

Roope Härmä

Tuotannosuunnittelun kehittäminen uusien autojen maahantuontikunnostamossa

Opinnäytetyö
Insinööri (AMK), logistiikka

2021



**Kaakkois-Suomen
ammattikorkeakoulu**

Tekijä/Tekijät	Tutkinto	Aika
Roope Härmä	Insinööri (AMK)	Toukokuu 2021
Opinnäytetyön nimi		42 sivua 0 liitesivua
Tuotannonsuunnittelun kehittäminen uusien autojen maahan- tuontikunnostamossa		
Toimeksiantaja		
Semaster Oy		
Ohjaaja		
Salla Vaahersalo		
Tiivistelmä		
<p>Tämän opinnäytetyön tavoitteena oli tutkia ja kehittää tuotannonsuunnittelua uusien autojen maahantuontikunnostuspalveluita tarjoavalle Semaster Oy:lle.</p> <p>Tutkimustyö toteutettiin kvalitatiivisena tapaustutkimuksena. Toimeksiantajan työskentelymetodeihin tutustuttiin, minkä lisäksi teoreettisen viitekehyksen määrittelyn jälkeen toimeksiantajan edustajaa haastateltiin kerättyyn teoriamateriaaliin liittyen. Tutkimuksen tavoitteena oli kerätä laaja teoreettinen tietämys tuotannonsuunnittelusta ja laatia toimeksiantajalle malli master production schedulesta eli tuotannon kokonaisaikataulusta. Opinnäytetyön teoreettinen osuus kerättiin suomen- ja englanninkielisistä lähteistä, jotka käsittelevät mm. yleisellä tasolla teollisuustaloutta ja toiminnanohjausta mutta joista ilmeni myös liike-toiminnassa yleisesti käytössä olevia malleja tuotannon kokonaisaikataulun luomisesta. Teoriaosuudessa käsiteltiin tuotannonsuunnittelun yleisesti tärkeimmät käsitteet ja niitä analysoimalla ja implementoimalla löydettiin toimeksiantajalle ratkaisu, joka sopii hyvin autojen maahantuontikunnostustuotannon suunnittelun avuksi.</p> <p>Tutkimusta tehtäessä havaittiin, että maahantuontikunnostusten tuotannon suurimpiin haasteisiin kuuluu tulevan tilauskannan ennustaminen. Autojen maahantuontikunnostuksen alalla on tyypillistä, että palvelusopimukset yritysasiakkaiden välillä määrittävät toimituspaukset vain muutamien päivien mittaisiksi. Tämä tarkoittaa käytännössä sitä, että kun autolle kohdistuu kunnostustilaus, auton on oltava tuotannosta valmis muutaman päivän kuluessa. Tämä alan ominaispiirre asettaa tietenkin omat haasteet tuotannonsuunnittelulle, joten kokonaisaikataulun mallia luotaessa laaja teoriamateriaalin keruu koitui hyödylliseksi.</p> <p>Työn tutkimustavoitteena oli luoda toimeksiantajalle soveltuva tuotannon kokonaisaikataulun malli, ja tähän tavoitteeseen päästiin. Saavutettua tulosta voidaan jatkossa hyödyntää ja jatkokehittää toimeksiantajan tuotantoa suunniteltaessa. Tutkimuksessa tehtyjen havaintojen perusteella saatiin lisäksi kehitysehdotuksia toimeksiantajan tuotantoa varten.</p>		
Asiasanat		
tuotannonsuunnittelu, tuotannonohjaus, strategia, auton maahantuonti		

Author (authors)	Degree	Time
Roope Härmä	Bachelor of Engineering	May 2021
Thesis title		
Developing production planning for new cars' import service centre		42 pages 0 pages of appendices
Commissioned by		
Semaster Oy		
Supervisor		
Salla Vaahersalo		
Abstract		
<p>The objective of this thesis was to research and develop production planning for Semaster Oy, a Finnish company providing importers of new cars different types of services.</p>		
<p>The research for this thesis was conducted as a qualitative case study. The working methods of the commissioner were observed and a representative of the commissioner was interviewed regarding the theoretical materials that were discovered during the research phase of the thesis work. The research goal was to obtain a good theoretical understanding of production planning and management and to put this to use by providing the commissioner with a functioning model of a master production schedule. The theoretical materials were gathered from Finnish and English literature regarding the industrial operations and operations management in general. In the theoretical part of the thesis the most important concepts regarding production planning were explained. An adaptable solution of a master production schedule model was created that should help the new cars' import services of the commissioner.</p>		
<p>It was discovered as a part of the research that one of the greatest challenges for a company producing import services of cars is forecasting demand. It is a well-known feature in the vehicle logistics business that service contracts between businesses define that delivery times are only some few days. Practically, this means that once a customer order has been placed for import services to be carried out on a car, it must be ready within only a few days' time.</p>		
<p>The research goal was to create an adaptable master production schedule model for the commissioner. This goal was reached and the reached master production schedule can be further developed to their other production lines by the commissioner.</p>		
Keywords		
production planning, production control, strategy, vehicles import		

SISÄLLYS

1	JOHDANTO.....	5
1.1	Työn tavoitteet	5
1.2	Tutkimusmenetelmät	6
1.3	Toimeksiantajan esittely	7
1.4	Työn rajaus.....	7
2	TUOTANNONSUUNNITTELU TOIMINNANOHJAUKSEN OSANA.....	8
2.1	Tuotantostrategia.....	9
2.2	Tuotannonohjaus ja tuotannonsuunnittelu	14
2.2.1	Kokonaissuunnittelu.....	16
2.2.2	Karkeasuunnittelu	19
2.2.3	Hienosuunnittelu	22
2.2.4	Valmistuksen ohjaaminen	25
2.3	Toiminnanohjausjärjestelmät	27
3	MASTER PRODUCTION SCHEDULE	28
4	UUDEN AUTON MAAHANTUONTIKUNNOSTUS	30
4.1	Tuotantostrategia.....	31
4.2	Prosessi.....	31
4.3	Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus.....	32
4.4	Haasteet	33
5	KOKONAISAIKATAULUN LUOMINEN TOIMEKSIANTAJALLE	34
5.1	Tietolähteet.....	35
5.2	Kokonaisaikataulun malli	37
6	JATKOKEHITYSEHDOTUKSET	39
7	JOHTOPÄÄTÖKSET	40
	LÄHTEET.....	42

1 JOHDANTO

1.1 Työn tavoitteet

Tämän opinnäytetyön tavoitteena on selvittää teoreettisia keinoja resurssitarpeen määrittelytarkkuuden tehostamiseen tuotannon tehokkaan suunnittelun kautta Suomessa toimivan Semaster Oy:n uusien autojen maahantuontikun- nostusprosessiin. Toimeksiantaja haluaa opinnäytetyön avulla mallinnuksia ja ratkaisuja siitä, kuinka tuotannon- ja resurssiensuunnittelu toteutetaan jat- kossa. Tavoitteena on loppujen lopuksi liiketoiminnan tehostaminen, johon päästään, kun yritys tuntee resurssitarpeensa paremmin ja saa tarkemman mallin lähitulevaisuuden kysynnän ennustamiseen. Toimeksiantaja haluaa ly- hentää tarjoamiensa logististen palveluiden läpimenoaikoja, lisätä toimintansa läpinäkyvyyttä B2B-asiakasympäristössä ja varmistua siitä, että koko tilaus- toimitusketjun aikana palvelukyky voidaan ylläpitää korkealla tasolla. Tämän tavoitteen keskeisenä osana on tuotantoresurssien kohdistaminen oikeisiin paikkoihin oikeaan aikaan.

Tutkimuskysymys: Millainen muunnelma tuotannon karkeasuunnittelun tasolle luotavasta Master Production Schedulesta (MPS) sopii toimeksiantajan tuo- tannonsuunnittelun avuksi?

Ajoneuvologistiikassa kuljetettava tavara on arvokasta ja lähes jokainen yksit- täinen auton tilaus on tarkasti räätälöity asiakkaan tarpeisiin jo tilausvai- heessa, minkä vuoksi toimitusvarmuus on yrityksen toiminnalle elintärkeää. Jokainen jälkitoimitus kuormittaa yrityksen resursseja huomattavasti ja vaikut- taa asiakastyytyvyyteen. Sakki (2014, 64) määrittelee toimitusvarmuuden yksinkertaisesti jakamalla jälkitoimitusten, eli myöhässä toimitetun tavar- an, määrän kokonaistoimituksilla. Saatu luku muunnetaan prosenttimuotoon ker- tomalla se sadalla, minkä jälkeen se vähennetään teoreettisesta maksimitoi- mitusvarmuudesta eli sadasta. Tällöin saadaan luvuksi toteutunut toimitusvar- muusprosentti. Tämän toimitusvarmuutta kuvaavan luvun toimeksiantaja ha- luaa pitää mahdollisimman lähellä sataa, mihin myös tällä opinnäytetyöllä pyri- tään.

Salo (2019, 16) luonnehtii tuotannonsuunnittelua kaikkien yrityksen toimintojen keskeiseksi osaksi, jonka avulla varmistetaan, että valmistustuotantoon tarvittava resurssi on yrityksellä oikeaan aikaan käytettävissä oikeassa paikassa. Tuotannonsuunnittelun kanssa oleellinen toiminto on myös tuotannon-ohjaus. Niiden tehtävä on yhdessä luoda ja päivittää tietoa tuotannon prosessin tapahtumista, työvaiheista ja aikataulussa pysymisestä. Käytännössä ne vastaavat kaikista tuotannon prosesseista, jotka johtavat tuotteen valmistumiseen. (Krajewski, Ritzman & Malhotra 2013, 564.)

Tuotannonsuunnittelulla pyritään määrittämään materiaalien ja kapasiteetin käyttöä mahdollisimman tarkasti etukäteen, jotta yrityksen tuotanto voi toimia mahdollisimman hyvällä kapasiteetilla. Tuotannonsuunnittelu tehdään yrityksen myynnin tarpeiden perusteella ja tuloksena saadaan hankinta- ja tuotantotilauksia sekä suunnitelma niiden aikataululle. (Lehtonen 2004, 78.)

1.2 Tutkimusmenetelmät

Tämä opinnäytetyö tehdään laadullisena kehittämistutkimuksena. Toimeksiantajan ilmoittamiin kehittämiskohteisiin yritetään löytää ratkaisuja, jotka esitetään tämän opinnäytetyön lopussa. Kananen (2017, 16) määrittää laadullisen tutkimuksen ongelmanratkaisukeinojen hakemiseksi, jossa tutkija ei itse ryhdy käytännön työhön kehittämistyön tekijäksi. Tutkijan tehtäväksi jää määrittää teoreettisia ratkaisuja ja todistaa niiden toimivuus käytännössä.

Luvussa 1.1 kuvattuihin tutkimustavoitteisiin ja -kysymyksiin haetaan ratkaisuja alan ammattikirjallisuudesta. Lisäksi toimeksiantajan edustajaa haastatellaan liittyen siihen, mitkä ovat odotukset tuotannonsuunnittelijan työnkuvan kehittamisestä ja uusien teoreettisten mallien käyttöönotosta ja kuinka tuotannonsuunnittelun kehittäminen tulee vaikuttamaan Hangon yksikön tuotantotoimintaan tulevaisuudessa.

Kananen (2017, 35) kuvaa laadullista tutkimusta sanoihin ja lauseisiin perustuvaksi, kun taas määrällinen tutkimus olisi lukuihin perustuva ja yleistettävissä oleva tutkimustapa. Tämä tutkimus tehdään toimeksiantajalle räätälöityihin tarpeisiin, ja sen toimintatavat eivät ole yleistettävissä laajalti. Tutkimustyötä tehtäessä toimeksiantajayrityksen toimintatavat ja työskentelyperiaatteet

ovat tutkijalle tuttuja. Tuotannonsuunnittelun kehittämistä ja nykytilaa tutkitaan yrityksessä suoraan havainnoimalla ja muutamalla haastattelulla, mikä tukee laadullista tutkimusta (Kananen 2017, 35).

1.3 Toimeksiantajan esittely

Semaster Oy (jäljempänä "toimeksiantaja") kuuluu SE Mäkinen -yhtiöryhmään, jolla on ajoneuvologistiikan alalla kilpailuetuna yhdistetty maahantuontikunnostuksiin ja erinäisten maahantuojien autovarastojen ylläpitoon erikoistunut Semaster Oy sekä yhtiöryhmään myös kuuluva kuljetusyritys. SE Mäkinen on vuonna 1952 perustettu suomalainen perheyryitys, jolla on nykyisin maahantuontikunnostustoimintaa pääasiassa Hangon vapaasataman alueella sekä omassa ajoneuvologistiikkakeskuksessa Vantaalla Luhtaanmäessä. (SE Mäkinen Logistics Oy s.a.)

1.4 Työn rajaus

Tämä työ keskittyy tuotannonsuunnittelun kokonaisuuteen, mutta työn tuloksien halutaan palvelevan ajoneuvologistiikan parissa toimivan maahantuontikunnostamon tarpeisiin sopivia ratkaisuja. Työssä sivutaan ja käsitellään myös muita tuotantotoimintaan liittyviä oleellisia osa-alueita, joiden ymmärtäminen on oleellista toimivan tuotannonsuunnittelumallin rakentamiseksi toimeksiantajalle sekä mahdollisten jatkokehityssuunnitelmien oivaltamiselle.

Työssä avataan toiminnanohjauksen käsitettä, sillä tuotannonsuunnittelu kuuluu siihen oleellisesti. Toiminnanohjaukseen kuuluvia muita osa-alueita ei käsitellä erityisen tarkasti. Tuotannonsuunnittelun osa-alueet esitellään, mutta käytännössä toimeksiantaja haluaa hieno- ja karkeasuunnittelun kehittämistä, joten niihin paneudutaan syvällisemmin.

Tämän työn päätavoitteena oleva master production schedule luodaan ensisijaisesti sitä varten, että saadaan luotua karkeatason tuotantosunnitelma ja kapasiteetilaskelma toimeksiantajan tarpeisiin. MPS:n oleellisena tuotoksena luodaan yritykselle yleensä materiaalarvelaskentasuunnitelma, mutta tässä työssä ei keskitytä sen luomiseen. (Slack & Brandon-Jones 2018, 377.)

Toimeksiantajalla on useita eri tuotantolinjastoja, joista jokaisella on hieman toisistaan poikkeava prosessi ja eri resurssit. Toimeksiantajalle tehdään yhdelle tuotantolinjastolle malli tuotannon kokonaissuunnitelmasta (MPS) ja jatkokehityssuunnitelmana on jo tässä vaiheessa tämän pohjalta samanlaisen kokonaissuunnitelman laatiminen muillekin tuotantolinjastoille.

