynnän vaihtelulle (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 23 on kuvattu komponentin E vuoden 2018 todellinen kulutus sinisellä viivalla. Keskiarvoa kuvaava viiva on vihreä. Ylempi kontrolliraja (LCL) ja alempi kontrolliraja (UCL) laskettiin kertoimella 3 ( $3\sigma$ ), ja niitä arvoja kuvaavat oranssit viivat. Koska alemman kontrollirajan arvoksi saatiin negatiivinen luku, laitettiin arvoksi 0, sillä kulutus ei voi olla negatiivista. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 23 nähdään, että kysynnän vaihtelu oli suurta, mutta arvot pysyivät asetettujen kontrollirajojen sisäpuolella. Kulutus heilahtelee lähempänä alempaa kontrollirajaa yhtä kulutuspiikkiä viikolla 44 lukuunottamatta. Koska poikkeamia, eli kontrollirajojen ylitystä, tai alitusta ei kuitenkaan ollut, ei toimenpiteisiin tarvitse ryhtyä.

### Komponentti F

Kuudentena tutkittiin komponentin F kysyntää. Komponentti on ABC-luokaltaan C. Kysyntä vuosina 2017 ja 2018 on esitetty kuviossa 24.



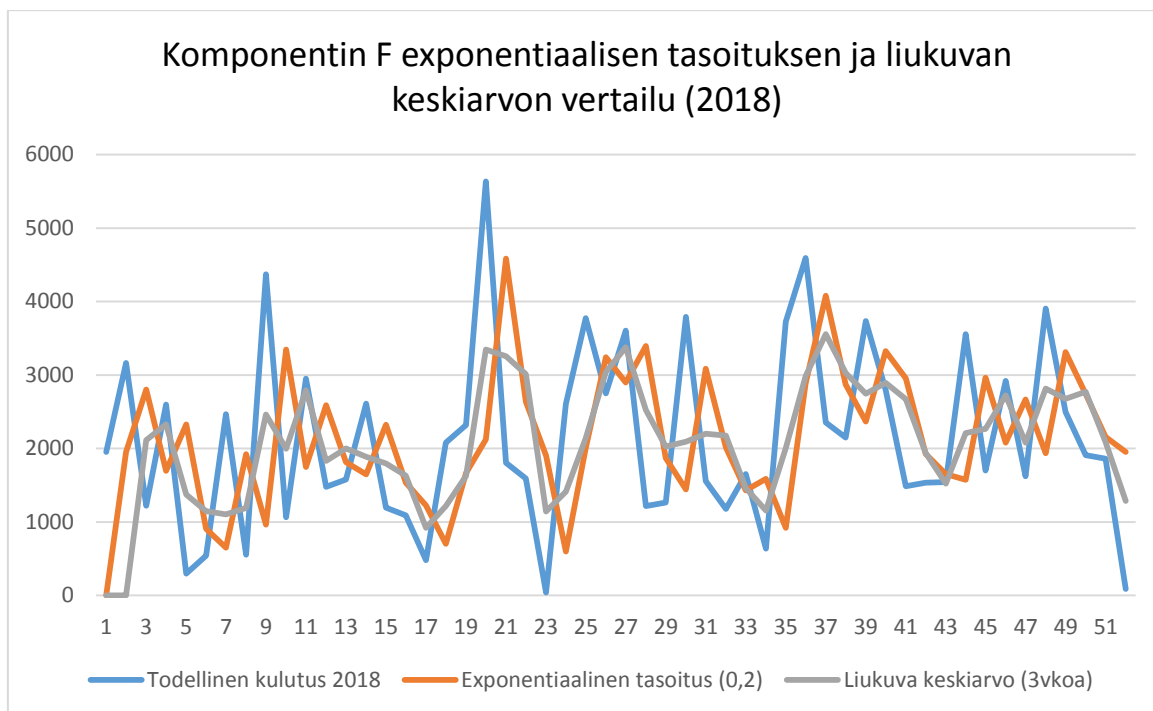
KUVIO 24: Komponentin F kulutukset vuosina 2017 ja 2018, sekä niiden trendiviivat (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 24 on kuvattu komponentin F vuoden 2017 kulutus sinisellä palkilla ja saman vuoden trendiviiva sinisellä viivalla. Vuoden 2018 kulutus on oranssilla palkilla ja saman vuoden trendiviiva on kuvattu oranssilla viivalla. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 24 nähdään, että kysyntä vaihteli paljon molempina vuosina. Kulutus vuonna 2017 oli pienimmillään noin 80 kappaletta viikolla 31, ja enimmillään noin 6400 kappaletta viikolla 28. Suurin ero peräkkäisten viikkojen välillä oli viikkojen 27 ja 28 kulutuksissa: noin 5200 kappaletta. Trendiviiva osoittaa, että kulutus oli hieman nousevaa, mistä tehtiin oletus, että kulutus tulisi olemaan hieman laskeva myös vuonna 2018.

