

LUT-YLIOPISTO
School of Engineering Science
Tuotantotalous

Ville Karhinen

**VENTTILITUOTANNON TUOTANNOHJAUksen
NYKYIAIKAISTAMINEN**

Työn tarkastaja: Professori Timo Pirttilä

TIIVISTELMÄ

LUT University
LUT School of Engineering Science
Tuotantotalous

Ville Karhinen

Venttiilituotannon tuotannonohjauksen nykyaikaistaminen

Diplomityö

2019

94 sivua, 13 kuvaa ja 27 taulukkoa

Tarkastaja: Professori Timo Pirttilä

Hakusanat: Epätasainen kysyntä, varastohallinta, varastonohjaus, venttiilituotanto, tuotannonsuunnittelu

Työn tavoitteena oli kehittää yksittäisen venttiilituoteryhmän tuotantoa. Käsiteltävän venttiilituoteryhmän tuotantoa ei ole aiemmin suunniteltu pohjautuen numerodataan. Yrityksessä on käynnissä suuria muutosprosesseja ja tehokkaampi toiminta on tärkeää yritykselle tulevaisuudessa. Työssä tavoitteena on luoda yritykselle malli, jolla yritys voi jatkossa toteuttaa kohderyhmän tuotantoa. Haasteita työssä tuottaa toimintaympäristön poikkeuksellisuus, tuoteryhmän kysynnän epätasaisuus sekä tiettyjen komponenttien saatavuus. Teoreettisena viitekehyksenä käytetään useita eri varastohallinta menetelmiä, joista valitaan tilanteeseen sopivin. Teoriat esitetään niin, että yritys voi hyödyntää niitä jatkossa muissa toiminnoissaan.

Diplomityön tuloksena venttiilituoteryhmälle on asetettu ohjausarvot, joita noudattamalla tuotannonsuunnittelu on toteutettavissa nykyistä helpommin ja tuotanto tehostettavissa. Luotu ratkaisu on toteutettu niin, että sitä on helppoa soveltaa jatkossa myös yrityksen muihin tuoteryhmiin. Työssä havaittiin, että numerodataan perustuvalla tuotannonsuunnittelulla voidaan helpottaa varastointia ja pienentää varaston arvoa.

ABSTRACT

LUT University
LUT School of Engineering Science
Industrial Engineering and Management

Ville Karhinen

Modernization of product control of valve production

Master's Thesis

2019

94 pages, 13 figures and 27 tables

Examiners: Professor Timo Pirtilä

Keywords: Lumpy demand, inventory management, inventory control, valve production, production planning

The goal of this thesis was to develop the production of a single valve product group. The production of the valve product group has not been designed based on numerical data. The company is undergoing major transformation processes and more effective operation is important for the company in the future. The aim of this Master's Thesis is to create a model for the company that can be used to produce the target group in the future. Challenges are caused by the exceptional nature of the operating environment, lumpy demand and the availability of certain components. Several different inventory management methods are used as the theoretical framework and the most suitable is chosen for the current situation. Theories are presented in a manner that the company can take advantage of them in the future in other activities.

As a result of the Master's Thesis a set of control parameters were decided for the product group in question to make production planning easier and more efficient. The solution that has been created has been implemented in a way that it can be easily applied to other product groups in the future. Main findings are that production planning based on numerical data can help storage and reduce inventory value.

ALKUSANAT

Kun hain Lappeenrantaan opiskelemaan, en ollut varma siitä mitä ja missä haluan opiskella. Minulle oli kuitenkin hyvin nopeasti selvää, että tuotantotalous on minulle oikea ala ja Skinnarila on minulle oikea paikka opiskella. On ollut etuoikeus saada tutustua muihin opiskelijoihin ja saada upeita ystäviä ja kokemuksia opiskelujen aikana.

Diplomityö on ollut itsessään opettava kokemus työelämän eripuolista ja toimintatavoista. Tahdon kiittää kaikkia Temet Oy:n työntekijöitä yhteistyöstä ja ajasta diplomityön parissa. Erityiskiitos Kalle Katajalla mahdollisuudesta tehdä tämä työ sekä ohjauksesta ja avusta työn aikana. Lisäksi kiitos ohjaajalleni Timo Pirttilälle työn ongelmakohtien ohjauksessa ja oikean suunnan löytämisessä. Lopuksi haluan kiittää perhettä ja ystäviä tuesta ja avusta niin diplomityön kuin koko opintojeni aikana.

Vantaalla 1.5.2019

Ville Karhinen

Sisällys

1	JOHDANTO	9
1.1	TYÖN TAUSTA.....	9
1.2	TAVOITTEET JA RAJAUKSET	10
1.3	TYÖN TOTEUTUS	11
1.4	RAPORTIN RAKENNE	13
2	TUOTANNONOHJAUS	16
2.1	TYÖNTÖ- JA IMUOHJAUS	16
2.2	TUOTANTOMUOTO	20
3	VARASTONHALLINTA	23
3.1	VARASTOINTI.....	23
3.2	VARASTOINNIN TUNNUSLUVUT.....	24
3.3	VARASTON LUOKITTELU	27
3.4	OPTIMAALINEN ERÄKOKO.....	29
3.5	TILAUSPISTEMENETELMÄ	32
3.6	MIN-MAKS -MENETELMÄ	35
3.7	KIINTEÄN AIKAVÄLIN MENETELMÄT.....	36
3.8	KAHDEN LAATIKON MENETELMÄ.....	37
3.9	VMI.....	38
4	TUOTTEIDEN JA KOMPONENTTIEN LUOKITTELU	39
4.1	20/80 -SÄÄNTÖ JA ABC-ANALYYSI	39
4.2	XYZ-ANALYYSI.....	43
4.3	OSTOPORTFOLIO	44
4.3.1	<i>Strategiset tuotteet</i>	45
4.3.2	<i>Pullonkaulatuotteet</i>	46
4.3.3	<i>Volyymituotteet</i>	47
4.3.4	<i>Rutiinituotteet</i>	48
4.4	MUITA LUOKITTELUJA	49
5	KYSYNNÄN ENNUSTAMINEN	51
5.1	ENNUSTETTAVUUS.....	51

5.2	KESKIARVOMENETELMÄT	52
5.3	EKSPONENTTITASOITUS	53
5.4	MUITA KVANTITATIIVISIA MENETELMIÄ	54
5.5	KVALITATIIVISET MENETELMÄT	54
5.6	ENNUSTEEN TARKKUUS	54
5.7	EPÄTASAISEN KYSYNNÄN TUOTTEET	55
6	TOIMINTAYMPÄRISTÖ JA TUOTERYHMÄ	57
6.1	VÄESTÖNSUOJELUUN LIITTYVÄT ERITYISPIIRTEET	57
6.2	KÄSITELTÄVÄ TUOTERYHMÄ	59
6.3	TUOTERYHMÄN NYKYTILA	61
7	OHJAUSMALLIN VALINTA JA TOTEUTUS.....	67
7.1	OHJAUSMALLINVALINTA	67
7.2	OHJAUSARVOT JA VARASTON ARVO.....	72
7.2.1	<i>Ohjausarvot</i>	<i>74</i>
7.2.2	<i>Vaikutus varastointiin</i>	<i>81</i>
7.2.3	<i>Ratkaisuja poikkeustilanteissa.....</i>	<i>82</i>
7.3	TOTEUTUS.....	85
8	JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO.....	87
8.1	KESKEISET TULOKSET	87
8.2	JOHTOPÄÄTÖKSET JA JATKOKEHITYSKOhteET	88
8.3	YHTEENVETO.....	90
	LÄHTEET	92

KUVAT

Kuva 1. CODP ja eri tuotantomuodot (mukaillen Olhager 2003, s. 320).....	21
Kuva 2. Palvelutason ja varastotason yhteys (Mukaillen Lehtonen 2004, s. 123)	27
Kuva 3. EOQ (mukaillen Rushton et al. 2000, s. 193)	30
Kuva 4. Eräkoon vaikutus varastointiin (mukaillen Slack et al. 2010, s. 349).....	31
Kuva 5. Varastotason kehitys satunnaisella kysynnällä tilauspistemenetelmää käytettäessä (Mukaillen Karrus 2001, s. 45; Lehtonen 2004, s. 122)	33
Kuva 6. Min-maks menetelmä (Mukaillen Sakki 2009, s. 125)	35
Kuva 7. ABC analyysi, luokkien jakaminen (Mukaillen Karrus 2001, s. 181; Rushton et al. 2002, s. 107).....	41
Kuva 8. Ostoportfolio (Mukaillen Kraljic 1983; Van Weele 2014, s. 164)	45
Kuva 9. Epätasainen kysyntä (Mukaillen Karrus 2001, s. 68)	56
Kuva 10. Yksittäisen tuotteen vuosikysyntä esimerkki 1.	65
Kuva 11. Yksittäisen tuotteen vuosikysyntä esimerkki 2.	65
Kuva 12. Valmistuksen vaiheet ja ajat.....	66
Kuva 13. Palvelutason vaikutus varmuusvaraston määrään.....	72

TAULUKOT

Taulukko 1. Tuotantostrategia ja tuotannon ohjausmenetelmä (mukaillen Karrus 2001, s. 86)	19
Taulukko 2. Markkinavaatimukset ja tuotannon ohjausmenetelmä (mukaillen Karrus 2001, s.86).....	20
Taulukko 3. Ostoportfolion luokkien hankinnan vaatimukset (Kraljic 1983, s. 112)	49
Taulukko 4. Venttiilien koko	61
Taulukko 5. Venttiilien jakautuminen eri ohjaustapoihin	62
Taulukko 6. Runkoaihioiden ja sulkulautasten hankinta	62
Taulukko 7. Runkoaihioiden ja sulkulautasten materiaalit.....	62
Taulukko 8. Muut komponentit	63
Taulukko 9. Varaston arvon jakautuminen ryhmittäin	63
Taulukko 10. Venttiilien määrä varastossa 1.1.2018.....	64
Taulukko 11. ABC analyysi myytyjen kappalemäärien perusteella.....	68
Taulukko 12. Tuotetyypit ABC luokittain.....	68
Taulukko 13. Varasto-ohjautuvat tuotteet	70

Taulukko 14. Palvelutason merkitys varmuusvarastoon yksittäisellä rungolla	72
Taulukko 15. Komponenttien ja puolivalmisteiden toimitus- tai valmistusajat	75
Taulukko 16. Varasto-ohjautuvien tuotteiden varastonohjaustiedot	76
Taulukko 17. Varasto-ohjautuvien lopputuotteiden varastotasot	76
Taulukko 18. Runkojen ohjausarvot	77
Taulukko 19. Runkojen varastotasot	78
Taulukko 20. Sulkulautasten ohjausarvot	78
Taulukko 21. Varasto-ohjautuvien sulkulautasten varastotasot	79
Taulukko 22. Muiden puolivalmisteiden ohjausarvot	80
Taulukko 23. Varasto-ohjautuvien puolivalmisteiden varastotasot.....	80
Taulukko 24. Puolivalmisteiden varaston arvon osuudet	81
Taulukko 25. Lopputuotteiden ja komponenttien osuus varastosta.....	81
Taulukko 26. Suurten runkojen ja sulkulautasten ohjausarvot.....	84
Taulukko 27. Suurten runkojen ja sulkulautasten vaikutus varaston arvoihin.	84

1 JOHDANTO

Diplomityö on tehty Temet Oy:lle, jatkossa yritys. Se on keskisuuri valmistavan teollisuuden yritys, joka toimii pääkaupunkiseudulla. Yrityksen päätoimialana on kone- ja metalliteollisuus. Se keskittyy väestönsuojelun tuotteisiin ja teknologioihin sekä valmistaa laajasti kaikkia väestönsuojeluun liittyviä tuotteita. Lisäksi suojaratkaisujen suunnittelu ja asennus kuuluu yrityksen toimintaan. Yritys on keskittynyt väestönsuojeluun jo 1960-luvulta lähtien. Siksi yrityksellä on pitkään kehittynyt ammattitaito väestönsuojateknologian valmistamisesta sekä soveltamisesta myös muiden kohteiden suojaamisessa. Yrityksen liikevaihto koostuu niin kotimaan myynnistä kuin kansainvälisestä myynnistä.

Yrityksellä on halu parantaa palveluaan, toimitusaikaa ja asiakastyytyväisyyttä sekä saada näin kilpailuetua. Tätä yritys tavoittelee kasvattamalla varastojaan sekä tehostamalla tuotantoa. Lisäksi yritys pyrkii modernisoimaan toimintaansa ja tuotantoon kokonaisvaltaisesti.

1.1 Työn tausta

Kohdeyritys haluaa tehostaa ja uudistaa koko toimintaansa, joten he haluavat myös nykyaikaistaa tuotantonsa kokonaisvaltaisesti. Kilpailuedun saaminen globaaleilla markkinoilla on tärkeää yrityksen tulevaisuuden turvaamiseksi. Yrityksessä on käynnissä suuria muutosprosesseja tuotannon tehostamiseksi. Käynnissä olevat muutosprosessit eivät kuitenkaan poista tämän työn käsittävän tuoteryhmän suurimpia haasteita. Yritys haluaa nykyaikaistaa tuotannonohjauksen kokonaisvaltaisesti myös kyseiselle tuoteryhmälle. Työssä käsiteltävät tuotteet ovat poikkeuksellisia niin valmistuksen kuin myynnin näkökulmasta, joten ne vaativat erityistä huomiota.

Tärkeä kilpailuetu yritykselle on, että se valmistaa myy kokonaistoimituksia asiakkaan tarpeisiin. Globaalisti on yrityksiä, jotka valmistavat yhtä tai muutamaa tuotetta, mutta ei kokonaisuutta. Tämä on tärkeää erityisesti kansainvälisessä myynnissä, jossa yksittäisen tuotteen toimittajat pystyvät myymään yksittäistä tuotetta halvemmalli. Yritys joutuu tämän takia tehostamaan kaikkia toimintojaan, jotta pysyy kokonaistoimituksessa

kilpailukykyisenä. Kotimaassa yksittäisillä tuotteilla kilpailu on pienempi ongelma, koska asiakkaat ovat tottuneet tekemään tilauksia kokonaistoimituksista.

Työssä käsitellään yhtä yrityksen venttiilituoteryhmää. Tuoteryhmän merkitys itsessään yrityksen liikevaihtoon on vähäinen, mutta tuotteet ovat tärkeitä kokonaisuuden kannalta. Tuoteryhmälle ominaista on epätasainen kysyntä, mikä aiheuttaa haasteita tuotannonsuunnitteluun. Käsiteltäville tuotteille ei ole tehty aiemmin tuotannonsuunnittelua perustuen tarkempiin ennusteisiin tai historiatiedoista laskettuihin arvoihin. Aiemmin tuotanto on toteutettu tuotannonsuunnittelijoiden henkilökohtaisten kysyntäarvioiden perusteella.

Työssä halutaan tehostaa tuotantoa ja tuotannonsuunnittelua tekemällä malli tuotannonsuunnitteluun historiatietojen avulla. Erityistä huomiota työssä kiinnitetään tuotteiden, komponenttien ja puolivalmisteiden varastointiin ja valmiusasteisiin eli siihen, kuinka pitkälle varastoitavia puolivalmisteita on jalostettu. Tärkeässä osassa on muutaman komponentin hankkiminen ja hankinnan periaatteet. Näiden muutosten avulla on tarkoitus saada kilpailuetua ja mahdollisesti kustannussäästöjä sekä erityisesti selkeyttää tuotantoa ja tuotannonohjausta. Lisäksi toimitusaika on tärkeässä osassa kilpailuedun saamiseksi ja siihen vaikuttaminen on suuressa roolissa. Myös varaston arvoon kiinnitetään huomiota. Tuoteryhmän sisällä on suuria eroja tuotteiden kysynnän määrässä, arvossa sekä tasaisuudessa, joten eri tuotteille on erilaiset ohjaustavat. Osa tuotteista on varasto-ohjautuvia, osassa on varasto-ohjautuvaa kokoonpanoa ja osa tuotteista on täysin tilausohjautuvia.

1.2 Tavoitteet ja rajaukset

Tavoitteena on luoda järkevä tapa ohjata tuotteiden ja puolivalmisteiden valmistusta ja varastointia. Tavoitteena on myös esittää, kuinka eri kysyntätilanteissa voidaan toimia ja miten erilaisia ohjaustapoja tulisi käyttää tuoteryhmän sisällä. Tärkeää tavoite on myös esittää yritykselle uusia toimintamalleja heidän toiminnassaan. Yritykselle uudet mallit tulee esittää ymmärrettävästi toteuttaa niin, että yrityksen nykyisiä vahvuuksia hyödynnetään.

Käsiteltävän tuoteryhmän osalta selvitetään nykyinen toimintamalli sekä esittää yritykselle sopivat muutokset tuotteiden tuotannossa. Tarkoituksena on ottaa käyttöön ehdotetut muutokset ja varastonohjausarvot. Lisäksi tavoitteena on luoda sellainen Excel malli, että yritys voi hyödyntää sitä myös tulevaisuudessa ohjaustietojen laskennassa muille tuoteryhmille.

Työn rajaukseen sisältyy kaikki käsiteltäviin tuotteisiin liittyvät puolivalmisteet sekä ne ostettavat komponentit, joita jalostetaan käsiteltäviä venttiileitä varten yrityksessä lisää. Raaka-aineet ja komponenteista hyllytavara, kuten aluslevyt ja ruuvit, ei sisälly työhön. Työn ratkaisun kannalta tämä tarkoittaa sitä, että laskennassa oletetaan, että raaka-aineita ja hyllytavaraa on aina saatavilla.

Työn rajaukseen sisältyy komponentit ja puolivalmisteet, jotka pääasiallisesti kuuluvat käsiteltävän tuoteryhmän tuotteille, vaikka niitä kuluisi myös muualle. Näiden komponenttien ja puolivalmisteiden kulutuksen kohde on hankalaa eritellä. Siksi nämä komponentit ja puolivalmisteet huomioidaan kokonaisuudessaan, eikä vain niiltä osin kuin käsiteltävään tuoteryhmään suoraan kohdistuu. Poikkeuksena ostettavana palveluna oleva sinkitys, joka kohdistuu yrityksessä lähes kokonaan muihin tuotteisiin, joten sen arvioiminen kyseisten tuotteiden kohdalla ei onnistu. Sinkitys rajataan työn ulkopuolelle.

Työssä ei käsitellä toimilaitteventtiilien toimilaitteita tarkasti. Toimilaitteita koskevat ongelmat kuitenkin esitetään työssä. Rajaus johtuu toimilaitteiden kysynnän epätasaisuudesta ja poikkeuksellisen pitkistä toimitusajoista sekä niihin liittyvistä muista haasteista. Toimilaitteita ei kuitenkaan voida rajata täysin pois, koska toimilaitteventtiilit ovat tärkeä osa tuoteryhmää.

1.3 Työn toteutus

Työn tekoon on ollut käytettävissä historiatietoa kyseisen tuoteryhmän nimikkeistä lähes kymmenen vuoden ajalta. Historiatiedot on saatu aiemmin käytössä olleesta toiminnanohjausjärjestelmästä, joka on vaihdettu keväällä 2018 uuteen. Uuden järjestelmän tiedot eivät ole kaikilta osin ajan tasalla, joten uuden järjestelmän tietojen käsittely ei ole järkevää. Historiatiedoista saatavilla on ollut yksittäisen nimikkeen tiedot, kuten hinta ja

viimeisin rakenne. Lisäksi saatavilla on ollut jokaisen nimikkeen yksityiskohtaiset varastotapahtumat.

Työ on toteutettu yrityksessä työskentelemällä, tämä on mahdollistanut informaation ja tietotaidon hyödyntämisen päivittäin. Käytössä on ollut ohjaajan ja tuotannontyöntekijöiden tietotaito tuotteista ja tuotannosta. Työn aikana on useasti keskusteltu tuotteisiin liittyvistä kysymyksistä niin työntekijöiden kuin ohjaajan kanssa. Yksityiskohtaisempia tietoja komponenttien rakenteesta, tuotannonsuunnittelusta ja toimialasta on saatu ohjaajalta. Tuotannon käytännötoiminnoista ja kokoonpanosta käytännönohjeita on saatu tuotannontyöntekijöiltä. Yhteistyö työntekijöiden kanssa on mahdollistanut tuotannon ymmärtämistä sekä käytännön näkökulmia ja toimintoja tuotannon toteuttamisessa. Lisäksi lattiason ymmärtäminen on tärkeässä roolissa yrityksen toimintatapojen ymmärtämisessä. Työntekijät ovat mahdollistaneet myös varastoitavien komponenttien tuotannon ymmärtämistä, sekä käyttöä lopputuotteessa. Yhteistyö tuotannontyöntekijöiden kanssa ei näy suoraan raportissa, mutta heiltä opitut käytännön asiat ovat varmasti vaikuttaneet lopputulokseen.

Työn tekeminen on aloitettu selvittämällä, mitä tietoja nimikkeistä on saatavilla ja sitten tutustumalla historiatietoihin. Tämän ohella on tutustuttu tuotteiden ja puolivalmisteiden valmistukseen ja yrityksen käytännön toimintaan. Toimintaympäristön ymmärtäminen on isossa roolissa työn toteutuksen kannalta, joten tutustuminen väestönsuojeluun liiketoimintana on ollut osa työn alkua. Diplomityöntekijälle väestönsuojelu kotimaan markkinoilla on ennestään tuttu aiemman työhistorian vuoksi, mutta kansainvälinen toiminta täysin uutta. Lisäksi käsiteltävä tuoteryhmä on diplomityöntekijälle uusi.

Aluksi data on siirretty mahdollisuuksien mukaan toiminnanohjausjärjestelmästä Exceliin, jossa sen käsittely on tehokkaampaa. Seuraavaksi dataa on muokattu Excelissä ja selvitetty perustietoja, jotta tuotteiden todelliset kysyntätiedot selviävät. Toiminnanohjausjärjestelmästä ei ole mahdollista saada esimerkiksi yksittäisiä varastotasoja tai myytyjen tuotteiden määriä tietyssä ajanhetkenä tai tietyllä aikavälillä. Tämä on tehty Excelissä, missä varastotapahtumien avulla tämän tiedon laskeminen on mahdollista. Tämä on tärkeä vaihe, koska tuoteryhmän käyttäytyminen on poikkeuksellista. Tämän jälkeen on

tutustuttu eri teorioihin. Teoriaan tutustuessa on myös alkanut teorioiden arvioiminen ja sopivien teorioiden valitseminen.

Sopivia teorioita on hyödynnetty Excel mallin rakentamisessa. Kaikki numerodatan käsittely ja valmistaminen on tehty saatujen historiatietojen avulla Excelillä. Excelissä on pyritty korjaamaan datassa olevia suurimpia virheitä. Osa laskuista on jouduttu toteuttamaan nimikekohtaisesti, koska tietoja on ilmoitettu keskenään eri tavoilla. Kun data on saatu riittävän eheäksi, on työssä keskitytty selvittämään tilanteeseen sopivien arvojen löytämistä sekä niiden arviointia. Haasteita tässä on tuottanut erityisesti tuotteiden satunnainen kysyntä ja yrityksen toive varastoida suuri määrä tuotteita, puolivalmisteita sekä komponentteja. Lopuksi on valittu arvioiden pohjalta tuoteryhmälle sopivimmat ratkaisumallit ja tehty ratkaisu niiden pohjalta.

Excel mallissa komponenttien ja puolivalmisteiden kulutus on laskettu kyseisen nimikkeen varastotapahtumien avulla. Laskun voisi toteuttaa myös lopputuotteiden määrän ja tarpeen avulla, mutta se ei kerro komponenttien todellista kulutusta. Historiatiedoissa on virheitä, esimerkiksi tuotteen rakenne on voinut muuttua ja siten komponentin kulutus ei välttämättä ole oikein. Virheet vaikuttavat paikoittain merkittävästi, joten suurimpia virheitä on korjattu käsin tuoterakenteen ja tuotteen kulutuksen perusteella.

Työn toteutuksen aikana yrityksen kanssa on pidetty muutama palaveri työn suunnasta ja tavoitteista. Yhteisen näkemyksen mukaan työtä on muutettu palaverien aikana käsittelemään yrityksen kannalta tärkeimpiä tuoteryhmän valmistuksen toimintoja. Työn toteutuksen aikana tuotteille tehtiin myös tuotekehitystä, jolla pyritään vähentämään eri komponenttien ja puolivalmisteiden tarvetta. Tämä on kuitenkin kokonaisuuden kannalta pieni muutos, joten se ei aiheuta muutoksia tämän työn sisältöön.

1.4 Raportin rakenne

Raportti rakentuu varastonhallintaan liittyvän teorian ympärille. Ensin työssä käsitellään tuotannonohjaukseen liittyviä teorioita. Seuraavana käsitellään vaihtoehtoja toteuttaa varaston ja materiaalin hallintaa. Tämän jälkeen esitetään erilaisia tapoja luokitella tuotteet. Sitten esitetään lyhyesti eri ennustusmenetelmiä. Teorioiden jälkeen esitetään käsiteltävän

tuoteryhmän tarkemmat tiedot sekä tuotannon nykytilannetta. Tämän jälkeen valitaan käytettävä ohjausmalli ja esitellään se. Seuraavaksi käsitellään ohjausmallin toteutusta minkä jälkeen käsitellään työn tuloksia. Lopuksi raportti sisältää yhteenvedon ja johtopäätökset.

Toinen luku käsittelee perinteisiä tuotannonohjausmenetelmiä. Ensin esitellään imu- ja työntöohjaus ja käsitellään niiden heikkouksia ja vahvuuksia. Tämän jälkeen esitellään eri tuotantomuodot. Tuotantomuodoissa asiakastilauksen kytkentäpiste on suuressa roolissa. Tämä luku on myös työn lopputuloksen kannalta tärkeä aihe, koska tuoteryhmää käsitellään usein eri tavoin ja oikeat menetelmät tulee osata valita oikeilla perusteilla.

Kolmas luku keskittyy varastonhallinta menetelmiin. Kappaleessa on esitetty yleisimmät varastonhallintamenetelmät kuten tilauspistemenetelmä ja min-maks -menetelmä. Laskennassa käytetyt kaavat on esitetty tämän kappaleen teorioiden yhteydessä. Lisäksi kappale käsittelee tärkeimmät varastonhallinnan käsitteet.

Neljäs luku käsittelee tuotteiden luokittelua. Tuoteryhmä on poikkeuksellinen, joten tuotteiden oikean luokittelun tekeminen on tärkeää tehokkaan toiminnan takaamiseksi. Luokittelussa esitetään erilaisia malleja, jotta luokittelua ymmärretään laajemmin. Koska käsiteltävänä on vain yksi yrityksen tuoteryhmä, on sen luokittelu yhdellä menetelmällä hyvin haastavaa. Luokittelussa esitetään 20/80 ja ABC analyysit, sekä XYZ-analyysi. Luokittelussa tarkastellaan myös Kraljicin ostoportfoliota, vaikka se eroaa muista luokittelumenetelmistä keskittyen siihen, kuinka tuotteiden ostaminen tulisi toteuttaa. Luvun lopussa esitellään lyhyesti vielä muita luokitteluja ja erityisesti sitä millä perusteella luokitteluja voidaan toteuttaa.

Viidennessä luvussa esitetään kysynnän ennustusmenetelmiä. Kappale käsittelee sekä kvalitatiivisia että kvantitatiivisia menetelmiä. Kvantitatiivisista menetelmistä esitetään esimerkiksi keskiarvomenetelmiä ja eksponentiaalitasoitus -menetelmää. Lisäksi kappaleessa käsitellään ennusteen tarkkuutta. Luvun lopuksi on alaluku epätasaisesta kysynnästä. Epätasainen kysyntä vaikuttaa sekä ennustamiseen, että tuotannonohjaukseen. Epätasainen kysyntä esittää käsiteltävän tuoteryhmän keskeisimmät haasteet.

Kuudennessa luvussa esitellään tuoteryhmä sekä toimintaympäristö. Toimintaympäristönä väestönsuojeluun liittyy erityispiirteitä ja se on poikkeuksellista niin kansallisesti kuin kansainvälisesti. Tämä aiheuttaa poikkeuksellisia toimenpiteitä yrityksessä. Toimintaympäristön ja toimialan pääpiirteiden ymmärtäminen on tärkeässä roolissa ratkaisun kannalta. Luvussa esitetään myös tuoteryhmän erityispiirteet sekä tuoteryhmän nykytila tuotteiden kulutuksesta sekä tuotannosta.

Seitsemäs luku käsittelee ohjausmallin valinnan ja toteutuksen. Se esittelee valitut menetelmät sekä perustelut niiden valinnalle. Lisäksi kappale esittää valittujen mallien antamat tulokset. Ratkaisu on tehty niin, että se toimii ohjeena yritykselle. Yritys pystyy luvun avulla ohjaamaan käsiteltävän tuoteryhmän tuotantoa annettujen ohjeiden ja sääntöjen mukaisesti. Kappaleessa on esitetty erilaisia vaihtoehtoja ja mahdollisuuksia toteuttaa materiaalinhallintaa. Lisäksi eri mahdollisuuksien vaikutukset on esitetty kappaleessa.

Lopuksi työssä on keskeiset tulokset, johtopäätökset ja jatkokehitysaiheet sekä tiivis yhteenvedo tehdystä työstä. Yhteenvedon on tarkoitus palauttaa mieliin työn kannalta tärkeimmät toiminnan vaiheet sekä se, kuinka niiden kanssa toimitaan.

