



**TEKNIikka JA LIIKENNE**

**Kone- ja tuotantotekniikka**

**Tuotantotekniikka**

**INSINÖÖRITYÖ**

**TUOTANNONOHJAUKSEN KEHITYSTUTKIMUS**

**Työn tekijä: Kimmo Tanskanen  
Työn ohjaajat: Markku Saarnio  
Pekka Seppänen**

**Työ hyväksytty: \_\_\_\_. \_\_\_\_. 2010**

**Markku Saarnio  
lehtori**



## **ALKULAUSE**

Tämä insinööriyö tehtiin Mesvac Oy:n Kirkkonummen tehtaalle. Haluan kiittää tuotanto-päällikkö Pekka Seppästä, lehtori Markku Saarniota, sekä muita projektissa mukana olleita.

Kirkkonummella 10.4.2010

Kimmo Tanskanen

## TIIVISTELMÄ

<b>Työn tekijä:</b> Kimmo Tanskanen	
<b>Työn nimi:</b> Tuotannonohjauksen kehitystutkimus	
<b>Päivämäärä:</b> 10.2.2010	<b>Sivumäärä:</b> 49 s
<b>Koulutusohjelma:</b> Kone- ja tuotantotekniikka	<b>Suuntautumisvaihtoehto:</b> Tuotantotekniikka
<b>Työn ohjaaja:</b> Markku Saarnio <b>Työn ohjaaja:</b> Pekka Seppänen	
<p>Tässä insinööriyössä tutkitaan Mesvac Oy:n tuotantolaitoksen tuotannonohjausjärjestelmää mm. SWOT-analyysin avulla. Työn tarkoitus on löytää kehitystä kaipaavia osa-alueita ja niille ratkaisuja. Yrityksen tuotantomalli on muutoksen pyörteissä ja se tarvitsee tehokkaampaa informaatiomallia, tuotannonohjauksen selkeyttämiseksi.</p> <p>Työ aloitettiin tutustumalla tehtaan tuotantoon lattiatasolta. Sen jälkeen perehdyttiin toiminnanohjauksen yleiseen teoriaan. Teoriaosassa käydään läpi tuotannon ohjattavuuteen vaikuttavia tekijöitä, sekä perehdytään erityisesti tilaus-toimitus ohjaukseen. Tämän jälkeen kerättiin vanhaa dataa tuotannon tilasta, minkä jälkeen voitiin alkaa selvittää tehostustoimenpiteitä.</p> <p>Työn tuloksena saadaan joukko kehitysehdotuksia, jo toimivan tuotannonohjausjärjestelmän tehostamiseksi, sekä muutama muu toiminnan tehostamisehdotus. Esille otetaan muun muassa moduuliajattelu, sekä tiedonkäsittelyn tehostamisehdotus.</p>	
<b>Avainsanat:</b> tuotannonohjaus, resurssit, kapasiteetti	

## ABSTRACT

<b>Name:</b> Kimmo Tanskanen	
<b>Title:</b> Production control development research.	
<b>Date:</b> 10.February.2010	<b>Number of pages:</b> 49
<b>Department:</b> Mechanical and Production Engineering	<b>Study Programme:</b> Production Engineering
<b>Instructor:</b> Pekka Seppänen	
<b>Supervisor:</b> Markku Saarnio	
<p>This bachelor`s thesis examines Mesvac Oy`s production management system e.g. with help of SWOT-analyses. The objective is to find subareas that need improvement and improving solutions. The production model of the company is undergoing change and it need more efficient information model to clarify production guidance.</p> <p>The work began with familiriazation of the factory production from the shopfloor level. Then the general theory of the production management was researched. In the theory part the factors influencing the production management are reviewed and special attention is paid to the order-delivery guidance. After this, old data was gathered from the state of the guidance, which enabled the research of enhancement procedures.</p> <p>As the results, a number of improvement suggestions to improve the pre-existing guidance production system are produced and some other improvement suggestions. Module thinking and information processing enhancing suggestion are presented.</p>	
<b>Keywords:</b> Production management, resouces, capacity	

## SISÄLLYS

### ALKULAUSE

### TIIVISTELMÄ

### ABSTRACT

### SISÄLLYS

<b>1</b>	<b>JOHDANTO</b>	<b>1</b>
1.1	Tutkimuskohde ja työn tavoitteet	1
1.2	Työn vaiheistus ja rajaus	1
1.3	Tutkimusmenetelmät	2
<b>2</b>	<b>CASE-YRITYKSEN TUOTANTOON LIITTYVÄÄ TUOTANNONOHJAUSTEORIAA</b>	<b>2</b>
2.1	<b>Tuotannonohjaus</b>	<b>2</b>
2.1.1	<i>Tuotannonohjauksen määrittelyä</i>	2
2.1.2	<i>Tuotannonohjauksen yleisiä periaatteita</i>	4
2.1.3	<i>Tuotannonohjauksen tehtävät</i>	4
2.1.4	<i>Tuotannonohjauksen tavoitteet</i>	5
2.2	<b>Kokonaisohjaus</b>	<b>7</b>
2.3	<b>Tuotannon tunnusluvut ja mittarit</b>	<b>8</b>
2.3.1	<i>Kapasiteetti</i>	8
2.3.2	<i>Taktinen kapasiteetin lisääminen</i>	9
2.3.3	<i>Nettokapasiteetti</i>	9
2.3.4	<i>Kuormitus</i>	10
2.3.5	<i>Kuormituslaskenta</i>	10
2.3.6	<i>Kuormituksen suunnittelu</i>	11
2.4	<b>Tuotantojärjestelmän ohjattavuus</b>	<b>12</b>
2.4.1	<i>Yritystekijöiden vaikutus ohjattavuuteen</i>	12
2.4.2	<i>Tuotantojärjestelmän vaikutus ohjattavuuteen</i>	13
2.4.3	<i>Tuotteen vaikutus ohjattavuuteen</i>	13
2.4.4	<i>Materiaalien vaikutus ohjattavuuteen</i>	14
2.4.5	<i>Myynnin vaikutus ohjattavuuteen</i>	15
2.4.6	<i>Markkinoiden vaikutus ohjattavuuteen</i>	15
2.5	<b>Tuotantosuunnitelma</b>	<b>18</b>
2.5.1	<i>Asiakastuotannon karkeasuunnitelma</i>	19
2.5.2	<i>Tuoterakenne</i>	22
2.5.3	<i>Tuotannonsuunnittelu ja toteutus</i>	22
2.5.4	<i>Materiaalisuunnittelu</i>	23
2.6	<b>Valmistuksen ohjaus</b>	<b>24</b>
2.6.1	<i>Yksiköiden välinen ohjaus</i>	25
2.6.2	<i>Työpisteiden ohjattavuus</i>	25
2.6.3	<i>Konfiguroituvan tuotteen ohjaus</i>	26

2.6.4	<i>Konfiguroituvan tuotteen toimitusprosessi</i>	27
<b>3</b>	<b>CASE-YRITYKSEN TUOTANNONOHJAUKSEN NYKYTILAN ARVIOINTI</b>	<b>28</b>
3.1	Yritysesittely	28
3.2	Tuotannon asema yrityksessä	28
3.3	Tuotantostrategia ja -järjestelmä	29
3.4	Tilaus-toimitusprosessit	30
3.4.1	<i>Turvatekniikka</i>	32
3.4.2	<i>Kuormauslaitteet</i>	34
3.4.3	<i>Varaosa (vk, varaosa ja korjaus)</i>	35
3.4.4	<i>Varasto</i>	37
3.5	Kapasiteetin, kuormituksen ja toimitusaikojen hallinta valmistuksen ohjauksessa	38
3.6	Tuotannon mittauksen nykytila	39
3.7	Yhteenveto	40
<b>4</b>	<b>KEHITYSEHDOTUKSET</b>	<b>42</b>
4.1	Nykyisen atk-järjestelmän antamat mahdollisuudet	42
4.2	Varaosavalmistus	44
4.2.1	<i>Lamellit</i>	44
4.2.2	<i>Jouset</i>	45
4.2.3	<i>Visualisointi</i>	46
4.2.4	<i>Tiedon käsittely</i>	46
4.3	Lopputulos	47
<b>5</b>	<b>PÄÄTELMIÄ</b>	<b>48</b>
	<b>VIITELUETTELO</b>	<b>49</b>

## 1 JOHDANTO

Tämä insinööri työ tehtiin Mesvac Oy:lle, joka maahantuo ja valmistaa teollisuusovia, turvatekniikant tuotteita ja kuormauslaitetuotteita. Sen palveluksessa on noin 140 henkilöä (2008). Mesvac Oy:n asiakkaita on laajalti ympäri Suomea.

Mesvac Oy pyrkii kehittämään toimintaansa jatkuvasti, jotta se pysyisi kovassa kilpailussa hyvin mukana. Tämän hetken taantuma on näkynyt tilauskannassa ja toimintaa pyritään tehostamaan ja saamaan kannattavammaksi.

### 1.1 Tutkimuskohde ja työn tavoitteet

Tutkimusongelmana on selvittää, kuinka Mesvac Oy:n toiminnanohjausjärjestelmää voitaisiin tehostaa, jotta tuotannon tilasta saataisiin helposti ja nopeasti hyvä yleiskuva. Osasta tuotantoa puuttuu järjestelmällinen ohjaus kokonaan ja muidenkin työpisteiden ohjaus on vajavaista. Osasta valmistettavista tilauksista puuttuu myös materiaalikytkennät. Työn tavoitteena on etsiä ratkaisuja, jotka helpottavat näitä ongelmia.

### 1.2 Työn vaiheistus ja rajaus

Työ on jaettu kolmeen osaan. Ensimmäisessä osassa käydään läpi tuotannonohjauksen teoriaa ja se painottuu tilaus-toimitusohjaukseen.

Toisessa osassa käsitellään case-yrityksen tuotannonohjauksen nykytilaa. Analyysissä on käytetty apuna mm. SWOT-analyysiä, kartoittaen sisäisiä vahvuuksia ja heikkouksia, sekä ulkoisen ympäristön luomia mahdollisuuksia ja uhkia. Lisäksi nykytilaa on kartoitettu palaverien avulla.

Kolmas osa käsittelee parannusehdotuksia. Tuotannonohjausjärjestelmän muutokset ovat melko suuria ja työläitä.

Työ on rajattu koskemaan lähinnä varaosatuotannon ohjausta, koska se on case-yrityksen tärkeimpiä osa-alueita. Lähinnä käydään läpi yrityksen ongelmaksi muodostunutta kapasiteetin ja resurssien seurantaa, sekä materiaalien hallintaa.

### 1.3 Tutkimusmenetelmät

Työssä edetään perehtymällä kirjallisuuteen ja pohdintojen jälkeen siirrytään SWOT-analyysiin. Lisäksi tiedonhallinnanvälineinä käytettiin palavereja ja haastatteluja.

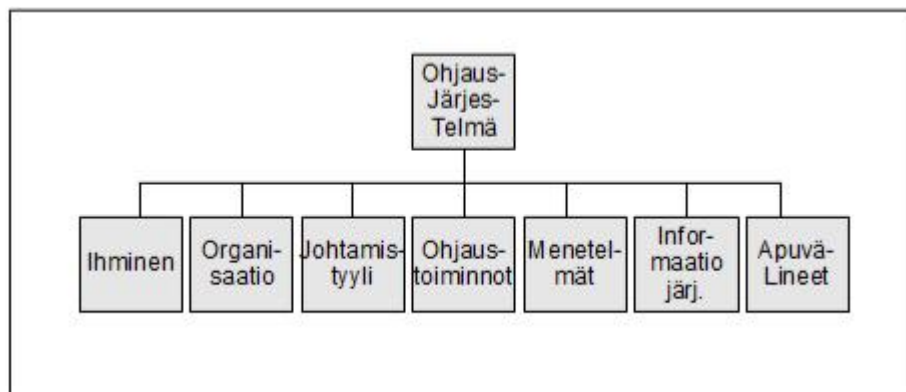
## 2 CASE-YRITYKSEN TUOTANTOON LIITTYVÄÄ TUOTANNONOHJAUSTEORIAA

Tässä osassa syvennytään tilaus-toimitustuotannonohjaukseen, sekä sen keskeisiin käsitteisiin. Alkuun selvitetään peruskäsitteitä, esimerkiksi mitä toiminnanohjaus on, ja mitkä sen tavoitteet ovat, sekä mitkä seikat vaikuttavat ohjattavuuteen.

### 2.1 Tuotannonohjaus

#### 2.1.1 Tuotannonohjauksen määrittelyä

Tuotannonohjauksella tarkoitetaan yrityksen eri toimintojen, osastojen, valmistuksen, markkinoinnin, talouden yms., yhteensovittamista siten, että tuotannon tavoitteet saavutetaan. Pienissäkin organisaatioissa tuotannonohjauksella on oma järjestelmänsä (kuva 1).



Kuva 1: Tuotantojärjestelmän keskeisimmät osat [1, s. 2]

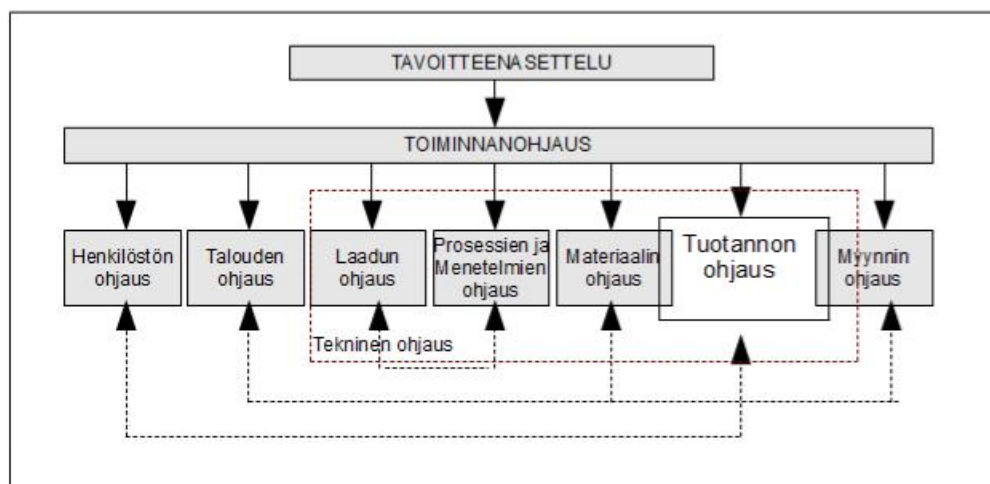
Suppean käsityksen mukaan ohjaus tarkoittaa suunnitelmien ja päätösten mukaisten toteutusohjeiden antamista toteuttajille. Laajasti käsiteltynä ohjaus käsittää myös tuotannon toteutuksen suunnittelua, päätöksentekoa, ohjausinformointia, toteutusvalvontaa ja reagointia saatujen tulosten mukaan.



Organisaation eri tasoilla tuotannonohjaukseen liittyvät tehtävät ovat erilaisia ja aikajänne, jolla toimitaan, vaihtelee myös suuresti. Mitä lähempänä välitöntä toteutusta päättäjä on, sitä useammin hänen on tarkastettava suunnitelmiaan ja sitä nopeammin on toteutumisesta hänelle raportoitava. Kuukausi on aivan liian pitkä aika välittömän ohjauksen suunnittelu- ja mittausajan yksiköksi. Viikko on ehkä tärkein ajanjakso, mutta varsinkin JOT-tuotannossa voidaan käyttää myös yhden tai kahden päivän ajoitusjaksoja.