Vuonna 2018 kulutus oli pienimmillään noin 40 kappaletta viikolla 23 ja enimmillään yli 5000 kappaletta viikolla 20. Suurin ero peräkkäisten viikkojen välillä oli viikkojen 8 ja 9 välillä: noin 3800 kappaletta. Vaihtelu oli siis pienempää kuin vuonna 2017. Kuviosta nähdään, että vuoden 2017 ennuste vuodelle 2018 laskevasta trendistä piti paikkaansa, eikä vuosien välisillä trendeillä ollut suurta eroa.

Seuraavaksi kysynnälle tehtiin sekä exponentiaalinen tasoitus, että liukuvan keskiarvon analyysi vuodelle 2018 ja selvitettiin, voisiko jompaakumpaa ennustemenetelmää käyttää kysynnän vaihtelun ennustamiseen. Tulokset nähdään kuviosta 25.



KUVIO 25. Komponentin F exponentiaalisen tasoituksen ja liukuvan keskiarvon analyysien tuloksien vertailu (Teknowaren ERP 2019)

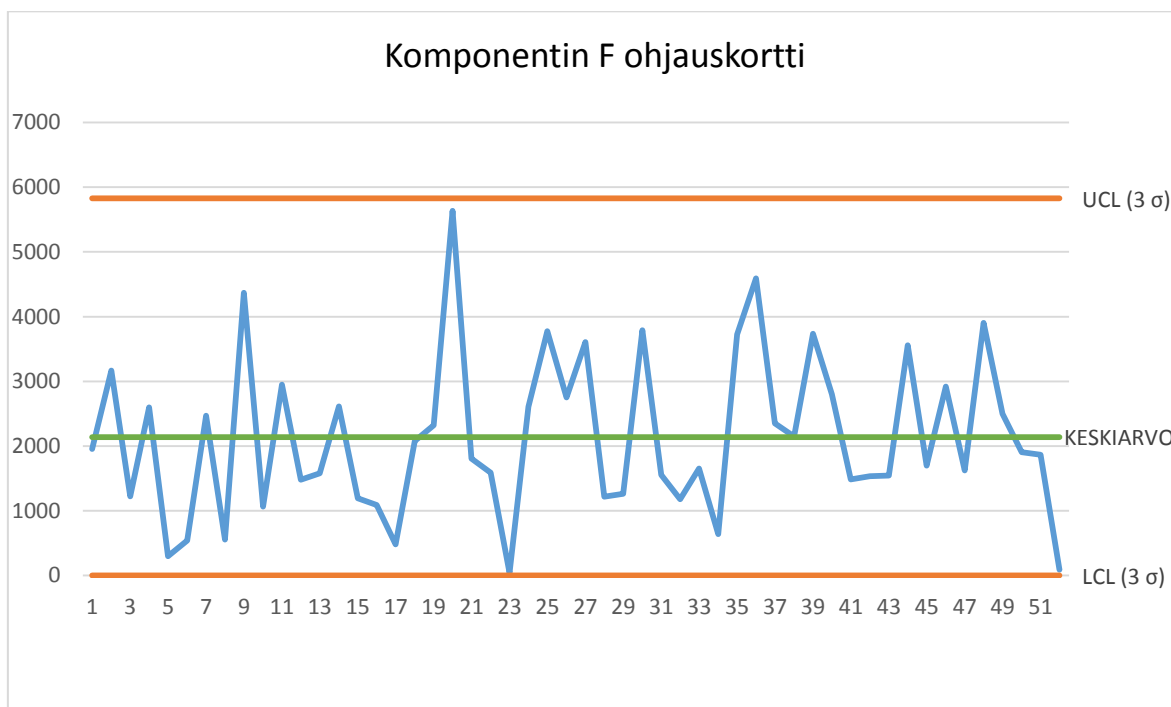
Kuviossa 25 on kuvattu komponentin F vuoden 2018 todellista kulutusta sinisellä viivalla. Kuvioon on lisätty sekä exponentiaalisen tasoituksen arvot oranssilla viivalla, että liukuvan keskiarvon arvot harmaalla viivalla. Exponentiaaliseen tasoitukseen on käytetty kerrointa 0,2 ja liukuva keskiarvo on laskettu kolmen viikon kulutuksen arvoja käyttäen. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 25 nähdään, että kysynnän vaihtelun ennustaminen ei toimi käytetyillä menetelmillä, sillä kysynnän vaihtelu oli niin suurta. Jos verrataan exponentiaalisen tasoituksen tuloksia todelliseen kulutukseen, huomataan, että ainakin viikkojen 5, 7, 9, 30, 44 ja 48 ennusteet olivat täysin päinvastaiset todelliseen kulutukseen verrattuna. Suurin ero oli viikolla 20, kun ennuste viikon kulutukseen oli noin 2000 kappaletta, mutta kulutus oli todellisuudessa noin 5500 kappaletta. Exponentiaalista tasoitusta ei siis voida käyttää komponentin F kysynnän tai sen vaihtelun ennustamiseen.

