



Tuotantostrategioiden simulointiprojekti



Niemi, Janne

2010 Kerava

Laurea-ammattikorkeakoulu
Laurea Kerava

Tuotantostrategioiden simulointiprojekti

Janne Niemi
Liiketalouden koulutusohjelma
Opinnäytetyö
Lokakuu, 2010

Janne Niemi

Tuotantostrategioiden simulointiprojekti.

Vuosi 2010 Sivumäärä 46

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena on selvittää Yritys X:n optimaalinen tuotantostrategia. Opinnäytetyö perustuu kohdeyritykselle suoritettuun tuotantostrategioiden simulointiprojektiin, joka toteutettiin keväällä 2010 kohdeyrityksen tuotantolaitoksella. Opinnäytetyössä on havainnollistettu kohdeyrityksen toimitusketjua ja päivittäistavarakaupan toimintaympäristöä tuotantostrategian valinnan pohjustamiseksi.

Tutkimuksen tiedonkeruumenetelmänä on osallistuva havainnointi kahdessa eri muodossa. Aktiivista osallistuvaa havainnointia käytettiin tuotantostrategioiden simulointiprojektissa ja passiivista havainnointia käytettiin toimitusketjun muutoksien tutkimisessa. Teoriaosuudessa käsitellään tuotantostrategioita, operaatiotutkimusta sekä projektissa ilmeneviä kustannusten minimoinnin aihepiirejä. Teoriaosuuden tavoitteena on antaa lukijalle kuva tutkimuksen kohteena olevista ja siihen vaikuttavista toiminnoista ja ilmiöistä.

Tutkimuksessa onnistuttiin simuloimaan kohdeyritykselle optimaalinen tuotantostrategia ja löytämään toiminnan ongelmakohtia. Tutkimuksessa saatiin selville, että kohdeyrityksen tulee nostaa tuotannon eräkokojaan, jotta se pystyy säilyttämään toimitusvarmuutensa. Tutkimuksessa nousi esille, että toimitusketjun kysyntäinformaation heikkenemisestä on tulossa erittäin kriittinen tekijä tuotantostrategian kannalta.

Janne Niemi

Simulation Project on Production Strategies.

Year 2010 Pages 46

This Bachelor's thesis examines the optimal production strategy of Company x. The thesis is based on a production simulation project, which was implemented at the target company's production facilities in spring 2010. The operating environment of daily goods trading and the supply chain are illustrated in the thesis to verify the chosen production strategy.

The information of the study was collected by participating observation which was used in two different ways. In the production simulation project the implemented observation was active and in the study of the changes of the supply chain the observation was passive. The theory selection deals with production strategies, operation research and minimizing the costs of production. The theory section aims at giving the reader a better picture of the operations and phenomena that the study is about.

The study managed to simulate an optimal production strategy for the company x and uncover problems in operations. The conclusion of the study is that according to the production strategy, company x has to enlarge lot sizes to keep the service level. The study also revealed that the weakening of the demand information will become a very critical factor in choosing of the production strategy.

Key words: simulation, operation research, lot size, demand information

SISÄLLYS

SISÄLLYS	5
1 Johdanto	7
1.1 Tutkimusongelma ja opinnäytetyön tavoite	7
1.2 Tuotantostrategioiden simulointi -projekti	8
1.3 Tutkimuksen rakenne	8
1.4 Tutkimusmenetelmät	9
2 Toimintaympäristö	11
2.1 Markkinoiden luonne	11
2.2 Päivittäistavaroiden ohjaus	12
2.3 Toimitusketjun koordinointi	15
2.4 Toimitusketju	16
3 Operaatiotutkimus ja simulointi	18
3.1 Päätöksentekoa tukevat järjestelmät	19
3.2 Simulointi	20
3.3 Simulointimallit	21
4 Kustannusten minimointi	23
4.1 Tuotannon kustannukset	23
4.2 Kapasiteetin tarvesuunnittelu ja eräkoot	24
4.3 Työntö- ja imuorientoitunut tuotanto	25
4.4 Markkinoiden vaikutus tuotantostrategiaan	25
4.5 Tuotantostrategioiden yhdenmukaistaminen	26
4.6 Eräkokojen vaikutus toimitusketjun toimitusvarmuuteen	27
4.7 Piiskavaikutus	27
4.8 Toimitusvarmuus	29
4.9 Eräkoot	29
4.10 Nimikemäärän optimoiminen	33
5 Tuotannon simulointiprojekti	33
5.1 Lähtötiedot	33
5.2 Tuotantotiedot	34
5.3 Simulointiprojekti	34

6 Tutkimustuloksien tarkastelu.....	36
6.1 Simulointi projektin lopputulos.....	36
6.2 Johtopäätöksiä simuloinnista	37
7 Yhteenveto	38
8 Pohdinta.....	39
LÄHTEET	40
LIITTEET	43
Liite 1: Simulointiajat.....	43
Liite 2: Tehokkuuslaskenta.....	46

1 Johdanto

Alkuperäisesti opinnäytetyöni piti olla operaatiotutkimuksen asiantuntijatyö. Silloinen työtehtäväni kohdeyrityksen tuotantostrategioiden simulointiprojektin parissa antoi kyseiseen opinnäytetyöhön ensimmäisen kipinän. Opinnäytetyön edetessä huomasin jatkuvasti enemmän liitoskohtia ja yhteyksiä aikaisemmassa kenttämyyntityössäni havaittuihin asioihin, jotka vaikuttivat tuotantostrategioiden valintaan. Mielestäni näiden kahden toiminnon väliset vuorovaikutuksessa olevat tekijät olivat niin tärkeitä, että päätin integroida työhöni myös toimitusketjun alavirran toimintoja sekä niiden vaikutusta tuotantostrategiaan. Opinnäytetyöni monimuotoisuuden takia työn tekeminen on ollut erittäin haasteellista. Prosessin monimutkaisuus tarjosi suuren mahdollisuuden oppimiseen ja kehittymiseen.

Ennen projektia ja projektin jälkeen olen työskennellyt Yritys X:n kenttämyynnissä. Olen tehnyt töitä toimitusketjun eri osa-alueilla ja olen täten tarkkaillut tuotannon ja myynnin vaikutuksia toisiinsa sekä muuttuvan toimintaympäristön vaikutusta toimitusketjuun.

1.1 Tutkimusongelma ja opinnäytetyön tavoite

Tämän opinnäytetyön tutkimusongelmana on tuotantostrategian optimoiminen. Työvälineenä tässä ongelmassa on toiminut operaatiotutkimuksesta tuttu simulointi. Tämä opinnäytetyön tavoitteena on tutkia tuotantostrategioita simuloinnin avulla. Keskeisenä teemana työssä on eräkköjen vaikutus tuotantolaitoksen kapasiteettiin. Työssä on tutkimusmenetelmänä käytetty simulointia tuotantostrategioiden tutkimiseen, sekä osallistuvaa havainnointia toimitusketjun kysyntäinformaation ja toimitusvarmuuden ylläpitämiseen. Tuotantostrategioiden simulointia on arvioitu liikkeenjohdon päätöksenteon apuvälineenä tuotannon kustannuksia minimoitaessa.

Tässä opinnäytetyössä olevassa tuotantostrategioiden simulointi- projektissa selvitetään miten kohdeyrityksen tuotannon kustannuksia saadaan minimoitua ja mitä vaikutuksia eri kustannusten minimoinnilla on. Simuloinnissa huomioituja kustannuksia ovat tuotannon työntekijöiden palkat, vaihdoista aiheutuva hukka, varastoinnin operointi ja varastoituun pääomaan sitoutuneet kustannukset. Opinnäytetyössä käsitellään myös niin sanottua penalty fee kustannusta joka tarkoittaa menetetyn myynnin kustannusta. Penalty fee on erittäin olennainen kustannus toimitusketjulle. Olen työssäni Yritys X:n kenttämyynnissä havainnoinut tärkeitä asioita toimitusketjun koordinointiin liittyen ja esitän havaintojani tässä työssä tuotantostrategian valinnan perusteeksi.

1.2 Tuotantostrategioiden simulointi -projekti

Tuotantostrategioiden simulointi -projektin suoritti Yritys X:n sekä simulointiin erikoistunut konsulttiyritys. Projektin tilasi kohdeyrityksen emoyhtiö. Projektiryhmä, jossa toimin, koostui neljästä henkilöstä. Projekti toteutettiin 3 kuukauden aikana kohdeyrityksen tuotantolaitoksella keväällä 2010.

Tuotantostrategioiden simulointi -projekteja on suoritettu kohdeyrityksessä kokonaisuudessaan kolme kappaletta. Ensimmäinen suoritettiin, kun kohdeyritys investoi uuteen tuotantolaitokseen. Seuraavan projektin käynnisti siirtyminen uudelleenkäytettävistä pakkausmateriaaleista kierrätettäviin pakkausmateriaaleihin. Tämänkertaisen projektin ajureina yksi toimi kohdeyrityksen tuotantolaitoksien sulkeminen ja uuden pakkauslinjan käyttöönotto.

Kiristyneen kilpailun ja heikentyneen kannattavuuden takia kohdeyritys joutui luopumaan yhdestä tuotantolaitoksistaan. Nykyisessä markkinatilanteessa useamman tuotantolaitoksen ylläpito ja käyttäminen on kannattamatonta. Tämän, sekä koko ajan muuttuneen kysynnän takia, Yritys X päätti sulkea yhden tuotantolaitoksistaan ja investoida tuotantolinjan kapasiteetin korvaavaan tuotantolinjaan toiselle tuotantolaitokselle.

Vaikka kohdeyrityksen tuotantolinjan kapasiteetti kasvaakin merkittävästi, syntyy näin suuresa muutoksesta lukuisia jälkiseuraamuksia. Merkittävien näistä seurauksista on varastotilan väheneminen sekä valmistukseen tarvittaman kapasiteetin laskeminen. Näitä molempia on tähän asti ollut riittävästi tuotantolaitoksessa, mutta muutoksien jälkeen nämä voivat osoittautua pullonkauloiksi. Projektin tarkoituksena oli minimoida tuotannon kustannukset työvoiman, varastoinnin ja hävikin osalta. Kustannuksia minimoitaessa tärkeimmäksi parametriksi osoittautui tuotannon eräkoot.

1.3 Tutkimuksen rakenne

Tässä luvussa havainnollistan opinnäytetyön rakenteen. Johdannossa käsitellään tutkimusmenetelmät joita työssä on käytetty, opinnäytetyön tarkoitusta, sekä tuotannon simulointi projektin taustoja. Johdannon jälkeen pyrin havainnollistamaan toimitusketjun ja markkinat, jossa Yritys X toimii. Luvussa käsitellään myös päivittäistavaroiden ohjausta sekä toimitusketjun koordinoitua teorian avulla. Kolmas luku käsittelee operaatiotutkimusta ja sen työvälineenä käytettävää simulointia teoreettisesti. 4. luvun aiheena on kustannusten minimointi tavalla, joka säilyttää yrityksen tulovirran. Tärkeä osa tätä lukua on kysyntäinformaation vääristyminen sekä eräkoot. Viidennessä kappaleessa esittelen Yritys X:lle suorittamani tuotantostrategioiden simulointiprojektin. Tämän luvun anti on aktiivisen havainnoinnin tuotosta. Kuudennessa luvussa aiheena ovat tutkimuksen tarkastelu ja pohdinnat.

1.4 Tutkimusmenetelmät

Opinnäytetyön tutkimusmenetelmänä on käytetty osallistuvaa havainnointia. Tieteellinen havainnointi (observation) ei ole pelkkää näkemistä, vaan tarkkailua, joka eroaa kuitenkin arkipäivän tarkkailusta. Havainnointia pidetään tieteiden yhteisenä perusmenetelmänä, jota sovelletaan eri tieteenaloilla omin menetelmin. Havainnoinnin avulla saadaan välitöntä ja suoraa tietoa yksilöiden, ryhmien ja organisaatioiden toiminnasta ja käyttäytymisestä ja se mahdollistaa tarkkailun luonnollisessa ympäristössä. Voidaankin sanoa havainnoinnin olevan todellisen elämän ja maailman tutkimista, jonka avulla voidaan välttää keinotekoisuuden tuntua. (Hirsjärvi, Remes & Sajavaara 2006, 201.)

Havainnointi sopii sekä kvalitatiivisen että kvantitatiivisen tutkimuksen menetelmäksi. Havainnointi menetelmiä on kritisoitu siitä, että havainnoija saattaa häiritä tai jopa muuttaa tutkimuksen tilannetta. Havainnoija saattaa sitoutua emotionaalisesti tutkittavaan tilanteeseen jolloin tutkimuksen objektiivisuus kärsii. Tietojen tallettaminen välittömästi havainnoinnin tilanteissa voi olla vaikeaa, jolloin tutkijan on vain luotettava omaan muistiinsa. Havainnointi on kuitenkin menetelmä, jonka avulla voidaan kerätä mielenkiintoista ja monipuolista aineistoa. (Hirsjärvi ym. 2006, 202- 203.)

Simulointia voidaan käyttää yhtenä havainnointitutkimuksen menetelmänä. Kvantitatiiviseen tutkimukseen tarvittavat tiedot on mahdollista kerätä itse tai hankkia erilaisista tilastoista, rekisteristä tai tietokannoista. Tutkimukseen tarvittavaa tietoa kutsutaan tutkimusaineistoksi. Yleensä tilastoista ynnä muista rekistereistä saatua aineisto ei voi käyttää sellaisenaan tutkimuksessa vaan sitä täytyy muokata tai yhdistellä käyttökelpoiseksi. Valmista aineistoa on paikoitellen niin vaikeaa sovittaa yhteen tutkimukseen, että aineistoa voi vain käyttää rinnakkaisena vertailuaineistona itse kerätyn aineiston rinnalla. Kvantitatiivisessa havainnointitutkimuksessa aineisto kerätään tekemällä havaintoja tutkimuskohteesta. Havainnointi voi olla osallistuvaa, ulkopuolista tai piilohavainnointia. (Heikkilä 1998, 17- 18.)

Osallistuva havainnointi muotoutuu vapaasti tilanteessa ja mahdollistaa havainnoitsijan osallistumisen tutkimuksen toimintaan. Tutkimuksen ovat yleensä kenttä tutkimuksia, joissa tutkija toimii havainnoitavan ryhmän jäsenenä. Usein havainnoijalle muodostuukin näissä tilanteissa jokin rooli ryhmässä. Havainnoijana on tärkeää muistaa, että tutkijan on pidettävä erillään havainnot ja omat tulkintansa näistä havainnoista. (Hirsjärvi ym. 2006, 205 - 206.)

Osallistuva havainnointi voi olla joko aktiivista tai passiivista. Aktiivisessa havainnoinnissa tutkija vaikuttaa tutkimuskohteeseen omalla toiminnallaan ja passiivisessa havainnoinnissa tutkijan osallistuminen ei vaikuta tutkimuskohteeseen tutkimuksen aikana. Toimin aktiivisena havainnoijana tuotantostrategioiden simulointiprojektissa yhtenä projektityöryhmän jäsenenä. Kenttämyynnissä taas toimin passiivisena havainnoijana toimitusketjua tarkkaillessa. Kummassakin roolissa havainnoin tutkimuskohdetta kohdeyrityksen etuja ajaen. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006a.)

Eri tutkimusotteita voidaan käyttää myös rinnakkain ja nykytutkimuksessa triangulaation käyttö onkin yleistynyt. Yksinkertaistetusti triangulaatio tarkoittaa erilaisten menetelmien, tutkijoiden, tietolähteiden tai teorioiden yhdistämistä tutkimuksessa. Tämän moninäkökulmaisuu- den takia onkin tilanteita, jossa samasta tutkimuskohteesta tai ilmiöstä on ristiriitaisia tutkimustuloksia. Triangulaation avulla voidaan lisätä tutkimuksen luotettavuutta. (Saaranen-Kauppinen & Puusniekka 2006b). Opinnäytetyössäni käsitellään monitahoisesti useita eri teemoja jotka liittyvät toimitusketjun kustannustehokkaaseen toimitusvarmuuteen muun muassa, tuotannon kustannusten minimointi, eräkoot, piiskavaikutus ja toimitusketjun koordinointi. Näitä teemoja on havainnollistettu kuvassa 1. Opinnäytetyön tekeminen ja etenkin strukturointi tavalla jolla työ aukeaa lukijalle helposti on ollut erittäin haasteellista juurikin triangulaation takia. Näkökulmasta ja menetelmästä riippuen työssä käsiteltävien aiheiden tärkeysjärjestys ja vaikutus lopputulokseen varioi.