Tuotannonohjaus on toiminnan jatkuvaa käynnissä pitämistä. Ohjaus perustuu operatiivisen tason lyhyen aikavälin suunnitelmiin, mutta niiden taustalla ovat taktiset ja strategiset suunnitelmat, joiden suunnittelun aikaulottuvuus on jopa vuosia.

Tuotannonohjaus on siis tärkeä osa yrityksen suurempaa toiminnanohjausta (kuva 2). Tuotannon näkökulmasta ohjauksen systeemit on esitetty kuvassa 2, josta nähdään eri ohjauksien riippuvuuksia ja toiminnallisia yhteyksiä. Kuvassa mustat nuolet kuvaavat organisatorisia riippuvuuksia ja katkoviivat toiminnallisia yhteyksiä.[1, s. 2 – 5]



Kuva 2. Keskeiset ohjaussysteemit tuotannon näkökulmasta [1, s. 2]

### 2.1.2 Tuotannonohjauksen yleisiä periaatteita

Yrityksen tuotannonohjaus pyrkii siihen, että yrityksen jokapäiväinen toiminta olisi mahdollisimman häiriötöntä. Tämä ei ole aina itsestään selvää, sillä yritykset ovat monimutkaisia kokonaisuuksia, jotka voivat rakentua useista tuote- ja liiketoiminta-alueista, toiminnoista ja johdon tasoista, jotka ovat monella tavoin kytköksissä toisiinsa.

### 2.1.3 Tuotannonohjauksen tehtävät

Tuotannonohjauksen tehtävät ovat

- laatia tuotantosuunnitelma ja vahvistuttaa sen toteutus päätös liikkeenjohdolla
- olla perillä oman valmistuksen kuormituksesta ja osatoimittajapartnerien toimitusmahdollisuuksista
- kommunikoida myynnin kanssa ja antaa sille reaaliset toimitusaikamahdollisuudet
- hallita saatujen tilausten jono
- purkaa toteuttavat tilaukset materiaalitalauksiksi ja valmistusimpulsseiksi [2, s. 191].

Valmistuspäätös on merkittävä, sillä sitä seuraa välittömästi materiaaliostoja ja rahan sitoutumista. Sen vuoksi valmistuspäätös on liikejohdon päätösvaltaan kuuluva asia. Tilanne korostuu, jos kysymys on ennusteperusteisesta valmistuksesta. Eri asia on, että liikkeenjohto voi tietysti delegoida päätösvaltaansa organisaatiossa.

Tuotannonohjaus on toiminto eikä välttämättä organisaation yksikkö. Tuotantosuunnitelman teko ja toimitusaikojen antaminen on hyvä keskittää, mutta suuri osa valmistuksen ohjauksesta, työnjärjestelystä ja materiaalien kotiinkutsuista voidaan hoitaa joustavammin suorittavassa organisaatiossa. [2, s. 192.]

#### 2.1.4 Tuotannonohjauksen tavoitteet

Toiminnanohjauksen tavoitteet perustuvat tuotannon yleisiin tavoitteisiin; kustannusten minimoimiseen, hyvään aikakilpailukykyyn, hyvään laatuun sekä joustavuuteen. Toiminnanohjauksen tehtävänä on pyrkiä näihin tavoitteisiin ohjaamalla ja organisoimalla yrityksen resurssien käyttö tarkoituksenmukaisella tavalla.

Toiminnanohjauksen keskeisimmät tavoitteet ovat seuraavat:

##### *Kapasiteetin korkea tuottavuus*

Tuotantolaitteisiin, koneisiin ja tuotantotiloihin sitoutuneen pääoman tuottavuus on sitä parempi, mitä suurempi tuotanto on. Tuotantoerät suunnitellaan siten, että keskeiset resurssit ovat mahdollisimman tehokkaassa käytössä.

##### *Vaihto-omaisuuden minimointi*

Vaihto-omaisuuteen sitoutuu huomattava osuus yrityksen pääomasta. Valmistusta ja materiaalitointoja pitää ohjata siten, että raaka-aineisiin, keskeneräiseen työhön ja lopputuotevarastoihin sitoutuu mahdollisimman vähän pääomaa.

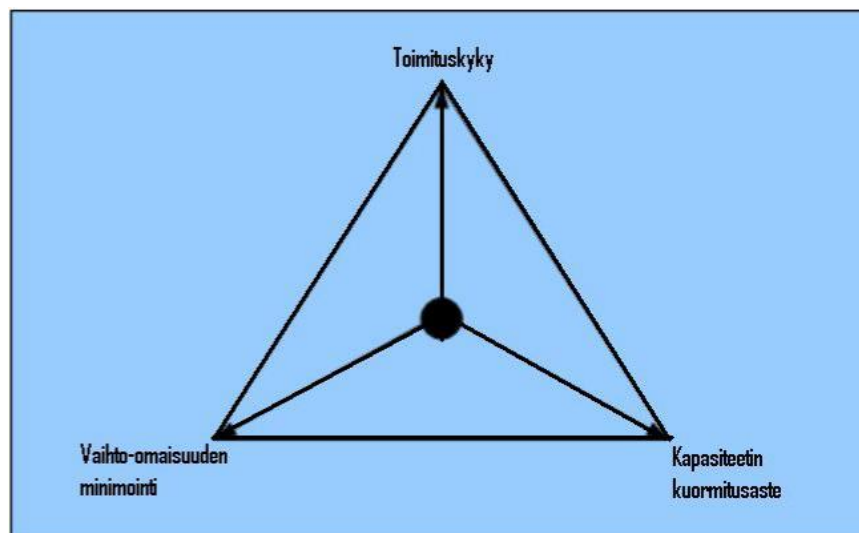
##### *Toimitusvarmuus*

Yrityksen on huolehdittava sovitusta toimitusajoista sekä ylläpidettävä valmiutta toimittaa tuotteita asiakkaiden tarpeiden mukaisesti.

##### *Lyhyt läpäisy aika*

Tuotanto pitää suunnitella siten, että tilausten ja tuotantoerien läpäisyajat ovat mahdollisimman lyhyet. Lyhyet läpäisyajat vähentävät keskeneräiseen tuotantoon sitoutunutta pääomaa, kehittävät toimitusvarmuutta ja laatua sekä helpottavat kapasiteetin suunnittelua.

Tuotannonohjausta vaikeuttaa suuresti perustavoitteiden keskenäinen ristiriitaisuus (kuva 3). Hyvä toimitusvarmuus edellyttää tuotteiden, puolivalmisteen ja raaka-aineiden varastointia sekä valmiutta pienten tuotantoerien joustavaan valmistukseen.



*Kuva 3. Tuotannonohjauksen kultainen keskitie [2, s. 170.]*

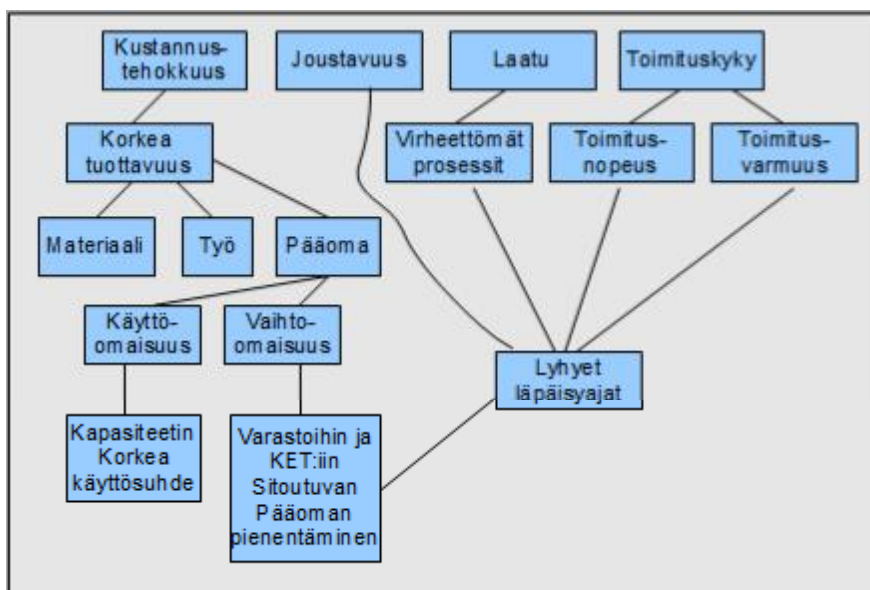
Koneiden ja laitteiden korkeaa kuormitusastetta tavoitellaan usein valmistamalla vakiotuotteita suurina sarjoina. Tuote-erää vaihdettaessa menetetään tuotantoa koneen seisoessa uuden tuotteen asetusajan verran. Tuottavuus paranee, mikäli samanlaisia tuotteita tehdään pidempinä sarjoina, jolloin asetusajat eivät hukkaa kapasiteettia.

Pitkät sarjat edellyttävät suuria varastoja sekä vakiotuotteiden tasaista menekkiä. Tuotteiden asiakaskohtaiset erikoisversiot, jotka pitää valmistaa lyhyinä sarjoina, laskevat kuormitusastetta runsaista asetuksista johtuen.

Vaihto-omaisuuden minimointi edellyttää puolestaan tuote- ja raaka-ainevarastojen pientä kokoa. Keskeneräiseen tuotantoon sitoutuneen pääoman pienentäminen edellyttää pieniä valmistussarjoja ja puolivalmistevävarastojen vähentämistä. Toiminnanohjauksen tehtävänä on sovittaa yhteen nämä keskenään ristiriitaiset tavoitteet parhaalla mahdollisella tavalla (kuva 3).[2, s.120.]

Läpäisyajojen lyhentäminen on osoittautunut erittäin tehokkaaksi keinoksi toiminnanohjauksen ristiriitaisten tavoitteiden toteuttamisessa. Läpäisyajaa lyhentämällä pystytään samanaikaisesti pienentämään toimintaan sitoutunutta pääomaa sekä ylläpitämään hyvää toimituskykyä. Asiakasohjautuvassa tuotannossa läpäisyajan lyhentäminen vaikuttaa suoraan toimitusaikaan. [6, s. 404.]

Yrityksen valitsemat kilpailutekijät vaikuttavat toiminnanohjauksen tavoitteiden muodostumiseen ja keskinäiseen tärkeyteen. Jos tavoitellaan matalia kustannuksia, kapasiteetin korkea kuormitusaste ja pienet varastot ovat toiminnanohjauksen tärkeimpiä tavoitteita. Asiakaskohtaisilla tuotteilla kilpailu edellyttää valmiutta asiakkaan toivomusten huomioon ottamiseen kaikessa yrityksen toiminnassa. Toimitusaikapitoa tavoiteltaessa toimituskyky on varmistettava materiaalivarastolla ja nopeilla läpäisyajoilla. [6, s. 404.]



Kuva 4. Yhteydet [2, s. 180.]

## 2.2 Kokonaisuohjaus

Yrityksen liiketoimintaa pitää johtaa kokonaisuutena yrityksen valitseman strategian ja liiketaloudellisten periaatteiden tavoitteiden pohjalta. Toiminnanohjauksessa pitää pyrkiä hallitsemaan eri resursseja siten, että tuotannon asetetut tavoitteet toteutuvat. Yrityksen kokonaisuohjaus on liiketoimin-

nan tavoitteiden ja yrityksen keskeisten toimintojen ja resurssien yhteensovittamista. Markkinoinnin, hankintojen, valmistuksen, varastojen, tuotesuunnittelun ja jakelun resurssointi ja toteutus pitää suunnitella toisiaan tukevalla tavalla siten, että liiketoiminnan tavoitteet saavutetaan.

Kokonaisohjauksen keskeisimmät työvälineet ovat budjetti sekä tavoitteenasettelussa käytetyt tunnusluvut ja mittarit. [6. s, 398.]

## 2.3 Tuotannon tunnusluvut ja mittarit

Yrityksen tuotannonohjauksen apuna käytetään tunnuslukuja. Tunnuslukuja käytetään toiminnan seurannan ja tavoitteiden asettelun välineenä. Kirjanpidon tuottamia liiketoiminnan tunnuslukuja käytetään hyväksi soveltuvien osien toiminnanohjaamisessa. Esimerkiksi myyntikatetta, käyttökatetta ja jalostusarvoa voidaan käyttää toiminnan tehokkuuden arvioinnissa. Toiminnan johtamisessa tarvitaan taloudellisten tunnuslukujen lisäksi omia, resurssien käyttöä ja toiminnan tuloksia kuvaavia tunnuslukuja.

Tunnusluvuilla johdetaan ja analysoidaan tavallisesti tuotannon keskeisten tavoitteiden toteutumista. Eri yritysten tuotannon tunnuslukujärjestelmistä löytyy tavallisesti kustannustehokkuutta ja tuottavuutta, tuotteiden laatua sekä toimitusvarmuutta kuvaavat tunnusluvut.

### 2.3.1 Kapasiteetti

Kapasiteetti on tuotantokykyä kuvaava mittari, joka ilmoittaa tuotantoyksikön enimmäistuotantokyvyn aikayksikössä. Kapasiteetti voidaan ilmaista tuoteyksikössä, mikäli tuotteiden kapasiteettivaatimukset poikkeavat vain vähän toisistaan. Paperitehtaissa käytetään kapasiteettiyksikkönä tonnia/tunti tai tonnia/päivä. Betonielementtiteollisuudessa kapasiteetti voidaan ilmoittaa neliometriä/päivä. Mikäli eri tuotteet vaativat erilaisen määrän kapasiteettia, se voidaan määritellä tuotantoresurssien käyttöaikana. Esimerkiksi kokoonpanon kapasiteetti on 160 tuntia/viikko

Kuormitusryhmällä tarkoitetaan jotain kokonaisuutta, jonka kapasiteettia ja kuormitusta tarkastellaan yhtenä kokonaisuutena. Kuormitusryhmien määrittely tehdään ohjaustarpeiden perusteella. Tehdastasolla voidaan seurata kokonaiskapasiteettia, esimerkiksi kokonaistuotantomäärää tai kokonaistyö-

tuntimäärää. Karkeasuunnittelussa käytetään laajoja kuormitusryhmiä, kuten tuotantolinja, tuoteverstaas, pullonkaulakone tai työntekijäryhmä. Tarkemmassa hienosuunnittelussa käytetään solu-, kone-, tai työntekijäryhmäkohtaisia hienojakoisempia kuormitusryhmiä.

Kapasiteetin hallinta perustuu työpisteen kapasiteettiin sekä suunniteltujen töiden kuormitukseen. Kuormitus kertoo, kuinka paljon suunniteltu tuotanto varaa eli kuormittaa kapasiteettia. Kuormitus voidaan ilmoittaa kapasiteettimääränä, esimerkiksi loppukokoonpano kuormitus on 70 h. Kuormitussuhde kertoo tietyn ajanjakson suhteellisen kuormituksen käytettävissä olevaan maksimikapasiteettiin verrattuna. [6 .s, 399.]