2 TUOTANNONSUUNNITTELU TOIMINNANOHJAUKSEN OSANA

Tässä luvussa paneudutaan oleellisiin käsitteisiin ja yleisesti käytössä oleviin tuotantotoiminnan suunnitteluun ja ohjaamiseen liittyviin tapoihin, joiden avulla hahmotetaan tuotannonsuunnittelun tärkeys osana tehokasta toiminnanohjausta. Martinsuo ym. (2016, 134) määrittelevät tuotannon toiminnaksi, jossa palvelua tai tuotetta tuottava yritys muovaa raaka-aineesta omille asiakkailleen hyötyä tuottavan ratkaisun. Tuotannon tehtävänä on tuottaa ja saada aikaan kaikki toiminnot, joita edellytetään tilatun tuotteen tai tuote-erän valmistamiseen. Lehtosen (2004, 61) määritelmän mukaan tuotannon tehtävä on yrityksen myymien tuotteiden valmistaminen mahdollisimman kustannustehokkaasti, laadukkaasti, sovittua aikataulua ylläpitäen sekä joustavasti kysynnän vaihdellessa.

Toiminnanohjauksen avulla yritys pyrkii varmistamaan, että se saavuttaa liiketoimintastrategiaan määrittelemänsä asiat. Toiminnanohjaus huolehtii yrityksen tuotannon tavoitteiden toteutumisesta järjestämällä ja ohjaamalla tilaus-toimitusketjua. Tuotannonohjauksen huomion kohde on yrityksen palveluita ja tuotteita tuottavan laitoksen erilaisten toimintojen joukossa. Yrityksen tausta, arvomaailma, toimiala, tuotteiden erityispiirteet ja käytössä oleva teknologia muodostavat tuotannonohjauksen tehtävät ja sen toteuttamisessa käytettävät menetelmät. Tuotannonohjaus nähdään prosessina, joka hyödyntää kysynnän historian ja ennusteiden perusteella tietoa toiminnanohjausta varten. Tuotannonsuunnittelu käyttää tuotantostrategiasta saatavaa tietoa ja yhdistää sen kysynnästä saatavilla olevaan tietoon, minkä jälkeen näitä tarkennetaan pikkuhiljaa valmistusta ohjaavaksi tiedoksi, eli tuotannon karkea- ja hienosuunnitteluun. (Martinsuo ym. 2016, 139.) Tuotannonsuunnittelun osa-alueet käsitellään tarkemmin luvussa 2.2.

Kuten jo edellä mainittiin, tuotantoon kuuluu useita eri toimintoja. Tuotannon oleellisena osana on valmistusvaihe, jossa raaka-aineen olomuotoa muutetaan kohti tilatun tuotteen muotoa. Yrityksen myyntitoiminnot ovat myös oleellinen osa tuotantoa, sillä ne määrittävät myytävän tuotteen rakenteen, tuotevaatimukset ja huolehtivat kysynnästä ja saapuvista tilauksista sekä hoitavat reklamaatiotapauksia. Myynti ja tuotekehitys tekevät yhteistyössä erilaiset tarkemmat määritykset uusille tuotteille, jotta ne ovat yhteensopivia yrityksen tietojärjestelmien kanssa. Yrityksen logistiikka on oleellisesti osa tuotantoa. Logistiikan avulla tuotannossa hallitaan tuotteiden valmistukseen tarvittavaa materiaalivirtaa, varastointia, materiaalien hankintoja, tuotteiden kuljetuksia sekä mahdollisten alihankkijoiden ohjausta. Tästä laajasta tuotannon määritelmästä huomataan, että yrityksen on huomioitava todella monia eri asioita käyttökelpoisen toiminnanohjauksen ja tuotannonsuunnittelun saavuttamiseksi. (Martinsuo ym. 2016, 134.)

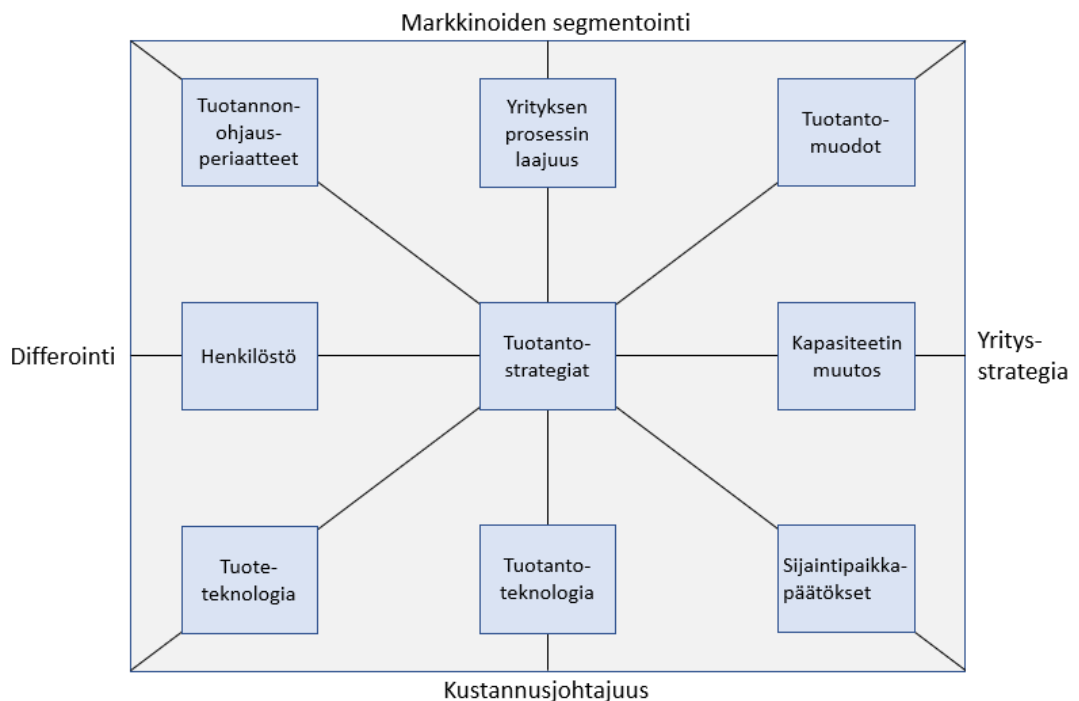
Tuotantoon kuuluva valmistusvaihe toteutetaan ennalta määritellyn tuoterakenteen perusteella. Tuoterakenteeseen kuuluu tiedot tuotteen valmistamiseen tarvittavista osista ja tarpeen mukaan myös niiden kokoonpano-ohjeistus. Tuotannonsuunnittelussa tätä tietoa hyödynnetään materiaalitarpeen kapale- ja kustannuslaskentaa tehdessä. Tuoterakenteiden määrittelyllä mahdollistetaan tuotannon määrämuotoistaminen. Sen avulla päästään myös hyödyntämään samojen materiaalien ja tuotekomponenttien yhdistelyä uusiin tuotteisiin. Tämä on yksi tapa tehostaa tuotannon kokonaisuutta ja alentaa siten kokonaiskustannuksia. (Martinsuo ym. 2016, 135.)

Tuotantotoimintaa harjoittavan yrityksen ohjaus vaatii eri kokonaisuuksien hahmottamista. Oleellista on, että yrityksen koko tilaus-toimitusketjun ohjaamisesta puhuttaessa tarkoitetaan yrityksen toiminnanohjausta. Yrityksen oman tuotannon toiminnan ohjaamisesta luonnehditaan pelkästään tuotannonohjauksena. (Martinsuo ym. 2016, 139.)

2.1 Tuotantostrategia

Tuotantostrategia luodaan yritykseen pitkän aikajänteiden tavoitteena, jossa on määriteltäviä tuotantojärjestelmän tavoitteita sekä keinoja, joilla ne tavoitteet on

määrä toteuttaa. Tuotantostrategian on määrä kulkea käsi kädessä yrityksen yleisen kilpailu- sekä markkinointistrategioiden kanssa, jolloin kaikki kolme tukevat toisiaan. Yrityksen tuotantostrategiset päätökset ovat erittäin tarkkaan harkittuja ja suunniteltuja, sillä tuotannon mahdollistaviin tekijöihin kohdistuvat päätökset toteutetaan pitkällä aikajänteellä ja niihin vaaditaan yleensä suuria investointeja. Hyvällä tuotantostrategialla pyritään varmistamaan yrityksen toiminnan jatkuvuutta sekä kilpailukyvyn ylläpitoa. (Haverila ym. 2009, 364-365.)



Kuva 1. Tuotantostrategian oleellimmat osa-alueet (Haverila ym. 2009, 367)

Tuotantostrategian kannalta merkittävänä aiheina nähdään yleisesti kahdeksan osa-alueita, jotka on esitetty kuvassa 1. **Tuotantomuodot** määrittävät, millä perusteella tuotantojärjestelmän toiminta tapahtuu, ja ne määräytyvät sen mukaan, mitkä ovat tuotettavan tuotteen ominaisuudet, tuotantovolyymit sekä tuotteen ja komponenttien sisä- ja ulkologistiikan mukaan. (Haverila ym. 2009, 353–354, 365.)

Kolme yleistä tuotantomuotoa ovat make-to-stock (MTS), make-to-order (MTO) ja assemble-to-order (ATO). Make-to-stock -tuotantomuotoa sovellettaessa tuotetta valmistetaan etukäteen varastoihin, joista sitä myydään asiakkaille. Esimerkiksi elintarvikkeet valmistetaan tällä tavalla. Make-to-order -tuotantomuoto puolestaan soveltuu tietyn spesifikaation

mukaisiin tuotteisiin, jotka kuitenkin räätälöidään loppuasiakkaan toiveiden mukaiseksi vasta tilausvaiheessa. Esimerkiksi jotkut talonvalmistajat tekevät valmiita talomalleja, jotka räätälöidään asiakkaiden toiveiden mukaisiksi. Assemble-to-order -tuotantomuotoa soveltaa esimerkiksi Dellin tietokonetuotanto. Yrityksellä on käytössään tietty varasto standardimuotoisia komponentteja, joista asiakas saa valita lopputuotteen itselleen mieluisimmat. Lopputuotteen tuotanto käynnistyy vasta asiakastilauksesta. (Krajewski ym. 2016, 512–513.)

Toisena tuotantostrategian merkittävänä osa-alueena nähdään **tuotantoprosessin koko ja sen toteutustavat**. Osa yrityksen tuotannosta on järkevämpää toteuttaa yhteistyökumppaneiden, toimittajien ja alihankkijoiden avulla. Toteutustavat määräytyvät yleensä puhtaasti kannattavuuden perusteella, eli nämä päätökset tehdään taloudellisin perustein. Tuotantoprosessin kokoa tarkastellessa käsitellään taloudellisten perustelujen lisäksi sitä, kuinka tärkeä mikäkin prosessin osa-alue on yritykselle. Yrityksen toiminnalle keskeisiin toimintoihin on järkevää ja perusteltua keskittyä itse ja antaa vastuu vähemmän tärkeistä toiminnoista alihankkija- tai toimittajaverkostolle. (Haverila ym. 2009, 365.)

Maantieteellinen sijainti tuotantolaitokselle ja varastolle nähdään myös tärkeänä osana yrityksen tuotantostrategiaa. Yrityksen on valittava sijainti huomioiden kuljetus- sekä jakelukustannukset, jotka muodostuvat hyvin pitkälti raaka-ainelähteiden ja asiakaskunnan etäisyyden perusteella. Tuotannon resurssien kustannukset vaihtelevat paljon maantieteellisen sijainnin perusteella, eli esimerkiksi suuren kansainvälisen yrityksen on edullisempaa suorittaa tuotantoaan Kiinassa kuin Suomessa. (Haverila ym. 2009, 365–366.)

Yrityksen tuotantotoiminnan yhtenä kulmakivenä on **resurssien ja kapasiteetin oikea koko**. Kysyntään on osattava vastata riittävän suurella kapasiteetilla, jotta toimitusvarmuus pysyy jatkuvasti hyvällä tasolla, mutta tietyillä aloilla vaihtelevan tilauskannan vuoksi kapasiteettia on osattava myös vähentää oikea-aikaisesti, jotta tuotannossa tapahtuva työ pysyy tehokkaana. Vakituisten tuotantokapasiteetin kustannukset, alihankintapalveluiden saatavuus ja kustannukset, mahdollisuudet varastoida lopputuotteita sekä vaatimukset asiakailta toimituskyvyn suhteen vaikuttavat eniten yrityksen tekemiin päätöksiin

kapasiteettia mitoitettaessa. Kapasiteetin lisääminen tehdään pitkällä aikavälillä ja usein siihen vaaditaan mittavia investointeja. Kapasiteetin huomattavaan kasvattamiseen tarvitaan yleensä vähintään uusi tuotantolinja tai suurempi laitehankinta. (Haverila ym. 2009, 366.)

Nykyaikaisessa tuotannossa useat eri prosessit on automatisoitu ja niissä käytetään uudenmallisia valmistusmenetelmiä. **Tuotantoteknologiaa** päivittämällä yrityksellä on paremmat mahdollisuudet ylläpitää ja kehittää kilpailukykyään. Ottamalla käyttöön uusimpia menetelmiä ja teknologiaa tuotannosta tulee yleensä tehokasta ja laadukasta. Tämä voi viedä tuotannon suorituskykyä jopa niin paljon eteenpäin, että tuotteiden ominaisuudet kehittyvät. Tuotannon ja toiminnanohjausjärjestelmiä hankittaessa tai päivitettäessä yrityksen on kuitenkin huomioitava käyttöönotosta aiheutuvat mahdolliset riskitekijät: järjestelmien hankinta ja ylläpito voi olla todella kallista, minkä lisäksi järjestelmän määrittelyssä ja räätälöinnissä voi kestää kuukausia tai jopa vuosia. Tuotantoteknologiaansa päivittämällä yritys avaa oven tuoteteknologian ja -ominaisuuksien kehittämiseksi. (Haverila ym. 2009, 366–367.)

Yrityksen tuotantotoiminnan henkilöstöresurssin osaamisen taso ja motivaatio ovat elintärkeitä useassa paikassa. Henkilökunnan taito, kyvykkyys sekä motivaatio määrittävät pitkällä aikavälillä yrityksen menestyksen tärkeimmän osatekijän. Rekrytoitaessa yritykselle ideaali tilanne on usein se, että palkattava resurssi voidaan pitää yrityksessä mahdollisimman pitkässä työsuhteessa. Tämän vuoksi on kannattavaa panostaa siihen, että oikeat henkilöt tulevat valituiksi työsuhteisiin ja ylläpitää heidän työmotivaatiotaan jotta he haluavat säilyttää työsuhteensa. (Haverila ym. 2009, 367.)