Kuva 1. Tutkimusasetelma

2 Toimintaympäristö

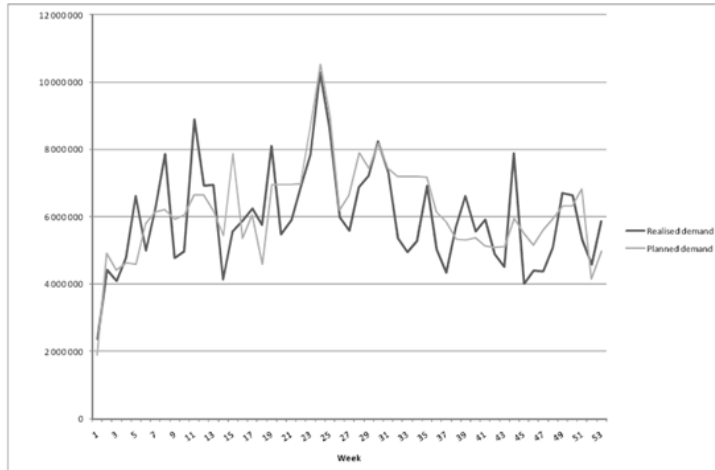
Tämä luku kertoo kohdeyrityksen markkinoista sekä kohdeyrityksestä ja tämän emoyhtiöstä. Elintarviketeollisuuden markkinoiden kuvaaminen on ehdoton osa opinnäytetyötä, koska toimintaympäristön monimutkaisuus ja kilpailutilanteet tuovat alalle omat haasteensa. Jotta pystyisi ymmärtämään toimitusketjua paremmin, pitää myös ymmärtää toimitusketjun rajoitteet sekä sen ominaispiirteet.

Yritys X on elintarviketeollisuudessa toimiva suuri yritys. Yritys X:n tuotanto on prosessituotantoa. Tuotanto alkaa tuotteiden valmistuksella, jonka jälkeen tuote siirtyy pakkauslinjan kautta varastolle. Yrityksellä on useita pakkauslinjoja eri pakkausvariaatioille. Pakkausvariaatioiden kysyntä vaihtelee huomattavasti. Yrityksellä on käytössä noin 50 000 lavapaikan automatisoitu varasto. Yritys valmistaa korkean brändin omaavia kansallisia ja kansainvälisiä tuotteita, tuotenimikkeitä yrityksellä on yhteensä noin 300. Yritys pyrkii olemaan edelläkävijä vastuullisuudessa, niin ympäristö- kuin yhteiskuntavastuullisuuden osalta. Kohdeyrityksen emoyhtiö on yksi kansainvälisistä elintarviketeollisuuden jäteistä.

2.1 Markkinoiden luonne

Kohdeyritykseni markkinat ovat tuotannollisista näkökulmista sangen haastavat erittäin suuren kysynnänvaihtelun takia. Tasaista pohjakysyntää löytyy kaikista tuotekategorioista riittävästi, mutta sesonkien aiheuttamat heilahtelut tietyissä tuotteissa ovat logistisesti haastavia. Tähän problematiikkaan tuo oman osansa myös tuotteiden parasta ennen päivämäärät, jotka tosin ovat suurelta osin muuta elintarviketeollisuutta suotuisimmat.

Kuvassa kaksi on havainnollistettu kokonaiskysynnän vaihtelu kalenterivuoden ajalta. X-akseli osoittaa ajankulun ja y-akseli kysynnän määrän. Kaaviosta on helppo havainnoida kysynnänvaihtelun suuruuden. Jos kysynnän vaihtelua seurattaisiin tiettyjen suuren kysynnänvaihtelun omaavien tavararyhmien sisällä, niin kysynnän vaihtelu olisi vieläkin suurempi. Niin kuin suurimmalla osalla elintarviketeollisuuden alalla toimivilla yrityksillä on Yritys X:llä kysyntä piikit sijoittuvat vahvasti juhlapyhien ajoille.



Kuva 2. Kysynnän vaihtelu. Yritys X:n simulointiprojekti.

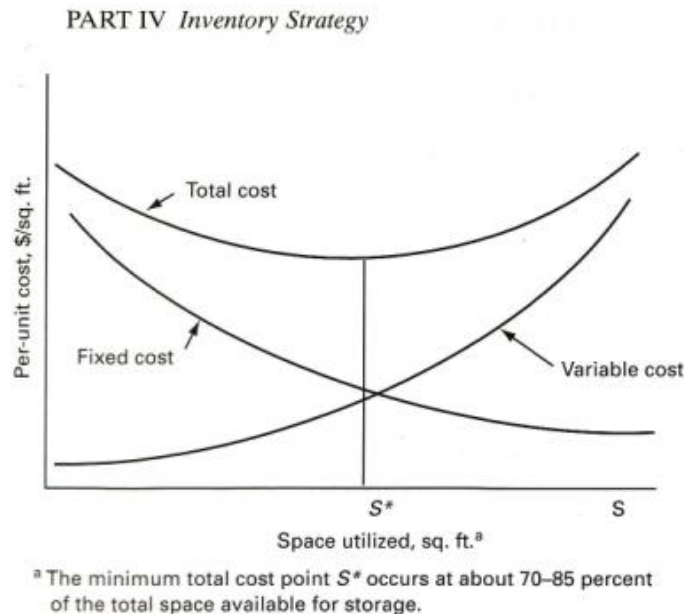
2.2 Päivittäistavaroiden ohjaus

Päivittäistavaroita ovat elintarvikkeet ja kuluttajatuotteet, joita ostetaan elintarvikkeiden yhteydessä. Päivittäistavaroita myydään erikokoisissa marketeissa, kioskeissa, huoltoasemilla ja niin edelleen. Päivittäistavaroiden logistiikka on yleensä jatkuvaa ohutta tavaravirtaa. Päivittäistavaroita myydään jatkuvasti ja niitä täydennetään myynnin mukaan. Päivittäistavaraotteiden logistiikan ajatuksena on tärkeiden liikevaihtoa tuottavien tuotteiden liikkuvuuden ja saatavuuden ylläpitäminen ja samalla näiden varastoinnin minimoiminen. Päivittäistavara-kaupoissa käytetään paljon niin sanottuja kampanjatuotteita, joita myydään pienemmällä katteella suuria volyymeja. Nämä kampanjatuotteet toimivat asiakkaille sisäänvetotuotteina. Kampanjatuotteiden valinnassa käytetään tuotteiden eri säilyvyyksiä hyväksi. Esimerkiksi pitkäkestoiset tuotteet, kuten keksit, säilykkeet, juomat ja niin edelleen, toimivat varsinaisten ydintuotteitten menekkiä nostavina tuotteina. Yleensä ydintuotteitten katteet ovat kaupan kannattavimpia. (Karrus 2005, 188- 190.)

Päivittäistavaroiden päätuotteita täydennetään lähes päivittäin. Tämä lisää työtaakkaa kuljetusten järjestelyissä, kuormien purussa ja hyllyttämisessä. Tätä työtaakkaa vastaan pyritään toimimaan yhdistelemällä eri kuormia keskusliikkeitten kautta. Tilaustapana myymälätasolla toimii yleensä päivittäinen täydentäminen tai automaattitilaaminen jo ennalta määritellyn hyllyssä olevan tavaramäärän minimirajan saavutettaessa. Täydennyserä on sellainen määrä, joka täyttää tuotteen hyllytilan, mutta jättää varastoon optimaalisen määrän tuotetta seuraavaan täydennyserään nähden. (Karrus 2005, 188- 190.)

Päivittäistavarakaupassa on tavoitteena minimoida kaikki taustavarastointi ja siirtää täydennyserät suoraan myyntitilaan. Joissakin tuoteryhmissä tuotteiden esillepanon hoitaa tavarantoimittaja täydennysten yhteydessä. Taustavarastointi varaa neliöhinnaltaan hyvin kallista

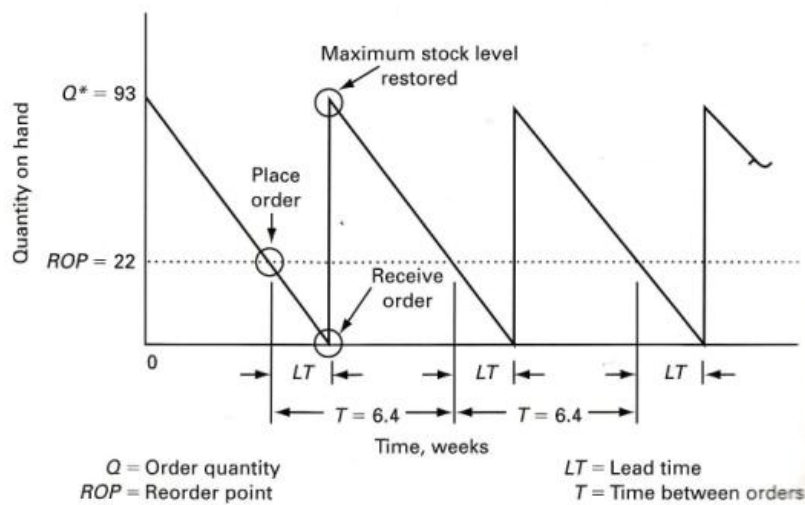
myymälä tilaa, sitoo pääomaa, aiheuttaa hävikkiä, lisää hallinnointikustannuksia ja sitoo henkilöstöä tuotteiden ja erien valvontaan ja käsittelyyn. (Karrus 2005, 188- 190.)



Kuva 3. Varastoinnin kustannus. (Ballou 1999, 40).

Kuvassa kolme on esitettyä kuinka varastoinnin kokonaiskustannukset määräytyvät tuotekohtaisesti. Tämä malli sopii niin päivittäistavarakauppaan, kuin kohdeyrityksen varastointiin. Kuvassa vertikaalinen akseli y määrittelee tuotekohtaisen varastoinnin kustannuksen ja horisontaalinen akseli x määrittelee varaston käyttöasteen. Jos varaston käyttöaste on vähäistä, niin varastoinnin kiinteät ylläpitokustannukset rasittavat varastoitavia tuotteita. Muuttuvat kustannukset kuten hävikki ja sitoutuneen pääoman kustannukset nousevat jyrkästi, varaston käyttöasteen saavuttaessa sata prosenttia. Optimaalisin varaston käyttöaste on noin 70-85 prosenttia kapasiteetista.

Ketjuuntuneen nykypäiväisen päivittäistavarakaupan yhteydessä käytettävä tilanhallinta ja tavaravirtojen suunnittelu perustuu jatkuvaan tuotteiden myyntitilan ja hyllyjen käytön tietokoneavusteiseen suunnitteluun (CAD, Computer Aided Design). Tuotteet sijoitetaan eri tuoterhyymiin ja hyllytilojen ja paikkojen määrittely tehdään menekkihistoriaa ja ennustetta käyttäen. Suunnittelussa käytetään tarjolla olevien usein standardimitoitettujen hyllytys- tai tukkueräpakkausten mittoja ja määriä. (Karrus 2005, 188-190.)



Kuva 4. Imuorientoitunut täydennys malli. (Ballou 1999, 326).

Kuva neljä esittää asiakaslähtöisen täydennysmallin. Vertikaalinen y-akseli esittää varastoita-
via yksiköitä ja x-akseli aikaa. Vertikaalisesti suuntautunut katkoviiva on niin sanottu tarvitta-
va tilauspiste, jotta täydennys ehtii saapumaan ennen varastojen loppumista. Tämä yksinker-
taistettu täydennysten ohjausmalli on käytössä niin päivittäistavarakaupassa kuin kohdeyri-
tyksessä. Jotta malli toimisi myös kohdeyrittäjän varastoinnin täydentämiseen, pitää tilausai-
ka korvata tuotantoajalla. Tämä täydennysperiaate toimii tasaisella kysynnällä.

Päivittäistavarakauppojen hyllytiloja ja tilauksia hallitsevat ohjelmistot ovat lyöneet itsensä
viimeisten parin vuoden aikana läpi. Nämä järjestelmät ovat syrjäyttäneet vanhanaikaisen
manuaalisen tilaustavan. Näiden kahden tilaustavan suurin ero toimitusketjun kannalta on
varaston koossa. Päivittäistavarakaupat ovat saaneet varastonsa parempaan hallintaan tava-
rantoimittajan ylläpitämän varaston (VMI, Vendor managed inventory) jäljiltä. VMI on antanut
tavarantoimittajalle enemmän mahdollisuuksia paisuttaa kauppojen varastoja omilla tuotteil-
laan. Varastojen paisuttaminen on toiminut puskurina kysynnän vaihtelulle. Kauppojen pus-
kurivarastot ovat vaimentaneet kysynnän vaihtelua toimittajan varastossa. Nyt nämä uudet
ohjausjärjestelmät, jotka virittävät ylimääräisen varastoinnin minimille, ovat sysänneet ky-
synnän vaihtelun ja varastointipaineen takaisin toimittajalle.

Päivittäistavarakauppa on käynyt läpi rakennemuutoksen ja ketjuuntunut. Entisajan malli, jossa päivittäistavarakauppa jaetaan tukku- ja vähittäiskauppaan, on vanhentunut. Suuret kauppaketjut ja keskusliikkeet ovat muuttuneet päivittäistavarakaupan hankinta ja logistiikkaorganisaatioiksi. Päivittäistavarakauppa toimii nykyään yhdenmukaisen ketjukonseptin mukaan. Tämä tuo edun, jossa ketjun liiketoimintaa voidaan johtaa yhtenä kokonaisuutena. Tavoitteena tällä on luoda kokonaisvaltaisesti tehokas toiminta jota ohjaa asiakaslähtöisyys. Vanhan päivittäistavarakaupan toimintamallin täysin vastakohtainen uusi toimintamalli ohjautuu imuperiaatteella. (Sakki 2009, 147.)

Uudessa toimintamallissa kauppaketjut voivat perustua omistamiseen tai sopimukseen. Omistuspohjaista kauppaketjua johdetaan keskitetysti. Sopimuspohjainen kauppaketju toimii esimerkiksi franchising-periaatteella. Silloin kaupat toimivat ketjukonseptilla, mutta itsenäiset yrittäjät voivat sopia näiden käyttöoikeuksista. Näiden ketjujen kaupat ovat sitoutuneet tarkoin määriteltyyn myymäläkonseptiin, raportointijärjestelmiin ja sortimenttiin. (Sakki 2009, 148.)

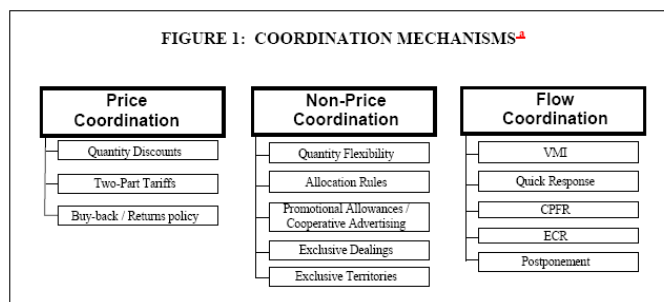
Ketjujen valikoiman runko koostuu toimittajien merkkituotteista sekä kaupan omista merkeistä. Toimittajan merkkituotteilla, brändeillä on kaupassa oma sijaintinsa. Brändejen on oltava riittävän erilaisia, jotta ne erottuvat hyllyistä, joissa ne sijaitsevat vierekkäin. (Sakki 2009, 148.)