Verrattaessa liukuvan keskiarvon arvoja todelliseen kulutukseen huomataan, että liukuvan keskiarvon käyttö tasoitti ennustetta, mutta ennuste ei kohdannut todellisen kulutuksen kanssa ollenkaan. Erot eivät kuitenkaan olleet niin suuria kuin exponentiaalista tasoitusta käytettäessä. Liukuvan keskiarvon menetelmää ei kuitenkaan voida käyttää komponentin F kysynnän tai sen vaihtelun ennustamiseen.



Viimeisenä komponentille F luotiin ohjauskortti, jolla selvitettiin kysynnän vaihtelun laatu; olisiko vaihtelu normaalin rajoissa vai olisiko kysynnän vaihtelussa poikkeamia, joiden syy tulisi selvittää. Tulokset on esitetty graafisesti kuviossa 26.



KUVIO 26. Komponentin F ohjauskortti kysynnän vaihtelulle (Teknowaren ERP 2019)

Kuviossa 26 on kuvattu komponentin F vuoden 2018 todellinen kulutus sinisellä viivalla. Keskiarvoa kuvaava viiva on vihreä. Ylempi kontrolliraja (LCL) ja alempi kontrolliraja (UCL) laskettiin kertoimella 3 ( $3\sigma$ ), ja niitä arvoja kuvaavat oranssit viivat. Koska alemman kontrollirajan arvoksi saatiin negatiivinen luku, laitettiin arvoksi 0, sillä kulutus ei voi olla negatiivista. Vaaka-akseli kuvaa aikaa viikkoina ja pystyakseli kuvaa kulutusta kappaleina.

Kuviosta 26 nähdään, että kysynnän vaihtelu oli suurta, mutta arvot pysyivät asetettujen kontrollirajojen sisäpuolella. Koska poikkeamia, eli kontrollirajojen ylitystä, tai alitusta ei ollut, ei toimenpiteisiin tarvitse ryhtyä. Arvot kävivät kuitenkin lähellä sekä ylä- että alarajaa, ja jatkossa voitaisiinkin tutkia komponentin F kysynnän vaihtelua tiukemmilla kontrollirajoilla, tai kokonaan toisen tyyppisillä ohjauskorteilla.

### 5.3 Vertailu

Taulukkoon 2 on kerätty komponenttien minimi- ja maksimikulutukset vuosilta 2017 ja 2018. Lisäksi taulukossa näkyvät ne viikot, jolloin minimi- ja maksimiarvot on saatu.

TAULUKKO 2. Komponenttien minimi- ja maksimikulutukset vuosina 2017 ja 2018, ja viikot, jolloin arvot on saatu (Teknowaren ERP 2019)

KOMPONENTTIEN MINIMI- JA MAKSIMIKULUTUKSET VUOSINA 2017 JA 2018								
Komponentti	Vuosi 2017 min.		Vuosi 2017 max.		Vuosi 2018 min.		Vuosi 2018 max.	
	Luku	Vko	Luku	Vko	Luku	Viikko	Luku	Viikko
A	2700	28	34400	45	3100	52	43200	50
B	500	7	4700	12	500	21	7300	16
C	3800	52	27500	23	1400	52	31300	42
D	300	47	3500	50	12	10	2200	35
E	200	26	11600	17	200	51	11100	44
F	88	31	6400	28	39	23	5600	20

Taulukossa 2 vasemmassa reunassa on merkitty komponentti. Sen kanssa samalla rivillä on ensin vuoden 2017 minimiarvo, jonka jälkeen on ilmoitettu viikko, jolloin arvo on saatu. Sen jälkeen on samalla tavalla merkitty sekä vuoden 2017 maksimikulutus ja viikko, vuoden 2018 minimikulutus ja viikko, että vuoden 2018 maksimikulutus ja viikko. Arvot on pyöristetty sadan kappaleen tarkkuudelle lukuunottamatta alle sadan kappaleen arvoja.

Yhteneväisyydet on merkitty sekä vihreällä, että punaisella värillä. Vihreä väri on merkitty silloin, kun minimikulutus on saatu viikoilla 50-52. Punainen väri on merkitty silloin, kun maksimikulutus on mitattu viikoilla 50-52.