2 TUOTANNONOHJAUS

Tämä luku esittelee tuotannonohjauksen yleisimmät muodot, työntö- ja imuohjauksen sekä tuotteille yleisimmät tuotantomuodot. Oikean ohjaustavan valinta on tärkeä osa tuotannonohjausta. Luku esittelee ensin työntö- ja imuohjauksen sekä vertailee niitä. Toinen alaluku keskittyy tuotantomuotoihin eli siihen, miten tuotteita käsitellään ja milloin asiakas liitetään tuotantoon.

Tuotannonohjauksessa pyritään varmistamaan raaka-aineiden ja komponenttien saatavuus. Tavoitteena on myös minimoida hankinnasta tai valmistuksesta aiheutuva työ. Tuotannonohjauksen tavoitteet ovat työn ja pääoman tuottavuudessa, sekä tilankäytön tehokkuudessa. Tuotannonohjauksessa apuna käytetään niin tilastomatematiikkaa kuin tietojärjestelmiä. Tärkein osa toimivaa ohjausjärjestelmää on ohjauksesta vastaavat ihmiset. (Sakki 2009, s. 115)

2.1 Työntö- ja imuohjaus

Työntöohjaus (engl. push-system) on menetelmä, jossa edellinen valmistusvaihe ”työntää” materiaalit seuraavaan valmistusvaiheeseen. Keskeinen työkalu työntöohjauksen suunnittelussa on tarvelaskenta tai materiaalitaravelaskenta MRP (material requirements planning). Se on menetelmä, jossa ennakoidaan materiaalien tarvetta. Sen avulla tuotanto ja tuotettavat määrät suunnitellaan lopputuotteen myyntiennusteiden, rakennetietojen ja varastomäärien avulla. Rakennetiedot tarkoittavat lopputuotteen rakenteen osia. Rakenne voi koostua useista eri tasoista ja useista pääkomponenteista, osakokoonpanoista ja raaka-aineista. Materiaalien määrät voivat olla suuria, mutta niiden tarveajankohdat voidaan arvioida etukäteen valmistusaikataulujen ja läpimenoaikojen avulla. (Rushton et al. 2002, s. 168; Sakki 2009, s. 108, 128)

Tarvelaskennan perusajatus on yksinkertainen. Kun tiedetään tuotteen rakenne ja suunnitellaan lopputuotteiden valmistustarve, voidaan suunnitella hankintatarve ja komponenttien valmistustarve. Lisäksi kun tiedossa on valmistusvaiheiden kestot sekä hankintojen toimitusajat, voi valmistuksen ja hankinnan ajoittaa. (Lehtonen 2004, s. 74)

Tarvelaskennassa haasteena on tulevan tarpeen määrittäminen. Tarve määritetään usein niin todellisten tilausten kuin ennusteidenkin avulla. Mikäli rakenteessa on useita tasoja, tulee tarve tietää tai ennustaa pitkälle etukäteen. On mahdollista, että saapuneet tilaukset eivät vastaa tehtyjä ennusteita. Myös rakenteet voivat aiheuttaa haasteita, jos niiden valmistuksessa aiheutuu pullonkauloja. Rakenteet voivat myös muuttua, mikä mahdollistaa virheellisiä rakennetietoja. Lisäksi läpimenoajat voivat muuttua, samoin kun toimitusajat. Lisäksi tarvelaskenta vaatii tarkat varastomäärät tuotteista, eikä niitä usein ole saatavilla. Yhden osan puuttuminen voi pysäyttää koko tuotannon. (Lehtonen 2004, s. 74; Sakki 2009, s. 128)

Tarvelaskennassa tulee huomioida myös mahdolliset minimierät. Aina ei ole mahdollista valmistaa pelkästään yhtä tuotetta tai yhden tuotteen yksittäistä komponenttia. Esimerkiksi komponentteja joudutaan usein valmistamaan usean valmistuserän verran. Syitä voi olla minimi-tilauserät, pitkät asetusajat tai muut erätuotannon edut. (Lehtonen 2004, s. 74-75)

Tarvelaskenta on saanut kritiikkiä erityisesti tarpeen ajoittamisesta. Alun perin tarvelaskenta ei huomioinut resurssitilannetta. Tuotannonsuunnitteluun käytettävä kapasiteetin tarkastaminen ja suunnitteleminen on kuitenkin kuulunut. Tämän jälkeen syntyi MRP II (manufacturing resource planning), eli lisäksi korostetaan valmistuksen resurssien suunnittelua laskemalla resurssitarve. Tuotannossa suurin osa ajasta on usein jonottamista ja jonon keston vaihtelun vuoksi läpimenoajat eivät todellisuudessa ole kiinteitä. Tämä johtaa siihen, että toimintaan suunnitellaan jonottamista ja varastointia, mikä ei ole ideaalinen tilanne. (Lehtonen 2004, s. 75)

Imuohjauksesta käytetään usein nimeä JIT (just in time), eli suomennettuna juuri oikeaan tarpeeseen, JOT. Imuohjaus on valmistusmenetelmä, jossa tuotteita valmistetaan vain tarvittava määrä. Tämä tapahtuu, kun varasto alittaa ennalta määritellyn rajan. Tuotteet valmistetaan aina vasta kun seuraava vaihe niitä todella tarvitsee. Imuohjauksessa toiminnassa varastoihin suhtaudutaan kriittisesti, koska ne pysäyttävät kysynnän imun. Tämä johtaa siihen, että muutoksiin sopeutuminen on hidasta. (Lehtonen 2004, s. 75; Sakki 2009, s. 108)

Imuohjauksessa pyritään ensisijaisesti vähentämään varastoja ja pienentämään läpäisyäikää, ei niinkään maksimoimaan resurssien käyttöä. Asetusaikojen pienentäminen mahdollistaa pienempien valmistuserien toteuttamisen ja siten tuotannosta saadaan mahdollisimman jatkuvaa. Tässä on suurin ero työntöohjaukseen. Työntöohjauksessa tuotteiden valmistaminen vaatii tarkkaa suunnittelua ja jonojen hallintaa, jolloin tuotteiden valmistaminen voi kestää päiviä. Imuohjauksessa taas tarkoitus on tuottaa nopeammin tuote, esimerkiksi tunneissa, koska jonon suunnittelu ei ole niin tärkeää. Imuohjauksessa riittää, että tarvittavat materiaalihankinnat suunnitellaan ajoissa. Tämä vaatii myös toimittajien sitouttamista toimintaan, jotta tarvittavia materiaaleja saadaan nopeasti pienissä erissä. (Lehtonen 2004, s. 75-76)

JIT tuotannossa varastoja ei voida kuitenkaan kokonaan jättää pois, koska se hidastaa tuotantoa. Varastoja on tarkoitus pitää vain vähän. Pienet varastot vähentävät varastointikuluja ja varastointiin tarvittavaa tilaa. Lisäksi se mahdollistaa myös paremman laadunhallinnan, virheellisten tuotteiden nopean havaitsemisen vuoksi. Virheelliset tuotteet havaitaan nopeammin, kun niitä käsitellään useammin, eikä suurissa erissä. Lisäksi pyritään siihen, että tavarantoimittajat ovat lähellä. Välimatkojen vuoksi Suomessa täysin ilman varastoja toimiminen on käytännössä mahdotonta. (Sakki 2009, s. 108, 129)

Imu- ja työntöohjauksien tarkoituksena on varmistaa oikeiden tuotteiden saaminen oikeassa paikassa oikeaan aikaan. Menetelmät ovat kuitenkin hyvin erilaisia, joten valittaessa mallia on tiedettävä, minkälaisesta toiminnasta on kyse ja minkälainen malli sopii omaan tilanteeseen. (Sakki 2009, s. 130)

Käsiteltäessä suuria tavaramääriä, esimerkiksi autotehtaalla, on varastointi usein haastavaa. Tämä johtaa siihen, ettei välttämättä ole mahdollista toimia samoin kuin pienessä konepajassa. Myös valtavia määriä valmistettaessa, esimerkiksi puhelimet, ei Lean-tuotannolle ole vaihtoehtoa. Lean-malli sopiikin hyvin suurten volyyymien valmistukseen. Suuria volyyymeitä valmistettaessa myös neuvotteluasema on usein parempi. Pienemmän tuotannon halutaan usein olevan joustavaa ja ilman varastoja toimimista pidetään usein riskinä. Tärkeää on ymmärtää, ettei yksi tapa sovi kaikkiin tilanteisiin. Pienemmän tuotannon tuotteista on mahdollista soveltaa JIT-periaatetta tietyille tuotteille, mutta usein se ei ole kokonaisvaltaisesti mahdollista. (Sakki 2009, s. 130-131)

Valittavaan tuotantostrategiaan vaikuttaa erityisesti tuotteen odotettu tai havaittu kysynnän voimakkuus ja vaihtelevuus. Suurella menekillä tuotannon on oltava volyymipainotteinen. Suuri menekin vaihtelu taas vaatii puskurointia tilausjonoja tai materiaaleja varastoimalla, osavalmisteita varastoimalla tai lopputuotteita varastoimalla. Tähän vaihtoehtona on joustava kapasiteetti, joka toimii useimmiten laajalla tuotenimikkeiden määrällä ja useilla tuotantoerien vaihdoilla. Laajennettava tai supistettava kapasiteetti vaatii usein reagointiaikaa, lisäksi se myös maksaa usein enemmän kuin kiinteä kapasiteetti. (Karrus 2001, s. 84)

Markkinoiden vaatimukset tuotteille sekä palvelutasolle vaikuttavat ohjaustapaan. Kuitenkin tärkeintä on sovittaa ohjaustapa vastaamaan yrityksen strategiaa. Ohjaustavan tulee olla tuote-palvelukokonaisuutta palveleva, eikä muita miellyttävä. Tärkeää on ymmärtää myös, ettei tuotannon tehokkuus tai joustavuus riitä, mikäli materiaalivirrat ovat tehottomia. Siksi tuotannon materiaalinsuunnittelussa on huomioitava myös markkinavaatimukset. Hyvin tehty tuotantostrategia johtaa usein selkeästi joko MRP tai JIT ohjaukseen. Taulukko 1 esittää MRP ja JIT vaihtoehtojen erot tuotantostrategiaa valittaessa. Taulukko 2 taas esittää markkinavaatimusten eron MRP ja JIT tuotannossa. (Karrus 2001, s. 84-85)

Taulukko 1. Tuotantostrategia ja tuotannon ohjausmenetelmä (mukaillen Karrus 2001, s. 86)

Tuotantostrategia	MRP	JIT
Prosessin luonne	Matalan volyymin erä	Korkean volyymin erä tai linja
Vaihtokustannus	Korkea	Matala
Johtaminen	Keskitetty	Hajautettu
Keskeneräinen työ	Paljon	Vähän
Kustannusten alentaminen		
- yleiskustannukset	Kehno kohde	Hyvä kohde
- varastotasot	Kehno kohde	Hyvä kohde

Taulukko 2. Markkinavaatimukset ja tuotannon ohjausmenetelmä (mukaihen Karrus 2001, s.86)

Markkinavaatimukset	MRP	JIT
Tuotetedesign	Erikois	Standardi
Tuotevariointi	Laaja	Suppea
Volyymi/jakso	Pieni	Suuri
Volyymien muuttaminen	Helppoa	Vaikeaa
Mixin muuttaminen	Helppoa	Rajattua
Toimitusnopeuden muuttaminen	Ajoitusta muuttaen	Lopputuotevarastoin
Toimitusajan muuttaminen	Hyvin hankalaa	Hieman hankalaa

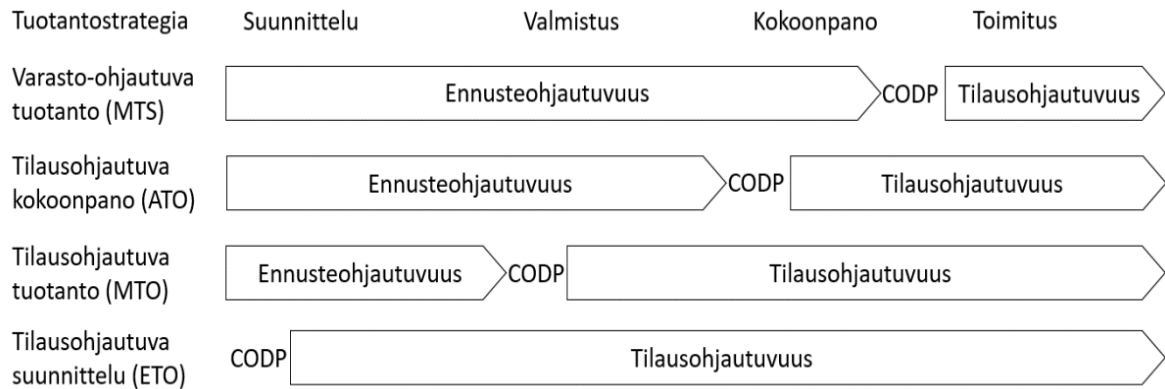
Markkinoiden vaatimukset tuotteille, tuotemixille ja toimituksille vaihtelee usein paljon sekä segmenttien, että ajan välillä. Kuitenkin perusominaisuudet ovat usein hyvin säilyviä ja niitä voi käyttää valitessa ohjaustapaa. Kilpailuilla markkinoilla tärkeimmät kriteerit ovat usein tehokkuus ja reagoitokyky. (Karrus 2001, s. 86)

2.2 Tuotantomuoto

Tuotanto- tai toimitusstrategian valitseminen on tärkeä osa tuotannon suunnittelua. Eri tuotantostrategioita on neljä, varasto-ohjautuva tuotanto, MTS (make-to-stock), tilausohjautuva kokoonpano, ATO (assemble-to-order), tilausohjautuva tuotanto, MTO (make-to-order) sekä tilausohjautuva suunnittelu, ETO (engineer-to-order). Strategiat erottavat toisistaan se piste, jossa asiakas liittyy toimitusketjuun ja jossa tuote voidaan varata asiakkaalle. Tämä piste on asiakastilauksen kytkentäpiste, CODP (Customer order decoupling point), tämä tunnetaan myös nimellä tilauksen kytkentäpiste (OPP, order penetration point). CODP sijaintiin vaikuttaa sekä markkinoiden, tuotteen, että tuotannon muuttajat. (Olhager 2003, s. 319-320; Schönsleben 2016, s. 35-36)

Kuva 1 sisältää eri tuotantostrategiat sekä niissä olevan CODP:n. Kuvassa asiakas liittyy tilaukseen CODP:n jälkeen. Kuva havainnollistaa hyvin strategioiden eron sekä sen, mitä asioita tulee ennustaa. Lisäksi kuvasta on tärkeää ymmärtää, että MTS strategia sisältää

lopputuotevarastot ja ATO komponenttivarastot. MTO ja ETO saattaa sisältää esimerkiksi raaka-aine varaston, mutta se ei ole välttämätöntä.



Kuva 1. CODP ja eri tuotantomuodot (mukaiillen Olhager 2003, s. 320)

Markkinoiden asettama toimitusaikavaade on usein yksi tärkeimmistä tekijöistä CODP valittaessa. Toinen tärkeä tekijä on kysynnän tasaisuus. Tasainen kysyntä on hyvin ennustettavissa, kun taas epätasainen kysyntä vaatii usein tilausohjautuvaa tuotantoa, koska suuren varaston pitäminen ei ole järkevää. Lisäksi kysynnän määrä on huomioitava tasaisuutta arvioitaessa. Variaatiokerroin on yksi tapa määrittää kysynnän tasaisuutta. Lisäksi lopputuotteen arvo tulee huomioida tuotantostrategiaa valittaessa. Arvokasta tuotetta ei kannata varastoida paljoa, koska varaston arvo voi nousta liian suureksi. Asiakkaan tilausten koko ja tilausväli on tärkeä tekijä valinnassa. Säännölliset tilaukset auttavat ennustamisessa ja mahdollistaa varastoinnin minimointia. Kausituotteilla voi strategia vaihtua eri vaiheen mukaan. (Olhager 2003, s. 319-320)

Modulaarinen tuote toteutetaan tyypillisesti ATO strategialla. Erityisesti jos modulaarisella rakenteella voidaan toteuttaa useita lopputuotteita, on järkevää koota haluttu lopputuote tilauksen jälkeen. Mikäli taas asiakkaalla on yksilöllisiä tarpeita, jotka tulee huomioida jo tuotannon alkuvaiheessa, on MTO toimintatapa välttämätön. ETO taas toimii, kun asiakkaan vaatimukset ovat täysin yksilöllisiä esimerkiksi ulkonäön suhteen. (Olhager 2003, s. 321-322, 328)

Tuotannon joustavuus vaikuttaa myös valittavan strategian valintaan. Lyhyet vaihto- ja asetussajat mahdollistavat joustavamman tuotannon. Myös tuotannon pullonkaulakohtat on

huomioitava. Pullonkaula voi olla joko toiminto tai resurssi. Se käyttäytyy eri tavalla eri strategioissa, joten se tulee myös huomioida eri tavalla eri tilanteissa. Esimerkiksi JIT toiminnassa tietyn osan tai toiminnan ollessa tuotannon pullonkaula on usein järkevää käyttää MTO mallia, jolloin pullonkaulaan ajaututaan vain, kun asiakas tilaa tuotteen. Pitkät vaihtoajat voivat aiheuttaa tuotannon pullonkauloja. (Olhager 2003, s. 322)

3 VARASTONHALLINTA

Varastonhallinta on iso osa tuotannonohjauksesta. Tämä luku käsittelee ensin yleisesti varastointia ja sitten varastonhallintaa sekä varastonhallintamenetelmiä. Luku on tärkeä, jotta tuoteryhmän eri tuotteille pystytään valitsemaan oikeat varastonohjaustavat, sekä toteuttamaan ne ensin teoriana ja viemään ne käytäntöön tulevaisuudessa.

Varastonhallinnalla tai varastonohjauksella tarkoitetaan varastoon sitoutuneen pääoman ja materiaalivirtojen hallintaa. Varastonhallinnan perustehtävä on kierto- ja varmuusvarastojen hallinta. Varastonohjausjärjestelmiä luokitellaan määrä-, aika-, tuotanto sekä jakeluperusteisiin. (Ritvanen et al. 2011, s. 87)

3.1 Varastointi

Varastointi on logistinen ratkaisu. Varastointia tehdään tuotteille, joiden kysyntä on tasaista sekä tuotteille, joilla kysynnänvaihtelu on suurta. Varastointi on lähtökohtana, kun tuotanto toteutetaan eri nopeudella kuin kulutus. (Karrus 2001, s. 34-35) Varastoinnilla on suuri merkitys toimitusketjun hallinnassa. Turhaa varastointia tulee välttää, mutta usein varastointi on perusteltavissa. Varastotasot eivät saa kuitenkaan nousta liiketoiminnalle taloudelliseksi rasitteeksi. (Ritvanen et al. 2011, s. 182-183)

Ritvanen et al. (2011, s. 80) kertoo, että varastointi on usein yrityksen toimivuudelle elintärkeää. Ritvanen et al. mukaan yrityksillä on varastoja seuraavista syistä:

- Hankittujen tavaraerien varastointi
- Hyvä asiakaspalvelu
- Välivarastointi osana kuljetuksia maasta toiseen
- Tuotevalikoiman ja asiakaskunnan laajuus
- Ennakoitu hinnannousu
- Huono saatavuus
- Epäluotettava toimittaja

Varastolla tarkoitetaan usein fyysistä tilaa, jossa voidaan säilyttää tavaroita. Varasto rinnastetaan usein myös vaihto-omaisuuteen. Vaihto-omaisuutta voidaan säilyttää niin varastotilassa kuin muuallakin. Varasto muodostuu usein tuotantoteknisistä syistä. Usein tuotantokustannukset pienenevät eräkoon kasvaessa, ja siksi on järkevää valmistaa suurempi

erä tuotteita kerralla. Lisäksi kuljetuskustannukset ovat pienemmät yksittäistä tuotetta kohden kuljetettaessa suurempaa erää tuotteita, joten on mielekästä kasvattaa eräkokoja. (Karrus 2001, s. 35; Sakki 2009, s. 103-104)

Määräperusteiset varastohallintamenetelmät toimivat varastotasojen mukaan. Esimerkiksi kahden laatikon menetelmä ja tilauspistemenetelmä ovat määräperusteisia varastohallintamenetelmiä. Aikaperusteiset menetelmät ovat menetelmiä, joissa tilaus suoritetaan ennalta määritetyin määrävälein. Tuotantoperusteiset varastohallintajärjestelmät perustuvat tarvelaskentaan. Tarvelaskennassa lasketaan kysynnän ja määrän ajankohta, joka ohjaa tekemään varastoon vain tarpeen mukaiset tuotteet. Jakeluperusteiset varastohallintajärjestelmät huomioivat kysynnän vaihtelun ja jakelujärjestelmän tarpeet. (Ritvanen et al. 2011, s. 87-90)

Muita varastohallintamenetelmiä ovat esimerkiksi VMI (Vendor Managed Inventory), CS (Consignment Stock, kaupintavarasto) sekä CPFR (Collaborative Planning, Forecasting and Replenishment, yhteissuunnittelukäytännö). VMI malli tarkoittaa sitä, että toimittaja valvoo asiakkaan varastoa sekä vastaa varaston täydentämisestä. CS mallissa toimittaja omistaa varaston, joka on asiakkaan tiloissa. Sekä VMI, että CS malleissa asiakkaalla ei sitoudu pääomaa varastoon. Lisäksi toimittajalla on vahvempi suhde asiakkaaseensa. CPFR mallilla tarkoitetaan sitä, että toimittaja ja asiakas yhdessä suunnittelevat ja ennustavat täydennysten tarpeen. (Ritvanen et al. 2011, s. 90)

3.2 Varastoinnin tunnusluvut

Varastoon sitoutuu materiaaleina käyttöpääomaa. Varastohallinnalla pyritään hallitsemaan materiaaleja ja käyttöpääomaa. Ohjauksen tueksi on kehitetty useita tunnuslukuja, joiden avulla varaston tehokkuudesta ja toimivuudesta saadaan hyvä yleiskuva. (Karrus 2001, s. 177)

Varastohallinta perustuu kahteen peruspäätökseen, ensimmäisenä on tilauseräkokon ja sen määrittäminen. Toisena päätöksenä on hetki, jolloin tilaus tehdään. (Izar-Landeta et al. 2018, s. 12) Varaston arvoon voi vaikuttaa täydennyserien koon ja määrän avulla. Pienet eräkoot alentavat varaston arvoa mutta tilaamisen, käsittelyn ja kuljetuksen kustannukset nousevat.

Sopivan eräkoon määrittäminen on mahdollista, kun tiedetään varastoimisesta ja ostamisesta aiheutuvat kustannukset. Erityisesti useamman kerran vuodessa täydennettävien tuotteiden kohdalla on hyödyllistä määrittää eräköko huolellisesti. (Sakki 2009, s. 115)

Varastonkiertonopeus on vaihto-omaisuuden käytön tehokkuuden mittari. Se on tavallisesti käytetyin tunnusluku. Varastonkiertonopeus lasketaan kaavalla:

$$\text{varastonkiertonopeus} = \frac{\text{vuoden kulutuksen arvo}}{\text{varastojen keskiarvo}} \quad (1)$$

Laskettaessa varastonkiertonopeutta tulee laskennan perusteet tietää. Yhden tuotteen varastonkiertonopeus voidaan laskea kaavan 1 avulla jakamalla kappalemääräinen kulutus varaston arvolla. On tärkeää, että molemmat, kulutus ja varasto, on hinnoiteltu samalla periaatteella. Lisäksi verrattaessa lukuja tulee tietää, miten luvut, esimerkiksi eri yritysten välillä, on laskettu. (Sakki 2009, s. 76) Varaston kiertonopeus esittää, kuinka monta kertaa varasto vaihtuu valitulla ajanjaksolla, yleensä ajanjaksona on vuosi. Matala kiertonopeus sitoo käyttöpääomaa, joten korkea kiertonopeus on suositeltavaa. (Karrus 2001, s. 177-179)

Sakin (2009, s. 76) mukaan teollisuusyrityksessä kaava 1 toimii parhaiten raaka-aineilla. Valmisteverastonkiertonopeutta laskettaessa on huomioitava lisäksi tehty työ niin käytössä kuin varastossakin. Varastonkiertonopeuden kaava on tällöin:

$$\text{valmisteverastonkiertonopeus} = \frac{\text{valmistuksen arvo}}{\text{varastojen arvo}} \quad (2)$$

Kaavassa 2 käytetään usein laskentahetken varaston arvoa, koska keskimääräisen varaston seuraaminen on usein hankalaa vaihto-omaisuuden arvon muuttuessa. (Sakki 2009, s. 76)

Varastonkiertonopeutta voidaan mitata myös aikalukuna. Se kertoo kuinka kauan varasto riittää keskimääräisen kysynnän toteutuessa. Tätä kutsutaan myös varastonkiertoajaksi. Laskettaessa varastonkiertoaikaa voidaan käyttää joko mennyttä kulutusta tai ennustetta tulevasta. Varastonkiertoaika voidaan laskea kaavalla:

$$\text{varastonkiertoaika} = \frac{365}{\text{varastonkiertonopeus}} \quad (3)$$

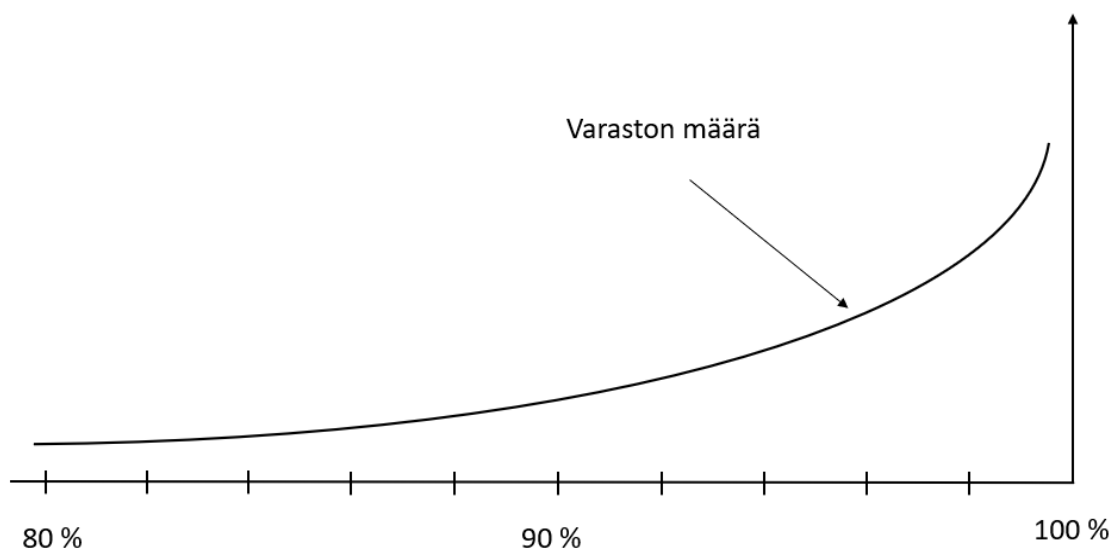
Kaavassa käytetään kaavan 1 varaston kiertonopeutta. Kaavalla 3 saadaan selville varaston kiertoaika päivissä. (Sakki 2009, s. 76-77)

Varastonkiertoa voidaan ilmaista myös vaihto-omaisuuden ja liikevaihdon avulla kaavalla:

$$\text{vaihto-omaisuuden osuus} = \frac{\text{vaihto-omaisuuden arvo}}{\text{liikevaihto}} \quad (4)$$

Kaava 4 tuloksena saadaan suhdeluku. Vaihto-omaisuuden osuus on käytännöllinen tapa ja antaa vertailukelpoisen arvon, mikäli varastonkiertoa ja sen tehokkuutta halutaan verrata eri yritysten välillä. (Sakki 2009, s. 77)

Palvelutaso ei ole samanlainen mittari kuin edelliset, mutta se on toimiva tunnusluku. Palvelutasolla tarkoitetaan sitä, kuinka hyvä toimitusvarmuus halutaan saavuttaa. Kuva 2 mukaisesti varaston määrä kasvaa voimakkaasti, kun lähestytään 100 % toimitusvarmuutta. 100 % palvelutaso tarkoittaa suurta varmuusvarastoa. Suuren varaston takia palvelutaso asetetaan usein hieman alle 100 %, 95-98 %:iin. Valittuun palvelutasoon vaikuttaa esimerkiksi varastointikustannukset, menetetyt myynnin kate ja asiakaspalvelun haitat. Tarkoilla myyntiennusteilla pystytään parantamaan ennustetta ja pienentämään varastoa. (Lehtonen 2004, s. 124)



Kuva 2. Palvelutason ja varastotason yhteys (Mukaiillen Lehtonen 2004, s. 123)

Rushton et al. (2002, s. 45) muistuttaa, että kahden prosentin nousu palvelutason ollessa 70 ei juuri muuta kustannuksia, mutta nousu 95 prosentista 97 prosenttiin nostaa kustannuksia huomattavasti. Vaikka kahden prosentin nousu kuulostaa pieneltä, voi sen taloudelliset vaikutukset olla suuret. Siksi Rushton et al. mukaan palvelutasoa valittaessa tulee harkita ja arvioida tarkasti todellinen tarve ja riskit.