2.3 Toimitusketjun koordinointi

Koordinointikyky on toimitusketjujen menestymisen perusedellytys. Toimitusketjun koordinoinnilla on tulevaisuudessa vieläkin vaikuttavampi merkitys menestymiseen. Koordinointikeinoja on kolme eri luokkaa: hintaperusteiset, hintaan perustumattomat ja virtoja ohjaavat. Toimitusketjua koordinoi parhaiten se toimija, jolla on paras asiakastietous. (Inkiläinen 2009, 13- 14.)

VMI antaa tavarantoimittajalle mahdollisuuden suunnitella tuotantoaan ja kuljetuksiaan. Tämän lisäksi VMI antaa tavarantoimittajalle huomattavasti paremman asiakas- ja markkinatiedon. Asiakas- ja markkinatietous antaa toimittajalle mahdollisuuden parantaa kysynnän ennustamista, varaston hallintaa sekä toimitusvarmuutta kaikilla toimitusketjun tasoilla. VMI on toimitusketjun koordinointistrategia ylävirran ja alavirran toimivuuden parantamiseksi. (Boute & Lambrecht 2007.)

Yhteisen kysyntäinformaation ja CPFR (Collaborative forecasting and replenishment) mallin suurin haaste on vähittäiskaupan osallistuminen kysyntäinformaation jakamiseen sekä tämän informaation tarkkuuden kehittämiseen. Vaikka toimitusketjun kysyntäinformaation tarkentuminen hyödyttää eniten tavarantoimittajia, on sillä suuri merkitys kaupan kannalta. On huomattu, että parantunut kysyntäinformaatio ei kiinnosta kaikkia tavarantoimittajia eniten CPFR-mallissa. Näissä tapauksissa tavarantoimittajan prioriteetti on sitouttaa asiakaskuntaa. Vaikka tavarantoimittajalle tarjottaisiinkin tarkkaa kysyntäinformaatiota esimerkiksi POS (Point of sale)-dataa, ei tavarantoimittaja osaa välttämättä hyödyntää sitä. Tällaisissa tapauksissa kysyntäinformaation huono integroiminen omaan operaatioon on syy epäonnistumiselle. Monesti sisäiset integrointivaikeudet ovat olleet syynä CPFR-hankkeiden kasaan kuuhtumiselle. (Småros.)



Kuva 5. Toimitusketjun koordinoinnin kanavat. (Sahin & Robinson, 2002).

2.4 Toimitusketju

Kohdeyrityksen toimitusketjun voi jakaa kolmeen osaan. Ylävirtaan jossa toimivat raaka-aineiden tavarantoimittajat, operatiiviseen osaan joita ovat yrityksen organisaatiokaavioiden sisällä tapahtuvat tekijät sekä alavirtaan, jossa toimivat kohdeyrityksen alihankkijat sekä asiakkaat.

Kohdeyrityksen tuotannon ostosopimukset tehdään keskitetysti konsernin kautta eri tavarantoimittajia koskien. Tämä koskee raaka-aineita, pakkausmateriaaleja sekä suurta osaa muis-takin hankinnoista. Kohdeyritys suorittaa tämän jälkeen kotiinkutsut omien tarpeidensa mukaan. Kohdeyrityksen tavarantoimittajat voidaan jakaa raaka-aineiden ja pakkausmateriaalien toimittajiin. Usein raaka-aineissa ja materiaaleissa on silti vain yksi tavarantoimittaja jonka varassa kohdeyrityksen tuotteiden toimitusvarmuus riippuu. Yhden toimittajan varassa toimiminen on varsin riskialtista toimintaa, joka vaatii melko suurten varmuusvarastojen ylläpidon, jotta pienten toimituskatkosten takia tuotanto ei katkeaisi. Monet tuotteet käyttävät samoja raaka-aineita ja pakkausmateriaaleja. Tämä tarkoittaa sitä, että jopa yhden raaka-aineen tai

materiaalin loppuminen horjuttaa suunniteltua tuotantoa todella paljon ja saattaa aiheuttaa useamman tärkeän tuotteen tuotannon katkeamisen.

Toimittajiin kuuluu niin suuria ulkomaalaisia kuin pieniä kotimaisia yrityksiä. Tämä tarkoittaa sitä, että toimittajien suhtautuminen kohdeyritykseen ja kohdeyrityksen suhtautuminen toimittajiin varioi laidasta laitaan.

Kotiinkutsut tapahtuvat tuotannosuunnittelijoiden toimesta manuaalisesti. Raaka-aineiden ja materiaalien osalta volyymin vaihtelevuus on niin suurta, että toimintoa ei ole automatisoitu. Huomioon otettavia asioita ovat tuotteiden pakkausvaihtoehtojen, valmistusreseptien ja kampanjoiden tuomat vaihtelevuudet. Kotiinkutsujen viimeisin vaihe on tavaran vastaanotto.

Tuotteiden valmistusaika varioi muutamasta tunnista muutamaan viikkoon. Useiden viikkojen valmistusajan vaativat tuoteryhmät ovat huomattavasti riski alttiimpia. Osa tuotteista on niin sanottuja import tuotteita, jotka tulevat joko valmiina tuotteina valmiiksi pakattuina tai valmiina tuotteina, jolloin vielä vaaditaan pakkaaminen kohdeyrityksen puolesta.

Yritys X:llä on tällä hetkellä käytössä useita pakkaus linjoja sekä muutama uudelleenpakkaus linja joilla pystytään muuttamaan jo varastoinnissa olevien tuotteitten pakkausmuotoa. Syyskuusta 2010 alkaen pakkauslinjat muuttuvat yhden tuotantolaitoksen sulkemisen myötä.

Kohdeyrityksen varastoinnin ydin on lähes 40 000 lavapaikkainen automatisoitu korkeavarasto. Varastotilaa saadaan kasvatettua aina 60 000 lavapaikkaan asti jotka suurimmaksi osaksi sijaitsevat kohdeyrityksen logistiikkakeskuksessa. Kun varastotilassa mennään yli 41 000 lavapaikan, niin varastointi alkaa rajoittaa tai vaatia erikoisjärjestelyjä normaalilta toiminnalta. Kohdeyritys pyrkii välttämään yli 40 000 lavapaikan ylittämistä, ellei toiminta vaadi tulevan sesongin puskurointia.

Keräily tapahtuu kohdeyrityksen logistiikkakeskuksessa suurimmalta osalta automatisoidusti. Import tuotteitten osalta keräily joudutaan suorittamaan käsin. Keräily robotti kasaa tuotteet joko asiakaslavalle tai kuljetuslavalle, josta kuljettajat keräilevät terminaaleissa tuotteet asiakaskohtaisiksi nipuiksi. Tämä tapahtuu silloin, kun asiakas on tehnyt niin pienen tilauksen, ettei sitä kannata kuljettaa omalla lavallaan.

Kuljetus hoituu lukuisien kuljetusyrittäjien toimesta, joilla on käytössään runkokuljetuksia sekä jakelua varten oma kalusto. Kuljetus tapahtuu runkokuljetuksina terminaaleihin. Tämä tarkoittaa sitä, että isommat täysperävaunut kuljettavat yhdistetysti saman jakelualueen asiakastilauksia terminaaleihin, joissa taas asiakaslavat siirretään pienempiin jakeluautoihin jotka hoitavat jakelun asiakkaille. Joissain tapauksissa jakelua suoritetaan suoraan valmista-

vista kohteista asiakkaille. Tällöin kyseessä on yleensä samaan pisteeseen menevä suurempi tilauskuorma, esimerkiksi kauppakeskuksen hypermarketit. Jakelu suorittaa paluulogiikan kierrätyspisteisiin.

Esillepano teetetään kolmella eri taholla joita voidaan käyttää samanaikaisesti. Nämä tahot ovat kohdeyrityksen asiakkaiden oma henkilökunta, kohdeyrityksen menekinedistäjät tai kohdeyrityksen jakelun henkilöstö. Keskisuurissa ja suurissa pisteissä lähtökohtaisesti esillepanon suorittavat menekinedistäjät, jotka ylläpitävät samanaikaisesti varastoja ja hoitavat tilaukset. Kaupan puolesta tämä VMI (vendor managed inventory) on erittäin kustannustehokas tapa ylläpitää osastoja. Pienemmän volyymin pisteissä esillepanon hoitaa jakelu ja kaupan oma henkilökunta. Tällaisissa paikoissa menekinedistäjän rooli on vähäpätöisempi, mutta taas jakeluhenkilökunnan panos on arvokkaampi.

Toimitusketjun viimeisenä tekijänä, joka taas tuo virran ketjun alkupäähän, on paluulogiikka. Paluulogiikka kattaa palautuspisteisiin kerätyt pakkausmateriaalit sekä tuotteiden varastoinnissa ja kuljetuksissa käytettävät tarvikkeet kuten levyt ja adapterilavat. Tämä logistinen virta liikkuu normaalin toimitusketjun virtauksen vastakkaiseen suuntaan jakeluautojen mukana. Osana paluulogiikkaa on vanhentuneiden tai voittuneiden tuotteiden hyvitys.

Pääperiaatteena paluulogiikassa on jakeluautojen kuljettajien ylläpitämä tapa viedä saman verran tilavuudeltaan takaisin kaupasta kuin he ovat tuoneet kauppaan. Tämä tarkoittaa sitä, että kun jakelija on tuonut lavan verran juomia asiakkaalle, hän on varannut asiakkaalle lavalaisen tilaa paluukuormaan. Paluulogiikka on iso osa toimitusketjun koordinoitua. Paluulogiikassa kaikki toimittajat, jotka muuten kilpailevat verisesti keskenään, ovat asettautuneet samalle puolelle.

3 Operaatiotutkimus ja simulointi

Organisaatiot monimutkaistuvat kasvaessaan. Monissa organisaatioissa onkin syntynyt niin monta toisistaan riippumatonta prosessia, jotka kaikki ajavat omia tavoitteitaan omilla ehdoillaan ja tulostittareillaan. Tällaiset prosessit voivat ajaa etuja, jotka ovat toiselle prosessille haittoja. Koko organisaation tavoite väistyy autonomisten prosessien tavoitteiden edessä. Tämän kaltaiset tilanteet ovat väistämättäkin haitaksi koko organisaation yhteisten tavoitteiden saavuttamiseksi. Suurin ongelma organisaation kasvaessa on resurssien jakaminen tavalla, joka on kokonaisuuden kannalta tehokkainta. Tämänkaltaiset ongelmat ja niiden selvittäminen parhaimmalla mahdollisella keinolla ovat operaatiotutkimuksen lähtökohtia. (Hillier & Liebermann 2005, 1- 3.)

Operaatiotutkiminen alkoi toisen maailmansodan aikana. Toisen maailmansodan liittoutuneiden joukkojen materiaali- ja resurssihallinta kävi niin monimutkaiseksi, että perustettiin erillisiä operaatiotutkimisen joukkoja. Sodan jälkeen huomattiin, että nämä joukot kamppailivat samojen asioiden kanssa joita pyrittiin selvittämään yritysmaailmassa. Organisaatioiden kasvun lisäksi tietokoneiden laskentakapasiteetin kasvu mahdollistikin tästä eteenpäin operaatiotutkimisen nopean kasvun. (Hillier & Liebermann 2005, 1- 3.)

Operaatiotutkimisen prosessi alkaa ongelman hahmottamisella ja tarkkailulla. Ongelmasta kerätään kaikki relevantti tieto. Seuraavaksi rakennetaan tieteellisesti (yleensä matemaattinen) malli, jolla pyritään jäljentämään ongelma. Tämän jälkeen tehdään hypoteesi, että tämän mallin sisältää keskeiset piirteet sekä tilanne päätelmät ovat riittävällä tarkkuudella, ja että siitä saatu informaatio pätee myös todelliseen ongelmaan. Seuraavana askeleena on kokeiden teko, joilla testataan hypoteesi. Malliin voi tässä vaiheessa vielä tehdä muutoksia ja tarkennuksia. Sitten, kun riittävät todisteet on saatu, niin malli validoidaan. (Hillier & Liebermann 2005, 1- 3.)

Jotta operaatiotutkimisesta on hyötyä liiketaloudessa, tulee sen tuottaa ymmärrettävissä olevaa informaatiota oikea-aikaisesti niille, jotka tekevät päätöksiä. Operaatiotutkimuksen yhtenä pää ajatuksena on tarjota paras ratkaisu tarkastelun alla olevaan ongelmaan eikä vain helpottaa tilannetta. Operaatiotutkiminen perustuu vahvasti optimaalisuuden tavoitteluun. Operaatiotutkimista voidaan soveltaa todella laajasti eri ongelmiin. Tämän laajuuden takia kukaan ei pysty väittämään itseään koko operaatiotutkimisen asiantuntijaksi. Operaatiotutkimusta suoritetaan ryhmä kokoonpanoissa, jotta tutkijoilla on mahdollisimman laaja osaamisen alue . (Hillier & Liebermann 2005, 1- 3.)

3.1 Päätöksentekoa tukevat järjestelmät

Koko ajan kehittyvä tietokoneteknologia tehostaa toimitusketjun hallintaa ja johtamista koskevaa päätöksentekoa. Näitä ohjelmistoja kutsutaan päätöksen tekoa tukeviksi järjestelmiksi (decision-support systems, DSS). Suurin osa liiketalouden päätöksentekoa vaikeuttavista ongelmista eivät ole niin yksinkertaisia ja suoraselkoisia, että ne pystyttäisiin ratkaisemaan tietokoneen avulla.

Melkein kaikkien ongelmien ratkaisuun tarvitaan kokeneen ihmisen tarjoamaa joustavuutta, intuitiota ja viisautta, jotta yrityksen toiminta jatkuisi tehokkaana. Toisaalta moni ongelma on laskennallisesti ja verkostoituneesti niin monimutkainen, ettei sitä voida käsitellä ilman tietokoneiden apua. Juuri tämän kaltaista tukea DSS tuo liiketoiminnan ongelmien ratkaisuun. Kuten nimikin jo kertoo, nämä ohjelmat eivät ratkaise ongelmia, vaan tukevat ongelmien ratkaisua. (Simchi- Levi, Kaminsky & Simchi- Levi 2003, 294.)

DSS voi olla kaikkea yksinkertaisesta Exel-tiedostosta, josta työntekijä tekee omat johtopäätöksensä, lähtien mittavaan ongelmaa varten ohjelmoituun ohjelmistoon asti, joka vertailee ongelman ratkaisun variaatioita laajalla skaalalla. Ongelman luonne määrittää, minkälaista DSS:ää tarvitaan. DSS sopii hyvin niin strategisten ongelmien ratkaisuun kuin tuotannollisten ja logististen ongelmien ratkaisuun, kuten eräkokojen määrittämiseen. Moni DSS-ohjelmisto käyttää matemaattisia työvälineitä, joita operaatioiden tutkiminen (operations research, OR) on kehittänyt. DSS-ohjelmistoja alettiin käyttää toisen maailmansodan aikana suunnattomien varustelujen ylläpitämiseen ja ohjaamiseen. Niistä päivistä lähtien tietokoneiden tehojen nousun ja sitä kautta hinnan laskun myötä nämä järjestelmät on saatu kaikkien käytettäväksi. Suurien datavarastojen yleistyessä on kehittynyt datan murskaaminen ja siitä saatujen tietojen analysoiminen ja vertailu. Nämä datavarastot toimivat yrityksen sähköisen informaatiovirran säilytyspaikkana, jossa informaatio pilkotaan yksiköihin, joista voidaan vertailla niiden riippuvuutta toisiinsa. Näistä järjestelmistä saadaan suuria hyötyjä liiketoiminnan kehittämiseksi. (Simchi- Levi ym. 2003, 295.)

3.2 Simulointi

Simulointi on toimintaa, jossa jäljitellään todellisen prosessin tai järjestelmän toimintaa ajan kuluessa. Simuloinnissa pyritään yksinkertaistamaan todellinen prosessi, sillä sen kokonaisvaltainen mallintaminen on erittäin vaikeata. Simuloinnin yksinkertaistettu prosessi pyritään saamaan ominaisuuksiltaan samankaltaiseksi kuin todellinen moni mutkikkaampi prosessi. Harvat simuloinnit tehdään nykypäivänä enää käsin, koska huomattavasti tehokkaampien ja tarkempien tietokonesovellusten avulla työ käy nopeammin. (Hokkanen, Karhunen, Luukkainen 2002, 241.)

