

# **Valmistavan teollisuuden hienokuormitusjärjestelmän määrittely ja valinta**

Savonia-ammattikorkeakoulu

**Ari Mönkkönen**

Opinnäytetyö

---

Koulutusala Tekniikan ja liikenteen ala			
Koulutusohjelma Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma			
Työn tekijä(t) Ari Mönkkönen			
Työn nimi Valmistavan teollisuuden hienokuormitusjärjestelmän määrittely ja valinta			
Päiväys	4.12.2012	Sivumäärä/Liitteet	44/2
Ohjaaja(t) TKT Esa Hietikko, Di Kai Kärkkäinen			
Toimeksiantaja/Yhteistyökumppani(t) Savonia-ammattikorkeakoulu Tekniikka Kuopio			
Tiivistelmä			
<p>Tämän opinnäytetyön tarkoituksena oli laatia esiselvitys valmistavan teollisuuden hienokuormitusjärjestelmän määrittelystä, valinnasta ja käyttöönotosta. Työ tehtiin Savonia-ammattikorkeakoululle LEKA-hankkeessa.</p> <p>Työn tavoitteena oli tutkia valmistavan teollisuuden tietojärjestelmiä ja niiden mahdollisuuksia hienokuormituksen suunnittelussa. Opinnäytetyön tuloksia on tarkoitus hyödyntää Savonialle tulevan virtuaalisen oppimisympäristön suunnittelussa ja toiminnassa. Oppimisympäristön on tarkoitus toimia ideaalisena mallina opetuskäytössä, yrityksille tapahtuvassa koulutuksessa ja soveltavassa tutkimuksessa.</p> <p>Opinnäytetyön alussa mietittiin oppimisympäristön asettamia vaatimuksia järjestelmän valinnalle. Vaatimusmäärittelyn jälkeen tutustuttiin markkinoilla oleviin hienokuormitusta tukeviin järjestelmiin ja tehtiin tarjouskysely, valinta ja käyttöönotto.</p> <p>Opinnäytetyön tuloksena saatiin esiselvitys asioista, joihin tulee kiinnittää huomiota hankittaessa hienokuormitukseen kykenevää järjestelmää.</p>			
Avainsanat ERP, MES, APS, hienokuormitus			

Field of Study Technology, Communication and Transport			
Degree Programme Degree Programme in Mechanical Engineering and Production Technology			
Author(s) Ari Mönkkönen			
Title of Thesis Defining and Selecting of a Scheduling System for Manufacturing Industry			
Date	4 December 2012	Pages/Appendices	44/2
Supervisor(s) Mr. Esa Hietikko, Principal Lecturer and Mr. Kai Kärkkäinen, Programmer			
Client Organisation/Partners Savonia University of Applied Sciences			
<p>Abstract</p> <p>The purpose of this thesis was to make a prereport on the definition, selection and introduction of a scheduling system for the manufacturing industry. The thesis was done for Savonia University of Applied Sciences on the LEKA project.</p> <p>The aim of the thesis was to study information systems in the manufacturing industry and their possibilities to perform a scheduling. The results of the thesis can be used in Savonia's virtual learning environment that will be realized in future. The learning environment is intended to serve as an ideal model for education, training aimed for companies and applied research.</p> <p>First, literature to support the process was studied. Then a requirement specification for requirements that the learning environment will set for the selection of the scheduling system was drawn up. After that available systems and their prices were studied. Finally, a system was selected and it was introduced.</p> <p>The result of this thesis was an extensive prereport that will bring up things that should be noticed when acquiring a scheduling system.</p>			
Keywords ERP, MES, APS, scheduling			

## ESIPUHE

Tämä opinnäytetyö on tehty Savonia-ammattikorkeakoulun teknologia- ja ympäristöalalle.

Opinnäytetyön aiheen valintaan ovat vaikuttaneet henkilökohtainen kiinnostukseni valmistavan teollisuuden tietojärjestelmistä ja työelämästä saamani kokemus järjestelmistä.

Haluan kiittää työni ohjaajia TkT Esa Hietikkaa ja DI Kai Kärkkäistä kannustavasta ja motivoivasta ohjauksesta. Kiitokset haluan osoittaa myös vaimolleni Reetalle ja pojalleni Kaarlolle, jotka ovat kannustaneet minua opinnäytetyöni laadinnassa.

Kuopiossa 4.12.2012



Ari Mönkkönen

## SISÄLTÖ

1	JOHDANTO.....	7
2	TOIMINNANOHJAUS .....	8
2.1	Toiminnanohjausprosessi .....	9
2.1.1	Kokonaissuunnittelu, SOP .....	9
2.1.2	Karkeasuunnittelu, MPS .....	10
2.1.3	Hienosuunnittelu, Scheduling .....	13
3	VALMISTAVAN TEOLLISUUDEN TIETOJÄRJESTELMÄT.....	17
3.1	ERP-toiminnanohjausjärjestelmä .....	18
3.2	MES-tuotannonohjausjärjestelmä .....	22
3.3	APS-hienosuunnittelujärjestelmä .....	27
4	SAVONIABIKEFACTORY .....	29
5	HIENOKUORMITUSJÄRJESTELMÄN MÄÄRITTELY, VALINTA JA KÄYTTÖÖNOTTO	31
5.1	Määrittely.....	31
5.2	Vaatimukset.....	33
5.3	Valinta.....	36
5.4	Käyttöönotto .....	38
5.5	Käyttö .....	39
6	YHTEENVETO .....	42
	LÄHTEET .....	43

## LIITTEET

Liite 1 Delfoi Planner Lite - esite

## LYHENTEIDEN JA TERMIEN LUETTELO

APS	Advanced Planning and Scheduling
B2MML	Business to Manufacturing Markup Language
ERP	Enterprise Resource Planning
ISA	International Society of Automation
MES	Manufacturing Execution System
MESA	Manufacturing Enterprise Solutions Association
MPS	Master Production Schedule
OLE	Object Linking and Embedding
OPC	OLE for Process Control
PCS	Production / Process Control System
SBF	SavoniaBikeFactory
SOP	Sales and Operations Planning

## 1 JOHDANTO

Tuotannonohjausjärjestelmät ovat usein osana toiminnanohjausjärjestelmiä, mikä tekee niistä raskaita ja joustamattomia. Järjestelmien käyttöliittymät ovat usein riviperusteisia, mikä kadottaa tehokkaasti tuotannon visuaalisen hahmon. Varsinkin pienet ja keskisuuret yritykset ovat paikanneet ongelmaa erilaisilla Excel-sovelluksilla, joiden päivittäminen on työlästä.

Viime aikoina markkinoille on ilmestynyt visuaalisempia tuotannonohjausjärjestelmiä, joiden avulla tuotannon hienokuormitus voidaan toteuttaa entistä helpommin ja havainnollisemmin. Järjestelmät luovat Ganttin taulun, jonka avulla tuotantojärjestyksien ja ongelmien hahmottaminen ja hienosäätäminen on helppoa.

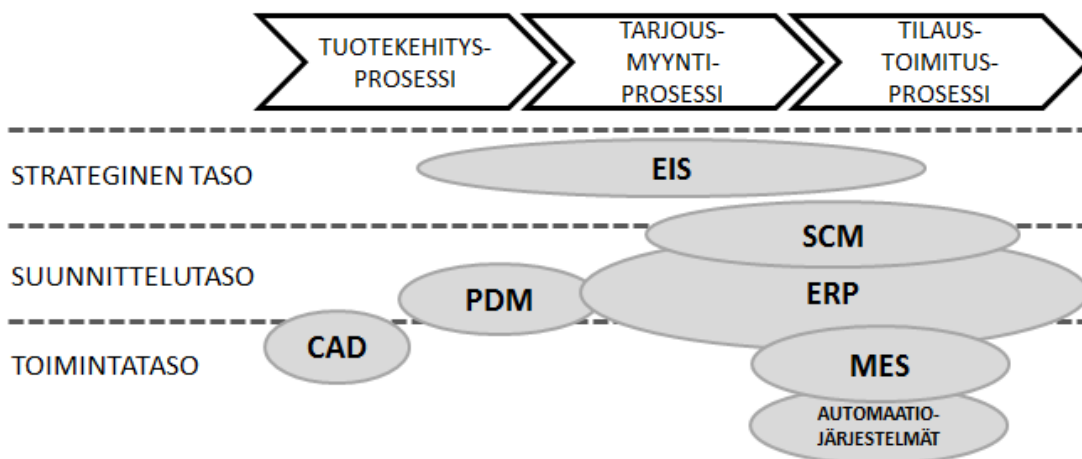
Tämän opinnäytetyön tarkoitus on laatia esiselvitys tuotannonohjausjärjestelmän määrittelystä, valinnasta ja käyttöönotosta. Työ on toteutettu laatimalla kirjallisuuskatsaus aiheeseen liittyvästä teoriasta ja tekemällä ohjelmiston määrittely, valinta ja käyttöönotto. Työn alussa esitetään yleisellä tasolla toiminnanohjausta ja valmistavan teollisuuden tietojärjestelmiä. Loppupuolella käsitellään Savonian virtuaalisen oppimisympäristön toimintaa ja hienokuormitusjärjestelmän määrittelyä, valintaa ja käyttöönottoa.

Opinnäytetyö on tehty Savonia-ammattikorkeakoululle LEKA-hankkeessa. Opinnäytetyön lähtökohtana on Savonian kehittämä oppimisympäristö, johon yhtenä osana liittyy tuotannonohjausjärjestelmän hankinta. Oppimisympäristön tehtävänä on toimia ideaalisena mallina, jota voidaan käyttää monipuoliseen osaamisen kehittämiseen Savoniassa ja pohjoissavolaisissa yrityksissä. Oppimisympäristöä tullaan käyttämään myös Pohjois-Savon yritysten koulutuksessa ja soveltavassa tutkimuksessa, minkä vuoksi opinnäytetyössä on huomioitu myös yritysten tarpeet.

## 2 TOIMINNANOHJAUS

Toiminnanohjaus on nykypäivänä käsite, joka usein mielletään ERP (Enterprise Resource Planning) -ohjelmiston käytöksi. Toiminnanohjauksella ohjataan yrityksen työtä ja resursseja, ja se pitää sisällään mm. tarjous- ja myyntiprosessien ja tilaus- ja toimitusprosessien päätöksenteon, suunnittelun ja hallinnan. Toiminnanohjaus ei tarkoita ainoastaan ohjelmistojen käyttöä, vaan se käsittää myös periaatteita ja menetelmiä, joita käytetään prosessien ohjauksessa. (Karjalainen, Blomqvist & Suolanen, 2001.)

Yrityksien ohjauspäätökset sijoittuvat kolmelle eri tasolle, jotka ovat toimintataso, suunnittelutaso ja strateginen taso (kuvio 1). Strategisella tasolla suunnitellaan toimenpiteitä, asetetaan tavoitteita ja seurataan tuloksia. Suunnittelutasolla pyritään toteuttamaan strategisella tasolla asetetut tavoitteet. Operatiivinen taso keskittyy tuottamaan yritykselle tuloa, ja sen ohjaus on yksi yrityksen tärkeimpiä toimintoja (Kettunen & Simons 2001). Toiminnanohjauksen (ERP) päätökset sijoittuvat toiminta- ja suunnittelutasoille ja tuotannonohjauksen (MES) vain toimintatasolle.



KUVIO 1. Päätöksenteon sijoittuminen eri tasoille. (Karjalainen ja ym. 2001.)

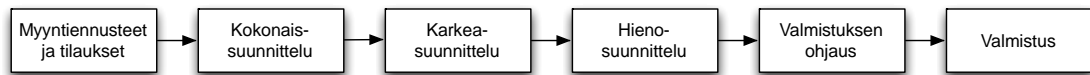
Toiminnanohjauksella koordinoidaan yrityksen osto- ja myyntitoimintoja, talusasioita, logistiikkaa, valmistusta, tuotekehitystä ja resursseja. Toiminnanohjauksessa luodaan suunnitelmat ja aikataulut resursseille, materiaaleille, lait-



teille ja pääomalle, jotta ne ovat oikea-aikaisesti saatavilla. (Wallace & Kremzar 2002.)

## 2.1 Toiminnanohjausprosessi

Toiminnanohjausprosessi on yleensä kuusivaiheinen prosessi, joka sisältää myyntiennusteet ja tilaukset, kokonaissuunnittelun (SOP), karkeasuunnittelun (MPS), hienosuunnittelun (Scheduling), valmistuksen ohjauksen ja valmistuksen. Vaiheet on esitetty toteutusjärjestyksessä kuviossa 2.



KUVIO 2. Tuotannonohjausprosessin vaiheet (Haverila, Uusi-Rauva, Kouri & Miettinen, 2009, 409.)

Tuotantos suunnitelmien muutoksien välttämiseksi suunnittelussa noudatetaan rullaavaan suunnittelun periaatetta, jonka mukaisesti ensin laaditaan alustava toimintasuunnitelma, joka tarkentuu varsinaiseksi tuotantos suunnitelmaksi, kun lähestytään toteutusajankohtaa. Suunnittelu on jaettu kolmeen eri tasoon, jotka ovat pitkän aikavälin suunnittelu, keskipitkän aikavälin suunnittelu ja lyhyen aikavälin suunnittelu (Stadtler, Kilger, 2005, 82 - 84.)

### 2.1.1 Kokonaissuunnittelu, SOP

Kokonaissuunnittelu (SOP) on pitkän aikavälin suunnittelua, joka käsittää strategisten päätösten teon, kuten toiminnan kokonaisvolyymia ja taloutta koskevat suunnitelmat. Aikajänne voi olla vuosia. Suunnitelmat sisältävät mm. toiminnan volyymien määrittelyn, varastotasojen suunnittelun sekä resurssien ja kapasiteetin kokonaistarpeen määrittelyn. Kokonaissuunnittelun perustana ovat tilauskanta, menekkiennusteet ja varastotilanne.

