



Open your mind. LUT.
Lappeenranta University of Technology

TUOTANTOTALOUDEN KOULUTUSOHJELMA

Kustannusjohtaminen

Käyttöpääoman ennustaminen kysyntäennusteen avulla

Working capital forecasting utilizing demand forecast

Kandidaatintyö

Vesa Könönen

Otto Pulli

TIIVISTELMÄ

Tekijät: Könönen Vesa & Pulli Otto

Työn nimi: Käyttöpääoman ennustaminen kysyntäennusteen avulla

Vuosi: 2016

Paikka: Lappeenranta

Kandidaatintyö. Lappeenrannan teknillinen yliopisto, tuotantotalous.

42 sivua, 6 kuvaa, 8 taulukkoa ja 3 liitettä

Tarkastaja(t): Pirttilä Miia

Hakusanat: käyttöpääoma, ennustaminen, käyttöpääomatarve, lopputuotevarasto, myyntisaamiset, kysyntä

Keywords: working capital, forecasting, requirement of working capital, finished-goods inventory, accounts receivables, demand

Työn tavoite on selvittää erilaisia käyttöpääoman ennustusmalleja, jotka pohjautuvat kysyntäennusteeseen. Tavoitteena on esittää malleja niin pitkän kuin lyhyenkin aikavälin ennustamiseen. Pitkällä aikavälillä mallien on tarkoitus ennustaa yrityksissä sitoutuvan käyttöpääoman kokonaistarvetta, kun taas lyhyen aikavälin malleilla pureudutaan käyttöpääomaerien (lopputuotevarasto ja myyntisaamiset) ennustamiseen tuotekohtaisesti. Työssä pyritään myös vastaamaan, miksi käyttöpääomaa kannattaa ennustaa ja miten sen hallintaa voidaan tehostaa.

Työ on toteutettu kirjallisuuskatsauksena, mitä on elävöitetty laskuesimerkein. Laskuesimerkkien tarkoitus on antaa lukijalle kuva käyttöpääoman ennustamisen todellisista mahdollisuuksista, jotta työ ei jäisi pelkäksi sanahelinäksi. Työssä esitetyt ennustusmallit on valittu matemaattisen yksinkertaisuutensa ehdolla, jotta niiden käyttäminen yritysmaailmassa olisi mahdollista.

Käyttöpääomatarpeen ennustamisen suurimpana haasteena voidaan pitää kysyntäennusteen luotettavuutta. Vuositasolla käyttöpääomatarpeen keskimääräinen osuus suhteessa liikevaihtoon on helpohko ennustaa liiketoiminnan pysyessä melko vakiona. Tarve voi kuitenkin vaihdella hyvin paljon kysynnän vaihdellessa kuukausi-, viikko- ja päivätasolla. Jos kysyntäennustetta saadaan tarkennettua, lopputuotevaraston kokoa ja siihen sitoutuvaa käyttöpääomaa on mahdollista pienentää, koska varmuusvaraston määrittelyssä käytettävä hajonta pienenee. Myyntisaamisten osalta lähitulevaisuudessa sitoutuvaan käyttöpääomaan vaikuttaa eniten asiakaskohtainen maksukäyttäytyminen, koska myyntisaamisiin vaikuttava kysyntä on suurimmalta osaltaan jo toteutunut.

SISÄLLYSLUETTELO

1	Johdanto	1
1.1	Tausta	1
1.2	Tavoitteet ja rajaukset	1
1.3	Tutkimuskysymykset	2
1.4	Menetelmä ja rakenne	2
2	Ennustusmenetelmät ja niiden parantaminen	3
2.1	Kvalitatiivinen ennustaminen.....	3
2.2	Kvantitatiivinen ennustaminen.....	3
2.3	Ennustuksien parantaminen.....	4
3	Kysynnän ennustaminen	7
3.1	Yleistä kysynnän ennustamisesta	7
3.2	Tasaisen kysynnän ennustaminen	7
3.3	Trendiä seuraavan kysynnän ennustaminen	9
3.4	Kausivaihtelevan kysynnän ennustaminen.....	12
3.5	Päivittäisen kysynnän ennustaminen.....	12
3.6	Kysynnän ennustusvirheet.....	13
3.7	Kysynnän hajonnan ennustaminen.....	17
4	Käyttöpääoma ja sen tarpeen ennustaminen	19
4.1	Yleistä käyttöpääomasta.....	19
4.2	Käyttöpääomatarpeen ennustaminen.....	22
5	Käyttöpääomaerien ennustaminen	24
5.1	Yleistä lopputuotevarastosta	24
5.2	Varastotasoon vaikuttavat tekijät kysynnän lisäksi.....	25
5.3	Lopputuotevarastoon sitoutuvan käyttöpääomatarpeen ennustaminen	27
5.4	Yleistä myyntisaamisista.....	29
5.5	Myyntisaamisten ennustaminen	30
5.6	Myyntisaamisten kassaan maksujen estimoiminen	32
6	Johtopäätökset	36
	Lähteet	38
	Liite 1	
	Liite 2	
	Liite 3	

1 JOHDANTO

1.1 Tausta

Finanssikriisin aikaan yritysrahoituksen saatavuus on heikentynyt. Haastetta lisää yritysten omien taseiden heikentyminen laskusuhdanteessa, joka laskee luottokelpoisuutta. (Hakkarainen, 2009) Yrityksissä juokseva liiketoiminta sitoo rahaa, joten käyttöpääoman hallinta on korostunut finanssikriisin myötä.

Käyttöpääoman hallinnan korostuneisuudesta kertoo pk-yritysbarometri, jonka mukaan yritysten ulkoisen rahoituksen tärkeimpänä käyttökohteena pidetään käyttöpääomaa (Suomen yrittäjät et al. 2016, s. 30). Lisäksi Suomen Pankin kyselyn (2015, s. 4) mukaan asiakasyritysten laskunmaksuajat ovat pidentyneet, mikä on kasvattanut yritysten rahoitustarpeita.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Työn tavoitteena on tuoda lukijalle ilmi, miten yrityksissä voidaan ennustaa käyttöpääoman tarvetta kysynnän avulla. Lisäksi tutustutaan tarkemmin kysynnän ennustamiseen ja sen vaikutuksista käyttöpääomaeriin (lopputuotevarasto ja myyntisaamiset). Työn aiheesta on kirjoitettu hajanaisesti monissa eri kirjoissa sekä akateemisissa lehdissä. Tämän takia työn tavoitteena on tarjota lukijalle kootusti useiden lähteiden asiat suomen kielellä. Lisäksi kyseiset asiat pyritään esittämään selkeästi kuvien ja laskuesimerkkien avulla.

Työ rajautuu yritysmyyntiä harjoittaviin yrityksiin. Tällöin hyödykkeitä myyvälle yritykselle syntyy myyntisaamisia, joihin sitoutunutta käyttöpääomaa työssä tarkastellaan. Lisäksi yritys valmistaa tuotteita varasto-ohjautuvasti, koska kyseinen tuotannonohjaustapa sisältää lopputuotevarastoja, joita työssä tutkitaan. Varastoja ennustettaessa tuotteiden yksikkökohtaisten hankintamenojen oletetaan pysyvän vakioina. Lyhyen aikavälin käyttöpääomaerien ennustusmalleissa huomioidaan vain yrityksen myyntipuolella olevat lopputuotevarasto ja myyntisaamiset. Käytetyt ennustusmallit ovat aikasarjamenetelmiä, jotka pohjautuvat kerättyyn numeeriseen dataan.

1.3 Tutkimuskysymykset

Käyttöpääoman ennustamista voidaan pitää yritysten käyttöpääoman hallinnan keinona. Työn tarkoitus on tuoda lukijalle tietoon käyttöpääoman ennustamisen menetelmiä ja niiden avulla saavutettavia hyötyjä. Työ kiteytyy kahteen tutkimuskysymykseen:

Miten käyttöpääomaa voidaan ennustaa?

Miten kysyntäennuste vaikuttaa käyttöpääomaeriin?

Ensimmäisen tutkimuskysymyksen tarkoitus on selvittää käyttöpääoman sitoutumista sekä pitkällä että lyhyellä aikavälillä. Pitkällä aikavälillä käsitellään keskimääräisen vuotuisen käyttöpääomamäärän ennustamista ja lyhyellä aikavälillä esitetään vuotta lyhyempien ajanjaksojen käyttöpääoman ennustamista, jota voidaan hyödyntää yritysten operatiivisessa toiminnassa. Toisella tutkimuskysymyksellä selvitetään kysyntäennusteen vaikutusta käyttöpääomaeriin, jotta käyttöpääoman tarve osattaisiin minimoida.

1.4 Menetelmä ja rakenne

Tämä työ toteutetaan kirjallisuuskatsauksena. Työn taustalla on käytetty vanhempaa kirjallisuutta ja oppikirjoja, joita täydennetään uusimmilla tutkimuksilla. Ennustuksia havainnollistetaan esimerkeillä eri malleista, joiden avulla tekstistä saadaan ymmärrettävämpi ja elävämpi kokonaisuus. Lisäksi työssä esitetään reilusti laskennallisia esimerkkejä, joiden avulla voidaan luoda kysyntäennusteita ja ennustaa käyttöpääomaa. Työn lähteinä on käytetty alan kirjallisuutta ja tieteellisiä artikkeleita yhdistäen ne tiiviiksi kokonaisuudeksi.

Työn rakenne on loogisesti etenevä ja se alkaa ennustamisen esittelyllä. Tämän jälkeen esitetään kysynnän ennustamismalleja ja esimerkkejä kysynnän ennustamisesta. Seuraavaksi kysynnän ennustaminen liitetään käyttöpääoman ennustamiseen, joista ensimmäisenä käydään läpi pitkän aikavälin ennustamista. Toisena tutkitaan tarkemmin kysynnän ennustamisen vaikutuksia käyttöpääomaeriin (lopputuotevarasto ja myyntisaamiset) eli lyhyen aikavälin ennustamista. Lopuksi työ nidotaan johtopäätöksiin, jossa esitetään työn tulokset, tavoitteiden täyttyminen sekä mahdolliset jatkotutkimuskohteet.

2 ENNUSTUSMENETELMÄT JA NIIDEN PARANTAMINEN

2.1 Kvalitatiivinen ennustaminen

Kvalitatiiviset ennustusmenetelmät pohjautuvat henkilön tai paneelin subjektiiviseen arvioon tulevaisuudesta. Tällöin aikaisempaa dataa ei käytetä ennusteita luodessa ollenkaan hyödyksi, joten kvalitatiivinen menetelmä onkin usein ”viimeinen vaihtoehto” ennustamiselle. Kvalitatiivisten mallien etuja ovat niiden nopea rakentaminen ja halpuus mallia kehitettäessä. Mallit ovat kuitenkin tekijöidensä näköisiä, joten ne voivat olla vääristyneitä. Mallien heikkouksia ovat myös niiden käytettävyys suurelle joukolle tuotteita, eivätkä ne tuota tarkkoja ennusteita, koska ne perustuvat henkilökohtaisiin mielipiteisiin. (Chase 1997, s. 2)

Kvalitatiivisessa ennustamisessa on selviä etuja kvantitatiiviseen ennustamiseen nähden. Tuotteen elinkaaren alussa historiallista dataa ei ole saatavilla, jolloin ennustamiseen voidaan käyttää kvalitatiivisia malleja. Tuotteen tulo myyntiin aiheuttaa markkinoille vaikeasti ennustettavia tilanteita, joissa joudutaan käyttämään subjektiivisia arvioita. (Makridakis & Wheelwright, 1979, s. 5) Turbulenttisessa liiketoimintaympäristössä ennustuksia voidaan parantaa yhdistämällä kvalitatiivinen ja kvantitatiivinen ennustaminen toisiinsa.

Kvalitatiivista ennustamista voidaan käyttää hyväksi kvantitatiivisessa ennustamisessa. Tuotteen markkinakysyntää ennustettaessa pelkästään kvalitatiivisella aineistolla ei voida ennustaa tarkkaa kysyntää. Kvantitatiivisilla menetelmillä tämä on kuitenkin mahdollista, jättäen kuitenkin epävarmuuden ennustuksen tarkkuudesta johtuen useista muuttujista. Yhdistämällä kvalitatiivinen malli kvantitatiiviseen ennustamiseen saadaan tuotteen markkinakysynnästä tarkempi ennuste kuin ennustettaessa pelkästään kvantitatiivisesti. (Chenxi et al. 2010, s. 59-64)

2.2 Kvantitatiivinen ennustaminen

Kvantitatiiviset ennustusmenetelmät pohjautuvat joko ainoastaan aikaisempaan myyntiin tai aikaisemman myynnin ja jonkin muun muuttujan suhteeseen, toisin sanoen aikaisemmin kerättyyn dataan. Kvantitatiiviset menetelmät jakautuvat vielä kahteen eri lajiin:

aikasarjamenetelmiin ja kausaalisuhteisiin perustuviin menetelmiin. (Chase 1997, s. 2; Makridakis & Wheelwright, 1979, s. 4-5)

Usean peräkkäisen vuoden tai muun ajanjakson aikana kerättyjä muuttujan arvoja kutsutaan aikasarjaksi (Niskanen & Niskanen 2003, s. 217). Aikasarjamenetelmät perustuvatkin oletukseen, että tulevat myynnit noudattavat aikaisempien myyntien kaavoja, joita ovat esimerkiksi kausimyyntin ja jaksottaisen myyntin mallit. Kyseiset kaavat täytyy identifioida aikaisemmilta vuosilta ja täytyy olettaa, että ne jatkuvat myös tulevaisuudessa, joka on aikasarjamenetelmien oletus. Aikasarjamenetelmien etuja ovat niiden yksinkertaisuus ja soveltuvuus tilanteisiin, jossa tarvitaan ennusteita useille eri tuotteille. Lisäksi mallit kykenevät tasoittamaan pieniä kysynnän heilahteluita. Aikasarjamenetelmien huonoja puolia ovat niiden vaatimat suuret datamäärät aiemmilta vuosilta, hidas reagoiminen myyntimäärien muutoksiin ja ennustaminen ei onnistu pitkälle aikavälille. (Chase 1997, s. 2, 23; Makridakis & Wheelwright, 1979, s. 31-32)

Kausaalisuhdemallien perusolettamus on, että tiettyjen tuotteiden tulevaisuuden myynnit liittyvät läheisesti johonkin ulkopuoliseen muuttujaan tai muuttujiin. Esimerkiksi myyntin muutokset liittyvät hinnan ja mainostuksen muutoksiin. Kun muuttujien välisen yhteyden luonne saadaan selville, voidaan sitä käyttää tulevaisuuden myyntin ennustamisessa. Kausaalisuhteisten mallien etuja ovat niiden halpuus, helppo käyttöönotto ja lyhyen aikavälin tarkka ennustetarkkuus. Toisaalta mallien haittapuolia ovat niiden ennustetarkkuuden riippuvuus käytettävistä muuttujista, raakuus sisäisen muuttujan estimoinnissa sekä mallien luomiseen vaadittavan datan kerääminen. (Chase 1997, s. 23; Granger 1989, s. 124)

2.3 Ennustuksien parantaminen

Tärkein tekijä ennustuksia parannettaessa on ymmärtää, mitä kysynnän ennustaminen on ja mitä se ei ole. Kysynnän ennustaminen on johtamista eikä tietokoneohjelma, mikä on tärkeä tietää, sillä se vaikuttaa yrityksen moneen eri alueeseen. Tällöin ennustuksen tekijällä on oltava tiedossa, kuinka ennusteita käytetään sekä minkälaisia haasteita ennustukset voivat aiheuttaa päätöksentekoon (Granger 1989, s. 257). Yrityksellä on oltava selvä kuva, kuinka paljon hyödykkeitä se pystyy myymään sekä lyhyellä että pitkällä aikavälillä. Nykyisillä ostajan

markkinoilla on enää harvoin mahdollista myydä niin paljon tuotteita kuin niitä olisi mahdollista tuottaa, joten kysyntä muodostuu toiminnan pullonkaulaksi (Rieg 2010, s. 221). Tällöin yrityksen toiminta-asteen on vastattava kysyntään. Tähän kuuluvat muun muassa riittävä raaka-aineiden ja lopputuotteiden varastointi, tuotannon suunnittelu kysynnän mukaisesti sekä työvoiman ja raaka-aineiden hankinta kustannustehokkaasti. (Moon et al. 1998, s. 44)