Taulukosta huomataan, että vuodelta 2017 ei voida löytää yhteneväisyyttä komponenttien minimi- tai maksimikulutuksessa. Komponenttien välillä minimikulutukset heittelivät viikkojen 7 ja 52 välissä, ja maksimikulutukset viikkojen 12 ja 50 välissä. Vuonna 2018 puolet tutkituista komponenteista saivat minimikulutusarvot joko viikolla 51 tai 52. Vuoden 2018 maksimikulutuksiin ei ole yhdistävää tekijää.

## 6 YHTEENVETO

Tämän opinnäytetyön aiheena oli tutkia, voidaanko varmuusvarastomalleja käyttää VMI (Vendor Managed Inventory) -nimikkeiden kysynnän vaihtelun ennustamiseen vain historiatietoja käyttäen. Alakysymyksinä esitettiin seuraavat kysymykset:

- Miten kysyntää ja sen vaihtelua ennustetaan?
- Voidaanko kysynnän historiatietoja hyödyntää ennustamisessa?
- Voidaanko kysynnän vaihtelua mallintaa ennustamisen helpottamiseksi?

Työn teoriaosassa perehdyttiin ensin nimikkeiden luokittelutapaan, ABC-analyysiin ja varmuusvarastoihin, sekä varmuusvarastojen käyttäytymiseen esimerkiksi piiskailmiön vaikutuksessa. Lisäksi eriteltiin VMI:n käyttöönoton vaatimuksia, mahdollisuuksia ja uhkia. Toisessa luvussa löydettiin malleja kysynnän ennustamiseen, sekä kysynnän ja sen vaihtelun tutkimiseen. Tutkimusosassa hyödynnettiin näitä löydettyjä malleja.

### **Validiteetti ja reliabiliteetti**

Tutkimuksen validiteetilla ja reliabiliteetilla tarkoitetaan tutkimuksen luotettavuutta. Validi tutkimus mittaa sitä, mitä on tarkoitus, ja suurin osa tuloksista on oikeita. Reliaabelissa tutkimuksessa tulokset ovat tarkkoja ja voidaan toistaa samanlaisin tuloksin. (Heikkilä, T. 2014, 11).

Tässä opinnäytetyössä sekä kvalitatiivisen että kvantitatiivisen osan tuloksien voidaan olettaa olevan luotettavia. Haastatellut viisi työntekijää ovat toimineet tehtävässään vuosia, eli heillä oli tarvittava kokemus luotettavien vastauksien saamiseksi. Lisäksi heidät kaikki haastateltiin erikseen, eli vastaukset olivat toisten vastauksista riippumattomia.

Kvantitatiivisessa osassa data siirrettiin suoraan yrityksen ERP:stä Exceliin, ja dataa käsiteltiin Excelissä suorilla viittauksilla, arvoja muuttamatta. Jokaisella valitulla nimikkeellä valintakriteerit täytyivät, eli poikkeuksia arvoihin ei ollut.

### **Tulokset ja pohdinta**

Opinnäytetyön teorian ja tutkimuksessa sovellettavien mallien avulla voitiin vastata alakysymyksiin. Kysymykset ja vastaukset on eritelty alla.

- Miten kysyntää ja sen vaihtelua ennustetaan?

Tutkimuksen kvalitatiivisessa osassa selvisi, että kysyntää voidaan kyllä ennustaa suurpiirteisesti, esimerkiksi kolmannesvuositasolla, ja Teknowarella tällä hetkellä ennusteet pitävät hyvin paikkaansa juurikin, kun tarkasteluväli on tarpeeksi pitkä. Ennustaminen on

kuitenkin hankalaa, sillä asiakkaiden tarpeet muuttuvat jatkuvasti, eikä ennusteita voi määrittää kuin asiakkaan vastuumyyjä, sillä asiakkaan käyttäytyminen tulee tuntea hyvin.

Nimikkeen ennuste koostuu useiden eri myyjien tekemien ennusteiden summista. Jos myyjä muuttaa ennustetta ERP:ssä, ei ostaja saa siitä ilmoitusta automaattisesti. Jos ostajat huomaavat eroavaisuuksia todellisessa kysynnässä ja ennusteessa, ottavat he herkästi yhteyttä myyntiin ja pyytävät tarkistamaan ennusteen.

VMI-nimikkeillä toimittaja näkee sekä varaston tason että tulevan kysynnän ja tarkistaa varaston tilanteen vähintään kerran viikossa. Suuren kysynnän vaihtelun vuoksi tarpeet saattavat muuttua viikon aikana paljonkin suuntaan tai toiseen, jolloin täydennysmäärät saattavat olla väärät. Kysyntää voidaan siis ennustaa pidemmällä aikavälillä, mutta ei sen vaihtelua esimerkiksi viikkojaksoissa.