Yrityksen tuotantostrategian kahdeksas ja yksi tärkeimmistä osa-alueista on tuotannonohjaus- ja kehittämisperiaatteiden määrittäminen. Tuotannonohjauksen periaatteet määrittävät tuotannonohjaukseen käytettävät menetelmät, organisaatorakennetta tuotannossa sekä tuotannossa käytettävien järjestelmien toteuttamisperiaatteita. Kehittämisperiaatteissa määritellään yrityksen menetit tuotantotoiminnan kehittämisessä lyhyellä ja pitkällä aikavälillä. (Haverila ym. 2009, 367–368.)

Mittakaavaetu, oppimiskäyrä ja keskittyminen

Tuotantostrategian luomisessa oleellisesti vaikuttavat tekijät ovat tässä alalu-
vussa käsiteltävät kolme aihetta: mittakaavaetu, oppimiskäyrä ja keskittymi-
nen. Suuremman tuotantomäärän kustannukset tuotettua yksikköä kohden
ovat pienemmät kuin vastaavasti pienemmässä tuotantomäärässä. Tätä peri-
aatetta kutsutaan mittakaavaeduksi, joka perustuu hyvin pitkälti kahteen teki-
jään: Yksikkökustannukset ovat alemmat, sillä tuotantoon kohdistuvat kiinteät
kustannukset jakautuvat suuremmalle määrälle tuotantoa. Tämän lisäksi suu-
rempiin tuotantolaitoksiin on edullisempaa hankkia lisäkapasiteettia kuin vas-
taavasti pienempiin tuotantolaitoksiin. Tämän mittakaavaedun hyödyntäminen
on yksi massatuotannon kivijalkaperiaatteista: suuret tuotantomäärät johtavat
alempiin kustannuksiin, jolloin yritys voi laskea tuotteidensa hintoja ja paran-
taa kilpailukykyään. Mittakaavaedulla on myös kääntöpuolensa. Tuotantotoi-
minnan kannattavuus kasvaa tuotantomäärän kasvun kanssa käsi kädessä
vain tiettyyn pisteeseen saakka. Kun tuotetta tuotetaan kasvavissa määrin to-
della paljon yhdessä tuotantolaitoksessa, sen kuljetuksista on myös huolehdit-
tava entistä laajemmalle alueelle. Tämän johdosta yksikkökustannukset voivat
lähteä jälleen nousuun. Mittakaavaetu on oleellinen osa tuotantostrategiaa
aloilla, joissa muutosten määrä on pientä ja tuotteet ovat vakinaistuneet. (Ha-
verila ym. 2009, 353–354, 368–369.)

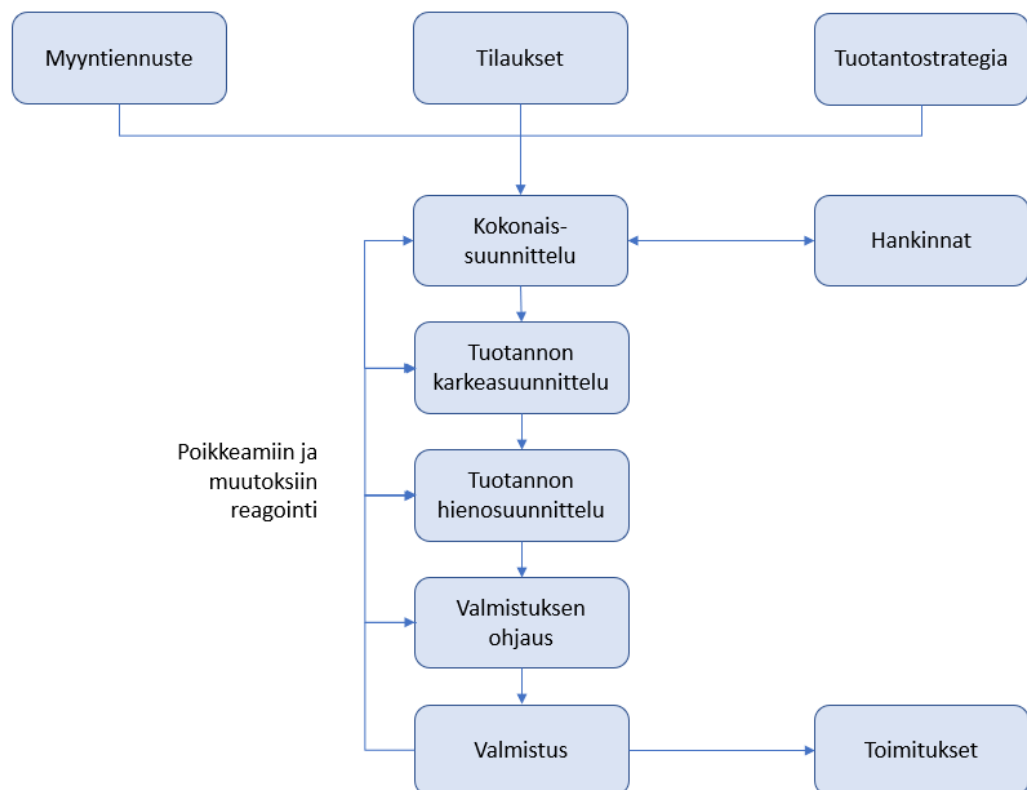
Työntekijän työkokemuksen lisääntyessä on yleistä, että myös hänen työnsä
tehokkuus kasvaa. Sama pätee yleisesti ottaen koko tuotantoprosessiin. Oppi-
miskäyrä on laskennallinen ilmiö, jolla voidaan havainnollistaa kuinka paljon
tuotanto tarvitsee ”kokemusta” eli kumulatiivisesti laskien tuotettuja tuotteita
kunnes tuotteen läpimenoaika jää vakinaiselle tasolle. Tehokkuuden kasvu voi
aluksi olla hyvinkin nopeaa, mutta tuotantomäärien kumulatiivisen määrän
noustessa kasvunopeus hidastuu. Oppimiskäyräilmiötä on hyvä hyödyntää,
kun uusille tuotteille määritetään hintoja ja ohjeaikoja. (Haverila ym. 2009,
369–370.)

Tuotantostrategian laatimisessa voidaan hyödyntää keskittymisen periaatetta,
jossa tuotantolaitos keskittyy vain tiettyjen tuotetyyppien valmistamiseen. Toi-
minnan kehittäminen on helpompaa tuotantolaitoksessa, jossa tuotannon vai-
heissa on enemmän toistuvuutta. Yhtä tuotetyyppiä valmistavassa tuotantolai-
toksessa on helpompaa johtaa ja kehittää toimintaa. Tällainen tuotantolaitos
onnistuu tehokkaassa toiminnassa, koska se kantaa kaiken vastuun tuotteen

valmistamisesta, toiminnan johtamisesta sekä ohjauksesta. (Haverila ym. 2009, 371.)

2.2 Tuotannonohjaus ja tuotannosuunnittelu

Martinsuo ym. (2016, 139) luonnehtivat tuotannonohjauksen olevan yrityksessä tuotettujen tuotteiden ja palveluiden valmistukseen liittyvien toimintojen ja tehtävien suunnittelua ja hallintaa. Haverila ym. (2009, 409) antavat samansuuntaisen määrittelyn: toiminnanohjausprosessin suunnittelu tulee sitä mukaa tarkemmaksi mitä lähemmäksi siirrytään valmistusta ohjaavaa tuotannon tasoa. Näiden määritelmien mukaan tuotannosuunnittelu on siis osa tuotannonohjausta, joten on tärkeää että tuotannonohjauksen käsite avataan riittävästi laajasti.



Kuva 2. Yleinen tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen prosessi (Martinsuo ym. 2016, 140)

Tuotannonohjausta tarkastellaan usein prosessina, joka etenee vaiheittain. Kysynnästä saatavilla olevaa tietoa hyödynnetään käytännön suunnittelussa. Tämä tieto pohjautuu yleensä kahteen pääasialliseen lähteeseen: toteutunut kysyntä sekä ennusteet tulevasta kysynnästä. (Martinsuo ym. 2016, 139.)

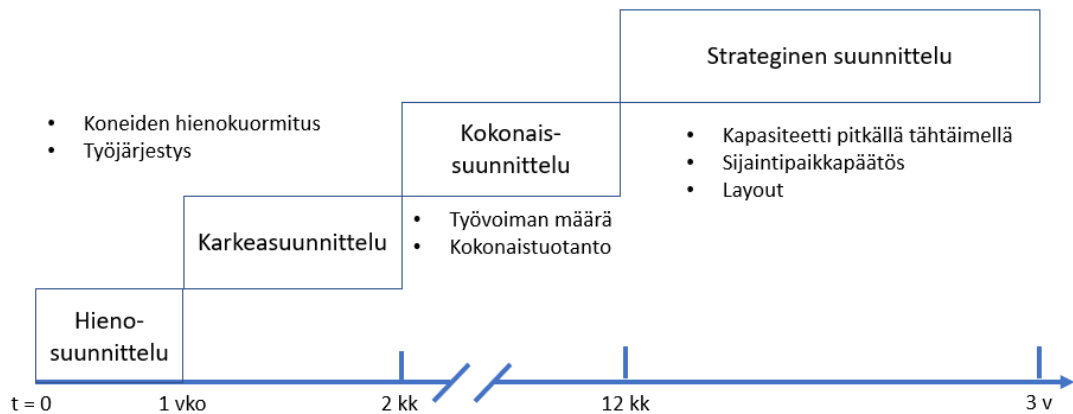
Vaiheittain toteutuva tuotannosuunnittelun prosessi on dynaaminen, eli sen on pystyttävä reagoimaan kysynnän ailahteluihin, tuotantoresurssien ja -kapasiteetin muutoksiin sekä mahdollisiin strategisiin muutoksiin organisaatiossa jokaisen vaiheen aikana. Suunnittelu- ja ohjausprosessissa tarvitaan siis usein suunnittelun uusimista ja suunnitteluvaiheiden välistä koordinoitua jatkuvasti sitä myötä, kun valmistumisajankohta lähenee. (Martinsuo ym. 2016, 139–140.)

Tuotannonohjauksessa käytettävää dynaamista ohjaus- ja suunnitteluprosessia kutsutaan myös rullaavan suunnittelun periaatteeksi. Kysynnän ennusteet ja tuotantosuunnitelmat tarkentuvat valmistusajankohdan lähentyessä. Kokonaistason tuotantosuunnitelma tehdään hyvin viitteellisellä tasolla ja sen avustuksella luodaan tuotannolle myös karkea- ja hienosuunnittelun tasot. (Haverila ym. 2009, 410.)

Toiminnanohjaus tuottaa parhaat tulokset, kun sen osatehtävät on jaettu organisaatiossa hierarkkisesti. Tuotantostrategian tason suunnittelu tehdään ylimmän johdon toimesta. He huolehtivat siitä, että tuotannossa ja lyhyempien aikajänteiden tuotannonohjauksessa on käytössä työhön mahdollisimman hyvin soveltuvat järjestelmät. Yrityksen ylimmän johdon vastuulla on kartoittaa kokonaissuunnittelun tasolla tuotantotoiminnan kapasiteettitarve, tuotantotilojen layout, mahdolliset alihankintakäytännöt ja yleinen resurssien riittävyys sekä niiden koordinointi. Tuotannosta vastaava keskitason johtajisto sekä tuotannosuunnittelun vastuuhenkilöt puolestaan seuraavat kapasiteetin kohdistamista oikeisiin tuotannon osa-alueisiin, tuotannon karkean tason kuormittumiseen ja hoitavat toteutuneen kysynnän ja kysyntäennusteiden perusteella karkeasuunnittelua. Viikkokohtaisen tuotantosuunnitelman laatiminen kuuluu alemman tason johtajistolle sekä tuotantohenkilöstölle. Heidän vastuullaan on tuotannon hienosuunnittelu, jossa määritellään tuotannossa valmistettavat tuotteet yksikkökohtaisesti ja seurataan tuotantosuunnitelman toteutumista. (Martinsuo ym. 2016, 140.)

Kysyntäennusteet, tuotantostrategiassa määritetyt toimintatavat, tiedossa olevat asiakastilaukset sekä kysyntäennusteet muodostavat pohjan tuotannon kapasiteetin ja kuormituksen ohjaukseen. Tiedossa olevat asiakastilaukset eli

tilauskanta on oleellinen tieto kaikille kolmelle tuotannonsuunnittelun tasolle. Pidemmän aikavälin suunnitelmissa voidaan laskea menneiden ajanjaksojen tilauskannan keskiarvoa, jotta saadaan luotua ennusteita kysynnästä. (Martinsuo ym. 2016, 141–142)



Kuva 3. Tuotannonsuunnittelu eri aikaväleillä (Martinsuo ym. 2016, 142)

2.2.1 Kokonaissuunnittelu

Tuotannon kokonaissuunnittelu tehdään tavanomaisesti vuoden mittaiselle ajanjaksolle kerralla ja se voidaan tehdä esimerkiksi osana jokavuotista budjettisuunnittelua. Kunkin budjettikauden aikana näitä suunnitelmia joudutaan usein muuttamaan, joten on tärkeää että suunnittelu tehdään dynaamiselle pohjalle. Kokonaissuunnittelu pohjautuu tuotannon tilauskantaan, kysyntäennusteisiin ja varastotilanteeseen. Kokonaissuunnittelun pohjalta tehdään myös hieno- ja karkeatason suunnittelussa lähtökohdat. Kokonaissuunnittelun avulla voidaan tehdä operaativisesti merkittäviä päätöksiä, kuten suunnitella kapasiteettimuutoksia, palkata lisää henkilökuntaa ja solmia uusia määräaikaaisia sopimuksia toimittajaverkoston sekä alihankkijoiden kanssa. (Haverila ym. 2009, 412–413).

Kuten jo aiemmin todettiin, yrityksen todellinen tilauskanta sekä kysyntäennusteet muodostavat pohjan tuotannon kokonaissuunnittelulle. Kummankin tietolähteen käyttö tuotannonsuunnittelussa on oleellista. Pelkän tilauskannan

perusteella suunniteltu tuotanto pystyy joustamaan todella huonosti. Ennusteet ovat oleellisia, koska tuotannon menekki vaihtelee nopeammalla vauhdilla kuin tuotantoprosessin mahdollisuudet reagoida vaihteluihin. Tilauskannan ennustaminen ei ole yksinkertaista, minkä johdosta monissa yrityksissä on pyritty pääsemään eroon ennustamisen tarpeesta parantamalla kykyä olla joustavia ja nopeasti reagoivia kysynnän vaihteluihin. (Martinsuo ym. 2016, 142–143.)