Toinen tärkeä tekijä on oikeanlaisen datan käyttö. Yritysjohdon täytyykin antaa ennustuksen tekijälle käyttöön riittävä ja oikea tieto ennustuksen laatimiseen (Granger 1989, s. 257). Mahdollinen virhetilanne voi esiintyä markkinoiden kysyntää ennustettaessa, jolloin vahingossa ennustetaankin tuotannon kapasiteetti. Oletetaan tietyn tuotteen kysynnän olevan 1500 kappaletta ja samaan aikaan yritys kykenee valmistamaan kyseistä tuotetta 1000 kappaletta. Jos yritys käyttää kapasiteettia ennusteita laskiessa, kattamattomaksi kysynnäksi tulee 500 kappaletta. Tällöin yritys ei saavuta tietoa mahdollisesta kapasiteetin kasvattamisesta. Tämä ongelma esiintyy yleensä silloin, kun kysynnän ennustamisen perusteena käytetään aikaisempia myyntitilastoja. (Moon et al. 1998, s. 47)

Yksi tärkeä tekijä ennustuksia parannettaessa on ennustusmallien oikeanlainen käyttö. Monet yritykset käyttävät pelkästään kvalitatiivisia menetelmiä ennusteita tehdessään jättäen kvantitatiiviset menetelmät kokonaan huomioimatta. Toinen virhe, mitä yritykset tekevät, on luottaa ennustusmallien kykyyn ratkaista koko ennustusongelma yrityksen puolesta. Ennustusmenetelmät ovat olennainen osa tehokasta myynnin ennustamista, mutta yritysten täytyy ymmärtää, kuinka sekä kvalitatiiviset että kvantitatiiviset mallit toimivat ja mihin ne perustuvat. Ilman näitä tietoja yritykset eivät kykene analysoimaan uuden ennustusjärjestelmän implementoinnista syntyviä kustannuksia ja saavuttamaan toteutuksen hyötyjä. Kun yritykset tuntevat mahdolliset ennustusmenetelmät, pystyvät ne valitsemaan omaan yritykseen soveltuvan mallin. Tätä kautta ennustuksia voidaan käyttää tehokkaasti ja sitä kautta saavuttaa taloudellisia hyötyjä. (Moon et al. 1998, s. 49; Ott et al. 2013, s. 204)

Tulosten mittaaminen on yksi keino kehittää ennustamista. Liian usein mittausvirheenä käytetään hajontaa, vaikka itse malli voi sisältää virheitä laskelmissaan (Rieg 2010, s. 221). Yritysten täytyy kehittää järjestelmä ennustuksien suorituskyvyn mittaamiseen, työkalut

palautteen antoon ja standardit sekä tavoitteet kertomaan, milloin ennustus on hyvä. Jos ennustustarkkuuksia ei kyetä mittaamaan, yritys ei saa riittävää informaatiota ennustamisen kehittämiskohteista ja ennustuksiin tehtyjen muutosten vaikutuksista. Ennustusten laadulla nähdään olevan suora vaikutus yrityksen toiminnan laatuun, koska ennustukset toimivat päätöksenteon tukena (Rieg 2010, s. 221). Tällöin yrityksen johdon ja ennustusten tekijöiden täytyy olla vakuuttuneita ennusteiden laadusta ja riittävästä päivittämisestä (Granger 1989, s. 257). Kun ennustusten hyvyttä mitataan, yritys kykenee parantamaan ennustustarkkuutta sekä kehittämään ennustusprosessia. (Moon et al. 1998, s. 50-51; Ott et al. 2013, s. 204-205)

3 KYSYNNÄN ENNUSTAMINEN

3.1 Yleistä kysynnän ennustamisesta

Kysynnän ennustaminen on yritykselle tärkeä prosessi, koska se vaikuttaa hyvin paljon yrityksen rahavirtoihin. Ennustuksen virheet voivat vaikuttaa virheellisesti tuotannon ja kapasiteetin suunnitteluun sekä yrityksen varastointiin (Kerkkänen et al. 2009, s. 45). Kysynnän ennustamisen onnistuessa kyetään alentamaan varastotasoa niin raaka-aineiden kuin valmistuotteiden osalta (Croxtton et. al. 2002, s. 51). Yleinen tavoite onkin saada varastotasot niin alhaiselle tasolle kuin mahdollista tyydyttäen kuitenkin asiakkaan tarpeet. Liian suuret varastot aiheuttavat varastonpitokustannuksia, tuotteiden pilaantumista ja vanhentumista, jolloin yritykselle tulee tarpeettomia kustannuksia. Toisaalta, jos varastotasot ovat liian alhaiset kysyntään nähden, tulee myynninmenetyksiä, joten tarkat ennustukset ovat välttämättömiä yrityksen selviytymiselle ja kasvumahdollisuuksille. (Thomopoulos 2015, s. 1)

Kysyntäennuste on arvio keskimääräisestä kysynnästä tulevaisuudessa. Kysynnän määrä ei kuitenkaan riitä, vaan pitää tietää, kuinka epäluotettava ennuste on. Kysynnän epävarmuuden eli hajonnan kasvaessa myös varmuusvaraston koko kasvaa. Kysyntää tarvitsee harvoin ennustaa yli vuoden päähän, joten ennusteet ekstrapoloidaan aiemmin toteutuneen datan pohjalta. (Axsäter 2015, s. 7) Jotta tuotteelle löytää sopivimman kysyntäennustemallin, on kaikkia malleja kokeiltava ja katsottava, minkä mallin virhe on pienin (Mentzer & Moon 2005, s. 107).

3.2 Tasaisten kysynnän ennustaminen

Tasaista kysyntää noudattavat tuotteet, jotka ovat vakiinnuttaneet asemansa markkinoilla kuten hammastahna. Mikäli tuotteen kysynnässä ei ole havaittavissa trendi- tai kausivaihtelua, sen voidaan olettaa noudattavan tasaista kysyntää. Tasaista kysyntää mallinnetaan kaavalla 1

$$x_t = a + \varepsilon_t, \tag{1}$$

jossa x_t on kysyntä aikavälillä t , a on keskimääräinen kysyntä (vakio) ja ε_t on satunnainen poikkeama keskimääräisestä kysynnästä. (Axsäter 2015, s. 9)

Koska kaavassa 1 olevaa satunnaista poikkeamaa ei pystytä ennustamaan, halutaan estimoida vakiota a . Tällöin käytetään kaavan 2 tapaista liukuvan keskiarvon menetelmää

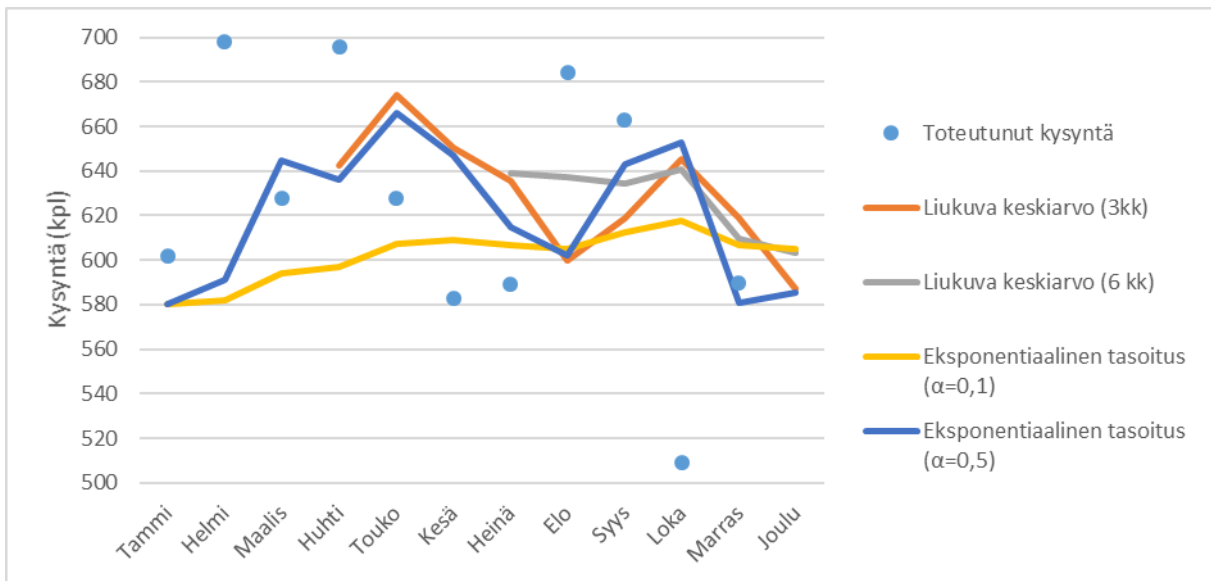
$$\hat{x}_{t,\tau} = \hat{a}_t = (x_t + x_{t-1} + x_{t-2} + \dots + x_{t-N+1})/N. \quad (2)$$

Kaavassa 2 \hat{a}_t on kysynnän estimaatti ajanjaksolle t , $\hat{x}_{t,\tau}$ on ennuste ajalle τ ($\tau > t$) ja N on aikajaksojen lukumäärä. Jos a muuttuu hitaasti ja poikkeama on suuri, N :lle suositaan suuria arvoja, jotta poikkeaman vaikutus pieneneisi. Jos a puolestaan muuttuu nopeasti ja poikkeama on pieni, N :lle suositaan pieniä arvoja, jotta kaava sallii a :n muutoksen. (Axsäter 2015, s. 11; Alwan et al. 2016, s. 20)

Liukuvan keskiarvon sijasta voidaan käyttää eksponentiaalista tasoitusta. Malli laskee ennusteen hyödyntämällä edellisen ennusteen ja toteuman lineaarista kombinaatiota. Eksponentiaalisen tasoituksen kaava 3 on

$$\hat{x}_{t,\tau} = \hat{a}_t = (1 - \alpha)\hat{a}_{t-1} + \alpha x_t, \quad (3)$$

jossa α on tasoitusvakio ($0 < \alpha < 1$). Jos α on 0, niin ennustetta ei päivitetä ja α :n ollessa 1 ennusteeksi valitaan kysynnän tuorein toteuma. (Axsäter 2015, s. 11-12; Alwan et al. 2016, s. 21) Eksponentiaalisen tasoituksen mallit ovat tarpeeksi halpoja, yksinkertaisia ja nopeita laskea, jotta niitä voidaan käyttää satojen tuotteiden kysynnän ja sitä kautta varastotason ennustamiseen (Ferbar Tratar 2015, s. 65).



Kuva 1: Tasaisen kysynnän ennustemallien eroavaisuudet.

Kuvassa 1 on kuvattu tasaisen kysynnän ennustamista kahdella liukuvalla keskiarvolla ja kahdella eksponentiaalisella tasoituksella. Ensimmäiset liukuvien keskiarvojen ennustukset on tehty vasta huhti- ja heinäkuussa, jotta tarvittava määrä dataa on kertynyt kolmen ja kuuden kuukauden ajalta. Ensimmäiset ennustukset eksponentiaalisissa tasoituksissa alkavat helmikuussa, koska malli hyödyntää edellisen jakson ennustetta, joka on asetettu tammikuussa 580:een. Kuvasta 1 huomataan, että tasaisen kysynnän ennustamismenetelmästä riippumatta, ennusteet ovat keskenään hyvin samankaltaisia. Eksponentiaalisen tasoituksen osalta on nähtävissä, että mitä suurempi tasoitusvakio α on, sitä enemmän ennuste hyödyntää viimeisimmän kysynnän toteumaa.

3.3 Trendiä seuraavan kysynnän ennustaminen

Trendiä seuraavasta kysynnästä on erotettavissa joko järjestelmällisesti kasvavaa tai laskevaa lineaarista muutosta. Trendiä seuraavat tuotteet ovat markkinoilla kasvuvaiheessa, jolloin kysyntä järjestelmällisesti kasvaa tai laskee. Trendiä mallinnetaan kaavalla 4

$$x_t = a + bt + \varepsilon_t, \quad (4)$$

jossa b kuvaa lineaarista kasvu- tai laskunopeutta. Muut muuttujat ovat samoja kuin kaavassa 1. (Axsäter 2015, s. 9)

Koska satunnaista poikkeamaa ei voida ennustaa trendituotteidenkaan kysynnässä, voidaan estimoida muuttujia a ja b . Kaavoissa 5 ja 6 kuvataan eksponentiaalisen tasoituksen kaavat edellä mainittujen muuttujien estimoimiseksi.

$$\hat{a}_t = (1 - \alpha)(\hat{a}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}) + \alpha x_t, \quad (5)$$

$$\hat{b}_t = (1 - \beta)\hat{b}_{t-1} + \beta(\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}), \quad (6)$$

missä α ja β ovat tasoitusvakioita nollan ja yhden välillä. Kaava 7 ennustaa tulevia kysyntöjä nykyhetkestä halutun ajanjakson ajan

$$\hat{x}_{t,t+k} = \hat{a}_t + k\hat{b}_t. \quad (7)$$

Tällöin k tarkoittaa halutun ajanjakson etäisyyttä tästä hetkestä. Jotta trendin muutoksen vaikutukset ennusteeseen saadaan minimoitua, kannattaa tasoitusvakioksi β valita pieni luku. (Axsäter 2015, s. 15-16; Atanackov & Boylan 2011, s. 56)

Trendiä seuraavaa kysyntää voidaan ennustaa myös regressioanalyysin avulla. Tällöin menneen kysynnän pohjalle pyritään luomaan suora, jonka kokonaisvirhe on mahdollisimman pieni. Regressioanalyysin kaava 8 saadaan kaavojen 9, 10, 11 ja 12 avulla

$$\hat{x}_{t,t+k} = \hat{a}_t + \hat{b}_t k \quad (8)$$

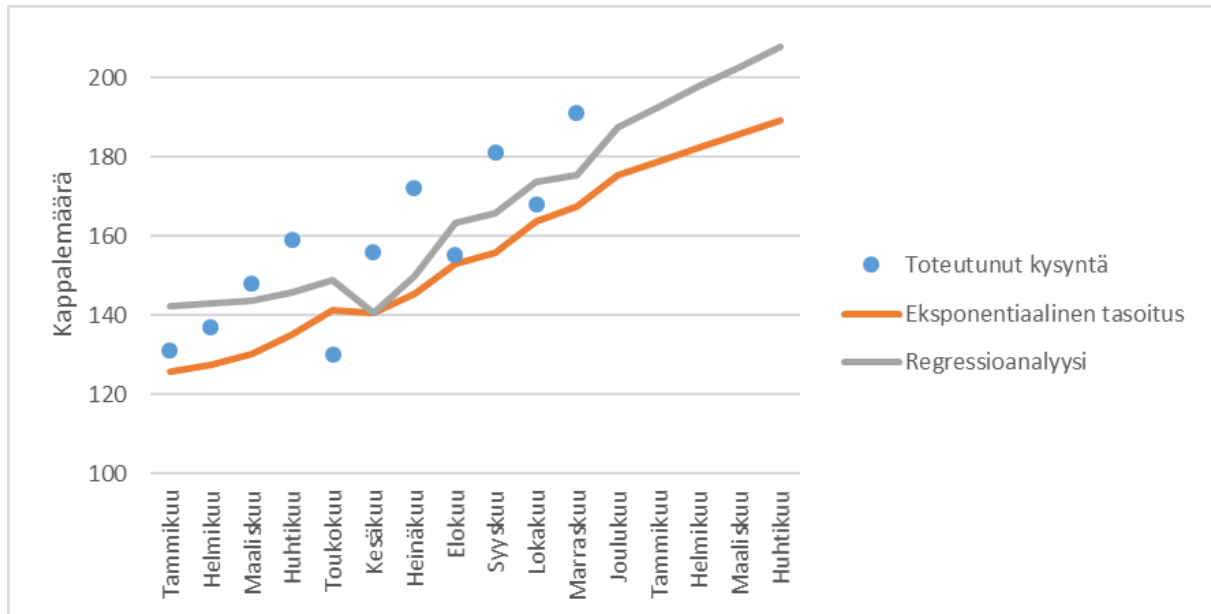
$$\hat{a}_t = \bar{x} - \hat{b}_t \bar{k}, \quad (9)$$

$$\bar{x} = \frac{1}{N} \sum_{k=-N+1}^0 x_{t+k}, \quad (10)$$

$$\bar{k} = \frac{1}{N} \sum_{k=-N+1}^0 k = -(N-1)/2, \quad (11)$$

$$\hat{b}_t = \frac{\sum_{k=-N+1}^0 (k-\bar{k})(x_{t+k}-\bar{x})}{\sum_{k=-N+1}^0 (k-\bar{k})^2}, \quad (12)$$

joissa $\hat{x}_{t,t+k}$ on regression lineaarinen suora. Mitä enemmän toteutuneita kysyntöjä otetaan huomioon, sitä vakaammaksi ja tarkemmaksi regressiosuora saadaan. Tavallisesti huomioon on otettava vähintään kymmenen toteuman tiedot. (Axsäter 2015, s. 19-21)



Kuva 2: Eksponentiaalisen tasoituksen ja regressioanalyysin erot trendiä seuraavassa kysynnässä.