### 2.3.2 *Taktinen kapasiteetin lisääminen*

Teollisen yrityksen kysyntä vaihtelee sekä satunnaisesti, että myös ennustettavasti. Satunnaisvaihtelun määrää voi vaihdella esimerkiksi tuotteen (pienen volyymin tuotteet vaihtelevat suhteessa enemmän), asiakkaiden (projektitoimitukset vaihtelevat kuluttajamyyntiä enemmän) ja toimialan (investointihyödykkeet vaihtelevat enemmän kuin kunnossapito) mukaan. Esimerkkinä tuotteista, joiden kysyntä vaihtelee ennustettavasti vuoden mittaan seisokkien mukaan, voidaan mainita rakennusmateriaalit sekä elintarvikkeista suklaa ja jäätelö. Joillain aloilla voi olla myös ennustavia mittareita, esimerkiksi rakennuslupien kehitys ennakoi hissien menekkiä ja esimerkiksi suurten markettien rakentaminen turvatekniikantuohteiden kysyntää.

### 2.3.3 *Nettokapasiteetti*

Nettokapasiteetti ilmoittaa todellisen käytettävissä olevan kapasiteetin. Tämä voi olla huomattavasti pienempi kuin teoreettinen maksimikapasiteetti. Kapasiteettia vähentävät erilaiset häiriöt, sairaudet, huoltotyöt, konerikot, viallisien tuotteiden valmistus ja materiaali puutteet. Nettokapasiteetti on usein vain 50 – 90 % teoreettisesta maksimikapasiteetista. [6. s, 400.]

Yrityksen käytössä olevaa kapasiteettia voidaan lisätä seuraavin keinoin:

- työntekijöiden lisäys käsityövaltaisissa yksiköissä kuten kokoonpanossa.
- toisen ja kolmannen vuoron käyttöönotto
- uuden tehokkaamman koneen hankinta
- konekannan lisäys
- rinnakkaisen yksikön perustaminen [2, s. 202]

Edellä mainitut keinot eivät kuulu päivittäiseen tuotannonohjaukseen vaan kapasiteetin lisääminen tapahtuu kuukausien tai vuosien aikavälillä. Näiden keinojen tarkoituksena on muuttaa tuotannon kapasiteettia pysyvästi ja ne vaativat usein suuria investointeja (koneet, työvoima).

Kapasiteettia voidaan muuttaa myös nopeasti, mutta vaikutukset ovat suhteellisen vähäiset. Tällaisia nopeita keinoja ovat mm. ylityöt, työaikajoustot ja tehtävien vaihdot. [2, s. 203.]

#### 2.3.4 *Kuormitus*

Kuormituksella tarkoitetaan sitä kapasiteetin osaa, joka on varattu käytettäväksi tuotantoon tiettyinä ajankohtana. Kuormitus ilmaistaan tavallisimmin suhteellisena (prosentteina) kuormitusasteena kuormitukseen käytettävästä kapasiteetista. Kuormituksen suuruus voidaan todeta jälkeenpäin tai laskea etukäteen. Tuotannonohjauksessa on erittäin tärkeää pystyä määrittämään kuormitus etukäteen. [2, s.14.]

#### 2.3.5 *Kuormituslaskenta*

Kuormituslaskenta perustuu kuormitusmalleihin. Kuormitusmalli on tuotekohmainen, ja se kuvaa sekä tuotteen läpäisyaikaa että tuotteen vaatimaa työaikaa. Tarvittava valmistusaika eli tuotteen kuormittavuus lasketaan kuormitusryhmittäin. Kuormitusmalli voidaan liittää tuotteen rakenteeseen.

Kun tuotteet sijoitetaan tilauksina tuotantosuunnitelmaan toimitushetken mukaan, suhteelliset jaksot saavat reaalisena kalenteriaikaa sidotun ajoituksen.



Tällöin voidaan summata kuormitus kuormitusryhmittäin ja ohjausjaksoittain. Laskenta on selkeää taulukkolaskentaa.

Kuormituslaskenta ei ole itsetarkoitus. Se on aputyökalu tuotantosuunnitelman tekemiseksi mahdollisimman realistiseksi ja helpoksi toteutettavaksi. Tuotantosuunnitelman tekemiseksi tarvittavaa kuormituslaskentaa kutsutaan karkeakuormitukseksi. Hienosuunnittelu on yksittäisten työnvaiheiden ajoitusta. Hyvin strukturoitu tuotantojärjestelmä toimii ilman hienosuunnittelua. [2, s. 198.]

### 2.3.6 Kuormituksen suunnittelu

Kuormitusta suunniteltaessa on yksi peruskysymys se, miten suuri osa kuormitukseen käytettävästä kapasiteetista varataan käyttöön. Monessa sellaisessa tuotantolaitoksessa, jonka tilauskanta muodostuu suuresta määrästä tilauksia, esiintyy myös yllättäviä ja kiireellisiä tehtäviä. Nämä työtehtävät tulevat niin nopeasti, että ellei kuormituksessa ole niille varten varaa, ne joko jäävät toimittamatta tai häiritsevät jo kuormitukseen sijoitettuja ja ajoitettuja tilauksia. Tämän häiriön välttämiseksi voidaan jättää osa kuormitettavasta kapasiteetista varaamatta etukäteen nimetyille töille. [7, s. 97.]

Hienosuunnittelussa jokaisen kuormitusryhmän kapasiteetin käyttö suunnitellaan ja valvotaan erikseen. Tarkka jaottelu tuo esiin pullonkaulat, kapeikot, jotka määräävät koko yksikön suurimman mahdollisen tuotantomäärän. Asiat yksinkertaistuvat, jos kuormitusryhmässä on vain yksi kapeikko. Kapeikon ohjaus on käytännössä koko kuormitusryhmän ohjausta. [1, s. 15 – 16.]

Myös karkeakuormituksen on tiedettävä kapeikkojen olemassaolo, sillä vain siltä pohjalta voidaan tarkoituksenmukainen tai optimaalinen tavoitteeksi asetettava kuormitusaste selvittää. Mikäli kuormitusryhmä on jonkin suuremman systeemin kapeikkona, sen tuotantokyky eli kapasiteetti on samalla koko suuremman yksikön kapasiteetti. Jos kapeikkoja on kovin monta, tai koko tuotantokapasiteetissa ylitetään optimaalinen kuormitusaste, on harkittava kapasiteetin lisäämismahdollisuuksia tai muita mahdollisia toimenpiteitä. [1, s. 16; 5, s. 99.]

## 2.4 Tuotantojärjestelmän ohjattavuus

Tuotantojärjestelmän ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi tuotannon tehokkuuteen ja ohjauksen tehtäväkenttään. Ohjausta ei voi käsitellä milloinkaan ohjattavasta järjestelmästä erillisenä ilmiönä. Tuotantojärjestelmän ominaisuudet vaikuttavat merkittävästi tuotannon tavoitteiden toteutumiseen, ohjauksen tehtäviin ja ongelmakenttään sekä käytettäviin ohjausperiaatteisiin ja menetelmiin. Toiminnanohjaukseen liittyy aina oleellisena osana ohjattavan tuotantojärjestelmän ominaisuuksien ja suorituskyvyn kehittäminen.

Toiminnanohjauksen tavoitteiden saavuttamista voidaan monesti kehittää tehokkaammin tuotantojärjestelmän ominaisuuksia kehittämällä. Tuotannon läpäisyajojen lyhentäminen on esimerkiksi ollut yksi tehokkaimmista toiminnanohjauksen kehittämiskeinoista.

Ohjattavuus kuvaa tuotantojärjestelmän kykyä vastata ohjausmuutuksiin. Monet eri seikat tuotannon organisoinnissa ja tuotantojärjestelmässä vaikuttavat tuotannon ohjattavuuteen. Kuvan 5 luettelossa on joukko tekijöitä, jotka vaikuttavat tuotannon ohjattavuuteen.

<b>Ohjattavuusominaisuudet:</b>	
- Tuotantomuoto	-tuotantoprosessin laaduntuottokyky
- tuotannon läpäisy aika	-kapasiteetin joustavuus
-valmistuserien suuruus	-lisäkapasiteetin saatavuus
-materiaalivirtojen selkeys	-KET:in määrä
-layoutin selkeys	-tuotteiden ja tuotevariaatioiden määrä
-tuotantoyksikön koko	-ohjattavien työvaiheiden määrä
-henkilöstön osaaminen	
-henkilöstön motivaatio	
-toiminnan organisointiperiaatteet	
-toiminnan laatu	

*Kuva 5. Ohjattavuuden ominaisuudet [2, s. 230.]*

### 2.4.1 Yritystekijöiden vaikutus ohjattavuuteen

Ohjattavuuteen vaikuttavat seuraavat tekijät:

- ylikapasiteetti
- toimitusvarmuus
- toimitusajat

#### 2.4.2 Tuotantojärjestelmän vaikutus ohjattavuuteen

Hyvän tuotantojärjestelmän ohjattavuuden ominaisuuksia:

- tuotantosuunnitelman kiinteän osan lyhyys
- pieni ohjattavien pisteiden lukumäärä
- pieni hoitojen lukumäärä
- lyhyet läpäisyajat
- pienet eräkoot, lyhyet asetusajat
- valmistusyksiköiden itsenäisyys
- reservikapasiteetti [2, s. 233 ]

Lyhyt tuotantosuunnitelman kiinteä osa pidentää muutettavissa olevaa osaa, jonka tilauskanta ainakin pääosin tunnetaan. Kiinteää osaa voidaan lyhentää muun muassa. lyhyiden läpäisyajojen ja pienien eräkokojen avulla. Tämä antaa joustavuutta tuotantosuunnitelman tekemiseksi mahdollisimman hyvin toteuttavaksi ja mahdollistaa kuormituksen tasauksen.

Valmistusyksiköiden itsenäisyys vähentää ohjauspisteitä, ja itsenäiset yksiköt pystyvät hoitamaan oman sisäisen ohjauksensa (työnjärjestelynsä). Valmistusyksiköiden riippuvuus toisistaan huonontaa nopeasti ohjattavuutta riippuvuuksien määrän kasvaessa. [1, s.233 – 234.]

#### 2.4.3 Tuotteen vaikutus ohjattavuuteen

Tuotetekijöistä keskeisiä ohjattavuuteen vaikuttavia tekijöitä ovat ainakin tuotteen rakenteen monimutkaisuus ja vakioisuus, tuotteen asema elinkaarillaan ja jalostusketjussa, sekä tuotteen luonne tavara-, palvelus- tai immateriaalisena tuotteena.

Monimutkaisen tuotteen tuotantoprosessi on aina vaikeammin ohjattavissa kuin yksinkertaisen. Mikäli monimutkainen tuote valmistetaan samassa tuotantolaitoksessa, se aiheuttaa väistämättä monimutkaisen ohjaustilanteen –

ellei valmistusta jaeta helpommin hallittaville itsenäisille osayksiköille. Alihankintojen käyttö on muiden ansioiden ohessa parantanut yritysten ohjattavuutta.

Monimutkaisinkin vakiotuotteen tuotanto on helpompi hallita kuin yhtä mutkikkaan tilaustuotteen tuotanto. Vakiotuotteen tekemisen ohjaaminen voidaan niin haluttaessa rakentaa JOT- periaatteen mukaisesti sisään valmistusjärjestelmään. JOT- menettely soveltuu niin tavara-, palvelu- kuin immateriaalituotteisiin!

Softatuotteet, tietokoneiden ohjelmat ja ohjausjärjestelmät, voi tuotannonohjauksen kannalta katsoen nykyisin rinnastaa paljon suunnittelua vaativiin tavaratuotannon tilaustuotteisiin. Vakioitujen ohjelmien käyttäjälle toimittaminen on vain pakkaamista ja punnitsemista ja rahastamista. Siten se on markkinointitoiminnon asia. Tällaisen tuotteen laadunvarmistuksessa käyttöönottokoulutus näyttää siirtyvän opetuslaitosten ja koulutuksella rahaa tekevien yritysten normaaliksi toiminnaksi.

Elinkaarensa alkuvaiheessa olevan tuotteen tuotannon ohjaus on menekin heikon ennustettavuuden takia epävarmaa. Selkeässä kasvuvaiheessa ennustettavuus on jo hyvä, joten ohjattavuuskin paranee. Mitä lähempänä kulluttajaa, loppukäyttäjää, tuote jalostusketjussa on, sitä lyhyempi on sen suhteellinen elinkaari, joten hyvin tuotekohtaiset tuotantojärjestelyt on harkittava lyhyemmän aikavälin näkymien mukaan. Muiden yritysten aineksiksi tai muiksi tuotantohyödykkeiksi menevillä tuotteilla elinkaari on ajallisesti suhteellisen pitkä, sillä samasta aineksesta voidaan kehittää uusia tuotteita vielä senkin jälkeen, kun joku loppukäyttäjälle menevä tuote on poistunut markkinoilta.

#### *2.4.4 Materiaalien vaikutus ohjattavuuteen*

Materiaalien ohjaukseen vaikuttavia tekijöitä ovat:

- pieni materiaalinimikkeiden määrä
- materiaalien saatavuus
- materiaalien toimitusajat ja toimitusaikapito

- laatuhäiriöt
- samat materiaalit kaikissa tuotteissa [2, s. 232.]

#### 2.4.5 *Myynnin vaikutus ohjattavuuteen*

Myynnin ja myyntitapahtuman vaikutus tuotannon ohjattavuuteen korostuu konfiguroituvien tuotteiden kohdalla. Tärkeä tällaisten tuotteiden kohdalla on toimitusspesifikaatioiden selkeys ja ylimääräisten asiakasmuutosten eliminointi. Konfiguroituvien tuotteiden kohdalla modulaarisuus ja sen täsmällinen soveltaminen myynnissä samoin kuin valmistuksessa parantaa ohjattavuutta huomattavasti. [2, s. 233.]

Asiakasohjautuvassa tuotannossa myynnissä pitää olla jatkuvasti tiedossa tuotannon kuormitustilanne, jotta annetut toimitusajat ovat mahdollisia ja tilaukset saadaan sisällytettyä tuotantosuunnitelmaan ilman suurempia ongelmia. Tuotanto asettaa ehdot myynnille, joskin asiakkaan tarpeet pyritään huomioimaan mahdollisimman hyvin.

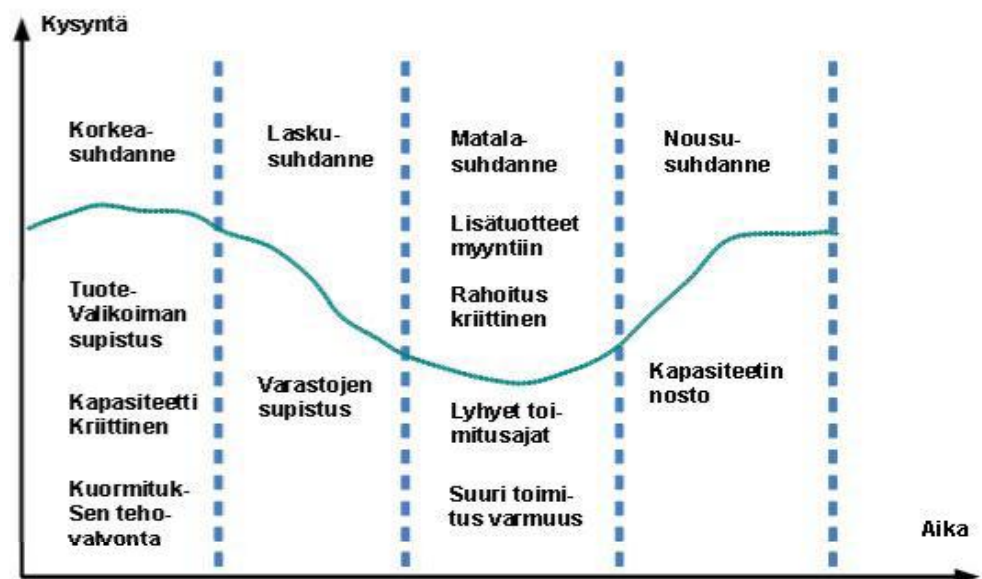
#### 2.4.6 *Markkinoiden vaikutus ohjattavuuteen*

Markkinatekijöistä keskeisiä ohjattavuuteen vaikuttavia asioita lienevät kausi- ja suhdannevaihtelun lisäksi muutokset kilpailurakenteessa ja asiakkaiden käyttäytymisessä. Markkinoiden kilpailurakenne muuttuu "virallisesti" toisen yrityksen markkinoille tulon tai sieltä poistumisen myötä. Yhä merkittävämmäksi käy kuitenkin samoja tarpeita tyydyttävien eli kilpailevien tuotteiden markkinakehitys. Suhteellinen kilpailukyky kertoo todennäköisestä kehityksen suunnasta. Siis myös tarvittaessa ohjaustoimista. [2, s. 9.]