3.3 Varaston luokittelu

Varasto voidaan luokitella eri tavoilla. Teollisuusyritykset usein luokittelevat varastot kolmeen päätyyppiin: raaka-aine-, puolivalmiste- ja valmisteverastoihin. Raaka-ainevarastossa on raaka-aineiden lisäksi materiaalit, tarveaineet osat ja komponentit. Puolivalmistevarastossa on keskeneräiset työt ja valmisteverastossa myytävät tuotteet. Varasto voidaan jakaa myös varastossa olevien tuotteiden tarpeen mukaan. Sitä osaa varastosta, jolle on tiedossa suurella todennäköisyydellä myöhempää käyttöä, kutsutaan aktiivivarastoksi, käyttövarastoksi tai kiertovarastoksi. Passiivi- tai varmuusvarastoksi taas kutsutaan sitä osaa, joka hankitaan varmuuden vuoksi, koska ei tiedetä tulevaa kysyntää. Varmuusvarasto liikkuu hyvin pienellä todennäköisyydellä. On tärkeää ymmärtää, että fyysisessä varastossa ei ole erikseen aktiivi- ja passiivivarastoa, vaan varastot ovat yhdessä paikassa ja kaikkia tuotteita voidaan käyttää tai myydä. (Karrus 2001, s. 35; Sakki 2009, s. 103-104, 106)

Sakin (2009, s. 104) mukaan passiivivarasto ei kuitenkaan ole sama asia kuin varmuusvarasto. Sakki esittää, että usein vain pieni osa passiivivarastosta on tarpeellista varmuusvarastoa. Muu osa passiivivarastosta on muista syistä johtuvaa ylimääräistä varastoa. Esimerkiksi virheellinen arvio tulevasta kysynnästä tai liian aikaisesta tilauksesta. Sakin mukaan tämä ylimääräinen varasto ei ole varmuusvarastoa.

Varmuusvarasto on yksi keino toimitusvarmuuden parantamiseen. Varmuusvarasto on puskuri, jolla varaudutaan kysynnän äkilliseen nousuun tai toimituksen viivästykseen. Varaston tulisi laskea sen tasolle vain poikkeustapauksessa. Varmuusvarastoa tarvitaan tilausajankohdan määrittämisessä. Sen määrittämiseen tarvitaan tieto toimitusajasta ja toimittajan täsmällisyydestä, kysynnän vaihtelu sekä tuotteen loppumisen kriittisyys. Sitä tarvitaan, kun ei tiedetä tarkasti kysyntää ja toimitusaikaa. Jos tiedetään tarkasti kysyntä ja toimitusaika on varmuusvarasto turha. Näin ei kuitenkaan normaalisti ole, joten varautuminen muutoksiin on tarpeellista. (Sakki 2009, s. 120-122)

Varmuusvaraston suuruus voidaan laskea aiemman kysynnän hajonnan avulla. Hajonta tarkoittaa yksittäisten tapahtumien poikkeamaa keskiarvosta. Tätä kutsutaan myös standardipoikkeamaksi. (Sakki 2009, s. 121-122) Keskihajonta lasketaan usein tietokoneella, esimerkiksi Excelissä se onnistuu kaavalla STDEV (suomeksi KESKIHAJONTA) (Sakki 2009, s. 121).

Varmuusvarasto voidaan laskea kaavalla:

$$B = k * s\sqrt{L} \quad (5)$$

Kaavassa 5 B on varmuusvarasto, k on varmuuskerroin, s on standardipoikkeama ja L on hankinta-aika tai toimitusaika. Varmuuskerroin määritetään halutun palvelutason mukaan. Tämä tarkoittaa todennäköisyyttä, jonka mukaan tavara riittää varastossa. Varmuuskerroin saadaan laskettua palvelutason mukaan esimerkiksi Excelillä olevalla kaavalla NORMSINV (suomeksi NORM_JAKAUMA.KÄÄNT). (Sakki 2009, s. 122)

Milliken (2006, s. 6-7) artikkelissaan esittää, että erityisesti ei-ennustettavien tuotteiden varmuusvarastointia tulee harkita tarkkaan. Varaston arvo ja siihen käytetty työmäärä kasvaa suureksi, mutta saata hyöty jää usein pieneksi. Tämä tapahtuu vaikeasti ennustettaville tuotteille, koska varmuusvarastoa joudutaan pitämään erittäin korkeana. Lisäksi ei ennustettavien tuotteiden määrä on usein suurempi kuin ennustettavien, joten suuret varmuusvarastot koskevat useita tuotteita ja aiheuttaa ylivarastointia. Mitä vaikeampaa kysynnän ennustaminen on, sitä suurempaa palvelutasoa joudutaan käyttämään kysyntään vastaamiseksi.

Kun lopputuotteiden valmistussuunnitelma on päätetty, tiedetään mitä ja kuinka paljon aineita ja osia tarvitaan valmistuksessa. Monen osan kohdalla tilanne voi olla se, että on pitkiä jaksoja, jolloin tuotteella ei ole menekkiä. Siksi myös varmuusvarastoja ei ole mielekästä pitää. (Sakki 2009, s. 127)

3.4 Optimaalinen eräkkö

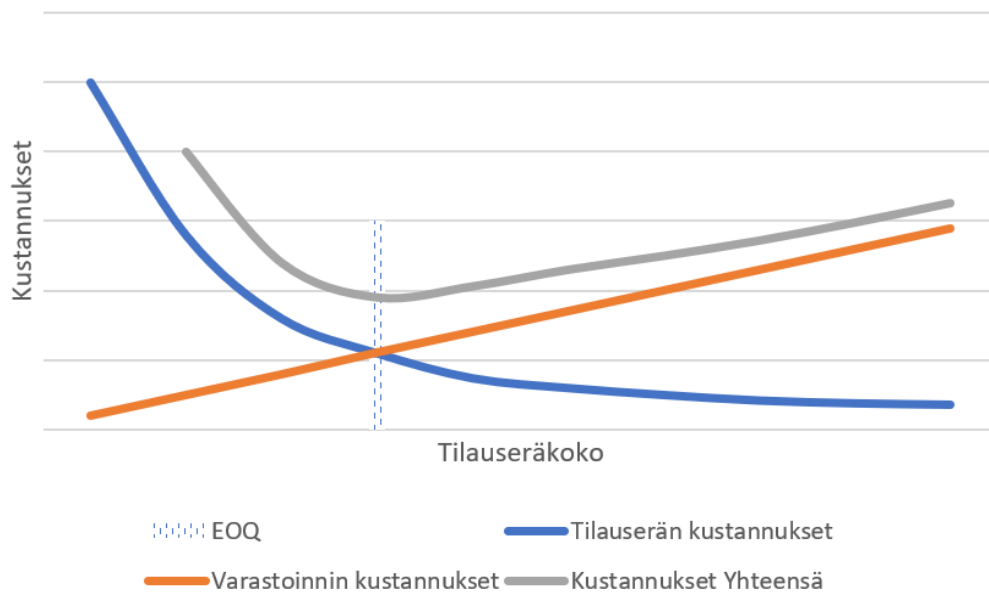
Optimaalinen eräkkö, EOQ (economical order quantity) on menetelmä, jolla pyritään arvioimaan oikea eräkkö. Menetelmässä yritetään löytää tasapaino varastointikustannuksilla ja toimituserän kustannuksilla. (Rushton et al. 2000, s. 191) EOQ on yleisin käytössä oleva menetelmä eräkköjen suunnittelussa. Oikean tasapainon löytäminen tilauserien määrän ja siitä aiheutuvien kustannusten sekä varaston arvon välillä on tärkein asia tilauserien määrää suunniteltaessa. (Slack et al. 2010, s. 349) Eräkköä halutaan optimoida esimerkiksi kalliiden täydennyskustannusten takia (Ritvanen et al. 2011 s. 89)

Optimieräkkö tehdään jokaiselle tuotteelle erikseen. Kuitenkin ostopäätöstä tehdessä voidaan samalta toimittajalta tilata muitakin tuotteita. Silloin eräkköön vaikuttaa erityisesti kuljetuskustannukset. Kuljetuskustannuksiin vaikuttaa etäisyys toimittajasta, tuotteiden määrä, paino ja tilavuus. Kaukaa ostettaessa kannattaa usein pakata suuryksikkö esimerkiksi kontti. Silloin eräkkö määrittyy kontin koon mukaan. (Sakki 2009, s. 119)

EOQ lasketaan kaavalla (Rushton et al. 2000, s. 192 & Sakki 2009, s. 116):

$$EOQ = \sqrt{\frac{2 * D * TK}{H * VK}} \quad (6)$$

Kaavassa 6 D on arvioitu vuosimenekki yksikössä, TK on yhden toimituserän kustannus rahayksikössä, H on tuotteen yksikköhinta ja VK tuotteen varastointikustannus vuodessa. Varastointikustannus ilmoitetaan prosentteina suhteessa varaston arvoon. (Sakki 2009, s. 116) H*VK on varaston kustannus per yksikkö per vuosi (Rushton et al. 2000, s. 192). EOQ malli olettaa, että kysyntä ja kulutus on tasaista ja ennakoitavissa sekä tuotteen saatavuudessa ei ole ongelmia (Karrus 2001, s. 38; Ritvanen et al. 2011 s. 89). Kuva 3 näkyy kuinka EOQ:n avulla saadaan optimoitu eräkkoko. Kuvasta havaitaan, että on olemassa tietty piste jossa, kustannukset yhteensä ovat minimissä.

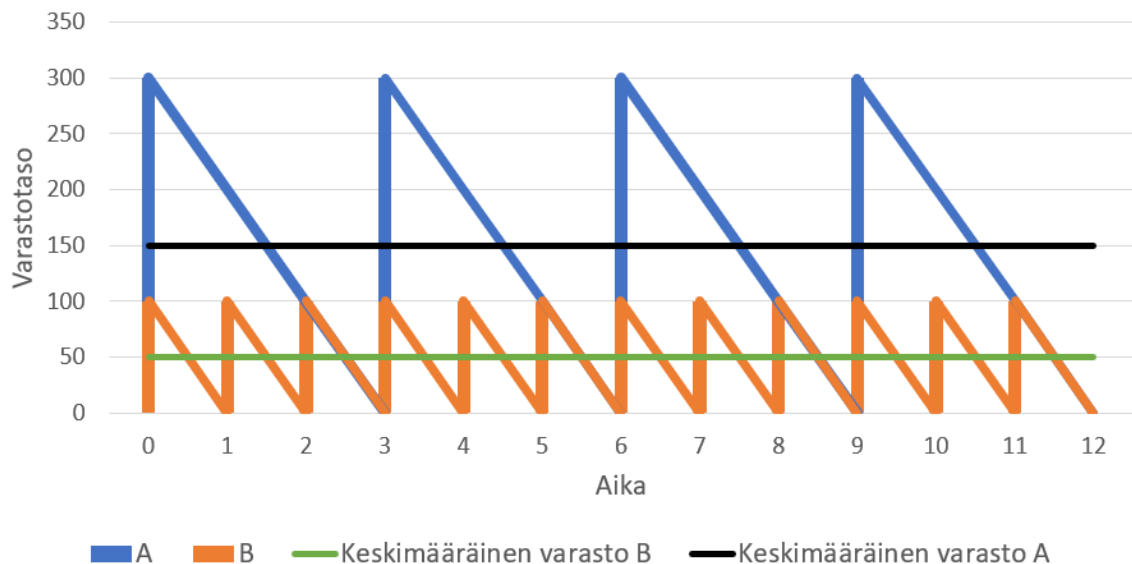


Kuva 3. EOQ (mukaillen Rushton et al. 2000, s. 193)

Slack et al. (2010, s. 350) huomauttaa, että optimaaliseen pisteeseen on hankalaa päästä. Käsittely- ja varastointikustannukset ovat usein vain arvioita, joten niihin kohdistuu helposti pieniä virheitä. Slackin mukaan kuvaajasta voidaan havaita, että lähellä EOQ pistettä kustannus pysyy lähes yhtä suurena kuin optimikohdassa, joten pienet virheet eivät haittaa arviossa. Paras EOQ on todellisuudessa Slack et al. mukaan laajalla alueella eikä yhdessä pisteessä. Vaikka kuvaajalla pyritään löytämään paras mahdollinen arvo, menetelmän tarkoitus on löytää oikea alue. (Slack et al. 2010, s. 350)

Toimituserän kustannukset on usein haastavin arvo EOQ:n määrittämisessä. Ne voidaan arvioida keskimäärin aiheutuneiden kustannusten ja tapahtumien määrän perusteella, mutta tapauskohtaiset kustannukset voivat vaihdella paljon. Kuitenkin on tärkeää pyrkiä selvittämään eräkustannukset mahdollisimman tarkasti. Kaikki eräkustannukset eivät muutu lineaarisesti, joten arvioiminen keskiarvoilla on haastavaa. Esimerkiksi eräköön pientyminen kolmannekseen, tarkoittaa kolmekertaa enemmän tilauksia ja vastaanottoja, mutta kuljetuskustannus tuskin pienenee kolmannekseen. Myös moni muu asia muuttuu, joten mahdollisimman tarkka arvio on tarpeellinen tehdä. (Sakki 2009, s. 118)

Usein eräkokoa kasvattamalla myyjä tarjoaa parempaa yksikköhintaa. Kuitenkin varastoinnin hinta tulee huomioida alennusta huomioitaessa. Varastoinnin kustannuksissa nyrkkisääntönä käytetään arviota, että varastointi aiheuttaa 1,5-3 %:n kustannuksen hankintahinnasta kuukaudessa. Erityisesti vanhentuvien tuotteiden osalta on syytä huomioida varastoinnin kustannus tarkasti ennen suuremman tilauserän tilaamista. (Sakki 2009, s. 119) Kuva 4 esittää kuinka erilaiset eräkoot vaikuttavat varaston arvoon ja tilauserien määrään. Molemmissa vaihtoehdoissa tuotetta tilataan yhtä paljon vuosi tasolla, mutta vaihtoehto A tilaa 300 yksikköä kerralla B:n tilatessa vain 100.



Kuva 4. Eräköön vaikutus varastointiin (mukailien Slack et al. 2010, s. 349)

Eräkokoon vaikuttaa myös muut kuin taloudelliset näkökulmat. Erityisesti pilaantuminen tai vanhentuminen on riski. Mikäli optimaalinen eräkoko on suurempi kuin järkevä

varastoimisaika hylätään optimierä. Toinen rajoittavia tekijä voi olla varastointitila, jolloin ei voida hankkia enempää tavaraa kuin on tilaa varastoida. Lisäksi pienen kulutuksen tuotteet (c- ja d- luokka) optimierä voi olla niin suuri, että kulutus kestää kohtuuttoman pitkään, eikä ole järkevää hankkia paljoa varastoa. (Sakki 2009, s. 119)

Tilauseräkoon määrittämisessä tietotekniikka on tehostanut optimaalisten varastotasojen ylläpitämistä. Aiemmin yleisesti on ollut käytössä perioditarkastus, eli varastossa olleet tuotteet tarkastetaan tietyin aikavälein. Tämä on johtanut siihen, että varastoitavia tuotteita arvioitaessa myös tarkastusperiodin aika on huomioitava. Tietotekniikka on mahdollistanut toiminnanohjausjärjestelmissä jatkuvat tarkastuksen. Tämä tarkoittaa sitä, että tietokone seuraa varastojen määriä jatkuvasti ja ilmoittaa kun tuote on alittanut hälytysrajan tai on loppunut. (Karrus 2001, s. 44-46)

3.5 Tilauspistemenetelmä

Tilauspistemenetelmä on varastonohjaustapa, jossa materiaalit tilataan varastoon, kun tietty materiaalin määrä varastossa alittuu. Menetelmän tehokkuus syntyy ensisijaisesti tilaushetken ja täydennysketken määrittämisestä. Tilauspisteestä käytetään myös nimitystä hälytysraja. (Karrus 2001, s. 43) Tilauspistemenetelmästä käytetään myös nimeä kiinteän tilauserän menetelmä, koska tilauserä on aina samansuuruinen (Sakki 2009, s. 123-124). Tilauspistemenetelmää on helppo käyttää, koska täydennyserä voidaan suorittaa välittömästi varastotason laskettua tilauspisteen alle, eikä varastotasojen tarvitse laskea (Rushton et al. 2002, s. 188-189).

Tilauspiste on se varastomäärä, jonka alittuessa tuotetta ehditään hankkia lisää, mikäli toimitusaika pysyy normaalina. Jos kysyntä on ennustettua ja toimitusaika pitää on tuotteiden saapuessa varmuusvarasto vielä jäljellä. Tilauspiste saadaan kaavalla:

$$T = DL + S \quad (7)$$

$$T = D \left(L + \frac{P}{2} \right) + S \quad (8)$$

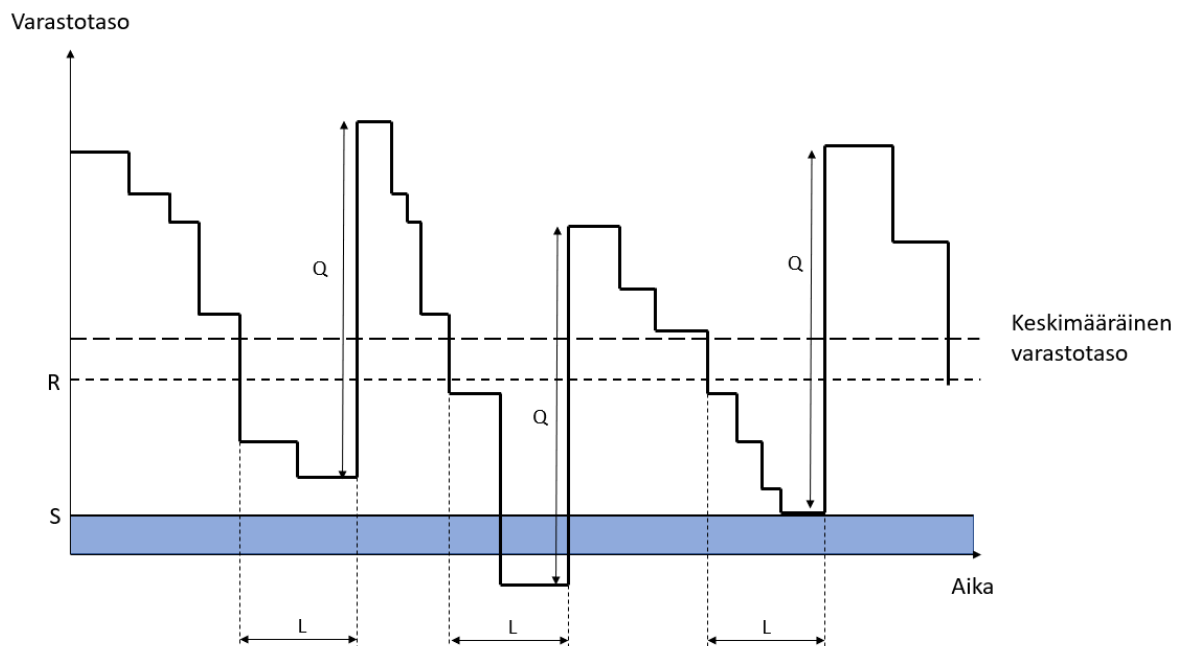
Kaavoissa 7 ja 8 T tarkoittaa tilauspistettä. D on tuotteen keskimääräinen kulutus tietyssä ajassa. L on täydennysajan pituus ja S on varmuusvarasto. Kaavassa 8 oleva P on

tarkasteluvälin pituus. Se huomioidaan siksi, että tilaukset tehdään usein määrävälein, joten tilauspistettä tulee korottaa niin, että se huomioi myös tarkasteluvälin kulutuksen. (Sakki 2009, s. 123; Lehtonen 2004, s. 122)

Kuva 5 esittää tilauspistejärjestelmän toiminnan. Kuvassa Q tarkoittaa täydennyseräkkoa, S varmuusvarastoa, L tilaus-toimitusviivettä ja R tilauspistettä. Kuvasta havaitaan, että varmuusvarastoa tarvitaan kysynnän ollessa odotettua suurempi. Lisäksi tarve tulee toimituksen viivästyessä. Kuvassa oleva keskimääräinen varastotaso lasketaan tilauspistejärjestelmässä kaavalla (Lehtonen 2004, s. 122):

$$\text{Keskimääräinen varastotaso} = \frac{1}{2}Q + S \quad (9)$$

Kaavassa 9 Q tarkoittaa täydennyseräkkoa ja S varmuusvarastoa. Täydennyserä tarkoittaa tilattavien tuotteiden määrää.



Kuva 5. Varastotason kehitys satunnaisella kysynnällä tilauspistemennettä käytettäessä (Mukaien Karrus 2001, s. 45; Lehtonen 2004, s. 122)

Ward artikkelissaan (1978, s. 624, 631-632) esittää mallin, jossa tilauspiste lasketaan Poisson jakaumalla eikä normaalijakaumalla. Artikkelissa Poisson jakaumaa suositeltiin

käyttämään silloin kun käytössä on epävarman tai epätasaisen kysynnän tuotteet. Ward havaitsi, että Poisson jakauman käyttö tarjoaa uskottavan ja helppokäyttöisen ratkaisun epätasaisen kysynnän tuotteille. Wardin mukaan Poisson jakauma huomioi paremmin kysynnän todellisen rakenteen. Tutkimuksessa havaittiin, että normaalijakauma antaa matalamman tilauspisteen kuin Poisson jakauma. Tutkimuksessa kuitenkin todettiin, että normaalijakauma voi olla hyvin puutteellinen. Siksi Wardin mukaan epätasaisen kysynnän tuotteilla on perusteltua käyttää Poisson jakaumaa. Myös SAP (2018) ohjeistaa käyttämään Poisson jakaumaa tilauseräkoon ja varmuusvaraston määrittämiseen silloin, kun kysyntä on epäsäännöllistä.

Normaalijakauma on jatkuva jakauma, joka on symmetrinen, lisäksi se ei voi käsitellä negatiivisia lukuja. Fyysisiä tuotteita ei voi käsitellä jatkuvana, koska ne ovat aina yksittäisiä kappaleita. Lisäksi fyysisen tuotteen määrä on aina positiivinen. (Grace-Martin 2018) Normaalijakaumaa pidetään vaivattomana käyttää, mutta koska kysyntäjakaumat ovat käytännössä aina vinoja jakaumia antaa normaalijakauma liian pienen varmuusvaraston (Lehtonen 2004, s. 123). Tämä havaittiin myös Ward (1978) tutkimuksessa. Poisson jakauma käsittelee pelkästään positiivisia lukuja ja se toimii, kun käytössä on diskreetit muuttujat. Lisäksi Poisson jakauma voi olla vinoutunut. Useissa tapauksissa Poisson jakautuneita tilanteita voidaan mallintaa normaalijakaumana, mutta se aiheuttaa aina pienen virheen. Poisson jakauma voi näyttää normaalijakautuneelta, kun keskiarvo on suuri, mutta se ei ole sama asia. (Grace-Martin 2018)

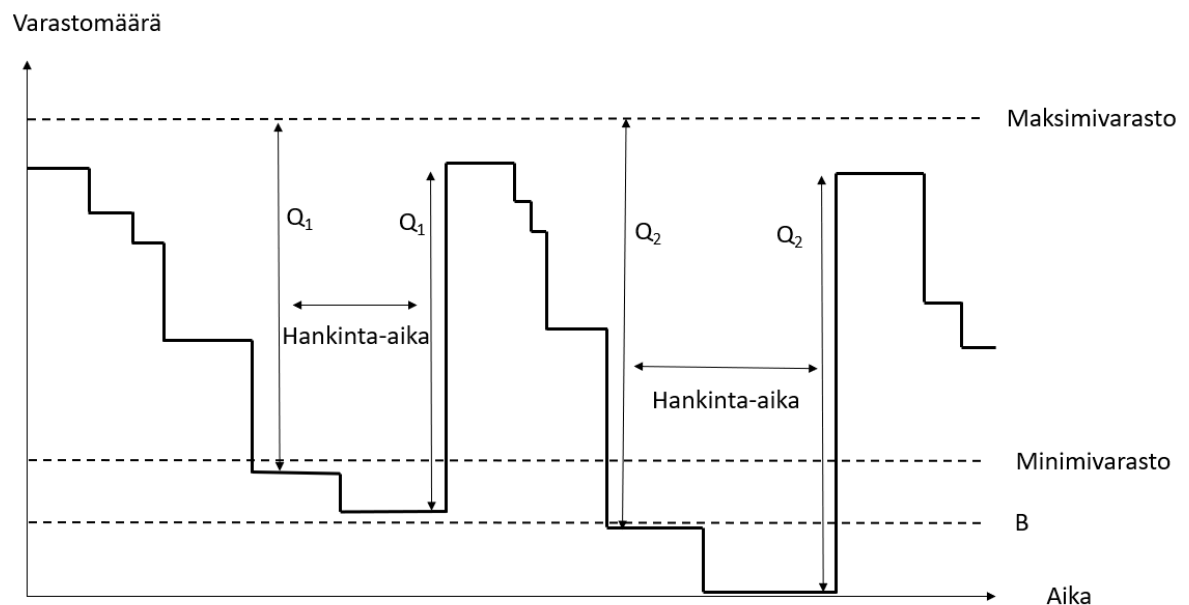
Kerslake (2005, s. 34) havaitsi opinnäytetyössään, että Poisson jakauma vastaa normaalijakaumaa paremmin todelliseen kysyntään epätasaisen kysynnän tuotteilla. Lisäksi Poisson jakauman vahvuus on siinä, ettei sillä ole normaalijakauman ongelmia epäjatkuvuudessa ja vinoudessa. Lisäksi Kerslake totesi, että vaikka Poisson jakauma voi arvioida kysynnän suuremmaksi kuin todellisuudessa on tapahtunut, se on sopivin vaihtoehto. Lisäksi hän totesi, että koska epätasaisen kysynnän tuotteet ovat yrityksessä pienessä roolissa on Poisson jakauma sopiva vaihtoehto, koska epäonnistumisen vaikutus on pieni.

Excelissä Poisson jakaumaa voi käyttää POISINV funktiolla. POISINV funktion saa käyttöön Excel lisäosan SIMTOOLS avulla. POISINV(todennäköisyys, keskiarvo) funktio

palauttaa käänteisen kumulatiivisen arvon Poisson-muuttujalle. (Myerson 2010) Kaavassa käytetään muuttujina haluttua palvelutasoa todennäköisyytenä ja täydennysajan kulutuksen odotusarvoa keskiarvona. Saatu arvo on tilauspisteen arvo. Tätä menetelmää käyttämällä varmuusvarasto saadaan selville vähentämällä tilauspisteestä täydennysajan kulutus.

3.6 Min-maks -menetelmä

Min-maks -menetelmä on tilauspistemenetelmän muunnos. Menetelmä eroaa siinä, että eräkkö ei ole kiinteä. Min-maks menetelmässä varastolle määritellään ylä- ja alarajat, eli maksimivarasto ja minimivarasto, joiden välissä varaston halutaan pysyvän. Menetelmässä tilaus tehdään, kun tuotteiden määrä varastossa alittaa minimirajan. Tilauseräkkö suunnitellaan niin, että mikäli tilaus saapuisi välittömästi nousisi varaston arvo maksimiin. Toisin sanoen tuotetta tilataan ennalta asetettuun maksimitasoon. Tilausta tehdessä on huomioitava aiemmin tilatut, toimittamatta olevat tuotteet, jotta tuotteiden maksimimäärä varastossa ei ylitä. Kuva 6 esittää min-maks menetelmän epäsäännöllisellä kysynnällä. (Karrus 2001, s. 45; Sakki 2009, s. 125)



Kuva 6. Min-maks menetelmä (Mukaiillen Sakki 2009, s. 125)

Ylä- ja alarajat min-maks menetelmään määritellään seuraavilla kaavoilla (Sakki 2009, s. 125):

$$Maks = B + D(L + \frac{P}{2}) \quad (10)$$

$$Min = B + DL \quad (11)$$

Kaavoissa 10 ja 11 S tarkoittaa varmuusvarastoa, D keskimääräistä menekkiä käytetyssä aikayksikössä, L keskimääräistä hankinta-aikaa samassa aikayksikössä kuin D . Kaavassa 11 oleva D on tarkasteluvälin pituus. Mikäli tarkastelu tapahtuu automaattisesti ja tilaukset lähtevät välittömästi, voidaan tarkasteluväliä pitää nollana.