Kuvassa 2 on kuvattu eksponentiaalinen tasoitus ja regressioanalyysi trendin mukaisessa kysynnässä. Regressioanalyysi on tehty juoksevasti edellisen 11 kuukauden kysynnän tietoja ja siksi se ei ole lineaarinen. Kun analyysistä saadaan laskettua joulukuulle estimaatit \hat{a}_t ja \hat{b}_t , niin muuttujaa k muuttamalla saadaan aikaan tulevaisuutta ennustava lineaarinen suora. Eksponentiaalisessa tasoituksessa kaavaa on päivitetty kuukausittain aina joulukuuhun asti, jonka jälkeen muuttujaa k muuttamalla saadaan ennustettua alkavan vuoden kysyntää. Eksponentiaalisessa tasoituksessa on käytetty alfan arvona 0,2 ja beetan arvona 0,05. Kuvasta 2 huomataan tulevaisuutta ennustettaessa, että regressiosuora muuttuu eksponentiaalista tasoitusta voimakkaammin eli sen kulmakerroin on suurempi, koska se huomioi trendin voimakkuuden vahvemmin, ellei eksponentiaalisen tasoituksen beetan arvoksi aseteta suurta arvoa.

3.4 Kausivaihtelevan kysynnän ennustaminen

Kausivaihtelevan kysynnän ennustamista tarvitaan, kun tietyn ajanjakson välein on kysyntäpiikki. Helppoiten ymmärrettävä esimerkki lienee joulukoristeet, joilla on joka vuosi kysyntää käytännössä vain joulun alla. Kausivaihtelevalle kysynnälle on olemassa kaava 13

$$x_t = (a + bt)F_t + \varepsilon_t, \quad (13)$$

jossa F_t on kausivaihtelun indeksi. Jos F_t on esimerkiksi 1,2, niin kysyntä ajanjaksolla t on oletettavasti 20 % tavanomaista korkeampaa. Kun kaavassa 13 oleva b on nolla, kyseessä on kausivaihteleva tasaisen kysynnän tuote. Muutoin kyseessä on kausivaihteleva trendiä seuraavan kysynnän tuote. (Axsäter 2015, s. 10)

Edellä mainittu kaava 13 pätee vain tuotteille, joilla on hyvin selvä kausivaihtelu. Näitä tuotteita on olemassa vain vähän. Winterin menetelmä yhdistää trendi- ja kausivaihtelun eksponentiaaliseen tasoitukseen. Winterin menetelmän mukaan ennuste lasketaan kaavalla 16 kaavojen 14, 6 ja 15 kautta

$$\hat{a}_t = (1 - \alpha)(\hat{a}_{t-1} + \hat{b}_{t-1}) + \alpha(x_t/\hat{F}_t), \quad (14)$$

$$\hat{b}_t = (1 - \beta)\hat{b}_{t-1} + \beta(\hat{a}_t - \hat{a}_{t-1}), \quad (6)$$

$$\hat{F}'_t = (1 - \gamma)\hat{F}_t + \gamma(x_t/\hat{a}_t), \quad (15)$$

$$\hat{x}_{t,t+k} = (\hat{a}_t + k\hat{b}_t)\hat{F}'_{t+k}, \quad (16)$$

jossa tasausvakio γ saa arvon 0-1 väliltä. (Axsäter 2015, s. 17; Constantino et al. 2016, s. 309)

3.5 Päivittäisen kysynnän ennustaminen

Edellä mainitut ennustemallit sopivat hyvin kuukausitason tai jopa viikkotason ennustamiseen. On olemassa yksinkertainen malli, jolla kuukausiennuste voidaan muuttaa päivätason ennusteeksi. Vaikka kyseisellä ennusteella on mallinnettu kassavirtoja, sen voidaan olettaa toimivan myös kysyntää ennustettaessa. Mallissa annetaan jokaiselle kuukaudenpäivälle suhteellinen osuus koko kuukauden ennusteesta. Mallin viikonpäivätekijä on viikonpäivän

suhteellisen osuuden ja viikonpäivän keskimääräisen osuuden erotus. Suhteelliset osuudet määritellään aiemmin toteutuneen datan keskiarvona. Lisäksi pyhäpäiville voidaan asettaa omat arvot, jos menneiden vuosien perusteella niiden tiedetään poikkeavan keskimääräisestä. Jokainen päivä saa oman ennuste-estimaattinsa kuukaudenpäivän suhteellisen osuuden ja viikonpäivätekijän summana. Ennuste saadaan estimaatin ja kuukausiennusteen tulona, mutta se täytyy normalisoida jakamalla arvo estimaattien summalla. (Stone & Wood 1977, s. 40-44)

Liitteessä 1 on laskettu päiväkohtaiset joulukuun ennusteet sekä eksponentiaalisen tasoituksen että regressioanalyysin ennusteiden perusteella eli kuvan 2 dataa hyödyntäen. Liitteen 1 kuukauden- ja viikonpäivätekijät ovat satunnaislukuja. Kun kysynnän kuukausitason ennustus muutetaan päiväkohtaiseksi, täytyy huomata, että estimaatin on oltava aina vähintään nolla, koska kysyntä ei voi olla negatiivista.

3.6 Kysynnän ennustusvirheet

Kysynnän ennustamiseen ei riitä kysynnän keskimääräinen estimointi, vaan pitää myös tietää, kuinka epävarma ennuste on eli kuinka suuren virheen se sisältää. Se, kuinka suuri virhe hyväksytään, riippuu hyvin paljon tuotteen arvosta ja menekistä. Jos tuotteella on vähän kysyntää ja sen arvo on pieni, voidaan hyväksyä suurempi virhe kuin suuren volyymin arvokkaan tuotteen kohdalla. (Mentzer & Moon 2005, s. 44-45)

Ennustustarkkuuden todelliset mittarit

Ennustusvirheiden todentaminen alkaa saman aikajakson välisestä kysynnän ennusteen ja toteuman välisestä erotuksesta, joka esitetään kaavassa 17. Erotus voidaan laskea kumminpäin tahansa, mutta ennusteesta vähennettäessä positiivinen lopputulos tarkoittaa liian suurta ennustetta ja negatiivinen taas liian pientä. Luku on vähäpätöinen, mutta antaa johtajille vahvan näkemyksen ennustuksen hyvydestä. (Mentzer & Moon 2005, s. 46)

Ensimmäinen todellinen ennustustarkkuuden mittari on keskimääräinen virhe, joka esitetään kaavassa 18. Malli laskee halutulta ajalta virheiden etumerkit huomioivan keskiarvon. Keskimääräinen absoluuttinen virhe, joka tunnetaan myös keskimääräisenä absoluuttisena

hajontana, lasketaan kaavan 18 tavoin, mutta kaava 19 käyttää virheiden itseisarvoa. (Mentzer & Moon 2005, s. 46-48; Wallström & Segerstedt 2010, s. 628)

Mikäli suuria virheitä halutaan painottaa, voidaan virheet korottaa toiseen potenssiin. Virheiden neliösumman malli esitetään kaavassa 20. Mallin avulla ennusteen hyvydestä tiedetään vain sen olevan sitä parempi, mitä lähempänä nollaa se on. Mallia voidaan parantaa tekemällä siitä keskimääräinen eli jakamalla se otosjaksojen määrällä kuten kaavassa 21. Tällöin luku kertoo keskimääräisen jakson aikaisen virheen neliön. (Mentzer & Moon 2005, s. 48-49; Wallström & Segerstedt 2010, s. 628)

$$E = F - D \quad (17)$$

$$ME = \sum E / N \quad (18)$$

$$MAE = MAD = \sum |E| / N \quad (19)$$

$$SSE = \sum E^2 \quad (20)$$

$$MSE = \sum E^2 / N \quad (21)$$

Edellä olevissa kaavoissa E tarkoittaa virhettä, F ennustetta, D toteutunutta kysyntää ja N tarkastelujaksojen lukumäärää. Taulukon 1 esimerkissä esitetään yllä olevien virheiden käyttäytyminen kuvassa 2 esiintyvän eksponentiaalisen tasoituksen ja regressioanalyysin avulla. Taulukon 1 luvut on esitetty kokonaislukuina, mutta laskut on suoritettu pyöristämättömillä arvoilla. Kaikki summat on laskettu taulukossa 1 tammikuusta aina laskettavaan kuukauteen asti.

Keskimääräinen virhe (MAE) ja keskimääräinen virheen neliö (MSE) ovat useimmin mitattuja virheitä. Kun ennustuksen virheitä halutaan minimoida, on päätettävä, halutaanko minimoida MAE-arvo vai MSE-arvo, koska valinnalla on merkitystä eksponentiaalisen tasoituksen tasoitusvakioiden arvoihin. MAE- ja MSE-arvot on mahdollista asettaa koskemaan tietyn pituista ajanjaksoa, jotta vanhat virheet häviävät laskelmista. (Wallström & Segerstedt 2010, s. 628)

Taulukko 1: Todelliset virheet kuvan 2 eksponentiaalisessa tasoituksessa ja regressioanalyysissa.

Kuukausi	Kysyntä	Ennusteet		E		ME		MAE		SSE		MSE	
		Eksp.	Regr.	Eksp.	Regr.	Eksp.	Regr.	Eksp.	Regr.	Eksp.	Regr.	Eksp.	Regr.
Tammi	131	126	142	-5	11	-5	11	5	11	28	129	28	129
Helmi	137	127	143	-10	6	-7	9	7	9	120	165	60	83
Maalis	148	130	144	-18	-4	-11	4	11	7	439	184	146	61
Huhti	159	135	146	-24	-13	-14	0	14	9	1021	359	255	90
Touko	130	141	149	11	19	-9	4	14	11	1150	716	230	143
Kesä	156	141	141	-15	-15	-10	1	14	12	1389	952	232	159
Heinä	172	145	150	-27	-22	-13	-3	16	13	2099	1448	300	207
Elo	155	153	163	-2	8	-11	-1	14	12	2103	1514	263	189
Syys	181	156	166	-25	-15	-13	-3	15	13	2744	1749	305	194
Loka	168	164	174	-4	6	-12	-2	14	12	2764	1780	276	178
Marras	191	167	175	-24	-16	-13	-3	15	12	3323	2026	302	184

Taulukosta 1 havaitaan ensinnäkin virhekohdasta (E), että eksponentiaalisen tasoituksen ennuste on pääasiallisesti liian pieni kysyntään verrattuna. Regressioanalyysissa huomataan, että virhe (E) jakaantuu melko tasaisesti negatiivisiin ja positiivisiin arvoihin. Regressioanalyysin keskivirheen (ME) tulisi olla lopussa nolla, mutta taulukossa on käytetty rullaavan 11 kuukauden juoksevaa regressioanalyysiä, joten keskivirhe ei ole välttämättä nolla. Lisäksi huomataan, että regressioanalyysin MAE, SSE ja MSE ovat pienempiä kuin eksponentiaalisella tasoituksella, joten sen virheet ovat olleet pienempiä ja ennustustarkkuus näin ollen parempi.

Ennustustarkkuuden suhteelliset mittarit

Jotta virheiden antamaa informaatiota ymmärretään paremmin, pitää ne muuttaa suhteelliseen muotoon. Kaava 22 kuvaa virheen osuutta toteutuneeseen kysyntään. Kaavassa 22 täytyy muistaa, että jakajana on toteutunut kysyntä eikä ennuste. Lisäksi kysynnän ollessa jollakin aikajaksolla nolla, asetetaan suhteelliseksi virheeksi 100 prosenttia ellei myös ennuste ole ollut nolla. Suhteellisten virheiden vaihtelun minimoimiseksi suositellaan käytettäväksi kaavan 23 mukaista keskimääräistä suhteellista virhettä (MAPE). (Mentzer & Moon 2005, s. 50-54) MAPE on yleisesti käytetty mittari, mutta sitä ei kannata käyttää, jos kysyntä ei ole luonteeltaan jatkuvaa, vaan se on diskreettistä (Kim & Kim 2016, s. 669).

Ennustuksen hyvyttä voidaan mitata vertaamalla ennustuksesta saatua MAPE:a naiivin ennustuksen MAPE:en kuten kaavassa 25. Naiivilla ennustamisella tarkoitetaan toteutuneen kysynnän siirtämistä tulevaksi ennusteksi, jolloin kaavan 22 ennuste F korvataan kaavassa 24 olevalla kuten D_{t-1} :llä. SFTAB-arvo kertoo ennustustarkkuuden hyvydestä. Jos SFTAB-arvo on pienempi kuin yksi, niin ennustustekniikka on naiivia tapaa parempi, mutta sen ollessa suurempi kuin yksi, naiivi tapa on parempi. Voidaan todeta, että se ennustustapa, jonka SFTAB arvo on lähimpänä nollaa, on paras mahdollinen ennustusmalli kyseiselle kysynnälle. (Mentzer & Moon 2005, s. 55-56)

$$PE = (F - D)/D \quad (22)$$

$$MAPE = \sum |PE| / N \quad (23)$$

$$PE = (D_{t-1} - D_t)/D_t \quad (24)$$

$$SFTAB = MAPE/MAPE_{naiivi} \quad (25)$$

Taulukko 2: Kuvan 2 ennusteiden suhteelliset virheet ja niiden hyvyys.

Kuukausi	Kysyntä	Ennusteet			PE			MAPE			SFTAB	
		Eksp.	Regr.		Eksp.	Regr.	Naiivi	Eksp.	Regr.	Naiivi	Eksp.	Regr.
Tammi	131	126	142	-4 %	9 %		4 %	9 %				
Helmi	137	127	143	-7 %	4 %	-4 %	6 %	7 %	2 %	2,52	2,98	
Maalis	148	130	144	-12 %	-3 %	-7 %	8 %	5 %	4 %	1,96	1,36	
Huhti	159	135	146	-15 %	-8 %	-7 %	10 %	6 %	5 %	2,04	1,30	
Touko	130	141	149	9 %	15 %	22 %	9 %	8 %	8 %	1,15	0,95	
Kesä	156	141	141	-10 %	-10 %	-17 %	9 %	8 %	10 %	0,99	0,84	
Heinä	172	145	150	-15 %	-13 %	-9 %	10 %	9 %	10 %	1,08	0,92	
Elo	155	153	163	-1 %	5 %	11 %	9 %	8 %	10 %	0,95	0,86	
Syys	181	156	166	-14 %	-8 %	-14 %	10 %	8 %	10 %	0,95	0,82	
Loka	168	164	174	-3 %	3 %	8 %	9 %	8 %	10 %	0,90	0,79	
Marras	191	167	175	-12 %	-8 %	-12 %	9 %	8 %	10 %	0,92	0,78	

Taulukossa 2 kuvataan kuvassa 2 olevien trendiä seuraavan eksponentiaalisen tasoituksen ja regressioanalyysin ennusteiden suhteelliset virheet. Taulukon arvot on pyöristetty lähimpään kokonaislukuun lukuun ottamatta SFTAB-arvoja. Suhteelliset arvot on laskettu suhteutettuna kyseisen vuoden kysyntään, joten keskimääräiset suhteelliset virheet (MAPE) tasoittuvat vasta loppuvuotena. MAPE-arvot kertovat, että regressioanalyysin suhteellinen virhe on eksponentiaalista tasoitusta pienempi. SFTAB-arvo kertoo sekä eksponentiaalisen tasoituksen että regressioanalyysin olevan kyseisessä esimerkissä naiivia tapaa parempia ennustusmalleja.