Myös täydennysuhteessa olevien muiden tuotteiden markkina- ja hintakehitys vaikuttaa. Jos tuotteet, joihin yrityksen oma tuote liittyy käyttäjien mielessä niitä täydentävästi, taantuvat markkinoilla, myös oma tuote kohtaa vaikeuksia. Jos täydennettävä tuote on kasvussa, myös oma tuote saa "vetoapua". Oma tuote saa tukea hyvin toimivilta täydentäjiltä, mutta saa paino-  
lastikseen sitä täydentävät, heikosti toimivat tuotteet.

Monet muut ulkoiset seikat voivat muuttaa markkinatilanteita. Muoti-ilmioiden ohessa asiakkaiden saamat mielikuvat yrityksestä, sen toiminnasta ja tuotteista sekä suhteesta ympäristöön ja yhteiskuntaan voivat joko tukea tai vaikeuttaa markkinaoperaatioita. Samoin suhteet muihin yrityksiin.

Eri suhdannevaiheissa on ohjaustoiminnalla eri tehokkuus. Kuva 6 esittää tavallisimpia toimenpiteitä ja niiden tehokkuutta eri suhdannevaiheissa.



Kuva 6. Suhdannevaihtelun vaikutus ohjauksen painoaloihin. [3, s. 230.]

Eryityisesti noususuhdanteessa myyntiennusteiden tarkentaminen käy tarpeelliseksi, sillä kasvavaan kysyntään vastaamatta jättäminen antaisi ”ilmaisen edun”. Ehkä tavallisin menettely on käyttää trendikorjausta. Tuotanto-ohjelmia on suunniteltava uudelleen lyhyin väliajoin (käyttämällä JOT/JIT –menettelyä, koko uudelleen suunnittelu voitaneen rakentaa sisään ohjausjärjestelmään). Materiaalitarpeen laskenta korostuu, ainakin vakiotuotteiden moni tuotetuotannossa, sillä kasvavan kysynnän johdosta myös hankintaajat venyvät. Projektien ja muun tilaustuotannon materiaalien ohjauksessa hankekohtainen materiaalin hankinta ansaitsee erityishuomiota, sillä varsinkin erilliset hankinnat ovat jäämässä kasvavan kysynnän jalkoihin. Tuotanto-ohjelmat on rakennettava niukaksi käyvän kapasiteetin varaan, joten vähämerkityksisiä ja pienen katetuoton tuotteita olisi syytä välttää, ainakaan niitä ei kannata tarjota aktiivisesti.

Korkeasuhdanteen aikana kapasiteetti on jo rajoittava tekijä, joten lineaarisen ohjelmoinnin käyttö valinnoissa on perusteltua. Usein materiaalin ohjauksen läpäisy aika- tai kiertolukuanalyysin pohjalta voidaan tehdä myös oikeaan osuvia valintoja. Kuormituksen valvonnassa lyhyiden läpäisy aikojen merkitys korostuu, sillä kun kasvavan tuotannon aikana pidetään mahdollisimman vähän keskeneräisiä nimikkeitä, sekaantumisen vaara on oleellisesti vähäisempi, kuin jos keskeneräisten töiden nimikemäärät jatkuvasti, jopa kiihtyvästi, kasvaisivat.

Laskusuhdanteessa varastoja tulisi pienentää, vaikka se voi olla vaikeaa. Mikäli oma materiaalinohjaus ei riittävän nopeasti havaitse suhdanteiden laskusuuntaan kääntymistä, materiaalivarastot kasvavat nopeasti. Kehitystä nopeuttaa se, että ostojen toimitusajat lyhenevät samalla, kun myyjät pyrkivät säilyttämään oman toimintansa volyymin erikoistarjouksin yms. keinoin. Ostojen lyhentyneistä toimitusajoista johtuen perusvarastoa voi pienentää merkittävästi. Myös ennen järkevät eräkoot voivat olla tarpeettoman suuria, ynnä muuta semmoista. Valmistuksen eteenpäin ajoitus ei automaattisesti pienennä varastojen - ei ainakaan KET-varastojen -määrää.

Matalasuhdanteessa markkinat kääntyvät ostajan markkinoiksi, jolloin ostaja voi valita toimittajan. Jotta tuotantokapasiteetilla saataisiin kuormitettavaa, on korkeasuhdanteessa sivuun siirrettyjen, matalakatteistenkin tuotteiden valmistusohjelmaan palauttaminen mahdollisesti järkevää. Tappiollisten tuotteiden valmistaminen tuskin on viisasta, vaikka kiristynyt markkinaosuuskilpailu siihen houkuttelisikin. Matalasuhdanteessa myös ostojen toimitusajat lyhenevät, joten toimitusnopeus voi kehittyä kilpailuvälineeksi.

Tarkkojen toimitusaikojen johdosta toimintaverkkotekniikkojen käyttö ajoitusvälineenä voi tehostua, myös perinteisen ohjausajattelun vallitessa. JIT- ohjausmallin mukaan perinteisten ohjauksen ajatus- ja toimintamallien ”hyväksymiä” ajoituksellisia ongelmia ei tulisi koskaan edes esiintyä saatikka hyväksyä! Kuvassa 7 esitelty edellä käsitelty asia.

Vaihe	Toiminto	Menetelmä
Nousu	Myynnin ennustaminen	Trendinkorjausmenetelmät
	Tuotanto-ohjelman teko	Jatkuva uudelleensuunnittelu
	Materiaalitarpeen laskenta	MRP- tarvelaskenta
	Valmistuksen ajoitus ja kuormitus	Rajalliseen kapasiteettiin
Korkea	Kuormituslaskenta ja tuotekarsinta	Lineaarinen ohjelmointi Läpäisy aika/kiertoluku 0
	Kuormituksen valvonta	Input-Output-ohjaus Läpäisy aika/kiertoluku 0
Lasku	Hankintaerän ja perusvaraston laskenta	Dynaamiset laskenta- Menetelmät
	Valmistuksen ajoitus	Eteenpäinajoitus(?)
Matala	Valmistuksen ajoitus	Toimintaverkkotekniikat

Kuva 7. Ohjaustoimintojen ja menetelmien yhdistelmä. [1, s.35.]

## 2.5 Tuotantosuunnitelma

Tuotantosuunnitelma on työkalu, jonka tarkoituksena on varmistaa toimitusten tapahtuminen oikea-aikaisesti. Samalla tuotantosuunnitelmasta saa informaatiota yrityksen koko myynti-tuotantotilasta. Tuotantosuunnitelmaa kutsutaan myös tuotanto-ohjelmaksi.

Tuotantosuunnitelmaa laatiessa on otettava huomioon useita asioita, sillä vain reaalin, toteutettavissa oleva suunnitelma pystytään toteuttamaan häiriöttömästi.

Tuotantosuunnitelmaa laadittaessa tärkeitä asioita ovat seuraavat:

- Pää tavoitteena on asiakastoimitusten oikea-aikaisuus eli yrityksen toimituskyky.



- Tuotantosuunnitelma voi ilmaista loppukokoonpanon ja sen seurauksena osatoimitusten ajankohdat.
- Suunnitelmassa on otettava huomioon omien valmistusyksiköiden (osavalmistus, kokoonpano) kuormitus.
- Huomioon on otettava myös raaka-aine- ja osatoimittajien toimituskyky. Materiaalin saatavuus on edellytys tilauksen sijoittamiselle tuotantosuunnitelmaan.
- Mahdollisten pullonkaularesurssien tilanteessa on oltava selvillä.

### 2.5.1 Asiakastuotannon karkeasuunnitelma

Tuotannon karkeaohjaus muodostaa tuotannonohjauksen makrosysteemin, sillä se kohdistuu yrityksen kokonaistuotantoon. Karkeaohjaus toimii tuotannon ja markkinoinnin yhdyssiteenä yrityksessä.

Pää- eli karkeaohjauksen (käytetään myös nimitystä karkeasuunnittelu) tehtävänä on antaa yleiskuva yrityksen kapasiteetista ja kapasiteetin käytöstä eli kuormituksesta ja laatia tämän yleiskuvan perusteella valmistusohjelma. Karkeaohjauksen osatehtäviä ovat muun muassa seuraavat:

- työllisyysennusteiden laatiminen eli miten yrityksen työvoima tulee työllistetyksi lähikuukausina
- kuormitustilanteen jatkuva seuraaminen
- valmistusohjelmien laatiminen
- pitää toimitusaika vaativien raaka-aineiden tilaaminen (mikäli tilaaminen on mahdollista ilman yksityiskohtaisia tietoja)
- tilauksia koskevien tietojen (toimitusaika ja –mahdollisuudet yms.) toimitaminen markkinoille
- muiden suunnittelutoimintojen työn ajoittaminen ja valvominen
- valmistuksen aloittamisen ja päättymisen valvominen

Kapasiteetilla tarkoitetaan yrityksen, sen osaston, koneen, työryhmän, henkilön, huoneiston, kuljetusvälineen tai muuta sellaista tuotantoyksikön tuotantokykyä aikayksikössä. Kapasiteettia mitataan jollakin tuotannon onnistumisen kannalta kuvausvoimaisella yksiköllä, joka mittaa herkästi niukaksi käyvää eli rajoittavaa tekijää. Mittayksikkönä voi olla työ- tai käyntiaikatunnit, työviikot, tai muut semmoiset, tuotantoajan yksiköt. Kilot, tonnit, lukumäärät, tai muut, tuotemäärän yksiköt/aikayksikkö soveltuvat myös. On valittava mittaustapa, joka sopii kaikille tuotteille, saa niiden kapasiteettivaatimukset yhteismallisiksi. Yleensä käytetään hyväksi suunnittelun aikayksikköjä; käytettävissä oleva aika lienee yleisin rajallinen resurssi.

Kuva 8. esittää, miten eri tavoin tuotantoyksikön kapasiteettia voidaan tarkastella. Bruttokapasiteetista, tuotantolaitteiden teknisestä maksimikapasiteetista, on vähennettävä joukko tekijöitä, jotka pienentävät tuotannon kannalta tehokasta kapasiteettia. Netto kapasiteetti on tavallinen mitoituskapasiteetti, mutta muitakin mitoitusperusteita voitaneen käyttää. Mikäli toimialalla on laatutehokas alihankintajärjestelmä olemassa tai se voidaan luoda perinteiset kapasiteettikäsitteet menettävät osan merkityksestään. Kuvan maksimikapasiteetti kuvaa tätä vaihtoehtoa.



Kuva. 8 Kapasiteetti käsitteen osatekijät [1, s. 13].

Brutto- ja nettokapasiteetin suhde vaihtelee toimiala- ja yrityskohtaisesti. Suhde on määritettävä tutkimalla siihen vaikuttavia seikkoja. Uskotaan, että hylkytuotannon, häiriöiden ja korjausten vaatima suhteellinen aika, jokaisen erikseen ja niiden summa, kertoo heikkouksista yritys suunnittelussa, erityisesti laadunvarmistuksen heikkouksista. Suuret suhteelliset poissaoloajat kertovat henkilöstön matalasta motivaatiotasosta. Sekin on merkki heikosta laadunvarmistuksesta.

Suunnitteluvaiheessa, ennen laitehankintoja, nettokapasiteettikin voidaan tulkita monin tavoin. Käytettävissä nimityksistä ei ainakaan yrityksen sisällä saisi olla eri tulkintoja.

Ylityöt ja muut tilapäisratkaisut eivät liene kovin kustannustehokkaita pitkällä aikavälillä. Tämän päivän suomalainen todellisuus suosii ylitöiden käyttöä, sillä muita joustomahdollisuuksia on vähän ja pitkälle automatisoidussa, pääomavaltaisessa tuotannossa käyntiajan lisätunti voi antaa suuren raja-arvon.

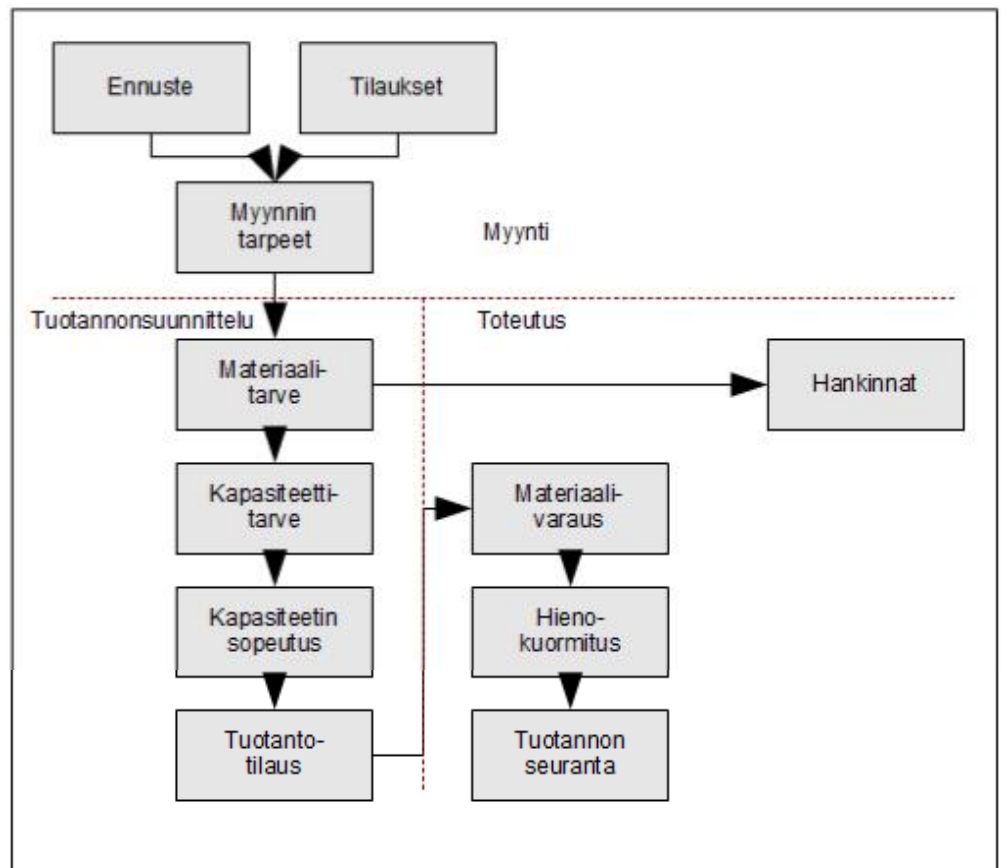
### 2.5.2 *Tuoterakenne*

Tuoterakenne kuvaa hierarkkisesti tuotteen valmistamiseksi tarvittavat osat ja niiden tarvittava lukumäärät. Tuoterakenteen sisältämän tiedon perusteella voidaan laskea, kuinka paljon kutakin osaa tarvitaan, kun halutaan valmistaa tietty määrä tuotetta. [3, s. 73 ]

### 2.5.3 *Tuotannosuunnittelu ja toteutus*

Kuvassa 9 on esitetty Scheerin näkemyksen mukainen tuotannosuunnittelun ja toteutuksen vaiheittainen prosessi. Kuvan malli vastaa tälläkin hetkellä monien yritysten käyttämien toiminnanohjausjärjestelmien tuotannosuunnittelun ja -ohjauksen yleistä toimintalogiikkaa. Tuotannosuunnittelu lähtee myynnin tarpeista. Niiden pohjalta taas tehdään tuotannon sisäinen materiaalitarvesuunnittelu, sekä ulkopuoliset hankinnat. Tämän jälkeen tehdään suunnittelun tuotannon kapasiteettitarvelaskenta. Kapasiteetin sopeutus viittaa sellaiseen vaiheittaiseen toimintaan, jossa suunnitellun tuotannon vaatima kapasiteetti pyritään tavalla tai toisella hankkimaan esimerkiksi ylitöillä tai toisella jossa vaihtoehtoisesti osa tuotantoa suunnitellaan tehtäväksi myöhemmin.