Kokonaissuunnittelussa tulee huomioida yrityksen tuote-ohjelma ja strategisen myynnin suunnittelu. Käytännössä tämä tarkoittaa eri tuotelinjojen riippuvuuk-

sien ja tulevaisuuden tuotekehityksen huomioimista ja uusien potentiaalisten myyntialueiden hahmottamista. (Stadtler 2005.)

SOP-prosessissa on kiinnitettävä huomiota myös fyysisen jakeluverkoston rakenteeseen, jolla pyritään hallitsemaan kuljetuksista aiheutuvia pitkän aikavälin kuluja, varastotasoja, käsittelyaikoja ja varastoon sitoutunutta pääomaa. On tarkasteltava tuotteiden kuljetusmahdollisuuksia, työvoiman ja koneiden riittävyttä ja mahdollisten töiden siirtämistä alihankkijoille.

Kolmanneksi tulee ottaa huomioon yrityksen tuotantojärjestelmä, joka määrittää käytettävissä olevan kapasiteetin. Jatkuvasti kehittyvät tuotantoteknologiat asettavat uusia edellytyksiä järjestelmälle, mistä syystä tuotanto- ja päätöksentekojärjestelmä täytyy tarkistaa SOP-prosessin yhteydessä.

Kokonaissuunnittelussa tulee huomioida myös materiaaleja koskevat hankintatoimet, jotka käsittävät käytettävien materiaalien ja toimittajien valinnan. Yleensä materiaaleja koskevat asiat päätetään yrityksen tuote-ohjelman yhteydessä, koska yleensä lopputuotteet sisältävät ennalta määritellyjä komponentteja ja raakamateriaaleja. Materiaalivalinnoissa tulee ottaa huomioon hinta, laatu ja saatavuus. Apuvälineenä voidaan käyttää ABC-analyysiä.

Yhteistyö ja verkostoituminen eri yritysten välillä on myös kokonaissuunnitteluun vaikuttava tekijä, joka tulee huomioida. Yhteistyöllä voidaan saavuttaa alemmat tuotantokustannukset ja alemmat varastotasot.

### 2.1.2 Karkeasuunnittelu, MPS

Karkeasuunnittelu (MPS) on keskipitkän aikavälin suunnittelua, jota tehdään kuukausien aikajänteellä. MPS perustuu yleensä yrityksen tilauskantaan, tuotteiden varastotilanteeseen ja valmistusbudjetin tavoitteisiin. Ennusteiden rooli ei ole niin merkittävä kuin kokonaissuunnittelussa.

Keskipitkän suunnittelun tehtäviä ovat keskipitkän aikavälin myynnin suunnittelu, jakelun suunnittelu, karkeasuunnittelun ja kapasiteetin määrittely, henki-

löresurssien suunnittelu, materiaaltarpeiden suunnittelu ja toimitussopimusten laadinta. (Stadtler 2005.)

Myynnin suunnittelun tärkein tehtävä on laatia ennuste potentiaalisille myynneille, jotka koskevat tiettyjä tuoteryhmiä. Ennusteet toimivat karkeasuunnitelman lähtökohtana. Tuotteet on ryhmitelty tuotantoparametrien, kuten materiaalien tai siirtoaikojen mukaan. Ennuste lasketaan yleensä viikoittain tai kuukausittain korkeintaan yhden vuoden ajalle. Varmuusvarastoiden koko määritellään ennusteessa ja ne toimivat lähtötietoina ennusteen laatimisessa.

Jakelun suunnittelu käsittää kuljetukset varastojen välillä ja määritelmän tarvittavista varastotasoista. Toteuttamiskelpoinen suunnitelma täyttää arvioidun kysynnän ja ottaa huomioon saatavilla olevat kuljetusmahdollisuudet ja varastojen kapasiteetit, joilla saadaan minimoitua merkitykselliset kustannukset. Jakelun suunnittelun avulla voidaan todeta yrityksen oman kuljetuskaluston käyttöaste ja ulkopuolelta ostettavien kuljetuspalveluiden tarve.

Karkeasuunnitelman ja kapasiteetin määrittelyn avulla voidaan suunnitella tehtaan kapasiteetin tehokas käyttö. Karkeasuunnitelma on alustava tuotantosuunnitelma, ja se ottaa huomioon kausittaiset kysynnän vaihtelut ja se perustuu tuoteperheille eikä se sisällä yksittäisiä tuotantoprosesseja. Tavoitteena on tasapainottaa kapasiteetti- ja varastokustannukset.

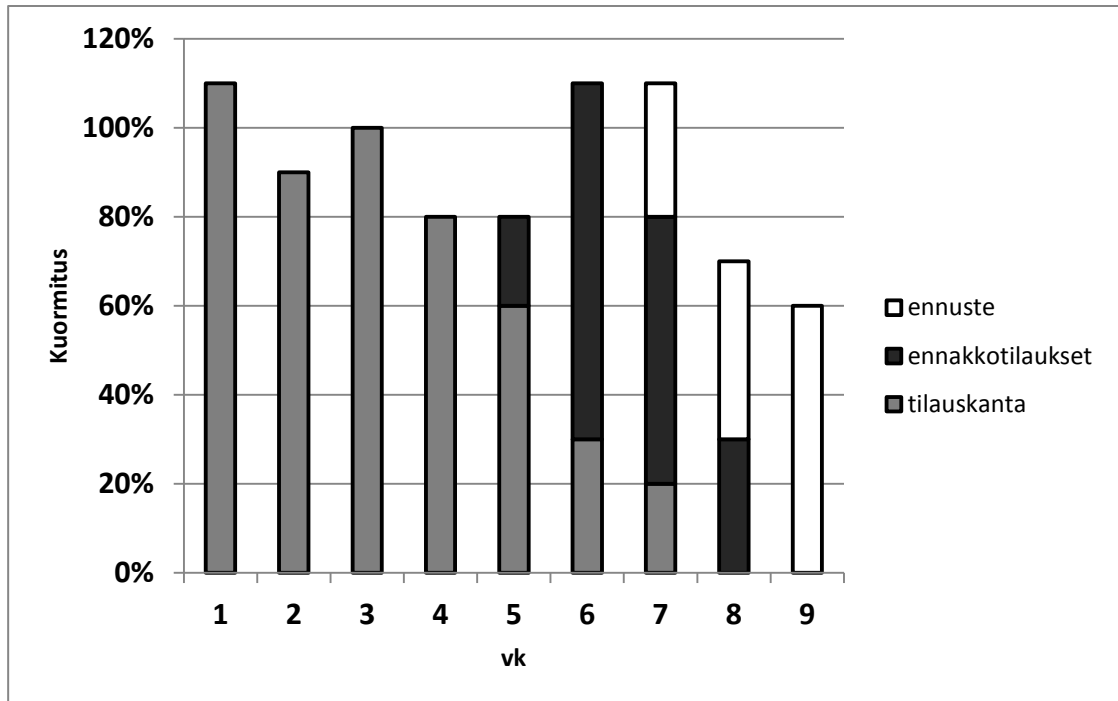
Henkilöresurssien suunnittelun avulla voidaan arvioida tarvittava työvoima tuotteiden valmistamiseksi. Suunnitelmalla varmistetaan henkilöresurssien riittävyys ja tehokas käyttö eri työvaiheissa. Suunnitelmassa käytetään laajempia kuormitusryhmiä, ja se sisältää päätöksen teon kapasiteetin lisäämisestä tai vähentämisestä tarpeen mukaan.

Materiaaltarpeiden suunnittelu (eng. material requirements planning, MRP) käsittää lopputuotteiden ja kriittisten materiaalien suunnittelun. Se keskittyy avain- tai pullonkaularyhmien suunnitteluun, koska ne rajoittavat ensimmäisenä tuotantomäärää ja toimituskykyä ja niiden kapasiteetti on pienempi kuin muiden kuormitusryhmien (Haverila ja ym. 2009). MRP laskee tuotantoaika-

taulun tilausten ja myyntiennusteen mukaan. Lasketun tuotantoaikataulun ja osaluettelon perusteella voidaan laskea materiaalityö, jota verrataan varastoon. Tällöin saadaan hankittavan materiaalin määrä. Laskelmissa huomioidaan materiaalien toimitusajat, jos niitä ei ole riittävästi varastossa tai ne eivät kuulu varastoitaviin materiaaleihin. Materiaalityöiden suunnittelun tukena voidaan käyttää ABC-analyysiä. Kriittiset materiaalit ovat A-luokassa ja satunnaiset, ei pullonkaulamateriaalit, C-luokassa.

MRP:stä saatavat tiedot A-luokan materiaalityöistä edellyttävät toimitussopimusten tekoa toimittajien kanssa. Näin ollen saadaan muun muassa tarkennettu hinta ja kokonaismäärä kriittisille materiaaleille.

Karkeasuunnittelun yhteydessä voidaan laatia kuormituspiirros (kuvio 3), joka kuvaa jonkin kuormitusryhmän kuormitusta tietyllä ajanjaksolla. Kuormituspiirroksessa kuvataan käytettävissä oleva kapasiteetti, sen aiemmin toteutunut käyttö sekä suunniteltu kuormitus. Piirroksen avulla voidaan suunnitella tuotantoa, toimitusaikoja ja kapasiteetin sopeutuksen tarvetta. Kuormitus tapahtuu rajoittamattomaan kapasiteettiin, eikä laskennassa huomioida mahdollisia töiden päällekkäisyyksiä. Kuormituspiirroksessa näkyvä hetkellinen yli- tai alikapasiteetti ei ole ongelma, koska karkeakuormituksessa tarkastellaan kapasiteetin yleistä riittävyyttä. (Haverila ja ym. 2009.)



KUVIO 3. Kuormituspiirros (Haverila ja ym. 2009, 417.)

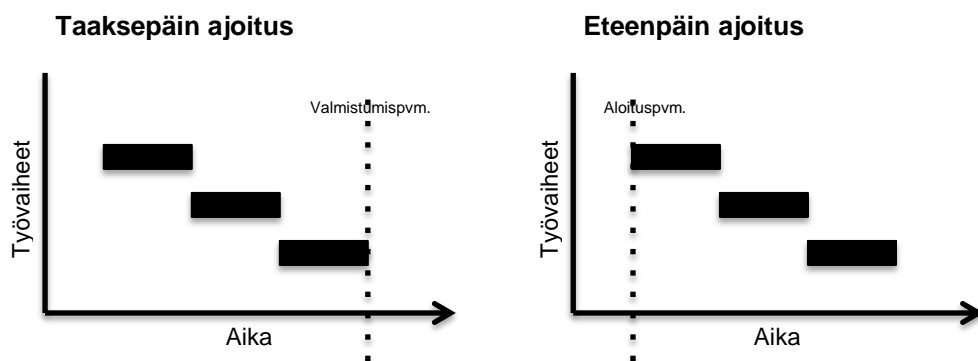
### 2.1.3 Hienosuunnittelu, Scheduling

Hienosuunnittelu on lyhyen aikavälin suunnittelua, joka tapahtuu päivien aikajänteellä. Suunnitelmat ovat tarkkoja ja yksityiskohtaisia, joiden tuloksena syntyy tarkka tuotantosuunnitelma. Hienosuunnittelun lähtökohtana on karkeasuunnittelun karkea ajoitus tuotantoerille.

Hienosuunnittelu pitää sisällään lyhyen aikavälin myynnin suunnittelun, joka varasto-ohjautuvassa tuotannossa käsittää asiakkaan tilauksen täyttämistä varastoiduista tuotteista. Kun asiakas tilaa tuotteita, niin myyntihenkilöstö tarkistaa osien saatavuuden varastosta ja käynnistää tarvittavat toimenpiteet tilauksen täyttämiseksi. Varastosta myytyjen tuotteiden tilalle valmistetaan hienosuunnittelussa tehtyjen laskelmien perusteella täydennyksiä. (Stadtler 2005.)

Jotta täydennyksiä voidaan lähteä valmistamaan, täytyy työtehtäville suorittaa ajoitus, jolla varmistetaan, että tuotteet valmistuvat oikea-aikaisesti. Ajoittaminen perustuu tuote-erän vaatimien vaiheajoitusten laskentaan. Ajoitusta voidaan

tehdä taaksepäin ja eteenpäin laskettuna (kuvio 4). Taaksepäin ajoitus on eniten käytetty menetelmä ja siinä lasketaan valmistumisajankohdasta taaksepäin viimeisen vaiheen vaatima aika, jolloin sille saadaan aloitusajankohta. Tästä ajankohdasta lasketaan taaksepäin seuraavan vaiheen vaatima aika. Tätä jatketaan kunnes kaikki vaiheet on käyty läpi. Lopputuloksena saadaan päivämäärä jolloin ensimmäisen vaiheen suorittaminen täytyy aloittaa. Eteenpäin ajoituksessa lähtökohtana on tuotannon aloitusajankohta, johon lisätään ensimmäisen vaiheen vaatima aika jolloin saadaan myös lopetusajankohta ensimmäiselle vaiheelle. Kaikki vaiheet käydään läpi tällä systeemillä ja lopputuloksena saadaan valmistumisajankohta. (Haverila ja ym. 2009.)



KUVIO 4. Taaksepäin ja eteenpäin ajoitus (Haverila ja ym. 2009, 419.) Hie

no-

suunnittelussa kannattaa usein kiinnittää huomiota pullonkaulatyövaiheisiin, koska niissä menetetty tuotanto vaikuttaa koko tehtaan toimintaan. Kuormitusaste tulee pitää korkeana ja ajoituksessa tulee huolehtia siitä että muiden vaiheiden myöhästely ei vaikuta pullonkaulavaiheen toimintaan. Korkea kuormitusaste yleensä pidentää läpäisyajoja, jolloin joudutaan valitsemaan tavoitellaanko korkeampaa tuottavuutta vai nopeita läpäisyajoja. Yleensä pullonkaulavaiheessa kannattaa maksimoida tuottavuus ja muissa työvaiheissa minimoida läpäisyajoja. (Haverila ja ym. 2009.)