Tiluserä lasketaan seuraavasti (Sakki 2009, s. 125):

$$Q = Maks - S \quad (12)$$

Kaavassa 12 Q tarkoittaa tiluseräkoko, maks on maksimivarasto ja S on tilaushetken varastosaldo. Varastosaldoa laskettaessa voidaan huomioida myös tuleva kulutus. Menetelmä sopii kaikille abc-luokkien tuotteille. Lisäksi menetelmää voidaan käyttää siten, että tilataan yhdeltä toimittajalta kaikki muutkin tuotteet niin, että päästään ennalta sovittuun maksimi tasoon. Tämä mahdollistaa suuremman määrän kuljettamisen kerralla, mikä laskee kuljetuskustannuksia. (Sakki 2009, s. 125-126)

3.7 Kiinteän aikavälin menetelmät

Kiinteän aikavälin menetelmällä tarkoitetaan mallia, jossa tilaus suoritetaan etukäteen määritetyin määräajoin. Tuotteita voidaan tilata esimerkiksi kuukausittain tiettyinä päivinä. Näissä menetelmissä tuotteita tilataan niin paljon, että päästään haluttuun tavoitetasoon. Huomioitavaa on, että tilauksessa huomioidaan toimitusajan arvioitu kulutus valitulla ennustusmenetelmällä. (Rushton et al. 2002, s. 188-189)

Toinen vaihtoehto kiinteän aikavälin menetelmälle on tilauspistemenetelmän sovellus, jossa sekä aikaväli, että erä koko on ennakkoon määritetty. Tämä menetelmä vaatii vain keskimääräisen tilauspisteen ajankohdan laskemisen, minkä avulla tilausväli määritetään oikein. Tässä menetelmässä on tilauksen tekeminen helppoa, kun tilaus voidaan suorittaa määräajoin laskematta tiluseräkoko. Tämä menetelmä sopii hyvin kahden laatikon menetelmän kanssa käytettäväksi. Menetelmän ongelmaksi muodostuu helposti väärin

arvioitu eräkoko tai määräväli, jolloin varastoon joko kertyy liikaa tavaraa tai tuotteet loppuvat varastosta. Menetelmä sopii erittäin tasaiseen kysyntään. (Rushton et al 2002, s. 189)

3.8 Kahden laatikon menetelmä

Kahden laatikon menetelmä on käytännönläheinen malli varastolähtöisessä ohjauksessa. Malli soveltuu erityisesti tasaisen kysynnän tuotteille. Kahden laatikon menetelmässä lasketaan tilauspiste ja tilauspistettä vastaava määrä tuotteita sijoitetaan erilliseen paikkaan, esimerkiksi laatikkoon. Tätä laatikkoa käytetään vasta kun muut varasto on loppunut. Kun viimeistä laatikkoa aletaan käyttämään, tiedetään että tulee tehdä uusi tilaus. Kun uusi tilaus saapuu, täytetään laatikko tilauspisteeseen asti ja loput tuotteet laitetaan niille sovittuun paikkaan. (Sakki 2009, s. 124)

Kahden laatikon menetelmä on helppo käyttää ja visuaalisesti helppo ymmärtää. Kuitenkin sen haasteena on mallin muokattavuus kysynnän muuttuessa. Erityisesti haaste on laatikoissa olevien tuotteiden määrien muokkaus muuttuvassa ympäristössä. (Sakki 2009, s. 124) Kahden laatikon menetelmä on mahdollista toteuttaa tilauspiste menetelmän tukena, niin että arvot lasketaan tietokoneella ja kahden laatikon menetelmää käytetään visuaalisena impulssina. Tämä vaatii kuitenkin arvojen muuttuessa myös laatikoissa olevien tuotteiden määrän muuttamista. (Slack et al. 2010, s. 362)

Kolmen laatikon menetelmä on kahden laatikon menetelmän sovellus, missä varmuusvarasto erotetaan omaan laatikkoonsa. Tämä tarkoittaa, että kiertovarasto on omassa laatikossa, tilauspisteen laatikko omassaan ja varmuusvarasto omassaan. Menetelmän etuna on se, että visuaalisuuden takia on helppoa arvioida, kuinka usein varmuusvarastoa käytetään. Tämän avulla on mahdollista arvioida tilauspisteen ja varmuusvaraston suuruutta uudelleen, mikäli varmuusvaraston käyttö ei ole odotettua. Kuitenkin käytännössä tämä järjestely on turhaa ja varmuusvarasto voidaan pitää tilauspisteen omaavan laatikon yhteydessä. (Slack et al. 2010, s. 362)

3.9 VMI

VMI (engl. vendor managed inventory) on varastointitapa, jossa myyjän tuotteet varastoidaan asiakkaan tiloissa. Tuotteiden omistusoikeus siirtyy asiakkaalle vasta tuotteen myyntihetkellä. Menetelmä on asiakkaalle hyvä, koska asiakkaan ei tarvitse sitoa pääomaa varastoon. Myyjä taas hyötyy, kun tietää reaaliaikaisen kulutuksen. Paremman tiedon avulla myyjän on helpompi suunnitella tuotantoaan. Lisäksi tuotteiden täydentäminen on helpompaa, kun toimittaja voi itse suunnitella yhden täydennyserän, joka huomioi useat eri tuotteet. Tämä mahdollistaa myös myyjän koko varaston poistumisen, mikä on merkittävä säästö. (Sakki 2009, s. 131) VMI varastointimalli sopii hyvin esimerkiksi rutiinituotteille (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2015, s. 120).

4 TUOTTEIDEN JA KOMPONENTTIEN LUOKITTELU

Tämä luku käsittelee tuotteiden ja komponenttien luokittelua. Luokittelu on olennainen osa tuotantostrategian valintaa. Hyvä luokittelu esittää tuotteiden ja tuoteryhmien tiedot päättäjille niin, että toimivan ratkaisun tai päätöksen tekeminen on helpompaa. Luvussa käsitellään ensin tuotteiden myyntiin perustuvat mallit ja sitten tuotteiden saatavuuden ja merkittävyyden mukaan. Ensimmäisenä esitellään 20/80 -sääntö sekä siihen tiiviisti liittyvä ABC analyysi. Seuraavana esitetään XYZ-analyysi. Kappaleessa 4.3 esitetään tuotteiden luokittelu niiden saatavuuteen mukaan, eli ostoportfolio. Koska kriittisten komponenttien hankinta ja hankinnan haasteet ovat suuri osa tuotteiden valmistusta on tärkeää huomioida myös täysin erilainen luokittelu. Luvun lopuksi on esitelty lyhyesti myös muita luokittelutapoja.

Yrityksellä on usein tuhansia nimikkeitä. Asiakkaita ja toimittajia on paljon. Eri kohderyhmien sisäistä hajontaa on tärkeää tarkastella. Siksi kohderyhmä tulee hajottaa osiin, mikä helpottaa kokonaisuuden ja sen koostumuksen hahmottamista. Luokittelemalla on tarkoitus löytää poikkeamia ja oleellisia asioita, joita ei kokonaiskeskiarvoista huomaa. Poikkeamiin vaikuttamalla voi saada aikaan suuriakin muutoksia nopeasti. Luokitteleminen on valikoimansuunnittelussa oleellinen apuväline. (Sakki 2009, s. 89)

4.1 20/80 -sääntö ja ABC-analyysi

20/80 -sääntö tunnetaan myös keksijänsä Vilfredo Pareton mukaan Pareton periaatteena. Alun perin sääntö on keksitty tulonjaon mukaan. Tulonjaosta havaittiin, että 20 % asukkaista sai 80 % tuloista ja varallisuudesta. Samalla säännöllä voidaan muun muassa todeta, että 20 % tuotteista tuo 80 % tuloista. Myös 80 % myyntitapahtumista ja asiakkaista tuo vain 20 % myynnistä, sekä 20 % tuotteista aiheuttaa 80 % varastosta. Sääntöä ei tule tulkita kirjaimellisesti, vaan suuntaa antavana. Säännön ydinsanoma on, että suurin osa tuotteista näyttää turhilta. Kuitenkaan niiden turhuutta ei voi määritellä pelkästään myyntilukujen perusteella. (Sakki 2009, s. 90-91)

Pareton säännön toteutumista tutkitaan abc-analyysillä. Analyysi pohjautuu 20/80 sääntöön, mutta siinä on useampia luokkia. Luokkia on usein kolmesta viiteen. Luokat voidaan määritellä myynnin perusteella, euromääräisen kulutuksen, myyntikatteen tai liiketuloksen

perusteella. Tietyissä tapauksissa myös myyntiyksiköiden, kuten kappalemäärien tai kilojen perusteella tehty luokittelu on kannattavaa. ABC-analyysillä ja 20/80-säännöllä siis kuvaa tuotteiden myynnin ja liikevaihdon epätasapainoa. Analyysi perustuu siihen, että pieni osa tuotteista tuo suuren osan myynnistä ja taas suuri osa nimikkeistä aiheuttaa paljon työtä ja vähän myyntiä. (Sakki 2009, s. 89, 91)

20/80 sääntöä on kritisoitu siitä, että se ei läheskään aina pidä paikkaansa. On tehty havaintoja, joissa alle 5 % tuotteista on aiheuttanut yli 95 % myynnistä. On myös havaittu, että 38 % tilauksista vie 62 % ostobudjetista. Siksi on tärkeää arvioida oma tilanne ABC-analyysin rajoja määritettäessä, eikä tyytyä valmiisiin arvoihin tai 20/80 -sääntöön. (Karrus 2001, s. 179)

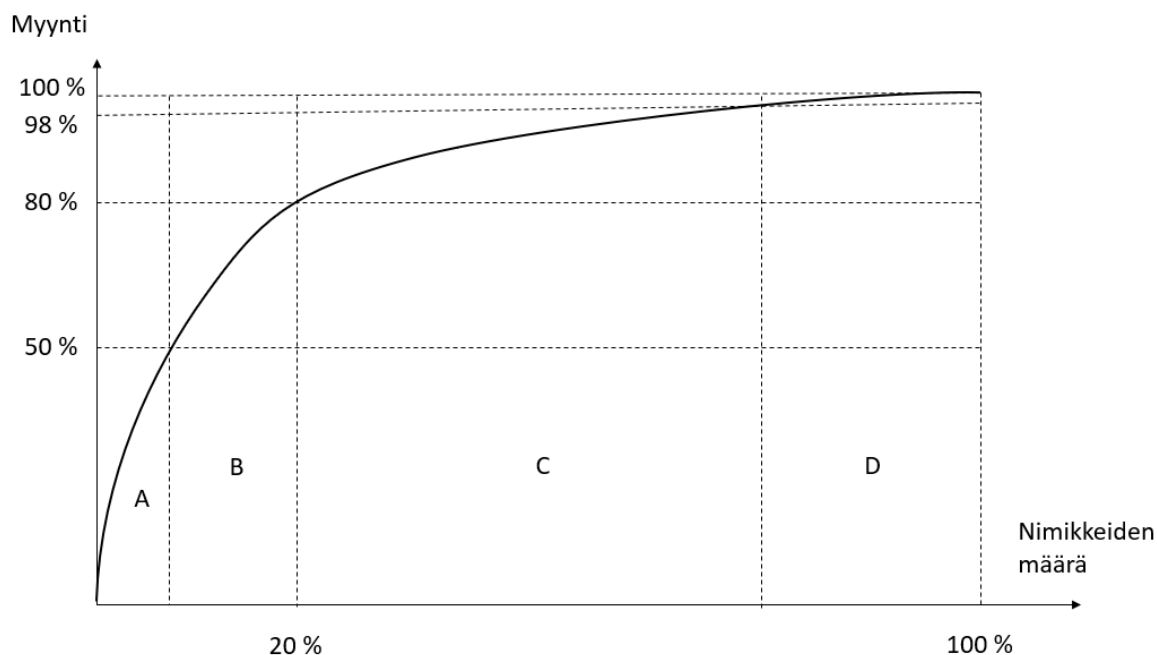
Slack et al. (2010, s. 363) esittää 20/80 säännön mukaiseen ABC analyysin. 20/80 -säännön mukainen analyysi voidaan toteuttaa seuraavalla tavalla:

- A luokkaan kuuluu 20 % paljon myytävää tuotetta, jotka aiheuttavat 80 % myynnistä
- B luokka koostuu seuraavaksi myydyimmistä 30 % tuotteista, jotka aiheuttavat 10 % myynnistä
- C luokkaan kuuluu vähiten myytävät tuotteet, eli loput 50 % tuotteista, jotka aiheuttavat loput 10 % myynnistä.

ABC analyysistä on useita erilaisia jakoja, Sakin (2009, s. 91) mukaan ABC analyysi jaetaan usein viiteen luokkaan. A, B ja C luokkien lisäksi käytetään D ja E luokkia. Sakin mukaan yleisesti käytetään seuraavaa jakoa:

- A-luokkaan kuuluu tuotteet, jotka aiheuttavat 50 % myynnistä
- B-luokkaan kuuluu seuraavat tuotteet, jotka aiheuttavat 30 % myynnistä
- C-luokkaan kuuluu seuraavat tuotteet, jotka aiheuttavat 18 % myynnistä
- D-luokkaan kuuluu loput tuotteet, jotka aiheuttavat 2 % myynnistä
- E-luokka on tuotteille, joilla ei ole kulutusta ollenkaan

Kuva 7 esittää kuinka jaon voi tehdä eri luokkiin. Kuvassa on jako tehty neljään luokkaan. Lisäksi on mahdollista käyttää E luokkaa tuotteille, joilla ei ole kulutusta. Huomattavaa on, että niin Slack et al. (2010, s. 363) kuin Sakki (2009, s. 91) esittämät jaot ovat havaittavissa kuvasta. Sakin esittämässä jaossa A ja B luokka vastaa yhdessä Slack et al. esittämää A luokkaa.



Kuva 7. ABC analyysi, luokkien jakaminen (Mukaiillen Karrus 2001, s. 181; Rushton et al. 2002, s. 107)

Tärkeää on, että abc analyysillä luokitellaan yksittäisiä tuotteita eikä kokonaisia tuoteryhmiä. Luokittelun avulla pyritään selvittämään, kuinka resursseja tulee käyttää. Hyvällä luokittelulla useiden tuotteiden listasta voi saada paljon tietoa jo nopealla silmäyksellä. (Sakki 2009, s. 91)

Sakki (2009, s. 95) kirjassaan antaa yleisohjeen abc-analyysin hyödyntämiselle. Hänen mukaansa a- ja b-ryhmän tuotteet tulee hankkia tasaisena virtana sopivissa erissä. Sakki suosittelee eräkokojen laskemiseen Wilsonin kaavaa. Lisäksi nämä tuotteet tulee pyrkiä hankkimaan mahdollisimman edullisella hinnalla. C- ja d-ryhmän tuotteet taas tulee hankkia järkevissä erissä. Näille tuotteille oheiskulujen minimointi on Sakin mukaan hankintakulujen minimointia tärkeämpää. Järkevillä eräkoilla saadaan myös tehokkuus paremmaksi. Karrus (2001, s. 183) pitää tärkeänä erityisesti c ryhmän tuotteilla, että minimoitaessa kustannuksia ei pidä vaarantaa tuotteiden saatavuutta. Ritvanen et al (2011 s. 91) kirjassaan neuvoo hankkimaan c-ryhmän tuotteet muutamalla vuosittain suunniteltavalla erällä. Vaihtoehdoksi esitetään myös, että c-ryhmän tuotteiden täydennysvastuun voi siirtää

toimittajalle. Ritvanen et al. mukaan c-ryhmän tuotteille tulee käyttää vain yksinkertaisia, kuten kahden laatikon menetelmä, varastonohjausmenetelmiä.

D ryhmän tuotteet ovat usein yritykselle turhia. D ryhmän tuotteita on syytä yrittää poistaa valikoimasta. Poistamiseen on useita keinoja, tuotteet voi myydä alennuksella, tuhota tai antaa pois. Kuitenkin on tärkeää tehdä päätös tuotekohtaisesti. Raaka-aine voi esimerkiksi olla pitkään varastossa, jos siitä on valmistettu suuri määrä komponentteja. Yksi esimerkki toiminnanohjausjärjestelmän tekemästä epäonnistuneesta luokittelusta on Denverin kaupungin järjestelmä, joka ehdotti talven tullessa lumiaurojen poistamista kokonaan, koska niitä ei ole käytetty puoleen vuoteen kertaakaan. (Karrus 2001, s. 183)

Tehdyn analyysin tuloksia tulee osata tutkia ja tulkita. Ensin tulee tutkia, kuinka työmäärä jakautuu tuotteiden välillä. Usein c ja d luokan tuotteet aiheuttavat eniten työtä, vaikka niiden merkitys on vähäinen. Tämä johtuu suuresta nimikemäärästä. (Sakki 2009, s. 93)

On tärkeää ymmärtää, että vaikka myynnin määrä on pieni voi tuote olla yrityksellä tärkeä. Esimerkiksi tietyn tuotteen rakenteessa voi olla osia, jotka ovat pakollisia lopputuotteelle, mutta joiden myynti on pientä. Toinen esimerkki on laitteiden vaatimat varaosat, joiden kulutus voi olla erittäin vähäistä mutta merkitys valtava. Lisäksi abc-analyysia tehdessä on hyvä huomioida mahdollisesti tulevaisuudessa tapahtuvat muutokset eikä tehdä analyysiä pelkästään historiatietojen pohjalta. (Ritvanen et al. 2011, s. 91; Sakki 2009, s. 91-92)

Karrus (2001, s. 180) esittää, että tuotteiden ohjaustapa tulisi valita luokittelun perusteella. Hän muistuttaa, että tarkastettaessa tuotteita ja luokkia on syytä huomioida myös mahdollisesti ohjaustavan muutos. Tai vaihtaa luokkaa toiseen, vaikka myynnillisesti se kuuluisi toiseen luokkaan.

On mahdollista luoda oma luokka erikoistuotteille. Esimerkiksi uusi tuote vaatii aikaa ennen kuin sen voi sijoittaa oikeaan paikkaan, koska sen kysyntä voi muuttua voimakkaasti ennusteista. Myös asiakkaiden vaatimukset esimerkiksi tuotteiden varastoinnista tulee huomioida luokitusta tehdessä. (Sakki 2009, s. 92)

Tapahtumien määrän ja varaston arvon avulla voidaan selvittää tilaus-toimitusketjun aiheuttamat kustannukset tuotteittain. Vaikka nettotulos olisi positiivinen

kokonaisuudessaan on c ja d luokka usein tappiollinen. Negatiivinen tulos on usein selitettävissä sillä, että tuotteilla on pieni myyntikate. Tämän lisäksi eräkoot ovat usein pieniä ja aiheuttavat kuluja mikä pienentää katetta. Pieniin eriin kohdistuu usein suhteessa suurempi kustannusrasite. Myös varaston tunnuslukuja, kuten varaston arvoa ja varastonkiertonopeuksia tulee tarkastella eri luokkien välillä. Sen lisäksi, että niitä arvioidaan eri tuotteiden välillä. (Sakki 2009, s. 94)

4.2 Xyz-analyysi

Xyz-analyysi on abc-analyysin muunnos. Siinä tuotteet luokitellaan tapahtumamäärien perusteella, ei euromääräisen myynnin tai kappalemäärän perusteella. Luokittelu tehdään niin, että se havainnollistaa tapahtumien jakautumisen 20/80-säännön mukaisesti. (Sakki 2009, s. 96) Luokitus voi olla Sakin mukaan esimerkiksi seuraava:

- X-luokka = 50 % tapahtumista
- Y-luokka = 30 % tapahtumista
- Z-luokka = 18 % tapahtumista
- zz-luokka = 2 % tapahtumista
- z0-luokka = ei tapahtumia

Xyz analyysiä käytetään erityisesti silloin kun tavarankäsittelyä halutaan kehittää. Menetelmän avulla voidaan määrittää esimerkiksi varastopaikat. X tuotteet saavat parhaat paikat niin, että niiden käsittely on helppoa ja nopeaa. Y ja z tuotteet saavat huonommat varastopaikat, koska niiden käsittelyyn ei kulu yhtä paljon aikaa voi niiden käsittelykin olla hitaampaa huonomman varastopaikan takia. (Sakki 2009, s. 96)

Xyz analyysin avulla kannattaa tutkia myös tuotteiden, myynnin ja nettotuloksen muodostumista. Suuri määrä myyntikertoja voi tarkoittaa pieniä eräkojoja ja silloin yhden myyntikerran myyntikate voi olla pienempi. Jos yksittäisen tapahtuman kulu on vakio jää pienestä katteesta vähemmän yritykselle. (Sakki 2009, s. 96)

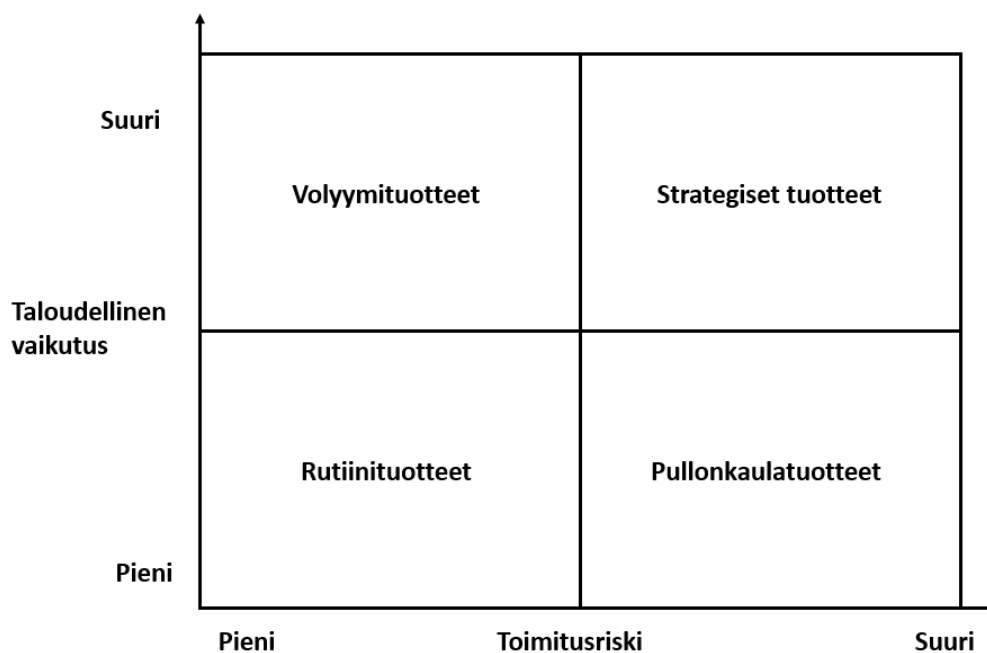
Usein X-tuotteiden menekki on tasaisinta, joten niiden hankinnat voidaan rytmittää ja varastonkierto saada muita tuotteita paremmaksi. X-tuotteille soveltuu tilauspistemenetelmä usein paremmin kuin muille luokille. (Sakki 2009, s. 96)

4.3 Ostoportfolio

Peter Kraljic (1983) esittää artikkelissaan tuotteiden luokittelua neljään kategoriaan, strategiset tuotteet, pullonkaulatuotteet, volyymituotteet ja rutiinituotteet. Kategorisointimallia kutsutaan myös ostoportfolioksi. Portfoliota ei käytetä ainoastaan yrityksen ostettavien nimikkeiden luokitteluun, vaan sen tarkoituksena on edistää tuotteiden toimitusvarmuutta ja laskea kustannuksia. Koska kategoriat ovat erilaiset, vaativat ne Kraljicin mukaan erilaisen strategian ja toimintamallin jokaiselle kategorialle. Näitä neljää perusstrategiaa voidaan tällöin hyödyntää jokaisessa osto tilanteessa hieman mukailien. Ostoportfoliota voidaan käyttää sekä isoissa että pienissä yrityksissä. Sen hyödyntäminen on kannattavaa etenkin, kun aloitetaan yhteistyö uuden tavarantoimittajan kanssa. (Koskinen et al. 1995, s. 235, 238)

Sakki (2009, s. 197) esittää, että nelikenttä jaetaan rahallisen ostovolyymien, eli taloudellisen vaikutuksen, mukaan sekä ostamisen vaikeuden, saatavuuden ja hankintariskin, eli toimitusriskin, mukaan. Sakin mukaan ostoportfoliolla halutaan erityisesti täsmentää ostotoiminnan kehittämisen painopistealueita. Kuva 8 esittää kuinka ostoportfolio jakautuu kahdelle akselille. Pystyakseli kuvaa kategorian tulosvaikutusta tai tärkeyttä ostavalle yritykselle. Vaaka-akseli taas kuvaa markkinan luonnetta, eli toimitusriskiä.

Toimitusriski kuvaa toimittajien määrää toimittajakentässä, tuotteen saatavuutta, toimittajavaihdon kustannuksia, markkinan rakennetta, toimittajan maantieteellistä sijaintia ja vaihtoehtoisia tuotteita. Mikäli tuote on saatavilla vain harvoilta toimittajilta ja tuotetta hankitaan vain yhdeltä toimittajalta, on toimitusriski suuri. Toimitusriski on pieni, kun toimittajia on paljon ja toimittajan vaihtaminen on halpaa. (Van Weele 2014, s. 163)



Kuva 8. Ostoportfolio (Mukaillen Kraljic 1983; Van Weele 2014, s. 164)

Luvun lopussa oleva Taulukko 3 kokoaa ostoportfolion luokat ja esittää hankintaosaston tärkeimmät tehtävät tuotteiden hankintaan sekä hankintaan tarvittavan informaation. Taulukko esittää selkeästi kuinka strategisten tuotteiden ja pullonkaulatuotteiden hankintaan on käytettävä aikaa ja tarkempia tietoja kuin volyyymi ja rutiinituotteille.

4.3.1 Strategiset tuotteet

Strategisilla tuotteilla tarkoitetaan tuotteita, joiden toimittajia on vähän ja tuotteiden tulosvaikutus on suuri. Strategisia tuotteita ovat erittäin tekniset, taloudellisesti paljon myydyt tuotteet. Lyhyellä aikavälillä toimittajan vaihtaminen on kallista, minkä vuoksi toimittajasuhteisiin on tärkeää panostaa. Siksi tämän kategorian toimittajan valinta onkin tehtävä kaikista tarkimmin ja huolellisimmin. (Kraljic 1983, s. 112; Van Weele 2014, s. 163-165) Strategiset tuotteet ovat usein räätälöityjä tai muuten ainutlaatuisia. Tuotteet tai valmistusmenetelmät ovat usein patentoituja, lisäksi niihin liittyy usein erilaisia testausvaiheita tai erikoislaatuista teknologiaa. Strategisista tuotteista esimerkkejä ovat monimutkaiset kemikaalit, lentokoneen moottorit ja mikroprosessorit. (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2015, s. 122)

Strategisten tuotteiden hankinnasta päätöksen tekee usein korkeimman johtoportaahan henkilö, esimerkiksi yrityksen hankinta- tai varatoimitusjohtaja. Jotta strategisen tuotteen hankinta olisi mahdollisimman kannattavaa, on hankintaosaston keskityttävä tiettyihin päätehtäviin. Tärkeimmiksi tehtäviksi lukeutuvat tuotteen kysynnän tarkka ennustaminen, toimittajamarkkinoiden yksityiskohtainen kartoittaminen ja pitkien toimittajasuhteiden kehittäminen. On tärkeää suunnitella valmiiksi riskianalyysi sekä valmiussuunnitelma mahdollisia toimitusongelmia varten. Lisäksi hankintaosasto huolehtii useissa tapauksissa strategisten tuotteiden logistiikan ja varastoinnin hallinnasta. Jotta hankintaosasto voisi toteuttaa nämä päätehtävät tehokkaasti, tarvitsee se suuria määriä erilaisia informaatiolähteitä. Tärkeimpiä näistä ovat markkinadata, toimitus- ja kysyntähistoria, kilpailijatiedot ja teollisuuden kustannushistoria. (Kraljic 1983, s. 112)

4.3.2 Pullonkaulatuotteet

Pullonkaulatuotteiden saatavuus on epävarmaa koska toimittajia on vähän. Tämän vuoksi toimittajan vaihtaminen tai uuden toimittajan saaminen voi olla haastavaa ja kallista. Toimittajalla on suuri valta asiakkaaseen ja siksi hinnat ovat usein korkeat, toimitusajat pitkiä ja palvelu heikkoa. (Van Weele 2014, s. 165) Pullonkaulatuotteissa hankintavolyymi voi olla hyvinkin vähäinen, mutta puutostilanteet voivat pahimmillaan aiheuttaa tuotannon keskeytymisen. Tuote voi muuttua volyyymi-, rutiini- tai strategisesta tuotteesta pullonkaulatuotteeksi kansainvälisten konfliktien sekä talouden suhdannevaihteluiden johdosta. (Koskinen et al. 1995, s. 236-237)

Pullonkaulatuotteita voivat olla esimerkiksi tuotantokoneen varaosat tai muut kunnossapidon tarvikkeet. Yritys saattaa myös epäonnistuneen tuotekehityksen johdosta aiheuttaa itse itselleen pullonkaulatilanteen, jossa lopputuote vaatii tarpeettomasti valmistuksessaan jotain vaikeasti saatavaa tuotetta. Lisäksi on syytä huomata, että valmistavat yritykset pyrkivät tarkoituksellisesti luomaan pullonkaulatuotteita, jotta tuotteella on mahdollista rahastaa tulevaisuudessa. (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2015, s. 121)

Pullonkaulatuotteissa hankintapäätös tehdään usein osastojen johtotasolla. Jotta pullonkaulatuotteiden toimituksissa ei tapahtuisi merkittäviä katkoksia, on hankintaosaston

keskityttävä etenkin hankittavien tuotteiden tarjonnan varmistamiseen. Tarpeen vaatiessa pullonkaulatuotteiden tarjonnan varmistamiseksi joudutaan maksamaan keskimääräistä korkeampaa hintaa. Toimittajien ohjaus on myös tärkeää epävarmoissa pullonkaulatuotteissa ja on pyrittävä tekemään varasuunnitelmia jo hankintavaiheessa. Lisäksi pullonkaulatuotteiden osalta on varmistettava varastojen turvallisuus. (Kraljic 1983, s. 112)

4.3.3 Volyymituotteet

Volyymituotteilla tulosvaikutus on suuri ja toimittajia on paljon. Tulosvaikutuksen vuoksi päätöksentekoon on käytettävä aikaa, mutta vähemmän kuitenkin kuin pullonkaula- tai strategisilla tuotteilla. (Kraljic 1983, s. 112) Näiden tuotteiden kulutus ja ostovolyymit ovat suuria, mutta tuotenimikkeiden määrät ovat usein pieniä (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2015, s. 119).