Tietokoneiden tehokkuuden lisääntymisen ja ohjelmistojen kehityskaaren myötä simuloinnista on saatu yhä edullisempi ja yleisempi prosessien tarkastelumuoto. Simulointi on monivaiheista. Simuloitava prosessi kannattaa purkaa aliprosesseiksi, jolloin pystytään selvittämään prosessin suhteellinen osuus ja näiden vaikutukset kokonaisuuteen. Simuloitu malli sisältää yleensä matemaattisen, loogisen ja symbolisen kuvauksen prosessista ja siinä tapahtuvista muutoksista. (Hokkanen ym. 2002, 241.)

Simulointimallin avulla osatekijöiden muutokset ajan kuluessa pystytään havainnollistamaan ja tutkimaan. Simuloinnissa tehdään muutoksia malliin ja tutkitaan muutoksien aiheuttamat vaikutukset prosessissa ja tämän kautta kokonaisuudessa. Jos yksinkertaistettu simulointimalli sisältää kaikki tarvittavat kohdat oikein mallinnettuna, todellisuudesta pystytään päättelemään, että vastaavanlaiset vaikutukset tapahtuvat todellisuudessa. Simuloinnin etuna on, että vaikutukset ja lopputulokset on helposti vertailtavissa toisien tuloksien kanssa, ja näin ollen helposti havainnollistettavana. (Hokkanen ym. 2002, 241.)

Simulointia voidaan käyttää tutkittaessa järjestelmien vuorovaikutuksia, tarkasteltaessa muutoksia ja niiden vaikutuksia järjestelmässä, järjestelmä kehityksessä, etsittäessä järjestelmien kriittisiä kohtia, opetusvälineenä, uusien suunnitelmien ja menetelmien kokeiluun sekä analyyttisten ratkaisuiden varmentamiseen (Hokkanen ym. 2002, 241.)

Simulointiajon etuja ovat uusien asioiden tarkastelu häiritsemättä todellista käynnissä olevaa prosessia, uusien hankintojen kokeilu ilman sidottua pääomaa, ajankulun hallinta tarkasteltaessa prosesseja, oppimisen vaikutus, järjestelmän analysointi ja prosessien muokkaamisen valta. Simuloinnin haittapuolia taasen ovat mallin kehityksen vaatimat erityistaidot, tulosten tulkinnan vaikeus satunnaismuuttujien takia, simuloinnin luominen. Analysointi saattaa olla tapauskohtaisesti aikaa ja täten rahaa vievää sekä simulointia voidaan käyttää väärässä tilanteessa, kun analyyttinen ratkaisu olisi suositeltavampi ja toimivampi. (Hokkanen ym. 2002, 242.)

Simuloinnin suosion kasvu johtuu simuloinnin havainnollisuudesta ja edullisuudesta. Simuloinnilla voidaan jo suunnitteluvaiheessa kokonaisuuteen vaikuttavat muutokset joita tutkitaan. Jos monimutkaisia prosesseja lähdetään muuttamaan erehdyksien kautta, tulee muutos olemaan huomattavasti simulointia kalliimpaa. (Hokkanen ym. 2002, 242.)

3.3 Simulointimallit

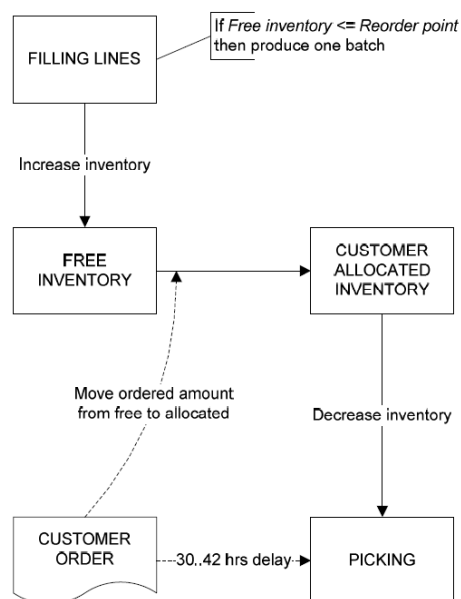
Simuloinnissa käsitteet järjestelmä ja järjestelmänrajaus ovat tärkeitä. Järjestelmällä tarkoitetaan niitä tekijöitä, joilla on jotain vaikutusta tavoiteltuun kokonaisuuteen. Järjestelmäympäristöllä tarkoitetaan järjestelmän ulkopuolisia tekijöitä, jotka vaikuttavat järjestelmään. Järjestelmä irrotetaan ympäristöstä rajaamalla. Simulointi voidaan suorittaa diskreetisti, jolloin muuttujien tila vaihtuu tietyllä ajanhetkellä tai jatkuvasti, jolloin muuttujien tila vaihtuu nimensä mukaan jatkuvasti. Tämän lisäksi mallit voivat olla myös staattisia, jolloin niillä havainnollistetaan tiettyä ajanhetkeä, dynaamisia, jossa tarkastelussa on ajanjakso, deterministisiä eli satunnaismuuttujien huomiotta jättäviä sekä stokastisia, joissa tarkastelussa on yksi tai useampi satunnaistekijä. Kaikissa todellisissa ilmiöissä on satunnaisia tekijöitä, joten stokastinen malli on luonnollisempi. Stokastisessa mallissa ongelmana on satunnaislukujen antamien satunnaisheittojen tuomat epätarkkuudet. (Hokkanen ym. 2002, 243- 244.)

Simuloinnissa ensimmäinen työtehtävä on perehtyminen, eli ongelman asettelu. Tämän tehtävän päätarkoituksena on kuvata järjestelmän rakenne ja toimintaperiaatteet mahdollisimman todenmukaisesti ja tarkasti. Usein tämän käynnistää havainnoitu ongelma järjestelmässä. Simuloinnissa tutkimussuunnitelman asettaminen on tärkeitä. Tutkimussuunnitelma on kui-

tenkin elävä paketti ja se luultavimmin muuttuu projektin edetessä ja uusien ongelmien ilmaantuessa. (Hokkanen ym. 2002, 246.)

Mallintaminen on puoliksi taidetta ja puoliksi tiedettä. Silloin kun mallintaessa toimivasta todellisesta järjestelmästä luodaan havainnollistava ja yksinkertaistava malli, tulee sitä laatiessa käyttää myös taiteellista silmää. Todellisuuteen perustuva tieteellisesti eksakti malli tulee tehdä sellaiseksi, että ulkopuolisetkin voivat ymmärtää sitä. Tietojen keräys ja mallin muodostaminen ovat toisiinsa nähden vuorovaikutuksessa. Malli joudutaan rakentamaan alusta alkaen niin tarkaksi kuin sen lopputuloksien tulee olla. Mikäli jotain tietoa ei saada riittäväällä tarkkuudella, on malli modifioitava käytettävissä olevaan dataan soveltuvaksi.

Mallien rakentelu on melko työlästä iterointia ja niiden rakentaminen kannattaa aloittaa yksinkertaisista asioista jotka monimutkaistuvat ja rakentuvat projektin edetessä. Simuloinnin kustannukset kasvavat mallin tarkkuuden mukaan, joten mallin luominen on monen tekijän kompromissi. Jos ongelma voidaan ratkaista yksinkertaisemmin kuin simuloimalla, tulee tämä keino kokeilla ensin. (Hokkanen ym. 2002, 247.)



Kuva 6. Simulointimallin operaatiologiikka.

Verifioinnilla tarkoitetaan käytettävän simulointimallin ja sen ohjelman toimivuuden varmistamista. Virheiden tekeminen on normaalia ja virheitä esiintyy mallissa sitä enemmän, mitä monimutkaisempi malli on. Ainoastaan loogisesti ja halutulla tavalla toimivaa mallia voidaan käyttää simuloinnissa. (Hokkanen ym. 2002, 248.)

Validointia eli mallin varmistaminen tarkoittaa sitä että malli vastaa todellisuutta ja että se vastaa tutkittavaan ongelmaan. Todellisuuden ja mallin väliset erot poistetaan muokkaamalla tarvittavasti mallia niin monta kertaa, että haluttu lopputulos saavutetaan. (Hokkanen ym. 2002, 248.)

Verifioinnin ja validioinnin jälkeen suunnitellaan varsinainen simulointisuoritus. Ennen simulointisuoritusta on hyvä miettiä, minkälaisia vaihtoehtoja simuloinnilla halutaan tarkastella ja mitä muutoksia niihin tarvitaan sekä kuinka monta ja minkä pituista simulointiajkoa suoritetaan. (Hokkanen ym. 2002, 248.)

4 Kustannusten minimointi

Liiketoiminnan ylläpidon tärkeimpiä kulmakiviä ovat tulotason säilyttäminen, sekä kustannusten minimointi. Tässä opinnäytetyössä käsittelem tuotannon kustannusten minimoinnin kannalta kahta tärkeätä aluetta, tuotettavien nimikkeiden määrää sekä tuotannon eräkokoja. Tuotettavien nimikkeiden määrä on riippuvainen markkinoinnin kysynnästä sekä tuotanto kapasiteetistä. Eräkokojen ratkaiseva tekijä on kapasiteetti, koko toimitusketjun osalta. Painopisteenä opinnäytetyössä on eräkokojen vaikutus kustannuksia minimoitaessa. Eräkoot olivat hyvin iso teema opinnäytetyötä edeltäneessä tuotannon simulointi projektissa. Nimikemäärien optimointi on enemmänkin markkinointi lähtöistä.

4.1 Tuotannon kustannukset

Kaikkeen liiketoimintaan vaaditaan resursseja, henkilöstöä ja pääomaa. Näiden käytöstä aiheutuvat kustannukset voidaan jakaa joko välittömiin tai välillisiin kustannuksiin. Välittömät kustannukset ovat taloushallinnon termien mukaan muuttuvia kustannuksia, joita ovat esimerkiksi raaka-aineet ja kuluvat osat. Nämä ovat kuluja, jotka vaihtelevat myynnistä riippuen. Välilliset eli kiinteät kustannukset ovat sidottuja kustannuksia. Näitä kuluja ei voida kohdistaa suoraan tuotteisiin niiden myynti- tai valmistusmäärän perusteella. Kiinteitä kustannuksia ovat usein toimitilojen, koneiden ja laitteiden, tietojärjestelmien myyntityön ja asiakaspalvelun aiheuttamat kustannukset. (Sakki 2009, 48.)

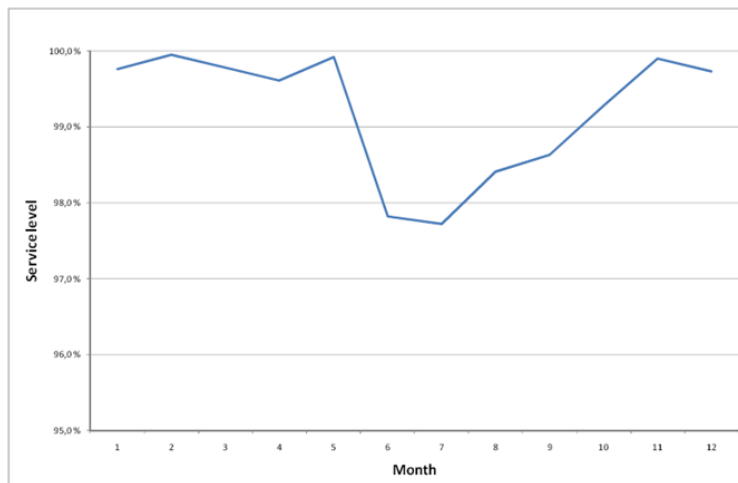
Eri toimialoilla yritysten kulurakenteet ovat erilaisia. Teollisuudessa kulurakenne on huomattavasti toisenlainen kuin vähittäiskaupan alalla. Teollisuudessa esimerkiksi muuttuvat palkat ovat melkein kymmenen prosentin luokkaa, kun taas vähittäiskaupassa nämä ovat olemattomat. Valmistavan yrityksen kulurakenne on yleensä raskaampi kuin myyntiin painottuneen yrityksen. Myyntiin painottuneilla yrityksillä kulut koostuvat lähestulkoon ostetusta tavarasta ja henkilöstön palkasta. (Sakki 2009, 49.)

Teollisuudenalalla tuotannon kustannusten minimoiminen tarkoittaa tuotannosta ja varastoinnista aiheutuvien muuttuvien kustannusten optimoimista suhteessa kiinteisiin kustannuksiin. Hyvä esimerkki on kustannuksiltaan korkeiden viikonloppuvuorojen karsiminen tai tuotantoerien optimoiminen niin, että ylimääräisiä lisäkustannuksia tuovaa varastotilaa ei tarvita. (Sakki 2009, 49.)

Eräkoot ovat tuotannon kustannuksia hallitseva tekijä. Melkein jokainen tuotannon kustannusalue on vuorovaikutuksessa tuotantosarjojen eräkokoihin. Suurilla erillä tuotanto saadaan kustannustehokkaaksi, mutta todellisuudessa kustannuksia siirretään toimitusketjun muille alueille. Pienet eräkoot saavat tuotannon näyttämään tehottomalta ja kalliilta, mutta todellisuudessa tässä tilanteessa tuotanto on se ketjun osa-alue, joka ottaa muilta osa-alueilta kustannuksia vastaan. Eräkoot ovat riippuvaisia yrityksen strategiasta.

4.2 Kapasiteetin tarvesuunnittelu ja eräkoot

Olellainen osa materiaalitarvesuunnittelua on tuottavan yksikön kapasiteetti. Tätä toimintaa ohjaa kapasiteetin tarvesuunnittelu (Capacity requirements planning, CRP). Sesonkivaihteluiden aiheuttamat hetkellisesti kapasiteetin ylittävät kysyntäpiikit voidaan tasoittaa ennakoimalla kysyntäpiikkiä aikaisempaan ajankohtaan. Tätä toimenpidettä kutsutaan leveloinniksi eli tasaamiseksi. Tämä toimenpide poistaa tilapäisesti kapasiteetin riittämättömyyden, mutta ei poista kapasiteettivajeen aiheuttanutta ongelmaa. Ongelma vaihtuu kysynnän ennustamisen epätarkkuudeksi. (Nahmias 2001, 381-382.)



Kuva 7. Yritys X:n Toimitusvarmuus.

4.3 Työntö- ja imuorientoitunut tuotanto

Materiaalitarvesuunnittelu (Materials requirements planning , MRP) on toimintojen sarja, joka muuttaa tuotteen kysyntäennusteen sen valmistukseen vaatimiin komponentteihin. MRP-valmistustapa suosii suuria eräkokoja ja vaatii isoja varastotiloja. Toimintatapa on altis kysynnän heilahtelun tuomille virheille, mutta sopii useimmiten teollisuuden tuotantotavaksi. (Nahmias 2001, 381- 382.)

Toinen ääripää tuotantotavoille on Juuri oikeaan tarpeeseen (Just in time, JIT). Tämä toimintatapa suosii taas pieniä eräkokoja ja viivästyttämistä. JIT on epäkäytännöllinen suurenvolyymien ja kysyntävaihtelun omaavalle teollisuudelle. JIT:n yksi päätarkoitus on pienentää eräkokoja. Jotta eräkokoja voidaan pienentää, pitää vaihtojen aiheuttamien kiinteiden kustannusten olla mahdollisimman pienet. Tähän ongelmaan SMED (Singel minute exexchange of dies) tuo vaihtoehtoisen ratkaisun. SMED-tavassa on tarkoitus suorittaa kaikki mahdollinen vaihtoon kuuluva asennusaika linjan ajon aikana. Tämä yksinkertainen toimintatapa on tuottanut monissa yrityksissä valtavia kustannussäästöjä minimoimalla vaihtojen kustannuksia. (Nahmias 2001, 381- 382.)