- Voidaanko kysynnän historiatietoja hyödyntää ennustamisessa?

Kun kysyntää tutkittiin kvantitatiivisessa osassa viikon jaksoissa, oli vaihtelu todella suurta, eikä täsmännyt ennusteiden kanssa. Kysynnän ennustamiseen käytetyt menetelmät, kuten aikasarja-analyysi, liukuva keskiarvo tai exponentiaalinen tasoitus, eivät anna luotettavia arvoja tarkasteltujen komponenttien kysynnän tai sen vaihtelun ennustamiseksi. Yhdistämällä ABC-analyysi ja aikasarja-analyysi nimikkeiden varastotasojen hallitsemisen avuksi (lisäämällä +, - tai yhtä kuin-merkit) ei saada luotettavia tuloksia, sillä aikaisempina vuonna asetettu trendi saattaa olla seuraavana vuonna päinvastainen.

- Voidaanko kysynnän vaihtelua mallintaa ennustamisen helpottamiseksi?

Tarkasteltavien komponenttien kysyntä vaihteli paljon, mutta ohjauskortin avulla selvisi, että vaihtelu oli asetettujen kriteerien mukaan kuitenkin pääosin normaalia, komponenttia A lukuunottamatta. Vertaillen vuosien 2017 ja 2018 minimi- ja maksimikulutuksia taulukossa 2 huomattiin, että vuonna 2018 minimikulutukset voitiin kolmella komponentilla yhdistää vuoden kahdelle viimeiselle viikolle. Minimikulutukset loppuvuodesta voidaan selittää joulun loma-ajoilla, kun Teknowaren omien resurssien lisäksi sekä useimpien toimittajien, että asiakkaiden resurssit ovat pienemmät. Muita yhdistäviä tekijöitä ei taulukosta 2 löytynyt.

Opinnäytetyön tutkimusongelmana oli, voidaanko varmuusvarastomalleja käyttää VMI (Vendor Managed Inventory) -nimikkeiden kysynnän vaihtelun ennustamiseen vain historiatietoja käyttäen. Opinnäytetyön teoria- ja tutkimusosien perusteella kysynnän vaihtelua ei voida ainakaan tässä opinnäytetyössä käytettävien menetelmien avulla ennustaa. Koska kysynnän vaihtelua ei voi ennustaa, ei varmuusvarastojen tasoakaan voi laskea riskeeraamatta varaston palvelutasoa.

## Jatkotutkimusehdotukset

Kysyntää voisi tutkia jatkossa enemmänkin. Tähän opinnäytetyöhön valikoitui VMI:ssä olevia elektroniikan komponentteja, joita käytetään sekä juna-, bussi- ja turvavaloihin. Muuttamalla nimikkeiden valintakriteerejä voitaisiin tutkia esimerkiksi projektinimikkeiden kysyntää eri nimikeryhmissä, tai muiden kuin VMI-nimikkeiden kysyntää. Voitaisiin esimerkiksi tutkia juna-, bussi-, ja turvavalojen komponenttien kysyntää erikseen.

Kysynnän vaihtelua voitaisiin tutkia lisää. Tässä opinnäytetyössä käytettiin yleistä ohjauskorttia ja melko laajaa kontrollialuetta (kerroin 3). Määrittämällä tarkemmat kontrollirajat, tai käyttämällä eri ohjauskortteja, saataisiin tarkempia tuloksia tässäkin opinnäytetyössä tarkastelluille komponenteille. Ohjauskortteja on useita erilaisia, ja jatkotutkimuksena voisi etsiä optimaalisimman ohjauskortin kullekin nimikeryhmälle.

Teknowarella sekä hankintaosaston varastonohjaus (muun muassa käyttövarasto, varmuusvarasto, ostot) että myynti-osaston ennusteiden laskeminen nojaa paljon kokemuksen varaan, mikä tuo paljon haasteita sekä tuuraustilanteisiin, että uuden työntekijän perehdytykseen. Jatkossa voitaisiin tutkia, miten kehittää varastonohjausta selkeämmäksi tai automatisoidummaksi, tai miten kysyntää voitaisiin ennustaa paremmin ja tarkemmin niin, että kokemuksella ei olisi niin suuri paino päivittäisessä työssä.

## Oman työn arviointi

Aikataulu opinnäytetyölle oli tiukka kahdeksan viikkoa, mutta hyvin suunniteltu opinnäytetyöprosessi mahdollisti tehokkaan työskentelyn. Aikaisempaa tietoa aiheesta ei oikeastaan ollut ja opinnäytetyöprosessi aloitettiin perusteiden opiskelulla. Entuudestaan tuntematon aihe mahdollisti totaalisen oppimisprosessin.