Volyymituotteilla ostohinta kattaa suuren osan lopputuotteen hinnasta ja siksi pienikin hinnan muutos vaikuttaa merkittävästä lopputuotteen hintaan. Suurella toimittajien määrällä on merkittävä vaikutus tuotteiden hintoihin ja tämän vuoksi hinnat pysyvät kohtalaisen alhaisena. Toimittajien määrä vaikuttaa tuotteen laatuun ja kilpailun takia laatu on standardoitu ja siksi hyvä. (Koskinen et al. 1995, s 236-237; Van Weele 2014, s. 165)

Volyymituotteiden hankinnasta päätöksen tekee yrityksen keskijohto, esimerkiksi hankintapäällikkö. Volyymituotteiden suuren hankintamäärän vuoksi on tärkeää toteuttaa toimittajan valinta huolellisesti. Volyymituotteiden tapauksessa kyseessä on ostajan markkinat, jolloin hankintaosastolle on tärkeää etsiä myös tuotesubstituutioita. Tällä tavoin voidaan taata mahdollisimman edullinen hankintahinta. (Kraljic 1983, s. 112)

Hankintaosaston tulee hyödyntää täyttä ostovoimaansa aggressiivisella kilpailuttamisella ja neuvottelutaktiikoilla, jotta tavoitehintoihin päästäisiin. Hintakilpailua voidaan lisäksi tehostaa esimerkiksi tarjouskilpailuilla ja peluuttamalla toimittajia toisiaan vastaan. Elektronista kaupankäyntiä voidaan käyttää volyymituotteissa erilaisten pörssien, huutokauppojen ja käänteisten huutokauppojen avulla. Jotta nämä päätehtävät voitaisiin toteuttaa tehokkaasti, tarvitsee hankintaosasto hyvän markkinadatan, lyhyen aikavälin

kysyntähistorian ja yksityiskohtaiset tiedot toimittajista. Hankintaosaston on myös tiedettävä tuotteen ja kuljetusten kustannusennusteet. (Kraljic 1983, s. 112; Iloranta & Pajunen-Muhonen 2015, s. 119)

4.3.4 Rutiinituotteet

Rutiinituotteilla tulosvaikutus on pieni, mutta toimittajia on paljon. Tämän kategorian toimittajan valintaan ei kannata käyttää liikaa aikaa, koska taloudelliset vaikutukset ovat vähäisiä ja virheellisen toimittajan valinnan voi korjata vaihtamalla toimittajaa. (Kraljic 1983, s. 112) Rutiinituotteiden ostaminen vie jopa 80 prosenttia ostotoiminnan ajasta. Siksi rutiinituotteiden osto nähdäänkin usein hallinnollisena työnä. Rutiinituotteiden ostaminen tulisi organisoida tehokkaaksi, jotta aikaa jäisi muiden tuotteiden ostoon enemmän. (Van Weele 2014, s. 165-166) Esimerkkejä rutiinituotteista ovat toimistotarvikkeet, yksinkertaiset raaka-aineet, perustyökalut, työpuvut ja työrukkaset (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2015, s. 119).

Tyypillisesti rutiinituotteita hankitaan paikallisilta toimittajilta tai maahantuojilta. Tuotteiden ostomäärät ovat usein alhaisia, mutta tuotenimikkeitä voi olla lukuisia. Tällöin yrityksellä on toimittajan valinnan kannalta lukuisia vaihtoehtoja, joka vähentää merkittävästi saatavuuden riskiä. (Koskinen et al. 1995, s. 236) Ongelmia voi kuitenkin aiheutua tuotteiden hankinnasta syntyvien kulujen johdosta, sillä yritys joutuu hankkimaan vähäisiä määriä tuotteita lukuisilta toimittajayrityksiltä. Tämä lisää esimerkiksi ostotilausten ja laskujen käsittelyjen suhteellisia kuluja. Tällöin tuotteen käsittelykustannukset voivat kasvaa tuotteen hintaa suuremmaksi. (Koskinen et al. 1995, s. 240; Van Weele 2014, s. 165)

Rutiinituotteiden hankinta voidaan toteuttaa täysin yrityksen sisäänostajien toimesta. Hankinnasta voi myös huolehtia itse toimittajayritys, joka ottaa vastuun varaston täydentämisestä sovituin väliajoin. Tällöin kyse on VMI-sovelluksesta (vendor managed inventory), eli toimittajan ylläpitämästä varastosta. (Iloranta & Pajunen-Muhonen 2015, s. 120)

Tärkeintä on tehostaa rutiinituotteiden ostoprosessia mahdollisimman kustannustehokkaaksi. Hankinnan käsittelykustannuksia voidaan vähentää parhaiten

tuotteiden standardisoinnilla sekä tilausmäärien ja varastoinnin optimoinnilla. Jotta nämä päätehtävät toteutuisivat, tarvitaan hyvä yleiskuva markkinoista sekä lyhyen aikavälin kysyntäennusteet. On myös selvítettävä mikä on yrityksen varastojen optimaalisen eräkoon määrä. (Kraljic 1983, s. 112)

Taulukko 3. Ostoportfolion luokkien hankinnan vaatimukset (Kraljic 1983, s. 112)

	Hankintaosaston päätehtävät	Tarvittava informaatio
Strategiset tuotteet	<ul style="list-style-type: none"> - Kysynnän tarkka ennustaminen - Yksityiskohtainen toimittajamarkkinoiden kartoittaminen - Pitkien toimittajasuhteiden kehittäminen ja ylläpito - Riskianalyysin teko - Valmiussuunnitelman teko - Logistiikan ja varastoinnin hallinta 	<ul style="list-style-type: none"> - Yksityiskohtainen markkinadata - Pitkän aikavälin toimitus- ja kysyntähistoria - Luotettavat kilpailijatiedot - Teollisuuden kustannushistoria
Pullonkaula -tuotteet	<ul style="list-style-type: none"> - Tarjonnan varmistaminen - Toimittajien ohjaus - Varasuunnitelman teko - Varastojen turvallisuuden varmistaminen 	<ul style="list-style-type: none"> - Keskipitkän aikavälin toimitus- ja kysyntähistoria - Erittäin hyvä markkinadata - Varastointikustannukset - Toimittajan toimintasuunnitelma
Volyymi-tuotteet	<ul style="list-style-type: none"> - Täyden ostovoiman hyödyntäminen - Toimittajan huolellinen valinta - Tuotesubstituutioiden etsiminen - Hintaneuvottelut 	<ul style="list-style-type: none"> - Hyvä markkinadata - Lyhyen aikavälin kysyntähistoria - Yksityiskohtainen data toimittajista - Tuotteen ja kuljetusten kustannusennusteet
Rutiini-tuotteet	<ul style="list-style-type: none"> - Tuotteiden standardisointi - Tilausmäärän optimointi - Tehokas tilausprosessi - Varaston optimointi 	<ul style="list-style-type: none"> - Hyvä markkinoiden yleiskuva - Lyhyen aikavälin kysyntäennusteet - Optimaalisen eräkoon määrä

4.4 Muita luokitteluja

Luokitteluja voidaan tehdä myös syyn ja seurauksen perusteella. Luokittelu voidaan tehdä esimerkiksi liiketuloksen tai aiheutuneiden kustannusten perustella. Liiketuloksen mukaan luokittelua kutsutaan profit portfolioiksi. Tämä menetelmä voi paljastaa sen, että osa

tuoteryhmän tuotteista tekee hyvän tuloksen, mutta ryhmässä on paljon huonon tuloksen tuotteita. Tulos voi parantua, mikäli tulevaisuudessa huonon tuloksen tuotteista saadaan jatkossa parempi tulos. (Sakki 2009, s. 97-98)

Tuotteita voidaan luokitella lisäksi sen mukaan, kuinka paljon sillä on asiakkaita. Asiakkaiden määrään perustuvan luokittelun avulla voidaan selvittää, kuinka eri tuotteet tuottavat. Luokittelulla voi selvittää esimerkiksi, että tuotteet, joilla on paljon eri asiakkaita ei aiheuta suurinta tulosta, koska eräkoot ovat pieniä ja niiden kustannukset heikentävät tulosta. Lisäksi voidaan arvioida yhden asiakkaan tuotteiden myyntikatteen suuruutta. Jos asiakkaita on vain yksi, joutuu yksi asiakas maksamaan kaikki yleiskulut, kuten varastoinnin, ja siksi myyntikate on usein liian alhainen. (Sakki 2009, s. 98-99)

Luokittelua voidaan tehdä myös myyntitapahtumien koon mukaan. Tilaus-toimitusprosessissa on usein suuri vaikutus erä koolla. Menetelmän avulla voi havaita kuinka pienet tapahtumat aiheuttavat enemmän kuluja kuin mitä niistä saadaan tulosta. Toinen vaihtoehto on tehdä luokitus tapahtumarivien mukaan. Menetelmässä voidaan myös huomioida poikkeustapaukset, kuten tuotepalautukset. (Sakki 2009, s. 99)

5 KYSYNNÄN ENNUSTAMINEN

Tämä luku käsittelee ensin tuotteiden yleistä ennustettavuutta. Tämän jälkeen käsitellään eri ennustusmenetelmiä. Ensimmäisenä esitettävänä ennustusmenetelminä on keskiarvomenetelmät. Toisena käsitellään eksponenttitasoitusta. Tämän jälkeen käsitellään yksi alaluku muita kvantitatiivisia menetelmiä. Kvantitatiivisten menetelmien jälkeen käsitellään yhdessä luvussa kvalitatiivisia menetelmiä lyhyesti. Kuudes alaluku käsittelee ennusteen tarkkuutta. Viimeisessä alaluvussa esitetään epätasaisen kysynnän erityispiirteitä ennustamisessa sekä yleisesti tuotannonohjauksessa.

Ennusteita tehdään, koska tulevaisuuden huomioiminen on välttämätöntä liiketoiminnassa. Ennusteen tulee olla helppokäyttöinen ja luotettava, jotta sitä voidaan käyttää päätöksenteon tukena. Ennusteita on sekä kvalitatiivisia, eli laadullisia, menetelmiä, että kvantitatiivisia, eli määrällisiä menetelmiä. Kvantitatiiviset menetelmät perustuvat aina historiatietoon. (Logistiikan maailma)

5.1 Ennustettavuus

Millikenin (2006, s. 3) mukaan ennustamisen kehittämiskohteena on kyky arvioida tuotteen ennustettavuutta. Artikkelissaan Milliken keskittyy erityisesti tuotteisiin, jotka eivät ole ennustettavia. Hänen mukaansa tuotannonsuunnittelijoiden tulee keskittyä ei ennustettavilla tuotteilla neljään vaiheeseen:

1. Tunnistaminen: Onko tuote ennustettava
2. Tuotto: Kuinka paljon tuote tuottaa
3. Varmuusvarasto: Kuinka paljon varmuusvarastoa tuote tarvitsee
4. Toimintatapa: Mitä toimenpiteitä kysyntään vastaaminen vaatii

Ennen ennustusmenetelmän valintaa tulisi tietää, millaista perusmallia kysyntä noudattaa. Jatkuva kysyntä on helpommin ennustettavissa kuin satunnainen kysyntä. (Sakki 2009, s. 139) Millikenin (2006, s. 3) mukaan tuotteiden ennustettavuutta voidaan arvioida variaatiokertoimen (Coefficient of Variation), CV (tunnetaan myös COV), avulla. Mitä suurempi CV on, sitä vaikeammin ennustettavaa on tuotteen kysyntä. CV lasketaan kaavan 13 mukaisesti:

$$CV = \frac{\text{Kysynnän keskihajonta}}{\text{Keskimääräinen kysyntä}} \quad (13)$$

Millikenin mukaan CV:n arvon ollessa 0,80 tai alle on tuote ennustettava. CV:n ollessa yli 0,80 ei tuote ole ennustettava, ja tällöin tulee tutkia vaihtoehtoisia tapoja käsitellä tuotetta. CV:ta laskettaessa tulee käytössä olla vähintään 12 kuukauden historiatiedot oikeellisen tiedon saamiseksi. Lisäksi tulee muistaa, että esimerkiksi vahvasti kausittaiset tuotteet voivat olla hyvin ennustettavia, vaikka CV arvo olisikin yli 0,8. (Milliken 2006, s. 3)

Ennustettaessa on käytössä useita malleja ja työkaluja, joista pyritään valitsemaan paras tilanteeseen sopiva. Kuitenkin on tuotteita, joiden ennustaminen ei onnistu menetelmästä riippumatta. (Milliken 2006, s. 3) Nykyisillä tietojärjestelmillä ennustaminen on paikoin helppoa ja käytännössä ilmaista. Tietojärjestelmään syöttämällä historiatietoa saadaan ennusteita niin, ettei itse tarvitse tehdä arvioita. (Gilliland 2001, s. 9)

Historian kulutuksen perusteella voidaan laskea kvantitatiivisia kulutusennusteita. Keskimääräinen kulutus on usein käytetyin tekijä. Tämä johtuu lähtökohdasta, jonka mukaan tulevaisuus noudattelee jollain tavalla aiempaa kulutusta. Jatkuvan kysynnän tuotteilla ennuste tehdään usein vain muutaman kuukauden historiatietojen perusteella. (Sakki 2009, s. 137)

Ennustaminen on teoriassa usein helppoa, mutta käytännössä siihen liittyy paljon tekijöitä historiatietojen lisäksi. Kuitenkin useilla toimialoilla historiatietojen perusteella ennustaminen on kannattava tai paras vaihtoehto. Esimerkiksi poliittiset tapahtumat, raaka-aineiden hinnat tai kilpailijoiden tekemiset tulee huomioida historiatietojen lisäksi hyvän ennusteen tuottamiseksi. (Logistiikan maailma; Sakki 2009, s. 141)

5.2 Keskiarvomenetelmät

Keskiarvo sopii tuotteille silloin, kun kysyntä vaihtelee paljon keskiarvon eri puolilla. Normaali keskiarvo huomioi aiemman kulutuksen keskiarvon halutussa ajanjaksossa. Keskiarvoa kehittyneempi menetelmä on liukuva keskiarvo. (Sakki 2009, s. 137)

Liukuvassa keskiarvossa sovitaan ajanjakso, josta keskiarvo lasketaan. Ajanjaksona voi olla esimerkiksi viikko tai kuukausi. Ennusteeseen huomioidaan useita ajanjaksoja, esimerkiksi kuukausia. Ennustetta päivitetään lisäämällä uusin ajanjakson osa ja poistamalla vanhin, jolloin keskiarvo ”liukuu” ajan mukana. Eli esimerkiksi neljän kuukauden ajanjakso, johon voidaan lisätä uusin kuukausi ja poistaa vanhin, niin että käytetään aina uusimpien neljän kuukauden historiatietoja. Tällä tavalla on mahdollista korjata alkuperäistä ennustetta, jos kysyntä muuttuu eikä pysy tasaisena. (Sakki 2009, s. 137)

Liukuvaa keskiarvoa voidaan painottaa antamalla arvoille eri kertoimet, esimerkiksi kolmen vuoden historiatietoa voidaan painottaa antamalla uusimmalle tiedolle 50 % painotus, seuraavalle 30 % painotus ja vanhimmalle 20 % painotus. Tällä menetelmällä keskiarvo huomioi mahdollisen trendin. (Logistiikan maailma)

5.3 Eksponenttitasointus

Eksponenttitasointuksessa huomioidaan sekä aiempaa ennustetta, että toteutunutta kysyntää. Sen tarkoituksena on tasoittaa tehtyä ennustetta. (Logistiikan maailma) Menetelmässä painotetaan uudempaa ennustetta ja toteumaa, mutta myös vanhemmat ennusteet ja toteumat huomioidaan. Eksponenttitasointus lasketaan kaavalla (Sakki 2009, s. 137-138):

$$E_t = E_{t-1} + \alpha(X_{t-1} - E_{t-1}) \quad (14)$$

Kaavassa 14 E kuvaa ennustetta, t käsiteltävää ajanjaksoa, X on toteutunut kulutus ja α (alfa) on kerroin, jolla korjataan uutta ennustetta vanhojen tietojen avulla. α saa arvon nollan ja yhden väliltä. Sulkulausekkeen sisällä on ennustevirhe, tämä huomioidaan α kertoimen verran. Korkea alfa (0,3-0,5) soveltuu kausituotteille, kun taas matala alfa (0,1-0,15) soveltuu tasaiseen kysyntään. (Sakki 2009, s. 137-138)

Eksponenttitasointus reagoi liukuvaa keskiarvoa nopeammin kysynnän muutoksiin. Se on kuitenkin huomattavasti liukuvaa keskiarvoa monimutkaisempi ja vaatii sopivan α kertoimen valitsemisen. (Rushton et al. 2002, s. 195)

5.4 Muita kvantitatiivisia menetelmiä

On myös muita vähemmän käytettyjä tai suurempi riskisiä menetelmiä kuten naiivi analyysi, sekä suora viiva -analyysi. Naiivi menetelmä huomioi edellisen jakson kysynnän ja käyttää sitä suoraan seuraavana ennusteena. Menetelmä on erittäin helppo ja nopea toteuttaa, mutta sen riskit ovat suuret. Suora viiva -analyysi taas ennustaa, että kasvu jatkuu samanlaisena. Eli edellisen vuoden kasvu pysyy ennallaan seuraavanakin vuonna. Tämänkin menetelmän riskit ovat suuret, mutta toteutus yksinkertainen. (Logistiikan maailma)

5.5 Kvalitatiiviset menetelmät

Kvalitatiiviset ennustusmenetelmät ovat laadullisia menetelmiä. Kvalitatiiviset menetelmät ovat joko mielipidemittauksia tai testejä. Kvalitatiivisia menetelmiä käytetään erityisesti silloin kun aiempaa tietoa ei ole olemassa. (Logistiikan maailma)

Mielipidemittauksia voidaan tehdä eri tahoille ja eri laajuudella. Osa yrityksistä luottaa johtajien kykyyn tehdä ennusteita, toiset taas käyttävät asiantuntijoita. Muita menetelmiä on Build up, jossa ennuste kootaan koko organisaatiossa alhaalta ylös, sekä Delphi-metodi, jossa mielipidettä kysytään kaikilta organisaatiossa nimettömänä perustelujen kanssa. Build upin ongelma on tietojen tahallinen vääristely, arvioimalla todellisuutta suurempaa kysyntää on mahdollista vaikuttaa työpaikkojen määriin ja palkan suuruuteen. Delphi menetelmä taas on hidas ja raskas toteuttaa. (Logistiikan maailma)

5.6 Ennusteen tarkkuus

Eri ennustusmenetelmät voivat kaikki olla riittävän tarkkoja. Koska jokaiseen ennusteeseen sisältyy aina epätarkkuutta, ei mikään ole automaattisesti muita parempi. Epätarkkuus huomioidaan varmuusvarastolla. (Sakki 2009, s. 140)

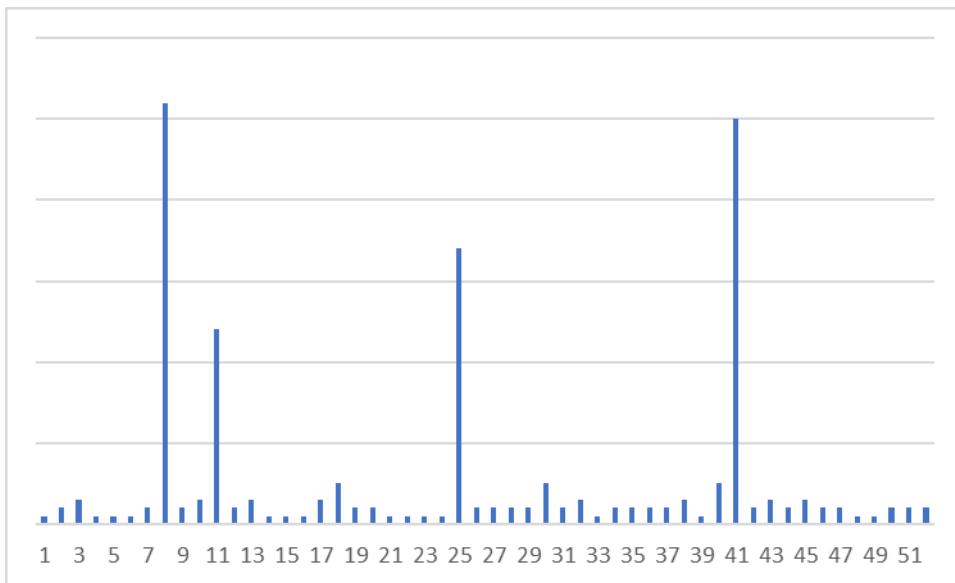
Mikäli tiedetään tuotteen trendi, suhdannevaihtelu, kausivaihtelu tai satunnaisvaihtelu on helpompaa tehdä parempia ennusteita ja valita sopivampia menetelmiä. Trendi on aikasarjan luonteen mukaan joko nouseva tai laskeva. Kausivaihtelu on vuosien sisällä olevien kausien vaihtelua, esimerkiksi kesä ja talvi. Suhdannevaihtelu tapahtuu vuosien kesken eikä

välttämättä ole säännöllistä. Satunnaisvaihtelu on vaihtelua, jota ei muilla komponenteilla pystytä selittämään. (Sakki 2009, s. 140)

5.7 Epätasaisen kysynnän tuotteet

Epätasaisella tai satunnaisella kysynnällä tarkoitetaan tilanteita, joissa ei ole riittävästi keinoja tarkkaan ennustamiseen. Millikenin (2006, s. 3) esittämä variaatiokerroin on epätasaisen kysynnän tuotteilla lähes poikkeuksetta yli 0,8. Tämä johtaa siihen, että toimittaja ei voi optimoida omaa varastoaan, palvelutasoaan eikä varastointi tai toimituskustannuksia. Epätasainen kysyntä on merkittävä ongelma, koska se voi aiheuttaa helposti ylivarastointia tai puutostilanteista johtuvaa liian tiiviin täydennystahdin. Ylivarastointi sitoo turhaan pääomaa, kun taas liian tiheä täydennystahti aiheuttaa suuret täydennyseräkustannukset. Kysyntä voi olla epätasaisista joko määrän, ajan tai molempien suhteen. Esimerkiksi leivän menekki on satunnaista määrän suhteen, kun taas talonrakennuksessa materiaalivirrat ovat satunnaisia ajan suhteen. (Karrus 2001, s. 42)

Karrus (2001, 67-68) tarkoittaa epätasaisella kysynnällä tilannetta, jossa on jatkuva pieni kysyntä ja satunnaisesti huomattavasti peruskysyntää suurempia tilauksia. Suuret tilaukset voivat olla jopa suurempia kuin peruskulutuksen vuosikysyntä. Varastoimalla puskuointi aiheuttaa liian suuret varastotasot, kun taas tilausohjautuvuus aiheuttaa liian korkeat tilauskustannukset, kun kysyntä on pientä. Kuva 9 kuvaa Karruksen esittämää tilannetta epätasaisesta kysynnästä.



Kuva 9. Epätasainen kysyntä (Mukaiillen Karrus 2001, s. 68)

Karrus (2001, s. 67-68) esittää kirjassaan satunnaisen kysynnän tuotteiden luovan aivan oman ongelman varastonohjaukseen. Hän esittää, ettei pelkkä tilausohjautuva tai varasto-ohjautuva tuotanto ole oikea ratkaisu, jos kysyntä on voimakkaasti epätasaista. Karruksen mukaan paras tapa on aikapuskuroida kysyntähuippuja, eli hankkimalla riittävästi ennakkotietoja ja esisopimuksia. Lisäksi toimitusajan voi määrittää isoille erille pieniä suuremmaksi. Matala peruskysyntä on hallittavissa varastoinnilla.

Tilausohjautuvan ja varasto-ohjautuvan tuotannon yhdistelmiin epätasaisen kysynnän tilanteissa turvautuu usein esimerkiksi konepajat. Toiminnan kasvaessa varastonimikkeiden määrä kasvaa, mutta silti uudet tuotteet tehdään usein tilausohjautuvana. Tämä aiheuttaa tuotannonohjaukseen ongelman, jossa kapasiteetin ja ajanhallinnan lisäksi on huomioitava tarvittavien komponenttien valmistus ja raaka-aineiden hankinta. Materiaalin ja kapasiteetin hallinnan ongelma tulee, kun tuotantoa on yksittäiskappaleita, pieneriä ja suuria varastoeriä. (Karrus 2001, s. 68-69)

6 TOIMINTAYMPÄRISTÖ JA TUOTERYHMÄ

Tämä luku käsittelee yrityksen toimintaan liittyviä erityispiirteitä, käsiteltävän tuoteryhmän erityispiirteitä yrityksen toiminnassa, sekä tuoteryhmän nykytilaa. Toimintaan väestönsuojelun piirissä liittyy paljon erityispiirteitä, joten toimintaympäristön ymmärtäminen on ratkaisun kannalta keskeistä. Lisäksi tuoteryhmä on poikkeuksellinen niin kysynnän kuin tuotteiden saatavuuden kannalta. Luvussa avataan ensin väestönsuojelun erityispiirteet, tämän jälkeen käsitellään tuoteryhmää ja lopuksi avataan tuoteryhmän nykytilaa.

6.1 Väestönsuojeluun liittyvät erityispiirteet

Yrityksen päätoimialana on kone ja metalliteollisuus, toiminta keskittyy väestönsuojeluun ja väestönsuojateknologioihin. Tämä on täysin oma toimintaympäristönsä toimialan sisällä. Väestönsuojelun parissa on vain vähän kilpailua niin kansallisesti kuin kansainvälisesti. Suomi on poikkeuksellinen maa kansallisen väestönsuojelulain takia. Suomessa laki velvoittaa rakentamaan väestönsuojia asuinrakennuksiin, joissa kerrosala on vähintään 1200 neliometriä, sekä teollisuusrakennuksiin, joissa kerrosala on vähintään 1500 neliometriä (29.4.2011/379, 71 §). Vain muutamassa maassa maailmassa on säännelty väestönsuojien rakentamista, joten osaaminen keskittyy erittäin harvoihin toimijoihin koko maailmassa.

Toiminnalle on tyypillistä, että tilauksen tultua toimitusaika halutaan erittäin lyhyeksi. Tämä johtuu siitä, että normaalissa, rakennuksen yhteyteen tehtävässä väestönsuojassa, väestönsuojan valmistaminen on usein ensimmäisiä rakennusvaiheita. Lisäksi tuotteet ovat hyvin poikkeuksellisia ja niitä koskee usein tarkat säädökset ja vaatimukset. Nimikemäärä on suuri ja asiakkaiden tarpeet hyvin erilaisia. Yleistäen voi siis sanoa jokaisen tilauksen olevan uniikki ja vaativan huolellisuutta. Lyhyet toimitusajat ja poikkeukselliset tilaukset ja tuotteet tuovat usein haasteita koko organisaatiolle myynnistä tuotantoon.

Pienemmistä tilauksista ei välttämättä ole etukäteen tietoa, mutta silti tilaus voi sisältää harvoin kysytyjä tuotteita. Isoimmat projektit taas saattavat olla sellaisia, joissa jo tarjouksen yhteydessä tehdään yhteistyötä asiakkaan kanssa. Näin tarve voidaan arvioida etukäteen mikä helpottaa tuotannon suunnittelua, mutta nämä tapaukset eivät ole jokapäiväisiä. Lisäksi alalla on täysin normaalia, että tuotteita valmistavat yritykset tarjoavat

suunnittelu- ja konsultointipalveluja. Suunnitteluun osallistumalla saadaan myös tietoa etukäteen.

Väestönsuojelun tekee poikkeukselliseksi myös se, etteivät asiakkaat aina ole täysin tietoisia todellisesta tarpeestaan. Väestönsuojissa esimerkiksi ilmamäärien laskeminen on poikkeuksellista ja tärkeää, koska tila on käytännössä aina ylipaineistettu. Kaikki suunnittelijat eivät ole välttämättä täysin tietoisia säännöksistä, laskentatavoista, laitteiden ominaisuuksista tai muusta vastaavasta. Tämä korostuu erityisesti kansainvälisillä markkinoilla, joilla ei ole tarkkoja säännöksiä tai standardeja väestönsuojien tai muiden laitteistojen suhteen. Siksi on tärkeää, että yrityksen liiketoimintaan kuuluu suunnittelupalvelu. Osa asiakkaista kommunikoi ajoissa ennen tilauksen tekemistä ja hyödyntävät siten yrityksen ammattitaitoa ja suunnittelupalveluja ja näin varmistavat mitä tarvitsevat. Tällaisissa tilanteissa on mahdollista valmistautua etukäteen tuleviin tilauksiin. Kuitenkin on paljon tilanteita, joissa tilaus tulee yllättäen. Tilaus voi myös muuttua tehdystä tarjouksesta, joten tarjouksen perusteella valmistautuminen ei usein ole järkevää. Lisäksi aika tarjouksesta tilaukseen voi vaihdella huomattavasti, tunneista jopa vuosiin. On myös täysin normaalia, ettei tarjous johda tilaukseen, eikä tarjouksen pyytäjään välttämättä saa edes yhteyttä tarjouspyynnön jälkeen. Erityisesti kansainvälisillä markkinoilla olisi tarvetta suunnittelupalvelun hyödyntämiselle, koska ammattitaito alalla on rajoittunut hyvin harvoihin toimijoihin.