Tuotannonsuunnittelun tuloksena tässä mallissa syntyy tuotantotilaus, jolle varataan tietojärjestelmässä tarvittavat materiaalit. Tuotantotilauksille voidaan tehdä hienokuormitus, jonka perusteella voidaan paperipohjaisessa toimintatavassa tulostaa sitä ohjaava ja jopa työn mukana kulkeva työmääräin. [3, s. 73-74].



Kuva 9. Tuotannonsuunnittelun ja toteutuksen prosessi. [3, s. 72]

#### 2.5.4 Materiaalisuunnittelu

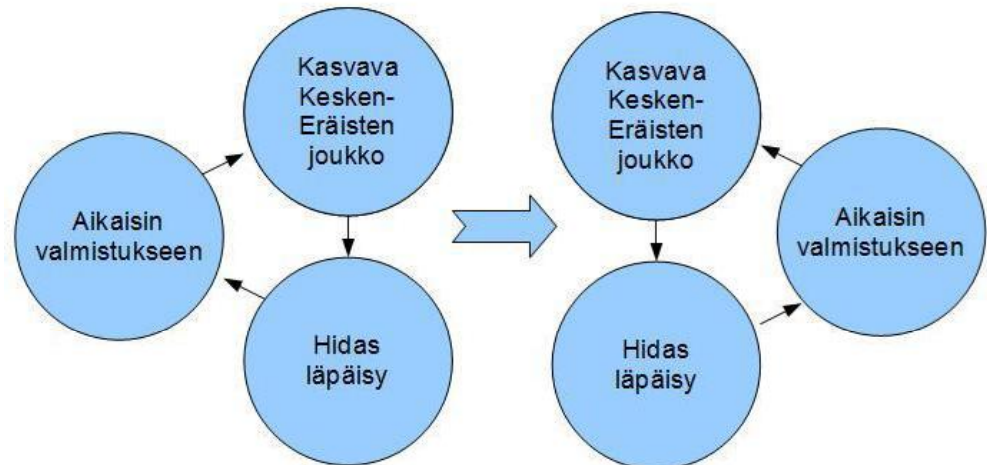
Materiaalisuunnittelua on hallinnut 1970-luvulta alkaen materiaalitarkvelaskenta, joka tunnetaan yleisesti englanninkielisellä lyhenteellään MRP (material requirements planning). Sen perusajatus on varsin yksinkertainen: kun suunnitellaan lopputuotteiden valmistustarpeet ja tiedetään kunkin tuotteen tuoterakenne, voidaan suunnitella osien valmistus- ja hankintatarpeet. Jos lisäksi tiedetään osien valmistus vaiheiden kestot sekä hankintojen toimitusajat, voidaan valmistus- ja hankintatarpeet ajoittaa. Jos tuoterakenteessa on monta tasoa (taso vastaa karkeasti valmistusvaihetta); toimitettavien tuotteiden

den määrien on tietenkin oltava tiedossa useita jaksoja etuajassa. Lisäksi täytyy tietää, kuinka paljon kutakin osaa on varastossa, tekeillä sekä tilattu toimittajalta, jotta voidaan kullakin tuoterakenteen tasolla laskea valmistustarpeet kullekin jaksolle. [3, s. 74 ]

## 2.6 Valmistuksen ohjaus

Valmistukseen panon tehtävä on purkaa tuotantosuunnitelman töistä itse valmistettavat osat ja osakokoonpanot, antaa niille valmistumisajankohta ja lähettää valmistusimpulssit omille valmistusyksiköille. Toiminta perustuu osaluetteloon ja osien perustietoihin. Näihin perustietoihin sisältyy valmistettava osavalmistusyksikkö sekä läpäisy aika. Läpäisy aika määrää osan valmistuksen alkamishetken ennen kokoonpanon alkamista (kuva 10).

Jos tuotesuunnitteluvaiheessa kaikki valmiudet on synnytetty kunnolla loppuun viedysti eli kaikille osille on toimittaja tai valmistusyksikkö tiedossa, tilausten käsittely ja valmistukseen pano sujuu tehokkaasti. Ellei tässä vaiheessa puutteita joudutaan paikkaamaan. Kiireen vuoksi sitä ei kuitenkaan pystytä hoitamaan kunnolla. Kiire lisää häiriöitä, jotka vievät lopunkin työajan. On siis painotettava valmistuksien kunnollisen hoitamisen merkitystä.



Kuva 10. Hitaan läpäisyn noidankehästä myönteiseen kierteeseen [2, s. 217]

### 2.6.1 Yksiköiden välinen ohjaus

Valmistusyksiköiden ohjaamiseen on käytettävissä eri menetelmiä:

- tilausohjaus valmistuu ohjauksen antamana työjonona
- tilausohjaus valmistuksen ohjauksen antamana jakson työlistana
- imuohjaus
- ennusteperusteinen puolivalmisteverastoon tekeminen.

Valmistusjärjestelmässä, jossa solut hoitavat oman osajoukkonsa, valmistuksen solujen välinen ohjaus pelkistyy ajoitettujen työlistojen antamiseen solulle. Jos solut muodostavat ketjuja tai verkkoja, on jaksollinen ohjaus selkein. Esimerkiksi osavalmistus ja kokoonpano muodostavat tällaisen lyhyen ketjun. [2, s. 220.]

Tässä tapauksessa imuohjaukseksi voidaan nimittää järjestelmää, jossa ketjun viimeinen yksikkö (esim. kokoonpanosolu) saa tilauksen tai tarveimpulsin ja tilaa sen jälkeen itse tarvitsemiaan osia edeltävältä yksiköltä [2, s. 224.]

Jos usealla valmistusyksiköllä on jokin yhteinen resurssi, kuten esimerkiksi maalaus- tai pintakäsittely-yksikkö, se tekee ohjauksesta hankalampaa. Tärkeintä on selkeät pelisäännöt. Yksi tapa on määrittää tarkat ajankohdat, milloin milläkin eri valmistusyksiköllä on yhteinen resurssi käytössä. Tällöin valmistusyksiköt ottavat nämä ajankohdat huomioon omassa yksikön sisäisessä työjärjestelyssä. [2, s. 220.]

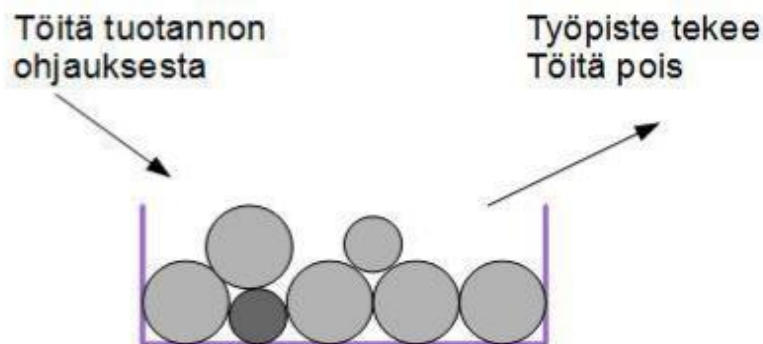
### 2.6.2 Työpisteiden ohjattavuus

Työpiste saa työlistansa valmistuksen ohjauksesta. Työpiste hoitaa itse sisäisen työnjärjestelynsä. Mahdollisuudet työpisteen sisäiseksi työnjärjestelyksi ovat:

- Töillä on prioriteetit ja ensin tehdään korkeimman prioriteetin työt
- fifo-periaate eli selkeä jonojärjestys

- jaksoihin perustuva järjestelmä: jakson työt tehdään jakson aikana mutta vapaassa järjestyksessä
- tekijäohjaus

Prioriteettiperiaate ei ole selkeä eikä varma. Ihmisten hoitaessa solua ikävät työt jäävät helposti makaamaan. Keskenäisten töiden määrä voi olla suuri. Lopputulos on se, että systeemi on käytännössä erittäin epävarma eikä tilanne visualisoidu (kuva 11).



*Kuva 11. Prioriteetti ei ole pakottava, siksi osa töistä voi jäädä odottamaan [2, s. 225].*

Työpisteen sisäinen työnjärjestely toimii parhaiten visuaalisena ohjauksena ilman papereita. Poikkeuksen muodostaa FMS, jossa työjono on keskusohjaimen tiedostona.

Tekijäohjaus vaatii ylimitoitettua konekapasiteettia, muuten sekä työt, että tekijät jonottavat. Laitteiston kunnossa pysyvyys heikkenee. Tekijöiltä vaadittava moni ammattitaito saattaa muodostua tekijäohjauksen soveltamisen esteeksi. [2, s. 225.]

### 2.6.3 Konfiguroituvan tuotteen ohjaus

Konfiguroituva tuote koostuu useista ominaisuuksista. Ominaisuudet voivat olla valinnaisia eli kaikkia ei ole kaikissa tuotteissa. Ominaisuuksilla voi olla myös versioita tai alaominaisuuksia. [2, s.227.]



Esimerkki 1. Nosto-ovella on monta eri pintamateriaalia ja väriä. Sen parametrejä ovat mm. käyntiovet, ikkunat ja ulkoiset mitat.

Esimerkki 2. Nosto-oven moottoripaketti. Moottoreita on monen eri tehoisia eri vaatimuksille. Jokaista tilausta varten valmistetaan juuri oikeanlainen moottoripaketti.

Esimerkki 3. Varaosajouset. Jousia valmistetaan monille eri kestävyys kriteereille. Jousien nostokertojen kestävyys vaihtelee valtavasti.

#### 2.6.4 *Konfiguroituvan tuotteen toimitusprosessi*

Konfiguroituvan tuotteen tuotanto ja erityisesti tuotannon ohjaus perustuvat moduulijatteluun. Tuotteille muodostetaan perusmoduuli. Jokainen ominaisuus toteutetaan moduuleilla, jotka liittyvät perusmoduuliin. Jokaisella moduulilla voi olla useita vaihtoehtoisia versioita, jotka määräävät lopputuotteen ominaisuudet. Tuotteen koosta riippuen moduuleja voi olla useammassa portaassa.

Asiakkaan haluama ominaisuusyhdistelmä toteutetaan valitsemalla sopivat moduulit/komponentit. Toinen periaate on vaikuttaa lopputuotteen ominaisuuksiin samanlaisten moduulien lukumäärää muuttamalla. Mahdollisimman selkeällä moduulisysteemillä pyritään tilanteeseen, jossa moduulijako voidaan päättää myytäessä.

Tuotannonohjaus perustuu siihen, että kaikki moduulit ovat toistuvia vakioituotteita. Niille luodaan sekä materiaalin hankinta- että valmistusvalmiudet muiden toistuvien tuotteiden tapaan. Jotta tämä onnistuisi, teknisten moduulien tulee olla samat myynnin käyttämien asiakasominaisuuksien moduulien kanssa.

Jos tuotesuunnittelua asiakaskohtaisten ominaisuuksien aikaansaamiseksi ei pystytä välttämään, tilaus-toimitus-prosessi mutkistuu ja siihen tulee asiakassuunnitteluvaihe. Toiseksi materiaalihankinta voidaan viimeistellä vasta asiakassuunnittelun jälkeen. Jos asiakassuunnittelu kohdistuu ainoastaan standardikomponenteista koostuvaan osaan, läpäisyajan piteneminen rajoittuu suunnittelun vaatimaan aikaan. [2, s. 229]

### 3 CASE-YRITYKSEN TUOTANNONOHJAUKSEN NYKYTILAN ARVIOINTI

Mesvac Oy:n tuotannonohjauksen nykytilan arvioinnin tarkoituksena on luoda kuva yrityksen toimintamalleista ja niiden vahvuuksista ja heikkouksista käyttämällä SWOT-analyysiä. Asiat pyritään käsittelemään teorian esittämässä järjestyksessä. Nykytilan melko kriittisen arvioinnin avulla etsitään kehityskohteita.

#### 3.1 Yritysesittely

Kirkkonummen Jorvaksessa sijaitseva Mesvac Oy on teollisuusovia, turvatekniikkaa ja kuormauslaitteita maahantuova ja valmistava yritys. Huolto on suuri osa yrityksen toimintaa ja varaosavalmistus on tärkeä osa yrityksen tuotantoa. Huoltopalvelu näyttelee suurta osaa Mesvacin yritystoiminnassa.

Mesvac Oy:n tuotteisiin kuuluvat: nosto-ovet, taitto-ovet, pikarullaovet, savuverhot, ilmasulut, murtosuojat, mesvac-tormax oviautomaatiikka, kuormauslaitteet, palorullaovet, rullaovet sekä autotallien nosto-ovet. Lisäksi palveluihin kuuluvat asennus, huolto ja asiantuntijat.

Mesvac Oy on perustettu vuonna 1977. Eri kehitysvaiheiden jälkeen se siirtyi Brandt Group -konserniin tammikuussa 1989. Muita konserniin kuuluvia yrityksiä ovat mm: Oy Kolmeks Ab, Mock Doors Oy, A/S Kolmeks, Kolmeks ChuZhou. Pääkonttori sijaitsee Kirkkonummen Jorvaksessa. Yrityksen palveluksessa on noin 140 henkilöä. [4.]

Mesvacilla on käytössä Visma L7-toiminnanohjausjärjestelmä, joka yhdistää yhden ohjelman sisälle tuotannonohjauksen toimintojen lisäksi yrityksen muutkin toiminnot. L7 luo hyvät edellytykset tuotannon tilan seuraamiselle, mutta osa ohjelman toiminnoista ei ole vielä käytössä.

Mesvac Oy:n tuotannonohjauksesta vastaa tuotantopäällikkö ja työnjohto.

#### 3.2 Tuotannon asema yrityksessä

Tuotannon asema Mesvac Oy:n toiminnassa on melko pieni. Tuotantomalli muuttui, kun omien ovien valmistus lopetettiin. Tällöin varaosavalmistuksen rooli korostui. Turvatekniikant tuotteet ovat ainoat itse valmistettavat tuotteet.