Ennusteiden ongelmallisuus nousee usein yrityksissä esille, mikäli havaitaan että ennusteet ovat olleet epätosia. Virheet ennustuksissa voivat jopa johtaa henkilökunnan lomauttamiseen, irtisanomiseen tai ulkoistamiseen, joiden vuoksi yritykselle koituu ylimääräisiä kustannuksia ja yleinen toimintakyky voi kärsiä. Virheellisin ennustein tehdyt henkilöstömuutokset aiheuttavat yrityksessä usein ilmapiirin heikkenemistä, mikä osaltaan voi johtaa taloudellisiin tappioihin esimerkiksi tuottavuuden laskiessa. (Martinsuo ym. 2016, 143.)

Haverila ym. (2009, 413) antavat useita tärkeitä ennusteiden laadinnassa huomioonotettavia aspekteja: Menneisyyden kysynnän perusteella ennustaminen on joillain aloilla toimiva tapa ennustaa tulevaisuuden kysyntää, mutta se perustuu puhtaasti siihen luottamukseen, että aiemmin tapahtunut tapahtuu uudelleen. Monilla aloilla tämä ennustustapa ei toimi, mutta se on ihan käypä suunnittelumetodi esimerkiksi elintarvikealalla.

Ennusteiden lisäksi kokonaissuunnittelun tärkeimpiin tehtäviin kuuluu kysyntävaihtelujen hallitseminen. Tuotannossa tuotettavan tavaran ominaispiirteet voivat aiheuttaa sesonkien mukaan vaihtelevaa suurta myyntiä. Esimerkiksi rengastuotannossa on luonnollista, että kevätkaudella myydään ja tuotetaan runsaasti kesärenkaita ja syyskaudella puolestaan talvirenkaiden menekki kasvaa. (Haverila ym. 2009, 414.)

Kysynnän vaihtelevuuteen voidaan vastata tuotannon kokonaissuunnittelussa seuraamalla pidemmän aikavälin trendiä vuositasolla ja kartoittamalla ne vuodenaajat, jolloin tiettyjen tuotteiden tai tuoteryhmien kysynnässä on havaittu piikkejä. Tämä on kannattavaa tehdä usean vuoden varrelta kerätyn datan perusteella, jotta mahdolliset satunnaisista eri syistä johtuvat kysyntäpiikit voidaan kartoittaa ja laskea pois huomioista. Useasti tuotannon normaalikapasi-

teetti joustaa vähemmän kuin kysyntävaihtelu tarvitsee, joten yrityksen tuotannon kokonaissuunnittelussa on syytä laatia keinoja kysyntävaihteluiden hallintaan. (Haverila ym. 2009, 414.)

Tuotannon kokonaissuunnittelua tehdessä on puntaroitava erilaisia vaihtoehtoja ja valittava käyttöön ne, jotka parhaiten palvelevat organisaation tavoitteita. Oleellimmat kysynnän vaihtelujen hallintaan käytössä olevat neljä keinoa ovat: valmiiden tuotteiden varastointi ennen kuin niillä on tilaus, työaikajoustojen käyttäminen, toimitusaikataulun lykkääminen tai tilauksen menettäminen sekä erilaiset myyntikeinot, joilla voidaan nostaa tilauskanta. Kysyntävaihtelun hallintakeinoa valittaessa yrityksen on tehtävä valinta kustannustekijöiden lisäksi myös sen perusteella, mikä vaikutus valinnalla on työntekijöiden työmotivaatioon, yrityksen maineeseen sekä mitä riskitekijöitä tällainen päätös sisältää. (Haverila ym. 2009, 414–415.)

Kysyntävaihteluihin voi Haverilan ym. (2009, 414) mukaan vaikuttaa pitämällä tuotteista varmuusvarastoja tai varastoimalla tuotteita asiakkaiden tiloissa. Asiakkaan tiloissa tapahtuvaa varastointia kutsutaan tavallisesti joko kaupintat tai VMI-varastoinniksi (vendor managed inventory). Tämä toimintatapa helpottaa joillain aloilla tuotteita myyvän yrityksen tuotannonsuunnittelua, sillä myyjä saa tiedon asiakkaaltaan saman tien kun tuote myydään VMI-varastosta. Tällöin myyjä osaa heti tuotemenekkiä seuraamalla suunnitella, milloin asiakkaalle täytyy toimittaa täydennystä. (Sakki 2009, 131.) Tuotannon kapasiteettia voidaan matalan tilauskannan aikoina hyödyntää tuottamaan tuotteita varastoon, josta saadaan korkean tilauskannan aikaan tuotteita suoraan myyntiin. Varasto on kuitenkin pidettävä tietyn kokoisena, sillä varastointikustannukset sitovat paljon pääomaa. (Haverila ym. 2009, 414.)

Työaikajoustot on toinen tapa vaikuttaa kysynnän vaihteluihin. Yritys voi pyytää työntekijöitään tekemään ylityitä, mutta tämä keino on usein soveltuva vain lyhyen aikavälin ratkaisuksi. Erinäiset sopimukset määrittävät 250 tunnin rajan vuotuisille ylityötunneille. On kuitenkin huomioitava, että ylityön käyttäminen johtaa pitkällä aikavälillä työilmapiirin heikkenemiseen ja ylityötunneista on maksettava työntekijöille ylityökorvauksia. Toinen vaihtoehto on työaikapankin käyttöönotto. Työaikapankkimallissa työntekijät voivat tehdä tunteja sisään, eli ”kerätä niitä pankkiin” ja käyttää kerätyt tunnit silloin kun tilauskanta

laskee. Näissäkin malleissa on yleensä tietyt rajat, kuten esimerkiksi +40 tuntia -20 tuntia -järjestelmä, jolloin työntekijällä on mahdollisuus tehdä 40 tuntia lisätyötä pankkiin tai olla 20 tuntia jäljessä normaalista työajasta tietyillä aikajaksolla. (Haverila ym. 2009, 414–415.)

Kolmas keino kysynnänvaihtelujen hallintaan on toimitusten siirtäminen tai tilauksen menettäminen. Tämä on huonoin vaihtoehto, joka aiheuttaa usein asiakastytymättömyyttä ja asiakkaan menettämiseen kilpailijalle. Huono toimitusvarmuus ja pitkät toimitusajat vaikuttavat negatiivisesti yrityksen imagoon. Toimitusten siirtoa on pakko käyttää silloin, kun kysynnän vaihtelua tapahtuu paljon eikä kapasiteettia ole helppo saada joustamaan kysynnänvaihteluiden mukana. (Haverila ym. 2009, 415.)

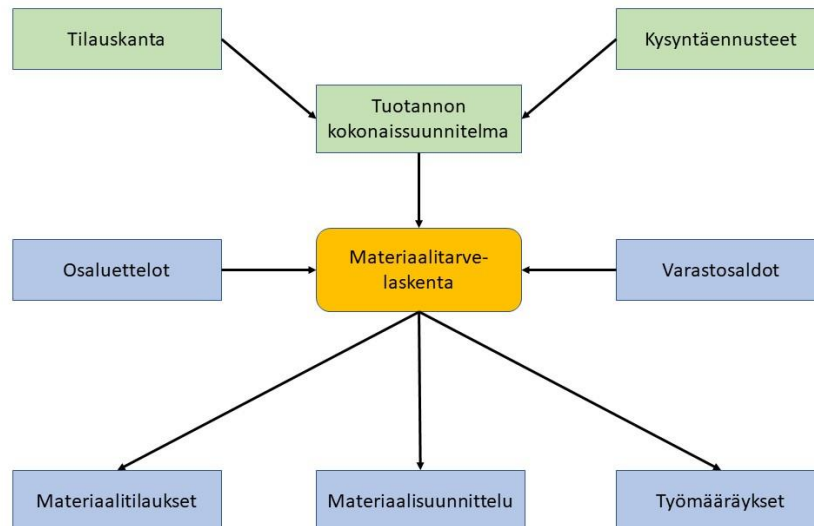
Kysyntää voidaan hallita myös markkinointikeinoilla. Myyntiä edistetään erilaisin kampanjoin ja tarjouksin heikkojen tilauskantojen aikana. Markkinointikeinojen tehostaminen on yleistä myös silloin, jos varastotasoa halutaan pienentää mikäli tuotteita on valmistettu varastoon. (Haverila ym. 2009, 415.)

2.2.2 Karkeasuunnittelu

Karkeasuunnittelulla eli master production schedulingilla (MPS) tarkoitetaan kokonaissuunnittelua yksityiskohtaisempaa tuotannonsuunnittelua. Tämän tason suunnitelmat laaditaan tavallisesti viikoittain tai muutaman viikon välein toimialasta ja tietysti yrityksen tuotantostrategiasta riippuen. Karkeasuunnitteluun kuuluu olennaisimpana osana tuotantoerien aikatauluttaminen tuotantojärjestelmään. Pohjana käytetään kokonaissuunnittelutason arvioita ja ennusteita, joista saatavaa tietoa tarkennetaan todellisen tilauskannan tietojen perusteella. Nykyaikana yritysten tuotannonohjausjärjestelmistä löytyy usein karkeasuunnittelussa tarvittavaa tietoa. Massa-/vakiotuotteiden vaatimat materiaalit ja kapasiteetti löytyy suoraan järjestelmistä, jolloin tarvittavan työresurssin suunnittelu ja työn aikatauluttaminen on tarkkaa ja helppoa. Tilausohjautuvassa tuotannossa voi olla asiakkaille erikseen räätälöityjä tuotteita, joiden resurssisuunnittelu ja aikatauluttaminen ennalta on haasteellista. Tällöin karkeasuunnittelun tasolla laaditut suunnitelmat perustuvat karkeisiin arvioihin ja

ennusteisiin. Karkeasuunnittelun päätehtävät ovat tuotannon kokonaisaikataulusuunnitelman laatiminen, tuotantoresurssien kuormitusasteen karkean tason suunnittelu sekä tuotantoyksikön toimituskyvyn karkean tason suunnittelu.

(Martinsuo ym. 2016, 146.)



Kuva 4. Tuotannon kokonais suunnitelman tehtävänä on myös tuottaa oleellisia tietoja materiaalitarkesuunnittelua varten (Slack & Brandon-Jones 2018)

Kokonaisaikataulun laatiminen toteutetaan nykyaikaisessa tuotannossa laittamalla tuotantoerille karkeat aikataulut tuotannonohjausjärjestelmään. Tilaukannan taso, kysyntäennusteet, tiedot varastotasoista sekä tuotantokapasiteetin määrä luovat kokonaisaikataululle pohjan. Kokonaisaikataulusta selviää karkealla tasolla, mitkä ovat tulevien viikkojen suunnitellut tuotantomäärät, miltä kysyntä tulee suunnilleen näyttämään ja kuinka varastossa olevan tavaran määrä tulee muuttumaan. Kokonaisaikataulussa tuotteet erotellaan usein tuoteperheittäin ja tuotantoyksiköittäin sekä mahdollisesti jopa tuotekohtaisesti riippuen tuotannon volyymeista. (Martinsuo ym. 2016, 146.)

Karkean tason resurssien ja kapasiteetin kuormitussuunnittelu on oleellinen tekijä päätöksenteossa yrityksen päätösvaltaisille ihmisille. Resurssien käyttöä suunnitellessa arvioidaan tulevien viikkojen resurssitarve sekä tehdään etukäiteispäätöksiä, mihin tuotannon osioon resurssit suunnitellaan käytettäväksi. Karkeasuunnittelun tasolla tehty suunnitelma työntekijäresurssien ja kone- tai

laittekapasiteetin käytöstä otetaan vertailukohteeksi edellä määritetyn tuotannon kokonaisuakataulun kanssa. Mikäli saatavilla oleva resurssi- ja kapasiteettimäärä ei vastaa sitä, mitä tuotannon kokonaisuakataulussa määritellään, täytyy tehdä toimenpiteitä kapasiteetin lisäämiseksi tai vähentämiseksi. Myös kokonaisuakataulu voidaan joissain tilanteissa muuttaa yhteensopivaksi saatavilla olevan kapasiteetin kanssa, mutta kaikissa yrityksissä se ei ole mahdollista esimerkiksi velvoittavien toimitussopimuksien vuoksi. (Martinsuo ym. 2016, 147.)

Karkean tason tuotannosuunnittelussa ei vielä tarvita yksityiskohtaisia tietoja tuotannon kuormituksesta. Tuotantolaitoksen suunniteltu kokonaiskapasiteetti tai tietyn tuotantolaitoksen osan suunniteltu kapasiteetti ovat riittävän tarkkoja. Yleisesti puhutaan karkeakuormituksesta ja karkeasta resurssitarpeesta, jotka kohdistetaan kuormitusosastoille. Kuormitusosastoja voivat olla erilaiset laitteet ja koneet, osaprosessit tai tietyt tuotantolaitoksen osat. Tässä suunnitteluvaiheessa kannattaa jo kiinnittää huomiota potentiaalisten pullonkaulakuormitusryhmien arvioituun kapasiteettitarpeeseen, sillä niistä tulee äkkiä muuta tuotantoa rasittava tekijä joka voi heikentää toimituskykyä. Kuormitusastetta jollain tietyllä tuotannon osa-alueella kuvataan visuaalisesti kuormituspiirroksella. Tällainen piirros laaditaan kuvaamaan tilauskannan ennustetta sekä lopulta toteutunutta tilauskantaa vierekkäin, jotta voidaan seurata ennusteiden paikkansapitävyyttä. (Martinsuo ym. 2016, 147–148.) Karkeasuunnittelussa tuotannon kapasiteettia on tapana suunnitella viikon mittaisille ajanjaksoille kerralla, mikä on riittävä tarkkuus tällä tasolla. Karkeakuormitusta laatiessa suunnitellaan kapasiteetin yleistä riittävyttä, jolloin kuormituspiirroksessa voi näkyä joitain heittoja kapasiteetin määrän riittävydessä. Tämä ei kuitenkaan vielä aiheuta toimenpiteitä vielä itsessään, sillä kyseessä on vasta kapasiteetin yleisen riittävyden arviointi kyseisellä ajanjaksolla. (Haverila ym. 2009, 417.) Piirros laaditaan tietokoneohjelmistolla, joka on usein joko tuotannosuunnitteluun erikoistuva ohjelmisto tai taulukko-ohjelma kuten Microsoft Excel.

Karkeasuunnittelun tehtävänä on myös tarkastella ja pitää huolta yrityksen toimituskyvyn turvaamisesta. Toimituskyky tarkoittaa yrityksen lupaamien toimitusaikojen kiinni pitämistä. Karkea resurssisuunnitelma ja tuotannon kokonais-

aikataulu antavat aika hyvän kuvan siitä, mitä asiakkaalle voi luvata toimituskyvyksi. Tämä on todella tärkeää tilausohjautuvassa tuotantomallissa, jossa toimitusajat asiakkaille perustuvat juuri karkeatason tuotannosuunnitteluun. Toimituskyky ei tietenkään ole yksinomaan karkeatason tuotannosuunnittelusta kiinni. Asiakkailta saadun tiedon ja datan paikkansapitävyys, raaka-aineiden ja materiaalien saatavuus ja toimitusajat omilta toimittajilta voivat myös vaikuttaa toimituskykyyn. (Martinsuo ym. 2016, 149.)