Kuljetusten suunnittelu kuuluu myös hienosuunnittelun piiriin. Kun keskipitkän aikavälin jakelun suunnittelu ehdottaa viikoittain tai kuukausittain tapahtuvien kuljetusten määrää, niin lyhyen aikavälin varaston täydennyssuunnittelu tarkentaa kuljetusten määrän päivätasolle huomioiden yksittäisetkin tuotteet.

Suunnitelman avulla tuotteiden kuljetuksista aiheutuvat kulut saadaan minimoitua ja tuotteet saadaan toimitettua oikea-aikaisesti asiakkaalle.

Tuotannon eräkokojen määrittäminen ja vaiheistus, koneiden aikataulutus ja valmistuksen ohjaus kuuluvat myös hienosuunnitteluun. Eräkokojen määrittelyllä voidaan varmistaa tuotteiden kustannustehokas valmistaminen ja toimitusvarmuus. Suunnittelussa pyritään yhdistelemään samojen tuotteiden valmistusta isommiksi sarjoiksi ja kehittämällä tuotantoprosessin itseohjautuvuutta (Haverila ja ym. 2009). Näin saadaan vähennettyä esimerkiksi asetusten määrää ja asetusajoja. Liian suuret tuotantoerät taas voivat vaikuttaa läpäsyaikojen pitenemiseen ja toimitusvarmuuden heikkenemiseen. Erät asetetaan valmistusjärjestykseen toimituspäivien ja saatavilla olevan kapasiteetin perusteella minuuttien tarkkuudella. Valmistussuunnitelmaa laadittaessa täytyy tietää tuotannon sen hetkinen tilanne, koska häiriöt ja viivästykset ovat yleisiä monimutkaisessa tuotannossa. Yleensä valmistusta joudutaan ohjaamaan aktiivisesti ja tilauksia järjestelemään tilanteen vaatimalla tavalla. Tästä johtuen suunnittelun aikajänne pyritään pitämään mahdollisimman lyhyenä. (Stadtler 2005.)

Henkilöstöressurssien suunnittelu ja materiaalihankinnat ovat myös osa hienosuunnittelua. Suunnittelussa määritellään yksityiskohtainen aikataulutus henkilökunnalle työsopimukset ja työvoimakustannukset huomioiden. Hienosuunnittelussa on käytössä kuormitusryhmiä, joita voidaan ohjata samalla tavalla kuin yhtä vaihetta (Haverila ja ym. 2009). Osa materiaalihankintojen päätöksistä on tehty jo karkeasuunnittelussa materiaaliarpeiden määrittelyssä ja hienosuunnittelun tehtävänä on toteuttaa hankinnat kustannustehokkaasti. (Stadtler 2005.)

Koordinointi ja integrointi kuuluvat myös hienosuunnittelun piiriin. Tiedonsiirto eri osastojen välillä on eräs kriittinen tekijä, joka tulee olla hyvin järjestetty. Koordinointiin ja tiedonsiirtoon käytetään erilaisia toiminnanohjausjärjestelmiä, joista lisää myöhemmin tässä opinnäytetyössä.

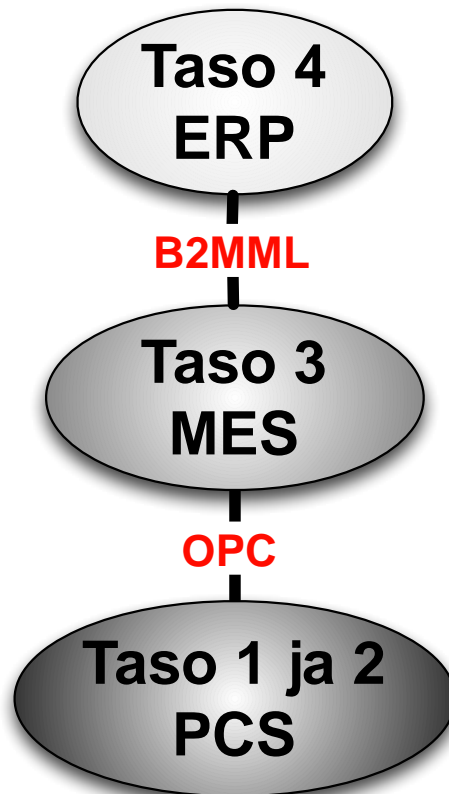
Hienosuunnitteluvaiheen työjärjestyksen ja ajoituksen laadintaan voidaan käyttää erilaisia menetelmiä ja periaatteita, joita ovat mm. prioriteettisääntöjen määrittely, Ganttin taulu ja tietokonepohjainen optimointi. Prioriteettisääntöjen määrittelyllä tarkoitetaan työtehtävien valmistusjärjestysten asettamista tärkeysjärjestykseen. Säännöt on helppo siirtää tietokoneelle ja monissa tuotannon suunnitteluohjelmistoissa on mahdollista valita tarkemman suunnittelun lähtötilanteeksi jokin priorisoinnilla laadittu ajoitus. Prioriteettisääntöjä, joita käytetään ovat mm. saapumisjärjestys, pienin pelivara, suurin myöhästyminen, lyhin tai pisin työvaihe ensin, kallein tuote-erä ensin, nopeimmin valmistuva ensin, aikaisin aloitusajankohta, pienin ja suurin jäljellä olevien vaiheiden lukumäärä ja asetuskustannusten minimointi. (Haverila ja ym. 2009.)



### 3 VALMISTAVAN TEOLLISUUDEN TIETOJÄRJESTELMÄT

Nykypäivän kansainvälinen kilpailutilanne asettaa valmistavan teollisuuden tietojärjestelmille vaatimuksia tehokkaan tuotannon ja toiminnanohjauksen saavuttamiseksi. Tietojärjestelmien avulla pyritään parantamaan tuotannon tehokkuutta, laatua ja tuottavuutta. Tässä opinnäytetyössä perehdytään toiminnanohjaus- (ERP) ja tuotannonohjausjärjestelmiin (MES).

Edellä mainittujen järjestelmien integroimiseksi on laadittu ISA 95 - standardi International Society of Automation:n (ISA) toimesta. ISA on voittoa tavoittelematon järjestö, joka kehittää automaation standardeja teollisuuden tarpeisiin. ISA:n laatima standardi ISA 95 määrittelee tehtaan ohjausjärjestelmät neljään hierarkkiseen tasoon, jossa tasolle 4 (ylin taso) sijoittuu ERP. Tasolle 3 sijoittuu MES ja tasoille 2 ja 1 sijoittuu PCS - prosessinohjausjärjestelmä. Integrointi tasojen 4 ja 3 välillä on toteutettu B2MML (Business to Manufacturing Markup Language) – skeeman avulla. Tasojen 3-1 integraatio tapahtuu OPC (OLE for Process Control) – skeeman avulla. (Cottyn 2012, 13 - 19.)

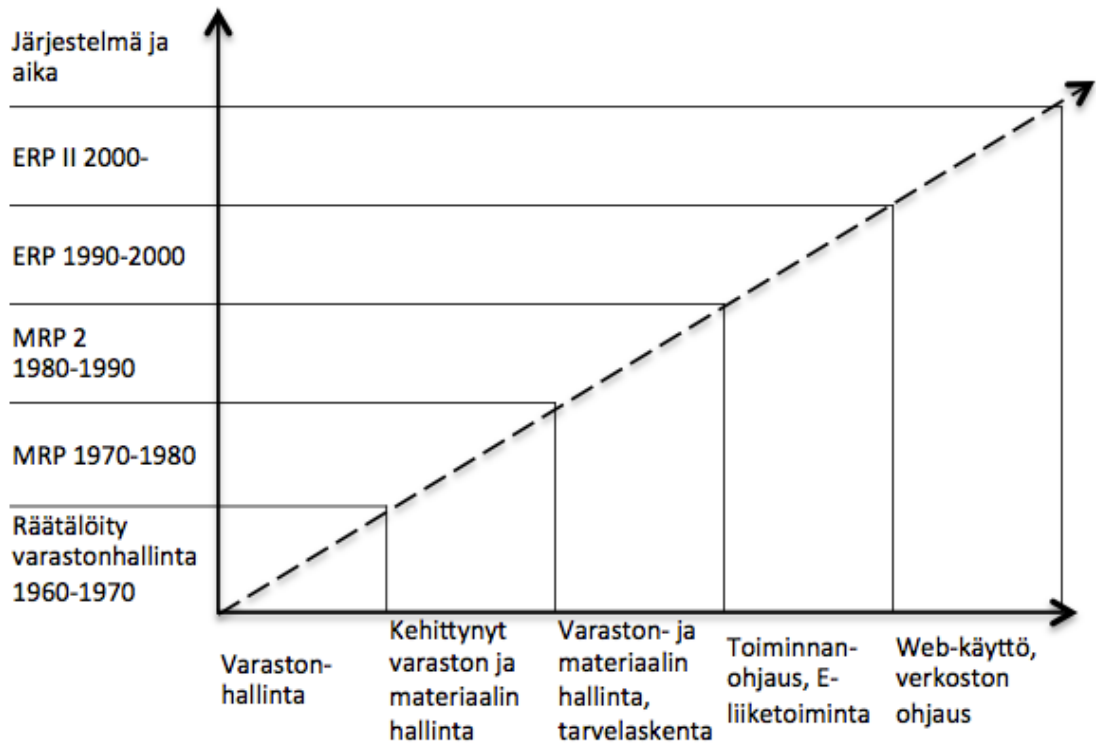


KUVIO 6. ISA 95:n tasot (Cottyn 2012)

### 3.1 ERP-toiminnanohjausjärjestelmä

ERP tulee sanoista Enterprise resource planning (suom. yrityksen resurssien suunnittelu), jolla tarkoitetaan toiminnanohjausjärjestelmää. ERP:n tehtävänä on hoitaa yrityksen eri toimintojen kuten osto, tuotanto, jakelu, myynti, resurssit ja talous, vaatimaa tietojenhallintaa, suunnittelua ja ohjausta keskitetysti yhdessä järjestelmässä. ERP tarjoaa reaaliaikaista tietoa yrityksen päätöksentekijöille ja muille käyttäjille läpi organisaation. Kerran syötetty tieto järjestelmään on kaikkien käytettävissä. ERP tarjoaa työkaluja eri bisnesprosessien suunnitteluun ja valvontaan, jotta yrityksen toimintatavoite voidaan saavuttaa mahdollisimman hyvin. ERP koostuu useista järjestelmään integroiduista moduuleista, jotka eroavat järjestelmän toimittajasta riippuen. Moduulit on tehty yrityksen eri osastojen käytettäväksi ja saatavilla on esimerkiksi laskentatoimen ja rahoituksen, henkilöresurssien, tuotesuunnittelun, oston-, varastonhallinnan, jakelun, lähetyksen seurannan ja markkinoinnin moduuleja, joista yritys voi valita itselleen sopivimmat. (Stevenson 2009, 668 - 669.)

ERP polveutuu 1960-luvulla alkunsa saaneesta varastoseurannan tarpeisiin kehitetystä ohjelmistosta, jolla seurattiin lähinnä varastomääriä. 1970-luvun alussa syntyi MRP-järjestelmä (Materials Resource Planning), jota käytettiin materiaalarvelaskentoihin varasto- ja hankintatoimintoja varten. 1980-luvulla alettiin kehittää MRP 2 – konseptia, johon lisättiin MRP:n sisältämien toimintojen lisäksi lattiatasen toiminnanohjauksen ja jakelunhallinnan toimintoja. 1990-luvun alussa MRP2-ohjelmistojen tuotannonohjaustason toiminnallisuutta lisättiin ja parannettiin entisestään. MRP2-ohjelmistoihin lisättiin myös muiden osa-alueiden ohjelmistoja, kuten projektinhallinnan-, taloushallinnan- ja henkilöstöhallinnan osa-alueet, jolloin päädyttiin nykyiseen ERP-konseptiin. 1990-luvun lopussa ERP-järjestelmiin liitettiin ajatus sähköisestä kaupankäynnistä ja niihin alettiin kehittää tiedonsiirtomenetelmiä, joiden avulla yritysten välinen tiedonsiirto mahdollistui. 2000-luvun alussa lanseerattiin ERP2-konsepti, jonka myötä järjestelmä kehitettiin ulottumaan yli tehdasrajojen ja siihen lisättiin käyttömahdollisuus internetin kautta (Exact Software North America, 2005). Kuviosta 7 voidaan nähdä ohjelmistojen ominaisuuksien ja ohjelmistoversioiden liittyminen toisiinsa. (Kettunen & Simons 2001.)



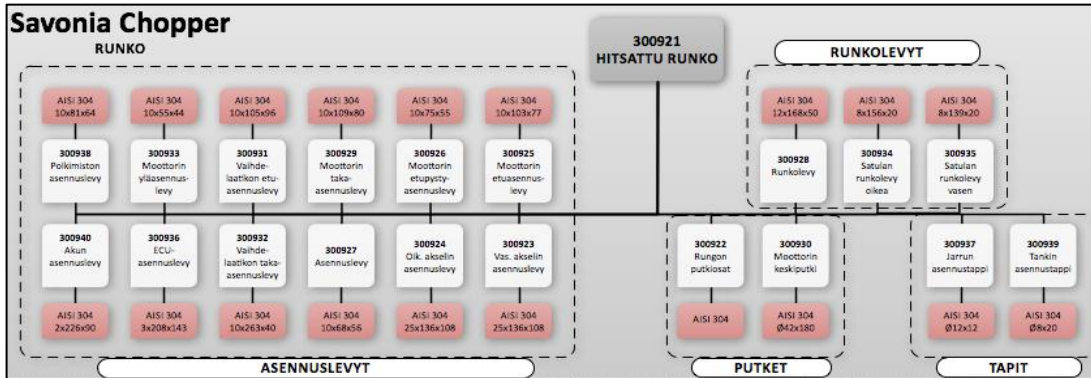
KUVIO 7. ERP-kehityshistoria, (mukaillen Kettunen & Simons, 2001).