Eri markkinat toimivat hyvin eri tavalla. Kotimaan myynti koostuu usein säännöllisemmistä pienemmistä kaupoista, kun taas kansainvälinen myynti on usein projektiluontoisia suhteessa suurempia kauppoja. Lisäksi kansainväliset asiakkaat eivät aina halua kertoa yksityiskohtia laitteiden käyttökohteista ja siten heidän tarpeestaan. Tämä johtaa siihen, ettei olemassa olevaa ammattitaitoa päästä hyödyntämään ja tarjous voi olla hyvinkin erilainen kuin todellinen tarve asiakkaalla olisi. Esimerkiksi tuotteen rakenteen ominaisuudet tai haluttu toiminnallisuus on asioita, joiden arvioiminen on usein vaikeaa ja siksi virheellistä. Sekaannukset ja selvitykset voivat tehdä tarjouksesta liian kalliin tai mahdollisesti kuluttaa arvokasta aikaa, jos tuotteita ja tarvetta joudutaan arvioimaan uudelleen. Kalliin tarjouksesta voi tehdä väärät tuotteet, väärä määrä tuotteita tai väärän tasoisia tuotteita. Yhteistyö jo suunnitteluvaiheessa auttaisi estämään virheiden syntymisen. Lisäksi kansainvälisessä myynnissä on huomioitava erilaiset lainsäädännöt ja poliittiset haasteet.

Toimialaan liittyy piirre, jossa kysynnän luominen asiakkaalle itse on lähes mahdotonta. Suomessa kysyntä aiheutuu pääasiassa lainsäädäntöjen vuoksi. Usein tuotteet on suunniteltu niin, että niitä voidaan käyttää myös muissa kohteissa, esimerkiksi ydinvoimaloissa tai kallioon louhituissa tiloissa. Muut käyttökohteet laajentavat markkinaa hiukan, mutta ovat silti vain pieni osuus kokonaisuudesta.

Yrityksen katsoo tulevaisuuteen pitkän ajan päähän. Useissa toiminnoissa tämä tarkoittaa vuosia. Tämä on mahdollista, koska liiketoiminnasta suuri osa on turvattu lainsäädännöllä. Tämä näkyy niin investointien suunnittelussa, kontaktien luomisessa kuin tuotekehityksessäkin. Lisäksi kilpailun ollessa pientä on mahdollista tehdä tuotannonsuunnitelmia pitkällä tähtäimellä. Tämä havaitaan myös varastoinnissa, useita fyysisesti pienempiä tuotteita varastoidaan aiempaa enemmän paremman palvelutason saamiseksi. Tuotteen varaston riitto on useilla tuotteilla tai komponenteilla kuukausia tai vuosia. Varastoja kasvatetaan myös tuotannonohjauksellisista syistä, esimerkiksi kapasiteetin tehokkaamman käytön takia.

6.2 Käsiteltävä tuoteryhmä

Käsiteltävään tuoteryhmään tuo omat haasteensa väestönsuojeluun liittyvät haasteet. Lisäksi tuoteryhmän tuotteet ovat vähemmän kysytyjä kuin monet muut yrityksen tuotteet. Kuitenkin tuoteryhmän olemassaolo on välttämätöntä. Tuotteet koostuvat useista komponenteista ja puolivalmisteista. Tuotteesta riippuen tuote sisältää normaalisti 2-3 kriittistä komponenttia, joiden toimitusaika on huomattavasti muita komponentteja pidempi. Työssä keskitytään näiden kriittisten komponenttien hankintaan, jatkojalostukseen ja varastointiin.

Käsiteltävän tuoteryhmän tuotteet ovat vain pieni osa yrityksen liikevaihdosta. Kuitenkin kyseessä olevat tuotteet ovat tärkeitä silloin kun niitä myydään. Tuotteet ovat myös usein osa suurempaa myytävää kokonaisuutta. Lisäksi on huomattava, että tuotteet ovat välttämättömiä niissä tilanteissa, joihin tuotteet ovat suunniteltu. Usein on tärkeää lähettää koko toimitus yhdessä erässä, joten yhden tuotteen myöhästyminen voi aiheuttaa koko toimituksen myöhästymisen. Myös laskuttaminen voi venyä yhden tuotteen jälkitoimituksen vuoksi.

Tuotteiden tärkeys koko yrityksen toiminnassa on huomioitavaa erityisesti luokitellessa tuotteita. Jaottelua eri luokkiin tehdään myös tuoteryhmän sisällä, koska yrityksen kokonaiskuvassa kaikki tuoteryhmän tuotteet olisivat pienen myynnin tuotteita ja täten c tai d luokkaa. Tuotteiden saatavuus muuten kuin itse valmistamalla on erittäin hankalaa. Tuotteilla on selkeä merkitys yritykselle ja niiden myyminen ja valmistaminen on lähes välttämätöntä, muun liiketoiminnan tukemisessa.

Käsiteltävän tuoteryhmän tuotteista suurimmalla osalla on voimakkaasi epätasainen kysyntä, mutta silti niillä tulisi olla mahdollisimman lyhyt toimitusaika. Tämä asettaa haasteita erityisesti sellaisien komponenttien hallintaan, joiden toimitusaika on pitkä ja kulutus erittäin harvinaista. Tuotteet ovat luonteeltaan sellaisia, etteivät ne vanhene. Varastoinnin riski on vanhenemisen osalta lähes olematon. Tuotteissa on yksi komponentti, joka ajan saatossa heikkenee muita enemmän ja siksi sitä täytyy huoltaa säännöllisesti. Tämä ongelma näkyy kuitenkin enemmän asiakkaalla vuosien tai vuosikymmenten saatossa kuin varastoidessa tuotetta.

Tuoteryhmän voi jakaa karkeasti kahteen perustyyppiin. Toinen osa tuotteista on manuaalikäyttöisiä tuotteita ja toinen osa toimilaitteella toimivia tuotteita. Toimilaitteita on useita erilaisia malleja. Eri toimilaitte malleja ei usein pystytä käyttämään useissa tuotteissa, joten niitä tarvitaan paljon erilaisia. Lisäksi eri maissa esimerkiksi sähköverkoissa olevien erojen vuoksi ei ole mahdollista käyttää samaa laitetta useassa paikassa, vaikka tuote olisi sama. Manuaalikäyttöisiä tuotteita myydään kappalemäärällisesti enemmän, mutta toimilaitteellisia nimikkeitä on noin kahdeksan kertaa enemmän.

Toimilaitteet ovat erittäin poikkeuksellisia laitteita ja niiden valmistajia on koko maailmassa vain muutama. Toimilaitteiden toimitusaika on selkeästi pisin tuotteiden vaatimista komponenteista. Lisäksi toimilaitte on usein kallein yksittäinen komponentti lopputuotteessa. Toimilaitteiden hankinnassa ongelmaksi muodostuu kaksi eri asiaa. Yksi ongelma on se, että laitteita tarvitaan useita erilaisia, jotta kriittiset ominaisuudet sopivat eri tuotteille. Toinen ongelma on sähköverkkojen erilaisuus kansainvälisesti. Virrat, jännitteet ja maadoitukset toimivat hiukan eri tavalla eri puolella maailmaa ja siksi laite joudutaan usein tilaamaan yksilönä juuri oikeaan verkkoon sopivaksi.

6.3 Tuoteryhmän nykytila

Kohderyhmään kuuluu hiukan yli 100 lopputuotenumikettä ja yhteensä noin 650 eri valmiusasteen komponenttia tai puolivalmistetta. Lisäksi on valenumikkeitä, jotka tarkoittavat tuotannon välivaihetta, jossa tuotetta ei varastoida. Valenumike vaan tuotetaan aina seuraavaan oikeaan numikkeeseen. Pienet manuaaliventtiilit koostuvat pääasiallisesti noin 20 komponentista, joilla on eri rakennetasoja yhteensä noin 40 kappaletta. Suurissa manuaaliventtiileissä rakenteissa on hiukan enemmän vaiheita. Lopputuotteista jokaiseen kuuluu kaksi tärkeää komponenttia runko ja sulkulautanen sekä useita pienempiä komponentteja. Lopputuotteet jaetaan manuaaliventtiileihin ja toimilaitteventtiileihin.

Nykytilanteessa varasto-ohjautuvia tuotteita on sekä valmiina lopputuotteina, puolivalmisteina, komponentteina että raaka-aineina varastossa. Lisäksi osaa tilausohjautuvien tuotteiden komponenteista varastoidaan. Tähän ei kuitenkaan ole johdonmukaista suunnitelmaa. Usein puolivalmisteita valmistetaan kerralla ylimääräisiä kappaleita, jottei yksittäiskappaleita tarvitse valmistaa.

Tuotteita on 11 eri kokoa ja karkeasti jaettuna kolmea eri materiaalia, joista alumiini on selkeästi käytetyin. Taulukko 4 esittää venttiilien eri koot ja jakaa ne kahteen ryhmään, pieniin ja suuriin kokoihin. Manuaaliventtiileistä pienimmät koot ovat varasto-ohjautuvia ja muut tilausohjautuvia. Normaalien manuaaliventtiilien lisäksi kaksoisläppäventtiileistä pienet koot ovat manuaalikäyttöisiä.

Taulukko 4. Venttiilien koko

Pienet venttiilien koot	Suuret koot
100	600
150	800
200	1000
250	
300	
350	
400	
500	

Taulukko 5 esittää manuaali- ja toimilaitteventtiilien jakautumisen varasto- ja tilausohjautuvina. Lisäksi se osoittaa, että lopputuotteena toimilaitteventtiilejä on 85 kappaletta. Tämä on noin neljä viidesosaa lopputuotenumikkeiden määrästä. Tästä syystä on tärkeää huomioida myös toimilaitteventtiilit, vaikka niiden tarkempi käsittely ei tähän työhön sisälly.

Taulukko 5. Venttiilien jakautuminen eri ohjaustapoihin

	Varasto-ohjautuvat	Tilausohjautuvat	Yhteensä
Manuaaliventtiilit	8	11	19
Toimilaitteventtiilit	0	85	85
Yhteensä	8	96	104

Eri kokojen ja materiaalien vuoksi myös komponenttiaihoita on useita erilaisia. Runkoaihoita on 32 eri tyyppiä ja sulkulautasia on 29 eri tyyppiä. Näiden lisäksi yksittäistä aihoita on mahdollista jalostaa useaan eri lopputuotteeseen. Taulukko 6 esittää runkoaihojen ja sulkulautasten määrät sekä sen hankitaanko aiho komponenttina vai valmistetaanko se itse raaka-aineesta. Taulukossa 7 on jaettu rungot ja sulkulautaset eri materiaalien mukaan.

Taulukko 6. Runkoaihojen ja sulkulautasten hankinta

Ostettavat runkoaihiot	Valmistettavat runkoaihiot	Ostettavat sulkulautaset	Valmistettavat sulkulautaset
33	0	14	15

Taulukko 7. Runkoaihojen ja sulkulautasten materiaalit

Materiaali	Alumiini	Muut
Pienet runkoaiho	8	15
Suuret runkoaiho	3	6
Pienet sulkulautanen	8	9
Suuret sulkulautanen	3	9

Runkojen ja sulkulautasten lisäksi tuotteilla on useita muita komponentteja ja puolivalmisteita. Taulukko 8 mukaisesti erilaisia toimilaitteita on 24 eri mallia ja niiden lisäksi muita komponentteja on yhteensä 371 nimikettä sisältäen työstöjen välivaiheet. Muut

komponentit ja puolivalmisteet eivät ole yhtä kriittisiä kuin rungot ja sulkulautaset, joten siksi niitä ei eritellä yhtä tarkasti. Muut komponentit sisältävät sekä ostettavia komponentteja, ostettavia palveluja että puolivalmisteita. Näihin ei kuulu runkojen ja sulkulautasten aihiot tai työstön eri valmiusasteet eikä toimilaitteet. Muista ostettavista komponenteista lähes kaikki komponentit ovat hyllytuotteita. Muita puolivalmisteita on yhteensä 207 kappaletta sisältäen kaikki välivaiheet.

Taulukko 8. Muut komponentit

	Toimilaitteet	Ostettavat komponentit	Ostettavat palvelut	Puolivalmisteet
Määrä	24	138	26	207

Tuoteryhmään liittyvien tuotteiden ja komponenttien varaston arvo on vaihdellut noin 4 % ja 5,5 % välillä yrityksen kokonaisvarastosta. Taulukko 9 esittää eri nimikeryhmien varaston jakautumisen tuoteryhmän sisällä yksittäisenä tarkastelupäivänä. Taulukoista voi havaita lopputuotteiden kattavan noin neljänneksen varaston arvosta ja runkojen lähes kolmanneksen. Lisäksi on syytä huomata, että runkojen keskimääräinen arvo on huomattavasti sulkulautasten keskimääräistä arvoa suurempi. Tämä johtuu pääasiallisesti siitä, että runkoja jatkojalostetaan sulkulautasia enemmän. Taulukosta havaitaan myös, että muut komponentit eivät ole merkittävässä osassa varaston arvossa, vaikka nimikkeitä on paljon. Muiden komponenttien arvo suhteessa komponenttien kappalemääriin on myös erittäin pieni. Taulukosta havaitaan myös toimilaitteiden korkea kappalemääräinen arvo verrattaessa muihin komponentteihin.

Taulukko 9. Varaston arvon jakautuminen ryhmittäin

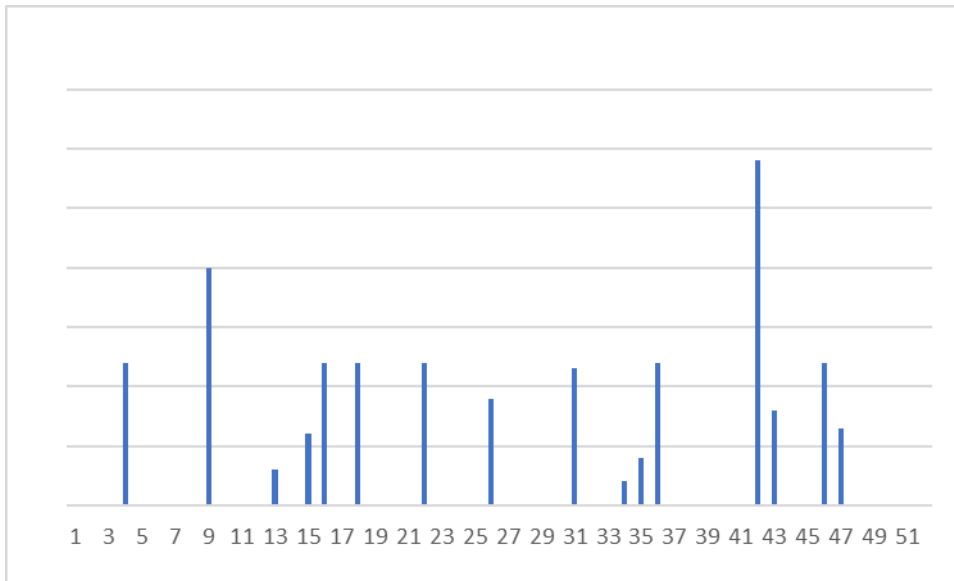
	Nimikkeitä	Kappaletta	Osuus tuoteryhmän varastosta
Lopputuotteet	12	160	26 %
Rungot	28	533	31 %
Sulkulautaset	16	684	14 %
Muut komponentit	85	6 950	14 %
Toimilaitteet	3	27	13 %
Kaikki yhteensä	132	8 354	100 %

Taulukko 10 erittelee lopputuotteiden varastotasot toimilaiteventtiilien ja manuaaliventtiilien välillä tarkastelupäivänä. Varasto-ohjautuvia tuotteita on pelkästään manuaaliventtiilit. Toimilaiteventtiileitä ei tulisi olla varastossa pitkään, ne joko odottavat toimitusta, tilaus ei ole toteutunut tai ne ovat tulleet esimerkiksi palautuksena. Huomioitavaa kuitenkin on, että toimilaiteventtiilien arvo on noin neljännes koko lopputuotevaraston arvosta, vaikka teoriassa niitä ei tulisi olla ollenkaan varastossa. Toimilaiteventtiilien varastointi voi myös osoittaa tuotannonohjauksen epäjohtonmukaisuutta, mikäli niitä varastoidaan ilman edellä esitettyjä syitä.

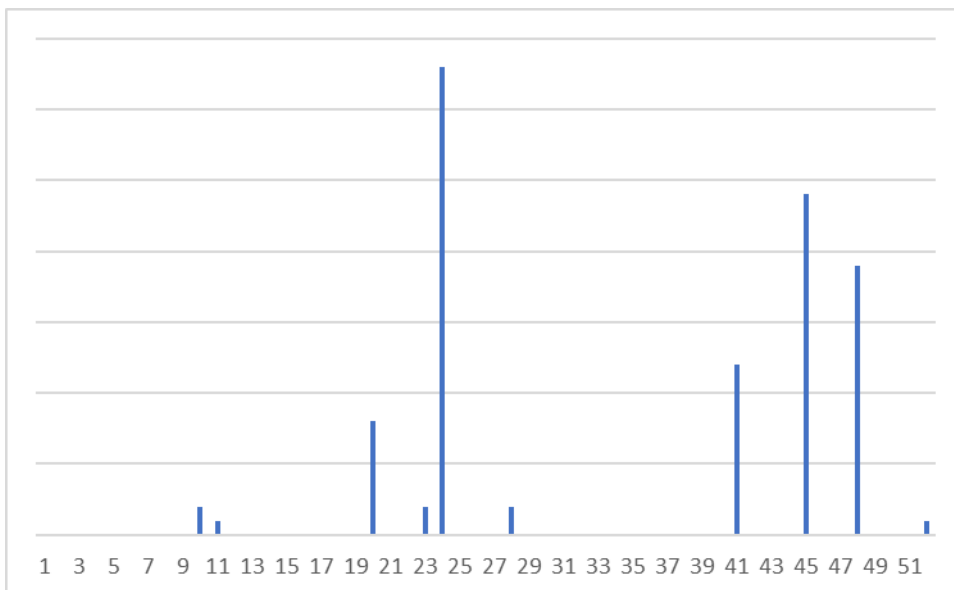
Taulukko 10. Venttiilien määrä varastossa 1.1.2018

Lopputuotteet	Nimikettä	Kappaletta	Osuus varaston arvosta
Manuaaliventtiilit	8	148	74 %
Toimilaiteventtiilit	4	12	26 %
Yhteensä	12	160	100 %

Käsiteltävällä tuoteryhmällä kysyntä on erittäin epätasaista. Kuva 10 ja Kuva 11 on esitetty yksittäisen manuaaliventtiilin kysyntä kahtena eri vuonna. Molempina vuosina kokonaiskysyntä on ollut samaa suuruusluokkaa. Kuvista havaitaan voimakkaasti epätasainen kysyntä. Kyseessä oleva tuote on yksi kysytyimmistä tuotteista ja kuvaa hyvin tilannetta. Pienemmän kysynnän tuotteilla kysyntäpiikit ovat vain pienempiä. Lisäksi epätasaista kysyntää kuvaa hyvin variaatiokerroimet. Niillä manuaaliventtiileillä, joilla kysyntää on ollut keskimäärin yli 10 kappaletta vuodessa, on variaatiokerroin ollut 0,8 ja 15 välillä vuodesta ja tuotteesta riippuen. Kysytyimmillä tuotteilla variaatiokerroin on suurempi, koska kysyntäpiikkejä on enemmän. Vähemmän kysytyillä tuotteilla variaatiokerroin on ollut pienempi, koska keskimääräinen kysyntä on ollut pientä. Siitä huolimatta kaikissa tilanteissa kysyntää voidaan pitää epätasaisena koko tuoteryhmälle.



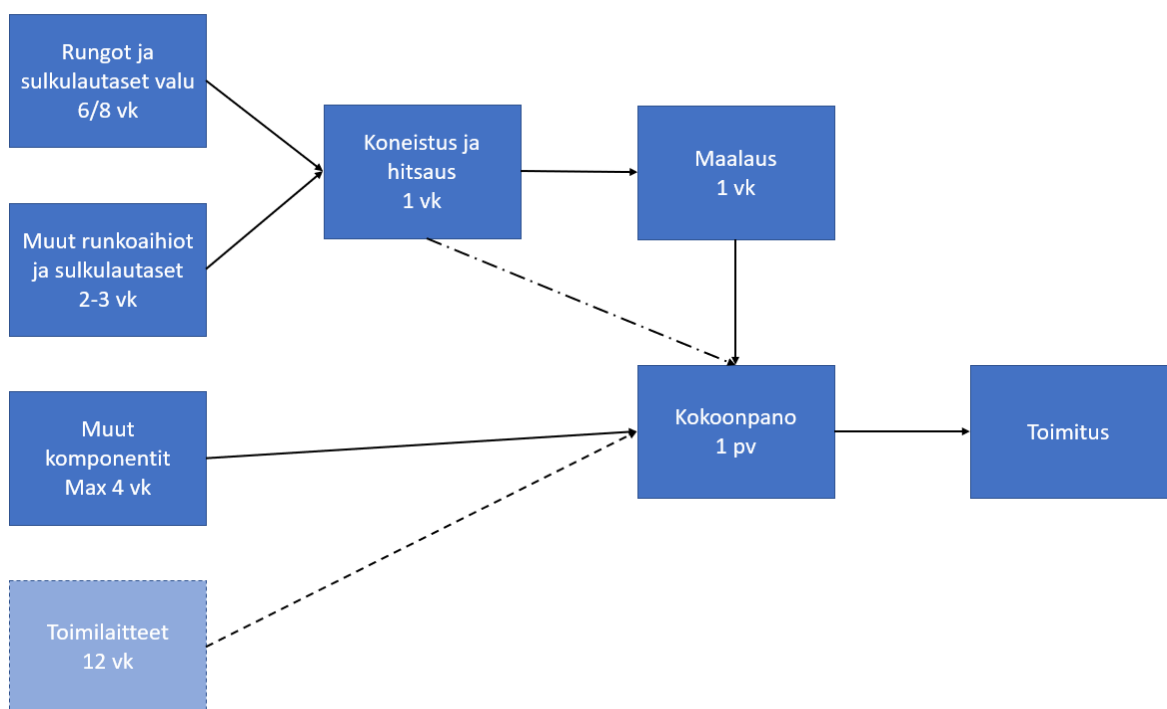
Kuva 10. Yksittäisen tuotteen vuosikysyntä esimerkki 1.



Kuva 11. Yksittäisen tuotteen vuosikysyntä esimerkki 2.

Tuotteiden valmistuksessa on yleistettäessä neljä vaihetta. Raaka-aineen tai komponentin hankkiminen. Komponentin tai raaka-aineen työstäminen. Runkojen ja sulkulautasten maalaus, sekä kokoonpano. Kuva 12 esittää eri vaiheiden kestot ja prosessin. On syytä huomioda, ettei runkoja tai sulkulautasia maalata jokaisessa tuotteessa, pistekatkoviiva kuvaa maalaamattomia tuotteita. Lisäksi osa muista komponenteista hankitaan valmiina komponenttina ja osa on itse työstettyjä puolivalmisteita. Näihin komponentteihin on siksi asetettu maksimi hankinnan kesto, joka komponentin saamiseen kuluu. Kuitenkin on

ymmärrettävä, että suurin osa muista komponenteista on saatavissa 1-2 viikon aikana. Koska toimilaitetta ei käytetä kaikissa venttiileissä, on toimilaitteet merkattu katkoviivalla. Valettavien runkojen ja sulkulautasten kohdalla on esitetty pienet ja suuret koot toisistaan, vasemmanpuoleinen on pienille ja oikeanpuoleinen suurille tuotteille. Kuvasta havaitaan lisäksi, että toimilaitteiden toimitusaika on pidempi kuin muut vaiheet yhteensä, joten toimilaitteventtiili on mahdollista valmistaa alusta kokoonpanoon asti toimilaitteen toimitusajan aikana ja kokoonpanna venttiili toimilaitteen saavuttua.



Kuva 12. Valmistuksen vaiheet ja ajat

Yritys on luokitellut tuotteet kahdella perusteella. Ensimmäinen peruste on tuotteen tilausohjautuvuus ja varasto-ohjautuvuus. Toinen peruste on myyntiluokka. Myyntiluokka on jaettu kolmeen osaan, suositellaan myytäväksi, saa myydä ja myyntikielto. Luokittelusta on huomattava, että nykyinen luokittelu on käytännössä ABC luokittelun variaatio. Yritys tarkastaa vuosittain tuotteet luokittain ja arvioi mahdollisesti luokan vaihtamisen. Lisäksi kaikki tuotteet joilla myyntiä ei ole ollenkaan vuoden aikana arvioidaan erikseen ja tarpeen mukaan poistetaan kokonaan nimikelistalta.

7 OHJAUSMALLIN VALINTA JA TOTEUTUS

Luvussa esitetään ratkaisu tuoteryhmän ohjaukseen. Ensin esitetään ohjausmallin valinta ja tärkeimmät huomiot siihen liittyen. Ohjausmallin valinta perustuu tuotteiden luokitteluun. Tuotteiden luokittelua ei muuteta yrityksen nykyisestä toimintatavasta, mutta sillä korostetaan yritykselle tuotteiden eroja ja merkitystä. Luvun toisessa alaluvussaluvussa esitetään ohjausarvot sekä se, kuinka niiden kanssa tulee toimia. Viimeinen luku käsittelee ohjausmallin toteutusta.

7.1 Ohjausmallinvalinta

Yritys on havainnut itselleen toimivan tavan luokitella tuotteet, joten ei ole tarvetta muuttaa sitä. Nykyinen malli, joka luokittelee tuotteet sekä varasto- ja tilausohjautuvuuden sekä myyntiluokkien välillä on erittäin toimiva haastavassa tuoteryhmässä. Ei myöskään ole järkevää tehdä luokittelua pelkän omakustannusarvon perusteella, koska tuotteilla on suuria hintaeroja riippuen siitä, onko kyseessä toimilaitte- vai manuaaliventtiili. Luokittelua ei muuteta, koska toimilaitteventtiileissä on omat haasteensa, eikä niitä käsitellä tässä työssä riittävästi kattavan analyysin tekemiseksi.

Alla on esitetty taulukoissa ABC analyysi tuoteryhmän sisällä myytyjen kappaleiden perusteella. ABC analyysi on toteutettu Sakin (2009, s. 91) esittämän mallin mukaan, jota käsiteltiin luvussa 2.1. Analyysi esitetään siksi, että saadaan konkreettinen kuva siitä, mitkä tuotteet ovat kappalemäärällisesti merkityksellisiä. Taulukko 11 esittää myytyjen kappalemäärien jakautumisen eri ABC luokissa. Taulukko 12 taas esittää kuinka erityyppiset venttiilit jakautuvat niissä. Varasto-ohjautuvat tuotteet sijoittuvat kaikki A ja B luokkiin. Lisäksi on tärkeää havaita, että analyysi on toteutettu pitkän ajan keskiarvon avulla. Vaikka tarkastelun kesto on pitkä, on erityisesti varasto-ohjautuvien tuotteiden kysyntä pysynyt melko tasaisena, joten tulos antaa selkeää kuvaa todellisesta tilanteesta. On tärkeää muistaa, että E luokan tuotteilla ei ole lainkaan myyntiä koko ajanjaksona.

Taulukko 11. ABC analyysi myytyjen kappalemäärien perusteella

Luokka	Nimikettä	Osuus myydyistä kpl	Kumulatiivinen osuus	Osuus nimikkeistä
A	3	53 %	53 %	3 %
B	6	28 %	81 %	15 %
C	36	18 %	98 %	23 %
D	27	2 %	100 %	20 %
E	32	0 %	100 %	34 %

Taulukko 12. Tuotetyypit ABC luokittain

Luokka	Manuaali pieni	Manuaali iso	Toimilaite
A	3	0	0
B	5	0	1
C	3	3	30
D	4	0	23
E	1	0	31

Rungot ja sulkulautaset ovat näkökulmasta riippuen joko pullonkaulatuotteita tai strategisia tuotteita. Koska tuotteiden arvosta suuri osa koostuu rungosta ja sulkulautasesta käsitellään tuotteita strategisina tuotteina, vaikka niitä voidaan käsitellä pullonkaulatuotteena tarkasteltaessa tilannetta yrityksen laajemmasta näkökulmasta. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotteiden saatavuuteen on kiinnitettävä erityistä huomiota. Esimerkiksi valukomponenteissa muotin rikkoutuminen voi tarkoittaa toimitusajan muutosta erittäin pitkäksi, siksi myös vaihtoehtoisia ratkaisuja tulee harkita. Siksi varastoinnissa huomioidaan riski ja varmuusvarastoa kasvatetaan. Komponentit ovat volyyymi- tai rutiinituotteita. Tämä tarkoittaa sitä, että niiden hankinta on suoritettava tehokkaasti. Vaikka kyseessä on rutiinituotteet yrityksen kokonaiskuvaa katsottaessa ja yksittäisen komponentin tulosvaikutus on erittäin pieni yritykselle, on syytä ymmärtää, että tuoteryhmä on kuitenkin tärkeä osa yrityksen toimintaa ja tulosta. Jokainen pienikin puutos voi aiheuttaa ison toimituksen myöhästymisen, joten rutiinituotteiden hankintaa ei saa aliarvioida.