2.2.3 Hienosuunnittelu

Hienotason suunnittelu on huomattavasti yksityiskohtaisempaa kuin karkeatason suunnittelu. Hienotason suunnitelman laatiminen tehdään päivittäisellä sekä viikottaisella tasolla. Hienosuunnittelun perustietoina toimivat todellinen tilauskanta sekä tuotantolaitoksen kapasiteetin ja resurssien nykytila, eli mahdollisimman ajantasainen saatavilla oleva tieto. Hienosuunnittelun tavoitteleva lopputulos on yksityiskohtainen tuotantosunnitelma, joka sisältää valmistusvaiheen tuotantoerien ajoituksen, eri työvaiheiden ajoitusta ja tuotantorssien tarkan työsuunnitelman. Jotta hienotason suunnittelu voidaan toteuttaa, on tiedettävä tuotteiden valmistukseen liittyvät yksityiskohdat: tuotekohtainen valmistussuunnitelma eli työvaiheet ja niille asetetut ohjeajat, eri tuotantolinjojen työjonot, resurssitilanne sekä mahdolliset tuotantohäiriöitä aiheuttavat tekijät. (Martinsuo ym. 2016, 149.) Haverilan ym. (2009, 418) mukaan tuotannon hienosuunnittelussa painotetaan nykyään työvaiheiden yksityiskohtaisen suunnitelman sijasta itseohjautuvaan tekemiseen painottavaa suunnittelutapaa, eli esimerkiksi yksittäisen tuotantosolun tasolla yksittäisen valmistuksen vaiheen sijaan.

Hienosuunnittelua toteuttamalla pyritään pidemmällä aikavälillä myös useampiin yrityksen liiketoimintaan vaikuttaviin asioihin, joita tunnistetaan yleisesti ainakin kuusi. Tuotteiden tai puolivalmisteiden asetusaikoihin ja -kustannuksiin voidaan vaikuttaa toteuttamalla hienotason suunnittelua. Niin sanottuja pullonkaloja muodostavat työvaiheet on myös syytä suunnitella etukäteen huolella. (Martinsuo ym. 2016, 149.)

Tuotantopisteillä voidaan tarvita tuotteesta toiseen siirryttäessä erilaisia aikaa kuluttavia toimenpiteitä, joihin haetaan hienotason suunnittelulla mahdollisimman optimaalista suoritusjärjestystä jotta siirtoajat voidaan minimoida. Asetusaikaa voi kulua esimerkiksi valmistulaitteen puhdistuksessa tuotteiden välillä, autopesulassa pesusienen vaihtamiseen autojen välillä tai tuotteen siirrossa tuotantolinjan seuraavalle pisteelle. Joissain tapauksissa asetusajoja voidaan pienentää yhdistämällä tuotantoeriä, mutta se saattaa joissain tapauksissa johtaa pidempiin toimitusaikoihin. (Martinsuo ym. 2016, 149.)

Pullonkauloja tuotannossa muodostavat vaiheet, joissa on muuhun tuotantoon verrattuna pienempi määrä kapasiteettia saatavilla. Tällaisia kapasiteettirajoitteita voi esimerkiksi muodostua tuotantolinjalla, jossa kaikki tuotteet on käytettävä pesulinjan läpi tai vaikkapa mikäli jokainen tuote on skannattava testauslaitteistolla. Joissain tapauksissa nämä pullonkaulat voi ratkaista lisäämällä niihin kapasiteettia, mutta se ei aina ole esimerkiksi kalliista hankintakustannuksista tai muista mahdollisista syistä johtuen mahdollista. Tällaiset kapasiteettirajoitteiset tuotantolinjastot on aina syytä pitää käynnissä mahdollisimman korkealla kuormitusasteella. Hienosuunnittelun tasolla on syytä huomioida, että kapasiteettirajoitteisille tuotantolinjastoille on oltava jatkuva virtaus uutta tavaraa joten muiden työvaiheiden mahdollinen hidastelu ei myöskään saa laskea kuormitusastetta. Joissain tapauksissa tätä voidaan hoitaa ns. puskurivarastolla, joka on tuotantolinjastossa juuri ennen pullonkaulavaihetta. (Martinsuo ym. 2016, 149–150.) Useita eri työvaiheita sisältävässä tuotannossa pullonkaulavaiheen korkean kuormitusasteen tavoittelu voi joissain tapauksissa johtaa läpäisyajojen pidentymiseen, jolloin tuotantolaitoksen on valittava korkeamman tuottavuuden ja nopeampien läpäisyajojen välillä. (Haverila ym. 2009, 418)

Suuri valttikortti tuotannon toteuttamiselle ja yritystoiminnalle yleisestikin on luvattujen valmistumisaikojen tarkkuus ja paikkansapitävyys. Varsinkin lyhyiden toimitusaikojen tuotteilla on todella tärkeää, että sovittu aikataulu pitää paikkansa päivälleen ja että mahdollisista poikkeamista sekä viivästyksistä prosessissa saadaan tietoa asiakkaalle mahdollisimman ajoissa. Tuotteen tai tuote-erän valmistusajan suunnittelu on erittäin oleellinen osa hienosuunnitte-

lua. Hienosuunnittelussa tarvitaan tietoa siitä, miten pitkä valmistusaika tuotteelle vaaditaan ja miten pitkä aika tuotteen valmistumisen jälkeen kestää ennen kun tuote toimitetaan. (Martinsuo ym. 2016, 150.)

Yleisimmin tuotantoa ohjataan aikatauluttamalla tuote tai tuote-erä taaksepäin ajoittamalla. Tuotteelle sovitun toimitusaikataulun paikkaansapitävyys on kiinni siitä, että tuote on jokaiselta tuotantolinjalta valmis ajallaan ja että se saadaan valmiina tuotteena kuljetussuunnitteluun suunniteltuna päivänä. Taaksepäin ajoitettavan tuotannon suunnitteluvaiheessa lähtökohta on suunniteltu valmistuspäivä, joka on riippuvainen kaikkien työvaiheiden osumisesta oikeisiin ajankohtiin. Jos tuotannon työvaiheet eivät valmistu ajoissa, valmistuksenohjauksen tehtäväksi tulee hoputtaa jälkeen jääneitä työvaiheita tavallista nopeammin, mikä aiheuttaa ylimääräistä, arvoa tuottamatonta työtä. Eteenpäin ajoitettavassa tuotannossa lähtökohtana on puolestaan tuotteen ensimmäisen työvaiheen aloitushetki, jonka perusteella lasketaan seuraavan ja sitä seuraavan työvaiheen aloitus- ja lopetushetki ja lopputuloksena saadaan valmistusaika. (Haverila ym. 2009, 419.)

Kuten jo aiemmin mainittiin, tuotannon tehtävänä on tuottaa yrityksen myymiä tuotteita. Tuotannossa tapahtuvan työn on syytä olla suunniteltu siten, että se tuottaa asiakkaalle sekä myyvälle yritykselle mahdollisimman hyvää lisäarvoa. Tavallinen ja yleisesti toimiva ratkaisu arvovirran ohjaukselle on niin sanottu työntöohjaus, joka perustuu suunnitellun tuotantoerän ”työntämiseen” tuotantolinjojen läpi. Tämä toteutetaan etukäteen suunniteltua valmistusjärjestystä noudattaen. Työntöohjauksen haittapuolena nähdään yleisesti joustamattomuus: sataprosenttisen virheetön suunnittelu on mahdotonta, sillä valmistusprosessin aikana ilmenee useasti poikkeamia ja häiriöitä jotka voivat johtaa välivarastojen muodostumiseen tuotantolinjastoilla. Vaihtoehtoisesti voidaan soveltaa tuotannon imuohjausta, jossa tuotteita, puolivalmisteita tai tuotteiden osia valmistetaan ainoastaan välittömään tarpeeseen. Imuohjaus toteutetaan pienivolyymisten todella nopeasti kiertävien välivarastojen avulla, joihin annetaan imuohjauskortin (kanban) avulla tieto tarpeesta valmistaa lisää kyseistä tuotetta. Imuohjauskäytäntö on yleinen erityisesti suuria määriä vakiotuotteita valmistavilla tuotantolinjastoilla. (Martinsuo ym. 2016, 150.)

Hienosuunnittelun tukena käytetään usein erilaisia tietokonejärjestelmiä, joiden avulla voidaan visualisoida hienotason tuotantosuunnitelma helposti ymmärrettävään muotoon. Nykyaikaisen tuotannonohjausjärjestelmän oleellinen osa on aikataulutumahdollisuus. Antamalla tuotteelle tai tuote-erälle aikataulu järjestelmään voidaan joissain tapauksissa saada simppelein ja kompaktiin muotoon esimerkiksi tietyn laitteen tai linjaston päivittäinen tai viikottainen kuormitussuunnitelma tuote- tai tuote-eräkohtaisella tasolla. (Martinsuo ym. 2016, 151.)

Kuudes hienosuunnittelun tavoite on tuotantolaitoksen toiminnan ja tavoitteiden optimointi, jolla saadaan mahdollisista ristiriidoista huolimatta paras mahdollinen lopputulos. Hienosuunnittelun tavoitteet voivat joskus olla keskenään ristiriidassa, joten on tärkeää löytää juuri oikea tapa painottaa kutakin tavoitetta parhaan mahdollisen tuotantotoiminnan mahdollistamiseksi. Tuotantosuunnittelijalle tärkeä työkalu on vaihtoehtoisten skenaarioiden mallintaminen ja ennustaminen, jotta jo ennen päätöksentekoa on mahdollista simuloida eri päätöksien todennäköisiä vaikutuksia. (Martinsuo ym. 2016, 151.)

2.2.4 Valmistuksen ohjaaminen

Hienosuunnittelun tasolla luotu muutaman päivän tarkkuudella laadittu tuotantosuunnitelma viedään vielä vielä tarkemmalle tasolle, kun ohjataan valmistuksen vaiheita. Yksityiskohtaisen työtehtävien ohjaamisen, valvonnan ja raportoinnin tasolla tapahtuva suunnittelu uusitaan ja päivitetään jatkuvasti tuotannon pyöriessä. Ohjaamisen haastavuuden määrittelee tuotantomuoto sekä tuotteiden moninaisuus. Vakiotuotteita tuottavaa tuotantoa on helpompi ohjata, sillä työtehtävät toistuvat samankaltaisina tuotteesta tai tuote-erästä toiseen siirryttäessä. Erikseen asiakaskohtaisesti räätälöitävien tilaustuotteiden valmistuksen ohjaaminen on huomattavasti haastavampaa ja vaatii paljon enemmän suunnittelua. (Haverila ym. 2009, 425.)

Valmistuksen ohjaamisen toimivuuden varmistamiseksi on ymmärrettävä erilaisten tuotantoprosessien layout-vaihtoehtoja. Tässä käsitellään kolme yleisintä layoutia, mutta on syytä huomioida että niitä on huomattavasti enemmän. Tuotantoprosessilla tarkoitetaan materiaali- ja tietovirtaa, joka tuottaa

asiakkaalle arvoa. Prosessi kattaa sen kokonaisuuden, kuinka tuotannon resurssit järjestetään parhaiten asiakasarvon toteutumiseksi. Oikeaa layoutia valitessa lopputulos jää usein kompromissiksi, koska kaikkia tuotantoon vaikuttavia asioita on mahdoton huomioida ennakkoon. Tuotantolaitoksen layoutit optimoidaan yleensä joka tapauksessa kokonaisliiketoiminnan kannalta mahdollisimman ihanteelliseksi. (Martinsuo ym. 2016, 154–155.)

Tuotantolaitoksessa voi olla käytössä samanaikaisesti useammalla eri tuotantolinjalla erityyppisiä osalayouteja. Layoutia valitessa otetaan huomioon ainakin tuotantolaitoksen tilavuus, tuotevalikoiman monipuolisuus sekä tuotantovo-lyymit. Yleensä pienten tuotevolyymien mutta suuren tuotevariaation tuotantolaitoksissa on käytössä funktionaalinen layout. (Martinsuo ym. 2016, 155.)

Funktionaalinen layout tarkoittaa käytännössä sitä, että valmistukseen käytettävät koneet ja valmistuspisteet järjestetään ryhmittäin työtehtävien yhteisten piirteiden mukaan. Koneet työpisteillä soveltuvat useamman erilaisen tuotteen valmistukseen, mikä mahdollistaa joustavan valmistusprosessin kun erilaisia tuotteita on paljon. Valmistettavien tuotteiden työvaiheet voivat erota toisistaan huomattavasti, minkä johdosta koneiden ja linjastojen automatisointi ei välttämättä kannata hedelmää. (Martinsuo ym. 2016, 157.)

Samankaltaisia tuotteita suurina määrinä tuottavassa tuotantolaitoksessa on tapana päätyä yleensä käyttämään tuotantolinja-layoutia. Tuotantolinja-layoutin mukaisessa järjestelyssä työlaitteet ja -pisteet laitetaan valmistus- tai ko-koamisjärjestyksen mukaisesti. Tällaisessa layoutissa tuotantomäärät ovat todella suuria, mutta tuotevariaatio on todella pientä. Layoutilla tavoitellaan lisäksi korkeaa käyttöastetta, joten tällainen tuotanto on massatuotantoa. Tuotantolinja pyritään automatisoimaan mahdollisimman pitkälle. (Martinsuo ym. 2016, 159.)

Tuotantolinjalayoutin ja funktionaalisen layoutin risteämänä voidaan tavallaan pitää tuotantosolu-layoutia, jossa tuotantokoneiden ja työskentelypisteiden järjestely toteutetaan ryhmittämällä ne tiettyjen työvaiheiden suorittamiseen tai tiettyjen komponenttien valmistamiseen. Useasti esimerkiksi viimeistelyvaiheen kokoonpano on toteutettu tuotantosoluna, jossa muissa valmistuvaiheissa tuotetut komponentit kootaan yhteen valmiiksi lopputuotteeksi. Tuotantosolu-layoutin toteuttaminen edellyttää resursseilta moniosaamista, mutta

lopputuloksena on todettu olevan myönteisempi suhtautuminen työntekoon: lisääntynyt vastuu työtehtävän toteuttamisesta, laadun seurannasta ja vaiheiden edistymisestä johtaa siihen että tuotantosolun työntekijät saavat itse päättää työnjaosta, aikataulusta ja tehtävien kierrosta. (Martinsuo ym. 2016, 161–162.)