ERP - järjestelmän hankkimisella saavutettavia hyötyjä Panorama Consulting Solutions -yrityksen tekemän tutkimustuloksen mukaan ovat tiedonsaannin helpottuminen, vuorovaikutteisuuden lisääntyminen ja parantuminen, parantunut läpimenoaika ja liiketoiminnan- ja IT-kulujen vähentyminen (Panorama Consulting Solutions 2012).

ERP-järjestelmän ongelma on sen monimutkainen rakenne, joka koostuu useista eri moduuleista. Järjestelmän räätälöinti ja käyttöönotto on pitkä ja kallis prosessi, ja se vaatii käyttäjiltään kurinalaista toimintaa.

Eri ERP-toimittajien ohjelmistojen perusideat ja toimintamallit ovat samankaltaisia ja ohjelmistojen suunnittelussa on usein huomioitu ISA 95 -standardi. Järjestelmät sisältävät muun muassa tuoterakenteen, tarvelaskennan, kuormituskirjanpidon, materiaalikirjanpidon ja standardikustannuslaskennan. Tuoterakenteessa tuotteille ja puolivalmisteille määritellään tarvittavat raaka-aineet

ja komponentit. Kuviossa 8 on esimerkki Savonia Chopper -mottoripyörän rungon tuoterakenteesta. Tuoterakenteeseen liittyy myös työnvaiherakenne, joka kuvaa valmistuksen työvaiheet ja niiden vaatiman kapasiteetin. Määritetty tuoterakennetta käytetään valmistuksen vaatiman materiaalin ja kapasiteetin laskentaan. (Haverila ja ym. 2009.)



KUVIO 8. Savonia Chopperin rungon tuoterakenne

Tarvelaskennassa tehdään laskelmat tuote-erän materiaaleille ja kapasiteetille, jotka on määritelty tuotteittain tuoterakenteessa. Tarvelaskenta sisältää tuotannon ajoituksen, jossa määritellään työvaiheiden toteutusajankohdat työvaiherakenteen perusteella. Kapasiteetin kuormitusajankohta ja materiaalityöajon ajoitus perustuvat tuotannon ajoitukseen.

Kuormituskirjanpito tehdään tarvelaskennasta saadun kapasiteettitarpeen perusteella, ja se kohdistuu tarkelaskennan määrittelemään tarkastelujaksoon. Kuormitus purkautuu, kun tehty työvaihe kuitataan tehdyksi.

Materiaalikirjanpito sisältää tuotteiden, materiaalien ja puolivalmisteiden saldotietojen ylläpitämistä. Saldotiedot lasketaan tietojärjestelmässä tehtyjen muutosten perusteella, joita ovat esimerkiksi tuotannossa valmistettujen tuotteiden kirjaaminen tietojärjestelmään tai varastossa olevien tuotteiden lähettäminen asiakkaalle.

Standardikustannuslaskenta sisältää tuotteen hinnan laskemisen tuoterakenteessa kuvatun materiaali- ja kapasiteettimenekin perusteella. Laskenta ta-

pahtuu tietojärjestelmään syötettyjen raaka-ainehintojen ja kone- ja työtuntienkustannusten perusteella. Laskentaa käytetään tuotteiden hinnoitteluun, eri tuotevaihtoehtojen vertailuun sekä kustannusten seurantaan. Toteutuneiden materiaali- ja työmenekkien avulla voidaan tehdä jälkilaskelmia, joilla voidaan seurata tuotteiden ja toimitusten kannattavuutta. Jälkilaskelman ja standardikustannuslaskelman vertailulla voidaan arvioida valmistuksen toteutusta, hinnoittelua ja kustannuslaskelman onnistumista.

ERP-toimittajia on lukuisia tällä hetkellä. Tunnetuimmat ovat SAP, IFS, Microsoft, Oracle ja Sage. Näistä SAP on markkinajohtaja maailmanlaajuisesti 25,5 prosentin markkinaosuudellaan. (SAP 2012.)

### 3.2 MES-tuotannonohjausjärjestelmä

MES tulee sanoista Manufacturing Execution Systems, jolla tarkoitetaan tuotannonohjausjärjestelmää. MES on tietojärjestelmä, joka toimittaa tarkkaa tietoa tuotannosta toiminnanohjauksen ja suunnittelun tarpeisiin. MES:n avulla tuotannon toimintojen optimointi on mahdollista tilauksen syntymisestä aina valmiiksi tuotteiksi asti. MES ohjaa, tekee aloitteen, vastaa ja raportoi tuotannossa tapahtuvista toiminnoista. Tämä mahdollistaa nopean reagoinnin muutuviin olosuhteisiin ja keskittymisen arvoa tuottamattomien toimintojen vähentämiseen. Näin tuotannon toimintoja ja prosesseja saadaan tehostettua. MES:llä voidaan parantaa toimitusvarmuutta, varaston kiertonopeutta, myyntikatetta ja kassavirran hallintaa. (Cottyn 2012.)

Manufacturing Enterprise Solutions Association (MESA) on kansainvälinen teollisuuden ammattilaisista koostuva järjestö, joka on määritellyt MES:n sisältämät toiminnot, joita on yksitoista kappaletta.

Resource Allocation and Status (suom. resurssien kohdentaminen ja status) -toiminto kontrolloi kaikkia relevantteja resursseja, kuten koneita, materiaaleja, välineitä ja henkilökuntaa. Jotta määritelty tuotantoaikataulu toteutuu, on tarvittavat resurssit kohdennettava oikein. Yksityiskohtaisia historiatietoja ylläpidetään. (MESA International 1997.)

Operations / Detail Scheduling (suom. toimintojen ja yksityiskohtien aikataulutus) -toiminto vastaa optimaalisen aikataulun laatimisesta tuotantoon ottaen huomioon käytettävissä olevat resurssit ja yrityksen asettamat parametrit painopisteiden, huollon ja vaihtojen suhteen. (MESA International 1997.)

Dispatching Production Units (suom. tuotantotietojen toimittaminen) on toiminto, jossa tarvittavat tiedot, kuten erätiedot ja tilaukset, toimitetaan tuotantoyksikköihin, joissa ne näkyvät tärkeysjärjestyksessä työjonossa. Kun tuotannossa syntyy yllättävä tai odottamaton tilanne, voidaan senhetkinen aikataulu säätää reaaliajassa. (MESA International 1997.)

Document Control (suom. asiakirjojen hallinnointi) -toiminto ylläpitää ja näyttää kaiken relevantin informaation käyttäjille oikeaan paikkaan tuotannossa. Esimerkiksi piirustukset, eräkirjanpidon, lain edellyttämät vaatimukset ympäristölle, terveydelle ja turvallisuudelle. (MESA International 1997.)

Data Collection / Acquisition (suom. tiedonkeruu ja -hankinta) -toiminto vastaa tuotantoon liittyvästä tiedonkirjaamisesta ja keruusta. (MESA International 1997.)

Labor Management (suom. työvoiman hallinta) -toiminto vastaa henkilöstön statuksesta minuuttien tarkkuudella. Tämä tarkoittaa ajan ja läsnäolon raportointia, varmentamisen seuranta sekä välillisen toiminnan seuranta laskentatoimintoja varten. Näitä tietoja voidaan käyttää yhdessä resurssien kohdentamisen kanssa, kun määritetään optimaalisia toimeksiantoja tuotannolle. (MESA International 1997.)

Quality Management (suom. laadunhallinta) -toiminto käsittää reaaliaikaisen analyysin mittauksista, jotka kerätään tuotannosta. Tämän avulla varmistetaan riittävä laadunvarmistuksen hallinta ja tunnistetaan ongelmat, joihin tulee kiinnittää huomiota. Se voi myös suositella toimenpiteitä ongelmien poistamiseksi ja syiden selvittämiseksi. (MESA International 1997.)

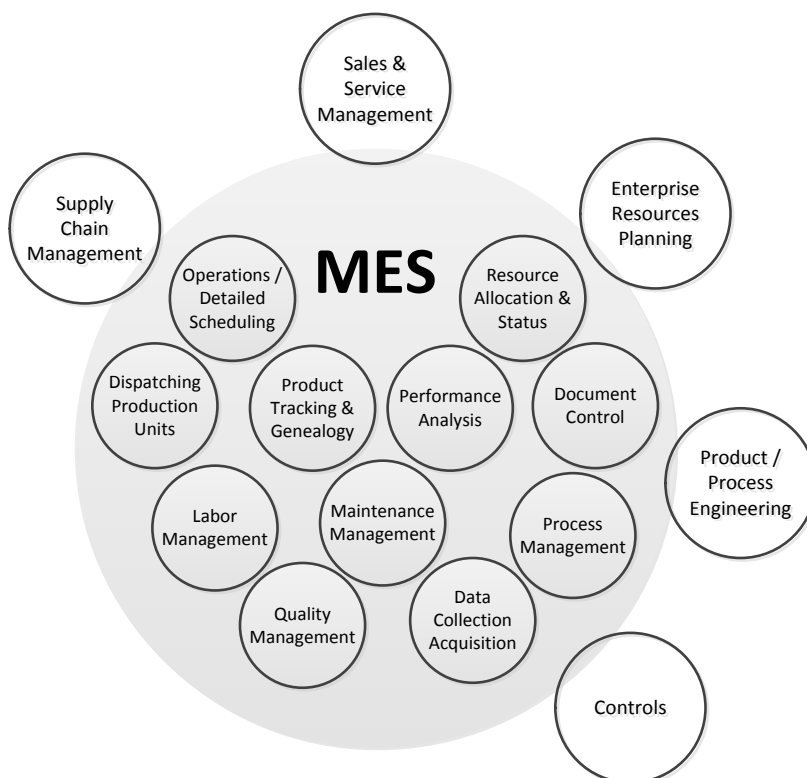
Process Management (suom. prosessin hallinta) on toiminto, joka valvoo tuotantoa ja säätää automaattisesti toimintoja, jotka liittyvät tuotannon korjaamiseen tai parantamiseen. Vaihtoehtoisesti prosessin hallinta voi myös tarjota käyttäjille päätöksentekoa varten tietoja, joilla tuotannon toimintoja voidaan parantaa. Toiminnot voivat sisältää koneiden ja laitteiden monitorointia ja ohjausta tai prosessin tarkkailua operaatiosta toiseen. Se voi sisältää hälytysten hallintaa, jolla varmistetaan, että henkilöstö on tietoinen prosessissa tapahtuvista ei-sallituista muutoksista. (MESA International 1997.)

Maintenance Management (suom. kunnossapidon hallinta) on toiminto, joka huolehtii laitteiden ja työkalujen kunnossapidosta. Toiminto huolehtii työkalujen saatavuudesta ja kunnossapidon aikataulutuksesta määräaika- ja en-

nakkohuolloille tuotantoa häiritsemättä. Toiminto varmistaa myös, että syntyneisiin häilytyksiin ja prosessiin liittyviin ongelmiin puututaan välittömästi. Kunnossapidon hallinta ylläpitää historiatietoja tapahtuneista ongelmista ja huolto-toimenpiteistä. (MESA International 1997.)

Product Tracking and Genealogy (suom. tuotteen seuranta ja genealogia) -toiminto huolehtii tuotteen seurannasta tuotannossa. Toiminto näyttää, missä vaiheessa tuotantoa tuote on menossa, kuka sitä työstää ja mitkä ovat tuotteeseen liittyvät tiedot, kuten komponentit, sarjanumero, tuotantotilanne ja häiriöt. Toiminto luo myös tuotekohtaisen lokitiedoston, joka mahdollistaa tuotteen jäljitettävyyden. (MESA International 1997.)

Performance Analysis (suom. tehokkuusanalyysi) -toiminto ilmoittaa minuutin tarkkuudella valmistuksen keston ja vertailun aiempaan tuotantoerään ja odotettuun tulokseen. Tehokkuuden tulokset sisältävät muun muassa resurssien käyttö- ja saatavuustiedot, tuoteyksikön kiertoaajan ja aikataulun ja tehokkuuden toteutumisen. Saatujen tietoja voidaan hyödyntää suunnittelussa. (MESA International 1997.)