Tuotannon parissa toimii viisi toimihenkilöä ja 20 työntekijää. Kokonaisuudessaan konsernin palveluksessa on noin 140 henkilöä, joten itse tuotannon osuus koko toiminnasta on melko pientä.

### 3.3 Tuotantostrategia ja -järjestelmä

Yritys pyrkii nopeaan ja kaiken kattavaan huoltotoimintaan. Varaosalamellit valmistetaan osin itse. Yritys tilaa osan lamelleista suoraan (maahantuojalta) metritavarana. Turvatekniikan tuotteet valmistetaan metritavarana hankittavista alumiiniprofiileista. Tuotanto pyritään pitämään mahdollisimman joustavana.

Kustannustehokkuuteen kiinnitetään huomiota ja hukkamateriaali pyritään minimoimaan. Niin sanotut ylijäämä palat laitetaan talteen ja kirjataan ylös mahdollista uudelleen käyttöä varten. On myös huomioitava, että yritys sijaitsee Kirkkonummella, joten toimitilojen hinta on alhaisempi kuin esimerkiksi pääkaupunkiseudulla.

Tuotantopisteet on pyritty rakentamaan niin, että materiaalivirrat ovat selkeät ja turhaa siirtelyä on mahdollisimman vähän. Osaava ja monitaitoinen henkilökunta pystyy liikkumaan työpisteiden välillä, joten työvoiman siirto on helppoa.

#### *Toimintaan vaikuttavia kilpailutekijöitä*

Tärkeimmät kilpailutekijät heijastuvat asiakkaan vaatimuksista. Mikäli yritys pystyy toimittamaan laadukkaita tuotteita asiakkaan haluamalla aikataululla, sekä hinnasta päästään sopimukseen, yritys on kilpailukykyinen.

Huomioitavia kilpailutekijöitä ovat muun muassa maantieteellinen sijainti ja joustavuus. Logistisesta hyvästä sijainnista on etua toimituksien näkökulmasta. Nopea ja kattava huoltoverkko on tärkeä kilpailutekijä. Joustavuus antaa asiakkaalle mahdollisuuden tilata tuotteita nopeallakin aikataululla.

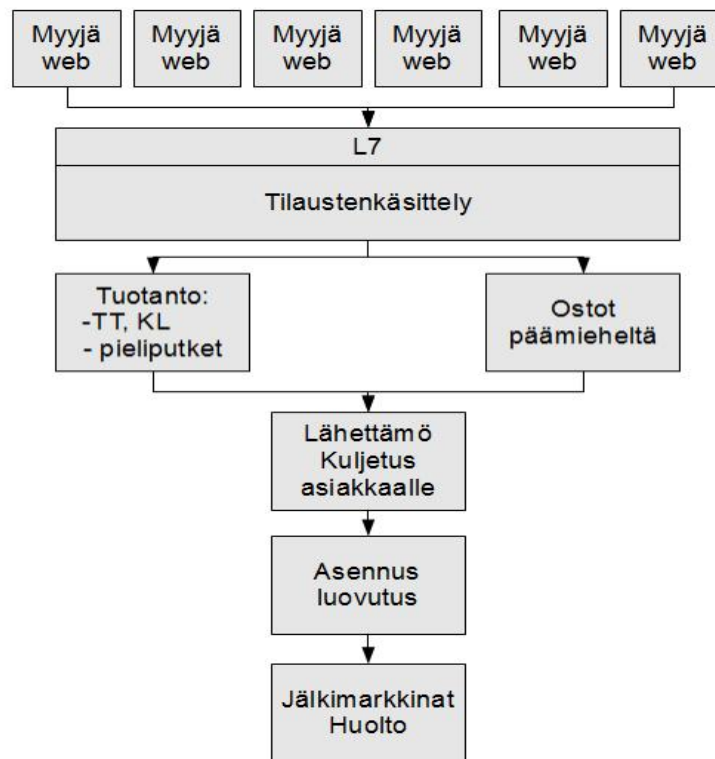
### 3.4 Tilaus-toimitusprosessit

Tilaus-toimitusprosessin avulla yritys toteuttaa ja toimittaa asiakkaiden tilaamat tuotteet ja palvelut. Prosessiin pyritään aina sisällyttää myös tuotteen elinkaaren aikaisten palveluiden toteuttaminen. Kilpailukykyä kehittämisen kannalta yrityksen on jatkuvasti

- huolehdittava tilaus-toimitusprosessin suorituskyvystä, prosessiin sisältyvän ydinosaamisen ylläpitämisestä ja kehittämisestä sekä
- varmistettava, että se työskentelee itselleen sopivien kumppaneiden kanssa ja työt kumppaneiden kesken on jaettu oikein (paras tehköön).

Asiakkaille tarjottavien elinkaari palveluiden hallittu toteuttaminen edellyttää näiden palveluiden tuotteistamista.

Tilaus-toimitusprosessin ensimmäinen vaihe on tilausten käsittely (kuva 12). Tilauksen käsittelyaika alkaa, kun asiakastilaus saapuu yritykseen ja päättyy sisäisen tilauserittelyn valmistumiseen. Tilauksen käsittelyaikaan sisältyy myös toimitusprosessissa olevaa odotusaikaa. Tilausten käsittelyaika kasvaa huomattavasti, mikäli tilauksessa ilmenee virheitä tai puutteita. Puuttuvia tietoja joudutaan etsimään usein jopa asiakkaalta asti.



*Kuva 12. Tilauksen vaiheet aina valmiiksi tuotteeksi/palveluksi Mesvacilla*

Tilaus-toimitusprosessin suorituskykyä voidaan mitata sekä sisäisesti että ulkoisesti. Ulkoisessa mittauksessa organisaatiota ja sen toimintaa tarkastellaan asiakkaiden näkökulmasta. Tilaus-toimitusprosessissa tärkeiksi tekijöiksi muodostuvat yleensä aika, laatu ja tehokkuus, joita apuna käyttäen voidaan mitata prosessin suorituskykyä.

Mesvac Oy:n tuotanto on jaettu neljään työpisteeseen, joiden aikaansaannokset yhdistyvät pakkauspisteessä valmiiksi tilaukseksi.

### 3.4.1 Turvatekniikka

Kun Turvatekniikan tuotteen myynti on kirjattu ja tilaus vahvistettu, kirjataan tilaus TT-tuotantolistalle (kuva 13) sinisellä värillä. Kun tilaus siirretään tuotantoon, merkintä muutetaan mustaksi TT-listaan.

7	PROJEKTI	Asennus	Paikkakunta	Toimialka	Huom !!!
16					
17					
18	M20806/1629 ABC Raahe ja Kiiminki	x	Raahe/Kiiminki	25.9.	
19	2 kpl 2660				
20	VKO 40 / 2.10.				
21					
22	M21506/1523 Avamax		Nouto	2.10.	
23	1 kpl 2660				
24					
25	M22508/1094 S-Market Mänttä	x	Mänttä	2.10.	Teemu vahvisti mitat 2.7.myös piiliteräks et
26	1 kpl 2770				Toimitus kuitenkin vasta 2.10. (Teemu 2.7.)
27					
28	M21506/1560 Constructor			2.10.	Kuormitettu, poisto työjonojen kautta
29	1 kpl IPN4100				
30					
31	M22408/1119 OK Ympäristö Autotalo	x	Kouvola	2.10.	RAL7012
32	1 kpl 2600				+suojakotelo RAL7012
33					
34	M21406/1280 Ravintola Lohi	x	Lohja	2.10.	
35	4 kpl 2600				
36					
37	M21506 / 1523 Avamax		Nouto	2.10.	
	1 kpl 2660				

Kuva 13. TT-tuotantolista

Tuotantopäällikkö vastaanottaa uudet tilaukset ja tekee työkohtaiset ostot, viikkolistat ja työkorttien kopioinnit tuotantoa varten. Laitteita varten tulostetaan laitenumerot, ja ne jaetaan tuotantoon.

Toimitetut tilaukset siirretään TT-tuotantolistalta taulukkoon TT-toimitetut. Työpisteillä olevista viikkolistoista näkyy viikon ajalle suunnitellut työt, ja tehty työ merkitään listalle. Viikkolistat kerätään viikon lopussa pois ja tilaukset tarkistetaan.

Turvatekniikan tuotanto elää viikon mittaisissa sykleissä.

#### Säleet

Kun turvatekniikan tilaus saapuu, se kirjataan tilausten käsittelyn kautta tuotantoon. TT-tuotantolistalle tilausten käsittelyssä teksti kirjataan sinisellä.

Kun tuotantopäällikkö on tarkastanut ja hyväksynyt tilauksen, merkintä muutetaan mustaksi ja työkortit toimitetaan työpisteille.

Impulssi lähtee sälepuolella liikkeelle, kun jokin säleitä tarvitseva turvatekniikan tuotetilaus on tullut tuotannon piiriin. Sälepisteelle toimitetaan samalla työmääräin, josta käy ilmi tarvittavat speksit, kuten profiilimalli, pituus, murto-luokitus ym.

Tämän jälkeen säleet siirtyvät kokoonpanoon tai lähetettäväksi irtonaisina, riippuen työkortin ohjeistuksesta. Viimeinen työvaihe on aina pakkaus, jossa työ valmistuu. Työkortti siirtyy säleiden mukana, mutta viikkolistaan jää merkintä työpisteelle. Viikkolistan sisältö kirjataan koneelle viikon välein.

#### *Kelausputket*

Kelausputket toimivat samalla logiikalla kuin säleetkin. Tilaus aiheuttaa impulssin, joka kulkee läpi tuotannon.

Impulssi lähtee sälepuolella liikkeelle, kun jokin kelausputkia tarvitseva turvatekniikan tuotetilaus on tullut tuotannon piiriin. Kelapisteelle toimitetaan samalla työmääräin, josta käy ilmi tarvittavat speksit, kuten profiilimalli, pituus ynnä muut oleelliset tiedot. Lisäksi kelausputkipisteessä asennetaan työkortin määräämä moottori ja laakeri kelausputkeen. Lisäksi moottoriin ja putkiin merkitään numerosarjat ja ne kirjataan viikkolistaan, jotta mahdollisen vian ilmetessä ne voidaan jäljittää.

Kun tarvittavat työt tehty, tilaus kirjataan viikkolistaan ja tilaus siirtyy seuraavalle työpisteelle, joka lähestulkoon aina on pakkaus, jossa kaikki tilauksen osat yhdistyvät.

#### *Sivujohteet*

Sivujohteet toimivat myös samalla logiikalla kuin säleet ja kelausputket. Tilaus aiheuttaa impulssin, joka kulkee läpi tuotannon.

Työkortista katsotaan tiedot ja toimitaan niiden mukaan. Kun tuote on valmis, se toimitetaan pakkaukseen, samalla tavalla kuin kelausputkenkin tapauksessa.

### 3.4.2 Kuormauslaitteet

Kun tilaukset on vastaanotettu, myyjät toimittavat ne eteenpäin. Tuotantopäällikkö syöttää tilaukset KL-tuotantolistalle (kuva 14), jonne toivotaan myös asennustyönjohdon tekevän kirjauksia työmaiden tilanteista.

7	PROJEKTI	Asennus	Paikkakunta	Toiv.toim.	Ehdoton	Huom !!!	Toimitettu
11	M22308 / 1009 Kaukokiito Logicity Erä 1	X	Turku	2.10.			
12	30 kpl HTL 2500 6 t						
13	30 kpl laiturit					Perax toimittaa laiturit	
14	30 kpl tilarunko, yhteisiä väliseiniä					Seinät pellitettyinä Jorvakselta	
15	30 kpl DSS erikoismalli + tyynt					Hörre toimittaa vko 39 Hollannista, meillä vko 40, sen jälkeen kokoonpano Jorvaksessa	
16							
17	M22508 / 1117 Ikaalisten Luomu	X	Ikaalinen	2.10.		Pakkauslista tuotannossa	
18	1 kpl HTL 2000 6 t						
19	2 kpl puskin						
20	1 kpl laiturit						
21	1 kpl ilmat. PS486L						
22	2 kpl edell. törm.suoja						
23							
24	Vko 41 / 9.10.						
25							
26	M22408 / 1140 Kaukokiito Lpr	X	Lappeenranta	9.10.		Pakkauslista tuotannossa	
27	1 kpl HTL 2000 9 ton P-malli						
28							

Kuva 14. KL-tuotantolista

Kun lastauslaitetilaukset on saavuttanut tuotannon ja hyväksytysti käynyt tuotantopäällikön kautta, tuotantoon tulee tuotekohtainen pakkausluettelo, työkoritteineen.

Hydraulisillat ja ohjauskeskukset kytketään ja koeajetaan tehtaalla, muutamia poikkeuksia lukuun ottamatta, laituriponttoonit asennetaan ja seinät pellitetään. DSS-tiivisteet esikokoonpannaan ja huolehditaan myös muista pienemmistä kokoonpanotehtävistä. Jos tilaus on suuri, toimitettaessa kannattaa myös esikokoonpano tehdä työmaalla, (esim. logistiikkakeskus, kauppa-keskus).

Kun lastauslaite on valmis, siirretään merkintä KL-tuotantolistalta, ”toimitetut” listaan. Lisäksi merkintä tehdään myös viikkolistaan.



Työkortti siirtyy lähetyksestä huolehtivalle ja hän huolehtii, että kaikki tuotekohtaisen pakkausluettelon tarvikkeet ovat mukana.

### 3.4.3 Varaosa (vk, varaosa ja korjaus)

Varaosatuotannosta suurin osa on varaosalamellien valmistusta ja seuraavaksi suurin osa on jousivalmistusta. Tilaukset menevät suoraan työnjohtajilta varaosavalmistukseen tai varastoon. VK-toimitukset priorisoidaan tuotannossa ykköseksi, jos tarvetta.

Varaosatoimitus elää melko nopealla vasteajalla. Mikäli tarvetta tulee, tietty työ voidaan priorisoida.

Nykyisin asentaja laskee taulukoiden (kuva 15) avulla viitteellisen hintaravion tapauskohtaisesti.

HORMANN ALALAMELLIT								
Lamellin pituus	375 mm		500 mm		625 mm		750 mm	
	umpi	k-ovi	umpi	k-ovi	umpi	k-ovi	umpi	k-ovi
2540								
3040								
3540								
4040								
4540								
5040								
5540								
6040								
7040								
8040								
ikkunat					Varastolamellit sis. hukan			
A-tyyppi		€/kpl asennettuna lamelliin			Lamelli 375 mm		€/m	
E-tyyppi		€/kpl asennettuna lamelliin			Lamelli 500 mm		€/m	
					Lamelli 625 mm		€/m	

Kuva 15. Varaosalamellihinnasto.

*Lamellit:*

Tilauksen päästyä työkortiksi asti, kokoonpano ottaa työkortin mukaisen lamellin varastosta, ja sahaa sen määrämittaansa. Se myös työstää mahdolliset lisäominaisuudet, kuten käyntioven aukon tai ikkunan paikan.

Kun tilaus saatu toimitusvalmiiksi, työkortti jätetään lamellin päälle odottamaan pakkausta. Kortti lähtee lähetyksen mukana työmaalle. Työstä tehdään merkintä viikkolistaan ja niin sanottuun ”omaan vihkoon”.