3.7 Kysynnän hajonnan ennustaminen

Varmuusvarastotasoa määriteltäessä tarvitaan kysynnän keskihajontaa, joka saadaan laskettua keskimääräisen absoluuttisen virheen (MAE) avulla. Koska hajontaa ei tiedetä etukäteen, se voidaan estimoida historiatiedon avulla hyödyntäen MAE-arvoa. Tällöin varmuusvarastotasoa määriteltäessä keskihajonnalle (σ) käytetään yleisesti kaavaa 26:

$$\sigma = \sqrt{\pi/2} * MAE \approx 1,25 * MAE. \quad (26)$$

Hajontaa määriteltäessä voidaan myös päivittää eksponentiaalista tasoitusta hyödyntäen, jos tuoreimmalle toteumalle halutaan antaa painoarvoa. Kaavassa 27 esitetään MAE-arvon eksponentiaalinen tasoitus, jonka kautta saadaan ennustettua hajonta kaavan 26 kautta.

$$MAE_t = (1 - \alpha)MAE_{t-1} + \alpha|x_t - \hat{x}_{t-1,t}|. \quad (27)$$

Kaavassa 27 α on tasoitusvakio väliltä 0-1, MAE_{t-1} on viimeisin keskimääräinen absoluuttinen virhe ja $|x_t - \hat{x}_{t-1,t}|$ on toteutuneen ja ennustetun kysynnän välisen erotuksen itseisarvo. Hajontojen vaihdellessa melko paljon kannattaa tasoitusvakioksi α valita suhteellisen pieni arvo kuten 0,1. (Axsäter 2015, s. 25-27) Mitä suurempi alfan arvo valitaan, sitä enemmän kaava painottaa viimeisintä toteumaa. Tätä on havainnollistettu taulukossa 3, joka pohjautuu kuvan 2 dataan. Taulukossa 3 ennustetaan joulukuun kysynnän hajontaa eri tasoitusvakio alfan arvoilla sekä eksponentiaalisesta tasoituksesta että regressioanalyysistä saaduilla kysyntäennusteilla. Taulukko kuvaa joulukuun kysynnän ennustettua hajontaa, mikä hyödyntää edellisen 11 kuukauden keskimääräisiä virheitä. Taulukosta havaitaan, että mitä suurempi alfan arvo on, sitä enemmän se huomioi viimeisimmän kysynnän toteuman erotusta ennusteesta. Kun alfan arvo on nolla, tasoitettu MAE on 11 edellisen toteuman keskiarvo. Taulukossa 3 on laskettu joulukuun hajonnan lisäksi keskihajonnat joulukuun eri viikoille.

Taulukko 3: Hajonnan tasoitusvakion (alfa) vaikutus kysynnän hajonnan ennustamiseen.

Alfa	Tasoitettu MAE		Kuukausihajonta		Viikkohajonta	
	Eksp.	Regr.	Eksp.	Regr.	Eksp.	Regr.
0	15	12	19	16	9	7
0,1	16	13	20	16	10	8
0,2	17	13	21	16	10	8
0,3	18	13	22	17	11	8
0,4	18	14	23	17	11	8
0,5	19	14	24	18	12	8
0,6	20	14	25	18	12	9
0,7	21	15	26	18	13	9
0,8	22	15	27	19	13	9
0,9	23	15	29	19	14	9
1	24	16	30	20	14	9

Monet yritykset toimivat viikoittaisella tähtäimellä ja siksi kysynnän viikoittainen hajonta on tärkeä tuntee. Kysynnän kuukausittaisen hajonnan voi muuttaa viikoittaiseksi hajonnaksi, jos kuukausittainen kysyntä jakautuu tasaisesti eri viikoille. Kuukaudessa tiedetään olevan keskimäärin 4,33 viikkoa (52 vko / 12 kk). Kuukausittaisen ja viikoittaisen hajonnan neliöt eli varianssit ovat keskenään vertailtavissa, joten kaavasta 28 johtamalla saadaan yhtäläisyys esitettyä kaavassa 29.

$$\sigma^2 = 52/12\sigma_w^2, \quad (28)$$

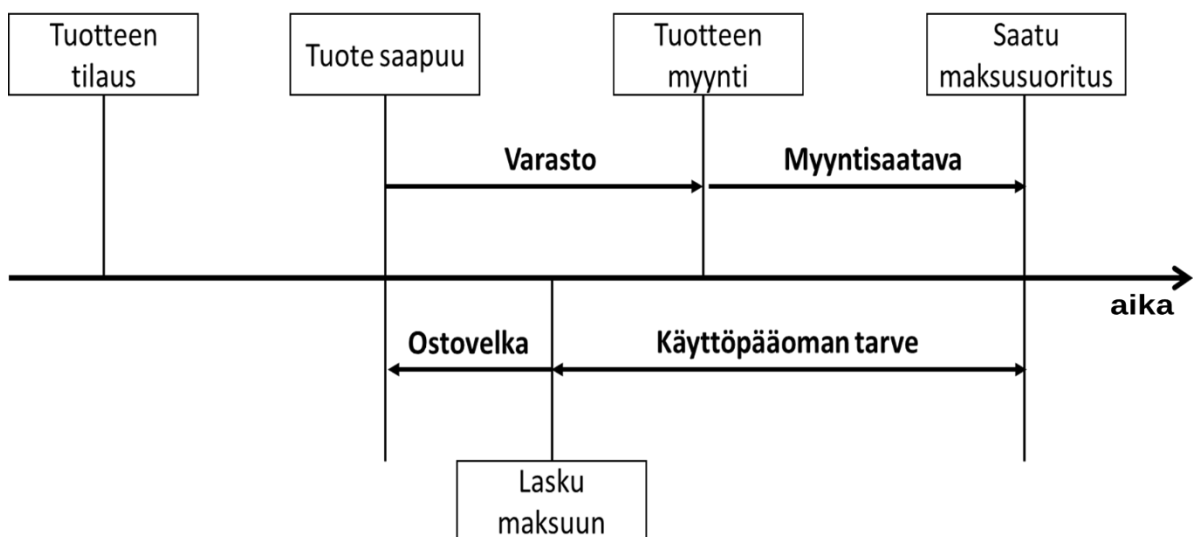
$$\sigma_w = 1/\sqrt{\frac{52}{12}}\sigma \approx 0,48\sigma, \quad (29)$$

jossa σ on kuukausittaisen kysynnän hajonta ja σ_w on viikoittaisen kysynnän hajonta. (Thomopoulos 2015, s. 14)

4 KÄYTTÖPÄÄOMA JA SEN TARPEEN ENNUSTAMINEN

4.1 Yleistä käyttöpääomasta

Käyttöpääomalla tarkoitetaan juoksevaan liiketoimintaan sitoutuvan rahoituksen määrää yrityksessä. Käyttöpääoma voidaan rahoittaa lyhyt- ja pitkäaikaisella vieraalla pääomalla sekä omalla pääomalla. (Yritystutkimus ry. 2011, s. 68) Yritykselle syntyy käyttöpääoman tarve sen tuottaessa tuotteita tai palveluita, koska yritys joutuu maksamaan erilaisista tuotannontekijöistä ennen kuin se saa maksun tarjoamistaan suoritteista (Niskanen & Niskanen 2000, s. 350-351). Jokaisen liiketoimintaa harjoittavan yrityksen voidaan nähdä tarvitsevan käyttöpääoman lisäystä ainakin aloittaessaan tai laajentaessaan yritystoimintaa. Käyttöpääoman tarvetta havainnoidaan alla olevassa kuvassa 3. Kuvasta 3 voidaan tulkita varastojen ja myyntisaatavien kasvattavan käyttöpääoman tarvetta, kun taas ostovelat vähentävät sitä.



Kuva 3: Käyttöpääoman tarpeen havainnointi kassavirtojen aikajanana (mukailten Niskanen & Niskanen 2000, s. 353)

Käyttöpääomalle ei ole olemassa yhtä ja oikeaa laskukaavaa, vaan aiemmissa tutkimuksissa on käytetty toisistaan poikkeavia laskentakaavoja, joita on eritelty taulukossa 4. Lisäksi käyttöpääomasta puhuttaessa tarkoitetaan usein nettokäyttöpääomaa, jolloin käyttöpääomasta on vähennetty yrityksen lyhytaikaiset velat (Niskanen & Niskanen 2000, s. 351). Tässä työssä

käyttöpääomalla tarkoitetaan jatkossa operatiivista käyttöpääomaa eli taulukon 4 ensimmäisen ja toisen sarakkeen kaltaista tilannetta.

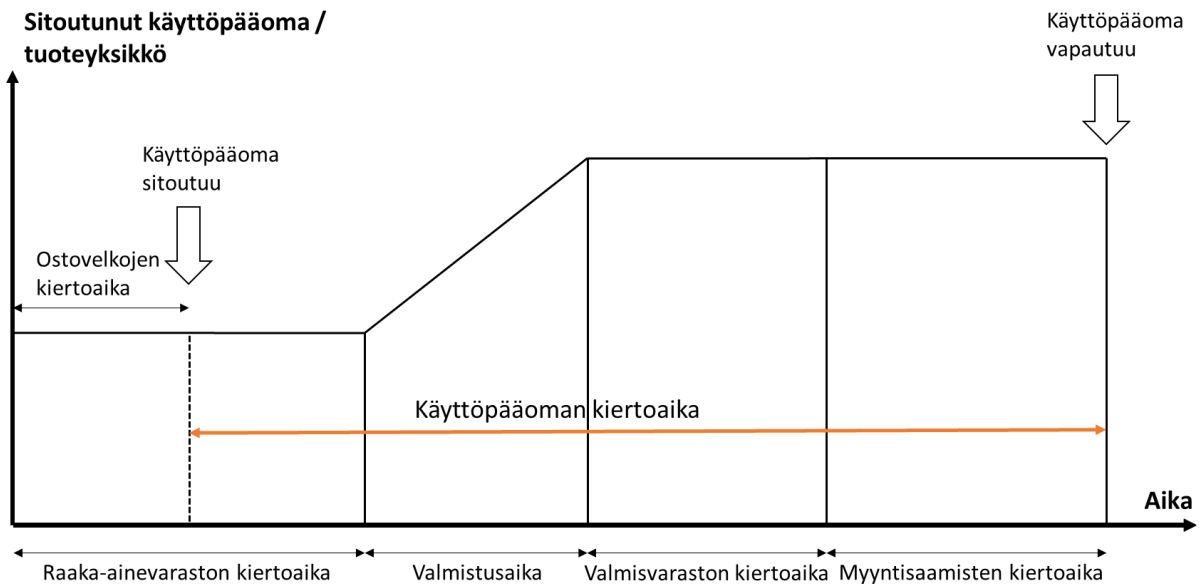
Taulukko 4: Käyttöpääoman laskentakaavoja eri lähteiden mukaan

Yritystutkimus ry. (2011, s. 68)	Taloussanomien (2016a)	Steffan (2008, s. 27)	Niskanen & Niskanen (2000, s. 58)
Käyttöpääoma = + Vaihto-omaisuus + Myyntisaamiset + Sisäiset myyntisaamiset + Osatuloutuksen saamiset - Ostovelat - Sisäiset ostovelat - Saadut ennakot	Käyttöpääoma = + Myyntisaamiset + Vaihto-omaisuudesta maksetut ennakot - Ostovelat - Saadut ennakot	Working capital (Käyttöpääoma) = + Current Assets (Lyhytaikaiset varat) - Current Liabilities (Lyhytaikaiset velat)	Käyttöpääoma = + Kassa + Myyntisaamiset + Jälkimarkkinakelpoiset arvopaperit + Varastot

Leen ja Leen (2006, s. 50-51) käyttöpääoman kiertoaika (Cash Conversion Cycle) on erinomainen mittari, joka kuvaa yrityksen maksuvalmiutta. CCC lasketaan kaavalla 30

$$CCC = AI + AR - AP, \quad (30)$$

missä AI on keskimääräinen vaihto-omaisuuden kiertoaika, AR keskimääräinen myyntisaamisten kiertoaika ja AP keskimääräinen ostovelkojen kiertoaika. Vaihto-omaisuuden kiertoaika lasketaan vaihto-omaisuuden arvon ja keskimääräisesti päivittäin myytyjen tuotteiden kustannusten osamääränä. Myyntisaamisten kiertoaika lasketaan myyntisaamisten ja keskimääräisen päivittäisen myynnin osamääränä. Ostovelkojen kiertoaika lasketaan ostovelkojen arvon ja keskimääräisesti päivittäin myytyjen tuotteiden hankintakustannusten osamääränä. Kuvassa 4 havainnollistetaan tuotetta kohden sitoutuvan käyttöpääoman määrää prosessin eri vaiheissa.



Kuva 4: Käyttöpääomatarpeen muodostuminen yrityksessä (mukaiillen Haverila et. al 2005, s. 210)

Jos käyttöpääoman kiertoaikaa halutaan tarkastella yrityksen ulkopuolelta, voidaan vaihto-omaisuus ja ostovelat suhteuttaa myyntisaamisten tapaan toteutuneeseen myyntiin. Tällöin puhutaan NTC-luvusta (Net Trade Cycle), joka on tilinpäätöstiedoista saatava estimaatti CCC:lle. NTC-lukua käytetään, koska eri varastojen hankintakustannukset eivät ole ulkopuolisten tiedossa. (Shin & Soenen 1998, s. 38) NTC-lukua laskiessa kannattaa muistaa, että tase kuvaa vain yhden päivän hetkittäistä tilannetta, joten lukua laskiessa on suositeltavaa valita kahden peräkkäisen vuoden taseen keskimääräiset vaihto-omaisuuden, ostovelkojen ja myyntisaamisten arvot.

Käyttöpääoman kiertoaika kertoo, kuinka monta päivää kestää, että tehdyt ostot saadaan realisoitua myyntituotoiksi. Yleisesti ajatellaan, että mitä lyhyempi käyttöpääoman kiertoaika on, niin sitä parempi, mutta yritykset voivat tarkoituksella pitää pitkää kiertoaikaa strategisista syistä. Lisäksi kiertoaika voi olla negatiivinen, mikäli liiketoiminta perustuu suureen ostovelkojen kiertoaikaan tai saatuihin ennakkomaksuihin, jotka käsitellään lyhytaikaisina velkoina.

4.2 Käyttöpääomatarpeen ennustaminen

Käyttöpääomaprocentin avulla

Käyttöpääoman tarve lienee yksinkertaisinta ennustaa käyttöpääomaprocentin avulla. Yritystutkimus ry:n (2011, s. 97) mukaan käyttöpääomaprocentti on käyttöpääoman suhde liikevaihtoon. Käyttöpääomaprocentti pysyy suhteellisen vakiona vuodesta toiseen, mikäli liiketoiminnassa ja hyödykkeiden kysynnässä ei tapahdu suuria muutoksia. Kyseistä tapaa käyttäen tiedetään, kuinka paljon käyttöpääomaa tarvitaan jokaista myynnistä saatavaa euroa kohden. Käyttöpääomatarpeen ennustamiseen tarvitaan kokemusperäinen tieto käyttöpääomaprocentista ja ennustettu liikevaihto. (Mott 2008, s. 231) Ennusteen tarkkuus on erittäin riippuvainen ennustetun ja toteutuvan liikevaihdon välisen erotuksen suuruudesta.