2.3 Toiminnanohjausjärjestelmät

Nykyaikaisen keskisuuren tai suuren yrityksen elinehtona nähdään toimiva toiminnanohjausjärjestelmä. Toiminnanohjausjärjestelmä edistää tiedonkulkua valtavasti ja mahdollistaa sen, että kerran järjestelmään syötettyä tietoa ei tarvitse luoda uudelleen. Yrityksen resurssisuunnittelujärjestelmää (ERP, enterprise resource planning) käytetään mahdollistamaan kaikkien yrityksen resursien ja tuotantolaitoksien hallintaa tehokkaasti. Toiminnanohjausjärjestelmä mahdollistaa toteutuneen liiketoiminnan seuranta sekä useammankin tuotantolaitoksen tuotannon toteutumisen valvontaa. (Haverila ym. 2009, 430.)

Valtavista eduistaan huolimatta myös toiminnanohjausjärjestelmissä on kääntöpuolensa. Suuren järjestelmän käyttöönotto jopa todella systemaattisen yrityksen liiketoiminnassa aiheuttaa todennäköisesti suuria kustannuksia sekä monimutkaisia ja pitkäaikaisia määrittelyvaiheita, jotka voivat joissain tapauksissa johtaa jopa liiketoiminnan tappioihin. Toiminnanohjausjärjestelmät on yleensä luotu hallitsemaan laajoja kokonaisuuksia, joten niiden avulla voi olla todella hankala toteuttaa yksittäisiä tehtäviä. Työtehtäviä suorittaville työntekijöille systemaattiset ja standardisoidut toteuttamisvaiheet voivat aiheuttaa penseän suhtautumisen järjestelmän käyttöön. (Haverila ym. 2009, 431.)

Toiminnanohjausjärjestelmällä nähdään tuotannon kannalta yleisesti ainakin viisi tärkeää tehtävää. Järjestelmään voidaan tallettaa tuotannossa valmistettavia tuotteita tai puolivalmisteita varten tarvittavien raaka-aineiden tai komponenttien kokonaisuus eli **tuoterakenne**. Tämän perusteella voidaan myös muodostaa työvaiheiden rakenne, jossa kuvataan työvaiheet ja vaadittava kapasiteetti. Tuoterakenne on oleellinen osa materiaali- ja kapasiteetilaskentaa, jotka puolestaan ovat oleellinen osa tuotannonsuunnittelua. Järjestelmä voi myös olla apuna kokonaisten tuote-erien materiaali- ja kapasiteetilaskelmien

suunnittelussa. Tämän **tarvelaskennan** avulla voidaan siis joissain järjestelmissä suorittaa tuotannosuunnittelu tyystin yhden tietojärjestelmän avulla. Tarvelaskennan avulla järjestelmällä voidaan myös suorittaa **kuormituskirjanpitoa**. Järjestelmä laskee aina kyseiseen tuotantolinjaan kohdistuvan kuormituksen purkautuneeksi, kun järjestelmään kirjataan työvaihe valmiiksi tai tuote valmistetuksi. Toiminnanohjausjärjestelmän yksi oleellisimmista tehtävistä on ylläpitää tietoja tuotteiden, raaka-aineiden, komponenttien, puolivalmisteiden tai muiden tuotannolle oleellisten tarvikkeiden varastotasoista. **Materiaalikirjanpito** lasketaan yksinkertaisimmillaan tuotannon toiminnan ja saapuvan tavaran mukaan. Järjestelmä pitää esimerkiksi automaattisesti kirjaa, kun joku komponentti kuitataan käytetyksi valmistuksessa tai kun uusi komponenttilähetys vastaanotetaan. Toiminnanohjausjärjestelmään kuuluu yleensä myös mahdollisuus tehdä **standardikustannuslaskelmia** tuotteittain. Valmistukseen käytettyjen materiaalien ja resurssien hintalaskenta voidaan määrittää järjestelmään esimerkiksi koituneiden materiaalien ostohintojen sekä resurssien palkkakustannusten perusteella. (Haverila ym. 2009, 433–436.)

3 MASTER PRODUCTION SCHEDULE

Tuotannon karkeasuunnittelun tasolla laadittava Master Production Schedule eli tuotannon kokonaisaikataulu (jäljempänä vain MPS) on olennainen osa tuotannosuunnittelun prosessia. (Martinsuo ym. 2016, 146). Se on samalla oleellinen osa materiaalitaravelaskentaa, jonka avulla lasketaan tarvittavat raaka-aineet ja komponentit karkean tason suunnitelmissa. MPS:stä ilmenee kuinka monta lopputuotetta tuotetaan tiettyinä ajanjaksoina. MPS:n pohjatielona käytetään tuotannon kokonaissuunnitelmaa ja sen luomisessa huomioidaan kysynnän ennusteita, ennakkotilauksia sekä nykyistä tilauskantaa, kuten kuvassa 4 aiemmin havainnollistettiin. Kysyntää ja tarjostaa ennustettaessa kokonaistasolla muodostetaan useissa tapauksissa kuukausittainen kysyntäennuste, jonka MPS pilkkoo pienempiin osiin ja muodostaa tuote- tai tuoteperhekohtaisen tuotannon kokonaissuunnitelman viikkotasolle. MPS voidaan luoda usealle eri aikajänteelle: vaihtelu on yrityksestä ja tuotantotyyppistä riippuen tuntitasosta kuukausitasoon. (Krajewski ym. 2016, 460.)

Taulukko 1. Esimerkki viikkotasolla laaditusta tuotannon kokonaisaikataulusta valmistusteollisuudessa (Krajewski ym. 2016, 460)

	Huhtikuu				Toukokuu			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Tuote 1.1	150					150		
Tuote 1.2				120			120	
Tuote 1.3		200	200		200			200
Kysyntäennuste ja tuotantosuunnitelma tuoteperheelle 1	670				670			

Taulukossa 1 nähdään eräälle esimerkkituoteryhmälle laadittu kokonaisaikataulu. Taulukosta ilmenee viikkotasolla tuotannossa valmistettävien tuotteiden määrä tuotekohtaisesti. Kysynnän ja tarjonnan tasoittamiseen tähtäävien suunnitelmien perusteella laadittavaa MPS:ää tehdessä on huomioitava ainakin kolme pääseikkaa. Ensinnäkin kaavailtavien tuotantomäärien on vastattava kokonaistason kysyntäennustetta ja tuotantosuunnitelmaa. Tähän eri tasojen suunnitelmien yhtenäisyyteen on syytä pyrkiä, sillä kysyntää ja tarjontaa ennustettaessa kokonaistasolla sekä strategisella tasolla erinäiset taloudelliset laskelmat vaikuttavat myös siihen, mitä määriä tuotanto pystyy tuottamaan. Toinen tärkeä huomioitava seikka on se, että tuotantomäärät on jaettava tehokkaasti aikajaksoille. Useasti tiettyyn tuoteperheeseen kuuluvien tuotantomäärien ennusteet perustuvat viimeaikaiseen toteutuneeseen kysyntään sekä tiedossa oleviin markkinointikeinoihin, joilla voidaan vaikuttaa kysyntään. Kolmas oleellinen huomioitava asia on kapasiteetin rajoitteet eli ns. pullonkaulat. Suunnitelmaa laadittaessa on tiedostettava, että joidenkin tuotteiden valmistamisessa kuluu enemmän kapasiteettia. Siispä tuotannon kokonaisaikataulua laadittaessa on aikataulutettava tuotteet mahdollisimman hyvin ja asetettava tuotannolle sopiva volyyymi. (Krajewski ym. 2016, 460.)

Tuotannon kokonaisaikataulun valmistuttua voidaan aloittaa resurssien, kapasiteetin ynnä muiden muuttuvien tuotantotekijöiden tarkempi suunnittelu kyseiselle ajanjaksolle. MPS:stä löytyvää tietoa verrataan tuotannon kokonaissuunnitelmaan, minkä avulla nähdään riittääkö tuotantoresurssien ja -kapasiteetin normaalitaso joka on aiemmin määritetty tuotannon kokonaissuunnittelun tasolla. Tuotannonsuunnittelusta vastaava resurssi käy läpi kokonaisaikataulua aina siihen saakka, kunnes se saadaan sopivaksi kokonaistason tuotantosuunnitelman kanssa tai päädytään tulokseen että kelpoisaa suunnitelmaa ei

voida laatia nykyisen resurssi- ja kapasiteettitilanteen vallitessa. Tällöin tuotantoresurssia ja -kapasiteettia on muutettava yhteensopivaksi laaditun MPS:n kanssa. (Krajewski ym. 2016, 461.)

Kun tuotannon vastuuhenkilöt ovat hyväksyneet kyseisen ajanjakson MPS:n, voidaan aloittaa tarkempien aikataulujen antaminen tuotannolle. Komponenttien valmistus sekä mahdollinen lopputuote-erän kokoonpano saavat alustavan päivämäärän. Toteutunutta kysyntää, tuotannon suorituskykyä ja varastotasojen suunnitelmia seurataan jatkuvasti ja niitä käytetään taas seuraavan tuotannon kokonaissuunnitelman luomisessa hyödyksi. (Krajewski ym. 2016, 461.)

4 UUDEN AUTON MAAHANTUONTIKUNNOSTUS

Ajoneuvologiikan alalla uusien autojen maahantuojat tekevät kunnostus- ja kuljetustoiminnasta sopimuksen näitä palveluita tarjoavan yrityksen kanssa. Kunnostus- ja kuljetustoiminta eivät aina kulje käsi kädessä, mutta toimeksiantajan tapauksessa niiden molempien tarjoaminen on koitunut suureksi kilpailueduksi. Auton tilaus-toimitusketjun eri vaiheet ovat näkyvillä toimeksiantajan järjestelmässä aina siitä lähtien, kun auto on lähtenyt tehtaalta kuljetukseen kohti Suomea. Saman järjestelmän vaihetieto näyttää auton etenemisen aina siihen saakka, kunnes se on toimitettu Suomessa auton jälleenmyyjälle. Joissain tapauksissa toimeksiantaja toimittaa autoja myös Suomesta ulkomaille, ja nämä edellä mainitut tietojärjestelmässä näkyvät tilat ulottuvat myös niihin autoihin.

Uuden auton maahantuontikunnostuksen (*PDI, pre-delivery-inspection*) kesto vaihtelee yleensä 10 minuutin ja tunnin välillä. Tämän lisäksi prosessiin kuuluu siirto- ja asetusajat. Kunnostuksen kesto vaihtelee asiakkaittain ja tilauksittain. Jollekin asiakkaalle kaikkiin autoihin tilataan automaattisesti kaikissa tapauksissa huolellinen pesu- ja puhdistustyö, ajoneuvotietokoneen testaus, ajoneuvon yleiskunnon tarkastus sekä oleellisten oheistarvikkeiden mukaan laittaminen ja asennus kun taas jollekin asiakkaalle tähän maahantuontikunnostusprosessiin ei kuulu muuta kuin yleiskunnon tarkastus ja rekisterikilpien laittaminen mukaan. Asiakkaalla on myös mahdollisuus tilata autoon Hangossa suoritettavia lisätoimenpiteitä, minkä johdosta jokainen tilaus on ainutlaatuinen

ja autokohtaiset ohjeajat vaihtelevat suuresti. Osa töistä vaatii sen verran teknistä työtä ja osaamista, että niitä varten täytyy olla tietyn ammattitason omaava erillinen osasto ja laitteisto. Tällaisia lisävarustelutöitä suoritetaan asiakkaasta riippuen kohtuullisen suureen määrään autoja. Ajoneuvon saapuminen Hankoon tehtaalta voi joissain tapauksissa kestää jopa kuukausia. Lisävarusteasennuksia tekemällä saadaan lyhennettyä ajoneuvon viipymistä tilaus-toimitusketjussa, sillä joissain tapauksissa jälleenmyyjien omat lisävarusteasennuksia tekevät resurssit ovat ylikuormitettuina.

4.1 Tuotantostrategia

Toimeksiantajan liiketoiminta- ja tuotantostrategia kulkevat luonnollisesti käsi kädessä. Sopimusasiakkaiden Hankoon saapuvat autot varastoidaan ja prosessoidaan Hangossa saapumissataman alueella. Kuljetustilauksia hoitava SE Mäkinen Logistics noutaa Semasterin prosessoimat autot ja toimittaa ne eteenpäin jälleenmyyjille. Hangossa sijaitseva Suomen Vapaasatama on pääasiassa ajoneuvologistiikkaan keskittyvä satama. Toimeksiantajalla on alueella kaksi erillistä tuotantolaitosta. Molempien tuotantolaitosten layout on suunnilleen samanlainen. Layout on pyritty suunnittelemaan mahdollisimman suoraviivaiseksi, jotta voidaan minimoida siirto- ja asetusajat. Layoutit vaihtelevat riippuen siitä, onko kyseessä PDI- vai varustelulinjasto. PDI-linjastolla autokohtaiset ohjeajat ovat matalia ja työtehtävät usein toistuvia, joten layout on pääasiassa tuotantolinjamainen. Varustelulinjaston layoutia voisi luonnehtia solulayoutin tyylliseksi. Työpisteitä on useampi, jokaisella on yksi varustelu-toimenpiteet suorittava asentaja, työvaiheet vaihtelevat tilauksittain ja ohjeajat asennuksille vaihtelevat aina 30 minuutista useampiin tunteihin. Osa palveluista toteutetaan vuokratyövoiman avulla, mikä johtuu kysynnän suurista vaihteluista. Toimeksiantajalla on myös käytössään työaikapankkijärjestelmä, mikä lisää joustavuutta työaikoihin ja lisää kysynnän vaihteluihin vastaamisen keinoja.

4.2 Prosessi

Maahantuontikunnostusprosessi lähtee liikkeelle siitä, kun autokauppa tai maahantuojalla tilaa autolle kunnostuksen ja toimituksen. Tieto kulkee toimeksiantajan omaan toiminnanohjausjärjestelmään maahantuojalta automaattisesti. Hangon yksikön asiakaspalvelu käsittelee saapuneet tilaukset ja aikatauluttaa

ne tietyissä tapauksissa tuotannonohjausjärjestelmään. Tämä tarkoittaa sitä, että asiakaspalvelun tehtäviin kuuluu tiettyjen asiakkaiden tekemien tilausten tuotannon hienosuunnittelu.

Autot saapuvat Hankoon laivoilla. Autoon voi kohdistua tilaus jo siinä vaiheessa, kun se on vasta laivassa matkalla Suomeen taikka jossain päin maailmaa välivarastoinnissa. Toimeksiantaja voi tietysti aloittaa tarvittavat kunnostustyöt siinä vaiheessa, kun auto saapuu Hankoon ja vastaanottotarkastukset on suoritettu. Vastaanottotarkastuksen jälkeen toimeksiantajan käytössä oleva tuotannonohjausjärjestelmä antaa automaattisesti autojen siirrosta vastuussa oleville työntekijöille yksittäiset siirtotilaukset, joiden perusteella auto viedään joko varastoon odottamaan kunnostustilausta tai tuotantolaitoksen puskurikentälle jonottamaan kunnostukseen pääsyä.