Yrityksessä on käytössä tarvelaskenta suurella osalla tuotteista, ja se soveltuu myös tähän tuoteryhmään. Tuotteiden rakenteet ja varastotasot ovat tiedossa ja helposti ylläpidettävissä

uudella toiminnanohjausjärjestelmällä. Siksi tarvelaskenta on toimiva malli myös käsiteltävälle tuoteryhmälle. Koska kyseessä on epätasainen kysyntä, tuotteita varastoidaan. Tarvittavat varastot määritetään tilauspistemethodin avulla. Lisäksi yrityksen käyttämä luokittelu sekä tehty ABC analyysi osoittaa, että varasto-ohjautuvat tuotteet on valittu oikein, ja niille on mahdollista soveltaa tilauspistemethodia.

Yritys käyttää tilauspistemethodia osalle nimikkeistä ennestään. On luontevaa käyttää tilauspistemethodia erityisesti varasto-ohjautuville tuotteille sekä varasto-ohjautuville komponenteille ja puolivalmisteille. Tilauspiste lasketaan Poisson jakauman avulla, koska se toimii normaalijakaumaa paremmin epätasaisen kysynnän tuotteille. Methodia sovellettaessa on kuitenkin huomioitava, että täydennyksiä halutaan tehdä harvoin, useille tuotteille noin kerran vuodessa. Tämä johtaa siihen, että tilatessa ja valmistaessa täytyy arvioida sopiva eräkkoko aina uudestaan. Erityisesti huomiota eräkkokoon tulee kiinnittää, mikäli oletettavissa on raaka-aineen hinnan muutos tai muu muutos tuotteiden hinnoissa. Myös toimittajan minimieräkkoko voi muuttua tilausten välillä. Annettu ratkaisu esittää ohjausmallin, jonka perusteella yrityksen on helpompi arvioida jatkossa sopivaa eräkkokoa. Ratkaisun tuloksena olevat eräkkoot ovat suuruusluokkia. Lisäksi valmistettaessa puolivalmisteita tulee arvioida raaka-aineen käytön tehokkuutta. Usein yksikkönä on esimerkiksi levy tai tanko, joka tulee käyttää valmistuserään tai ainakin minimoida hukka.

Yrityksen toive on saada lisäksi visuaalinen mittari varastonohjaukseen. Visuaalisena mittarina toimii kahden laatikon methodia. Kahden laatikon methodia on tilauspistemethodin sovellus, joten niitä on täysin mahdollista käyttää yhtä aikaa. Kahden laatikon methodia voidaan toteuttaa niin, että yksi varastopaikka sisältää tilauspisteen alla olevan määrän tuotteita ja tuotteiden varastoinnin tarpeen mukaan yksi tai useampi paikka on kiertovarastoa. Methodia on myös pelkästään sähköistä methodia varmempi, koska siinä täydennysimpulssin tulee sekä toiminnanohjausjärjestelmästä että tuotannosta ja huomioi siten nopeammin toiminnanohjausjärjestelmän saldoilla olevat virheet. Pienen varastotilan vievät tuotteet ja komponentit voidaan rajata toisistaan yhden varastopaikan sisällä esimerkiksi laatikolla niin, että tilauspisteen alla olevat tuotteet on selkeästi omana tilanaan. Kahden laatikon methodia käytettäessä on tärkeää, että toinen laatikko on selkeästi merkattu. Lisäksi työntekijöiden on tiedettävä, kuinka methodia toimii ja

käytettävä tuotteita oikein oikeasta varastosta sekä täytettävä varastot oikein täydennyserän saapuessa.

Varasto-ohjautuvat ja tilausohjautuvat lopputuotteet pysyvät ratkaisussa ennallaan. Pienet manuaaliventtiilit ovat edelleen varasto-ohjautuvia ja muut tuotteet ovat lähtökohtaisesti tilausohjautuvia. Kysynnän perusteella ei ole perusteltua siirtää tuotteita tilausohjautuvista tuotteista varasto-ohjautuviksi. Lisäksi yrityksen kannalta on tarpeellista, että nykyiset tuotteet ovat jatkossakin varasto-ohjautuvia. Taulukko 13 sisältää varasto-ohjautuvat lopputuotteet.

Taulukko 13. Varasto-ohjautuvat tuotteet

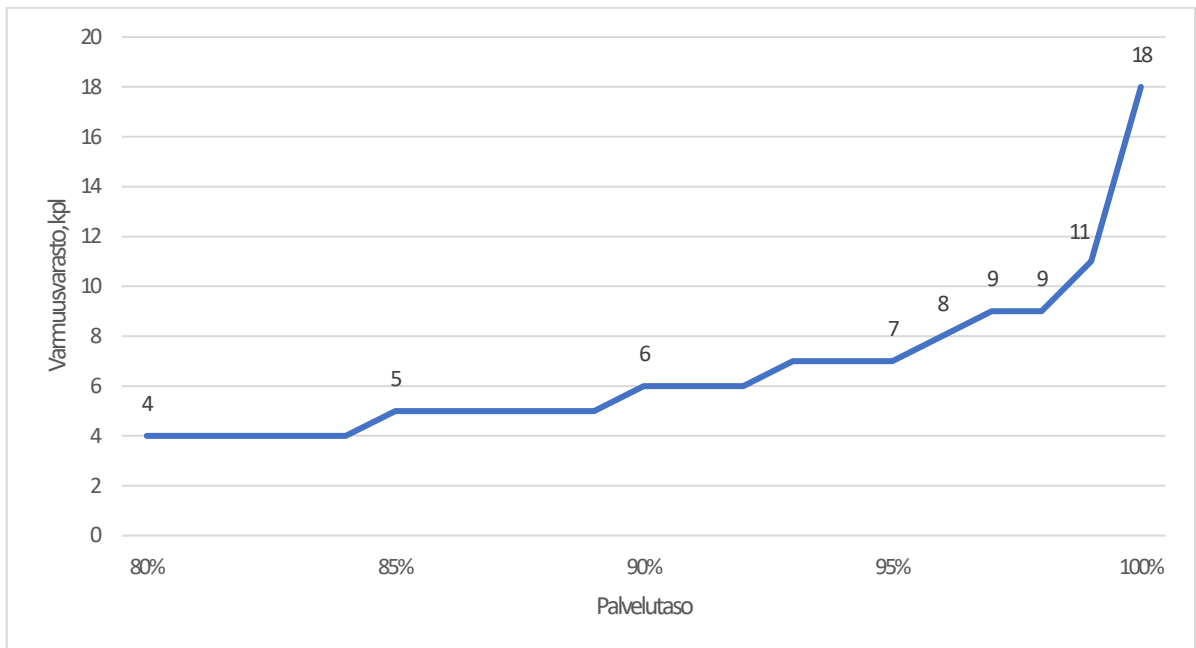
MV-100	MV-200	MV-300	MV-400
MV-150	MV-250	MV-350	MV-500

Aiemmin esitetyt Kuva 10 ja Kuva 11 esittävät yhden tuotteen kahden eri vuoden kysynnän. Kuvista havaitaan kysynnän suuri epätasaisuus. Erittäin epätasaiseen kysyntään vastataan varastoimalla. Runkojen ja sulkulautasten pitkien toimitusaikojen vuoksi varasto-ohjautuvia tuotteita varastoidaan sekä lopputuotteina, komponentteina ja puolivalmisteina. Komponentit ja puolivalmisteet käyvät useisiin lopputuotteisiin, joten se myös saattaa lyhentää tilausohjautuvien tuotteiden toimitusaikojä, helpottaa tuotannosuunnittelua sekä vähentää tehtäviä hankintatilauksia. Varastoitavat puolivalmisteet valmistetaan niin pitkälle rakennetasolla kuin mahdollista niin, että yhdestä puolivalmisteesta voidaan toteuttaa kaikki sen eri lopputuotevariaatiot. Esimerkiksi alumiinirungoilla tämä tarkoittaa sitä, että ne maalataan.

Toimilaitteventtiilien kysyntä on pientä ja tuotenimikkeen sisällä tuote voi erota toimilaitteen osalta. Ei ole järkevää varastoida toimilaitteventtiilejä valmiina tuotteina. Toimilaitteventtiilien muita komponentteja ja puolivalmisteita kuin toimilaitteita voidaan varastoida, mutta selkeä pullonkaula on toimilaitteiden pitkä toimitusaika. Toimilaitteen toimitusajan aikana on mahdollista valmistaa kaikki muut venttiilin osat ja kasata tuote loppuun toimilaitteen saapuessa.

Mikäli jatkossa halutaan varastoida myös vähemmän kysytyjä tuotteita tai niiden komponentteja, esimerkiksi suuria runkoja ja sulkulautasia voidaan se toteuttaa niin, ettei pidetä varmuusvarastoja lainkaan. Varmuusvaraston pois jättämisellä madalletaan varaston arvoa. Pienellä kysynnällä varmuusvaraston puuttuminen ei välttämättä aiheuta suuria puutetilanteita, mutta mahdollistaa keskimäärin nykyistä nopeammat toimitukset. Ilman varmuusvarastoa toimiminen tarkoittaa sitä, että tuotetta tilataan silloin kun jäljellä on vain täydennysajan odotusarvoa vastaava määrä tuotteita tai kun saapuu tilaus, johon ei ole riittävästi komponentteja. Jälkimmäinen tilanne tarkoittaa, että tuotanto on paikoitellen tilausohjautuvaa ja silloin toimitusaika on pitkä. Muissa tapauksissa varastointi lyhentää toimitustaikaa, koska pisimmän toimitusajan tuotteita on jo varastossa.

Yrityksessä ei aiemmin ole ollut käytössä palvelutaso -muuttujaa. Jatkossa palvelutasoa suositellaan käytettäväksi myös muiden tuoteryhmien kohdalla arvioidessa varmuusvarastoa. Näin vältetään ylivarastointi, jota tuotannossa helposti tapahtuu. Varmuusvarasto on aiemmin arvioitu kvalitatiivisesti, ja usein se aiheuttaa liian suuren arvioin suhteessa todelliseen tarpeeseen. Kuva 13 havainnollistaa palvelutason merkityksen käytännössä yhdelle yksittäiselle rungolle. Kyseisen rungon vuosikysyntä on keskimäärin ollut noin 120 kappaletta. Rungon toimitusajaksi mallissa on arvioitu kahdeksan viikkoa. Kuvassa on esitetty varmuusvaraston määrä yhdeksässä pisteessä Taulukko 14 mukaisesti. Lisäksi taulukko esittää pisteissä olevan varmuusvaraston rungolle. Kuva 13 havainnollistaa lisäksi sen, että lähestyttäessä 100 %:ia nousee tarvittavan varmuusvaraston määrä huomattavasti. 99,99 %:n palvelutaso tarkoittaisi komponentille 18 kappaleen varmuusvarastoa. Lisäksi kuva havainnollistaa sen, ettei normaalilla, noin 95 %:n, palveluasteella varmuusvaraston tarvitse olla kovin suuri, jotta tuotteet riittävät toimituksiin. Tämä on tärkeää ymmärtää, koska tiedon avulla estetään ylivarastointia myös yrityksen muissa toiminnoissa.



Kuva 13. Palvelutason vaikutus varmuusvaraston määrään

Taulukko 14. Palvelutason merkitys varmuusvarastoon yksittäisellä rungolla

Palvelutaso	80 %	85 %	90 %	95 %	96 %	97 %	98 %	99 %	99,99 %
Varmuusvarasto, kpl	4	5	6	7	8	9	9	11	18

7.2 Ohjausarvot ja varastointi

Ohjausarvot tuoteryhmän tuotteille ja puolivalmisteille on kuvattu alaluvuissa olevissa taulukoissa. Lisäksi taulukot esittävät varastoitavat määrät ja tuotteiden osuuden tuoteryhmän arvosta. Varastoitavaksi esitetään varasto-ohjautuvien tuotteiden rungot, sulkulautaset ja muut puolivalmisteet.

Komponenttien ja puolivalmisteiden ohjausarvot on laskettu komponenttien ja puolivalmisteiden koko kulutukselle, eikä kohdistettu pelkästään käsiteltäville tuotteille. Ei ole järkevää laskea komponenttien kohdalla pelkästään käsiteltävään tuoteryhmään kuluvia nimikkeitä, koska osalla nimikkeistä on käyttöä myös muissa tuotteissa. Mikäli käytettäisiin vain suoraan käsiteltävään kohderyhmään kuuluvia nimikkeitä, varastonohjausarvot olisivat virheellisiä. Osa kulutuksesta voi myös selittyä esimerkiksi virheellisellä tuotteella, joten on tärkeää, että laskennassa huomioidaan mahdolliset tuotannon virheet.

Yritykseltä ei ole saatavilla tilaus- tai varastointikustannuksia. Niiden laskeminen EOQ menetelmän käyttämiseksi ei ole järkevää, koska tuotteiden merkitys on pieni. Lisäksi tuotteet vievät vain vähän varastointitilaa, kun varastointi toteutetaan järkevästi. Ylimääräinen varastointi ja tuotteiden tilaaminen on kuitenkin turhaa, joten on tarkoituksenmukaista optimoida eräkokoja. Minimitilauuseräkoot määrittyvät useimmiten toimittajan minimivalmistuserän mukaan. Näitä eräkokoja ei ole järkevää selvittää tällä hetkellä, koska tuotteiden tilaaminen ei ole ajankohtaista ja eräko'issa voi tapahtua muutosta ennen seuraavaa tilauskertaa. Minimieränä käytetään tässä työssä aiempia eräkokoja. Ratkaisussa on arvioitu saatavilla olevien tietojen perusteella järkevät tilauuseräkoot. Mikäli toimittajien minimitilauuseräkoot ovat suurempia kuin arvioidut eräkoot, tulee malliin muuttaa tilauuseräkokoa.

Palvelutasoksi suositellaan kaikille varastoitaville tuotteille ja komponenteille 95 %. Tätä palvelutasoa käytetään ratkaisun ohjausarvojen laskemiseen. Tämä ei aiheuta ylivarastointia, mutta auttaa vastaamaan satunnaisiin kysyntäpiikkeihin sekä toimittajan myöhästyneisiin toimituksiin. Varasto-ohjautuvien tuotteiden tärkeimpiä komponentteja ja puolivalmisteita varastoidaan lopputuotteiden lisäksi. Tämä takaa sen, että yllättävän kysynnän tullessa voidaan tuotteita toimittaa lyhyellä toimitusajalla. Tämän vuoksi ei ole tarpeen ottaa käyttöön korkeaa palvelutasoa, koska varmuusvarastoa sisältyy myös komponentteihin ja puolivalmisteisiin.

Kysynnän keskiarvona käytetään pitkän aikavälin historiasta laskettua vuosikohtaista keskiarvoa. Tämä johtuu siitä, että tuotteiden kysyntä on hyvin epätasaista ja tuotteiden kysynnän vuosittaiset erot ovat suuria. Lisäksi yrityksen näkökulmasta ei ole syytä olettaa, että kysyntä muuttuisi merkittävästi niin yksittäisen tuotteen kuin koko tuoteryhmän osalta. On syytä huomata, että keskiarvo tarkoittaa ennustetta tulevasta, joten mikäli tulevaisuuden näkymät muuttuvat on tärkeää arvioida lukua uudelleen ja korjattava sitä. Keskiarvon sijaan voidaan käyttää myös kvalitatiivista ennustetta, mikäli on syytä olettaa sen olevan parempi ennuste tulevasta kuin aiempi keskiarvo. Tämä on hyödyllistä erityisesti, mikäli kysynnän oletetaan kasvavan. Kysynnän väheneminen vain pidentää varastointiaikaa, mutta ei aiheuta puutostilanteita, joten ennusteen korjaamiseen on enemmän aikaa ja virheellisen ennusteen haitalliset seuraukset pienempiä.

Esitetyissä ohjausarvoissa termillä varmuusvarasto tarkoitetaan passiivivarastoa ja varmuusvarastoa yhdessä. Tästä varastosta varmuusvarastoa on vain pieni osa. Kuitenkin varmuusvarastoa käytetään terminä, koska yrityksen toiminnanohjausjärjestelmä käyttää sitä eikä erittele passiivi- ja varmuusvarastoa toisistaan. Lisäksi yrityksessä varmuusvarastolla tarkoitetaan myös passiivivarastoa. Tämä yksinkertaistaa toimintaa, kun tuotteiden ohjausarvoja viedään toiminnanohjausjärjestelmään. Kuitenkin on tärkeää ymmärtää varastoinnin ero ja mahdollisesti yrityksen muissa toiminnoissa huomioida se tarkemmin. Yrityksen kokonaiskuvassa käsiteltävien tuotteiden varastojen merkitys koko yrityksen varaston arvoon on erittäin pieni ja toimitusaikalupaus tärkeä, joten on täysin perusteltua pitää suurempaa varastoa kuin laskennallisesti toimintatapa osoittaa. Ohjausarvoja esittämissä taulukoissa täydennysvälillä kuvataan sitä, kuinka monen vuoden välein varastoa keskimäärin täydennetään.

7.2.1 Ohjausarvot

Taulukko 15 sisältää komponenttien ja puolivalmisteiden toimitus- tai valmistusajan. Ajoissa on huomioitu tuotteen saatavuus ja jalostaminen sekä tuotannonsuunnitteluun tarvittava aika. Varasto-ohjautuvien manuaaliventtiilien valmistaminen on nopeaa, koska puolivalmisteita varastoidaan. Lisäksi mahdolliset hyllytavaran puuteet ovat nopeita hankkia, eikä niistä usein koidu ongelmaa. Runkojen ja sulkulautasten toimitusaika on pitkä, mutta sinä aikana voidaan tehdä tuotannonsuunnittelua niin, että tuotteita päästään työstämään niiden saavuttua. Lisäksi runkojen ja sulkulautasien toimitus- ja tuotantoaikaan on huomioitu maalaus. Maalaus voidaan kiiretilanteessa suunnitella prosessissa etukäteen ja nopeuttaa näin valmistusta. Muiden puolivalmisteiden valmistaminen on nopeaa, koska raaka-aineita tulisi olla varastossa.

Taulukko 15. Komponenttien ja puolivalmisteiden toimitus- tai valmistusajat

	Toimitusaika, vk
Varasto-ohjautuvat manuaaliventtiilit	2
Pienet alumiini rungot	8
Suuret alumiini rungot	10
Muut rungot	2
Alumiiniset sulkulautaset	8
Muut sulkulautaset	3
Muut puolivalmisteet	2

Suurinta osaa varasto-ohjautuvista komponenteista tilataan vuoden kulutuksen verran varastoon. Muutamaa yksittäistä komponenttia tilataan puolenvuoden kulutuksen verran ja muutamaa kahden vuoden kulutuksen verran. Normaalisissa toimintaympäristössä vuoden kulutuksen varastoiminen tuntuu järjettömältä, mutta toimintaympäristön ollessa poikkeuksellinen on tämä perusteltua. Lisäksi kyseinen tuoteryhmä ei ole painopistealueena yrityksellä, mutta kuitenkin se on tärkeä osa kokonaisuutta.

Taulukko 16 esittää varastoon valmistettävien lopputuotteiden varastonohjaustiedot. Keskimääräisen kulutuksen, palveluasteen ja täydennyserien määrän avulla voidaan laskea hälytysraja sekä tilauserä koko tuotteille. Valmistuksen kestoksi on asetettu kaksi viikkoa, mikä mahdollistaa joustavan tuotannosuunnittelun. Taulukko 17 sisältää edellisten tietojen avulla lasketun varaston suuruuden ja tuotekohtaiset varastonarvot. Huomattavaa on, ettei lopputuotteilla pidetä varmuusvarastoja, koska myös komponentteja ja puolivalmisteita varastoidaan, eikä ylimääräistä varastointia haluta tehdä. Lisäksi yrityksen ideologiaan kuuluu, että varmuusvarastoa pidetään mieluummin komponenteilla tai puolivalmisteilla kuin lopputuotteilla.

Alla olevassa lyhenneluettelossa on selitetty Taulukko 16-Taulukko 23 käytetyt nimikkeet.

MV=Manuaaliventtiili (valmis tuote)

RK=Runko (puolivalmiste)

SK=sulkulautanen (puolivalmiste)

VTK=väännin (puolivalmiste)

STK=säätölevy (puolivalmiste)

LTK=laakeri (komponentti)

RTK=rengas (komponentti)

Taulukko 16. Varasto-ohjautuvien tuotteiden varastonohjaustiedot

Nimike	Kulutus, kpl	Palveluaste	Täydennysväli, v	Hälytysraja, kpl	Tiluseräkkö, kpl
MV-100	30	0,95	0,5	1	20
MV-150	80	0,95	0,5	3	40
MV-200	20	0,95	1	1	20
MV-250	120	0,95	0,25	5	30
MV-300	40	0,95	0,5	2	20
MV-350	10	0,95	1	0	10
MV-400	10	0,95	1	1	10
MV-500	30	0,95	0,5	1	10

Taulukko 17. Varasto-ohjautuvien lopputuotteiden varastotasot

Nimike	Kiertovarasto, yks	Varmuusvarasto, yks	Osuus varastosta
MV-100	10	0	7 %
MV-150	20	0	15 %
MV-200	10	0	11 %
MV-250	15	0	18 %
MV-300	10	0	9 %
MV-350	5	0	8 %
MV-400	5	0	16 %
MV-500	5	0	16 %

Taulukko 18 esittää varasto-ohjautuvien runkojen ohjausarvot. Taulukko 19 taas esittää runkojen varastotasot kappalemäärissä, sekä varastoitavien runkojen arvon suhteessa kaikkiin runkoihin. Vastaavat tiedot sulkulautasista löytyy Taulukko 20 ja Taulukko 21. Muiden komponenttien ja puolivalmisteiden ohjausarvot ja varastotasot on esitetty Taulukko 22 ja Taulukko 23.

Taulukko 18-Taulukko 23 hälytysraja ja varmuusvarasto ovat suuria koska niissä huomioidaan lopputuotteiden valmistuserä koko. Runkojen ja sulkulautasten hälytysrajan on oltava vähintään lopputuotteiden hälytysrajan suuruinen. Muilla komponenteilla ja puolivalmisteilla hälytysraja on suurimman lopputuotteen valmistuseräkoon mukainen erä koko. Tähän ratkaisuun on päädytty koska komponenttien hälytysraja olisi suurimmalle osalle hyvin alhainen ja äkillisen tarpeen tullessa ei välttämättä pystyittäisi vastaamaan kysyntään. Aina tulee olla mahdollista valmistaa normaali valmistuserä lopputuotteita, jotta toimitusvarmuus on riittävä. Tämä ratkaisu tarkoittaa suurempaa varmuusvarastoa komponenteilla. On hyvä ymmärtää, että kyseisillä tuotteilla varmuusvaraston kasvu ei kuitenkaan nosta merkittävästi varaston arvoa. Lisäksi suurempi varmuusvarasto komponenteilla mahdollistaa lopputuotteiden varmuusvaraston poistamisen mikä hillitsee varaston arvoa yhteensä.

Taulukko 18. Runkojen ohjausarvot

Nimike	Kulutus, kpl	Palveluaste	Täydennysväli, v	Hälytysraja, kpl	Tilauserä koko, kpl
RK-100	9	0,95	1	20	40
RK-150	89	0,95	1	40	90
RK-200	23	0,95	2	20	50
RK-250	122	0,95	1	30	120
RK-300	45	0,95	1	20	40
RK-350	10	0,95	4	10	40
RK-400	17	0,95	2	10	30
RK-500	31	0,95	1	10	30

Taulukko 19. Runkojen varastotasot

Nimike	Kiertovarasto, kpl	Varmuusvarasto, kpl	Osuus varastosta
RK-100	20	14	5 %
RK-150	40	26	19 %
RK-200	20	17	9 %
RK-250	60	11	18 %
RK-300	20	13	11 %
RK-350	20	9	12 %
RK-400	20	7	12 %
RK-500	20	5	15 %

Sulkulautasten varastointi on esitetty Taulukko 20 ja Taulukko 21. Verrattaessa sulkulautasia runkoihin erilaista on erityisesti se, että niitä käytetään huomattavasti useampiin eri lopputuotteisiin kuin runkoja. Tämän takia niiden kulutus per sulkulautanen on hiukan runkoja suurempaa. Tästä seuraa myös kappalemäärällisesti runkoja suurempi tilauseräkkö ja varastoitava määrä.

Taulukko 20. Sulkulautasten ohjausarvot

Nimike	Kulutus, kpl	Palveluaste	Täydennysväli, v	Hälytysraja, kpl	Tilauseräkkö, kpl
SK-100	40	0,95	1	20	40
SK-150	110	0,95	1	40	110
SK-200	30	0,95	1	20	30
SK-250	130	0,95	1	30	130
SK-300	50	0,95	1	20	50
SK-350	10	0,95	4	10	40
SK-400	20	0,95	2	10	40
SK-500	40	0,95	1	10	40

Taulukko 21. Varasto-ohjautuvien sulkulautasten varastotasot

Nimike	Kiertovarasto, kpl	Varmuusvarasto, kpl	Osuus varastosta
SK-100	20	14	4 %
SK-150	50	23	11 %
SK-200	20	15	6 %
SK-250	60	10	21 %
SK-300	20	13	14 %
SK-350	20	8	14 %
SK-400	20	7	16 %
SK-500	20	4	16 %

Muille puolivalmisteille erityistä on se, että niitä käytetään usein useissa eri lopputuotteissa. Siksi niitä varastoidaan enemmän kuin runkoja tai sulkulautasia. Lisäksi kaikki muut puolivalmisteet ovat fyysiseltä kooltaan niin pieniä, ettei ole suurta merkitystä varastoinnin kannalta kuinka suuri erä varastoidaan. Jokaista puolivalmistetta tuotetaan vähintään kahden vuoden kysyntää vastaava määrä, osalla puolivalmisteista jopa neljän vuoden kysyntää, jotta saadaan tuotettua järkeviä eräkokoja. Puolivalmisteet ovat sellaisia, joita on helppoa ja halpaa varastoida paljon. Lisäksi niiden tuottaminen on tehokkaampaa suurissa erissä.

Huomioitavaa on, että kiiretilanteissa puolivalmisteiden jalostus voidaan toteuttaa myöhemmin kuin laskennallisesti on esitetty. Sulkulautasten ja runkojen tilaaminen on tehtävä ajallaan, jotta loppukokoonpano hoituu nopeammin, mutta muuten puolivalmisteiden valmistamista on mahdollista siirtää pidemmälle. Tämä johtuu siitä, että puolivalmisteet ovat käytännössä lopputuotteiden varastoa. puolivalmisteiden jalostuksen siirtäminen eteenpäin ei ole tarkoituksenmukaista ja voi aiheuttaa ongelmia myöhemmin, mikäli valmistus venyy pitkään. Kuitenkin se mahdollistaa ratkaisun poikkeustilanteisiin ja edesauttaa tuotannon suunnittelua sekä mahdollisesti muiden tuotteiden toimitusvarmuutta.

Vääntimissä ja säätölevyissä on syytä huomata, että ne sisältävät samoja osakomponentteja eri ko'osta riippumatta. Näistä tuotteista voidaan valmistaa osakomponentteja useammalle tuotteelle kerralla, joten niitä valmistettaessa tulee tarkastaa muiden väänninten ja säätölevyjen varastotasot. Tämä ei kuitenkaan ole välttämätöntä, koska eräkoot ovat muutenkin melko suuret.

Taulukko 22. Muiden puolivalmisteiden ohjausarvot

Nimike	Kulutus, kpl	Palveluaste	Täydennysväli, v	Hälytysraja, kpl	Tilauserä- koko, kpl
VTK-100	40	0,95	4	20	140
VTK-150	90	0,95	2	40	180
VTK-200	20	0,95	4	20	60
VTK-250	120	0,95	2	30	240
VTK-300	40	0,95	2	20	80
VTK-350	10	0,95	4	10	40
VTK-400	20	0,95	4	10	60
VTK-500	30	0,95	4	10	110
STK-100-200	150	0,95	2	40	290
STK-250-500	230	0,95	2	30	460
LTK-100-200	150	0,95	2	40	290
LTK-250-500	220	0,95	2	30	430
RTK-100-500	390	0,95	2	40	780

Taulukko 23. Varasto-ohjautuvien puolivalmisteiden varastotasot

Nimike	Kiertovarasto, kpl	Varmuusvarasto, kpl	Osuus varastosta
VTK-100	70	19	8 %
VTK-150	90	37	11 %
VTK-200	30	19	4 %
VTK-250	120	25	13 %
VTK-300	40	18	5 %
VTK-350	20	10	3 %
VTK-400	30	9	4 %
VTK-500	60	9	8 %
STK-100-200	150	34	17 %
STK-250-500	230	21	24 %
LTK-100-200	150	34	1 %
LTK-250-500	220	22	1 %
RTK-100-500	390	25	1 %

7.2.2 Vaikutus varastointiin

Taulukko 24 vertaa varastoitavien puolivalmisteiden arvoa keskenään. Tästä havaitaan, että rungot ovat varastoitavista puolivalmisteista merkittävimmissä roolissa. Tämä johtuu suuresta varmuusvaraston määrästä sekä jalostuksen suuremmasta osuudesta kuin sulkulautasilla. Vaikka sulkulautasia varastoidaan kappalemäärällisesti runkoja enemmän, on niiden merkitys pienempi. Muut puolivalmisteet ovat vain 16 % puolivalmistevaraston arvosta, vaikka niitä varastoidaan suuria määriä kerralla. Tämä johtuu pääasiallisesti siitä, että muut puolivalmisteet ovat fyysisesti pieniä verrattaessa runkoihin ja sulkulautasiin.