Teoriaosuus oli helppo kirjoittaa tarkkaan rajattujen tutkimuskysymysten avulla, ja teoriaa löytyi paljon sekä painetuista, että elektronisista lähteistä. Työskentely Teknowaren osto-osastolla opinnäytetyöprosessin aikana helpotti prosessia paljon, sillä kollegat olivat jatkuvasti saatavilla, jos kysymyksiä ilmeni.

Tutkimusosa valmistui aikataulussa, mutta tiukan aikataulun vuoksi kvantitatiivinen osa jäi hiukan pienemmäksi kuin mitä oli suunniteltu. Tulokset eri komponenttien välillä olivat kuitenkin niin samantyyllisiä, ettei useampien samanlaisten komponenttien tutkimus ollutkaan tarpeellista. Haastattelut sujuivat odotetusti ja ongelmitta, ja aineistoa saatiin riittävästi konkreettisen luomiseksi nykytilanteesta.

Tässä työssä tutkimusongelmaan ja apukysymyksiin saatiin vastaus, mutta myös aihetta jatkotutkimukselle jäi paljon. Suuri vaihtelu heikentää prosesseja ja siksi vaihtelu onkin

mielenkiintoinen tutkimusaihe myös jatkossa, myös muulta kuin kysynnän vaihtelun osalta.

## 7 LÄHTEET

Ailawadi, S., Singh, R. 2006. Logistics Management. New Delhi. Prentice-Hall of India Private Limited.

Anderson, M., Anderson, E & Parker, G. 2019. How to avoid the bullwhip effect in operations management. Dummies [viitattu 3.4.2019]. Saatavissa: <https://www.dummies.com/business/operations-management/how-to-avoid-the-bullwhip-effect-in-operations-management/>

Anttila, S. 2019a. Aluepäällikkö. Teknoware Oy. Haastattelu 1.4.2019

Anttila, S. 2019b. VS: Myyntinimikkeiden määrästä (Opparikysymys). Sähköposti-viesti. Vastaanottaja Timonen, E. Lähetetty 15.4.2019

ASQ. 2019. Control chart [viitattu 28.4.2019]. Saatavissa: <https://asq.org/quality-resources/control-chart>

Berardinelli, C. 2019. The Complete Guide to Understanding Control Charts. ISIXSIGMA [viitattu 28.4.2019]. Saatavissa: <https://www.isixsigma.com/tools-templates/control-charts/a-guide-to-control-charts/>

Business Dictionary 2019. Working Stock [viitattu 26.3.2019]. Saatavissa: <http://www.businessdictionary.com/definition/working-stock.html>

Cohen, S. & Roussel, J. 2013. Strategic Supply Chain Management. The Five Disciplines For Top Performance. New York, NY : McGraw-Hill Education cop.

Edu 2019a. Lyhytaikaiset kysynnän vaihtelut [viitattu 16.4.2019]. Saatavissa: [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/markkinointisuunnitelma/minipages/lyhytaikaiset\\_kysynnän\\_vaihtelut.htm](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/markkinointisuunnitelma/minipages/lyhytaikaiset_kysynnän_vaihtelut.htm)

Edu 2019b. Pitkäaikaiset kysynnän vaihtelut [viitattu 16.4.2018]. Saatavissa: [http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/markkinointisuunnitelma/minipages/pitkaaikaiset\\_kysynnän\\_vaihtelut.htm](http://www03.edu.fi/oppimateriaalit/markkinointisuunnitelma/minipages/pitkaaikaiset_kysynnän_vaihtelut.htm)

Heikkilä, T. 2014. Kvantitatiivinen tutkimus. Edita Publishing Oy [viitattu 30.4.2019]. Saatavissa: <http://www.tilastollinentutkimus.fi/1.TUTKIMUSTUKI/KvantitatiivinenTutkimus.pdf>

Junttila, J. 2019. VS: Toiminnanohjausjärjestelmän ennusteen laskukaava. Sähköposti-viesti. Vastaanottaja Timonen, E. Lähetetty 4.4.2019

Karisto, A-P. 2013. Ostotoiminnan kehittäminen ABC-analyysin avulla. Jyväskylän ammattikorkeakoulu. Opinnäytetyö [viitattu 23.4.2019]. Saatavissa:

[https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/69794/Karisto\\_Ari-Pekka.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/69794/Karisto_Ari-Pekka.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Kauremaa, J. 2007. VMI – palvelua vai toimitusketjuyhteistyötä [viitattu 22.3.2019]. Saatavissa: <https://docplayer.fi/5623125-Vmi-palvelua-vai-toimitusketjuyhteistyota.html>