Aikataulun saanut auto siirretään tuotantolaitoksen jonotustilaan siinä vaiheessa, kun tuotannonohjausjärjestelmä on laskenut sille sopivan siirtoaikataulun huomioiden myös muut samanaikaisesti aktiiviset ja aikataulutetut tilaukset. Kunnostustoimenpiteiden valmistuttua auto siirretään rekkojen lastausalueelle, josta se lastataan kuljetukseen jälleenmyyjälle.

4.3 Tuotannonsuunnittelu ja -ohjaus

Toimeksiantaja tekee tuotannonsuunnittelua ja -ohjausta päivittäisellä tasolla. Suunnittelua tukemassa ei ole olemassa erillistä tuotannonsuunnittelujärjestelmää (*APS, advanced planning system*), joten pääasiallisena tietolähteenä on tuotannonohjaus- ja valmistuksenohjausjärjestelmistä kootut tiedot sekä maahantuojilta, laivayhtiöiltä ja paikallisilta ahtausliikkeiltä saatava tieto saapuvien autojen yksilötiedoista.

Strategiset suunnitelmat ja kokonaissuunnittelu ovat osa yrityksen ylemmän johdon strategiaa. Tämän työn tarkoituksena on kuitenkin keskittyä karkea- ja hienotasojen suunnitteluun.

Päivittäisiä tuotannonohjauksen toimenpiteitä on muun muassa autojen etenemisen seuranta tuotannonohjausjärjestelmässä. Toimeksiantajalla tätä teh-

dään jatkuvasti päivän mittaan. Tilauskoordinaattorit vastaavat uusien tilauksien aikataulutuksesta, tilauskyselyihin vastaamisesta sekä häiriöiden ja poikkeamien kommunikoimisesta asiakkaiden suuntaan. Kuten aiemmin mainittiin, kunnostustoimenpiteiden määrä vaihtelee asiakkaittain ja tilauksittain melko paljon, joten toimeksiantajalle on tärkeää ylläpitää kunnollisia kuvauksia prosesseista ja kartoituksia mahdollisista tuotannon häiriötekijöistä ja pullonkaloista. Näitä seurataan asiakaspalvelun toimesta yhteistyössä. Asiakaspalvelijoilla on omat vastualueet, joita ovat pääasiassa tietyn maahantuojan tilauksien käsittely ja raportointi tuotannon etenemisestä järjestelmän avulla sekä joissain tapauksissa sähköpostitse tai puhelimitse kommunikoimalla riippuen asian kiireellisyydestä.

Varsinaista keskitettyä tuotannon karkeatason kokonaisaikataulua tuotantolinjoittain jaoteltuna ei ole saatavilla järjestelmistä käsin suoraan. Tuotantoa suunnitellaan yhdistelemällä tietoa eri järjestelmistä ja paikallisilta ahtausliikkeiltä saatavista saapumisilmoituksista. Autojen kunnostuksen sopimuksissa määritetty valmistamisaika on todella lyhyt, vaihteluväli on muutamasta päivästä noin viikkoon tapauskohtaisesti. Jos autoon tulee pelkkä PDI, sovittu valmistumisaika on paljon lyhyempi kuin varusteltavissa autoissa, sillä varusteluautoihin tehtävät työt vievät huomattavasti enemmän aikaa ja vaativat useamman eri tuotantolinjan toimintoja.

4.4 Haasteet

Suurimpana haasteena uusien autojen maahantuontikunnostustuotantoa suunnitellessa on se, että kysyntä on suoraan riippuvainen autojen valtakunnallisesta myynnistä. Heilahtelut yhteiskunnan taloustilanteessa näkyvät suoraan tilauskannan kehityksessä. Toimeksiantaja vastaa kysynnän vaihteluihin tuottamalla osan palvelutarjonnastaan alihankkijoiden avulla, palkkaamalla osa-aikaisia työntekijöitä avustamaan kysynnän huippuhetkinä sekä käyttämällä työaikapankkijärjestelmää, jossa työntekijät voivat tehdä tunteja talteen kiireisinä aikoina ja käyttää ne vapaina hiljaisempina hetkinä. Tämän työn tarkoituksena on laatia tuotannon kokonaisaikataulu, jonka avulla toimeksiantaja voi ennustaa paremmin kysynnän huippuja ja matalikkoja, minkä johdosta resurssitarpeen suunnitteluun saadaan parempi ja tarkempi näkymä.

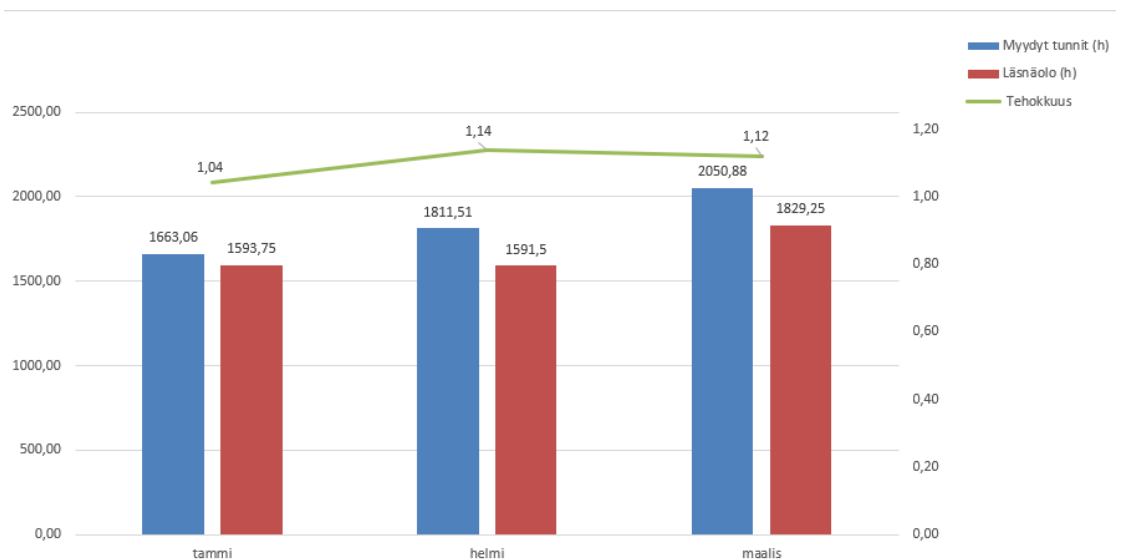
Toimeksiantaja saa eri asiakkailtaan tietoja tuotannonsuunnittelun avuksi vaihtelevasti. Tämä johtaa siihen, että joidenkin asiakkaiden kohdalla suunnittelu on haastavampaa kuin toisten. Toimeksiantajan kattavan asiakaskunnan ominaisuutena nähdään se, että autoja saapuu Hankoon prosessoitavaksi usealta eri tehtaalta ympäri maailmaa useiden eri satamien kautta. Osa uusista autoista saapuu Euroopan autotehtailta, osa jopa Aasiasta saakka. Euroopassa valmistettavien tehdastoimituksien kesto on usein muutamia viikkoja kun taas Aasian tehtailta saapuvissa voi helposti mennä kaksikin kuukautta. Pidempää saapuvat autot tulevat Hankoon isommilla laivoilla ja niitä saapuu usein keskitetty isompi erä, kun taas lähellä Euroopassa tuotettuja autoja saapuu pienissä erissä säännöllisesti kulkevilla laivalinjoilla. Pidempää tulevien autojen maahantuontikunnostukseen on siis enemmän aikaa varautua kokonaistasolla kuin lähempää saapuvien. Vaikka isompi osa autoista saapuu suurissa erissä isommilla laivoilla, pienemmät lyhyen tehdastoimituksen erät muodostavat kuitenkin huomattavan resurssitarpeen toimeksiantajalle. Tämä on otettava huomioon tuotannonsuunnittelussa, ja lyhyemmän tehdastoimituksen autojen saapumisaikataulua on pyrittävä kartoittamaan vähintäänkin päivittäisellä tasolla.

5 KOKONAISAIKATAULUN LUOMINEN TOIMEKSIANTAJALLE

Toimeksiantajan edustajan haastattelun perusteella tuotannon kokonaisuikatauluja luodaan kaksi kappaletta eri aikajänteille: ensimmäinen kvartaalitasolle, josta ilmenevät päivätason aikajänteellä tuotannossa saatavilla olevat työntekijäresurssit työtunteina, Hankoon kyseisenä ajanjaksona saapuvat tilatut autot sekä ennuste edeltävien viikkojen toteuman perusteella siitä, kuinka paljon asiakkaat tilaavat omista varastoistaan autoja kunnostettavaksi toimitukseen. Toinen kokonaisuikataulu luodaan huomattavasti lyhyemmälle ajanjaksolle materiaaliarvesuunnittelua varten. Siitä ilmenevät vain toteutunut tilauskanta sekä sellaiset autot, jotka on tilattu kunnostukseen ja toimitukseen mutta ovat vielä laivassa matkalla kohti Hankoa. Tämän avulla voidaan tehostaa ennakoitavuutta varustelutöissä tarvittaviin Hangossa asennettaviin lisäkomponentteihin ja varmistaa, että niitä löytyy mahdollisimman pian varastosta kun kyseinen tilattu auto saapuu Hankoon. Tämän työn päätarkoitus on resurssisuunnittelun tehostaminen, joten tässä keskitytään vain ensiksi mainitun kokonaisuikataulun luomiseen ja materiaaliarvesuunnittelua varten luotava toinen kokonaisuikataulu jää jatkokehityssuunnitelmaksi. (Gustafsson 2021.)

5.1 Tietolähteet

Ensimmäisen kokonaisuikataulun luominen käynnistyy siitä, että kirjataan tiedossa oleva tuotannon kapasiteetti. Tätä varten tarvitaan tuotantohenkilöstön tehokkuusluvut, joiden perusteella saadaan melko tarkka laskelma kapasiteetista. Toimeksiantaja mittaa näitä laskemalla työntekijän tiettyyn työvaiheeseen käyttämän ajan verrattuna standardinmukaiseen ohjeaikaan. Työntekijän tehokkuusluku on siis ohjeaika jaettuna toteutuneella ajalla. Esimerkiksi työvaiheen X ohjeaika on 1,10 tuntia. Työntekijä A suorittaa työvaiheen 1,01 tunnissa. Tällöin hänen tehokkuusluvukseen tulee pyöristettynä 1,09, eli työntekijä suorittaa työtä standardia tehokkaammin. Työntekijöiden tehokkuusluvut oli tätä työtä varten saatavilla kokonaisuudessaan tammi–maaliskuulta 2021, joten niitä käytettiin perusteena tämän kokonaisuikataulun mallin luomisessa. Jatkosuunnitelmana on käyttää täysin tuoreita tietoja toteutuneista tehoista, jotta voidaan taata mahdollisimman tuoreet tiedot käytettäväksi kapasiteettilaskelmia tehdessä. Tämän työn lopputuloksena esitettävään kokonaisuikataulun malliin ei nähty tarvetta ottaa täysin tuoreita lukuja, vaan hieman yli kuukausi sitten toteutunut tehokkuusluku koettiin riittäväksi. Kuvassa 5 havainnollistetaan toimeksiantajan työntekijöille tammi–maaliskuussa 2021 myytyjä työtunteja.



Kuva 5. Toimeksiantajan erään tuotantolinjan tehokkuuden toteumaa tammi–maaliskuussa 2021

Toinen kokonaisuikataulun lähteenä käytettävä tietolähde on toimeksiantajan tilauskanta. Toimeksiantaja saa päivittäin tarkat raportit vastaanotetuista uusista tilauksista. Tätä tietoa käytetään hyödyksi tämän kokonaisuikataulun luomisessa. Päivittäisistä raporteista ilmenee jokaiselle yksittäiselle autolle tilatut työt sekä niiden ohjeajat, joten tieto tilauskannasta on todella tarkka niin kapalemäärissä kuin työtunneissa. Luvun 5 alussa mainittu ensimmäinen tuotannon kokonaisuikataulu laaditaan tätä työtä varten sen perusteella, milloin on kunkin työvaiheen viimeinen sopimuksen mukainen mahdollinen suorituspäivä, eli tuotantoa ohjataan taaksepäin ajoittamalla kuten luvussa 2.2.3 on selvennetty. Vaadittava läpimenoaika tuotantolaitoksissa on vain muutaman päivän mittainen, joten muuta vaihtoehtoa ei siis varsinaisesti ole kun kapasiteettia pyritään aina ylläpitämään mahdollisimman suurella kuormitusasteella.

Toimeksiantajan on mahdollista tietää osa tilauskannasta jo siinä vaiheessa, kun tilausten valmistuksen aloitus ei ole vielä mahdollista. Tämä koskee sellaisia tilattuja autoja, jotka ovat vielä laivassa matkalla kohti Hankoa. Kuten luvussa 4.4 mainittiin, osalla autoista on pidempi tehdaskuljetusmatka kuin toisilla, joten joidenkin tilauksien karkeasti arvioitu saapumispäivä tiedetään jo muutamaa kuukautta ennen saapumista Hankoon. Tämä mahdollistaa sen, että osa tuotannon kokonaisuikataulusta voidaan laatia tarkkojen tietojen perusteella, mutta osa pidemmän aikavälin tuotannosta joudutaan laatimaan ennusteiden perusteella.

Kokonaisuikataulun kolmantena tärkeänä osana on ennusteet tulevasta tilauskannasta. Maahantuontikunnostusten tilauskannan volyyymiin vaikuttaa todella monet eri asiat. Näitä ovat muun muassa yleinen yhteiskunnan taloustilanne, autojen jälleenmyyjien järjestämät erilaiset markkinointikampanjat, tiettyjen seuranta-ajanjaksojen päätöskaudet sekä uusien automallien lanseeraus. Nämä kaikki yhdistämällä voisi päätyä jonkinlaiseen laskukaavaan, josta voisi saada mahdollisen ennusteen. Useat tapahtumista ovat kuitenkin eri aikoihin vuoden aikana, joten varsinaista luotettavaa ennustetta ei näiden perusteella lasketa tässä. Sen sijaan ennuste tuleville päiville luodaan sen perusteella, kuinka paljon toimeksiantajan asiakkaat ovat tilanneet Hangon varastokenttään autoja kunnostukseen menneiden viikkojen aikana.