Yksi ongelma paperilappujen kanssa on, että jos työntekijä vaikka unohtaa työkortin taskuunsa, kukaan ei tiedä missä vaiheessa tilaus on ja onko tarvittavat osat esimerkiksi tilattu.

Lamellimallikirjo on laaja ja välttämättä oikeaa mallia ei löydy valmiina varastosta. Silloin kokoonpano tilaa lamellin vaahdotuspisteestä, jossa lamelli tehdään itse alusta loppuun. Myös lamellin väri voi vaatia kokonaan uuden lamellin tekoa (yleisin väri neutraali ja varastossa ei ole värillisiä).

*Jouset:*

Jouset toimivat nosto-ovien vastapainoina ja vähentävät ovien operoimiseen tarvittavaa voimaa. Jouset kestävät aina vain tietyn määrän jännitystä, ja lopulta ne aina antavat periksi.

Mesvac panostaa voimakkaasti nosto-ovien huoltoon. Jokaisella asennetulla ovella pyritään säilyttämään valmiina varajousta, jotta jousen pettäessä se saadaan heti vaihdettua uuteen, ilman tuotannosta johtuvaa viivettä.

Työkortit tulostetaan lokeroon, josta jousipuolen työntekijä käy hakemassa sen. Kortin mukaan valitaan oikea malli ja jousi poltetaan sitten oikeaan mittaansa. Sen jälkeen jouseen asennetaan päätypalat. Kun tämäkin valmis, siirretään jousi lähettämöön, työkortin kera. Työntekijä kirjaa jousen otetuksi inventaariolistaan, jotta tuote tulee poistetuksi varastosaldoista.

*Kannakkeet:*

Kannakkeet pakataan mukaan tilauksen niin vaatiessa. Tilauslistasta käy ilmi, jos näitä tarvitaan. Kannakkeet ovat niin sanottu ”pahvilaatikollinen tavaraa” -työpiste.

#### 3.4.4 Varasto

Mesvac panostaa voimakkaasti teollisuusovien ylläpito- ja huoltotoimintaan. Mukaan huolto-ohjelmaan on otettu myös henkilöliikenteen automaattiovet. Huoltokannassa on yli 22 000 laitetta ja joukossa suuri kirjo eri valmistajien tuotteita.

Edellä mainitusta. johtuen on varastoitavien varaosien määrä suuri ja antaa erityisiä haasteita varastohenkilökunnan laitetusomukselle. Tämä siksi, että Mesvac on käynnistämässä pääkaupunkiseudun huoltoliikelle noutopalvelun. Tällöin varaston henkilökunta joutuu keskustelemaan erilaisten laitteiden huoltohenkilöstön kanssa etsiessään tarkoitukseen sopivaa varaosaa ilman etukäteen kirjattua varastokoodia.

Tällä hetkellä suurin osa varaston toimituksista kuitenkin tapahtuu tulostettujen läheteiden perusteella, joissa tarvittavat osat on lueteltu varastokoodein ja hyllypaikkamerkinöin.

Mesvacin huoltoautoja on kentällä yli 50 kpl ja niiden täydennystilaukset ovat yksi merkittävä toimi varastossa. Tilaukset tulevat huoltoautosta verkkoliittymän kautta L7-järjestelmään, josta keräilylähete tulostetaan. Toimitusaika näille on 1 - 2 työpäivää.

Asiakkaiden tilaamia varaosia kerätään samalla tavalla. Nämä tilaukset tulevat varaosamyynnistä paperimuodossa varastoon.

Autotallin ovien toimitukset tapahtuvat myös varaston toimesta. Osa ovista on varastoitu Mesvacilla, osa tulee päämiehiltä työille ostettuna. Koneistoja ja niiden osia varastoidaan itse.

Ilmasulkutoimitukset kerätään varastossa ja pakataan työkohtaisesti. Tilauksella olevat materiaalivaraukset puretaan toimituksen yhteydessä.

Tavaran vastaanotto, tarkastus ja hyllytys työllistää lähes yhden työntekijän kokoaikaisesti.

Varastosta täydennetään myös osin työpisteissä käytettäviä materiaaleja.

Päämiehiltä Jorvaksen toimipisteen kautta tulevien tuotteiden vastaanotto ja edelleen lähetys on etenkin vilkkaan syyskesäsongin aikana merkittävä resurssi sitova toimi, joka tapahtuu yksinomaan ulkotiloissa.

Varastokirjanpidosta vastaa varaston esimies ja tehtävää hoidetaan eri henkilöiden toimesta.

### **3.5 Kapasiteetin, kuormituksen ja toimitusaikojen hallinta valmistuksen ohjauksessa**

Nykyisellään kokonaiskapasiteetin hahmottaminen tuotannossa on melko hataralla pohjalla ja sen seuranta on työlästä. Osasta työpisteistä puuttuu kokonaan kuormitustiedot ja osa työpisteistä on ilman materiaalivarauksia. Yksi kolmas osaa tuotannosta on ilman materiaalinohjausta.

Tällä hetkellä kapasiteetin ja kuormituksen hallinta on melko vähäistä. Vajavaisesta kapasiteetin laskennasta johtuen kapasiteetin käyttöastetta ei voida tietää tarkasti.

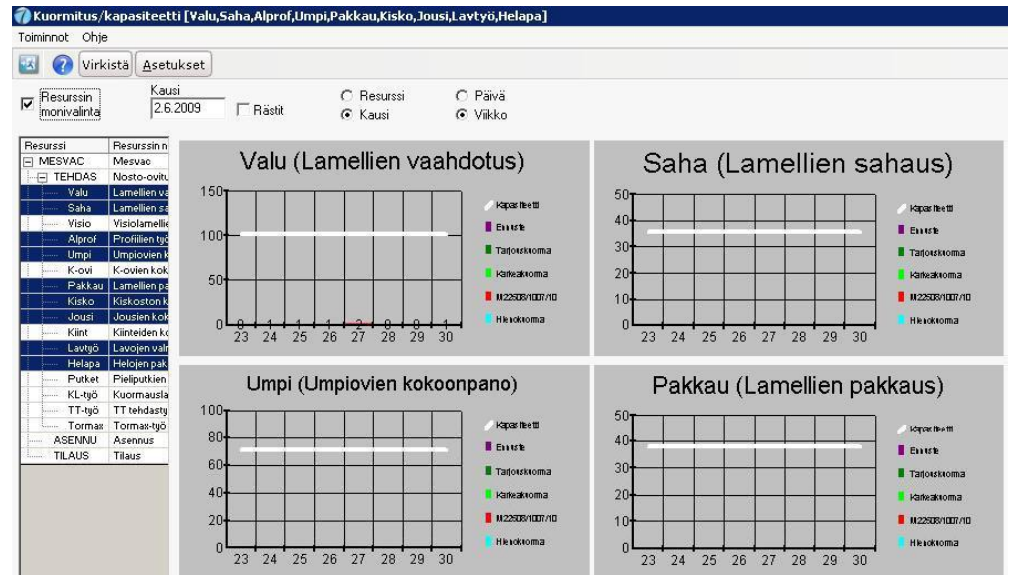
#### *Kapasiteetin laskenta tuotannossa*

Kapasiteetti lasketaan työtunteina, ja ne kirjataan excel taulukkoon (kuva 16), johon merkitään myydyt tunnit ja käytettävissä olevat tunnit. Nykyisellään kapasiteetin tarkkailuun käytetään excel-taulukoita ja pääasiallisesti kapasiteettitarve määritellään ”näppituntumalla” toimitettavien laitteiden määrästä. Taulukoiden päivitys vie aina oman aikansa, ja kehittämällä toiminnanohjausjärjestelmää olisi ehkä mahdollista päästä eroon erillisistä taulukoista tai mahdollisesti luoda linkitys toiseen ohjelmaan, joka keräisi tiedot helposti luettavaan muotoon.

	A	F	G	H	I	J	K	L	M	N
1	<b>TT-tuotantolista</b>	Työpäiviä/vko	5	5	5	5	5	5	5	5
2		Miehitys	4	3	3	3	3	3	3	3
3		Vapaat tunnit	103	-45	39	33	105	105	105	105
4	<b>Työkortit hallissa</b>	Myydyt tunnit	37	150	66	72	0	0	0	0
5		Kapasiteetti tuntia	140	105	105	105	105	105	105	105
6		Vko	40	41	42	43	44	45	46	47

Kuva 16. TT-kapasiteetinlaskenta, excel-taulukko

Mesvac Oy:n toiminnanohjausjärjestelmässä on valmiudet kapasiteetin ja kuormituksen hallintaan, kuten kuvasta 17 näkyy, mutta näitä ominaisuuksia ei ole vielä osattu kunnolla hyödyntää.



Kuva 17. Näkymä L7-toiminnanohjausohjelmasta

### 3.6 Tuotannon mittauksen nykytila

Tällä hetkellä Mesvac Oy:ssä seurataan lähinnä toimitusvarmuutta ja kulu- budjettia. Muita tuotannon tunnuslukuja ei juurikaan seurata. Toimitusvarmuus on Mesvac Oy:n tärkeä kilpailuvaltti.

Toimitusvarmuudella tarkoitetaan toimitusehtojen mukaista toimitusaikaa, oikeita tuotteita, oikeaa määrää. Toimitusvarmuutta seurataan yleensä pro-

sentteina, jolloin varmuustekijöihin saadaan tieto esim. asiakkaalta, kuljetusliikkeeltä tai myyntihenkilöiltä tapauksesta riippuen.

### 3.7 Yhteenveto

Tutkimuksen edetessä kuormitusilanteen ja resurssitietojen keräämiseksi etsittiin ratkaisua. Tietojen yhteen saattamiseksi etsittiin tietojärjestelmän solmukohtaa, johon tiedot saataisiin niputettua. Tällainen solmukohta löytyi ”työjonot” -tietokannasta.

Jotta kaikki tiedot saataisiin siirrettyä solmukohtaan, pitää luoda lisäspeksejä esimerkiksi varaosavalmistuksen puolelle. Niitä miettiessä tulee ottaa huomioon myyjien tarpeet/työ. Rakentamalla jokaiselle lamelli mallille omat setitykset, saadaan työjonoihin varaukset. Tämä malli vaatii paljon toteuttamiskelpoisuuden arviointia.

Kuten aiemmin mainittiin, Mesvac Oy:n tuotannon nykytilan arvioinnissa käytettiin apuna SWOT-analyysiä. Taulukkoon 1 on kerätty analyysin antamia tietoja. Ylimmät osat kuvaavat yrityksen sisäistä toimintaympäristöä ja alimmat organisaation ulkoista ympäristöä.

Taulukko 1. SWOT-analyysi

SWOT-analyysi / Tuotannon ohjaus	
Sisäinen ympäristö	Ulkinen ympäristö
<p style="text-align: center;"><b>Vahvuudet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Monipuolinen osaaminen =&gt;kapasiteettia on helppo siirtää työpisteiden kesken</li> <li>-Erilliset excel taulukot antavat yksittäisten työpisteiden karkean kuormitustiedon helposti</li> <li>-Kaikki kuormituksen lähtötiedot L7-järjestelmässä</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Heikkoudet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Kokonaiskuvan hahmottaminen kapasiteetin valvonnassa</li> <li>-Joidenkin työpisteiden työn kuormitustiedot puuttuvat</li> <li>-Joidenkin työpisteiden materiaalivaraukset puuttuvat</li> <li>-Osa materiaalista ilman saldopäivityksiä</li> <li>-Erillisten excel-taulukoiden päivitys</li> </ul>
<p style="text-align: center;"><b>Mahdollisuudet</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Lähtötietojen jalostaminen kuormitus- ja materiaalitietoihin</li> <li>-Löytyy keino viedä tiedot "solmukohtaan" L7:ssä</li> <li>-Visualisoida kertynyt kuormitustieto</li> <li>-Saada materiaali kytkennät huomattavasti laajemmalle osalle tilauksia.</li> </ul>	<p style="text-align: center;"><b>Uhat</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>-Ylikuormitus tilanne</li> <li>-Materiaalien loppuminen</li> <li>-Alikuormitus tilanne tulee ennakoimatta</li> <li>-Asiakas tyytyväisyyden alentuminen</li> <li>-Kustannustehokkuuden alhainen taso</li> </ul>

Analyyssissä ilmi tulleet vahvuudet ja heikkoudet ovat osittain riippuvaisia toisistaan, joten kompromissejä joudutaan tekemään. Silloin on syytä ottaa huomioon mikä on parasta kokonaiskuvaa ajatellen.

## 4 KEHITYSEHDOTUKSET

Jatkuva kehitys on menestyksen työkalu. Jatkuva kehitys vaatii kuitenkin aina ylimääräisiä ponnistuksia ja asioiden tarkastelua monelta eri taholta.

Uusien toimintatapojen ja muutosten käyttöönotto aiheuttaa aina muutosvastarintaa, joka ilmenee yksilöiden tai ryhmien käyttäytymisessä. Se ilmenee esimerkiksi välinpitämättömyytenä, informaation torjumisena tai korostuneena itsesuojeluna. Muutosvastarinta liittyy ihmismielen taipumukseen puolustaa vanhoja tottumuksiaan. Muutosvastarinta on luonnollinen osa mitä tahansa muutosprosessia. Olennaista muutosprosessin onnistumisessa on se, ettei muutoksia ole liian usein ja ne ovat perusteltuja.

Muutosvastarintaa voidaan torjua huolellisella suunnittelulla, sekä esittämällä työntekijöille syyt ja motiivit. Tärkeää on myös tarkentaa, mitä hyötyjä kehityshankkeesta on ja millä aikavälillä.

Tässä työssä esiteltäviä kehitysehdotuksia on ollut ideoimassa insinööriyön tekijän lisäksi tuotantopäällikkö. Ideoinnissa on pyritty ottamaan huomioon koko henkilökunta.

### 4.1 Nykyisen atk-järjestelmän antamat mahdollisuudet

Varaosatuotannon lisääntyminen on nostanut pienen ongelman entistä suuremmaksi ja sen hoitamiseksi on etsitty helppoa ratkaisua. Kun tuotantomalli on muuttunut ja varaosatoimitusten määrä on kasvanut, ongelma on noussut vahvemmin esille. Ongelma on huomioitu jo varhaisessa vaiheessa, mutta sen ratkaisemista ei pidetty siinä vaiheessa niin tärkeänä, koska varaosatuotanto ei ollut niin suurta eikä ohjelmiston sen hetkinen kehitysversio antanut riittäviä työkaluja sen helppoon selvittämiseen.

Nyt käytössä oleva L7 on ohjelmiston neljäs kehitysversio ja siihen on matkan varrella tullut uusia ominaisuuksia. Valjastamalla nämä ominaisuudet saadaan luotua tehokas työkalu tuotannonohjaukseen.