Vaikka MRP on käytännöllisempi suuren nimikemäärän ja volyymin omaavalle teollisuudelle, se ei silti itsestään ratkaise eräkokojen ongelmaa. Eräkokojen ongelmaa kustannusten kannalta varjostaa hävikki, vaihtojenkustannukset, sitoutuneen pääomankustannukset ja niin sanottu penalty fee, eli tekemättömien kauppojen kustannus, jossa on huomioitava menetetyt katteen ohella myös asiakkaiden tyytymättömyys, joka on vaikeasti arvioitavissa. MRP:n toimintaa hankaloittaa myös tuotteiden läpimenoajan vaihtelevuus. (Nahmias 2001, 381- 382.)

4.4 Markkinoiden vaikutus tuotantostrategiaan

Kohdeyritys on rantautunut konsernista tuotannon tehokkuuden määrittelevän mittari. Tämä mittari pilkkoo työajan pienempiin osiin ja luokittelee ne. Mittari ilmaisee teoreettisesta valmistusajasta käytetyn tehokkaan työajan. Tehokkuuden mittaukseen mittari käyttää linjan aikaa, jolloin se ajaa nimellinopeudellaan. Mittari on hyödyllinen tulkitsemaan ajankäyttöä linjoilla. Mittari jakaa ajan vaihtoajaksi, häiriöksi (päälle 5 minuuttia), pesuajaksi, pieniin pysähdyksiin ja ajonopeuden menetyksiin, jouto aikaan sekä tuotantoon. Mittaria seuraamalla huomaa helposti esimerkiksi jos tuotannon osuus on liian pieni ja häiriöiden osuus taasen liian iso. Tämänkaltaisesta tilanteesta tiedetään, että häiriöiden korjaamiseen ja ennaltaehkäisyyn pitää panostaa, jotta tuotannon osuus mittarissa kasvaisi. Tätä ajattelumallia voi soveltaa kaikissa mittarin osissa.

Kun mittari käsittelee tehokkuutena ainoastaan tuotanto-osuuden, tuloksena on väärä käsitys tehokkuudesta. Tuotanto osuutta saadaan kasvatettua pelkästään muuttamalla ohjausparametreja kuten eräkokoja. Mitä suurempia eriä linjoilla ajetaan, sitä tehokkaammalta linja saadaan näyttämään mittarissa. Tämän väittämän mukaan tehokkuus olisi valittavissa toimintatavan perusteella eikä hyvän kehityksen tuloksena. Isojen eräkokojen tuotantostrategiassa pitää olla myös isot markkinat jotka estävät varastoja paisumasta. Paras tapa parantaa tehokkuutta on kasvattaa markkinaosuutta tai harventaa tuotevalikoimaa. Parhaana tuotannon tehokkuuden mittarina toimii myyntikate. Myyntikatteeseen sisältyvät kustannukset, jotka syntyvät tuotteen tarjoamisesta ja siinä ilmenee tuotteen lopullinen arvo.

Tehokkuusmittarin tuottamat luvut eivät ole vertailukelpoisia, jos tuottavilla yksiköillä ei ole samat tuotantolinjat, vuorojärjestelmät, varastokoot ja markkinat. Näiden kaikkien kriteerien täytyttyä voidaan mittarin tuomaa tehokkuutta vertailla muiden tuottavien yksiköiden tehokkuuteen. Konsernina vertailee mittarin tuottamia lukuja tuotantoyksiköiden välillä mitatakseen niiden tehokkuutta. Mittareiden muutoksia voidaan käyttää päällisin puolin vertailuissa eri yksiköiden kehittymisen suunnan näyttäjänä, mutta nämäkin tiedot eivät ole pesunkestäviä. Toisilla yksiköillä on enemmän kehityttävää kuin toisilla. Tehokkuusmittaria voidaan käyttää oman tuotantoyksikön sisällä linjakohtaisesti kehittymisen mittarina, mutta ei tehokkuuden mittarina. Näissäkin asioissa on oltava varuillaan mittaria tulkittaessa, sillä kaikki mittarin osa-alueet ovat kytköksissä toisiin ja sitä kautta vaikutukset voivat olla melko moniulotteiset. Esimerkiksi parannettaessa häiriöaikoja lisätään automaattisesti ajonopeutta, pienennetään pieniä pysähdyksiä ja nopeuden alentumisia. Ajonopeuden nousu aiheuttaa erän valmistumista nopeammin, mikä johtaa toimenpiteinä pienempiin eräkokoihin, joka taas tarkoittaa pesujen ja vaihtojen osuuskasvua ja suhteellisesti nopeuden alentumisien ja häiriöiden lisääntymistä.

4.5 Tuotantostrategioiden yhdenmukaistaminen

Tuotantostrategioiden yhdenmukaistaminen on konsernille yksinkertaisempaa ja sitä kautta helpompaa ylläpitää. Kohdeyrityksen emoyhtiöllä on yli 70 tuotantoyksikköä ympäri maailmaa, ja jos kaikki nämä yksiköt toimisivat täysin omavaltaisesti ja omaan toimintaan orientoituneesti, konsernin johto ei pystyisi hahmottamaan kokonaisuutta. Tämänkaltaisen monimutkaisuuden tuoma yrityskulttuuri on myös yrityksen läpinäkyvyyden kannalta epäedullista.

Nykyään konsernin toimitusketjun läpinäkyvyys on erittäin suuressa fokuksessa ja sitä pidetään tärkeänä kilpailukeinona. Läpinäkyvän toimitusketjun omaavat yritykset ovat helpommin johdettavia ja tämän johdosta myös ketterämpiä. Markkinatilanteet muuttuvat todella nopeasti nykypäivänä ja uusia toimijoita syntyy joka päivä. Etenkin kehittyvien markkinoiden potentiaalinen kilpailuetu on toimitusketjujohtamisessa otettava huomioon.

Kun tuotantoyksiköille saadaan yhdenmukaisia toiminta- ja tuotantostrategioita, voidaan myös vartailla yksiköitä keskenään. Vertailun pohjalta voidaan kopioida hyviä toimintamalleja yrityksen sisältä ja monistaa kehitystä useammassa yksikössä. Tämänlainen toimintamallien kehittyminen tuo exponentiaalisesti tuloksia pelkästään yhden yksikön kehittymiseen verrattuna. Benchmarking on suotavaa juurikin kohdeyrityksen emoyhtiön alalla. Yrityksen sisäisistä voimavaroista löytyy todella paljon potentiaalia toimitusketjun kehittämiseen.

4.6 Eräkokojen vaikutus toimitusketjun toimitusvarmuuten

Toimitusketjun tehottomuus lisääntyy, kun ketjun erilliset tekijät optimoivat tekemisiään ainoastaan oman toiminnan kannalta, eivätkä koko toimitusketjun kannalta. Toimitusketjun koordinointi tuottaa koko ketjulle tulosta. Tämän tuloksen jakaminen ketjun eri toimijoille sitouttaa ketjun eri osia toimimaan koko toimitusketjun edun mukaisesti. Toimitusketjun koordinoinnin tulosta voi jakaa ketjun eri toimijoille esimerkiksi: takaisinosto sopimuksilla, lyhyemmällä läpimenoajoilla, määrä alennuksilla, tiedon jakamisella, yhteisellä kysynnän enustuksella tai toimittajan ylläpitämällä varastoilla. (Boute & Lambrecht 2007.)

Toiminta ympäristössä jossa markkinat määräävät hinnat voidaan eräkokoihin suhteutettuja määrälennuksia käyttää toimitusketjun koordinointiin. Tämänkaltaista toimintaa kannattaa käyttää yrityksen tuotteissa jotka ovat vahvoilla markkinoilla. Tämä toimenpide auttaa yritystä maksimoimaan toimitusketjun tuotot. (Chopra & Meindl 2007, 14.)

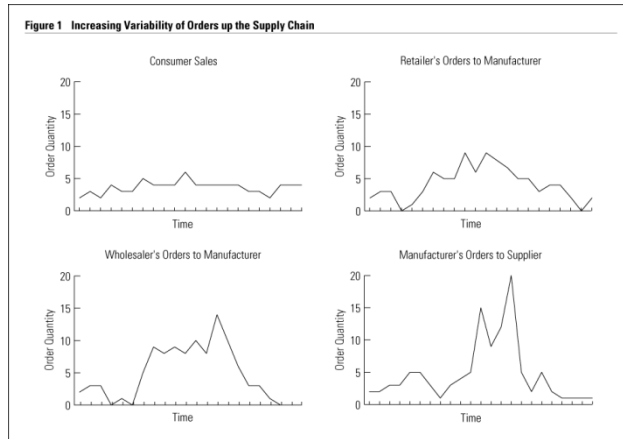
Tieteelliset tutkimukset ovat osoittaneet, että optimaalisen eräkoolla on lineaarinen suhde vaihtoaikojen kanssa. Pienemmät eräkoot voivat johtaa läpimenoaikojen vaihtelun pieneneeseen ja parempaan toimitusketju koordinointiin. (Yang & Deane 1993.)

Cachon on niitä harvoja jotka argumentoivat suurempien tilauserien puolesta. Tavarantoimittajan kysynnänvaihtelu vähenee, kun asiakkaan tilauksia tasapainotetaan. Tilauksen tasapainottaminen käy pidentämällä tilauserien väliä tai suurentamalla eräkokoja. Toimittajan kysynnänvaihtelun väheneminen voi johtaa toimittajan varastotasojen alenemiseen. Tämänkaltaiset toimenpiteet laskevat toimittajan kustannuksia. Toimittajan kysynnän vaihtelu on seuraus asiakkaiden sitoutumista toimitusketjuun. Tämän kaltainen vaikutus on saatavissa, jos asiakassuhde on epätasainen ja siinä ilmenee tilapäisyys. (Cachon 1999.)

4.7 Piiskavaikutus

Toimitusketjun koordinoimiseksi on olemassa yksi tärkeä tekijä, joka on informaation jakelu toimitusketjun sisällä. Informaation jakelulla on suoranaisia vaikutuksia toimitusketjussa olevien yritysten tuotantoon, varastointiin ja kuljetuksiin. Tässä luvussa käsitellään kysyntä

informaation jakelua toimitusketjussa ja kysyntä informaation systemaattista vääristymistä, silloin kun se jaetaan eteenpäin tilauksina toimitusketjun sisällä. (Lee, Padmanabham & Whang 2004.)



Kuva 8. Piiskavaikutus. (Lee, Padmanabham & Whang 2004).

Yritys, joka tarkkailee ainoastaan välitöntä sisään tulevaa tilaus informaatiota, tulee harhaan-johdetuksi toimitusketjun todellisesta kysyntä informaatiosta. Toimitusketjussa etenevää vahvistuvaa kysyntä häiriötä kutsutaan piiskavaikutukseksi. Kysyntä informaation vääristyminen on yksi yrityksen kulurakennetta nostava tekijä, esimerkiksi liiallisien raaka-aine hankintojen, valmistuskulujen, ylitöiden, varastointikustannusten ja kuljetuskulujen muodossa. Kaikki näistä kuluista ovat suunnittelun puutteen seurauksia, jotka johtuvat piiskavaikutuksesta, joka vääristää todellisen kysynnän toimitusketjussa. Näistä tekijöistä johtuen yrityksen kulut saattavat nousta jopa 12-25 %.(Lee ym. 2004.)

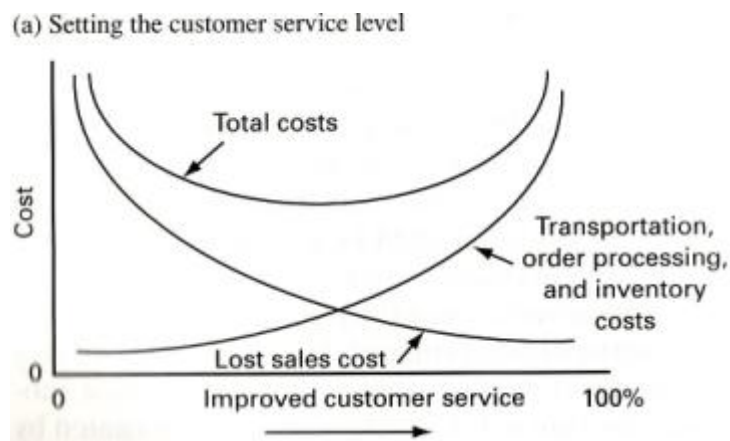
Kysyntä informaation vääristyminen eli piiskavaikutus syntyy neljästä eri tekijästä jotka ovat linkittyneenä toisiinsa. Nämä tekijät ovat: kysyntä signaalin prosessointi, puutteiden säännöstely, hankintojen eräkoot ja hinta tasojen vaihtelut. Nämä neljä tekijää ovat yleisiä liiketoiminnassa, jotkut markkinat ovat jopa luonteeltaan näitä lietsovia. Tällaisilla markkinoilla on tärkeätä, että toimitusketjussa toimivat osapuolet tunnistavat tekijöiden vaikutukset ja osaa-vat täten tehdä toimenpiteitä yhteistyön ylläpitämiseksi. (Lee ym. 2004.)

Toimitusketjussa etenevä tilausten muodossa saatu kysyntäinformaatiota tulisi hyödyntää varoen. Tilauskatoja varmemmat informaatiolähteet ovat myynti tiedot ja varasto määrät. Myyntilukuja ja varasto määriä hyödyntäen voidaan toimitusketjussa pehmentää piiskavaikutusta. Näiden käytäntöjen jatkuva lisääntyminen tukevat argumentteja niiden positiivisesta vaikutuksesta. (Lee ym. 2004.)

Piiskavaikutuksen osatekijöiden hallitsemiseen tarvittavia toimenpiteitä toimitusketjussa ovat informaation jakaminen, myynti ja varasto tietojen jakaminen tilausten koordinoiminen sekä hinnoittelun ja mainonnan toimien yksinkertaistaminen. Tämä vaatii toimitusketjussa olevilta yrityksiltä yhteistyökykyä ja luottamusta tietojen jaossa. Yleensä tämänkaltaisten arkaluontoisten informaatioiden jakaminen on ollut hankalaa, mutta tieto siitä, että se lieventää piiskavaikutusta muuttaa asiaa. (Lee ym. 2004.)

4.8 Toimitusvarmuus

Kuvassa yhdeksän on mallinnettu toimitusvarmuuden suhdetta kustannuksiin. Tässä mallissa on huomioitu myös tekemättömien kauppojen kustannus, joka on erittäin tärkeä alan kilpailutilanne huomioiden. Vertikaalinen y-akseli kuvaa kustannuksia ja horisontaalinen x-akseli kuvaa toimitusvarmuutta. Kuvassa on hyvin havainnollistettu kummankin ääripään tuhoisa vaikutus liiketoiminnalle. (Ballou 1999, 65.)



Kuva 9. Toimitusvarmuuden suhde kustannuksiin. (Ballou 1999, 40).

4.9 Eräkoot

Eräkooilla on valtava vaikutus tuotannon ja koko liiketoiminnan onnistumiseen. Eräkoon rajoittavia tekijöitä ovat luonnollisesti tuotteen antamat reunaehdot ja tuotannon sekä varastoinnin kapasiteetti. Näiden rajoittavien tekijöiden lisäksi huomioon täytyy ottaa myös kysyntä. Kun nämä kaikki tekijät ovat tiedossa ja ennustettavissa, niin jäljelle jää ainoastaan kaikkien näiden yhteensovittaminen tavalla, joka on yritykselle mahdollisimman kustannustehokas.

Tuotannon tehokkuuden mittaaminen on erittäin vaikeaa. Jo tehokkuuden määrittely on vaikeaa: onko tehokkuus nopeutta, joustavuutta vai säästeliäisyyttä? Mielestäni tehokkuus pysty-

tään parhaiten määrittelemään kysynnän täyttämiseen tarvittavan rahan ja liikevoiton erotuksella eli myyntikatteella. Jos tuotetaan enemmän kuin on kysyntää, ei tuotanto ole tehokasta ja jos tuotetaan liian vähän, niin se käy yritykselle vielä kalliimmaksi niin sanotun penalty feen kautta. Nykyään puhutaan paljon toimitusketjun joustavuudesta ja tätä ominaisuutta vaaditaan kaikilta eri ketjun osa-alueilta. Joustavuus maksaa paljon, sillä siihen tarvitaan joustavaa “kalliimpaa” työvoimaa, ylimääräisiä varastoja, varakalustoa. Yleensä joustavuus tuottaa myös hävikkiä kaikilla edellä mainituilla osa-alueilla.