Kylä-Kaila, V. 2018. Kysynnän ennusteet tuotannosuunnittelun tukena. Turku AMK. Opinnäytetyö [viitattu 26.4.2019]. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/149750/Kyla-Kaila%20Ville.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Litterointilinkki. 2019. Yleisiä ohjeita [viitattu 30.4.2019]. Saatavissa: <https://litterointilinkki.wordpress.com/yleisia-ohjeita/>

Löfman, T. 2018. Teollisuuden digitalisation trendejä. CGI [viitattu 16.4.2019]. Saatavissa: <https://www.cgi.fi/fi/blogi/teollisuuden-digitalisaation-trendeja-2018>

Logistiikan maailma 2019a. ABC-analyysi [viitattu 24.3.2019]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/>

Logistiikan maailma 2019b. Kysynnän ja tarjonnan hallinta [viitattu 4.4.2019]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/logistiikka/logistiikka-ja-toimitusketju/kysynnän-ja-tarjonnan-hallinta/>

Logistiikan maailma 2019c. Varastonohjauksen ulkoistaminen [viitattu 8.4.2019]. Saatavissa: <http://www.logistiikanmaailma.fi/huolinta-terminaalit/varastointi/varastonohjaus/varastonohjauksen-ulkoistaminen/>

Misso, B. 2014. The Bullwhip Effect and Your Supply Chain. Entrepreneur Europe [viitattu 3.4.2019]. Saatavissa: <https://www.entrepreneur.com/article/232953>

Murray, M. 2018. Small Business Supply Chain: Vendor Managed Inventory (VMI). The Balance Small Business [viitattu 26.3.2019]. Saatavissa: <https://www.thebalancesmb.com/vendor-managed-inventory-vmi-2221270>

Opetushallitus 2010. Viestinvälitys- ja logistiikkapalvelut: Käsitteet ja käännökset [viitattu 3.4.2019]. Saatavissa: [https://www.edu.fi/viestinvalitys\\_ ja\\_logistiikkapalvelut/kasitteet\\_ ja\\_ kaannokset/p](https://www.edu.fi/viestinvalitys_ ja_logistiikkapalvelut/kasitteet_ ja_ kaannokset/p)

Piirainen, A. 2019. Kolme erittäin yleistä virhettä ennustamisessa. Quality Knowhow Karjalainen Oy [viitattu 16.4.2019]. Saatavissa: <http://www.qk-karjalainen.fi/fi/palvelut/artikkelit/artikkelisarja/kolme-virhetta-ennustamisessa/>

Promaint 2017. Teollisuuden viisi trendiä [viitattu 16.4.2019]. Saatavissa: <https://promaintlehti.fi/Alan-Uutiset/Teollisuuden-viisi-trendia>



Pulkka-Fuchs, E. 2019. Aluepäällikkö. Teknoware Oy. Haastattelu 2.4.2019

Rossi, H. 2019. Materiaalipäällikkö. Teknoware Oy. Useat haastattelut ja keskustelut aikavälillä 4.3.2019 – 14.5.2019

Rushton, A., Croucher, P., Baker, P. 2014. The handbook of logistics and distribution management. London, Philadelphia, New Delhi. Kogan Page Limited.

Saaranen-Kauppinen, A., Puusniekka, A. 2006. KvaliMOTV - Menetelmäopetuksen tietovaranto. Tampere: Yhteiskuntatieteellinen tietoarkisto [viitattu 30.4.2019]. Saatavissa: [https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6\\_3\\_2.html](https://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_3_2.html)

Sakki, J. 1999. Logistinen prosessi. Tilaus-toimitusketjun hallinta. Espoo. Jouni Sakki 1999.

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B – Vähemmällä enemmän. Vantaa. Jouni Sakki 2009.

Six Sigma 2019. Vaihtelu ja PDCA [viitattu 16.4.2019]. Saatavissa: <http://www.sixsigma.fi/fi/lean/vaihtelu-ja-pdca/>

Solakivi, T., Ojala, L., Laari, S., Lorentz, H., Kiiski, T., Töyli, J., Malmsten, J., Bask, A., Rintala, O., Paimader, A. & Rintala, H. 2018. Logistiikkaselvitys 2018. Turun Kauppakorkeakoulu [viitattu 25.3.2019]. Saatavissa: <https://blogit.utu.fi/logistiikkaselvitys/wp-content/uploads/sites/92/2019/01/Logistiikkaselvitys-2018-FINAL.pdf>

Sulaiman, H. 2019. Ostaja / Hankintainsinööri. Teknoware Oy. Haastattelu 19.3.2019

Suojärvi, A. 2019. Ostaja. Teknoware Oy. Haastattelu 19.3.2019

Taanila, A. 2011. Tunnuslukuja. Akin menetelmäblogi [viitattu 11.5.2019]. Saatavissa: <https://tilastoapu.wordpress.com/tag/keskihajonta/>

Teknoware Oy. 2019a. Yrityksemme [viitattu 6.3.2019]. Saatavissa: <https://www.teknoware.com/fi/yrityksemme>

Teknoware Oy. 2019b. Sisäiset yhteystiedot [viitattu 4.4.2019]. Saatavissa Teknoware Oy:n intranetissa: <http://intranet.teknoware.local/drupal/yhteystiedot#materiaalit>

Teknoware Oy. 2019c. Teknowaren Toimittaja-Extranet – toimitusohjelma [viitattu 30.3.2019]. Saatavissa Teknoware Oy:n sisäisestä arkistosta.