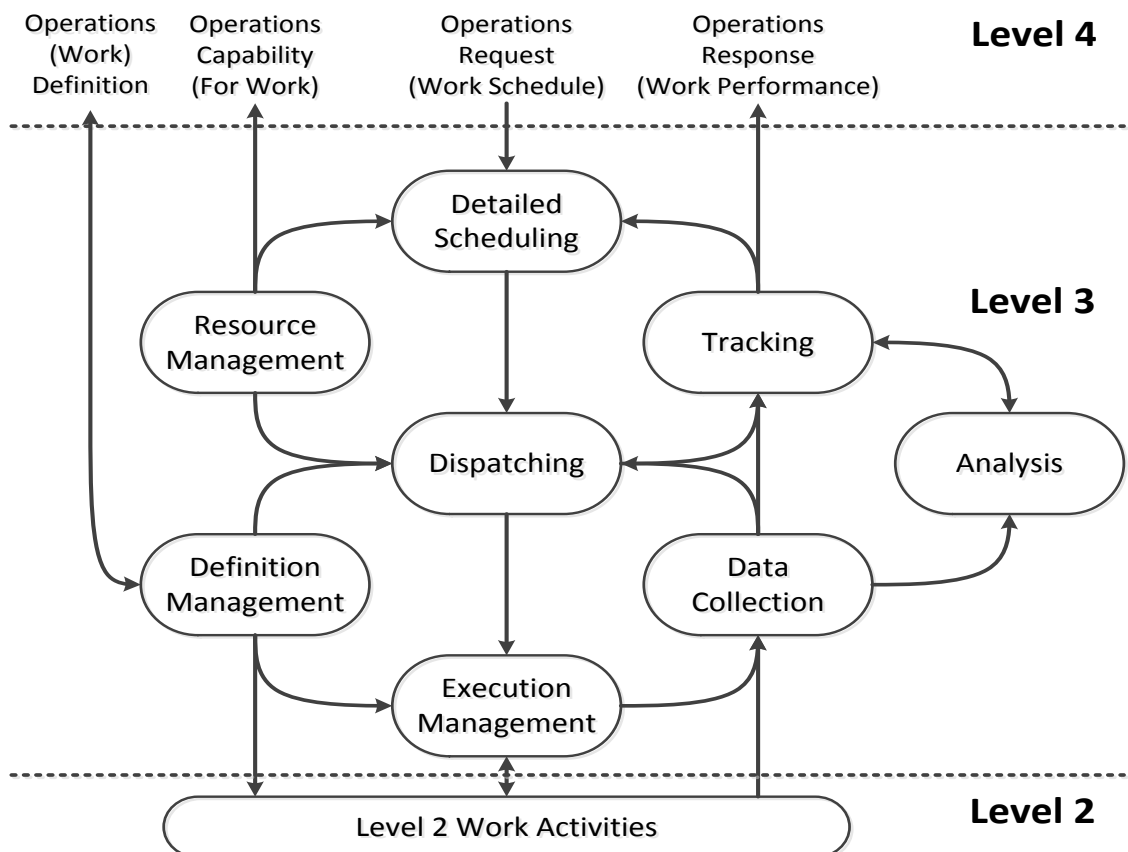
KUVIO 9. MESA:n funktionaalinen malli (MESA International 1997 mukailten).



ISA:n laatiman ISA 95 -standardin sisältämä määritelmä MES:stä pohjautuu MESA:n määrittelyyn, jonka lisäksi siihen on lisätty toiminnan yksityiskohtia ja tehtäviä ja sitä on laajennettu uusille toiminta-alueille, kuten huollon hallintaan, laadunvalvontaan ja varaston hallintaan.

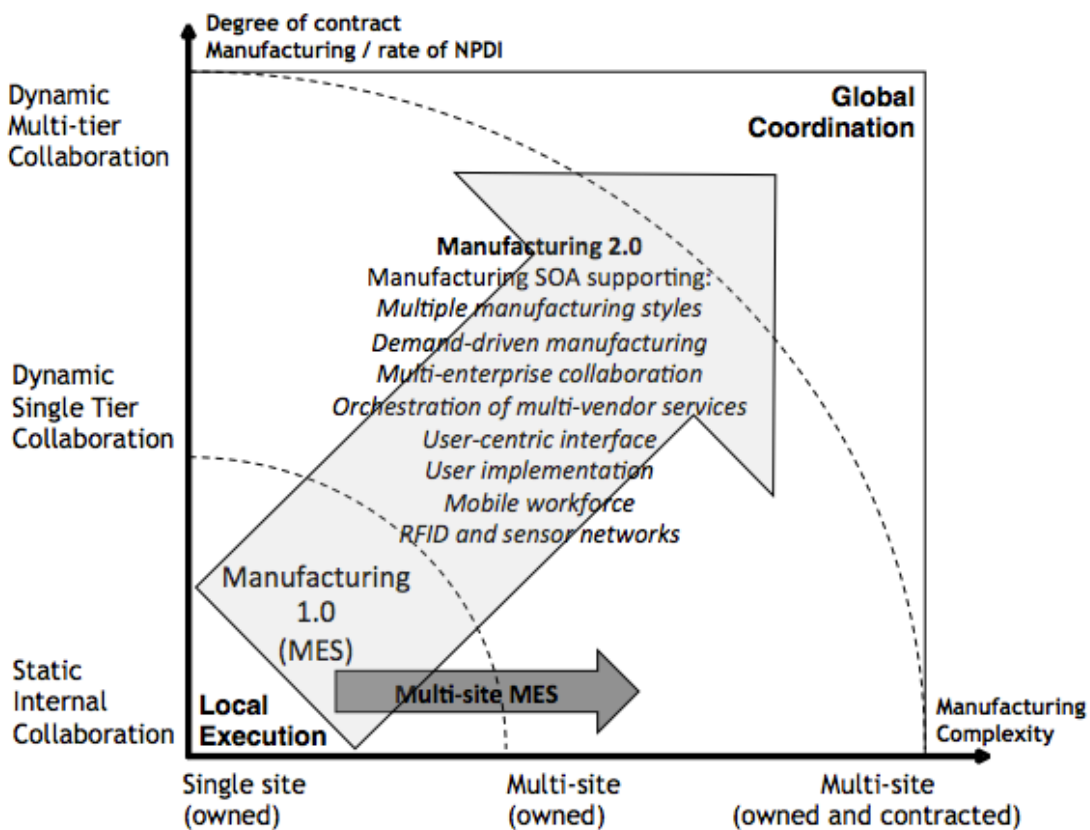
Monet ERP- ja MES-toimittajat käyttävät ISA 95 -standardia ohjelmiston suunnittelun lähtökohtana, ja esimerkiksi Microsoft ja SAP ovat sitoutuneet tukemaan standardia.

ISA 95 on kuusiosainen standardi, joka määrittelee valmistusohjausjärjestelmän rakenteen ja tehtävät. Osiot käsittelevät muun muassa valmistusohjauksen standardikäsitteistöä, tietomalleja, tietomallien objekteja ja niiden attribuuttien määrittelyä ja MES-tason toimintojen määrittelyä.



KUVIO 10. ISA 95 Osa 3: MES-toimintamalli. (Internal Society of Automation 2012).

Perinteisen MES-järjestelmän käyttö sijoittuu ainoastaan yhden tehtaan tasolle. Jos suunnittelun ja ohjaamisen halutaan ulottuvan tehtaan ulkopuolelle, puhutaan MES 2.0 järjestelmästä. (Delfoi Oy, Aalto 2012.) MES 2.0 – termillä voidaan tarkoittaa myös Manufacturing 2.0 – järjestelmää. Tämän opinnäytteen kirjoitushetkellä termistöä ollaan yhtenäistämässä ja selkeyttämässä. Kuviossa 11 on esitelty Manufacturing 2.0 – järjestelmän toimintoja.



KUVIO 11. MES 2.0 määritelmä, mukailen (AMR Research: Manufacturing 2.0 Manufacturing in the Age of Joint Value Creation).

### 3.3 APS-hienosuunnittelujärjestelmä

ERP- ja MES-järjestelmien yhteyteen on mahdollista liittää APS-ohjelmisto (Advanced Planning & Scheduling), jolla voidaan optimoida ja simuloida tuotannon valmistusjärjestyksiä algoritmien avulla. Ohjelmistoon on rakennettu todellisuutta mahdollisimman hyvin vastaava simulointimalli, jolla voidaan nopeasti luoda eri ratkaisumahdollisuuksia ja tarkastella saatuja tuloksia. Ohjelmisto osaa huomioida sekvenssisäännöt ja tuotantojärjestelmän rajoitukset. Sekvenssisääntöjä voivat olla esim. asetus- ja vaihtoajat ja rajoituksia tuotannossa käytettävät koneet, käyttäjät, työkalut ja materiaalit. (Liddel 2008.)

APS-ohjelmisto voi olla sisällytettyinä joihinkin toiminnanohjaus- ja tuotannonohjausjärjestelmiin, jolloin sitä ei tarvitse hankkia erikseen. Jotkin ERP-toimittajat ovat ostaneet APS-teknologian ulkopuoliselta toimittajalta. APS-järjestelmällä tehtävä tuotannon simulointi tapahtuu offline-tilassa, mistä syystä siinä tehtävät kokeilut eivät vaikuta ERP- tai MES-järjestelmän tietoihin tai toimintoihin.

APS-ohjelmistolla voidaan saavutettava se etu, että n. 80 % manuaalisesti tapahtuvasta suunnittelutyöstä voidaan automatisoida ja eri organisaation tasot voivat hyödyntää ohjelmiston antamaa tietoa päätöksien teossa. Ohjelmisto mahdollistaa myös validin hienokuormitus suunnitelman luomisen ja ylläpidon pienillä henkilöstöresursseilla. APS:n luoma Gantt-taulu korvaa yleisesti käytetyn Excel-sovelluksen, jonka käyttö on työlästä ja joustamatonta. (Liddel 2008.)

APS-ohjelmiston rajoitteena on muun muassa se, että ohjelmisto käyttää monimutkaisia algoritmeja miljooniin mahdollisiin vaihtoehtoihin, jolloin simulointiprosessi voi viedä paljon aikaa. Ohjelmisto voi myös ehdottaa järjenvastaisia vaihtoehtoja yksinkertaisiin asioihin, jolloin suunnittelija joutuu hylkäämään ohjelmiston tarjoaman ratkaisun ja tekemään päätöksen ilman ohjelmistoa. Tähän voi tuhlaantua kallista aikaa. Ohjelmiston käytössä olisikin hyvä käyttää 20/80-sääntöä, jonka mukaan ohjelmiston annetaan tehdä 80 % suunnittelu-

töistä, jotka ovat yksinkertaisesti ratkaistavissa (aasin töitä). 20 % suunnittelu- töistä tekee suunnittelija suunnitelmien hienosäätämiseksi ja tarkistamiseksi.

APS-ohjelmiston hankinta on suuri ja työläs prosessi ja ohjelmisto soveltuukin parhaiten vakiintuneisiin tuotantoympäristöihin, koska tuotantoprosessit aina sisältävät odottamattomia satunnaistapahtumia ja häiriöitä, jotka voivat viedä pohjan optimoinnilta. Ohjelmiston korkean hankintahinnan takia sen hankinta ei ole kannattavaa, mikäli optimoinnilla ei voida saavuttaa merkittäviä taloudellisia etuja. Parhaita tuloksia saadaan suursarja- ja prosessituotannossa, joissa tuotanto-olosuhteet ja prosessit ovat vakaat ja pienilläkin suorituskyvyn parannuksilla on vaikutuksia toiminnan kannattavuuteen.

#### 4 SAVONIABIKEFACTORY

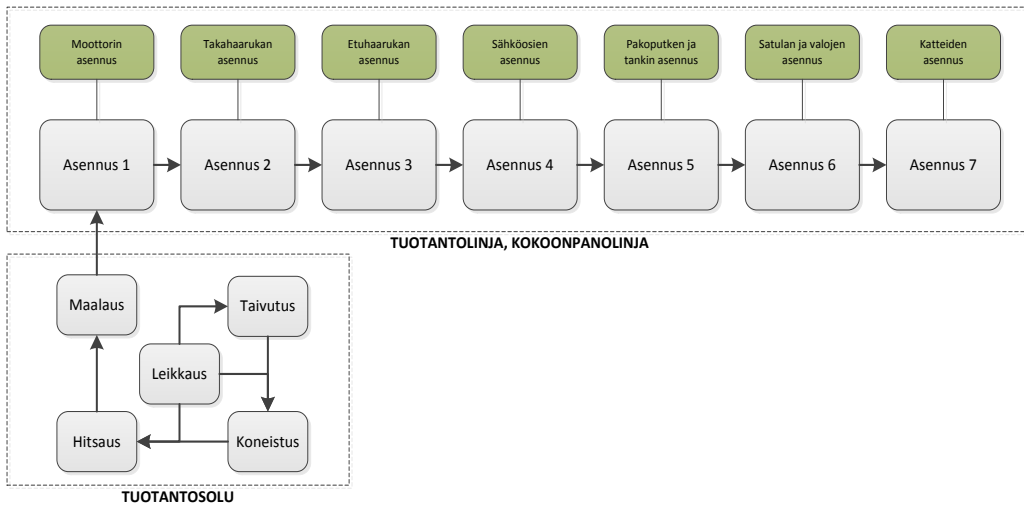
SavoniaBikeFactory (SBF) on Savonia-ammattikorkeakoulun DigiBranch-hankkeen tuloksena syntynyt kuvitteellinen tehdas, joka on keskittynyt moottoripyörien valmistamiseen. Tehtaan tarkoituksena on toimia opetuksen apuvälineenä Savonian virtuaalisessa oppimisympäristössä, jolla kuvataan oikeassa ja ideaalisessa tehtaassa toimivat prosessit, tuoteperheet sekä tuotteiden tarkka ja modulaarinen rakenne. (SavoniaBikeFactory.)

SBF valmistaa vain tilauksesta yksilöllisesti räätälöityjä moottoripyöriä, ja sen kilpailuvalttina on joustavuus ja toimitusaika. Moottoripyörän toimitus on mahdollinen jo tilausta seuraavana päivänä, mikäli kokoonpanolinjalla on kapasiteettia. Jos linjan kapasiteetti on täynnä, niin asiakkaalle annetaan arvioitu toimituspäivä, jolloin pyörä on valmis. Asiakkaalla on mahdollisuus vaikuttaa jonotussijoitukseensa lisämaksua vastaan, jolloin pyörä on mahdollista saada aiemmin. Tehtaan tuoteohjelmassa ovat Savonia Chopper- ja StreetBee-moottoripyörät. Myöhemmin on tarkoitus aloittaa myös sähkökäyttöisen moottoripyörän valmistaminen.

Kokoonpanolinja kykenee toimittamaan noin 1800 pyörää vuodessa, mutta aluksi tavoitteena on valmistaa 200 pyörää vuodessa ja 800 viiden vuoden kuluttua. Yhden moottoripyörän keskimääräiseksi hinnaksi on arvioitu 20 000 euroa, jolloin liikevaihdoksi saadaan aluksi 4 miljoonaa euroa ja viiden vuoden kuluttua noin 17 miljoonaa euroa. Valmistettavien pyörien lisäksi on tarkoitus myydä lisäpalveluita alussa 4 miljoonan euron edestä ja viiden vuoden päästä 20 miljoonan euron edestä. Näin saadaan kokonaisliikevaihdoksi alussa 8 miljoonaa euroa ja myöhemmin 37 miljoonaa euroa. Työntekijöitä yritys työllistää aluksi 40 ja viiden vuoden kuluttua 140.