Eräkoot ratkaisevat toimitusketjun joustavuuden painopisteen. Kysymyksenä on minne haluamme siirtää joustavuutta ja missä ketjun osassa joustavuus on halvinta. Tarkoituksena on saada liiketoiminnan kustannukset alas, jotta myyntikate olisi mahdollisimman suuri.



Kuva 10. Tehokkuuden käyttö kustannuksia minimoitaessa.

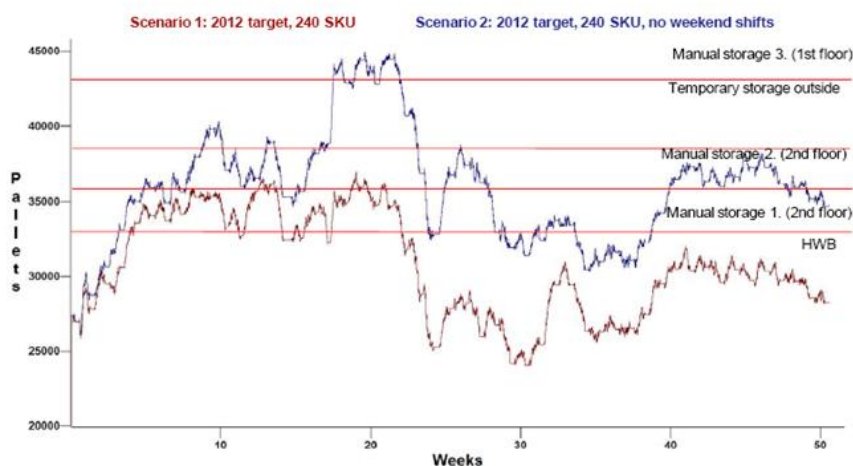
Suuremmalla tehokkuudella voidaan tehdä kahdenlaisia toimenpiteitä. Tehokkuus voidaan valjastaa ylimääräisiksi tuotteiksi tai kokonaistuotantoaika voidaan supistaa ja tällä tavoin säästää henkilöstökuluissa. Se, kumpi vaihtoehto valitaan, riippuu kysynnästä. Jos kapasiteetti on kysyntään nähden alijäämäinen, niin tehokkuudella tuotetaan ylimääräisiä tuotteita. Jos kapasiteetti ylittää kysynnän, niin toimenpide tulisi olla kokonaistuotantoajan supistaminen. Tuotannon joustavuuden iso osa-alue on se, kuinka nopeasti organisaatio pystyy vaihtelevaan edellä mainittujen kahden vaihtoehdon välillä.



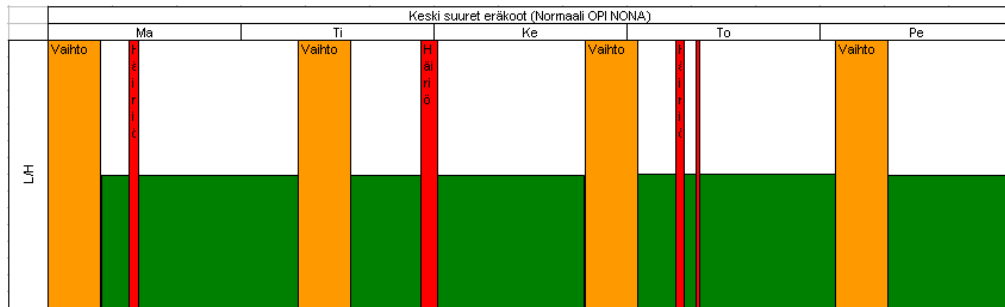
Kuva 11. Tehokkuuden käyttö kapasiteetin nostamisessa.

Tuotannon tehokkuuden yksinkertaistaminen on tehokasta. Jos tuotesortimentti kapenee, niin tuotanto tehostuu. Tuotesortimentin kasvaessa tuotannon tehokkuus laskee. Jos suurempi tuotesortimentti myy enemmän kuin kapea tuotesortimentti ja tuotantokustannukset pysyvät rajoissa, niin sortimentin kasvattaminen on kannattavaa. Tuotanto on tehokasta, jos sen kapasiteetti on optimaalisessa käytössä. Tällä tarkoitetaan sitä, että tuotettavien tuotteiden arvo ja tuotantokustannusten välinen ero on mahdollisimman iso.

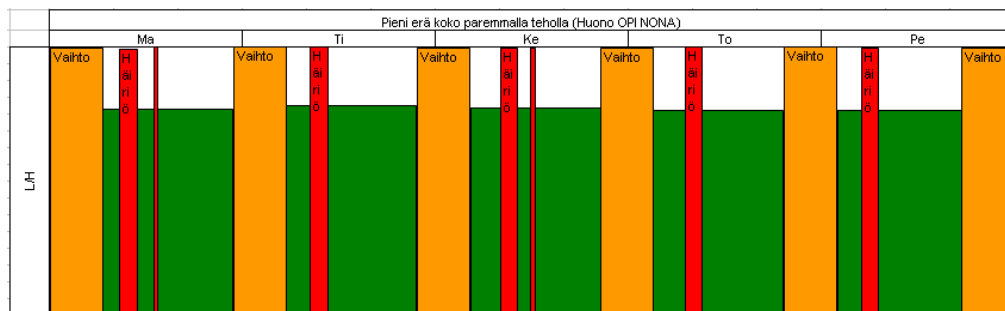
Lisäksi kaikki tuotettu tavara pitäisi saada myytyä markkinoille niiden tavoitehinnalla. Tämä onnistuu vain, jos markkinoilla ei ole ylitarjontaa tuotteella. Jos yrityksillä on tavoitteena kasvattaa markkinaosuutta, niin ne luultavimmin joutuvat ylittämään oman nykyisen tuotantokapasiteettinsa ja lisäämään sitä. Tämä johtaa taas kysynnän ja tarjonnan suhteisiin, joka laskee tarjottavien tuotteiden hintaa ja myytävien tuotteiden arvoa, joka heikentää tuotannon kannattavuutta ja sitä kautta tuotannon tehokkuutta.



Kuva 12. Joustavan tuotantomallin ja tehokkaan tuotantomallin erot varastotasossa.

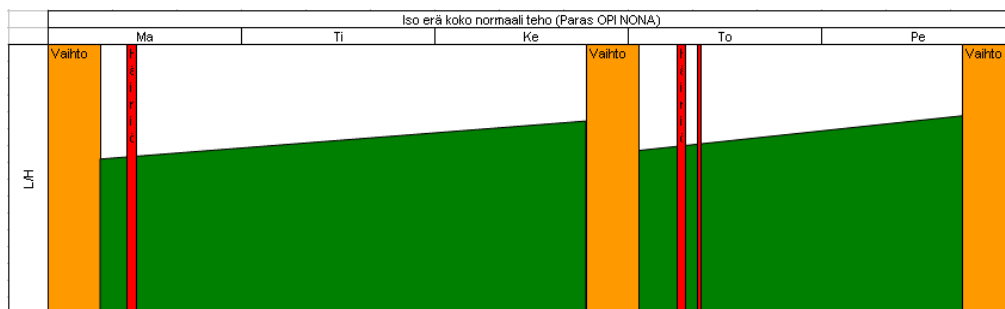


Kuva 13. Vanha tuotantomalli, normaali tuotantotehokkuus ja pienet eräkoot.



Kuva14. Suuren tehokkuuden tuotantomalli.

Linjan tehokkuuden nousun myötä ajonopeutta saadaan kasvatettua, ja vaaditut eräkoot saadaan valmistettua nopeammin, tai eräkokoja jopa pienennettäisiin. Linjalla ei ajeta pitkiä sarjoja ylikapasiteetin takia. Vaihdot, pesut ja häiriöt lisääntyvät ja tästä syystä linjan ajonopeus kärsii linjojen ylösajon vaikeuksista johtuen. Tätä tuotantostrategiaa tarvitaan, jos nimikemäärä on suuri ja kysynnän ennustamisessa on epätarkkuutta.



Kuva15. Suurien eräkokojen tuotantomalli.

Normaalilla tehokkuudella saadaan linjojen kapasiteettiä kasvatettua, jos niillä ajetaan isompia eräkokoja. Linjojen ajonopeus kasvaa suhteessa nimellisoiteuteen. Tätä tuotantostrate-

giaa käytetään, jos nimikemäärä pienenee, mutta volyymi pysyy samana tai kasvaa. Kysynnän ennustetarkkuuden paraneminen tai myynnin ohjaus sallii myös isojen eräkokojen käytön.

4.10 Nimikemäärän optimoiminen

Kohdeyrityksen suuri nimiketaso aiheuttaa paljon ongelmia läpi toimitusketjun. Suuret nimikemäärät tuottavat enemmän kustannuksia ostossa, tuotannossa, varastoinnissa ja jakelussa. Ainoat sisäisen toimitusketjun osa-alueet, jotka hyötyvät suuresta nimikemäärästä ovat myynti ja markkinointi. Myynnille on tärkeätä, että sillä on laaja tuoteskaala, josta se voi tarjota asiakkaille tuotteita erilaisiin tarpeisiin. Markkinointi tuo brändeille lisäarvoa uusilla tuotevariaatioilla ja uutuustuotteiden mainosarvolla. Jokaiselle yritykselle on elintärkeätä löytää omien resurssien ja nimikemäärän tasapaino.

Maailman markkinoilla on useampi asiakas lukumääräisesti kokoon nähden kuin Suomessa. Suomessa vähittäiskaupan markkinoita dominoi kaksi suurta ketjua, joiden varassa markkinat ovat. Myyjäpuolella tekijöitä on useampi. Tämä tarkoittaa että kohdeyrityksen markkina on tyypiltään bilateraalin oligopoli. Tämä pakottaa suurempaan tuotenimike määrään myynnin puolelta. Markkinaosuutta voi kasvattaa helpoiten, jos tuo markkinoille uuden toimivan tuotteen. Helpompi tilanne on esimerkiksi kohdeyrityksen emoyhtiöllä, jolla on käytössään huomattavasti suurempi valmistus- ja varastointikapasiteetti huolimatta siitä, että tuotenimikkeitä on huomattavasti vähemmän. Tämän johdosta emoyhtiön suurien valmiusvarastojen heilahtelut eivät tuo infrastruktuurin ja operoinnin lisäkuluja. Kysynnän heilahtelut pystytään puskuoimaan varastolla pois ja tuotantomalli saadaan tasaisemmaksi.

5 Tuotannon simulointiprojekti

Tässä luvussa käydään perusteellisesti läpi, mitä kohdeyrityksessä suoritettussa simulointiprojektissa tehtiin. Simulointiprojekti on esitetty kronologisessa järjestyksessä. Simulointiprojekti tehtiin Yritys X:n johdon tilauksesta. Projekti oli liiketoiminnan kannalta välttämätön.

5.1 Lähtötiedot

Tuotantostrategioiden simuloinnissa käytimme lähtötietoina vuoden 2009 myyntiennustetta ja 2009 nimikekantaa. Nimikekantana voi käyttää muutaman vuodenkin takaisia nimikkeitä, koska tuotteiden vaihtuvuus on suurta, mutta tuotantomalli ei siltikään muutu. Simuloinnin kannalta se on toissijainen asia, mitä lopputuotetta tuotenimike sisältää. Myyntiennusteen lukuja korjasin vuoden 2012 pakkausryhmäkohtaisesta myyntiennusteesta lasketulla kertoimella. Tällä toimenpiteellä sain todenmukaiset tulevat kysyntämäärät tämänhetkisille tuotteille. Nimikemäärän laskin yli 350 nimikkeestä 240 nimikkeeseen josta 205 nimikettä on omatuotet-

tuja. Rekonstruoin myös toisen variaation, jossa ennustetut myynnit pysyivät samalla tasolla, mutta kohdistuivat 280 nimikkeeseen. Tämä ratkaisu tehtiin projektia tarkkailevan ohjausryhmän pyynnöstä. Pakkausryhmien sisäisiä suhteita suhteutimme 2012 kehityssuunnitelmien mukaiseksi. Kaikissa simuloinneissa toimitusvarmuuden piti olla vähintään 98 prosenttia, jotta simulointi ajot hyväksyttiin.

5.2 Tuotantotiedot

Tuotantolinjojen tiedosta simulointiin tarvittiin linjakohtaisesti: ajonopeudet, vaihtoajat, häiriötiedot, ajojärjestykset ja pesuajat. Tuotekohtaisia tietoja olivat yksikköhinnat, pakkaushinnat, tilavuudet kaikissa pakkauksissa, vaihtokustannukset, minimieräkoot, pakkausryhmät sekä tietenkin kysyntä. Tämän lisäksi tarvittiin vuorotiedot, varastointitiedot sekä näiden kustannukset. Tuotantotietoihin tarvittiin myös niin sanotut ohjausparametrit, joilla säädettiin eräkokoja ja hälytys- ja puskurointirajoja eri luokituksen omaaville tuotteille.

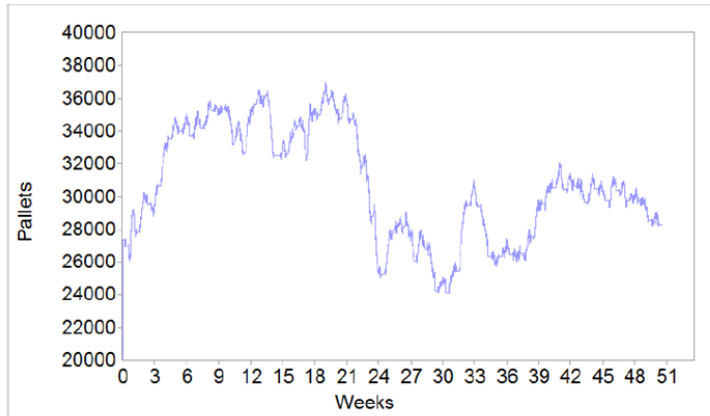
Tällä hetkellä kohdeyrityksessä on käytössä tuotantostrategia, jossa varastoa rajoitetaan pysymään optimitasolla ja tuotanto joustaa tarpeen mukaan. Tämä toiminta sopii tasaiselle kysyntävaiheelle, mutta luo paljon haasteita sesonkiaikaan.

5.3 Simulointiprojekti

Simuloinnissa käytettiin Promodel-nimistä simulointiohjelmaa, joka käyttää lähtö- ja tuotantotietoja ja luo niiden perusteelta simulointiajoja. Toisin sanoen ajoissa luotiin lähtö-, tuotanto- ja kysyntätietojen perusteella todenmukainen toimintajakso. Simulointi oli dynaaminen ja stokastinen.

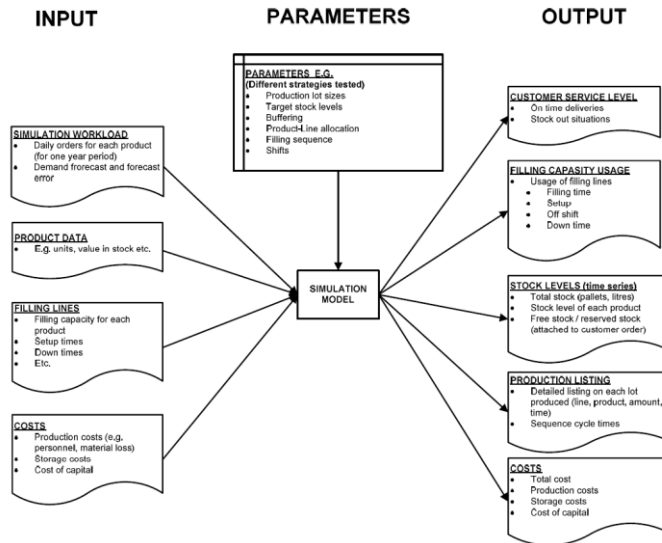
Simuloinnin päätarkoituksena oli saada tuotantostrategia, jonka pohjalta voidaan toimia mahdollisimman kustannustehokkaasti. Tämä tarkoittaa sitä, että tuotanto toteutuu ennakoiden kysynnän vaihtelujen mukaisesti. Tavoitteena oli saada tasainen ja tehokas tuotanto, joka puskuroi matalan kysynnän aikana tulevat kysyntäpiikit.