Mikäli yritystoimintaa ollaan aloittamassa, eikä käyttöpääomaprocentista ole käsitystä, niin alakohtaisista käyttöpääomaprocenteista on olemassa tilastoja. Liitteessä 2 on suomalaisten päätoimialojen käyttöpääomaprocenttien mediaanit vuosilta 2010-2014, joista aloittava yritys voi arvioida käyttöpääomaprocenttiaan. Aloittavan yrityksen käyttöpääomatarpeen ennustaminen on todennäköisesti epätarkempaa kuin ennestään toimineella yrityksellä, koska käyttöpääomaprocentin hajonnat voivat olla suuria toimialojen sisällä.

Käyttöpääoman kiertoajan mukaan

Käyttöpääoman tarvetta voidaan ennustaa käyttöpääoman kiertoajan avulla. Tällöin käyttöpääoman kiertoaika lasketaan tavoiteltujen tai kokemusperäisten käyttöpääomaerien kiertoaikojen summana. Käyttöpääoman keskimääräinen tarve saadaan laskettua käyttöpääoman kiertoajan ja liikevaihtoennusteen tulona. Jos käyttöpääoman kiertoaika olisi 13 viikkoa ja liikevaihtoennuste miljoona euroa, niin ennustetun käyttöpääoman tarve olisi 250 000 euroa ($13 \text{ vko} / 52 \text{ vko} * 1\,000\,000\text{€}$). Ennuste kertoo keskimääräisen käyttöpääoman tarpeen valittuna ajanjaksona, eikä se huomioi tarpeen hetkittäistä vaihtelua. (Mott 2008, s. 233)

Käyttöpääoman osatekijöiden kautta

Käyttöpääoman tarvetta voidaan ennustaa myös ennustamalla käyttöpääoman osatekijöitä ja summaamalla ne. Tässä työssä käyttöpääomatarpeen osatekijöistä esitetään, miten lopputuotevarastoihin ja myyntisaamisiin sitoutuvan käyttöpääoman määrää voidaan ennustaa. Jotta käyttöpääoman kokonaistarvetta voidaan ennustaa, pitää myös muita käyttöpääomaeriä pystyä ennustamaan. Osatekijöitä ennustamalla on siis mahdollista ennustaa käyttöpääomatarvetta lyhyellä aikavälillä.

5 KÄYTTÖPÄÄOMAERIEN ENNUSTAMINEN

5.1 Yleistä lopputuotevarastosta

Lopputuotevarasto arvostetaan tuotteen hankintamenoon eli tuotteen hankinnasta ja valmistuksesta aiheutuneisiin välittömiin menoihin. Mikäli yksikkökohtaiset hankintamenot muuttuvat tilikauden aikana, hankintamenot voidaan merkitä toteutuneiden hankintamenojen keskiarvona. Jos hankintameno on tilikauden päättyessä todennäköistä hankintamenoa tai luovutushintaa suurempi, on erotus kirjattava kuluksi. (Kirjanpitolaki 1620/2015) Keskimäärin varastoon sitoutunut käyttöpääoma saadaan selvitettyä tuotteiden keskimääräisen varastotason ja hankintameno tulona. Tässä työssä hankintamenojen oletetaan säilyvän vakioina, joten ainoaksi ennustettavaksi muuttujaksi jää varastotaso.

Yritykset varastoivat tuotteita, koska tilauksen ja toimituksen välillä on aina jokin viive sekä tuotekohtaiset kappalekustannukset pienenevät tilauskoon kasvaessa (Axsäter 2015, s. 7). Hyvän lopputuotevaraston tunnusmerkkeihin kuuluu korkean palveluasteen tarjoaminen mahdollisimman pienellä varastolla. Varasto koostuu kahdesta osasta eli kierto- ja varmuusvarastosta. Kiertovaraston tarkoitus on täyttää asiakkaiden kysynnän tarve. Keskimääräisen kiertovaraston koko lasketaan täydennyseräkoon puolikkaana. Varmuusvaraston tehtävä on varautua kysyntäennusteen ylityksiin. Yrityksissä ei tarvita varmuusvarastoa, jos yritysten tuotanto pystyy vastaamaan kysynnän muutoksiin nopeasti. Kaavassa 31 esitetään keskimääräisen kokonaisvaraston muodostuminen

$$TS = CS + SS = \frac{Q}{2} + k\sigma\sqrt{L}, \quad (31)$$

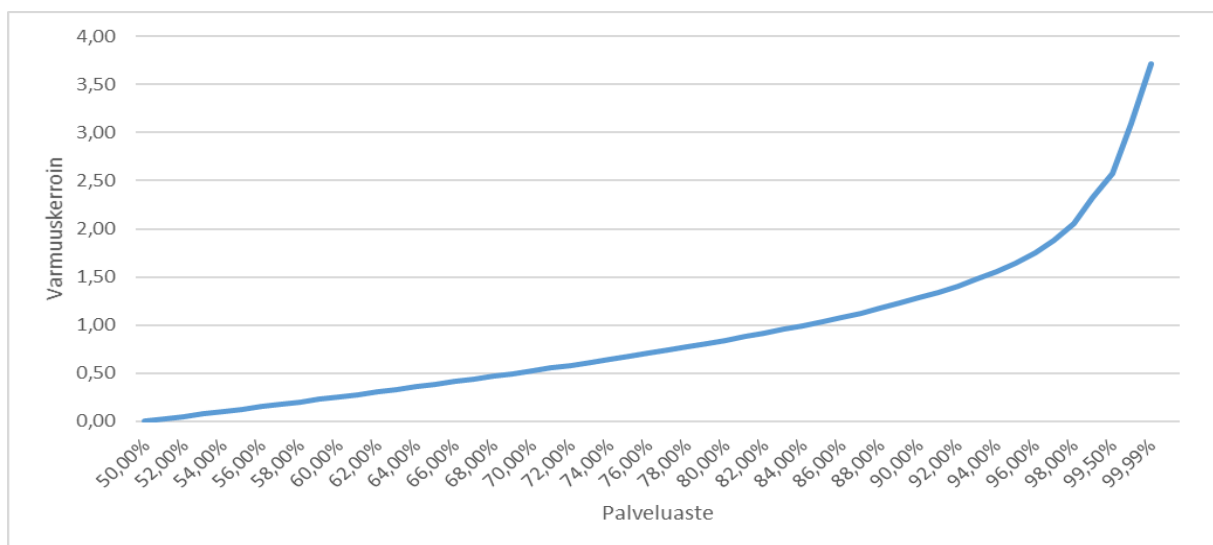
jossa TS tarkoittaa varaston tuotteiden yksikkömäärää, CS kiertovarastoa, SS varmuusvarastoa, Q täydennyseräkkoa. Varmuusvaraston k on varmuuskerroin, joka saadaan halutun palveluasteen normaalijakauman kertymäfunktion avulla, σ on kysynnän kappalemääräinen keskihajonta ja L kuvaa keskimääräistä täydennysviiveaikaa. Kysynnän keskihajonta ja täydennysviive on kuvattava keskenään samassa aikayksikössä. (Thomopoulos 2015, s. 149-154)

5.2 Varastotasoon vaikuttavat tekijät kysynnän lisäksi

Kysynnän hajonnan lisäksi varaston arvoon ja siihen sitoutuvaan käyttöpääomaan vaikuttavat varmuusvaraston määrittämiseen käytettävät palveluaste ja täydennysviive sekä kysynnästä aiheutuva täydennyseräkoko. Nämä ovat varaston kokoon vaikuttavia seikkoja, joita ei kannata ennustaa, vaan ne ovat pikemminkin päätöksiä, miten käytännössä toimitaan.

Palveluaste

Palveluasteella tarkoitetaan haluttua todennäköisyyttä, jolla asiakkaan tilaus saadaan toimitettua asiakkaalle oikean kokoisena sovituksessa ajassa (Lutz et al. 2003, s. 218-219). Varmuusvaraston suuruuteen vaikuttaa haluttu palveluaste varmuuskertoimen kautta. Varmuuskerroin määritellään palveluasteen normaalijakauman kertymäfunktiona, kuten kuvassa 5 esitetään.



Kuva 5: Varmuuskerroin palveluasteen funktiona.

Kuvasta 5 nähdään, että varmuuskerroin kasvaa melko lineaarisesti 50 %:n palveluasteesta 90%:n palveluasteeseen, jonka jälkeen se alkaa kasvaa eksponentiaalisesti aina äärettömään asti. Varmuusvarastoon sitoutuu sitä vähemmän käyttöpääomaa, mitä pienempi palveluaste halutaan. Toisaalta liian suuri palveluaste kasvattaa käyttöpääoman määrän, kustannukset ja

varastoinnin riskit liian suuriksi. Palveluasteen on siis oltava riittävä, mutta se ei saa olla liian suuri, jotta varmuusvarasto pystyy vastaamaan tehokkaasti asiakastarpeisiin.

Täydennysviive

Täydennysviive voidaan määritellä valmisvaraston osalta ajaksi, joka kuuluu täydennyspyynnöstä tuotteen saapumiseen varastoon. Täydennysviive pysyy melko vakiona, jos raaka-ainevarasto on mitoitettu tarpeeksi suureksi ja tuotannon käytettävissä oleva kapasiteetti on riittävä. Täydennysviiveessä voi esiintyä hajontaa, jos yritys joutuu priorisoimaan tuotantojärjestystään, milloin vähiten tärkeiden tuotteiden valmistusta viivästetään. Täydennysviive kasvaa myös silloin, jos raaka-aineet pääsevät loppumaan, jolloin tuotanto voidaan aloittaa vasta raaka-aineiden saavuttua tehtaalle.

Jos tuotantopaikka ja lopputuotevarasto sijaitsevat maantieteellisesti eri paikoissa, voivat kuljetukset lisätä täydennysviivettä huomattavasti. Kuljetuksiin liittyy hyvin monia muuttujia, kuten kuljetusmuodot ja niiden aikataulut sekä satunnaiset tullitarkastukset. (Disney et al. 2016, s. 476) Mikäli täydennysviiveessä tiedetään olevan hajontaa, Ruiz-Torres ja Mahmoodi (2010, s. 2842) esittävät varmuusvarastolle kaavan 32, joka huomioi täydennysviiveen hajonnan.

$$SS = k\sqrt{L\sigma_d^2 + d^2\sigma_L^2}. \quad (32)$$

Kaavassa 32 d tarkoittaa keskimääräistä kysyntää täydennysajan yksikössä, σ_d kysynnän hajontaa ja σ_L täydennysviiveen hajontaa. Kaava on muutoin sama kaavan 2 kanssa, mutta siihen on lisätty keskimääräinen kysyntä täydennysajan keskimääräisen hajonnan tulona. Kaavan 32 on siis tarkoitus kasvattaa varmuusvaraston kokoa, jotta se kattaa täydennysajan vaihtelun aikaisen kysynnän.

Täydennyseräkoko

Täydennyseräkoon tarkoitus on kattaa varastoon kohdistuva täydennysvälin aikainen kysyntä. Täydennyserä on lähtökohtaisesti tuotantoerä, joka minimoi yhteen tuotteeseen kohdistuvat kokonaiskustannukset. Täydennyseräkokona voidaan käyttää ennustettua kysyntää, jos se on

tuotannon kannalta järkevää. Tuotannon prosessit voivat kuitenkin asettaa tuotantoerälle omia rajoitteita, jolloin täydennyserää voidaan muuttaa portaittain esimerkiksi kymmenen tai sadan yksikön välein.

5.3 Lopputuotevarastoon sitoutuvan käyttöpääomatarpeen ennustaminen

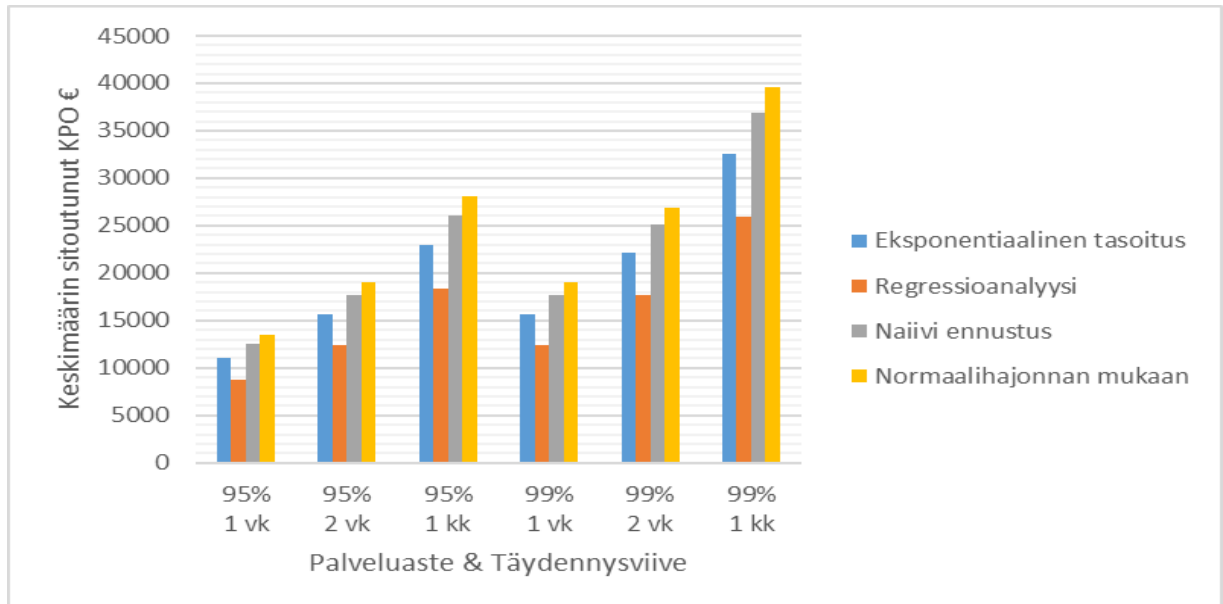
Edellä mainitun perusteella voidaan todeta, että varastoon sitoutuva käyttöpääoma on suoraan verrannollinen varaston suuruuteen hankintamenojen pysyessä vakiona. Varastoon sitoutuvan käyttöpääoman ennustustarkkuus on hyvin pitkälti kiinni ennustetun kysynnän ja toteutuneen kysynnän erotuksesta, mikäli tuotantomäärät on optimoitu vastaamaan kysyntää. Muiden tekijöiden ennustamisella ei juurikaan ole merkitystä, koska niihin on parempi reagoida ajankohtaisella päätöksenteolla.

Lopputuotevarastoon sitoutuva käyttöpääoma elää koko ajan. Käyttöpääomaa sitoutuu eniten täydennyserän saapuessa varastoon ja vähiten juuri ennen täydennyserän saapumista. Käyttöpääomaa tulisi sitoutua varastoon aina vähintään varmuusvaraston verran, koska sitä ei ole tarkoitus käyttää.

Lopputuotevarastoon sitoutuneen käyttöpääoman määrään on mahdollista vaikuttaa. Mitä tarkemmaksi kysyntäennusteet saadaan, sitä pienemmäksi saadaan hajonta ja sitä kautta varmuusvarastoa pienennettyä. Varmuusvarastoa voidaan pienentää myös täydennysviivettä lyhentämällä, mikäli se on mahdollista. Lisäksi palveluastetta voidaan säätää, mutta se voi aiheuttaa muutoksia puutetilanteiden määrässä. Kiertovarastoakin on mahdollisuus pienentää, jos täydennyksiä voidaan tehdä useammin pienemmissä erissä, milloin on muistettava, että tuottavuus ei saa kärsiä, eivätkä kustannukset saa kasvaa liikaa. Tällöin kustannusten kasvamisen ja käyttöpääoman vapautumisen välille on löydettävä tasapaino.