Yritys tekee moottoripyörien kokoonpanon ja vastaa rungon ja siihen kuuluvien osien valmistuksesta. Järjestelmätoimittajat toimittavat muut moduulit, joiden riittävyys on varmistettu välivarastoinnin avulla. Toiminnanohjausjärjestelmät on integroitu toisiinsa toimitusketjussa siten, että järjestelmätoimittajat voivat seurata reaaliajassa toistensa toimitustilanteen ja toimia tilanteen edel-

lyttämällä tavalla, jotta moduulit saadaan oikea-aikaisesti välivarastoitavaksi. Moduulien tuotekehitys ja elinkaaritiedon hallinta on myös integroitu siten, että moduulit suunnitellaan siellä missä siihen on parhaat edellytykset, kuitenkin lähellä tuotantoa. Tehtaan layout on esitetty kuviossa 12.

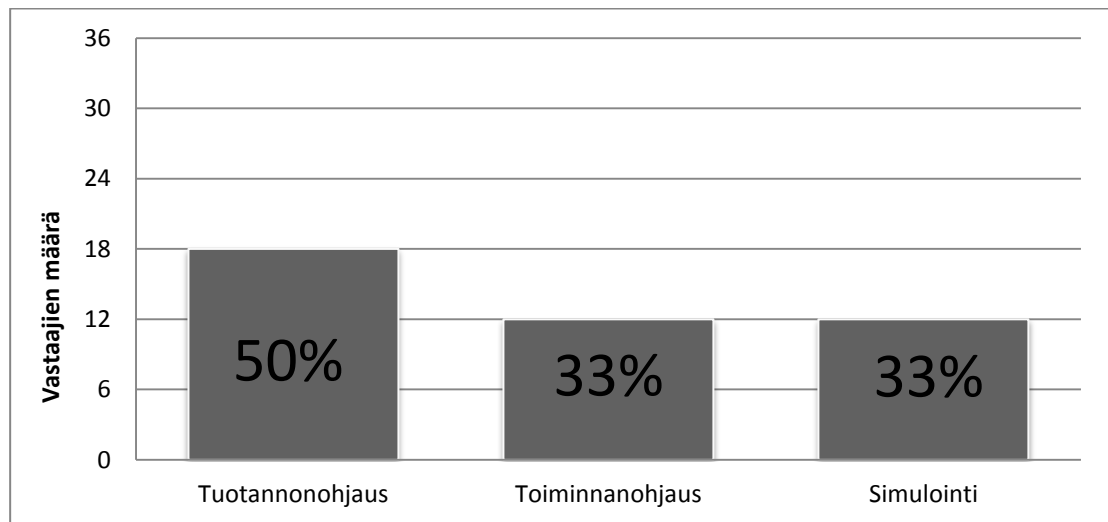


KUVIO 12. SavoniaBikeFactoryn layout

## 5 HIENOKUORMITUSJÄRJESTELMÄN MÄÄRITTELY, VALINTA JA KÄYTTÖNOTTO

### 5.1 Määrittely

Pohjois-Savossa käynnistettiin vuonna 2011 teknologiateollisuuden tutkimus- ja teknologiasiirtoverkostohanke LEKA, jonka vastuutoteuttajana toimii Savonia-ammattikorkeakoulu. LEKA-hanke järjesti 2011 keväällä pohjoissavolaisille yrityksille yrityskartoituksen, jolla selvitettiin yritysten digitaaliseen koneenrakennusprosessiin liittyviä toimintoja ja niihin liittyviä kehitystarpeita. Esille nousi muun muassa toiminnan- ja tuotannonohjauksen sekä simuloinnin kehitys- ja koulutustarpeita (kuvio 13). Vastanneita yrityksiä oli 36 kpl, joista 50 % koki tuotannonohjauksen kehittämisen tarpeellisimmaksi. Toiminnanohjauksen kehittämistä piti tarpeellisenä 33 % vastanneista. Saman verran vastanneista piti myös simuloinnin kehittämistä tarpeellisenä.



KUVIO 13. Yrityskartoituksen tulokset

Yritysten tuotannonohjauksen kehittämisen tarve johtunee siitä, että yrityksillä on käytössään laaja joukko toiminnanohjausjärjestelmiä, jotka eivät kykene tuotannonohjaukseen eivätkä täytä nykypäivän vaatimuksia. Tuotannonohjauksen puutteet, kuten puuttuvat hienokuormitustyökalut, on usein hoidettu laitimalla Excel-pohjainen hienokuormitussuunnitelma. Excel on edullinen, mutta joustamaton ja työläs ratkaisu hienokuormituksen seuraamiseksi ja hoitami-

seksi. Tuotannossa tapahtuvien muutosten, kuten konerikot ja sairaustapaukset, päivittäminen Excel-pohjaan on aikaa vievää ja sitä on haasteellista pitää ajan tasalla.

Tuotannossa tapahtuvat muutokset aiheuttavat myös toisen haasteen valmistavan teollisuuden tuotannonohjaukseen. Päiväkohtainen työjono voi muuttua töiden edetessä, ja esimerkiksi aamu- ja iltavuoron työnjohtajat voivat antaa ristiriitaisia ohjeita työntekijöille. Tämän vuoksi tuotanto ja sen sisältämät eri prosessit eivät ole läpinäkyviä ja työntekijöiden epätietoisuus kasvaa ja motivaatio alenee.

Savonia-ammattikorkeakoulun tarve tuotannonohjauksen ja hienokuormitusprosessin kehittämiseen on se, että Savonia on luomassa virtuaalista oppimisympäristöä opetuksen tueksi, yritysten kouluttamiseen ja soveltavaan tutkimukseen. Savonian käytössä on IFS-toiminnanohjausjärjestelmä, jossa on tuotannonohjaukseen ja hienokuormitukseen liittyviä puutteita. IFS-järjestelmään on kytketty myös SolidWorks 3D CAD- ja Workgroup PDM - ja Enterprise PDM -tuotetiedonhallintajärjestelmät, joiden tueksi Savonialla on tarve hankkia MES-tuotannonohjausjärjestelmä.



## 5.2 Vaatimukset

Suunniteltaessa uuden tietojärjestelmän hankkimista tulee ensin selvittää nykytilanne. On selvitettävä, mitä ongelmia järjestelmällä tullaan ratkaisemaan, mitkä ovat hankintaan käytettävät resurssit ja mitä muita päämääriä hankinnalla on. Nykytilanteen ja tulevien tarpeiden arvioinnin jälkeen siirrytään suunnitteluvaiheeseen, jossa laaditaan tulevien toimenpiteiden ja kustannusten suunnitelma.

Suunnitteluvaiheen jälkeen siirrytään valintavaiheeseen, jossa valitaan ohjelmisto ja määritellään sopimusehdot. Kun tämä vaihe on ohi siirrytään käyttööntöövaiheeseen, jossa asennetaan ohjelmisto yrityksen tietokoneille ja koulutetaan henkilökunta ohjelmiston käyttöä varten. Koulutusvaiheessa on hyvä pyrkiä sitouttamaan henkilökunta ohjelmiston käyttöön yhteisillä pelisäännöillä. Näin eri tilausten käsittelyt saadaan yhtenäistettyä ja epäselviltä tilanteilta vältytään.

Valinnan ja käyttöönoton jälkeen on hyvä seurata ohjelmiston hankinnalla saatuja tuloksia. Tulosten perusteella voidaan jatkaa ohjelmiston räätälöintiä ja kehittämistä, mikä varmistaa ohjelmiston hankinnasta saatavan maksimaalisen hyödyn.

Savonia-ammattikorkeakoululle tuleva virtuaalinen oppimisympäristö asetti omat vaatimuksensa tuotannonohjausjärjestelmälle. Savonian tärkeimmät vaatimukset olivat hankintahinta ja integroitavuus IFS-järjestelmään. Hankintahinnan tuli olla linjassa ohjelmiston tarjoamien ominaisuuksien ja toimintojen kanssa.

Integroitavuus IFS-järjestelmään oli toinen merkittävä valintakriteeri, koska IFS oli valintahetkellä Savonian opetuskäytössä oleva toiminnanohjausjärjestelmä, josta tilausten siirtäminen MES-järjestelmään tulee olla sujuvaa. MES-järjestelmään siirretään IFS:stä dataa, joka sisältää tilaukset ja niihin liittyvät materiaalit, puolivalmisteet ja tuotteet täydellisine tuoterakenteineen. Edellä mainitun tiedon siirtäminen tulee olla mutkatonta ja varmaa, koska sen perus-

teella MES-järjestelmällä suoritetaan karkea- ja hienokuormitustehtäviä järjestelmän sisältävän APS-moduulin avulla.

Oppimisympäristön asettamana vaatimuksena oli myös joustava ja hyvin kustomoitavissa oleva järjestelmä, jolla voidaan varmistaa mahdollisimman tarkka tuotannon simulointimalli. Tarkka simulointimalli takaa uskottavat tulokset, joita voidaan hyödyntää suunniteltaessa karkea- ja hienokuormitusta.

Tuotannonohjausjärjestelmän vaatimuksena oli myös ohjelmiston käytettävyys. Savonia haki visuaalista käyttöliittymää Drag 'n Drop -toiminnolla (suom. raahaa ja pudota). Toiminto mahdollistaa tilausten nopean ja helpon järjestelmisen ja optimoinnin Ganttin taululla hiiren avulla, ja se korvaa perinteisen rivipohjaisen logiikan, jossa muutokset tehdään näppäimistöä käyttäen.

Eräs merkittävä vaatimus oli myös ohjelmiston ylläpidettävyys, jolla voidaan varmistaa luotettavuus ja vakaus päivitysten myötä. Tuotannonohjausjärjestelmät ovat aina yrityskohtaisesti räätälöityjä, mikä lisää ohjelmistoissa olevien virheiden määrää. Virheet aiheuttavat ohjelmiston jumiutumista tai kaatumista ja pahimmassa tapauksessa tietokone joudutaan käynnistämään pakotetusti uudelleen, mikä voi aiheuttaa tärkeiden tietojen menettämistä tai vioittumista.

Oppimisympäristön käyttäminen yritysten koulutukseen asetti myös omat vaatimuksensa MES-järjestelmän valintaan. Ohjelmiston avulla tuotanto ja sen sisältämät prosessit haluttiin saattaa läpinäkyviksi. Läpinäkyvyydellä voidaan varmistaa, että kaikki tuotannon kanssa tekemisissä olevat henkilöt ymmärtävät tuotantoon liittyvät toiminnot ja prosessit.

MES-järjestelmät sisältävät tuotannon suunnittelun, resurssisuunnittelun, myynnin suunnittelun, hankinnan suunnittelun ja kuljetus- ja logiikkasuunnittelun työvälineet, joille Savonialla oli omat vaatimuksensa. Vaatimuksia on esitetty taulukossa 1.

Tuotannon suunnitteluun Savonia haki toimintoja huoltojen ja seisokkien optimaaliseen ajoittamiseen ja suunnitteluun, tilausten ja eräkokojen optimointiin,

tuotannosta saatavan tiedon keräämiseen ja hyödyntämiseen ja laadunvarmistuksen hallintaan ja ongelmien tunnistamiseen.

Resurssisuunnitteluun Savonia haki työkaluja, joiden avulla voidaan helpottaa karkea- ja hienokuormitusta, kone-, materiaali- ja henkilöresurssien suunnittelu, komponenttien ja materiaalien seuranta ja erilaisten tuotantoskenaarioiden laatimista ja vertailua.

Myyntin ja hankinnan suunnitteluun haettiin työkaluja, joilla voidaan laatia myyntiennusteita ja optimoida hankintojen aikataulut. Tämä helpottaa kokonais-, karkea- ja hienosuunnittelun työvaiheita.

TAULUKKO 1. Savonia vaatimuksia MES-järjestelmälle.

<b>Tuotannon -suunnittelu</b>	Huoltojen ja seisokkien suunnittelu, tilausten ja eräkokojen optimoiminen, piirustusten ylläpito, tiedonkeruu tuotannosta, laadunvarmistuksen hallinta ja ongelmien tunnistaminen
<b>Resurssi-suunnittelu</b>	Hienokuormitustyökalut, kone-, materiaali- ja henkilöresurssien suunnittelu, komponenttien ja materiaalien seuranta, suunnitteluskenaarioiden vertailu
<b>Myyntin -suunnittelu</b>	Myyntiennusteiden laatiminen
<b>Hankinnan -suunnittelu</b>	Hankintojen optimaalinen aikataulutus
<b>Kuljetus- ja logistiikka-suunnittelu</b>	-

### 5.3 Valinta

Savonialla oli tuotannonohjausjärjestelmäksi kolme vaihtoehtoa: Delfoi Oy:n Delfoi Planner Lite-, SW-Developmentin (SWD) SWD<sup>PES</sup>- ja Necomin Adjutant – ohjelmistot, joista lopulliseen vertailuun päätyivät Delfoin ja SWD:n ratkaisut.

Delfoi ja SWD ovat molemmat kotimaisia ohjelmistojen suunnitteluun ja valmistukseen keskittyneitä yrityksiä. Delfoin liikevaihto vuonna 2011 oli 1,28 miljoonaa euroa ja SWD:n 1,92 miljoonaa euroa (Kauppalehti, 2012). Delfoin MES-referenssiyrityksiä ovat muun muassa Metso Paper, VTI Technologies, Steel Master Oy, Albany ja Rautaruukki. (Delfoi 2012) SWD:n MES-referenssiyrityksiä ovat muun muassa Hydnum, Reima, Olvi, Lemminkäinen, Metso Power, Ovako, Nokian Renkaat ja Ruskon Betoni (SW-Development 2012).