Tämänkaltaisessa toiminnassa varastojen määrät kasvavat. Varastojen määrien kasvusta syntyvien kustannusten tulisi alittaa reippaasti epävakaa toimintamallin työvoimakustannukset. Epävakaalla tuotantomallilla kustannuksia kasvattavat räjähdysmäisesti viikonloppu- ja ylityöt. Suomessa varastointi on halvempaa kuin työvoima. Tavoitteena simuloinneissa on aina täyttää toimitusvarmuutena 98 prosenttia.



Kuva16. Varastotaso kalenterivuodelta.

Ohjausparametreina käytettiin eräkoon riittopäivää, puskurointirajaa ja hälytysrajan riittoa. Kaikkia ohjausparametreja voitiin muuttaa linjakohtaisesti sekä linjan sisällä ABC- luokituksen mukaan. ABC-luokitus on tehty tuotteen tilausvolyymien mukaan. Joissain erikoistapauksissa tilausvolyymien sijaan on käytetty muita ehtoja, kuten poikkeavien pakkausmuotojen tuomia ehtoja. Eräkoon riittopäivällä voidaan asettaa kuinka suuria eräkokoja linjat valmistavat. Jos esimerkiksi tuote myy päivässä tuhat varastointiyksikköä, niin eräkoon riittoparametrin ollessa kymmenen, varastointiyksiköitä valmistetaan yhdessä erässä 10 000. Mitä isompi luku eräkoon riitossa on, sitä harvemmin tuotetta joudutaan tekemään. Puskurointirajan parametrilla asetetaan tuotteille raja, jonka alittuessa tuotetta valmistetaan, vaikka hälytysraja ei olisi umpeutunut. Puskuroitavia tuotteita tehdään vain silloin kun millään tuotteella hälytysraja ei ole umpeutunut. Hälytysrajalla asetetaan minimi varastosaldo tuotteelle jonka alituttua tuote menee seuraavaksi valmistettavien jonoon. Mitä korkeampi hälytysraja, sitä suurempi on tuotteen varmuusvarasto.



Kuva 17. Simulointimallin informaatio kulku.

6 Tutkimustuloksien tarkastelu

Tässä luvussa tarkastellaan simulointiprojektin tutkimustuloksia sekä käydään läpi johtopäätöksiä simuloinnista tutkimusmenetelmänä.

6.1 Simulointi projektin lopputulos

Sain simuloinnissa selville, että mn-, f- ja p-linjojen yhteinen kolmivuorojärjestelmä ei tule riittämään tulevaan kysyntään. Linjoilla tarvitaan ylimääräisiä vuoroja ja tämän myötä uusi vuorojärjestelmä. Viikonloppuvuoroja ei tulla tarvitsemaan, jos linjojen tehokkuusvaatimukset täyttyvät vaihtoaikojen, häiriöiden ja ajonopeuksien osalta sekä sesonkiaikoina käytössä on 48 000 lavapaikkaa. Viikonloppuvuorojen ollessa käytössä sesonkiaikana varaston maksimikoko tulee olemaan vain 41 000 lavapaikkaa.

Simuloinnin tuloksena suosittelemme kahta eri toimintamallia, jotka ovat kustannuksiltaan yhtä suuret. Ensimmäinen toimintamalli on pienet eräkoot ja pienet varastot. Tämän toimintamallin hyvänä ominaisuutena on ketteryden säilyttäminen. Tuotamme organisaation muille osa-alueille joustavuutta. Pienen varaston ansiosta emme voi aiheuttaa suurta hävikkiä. Pienien eräkokojen ansiosta emme valmistu kysynnän ylittävää osuutta. Tässä toimintamallissa etuna on myös läpimenoaikojen lyhentyminen ja täten pidempien parasta ennen -aikojen saaminen. Toimintamallin huonoja puolia ovat kapasiteettiongelmiin liittyvät riskit. Tässä mallissa meillä ei ole suurta varastoa, joka pehmentäisi kysynnän ja kysyntäennusteen heilahteluja. Toisena huonona puolena on, että toimintamalli ei tue emoyhtiön tehokkuus mittarin kehitystä.

Toinen toimintamalli on pidempien eräkokojen ja suurempien varastojen malli. Tämän mallin hyviä puolia on sen tuoma pitkäjänteisyys tuotannon puolella. Tällä tarkoitetaan sitä, että heti jonkin mennessä pieleen ei tarvitse vetää hätäjarrusta ja äkkinäisten toimenpiteiden tarve laskee. Tämä toimintamalli tukee tehokkuuslukujen kasvua. Malli ennaltaehkäisee hyvin kapasiteettiriskien aiheuttamia vahinkoja. Huonoina ominaisuuksina toimintamalli vaatii toimitusketjun muilta osa alueilta joustavuutta ja tämän mukaan suurta muutosta koko organisaatiossa. Muutosalueita tulisivat olemaan myynnin ohjaaminen ja kokonaisvaltainen tuotantoon fokusoitunut toimitusketjun läpinäkyvyys. Opinnäytetyön tuloksena on, että kustannustehokkuudeltaan optimaalisin tuotantostrategia Yritys X:lle on tuotantostrategia, joka suosii suuria eräkokoja.

6.2 Johtopäätöksiä simuloinnista

Tuotannon simuloinnilla tarkoitetaan erilaisten todennäköisyyksien pohjalta perustuvien tulevaisuuden kysyntäkenaarioiden soveltumista tämän hetkiseen tai tulevaisuudessa käytössä olevaan tuotantokapasiteettiin. Tämän kaltaisella simuloinnilla yritetään saada päätöksentekoon tukea. Simuloinnissa pitää silti muistaa, että se ei perustu faktoihin, vaan todennäköisyyksiin. Tämän takia simuloinnin tuomia tietoja pitää osata tulkita suuntaa-antavina.

Yrityksen operatiiviseen päätöksentekoon simulointi soveltuu parhaiten, jos simuloitava ajanjakso sijoittuu mahdollisimman lähelle tulevaisuuteen, että lähtötiedot ovat mahdollisimman todenmukaiset ja markkinatilanteen ennustaminen olisi suhteellisen realistista. Mitä kauempaa ajankohtaa pyritään simuloimaan, sitä suuremmalla todennäköisyydellä simuloinnin tulokset ovat väärät ja sitä pienemmän painoarvon niiden tulisi saada päätöksenteon tukena.

Simulointi antaa rajattomat mahdollisuudet varioida tuloksia. Simuloinnin suorittajien tulee olla tietoisia siitä, että heidän mielipiteensä ja olettamuksensa ohjaavat vahvasti simuloinnin tuloksia. Lähtökohtaisesti tiimin pitäisi olla ennakoasenteettomia. Simuloivan tiimin ennakoasenteettomuus on valitettavasti harvinaista, sillä asian tiimoilla työskentelevillä henkilöillä pitää olla vahva kokemus yrityksen tuotannollisista toiminnoista tai vähintäänkin toimialasta. Ilman tämän kaltaista kokemusta simulointiin perehtyminen vie liian kauan resursseja. Tämän takia simuloinnin suorittavan tiimin tulisi olla tietoinen ennakoasenteiden ja oletusten vaikutuksista tuloksiin ja pyrkiä siitä huolimatta suorittamaan annettua tehtävää ammattilaismaisesti.

7 Yhteenveto

Kohdeyrityksen tämän hetkinen toimintamalli asettaa suuret paineet tuotantoon säilyttääkseen toimitusketjunsä joustavuuden. Toimintamalli korostaa lyhyitä tuotantoeräiä. Kaikki tämä alkaa kysyntäennusteesta. Lyhyet tuotantoerät sallivat suuremman virhemarginaalin kysynnän ennustamisessa. Kysyntäennusteen ollessa parempi tuotanto pystyisi valmistamaan pidemmälle aikajänteelle niin sanottua oikeata tuotetta pidemmällä eräkooilla kustannus tehokkaammin. Kysyntäennuste kulkee käsi kädessä myynnin ja markkinoinnin luoman kysynnän kanssa. Myynti ja markkinointi saavat vapaat kädet operoida niillä tuotteilla, mitkä he kokevat markkinoilla vetäviksi.

Kysynnän heilahtelua voisi vastata harkitulla myynnin ohjaamisella. Oikeanlaisella myynnin ohjaamisella pystyttäisiin tasaamaan kulutusta. Tähän sopisi ajatus, että kampanjat tulisivat tuotanto- ohjatusti ja myynti ja markkinointi loisivat sille kysynnän. Tämän kaltaisella toimintamallilla tuotanto voisi toimia suuremmilla eräkooilla ja täten kustannustehokkaammin. Päivittäistavara kaupan uusien ohjausjärjestelmien takia myynnin ohjaus tulisi suunnata kampanjatuotteisiin. Kampanjatuotteiksi pitäisi saada tuotteita, joita kohdeyritys pystyy tuottamaan kapasiteetti huomioiden kustannustehokkaasti.

Kohdeyrityksen tuotantostrategian tulisi perustua SKU-valikoiman (stock keeping units) tarpeisiin. Tuotantostrategiaan ei tulisi vaikuttaa emoyhtiön tehokkuuslaskenta. Laskenta vääristää tuotantostrategian tarvetta. SKU-valikoiman muuttuessa volyyymiagendan mukana kohdeyrityksen tulisi muuttaa ajostrategiaa pienistä eräkooista suuriin eräkokoihin. Tuotantostrategian muutos perustuu harvempien nimikkeiden suhteellisesti suuremman volyymin tarpeeseen. Kun nimikemäärää pienennetään, tuotantostrategian joustavuuden tarve vähenee ja toimintamallin tulisi kokonaisuudessa muuttua tilanteeseen soveltuvaksi. Tähän tilanteeseen soveltuva tuotantostrategia vaatii tuotannon suunnittelun ja panimonohjauksen integroimista emoyhtiön toimintamalleihin. Nämä toimintamallit taas nostavat tahattomasti tehokkuuslukuja.

Tämän muutoksen mukaan tuotannon kustannukset tulevat muuttumaan. Kokonaismääräisesti kustannukset tulevat olemaan samaa suuruusluokkaa, mutta niiden painopiste muuttuu tuotannon henkilöstökustannuksista varastointi- ja varastoinnin ylläpitokustannuksiin. Tämän takia kohdeyrityksen tulisi valmistautua lisäämään kiinteää varastoaan noin 5000 lavapaikalla. Kustannuksia voidaan vähentää pitkällä aikavälillä investoimalla näiden 5000 lavapaikan opeointiin. Kohdeyrityksen tulisi investoida uuden tuotantolinjan pakkausominaisuuteen. Tämä puute tulisi korjata nopeasti, sillä vanhan tuotantolinjan ruuhkautuminen aiheuttaa huomattavia puutoksia hyvän katteen omaaviin tuotteisiin ja täten merkittäviä taloudellisia tappioita.

Linjojen ei välttämättä tarvitse kehittyä ajonopeudeltaan, jotta saavutettaisiin optimikapasiteetti. Optimikapasiteettiin vaikuttaa enemmänkin muuttuva nimikkeiden suhteellinen volyyymi ja valittu tuotantostrategia.

8 Pohdinta

Tilanne, jossa kohdeyritys on liiketoiminnallisesti, on hankala. Kustannusten leikkaamisen ajamana yritys on asettanut tuotantonsa tilanteeseen jossa se on selkä seinää vasten. Tuotanto ja varastointi kapasiteetti eivät anna riittävää joustavuutta toimitusvarmuuden ylläpitämiseksi tähänastisella tuotantostrategialla. Tuotantostrategian on muututtava suurempia eräkojoja suosivaksi. Tämä muutos vaatii joko isommat varastointitilat tai paremman myyntiennusteen. Toimitusketjun alavirran yhteistyökumppaneiden liiketoiminnalliset toimenpiteet toimitusketjun koordinoinnin saavuttamiseksi, kuten VMI:n tilausjärjestelmän muutokset tai myyntilukujen jakamisen lakkauttaminen ovat tuhoisia toimitusketjun kysynnän ennustamiselle. Toimitusketjun koordinoinnin lisäämisellä on selkeä vaikutus yrityksen tuottavuuteen. Kysyntä ennusteen heikkeneminen entisestään pakottaa kohdeyrityksen toimimaan toimitusvarmuuden ylläpitämiseksi. Toimitusvarmuuden ylläpitämiseksi hyödyllisiä toimenpiteitä ovat nimikemäärien vähentäminen tai varastojen lisääminen. Molemmilla toimenpiteillä on suuria vaikutuksia yrityksen kustannusrakenteeseen.

Projektin suurimman fokuksen sai toimitusvarmuuden säilyttäminen ja kehittäminen. Tämän jälkeen rajoittavana tekijänä toimivat tuotantolinjat ja niiden toiminta. Viimeisinä tekijöinä tutkittiin varsin vakaata tekijää, eli varastointia ja yhtä simuloinnin lopputuloksen kannalta tärkeintä tekijää, eli työvoimaa. Mielestäni työvoimaa olisi pitänyt huomioida paremmin. Tällä tarkoitan sitä, että työvoiman toiminnasta olisi kannattanut myös tutkia, kuinka sitä voitaisiin käyttää tehokkaammin ja löytyykö eri linjatiimien sisältä työsuorituksia, jotka ovat samankaltaisia muillakin linjoilla sekä minkälaisella koulutuksella ja linjan muokkauksella työvoimasta saataisiin tehokkaampaa. Suurin työvoiman tehokkuuden tekijä tässä tilanteessa olisi työvoiman moniosaamisen myötä saatava joustavuus. Linjakohtaisten käyttöasteiden eroavaisuuksien johdosta niin sanottu joutoaika voitaisiin käyttää toisen linjan kuormituksen keventämiseen.

On olemassa paljon kirjallisuutta ja julkaisuja, jotka kertovat eräkojojen pienentämisen positiivisista vaikutuksista läpimenoaikoihin. Useat raportoivat toimitusketjun läpinäkyvyyden, yhteistyön ja informaation jakamisen parantavasta vaikutuksesta kysynnänennustamiseen, mutta harva kertoo kuinka pitäisi menetellä, jos toimitusketjun yhteistyökumppani toimii kilpailutilanteen salliessa itsekkäästi ja sahaa yrityksiensä alla olevaa oksaa.

LÄHTEET

- Chopra, S. & Meindl, P. 2007. Supply chain management: Strategy, planning & operation. 3th edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Ballou, R. 1999. Business logistics management. 4th edition. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Heikkilä, T. 1998. Tilastollinen tutkimus. Helsinki: Edita.
- Hillier, F. S. & Liebermann, G. J. 2005. Introduction to operations research. Boston: McGraw-Hill.
- Hirsjärvi, S., Remes, P., Sajavaara, P. 2006. Tutki ja kirjoita. 12. painos. Jyväskylä: Gummerus.
- Hokkanen, S., Karhunen, J. & Luukkainen, M. 2002. Johdatus logistiseen ajatteluun. Jyväskylä: Kopiojyvä.
- Inkiläinen, A. 2009. Logistinen päätöksenteko. Helsinki: Edita.
- Karrus, K.J. 2005. Logistiikka. 3. uudistettu painos. Helsinki: WSOY.
- Nahmias, S. 2001. Production and operation analysis. 4th edition. New York: McGraw-Hill/Irwin.
- Sakki, J. 2009. Tilaus-toimitusketjun hallinta: b2b: vähemmällä enemmän. 7. uudistettu painos. Helsinki: Hakapaino.
- Yang J. & Deane, R.H. 1993. Setup time reduction and competitive advantage in a closed manufacturing cell. European journal of operational research 1993/3.