Kuvassa 6 kuvataan palveluasteen ja täydennysviiveen vaikutusta keskimäärin varmuusvarastoon sitoutuneeseen käyttöpääomaan. Kuvan 6 datana on käytetty jo aiemmin käytettyjen eksponentiaalisen tasoituksen ja regressioanalyysin joulukuun ennusteiden lisäksi naiivin ennustustavan ja perusvarastonpidon mukaisen keskihajonnan mukaan määritellyjä varmuusvaraston arvoja. Hajonnan tasoitusvakion arvoksi on asetettu 0,1 jokaisella

ennustustavalla. Koska tuotteen kuukausittaiset myyntimäärät ovat melko pieniä, yhden yksikön hankintakustannukseksi on asetettu 700 euroa, jotta kuvasta olisi erotettavissa muuttujien vaikutus sitoutuvaan käyttöpääomaan.



Kuva 6: Joulukuussa varmuusvarastoon sitoutuvan keskimääräisen käyttöpääoman ennustaminen eri palveluasteilla ja täydennysviiveillä.

Kysynnän ennustamisen merkitys nähdään kuvassa 6 sitä paremmin, mitä tarkemmaksi ennusteet eli mitä pienemmäksi hajonta saadaan. Kuvasta 6 nähdään, että jokainen ennustusmalli on tavallista normaalihajonnan mukaista varmuusvarastoa pienempi. Eri palveluasteilla ja täydennysviiveillä havaitaan, että ennustussalleissa sitoutuneet käyttöpääomat ovat eri variaatioin samassa suhteessa toisiinsa, koska hajonta on varmuusvaraston kertoimena. Kuvan 6 suurin anti on ymmärtää, että hyvällä kysynnän ennustamisella voidaan pienentää varmuusvaraston kokoa hyvinkin paljon, kun kysyntä ei ole tasaista. Haluttu palveluaste vaikuttaa ennustettuun käyttöpääomaan kuvan 5 mukaisesti varmuuskertoimen kautta. On mielenkiintoista huomata, että 95%:n palveluaste kahden viikon täydennysviiveellä vaikuttaa varmuusvarastoon samalla tavalla kuin 99%:n palveluaste yhden viikon täydennysviiveellä.

5.4 Yleistä myyntisaamisista

Yritykset myöntävät suoritteita myydessään maksuaikaa asiakkailleen. Tästä syntyy kirjaus myyjän kirjanpitoon ”myyntisaamiset” kohtaan suoritteen hinnan mukaisesti. Toisin sanoen maksu saadaan suoritteen luovutushetken jälkeen, jolloin asiakkaalle myönnetään luottoa. (Taloussanomien 2016b) Yrityksen myyntiehdot ja luotonantopolitiikka vaikuttavat myyntisaamisten määrään. (Scherr 1989, s. 250).

Kirjanpidossa myyntisaamiset kirjataan taseen vastaavaa puolelle vaihtuvien vastaavien kohtaan, missä se voi olla kahdessa eri paikassa. Kun maksuaika on yli vuoden mittainen, saaminen kirjataan vaihtuvien vastaavien ”pitkäaikainen saaminen” kohtaan. Kuitenkin myyntisaamiset ovat yleensä alle vuoden pituisia, jolloin ne kirjataan vaihtuvien vastaavien alle ”lyhytaikaisiin saamisiin”. Myyntisaamiset ovat taseessa niin kauan kuin yritys saa myydyistä suoritteista maksun. (Yritystutkimus ry 2011, s. 30, 36-38; Leppiniemi & Leppiniemi 2005, s. 56-57)

Kokemuksen perusteella yritykset tietävät, etteivät he saa kaikista myyntisaatavista rahoja itselleen. Tällöin yritykset voivat merkitä myyntisaamiset taseeseen laskutetun määrän mukaan, josta vähennetään epävarmat saamiset. Kirjanpitolautakunnan säännöksen mukaan saamiset arvostetaan nimellisarvoon, kuitenkin enintään todennäköiseen arvoon, jota edellä mainittu arvostusperiaate noudattaa. (Leppiniemi & Leppiniemi 2005, s. 57-58; Mott 2008, s. 48-49) Myyntisaamiset kirjataan siis nettorealisoitavana arvona eli määränä, jonka yritys olettaa keräävän tulevaisuudessa (Wahlen et al. 2011, s. 658).

Myyntisaamiset kuuluvat käyttöpääoman eriin ja sen määrään vaikuttavat myynti, yrityksen myyntiehdot sekä asiakkaan maksukäyttäytyminen. Myynnin kasvaessa myös myyntisaamisten määrä kasvaa. Maksuehdot vaikuttavat sekä myyntiin että myyntisaamisiin: liian tiukat maksuehdot voivat laskea myyntiä, mutta toisaalta liian löyhät ehdot sitovat käyttöpääomaa ja voivat johtaa luottotappioihin (Niskanen & Niskanen 2013, s. 388). Asiakkaiden ajallaan maksu pitää myyntisaamisten määrän kohtuullisina, mutta myöhästyneet maksut kasvattavat myyntisaamisia.

Myyntisaamiset kuitenkin kirjataan todellisena myyntihintana, jolloin se sisältää katteen ja muita eriä kuten arvonlisäveron. Katetta ei tarvitse rahoittaa käyttöpääomalla, joten myyntisaataviin sitoutuneen käyttöpääoman laskemiseen käytetään suoritteiden hankintamenoa. (Leppiniemi & Kykkänen 2010, s. 169; Yritystutkimus ry 2011, s. 69)

5.5 Myyntisaamisten ennustaminen

Suomen pankin tekemän kyselyn mukaan, yritysten asiakkaiden laskunmaksuajat ovat pidentyneet, mikä johtaa yritysten rahoitustarpeen kasvuun (Suomen Pankki 2015, s. 38-39). Rahoitustarpeiden kasvun hillitsemiseksi yritysten on hyvä seurata myyntisaamisten kehitystä. Myyntisaamisten kiertoaika on myyntisaatavien seurantaan liittyvä tunnusluku. Sen on sanottu olevan yleisimmin käytetty myyntisaamisten keräyksen mittari (Leitch & Lamminmaki 2011, s. 3). Myyntisaamisten kiertoaika lasketaan tietyn ajanjakson myyntisaatavat jaettuna kyseisen ajanjakson päivittäisellä myynnillä, mikä esitetään kaavassa 33.

$$\text{Myyntisaamisten kiertoaika (pv)} = \frac{\text{Myyntisaatavat}}{\text{Myynti/Päivät}} \quad (33)$$

Tunnusluku kertoo, kuinka kauan yrityksellä kestää keskimäärin, että se saa myynnistä rahat kassaan. Kyseistä tunnuslukua voidaan verrata saman yrityksen aikaisempien vuosien arvoon, jolloin saadaan myyntisaamisten kehitystä seurattua. (Niskanen & Niskanen 2013, s. 390-391)

Myyntisaatavien ennustamisesta on hyvin vähän kirjallisuutta, mutta muutamia yksinkertaisia malleja on olemassa, jotka perustuvat ennustettuun myyntiin. Taseen käyttöpääomaerät muuttuvat useimmiten liikevaihdon mukana, jolloin myyntisaamisten määrä voidaan ennustaa laskemalla myyntisaamisten suhde liikevaihtoon. Ennustus perustuu oletukseen, että kyseinen suhde pysyy joka vuosi samana. Lisäksi myyntiehtojen ja asiakkaan maksukäyttäytymisen oletetaan pysyvän samana. Käytettäessä myyntisaamisten suhdetta liikevaihtoon, täytyy ennustettavan vuoden liikevaihto olla etukäteen ennustettu. (Niskanen & Niskanen 2003, s. 243-244) Käytetään esimerkkinä taulukon 5 vuoden t liikevaihdon ja myyntisaamisten lukuarvoja niiden suhteen laskemiseen. Kun vuoden t+1 ennustettu liikevaihto ja suhdeluku ovat selvillä, pystytään laskemaan ennustettu myyntisaamisten määrä vuodelle t+1 taulukon 5 mukaisesti.

Taulukko 5: Myyntisaamisten ennustaminen suhdeluvun mukaan

(mukaillen Niskanen & Niskanen 2003, s. 243-244)

	t	t + 1
Liikevaihto (€)	1 000 000	1 200 000
Keskimääräiset myyntisaamiset (€)	100 000	10 % x 1 200 000 = 120 000

Keskimääräisiä myyntisaamisia kyetään ennustamaan samaa periaatetta käyttäen myös vuotta lyhyemmille ajanjaksoille. Liitteessä 3 on simuloitu, miten suhdeluku muuttuu erilaisilla aikajaksoilla myyntisaamisten kiertoaajan ollessa 4 viikkoa ja viikoittaisten kysyntöjen ollessa satunnaislukuja 10 000 ja 30 000 euron väliltä. Joka neljännen viikon ennustamisessa on käytetty kahta erilaista ennustamistapaa, joista tavan 1 suhdeluku lasketaan käyttämällä aikaperiodin t kysyntää. Tavan 2 suhdeluku lasketaan käyttämällä kahden edellisen jakson kysynnän keskiarvoa, jotta myyntisaamiset saadaan kohdistettua kiertoaajan mukaan oikeille ajanjaksoille. Simulaatiossa tavan 2 variaatiokerroin oli 91 kertaa sadasta tavan 1 vastaavaa pienempi. Keskimääräiset variaatiokertoimet ovat pienimmät, kun aikaperiodi valitaan pisimmäksi. Suhdeluvun voidaan todeta pysyvän sitä vakaampana, mitä pidempi ennustusjakso valitaan. Tapojen paremmuusjärjestys kertoo, monenneksi paras kukin ennustus oli keskimäärin simulaatiossa. Siitäkin on havaittavissa, että mitä pidempi ajanjakso valitaan, sitä vähemmän suhdeluku muuttuu eli sen parempia ennusteita saadaan aikaan. Ennustevaliksi kannattaakin valita vähintään yli kaksi kertaa kiertoaikaa pidempi ajanjakso, jotta edellisen ajanjakson myynnin vaikutus myyntisaamisiin saadaan minimoitua. Muutoin vaikutus tulee minimoida esimerkiksi tavalla 2.

Toinen tapa ennustaa myyntisaamisia tapahtuu kiertoaajan kautta. Myyntisaamisten kiertoaajan oletetaan pysyvän vakiona, joten vain myynnin muuttuminen vaikuttaa myyntisaamisten määrään. Ennustuksessa lasketaan menneen tiedon pohjalta myyntisaamisten kiertoaika, joka kerrotaan ennustetulla keskimääräisellä myynnillä, jotta saadaan keskimääräisten myyntisaamisten (mysa) arvo kuten kaavassa 34. (Wahlen et al. 2011, s. 811) Keskimääräisen myynnin ja myyntisaamisten kiertoaajan on oltava laskettaessa samassa aikayksikössä.

$$\text{Keskim. mys} = \text{Keskim. myynti} \times \text{Myyntisaamisten kiertoaika} \quad (34)$$

Käytetään esimerkkinä yritystä, jonka myyntisaamisten keskimääräisen kiertoajan tiedetään olevan 30 päivää. Kyseinen ennustus ei ota huomioon myyntisaamisten kiertoajan mahdollista muutosta tulevaisuudessa, joten kiertoajan oletetaan pysyvän vakiona, mikä esitetään taulukossa 6. Myös tässä mallissa oletetaan myyntiehtojen ja asiakkaan maksukäyttäytymisen pysyvän samana eri ajanjaksojen aikana. Taulukossa 6 esitetään toteutunut vuoden t luvut sekä niiden pohjalta lasketut myyntisaamisten ennusteet vuosille $t+1$ ja $t+2$.

Taulukko 6: Myyntisaamisten ennustaminen kiertoaikaa hyödyntäen
(mukaillen Wahlen et al. 2011, s. 814)

	Vuoden myynti (€)	Keskimääräinen päivän myynti (€/pv)	Myyntisaamisten kiertoaika (pv)	Keskimääräiset myyntisaamiset (€)
t	1 000 000	2 740	30	82 200
$t + 1$	1 200 000	3 290	30	98 700
$t + 2$	1 100 000	3 010	30	90 300

Käytetty ennustusmalli ei toimi, jos myynnin ja myyntisaamisten tulevaisuuden kasvut eroavat huomattavasti toisistaan tai, jos myyntisaamisten kiertoaika vaihtelee arvaamattomasti vuosien välillä. (Wahlen et al. 2011, s. 811-812) Keskimääräisten myyntisaamisten arvo kertoo keskimäärin vuoden jokaisena hetkenä sitoutuvan käyttöpääoman määrän. Jos kysynnässä on havaittavissa trendiä tai kausiluonteisuutta, niin keskimääräiset luvut eivät kerro tarpeeksi myyntisaamisiin sitoutuvan käyttöpääoman hetkittäisistä tarpeista.

5.6 Myyntisaamisten kassaan maksujen estimoiminen

Myyntisaamisten kassaan maksuja kyetään ennustamaan ottamalla asiakkaan maksukäyttäytyminen huomioon. Barkman (1977, s. 75-76) esittää mallin, jossa myyntisaamiset jaotellaan eri ryhmiin niiden keräysajankohdan mukaan. Hän jakaa kategoriat seuraavasti: 1. maksettu kokonaan, 2. 0-30 päivää, 3. 31-60 päivää, 4. 60-90 päivää sekä 5. ei kerätty. Tarkoituksena on estimoida myyntisaamisten siirtymistä kategoriasta toiseen todennäköisyyksien avulla ja sitä kautta selvittää keräytyksi tulevat myyntisaamiset (Barkman 1977, s. 75).

Myyntisaamisten kategoriat voivat siirtyä ajanjakson jälkeen kolmella eri tapaa; ne voivat siirtyä myöhempään kerättäväksi, tulla kerätyksi kokonaan tai muodostua luottotappioiksi. Siirtymistä ei voi tapahtua, kun myyntisaamiset on kerätty kokonaan tai ne on merkitty luottotappioiksi, eli kategoria ei voi vaihtua ensimmäisestä tai viidennestä kategoriasta mihinkään muuhun kategoriaan. (Barkman 1977, s. 75-76)

Myyntisaamisten vaihtumista kategoriasta toiseen estimoidaan todennäköisyyksillä. Jotta todennäköisyydet saadaan selville, yrityksellä täytyy olla kerättyä dataa aikaisempien myyntisaamisten siirtymisestä kategoriasta toiseen. Kyseiset todennäköisyydet kootaan 5 x 5 matriisiin, johon sovelletaan matriisialgebran Markovin ketjuja. Kun uuteen sovellettuun matriisiin lisätään vielä myyntisaamisten määrä eri kategorioissa, saadaan ennustettua kerätyksi tulevat myyntisaamiset sekä niistä syntyvät luottotappiot. (Barkman 1977, s. 76-78; Saibeni 2010, s. 69-71)

Yhdistämällä Barkmanin esittämä malli myyntisaamisten ennustamisen kanssa saadaan yksityiskohtaisempaa tietoa myyntisaamisiin sitoutuneesta käyttöpääomasta. Normaalia myyntisaamisten ennustetta tarkemman informaation mahdollistaa maksukäyttäytymisen sekä luottotappioiden huomioiminen. Ennusteiden yhdistäminen on kuitenkin haasteellista Barkmanin esittämän mallin vaikeuden vuoksi. Markovin ketjujen käyttö vaatii moninaista matemaattista osaamista eikä näin ollen ole helposti implementoitavissa organisaation tarvittaville tasoille. Käyttökohteiltaan Barkmanin malli soveltuukin paremmin tutkimus- kuin yrityskäyttöön.

Vaihtoehtoinen malli myyntisaamisten keräyksen ja siihen sitoutuneen käyttöpääoman ennustamiselle on esitetty taulukossa 7 eksponentiaaliselle tasoitukselle ja taulukossa 8 regressioanalyysille. Taulukoissa esitetään ylimmällä rivillä kuukausittain toteutuneet ja ennustetut myynnit (kysynät) sekä myyntisaamisten määrä keräysajankohdan mukaan kolmella seuraavalla rivillä. Asiakkaiden maksukäyttäytyminen saadaan selville aikaisemmin kerätyn tiedon perusteella ja tässä esimerkissä 80 % myyntisaamisista kerätään ensimmäisen kuukauden aikana, 10 % toisen kuukauden aikana, 5 % kolmannen kuukauden aikana ja loput 5 % kirjataan luottotappioiksi. Tuotteiden myyntihinnaksi on asetettu 1 000 euroa ja hankintakustannukset ovat 700 euroa per kappale kuten myös varastoon sitoutunutta

käyttöpääomaa ennustettaessa. Näin ollen katteeksi, johon ei sitoudu operatiivista käyttöpääomaa, jää 30 prosenttia. Käyttöpääomatarpeen muutos ennustaa, kuinka paljon seuraavan kuun aikana käyttöpääomaa tarvitaan lisää (positiivinen muutos) tai sitä vapautuu (negatiivinen muutos).