Tämän opinnäytetyön tuloksena saadaan siis tuotannonsuunnittelun apuvälineeksi malli tuotannon kokonaisuikataulusta yhdelle tuotantolinjalle, jonka käyttöönotoista muissa tuotantolinjoilla toimeksiantaja päättää vielä erikseen. Kokonaisuikataulu laaditaan kvartaaleittain kuukausitasolla päivän tarkkuudella ja lähtökohtana on sen päivittäinen seuranta ja ajan tasalla pitäminen. Tuotannon kokonaisuikataulun luomiseen käytetään kolmea tietolähdettä: toimeksiantajan saatavilla oleva tuotantokapasiteetti, tilauskanta sekä ennusteet tulevasta tilauskannasta.

5.2 Kokonaisuikataulun malli

Luvussa 5.1 mainituista tietolähteistä saatu data koostettiin yhteen taulukoon. Taulukossa 2 näkyy toukokuun tiedoilla tehty taulukko sekä kuvaaja visualisoinnin avuksi. Samanlaiset on tehty myös kesä- ja heinäkuulle.

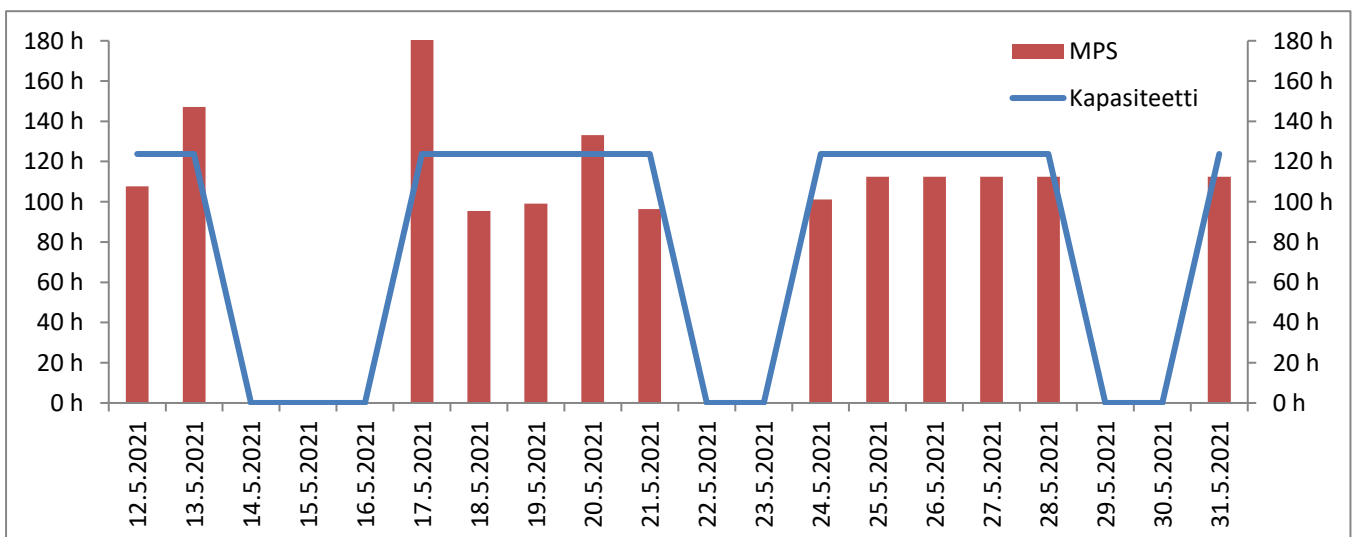
Taulukko 2. MPS toukokuu 2021.

PVM	Kapasiteetti	Tilauskanta	Ennuste	MPS	Kapasiteetin summa
12.5.2021	124 h			108 h	16 h
13.5.2021	124 h	147 h		147 h	-23 h
14.5.2021	0 h	63 h	9 h	0 h	0 h
15.5.2021	0 h			0 h	0 h
16.5.2021	0 h			0 h	0 h
17.5.2021	124 h	63 h	70 h	205 h	-81 h
18.5.2021	124 h	26 h	70 h	95 h	28 h
19.5.2021	124 h	16 h	83 h	99 h	25 h
20.5.2021	124 h	43 h	90 h	133 h	-9 h
21.5.2021	124 h	6 h	90 h	96 h	27 h
22.5.2021	0 h			0 h	0 h
23.5.2021	0 h			0 h	0 h
24.5.2021	124 h	11 h	90 h	101 h	23 h
25.5.2021	124 h		112 h	112 h	11 h
26.5.2021	124 h		112 h	112 h	11 h
27.5.2021	124 h		112 h	112 h	11 h
28.5.2021	124 h		112 h	112 h	11 h
29.5.2021	0 h			0 h	0 h

30.5.2021	0 h		0 h	0 h
31.5.2021	124 h	112 h	112 h	11 h

Taulukko 2 kuvaa erästä toimeksiantajan tuotantolinjaa. Siinä tilatut työt ja ennusteet on taulukoitu etukäteen niin tarkasti kuin mahdollista. Kuten taulukosta havaitaan, tilauskantaa ei ole ennakkoon kovin paljoa tiedossa. Viikon kuluttua tarkasteluhetkestä kokonaisuikataulu luottaa paljolti ennusteeseen, mutta kokonaisuikataulun ei olekaan tarkoitus olla täysin täsmällinen vaan kyseessä on suuntaa antavaa tietoa, kuten luvussa 2.2.2 jo todettiin. Taulukossa olevasta pystysarakkeesta "Kapasiteetin summa" ilmenee, paljonko kapasiteettia on jäämässä kyseisen päivän kohdalla käyttämättä tai kuinka paljon se on alijäämäinen verrattuna tilausten määrään. Tämän perusteella toimeksiantaja voi tehdä päätöksiä: kapasiteetin ali- tai ylijäämää voidaan tasata tekemällä osa työkuormasta aikaisemmin tai suuntaamalla kyseiselle tuotantolinjalle lisäresursseja. Kokonaisuikataulu mahdollistaa myös työaikapankin hyödyntämisen paremmalla varoitusajalla.

Kuvassa 6 on ilmaistuna taulukon 2 data kuvaajana. Tämän perusteella on helppo hahmottaa ne päivät, jolloin kapasiteetti näyttää päätyvän ali- tai ylijäämäiseksi.



Kuva 6. MPS toukokuu 2021 esitettyinä graafilla

Kuvassa 6 esitetyt tiedot perustuvat toimeksiantajan tuotannonohjausjärjestelmästä saatuun dataan sekä ennusteisiin. Kuvasta käy ilmi MPS, eli kullekin päivälle tilauskannan ja ennusteiden perusteella suunniteltu työtuntimäärä. Tämän lisäksi kuvaan on merkitty sinisellä viivalla kullekin päivälle saatavissa oleva kapasiteetti.

6 JATKOKEHITYSEHDOTUKSET

Toimeksiantajan edustajan haastattelusta käy ilmi että toiveissa on rakentaa tulevaisuudessa toinen MPS, kokonaisuikataulu, tässä työssä esitellyn mallin mukaisesti luotavan rinnalle. Toisesta ilmenevät ohjeaikatuntien sijaan kappalemäärät ja tätä mallia hyödynnetään materiaalitarvelaskennassa. Materiaalitarvelaskennan tehostamisella tullaan hakemaan odotusaikojen minimointia, sillä jokaisella tilatulla uudella autolla on vain muutamien päivien mittainen aika ennen kuin toimituslupaus tulee vastaan.

Tässä opinnäytetyössä esitetty tuotannon kokonaisuikataulun malli on tehty toimeksiantajan yhdelle tuotantolinjastolle. Samankaltaisia tuotannon kokonaisuikatauluja on jatkossa määrä tehdä myös jokaiselle Hangon toimipisteen jokaiselle tuotantolinjastolle, joita on pääasiallisesti kuusi tällä hetkellä. Jokaisella niistä on omat tietolähteensä, osassa vaaditaan laajaa materiaaliterve-suunnittelua ja osalla niistä suoritettava tuotanto on asiakaslupauksiltaan erilaista kuin se, mitä tässä työssä on esitetty.

Tärkeä osa jatkokehityssuunnitelmia on myös se, että jokaista tuotantolinjaa koskevat kokonaisuikataulujen luominen saataisiin automatisoitua mahdollisimman pitkälle. Tätä varten voidaan luoda esimerkiksi erilaisia tietokantahakuja, jotka keräävät dataa suoraan tuotannon- ja toiminnanohjausjärjestelmistä taulukkoon jolloin sen päivittäinen päivittäminen vie huomattavasti vähemmän aikaa. Esimerkiksi Microsoft Office 365 tarjoaa jo itsessään tällaista operaatiota varten ratkaisuja tietokantahakutoiminnoillaan ja PowerQuery- sekä PowerPivot-toiminnoillaan.

Tässä työssä käytettiin kokonaisuikataulun ennusteissa tarkastelujaksoa edeltävinä viikkoina toteutuneen kysynnän keskiarvoa. Kokonaisuikataulun luomi-

sen ja ylläpitämisen lisäksi tärkeää on myös, että kirjataan ylös toteutunut kysyntä ja seurataan sen avulla ennusteiden tarkkuutta. Tarvittaessa tulevaisuudessa voidaan toteuttaa uusi tutkimus siitä, onko tarpeen miettiä uusia ratkaisuja ennusteiden luomista varten. Tätä varten voidaan toteuttaa esimerkiksi jatkotutkimusta siitä, kuinka suurissa määrin vuodenaajat, yhteiskunnan yleinen taloustilanne sekä muut ulkopuoliset tekijät voivat vaikuttaa kysyntään. Tällaiset tekijät tulisi aina dokumentoida silloin, kun niitä havaitaan jotta jatkossa niihin pystytään vastaamaan mahdollisimman nopeasti. Kausivaihteluiden havainnointi ja systemaattinen dokumentointi luo hyvät mahdollisuudet sille, että niitä pystytään jatkossa ennustamaan paremmin.

Toimeksiantajan olisi lisäksi hyvä selvittää, onko jotain kautta mahdollista saada autojen tehdaskuljetuksista tietoa aikaisemmin kuin nykyisellään. Joissain tapauksissa tieto laivauksista tulee vasta siinä vaiheessa, kun laiva on jo lähtenyt matkaan kohti Hankoa. Tällöin varautumisaikaa jää vain muutama vuorokausi ennen kuin autot jo saapuvat Hankoon. Laivausaikataulujen selvittämistä etukäteen voitaisiin kehittää syventämällä yhteistyötä autotehtaiden kontaktien taikka lähtösataman toimitsijoiden kanssa vielä entistä enemmän. Tätä tehdään tietysti jo nykyisellään, mutta asiaa tutkimalla voisi selvittää laajempia näkökulmia ja uusia mahdollisuuksia prosessin parantamiseen.

7 JOHTOPÄÄTÖKSET

Tuotannonsuunnittelusta saatavilla olevaa teoriamateriaalia löytyy melko paljon, mutta varsinaista benchmarking-kohdetta ei ollut saatavilla tämän työn luomista varten. Suuri osa master production schedulen, eli tuotannon kokonaisaikataulun malleista oli luotu varasto-ohjautuvaa, eli make-to-stock -ympäristössä toimivaa tuotantoa varten. Toimeksiantajan laajan tuote- ja palvelutarjoaman vuoksi valmiita tuotteita, eli kunnostettuja uusia autoja, ei voida tehdä valmiiksi varastoon, sillä tilaukselle määritellään tilatut palvelut ja tuotteet vasta tilaushetkellä.

Työssä esitetty teoriamateriaali kattaa tuotannonsuunnittelun usealla eri aikajänteellä, niin strategisella kuin myös operatiivisella tasolla. Tuotantostrategia ja tuotannon kokonaissuunnittelu kuvaavat pidempien aikajänteiden teoriaa ja

tuotannon karkea- ja hienosuunnittelu kuvaavat tuotannonsuunnittelua teoriassa lyhyemmällä aikajänteellä. Yleensä osana karkeasuunnittelua rakennettava tuotannon kokonaisaikataulu, eli master production schedule, on tässä työssä rakennettu yhdistämällä hieno- ja karkeatason suunnitelmat. Päiväta-solla tehty kuukausinäkömä mahdollistaa sen, että mitä lähempänä nykyhet-keä ollaan, sen tarkempaa ja paikkansapitävämpää aikataulussa esitetty tieto on.

Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli kehittää Semaster Oy:n Hangon toimi-pisteen tuotannonsuunnittelua. Tuotannon kokonaisaikataulusta esitetty malli sopii toimeksiantajan tarpeisiin. Tuotannon kuormitusta on järkevää kuvata ohjeaikatunteina kappalemäärien sijaan, sillä yhdellä tuotantolinjalla tehtävien tuotteiden ohjeajat vaihtelevat suuresti. Tutkimus oli onnistunut toimeksianta-jan näkemyksien mukaan, ja esitettyä tuotannon kokonaisaikataulun mallia ru-vetaan kehittämään ja ottamaan käyttöön myös muita tuotantolinjoja varten.

LÄHTEET

Gustafsson, A. 2021. Yksikön päällikkö. Haastattelu. 22.4.2021. Semaster Oy.

Haverila, M., Uusi-Rauva, E., Kouri, I. & Miettinen, A. 2009. Teollisuustalous. 6. painos. Tampere: Infacs Oy.

Kananen, J. 2017. Laadullinen tutkimus pro graduna ja opinnäytetyönä. E-kirja. Jyväskylä: Suomen Yliopistopaino Oy. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 24.3.2021].

Krajewski, L., Malhotra, M. & Ritzman, L. 2016. Operations Management: Processes and Supply Chains. 11. painos. Essex: Pearson Education Limited.

Krajewski, L., Ritzman, L. & Malhotra, M. 2013. Operations management: Processes and supply chains. 10. painos. Essex: Pearson Education Limited.

Lehtonen, J. 2004. Tuotantotalous. Helsinki: WSOY.

Martinsuo, M., Mäkinen, S., Suomala, P. & Lyly-Yrjänäinen, J. 2016. Teollisuustalous kehittyvässä liiketoiminnassa. Keuruu: Edita Publishing Oy.

Sakki, J. 2014. Tilaus-toimitusketjun hallinta – Digitalisoitumisen haasteet. 8. painos. E-kirja. Vantaa: Jouni Sakki. Saatavissa: <https://kaakkuri.finna.fi/> [viitattu 24.3.2021].

Salo, M. 2019. Tuotannonsuunnittelu muutoksessa. Seinäjoen ammattikorkeakoulu. Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma. Opinnäytetyö. PDF-dokumentti. Saatavissa: <https://www.theseus.fi/bitstream/handle/10024/163508/Salo%20Mikko.pdf?sequence=2&isAllowed=y> [viitattu 24.3.2021].

SE Mäkinen Logistics Oy s.a. Yhtiö. WWW-dokumentti. Saatavissa: <https://www.se-makinen.fi/fi/yhtio> [viitattu 23.3.2021].

Slack, N. & Brandon-Jones, A. 2018. Operations and Process Management: Principles and practice for strategic impact. 5. painos. Harlow: Pearson Education Limited.