SÄHKÖISET LÄHTEET

- Boute, R. & Lambrecht, M. 2007. Altruistic behavior in supply chain management. Viitattu 15.10.2010.
http://www.econ.kuleuven.be/tem/jaargangen/2001-2010/2007/TEM%202007-3/TEM_07-3-10_Boute.pdf
- Cachon, G. 1999. Managing supply chain demand variability with scheduled ordering policies. Viitattu 30.09.2010.
http://opimweb.wharton.upenn.edu/documents/research/Cachon_ms_demvar.pdf
- Lee, H., Padmanabhan, V. & Whang, S. 2004. The bullwhip effect in supply chains. http://profit-chain.com/images/The_Bullwhip_Effect_in_Supply_Chains.pdf
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006a. Osallistuva havainnointi. Viitattu 11.10.2010.
http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L6_4_2.html
- Saaranen-Kauppinen, A. & Puusniekka, A. 2006b. Triangulaatio. Viitattu 11.10.2010.
http://www.fsd.uta.fi/menetelmaopetus/kvali/L2_3_2_4.html

Simchi-Levi, D., Kaminsky, P. & Simchi-Levi, E. 2003. Designing & managing the supply chain. Concepts, strategies and case studies. 2nd edition. Viitattu 15.10.2010.

http://books.google.fi/books?id=SYKYU06odPgC&printsec=frontcover&dq=Designing+%26+manag-ing+the+supply+chain.+Concepts,+strategies+and+case+studies.&source=bl&ots=l9SdPMFzu0&sig=bk8fkAEG8U28o9uOr9xsmpvHCD0&hl=fi&ei=-EzETPS5I4bMswaZgoXaCA&sa=X&oi=book_result&ct=result&resnum=3&ved=0CCsQ6AEwAg#v=onepage&q&f=false

Småros, J. Forecasting collaboration in the european grocery sector: Observations from a case study. Viitattu 12.10.2010.

http://www.lrg.tkk.fi/publications/forecasting_collaboration.pdf

Yritys x:n vastuullisuusraportti

Yritys x:n simulointiprojekti 2010

Yritys x internetsivut

Yritys x intranet

Kuvat

Kuva 1: Tutkimusasetelma.	10
Kuva 2: Kysynnän vaihtelu.	12
Kuva 3: Varastoinnin kustannus.	13
Kuva 4: Imuorientoitunut täydennysmalli.	14
Kuva 5: Toimitusketjun koordinoinnin kanavat.	16
Kuva 6: Simulointimallin operaatiologiikka.	22
Kuva 7: Toimitusvarmuus.	24
Kuva 8: Piiskavaikutus.	28
Kuva 9: Toimitusvarmuuden suhde kustannuksiin.	29
Kuva 10: Tehokkuuden käyttö kustannusten minimointiin.	30
Kuva 11: Tehokkuuden käyttö kapasiteetin nostamisessa.	31
Kuva 12: Joustavan ja tehokkaan tuotantomallin erot varastotasossa.	31
Kuva 13: Vanha tuotantomalli, normaali tehokkuus ja pienet eräkoot.	32
Kuva 14: Suuren tehokkuuden tuotantomalli.	32
Kuva 15: Suurien eräkokojen tuotantomalli.	32
Kuva 16: Varastotaso kalenterivuodelta.	35
Kuva 17: Simulointimallin informaatiokulku.	36

LIITTEET

Liite 1: Simulointiajot

Liite 2: Tehokkuuslaskenta

Liite 1: Simulointiajot

Ajo 12:ssa simuloitiin tilannetta jossa varasto määrä pidettäisiin lukittuna noin 38 000 lava-paikkaan, joka on toiminnan kannalta melko optimaalinen. Samalla annettiin työvoiman joustaa tarvittaessa. Linjojen tehokkuus oli nostettu vuoden 2012 tavoite tasolle. Kokonaisuudessaan ajon tulisi näyttää kuinka paljon henkilöstökustannukset nousevat kun kiinteän varaston johdosta tuotannon pitää joustaa pienentämällä valmistettavien erien kokoa, säilyttääkseen toimitusvarmuus.

Ajo 13:ssa tilanne oli sama lähtötiedoiltaan kuin ajossa 12, mutta varasto määrän annettiin liikkua vapaasti. Tämä mahdollistaisi puskuroinnin ja eräkokojen suurentamisen jonka kautta tuotanto optimoitaisiin resurssien kannalta. Lopputuloksena haluttiin nähdä mitä kustannus säästöjä varaston joustavuudella pystyttäisiin saavuttamaan. Lähtökohtaisesti arviot olisivat, että työvuorojen tarvetta pystyttäisiin pienentämään merkittävästi.

Vapaa varasto malli ja kiinteän varaston mallien eroavaisuudet kustannuksissa olivat marginaaliset. Erot voidaan hyvinkin selittää virhekertoimella. Vuorojärjestelmiin ei saatu riittävästi eroa. Tämä johtui siitä että molemmissa ajoissa linjojen saanto oli tarpeeksi korkea. Ajojen samanlaisuus johtui siitä, että kiinteän varaston ajo sai samat hyödyt kuin vapaan varaston ajo. Näitä etuja olivat esimerkiksi vaihtojen, häiriöiden ja ajonopeuksien kehitys kertoimet. Kun linjat ajavat lyhyempiä erää, niin todennäköisyys, että linjat toimisivat tehokkaasti pienenevät. Pienemmällä eräkoolla toimiminen lisää automaattisesti vaihtoja. Lisääntyvät vaihdot aiheuttavat myös pesujen lisääntymistä sekä linjojen ylösajo aikojen heikkenemisen. Nämä kaikki tekijät suurentavat myös häiriöiden todennäköisyyden. Kaiken kaikkiaan eräkokojen pienentäminen johtaa linjat huonoon käyttötehokkuuteen. Suuret eräkoot toimivat taasen päinvastaisesti linjojen tehokkuuden kannalta. Vapaan varaston tuomat operointi kustannukset ja varastoon sidotun pääomakustannusten summa ylitti tuotannon optimoinnissa saavutettavat kustannussäästöt.

Ajossa 15 simuloitiin uudestaan kiinteän varaston mallia. Isoin ero kyseisessä ajossa oli se, että kehityskertoimet palautettiin alkuperäiselle nollla tasolle. Tällä tavoin saataisiin selville mitä linjojen tehokkuuden kehittymättömyys maksaisi. Oletuksena oli, että työvoimaa tarvittaisiin huomattavasti enemmän ja sitä kautta koko toiminta tulisi kalliimmaksi.

Ajossa 15 varastointiin ja vaihtoihin liittyvät kustannukset olivat samat kuin muissakin kiinteän varaston malleissa, mutta tuotannossa jouduttiin käytetty huomattavasti enemmän työvoimaa jotta toimitusvarmuus saatiin pidettyä samalla tasolla. Tämä tarkoitti henkilöstö kustannusten lisääntymistä noin 40%. Ajojen 12 ja 15 perusteella tehokkuus tavoitteiden täyttämisen epäonnistumisen hintalapussa on noin 2 000 000€ hintalappu.

Ajo 16 suoritetaan kiinteänvaraston mallilla. Kehityskertoimia asetetaan niille linjoille jotka ovat ilman kehityskertoimia epärealistisia nykytilanteeseen nähden. Näitä epärealistisimpia tuloksia olivat joidenkin linjojen häiriöajat sekä joidenkin linjojen vaihtoajat. Vaihtoajoja ja pesuaikoja käsitellään tässä ajossa yhtenä kokonaisuutena sillä pakotettujen pesujen toiminta simuloinnissa on tuonut hankaluuksia vuorojärjestelmissä joissa on käytössä ns. 0 viikkoja tai viikonlopputöitä. Tuloksena luultavimmin on että muut kustannukset pysyvät samoina ajosta 15 paitsi henkilöstökustannukset laskevat kehityskertoimien tuoman osuuden verran. Tämän ei pitäisi tuoda liiemmin suuria muutoksia. Pohdinnaksi tämän ajon jälkeen jää kumpi ajoista 15 vai 16 on todenmukaisempi tulos simuloimaan kehityksen seisautumista. Sillä nimikemää-

rän laskeminen nykyisestä simuloinnissa käytössä olevaan määrään tuo pakostikin itsestään jo tuotannon tehostumista. Omasta mielestäni ajo 16 on oikea tähän tarkasteluun.

Ajon 16 nykyisillä tehokkuuksilla ja todellisen tämänhetkisen tilanteen vertailu on sallittavaa. Nimikemäärän tiputtaminen ei automaattisesti tuo suurta kehitys hyppyä tehokkuuksissa sillä poistettavat nimikkeet ovat kategorioiden heikoiten menestyviä. Tämän lisäksi monien tuotteiden kysynät siirtyvät vastaavanlaisten tuotteiden kysyntään. Tässä tapahtuu ns. tuotenimikkeiden kannibalisoinnin vastakohta. Kiteytettynä 30% vähennys nimikemäärässä tuo olemattoman vähennyksen litroissa.

Ajon 16 tulokset olivat erinomaiset. Linjojen käyttöasteissa saannot, häiriöt ja vaihtopesut olivat juuri tämän hetkisen tilanteen tasolla. Kustannuksista laskettuna saimme kehitys tavoitteille tuloksen. Lopputuloksena on, että kehitys tavoitteisiin pääsy tuo tuotannon operatiivisiin kustannuksiin 16% säästön ja henkilöstökuluihin 22% säästön.

Ajossa 17 tarkoituksena on lähteä simuloimaan suurempaa nimikemäärää. Suurempi nimikemäärä tarkoittaa 235 omavalmistetun sku:n tuottamista. Ensimmäisen suuremmannimikemäärän ajo tulee suorittaa samoilla parametreilla kuin ajo 16. Tällä tavoin saamme tulokseksi mikä olisi tilanne tämänhetkisillä tehokkuuksilla. Tämän jälkeen, kun lähtötaso on simuloitu, on helppo lähteä rakentamaan seuraaville ajoille tavoitteita ja kehitystä ja tarkkailla niiden kustannuksia. Tärkein lopputulos ajossa 17 on, että toimitusvarmuus pysyy tavoitetasolla eli päälle 98%. Seuraavana tavoitteena on, että saamme säilytettyä kiinteän varaston samoissa suuruusluokissa kuin edelliset ajot eli noin 37 000 lavapaikassa. Näiden tavoitteet täytyttyä ajo on vertailukelpoinen.

Ajo 18:ssa simuloimme suuremman nimikemäärän ja paremman tehokkuuden tilannetta. Tämä on hieman paradoksaalinen tilanne sillä suurempaan tehokkuuteen on tarkoituksena päästä nimikemäärien laskun myötä. Kyseinen ajo käyttäytyi odotetulla tavalla, hieman isommilla kustannuksilla kuin ajo 17. Kustannukset laskivat samassa suuruusluokassa kuin ajojen 16 ja 12 välissä. Joissa eron teki myös vain tehokkuus.

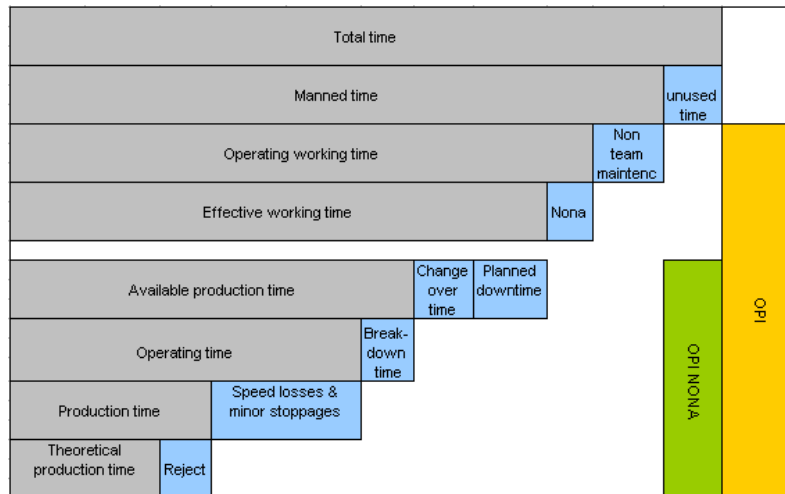
Ajossa 21 lähdimme tavoittelemaan tavoite tehokkuutta asettamalla ohjausparametrit tarpeeksi suuriksi jotta tuotanto osuus kasvaisi halutulle tasolle. Tämä ajo johti keskivaraston huomattavaan nousuun. Varasto nousi 40 000 lavapaikasta 70 000. Ohjausparametreja jouduttiin kasvattamaan yli kaksinkertaisiksi, mutta haluttu lopputulos jäi vaisuksi. Tuotanto osuus kasvoi, mutta ei niin paljon, kuin ajattelimme. Tämä johtui siitä, että malli kasvatti suurentuneiden eräkokojen ja tuotantoaikojen takia myös häiriöitä ja joutoaikaa vaikka todellisuudessa nämä pienenisivät. Jos nämä epätodenmukaisuudet korjattaisiin, niin tuotanto prosentti kasvaisi odotetulle tasolle. Tätä ei kuitenkaan lähdetty enää suorittamaan, sillä simulointiryhmämme ei koe toimenpidettä oikeudenmukaiseksi simulointia kohtaan.

Toteamuksena on, että simuloinnissa ei voida käyttää tehokkuus mittaria tämänkaltaisten pienten vikojen takia. Simulointi on silti pätevä sillä se osoittaa mistä kustannukset todellisuudessa tulevat ja missä suhteissa. Kustannus mittari on simulointiryhmämme mielestä huomattavasti parempi mittari tuotannon tehokkuudelle jos sitä verrataan toimitusvarmuusprosentin kanssa. Tehokkuus mittari näyttää hyvin kehityskohteeksi soveltuvia osa-alueita ja niiden kehittymistä. Omasta mielestäni mittari ei ole paras mahdollinen tapa tuotannon tehokkuuden mittaamiselle.

Simuloinnissa pyrimme ajossa 21 todistamaan ohjausparametreista johtuvan opin nonan nousun, kun varaston keskimääräinen koko nostettiin 40 000 lavapaikasta 70 000 lavapaikkaan, niin tehokkuudet kehittyivät selkeästi kaikilla linjoilla. Tämän saimme aikaan ainoastaan asettamalla isompia eräkokoja. Malli ei simuloinut tehokkuuden nousua niin paljon kuin olisimme toivoneet, mutta tämä johtui siitä, että malli ei pysty suhteellisesti laskemaan häiriöiden ja joutoaikojen osuutta tuotantoajasta vaan nosti niitä tuotantoajan nousun myötä. Mallissa häiriöajat ja joutoajat lasketaan keskiarvojen pohjalta ja ne muuttuvat samassa suhteessa tuotantoajan kanssa.

Ajossa 23 halusimme kokeilla kuinka hallittu eräkokojen muuttaminen toisi mukanaan. Käytimme ajoa 12 pohjana ja muutimme siihen ainoastaan ohjausparametreista linjojen x, w ja mn eräkokoja B ja C tuotteiden osalta kaksinkertaisiksi. Ajon kokonaiskustannukset olivat täsmälleen saman kuin ajossa 12, kustannukset olivat siirtyneet tuotannon henkilökustannuksista vaihtoihin ja varaston operointi ja infrastruktuuri kustannuksiin. Suurin ero oli, että puute litrat tippuivat 3 miljoonasta yksiköstä 2,3 miljoonaan yksikköön. Tämän positiivisen kehityksen hintana näkyi 37 000 lavapaikasta 40 000 lavapaikkaan noussut varaston määrä. Tämä ajo näytti, että ohjausparametreja on kannattavaa optimoida joidenkin tuotteitten kohdalla.

Liite 2: Tehokkuuslaskenta



Kuva 6. Tehokkuuden laskenta

Total time = Kokonaisaika

Manned time = Miehitusaika

Unused time = aika joka on vuorojärjestelmän ulkopuolella

Operating working time = Aika jolloin linja on ajo valmiina

Non team maintenance = huolto

Effective working time = tehokas työ aika

Nona = Ei tilauksia, ei toimintaa

Available production time = mahdollinen tuotanto aika

Change over = vaihdot

Planned downtime = pesut ja huollot

Operating time = operointiaika

Breakdown time = häiriöt >5min

Production time = tuotantoaika

Speed losses & minor stops = ajo nopeuden heikentymiset, linjojen ylösajot ja häiriöt < 5 min

Theoretical production time = tuotantoa nimellisaikalla

Reject = laadulliset virheet