Delfoi Planner Lite ja SWD<sup>PES</sup> ovat hyvin samantyyppisiä ohjelmistoja ja molemmat sisältävät APS-ohjelmistojen toiminnallisuudet, kuten tuotannon simuloinnin ja optimoinnin erilaiset rajoitukset huomioiden ja erilaisten tuotantoskenaarioiden tarkastelun. Molemmissa ohjelmissa on myös helppokäyttöinen ja visuaalinen drag 'n drop - käyttöliittymä, joka nopeuttaa suunnittelua ja käytön oppimista. Ohjelmiston vertailua on esitetty taulukossa 2.

Delfoi Planner Lite on suunnattu pienten ja keskisuurten teollisuusyritysten tuotannonohjauksen tarpeisiin ja se edustaa moderneinta MES 2.0 - järjestelmää. Ohjelmiston avulla voi muun muassa hallita tilausten toimituksia ja tuotantoresursseja, varmistaa toiminnan läpinäkyvyyden, parantaa toimitustarkkuutta, maksimoida olemassa olevan kapasiteetin ja helpottaa ja tehostaa tuotannon suunnittelua. Ohjelmiston etuna on myös helppokäyttöisyys. Se sisältää visuaalisen drag and drop – käyttöliittymä, joka nopeuttaa suunnittelua ja käytön oppimista. Suunnitteluskenaarioiden vertailu ennen suunnitelmien hyväksyntää on myös mahdollista. Ohjelmisto on selainpohjainen, mikä tekee siitä edullisen ylläpitää ja alentaa ratkaisuelinkaarikustannuksia, sekä takaa suunnitelmien helpon jaettavuuden organisaatiossa. Delfoi Planner Lite on

integroitavissa SOA (service-oriented architecture)- ja webservice – rajapintojen ja XML – liittynän avulla muihin tietojärjestelmiin. (Delfoi 2012.)

SWD<sup>PES</sup> on reaaliaikaiseen laskentaan perustuva järjestelmä, joka täydentää tehokkaasti toiminnanohjauksen puutteita sulautumalla saumattomasti asiakkaan ERP- ja MES-järjestelmiin. SWD<sup>PES</sup> tuottaa selkeän kokonaiskuvan taloudellisimmista tuotantoskenaarioista simulointia ja optimointia hyödyntäen. Järjestelmä osaa myös huomioida säännöt ja rajoitteet, jotka liittyvät tuotannon suunnitteluun. (SW-Development 2012.)

Eroavaisuuksina edellä mainittujen ratkaisujen välillä voidaan mainita SWD<sup>PES</sup>:stä löytyvä kuljetus- ja logistiikkasuunnittelu, jota Delfoi Planner Lites-tä ei tuotetietojen perusteella ole. SWD<sup>PES</sup> kykenee laskemaan kuhunkin tilanteeseen sopivan optimaalisen logistiikkasuunnitelman. Suunnitelmassa otetaan huomioon tilauskannan, aikataulujen, kaluston tai muiden resurssien asettamat rajoitteet. Järjestelmän avulla voidaan myös simuloida tulevia resurssitarpeita, mikä helpottaa kuljetusten ennakkointia.

TAULUKKO 2. Delfoi Planner Lite- ja SWD<sup>PES</sup> – ohjelmistojen vertailu.

	Delfoi Planner Lite	SWD <sup>PES</sup>
<b>Tuotannon -suunnittelu</b>	Asiakas- ja tuotantotilausten aikataulutus ja välitys tuotantoon, töiden kuittauksen välittäminen tuotannosuunnitteluun, joustavat tuoterakenteiden muutokset, töiden edistymisen seuranta	Tuotannon simulointi ja optimointi, tuotantorajoitusten ja sääntöjen huomiointi, materiaali- ja resurssipuutteiden hälytykset, hieno- ja karkeasuunnittelun työkalut
<b>Resurssi-suunnittelu</b>	Kone- ja henkilöstöresurssien suunnittelu kapasiteettirajoitteisesti	Reaaliaikainen Gantt-taulu, tuotantokapasiteetin kuormitus käytettävissä olevien resurssien perusteella
<b>Myyntin -suunnittelu</b>	Omien myyntiennusteiden luominen, todennetun tiedon toimittaminen tuotannosta myyntiin	eri vaihtoehtojen arviointi
<b>Hankinnan -suunnittelu</b>	Materiaalipuutteiden, myöhästymisten ja töiden edistymisen suhteen tapahtuva visuaalinen verifiointi	Hankintojen aikataulutus ja optimointi
<b>Kuljetus- ja logistiikka-suunnittelu</b>	-	Kuljetusten optimointi ja simulointi

Savonia päätyi testaamaan Delfoi Planner Lite tuotannonohjausjärjestelmää sen edullisemman hinnoittelun ja hyvien toiminnallisuuksien vuoksi. Delfoi järjestelmä täyttää Savonian asettamat vaatimukset suurilta osin ja se on integroitavissa IFS-toiminnanohjausjärjestelmään. Delfoi Planner Lite täyttää IFS:n puutteet hienokuormituksen osalta ja tuo visuaalisen ja helppokäyttöisen käyttöliittymän tuotannon suunnittelun tarpeisiin. Järjestelmällä voidaan eliminoida Excel-pohjaiset hienokuormitussuunnitelmat.

Delfoi toimitti Savonialle Delfoi Planner – ohjelmiston oppilaitosisenssillä varustettuna. Ohjelmisto on täydellinen versio Planner ohjelmistosta ja se on täysin vastaava, kuin teollisuuteen toimitetut versiot. Savonialle toimitettu versio on tarkoitettu opetus- ja tutkimuskäyttöön ja lisäksi Savonialle myönnettiin lupa käyttää ohjelmistoa yhteistyöhankkeissa teollisuuden kanssa, opinnäytteissä, päättötöissä ja tutkimushankkeissa.

#### 5.4 Käyttöönotto

Delfoi Planner Lite – tuotannonohjausjärjestelmän käyttöönotto alkoi ohjelmiston asennuksella Savonian tietokoneisiin. Planner Lite on suunniteltu siten, että se asennetaan yhdelle serverille ja ohjelman käyttöliittymä toimii web-selaimessa millä tahansa koneella, jolla on yhteys serveriin.

Useilla käyttäjillä on mahdollisuus muokata Plannerin käyttämää tietokantaa yhtä aikaa ja yhden käyttäjän tekemät muutokset näkyvät reaaliaikaisesti muille. Kyseinen toimintamalli on järkevä tuotantokäytössä, mutta soveltuu huonosti opetuskäyttöön, koska ohjelmiston asennuksia tarvitaan yhtä monta kappaletta, kuin mitä ohjelmistoa käyttäviä tietokoneita on. Plannerin käyttämä tietokanta on myös vaihdettavissa tai kopioitavissa koneelta toiselle ja eri tietokannoissa voidaan mallintaa eri tuotantoympäristöjä.

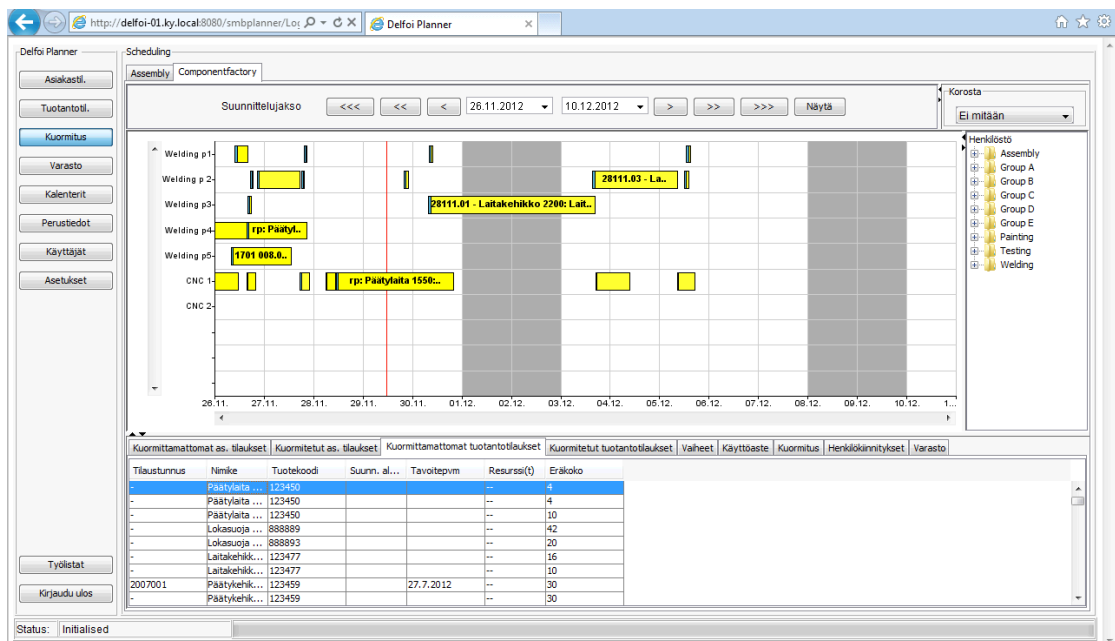
Asennus Savonialla toteutettiin hyödyntämällä virtuaalikoneita, jolloin asennusprosessi helpottui huomattavasti. Virtuaalikoneita hyödyntämällä riitti, kun asennus tehtiin yhden kerran virtuaalikoneelle, josta asennusta kopioitiin muille koneille. Plannerin asennus vaati neljä eri komponenttia, jotka olivat Mic-

rosoft SQL Server Express + SQL Server Management Studio, JavaBoss, Java ja Delfoi Planner. Ensimmäinen virtuaalikoneen asennus hoidettiin etäyhteydellä Delfoin toimesta, minkä jälkeen virtuaalikonetta alettiin kopioida.

Ohjelmiston käyttökoulutus Savonian henkilökunnalle järjestetään tämän oppinäytetyön julkaisun jälkeen joulukuussa 2012.

## 5.5 Käyttö

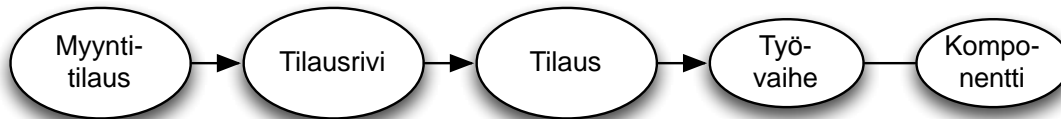
Delfoi Plannerin käyttö on jaettu suunnittelu- ja työlistaosioon, joihin kirjautuminen tapahtuu ohjelman alussa esiin tulevassa kirjautumisruudussa. Suunnitteluosio on tarkoitettu tuotannon suunnittelijoille ja myyntihenkilöstölle ja työlistaosio tuotannon työntekijöille. Suunnitteluosion valikkorakenne on esitetty kuviossa 14. Käyttäjille on määritelty käyttäjäoikeudet, joiden mukaan ohjelmiston toiminnot ovat käytettävissä. Tyypillisiä rooleja ovat tuotannon suunnittelija, myynti ja liikejohto ja tuotannon työntekijät. Suunnittelijalle on asetettu kaikki oikeudet, myynnille ja liikejohdolle katseluoikeudet kuormitus- ja varastonäkymiin ja tuotannon työntekijöillä on oikeudet työlistanäkymään.



KUVIO 14. Delfoi Planner Liten valikkorakenne

Suunnitteluosiossa perustiedot-näkymässä on mahdollista käsitellä rakenteita, resursseja, kalentereita, poissaolon lajeja, tuoteryhmiä ja prosesseja. Tuotteiden rakenteet voidaan luoda käsin tai ne voidaan siirtää sisään ERP:stä tai Excelistä. Rakenteiden ulosvienti on myös mahdollista. Resurssi-välilehdellä voidaan luoda resursseja ryhmittäin ja työpisteittäin. Kalenteri-välilehdillä voidaan hallita viikko- ja tehdaskalenteria.

Suunnitteluosio sisältää myös tilauksien käsittelyt. Vaihtoehtoina ovat asiakastilaukset (kuvio 15) ja tuotantotilaukset (kuvio 16). Asiakastilaukset käynnistetään myyntitilauksen täyttämiseksi ja tuotantotilaukset yrityksen sisäisille tilauksille, jolloin vastataan jonkin nimikkeen tarpeeseen varastossa. Myyntitilauksien hallinnointi tapahtuu ainoastaan ERP:stä ja ne tuodaan Planneriin asiakastilaus-välilehdeltä. Planner pitää kirjaa myyntitilauksista muttei sisällä työkaluja niiden hallinnointiin.



KUVIO 15. Asiakastilauksen rakenne



KUVIO 16. Tuotantotilauksen rakenne

Suunnitteluosion kalenterit-näkymässä hallitaan työvuorojen ja resurssien kalentereita. Vuorokalenterin avulla voidaan muokata henkilöstön työvuoroja ja poissaoloja. Resurssikalenteria voidaan tarkastella Gantt-näkymän avulla, jossa on mahdollista lisätä esimerkiksi konerajoitteita, kuten huolto tai konerikko.



Kuormitus-näkymä on Plannerin tuotannosuunnittelun keskeisin näkymä, jossa tuotannosuunnitelma esitetään Gantt-muodossa (kuvio 14). Näkymässä voidaan muun muassa luoda ja tarkastella tilauksien kuormituksia, tarkastella käyttöasteita ja seurata varastotasoja. Kuormitus tapahtuu drag 'n drop-menetelmällä raahaamalla tilaus kuormittamattomien tilausten välilehdeltä Ganttin tauluun, minkä jälkeen järjestelmä kysyy ajoitusmenetelmän. Valittavissa on taaksepäin-, eteenpäin- ja manuaalinen ajoitusmenetelmä. Syntyneitä tuotannosuunnitelmaa on mahdollista muokata jälkikäteen. Työvaiheille varattua aikaa voidaan muuttaa tai koko vaiheen voi siirtää uuteen aikaan tai toiselle resurssille.