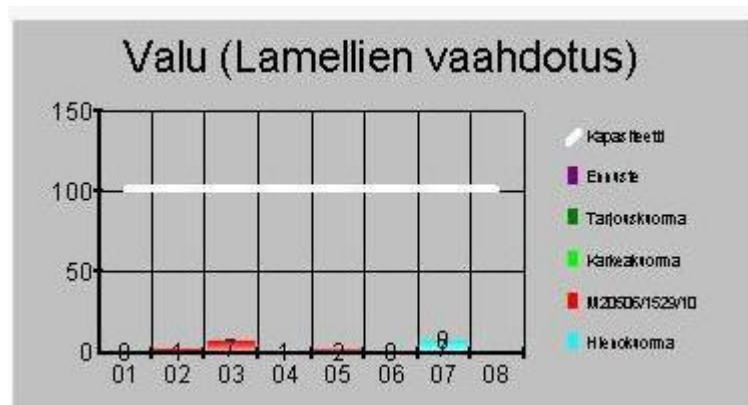


Ongelman hahmottaminen oli vaikeaa ja aikaa vievää työtä. Käytännössä työssä piti alkuun perehtyä tuotannon eri vaiheisiin ja tiedon kulkuun eri tilanteissa. Periaatteessa tämä tarkoitti vaihe vaiheelta tuotannon seuraamista ja käytössä olevan tuotannonohjausjärjestelmän koukeroihin perehtymistä, eri näkökulmista ja eri osista tietojärjestelmää. Tietoja voidaan tuoda ohjelmaan monesta eri osasta, joten tietojen yhteen saattaminen oli todella haastavaa. Tutustumalla tilauksen etenemiseen vaihe vaiheelta niin fyysisesti kuin informatiivisesti, ja tutustumalla tallenteisiin, kokonaiskuva alkoi pikku hiljaa avautua.

Nykyisellään kapasiteetin seuranta on melko hataralla pohjalla, ja se on tyystin excel-taulukoiden varassa. Taulukoiden päivittäminen on melko työlästä ja sinällään turhaa työtä, joka olisi mahdollista saada automatisoitua. Kapasiteettitiedot voitaisiin saada siirrettyä tuotannonohjausjärjestelmän kuormitustietoihin, lisäämällä järjestelmään puuttuvia tietoja ja speksejä.

Nykyinen tuotannonohjausjärjestelmä antaa tähän mahdollisuuden. Tarvittavien tietojen hankkiminen on melko suuri projekti. Mutta työ voisi olla kannattavaa, sillä silloin saataisiin irti isompi osa tuotannonohjausjärjestelmän antamista mahdollisuuksista ja niin sanottua turhaa työtä saataisiin poistettua. Aikaa jäisi tärkeämpiin tehtäviin ja saataisiin ylläpidettyä paikkansapitävämpi tietojärjestelmä.

Tutkimustyön edetessä kävi ilmi, että ”työjonot”-tietokanta olisi paras mahdollisuus saada tarvittavat tiedot koottua yhteen pisteeseen, niin sanottuun tietojen solmukohtaan. Lisäämällä työvaiheiden aiheuttamat kuormitustiedot tuotannon eri vaiheille ja tehtäville saataisiin suoraan omaan järjestelmään kuormitustiedot visuaaliseen muotoon (kuva 18).



Kuva 18. Havainnekuva kapasiteetin visualisoinnista.

Jos jokaiselle tuotteelle ja työvaiheelle saataisiin määritettyä, sen aiheuttama resurssien varaus, saataisiin järjestelmästä enemmän irti. Ja tieto olisi nopeasti ja helposti luettavissa. Lisäksi saataisiin myös tarkkaa tietoa tuotannon tilasta.

## 4.2 Varaosavalmistus

Varaosavalmistusta silmällä pitäen olisi hyvä, jos jokaisen valmistettavan ovimallin rakenne kirjautuisi tuotenumeroineen tietojärjestelmään. Tällöin saataisiin esimerkiksi oven korjauspyynnön yhteydessä heti tietoon tarvittavat osat, omakustannehinta ja impulssi tuotantoon. Tämä nopeuttaisi korjaustoimintaa ja olisi myös osaltaan kilpailuvalttia. Nykyisellään korjaaja itse laskee lamellien hinnat erillisistä taulukoista (kuva 15).

Jousipuolella varaosatoimitus on jo nykyisellään nopeaa. Aina pyritään siihen, että missä on nosto-ovi, siellä on jo valmiina varajousi. Näin jousen pettäessä ei tarvitse odottaa uuden jousen valmistusta. Mutta jousen hajoamisen tulisi aina lähettää automaattisesti impulssi tuotantoon, uuden varaosajousen valmistamiseksi. Tämä saataisiin aikaan lisäämällä muutama parametri varaosamyynnin ikkunaan.

### 4.2.1 Lamellit

Tällä hetkellä L7:ään kirjataan vain myyntirivit, joilla on sille erikseen syötetty omakustannehinta ja myyntihinta. Rivillä ei ole mitään linkkiä työvaiheisiin tai

materiaalivarastoon, vaikka näille toiminnoille löytyisi täydet valmiudet. Irrallaan oleva materiaalivarasto ja työvaiheet olisi todella tärkeä saada kiinnitettyä myynnin yhteyteen. Näin varasto-otot hoituisivat kätevästi ja tuotantoon saataisiin kiinnitykset eri työvaiheiden aiheuttamista kapasiteetin varauksista. Eräs lähestymistapa tähän on moduuli-pohjainen tuoterakenne.

Ongelmaksi moduulijattelusta nousee, että erilaisia kokonaisuuksia tulisi valtava määrä, esimerkiksi jokaisella mallilla on ylä-, ala- ja keski-lamelli, sekä jokaiseen osaan saattaa tulla ikkuna tai käyntiovi ja jokaisen osan tuoterakenne pitää sisällään esimerkiksi listat, metallit ynnä muut (kuva 19). Toimintamalli aiheuttaisi hieman lisätyötä myyntipäähän. Rakentamalla moduulikirjasto ja irrottamalla pintamateriaali erikseen valittavaksi saataisiin moduulikirjoa hieman suppeammaksi, mutta sekin toisi toisaalta lisää työtä myyntiin.

Os	Vaih	Rivi	Tuotekoo	Hakunimi	Nimitys	Lisänimi	Varattu	Yks	Otettu
1	30	510	10091000	Tiivisteet ja liimat NO	Isosyanaatti MDI		10,4931	KG	0
1	30	520	10091010	Tiivisteet ja liimat NO	Polyol Tecphen E-P-3		7,495076	KG	0
1	30	530	10071130	Tiivisteet ja liimat NO	Reunalista koiras P-1		15,3692	JM	0
1	30	540	10071140	Tiivisteet ja liimat NO	Reunalista naaras P-1		15,3692	JM	0
1	30	550	10061010	Muut lamellin varusteet	Vahvikeraina HDG 1,1		29,06176	JM	0
1	30	630	10041000	Pintapelti NO	Stucco-alumiini kirkas		28,78232	JM	0
1	50	790	10061120	Kiskoprofiilit NO	Pieliprofiili L=6000		5,7996	JM	0
1	50	800	10061110	Kiskoprofiilit NO	J-kisko L=6000		8,3808	JM	0
1	50	810	10071120	Kiskon muut osat NO	Pielitiiviste P-1204 25l		5,4432	JM	0
1	50	860	10061050	Kiskoprofiilit NO	C-profiili L=6000 5 C		6,5016	JM	0
1	50	870	10061040	Kiskoprofiilit NO	Kaarikisko vakionostc		1	KPL	0
1	50	880	10061041	Kiskoprofiilit NO	Kaarikisko vakionostc		1	KPL	0
1	50	890	10031250	Kiskon levyt NO	Liitoskappale F-870		2	KPL	0
1	50	900	10061130	Kiskoprofiilit NO	Reikäkisko 30*30*2,5		12	JM	0
1	50	950	10031260	Kiskon levyt NO	Kiskon liitoskappale F		2	KPL	0
1	50	960	10061065	Akseli NO	Putkiakseli L=6000		1	KPL	0
1	60	50	JK0950700	Jousi 95	Jousi 95-7.0 L=700 Oi		1	KPL	0
1	60	60	JK0950700	Jousi 95	Jousi 95-7.0 L=700 Va		1	KPL	0
1	60	1130	10031110	Jousen osat NO	Jousenpää 95 UNI (v.		2	PAR	0

Kuva 19. Havainnekuva osien kirjosta.

Varaosalamellit voitaisiin lisätä järjestelmään myytäväksi joko metritavarana tai puolen metrin välein tehtyinä osamoduuleina. Eri pintamalleille voisi luoda omat niin sanotut pinnattomat mallit, joihin pintamateriaalin voisi valita myynnin yhteydessä, erillisestä vedettävästä taulukosta. Jokaiseen moduuliin voitaisiin kiinnittää työn arvo, jotta kapasiteettivarauksetkin saataisiin näkyviin.

#### 4.2.2 Jouset

Tuotekonfiguraattorin kautta on hyvä lähteä suunnittelemaan jokaiselle jousityypille omat tarvittavat tietueet. Lisäämällä tuotetietoihin kaikki oleelliset ja

tarvittavat tiedot saadaan tiedot kätevästi vietyä ohjelman solmukohtaan, jolloin ne on helppo analysoida.

Rakentamalla lähtötietoihin jokaiselle tyyppille omat sarjanumeronsa tuotteiden seuranta helpottuu ja korjaustilanteessa saadaan jo heti selville kappaleen omakustannehinta, jolloin asentajan työ vähenee. Tällä menettelyllä saadaan myös heti tuotantoon tieto, minkätyyppisen tuotteen valmistukseen on syytä valmistautua.

Myyntiruudun kautta saadaan vietyä tuotekonfiguraattorille lähtötiedot, jolla saadaan laskettua materiaalitardeet, kun ne on vain ensin määritelty tyypeittäin. Konfiguraattorilla saadaan myös laskettua omakustannehinta ja jousen tyyppitiedot kohteen ominaisuuksien mukaan. Jälkikäsitteilyn kautta saadaan luotua laitenumerot jousille.

Myyntin kautta lähetetään lähtötiedot konfiguraattoriin, joka laskee materiaalitardeet, hinnan ja jousenkoon. Jälkikäsitteilyn kautta määrätään laitenumero jousellekin.

#### 4.2.3 *Visualisointi*

Työn edetessä heräsi ajatus, voisiko jonkin muun ohjelman tuoda mukaan selkeyttämään kokonaistilan hahmotusta. Ajatus oli, että jospa olisi olemassa jo jokin valmis ja helposti integroitava ohjelma, joka keräisi tarvittavat tiedot tietystä ohjelman solmukohtasta, ja muuttaisi ne helposti luettavaan muotoon. Helposti luettava graafinen data olisi erittäin kätevä tuotannon tilan seuraamisessa. Sopivan tyyppisiä ohjelmia löytyi muutama kappale, mutta päätettiin, että on parempi käyttää vain jo valmiin ohjelmiston antamia mahdollisuuksia näin alkuvaiheessa.

#### 4.2.4 *Tiedon käsittely*

Työn edetessä heräsi ajatus, että jos jokaiselle työpisteelle saataisiin omat päätteet, jotta tiedot saataisiin kerättyä heti ja täsmällisesti. Näin saataisiin ajan tasalla olevaa tietoa työvaiheiden kestosta ja kapasiteeteista. Keräämällä dataa jokaisesta vaiheesta päästäisiin hyvin täsmällisiin kapasiteetti ja kuormitustietoihin.

Yksi ajatus oli Wyse-järjestelmän käyttöönotto. Näin jokaiselle työpisteelle ei tarvitsisi kustantaa omaa konetta ja lisenssejä ohjelmiin. Wyse-järjestelmä mahdollistaa koneen ”etäkäytön”, se ottaa yhteyden haluttuun palvelimeen ja tietokone on näin etäkäytettävissä. Jokaiselle työpisteelle tarvittaisiin vain näyttö, näppäimistö ja Wyse-komponentti.

### **4.3 Lopputulos**

Muutostapoja olisi varmasti löytynyt muitakin, mutta nämä muutamat kehitysehdotukset nousivat esille tässä vaiheessa. Voidaan siis todeta, että muutoksille olisi tarvetta, jotta tuotannon seuraaminen onnistuisi entistä selkeämmin.

Lopputuloksena saatiin kehitysehdotuksia toiminnanohjauksen kehitykseen. Myös muita ajatuksia tuli esiin työn edetessä, mutta tässä työssä keskityttiin näihin tiettyihin ratkaisumalleihin.

## 5 PÄÄTELMIÄ

Projektin tarkoituksena oli löytää kehitysehdotuksia tehtaan toiminnanohjausjärjestelmän puutteisiin, jotta saataisiin mahdollisimman hyvä kuva tuotannon tilasta mahdollisimman helposti. Nämä työssä ehdotetut keinot ovat yksi vaihtoehto niille, mutta varmasti muitakin mahdollisuuksia olisi.

Lähtötilanne oli melko sekava ja kokonais kuvan hahmottaminen oli hankalaa. Pitkällä tutustumisprosessilla saatiin jonkinlainen kuva, miten toimintaa voitaisiin tehostaa. Lopputulokseksi saatiin kehitysehdotuksia.

Aikataulu on hyvä apuväline työn etenemisen kannalta, mutta parannusehdotukset eivät saa syntyä aikataulun pakottamana. Tähän projektiin varattu aikataulu venyi melko paljon, koska se vaati uskomattoman paljon perehtymistä. Toisaalta työtä olisi ollut vaikea lähteä miettimään ilman hyvää perehtymistä toiminnanohjausjärjestelmään. Tästä projektista saatujen kokemusten perusteella voidaan todeta, että kun asetetaan aikatauluja mihin mennessä tietty vaihe pitää olla valmiina, niissä joutuu todennäköisesti joutumaan.

Projektiin osallistuneiden henkilöiden motivaatio oli korkea alussa, mutta työn edetessä se hieman laski, johtuen projektin yllättävästä pikkutarkkuudesta. Toiminnanohjausjärjestelmän koukeroiden selvittäminen oli niin työlästä. Onkin tärkeää, että jokainen vaihe viedään huolellisesti loppuun siten, ettei syyllistyttäisi työvaiheiden oikomiseen.

Projektin luonteesta johtuen valmiita ratkaisuja ei toteutettu vielä, mutta työkalut niihin löydettiin. Olisi ollut palkitsevampaa nähdä ehdotukset toteutettuna, jotta olisi nähnyt konkreettisesti työn hyödyt ja sen olivatko suunnitellut hyödyllisiä.

**VIITELUETTELO**

- [1] Vaasan yliopisto, Tuotannonohjaus [verkkodokumentti viitattu 5.9.2009]  
<http://lipas.uwasa.fi/itt/titu/tutaperus/osa4.pdf>
- [2] Lapinleimu, Ilkka - Kauppinen, Veijo - Torvinen, Seppo. Kone- ja metalliteollisuuden tuotantojärjestelmät. Konepajan Tuotantotekniikka. Porvoo: WSOY 1997.
- [3] Haverila – Matti, Uusi-rauva – Ilkka, Miettinen – Asko. Teollisuustalous. Infacts johtamistekniikka 2009.
- [4] <http://www.mesvac.fi> [verkkodokumentti, viitattu 12.10.2009]
- [5] [http://www.uku.fi/avoin/tuta/j4\\_3vaikuttavat.htm](http://www.uku.fi/avoin/tuta/j4_3vaikuttavat.htm) [verkkodokumentti, viitattu 20.8.2009]
- [6] Palaveri 10.9.2009 Pekka Seppänen, tuotantopäällikkö, Mesvac
- [7] 2.Teollisuustalous.
- [8] Palaveri 20.9.2009 Pekka Seppänen, tuotantopäällikkö, Mesvac
- [9] Peltonen – Aarne, Tuottava tehdas, Opetushallitus 1998.
- [10] Begg -David, Ward - Damian, Economics for business, 3 painos, 2009
- [11] Ihalainen – Erkki, Aaltonen – Kalevi, Aromäki – Mauri, Sihvonen – Pentti, Valmistustekniikka, Otatieto Oy, 1995.