Taulukko 24. Puolivalmisteiden varaston arvon osuudet

	Osuus komponenttivarastosta
Sulkulautaset	32 %
Rungot	52 %
Muut puolivalmisteet	16 %

Taulukko 25 vertaa lopputuotteiden varaston arvoa komponenttien ja puolivalmisteiden varaston arvoon. Taulukosta havaitaan, että komponentteja ja puolivalmisteita varastoidaan enemmän kuin lopputuotteita. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että komponentteja joudutaan tilaamaan suurempia eriä kerralla, kuin mikä on järkevää valmistaa lopputuotteita. Toinen syy on se, että komponentteja käytetään myös tilausohjautuvissa tuotteissa, ja tilauseriä suunnitellessa on huomioitu komponenttien kokonaiskulutus.

Taulukko 25. Lopputuotteiden ja komponenttien osuus varastosta

	Osuus varastosta
Komponentit ja puolivalmisteet	76 %
Lopputuotteet	24 %

Esitetty ratkaisu, jossa varastoidaan pieniä manuaaliventtiilejä, sekä niiden tärkeimpiä komponentteja ja puolivalmisteita on varaston arvoltaan yli 40 % pienempi kuin samojen tuotteiden varaston arvo yksittäisenä tarkastelupäivänä. Tässä tilanteessa on tärkeää huomata, että laskennassa esitetty varaston arvo on laskennallinen keskiarvo, silloin kun tuotanto tehdään täysin mallin mukaan. Tästä johtuen ei voida suoraan verrata keskiarvoa ja

yhden päivän varaston arvoa, mutta suuntaa antavana mittarina tätä voidaan käyttää. Lisäksi on huomattava, että esitetyssä mallissa ei ole varastoitu suuria runkoja ja sulkulautasia lainkaan.

7.2.3 Ratkaisuja poikkeustilanteissa

Hiljaisempuna aikana voidaan jatkojalostaa tuotteita pidemmälle kuin esitetyssä ratkaisussa. Esimerkiksi runkoihin tulevat tiivisteet voidaan leikata ja kiinnittää runkoon. Tämä tarkoittaa osittaista kokoonpanoa. Tätä ei kuitenkaan haluta tehdä normaalisti, koska tiiviste on ainoa komponentti, joka vanhenee. Mahdollisten huoltotoimenpiteiden tekeminen ennen myyntiä liiallisen varastoinnin takia ei ole kannattavaa. Turha tiivisteiden varastointi ei myöskään ole järkevää, etenkin tuotteissa joiden kysyntä on epätasaista. Mikäli päädytään kasaamaan lopputuotteita varastoon ennen tilauspisteen alittumista, on tärkeää harkita, kuinka tarpeellista se on ja voisiko ajan käyttää johonkin muuhun. Lisäksi on tärkeää ymmärtää, ettei osittaisella kokoonpanolla ole tuoterakenteessa omaa tasoa, joten työ on tekohetkellä laskennallisesti tuottamatonta. Lisäksi työvaiheen kirjaaminen unohtuu helpommin, mikäli toiminnanohjausjärjestelmässä ei ole työtä avoinna. Tuottamaton työ heikentää tulospalkkaukseen kuuluvien työntekijöiden motivaatiota suorittaa kyseistä työtä siitä huolimatta, että lopullista kasausta tehdessä aikaa säästyy ja tuottavuus on silloin parempi.

Varasto-ohjautuvien tuotteiden runkoja ja sulkulautasia käytetään myös muihin tuotteisiin. On siis tärkeää huomioida, että komponentteja on saatavilla myös muihin tuotteisiin, koska komponenttien varastoihin on laskettu myös näiden kulutus. Ei ole järkevää tilata tai valmistaa yksittäistä komponenttia tai puolivalmistetta muihin lopputuotteisiin, jos komponentteja on tarkoitus varastoida joka tapauksessa. Tämä tarkoittaa, ettei hiljaisempuna aikana mahdollisesti kasattavia lopputuotteita tehdä kaikista saatavilla olevista komponenteista.

Mikäli suuria runkoja ja sulkulautasia päädytään pitämään varastossa tai joudutaan tilaamaan erissä, suositellaan seuraavaa mallia. Tuotteita tilataan toimittajan vaatima minimierä, tai tilataan pelkästään kiertovarastoon tuotteita haluttu määrä, esimerkiksi kahden vuoden tarve. Varmuusvarastoa ei pidetä, koska tuotteen menekki on erittäin pientä

eikä asiakkaalle ole luvattu lyhyttä toimitusaikaa. Varmuusvaraston pois jättäminen tarkoittaa sitä, että palveluaste on laskennassa nolla. Tämä tarkoittaa, että tilauksen suuruus määräytyy kysynnän ennusteen mukaan siten, että tilataan tietyn ajallisen kulutuksen verran tuotteita. On huomattava, että nykyisellä kysynnällä varmuusvarasto olisi venttiilin koosta ja palveluasteesta riippuen vain 0-2 tuotetta. Suurien venttiileiden kysyntä eroaa pienistä siten, että se on käytännössä aina vain pieni erä, 1 tai 2 kappaletta kerralla. Tämä mahdollistaa pienen erän varastoinnin. Mikäli kysyntä olisi kuten pienillä venttiileillä, eli suuria yksittäisiä eriä tulisi varastointia harkita huolellisemmin, koska pieni varasto ei välttämättä riitä.

Toinen vaihtoehto suurille rungoille ja sulkulautasille on tilatessa yksittäisen tilauksen komponentteja tilata lisäksi muutama ylimääräinen komponentti, mikäli se eräkoon puolesta onnistuu. Tämän avulla seuraavaa toimitus on mahdollista toteuttaa nopeammin. Tilaus tehdään kuitenkin aina vasta kun kysyntää on useammalle tuotteelle kuin varastossa on komponentteja. Tämä vaihtoehto toimii esimerkiksi tilanteissa, joissa toimittaja vaatii minimierän.

Suuria venttiileitä ei kannata kasata valmiiksi varastoon, koska samoja komponentteja käytetään useissa tuotteissa. Tämä koskee erityisesti sulkulautasia. Suuria sulkulautasia käytetään huomattavasti useampaan eri lopputuotteeseen kuin pieniä. Varastoimalla komponentteja on mahdollista lyhentää eri lopputuotteiden toimitusaikaa, kuitenkin varastoimatta useita eri lopputuotevaihtoehtoja. Nykyinen toimitusaika on komponenttien saatavuuden takia pitkä, joten pienelläkin varastolla voidaan lyhentää suurinta osaa toimituksista huomattavasti.

Suurien runkojen ja sulkulautasten kysynnän arvioiminen historiatietojen pohjalta on hankalaa, koska toiminnanohjausjärjestelmässä olevat komponenttien ja lopputuotteiden kulutuksen määrät eivät täsmää. Toiminnanohjausjärjestelmästä ei ole mahdollista selvittää mihin lopputuotteeseen komponenttia on käytetty tai mitä komponenttia tietty lopputuote on käyttänyt. Virheiden vuoksi laskennallinen varastotason laskeminen on haastavaa suorittaa erityisesti virheellisesti markatuille komponenteille. Tästä johtuvia virheitä on pyritty kompensoimaan käsin selvittämällä todellista kulutusta, mutta tiedot ovat silti osittain virheellisiä. Virhe esiintyy erityisesti liian pienenä kulutuksena.

Alla olevassa taulukossa 26 on esitetty komponenttien historiatietoihin perustuvilla laskuilla varastonohjausarvoja, kun tuotteita varastoidaan kahden vuoden tarpeen verran. Esitetystä taulukosta tilauspiste on nollassa, koska mallissa tuotteita tilataan vasta kun tarve niin vaatii, ei etukäteen. Koska varmuusvarastoa ei ole, ei myöskään palveluastetta määritetä.

Taulukko 26. Suurten runkojen ja sulkulautasten ohjausarvot

Nimike	Kulutus, kpl	Täydennysväli, v	Tilaiseräkoko, kpl
RK-600	4	2	8
RK-800	5	2	10
RK-1000	0	2	1
SK-600	5	2	9
SK-800	6	2	12
SK-1000	2	2	4

Taulukko 27 esittää suurten runkojen ja sulkulautasten varastoinnin vaikutuksen aiemmin esitettyihin varastotasoihin. Taulukko osoittaa komponentti- ja puolivalmisteveraston kasvun suuruuden. Rungoilla tämä tarkoittaa merkittävää muutosta, mikä johtuu suurien runkojen arvosta ja alihankintana teetetystä koneistuksesta. Taulukkoa luettaessa on syytä huomioida se, että varmuusvarastoa ei pidetä ollenkaan toisin kuin muilla rungoilla ja sulkulautasilla. Lisäksi varaston arvoa laskiessa ei ole huomioitu sitä, että yksittäisen komponentin varasto voi olla pitkäänkin nollassa, ennen kuin komponentille tulee kysyntää. Kaava laskee niin, että täydennys tapahtuu, kun varasto menee nolnaan. Tämän takia arvo on hiukan liian suuri, mutta antaa hyvän kuvan siitä, kuinka merkittävä ero on tuotteiden arvossa. Liian suuri varaston arvo kompensoi osaltaan datassa olevia virheitä komponenttien liian pienestä kappalemäärällisestä tarpeesta.

Taulukko 27. Suurten runkojen ja sulkulautasten vaikutus varaston arvoihin.

	Rungot	Sulkulautaset
Varasto kasvaa	27 %	15 %

7.3 Toteutus

Ohjausarvojen asettaminen tuotteille on äärimmäisen tärkeä osa työn lopputulosta. Ohjausarvojen asettaminen toiminnanohjausjärjestelmään toteutettiin tämän työn aikana yhteisymmärryksessä yrityksen kanssa. Ohjausarvot ovat välittömästi selkeyttänyt tuotantoa ja tuoneet esiin haasteita toiminnanohjausjärjestelmän käytöstä. Tämä on tärkeää yrityksen tulevaisuuden kannalta. Asetetut ohjausarvot eroavat laskennallisista ohjausarvoista tuotettavilla komponenteilla siten, että ne laskettiin tarkasti materiaalin käytön mukaan niin, että hukka minimoidaan ja tuotanto on tehokasta. Robotiikan käyttö mahdollistaa tuotannossa suurempien erien valmistamisen, sekä on useissa tilanteissa vaatimus eräkoolle.

Tavoitteena oli päästä asettamaan ohjausarvot mahdollisimman lähelle laskennallisia arvoja, huomioiden raaka-ainehukka ja tuotantolaitteiden tehokas hyödyntäminen. Suurimmalla osalla puolivalmisteista on tilauskerrannaiset, jotka määrittävät eräkoot. Tilauskerrannaiset ja minimivalmistus tai -tilauserät arvioitiin yhdessä puolivalmisteen valmistuksesta tai komponentin hankinnasta vastaavan henkilön kanssa. Tilauskerrannaisten avulla lähes kaikkien varastoitavien nimikkeiden kohdalla eräkoiksi muodostui 80%-115% laskennallisesti esitetystä arvoista. Yhdellä puolivalmisteella minimierä on 145% laskennallisesta, mutta se ei ole ongelma, koska nimikkeen arvo on pieni. Lisäksi kyseisen puolivalmisteen valmistuserän ei ole järkevää olla esitettyä pienempi, koska raaka-ainetta olisi hankalaa käyttää muihin tuotteisiin. Toteutuneet arvot olivat myös varastopaikkoihin nähden sopivia. Käsiteltävillä tuotteilla varastopaikkojen tarve on optimaalinen yrityksen kannalta, joten se ei aiheuttanut erityisiä toimenpiteitä.

Toteutuksen yhteydessä havaittiin myös Excel mallin onnistuminen. Mallia on päästy hyödyntämään myös useille muille tuoteryhmille, mikä on tehostanut eräkokojen suunnittelua tärkeille tuotannon tuoteryhmille. Tämä on tärkeää yrityksen tulevaisuuden kannalta. Muilla tuoteryhmillä laskennan hyöty näkyy jopa nopeammin kuin tämän työn tuoteryhmällä, koska varastonkierto on nopeampaa. Muilla tuoteryhmillä varastopaikkojen koko ja määrä vaikuttavat tämän työn tuoteryhmää enemmän ohjausarvojen asettamiseen. Nopeammin kiertävillä tuotteilla myös kahdenlaatikon menetelmää on hyödynnetty enemmän kuin tämän työn tuoteryhmän tuotteilla.

Työn tuloksena yrityksen varastohallintaa on saatu selkeytettyä. Toiminta on selkeämpää, koska on selkeät ohjausarvot. Oikea-aikaiset valmistusehdotukset ovat heti osoittautuneet hyväksi selkeyttäen tuotannosuunnittelua. Valmistusehdotukset auttavat jokaista tuotannon osastoa suunnittelemaan ja valmistamaan niille kuuluvat työt. Lisäksi ohjausarvot auttavat ymmärtämään erätuotannon etuja. Laskennallisesti tehdyt arvot ovat myös hyvä peruste esittää eräkoon tärkeys niille työntekijöille, jotka eivät ymmärrä varastoinnin merkitystä.

Lisäksi toteutus on ollut yllättäen tärkeässä roolissa yrityksen toiminnanohjausjärjestelmän toiminnan ymmärtämisessä. Käytäntö on opettanut yrityksessä toiminnanohjausjärjestelmän mahdollisuuksia ja siten toiminnanohjausjärjestelmän käyttö on entistä tehokkaampaa. Lisäksi toteutuksen aikana toiminnanohjausjärjestelmän virheitä on havaittu, mikä on tärkeää tulevaisuuden kannalta.

8 JOHTOPÄÄTÖKSET JA YHTEENVETO

Luku esittää ensimmäiseksi työn keskeiset tulokset. Seuraavaksi esitetään johtopäätökset sekä jatkokehitys- tai jatkotutkimuskohteita, joihin yrityksen tulee palata, mikäli se haluaa tehostaa toimintaansa ja toteuttaa tuotannon tehokkaammin. Lisäksi luvussa on tiivis yhteenveto tehdystä työstä.

8.1 Keskeiset tulokset

Diplomityössä onnistuttiin valitsemaan ohjausmalli tuoteryhmän eri tuotteille. Pienet manuaaliventtiilit ovat varasto-ohjautuvia samoin kuin niihin liittyvät komponentit ja puolivalmisteet. Varasto-ohjautuville tuotteille valittiin käytettäväksi tilauspistemalli, jota tuetaan kahden laatikon menetelmällä. Toimilaitteventtiilit ovat taas tilausohjautuvia tuotteita. Toimilaitteventtiileihin liittyvistä komponenteista ja puolivalmisteista osa on samoja kuin pienissä manuaaliventtiileissä, mutta muut osat ovat tilausohjautuvia. Suuret manuaaliventtiilit ovat lähtökohtaisesti tilausohjautuvia, mutta mikäli tietyt komponentit vaativat minimitiluserien käyttöä on niihin suositeltu tilausohjautuvaa kokoonpanoa.

Varasto-ohjautuville nimikkeille työssä esitettiin ohjausarvot. Ohjausarvot selvitettiin historiatiedoista saadun kulutuksen perusteella. Varmuusvarastojen laskennassa käytettiin Poisson jakaumaa ja palvelutasona 95%:ia. Puolivalmisteiden kohdalla on huomioitu tarkasti materiaalikäytön tehokkuus siten, että hukka minimoidaan. Lisäksi komponenttien ja puolivalmisteiden eräkoot on asetettu niin, että ne riittävät täydentämään lopputuotevarastoa nopeasti lopputuotteiden valmistuserällä. Ohjausarvot asetettiin työn aikana toiminnanohjausjärjestelmään ja esitetty ratkaisu otettiin yrityksessä käyttöön.

Ohjausarvojen mukaan toimiminen pienentäisi tuoteryhmän varaston arvoa vertailu päivään nähden yli 40 %. Lisäksi asetetuilla ohjausarvoilla lopputuotevarasto olisi noin neljännes tuoteryhmän varaston arvosta. Tämä johtuu pääasiassa siitä, että tietyillä komponenteilla on minimitiluserät, joiden arvo on suuri. Kuitenkin näitä komponentteja voidaan käyttää useassa eri lopputuotteessa, joten on järkevämpää pitää komponentti- tai puolivalmisteverastoa kuin lopputuotevarastoa.

Työssä tehtiin lisäksi Excel malli, jonka avulla yritys pystyy helposti tekemään jatkossa muiden tuoteryhmien kanssa analyysiä. Excel mallin tarkoituksena on laskea taloudelliset ohjausarvot. Mallia on hyödynnetty jo muiden tuoteryhmien kanssa ja se on havaittu toimivaksi.

Erityisesti tuotannonohjaukseen ja varastonhallintaan liittyvät teoriat tukivat hyvin työn tekemistä. Excel mallin rakentaminen ilman hyviä teorioita ei olisi ollut mahdollista. Vaikka suurta osaa teorioista ei voitu suoraan hyödyntää tämän tuoteryhmän tuotteissa on syytä ymmärtää, ettei niiden käyttäminen ole kuitenkaan ollut turhaa yrityksen muiden tuoteryhmien käsittelyssä. Tuotteiden luokitteluun liittyvät teoriat eivät antaneet ratkaisuun juuri lisäarvoa, koska toteutuksessa oli nopeasti selvää, että ratkaisu keskittyy manuaaliventtiileihin, eikä pelkästään niiden luokittelun perusteella ole järkevää tehdä liian pitkälle meneviä johtopäätöksiä. Luokitteluilla tehdyt analyysit antavat kuitenkin kuvan tilanteesta ja vahvistavat mielikuvia tuotteiden merkityksestä.

8.2 Johtopäätökset ja jatkokehityskohteet

Työssä luotiin toimiva järjestelmä tuotannonohjaukseen. Kuitenkin tulosten seuranta on työn aikana ollut vähäistä. Tuotteiden kysyntä on ollut pientä, joten tarkempi analyysi ratkaisumallin toimivuudesta täytyy tehdä tulevaisuudessa. Erityisesti huomioita tulee kiinnittää sekä ennusteeseen ja eräkokoihin.

Toimilaitteet ovat pullonkaulat tuotteita, joten niiden hankinnassa täytyy olla erityisen huolellinen. Siksi toimilaitteiden hankinnasta on tehtävä lisäselvityksiä. Esimerkiksi soveltuvien sähköverkkojen osalta on tutkittava, onko mahdollista tehdä itse tai alihankintana sähkötöitä järkevään hintaan riittävän nopeasti, jotta toimilaitteet toimisi eri verkoissa. Mikäli muutostyöt ovat mahdollisia ja järkeviä toteuttaa, on mahdollista tehdä uusi arvio toimilaitteiden varastoinnista tämän jälkeen. Tämä tarkoittaisi mahdollisuutta varastoida toimilaitteventtiilejä komponentteina, näin ollen toimitusaikaa voidaan lyhentää huomattavasti. Toimilaitteita myös valmistaa useampi yritys kuin aiemmin. On syytä perehtyä tarkemmin muihin toimittajiin ja heidän tarjoamiin tuotteisiin, hintoihin ja toimitusaikoihin.

Tulevaisuudessa tulee myös selvittää mahdollisuutta käyttää yksittäisiä komponentteja useammassa tuotteessa ja näin vähentää eri komponenttien tarvetta. Esimerkiksi alumiiniset rungot tulee suunnitella niin, että samalla rungolla voidaan nykyistä useampi lopputuote tekemättä eri koneistuksia rungolle. Tällainen ratkaisu mahdollistaa komponentin jalostamisen pidemmälle ja nopeuttaa toimituksia tulevaisuudessa. Tästä kehityksestä on yrityksessä keskusteltu diplomityön tekemisen aikana, mutta kehitystyötä ei ole toteutettu.

Oleellista on myös selvittää, voiko valikoimasta poistaa lopputuotteita. Lopputuotteiden määrä on lähes kymmenkertainen verrattuna kokovaihtoehtoihin. Luokittelulla on laitettu tuotteita myyntikieltoon, jatkossa tulee harkita näiden nimikkeiden poistamista kokonaan. Suuri osa tuotteista johtuu keskenään erilaisista toimilaitteista ja erilaisista projektituotteista. Tässä on kuitenkin syytä huomioida se, että vain tavalliset manuaaliventtiilit ovat vakituotteita, joista löytää tietoa yrityksen verkkosivuilta. Toimilaitteventtiilit ovat lähes kaikki projektituotteita. Myynnin yksinkertaistamiseksi pienempi valikoima on helpompi hallita. Lisäksi pienempi valikoima mahdollistaa komponenttien paremman hallinnan.

Robotit ovat olleen yrityksen käytössä vasta lyhyen ajan. Robottien tehokkaan hyödyntämisen oppiminen voi muuttaa valmistuksen optimieräkokoja tai minimieräkokoja. Tulevan kokemuksen pohjalta tulee arvioida robottien käytön järkevyyttä ja niille sopivia eräkokoja. Lisäksi mahdolliset muutokset kapasiteetin käyttöön vaikuttaa eräkokoihin. tällä hetkellä tiettyjen tuotteiden tuottaminen yksittäin on mahdollista, mutta kapasiteetin tarpeen kasvaessa minimivalmistuserät tulee arvioida uudestaan. Mikäli kysyntä kasvaa ja kapasiteettia joudutaan käyttämään tehokkaammin ja kasvattamaan eräkokoja, on tärkeää tehdä kokonaisvaltaista arvioita koko tuotannon läpi ja selvittää mihin tuotteisiin eräköön kasvattaminen sopii. Mikäli käsiteltävien venttiilien kohdalla päädytään eräkokojen kasvattamiseen, on arvioitava mahdollista tuotevalikoiman supistamista. Nykyinen kapasiteetti mahdollistaa nykyisen tuotevalikoiman ylläpitämisen.

Tärkeä jatkokehityskohde on yleisesti ennustettavuuden arviointi. Toiminnassa on tyypillistä, etteivät perinteiset kvantitatiiviset ennustemenetelmät anna oikeaa kuvaa ennusteesta. Hyvin tehty kvantitatiivinen ennuste voidaan joutua tarkastamaan usein, koska toimintaympäristö on muuttuva. Hyvin tehty kvalitatiivinen ennuste voi olla toimivin ja paras ratkaisu useassa tilanteessa. Kuitenkin kvalitatiivinen ennuste vaatii

johdonmukaisuutta, seuranta ja arviointia. Erityisesti tilanteissa, joissa kvalitatiivista ennustamista toteutetaan, on jatkossa kehitettävä tapa seurata ja arvioida sitä.

8.3 Yhteenveto

Työn lähtökohtana oli selvittää kuinka venttiilituoteryhmän tuotantoa voisi kehittää. Tärkeimmät kehityskohteet olivat tuotantomuoto sekä tuotannonohjausarvot. Yritys toimii haastavassa toimintaympäristössä mikä aiheuttaa poikkeuksellisia tilanteita koko organisaatiossa. Näitä ongelmia pyrittiin ratkomaan eri teorioiden avulla.

Työ alkoi teorialuvuilla, jotka keskittyivät erityisesti tuotannonohjaukseen ja varastonhallintaan liittyviin teorioihin. Lisäksi teoriaa esitettiin tuotteiden luokittelusta, kysynnän ennustamisesta ja kohderyhmälle tyypillisestä epätasaisesta kysynnästä. Eri teoriat pyrittiin esittämään niin, että eri teorioita voidaan hyödyntää myös jatkossa eri tuoteryhmien kohdalla.

Työn empiirisessä osiossa esitettiin ensiksi toimintaympäristön erityispiirteet. Tämän jälkeen empiirinen osio esitteli tuoteryhmän ominaisuuksia ja nykytilaa. Näiden kappaleiden avulla pystyttiin esittämään toimintaympäristön ja tuoteryhmän asettamat haasteet. Lisäksi esitettiin tuoteryhmää koskevat haasteet ja kehitettävät toiminnot. Suurimmaksi haasteeksi osoittautui tuoteryhmän epätasainen kysyntä. Erityiseksi kehityskohteeksi osoittautui tuotannon suunnittelemattomuus.

Nykytila-analyysin jälkeen valittiin toimintatapa, joka perustui esitettyihin kehityskohteisiin. Ratkaisu keskittyi tuotannonohjaukseen sekä tuotteiden ohjausarvojen asettamiseen. Toimintatavan luomisessa hyödynnettiin käytettyjä teorioita. Kohderyhmän numerodatan käsittelyyn luotiin malli, joka onnistui siten, että samaa Excel mallia voidaan soveltaa yrityksen muihin tuoteryhmiin. Tämän tarkoituksena on, että vastaavat tuotantomuutokset on helpompaa tehdä myös muille tuoteryhmille.

Työssä tuloksena saadut tuotannonohjausarvot asetettiin toiminnanohjausjärjestelmään ja niiden arvojen toimintaa toiminnanohjausjärjestelmässä seurattiin lyhyen ajan. Lopputulos näyttää toimivan kuten on haluttu. Lyhyen tarkastelun aikana nähtiin, että

toiminnanohjausjärjestelmä antaa oikea-aikaisia tuotantoehdotuksia. Erityisesti ratkaisumallin on koettu auttavan tuotannosuunnittelussa ja selkeyttävän tuotantoa. Lisäksi mallin avulla on myös pystytty laskemaan toimivia eräkokoja muille tuoteryhmille.

LÄHTEET

Artikkelit

Gilliland, M., Prince, D. 2001. New Approaches To "Unforecastable" Demand. *The Journal of Business Forecasting*, vol.20(2), pp. 9-12.

Izar-Landeta, J. M., Izar-Tenorio, J. & Hernández-Molinar, R. 2018. Calculation of the Reorder Point for Items with Exponential And Poisson Distribution of Lead time Demand. *International Journal Of Engineering Research And Development*, vol 14(1), pp. 12-21.

Kraljic, P. 1983. Purchasing must become supply management. *Harvard Business Review*. vol. 61, nro. 5, s. 109-118.

Milliken, A. L. 2006. Demand Planning: Managing the unforecastables. *The Journal of Business Forecasting*, vol. 25(2), pp. 3, 6-7, 9.

Olhager, J. 2003. Strategic positioning of the order penetration point. *International Journal of Production Economics*, vol 85. pp. 319-329.

Ward, J. B. 1978. Determining Reorder Points When Demand Is Lumpy. *Management Science*, vol 24(6), pp. 623-632.

Kirjat

Iloranta, K. & Pajunen-Muhonen, H. 2015. Hankintojen johtaminen. 4. painos. Helsinki, Tietosanoma Oy. 429 s.

Karrus, K., E. 2001. Logistiikka. 3. Painos. Helsinki, WSOY. 419 s.

Koskinen, A. & Koskinen, A. 1995. Ostotoiminta yrityksen kehittämisessä. Espoo, Weilin + Göös. 333 s.

Lehtonen, J-M. 2004. Tuotantotalous. Helsinki, WSOY. 292 s.

Ritvanen, V., Inkiläinen, A., Von Bell, A. & Santala, J. 2011. Logistiikan ja toimitusketjun hallinnan perusteet. Suomen Osto- ja Logistiikkayhdistys LOGY ry. 252 s.

Rushton, A., Oxley, J. & Croucher, P. 2000. The Handbook of Logistics and Distribution Management. Second Edition. London: Kogan Page Limited. 571 s.

Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta. B2B – vähemmällä enemmän. Helsinki, Jouni Sakki Oy. 221 s.

Schönsleben, P. 2016. Integral Logistics Management – Operations and Supply Chain Management Within and Across Companies. 5. painos. Boca Raton, CRC Press. 850 s.

Slack, N., Chambers, S. & Johnston, R. 2010. Operations Management. Sixth Edition. Pearson Education. 686 s.

Van Weele, A.J. 2014. Purchasing and supply chain management. 6. painos. Hampshire, Cenagage Learning. 438 s.

Lait

L 29.4.2011/379. Pelasuslaki

Opinnäytetyöt

Kerslake, C. 2005. A Method For Determining The Delivery Frequency From A Distribution Center To A Retail Grocery Store. Masters Thesis. Massachusetts Institute of Technology. (Selvitä tämä myöhemmin)

Verkkosivut

Grace-Martin, K. 2018. Differences Between the Normal and Poisson Distributions [verkkodokumentti]. [Viitattu 20.9.2018]. Saatavilla: <https://www.theanalysisfactor.com/differences-between-normal-and-poisson-distributions/>

Logistiikan maailma. [verkkodokumentti]. [Viitattu 26.9.2018]. Saatavilla: <http://www.logistiikanmaailma.fi/aineistot/logistiikka-lukiolaisille/ennustaminen/>

Myerson, R. 2010. Software Add-ins [verkkodokumentti]. [Viitattu 19.9.2018]. Saatavilla:
<http://home.uchicago.edu/rmyerson/addins.htm>

SAP. 2018. Decision Between Normal and Poisson Distribution. [verkkodokumentti].
[Viitattu 19.9.2018]. Saatavilla:
<https://help.sap.com/viewer/c95f1f0dcd9549628efa8d7d653da63e/7.0.4/en-US/8e2bc95360267614e10000000a174cb4.html>