Teknowaren ERP. 2019. Toiminnanohjausjärjestelmä. Teknoware

Tilastokeskus. 2019a. Yritysten varastojen arvo kasvoi vuoden 2018 neljännellä neljänneksellä [viitattu 25.4.2019]. Saatavissa: [http://www.tilastokeskus.fi/til/tva/2018/04/tva\\_2018\\_04\\_2019-02-18\\_tie\\_001\\_fi.html](http://www.tilastokeskus.fi/til/tva/2018/04/tva_2018_04_2019-02-18_tie_001_fi.html)

Tilastokeskus. 2019b. Kvalitatiivinen tutkimus [viitattu 30.4.2019]. Saatavissa: [https://www.stat.fi/meta/kas/kvalit\\_tutkimus.html](https://www.stat.fi/meta/kas/kvalit_tutkimus.html)

Uitto, J. 2015. Tuotannon suunnittelun lähtökohdat – MRP. Jesse Uitto [viitattu 12.4.2019]. Saatavissa: <http://jesseuitto.fi/tuotannon-suunnittelujarjestelmien-lahtokohdat-mrp/>

Visma 2019a. Varastonohjaus - Mitä on varastonohjaus? [viitattu 3.4.2019]. Saatavissa: <https://www.visma.fi/epasseli/kirjanpidon-sanakirja/v/varastonohjaus/>

Visma 2019b. Tilauspiste ja taloudellinen tilauserä (EOQ) varastonohjauksessa [viitattu 14.5.2019]. Saatavissa: <https://www.visma.fi/blog/tilauspiste-ja-taloudellinen-tilausera-varastonohjauksessa/>

Yritystoiminta 2019. Markkinat ja kysyntä [viitattu 12.4.2019]. Saatavissa: <http://www.tieto.osaavayrittaja.fi/markkinat-ja-kysyntae>

## LIITTEET

### LIITE 1 Haastattelukysymykset ostajille

#### OSTOPROSESSI

Miten ostoprosessi toimii?

Miten ostoehdotukset toimii?

Miten reagoidaan, jos tarpeet nousee/laskee? Kuinka nopeasti? Löytyykö reagointiaikaan liittyvää dataa jostakin (siitä pisteestä kun ostotarve ilmenee siihen, että tavara on hyllyssä)?

#### TARVE

Miten tarve määritetään/ennustetaan/lasketaan?

Miten kuvailisit tämänhetkistä tarpeen vaihtelua? Kuinka paljon vaihtelua on?

#### VARASTO

Mitä tarkoittaa mekaaninen/manuaalinen varmuusvarasto?

Mikä on nykyinen varmuusvarastokaava? Miksi on valittu juuri se?

Kuinka hyvin se toimii, eli kuinka usein tarve voidaan täyttää, tai päinvastoin, kuinka usein varastoa ei olekaan kun tarve ilmenee? Kuinka usein varasto on liian suurena? Pääseekö tuotteita vanhentumaan?

#### VMI-NIMIKKEET

Mitä tarkoitetaan VMI-nimikkeillä?

Milloin VMI-nimikkeet on otettu käyttöön Teknowarella?

Paljonko nimikkeitä on? Millä ABC-luokituksella?

Mitkä nimikkeet ovat kriittisimpiä tai minkä nimikkeiden kanssa on eniten "ongelmia"? Mistä se voisi johtua? Onko jokin tietty prosessi, johon useamman nimikkeen ongelmat voisi yhdistää?

Voiko nimikkeille yleistää jotakin keskimääräistä toimitusaikaa?

Onko vanhentuvia tuotteita (kurantti/epäkurantti)? Kuinka nopeasti tuotteet vanhenevat?

Paljonko yhteistyötoimittajia on? Mitä tietoja he näkevät järjestelmistä?

Miten yhteistyö toimittajien kanssa toimii? Miten yhteistyö näkyy käytännön työssä?

## LIITE 2 Haastattelukysymykset myyjille

Millainen myyntiprosessi on?

Miten ennustatte kysyntää?

Seuraatteko todellista kysyntää?