Taulukoissa 7 ja 8 on olemassa syyskuusta marraskuuhun toteutuneen myynnin data. Syyskuun kysynnän jakautuminen on värjätty, jotta malli on helpompi ymmärtää. Jatkuvalla taulukoinnilla voidaan ennustaa kunakin kuukautena kerättävien myyntisaamisten ja niihin sitoutuneen käyttöpääoman määrä. Esimerkin mukaan joulukuun myyntisaamisiin vaikuttaa syys-, loka- ja marraskuun myynnit. Tarvittaessa mallia voidaan käyttää lyhyemmilläkin aikaväleillä kuten viikkotasolla ja helppokäyttöisyyden vuoksi se on käytettävissä yrityksen eri tasoilla toisin kuin Barkmanin malli.

Taulukko 7: Eksponentiaalisessa tasoituksessa myyntisaamisiin sitoutuvan käyttöpääomatarpeen ennustaminen.

	Toteutunut			Ennuste				
	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Huhtikuu
Kysyntä (€) /	181000	168000	191000	175468	178849	182230	185611	188992
Kerätty ms								
80 %		144800	134400	152800	140374	143079	145784	148489
10 %			18100	16800	19100	17547	17885	18223
5 %			7750	9050	8400	9550	8773	8942
Myyntisaamiset			160250	178650	167874	170176	172442	175654
Kate 30%			48075	53595	50362	51053	51733	52696
Myyntisaamisiin sitoutuva KPO			112175	125055	117512	119123	120709	122958
KPO-tarpeen muutos				12880	-7543	1611	1586	2248

Taulukoista 7 ja 8 nähdään, että myyntisaamisiin sitoutuvan käyttöpääoman ennustaminen riippuu toteutuneesta myynnistä, joten joulukuussa sitoutunut käyttöpääoma on molemmissa taulukoissa sama, koska datana on toteutunut myynti. Taulukot 7 ja 8 eroavat toisistaan vain ennustettujen myyntimäärien suhteen, joten sitoutuneet käyttöpääomat poikkeavat toisistaan tammikuusta alkaen. Taulukon 8 regressioanalyysissä sitoutuu käyttöpääomaa luonnollisesti enemmän kuin taulukon 7 eksponentiaalisessa tasoituksessa, koska regressioanalyysin kysyntäennuste on korkeampi tulevana kuukausina kuten kuva 2 osoittaa.

Taulukko 8: Regressioanalyysissä myyntisaamisiin sitoutuvan käyttöpääomatarpeen ennustaminen.

	Toteutunut			Ennuste				
	Syyskuu	Lokakuu	Marraskuu	Joulukuu	Tammikuu	Helmikuu	Maaliskuu	Huhtikuu
Kysyntä (€) /	181000	168000	191000	187473	192536	197600	202664	207727
Kerätty ms								
80 %		144800	134400	152800	149978	154029	158080	162131
10 %			18100	16800	19100	18747	19254	19760
5 %			7750	9050	8400	9550	9374	9627
Myyntisaamiset			160250	178650	177478	182326	186707	191518
Kate 30%			48075	53595	53243	54698	56012	57455
Myyntisaamisiin sitoutuva KPO			112175	125055	124235	127628	130695	134062
KPO-tarpeen muutos				12880	-820	3394	3067	3367

Malleissa oleva joulukuun ennustustarkkuus on erittäin hyvä ja se voi muuttua vain asiakkaiden maksukäyttäytymisen mukaan. Ennustetarkkuuden voidaan nähdä heikentyvän sitä enemmän, mitä pidemmälle ajalle ennustetaan, koska kysyntäennusteita tulisi päivittää jatkuvasti kuten kuvassa 2 on tehty. Mallin ennustustarkkuus on erittäin riippuvainen toteutuneen ja ennustetun kysynnän eroista sekä muutoksissa asiakkaiden maksukäyttäytymisessä. Mikäli suurin osa maksuista saadaan vasta kolmen kuukauden kuluttua myyntihetkestä, ennustetarkkuus säilyy tarkempana pidempään, koska toteutuneen myynnin painotus näkyy myöhempänä ajankohtana.

Koska myyntisaamisten ennustaminen tapahtuu käytännössä toteutuneen kysynnän pohjalta, voidaan ainoana muuttujana pitää asiakkaiden maksukäyttäytymistä. Jotta myyntisaamisten ja niihin sitoutuneen käyttöpääoman määrää voidaan pienentää, on asiakkaiden maksukäyttäytymistä analysoitava. Etenkin suurien asiakkaiden maksukäyttäytymiseen pitää pyrkiä vaikuttamaan, jotta käyttöpääoma saataisiin vapautettua ja kiertämään nopeammin.

6 JOHTOPÄÄTÖKSET

Käyttöpääoman hallintaa on mahdollista tehostaa, etenkin lopputuotevaraston osalta, kysyntää ennustamalla. Ainakin trendiä seuraavassa kysynnässä ennustuksilla voidaan saada pienempiä varastolaskennassa käytettäviä hajontalukuja kuin käyttämällä toteutuneen kysynnän keskihajontaa. Tällöin varmuusvaraston kokoa ja samalla sen arvoa voidaan pienentää ja siihen sitoutunutta käyttöpääomaa saadaan käytettäväksi paremmin tuottavissa kohteissa, eli seisova raha saadaan liikkeelle.

Keskimääräistä vuotuisen käyttöpääoman tarvetta voidaan ennustaa helposti kiertoaikojen ja käyttöpääomaprocentin avulla, kunhan kysyntäennuste on tiedossa. Tällöin ennustamiseen voidaan käyttää yrityksen tilinpäätöksestä saatavia lukuja, jotka ovat tilinpäätöshetken arvoja. Käyttöpääoman tarve voi vuoden aikana heilahdella suuriakin määriä, joten keskimääräisillä käyttöpääomatarpeilla ei ole merkitystä päivittäisessä tekemisessä. Ne kuitenkin auttavat hahmottamaan käyttöpääoman pitkän aikavälin rahoitustarpeita.

Käyttöpääoman tarvetta voidaan ennustaa lyhyemmälle aikavälille ennustamalla käyttöpääomaeriä. Eriä ennustettaessa lyhyellä aikavälillä on mahdollista päästä tarkempiin tuloksiin käyttöpääoman tarpeesta ja sen muutoksiin tilikauden aikana. Tällöin ennustuksista olisi konkreettisempaa hyötyä yritykselle, jolloin se kykenisi ennakoimaan käyttöpääoman vapautumista ja etenkin sen hetkittäisiä lisätarpeita, koska käyttöpääoma on aina rahoitettava jollakin.

Käyttöpääoman ennustustarkkuus riippuu pitkälti ennustetun ja toteutuneen kysynnän erosta. Ennusteiden tarkemmiksi saaminen vaatii yritykseltä osaamista, resursseja ja panostuksia datan keräämiseen. Tällöin yrityksen ennustamisen hallinta korostuu entisestään, sillä ennustaminen kannattaa vain, jos siitä saadut hyödyt ovat ennustamiseen kohdennettuja panoksia suuremmat. Tuotekohtaisen kysynnän ja sitä kautta käyttöpääoman ennustaminen kannattaa priorisoida tuotteisiin, joiden varmuusvaraston arvo ja siihen sitoutunut käyttöpääoma ovat suuria, koska niiden pienentämiseen on potentiaalia. Ennustamista ei siis ole kannattavaa tehdä kaikille tuotteille samassa mittakaavassa, vaan kannattaa satsata tuotteisiin, joilla on kokonaisuuden kannalta suurin merkitys. Mikäli kysyntää jo ennustetaan yrityksessä, ei käyttöpääomatarpeen ennustaminen ole vaativa tehtävä.

Työtä voidaan jatkaa mahdollisilla ennustamisen jatkotutkimuksilla. Käyttöpääoman hetkittäisen kokonaistarpeen selvittämiseksi pitäisi voida ennustaa myös muita liiketoiminnan kannalta merkittäviä käyttöpääomaeriä. Tutkimus pitäisi siis laajentaa koskemaan myös muita varastoja, ostovelkoja ja mahdollisia ennakkomaksuja. Ennustuksia voidaan laajentaa koskemaan muutakin kuin pelkkää kysyntää, esimerkiksi asiakaskohtaista maksukäyttäytymistä, jolla nähdään olevan lyhyellä aikavälillä suurempi vaikutus myyntisaamisiin sitoutuvaan käyttöpääomaan kuin kysynnän ennustamisella. Tällöin käyttöpääoman ennustuksista saadaan tarkempia ja ennustuksista saatava hyöty olisi entistä suurempi.

LÄHTEET

Alwan, L., Xu, M., Yao, D-Q. & Yue X. 2016. The Dynamic Newsvendor Model with Correlated Demand. *Decision Sciences*. Vol. 47, nro. 1, s. 11-30.

Atanackov, N. N. & Boylan, J. E. 2011. Decision Trees for Forecasting Trended Demand. Teoksessa N. Altay & L. A. Litteral (toim.). 2011. Service Parts Management: Demand Forecasting and Inventory Control. Lontoo: Springer Lontoo, s. 53-87.

Axsäter, S. 2015. Inventory Control. Sveitsi: Springer International Publishing, 233 s.

Barkman, A. 1977. Estimation in accounting and auditing using Markov chains. *Journal of Accountancy*. Vol. 144, nro. 6, s. 75-79.

Chase, C. Jr. 1997. Selecting the appropriate forecasting method. *The Journal of Business Forecasting Methods & Systems*. Vol. 16, nro. 3, s. 2, 23, 28-29.

Chenxi, S., Lizhong, W., Lipeng, X. & Jinliang, W. 2010. Qualitative phase space reconstruction analysis of supply-chain inventory time series. *South African Journal of Science*. Vol. 106, nro. 11-12, s. 59-65.

Constantino, F., Di Gravio, G., Shaban, A. & Tronci, M. 2016. Smoothing inventory decision rules in seasonal supply chains. *Expert Systems with Applications*. Vol. 44, nro. 1, s. 304-319.

Croxton, K. L., Lambert, D. M., Garcia-Dastugue, S. J. & Rogers, D. S. 2002. The Demand Management Process. *The International Journal of Logistics Management*. Vol. 13, nro. 2, s. 51-66.

Disney, S. M., Maltz, A., Wang, X. & Warburton, R. D. H. 2016. Inventory management for stochastic lead times with order crossovers. *European Journal of Operational Research*. Vol. 248, nro. 2, s. 473-486.

Ferbar Tratar, L. 2015. Forecasting method for noisy demand. *International Journal of Production Economics*. Vol. 161, nro. 1, s. 64-73.

Granger, C. 1989. Forecasting in business and economics. Boston: Academic Press. 279 s.

Hakkarainen, P. 2009. Finanssikriisistä ulos. [WWW-dokumentti]. [viitattu: 24.4.2016].

Saatavissa:

http://www.suomenpankki.fi/fi/suomen_pankki/ajankohtaista/puheet/pages/ph_puhe_19032009.aspx

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2005. Teollisuustalous. 5. painos. Tampere: Infacs Oy. 509 s.

Kerkkänen, A., Korpela, J. & Huiskonen, J. 2009. Demand forecasting errors in industrial context: Measurement and impacts. *International Journal of Production Economics*. Vol. 118, nro. 1, s. 43-48.

Kim, S. & Kim, H. 2016. A new metric of absolute percentage error for intermittent demand forecasts. *International Journal of Forecasting*. Vol. 32, nro. 3, s. 669-679.

Kirjanpitolaki 1620/2015. Helsinki. Työ- ja elinkeinoministeriö. 30.12.2015.

Lee, C-F. & Lee, A. 2006. Encyclopedia of Finance. USA: Springer Science+Business Media. 814 s.

Leitch, P. & Lamminmaki, D. 2011. Refining Measures to Improve Performance Measurement of the Accounts Receivable Collection Function. *Journal Of Applied Management Accounting Research*. Vol. 9, nro. 3, s. 1-20.

Leppiniemi, J. & Kykkänen, T. 2010. Kirjanpito, tilinpäätös ja tilinpäätöksen tulkinta. 7. painos. Helsinki: WSOY. 307 s.

Leppiniemi, J. & Leppiniemi, R. 2005. Hyvä tilinpäätöskäytäntö. 5. painos. Helsinki: WSOY. 439 s.

Lutz, S., Löedding, H. & Wiendahl H-P. 2003. Logistics-oriented inventory analysis. *International Journal of Production Economics*. Vol. 85, nro. 2, s. 217-231.

Makridakis, S. & Wheelwright, S. 1979. *Studies in the Management Sciences: Forecasting*. 12. painos. Amsterdam: North-Holland Pub. Co. 392 s.

Mentzer, J. & Moon, M. 2005. *Sales Forecasting Management: A demand management approach*. 2. painos. Thousand Oaks, Kalifornia: Sage Publications, Inc. 347 s.

Moon, M., Mentzer, J., Smith, C. & Garver, M. 1998. Seven keys to better forecasting. *Business Horizons*. Vol. 41, nro. 5, s. 44-52.

Mott, G. 2008. *Accounting for non-accountants*. 7. painos. Lontoo: Kogan Page. 362 s.

Muckstadt, J. & Sapra, A. 2010. *Principles of Inventory Management*. New York: Springer Science+Business Media. 339 s.

Niskanen, J. & Niskanen, M. 2000. *Yritysrahoitus*. Helsinki: Edita. 421 s.

Niskanen, J. & Niskanen, M. 2003. *Tilinpäätösanalyysi*. Helsinki: Edita. 263 s.

Niskanen, J. & Niskanen, M. 2013. *Yritysrahoitus*. 7. uudistettu painos. Helsinki: Edita. 460 s.

Ott, K., Mensendiek, A. & Gmeinwieser, K. 2013. A framework for economic demand forecast evaluation. *OR Insight*. Vol. 26, nro. 3, s. 203-218.

Rieg, R. 2010. Do forecasts improve over time?: A case study of the accuracy of sales forecasting at a German car manufacturer. *International Journal of Accounting and Information Management*. Vol. 18, nro. 3, s. 220-236.

Ruiz-Torres, A. & Mahmoodi, F. 2010. Safety stock determination based on parametric lead time and demand information. *International Journal of Production Research*. Vol. 48, nro. 10, s. 2841-2857.

Saibeni A. 2010. Forecasting Accounts Receivable Collections with Markov Chains and Microsoft Excel. *The CPA Journal*. Vol. 80, nro. 4, s. 66-71.

Scherr, F. 1989. Modern working capital management. Englewood Cliffs, NJ: Prentice Hall. 496 s.

Shin, H. & Soenen, L. 1998. Efficiency of Working Capital Management and Corporate Profitability. *Financial Practice & Education*. Vol. 8, nro. 2, s. 37-45.

Steffan, B. 2008. Essential Management Accounting : How to Maximise Profit and Boost Financial Performance. Lontoo: Kogan Page Ltd. 214 s.

Stone, B. K. & Wood, R. A. 1977. Daily Cash Forecasting: A Simple Method for Implementing the Distribution Approach. *Financial Management*. Vol. 6, nro. 3, s. 40-50.