Varasto-näkymässä käsitellään materiaalien, komponenttien ja kokoonpanojen varasto- ja hälytystasojen. Jokainen valmistunut tuotantotilaus sisältää varastotapahtuman, joka lisää nimikkeen varastosaldon. Aloitettavat tuotantotilaukset puolestaan vähentävät varastosaldon. Jos tilaukseen liittyviä työvaiheita muutetaan, muuttuvat myös varastotapahtumat automaattisesti.

Tuotannon työntekijöille tarkoitettu työlistanäkymässä voidaan tarkastaa työlistoja ja työvaiheita. Työvaihelista näyttää, onko työvaihe kuitattu valmistuneeksi, onko se aloitettu ja parhaillaan käynnissä tai aloittamatta. Myös työvaiheen kesto voidaan nähdä. Kiinnitykset välilehdeltä työntekijät voivat tarkistaa päivittäiset työpistekohtaiset kiinnityksensä.

The screenshot shows the 'Työlistat' (Worklists) view in the Delfoi Planner application. The interface is divided into several sections:

- Search and Filters:** Includes 'Hae työlistoja' (Search worklists) with filters for 'Hakuperuste' (Resurssiryhmä), 'Resurssiryhmä' (Assy places), 'Alkaen' (29.11.2012), and 'Päättyen' (13.12.2012). There are also checkboxes for 'Tilaus' (Asiakas), 'Näytä vanhat työvaiheet' (PDF), and 'Näytä käynnissä olevat' (Excel).
- Selected Work Item:** Shows details for '1701 008.05 - Kokoonpano'. It includes fields for 'Suunniteltu alku' (28.11. 10:30), 'Suunniteltu valmistuminen' (06:30), 'Suunniteltu koneaika' (12h00min), 'Alkoi', 'Valmistui', and 'Käytetty koneaika'. It also shows 'Suunniteltu kappalemäärä' (0,0) and 'Valmistunut kappalemäärä' (0,0). There is a 'Huomioita' (Notes) field and a 'Tallenna' (Save) button.
- Worklist Table:** A table with columns: 'Työnumero', 'Koodi', 'Nimike', 'Asiakas', 'Orderitem.customerString1', 'Orderitem.customerString2', 'Työvaihe', and 'Resurssi'. The table contains several rows, with the first row highlighted in blue.

Työnumero	Koodi	Nimike	Asiakas	Orderitem.customerString1	Orderitem.customerString2	Työvaihe	Resurssi
1701 008.05	000002	Vauhtivaunu 2200	Kuusankoski			Kokoonpano	Place 1
32220.03	000001	Vauhtivaunu 2600	Sievi			Kokoonpano	Place 5
16002.02	000004	Vauhtivaunu Teti2600	Vammala			Sähköasennukset	Place 4
Testitilaus	000001	Vauhtivaunu 2600				Prosessi X	Place 2

KUVIO 17. Työlistat-näkymä

## 6 YHTEENVETO

Valmistavalla teollisuudella on nykypäivänä tarve kehittää tuotannonohjausta ja siihen liittyvää hienokuormitusta. Yksi tehokas keino näiden tavoitteiden saavuttamiseksi on tuotannonohjausjärjestelmän hankkiminen. Järjestelmän määrittely ja valinta ei kuitenkaan ole yksinkertainen ja halpa prosessi eikä useilla yrityksillä ei ole resursseja ryhtyä toteuttamaan sitä. Tästä syystä tuotannonohjausta pyritään kehittämään muilla keinoilla.

Tässä opinnäytetyössä keskityttiin selkeyttämään tuotannonohjausjärjestelmän toimintaa ja hankintaprosessia. Työn tuloksena syntyi tiivis ja asiasisältöinen teoriakatsaus valmistavan teollisuuden tietojärjestelmistä ja tuotannonohjausjärjestelmän valinta- ja hankintaprosessista. Opinnäytetyö toi myös esille pohjoissavolaisten yritysten tarpeen kehittää tuotannonohjaustaan.

Työstä voidaan nähdä olevan hyötyä, kun ryhdytään miettimään tuotannonohjauksen tehostamista tuotannonohjausjärjestelmän hankinnalla.

## LÄHTEET

AMR Research, 2007. *Manufacturing 2.0: Manufacturing in the Age of Joint Value Creation*. [verkkodokumentti] [viitattu 17.10.2012]. Saatavissa:

[http://download.microsoft.com/download/b/6/1/b61eba5c-f393-4856-99f6-6e8fad40cb8a/PART%202/Masson\\_Colin\\_AMR.pptx](http://download.microsoft.com/download/b/6/1/b61eba5c-f393-4856-99f6-6e8fad40cb8a/PART%202/Masson_Colin_AMR.pptx)

Cottyn, J. 2012. *Design of a Lean Manufacturing Execution System Framework*. Ghent: Ghent University, Department of Industrial management. [verkkodokumentti] [viitattu 3.10.2012]. Saatavissa:

<https://biblio.ugent.be/input/download?func=downloadFile&recordId=2151558&fileId=2151853>

Delfoi. Yrityksen kotisivu. [viitattu 12.11.2012]. Saatavissa:

<http://www.delfoi.com>

Exact Software North America, 2005. *ERP-II: Making ERP Deliver On Its Promise to the Enterprise*. [viitattu 3.10.2012]. Saatavissa:

<http://www.erp solutions4u.com/webportal/docs/BDBinDoc.asp?ID=%7B2627AA64-8057-4EF8-8216-D5781C34128E%7D>

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

Karjalainen, J., Blomqvist, M. & Suolanen, O. 2001. *Kehittyvä toiminnanohjaus*. Helsinki: MET.

Kauppalehti. Yrityksen kotisivut. [viitattu 28.11.2012]. Saatavissa:

<http://www.kauppalehti.fi>

Kettunen, J., Simons, M. 2001. *Toiminnanohjausjärjestelmän käyttöönotto pk-yrityksessä. Teknologia lähtöisestä ajattelusta kohti tiedon ja osaamisen hallintaa*. Espoo: VTT Automaatio. Valtion teknillinen tutkimuskeskus. Saatavissa:

<http://www.vtt.fi/inf/pdf/julkaisut/2001/J854.pdf>

Liddel, M. 2008. *The Little Blue Book On Scheduling* [viitattu 5.7.2012]. Saatavissa: <http://www.lean-scheduling.com/TheLittleBlueBookOnScheduling.pdf>

Ninety-Fiven kotisivu. [Viitattu 15.10.2012]. Saatavissa: <http://www.ninety-five.com/ansi-isa-95.html>

Panorama Consulting Solutions. 2012. *ERP Report*. [viitattu 3.10.2012]. Saatavissa: <http://panorama-consulting.com/Documents/2012-ERP-Report.pdf>

Stadtler, H., Kilger, C. 2005. *Supply Chain Management and Advanced Planning*. Berliini: Springer.

Stevenson, W. 2009. *Operations Management*. New York: McGraw-Hill/Irwin.

SW-Development. Yrityksen kotisivu. [Viitattu 12.11.2012]. Saatavissa: <http://www.swd.fi>

Wallace, T. 2002. *Making It Happen: The Implementers' Guide to Success with Enterprise Resource Planning*. New York, USA: Rochester Institute of Technology.

## LIITE 1 Delfoi Planner Lite - esite

# DELFOI PLANNER® Lite

## Tuotannon suunnitteluun ja hallintaan

Toimitusvarmuus, tehokkuus ja laatu ovat ratkaisevia kilpailutekijöitä päivittäisessä liiketoiminnassa. Kilpailu on luonut yrityksille tarpeen lisätä toiminnan hallittavuutta ja läpinäkyvyyttä.

Delfoi Planner on helppokäyttöinen web-pohjainen tuotannon suunnittelujärjestelmä, joka auttaa parantamaan tuotannon suunnittelun läpinäkyvyyttä, lyhentämään läpimenoaikoja, parantamaan toimitustarkkuutta sekä vähentämään keskeneräisen tuotannon määrää. Delfoi Plannerin avulla voit kehittää toimintaasi kohti Lean -toimintamallia.

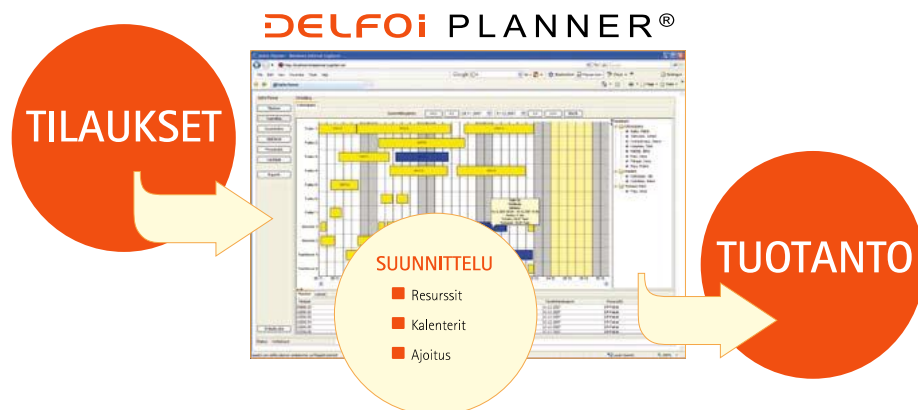
### DELFOI PLANNERIN AVULLA VOIT

- Hallita tilausten toimituksia ja tuotantoresursseja
- Varmistaa toiminnan läpinäkyvyyden
- Parantaa toimitustarkkuutta
- Maksimoida olemassa olevan kapasiteetin
- Helpottaa ja tehostaa tuotannon suunnittelua

### HELPPOKÄYTTÖISYYS

Valmistavassa teollisuudessa tuotannon suunnittelu on perinteisesti hoidettu itse tehdyllä taulukkolaskentasovelluksella. Toiminnan kasvaessa ja muuttuessa taulukkolaskentaohjelmistojen ominaisuudet eivät ole riittävät jokapäiväiseen operatiiviseen käyttöön, jossa tiedon jaettavuus, suunnittelun laatu ja nopeus sekä monikäyttäjympäristö ovat edellytyksiä.

Delfoi on suunniteltu ja toteutunut suunnittelujärjestelmän, jonka avulla voit nopeasti ja luotettavasti ohjata tuotantoasi päivittäisessä toiminnassa.



**DELFOI**

Delfoi Oy : Vänrikinkuja 2 : 02600 Espoo : Finland  
Tel. +358 10 309 7700 : delfoi@delfoi.com : www.delfoi.com

# DELFOI PLANNER® Lite

## Tuotannon suunnitteluun ja hallintaan

Toimitusvarmuus, tehokkuus ja laatu ovat ratkaisevia kilpailutekijöitä päivittäisessä liiketoiminnassa. Kilpailu on luonut yrityksille tarpeen lisätä toiminnan hallittavuutta ja läpinäkyvyyttä.

Delfoi Planner on helppokäyttöinen web-pohjainen tuotannon suunnittelujärjestelmä, joka auttaa parantamaan tuotannon suunnittelun läpinäkyvyyttä, lyhentämään läpimenoaikoja, parantamaan toimitustarkkuutta sekä vähentämään keskeneräisen tuotannon määrää. Delfoi Plannerin avulla voit kehittää toimintaasi kohti Lean -toimintamallia.

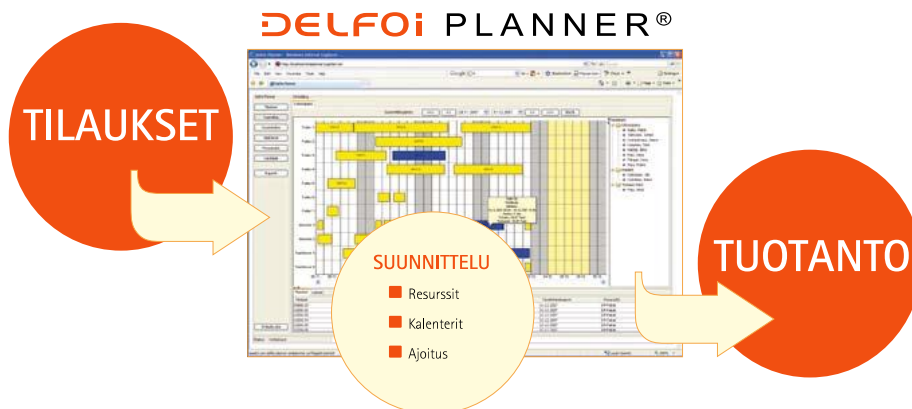
### DELFOI PLANNERIN AVULLA VOIT

- Hallita tilausten toimituksia ja tuotantoresursseja
- Varmistaa toiminnan läpinäkyvyyden
- Parantaa toimitustarkkuutta
- Maksimoida olemassa olevan kapasiteetin
- Helpottaa ja tehostaa tuotannon suunnittelua

### HELPPOKÄYTTÖISYYS

Valmistavassa teollisuudessa tuotannon suunnittelu on perinteisesti hoidettu itse tehdyllä taulukkolaskentasovelluksella. Toiminnan kasvaessa ja muuttuessa taulukkolaskentaohjelmistojen ominaisuudet eivät ole riittävät jokapäiväiseen operatiiviseen käyttöön, jossa tiedon jaettavuus, suunnittelun laatu ja nopeus sekä monikäyttäjäympäristö ovat edellytyksiä.

Delfoi on suunniteltu ja toteuttanut suunnittelujärjestelmän, jonka avulla voit nopeasti ja luotettavasti ohjata tuotantoasi päivittäisessä toiminnassa.



**DELFOI**

Delfoi Oy : Vänrinkinkuja 2 : 02600 Espoo : Finland  
Tel. +358 10 309 7700 : delfoi@delfoi.com : www.delfoi.com