Suomen Pankki. 2015. Yritysrahoituskysely 2015. [WWW-dokumentti]. [viitattu: 3.5.2016]. Saatavissa:

http://www.suomenpankki.fi/fi/julkaisut/selvitykset_ja_raportit/rahoituskyselyt/Documents/Yritysrahoituskysely_2015.pdf

Suomen Yrittäjät, Finnvera Oyj, Työ- ja elinkeinoministeriö. 2016. Pk-yritysbarometri - Kevät 2016. [WWW-dokumentti]. [viitattu: 3.5.2016]. Saatavissa:

http://www.yrittajat.fi.c.yrittajat.ent.platform.sh/sites/default/files/migrated_documents/pk_barometri_kevat2016.pdf

Taloussanomat. 2016a. Taloussanakirja: käyttöpääoma. [WWW-dokumentti]. [viitattu: 8.2.2016]. Saatavissa:

<http://www.taloussanomat.fi/porssi/sanakirja/termi/k%E4ytt%E4oma/>

Taloussanommat. 2016b. Taloussanakirja: myyntisaaminen. [WWW-dokumentti]. [viitattu 4.2. 2016]. Saatavissa: <http://www.taloussanommat.fi/porssi/sanakirja/?termi=myyntisaaminen/>

Thomopoulos, N. 2015. Demand Forecasting for Inventory Control. Cham, Sveitsi: Springer International Publishing. 188 s.

Työ- ja elinkeinoministeriö. 2015. Toimiala Online/Finnvera/Tilinpäätöstilastot. [WWW-dokumentti]. [viitattu 10.2.2016]. Saatavissa: <http://www2.toimialaonline.fi/>

Yritystutkimus ry. 2011. Yritystutkimuksen tilinpäätösanalyysi. 9. painos. Helsinki: Gaudeamus Helsinki University Press. 105 s.

Wahlen, J., Baginski, S. & Bradshaw, M. 2011. Financial reporting, financial statement analysis, and valuation: a strategic perspective. 7. painos. Mason, OH: South-Western Cengage Learning. 1296 s.

Wallström, P. & Segerstedt, A. 2010. Evaluation of forecasting error measurements and techniques for intermittent demand. *International Journal of Production Economics*. Vol. 128, nro. 2, s. 625-636.

Liite 1. Joulukuun kuukausiennusteen muuttaminen päiväkohtaiseksi

(mukaillen Stone & Wood 1977, s.44)

KK-päivä	KK-päivän osuus	Viikon-päivä	Viikonpäivän osuus	Viikonpäivä-tekijä	Estimaatti	Ennuste		Normalisoitu ennuste	
						eksp.	regr.	eksp.	regr.
1	0,034	ti	0,157	0,014	0,047	8,302	8,870	7,8	8,4
2	0,020	ke	0,139	-0,004	0,016	2,834	3,028	2,7	2,9
3	0,038	to	0,157	0,014	0,052	9,138	9,763	8,6	9,2
4	0,024	pe	0,148	0,005	0,029	5,023	5,367	4,7	5,1
5	0,027	la	0,139	-0,004	0,024	4,157	4,441	3,9	4,2
6	0,042	su	0,104	-0,039	0,003	0,566	0,605	0,5	0,6
7	0,035	ma	0,157	0,014	0,049	8,569	9,155	8,1	8,6
8	0,040	ti	0,157	0,014	0,054	9,400	10,043	8,9	9,5
9	0,042	ke	0,139	-0,004	0,039	6,782	7,246	6,4	6,8
10	0,027	to	0,157	0,014	0,041	7,175	7,666	6,8	7,2
11	0,032	pe	0,148	0,005	0,037	6,570	7,019	6,2	6,6
12	0,028	la	0,139	-0,004	0,024	4,198	4,485	4,0	4,2
13	0,029	su	0,104	-0,039	0,000	0,000	0,000	0,0	0,0
14	0,035	ma	0,157	0,014	0,049	8,521	9,104	8,0	8,6
15	0,029	ti	0,157	0,014	0,043	7,549	8,066	7,1	7,6
16	0,034	ke	0,139	-0,004	0,030	5,307	5,670	5,0	5,3
17	0,042	to	0,157	0,014	0,055	9,721	10,386	9,2	9,8
18	0,038	pe	0,148	0,005	0,043	7,598	8,118	7,2	7,7
19	0,043	la	0,139	-0,004	0,039	6,859	7,329	6,5	6,9
20	0,030	su	0,104	-0,039	0,000	0,000	0,000	0,0	0,0
21	0,018	ma	0,157	0,014	0,032	5,604	5,988	5,3	5,6
22	0,030	ti	0,157	0,014	0,043	7,630	8,152	7,2	7,7
23	0,024	ke	0,139	-0,004	0,021	3,642	3,891	3,4	3,7
24	0,034	to	0,157	0,014	0,048	8,337	8,908	7,9	8,4
25	0,040	pe	0,148	0,005	0,045	7,951	8,495	7,5	8,0
26	0,041	la	0,139	-0,004	0,037	6,553	7,002	6,2	6,6
27	0,019	su	0,104	-0,039	0,000	0,000	0,000	0,0	0,0
28	0,023	ma	0,157	0,014	0,037	6,514	6,960	6,1	6,6
29	0,035	ti	0,157	0,014	0,049	8,538	9,122	8,0	8,6
30	0,031	ke	0,139	-0,004	0,027	4,802	5,130	4,5	4,8
31	0,033	to	0,157	0,014	0,047	8,270	8,836	7,8	8,3
					1,061	186,110	198,843	175,5	187,5

Liite 2. Suomalaisen yritysten käyttöpääomaprosenttien mediaanit päätoimialoittain vuosilta 2010-2014. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2015)

Finnveran tilinpäätöstilastot muuttujina TOIMIALA, MUUTTUJA, KESKILUKU ja VUOSI					
	2010	2011	2012	2013	2014
Käyttöpääoma, %					
Mediaani					
Toimialat yhteensä	5,7	5,5	5,9	5,8	6,2
01 Kasvinviljely ja kotieläintalous, riistatalous ja niihin liittyvät palvelut	11,1	10,1	10,3	10,8	10,0
02 Metsätalous ja puunkorjuu	0,1	0,0	0,0	0,0	0,0
03 Kalastus ja vesiviljely	3,4	7,1	17,9	2,7	6,5
08 Muu kaivostoiminta ja louhinta	4,4	4,5	5,5	6,9	6,2
10 Elintarvikkeiden valmistus	5,6	4,6	5,1	5,1	5,4
11 Juomien valmistus	16,1	13,4	13,1	11,0	16,0
13 Tekstiilien valmistus	18,1	14,9	14,5	14,8	16,6
14 Vaatteiden valmistus	18,7	16,7	23,6	24,7	28,8
15 Nahan ja nahkatuotteiden valmistus	26,4	25,6	27,5	28,9	..
16 Sahatavaran sekä puu- ja korkkituotteiden valmistus (pl. huonekalut); olki- ja punontatuotteiden valmistus	12,3	11,3	11,4	11,5	11,9
17 Paperin, paperi- ja kartonkituotteiden valmistus	14,6	16,6	15,2	16,8	17,2
18 Painaminen ja tallenteiden jäljentäminen	8,8	8,0	7,7	7,6	7,5
20 Kemikaalien ja kemiallisten tuotteiden valmistus	14,9	17,9	17,3	18,5	21,7
21 Lääkeaineiden ja lääkkeiden valmistus	16,7
22 Kumi- ja muovituotteiden valmistus	16,8	15,5	16,6	16,3	16,1
23 Muiden ei-metallisten mineraalituotteiden valmistus	14,2	12,9	12,5	12,1	12,6
24 Metallien jalostus	16,2	12,0	15,2	17,6	18,4
25 Metallituotteiden valmistus (pl. koneet ja laitteet)	13,6	13,3	12,8	13,7	14,9
26 Tietokoneiden sekä elektronisten ja optisten tuotteiden valmistus	22,9	21,0	22,9	21,8	22,3
27 Sähkölaitteiden valmistus	19,5	20,5	19,1	19,6	20,3
28 Muiden koneiden ja laitteiden valmistus	18,1	16,3	15,3	15,5	17,9
29 Moottoriajoneuvojen, perävaunujen ja puoliperävaunujen valmistus	18,9	16,7	16,4	18,0	17,7
30 Muiden kulkuneuvojen valmistus	18,8	15,2	18,5	15,0	13,5
31 Huonekalujen valmistus	12,5	14,2	12,8	14,3	14,1
32 Muu valmistus	17,1	17,1	16,0	15,1	15,2
33 Koneiden ja laitteiden korjaus, huolto ja asennus	8,4	8,1	9,2	9,0	11,6
35 Sähkö-, kaasu- ja lämpöhuolto, jäähdytysliiketoiminta	9,2	4,9	6,9	4,3	6,4
37 Viemäri- ja jätevesihuolto	..	4,4	8,0	7,9	..
38 Jätteen keruu, käsittely ja loppusijoitus; materiaalien kierrätys	4,3	5,8	5,1	4,3	7,0
41 Talonrakentaminen	2,6	2,1	4,2	3,4	3,6
42 Maa- ja vesirakentaminen	2,2	3,7	3,8	2,8	2,6
43 Erikoistunut rakennustoiminta	5,3	5,5	5,8	5,8	6,1
45 Moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien tukku- ja vähittäiskauppa sekä korjaus	9,6	9,4	9,4	9,6	9,2
46 Tukku kauppa (pl. moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien kauppa)	13,8	14,9	14,7	15,0	16,6
47 Vähittäiskauppa (pl. moottoriajoneuvojen ja moottoripyörien kauppa)	12,1	12,4	12,3	11,3	11,8
49 Maaliikenne ja putkijohtokuljetus	1,7	1,7	2,0	2,1	2,7
50 Vesiliikenne	-0,9	-0,9	0,0	0,7	0,5
51 Ilmaliikenne	-0,2
52 Varastointi ja liikennettä palveleva toiminta	4,8	5,0	3,4	2,9	3,7
53 Posti- ja kuriiritoiminta	0,0	4,3	5,5	2,8	..
55 Majoitus	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
56 Ravitsemistoiminta	0,5	0,3	0,5	0,0	0,0
58 Kustannustoiminta	7,0	4,8	6,5	6,7	6,1
59 Elokuva-, video- ja televisio-ohjelmatuotanto, äänitteiden ja musiikin kustantaminen	2,0	1,2	0,0	4,0	0,5
61 Televiestintä	2,2	4,8	4,2	2,1	4,4
62 Ohjelmistot, konsultointi ja siihen liittyvä toiminta	8,8	8,6	7,9	6,9	7,5
63 Tietopalvelutoiminta	0,0	1,6	0,0	0,1	2,3
64 Rahoituspalvelut (pl. vakuutus- ja eläkevakuutustoiminta)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,9

Liite 2. Suomalaisen yritysten käyttöpääomaprosenttien mediaanit päätoimialoittain vuosilta 2010-2014. (Työ- ja elinkeinoministeriö 2015)

66 Rahoitusta ja vakuuttamista palveleva toiminta	3,4	2,3	4,8	2,9	4,3
68 Kiinteistöalan toiminta	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
69 Lakiasiain- ja laskentatoimen palvelut	7,1	6,5	7,4	7,2	7,6
70 Pääkonttorien toiminta; liikkeenjohdon konsultointi	6,5	5,9	4,6	5,7	5,5
71 Arkkitehti- ja insinööripalvelut; tekninen testaus ja analysointi	8,6	8,3	7,8	8,0	9,2
72 Tieteellinen tutkimus ja kehittäminen	0,0	5,9	6,9	3,0	8,2
731 Mainostoiminta	4,4	4,5	5,6	3,4	4,2
74 Muut erikoistuneet palvelut liike-elämälle	3,0	3,3	4,7	5,2	6,3
75 Eläinlääkintäpalvelut	4,2	5,0	4,2	4,7	5,9
77 Vuokraus- ja leasingtoiminta	3,5	3,7	2,8	2,3	5,2
78 Työllistämistoiminta	6,9	5,8	7,4	6,3	7,9
79 Matkatoimistojen ja matkanjärjestäjien toiminta; varauspalvelut	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
80 Turvallisuus-, vartiointi- ja etsiväpalvelut	8,6	8,3	8,6	8,2	8,3
81 Kiinteistön- ja maisemanhoito	1,2	1,1	2,1	2,1	3,0
82 Hallinto- ja tukipalvelut liike-elämälle	7,5	4,8	3,0	3,1	2,8
85 Koulutus	1,1	0,0	1,5	0,9	1,6
86 Terveyspalvelut	2,6	2,2	2,8	3,1	2,6
87 Sosiaalihuollon laitospalvelut	5,9	6,0	5,8	5,9	5,9
88 Sosiaalihuollon avopalvelut	2,6	1,5	2,4	2,9	3,9
90 Kulttuuri- ja viihdetoiminta	1,5	1,5	0,0	0,0	0,4
93 Urheilutoiminta sekä huvi- ja virkistyspalvelut	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
95 Tietokoneiden, henkilökohtaisten ja kotitaloustavaroiden korjaus	8,0	7,4	8,7	10,2	9,7
96 Muut henkilökohtaiset palvelut	4,0	3,8	5,0	4,3	3,8
Alaviite:					
Lähde: Finnvera Oyj. Päivitykset kolme kertaa vuodessa (maalis-, heinä- ja lokakuussa)					

Liite 3. Eri ajanjaksojen vaikutukset suhdelukuun keskimääräisten myyntisaamisten ennustamisessa.

Viikko	Kysyntä (€)	Mysä (€)	Suhdeluvut				
			Joka viikko	Joka 4. viikko		Joka 8. viikko	Kvartaali
				tapa 1	tapa 2		
49	24086						
50	28297						
51	17021						
52	23000	92404	4,02				
1	22928	91246	3,98				
2	24795	87744	3,54				
3	13670	84393	6,17				
4	15918	77311	4,86	1,10	1,00		
5	26469	80852	3,05				
6	29305	85362	2,91				
7	25389	97081	3,82				
8	12764	93927	7,36	0,95	1,04	0,51	
9	11264	78722	6,99				
10	17477	66894	3,83				
11	19692	61197	3,11				
12	19477	67910	3,49	1,01	0,85		
13	22067	78713	3,57				0,31
14	19614	80850	4,12				
15	28971	90129	3,11				
16	26410	97062	3,68	0,89	1,05	0,47	
17	26488	101483	3,83				
18	17506	99375	5,68				
19	21550	91954	4,27				
20	20135	85679	4,26	1,10	1,04		
21	16389	75580	4,61				
22	26369	84443	3,20				
23	18105	80998	4,47				
24	21739	82602	3,80	0,98	0,96	0,52	
25	22823	89036	3,90				
26	18231	80898	4,44				0,31
27	18577	81370	4,38				
28	15079	74710	4,95	1,09	1,04		
29	13610	65497	4,81				
30	28765	76031	2,64				
31	29934	87388	2,92				
32	24839	97148	3,91	0,84	0,95	0,47	
33	20409	103947	5,09				
34	16983	92165	5,43				
35	14082	76313	5,42				
36	12436	63910	5,14	1,32	1,04		

Liite 3. Eri ajanjaksojen vaikutukset suhdelukuun keskimääräisten myyntisaamisten ennustamisessa.

Viikko	Kysyntä (€)	Mysä (€)	Suhdeluvut				Kvartaali
			Joka viikko	Joka 4. viikko		Joka 8. viikko	
				tapa 1	tapa 2		
37	24578	68079	2,77				
38	10791	61887	5,74				
39	11290	59095	5,23				0,32
40	20242	66901	3,31	0,96	0,98	0,57	
41	15806	58129	3,68				
42	13347	60685	4,55				
43	27285	76680	2,81				
44	19007	75445	3,97	0,90	0,95		
45	28788	88427	3,07				
46	14379	89459	6,22				
47	13624	75798	5,56				
48	10710	67501	6,30	1,19	1,12	0,52	
49	12347	51060	4,14				
50	20578	57259	2,78				
51	25936	69571	2,68				
52	28235	87096	3,08	0,76	0,86		0,28
Suhdelukujen keskiarvot			4,24	1,01	0,99	0,51	0,31
Suhdelukujen keskihajonnat			1,15	0,15	0,08	0,04	0,02
Suhdelukujen variaatiokertoimet			0,27	0,15	0,08	0,07	0,05
Simulaation tulokset (100 toistoa):							
Keskim. variaatiokertoimet			0,28	0,10	0,06	0,05	0,03
Keskim. tapojen paremmusjärjestys			5	3,91	2,69	2,15	1,26
Tapojen 1 ja 2 paremmuus			-	9	91	-	-